

学校编码: 10384

分类号\_\_\_\_\_密级\_\_\_\_\_

学 号: 200434062

UDC \_\_\_\_\_

厦 门 大 学

硕 士 学 位 论 文

福建东南地区农业流域反硝化定量研究

Study on soil denitrification in an agricultural  
catchment in southeasten area of Fujian province

徐 玉 裕

指导教师姓名: 曹文志 副教授

专业名称: 环 境 科 学

论文提交日期: 2007 年 5 月

论文答辩时间: 2007 年 6 月

学位授予日期: 2007 年 月

答辩委员会主席: 朱鹤健 教授

评 阅 人: 张玉珍 高级工程师

陈志彪 副教授

2007 年 6 月

厦门大学博硕士学位论文摘要库

厦门大学博硕士学位论文摘要库

厦门大学博硕士学位论文摘要库

# 厦门大学学位论文原创性声明

兹提交的学位论文，是本人在导师指导下独立完成的研究成果。本人在论文写作中参考的其他个人或集体的研究成果，均在文中以明确方式标明。本人依法享有和承担由此论文产生的权利和责任。

声明人（签名）：

年 月 日

厦门大学博硕士学位论文摘要库



厦门大学博硕士学位论文摘要库



## 摘 要

反硝化是一个重要的生物化学过程，是氮生物地球化学循环的重要环节。在维持流域、乃至全球氮素平衡方面发挥着重要作用。土壤反硝化的中间产物之一的  $\text{N}_2\text{O}$  气体，是一种温室气体，对大气臭氧层具有较大的破坏作用。另外，反硝化还影响其他重要的生物地球化学过程。因此，反硝化研究具有重要的现实意义。

随着经济的高速发展、自然资源的不断消耗和生态环境的不断恶化，全球环境问题日益突出，温室效应已十分明显。作为温室气体之一的  $\text{N}_2\text{O}$  对全球气候变化有着重要的影响。目前，有关  $\text{N}_2\text{O}$  的研究已成为温室效应与全球气候变化研究的焦点之一。流域作为特殊的一个生态系统，对全球氮素循环研究具有十分重要的研究意义。

本研究结合多学科知识，在 GIS 的支持下，综合运用现场野外测定、室内分析、现场调查等研究方法，利用乙炔抑制原位培养的方法对五川流域土壤反硝化的特征进行了定量化研究，分析了影响反硝化的主要环境因子，估算了整个流域土壤反硝化强度和负荷。分析流域土壤氮素土壤反硝化机制和影响因素。取得了以下几点成果：

(1) 流域土壤反硝化的定量化测定以及其影响环境因子分析。不同土地利用方式下年平均土壤反硝化强度顺序分别是：蔬菜地  $0.22 \text{ kg N}/(\text{hm}^2 \cdot \text{d}) >$  竹林地  $0.21 \text{ kg N}/(\text{hm}^2 \cdot \text{d}) >$  香蕉  $0.19 \text{ kg N}/(\text{hm}^2 \cdot \text{d}) >$  休耕地(水稻田)  $0.12 \text{ kg N}/(\text{hm}^2 \cdot \text{d}) >$  甘蔗地  $0.08 \text{ kg N}/(\text{hm}^2 \cdot \text{d}) >$  撂荒地  $0.06 \text{ kg N}/(\text{hm}^2 \cdot \text{d}) >$  坡林地  $0.01 \text{ kg N}/(\text{hm}^2 \cdot \text{d})$ 。

通过现场反硝化测定与土壤理化性质分析发现，随着不同土地利用方式下土壤  $\text{NO}_3^-$  含量、含水量、pH 不同以及农业活动的差别，土壤反硝化强度存在较大差异，同时气温的变化也影响土壤反硝化，是最主要的影响因子。

(2) 估算了流域土壤反硝化负荷。通过 DNDC 模型和 GIS 技术，估算出了流域的土壤反硝化负荷。

流域年反硝化总量为  $3000.0 \text{ kg N}/\text{a}$ ，全流域面积加权的反硝化量的平均负荷为  $34.7 \text{ kg N}/(\text{hm}^2 \cdot \text{a})$ ，农业用地反硝化负荷为  $57.7 \text{ kg N}/(\text{hm}^2 \cdot \text{a})$ ，农业土壤反硝化占流域总量的 95.7%，流域土壤反硝化损失量占施肥量的 7%。

与国内其他地区相比，五川流域土壤反硝化氮的损失处于较高水平，土壤反硝化速率在  $0.01\sim 0.73 \text{ kg N}/(\text{hm}^2 \cdot \text{d})$  之间。该数值与国外文献中数据相比并不高。其中，蔬菜和香蕉地土壤反硝化速率年平均为  $0.2 \text{ kg N}/(\text{hm}^2 \cdot \text{d})$ ，反硝化损失量占施肥量的 13.6%，在国外的文献报道数据中处于中等水平。

(3) 分析了流域土壤氮素流失的原因与机制，提出相关建议。针对流域特点和反硝化特征，提出在流域农业用地中合理的施用化肥，减少春夏季节氮肥的施用量，提高农作物对营养元素的利用效率，减少土壤氮肥的损失。

**关键词：** 反硝化；影响因子；五川流域；DNDC 模型

## Abstract

The nitrogen element is one of nutritive elements, also is the element that the primary producer grows needs. As one of important nutritive elements in the ecosystem, the nitrogen element is affecting crops' growth, also affecting the water body's quality.

