

# 水稻田土壤中的硝化作用和 硝化微生物的研究

## I. 水稻田土壤中的硝化作用

陈华癸 周 啓  
(华中农学院)

自从上世紀末叶, C. H. 維諾格拉斯基最先发现硝化細菌以后, 由于获得純培养的困难以及研究方法的不完善, 硝化細菌的生理学及其生物化学过程的研究进展不大。直到目前对于硝化細菌的生活規律和硝化作用的本质还不十分清楚。但是对于硝化細菌的下列属性却已做了肯定的結論<sup>[1-3]</sup>, 即:

- (1) 硝化細菌是无机营养型的, 不需要有机养料, 能还原  $\text{CO}_2$  为有机碳化合物;
- (2) 硝化細菌氧化  $\text{NH}_4^+$  为  $\text{NO}_2^-$ ,  $\text{NO}_2^-$  为  $\text{NO}_3^-$ , 并从中获得能源;
- (3) 硝化細菌是高度好气性的, 通气条件愈强, 硝化作用愈旺盛, 在缺氧条件下, 硝化作用不能进行。

根据上述硝化細菌的属性, 在研究水稻田土壤时, 由于蓄水种水稻期間, 土壤中的  $\text{rH}_2$  值是在 10—25 之間。同时, 从农化分析的結果, 又发现在此期間或冬季蓄水的冬水田中只有氨态氮的存在, 而没有硝态氮, 或仅仅含有极其微量的硝态氮。但当冬季排水种旱作时, 則硝态氮的含量就有增加的这些現象, 陈华癸<sup>[4,5]</sup> 就认为水稻田只有在排水的情况下才进行有硝化作用, 而在蓄水种水稻时期, 硝化微生物不能活动, 基本上可以认为没有硝化作用。

同样, 在日本学者三井进午<sup>[6]</sup> 的比較細致的土壤学和农业化学的分析中, 认为水稻土的耕作层可以分为氧化层和还原层两层; 而氧化层的厚度只为 0—1 厘米, 其中有硝化作用进行, 但在 1 厘米以下的还原层, 則没有硝化作用。

此外, 在苏联学者 Б. А. 涅烏納罗夫 (Неунылов)<sup>[7]</sup> 的更細致的研究中, 认为除了水田表面一薄层的土壤中有硝化作用外, 氧化势较高的水稻根表也有硝化作用的进行。但在距离表层 0—3 毫米以下的土壤及距根表 5 毫米以外的土壤中就没有硝化作用。

以上的研究者在水稻土硝化作用的闡述中虽然有些差别, 但是对于硝化作用的条件, 和对于硝化細菌在水稻田中活动的看法基本上是一致的, 大家都认为只是在具有通气条件的土层内 (表面 1 厘米以内及根表土壤中) 才有硝化作用, 而絕大部分的耕层土壤中是没有硝化作用的。

但是, 我们在分析水稻田与旱地土壤的微生物区系的过程中, 却获得了与上述結論完全相反的結果, 发现在冬季蓄水的冬水田土壤中, 不仅有硝化微生物的存在, 同时它的数

量远远大于旱地土壤。因此,在我們的面前就产生了一个問題:硝化微生物究竟能不能在缺氧条件下生活?在缺氧条件下是不是能够进行硝化作用?这亦就促进了我們关于这个問題的进一步探索,下面就是我們三年多来初步研究的結果。

## 一、实验部分

实验归纳为五部分:即(1)水稻田土壤与旱地土壤中硝化微生物数量的测定,(2)在蓄水状态下不同层次的水稻田土壤中硝化微生物数量的测定,(3)栽种水稻与不栽种水稻的土壤中硝化微生物动态的测定,(4)水稻田硝化培养体在不同通气条件下的培养试验,和(5)水稻田硝化微生物的伴生菌。

