

甘家山試驗場對於磷灰石肥效 試驗的第三次報告

李慶遠 胡祖光

(中國科學院土壤研究所)

磷灰石肥效試驗的工作於 1951 年秋季起在南昌甘家山紅壤試驗場開始進行, 1951—1953 年間連續種植三季作物的試驗結果, 曾經先後寫成兩次報告¹⁾。現在我國的磷礦已經比較有大量開採, 這項原料直接當做肥料施用, 佔有特殊重要的地位。茲將 1953—1954 年在甘家山繼續試驗所得的結果, 寫成此報告, 以供施用上參考。

試驗工作是在 1951—1953 年的基礎上繼續進行的, 所用材料的規格和土壤的性質, 都可參考 1953, 1954 年間所發表的報告。

一. 磷灰石粉施用於水稻田肥效試驗

這項試驗是在 1952 年秋季向農民租來的一坵一季水稻田中進行的, 該項水稻土是發育於第四紀紅色粘土上, 地力貧瘠, 農家常年產量在每畝稻穀 100—180 斤範圍內。試驗目的, 是先將磷灰石粉通過冬季綠肥, 以供後作水稻吸收利用。試驗方法分成“過磷酸鈣”、“骨粉”、“磷灰石”和“不施磷肥”四個處理, 以比較各種磷肥的功效。每種處理小區 $\frac{1}{10}$ 畝, 重複兩次。這組試驗由 1952 年秋季開始到 1954 年秋季時已種植兩季冬季綠肥和兩次水稻。第一年冬季綠肥產量結果, 已在 1953 年第二次報告內列八, 為了使讀者易於了解起見, 現將磷灰石粉對於兩次冬季綠肥的肥效和對後作水稻反應的結果, 分別說明在下面:

1. 磷灰石粉對於冬季綠肥紫雲英的直接肥效及其對後作水稻增產的效果

水稻田的冬季綠肥紫雲英 (*Astralogus sinicus* L.) 是越年生豆科植物, 在江西排水良好比較肥沃的水田中都能生長, 我們猜想它對養分的吸收能力可能是很強的, 因此第

1) 參考土壤學報第 2 卷第 1 期 37—42 頁的“海州磷灰石肥效試驗的初步報告”及第 2 卷第 3 期 167—177 頁的“磷灰石肥效試驗第二次報告”, 中國科學院出版。

一次就採用它做冬季綠肥的指示作物。在播種時，各個處理區普遍施用豆餅每畝 50 斤，整地時施用氧化鈣每畝 150 斤，各種處理區的磷肥，也在這次播種綠肥時集中施用。在翌年春天，當紫雲英盛花期間，每區分別收割稱重後，即均勻瀝入原區內做綠肥，相隔二週後，移植水稻（一季早稻南特號），不再施磷肥，只每區內普遍加施相當於每畝 30 斤的硫酸銨（分兩次施入）。茲將各種處理的磷肥用量、紫雲英綠物質重量及對後作水稻產量結果列入表 1。

表 1 磷灰石粉通過冬季綠肥紫雲英後及對後作水稻的肥效

磷肥種類	磷肥每畝 用量(斤)	冬季綠肥紫雲英		後作水稻	
		每畝綠物質收 穫量(斤)	以骨粉產量為 100 的比例	每畝稻穀 產量(斤)	以骨粉產量為 100 的比例
骨粉 (P_2O_5 22—24%)	40	1010.0	100	233.75	100
過磷酸鈣 (P_2O_5 25%)	40	1805.0	178.7	283.75	121
磷灰石粉 (P_2O_5 36%)	150	237.0	23	99.75	42
不施磷肥	—	275.0	27	108.75	46