Denitrification is an important biochemistry process, is one of the important links in nitrogen biogeochemistry circulation. Denitrification plays a vital role in keeping Nitrogen equilibrium in catchment even the whole world. One of intermediary products of soil denitrification- $N_2O$ , is one kind of greenhouse gas, has destructive effect to the atmospheric ozone layer. Moreover, denitrification also affects other important biogeochemistry processes. Therefore, denitrification research has the important practical significance.

Along with economy development, natural resource consumption and ecological environment worsening, global environment questions prominent day by day, the greenhouse effect has been extremely obvious. As greenhouse gases,  $N_2O$  has the important influence to the world climatic change. At present, the research related  $N_2O$  has become one of the focal points. As one of the special ecosystems, the catchment has the extremely important research significance to the world nitrogen cycle research.

Field measurement, mechanism model and GIS technique were linked to estimate denitrification flux, the acetylene inhibition—intact soil core technique were used to measure the denitrification rate from the top-soil in Wu Chuan catchment. The work provides a sound understanding of soil denitrification in Wu Chuan catchment, and the managements aspects were suggested. Major conclusions in this study are as following:

First, measured the soil denitrification of catchment and its environmental factors analysis. The denitrification rate in the Wu Chuan catchment were: Vegetables( $0.22 \text{ kg N}/(\text{hm}^2 \cdot \text{d})$ )> Bamboo( $0.21 \text{ kg N}/(\text{hm}^2 \cdot \text{d})$ )> Banana( $0.19 \text{ kg N}/(\text{hm}^2 \cdot \text{d})$ )> Fallow( $0.12 \text{ kg N}/(\text{hm}^2 \cdot \text{d})$ )> Sugar cane( $0.08 \text{ kg N}/(\text{hm}^2 \cdot \text{d})$ )> uncultivated( $0.06 \text{ kg N}/(\text{hm}^2 \cdot \text{d})$ )> Slope( $0.01 \text{ kg N}/(\text{hm}^2 \cdot \text{d})$ ).

The flux of denitrification was mostly related with fertilization, soil moisture, air temperature and pH. Air temperature was top-dressed affected denitrification

significantly.

Second, find out the denitrification flux of top-soil in Wu Chuan catchment. This study used DNDC and GIS technique to model the denitrification flux of the catchment, was about 3000.0 kg N /a. Denitrification flux from agricultural field was 57.7 kg N /( $\text{hm}^2 \cdot \text{a}$ ), the proportion represent about 95.7% in the catchment scale. The gaseous N loss rate through denitrification represent about 7% of the fertilizer applied in the catchment scale.

Also, the denitrification flux of the top-soil in Wu Chuan catchment was much higher than that in other places of China where were measured, and the denitrification rate of soils in southern was higher than that in northern. But the data was in medium level in abroad literature, the soil denitrification rate from Vegetables and Banana field was 0.2 kg N /( $\text{hm}^2 \cdot \text{d}$ ), represent about 13.6% of the fertilizer applied.

Third, according to the results from the measurement of the denitrification rate and the present situation of agricultural production in the Wu Chuan catchment, many suggests were put forward. Balanceable and reasonable fertilizing and reducing fertilizer in spring and summer were the key measures to reduce the soil denitrification in the Wu Chuan catchment. To control the denitrification in the catchment scale, not only changed agricultural management, but also controlled by the government.

**Key Words:** denitrification; influence factors; Wu Chuan catchment; DNDC model

# 目 录

图 表 索 引 .....	v
<b>第一章 绪论 .....</b>	<b>1</b>
1.1 选题背景 .....	1
1.2 选题意义 .....	2
1.3 国内外研究进展 .....	3
1.3.1 土壤反硝化机理与影响因子 .....	4
1.3.2 土壤反硝化的测定方法 .....	14
1.3.3 土壤反硝化的环境效应 .....	19
1.3.4 土壤反硝化模型建立与模拟 .....	20
1.3.5 本论文选题意义 .....	21
1.4 论文研究内容与技术路线 .....	22
1.4.1 研究目标与内容 .....	22
1.4.2 技术路线 .....	23
<b>第二章 五川流域概况 .....</b>	<b>24</b>
2.1 自然概况 .....	24
2.1.1 地理位置与地质地貌 .....	24
2.1.2 水文气象条件 .....	25
2.1.3 土壤和植被条件 .....	25
2.2 社会经济概况 .....	26
2.2.1 社会经济概况 .....	26
2.2.2 土地利用概况与农业种植状况 .....	27
<b>第三章 流域现场土壤反硝化测定与研究 .....</b>	<b>29</b>
3.1 现场实验设施 .....	29
3.2 土壤反硝化的现场培养 .....	30
3.2.1 实验样地 .....	30
3.2.2 实验步骤 .....	31
3.2.3 气相色谱仪检测 .....	32
3.3 反硝化测定计算公式 .....	33
3.4 反硝化测定结果与分析 .....	33
3.4.1 反硝化测定结果 .....	33
3.4.2 土壤反硝化量分析 .....	35
<b>第四章 土壤反硝化作用的影响因子 .....</b>	<b>37</b>
4.1 土壤理化性质测定方法 .....	37
4.2 温度与土壤反硝化 .....	37
4.3 含水量与土壤反硝化 .....	41
4.4 NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> 与土壤反硝化 .....	46
4.5 有机质与土壤反硝化 .....	50
4.6 pH 与土壤反硝化 .....	50

