

双季稻的吸肥高峰与挥发性 氮肥全层施用法的研究*

奚振邦 卞以浩 邝安琪 刘德本 刘明英

(上海市农业科学院土肥研究所肥料组)

上海郊区自1964年广泛发展粮食三熟制以来,双季稻面积逐年增加,挥发性氮肥(碳铵、氨水)的比重也日益提高。近几年,每熟双季稻每亩约可施用17度氨水(含 NH_3 17%)和碳铵各50斤左右。为了探讨在这种条件下氮肥的施用技术,自1971年以来,我们对双季稻的吸肥特点,土壤氮素的供应和减少氮肥损失的措施等三个方面进行了研究。鉴于1976年以前的资料,有些已发表(上海市农业科学院土肥植保研究所,1977、1978),这里仅将有关双季稻的吸肥高峰,基肥全耕层施用法的作用,双季稻对土壤和肥料的养分供应的依赖程度等问题,简要报告于下。

一、三熟制下双季稻的吸肥特点

过去对单季稻进行的工作指出,水稻一生中存在着两个大量吸收养分的阶段,分别相当于分蘖高峰期和幼穗分化中后期(陈永康、杨立炯,1964;石塚喜明等,1963)。双季稻由于生育期短,幼穗分化几乎和本田分蘖同时开始,故吸肥特点与单季晚稻有所不同。从本项工作所获资料来看,双季稻一生中仅出现一个大量吸肥的阶段,相当于分蘖和穗分化并盛时期,我们暂称之为吸肥高峰期。

(一) 不同栽培型水稻全株含氮%的动态变化

不同栽培型的水稻,其地上部全株的含氮%均有其各自的变化规律,不因施肥水平和品种等条件而异。早稻(图1)在移栽活棵后即大量吸氮,全株含氮%急剧上升,第二周出现的高峰成尖顶型,此后迅速下降,直至收获。

后季稻(图2)在第二、第三两周内进入含氮%高峰,三周后也很快下降,但高峰顶部较平缓,持续期间较长。

单季稻(图3)在抽穗前12周内,全株含氮%较双季稻相应时期的含氮%低,变化较平缓,但却可清晰地看出有两个高峰,第一个高峰出现在栽后第三周前后,第二个高峰出现在栽后第七到第八周。

不同栽培型水稻的干物质积累(干重增长)过程稍有差异,双季稻几乎成直线上升(图4)。因此,要使全株的含氮%升高,植株的吸氮速度一定要大于干物质的累积速度,

* 田间试验得到金山县枫围公社、南汇县农科所、上海市农资公司及所属县公司的协助; ^{15}N 丰度测定由上海化工研究院物化室进行;成文过程中又承中国科学院南京土壤研究所朱兆良同志给予指正。

先后参加本项工作的人员还有徐浦生、汪祖安、沈瑞芝、童有为、李秀珍及杨桂娣同志。

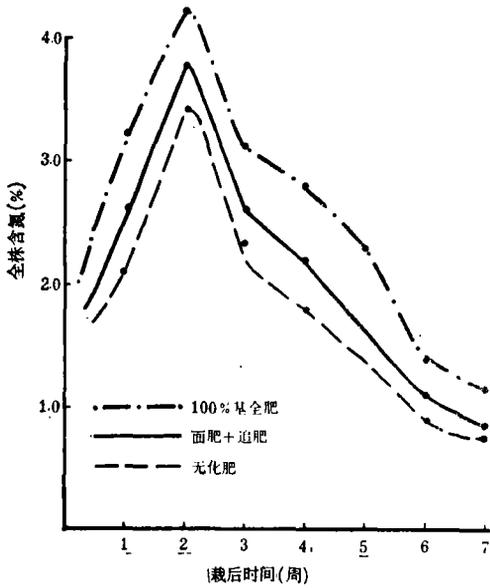


图1 双季早稻全株含氮%的变化 (1976年)

注: 水稻品种为“中秆早”。

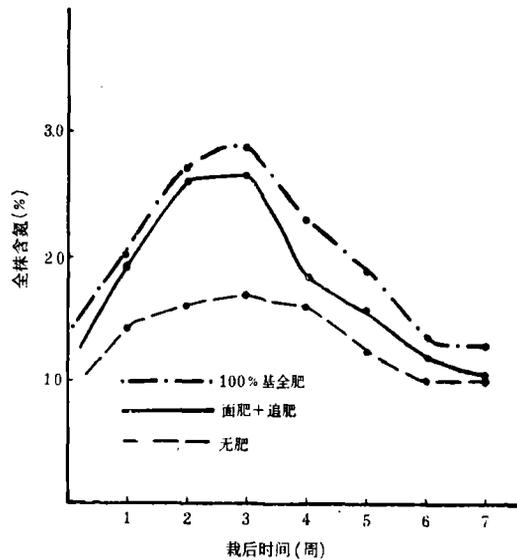


图2 后季稻全株含氮%的变化 (1977年)

