

# 科尔沁沙地固定沙丘土壤氮素空间分布特征研究<sup>①</sup>

董锡文<sup>1,2,3</sup>, 张晓珂<sup>2\*</sup>, 姜思维<sup>2</sup>, 蒋德明<sup>2</sup>, 汪景宽<sup>1</sup>

(1 沈阳农业大学土地与环境学院, 沈阳 110161; 2 中国科学院沈阳应用生态研究所, 沈阳 110016;

3 黑龙江省佳木斯大学生命科学学院, 黑龙江佳木斯 154007)

**摘要:** 为了研究固定沙丘土壤氮素空间分布特征, 选择以栽植小叶锦鸡儿 25 年后的固定沙丘为研究对象, 从迎风坡、顶坡和背风坡 3 个位置 4 个层次 (0~5、5~10、10~20 和 20~40 cm) 进行取样分析。研究结果表明: 全N、NO<sub>3</sub><sup>-</sup>-N 和 NH<sub>4</sub><sup>+</sup>-N 含量均随着土层加深而呈现出减少的趋势, 0~5 cm 土层显著高于其他各层。表层土壤受凋落物的影响较大, 从而相对于深层土壤来说积累了更多的N素。全N、NO<sub>3</sub><sup>-</sup>-N 和 NH<sub>4</sub><sup>+</sup>-N 含量在不同坡位间存在显著差异 (p<0.01): 全N 和 NO<sub>3</sub><sup>-</sup>-N 含量在迎风坡较高, 而 NH<sub>4</sub><sup>+</sup>-N 含量在背风坡较高。丛下全N、NO<sub>3</sub><sup>-</sup>-N 和 NH<sub>4</sub><sup>+</sup>-N 的含量显著高于丛间 (p<0.01)。土壤电导率与全N、NO<sub>3</sub><sup>-</sup>-N、NH<sub>4</sub><sup>+</sup>-N 含量呈显著正相关, 而 pH 与 NO<sub>3</sub><sup>-</sup>-N、NH<sub>4</sub><sup>+</sup>-N 含量呈显著负相关, NO<sub>3</sub><sup>-</sup>-N、NH<sub>4</sub><sup>+</sup>-N 的富集降低了土壤 pH 值。小叶锦鸡儿的栽植对沙土改良具有重要意义。

**关键词:** 固定沙丘; 氮素; 空间分布; 小叶锦鸡儿

**中图分类号:** S153; Q948

随着人口增加和人类经营活动强度的加大以及受全球气候变化的影响, 科尔沁沙地土地荒漠化面积迅速增加, 生态环境不断恶化, 生态系统生产力迅速衰退<sup>[1]</sup>。小叶锦鸡儿 (*Caragana microphylla* Lam) 是科尔沁地区流动和半流动沙丘分布最广的灌木型豆科植物。它根系庞大, 枝条再生能力强, 具有耐高温、干旱、寒冷、贫瘠和抗风蚀沙埋以及耐动物啃食等生物学特性, 防风固沙作用突出, 因而在流动沙丘治理过程中被广泛使用<sup>[2]</sup>。关于小叶锦鸡儿的耗水特点<sup>[3-6]</sup>、不同栽培年份小叶锦鸡儿对土壤化学及生物学特性的影响<sup>[7-9]</sup>、对土壤有机碳积累的影响<sup>[10]</sup>已有研究报道, 但对于小叶锦鸡儿固定沙丘后土壤氮素空间分布特征还鲜有报道。因此, 我们开展了固定沙丘土壤氮素分布特征的研究, 为应用豆科植物改良科尔沁沙化土壤提供理论依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 样品采集地概况

土壤样品采自中国科学院沈阳应用生态研究所乌兰敖都荒漠化试验站 (43°02'N, 119°39'E)。该站位于科尔沁沙地西部, 年平均气温 6.3℃, 无霜期 130 天;

