

广州北部山区农业土地利用方式与水资源氮素含量的关系

张贻科

广州市从化职业技术学校, 广东 广州 510920

摘要: 城市的发展给广州北部山区的环境带来了一些负面的影响。为探讨农业土地利用方式与水资源氮素含量的关系, 通过取样调查, 结果表明: 在不同利用方式的土壤渗出水中, 平均总氮质量浓度依菜地、水田、砂糖桔园、荒山林、油茶林而逐渐减少; 油茶林和砂糖桔园的土壤渗出水未检出铵态氮 ($\text{NH}_4^+\text{-N}$); 较少受到扰动的油茶林的土壤渗出水硝态氮 ($\text{NO}_3^-\text{-N}$) 质量浓度较低。结论如下: 1) 广州北部山区土地利用方式应控制或清退规模集约化菜场; 2) 广州北部山区可实行油茶种植生产方式, 这可能是平衡农民收益与环境保护的一种有效模式; 3) 山区土地利用不宜大量翻动土壤, 以减少 $\text{NH}_4^+\text{-N}$ 在土壤渗出水中的出现而造成流失和污染。

关键词: 生态林; 经济林; 自然林; 水田; 菜地; 地表土壤渗出水

中图分类号: X52

文献标志码: A

文章编号: 1674-5906 (2013) 05-0870-03

引用格式: 张贻科. 广州北部山区农业土地利用方式与水资源氮素含量的关系[J]. 生态环境学报, 2013, 22(5): 870-872.

广州北部山区主要在从化温泉以北的良口、吕田一带, 它是流溪河流域的源头, 对广州的自然贡献是供给水资源和调节气候。在 2006 年之后, 受房地产发展、大广州城市发展^[1]、农业北移、以及相关政策的影响^[2], 广州北部山区农业土地利用压力增大, 环境的负面因素增加^[3], 一些不甚科学的土地利用方式增加。同时, 流溪河的污染程度加大^[4]。有必要探讨一些相对合理的土地利用方式, 在保障农民利益的基础上, 通过改变土地利用方式来达到改善环境条件、提高生态质量的途径。这是本研究的目的。

1 材料与方法

1.1 区域概况

广州北部山区的土地利用方式主要是生态林、经济林、旱地、旱田、水田^[5]。利用方式上互有交混。交混的含义是: 生态林边缘或局部被蚕食为经济林, 经济林失管成为生态林, 旱田水田被改造成经济林, 水田被利用成菜地或丢荒成旱田旱地。成片单一的土地利用方式正在发生变化。

为使区域研究对象更具有代表性, 本研究选取了几个较典型的土地利用类型。1) 油茶杉树混合林: 油茶在几十年前为人工种植, 现已沦为自然繁衍生长; 杉树为人工种植, 树龄约为 10 a。由于长期无人干预, 所以它们可视为自然林或生态林。2) 荒山交混林: 原为生态林 (属次生林), 但在一些平缓地段有少量人工开垦。3) 砂糖桔果

园: 原为山坡林地或旱地或水田, 是广州北部山区的一种典型经济林。4) 水田: 多为山坑田、洪积或河流冲积形成的水田, 现仍种水稻的不多。山坑田多改为果园, 洪积或河流冲积形成的水田多改为果园或菜地。改为菜地的是规模化、集约化管理的菜场, 有别于农村的自留菜地。根据以上的情况, 广州北部山区的土地利用方式具体细分为: ①油茶杉树混合林 (以下简称油茶林)、②荒山交混林 (以下简称荒山林)、③经济林砂糖桔果园 (以下简称砂糖桔园)、④水田、⑤菜地等 5 种利用方式。

1.2 采样与分析方法

在各利用类型的地势较低处, 收集地表土壤刚渗出的、已形成水流的表层水, 测定水中的总氮 (TN)、铵态氮 ($\text{NH}_4^+\text{-N}$)、硝态氮 ($\text{NO}_3^-\text{-N}$) 质量浓度。分析方法如下:

总氮: 过硫酸钾氧化, 紫外分光光度法《水和废水监测分析方法》第 4 版, 国家环保总局, 2002)。 $\text{NH}_4^+\text{-N}$: GB/T 15454—2009。 $\text{NO}_3^-\text{-N}$: GB/T 14642—2009。 $\rho(\text{NH}_4^+\text{-N})$ 检出限为 $0.006 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$; $\rho(\text{NO}_3^-\text{-N})$ 检出限为 $0.01 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 。以测定数据确定各土地利用方式对水源水质的影响。每种方式在不同地方各采集水样 3 个。

2 结果与分析

在广州北部山区 5 种典型的土地利用方式下, 地表土壤渗出的氮素分析结果见表 1。

基金项目: 国家自然科学基金项目 (31070473; 31270575)

作者简介: 张贻科 (1958 年生), 男, 讲师, 从事教学及环境生态研究。E-mail: zhangyiked@163.com

收稿日期: 2013-03-01

表1 5种土地利用方式地表土壤渗出水含氮状况

氮素形态及计量单位	油茶林	荒山林	砂糖桔园	水田	菜地
$\rho(\text{总氮})(\text{mg}\cdot\text{L}^{-1})$	0.13	1.5	1.2	0.65	8.81
	0.52	0.134	1.5	2.12	17.5
	0.30	1.3	1.6	1.51	8.06
$\rho(\text{NH}_4^+-\text{N})(\text{mg}\cdot\text{L}^{-1})$	—	0.058	—	0.302	1.47
	—	0.016	—	0.921	1.03
	—	0.448	—	0.824	0.106
$\rho(\text{NO}_3^--\text{N})(\text{mg}\cdot\text{L}^{-1})$	—	1.2	1.12	0.05	6.64
	0.478	0.101	1.34	0.55	12.0
	—	0.05	1.43	0.22	7.21

2.1 出现一种理想的较低的地表水氮含量

在5种土地利用方式的15个独立样本中,油茶林中有1个样本的 $\rho(\text{总氮})$ 为 $0.130\text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$,荒山林中有1个样本的 $\rho(\text{总氮})$ 为 $0.134\text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$,且不论采样时间、地点、方法等因素影响,对样本会否产生多大的偏差,造成其是否有代表性,起码有可能在自然状态下产生这种低氮含量的地表水。GB 3838—2002标准的I类水 $\rho(\text{总氮})$ 标准为 $0.2\text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 。这2个样本的环境条件有一个共同点:远离村庄,人为干扰很少。

2.2 各种土地利用方式地表渗出水总氮含量比较

对5种土地利用方式地表渗出水总氮含量各数据进行方差分析,检测结果 F 值为11.433($F_{0.05}=3.84$, $F_{0.01}=7.01$),达到差异极显著水准。对数据做进一步多重对比分析,差异主要来源于菜地方式。结果见表2。

表2 5种土地利用方式地表土壤渗出水总氮含量比较

利用方式	平均总氮质量浓度($\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$)		多重比较			t 值标准
	油茶林	荒山林	砂糖桔园	水田	菜地	
菜地	11.46	11.14 *	10.48*	10.03*	10.03*	$t_{0.05}=4.523$
水田	1.43	1.11	0.45	0		$t_{0.01}=6.579$
砂糖桔园	1.43	1.11	0.45			
荒山林	0.98	0.66				
油茶林	0.32					

按GB 3838—2002标准,从油茶林渗出水的水的 $0.32\text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 总氮质量浓度到水田渗出水的水的 $1.43\text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 总氮质量浓度,已从I类水跨到IV类水,差异从数据上看也是很大的,但方差分析表现不出它们差异的显著性,说明取样数量太少。即使这样,菜地方式与其他方式的差异仍极显著存在。说明菜地方式确实对面源污染贡献大。V类水的标准是 $2.0\text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 。现菜地渗出水3个样本的平均数为 $11.46\text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$,6倍于V类水总氮标准。

