

集约化种植条件下典型潮土区土壤氮素的演变特征^①

朱安宁¹, 张佳宝^{1*}, 杨劲松², 周凌云¹, 信秀丽¹

(1 封丘农业生态国家实验站, 土壤与农业可持续发展国家重点实验室(中国科学院南京土壤研究所), 南京 210008;

2 中国科学院南京土壤研究所, 南京 210008)

摘要: 通过对集约化种植制度下黄淮海平原 7 个典型潮土区土壤 N 素的调查, 结合第二次全国土壤普查资料, 对 20 年来潮土 N 素含量、分布及其演变特征进行了全面的分析和评价。结果表明: 土壤 N 素较 20 年前有所积累, 其中全 N 含量除个别地区有所下降外, 其他地区都呈上升趋势, 增幅在 0~56.54% 之间; 各地土壤碱解 N 含量普遍上升, 增幅在 2.03%~81.52% 之间。但总体上典型潮土区 N 素水平依然较低, 其中, 92% 以上面积的土壤全 N 含量低于 1 g/kg, 90% 以上面积的土壤碱解 N 含量集中在 30~90 mg/kg 之间, 都处于偏低及以下水平。

关键词: 潮土; 氮素; 分布; 演变

中图分类号: S152

土壤 N 素是作物 N 素营养的主要给源, 是土壤肥力的重要组成部分^[1]。土壤 N 素的盈亏是表征土壤质量演变的重要指标之一。对于耕种历史悠久的农田土壤来说, 土壤有效 N 库中来自自然 N 源的部分就其规模而言已经十分有限, 人工培肥、秸秆还田等农业管理措施对土壤 N 素的演变起了决定性的作用。

潮土是我国重要的早耕地土壤资源。我国潮土的面积约 2566 万 hm^2 , 大部分集中分布在东部的黄淮海平原, 其中, 山东、河北、河南 3 省各在 400 万 hm^2 以上^[2]。黄淮海平原与东北黑土区、西北黄土区不同, 是我国冬小麦、夏玉米一年两熟耕作制度的主要实施区域, 农业集约化程度很高; 作为我国最大的粮食生产基地, 每年生产的粮食占全国粮食总产的 22%~25%, 其中, 玉米产量占全国的 1/3, 小麦产量占全国的 60% 以上。自上世纪 80 年代初以来, N 肥投入的逐渐增加、农业管理措施的改进以及作物产量的提高等因素对潮土土壤 N 素的含量、分布产生了较大的影响, 其中, 山东、河北、河南 3 省 2003 年的 N 肥(纯量)投入分别达到 185.30 万 t、149.20 万 t 和 221.3 万 t。但近 20 年来, 黄淮海平原区域土壤 N 素长期演变

规律的研究相当缺乏, 对土壤 N 素的研究主要集中在 N 素转化及其环境行为等方面^[3-7], 多局限于小面积的局部地区^[8-13]。因此, 典型潮土区 N 素演变特征的调查研究对潮土生产力的提高、环境质量的保持以及制定科学的农业管理措施等都有重要的意义。

本文通过对黄淮海平原的 7 个典型潮土区土壤全 N 和碱解 N 的调查, 结合第二次全国土壤普查资料, 对 20 年来集约化种植条件下黄淮海平原潮土 N 素含量、分布的演变特征进行了全面的分析和评价。

1 材料与方法

1.1 研究区域

本研究于 2003 年 10 月在潮土分布的腹地典型地区进行, 包括河南的原阳、封丘、延津、长垣, 山东的平原、禹城及河北的冀州等 7 个县(市)(图 1), 涉及范围 7580.65 km^2 (表 1), 其中潮土面积 5979.27 km^2 , 占总土壤面积的 97.84%。各地区农田耕作制度以冬小麦-夏玉米为主、少数为冬小麦-棉花和冬小麦-水稻轮作。各地化学 N 肥施用量每年为 N 500 kg/hm^2 左右, 有机肥施用较少, 零星施用的多为农家肥。