年降雨量为 340.5 mm, 70%~80% 的降雨量集中在 5—9 月; 年平均蒸发量约 2 500 mm。该地区的优势植物主要是小叶锦鸡儿 (*C. microphylla*)、差巴嘎蒿 (*Artemisia halodendron*)、黄柳 (*Salix gordejewii*) 和白草 (*Pennisetum flaccidum*)<sup>[7]</sup>。本试验地点选择在栽植小叶锦鸡儿 25 年的固定沙丘。

### 1.2 样品采集与处理

采样日期为 2008 年 8 月 8 日。在试验站内选取典型的固定沙丘 (42°59' N, 119°39' E), 该沙丘海拔高度 481 m, 沙丘高度 25 m, 植被盖度 >50%。在迎风坡中部、顶坡和背风坡中部共设置 3 个试验点, 中部和坡顶的距离为 30 m, 每个试验点上间隔 10 m 为 1 个重复, 共 4 个重复。选择大小、长势一致的小叶锦鸡儿灌丛作为取样点, 距每株 (丛) 小叶锦鸡儿的灌丛中心 20 cm 处的 4 个方位用土钻取样, 混匀作为一个灌丛下样品; 在距灌丛边缘间地, 即距灌丛边缘 20 cm 处的 4 个方位上取样, 作为灌丛间样品。灌丛下和灌丛间的取样深度均为 0~5、5~10、10~20 和 20~40 cm。共取样品为: 3 个坡位 × 4 个深度 × 2 (灌丛和灌间) × 4 次重复 = 96 个。将取回的样品在阴凉处风干, 研磨, 过 2 mm 筛, 待用。

①基金项目: 国家自然科学基金项目“科尔沁沙地沙丘土壤线虫时空分布格局研究 (30700109)”资助。

\* 通讯作者 (zsk@iae.ac.cn)

作者简介: 董锡文 (1965—), 男, 黑龙江佳木斯人, 博士, 教授, 主要从事土壤生态学研究。E-mail: dongxiwen@126.com

### 1.3 实验室内样品分析

土壤pH和电导率(EC)分别用pH分析仪(FE20/EL20, METTLER TOLEDO, 上海)和电导仪(150A EC analyzer, Thermo electron corporation, USA)测定, 土:水分别为1:2.5和1:5<sup>[11]</sup>; 全N用凯氏定氮法测定;  $\text{NO}_3^-$ -N和 $\text{NH}_4^+$ -N用2 mol/L的KCl提取后流动分析仪(Auto Analyzer 3, 德国)测定<sup>[12]</sup>。

### 1.4 数据统计分析

所有数据都用SPSS软件处理。Excel 绘制柱形图, LSD 检测处理之间的差异性, Pearson 相关系数用于估测各变量之间的相关性<sup>[13]</sup>,  $p < 0.05$  为差异显著。养分富集率(E)表征养分在土壤中的富集情况, 这里的E值是灌丛下土壤养分与灌丛间土壤养分之比, 即 $E = \text{丛下养分} / \text{丛间养分}$ <sup>[14]</sup>。

## 2 结果与分析

### 2.1 土壤氮素分布特征

土壤全N、 $\text{NO}_3^-$ -N和 $\text{NH}_4^+$ -N含量均随着土层深度的增加而表现出减少的趋势, 且丛下高于丛间(图1)。不同土层深度和不同坡位的全N含量具有显著差异( $p < 0.01$ ), 其中0~10 cm土层含量显著高于20~40 cm土层, 表层土壤受落叶等凋落物的影响较多, 增加了表层土壤N的积累<sup>[19]</sup>; 顶坡的全N含量显著低于迎风坡和背风坡( $p < 0.01$ ), 坡位对全N的含量具有一定的影响。除顶坡灌丛下不同土层的 $\text{NO}_3^-$ -N含量差异不显著外, 其余各部位 $\text{NO}_3^-$ -N含量在不同土层均存在显著差异( $p < 0.05$ ),  $\text{NO}_3^-$ -N含量在迎风坡显著高于背风坡( $p < 0.05$ )。不同土层深度和不同坡位的 $\text{NH}_4^+$ -N含量均存在显著差异( $p < 0.01$ ), 其中0~5 cm土层含量显著高于其他各层, 迎风坡的含量显著低于背风坡的含量。