### 1. 水稻田土壤与旱地土壤中硝化微生物数量的测定

实验方法:1958年1月到4月我们从武昌狮子山华中农学院农场的冬水田及小麦试验地上采取土样,分别进行硝化微生物数量的测定。继续又在1959年5月到7月在农化教研组的水稻试验地和棉花试验地上分别取样,采用波爽氏硝化培养基,用稀释法进行硝化微生物的测数。

现将一部分实验结果列表(表1)如下:

表1 水田土壤与旱地土壤中硝化微生物的数量(单位:千/每克干土)

分析号*	水田	旱地
1958-1-1	11.32	0.03
1958-3-24	13.46	0.09
1958-4-1	22.22	0.96
1959-5-26	40.35	1.85
1959-6-26	23.08	0.69
1959-7-11	33.98	0.94

\* 1958-1-1, 3-24, 4-1, 分析的水田为冬季蓄水的冬水田,旱地为小麦试验地。

1959-5-26, 6-26, 7-11, 分析的水田为蓄水种水稻的时期,旱地为棉花试验地。

从表1结果中可以看出,不仅在蓄水种水稻的土壤中含有硝化微生物,同样在冬季蓄水的冬水田中也含有硝化微生物;而且,不论在冬季蓄水的冬水田或蓄水种水稻的土壤中,其中所含有硝化微生物的数量远比旱地土壤要高,相差可达23倍到377倍之多。

### 2. 在蓄水状态下不同层次的水稻田土壤中硝化微生物数量的测定

实验方法:1960年5—6月在武昌狮子山华中农学院水稻试验田(蓄有6厘米水层)中挖成30厘米左右的土壤剖面,然后,按0—1厘米,1—15厘米,15—25厘米的土层及全耕作层采取土样,并分蓄水田(栽水稻前)、水稻反青期、水稻分蘖盛期三次进行硝化微生物的测数,测数培养基和方法与上述相同。实验结果列表(表2)如下:

表2 在蓄水状态下不同层次的水稻田土壤中硝化微生物的数量(单位:千/每克干土)

硝化微生物数量 土壤层次(厘米)	测定时期		
	蓄水田(未栽水稻)	中稻反青期	中稻分蘖盛期
0—1	112.0	75.8	98.7
1—15	69.6	86.5	109.0
15—25	19.5	61.6	103.5
全耕作层	90.5	73.6	—

从表 2 中可以看出,在蓄水条件下,不管是栽有水稻或没有栽水稻,不仅在 0—1 厘米的土层中有硝化微生物,在 1—15 厘米,甚至 15—25 厘米的土层中同样也都有很多硝化微生物。

### 3. 栽种水稻与不栽种水稻的土壤中硝化微生物动态的测定

实验方法: 1961 年 5 月到 7 月我们在武昌狮子山华中农学院农场的中稻试验田(前作油菜)上划成二个小区,一个小区栽中稻,一个小区休闲,并按中稻的生长阶段,同时测定二个小区中的硝化微生物数量。测定方法与前同。实验结果如图 1。

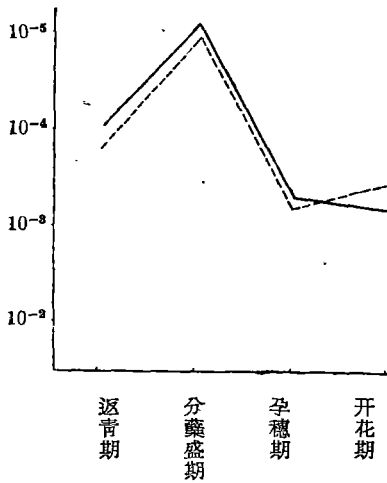


图 1 栽种水稻与不栽种水稻的土壤中硝化细菌的动态  
—— 栽种水稻的小区  
--- 不栽种水稻的小区

从图 1 中可以看出,在栽种水稻与不栽种水稻的小区中,硝化微生物消长的趋势基本上是一致的,这也就说明,水稻田土壤中硝化微生物的存在,并不决定于水稻根部供应氧气的缘故。

所以,从以上三个实验材料中可以说明硝化微生物在缺氧条件下是可以生活的。为了更进一步证实这一点,并查明硝化微生物能不能在缺氧条件下进行硝化作用,我们又布置了下面的实验。