①基金项目: 国家重点基础研究发展计划(973)项目(2005CB121103)和中国科学院知识创新工程重要方向项目(KZCX2-YW-406-1)资助。

* 通讯作者(jbzhang@issas.ac.cn)

作者简介: 朱安宁(1969—), 男, 安徽潜山人, 博士, 副研究员, 主要从事土壤物理与现代农业研究。E-mail: anzhu@issas.ac.cn

表 1 研究区域潮土面积

Table 1 Area of fluvo-aquic soils in survey regions

面积	冀州	平原	禹城	原阳	延津	封丘	长垣	合计
区域面积(km ²)	918.00	1102.11	990.00	1340.14	959.00	1220.50	1050.90	7580.65
潮土面积(km ²)	729.53	839.60	682.67	1116.00	904.87	912.93	793.67	5979.27
潮土面积占总土壤面积比(%)	98.00	96.74	97.77	98.64	95.54	98.30	99.93	97.84

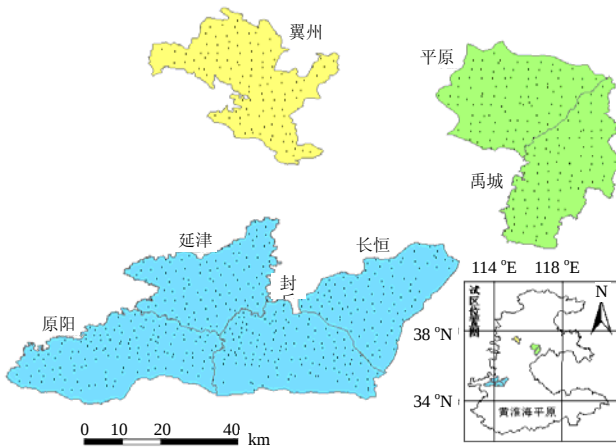


图 1 调查地区及土壤采样点位图

Fig. 1 Survey regions and distribution of soil sampling points

1.2 土壤样品采集

通过 DGPS 辅助采样, 共采集土壤样品 961 个, 采集样品数量主要依据各地土壤类型来决定, 根据第二次土壤普查土壤图, 尽量靠近第二次土壤普查剖面点, 采样点间距控制在 2~3 km 之间。采样点分成两种类型, 即: 土壤表层、亚表层采样点, 土壤表层采样点采样深度为 0~15 cm, 在约 1/5 的土壤表层采样点采取亚表层 (15~30 cm) 样品。各地区土壤样品采集情况见表 2。

表 2 土壤样品采集情况

Table 2 Information of soil sampling in survey regions

地区	栅格 (km)	表层土壤 样品数	亚表层土 壤样品数	样品总数
冀州	2.5 × 2.5	107	22	129
平原	3 × 3	102	20	122
禹城	3 × 3	97	19	116
原阳	3 × 3	139	30	169
延津	3 × 3	109	23	131
封丘	2 × 2	134	30	164
长垣	3 × 3	105	24	129
合计	—	793	168	961

1.3 分析方法

全 N 测定采用半微量开氏法; 碱解 N 测定采用碱解扩散法^[9]。数据分析与制图采用 ArcGIS3.1 软件。

2 结果与分析

2.1 土壤氮素现状及其空间分布特征

2.1.1 全 N 土壤全 N 含量是土壤中各种形态 N 素含量之和, 包括有机态 N 和无机态 N, 在一定程度上它代表土壤的供 N 水平。土壤全 N 含量相对稳定, 但亦是处于动态变化之中。它的消长决定于 N 的积累和消耗的相对强弱, 特别是取决于土壤中有机的生物积累和分解作用的相对强弱。土壤的全 N 含量是评价土壤 N 素肥力的一个重要指标。

表 3 为本次调查的典型潮土区土壤表层和亚表层全 N 含量的统计结果。结果表明, 各地区表层土壤全 N 的平均含量存在一定的差异, 全区域土壤全 N 含量在 0.10~1.46 g/kg 之间, 其中, 禹城全 N 的平均含量最高, 为 0.85 g/kg, 延津最低, 为 0.55 g/kg。根据第二次全国土壤普查潮土土壤 N 素分级标准 (表 4), 禹城、封丘、长垣 3 县表层土壤全 N 平均含量处于 4 级, 属偏低水平, 冀州、平原、原阳、延津处于 5 级, 属低水平。

