

# 非点源污染研究中土壤溶解性无机氮的 提取方法选择

王红萍<sup>1, 4</sup>, 梁 涛<sup>2\*</sup>, 张秀梅<sup>2</sup>, 夏 军<sup>3, 4</sup>

- (1. 武汉大学资源与环境学院环境工程系, 武汉 430079; 2. 中国科学院地理科学与资源研究所, 北京 100101;  
3. 中国科学院地理科学与资源研究所, 陆地水循环及地表过程重点实验室, 北京 100101;  
4. 武汉大学水资源与水电工程科学国家重点实验室, 武汉 430072)

**摘要:** 用 2M KCl 溶液(5:1)、饱和 CaSO<sub>4</sub> 溶液(5:1)、0.01M CaCl<sub>2</sub> 溶液(20:1, 100:1) 和去离子水(20:1, 100:1) 4 种提取液、6 种提取方式, 采用 Auto-analyzer III Colorimeter (Bran Luebbe), 水杨酸一次氯酸盐法和 Griess-Ilosvay 法测定并对比了北京地区 4 种天然土样的溶解性氮和硝态氮的含量。研究表明: 溶解性硝态氮的测定结果不受提取液和水土比(小于 100:1) 的影响, 而溶解性氮氮测定结果受影响较大。在非点源污染研究中, 对于土壤中可向水体迁移的溶解性无机氮含量的测定, 应根据来水水源特征和研究目的选择适宜的浸提剂和水土比。

**关键词:** NO<sub>3</sub><sup>-</sup>; NH<sub>4</sub><sup>+</sup>; 土壤浸提; 非点源污染

文章编号: 1000-0585(2005)02-0236-07

土壤氮是地表水非点源污染的重要氮源, 其迁移引发的环境问题已引起广泛关注<sup>[1~4]</sup>。其中溶解性氮, 尤其溶解性无机氮是土壤氮污染的主要成分(受人类影响的地区), 并且具有与颗粒物不同的迁移特性<sup>[5~8]</sup>。因此, 弄清土壤溶解性无机氮含量, 对计算流域氮非点源流失具有重要意义。

长期以来, 测定土壤溶解性无机氮的含量, 多是将土壤中的溶解性无机氮转移到浸提剂中, 然后测定浸提液中的氮含量<sup>[9~14]</sup>。Keeney D R 等人曾在 Bremner J M、Kempers A J、Henzell H F 等大量工作的基础上开展了系统研究<sup>[11]</sup>。很多盐可以作为溶解性无机氮的浸提剂, 如水、Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>、Ca(OH)<sub>2</sub> 等等。大多数情况下, 2M KCl (10 毫升浸提剂/1 克土样) 被认为是 NH<sub>4</sub><sup>+</sup>、NO<sub>3</sub><sup>-</sup> 和 NO<sub>2</sub><sup>-</sup> 的理想浸提剂, 但 K<sup>+</sup> 和 Cl<sup>-</sup> 可能对后期测定造成干扰。浸提液中无机氮的测定方法很多, 但只有氧化镁—戴氏合金蒸汽蒸馏法和比色法应用广泛。尤其上世纪 70 年代后, 自动比色法凭借简便快速、可进行大批量样品分析的特点, 得到迅速发展。如以靛酚蓝法、水杨酸一次氯酸盐法为基础自动比色法测 NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, 以 Griess-Ilosvay 法为基础测 NO<sub>3</sub><sup>-</sup> 和 NO<sub>2</sub><sup>-</sup> (NO<sub>3</sub><sup>-</sup> 还原为 NO<sub>2</sub><sup>-</sup> 测定)。当前, 在非点源污染研究中, 无论是测定 NH<sub>4</sub><sup>+</sup> 还是 NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, 1M 或 2M KCl 溶液仍然是最常用的浸提剂<sup>[13~14]</sup>, 自动比色分析是应用最广的分析方法<sup>[15]</sup>。此外, 中国土壤学会曾认定靛酚蓝比

收稿日期: 2004-08-12; 修订日期: 2004-11-25

基金项目: 973 项目(2002CB410807) 和中科院知识创新工程项目(KZCX3-SW-429)

