

## 第19届国际土壤学大会重点论文摘要选译

### 一、土壤时空演变

#### (一) 概述

- 1.1.1 土壤形态与气候变化
- 1.1.2 土壤形态与环境灾害
- 1.2.1 全球土壤空间信息系统
- 1.2.2 土壤地理与土壤生态学
- 1.3.1 不同土壤发生过程的速率和程度
- 1.3.2 地学测年技术与土壤形成
- 1.4.1 土壤分类及其信息需求
- 1.4.2 土壤分类对土壤学发展的影响
- 1.5.1 土壤变化定量监测
- 1.5.2 土壤变化关键过程模拟
- 1.6.1 风化沉积物质对土壤发生过程的影响
- 1.6.2 石灰岩环境下的土壤

#### (二) 重点论文摘要

- 1.1.1 土壤形态与气候变化
    - 1.1.1-1 Changes in Micromorphological Features of Semidesert Soils in the Southeast of European Russia upon the Recent Increase in Climate Moistening (近年来气候变湿背景下欧洲俄罗斯东南部半荒漠化土壤微形态特征变化)
- Marina P. Lebedeva, Mariya V. Konyushkova  
(Soil Science Institute RAAS, 7 Pyzhevskii per., Moscow, 119017 Russia, E-mail: mkon@inbox.ru)

在过去30年, 欧洲俄罗斯东南部地区气候变湿、地下水位上升的趋势相当明显。位于里海苏格兰低地北部的贾内别克研究站对此进行了长期研究, 他们的研究表明: 土壤的微观特征已经反映了这些气候变化。在同一地点分别采集了20世纪50年代、60年代、70年代、1982年和2002年的土壤样品, 并进行土壤微观形态对照实验。实验结果表明: 在20世纪50年代到70年代期间, 气候相对稳定, 土壤性质没有发生明显的变化; 从1982年到2002年, 当气候显著变湿, 地下水位升高时, 土壤微观特征发生了一定的变化。这些变化包括腐殖质积累和生物结构的活化, 粉质黏土腐殖质的淋溶、脱碱化的增强, 土体的潜育作用以及颗粒的积聚增加。就含盐土壤而言, 硫酸盐

及碳酸盐的积累将会增强。(曹伟 译)

- 1.1.1-2 Ferruginous Paleosols Around the K/T Boundary in Central-southern Sardinia (Italy): Their Potential as Pedostratigraphic Marker (意大利中南部撒丁岛K/T边界周围铁质古土壤作为土壤地层学指示的可行性)
- Andrea Vacca<sup>1</sup>, Concetta Ferrara<sup>1</sup>, Ruggero Matteucci<sup>2</sup>, Marco Murru<sup>1</sup>  
(1 Dipartimento di Scienze della Terra, Università degli Studi di Cagliari, Via Trentino 51, 09127 Cagliari, Italy, E-mail: avacca@unica.it; 2 Dipartimento di Scienze della Terra, Università di Roma "La Sapienza", Piazzale Aldo Moro 5, 00185 Roma, Italy, E-mail: ruggero.Matteucci@uniroma1.it)

本文主要研究意大利中南部撒丁岛K/T边界周围铁质古土壤的主要形态、化学和矿物学特征, 它们与同时代法国西南部古土壤之间的关系, 以及它们在地层学中的潜在作用。撒丁岛铁质古土壤的主要特性证明了石化聚铁网纹层和豆石聚铁网纹层的存在。豆石聚铁网纹层在法国露层出现, 其成因可能与在最近马斯特里赫特-下古新世(Danian)期间发生的温暖潮湿热带气候事件有关, 这一气候事件有利于聚铁网纹层的形成; 随后在古新世气候变得干燥时, 石化聚铁网纹层和豆石聚铁网纹层中的聚铁网纹层不可逆转地被干化。基于相同的地层位置、范围大和横向连续性等特性。这些古土壤(定义为埋藏土)可被作为该地区良好的土壤地层学指示指标, 这有助于进行广泛的年代地层对比, 并将促进区域尺度地貌地层对比的进一步开展。(曹伟 译)

- 1.1.1-3 Ornithogenic Cryosols from Ardley Island, Maritime Antarctica (南极洲阿德雷岛的鸟粪冻土)
- Roberto F. M. Michel<sup>1</sup>, Carlos Ernesto G. R. Schaefer<sup>2</sup>, Felipe N. Bello Simas<sup>2</sup>, Daniel S. A. Barbosa<sup>2</sup>, Samuel A. Oliveira<sup>2</sup>  
(1 Fundação Estadual do Meio Ambiente-FEAM, E-mail: roberto@michel.com; 2 Departamento de Solos-Universidade Federal de Viçosa, E-mail: carlos.schaefer

@ufv.br, fsimass@yahoo.com.br)

本文主要研究在受阿德雷岛被企鹅遗弃的群居地生态系统强烈影响下的土壤剖面化学、形态和物理特征。借助于详细的土壤和地形图,土壤调查与取样工作在南半球的夏季完成。尽管在一些情况下这些剖面较浅,但它们能明显地指示出土壤的演化过程。由于鸟粪的氧化和矿化作用,大部分表层土壤pH值较低。尽管受到鸟类活动的影响很小,但所有剖面的钙含量偏高,与南极标准相比,镁含量较高,钾含量中等,样点间的变异很小。较高的可交换钠含量表明海水的入侵。相比南极洲其他的土壤,阿德雷岛土壤较为发育,这主要归因于由鸟粪沉积与成矿作用引起的化学风化。矿物基体磷化是南极洲该地区最重要的土壤成土过程之一。(曹伟译)

#### 1.1.1-4 Response of Pedogenesis to Holocene Climate Change in Southern Arabia (全新世气候变化背景下阿拉伯南部的成土响应)

Dana Pietsch, Peter Kühn

(Institute of Geography, Chair of Physical Geography and Soil Science, Eberhard-Karls-University Tübingen, Rümelinstraße 19-23, D-72070 Tübingen, Germany, E-mail: dana.pietsch@uni-tuebingen.de, peter.kuehn@unituebingen.de)

土壤地层学和土壤形态数据展示了位于鲁卜哈利沙漠、马里卜、也门西南缘的一处保存完好的大范围的古土壤。埋藏土壤的标志地层被认为是以低、高强度降水交替作用为显著特征的全新世气候变化的一种新的指示标志。主要由A<sub>hb</sub>和A<sub>Bb</sub>地层表征的腐殖古土壤,指示了在早全新世阿拉伯南部潮湿的气候环境下土壤的发育过程。这些覆盖沉积物很明显是从5800~5950年前逐渐干旱的结果。全新世早期古土壤特性由AMS <sup>14</sup>C,土壤化学和地球化学数据分析得到。这一古土壤成土现状对于区域古气候波动和阿拉伯南部赤道辐合带向南转移的解释非常重要。(曹伟译)

#### 1.1.1-5 Soil Morphology Adaptations to Global Warming in Arid and Semiarid Ecosystems (全球变暖背景下干旱与半干旱生态系统土壤形态的响应)

H. Curtis Monger

(Plant and Environmental Sciences, New Mexico State University, Las Cruces, NM, USA, E-mail: cmonger@nmsu.edu)

地表发生变化,地下也会发生变化。换言之,气候和植被的变化,土壤形态也将会随之发生变化。两种土壤形态适应的类型是:①随岩层的垂直运动;②成分的存留。岩层的垂直运动,最主要包括黏化和钙质岩层随气候变干而上移,随气候变湿而下移。成分的存留包括湿润气候条件下岩层中有机碳的积累,干旱气候条件下有机碳的损失;与之相反的是,土壤中可溶性盐在干旱气候条件下的积累,在湿润条件下从土壤中的淋滤。根据上世纪土壤观测和古记录资料,一些土壤形态特性比其他特征更易发生变化,这些变化包括日常土壤气体和水动力学到千年尺度的矿物学变化。干旱半干旱生态系统的土壤面积占非冻结地区土地面积的46%,由于它们极易荒漠化,所以日益受到重视。气候变化,包括温度的升高,会造成土壤水分的动态变化,它们不仅会影响土壤形态,而且会影响生物过程,例如灌木入侵将会对根系结构、微生物活性、二氧化碳的波动、碳酸盐化学产生反馈作用。以木本灌木替换草地覆盖也会将增加裸露地面,并产生正反馈作用,加剧了侵蚀和促进灌木的生长。这种横向迁移反过来影响土壤,因为这些迁移速度依赖于土壤地貌板块的属性。由于其广阔的面积和对气候变暖的敏感性,干旱和半干旱地区土壤形态变化可能性是巨大的,仅次于气候变暖环境下苔原和北方针叶林地区土壤的变化。(曹伟译)

#### 1.1.2 土壤形态与环境灾害

##### 1.1.2-1 Andic Soils and Catastrophic Mudflows in Italy: Morphological and Hydrogeological Evidences (意大利暗色土壤与灾难性的泥石流:形态与水成土壤环境证据)

Fabio Terribile<sup>1</sup>, Michela Iamarino<sup>1</sup>, Antonella Agrillo<sup>1</sup>, Angelo Basile<sup>2</sup>, Roberto De Mascellis<sup>2</sup>, Giuliano Langella<sup>2</sup>, Giacomo Mele<sup>2</sup>, Antonio Mileti<sup>1</sup>, Luciana Minieri<sup>1</sup>, Pierpaolo Moretti<sup>1</sup>, Simona Vingiani<sup>1</sup>

(1 Università di Napoli Federico II, DISSPAPA, Portici Napoli, Italy, E-mail: fabio.terribile@unina.it; 2 CNR ISAFOM Ercolano, Napoli, Italy, E-mail: a.basile@isafom.cnr.it)

在意大利,快速滑坡是最频繁发生的自然灾害;地震后,造成的受害者人数最多。在这篇文章中,我们试图证明一种特殊类型的土壤,即暗色土壤,与过去几十年间在意大利发生主要的灾难性泥石流之间存在着密切的联系。这项研究主要开展了过去几十年间

在意大利发生最主要的灾难性泥石流的一个综合土壤学和水文分析研究, 研究也涉及了表层土壤。在区域(坎帕尼亚)和国家(意大利)尺度的研究表明: 尽管被研究区域环境差异较大, 但是这里确实存在许多明显的同质土壤属性, 主要包括: ①土壤形态; ②从高至中度程度的暗色特征; ③大范围压位差的高保水性。研究结果显示了暗色土壤与被调查灾难性泥石流之间的清晰的因果关系, 这必然与诱发高滑坡性的独特的土壤物理性质有关。(曹伟 译)

#### 1.1.2-2 Impact of Drainage on Soil Evolution: A Morphological Quantitative Approach (排水条件对土壤演变的影响: 形态学的定量方法)

S. Cornu<sup>1,3</sup>, D. Montagne<sup>2</sup>, J. Darousin<sup>3</sup>, I. Cousin<sup>3</sup>

(1 INRA, UR 1119 Géochimie des Sols et des Eaux, Europôle de l'Arbois, BP80, 13545 Aix en Provence Cedex 4, France; 2 UMR INRA/AgroParisTech Environment and Arable Crops, Avenue Lucien Brétignières, 78850 THIVERVAL-GRIGNON, France; 3 INRA, UR 0272 Science du sol, Centre de recherche d'Orléans, 2163 Avenue de la Pomme de Pin, CS 40001 ARDON, 45075Orléans Cedex 2, France)

为了更好地了解形态退化过程和排水对这一过程的影响, 通过对采集于垂直到排水沟的土壤序列的淋溶土分米级土壤石块进行图像分析研究土壤体积形态的演变。4 个不同体(黑色, 白灰色, 淡棕色, 赭色)的地貌形态关系被量化。结果发现了它们的内部、孔隙度周围和它们的边界由赭色体逐步转型为淡棕色体的形态退化过程。同时黑色体通过锰的浓缩形成的赭色体而形成。随着这一进程的推进, 距排水沟的距离逐渐减少, 赭色体裂开, 黑色体被释放到淡棕色基岩中。这个淡棕色基岩进一步转变为白灰色体, 通过向心进化形成了它的核心。(曹伟 译)

#### 1.1.2-3 Ischia landslides (Italy): A Multidisciplinary Approach Aimed to Increase Knowledge of Soil Properties (意大利伊斯基亚滑坡: 多学科综合研究提高对土壤性质的认知)

Simona Vingiani<sup>1</sup>, Roberto De Mascellis<sup>2</sup>, Giacomo Mele<sup>2</sup>, Nadia Orefice<sup>2</sup>, Luciana Minieri<sup>1</sup>, Fabio Terribile<sup>1</sup>

(1 Faculty of Agricultural Science, Department of Soil, Plant, Environmental and Animal Production Science, University Federico II of Naples, Portici (NA) Italy,

E-mail: vingiani@unina.it; 2 CNR-ISAFOM Institute for Agricultural and Forest Systems in the Mediterranean, Ercolano (NA) - Italy, E-mail: roberto. Demascellis@cnr.it)

一种综合的方法(化学、水文、矿物学和微断层)已被用来研究 2006 年 4 月发生于意大利伊斯基亚岛山体滑坡土壤。该研究在典型分裂层面采集了 3 个土壤剖面样品。主要结果表明: ①火山土壤的存在, 初级晶体(primary glass)富集, 其特点为在所有地层中存在不良有序高岭石, 只在最深的地层中存在膨胀的黏土矿物(CBb 和 Cb); ②所有土层含水量较高, 并接近饱和含量; ③存在土壤物理性质相应的垂直断面, 特别是粉质土层(Cb)由于底衬基质存在, 保持高含水量, 显示了最低的饱和导水率。对于深部地层微线断层扫描分析显示了一个非常复杂的内聚合孔隙, 这可能是导致滑坡地层流变行为的一个重要影响因素。根据土壤成土过程, M. Vezzi 北坡土壤与坎帕尼亚地区(萨诺、罗马等地)其他灾难性滑坡有很大不同, 但它们共同点是存在着沿土壤剖面, 并都有一个导致滑坡启动机制的显著自然断面。(曹伟 译)

#### 1.1.2-4 Soil Morphologic Indicators of Environmental Hazards Linked to Cosmic Airburst (空间爆炸环境灾害的土壤形态指标)

Marie-Agnès Courty<sup>1</sup>, Michel Fedoroff<sup>2</sup>

(1 CNRS-UMR 7194. IPHES-ICREA, University Rovira i Virgili, Tarragona, Spain, E-mail: courty@mnhn.fr; 2 Ecole Nationale Supérieure de Chimie de Paris, Paris, France, E-mail: michel-fedoroff@enscp.f)

独特的土壤形态和空间爆炸痕迹识别可通过与 3 个众所周知的空爆事件来鉴别, 主要根据以往的纪录中推测的影响情况进行鉴别。这 3 个事件分别是: 1908 年通古斯事件(中西伯利亚), 达尔文玻璃层(西塔斯马尼亚州)和亨伯里坑场(中澳大利亚)。宇宙空爆信息可通过当地背景被高分辨率的观测和多源分析数据进行辨别。其中, 两个异常的碎片被确认: (G1) 外星金属有机矿物成分来自地球的前体; (G2) 在当地被摧毁植被上, G1 挥发成分热裂形成的碳质多形体。用蓬松的火山灰和被烤焙土壤的补缀结合的 G1 和 G2 碎片是由热摩擦进入大气时引起的。玻璃层主要由外源热碎片喷射形成的, 不是当地土壤的融化。高分辨率的土壤研究应有助于进一步阐明宇宙空间空爆的自然灾害, 特别是火成碎片的生火机制, 碳质气溶胶和

持久的抗金属污染的酸化风险等。(曹伟 译)

1.1.2-5 Transformation of Vertical Texture-contrasted Soils Due to Accelerated Erosion in Young Glacial Landscapes, North-eastern Poland(波兰东北部年轻冰川地貌地区快速侵蚀下土壤垂直纹理的变化)

Marcin Switoniak

(Department of Soil Science, Institute of Geography, Faculty of Biology and Earth Sciences, Nicolaus Copernicus University, Torun, E-mail: Poland, swit@umk.pl)

本文的目的是阐明波兰东北部年轻冰川地貌地区加速侵蚀对土壤垂直对照纹理(VTC-s)的影响。为解决这一问题,非侵蚀森林参考VTC土体与耕作土壤进行了比较。基于研究结果,对5个VTC土壤断面进行了分类。根据已确定的断面分类,生成了加速侵蚀引起的土壤覆盖转化地图,并与数字高程模型(DEM)进行了叠加。被调查土壤大范围强烈的侵蚀证明了人类活动对波兰东北部农业地区的土壤覆盖产生了剧烈的作用。(曹伟 译)

1.2.1 全球土壤空间信息系统

1.2.1-1 Are Global Soil Information Systems Adequate in Forecasting Impacts of Global Change?(全球土壤信息系统能提供足够的信息预测全球变化的影响吗?)

Vincent van Engelen

(ISRIC-World Soil Information, Wageningen, The Netherlands, E-mail: vincent.vanengelen@wur.nl)

全球的大部分地区在包括亚非拉在内的大部分国家,全球土壤信息系统(世界统一土壤数据库)无法为预测全球变化的影响方面提供足够的信息。一方面,用于确定土壤属性的分析方法没有统一的标准。另一方面,土壤性质在全球变化背景影响下各有不同,例如有机碳的属性需要基于一段时间的观察获得,但目前这些数据缺失。结合了数字土壤制图技术的新数据搜集方法可以提高信息系统的效率。为了确保这些技术合理有效的利用,对从业人员能力建设的努力是必不可少的。(林晨 译)

1.2.1-2 Optimal Spatial Scale Determining the Response of Soil Organic Carbon to Climate Change Using Soil Database of China(利用中国土壤数据库,优化空间尺度研究土壤有机碳的气候变化响应)

Xue-zheng Shi<sup>1,3</sup>, Hong-jie Wang<sup>1</sup>, Dan-dan Wang<sup>1,2</sup>, Dong-sheng Yu<sup>1</sup>

(1 State Key Laboratory of Soil and Sustainable Agriculture, Institute of Soil Science, Chinese Academy of Sciences, Nanjing 210008, China; 2 College of Remote Sensing, Nanjing University of Information Science and Technology, Nanjing 210044, China; 3 Corresponding author, E-mail: xzshi@issas.ac.cn)

气候是调控土壤有机碳(SOC)含量的重要影响因素,但在不同的空间尺度下,其重要程度也有不同。有机碳对气候的最佳响应尺度以及两者之间的关系在不同的空间尺度下如何变化尚不清晰,为了研究其变化规律,在中国第二次土壤普查工作中,采样获取1022个东北山区的剖面,并设计了4个空间尺度,分别是区域(整个中国东北地区)、省、市、县。在上述空间尺度下,分别在0~20cm和0~100cm的土壤剖面上通过相关分析和回归分析研究SOC与气候之间的关系。结果表明,在不同空间尺度下,两者的相关性以及气温、降雨等气候因子的相对重要性存在区别。在区域尺度内,温度是控制土壤有机碳含量的主要气候因子;在省域尺度下,黑龙江和内蒙古东部高地土壤有机碳含量也主要受温度控制,而在吉林和辽宁省,土壤有机碳含量受温度和降水2个因子的共同作用影响;在市级与县级尺度下,气候与SOC含量的相关性很弱,甚至没有。气候因子在解释SOC含量变化的问题上是有限的,同时,研究没有考虑SOC含量受其他多种因素影响的问题。(林晨 译)

1.2.1-3 Soil Organic Carbon Density and Storage in Tunisia(突尼斯土壤有机碳密度及其储量)

Tahar Gallali<sup>1</sup>, Nadhem Brahim<sup>2</sup>, Martial Bernoux<sup>3</sup>

(1 UR Pédologie 04/UR/10-02. Département de Géologie, Faculté des Sciences de Tunis, Campus Universitaire el Manar, Tunis 2092, Tunisie, E-mail: gallali.tahar@planet.tn; 2 UR Pédologie 04/UR/10-02. Département de Géologie, Faculté des Sciences de Tunis, Campus Universitaire elManar, Tunis 2092, Tunisie, E-mail: brahimnadhem@yahoo.fr; 3 UMR 210 Eco&Sols, IRD, 2 place Viala, Bâtiment 12, 34060 Montpellier cedex 1, France, E-mail: martial.bernoux@ird.fr)

突尼斯土壤有机碳(SOC)的储量是根据联合国粮农组织/教科文组织分类标准,利用突尼斯土壤志提

供的土壤剖面描述以及 1:500 万数字土壤地图计算。目前,一个包含了 5 024 个表层以及 1 483 个不同剖面的土壤数据库已经建成,按不同的土壤深度,对每一个剖面的 SOC 存储量进行计算: SOC 的存储量由土样的体积质量 (Db)、有机碳 (OC) 的含量以及土层厚度等因素计算而成, SOC 在剖面上的储存计算与土壤类型关联紧密。整体而言,突尼斯在 0~100 cm 的土层深度内的 SOC 存储量,大约有 1.006 Pg C。在 0~30 cm 的上层土壤中, SOC 存储量是 0.405 Pg C。SOC 的存储在表层土壤 (0~30 cm) 中占 40%, 淋溶土的有机碳存储量较高, 0~30 cm 的土层厚度达到 71.6 t/hm<sup>2</sup>, 在 0~100 cm 的土层厚度中达到 159.2 t/hm<sup>2</sup>。在灰化土, 在 0~30 cm 和 0~100 cm 土层厚度中, 有机碳的存储量分别为 6.19 和 138.8 t/hm<sup>2</sup>, 石质土相对较低, 分别为 18.4 和 40.4 t/hm<sup>2</sup>。(林晨译)

#### 1.2.1-4 Soil-geographic Database of Russia: Database Management System Soil-DB (俄罗斯土壤地理数据库: 一种新的数据库管理系统 (Soil-DB))

Sergey Shoba<sup>1</sup>, Irina Alyabina<sup>2</sup>, Varvara Kolesnikova<sup>3</sup>

(1 Faculty of Soil Science, Moscow State Lomonosov University, Moscow, Russia, E-mail: main@soil.msu.ru; 2 Institute of Ecological Soil Science, Moscow State Lomonosov University, Moscow, Russia, E-mail: alyabina@soil.msu.ru; 3 Faculty of Soil Science, Moscow State Lomonosov University, Moscow, Russia, E-mail: varvara@soil.msu.ru)

俄罗斯土壤地理数据库 (SGDB) 发展目标是为人民的可持续利用、土壤覆盖变化监测以及土壤保护的国家战略政策提供科学依据。土壤地理数据库的核心部分是地理空间数据库和属性数据库。数据存储和处理采用关系型数据库的管理模式。地理空间数据库构成了俄罗斯土壤-地理数据库的制图基础。属性数据库的基础是土壤剖面相关性质的表征, 每一个土壤剖面的表征应该包括其确切的地理位置、形态描述和一系列完整的分析数据。某一土壤种类的一系列典型剖面可通过平均值计算确定该土壤类型的相关属性信息。为了及时对剖面属性数据库进行录入与更新, 开发了一套专业软件 (Soil-DB1.0 版), 该程序允许信息提供者登录到系统指定站点, 建立并填充土壤属性的描述信息, 并通过互联网发送到该系统的中央服务器上。(林晨译)

#### 1.2.1-5 The Harmonized World Soil Database (统一的世界土壤数据库)

Freddy Nachtergaele<sup>1</sup>, Harrij van Velthuisen<sup>2</sup>, LucVerelst<sup>2</sup>, Niels Batjes<sup>3</sup>, Koos Dijkshoorn<sup>3</sup>, Vincent van Engelen<sup>3</sup>, Guenther Fischer<sup>2</sup>, Arwyn Jones<sup>4</sup>, Luca Montanarella<sup>4</sup>, Monica Petri<sup>1</sup>, Sylvia Prieler<sup>2</sup>, Xuezheng Shi<sup>5</sup>, Edmar Teixeira<sup>4</sup>, David Wiberg<sup>4</sup>

(1 Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, Italy (FAO); 2 International Institute for Applied System Analysis, Laxenburg, Austria (IIASA); 3 ISRIC-World Soil Information, Wageningen, The Netherlands; 4 Institute for Soil Science-Chinese Academy of Sciences, Nanjing, P.R. China (ISSCAS); 5 Joint Research Centre of the European Commission Ispra, Italy (JRC))

在过去 30 年时间里, 联合国粮农组织/教科文组织的世界土壤图一直是唯一的全球土壤信息的来源。近年来, 全球范围内最新土壤信息的更新与发布是解决最新土壤数据集成与统一问题的契机。这项工作由相关的机构和组织联合会负责承担, 并开发出 30 S 空间分辨率的产品, 可用于 15 项土壤性质 (从表层至亚表层) 的估算, 这些数据与地理信息系统兼容, 免费网络共享, 并提供了专用的浏览软件。(林晨译)

#### 1.2.2 土壤地理与土壤生态学

##### 1.2.2-1 How Does Surface Soil Geomorphology and Land-use Influence the Soil Microbial Ecosystems in South Eastern Australia? Insights Gained from DNA Sequencing of the Soil Metagenome (表层土壤地貌与土地利用如何影响澳大利亚东南部地区的土壤微生物生态系统? 基于对土壤基因组的 DNA 测序)

Pauline Mele<sup>1,2</sup>, Tim Sawbridge<sup>1,2</sup>, Helen Hayden<sup>1</sup>, Barbera Methe<sup>3</sup>, Tim Stockwell<sup>3</sup>, Cindi Pfannkoch<sup>3</sup>, Matthew Lewis<sup>3</sup>, David Tanenbaum<sup>3</sup>, Doug Rusch<sup>3</sup>, Karla Heidelberg<sup>4</sup>

(1 Biosciences Research Division, Department of Primary Industries-Victoria, Bundoora, VIC, Australia; 2 Biosciences Research Centre, Latrobe University, Bundoora; 3 J. Craig Venter Institute, Rockville, MD, USA; 4 Department of Biological Sciences-University of Southern California, CA, USA)

土壤是澳大利亚农业生产体系的重要资源。土壤

资源的持续健康发展依赖于土地利用和管理活动对土壤微生物群落产生的影响，因为后者为土壤生态系统提供了必要的物质与服务。维多利亚第一工业部（墨尔本，澳大利亚）和 J.克雷格文特尔在罗克维尔研究所（美国马里兰州）合作设计了基于 DNA 的逐步实验，分析对比了土壤（calcarosol 和 ferrosol）和土地利用（管理方式和残存植被）对土壤细菌群落的影响。该实验通过 3 个不同的样本库创建了基于 16S 核糖体 RNA（rRNA 基因）序列的克隆组。分别是：calcarosol；管理（裁剪）和剩余样品；a ferrosol，管理（畜牧业）样本。利用钛 454 焦磷酸测序技术获取了两个样本的详细资料（calcarosol；管理和残余），全基因组的土壤微生物群落结构和功能信息。所有样本产生独特的微生物群落，共享序列不到 1%。样品采集在同一区域土壤（如强碱性 calcarosol 土壤）不同土地利用方式（农用地、剩余荒地）时，相似程度较高，共同序列接近于 13%。不同区域土壤但管理方式类似的样本有 4% 的共同序列。当采样土壤与对应土地利用方式各不相同，微生物群落的相异性最大，共同序列 < 3%，对于已知类群，Acidobacteria，蓝藻和浮游霉菌在酸性土壤中相对较多，Proteobacteria 普遍在碱性、未被开发的土壤中占据优势。在被规划管理的盐碱土中，杆菌门/chlorobi 类群较为盛行。我们额外选择 calcarosol 样本库通过 Sanger and 454 FLX 测序法评价基因组的功能，重点在于养分循环和疾病的抑制途径。研究结果为应对气候变化和资源可持续性利用的生态系统功能和管理决策提供了依据。（林晨 译）

1.2.2-2 How Soil Geographic Databases and Resources have been Used to Better Understand Ecosystem Functioning: An Example from Australia（如何利用土壤地理数据库资源更好地理解生态系统功能——以澳大利亚为例）

Elisabeth Bui

（CSIRO Land and Water, GPO Box 1666, Canberra ACT 2601, Australia）

土壤与土地系统一般以地图及其对应说明注释的形式表征。这些地图往往经过数字化，从而应用于地理信息系统（GIS）环境中。我们发现通过实地调查建立的观测样点数据库与其他环境数据结合，可在生态学领域的研究中发挥作用，并在土地资源清单中加入其属性。在昆士兰的一项研究中发现，植物的共同进

化以及昆虫多样性与澳大利亚北部大陆干旱化所导致的土壤盐渍化程度有很强的相关性。同样的研究数据还发现，通过引进牧草品种 buffel 似乎仅限于防止碱性土壤上的草地入侵。（林晨 译）

1.2.2-3 Nestedness Analysis of Land Use Change on Pedodiversity Under the Intensive Urbanization Process（城市化进程下土地利用方式转变对土壤多样性影响的嵌套分析）

Xuelei Zhang<sup>1</sup>, Hui Wang<sup>2</sup>, Guangping Xiao<sup>3</sup>

（1 Institute of Natural Resources and Eco-environment, Zhengzhou University, Zhengzhou 450001, China and Institute of Soil Science, CAS, Nanjing 210008, China, E-mail: ZXLLzzu@zzu.edu.cn; 2 Kunming Agrometeorological Station, Kunming 650228, China; 3 College of Population, Resources and Environment, Shandong Normal University, Jinan 250014, China）

嵌套分析方法用于生物研究已经有几十年的历史，该方法被认为可帮助生态学家扩展其研究内群岛、内陆岛屿或水生栖息地等复杂生物形态问题的能力。多样性的生物和非生物过程被认为是产生嵌套式分布的原因，包括非正常灭绝、差异性的定居以及关键资源嵌套分布。生物多样性研究是保护生物、自然的基础。土壤的变异与变化是导致植物物种和群落分布产生差异的最主要原因之一。生态学家虽然也经常使用土壤参数，但并不像他们研究生物物种多样性时一样重视土壤类型等参数。生物多样性研究应用的数学工具与方法直到 20 世纪 90 年代才开始用于土壤数据的分析，但直到最近，嵌套子集分析方法才开始扩展到生物类别以及空间范围研究。城市化进程的加快造成了许多社会和环境问题，包括某种土壤类型的消失或某一特有土壤单元被城市化所取代。我们最近发表的研究结果表明，以南京市为例，根据中国土壤系统分类，有两种土壤类型在城市/市郊结构中面临着消失的危险，因为它们在过去的 20 年中已分别减少 41.4% 和 62.4%。7 种土壤减少量超过 10%，其余 8 种超过 5%。由快速城市化进程引起的土地利用变化对土壤多样性的影响很大。土壤类型的缺失一定程度上代表了整个生物群落的损失。对土壤多样性的保护又引起了人们对将未开发土地转化为可耕作地这一看似很聪明的做法的质疑。本文试图引入生物学研究中的嵌套分析法，并用其研究过去 20 年南京市快速城市化进程下，土壤结构及土壤多样性特征（嵌套模式）

的时空变化。(林晨 译)

1.2.2-4 Soil-landscape Relationships and Soil Properties Associated with Rare Plants in the Eastern Mojave Desert Near Las Vegas, Nevada, USA (拉斯维加斯植被稀疏地区的土壤景观与土壤特性)

J.L. Boettinger<sup>1</sup>, G.A. Busch<sup>2</sup>, B.B. Fonnesebeck<sup>3</sup>, J.R. Lawley<sup>4</sup>, A.A. Croft<sup>5</sup>, T.C. Edwards<sup>6</sup>, J.A. MacMahon<sup>7</sup>

(1 Department of Plants, Soils, and Climate, Utah State University, Logan, UT, USA, E-mail: janis.boettinger@usu.edu; 2 Bio-West, Inc., Logan, Utah, USA, E-mail: gbusch@bio-west.com; 3 Department of Plants, Soils, and Climate, Utah State University, Logan, UT, USA, E-mail: rook.fonn@aggiemail.usu.edu; 4 Department of Plants, Soils, and Climate, Utah State University, Logan, UT, USA, E-mail: john.lawley@usu.edu; 5 Department of Biology, Utah State University, Logan, UT, USA, E-mail: amy.croft@usu.edu; 6 US Geological Survey, Biological Resources Division, Utah State University, Logan, UT, USA, E-mail: t.edwards@usu.edu; 7 Department of Biology and the Ecology Center, Utah State University, Logan, UT, USA, E-mail: jim.macmahon@usu.edu)

拉斯维加斯的上层自然保护区(ULVWCTA)为 2 种内华达州的特有植物物种提供了良好的栖息环境, 分别是 ARCCAL 和 ERICOR。为了帮助拉斯维加斯土地管理部门规划, 我们设计了土壤专题图, 以土壤-景观关系以及确定与植被知识紧密联系的土壤属性为重点, 我们引入 GIS 技术, 用 SSURGO 多边形线表征要素, 并获取高分辨率航拍影像、数字地形模型(DTM)数据以及 Landsat、ASTER 等光谱数据, 进行土壤图的设计与提炼; 对表征土壤-陆地-植被生态系统的 45 个典型土壤样点进行描述、采样、分析, 辅助专题图的开发与完善; 作为 ULVWCTA 和盆地植被层调查分析的一部分, 我们对 658 个表层土壤样点(0~8 cm)作了采样与描述。这些样点在地图单元上表现出沉积现象, 这是由于厚砾岩表层类型缺失造成的: 拉斯维加斯的土壤砂化严重, 存在 0~2% 之间的斜坡; 巴德兰地区土壤碳酸钙丰富, 在 100 cm 的视野范围内存在石化钙积层以及碳酸盐结核, 并表现出残余氧化特征, 表明它们可能是近更新世时代发掘的古土壤。在这些单位样点的地下土层中, 存在有 < (0.1%~5.0%) 的石膏资源, 但在可视范围内的表层

土上却缺乏这种资源, 这些样点中, 1/4~3/4 的土壤表层 pH 值范围、黏土含量、体积密度、以及钙化碎片 >2 mm 比例的值分别是: 8.4~8.6, 12%~16%, 0.84~1.06 mg/m<sup>3</sup> 和 96%~100%, 而灌木样点的数据分别是: 8.2~8.4, 10%~14%, 0.91~1.23 mg/m<sup>3</sup>, 0~70%。这些数据表明, 与冲积扇上灌木丛空间间隔较大的分布方式相比, 流域表面的植被分布相对狭窄, 因此流域表层土多采用引流的方法。景点调查结果显示, 在 ARCCAL 和 ERICOR 这两种生态环境里, 表层土壤性质之间的差异不大, 同时, 流域内植被点较少, 虽然有人认为这些植被都是石膏的衍生物, 但在所有表层土壤中, 石膏是十分罕见的。地貌面(例如, 断裂沉积、盆地表面)和土壤专题图单元与土壤化学指标相比, 是植被潜在栖息地评价的更优指标, 可在生态环境的支持保护、修复以及城市规划中应用。(林晨 译)

1.2.2-5 The Perfect Soil (完美土壤)

Jonathan D. Phillips

(Tobacco Road Research Team, Department of Geography, University of Kentucky, Lexington, KY, 40506-0027, USA, E-mail: jdp@uky.edu)

土壤是在多种环境相互作用下, 结合特殊的地理/历史背景产生的极难重复(即不太可能被复制)的产物。土壤系统也存在响应环境影响的多自由度, 从而出现许多可能的土壤系统状态。“完美风暴”形容若干不同因素的不可能巧合而产生的不太可能被复制的结果, 该理论已应用于地貌学的完美景观的概念中并可进一步延伸到土壤中。任何一组全球土壤形成特定因素中的联合概率很低, 个体概率 < 1, 任何局部或序列概率甚至更低。因此, 任何土壤或土壤系统状态存在重复的可能性是微乎其微的; 也就是说所有的土壤都是独一无二的。将完美景观的概念运用到土壤中会发现, 与世界上普遍认为土壤是确定规则导致的必然结果的理念是不一致的, 后者认为某一特定的土壤可能对应一个给定的起始条件和发育规则。相反, 完美的土壤/景观观点认为土壤是确定的规则在特定的环境背景下产生的暂时结果, 因此存在产生多种结果的可能性。(林晨 译)

1.3.1 不同土壤发生过程的速率和程度

1.3.1-1 Downward Thinking: Rethinking the “Up” in Soil Bioturbation (深入思考: 反思土壤生物“向上”扰动)

Alan F. Halfen<sup>1</sup>, Stephen T. Hasiotis<sup>2</sup>

(1 Department of Geography, University of Kansas, 1475 Jayhawk Blvd., Rm. 213, Lawrence, Kansas, USA, E-mail: afhalfen@ku.edu; 2 Department of Geology, University of Kansas, 1475 Jayhawk Blvd., Rm. 120, Lawrence, Kansas, USA, E-mail: hasiotis@ku.edu)

西方收割蚁的巢穴通常是一个大型的锥形顶结构。已有大量记录表明蚂蚁会把土壤和沉积物移动到地表,而地表与地下混合移动的模式还没有有效的记录与研究。在实验中,把1 000个西部收割蚁放在一个内置均匀离散泥沙沉淀物的玻璃罩中,并对这种混合形式进行记录。为期12周的实验结束后,巢内混合沉淀物发生很明显的移动,我们对此进行了测量,大体上,蚂蚁挖掘了近16%的土壤外壳。大量泥沙沉淀物发生了上下转移。值得注意的是,结果显示在挖掘掉的沉淀物中有约51%被作为回填或隧道衬砌入巢内。这种材料既没有移位到表面,也没移位到传统形状的巢堆中,我们的研究论证了土壤内部沉积物向下运动的意义。它还强调了被人们低估的土栖生物作用,尤其是生物扰动和成土过程中蚂蚁发挥的作用。(吴巍译)

### 1.3.1-2 Forms of Energy Involved in Soil Formation(土壤形成中的能源形式)

Winfried EH Blum

(Institute of Soil Research, University of Natural Resources and Applied Life Sciences Vienna, Austria, Europe, E-mail: winfried.Blum@boku.ac.at)

本文描述了土壤形成中4种不同的能源形式:重力、造山运动能源、太阳能和人类能源,以了解和衡量在不同物理和地理环境下土壤的形成。(吴巍译)

### 1.3.1-3 Ratios and Ranges of Soil-forming Factors Influence on Pedogenesis(成土因素对土壤形成过程影响的比重与范围研究)

Alexander Gennadiyev, James Bockheim, John Kimble

(Faculty of Geography, Moscow State University, Moscow, Russia, E-mail: gennad@geogr.msu.ru)

成土因素对土壤形成过程影响的比重与范围是成土学中一直讨论的话题,大多数人认为,所有土壤形成因素事实上具有同等的重要性,在土壤形成中平分秋色。同时,在某种时间或空间限制的情况下,任何一个因素都可能在土壤形成中起主导作用。本文描述

了生物气候生成、岩石生成、火山生成、古代水生成和其他土表的宏观构造。试图以公式的形式阐明成土过程中成土因素的影响比重与范围。研究表明,地貌,以及其他因素,如水生形态,对土链形成有极其重要性,本文描述了土壤发展中的3类循环:生物、生物地理形态、生物气候。岩石生成、生物生成、地方生产或气候生成等因素造成的土表成分衔接和交替进化,本研究将揭示土壤演化阶段的另一种可能。可以合理断言,成土因素对成土过程的影响存在着一定比例:能源、物质性和动态过程。(吴巍译)

### 1.3.1-4 Soil Distribution Relationships as Revealed by a Global Soil Database(基于全球土壤数据库的土壤分布研究)

Jonathan Gray<sup>1</sup>, Geoff Humphreys<sup>2</sup>, Jozef Deckers<sup>3</sup>

(1 NSW Department of Environment, Climate Change and Water, PO Box 3720, Parramatta (Sydney), NSW 2124 Australia, E-mail: jonathan.gray@environment.nsw.gov.au; 2 Department of Physical Geography, Macquarie University (Sydney), NSW 2109 Australia (deceased); 3 Catholic University of Leuven, Vital Decosterstraat 102, 3000 Leuven, Belgium)

对ISRIC WISE全球土壤数据库进行挖掘发现,气候、地质、土壤性质和范围以及土地类型(以国际土壤分类WRB为依据)间存在着众多定量关系。研究采用了3种不同的分析方法:①多元线性回归,②拟合决策树,③中值类别分析。尽管缓和派生关系的优势相对较低,但它们可以提供在不同环境条件下关于土壤性质的第一手有效近似值,可广泛应用于定量土壤建模和制图。它们具有更加广泛应用的潜力,只需基于现成数据,而不需要复杂的定量建模技术。大多数关系符合公认的土壤学原理且支持本州土壤因子模型,但有些异常,值得进一步观察检查。结果显示在控制许多土壤性质分布中,气候和成土母质的影响最大,地形影响不明显(至少在全球规模)。WRB土壤分类表显示至少部分是受成土母质指导。(吴巍译)

### 1.3.1-5 Soil Genesis Along a Paddy Soil Chronosequence in a Millennium Scale(千年尺度下的水稻土壤形成的时间序列)

Gan-Lin Zhang<sup>1,2</sup>, Liu-Mei Chen<sup>1,2</sup>

(1 State Key Laboratory of Soil and Sustainable Agriculture, Institute of Soil Science, Chinese Academy

of Sciences, Nanjing, China, E-mail: glzhang@issas.ac.cn; 2 Graduate School of the Chinese Academy of Sciences, Beijing, China)

本文通过 5 个土壤剖面, 研究了近 1 000 年以来水稻耕种条件下钙质海洋沉积水稻土的演化历史。测量了土壤样品的物理和化学特性、磁学性质、黏土矿物和主要成分含量, 以探讨不同土壤性质的动态变化, 并了解了不同时间尺度上土壤的响应率特性。结果表明, 土壤性质, 包括土表有机碳、碳酸钙、磁化率, 同位素比值质谱(等温剩磁), 在水稻种植的初始阶段(50 年)有明显变化。更值得注意的是当水稻栽培历史达 700 年时, 黏土含量、游离铁氧化物和 IRMh(硬等温剩磁)会发生显著变化, 然而, 即使耕种时间达到 1 000 年, 黏土矿物变化很小, 主要成分的得失表明钙、镁、钠在水稻种植的初期(50 年)严重流失, 并随着稻谷种植时间增加逐渐耗尽, 硅和铝仍然基本上常数, 而铁会有很大的变动。总之, 我们的数据表明, 不同土壤成分和特征的变化过程和速度因水稻栽培条件下不同而截然不同。(吴巍 译)

### 1.3.2 地学测年技术与土壤形成

1.3.2-1 Development of Soil Properties in a Riverine Floodplain with Time – Results from a Chronosequence Study in the National Park Donau-Auen in Austria (河漫滩的土壤性质演化—基于奥地利 Donau-Auen 国家公园时间序列研究)

Martin H. Gerzabek<sup>1</sup>, Georg J. Lair<sup>1</sup>, Markus Fiebig<sup>2</sup>, Franz Zehetner<sup>1</sup>

(1 Institute of Soil Research, Dep. Forest and Soil Sciences, University of Natural Resources and Applied Life Sciences Vienna (BOKU), Austria, E-mail: martin.gerzabek@boku.ac.at; 2 Institute of Applied Geology, Dep. Civil Engineering and Natural Hazards, University of Natural Resources and Applied Life Sciences Vienna (BOKU), Austria)

最近, 我们利用释光定年技术, 制定了奥地利维也纳附近的多瑙河中沿着土壤序列的河流沉积的年限框架, 我们辨别出从公元前一千年到公元 18 世纪以来不同时代的河流沉积。我们用放射性 <sup>137</sup>Cs 计年法填补了公元 18 世纪到目前的空白。建立了时间模型, 此模型将河流沉积铁的活化度与已研究的土壤序列模型联系起来, 以研究土壤沉积沿年龄序列模式与铁的活化度的沉积年龄。我们可以利用此模型, 用已测得

的较为正常的铁活化度来评估土层。我们对土壤进化发展中有有机质构建、生物地质化学中磷元素再分布以及土壤污染物滞留这 3 方面做了特别调查。我们发现在土壤形成的头 100 年, 碳以数量级形式积累, 超过北部泥炭地中碳的积累速度。研究结果表明, 漫滩区土地利用严重影响土壤碳汇效应和集中配置, 不同的碳库分布会在一个世纪以内达到稳定状态。河流冲积平原不断复原的土壤中含有大量的碳沉积, 但密集种植会严重影响其高碳汇潜力。新土壤过去的主要成分是钙吸附态磷(CAP), 成土过程不到 100 年, 钙吸附态磷(CAP)显著降低, 有机磷(OP)增加, 不到 180 年时, OP 和 CAP 持平, 漫滩区土壤的吸附性能发生变化, 主要是有机碳、铁氧化物和氢氧化物的积累。土壤吸附镉、铜的能力随土地年龄的增加而增强。(吴巍 译)

1.3.2-2 Investigating Processes of Pedogenesis in the Werrikimbe National Park, NSW, Australia (澳大利亚新南威尔士国家公园(Werrikimbe)成土过程调查)

Uta Stockmann<sup>1</sup>, Budiman Minasny<sup>1</sup>, Alex. McBratney<sup>1</sup>, David Fink<sup>2</sup>, Tim Pietsch<sup>3</sup>

(1 Faculty of Agriculture, Food and Natural Resources, The University of Sydney, NSW, Australia, E-mail: u.stockmann@usyd.edu.au; b.minasny@usyd.edu.au; A. Mcbratney@usyd.edu.au; 2 Australian Nuclear Science and Technology Organization (ANSTO), Menai, NSW, Australia, E-mail: fink@ansto.gov.au; 3 Australian Rivers Institute, Griffith School of Environment, Griffith University, QLD, Australia, E-mail: t.pietsch@griffith.edu.au)

定量分析成土过程的一个明显意义在于它可以反映正在升温的环境问题。目前更多人将土壤形成速度量化, 以更好地了解土壤系统的动态变化。目前对土壤剖面形成过程的量化研究还较少, 但现有的实验室技术可以解决这一需求并实现研究目的。我们选择 Werrikimbe(澳大利亚新南威尔士州东北部国家公园)3 个主要地形进行了实地研究, 为了研究土壤形成过程, 我们利用宇宙成因核素(TCN)来追溯出土壤生产速率(SPR)(mm/kyr), 同时我们还利用光释光技术(OSL)来测量土壤垂直混合比率及土壤界面的相对年龄。试验结果表明, Werrikimbe 国家公园土层下 40~120 cm 的土壤生成速度为 3~18 mm/kyr, 相对较低。细看每个地形序列, 不难看出随着土层厚度

增加,土壤生成速度有下降的趋势,它支持土壤生产指数随土壤深度增加而下降的论断。我们的研究结果是在年降雨量较高的亚热带环境背景下得到的,与已发表的关于采用 TCN 手段测定不同时期土壤生产速率的研究结果相比,本研究结果最低。然而,基于钚元素的潜在风化速度为 10.4 mm/kyr,我们的研究结果与前人的还是比较吻合的。(吴巍 译)

1.3.2-3 *Pedo-geomorphic Response to Late Glacial/Holocene Climate Fluctuations and Human Impact: A Case Study of Combined Micro Morphology and Luminescence Dating* (土壤地貌对晚冰期/全新世气候波动和人类影响的响应——基于微形态与释光测年技术的研究)

Peter Kühn<sup>1</sup>, Alexandra Hilgers<sup>2</sup>

(1 Institute of Geography, Chair of Physical Geography, Laboratory of Soil Science and Geoecology, Eberhard Karls University Tübingen, Germany, E-mail: peter.kuehn@uni-tuebingen.de; 2 University of Cologne, Department of Geography, Albert Magnus Platz, Köln, E-mail: a.hilgers@uni-koeln.de)

结合微观形态与释光测年技术,我们能够区分出成土过程和沉积物的积累阶段。在 Frankfurt/M 附近(德国某地名),有一地域截面给我们提供了一个欧洲中部从最近一次冰川期结束到全新世的土壤序列。地下土层和塌积沉淀物的特殊序列是理解成土过程反映气候波动及人类活动的关键,因为在中欧人类活动是矿床崩积的典型诱导因素。此外,我们对黄土景观下表层土壤的演化有了更好的了解,也明确了在气候变化背景下预测土壤演变的可能性。土壤沉淀的重建基于不同放射技术的释光测年法和垂直方向上成土过程的微观形态特征(如组织结构、次碳酸盐沉淀物和黏土层)进行。我们可以区分冰川期晚期和全新世的成土过程,因为在冰川期晚期出现了脱钙和明显的黏土沉淀过程,然后是黑钙土和淋溶土的形成,直至 7.5~6.5 万年后结束。由于塌积沉淀物的两次重大事件,淋溶土的形成被中断,直到亚寒带和亚大西洋时期,土壤上层含钙的塌积沉淀物导致了土层上部的第二次钙化。(吴巍 译)

1.3.2-4 *Reconstruction of the Ecological Condition of Bronze Age Civilization to the Border of Europe and Asia, Russia* (重建俄罗斯欧亚边界青铜时代的生态环境)

Valentina Prikhodko<sup>1</sup>, Igor Ivanov<sup>1</sup>, Ol'ga Khokhlova<sup>1</sup>, Dmitry Manakhov<sup>2</sup>

(1 Institute of Physicochemical and Biological Problems in Soil Science of Russia Academy of Science, Pushchino, Russia, E-mail: valprikhodko@rambler.ru; 2 Faculty of Soil Science, Moscow State University by M.V. Lomonosov, Moscow, Russia, E-mail: demian2@yandex.ru)

1987 年在俄罗斯车里雅宾斯克地区发现了青铜时代用于防御的名为 Arcaim 的堡垒。现在它附近沿乌拉尔山脉发现了 22 个定居点和上千个考古纪念碑。这表明,公元前 2 000 年和 3 000 年之交时在亚洲和欧洲之间的边境有过古代文明。用放射性碳能够测到古土壤的腐殖质。基于此调查,我们可以区分在过去 4 000 年中,跨乌拉尔地区土地形成的 3 个阶段。根据防护城墙和土墩下埋藏的古土壤研究表明,浅层剖面较多,水平厚度碳酸盐含量较高,腐殖质含量少,与现代土壤盐度和碱土相比,具有很明显的特点。这些特征表明与当今的环境条件相比,3 900~3 000 年前的气候更为干燥,在 3 000~2 400 年前的那个阶段,气候逐渐变得湿润。(吴巍 译)

1.3.2-5 *U-series Nuclides in Weathering Profiles: Rates of Soil Processes* (风化岩剖面中的 U 系核素:土壤形成速率)

François Chabaux

(Laboratoire d'Hydrologie et de Géochimie de Strasbourg, Ecole et Observatoire des Sciences de la Terre, Université de Strasbourg et CNRS, 1 rue Blessig, 67084 Strasbourg Cedex France, E-mail: fchabaux@eost.u-strasbg.fr)

过去几十年来,人们用半衰期媒介物(即铀234,钍23,镭226)来测量铀238系核素,利用铀系核素调查风化过程目前才发展起来,此分析方法大大促进了风化过程研究的发展,本文对目前利用铀系核素方法调查风化岩剖面,以确定其土壤过程及所含矿物的年龄的研究结果进行了综述。(吴巍 译)

1.4.1 土壤分类及其信息需求

1.4.1-1 *Need for Interpreted Soil Information for Policy Making* (政策制定的土壤信息解译需求)

Luca Montanarella

(Joint Research Center, European Commission, Ispra,

Italy, E-mail: luca.montanarella@jrc.ec.europa.eu)

在局地、国家、区域以及全球尺度上,大量的土壤数据正被收集。然而,大部分数据被证明对政策制定者不断增加的需求不太适用。新兴的政策领域需要详细的、适时的及与政策相关的土壤信息,以支撑政策的制定过程。上述需求不仅在地区和国家尺度上有所表现,而且在全球尺度上也日益显现。全球多变环境协议,如气候变化大会、生物多样性大会、土壤荒漠化大会,正日益将土壤作为其协商问题的中心。因此,与政策相关的全球土壤信息需求逐渐增大,但这些信息目前仍然基于过去 50 多年收集的陈旧土壤数据。新的数字土壤制图技术可以发展一种全新的全球高分辨率土壤数据库,这将形成未来全球土壤保护战略和政策制定的基础。(李京涛译)

1.4.1-2 Numerical Soil Classification: A Missed, But Not a Lost, Opportunity(数字土壤分类:一个被忽略的、但未被错过的机会)

Alex McBratney<sup>1</sup>, Budiman Minasny<sup>1</sup>, Raphael Viscarra Rossel<sup>2</sup>

(1 Faculty of Agriculture Food & Natural Resources, The University of Sydney, NSW 2006, Australia, E-mail: a.mcbratney@usy.edu.au, b.minasny@usyd.edu.au; 2 CSIRO Land & Water, Butler Laboratory, Canberra, ACT, Australia, E-mail: raphael.viscrra-rossel@csiro.au)

本文首先回顾了数字土壤分类从 20 世纪 60 年代出现以来的历史。然后,依据土壤海量数据库的可获取性及先前土壤分类知识,对当前和未来的土壤分类数字技术进行了探讨。(李京涛译)

1.4.1-3 Selection and Use of Soil Characteristics in Digital Soil Mapping in Tanzania(数字土壤制图中土壤特征的选择和运用——以坦桑尼亚为例)

M. Kilasara

(Sokoine University of Agriculture, P.O. Box 3008 Morogoro, Tanzania, E-mail: mmkilasara@yahoo.com, Kilasara@suanet.ac.tz)

本文选择位于东非坦桑尼亚的湿润、半湿润、半干旱半湿润 3 种不同的农业生态区,对其土壤特征进行了研究。所选样区属于玉米高产潜力区或高产临界区。文章将重点放在热带非洲地区间的表层土壤特征上,这些特征对玉米的产量具有重大影响。表土厚度、有效水容量、有机碳含量、pH 值、容积密度、阳离子

交换能力均是影响土壤功能的关键因素。在某些情况下,一些关键的土壤特征往往能决定土壤行为,而在其他情况下则不会。这些土壤特征的选择对于某一特定的土壤类型至关重要,因此,需要基于例如实验数据的野外证据进行详细分析。在 3 个样区中,个体土壤特性的空间异质性很普遍。随着土壤数据可获得性的改善,数字土壤制图技术在未来应为土壤信息更新升级提供足够的空间。还应根据需要,准备不同分辨率下具备提取信息可能性的数字土壤图。(李京涛译)

1.4.1-4 The Next Steps in Soil Classification Or How to Kill 3 Birds with 1 Stone: Pedons, Landscapes, Functions(土壤分类的下一步工作,如何一举三得:土体,景观,功能)

Peter Schad<sup>1</sup>, Erika Micheli<sup>2</sup>

(1 Lehrstuhl für Bodenkunde, Technische Universität München, 85350 Freising-Weihenstephan, Germany, E-mail: schad@wzw.tum.de; 2 Department of Soil Science and Agricultural Chemistry, Szent Istvan University, 2100 Gödöllő, Hungary, E-mail: Micheli.Erika@mkk.szie.hu)

从现状的角度出发,土壤分类的下一步工作可概括为:存在两种世界通用土壤分类系统,即美国土壤分类法(ST)和世界土壤资源参比基础(WRB)。ST 有 6 个绝对等级的土壤分类水平,而 WRB 则只有两个。对于单一土体的分类来说,WRB 具有两大优势:一是土体的所有相关属性都会在分类中有所体现,二是该方法的技术关键易于掌握。另一方面,除了在微小的尺度下,WRB 是几乎不可能创建基础土壤图件的。为了使 WRB 能够适应中等尺度制图的要求,地图图例构建准则在不久前建立起来,目前正处于测试阶段。基于这些准则重新构建的 WRB 系统能够同时满足分类和制图的要求。土壤分类的第 3 个任务是满足国内社会对于预测土壤对人类活动影响的响应的要求,而这一任务两种分类系统均已完成。问题是这一信息对那些非土壤学的公众看似有些神秘,而我们的任务就是使之显而易见。一些土壤学家认为,纯粹的土壤功能分类学仅反映土壤的功能信息,而忽视土壤动力学,这样就有违为公众提供土壤行为的相关信息的初衷。最近兴起的通用土壤分类体系就是一个有趣的概念,它能克服唯一世界公认的土壤分类体系的缺陷。(李京涛译)

#### 1.4.1-5 Time for a Universal Soil Classification System (建立通用土壤分类体系)

Micheal Golden<sup>1</sup>, Erika Micheli<sup>2</sup>, Craig Ditzler<sup>3</sup>, Hari Eswaran<sup>4</sup>, Phillip Owens<sup>5</sup>, Ganlin Zhang<sup>6</sup>, Alex McBratney<sup>7</sup>, Jon Hempel<sup>8</sup>, Luca Montanarella<sup>9</sup>, Peter Schad<sup>10</sup>

(1 USDA-NRCS-Soil Survey Division, Washington, DC, E-mail: Micheal.Golden@wdc.usda.gov; 2 Szent Istvan University Gödöllő, Hungary, E-mail: Micheli.Erika@mkk.szie.hu; 3 USDA-NRCS-National Soil Survey Center, Lincoln, NE, E-mail: Craig.Ditzler@lin.usda.gov; 4 USDA-NRCS-Soil Survey Division, Washington, DC, E-mail: Hari.Eswaran@wdc.usda.gov; 5 Purdue University, West Lafayette, IN, E-mail: prowens@purdue.edu; 6 State Key Laboratory of Soil and Sustainable Agriculture, ISSCAS, Nanjing, China, E-mail: glzhang@issas.ac.cn; 7 University of Sydney, Sydney, Australia, E-mail: a.mcbratney@usyd.edu.au; 8 USDA-NRCS-National Soil Survey Center, Lincoln, NE, E-mail: Jon.Hempel@lin.usda.gov; 9 European Commission, Joint Research Center, Ispra, Italy, E-mail: Luca.Montanarella@jrc.it; 10 Technische Universität München, Freising, Germany, E-mail: Schad@wzw.tum.de)

不同于许多其他学科,土壤科学没有被广泛接受的分类体系。许多国家发展了自己的土壤分类体系,但是分类结果在不同的分类体系中通常不能很好地转换。FAO Legend for the Soil Map of the World、WRB、Soil Taxonomy 等组织做了大量努力,认为有必要建立一套世界公认的土壤分类体系。然而迄今为止,这个目标仍未实现。我们认为现在正是建立一个在国际土壤科学联合会领导下的工作组织,来探索发展一套世界通用的土壤分类系统的时候。(李京涛译)

#### 1.4.2 土壤分类对土壤学发展的影响

##### 1.4.2-1 How Soil Forming Processes Determine Viticultural Zoning in Catalonia, Spain (土壤形成过程如何影响葡萄栽培分区——以西班牙加泰罗尼亚为例)

Josep Miquel Ubalde, Rosa Maria Poch

(Department of Environment and Soil Science, University of Lleida, Lleida, Spain, E-mail: jubalde@alumnes.udl.cat, rosa.poch@macs.udl.cat)

本文旨在通过土壤形成过程对土壤性质、分类的影响,以分析典型葡萄园土壤形成过程的测定,是否

在基于土壤调查的葡萄园栽培分区里值得被考虑。许多葡萄栽培分区研究主要基于葡萄或葡萄酒品质同某些土壤性质或不同的土壤形成因素之间的关系,目前的研究没有考虑其与土壤形成过程的可能关系。研究区位于生产高质量葡萄酒的贝利奥兰特和 Penedès 葡萄栽培区。研究的土壤属于 1:5 000 比例尺下典型的土壤制图单元,该制图单元由土壤调查手册(the Soil Survey Manual)所确定。进行土壤微形态的研究能进一步明确或识别土壤发生过程。通过形态学或微形态学分析而确定的土壤形成过程,对土壤性质和土壤分类具有直接影响。尤其与土壤水分状况、持水能力和碳酸钙含量等相关的土壤性质,对管理类型和葡萄生产质量具有直接影响。研究发现,母质和气候不能单独用于葡萄种植区划,除非将土壤的形成过程考虑进去。(李京涛译)

##### 1.4.2-2 New A Horizon Protocols for Topsoil Characterization in Canada (加拿大的表土层特征新表达框架) Catherine A. Fox<sup>1</sup>, Charles Tarnocai<sup>2</sup>, Gabriele Broll<sup>3</sup>

(1 Agriculture and Agri-Food Canada, GPCRC, Harrow, Ontario, Canada, E-mail: catherine.fox@agr.gc.ca; 2 Agriculture and Agri-Food Canada, ECORC, Ottawa, Ontario, Canada, E-mail: charles.tarnocai@agr.gc.ca; 3 University of Vechta, Vechta, Germany, E-mail: gbroll@ispa.uni-vechta.de)

一项旨在表征表层土壤特性的新框架被提出,以腐殖质堆积层表征环境和人类活动对土壤的影响,特别是在景观和流域尺度上。腐殖质堆积层是对上述压力导致的表土物理、化学、生物过程及土壤性质变化做出响应的第一个矿化层,对维持农作物和林业产量具有重要的意义。这种新的分类系统以 4 级词缀组成,作为加拿大和德国的研讨会成果被提出,由土壤分类、土壤制图的专家评审,并在野外进行测试。第 1 水平小写后缀代表遗传因素和人为/工业活动造成的影响;第 2 水平反映主要的土壤结构类型;第 3 水平代表有机质百分比的变化范围;第 4 水平代表 pH 值的变化范围。腐殖质堆积层小写字母后缀分类系统被应用于选定的加拿大土壤样品。当在判定修复措施有效性及有利的管理实践方面从事详细的监测和评价研究时,新的框架体系能够为腐殖质堆积层提供优化的分类学方案。(李京涛译)

##### 1.4.2-3 Soil Classifications: Their Origin, the State-of-

the-Art and Perspectives (土壤分类: 起源、现状及展望)

Pavel Krasilnikov<sup>1,2</sup>, Richard W. Arnold<sup>3</sup>, Juan-José Ibáñez<sup>4</sup>

(1 Institute of Biology, Karelian Research Center RAS, 185610, Petrozavodsk, Russia, E-mail: kras@bio.krc.karelia.ru; 2 Lab. Edafología 'Nicolas Aguilera', Facultad de Ciencias, UNAM, 04510, D.F., México, E-mail: pv@hp.fciencias.unam.mx; 3 Retired Scientist, Ex-Director of USDA Soil Survey, USDA-NRCS Washington, DC, USA, E-mail: ct9311@aol.com; 4 CIDE-CSIC, Albal, Valencia, 46470, Spain, E-mail: choloibanez@hotmail.com)

土壤分类主要有 3 个来源: 早期的经验主义土壤调查、民间土壤分类和土壤科学理论。第 1 种土壤分类在不同程度上反映了土壤分类的起源, 而且仍保留了其最初起源的某些特征。土壤分类的实际情况并不理想, 主要是由于不同国家土壤分类的多样性, 高级土壤分类学的极端复杂性, 致使公众失去了对土壤分类的兴趣。目前看来, 通用土壤分类系统路线图似乎是土壤分类近期面临的最主要的挑战。(李京涛 译)

### 1.5.1 土壤变化定量监测

1.5.1-1 A Framework for European Soil Monitoring (欧洲土壤监测框架)

Mark Kibblewhite<sup>1</sup>, D Arrouays<sup>2</sup>, X Morvan<sup>2</sup>, R Baritz<sup>3</sup>, E Eberhardt<sup>3</sup>, S Huber<sup>4</sup>, G Prokop<sup>4</sup>, RJA. Jones<sup>1</sup>, FJA.Verheijen<sup>4</sup>, E Micheli<sup>5</sup>, T Szegi<sup>5</sup>, L Montaranella<sup>6</sup>, M Stephens<sup>1</sup>

(1 National Soil Resources Institute, Natural Resources Department, Cranfield University, Cranfield, Bedfordshire MK43 0AL, United Kingdom, E-mail: m.kibblewhite@cranfield.ac.uk; 2 INRA, Centre de Recherches d'Orléans, US 1106, BP 20619 Ardon, 41566 Olivet, France; 3 Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe, Stilleweg 2, Hannover, 30655, Germany; 4 Umweltbundesamt GMBH, Spittelauer Laende 5, Wien, 1090, Austria; 5 Szent Istvan Egyetem, pater Karoly u. 1., Godollo, 2100, Hungary; 6 Joint Research Centre, Ispra, Italy)

ENVASSO 项目为欧洲土壤监测已发展了一个框架。框架里有 27 项指标被选择, 以反映土壤侵蚀、有机质含量下降、土壤污染、土壤板结(压实)、盐

渍化、土壤生物多样性减少、土壤封闭、滑坡及沙漠化的情况。监测网络以每 300 平方千米一个监测点的密度进行监测, 覆盖了大部分土壤类型和不同组合的土地利用方式。其中 20 项指标可以应用于监测水对土壤侵蚀、土壤有机质含量的下降、土壤污染、土壤密封、土壤板结、盐渍和沙漠化的情况。对于风化、耕作侵蚀及泥炭土的碳储量监测还不完善。一个多重的土壤监测方法已被推荐实施。(李志 译)

1.5.1-2 Design-based and Model-based Sampling Strategies for Soil Monitoring (基于设计和基于模型的土壤监测采样策略)

Dick Brus

(Soil Science Centre, Wageningen University and Research Centre, P.O. Box47, 6700 AA Wageningen, The Netherlands, E-mail: dick.brus@wur.nl)

本文阐明了基于设计和基于模型的采样方法的本质差异。在土壤监测过程中, 由上述两种方法组成了全基于设计方法、全基于模型方法、混合方法及基于设计和模型方法 4 种组合。土壤监测中, 上述 4 个方法的选择对采样计划的设计是非常关键的。另一个重要的选择是时空观测的模式类型, 在重访监测样点的频数和时间方面存在不同。文中描述了 5 种基本的类型以及两个案例, 并且改善了统计方法及模式类型的选择。(李志 译)

1.5.1-3 Developing Methods to Detect Change in the Soil Resource of a Country with a Northern, Temperate Boreal Climate (Scotland) (北温带气候国家土壤资源变化监测方法的改进——以苏格兰为例)

Allan Lilly<sup>1</sup>, Gordon Hudson<sup>1</sup>, Rupert L Hough<sup>1</sup>, the NSIS Re-sampling Programme Team<sup>1,2</sup>

(1 Macaulay Land Use Research Institute, Aberdeen, Scotland, UK, E-mail: a.lilly@macaulay.ac.uk; 2 Scottish Crop Research Institute, Dundee, Scotland, UK)

许多国家和地区正在发展土壤监测方法用于评估其土壤资源的状况。在苏格兰, 我们利用一个已存在的、较为客观的全国尺度土壤监测计划, 去评估不同土壤采样方法如何监测土壤变化, 评价一些新的土壤监测指标(包括土壤物理质量的指标), 并尝试发展新颖、快速的方法以评估土壤资源的变化。早期结果表明, 长期监测(逾 30 年)土壤变化并对土壤样品存档非常具有价值, 监测土壤资源变化的能力受土壤样

品的采集手段和分析方法的限制和影响。(李志 译)

#### 1.5.1-4 Mapping and Monitoring Issues of a Forest Soil Network in Southern Belgium (比利时南部森林土壤网络制图与监测问题)

Gilles Colinet, Frantz Weissen, Hugues Lecomte, Laurent Bock

(Laboratory of Geopedology, Gembloux Agro-Bio Tech, University of Liege, Gembloux, Belgium, E-mail: colinet.g@fsagx.ac.be)