注: 水稻品种为“加农14”。

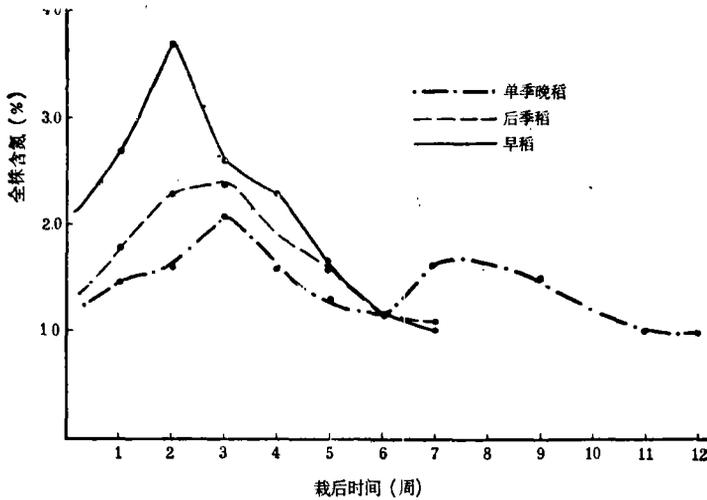


图3 单季晚稻和双季稻全株含氮%变化 (1976—1977年)

注: 水稻品种——单季晚稻和后季稻为“加农14”, 早稻为“中秆早”。

才能使单位干重的养分负载量(N%)上升。故含氮%迅速上升的时期, 显然就是大量需氮的时期。含氮%升高越快, 高峰越陡, 则这一时期对氮素的需求量也就越多。

水稻在高峰期大量吸氮的同时, 对磷钾及其他养分也有一个相似的吸收高峰(图5)。但由于在吸肥高峰阶段, 磷钾的累积量相对地少于氮素, 因而栽后三周内累积的磷钾量占全生育期总累积量的比例(磷54.3%, 钾55.6%)也较氮素(70.4%)为低。

在上海郊区条件下, 早稻的吸肥高峰期出现在六月中旬初, 相当于幼穗分化与分蘖

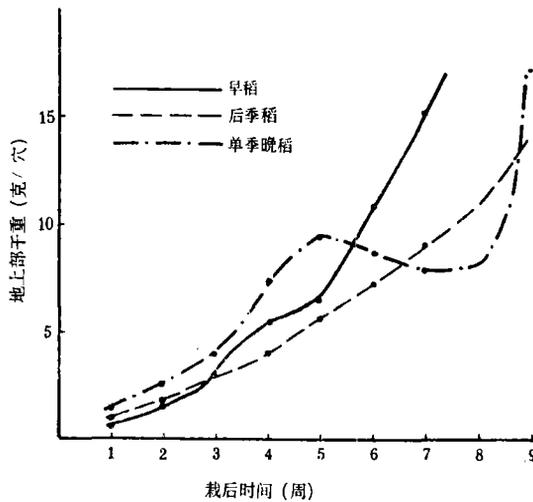


图4 水稻的干重积累
(1976—1977年)

