

# 红壤耕层 Eh 的原位连续测量\*

李成保 季国亮 孔晓玲

(中国科学院南京土壤研究所 南京 210008)

## 摘 要

本研究采用ECA—1型电化学参数采集系统, 原位连续3个多月测量不同处理红壤小区耕层Eh的动态变化, 探讨了水、旱利用方式及施用石灰、水田落干烤田对耕层 Eh 动态的影响。

**关键词** 红壤耕层; Eh; 原位测量

由于土壤中有多种多样的氧化还原体系的存在和固相成分的参与, 其氧化还原平衡过程较纯溶液要复杂得多, 加之生物的参与, 因而表现出更加活跃的特征<sup>[1]</sup>。在土壤中, 影响氧化还原电位(Eh)的因素很多, 土壤通气状况就是其中之一。因此, 只有在田间原位条件下测量土壤 Eh, 才能避免因取土而改变的通气状况所引起的误差。利用配有计算机的测量系统原位连续测量不同土层的 Eh, 可以反映出不同土层中 Eh 的动态变化<sup>[2]</sup>。这对土壤形成和土壤培肥的研究具有重要意义。由于水稻土中最明显的物理化学变化是氧化还原状况的周期性变化<sup>[3]</sup>, 所以 Eh 的原位连续测量对于水稻土的形成、发育与培肥的动态研究, 具有特殊的重要意义。

本项研究采用 ECA-1 型电化学参数采集系统(下称 ECA 系统)<sup>[4]</sup>, 对一个由 4 小区组成的红壤地块, 原位连续 3 个多月测量各小区耕层 Eh 和温度的动态变化, 本文就农业利用方式及耕作措施对红壤耕层 Eh 动态变化的影响予以探讨。

## 1 测量装置与田间小区

### 1.1 数据采集系统

采用 ECA 系统连续采集红壤耕层的 Eh 与温度数据。该系统由传感器, MIA-1 型微机化多功能离子分析器、PC-1500 袖珍计算机、CE-158 多功能接口、宽行打印机和应用程序等部分组成。

### 1.2 传感器

**1.2.1 Eh 测量用电极。**指示电极为铂丝电极, 使用前进行挑选并脱膜处理; 参比电极为饱和甘汞电极。

**1.2.2 温度传感器。**系半导体型, 由一只性能优良的 PN 结二极管封装而成。

### 1.3 田间小区

供测小区布置在江西鹰潭中国科学院红壤生态试验站。小区分水田和旱地, 其中又分施

\* 国家自然科学基金资助项目。

石灰和不施两种处理。水田栽后季稻，旱地种荞麦。对小区采用的农业措施概列于表1。

表1 供测小区\*的主要农业措施

小区号	处 理	8月6日	8月10日	8月17日	9月25日至10月3日	10月4日至11月上旬
1	水 田 不施石灰	—	—	栽秧	落干烤田	保持田面干干湿湿
2	水 田 施石灰	撒施石灰石粉 125公斤/亩	—	栽秧	落干烤田	保持田面干干湿湿
3	旱 地 不施石灰	—	播荞麦	—	—	11月初收割荞麦
4	旱 地 施石灰	撒施石灰石粉 125公斤/亩	播荞麦	—	—	11月初收割荞麦

\*4小区呈田字形分布，1、2位北，3、4居南。

## 2 结果与讨论

供测小区耕层(15-20cm)Eh值的原位测量从1993年8月1日正式开始，至11月上旬结束。其中9月下旬到10月中旬采用外插电极，定期易位测量小区耕层不同水平位置上的Eh值，以观耕层Eh的局部差异状况。ECA系统日夜运行，每隔2小时采样一次，并打印出应用程序运算的结果。打印结果经整理和温度校正<sup>①</sup>后，绘于图1和图2。

### 2.1 水田耕层 Eh 的动态变化

用组合探头测量的小区耕层Eh的动态变化绘于图1。可以看出，从灌溉渍水2天后的8月1日起到8月20日，水田小区(1)和(2)的耕层Eh值约由290mV分别急降到-380和-640mV。此后至9月6日，小区(1)内的Eh在-350mV上下波动，小区(2)