各地区亚表层土壤全 N 平均含量锐减 (表 3), 其中, 冀州、平原、延津的全 N 平均含量都处于 6 级, 属极低水平, 其他地区处于 5 级, 属低水平, 土壤 N 素普遍亏缺。

由于受自然因素 (如水分状况、土壤质地) 和人为因素 (如土地利用方式、施肥制度) 的强烈影响, 表层土壤全 N 含量的空间分布也存在一定的变异 (图 2、表 3), 但总体上变异强度为中等偏弱。其中, 延津的空间变异较强, 变异系数达到 37.16%, 封丘最弱, 仅 19.63%。亚表层冀州、禹城、延津的空间变异较强, 变异系数都 >30%, 其中禹城的空间变异系数更是达到了 45.09%; 其他各地区的变异系数都在 30% 以下。

表 3 典型潮土区土壤全 N 含量状况

Table 3 Statistics analysis of soil total nitrogen in typical fluvo-aquic soil regions

地区	0 ~ 15 cm					15 ~ 30 cm				
	平均值	最小值	最大值	标准差	变异系数	平均值	最小值	最大值	标准差	变异系数
	(g/kg)	(g/kg)	(g/kg)		(%)	(g/kg)	(g/kg)	(g/kg)		(%)
冀州	0.61	0.08	1.15	0.18	29.32	0.42	0.14	0.77	0.14	33.50
平原	0.68	0.23	1.18	0.17	24.63	0.43	0.19	0.66	0.12	28.53
禹城	0.85	0.36	1.42	0.22	25.58	0.58	0.19	1.30	0.26	45.09
原阳	0.73	0.17	1.27	0.21	28.51	0.51	0.28	0.83	0.14	28.43
延津	0.55	0.10	1.15	0.20	37.16	0.34	0.13	0.58	0.12	36.03
封丘	0.78	0.32	1.28	0.15	19.63	0.59	0.25	0.88	0.15	25.372
长垣	0.79	0.44	1.46	0.17	21.70	0.57	0.19	0.86	0.17	29.76

表 4 第二次全国土壤普查潮土土壤 N 素分级标准

Table 4 Grade criteria of soil nitrogen for fluvo-aquic soils in the 2nd national soil survey

级别	全 N (g/kg)	碱解 N (mg/kg)	级别水平
1	>2	>150	极高
2	1.5 ~ 2	120 ~ 150	高
3	1 ~ 1.5	90 ~ 120	中
4	0.75 ~ 1	60 ~ 90	偏低
5	0.5 ~ 0.75	30 ~ 60	低
6	<0.5	<30	极低

典型潮土区表层土壤各个级别水平上全 N 含量所占的土壤面积和百分比如表 5 所示。结果显示，各地区土壤全 N 含量在 3~6 级水平上都有分布，其中，平原、禹城、原阳、封丘、长垣 70% 以上土壤的全 N 含量分布在 4、5 级水平，而冀州、延津 80% 左右的表层土壤全 N 含量都处于 5 级水平以下，为低至极低水平。全区域 77.14% 的土壤表层全 N 都处于 4~5 级水平，3 级水平的仅占 7.18%，土壤 N 素储量偏低。