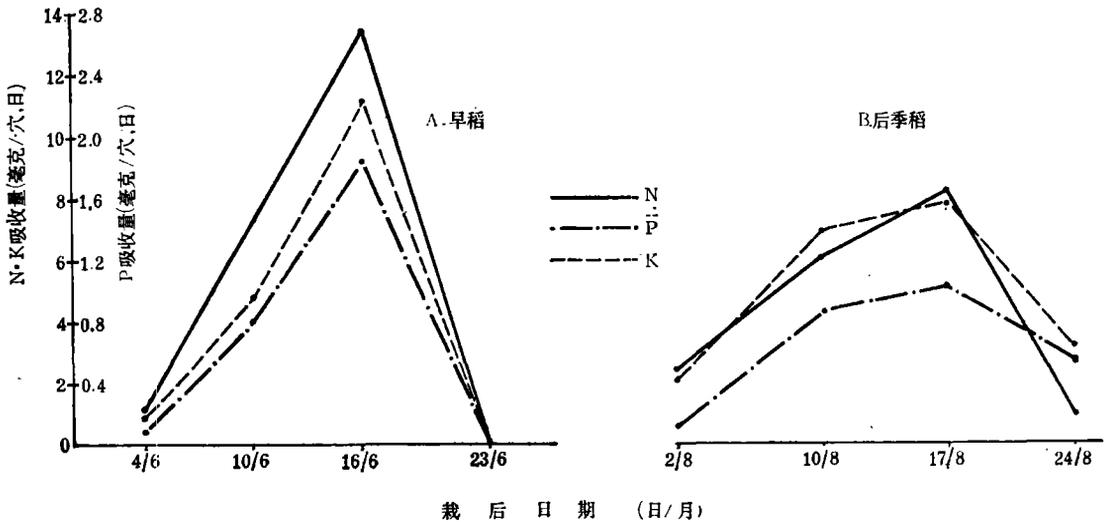


图5 双季稻高峰期时 NPK 的吸收

- 注：1. 吸肥曲线的测定主要在金山县枫围公社青紫泥上进行。土壤的基本状况：pH 7.0—7.2，有机质4—4.5%，全氮0.20—0.22%，<0.001毫米粘粒18—22%，吸收容量10—18毫克当量/100克土。
2. 样品系在不同施肥处理下设置的取样框中采取，框由镀锌铁皮制成，其埋入土中部分为25厘米，高出田面的部分为8厘米，面积为0.72米²，栽苗42穴，每穴4株。
3. 同时设置 ¹⁵NH₄HCO₃ 测定区。
4. 植株化学分析系用 H₂O₂/H₂SO₄ 消化，蒸馏法定氮，钼黄法定磷，原子发射光度法定钾。结果以 N%、P%、K% 表示。

并盛的时期。三年测定结果表明，不同品种和不同成熟期的早稻，吸肥高峰出现的时间基本相同（上海市农业科学院土肥植保研究所肥料组，1978）。后季稻的吸肥高峰出现八月中旬末，相当于幼穗分化始期及栽后分蘖期。单季晚稻出现两个高峰，分别在七月中旬前后和八月下旬初。前者相当于单晚的分蘖高峰期，后者相当于单晚幼穗分化中期。

(二) 高峰期养分的累积速率

将不同栽培型水稻对氮素养分的累积量, 计算成平均每日累积量, 即累积速率(表1), 则可看出高峰期氮素的累积速率, 远高于非高峰期, 高峰期持续时间越短, 这种差异越明显, 高峰期以外的时间, 氮素累积速率则皆较低。

表1 不同栽培型水稻对氮素的累积速率(N毫克/穴、日, 1976年)

栽后周数	1	2	3	4	5	6	7
早 稻	0.96	7.5	13.4	痕迹	1.7	1.9	0.9
后 季 稻	0.81	5.7	7.1	0.67	2.5	0.19	1.5
单季晚稻	1.30	3.7	5.5	3.1	1.2	痕迹	2.7

注: 1. 单季晚稻于第七周后进入第二个高峰期。

2. 痕迹是指净累积量极少或出现负值。

3. 早稻的氮素累积速率高峰出现的时间较含氮%的高峰晚一周, 这是由于早稻在第三周时干重累积特别快。

从近几年的测定资料中可以看出, 在正常施肥条件下, 一般进入吸肥高峰期的氮素累积速率, 早稻、后季稻、单季稻分别为8—10毫克/穴、日(或0.8—1.0斤/亩、日, 以每亩五万穴计算); 6—8毫克/穴、日(或0.48—0.64斤/亩、日, 以每亩四万穴计算); 4—5毫克/穴、日(或0.28—0.35斤/亩、日, 以每亩三万五千穴计算)。

(三) 高峰期累积的养分总量

养分累积的高峰期既然以全株的养分百分率高, 累积速率快为特征, 则在高峰期间累积的养分, 必然在全生育期中占有很大的比重(表2)。

由表2可见, 早稻、后季稻在移栽后2—3周内出现的一个高峰, 使栽后三周内的累积量分别占其全生育期总累积量的70%和60%左右。

表2 不同栽培型水稻在吸收高峰期的累积氮量占全生育期总累积量的%

栽后周数	1	2	3	合 计
早 稻	4.4	25.0	41.0	70.4
后 季 稻	3.6	25.4	31.3	60.3
单季晚稻	5.5	15.8	19.8	41.1

注: 单季晚稻的第二个高峰出现在第七、八、九周, 合计吸氮47.5%。

综上所述, 水稻吸收养分的高峰期, 是吸收养分过程中的一个特殊阶段。在吸肥高峰阶段, 水稻植株的养分浓度、累积速率及占全生育期养分累积量的比例都较高, 同一栽培型的水稻, 其吸肥高峰出现的时间相对稳定, 不因品种, 施肥措施的不同而有很大的变动。

水稻在吸肥高峰期间的氮素营养状况与水稻的生育期和产量究竟有什么相关呢? 我

表 3 早稻吸肥高峰期含氮%与谷粒产量及其构成因素间的相关性 (1976 年)

处 理	高峰期全株含 N%	有效穗/穴	实粒数/穗	谷粒单产(斤/亩)
无 肥	2.75	6.1	45.3	701.4
面 肥 + 追 肥	3.18	6.4	52.8	829.9
基全肥 + 追肥	3.37	7.2	54.7	901.5
基全肥 + 追肥(施磷)	3.58	7.4	66.8	914.5
100% 基全肥	3.64	8.0	74.9	969.8
相 关 (r)	标 准 项	0.922*	0.918*	0.985**

注：1.* 表示显著性达 5%，** 表示显著性达 1% (以下均同)。

2. 施肥量：除无肥处理外，各处理每亩均施猪厩肥 20 担、碳铵 90 斤。

3. 100% 基肥全耕层深施 (100% 基全肥)：把全部有机肥及化肥，在栽前一次旋耕于三寸左右耕作层(以下均同)。

4. 面肥 + 追肥：有机肥作基肥，40% 的化肥于栽前作基肥，40% 的化肥在栽后 3—5 天第一次追肥，另 20% 化肥在栽后 7—10 天作第二次追肥(以下均同)。

