

农业技术措施对水稻田土壤中微生物生命活动的影响及其丰产意义

I. 烤田对土壤微生物区系变化的影响

陈 華 癸 周 啓

(华中农学院)

烤田是水稻水浆管理技术中的一项重要措施,在生产实践中充分地証实了,根据水稻的生长发育情况和不同的气候土壤条件进行合理的烤田措施是获得水稻丰产的一项重要因素。

烤田对于水稻丰产的意义是多方面的,其中的一个方面是由于烤田改变了土壤的水、气、热状况,改变了土壤微生物的生活条件,加强了微生物的生命活动,促进了某些有益微生物的活动,抑制了某些有害微生物的活动,从而改善了水稻的生活条件。

为了阐明烤田措施的丰产意义,为进一步提高水稻生产技术提供科学根据,我们在过去两年中較系統地研究了:在水稻生长条件下,烤田对于土壤微生物区系变化的影响。研究工作是結合华中农学院和湖北省农业科学研究所的水稻試驗田和生产田进行的。土壤样本的采取以及土壤微生物区系的研究方法是按照周启^[1]的报告中所拟定的方法进行的。

下面彙报研究工作中的一部分結果。

一、烤田对于水稻田土壤中微生物生物量的影响,及好气性和嫌气性微生物数量的变化

烤田引起水稻田土壤性状的急驟变化,尤其是水、气、热状况,从而引起了微生物数量和組成的急驟变化。水分减少,通气条件改善,CO₂减少,氧气增加,氧化还原电位提高,由于这些变化(肯定的,还包含有其他的重要变化),土壤的总生物量有显著的增加,細菌、放綫菌和真菌总数都增加了,而且,好气性和嫌气性微生物的比例也起了显著的改变,好气性細菌数量增加了,嫌气性細菌数量减少了。参考表 1 和表 2。

表 1 烤田对三大类微生物动态的影响 (单位: 千/1 克干土)

措 施	微生物总量	細 菌			放 綫 菌	真 菌
		好 气	嫌 气	好嫌之比		
浅灌不烤田	87,740.7	47,817.3	32,452.0	0.67	3,536.7	3,934.7
浅灌結合烤田	96,395.7	80,785.5	6,291.8	0.08	4,620.7	4,697.7

烤田土壤中微生物总量的增加,以及好气性細菌数量的增加对于土壤中可給性氮素和磷素养料条件的改善是有利的。华中农学院过去的研究結果^[2,3,4,5]指出,水稻田中的一

表 2 烤田过程中耕作层土壤内好氣性細菌和嫌氣性細菌的数量及其比例的变化 (单位:千/1 克干土)

措 施		1959 年			1960 年		
		好气細菌	嫌气細菌	好嫌之比	好气細菌	嫌气細菌	好嫌之比
烤田区	灌 水	61,277.5	12,295.4	0.20	20,359.5	17,978.1	0.88
	烤 田	75,143.6	1,694.4	0.02	25,133.6	4,374.6	0.17
	复 水	50,661.2	6,992.1	0.13	24,649.0	8,289.6	0.34
不烤田区	灌 水	45,302.9	10,623.3	0.23	30,979.2	20,227.2	0.65
	灌 水	40,250.5	10,231.5	0.25	28,914.0	26,498.2	0.99
	灌 水	35,754.2	13,412.5	0.37	21,599.4	23,701.0	1.10

些細菌种类,如 *Bacillus cereus*、*Bac. mycoides* 等,既是水稻田土壤中数量上占优势的种
类,又是分解有机氮和有机磷物质的主要种类,这些細菌种类是兼嫌气性的,但是它們的
生命活动在有氧条件下要比无氧条件下旺盛得多。显然,烤田改善了土壤的通气条件,对
于它們的生命活动,对于有机氮和有机磷的有效化起着有利的作用,能提高水稻田的氮素
和磷素养料条件。