表 5 典型潮土区表层土壤全 N 含量分级的面积比例

Table 5 Areas and percentages of surface soil in term of total nitrogen content

地区	1 级		2 级		3 级		4 级		5 级		6 级	
	面积	比例	面积	比例	面积	比例	面积	比例	面积	比例	面积	比例
	(km ²)	(%)	(km ²)	(%)	(km ²)	(%)	(km ²)	(%)	(km ²)	(%)	(km ²)	(%)
冀州	0	0	0	0	22.33	2.91	126.73	16.50	410.00	53.40	186.40	24.27
平原	0	0	0	0	21.20	2.44	254.0	29.27	497.47	57.32	95.27	10.98
禹城	0	0	0	0	151.4	20.62	355.73	48.45	166.53	22.68	60.53	8.25
原阳	0	0	0	0	105.8	9.35	374.40	33.09	480.27	42.45	170.93	15.11
延津	0	0	0	0	26.07	2.75	130.33	13.76	391.00	41.28	399.67	42.20
封丘	0	0	0	0	31.53	3.73	504.47	59.70	277.47	32.84	31.53	3.73
长垣	0	0	0	0	75.67	9.52	355.53	44.76	51.06	42.86	3.40	2.86
区域	0	0	0	0	434.0	7.18	2101.2	34.75	2563.1	42.39	947.73	15.68

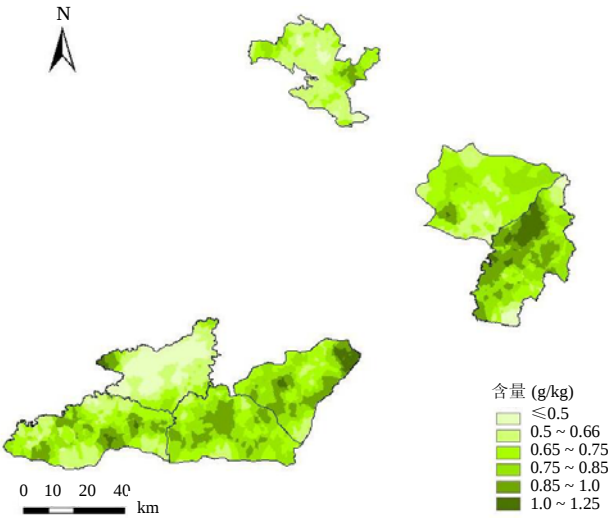


图 2 典型潮土区土壤全 N 空间分布图

Fig. 2 Spatial distribution of soil total nitrogen in typical fluvo-aquic soil regions

2.1.2 碱解 N 土壤碱解 N 含量状况如表 6 所示。结果表明, 各地碱解 N 含量都存在不同程度的亏缺, 各地区表层土壤碱解 N 平均含量都在 60 mg/kg 左右, 其中延津和封丘最低, 平均含量处于 5 级, 低级别水平, 其他 6 地区稍高, 但也仅处于 4 级, 偏低水平。

亚表层的碱解 N 含量较表层下降迅速, 最多如禹城碱解 N 平均含量下降了近 30 mg/kg, 各地碱解 N 平

均含量在 40 mg/kg 左右, 都处于低水平。

调查地区表层土壤碱解 N 含量的空间分布如图 3 所示, 其空间分布与全 N 的分布密切相关, 在图上也表现出较好的相似性。从其空间变异系数看 (表 6), 表层土壤碱解 N 含量的空间变异较弱, 变异系数都在 30% 以下, 但亚表层的空间变异有明显提高, 各地亚表层土壤碱解 N 的空间变异系数都较表层为大, 其中冀州达到了 41.82%, 分布很不均匀。

表 6 典型潮土区土壤碱解 N 含量状况

Table 6 Statistics analysis of hydrolyzable nitrogen in typical fluvo-aquic soil regions

地区	0 ~ 15 cm					15 ~ 30 cm				
	平均值	最小值	最大值	标准差	变异系数	平均值	最小值	最大值	标准差	变异系数
	(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)		(%)	(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)		(%)
冀州	60.20	26.59	106.36	15.70	26.09	42.83	19.94	96.38	17.91	41.82
平原	61.04	28.25	89.74	13.92	22.80	33.82	14.96	58.16	9.58	28.33
禹城	65.14	11.63	116.33	17.81	27.35	35.66	3.32	59.82	13.78	38.65
原阳	62.08	21.60	99.71	14.89	23.98	43.82	19.94	69.80	11.43	26.09
延津	53.43	14.96	99.71	14.14	26.47	33.73	14.96	56.50	10.90	32.33
封丘	51.91	19.19	101.42	12.23	23.55	39.79	16.45	67.16	12.25	30.786
长垣	66.08	42.67	96.46	11.85	17.93	45.61	18.55	72.35	13.96	30.60