过去的十年间, 欧洲土壤监测变成了一个热点研究问题。作为欧洲森林土壤观测计划的一部分, 比利时南部森林土壤的监测正在实施。第一观测阶段中期, 对土壤观测网络进行了分析, 目的是评估当前土壤状况, 以及在未来可被探测的土壤状况随时间的演化。对网络中 410 个样点通过联合多元统计分析, 调查了区域尺度上森林土壤的肥力状况以及主要和恒量元素。对该网络的性能分析显示其可以有效监测土壤参数的变化。最早的结果表明, 一些变量呈现由弱到强的变化。这种高度的变异性归因于区域内占主导地位的碎屑陆成岩含有碳酸母质物。森林土壤物质总量主要受土壤地球化学背景的驱动。森林土壤监测系统能够详细制图, 因为大部分元素的空间分布与岩相学或小自然区衔接清晰。最小显著性水平方法似乎只可兼容监测长期碳储量变化和土壤碳化过程, 所以, 未来重点应放在最小显著性水平评估方法的改进上。(李志 译)

#### 1.5.1-5 Time to Establish a $^{137}\text{Cs}$ -derived Net Soil Redistribution Baseline for Australia? (建立基于 $^{137}\text{Cs}$ 示踪技术的澳洲土壤再分配基准的时间)

Adrian Chappell<sup>1\*</sup>, Robert Loughran<sup>2</sup>, Raphael Viscarra Rossel<sup>1</sup>, Gary Hancock<sup>1</sup>

(1 CSIRO Land & Water, Black Mountain Laboratories, Canberra, ACT, Australia, \* E-mail: adrian.chappell@csiro.au; 2 Department of Geography, The University of Newcastle, Callaghan, NSW 2308, Australia)

为支持选择有效的土壤保护措施, 理解温室气体减排和碳储存对碳平衡的影响, 以及了解可持续农业系统中跨景观土壤的功能, 需要翔实可信的土壤侵蚀范围和侵蚀速率数据。 $^{137}\text{Cs}$  技术已被成功地用于世界各地, 以评估近 30 ~ 50 年由风蚀、水蚀及耕作活动引起的土壤再分布。 $^{137}\text{Cs}$  示踪是基于点的技术, 因此它可以在较大的区域成图, 但迄今的研究仍主要局限

于个体领域或山地地区。利用地统计学以及国家区域间的协调措施, 澳大利亚对 200 个点位, 采用  $^{137}\text{Cs}$  示踪技术, 完成了空间分辨率为 5 km 的土壤再分配图的绘制。在 20 世纪 50 年代中期至 90 年代早期, 澳洲土壤再分布系数中值为  $-0.19 \text{ t}/(\text{hm}^2 \cdot \text{a})$ , 土壤侵蚀超过  $0.5 \text{ t}/(\text{hm}^2 \cdot \text{a})$  的区域占澳洲总面积 16% 以上, 主要集中于土壤再分布系数中值为  $-1.26 \text{ t}/(\text{hm}^2 \cdot \text{a})$  的耕作区, 是非耕作区的 8 倍多(土壤再分布系数中值为  $-0.16 \text{ t}/(\text{hm}^2 \cdot \text{a})$ )。 $^{137}\text{Cs}$  示踪方法表明, 可以建立一个国家基准并很容易地在其他国家应用。在  $^{137}\text{Cs}$  探测不可行之前, 土壤再分布基线图及其不确定性为优化未来的  $^{137}\text{Cs}$  调查提供机会。我们建议, 通过收集其他国家项目的部分样品测量值, 实现土壤再分布基线图的更新。(李志 译)

#### 1.5.2 土壤变化关键过程模拟

##### 1.5.2-1 Applicability of HYDRUS to Predict Soil Moisture and Temperature in Vadose Zone of Arable Land Under Monsoonal Climate Region, Tokyo (HYDRUS 模型预测东京季风气候区耕地渗流区土壤湿度和温度的实用性研究)

Chihiro Kato, Taku Nishimura, Hiromi Imoto, Tsuyoshi Miyazaki

(Graduate School of Agricultural and Life Sciences, University of Tokyo, Japan, E-mail: kato@soil. en.a.u-tokyo.ac.jp)

HYDRUS4.09 版模型曾主要用于干旱地区的土壤监测工作, 现为了反映渗流区未来的气候变化, 在季风气候区也进行了试验。我们同时对大气和渗流区交界处的液态水、蒸汽和热量传输进行了分析, 预测了东京耕地土壤湿度和温度的逐年变化趋势。除此之外, 我们监测建立验证数据集, 利用上述模型进行土壤温度和土壤湿度监测精度的验证。在模拟试验中, 土壤水热参数通过实验室实验获取。需要输入的边界状态数据采用公开的气象数据。模拟大体上与监测数据吻合, 因此, HYDRUS 模型未来进一步用于季风气候区土壤监测是合适且合理的。(何佳 译)

##### 1.5.2-2 DEM and Terrain Analysis to Predict Spatial Pattern of SOC (用 DEM 和地形分析预测 SOC 空间格局)

Beng Umali<sup>1</sup>, David Chittleborough<sup>1</sup>, Rai Kookana<sup>2</sup>, Bertram Ostendorf<sup>1</sup>

(1 School of Earth and Environmental Sciences, University of Adelaide, Urrbrae, SA, Australia, E-mail: beng.umali@adelaide.edu.au; 2 CSIRO Land and Water, Urrbrae, SA, Australia)

文中提出了一个简单的预测 SOC 空间分布格局的模型, 该模型使用土壤孟塞尔 (Munsell) 值作为替代变量, 并辅以数字地形分析。首先, 利用数字地形图建立数字高程模型 (DEMs), 然后用似然算法对阿德莱德山上的小集水坡进行增强处理。共通过 DEMs 计算出 7 个地形参数, 并在 5.6 hm<sup>2</sup> 的空间范围内确定了 100 个随机点, 获取土壤孟塞尔值。相关性分析证明, 高程、指定集水区、剖面曲率和湿润度都会影响土壤孟塞尔值, 同时, 研究表明, 由地形图生成的 DEMs 加入似然算法后, 比未经平滑处理的 DEMs 相关系数更高。(何佳 译)

#### 1.5.2-3 Landscape-scale Sampling of Forest-derived Carbon in Cultivated Systems of East Africa (东非耕作系统下林源碳的景观尺度采样)

Leigh Winowiecki\*, Markus Walsh, Pedro Sanchez

(Tropical Agriculture and Rural Environment Program at the Earth Institute at Columbia University, Palisades, New York, 10964, USA, \* E-mail: law2140@columbia.edu)

自然生态系统的丧失及种植系统的逐年增长与生态系统功能和粮食安全密不可分。了解土地利用变更如何影响一些功能性土壤属性(如土壤有机质循环), 将有助于农业系统的设计, 从而起到提高土壤生态系统的作用。选取 3 个千年村遗址 (Sauri, Kenya; Ruhira, Uganda; and Mbola, Tanzania) 作为在景观尺度上开发土壤有机碳的参考属性, 进一步建立 Mbola 遗址年限, 以计算出整个景观范围内两个不同土壤类型的有机质周转率。这 3 个遗址代表了不同的森林类型, 并处于恢复-退化路径中的不同阶段。Markus Walsh 和 Tor Vagen 开发的土地退化系统监测框架 (LDSF) 被用于景观采样, 这个框架利用空间嵌套层次关系进行设计, 是一个分层随机抽样的设计模式。对 171 个 0~20 cm 和 20~50 cm 剖面的复合土样土壤有机碳 (SOC) 和稳定碳进行同位素测量。在 Mbola village 对林地遗址和耕地遗址进行成对取样, 在土壤上挖坑进行土壤分类与性状描述。使用多层次模型分析土壤层次结构间的差异和不同空间尺度的模型参数, 结果 3 个遗址的 SOC、含沙量、碳同位素

特征各不相同。最后计算并提交 SOC 参考值和 SOM 周转率。(何佳 译)

#### 1.5.2-4 Multimodeling—An Emerging Approach to Improving Process-based Modeling of Soil Systems (多模型——一种基于土壤系统模型改进过程的新兴方法)

Yakov Pachepsky<sup>1</sup>, Andrey Guber<sup>1</sup>, Martinus Th. van Genuchten<sup>2</sup>

(1 Environmental Microbial and Food Safety Laboratory, USDA-ARS Beltsville Agricultural Research Center, Beltsville, MD, USA, E-mail: yakov.pachepsky@ars.usda.gov; 2 Department of Mechanical Engineering, Federal University of Rio de Janeiro, UFRJ, Rio de Janeiro, RJ, 21945-970, Brazil)

环境系统在某些方面与数学类似, 首先作出简单假设, 得到多模型结构, 最后产生与已有研究一致的结果。在多模型各种应用方面, 越来越多的论文已经发表, 很多研究将各种独立模型相结合进行预测, 而非试图找到最好的模型。多模型包括各独立模型模拟结果权重分配, 然后结合这些结果形成一个统一预测。我们构造了一个多模型结构, 以 14 个 Richards 方程为基础的独立模型, 采用不同土壤传递函数, 每个独立模型都没有校准。用多感官电容探针在 4 个地点的 8 个不同深度剖面对土壤水分含量进行为期 300 天的监测。使用 7 种不同的方法来分配各个模型的权重并分别进行模拟, 再对模拟值与观察到的土壤水分时间序列比较。目前, 多模型方法比单个模型更准确和可靠。若干个模型同时使用, 特别是多模型的结构方法, 为更好地理解 and 预测土壤演化过程提供了机会。(何佳 译)

#### 1.5.2-5 Realistic Quantification of Input, Parameter and Structural Errors of Soil Process Models (土壤过程模型中参数输入、结构误差的现实量化)

Gerard B.M. Heuvelink

(Environmental Sciences Group, Wageningen University and Research Centre, Wageningen, The Netherlands, E-mail: gerard.heuvelink@wur.nl)

土壤过程模型中的误差传播需要利用现实参数的输入对模型结构误差进行定量分析。一旦做到这一点, 误差传播分析本身就相对简单了, 例如可以通过蒙特卡罗模拟方法。输入误差的估计常常是复杂的, 因为

它不仅必须包括空间、时间和交叉相关的输入误差，还必须在正确时空支持下进行评估。首选方法是数据驱动法，但是当数据可用性差时，就可利用人为的专家启发式驱动。获取模型参数误差最佳方法是使用贝叶斯校准，这就需要有适当的支持下产生的足够的模型输出结果，同时需要模型输入和结构误差的校正过程。贝叶斯模型通常建议用于模型结构误差的量化，但是这只有当可用的多个模型能覆盖整个空间范围时才起作用。如果这点不能得到保证，更明智的做法是使用将模型结构误差作为系统噪声的随机模型。(何佳 译)

### 1.6.1 风化沉积物质对土壤发生过程的影响

#### 1.6.1-1 Geomorphic Controls of Biological Soil Crust Distribution, Mojave Desert (USA) (地貌对生物土壤结皮分布的控制——以美国莫哈韦沙漠为例)

Amanda Williams<sup>1</sup>, Brenda Buck<sup>2</sup>, Debbie Soukup<sup>3</sup>, Douglas Merkler<sup>4</sup>

(1 Ph.D. Student, Department of Geoscience, University of Nevada, Las Vegas, USA, E-mail: willamje@unlv.nevada.edu; 2 Faculty, Department of Geoscience, University of Nevada, Las Vegas, USA, E-mail: buckb@unlv.nevada.edu; 3 Faculty, Department of Geoscience, University of Nevada, Las Vegas, USA, E-mail: gsoukup@bak.rr.com; 4 Resource Soil Scientist, NRCS, USDA, Las Vegas Field Office, USA, E-mail: Doug.Merkler@nv.usda.gov)

生物土壤结皮是干旱地区极其重要的特征。这些结皮形成活性表皮，减轻侵蚀强度，调节土壤肥力，控制土壤温湿度，并且阻止沙漠化。生物土壤结皮是易碎的资源，易因物理干扰而受到破坏，并且受气候变化的潜在影响。我们的调查研究采用一种新颖的、多学科融合的方法来调查生物土壤结皮的生物潜能(综合了生物学、生态学、土壤学、水文学、统计学、化学、地貌学、遥感和地理信息系统等学科)。

我们的研究发现，在生物土壤结皮、土壤、地貌学、土地稳定性之间有着重要的联系。研究结果表明，地貌稳定性和灰尘的汇集会影响生物土壤结皮的构成和发展，而土壤稳定性最终可从根本上控制蓝藻对抗苔藓-地衣结皮的生物潜能；然而，通过在质地上加强土壤水的吸持能力以及增加土壤肥力，灰尘会影响结皮的类型。苔藓-地衣培养基的土壤化学过程证明了这一潜在的灰尘信号，并伴有 Ca、K、Mg、B、Fe、Ni、Co、Mn、Cl 和 EC 的升高。既然结果表明内在的地

貌稳定性控制着生物土壤结皮的发展，我们建议通过捕获灰尘和减缓侵蚀强度来加强生物土壤结皮繁殖。这些土壤-地貌的联系深刻地表达出干旱景观的演变过程，为改进生物土壤结皮制图和土地管理技术提供了工具。(魏宗强 译)

#### 1.6.1-2 Impact of Aeolian Sediments on Pedogenesis—examples from the Fringe Area of the Saharan Desert (风成沉积物对成土过程的影响——以撒哈拉沙漠周边地区为例)

Reinhold Jahn

(Institute of Agricultural and Nutritional Sciences – Soil Sciences, University of Halle, Germany, E-mail: reinhold.jahn@landw.uni-halle.de)

研究通过分析撒哈拉沙漠中央到周边地区不同水分梯度下的一系列土壤、土壤年龄及成土岩石成分的差异，揭示了风尘会沿水分梯度降低的规律。同时研究了成土过程中土壤界面形成、有机质积累、碳酸盐化、结构变化、矿物组合，以及成土过程中土壤保水能力和自然结构体的形成，结果表明土壤中添加物质的数量及功能、成土母质的性质及土壤发育阶段都会对成土过程产生影响。(魏宗强 译)

#### 1.6.1-3 Loess, Bioturbation, Fire, and Pedogenesis in a Boreal Forest – Grassland Mosaic, Yukon Territory, Canada (加拿大寒温带森林地区的黄土、生物扰动、火灾及成土过程)

Paul T. Sanborn<sup>1</sup>, A.J. Timothy Jull<sup>2</sup>

(1 Ecosystem Science and Management Program, University of Northern British Columbia, Prince George, BC, Canada, E-mail: sanborn@unbc.ca; 2 NSF-Arizona AMS Facility, University of Arizona, Tucson, AZ, USA, E-mail: jull@u.arizona.edu)

加拿大 Yukon Territory 西南的 Kluane 湖生长着一片以钙质全新世黄土为主要土壤表层的寒温带森林，土壤 B 层在晚更新世/早全新世期间，随着 Neoglacial 黄土不断沉积而逐渐发育，这些物质与冰川沉淀物及火灾残余物经过不同程度的混合之后，构成了矿物质与有机质的微观结构多样性。与附近环境条件相近的森林草原所发育的土壤(栗色土和棕壤)进行放射性碳的比较，结果表明，木炭取火的活动方式在中全新世开始减少。(魏宗强 译)

1.6.1-4 Micromorphology of a Welded Paleosol in the Dillondale Loess, Charwell Basin, South Island, New Zealand (古土壤微形态的溶结现象——以新西兰南部岛屿 Dillondale 黄土高原和 Charwell 盆地为例)

Carol Smith, Matthew Hughes, Peter Almond, Philip Tonkin

(Department of Soil and Physical Sciences, Faculty of Agricultural and Life Sciences, PO Box 84, Lincoln University, New Zealand)

微形态学和土壤磷素化学的研究数据表明古土壤存在溶结现象, 土壤发生过程中存在自上而下和自下而上两个过程, 当自上而下作用占主要优势时, 就会发生在古土壤中发育新土壤的现象。采集原状土样, 对其进行微观描述并测定其中的磷素组分。土壤微形态及磷组分数据表明, 土壤溶结主要发生在 3.0~4.0 m 土层, 整个 b 层既多孔又结实, 非晶体结构物质浓度适当。这可说明该土层存在强大的机械挤压作用, 长时间存在着自上而下的土壤发生过程。低水平的 P<sub>ca</sub> 和高比例的 P<sub>occ</sub> 说明该土层是一个高度风化的土层。我们认为在 b2Btg1 层和 b2Btg2 层下面会发育一层黏土淀积层。高度缺氧条件会导致土壤潜育以及非晶化过程。(魏宗强 译)

1.6.1-5 Quantifying the Soil- and Ecosystem- rejuvenating Effects of Loess in a High Leaching Environment, West Coast, New Zealand (新西兰西海岸高淋洗条件对土壤及黄土生态系统活力恢复的定量影响)

Andre Eger, Peter C. Almond, Leo M. Condon

(Faculty of Agriculture and Life Sciences, Lincoln University, P.O. Box 84, Canterbury, New Zealand, E-mail: andre.eger@lincolnuni.ac.nz)

生态系统的建立、演替、到达顶峰、最终退化的演替过程与土壤养分的生物化学循环息息相关。在淋洗驱动下, 生态系统退化常伴随土壤养分的流失, 特别是土壤磷素。往土壤中添加所需营养元素可促使已被破坏的土壤重新发育, 阻止生态系统的退化并起到修复作用。大范围的生态系统退化比较罕见, 说明生态修复过程可以有效阻止生态系统退化。回归型成土过程虽然对生态系统进化很重要, 但却未能引起应有的重视。本研究对新西兰岛屿南部地区高湿度、强淋洗条件下的黄土土壤性质及黄土生态系统进行了定量研究。沿河床下风向的黄土链提供了黄土的通量梯度及年龄梯度, 根据黄土的年龄梯度(最老为 6 500 年)

及黄土年限, 可对任意指定的黄土利用黄土通量估算其土壤表观年龄。回归系数可用黄土丘年龄和土壤表观年龄量化了的土壤通量计算得到。早期的研究结果表明, 黄土退化可阻止灰壤的形成并能提高植物叶片养分含量, 这种效果在距离黄土 1 000 m 范围内得到很好的体现, 而土壤酸碱度与土壤流失程度并未表现出显著的相关性。目前, 为了确定更多的土壤和生态系统的性质, 量化土壤退化对这些性能的影响, 仍需进一步的研究。(魏宗强 译)

## 1.6.2 石灰岩环境下的土壤

1.6.2-1 Clay Minerals as Indicators of the Soil Substrate Origin of Rendzinas (Rendzic Leptosols) from the Malopolska Upland (S Poland) (Malopolska 地区用黏土矿物指示石灰岩发育土壤的起源(波兰))

Zbigniew Zagórski

(Division of Soil Science, Department of Soil Environmental Sciences, Warsaw University of Life Sciences-SGGW, Nowoursynowska 159, 02-776 Warszawa, Poland, E-mail: zbigniew\_zagorski@sggw.pl)

矿物学(XRD)及微形态学的研究表明黏土矿物种类能够指示出由石灰岩发育的土壤起源, 蒙脱石是白垩纪石灰岩及泥灰岩发育的土壤中自有的黏土矿物, 高岭石是泥盆纪及侏罗纪石灰岩发育的土壤中次生的黏土矿物, 伊利石则是第四纪冰川沉积物与硅酸盐的混合产物。作为当前土壤发生学指示手段的微形态学, 运用混合矿物层(伊利石/蒙脱石)的研究方法, 研究结果只能代表很浅的遗传视野。已取得的研究结果能够广泛用于研究石灰质岩石发育土壤上的土壤形成、气候变化以及地貌过程。(魏宗强 译)

1.6.2-2 Effect of NH<sub>4</sub>OH on Nematode, Fusarium and Verticillium Wilt Infections in Tomato (NH<sub>4</sub>OH 对感染线虫, 镰刀菌及黄萎病西红柿的影响)

A. I. Bashour, A. Saad, M. Nimah, M. Sidahmed (Faculty of Agricultural and Food Sciences, American University of Beirut, Lebanon)

在黎巴嫩及其周边国家, 线虫是影响西红柿产量最主要的害虫, 镰刀菌和黄萎病是导致中东地区农作物减产的主要因素。设计了两个试验: 试验一, 温室盆栽试验检验不同浓度 NH<sub>4</sub>OH 对西红柿的毒性(在高于 400 mg/kg 土浓度下会产生毒性); 试验二, 在塑料管中栽培西红柿, 研究 NH<sub>4</sub>OH 对西红柿产量及

根系损伤的影响。试验结果表明：400 mg/kg 土浓度下的  $\text{NH}_4\text{OH}$  能够有效降低西红柿的根系损伤，抑制西红柿感染镰刀菌及黄萎病并提高其产量。（魏宗强译）

### 1.6.2-3 Genesis of Calcic Concentrations in Arguidolls of the Argentinian Pampa (阿根廷潘帕斯草原石灰质土壤钙的来源研究)

A.M. Kuznetsova<sup>1</sup>, O.S. Khokhlova<sup>2</sup>, M. Osterrieth<sup>3</sup>

(1 Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia, E-mail: alsu25@mail.ru; 2 Institute of Physicochemical and Biological Problems of Soil Science RAS, Puschino, Russia; 3 Institute of Coastal and Quaternary Geology, Mar del Plata, National University, Argentina)

本文研究了阿根廷布宜诺斯艾利斯省东南部地区石灰性土壤中钙的累积、形态及性质在土壤中的迁移及形成机理，运用电子显微镜观察了土壤样品中的碳酸盐薄层及碳酸盐管道。碳酸盐在土壤中初始的化学累积过程，在腐殖质层与淀积层之间的球形石膏颗粒很可能是由于生物作用形成的，这些球形石膏颗粒可能有两种途径形成：①蓝细菌在难溶性矿物周围（主要是方解石）形成结晶壳；②硫酸盐还原菌分解海泥沙形成的黄铁矿过程，也会产生球形石膏颗粒。一般认为，在土壤形成过程中，石膏蓝细菌浓度会有季节性变化，它们只在干旱的季节参与土壤形成，而在湿季会消失。（魏宗强译）

### 1.6.2-4 Importance of Subsurface Soil Pockets for Plant Growth in a Karst Environment (喀斯特环境下土壤腔对植物生长的重要性)

Héctor Estrada-Medina<sup>1</sup>, Robert Graham<sup>2</sup>, Mike Allen<sup>3</sup>, Wes Tuttle<sup>4</sup>, Juan José Jiménez-Osornio<sup>1</sup>

(1 Departamento de Manejo y Conservación de Recursos Naturales Tropicales, Campus de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Universidad Autónoma de Yucatán, México, E-mail: hector.estrada@uady.mx; 2 Soil & Water Sciences Program, Environmental Sciences Department, University of California-Riverside USA, E-mail: robert.graham@ucr.edu; 3 Center for Conservation Biology, University of California-Riverside, USA, E-mail: michael.allen@ucr.edu; 4 USDA/ NRCS/NSSC, USA, E-mail: Wes.Tuttle@nc.usda.gov)

北尤卡坦半岛大部地区存在一层被石灰岩覆盖的

浅层土壤 (<30 cm)，并在数米深度下存在一个蓄水层。石灰岩的侵蚀与淀积导致大量元素离子从表层土壤向下淋失形成土壤腔。可为植物生长提供额外的水分和营养元素，但目前对其丰度与质量的研究还较少。本研究选择一个剖面为 9 m 含有蓄水层的石灰岩采石场，研究其土壤腔的分布与丰度，并与表层土壤的物理性质做了比较。研究表明：在渗流层中约有 12% 的部分为土壤腔，表层土壤只占 3.3%；含土壤腔的土壤体积为表层土壤体积的两倍；土壤腔会对植物深层根系产生影响；土壤腔中含有表层土 3 倍以上的黏土，比表层土壤少 10% 的孔隙度；由于土壤腔的田间持水量与萎蔫点高于表层土壤，土壤腔中的自由水与表层土壤相当；土壤腔的丰度要比想象中更高并且具有与表层土壤不同的理化性质。（魏宗强译）

### 1.6.2-5 The Exokarstic Soil Record of Past Environmental Changes: Regional Expressions (过去环境变化的土壤记录：区域表达)

Marie-Agnès Courty<sup>1</sup>, Josep Vallverdu-Poch<sup>2</sup>

(1 CNRS-UMR 7194. IPHES, University Rovira i Virgil, Tarragona, Spain, E-mail: courty@mnhn.fr; 2 IPHES, University Rovira i Virgil, Tarragona, Spain, E-mail: josep@prehistoria.urv.cat)

采用微相技术分析第四纪沉积物形成的喀斯特溶洞，来解释石灰岩景观为何能够反映短期环境变化这一论断。选取了早期和晚期更新世的塞拉利昂德阿塔普埃尔卡山（布尔戈斯，西班牙）和晚更新世的 Song Terus (Sewu hills, 爪哇岛) 来研究。微形态研究及大量的数据表明，土壤发生过程中新生沉淀层主要有 6 种类型：(F1) 弱的新生沉积相、(F2) 弱新生新沉积相、(F3) 排泄物成土相、(F4) 深色富含有机质相、(F5) 石灰质相、(F6) 喷射相。它们能反映出，在第四纪石灰岩地貌形成过程中发生的短期内可能严重退化土壤的过程，针对不同的启动因素，有特殊气候突然变化，野生火灾、火山喷发或宇宙的影响等。快速的化石化使喀斯特溶洞的沉积相保存完好，进一步的研究有助于更好地理解曾经的石灰岩景观中发生的生态危机对人类和动物群落的影响。（魏宗强译）

## 二、土壤性质及过程

### (一) 概述

#### 2.1.1 运用土壤物理学优化水分利用

#### 2.1.2 土壤孔隙结构动态的物理学

- 2.2.1 土壤中生物地球化学界面
- 2.2.2 土壤中有机的动态变化
- 2.3.1 土壤-根界面
- 2.3.2 土壤中基因表达和蛋白组学
- 2.4.1 土壤矿物及其可持续性
- 2.4.2 土壤矿物与污染物
- 2.5.1 土壤中胞外蛋白与核酸
- 2.5.2 金属和有机物的生物有效性

## (二) 重点论文摘要

### 2.1.1 运用土壤物理学优化水分利用

2.1.1-1 Determination of Irrigation Depths Using a Numerical Model and Quantitative Weather Forecast (运用数值模型和定量天气预报结果确定灌溉深度)

Haruyuki Fujimaki<sup>1</sup>, Yu Sasaki<sup>2</sup>

(1 Arid Land Research Center, Tottori University, Japan, E-mail: fujimaki@alrc.tottori-u.ac.jp; 2 Graduate School of Life and Environmental Sciences, University of Tsukuba, Japan, E-mail: yusasaki1103@yahoo.co.jp)

本文介绍一种基于作物对灌溉响应的数值模型和天气预报结果来确定灌溉深度的方法。为了优化每一层灌溉深度,引入虚拟收入这一概念,它与灌溉周期内蒸腾增量呈正比。一项数值试验中应用一种模拟水、溶质和热传递及作物响应的数值模型。研究结果表明,优化的灌溉深度比可获得的最大值还要小。(马文亭,滕应,骆永明译)

2.1.1-2 Drip Irrigation as a Sustainable Practice Under Saline Shallow Ground Water Conditions (含盐浅层地下水条件下滴灌是一种可持续的措施)

Blaine R. Hanson<sup>1</sup>, Don M. May<sup>2</sup>, Jan W. Hopmans<sup>3\*</sup>, Jirka Simunek<sup>4</sup>

(1 Dept. of Land, Air and Water Resources, University of California, Davis, CA 95616, E-mail: brhanson@ucdavis.edu; 2 University of California Cooperative Extension, Fresno County, Fresno, CA, E-mail: dmay@ucdavis.edu; 3 Dept. of Land, Air and Water Resources, University of California, Davis, CA 95616, E-mail: jwhopmans@ucdavis.edu; 4 Dept. Environmental Sciences, University of California, Riverside CA 92521, E-mail: Jiri.Simunek@ucr.edu)

沿加利福尼亚圣华金河谷西侧的许多地区受到盐渍土的影响,由于这些地区存在浅层含盐地下水条件。

因为缺乏排水处理设施,人工浅地表排水不是解决盐分问题的一种选择。因而,该河谷地区盐分/灌溉问题必须通过改进的灌溉措施来解决,如转化成滴灌。采用试验和模型结果来评价滴灌对土壤盐分、土壤含水量、水位深度的影响。虽然水分平衡结果表明很少或没有田间范围的淋失,但土壤盐分数据清楚地显示了滴灌管周边存在定位淋失现象。(马文亭,滕应,骆永明译)

2.1.1-3 Green, Blue and Grey Waters: Minimising the Footprint Using Soil Physics (绿色、蓝色和灰色水体:运用土壤物理学尽量减少水足迹)

Brent Clothier, Steve Green, Markus Deurer

(Production Footprints, Plant & Food Research, PB 11-600, Palmerston North, New Zealand 4442 brent, E-mail: clothier@plantandfood.co.nz)

虚拟水是指在农产品中包含的水。它由绿水(即绿色植物蒸腾作用利用的雨水)、蓝水(即为灌溉用水)、灰水(即被农用化学品污染的水)等3大部分组成。通过植物利用绿水的生物物理学知识,并辅之土壤中蓝水和绿水水流量的土壤物理模型时,使发展灌溉措施和政策成为可能,以便保护用作灌溉用水的丰富蓝水资源自然资本存量。淋溶过程模型正用来发展限制灰水的措施。通过这些方法和技术将产生生态效益措施,以降低在生产食品、纤维、燃料等产品过程中的虚拟用水含量,同时可维持其他水依赖型生态系统服务。(马文亭,滕应,骆永明译)

2.1.1-4 Optimizing Water Use with High-transpiration-efficiency Plants (利用高蒸腾效率植物优化水分利用)

Prasanna Ayyaru Thevar<sup>1</sup>, M.B. Kirkham<sup>2</sup>, Robert M. Aiken<sup>3</sup>, Kenneth D. Kofoid<sup>4</sup>, Zhanguo Xin<sup>5</sup>

(1 Department of Agronomy, Throckmorton Hall, Kansas State University, Manhattan, Kansas 66506, USA, Now with Dow AgroSciences/Mycogen Seeds, York Nebraska 68467, USA, E-mail: PAyyaruThevar@dow.com; 2 Department of Agronomy, Throckmorton Hall, Kansas State University, Manhattan, Kansas 66506, USA, E-mail: mbk@ksu.edu; 3 Northwest Research-Extension Center, 105 Experiment Farm Road, Kansas State University, Colby, Kansas 67701, USA, E-mail: raiken@ksu.edu; 4 Agricultural Research Center, 1232 240th Avenue, Kansas State University, Hays, Kansas

67601, USA, E-mail: kkofoid@ksu.edu; Now with MMR Genetics, 3095 Co Rd 26, Vega, Texas 79092, USA, E-mail: kdkofoid@mmrgenetics.com; 5 Plant Stress and Germplasm Development Unit, United States Department of Agriculture, Agricultural Research Service, 3810 4<sup>th</sup> Street, Lubbock, Texas 79515, USA, E-mail: zhanguo.xin@ars.usda.gov)

高蒸腾效率 (TE) 是优化水分利用的一种方式。高蒸腾效率植物每单位耗水量产生的生物量高于低蒸腾效率植物。鉴定具有高 TE 的植物是保持土壤水分的新方法。尤其在缺水的半干旱地区, 高 TE 植物是特别重要的, 高粱 (高粱黍属) 广泛分布于这些半干旱地区。目前有关已知高粱品系的高 TE 和低 TE 的比较研究还未见报道。在温室中我们种植了 8 种高粱品系, 其中已知的高 TE 品系和低 TE 品系各 4 种, 并分别设置了水分充足和干旱两种处理。测定了相对含水量、气孔阻力和叶片压力势。结果显示, 高 TE 植物长势优于低 TE 植物, 高 TE 植物根系长得较快。在两种水分状况下, 高 TE 品系的相关含水量、气孔阻力和压力势均与低 TE 品系相似。由于植物地上部生长与地下水的关系并不能区别高 TE 和低 TE 品系, 这一结果表明研究需要重点关注用根来确定不同品系的 TE 差异。(马文亨, 滕应, 骆永明 译)

## 2.1.2 土壤孔隙结构动态的物理学

2.1.2-1 Dynamics of Soil Pore Space Structure Investigated by X-ray Microtomography (土壤孔隙结构动态的 X 射线显微断层扫描研究)

Stephan Peth<sup>1</sup>, Jens Nellesen<sup>2</sup>, Gottfried Fischer<sup>3</sup>, Felix Beckmann<sup>4</sup>, Rainer Horn<sup>1</sup>

(1 Institute of Plant Nutrition and Soil Science, Christian-Albrechts-University zu Kiel, Germany; 2 Lehrstuhl für Qualitätswesen, Department of Mechanical Engineering, Technische Universität Dortmund, Germany; 3 Dortmunder Initiative zur rechnerintegrierten Fertigung (RIF) e.V., Joseph-von-Fraunhofer-Str. 20, D-44227 Dortmund, Germany; 4 GKSS Research Centre, Hamburger Synchrotron-Strahlungslabor, Deutsches Elektronensynchrotron, Hamburg, Germany)

土壤中固相、液相、气相混合体/组分的传输与转化过程密切相连, 并强烈地依赖于土壤结构状态和孔隙几何形状。反之, 土壤结构的内在动力是由于土壤孔隙水压力变化导致土壤胀缩特征或土壤紧实度、基

于外在负载的剪切变形、持续但不限于连续受生物因素改变 (根系生长和土壤动物区系的活动) 等造成的。研究土壤动态特性和功能需要观察在没有干扰结构形成过程的条件下土壤结构随着边界条件的演变。非破坏性技术, 如 X 射线显微断层扫描技术能够解决在不同尺度下土壤结构及其孔隙体系结构变化, 同时也考虑到边界条件变化下结构动态的非破坏性观察。我们利用同步加速器和 X 射线微聚焦管显微断层扫描系统研究土壤团聚体和典型核心体积土壤样品的土壤结构动态变化。在可控边界条件下 (基质势、机械载荷), 研究了土壤胀缩或压实对孔隙体系结构的影响。运用 3D 图像分析工具解析孔隙结构的三维重建, 以便分别量化土壤结构形态学特征以及相应的孔隙网络随着边界条件的变化。利用这一量化数据潜力进一步发展土壤传输和变形过程的模型方法。为获得更为综合地理解土壤生态系统通量及其相互作用, 进一步改进土壤结构动态变化耦合传输功能的物理测量分析方法 (如 CT 扫描和三维图像) 是必要的。(马文亨, 滕应, 骆永明 译)

2.1.2-2 Dynamics of Soil Structure as a Function of Hydraulic and Mechanical Stresses (土壤结构动态变化作为水应力和机械应力的一个函数)

X.H. Peng<sup>1</sup>, J. Dörner<sup>2</sup>, R. Horn<sup>3</sup>

(1 State Key Laboratory of Soil and Sustainable Agriculture, Institute of Soil Science, CAS, Nanjing, 210008, P.R.China, E-mail: xhpeng@issas.ac.cn; 2 Instituto de Ingenierí'a Agraria y Suelos, Universidad Austral, Casilla 567, Valdivia; 3 Chile CInstitute of Plant Nutrition and Soil Science, Christian-Albrechts-Universität, 24118 Kiel, Germany)

土壤结构的动态变化受水应力和机械应力驱动。在自然干湿交替过程中, 水应力引起土壤的膨胀和收缩。机械载荷导致土壤压实。本文我们结合水应力和机械应力, 同时考虑了土壤收缩、水分流失以及压实等因素。通过机械应力压实形成的刚性孔隙容积大小没有改变土壤孔隙的收缩能力。尽管它们的结构收缩阶段随着压实胁迫的增加而变窄, 但其收缩特征曲线是相互平行的, 且具有相同的线胀系数 (COLE) 和收缩倾斜。由于刚性和非刚性收缩特征的差异, 我们提出了运用数值方法来描述受耕作机械应力影响的土壤孔隙度-含水率-机械应力的相关关系, 并模拟负载土壤的收缩行为。关于自然干湿交替过程中土壤结构的

动态变化, 就可以容易地评价土壤耕作前后土壤收缩行为的相似性。(马文亭, 滕应, 骆永明 译)

### 2.1.2-3 Insights Into the Processes and Effects of Root-induced Changes to Soil Hydraulic Properties (根系诱导变化对土壤水分特征参数的影响及过程信息)

Craig Scanlan<sup>1,2</sup>, Christoph Hinz<sup>2</sup>

(1 Department of Agriculture and Food WA, Northam, WA, Australia, E-mail: craig.scanlan@agric.wa.gov.au; 2 School of Earth and Environment, University of Western Australia, Crawley, WA, Australia, E-mail: christoph.hinz@uwa.edu.au)

土壤水力特征参数 (SHP) 的根系诱导变化是土壤-植被水文反馈的一个重要组成部分, 且水分平衡变化可进一步引起土地利用方式的改变 (如矿区植被覆盖恢复)。本文我们综述了最近的研究工作, 试图通过土壤修正 SHP 而量化其影响过程以及为水分平衡所产生的后果。我们描述了通过根系改变 SHP 的主要机制是孔隙几何形状的改变所致。我们建立了用来预测根系对土壤水分特征参数影响的模型, 此模型基于这样的假设, 即同心圆柱体能够表示土壤孔隙内根系几何形态。模型预测结果与观测结果相一致: 根系对土壤水分特征参数的最大影响出现在接近至土壤饱和导水率时, 然而其影响大小取决于土壤质地、根腐殖化程度以及根系改变孔隙的连通性。模型模拟结果表明, 对于质地良好的土壤, 土壤水分特征参数的根系诱导改变会造成水分平衡的最大变化, 这主要是因为土壤入渗率增加而带来地表径流量减小。为了提高对根系如何改变土壤水分特征参数 (SHP) 的理解, 我们认为许多地方需要作进一步调查研究。(马文亭, 滕应, 骆永明 译)

### 2.1.2-4 Study of the Effects of Structure on Soil Aggregate Stability Using a 3D Network Model (利用 3-D 网络模型研究土壤结构对土壤团聚体稳定性的影响)

Nicola Dal Ferro<sup>1</sup>, Antonio Berti<sup>1</sup>, Peter Matthews<sup>2</sup>, Luigi Giardini<sup>1</sup>, Francesco Morari<sup>1</sup>

(1 Department of Environmental Agronomy and Crop Productions, University of Padua, Italy, E-mail: nicola.dalferro@unipd.it; 2 Environmental and Fluid Modelling Group, University of Plymouth, Devon, PL4 8AA, U.K, E-mail: P.Matthews@plymouth.ac.uk)

土壤团聚体稳定性强烈地影响着土壤结构, 且对土壤有机碳保护有着重要的意义。在意大利东北部的一个长期定位试验中, 我们研究了土壤结构稳定性的物化及物理学机制。利用 3-D 空间网络模型研究土壤团聚体的精细结构变化及其土壤水分特征曲线 (内在渗透性)。结果显示, 有机碳对土壤团聚体稳定性的核心作用, 部分原因在于降低土壤团聚体的内在渗透性以及土壤润湿性。(马文亭, 滕应, 骆永明 译)

### 2.1.2-5 The Impact of Orchard Management on Macropore Topology and Function (果园管理对土壤大孔隙拓扑结构和功能的影响)

Markus Deurer<sup>1</sup>, Dimitri Grinev<sup>2</sup>, Iain Young<sup>3</sup>, Brent Clothier<sup>1</sup>, Karin Müller<sup>4</sup>

(1 Production Footprints, The NZ Plant & Food Research, Palmerston North, New Zealand, E-mail: Markus.Deurer@plantandfood.co.nz; 2 SIMBIOS Centre, University of Abertay, Dundee, Scotland; 3 School of Environmental and Rural Science, University of New England, Australia; 4 Production Footprints, The NZ Plant & Food Research, Ruakura, Hamilton, New Zealand)

我们分析了 3 种果园常规管理方式对土壤大孔隙结构和功能的长期影响: ①草层及树行间堆肥常规施用; ②草园上拖拉机对土壤的压实; ③树行间除草剂常规施用。本文重点关注树行间表层 50 mm 土壤、有机果园被拖拉机压实土壤 (措施 1、2) 以及毗邻常规苹果园内树行间土壤 (措施 3)。两个果园具有相同的种植年限、土壤类型、土壤质地以及以前的土地利用方式。12 年后有机果园表层土壤固定有机碳含量比常规果园土壤有机碳含量大约高 30%。运用 3DX-射线显微断层计算机扫描技术, 定量描述了每个试验地 9 个原状土柱 (43 mm × 20 mm × 17 mm) 的大孔隙结构 (大孔隙为孔隙直径 > 0.3 mm)。措施 1 中土壤大孔隙率为 7.5% ± 2.1%, 显著高于措施 2 中大孔隙率 3.6% ± 1.1% 和措施 3 的 2.4% ± 0.5%。在措施 1 条件下土壤大孔隙的连通性表现为最大, 但并不显著多于其他两个。措施 2 中土壤大孔隙的连通性显著大于措施 3 中。我们模拟了借助柱状团聚体尺度部分的大孔隙的扩散过程, 其中措施 1 和 2 的相对扩散系数相似, 分别为 0.024 ± 0.008 和 0.015 ± 0.008, 均显著高于措施 3 的相对扩散系数 (0.0056 ± 0.0009)。假设在土壤团聚体尺度上其相对扩散系数越高, 湿润土壤中氧化亚氮的产生量

和排放量将会越少。因此，我们可以得出采用草生草及堆肥等的苹果园树行间土壤碳库管理比施用除草剂的常规种植方式能产生更多的大孔隙和更好的气体交换，同时可能产生和排放更少的氧化亚氮。尽管拖拉机压实土壤中大孔隙少于草树行间种植土壤，但是在湿润条件下它们的气体交换能力仍是相似的。（马文亭，滕应，骆永明 译）

## 2.2.1 土壤中生物地球化学界面

### 2.2.1-1 Biomolecular Complexation Affects Microbial Adhesion to Iron (Oxyhydr Oxides) (生物分子络合对微生物附着铁(铁氧化物)的影响)

Jon Chorover, Xiaodong Gao

(Department of Soil, Water and Environmental Science, University of Arizona, Tucson, USA, E-mail: chorover@cals.arizona.edu)

土壤生物地球化学系统中界面反应通常受到微生物的调控，微生物可与矿物和有机表面直接附着或与其紧密联系。在分子尺度下阐述微生物-矿物质相互作用机制需借助于原位分子光谱学技术。我们已经运用衰减全反射傅里叶变换红外光谱(ATR-FTIR)技术识别了许多有趣系统中调控表面生物分子和矿物表面官能团之间相互作用的分子类型和键的本质。本文综述了我们有关生物分子-铁氧化物之间相互作用的最新研究，尤其强调对于胞外聚合物(EPS)、细菌体(铜绿假单胞菌，枯草芽孢杆菌)的附着研究。并讨论了生物分子官能团的直接、内轨配位的证据，及其与宏观尺度转运现象的联系。（孙明明，滕应，骆永明 译）

### 2.2.1-2 Effect of Different Cation Saturations on the Sorption and Mineralization of the Hydrophobic Organic Compounds Nonylphenol and Phenanthrene in Soils (不同阳离子饱和度对土壤中疏水性有机化合物壬基苯酚和菲吸附及矿化作用的影响)

Bernd Marschner, Anastasia Shchegolikhina

(Dept. Soil Science and Soil Ecology, Geographical Institute, Ruhr-University Bochum, Germany)

基于SOM的相对密度和灵活性受到交换位点阳离子影响的假设，我们设置了用NaCl, CaCl<sub>2</sub>或 AlCl<sub>3</sub>溶液处理砂土中壬基苯酚(NP)和菲(PHE)的吸附及矿化作用试验。采用分批平衡试验测定了<sup>14</sup>C标记化合物的吸附和解吸附，而其矿化作用则通过补充添加有机底物监测<sup>14</sup>CO<sub>2</sub>的减少来确定。研究结果表明，在Na-

和 Al- 处理体系中壬基苯酚的有机碳吸附解吸系数增大，而菲则是在Na- 处理及水洗对照土壤中较大。加入葡萄糖和木粉能够促进壬基苯酚的矿化，这一结果表明壬基苯酚的矿化是底物限制且很可能是共代谢过程。在高矿化率条件下，Ca- 和Al- 处理土壤中壬基苯酚的生物有效性则受到抑制。（孙明明，滕应，骆永明 译）

### 2.2.1-3 Experiments and Modeling of Electron-transfer of DIRB (异化铁还原细菌的电子传递实验和模型)

James Kubicki<sup>1</sup>, Brendan Puls<sup>1</sup>, Yufeng Qian<sup>2</sup>, Ming Tien<sup>2</sup>

(1 Department of Geosciences, The Pennsylvania State University, University Park, PA, USA, E-mail: jdk7@psu.edu; 2 Department of Biochemistry & Molecular Biology, The Pennsylvania State University, University Park, PA, USA, E-mail: mxt3@psu.edu)

我们借助量子化学计算和实验数据来描述异化铁还原细菌(DIRB)终端电子传递中调节分子的结构和功能。通过外膜细胞色素与铁氧化矿物间的螯合可还原铁(Fe<sup>3+</sup>)或电子穿梭，调节分子可提高电子传递速率。近期的文献中有关调节分子检测的例子包括乙二胺四乙酸(EDTA)(Wang et al. 2008)，柠檬酸(Wang et al. 2008)，核黄素(Canstein et al. 2008)，黄素单核苷酸(FMN)(Canstein et al. 2008)和二磺酸钠蒽醌(AQDS)(Lovley et al. 1998)。我们关注这些调节分子，其目的在于：①确定每种调节分子对可还原态铁的螯合潜力；②确定每种调节分子转运电子的潜力。我们使用UV/Vis 光谱特征测定电子光谱，采用量子化学计算每种调节分子在4种状态(氧化、还原、结合态可还原Fe<sup>3+</sup>、结合态还原Fe<sup>2+</sup>)下的最低能量。通过比较测定的光谱和计算的最低能量，确定了每种调节分子螯合可还原铁或穿梭电子的潜力。作为该研究的进一步计划，我们将运用等温滴定微量热仪(ITC)测定每种调节分子与可还原Fe<sup>3+</sup>和还原Fe<sup>2+</sup>的结合常数，以探讨调节分子作为铁螯合剂时的功能。本研究被认为是分子水平上描述微生物铁还原调节分子作用的第一步。下一步将描述电子供体(外膜细胞色素)调节分子与微生物铁还原终端电子传递的电子受体(铁氧化矿物)的相互作用。（孙明明，滕应，骆永明 译）

### 2.2.1-4 Formation of Biogeochemical Interfaces in Soils as Controlled by Mineral and Organic Components (土壤

中受矿物和有机组分控制的生物地球化学界面的形成)

Ingrid Kögel-Knabner<sup>1</sup>, Guo-Chun Ding<sup>2</sup>, Katja Heister<sup>1</sup>, Geertje J. Pronk<sup>1</sup>, Gabriele E. Schaumann<sup>3</sup>, Michael Schlöter<sup>4</sup>, Stephan Schulz<sup>4</sup>, Jette Schwarz<sup>3</sup>, Kornelia Smalla<sup>2</sup>

(1 Lehrstuhl für Bodenkunde, Technische Universität München, D-85350, Freising-Weihenstephan, Germany; 2 Julius Kühn-Institut - Federal Research Centre for Cultivated Plants (JKI), Institute for Epidemiology and Pathogen Diagnostics, Messeweg 11-12, D-38104 Braunschweig, Germany; 3 Soil and Environmental Chemistry, Institute of Environmental Sciences, Universität Koblenz-Landau, Fortstr. 7, D-76829 Landau, Germany; 4 Helmholtz Zentrum München, Abteilung für terrestrische Ökogenetik, Ingolstädter Landstr. 1, D-85758 Oberschleißheim, Germany)

土壤界面的形成受存在的颗粒表面及有机质和矿物颗粒集合体控制。本文通过长期生物地球化学实验室培养实验(3~6个月),采用人工土壤研究其界面的构成。实验中,采用黏土矿物、铁氧化物和木炭作为控制界面形成的主要模式组分,因为这些物质具有大的表面面积和微孔特性。培养6个月后,分析了土壤界面特征与其形成微生物群落结构和功能之间的联系,发现人工土壤表现出的不同性质与其组成成分相关。同时观察到含有蒙脱石、水铁矿和木炭的人工土壤中有较明显的效果。(孙明明,滕应,骆永明译)

#### 2.2.1-5 Formation of Iron Plaque and Vivianite on the Roots of Paddy Rice (水稻根部铁膜和蓝铁矿的形成)

Masami Nanzyo, Hidenori Yaginuma, Hitoshi Kanno, Tadashi Takahashi

(Graduate School of Agricultural Science, Tohoku University, Sendai, 981-8555, Japan, E-mail: nanzyo@bios.tohoku.ac.jp)

在土壤科学和土壤微形态学特征中,氧化还原界面是一种重要的化学反应场所。水稻根表面则存在这一明显界面。在连续淹水盆栽条件下,我们运用光学和电子显微镜方法观测了水稻不同生长阶段的根生长状况。虽然水稻的新根在不断发育形成,且根系统一直是由新老根组成的混合体系,但一层厚厚的铁膜在其生长初期出现较为常见。而在水稻生长中期阶段薄的铁膜则普遍存在,铁膜的主要元素是Fe、Ca和P。

在水稻成熟阶段的根上发现有蓝铁矿晶体聚集体。由于蓝铁矿的形成需有亚铁离子,该离子可能存在于铁膜溶解后的老根上。有关水稻生长早期老根上蓝铁矿的形成及其核形成的土壤-植物环境影响因素等有待进一步研究。(孙明明,滕应,骆永明译)

#### 2.2.1-6 From Atom to Pedon: Linking Processes to Phenomena and Function (从原子到单个土体:将过程与现象和功能联系起来)

Kai U. Totsche

(LS Hydrogeologie, Institut für Geowissenschaften, Friedrich-Schiller Universität Jena, Germany, E-mail: kai.totsche@uni-jena.de)

土壤中各种过程不能直接被观测到,这一基本事实要求用一些相反的方法,动态地解释有关局域尺度上连续尺度过程现象。本文将提供一种将阻滞效应与有关反应运移和控制吸附过程的连续尺度现象相联系的方法。该方法建立在考虑土壤结构的作用和界面的物理化学性质的有效模型的基础上,因而一个多区域吸附模型得到发展,并将分别应用于预测局域和单个土体水平下多环芳烃的吸附和阻滞行为。该模型参数和系数函数可以直接从局域分光镜和光学显微镜信息中参数化获得。对于“原子尺度”来说,需要分子模型技术提供一项重要的附加支持,即该技术能够用于证实已测性质及相互作用机制的正确性。(孙明明,滕应,骆永明译)

#### 2.2.1-7 From Gene to Model—Linking Microorganisms to Microhabitat Functions (从基因到模型——将微生物和微生境功能联系起来)

Ellen Kandeler<sup>1\*</sup>, Christian Poll<sup>1</sup>, Holger Page<sup>2</sup>, Fabrice Martin-Laurent<sup>3</sup>, Marion Devers<sup>3</sup>, Joachim Ingwersen<sup>2</sup>, Thilo Streck<sup>2</sup>

(1 Institute of Soil Science and Land Evaluation, Soil Biology Section, University of Hohenheim, D 70593 Stuttgart, Germany, E-mail: kandeler@uni-hohenheim.de; 2 Institute of Soil Science and Land Evaluation, Biogeophysic Section, University of Hohenheim, D 70593 Stuttgart, Germany, E-mail: tstreck@uni-hohenheim.de; 3 Laboratory of Soil and Environmental Microbiology, INRA-University of Burgundy, France, E-mail: Fabrice.Martin@dijon.inra.fr)

本文通过设计一个微域试验将细菌和真菌的丰度

与土壤微生物的微生物功能联系起来。在微域试验中,我们选择 2-甲-4-氯苯氧基乙酸 (MCPA) 作为模式有机底物, 由于 MCPA 的降解途径 (tfdA 基因) 已经为人们所熟悉, 且其负责编码降解第一步中催化酶的 tfdA 基因引物的有效性。我们利用玉米废弃物创造了一个良好明确的土壤-废弃物界面, 研究了在可溶性有机物质有效性降低的梯度条件下微生物降解、降解菌丰度、MCPA 的吸附、解吸及其转运过程。将同位素数据 ( $^{14}\text{CO}_2$ 、 $^{14}\text{Cmic}$ 、 $^{14}\text{C-DOC}$ 、 $^{14}\text{Corg}$ 、 $^{14}\text{C-MCPA}$  及淋溶液中  $^{14}\text{C}$ ) 和分子数据 (tfdA、16S rDNA 和 18S rDNA 序列拷贝数) 作为机理模型的输入变量。研究结果发现编码土壤微生物群落的特殊功能基因的定量化有助于阐明生物地球化学界面上复杂有机物的降解规律。(孙明明, 滕应, 骆永明 译)

#### 2.2.1-8 Mechanisms Controlling Dynamics at the Soil-water Interface (土水界面动态的控制机理)

Dörte Diehl, Gabriele E. Schaumann

(Department of Environmental and Soil Chemistry, Institute for Environmental Sciences, University Koblenz-Landau, Landau, Germany, E-mail: diehl@unilandau.de)

由于土壤-水界面特征并非静止而是不断变化的, 因而其相关过程和机制对生境、过滤、缓冲存储和转换功能有着很大的影响。本文将作者个人的研究结果与近期有关变化环境条件下湿润动态特征作为含水量 (WC) 以及德国柏林两个截然不同的人类活动场地 pH 和干湿温度的结论相联系, 建立两种假设模型来解释场地之间保护性特征及每个场地内可湿性和防水性样品之间的差异。其中一场地保护性的化学性质可以用水解-凝聚反应最好地解释; 另一场地保护性的物理化学特征则由干燥过程中作为胶束或反相胶束的两性分子的排列所控制。同时土壤颗粒表面固定层的表面特性取决于土壤溶液中两性分子的数量和大小、pH 和离子强度。因此, 偏好于土壤-水界面的临界条件可以鉴定。未来研究的一个主要挑战是方法的不断完善, 从而可以证实模式底物及复杂天然土壤样品的可能机制, 以及有关不同土壤类型、气候和土地利用方式下土壤可能机制的相互间联系。(孙明明, 滕应, 骆永明 译)

#### 2.2.1-9 Nickel Speciation in Serpentine Soils Using Synchrotron Radiation Techniques (运用同步辐射技术

分析蛇岩纹发育土壤中镍的形态)

Matthew Siebecker, Donald L Sparks

(152 Townsend Hall, Department of Plant and Soil Sciences and Delaware Environmental Institute, Newark, DE, USA, E-mail: mgs@udel.edu)

本文研究了俄勒冈州西南部蛇岩纹发育土壤中 Ni 的形态及其共定位。蛇岩纹发育的自然土壤中含有较高浓度的 Ni、Mn、Cr 和 Co, 并且是很多 Ni 超积累植物进化介质。超积累植物可以从蛇岩纹土壤中有效地除去过量的 Ni, 同时被考虑为 Ni 污染土壤植物修复技术的很好材料。土壤 Ni 污染主要产生于 Ni 提炼和钢铁生产。美国超过 800 个危险废物场地中均有 Ni 的存在; 加拿大和俄罗斯的 Ni 精炼厂附近 Ni 也是一种常见的土壤污染物。我们的研究结果可通过土壤 Ni 的形态有助于阐明超积累植物的金属吸收机制。与传统连续化学萃取相比, X-射线吸收光谱使得矿化或污染土壤中金属形态图片更为精确。在本研究中, 我们运用了同步辐射 X 射线荧光成像方法、扩展 X 射线吸收精细结构光谱及微区 X 射线衍射技术。借助于这些技术, 我们分析了蛇岩纹发育土壤中 Ni 与 Fe 和 Mn 的共定位, 以及主要形态 Ni EXAFS 光谱包含铁锰矿物和层状双氢氧化物矿物相。(孙明明, 滕应, 骆永明 译)

#### 2.2.1-10 Use of Elemental and Isotopic Ratios to Distinguish Between Lithogenic and Biogenic Sources of Soil Mineral Nutrients (利用元素比和同位素比识别土壤矿质营养的岩成源和生物源)

Art White<sup>1</sup>, Marjorie Schulz<sup>1</sup>, Thomas Bullen<sup>1</sup>, John Fitzpatrick<sup>1</sup>, Davison Vivit<sup>1</sup>, Rand Evett<sup>2</sup>, Edward Tipper<sup>3</sup>

(1 U.S. Geological Survey, Menlo Park, CA USA, E-mail: afwhite@usgs.gov; 2 University of California, Berkeley, CA USA; 3 Laboratoire de Géochimie-Cosmochimie, Université de Paris, France)

尽管矿物营养元素如 K, Ca, Mg 和 Si 对植物的生长与生产力尤为关键, 但是由于复杂的无机和生物间相互作用, 它们在土壤中的来源和循环难以确定。本文研究了大量-微量元素比例 Sr/Ca、Rb/K 和 Ge/Si 及同位素比例  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ ,  $^{44}\text{Ca}/^{40}\text{Ca}$  和  $^{24}\text{Mg}/^{22}\text{Mg}$  的作用, 以期破解靠近加利福尼亚州圣克鲁兹的海岸阶地年代序列土壤相联系的微孔水、降雨和植物中矿物营养元素的时间和空间特征。结果发现季节性植物生长模式与地中海气候有关, 沿着强烈的土壤渗透性变化梯度,

通过选择性提取和被动废弃物降解的植物体, 逐渐形成了明显的周期性元素和同位素循环。(孙明明, 滕应, 骆永明 译)

## 2.2.2 土壤中有机质的动态变化

2.2.2-1 Biophysical Controls over Mineralization and Sequestration of Amended Organic Carbon in Soil: Effects of Intensity and Frequency of Drying and Wetting Cycles (土壤中外加有机碳矿化与固定过程的生物物理控制: 土壤干湿交替强度和频率的影响)

Shui-Hong Yao<sup>1,2</sup>, Bin Zhang<sup>1,2</sup>, Feng Hu<sup>3</sup>

(1 Key Laboratory of Plant Nutrition and Nutrient Cycling of Ministry of Agriculture of China, Institute of Agricultural Resources and Regional Planning, Chinese Academy of Agricultural Sciences, Beijing, 100081, P.R. China, E-mail: bzhang@caas.ac.cn; shuihongyao@163.com; 2 State Key Laboratory of Soil and Sustainable Agriculture (Institute of Soil Science, Chinese Academy of Sciences), P.O. Box 821, Nanjing 210008, P.R. China; 3 Institute of Soil Ecology, College of Natural Resource and Environment, Nanjing Agricultural University, Nanjing 210079, P.R. China, E-mail: fhjwc@njau.edu.cn)

全球气候变化可提高降水的时间和空间变异性, 这将可能增强土壤干湿交替的频率和强度, 进而影响土壤有机质矿化和固定, 但这种变化的方向仍然不清楚。本研究的目的是为了评价土壤干湿交替的频率和强度的长期效应, 包括: ①对土壤持水性和孔隙大小分布; ②对主要微生物类群和土壤斥水性; ③对有机质矿化率和碳固定。土壤物理性质(如孔隙率和孔隙分布、土壤饱和含水量(-0.03 kPa)、土壤斥水性)、土壤微生物学性质(如微生物生物量及其 C:N 比)很大程度上都受到了干湿交替次数和强度影响。而且这些土壤生物物理特性是相互关联的, 土壤中外加水稻秸秆的矿化率也与土壤生物和物理学性质显著相关。正是由于这一相互作用导致了土壤颗粒有机碳受到干湿交替强度的影响, 表明增加干湿交替强度, 虽然短期内可刺激“Birch”效应, 但从长期来说可通过土壤团聚作用提高土壤碳固定。(马文亭, 滕应, 骆永明 译)

2.2.2-2 Can Cell Wall Network Explain Crop Residue Decomposition and Soil Organic Matter Dynamic? A New Insight Into Residue Quality (细胞壁网络可解释作

物残体分解和土壤有机质的动态变化吗? 残体质量的新视野)

Bertrand Isabelle<sup>1</sup>, Machinet Erwan Gaylord<sup>1</sup>, Barriere Yves<sup>2</sup>, Chabbert Brigitte<sup>1</sup>, Recous Sylvie<sup>1</sup>

(1 INRA UMR 614 FARE, 2 esplanade R.Garros, Reims, F-51100, France; 2 INRA Unite Genetique et Amelioration des Plantes, Lusignan, F-86600, France)

本研究的目的是测定长期调节土壤中碳矿化的植物根系化学特性。在土壤有机碳作用之前, 首先详细分析了 16 个基因型玉米的根化学组成。实验室条件(15°C, -80 kPa)根在土壤中培养了 796 天。不同基因型玉米间根的化学品质存在显著差异, 特别是细胞多糖含量及质量、木质素含量及质量、酚酸酯含量差异最为显著。统计分析了根系来源碳行为与它们化学特性间的相关性关系, 结果表明木质素和连结网络中细胞壁多糖存在着密切的协同作用以及 PCA(禾本科植物细胞壁之间聚合物的主要成分)的酯化作用, 对提高土壤中残体降解的预测有着重要的作用。(马文亭, 滕应, 骆永明 译)

2.2.2-3 Chemical Mechanisms of Soil pH Change by Agricultural Residues (农业残余物调控土壤 pH 变化的化学机制)

Clayton Butterly<sup>1</sup>, Jeff Baldock<sup>2</sup>, Caixian Tang<sup>1</sup>

(1 Department of Agricultural Sciences, La Trobe University, Melbourne 3086, Australia, E-mail: C.Butterly@latrobe.edu.au; C.Tang@latrobe.edu.au; 2 CSIRO Land and Water, PMB 2, Glen Osmond 5064, Australia)

针对土壤有机质在土壤 pH 变化过程中所起的作用进行了相关实验, 并有了新的发现。在野外不同初始 pH 土壤分别种植了油菜、鹰嘴豆、小麦秸秆, 对土壤的 pH 值进行了 18 个月的调查。有如下发现, 首先, pH 的改变与灰碱度有关。然而在初始 pH 低时, 油菜籽残留对 pH 增大的相对贡献减小。其次, 在两个月的时候, 残留碱度已经在土壤剖面上向下移动了, 尤其是鹰嘴豆。通过实验区分了可溶性残留和不可溶性残留的影响作用。发现可溶性部分在头两天中是使碱度增加的源。对于鹰嘴豆而言, 通过可溶性成分引起 pH 的增加比整个残体两天内引起的 pH 增加程度还明显。然而, 由于可溶性成分中氮的硝化作用导致土壤酸化。因此, 为了预测土壤化学性质, 如 pH 的变化, 应加大对不同土壤环境中残留物的化学行为和相互作用的研究。(马文亭, 滕应, 骆永明 译)

2.2.2-4 Decomposition Rates of Plant Residues in Alfisols Under Different Uses (不同利用方式下淋溶土中植物残体的分解速率)

Mónica Avilés<sup>1</sup>, Ángel Faz<sup>2</sup>, Roberto Soto<sup>1</sup>, Ángel López<sup>1</sup>, Eduardo Salcedo<sup>3</sup>

(1 Institute of Science in Agriculture, Autonomous University of Baja California, Mexicali, Baja California, México, E-mail: monikaviles@hotmail.com; 2 Superior Technical School of Agromic Engeenier, Technical University of Cartagena, Cartagena, Murcia, Spain; 3 Agronomy Unity, University of Guadalajara, Guadalajara, Jalisco, México)

本文研究了作物残体生物量和土地利用方式(林地、草地和耕地)对降解的影响。供试土壤为不同利用方式的暗棕壤,将其分别与 10 t 干苜蓿粉和小麦秸秆混合,于实验室内培养,重复 3 次。在培养 20、40、60、80 h 后测土壤 CO<sub>2</sub> 的释放量,并算出土壤中碳的减少量。土壤的残留碳为植物残体增加的碳和 CO<sub>2</sub> 形式释放的碳之间的差值。混合有苜蓿粉的土壤中碳释放量比混合有小麦秸秆的土壤要大。这是由于这两种植物残体的生物化学降解过程的不同导致的。林地土壤的土壤残留碳的损失量要大于草地土壤和耕地土壤。由此得出,不同土地利用方式下植物残体的降解率的大小顺序为:林地土壤>草地土壤>耕地土壤,土壤残留碳则正好与之相反。(马文亭,滕应,骆永明译)

2.2.2-5 Dynamics and Fate of Natural and Waste Organic Material in Soils: The Role of the Soil Organic Matter (SOM) Recalcitrance in SOM Turnover (土壤中天然有机质和废弃物有机质的行为动态变化:土壤有机质稳定性在其周转中的作用)

Fabrizio Adani, Gabriella Papa, Fulvia Tambone

(Gruppo RICICLA – DiProVe – Università degli Studi di Milano - Milano, Italy, E-mail: fabrizio.adani@unimi.it)

以往的实验显示,生物质中的生物大分子的微孔表面积对保护土壤有机质不被生物降解起重要作用。其次,细胞壁上大大小小的孔隙限制了物质的运输,因而抑制了降解过程中的催化作用。结果显示,细胞壁的结构(纳米级)在保护土壤有机质方面起主要的作用。微孔数量及其孔径大小与生物降解有关。另外,通过 CPMAS-13 测定发现化学降解在生物质抵抗降解的过程中不起作用。(马文亭,滕应,骆永明译)

2.2.2-6 Effects of Polyphenolic Rich Biomaterials on Transformation of Nitrogen in Soils (含多酚类生物材料对土壤中氮素转化的影响)

Anwar Ghani, Stewart Ledgard, Moira Dexter, Stuart Lindsey

(AgResearch, Ruakura Research Centre, Private Bag 3213, Hamilton, New Zealand, E-mail: anwar.ghani@agresearch.co.nz)

实验室研究表明,多酚含量丰富的生物材料(PRPBs)能够减缓土壤中已固定氮素的矿化。本研究对 5 种 PRPBs 的氮固定率进行了测定,并与以葡萄糖为标准碳源比较。结果显示,PRPB2 的有效性是最高的,即使在用量为 0.5% 或 1% (以 C 的干重计算)的情况下,PRPB2 使得土壤中固定的氮素达到 340 kg/hm<sup>2</sup>。用同位素<sup>15</sup>N 进行了示踪,发现在 98 天内被 PRPB2 固定的氮素超过了 85%。同时,PRPB2 的加入改变了土壤中脂肪酸的组成。当前正在进行关于这种植物保护土壤有机质的有效性和内在机制的研究。(马文亭,滕应,骆永明译)

2.2.2-7 Microbial Properties and Carbon Dynamics in a Heterogeneous Soil Landscape Under Different Cropping Systems and Fertilizer Regimes (不同种植制度和施肥制度下非均质土壤景观微生物特性和碳动态变化)

Evgeny Susyan, Stephan Wirth

(ZALF, Centre of Agricultural Landscape Research eV, Müncheberg, Germany, E-mail: swirth@zalf.de)

