

# 上海郊区青紫泥土壤供氮量的预测研究\*

汪寅虎 姜素珍 顾永明

(上海市农业科学院土壤肥料研究所)

青紫泥是上海郊区主要的水稻土类型之一,约占总面积的10—15%。这类土壤的特点是:地势比较低洼,地下水位较高,养分含量较丰富,但供肥强度较弱,以致在生产实践中常使用过量的氮肥。因此研究这类土壤的氮素矿化,预测它的供氮量,为合理施肥提供数量化依据,在理论和生产实践上都具有十分重要的意义。

近年来农业化学家和土壤学家为了合理使用氮肥和提高氮素利用率,对土壤供氮能力作了广泛而深入的研究。Stanford and Smith<sup>[1,4]</sup>证明,土壤矿化氮量和作物吸收氮量之间有很好的相关性,并利用好气培养和间歇淋洗,通过测定矿化氮素的动态变化,依一级化学反应方程求出潜在可矿化氮量(即土壤氮素矿化位势),作为在一段时间内的土壤氮素矿化量的理论极限值;同时可从反应速度和可矿化氮量的比例关系获得土壤的矿化速率常数 $K$ ,然后通过一定的函数式预测不同时间(以周为单位)土壤氮素的释放量。田间试验证明,旱地在四周内的土壤供氮量和作物吸收氮量具有很好的相关<sup>[6]</sup>。此法与过去单独测定一个矿化量的方法相比,不仅可以判断不同土壤间氮素供应能力的相对高低,而且可以用来估算在作物生长期土壤可矿化的氮量及其矿化过程,以期用作确定作物施肥量和施肥时间的依据。

周鸣铮、于文涛及方樟法的研究结果<sup>[5]</sup>表明,经40℃一周淹水培养,土壤 $\text{NH}_4\text{-N}$ 总值与无肥区水稻吸氮量和作物产量有很好的相关。日本鬼鞍丰、出井嘉光等利用淹水密闭培养法,进行类似研究<sup>[2,3]</sup>,并引入了15℃以上有效积温概念。即在一定温度下,土壤经淹水密闭培养,按不同积温,用数学处理方法,把土壤氨态氮的释放量作为有效积温的函数,建立了经验公式:

$$Y = K[(T - T_0)D]^n \quad (1)$$

其中 $Y$ 为土壤在一个阶段内的矿化氮量, $K$ 、 $n$ 是和氮素释放有关的常数, $T_0=15^\circ\text{C}$ , $T$ 为培养温度, $D$ 为培养天数, $(T - T_0)D$ 为 $D$ 天内15℃以上的有效积温。作者把培养法取得的结果与盆栽试验中无氮区氮素的矿化进程作了比较,二者的结果较为符合。

据此,我们采用淹水密闭培养法,对上海郊区青紫泥类型水稻土的土壤供氮量进行了研究,其初步结果如下。

## 一、材料与 方法

供试土壤为上海郊区的青紫泥类型土壤,其基本性质见表1。

\* 本方法得到中国科学院南京土壤研究所朱兆良同志的指导;本所奚振邦同志也给予了具体指导;刘德本、戴珍麟、周德兴、张明芝等参加部分工作,在此一并致谢。

表 1 供试土壤的主要理化性质

Table 1 Physical and chemical properties of soil

地点 Location	有机质 (%) O. M.	全氮 (%) Total N	C/N	全磷 (%) Total P	速效磷 (ppm) Available P	pH	<0.001 mm 粘粒 (%) Clay	交换量 meq/100 克土 CEC
松江泗联 Songjiang Silian	3.98	0.245	9.4	0.185	31.4	7.5	16.3	18.31
松江城北 Songjiang Chengbei	4.64	0.285	9.4	0.162	46.6	7.5	18.8	19.07
金山枫围 Jinshan Fengwei	3.04	0.188	9.4	0.155	37.5	6.7	25.2	17.28
青浦练塘 Qingpu Liantang	4.01	0.230	10.1	0.139	59.9	6.2	14.9	15.87
青浦城东 Qingpu Chengdong	5.26	0.302	10.1	0.165	66.4	7.2	20.2	21.69
青浦香花 Qingpu Xianghua	3.79	0.228	9.6	0.190	60.6	7.0	22.7	17.86
青浦朱家角 Qingpu Zhujiajiao	3.17	0.187	9.8	0.149	34.4	6.9	—	16.73

