

# 应用 $P^{32}$ 研究有机混合磷肥在紅壤 上的經濟施用

凌雲霄 魯如坤

(中国科学院土壤研究所)

## 一、引 言

經濟有效地施用化学肥料是农业化学重要的任务之一,考虑到我国有着大面积的酸性土壤,这些土壤一方面极为缺磷,另一方面由于它的強大的固定磷素的能力,在施用磷肥后又往往不易发挥其最大的效用,因此在这些土壤中寻求經濟有效的磷肥施用方法,就成为当前的重要問題之一。

我国农民在經濟用肥方面有着极为丰富的經驗,如“沾秧根”、“安灰兜”等,这些方法使得应用少量的磷肥而可能获得巨大的增产效果。本試驗的目的是在学习农民經驗的基础上,闡明同量肥料在施用方法不同时的效果,从而找出最經濟的施肥方法。

## 二、試驗方法

試驗是在溫室中用采自江西的由第四紀紅色粘土发育的紅壤来进行的,它的基本农化特性列于表1。

表1 紅壤的農化特性

pH	速效鉀 (毫克/100克土)	速效磷	有机質 (%)	全氮 (%)	全磷 (%)	水解性酸 (毫当量/100克土)	代換性酸 (毫当量/100克土)
4.8	16	微量	0.92	0.058	0.022	1.15	2.7

試驗有四种处理,二种对照,即将有机混合磷肥(将泥炭和过磷酸鈣混合  $P^{32}$ )以粉状混施、粉状穴施、粒状混施、粒状穴施,另加稳定性磷对照和不施磷肥的对照;每种处理5盆,每盆装6.5公斤紅壤,加相当于1克氮的  $(NH_4)_2SO_4$ , 0.7克  $K_2O$  的  $KCl$ 。粉状和粒状肥料每盆25克含  $P_2O_5$  0.2克。作对照用的有机混合磷肥(将泥炭和含稳定性磷的过磷酸鈣混合)粉状混施,8月18日插秧,插秧前先施氮、鉀混合液,后取3—8厘米的土层与粉状、粒状磷肥分別混施,然后另盖3厘米厚的土层。此外,二处理在盆中央挖洞深約8厘米,把粉状磷肥和粒状磷肥分別施于穴內(前者相当于沾秧根,后者相当于安灰兜),然后每盆栽15株幼苗,分別在返青期、拔节期、黃熟期进行采样,結果分別列于表2。

## 三、試驗結果

从表2中明显地可以看出:

1. 肥料状况相同时,穴施的处理吸收  $P_2O_5$  量远大于混施的,粉状比粒状更为明显。特

表 2 不同施肥方法对水稻磷肥吸收的关系

处 理	每盆植物 干重	含磷总量 ( $P_2O_5$ 毫克)	吸收 $P^{32}$ 量 ( $P_2O_5$ 毫克)	放射性肥料 利用率(%)
返 青 期				
NK	1.84	13.6	—	—
NP <sup>32</sup> K	1.89	15.78	—	—
粉状混施	1.73	14.10	0.59	0.2 <sup>1</sup>
粉状穴施	1.80	22.61	9.03	4.50
粒状混施	1.71	15.32	1.54	0.78
粒状穴施	1.74	19.35	6.15	3.08
拔 节 期				
NK	10.25	50.6	—	—
NP <sup>32</sup> K	10.56	53.0	—	—
粉状混施	12.85	54.2	5.4	2.7
粉状穴施	14.80	148.1	43.8	21.9
粒状混施	12.66	78.9	12.9	6.5
粒状穴施	15.81	124.5	32.7	16.4
黄 熟 期				
NK	14.78	60.78	—	—
NP <sup>32</sup> K	19.77	92.90	—	—
粉状混施	22.56	103.70	8.6	4.3
粉状穴施	49.30	312.50	77.4	38.7
粒状混施	25.80	132.60	21.9	10.9
粒状穴施	42.58	257.20	58.35	28.18

别在返青期,同量磷肥,粉状穴施时所吸收的  $P_2O_5$  量比粉状混施时大 15 倍,而在粒状条件下则约为 4 倍。这说明粉状穴施的优越性在早期更为突出,到拔节期或成熟期则粉状条件下穴施吸收  $P_2O_5$  比混施者多不到 9 倍,粒状条件下则不到 3 倍。从植物对磷素营养要求来说,早期满足磷素需要,对水稻生长发育成熟都有很大好处。

2. 当肥料状态不同,混施时粒状也明显地比粉状显得优越。一般前者吸收  $P_2O_5$  量为后者的两倍多;再者,在穴施条件下,虽然没有成倍的吸收,但以其吸收绝对量而言都是比较高的。另外,穴施条件下粒状不象混施时较粉状优越,相反地在穴施时粉状的优于粒状的。这可能由于粉状比粒状更靠近于根的周围之故,而粒肥与根之间隔有薄层土层。粒肥优越性不突出,还可能由于在供应植物生长需要上比较延迟所引起,同时在这里还有必要强调的是颗粒集中施用还有其特殊优越的一面。过去国内外对粒肥研究已有不少,但一般都是混施。如果集中施用,不但作用更大,而且既能大大减少土壤固定,又能满足植物早期生长的需要。有关这一问题,还有待进一步试验。