二、烤田对水稻田土壤中氨化細菌和氨态氮含量的影响

水稻田土壤中的氨化細菌,除上述种类外,还有其他种类,包括芽孢杆菌、无芽孢杆菌
和球菌等形态类型,土壤中的氨化作用的强弱是它們的生命活动的总和。由于氨化細菌
有好气性、嫌气性的,而且很多是兼性的,在水稻田蓄水、排水、烤田等情况所引起的不同
氧化还原条件下都能进行。我們的研究工作証明,在水稻田灌水→烤田→复水的过
程中,氨化微生物的总数量有显著增加(图 1),同时土壤中的氨态氮含量也显著增加了
(表 3)。

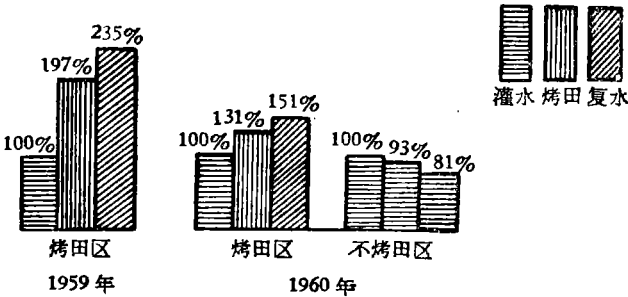


图 1 烤田过程中氨化細菌的动态

表 3 烤田过程中 NH_4^+-N 及 NO_3^--N 的动态

措 施	$\text{NH}_4^+-\text{N}(\text{ppm})$	$\text{NO}_3^--\text{N}(\text{ppm})$
灌 水	15.1	痕 跡
烤 田	18.9	痕 跡
复 水	22.8	痕 跡

三、烤田对水稻田土壤中反硝化細菌和反硝化作用的影响

根据我們的研究結果(表 4),烤田对反硝化細菌数量的影响不很明显,且略有抑制的

表 4 烤田对反硝化細菌动态的影响 (单位: 千/1 克干土)

措 施			菌 数
烤 田 区	灌	水	5,968.2
	烤	田	5,616.6
	复	水	6,185.8
不 烤 田 区	灌	水	6,081.6
	灌	水	7,082.1
	灌	水	6,798.9

傾向。中国科学院武汉微生物研究室的研究結果則指出有增长的傾向。

研究烤田对水稻田土壤中反硝化作用的影响,不能以它們数量变化为主要根据。反硝化細菌都是兼嫌气性的,它在有氧条件和无氧条件下都能旺盛的生长繁育,但是就反硝化細菌所进行的反硝化作用而論,在有氧条件下虽能进行,但进行得較弱,只有在无氧的条件下才能強烈的进行。Корочкина, Elema^[12] 等的研究工作証明反硝化作用旺盛进行的氧化还原条件为 $rH_2 = 25$ 左右, Mortimer^[13,14] 的研究工作証明,当土壤中的 Eh 值下降到 0.35 伏特以下时,硝酸盐和亚硝酸盐就都看不到了。以水稻田在蓄水和烤田条件下氧化还原条件变化的范围^[6,7]来衡量,烤田提高氧化还原电位,对于抑制反硝化作用、减少氮素养料的损失是有利的。

四、烤田对水稻田土壤中硝化細菌的抑制作用和对于减少無机氮損失的作用

我們过去的研究工作,已証明在水稻田土壤中不管是在冬季蓄水的冬水田或蓄水种水稻的时期,不論是氧化势較高的耕层表面,或还原势較高的耕层下部,都有旺盛的硝化細菌在生活着。并且,也証明水稻田中的硝化細菌,在好气或嫌气的条件下都能进行硝化作用^[8]。最近的研究結果指出,烤田对硝化細菌有显著的抑制作用(图 2, 表 5)。但是,微生物分析和化学分析結果却相反,化学分析結果^[6]一般地証明,烤田时土壤中硝态氮含量增加,复水后又减少,为什么有这样相反的結果呢?