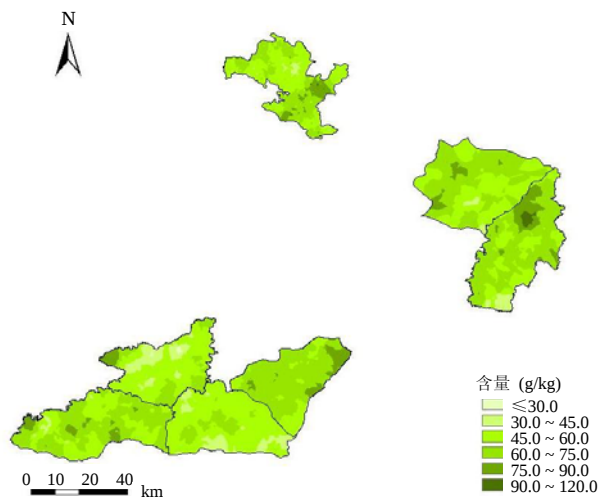


图 3 典型潮土区土壤碱解 N 空间分布图

Fig. 3 Spatial distribution of hydrolyzable nitrogen in typical fluvo-aquic soil regions

从各地区不同级别水平碱解 N 的分布来看 (表 7), 典型潮土区表层土壤碱解 N 含量基本都在 3 级以下水平, 主要集中在 30 ~ 90 mg/kg 之间, 4 ~ 5 级水平, 这两个水平级别的土壤面积都分别占到各地区土壤总面积的 90% 以上, 特别是延津、封丘表层土壤碱解 N 水平很低, 60% 以上土壤碱解 N 含量在 60 mg/kg 以下。整个调查区域仅 2.62% 的土壤碱解 N 含量 > 90 mg/kg, 可见调查地区大多数土壤碱解 N 含量是很低的, 补充 N 肥对农作物生长至关重要。

2.2 土壤氮素的演变特征

黄淮海平原早期由于受旱、涝、盐碱、风沙等自然灾害的影响, 加上农业耕种粗放, 潮土的生物养分积累量普遍偏低, 历史上潮土土壤 N 素含量极低, 土壤肥力低下, 全 N 含量基本处于 5 级的低水平。20 世纪 80 年代以来, 各种土壤改良与培肥措施的采用, 特别是大量 N 肥的投入, 土壤肥力有了一定的提高。表 8 为典型潮土区表层土壤 N 素现状与第二次全国土壤普查 0 ~ 20 cm 土层资料数据的比较结果。

表 7 典型潮土区表层土壤碱解 N 含量分级的面积比例

Table 7 Areas and percentages of surface soil in term of hydrolyzable nitrogen content

地区	1 级		2 级		3 级		4 级		5 级		6 级	
	面积	比例	面积	比例	面积	比例	面积	比例	面积	比例	面积	比例
	(km ²)	(%)	(km ²)	(%)	(km ²)	(%)	(km ²)	(%)	(km ²)	(%)	(km ²)	(%)
冀州	0	0	0	0	29.80	3.88	305.67	39.81	417.47	54.37	14.93	1.94
平原	0	0	0	0	0	0	391.60	45.12	444.53	51.22	31.73	3.66
禹城	0	0	0	0	37.87	5.15	416.33	56.70	257.33	35.05	22.73	3.09
原阳	0	0	0	0	32.53	2.88	610.47	53.96	447.67	39.57	40.67	3.60
延津	0	0	0	0	8.67	0.92	260.67	27.52	599.53	63.30	78.20	8.26
封丘	0	0	0	0	12.60	1.49	157.67	18.66	649.53	76.87	25.20	2.99
长垣	0	0	0	0	37.80	4.76	469.00	59.05	287.47	36.19	0	0
区域	0	0	0	0	159.27	2.62	2611.4	42.90	3103.53	50.98	213.47	3.51