3. 再从表 2 可清楚看到,施用方法中以粉状穴施最为优越,从返青到黄熟各阶段都保持着吸收  $P_2O_5$  最高,生殖生长期在农艺性状上表现也是符合的。如果粒状穴施,即使延迟的几天内能弥补返青期所供应  $P_2O_5$  量之不足,但二者之间差异应该消失。而在分析结果中清楚看到磷素的供应愈早愈好,甚至以后难以弥补。

4. 此外,由于施肥方法不同,也相应地反映在农艺性状方面,但其实质还是施肥方法

的不同引起了肥料利用率的不同。等量的 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 含量在四种方法处理下，粉状穴施的利用率最高；相反的，混施的最低。这是由于在水稻苗期为根系发育創造了不同的营养环境，穴施时，提供了更高的单位容积的养分，对作物吸收和利用大大提高。混施时由于单位容积养分浓度低，則肥料利用率也降低，其利用率的递增次序不論任何发育阶段都与施肥方法相对应。

5. 干物质和吸收磷量的关系，若以成熟期的干物质及吸收全磷量为百分之百，則可求出返青期、拔节期等生长期間其干物质重及吸收磷量各占成熟期的百分之多少。

表 3 干物质与吸收磷量的关系

不同施肥方法	返青期		拔节期		成熟期	
	产量 (%)	磷量 (%)	产量 (%)	磷量 (%)	产量 (%)	磷量 (%)
粉状穴施	3.65	7.25	30	47.5	100	100
粉状混施	7.7	13.6	57	52.5	100	100
粒状穴施	4.08	7.55	37.1	48.5	100	100
粒状混施	6.65	11.60	49	59.5	100	100

再由表 3 可見，吸收磷量与干物重之間是随着作物的生长而增加，然而同一个发育期其干重百分率与吸磷百分率不是一致的。可以看到在作物幼期，由于施肥方法不同，一般吸磷占整个生长期的 7—13%。再从干物重增长情况来看，幼期干重占整个生长期的 3—7%，这也随施肥方法不同而不同，但不論怎样，在吸收全磷量与干重間总存在一定的相关性，一般地說，在返青期吸收磷量占成熟期的百分数为干重所占百分率的一倍，这說明了磷在作物早期的需要性。另外也可以清楚看到，不同施肥方法对前期干重和磷量所占整个生长期的百分率是不同的，亦即后期生长愈好，則前期所占百分比愈少，反之則愈大。这也同样說明了磷肥前期的需要以及在后期的增产作用，同时由此也証明了紅壤中磷肥混施效果是不好的。

表 4 不同施肥方法对水稻農藝性狀的影响

处 理	高度(毫米)	分蘖数	穗数	籽实重量(克)	莖稈重量(克)
氮、鉀	60	22	14	3.83	10.95
氮、磷、鉀	64	24	15	5.80	13.97
粉状混施	65	24	14	6.18	16.38
粉状穴施	73	29	24	13.14	36.16
粒状混施	66	31	14	7.87	17.93
粒状穴施	70	38	27	12.72	29.86

由表 4 可見，不同施肥方法显著地影响水稻的农艺性状，这也是与前一节所提到的由于施肥方法不同即使磷肥用量相同，也大大地影响了植物吸收磷量。在磷素营养問題上，磷是生命活动中不可缺少的主要元素之一，特别是核朮乃是构成細胞核及其染色体的主要化合物，而磷素促进植物生长发育可能与核朮形成作用有关，因此由表 4 中可見，凡是穴施的，不論在生长高度以及分蘖数方面，均比混施的又高又多。不难理解吸收磷量愈多分蘖数相应增加，最終表現在穗数和籽实重量方面也有同样的趋势，这也突出地反映了磷素

营养与增产作用的关系。我們再把氮、鉀处理作为基数(如表5),可以清楚看到,由于不

表5 不同施肥方法水稻吸收磷素与籽实产量之相关性

处 理	吸收总磷量 (毫克)	增加 (%)	籽实重量 (克)	增加 (%)
氮、鉀	60.78	100	3.83	100
氮、磷、鉀	92.90	153	5.80	151
粉状混施	103.70	171	6.18	162
粉状穴施	312.50	515	13.14	344
粒状混施	132.60	218	7.87	206
粒状穴施	257.20	424	12.72	332

同施肥方法吸收  $P_2O_5$  量与籽实重量之間的相关性。总的說来,吸收磷量愈多籽实愈重,但并不成絕對的正比,而是一般的趋势,这可能与体内生化作用有关。至于吸收磷量与籽实重量的相关性,在此試驗中还是早期的情况。对不同时期供应磷素与水稻营养所起的作用,还待进一步研究。