我們过去的研究也已証明:不仅水稻田土壤中有大量的反硝化細菌,而且,从水稻田土壤中培养出的亚硝酸細菌,发现它們和一种极毛杆菌有紧密的伴生关系,而这种极毛杆菌同样具有很強烈的反硝化性能^[8]。

因此,从我們的研究工作导出的認識是:水稻田中的硝化細菌在好气、嫌气条件下都能生活,都能进行硝化作用。烤田能抑制硝化細菌的数量发展,而且削弱了硝化作用,相应的削弱了反硝化作用的原料供应,其結果是减少了氮素养料的损失。我們提出的图式是:

蓄水条件

烤田条件

硝化作用

反硝化作用

硝化作用

反硝化作用

进行

强盛

削弱

削弱

}

}

所形成的硝态氮几乎完全损失

硝态氮可累积一些,无机氮损失较少

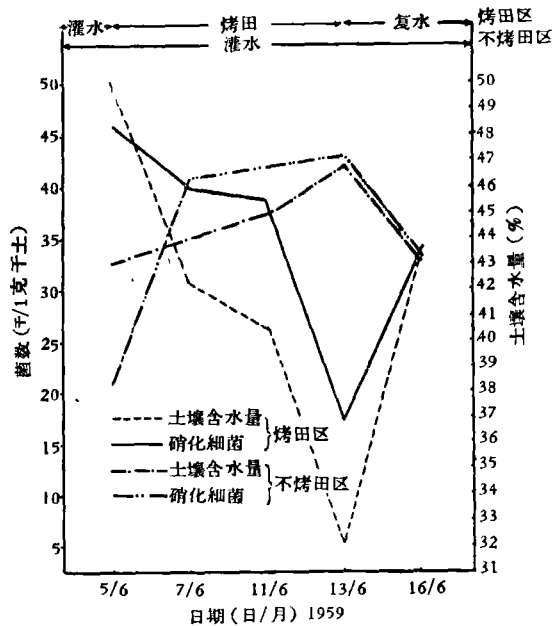


图2 烤田过程中硝化微生物的动态

表5 烤田对硝化微生物动态的影响(1960) (单位: 千/1 克干土)

措 施			菌 数
烤田区	灌	水	14.3
	烤	田	9.1
	复	水	15.9
不烤田区	灌	水	11.8
	灌	水	34.8
	灌	水	57.1

五、烤田能抑制反硫化細菌的生命活动,能减少黑根,有增强水稻根活力的作用

在施用有机肥较多(或不均匀)的水稻田土壤中,在长期蓄水的条件下,可能引起过强的嫌气性微生物活动,其中包括强盛的反硫化作用,而好气性的硫化作用却受到一定的阻碍。其结果是硫化氢在土壤中累积,对水稻根有毒害作用,表现为黑根现象;严重的,根部细胞被破坏,造成烂根现象(亦称为水稻的“热烧”),特别是在連續阴天的季节,水稻的光合作用减弱,因而根排出氧气的作用受到阻碍时,这种“热烧”现象更易发生。农民的生产

經驗指出, 适时烤田能防治“热烧”。中国科学院植物生理研究所的試驗研究也証明烤田能减少黑根現象。湖南省农科所^[9]的調查工作指出, 一丘发生热烧的丰产試驗田, 經排水烤田后, 3—5 天开始发出新根, 稻苗恢复健康。

