

关于太湖地区稻麦上 氮肥的适宜用量

张绍林 朱兆良 徐银华 陈荣业* 李阿荣

(中国科学院南京土壤研究所)

关于太湖地区稻麦上氮肥的适宜用量问题已经进行了大量的研究^[1-7]。这些研究是以现行的施用技术为基础,主要以硫铵和碳铵为研究对象的。考虑到我国尿素产量的迅速增加,以及尿素粒肥深施在提高氮素利用率和增产效果中的重要作用,有必要以尿素为对象,将现行施用技术与粒肥深施下的适宜用量进行对比研究。本文是我们在1982—1985年间的有关研究结果,并试图对在当前农村技术推广的现实条件下,平均适宜施氮量在推荐施肥中的实用价值作一讨论,以补前文^[8]之不足。

一、试验的基本情况

在1982—1985年间,在本区14个县、市的共77块田上进行了稻麦的尿素用量试验。试验分别布置在本区的爽水水稻土、滞水水稻土、侧渗水稻土、囊水水稻土等主要类型的土壤上。其中有7块田产量结果的F测验不显著,2块田的产量未经含水量校正,因此,仅汇总68块

表1 尿素粒肥和粉肥的用量试验 (1982—1983)

水稻				小麦			
处理号	处理	折纯N (斤/亩)	施肥方法	处理号	处理	折纯N (斤/亩)	施肥方法
1	对照	0		1	对照	0	
2	尿素	6	栽秧前逐粒均匀点施, 深二寸左右, 一次施入	2	尿素	9	一半基肥穴施, 一半返青追肥穴施。
3		9		3	尿素	12	
4	粒肥	12		4	粒肥	15	
5		15		5	肥	18	
6	尿素	9	一次作基肥全层混施	6	尿素	12	一半基肥耕翻前撒施, 一半返青追肥兑水浇。
7		12		7	尿素	15	
8	粉肥	15		8	粉肥	18	
9		18		9	肥	21	

田的资料。试验以磷、钾肥为底,不施有机肥料。小区面积0.025—0.05亩,4个重复,随机区组排列。供试作物的品种以当地的当家品种以为主,其中主要的是:双季早稻为原丰早,双季晚稻为寒丰早,单季晚稻为盐梗2号和8204,小麦为扬麦4号。试验设计见表1和表2。

二、结果和讨论

(一) 土壤对当季作物的供氮量

土壤对当季作物的供氮量的汇总结果示于表3。在计算供氮率时,虽然采样深度为0—

* 已调至中国水稻所。

15厘米，但为了与以往结果进行比较，仍按0—20厘米土重30万斤计算，因此计得的供氮率可能偏低。

从三年的综合结果来看，本区土壤对双季早稻的供氮量平均为8.7斤／亩，供氮率平均为1.6%，都接近或略低于已有的结果^[9]。关于土壤对双季晚稻的供氮量，以往多数是从连续第2季无氮区得出的^[9]；结果偏低。本次结果属于第一季无氮区中土壤对双季晚稻的供氮量，从表3来看，其值平均为7.2斤／亩，只略低于对双季早稻的供氮量。土壤对单季晚稻的供氮量平均为10.2斤／亩，供氮率平均为2.1%，虽都高于双季早稻和双季晚稻的结果，但似略低于以往的结果^[9]。土壤对小麦的供氮量平均只有6.7斤／亩，低于土壤对各季水稻的供氮量。

表2 尿 素 粉 肥 的 用 量 试 验(1984—1985)

处理号	折纯N (斤/亩)	施 肥 方 法			
		1	2	3	4
1	0	1. 双季早稻与双季晚稻上全部作基肥混施。			
2	6	2. 1984年的单季晚稻上一半作基肥混施，另一半在稻分化期追施，结合耘稻。			
3	12	3. 1985年的单季晚稻上一半作基肥混施，另一半分二次追施：1/3作长粗肥追施，2/3在穗分化期追施结合耘稻。			
4	18				
5	24	4. 小麦上一半作基肥混施，20%在返青后，30%在拔节期追施覆土。			
6	30				

表3 土 壤 供 氮 量 和 供 氮 率(田间无氮区)