上述结果表明, 不仅是坡位对 $\text{NO}_3^-$ -N和 $\text{NH}_4^+$ -N含量产生了影响, 坡向(迎风坡和背风坡)同样也对其产生了影响。 $\text{NH}_4^+$ -N与 $\text{NO}_3^-$ -N可以相互转化, 土壤的硝化作用在迎风坡较为强烈, 硝化作用的进行使 $\text{NH}_4^+$ -N迅速向 $\text{NO}_3^-$ -N转化; 而背风坡土壤含有较高的 $\text{NH}_4^+$ -N含量, 可以降低 $\text{NO}_3^-$ -N的淋溶及反硝化损失。包耀贤等<sup>[15]</sup>研究表明坡向对各形态N素的影响总体来看表现为 $\text{NO}_3^-$ -N含量阳坡>半阴半阳坡, 而其他N素均为半阴半阳坡>阳坡, 阳坡光照好于阴坡, 更有利于微生物矿解有机质, 即有利于铵转化为 $\text{NO}_3^-$ -N。而本研究中的迎风坡是阳坡, 而背风坡是阴坡, 因此这可能是 $\text{NO}_3^-$ -N在迎风坡而 $\text{NH}_4^+$ -N在背风坡积累量高的原因, 这一结果仍需进一步验证。

### 2.2 土壤酸碱度和电导率

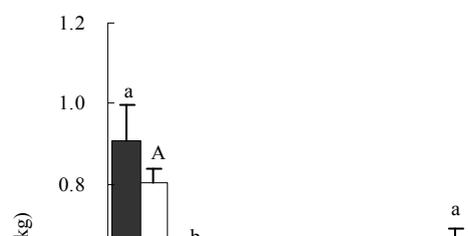
沙丘土壤pH和电导率(EC)的测定结果(平均值 $\pm$ SD)见表1。从不同土层深度上看, 土壤pH在各土层间无显著差异( $p > 0.05$ ), 但在不同坡位上表现出显著差异( $p < 0.01$ ), 迎风坡高于背风坡和顶坡。pH总体趋势表现为丛下低于丛间, 丛下pH接近中性水平, 平均值在6.91~7.15之间; 而丛间pH均呈现偏碱性, 平均值在7.21~7.50之间。由于植物根系和微生物等分泌了较多的酸性物质及 $\text{CO}_2$ , 导致根际土壤pH值降低<sup>[16-18]</sup>。这同时也表明小叶锦鸡儿的栽植明显改善了碱性的沙地土壤, 使其更有利于植物的生长。

从表1数据中可以看出, 不同坡位和不同土层深度的EC均存在显著差异( $p < 0.01$ ), 而且丛下EC的值比丛间高, 在0~5 cm土层这种现象尤为突出, 丛下平均值为43.05~55.45, 丛间为29.70~44.30; 从不同坡位看, 顶坡的EC低于其余两坡的EC, 说明EC随着高度增加而呈现出降低的趋势。根系富集了较多的矿物元素, 盐分离子(如 $\text{K}^+$ 、 $\text{Na}^+$ 、 $\text{Ca}^{2+}$ 、 $\text{Mg}^{2+}$ 等)增多, 进而提高了丛下部分的EC<sup>[19]</sup>。电导率可以反映沙地土壤中盐分离子状况, 对植物的生长具有重要作用。