我們的研究工作, 从微生物学方面証实了上述作用。烤田能提高水稻田土壤的氧化条件, 从而削弱土壤中的反硫化細菌的发展, 并且加强了硫化細菌的发展(图 3、4)。

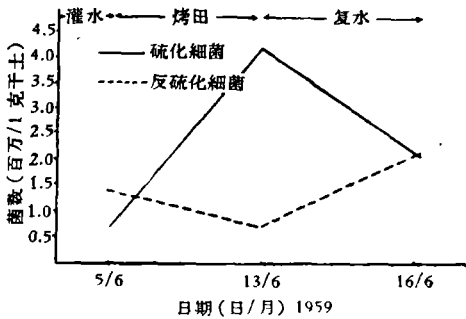


图 3 烤田过程中硫化細菌及反硫化細菌的动态

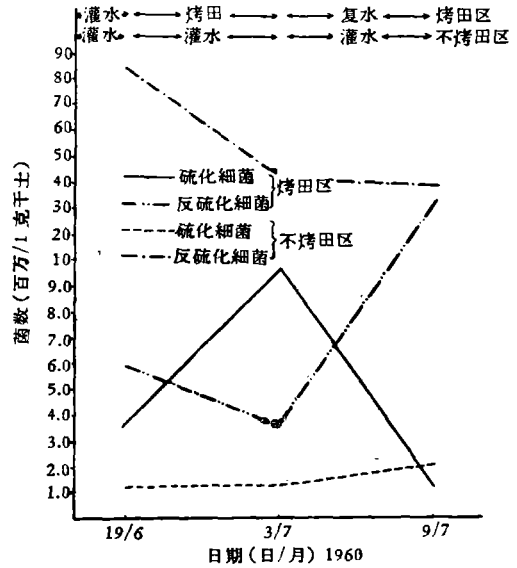


图 4 烤田过程中硫化細菌及反硫化細菌的动态

綜合上述的實驗結果, 我們可以明确的得出这样一个認識: 就是, 通过烤田后, 随着水稻田土壤理化性状的改变, 同时也可以引起微生物活动的改变, 結果对于增强植物的土壤营养和水稻根部的活力以及改变水稻的生理变化具有十分重要的作用。因此, 我国农民的經驗, 根据水稻生长阶段和不同的土壤条件进行合理的烤田措施作为丰产的主要因素, 特别是在水稻分蘖末期的晒田具有十分重要的意义。因为, 根据近年来田间测定 NH_4^+-N 的結果, 水稻生长期間, 土壤中的养分状况具有一定的規律性。在插秧初期, 土壤中速效养分一般含量很高, 随着水稻生长和养分的吸收, 土壤中的养分含量迅速降低, 到水稻拔节以后开始形成幼穗期間, 土壤中氨态氮共同表现了显著缺乏的趋势^[10]。另外, 从水稻本身对营养物质的要求来看, 在拔节期到开花期是水稻吸收氮肥最多的时期, 約占水稻吸收氮素总量的 2/3 以上, 这一时期水稻植株生长最为迅速, 并大量制造与累积营养物质, 以满足水稻幼穗分化、开花結实的需要。此外, 根据日本研究者的研究証明, 在这时期排除田面水层, 使呈干旱状态, 对水稻生长并无任何受害影响^[11]。由此可知, 在分蘖末期到拔节期, 通过烤田, 促进有益微生物活动的加强, 加速有机殘余体及含氮有机化合物的分解, 至复水后, 随着水稻根羣活力的增强和土壤水分的充足, 可以适时地满足水稻从营养生长轉入到生殖生长时所需要的营养物质。显然, 这是奠定水稻丰产的主要因子——穗大、粒多、粒飽的重要基础。

当然, 烤田的丰产作用并不能单纯地归功于土壤微生物作用的变化, 烤田对于水稻

植株生长还有直接的有益作用。首先,由于烤田,土壤含水量降低,通气条件改善,干根湿苗,促进水稻根系发展。其次,由于烤田,地面暂时不淹水,水稻茎靠地面部分的纤维化加强,同时纤维物质的机械强度也加大,提高了水稻抗倒伏的性能。