为研究种植制度和施肥方式对土壤微生物特性和碳动态变化的影响,本研究采用传统的田间试验对分别种植 10 年的玉米和黑麦草的田块进行了比较。此外,一个更为复杂的长期定位实验已经开始进行了,该试验田具有类似于典型的冰缘景观特色,采用不同类型的土壤、不同的种植制度和施肥方式进行实验,并首先对土壤生态环境的特点进行了描述。经过 10 年的田间初步试验,不同类型的土壤,其有机质和氮素含量没有发生变化,但在一些土壤中有部分有机质含量是发生变化的。种植黑麦草的土壤,其碳的流失比种植玉米的要大得多。然而,通过细菌的群落组成可以看出,土壤的微生物特性在 10 年后并没有发生显著的变化。种植制度、有机质土壤应用(application to soil)、有机质成分、微生物活动和碳的流失之间的内在联系将通过进一步的实验得到验证。(马文亭,

滕应, 骆永明 译)

### 2.2.2-8 SOM Pools: Fact or Fiction, Functional or Fanciful (土壤有机质库: 是否属实, 是否有作用?)

Neil Huth<sup>1</sup>, Peter Thorburn<sup>2</sup>, Bruce Radford<sup>3</sup>, Craig Thornton<sup>3</sup>

(1 CSIRO Sustainable Ecosystems/APSRU, Toowoomba, QLD, Australia, E-mail: Neil.Huth@csiro.au; 2 CSIRO Sustainable Ecosystems, Brisbane, QLD, Australia; 3 Queensland Department of Environment and Resource Management, Biloela, QLD, Australia)

土壤有机质动态变化的模型非常多, 这些模型都以各种途径推测土壤有机质的组成。但是, 应当变成这些概念相应的参数。同时, 模型运算的过程和结果应当与实际情况产生的结果相一致。现代测定土壤有机质组分的方法在优化这些模型上表现地十分令人满意, 但一种人们熟知的简单的测定方法却被人们所忽视。例如: 在不同农业生产方式下, 由于土壤类型不同、地理位置不同, 土壤有机质的行为往往很好理解, 并且模型预测的结果也比较可信。而且, 建立模型的人并不是很在意数据对于他们建立模型的价值, 仅仅是利用这些数据进行模型的检测。这样的模型通过检测到的总碳以及 C:N 的明显的变化初步推测出土壤有机质中的明显的组分。根据不同的功能由不同的成分所决定, 也可以通过土壤的一些行为功能推测出土壤有机质的组成。对一个长期测定的数据集运用模型进行了简单的推断, 预测出土壤有机质和作物产量的变化已得到证实。(马文亭, 滕应, 骆永明 译)

### 2.2.2-9 The Thermodynamics Stability of Soil Humic and Fulvic Acids (土壤胡敏酸与富里酸的热力学稳定性)

Sen Dou<sup>1</sup>, Yves Tardy<sup>2</sup>, Jinjing Zhang<sup>1</sup>, Kai Li<sup>1,3</sup>

(1 Faculty of Natural Resource and Environment, Jilin Agricultural University, Changchun, Jilin Province, China 130118, E-mail: dousen@tom.com; 2 ENSAT, Montgeard, 31560 Nailloux, Toulouse, France; 3 Department of Art and Science of Jilin Agricultural Science and Technology College, Jilin, Jilin Province, China 132101)

土壤胡敏酸的形成与转化主要是一个土壤生物化学变化过程。如果我们关注胡敏酸这一过程起始和终端状态的能量变化, 那么土壤胡敏酸的形成与转化属

于热力学稳定性研究领域。而且许多因素影响土壤胡敏酸稳定性。然而, 为了计算反应平衡常数 ( $\log K_R$ ) 和标准生成吉布斯自由能 ( $\Delta G_f^\circ$ ), 假定反应温度为 25°C 条件, 仅需考虑毛细管水分活度 ( $[H_2O]$ )、氧分压 ( $pO_2$ ) 和二氧化碳分压 ( $pCO_2$ ) 等 3 个因素。通过运用  $\log K_R$  和  $1/n\Delta G_R$ , 我们可以计算出胡敏酸 (HA) 与 (FA) 的热力学稳定性范围。对于毛细管水分活度 ( $[H_2O]$ ) 和二氧化碳分压 ( $pCO_2$ ) 的稳定性表现为  $FA > HA$ , 而对氧分压 ( $pO_2$ ) 的稳定性则表现为  $HA > FA$ 。在控制培养试验条件下, 较高的含水量、相对低的温度和氧气浓度及高的二氧化碳浓度通常导致富里酸的形成。(马文亭, 滕应, 骆永明 译)

### 2.3.1 土壤-根界面

#### 2.3.1-1 Enzymatic Activities in the Rhizosphere of Different Plants at a Glacier Forefield (冰缘区不同植物根际土壤的酶活性)

Monika Welc, Else Bünemann, Emmanuel Frossard, Jan Jansa

(ETH Zurich, Institute of Plant, Animal and Agroecosystem Sciences, Department of Agricultural and Food Sciences, Group of Plant Nutrition, Eschikon 33, CH-8315 Lindau (ZH), Switzerland, E-mail: monika.welc@ipw.agrl.ethz.ch)

氮和磷的可利用性是初级生态系统演替的重要决定因素。在年轻生态系统如冰缘区获得充足的 P 和 N 的一种植物途径是建立菌根共生体系。菌根真菌已经形成了从土壤中获取营养元素的不同机制, 例如菌丝体生长、分泌有机酸和/或细胞溶解酶。大量此类的酶由一些似欧石南属植物 (ER) 和外生菌根 (ECM) 真菌产生, 从而提供了营养元素有机态的形成途径。反之, 丛枝菌根真菌 (AM) 则具有从土壤溶液中高效泵取可溶性 N 和 P 的功能。为了测定 ER、ECM 和 AM 类型间酶活性的差异, 本研究在瑞士冰缘区不同土壤发育阶段采集了 4 种不同植物种的根际土壤, 采用荧光底物来评价土壤样品中不同酶的活性。研究表明, 在 ECM 和 ER 类型根际土壤中发现有较高的几丁质酶和磷酸酶活性, 然而未发现酸性磷酸酶的明显趋势。同时发现土壤发育阶段是影响本底酶活性水平的一个重要因素。(孙明明, 滕应, 骆永明 译)

### 2.3.1-2 Microscale Distribution and Function of Soil Microorganisms in the Interface Between Rhizosphere and Detritosphere (根际与枯枝落叶层界面中土壤微生物的微域分布和功能)

Petra Marschner<sup>1</sup>, Sven Marhan<sup>2</sup>, Ellen Kandeler<sup>2</sup>

(1 Soils, School of Agriculture, Food and Wine, Faculty of Sciences, University of Adelaide, Adelaide, Australia, E-mail: petra.marschner@adelaide.edu.au; 2 Soil Science and Land Evaluation, University of Hohenheim)

我们设计了一种3室根箱装置,并运用根箱试验研究了根际和枯枝落叶层界面微生物群落结构和酶活性。所有根箱3室中装入长期田间试验土壤,其中2个外部室种上玉米(根室)或者外加来自FACE试验的成熟小麦地上部残余物(残余物室)。土壤、残余物和玉米的<sup>13</sup>C丰度有显著差异(小麦残余物 $\delta^{13}\text{C}$ 丰度为-44.1‰,土壤为-26.5‰,玉米根为-14.1‰),说明残余物和根部C转化为微生物磷脂脂肪酸。研究发现在根际和枯枝落叶层界面上 $\beta$ -葡糖苷酶、木糖苷酶和磷酸酶的活性及细菌和真菌PLFAs丰度高于添加根和残余物分室起初的1~2 mm处,残余物分室附近生物活性普遍较高。PLFAs中 $\delta^{13}\text{C}$ 丰度表明碳的结合利用被局限于残余物或根室最初1 mm处,且在一定程度上微生物结合利用残余物态碳大于根源碳。(孙明明,滕应,骆永明译)

### 2.3.1-3 Soil Fungal Communities Along Land Use Gradients of Three German Biodiversity Exploratories: A Comparison of Classical Cloning and Sequencing Approach with High Throughput Sequencing (三块德国生物多样性保育区不同土地利用梯度下土壤真菌群落:经典克隆和高通量测序手段比较)

Sabina Christ, Tesfaye Wubet, François Buscot

(UFZ-Helmholtz Centre for Environmental Research, Department of Soil Ecology; Theodor-Lieser-Straße 4, D-06120 Halle, Germany, E-mail: sabina.christ@ufz.de)

本研究是在德国科学基金资助的交叉学科合作研究项目“生物多样性保育计划”框架下开展的。由于测序技术发展,几十年来土壤微生物多样性的知识和观点发生了变化。我们借助了几种分子技术(从经典克隆和测序技术到高通量454测序)研究了森林和草地生态系统土壤真菌多样性。本文将介绍和讨论这些结果及技术比较的含义。(孙明明,滕应,骆永明译)

### 2.3.1-4 Soil Without Plants: the Consequences for Microorganisms and Mesofauna (无植物条件下的土壤:对微生物和节肢动物所带来的后果)

Keith WT Goulding<sup>1</sup>, Phil J Murray<sup>1</sup>, Saran P Sohi<sup>1,2</sup>, Lucy M Gilliam<sup>1</sup>, Jennie K Williams<sup>1</sup>, Ian M Clark<sup>1</sup>, Penny R Hirsch<sup>1</sup>

(1 Rothamsted Research, Harpenden, Herts AL5 2JQ, UK, E-mail: keith.goulding@bbsrc.ac.uk; 2 UK Biochar Research Centre (UKBRC), University of Edinburgh, EH9 3JY, UK, E-mail: saran.sohi@ed.ac.uk)

植物为土壤生物群落提供了主要碳源,但较少研究有关植物长期缺乏对其产生的后果。随着植物资源减少生物数量降低是否与其多样性的减少存在相关性目前还不清楚。为了调查这一现象,我们在洛桑试验站的高地草地-可耕种试验中比较分析了土壤有机碳、微生物和节肢动物群落特征。样品采自一块存在多年的草地,其中一部分在60年前已转变为耕地,另一部分则在过去50年定期耕作以保持休耕状态。调查发现,不管碳的特殊组分如何,微生物生物量与土壤有机碳成正相关,但群落的多样性并未受到这些参数的影响。反之,土壤节肢动物的丰富度和多样性却受到近期种植植物的强烈影响。在休耕小区,外源新鲜碳输入量的减少导致了土壤有机碳的降解、微生物和节肢动物数量降低。然而,与耕种土壤和草地土壤相比,该小区的细菌群落物种丰富度和代谢活跃并未显著降低。(孙明明,滕应,骆永明译)

### 2.3.1-5 Unravelling Upbuilding Pedogenesis in Tephra and Loess Sequences in New Zealand Using Tephrochronology (利用火山灰年代学揭开新西兰火山灰和黄土序列的成土作用之谜)

David J. Lowe<sup>1</sup>, Philip J. Tonkin<sup>2</sup>

(1 Department of Earth and Ocean Sciences, University of Waikato, Private Bag 3105, Hamilton 3240, New Zealand, E-mail: d.lowe@waikato.ac.nz; 2 16 Rydal Street, Christchurch 8025, New Zealand, E-mail: horowai@paradise.net.nz)

发育于火山灰或黄土稳定地点的土壤形成过程显著不同发育于岩石的土壤,因为经典的自上到下迁移过程与地质过程共同作用,依靠物质加入到陆地表面通过加积成土作用形成土壤。要了解此类土壤(分别以火山灰土和淋溶土为代表)的发生,通常需要深埋土层和多源发生学并与地层学相结合的方法。在新西

兰, 通过年代地层学追溯日历起源时的火山灰对成土速率的判断提供了有利条件。随着较新的火山灰被放置到年代较久的火山灰上层, 许多火山灰土剖面通过加积成土作用而形成。这一剖面反映了火山灰加入到陆地表面的速率与产生火山灰和土层的自上到下迁移过程之间的相互叠加。自 25 000 年前以来, 在黄土地带中加积成土作用与黄土最大积累速率 (3 ~ 10 mm/世纪) 的相关联。由于陆地表面逐渐上升, 土壤形成过程十分缓慢以致使其继续发生作用。因此, 火山灰土心土层特征仅缓慢发育, 并形成典型 Bw 或 B(x) 土层。反之, 自上到下成土作用与黄土最小或零积累相联系, 陆地表面升高持续进行, 形成心土特征更加明显的典型 Bw 或 B(x) 土层。(孙明明, 滕应, 骆永明译)

### 2.3.2 土壤中基因表达和蛋白组学

#### 2.3.2-1 Development of Soil Metadata Standards for International DNA Sequence Databases (国际 DNA 序列数据库中土壤元数据标准的发展)

James R. Cole<sup>1</sup>, David D. Myrold<sup>2</sup>, Cindy H. Nakatsu<sup>3</sup>, Phillip R. Owens<sup>3</sup>, George Kowalchuk<sup>4</sup>, Christoph Tebbe<sup>5</sup>, James M. Tiedje<sup>1</sup>

(1 Michigan State University, Center for Microbial Ecology, Plant and Soil Science Building, East Lansing, MI, 48824, E-mail: colej@msu.edu; tiedjej@msu.edu; 2 Oregon State University, Department of Crop and Soil Science, 3017 Agriculture and Life Sciences Building, Corvallis, OR 97331-7306, E-mail: david.myrold@oregonstate.edu; 3 Purdue University, Department of Agronomy, 915 West State Street, West Lafayette, IN 47907-2054, E-mail: cnakatsu@purdue.edu; prowens@purdue.edu; 4 Netherlands Institute of Ecology, P.O. Box 40, 6666 ZG Heteren, The Netherlands, E-mail: Kowalchuk@nioo.knaw.nl; 5 vTI - Institut für Biodiversität, Braunschweig-Germany, E-mail: christoph.tebbe@vti.bund.de)

DNA 测序技术得到了很大的发展, 并应用于许多环境微生物群落的研究中, 包括土壤。这一技术的应用吸引了许多领域的研究者来研究土壤微生物生态和基因组。国际大会是所有序列数据保存于公共数据库的一个团体资源。然而, 有关这个数据成为广泛有用的信息时, 如元数据, 它也应该与序列数据放在一起。土壤基因组专业委员会是最近成立的国际合作研究计

划, 有助于开展土壤宏基因组方面的合作研究, 该计划形成了一套理解土壤生物学和解释序列数据的土壤特征。该委员会同时定义了相关的控制性词汇, 这将允许科学家们了解与使用者定义的环境属性相关的序列信息而搜索该数据库。本文总结了该委员会的工作并已呈交于基因组标准团体 (GSC), 以便于与其他环境数据协调使用, 并作为一项 GSC MIMS 标准供全球科研团体使用。(孙明明, 滕应, 骆永明译)

#### 2.3.2-2 Ecology of Viruses in Rice Fields (水稻田的病毒生态研究)

Makoto Kimura<sup>1</sup>, Guanghua Wang<sup>2</sup>, Natsuko Nakayama<sup>3</sup>, Susumu Asakawa<sup>4</sup>

(1 Nagoya University, Furocho, Chikusa, Nagoya, 464-8601 Japan, E-mail: kimuram@agr.nagoya-u.ac.jp; 2 Northeast Institute of Geography and Agroecology, CAS, Harbin, 150081, China, E-mail: guanghuawang@hotmail.com; 3 Nagoya University, Furocho, Chikusa, Nagoya, 464-8601 Japan, E-mail: natsun999@nifty.com; 4 Nagoya University, Furocho, Chikusa, Nagoya, 464-8601 Japan, E-mail: asakawa@agr.nagoya-u.ac.jp)

病毒是海洋和淡水环境中最丰度的生物体。许多研究已经表明病毒作为最重要的基因组保存者, 在水体环境初级生产和微生物食物链中具有重要的生态功能。然而, 土壤环境中病毒生态却鲜有记载。本研究我们估算了水稻田水体中的病毒丰富度, 同时为了评价噬菌体侵染对微生物食物链中细菌宿主的重要性, 测定了噬菌体侵染细菌细胞。为了与水体环境比较, 还测定了水稻田中 T4 噬菌体 g23 序列的多样性和特异性。结果发现病毒同样也是水稻田里最为丰富的生物体, 且噬菌体包括了病毒群落中的大多数。高频率的噬菌体侵染细菌细胞表明由噬菌体裂解产生的细菌死亡率可足够改变微生物食物链和细菌群落。水稻田中多数 T4 噬菌体 g23 序列的死亡率常与海洋起源序列有关。与海洋 g23 基因相比, 水稻田中 g23 基因具有更显著的多样性特征。(孙明明, 滕应, 骆永明译)

#### 2.3.2-3 Functional Proteome Analysis of Wheat: Systematic Classification of Abiotic Stress-responsive proteins (小麦的功能蛋白质组分析: 非生物胁迫响应蛋白质的系统分类)

Abu Hena Mostafa Kamal<sup>1</sup>, Ki-Hyun Kim<sup>1</sup>, Kwang-Hyun Shin<sup>1</sup>, Dong-Hoon Shin<sup>1</sup>, Hyung-Seok Seo<sup>1</sup>, Dae-Seong

Park<sup>1</sup>, Sun-Hee Wool Moon-Soon Lee<sup>2</sup>, Keun-Yook Chung<sup>3,4</sup>

(1 Dept. of Crop Science, Chungbuk National University, Cheong-ju 361-763, Korea; 2 Department of Industrial Plant, Chungbuk National University, Cheong-ju 361-763, Korea; 3 Dept. of Agricultural Chemistry, Chungbuk National University, Cheong-ju 361-763, Korea; 4 Corresponding author, E-mail: kychung@cbnu.ac.kr)

植物细胞的关键功能是为了自我保护抵御环境胁迫。双向凝胶电泳揭示了由于栽培品种的非生物胁迫导致了一些蛋白质的差异表达。运用基质辅助激光解吸电离-飞行时间质谱技术鉴定了凝胶包埋降解后的217个感兴趣的蛋白质点。结果发现10%的非生物胁迫应激蛋白在 cv. Keumgang 中鉴别出, 7% 在 cv. Jinpum 和 cv. China-108 中、12% 在 cv. Yeonnon-78 中, 31% 在 cv. Norin-61 和 33% 在 cv. Kantou-107 中。在已鉴定的575种蛋白质中有345种蛋白质被认为是特异性蛋白质异形体的非生物胁迫响应, 而这些蛋白质中有34%为热诱导、27%为盐诱导、13%为冷诱导、11%由其他环境胁迫诱导。此外, 阐明胁迫耐受性植物体基因表达蛋白质的功能, 不仅提高我们对植物环境胁迫的适应性和耐受性认识, 而且还可为设计作物改良新策略提供重要信息。(孙明明, 滕应, 骆永明 译)

### 2.3.2-4 Gene Expression and Proteomics in Soil (土壤中的基因表达和蛋白质组学研究)

Nannipieri Paolo, Landi Loretta, Giagnoni Laura, Renella Giancarlo

(Department of Plant, Soil and Environmental Sciences, University of Firenze, Italy, E-mail: paolo.nannipieri@unifi.it)

为了评价土壤微生物多样性, 分子技术已被大量应用于土壤来描述DNA特征, 然而很少研究通过mRNA和蛋白质分子的提取和描述来监测基因表达。新的技术能有效地从土壤中提取mRNA, 并进行连续性描述。基于大的基因插入片段(包括操纵子和启动子)克隆的功能宏基因组学可筛查特异功能和新的生物产物。通过分析蛋白作为生物传感器、胞外酶活力、胁迫蛋白和代谢蛋白, 以及分析参与群体感应和基因交换活性、或定义竞争、捕食、共生的蛋白质或肽段, 土壤蛋白组学为研究细胞-环境过程以及同源和非同源细胞间相互作用提供有用的信息。(孙明明, 滕应,

骆永明 译)

### 2.3.2-5 Glucose Effects on Denitrifier Abundance, Denitrification Gene Mrna Levels, and Denitrification Activity in an Anoxic Soil Microcosm (缺氧土壤微域中葡萄糖对反硝化菌丰富度、反硝化基因mRNA水平和反硝化活性的影响)

Sherri L. Henderson<sup>1,2</sup>, Catherine E. Dandie<sup>1,5</sup>, Claudia Goyer<sup>1,6</sup>, Cheryl Patten<sup>6</sup>, Bernie J. Zebarth<sup>1</sup>, David L. Burton<sup>3</sup>, Jack T. Trevors<sup>4</sup>

(1 Potato Research Centre, Agriculture and Agri-Food Canada, Fredericton, NB, Canada E3B 4Z7; 2 Department of Biology, University of New Brunswick, Fredericton, NB, Canada E3B 5A3, E-mail: pattenc@unb.ca; 3 Department of Environmental Sciences, Nova Scotia Agricultural College, Truro, NS, Canada B2N 5E3, E-mail: dburton@nsac.ca; 4 School of Environmental Sciences, University of Guelph, Guelph, ON, Canada N1G 2W1, E-mail: jtrevors@uoguelph.ca; 5 CSIRO Land and Water, Adelaide Laboratory, PMB 2, Glen Osmond, SA 5064, Australia, E-mail: cathy.dandie@csiro.au; 6 Corresponding author, E-mail: claudia.goyer@agr.gc.ca, bernie.zebarth@agr.gc.ca)

有机碳的有效性影响着氧化亚氮(N<sub>2</sub>O)的排放, 但对反硝化细菌群落的影响却并不了解。本试验在缺氧土壤微域尺度, 研究了48 h内无硝酸盐浓度限制条件下添加葡萄糖对反硝化细菌丰富度、反硝化基因mRNA水平和反硝化活性的变化。同时对nosZ和nirSp (Pseudomonas mandelii及其相近菌种)基因和mRNA水平进行了定量分析。研究发现nosZ和nirSp的丰度均未受到葡萄糖的影响, 且在培养期间数量稳定, 其平均值分别为4.3 × 10<sup>8</sup>和8.1 × 10<sup>4</sup>基因数/g干土。而添加葡萄糖使得nirSp mRNA水平提高, 添加葡萄糖4 h后导致nirSp mRNA水平的提高, 转录水平相比于0 h提高了2.5倍, 达到2.4 × 10<sup>4</sup>转录体/g干土; 反之, nosZ mRNA水平并未受到葡萄糖的影响, 其平均为2.3 × 10<sup>6</sup>转录体/g干土。本实验还发现添加葡萄糖提高了N<sub>2</sub>O的累积排放量, 48 h时添加和未添加葡萄糖土壤中N<sub>2</sub>O最终排放量分别为4.9和0.9 mg N<sub>2</sub>O-N/kg干土。本研究中添加葡萄糖导致的N<sub>2</sub>O排放量的增加并没有明显伴随着目标细菌群落的反硝化基因mRNA水平的显著变化。(孙明明, 滕应, 骆永明 译)

### 2.4.1 土壤矿物及其可持续性

#### 2.4.1-1 Abiotic Catalysis of the Maillard Reaction and Polyphenol-maillard Humification (美拉德反应及多酚美拉德腐殖化的非生物催化作用)

Ailsa G. Hardie<sup>1,2</sup>, James J. Dynes<sup>2</sup>, Leonard M. Kozak<sup>2</sup>, Pan Ming Huang<sup>2</sup>

(1 Department of Soil Science, Stellenbosch University, Stellenbosch, South Africa, E-mail: aghardie@sun.ac.za; 2 Department of Soil Science, University of Saskatchewan, Saskatoon, SK, Canada)

美拉德反应和完整的多酚美拉德反应被认为是自然腐殖化的重要途径。但有关无定型铝和无定型铁氧化物参与这些途径的非生物催化作用尚无见报道。因此,本研究旨在比较无定型铝和铁氧化物及锰氧化物参与腐殖化途径的催化作用。试验处理包括在金属氧化物有或无条件下加入 1 mol 的葡萄糖和甘氨酸或加入 1 mol 的儿茶酚、葡萄糖和甘氨酸,并在无菌条件下培养 15 天。腐殖化产物采用 X 射线吸收近边结构光谱进行测定,其中 C、Al 采用 K 边,Fe、Mn 采用 L 边。结果表明,在美拉德和完整的儿茶酚美拉德系统中氧化还原铁锰氧化物在一定程度上比 Al 氧化物提高了腐殖化作用。在腐殖化过程中锰氧化物比其他氧化物固定了更多的 C,同时生成的腐殖质中含有更多的羧酸。腐殖化作用改变了氧化物表面的化学性质,尤其是对锰氧化物。本研究的结果对于理解金属氧化物在非生物腐殖化过程和土壤和沉积物中 C 固定有着重要作用。(马文亭,滕应,骆永明译)

#### 2.4.1-2 Impact of Clay Mineralogy on Stabilisation of Organic Matter in the Clay Fraction of a Neo-Luvisol and a Cambisol (黏土矿物对新近淋溶土和始成土黏粒组分中有机质稳定性的影响)

Laurent Caner<sup>1</sup>, Fabien Hubert<sup>1</sup>, Christophe Moni<sup>2</sup>, Claire Chenu<sup>2</sup>

(1 Université de Poitiers, CNRS/INSU FRE 3114 HYDRASA, 40 avenue du Recteur Pineau, 86022 Poitiers cedex, France, E-mail: laurent.caner@univ-poitiers.fr; fhubert@etu.univ-poitiers.fr; 2 Agro-Paris-Tech - BioEMCo - Batiment EGER - 78850 Thiverval Grignon, France, E-mail: henu@grignon.inra.fr)

本研究重点关注法国巴黎盆地黄土沉积的新近淋溶土以及法国西南部古代铁铝土的始成土,识别和量化这两种表层土样中黏粒矿物组成与其有机质含量的

相关性。两种供试土壤样品表现出不同的矿物学特征。为了更好地表征黏土矿物中黏粒 (<2 μm) 的组成,则进行了进一步的颗粒分级。结果显示,新近淋溶土中 <0.04 μm 的颗粒富含蒙脱石,无论是离散层还是混合层,然而在始成土中高岭土为主要的组成。然而,始成土中 <0.04 μm 颗粒碳含量大于新近淋溶土,而 0.2~2 μm 颗粒中碳含量在淋溶土中较多。这些初步结果支持了一个假设,即始成土中无定型高岭土具有大的比表面积,增大了有机质的吸附,而新近淋溶土中蒙脱石也是如此,并且除了吸附作用以外,微团聚体有机质固定导致了 0.2~2 μm 颗粒中有机碳含量较大。(马文亭,滕应,骆永明译)

#### 2.4.1-3 Minerals and Carbon Stabilization: Towards a New Perspective of Mineralorganic Interactions in Soils (矿物与碳稳定性:对土壤中矿物结合态碳相互作用的一个新观点)

Markus Kleber

(Department of Crop and Soil Science, 3017 Agricultural and Life Science Building, Oregon State University, Corvallis OR 97331, E-mail: markus.kleber@oregonstate.edu)

基于吸附机制的经典模型作为土壤中碳固定的唯一机制受到质疑。近年来,开始关注土壤微域尺度下碳周转动态变化的一种三维功能观点。根据这一观点,土壤是由在微生物细胞、细胞及真菌菌丝周边形成的许多独立的微反应器组成。矿物颗粒被概念式地认为是微生物区系周边形成的微型结构的组成部分。此观点得到矿物表面的实质部分未被有机质所覆盖的大量证据所支持。而且发现矿物在与微生物区系的相互关系中可能起了一定的生态功能。几个试验结果表明,矿物在微生物区系及其群落的功能和结构方面表现出积极的作用。由于土壤每一特定类型矿物的形成和分解过程的差异,表现出矿物在形状、大小、动力学和热力学稳定性、反应表面的丰富度和程度。因此,每种类型矿物它们的表面反应能力以及作为物理障碍或可溶性阳离子的供给者是不稳定的,起到了配位或沉淀剂的作用。(马文亭,滕应,骆永明译)

#### 2.4.1-4 Root-fungus Symbiosis in Agricultural Crops Selectively Makes Soil Clays (农作物根-真菌共生体选择性地产生土壤黏粒)

J. M. Arocena<sup>1,2</sup>, Velde<sup>2</sup>, S. J. Robertson<sup>1</sup>

(1 University of Northern British Columbia, Prince George, BC Canada V2N4Z9; 2 UMR 8538 CNRS Ecole Normale Supérieure, 24 rue Lhomond 75231 Paris France)

除了根系和真菌的相互联合外,菌根可通过土壤黏粒的产生有益于普通生态系统。X射线衍射分析发现,当菌根真菌(Glomus)接种于大麦、蓖麻和苜蓿时,土壤中产生了各种类型贫钾矿物(如蒙脱石),和稍微改变了钾含量丰富的黑云母矿物。而没有接种菌根真菌的植物产生了混合层矿物,即伊利石和无左边的黑云母。在接种土壤样品中贫钾黏土矿物和非蚀变黑云母的存在暗示了选择性钾从部分黑云母中提取出来有利于植物的生长,同时剩余的非蚀变黑云母为进一步的植物提取所用。因此,真菌与根的共生体系通过从黑云母中选择性和有效提取钾离子,比根系单独作用对土壤黏粒产生更有效。(马文亭,滕应,骆永明译)

2.4.1-5 Soil Formation from Ultrabasic Rocks in Bioclimatic Conditions of Mountainous Tundra (The Polar Urals, Russia): Mineralogical Aspects (山地苔原(俄罗斯极地乌拉尔)生物气候条件下超基性岩发育土壤的形成:矿物学方面)

Sofia Lessovaia<sup>1</sup>, Yurii Polekhovskiy<sup>2</sup>, Evgeniy Pogozhev<sup>3</sup>  
(1 Faculty of Geography and Geoecology, St. Petersburg State University, St. Petersburg, Russia, E-mail: lessovaia@yahoo.com; 2 Geology Faculty, St. Petersburg State University, St. Petersburg, Russia, E-mail: ury1947@mail.ru; 3 Faculty of Soil Science, Moscow State University, Moscow, Russia, E-mail: pogozhev@mail.ru)

本文以俄罗斯极地乌拉尔地区为例,研究了山地苔原地区发育于超基性岩的土壤的矿物组成。关键的试验小区点位于 Rai-Iz 山丘的山顶和山坡上,其超基性岩为典型的纯橄岩-方辉橄岩复合体,而山丘则在含有超基性岩基本物质组成的冰碛脊上。所有研究土层的矿物组成是由于:①易风化超基性岩的裂解,是橄榄石、辉石、蛇纹石、滑石以及绿泥石的一种来源;②富含石英和长石的外来搬运物质的影响;③成土新生作用和皂石的分解;④橄榄石、辉石、蛇纹石的微裂缝中铁(氢)氧化物及植物组织碎片。土层黏土矿物组成是由超基性岩,甚至超基性岩和基性岩混合物决定的,当后者占优势时。尽管土壤样品存在一定 pH 值,但苔藓和地衣的酸效应似乎是最不稳定矿物选择

性分解的一个原因。(马文亭,滕应,骆永明译)

## 2.4.2 土壤矿物与污染物

2.4.2-1 Geochemical Approach for Toxic Metal Leaching and Migration from Defunct Mining Site (废弃矿区中有毒金属淋溶和迁移的地球化学方法)

Junko Hara<sup>1</sup>, Yoshishige Kawabe<sup>2</sup>, Takeshi Komai<sup>3</sup>

(1 Institute for Geo-Resources and Environment, National Institute of Advanced Industrial Science and Technology, Tsukuba, Japan, E-mail: j.hara@aist.go.jp; 2 Institute for Geo-Resources and Environment, National Institute of Advanced Industrial Science and Technology, Tsukuba, Japan, E-mail: y-kawabe@aist.go.jp; 3 Institute for Geo-Resources and Environment, National Institute of Advanced Industrial Science and Technology, Tsukuba, Japan, E-mail: takeshi-komai@aist.go.jp)

地质环境中重金属的迁移行为使污染得以扩散,因此找到一种合理的、经济的风险管理方法是必要的。本研究分析了水热蚀变地区岩石和土壤中有毒金属的淋溶行为,并且评价了共存矿物和可溶性元素对有毒元素的淋溶和迁移行为的影响。结果表明,有毒金属的淋溶主要受主岩石中 Fe、Al 和 Ca 浓度的影响,当它们含量高时将抑制有毒金属的淋溶。淋溶和迁移行为也强烈地依赖于胶体物质,尤其是铁氧化物和 Al/Fe-腐殖质复合体。这些胶体阻止了有毒元素的淋溶,同时有毒元素也会吸附在胶体上并向下游运输,特别是 As 的运输在研究区清楚地观察到。(马文亭,滕应,骆永明译)

2.4.2-2 Identification Criteria for Fougerite and Nature of the Interlayered Anion (Fougerite 和层间阴离子性质的鉴定标准)

Guilhem Bourrie<sup>1</sup>, Fabienne Trolard<sup>2</sup>

(1 INRA UR1119, Geochimie des Sols et des Eaux, Aix-en-Provence, France, E-mail: bourrie@aix.inra.fr; 2 INRA UR1119, Geochimie des Sols et des Eaux, Aix-en-Provence, France, E-mail: trolard@aix.inra.fr)

Fougerite 是造成潜育土蓝-绿颜色的原因,当它与大气中氧气接触时其颜色会变成赭色,因而可通过选择性溶解技术、穆斯堡尔光谱、拉曼光谱以及扩展 X 射线吸收精细结构光谱(EXAFS)方法进行简单鉴定。而这些技术不能测定层间阴离子的性质。虽然 XRD 技术可以进行这一测定,但比较困难,由于 Fougerite 的

主要吸收峰与高岭土的主要吸收峰非常接近。一种类似于XRD的方法,它利用DECOMPXR软件进行分析可以使Fougerite的鉴定成为可能,并可完成Fougerite的鉴定标准。另外,层间离子也可以通过它来进行分析。在来源于Fougères的fougerite中,矿物eponyme区OH<sup>-</sup>是最可能出现的阴离子,但是在其他的土壤环境中其他的阴离子可能会出现在层间中。Fougerite的通用名称为三倍亚铁-铁-镁羟基盐,与磷镁铁矿类似。Fougerite所特殊的是没有其他层的双金属氢氧化物(LDH),如Ca-Al(III)或Ni(II)-Al(III)LDH,Fe(II)和Fe(III)相互之间可层间交换电子。尽管通常条件下它是一种纳米级的矿物,但它仍然有序且结晶良好(三方晶系)。(马文亭,滕应,骆永明译)

#### 2.4.2-3 Interaction Between Reductive Transformation of 2-Nitrophenol and Adsorbed Fe(II) Species (2-硝基苯酚和吸附态亚铁的还原转化间的相互作用)

Liang Tao, Fang-Bai Li

(Guangdong Key Laboratory of Agricultural Environment Pollution Integrated Control, Guangdong Institute of Eco-environmental and Soil Sciences, Guangzhou, China, E-mail: tlpippen@yahoo.com.cn, cefbli@soil.gd.cn)

本文运用电化学方法研究了亚铁配合物在异质二氧化硅悬浮液和均质亚铁溶液中对二硝基苯酚的还原转化作用。同时,根据Fe(II)对液相中二硝基苯酚还原转化的高度反应性,研究了二氧化硅表面Fe(II)吸附行为。动力学测试结果表明,二硝基苯酚的还原率很容易受到pH和亚铁浓度的影响。当pH和亚铁盐浓度升高时,矿物表面吸附态亚铁离子密度增大,进而导致了二硝基苯酚还原反应率的增加。而且用循环伏安法来描述界面上三价铁和亚铁之间电子转移过程。通过电化学证据确定了亚铁复合体的氧化势(E<sub>p</sub>)很大程度上受到吸附态亚铁物质种类的影响,而二硝基苯酚还原转化率的提高是与三价铁和亚铁组合的氧化还原势的负变化有关。Lnk与pH、亚铁离子密度及氧化势(E<sub>p</sub>)的线性关系得到量化。(马文亭,滕应,骆永明译)

#### 2.4.2-4 Role of Clay Minerals in Controlling the Fate of Exceptionally Toxic Organic Contaminants in the Environment (黏土矿物在控制环境中异常有毒有害污染物行为中的作用)

Cliff T. Johnston<sup>1,4</sup>, Kiran Rana<sup>1</sup>, Stephen A. Boyd<sup>2</sup>, Brian J. Teppen<sup>2</sup>, Thomas J. Pinnavaia<sup>3</sup>

(1 Purdue University, Crop, Soil & Environmental Sci., West Lafayette, IN USA 47907 USA; 2 Michigan State University, Crop and Soil Science, East Lansing, MI USA; 3 Michigan State University, Department of Chemistry, East Lansing, MI USA; 4 Corresponding author, E-mail: cliffjohnston@purdue.edu)

理解二噁英与土壤和沉积物的化学作用机制对了解其环境行为、迁移和生物有效性至关重要。近年来研究发现,膨胀性黏土矿物对异常有毒非极性化合物表现出较高的亲和力。为了获得更多的认识,本研究通过宏观整合批次吸附实验、光谱分析及计算方法,探讨二噁英和膨胀性黏土矿物的相互作用。另外,也展示了黏土矿物吸附态二噁英的生物有效性的初步数据。二噁英的最大吸附发生在与弱水合的一价阳离子交换的黏土矿物上(如铯)。考虑到黏土矿物的特异性,皂石表现出很强的吸附性,该矿物是一种在四面体片中发生同晶置换的三八面体蒙脱石。其中对阳离子-蒙脱石阳变量进行了探讨,可交换态阳离子性质是最为显著的决定因子,其次是黏土类型。为了研究氯取代对其吸附性的影响,我们比较了二苯并二噁英和一氯二苯并二噁英。对于蒙脱石来说,一氯二苯并二噁英的吸附量比二苯并二噁英大得多。黏土矿物吸附态二苯并二噁英和一氯二苯并二噁英的红外光谱和拉曼光谱揭示了吸附物种的定位信息,而对于皂石吸附态二苯并二噁英,其光谱信息反应了被吸附的二苯并二噁英与层间阳离子的相互作用。尤其是二噁英和含有铯的皂石的拉曼光谱显示出层间物质的分子对称性降低。由于芳香烃受体被活化,氯代二苯并二噁英对脊椎动物表现出异常的毒性。目前正与密歇根州立大学毒理学中心合作,研究黏土矿物吸附态二噁英的生物有效性。(马文婷,滕应,骆永明译)

#### 2.5.1 土壤中胞外蛋白与核酸

##### 2.5.1-1 Characterisation of Organic Phosphorus Compounds in Soil by Phosphatase Hydrolysis (磷酸酯酶水解作用对土壤中有机磷化合物的特性化研究)

Kathrin Eva Annaheim, Emmanuel Frossard, Else Katrin Bunemann

(1 Institute of Plant Sciences, Swiss Federal Institute of Technology Zurich, Eschikon 33, CH-8315 Lindau, Switzerland, E-mail: kathrin.annaheim@ipw.agrl.ethz.

ch)

土壤中存在许多有机态和凝聚态磷。磷酸根可从这些磷化合物中水解出来,对植物和微生物体变得有效。这种化学水解反应主要由几种水解酶催化进行,而这些水解酶可用来研究土壤有机磷的特征和水解能力。作为这一方法的先决条件,我们测试了肌醇六磷酸酶、碱性磷酸酶、酸性磷酸酶和无机焦磷酸酶对于8种磷底物的专一性(单脂、二脂、无机和有机磷酸酐及一种磷酸酯)。结果表明,无机焦磷酸酶对焦磷酸具有专一性催化作用。而其他酶则均可以彻底水解结构简单的单脂和凝聚态磷,差异仅表现在对肌醇六磷酸、DNA和RNA的水解能力上。上述酶均不能水解模式磷酸酯。本文还讨论了有关土壤试验解释的含义。(孙明明,滕应,骆永明译)

#### 2.5.1-2 Effect of Rice Straw Application on Hydrolytic Enzyme Activities in Chinese Paddy Soils (水稻秸秆施用对中国水稻土水解酶活性的影响)

Beke Gredner, Rolf Tippkötter

(Institute of Soils Science, University of Bremen, Germany, E-mail: bgredner@uni-bremen.de)

水稻栽培产生了大量稻草秸秆。虽然焚烧秸秆是非法的,但是在中国仍是一种常见的水稻秸秆处理方法,同时导致了一系列问题。秸秆还田是一种替代方法。本研究采用人工气候箱控制条件下,通过微域试验模仿了不同的水稻秸秆的处理方法。通过监测胞外酶活性水解多糖,来确定水稻秸秆和秸秆灰的分解。结果显示,在吴家和金家坝(中国江苏省)两个研究区域的土壤中,由水稻秸秆分解导致的水解酶活性,纤维素诱导活性和木聚糖诱导活性显示出了明显的差异。(孙明明,滕应,骆永明译)

#### 2.5.1-3 Enzyme Activity and Adaptation in Dry Soil (旱田土壤的酶活性及其适应性研究)

Joshua Schimel<sup>1</sup>, Claudia Boot<sup>1</sup>, Patricia Holden<sup>2</sup>, Dad Roux-Michollet<sup>2</sup>, Sophie Parker<sup>1</sup>, Sean Schaeffer<sup>1</sup>, Kathleen Treseder<sup>3</sup>

(1 Dept. Ecology, Evolution, and Marine Biology. University of California Santa Barbara. Santa Barbara, CA 93106. USA, E-mail: Schimel@lifesci.ucsb.edu; 2 Bren School of Environmental Science and Management. University of California Santa Barbara. Santa Barbara, CA 93106. USA; 3 Dept. Ecology and Evolutionary

Biology. University of California Irvine. Irvine, CA 92697. USA)

目前地球上至少1/3的陆地经历着有规律性的干旱,气候模型表明这种现象将会增加。然而,有关干旱季节期间发生的生物学过程,仅仅从降雨恢复时所发生情况的推论上来研究。人们仍然无法解释一些重要的干旱土壤现象,如“Birch效应”,即土壤吸附对干旱土壤重新湿润的脉冲。一些重要和令人惊奇的过程会在干旱季节期间发生。例如,在加利福尼亚的夏季期间,草地上土壤干旱且植物死亡,但是一些重要微生物类群的生物量和区系大小却增加,即使它们的活性很低。这些变化由微生物的干旱生存生理、干旱土壤中水膜的不连续和有限的基质扩散和生物运动协同产生。本文将讨论目前有关微生物干旱和干湿交替动态变化的了解。(孙明明,滕应,骆永明译)

#### 2.5.1-4 Structural Characterization of Natural Nanomaterials: Potential Use to Increase the Phosphorus Mineralization (天然纳米材料的结构特征:提高磷矿化作用的潜在用途)

Marcela Calabi<sup>1</sup>, Alejandra Jara<sup>2</sup>, James Bendall<sup>3</sup>, Mark Welland<sup>3</sup>, Maria de la Luz Mora<sup>4</sup>

(1 Doctorado en Ciencias de Recursos Naturales, Universidad de La Frontera; 2 Departamento de Ciencias Químicas, Universidad de La Frontera; 3 Nanoscience Centre of The University of Cambridge, England; 4 Scientific and Technological Bioresource Nucleus (BIOREN-UFRO), Universidad de La Frontera. Av. Francisco Salazar 01145, P.O. Box 54-D, Temuco, Chile, E-mail: mcalabi@ufro.cl)

纳米材料如纳米黏土在自然界中广泛存在。纳米材料和其他材料不一样,它可用作固定剂支持并提高了酶的稳定性和催化活性。本研究的目的是:①描述火山灰土(含有和去除有机质)中天然水铝英石黏土和纳米黏土成分的特征;②评价水铝英石和高岭石纳米黏土作为支持固定酸性磷酸酶的能力。本实验采用的火山灰土来自智利南部 Piedras Negras。运用TEM、SEM、EDX、ED和AFM方法对提取出的黏土和纳米黏土进行特征描述。以p-硝基苯磷酸酯(p-NPP)作为底物测定其酶活性。动力学参数(V<sub>max</sub>和K<sub>m</sub>)根据Michaelis-Menten方程式计算得出。显微镜分析表明纳米黏土提取方法得到很高比例介孔的团聚体,非常适合作为酶的固定材料。纳米黏土颗粒表明有机物

质控制了特征行为且难以降解, 暗示了这种纳米颗粒在碳固定中起到了重要作用。最后, 本研究证实当水铝英石和蒙脱石纳米黏土作为支持材料时, 固定化磷酸酶的催化效率 ( $V_{max}/km$ ) 和底物亲和力 ( $1/km$ ) 均得到显著提高。(孙明明, 滕应, 骆永明 译)

### 2.5.1-5 The Mobility and Persistence of the Insecticidal Cry1Aa Toxin, Bt (*Bacillus thuringiensis*) in Soils (杀虫毒素 Bt (*Bacillus thuringiensis*) Cry1Aa 在土壤中的迁移性和持久性)

Nordine Helassa<sup>1</sup>, Sylvie Noinville<sup>2</sup>, Philippe Déjardin<sup>3</sup>, Hervé Quiquampoix<sup>1</sup>, Siobhán Staunton<sup>1</sup>

(1 UMR 1222 Eco&Sols, INRA, place Viala, 34060 Montpellier, France, E-mail: staunton@montpellier.inra.fr; 2 UMR 7075 - LADIR, CNRS, 2 rue Henri Dunant, 94320 Thiais, France; 3 UMR 5635 IEM, CNRS, 2 Place Eugène Bataillon, 34095 Montpellier, France)

含有 Bt 性状基因改良作物在全球得到迅速扩张, 引起人们对非靶向物种可能影响的担忧。在作物生长及其残体分解过程中, 这些植物可释放出杀虫剂蛋白质进入土壤。毒素的行为受到它与土壤相互作用的强烈影响, 尤其是吸附作用改变其生物学性质、移动性和持久性。我们设置了 3 组实验来研究: ①吸附性质; ②吸附蛋白的移动性; ③与时间和微生物活动有关的土壤中毒素消减。本研究得出毒素将强烈固定于土壤中, 以至于几周和几个月内微生物降解并不能决定观察到的毒素减少。(孙明明, 滕应, 骆永明 译)

## 2.5.2 金属和有机物的生物有效性

### 2.5.2-1 Bioavailability of Metals and Organic Contaminants in Soils (土壤中金属和有机污染物的生物有效性)

Steve P. McGrath<sup>1</sup>, Kirk T. Semple<sup>2</sup>

(1 Rothamsted Research, Harpenden, Hertfordshire, AL5 2JQ, UK, E-mail: steve.mcgrath@bbsrc.ac.uk; 2 Lancaster Environment Centre, Lancaster University, Lancaster, LA1 4YQ, UK, E-mail: k.semple@lancaster.ac.uk)

近年来, 随着陆地生物配体模型的发展, 对于不同土壤中有毒金属风险的了解和预测特别是生物有效性方面有了更加深入的了解。所有研究的目的在于评价土壤中金属积累的安全浓度并对生物没有负面效应。对于有机污染物来说, 最近研究重点放在土壤偏

提取领域以及模拟污染物的生物有效性或生物可给性的提取体系研究。这是由于在有机污染地区关注的不是本身毒性, 而是关注已经污染场地的评估和修复。

(马文亭, 滕应, 骆永明 译)

### 2.5.2-2 Changes in Cd Bioavailability in Metal Spiked Soils Amended with Biosolids: Results from a Wheat Seedling Bioassay (添加城市污泥金属污染土壤中镉的生物有效性变化: 小麦幼苗生长生物测试)

Amanda Black<sup>1</sup>, Ronald G. McLaren<sup>2</sup>, Suzie M. Reichman<sup>2</sup>, Tom W. Speir<sup>3</sup>, Leo M. Condon<sup>1</sup>

(1 Department of Soil and Physical Sciences, Faculty of Agriculture and Life Sciences, Lincoln University, PO Box 84, Lincoln 7647 Canterbury, New Zealand, E-mail: amanda.black@lincoln.ac.nz; 2 Centre for Environmental Sciences, Environment Protection Authority Victoria, Ernest Jones Drive, Macleod, Victoria, 3085, Australia; 3 Environmental Science and Research Ltd. (ESR), PO Box 50348, Porirua, New Zealand)

3 种供试土壤采于新西兰的兰特伯雷地区, 在土壤中一次性施用不同浓度的 Cd (1、5、10 mg/kg, 以硫酸镉形式), 并设置添加和不添加城市污泥 (以 N 400 kg/hm<sup>2</sup> 计) 处理。本试验在避光常温 25°C ± 2°C 条件下分别培养 2 周和 24 周。采用小麦幼苗生物测试方法, 评价植物中 Cd 的浓度以及土壤溶液中 Cd 的化学性质。有效性 Cd 的 6 种测定方法也用来确定哪一种测试与植物中 Cd 浓度最为相关。总体来说, 在添加污泥污染土壤中植物生物量平均降低了 30%, 其地上部 Cd 浓度显著低于未添加土壤, 即使土壤中 Cd 含量没有明显变化。结果发现土壤中 Ca(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> 提取态 Cd 与植物中的 Cd 有极显著的相关性, 但在添加城市污泥土壤与未添加土壤没有表现出明显的差异 ( $p = 0.625$ )。因此, 这一结果说明添加城市污泥并没有改变土壤中 Ca(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> 提取态 Cd 的生物有效性。(马文亭, 滕应, 骆永明 译)

### 2.5.2-3 Microbial Extracellular Enzymes and Natural and Synthetic Polymer Degradation in Soil: Current Research and Future Prospects (土壤中微生物胞外酶、天然/人工合成聚合物的降解研究: 最新研究与展望)

Richard G. Burns<sup>1</sup>, Matthew D. Wallenstein<sup>2</sup>

(1 School of Land, Crops and Food Sciences, The University of Queensland, Brisbane, Queensland 4072, Australia, E-mail: r.burns@uq.edu.au; 2 Natural Resource

Ecology Laboratory, Colorado State University, Fort Collins, Colorado 80523-1499, U.S.A, E-mail: mawallen@nrel.colstate.edu)

土壤细菌、真菌与复杂的有机物质共同存在, 这些有机物质为微生物生长提供所需的能源、碳源以及氮源。纤维素和木质素是枯枝落叶层中两种最丰富的生物聚合物。然而, 细菌和真菌不能将这些大分子物质转运到细胞质内。相反它们只能依靠胞外酶活性, 将那些大的聚合物分解成能被细胞壁受体识别的可溶性低分子量化合物, 进而转运至细胞内。土壤中许多有机污染物是聚合的并且是难溶的(如 PAHs、PCBs) 或者有毒性, 被微生物吸收和新陈代谢之前要求胞外酶的催化。本文综述了胞外酶和有待降解的大分子物质的复杂性和多样性, 以及胞外酶一旦离开细胞质后的许多位点和归趋。今后的研究将重点描述克服胞外酶在土壤中破坏或活性抑制所采用的方式, 以及有关底物有效检测和利用的微生物适应策略。(马文亭, 滕应, 骆永明 译)

2.5.2-4 Modelling the Chemical Influences on Bioavailability of Geogenic Arsenic in Soils(土壤中地质来源砷生物有效性化学影响的模拟研究)

Hayley Castlehouse<sup>1,4</sup>, A Mark Osborn<sup>2</sup>, John Cripps<sup>3</sup>

(1 Future Farming Systems Research Division, Department of Primary Industries, 1301 Hazeldean Road, Ellinbank, VIC 3821, Australia; 2 Dept. of Animal and Plant Sciences, University of Sheffield, Sheffield, UK, E-mail: a.m.osborn@shef.ac.uk; 3 Dept. of Civil and Structural Engineering, University of Sheffield, Sheffield, UK, E-mail: j.c.cripps@shef.ac.uk; 4 Corresponding author, E-mail: hayley.castlehouse@dpi.vic.gov.au)

土壤 As 污染目前已成为全球的一个重要环境问题, 了解土壤对 As 归趋的影响是决定其人体风险的重要方面。虽然大多数研究考察了单一土壤物理化学参数对 As 移动性的影响, 但这一结果很难用来推测更加复杂的土壤系统。本研究采用英国北部富含 As 的土壤作为供试土壤, 研究了土壤中化学作用对 As 迁移的影响。结果表明土壤中铁氧化物和氢氧化矿物的存在对 As 的迁移有主要的影响, 其影响的贡献度高达 70%, 同时 30 cm 表层土壤中 As 的生物有效性最高。回归分析结果显示, 磷酸根离子的存在增加了 As 的生物有效性。此外, 钙离子增加土壤表面对 As 的吸附量, 从而降低了 As 的生物有效性。施用磷肥可提高土壤中 As

的迁移性和生物有效性, 因而这一结果对于当前这种土地利用方式具有重要的意义。(马文亭, 滕应, 骆永明 译)

2.5.2-5 Predicting the Relative Bioavailability of Arsenic, Cadmium and Lead Via the Incidental Soil Ingestion Pathway Using in Vitro Techniques(利用体外测试技术预测通过误食土壤摄入途径砷、钙、铅的相对生物有效性)

Albert L. Juhasz<sup>1,2</sup>, Euan Smith<sup>1,2</sup>, John Weber<sup>1,2</sup>, Dorota Gancarz<sup>3</sup>, Matthew Rees<sup>3</sup>, Allan Rofe<sup>3</sup>, Tim Kuchel<sup>3</sup>, Lloyd Sansom<sup>4</sup>, Ravi Naidu<sup>1,2</sup>

(1 Centre for Environmental Risk Assessment and Remediation, University of South Australia, Mawson Lakes Campus, Adelaide, 5095, SA, E-mail: Albert.Juhasz@unisa.edu.au; 2 Cooperative Research Centre for Contamination Assessment and Remediation of the Environment, Mawson Lakes, Adelaide, 5095, SA; 3 Veterinary Services Division, Institute of Medical and Veterinary Science, Gilles Plains, Adelaide, 5086, SA; 4 Sansom Institute, University of South Australia, City East Campus, Adelaide 5001, SA)

本研究比较了土壤污染物的生物可给性和相对生物有效性, 旨在确定一个简单、快速、经济的体外测试方法能否用来预测生物体内污染物的生物有效性, 为人体健康暴露风险评估提供方法。采用了多种体外测试方法(如 SBRC、IVG、PBET 和 DIN) 评价了污染土壤中 As、Ca 和 Pb 的生物有效性。同时, 采用老鼠或猪测试来测定体内生物有效性时, 体内实验主要在胃部(G)、肠道(L)进行。为了确定体外测试预测 As、Ca 和 Pb 的相对生物有效性, 当建立线性回归模型时, 生物有效性和相对生物有效性之间相关性变化依赖于使用的方法学。分别应用 SBRC-G、PBET-I 和 RelSBRC-I 时, 可能准确地预测 As、Ca 和 Pb 的相对生物有效性, 而单独的体外测试方法不适于预测这 3 种污染物的相对生物有效性。(马文亭, 滕应, 骆永明 译)

### 三、土壤利用与管理

#### (一) 概述

3.1.1 土壤评价方法的进一步发展

3.1.2 农业系统和环境影响

3.2.1 高地农业和土壤、水的保护

- 3.2.2 利用测渗计改进水土管理
- 3.3.1 养分资源综合管理
- 3.3.2 分子生物学和最佳作物营养
- 3.4.2 建设工地地表径流管理
- 3.5.1 土壤重金属污染
- 3.5.2 风险评估和基于风险的修复

## (二) 重要论文摘要

### 3.1.1 土壤评价方法的进一步发展

#### 3.1.1-1 Assessing Agricultural Soil Quality on a Global Scale (全球尺度的农业土壤质量评价)

Lothar Mueller<sup>1</sup>, Uwe Schindler<sup>1</sup>, T. Graham Shepherd<sup>2</sup>, Bruce C. Ball<sup>3</sup>, Elena Smolentseva<sup>4</sup>, Chunsheng Hu<sup>5</sup>, Volker Hennings<sup>6</sup>, Peter Schad<sup>7</sup>, Axel Behrendt<sup>1</sup>, Katharina Helming<sup>1</sup>, Frank Eulenstein<sup>1</sup>

(1 Leibniz-Zentrum für Agrarlandschaftsforschung (ZALF) Müncheberg, Eberswalder Straße 84, D-15374 Müncheberg, Germany, E-mail: lmueller@zalf.de; 2 BioAgriNomics Ltd., 6 Parata Street, Palmerston North 4410, New Zealand, E-mail: G.Shepherd@BioAgriNomics.com; 3 Crop and Soil Systems Research Group, SAC, West Mains Road, Edinburgh EH9 3JG, UK, E-mail: Bruce.Ball@sac.ac.uk; 4 Russische Akademie der Wissenschaften, Institut für Bodenkunde und Agrochemie (ISSA), Sovetskaya 18, Novosibirsk 630099, Russia, E-mail: smolentseva@issa.nsc.ru; 5 Center for Agricultural Resources Research Shijiazhuang, China, E-mail: cshu@sjziam.ac.cn; 6 Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR) Geozentrum Hannover, Stilleweg 2, D-30655 Hannover, Germany, E-mail: Volker.Hennings@bgr.de; 7 Wissenschaftszentrum Weihenstephan, TU München, Freising, Germany, E-mail: schad@wzw.tum.de)

土壤资源数量有限以及质量退化是导致 21 世纪食品安全的威胁之一。本文的目的是分析当前运用在不同空间尺度上的农业土壤质量评价方法的潜力与缺陷,其中包括对土壤质量评价方法的描述与跨越欧亚大陆的田间试验结果。我们认为在全球尺度上,土壤水分和热量状况是土壤生产潜力的主要限制因素,但大多数土壤分类系统没有提供足够的土壤功能信息。土壤目测评估法已发展成为识别和评估土壤形态、功能的诊断工具。它在农作管理引起的土壤质量变化的监测、建模等方面展现了一定的运用潜力。这样一种

基于土壤指标的简明全面的土壤功能评估框架基本上就可以阐明谷类作物产量变化的原因。Muencheberg 土壤质量等级体系就是这样一个系统,它包括了土壤热量、土壤水分、农作管理以及农业土壤质量的内在属性。该系统可为世界土壤资源参比基础(WRB)提供功能补充,并对全球农业土壤质量进行分级和控制。(章海波 译)

#### 3.1.1-2 Evaluation and Importance of Soil Functions in Cities Considering Infiltration and Climatic Regulation (城市土壤对地面入渗性能和气候调节的重要性及其评价)

Andreas Lehmann

(Institute of Soil Science and Land Evaluation (310), University of Hohenheim, 70593 Stuttgart, Germany)

自 20 世纪 70 年代引入土壤功能的概念以来,在土地规划中,自然土壤的功能往往被广泛关注,而城市土壤的功能却常被忽视。自然与人工土壤在生物质生产、防洪、地下水补给等方面都是必不可少的,都为人类的都市生活提供了积极的贡献。城市土壤还在大气降尘和碳储存、城市气温和湿度调节等方面具有举足轻重的作用,但这些作用目前还远未被认识和重视。如果能在土地规划中认识到城市土壤的重要性并充分利用它们,那么对于城市的建设与城市环境质量来说将是双赢的结果,并且还可能会节省大量的建设资金。(章海波 译)

#### 3.1.1-3 Land Management Within Capability, a NSW Monitoring, Evaluation and Reporting Project (土地管理性能:新南威尔士州监测、评估、报告项目)

Jonathan Gray, Greg Chapman, Brian Murphy

(NSW Department of Environment, Climate Change and Water, PO Box 3720, Parramatta, NSW 2124, Australia; E-mail: jonathan.gray@environment.nsw.gov.au)

土地管理性能项目实施于 2007—2009 年间,作为监测、评估、报告(MER)项目的一部分,遍及整个新南威尔士州,其目的是要确定当地农村土地管理的性能,如可持续性,并作为与 2015 年及其之后的比较提供一个基线,从而来确定这个州在土地可持续管理方面是否存在上升或下降的趋势。截至 2009 年 5 月,在 13 个州一级的流域管理机构范围内的 124 个土壤监测单元(SMUs)中建立了 850 个代表性监测点。同时,

开发了可定量比较不同土地管理行为对土地性能影响的程序。通过对结果进行分析整理形成《土地管理性能》的报告,该报告可指示各土壤监测单元、流域管理范围甚至整个州存在的单一或复合的土地退化危害。通过分析发现,77%的土壤监测单元存在不可持续性管理,并且至少有一种退化危害;而在整个新南威尔士州,有机碳减少、结构退化和酸化问题是不可持续性管理过程中出现的最普遍危害。(章海波译)

3.1.1-4 Participatory and Demand-driven Land Evaluation: An On-going Experience in Lontras, Santa Catarina, Brazil (参与性与需求驱动的土地评估:来自巴西圣卡塔琳娜州罗特瑞斯的一点体验)

Ivan Luiz Zilli Bacic<sup>1</sup>, Roberta Pereira Martins<sup>2</sup>, Juniele Rodrigues Pivetta<sup>3</sup>, Denilson Dortzbach<sup>4</sup>

(1 Centro de Informações de Recursos Ambientais e de Hidrometeorologia de Santa Catarina (CIRAM), Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (EPAGRI), Florianópolis, SC, Brasil, E-mail: bacic@epagri.sc.gov.br, ivan.zilli@gmail.com; 2 Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) at Centro de Informações de Recursos Ambientais e de Hidrometeorologia de Santa Catarina (CIRAM), Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (EPAGRI), Florianópolis, SC, Brasil, E-mail: robervalda@hotmail.com; 3 Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) at Centro de Informações de Recursos Ambientais e de Hidrometeorologia de Santa Catarina (CIRAM), Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (EPAGRI), Florianópolis, SC, Brasil, E-mail: batateiraju@hotmail.com; 4 Centro de Informações de Recursos Ambientais e de Hidrometeorologia de Santa Catarina (CIRAM), Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (EPAGRI), Florianópolis, SC, Brasil, E-mail: denilson@epagri.sc.gov.br, agrofloripa@yahoo.com.br)

土壤、土地评价的调查和制图结果,对于土地利用和管理规划来说是必不可少的材料,但在很多时候却不能被充分利用,决策者也很少能够拿到。本文的目的在于测试一种参与性土地评估方法,使得信息更加有用,从而最终能被决策者所采用。这项工作在美国圣卡塔琳娜州的3个不同地区的城市进行,分别是

罗特瑞斯(在伊塔雅伊河谷上),卢则那(中西部)及巴拉博尼塔(西部)。此处仅对罗特瑞斯的经验进行说明。这项研究从与农民、当地专业人员及领导的会议、访谈及问卷调查开始。通过调查提出了以下几点主要需求:①黄瓜的不定期及产量低的问题;②对牧场区域扩张及管理改进的需求;③有关于现行环境管理的信息及其对农民们的影响。然后,通过开会介绍并评估需求信息的相关性和质量,并重新评估优先考虑的方面。这个评估方法通常的步骤就是这些,但考虑到农业活动的动态性以及可能出现的其他方面,会出现一些适当变化。(章海波译)

3.1.1-5 Soil Quality Assessment of Oxisols and Ultisols: The Roles of Site-specific Factors (氧化土和老成土的质量评估:不同地点的影响)

Anna M. Makalew<sup>1</sup>, Bambang H. Sunarminto<sup>2</sup>, Woerjono Mangoendidjojo<sup>2</sup>, Didik Indradewa<sup>2</sup>

(1 Faculty of Agriculture, Lambung Mangkurat University, Banjarbaru, Indonesia, E-mail: anmaak@yahoo.com; 2 Faculty of Agriculture, Gadjah Mada University, Yogyakarta, Indonesia)

土壤质量会受到管理措施和土壤内在属性的影响而发生变化。本文以确保农业可持续发展为目的,研究主题包括两方面:①调查不同地点的氧化土和老成土的影响因素;②确定氧化土和老成土的土壤质量指标,从而了解由于管理措施造成的土壤质量的变化。试验选取了印度尼西亚南加里曼丹 Panyipatan Tanah Laut 的多个地区的典型筒育氧化物土 (CLTH)、网纹高岭湿润老成土 (CLPK) 及网纹筒育氧化物土 (CLPH) 进行,种植3种不同的玉米品种 (Local Kima, Sukma Raga 和 Bisi-2)。采集0~15 cm 表层土壤样品,并分析得到17个土壤性质的数据。采用 SAS 6.12 对这些数据进行多元方差分析 (MANOVA) 和主成份分析 (PFA) (SAS Inst. 1996)。结合土壤管理评估框架 (SMAF) 专家系统,逐步地简化多元方差分析和方差分析 (显著性水平  $\alpha \leq 0.05$ ) 的数据,然后利用因子分析来确定可由每个因子 (特征值  $\geq 1$ ) 解释的变量的个数。土壤质量方程中包含的指标:土壤体积质量 (BD),有效水分含量 (AWC),总有机碳 (TOC),土壤 pH 及土壤磷含量。在不同的地点,土壤质量与这些指标存在不同的关系。通过 SMAF 方程计算得到 CLTH、CLPK 和 CLPH 3种土壤类型的土壤质量指数分别是 74.46、69.47 和 54.00。(章海波译)

### 3.1.2 农业系统和环境影响

3.1.2-1 Monitoring Soil Quality in Intensive Dairy-farmed Catchments of New Zealand: Implications for Farm Management and Environmental Quality(新西兰规模化奶牛养殖区土壤质量监测: 农场管理和环境质量影响)

David J Houlbrooke<sup>1</sup>, Ross M Monaghan<sup>1</sup>, John J Drewry<sup>2</sup>, Chris Smith<sup>3</sup>, Alec McGowan<sup>4</sup>

(1 AgResearch, Invermay Agricultural Centre, Private Bag 50034 Mosgiel, New Zealand; 2 Department of Natural Resources, Environment, the Arts and Sport P.O Box 496 Palmerston, Darwin, NT, Australia; 3 AgResearch, Woodlands Research Station, 204 Woodlands-Morton Mains Road, RD1, Invercargill, New Zealand; 4 AgResearch, Ruakura Research Centre, Private Bag 3123 Hamilton, New Zealand, E-mail: david.houlbrooke@agresearch.co.nz)

在 2001、2003、2005 和 2007 年的冬季对新西兰 4 个集中奶牛放牧区主要土壤类型进行了 4 年的土壤物理和化学性质评估。监测选择了 Waikato (Toenepi 溪)、Taranaki (Waiokura 溪)、Canterbury (Waikakahi 溪) 和 Southland (Bog Burn 溪) 这 4 个地区进行。调查结果显示, 土壤质量总体情况较好。Toenepi 地区土壤孔隙度的平均值在监测初期较低, 但现在已恢复良好。除了 Bog Burn 地区外, 其他 3 个地区的土壤大孔隙度从监测开始就一直处于增加状态。所有 4 个监测地区中, 76% 的农场土壤速效磷 (Olsen-P) 含量高于最优浓度, 需要引起重视。尽管从农场调查显示施用的磷肥比例已经下降, 但这些土壤的速效磷浓度仍维持在一定的水平。但是, 土壤测试结果会随着施肥措施的变化而缓慢显现。这些较高浓度的土壤磷一方面是不经济的, 另一方面也会通过流失而增加水体磷污染的风险。(章海波 译)

3.1.2-2 Optimizing Water and Nitrogen Management for Irrigated Maize in Desert Oases in Northwestern China (中国西北部沙漠绿洲地区灌溉玉米种植中水分和氮素的最优管理)

Kelin Hu<sup>1</sup>, Deli Chen<sup>2</sup>, Yongping Wei<sup>2</sup>, Yong Li<sup>2</sup>, Baoguo Li<sup>1</sup>

(1 Department of Soil and Water Sciences, China Agricultural University, Beijing 100193, P.R. China,

E-mail: hukel@cau.edu.cn; 2 Department of Resource Management and Geography, Melbourne School of Land and Environment, University of Melbourne, Victoria 3010, Australia, E-mail: delichen@unimelb.edu.au)