表6 不同施肥方法对水稻吸收磷素肥料的影响

处 理	营养生长期 (返青—拔节)			生殖生长期 (拔节—黄熟)		
	肥料中吸收 $P_2O_5$ 毫克	吸收总量 $P_2O_5$ 毫克	来自肥料中 磷的百分率(%)	肥料中吸收 $P_2O_5$ 毫克	吸收总量 $P_2O_5$ 毫克	来自肥料中磷 的百分率(%)
氮、鉀	—	36.95	—	—	10.18	—
氮、磷、鉀	—	37.22	—	—	39.90	—
粉状混施	4.81	40.11	12.0	3.2	49.50	6.5
粉状穴施	34.77	125.49	27.8	33.6	164.4	20.2
粒状混施	11.36	63.58	17.9	9.0	53.7	16.8
粒状穴施	26.55	105.15	24.8	25.65	132.7	20.1

由表6可見,不同施肥方法显著影响磷肥的利用率,过去总认为磷素在土壤中的利用率远小于氮和鉀,特别是在紅壤地区。然而在我們的試驗中利用不同施用方法可以成倍地提高磷肥的利用率,另一方面在这試驗中借助于放射性磷的施用,清楚地证明了氮素营养条件的改变,可以影响到植物对土壤中磷素的吸收,更重要的是通过 $[P^{32}]$ 证明了过去用差异法說明肥料利用率是錯誤的。表2中可見在局部施用磷肥的同时,相对地增加了对土壤中磷的利用。此外,通过同位素法証明水稻在生殖生长期还能強烈吸收肥料中的磷素,但稍低于营养生长期对肥料中磷素的利用率;同时也清楚地看到肥料利用率的大小与前表所述及农艺性状之間密切关系,亦即植株分蘖数和籽实重量的增加都是与肥料中供应了更多的磷成正相关。

由表6不仅可以推論由于不同施肥方法引起水稻取自土壤磷素的不同,而且也可以推論两个不同发育阶段水稻在肥料和土壤中所吸取磷素的絕對量。一般认为,集中施用提高了肥料利用率,相应地减少了土壤磷素利用;相反的,混施就增加了土壤磷素利用。但我們了解在集中施用条件下,则是相对地降低了土壤磷占吸水磷总量的比重,而在吸收土壤磷素絕對量上还是很高的。例如粉状混施,取自土壤的磷素絕對量为35.31毫克,虽然前者取自土壤百分率为88.8%,后者为72.2%。由此可見,增施磷肥相应地也提高了土壤磷素的供应,特别是由于穴施肥效最高,土壤中索取磷也最多,这与植物生长愈好,需要

养分愈多有关。我們在采样时也清楚看到穴施的根系发育特別健壮,这与吸自土壤中磷素数量密切有关。

#### 四、小 結

1. 紅壤中的磷虽然以很难利用的状态存在,但如配合少量无机磷肥,仍可以被植物很好的利用。植物中 80% 的磷仍然是来自土壤。

2. 試驗証明,同量磷肥,集中穴施比混施增产 160—220% 左右,并显著提高分蘖能力。

3. 在紅壤上磷肥以粉状穴施,肥料利用率可以从 4.3% 提高到 38%。

4. 在紅壤上施用磷肥,不但不会降低而且可以大大提高作物对土壤中磷的吸收作用。如在混施的情况下,由可吸收 60 毫克  $P_2O_5$  提高到 95 毫克,在穴施的情况下,則由可吸收 60 毫克提高到 270 毫克。

### ПРИМЕНЕНИЕ РАДИОАКТИВНОГО ИЗОТОПА $P^{32}$ ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ НАИБОЛЕЕ ЭФФЕКТИВНОГО СПОСОБА ВНЕСЕНИЯ ФОСФОРНОГО УДОБРЕНИЯ ПОД РИС

Лин Юн-сяо и Лу Жу-кун  
(Почвенный институт АН КНР)

Исследования, проводившиеся на краснозёме в условиях вегетационных опытов с рисом, показали, что внесение суперфосфата в смеси с органическими удобрениями в лунки является его наиболее эффективным способом. Было установлено, что коэффициент использования фосфора из удобрения при внесении в лунки значительно возрастает до 38%, а при равномерном внесении только составляет 4.3%, причем урожайность риса повышается на 2 раз.

При местном внесении суперфосфата в смеси с органическими удобрениями преимущество гранулированного суперфосфата не было обнаружено по сравнению с негранулированным суперфосфатом. По числу коэффициента использования фосфора и урожайности риса он даже несколько уступает последнему.

Опыты показали, что применение фосфорных удобрений сильно усиливает использование фосфора в самой почве. В вегетационных сосудах контрольного варианта, без внесения удобрения, фосфор, усвояемый урожаем из самой почвы, суммирует 60 мг  $P_2O_5$ , а при внесении его в лунки—270 мг.