4.7 农业活动 .....	53
4.8 小结 .....	53
<b>第五章 反硝化模拟与土壤反硝化氮素流失控制措施 .....</b>	<b>57</b>
5.1 DNDC 模型与反硝化模拟 .....	57
5.1.1 DNDC 模型介绍 .....	57
5.1.2 流域土壤反硝化模拟 .....	57
5.2 流域土壤氮素流失控制措施与建议 .....	67
5.3 小结 .....	68
<b>第六章 结论与建议 .....</b>	<b>69</b>
6.1 研究成果及结论 .....	69
6.2 创新点 .....	69
6.3 不足之处 .....	70
6.4 研究展望 .....	70
参考文献 .....	71
致谢 .....	77

## 图 表 索 引

图 1-1 NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> 浓度与土壤反硝化的线性关系 .....	8
图 1-2 五川流域土壤反硝化强度研究技术路线 .....	23
图 2-1 五川流域在福建省的位置 .....	24
图 2-2 五川流域平面图 .....	25
图 2-3 五川流域土地利用 .....	28
图 3-1 反硝化培养罐及 PVC 管 .....	30
图 3-2 五川流域现场反硝化培养实验 .....	32
图 3-3 五川流域土壤反硝化强度月变化趋势 .....	36
图 3-4 五川流域不同位置土壤反硝化强度 .....	36
图 4-1 五川流域不同土地利用方式下含水量 .....	41
图 4-2 含水量与土壤反硝化线性相关分析 .....	45
图 4-3 五川流域不同土地利用方式下 NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> 含量 .....	46
图 4-4 五川流域香蕉地 NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> 含量比较 .....	47
图 4-5 五川流域主要土地利用方式下 NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> 变化趋势 .....	48
图 4-6 五川流域不同土地利用方式下土壤 pH .....	51
图 5-1 模型模拟值与实测值 1:1 连线 .....	59
图 5-2 不同土地利用方式下模拟值与实测值比较 .....	60
表 1-1 土壤反硝化在不同土壤中同含水量相关性的阈值 .....	5
表 1-2 不同土壤含水量下的土壤反硝化强度 .....	6
表 1-3 不同 NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> 浓度下土壤反硝化强度 .....	7
表 1-4 不同 pH 对土壤反硝化的强度影响比较 .....	9
表 1-5 不同温度下土壤反硝化强度 .....	11
表 1-6 不同植被下土壤反硝化强度 .....	12
表 1-7 不同土壤类型下土壤反硝化强度 .....	13
表 2-1 灰沙泥田理化性状表 .....	26
表 2-2 试验流域资料 .....	28
表 3-1 实验地块设计 .....	31
表 3-2 采样安排 .....	32
表 3-3 五川流域反硝化现场测定结果 (kg N/(hm <sup>2</sup> ·d)) .....	34

表 4-1 五川流域不同地块反硝化测定结果 .....	39
表 4-2 五川流域土壤含水量(%) .....	43
表 4-3 五川流域土壤 NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> 浓度(mg/kg) .....	49
表 4-4 五川流域不同土地利用土壤 pH 变化 .....	52
表 4-5 五川流域不同土地利用方式下有机肥占施肥量比例 .....	53
表 4-6 农业活动调查表 .....	55
表 5-1 五川流域土壤理化性质 .....	58
表 5-2 DNDC 模拟的土壤反硝化强度 (kg N/(hm <sup>2</sup> ·d)).....	61
表 5-3 五川流域不同土地利用方式下各季节土壤反硝化强度量 .....	63
表 5-4 利用模型估算五川流域土壤反硝化负荷 .....	64
表 5-5 国内各地区土壤反硝化强度对比 .....	65
表 5-6 国外反硝化作用强度比较 .....	66



Degree papers are in the "[Xiamen University Electronic Theses and Dissertations Database](#)". Full texts are available in the following ways:

1. If your library is a CALIS member libraries, please log on <http://etd.calis.edu.cn/> and submit requests online, or consult the interlibrary loan department in your library.
2. For users of non-CALIS member libraries, please mail to [etd@xmu.edu.cn](mailto:etd@xmu.edu.cn) for delivery details.

厦门大学博硕士论文摘要库