作者简介: 王红萍(1969-), 湖北人, 武汉大学讲师, 在职博士生。主要研究方向为水环境问题及控制。

\* 通讯作者: 梁涛(1970-), 研究员, liangt@igsnr.ac.cn

色法 (2M KCl 溶液为浸提剂, 5 毫升/1 克土) 和酚二磺酸比色法 (饱和  $\text{CaSO}_4$  溶液为浸提剂, 5 毫升/1 克土) 分别为测  $\text{NH}_4^+$  和  $\text{NO}_3^-$  的常规分析方法<sup>[10]</sup>。而 Bran Luebbe 公司的自动分析仪也采用 0.01M  $\text{CaCl}_2$  溶液作为土壤提取液 (方法号 No. G-109-94, Rev. 3 (multitest MT7/MT8))。

以上获取土壤  $\text{NH}_4^+$  和  $\text{NO}_3^-$  含量的提取方法不尽相同, 所获得的结果有差异, 在通常单纯以土壤氮含量或肥效为背景的研究中, 注重方法的提取效率和方法之间的可比性, 此方面的研究相对较成熟。但在非点源污染研究中, 需要了解土壤溶解性氮的输出特性, 该特性除了与土壤中溶解性无机氮含量有关外, 还与溶出时土壤所处的溶液环境有关。目前这方面研究欠缺。

土壤中的溶解性无机氮主要通过降雨、灌溉时的地表、地下径流进入被污染的水体。天然降雨杂质含量少<sup>[16]</sup>, 特性更接近于去离子水, 灌溉用水则有一定的含盐量<sup>[17]</sup>。鉴于此, 本研究选择天然土样, 将经典的 2M KCl 和饱和  $\text{CaSO}_4$  溶液浸提方法与模拟土壤溶液环境的去离子水和 0.01M  $\text{CaCl}_2$  溶液浸提方法进行了对比, 以期为非点源污染中土壤溶解性无机氮流失研究, 选择更适宜的土壤无机氮提取方法提供依据。

## 1 材料与方法

本研究在北京地区采集 4 种土样, 分别为草坪表土、麦地闲置后野蒿子地表土、树林下表土以及京郊细砂土, 依次编号为 1、2、3 和 4 号土样。选取的 4 种土壤提取液分别为: 2M KCl 溶液、饱和  $\text{CaSO}_4$  溶液、0.01M  $\text{CaCl}_2$  溶液和去离子水, 相应水土比参见表 1。其中, 2M KCl 溶液、饱和  $\text{CaSO}_4$  溶液, 是国内土壤提取经典方法中采用的专用提取液<sup>[10]</sup>, 通常水土比为 5 : 1。

将采集的新鲜土样, 过 20 目筛, 测定含水率, 在室温 22℃ 左右, 按要求的 水土比, 称取土样 (三个平行), 并加入相应提取液 100ml, 放于 250ml 锥形瓶中, 在振荡器上振荡 30 分钟, 取出静置 2 小时后 (以促进胶体凝聚), 将上层清液用 45 $\mu\text{m}$  滤纸过滤, 收集滤液, 测定其中的氨氮、硝态氮和总氮含量。所收集的滤液, 在所需测试完成以前, 在冰柜中低温保存 (0℃ 以下)。用总氮减去氨氮和硝态氮含量得到有机氮含量。各土样提取液中的氨氮和硝态氮含量采用德国 BRAN LUEBBE 公司制造的流动注射分析仪 (Auto Analyzer 3, Digital Colorimeter), 分别用水杨酸一次氯酸盐比色法和 Griess-Ilosvay 比色法测定。所有样品均采用平行双样测定。

## 2 结果与讨论

4 种提取液对 4 个土样的不同形态氮的提取结果如表 1 所示。

### 2.1 不同提取方式下氨氮测定结果对比

将各浸提方法测得的氨氮含量与 2M KCl 溶液浸提测得的氨氮含量相比较, 得到图 1。由图 1 可以明确看出, 不同提取方式提取的氨氮结果差异很大; 提取剂的种类和水土比都是重要影响因素。

水土比的影响非常明显。0.01M  $\text{CaCl}_2$  溶液和去离子水都采用了 20 : 1 和 100 : 1 两种水土比, 图 1 中清楚地显示出, 水土比增大, 氨氮的测定结果大幅增加。这与吸附-解吸理论一致<sup>[18]</sup>。