2.3 NH_4^+-N 含量与土地利用方式的关系

油茶林和砂糖桔园的渗出水未检出铵态氮(NH_4^+-N),荒山林、水田、菜地的渗出水均有铵态

氮(NH_4^+-N)检出,两者最大的区别在于前者常年未有土壤翻动而后者有。在有铵态氮(NH_4^+-N)检出的3种土壤利用方式中,铵态氮(NH_4^+-N)的出现也较有规律,水田的渗出水铵态氮(NH_4^+-N)含量占总氮的43%以上,而以“旱”方式利用的铵态氮(NH_4^+-N)占总氮量基本上在17%以下(6个样本中有1个为34.46%,原因待研究)。

2.4 NO_3^--N 含量与土地利用方式的关系

各土地利用方式渗出水均有硝态氮(NO_3^--N)检出。有2点值得注意,一是油茶林3个样本中有2个未检出硝态氮(NO_3^--N),说明我们不要贸然扰动自然生态林,是有可能保持渗出水中硝态氮(NO_3^--N)质量浓度达极低水平的(NO_3^--N 检出水准为 $0.006\text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$);二是水田渗出水硝态氮(NO_3^--N)占总氮含量的25%以下,而以“旱”方式利用的土地渗出水中硝态氮(NO_3^--N)含量占总氮含量的75%以上,大多在85%以上。这种现象对我们在土地利用管理上应有点启示作用。

2.5 对本研究数据的分析

本研究数据上的缺陷是同一土地利用方式数据差异较大,直接造成处理间可能有差异而显不出差异,其状况见表3。数据反映的现象是客观存在的,缺陷的存在有其合理的一面。总体看,数据反映出了5种土地利用方式渗出水含氮量的规律和方向。如要有更准确地反映出现象的数据,从数理统计学的角度看,必须要加大样本数。本研究受条件所限,无法做到更精准。根据实际情况分析,差异的来源如下:油茶林的差异来自周围果园的干扰;荒山林的差异来自开垦程度不一;水田的差异来自管理上的丢荒与耕种;菜地因种植品种不同而施肥不同;只有砂糖桔园因人为干扰次数较少、管理较统一,所以变异程度小。整体数据只宜作问题定性来使用。

表3 5种不同土地利用方式土壤渗出水总氮含量变异

	油茶林	荒山林	砂糖桔园	水田	菜地
平均值($\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$)	0.32	0.98	1.43	1.43	11.46
变异系数/%	61.25	83.47	23.64	51.57	45.78

3 讨论

3.1 流溪河山区段的氮源污染主要来自菜地

有研究^[6]表明,广州北部山区的主要河流流溪河总氮来源主要是农村及农业,与人口密度有关。北部山区人口密度小,对流溪河水水质影响不大,对水质影响大的是菜场和果场,可让河水总氮质量浓度达 $2.4\text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 。从菜地渗出水总氮质量浓度 $11.46\text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 到菜场下游的河水总氮质量浓度 $2.4\text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$

(菜地个别渗出水总氮质量浓度可达 $17.5 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$), 可理解为菜地刚渗出水的高氮经过与其他水混合后稀释的结果。关键是菜地渗出水占其他水的比例, 以及其他水的总氮含量。而这些其他水中包含有油茶林(生态林)、混合林、经济林(包含果园)、水田等。除油茶林(生态林)外, 其他各类型的利用方式造成的土壤渗出水总氮含量都不低, 一般在 III~IV 类水水平。在这基础上, 菜地的高氮渗出水加入, 严重地增加了水质的污染程度。在广州北部山区限制或清退规模化的集约管理菜场, 是减少污染、提高水质的重要途径。

3.2 根据自然条件建立新的土地利用模式

建立可行的土地利用模式的一个基本原则是保障农民的经济收益与提高生态水平要合理平衡。

广州北部山区是南海暖湿气流北上的第一道大屏障, 雨水多^[7], 加上坡度大的花岗岩山体, 土壤层一般都浅薄, 能容纳的水和养分本来就少, 加上雨水多, 形成的土壤特点就是: 出优质水容易, 出污染水也容易。砂糖桔园和水田的渗出水总氮含量都接近 IV 类水, 就算有其他优质水稀释, 也会使河水停留在 III 类水水平。但砂糖桔是山区农民的主要经济来源, 水田是农民生存的基础, 能让农民利益和生态质量平衡的切入点恐怕就是油茶林了^[8]。只要能让油茶林产值达 $7500 \text{ 元} \cdot \text{hm}^{-2}$, 其经济效能就会优于种砂糖桔。油茶林免去了大量的肥料和农药, 是油茶林渗出水低氮的原因, 值得试行后推广。