根據表 1 所載的結果，可知冬季綠肥紫雲英對於磷灰石的肥效是不顯著的，它對磷灰石的吸收力很弱，致使綠肥產量很低，也就影響它對後作水稻的肥效而不顯著。但是就兩季作物施用磷肥的產量來比較，證明這類紅壤性水稻土對磷肥的反應是非常顯著的，如加施了骨粉和過磷酸鈣的區集中，紫雲英綠物質產量可增加 3—6 倍，水稻穀物產量可增加 1—2 倍上下；而不加施磷肥的區集，雖施有農家最珍重的相當用量的有機氮肥豆餅及速效性氮肥硫酸銨，和中和酸度及促進鹽基代換量的足量氧化鈣，實際上對水稻的穀物產量仍屬低微。因此我們推想到如果選擇吸收力強的植物（如油菜、蘿蔔菜、苕子）做綠肥，利用它吸收磷灰石粉，對水稻增產也是可能的。

此外，對表中的結果還有兩點須附帶說明：（1）不施磷肥的處理區，綠肥和水稻都還有一定的收穫，這點和在旱地進行試驗的情況不相符合。在旱地上，通常不施磷肥的區集，沒有什麼收穫，這是因為供試土壤為耕作過的水稻土，農民多年均施用肥料，且在試驗中所施豆餅，也含有少量有機磷化合物，所以作物也稍能生長。（2）至於不施磷肥區的產量，反而比施有磷灰石粉的略為高些，這項微弱的差異，當是由於地區不平均的結果。

2. 磷灰石粉對於冬季綠肥蘿蔔菜的直接肥效及對後作水稻增產的效果

第二次試驗是繼續在 1953 年水稻收穫後所做的，試驗方法和第一年度相同。在這次播種綠肥時，各處理區也普遍施用相當於每畝 50 斤的菜籽餅，和照原處理區的磷肥種類加施第一年度所施磷肥用量的 $\frac{1}{2}$ ，氮磷肥料混合均勻後，按用量集中底條施。到

綠肥盛花期後，每區分別收割称重，即均勻瀝入原區內作綠肥，後作移植水稻時不再施磷肥，只每區內普遍加施相當於每畝 30 斤的硫酸銨（分兩次施入）。這次所種的冬季綠肥採用蘿蔔菜（*Raphanus sativus*）和巢菜（馬豆，*Vicia sativa*）混播，混播方式採用間行平行條播。蘿蔔菜是經試驗結果證明，對磷灰石吸收力強的作物，巢菜是當地野生種越年生的豆科植物，和栽培的苕子（野落秧，*Vicia cracca*）同屬，比苕子開花期早，能生長在很貧瘠的強酸性土壤中，我們猜想它對磷灰石的吸收力也是很強的，利用它和十字花科蘿蔔菜混播，可能對綠色體的產量增加是有助的。但這次混播綠肥，在 1953 年 10 月 2 日播種後，即遇秋季久雨，蘿蔔菜各區普遍有缺株現象，巢菜到翌年春後返青時，遇春後久雨，感染病害全部死亡，到 1954 年 4 月 9 日壓青時，只剩下蘿蔔菜做綠肥，而由於播種時蘿蔔菜種籽用量的不足。這項綠肥的產量也不很高，5 月 13 日移植水稻（一季早稻南特號），到 8 月 3 日水稻成熟。現將各種磷肥處理的用量和蘿蔔菜及水稻產量結果，總結在表 2 中。

表 2 磷灰石粉通過冬季綠肥蘿蔔菜後對後作水稻的肥效*

磷 肥 種 類	每 畝 用 量 (斤)		冬 季 綠 肥 蘿 蔔 菜		後 作 水 稻	
	1952 年 種 第 一 次 綠 肥 用 量	1953 年 種 第 二 次 綠 肥 用 量	每 畝 綠 物 質 收 穫 量 (斤)	以 骨 粉 產 量 為 100 的 比 例	每 畝 稻 穀 產 量 (斤)	以 骨 粉 產 量 為 100 的 比 例
骨 粉 (P_2O_5 22—24%)	40	20	975	100	340	100
過 磷 酸 鈣 (P_2O_5 18—20%)	40	20	830	85	349	102
磷 灰 石 粉 (P_2O_5 36%)	150	75	960	98.5	277	81
不 施 磷 肥	—	—	170	18	190	56