浸提剂影响也很明显。由图 1 可见, 各土样用 4 种浸提剂提取, 水土比为 5 : 1 或

20:1时, 2M KCl 溶液提取测得的氨氮值最大。不仅如此, 用 2M KCl 溶液(水土比 5:1) 提取时, 测定结果也最稳定, 相对标准偏差均低于 5%。用去离子水和 0.01M CaCl<sub>2</sub> 溶液(水土比为 100:1) 提取氨氮时, 稳定性最差, 相对标准偏差在 10%~30% 之间。去离子水和 0.01M CaCl<sub>2</sub> 溶液(水土比为 20:1) 时, 测定结果的相对标准偏差基本在 10% 以下, 稳定性得到提高。

表 1 通过不同提取液提取的各种形态氮含量对比

Tab. 1 Comparison of measured soil-soluble inorganic nitrogen

土样编号	提取液	水土比	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> -N (μg/g 土)	DHN/ DHN <sub>KCl</sub>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> -N (μg/g 土)	DNN/ DNN <sub>CaSO<sub>4</sub></sub>
1	2M KCl 溶液	5:1	4.9 (0.04)	1.00	463.4 (0.00)	0.95
	饱和 CaSO <sub>4</sub> 溶液	5:1	1.8 (0.15)	0.37	479.0 (0.05)	1.00
	0.01M CaCl <sub>2</sub> 溶液	20:1	2.4 (0.06)	0.49	492.1 (0.05)	1.03
	0.01M CaCl <sub>2</sub> 溶液	100:1	7.8 (0.12)	1.60	467.7 (0.00)	0.98
	去离子水	20:1	2.9 (0.05)	0.60	472.6 (0.01)	1.00
	去离子水	100:1	11.7 (0.04)	2.40	481.1 (0.03)	0.96
2	2M KCl 溶液	5:1	2.0 (0.00)	1.00	29.8 (0.03)	0.96
	饱和 CaSO <sub>4</sub> 溶液	5:1	0.5 (0.20)	0.25	31.2 (0.02)	1.00
	0.01M CaCl <sub>2</sub> 溶液	20:1	0.6 (0.29)	0.30	32.5 (0.02)	1.04
	0.01M CaCl <sub>2</sub> 溶液	100:1	6.3 (0.01)	3.13	27.4 (0.02)	0.88
	去离子水	20:1	3.1 (0.13)	1.55	30.9 (0.01)	0.99
	去离子水	100:1	14.6 (0.21)	7.32	29.8 (0.03)	0.95
3	2M KCl 溶液	5:1	1.6 (0.04)	1.00	8.4 (0.02)	0.97
	饱和 CaSO <sub>4</sub> 溶液	5:1	0.6 (0.27)	0.36	8.7 (0.01)	1.00
	0.01M CaCl <sub>2</sub> 溶液	20:1	0 (0.00)	0.00	9.0 (0.04)	1.04
	0.01M CaCl <sub>2</sub> 溶液	100:1	2.6 (0.22)	1.57	6.5 (0.15)	0.75
	去离子水	20:1	2.9 (0.06)	1.85	8.9 (0.07)	1.02
	去离子水	100:1	13.6 (0.12)	8.68	8.1 (0.32)	0.93
4	2M KCl 溶液	5:1	12.1 (0.01)	1.00	28.5 (0.00)	1.00
	饱和 CaSO <sub>4</sub> 溶液	5:1	4.9 (0.07)	0.40	28.6 (0.01)	1.00
	0.01M CaCl <sub>2</sub> 溶液	20:1	9.2 (0.00)	0.76	28.1 (0.01)	0.98
	0.01M CaCl <sub>2</sub> 溶液	100:1	15.6 (0.11)	1.29	22.8 (0.07)	0.80
	去离子水	20:1	7.2 (0.02)	0.60	28.2 (0.04)	0.99
	去离子水	100:1	22.8 (0.23)	1.89	27.6 (0.01)	0.96