研究土壤剖面中水分和氮的运输过程对于有效灌溉和氮素管理、减少硝酸盐淋溶进入地下水都是非常重要的。本研究以基于过程的水分和氮素管理模型 (WNMM) 为基础, 模拟研究中国西北部沙漠绿洲条件下玉米生长过程中的土壤水分运动及氮传输。该模型已经通过田间实验数据建立并验证。模型的模拟结果显示, 在传统管理实践中, 大约 35% 的输入水总量和 58% 的氮输入总量被淋滤至 1.8 m 的深度以下。通过模拟 1 700 多种不同灌溉和施肥方案的组合, 我们通过分析并最终得到了最佳管理措施 (BMPs), 该措施同时考虑了作物产量、水利用效率、氮肥使用效率和氮淋失。结果表明在特定沙漠绿洲条件下玉米种植的最佳管理措施是每灌溉 8 次水需要一次单一氮肥的施用, 其中, 8 次灌溉总量为 600 mm, 氮肥水平为 N 75 kg/hm<sup>2</sup>。(章海波 译)

3.1.2-3 Soil Carbon Stocks in Southwest Goiás, Brazilian Cerrado: Land Use Impact and Spatial Distribution (巴西塞拉多戈亚斯西南部碳储量: 土地利用影响与空间分布)

Fabiano de Carvalho Balieiro<sup>1</sup>, Rachel Bardy Prado<sup>1</sup>, Heitor Luiz da Costa Coutinho<sup>1</sup>, Vinícius de M. Benites<sup>1</sup>, Elaine C.C. Fidalgo<sup>1</sup>, Carlos Eduardo Gonçalves Ferreira<sup>2</sup>, Silvio Marcos Ferreira Filho<sup>3</sup>, Marconi Betta<sup>3</sup>

(1 Embrapa Solos, Rua Jardim Botânico, 1,024; Jardim Botânico, Rio de Janeiro, RJ, Brazil, E-mail: balieiro@cnps.embrapa.br, rachel@cnps.embrapa.br; 2 Universidade Estadual do Rio de Janeiro, R. São Francisco Xavier, 524 - Maracanã - Rio de Janeiro - RJ, Brazil - Cep 20550-900, E-mail: carlosed.gf@hotmail.com; 3 Universidade de Rio Verde, Fazenda Fontes do Saber - Caixa Postal 104 - CEP: 75.901-970, Rio Verde - Goiás, Brazil)

土壤有机质 (SOM) 保护对于维护环境服务非常重要。特别在热带地区, 土壤有机质对于土壤生产力、土壤结构和生物多样性都是必须的。尽管巴西塞拉多拥有大量耕地和畜牧生产的区域, 但已经有报道显示不同的土地利用方式对碳储量及其动态变化具有显著影响。本研究的目的是要评估当前塞拉多地区主要土

地利用类型对土壤碳储量的影响,以及巴西戈亚斯西南部大部分区域的土壤碳储量空间变异。从农业用地得到的平均土壤碳储量估算结果表明,虽然一些耕地的土壤碳储量要高于当地植被种植下的土壤碳储量,但从植被种植转化为农业用地时,仍然存在土壤碳储量的部分损失。通常,桉树林和牧场区的土壤碳向大气排放潜力较低,因此,在当地植被覆盖下,绝大部分的土壤碳被固定在陆地。由于这些地区只占了区域的1/3,因此,决策者应该直接致力于保护这些区块以及它们的脆弱性。一旦这些地区转化为农业用地后,它们将成为温室气体的排放源。我们还需要建立一个更大的、直观的空间数据库,将不同作物和土壤管理措施下的碳动态变化的相关信息不断补充到这个数据库中,来增加我们对它的了解。(章海波译)

### 3.1.2-4 Subsoil Amelioration with Organic Materials Improves Canola Growth and Wateruse Efficiency (应用有机物料改良底层土壤促进油菜生长及水分利用率)

Gary J Clark, Peter WG Sale, Caixian Tang

(Department of Agricultural Sciences, La Trobe University, Bundoora, Victoria 3086, Australia, E-mail: g.clark@latrobe.edu.au)

将钠质土的底土采用有机物料改良两年后进行油菜种植试验,研究油菜的生长、水分利用以及产量情况。在作物生长3季后,有机物料改良处理要比未改良处理土壤多50%~80%的产量。额外的养分摄入以及40 cm以下土层中水分的利用被认为是产量增加的主要原因。此外,下层土壤结构变化与处理带来的作物生长效果也有关系。(章海波译)

### 3.1.2-5 Water Contamination by Nitrate and Pesticide in a Small Watershed Under Tobacco Cultivation (烟草种植小流域水体中硝酸盐和杀虫剂污染)

Douglas Rodrigo Kaiser, Elena Blume, Danilo Rheinheimer dos Santos, Dalvan José Reinert, José Miguel Reichert

(Center for Rural Sciences, Federal University of Santa Maria, Brazil, E-mail: eblume@smail.ufsm.br)

烟草由于对生产者和吸烟者都存在健康风险,因此通常被认为是一种“肮脏作物”。尽管如此,烟草在很多的国家还是具有十分重要的社会和经济影响。一个地区应该对流域制定相应的保护措施来保护和改良土壤和水体。本文介绍了在烟草种植小流域地表水和

浅层井水中硝酸盐和杀虫剂的污染问题。在所研究的小流域中,我们发现土层浅薄,地形坡度较陡。种植烟草可能会导致水体污染以及土壤生产力和水质的急速下降。导致土壤和水质下降的原因包括:不当的农业管理措施、高剂量肥料和杀虫剂的施用、沿岸缺乏森林防护、高强度利用。要改变小流域目前的状况,从短期来看,需要通过保护土壤、水和野生动物等来改进农业管理措施;但从长远来看,改变作物种植模式,也就是取代烟草种植显得十分必要。(章海波译)

### 3.2.1 高地农业和土壤、水的保护

3.2.1-1 Bioinformatics for the Albertine Rift: A Roadmap and Infrastructure for a Virtual Regional Research Centre for Applied Biodiversity in Rwanda, Africa which Integrates Biological and Geographical Information Including Soils (艾伯特裂谷的生物信息学:以应用生物多样性为中心的非洲卢旺达虚拟区域研究的路线图和基本结构—结合生物学和土壤学在内的地理学信息)

Maxine J Levin

(USDA-Natural Resources Conservation Service, Washington DC, E-mail: maxine.levin@wdc.usda.gov)

2008年,本文作者作为美国农业部自然资源保护中心的土壤科学家在卢旺达基加利参与了美国大使馆科学基金项目。这是由卢旺达政府和美国大使馆主办的,在总统(Paul Kagame 阁下)办公部门 Roman Murenzi 部长领导下负责科学和技术工作。应部长的要求,进行了一个对于设备、资源和数据库的广泛综述,从而给区域生物多样性研究中心规划以支持和帮助。对卢旺达目前基础设施的分析显示需要一个区域数据共享政策和以地理学(土壤、地质学、地形学和土地利用)和生物学(植被和野生生物)为重点的集成数据集。(章海波译)

3.2.1-2 Relationships Between Soil Properties, Erodibility and Hillslope Features in Central Apennines, Southern Italy (意大利南部亚平宁山脉中心土壤性质、侵蚀度和坡面特性之间的关系)

C. Colombo<sup>1</sup>, G. Palumbo<sup>1</sup>, P. P. C. Aucelli<sup>2</sup>, A. De Angelis<sup>3</sup>, C. M. Roskopf<sup>3</sup>

(<sup>1</sup> Dipartimento di Scienze Animali, Vegetali e dell'Ambiente, Università del Molise, Via De Sanctis 86100 Campobasso, Italy, E-mail: colombo@unimol.it; <sup>2</sup>

Università degli Studi di Napoli “Parthenope” – Dipartimento di Scienze per l'ambiente, Centro Direzionale Isola C/4 - 80143 Napoli, Italy; 3 Dipartimento di Scienze e Tecnologie per l'Ambiente e il Territorio, Università del Molise, C.da Fonte Lappone - 86090 Pesche (IS), Italy)

在地中海区域,土壤侵蚀是主要的环境问题之一。在亚平宁山脉中心这个问题尤为重要,高强度的土地利用并伴随着短期高强度的降水使得几种侵蚀过程频繁发生。本研究选择意大利南部包含中央小溪谷(Trigno 河)的莫利塞地区,开展当地土壤性质和地貌地形之间关系的调查研究。在研究区域,进行了表层土壤的系统采样,采用地统计学技术对土壤侵蚀度和表面土壤结构、质地、有机质含量之间的关系进行分析评估。结果显示:表层土壤性质和地貌指标之间具有明显相关性,特别是表层土侵蚀度的差异与坡形及形态动力学特性有关。这种相关性可以更好地对 USLE 方程中土壤侵蚀因子(K)和基于数字地形分析的土壤物理化学特性的空间变化作出分析,从而能更好地预测土壤损失率。(章海波 译)

3.2.1-3 Use of Caesium-137 Technique for the Assessment of Soil Erosion in Two Selected Sites in Uma Oya Catchment in Sri Lanka (运用<sup>137</sup>Cs技术评价土壤侵蚀:以斯里兰卡Uma Oya流域的两个选定点为例)

Champa K Dissanayake<sup>1</sup>, P Mahawatte<sup>2</sup>, K Abeynayake<sup>3</sup>, TSB Weerasekera<sup>4</sup>

(1 Atomic Energy Authority, 60/460, Baseline Road, Orugodawatte, Wellampitiya. Sri Lanka, E-mail: champa@aea.ac.lk; 2 Department of Nuclear Science, University of Colombo. Sri Lanka, E-mail: pm@nuclear.cmb.ac.lk; 3 Department of Plant Sciences, University of Colombo, Sri Lanka; 4 Land Use Division, Department of Irrigation. Sri Lanka, E-mail: weerasek@sltnet.lk)

运用<sup>137</sup>Cs技术分析土壤侵蚀的速率和模式已经成功地用于环境研究领域。<sup>137</sup>Cs是一种大气层中的核试验产物,出现于20世纪50年代。<sup>137</sup>Cs紧密吸附于土壤微粒,因此可以在研究土壤运动过程中用于示踪。本研究选择斯里兰卡Uma Oya流域两种不同的土壤利用类型运用<sup>137</sup>Cs技术开展土壤侵蚀率研究,这两种土壤都没有通常意义上的土壤侵蚀防护设施。研究地点的土壤类型为腐殖质老成土,当地称为红黄灰壤。土壤中的<sup>137</sup>Cs利用35 cm深处的土芯样本进行测定。<sup>137</sup>Cs

平均本底值为753 Bq/m<sup>2</sup>,并随着土壤深度增加呈指数递减趋势。两个研究点的<sup>137</sup>Cs平均值分别为290和491 Bq/m<sup>2</sup>,分别对应于44 t/(hm<sup>2</sup>·a)和24 t/(hm<sup>2</sup>·a)的土壤损失率。这些测定结果还与传统方法得到的侵蚀数据进行了比较。本方法对于在不同区域不同土壤利用的发展项目中确定土壤侵蚀率范围是非常有效的,可以被决策者用于防止土壤退化。(章海波 译)

### 3.2.2 利用测渗计改进水土管理

3.2.2-1 Forest Hydrology Research with Lysimeter in the Northeast German Lowlands Special Methods and Results for the Forest Management (利用测渗计开展德国东北部低地森林水文学研究——森林管理的专用方法及其结果)

Jürgen Müller, Andreas Bolte

(Johann Heinrich von Thünen-Institute, Institute of Forest Ecology and Forest Inventory, Germany, E-mail: juergen.mueller@vti.bund.de)

德国东北部低地的广阔区域降水少,夏天干旱时期显著,为砂质土壤。在这个区域,森林水文学研究的目的是调查不同的森林结构对景观水文学的影响,为提高渗透水的数量和质量从而提高森林生产率提供科学指导。在非坚固的岩石基质,测渗计可用于测定渗漏水 and 蒸发量。在Eberswalde地区使用不同类型的测渗计已经超过100年的历史。1972年,该地区安装了9个新的面积为100 m<sup>2</sup>、深度为5 m的大型测渗装置,并在每个装置上种植了不同树种。为了调查严重干旱对森林更新和树木生长的影响,还建造并启用了一些小规模测渗计和一个田间实验室(Drylab)。本论文报道了在不同树种种植下地下水补给情况,以及在面对气候变化带来的水资源限制日趋严重情况下,小林木对水的消耗量的调查结果。(章海波 译)

3.2.2-2 Impact of Soil Organic Carbon Content on Soil Filtering Capacity Solutes (土壤有机碳含量对土壤过滤溶质能力的影响)

Anna Bürger<sup>4</sup>, Marjorie Piquet<sup>3</sup>, Felix Moreno<sup>2</sup>, Markus Deurer<sup>1</sup>, Brent Clothier<sup>1</sup>, Steve Green<sup>1</sup>, Karen Mason<sup>1</sup>, Ian McIvor<sup>1</sup>, Carlo van den Dijssel<sup>1</sup>, Siva (Sivalingam) Sivakumaran<sup>1</sup>

(1 Sustainable Production: Soil, Water & Environment and Systems Modelling & Biometrics. The New Zealand Institute for Plant & Food Research Limited (Plant &

Food Research), Palmerston North, 4442, New Zealand; 2 Instituto de Recursos Naturales y Agrobiología de Sevilla (IRNAS-CSIC), Sevilla, Spain; 3 ENSAIA (National Engineering School of Agronomy and Food Industries), Nancy, France; 4 University of Hohenheim, 70593 Stuttgart, Germany)

本文旨在研究土壤有机碳对溶质运移的影响。我们采用 Br<sup>-</sup> 离子作为示踪剂来监测土壤中水和溶质的运移。由于硝酸盐与地下水中氮污染问题密切相关, 因此我们深入探讨了土壤中硝酸盐的运移过程。研究调查了两个不同利用类型与不同碳含量的土壤。第一类是苹果园, 第二类是长期持续绵羊放牧场。通常, 土壤性能会随着土壤碳的管理而提升。此研究显示在表面积水的条件下从表面使用的溶质可能出现相反的结果。(章海波译)

3.2.2-3 Lysimeter Soil Retriever (LSR) —A Tool for Investigation on Heterogeneity of the Migration and Structural Changes (测渗计土壤取样器 (LSR): 一种研究非均一性迁移和结构变化的工具)

S. Reth<sup>1</sup>, C. M. Gierig<sup>2</sup>, J.B. Winkler<sup>3</sup>, C.W. Mueller<sup>4</sup>, C. Nitsche<sup>5</sup>, M. Seyfarth<sup>1</sup>

(1 Umwelt-Geräte-Technik GmbH, Müncheberg, (Branch South, Freising), Germany, E-mail: sascha.reth@ugt-online.de; 2 Bavarian Environmental Agency, Wielenbach, Germany; 3 Helmholtz Zentrum München, German Research Center for Environmental Health, Institute of Soil Ecology, Department of Environmental Engineering, Neuherberg, Germany; 4 Lehrstuhl für Bodenkunde, TU München, Freising-Weihenstephan, Germany; 5 BGD Boden-und Grundwasserlabor GmbH, Dresden, Germany)

一般情况下, 测渗计通常被用于长期试验中。在研究过程中, 测渗计大约扮演“黑匣子”的角色。通常, 在实验开始阶段对土壤物质进行鉴定和分析, 但在实验之后仍需要在没有土壤结构干扰下对土壤进行分析, 以获得在土壤剖面中的空间、结构变化信息。测渗计土壤取样器这一新技术 (Reth et al. 2006、2007; Seyfarth and Reth, 2008) 为原状土剖面中渗透水的非均一性迁移研究、土壤结构的非均一性、土壤有机质 (SOM) 和生物量的非均一性变化、不同深度菌根和微生物的非均一性分布提供了一种工具。使用 LSR 的主要目的是从田间测渗计准备完整原状土, 然后立即做切片, 从而保持不同深度的土壤环境状态。不同土

壤层次的有机质分布和组成、pF 值、土壤孔隙度以及 PAH 降解这些参数都能被测定。在此, 我们给出了几个 LSR 应用实例及其优势。(章海波译)

3.2.2-4 Optimizing the Experimental Design of Unsaturated Soil Columns (未饱和土柱的最优化实验设计)

Jeffrey Lewis, Jan Sjöström

(Totalförsvarets forskningsinstitut FOI-CBRN, Umeå, Sweden)

如何构建土柱内含了一些关键的技术问题, 会严重影响实验结果。本文综述了在构建饱和与不饱和土柱方面的最新技术进展。探讨了目前存在的常见问题, 以及最佳解决方案。这篇综述将对土壤领域和其他环境专业领域的科研人员在优化土柱构建和操作、达到预期实验目的提供帮助, 避免因土柱设计方面的严重缺陷而影响整个试验结果的正确性。(章海波译)

3.2.2-5 Store and Release Cover Systems: A Suitable Preventive for Acid Mine Drainage in Semi-arid Monsoonal Queensland? (覆盖式贮存和释放系统: 一种可用于昆士兰半干旱季风区酸性矿山废水污染的预防性措施?)

Anne Schneider, Thomas Baumgartl, David Doley, David Mulligan

(Sustainable Minerals Institute, The University of Queensland, Brisbane, QLD, Australia, E-mail: a.schneider@cmlr.uq.edu.au)

金属矿冶炼过程中, 在一些含硫矿物和尾矿渣废弃物堆存点会有大量的酸性淋滤液排出污染周围环境, 因此需要采取措施进行防治。矸石覆盖系统可避免降水对有害废物的直接冲刷, 从而防止有毒或酸性矿山废水的排放。覆盖式贮存和释放的系统设计为在堆存的废弃物铺有一层无害物质, 可将所有的降水截留, 截留的水分可通过蒸发除去。在昆士兰西北部的半干旱季风区, 我们设计了两种覆盖模式: ①1.5 m 疏松矸石上覆 0.5 m 厚的致密矸石; ②直接覆盖 2.0 m 疏松无危害矸石。覆盖效果由测渗计、土壤湿度计和土壤吸力传感器监测。结果显示: 在具有较高降雨量 (900 mm) 的雨季, 水通过裸露的覆盖层进入下方矸石的渗透量随着降雨量出现了 3% ~ 76% 的变化。(章海波译)

### 3.3.1 养分资源综合管理

#### 3.3.1-1 Brazilian Sedimentary Zeolite Use in Agriculture (巴西沉积沸石在农业上的应用)

Alberto C. de Campos Bernardi<sup>1,5</sup>, Patrícia Peronti Anção Oliviera<sup>1</sup>, Marisa B. de Melo Monte<sup>2</sup>, José Carlos Polidoro<sup>3</sup>, Fernando Souza-Barros<sup>4</sup>

(1 Embrapa Pecuária Sudeste, C.P.339, CEP: 13560-970, São Carlos, SP, Brazil, E-mail: alberto@cnpq.embrapa.br; 2 Centro de Tecnologias Minerárias – CETEM, Rio de Janeiro, RJ, Brazil; 3 Embrapa Solos, Rio de Janeiro, RJ, Brazil; 4 Instituto de Física UFRJ, Rio de Janeiro, RJ, Brazil; 5 CNPQ fellow)

沸石是含碱金属和碱土金属的水合铝硅酸盐矿物晶体，三维刚性构型是由 $\text{AlO}_4$ 和 $\text{SiO}_4$ 四面体组成的，属天然形成。本论文描述了将巴西沸石沉积岩作为一种肥料释放物质和土壤调节剂的特性及应用情况。这些沉积岩主要由辉沸石混杂蒙脱石黏土矿物和石英组成。在建立了一种低成本的石英分离技术基础上，进一步对它们进行浓缩和富集自然沸石：沸石 +  $\text{KNO}_3$ ，沸石 +  $\text{K}_2\text{HPO}_4$ ，沸石 +  $\text{H}_3\text{PO}_4$  + 磷灰石，浓缩沸石。采用Rangpur柠檬根茎对这些物质进行测试，并在同一基质上开展连续种植作物的实验，作物分别是生菜、番茄、水稻和须芒草。实验结果显示了沸石是一种植物的缓释营养来源，其可以增加N、P、K的含量。其他的使用了浓缩沸石和尿素的温室和田间实验显示出氨的挥发损失减少且提高了玉米N的使用效率。浓缩沸石也促进了沙质土壤的水分保持，增加了有效水分含量。(章海波 译)

#### 3.3.1-2 Development of Farmers' Participatory Integrated Nutrient Management Technology Using the Mother-baby Trial Approach (采用“母-子试验”方法发展农民参与的综合养分管理技术)

K. Sammi Reddy<sup>1</sup>, M. Mohanty<sup>1</sup>, D. L. N. Rao<sup>1</sup>, A. Subba Rao<sup>1</sup>, F. Pax C. Blamey<sup>2</sup>, Ram C. Dalal<sup>3</sup>, S. K. Dixit<sup>4</sup>, M. Pandey<sup>1</sup>, Neal W. Menzies<sup>2</sup>

(1 Indian Institute of Soil Science, Nabibagh, Berasia Road, Bhopal-462 038 (M.P.), India, E-mail: ksr@iiss.ernet.in; 2 School of Land, Crop and Food Sciences, University of Queensland, St. Lucia, QLD, Australia; 3 Queensland Department of Environment and Resource Management, Indooroopilly, Brisbane, Australia; 4 BAIF Research Foundation, Arera Colony, Bhopal, India)

“母-子试验”(MBT)方法是一种农民参与性的机制，用于引进和测试适合于非均一性群落的技术方案。本研究中，在一个大豆-小麦系统中，MBT的概念被运用在综合养分管理(INM)技术中。2005年6月和2006年7月，在印度中部Rajgarh和Bhopal地区的农田中对7种方案进行了“母”测试。在2007年8月，农民们在村庄周围进行了100个“子”测试用以证明和测试INM技术。母测试结果表明使用50%推荐的NPKS肥料 + 5 t FYM/hm<sup>2</sup> + 根瘤菌的大豆产量和使用75%推荐的NPKS肥料 + P增溶细菌的INM的小麦产量分别比常规农业措施下的大豆和小麦产量高出了46%和24%。子试验是以母试验的结果为基础的，在子试验中，使用INM技术并施用平衡施肥(BF)及农民作业方式下，大豆产量的变异较大。在低产的处理中，比较明显的是野草和害虫的控制问题。在灌溉3~4次的处理中，小麦对BF和INM有很好的响应。MBT方法证明了大豆-小麦体系具有更高生产力的示范价值，以及INM和BF技术的价值；当然整个完整的农业管理措施中还应该包括在大豆种植过程中进行合理的杂草、害虫控制，在小麦种植过程中进行适合的灌溉。(章海波 译)

#### 3.3.1-3 Evaluation of Phosphorus Forms in an Organophosphate Fertilizer (有机磷肥料中磷的形态分析)

Aline C. Silverol<sup>1</sup>, Leo M. Condrón<sup>2</sup>, M. Cristina<sup>2</sup>, M. de Toledo<sup>1</sup>

(1 Institute of Geoscience, University of São Paulo, São Paulo, Brazil, E-mail: alinesilverol@igc.usp.br; 2 Agriculture and Life Science, PO Box 84, Lincoln University, Lincoln 7647, New Zealand)

磷酸盐岩石是磷肥和化学品生产中磷的唯一廉价来源。然而，世界人口的增长增加了对食品和肥料的需求。但全球磷储量是有限的，因此需要开发化肥的替代品。Humifert方法可通过将低品位磷酸盐与有机肥料反应来使这些低品位的磷酸盐得到更好使用。在Humifert肥料中，可以用一个连续分馏程序来分析磷的形态。结果表明水溶性磷总量最少(<2%总磷)，主要是盐酸提取态磷总量(>64%总磷)。不同提取时间比较的结果显示：无机磷部分，蒸馏水提取、膜提取、 $\text{NaHCO}_3$ 提取和 $\text{NaOH}$ 提取部分与初始样本(提取0 h)相比都有所增加，但 $\text{HCl}$ 提取部分与初始样本相比有所降低。有机磷部分(蒸馏水、 $\text{NaHCO}_3$ 和 $\text{NaOH}$ 提取部分)也显示出较初始样本含量的增加。(章海波

译)

### 3.3.1-4 Fate of Nanoparticulate Zinc Oxide Fertilisers in Soil: Solubility, Diffusion and Solid Phase Speciation (土壤中氧化锌纳米肥料的行为: 溶解、扩散、固相形态)

N. Milani<sup>1,5</sup>, M.J. McLaughlin<sup>1,2</sup>, G.M. Hettiaratchchi<sup>2,3</sup>, D.G. Beak<sup>4</sup>, J.K. Kirby<sup>2</sup>, S. Stacey<sup>1,2</sup>

(1 Soil and Land Systems, School of Earth and Environmental Sciences, The University of Adelaide, Waite Campus, Glen Osmond, SA 5064, Australia; 2 CSIRO Land and Water, PMB 2, Glen Osmond, SA 5064, Australia; 3 Department of Agronomy, Kansas State University, Manhattan, USA; 4 U.S. Environmental Protection Agency, 919 Kerr Research Dr. Ada, OK 74820, USA; 5 Corresponding author, E-mail: narges.milani@adelaide.edu.au)

在碱性石灰土壤中, 缺 Zn 已经成为限制农业产量的主要问题之一。在这些土壤中施用 Zn 肥来补充植物所需养分已成为普遍做法。氧化锌纳米微粒要比大块 ZnO 具有更高的比表面积和反应活性, 可能会影响到 Zn 在土壤中的溶解和分散, 从而改变植物对 Zn 的利用率。我们将纳米氧化锌与块状氧化锌连同磷酸二氢铵 (MAP) 和尿素一起施加到碱性石灰土壤中开展试验, 并采用同步辐射 X 射线荧光光谱和 X 射线吸收光谱研究了 Zn 在土壤中的扩散和固相形态, 观测沙柱中对 ZnO 包裹肥料和 Zn 标准化合物的溶解动力学。结果显示采用 ZnO 纳米颗粒包裹的 MAP 或尿素与块状 ZnO 中 Zn 的溶解性没有明显差异。Zn 的微 X 射线荧光光谱也显示在培育 5 周后, 大部分施用的 Zn 仍然在 (或接近) 肥料颗粒上。纳米 ZnO 颗粒和块状 ZnO 包裹的 MAP 或尿素中所有 ZnO 都转化成磷酸锌铵盐的形态。在 ZnO 包裹的尿素处理中, 由于尿素颗粒周围的高 pH 值导致了 ZnO 纳米颗粒的聚合而抑制了 Zn 的溶解。(章海波 译)

### 3.3.1-5 Integrated Soil Fertility Management: Operational Definition and Consequences for Implementation and Dissemination (土壤肥料综合管理: 可操作定义与宣传实施效果)

B. Vanlauwe<sup>1</sup>, J. Chianu<sup>1</sup>, K.E. Giller<sup>2</sup>, R. Merckx<sup>3</sup>, U. Mkwunye<sup>4</sup>, P. Pypers<sup>1</sup>, K. Shepherd<sup>5</sup>, E. Smaling<sup>6</sup>, P.L. Woomer<sup>7</sup>, N. Sanginga<sup>1</sup>

(1 Tropical Soil Biology and Fertility Institute of the International Centre for Tropical Agriculture, PO 30677, Nairobi, Kenya; 2 Department of Plant Sciences, Wageningen University, P.O. Box 430, 6700 AK Wageningen, The Netherlands; 3 Faculty of Bioscience Engineering, Kasteelpark Arenberg 20, 3001 Leuven, Belgium; 4 Director, Mkwunye Enterprises, International Consultants, 4th Ayiku Lane, Baatsonaa, Accra, Ghana; 5 World Agroforestry Centre (ICRAF), PO 30677, Nairobi, Kenya; 6 International Institute for Geo-information Science and Earth Observation (ITC), P.O. Box 6, 7500 AA Enschede, NL; 7 FORMAT, PO Box 79, The Village Market, Nairobi, Kenya)

撒哈拉以南非洲的传统农业系统主要依赖于矿质土壤营养。“非洲环保革命”组织旨在通过宣传土壤肥料综合管理加强农业生产。本论文中, 我们通过了解非洲农业生产体系的详细资料、内在变异性与营养物质最佳等信息, 提出一种稳健并具可操作性的土壤肥料综合管理定义。我们将土壤肥料综合管理定义为“一系列必需的土壤肥料管理措施, 其中包括肥料使用、有机输入、种质提高以及如何因地制宜地使用这些管理措施的相关知识。其目的在于最大效率地使用营养物质并提高产量, 并遵循合理的农业学原则”。本文通过在非洲萨赫勒热带大草原的例子描述了如何将土壤肥料综合管理引入到农业系统中, 同时实现了在豆科粮食与玉米的轮作的同时, 又达到了微量使用化肥的双重目的。此外, 论文也讨论了对土壤肥料综合管理实践的宣传。(章海波 译)

### 3.3.1-6 P for Two—intercropping as a Means to Better Exploit Soil P Resources Under Low Input Conditions (低投入条件下两种作物间作对土壤磷资源的挖掘)

Elodie Betencourt<sup>1</sup>, Bruno Colomb<sup>2</sup>, Eric Justes<sup>2</sup>, Gérard Souche<sup>1</sup>, Philippe Hinsinger<sup>1</sup>

(1 UMR Eco&Sols (INRA-IRD-SupAgro), Montpellier, France, E-mail: first\_name.surname@supagro.inra.fr; 2 UMR AGIR (INRA-ENSAT), Toulouse, France, E-mail: first\_name.surname@toulouse.inra.fr)

世界粮食的需求在不断增长, 但农业物质 (如肥料) 的投入在降低以维持生态系统的服务功能, 这就要求我们要以农业生态系统的生态强化为目标。增加植物对营养物质的利用效率而减少营养物质的输入, 意味着我们必须在农业生态系统中更好地挖掘并开发

土壤资源。本文聚焦于间作——一种被证实可以通过更好地挖掘土壤资源来有效提高农业生态系统产量的种植方式。我们研究在谷类/豆科农业生态系统中植物获取土壤磷的基本过程，尤其关注根际过程。此方法假设两个间作物种可以利用不同的磷库，豆科植物的根际由于固氮形成的酸化环境对根际磷的有效性改变具有重要作用。因此，我们沿着土壤速效磷梯度在硬粒小麦和豌豆的两个生长阶段取了田间生长作物样品。根际土壤的速效磷含量都有增加，尤其对于豆科植物更是如此。间作方式根际土壤速效磷增加更多。这可能是由于在豆科植物间作时固氮比例增加有助于物种间磷的摄取。(章海波 译)

### 3.3.1-7 Testing the Effect of Redirected Glycerol By-products on the Nutrition Providing Ability of the Soil(回收甘油副产品对土壤养分供给能力的影响)

László Tolner<sup>1</sup>, Imre Czinkota<sup>1</sup>, Gabriella Sándor<sup>2</sup>, Kata Tolner<sup>1</sup>

(1 Szent István University, Faculty of Soil Science and Agricultural Chemistry, Gödöllő, Hungary; 2 Folkloristic Highschool, Fót, Hungary)

在生产生物柴油时会产生大量的废弃物(如甘油)，对这些废弃物的利用尚未有很好的解决办法。本研究包含两个阶段，在第一个阶段中，利用 2 星期的培育试验研究回收甘油副产品对土壤矿物氮含量的影响；在第二个阶段，我们用 2 个月时间研究回收甘油副产品对指示植物黑麦草(Perennial Ryegrass)生长的影响。这两个试验结果表明，随着加入甘油产生的影响，氮肥活性物质被固定。在砂质土中，加入 1% 的甘油使硝酸铵(氮肥活性物质)在 2 天内的固定量增加了 50% 以上，5 天之后 100% 被固定。固定下来的氮不会被浪费掉，这对营养物质、肥料技术和环境保护来说非常的重要。氮的固定也可以从黑麦草的光学观测和观测后的图像分析中确认。(章海波 译)

### 3.3.1-8 The Challenge to Sustainability of Broadacre Grain Cropping Systems on Clay Soils in Northern Australia(澳大利亚北部黏土大面积谷物种植系统可持续性问题的挑战)

Mike Bell<sup>1</sup>, Phil Moody<sup>2</sup>, Kaara Klepper<sup>3</sup>, Dave Lawrence<sup>3</sup>

(1 Primary Industries and Fisheries, Dept. of Employment, Economic Development and Innovation,

Kingaroy QLD, Australia, E-mail: mike.bell@ deedi.qld.gov.au; 2 Environment and Resource Sciences, Department of Environment and Resource Management, Indooroopilly QLD, Australia; 3 Primary Industries and Fisheries, Dept. of Employment, Economic Development and Innovation, Toowoomba QLD, Australia)

澳大利亚东北部大面积谷物种植系统中的主要生长物种(高粱、小麦、大麦、鹰嘴豆)决定了该地区的肥料输入、作物产量和谷物养分含量。这个地区的养分收支(肥料输入营养物质-谷物吸收营养物质)总体上显示了负平衡，表明了当地土壤对肥力保蓄能力的下降。这与在昆士兰地区耕种和非耕种土壤中测得的土壤化学肥料分析结果一致，分析结果显示所有耕种区域 N、P、K 含量都显著降低。由于在这些亚热带环境旱作条件下的耕作产量变异性较大，因此，我们又对肥料输入的经济风险做了相关调查。结果表明在农业体系中频繁种植豆科植物(谷类或草地)可减少对氮肥的需求，但对其他养分物质的需求在不断增加。这种变化可确保农作体系长期可持续发展。(章海波 译)

### 3.3.1-9 Water Solubility of Phosphorus in Animal Manure Compost(动物粪肥中磷的水溶性)

Tepei Koimiyama<sup>1</sup>, Toyoaki Ito<sup>2</sup>, Masahiko Saigusa<sup>3</sup>

(1 Fertilizer Section, ZEN-NOH Agricultural R&D Center, Hiratsuka, Kanagawa, Japan, E-mail: komiyama-tepei@zenoh.or.jp; 2 Field Science Center, Agricultural Division, Tohoku University, Oosaki, Miyagi, Japan, E-mail: toyoaki@bios.ac.jp; 3 Department of Ecological Engineering, Toyohashi University of Technology, Toyohashi, Aichi, Japan, E-mail: saigusa@eco.tut.ac.jp)

动物粪肥中磷的特性对于评估农业用地磷损失风险及植物利用率都非常重要。本研究中，16 种动物粪肥(4 种牛粪堆肥、5 种猪粪堆肥、5 种鸡粪堆肥、2 种烤肉垃圾堆肥)在数小时中被大量水提取(连续水提取)。通过两个动态模型描述了磷和一些阳离子的溶解模式，利用统计学确定了磷的最大溶解量( $P_0$ )。 $P_0$  值与通过改进的 Hadley 方法用水溶态磷和  $\text{NaHCO}_3$  提取态磷含量总和一致，说明  $\text{NaHCO}_3$  提取的磷是可溶于水的且能被作物利用的。 $P_0$  值与  $\text{Mg}_0$  正相关 ( $r = 0.854$ ,  $p < 0.001$ )，与水溶性 Ca 含量负相关 ( $r = -0.492$ ,  $p < 0.05$ )。结果表明动物粪肥中不稳定的 P 含量受到 Mg 和 Ca 含量的控制。(章海波 译)

### 3.3.2 分子生态学和最佳作物营养物质

#### 3.3.2-1 Can Aluminium Resistance and Nitrogen Utilization of Rice be Enhanced Simultaneously in Acidic Soils? (酸性土壤中水稻氮素利用率提高能否提高铝的耐性?)

Xue Qiang Zhao, Ren Fang Shen

(State Key Laboratory of Soil and Sustainable Agriculture, Institute of Soil Science, Chinese Academy of Sciences, Nanjing 210008, China, E-mail: rfshen@issas.ac.cn)

酸性土壤中有很多因素限制植物生长。在酸性土壤中,由于低pH和缺乏硝化作用,铝毒和氨态氮经常共存,因此,揭示铝和氨态氮交互作用机制有助于提高农业产量和维持酸性土壤的生态稳定性。本文研究了氨态氮和硝酸盐对于作物抗铝及铝对氨态氮吸收的影响,同时还研究了作物抗铝与氮利用之间的关系。结果表明与硝酸盐相比,氨态氮增强了水稻对铝的抗性,铝并不抑制耐铝水稻品种对氨态氮的吸收,但对铝敏感水稻品种的氨态氮吸收有抑制作用;在铝的胁迫下耐铝水稻品种比铝敏感水稻品种表现出更高的氨态氮吸收率。水稻的抗铝性与氨态氮的利用呈正相关,与硝酸盐的利用呈负相关。基于这些研究结果,通过培育吸收氨态氮且耐铝的水稻品种,或者施用合适的氮肥类型,可以在酸性土壤中同时增加铝的抵抗和氮的吸收。(章海波译)

#### 3.3.2-2 Development and Essential Oil Yield and Composition of Mint Chemotypes Under Nitrogen Fertilization and Radiation Levels (氮肥和辐射水平下精油产量发展及薄荷化学品系的组成)

Luciana W.P. Castro<sup>1</sup>, Cicero Deschamps<sup>1,3</sup>, Luiz A. Biasi<sup>1</sup>, Agnes P. Scheer<sup>2</sup>, Claudine Bona<sup>1</sup>

(1 Department of Agronomy, Federal University of Parana State, Rua dos Funcionarios 1540, Curitiba, PR80035-050, Brazil, E-mail: luciana.wpc@terra.com.br, cicero@ufpr.br, biasi@ufpr.br, debona@iapar.br; 2 Department of Chemical Engineering, Federal University of Parana State, Rua Francisco Hoffmann dos Santos, Curitiba, PR81531-990, Brazil, E-mail: ascheer@ufpr.br; 3 Corresponding author, E-mail: cicero@ufpr.br)

氮肥和辐射水平影响香料植物的精油产量。本研究的目的在于在不同辐射水平(100%, 46%, 23%)

和施用/不施用氮肥的条件下评估香料植物开发、精油产量、芳樟醇化学品系和薄荷醇化学品系的组成。精油样品取自经3h水蒸馏的叶片,然后通过GC/MS进行分析。经过最低水平辐射,减少的叶面积、茎数、干物质积累总量都在遗传物质中被发现。尽管减少辐射水平减少了精油产量及主要成分(薄荷醇、薄荷酮、芳樟醇和乙酸芳香醇)的比例,但没有发现精油产量和植物发展之间的联系。氮肥对于薄荷化学品系有不同的影响,对于辣薄荷(芳樟醇化学品系)存在唯一的在全辐射条件下氮肥可以导致较高的干物质总量的遗传物质。(章海波译)

#### 3.3.2-3 Effect of Different Genotypes of Flue-cured Tobaccos and Different Culture Methods on K Nutrition in Rhizospheric and Non-rhizospheric Soils (不同基因型烤烟和栽培方式对根际和非根际土壤中钾元素的影响)

Tiezhao Yang<sup>1</sup>, Juan Lin<sup>1</sup>, Zhixiao Yang<sup>1</sup>, Zhengguang Zhai<sup>1</sup>, Xia Wang<sup>1</sup>, Yunji Zhu<sup>2</sup>

(1 Faculty of Agriculture, Henan Agricultural University, Zhengzhou, Henan, China, E-mail: yangtiezhao@126.com; 2 Department of Resource and Environment, Henan Agricultural University, Zhengzhou, Henan, China, E-mail: hnndzyj@126.com)

本研究利用土壤和砂培下种植3种不同基因型烤烟(Nongda 202、K326和NC89),探讨在根际和非根际土壤中阳离子交换量(CEC)对速效钾与非交换性钾含量变化的影响,包括根系分泌物和根际微生物种群对土壤钾含量的激化作用。研究结果显示在根际和非根际土壤中速效钾含量随基因型差异而变化,即:Nongda202>K326>NC89。根系分泌物激活土壤中的钾含量,不同基因型烟草激活的土壤钾含量差异达显著水平,其中,Nongda202型烟草激活的土壤钾含量最高。对于3种基因型烟草,根际土壤中真菌种群多于非根际土壤。Nongda202型烟草种植处理的根际土壤中真菌种群明显高于种植K326型和NC89型烟草处理,后两种之间的差异并不显著。根际细菌种群差异明显,但放射菌类却不显著。种植Nongda 202型烟草处理的阳离子交换量(CEC)要高于K326型和NC89型处理,而后两者差异显著。因此,当培育富集钾的烟草品种时,应当充分考虑根系的生理特性。(章海波译)

3.3.2-4 Optimisation of Nutrient Transport Processes by Plants -boron Transport as an Example (植物养分传输过程的优化: 以硼元素的传输为例)

Toru Fujiwara<sup>1</sup>, Mayuki Tanaka<sup>1</sup>, Kyoko Miwa<sup>2</sup>

(1 Biotechnology Research Center, The University of Tokyo, Tokyo, Japan, E-mail: atorufu@mail.ecc.u3tokyo.ac.jp, tanakamayuki@yahoo.co.jp; 2 CRIS, Hokkaido University, Sapporo, Japan, E-mail: miwakyoko@cris.hokudai.ac.jp)

硼是植物必需的微量营养元素, 但高浓度下具有毒性。在很多国家, 硼缺乏和毒性都危害着农业产量。克服这些难题的策略之一就是提高作物硼的运输/利用性能。因此, 在分子水平上理解硼运输机制就显得尤为重要。植物中硼的运输机制直到前几年才有了些了解。我们鉴别了 BOR1 为硼的第一运输体, 其对于木质部高效硼输送是必需的。拟南芥和水稻分别有 7 种和 4 种 BOR1 或 BOR1 相似基因, 都可能用于编码外排运输体, 其在细胞中具有不同的生理学功能和定位。同时我们还鉴别了 NIP5:1, 其在硼缺乏的条件下也会上调表达, 但机能不同。BOR1 在缺硼条件下在质膜内积累, 当硼供应充足时通过内吞作用分解。NIP5:1 在缺硼条件下转录上调表达。目前, 我们已经成功地产生了可以耐低硼或耐高硼的转基因植物。就水稻而言, OsBOR1 对于高效硼吸收与低硼条件下生长都是必需的。(章海波 译)

### 3.4.2 建设工地地表径流管理

3.4.2-1 Adsorption Properties of Modified Natural Materials for the Removal of Perfluorochemicals in AFFF Wastewater (天然改性材料在去除 AFFF 废水中全氟化合物的吸附特性)

Venkata Kambala<sup>1,2</sup>, Fang Han<sup>1,2</sup>, Thangavadeivel Kandasamy<sup>1,2</sup>, Ravi Naidu<sup>1,2</sup>

(1 Centre for Environmental Risk Assessment and Remediation (CERAR), University of South Australia, Mawson Lakes, SA, Australia; 2 Cooperative Research Centre for Contamination Assessment and Remediation of the Environment (CRC CARE), Mawson Lakes, SA, Australia, E-mail: venkat.kambala@unisa.edu.au)

全氟辛烷磺酸基化合物 (PFOS) 对水体和土壤环境的污染是一个全球关注的问题。通过一个新颖的两步改良方法对天然材料进行改性制备, 并命名为 MatCARE<sup>TM</sup> (专利申请中)。MatCARE<sup>TM</sup> 的吸收行为

可通过一批 Ansulite 技术等级实验和 AFFF 废水来研究 (新的水成膜泡沫产品)。结果显示 MatCARE<sup>TM</sup> 对含氟表面活性剂 (PFOS 和全氟辛酸) 具有很好的选择性, 且对 AFFF 废水中其他有机物和离子没有影响。(章海波 译)

3.4.2-2 Improvement of Physical and Chemical Properties of Hungarian Sandy Soils by Adding Organic and Inorganic Amendments (有机和无机改良剂对改进匈牙利砂土物理与化学特性的研究)

Tamas Andras Szegi<sup>1,4</sup>, Zsuzsanna Czibulya<sup>2</sup>, Marianna Makadi<sup>3</sup>, Anita Gal<sup>1</sup>, Etelka Tombacz<sup>2</sup>

(1 Department of Soil Science and Agricultural Chemistry, Szent Istvan University, Godollo, Hungary; 2 Department of Colloid Chemistry, University of Szeged, Szeged, Hungary; 3 Experimental Station, University of Debrecen, Nyíregyháza, Hungary; 4 Corresponding author, E-mail: szegi.tamas@mkk.szie.hu)

本论文的主要目的在于研究和对比 Nyírség 砂土中不同数量的单一或组合的无机 (皂土、蒙脱石、CaCO<sub>3</sub>) 和有机 (液体肥料、污水污泥) 改良剂处理对土壤物理与化学性质影响。研究使用室内试验与田间试验相结合。室内试验样品包括: 用增加的蒙脱石和皂土处理过的砂土、液体肥料、甜菜钾肥和上述材料的组合堆肥; 田间试验采用污水污泥堆肥处理。流变学方法被用于监测土壤样本物理属性变化。(章海波 译)

3.4.2-3 Modeling Runoff and Erosion from Construction Sites in 2-D with RUSLE2 (利用 RUSLE2 二维模型模拟建筑工地的径流与侵蚀)

Seth M. Dabney<sup>1</sup>, Dalmo A. Vieira<sup>1</sup>, Daniel C. Yoder<sup>2</sup>, David T. Lightle<sup>3</sup>

(1 USDA-ARS National Sedimentation Laboratory, Oxford, MS, USA, E-mail: seth.dabney@ars.usda.gov, dalmo.vieira@ars.usda.gov; 2 University of Tennessee, Knoxville, TN, USA, E-mail: dyoder@utk.edu; 3 USDA-NRCS, National Soil Survey Center, Lincoln, NE, USA, E-mail: dave.lightle@lin.usda.gov)

新技术的发展可以使 RUSLE2 用于评估月平均径流量、年径流发生次数以及描述不同地理位置、土壤、管理组合的径流深度的统计学分布参数等。完全采用目前 RUSLE2 输入信息, 可确定径流具体重现期, 估算代表性连续径流时间段中侵蚀量。此外, 通过改进

了的RUSLE2代码,可高效计算网格表和高分辨率评估数据中推导的带状沟蚀。可以通过径流进入和离开小单元的比例确定局部斜坡长度,反映土壤和土地使用中的上坡变化。为创建计算效率,将表面粗糙度、上覆残渣及土壤生物量特性重新使用到每个土壤和管理组合中。这些发展克服了必须将建筑工地描述成一系列以空间内的代表性剖面的限制,使RUSLE2侵蚀和沉积计算与GIS环境相结合,并利用目前数据库的优势,进行建筑工地“之前”和“之后”分析,Yoder et al. (2007)报道的结果显示了运用该方法的可能性。(章海波译)

3.4.2-4 The Chemical Link of Forest and Sea by River: Materials Supply from Land-used Soil and Transport by River with Reference to Fulvic-Fe Complex (通过河流建立的森林与海洋的化学联系:不同利用方式土壤中富里酸-铁络合物的供给及河流传输)

Rika Fujiyama<sup>1</sup>, Hiroshi Takeda<sup>2</sup>, Yuuki Yazawa<sup>1</sup>

(1 Department of Life and Environmental Sciences, Chiba Institute of Technology, Tsudanuma, Chiba, Japan, E-mail: s0973031@it-chiba.ac.jp; 2 Department of Earth and Planetary Science, University of Tokyo, Hongo, Tokyo, Japan)

为了确定富里酸-铁络合物从森林向海洋的运输,本研究沿着日本千叶市88 km的Obitsu河采集了13个点的水样。水溶性有机碳和铁之间关系的重要性已被许多报道证实,因此对采集的水及周围土壤样品分析了水溶性的有机碳、富里酸与溶解性Fe的含量。除了分析水中每一种主要元素之外,还用荧光分光光度计分析了富里酸在水溶性有机碳中的特性。随着森林面积从中游地区和下游地区增加,净产量呈下降趋势。富里酸的荧光光谱特征点在440 nm处,伴有335 nm处的激发,且它的强度与水溶性有机碳含量成正比。下游地区土壤水溶性有机碳含量逐渐降低,但溶解铁含量保持不变。这些趋势表明了上游地区和森林中的土壤产生的大量富里酸-铁络合物对下游地区生态系统具有重大影响。(章海波译)

### 3.5.1 土壤重金属污染

3.5.1-1 Characteristics of Soil Heavy Metal Contents in the Agricultural Areas Near Closed Mine in Korea (韩国矿区周边农田土壤重金属含量特征)

Byong-Gu Ko<sup>1</sup>, Seong-Jin Park<sup>1</sup>, Gu-Bok Jung<sup>2</sup>, Min-

Kyeong Kim<sup>1</sup>, Gun-Yeob Kim<sup>1</sup>, Suk-Young Hong<sup>1</sup>, Deog-Bae Lee<sup>1</sup>

(1 National Academy of Agricultural Science (NAAS), RDA, Suwon 441-707, Rep. of Korea, E-mail: bgko@korea.kr, archha98@korea.kr, kimmk72@korea.kr, gykim@rda.go.kr, syhong67@korea.kr, leedb419@korea.kr; 2 Extension Service Bureau, RDA, Suwon 441-707, Rep. of Korea, E-mail: gbjung@korea.kr)

农田土壤中重金属污染问题日益引起人们的关注。本研究定期监测了韩国一些已经关闭了的矿区周边农田土壤重金属污染现状及长期演变趋势。我们分别在2000年、2004年和2008年在全国范围的58个矿区周边稻田中采集了600个土壤样品。分析了Cd、Cu、Pb、As、Zn、Ni在内的6种重金属元素,对分析得到的数据进行相关分析等统计。土壤样品中Cd、Cu、Pb平均含量分别为0.4、13.3和14.0 mg/kg。这表明矿区周边稻田土壤重金属含量要高于普通稻田。对2000年采集样品的分析结果显示:在600个样品中有120个采样点超过了韩国环境部土壤环境保护法案规定的参考阈值(threshold level),而有57个采样点超过了修正行动值(corrective action level)。土壤Cd、Cu、Pb、As含量监测的3个时间段内呈现降低趋势。Zn和Cd之间的相关系数最高( $R^2=0.79^{**}$ ),统计分析显示用土壤Cd含量预测土壤Zn含量回归模型的 $R^2$ 值可达0.69\*\*。(章海波译)

3.5.1-2 Chemical Remediation of Cadmiumcontaminated Paddy Soils by Washing with Ferric Chloride: Cd Extraction Mechanism and On-site Verification (氯化铁化学淋洗修复隔污染水稻土: Cd提取机制及原位验证)

Tomoyuki Makino<sup>1</sup>, Takashi Kamiya<sup>2</sup>, Naoki Sekiya<sup>3</sup>, Yuji Maejima<sup>1</sup>, Ikuko Akahane<sup>1</sup>, Hiroyuki Takano<sup>2</sup>

(1 Soil Environment Division, National Institute for Agro-Environmental Sciences, Tsukuba, Japan, E-mail: t\_makino@affrc.go.jp; 2 Research & Development Center, Taiheiyo Cement Corp., Sakura, Chiba, Japan, E-mail: Takashi\_Kamiya@taiheiyo2cement.co.jp; 3 Nagano Agricultural Research Center, Suzaka, Nagano, Japan, E-mail: n.sekiya@alps.pref.nagano.jp)

世界卫生组织食品法规委员会已对精米和其他相关作物设置了Cd的最大允许含量,以此来要求我们减轻稻米类谷物的Cd污染。我们采用了3种水稻土来对

筛选不同的化学物质对 Cd 的提取效率,并最终选择氯化铁作为原位土壤淋洗的最佳化学物质。氯化铁的提取能力与各种 Fe、Mn 和 Zn 盐提取能力的对比显示的基本提取机理是释放质子同时形成氢氧化物(水解作用)。这表明氯化铁的质子释放受氢氧化物形成的化学平衡控制,且对土壤属性和环境的影响最小,这点不同于盐酸。采用氯化铁淋洗土壤会导致 Cd-氯化物的形成,增强了对土壤中 Cd 的提取。同时,我们还开发了一种利用氯化铁对水稻土氯化铁污染原位 3 步淋洗的方法。方法由以下 3 个步骤组成:①使用氯化铁溶液对田间土壤进行化学方法淋洗;②处理后的土壤继续用水淋洗,以去除剩余的 Cd 和氯化铁;③利用一个手提式污水处理系统对产生的污水进行原位处理。处理后的水中的 Cd 含量小于日本环境质量标准(0.01 mg/L)。原位土壤淋洗确保了氯化铁在降低土壤及稻米中 Cd 污染作用,同时对稻米产量没有负面影响。(章海波译)

### 3.5.1-3 Effect of Phosphate-induced Immobilization of Lead on Its Mobility and Bioavailability (磷酸盐作用下的铅固定对铅移动性和生物有效性的影响)

Jinhee Park<sup>1,2</sup>, Nanthi Bolan<sup>1,2</sup>, Megharaj Mallavarapu<sup>1,2</sup>, Ravi Naidu<sup>1,2</sup>

(1 Centre for Environmental Risk Assessment and Remediation, University of South Australia, Mawson Lakes, SA, Australia, E-mail: parjy014@students.unisa.edu.au; 2 Cooperative Research Centre for Contamination Assessment and Remediation of the Environment, Adelaide, SA, Australia)

磷酸盐增溶细菌可以促进难溶态磷的溶解,因此,在其存在条件下 Pb 可被难溶态磷酸盐化合物固定。本研究采用淋滤试验和植物生长试验探讨了磷作用的 Pb 固定对 Pb 的移动性和生物有效性影响。结果显示:磷酸盐增溶细菌促进了磷矿物的溶解,并可在不引起土壤中任何显著的磷淋滤条件下将 Pb 固定下来,使进入孔隙水中的 Pb 减少;另一方面,磷矿物和可溶磷的修复作用也显著减少了向日葵对 Pb 的富集。(章海波译)

### 3.5.1-4 Effects of Compost Application on Remediation and the Growth of Maize Planted on Lead Contaminated Soil (堆肥对铅污染土壤的修复及玉米生长的影响)

S. A. Adejumo<sup>1</sup>, A. O. Togun<sup>1</sup>, J. A. Adediran<sup>2</sup>, M. B. Ogundiran<sup>3</sup>

(1 Department of Crop Protection and Environmental Biology, University of Ibadan, Ibadan, Nigeria, E-mail: nikade\_05@yahoo.com; 2 Institute of Agricultural Research and training, Moor Plantation, Ibadan, Nigeria; 3 Department of Chemistry, University of Ibadan, Ibadan, Nigeria)

我们在 2008 年和 2009 年开展了田间试验研究墨西哥向日葵(SW)堆肥和木薯废料(CW)堆肥与无机肥料施用对 Pb 污染土壤中玉米生长的影响。两种堆肥处理的施肥量分别设置为 0, 20 和 40 t/hm<sup>2</sup>, 其中施肥量为 0 t/hm<sup>2</sup>和无机化肥的处理为对照。试验中使用了完全随机区组设计,每个处理设置 4 个重复。研究结果表明施用堆肥处理显著增加了玉米的生长和产量参数,其效果显著优于无机肥料(p<0.05)。墨西哥向日葵堆肥的高剂量(40 t/hm<sup>2</sup>)处理中的植物高度、干物质生物量、叶面积和谷物产量都达到最高值。更重要的是,试验显示所有堆肥处理后的土壤 Pb 最终含量下降 50%~70%。另一方面,堆肥的施用处理后玉米植株中 Pb 的含量显著(p<0.05)高于对照和无机肥料处理,并且根部的含量高于植株其他部分。因此,我们建议可用本方法来修复 Pb 污染场地。(章海波译)

### 3.5.1-5 EXAFS Analysis of Pb Speciation in Bullet-contaminated Range Soils(子弹污染土壤中铅的 EXAFS 形态分析)

Jeffrey Lewis<sup>1,2</sup>, Jan Sjöström<sup>1</sup>, Ulf Skyllberg<sup>2</sup>, Lars Hägglund<sup>1</sup>

(1 Totalförsvarets forskningsinstitut FOI3CBRN, Umeå, Sweden; 2 Sveriges Lantbruksuniversitet (SLU) Skogsekologi, Umeå, Sweden)

本研究针对瑞典军事区域 500 个高速 7.62 mm 子弹壳污染土壤,在室内利用 EXAFS 对土壤 0.06 mm 部分进行了分析,以确定在模拟春天雪融化前后土壤中 Pb 的形态。与之前报道的结果相反,两种情况下 PbO 都是主导形态,而非水白铅矿,分析主要原因可能是由于低有机物含量和土壤 pH 导致。(章海波译)

### 3.5.1-6 Highlighting Processes Involved in Mobility and Bioavailability of Zinc Within Contaminated Substrates: Multiple Approaches (污染基质上锌移动性和生物有效性过程:多途径研究)

Eléonore Couder<sup>1</sup>, Nadine Mattielli<sup>2</sup>, David Houben<sup>1</sup>, Charlotte Cambier<sup>1</sup>, Bruno Delvaux<sup>1</sup>

(1 Unité des Sciences du Sol, Earth and Life Institute, Université catholique de Louvain, Belgium, E-mail: eleonore.couder@uclouvain.be; 2 Isotopes: pétrologie et environnement, DSTE, Université Libre de Bruxelles, Belgium, E-mail: nmattiel@ulb.ac.be)

Zn是植物的必需元素,但过量摄取也会导致植物毒性和食物网污染。Zn的移动性和生物有效性在固相和液相中主要取决于其形态。由于固相的重要性,我们开展了3种污染基质(两种土壤和一种矿渣)的研究。可交换Zn采用MgCl<sub>2</sub>提取态Zn表达。我们通过使用零张力测渗计实地收集的溶液来研究化学物质组成。为了研究整个基质-植物体系,我们还测定了田间栽培试验中植物Zn含量。Zn的迁移由基质-溶液平衡和交换过程决定。淋溶液中Zn的比例与可交换态Zn的比例呈正相关关系,这表明交换态过程在Zn迁移过程中的重要性。溶液中的Zn含量与可交换态Zn都与植物吸收和转运系数呈正相关。总的来说,交换过程在Zn的迁移性和生物有效性中都起着十分重要的作用。(章海波译)

### 3.5.1-7 Impact of Long-term Application of Phosphate Fertilizer on Cadmium Accumulation in Crops(长期施用磷肥对作物中镉积累的影响)

Cynthia Grant<sup>1</sup>, Don Flaten<sup>2</sup>, Mario Tenuta<sup>2</sup>, Xiaopeng Gao<sup>2</sup>, Sukdev Malhi<sup>3</sup>, Eugene Gowalko<sup>4</sup>

(1 Agriculture and Agri-Food Canada, Brandon, MB, Canada, E-mail: Cynthia.grant@agr.gc.ca; 2 Department of Soil Science, University of Manitoba, Winnipeg, MB, Canada, E-mail: flatendn@ms.umanitoba.ca; 3 Agriculture and Agri-Food Canada, Melfort, SK Canada, E-mail: malhis@agr.gc.ca; 4 Canadian Grain Commission, Winnipeg, MB, Canada, E-mail: Eugene.gowalko@cgcc.ca)

为研究磷肥施用率和Cd含量对于硬质小麦(*Triticum turgidum* L.)和亚麻(*Linum usitatissimum* L.)种子中Cd含量的长期影响,我们从2002年开始在横跨加拿大大草原的5个地点开展了田间实验。随着研究地点的不同,硬质小麦中的Cd含量高于亚麻。随着磷肥的施用,两种作物种子中的Cd含量都有增加,即使肥料中只含有痕量的Cd。这表明除了Cd添加剂的影响,磷肥施用直接影响了作物中Cd的含量。当肥料中含有较高的Cd含量时,尤其当肥料的施肥量也很高时,种子中的Cd含量很高。作物中Cd含量直接与随时间供应的Cd总量成比例,但肥料施用量的影

响随土壤性质而变化。轻质土壤或酸性土壤中添加的磷肥中的Cd的利用率最高;而在重质土壤或pH高的土壤中较低。因此,当在评估Cd从磷肥中释放并转移至植物中产生的食物链风险时,必须考虑土壤性质对Cd的植物有效性的影响。(章海波译)

### 3.5.1-8 Leaching and Phytoavailability of Zinc and Cadmium in a Contaminated Soil Treated with Zero-valent Iron(零价铁处理污染土壤中锌和镉的淋溶及植物有效性)

David Houben, Philippe Sonnet

(Earth and Life Institute – Environmental Sciences, Université catholique de Louvain (UCL), Belgium, E-mail: David.Houben@uclouvain.be)

通过固定修复剂固定重金属是一种很有前景的污染土壤修复技术。本文主要研究以铁砂形式加入土壤的零价铁(Fe<sup>0</sup>)对降低Zn、Cd淋溶和白羽扇豆(*Lupinus albus* L.)吸收的作用。土柱淋溶试验表明金属淋溶的减少量与修复剂施用量(1%、2%或5%)(w/w)成比例关系,且Zn、Cd减少量分别高达98%和83%。pH和吸附量的增加束缚了自由金属离子和有机金属络合物可能是衰减的机理。此外,通过根际箱实验表明施用5%(w/w)铁砂处理的土壤中,Zn、Cd的植物利用率分别下降了63%和45%。但在未处理土壤中白羽扇豆对Zn、Cd的吸收率没有明显下降。因此,在污染土壤上种植白羽扇豆与固定技术联合使用修复污染土壤,但要保证最大限度地减少金属的吸收,修复剂用量和土壤均一性是该修复技术的关键点。(章海波译)

### 3.5.1-9 Remediation of Chromium Contaminated Soils: Potential for Phyto and Bioremediation(铬污染土壤的修复:植物和生物修复潜力)

Mahimairaja Santiago, Shenbagavalli Santhamani

(Department of Environmental Sciences, Tamil Nadu Agricultural University, Coimbatore, India, E-mail: rajasmahimai@yahoo.co.in)

长期的制革厂废料处理导致了印度很多地区农业用地和水资源的普遍污染。铬(Cr)是一种毒性重金属,是制革厂肥料中的主要污染物,且在土壤和水中的积累造成的环境问题已在印度,尤其是泰米尔纳德邦(Tamil Nadu)引起了广泛关注。Cr污染土壤的修复是一项具有挑战性的工作,不仅可以帮助维持农

业,还可以将对环境的不良影响降到最低。我们分析了适用于 Cr 污染土壤的植物修复和生物修复技术的可行性。因为不可食用的花卉作物在富 Cr 灌溉条件下生长良好,因此可适用于修复工作。在所有试验的植物中,茉莉属 (*Jasminum*) 显示了对 Cr 的高度耐性,向日葵作物也生长良好并对土壤 Cr 具有很高的耐性,而芥菜作物的耐性较差。但 Cr 会在这些作物的种子中富集,这对植物修复极为不利。运用生物肥料,如椰壳纤维和家禽粪肥可以使 Cr 污染土壤中可利用部分 Cr 通过形成有机络合物而去除,这也说明了它们具有生物修复 Cr 污染土壤的潜力。(章海波译)

### 3.5.1-10 The Tri-state Mining Region USA: Twenty Years of Trace Element Research (美国三州矿区研究: 20 年来痕量元素情况)

G.M. Pierzynski<sup>1</sup>, L. R. Baker<sup>1</sup>, G.M. Hettiarachchi<sup>1</sup>, K. G. Scheckel<sup>2</sup>, V. Gudichuttu<sup>1</sup>, R. Pannu<sup>1</sup>

(1 Department of Agronomy, Kansas State University, Manhattan, Kansas, USA, E-mail: gmp@ksu.edu, lbaker@blinc.com, ganga@ksu.edu, vindhya@ksu.edu, rpannu@ksu.edu.; 2 United States Environmental Protection Agency, Cincinnati, Ohio, USA, E-mail: scheckel.kirk@epa.gov.)

三州矿区已有 100 多年的 Pb 和 Zn 开采历史,因而遗留了大量的环境问题。该矿区缺乏大面积植被覆盖,生物群落受到冶炼厂废气排放、大量采矿废弃物和土壤 Pb、Zn、Cd 污染的影响。针对这一情况,已有研究提出采用植物固定、土壤改良剂和地下埋埋矿物废渣等修复方法。本文目的在于给出关键研究项目的概要来支持此项行动。植物固定修复中植被覆盖的长期变化是重点关注的问题,而土壤微生物生态学可能对于该方法的成功与否具有重要影响。结果显示长时间维持土壤微生物的酶活性需要很高水平的肥料 (>200 Mg/hm<sup>2</sup>) 施用,这将会促进植被长期变化。土壤磷添加剂作用下形成的磷酸铅矿物可减少 Pb 的生物有效性,且磷的来源和次数都影响反应产物。在缺乏外源碳的条件下,金属向硫化物的转化很慢,而金属处于硫化物状态下,其溶解性和移动性都会大大降低。(章海波译)

## 3.5.2 风险评估和基于风险的修复

### 3.5.2-1 Different Patterns of Organic Acid Exudation in

Metallophyte and Agricultural Plants at Increasing Copper Levels (金属耐性植物和农作物在铜含量提高条件下不同有机酸的分泌模式)

Sebastián Meier<sup>1</sup>, Marysol Alvear<sup>1</sup>, Fernando Borie<sup>1</sup>, Paula Aguilera<sup>1</sup>, Pablo Cornejo<sup>1,2</sup>

(1 Scientific and Technological Bioresource Nucleus, BIOREN-UFRO, Universidad de La Frontera, P.O. Box 54-D, Temuco, Chile; 2 Corresponding autor, E-mail: pcornejo@ufro.cl.)

本论文研究了水培条件下 Cu 浓度的增加(0, 0.125, 0.250, 0.5, 1 和 2 mg/L), 金属耐性植物月见草 (*Oenothera affinis*) 和白茅 (*Imperata condensata*) 和农作物白羽扇豆 (*Lupinus albus*) 和向日葵 (*Helianthus annuus*) 中芽和根组织中 Cu 的富集以及根分泌的低分子量有机酸情况。植物先在矿质营养液中培养 4 周,然后再加入 Cu 培养 10 天,最后收获并分析。所有植物都显示出很高的 Cu 富集量,月见草最为显著,其芽和根中的含量分别为 116 和 2 657 mg/kg。不同植物类型分泌的低分子量有机酸存在巨大差异。农作物根分泌的有机酸主要为柠檬酸。金属耐性植物根际分泌的低分子量有机酸对污染土壤中抵抗高水平 Cu 具有重要作用,这在设计和实现植物修复项目时可作为植物筛选的重要依据。(章海波译)

### 3.5.2-2 Risk Assessment of Heavy Metal Contaminated Soils with Reference to Aging Effect(重金属污染土壤风险中的“老化”效应)

Junta Yanai<sup>1,3</sup>, Kei Yamada<sup>1</sup>, Hidekazu Yamada<sup>1</sup>, Takashi Kosaki<sup>2</sup>

(1 Graduate School of Life and Environmental Sciences, Kyoto Prefectural University, Japan; 2 Graduate School of Urban Environmental Sciences, Tokyo Metropolitan University, Japan; 3 Corresponding author, E-mail: yanai@kpu.ac.jp.)