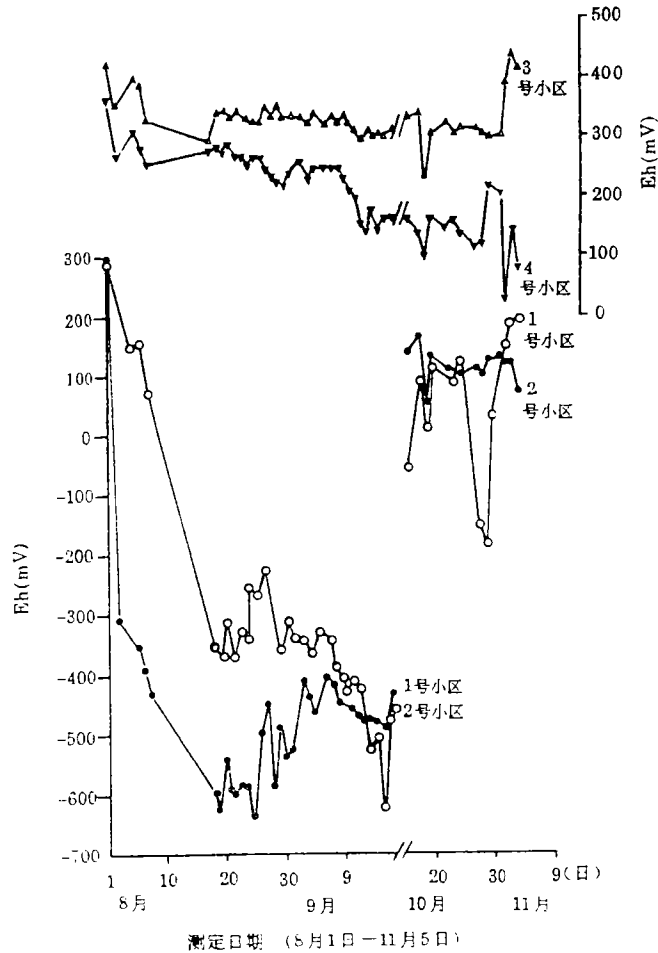


图1 用组合探头测量的小区耕层 Eh 动态变化

<sup>①</sup>李成保等，土壤电学性质原位连续测量的若干影响因素，待刊稿，1996。

者有渐升趋势，约从-600mV升至-400mV；以后10天内，二小区的 Eh 值互相靠近且递减至-500mV左右。从10月中旬至11月上旬，二小区的 Eh 值明显增高，波动在100mV上下，较9月中旬约正移了600mV。此间水田耕层 Eh 值的大幅度升高，看来主要与9月下旬开始的落干烤田，保持田面干干湿湿

表2 水田小区的渗漏速度 (mm/hr)(1993年)

测定日期	1号小区	2号小区
8月20日	6.4	2.8
8月21日	5.5	2.7
8月22日	5.8	2.4
8月23日	6.0	2.8
平均	5.9	2.7

上下，较9月中旬约正移了600mV。此间水田耕层 Eh 值的大幅度升高，看来主要与9月下旬开始的落干烤田，保持田面干干湿湿(表1)，土壤通气状况改善有关。

综观测量全程，小区(1)的Eh变化较小区(2)者来得更为活跃。这可能与小区(1)的渗漏速度较大(表2)有关。

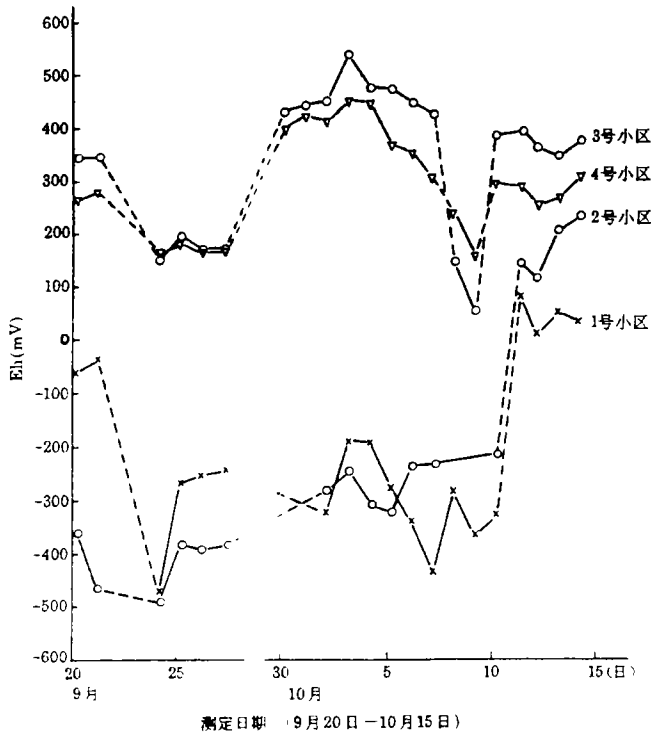


图2 用外插铂电极测量的小区耕层 Eh 动态  
(虚线表示铂电极易位)