4. 水稻田土壤的硝化培养体在不同通气条件下的培养试验

(1) 接种后的培养基表面加入灭菌液状石蜡,

阻止通气条件,以观察硝化培养体的活动。

实验方法: 从水稻田土壤中获得硝化培养体接种在装有 5 毫升及 15 毫升硝化培养基(成分与测数的相同)的试管中,然后将实验分成二组:

第一组 在接种后的培养基上,立即加入灭菌的液状石蜡。石蜡高度为 2.5—3.0 厘米,下分四个处理,即 1) 5 毫升培养基加石蜡的, 2) 对照(5 毫升培养基,不接种)加石蜡的, 3) 15 毫升培养基加石蜡的,和 4) 对照(15 毫升培养基,不接种)加石蜡的。这一组作为嫌气性培养。

第二组 在接种后的培养基上,不加液状石蜡,下分与第一组相同的四个处理,作为好气性培养。

每组处理用二个重复。

在 30°C 左右的温度中培养,5 天后用 Griess 试剂检验 NO<sub>2</sub><sup>-</sup> 反应,结果如表 3。

表 3 水稻田硝化培养体在不同通气条件下的硝化作用

实验次数	加灭菌液状石蜡				不加灭菌液状石蜡			
	5 毫升培养基		15 毫升培养基		5 毫升培养基		15 毫升培养基	
	接种	对照	接种	对照	接种	对照	接种	对照
第一次	++	--	++	--	++	--	++	--
第二次	++	--	++	--	++	--	++	--

从表 3 可以看出, 不論是 5 毫升或 15 毫升的培养管, 和加石腊的或不加石腊的培养管, 凡是接有硝化培养体的都有  $\text{NO}_2^-$  反应, 亦就是说有硝化作用的进行。

(2) 接种后的培养基放入在密闭的器皿中, 并用焦性没食子酸鈉吸收氧气, 創造缺氧条件, 以观察硝化培养体的活动。

实验方法: 将硝化培养体接种在装有 5 毫升硝化培养基的試管中, 并将实验分成下列三組:

第一組 将接种后的培养管放入在标本瓶中, 同时放入对照(不接种的硝化培养基)、美兰指示剂及盛有焦性没食子酸鈉溶液的試管, 然后将标本瓶瓶盖用凡士林及石腊封閉, 直至美兰指示剂保持无色时, 送至  $30^\circ\text{C}$  左右的温度中培养。

第二組 将接种后的培养管, 立即加入灭菌的液状石腊, 进行培养。

第三組 接种后的培养管, 不放在密闭器皿中, 亦不加入液状石腊, 直接在  $30^\circ\text{C}$  温度中作好气性培养。

培养 10 天后, 用 Griess 試剂檢驗上述各培养管的  $\text{NO}_2^-$  反应, 結果如表 4。

表 4 水稻田硝化培养体在不同通氣条件下的硝化反应

实验次数	用焦性没食子酸鈉吸收氧气的嫌气培养		加灭菌液状石腊的嫌气培养		好气培养	
	接种	对照	接种	对照	接种	对照
第一次	++	--	++	--	++	--
第二次	++	--	++	--	++	--

从表 4 可以看出, 硝化培养体在用焦性没食子酸鈉吸收氧气的缺氧条件下进行培养时, 仍有強盛的硝化作用。

(3) 从水稻田土壤中获得的硝化培养体, 在嫌气(加液状石腊)和好气(不加液状石腊)条件下进行連續移植培养, 以观察硝化培养体的活动。

实验方法: 将 1959-5-26 水稻土接种稀释为  $10^{-3}$  的培养体(用 Griess 試剂檢驗証明有  $\text{NO}_2^-$  反应), 移植至装有 5 毫升及 15 毫升的硝化培养基中, 然后分成嫌气培养和好气培养的两大組。在  $30^\circ\text{C}$  左右的温度中培养, 五天后检查結果, 并将加灭菌液状石腊的嫌气培养体和不加灭菌液状石腊的好气培养体作为接种材料, 再移植至新的培养基中培养, 实验仍旧分为与上述相同的二个組。以后, 每隔 5 天, 除检查結果外, 都按以上处理进行移植一次(表 5)。