注: 有机质——丘林法; 全氮——半微量开氏法; 全磷——酸溶比色法; 速效磷——奥尔逊法 (0.5 M NaHCO<sub>3</sub> 提取); pH——电位计法; 机械分析——吸管法; 交换量——EDTA 铵盐快速法。

### (一) 土样处理和培养方法

1. 淹培部分。(1)风干土: 于水稻移栽前取土, 将土样风干, 剔除根茎及杂质并混匀, 磨细过 20 目筛, 每种土壤称 12 份, 每份 10 克, 分别放于 10×180 毫米的试管中, 然后用吸管沿壁加入 10 毫升蒸馏水, 务必使土层全部浸湿, 并尽量驱除空气, 然后用橡皮塞塞紧。(2)新鲜土: 土壤于移栽前采回, 略晾干后用手剥散, 捡除土中根茎与杂质, 并通过 1 厘米孔筛, 每一土样称 18 份, 每份称取相当于风干土 25 克, 分别放于 50 毫升广口瓶中, 同时测定水分, 加入 25 毫升蒸馏水后用橡皮塞塞紧瓶口。

把处理好的土样置于 30℃ 恒温箱内培养 12 周。每二周测定一次(风干土每次测定二份, 新鲜土每次测定三份), 分别相当于有效积温 210℃、420℃、630℃、840℃、1050℃ 和 1260℃。整个培养过程中要求适当换气, 以防止橡皮塞冲出。

2. 碱解氮部分。早稻和后季稻移栽前取样, 风干, 拣去根茎和杂质, 磨细过 60 孔筛。

3. 分析方法。(1)淹培部分: 取培养样品二份, 用 100 毫升 2.2 N KCl 溶液分别将试管中的土壤全部洗入 250 毫升三角瓶中, 振荡 30 分钟, 过滤, 吸取滤液 25 毫升于半微量定氮装置中, 加入 3 毫升 10% MgO 悬浊液作蒸气蒸馏, 用 5 毫升 2% 的硼酸吸收, 用 0.0096 N 的 HCl 滴定, 结果计算成 NH<sub>4</sub>-N 的毫克数/100 克干土。(2)碱解氮部分: 称取处理好的风干土 2 克, 均匀分布于康维皿外室, 内室加入 2% 硼酸 (已加有混合指示剂) 2 毫升, 然后以 7 毫升 1.2 N NaOH 溶液注入外室土壤, 立即盖上预先涂好阿拉伯胶的盖玻片, 细心摇转后, 置于 30℃ 恒温培养箱中培养, 对早稻和后季稻培养的时间均分别为 8、12、15、17 小时, 取出后用 0.0096 N HCl 滴定, 结果计算为 N 毫克/100 克土。

### (二) 无肥区和微区设置

为了检验淹水密闭培养法对预测土壤供氮量的可行性, 分别在早稻和后季稻的各试验点设置无肥区, 重复 2 次, 并在无肥区中设立田间微区。即在每一无肥区中设置面积为 1 米<sup>2</sup>的铁框 1 个。在稻株种

植密度一致的条件下, 定期取样分析植株和土壤中的氮量, 并每天分次记载铁框内 5 厘米深度的土温, 方法如下:

1. 插秧前把 1 米<sup>2</sup>铁框插入无肥区, 插入深度为 25 厘米。铁框内插秧苗 90 穴, 相当于大田 5.3 万穴/亩。

2. 自移栽第一天开始记录 5 厘米深的土温, 每日三次(早、中、晚)取其平均值为日平均值。大气温度日平均值由各试验气象站、哨提供。

3. 取样: 移栽时取秧苗 50 株, 移栽后每隔 10 天于铁框内均匀采取 5 穴水稻植株样, 直至收割, 并用土钻多点采取土样, 深度为 15 厘米。以分析各生育阶段土壤供氮量和植株吸氮量。