2.2 旱地耕层 Eh 的动态变化

由图1中旱地小区(3)与(4)的耕层 Eh 动态可以看出，小区(3)的耕层 Eh 从8月初开始直到10月底，基本上稳定在300-350mV之间；小区(4)者约从280mV渐减至120mV左右。显然，这主要是由表土撒施石灰石粉后(表1)，耕层土壤 pH 逐渐升高<sup>①</sup>所引起的<sup>(1,2)</sup>。

在整个荞麦生育期(8月10日-11月初)内，旱地红壤耕层的 Eh 变化比较稳定，不像植稻红壤耕层那样，会出现周期性的大起大落。

<sup>①</sup>季国亮等，红壤耕层pH的动态变化研究。待刊稿，1996。

### 2.3 农业利用方式和耕作措施对红壤耕层 Eh 的影响

为了便于说明农业利用方式和耕作措施对红壤耕层 Eh 的影响,在耕层 Eh 比较稳定的几个有代表性的观测期内,选择 5-10 个日测 Eh 值,取其平均值。从表 3 列示的 10 天平均值看出,8 月 25 日到 9 月 4 日这一期间,水田红壤耕层的 Eh 比旱地者要低 650-750mV。可见红壤泡水会显著改变土壤中的氧化还原状况,使土壤还原性大大增强,还可看出,施用石灰后土壤 pH 的升高会使 Eh 值降低 100mV(旱地)到 200mV(水田)。从表 3 中 Eh 的 5 天平均值看出,水田耕层通过落干烤田,可使 Eh 值由-500mV 左右上升到 100mV 上下。由此可见,灌溉渍水和落干烤田是调控水稻土中氧化还原平衡过程的有力措施,也正是在渍水、落干的交替作用下,水稻土的氧化还原状况呈现周期性变化。

表 3 不同观测期内各小区耕层 Eh 的平均值( $\bar{X}$ )和标准差 (Sx) (mV)

小区号	8 月 25 日至 9 月 4 日			9 月 13 至 17 日(烤田前)			10 月 18 至 22 日(田面干干湿湿)		
	$\bar{X}$	Sx	n	$\bar{X}$	Sx	n	$\bar{X}$	Sx	n
1	-322	46	10	-521	59	5	80	37	5
2	-514	68	10	-478	22	5	113	40	5
3	332	12	10						
4	242	17	10						

### 2.4 红壤耕层 Eh 的局部差异

为了观测小区耕层 Eh 的局部差异程度,从 9 月下旬开始,在各小区内改用外插铂电极测量耕层 Eh。每测数天后在水平方向上移动铂电极,每小区测 4-5 个点。从测量结果(图 2)看出,即使在小区试验条件下,耕层 Eh 的局部差异依然存在。旱地耕层 Eh 的水平差异可由 100mV 左右高至 300mV 以上;水田耕层最大差异可达 400mV 以上。由此可见,在土壤 Eh 的原位连续测量中,在 Eh 局部差异不可避免的情况下,如何取得有代表性的测量数据是至关重要的。这在电子测量技术上是不难解决的。在每个小区内的不同水平位置上安插 3 支(或 3 支以上)铂电极,采用定时自动切换的电子开关,当测量系统采样时,可依次将 3 支铂电极上的电位信号自动输入微机,取平均值后贮存或打印出来。

### 参 考 文 献

- [1] 于天仁编者,土壤的电化学性质及其研究法(修订本),科学出版社,1976,399-440。
- [2] Michio Komada, Redox potential measurements in a flooded paddy field using a compact computer system. Trans, 14th Cong. Int. Soil Sci. Soc., 1990, II, 44-49.
- [3] 于天仁等著,水稻土的物理化学,科学出版社,1983,1-34。
- [4] 于天仁、季国亮等编著,土壤和水研究中的电化学方法,科学出版社,1991,472-492。