年 份	作 物	试 验 数	无氮区产量(斤/亩)	供氮量(N, 斤/亩)	供氮率%(以0—20厘米 土壤全氮为基数)
1982*	双早	5	585±43	9.21±1.03	1.77±0.40
	双晚	4	575±67	7.90±0.46	—
	单晚	5	752±92	10.4±1.30	2.34±0.22
1982—1983*	小麦	7	310±68	6.94±1.38	—
	双早	7	595±101	8.29±0.84	1.50±0.27
	双晚	6	630±85	6.67±1.07	1.22±0.15
1984**	单晚	10	747±98	9.91±2.10	1.98±0.51
	单晚	15	662±88	10.23±2.33	2.07±0.48
1984—1985**	小麦	9	289±46	6.55±1.49	1.34±0.31
	双早	12	591±82	8.67±1.03	1.57±0.33
	双晚	10	608±83	7.16±1.07	—
	单晚	03	705±102	10.16±2.12	2.08±0.47
综合	小麦	16	297±58	6.72±1.45	—

* 包括秧苗氮或小麦种子氮。

** 已扣除秧苗氮或小麦种子氮。表列数值系平均值和标准差

(二)尿素的适宜用量

在68个田间试验结果中，产量与氮素用量的关系符合一元二次方程的有48个。在计算其适宜施氮量时，我们以每增施一斤氮增产稻谷5斤或小麦3斤，即 $(\frac{dY}{dX}) = 5$ (水稻) 或 $(\frac{dY}{dX}) = 3$ (小麦) 作为临界值。这既是考虑到试验误差，同时也兼顾了经济效益。另外的

20个试验中，有14个可以采用新复全距的显著性测验，判定适宜的施氮量；其余6个试验的设计最高施氮量低于适宜施氮量，因而弃去不用。对本地区氮肥适宜用量的讨论是以62块田的试验结果为基础的。

1. 尿素粉肥在现行施用技术下的适用宜量。尿素粉肥的适宜用量试验结果汇总于表4。对本地区双季早稻来说，适宜用量（以纯氮计）的一般范围为8—18斤/亩，平均13斤/亩，双季晚稻上约为10—21斤/亩，平均16斤/亩，单季晚稻上约为11—19斤/亩，平均为15斤/亩，小麦上约为13—23斤/亩，平均18斤/亩。从过去本地区有关单位进行的氮肥用量的试验结果来看，双季早稻上，硫酸铵和碳铵的适宜用量分别为8—15斤/亩和15—20斤/亩^[1-3]；双季晚稻上，硫酸铵的适宜用量为7—17斤/亩^[4]；单季晚稻上硫酸铵的适宜用量为10—19斤/亩^[5]，三麦上硫酸铵和碳的铵适宜用量分别为17—25斤/亩和16—20斤N/亩^[6,7]。看来尿素的适宜用量（以纯氮计）大体上介于硫酸铵和碳铵之间，这与尿素的利用率一般介于硫酸铵和碳铵之间似有一定联系。当然，不同年度间适宜用量存在着一定的差异，这可能与气象条件的不同有关。根据这些结果，对比1982年本区氮肥的施用量高达每季每亩26.5斤N的事实，可以得出结论，本区目前的氮肥施用水平已明显偏高。这不仅造成氮肥的大量浪费，而且过量施用氮肥，还可能使产量低于适宜施氮量时所能达到的水平。如表5所示，1982年本区的平均稻谷产量都低于本试验中适宜用量时的平均产量，就双季早稻、双季晚稻和单季晚稻而言，分别相差24斤/亩，133斤/亩和13斤/亩。至于本试验中适宜施氮量时的小麦产量低于本区的平均产量，则可能是由于在有的试验点上，小麦成熟期间因高温逼熟而使得产量降低，从而影响到平均产量的统计结果。

2. 适宜用量下氮肥的增产效果及氮素利用率。适宜施氮量时的平均增产效果（表6），对

表4 尿素的适宜用量

试验年份	作物	试验数	适宜用量(N斤/亩)	
			X ± SD	一般变幅
1982	双季早稻	5	11.5 ± 2.6	9—14
	双季晚稻	4	13.5 ± 2.0	12—16
	单季晚稻	3	13.5 ± 3.3	8—15
1982—1983	小 麦	4	7.6 ± 3.6	14—21
1984	双季早稻	7	14.6 ± 5.8	9—20
	双季晚稻	6	16.9 ± 7.2	10—24
	单季晚稻	10	16.8 ± 4.4	12—21
1985	单季晚稻	14	14.1 ± 4.0	10—18
1984—1985	小 麦	9	18.7 ± 6.0	13—25
综合	双季早稻	12	13.3 ± 4.8	8—18
	双季晚稻	10	15.5 ± 5.7	10—21
	单季晚稻	27	14.8 ± 4.3	11—19
	小 麦	13	18.3 ± 5.2	13—23

