

烤田对土壤速效性氮磷钾的影响^①

曹金留 任立涛 任爱华

(江苏省句容农业学校 句容 212400)

摘 要 烤田能显著提高稻田土壤的氧化还原电位; 烤田期间土壤的速效性磷钾和碱解氮含量都有一个先降后升再略有下降的现象, 但复水后又基本恢复到烤田前的水平; 不同施氮量处理碱解氮含量, 刚开始烤田时差距较大, 烤田复水后明显变小; 烤田能明显提高稻田土壤的硝态氮浓度而显著降低铵态氮的浓度, 但复水后又恢复到原先的水平, 因此, 烤田对稻田土壤速效性氮磷钾、铵态氮和硝态氮的浓度影响是短暂的。

关键词 水稻; 烤田; 速效性氮磷钾; 铵态氮; 硝态氮

烤田也称搁田或晒田, 是水稻总茎蘖数达到预期数时对田块进行落干的一种生产措施, 其目的是控制水稻的总茎蘖数, 是我国各类水稻生产的一个重要环节。由于烤田前后土壤水分状况发生显著变化, 土壤空气的组成和各种理化性质也发生相应的变化^[1~3]。但烤田期间土壤中速效性氮、磷、钾的变化和烤田前后硝态氮和氨态氮的演变则报道较少, 而这些因素对调节水稻生长有重要的作用^[2, 3]。为此, 我们于 1997 年水稻生长季, 进行了烤田对土壤速效性氮磷钾及铵态氮硝态氮变化的试验。

1 材料与方 法

1.1 供试土壤

试验设在江苏省句容农业学校实习农场, 地处江苏南部的宁镇丘陵区。土壤为下蜀黄土母质发育的黄刚土, 其 pH(H₂O) 为 6.3, 有机质 9.87g/kg, 全氮 0.68g/kg。土壤爽水性强, 肥力中等。

1.2 试验方法

试验设 4 个不同氮肥用量的处理, 3 次重复, 12 个面积在 100m² 左右的小区在田间随机分布。氮肥为尿素, 用量分别为 0、100、200、300kg/hm² (以纯 N 计, 下同), 它们分别称为 CK, NS100, NS200 和 NS300。氮肥分三次施用。基肥 60% (1997 年 6 月 21 日), 分蘖肥 20% (1997 年 7 月 6 日), 孕穗肥 20% (1997 年 8 月 13 日)。各处理的磷钾肥用量相同, 基肥一次施入。1997 年 6 月 22 日插秧, 7 月 25 日开始烤田, 8 月 1 日烤田结束上水。

氧化还原电位 (Eh) 的测定, 将铂电极埋在各小区 5cm 深的土层中, 用 TOA 牌氧化还原电位计测定 Eh 值。烤田前后和烤田期间定期从各小区采集土样。土壤含水量、碱解氮, 速效磷和速效钾的测定方法参照文献^[4]。在中国科学院南京土壤研究所开放实验室, 以 1 mol/L 氯化钾以 1:5 水土比浸提土壤, 在 SKALAR 分割流动分析仪上测定土样中的氨态氮和硝态氮。

① 感谢中国科学院南京土壤研究所蔡祖聪研究员对本次试验的支持和关心, 浙江农业大学田光明博士对铵态氮和硝态氮的测定。

2 结果和讨论

2.1 烤田期间氧化还原电位和土壤含水量的变化

烤田的主要目的是逐步减少土壤的含水量和调节土壤的速效养分,以抑制水稻分蘖数的增加。本次试验结果显示(图1),随着烤田时间的延长,土壤含水量逐步减少。如以 $Y(\%)$ 代表所有小区的土壤平均含水量, x 表示田面落干后小时数,两者有如下关系。统计分析表明,两者呈极显著相关($P < 0.01$)。

$$Y = -0.1875x + 62.19 \quad r^2 = 0.9055$$

随着烤田时间的增加和土壤含水量的下降,土壤中空气含量不断增加^[4,3],土壤的氧化还原电位(Eh)也不断提高^[2],本次试验的结果也与此相似(图1)。从图1可以看出,烤田初期土壤的Eh在-150mV左右。烤田期间Eh不断提高,烤田结束时Eh在180mV左右。但烤田结束复水10天后,土壤Eh仍维持在100mV上下。所以,烤田结束上水后氧化原还电位,与烤田期间的相比有所下降,但幅度不是很大,这一点与以前的报道相同^[2],且烤田后土壤的氧化还原电位明显高于烤田以前。根据统计分析,烤田时间与土壤氧化还原电位之间存在如下的关系:

$$Y = -0.0133x^2 + 4.186x - 162.2 \quad r^2 = 0.8997$$

式中 Y 代表各小区的平均氧化还原电位(mV), x 表示田面落干后小时数,经分析两者达到极显著水平($P < 0.01$)。

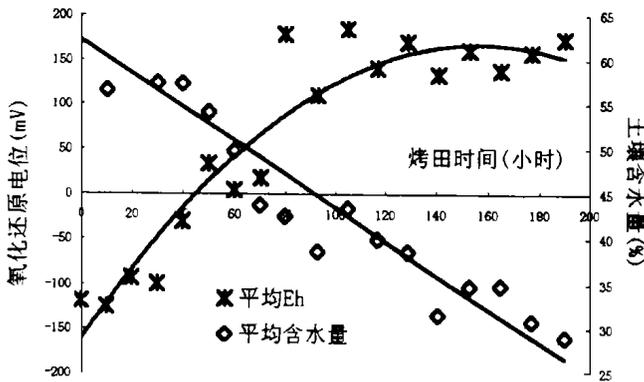


图1 烤田期间土壤含水量和Eh的变化

进一步分析表明,土壤含水量($x(\%)$)与氧化还原电位($Y(\text{mV})$)之间呈显著负相关($P < 0.05$),两者之间有如下的相关方程:

$$Y = -8.661x + 454.3 \quad r^2 = 0.7859$$

因此,烤田期间土壤含水量越低,氧化还原电位越高。田间观察表明,烤田期间即使有极少部分水稻叶子开始干枯,但土壤的Eh值也只有150~200mV,而他人的结果可达500mV左右^[3],其原因尚不清楚。

2.2 烤田期间土壤速效性磷钾的变化

因本次试验中的磷钾肥用量没有变化,故把烤田期间各处理小区的速效性磷钾的平均值绘成图2。图2显示,烤田期间速效性磷钾含量的共同变化趋势是,烤田初期缓慢下降,烤田

中后期又逐步上升, 形成一个峰值, 烤田结束时速效磷有所提高, 而速效钾却略微下降。速效性磷钾这种先降后升的现象可能与土壤水分和氧化还原电位的变化有关, 但具体机理仍有待于进一步研究。表 1 为烤田前后土壤速效性磷钾的含量变化。从表 1 和图 2 可以看出, 烤田期间速效性磷钾的浓度发生一定的波动, 但烤田前后差距不大, 这与他人的结果相似^[3], 说明烤田对稻田土壤速效性磷钾含量的作用只限于烤田期。

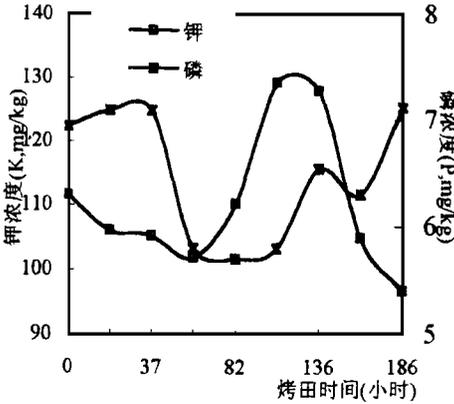


图 2 烤田期间速效性磷钾的变化

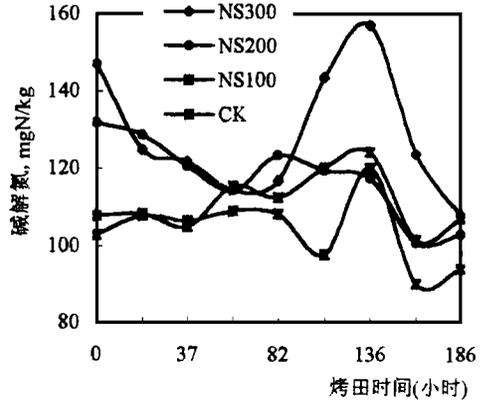


图 3 烤田期间碱解性氮的变化

2.3 烤田期间碱解性氮和铵态氮及硝态氮的变化

图 3 显示, 烤田期间不同施氮量处理的碱解氮含量也呈现先降后升再略有下降的变化规律, 即烤田前期逐步下降, 中后期却上升, 但烤田结束后重新下降, 与速效磷钾的变化相似。表 2 表明, 不同施氮量的处理, 刚开始烤田时, 碱解性氮的含量与施氮量成正比, 但施氮量为 100kg/hm² (NS100) 处理的碱解氮与不施氮肥 (CK) 的相近, 而烤田结束后碱解氮都有一定程度的下降。但复水 10 天后都有不同程度的提高, 即烤田复水后很短时间内土壤碱解氮含量有所恢复。这表明, 生产上通过采取烤田措施使土壤的速效氮含量下降以达到控制水稻分蘖的目的。由于烤田结束后碱解氮得到一定程度的恢复, 烤田对水稻后期的生殖生长没有明显的不利作用^[3]。

表 1 烤田前后土壤中速效性磷钾的变化 (mg/kg)