表 8 典型潮土区表层土壤 N 素含量 20 年演变趋势

Table 8 Changes of nitrogen content at 0 ~ 15cm soil layer during 20 years

地区	年份	全 N (g/kg)	碱解 N (mg/kg)
冀州	1983 (n = 489)	0.61	59.00
	2003 (n = 107)	0.61	60.20
	2003 年比 1983 增加(%)	0.00	2.03
平原	1983 (n = 不详)	0.62	49.00
	2003 (n = 102)	0.68	61.04
	2003 年比 1983 年增加(%)	9.68	24.57
禹城	1983 (n = 316)	0.543	39.0
	2003 (n = 97)	0.85	65.14
	2003 年比 1983 年增加(%)	56.54	67.03
原阳	1983 (n = 872)	0.50	34.2
	2003 (n = 139)	0.73	62.08
	2003 年比 1983 年增加(%)	46.00	81.52
延津	1983 (n = 764)	0.72	36.99
	2003 (n = 109)	0.55	53.43
	2003 年比 1983 年增加(%)	-23.93	44.44
封丘	1983 (n = 1078)	0.55	46.14
	2003 (n = 134)	0.78	51.91
	2003 年比 1983 年增加(%)	41.82	12.51
长垣	1983 (n = 470)	0.58	-
	2003 (n = 105)	0.79	-
	2003 年比 1983 年增加(%)	36.21	-

注：第二次土壤普查养分数据分别引自《河北省第二次土壤普查成果汇总表》、《平原县土壤志》、《禹城县土壤志》、《原阳土壤》、《延津土壤》、《封丘土壤》、《长垣土壤》；第二次土壤普查部分未测数据用“-”表示。

表 8 数据表明，除延津土壤全 N 含量有所下降以外，其他各地区土壤全 N 含量都有一定的积累，但各地区增幅不一，差距较大，增加幅度从 0 到 56.54% 不等。全 N 含量的增加主要与实行秸秆还田措施以及增施有机肥有关，因为土壤全 N 与有机质之间有极显著的相关性，二者含量均呈上升趋势是合理的，同时多年来连续投入大量 N 肥，使土壤 N 素盈余，也促进了

全 N 含量的上升。但潮土属轻质土壤，NO₃⁻-N 的淋失损失较大，化学 N 肥的大量施用对土壤肥力的提高作用有效，因此，黄淮海平原潮土全 N 含量依然处于偏低水平，特别是土壤砂粒含量较高的地区，如延津，土壤 N 素很难保持。

各地表层土壤碱解 N 含量也有了一定幅度的增加，但碱解 N 不稳定，在土壤中的变化较大，因而各

地区增幅差异也较大,其中,冀州市表层土壤碱解 N 平均含量仅增加了 2.03%,而增幅最大的原阳县上升了 81.52%。土壤碱解 N 含量的增加主要受 N 肥施用的影响,特别是受到当年 N 肥的投入量与作物对 N 素的吸收和消耗量的影响较大。

3 结论

(1) 集约化种植制度下黄淮海平原典型潮土区表层土壤全 N 含量在 0.10 ~ 1.46 g/kg 之间,其中,92% 以上面积的全 N 含量低于 1 g/kg,处于偏低及以下水平;其空间变异强度为中等偏弱,变异系数在 30% 左右;与 20 年前相比,除个别地区有所下降外,全 N 含量总体上呈上升趋势,最大增幅达到 56.54%。

(2) 潮土区表层土壤碱解 N 含量在 11.63 ~ 116.3 mg/kg 之间,其中碱解 N 含量处于 30 ~ 90 mg/kg 之间的土壤面积占总面积的 90% 以上,处于 4 ~ 5 级,属偏低或低水平;表层土壤碱解 N 含量的空间变异较弱,变异系数都在 30% 以下;全区域表层土壤碱解 N 含量较 20 年前有所积累,增幅在 2.03% ~ 81.52% 之间。

(3) 亚表层土壤 N 素含量都低于表层土壤,空间变异性增大。

(4) 20 年的农业管理经验和当前的土壤 N 素状况表明,在集约化种植条件下,要面向维持农田土壤生产力和环境友好等关键问题,进一步优化农田管理措施,提高土壤肥力,改善农业生态环境。

参考文献:

- [1] 朱兆良,文启孝. 中国土壤氮素. 南京: 江苏科学技术出版社, 1990:3-24
- [2] 全国土壤普查办公室. 中国土壤. 北京: 中国农业出版社, 1998:581

- [3] 徐阳春,沈其荣. 有机肥和化肥长期配合施用对土壤及不同粒级供氮特性的影响. 土壤学报, 2004, 41(1): 81-92
- [4] 褚贵新,沈其荣,曹金留,茆泽圣,钟增涛,赵龙. 旱作水稻与花生间作系统中的氮素固定与转移及其对土壤肥力的影响. 土壤学报, 2003, 40(5): 717-723
- [5] 邹国元,张福锁,巨晓棠,陈新平,刘学军. 冬小麦-夏玉米轮作条件下氮素反硝化损失研究. 中国农业科学, 2004, 37(10): 1492-1496
- [6] 陈川,张山泉,庄春,孙春梅,陈宗明,杨彩云. 黄潮土麦作期间有机肥供氮量的研究. 江苏农业科学, 2007(1): 196-197
- [7] 邓建才,陈效民,卢信,蒋新,张佳宝. 封丘地区主要土壤中硝态氮运移规律研究. 农业环境科学学报, 2005, 24(1): 128-133
- [8] 刘会龄,陈亚恒,许皞,霍习良. 河北低平原潮土氮磷钾平衡状况及评价研究. 河北农业大学学报, 2002, 25(2): 28-31
- [9] 高亚军,黄东迈,朱培力,王志明,李生秀. 稻麦轮作条件下长期不同土壤管理对氮素肥力的影响. 土壤学报, 2000, 37(4): 456-463
- [10] 马永良,宇振荣,江永红,罗维,田淑敏. 曲周试区玉米秸秆不同还田方式对土壤氮素影响的探讨. 土壤, 2003, 35(1): 62-65
- [11] 刘恩科,赵秉强,胡昌浩,李秀英,李燕婷. 长期施氮、磷、钾化肥对玉米产量及土壤肥力的影响. 植物营养与肥料学报, 2007, 13 (5): 789-794
- [12] 韩燕来,葛东杰,汪强,王宜伦,谭金芳. 施氮量对豫北潮土区不同肥力麦田氮素去向及小麦产量的影响. 水土保持学报, 2007, 21(5): 151-154
- [13] 黄绍敏,宝德俊,皇甫湘荣,张夫道,赵秉强,李民. 长期施用有机和无机肥对潮土氮素平衡与去向的影响. 植物营养与肥料学报, 2006, 12 (4): 479-484
- [14] 鲁如坤. 土壤农业化学分析方法. 北京: 中国农业科技出版社, 1999:147-152

Changes of Soil Nitrogen Under Intensive Crop Production in Typical Fluvo-Aquic Soil Regions

ZHU An-ning¹, ZHANG Jia-bao¹, YANG Jing-song², ZHOU Ling-yun¹, XIN Xiu-li¹

(¹ State Experimental Station for Agro-Ecology in Fengqiu, Chinese Academy of Sciences, State Key Laboratory of Soil and Sustainable Agriculture (Institute of Soil Science, Chinese Academy of Sciences), Nanjing 210008, China; ² Institute of Soil Science, Chinese Academy of Sciences, Nanjing 210008, China)

Abstract: To evaluate soil nitrogen levels and their distributions and changes under the intensive crop production in fluvo-aquic soils in China during the late two decades, a comprehensive survey was conducted in seven typical fluvo-aquic soil regions in Huanghuaihai plain. The results showed the accumulation of soil nitrogen, soil total nitrogen content increased by 0—56.54% in most of fluvo-aquic soil regions, and soil hydraulic nitrogen increased by 2.03%—81.52% in all of fluvo-aquic soil survey sites. However, soil nitrogen generally was at lower level according to the grade criteria of soil nutrient, above 92% and 90% of the fluvo-aquic soil areas were under 1 g/kg for total nitrogen and 30—90 mg/kg for hydraulic nitrogen respectively.

Key words: Fluvo-aquic soils, Nitrogen, Distribution, Change