## 二、结果讨论

### (一) 青紫泥类型土壤的氮素释放量是土壤有效积温的函数

早稻和后季稻期间的土壤经淹培后, 所获得的预测氮素释放量的经验方程及其与有

表 2 早稻和后季稻土壤经验方程和土壤氮素释放量与有效积温的相关系数 (r)

Table 2 Empirical equations for the soil of early and late rice and the correlation between nitrogen releasing of soil and effective accumulated temperature

作物 Crop	地点 Location	经验公式 Empirical equation	r	r <sup>2</sup>
早稻 Early rice	松江泗联 Songjiang Silian	$Y = 1.783[(T - T_0)D]^{0.236}$	0.911*	0.83
	松江城北 Songjiang Chengbei	$Y = 2.766[(T - T_0)D]^{0.189}$	0.920**	0.85
	金山枫围 Jinshan Fengwei	$Y = 1.767[(T - T_0)D]^{0.236}$	0.920**	0.85
	青浦练塘 Qingpu Liantang	$Y = 3.054[(T - T_0)D]^{0.221}$	0.900*	0.81
	青浦城东 Qingpu Chengdong	$Y = 2.525[(T - T_0)D]^{0.214}$	0.940**	0.88
	青浦香花 Qingpu Xianghua	$Y = 0.945[(T - T_0)D]^{0.303}$	0.990**	0.98
	青浦朱家角 Qingpu Zhujiajiao	$Y = 2.570[(T - T_0)D]^{0.183}$	0.940**	0.88
	后季稻 Late rice	松江泗联 Songjiang Silian	$Y = 4.096[(T - T_0)D]^{0.173}$	0.99**
松江泗联 Songjiang Silian		$Y = 1.603[(T - T_0)D]^{0.263}$	0.98**	0.96
松江城北 Songjiang Chengbei		$Y = 3.520[(T - T_0)D]^{0.215}$	0.96**	0.92
青浦练塘 Qingpu Liantang		$Y = 3.249[(T - T_0)D]^{0.235}$	0.92**	0.85
青浦城东 Qingpu Chengdong		$Y = 3.798[(T - T_0)D]^{0.218}$	0.92**	0.85
青浦香花 Qingpu Xianghua		$Y = 2.212[(T - T_0)D]^{0.221}$	0.94**	0.88
青浦朱家角 Qingpu Zhujiajiao		$Y = 1.434[(T - T_0)D]^{0.283}$	0.96**	0.92
青浦朱家角 Qingpu Zhujiajiao		$Y = 2.371[(T - T_0)D]^{0.178}$	0.85*	0.73

注: 1. 积温是 15°C 以上有效积温; 2. 样品数  $n = 6$ ; 3. \*  $p \leq 0.05$ , \*\*  $p \leq 0.01$ 。

效积温的相关见表 2。

土壤氨态氮的释放量主要受土壤温度(微生物的数量, 优势区系和活性与温度有关)的影响, 据此建立了 15℃ 以上有效积温影响土壤速效氮矿化量的概念。由表 2 所获得的经验式表明, 15℃ 以上有效积温与土壤氮素释放量的相关密切, 相关系数  $r$  值都在 0.85 以上, 达到了显著和极显著的水平, 证明经验公式的计算值和测定值之间比较一致, 且有一定的可靠程度。

## (二) 土壤供氮计算值与双季稻期间土壤实际矿化氮量的关系

土壤供氮量的模拟计算经验公式能否应用, 关键问题是在水稻实际生育过程中, 要用不同积温下按经验公式获得的土壤供氮量计算值(扣除二周干土效应, 下同)和水稻生育期间实际矿化氮量(包括植株吸氮和田间残留量, 下同)之间的统计关系来测验(表 3)。

表 3 早稻和后季稻土壤供氮量计算值和实际矿化氮值

Table 3 Calculated value of soil supplying nitrogen and actual value of nitrogen mineralization in soil during early rice and late rice growing season