* 在同樣氮肥及石灰的基礎上，但是骨粉中的氮及過磷酸鈣中的石膏的作用均未計算。

由表 2 的結果可知：(1) 磷灰石對蘿蔔菜的肥效是很顯著的，它的肥效等於骨粉的 98.5%，差不多與骨粉相等，並超過了過磷酸鈣的肥效，不施磷肥的產量甚低。將這四種蘿蔔菜綠色體的產量都同時全部瀝入原區作綠肥，結果稻穀的產量由每畝 190 斤（未施磷肥區）增產到 277 斤，對磷灰石的肥效反應也同樣的顯著。所以選擇吸收強的植物做水稻的綠肥，為發揮磷灰石的肥效作用所必須注意到的。(2) 在綠肥混播中的巢菜，佔去播種面積和肥料用量的一半，返青時全部死亡，使綠肥減產，如果全部單播蘿蔔菜，綠肥產量應增加一倍，那末磷灰石所含的磷素被吸收利用的分量當行增多，對水稻增產應不止此數。(3) 不施磷肥處理區集，蘿蔔菜的產量只佔骨粉的 18%。但對水稻的肥效百分數卻達到骨粉的 56%，這是由於後作水稻不是直接播在試驗田中，秧苗由秧田培育而成，到移植試驗田中時，已在秧田中吸收了一部分磷肥（一般作物在幼苗初

期就能吸收相当的磷素於葉中),对後期的生長,还是有其一定的肥效,所以後者的肥效百分數比前者高。

二. 磷灰石粉施用於旱地的肥效試驗(1953—1954)

1953—1954 年間磷灰石粉肥效試驗是繼續在 1951 年秋季佈置的四組試驗地中所做的,除一組試驗地在 1953 年 4 月播种多年生豆科大葉胡枝子 (*Lespedeza bicolor*) 外,均以一年生的各种不同作物及綠肥牧草做指示作物,連續种植三次(連以前三次共計六次)。在 1953 年 4—5 月間播种第四次作物曾用三尖葉猪屎豆 (*Crotalaria anagyroides*)、決明豆 (*Cassia tora*)、籽用西瓜做指示作物;在 1953 年 11 月間播种第五次作物曾用蚕豆、巢菜、飼料燕麥 (*Avena sativa*) 做指示作物;在 1954 年 4—5 月間种植第六次作物曾以番薯、糝籽 (龍爪稷 *Eleusine coracana*)、花生做指示作物。試驗方法,一般和第一年度相同,小區面積 $\frac{1}{30}$ 畝,四个重複,在開始佈置試驗時,設計处理,基本上分成以施用相当於每畝 40 斤的骨粉、40 斤的过磷酸鈣、150 斤的磷灰石粉和不施磷肥四个处理,以比較磷灰石的肥效。各处理區均施予充分的氮、鉀肥料(用量見第一次報告)和相当於每畝 250 斤的氧化鈣(有三組是第一次指示作物收後施入)。

但各种磷肥於播种第一次指示作物時施用後,直到 1953 年春季播第四次作物時,才追加磷肥,照原处理區分別加施相当於每畝 25 斤的骨粉、20 斤的过磷酸鈣、100 斤的磷灰石,不施磷肥區仍不施磷肥。在繼續种植这三次指示作物時,每次所种作物,各區均施了足量的氮肥(硫酸銨,如籽用西瓜、飼料燕麥施用为量相当於每畝 8 斤的氮素;決明豆、三尖葉猪屎豆、蚕豆、巢菜、紅薯施用为量相当於每畝 4 斤的氮素;多年生胡枝子、糝籽、花生各施用为量相当於每畝 2 斤的氮素),鉀肥和氧化鈣自第一次施予後,即未追加过。在这三次指示作物的生長过程中,第五次所种巢菜(当地野生种,豆科綠肥牧草),生長到 1954 年春後返青時,因春雨日久,感染病害,全部死亡,致未獲得結果;又这次所种蚕豆,因播种过遲,再加春雨过多,感染病害,和第四次所种的籽用西瓜、決明豆遭受了 1953 年夏季的乾旱和虫害關係,都嚴重地影响了試驗結果。現在把 1953—1954 年繼續進行試驗的三次指示作物的產量和先後施用的磷肥用量都記載在表 3 中。