### 2.3 土壤富集特征

丛下与丛间的养分状况差异可以通过养分的富集率(E)来表述, 富集率可以反映小叶锦鸡儿定植后丛下养分含量的变化。从表2可以看出, 丛下和丛间的EC、 $\text{NO}_3^-$ -N、 $\text{NH}_4^+$ -N和全N均表现出显著的差异( $p < 0.01$ ), 丛下N素养分含量显著高于丛间。其中以 $\text{NO}_3^-$ -N的富集最为突出, E值最高, 达1.64, 其次为 $\text{NH}_4^+$ -N和全N, 其E值分别为1.35和1.21。这一结果可能是由于*Caragana microphylla*固定的沙丘土壤中土壤微生物的硝化菌较多且矿化作用和硝化作用明显<sup>[20]</sup>。

在半干旱的科尔沁沙地, 几种沙丘灌木对土壤N等有明显的富集, 表现出半干旱地区典型的灌丛“肥岛”现象<sup>[21]</sup>, 灌丛下土壤养分的富集是植物、土壤和土壤生物之间复杂的相互作用的结果<sup>[22]</sup>。在风蚀作用极为强烈的科尔沁地区, 灌丛下养分的积累主要是其自身凋落物及对周围风蚀物质的截获、沉积和分解以及根系的活动<sup>[14]</sup>, 本实验结果与其他荒漠化地区的研究结果较为一致<sup>[23-24]</sup>。此外, 小叶锦鸡儿是豆科灌木, 广布的根瘤菌对N的固定作用也促进了灌丛土壤N的富集, 使得丛下N素养分高于丛间<sup>[9]</sup>。灌丛下土壤的电导率也有明显提高的现象, 可能与一些盐分离子如 $\text{K}^+$ 、 $\text{Na}^+$ 、 $\text{Mg}^{2+}$