作物 Crops	地点 Location	计算值 (jin/mu) Calculated value	实际值 (jin/mu) Actual value	偏差 (jin/mu) Difference
早稻 Early rice	松江泗联 Songjiang Silian	8.02	7.25	+0.77
	青浦练塘 Qingpu Liantang	12.68	12.17	+0.51
	青浦城东 Qingpu Chengdong	9.12	7.79	+1.33
	金山枫围 Jinshan Fengwei	7.38	6.42	+0.96
	青浦香花 Qingpu Xianghua	6.20	6.76	-0.56
	青浦朱家角 Qingpu Zhujiajiao	7.26	7.59	-0.33
	后季稻 Late rice	松江泗联 1 Songjiang Silian	9.89	8.41
松江泗联 2 Songjiang Silian		9.41	9.08	+0.33
青浦朱家角 1 Qingpu Zhujiajiao		9.73	7.97	+1.76
青浦朱家角 2 Qingpu Zhujiajiao		6.43	7.29	-0.86
青浦香花 Qingpu Xianghua		7.39	7.76	-0.37
青浦城北 Qingpu Chengbei		11.38	9.48	+1.90

注:  $t = 2.039$ , 自由度  $d.f = 12 - 1 = 11$ 。

表 3  $t$  值为  $2.039 < t_{0.05} = 2.201$ , 差异不显著。即利用淹培可获得的经验方程, 代入实际积温分别计算所得的供氮量与土壤矿化氮实测值之间没有显著差异, 同时, 我们还计算了相对偏差的平均值及其与产量间的相关系数, 它们分别为  $\pm 7.1\%$  和  $r = 0.87^{**}$ , 进一步说明经验方程为预测青紫泥类型土壤的供氮量提供了可能性。

(三) 经验方程中常数  $n$ 、 $K$  值的确定

通过对青紫泥类型土壤利用淹水密闭培养法预测土壤供氮量的研究, 证明了经验方程:

$$Y = K[(T - T_0)D]^n$$

可以用来预测青紫泥土壤氮素的释放量, 即在双季稻生长期, 一定的有效积温下土壤供氮量的计算值和土壤实际矿化氮量有较好的相关性和一定的准确性, 这就为制订经济合理的施肥方案和实现施肥数量化提供了可能和依据。但由于淹水密闭培养所需要的时间长, 实验条件要求高, 难以利用此法在水稻移栽前预测土壤的当季供氮量。因此, 本研究在多点试验的基础上, 对上述经验方程中的  $n$  值和  $K$  值的条件、范围、变异和平均值等进行了研究, 以期简化分析手续, 缩短周期, 使其在双季稻移栽前有可能做到预测土壤的供氮量。

表 4 青紫泥类型土壤淹水密闭培养下的  $K$  值和  $n$  值Table 4  $K$  value and  $n$  value obtained from different gleyed paddy soils incubated by submergence

地点 Locality	稻季 Rice season	$n$ 值 $n$ value	$K$ 值 $K$ value	地点 Locality	稻季 Rice season	$n$ 值 $n$ value	$K$ 值 $K$ value	
青浦朱家角 Qingpu Zhujiajiao	早稻 Early rice	0.183	2.570	松江泗联 Songjiang Silian	早稻 Early rice	0.236	1.783	
	后季稻79 Late rice	0.285	1.434		后季稻79 Late rice	0.173	4.096	
	后季稻80 Late rice	0.178	2.371		后季稻80 Late rice	0.268	1.603	
	后季稻81-1 Late rice	0.229	2.307		后季稻81-1 Late rice	0.167	3.443	
	后季稻81-2 Late rice	0.256	2.203		后季稻81-2 Late rice	0.137	6.471	
	后季稻81-3 Late rice	0.249	1.824		后季稻81-3 Late rice	0.157	5.284	
	后季稻81-4 Late rice	0.278	1.866		松江城北 Songjiang Chengbei	早稻 Early rice	0.186	2.766
						后季稻 Late rice	0.215	3.520
金山枫围 Jinshan Fengwei	早稻 Early rice	0.236	1.768	青浦练塘 Qingpu Liantang	早稻 Early rice	0.222	3.054	
	后季稻80 Late rice	0.260	2.353		后季稻 Late rice	0.235	3.249	
	后季稻81-1 Late rice	0.188	2.612	青浦城东 Qingpu Chengdong	早稻 Early rice	0.214	2.525	
	后季稻81-2 Late rice	0.203	3.548		后季稻 Late rice	0.218	3.798	
	后季稻81-3 Late rice	0.239	1.879					
后季稻81-4 Late rice	0.213	3.819						
青浦香花 Qingpu Xianghua	早稻 Early rice	0.305	0.945					
	后季稻 Late rice	0.221	2.122					