根据表 3 所載結果,我們知道磷灰石粉是不溶性的磷肥,在使用之初,只对少數吸收力强的作物(如蘿蔔菜、油菜、蕎麥、苕子等),才比較有顯著的肥效,对大部分的禾本科及豆科作物幾乎無作用。但施入土壤後,經較長時間的生物及化学作用,它的分解率逐漸增加,对某些作物也有一定的效果。从飼料燕麥的乾草產量來看,由每畝 124 斤(未施磷肥區)增至 303 斤,它的肥效達到了骨粉的 56%;又糝籽成熟時生草產量由每

畝 179 斤(未施磷肥區)增至 1650 斤, 它的肥效達到了骨粉的 55%; 对豆科作物所起的作用, 也有了一定的效果。蚕豆籽实產量虽低, 但其肥效已達骨粉的 52%, 幾与骨粉的肥效相接近; 对番薯的肥效也達到了骨粉的 77%。由这些指示作物的產量結果, 証明了磷灰石粉的分解率有逐漸增加的趨勢, 同時它的後效是相当長的, 可以維持幾季作物的吸收利用。

不过依据表中結果, 仍有一部分作物, 如豆科綠肥中的决明豆、三尖葉猪屎豆、多年生胡枝子、葫蘆科的籽西瓜, 沒有顯著的肥效。其中一部分(如猪屎豆、决明豆与胡枝子)和我們过去的結果有所矛盾。這點可能是由於土壤中其他养分的变化, 还不能得出結論。但是为了發揮磷灰石的肥效, 對於作物的選擇顯然是很重要的。

甘家山的試驗地, 經過三年的不同施肥以後, 土區性質的差別已經相当顯著, 這點当然影响於作物的生長。在 1954 年的工作中由於人力限制, 我們忽略對於土壤性質的研究, 這點將在 1955 年加以補充。

三. 結論

通过了 1951—1954 年的試驗, 我們對於含氟磷灰石的在紅壤區直接施用方法, 做出下列的結論:

1. 水稻田的施用方法: 以每畝

表 3 1953—1954 年磷灰石肥效試驗總結(產量以斤/畝為單位)

磷肥種類	1951—1954 年種植六次指示作物, 兩次磷肥試驗施用量(斤)		1953 年夏季作——第四次秋試作物產量		1953 年冬季作——第五次供試作物產量		1954 年夏季作——第六次供試作物產量																										
	1951 年秋季施用	1953 年春季施用	决明豆	三尖葉猪屎	葉豆	籽西瓜	蚕	豆	飼料燕麥	香	蕎	籽	花	生	胡枝子																		
骨粉 (P_2O_5 22-24%)	40	25	402	100	2160	100	811	100	25	20	80	533	100	100	536	100	268	100	2990	100	1470	100	95	2065	69	未試驗	240	90	152	29	未試驗	17	3
过磷酸鈣 (P_2O_5 20-25%)	40	25	376	93	3225	152	551	68	13	52	303	56	1130	77	1650	55	601	41	179	6	未試驗	261	50	未試驗	240	90	152	29	未試驗	17	3		
磷灰石粉 (P_2O_5 38%)	150	100	87.5	22	800	37	34	8	4.5	18	124	25	601	41	179	6	未試驗	17	3	未試驗	261	50	未試驗	240	90	152	29	未試驗	17	3			
不施磷肥	—	—	50	12	455	21	0	0	4.5	18	124	25	601	41	179	6	未試驗	17	3	未試驗	261	50	未試驗	240	90	152	29	未試驗	17	3			