不論在嫌气或好气情况下連續移植 20 次的結果均与表 3 同, 硝化作用始終不变, 而且毫不衰退。

从以上水稻田土壤的硝化培养体在不同通氣条件下培养的三个实验中, 进一步的証明了水稻田的硝化微生物可以在完全缺氧的条件下生活。而且仍然可以进行硝化作用。

##### 5. 水稻田硝化微生物的伴生菌

在进行硝化微生物純培养的过程中, 发现一种极毛杆菌始終紧密地伴随着硝化微生物, 不能将它分开, 因此, 我們就将这种伴生菌的純培养进行了初步的观察。

实验方法: 从硝化培养体中用牛肉汁蛋白胨培养基分离获得伴生菌純培养, 将它再

表 5 水稻田硝化培养体在不同通氣条件下的移植培养結果

移植次数	移植日期	移 植 材 料	培 养 結 果								检查日期
			加灭菌液状石腊				不加灭菌液状石腊				
			5 毫升	对照	15 毫升	对照	5 毫升	对照	15 毫升	对照	
第一次	1959-8-18	不加液状石腊的培养体	++	--	++	--	++	--	++	--	1959-8-23
第二次	1959-8-23	第一次移植加液状石腊的培养体	++	--	++	--	++	--	++	--	1959-8-28
		第一次移植不加液状石腊的培养体	++	--	++	--	++	--	++	--	
第三次	1959-8-28	第二次移植加液状石腊的培养体	++	--	++	--	++	--	++	--	1959-9-2
		第二次移植不加液状石腊的培养体	++	--	++	--	++	--	++	--	
第四次	1959-9-2	第三次移植加液状石腊的培养体	++	--	++	--	++	--	++	--	1959-9-7
		第三次移植不加液状石腊的培养体	++	--	++	--	++	--	++	--	
第五次	1959-9-7	第四次移植加液状石腊的培养体	++	--	++	--	++	--	++	--	1959-9-12
		第四次移植不加液状石腊的培养体	++	--	++	--	++	--	++	--	
第六次	1959-9-12	第五次移植加液状石腊的培养体	++	--	++	--	++	--	++	--	1959-9-17
		第五次移植不加液状石腊的培养体	++	--	++	--	++	--	++	--	
第七次	1959-9-17	第六次移植加液状石腊的培养体	++	--	++	--	++	--	++	--	1959-9-22
		第六次移植不加液状石腊的培养体	++	--	++	--	++	--	++	--	
第八次	1959-9-22	第七次移植加液状石腊的培养体	++	--	++	--	++	--	++	--	1959-9-27
		第七次移植不加液状石腊的培养体	++	--	++	--	++	--	++	--	
第九次	1959-9-27	第八次移植加液状石腊的培养体	++	--	++	--	++	--	++	--	1959-10-2
		第八次移植不加液状石腊的培养体	++	--	++	--	++	--	++	--	
第十次	1959-10-2	第九次移植加液状石腊的培养体	++	--	++	--	++	--	++	--	1959-10-7
		第九次移植不加液状石腊的培养体	++	--	++	--	++	--	++	--	
第十一次	1959-10-7	第十次移植加液状石腊的培养体	++	--	++	--	++	--	++	--	1959-10-12
		第十次移植不加液状石腊的培养体	++	--	++	--	++	--	++	--	
第十二次	1959-10-12	第十一次移植加液状石腊的培养体	++	--	++	--	++	--	++	--	1959-10-17
		第十一次移植不加液状石腊的培养体	++	--	++	--	++	--	++	--	
第十三次	1959-10-17	第十二次移植加液状石腊的培养体	++	--	++	--	++	--	++	--	1959-10-22
		第十二次移植不加液状石腊的培养体	++	--	++	--	++	--	++	--	
第十四次	1959-10-22	第十三次移植加液状石腊的培养体	++	--	++	--	++	--	++	--	1959-10-27
		第十三次移植不加液状石腊的培养体	++	--	++	--	++	--	++	--	
第十五次	1959-10-27	第十四次移植加液状石腊的培养体	++	--	++	--	++	--	++	--	1959-11-1
		第十四次移植不加液状石腊的培养体	++	--	++	--	++	--	++	--	