注:  $\bar{n} = 0.220 \pm 0.041$ ; 样品数  $n = 27$ 。

1. 土壤氮素释放指数  $n$  值。经三年的青紫泥类型土壤淹水密闭培养试验, 得到土壤  $n$  值与  $K$  值的数值 (表 4)。

从表 4 所示, 对青紫泥类型土壤, 在  $K$  值和  $n$  值中, 变异较大的是氮素矿化常数  $K$  值, 对于  $n$  值变异不大,  $\bar{n} \pm S.D = 0.220 \pm 0.041$ 。测验样本平均数的代表性程度的依据, 是求得该样本的平均数误差, 它是指样本平均数与总体平均数之间的可能相差范围。经统计, 其平均数误差  $S_x$  为 0.008 (样品数  $n = 27$ ) 它的变异系数  $C.V$  为 3.7% (小于 5%), 证明平均数  $\bar{n} = 0.220$  有较好的代表性。在种植双季稻条件下, 青紫泥类型土壤的氮素矿化指数  $n$  值可以用它们的平均值  $\bar{n}$  作为一个常数用于经验方程。

表 5 不同扩散时间的碱解氮值(毫克/100 克土)

Table 5 The values of alkali-hydrolyzed nitrogen in different time durations diffusion (mg/100g soil)

地 点 Locality	早稻 Early rice (hrs.)				后季稻 Late rice (hrs.)			
	8 小时	12 小时	15 小时	17 小时	8 小时	12 小时	15 小时	17 小时
青浦城东 Qingpu Chengdong	8.04	9.94	12.17	12.43	7.94	10.80	12.40	13.69
松江泗联 Songjiang Silian	6.49	7.96	9.70	10.51	5.84	7.96	9.73	10.18
松江城北 Songjiang Chengbei	7.12	9.42	10.95	12.02	7.42	10.22	12.96	13.52
青浦香花 Qingpu Xianghua	5.66	7.64	9.49	9.94	6.10	8.58	9.98	10.88
金山枫围 Jinshan Fengwei	5.06	6.95	7.96	8.43	7.42	9.52	11.39	12.27
青浦练塘 Qingpu Liantang	6.86	8.36	11.49	11.23	7.62	9.39	12.25	12.39
青浦朱家角 Qingpu Zhujiajiao	7.68	9.78	11.11	14.10	5.98	8.29	10.09	10.72

表 6 早稻和后季稻经简化后的经验方程式

Table 6 The simplified empirical equation for early rice and late rice

地 点 Locality	早稻方程式 Equations for early rice	后季稻方程式 Equations for late rice
青浦香花 Qingpu Xianghua	$Y = 1.812[(T - T_0)D]^{0.220}$	$Y = 2.022[(T - T_0)D]^{0.220}$
青浦城东 Qingpu Chengdong	$Y = 2.975[(T - T_0)D]^{0.220}$	$Y = 3.076[(T - T_0)D]^{0.220}$
青浦练塘 Qingpu Liantang	$Y = 3.363[(T - T_0)D]^{0.220}$	$Y = 3.010[(T - T_0)D]^{0.220}$
松江城北 Songjiang Chengbei	$Y = 2.446[(T - T_0)D]^{0.220}$	$Y = 3.319[(T - T_0)D]^{0.220}$
松江泗联 Songjiang Silian	$Y = 1.903[(T - T_0)D]^{0.220}$	$Y = 1.913[(T - T_0)D]^{0.220}$
金山枫围 Jinshan Fengwei	$Y = 1.144[(T - T_0)D]^{0.220}$	$Y = 2.639[(T - T_0)D]^{0.220}$
青浦朱家角 Qingpu Zhujiajiao	$Y = 2.422[(T - T_0)D]^{0.220}$	$Y = 2.069[(T - T_0)D]^{0.220}$