注: (1) 1、2、3 和 4 号土样分别为草坪表土、麦地闲置后野蒿子地表土、树林下表土、京郊细砂土。

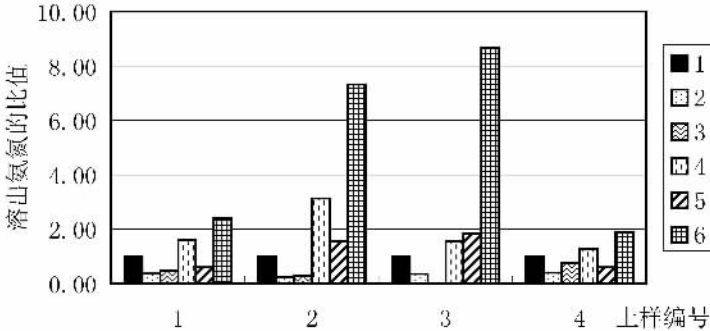
(2) ( ) 中的值为平行双样的相对标准偏差。(3) DHN/ DHN<sub>KCl</sub>、DNN/DNN<sub>CaSO<sub>4</sub></sub> 分别是各种浸体方法测得的氨氮值与用 2M KCl 溶液浸体测得的氨氮值的比值。

2M KCl 溶液在水土比较小的情况下, 就能比较充分地提取土样中的氨氮<sup>[12]</sup>。并且, 由于具有较大的盐离子浓度, 有利于形成澄清的提取液, 因而, 可以尽可能地减小颗粒物的影响, 这对测定结果的稳定性是有利的。

而 0.01M CaCl<sub>2</sub> 溶液和去离子水的盐离子含量都很低, 尤其是去离子水, 水土比的影响更明显, 较小的水土比对土样中氨氮的解吸不利, 实验结果也证明了这一点。因此, 要

充分地解吸土样中的氨氮就需要采用相对较大的水土比,若能模拟降雨和灌溉时的水土比情况就能更准确地反映土壤中氨氮的流失负荷。另外,低盐离子含量浸提时,难以得到澄清的提取液,这对测定结果的稳定性不利。大多数情况下,在过滤前对浸提液经高速离心应该可以增强测定结果的稳定性。

土样有机质含量对测定结果的影响不容忽视。由图 1 还可看到,2、3 号土样用去离子水(水土比 100:1)提取时,氨氮提取量远大于其他方式的提取量。2、3 号土样分别是麦田闲置后野蒿子地表土和树林下表土,实验测定其有机质含量较 1、4 号土样明显偏高。



(浸提方法编号: 1—饱和  $\text{CaSO}_4$  溶液, 2— $0.01\text{M CaCl}_2$  溶液 (20:1), 3— $2\text{M KCl}$  (5:1) 溶液 (20:1), 4— $0.01\text{M CaCl}_2$  溶液 (100:1), 5—去离子水 (20:1), 6—去离子水 (100:1))

图 1 各浸提方法溶出氨氮对比

Fig. 1 Comparison of measured -N from soil samples

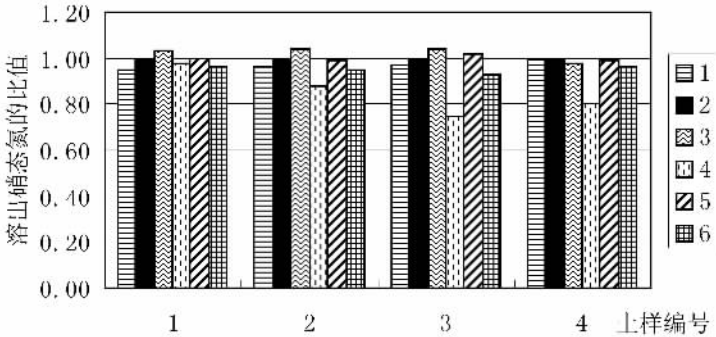
此外,根据吸附—解吸理论,温度对氨氮的解吸会有较大的影响,本研究中,各土样的提取均同时进行,这样避免了温度的影响。但是,研究降雨和灌溉条件下土壤氨氮的流失时,季节和气温也会有较大的影响。因此,如能模拟自然条件下的温度条件,将能更准确地反映土壤氨氮的流失负荷。

## 2.2 不同提取方式下硝态氮测定结果对比

将各浸提方法测得的硝态氮含量与饱和  $\text{CaSO}_4$  溶液浸提测得的硝态氮含量相比较,得到图 2。

图 2 与图 1 明显不同,4 个土样、6 种提取方式中, $2\text{M KCl}$  溶液(水土比 5:1)、 $0.01\text{M CaCl}_2$  溶液(水土比 20:1)和去离子水(水土比 20:1)与饱和  $\text{CaSO}_4$  溶液(5:1)提取到的硝态氮差异很小,在 5% 以内。而且这 4 种提取方式提取结果的稳定性也很好,平行样的相对标准偏差均在 5% 范围内。可见,硝态氮对提取液的选择性不强,不同提取液的提取结果基本一致。