为了评估“老化”效应对土壤重金属有效性的影响,我们研究了土壤金属有效性与污染持续时间之间的关系。在 4 个具有不同化学属性的土壤(沙丘土,冲积土,红壤和火山土)中加入 Ni、Cu、Zn、Cd、Pb 这 5 种金属的硝酸盐溶液 (2.5 mmol/kg: 单一或混合的,为背景值的 3 倍)。土壤在田间持水量下培养 1 天、1 周、2 周、4 周和 6 个月,分别用 1 mol/L 醋酸铵和 0.005 mol/L DPTA 溶液 (pH 6) 提取来表征土壤中金属的可交换部分和有效性部分,提取液采用 ICP-AES 测定重

金属含量。总体上,重金属有效性的含量顺序为: Cu = Pb < Ni = Zn < Cd。不同土壤之间,重金属的有效性按照火山土 < 红土 < 冲积土 < 沙丘土递增。上述试验的4种土壤和5种重金属都存在有效性的暂时降低(如老化效应)现象,尤其在氧化物含量高的红土中,4周以后,有效性可降低为 < 3%/周。这些结果使我们能够很好地理解金属含量的自然衰减,且通过确定模拟污染后培育4周的土壤中金属有效性部分来进行污染土壤的风险评估。(章海波 译)

### 3.5.2-3 Transport and Fate of Contaminants in Soils: Challenges and Developments (土壤污染物的运移与归趋研究: 挑战与发展)

Brent Clothier<sup>1</sup>, Steve Green<sup>1</sup>, Markus Deurer<sup>1</sup>, Euan Smith<sup>2</sup>, Brett Robinson<sup>3</sup>

(1 Production Footprints, Plant & Food Research, PB 11-600, Palmerston North, New Zealand 4442, E-mail: brent.clothier@plantandfood.co.nz; 2 Centre for Environmental Risk Assessment and Remediation, University of South Australia, Mawson Lakes, Adelaide, Australia; 3 Department of Soil & Physical Sciences, Lincoln University, Canterbury, New Zealand)

污染物对人类和环境的风险可以通过危害和暴露进行定量。对于很多土壤和水体污染物,例如重金属、有机物,其危害是众所周知的。因此,如何更好地确定污染物的暴露途径成为一个挑战。但对于新出现的污染物,例如纳米粒子,其毒性和暴露途径都是未知的。一种污染物的风险可能是由于在土壤中的长期滞留,也有可能是从土壤进入水体后产生的。由于污染源处的空间不均一性,污染物会沿大孔隙网络形成优势流,因此,目前的稳健预测方法无法很好预测土壤中的污染物运移。但是,近年来,土壤中污染物运移的生物物理学知识越来越多地被运用到一些决策支持工具中,从而引导了风险评估政策并协助风险预防和修复措施。(章海波 译)

### 3.5.2-4 Use of Monitored Natural Attenuation in Management of Risk Form Petroleum Hydrocarbons to Human and Environmental Receptors (监测式自然衰减在石油烃污染风险管理中的运用)

Peter Beck

(GHD Pty. Ltd. Melbourne Australia Level 8, 180 Lonsdale Street, Melbourne)

监测式自然衰减可用于地下水具有溶解相的石油烃类化合物的被动修复,但要成功地运用到任何地下水污染情形下还要取决于其他很多因素。土壤条件会同时影响自然衰减过程的物理和化学方面。土壤相关的关键因素包括碳氢化合物的持留、地下水流动范围和碳氢化合物的降解率。风险是另一个需要被考虑的元素,尤其是涉及到可能影响人体健康的挥发性蒸汽。因此,无论是现在或将来,对风险都需要有深刻理解。此外,污染来源的自身性质和特点是确定监测式自然衰减是否可以管理或修复地下水中溶解相的石油烃的关键方面。然而,从技术角度来看,通过收集初级、次级和第三级证据链可证实监测式自然衰减的作用,当然在决策过程中,也需要考虑土壤性质、风险和污染物来源等方面。(章海波 译)

## 四、土壤在社会和环境可持续发展中的作用

### (一) 概述

- 4.1.1 土壤自然资本的评价
- 4.1.2 现有环境管理与保护
- 4.2.1 土壤、能源与食品安全
- 4.2.2 土壤和水-全球变化
- 4.3.1 土地利用变化对不可持续生态系统的影响
- 4.4.1 土壤信息对非农业用户的发布
- 4.4.2 吸引年轻人从事土壤职业
- 4.5.1 土壤科学: 历史、哲学和社会学
- 4.5.2 土壤与人类文化

### (二) 重要论文摘要

- 4.1.1 土壤自然资本的评价
- 4.1.1-1 Economic Value of Improved Soil Natural Capital Assessment: A Case Study on Nitrogen Leaching (改善土壤自然资本评估方法的经济价值——一个氮素淋失的研究案例)

Sam Carrick<sup>1</sup>, Éva-Terézia Vesely<sup>2</sup>, Allan Hewitt<sup>1</sup>

(1 Landcare Research, PO Box 40, Lincoln 7640, New Zealand, E-mail: carricks@landcareresearch.co.nz, hewitta@landcareresearch.co.nz; 2 Landcare Research, Private Bag 92170, Auckland, New Zealand, E-mail: veselye@landcareresearch.co.nz)

土壤调查是评估土壤自然价值的基础工作。然而,最近几年在改善新西兰土壤调查质量中确花费甚少,可能是因为调查的经济性的透明度较低的原因。本文在新西兰奶牛饲养场通过一种新的方法(土壤调查方

法、氮素淋失措施以及新缓释技术的组合)来减少其氮素淋失,研究表明这种方法在农场和普通社区都非常有效。在我们的研究区,每年的氮素淋失比使用原来的调查方法估计的量大约增加 25%。我们认为如果 25% 的研究区施用硝化作用抑制剂,并且使用新的土壤图来把抑制剂应用到有着最高氮素排放的重点土壤区,全部氮素淋失量将减少 10 t/a。我们估计对于农户和社区残留的氮素每公斤价值 42.29\$。除这些利润外,在第一年的土壤调查中成本/利润比为 1:6。本研究展示了在土壤自然价值评估中土壤调查的价值和其对投资快速汇报的能力。(孙波 译)

#### 4.1.1-2 What are the Opportunities for Enhancing Ecosystem Services from Soils Through Management of Soil Carbon? (如何在土壤有机碳的管理中找到提高生态系统服务功能的方法?)

Helaina J.I. Black<sup>1</sup>, K. Glenk<sup>1</sup>, A. Lilly<sup>1</sup>, R. Artz<sup>1</sup>, C. Watson<sup>2</sup>, S. Colombo<sup>3</sup>, I. Brown<sup>1</sup>, W. Towers<sup>1</sup>

(1 The Macaulay Land Use Research Institute, Craigiebuckler, Aberdeen AB15 8QH, Scotland, UK. E-mail: h.black@macaulay.ac.uk; 2 SAC Aberdeen, Craibstone Estate, Aberdeen, AB21 9YA Scotland, UK; 3 Area de Economía y Sociología Agraria, IFAPA, Centro Camino de Purchil, Camino de Purchil s/n-18080 Granada, Spain)

如何在制定土壤资源的使用和管理计划过程中做出更多均衡性的决策是一个世界性的难题。这些决策需要充分考虑来自于土壤的所有生态系统产物和服务的价值。但是在以经济评价的背景下,相比其他的自然资源例如生物多样性和水,土壤总是被认为是次要的。结果就是在提高生态系统服务功能转移能力中,改变土壤管理带来的成本/利润方面存在着信息的缺乏。在这篇文章里我们用苏格兰的一些案例研究讨论通过管理土壤碳素来提高生态系统服务功能传送能力的方法。我们调查了在农业环境和半自然环境下土壤存储碳素的内在能力,这些能力反映了获得这种生物物理潜力的局限性。然后我们就这些土壤能力的潜在成本、次生利润、一些不确定性和管理措施进行了对比研究。最后我们讨论了在涉及土壤碳素固定的土地利用政策开发和制定方面的潜在折衷方案与气候变化的关系。(孙波 译)

#### 4.1.1-3 Depth Distribution of Soil Organic Carbon as a

Signature of Soil Quality (土壤质量指征——土壤有机碳的层状分布研究)

Alan J. Franzluebbers

(AUSDA – Agricultural Research Service, 1420 Experiment Station Road, Watkinsville GA 30677 USA, Tel: 1-706-769-5631, Fax: 1-706-769-8962, E-mail: alan.franzluebbers@ars.usda.gov)

土壤有机质是土壤质量的主要组成部分,它通过提供能量、底土层、生物多样性来支持生物活动,维持着许多重要的土壤作用,而这些活动影响着土壤有机质的聚合(主要在栖息空间、氧气提供及阻止土壤侵蚀方面起重要作用)、渗透(主要在土壤过滤、径流和作物水分提供方面起重要作用)和分解(主要在养分循环方面起重要作用)。在高强度降雨作用下土壤残留物的缺乏以及土壤的暴露导致土壤聚合作用较少,降低了植物持水能力、腐蚀作用和沉积作用的异位影响,以及土壤养分的流失。研究通过分析美国 Georgia 州的一个土壤调查数据库,发现土壤有机碳(SOC)在土壤剖面的分布与指数函数密切相关,例如在土壤表面的顶层土壤有机碳含量随着土层深度呈指数型下降。这意味着如果与有机碳剖面分布相关联的生态系统服务数据能充分获得,在有机碳层化率和各种生态系统服务之间能建立一个有力的关系函数。(孙波 译)

#### 4.1.1-4 Evaluation of Soil natural Capital in Two Soils (土壤自然价值在两种土壤情景中的评估)

Allan Hewitt<sup>1</sup>, Carolyn Hedley<sup>2</sup>, Brenda Rosser<sup>2</sup>

(1 Landcare Research, Lincoln, New Zealand, E-mail: hewitta@landcareresearch.co.nz; 2 Landcare Research, Palmerston North, New Zealand, E-mail: hedley@landcareresearch.co.nz, rosserb@landcareresearch.co.nz)

本文展现了在两种对照土壤情景中一种新的用来评价土壤自然价值库存充盈率方法。该方法用来评估被某种特定土地利用要求提供土壤服务功能的土壤自然价值库存充盈率。一个库存充盈指标被定义用来鉴定是否该土壤服务功能已经受限于土壤自然价值库存,或者还有库存盈余。从库存质量-数量曲线可以确定阈值,曲线可以通过土地评估、土壤质量文献或建模的方式确定。该方法被应用在一个山地乡村土壤情景和一个海洋沙地土壤情景中。在这两个地方获得的库存充盈指数在土壤资源服务土地管理的质量中展示了显著的差异。该指数可以整合进土地资源评估中去,并为土壤自然价值的经济评估提供基础。(孙波 译)

#### 4.1.2 现有环境管理与保护

##### 4.1.2-1 Soil Management and Stream Water Quality at the Agricultural Catchment Scale in Ireland (爱尔兰农业流域尺度的土壤管理和河流水质研究)

Alice R. Melland, David Wall, Per-Erik Mellander, Phil Jordan, Sarah Mechan

(Teagasc, Johnstown Castle Environment Research Centre, Wexford, Co. Wexford, Ireland, E-mail: alicemel-land@teagasc.ie)

在爱尔兰5个农业流域, 欧盟氮素指导规程的效果得到了检验。这些流域代表了各种典型土壤、地理和气候条件的流域。在这些流域中对水的化学和代表性的土壤水文属性进行了空间变异的对比, 以此来获悉流域氮和磷的转移行为。在其中的3个流域以2 hm<sup>2</sup>作为采样分辨率采集数据, 对采集的样品进行了土壤磷素的检测。同时对其中的4个流域的河流水化学性质进行了逐月分析, 采样点分布在8~11个子流域采样点。本文展示了从那4个子流域获得的原始数据, 数据表明正常的土壤养分来源和水化学性质之间的关系随水流流程的不同存在着不确定性, 河流的连通性以及采样分辨率要求有助于在流域尺度上的研究。(孙波译)

##### 4.1.2-2 Integrated Nutrient Management for Sustainable Crop Production, Improving Crop Quality and Soil Health, and Minimizing Environmental Pollution(可持续农作物生产、改善作物质量和土壤健康以及减少环境污染的综合养分管理)

Milkha S. Aulakh

(College of Agriculture, Punjab Agricultural University, Ludhiana 141004, Punjab, India, E-mail: msaulakh2004@yahoo.co.in)

在印度西南部亚热带州府中, 包括水稻-小麦、水稻-芥菜、水稻-油菜、大豆-小麦、大豆-芥菜、花生-小麦和花生-向日葵以及各种豆类(豌豆、豇豆、田菁、木豆)在内的优良的作物轮种体系已经被实验室、温室和多年的大田研究中被实践, 并以此来研究增强具有良好经济效益的可持续生产力、提高产品的营养质量、改善土壤健康和减少环境污染的综合养分管理手段。此外, 在作物轮种制度里正在生长的豆类和短期收获作物, 包括各种有机肥(庭院肥、猪肥、家禽肥、绿肥和作物残渣)和化肥的综合使用以及综合养分管

理的长期应用所带来的对提高作物产量的影响也被研究。结果清晰地表明: 和以前的作物产量相比, 养分综合管理通过使用推荐的肥料提高了作物潜在的产量, 改善了作物氮素需求的同步性。原因在于: ①减慢了有机物的矿化; ②通过反硝化作用减少了氮素淋失; ③提高了作物的养分施用效率和恢复能力; ④改善了土壤健康和生产力, 从而在各种作物轮种体系中保持了较高的作物产量, 确保该体系的长期可持续性。(孙波译)

##### 4.1.2-3 Describing N Leaching Under Urine Patches in Pastoral Soils (牧场中尿斑下土壤氮素流失模拟)

Rogério Cichota, Iris Vogeler, Valerie Snow

(AgResearch, Palmerston North, New Zealand, E-mail: Rogério.Cichota@agresearch.co.nz)

尿斑是牧场氮淋失的主要来源, 因为在有尿斑的那些地方氮负荷要超过植物需求。尿斑中高浓度的氮素对模拟一些过程形成了挑战, 如离子吸收过程就不能假定为线性。我们采用了APSIM模型框架中最新开发的牧场模块来模拟实验结果, 实验中渗透仪被设计成氮素负载为1000 kg/hm<sup>2</sup>。为了模拟这个数据, 研究使用了一个机理型土壤模型, 该模型中用Freundlich等温线模拟氨态氮的吸收。模型模拟结果与测量的淋失量显示了良好的一致性, 同时硝态氮和氨态氮淋失也非常吻合。氮淋失效效应假定氨态氮是完全不变的, 与Freundlich等温线相比发现在这种肥沃土壤中氮素淋失量至少低估了20%。在土壤中, 比方说在一些沙地土壤中, 越低的吸收能力低估值有可能越大。(孙波译)

##### 4.1.2-4 Application of Soil Survey to Assess Phosphorus Loss by Runoff from Agricultural Watersheds (农业型流域土壤调查径流中磷素流失的评价)

Moustafa Elrashidi, Larry West

(USDA-NRCS, National Soil Survey Center, Lincoln, NE 68508, USA, E-mail: moustafa.elrashidi@lin.usda.gov, larry.west@lin.usda.gov)

在美国, 农业土地从径流中养分流失是地表水质贫瘠的主要原因。美国国家土壤调查中心的科学家们开发了一套评估农业型流域天然水资源影响的技术。本研究的目标是将这套技术应用于Wagon Train流域(Lancaster, 内布拉斯加州)以便预测: 土壤中被径流导致的磷素流失, WT水库的磷素流入量。预测结果

表明每年流域被径流导致的磷素损失 844 kg, 并且这些磷素可以认为流入了WT水库。在田间径流水中预测的磷素浓度是 196  $\mu\text{g/L}$ 。在水库不同位置采取的水样中磷素平均浓度为 140  $\mu\text{g/L}$ 。从 3 月到 10 月的整个雨季中在主要河流采集的水样磷素浓度, 波动范围在 157  $\mu\text{g/L}$  到 346  $\mu\text{g/L}$  之间, 平均为 267  $\mu\text{g/L}$  (标准差 = 65  $\mu\text{g/L}$ )。在夏季磷素浓度的增加可能是因为 4 到 5 月对夏季作物磷肥的施用。如果流域里影响磷素浓度的所有因子都能被考虑, 这套技术对河流水中的磷素浓度可以提供一个比较合理预测。(孙波 译)

#### 4.2.1 土壤、能源与食物安全

##### 4.2.1-1 Growing Sugarcane for Bioenergy – Effects on the Soil (甘蔗种植中的土壤生物质能)

Alfred E. Hartemink

(AISRIC-World Soil Information, P.O. Box 353, 6700 AJ Wageningen, The Netherlands, E-mail: Alfred.Hartemink@wur.nl)

生物质能需求快速增长带动了甘蔗种植面积不断扩大。大型机械的使用以及土壤中的养分随着作物收割而大量带走, 使得甘蔗种植对土壤提出了更高的要求。杀虫剂和无机肥的施用使得地下水污染、地表水的富营养化、土壤污染和酸化的风险大大增加。本研究通过对甘蔗主要产区的数据, 总结了商业化甘蔗种植对土壤化学、物理和生物学性质的影响。尽管这些性质变化是相当大的, 但大部分甘蔗地土壤有机碳的含量是减少的, 同样土壤酸化由于氮肥施用的原因也是如此。土壤体积质量(容重)增加, 渗透率降低, 土壤总体稳定性降低, 这些结果都出现在机械化农业耕作中。一些数据也表明土壤养分肥料的淋失加快, 除草剂和杀虫剂也存在这样的情况。在肥料施用频繁的土壤其地表水呈现富营养化。甘蔗种植主要依赖于土壤能不断持续地补充能量, 这些都需要科学的作物种植管理和精细的耕作方法以便能持续地为产量提供保证。(孙波 译)

##### 4.2.1-2 Progress Towards Sustainability – A Consensual Delusion or Viable Process? (可持续发展进程——一个不自觉的幻觉或者可行的进程?)

Declan McDonald

(Sustainable Land Use Section, Dept of Primary Industries, Parks, Water and Environment, Tasmania, E-mail: declan.mcdonald@dpiw.tas.gov.au)

下一个 40 年中与气候变化相联系对于土壤的潜在需求、人口增长以及全球富裕化是空前的。更多的农业可持续实践不断地把产量需求放在第二位, 消费者对价格低廉食物的期望, 乐观主义者更多指望技术革新。支持农业可持续发展要求一个不断变化的研究重点。土壤可持续管理必须根据管理实践和投入反应生态系统的需求。(孙波 译)

##### 4.2.1-3 Peak Phosphorus—Implications for Soil Productivity and Global Food Security (磷肥产量的顶峰——全球食物安全和土壤生产力)

Eric T. Craswell<sup>1</sup>, Paul L.G. Vlek<sup>2</sup>, Holm Tiessen<sup>3</sup>

(1 Fenner School on Environment and Society, Australian National University, Canberra, ACT, Australia, E-mail: eric.craswell@anu.edu.au; 2 Center for Development Research, University of Bonn, Bonn, Germany, E-mail: p.vlek@uni-bonn.de; 3 Inter American Institute for Global Change Research, São José dos Campos-SP, Brazil, E-mail: htiessen@dir.iai.int)

磷是食物生产中一个关键的元素, 但也是一个不可再生资源。最近的研究估计全球磷肥的产量将在 2033 年达到顶峰, 在 21 世纪末降落到顶峰时期的三分之一。人口和收入的增加将促进食物需求的提高, 特别是动物蛋白的需求, 其结果将加速磷素的可获得性减少的趋势, 并且导致肥料价格上升。目前全球磷肥施用的分布, 按国家可以分为“有”和“没有”, 那些所谓“有”的国家由于磷肥的过度施用导致严重的污染问题, 这些已经有很多案例, 而那些所谓“没有”的国家由于每年磷肥施用量不足, 导致土壤中的磷肥不断被消耗。改变这一状态的耕作策略可以通过改善磷肥制造和施用的效率以及磷肥在液态和固态废弃物中的循环来解决。最近的一些双赢的方案是通过在人类高密度居住区减少水体的环境污染。未来磷储量的缺乏要求制定政策时综合考虑公平、生产力、环境和贸易。

##### 4.2.1-4 An Agricultural Decision Support Tool for Wheat-maize Cropping on the North China Plain Based on a Spatially-referenced Biophysical Process Model of Water, Nitrogen and Crop Growth (中国北方平原小麦-玉米种植农业决策支持工具——基于空间分布的机理型水-氮-作物管理模型)

Robert White, Yong Li, Deli Chen

(School of Land and Environment, The University of Melbourne, Parkville Vic. 3010, Australia, E-mail: robertew@unimelb.edu.au, yongl@unimelb.edu.au, delichen@unimelb.edu.au)

在中国北方平原地区封丘县, 研究选择了 1 hm<sup>2</sup> 的地块, 并对受灌溉的小麦-玉米轮作种植体系中水和氮素循环进行定量化。应用农田水氮管理模型模拟了其中的水、碳、氮循环以及作物生长和农业管理实践。农田管理模型结合了地理信息系统, 研究基于该模型开发了一个农业决策支持工具 (agricultural decision support tool, ADST), 该工具对于县域范围的农业灌溉和施肥能够提供最优的农业管理决策 (best management practices, BMPs)。采用 BMPs 可以每年减少 20%~23% 的氮肥施用量, 并且在产量没有显著波动的情况下每公顷节约 10~45 澳元水费。该研究潜在的净利润估计有 2.16 亿澳元。(孙波 译)

#### 4.2.2 土壤和水-全球变化

##### 4.2.2-1 Drainage Under Permanent Beds in a Furrow-irrigated Vertisol (沟灌变性土中固定厢沟的渗漏)

Nilantha R. Hulugalle, Timothy B. Weaver, Lloyd A. Finlay

(NSW Department of Primary Industries and Cotton Catchment Communities Co-operative Research Centre, Australian Cotton Research Institute, Locked Bag 1000, Narrabri, NSW 2390, Australia)

在耕地体系中对热带和亚热带变性灌溉土的水分渗漏和过滤对比研究比较少见。本研究的目标是对以棉花为主的作物耕种体系中固定厢沟的变性灌溉土的水渗漏进行定量化研究。采用氯离子质量平衡法和中子土壤水分仪, 在 2002 年 3 月、2004 年 5 月、2006 年 7 月和 2008 年 9 月棉花生长季节持续地对 NW NSW 的变性土壤中的渗漏水 and 土壤储藏水分别进行了测量。实验处理为: 单季棉花种植期或者选择在传统耕地或者在固定厢沟里, 棉花-小麦轮作安排在固定厢沟里, 并且当种植棉花作物时, 小麦秸秆在原位保留覆盖土壤。在 2005 年, 一个裂区设计被叠加在已有的实验上以便主要的裂区处理能够得到有规律的灌溉 (规律灌溉: 7~14 天灌溉间隔, 无规律灌溉: 14~21 天的灌溉间隔), 子区的处理是传统耕作体系和作物轮作的组合。相比单季棉花种植在传统耕地和固定沟厢里, 种植在固定沟厢的棉花-小麦轮作体系中土壤存储水和渗漏水都是最大的, 特别是在作物生长早期, 它们

的大部分水源主要靠降雨的时候。灌溉频率越高, 渗漏也越高。即使较少有规律灌溉, 在沟灌变性土壤中水的渗漏损失和可以通过棉花-小麦轮种制度来减少和增加雨水保存, 这种种植制度要求在原位保留作物秸秆。(孙波 译)

##### 4.2.2-2 Soils Research and Education Linked to Climate Change in USDA's National/Agriculture and Food Research Initiative (NRI/AFRI) Programs (美国农业部 NRI/AFRI 项目中与气候变化相关的土壤研究和教育)

Nancy Cavallaro

(National Program Leader for Soils and Global Change, National Institute of Food and Agriculture, Washington, DC, USA, E-mail: ncavallaro@nifa.usda.gov)

最近几十年美国政府对土壤科学研究的资助已经从大范围相关工作资助转变为多个联邦机构更多学科和面向环境科学方向。既然土壤已经被认为是全球碳循环中的主要组成部分, 更多的研究项目被放在对碳循环和气候变化之间的理解和联系的研究。当美国农业部 NRI 项目组首先启动的全面探索全球气候变化的战略议题, 科学研究团队的反应是相当热烈的, 并且几乎三分之一呈交给土壤过程项目的提案都与气候变化相关。尽管后来那个战略议题概念被撤销掉了, 在所有提交给土壤过程项目的议题中, 这个议题是非常优秀的。在 2009 年, 美国农业部 AFRI 项目认识到在主要的大学中, 在校攻读土壤专业的大学生数量在减少, 而关于环境研究的大学生却在增加, AFRI 通过促进土壤科学相关子学科与气候变化课程的组合, 优先把土壤课程的相关性融合进气候变化里。本文展示了 NRI 和 AFRI 项目资助的土壤和气候变化研究项目的重大成果, 并且展示了一些影响将来土壤科学研究和教育的一些主要问题和不确定性。(孙波 译)

##### 4.2.2-3 Modelling Surface and Shallow Groundwater Interactions in an Ungauged Subtropical Coastal Catchment Using the SWAT Model, Elimbah Creek, Southeast Queensland, Australia (使用 SWAT 模型对澳大利亚昆士兰州的一个未开发亚热带海岸流域地表和土壤浅水层的相互作用进行模拟)

Martin Labadz<sup>1,2</sup>, Micaela Grigorescu<sup>1</sup>, Malcolm E. Cox<sup>1</sup>  
(1 Biogeosciences, Faculty of Science and Technology, Queensland University of Technology, Brisbane, QLD, Australia; 2 Corresponding author, E-mail: m.labadz@

qut.edu.au)

本研究首次把美国农业部高度参数化半分布式土壤和水评价工具(SWAT)应用到澳大利亚亚热带流域。SWAT 模型是一个已经被世界范围内许多流域研究使用的模型,并且被认为是一个有用的工具,世界上不同地区来自于不同研究小组不断地对该模型进行完善开发。在模型运行初始阶段对 Elimbah Creek 流域的产水进行了估测,并且量化描述了不同来源。1999 年 4 月到 2009 年 9 月模拟结果显示,在该流域主要的径流来源是地表径流和侧流,大约占 65%,而基流贡献了大约 36%。对于季节性的模拟结果显示,从高强度的雨季到干旱季节,总的径流来水从夏季的地表径流和侧流变化到基流。这些结果进一步的校正和验证结果使得 SWAT 模型能够成为澳大利亚水平衡模型选择中的一个。(孙波译)

4.2.2-4 Changes in the Cation Composition of a Barossa Chromosol Irrigated with Wastewaters of Contrasting Monovalent Cation Concentrations (相对单价阳离子浓度,利用废水灌溉 Barossa Chromosol 的阳离子组合物的变化)  
Seth Laurenson<sup>1,3</sup>, Nanthi Bolan<sup>1,3</sup>, Euan Smith<sup>1,3</sup>, Mike McCarthy<sup>2</sup>

(1 Centre for Environmental Risk Assessment and Remediation, University of South Australia, Adelaide, SA, Australia, E-mail: seth.laurenson@postgrads.unisa.edu.au; 2 Viticulture Division, South Australian Research and Development Institute, Nuriootpa, SA, Australia; 3 Co-operative Research Centre for Contamination Assessment and Remediation of the Environment, South Australia)

作为有效利用水资源和高效能的水处置方法,包括循环利用的城市用水以及酿酒废水在内的可重复利用废水用来灌溉正变得越来越平常。然而与水的循环使用有关的一个主要农业问题就是土壤中可交换钠离子的富集,以及因此带来的土壤结构的潜在影响。就像钠离子一样,黏土矿物对钾离子有一个强大的吸附力,因此钾离子可以导致黏土层水位上升从而稀释钾离子。本文在两组对照废水中对阳离子的动力学特征进行研究,其中一个富含钠离子的城市废水,另一个是富含钾离子的酿酒厂废水(Na:K比率约为1:1),这些水通过灌溉流到了Barossa Chromosol。每年持续的灌溉,干旱和降雨循环周期使得长期的预测变

得可能。随着接近 1 000 孔隙体积倍数在超过 7 个月时间里通过核心,用酿酒厂废水灌溉的土壤钾离子的富集程度明显更大,这可能是因为伊利石黏土层特殊的吸附位置对钾离子的吸收导致的结果。尽管刚开始钠离子浓度在两种废水中都更高,但由于具有高流动性的钠离子随水流能够通过柱芯结构,因此阻止了钠离子在这两种水的富集。高浓度的镁离子在这两种水中也容易导致更大浓度,钙离子也如此,这些结果与 Schofield's Ratio Law 的研究结果一致。(孙波译)

4.2.2-5 Heavy Metal Contamination of Water Bodies, Soils and Vegetables in Periurban Areas of Bangalore City of India (印度班加罗尔市城市周边水体、土壤和蔬菜的重金属污染研究)

L. R. Varalakshmi<sup>1</sup>, A. N. Ganeshamurthy<sup>2</sup>

(1 Division of Soil Science & Agricultural Chemistry, Indian Institute of Horticultural Research, Hessarahatta Lake Post, Bangalore-560 089, Karnataka, India, E-mail: lakkireddy7@yahoo.co.in; 2 Division of Soil Science & Agricultural Chemistry, Indian Institute of Horticultural Research, Hessarahatta Lake Post, Bangalore-560 089, Karnataka, India, E-mail: angmurthy@ihr.ernet.in)

研究对班加罗尔市城市周边 4 条水体(Viz、Bellandur、Varthur、Byramangala)进行了试验,这些水体也是城市废水来源,这 4 条水体都是用来储水种植蔬菜作物,试验分别对这 4 条水体中的水、土壤和蔬菜的重金属污染进行评估。分析发现所有的水体中水的Cd和Cr浓度都很高,分别都超出了推荐值(0.01 mg/L和0.1 mg/L)。在Bellandur的储水池中Cd浓度最高(0.039 mg/L),而Cr浓度最高出现在Byramangala储水池中,其浓度为0.311 mg/L。在所有的水体中,发现在Bellandur和Varthur水体中Cd、Pb和Ni的污染较高。从 4 条水体土壤中收集的污水重金属浓度范围分别是: Cd 1.92 ~ 2.90 mg/kg、Pb 47.04 ~ 68.12 mg/kg、Cr 35.08 ~ 92.78 mg/kg、Ni 48.2 ~ 57.3 mg/kg。在Varthur和Bellandur水体周围土壤中Cd和Pb的含量最高,但是Cr在Byramangala水体附近土壤中含量最高。在蔬菜的重金属含量中也有相似规律。在所有蔬菜中,苋菜和菠菜富集了更高的重金属浓度,接下来是胡萝卜和萝卜。所有生长在Varthur和Bellandur水体周围的蔬菜Cd浓度都超过了PFA的安全限值。在所有水体周边所有蔬菜中Pb和Ni的浓度都超出了安全限值。(孙波译)

#### 4.3.1 土地利用变化对不可持续生态系统的影响

##### 4.3.1-1 The Impacts of Land Use on the Risk of Soil Erosion on Agricultural Land in Canada (加拿大农用地土地利用对土壤侵蚀风险的影响)

Sheng Li<sup>1,2</sup>, David A. Lobb<sup>1</sup>, Brian G. McConkey<sup>2</sup>

(1 Soil Science Department, University of Manitoba, MB, Canada; 2 Semiarid Prairie Agricultural Research Centre, Agriculture and Agri-Food Canada, Swift Current, SK, Canada)

为了评估耕作、水和风力侵蚀综合效应在加拿大农业用地中的土壤侵蚀风险，加拿大国家农业环境健康分析和报告项目组使用已有的土壤侵蚀模型和国家数据库开发了一套土壤侵蚀指标系统。这套指标是基于加拿大土壤类型图的基础上的，并且综合考虑了省级和国家级尺度。它综合反映了气候、土壤和地形特征，同时能反映从1981年到2006年25年的土地利用变化。研究结果表明自从上世纪80年代开始随着时间的变化，加拿大农田土壤侵蚀的风险逐步在减少，这可能要极大归功于保护性耕作方式的采用，特别是免耕体系的采用。然而，仍然有几个省的部分地区土壤侵蚀的风险不太稳地。土壤侵蚀的风险在使用传统耕作方式种植马铃薯、甜菜、玉米和大豆的地区更大。农田占很重要比例的南安大略湖和靠近加拿大大西洋地区的土壤侵蚀较为严重。本文取得成果可以帮助决策者更好地在不同尺度定位土壤侵蚀，同时对特定地区设计出最好的管理方案。(孙波译)

##### 4.3.1-2 Carbon Dioxide and Nitrous Oxide Emissions Associated with Tropical Peatland Degradation (热带泥炭地退化中二氧化碳及氧化亚氮排放研究)

Ryusuke Hatano<sup>1</sup>, Takashi Inoue<sup>1</sup>, Untung Darung<sup>2</sup>, Suwido H. Limin<sup>2</sup>, Tomoaki Morishita<sup>1</sup>, Fumiaki Takaki<sup>1</sup>, Yo Toma<sup>1</sup> and Hiroyuki Yamada<sup>1</sup>

(1 Graduate School of Agriculture, Hokkaido University, Sapporo, 060-8589 Japan, E-mail: hatano@chem.agr.hokudai.ac.jp; 2 Center for International Cooperation in Sustainable Management of Tropical Peatland, The University of Palangka Raya (CIMTROP-UNPAR), Palangka Raya, Central. Kalimantan 73112, Indonesia, E-mail: cimtrop\_suwido@yahoo.com)

从2002年开始，对原始森林泥炭地(NF)和火烧次生林(RF)及农田(KV)CO<sub>2</sub>进行长期监测的研究一直在印度尼西亚加里曼丹中心的Palangka Raya进行。

结果显示平均每年的CO<sub>2</sub>排放量为：C 14.8 t/(hm<sup>2</sup>.a) (NF)、9.2 t/(hm<sup>2</sup>.a) (RF)、25.5 t/(hm<sup>2</sup>.a) (KV)。研究还显示泥炭地CO<sub>2</sub>的排放趋势与泥炭地下陷的趋势一致。根据泥炭地CO<sub>2</sub>排放中泥炭地分解和根茎呼吸作用排放的CO<sub>2</sub>比例数据，每单位泥炭地下陷的泥炭分解值预测为C 4.3 t/(hm<sup>2</sup>.cm) (NF)、6.21 t/(hm<sup>2</sup>.cm) (RF)、5.91 t/(hm<sup>2</sup>.cm) (KV)。这些结果意味着泥炭地的退化加速了泥炭的分解。研究还发现，N<sub>2</sub>O的排放量随着泥炭的分解呈现指数型的增加。这些亚热带泥炭地退化中CO<sub>2</sub>排放分析结果与2006年Hooijer等人利用本研究获得的数据进行的研究结果一致，在他们的研究中发现泥炭地的分解随着地表水下降显著增加。退化公式中农田的斜率系数大于原始森林和次生林和耕地的系数。(孙波译)

##### 4.3.1-3 Land Use Change in the Tropics and Its Effect on Soil Fertility (热带土地利用变化及其对土壤养分的影响)

Alfred E. Hartemink

(ISRIC - World Soil Information, P.O. Box 353, 6700 AJ Wageningen, The Netherlands, E-mail: Alfred.Hartemink@wur.nl)

土地利用变化影响土壤的养分。大部分土地利用变化关注的是森林采伐、农田扩张、旱地退化、城市化、牧场扩张以及农业膨胀。在热带地区森林因为农田扩张、伐木和基础设施建设而被砍伐。在整个20世纪期间，农田扩张了50%，从1900年的大约12亿hm<sup>2</sup>到1990年的18亿hm<sup>2</sup>。虽然这个结果是某些驱动因子综合作用的结果，但人口增长无疑是非常重要的驱动因素。目前，95%的人口增长发生在热带地区，同时热带地区土壤养分受土地利用方式的快速变化的影响。森林采伐和牧场的转换以及农业扩张所带来的影响已有大量文献证明，但土壤养分变化的空间和短期影响以及它与土地利用变化的相互作用相应的研究却需要进一步来研究。(孙波译)

##### 4.3.1-4 Impact of Land Use Changes on Soil Carbon Pools, Gross Nitrogen Fluxes and Nitrifying and Denitrifying Communities (土地利用变化对土壤碳汇、总氮通量、硝化和反硝化作用的影响)

Sylvie Recous<sup>1</sup>, Xavier Leroux<sup>2</sup>, Eleonore Attard<sup>2</sup>, Gilles Lemaire<sup>3</sup>, François Laurent<sup>4</sup>, Abad Chabbi<sup>3</sup>, Bernard Nicolardot<sup>5</sup>, Frank Poly<sup>2</sup>

(1 INRA UMR614 FARE, 2 Esplanade R.Garros, Reims,

F-51100, France, E-mail: sylvie.recous@reims.inra.fr; 2 UMR 5557 Ecologie Microbienne CNRS-Lyon I- INRA; 3 INRA, Unité UEPF Lusignan, France; 4 Arvalis-Institut du Végétal, Boigneville, France; 5 UMR BGA – INRA-ENESAD, Dijon, France)

COSMOS-Flux 项目的主要目标在于研究耕作和免耕这两种状态下它们在大尺度上对环境的重要影响, 而项目在耕作与免耕之间的转换不同的耕作体系实验已进行了 14 年。同时, 项目对放牧与一季作物耕作之间的转换也进行了研究, 放牧主要是暂时性的土地利用方式轮作方式。在耕作方式转换后的 18 到 36 月的时间里对上层土壤中的碳汇和氮汇、矿化、固定、硝化作用以及细菌群落的硝化和反硝化作用的特点进行跟踪研究, 包括细菌群落的活性、大小、结构等。相比从那些原始土壤和未耕作土壤状态下观测到的结果而言, 研究认为 14 年的耕作措施或者对 5 年的牧草地进行耕犁, 这些主要的土壤扰动导致了土壤有机质储量、氮通量和微生物活性的快速变化。相反, 研究发现, 从耕作到免耕的轮作方式的变化, 在本次研究的时间范围内, 牧草地的建立并没有显著改变那些与牧草地并不相适应的物种的土壤特性。在土壤环境变量中, 研究认为土壤有机碳是这些观测到的响应中关键的驱动因子。(孙波 译)

#### 4.3.1-5 Response of Soil Microorganisms to Land-use Change in China, Ecuador and Germany (土壤微生物对中国、厄瓜多尔和德国土地利用变化的响应)

Ute Hamer

(Institute of Soil Science and Site Ecology, Dresden University of Technology, Dresden, Germany, E-mail: hamer@forst.tu-dresden.de)

本文对中国、厄瓜多尔、德国不同的生态系统对土地利用变化的影响进行了研究, 研究内容主要包括: 养分转移、微生物数量以及微生物种群结构。在中国黄土高原地区, 森林转变为农业用地的土地利用变化方式加速了土壤侵蚀, 也是导致土壤退化的主要驱动因素。剧烈的土壤侵蚀明显减少了土壤中有有机质含量以及微生物数量。然而, 在那些贫瘠的研究区, 与侵蚀强度无关, 碳氮循环速率却仍然一样。这或许也可以从微生物种群结构的变化来进行解释。在厄瓜多尔南部高山雨林区, 在森林变成草地后, 微生物数量和活性从一开始的增加随着草地年龄或者和草地欧洲蕨的主导优势的增加呈现缓慢下降趋势, 与此同时

土壤微生物群落磷脂脂肪酸的痕迹也有一个显著的变化。研究发现土壤微生物对肥料中的尿素非常敏感。在德国 Saxony 东北部的农业研究区, 研究对包括高强度的农业耕作以及免耕等不同的管理体系土地利用影响进行了 6 年跟踪试验, 这些试验以对磷脂脂肪酸检测数据的主要成份进行分析来指示其影响。

(孙波 译)

#### 4.4.1 土壤信息对非农业用户的发布

##### 4.4.1-1 Exploration of Global Soil Resources Using Google Earth(使用 Google Earth 来浏览全球土壤资源)

Paul Reich<sup>1</sup>, Amy Yeh<sup>2</sup>, Hari Eswaran<sup>3</sup>

(1 Soil Survey Division, USDA-NRCS, Washington, D.C., USA, E-mail: paul.reich@wdc.usda.gov; 2 Soil Survey Division, USDA-NRCS, Washington, D.C., USA, E-mail: amy.yeh@wdc.usda.gov; 3 Soil Survey Division, USDA-NRCS, Washington, D.C., USA, E-mail: hari.eswaran@wdc.usda.gov)

利用 Google Earth 能够完成对全球土壤资源空间浏览。研究采用超过 500 幅从许多国家获得土壤剖面数字影像库, 利用被广泛使用的 Google Earth 程序开发了一个教育资源项目。本文详细描述了准备这些影像和在 Google Earth 里开发相关信息内容的方法, 通过该方法, 包括影像和底土叠加在内用户自定义的导航条可以被创建。(孙波 译)

##### 4.4.1-2 The Challenge for Soil Research to Establish Creative Interaction with Stakeholders and Policy Makers

(土壤研究的挑战: 如何与利益相关方和决策者建立起创造性互动方式)

J. Bouma

(Wageningen University, The Netherlands)

现在许多人都意识到这一需要, 即科学家所做的文献和政策报告必须能更有效地提高与各个利益相关方和决策者之间的互动性。这种需要与土壤科学家们尤其相关, 因为他们所做的研究大都聚焦在社会议题上, 这些议题涉及到了可持续发展的各个方面。1994 年 Gibbons 等人的经典论文定义了 mode-1 和 mode-2 的研究, 从那开始, 许多别的研究也引入了许多新的术语, 例如最终科学、战略研究、后现代科学、创新系统、学术资本主义和后学院科学、三重螺旋模型、转变管理和实践社区等。所有这些科研先驱描述新的前景但是没有可提供在实践中可供操作的过程。或许

对于土壤科学家们，特别的，可以放下身段以一种独一无二的方式来探索这种可能性，即提高我们与研究的利益相关方和决策者之间的互动的能力，目的就是为在改善科学在社会和公众意识中的影响。本文就是探讨这种可能性。（孙波 译）

#### 4.4.1-3 SASSA: An Open Source, Wiki Soil Based Knowledge and Decision Support Tool for Archaeologists (一个基于知识的开源、维基的土壤决策支持系统——SASSA)

Clare Wilson<sup>1</sup>, Donald Davidson<sup>1</sup>, David Cairns<sup>2</sup>, Julie Cowie<sup>2</sup>, Martin Blunn<sup>2</sup>

(1 School of Biological and Environmental Science, University of Stirling, Stirling, FK9 4LA, UK, E-mail: c.a.wilson@stir.ac.uk; 2 Department of Computing Science and Mathematics, University of Stirling, Stirling FK9 4LA, UK)

土壤完整地记录了人类文化进程，并且在考古学研究上土壤和沉积物的重要性不言而喻。然而，许多野外考古学者在土壤科学上确知之甚少或一无所知，结果就是当他们对考古文物和结构提供一个背景的时候往往被那些专业术语搞得手足无措，SASSA（考古学中土壤分析支持系统）是一个基于网络和知识的决策支持系统，它不仅可以在办公室作为参考和培训工具使用，同时在野外，使用一个笔记本电脑或者智能手机，也可以在实地对土壤进行描述、采样和解释。SASSA的结构设计是根据学生野外实地的需要来设计的，也为别的土壤教育开发提供了一个框架。SASSA采用的决策支持工具和移动技术也可以作为一个紧急响应系统被浏览查询。（孙波 译）

#### 4.4.1-4 Soil and Landscape Visualisation on the Internet (因特网上土壤和景观的可视化)

Mark Imhof<sup>1</sup>, Pauline Mele<sup>2</sup>, Hayden Lewis<sup>3</sup>, Matthew Cox<sup>4</sup>, Wayne Harvey<sup>5</sup>, Damian Bougoure<sup>6</sup>, Richard MacEwan<sup>5</sup>, Gemma Heemskerck<sup>7</sup>, David Cummings<sup>8</sup>, Christopher Pettit<sup>7</sup>, Angela Fadersen<sup>5</sup>, Sonia Thompson<sup>9</sup>, David Rees<sup>7</sup>, Doug Crawford<sup>1</sup>

(1 Future Farming Systems Research Division, Department of Primary Industries, 1301 Hazeldean Road, Ellinbank, 3821 VIC, Australia, E-mail: mark.imhof@dpi.vic.gov.au; 2 Biosciences Research Division, Department of Primary Industries, Knoxfield, VIC, Australia; 3

Future Farming Systems Research Division, Department of Primary Industries, Tatura, VIC, Australia; 4 Future Farming Systems Research Division, Department of Primary Industries, Spring St, Melbourne VIC, Australia; 5 Future Farming Systems Research Division, Department of Primary Industries, Epsom, VIC, Australia; 6 Biosciences Research Division, Department of Primary Industries, Bundoora, VIC, Australia; 7 Future Farming Systems Research Division, Department of Primary Industries, Parkville, VIC, Australia; 8 Soil Conservationist, Surrey Hills, VIC, Australia; 9 Future Farming Systems Research Division, Department of Primary Industries, Knoxfield, VIC, Australia)

在澳大利亚维多利亚，维多利亚资源在线网站是通过互联网获取土壤和景观信息的主要方式。该网站主要的方式是通过点击地图同时链接进入相应辅助信息来展现土壤和景观信息，而这些信息都是以空间分布的方式展现。目前通过包括实景展示、虚拟导航、动画等立体化的可视化展现方式大大增强了这些信息展现的能力。研究正在采用3维可视化方式来开发一个互动式的“虚拟土壤剖面”。创建这个有助于理解土壤复杂的维数和属性以及对土壤结构、生物和重要的土壤过程有一个初步的了解。虚拟土壤剖面还融入了互动影像、动画片以及链接了相应的辅助信息。（孙波 译）

#### 4.4.2 吸引年轻人从事土壤职业

4.4.2-1 Can Making Soils More Entertaining to Encourage Young People's Interest in Soils? (可以让土壤科学变得更加具有娱乐性从而促进年轻人增加对土壤学科的兴趣吗?)

Colin D. Campbell<sup>1,2,3</sup>, Willie Towers<sup>1</sup>, Lorna A. Dawson<sup>1</sup>, Malcolm Coull<sup>1</sup>

(1 Macaulay Land Use Research Institute, Craigiebuckler, Aberdeen, Scotland, AB158QH, UK; 2 Department Soil and Environment, Swedish University of Agricultural Sciences, Box 7014, SE-750 07, Uppsala, Sweden; 3 Corresponding author, E-mail: c.campbell@macaulay.ac.uk)

人们常常对土壤不屑一顾，认为土壤的重要性不如空气和水。它太复杂了，通常人们对他视而不见，而在一些人的日常生活中甚至觉得土壤是一种令人讨厌的东西，因为它经常弄脏他们的衣服和汽车。本文

阐述了在苏格兰设计的一些全新的方法, 这些方法增加了人们尤其是年轻人对土壤的认识。这些方法中一个基本的主题就是通过大量的不同的交流方法给人们描述和对比人类与土壤之间的相关联系。假设我们为了吸引人们的注意力, 利用一些令人感兴趣的事例、魔术、笑话使得我们的观众愉悦, 在这期间时不时把一些基础的科学信息传达给他们, 并且把科学知识有计划地传授给不同知识层次的人们。土壤科学家的确应该摒弃我们自己的满足感, 以更多的技巧让社会意识到土壤对于人类的将来是息息相关的。(孙波 译)

#### 4.4.2-2 Digital Resources to Excite Students About Soil Science (数字化手段让学生对土壤科学产生兴趣)

George E. Van Scoyoc<sup>1,2</sup>, John G. Graveel<sup>1</sup>

(1 Department of Agronomy, Purdue University, 915 West State Street, West Lafayette, IN, USA 47907-2054; 2 Corresponding author, E-mail: gev@purdue.edu)

Purdue 大学的土壤科学课程已成了该校农学院主要吸引学生的课程, 并且激发了许多学生选择土壤科学作为他们的职业。土壤科学的学生毕业后的就业率将近 95%。许多新的教育方法例如学生响应机制和交互式视频教育使得教师让更多的学生参与到土壤科学课程的学习中来。个人学生响应机制也被用来评估学生对老师教学的成效。由于每个学生可以自己输入自己的想法, 学生们可以对不明白的教学的内容立即进行讨论, 从而增强学生的掌握程度。交互式视频教育为老师通过互联网教学提供了一种方法。学院也可以安排一个相对宽松的时间让学生在指定的网站帮助学生指导他们的家庭作业和考试准备。学生们可以非常容易地访问该网站, 并且在一个类似于“会议室”的地方通过文本框输入的方式进行讨论, 而学院也可以看到和听到他们讨论课程的内容。学生对这种“学生响应机制”和在线指导方式反映非常良好, 并且增加了选择土壤科学专业的入学率, 改善了学习成绩并加强了学生们对土壤科学的兴趣。(孙波 译)

#### 4.4.2-3 Soil Awareness and Education – Developing a Pan European Approach(为土壤认知和教育创造一个全景的欧洲解决方案)

Willie Towers<sup>1,12</sup>, Rachel Creamer<sup>2</sup>, Gabriele Broll<sup>3</sup>, Frederic Darboux<sup>4</sup>, Olaf Duewel<sup>5</sup>, Stephen Hallett<sup>6</sup>, Beata Houskova<sup>7</sup>, Arwyn Jones<sup>8</sup>, Franc Lobnik<sup>9</sup>, Erika Micheli<sup>10</sup>, Pandi Zdruli<sup>11</sup>

(1 Macaulay Land Use Research Institute, Craigie-

buckler, Aberdeen, Scotland, AB158QH, UK; 2 Teagasc, Johnstown Castle Environment Research Centre, Wexford, Ireland, E-mail: Rachel.Creamer@teagasc.ie; 3 ISPA, University of Vechta, Vechta, Germany, E-mail: gbroll@ispa.uni-vechta.de; 4 CS40001 ARDON 2163, Avenue de la Pomme de Pin, 45075 Orleans Cedex 2, France, E-mail: frederic.darboux@orleans.inra.fr; 5 Federal Institute for Geosciences and Natural Resources, Stilleweg 2,30655 Hannover, Germany, E-mail: Olaf.Duewel@bgr.de; 6 National Soil Resources Institute, Cranfield University, Bedfordshire, England, MK43 0AL, UK, E-mail: s.hallett@cranfield.ac.uk; 7 Soil Science and Conservation Research Institute, Department of Soil Science, Survey and Mapping Gagarinova 10827 13 Bratislava, Slovakia, E-mail: b.houskova@vupop.sk; 8 European Commission, DG Joint Research Centre, Institute for Environment & Sustainability, TP 280, Via Fermi 2749, 21027 ISPRA (VA), Italy, E-mail: arwyn.jones@jrc.ec.europa.eu; 9 University of Ljubljana, Center for Soil and Environmental Science, Jamnikarjeva 101, 100 Ljubljana, Slovenia, E-mail: franc.lobnik@bf.uni-lj.si; 10 Department of Soil Science and Agricultural Chemistry, Szent Istvan University, 2100 Gödöllő, Hungary, E-mail: Micheli.Erika@mkk.szie.hu; 11 CIHEAM - Mediterranean Agronomic Institute of Bari, Italy, E-mail: pandi@iamb.it; 12 Corresponding author, E-mail: w.towers@macaulay.ac.uk)

本文描述了 2008 年在欧洲土壤联合网络 (European Soil Bureau Network, ESNB) 的号召下, 土壤认知和教育工作组所开展的一些活动, 这些活动受到了欧盟联合研究中心的资助。在工作组各个成员国都开展了许多活动, 这些活动领域延伸到了教育部门、政策制定部门以及各利益相关群体。通过这些活动, 工作组希望能和他们分享最好的成果、促进他们对土壤科学的认知, 从而提升欧洲人对土壤科学的知识水平。(孙波 译)

#### 4.4.2-4 Attracting Bright Students to Pursue Studies in Soil Science: A Case Study (一项关于如何吸引优秀的学生献身土壤科学的案例研究)

Stephen H. Anderson

(Dept. of Soil, Environmental & Atmospheric Sciences, Univ. of Missouri, Columbia, MO, USA, E-mail:

andersons@missouri.edu)

在土壤科学教育中面临的一个主要挑战是许多大学土壤学科面临入学率不足的问题。这个问题也使得许多高等教育机构停止了对土壤科学的支持。本研究的目的是对一个案例进行评价, 该案例通过以一个新的环境科学课程设置来改变传统本科土壤学科教育, 以期达到增加土壤学科入学率的目的。该案例列举了在密苏里一个传统的大学土壤学科系的课程设置里加入环境科学课程。2004 年, 该系为即将入学的新生设置和资助了一个新的环境科学课程。接下来几年, 土壤科学系为环境科学学生增加了 5 个新的必修课。这种大学本科专业课程的设置增加了 40 到 50 个, 而在接下来的考试分数也轻微增加了。这些学生在土壤学科课程的参与、土壤辨识活动以及其他的资助加强了土壤科学的发展, 并且增加了今后从事与土壤科学相关的职业的科学学士学位毕业生的数量。(孙波 译)

#### 4.4.2-5 Soil Science Education in China: Present and Future (中国土壤科学教育: 现状和未来)

Jingguo Wang<sup>1</sup>, Daru Mao<sup>1</sup>, Yulong Zhang<sup>2</sup>, Gengxing Pan<sup>3</sup>, Fusuo Zhang<sup>1</sup>, Baoguo Li<sup>1</sup>

(1 College of Resources and Environmental Sciences, China Agricultural University, Beijing 100193, China; 2 College of Land, Environmental Sciences, Shenyang Agricultural University, Shenyang 110161, China; 3 College of Resources and Environmental Sciences, Nanjing Agricultural University, Nanjing 210095, China)

1978 年以后土壤科学教育在中国高等教育里得到了快速的发展, 特别是在 90 年代, 目前在土壤科学领域一个完整的学位课程已经成型, 大专、大学、研究所这一系列的教育机构为学生获取学士学位、硕士学位以及博士学位提供了所有相关课程设置, 包括研究型和应用型人才培养机制。能够提供土壤学科本科专业、硕士专业和博士专业的教育机构数量分别达到了 53 家、45 家和 17 家, 相应地它们每年招收的学生数量分别大约为 4 000 人、1 600 人和 250 人。这个土壤教育体系充分满足了中国国家经济和社会发展对土壤科学家和专业人员的需求。拥有这些经过良好教育的人才, 中国土壤科学教育可以满足中国在农业和农村可持续发展上的需要。(孙波 译)

### 4.5.1 土壤科学: 历史、哲学和社会学

#### 4.5.1-1 A History of Rhizosphere Research – Roots to a

Solution (根围研究的回顾)

Peter J. Gregory

(SCRI (Scottish Crop Research Institute), Invergowrie, Dundee, DD2 5DA, UK, E-mail: peter.gregory@scri.ac.uk)

植物对水和养分的获取和有效利用以及土壤与植物根系的相互作用一直是活性研究的主题。Hiltner 认为除了那些已经受植物根系影响的土壤根围也有大量的活动在进行, 这种观点在土壤研究领域是一个重要的进步。尽管这种观念作为主流观点被土壤学界所接受需要一定的时间, 但是依然是迟早的事情。在整个上世纪初期, 植被对水和养分的需求量是通过能量平衡的方式来计算的: 用化学方法提炼的养分和通过水量平衡概念计算的地块水容量以及最终萎蔫点。直到 20 世纪 50 年代中期, 水和养分的迁移观点才被均势和热力学观点所代替, 这种观点认为水和养分在植被根部的扩散性和对流造成了它们的迁移。这种根围的大小在时间和空间上并不依赖于其周围的资源, 而是与具有明显梯度特征的微生物有关。对于未来, 尽管为了增强固氮效率对根围属性直接干扰已经成为现实, 但研究改善土壤养分和其他资源的恢复能力的人为干扰活动仍然是一个主要挑战。(孙波 译)

#### 4.5.1-2 Historical Approach of the Role of Earthworms and Termites in Soil Functioning (蚯蚓和白蚁在土壤机能中的地位——发展历史原革)

Eric Blanchart<sup>1</sup>, Alain Brauman<sup>1</sup>, Michel Brossard<sup>1</sup>, Arnaud Duboisset<sup>2</sup>, Christian Feller<sup>1</sup>

(1 IRD, UMR 210 EcoandSols, 2 Place Viala, 34060 Montpellier, France, E-mail: eric.blanchart@ird.fr, alain.brauman@ird.fr, michel.brossard@ird.fr, christian.eller@ird.fr; 2 25 Le Clos de Vic, 34110 Vic-la-Gardiole, France, E-mail: a.duboisset@gmail.com)

最近农业发展中关于维持在农业和环境生态系统功能之间的实践, 促使土地用户、决策者以及科学家对土壤生物活性的兴趣。人们认为在农业生态系统中土壤生物体是一类资源。在它们中间, 诸如蚯蚓和白蚁之类的工兵, 在调节土壤进程中是极端重要的, 举例来说, 微生物的活性影响到了土壤结构的修复和养分的供给 (Lavelle, 2002)。尽管现在蚯蚓和白蚁被认为是标记性的土壤动物, 但是这在过去可不是这样认为的。本文的目的根据蚯蚓和白蚁在土壤机能中的作用来阐述科学知识的发展历程。(孙波 译)

4.5.1-3 Soil Fertility Management and Its Contribution to the Formation of Amazonian Dark Earths in Urban Homegardens, Santarém, Pará, Brazil (土地施肥管理以及它对亚马逊河区巴西城市黑土形成的贡献)

A. M. G. A. WinklerPrins<sup>1</sup>, N. Falcão<sup>2</sup>

(1 Department of Geography, Michigan State University, East Lansing, MI, USA, E-mail: antoinet@msu.edu; 2 Agronomy Section, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus, Brazil, E-mail: nfalcao@inpa.br)

为了搞清作为人类古土壤之一的亚马逊河流域黑土在过去是如何形成的, 本文对巴西 Santarém, Pará 的亚马逊印第安市的 40 处原著人居住地的土壤施肥管理进行了研究。研究设计了一种土壤装置来对比那些所谓的 Terra Queimada 土壤和周边的非 Terra Queimada 土壤的化学性质, 这种装置可以对 Terra Queimada 的居民生活的有机残骸进行缓慢燃烧。研究发现 Terra Queimada 土壤的阳离子交互量 (CEC)、pH 值明显更高, 并且比那种周边非 Terra Queimada 土壤更加肥沃。尽管研究范围很小并且很初级, 但研究的结果支持那种认为亚马逊河流域黑土可能是通过冷却、缓慢燃烧的方法形成的, 并且通过该处理过程可以帮助改善亚马逊河流域贫瘠土壤。(孙波 译)

4.5.1-4 Soil Profiles: The More We See, the More We Understand (土壤剖面: 看得越多, 理解得越深)

Alfred E. Hartemink

(ISRIC - World Soil Information, P.O. Box 353, 6700 AJ Wageningen, The Netherlands, E-mail: Alfred.Hartemink@wur.nl)

土壤美学一直让许多土壤科学家着迷。从 19 世纪后期开始, 成百上千的教科书里有对土壤剖面的制图、上色以及成像过程的描述。第一个土壤剖面描述是利用简单的表格来描述不同的土层和土壤进程。19 世纪末期土壤剖面照片出现在教科书里。在上世纪 50 年代, 出现了几本包含水墨画的书, 70 年代后, 教科书里出现了上色的土壤剖面照片图。从 90 年代后, 在三维土壤剖面方面做了许多工作。接下来对土壤剖面的描述方法将主要侧重于对土壤形成进程和重要属性的描述。(孙波 译)

4.5.1-5 A Geodatabase of the Soil Cultural Heritage of Italy (意大利土壤文化遗产地理数据库)

Edoardo AC Costantini<sup>1</sup>, Giovanni L'Abate<sup>2</sup>

(1 CRA-ABP Research Centre for Agrobiology and Pedology, Florence, Italy, E-mail: edoardo.costantini@entecra.it; 2 CRA-ABP Research Centre for Agrobiology and Pedology, Florence, Italy, E-mail: labate@issds.it)

土壤拥有遗传特性并且能根据土壤的“文化价值”分类。本文展示了一种评价和归类意大利土壤文化景观的方法和一个软件, 该软件被开发用来收集这些信息以及创建一个地理数据库, 该方法和软件可以作为一个例子为其他国家提供一个选择。研究创建了一张地图和一个存储了 726 个土壤文化景观信息的地理数据库。可以作为文化遗产的土壤剖面有: ①古土壤, ②考古上发现的土壤和文物遗址上的土壤, ③那些展示了自然和人类发展进程和具有里程碑意义的土壤。可以作为土壤景观的土壤文化景观包括: ①人文景观, ②能全景展示礼仪的土壤景观, ③能描述脆弱的环境平衡的土壤景观, ④有助于维持特殊生态系统的土壤景观。研究给出了那些判断这些土壤文化景观的指标以及保护它们的建议: ①面积, ②科学意义类别, ③保存状况, ④类型, ⑤风险等级, ⑥认知程度, ⑦地理年代, ⑧保护程度, ⑨可保护性, ⑩可获得性, ⑪可视性, ⑫暴露度, ⑬可观察性。该地理数据库可以用在包括国家和地区层次的不同尺度。(孙波 译)

4.5.2 土壤与人类文化

4.5.2-1 More Than Dirt: A New View of Soil and Culture (不仅仅是土——对土壤和文化的一个新认识)

Edward R. Landa<sup>1</sup>, Christian Feller<sup>2</sup>

(1 U.S. Geological Survey, 430 National Center, Reston Virginia 20192, USA, E-mail: erlanda@usgs.gov; 2 Institut de Recherche pour le Développement (IRD), Montpellier, France, E-mail: christian.feller@ird.fr)

土壤和文化是土壤科学委员会国际联合会关于土壤科学的历史、哲学、社会学在 2006—2010 年的终极项目。本文对该书进行了一个总结, 并且阐述了它在如何提升公众对土壤和土壤科学的认知方面所作的努力。(孙波 译)

4.5.2-2 Soil Art: Bridging the Communication Gap (土壤艺术——交流鸿沟的桥梁)

Alexandra R. Toland<sup>1</sup>, Gerd Wessolek<sup>2</sup>

(1 Institute for Ecology, Dept. of Soil Protection,

Technical University of Berlin, Germany, E-mail: alex.toland@fertileground.de; 2 Institute for Ecology, Dept. of Soil Protection, Technical University of Berlin, Germany, E-mail: gerd.wessolek@tu-berlin.de)

伴随着从农村到城市居住人口的全球性变化趋势,农业机械化的增加使得大部分社会成员对土壤的日常接触减少。这导致了大众对土壤文化价值认知和美学印象的退化。在别的一些增加公众对土壤认知的努力中,有关的艺术家把土壤影像看作是一个具备文化价值的、美学的和生态的无价公众商品。从20世纪60年代和70年代早期的环境艺术作品到最近更多的关于城市和工业棕色土地的艺术品中,土壤的作用,例如种植媒介、居住地、土地契约和藏污纳垢之物成为了这些艺术作品表达和公众谈论的主题。本文阐述的内容展示了土壤在环境艺术发展中的情景,以及在土壤科学里作为艺术的发展。艺术如何促进土壤保护?使得不但能够达到更大地提高公众对土壤的认知和提升土壤文化价值,而且通过发展创造性的方法来直接地对抗诸如污染、侵蚀或者养分流失之类的问题。根据对知名艺术品的回顾、对土壤科学家的调查、拜访土壤科学家们以及我们自己开创性地实地试验,通过这样,我们期望能利用艺术在土壤保护和普通大众之间构架交流的桥梁。(孙波译)

4.5.2-3 The Representation of Soil in the Western Art: From Genesis to Pedogenesis (西方艺术中的土壤展示:从土壤起源到土壤发生)

Christian Feller<sup>1</sup>, Lydie Chapuis-Lardy<sup>1</sup>, Fiorenzo Ugolini<sup>2</sup>

(1 Institut de Recherche pour le Développement (IRD), UMR 210 Eco&Sols, SUPAGRO, Bâtiment 12, 2 Place Viala, 34060 Montpellier cedex 1, France; 2 Università Degli Studi, Dipartimento di Scienza del Suolo e Nutrizione della Pianta, Piazzale delle Cascine 16, Firenze, Italy)

本文主要阐述了从史前到现代时期,在西方艺术(主要是油画)中有关土壤的时代排列史。研究结论认为土壤以科学的意义作为一个独立艺术作品在艺术品中出现只是在最近才发生。(孙波译)

4.5.2-4 Soil in Comics (喜剧中的土壤)

Anne Richer de Forges<sup>1</sup>, Frank Verheijen<sup>2</sup>, Dominique

Arrouays<sup>1</sup>, Eric Blanchart<sup>3</sup>, Martial Bernoux<sup>3</sup>

(1 INRA, US 1106, InfoSol Unit, Research Centre of Orléans, 2163 av. de la Pomme de Pin, CS 40001 Ardon, 45075, Orléans cedex 2, France; 2 National Soil Resources Institute, Cranfield University, Cranfield, United Kingdom; 3 IRD UMR 210 Eco&Sols, Montpellier SupAgro-INRA-IRD, Bâtiment 12, 2 place Viala, 34060 Montpellier cedex 1, France)

喜剧和漫画日益成为一项受人尊敬的艺术形式,它们提供一种对社会充满想象力、大众主题的表达以及时事评论的艺术形式。因而土壤在喜剧和漫画中出现也就顺理成章了。本文,总结了在喜剧和卡通中关于土壤的各种各样的呈现方式,并且围绕土壤作用的主题来组织结构。(孙波译)

4.5.2-5 Blood, Guts, Gore and Soil: Decomposition Processes in Graves and Forensic Taphonomic Applications (鲜血、内脏、淤血和土壤:墓地尸体腐烂过程和法庭埋葬应用)

Mark Tibbett

(Centre for Land Rehabilitation, School of Earth and Environment, Faculty of Natural and Agricultural Sciences, University of Western Australia, Australia, E-mail: Mark.Tibbett@uwa.edu.au)

法庭埋葬学的目标是为司法案例中的尸体应该在哪儿埋葬提供信息。本文作者主要研究了尸体在埋葬地对土壤地表和地下发生腐烂分解的影响。最近几年对尸体腐烂分解过程、对周边环境的影响以及尸体腐烂的间隔时间的预测等方面的了解已经取得明显的进步。本文对这些进步基于土壤信息环境下进行了总结。作者建议修改已有的土壤科学研究方法以便直接应用在法庭埋葬学研究中,并且使得这些方法能应用在别的与土壤科学有关的领域,以便这些领域能迅速得提高。(孙波译)

## 五、大会专题报告

### (一) 概述

- 1 全球数字土壤制图计划
- 2 土壤生态系统
- 3 农业与环境保护中的土壤健康管理政策
- 4 土壤温室气体
- 5 土壤和植物中微量营养元素与作物和人体健康的关系

- 6 澳大利亚的协同土壤科学  
7 土壤碳固定  
8 土壤科学的高等教育

## (二) 重要论文摘要

### 1 全球数字土壤制图计划

1-1 Aligning New Zealand Digital Soil Mapping with the Global Soil Mapping Project (新西兰数字土壤制图与全球土壤制图项目相结合)

Allan Hewitt<sup>1</sup>, James Barringer<sup>1</sup>, Guy Forrester<sup>1</sup>, Ian Lynn<sup>1</sup>, Thomas Mayr<sup>2</sup>, Stephen McNeil<sup>1</sup>, Trevor Webb<sup>1</sup>

(1 Landcare Research, Lincoln, New Zealand, E-mail: hewitta@landcareresearch.co.nz; 2 National Soil Resources Institute, Cranfield University, UK, E-mail: t.mayr@cranfield.ac.uk)