2. 青紫泥类型土壤矿化常数  $K$  值和碱解氮的关系。土壤碱解氮长期以来被认为是土壤速效氮, 都和土壤氮素矿化有着密切的关系, 而土壤的氮素释放常数  $K$  值也是反映一定

条件下氮素矿化容量的一个特征值。因此,它们之间必然存在着某种关系,我们采用 30°C 和不同扩散时间所得的碱解氮结果可以反映这种关系(表 5)。

试验表明,12 小时、15 小时、17 小时碱解氮值和  $K$  值的相关系数  $r$  分别为 0.801\*\*、0.834\*\* 和 0.763\*\* (样品数  $n = 14$ ), 都达到了极显著水平。而 15 小时碱解氮值与  $K$  值的相关系数最高。因此我们以这一组作了直线回归方程,得到:

$$K = 0.4351X - 2.3188$$

其中  $X$  为碱解氮值。表 6 即为早稻和后季稻利用 15 小时下碱解氮值所得的经验方程式。

#### (四) 大气积温和土壤积温的关系

土壤和大气中热的主要来源是太阳的辐射能,它们之间必然存在着密切的联系。据此,我们统计了各试验点微区早稻和后季稻各阶段土壤有效积温与气温的有效积温之间的关系(表 7)。

表 7 早稻、后季稻土温和气温的有效积温累计值的显著性测定

Table 7 The significance test between total effective accumulated temperatures of soil and atmosphere in the early rice and late rice growing period

地 点 Locality	早 稻 Early rice				后季稻 Late rice			
	土温 (°C) Soil tempera- ture	气温 (°C) Atmosphere tempera- ture	差值 (°C) Differ- ence	$r$ 值 $r$ Value	土温 (°C) Soil tempera- ture	气温 (°C) Atmosphere tempera- ture	差值 (°C) Differ- ence	$r$ 值 $r$ Value
松江泗联 Songjiang Silian	721	679	+42	0.871**	586	504	+82	0.994**
青浦城东 Qingpu Chengdong	736	706	+30	0.996**	558	458	+100	0.793*
青浦香花 Qingpu Xianghua	703	683	+20	0.994**	613	502	+111	0.988**
金山枫围 Jinshan Fengwei	710	732	-22	0.989*	559	525	+34	0.986**
青浦练塘 Qingpu Liantang	686	715	-29	0.996**	545	428	+117	0.977**
松江城北 Songjiang Chengbei	599	593	+6	0.917*	579	554	+25	0.968**
青浦朱家角 Qingpu Zhujiajiao	724	732	-8	0.988**	603	525	+78	0.999**
青浦朱家角(水旱轮作) Qingpu Zhujiajiao	680	698	-18	0.992**	536	469	+67	0.994**
平均数 $\bar{x}$	695	692	+3		576	496	+80	

注: 计算相关系数用的样本数,早稻为 7,后季稻为 8;  $t$  检验的自由度  $d.f. = 8 - 1 = 7$ , 早稻  $t = 0.285$ , 后季稻  $t = 6.436$ ;  $t_{0.05} = 2.365$ ,  $t_{0.01} = 3.499$ 。

可见早稻和后季稻土壤各阶段的有效积温和气温有效积温有极好的相关性,其相关系数绝大部分都在 0.90 以上,即土壤温度是随大气温度的升高而升高(表 7)。早稻全生育期中土壤有效积温和气温的有效积温的统计结果是  $t = 0.285 < t_{0.05} = 2.365$  (样品数  $n = 8$ )。因此它们之间基本上没有差异。即早稻土壤氮素矿化的模拟公式中的土壤有效