5. (施磷)：指在其他肥料相同的条件下，每亩施 60 斤过磷酸钙，与碳铵一起施用。

6. 水稻品种为“中秆早”。

表 4 后季稻吸肥高峰期含氮%与谷粒产量及其构成因素的相关性 (1977 年)

处 理	高峰期全株含 N%	有效穗/穴	实粒数/穗	空秕粒/穗	谷粒单产(斤/亩)
无 肥	1.63	4.8	50.6	5.7	528.8
单施草塘泥	2.04	5.0	48.3	5.7	542.5
单施猪厩肥	2.17	5.4	50.6	4.7	551.6
面肥 + 追肥	2.61	6.2	51.6	5.0	706.2
80% 基全肥	2.61	6.6	53.6	6.2	747.5
100% 基全肥	2.79	7.2	53.9	5.4	781.7
相 关 (r)	标 准 项	0.949**	0.740*	0.0250	-0.881*

注：1.* 表示显著性达 10%，以下均同。

2. 施肥量：无肥一未施肥，单施草塘泥—每亩施草塘泥 60 担，单施猪厩肥—每亩施猪厩肥 20 担，其他各处理每亩均施猪厩肥 20 担、碳铵 80 斤。

3. 80% 基肥全耕层深施 (80% 基全肥)：有机肥和 80% 的化肥，在栽前旋耕于三寸左右耕作层，20% 的化肥用于栽后 3—5 天作追肥(以下均同)。

4. 水稻品种为“加农 14”。

们以不同施肥处理的双季稻在第2周和第3周(高峰期)的平均全株含氮%作标准项,与产量和产量构成因素之间进行相关统计(表3、表4),可以清楚地看出,不论早稻或后季稻,高峰期全株含氮%与有效穗、实粒数以及谷粒单产均有显著的相关性,而与空粒粒数无明显相关。对不同田块中吸肥高峰期水稻全株含氮%与稻谷单产进行相关统计的结果(图6A、B)也获得了相同的趋势。

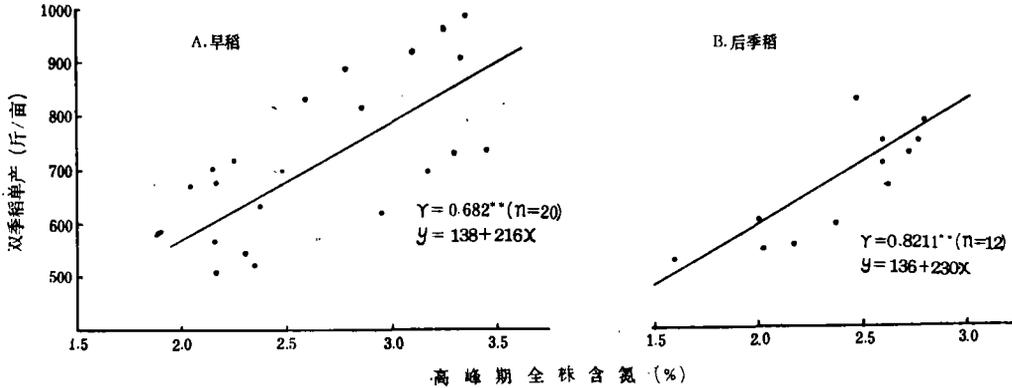


图6 双季稻高峰期全株含氮%与单产的相关性
(1976—1977年)

二、双季稻基肥全耕层施用法的作用

本工作的直接目的之一,是把双季稻在移栽后三周内出现的一个很强的吸肥高峰,作为拟定施肥技术的主要依据。

从1971年开始,我们在上海郊区广泛试验了基肥全耕层施用法(简称基全肥),即在有机肥作基肥的基础上,把80%左右到100%的挥发性氮肥于栽前旋耕入3寸左右的耕作层中。施肥水平为:每亩施草塘泥(含N 0.2—0.3%)40担左右或猪厩肥(含N 0.3—0.4%)20担左右,碳铵每亩施70—130斤或每亩施碳铵40—60斤加氨水(含 NH_3 17%)40—60斤。在1971—1973年间进行的81个早稻大田对比试验结果中,有61.8%的田块增产幅度在6—15%之间。在1974—1976年的163个双季稻试验中,基全肥法平均亩产 836 ± 104 斤,面肥加追肥法平均亩产 750 ± 82 斤,基全肥法比面肥加追肥法平均增产 $10.7 \pm 5.9\%$ 。在1976—1977年小区试验中(表5),基全肥法也表现出明显的增产效果。这一方法已在上海郊区及其邻近地区推广。

基全肥法的主要作用是:

(一) 促进土壤氮素的释放

将氮肥施入土层能促进土壤(包括施入的有机肥)养分的释放,前人已有定论。在我们的试验中基全肥法比面肥加追肥法的促进效果更为明显(表6)。

(二) 减少氮素损失,提高碳铵的氮素利用率

几年来从本项研究中得到的挥发性氮肥的当季利用率,似低于一般判断的水平。在双季稻上 ^{15}N 标记碳铵作面肥和追肥施用的田间测定中,当季水稻仅回收11—23%,平

表 5 基全肥法对双季稻的增产效果

处 理	早 稻 (1976 年)		后 季 稻 (1977 年)	
	平均单产(斤/亩)	单 产 (%)	平均单产(斤/亩)	单 产 (%)
100% 基全肥	970	117	782	111
80% 基全肥	902	109	748	106
面肥(40%)+追肥(60%)	830	100	706	100

注: 1. 早稻系两个重复的平均产量, 后季稻系三个重复的平均产量。

2. 后季稻经 F 检验, 不同施肥法的差异(即效应)与误差的 F 比为 7.97($F_{0.01=1.1}$)。

3. 施肥量: 早稻各处理每亩均施猪厩肥 20 担, 碳铵 90 斤, 后季稻各处理均施猪厩肥 20 担, 碳铵 80 斤。

表 6 化学氮肥对早稻吸收土壤氮的促进 (^{15}N 示踪, 1976 年)

处 理	无肥区水稻 吸收氮量 (毫克/穴) (A)	氮肥区水稻吸收氮量 (毫克/穴)			氮肥对土壤中氮素 释放的促进			氮肥利用率(%)		
		总 量 (B)	来自土壤 (C)	来自肥料	C-A	$\frac{C-A}{A}$ %	$\frac{C-A}{B}$ %	差减法	示踪法	差 值
基 全 肥	79.9	175.6	114.5	61.1	34.6	43.4	19.7	46.9	29.9	17.0
面肥+追肥	79.9	140.0	93.7	46.3	13.8	17.3	9.86	29.5	22.6	6.9

注: 1. 本表系田间铁皮框中进行的试验结果, 方法见图 5 的注 2。

2. 各处理施用丰度为 23.2% 的 $^{15}\text{NH}_4\text{HCO}_3$, 每亩折合施用 135 斤。

3. 水稻品种为“中秆早”。

4. 试验土壤为“青紫泥”。

表 7 双季稻对碳铵中氮的回收率 (1974—1977 年)

试 验 方 法		施肥量 折合碳 铵量 (斤/亩)	氮素回收(%)		基全肥提高数		试验次数
			面肥+追肥	基全肥	绝对%	相对%	
田间铁框, $^{15}\text{NH}_4\text{HCO}_3$	早 稻	100	14.0	24.7	10.7	76.4	1
田间铁框, $^{15}\text{NH}_4\text{HCO}_3$	早 稻	80	14.9	25.0	10.1	67.8	2
田间铁框, $^{15}\text{NH}_4\text{HCO}_3$	后季稻	80—100	10.8	17.6	6.8	62.9	3
田间铁框, $^{15}\text{NH}_4\text{HCO}_3$	后季稻	135	22.7	29.9	7.2	31.7	1
温室盆栽, $^{15}\text{NH}_4\text{HCO}_3$	早 稻	100	14.2	18.4	4.2	29.6	1
温室盆栽, $^{15}\text{NH}_4\text{HCO}_3$	后季稻	100	19.7	40.2	20.5	104	1
大田试验区, 差减法	早 稻	90	29.5	46.9	17.4	59.0	1
大田试验区, 差减法	早 稻	90	34.4	54.5	20.1	58.5	2
大田试验区, 差减法	后季稻	70	21.8	53.5	31.7	145	1
大田试验区, 差减法	后季稻	70	19.9	36.9	17.0	85.4	1
田间差减法平均			26.4	47.9	21.5		

均约 16%，改用基全肥时，可以提高到 18—30%，平均约 24%（表 7）。

以 ^{15}N 标记碳铵测定的氮素平衡数据（表 8）表明，当季作物回收仅五分之一左右，而土壤残留大于作物回收，可达三分之一左右，亏缺接近一半。土壤残留部分被第二季、第三季作物再利用的比例不高（Суков, 1978; Смирнов, 1977）。据我们测定，第二季作物只能利用上季施入氮量的 2.3—3.3%，或利用上季残留氮量的 6.4—11.1%。

表 8 双季稻生长期间氮肥的氮素平衡 ($^{15}\text{NH}_4\text{HCO}_3$, 田间示踪, 1976—1977年)

处 理		植 株 回 收 %			土 壤 回 收 %			亏 缺 %
		地上部	粗根系	合 计	0—20 (厘米)	20—50 (厘米)	合 计	
早 稻	面肥+追肥	11.6	—	11.6	31.5	—	31.5	56.9
	基 全 肥	23.4	—	23.4	27.0	—	27.0	49.6
后季稻	面肥+追肥	11.1	—	11.1	20.7	0.71	21.4	67.5
	基 全 肥	20.9	—	20.9	40.5	2.10	42.6	36.5
后季稻	面肥+追肥	22.7	0.91	23.6	26.7	1.10	27.8	48.6
	基 全 肥	29.9	1.42	31.3	29.4	1.51	30.9	37.8
算 术 平 均				20.3			30.2	49.5