表5 太湖地区稻麦平均产量与适宜用量下的平均产量比较

项 目	产量(斤/亩)			
	双早	双晚	单晚	小麦
本区的平均产量	751	657	869	534
适宜用量下的平均产量	775	790	882	456
相差	24	133	13	—

表6 适宜用量下氮肥的增产效果及氮素利用率 (1982—1985)

作物	试验数	产量(斤/亩)			斤氮增产斤数	氮素利用率%	氮素籽粒生产效率(斤/吸收斤N)	作物对土壤氮素依赖性%
		无氮区	适宜用量时	增 产				
双季早稻	12	592 ± 85	775 ± 86	183 ± 96	13.4 ± 5.6	37.2 ± 7.6	58.6 ± 5.2	64.1 ± 11.1(n = 7)
双季晚稻	10	608 ± 87	790 ± 84	183 ± 98	11.5 ± 5.0	27.7 ± 11	60.8 ± 6.3	59.4 ± 16.7(n = 6)
单季晚稻	27	705 ± 102	882 ± 122	177 ± 73	11.7 ± 4.1	35.4 ± 14.5	56.4 ± 8.4	67.2 ± 11.4(n = 24)
小 麦	13	292 ± 57	456 ± 88	164 ± 59	9.5 ± 3.8	36.8 ± 13.2	34.8 ± 5.4	53.0 ± 11.5(n = 9)

双季早稻、双季晚稻、单季晚稻和小麦来说，分别为31%、30%、25%和56%。

统计表明，不同田块上，同一用量时尿素的平均利用率与用量之间大多呈现出显著或极显著的负相关。例如：

双季早稻： $Y = 43.9 - 0.67X$, $r = -0.928^{**}$, $n = 7$; 双季晚稻： $Y = 28.6 - 0.13X$, $r = -0.584$, $n = 6$;

单季晚稻： $Y = 38.3 - 0.43X$, $r = -0.974^{**}$, $n = 25$; 小麦： $Y = 41.2 - 0.51X$, $r = -0.897^*$, $n = 9$ 。

Y : 氮素利用率(%), X : 施N量(斤/亩)。

显然，掌握适宜的氮肥用量，是提高氮肥利用率的重要方面。

3. 尿素粒肥与粉肥的肥效比较。尿素粉肥在水稻上作基肥混施时，损失严重，粒肥深施可以显著地提高氮素利用率^[9]，因此，其适宜施用量也应比粉肥在现行施用技术下的适宜施用量要低，如表7所示。在相近的产量水平下，对于双季早稻、双季晚稻、单季晚稻和小麦来说，尿素粒肥深施时，其用量分别只为粉肥的79%，76%，93%和87%。每斤氮的增产量分别提高18%，27%，36%和18%。氮素利用率也从30—42%提高到42—60%。

表7 尿素粒肥与粉肥肥效的比较(1982—1983)

作物	试验数	肥料	平均适宜用量 (N斤/亩)	平均可得产量 (斤/亩)	每斤尿素N的增 产量(斤/斤N)	尿素氮的平均 利用率(%)
双季早稻	5	粉肥	11.5	744	12.7	38.3
		粒肥	9.1	730	15	47.6
		粒肥/粉肥	0.79	0.98	1.18	1.24
双季晚稻	4	粉肥	13.5	745	12.8	30.0
		粒肥	10.2	758	16.3	43.6
		粒肥/粉肥	0.76	1.02	1.27	1.45
单季晚稻	3	粉肥	11.5	960	15.3	42.0
		粒肥	10.7	994	20.8	59.8
		粒肥/双季	0.93	1.04	1.36	1.42
小 麦	4	粉肥	17.6	454	8.5	35.4
		粒肥	15.7	463	10.0	42.4
		粒肥/粉肥	0.89	1.02	1.18	1.20