积温,可以用气温的有效积温代替计算。但对后季稻,土壤有效积温和气温之间的绝对数值,有较大的差异,平均差异 80°C,达极显著水平(表 7)。即用于经验公式的土壤有效积温不能直接用气温积温代替,而必须通过它们之间各阶段生育期的回归方程获得校正值才可代入经验式。获得的回归方程是:

$$T = 0.983X + 10.635$$

样品数  $n = 10$ ,  $T$ ——10 天时间内的地积温[即每隔 10 天取样一次(见材料与方法),计算积温时同样每 10 天累计一次。整个生育期的积温是把这些累记数字相加];  $X$ ——10 天时间内的气积温。

综合上述对  $n$  值、 $K$  值和土壤有效积温的研究,对预测上海郊区青紫泥类型土壤供氮量的综合经验数学式早稻为:

$$Y = (0.4351 \times \text{碱解氮值} - 2.3188)[(T - T_0)D]^{0.220} \quad (\text{II})$$

式中  $Y$  为土壤  $\text{NH}_4\text{-N}$  的释放量,  $T$  为气温,  $T_0 = 15^\circ\text{C}$ ,  $(T - T_0)D$  为  $D$  天内的气温有效积温(即直接替代土壤有效积温)后季稻为:

$$Y = (0.4351 \times \text{碱解氮值} - 2.3188)\{[(T - T_0)D] \times 0.983 + 10.635\}^{0.220} \quad (\text{III})$$

式中  $Y$  为土壤  $\text{NH}_4\text{-N}$  的释放量,  $T$  为气温,  $T_0 = 15^\circ\text{C}$ ,  $\{(T - T_0)D \times 0.983 + 10.635\}$  为  $D$  天内经修正后的土壤有效积温。

### 三、预测青紫泥类型土壤供氮量的正确性

作为一个预测青紫泥供氮量经简化的综合数学模式,能否适用于指导施肥的依据,应取决于它的预测结果的准确性,即预测值与田间实测值之间的偏差程度,对 1979 年和 1980 年早稻和后季稻用气积温简化以后的  $K$  值和  $n$  值,代入上述综合经验数学式后,所获得的氮素矿化计算值与田间矿化量实测值的偏差和统计分析见表 8。

表 8 表明,简化以后计算所得的土壤供氮量估测值和实测值间不存在显著差异,它们相对误差的平均值为  $\pm 4.5\%$ 。应当指出,在这些偏差中,包含有目前尚难精确测定的土壤矿化氮的漏失和反硝化损失等因素。因此进一步表明经简化以后的经验公式(II),(III)式,可以用于青紫泥类型土壤上作早稻和后季稻的土壤供氮量预测。

### 四、预测青紫泥类型土壤供氮的技术要求和操作规程

1. 取样时间。早稻于前茬三麦或油菜收割前三天左右,后季稻于收割前 3—5 天。
2. 取样深度和样点数。深度为 0—15 厘米,要求每个田块(2 亩左右)不少于 6—10 个点,混合均匀,并迅速晾干。
3. 样品处理。挑除根茎和杂质,磨细过 60 目孔筛。
4. 30°C, 15 小时测定碱解氮(见材料和方法一节)。
5. 按  $Y_{(K)} = 0.4351 \times (\text{碱解氮值}) - 2.3188$  计算出  $K$  值。
6. 按经验数学式  $Y = K[(T - T_0)D]^{0.220}$  和按气积温预测青紫泥水稻土早稻和后季稻生育期间各阶段和总的土壤矿化氮量。



表 8 经简化后的早稻和后季稻土壤氮素预测值和实际矿化氮量统计分析表

Table 8 The statistic analysis of predicting value and actual value of mineralized nitrogen in soil