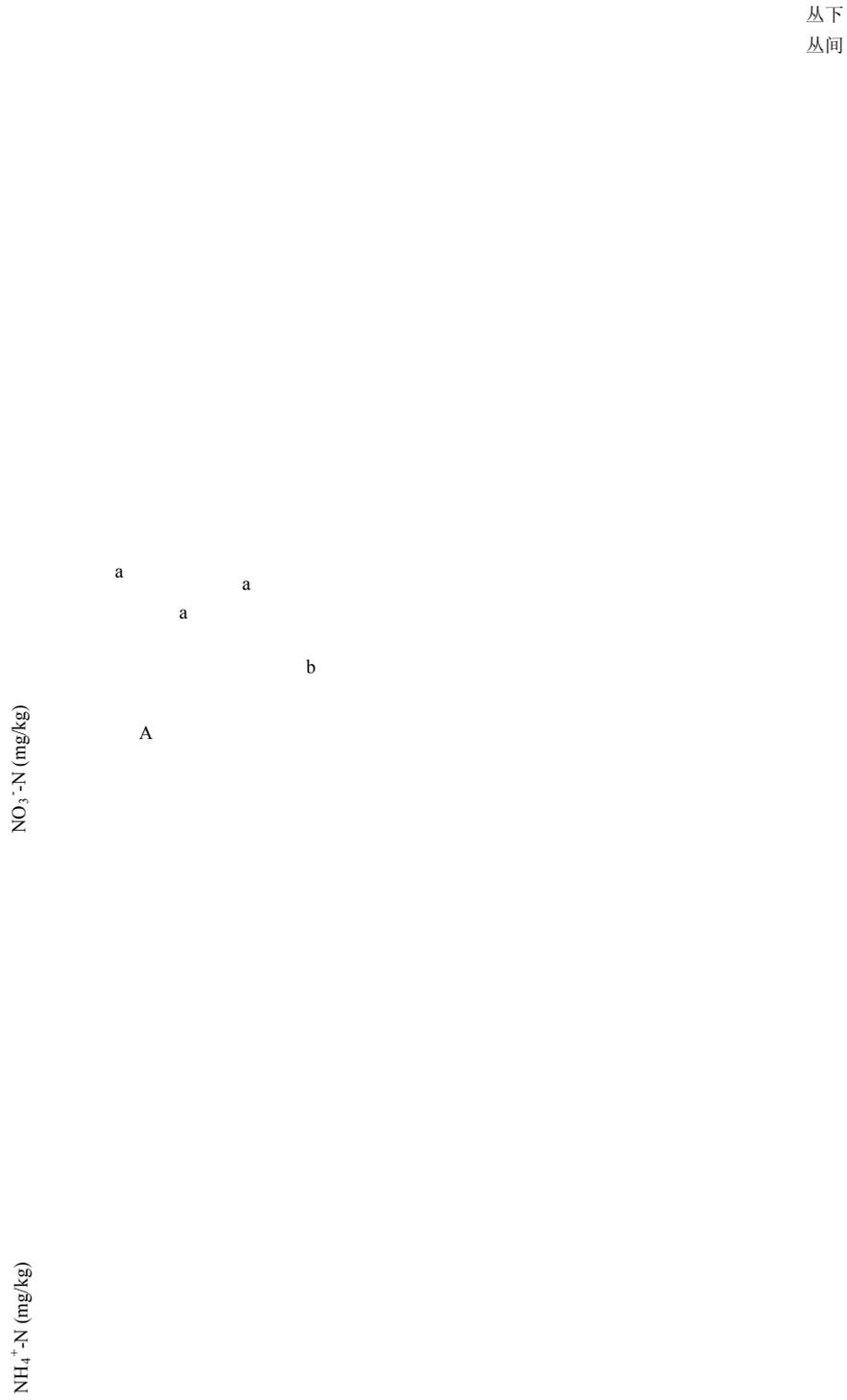


表 1 不同部位沙丘土壤 pH 与电导率 (平均数 ± 标准差)

Table 1 Soil pH and EC at different slopes in sand dune

| 土壤特性        | 土层深度<br>(cm) | 迎风坡           |              | 顶坡           |              | 背风坡          |              | p     |
|-------------|--------------|---------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|-------|
|             |              | 丛下            | 丛间           | 丛下           | 丛间           | 丛下           | 丛间           |       |
| pH          | 0~5          | 7.10 ± 0.08   | 7.42 ± 0.04  | 7.08 ± 0.05  | 7.36 ± 0.04  | 7.08 ± 0.09  | 7.21 ± 0.04  | <0.01 |
|             | 5~10         | 6.98 ± 0.03   | 7.47 ± 0.22  | 7.07 ± 0.11  | 7.23 ± 0.17  | 7.05 ± 0.03  | 7.24 ± 0.04  | <0.01 |
|             | 10~20        | 6.93 ± 0.09   | 7.40 ± 0.11  | 6.96 ± 0.11  | 7.29 ± 0.12  | 7.06 ± 0.10  | 7.23 ± 0.07  | <0.01 |
|             | 20~40        | 6.93 ± 0.12   | 7.50 ± 0.09  | 6.91 ± 0.03  | 7.31 ± 0.13  | 7.15 ± 0.02  | 7.28 ± 0.03  | <0.01 |
|             | p            | NS            | NS           | NS           | NS           | NS           | NS           |       |
| 电导率 (μS/cm) | 0~5          | 55.45 ± 10.61 | 44.30 ± 6.84 | 43.05 ± 1.45 | 29.70 ± 5.24 | 48.58 ± 8.09 | 31.78 ± 2.78 | <0.01 |
|             | 5~10         | 33.75 ± 4.72  | 31.20 ± 3.68 | 25.53 ± 3.41 | 22.15 ± 2.34 | 30.73 ± 6.76 | 23.00 ± 0.79 | <0.01 |
|             | 10~20        | 26.80 ± 2.05  | 25.25 ± 0.94 | 17.90 ± 1.43 | 19.30 ± 2.74 | 26.18 ± 4.23 | 21.20 ± 0.89 | <0.01 |
|             | 20~40        | 24.70 ± 2.17  | 23.13 ± 1.20 | 17.63 ± 1.13 | 19.23 ± 2.30 | 26.08 ± 5.36 | 20.53 ± 1.10 | <0.01 |
|             | p            | <0.01         | <0.01        | <0.01        | <0.01        | <0.01        | <0.01        |       |