但是, $0.01\text{M CaCl}_2$  溶液(水土比 100:1)提取时,2、3、4 号土样测定结果偏低,分别只有饱和  $\text{CaSO}_4$  溶液(5:1)提取的 88%、75% 和 80%,并且,稳定性差,相对标准偏差达到 15%。将 2、3、4 号土样与 1 号土样相比较,硝态氮含量明显偏小。用去离子水(水土比 100:1)提取时,2、3、4 号土样测定结果稳定性也差。其中的原因还有待于进一步研究。因此,硝态氮在土样中含量较小时,用  $0.01\text{M CaCl}_2$  溶液和去离子水提取,暂不宜采用较大的水土比。



(浸提方法编号: 1—饱和  $\text{CaSO}_4$  溶液, 2—0.01M  $\text{CaCl}_2$  溶液 (20:1), 3—2M  $\text{KCl}$  (5:1) 溶液 (20:1), 4—0.01M  $\text{CaCl}_2$  溶液 (100:1), 5—去离子水 (20:1), 6—去离子水 (100:1))

图 2 各浸提方法溶出硝态氮的比较

Fig. 2 Comparison of measured  $\text{NO}_3^-$ -N from soil samples

前人的研究指出, 用水提取获得的提取液中亚硝态氮易变化成硝态氮, 并且不易获得清澈的提取液, 因此被认为不适宜作土壤提取液<sup>[9,12]</sup>。但是, 一方面, 非点源污染研究中, 土壤中的硝态氮和亚硝态氮迁移特性相似, 并且亚硝态氮极不稳定, 易转化成硝态氮, 可将二者合并处理。本研究中, 用 Griess—Ilosvay 法测定的也正是硝态氮和亚硝态氮的和。另一方面, 去离子水处理尽管难以获得清澈的提取液, 但是, 使用离心分离技术大多数情况下能解决该问题, 很多实验室都具备该技术条件。本研究中, 去离子水提取的硝态氮也取得了较理想的结果, 可见, 水也是土壤溶解性硝态氮测定时可用的提取剂。

此外, 采用 Griess—Ilosvay 法测定硝态氮, 还避免了采用酚二磺酸比色法测定硝态氮时氯离子的干扰<sup>[9,12]</sup>。

### 2.3 土壤溶解性无机氮浸提方法的筛选

由以上试验结果的对比分析看出, 浸提土壤中的  $\text{NO}_3^-$  时, 各浸提剂的差异不明显。因此, 以上四种浸提剂只要不干扰后续水溶液中  $\text{NO}_3^-$  的测定, 都可以认为是理想的浸提剂。另外, 水土比的选择, 需要考虑土壤中的  $\text{NO}_3^-$  含量, 不宜过大, 否则, 会影响后续体系  $\text{NO}_3^-$  的测定。

浸提土壤中的氮氮时, 各浸提方式所获得的测定结果不一致, 尽管 2M  $\text{KCl}$  溶液具有最佳的稳定性, 但是, 其浸提环境与实际体系相差较远。如雨、雪的特性与去离子水更相近<sup>[16]</sup>, 连续大量降雨时, 表层水不断地更新, 相当于淋洗提取法提取条件, 与水土比较大时的测定条件接近。而降雨量较少, 产流少、慢时, 盐的溶出条件相当于水土比小的情况。又如农田灌溉时, 形成的溶液条件由灌溉水源的水质决定。作为灌溉水水源的水质相差很大, 如长江水水系含盐量可能小于 200mg/L, 也可能大于 1000mg/L<sup>[17]</sup>, 分布广泛的含盐量主要为 200~500mg/L 之间。一般而言, 灌溉水含盐量介于去离子水和 0.01M  $\text{CaCl}_2$  溶液之间。因此, 研究地表径流引起的溶解性氮输出时, 去离子水和 0.01M  $\text{CaCl}_2$  溶液都可能成为理想的浸提剂。但溶液中  $\text{NH}_4^+$  测定的稳定性有待于进一步的研究。研究地下渗流引起溶解性无机氮的污染时, 由于土壤对  $\text{NH}_4^+$  的吸附性能, 所需关注的往往只有  $\text{NO}_3^-$ , 此时, 以上各种浸提方式都是可行的, 浸提结果具有可比性。