續表 5

移植次数	移植日期	移植材料	培 养 结 果								检查日期
			加灭菌液状石腊				不加灭菌液状石腊				
			5 毫升	对照	15 毫升	对照	5 毫升	对照	15 毫升	对照	
第十六次	1959-11-1	第十五次移植加液状石腊的培养体	++	--	++	--	++	--	++	--	1959-11-6
		第十五次移植不加液状石腊的培养体	++	--	++	--	++	--	++	--	
第十七次	1959-11-6	第十六次移植加液状石腊的培养体	++	--	++	--	++	--	++	--	1959-11-11
		第十六次移植不加液状石腊的培养体	++	--	++	--	++	--	++	--	
第十八次	1959-11-11	第十七次移植加液状石腊的培养体	++	--	++	--	++	--	++	--	1959-11-16
		第十七次移植不加液状石腊的培养体	++	--	++	--	++	--	++	--	
第十九次	1959-11-16	第十八次移植加液状石腊的培养体	++	--	++	--	++	--	++	--	1959-11-21
		第十八次移植不加液状石腊的培养体	++	--	++	--	++	--	++	--	
第二十次	1959-11-21	第十九次移植加液状石腊的培养体	++	--	++	--	++	--	++	--	1959-11-26
		第十九次移植不加液状石腊的培养体	++	--	++	--	++	--	++	--	

接入硝化培养基及反硝化培养基中,在 28°—30°C 中培养,并按一定时间测定反硝化培养基中硝酸盐的还原作用,并用牛肉汁蛋白胨培养基测定伴生菌数的消长。同时在硝化培养基中测定硝化反应。实验结果如下:

表 6 硝化微生物的伴生菌在反硝化培养基及硝化培养基上的消长与生化反应

	反硝化培养基上的菌数 (个/1 毫升)	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> 反应	
		反硝化培养基	硝化培养基
接种量	838.6	--	--
培养后二天	71,000,000	++	--
培养后四天	1,386,000,000	++	--
培养后六天	1,087,000,000	++	--
培养后八天	18,950,000	++	--
培养后十天	682,000	++	--
培养后十二天	—	++	--
培养后十四天	—	++	--
培养后十六天	—	++	--

从表 6 中可以看出,和硝化微生物紧密伴生的这种极毛杆菌,并不能进行硝化作用,但却具有强烈的硝酸盐还原作用。

## 二、讨论和小结

1. 根据实验结果,证明水稻田土壤,不论是在冬季蓄水的冬水田或蓄水种水稻时期都有硝化微生物的活动,而且其中硝化微生物的数量远比旱地土壤要高,根据我们的试验可相差 23—377 倍之多。此外,在水稻田土壤中,硝化微生物不仅在氧化势较高的氧化层中有活动,而且在还原势较高的还原层中同样也有活动。这些结果与过去认为蓄水的水稻

田土壤中硝化微生物不能活动的結論是相抵触的。

2. 水稻田土壤中的硝化微生物,不仅能在有氧的条件下繁殖和进行硝化作用,而且在缺氧的条件下同样的也能够繁殖和进行硝化作用。这一点与 C. H. 維諾格 拉斯基发现硝化細菌以来,科学家们一直到最近<sup>[2]</sup> 还认为硝化細菌是高度好气性的微生物的見解是相抵触的。