注：NS 表示无显著差异。

表 2 沙丘土壤 N 素的富集率

Table 2 Enrichment ratios of soil nutrients in sand dune

| 变量                                      | 位置 | 平均值 ± SE     | 富集率 E(丛下/丛间) | 配对样本的 t 检验 |       |
|---|----|--------------|--------------|------------|-------|
|   |    |              |              | t          | p     |
| pH (H <sub>2</sub> O)                   | 丛下 | 7.02 ± 0.01  | 0.96         | -6.916     | <0.01 |
|   | 丛间 | 7.33 ± 0.02  |              |            |       |
| EC (μs/cm)                              | 丛下 | 31.36 ± 1.78 | 1.22         | 3.271      | <0.01 |
|   | 丛间 | 25.90 ± 1.09 |              |            |       |
| NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> -N (mg/kg) | 丛下 | 0.53 ± 0.03  | 1.64         | 4.093      | <0.01 |
|   | 丛间 | 0.35 ± 0.02  |              |            |       |
| NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> -N (mg/kg) | 丛下 | 0.67 ± 0.04  | 1.35         | 5.798      | <0.01 |
|   | 丛间 | 0.51 ± 0.03  |              |            |       |
| 全 N (g/kg)                              | 丛下 | 0.36 ± 0.04  | 1.21         | 3.816      | <0.01 |
|   | 丛间 | 0.30 ± 0.03  |              |            |       |

pH 的富集率为 0.96, 表明了灌丛对 pH 的降低也起到了一定的作用。

#### 2.4 土壤氮素与 pH 和电导率的相关性

各养分物质间的相关性见表 3。相关分析表明, EC 与全 N、NO<sub>3</sub><sup>-</sup>-N、NH<sub>4</sub><sup>+</sup>-N 呈显著的正相关关系 (p < 0.01), 这表明 N 素的富集会显著提高 EC; 而 pH 与 NO<sub>3</sub><sup>-</sup>-N、NH<sub>4</sub><sup>+</sup>-N 呈显著的负相关关系 (p < 0.01), 说明 NO<sub>3</sub><sup>-</sup>-N、NH<sub>4</sub><sup>+</sup>-N 含量的增加会降低 pH, 改善了沙土偏碱的特性。

### 3 结论

(1) NO<sub>3</sub><sup>-</sup>-N、NH<sub>4</sub><sup>+</sup>-N 和全 N 的含量都是随着土层深度的增加而表现出降低的趋势, 不同坡位间差异显著 (p < 0.01), 且丛下高于丛间 (p < 0.05); 0~5 cm 土层含量显著高于其余各层, 表层土壤受凋落物的影

表 3 沙丘土壤特性间的相关关系

Table 3 Correlation among soil characteristics of sand dune

|                                 | 电导率     | pH       | NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> -N | NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> -N | 全 N |
|---------------------------------|---------|----------|---------------------------------|---------------------------------|-----|
| 电导率                             | 1       |          |                                 |                                 |     |
| pH                              | 0.217*  | 1        |                                 |                                 |     |
| NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> -N | 0.379** | -0.315** | 1                               |                                 |     |
| NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> -N | 0.592** | -0.283** | 0.150                           | 1                               |     |
| 全 N                             | 0.882** | 0.044    | 0.499**                         | 0.610**                         | 1   |