### 3 结论

对比 4 种浸提液、6 种提取方式的实验结果表明, 2M KCl 溶液、饱和  $\text{CaSO}_4$  溶液、0.01M  $\text{CaCl}_2$  溶液和去离子水浸提  $\text{NO}_3^-$ , 无明显差别, 而浸提  $\text{NH}_4^+$  差别明显。在非点源污染研究中, 如果关注的只有  $\text{NO}_3^-$ , 2M KCl 溶液、饱和  $\text{CaSO}_4$  溶液、0.01M  $\text{CaCl}_2$  溶液和去离子水, 均是理想的浸提剂; 如果关注的是  $\text{NH}_4^+$ , 应视研究体系的特征, 选择适宜的浸提剂和水土比, 0.01M  $\text{CaCl}_2$  溶液和去离子水可能成为适宜的浸提剂。连续大量降雨时, 可选择以去离子水为浸提剂, 较大的水土比 (如 100 : 1)。降雨量较少, 产流少、慢时, 可选择以去离子水为浸提剂, 较小的水土比 (如 20 : 1 或 5 : 1)。农田灌溉时, 可选择 0.01M  $\text{CaCl}_2$  溶液为浸提剂, 适中的水土比 (如 20 : 1)。另外, 使用既适宜于  $\text{NO}_3^-$  又适宜于  $\text{NH}_4^+$  的浸提方法, 可同时浸提  $\text{NO}_3^-$  和  $\text{NH}_4^+$ , 在自动分析仪的帮助下将大大提高分析效率。

### 参考文献:

- [1] Dag O Hessen, *et al.* 氮流失对淡水和海洋受体富营养化的重要意义. *AMBIO—人类环境杂志*, 1997, 26(5): 306~313.
- [2] Boers P C M. Nutrient emissions from agriculture in the Netherlands, causes and remedies. *Water Science and Technology*, 1996, 33: 183~189.
- [3] Smith C K, Munson A D, Coyea M R. Nitrogen and phosphorus release from humus and mineral soil under black spruce forests in central Quebec. *Soil Biology and Biochemistry*, 1998, 30(12): 1491~1500.
- [4] 刘忠翰. 滇池不同流域降雨径流对河流氮磷入湖的影响. *地理研究*, 2004, 23(5): 593~604.
- [5] Steven S. Perakis, Lars O. Hedin, Nitrogen loss from unpolluted South American forests mainly via dissolved organic compounds, *Nature*, 2002, 415: 416~419.
- [6] Walling D E, Russell M A. Sediment-associated nutrient transport in UK rivers. In: Webb B W. *Freshwater Contamination (Proceeding of Rabat Symposium)*. UK: IAHS Press, 1997. 69~81.
- [7] Rimmelin P, Dumon J-C, Maneux E, Goncalves A. Study of Annual and Seasonal Dissolved Inorganic Nitrogen Inputs into the Arcachon Lagoon, Atlantic Coast (France). *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 1998, 47: 649~659.
- [8] 梁涛, 张秀梅, 章申, 等. 西苕溪流域不同土地类型下氮元素输移过程. *地理学报*, 2002, 57(4): 389~396.
- [9] J M Bremner. 土壤氮素分析法. 曹亚澄译. 北京: 农业出版社, 1981. 36~94.
- [10] 李西开, 蒋柏藩, 袁可能, 等. 土壤农业化学常规分析方法. 北京: 科学出版社, 1983. 79~94.
- [11] Keeney D R, Nelson D W. Nitrogen-inorganic forms. In: Page A L *et al.* (ed.). *Methods of soil analysis*. Part 2, 2<sup>nd</sup> ed. Agron. Mongr. 9. Madison, WI: ASA and SSSA, 1982. 643~698.
- [12] 于天仁, 王振权. 土壤分析化学. 北京: 科学出版社, 1988. 62~68.
- [13] David J Colangelo, Mark H Brand. Nitrate leaching beneath a containerized nursery crop receiving trickle or overhead irrigation. *J. Environment Quality*, 2001, 30: 1564~1574.
- [14] Jonathan D Karr, William J Showers, J Wendell Gilliam, *et al.* Tracing nitrate transport and environmental impact from intensive swine farming using delta nitrogen 15. *J. Environment Quality*, 2001, 30: 1163~1175.
- [15] Jaynes D B, Colvin T S, Karlen D L, *et al.* Nitrate loss in subsurface drainage as affected by nitrogen fertilizer rate. *J. Environment Quality*, 2001, 30: 1305~1314.
- [16] 刘嘉麟, Keeney W C, 霍义强, 杨茂仁. 背景降水——中美科技合作全球内陆降水背景值研究. 北京: 中国环境科学出版社, 1995. 39.
- [17] 张立诚, 余中盛, 章申, 等. 水环境化学元素研究. 北京: 中国环境科学出版社, 1996. 21~25.
- [18] 天津大学物理化学教研室. 物理化学(下册)(第 4 版). 北京: 高等教育出版社, 2001. 164~174.