目前新西兰正在进行一项新的土壤制图(S-map)工作,工作的目标是制作1:5万的全国土壤图。同时,发展本国数字土壤制图的能力也是本次工作的目的之一。同期进行的全球土壤制图(GSM)计划提供了一个使S-map工程与之相对接机遇。S-map工程不仅将完成增强型的全国土壤图,所完成的新西兰地区的数据也有助于GSM计划的完成。我们在全国范围内以GSM的方法为指导,将一般性的GSM方法与193个新西兰土壤景观匹配。依据历史土壤信息等级,将类似的土壤景观分为8组,并用DSM方法处理。其中4个土壤景观组为起伏小的地区,这些地区的土地利用强度使其对新土壤信息的需求较高。其余的4个分组则为起伏的丘陵多山地区。对起伏小的地区一般要求建立更好的环境协变量层,用土壤地图参比面积外推法来建立这些变量层。对于起伏大的地区则包括采样方案和Scorpan分析。贝叶斯置信网络(Bayesian belief networks),土壤-环境推理模型(SoLIM)以及随机森林(Random Forests)为所推荐的推理机。(张甘霖 译)

1-2 Digital Soil Mapping Using Legacy Soil Data in Korea (韩国利用历史土壤数据的数字土壤制图)

S. Young Hong<sup>1</sup>, Budiman Minasny<sup>2</sup>, Yong Seon Zhang<sup>1</sup>, Yi Hyun Kim<sup>1</sup>, Kang Ho Jung<sup>3</sup>

(1 Department of Agricultural Environment, National Academy of Agricultural Science(NAAS), Rural Development Administration(RDA), 150 Suin-ro, Suwon 441-707, Korea, E-mail: syhong67@korea.kr, zhang@korea.kr, yhkim75@korea.kr; 2 Faculty of Agriculture,

Food & Natural Resources, The University of Sydney, NSW 2006, Australia, E-mail: b.minasny@usyd.edu.au; 3 Faculty of Agriculture, Life & Environmental Sciences, University of Alberta, Edmonton, Alberta T6G 2E3, Canada, E-mail: stealea@hanmail.net)

土壤碳储存和有效水容量对于土地管理、作物产量、环境和生态系统管理是很重要的属性,本文应用数字土壤制图理念在韩国对这两个属性进行制图。数据包括化学和物理属性如:粒度、保水性、有机质、阳离子交换量、以及基于380个土系的体积质量(容重)数据。首先估算体积质量,从而估算碳储存和有效水容量。基于Adam模型得到一个由沙粒、厚度和有机质组成的土体转换模型,并由此预测不同土壤厚度的体积质量。有机碳随深度的分布先由碳的质量基准(kg/kg)转化为体积基准(kg/m<sup>3</sup>);碳储存(kg/m<sup>2</sup>)的获得应先计算碳的体积基准与每个土壤层次厚度的乘积,最后将其合并到每个土系1m厚度的土体中。有效水容量的制图比较有挑战性,因为数据库中只有一半包含-33 kPa和-1 500 kPa下的保水性测量数据。田间持水量由黏粒含量和预测的体积质量计算得到,并且通过孔隙度进行校正;萎蔫点由黏粒含量计算得到,并且根据预测的田间持水量和孔隙度的不一致进行校正;1 m厚度的有效水容量由水的储存量与田间持水量、萎蔫点和土层厚度的乘积估算得到;用土系制图单元(1:25 000)的估算参数对整个朝鲜半岛南部土体表面到1m厚度的碳储存和有效水容量进行制图。韩国碳密度和有效水容量均值分别约为5 kg/m<sup>2</sup>和154 mm;韩国农业用地的土壤碳储存总量约为174 Gg。(张甘霖 译)

1-3 GlobalSoilMap.net - From Planning, Development and Proof of Concept to Fullscale Production Mapping GlobalSoilMap.net (从计划、发展和概念验证到全景产品制图)

R. A. MacMillan<sup>1</sup>, A. E. Hartemink<sup>1</sup>, A. B. Mc-Bratney<sup>2</sup>

(1 ISRIC - World Soil Information, PO Box 59, 6700 WB Wageningen, The Netherlands, E-mail: Bob.MacMillan@wur.nl, alfred.hartemink@wur.nl; 2 Faculty of Agriculture, Food and Natural Resources, The University of Sydney, Sydney, Australia, E-mail: alex.mcbratney@sydney.edu.au)

全球数字土壤制图项目的目标是完成全球9个重要土壤属性的连续分层,90 m分辨率的数字预测

图。这些土壤属性图，将由在各洲节点负责人领导下的人员完成。各节点负责人负责项目的组织并向8个全球划分的区域提供成果。本文提出并探讨了制约项目开展和可用的图形产品生成的技术制约：①对所生成的产品统一的详细说明，②历史数据的定位，数字化和融合，③辅助变量数据库的集成，④预测方法的描述说明，⑤用于数据的获取，存储和传播的数据模型的详细说明，⑥选择计算机基础设施以支持图件的生成和发布，⑦针对终端用户的评估和核实，⑧预测结果的不确定性和精度评估。已经采取了相应的措施来克服这些制约，并估计了进展。没有重大的技术制约妨碍该计划的进程和图件的生成。（张甘霖译）

#### 1-4 GlobalSoilMap.net: Canada-United States Digital Soil Mapping Case (加拿大-美国数字土壤制图)

Jon Hempel<sup>1</sup>, Steve DeGloria<sup>2</sup>, Walter Fraser<sup>3</sup>, Xioyuan Geng<sup>4</sup>, Amand Moore<sup>5</sup>, Scott. Smith<sup>6</sup>, James Thompson<sup>7</sup>, Arnie Waddell<sup>8</sup>, Tom D'Avello<sup>9</sup>

(1 USDA-NRCS-National Soil Survey Center, Lincoln, NE, E-mail: jon.hempel@lin.usda.gov; 2 Cornell University, Ithaca, NY, E-mail: sdd4@cornell.edu; 3 Agriculture and Agri-Food Canada, Winnipeg, MB, E-mail: fraserw@agr.gc.ca; 4 Agriculture and Agri-Food Canada, Ottawa, ON, E-mail: gengx@agr.gc.ca; 5 USDA-NRCS-Maryland, Annapolis, MD, E-mail: amanda.moore@md.usda.gov; 6 Agriculture and Agri-Food Canada, Summerland, BC, E-mail: smithCAS@agr.gc.ca; 7 Division of Plant and Soil Sciences West Virginia University, Morgantown, WV, E-mail: james.thompson@mail.wvu.edu; 8 Agriculture and Agri-Food Canada, Winnipeg, MB, E-mail: waddella@agr.gc.ca; 9 USDA-NRCS-National Soil Survey Center, Morgantown, WV, E-mail: tom.d'Avello@wv.usda.gov)

土壤学家联盟制定了全球土壤制图的倡议。GlobalSoilMap.net项目目前包括7个大陆节点，共同支撑服务全球80%以上陆地面积的土壤表层属性制图。西弗吉尼亚州摩根城(Morgantown)的自然资源保护局负责的北美节点，目前已开始一个合作研究，验证这项工作的可行性。加拿大部农业食品和农业部(AAFC)、自然资源保护局(NRCS)和一些大学已经开始具体的研究，即基于详细(1:12 000~1:40 000)和概化(1:250 000~1:1 000 000)的土壤调查信息

选择土壤属性，采用数字土壤制图方法和环境协变量数据进行土壤制图，并比较依据详细的和概化的土壤信息制作的土壤图。我们也致力于推动国际交流以及改善农业和自然资源管理的土壤数据和信息的质量评价研究。本研究区位于北达科他州中北部和马尼托巴省西南部的冰川景观区，种植小谷物等杂粮作物、油籽和饲料作物、牧草等。主要环境问题是水质和水量，加速的土壤侵蚀、土壤盐渍化、土壤团聚体稳定性，维持有机质和土壤生产力。目前，土壤科学家已经收集了空间数据，制定了工作计划，并利用适当的数字土壤制图方法以及开始制图评价以满足地方和跨国资源管理的需要。（张甘霖译）

#### 1-5 Regional Approach to Soil Property Mapping Using Legacy Data and Spatial Disaggregation Techniques (利用原有数据和空间解聚技术的土壤属性区域制图方法)

James A. Thompson<sup>1</sup>, Timothy Prescott<sup>2</sup>, Amanda C. Moore<sup>3</sup>, James "Skip" Bell<sup>4</sup>, Darrell Kautz<sup>5</sup>, Jon Hempel<sup>6</sup>, Sharon W. Waltman<sup>7</sup>, C. Hobie Perry<sup>8</sup>

(1 Division of Plant, Soil Sciences West Virginia University, Morgantown, WV, E-mail: james.thompson@mail.wvu.edu; 2 USDA Natural Resources Conservation Service, Morgantown, WV, USA, E-mail: timothy.prescott@wv.usda.gov; 3 USDA-Natural Resources Conservation Service, Annapolis, MD, USA, E-mail: amanda.moore@md.usda.gov; 4 USDA-Natural Resources Conservation Service, Morgantown, WV, USA, E-mail: skip.bell@wv.usda.gov; 5 USDA-Natural Resources Conservation Service, Morgantown, WV, E-mail: darrell.kautz@wv.usda.gov; 6 USDA-Natural Resources Conservation Service, Lincoln, NE, E-mail: jon.hempel@lin.usda.gov; 7 USDA-Natural Resources Conservation Service, Morgantown, WV, USA, E-mail: sharon.waltman@wv.usda.gov; 8 USDA-Forest Service, St. Paul, MN, USA, E-mail: charleshperry@fs.fed.gov)

目前对于美国的区域和国家范围内的土壤属性估算，比如有机碳储量或者根带可用水容量，都是基于一个小尺度下并且使用方法具有很大的不确定性的土壤图的分析结果。近来，在获取详细的数字土壤数据和能够处理大量空间数据集的计算能力，以及通过各种方式集成这些数据的统计学方法方面的进步，为更加详细和精确的土壤属性估算方法的产生提供了一

种可能性。我们的目标是使用空间分解技术改善区域和国家土壤属性估算的准确度和精度, 通过结合详细土壤类型图和作为环境协变量的空间数据, 如地形和地质等来识别空间分布、变异性和土壤组分的范围——和土壤图单元内部的土壤属性之间的关联。在区域尺度上的方法是采用基于已经建立的, 并预期具有相对一致土壤-景观关系的主要土地资源区 (MLRA)。东阿勒格尼高原和山脉南部的两个具有很大面积的土壤单元提供了通过分解方式来制作基于栅格的景观尺度土壤有机碳分布图的一个示例。该分类数据区分在土壤制图单元内土壤组分的位置, 描述土壤的较高和较低的有机碳空间分布规律, 而不是使用整个土壤图单元范围内的平均有机碳值来描述土壤空间分布。对于这个例子, 离散数据估计的平均有机碳含量相比于原来发表的依据土壤类型图的数据要高 6%。(张甘霖译)

## 2 土壤生态系统

### 2-1 Anecic Earthworms and Associated Ecosystem Services in a Ley-arable Crop Rotation (牧草-作物轮作系统中深层种蚯蚓及其生态系统服务功能)

Nick van Eekeren<sup>1</sup>, Lydia Bommele<sup>2</sup>, Jan Bokhorst<sup>1</sup>, Ton Schouten<sup>3</sup>, Dirk Reheul<sup>2</sup>, Lijbert Brussaard<sup>4</sup>

(1 Louis Bolk Institute, Dept. of Organic Agriculture, Hoofdstraat 24, NL-3972 LA Driebergen, The Netherlands, E-mail: n.vaneekeren@louisbolk.nl; 2 Ghent University, Dept. of Plant Production, Coupure links 653, B-9000 Gent, Belgium; 3 National Institute for Public Health and the Environment, P.O. Box 1, NL3720 BA Bilthoven, The Netherlands; 4 Wageningen University, Dept. of Soil Quality, P.O. Box 47, NL-6700 AA Wageningen, The Netherlands)

蚯蚓, 尤其是深层种蚯蚓在水分调节生态系统服务方面起着十分重要的作用, 它可通过蚯蚓洞穴, 促进水分入渗并刺激根系生长至深层土壤。对于有效养分利用而言, 牧草-玉米轮作系统具有可持续性, 但缺乏该系统对蚯蚓的影响研究。本文在一个长达 36 年历史的试验中采集了 3 年多来的试验地蚯蚓, 并比较了永久性耕地与永久性草地和牧草-作物轮作系统中的蚯蚓数量。分析发现第 1 年耕地轮作系统土壤中蚯蚓数量较低, 且与连作土壤之间无显著性差异。而在 3 年的草地上发现第 2 年土壤中蚯蚓的数量就已经恢复到了与永久性草地的水平, 其蚯蚓生物量的恢复所需

最短时间为 3 年。然而, 在 3 年的轮作草地中深层种蚯蚓却没有恢复到它在永久草地中的优势数量。发现蚯蚓洞穴的数量与蚯蚓的生物量有关, 且在永久草地土壤中最高。这一结果提示牧草-作物轮作系统中深层种蚯蚓生存受到胁迫, 并对水分调节生态系统服务具有一定的负面作用。(涂晨, 滕应, 骆永明译)

### 2-2 Modelling the Provision of Ecosystem Services from Soil Natural Capital (模拟基于土壤自然资本的生态系统服务)

Estelle Dominati<sup>1,2,3</sup>, Alec Mackay<sup>2</sup>, Murray Patterson<sup>1</sup>

(1 New Zealand Centre for Ecological Economics, Landcare Research, Private Bag 11052, Palmerston North 4442, New Zealand; 2 AgResearch, Grasslands Research Centre, Tennent Drive, Private Bag 11008, Palmerston North 4442, New Zealand; 3 Corresponding author, E-mail: Dominatie@landcareresearch.co.nz)

土壤生态服务功能和自然资本通常不为人们所预见, 且没有得到很好的理解。本文提供了对土壤形成过程、土壤分类以及土壤功能的科学理解以及建立分类和量化土壤自然资本和生态系统服务框架的思考。该框架由 5 个主要相互联系的部分组成: ①自然资本, 即标准“土壤特性”为特征的; ②自然资本的形成、维持与衰退过程; ③提供、调节和文化服务; ④土壤过程及其相关服务的驱动力(包括人为的和自然的); ⑤土壤服务所满足的人类需求。然后, 我们将如何利用该框架构建新西兰奶牛场土壤的生态系统服务。(涂晨, 滕应, 骆永明译)

### 2-3 Soil Ecosystem Services in Amazonian Pioneer Fronts: Searching for Socioeconomic, Landscape and Biodiversity Determinants (亚马逊河流域前沿地的土壤生态系统服务: 寻找社会经济、景观与生物多样性的影响因素)

Michel Grimaldi<sup>1</sup>, Maria del Pilar Hurtado<sup>2</sup>, Xavier Arnaud de Sartre<sup>3</sup>, William Assis<sup>4</sup>, Thibaud Decaëns<sup>5</sup>, Mariana Delgado<sup>6</sup>, Thierry Desjardins<sup>1</sup>, Sylvain Dolédec<sup>7</sup>, Alexander Feijoo<sup>7</sup>, Valéry Gond<sup>8</sup>, Luiz Gonzaga<sup>6</sup>, Mário Lopes<sup>6</sup>, Raphaël Marichal<sup>9</sup>, Marluca Martins<sup>10</sup>, Fernando Michelotti<sup>4</sup>, Izildinha Miranda<sup>6</sup>, Danielle Mitja<sup>1</sup>, Norberto Noronha<sup>6</sup>, Johan Oszwald<sup>11</sup>, Bertha Pava Ramirez<sup>12</sup>, Gamaliel Rodriguez<sup>12</sup>, Simão Lindoso de Souza<sup>13</sup>, Tâmara Thais Lima<sup>6</sup>, Iran Veiga<sup>14</sup>, Patrick

Lavelle<sup>1,2</sup>

(1 Institut de Recherche pour le Développement, UMR211 Bioemco, Bondy, France, E-mail: michel.grimaldi@ird.fr; 2 Centro Internacional de Agricultura Tropical, TSBF Institute, Cali, Colombia, E-mail: m.p.hurtado@cgiar.org; 3 Université de Pau et des Pays de l'Adour, UMR CNRS 5603 SET, Pau, France, E-mail: xavier.arnaud@univ-pau.fr; 4 Universidade Federal do Pará, Faculdade de Ciências Agrárias, Marabá, Brazil, E-mail: william.assis1@gmail.com; 5 Université de Rouen, UPRES-EA1293 ECODIV, Mont Saint-Aignan, France, E-mail: thibaud.decaens @univ-rouen.fr; 6 Universidade Federal Rural da Amazônia, Belém, Brazil, E-mail: izildinha.Miranda @ufra.edu.br; 7 Université Lyon 1, UMR CNRS 5023, Villeurbanne, France, E-mail: sylvain@biomserv. univ-lyon1.fr; 8 Universidad Tecnológica de Pereira, Facultad de Ciencias Ambientales, Pereira, Colombia, E-mail: afeijoo@utp.edu.co; 9 CIRAD, UR36 Ressources forestières et politiques publiques, Montpellier, France, E-mail: valery.gond@cirad.fr; 10 Museu Paraense Emílio Goeldi, Belém, Brazil, E-mail: marlucia@museugeldi.br; 11 Université de Rennes 1, E-mail: johan.Oszwald@univ-rennes1.fr; 12 Universidad Nacional de Colombia, Florencia, Colombia, E-mail: belerapa@hotmail.com; 13 Universidade Federal do Pará, Campus de Altamira, Laboratório Agroecológico da Transamazônica, E-mail: slsouza@ufpa.br; 14 Universidade Federal do Pará, Centro Agropecuário, NEAF, Belém, Brazil, E-mail: iveiga@ufpa.br)

选择亚马逊河流域前沿地景观多样性的两个典型地区,即巴西和哥伦比亚为调查对象,我们研究了其社会经济环境、景观组成与结构、生物多样性以及生态系统产品和生态系统服务之间的关系。本文以一种原始抽样调查方法,收集其可兼容社会经济的、景观的、农艺的和生态系统的数据集,并加以严密统计分析。对于每个国家,均采用基于社会经济和景观变量进行统计分析,发现153个农场分属于3种不同土地利用方式和实践。而对于生物多样性、生态系统产品和生态系统服务等变量,则在每个国家选择了27个(哥伦比亚为26个)多样性最为丰富完整的农场。生物多样性调查中,发现植物、蚯蚓、白蚁和蚂蚁作为主要的生态系统工程师,在提供生态系统产品和生态系统服务中发挥着重要作用。所调查的生态系统服务通过土壤和生

物固碳实现气候调节、土壤保持、通过渗透调节水循环以及土壤质量指数。多重协惯性分析(MCOA)发现不同组变化间的协方差存在显著差异,并对该结果的重要性进行了讨论。(涂晨,滕应,骆永明译)

#### 2-4 Spatial Isolation Increases Diversity of Complex Bacterial Community(空间隔离提高复杂细菌群落多样性)

Jennifer Carson, Vanesa González, Daniel Murphy, Deirdre B. Gleeson

(Soil Biology Group, School of Earth & Environment, Faculty of Natural & Agricultural Science, University of Western Australia, Perth, WA, Australia, E-mail: jennifer.carson@uwa.edu.au)

土壤生态学中最令人感兴趣的难题之一,是为什么如此多的不同种细菌可以在土壤的微小空间中共存。本文验证了空间隔离理论,即在黏土含量较高的非饱和土壤中,细菌的多样性更高,这是由于非连续的水环境和较薄的水膜对细菌群落在空间上进行了相互隔离所致。本研究在不改变土壤化学性质的条件下,向砂质土壤中分别添加0或10%的淤泥和黏土颗粒,以改变砂质土壤的质地。两种质地土壤在不同水分含量的条件下培养,并采用细菌16S rRNA末端限制性片段长度多态性(TRFLP)法分析其对活性细菌群落的影响。研究表明,在土壤含水量最低时,细菌多样性较高( $p < 0.012$ ),但细菌的多样性却不受土壤质地的影响( $p > 0.553$ ),而土壤细菌群落结构则受土壤水分含量和土壤结构的影响( $p < 0.001$ )。分布序列分析发现,土壤含水量 $< 56\%$ 或土壤空隙含水率 $> 56\%$ 以及两种土壤质地的土壤细菌群落得到了分离。这一研究结果支持了土壤水分含量可影响土壤中复杂细菌群落的空间隔离的假设。假定大多数土壤处于非饱和状态,这一结果预示了空间隔离可为解释土壤中细菌的高度多样性提供了基础理论。(涂晨,滕应,骆永明译)

### 3 农业与环境保护中的土壤健康管理政策

#### 3-1 Soil Protection – Are We Moving in the Correct Direction? Experience From England and the European Union(土壤保护——我们正在正确的方向上前进吗?英国和欧盟之经验)

Stephen Nortcliff

(School of Human and Environmental Sciences, PO Box 227, University of Reading, Reading RG6 6DW,

UK, E-mail: S.Nortcliff@reading.ac.uk)

本文描述了英国和欧盟有关土壤保护的立法和政策背景。尽管在不同国家之间的确都存在着共同的保护土壤的愿望,但由于国家之间行政管理差异,导致达成共享一致的立法框架存在争议。进一步的工作亟待展开。(涂晨,滕应,骆永明译)

### 3-2 Building a 'Whole of Soil' Policy Framework(建立“全面土壤”政策框架)

Richard MacEwan<sup>1</sup>, Sonja Tymms<sup>2</sup>

(1 Future Farming Systems Research, Department of Primary Industries, Epsom, VIC, Australia, E-mail: Richard.MacEwan@dpi.vic.gov.au; 2 Policy and Strategy Group, Department of Primary Industries, Melbourne, VIC, Australia, E-mail: Sonja.Tymms@dpi.vic.gov.au)

本文介绍一种用于评价澳大利亚维多利亚州土壤利用与管理政策作用的方法。政府中政治和部门结构变化通常导致过剩的政策。对于土壤健康来说,一个持久的政策框架应该能够适应政治上的变化,并坚持一个核心的原则,即正确引导政府的新政策和投资。土壤可服务于多种用途,并直接关系到不同政府部门的职责。因此,各部门间通过谈判而达成共识以及建立“全面政府”政策可能是解决这一问题的方案之一。然而这一方案也许只能拖延而非完全解决这一问题。另一种替代方案则是建立一种有关土壤健康的“全面土壤”政策,该政策可以适应政府不同部门的变化。一个简单的概念模型,可以将土壤生态系统服务、土壤威胁以及土壤保护管理相互联系起来。并通过案例概述了该政策框架如何应用在维多利亚的主要工业部门中。(涂晨,滕应,骆永明译)

### 3-3 United States Policy Approaches for Assessing Soil Health(美国评价土壤健康的政策方法)

Susan S. Andrews<sup>1</sup>, Michelle, M. Wander<sup>2</sup>, Norman Widman<sup>1</sup>, Cynthia A. Cambardella<sup>3</sup>, Jeffrey P. Mitchell<sup>4</sup>

(1 US Dept. of Agriculture, Natural Resources Conservation Service, E-mail: susan.andrews@gnb.usda.gov; 2 Dept. of Natural Resources, University of Illinois; 3 US Dept. of Agriculture, Agricultural Research Service; 4 Dept. of Horticulture, University of California-Davis)

用更全面的视野来看待土壤健康问题,并建立指导土壤保护、管理和恢复的政策,这已成为举世公认

的需求。为了实现这一需求,美国在《2008年粮食、环境保育与能源法案》的保护程序中,包括了保育管理计划(conservation stewardship program, CSP)和环境质量激励计划(environmental quality incentives program, EQIP)。这些计划的实施,已经认识到土壤质量在促进土壤保护中起着重要作用。CSP计划的初次土壤质量评估是建立在土壤状态指数(soil conditioning index, SCI)的基础上,这是一个用于预测土壤有机质水平变化趋势的简单线性模型。国会批准的其他措施包括保育效应评价项目(conservation effects assessment project, CEAP),该项目承担了分水岭监控和过程模拟功能。但是,这些环境评估措施用于大规模土壤保护时,则缺乏不可操作性。目前简单的土壤状态指数模型已被保育管理计划中的基于实践工具所代替。将通过基于实践的模型与测量所得的土壤数据进行比对,其土壤结果显示出很好的代表性。采用基于实践的评估模型并用实测数据进行校正,更具可操作性和实用性,对于土壤保护措施和结果均具有代表性。(涂晨,滕应,骆永明译)

### 3-4 Watershed-scale Soil Quality Assessment: Assessing Reasons for Poor Canopy Development in Corn(流域尺度土壤质量评价:评价玉米冠层发育不良的原因)

Diane E. Stott<sup>1</sup>, Cynthia A. Cambardella<sup>2</sup>, Mark D. Tomer<sup>2</sup>, Douglas L. Karlen<sup>2</sup>

(1 USDA Agricultural Research Service, National Soil Erosion Research Laboratory, West Lafayette, IN, USA, E-mail: diane.stott@ars.usda.gov; 2 USDA Agricultural Research Service, National Laboratory for Agriculture and the Environment, Ames, IA, USA, E-mail: cindy.cambardella@ars.usda.gov, mark.tomer@ars.usda.gov, doug.karlen@ars.usda.gov)

土壤质量评价是在流域尺度上理解土壤和作物管理措施长期效应的一个重要组成部分。此外,简单而健康的评价方法对于政策的制定和落实也是必不可少的。2006年夏季,在衣阿华河南叉口流域进行了航拍调查,并对玉米冠层发育不良的田块作了标记。我们的目的是为了确定土壤质量评价能否揭示玉米冠层发育不良的原因。2006年秋季,对51个标记的田块进行了评估,在每个田块中采集0~10 cm表层的4个混合土样,其中3个采自田块中主要土壤类型,另1个采自作物冠层发育不良的区域。测定了土壤体积质量(容重)、团聚体稳定性、质地、pH、可提取态磷、钾、

钙、镁、 $\text{NO}_3^-$ 、铜、铁、锰、锌、电导率、土壤有机碳、总氮、微生物生物量碳、可矿化碳/氮、 $\beta$ -葡萄糖苷酶活性等指标。采用土壤管理评价框架体系 (soil management assessment framework, SMAF) 来评价土壤质量。在所有调查的田块中, 冠层发育不良并非由单一原因引起。总的来说, 在顶冠发育不良处理的土壤中有有机质含量、微生物生物量碳、可矿化碳/氮以及 $\beta$ -葡萄糖苷酶活性均较低, 且弥补不同土壤类型的碳含量 SMAF 指标也较低。就各指标的平均值而言, 土壤有机碳含量、微生物生物量碳、土壤密度、电导率以及土壤质量指数 (11 种积分指标的平均值) 在正常组和不良组之间均有显著性差异。在从田块扩展至流域条件下, 采样时存在特定的问题, 如土壤有机碳含量和土壤有效磷较低, 土壤体积质量高, 而土壤孔隙含水率低等。当这些田块被斜坡隔开时, 大多数指标均较低。运用 SMAF 体系来解决这些特定问题, 将有助于土地管理者制定相关管理政策来改良贫瘠土壤地区。政策制定者也可以根据这些信息来评估生态系统功能管理系统的有效性。(涂晨, 滕应, 骆永明 译)

#### 4 土壤温室气体

4-1 Bioenergy Residues as Soil Amendments: Climate-relevant C and N Dynamics During Decomposition (生物能源残留物作为土壤改良剂: 分解过程中气候关联的碳和氮动态变化)

M. L. Cayuela<sup>1</sup>, P. J. Kuikman<sup>2</sup>, O. Oenema<sup>1,2</sup>, R. R. Bakker<sup>3</sup>, J. W. Groenigen<sup>1,2</sup>

(1 Dept. Soil Quality, Wageningen University. PO Box 47, 6700 AA Wageningen, The Netherlands, E-mail: marialuz.cayuela@wur.nl; 2 Alterra. Wageningen University and Research Centre. PO Box 47, 6700 AA Wageningen, The Netherlands; 3 Agrotechnology & Food Sciences Group. P.O.Box 17, 6700 AA Wageningen, The Netherlands)

目前日益扩大的生物能源将如何影响土地使用及其环境后果尚不清楚。或许日益增加的生物能源生产将导致更多的副产品作为添加剂或肥料输入土壤。然而, 这些新的生物能源副产品将如何影响土壤中微生物转化过程, 进而影响土壤温室气体平衡与有机质的储存, 目前这些问题仍然不清楚。本研究通过实验室培养试验比较研究了不同生物能源副产品加入农业土壤后温室气体排放的动态变化。10 种副产品来自不同的生物能源领域: 厌氧消化产物 (粪肥消化产物),

第一代生物燃料残余物 (菜籽粕、蒸馏干燥且可溶的谷粒), 第二代生物燃料残余物 (木质纤维素水解而非发酵产物) 和热解产物 (生物碳)。这些副产品 (其施用量以每公顷 150 kg 纯 N 计) 施入湿润砂质土壤 (80% 土壤孔隙含水率), 20°C 条件下培育 60 天。

60 天后, 添加第一代生物燃料残留物的处理所排放的 $\text{CO}_2$ 量已超过所添加碳量的 80%。添加第二代生物燃料残渣和添加肥料消化产物的处理所释放的 $\text{CO}_2$ 分别约占 60% 和 40%。生物碳是最稳定的残留物, 其 $\text{CO}_2$ 损失量最低 (约占所加入总碳量的 0.5%~5.8%)。关于 $\text{N}_2\text{O}$ 的排放, 添加第一代生物燃料残留物的处理 $\text{N}_2\text{O}$ 排放总量最高 (约占所加入总氮量的 2.5%~6.0%)。第二代生物燃料残留物 $\text{N}_2\text{O}$ 排放量约占总氮的 1.0%~2.0%, 而添加厌氧消化产物所排放的 $\text{N}_2\text{O}$ 最低, 不足总氮的 1.0%。而本研究中两种生物碳添加剂所排放的 $\text{N}_2\text{O}$ 均为负排放, 即排放量低于对照组。研究结果认为, 生物燃料残留物对土壤复合温室气体排放的影响至少在短期内是复杂的, 从有益作用 (生物碳) 到复合作用 (肥料消化产物和第二代生物燃料), 甚至明显的副作用 (第一代生物燃料)。这些效应之间相互关联, 故在生物燃料生产生命周期分析以及生物燃料和生物能源的环境影响评价时应加以考虑。(涂晨, 滕应, 骆永明 译)

4-2 Grazing and GHG Fluxes in Steppe Environments – How Grazing Reduces  $\text{N}_2\text{O}$  Emissions and  $\text{CH}_4$  Uptake (放牧与草原温室气体通量——放牧如何降低 $\text{N}_2\text{O}$ 排放和 $\text{CH}_4$ 吸收)

K. Butterbach-Bahl<sup>1</sup>, B. Wolf<sup>1</sup>, W. Chen<sup>2</sup>, X. Zheng<sup>2</sup>, X. Han<sup>3</sup>, H. Wu<sup>3</sup>, Z. Yao<sup>2</sup>, M. Dannenmann<sup>1</sup>, M. A. Sutton<sup>4</sup>, N. Brüggemann<sup>1</sup>

(1 Karlsruhe Institute of Technology, Institute for Meteorology and Climate Research (IMK-IFU), Germany, E-mail: Klaus.butterbachbahl@kit.edu; 2 Institute of Atmospheric Physics, Chinese Academy of Sciences (CAS), China; 3 State Key Laboratory of Vegetation and Environmental Change, Institute of Botany, Chinese Academy of Sciences, 100093 Beijing; 4 Centre for Ecology and Hydrology, Bush Estate, Penicuik, Midlothian, EH26 0QB, Scotland, UK)

本文研究了放牧、牲畜管理及冻融交替对内蒙古草原土壤 $\text{N}_2\text{O}$ 和 $\text{CH}_4$ 交换的影响。研究结果发现, 在草原上放牧率增加并不一定导致 $\text{N}_2\text{O}$ 年排放量的增加。

由于土壤通气性的影响,放牧显著降低了 $\text{CH}_4$ 的吸收量,因而 $\text{CH}_4$ 扩散入土壤后被活性甲烷氧化细菌所利用。(涂晨,滕应,骆永明译)

#### 4-3 Nitrous Oxide Production in Soil: Microbial Source Partitioning to Inform Management Options for Mitigation (土壤中 $\text{N}_2\text{O}$ 的产生:微生物源划分作为其缓解的管理选择)

Elizabeth M. Baggs, Marta Streminska, Gaynor Barrett, N. Morley

(Institute of Biological and Environmental Sciences, University of Aberdeen, Cruickshank Building, St Machar Drive, Aberdeen AB24 3UU, U.K., E-mail: e.baggs@abdn.ac.uk)

陆地系统是大气中 $\text{N}_2\text{O}$ 的主要来源,约占目前温室气体总量的 6%。土壤中 $\text{N}_2\text{O}$ 的产生主要是生物源的,产生于微生物过程中,这一过程也可能同时发生在同一土壤的不同微型场所。本文探讨了微生物生产和降低 $\text{N}_2\text{O}$ 的生物地球化学途径,考虑了在特定条件下确定产生 $\text{N}_2\text{O}$ 主要过程的可行性方法,强调了 $\text{N}_2\text{O}$ 的微生物源目前存在的一些不确定因素对未来研究的指导作用,探讨了如何理解 $\text{N}_2\text{O}$ 的来源有利于我们管理陆地生态系统以降低温室气体的排放量。这样的 $\text{N}_2\text{O}$ 源分区是具有挑战性的,但关于 $\text{N}_2\text{O}$ 平衡和更好地理解不同过程的控制,为制定适当的 $\text{N}_2\text{O}$ 减排管理措施却是非常重要的。(涂晨,滕应,骆永明译)

#### 4-4 Soil C Dynamics Following the Ploughing of a Poorly-drained Grassland (排水不良草地耕作后的土壤碳动态变化)

D. A. Angers<sup>1</sup>, J. D. MacDonald<sup>1</sup>, P. Rochette<sup>1</sup>, M. H. Chantigny<sup>1</sup>, I. Royer<sup>1</sup>, M. O. Gasser<sup>2</sup>

(1 Agriculture and Agri-Food Canada, Soils and Crops Research Centre, 2560 Hochelaga Blvd, Québec, QC, Canada, G1V 2J3; 2 Institut de recherche et développement en agroenvironnement, Québec, Canada, G1P 3W8)

在北方温带地区,多年种植饲料作物是一种主要的土地利用方式,且种植饲料作物的土壤中储存有大量的碳。深刻理解该系统中碳的动态对于评估土壤碳在温室气体收支平衡中的作用至关重要。试验在两块小区上进行,其中一块自 1978 年起每年施加  $100 \text{ m}^3/\text{hm}^2$  的液体猪粪,另一块未施加任何肥料。试验包

括以下几个处理,①植被完整,或在秋季用草甘膦杀死;②秋季非扰动的化学休耕;③秋季全面翻耕;④春季全面翻耕。随着秋季翻耕的进行,我们开始监测 1 年中休耕土壤表层的  $\text{CO}_2$  排放、土壤剖面  $\text{CO}_2$  浓度、土壤温度和土壤水分含量。同时对土壤团聚体、团聚体内部轻组分有机质和微生物生物量也进行了分析。耕作能显著降低水稳性团聚体的数量,以及受团聚体保护的轻组分有机质的含量。然而, $\text{CO}_2$  的排放量表明,与化学休耕相比,翻耕使土壤呼吸强度降低 19%~33%。回归分析表明, $\text{CO}_2$  排放量的减少是由于深层土壤温度和氧气有效性降低,从而产生表面碳的填充。我们的研究表明,在冷性排水不良的土壤中,土壤呼吸主要依赖环境因素,而非物理的保护机制。(涂晨,滕应,骆永明译)

#### 4-5 Soil $\text{N}_2\text{O}$ Fluxes Are Low From a Grain-legume Crop Grown in a Semi-arid Climate (半干旱气候区粮食-豆科作物产地土壤 $\text{N}_2\text{O}$ 的低通量)

Louise Barton<sup>1</sup>, Klaus Butterbach-Bahl<sup>2</sup>, Ralph Kiese<sup>2</sup>, Daniel Murphy<sup>1</sup>

(1 School of Earth & Environment (M087), The University of Western Australia, Crawley, Australia, E-mail: lbarton@uwa.edu.au; 2 Institute for Meteorology & Climate Research, Atmospheric Environmental Research, Forschungszentrum Karlsruhe, Garmisch-Partenkirchen, Germany)

了解半干旱和干旱区粮食-豆科作物种植土壤  $\text{N}_2\text{O}$  通量对于深入理解全球陆地生态系统内因生物固氮而造成 $\text{N}_2\text{O}$ 的损失是很有必要的。本文对澳大利亚西南部的半干旱气候区粮食-豆科作物产地受雨水浇灌土壤中 $\text{N}_2\text{O}$ 日通量进行了测量。试验设计包括种植窄叶羽扇豆和不种植且不施氮肥的处理。将土壤呼吸室连接到一个完全自动化系统,使用气相色谱法测定土壤 $\text{N}_2\text{O}$ 的通量。 $\text{N}_2\text{O}$ 的日通量较低( $\text{N}_2\text{O}-\text{N}$   $-0.5 \sim 24 \text{ g}/(\text{hm}^2 \cdot \text{d})$ ),且处理间无差异。 $\text{N}_2\text{O}$ 的年度损失量最大值为  $\text{N}_2\text{O}-\text{N}$   $118 \text{ g}/\text{hm}^2$ 。 $\text{N}_2\text{O}$ 的最大日排放量出现在收获后期,由于后期一系列的夏季降雨。在每年此时土壤条件有利于土壤中微生物生产 $\text{N}_2\text{O}$ ,如土壤含水量和速效氮含量及土壤温度增加( $>25^\circ\text{C}$ )。本文首次报道了有关地中海半干旱气候区雨养粮食-豆科作物种植土壤 $\text{N}_2\text{O}$ 的年释放量。(涂晨,滕应,骆永明译)

#### 5 土壤和植物中微量营养元素与作物和人体健康的

关系

5-1 Addressing Variations in Status of a Few Nutritionally Important Micronutrients in Wheat Crop (小麦作物中几种重要微量营养元素含量的变异)

R. P. Narwal<sup>1</sup>, R. S. Malik<sup>2</sup>, R. R. Dahiya<sup>2</sup>

(1 Directorate of Research, CCS Haryana Agricultural University, Hisar, India, E-mail: rpnarwal@yahoo.com; 2 Department of Soil Science, CCS Haryana Agricultural University, Hisar, India, E-mail: ranbir59@hau.ernet.in)

种子的微量营养元素含量不仅对人类的营养是十分重要的,而且对下一代幼苗的营养也是必需的。土壤和作物缺锌(Zn)、铁(Fe)、锰(Mn)的现象几乎在所有国家都有发生,特别是在谷类作物种植区。这些微量营养元素的缺乏对世界粮食生产和人体健康都有着不利的影响。因此,本文考察了2008—2009年之间在印度哈里亚纳邦希萨尔农场上14个小麦品种在微量营养元素(Zn、Fe、Mn)积累量上的差异。该农场土壤中DYP A可提取态Zn、Fe、Mn的含量分别为1.60、17.55以及3.50 mg/kg。各微量营养元素的处理包括对照、50%推荐剂量、推荐剂量、150%推荐剂量,以及叶面喷施推荐剂量。在所有小麦品种中Zn、Fe、Mn浓度存在相当大的遗传变异。无论品种如何,小麦秸秆中Zn、Fe、Mn的积累量均要高于种子中的含量。(涂晨,滕应,骆永明译)

5-2 Biofortification of Cereals with Zinc and Iron Through Fertilization Strategy (谷类作物锌铁生物强化的施肥策略)

Ismail Cakmak

(Sabanci University, Faculty of Engineering and Natural Sciences, 34956 Istanbul, Turkey, E-mail: cakmak@sabanciuniv.edu)

锌铁缺乏是大家公认的公共健康问题之一,也是作物产量的一种重要土壤限制因子。通常情况下,土壤中锌铁元素的缺乏与人体缺锌缺铁之间存在着密切的地理重叠关系,表明提高粮食作物中微量营养元素浓度有很高的需求。选育谷粒富含铁锌的新植物基因型品种(遗传生物强化)是解决这一问题最经济有效的策略,但也是一个长期的过程。因此需要一个能在短期内对粮食作物进行锌铁生物强化的快速互补方法。为达到这一目的,施肥(农艺生物强化)是对粮食作物进行生物强化的最有效途径。本文列出的例子表明,锌肥的应用极大地促进了谷物对锌的生物强化。

相反,各种无机和螯合铁肥的配施却未能显著增加谷物中铁的浓度。然而,提高植物氮素营养状况却可以促进粮食作物对铁(以及锌)的积累。因此,植物氮素营养在谷物锌和铁生物强化中起着决定性作用。(涂晨,滕应,骆永明译)

5-3 Effectiveness of Borax and Colemanite as Boron Sources for Rice Grown in Flooded Acidic Soil (淹水酸性土壤中硼砂和硬硼钙石作为硼源对水稻生长的效果)

M. Saleem, Y. M. Khanif, Che Fauziah, A. W Samsuri, B. Hafeez

(Department of Land Management Faculty of Agriculture Universiti Putra Malaysia, 43400 UPM Serdang, Selangor Darul Ehsan, Malaysia)

采用田间试验评价了淹水条件下硼肥(硼砂和硬硼钙石(粉末和颗粒)对水稻提供硼素的效果。施硼可以改善各项农学生长参数并提高产量。两种硼肥可显著增加水稻株高、每株穗数、每穗粒数和千粒重,且两种硼肥对水稻提供硼素的效果相同。当硼砂和硬硼钙石粉末的施用量分别为B 2 kg/hm<sup>2</sup>和3 kg/hm<sup>2</sup>时可显著提高作物产量。施用硼砂和硬硼钙石粉末对作物产量的差异在所有的3个水平上都不显著。施用硬硼钙石粉末处理与施用硼砂的处理相比,其硼的残留浓度在深度为0~15 cm、15~30 cm和30~45 cm处均有显著增加。颗粒状硬硼钙石的施用并没有显著促进作物的生长和产量,这是由于颗粒增大使硼的释放更为缓慢。(涂晨,滕应,骆永明译)

5-4 HarvestPlus: Developing and Delivering Micronutrient-dense Crops (生物强化:开发和提供微量营养元素富集作物)

Wolfgang H. Pfeiffer

(Product Development, HarvestPlus, c/o CIAT, Cali, Colombia, E-mail: wpfeiffer@cgiar.org)

当微量营养元素缺乏已成为21世纪威胁全球公众健康的重大挑战时,利用植物育种培育微量营养元素富集(生物强化)植物获得了合法。为了响应这一行动,生物强化项目已经立项,其目的是以农业研究为工具来干预公众健康,通过基于提高食品营养质量的农业生产研究范式,降低微量营养元素不良高危人群的风险。生物强化的应用与策略由影响/产品途径所驱动,他整合了植物生长发育、营养、社会经济学以

及国家特定的作物提供计划等因素。对于新的性状而言,生物强化产品的概念必须考虑以下几个关系到成功与否的因素:①技术目标:适应基因型作物性状发现与表达;②作物改良目标:培育生物强化但不影响农学性能、营养以及最终使用质量的种质资源;③商业目标:设计并提供该技术。生物强化工程包括 3 个阶段:①发现阶段(2004—2008);②发展阶段(2009—2013);③服务阶段(2014—2018)。知识水平的不断提高可缩短第二阶段的周期,使之从紧急状态转变为从容的状态,并可优选 10 个国家/微量元素特征和 6 种作物进行研究。重点在产品发展方面,技术、知识的提出及多学科主题得到了解释。(涂晨,滕应,骆永明 译)

#### 5-5 Technical Aspects of Zinc and Iron Analysis in Biofortification of the Staple Food Crops, Wheat and Rice (主要粮食作物、小麦和水稻生物强化中锌铁的分析技术)

James Stangoulis

(Flinders University, School of Biological Science, Bedford Park, South Australia, E-mail: james. Stangoulis@flinders.edu.au)

任何育种计划中的主要优先事项是在寻找能在原地评估该遗传变异性状的有效工具。理想情况下,这些技术应该相对成本低、速度快且通量高。在生物强化项目实施的早期主要依赖 ICP-OES 来进行微量元素分析,因为它的灵敏度高,每日样品通量可达 500 个,并且能够同时检测植物组织中可作为土壤污染标记物的铝和钛元素。但该技术的弊端是分析成本高,且需要专业化设备的运行。比色技术,如双硫脲法(检测锌)和 Perl 的普鲁士蓝法(检测铁)已经开发了高通量筛选技术,并已在部分育种工程中使用。更新的技术也正在探索研发中,包括近红外光谱,手持式和台式 X 射线荧光光谱仪。目前的研究结果很有意义,关于这方面的研究仍在进行中。为了尽量减少收获及收获后的植物组织受到土壤的污染,对这方面的研究也促进了各个学科在生物强化领域提供更多更可靠的操作步骤和对“无污染”仪器的研发。(涂晨,滕应,骆永明 译)

### 6 澳大利亚的协同土壤科学

#### 6-1 Collating and Using Australian Soil Data - A Process of Aggregation or Aggravation? (整理和使用澳

大利亚土壤数据——是聚集还是加重过程?)

Peter L. Wilson, David Jacquier, Linda Gregory

(CSIRO Land and Water, GPO Box 1666, Canberra ACT 2601, Australia, E-mail: peter.wilson@csiro.au)

澳大利亚的土壤和土地资源数据是由诸多司法机构和个人为了多种目的而获取并维护的。澳大利亚协作土地评估项目和澳大利亚土壤资源信息系统已完成了对国家土壤数据集的统一化和标准化核对整理,这是一具有挑战性的工作,而这些数据集主要是来自于历史遗留。但怎样才能更好地简化土壤数据的复杂性,以便向更广泛的用户提供更合适、更有用的数据和信息产品?我们能否可以指定一个最小的属性数据集和一个时空数据模型,以满足人们对土壤数据日益频繁和复杂的要求?(涂晨,滕应,骆永明 译)

#### 6-2 Setting Investment and Monitoring Priorities for Soil Condition in Australia - A Challenge to Soil Information Collaboration (澳大利亚土壤条件的投资和监测优先权——土壤信息合作的挑战)

Ted Griffin<sup>1</sup>, Mike Grundy<sup>2</sup>, Jeff Baldock<sup>2</sup>, Phil Moody<sup>3</sup>, Peter Wilson<sup>2</sup>

(1 Department of Agriculture and Food, WA, E-mail: tgriffin@agric.wa.gov.au; 2 CSIRO, Australia, E-mail: mike.grundy@csiro.au, jeff.baldock@csiro.au, peter.wilson@csiro.au; 3 Department of Environment and Resource Management, Indooroopilly, Qld, Australia, E-mail: Phil.Moody@nrw.qld.gov.au)

澳大利亚可持续的粮食和纤维的生产依赖于信息化管理。修订管理行为所产生后果的认识必须与资源的基础状态相联系。这必须在从农场管理到国家公共政策等各个层面进行实施。其分析描述需要在空间上代表关键的土壤状况指标,如 pH 值和有机碳含量。这涉及到修改过程的强度、土壤恢复力及土壤指标现状的整合。成功的关键是在于机构内对数据的获取、过程知识以及成果验证的协作。这些成果是用来告知公共投资,有利于促进行为变化和土壤状态监控程序。

(涂晨,滕应,骆永明 译)

#### 6-3 Soil Policy Development in Australia (澳大利亚的土壤政策发展)

Noel Schoknecht

(Department of Agriculture and Food, Western Australia, Australia, National Committee on Soil and Terrain,

E-mail: noel.schoknecht@agric.wa.gov.au)

近年来,澳大利亚国家和州政府对认识和管理土壤资源的投资不断减少,尽管土壤在解决当今社会的一些主要问题诸如粮食安全和气候变化,以及作为一个重要的自然资源财产在支撑社会经济的可持续发展中发挥着重要的作用。澳大利亚政府与有关国家和地区合作,正在着手将土壤相关问题引入公众社会,鼓励辩论,并制定长期的国家措施对良好土壤的管理以解决环境和其他问题。为了消费者、农民、农村社区和环境利益,一个内在而真正的关注提高土壤管理的时机已经成熟。有关澳大利亚土壤管理政策的公众评议与讨论结果,有如下几个重点领域需要国家采取行动,其中包括:

- 应对土壤资源潜在威胁的国家战略措施;
- 增加有关土壤健康研究和发展;
- 提高全民对土壤相关的技能和知识;
- 提高土壤信息和数据管理;
- 提高教育和实践支持的能力;
- 提高对关键土壤管理问题的公众认识。

目前正在进行的工作正是为了配合这些国家行动以满足上述需求。本报告介绍了有关解决这些问题所取得的工作进展,以及土壤科学界能够对国家土壤政策和更好的环境、经济与社会成果所带来的影响,这些成果都来自于更可持续的土壤管理和改进后的土地管理。(涂晨,滕应,骆永明译)

#### 6-4 Soils of Northern Australia-potential Food Bowl or Dust Bowl? (澳大利亚北部土壤——潜在的粮仓还是尘堆?)

Peter L Wilson<sup>1</sup>, Anthony Ringrose-Voase<sup>1</sup>, Jason Hill<sup>2</sup>, Noel Schoknecht<sup>3</sup>, Bernie Powell<sup>4</sup>

(1 CSIRO Land and Water, GPO Box 1666, Canberra ACT 2601, Australia, E-mail: peter.wilson@csiro.au; 2 Northern Territory Department of Natural Resources, Environment, the Arts and Sport; 3 Department of Agriculture and Food, Western Australia; 4 Queensland Department of Environment and Resource Management)

开发澳大利亚北部土壤的农业潜力已引起人们多年的兴趣。澳大利亚联邦科学与工业研究组织(CSIRO),以及昆士兰州、北领地和西澳大利亚州政府机构在当地进行了土壤和土地资源对灌溉农业适宜性评价。潜在可耕土壤重点区域的确定是因为与其他限制因子相互独立,如水供应、淹水、气候、土地

使用权和经济因素。国家和多管辖区共同对土壤和土地资源进行评估目前已成为可能,因为澳大利亚合作土地评估程序(ACLEP)正在进行的工作,就是将澳大利亚土壤资源信息系统(ASRIS)中的数据整理为最有效且全国统一的数据格式。但ASRIS在数据覆盖范围和归属存在方面的空白,以及在数据尺度和年代方面仍然存在重大问题。数据需要有更好的时空覆盖范围以作为制定规划和政策的证据支持。数字土壤制图技术和远程与近端遥感技术的应用将有助于制定一个优化的国家土壤信息基础设施。(涂晨,滕应,骆永明译)

#### 7 土壤碳固定

##### 7-1 Capturing Carbon in Australian Soils: Potential and Realities (澳大利亚的土壤碳捕获:潜力与现实)

J.A. Baldock<sup>1</sup>, J. Sanderman<sup>2</sup>, R. Farquharson<sup>2</sup>

(1 Sustainable Agriculture Flagship\CSIRO Land and Water, Urrbrae, SA 5064, Australia, E-mail: jeff.baldock@csiro.au; 2 Sustainable Agriculture Flagship\CSIRO Land and Water, Urrbrae, SA 5064, Australia)

由于土壤碳在提高土壤生产力和缓解大气温室效应方面的积极作用,越来越多的研究开始关注如何增加澳大利亚土壤碳的捕获能力。毫无疑问,通过改变当前的管理措施,澳大利亚土壤拥有较大的碳捕获潜力。然而,目前在估算碳捕获的潜在速率和幅度上仍存在诸多争议。澳大利亚土壤捕获的碳将来能抵消净温室气体排放,这是不太可能的。但通过一系列土壤管理措施使土壤捕获更多的碳却是有可能减少温室气体排放。通过回顾澳大利亚传统上为维持土壤碳所采取的农业管理措施系列实验表明,不论采取何种农业管理措施,农业生产利用条件的土壤碳一直在持续下降。然而在碳友好保护措施条件下,土壤有机碳下降的幅度却有所降低。与当前的管理措施情景相比,这将会减少温室气体排放而不是从大气中净固定碳。为使我们更好地理解区域尺度上不同土地利用/管理措施对土壤碳变化幅度的影响,澳大利亚已于近期开展了一个国家土壤碳项目。该项目将从澳大利亚特定地区的主要土壤和土地利用/管理措施组合体进行土壤采样,进而确定土地利用/管理措施对土壤碳含量与组成差异的影响。(史学正译)

##### 7-2 From Source to Sink – A National Initiative for Biochar Research (从源到汇——国家倡议的生物炭研

究)

Evelyn Krull

(CSIRO Land and Water, PMB 2, Glen Osmond SA 5064)

由澳大利亚农林渔业局 (DAFF) 资助, 一个大型的国家级和多学科合作的生物炭项目正在展开。该项目为期 3 年, 将结合实验室和实地调查活动开展工作。农林渔业局项目组织了澳大利亚若干在生物炭、生物能源、土壤科学、温室气体排放管理和生命循环 (life-cycle) 评估领域内的顶级科学家。该项目倡导的生物炭项目, 目的在于阐明生物炭的制造及在澳大利亚农业上的应用。研究对象被分为 3 个主要的类型, 即生物炭与土壤的反应作用、生物炭与温室气体排放, 以及生物炭/生物能制造与生命循环 (life-cycle) 评估。3 个类型相互关联并且使用相同样品及标准化的测量方法。该项目预期成果是期望使澳大利亚的农业生态系统直接收益, 并向科学界、资助方、澳大利亚公众和政策制定者提供关于生物炭制造和在土壤中应用的可靠评估。(史学正 译)

### 7-3 Nano-scale Secondary Ion Mass Spectrometry – Application to Soil Organic (纳米尺度二次离子质谱法——应用于土壤有机质研究)

Daniel V. Murphy<sup>1</sup>, Matt R. Kilburn<sup>2</sup>, John B. Cliff<sup>2</sup>, Peta L. Clode<sup>2</sup>, Davey L. Jones<sup>3</sup>

(1 Soil Biology Group, School of Earth and Geographical Sciences, The University of Western Australia, Crawley, WA 6009, Western Australia, E-mail: daniel.murphy@uwa.edu.au; 2 Centre for Microscopy, Characterisation and Analysis, The University of Western Australia, Crawley, WA 6009, Western Australia; 3 Environment Centre Wales, Bangor University, Gwynedd, LL57 2UW, UK)

很多微生物介导过程在广域尺度 (纳米到厘米) 存在高空间变异性。在此尺度下, 关于土壤颗粒空间组织, 土壤有机质, 植被根系和微生物以及他们之间的交互影响知之甚少。在土壤科学研究中, 了解土壤物理/化学环境的异质性及其对生物过程的影响是个重大突破。纳米级二次离子质谱法 (NanoSIMS) 将高分辨率离子探针和同位素分析结合, 它可以在微尺度 (ca. 100 nm) 精确地反映空间清晰的元素和同位素分析过程 (Herrmann et al. 2007a; 2007b)。NanoSIMS 的强大之处在于其能在高灵敏度分辨率下区分元素的

稳定同位素, 即使是百万分之几的浓度也可以被检出。为说明 NanoSIMS 的应用潜力, 我们用 <sup>13</sup>C 和 <sup>15</sup>N 标记的低分子量有机分子检测植被根菌和外生菌间的竞争过程。对植物来说, 氨基酸是有机氮的重要来源; 而对微生物来说, 氨基酸是碳和氮的重要来源。就这点而论, 这些有机分子是调节生态系统生产力的主要因子。<sup>13</sup>C 和 <sup>15</sup>N 标记的氨基酸常常被用来测定植物和微生物对溶解有机物的相对竞争关系。然而, 传统方法需要大量的样本数据 (例如地面植物根系), 而且在同位素的低空间分辨率下不能区分个别微生物和植物根细胞对有机物的利用和竞争过程。

作为例子, 我们用 <sup>15</sup>N/<sup>14</sup>N 和 <sup>13</sup>C/<sup>12</sup>C 的 NanoSIMS 成像数据来研究①小麦根细胞和细菌对农业土壤根围 <sup>15</sup>N 的竞争 (Clode et al. 2009) 和②在北极和高山地区广泛分布的草本科植物珠芽蓼属的外生菌根根间 <sup>15</sup>N 和 <sup>13</sup>C 的流动。先将含有 <sup>15</sup>N 和 <sup>13</sup>C 标记的氨基酸溶液注入到这些植物的根域周围。再在 1 ~ 1000 min 的吸收期内对个体植被根系进行采样。通过二次采样测定根系可溶性氮库和残土的 <sup>15</sup>N/<sup>14</sup>N 和 <sup>13</sup>C/<sup>12</sup>C 比率。另外, 快速固定样本, 并随后嵌入树脂。利用 NanoSIMS 方法可以得到细菌-小麦根细胞或真菌-蓼属植物根细胞相互作用的横截面的 <sup>15</sup>N/<sup>14</sup>N 和 <sup>13</sup>C/<sup>12</sup>C 同位素比率图象 (10 ~ 30 μm<sup>2</sup>)。结果能够阐明根细胞和微生物的富集差异和清晰地显示土壤物理组织 (<sup>28</sup>Si 评估), 土壤有机质 (<sup>12</sup>C 评估), 菌细胞 (<sup>15</sup>N), 真细胞 (<sup>15</sup>N 和 <sup>13</sup>C) 和植物根系 (<sup>15</sup>N 和 <sup>13</sup>C) 等的空间格局。(史学正 译)

### 7-4 Soil Carbon and the New Zealand Agricultural Greenhouse Gas Research Centre (土壤碳与新西兰农业温室气体研究中心)

F. M. Kelliher<sup>1,2</sup>, H. Clark<sup>3</sup>, B. E. Clothier<sup>4</sup>, A. D. Mackay<sup>3</sup>, A. J. Parsons<sup>3</sup>, G. Rys<sup>5</sup>, D. Whitehead<sup>6</sup>

(1 AgResearch, Lincoln Research Centre, Private Bag 4749, Christchurch 8140, New Zealand, E-mail: frank.kelliher@agresearch.co.nz; 2 Department of Soil and Physical Sciences, Faculty of Agriculture & Life Sciences, Lincoln University, PO Box 84, Lincoln 7647, New Zealand; 3 AgResearch, Private Bag 11008, Palmerston North 4442, New Zealand; 4 Plant and Food Research, Private Bag 11-600, Palmerston North 4442, New Zealand; 5 Ministry of Agriculture and Forestry, PO Box 2526, Wellington 6011, New Zealand; 6

Landcare Research, PO Box 40, Lincoln 7640, New Zealand)

新西兰农业温室气体研究中心于近日成立。本中心3个核心科学领域之一将是制定管理指南,用来保护与食物及纤维生产活动相关的土壤碳储量,并促使其持续增长。据估计,放牧草场0.3m以内的土壤存储了新西兰85%的土壤碳。虽然大量研究对国家尺度土壤碳储量的估算方法进行了改进,但是放牧区土壤数据依然不够完整,覆盖的地理范围有限,并且大部分样品的采样深度低于0.1m。目前,针对放牧草场下土壤碳储量调控和验证的研究还很少。这类土壤的碳储量已经相当可观,其中一部分来源于大约150年前被欧洲殖民者所砍伐原始森林植被。模型模拟的方法可以使人们更清楚地理解影响放牧草场土壤碳循环的过程。本文将对放牧草场土壤碳储量的潜力以及可实现部分进行估算。对土壤碳储量的变化进行测量和验证十分困难,因为这种变化可能较慢,或相对较小且形式多变。将模型与田间测量的方法相结合并设计出核算准则,可为新西兰农业土壤碳储量管理提供指导。(史学正译)

## 8 土壤科学的高等教育

8-1 A New Model for Training Soil Science Students to Compete in a Global Society (适应全球社会的土壤科学学生培养新模式)

Donald L. Sparks

(University of Delaware, Newark, DE 19716, USA, E-mail: dlsparks@udel.edu)

毫无疑问,对于土壤科学家和土壤科学学科来说,这是一个令人兴奋的时刻。当前我们所面临的许多全球性重大挑战,包括气候变化、环境退化和恢复、粮食安全、人口增长、可持续性能源等问题,这些都必须依赖土壤科学家的参与。由于这些挑战的存在以及许多土壤科学家即将退休,特别是青年学生一代人的成长,许多受过良好教育的土壤科学工作者将在研究机构、政府部门以及私营部门获得更多的工作机遇。这些新一代土壤科学家必须从事全球范围内的工作并富有国际环境的工作经验。为了确保就业竞争力,获得一份有价值且令人满意的工作,我们应该采用与原来不同的培养方式来教育学生。他们必须具备:不只是在传统领域的课程作业和培训,而且要在工程设计、社会政策、商业和经济学、伦理学、管理和公共政策等领域接受训练;多尺度跨学科的研究机会,在行业

界和政府实习的机会、国际经验、提高口头和书面沟通技巧的培训等。本文将对这几方面的培训作简要汇报。(涂晨,滕应,骆永明译)

8-2 Preparing Professional Pedologists Through Field Practicums and Career Experience (通过现场实习和职业训练培养专业的土壤学家)

James A. Thompson<sup>1</sup>, Maxine Levin<sup>2</sup>

(1 Division of Plant and Soil Sciences West Virginia University, Morgantown, WV, E-mail: james.thompson@mail.wvu.edu; 2 USDA Natural Resources Conservation Service, Washington, DC, USA, E-mail: maxine.levin@wdc.usda.gov)

美国的学院和大学,特别是土地授权机构和其他国立大型学校的土壤科学计划已为地方当局、州、联邦机构,特别是美国农业部自然资源保护服务(NRCS)的土壤调查方案提供了许多训练有素的土壤学家。据预测,在NRCS项目所聘请的500名农田土壤科学家中约一半人将在5年内退休。虽然实际退休人数可能会有所减少,但采用合适的现场和实验室方法培训新一代的农田土壤科学家已迫在眉睫,同时这些科学家需要掌握先进的地理空间分析方法,以保证土壤调查方案能够提供宝贵的成果且适应用户的不断需求和兼容其他空间资源数据。学院和大学可通过多种方式使学生和用人单位进行接洽,扩充知识和技能,使毕业生成为能与其他科学家,以及与那些使用、管理或对信息的收集、分析和发送作决定的土壤科学家进行富有成效的合作员工。在学院和大学土壤计划中有两项重要的提高学生训练能力的活动,分别为现场实习和职业经验。本文将讨论的核心课程是或应该是在土壤学科里得到全面训练的一部分,强调的重要领域、实验室和计算机技能也应该得到教育。我们还将讨论美国政府的方案,使学生获得工作经验与学生的学术计划和职业目标应是相辅相成的。这些方案包括学生职业体验计划(SCEP)和学生临时就业计划(STEP)。(涂晨,滕应,骆永明译)

8-3 Producing the Thinking Soil Scientist (培养具有思考能力的土壤科学家)

Damien Field<sup>1</sup>, Tony Koppi<sup>2</sup>, Alex McBratney<sup>3</sup>

(1 Faculty of Agriculture, Food and Natural Resources, University of Sydney, NSW 2006, Australia, E-mail: damien.field@sydney.edu.au; 2 Faculty of Agriculture,

Food and Natural Resources, University of Sydney, NSW 2006, Australia, E-mail: tkoppi@gmail.com; 3 Faculty of Agriculture, Food and Natural Resources, University of Sydney, NSW 2006, Australia, E-mail: A.McBratney@usyd.edu.au)

人们越来越期望土壤科学的毕业生不仅掌握现有的知识功底,同时掌握各种不同的技能,使他们能够采用跨学科的方法来解决现实世界的难题。为达此目的,毕业生必须能够与社会界认识交流,并了解社会、经济和文化等影响他们提供的方案获得接受的因素。为了培养研究生的这种全能性,需要学生、教师和各行业在教育过程中的适当时机相互介入。为了实现这一目标,本文在此首次描述了教学-研究-产业-学习(TRIL)的教育框架改进并得到了教育理论的支持。当大学土壤科学教育者使用一些现有的教学活动(如实践班或基于问题的学习)来阐明这一理论框架时,该理论框架可能就不像初次提及那么陌生。为了评估TRIL的实用性,澳大利亚5所大学与政府部门、评审机构和相关行业正在共同测试该框架在培育国家土壤学科课程,以满足即将工作毕业生需求方面的作用。(涂晨,滕应,骆永明译)

#### 8-4 The Soil Scientist in the 21st Century (21 世纪的土壤科学家)

Stephen Nortcliff

(Department of Soil Science, University of Reading, Reading, RG6 6DW, United Kingdom, E-mail: s.nortcliff@reading.ac.uk)

政策制定者们正日益认识到土壤在全球环境系统中发挥着重要作用。最近关于气候变化与碳固定必要性的辩论也已确认了土壤碳库在其中的重要作用。越来越多的土壤科学家们正参与到制定国家和国际土壤碳库的管理策略中,并通过理解土壤系统中碳的归趋而在某些土壤中适当增加碳库容量。与碳平衡收支相偶联的问题,包括维持和增加粮食产量的需求意识以及维持土壤质量满足新的粮食产量目标的重要性已经增强。目前,越来越多的人认识到土壤管理是可持续粮食生产体系的主要组成部分,尽管这种认识也许有点迟。在20世纪后期,世界上许多国家接受过训练的土壤科学家数量都在减少,大学、研究所和商业部门里的就业机会也越来越有限。在21世纪的前几年内,由于土壤在我们生活中各方面的重要性认识不断提高,对训练有素的土壤科学家的需求也日益增加。土

壤科学已经需要迎头赶上,如果需要满足这一需求,我们必须培养更多的土壤科学家。然而,这个问题必须强调的是,哪些技能是我们对新一代土壤科学家的期待?在过去,许多土壤科学家选择化学作为基本科研训练,而化学在现在仍然十分重要。同时,我们还必须保证我们的新一代土壤科学家具有较为广泛的环境系统意识,以及土壤在这些系统中的作用和土壤对生态系统服务的重要贡献等认识。土壤科学和土壤科学家必须能够跨学科研究,并且能够与非专业人员交流。如果我们不能以简单易懂的方式迅速有效地向决策者们传达信息,我们的建议则不会被采纳,则人们虽能认识到土壤的重要性,但却不能采取适当的行动。我们提供的训练必须包括土壤的科学背景和社会背景,也必须关注与广大媒体的沟通。在英国,我们正在寻找实习机会以提供额外的培训,让学生能够体验将他们接受的教育进行实际应用。在大多数情况下,这些有实习经历的实习生在其学业结束时更容易受雇。本文将介绍土壤科学家培训特点不断改变的近期经验的现有例子,并对未来的工作提出一些想法。(涂晨,滕应,骆永明译)

## 六、部门专题报告

### (一) 概述

- 1.1 天文土壤学扩展至其他行星
- 1.2 土壤信息的时空模拟
- 2.1 湿地与全球变化
- 2.2 未来的景观管理
- 3.1 土地利用的精准技术
- 3.2 养分最佳管理措施
- 4.1 为什么把土壤看作污垢?
- 4.2 土壤与人类健康

### (二) 重要论文摘要

- 1.2 土壤信息的时空模拟
- 1.2-1 Combining Quantitative (Palaeo-) Pedological, Palaeo-environmental Studies and Modelling – An Important Step on the Way to Predict Soil Reactions to Environmental Change (结合定量的(古)土壤学、古环境的研究和模拟——预测土壤对环境变化的响应道路上的重要一步)