3. 从这次初步研究工作中証明了蓄水的水稻田土壤中,不論在氧化层或还原层,以及根表或距根表 5 毫米以外的土壤中都有硝化微生物的存在,并且亦有硝化作用的进行。但是,根据很多农化分析的資料<sup>[4-7]</sup>,水稻田土壤在蓄水状态下,却没有硝态氮的累积或很少累积,或者只是在氧化层及根表的土壤中具有硝态氮,而在还原层或距根表 5 毫米以外的土壤中就没有硝态氮。这些現象之所以存在,我們认为并不是由于氧化层及根表土壤中具有硝化作用,而在还原层土壤中沒有硝化作用的緣故,主要是由于氧化势較高的氧化层及根表土壤中的反硝化作用強度減弱了,还原势較高的还原层及距根表 5 毫米以外的土壤中反硝化作用強度增強了的結果。

4. 由于蓄水的水稻田土壤中,不論氧化层或还原层都有硝化作用的进行。这样,对于水稻田土壤中氮素养料的轉化、損失和施肥方法,就提出了一項重要的值得研究的問題。

有人认为在蓄水条件下,基本上沒有硝化作用,而只有強盛的反硝化作用。因此,也就认为水稻田不宜施用硝酸盐肥料,而只宜施用硫酸銨。由于硫酸銨在蓄水条件下不能硝化,而使氮素不致于造成严重的損失。或者,正如三井进午所提出的,水稻田在灌水状态下,由于表面少于 1 厘米的氧化层中的硝化作用所产生的硝态氮,不易为土壤所吸收,而借扩散作用或随渗透水向下移动,当移至氧化、还原两层交界处时,硝态氮即由微生物所引起的反硝化作用的活动而使之还原成为气态氮而損失。因此,他就认为,为了避免水稻田土壤中氮素的損失,施用硫酸銨肥料时,必須要進行深施。此外,奥田东,三崎不二夫等<sup>[9,10]</sup>根据同样的原理,认为施用氮肥时,必須要采用全层施肥法,以防止反硝化作用所造成的氮素損失。

但是,根据我們現在研究工作所指出的,在水稻田表层以下的土壤中,仍旧有強烈的硝化作用。因此,与反硝化作用相結合,尽管采用了深施或全层施肥法,依然会导致氮素的大量損失。这与文献中所記載的,水田中施用氮肥如硫酸銨、豆餅及魚粉作为水稻基肥时,其利用率往往較旱地为低,一般只在 40—60% 左右;同时从 W. H. Harrison 和 P. A. S. Aiyer<sup>[8]</sup> 在蓄水的水稻土表层所逸出的气泡的分析中証明,含有的气体主要是甲烷和氮气,而其中氮气約占总量的 10—95%。同样,根据 De 及 Digar<sup>[11]</sup> 用不同有机与无机氮肥施入水田的实验中指出,呈气体状态所散失的氮素,占施入氮总量的 30—40%。此外,在我們的实验中也观察到在蓄水状态下,不仅在 1—15 及 15—25 厘米的土层中有反硝化細菌的活动,同样在 0—1 厘米的土层中亦有大量的反硝化細菌,而且从数量上来看,比 1—25 厘米的土层中要高。根据 Корочкина 及 Елеме<sup>[12]</sup> 的資料,反硝化作用能在比較高的氧化-还原势(相当  $rH_2 = 25$ ) 中进行。Федоров, Kefauver M. & Allison F. E.<sup>[12]</sup> 也証实了这点。由此,很显然,在水稻田中,0—1 厘米的土层中同样也在进行着硝酸盐的还原作用,不过它的作用強度可能比还原层要弱。从这些事实中,都正是說明了水稻田在蓄水状态下,由于強盛的反硝化作用和硝化作用相結合,其結果才会导致氮素遭到这样

大量的损失。

这样,在旱地土壤中是一种有益过程的硝化作用,而在蓄水的水稻田土壤中却成为一种有害过程了。因此,研究如何控制水稻田土壤中的硝化作用和反硝化作用,以防止其中氮素养料的损失和加强氮素的有效利用率是水稻生产技术中的一项重要问题。