## Comparison of extraction methods on soil-soluble inorganic nitrogen in non-point pollution research

WANG Hong-ping<sup>1, 4</sup>, LIANG Tao<sup>2</sup>, ZHANG Xiu-mei<sup>2</sup>, XIA Jun<sup>3, 4</sup>

(1. Department of Environment Engineering, School of Resource and Environment, Wuhan University, Wuhan 430079, China; 2. Institute of Geographic Sciences and Natural Resources Research, CAS, Beijing 100101, China; 3. Key Lab. of Water Cycle & Related Land Surface Processes, Institute of Geographic Sciences and Natural Resources Research, CAS, Beijing 100101, China; 4. The State Key Laboratory of Water Resources and Hydropower Engineering Science, Wuhan University, Wuhan 430072, China)

**Abstract :** Dissolved inorganic nitrogen of soil is liable to be transferred into surface or subsurface waters with surface or subsurface runoff. So it is important to measure ammoniac ( $\text{NH}_4^+$ ) and nitrate ( $\text{NO}_3^-$ ) in soils for estimating non-point pollution nitrogen load in a drainage area. Commonly, saturated  $\text{CaSO}_4$  solution and 2M KCl solution are respectively used as soil extractant for  $\text{NO}_3^-$  and  $\text{NH}_4^+$ . Their efficiencies are high and experimental results are stable. But it is uncertain whether the two methods are fit for non-point pollution research because the output characteristic of soil-soluble inorganic nitrogen is not only related with soil content but also is influenced by soil solution environment. Characteristic of natural rainfall and irrigation water is respectively similar to deionized water and 0.01M  $\text{CaCl}_2$  solution. So deionized water and 0.01M  $\text{CaCl}_2$  solution can be used as soil extractants to simulate actual soil solution environment when rainfall and irrigation take place. In this paper, measured results extracted by deionized water and 0.01M  $\text{CaCl}_2$  solution are compared with results extracted by saturated  $\text{CaSO}_4$  and 2M KCl solutions in order to clarify the relations among them. Four soil samples, which were gathered in the suburb of Beijing, were blended and shaken for 30 minutes with four extractants (6 extracting forms) (According to traditional methods of soil extraction, the ratio of water to soil is 5 : 1 when saturated  $\text{CaSO}_4$  solution and 2M KCl solution were used. The ratios are 20 : 1 and 100 : 1 when deionized water and 0.01M  $\text{CaCl}_2$  solution are used.). Then the extracted solutions were filtrated by 0.45 $\mu\text{m}$  filter paper. The concentrations of  $\text{NH}_4^+$  and  $\text{NO}_3^-$  in the filtrate are analyzed with Salicin-hypochlorite Method and Griess-Ilosvay Method by Autoanalyzer III Colorimeter (BRAN LUEBBE). According to the measured results, such conclusions are drawn: (1) the measured values of  $\text{NO}_3^-$  by different extracting methods are coincident with each other; (2) the measured values of  $\text{NH}_4^+$  are obviously different. The values of  $\text{NH}_4^+$  extracted by deionized water (ratio of water to soil is 100 : 1) surpass the others by far; and (3) the measured values of  $\text{NH}_4^+$  extracted by deionized water and 0.01M  $\text{CaCl}_2$  solution are not as stable as the ones by saturated  $\text{CaSO}_4$  and 2M KCl solutions. On the basis of these, four kinds of extractants are fit when a research is centred only on  $\text{NO}_3^-$ . Or else, fit extractant and ratio of water to soil must be selected according to the goal of the research and characteristics of the researched system.

**Key words:** soil;  $\text{NO}_3^-$ ;  $\text{NH}_4^+$ ; soil extracting; non-point pollution