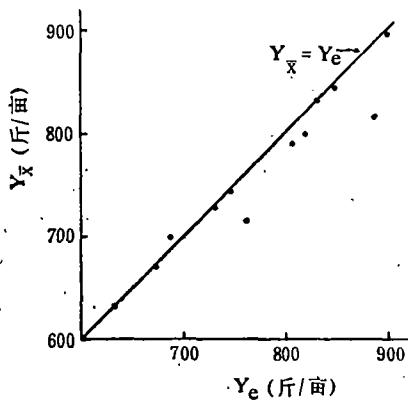


图1 双季稻上 Y_x 与 Y_e 的比较($n = 12$)

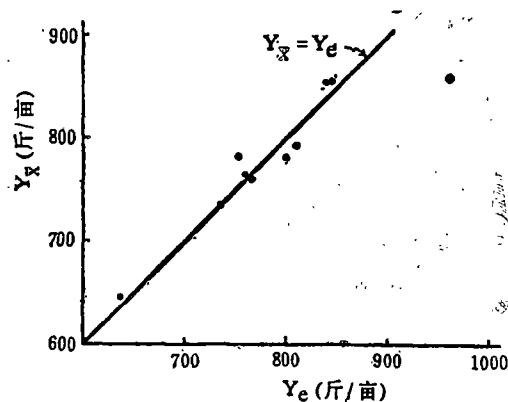
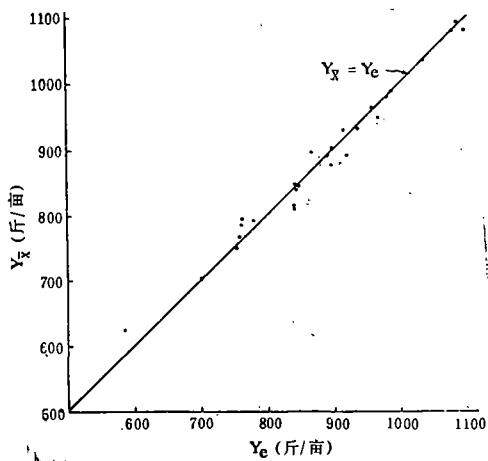
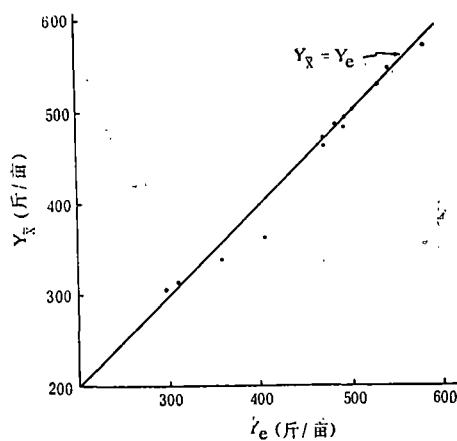


图2 双季稻上 Y_x 与 Y_e 的比较($n = 10$)

表 8 适宜施氮量与平均适宜施氮量时的产量比较

年 份	作 物	试验亩数	适宜施氮量时的产量总和 ΣY_e (斤)	平均适宜施氮量时的产量总和 $\Sigma \bar{Y}_x$ 斤
1982—1984	双季早稻	12	9300	9176
1982—1984	双季晚稻	10	7903	7827
1982—1985	单季晚稻	27	23808	23757
1982—1985	小 稻	13	5927	5866

图3 单季晚稻上 \bar{Y}_x 与 Y_e 的比较($n=27$)图4 小麦上 \bar{Y}_x 与 Y_e 的比较($n=13$)