作物 Crops	地点 Locality	气温积温 (°C) Acumulated temperature	计算值 (jin/mu) Calculated value	实际值 (jin/mu) Practical value	偏差 (jin/mu) Difference
早稻 Early rice	松江泗联 Songjiang Silian	667.8	6.91	6.26	+0.65
	青浦城东 Qingpu Chengdong	546.2	9.42	7.97	+1.45
	青浦香花 Qingpu Xianghua	682.9	6.61	6.51	+0.10
	金山枫围 Jinshan Fengwei	733.3	4.36	6.42	-2.06
	青浦练塘 Qingpu Liantang	714.9	12.62	12.17	+0.45
	青浦朱家角 Qingpu Zhujiajiao	731.6	9.22	7.59	+1.63
	青浦朱家角 Qingpu Zhujiajiao	601.4	6.97	7.29	-0.32
后季稻 Late rice	松江泗联 Songjiang Silian	589.0	6.36	6.55	-0.19
	青浦香花 Qingpu Xianghua	560.5	6.51	7.76	-1.25
	青浦城东 Qingpu Chengdong	514.8	9.38	8.68	+0.70
	金山枫围 Jinshan Fengwei	518.3	8.08	6.31	+1.77
	青浦练塘 Qingpu Liantang	505.5	9.06	7.85	+1.21
	松江泗联 Songjiang Silian	665.3	7.45	8.41	-0.96
	松江城北 Songjiang Chengbei	604.0	11.21	9.48	+1.73

注:  $t = 1.096$ , 自由度  $d.f = 14 - 1 = 13$ ,  $t_{0.05} = 2.160$ ,  $t_{0.01} = 3.012$ 。

上述经验数学模式主要适用于上海郊区青紫泥类型土壤, 预测三熟制双季稻(早稻和后季稻)期间的土壤供氮量。

土壤氮素矿化的预测是一种复杂的生物学预报方法, 上述综合经验数学模式虽有一定的可靠性, 为拟订经济合理施用氮肥提供数量化依据, 但随着实验技术、实验条件等的发展, 其预报准确程度还需逐步提高。这有待于今后进一步继续研究。

### 参 考 文 献

- [1] 朱兆良, 1979: 土壤中氮素的转化和移动的研究近况。土壤学进展, 第2期第2页。  
 [2] 朱兆良, 1976: 日本水田氮素研究概况——综合介绍日本“环顾水田氮素诸问题”专集一。土壤农化参考资料

- 料,第5期,第11页。
- [3] 朱兆良, 1979: 土壤中氮素的转化和移动的研究近况。土壤学进展,第2期,第3页。
- [4] 周鸣铮, 1978: 土壤速效氮测定的矿化率法。土壤农化,第5期,第32页。
- [5] 周鸣铮、于文涛、方樟法, 1976: 土壤速效氮的测定方法。土壤,第5-6期,第316页。
- [6] Smith, S. J., Young, L. B. and Millen, G. E., 1977: Evaluation of soil nitrogen mineralization potentials under modified field conditions. Soil Sci. Soc. Amer. J., 41: 74-76.

## A STUDY ON PREDICTING NITROGEN SUPPLYING CAPACITY OF GLEYED PADDY SOIL IN THE SUBURBS OF SHANGHAI

Wang Yinhu, Jiang Suzhen and Gu Yougming

(Institute of Soil and Fertilizer, Shanghai Academy of Agricultural Science)

### Summary

The study was carried out to verify the empirical equation  $Y=K[(T-T_0)D]^n$  for predicting the amount of nitrogen mineralization in soil by submerged incubation method; and in the equation, the amount of  $NH_4-N$  released from the soil is the function of soil effective accumulated temperature. The soil used for experiment was a gleyed paddy soil in the suburbs of Shanghai. Incubation experiment and chemical analysis in laboratory as well as field and micro-plot experiments were conducted. The results obtained are summarized as follows:

1. Index  $n$  in the empirical equation of gleyed paddy soil can be replaced by the mean value  $\bar{n}$ .
2. constant  $K$  of nitrogen mineralization of gleyed paddy soil may be determined by alkali-hydrolyzed nitrogen value.
3. Soil effective accumulated temperature ( $> 15^\circ C$ ) in the empirical equation may be replaced by air effective accumulated temperature.

On this basis, a formula including the three parameters of alkali-hydrolyzed nitrogen,  $\bar{n}$  and temperature is set up. It provides a possibility for predicting nitrogen supplying capacity of gleyed paddy soil. Field trials of early rice and late rice have demonstrated that the average precision of the prediction is about 83%. It provides a sound foundation for economic and rational application of nitrogen fertilizer on the double cropping rice in gleyed paddy soil areas.