Daniela Sauer<sup>1</sup>, Peter A. Finke<sup>2</sup>, Isabelle Schüllli-Maurer<sup>1</sup>, Ragnhild Sperstad<sup>3</sup>, Rolf Sørensen<sup>4</sup>, Helge I.Høeg<sup>5</sup>, Karl Stahr<sup>1</sup>

(1 Institute of Soil Science, Hohenheim University, Stuttgart, Germany, E-mail: d-sauer@uni-hohenheim.de, kstahr@uni-hohenheim.de; 2 Department of Geology and Soil Science, Ghent University, Ghent, Belgium, E-mail: Peter.Finke@UGent.be; 3 Sør-Fron Kommune, Sør-Fron, Norway, E-mail: ragnhild.sperstad@sor-fron.kommune.no; 4 Norwegian University of Life Sciences, 1432 Ås, Norway, E-mail: ro.sor@c2i.net; 5 Gloppåsen 10, N-3261 Larvik, Norway)

为检验SoilGen模型模拟土壤黏粒淀积形成过程的能力,我们在挪威南部进行了全新世土壤年龄序列研究。SoilGen把土壤看作是土壤形成因素的函数来模拟土壤形成。因此,后者必须为土壤形成的时间跨度而重建。“地貌”和“母质”这两个成土因素通过野外和实验室获得,“时间”是从现有的海平面曲线提取,“气候”、“生物”两因素从参考文献和一项最近的古环境研究中得到。年龄序列的建立基于壤质海洋沉积物,并显示出随时间呈漂白淋溶土(Albeluvisol)发展趋势。黏粒淀积开始于1650年内。典型的漂白淋溶舌(albeluvic tongues)在4600~6200年后开始形成。它们沿着裂缝会发展得更快。漂白淋溶(Albeluvic)物质落入裂缝中,导致漂白淋溶舌的形成,而后者随着年代而变得越来越深,越来越宽。为检验模型模拟结果与实测结果的吻合程度,各调查点土体的pH、CEC和黏粒含量随时间的变化也与模拟结果进行了比较。(刘娅,潘贤章译)

1.2-2 Directed Variability of Paleosols Properties in Short Chronosequences Studied by the Statistical Approach - A Case Study of Kurgans in Orenburg Region, Russia (基于统计方法的古土壤性质在短时间序列中的定向变异性研究——以俄罗斯奥伦堡地区柯根斯为例)

Olga S. Khokhlova<sup>1</sup>, Julia L. Meshalkina<sup>1</sup>

(Institute of Physical, Chemical and Biological Problems in Soil Science of RAS, Pushchino, Moscow region, 142290, Russia; Soil Science Department, Lomonosov Moscow State University, Leninskyje Gory, Moscow, 119991, Russia, E-mail: akhokhlov@mail.ru; olga\_004@rambler.ru)

通过研究两个古墓中埋葬的库尔干人身下的古土壤特性,确定了库尔干人埋葬坟墓建造的相对年表。这个年表后来被古土壤中腐殖质里的放射性碳和碳酸盐所证实。基于古土壤性质的古环境重建改变了其空

间变异性的影响。土类的成分组成基于主成分分析和聚类分析方法,利用每个古土壤性质的相对值来获得,这些相对值则是在与现代背景的类比土壤建立关系的基础上获取。古土壤之间腐殖质和碳酸盐含量的差异对100~150年的“短”年代序列确定而言在统计上是可靠的。(刘娅,潘贤章译)

1.2-3 Modelling Soil Formation Along a Loess Toposequence (沿黄土地形序列的土壤形成模拟研究) Peter Finke

(Department of Geology and Soil Science, Faculty of Science, Ghent University, Ghent, 9000 Belgium, E-mail: peter.finke@ugent.be)

目前的SoilGen模型包括了许多土壤形成过程机理及函数的描述,例如物理和化学风化、有机质更新、可溶性盐类和黏土迁移、生物扰动和侵蚀/沉积。这些过程使得利用CLORP因子作为外源输入模拟单个土体尺度上Ah、E和Bt层的形成变得可能。本研究测试了模型对于这些成土因素的灵敏度,并将该模型应用于比利时黄土带的一个地形序列中,以评估由于坡度和坡向(考虑降雨时的主导风向)不同而引起土壤性质差异的现象是否可以模拟出来。结果表明,在对方解石溶解度和影响黏土分散和运输的参数进行校正后,这是完全可能的。结果还表明,校正草案还需要进一步完善,使其能够解决其局限性:限于土壤剖面当前状况已知,模型包含参数太多,运行时间过长。(刘娅,潘贤章译)

1.2-4 Shale Weathering Rates Across a Continental Scale Climosequence (跨大陆尺度气候序列的页岩风化速率)

Ashlee Dere<sup>1</sup>, Tim White<sup>2</sup>, Susan L. Brantley<sup>3</sup>, Lixin Jin<sup>4</sup>, David Harbor<sup>5</sup>, Meredith Townsend<sup>6</sup>

(1 Graduate Student of Geosciences, Pennsylvania State University, University Park, PA, USA, E-mail: ald271@psu.edu; 2 Senior Research Associate, Pennsylvania State University, University Park, PA, USA, E-mail: tsw113@psu.edu; 3 Faculty of Geosciences, Pennsylvania State University, University Park, PA, USA, E-mail: brantley@essc.psu.edu; 4 Postdoctoral Researcher, Pennsylvania State University, University Park, PA, USA, E-mail: luj10@psu.edu; 5 Faculty of Geology, Washington and Lee University, Lexington, VA, USA, E-mail:

harbord@wlu.edu; 6 Student of Geology, Washington and Lee University, Lexington, VA, USA, E-mail: townsendm11@mail.wlu.edu)

为调查跨气候梯度上的土壤形成速率,我们在北美建立了一个由系列观测点组成的断面,作为临界区域研究网络(critical zone exploration network, CZEN)。本文所报道的所有观测点位于有机质含量低、富含铁的志留纪页岩地区,以提供能从中发育成土壤的稳定母岩。这个气候序列包括相对湿冷的威尔士、纽约和宾夕法尼亚地区,直到温度逐渐升高的弗吉尼亚州南部、田纳西州和阿拉巴马州。断面结束于温暖/湿润的波多黎各,尽管这个观测点没和阿巴拉契亚山上的观测点在同一个页岩形成层上。我们将在所有观测点采用相同的方法测量包括地球化学和矿物学在内的数据,以用于直接比较和建立风化过程的最终模型。来自威尔士、宾夕法尼亚和弗吉尼亚州的初步结果显示,随着深度的增加钠流失增加,在弗吉尼亚州的湿暖观测点,到基岩的深度大大增加。每个观测点流失钠占母质组成的比例随年平均温度呈线性变化。总体来说,这个断面获得的结果将不仅使人们更好地理解气候如何影响土壤形成,而且也会更有助于理解人类活动如何对土壤形成速率产生影响。(刘娅,潘贤章译)

#### 1.2-5 Soil Reactions to Extreme Environmental Stress: Lessons From the Past Records (极端环境胁迫下土壤的反应——历史经验教训)

Nicolas Fedoroff<sup>1</sup>, Marie-Agnès Courty<sup>2</sup>, Zhengang Guo<sup>3</sup>, Mathieu Rue<sup>4</sup>

(1 Traverse de Thuir, 66270 Le Soler, France, E-mail: nicolas.fedoroff@wanadoo.fr; 2 UMR 7194. IPHES, University Rovira i Virgil, Tarragona, Spain, E-mail: courty@mnhn.fr; 3 Institute of Geology and Geophysics, CAS 19, Beijing, China, E-mail: ztguo@mail.iggcas.ac.cn; 4 SARL Paléotime, Villard-de-Lans, France, E-mail: mathieu.rue@paleotime.fr)

在选定的土粒上采用由 SEM-EDS 和 XRD 射线分析法带来的高分辨率研究方法对中更新世(华南)和晚更新世(法国南部)的两个古土壤序列进行了研究。这种方法能使我们辨别成土初始阶段的重复演替被突发事件所致的土壤扰断所终止。在法国南部的序列结束于由排水欠佳引起的低温事件,正如由叠加在早期成土事件上的水成因素所显示的那样。在中国南方,这种中断事件与大大小小的玻璃陨石的出现有关,这

种玻璃陨石解释了由于宇宙物体爆炸引起的土壤扰断。在更新世土壤上由于特殊事件引起的鲜明特征到目前为止还没有在现代土壤上发现。与由全球变暖引起的轻微胁迫相比,它们的作用力度相当大,说明了古土壤在预测土壤对正在进行的大气变化的响应方面的能力还是有限的。(刘娅,潘贤章译)

## 2.1 湿地和全球变化

### 2.1-1 Development of Bulk Density, Total C Distribution and OC Saturation During Paddy Soil Evolution (土壤体积质量、全碳分布以及有机碳饱和度在水稻土演变过程中的变化)

Livia Wissing<sup>1</sup>, Angelika Kölbl<sup>1</sup>, Zhi-Hong Cao<sup>2</sup>, Ingrid Kögel-Knabner<sup>1</sup>

(1 Department Ecology and Ecosystem Sciences, Center of Life and Food Sciences Weihenstephan, Technische Universität München, Freising Weihenstephan, Germany, E-mail: l.wissing@wzw.tum.de; 2 Institute of Soil Science, Chinese Academy of Sciences, Nanjing 210008, China)

大量的有机质以稳定状态存储在水稻土中,因此,陆地生态系统碳的很大一部分存储在湿地水稻土中。然而,由氧化还原循环驱动的全碳稳定机制,在很大程度上还是未知的。该项目的目的是,明确在长时间序列的水稻土利用及由此由管理所致的水稻土形成过程中,有机无机复合体对有机碳稳定的作用。土壤剖面采集区域包括水稻土区域和非灌溉控制区域。首先对土壤的体积质量(容重)、有机全碳和无机全碳含量,以及土壤物理组分中的有机碳含量和有机碳储量进行分析。初步结果显示水稻土和非水稻土区在垂直分布上有着明显的不同。耕层水稻土的体积质量较低(范围在 0.9 ~ 1.3 g/cm<sup>3</sup> 之间),犁底层的较高(范围在 1.4 ~ 1.6 g/cm<sup>3</sup> 之间),而非水稻土在整个剖面范围内有着较为一致的体积质量(范围在 1.3 ~ 1.4 g/cm<sup>3</sup> 之间)。在与富含碳酸盐的非水稻土区域的对比研究中,我们发现在水稻土形成的过程中碳酸盐将会大量流失,而这将会导致有大约一百年历史的水稻土表层 20 cm 范围内的脱钙作用,也将会导致有 700、1 000、2 000 年历史的水稻土的整个剖面范围内的脱钙作用。各个层次的有机碳储量的计算表明,水稻土较非水稻土表层含量更高,并随土壤形成年龄的增长而增长。细土中保存的有机碳量通过 Hassink (1997) 方程来计算。伴随着水稻土利用时间的增加,细土对有

机碳保存能力的饱和水平也相应地增加了。(王昌昆, 潘贤章 译)

### 2.1-2 Impacts of Sea Level Rise on the Biogeochemistry of a Coastal Floodplain in Eastern Australia (海平面上升对澳大利亚东部沿海冲积平原生物地球化学性质的影响)

Vanessa N. L. Wong<sup>1</sup>, Phillip Hirst<sup>2</sup>, Scott G. Johnston<sup>1</sup>, Richard T. Bush<sup>1</sup>, Leigh A. Sullivan<sup>1</sup>, Edward D. Burton<sup>1</sup>, Peter G. Slavich<sup>3</sup>

(1 Southern Cross GeoScience, Southern Cross University; PO Box 157, Lismore NSW 2480, Australia; 2 Grafton Agricultural Research Station; New South Wales Department of Industry and Investment; PMB 2, Grafton NSW 2460, Australia; 3 Wollongbar Primary Industries Institute; New South Wales Department of Industry and Investment; 1243 Bruxner Highway, Wollongbar NSW 2477, Australia)

通过将原状土芯分别置于 0%、50%、100% 稀释度的合成海水中, 来考察海水淹没对沿海冲击平原土壤的生物地球化学性质的影响。在自然堤岸处采集的土芯样呈弱酸性, 但非盐碱土, 同时在浸润过程中 pH 呈现轻微下降的趋势(例如, 在 100% 海水浸润过程中, pH 值由 7.41 降到 6.73), 并且在所有的处理中, 在淹水条件下  $\text{Fe}^{2+}$  有少量的移动。在酸性硫酸盐土区采集的土芯样呈酸性, 含盐, 含高浓度可溶性和可交换性铝。在淹水过程中, pH 值呈现轻微的下降, 在泡水下  $\text{Fe}^{2+}$  的少量移动。在冲积平原的漫滩沼泽处采集的土芯样含有一定量的盐, 呈酸性, 含高浓度的可交换性铝。大多数在漫滩沼泽处采集的土芯样在海水浸泡后, 其 pH 均下降, 而用 50% 浓度海水处理时降幅最大。通常情况下, 漫滩土壤中  $\text{Fe}^{2+}$  浓度随时间而增加。由于海平面上升、风暴潮或者特大潮汐的发生, 沿海的漫滩湿地将置于海水或者咸水浸润之中, 此时这些研究结果将会为研究地表水质提供借鉴。(王昌昆, 潘贤章 译)

### 2.1-3 Mercury Transformations in Wetland Soils in Relation to C, S and Fe Biogeochemistry (湿地土壤中汞转换与碳、硫和铁元素的生物地球化学作用间的关系)

Ulf Skyllberg

(Department of Forest Ecology and Management, Swedish University of Agricultural Sciences SE-90883

Umeå, Sweden, E-mail: ulf.skyllberg@sek.slu.se)

在湿地研究中, 有毒的、能生物累积的甲基汞 (MeHg) 分子的净含量是一个重要的环境健康问题。本文研究了湿地中控制甲基汞净含量的影响因素和过程。其中最重要的是甲基化、脱甲基化、光致氧化还原过程。这些反应通过 Fe (III) 和硫酸盐还原菌的复杂的相互作用而与碳、硫、铁的生物地球化学性质联系起来。特别关注的是 Hg (II) 的化学形态与通过甲基化细菌实现的生物可用态 Hg (II) 的吸收之间的联系。有机物质在其中起到了关键作用。有机物质不仅控制着 Hg (II) 和甲基汞的传输, 而且还提供了生物可用态 Hg (II) 及甲基化细菌的能量源。本文还指明了研究的需求。特别是当我们有限的关于脱甲基过程的基本知识可能会影响社会做出正确的比如关于湿地恢复努力的决策。(王昌昆, 潘贤章 译)

### 2.1-4 Peatlands, Carbon, and Climate: The Role of Drought, Fire, and Changing Permafrost in Northern Feedbacks in Climate Change (泥炭土、碳和气候: 干旱、火灾与改变永久冻土层在北部气候变化反馈的影响)

M. R. Turetsky

(Department of Integrative Biology, University of Guelph, Guelph Ontario Canada N1G 1G2)

地球上大约 30% 的土壤碳存储于泥炭土中, 而这些泥炭土主要分布于北纬地区, 现在这些地区正在经历着快速气候变暖。由于气候变化会影响泥炭土的水文特征和土壤温度状况, 因此生态系统和生物地球化学性质的变化可能会引起泥炭土碳库速率的改变。同时, 更热和更干旱的环境也可能加剧泥炭土中已有碳的分解作用, 也将加速温室气体的排放, 呈现对气候变化的正反馈。本文提供实验、区域调查和模型研究中的一些成果, 探讨了气候变暖、干旱和扰动对生态系统和北部地区泥炭土碳循环过程所产生的后果。尽管生态系统对干旱的快速响应包括降低生态系统中的碳储量, 但是一项长期的实验表明, 排水将会增加林地对土壤的输入和提高土壤碳储量。然而, 增加的森林覆盖会让这些排水生态系统更易于在野火发生时燃烧, 导致由化石燃料消耗和生态系统演替带来的大量的碳损失。除了对生态系统中碳储量和转化速率的变化研究之外, 为了更全面地理解泥炭土在气候变暖中的作用, 关于辐射力 (radiative forcing) 的其他方面的进一步研究也是必须的, 例如地表反照率变化的研究。(王昌昆, 潘贤章 译)

## 2.2 未来的景观管理

### 2.2-1 Carbon Storage in Remnant Trees and Soils of Grazing Lands in Queensland (昆士兰牧场内残余树林和土壤中碳储量)

Hossein Ghadiri<sup>1,3</sup>, Janet Hussein<sup>1</sup>, Calvin Rose<sup>1</sup>, Cyril Ciesiolka<sup>2</sup>, Caitlin Veraa<sup>1</sup>

(1 Griffith School of Environment, Griffith University, Kessels Rd, Nathan, 4111, Australia; 2 Department of Natural Resources and Mines, Toowoomba, QLD, Australia; 3 Corresponding author, E-mail: H.ghadiri@griffith.edu.au)

自 2001 年开始, 在澳大利亚昆士兰州的一个商业牧场开展了一个大尺度的研究项目。对基于小区/集水区的牧场管理的多个方面进行了 6 年的研究。本文指出, 和土壤碳相比牧场中残余树林可以作为碳汇的一个途径。使用 2 个小区中的 86 棵树(白皮桉)的年高度/胸径测量数据对树木的生长进行了评价。部分树木在 2001 年和 2005 年被砍伐, 并测量了树干、叶片和根样中的碳、氮含量。2001 年和 2005 年还分别对表土中的全碳和全氮进行了测定。以树木生长数据为基础, 结合碳含量及树木密度, 开发了一种线性混合作用模型(linear mixed effect model, LME 模型)预测了每公顷碳储量。尽管在 2001—2005 年监测期间内, 植树小区的表土中土壤碳储量没有显著变化, 但是树木中碳储量却显著增加。尽管高密度植树对于整个牧场而言不现实, 但是对较低产量的区域而言可能是合适的, 以补偿牧场其他区域的碳释放。(潘贤章 译)

### 2.2-2 Effects of Landuse Types at Different Slopes on Soil Erodibility Factor -A Case Study (不同坡度下土地利用类型对土壤可蚀性因子的影响——以伊朗 Amol 区为例)

Farzin Shabani<sup>1</sup>, Manouchehr Gorji<sup>2</sup>, Ahmad Heidari<sup>2</sup>, Atefeh Esmeili<sup>3</sup>

(1 M.Sc Student, E-mail: F.shabani1984@gmail.com; 2 Faculty of Soil Science, University of Tehran, Iran, E-mail: mgorji@ut.ac.ir, ahaidari@ut.ac.ir; 3 M.Sc Student, E-mail: ESMAEILI1985@yahoo.com)

土壤可蚀性因子( $K$ )代表土壤剥蚀敏感性和泥沙输送性, 以及给定降雨条件下的径流量和速率的综合作用。本研究探讨了北伊朗地区 4 个邻近利用区的土地利用和坡度对土壤可蚀性因子的影响。土地利用类

型包括森林、草地、灌溉农田和非灌溉农田, 分布在 3 个小区上, 坡度分别为 3%~8%, 8%~18% 和 18%~40%。每个小区每种利用类型上采集 3 个重复土样。分析了部分土壤物理化学性质。 $K$  值利用诺模图法估计。数据分析结果显示, 不同利用类型和坡度之间差异显著。对于大部分利用类型来说,  $K$  值随坡度增加而增加, 这是由于坡度导致一些影响可蚀性的因素, 比如 SOM、土壤结构、土壤渗透性的变化。草地在 8%~18% 坡度下可蚀性因子最小(0.023)。而坡度 8%~18% 的灌溉农田具有最高  $K$  值(0.078)。除此以外, 林地具有次高的  $K$  值, 然而干农田可蚀性远远高于林地。(潘贤章 译)

### 2.2-3 Integrating Soil and Water Resources in Local Development Framework: The ASTUCE & TIC Program (整合土壤和水资源于地方发展框架中: ASTUCE & TIC 计划)

Fabienne Trolard<sup>1</sup>, Alain Dangeard<sup>2</sup>, Barbara Le Pors<sup>3</sup>, Thomas Ménard<sup>4</sup>, Bernard Descamps<sup>5</sup>, Frédéric Baret<sup>6</sup>, Raymond Bile<sup>1</sup>, Nadine Brisson<sup>7</sup>, Guilhem Bourrie<sup>1</sup>, André Chanzy<sup>6</sup>, Jean-François Closet<sup>3</sup>, Marc Conruyt<sup>1</sup>, Dominique Courault<sup>6</sup>, Marie-Lorraine Dangeard<sup>2</sup>, Philippe Dussouillez<sup>4</sup>, Jules Fleury<sup>4</sup>, Anthony Jan<sup>1</sup>, Catherine Keller<sup>4</sup>, Sarah Kirman-Meunier<sup>3</sup>, Jean-Christophe Maho<sup>3</sup>, Rachid Hadria<sup>6</sup>, Françoise Ruget<sup>6</sup>, Albert Olioso<sup>6</sup>, Sophie Viseur<sup>8</sup>

(1 INRA, UR1119 Géochimie des Sols et des Eaux, Europôle de l'Arbois, BP 80, Aix-en-Provence, France, E-mail: trolard@aix; 2 MEED S.A., Paris, France, E-mail: aldan@wanadoo.fr; 3 G2C Environnement, Venelles, France, E-mail: jfcloset@g2c.fr; 4 Université Paul Cézanne, CEREGE, Aix-en-Provence, France, E-mail: keller@cerege.fr; 5 OrangeLabs, France Télécom, Sophia-Antipolis, France, E-mail: bernard.descamps@orange-ftgroup.com; 6 INRA, UMR114, Environnement Méditerranéen et Modélisation des Agrohydro-systèmes, Avignon, France, E-mail: achanzy@avignon.inra.fr; 7 INRA, US1116, Agroclim, Avignon, France, E-mail: nadine.brisson@avignon.inra.fr; 8 Université de Provence, Laboratoire de Géologie des systèmes Carbonatés, Marseille, France, E-mail: Sophie.Viseur@univprovence.fr)

城市扩展是一种生产要素, 但是城市扩散则是土

壤和水资源的主要威胁。地方政府必须将城市和农村结合起来考虑。土壤和水资源对食物产品是必须的,水供应和它们的退化会危害城市创造财富,不能提供地方发展和公共资源管理的资金来源。一般来说数据总是有的,但是太分散。也已存在数量可观的独立校正和验证过的模型,这些将容许用户重视土地利用变化和气候变化,去评价城市化对土壤性质的改变、作物对水和养分的需求、土壤和水之间的地球化学交互作用,以及基于成本、效益方法的经济模型。ASTUCE & TIC 项目目标在于,通过将上面提及的不同模型整合起来,以帮助决策者能更有效地处理城市扩展问题。(潘贤章 译)

#### 2.2-4 Soil Erosion as an Indicator of Agricultural Sustainability in Tropical Watersheds (土壤侵蚀作为热带小流域农业可持续性的指标因子)

Juliet Manguerra<sup>1</sup>, Dante Margate<sup>1</sup>, John Bavor<sup>2</sup>

(1 Bureau of Soils and Water Management, Diliman, 1100 Quezon City, Philippines, E-mail: d.margate@uws.edu.au; 2 Water Research Laboratory, University of Western Sydney, Richmond, NSW 2753, Australia, E-mail: j.bavor@uws.edu.au)

使用一种系统的方法将农业可持续发展的概念落实到实际。这个方法需要将特定个案和特定地点的可持续指标整合到基于农业的热带小流域研究上。划分为功能单元对可持续性程度的度量至关重要,或者对发展非可持续农业实践的替代措施具有价值。最显著的源于非固定循环图确定的农业可持续发展因子或指数则是侵蚀程度和径流,而这些也被地方利益相关者看作是它们小流域内土地退化的主要驱动力。(潘贤章 译)

#### 2.2-5 Soil Science in the Management of Multi-functional Rural Landscapes (土壤科学在农村景观管理中的多种功能)

Hamish Cresswell<sup>1</sup>, Iain Hume<sup>2</sup>, Enli Wang<sup>1</sup>, John Finlayson<sup>2</sup>, Jane Stewart<sup>3</sup>, Anthony Ringrose-Voase<sup>1</sup>

(1 CSIRO Land and Water, Canberra, ACT, Australia, E-mail: hamish.cresswell@csiro.au; 2 NSW Department of Industry and Investment, Wagga Wagga, NSW, Australia; 3 Bureau of Rural Sciences, Canberra, ACT, Australia)

当我们管理我们的景观以提供未来的经济、社会

和环境服务时必须考虑社区。政府在变更土地利用时提供大量投资,力图改进土地管理。我们描述一种农业土地利用规划中的以满足多目标要求的生物-经济方法。不同土地利用类型变化幅度的定量化分析需要满足最经济成本的盐分和水产量的目标,以及在景观内土地利用变化发生的最佳位置。这和其他土地利用方法至少需要土壤分布的知识、地表和地下水水文状况、当前的土地利用、当前和未来的经济成本和回报、土地所有人对变化的容忍度。数字土壤制图的进步,近似传感,航空地球物理的应用,数字地形模型,地形指数,土地利用制图,这些可以减少数据获取的成本。这将有利于更好在土地利用规划中发挥模型的潜力。(潘贤章 译)

#### 3.1 土地利用的精准技术

##### 3.1-1 Analysis of Potential Benefits of Precision Irrigation for Variable Soils at Five Pastoral and Arable Production Sites in New Zealand (5个新西兰农牧产区不同土壤类型的精确灌溉潜在效益分析)

Carolyn Hedley<sup>1</sup>, Ian Yule<sup>2</sup>, Stu Bradbury<sup>3</sup>

(1 Landcare Research, Riddet Road, Massey University Campus, Palmerston North 4474, NZ, E-mail: hedleyc@landcareresearch.co.nz; 2 NZ Centre for Precision Agriculture, Massey University, Palmerston North, NZ, E-mail: i.j.yule@massey.ac.nz; 3 Precision Irrigation, 581 Taonui Rd, RD5, Feilding, NZ, E-mail: stu@precisionirrigation.co.nz)

在2004—2008年期间,在同一个灌溉系统下根据不同土壤之间的差异,我们对新西兰5个生产基地的灌溉模式进行了调整,本文对调整后的潜在效益进行了评估。利用一个以土壤水分平衡为原理的模拟分析来比较4个灌溉期(2004—2008)内的在理论上的统一速率灌溉(URI)和可变速率灌溉(VRI)二者的差异。当最干旱的土壤区域达到某临界土壤缺水程度时,使用UIR法对整个区域提供灌溉,而VRI法仅应用于自身达到临界土壤缺水程度的区域。该方法通过空间上分散多处的土壤表观电导率(ECa)数据,与土壤有效持水量回归(4个区 $R^2 \geq 0.8$ ),利用日步长的水土平衡模型(Hedley and Yule 2009),制作了土壤水分状况数字地图。这些地图均可上传到一个完全自动化的可变速率灌溉系统(Bradbury 2009)。水分利用效率指数显示VRI的潜在节水可达8%~20%,排水和径流量减少19%~55%,估计每公顷可节约51~150新西

兰元的开支。(李燕丽 译)

### 3.1-2 Isotopic Technique for Tracing Both Reduced and Oxidised Forms of Sulphur in a Fertilizer (肥料中氧化态和还原态硫的同位素追踪技术研究)

Babasola Jboye<sup>1</sup>, Samuel B. Stacey<sup>1</sup>, Caroline Johnston<sup>2</sup>, Michael J. McLaughlin<sup>1,2</sup>

(1 School of Agriculture, Food and Wine, University of Adelaide, Adelaide, SA 5005 Australia, E-mail: sola.ajiboye@adelaide.edu.au, samuel.stacey@adelaide.edu.au; 2 BCSIRO Land and Water, Urrbrae SA 5064 Australia, E-mail: caroline.johnston@csiro.au, mike.mclaughlin@csiro.au)

本文研究开发了一种用于肥料中氧化态和还原态硫的同位素追踪技术。把用高浓度  $^{34}\text{S}$  (51.18 原子%) 标记过的肥料添加到 3 种不同的用放射性  $^{35}\text{S}$  标记过硫的土壤中。实验按随机完全区组实验方法设计, 3 种土壤, 2 个处理 (+S 和 -S), 4 个重复。一种油菜作物 (Canola) 在 20°C/15°C 昼/夜温度的条件下种植 16 周后收获。收获后的干物质和种子经消煮后用电感耦合等离子体发射光谱法 (ICP-OES) 分析其全硫含量。消煮液中的  $^{35}\text{S}$  的放射性量和整株植物样中的  $^{34}\text{S}$  的原子百分数分别用液体闪烁计数器和连续流动同位素比值质谱仪测定 (CF-IRMS)。从这些测量中计算出油菜从肥料中获得的硫的百分数, 尤其是从  $^{34}\text{S}^0$  中获取的硫量。3 种土壤上种植的油菜产量均对硫都有显著响应 ( $p < 0.05$ ), 植株中 40%~62% 的硫来自添加的肥料。14 周之后, 肥料中 <10% 的元素硫就被植株吸收了。这项稳定和放射性同位素相结合的技术在区分植物吸收的硫酸盐中的硫和元素硫方面有应用价值。这项双重同位素标记的技术目前可以应用在跟踪  $\text{SO}_4\text{-S}$  和  $\text{S}^0$  的吸收研究中。(李燕丽 译)

### 3.1-3 Precision Agriculture: Challenges and Opportunities in a Flat World (精准农业: 平坦世界中的机遇和挑战)

R. Khosla

(Department of Soil & Crop Sciences, Colorado State University, Fort Collins, CO 80523-1170. USA, E-mail: raj.khosla@colostate.edu)

过去的 10 年间, 我们目睹了精准农业前所未有的增长, 特别是在像美国、德国等这样的国家。本文将通过一些国家精准养分管管的几个例子来展示精准农

业的广泛概念。在那些国家, 农民和从业人员克服了与精准养分管管有关的挑战, 并运用全球信息, 并开发适合他们区域的、实际的和资源状况的地区性精准技术, 把挑战转化成了机遇。随着全球人口的不断增长, 可用于作物生产的耕地的有限或不断减少, 就出现这样一个问题, “我们能不能克服未来的挑战并抓住其作为机遇?” 在不久的和遥远的未来, 精准农业管理连同作物性状的基因改良将在满足全球对食品、饲料、纤维和燃料的需求方面发挥重要的作用。(李燕丽 译)

### 3.1-4 Precision Nitrogen Fertilizer Management of Maize and Cotton Using Crop Sensors (使用作物传感器对玉米和棉花的氮肥精准管理研究)

Peter C. Scharf<sup>1,6</sup>, Newell R. Kitchen<sup>2</sup>, Kenneth A. Sudduth<sup>2</sup>, John A. Lory<sup>1</sup>, W. Gene Stevens<sup>3</sup>, Luciane Oliveira<sup>1</sup>, D. Kent Shannon<sup>1</sup>, Harlan Palm<sup>1</sup>, J. Glenn Davis<sup>4</sup>, Earl D. Vories<sup>5</sup>, David J. Dunn<sup>3</sup>, Andrea P. Jones<sup>3</sup>

(1 University of Missouri, Plant Sciences Division, Columbia, MO 65211; 2 USDA-ARS, Columbia, Missouri 65211; 3 University of Missouri, Plant Sciences Division, Portageville, MO 63873; 4 USDA-NRCS, Columbia, Missouri, 65201; 5 USDA-ARS, Portageville, MO 63873, U.S.A; 6 Corresponding author. Email Scharfp@missouri.edu)

氮肥可以大大提高作物的产量, 但是它的生产需要消耗巨大能量, 并且如果它流出农业系统将对系统外产生不良影响。把氮肥施用和作物生产需求规律精确匹配起来可以使收益最大化, 同时减少负面影响。土壤氮的供给存在空间变异, 因此, 为了获取最佳施氮量, 对土壤进行空间诊断是有必要的。在诊断和提供正确的施氮量方面, 作物反射传感器可以提供一种精确的并且空间上比较密集的方法。根据反射率我们已经为玉米和棉花开发出了最佳施氮量模型。这些模型将传感器的测定值表示为与作物生长阶段、基因和环境相匹配的高氮区反射率测定值的比值。我们已经将这个模型示范应用在玉米和棉花生产中的传感器引导的氮施用。对 53 块玉米田进行的基于传感器的可变施氮量和人为施氮量的并行重复对比, 结果是, 可以节约氮 16 kg/hm<sup>2</sup>, 产量增加 110 kg/hm<sup>2</sup>。到这次大会召开的时候, 我们棉花田的前 4 个示范区可以建成。传感器在一天中的漂移是未可预料的困难, 需要对高氮参考区进行频繁的重新测定。(李燕丽 译)

### 3.2 养分最佳管理措施

#### 3.2-1 A New Perspective on the Efficiency of Phosphorus Fertilizer Use (磷肥使用效率的新前景)

Keith Syers<sup>1</sup>, Edward Johnston<sup>2</sup>, Denis Curtin<sup>3</sup>

(1 Faculty of Agriculture, Natural Resources and Environment, Naresuan University, Phitsanulok, Thailand, E-mail: keiths@nu.ac.th; 2 Rothamsted Research, Harpenden, Herts, UK, E-mail: johnny.johnston@bbsrc.ac.uk; 3 Plant and Food Research, Christchurch, New Zealand, E-mail: Denis.Curtin@plantandfood.co.nz)

一般认为,磷利用率低,约10%~25%。如果使用“平衡”方法,考虑到以前施入磷的活化使用,且考虑足够时间的话,磷的利用率则高,有时甚至超过80%。它可以为一个给定的土壤和耕作系统建立一个“临界”磷水平,在这个级别的利用率将达到或接近100%。目标应该是达到并保持这一临界水平以优化磷利用率。(李燕丽译)

#### 3.2-2 Development of a Fertiliser Optimisation Technique Using Multi-nutrient Factorial Trials and Leaf Tissue Nutrient Analysis in Commercial Oil Palm Plantations (商业油棕榈种植园基于多养分因子实验和叶组织营养分析优化肥料技术开发)

Michael J Webb

(CSIRO Land and Water, Davies Laboratory, Aitkenvale, QLD, Australia, E-mail: michael.webb@csiro.au)

确保肥料的优化施用可以获得最高经济效益和减少养分过剩造成的环境破坏。现已开发一种技术,这种技术根据工厂的肥料试验和附近的商业油棕种植来确定3种营养元素的最佳经济施用量,并计算它们间的相互作用。该技术是基于电子表格的施用量算法,可以随时计算以反映气候波动、油价和肥料成本。它也允许通过改变这些成本和价格进行远景模拟。(李燕丽译)

#### 3.2-3 Fertiliser Nitrogen Requirements Reduce as Soil Organic Matter Accumulates Following Modification of Podzolised Soils in New Zealand (新西兰灰化土改良后土壤有机质积累对减少化肥氮需求量的研究)

Abie Horrocks<sup>1,2</sup>, Steve Thomas<sup>1</sup>, Craig Tregurtha<sup>1</sup>, Mike

Beare<sup>1</sup>, Esther Meenken<sup>1</sup>

(1 Soil, Water and Environment Group, Plant & Food Research Limited, Lincoln, Canterbury, New Zealand; 2 Corresponding author, E-mail: abie.horrocks@plantandfood.co.nz)

垄-沟组合是新西兰南岛高降雨量西海岸地区的一种土地开垦模式,可以改善灰化土的排水系统和增加牧草干物质产量(DMP)。改进后的土壤和地形与原始景观截然不同。在农场的田间试验是研究土壤改良(1、5和10年)如何影响DMP,以及位置(比如垄、坡和沟)和化肥氮水平(N<sub>0</sub>~480 kg/(hm<sup>2</sup>.a))是如何影响这种响应。随着时间变化,大部分有机质都积累在垄和坡。早期改良土壤的DMP最多,而垄和坡DMP更高。新改良土壤的单位氮施肥量的DMP比早期改良土壤的DMP低。对新改良土壤增加其有机质对土壤养分循环很重要,尤其是养分供给。这些信息可以帮助农民更有针对性地调整氮肥施用,进而可以提高氮肥利用率和减少土壤养分流失所带来的环境危害。(李燕丽译)

#### 3.2-4 Implications of Minimum till Dryland Cropping Systems for Diagnostic P and K Soil Tests (最小耕作旱地种植系统中土壤磷、钾的诊断分析)

Phil Moody<sup>1</sup>, Mike Bell<sup>2</sup>, Kaara Klepper<sup>3</sup>, David Lawrence<sup>3</sup>, Grant Pu<sup>1</sup>

(1 Environment and Resource Sciences, Department of Environment and Resource Management, Indooroopilly QLD, Australia, E-mail: phil.moody@derm.qld.gov.au, grant.pu@derm.qld.gov.au; 2 Primary Industries and Fisheries, Dept. of Employment, Economic Development and Innovation, Kingaroy QLD, Australia, E-mail: mike.bell@deedi.qld.gov.au; 3 Primary Industries and Fisheries, Dept. of Employment, Economic Development and Innovation, Toowoomba QLD, Australia, E-mail: david.lawrence@deedi.qld.gov.au, kaara@ozemail.com.au)

在澳大利亚北部变性土旱地的广田种植系统对土壤诊断测试方法提出挑战。由于往往在植物生长期表土水分供应有限,需要对0.10~0.30 m深的磷和钾状况进行评估,以确定这些养分能满足植物生长需求的程度,尤其在开花前后的生长高峰期。此外,被广泛采用的商业土壤测试用于评定土壤中磷和钾的供应状况似乎不恰当,因为它们与缓慢释放养分库无关

(比如,用酸提取的磷或四苯硼酸提取的钾)。重新评估土壤的采样深度以及土壤磷、钾测试方法,以开发适应这些土壤和作物系统的诊断工具。(李燕丽译)

### 3.2-5 Nutrient Best Management Practice: The Australian Experience (最佳养分管理实践: 澳大利亚的经验)

Chris Dowling

(Back Paddock Company, Cleveland, Queensland, Australia, 4163, E-mail: cdowling@backpaddock.com.au)

在过去的 10 年中,土壤、气候、民族背景和经济驱动形成了独特组合,驱使澳大利亚农业已经远离原欧洲的耕作惯例,形成更加切合当地条件的模式。养分管理也得到完善,最初是提供给低或无补贴出口定位行业的经济效率。最近,受到针对邻近高显度的多用途资源土地的次优化养分管理方法的影响,已经将最佳养分管理从考虑产量驱动转向产量、资源管理和环境保护的平衡模式。面对复杂的生产及与我们需求不断转变的现代社会整体,未来的挑战是在粮食生产和环境保护之间维持一种适当的平衡。(李燕丽译)

### 3.2-6 Nutrient Best Management Practices for Rice, Maize, and Wheat in Asia (亚洲水稻、玉米和小麦的最佳养分管理实践)

Roland J. Buresh

(International Rice Research Institute, DAPO Box 7777, Metro Manila, Philippines, E-mail: r.buresh@cgiar.org)

通过对亚洲水稻 (*Oryza sativa* L.) 超过 10 年的研究,田块级养分管理 (SSNM) 提出亚洲水稻、玉米 (*Zea mays* L.)、小麦 (*Triticum aestivum* L.) 的最佳养分管理实践方案的科学理论。这种科学理论可以在种植前确定作物需氮量,在作物生长期分配氮肥以满足需求,并在作物生长前确定需磷肥量和需钾量,满足作物需要和维持土壤的肥力。每种谷类作物的最佳肥料管理都针对作物残茬管理方式、化肥施用史、有机物质的使用以及灌溉水的养分输入等田间具体条件来进行调整。农民对改进养分管理的知识的广泛吸收,要求我们把基于科学的信息转换为适应当地的工具,使得推广人员、作物顾问以及农民迅速制定并实施针对特定田块和生长条件的最佳管理方法。这些工具利用信息技术和包含决策支持软件、视频、水稻施肥快速

指南以及氮肥管理叶色卡 (LCC) 在内的其他技术手段进行技术传播。(李燕丽译)

### 3.2-7 Nutrient Best Management Practices Need Regional Material Flow Management for Soil Protection (最佳的养分管理实践需要以土壤保护为目的的区域物质流动管理)

Sylvia Warnecke<sup>1</sup>, Markus Biberacher<sup>2</sup>, Hans-Jörg Brauckmann<sup>1</sup>, Gabriele Broll<sup>1</sup>

(<sup>1</sup> Institute for Spatial Analysis and Planning in Areas of Intensive Agriculture, University of Vechta, Vechta, Germany, E-mail: swarnecke@ispa.uni-vechta.de, hjb- brauckmann@ispa.uni-vechta.de, gbroll@ispa.uni-vechta.de; <sup>2</sup> Studio iSPACE, Research Studios Austria Forschungsgesellschaft mbH, Salzburg, Austria, E-mail: markus.biberacher@researchstudio.at)

高密度动物养殖区域的特点是,动物粪便过剩,以致超过了在农业用地中的使用量。理论上,这些地区的农场通过实施通用养分和特殊动物粪便养分的最佳管理实践 (BMPs), 具有较大的改善其整体生产力水平和环境状况的潜力。实际上,减少动物粪便施用量至一个合理水平将会产生更大的花费,而这笔花费是由于多余动物粪便输出到其他区域产生的。如果养分最佳管理实践能够在有多余动物粪便量的区域施行的话,优化的动物粪便分配方案与最低的运输成本花费将是至关重要的,因为这将会影响到农场的盈利水平。这个德国的案例研究提供了实现这一目的模型。基于这个模型的区域动物粪便管理将会为低动物养殖密度区域提供动物粪便,以代替在这个区域内使用的矿物肥料。同时,在动物粪便盈余区内动物粪便的过量使用导致的环境问题也能够得到有效的缓解。将 BMPs 与模型进行有效的结合,能够帮助经营高密度动物农场和毗邻农场的农民提高产量、盈利水平,保障系统可持续性和保护环境。(王昌昆译)

### 3.2-8 Nutrient Best Management Practices: Western Perspectives on Global Nutrient Stewardship (养分最佳管理实践: 全球养分管理的西方视角)

Terry L. Roberts

(International Plant Nutrition Institute (IPNI), 3500 Parkway Lane, Suite 550, Norcross, Georgia, 30092 USA, E-mail: troberts@ipni.net)

旨在帮助肥料最佳管理实践 (FBMPs) 推广和利

用的全球框架体系在可持续发展概念下被提出。这个框架体系是假设在4种养分管理原则成立的基础之上的。这4种养分管理原则包括正确的源、正确的速率、正确的时间和正确的地点，而这将会提供全球农业养分管理所需要的基础和灵活性，同时亦能够适应从少到多的不同规模的农业经营者。（王昌昆译）

3.2-9 Performance of Systematic Approach to Nutrient Management to Improve Maize Productivity in Tamil Nadu, India(提高印度泰米尔纳德邦地区玉米产量的养分管理系统方法的效果)

Satyanarayana Talatam<sup>1</sup>, P. Malarvizhi<sup>2</sup>, S. Thiyageshwari<sup>3</sup>

(1 International Plant Nutrition Institute, Hyderabad, Andhra Pradesh, India, E-mail: tsatya@ipni.net; 2 Soil Science, Tamil Nadu Agricultural University, Coimbatore, India, E-mail: malarmahes@hotmail.com; 3 Soil Science, Tamil Nadu Agricultural University, Coimbatore, India, E-mail: thiyageshwari@gmail.com)

在泰米尔纳德邦，玉米和玉米的种植制度对粮食和营养安全越来越重要。然而，不适当的、不均衡的肥料施用使得在不同地区之间的产量差距非常大。使用一种系统方法来评价多种类型、变异相当大的土壤的肥力及养分亏缺，并建立养分施用指南使作物产量和收益最优化。养分吸附和温室实验表明，N、P、K和Zn是该邦的玉米生长最大的限制因素。通过系统的方法确定的最优养分处理(ONT)有助于获得比邦政府推荐肥料方案有20%的增产，净收益/成本比率达2.52。（李燕丽译）

3.2-10 Sulphur Status of Soils of the Cerrado Region of Brazil and the Ability Ofimportant Agricultural Soils of Brazil to Oxidize Elemental S (巴西塞拉多地区土壤中的硫元素状况以及巴西重要农业土壤氧化硫元素的能力)

Luis Prochnow<sup>1</sup>, Graeme Blair<sup>2</sup>

(1 IPNI Brazil Program Director, Rua Alfredo Guedes, 1949, Sala 701,13.416-901, Piracicaba, SP, Brazil, E-mail: lprochnow@ipni.net; 2 Agronomy and Soil Science, University of New England, Armidale, NSW, 2351, Australia, E-mail: gblair@une.edu.au)

在巴西，农业的扩张和集约化对土地资源的压力越来越大，对良好的水肥管理的需求更加强烈。含硫

较少的DAP和MAP的施用与日俱增，由于运费的问题，相对磷来说含硫较多的过磷酸钙(SSP)的施用，在离肥料厂较远的地区可能会受到限制。从巴西塞拉多地区免耕的采样点采集的4种土样，无论含不含硫都对磷有效果。如果缺磷时任何一种土壤对硫都没有效果，在有磷的情况下，3种土壤上种植的大豆以及4种土壤上种植的玉米均出现对硫的效果。在第二项盆栽试验中21个土壤中有13个对硫效果显著。10种土壤对石膏有效果，9种土壤对以硫元素为主的硫增强型迪磷铵(DAP-SEF)有效果，10种土壤对粉末状硫有效果。接种含硫氧化微生物后，仅有2种土壤对元素硫有效果，这表示所研究的土壤中大多数含有硫氧化微生物。添加了石膏和DAP-SEF的10种土壤的产量相同，3种添加石膏肥料的土壤比添加DAP-SEF的产量高。这项研究表明，如果在巴西为作物提供硫，在DAP中添加元素硫是可行的。可以预期，相对于SSP，高养分浓度的氮磷硫肥料，比如DAP-SEF可以带来降低运费和推广费用优势，降低农民的肥料费用。（刘娅译）

3.2-11 The Effect of Soil Available P and P Buffering on Runoff P Concentration From Pastures (土壤有效磷和磷缓冲对牧场径流磷浓度的影响)

Warwick Dougherty<sup>1</sup>, Lucy Burkitt<sup>2</sup>, Paul Milham<sup>3</sup>, Deirdre Harvey<sup>4</sup>

(1 Science and Innovation, Industry and Investment, Richmond NSW Australia, E-mail: warwick.Dougherty@industry.nsw.gov.au; 2 Tasmanian Institute of Agricultural Research, University of Tasmania, TAS, Australia, E-mail: Lucy.Burkitt@utas.edu.au; 3 Science and Innovation, Industry and Investment, Richmond NSW Australia, Centre for Plants and the Environment, University of Western Sydney, E-mail: paul.milham@industry.nsw.gov.au; 4 Science and Innovation, Industry and Investment, Richmond NSW Australia, E-mail: deirdre.harvey@industry.nsw.gov.au)

农业地表径流中的磷可以促进地表水的富营养化。常规测试方法不能很好地预测何种土壤更容易遭受磷的流失，这限制了我们去确定对养分管理中需优先考虑的土壤的能力。我们假设结合土壤量和缓冲性的测量可能提供一个更好地预测径流磷浓度的方法。在这项研究中，我们选择6种磷缓冲特性各不相同的土壤为研究对象，研究了土壤磷(Colwell P)和对径

流磷的磷缓冲性。每种土壤都有 15 个径流槽, 涵盖宽范围的土壤 Colwell P 含量。且对每种土壤, Colwell P 和径流磷之间有一个非常显著 ( $p \leq 0.01$ ) 的曲线关系。然而, 不同土壤的这些关系差异很大。一个使用 Colwell P 和磷缓冲指数为参数的简单模型能解释所有土壤 80% 的径流浓度的变异。结果表明, 磷缓冲性中到低和超过作物最适有效磷的土壤应是改进磷管理工作的重中之重。(李燕丽 译)

### 3.2-12 Valuing Environmental Externalities Associated with Oasis Farming in Alxa, China (中国阿拉善地区绿洲农业的环境效应评价)

Yongping Wei<sup>1</sup>, Robert White<sup>2</sup>, Kelin Hu<sup>3</sup>, Deli Chen<sup>2</sup>, Brian Davidson<sup>2</sup>

(1 Australia-China Centre on Water Resources Research, the University of Melbourne, Australia, E-mail: ywei@unimelb.edu.au; 2 School of Land and Environment, the University of Melbourne, Australia, E-mail: robertew@unimelb.edu.au; 3 Department of Soil and Water, Chinese Agricultural University, China, E-mail: hukel@cau.edu.cn)

由于地表水和地下水的过度开采利用, 农业所产生的环境影响程度正在逐步加强。本项研究基于生物物理过程和经济模型, 对中国西北部绿洲农业区域中玉米种植的环境效应以及这些效应的价格进行了实际测算。研究表明: 当前的耕作制度已经导致地下水补给成本达到 7854 元/hm<sup>2</sup>, 水处理成本达到 7696 元/hm<sup>2</sup>, 一氧化二氮减排成本达到 91 元/hm<sup>2</sup>。尽管农民的效益成本比率为 1.85, 但是社会效益成本比率仅为 0.55。如果农民采用优化方法, 并将水价上升到 1.1 元/m<sup>3</sup>, 这两者的结合将保持社会效益和农民效益成本比率均在 1 之上的水平。(王昌昆 译)

#### 4.1 为什么把土壤看作污垢?

##### 4.1-1 Human and Ecological Risk Assessment of Contaminated Sites – Key Knowledge Gaps (污染场地的人类和生态危险评价——关键知识空白区)

Ravi Naidu<sup>1,2</sup>, Nanthi Bolan<sup>1,2</sup>, Mallavarapu Megharaj<sup>1,2</sup>, Albert Juhasz<sup>1,2</sup>, Enzo Lombi<sup>1,2</sup>, Euan Smith<sup>1,2</sup>

(1 Centre for Environmental Risk Assessment and Remediation (CERAR), University of South Australia, Mawson Lakes, Adelaide, South Australia, Australia – 5095; 2 Cooperative Research Centre for Contamination Assessment and Remediation of the Environment (CRC

CARE), University of South Australia, Mawson Lakes, Adelaide, South Australia, Australia – 5095, E-mail: ravi.naidu@crccare.com)

自工业革命以来, 人类活动已经实质性地加速了环境中污染物质的循环。这导致全球的大量污染场地。传统上关于风险评价和修复的环境立法是依据环境中污染物总浓度为基础的。导致这种实际做法的主要原因是人类和生态危险认知的不足。在此我们讨论了若干重要的认知空白区, 即污染物的生物利用、混合污染物的生态毒理学和新型污染物。生物利用度的概念已得到广泛认同, 但其在实际应用于陆地规章架构方面仍然受到验证方法不够的限制。对铅和砷的人类危险评价中, 目前最先进的是以生物利用率为评价基础, 不久的将来还会被纳入立法, 但是其他无机和有机污染物的情况还未解决。第二个关键认知空白区与混合污染物有关。当混合污染物代表实际案例描述的标准时, 环境法律通常依据单一污染物来确定。对新型污染物也存在认知空白, 这对人类和生态风险评估而言简直就是一个挑战。(王淼 译)

##### 4.1-2 Human Health Problems Related to Trace Element Deficiencies in Soil (土壤微量元素缺乏与人类健康问题)

Eiliv Steinnes

(Department of Chemistry, Norwegian University of Science and Technology, Trondheim, Norway)

本文讨论了与必需微量元素缺乏有关的人类健康问题。影响 10 亿或更多人口的最广泛问题与碘、硒和/或锌的缺乏有关。这些问题经常发生, 不仅限于发展中国家, 一些与健康有关的问题, 诸如饥荒和传染病会使问题加重。在未来粮食生产中以满足日益增长世界人口需要的粮食生产中, 不应该忽视产品中必需微量元素的含量。(王淼 译)

##### 4.1-3 Sinister Soils and Risky Rhizospheres: The Ecology of Melioidosis and Other Soilborne Infections (险恶的土壤和危险的根际: 类鼻疽生态和其他土致感染)

Inglis TJJ

(PathWest Laboratory Medicine, Western Australia and The University of Western Australia, Nedlands, Western Australia, Australia, E-mail: Tim.Inglis@health.wa.gov.au)

土致人类病害的危险不仅只受季节的影响。土致人类病害在大地理范围内呈片状分布,导致难以建立精准的风险模型。由环境暴露引发的感染主要由在土壤中以孢子或依靠内部储存养分的微生物导致。土致人类疾病的发生缺乏坚实的数据支持。类鼻疽是一种出人意料的土致疾病。其最严重症状是伴随或不伴随肺炎的全身血液感染。土壤微生物生态很复杂,可能支持细菌生存、成长,因而通过与土壤的接触导致人类生病。鉴于一些致病细菌可在土壤中长时间存在的可能性,很显然,有些土壤可被视为一个潜在的健康危害。在一个假设驱动的监测计划中将细菌危险性和土壤健康指数分析结合起来是明智的。(王淼译)

#### 4.1-4 The Influence of Soil on Public Health (土壤对公众健康的影响)

Ian Pepper<sup>1</sup>, Charles Rice<sup>2</sup>

(1 Faculty of Soil, Water and Environmental Science, The University of Arizona, United States, E-mail: pepper@ag.arizona.edu; 2 Faculty of Agronomy, Kansas State University, United States, E-mail: cwrice@ksu.edu)

土壤复杂的结构和土壤中数以10亿计的微生物,使土壤成为地球上最复杂的生物材料。土壤是一个潜在的人类病原体来源,可被定义为地原产的、地运移的或地治疗的。这些病原体每年总计可导致大量人类死亡。蠕虫是一个突出的例子,目前全球感染人数约为20亿。然而,土壤也是增强人类健康抗生素和其他自然的可增强健康的产品来源。土产抗生素可用于治疗人类感染,但可能导致出现抗药性细菌。1983—1994年间60%的抗癌新药都来自土壤中分离的天然产物。土壤通过影响人类营养也可对人类健康产生至关重要的影响。最后,从全球范围来看,土壤对气候变化和全球变暖的影响会对国家未来福利产生重要影响。土壤对公共健康的一个关键评价认为土壤是公共健康的救星。对土壤系统地加以利用,其价值预估为20兆美元,是迄今为止世界上最具价值的生态系统。(王淼译)

## 4.2 土壤与人类健康

4.2-1 Isee - Integrating Spatial Educational Experiences into Soil, Crop, and Environmental Sciences (Isee——将空间教育经验整合到土壤、作物和环境科学中)

Darrell G. Schulze<sup>1</sup>, Phillip R. Owens<sup>1</sup>, Stephanie Mitzman<sup>1</sup>, Lori Unruh Snyder<sup>1</sup>, George E. Van Scoyoc<sup>1</sup>, John G. Graveel<sup>1</sup>, Gary C. Steinhardt<sup>2</sup>, Christopher C. Miller<sup>2</sup>, Marianne Stowell Bracke<sup>3</sup>, Ronald J. Glotzbach<sup>3</sup>, Laura A. Kocur<sup>3</sup>, Bedrich Benes<sup>4</sup>, Travis Neely<sup>4</sup>, Mike Wiggington<sup>4</sup>, Rick Nielson<sup>4</sup>

(1 Department of Agronomy, Purdue University, West Lafayette, IN 47907, USA; 2 Purdue University Libraries, Purdue University, West Lafayette, IN 47907, USA; 3 Department of Computer Graphics Technology, Purdue University, West Lafayette, IN 47907, USA; 4 Indiana State Office, USDA, Natural Resource Conservation Service, 6013 Lakeside Boulevard, Indianapolis, IN 46278, E-mail of corresponding author: dschulze@purdue.edu)

我们的学生在土壤、作物和环境科学课程中需要掌握的概念从本质来说具空间性,但我们让学生明白这些空间构型的能力却十分有限。然而,学生需要掌握更多的地理空间技术去理解和解决他们职业生涯中会面对的日益复杂的社会问题。我们正在开发一个基于网络技术的以谷歌地球为基础的地理信息系统,让学生能够获取美国印第安纳州土壤和其他种类繁多的地图。我们将把这一新的空间教育经验整合到我们的课程中。我们有两个目标:①提升学生运用地理信息去理解如何和为什么从田块到大到整个印第安纳州这样尺度上土壤和景观发生变异的能力;②培养学生去理解土壤和景观的空间变异是如何对对作物、种植制度、土地利用以及环境和自然资源等产生影响的。本文介绍了Isee网站和我们在教学课堂上利用它的经验。(王淼译)

#### 4.2-2 New Horizons for Profiling Soil Science in Schools (在学校开设土壤学的新视野)

Lyn Abbott<sup>1</sup>, Bob Fitzpatrick<sup>2</sup>, Jan Dook<sup>2</sup>, Jenny Gull<sup>2</sup>, Helen Billiald<sup>2</sup>

(1 School of Earth and Environment, The University of Western Australia, Crawley, Australia, E-mail: labbott@cyllene.uwa.edu.au; 2 SPICE Program, Centre for Learning Technology, The University of WA, Crawley, Australia, E-mail: bobfitz@cyllene.uwa.edu.au)

土壤科学教育启动计划的一个重要目标是,在学校课程中嵌入土壤学的教学与学习经验。这项启动计

划是由一个针对性的课程资源 (SPRICE soil science) 和监测土壤科学项目 (monitoring soil science project) 组成。该项目包含一个教学资源, 直接关系到科学课程中使用的土壤文献、教师常用支持材料、土壤科学家作为学校老师的配额、一个专门的网站和在每个学校进行土壤分析的配套设施。支撑项目的关键是土壤学相关的课程、教师和网站。这个项目为学校的孩子、他们的老师和父母提供参与各种活动的机会, 增强首先把土壤看作为小动物和微生物的栖息地, 其次作为重要的全球资源这样的认识。这为公众认识土壤重要性打开了一扇窗户, 创造了一个有关化学、物理、生物、地理和地球科学的新学习领域。它创造了对“土”的新意识。(王淼 译)

#### 4.2-3 Soils Are Dirt (土壤是污垢)

Rebecca Lines-Kelly

(Wollongbar Institute of Primary Industries, Industry & Investment NSW, Wollongbar NSW 2477, E-mail: rebecca.lines-kelly@industry.nsw.gov.au)

“土壤不脏”是土壤科学家教育人们认识土壤重要性的口头禅, 但现实情况是土壤是脏的, 因为土壤的肥力来自于土壤中生物的排泄物, 这些排泄物再去营养土壤。人类排泄物是土壤肥力的重要组成部分, 我们需要克服直观的厌恶去寻找途径归还作为宝贵肥料和土壤改良剂的人类排泄物。有许多创新技术可用于完成此项工作, 但是土壤学家仍然需要扮演重要的角色, 他们要向公众宣传这个问题, 减少社会恐慌, 参与排泄物养分实验, 促进各国政府和机构采取行动。(王淼 译)

#### 4.2-4 Value-added Futures: Education, the Environment and the Econom (增值期货: 教育、环境和经济)

Jacqueline S. Rowarth

(Institute of Natural Resources, Massey University, Private Bag 11-222, Palmerston North, New Zealand, E-mail: j.s.rowarth@massey.ac.nz)

选择学习定量科学的学生比例已连续 15 年下降, 恰逢 Y 代人和教育改革时机。发达国家改革的目标是帮助学生在全球化的世界成功, 即拥有自信、分析和基于情感的理解, 而不是基于记住事实、挑战想法和表达观点。同时, 时间和金钱价值观铭刻于他们思维中, “更聪明而不更努力”成为规则。意想不到的结果是, 与强调记忆和准确重要性等相联系的这些信条,

比起强调与天赋有关的创造性的信条相比已经越来越不吃香。同样如此的是, 基于实验的科目比不以实验为基础的科目更耗时间。意欲从事高荣誉和回报的专业(如, 医学和兽医学)的学生仍然会对这些学科感兴趣, 准备为了未来的回报愿意忍受束缚和付诸努力。而以土壤科学为基础的事业, 对年轻人来说目前回报是不明显的。本文讨论了问题的根源和改变的途径。

(王淼 译)

### 七、工作组报告

#### (一) 概述

- 1.1 世界土壤资源参比基础 (WRB) 发展
- 1.2 土壤结构多样性体系
- 1.3 数字土壤评价
- 1.4 全球变化中的冷冻土
- 1.5 土壤感应: 土壤快速测量
- 3.1 酸性硫酸盐土壤物质过程
- 3.2 森林土壤过程与变化
- 3.3 城市和工业地土壤
- 3.4 全球变化与土壤盐渍化
- 3.5 水稻土与水短缺
- 4.1 退化土地的碳固定

#### (二) 重要论文摘要

- 1.1 世界土壤资源参比基础 (WRB) 发展
    - 1.1-1 Finding a Way Through the Maze – WRB Classification with Descriptive Soil Data (迷宫中寻出路——描述性土壤信息在 WRB 分类系统中的作用)
- Einar Eberhardt<sup>1</sup>, Istvan Waltner<sup>2</sup>

(1 Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR), Stilleweg 2, D-30655 Hannover, Germany, E-mail: einar.eberhardt@bgr.de; 2 Szent Istvan University, 2103 Godolli, Pater Karoly utca 1, Hungary, E-mail: Waltner.Istvan@mkk.szie.hu)

在很多国家土壤数据库中记录了大量使用本国分类系统的土壤信息。这些土壤数据在国际上应用时, 必须协同到统一的国际分类系统命名体系中。WRB 就是这样一个框架系统。我们探索了借助图形算法、从现有土壤数据库和国家分类名称中提取用于 WRB 分类的基础信息的途径。我们的研究发现了典型土壤剖面数据库结构和 WRB 所需诊断特性之间存在一些常见的不匹配。另外, 利用现有土壤数据进行 WRB 的合理诊断, 还必须重视那些由于发生层相关数据记录的数据

结构而导致的难点,如国家和FAO土壤描述系统之间关于类型属性边界的差异,以及不合理的土壤描述等。(赵玉国译)

1.1-2 On the Origin of Planosols—The Process of Ferrollysis Revisited (关于黏磐土起源——再论铁解作用过程)

Eric Van Ranst<sup>1</sup>, Alemayehu Regassa Tolossa<sup>2</sup>, Mathijs Dumon<sup>1</sup>, Jean-Thomas Cornelis<sup>3</sup>, Jozef Deckers<sup>4</sup>

(1 Department of Geology and Soil Science, Ghent University, Belgium, E-mail: eric.vanranst@UGent.be; 2 Department of Soil Science, Jimma University, Ethiopia; 3 Soil Science Unit, Université Catholique de Louvain, Belgium; 4 Department of Land Management, K.U. Leuven, Belgium)

从FAO全球土壤图例开始,黏磐土就是一个主要的土类。在WRB分类系统中,黏磐土依然出现在参比土类级别中,这是因为一个主要土壤发生过程——由于水耕特性而导致的铁解作用,是刻画这一土类的主要特征。根据最近的WRB关于对湿成土的介绍,和参比土类级别存在严重的重叠。本文在Ethiopian高地的西南部进行土壤调查,试图就黏磐土的发生得到更深入的理解。结果表明在研究区,铁解作用不能用来解释黏磐土的发生过程。由于本研究区是黏磐土的一个主要分布区域,因此建议WRB重新考虑对于水耕特性的分类,以期更为合理。(赵玉国译)

1.1-3 The Classification of Leptosols in the World Reference Base for Soil Resources (WRB系统中薄层土的分类)

Freddy Nachtergaele

(Food and Agriculture Organization of the United Nations, E-mail: freddy.nachtergaele@fao.org)

山地土壤由于处于陡坡地带,土层浅,在土壤科学中一直受关注较少。其分布区域人口稀少,一般被认为只适于牧业和林地。对于这些土壤的采样调查也很少,这与其广泛的大面积分布、并提供了全球12%人口的生存环境并不相称。然而对于薄层土的分类,却日渐复杂,在1974年的联合国土壤图例中,只有3个简单的类型,但在WRB系统中,其亚类猛然增长到了至少36个。因此,强烈建议对其进行修订并减少类型数量。(赵玉国译)

1.1-4 The World Reference Base for Soils (WRB) and Soil Taxonomy: An Initial Appraisal of Their Application to the Soils of the Northern Rivers of New South Wales (WRB和土壤系统分类:其在新南威尔士北河流域土壤调查上的应用初步鉴定)

David T. Morand<sup>1,2</sup>

(1 School of Environmental Science and Management, Southern Cross University, PO Box 157, Lismore, 2480, NSW, Australia; 2 Department of Environment, Climate Change and Water, PO Box 856, Alstonville, 2477, NSW, E-mail: David.Morand@environment.nsw.gov.au)

在新南威尔士的土壤调查中,几乎没有用过国际分类系统。对于该地区的土壤调查收集的大量形态学和实验室分析数据,为WRB和土壤系统分类提供了参比基础。在WRB的32个参比土类中,本地发现了19个;系统分类的12个土纲出现了9个。几个问题是明显的,其中大部分两个系统都普遍存在,最关键的是两种系统对于分析数据的依赖性限制。对于那些质地分异非常明显的土壤区分不够,这不适于澳大利亚。在两个国际分类框架之间,WRB似乎具有更恰当的类别划分,因而更易于应用于本地,当然,为了使其成为一个真正的国际分类体系,澳大利亚方需要作出更多的贡献。(赵玉国译)

1.2 土壤结构多样性体系

1.2-1 Architecture of Soil Structural Diversity: From the Micro to the Landscape Scale (土壤结构分异:从微观到景观尺度)

Hans-Jörg Vogel

(Helmholtz Center for Environmental Research - UFZ, Leipzig/Halle, Germany, E-mail: hans-joerg.vogel@ufz.de)

无论在什么空间尺度,土壤或者陆地系统一般都呈现出各种结构或者异质性。一方面,这是一个众所周知的特征,另一方面,在我们的日常科研活动中,为了更好地理解从景观尺度的异质性模式到土壤内的孔隙特征以及他们之间的变化过程,这一点往往被忽视或没有予以充分考虑。在我们日常生活的一个过程,从土壤孔隙空间内更好地认识到土壤异质性科学工作模式物业内的景观。另一个矛盾,几乎所有的土壤过程都依赖于一些静态变量的梯度区域,因此也就依赖于异质性和结构分异。然而对这些过程的分析都是靠异质性完成的,结构变异和相关的界面和梯度区域分

析不足。(赵玉国 译)

### 1.2-2 Characterization of the Hydraulic Property of the Plow Sole Under Doublecropped Paddy Fields in Southern Japan (日本南部水旱轮作稻田犁底层的水分特征)

Keiko Nakano<sup>1</sup>, Hideo Kubotera<sup>2</sup>, Yoshitaka Hara<sup>1</sup>

(1 Lowland Crop Rotation Research Team(Kyushu Region), National Agricultural Research Center for Kyushu Okinawa Region, 496 Izumi, Chikugo, Fukuoka 833-0041, Japan, E-mail: nakak@affrc.go.jp; 2 Sustainable Soil Management Research Team, National Agricultural Research Center for Kyushu Okinawa Region 2421 Suya, Koshi, Kumamoto 861-1192, Japan)

当稻田改为水旱轮作后, 由于大孔隙的增加, 旱地种植时犁底层的饱和和导水率会提高。由于这些大孔隙在非饱和条件下不是水分和盐分的传输通道, 犁底层的导水性能是决定旱种植的关键。然而导水性很少取决于稻田。近饱和导水系数测定采用张力盘入渗计, 含 0~12 cm 范围的压力探头 (h)。当 h = 0 cm 时, 水旱轮作下导水系数显著高于单季稻田, 这是由于大孔隙的存在所致。在河流下游的细质地土壤中, h = 0 cm 时水旱轮作土壤导水系数显著高于单季稻田, 这说明旱季种植时非饱和条件下, 耕作制度影响到土壤导水性能。在河流中游的粗质地土壤中, 水旱轮作条件下的近饱和导水系数和单季稻土壤没有明显区别。(赵玉国 译)