注: \* p < 0.05; \*\* p < 0.01。

响较大, 提高了表层 N 素的积累。

(2) 栽植小叶锦鸡儿 25 年后, 土壤的 pH 有所下降, 呈碱性的沙土得以改良, 更适宜其他植物的生长; 小叶锦鸡儿的栽植也影响了沙土 EC 发生变化, 与丛间 EC 相比, 丛下 EC 显著提高。

(3) EC与全N、 $\text{NO}_3^-$ -N、 $\text{NH}_4^+$ -N显著正相关, 而pH与 $\text{NO}_3^-$ -N、 $\text{NH}_4^+$ -N显著负相关, 说明 $\text{NO}_3^-$ -N、 $\text{NH}_4^+$ -N的富集能够降低pH值和提高EC, 对沙土改良具有重要意义。

#### 参考文献:

- [1] 蒋德明, 刘志民, 曹成有, 寇振武, 王汝楠. 科尔沁沙地荒漠化过程与生态修复. 北京: 中国环境科学出版社, 2003: 41
- [2] 曹成有, 刘世炎. 小叶锦鸡儿人工固沙区植被恢复生态过程的研究. 应用生态学报, 2000, 11(3): 349-354
- [3] 阿拉木萨, 蒋德明. 科尔沁沙地两种典型乔灌木耗水特点. 生态学报, 2008, 28(5): 1981-1990
- [4] 岳广阳, 赵哈林, 张铜会, 云建英, 牛丽, 何玉惠. 不同天气条件下小叶锦鸡儿茎流及耗水特性. 应用生态学报, 2007, 18(10): 2173-2178
- [5] 史小红, 李畅游, 刘廷玺, 王海玲. 科尔沁沙地不同植被类型区土壤水分特性分析. 云南农业大学学报, 2006, 21(3): 355-359
- [6] 阿拉木萨, 慈龙骏, 杨晓晖, 蒋德明. 科尔沁沙地不同密度小叶锦鸡儿灌丛水量平衡研究. 应用生态学报, 2006, 17(1): 31-35
- [7] Cao CY, Jiang DM, Teng XH, Jiang Y, Liang WJ, Cui ZB. Soil chemical and microbiological properties along a chronosequence of *Caragana microphylla* Lam. plantations in the Horqin sandy land of Northeast China. Appl. Soil Ecol., 2008, 40: 78-85
- [8] 曹成有, 朱丽辉, 蒋德明, 富儒, 高菲菲. 科尔沁沙地不同人工植物群落对土壤养分和生物活性的影响. 2007, 21(1): 168-171
- [9] 曹成有, 蒋德明, 全贵静, 耿莉, 崔振波, 骆永明. 科尔沁沙地小叶锦鸡儿人工固沙区土壤理化性质的变化. 水土保持学报, 2004, 18(6): 108-111, 131
- [10] 刘方明, 郝伟, 姜勇. 科尔沁沙地小叶锦鸡儿对土壤有机碳积累的影响. 辽宁工程技术大学学报, 2006, 25(2): 294-296
- [11] Zhang TH, Zhao HL, Li SG, Li FR, Shirato Y, Ohkuro T, Taniyama I. A comparison of different measures for stabilizing moving sand dunes in the Horqin Sandy Land of Inner Mongolia. China J. Arid Environ., 2004, 58: 202-213
- [12] 鲁如坤. 土壤农业化学分析方法. 北京: 中国农业科技出版社, 2002
- [13] SuYZ, Zhao HL. Soil properties and plant species in an age sequence of *Caragana microphylla* plantations in the Horqin Sandy Land, north China. Ecol. Eng., 2003, 20: 223-235
- [14] 苏永中, 赵哈林, 张铜会. 几种灌木、半灌木对沙地土壤肥力影响机制的研究. 应用生态学报, 2002, 13(7): 802-806
- [15] 包耀贤, 吴发启, 刘明虎, 宋芳云. 渭北旱塬梯田土壤氮素特征及影响因素分析. 干旱地区农业研究, 2008, 26(5): 109-114
- [16] 陈有鑑, 黄艺, 陶澍. 玉米和大豆根际土壤性质的动态变化. 植物生态学报, 2002, 26(3): 283-287
- [17] Morel C, Hinsinger P, Gregory PJ. Root-induced modifications of the exchange of phosphate ion between soil solution and soil solid phase. Plant Soil, 1999, 211: 103-110
- [18] Tornquist CG, Hons FM, Feagley SE. Agroforestry system effects on soil characteristics of the Sarapiquí region of Costa Rica. Agriculture, Ecosystem Environ., 1999, 73: 19-20
- [19] Charley JL, West NE. Plant-induced soil chemical patterns in some shrub-dominated semi-desert ecosystems of Utah. J. Ecol., 1975, 63: 945-963
- [20] Brookes PC, Powlson DS, Jenkinson DS. Measurement of microbial biomass phosphorus in soil. Soil Biology & Biochemistry, 1982, 14: 319-329
- [21] Garner W, Steinberger Y. Approposed mechanism for the formation of 'fertile island' in the desert ecosystem. J. Arid Environ., 1998, 16: 257-262
- [22] Whitford WG, Anderson J, Rice PM. Stemflow contribution to the 'fertile island' effect in creosotebush, *Larrea tridentate*. J. Arid Environ., 1997 (35): 451-457
- [23] Hook PB, Burke IC, Lauenroth WK. Heterogeneity of soil and plant N and C associated with individual plants and openings in North American shortgrass steppe. Plant Soil, 1991, 138: 247-256
- [24] Wezel A, Rajot JL, Herbrig C. Influence of shrubs on soil characteristics and their function in Sahelian agro. ecosystems in semi-arid Niger. J. Arid Environ., 2000, 44: 383-398