项目	刚开始烤田	烤田刚结束	复水后 10 天
P	6.94	7.12	6.34
K	112	97	114

表 2 烤田前后土壤中碱解性氮的变化 (mg/kg)

处 理	NS 300	NS 200	NS100	CK
刚开始烤田	147	132	108	102
烤田刚结束	108	103	107	94
复水后 10 天	122	115	110	117

图 3 和表 2 都显示, 氮肥用量越大的处理, 烤田前后碱解氮的变化幅度越大。烤田结束时, 施氮量为 300kg/hm² (NS 300) 和 200kg/hm² (NS200) 处理的碱解氮分别下降了 25 和 17mg/kg, 而不施氮肥的对照 (CK) 和施氮量为 100kg/hm² (NS100) 的处理, 碱解氮甚至略有提高。不同处理的碱解氮含量, 在烤田结束时差距变小。说明烤田有缩小不同施氮量处理间速效氮含量的作用。

烤田前后土壤中铵态氮 (NH₄⁺-N) 和硝态氮 (NO₃-N) 的浓度也发生剧烈变化 (图 4 和图 5)。图 4 显示, 即使于 7 月 6 日施了一次尿素, 土壤中硝态氮和浓度从 7 月 3 日至 7 月 24 日

没有明显变化,而烤田结束的8月1日硝态氮浓度达到最高,复水后10多天的8月12日其值又回复到烤田前的水平。此现象可能与烤田前后氧化还原状况的变化和淋溶有关,即烤田前和烤田后土壤的 Eh 较低,通过硝化作用产生的硝酸根量少,且产生的硝酸根被淋溶的可能性较大,而烤田期间,随着 Eh 的升高,产生的硝酸根量增加,但基本上不受淋溶的影响。

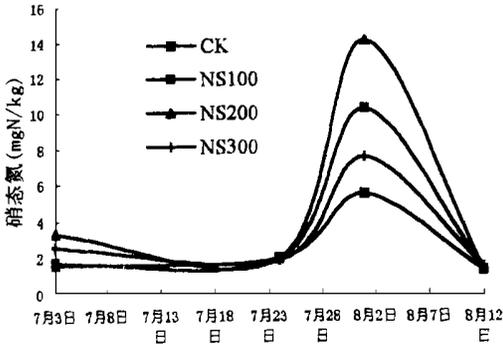


图4 烤田期间表土硝态氮的变化

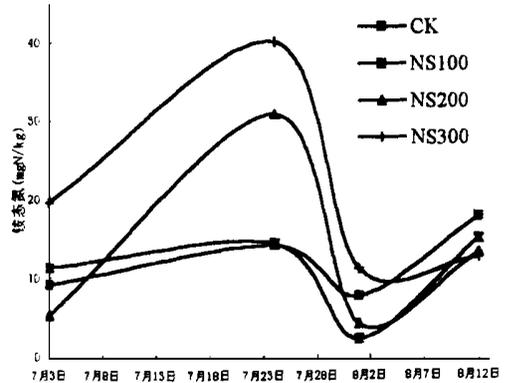


图5 烤田期间表土铵态氮的变化

烤田前后铵态氮含量的变化正好与硝态氮相反(图5),施尿素后其含量急剧上升,而到烤田结束上水前其值降到最小,复水后虽有所提高,但没达到烤田前水平,这与文献有所不同^[3]。烤田期间铵态氮浓度下降的原因尚不清楚,可能与土壤微生物活动因土壤水分状况变化有关。从图4和图5也可看出,不同施氮量对烤田期间硝酸根浓度的增加程度不同,施氮为 $200\text{kg}/\text{hm}^2$ (NS200)的浓度最高,而施氮量最高的NS300却只高于不施氮肥的对照,但烤田前后不同施氮量处理的硝态氮浓度相差不大。而不同施氮量处理在烤田期间铵态氮浓度的变化却没有明显的规律。从前面的讨论可以看出,烤田对土壤铵态氮的硝态氮浓度变化的作用,也是短暂的。

从前面讨论可以看出,烤田对土壤速效性养分含量的影响,基本上起到一个降低的作用,但这种作用持续的时间较短,因此对水稻生长的抑制作用也是短暂的。田间观察显示,烤田前不同施氮处理的水稻长势差距较大,烤田后,长势长相的差距有所缩小。因此,烤田不但有抑制水稻茎蘖数的增加,而且也能降低由于不同施氮水平引起的生长差异。

参 考 文 献

- 1 程云生等. 烤田作用的初步研究. 土壤学报, 1963, 11(3): 275~285
- 2 赵诚斋. 水稻土的水分管理和合理耕作. 见: 李庆远主编. 中国水稻土. 科学出版社, 1992. 443~460
- 3 朱鹤健编著. 陆发熹审校. 水稻土. 农业出版社, 1985. 290~310
- 4 中国土壤学会农业化学专业委员会. 土壤农业化学常规分析方法. 科学出版社, 1983