### 1.2-3 Elucidating Soil Structural Associations of Organic Material with Nano-scale Secondary Ion Mass Spectrometry (NanoSIMS) (土壤有机物质结构团聚体的纳米级次生离子质谱分析 (NanoSIMS))

Ingrid Kögel-Knabner<sup>1</sup>, Katja Heister<sup>1</sup>, Carsten W. Mueller<sup>1</sup>, François Hillion<sup>2</sup>

(1 Lehrstuhl für Bodenkunde, Technische Universität München, Freising-Weihenstephan, Germany, E-mail: koegel@wzw.tum.de; 2 Cameca, 29 Quai des Gresillons, 92622 Gennevilliers Cedex, France)

纳米级次生离子质谱分析 (nanoSIMS) 技术, 同时结合利用高精度和分辨率的 7 种离子分析, 使我们能够在亚微米级实现多元素和同位素测定。为演示该技术的功能, 我们利用白浆化淋溶土和筒育黑钙土样品, 分别用 <sup>13</sup>C 和 <sup>15</sup>N 同位素标记的氨基酸混合物示

踪, 利用土壤细粉粒、黏粒和土壤团聚体 (<6.3 μm) 进行培育实验。在示踪物加入之前和之后的不同时间间隔, 取样用作 nanoSIMS 分析。我们研发了针对单个土壤颗粒和土壤团聚体的不同预处理方法。含碳高的单个土壤颗粒在示踪物加入后, 出现 <sup>13</sup>C 和 <sup>15</sup>N 的富集。在土壤团聚体中, nanoSIMS 分析发现示踪氨基酸以扩散的方式通过团聚体空隙从外向内运移。从这些初步结果看, nanoSIMS 技术可以帮助我们显著推进对土壤的生物地球化学过程和性质的理解。(赵玉国 译)

### 1.2-4 Functional Characterization of Soil Structure Field Descriptions (土壤结构野外描述的功能特性)

J. Bouma

(Wageningen University, The Netherlands)

全球的土壤数据库中都包含土壤调查中获得的结构描述信息。这有助于提取一些重要土壤属性如可扎根深度、渗透性和生物活动的定量化指标。现代模型技术的应用发展, 需要更多的定量化信息。一些连续性或者分级的土壤转换方程已经开发出来, 建立了土壤调查获取的土壤特性和定量化应用所需的物理和化学参数之间的关系。目前很多工作致力于连续性土壤转换方程, 我们在此提供一个关于分级土壤转换方程的例子, 利用土壤发生层和土体作为信息的载体。另一方面, 囿于现有的流体理论, 土壤物理过程的模拟受制于流域的同质性假设。通过对于优势流的界定, 土壤结构的描述可以提供更代表性的采样技术和野外条件模拟技术。新的监测技术提供了更为准确的测量结果。附有土壤物理过程知识的耦合土壤调查技术, 可以提供更理想的野外条件模拟。(赵玉国 译)

### 1.2-5 Integrating Physical and Chemical Techniques to Characterise Soil Microsites (整合物理和化学技术以刻画微域土壤)

Wilfred Otten<sup>1</sup>, Dmitri Grinev<sup>1</sup>, Philippe Baveye<sup>1</sup>, Zi Wang<sup>3</sup>, Simona Hapca<sup>1</sup>, Clare Wilson<sup>2</sup>

(1 SIMBIOS Centre, University of Abertay, Dundee, UK, E-mail: w.otten@abertay.ac.uk; 2 Sbes, University of Stirling, Stirling, UK, E-mail: c.wilson@stirling.ac.uk; 3 ENSTA, Paris tech, France)

环境和土壤学研究中的很多问题都需要对土壤微域环境定量化的技术。这一趋势日渐明显, 我们需要新的微观分析技术以从微观尺度研究土壤。尽管在过去的 10 年中该领域取得了巨大的进步, 但不同尺度之

间的研究方法差异依然严重阻碍了它们之间的整合研究。本研究利用3D无损分析方法(X-ray CT)来研究土壤结构,利用2D光谱方法刻画表面化学元素的空间分布(SEM-EDX)。首先开发了SEM-EDX分析三维空间中的2D切片定位软件。然后实现了利用SEM-EDX对土壤属性如C、CaCO<sub>3</sub>含量进行定量分析并在3D环境下显示的方法。最后,利用切片数据,我们可以采用协同克吕格方法来预测3D空间中化学元素的含量空间分布。(芦园园译)

### 1.3 数字土壤评价

1.3-1 Assessment of Digital Soil Mapping Products: Independent Ground-truthing Is Essential (数字土壤制图成果的评估: 独立的地面实况调查是必不可少的)

Elisabeth Bui

(CSIRO Land and Water, GPO Box 1666, Canberra ACT 2601, Australia)

利用遗留的土壤调查数据在澳大利亚农业区域进行土壤属性的预测,使用的模型和地图虽然一直受到很多人质疑,但是那些模型和地图对于项目的成功实施(例如数字土壤制图计划)是至关重要的。虽然模拟的过程包含一些地统计学模型的不确定性评估,但这个评估缺少对预测地图的准确评估。本文以地面实况调查的最新独立数据,对表层土壤(0~30 cm)的有机碳、全氮和全磷预测采用的模型和地图进行评估。与一直高估了氮含量的土壤全氮图相比,土壤有机碳预测图是必不可少的。(芦园园译)

1.3-2 Digital Mapping of Soil Carbon (土壤碳的数字制图)

Budiman Minasny<sup>1</sup>, Alex. B. McBratney<sup>1</sup>, Brendan Malone<sup>1</sup>, Yiyi Sulaeman<sup>2</sup>

(1 Faculty of Agriculture, Food and Natural Resources, The University of Sydney, NSW, 2006 Australia, E-mail: budiman.minasny@sydney.edu.au, alex.mcbratney@sydney.edu.au, brendan.malone@sydney.edu.au; 2 Indonesian Center for Agricultural Land Resources & Development (BBSDLP), Jl. Ir. H. Juanda 98 Bogor 16123, Indonesia, E-mail: yies2001@yahoo.com)

数字土壤制图是以实地采样和实验室分析方法结合定量的空间预测技术的空间土壤信息系统的产物。数字土壤制图是伴随着使用近端和遥感技术对土壤和环境监测的发展而兴起的。本文讨论了数字土壤制图

的方法并举两例展示对土壤碳制图及监测的应用。第一个例子是对澳大利亚 Edgeroi 地区完整剖面的土壤碳预测制图。本文利用等面积的样条深度函数结合数字土壤制图技术预测这个地区的垂直和水平方向的土壤碳储量的变化。本文同时提出了利用新方法确定预测产生的不确定性。第二个例子是利用历史数据来探测印尼爪哇岛地区土壤表层有机碳的时空变化。(芦园园译)

1.3-3 Digital Mapping of Soil Waterlogging as a Support to Wetland Delineation at Regional Scale: Learning Strategies and Accuracy Assessment (为区域尺度上为界定湿地提供支持的土壤渍水数字制图:学习策略和精度评价)

Christian Walter<sup>1,2</sup>, Marine Lacoste<sup>1,2</sup>, Blandine Lemerrier<sup>1,2</sup>  
(1 INRA, UMR 1069, Soil Agro and hydrosystem, Spatialization, Rennes, France, E-mail: Christian.Walter@agrocampus-ouest.fr; 2 University Européenne de Bretagne, Agrocampus Ouest, 65 rue de St Briec, Rennes, France)

在欧洲范围内的环境监管迫使成员国更好地保护湿地地区。因此系统地清查湿地范围最近在法国进行,并且通过法令规定的固定标准考虑土壤的氧化还原形态特征。数字土壤制图被测验为法国布列塔尼地区区域尺度上湿地圈定提供支持,此研究集中于两个目的:①比较在守时观察的或现存的详细土壤图的基础上学习策略的效率来外推土壤渍水的空间模型;②评估最后湿地圈定的土壤渍水预测不确定性的影响。

一种分类树方法被使用:MART(多线性相加和回归树)模型。MART允许基于点数据和预测变量的预测模型创建,可通过遥感,航空伽玛射线光谱法等获取地形、景观图这些预测变量。两种模型被推导出,包括:P-模式是以5129准确的土壤描述为基础;M-模式是基于在现有的1:25000比例尺地图,覆盖11%的研究领域。通过独立数据集对模型验证,结果显示从整体上看P-模式因具有更好的空间覆盖面而效果较好。不过M-模型在类似学习状况区域效果较好。最后土壤渍水概率估算与湿地满足监管标准的条件发生的概率估算相结合。(芦园园译)

1.3-4 Quantifying the Uncertainty in Digital Soil Class Maps Developed Using Model-based Approaches (数字土壤分类制图中基于模型方法产生的不确定性的量

化)

M. A. Nelson<sup>1,3</sup>, I. O. A. Odeh<sup>1</sup>, T. F. A. Bishop<sup>1</sup>, N. Weber<sup>2</sup>

(1 Faculty of Agriculture, Food and Natural Resources, The University of Sydney, Sydney, NSW, Australia; 2 School of Mathematics and Statistics, The University of Sydney, Sydney, NSW, Australia; 3 Corresponding author, E-mail: michael.n@usyd.edu.au)

数字土壤评价使用数字土壤分类图作为输入模拟土壤发生过程。利用产出的数据对数字土壤分类制图的精度进行评估是最有用的。此前没有研究考虑数字土壤分类制图不确定性的量化。基于方法的模型的使用意味着参数估计的不确定性可能会被量化。本研究考虑了在数字土壤分类制图中模型参数不确定性的影响, 并且提供一种方法来模拟基于方法的模型进行数字化土壤制图。我们考虑了一个多项式的逻辑回归和泊松多项式广义线性空间模型。结果表明: 两种模型都显示空间的不确定性在土壤类别的边界处是最大的。模拟土类图可作为数字土壤评估的输入。在源于空间的广义线性模型的费歇尔信息矩阵数据量很大, 近似的方法需要进一步研究。(芦园园 译)

1.3-5 What Is the Spatial Representation of Digital Soil Maps? An Issue of the Spatial Entity (什么是数字土壤图的空间代表性? 一个实体的空间问题)

Brendan Malone, Alex McBratney, Budiman Minasny

(Faculty of Agriculture Food & Natural Resources, The University of Sydney, NSW 2006, Australia, E-mail: b.malone@usyd.edu.au, a.mcbratney@usyd.edu.au, b.minasny@usyd.edu.au)

数字土壤制图框架使用的空间实体对数据的可靠性和可解释性有深刻影响。我们对比了通过经典的点预测和涉及块预测的创新方法预测的有效含水量(AWC)变异性的结果和地图的质量。块预测方法是在整个像元的范围通过块段克里格插值方法采用土壤属性的加权平均进行预测, 而非使用像元中心的一个单一点进行预测。结果表明: AWC在景观上是连续变化的。然而, 通过块估计预测结果制作的地图, 这些地图更具有流畅性和平滑性的特点, 能够更好地反映现实的变异性。(芦园园 译)

1.4 全球变化中的冷冻土

1.4-1 Controlling Factors of Soil Nitrogen and Carbon

Contents Across the Tibetan Plateau: Soil Formation, Permafrost, and Soil Moisture (整个青藏高原土壤氮、碳含量的控制因素: 土壤形成, 永冻土与土壤水分状况)

Frank Baumann<sup>1</sup>, Jin-Sheng He<sup>2</sup>, Karsten Schmidt<sup>1</sup>, Peter Kühn<sup>1</sup>, Thomas Scholten<sup>1</sup>

(1 Institute of Geography, Chair of Physical Geography, Laboratory of Soil Science and Geoecology, Eberhard Karls University Tübingen, Germany, E-mail: frank.baumann@uni-tuebingen.de; 2 Department of Ecology, College of Urban and Environmental Sciences, Peking University, Beijing 100871, China)

青藏高原是世界上最大的高海拔、低纬度永久冻土区。我们假定冻土动力学主要受地形、降水和气温控制并对土壤退化、碳源与碳汇产生重要的影响。本研究在青藏高原中东部一个长约 1 200 km 的横断面上设置了 47 个点, 对影响有机碳、总氮和矿化氮的主要参数(如: 年均大气与土壤温度、年均降雨量、土壤水分状况、土壤化学与物理性质)进行了详细调查。这种大范围的调查可以验证这样一个假设: 土壤发生的多样性是评价碳氮循环的另外一个主要成分。研究表明, 土壤水分状况可以解释 64% 的有机碳与 60% 的氮变异。永久冻土、风成沉积与土壤发生决定了土壤水分状况对碳氮变异的影响程度。因此, 如果模型中加入 CaCO<sub>3</sub> 含量(有机碳:  $p = 0.012$ ; 全氮:  $p = 0.006$ )与土壤质地(有机碳:  $p = 0.077$ ; 全氮:  $p = 0.015$ )可以显著提高模型对碳与氮的解释功效。在景观尺度上, 作为主驱动参数土壤水分超过了土壤温度。本研究结果表明, 冻土消融及相应的土壤水文变化结合土壤的成土过程从成熟阶段到初始阶段的转变对土壤碳、氮循环有剧烈的影响。(孙艳俊 译)

1.4-2 Cryosols as a Test of Our Knowledge of Earth as a System: Review (综述: 以冻土考察我们对于地球体系的认识)

J.G. Bockheim

(Department of Soil Science, University of Wisconsin-Madison, USA, E-mail: bockheim@wisc.edu)

冻土是冻土圈的一个重要组成, 因此, 冻土在地球的能量、水和地球化学循环中起到重要的作用。本文给出了几个例子来说明冻土对我们更好地认识地球动态系统的贡献。冻土中可能占了 50% 的全球土壤有机碳库的储量。北极和南极地区在过去几十年大气温度已经增加了 3°C。基于活性层动力学和碳预算的研

究,持续变暖可能会启动一个正反馈机制,使碳的近地面永久冻土层存储可能会以二氧化碳释放到大气中。极地永冻层土壤和地下的永冻土壤的主要来源是其他生物圈温室气体,包括甲烷、氧化亚氮、放射性沉降物、有毒金属和其他人为污染物在极地永冻土壤中积累,且已经嵌入陆地、水域和海洋生态系统。极地冻土对于研究极端微生物,如南极地衣和在2~8亿岁的西伯利亚和南极洲永久冻土中的微生物非常重要。南极土壤已被用于解释火星的功能和形成过程,包括地面的图案、热岩溶和岩石冰川。最后,极地冻土是环境观测的重要组成成分,为研究环境变化提供了一个数据仓库。(孙艳俊译)

#### 1.4-3 Decreasing Soil-frost Depth and Its Influence on the Snowmelt Infiltration in Tokachi, Hokkaido, Japan (日本北海道十胜地区土壤霜冻深度的减少及其对融雪水渗透的影响)

Yukiyoshi Iwata<sup>1</sup>, Tomoyoshi Hirota<sup>2</sup>, Masaki Hayashi<sup>3</sup>, Shinji Suzuki<sup>4</sup>, Shuichi Hasegawa<sup>5</sup>

(1 National Agricultural Research Center for Hokkaido Region, NARO, Memuro, Hokkaido, Japan, E-mail: iwatayuk@affrc.go.jp; 2 National Agricultural Research Center for Hokkaido Region, NARO, Sapporo, Hokkaido, Japan, E-mail: hirota@affrc.go.jp; 3 Department of Geoscience, University of Calgary, Calgary, Alberta, Canada, E-mail: hayashi@ucalgary.ca; 4 Dep. of Bioproduction and Environment Engineering, Tokyo Univ. of Agriculture, Tokyo, Japan, E-mail: s4suzuki@nodai.ac.jp; 5 Research Faculty of Agriculture, Hokkaido University, Sapporo, Hokkaido, Japan, E-mail: hasegawa@env.agr.hokudai.ac.jp)

过去20年在日本北部的十胜地区,土壤霜冻的深度出现了大幅度的降低。由于土壤霜冻状况对融雪水的渗透性与径流有较大的影响,因此霜冻深度的减少可能会改变当地的水分与养分循环状况。为了量化融雪水的入渗通量,本研究对一农用地的具有不同土壤霜冻状况的5个冬季的土壤温度、水分含量、基质势与雪覆盖度进行了监测。当雪融开始时,有3个冬季的土壤霜冻为0.1~0.2 m厚,而另外两个冬季没有霜冻,这就提供了极难得的机会来比较雪融水的渗透状况。在冻结与非冻结状况下大部分雪融水都会入渗到土体内,这就表明当冻结的土壤层深度小于0.2 m时不会妨碍水的渗透。在该研究区域,当冻层的厚度达到

0.4 m时,融雪水的入渗会受到限制。研究结果暗示,十胜地区土壤霜冻厚度的减少,在区域尺度上将改变该区域的土壤水动态状况。(孙艳俊译)

#### 1.4-4 Isotopic Evidence for the Provenance and Turnover of Organic Carbon by Soil Microorganisms in the Antarctic Dry Valleys(南极干谷由土壤微生物引起的有机碳起源与周转的同位素证据)

D. W. Hopkins<sup>1,2</sup>, A. D. Sparrow<sup>3</sup>, E. G. Gregorich<sup>4</sup>, B. Elberling<sup>5</sup>, P. Novis<sup>6</sup>, L. G. Greenfield<sup>7</sup>

(1 Scottish Crop Research Institute, Invergowrie, Dundee DD2 5DA, Scotland UK, E-mail: david.hopkins@scri.ac.uk; 2 School of Biological and Environmental Sciences, University of Stirling, Stirling FK9 4LA, Scotland UK; 3 CSIRO Sustainable Ecosystems, Alice Springs Northern Territories 0871, Australia; 4 Agriculture and Agri-Food Canada, Central Experimental Farm, Ottawa, K1A 0C6, Canada; 5 Institute of Geography and Geology, University of Copenhagen, Oster Voldgade 10, DK-1350, Copenhagen K., Denmark; 6 Manaaki Whenua - Landcare Research, PO Box 69, Lincoln 8152, New Zealand; 7 School of Biological Sciences, University of Canterbury, Private Bag 4800, Christchurch, New Zealand)

位于南极洲维多利亚南部陆地区域的极端寒冷与干燥的干谷是生物体生存环境最苛刻的陆地生态系统之一。干谷的特点是温度低和液态水缺乏,这严重限制了陆地生物的丰度和活性。尽管如此,这里含有有机碳与氮(无机氮占较大比例)的土壤通过异氧呼吸释放CO<sub>2</sub>来支撑异氧土壤生物体群落。干谷土壤中碳与其他营养元素的生物地球化学转化仅由微生物驱动。干谷缺乏维管束植物,隐花植物既稀疏又不显眼。原位的初级生产力非常有限。然而,有几个潜在的有机碳、氮源来支撑陆地异氧生物的生存,主要包括现代湖泊蓝藻碎屑与海洋碎屑的重新分布以及古湖泊中古有机沉积物的残余物,这也被认为是海藻与蓝藻的起源。为了获得土壤有机质起源的证据,本研究测定了原始有机质与土壤的<sup>13</sup>C与<sup>15</sup>N的自然丰度。在远离液体水源的土壤中的有机质或者湖泊生产力较低的土壤中的有机质,其同位素信号表明其具有苔藓起源的特征。然而,在庇护较好与生产力较大的地点,土壤中的有机质为湖相岩屑与苔藓起源的有机质的混合。(孙艳俊译)

#### 1.4-5 Spatial and Temporal Variability of Soil C-CO<sub>2</sub> Emissions and Its Relation with Soil Temperature in King George Island, Maritime Antarctica (南极海洋乔治王岛上土壤 C-CO<sub>2</sub> 排放量的时空变异及其与土壤温度的关系)

Newton La Scala Jr<sup>1</sup>, Felipe N B. Simas<sup>2</sup>, Eduardo de Sá Mendonça<sup>2</sup>, Juliana V Souza<sup>2</sup>, Alan R Panosso<sup>1</sup>, Carlos Ernesto G R. Schaefer<sup>2</sup>

(1 FCAV/UNESP Jaboticabal, SP, Brasil, E-mail: lascala@fcav.unesp.br; 2 Soil Science Departament, Universidade Federal de Viçosa, Brazil, E-mail: esm@ufv.br, carlos.schaefer@ufv.br, fsimass@yahoo.com.br)

很少研究涉及温度对南极洲土壤 C-CO<sub>2</sub> 排放量的时空变异的影响程度。本研究使用动力室方法原位测量了 C-CO<sub>2</sub> 的排放量并分析了 C-CO<sub>2</sub> 的排放量与温度的关系。结果表明, 对于植被为 *Deschampsia Antarctica* 的土壤, C-CO<sub>2</sub> 直接排放量的平均值为 0.16 g/(m<sup>2</sup> · h)。通过指数函数 Q10 预测的由土壤温度引起的 C-CO<sub>2</sub> 损失量接近 2.1。使用 60 点的栅格对植被为苔藓与 *Deschampsia antarctica* 草均匀分布的土壤进行了空间变异分析。结果表明, 温度是 C-CO<sub>2</sub> 排放量随时间变化的主要控制因素, 而植被类型则是 C-CO<sub>2</sub> 排放量空间变异的主控因素。(孙艳俊 译)

### 1.5 土壤感应: 土壤快速测量

#### 1.5-1 An Automated System for Rapid In-field Soil Nutrient Testing (一种田间土壤养分的快速测试自动化系统)

Craig Lobsey, Raphael Viscarra Rossel, Alex McBratney  
(Australian Centre for Precision Agriculture, University of Sydney, Sydney, Australia, E-mail: craig.lobsey@sydney.edu.au, CSIRO Land & Water, Canberra, Australia)

本文概述了使用选择性电极对土壤养分、钾和钠离子的近端遥感进行实验室实验和多离子检测系统的开发。我们介绍了使用离子选择电极法和全部提取液来表示离子交换反应所做的分析工作。对离子交换动力学的应用和土壤提取养分含量的快速估算模型进行了评价。用这些技术开发出了标准的实验室多离子测量系统和野外便携式多离子测量系统, 可以在 30 s 内对田间土壤进行快速养分分析。该系统包括自动的离子选择电极法校准、温度校正和土壤养分估算分析。

最后我们描述了硬件情况和多离子测量系统在实验室和野外条件下的性能。(芦园园 译)

#### 1.5-2 Assessment of Soil Variation by Multivariate Geostatistical Analysis of EMI and Gamma-radiometric Data (利用电磁干扰和伽马射线数据的多元地质统计分析来进行土壤变异评价)

Annamaria Castrignanò, Mike T F Wong, Francesca Guastaferro

(CRA-SCA via Celso Ulpiani, 5. Bari-Italy, E-mail: annamaria.castrignano@entecra.it, CSIRO Land and Water, Wembley, Western Australia WA 6014, E-mail: mike.wong@csiro.au)

一项电磁干扰调查提供了清晰的土壤剖面导电率数据, 这往往与该处的质地、pH 值等这些土壤属性相关。景观中的盐分、砂砾和岩石会干扰对数据的解译。补充的测量通常用于推断土壤特性。我们对澳大利亚西部的一块 200 hm<sup>2</sup> 的耕作区进行了调查, 结合电磁干扰和互补伽马光谱仪来划定研究区域。我们应用的多变量方法称为多因子协同克里格方法, 用到了调查过程中测量的 7 项变量: 钾、钍、铀的自然伽马放射量、放射总量、两个电磁传感器 (EM38, EM31) 的测量数据、海拔。沿该耕作区西北边界的高盐分带影响了变异的空间分布模式。沿着高盐分带的第一个各向异性因子的变程为 900 m, 并且主要受钾放射量的影响。相反的, 小范围内河流区域正交方向的第一因素受地形的影响。因子协同克里格方法导致该耕作区划分为 3 个区域, 过滤异常值后使用四分位值作为极限点。结果并没有表现出明显的空间变异远程结构。(芦园园 译)

#### 1.5-3 Can Field-based Spectroscopic Sensors Measure Soil Carbon in a Regulated Carbon Trading Program? (基于场的光谱传感器测量土壤碳应用于管制碳交易计划的可行性)

Eric D. Lund

(Veris Technologies, Inc., Salina KS USA, E-mail: www.veristech.com)

土壤碳含量在很短的距离内就可以有很显著的变化, 因此计算土壤碳的变化量是一项艰巨的任务。在限制温室气体排放计划中, 土壤碳测量的不确定性正在影响农业作为抵消碳排放的考虑, 就像限额交易。碳补偿购买者必须确定碳变化是真实的, 而不仅仅是在一个采样位置上的作秀。在这个复杂的问题中测量

必须把土壤剖面做为一个三维空间。费瑞斯科技公司开发出了一种测量土壤剖面有机碳的系统，它使用了包含近红外光谱在内的一系列传感器。该系统部署在美国堪萨斯州一个包含9个区域的系列上，以期建立一个土壤碳储量基准线。实验室分析的土壤样品被用来对室外遥感进行校准和交叉验证，还对遥感和实验室的置信区间进行了比较。(芦园园 译)

#### 1.5-4 Mineralogical and Textural Characterisation of Soils Using Thermal Infrared Spectroscopy (使用热红外光谱表征土壤的矿物学和质地特征)

Rob Hewson<sup>1</sup>, Tom Cudahy<sup>2</sup>, Adrian Beech<sup>3</sup>, Mal Jones<sup>4</sup>, Matilda Thomas<sup>5</sup>

(1 CSIRO Earth Science and Resource Exploration, E-mail: Rob.Hewson@CSIRO.au; 2 CSIRO Earth Science and Resource Exploration, E-mail: Thomas.Cudahy@CSIRO.au; 3 CSIRO Land and Water, E-mail: Adrian.Beech@CSIRO.au; 4 Geological Survey of Queensland, E-mail: Mal.Jones@deedi.qld.gov.au; 5 Geoscience Australia, E-mail: Matilda.Thomas@ga.gov.au)

利用在澳大利亚西北部昆士兰的半干旱环境采集的土壤样品，对热红外遥感表征土壤矿物质和质地的能力进行了评估。进行粒度分析并分离黏粒，粉粒和砂粒级别的土壤组分用来建立石英和黏土反射特征与土壤质地的关系。我们发现基于热红外反射和散射特征的光谱带参数能够从细黏土富矿土壤中区分绝大多数粗糙富含石英砂质土壤以及相对较少的富含石英的粉质土壤。这项研究表明运用热红外光谱来评价土壤矿物和质地含量具有很大的潜力。(芦园园 译)

#### 1.5-5 The Potential of Gamma-ray Spectrometry for Soil Mapping (伽马射线能谱测量法应用于土壤制图的潜力)

Ludger Herrmann<sup>1</sup>, Ulrich Schuler<sup>2</sup>, Wanida Rangubpit<sup>3</sup>, Petra Erbe<sup>1</sup>, Adichat Surinkum<sup>3</sup>, M. Zarei<sup>1</sup>, K. Stahr<sup>1</sup>

(1 University of Hohenheim, Institute of Soil Science and Land Evaluation (310), D-70593 Stuttgart, Germany; 2 Federal Institute for Geosciences and Natural Resources (BGR), B2.2 Spatial Information Soil and Water, Stilleweg 2, D-30655 Hanover, Germany; 3 Department of Mineral Resources, Geotechnics Division, Bangkok 10400, Thailand)

土壤制图是一项高耗费的活动，特别是在像泰

国北部这样地形起伏大、基础设施薄弱并且植被茂密的区域。然而对于任何领域发展，高精度的自然资源信息是必要的。由德意志联合会资助的在泰国实施的高地计划正在寻求低成本的土壤制图技术，以便确定农业创新的应用区。一种评估方案是使用伽马射线能谱测量法来测量土壤和母质中的放射性元素丰度。伽马射线光谱法可以采样地面基站、以及远程(空中)方式，并提供在不同尺度的应用。这篇文章涉及了土壤制图应用背后的理论，泰北地区流域尺度剖面测量的结果以及潜在的其他应用。结果表明， $\gamma$ -射线光谱法可以支持 WRB 土壤参比系统的实地鉴别，特别是在不同母质或者不同阳离子交换量和不同的盐基饱和度情况下。未来前景是结合遥感数据的区域尺度制图和田间尺度的侵蚀制图。(芦园园 译)

### 3.1 酸性硫酸盐土壤物质过程

#### 3.1-1 Climate Change: A Frontier for Acid Sulfate Soil Research (气候变化：酸性硫酸盐土壤研究的新前沿)

Richard Bush, Leigh Sullivan, Scott Johnston, Edward Burton, Vanessa Wong, Annabelle Keene

(Centre for Acid Sulfate Soil Research, Southern Cross GeoScience, Southern Cross University, Lismore, NSW 2480, Australia)

本世纪海平面预计将持续上升，威胁全球沿海冲积平原的完整性。全球 1 700 万  $\text{hm}^2$  的酸性硫酸盐土壤中的大部分都处于较低海拔区域，使得这些景观极易受到全球变化导致的海平面上升的影响。酸性硫酸盐土壤景观主要是在还原作用的调节下形成的，而驱动这种作用的生物地球化学过程对地下水动态、潮汐进退和温度的改变极其敏感。高度相关的干旱和洪水等极端气候事件和全球气温的升高直接影响着还原过程，而水文过程也影响酸性硫酸盐土壤行为及其环境影响。本文分析了气候变化的各个方面对酸性硫酸盐土壤的影响并指出了研究中存在的重要的挑战性问题。

#### 3.1-2 Dissolved Inorganic Carbon in Coastal Acid Sulfate Landscapes (可溶性无机碳在海岸酸性硫酸盐土壤景观中的分布)

Jason Kurt Reynolds<sup>1,2</sup>, Mats Åström<sup>3</sup>, Ben Wilson<sup>4</sup>, Bennett Macdonald<sup>4</sup>

(1 School of Natural Sciences, University of Western

Sydney, Parramatta, NSW, Australia, E-mail: j.reynolds@uws.edu.au; 2 School of Environmental Science, Charles Sturt University, Albury, NSW, Australia, E-mail: bwilson@csu.edu.au; 3 School of Pure and Applied Natural Sciences, Kalmar University, Kalmar, Sweden, E-mail: mats.astrom@hik.se; 4 The Fenner School of Environment and Society, Australian National University, ACT, Australia, E-mail: bmacdonald@anu.edu.au)

本研究对一处酸性硫酸盐景观进行了调查,以揭示可溶性无机碳(DIC)在景观的分布。流水中的DIC在原位通过新改进的方法加以测定,沉积物和土壤采集后在培养箱进行氧化。地下水 and 表层水中DIC的时空变化和稳定同位素( $^{13}\text{CDIC}$ )丰度比较发现,在引流水系统中的地表水和地表水下层水之间具有一个水文边界。同不受硫酸盐影响的水体相比较,硫酸盐土壤地表水在实验室进行大气平衡试验表明pH、Fe(II)、碱度和DIC随 $^{13}\text{CDIC}$ 增加而降低。DIC的减少符合一级动力学过程。

### 3.1-3 Managing Acidity Movement in the Coastal Land with Acid Sulphate Soils: A Modeling Approach (沿海酸性硫酸盐土壤中酸运移管理的模拟研究)

Phong Ngo Dang<sup>1</sup>, Hoanh Chu Thai<sup>2</sup>, Tuong To Phuc<sup>3</sup>, Hector Malano<sup>4</sup>

(1 Nong Lam University – Ho Chi Minh City, Vietnam, E-mail: phongnd@yahoo.com; 2 International Water Management Institute (IWMI), Regional Office for Southeast Asia, Lao PDR.; 3 International Rice Research Institute (IRRI), Los Banos, Philippines; 4 Melbourne University, Victoria, Australia)

研究发展了一个新的酸反应模块并成功带入了现有模拟沿海酸性硫酸盐土壤区域存在运河与海洋有水交换的水盐运移模型。新模型在越南湄公河Camau半岛的验证研究表明,改良酸性条件最适合的选择就是打开半岛的主干道水闸换水。当每周半岛东西海之间的潮汐高度差最大的这天打开水闸将有效地扩大半岛通向西海的水道。

### 3.1-4 Reductive Sulfur Biomineralisation in a Flooded Acid-sulfate Soil Landscape (淹水的酸性硫酸盐土壤景观上硫的生物矿化还原过程)

Edward D. Burton<sup>1,2</sup>, Richard T. Bush<sup>1</sup>, Scott G.

Johnston<sup>1</sup>, Leigh A. Sullivan<sup>1</sup>, Annabelle F. Keene<sup>1</sup>

(1 Southern Cross GeoScience, Southern Cross University, Australia; 2 Corresponding author, E-mail: ed.burton@scu.edu.au)

在一受潮汐淹没的酸性硫酸盐土壤景观,我们原位测量了 $\text{SO}_4^{2-}$ 的变化速率和S的生物矿化量。结果显示, $\text{SO}_4^{2-}$ 的还原只发生在土壤表层附近过去曾被排过水的层位,还原速率高达约 $300 \text{ nmol}/(\text{cm}^3 \cdot \text{d})$ 。 $\text{SO}_4^{2-}$ 短期还原产物为元素S,在土壤含量高达约 $40 \mu\text{mol}/\text{g}$ 。新近被再次淹水的土壤层段中S的含量高于铁的一硫化物和二硫化物。但是,如同预计的一样,经历长期淹水的土壤层段中铁的二硫化物显著增加(例如5年内增加了S  $40 \sim 80 \mu\text{mol}/\text{g}$ )。(孙艳俊 译)

## 3.2 森林土壤过程与变化

### 3.2-1 How an Advanced Combination of Soil Science, Biogeochemistry, and Paleo-ecology Helps Ecuadorian Cloud Forest Management (土壤学、生物地球化学和古生态学的综合如何应用于厄瓜多尔云雾森林管理)

Boris Jansen<sup>1</sup>, Femke Tonneijck<sup>2</sup>, Henry Hooghiemstra<sup>3</sup>, Emiel van Loon<sup>4</sup>, Koos Verstraten<sup>5</sup>

(1 Institute for Biodiversity and Ecosystem Dynamics - Earth Surface Sciences, Universiteit van Amsterdam, Amsterdam, The Netherlands - President of the Dutch Soil Science Society, E-mail: B.Jansen@uva.nl; 2 IUCN National Committee of The Netherlands, Amsterdam, The Netherlands, E-mail: Femke.Tonneijck@iucn.nl; 3 Institute for Biodiversity and Ecosystem Dynamics - Paleoecology and Landscape Ecology, Universiteit van Amsterdam, Amsterdam, The Netherlands, E-mail: H.Hooghiemstra@uva.nl; 4 Institute for Biodiversity and Ecosystem Dynamics - Computational Geo-Ecology, Universiteit van Amsterdam, Amsterdam, The Netherlands, E-mail: E.E.vanLoon@uva.nl; 5 Institute for Biodiversity and Ecosystem Dynamics - Earth Surface Sciences, Universiteit van Amsterdam, Amsterdam, The Netherlands, E-mail: J.M.Verstraten@uva.nl)

山地森林的物种组成和林线上限(UFL)的位置(尤其是后者)对气候变化和人类干扰极其敏感。因此,对UFL海拔动态变化和森林树种组成的历史重建可作为推断气候变化与植被变化关系的一种手段,进而评估历史或史前人类居住区对森林的影响。我们从土壤科学、分子有机地球化学、孢粉学和植被生态学

多学科创新了一种综合方法,可以通过保存在土壤和泥沼沉积物里的孢粉化石和其他生物指示物来重建森林的历史动态。在厄瓜多尔安第斯山脉的一处具有生物多样性的山地地点森林,其UFL的自然位置备受争议。本文首次应用这种方法对该处的UFL的自然区位进行了重建,表明这个区域海拔3600m以上的高寒森林植被是原生的生态系统,并非森林采伐的遗留产物。鉴于此,京都议定书倡导的人工造林只应限制在海拔3600m以下的区域。而在3600m以上的人工造林将破坏原始高寒森林生态系统,进而影响土壤对碳的潜在储量。(赵玉国译)

3.2-2 Lignin Phenols and Cutin- and Suberin-derived Aliphatic Monomers as Biomarkers for Stand History, SOM Source, and Turnover (木质酚类和角质/木栓来源脂肪单体作为SOM保留时间、来源和流转生物指示研究)

Sandra Spielvogel, Jörg Prietzel, Ingrid Kögel- Knabner  
(Lehrstuhl für Bodenkunde, Technische Universität München, 85350 Freising, Germany, E-mail: spielvogel@wzw.tum.de)

每一树种都具有独特的化学成分,不同的树组织在化学组成上也不相同。应用对木质酚和源自树木角质和木栓的脂肪单体的分析,追溯树木在土壤中腐败转化成土壤有机质(SOM)的过程,进而研究SOM的来源、降解与保留时间。对不同树种和草种的叶(叶柄)和根部物质中的结合脂肪和木质素复合物组成用CuO进行氧化、皂化分析,以及后续气-质(GC/MS)分析。研究目的以检测这些复合物在土壤的存在和它James A. Burger们的不同密度以及不同颗粒大小部分作为相应树种和草类的生物指示物的适用性。相较于木质素,来自角质和木栓的脂肪分子优先保留在土层和土壤团聚体中,其残留时间>250年。尽管土壤和团聚体中角质和木栓类分子单体模式随<sup>14</sup>C年龄的增加而改变,但是这些脂肪类大分子都将生成难以降解的结构,可用于相应植物种类的指示。(赵玉国译)

3.2-3 Mine Soil Suitability for Native Forests in the USA (美国矿区土壤对本土森林的适应性研究)

James A. Burger

(Garland Gray Professor of Forestry, Department of Forest Resources and Environmental Conservation, Virginia Polytechnic Institute and State University,

Blacksburg, VA 24061 USA, E-mail: jaburger@vt.edu)

北红橡作为美国东部大部分地区一种高价值、本地产的经济木材,其在废矿土地上栽种的适宜地点和土壤条件的资料较少。我们的野外试验研究了红橡在各种采矿覆盖物表土的生存状况和生长速率。研究点曾在1979年采过矿并于1980年复植。在1981年用不同的表土残留混合物设置试验田块并于1983年根据不同试验田块栽植火炬松。2001—2002年的冬季用红橡树替代松树种植。试验分5种不同采矿残留物类型,每种类型做4个重复区块,每个区块内播种9颗红橡树种。试验周期5年,期间每年测量红橡树的成活率、树高和树径。红橡树的成活和生长状况在砂岩和粉砂岩混合物在表土的区块最好,在纯砂岩或纯粉砂岩表层区块最差。红橡树生长表现较差的原因在于,高砂岩区块土壤的pH和Ca含量低,而纯粉砂岩区块砾石碎块较多且土壤保水能力差。(赵玉国译)

3.2-4 Using the Multivariate Data Set of SOM Quality to Assess the Management-induced Changes in Forest Soils (应用土壤有机碳质量的多元数据集评估由于管理而导致的森林土壤变化)

Yan He<sup>1</sup>, Jiachun Shi<sup>1</sup>, Zhihong Xu<sup>2</sup>, Chengrong Chen<sup>2</sup>, Jianming Xu<sup>1</sup>

(1 Zhejiang Provincial Key Laboratory of Subtropical Soil and Plant Nutrition, College of Environmental and Natural Resource Sciences, Zhejiang University, Hangzhou 310029, China, E-mail: jcshi@zju.edu.cn and jmxu@zju.edu.cn; 2 Centre for Forestry and Horticultural Research, Griffith University, Nathan, Brisbane, Queensland 4111, Australia, E-mail: zhihong.xu@griffith.edu.au)

在森林土壤潜力管理水平的提升方面需要对土壤有机质(SOM)质量进行有效的评估。本研究用多元数据组分析土地利用从原生森林向南洋杉林转变以及随后的林类变化和场地处理对土壤有机质的改变。研究选取澳大利亚东南昆士兰州3处临近的森林:原生森林(NF)、第一次变化林(1R)和第二次变化林(2R),其中第二次变化林包括纯南洋松树林(2R)和伐木堆积场地(2R-W)两种类型。对精选的41个与SOM有定性和定量关系的变量数据组进行主成分分析,结果表明第一主成分(PC1)占总变异的55.7%,最能合理地解释土地管理对土壤过程改变。在影响SOM的动态变化的各种因素中,有机质总量、土壤生物与酶的

呼吸作用、总氮矿化量、净氮矿化量、硝化作用、土壤微生物量、微生物多样性、土壤微生物碳利用类型,以及大团聚体 ( $F_{250\sim 2000\mu m}$ ) 和 SOM 物理组分酸提取部分的 C/N 值,以上在 PC1 中负荷较高,表明这一主成分中的物理化学指标最有希望被应用于澳大利亚亚热带森林管理中 SOM 质量评价。(赵玉国 译)

### 3.3 城市和工业地土壤

#### 3.3-1 Specifics of Urban Soils (Technosols) Survey and Mapping (城市土壤(技术土壤)调查与制图)

Jaroslava Sobocká

(Soil Science and Conservation Research Institute, Bratislava, Gagarinova 10, Slovakia, E-mail: j.sobocka@vupop.sk)

本研究提供了一些城市土壤调查和制图的特点以及难点。土壤制图的方案是基于城市中不同群体对土壤质量的要求而制定的。合理的方法包括:对代表不同群体对土壤质量要求的城市生态系统的认知;代表性采样点选择以及土壤描述手册;城市单个土体或聚合土体的描述、分类和制图;土壤-城市复合体概念的应用;表层和亚表层土样风险元素的分析;在城市区域刻画土壤复合体边界需要 GIS 支持下的土壤数据,我们采用了 1:5 000 的航空正射影像,在 ArcMAP 下进行数字化,作为基础图件。本研究的结果可以提供很多图件:如 1:25 000 的土壤图、土壤质地图、土壤母质(包括人为起源的)图以及派生的很多其他应用于城市规划目的的图件。(韩光中译)

#### 3.3-2 The Relevance of Soils Within the Concept of the Astysphere (人类层概念下的城市土壤内在关系)

Stefan Norra<sup>1,2</sup>

(1 Institute of Geography and Geoecology, Karlsruhe Institute of Technology, Germany, E-mail: stefan.norra@kit.edu; 2 Institute of Mineralogy and Geochemistry, Karlsruhe Institute of Technology, Germany, E-mail: stefan.norra@kit.edu)

在过去的几个世纪中,人类活动对地球表面的影响远远超过了地质力量。由于工业的发展以及人口的增加,城市系统成为全球尺度上很多化学元素流的主要控制者。而且,城市系统在持续扩张,对于自然系统而言,城市系统在过去的地质纪元中是从未出现的现象。由于城市系统对全球的巨大影响,一个新的地

质科学圈层正在发展:人类层。这个圈层包括地球被城市系统影响的部分。从地质科学的角度讲,城市区域对应于沉积过程。在这个圈层内,土壤是非常重要的,它是很多污染物和各种物质的汇和源,是建筑活动、水分存贮以及城市局部气候的基础,是大量生物的生存地。由于城市系统之间的物质流,在全球范围内城市土壤被联结起来。由于全球范围内建筑材料、生活条件、交通和工业过程趋同,城市土壤也会日渐相似,生态学上叫做收敛。人类层的概念是把城市土壤放在全球城市系统的这一整体的角度而提出的。(韩光中译)

#### 3.3-3 The Spatial Distribution and Sources of Metals in Urban Soils of Guangzhou, China (广州城市土壤空间分布和重金属来源)

Ying Lu<sup>1</sup>, Wei Yin<sup>1</sup>, Feng Zhu<sup>1</sup>, Ganlin Zhang<sup>2</sup>

(1 College of Natural Resources and Environment, South China Agricultural University, Guangzhou, China, E-mail: luying@scau.edu.cn; 2 Institute of Soil Science, Chinese Academy of Sciences, Nanjing 210008, China, E-mail: glzhang@issas.ac.cn)

城市土壤重金属由于其对人类健康的长期潜在影响,一直是一个重要的环境问题。本研究在广州不同城市功能区采集了 426 个表层土样,以评估土壤环境质量。采用了地统计学和多元统计学方法制作了空间分布图,分析人类活动对重金属分布的影响。研究发现克吕格插值是发现土壤污染热点以及重金属可能来源的有效途径。广州土壤重金属污染的热点区域主要集中在城市的西部和南部,这与长期的工业活动相关。主成分分析结果表明:①Fe、Ni、Mn 主要来自于自然来源;②As、Cu、Hg、Pb 和 Zn 来自于人为起源;③Cd 污染受人为和自然双重影响。(韩光中译)

#### 3.3-4 Weathering Trajectory of Bauxite Residue Mud as Predicted by High-temperature Treatment (高温处理下铝土矿渣泥的风化轨迹)

Talitha C Santini<sup>1,2</sup>, Martin V Fey<sup>1</sup>, Robert J Gilkes<sup>1</sup>

(1 School of Earth and Environment, University of Western Australia, M087, 35 Stirling Highway, Crawley WA 6009; 2 E-mail: santit01@student.uwa.edu.au)

自然条件下,由于受反应动力学的限制,土壤发生的重要过程——母质风化是缓慢的。提高温度和压

力可以加速化学平衡的实现。本研究采用压力容器提高温度和压力，以迅速地鉴定铝土矿渣泥浆的风化轨迹。235℃处理下，上清液pH、EC和碱度随着时间而下降，其中pH在两天内下降了2.5个单位。这种现象表明在未施加处理条件下，矿渣泥浆能“自动衰减”孔隙水碱度和盐度的容量。在施加处理条件下，三水铝石、磷酸三钙铝酸盐含量减少，而赤铁矿、针铁矿、方解石、方钠石、白云母浓度增加，这与锐钛矿浓度有关。结晶析出的赤铁矿较原始泥渣中赤铁矿的铝化特征更显著。对于铝土矿残渣中大量铝的修复处理而言，研究发现在很长的时间（地质时间）里，矿渣碱度能够自动衰减。（韩光中译）

### 3.4 全球变化与土壤盐渍化

#### 3.4-1 Comparison of Models That Include Salinity and Matric Stress Effects on Plant Growth (基质盐度对植物生长模型胁迫效应的比较)

J. Oster<sup>1</sup>, L. Wu<sup>1</sup>, J. Ayars<sup>2</sup>, J. Letey<sup>1</sup>, P. Vaughan<sup>2</sup>, C. French<sup>1</sup>, M. Qadir<sup>3</sup>

(1 Faculty and Faculty Emeritus of Soil & Water Science, University of California, Riverside, California, USA, E-mail: james.oster@ucr.edu; Laosheng.Wu@ucr.edu; john.letey@ucr.edu; 2 Research Scientists, USDA/ARS SDA-ARS Water Management Research Laboratory, Parlier, California, USA, E-mail: James.Ayars@ars.usda.gov E-mail: P.Vaughan@cgiar.org; 3 Program Manager, Marginal-quality Water Resources and Salt-affected Soils International Center for Agricultural Research in the Dry Areas (ICARDA) Aleppo, Syria, E-mail: m.qadir@cgiar.org)

稳态模型提供了用来评估应用水量及矿物盐度对作物产量的潜在影响手段。这些模型大约自1950年就已在使用。由于稳态模型的固有局限性，瞬态模型自1980年左右开始得到一些研究者的重视，并得到发展。本研究的目的是确定模型如何模拟基质和渗透压力对作物ET以及作物相对产量影响。在瞬态模型中，作物水分利用和作物产量取决于不断变化的土壤盐度（渗透势）和土壤含水量（基质势）。根据作物用水的利用不仅仅取决于基质、渗透势和厌氧条件，这些模型假设了作物相对ET和作物的相对产量随着作物水分利用量的增加（从0至ET最大潜在值）呈线性增加（当基质或渗透势超过阈值水平上述关系将不是线性变化）。（韩光中译）

#### 3.4-2 Effect of Climate on Soil Salinity in Subboreal Deserts of Asia (气候变化对土壤盐度的影响)

Yevgeniya Pankova<sup>1</sup>, Mariya Konyushkova<sup>1</sup>, Geping Luo<sup>2</sup>

(1 V.V. Dokuchaev Soil Science Institute, 7 Pyzhevskii per., Moscow 119017, Russia, E-mail: pankova@agro.geonet.ru; 2 Xinjiang Institute of Ecology and Geography CAS, 40-3 South Beijing Road, Urumqi 830011, China, E-mail: luogp@ms.xjb.ac.cn)

在气候资料以及中亚、中国及蒙古一些地区受盐分影响土壤数据基础上，研究了气候变化对土壤含盐量的影响。在本研究中，subboreal沙漠的气候参数是不同的，有独特的大陆性、干旱性、降水量和降水季节性。结果表明，干旱的气候和盐分影响土壤两者之间没有相关性。在亚洲subboreal沙漠景观的形成过程中，该地区的地质历史和盐分累积是控制土壤盐碱化的主要因素。同时含盐矿物的风力搬运也起着重要作用。气候的作用只体现在盐类物质在土壤剖面上的再分配。（韩光中译）

#### 3.4-3 Effects of an Alternative Water Source and Combined Agronomic Practices on Soil Salinity and Irrigated Cotton in Coastal Saline Soils (不同水源和农业措施对滨海盐碱地土壤盐度和棉花灌溉的影响)

Xiaobin Wang<sup>1</sup>, Yujiao Hu<sup>1</sup>, Quansheng Zhao<sup>1</sup>, Yan Zheng<sup>1</sup>, Xueping Wu<sup>1</sup>, Huijun Wu<sup>1</sup>, Dianxiong Cai<sup>1,2</sup>

(1 Institute of Agricultural Resources and Regional Planning, Chinese Academy of Agricultural Sciences, and Key Laboratory of Plant Nutrition and Nutrient Cycling, Ministry of Agriculture, Beijing, China, E-mail: xbwang@caas.ac.cn; 2 Key Laboratory of Dryland Agriculture, Ministry of Agriculture, Beijing, China, E-mail: dxcai@caas.ac.cn)

棉花试验田设在中捷农场，位于河北省黄骅市受沿海盐碱影响的华北平原地区，通过试验研究交替水源灌溉方法和农业措施在棉花生长阶段对盐分含量和土壤pH值变化以及棉花种子出苗率和产量的影响。该实验采取了分区设计，采用了2种灌溉水源，2种灌溉方法以及4个施肥模式。结果表明用聚丙烯酰胺处理的灌溉方法结合石膏肥料，无论采取井水还是淡化海水作为水源，都显示了良好的土壤脱盐的效果，并提高了棉花出苗率和产量，这是滨海盐碱地区可以采取

的灌溉方法。(韩光中 译)

#### 3.4-4 Global Warming Induced Sea Level Rise on Soil, Land and Crop Production Loss in Bangladesh(全球变暖引起的海平面上升导致了孟加拉国土壤退化、陆地面积减少和作物产量降低)

Hossain, M. A.

(Soil Resource Development Institute (SRDI), Ministry of Agriculture, Krishi Khamar Sarak, Farmgate, Dhaka-1215, Bangladesh, E-mail: altajolly63@yahoo.com)

通过对现有数据的分析,评估了全球变暖引起的海平面上升导致的孟加拉国土壤退化和土地资源的减少以及对粮食安全的影响。一些科学家认为,海平面上升使孟加拉国沿海地区(除已进行移民的生态脆弱区)正在遭受着洪水泛滥,土壤侵蚀,盐水入侵,土壤资源的减少以及种植业的损失等问题。大规模的陆地面积减少,土壤退化以及土地资源的减少会影响该国粮食生产,从而导致粮食安全问题。虽然孟加拉国在温室气体排放中的作用微不足道,但海平面上升对其影响很大。制定合理的政策,并采取措施实现这些政策是正确应对海平面上升给孟加拉国带来的不利影响的方法。(韩光中 译)

#### 3.4-5 Season-long Changes in Infiltration Rates Associated with Irrigation Water Sodicity and pH(灌溉水的盐碱度和 pH 值对入渗率季节性变化影响)

Donald L. Suarez<sup>1</sup>, Alberto Gonzalez Rubio<sup>2</sup>

(1 USDA-ARS U.S. Salinity Laboratory, 450 W. Big Springs Road, Riverside, CA, USA, E-mail: donald.suarez@ars.usda.gov; 2 Department of Environmental Sciences, University of California, Riverside, CA 92521, USA, E-mail: Alberto.gonzalezrubio@ars.usda.gov)

人们越来越需要去替换质量较低的水(包括盐碱水和在干旱和半干旱地区用作灌溉淡水的经过处理的城市废水)。几乎在所有情况下低质量的水都比目前使用的淡水含盐量高。与这些相关的一个主要威胁是由于土壤交换性钠百分率的增加,水的渗透速率在下降。土壤恶化,自然可能危及这些土地目前以及未来的生产力。我们通过一系列试验研究了在一个完整的种植季节钠盐小范围增加(钠吸附比从 0 增加到 13)对入渗率的影响。我们认为对非石灰性土壤来说, SAR 即使是小规模增加,都会造成入渗率大幅度降低。渗

透能力随时间增加而降低,表明短期试验可能不会表征应用低质量水灌溉的长期后果。试验也表明 pH 值的增加导致入渗率下降也同样重要。(韩光中 译)

### 3.5 水稻土与水短缺

#### 3.5-1 Carbon Sequestration in Paddy Ecosystems in Subtropical China(中国亚热带地区稻田生态系统的土壤碳汇)

Jinshui Wu

(Institute of Subtropical Agriculture, Chinese Academy of Sciences, Changsha, China, E-mail: jswu@isa.ac.cn)

文章选择中国亚热带地区的低地、低山、高山和卡斯特山区 4 个地貌类型,对水稻土的碳汇进行研究。不同地貌类型水稻土的土壤有机碳含量(0~20 cm)从 16.1 到 27.7 g/kg 不等。其值显著高于可耕地,果园甚至除卡斯特地貌以外的林地的土壤有机碳含量。低山地区的土壤有机碳含量在 1979—2003 年间增加了 1.67 倍。土壤有机碳含量的增加与该地区自 1950 年以来水稻产量的长时间持续的增加相一致。研究结果表明中国亚热带地区稻田生态系统能比其他生态系统更多地固定有机碳。由于这些地貌单元代表真实的在农民生产水稻活动影响下的稻田生态系统,研究数据证明中国亚热带地区水稻土有持续固碳的趋势。

#### 3.5-2 Changes in Paddy Soils Under Transition to Water-saving and Diversified Cropping Systems(多元化的节水种植方法对水稻土的影响)

Roland J. Buresh<sup>1,2</sup>, Stephan M. Haefele<sup>1</sup>

(1 International Rice Research Institute, DAPO Box 7777; 2 Corresponding author, E-mail: r.buresh@cgiar.org)

大部分水稻种植都要经历一个长期的土壤淹没过程。土淹能帮助维持水稻的连续生产率。它有助于土壤有机质积累,通过生物固氮增加氮的输入,提高土壤的速效磷含量。水稻生产的日益增加导致了灌溉用水日益紧张并越来越多为替代作物提供种植机会。这将导致水资源管理和水稻耕作方式的变化,种植模式改变将导致土壤的淹没时间的减少并增加土壤通气时间。土壤通气时间增加改变土壤的生物地球化学过程,从而导致土壤有机质损失,减少了植物所需的氮、磷供应,降低了锌、铁在高 pH 值土壤中的可用性。土壤通气有利于硝酸盐的形成。土壤干湿变化加大了一氧化二氮排放并抑制了甲烷排放。在今后必须与管理

干预措施结合, 维持那些水资源的充足水稻土的生产力, 更有效地利用水资源, 并提供增强作物的多样化和创收。

### 3.5-3 Effect of Nitrogen Sources on Aerobic Rice Production Under Various Rice Soil Ecosystems (氮源和水稻种植模式的不同对旱稻生产力的影响)

Maragatham N, Martin GJ, Poongodi T

(Department of Agronomy, Tamil Nadu Agricultural University, Coimbatore-3. Tamil Nadu, India, E-mail: maragathammm@yahoo.co.in)

2008年秋季在哥印拜陀泰米尔纳德邦农业大学湿地通过田间试验, 评估了不同水稻种植模式和氮源对 CORH-3 N 杂交水稻产量的影响。干湿交替和淹水种稻模式对杂交水稻的生长、大米品质以及大米产量的影响是一样的。应用 50% 尿素 + 50% 的家禽粪做氮源能得到最好的水稻生长、最优的大米品质和最高的大米产量; 应用 100% 尿素做氮源次之。采用干湿交替的种植模式能得到最高水分利用率。应用 50% 尿素 + 50% 家禽粪便做氮源并采用干湿交替的水稻种植模式能获得最高的利润, 而采用 100% 尿素做氮源并采用干湿交替的种植模式次之。

### 3.5-4 Irrigation Water Productivity of Rice Grown with Resource Conservation Technologies (应用水资源节约技术之后水稻水生过程中水分利用率的研究)

S S Kukal<sup>1</sup>, E Humphreys<sup>2</sup>, S Yadav<sup>3</sup>, Yadvinder- Singh<sup>1</sup>

(1 Department of Soils, Punjab Agricultural University, Ludhiana, India, E-mail: sskukal@rediffmail.com; 2 Internatinal Rice Research Institute (IRRI), Los Banos, Philippines, E-mail: e.humphreys@cgiar.org; 3 The University of Adelaide, South Australia, E-mail: sudhir.yadav@adelaide.edu.au)

水稻种植业是世界的最大的淡水资源消耗行业之一, 农业科学家们正在面临一个很大的挑战就是如何提高灌溉用水利用率来减少地表水和地下水资源的损失。目前正在不断开发完善各种水资源节约保护技术, 甚至也评价了它们在不同情况下的适宜性。本文着重强调了灌溉时不同的情况要应用不同水资源节约技术。结果表明基于土壤基质张力上的间歇灌溉可节省 30% 的灌溉用水。灌溉时保持灌溉水只充满犁沟的一半可以改善灌溉水的利用率。对直播稻必须根据不同的情况估算, 才能实现灌溉水分利用率的最高。

### 3.5-5 Water Balance in Dry Seeded and Puddled Transplanted Rice in Punjab, India (水稻种植过程中干种子和泥浆间的水平衡)

Sudhir-Yadav<sup>1</sup>, Gurjeet Gill<sup>2</sup>, S S Kukal<sup>2</sup>, Elizabeth Humphreys<sup>3</sup>, R Rangarajan<sup>4</sup>, U S Walia<sup>2</sup>

(1 The University of Adelaide, South Australia, E-mail: sudhir.yadav@adelaide.edu.au, gurjeet.gill@adelaide.edu.au; 2 Punjab Agricultural University, Ludhiana, India, E-mail: sskukal@rediffmail.com, waliaus@rediffmail.com; 3 International Rice Research Institute (IRRI), Los Banos, Philippines, E-mail: e.humphreys@cgiar.org; 4 National Geo-physical Research Institute, Hyderabad, India, E-mail: rrangarajan@ngri.res.in)

水稻种植面临最迫切问题是使用更少的水使稻田生态系统达到更高的产量, 这在印度西北地方地下水已经枯竭的地区尤其重要。利用水稻干种种植技术 (DSR) 替换传统淹水移栽技术通常作为提高水的利用率和节水手段。2008年在印度的 Punjab 进行了实地调查, 分别调查了 DSR 和淹水移栽稻田的水平衡和水利用率。结果表明 DSR 方法的水稻的水分利用率在 20 kPa 明显高于 DSR 方法, 这种差异主要是由于 DSR 方法减少渗漏造成的。尽管如此, DSR 方法处理的土壤在深度超过 0.6 m 排水量的却更高, 这可能是由于没有犁底层存在造成的。两种方法的蒸腾损失量没有明显差异。(孙艳俊 译)

## 4.1 退化土地的碳固定

### 4.1-1 “Black is the New Green”: The Blue Shades of Biochar (“黑色是新的绿色”: 生物碳的蓝色调)

Rai S. Kookana<sup>1</sup>, Xiang-Yang Yu<sup>1,2</sup>, Guang-Guo Ying<sup>1,3</sup>

(1 CSIRO Land and Water, PMB No. 2, Glen Osmond 5064, Australia, E-mail: Rai.Kookana@csiro.au; 2 Pesticide Biological and Ecological Research Center, Jiangsu Academy of Agricultural Sciences, Nanjing 210014, China; 3 State Key Laboratory of Organic Geochemistry, Guangzhou Institute of Geochemistry, Chinese Academy of Sciences, Guangzhou 510640, China)

在认识到“生物碳或黑色碳”在固碳、减少温室气体排放和提高土壤肥力方面的潜在作用后, 出现了类似“黑色就是绿色”这样的新创短语 (Marris, 2006), 国际生物碳行动也已经开始。虽然生物碳应用对土壤

肥力的好处已被充分认识到,生物碳改变土壤的潜在的负面影响迄今没有得到充分认识,特别是对污染物的扩散和累积。本文的研究表明,添加到土壤中的生物碳可能导致土壤中残留污染物的积累。高活性生物碳的应用可以使农药失效,因此需要更高的肥料使用量来满足可能需要的杀虫和疾病控制。生物碳本身有可能作为燃烧源而产生多环芳烃(PAHs)及二恶英等有毒物。生物碳改善土壤的影响以及对环境积累,分散和杀虫剂的安全的可能影响需要得到充分的理解和认识,然后才能推广生物碳在土壤中的应用来减缓气候变化。(孙艳俊 译)

#### 4.1-2 Building Soil Carbon Content of Texas Vertisols (建立德州变性土的有机碳储量模型)

Kenneth N. Potter

(USDA-ARS Temple, TX USA, E-mail: ken.potter@ars.usda.gov)

美国德克萨斯州中部的土壤由于密集农业方式而发生退化。有一个典型的土壤有机碳流失例子,在1880年到1949年间表层有机碳浓度从6.5%左右下降到了1%左右。从1949年开始的农业方式正在缓慢地恢复土壤有机碳的储量。最近的研究表明,近代的传统方式在以  $C\ 0.15\ \text{mg}/(\text{hm}^2\cdot\text{a})$  的速度提高土壤有机碳固定。免耕这样的集约化方式使这个速度提高到  $C\ 0.3\ \text{mg}/(\text{hm}^2\cdot\text{a})$ 。从耕作方式到多年牧草生产方式增加固定速率到  $C\ 0.45\ \text{mg}/(\text{hm}^2\cdot\text{a})$ 。多项管理措施可以用于德州中部的土壤有机碳固定。(孙艳俊 译)

#### 4.1-3 Carbon Sources and Dynamics in Afforested and Cultivated US Corn Belt Soils (美国玉米地土壤和林地的有机碳源和变化)

Guillermo Hernandez-Ramirez<sup>1</sup>, Thomas J. Sauer<sup>1</sup>, Cynthia A. Cambardella<sup>1</sup>, James R. Brandle<sup>2</sup>, David E. James<sup>2</sup>

(1 USDA-ARS, National Laboratory for Agriculture and the Environment, Ames, IA 50011-3120 USA.; 2 School of Natural Resources, University of Nebraska-Lincoln, Lincoln, NE 68583-0974, USA.)

退化耕地造林可以固定大气中的碳,但是在这样一个生态系统中土壤有机碳的来源没有很好的证明。这项研究评估了2个35年的针叶树造林用地和相邻的农田的有机碳变化和来源。在两个地方(爱荷华州西北部的一个森林种植园和内布拉斯加州东部的一个

防风林)采集了混合土壤样品来确定有机碳、总氮含量和稳定碳同位素比值( $\delta^{13}\text{C}$ , 天然丰度)。在这些细粒土壤上,通过防护林和人工林地方式的人工造林耕地使得土壤表层(7.5或10 cm深)有机碳相对于常规耕作制度下获得很大的增长( $\geq 57\%$ ;  $p < 0.05$ )。土壤中 $\delta^{13}\text{C}$ 从耕地的( $-17 \pm 0.1\%$ )到绿化造林地的( $-22 \pm 0.4\%$ )表现出明显的梯度变化,反映了碳源的一个逐渐变化。碳源的分区评价结果显示,从树木而来的碳对林下有机碳积累有近一半的贡献,这表明绿化造林的额外有机碳积累完全可以由树木提供的部分解释。(孙艳俊 译)

#### 4.1-4 Litter and Carbon Accumulation in Soils After Forest Restoration: The Australian Experience After Bauxite Mining (森林修复后土壤中凋落物和碳的积累过程: 铝土矿开采后澳大利亚人的经验)

Mark Tibbett

(Centre for Land Rehabilitation, School of Earth and Environment, Faculty of Natural and Agricultural Sciences, University of Western Australia, Australia, E-mail: Mark.Tibbett@uwa.edu.au)

土壤是陆地生态系统中碳的主要存储区,它受矿物开采活动的影响非常严重。土壤中的碳以多种形态存在,作为土壤有机物质组成的一部分有不同的功能和滞留时间。本研究从表面堆积物到腐殖质部分探讨了土壤中碳的性质,来衡量横跨澳大利亚的各种铝土矿开采后的修复林地。恢复森林的堆积物往往比周围的自然森林要高。这可能仅仅是由于森林再生过程会产生额外的凋落物和较高的根茎密度,或者是较低的分解速率。恢复森林较高的堆积物有时会表现在矿质土壤中较高的碳密度上。不过在铝土矿开采后积累在矿质土壤中的有机碳类型主要是不能长期稳定微粒形态,并可能随时转化为 $\text{CO}_2$ 。确定恢复森林和林地土壤相对于自然生态系统土壤中碳的稳定性以及相关的碳计算和气候变化的联系需要进一步的研究。(孙艳俊 译)

#### 4.1-5 Soil Organic Matter Stabilization in Degraded Semi-arid Grasslands After Grazing Cessation (退化的半干旱草原停止放牧后土壤有机物质的稳定性)

Martin Wiesmeier, Markus Steffens, Angelika Kolbl, Ingrid Kogel-Knabner

(Lehrstuhl für Bodenkunde, Department für Ökologie und Ökosystemmanagement, Wissenschaftszentrum Wei-

henstephan für Ernährung Landnutzung und Umwelt, Technische Universität München, D-85350 Freising-Weihenstephan, Germany, E-mail: wiesmeier@wzw.tum.de)

半干旱草原土壤被认为能够存储大量的土壤有机碳, 并且对碳固定具有全球意义的重要性。然而, 过去几十年间土地利用方式的改变, 特别是过度放牧, 导致了土壤有机碳的大量流失。这项研究的目的是依据土壤有机物的稳定性来探讨退化草原在停止放牧后的封存潜力。集约放牧以及短期和长期禁牧草原的采样在中国北方的内蒙古进行, 分析了含量、空间分布和有机物的稳定性。禁牧使得表土层有机质含量在 3

年后有显著的增加, 在 30 年后增加的幅度达到 35%。这一增长是基于较高的颗粒有机物输入和土壤团聚体中受到物理保护的不稳定有机质量的增加。这个结论很明显, 因为放牧地的碳矿化程度要高于禁牧地, 吸附颗粒有机物的集合体也就较少。有机碳的空间分布在禁牧地表现为非均质特征, 在放牧地表现出单一分布。显然, 在停止放牧后土壤复苏以“肥沃岛屿”的形成开始, 更高投入的水和有机物质促进了植被的发展以及相应的土壤有机质修复。我们得出以下结论, 在退化的半干旱草原停止放牧对于大气碳的快速固定和减缓气候变化有很大的潜力。(孙艳俊 译)