## Spatial Distribution of Soil Nitrogen in Horqin Stable Sand Dune

DONG Xi-wen<sup>1,2,3</sup>, ZHANG Xiao-ke<sup>2</sup>, JIANG Si-wei<sup>2</sup>, JIANG De-ming<sup>2</sup>, WANG Jing-kuan<sup>1</sup>

(1 Land and Environment College, Shenyang Agricultural University, Shenyang 110161, China; 2 Institute of Applied Ecology, Chinese Academy of Sciences, Shenyang 110016, China; 3 Life Science College, Jiamusi University, Jiamusi, Heilongjiang 154007, China)

**Abstract:** To study the spatial distributions of soil nitrogen in stable sand dune, samples were collected at different depths (0–5, 5–10, 10–20 and 20–40 cm) from windward slope, top slope and leeward slope in the stable sand dune of Horqin Sandy land after the establishment of *Caragana microphylla* Lam for 25 years. The results showed that the contents of total N,  $\text{NO}_3^-$ -N and  $\text{NH}_4^+$ -N decreased with the increase of soil layers. The differences of total N,  $\text{NO}_3^-$ -N and  $\text{NH}_4^+$ -N from different slopes were significant ( $p < 0.01$ ), and the differences under shrub soil were higher than under shrubs ( $p < 0.01$ ). Nutrient contents at depth of 0–5 cm were higher than at other layers, which suggested more nitrogen was accumulated in surface layer as result of litter falling. The correlations between electrical conductivity and contents of total N,  $\text{NO}_3^-$ -N and  $\text{NH}_4^+$ -N were positive significantly ( $p < 0.01$ ), but the correlations between pH and the contents of  $\text{NO}_3^-$ -N and  $\text{NH}_4^+$ -N were negative significantly ( $p < 0.01$ ). Our results revealed that the enrichment of  $\text{NO}_3^-$ -N and  $\text{NH}_4^+$ -N can decrease pH value. The establishment of *Caragana microphylla* plays an important role in improving sandy land soil.

**Key words:** Stable sand dune, Nitrogenm, Spatial distribution, *Caragana microphylla* Lam