(三) 提高双季稻吸肥高峰期的土壤供肥强度

在施肥量相同的条件下，基全肥法因把绝大部分速效氮肥贮施于根系吸收层，提高了高峰期的供肥强度，对高峰期的全株含 N% 及收获期稻谷中的氮素累积量都产生了明显的有利影响（表 9）。另由图 7 可见基全肥法也有利于高峰期以后土壤持续供氮。

根据土壤水解氮的连续测定结果，基全肥法在三周内可较面肥加追肥法提高供氮强度达一倍左右，至第七周仍有相当提高（上海市农业科学院土肥植保研究所），这也是对大田生长期短，吸肥时间集中的双季稻，可以采用全部肥料作基全肥施用（有机肥、氨水和碳

表 9 土壤水解氮和早稻吸肥高峰期全株氮%的相关性（盆栽, 1975年）

处 理	高峰期土壤水解氮 (毫克/100克土)	高峰期全株含氮(%)	收获期稻谷中氮素 累积量(毫克/穴)
无 肥	5.63	2.98	170
低 肥 追 施	6.91	3.26	215
低 肥 基 全 肥	11.72	3.60	239
高 肥 追 施	14.36	3.63	249
高 肥 基 全 肥	22.60	3.65	314
相 关 (r)	标准项	0.803*	0.889*

注: 1. 水解氮素系用丘林法。

2. 低肥区每盆施 $^{15}\text{NH}_4\text{HCO}_3$ 5.3 克, 高肥区每盆 $^{15}\text{NH}_4\text{HCO}_3$ 7.62 克, 盆径为 28 厘米, 高为 29 厘米, 装土 38 斤。

3. 早稻品种为“矮南早 1 号”。

4. 试验土壤为“沟干泥”。

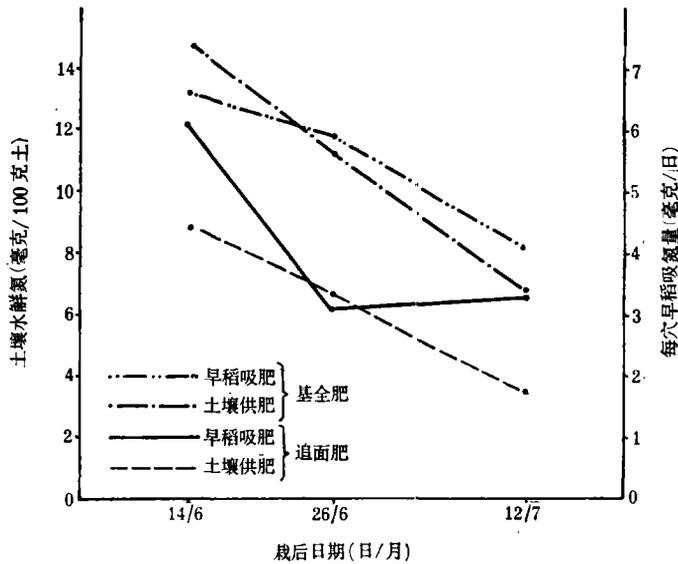


图7 基全肥对土壤供肥和早稻吸肥的影响
(盆栽)

铵三肥齐下)的一个重要依据。

实际生产中,不同社队曾以增加速效化肥量,提前追肥,增加早期追肥和改追肥为耙面肥等措施来适应双季稻吸肥高峰的要求。基全肥法则在等量化肥条件下,提供了一个简便有效的提高早期土壤供肥强度的方法。

三、双季稻对土壤和肥料养分供应的依赖性

双季稻在绝对无肥区上收获的养分,假定都来自土壤,则无化肥区(单施有机肥)上收获的养分就应来自土壤加有机肥,用差减法减去从无肥区吸收的养分,则为有机肥中养分的作用。同理,以全肥区(有机肥加化肥)减去无化肥区,则为化肥中养分的作用。由于在一般情况下,单位面积的养分收获量与养分的综合生产力(即作物的单产)成正相关。因此,我们可以直接用不同施肥处理间双季稻单产的差异,来估算双季稻对土壤和肥料养分供应的依赖程度(表 10),可以看到在当前生产条件下,双季稻所需要的养分,主要是由土壤提供的(占 60% 左右),肥料提供的约占 40% 左右(其中有机肥约占 8—10%,化肥约占 30%)。但若以养分收获量进行计算(表 11)时,无肥区的氮素收获量仅为全肥区的 52%,较日本资料及日本人在泰国做的资料稍低(Takeo Koyama et al., 1973; 朱兆良, 1976),也较国内做的单季稻结果低而接近苏州地区双季稻的结果(中国科学院南京土壤研究所东亭任务组, 1977)。无化肥区为 58%,化肥提供氮素的作用显得更大些,这可能与双季稻生育期短又集中于前期大量吸肥有关。因而双季稻对速效化肥的要求和依赖程度更高。