3.3 $\text{NH}_4^+ - \text{N}$ 和 $\text{NO}_3^- - \text{N}$ 变化规律引发的思考

油茶林和砂糖桔园土壤渗出水无铵态氮 ($\text{NH}_4^+ - \text{N}$) 检出提示我们, 山区土地利用尽量不要动土。这可减少泥沙携带养分流失^[9], 即免耕法是适合广州北部山区的土地利用方式的, 有利于减少铵态氮 ($\text{NH}_4^+ - \text{N}$) 的流失。结合滴灌技术, 会否更有利于氮素的保存利用呢? 之所以提出这个思路, 是因为本研究对象中“旱”方式利用的土壤渗出水中硝态氮 ($\text{NO}_3^- - \text{N}$) 含量占总氮量都在 75% 以上, 大多在 85% 以上。通过长期适度的滴灌, 能否降低硝态氮 ($\text{NO}_3^- - \text{N}$) 的流失, 或能否通过控制土壤含水

量达到控制硝化作用^[10], 值得研究。有研究^[11]表明, 流溪河水库流域总氮以溶解态迁移为主。我们的思路是应从技术和方法上尽量减少铵态氮 ($\text{NH}_4^+ - \text{N}$) 和硝态氮 ($\text{NO}_3^- - \text{N}$) 的产生, 断总氮迁移之源。这将是减少广州北部山区面源污染的有效途径。

4 结论

1) 广州北部山区土地利用方式应控制或清退规模集约化菜场。

2) 广州北部山区可实行油茶种植生产方式。这可能是平衡农民收益与环境保护的一种有效方式。

3) 山区土地利用不宜大量翻动土壤, 以减少铵态氮 ($\text{NH}_4^+ - \text{N}$) 在土壤渗出水中的出现从而减少铵态氮 ($\text{NH}_4^+ - \text{N}$) 的流失。

参考文献:

- [1] 余甫功. “推动广州新型城市化发展——转型升级与制度创新”研讨会综述[J]. 南方经济, 2012(6): 94-97.
- [2] 李振, 周春山, 张静静. 广州城市发展与规划[J]. 规划师, 2004, 20(7): 71-73.
- [3] 陈光荣, 张志, 雷泽湘, 等. 广州流溪河水质状况及水体修复技术探讨[J]. 环境科学与管理, 2010, 35(5): 94-97.
- [4] 肖乡, 胡丹心. 流溪河从化段水质现状及污染趋势分析[J]. 广州化工, 2011, 39(6): 127-146.
- [5] 肖宝英, 陈高, 代力民. 生态土地分类研究进展[J]. 应用生态学报, 2002, 13(11): 1499-1502.
- [6] 张贻科. 流溪河从化段水质变化规律研究[J]. 生态环境学报, 2012, 21(11): 1902-1904.
- [7] 邱军, 李江南, 梁毅进, 等. 广东省持续性暴雨的气候特征[J]. 热带地理, 2008, 28(5): 405-409.
- [8] 何志祥, 孙颖, 李建安. 油茶林分生态效益的计量分析[J]. 经济林研究, 2012, 30(2): 118-120.
- [9] 张展羽, 左长青, 刘玉含, 等. 水土保持综合措施对红壤坡地养分流失作用过程研究[J]. 农业工程学报, 2008, 24(11): 41-45.
- [10] 王晓琳, 程东娟, 刘颖. 设施条件下膜孔管土壤水氮运移分布特性研究[J]. 灌溉排水学报, 2012, 31(2): 101-103.
- [11] 温海广, 周劲风, 李明, 等. 流溪河水库流域非点源溶解态氮磷污染负荷估算[J]. 环境科学研究, 2011, 24(4): 387-393.