至于烤田的丰产意义是否还有其他方面的作用也尚需研究。

参 考 文 献

- [1] 周启: 1959. 土壤微生物区系的分析方法. 微生物学通讯, 第1卷第1期。
- [2] 曹燕珍: 水稻田绿肥(苕子)翻耕后水稻生长期土壤耕作层中占优势的有机营养型微生物类群的研究. 华中农学院研究生毕业论文, 1956年。
- [3] 王家玲: 水稻田绿肥(苕子)翻耕后土壤中主要嫌气蛋白质分解细菌以及土壤无机态氮质动态之研究. 华中农学院研究生毕业论文, 1956年。
- [4] 胡正嘉: 水稻苕子翻耕后土壤中强烈分解有机磷的细菌. 华中农学院研究生毕业论文, 1956年。
- [5] 陈华癸: 1959. 水稻田土壤中分解含氮含磷有机物质的主要细菌种类, 土壤的通气条件对它们的影响, 和它们对水稻营养的影响——有关研究工作的论述. 微生物学通讯, 1卷2期。
- [6] 黄东迈、李锡逵: 1955. 水稻生长期土壤氨态氮及亚铁的变化. 土壤学报, 3卷2期。
- [7] 于天仁、李松华: 1957. 水稻土中氧化还原过程的研究(I)影响氧化还原的条件. 土壤学报, 5卷1期。
- [8] 陈华癸、周启: 1961. 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. 土壤学报, 9卷1-2期。
- [9] 湖南农科所: 水稻的灌溉技术. 农业出版社, 1960年。
- [10] 中国科学院土壤研究所: 1960. 施肥对土壤养分状况的影响及其对水稻生长的关系. 华东农业科学通报, 第7期。
- [11] 富井静雄(日): 1959. 水稻的节水栽培法. 四川农业, 第6期。
- [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.
- [13] Mortimer, C. H.: The exchange of dissolved substances between mud and water in lakes. *Jour. Ecol.* **29**, 280—329, 1941.
- [14] Mortimer, C. H.: The exchange of dissolved substances between mud and water in lakes. *Jour. Ecol.* **30**, 147—199, 1942.

EFFECTS OF AGRI-TECHNICS ON THE ACTIVITIES OF MICROORGANISMS IN RICE-FIELD SOILS AND THEIR SIGNIFICANCE ON PRODUCTIVITY

I. EFFECTS OF SOIL "BAKING" ON MICROFLORA

CHEN HUA-KUEI AND CHOU CHI
(*Hua-chung College of Agriculture*)

(ABSTRACT)

(1) Soil "baking" induced sharp changes of the regimes of water, air and warmth of the rice-field soils, and hence also induced sharp changes in amount and composition of microorganisms. Experimental data shew that there were significant increases in total count, bacteria, actinomycetes and fungi. The ratio of aerobic to anaerobic microorganisms also significantly changed, aerobes increased in number while anaerobes decreased. Obviously, these changes were beneficial to the mineralization of organic N and P, raising up the regimes of N and P nutrients.

(2) During the course of flooding-baking-reflooding, quantity of ammonifying organisms increased significantly, the ammoniacal N of the soil increased at the same time.

(3) Soil "baking" induced no definite direction of changes to the denitrifying organisms. But, considering the conditions necessary for denitrification, soil "baking" increased the oxidation potential of the soil, which was detrimental to denitrification but was beneficial to the conservation of N.

(4) The nitrifying organisms of the rice-field soils lived and were able to nitrify actively under both aerobic and anaerobic conditions. Soil "baking" was shown to have the effect of depressing the development of nitrifying organism, hence depressing also nitrification. This effect necessarily resulted in the reduction of materials for denitrification. The final result was the beneficial conservation of N nutrient. The following formula was suggested:

Flooded condition	{	Nitrification	normal	}	loss all nitrite- and nitrate-N
		Denitrification	strong		
"Baking" condition	{	Nitrification	weakened	}	conservation of part of nitrite- and nitrate-N, less loss of mineral-N.
		Denitrification	weakened		

(5) Soil "baking" also depressed the development of the sulfate-reduction organisms, while encouraged the development of the sulfur-oxidation organisms at the same time. This effect resulted in the reduction of "darkened" roots of the rice plants, improving the activities of the root system.