另一方面,用 ^{15}N 示踪法的资料来计算,则成熟期地上部收获的氮素中有 65% 左右来自土壤(表 12),较用差减法计算的来自无肥区土壤的氮素收获量(表 11, 52% 左右)高

表 10 不同施肥处理条件下早稻的生产力 (1977 年)

试验地点	土壤	无肥区		无化肥区		100% 基全肥	
		单产 (斤/亩)	%	单产 (斤/亩)	%	单产 (斤/亩)	%
青浦县朱家角公社	青紫泥	57.7	78.4	673	93.1	722	100
青浦县朱家角公社	青紫泥	370	51.1	420	58.0	725	100
上海县七一公社	沟干泥	670	68.3	719	73.3	981	100
金山县枫围公社	青紫泥	319	52.0	371	60.6	612	100
南汇县惠南公社	黄泥头	505	53.8	543	57.8	937	100
	平均 (\bar{x})	486	60.7	545	68.6	795	100
	标准差 (s)		24.2		30.3		
	变异系数 (c.v)		39.9		44.1		

表 11 不同施肥处理早稻的养分收获量 (1977 年)

试验地点	氮 (N 斤/亩)			磷 (P 斤/亩)			钾 (K 斤/亩)		
	基全肥	无化肥	无肥	基全肥	无化肥	无肥	基全肥	无化肥	无肥
青浦县朱家角公社	13.75	10.67	8.20	3.41	1.93	1.44	13.99	12.33	9.70
青浦县朱家角公社	13.97	6.30	5.78	2.56	1.19	1.16	12.48	7.73	7.03
上海县七一公社	17.99	10.55	10.08	3.45	2.70	2.90	16.99	11.81	10.30
金山县枫围公社	12.60	7.43	6.72	2.97	1.05	1.27	16.95	10.48	9.49
南汇县惠南公社	17.21	8.67	8.48	2.64	1.28	1.35	19.48	8.89	7.64
平均	15.10	8.72	7.85	3.01	1.63	1.62	15.98	10.25	8.83
相对 %	100	57.8	51.9	100	54.2	53.8	100	64.1	55.3

出约 13%，这一差值是氮肥激发作用的结果。

在双季稻生产中，除应不断提高土壤生产力和挥发性氮肥的利用率(已如上述)外，不断提高有机肥的质量和利用率，也应给予充分重视。

有机肥作为养分再利用的一种形态，不仅需要数量多，而且需要讲究调制质量。养分含量低的粗有机肥，其当季利用率往往很低。郊区常用的草塘泥和猪厩肥，在一般用量时的氮磷钾利用率，分别为 10%、5%、7% 左右(表 13)。尤其是磷的利用率甚低，在有些情况下，由于有机肥区的磷素收获量低于无肥区，用差减法计算时，只能得负值。有机肥供磷能力这样弱的原因有待进一步的研究。同时，由于粗有机肥在施用后分解慢，不能很快形成一个释放供肥的高峰，因而也不适应双季稻在高峰期大量吸肥的要求。把有机肥放入尼龙网袋埋入田间的测定结果(表 14)表明，随着腐熟程度的增加，速效性氮素占的比例也提高，并能在施用后 10 天左右形成一个释放高峰，恰好与双季稻的吸肥高峰相吻合。反之，若腐熟不好，则不仅不能形成释放供肥高峰，且在整个生育期间的释放量也较少。因此，对用于双季稻的有机肥，提高质量的主要指标，应是力争在施用后 10—15 天能形成一个有效的释放供肥高峰。

表 12 早稻对不同来源氮素的利用 ($^{15}\text{NH}_4\text{HCO}_3$)

日期	处理	肥料氮占收获氮%		土壤氮占收获氮%	
		1975年	1976年	1975年	1976年
6月4日	I	59.5	52.6	40.5	47.4
6月4日	II	54.3	29.0	45.7	71.0
6月16—17日	I	69.8	61.1	30.2	38.9
6月16—17日	II	69.8	63.3	30.2	36.7
7月11—14日	I	53.5	36.9	46.5	63.1
7月11—14日	II	55.1	34.4	44.9	65.6
8月2—3日	I	35.7	34.8	64.3	65.2
8月2—3日	II	34.4	33.1	65.6	66.9

注: I—基全肥, II—面肥+追肥。

2. 1975年为盆栽试验, 施肥情况见表9注2, 早稻品种为“矮南早1号”, 试验土壤为“沟干泥”。

3. 1976年为田间铁皮框中示踪试验, 施用丰度为23.2%的 $^{15}\text{NH}_4\text{HCO}_3$, 折合每亩施用135斤。

表 13 用于双季稻的有机肥的当季利用率 (1977年)