(三) 关于平均适宜施氮量的含义

在前文^[8]中，曾以22块单季晚稻的试验结果，对平均适宜施氮量的含义进行了初步探讨。本文将以上述62块田的试验结果为基础，再作进一步的讨论。现将各个作物上的 \bar{Y}_x 与 Y_e 作图，示于图1—4。 \bar{Y}_x 代表各田块上施用平均适宜施氮量(X)时的产量(将 X 代入各田块氮肥用量与产量关系的方程中计得)， Y_e 代表各田块上按各自的适宜施氮量施用时的产量。图中画出了 $\bar{Y}_x = Y_e$ 的直线，各点偏离这一直线的程度反映了 $\bar{Y}_x - Y_e$ 的差值的大小。此外，还从总产上的差异考察了平均适宜施氮量的实用价值，结果如表8。从这些结果来看，以平均适宜施氮量来推荐氮肥的用量，对一部分田块来说，其产量可能会受到一些影响，但对大多数田块来说，这种影响是很小的。而且，各块田皆按平均适宜施氮量(X)施用时所得产量的总和 ($\Sigma \bar{Y}_x$)，只略低于按各田块各自的适宜施氮量 (X_e) 施用时所得产量的总和 (ΣY_e)。看来，在当前农村技术推广的现实条件下，以平均适宜施氮量作为指导施肥的基础，不失为一个简便易行的办法。

参 考 文 献

- [1] 中国科学院南京土壤研究所东亭任务组，苏州地区双三制下提高氮肥对水稻的增产效果问题。土壤，9:(3), 127—135, 1977。
- [2] 潘遵谱等，苏州地区氮素化肥合理施用技术研究Ⅱ. 再论前季稻氮肥的用量和用法。江苏农业科学，第5期，15—23, 1982。
- [3] 汪寅虎等，青紫泥类型土壤早稻氮肥适宜用量研究(上)，上海农业科技，第1期，18—20, 1984。

(下转第4页)

研究为主，着重收集包括土壤、土壤肥力、气候等环境因子在内的农业与土壤资源信息，以便对施肥、灌溉等各种农业技术进行监控、建模，进而向具有系统分析和人工智能特色的信息系统方向发展。针对上述情况，我国首先应从农业生态环境信息系统入手，通过对土壤、土壤肥力、气象、作物品种及农业经济等数值信息的采集，输入和加工，从而加速农业生态研究，达到数量化、模式化，为实现农业生产的预报预控创造条件；其次再发展我国的土壤资源信息系统，研究内容包括土壤信息的处理与应用、土壤信息处理中的模式识别和判断、土壤信息的计算机模拟、土壤数据库的管理：土壤信息采集和信息本身的标准、规范化问题等。

另外，随着光谱、质谱、色谱及电化学分析技术向土壤科学的渗透，使得土壤测试新技术有很大推进，并使土壤基本性质的研究愈加深入。我国今后一方面要在土壤学研究中不断应用现代分析技术的最新成就，另一方面要加紧对土壤养分大批量快速分析方法及技术的研究，以适应我国土壤科学发展的需要。

土壤学的发展历史仅有百余年。它在理论上曾有过显著的突破。例如道库恰耶夫对土壤地理与发生分类；盖德洛依茨对土壤吸附性能；李比希对植物营养；海尔里盖尔对根瘤菌的固氮性能等都有过划时代的贡献。当前土壤学在有关学科的发展与推动下，正处于新的重大突破的前夕。可以预见，在2000年前后，我国土壤学必将在土壤资源环境保护、土壤圈物质循环、土壤胶体表面性质、土壤肥力的培育与提高、化肥及营养元素长效肥的研制、固氮根瘤菌的移植技术、土壤发生分类、防止土壤退化及土壤信息系统与现代分析技术的应用等方面有新的推进。我国的土壤学不仅将在理论上有新的发展，而且在为国民经济建设中发挥更大的作用。（参考文献略）

（上接第9页）

- [4] 潘遵谱等，苏州地区氮素化肥合理施用技术研究 IV. 后季稻氮肥的用基和用法。江苏农业科学，第6期，1—8
1983。
- [5] 潘遵谱等，太湖地区氮素化肥合理施用技术研究 VII. 单季晚稻氮肥肥效和适宜用量。江苏农业科学，第12期，
1—4, 1984。
- [6] 万传斌等。太湖地区氮素化合理施用技术研究 II. 小麦氮肥的用量和用法。江苏农业科学，第7期，1—6，
1982。
- [7] 上海市土肥站等，上海郊区三麦氮肥适宜用量研究。上海农业科技，第6期，5—7, 1984。
- [8] 朱兆良等，平均适宜施氮量的含义。土壤，18: (6)316—317, 1986。
- [9] 朱兆良，我国土壤供氮和化肥氮去向研究的进展。土壤，17:(1)2—9, 1985。