值得提出的是我国农民“少量多施”的施肥经验,正是适应水稻田的特殊条件,保证水稻对氮素的合理利用和防止氮素损失的有效途径。

5. 在这项研究工作中,对于硝化微生物生命活动的基本理论上提出了一项必须钻研的问题:即硝化微生物能够在缺氧的条件下进行硝化作用,那末硝化作用氧化  $\text{NH}_4^+$  所需要的受氢体究竟从何而来的呢?它的有机合成的能源又从那儿来的呢?这些问题都是值得深入研究的。

### 参 考 文 献

- [1] Jane Meiklejohn: Some aspects of the physiology of the nitrifying bacteria. *Autotrophic microorganisms* P. 68, 1954.
- [2] Лис, Г.: Биохимия автотрофных бактерий. Москва, 1958.
- [3] E. J. 魯邦: 硝化微生物的生理学和生物化学。土壤译报, 1957, 第2期。
- [4] 陈华癸: 水稻田土壤中占优势的微生物种类。土壤学报, 1957, 5卷1期。
- [5] 陈华癸: 水稻土中植物营养元素的生物学循环。稻作科学论文选集, 167页, 1959。
- [6] 三井进午(日): 水稻无机营养、施肥和土壤改良。上海科学技术出版社, 1959年。
- [7] Неунылов, Б. А.: Окислительно-восстановительные процессы в почвах рисовых полей и методы управления ими с целью повышения урожайности. Сборник научных работ сельскохозяйственных опытно-исследовательских учреждений приморского края. Выпуск I, 1948.
- [8] Harrison, W. H. & Aiyer, P. A. S.: The gases of swamp rice soils. II. Their utilization for the aeration of the roots of the crop. *Mem. Dept. Agric. Ind.* 4:1-18, 1915.
- [9] 奥田东: 肥料与增产。日本农业技术访华团、日本农业农民代表团专题报告——土壤肥料。1958年3月。
- [10] 山崎不二夫: 关于水稻的土壤肥料问题。同上。
- [11] De & Digar: Loss of nitrogen gas from water logged soils. *J. Agri. Sci.*, 44 (part 2), 129-132, 1954.
- [12] Федоров, М. В. и Сергеева, Р. В.: Влияние окислительно-восстановительных условий среды на интенсивность восстановления нитратов денитрифицирующими бактериями. *Микробиология*, т. XXVI, вып. 2, 1957.



# INVESTIGATIONS ON NITRIFICATION AND NITRIFYING ORGANISMS IN RICE-FIELD SOILS

## I. NITRIFICATION IN RICE-FIELD SOILS

CHEN HUA-KUEI AND CHOU CHI

(*Hua-chung College of Agriculture*)

(ABSTRACT)

(1) Experimental results revealed that there were always nitrifying activities in flooded rice-field soils, whether the soils were under rice crops in summer or were kept barren in winter. Quantities of nitrifying organisms found in flooded rice-field soils were much higher than those in dry-land crop soils, the difference being between 23—377 times, according to the data. In the rice-field soils, nitrifying organisms were active not only in the more oxidative "oxidation horizon", but also in the more reductive "reduction horizon". The results were contrary to the "classical" notion that the nitrifying organisms could not live actively in the flooded rice-field soils.

(2) Experimental results revealed that the nitrifying organisms of the rice-field soils could multiply and nitrify not only under oxidative conditions, but also under conditions devoid of oxygen. This point was contrary to the "classical" assertion that nitrifying organism was obligate aerobic organism, ever since Winogradsky first discovered the nitrifying bacteria up to the very recent writings (Lees).

(3) As shown by the data of Chemical analysis obtained from various sources, there were no accumulation of nitrite- or nitrate-N in rice-field soils under flooded condition. It was assumed that this was not due to the absence or extreme weakness of nitrifying organisms under this condition, but was due chiefly to the concurrent activities of nitrification and denitrification. Besides, there was a very active denitrifying organism of the *pseudomonas* kind which was always living as "accompanying" organism with the nitrifying organism.