试验地点	施肥量 (担/亩)	有机肥中养分利用率%			有机肥中养分含量%(湿基)			备注
		N	P	K	N	P	K	
青浦县朱家角公社	草塘泥60	19.1	9.47	8.36	0.216	0.086	0.527	早稻
青浦县朱家角公社	草塘泥40	7.67	1.61	3.33	0.212	0.048	0.528	早稻
上海县七一公社	猪厩肥40	3.72	-3.52 ^A	5.09	0.395	0.143	0.748	早稻
金山县枫围公社	猪厩肥20	13.9	-7.27 ^A	10.60	0.319	0.150	0.470	早稻
南汇县惠南公社	草塘泥+ 猪厩肥40	2.60	-1.10 ^A	4.92	0.228	0.066	0.638	早稻
	平均	9.40	—	6.46	0.274	0.099	0.582	早稻
金山县枫围公社	草塘泥60	6.53	-2.73 ^A	2.81	0.189	0.053	0.542	后季稻
金山县枫围公社	猪厩肥20	8.57	2.31	-5.42 ^A	0.210	0.047	0.345	后季稻

注: ^A 为有机肥区减无肥区为负值, 无法计算利用率。有机肥区较无肥区谷粒产量稍高。但体内含磷量减低较多, 故磷素收获量不一定增加。

表 14 有机肥腐熟程度对供肥能力的影响

有 机 肥 类 型	全氮(%)	速效氮(%)	速效氮占 全氮的%	早稻期间释放的%	
				施后10天	施后53天
青蚕豆秆+猪 厩肥+草塘泥(腐熟)	0.655	0.257	39.2	41.6	52.3
猪厩肥少量+红花草 +草塘泥(中等腐熟)	0.593	0.137	23.1	31.2	39.8
猪厩肥(未经腐熟)	0.577	0.069	11.9	11.6	28.3

注: 1. 速效氮系由0.05 NHCl 提取后蒸馏测定。

2. 全氮、速效氮含量均系干重%。

3. 本表系由我所土壤组 1975 年资料改算而得。

参 考 文 献

- 上海市农业科学院土肥植保研究所, 1977: 碳铵全耕层深施作双季稻基肥的初步研究。土壤, 第2期, 67—71页。
- 上海市农业科学院土肥植保研究所肥料组, 1978: 三熟制早稻吸肥特点的初步研究。土壤肥料, 第1期, 18—20页。
- 朱兆良, 1976: 日本水田氮素研究概况。土壤农化, 第5期, 1—21页。
- 中国科学院南京土壤研究所东亭任务组, 1977: 苏州地区双三制下提高氮肥对水稻的增产效果。土壤, 第3期, 127—135页。
- 陈永康、杨立炯等, 1964: 晚粳稻高产的看苗诊断和栽培措施的研究。北京科学讨论会论文集, 总第169篇。
- 石塚喜明, 田中明, 1963: 水稻の栄養生理。128—132, 养贤堂, 东京。
- Takeo Koyama, et al., 1973: Nitrogen application technology for tropical rice as determined by field experiments using ^{15}N tracer technique, Technical Bulletin, Tropical Agriculture Research Center, 3: 1—75, Tokyo.
- Суков А. А., 1978: Использование растениями азота почвы и удобрений. Агрохимия, № 2: 15—19.
- Смирнов П. М., 1977: Проблемы азота в земледелии и результаты исследований с ^{15}N . Агрохимия, № 1: 3—25.

STUDIES ON PEAK NUTRIENT UPTAKE OF DOUBLE-CROPPING RICE AND THE METHOD OF BASAL DRESSING WITH VOLATILE NITROGEN FERTILIZER TO THE WHOLE PLOWED LAYER

Hsi Chen-pang, Pien Yi-chieh, Kuang An-chi, Liu Te-pen
and Liu Ming-ying

*(Fertilizer Section, Soil and Fertilizer Institute of the
Shanghai Academy of Agricultural Sciences)*

Summary

The double-cropping rice is known as the principal type of cultivated rice in the suburbs of Shanghai. In comparison with the late-maturing single-cropping rice, the former is fundamentally characterized by its short growing period as well as its appearance of panicle primordial differentiation in tillering stage, thereby giving rise to an outstanding peak of nutrient uptake within 2 or 3 weeks after transplantation. During this period, there is an drastic increase in both the concentration of the nutrient content and the quantity of daily absorption of the plant above the ground. It is estimated that during a period of three weeks after transplantation, the nitrogen absorption amounts up to 60—70% of its grand total throughout the whole growth period. In the peak uptake stage, the nitrogen percentage of the plant is significantly correlated with the number of ripening grains, available ears and grain production.

Field experiments show that applying the mixture of more than 80% of the mineral nitrogenous fertilizer (ammonium bicarbonate, etc.) with all of decayed organic manure (compost under water-logged conditions, etc.) as a means of basal dressing to the whole plowed horizon is a method preferable to meet the needs of the peak nutrient uptake, increasing the percentage of nitrogen recovery and raising the yield of double-cropping rice.

The rates of dependence of the nitrogen content of the double-cropping rice on soil, organic manure and mineral nitrogenous fertilizer are approximately 60%, 10% and 30% respectively.