75 斤的用量 (含 P_2O_5 30—36%) 与有机肥料相混合 (在試驗中用 50 斤菜枯), 条施於吸收性强的綠肥中 (在試驗中用蘿蔔菜), 於盛花期犁入田中做綠肥, 對於水稻產量可有顯著的提高 (在試驗中由每畝 190 斤提高至 277 斤, 而施用 40 斤过磷酸鈣的則為 349 斤)。

這是第一年的用量, 我們推想以後用量可以逐漸減低。

綠肥種類的選擇是很重要的, 用紫雲英來做綠肥, 對於磷灰石便得不到正面的結果。

根据這樣的試驗, 我們正向江西的農民推廣, 就蘿蔔菜、油菜、紫雲英來進行覆較。希望 1955 年得到肯定的結果。

在紅壤區水稻田的耕作中, 施用石灰是有顯著的功效。在我們的試驗中, 石灰是以每畝 150 斤的用量於秋耕時施入的。在磷灰石和油枯的混和肥料中, 沒有摻入石灰。1954 年冬季所進行的試驗中, 我們已經把對於石灰的各種施用予以比較, 使磷灰石的肥效發揮得更好一點 (在这次試驗中, 我們也把農業部所介紹的混合肥料加入, 作為處理之一)。

2. 磷灰石對於各種旱作的繼續試驗結果: 在 1951 年施用磷灰石 (每畝 150 斤) 的試區上, 我們於 1953 年夏季至 1954 年夏季間, 繼續做了第四次至第六次的播種試驗, 在播種第四次作物時, 補充了每畝 100 斤用量的磷灰石, 所得的結果是這樣:

a) 禾本科穀類作物, 在第一年試用磷灰石時肥效極低, 在繼續的播種中其肥效大有提高, 燕麥的產量為骨粉的 56% (不施磷肥者為 25%), 稗子為 55% (不施磷肥者為 6%), 番薯的產量也從 46% 增至 77% (均以施骨粉者為 100)。

b) 磷灰石對於某些作物的吸收性, 在施用了二年後依然很低, 例如決明豆 (為骨粉區的 22%, 未施磷肥者為 12%) 和三尖葉猪屎豆 (為骨粉區的 37%, 未施磷肥者為 21%)。

b) 在 1951 年秋季及 1953 年春季先後施用兩次磷灰石以後的紅壤上, 種植花生是有一定的肥效, 為骨粉的 90%。

ПОЛЕВЫЕ ОПЫТЫ РИСА С АПАТИТОМ МУКОЙ НА КРАСНОЗЕМАХ

Ли Чин-кун и Ху Чзу-гуан

(Институт Почвоведения Академии Наук Китая)

РЕЗЮМЕ

Настоящие опыты проведены на красноземах центральной части пров. Цзянси. Эти почвы образованы из четвертичной красной глины, в них общее количество P_2O_5 составляет 0.06%, усвояемой P_2O_5 обнаруживается только след, кислотность ее—рН 4.5, отношение SiO_2/R_2O_3 в коллоидной части ($<1\mu$) 1.6—1.7. Апатитовая мука, применяемая в этих опытах, содержит 35—36% P_2O_5 и 2.5% F.

Прежние опыты показали, что действие и последствие апатитовой муки оказались незначительными для всех злаковых, однако они доказали, что редис (*Raphanus sativus* L.) относится к растениям, самым способным усваивать фосфор из апатитовой муки.

Если апатитовая мука вносится под редис как зеленое удобрение в рядки на фоне азота и известня, от она дает очень значительное действие на его последующую культуру (рис.). Это видно из следующей таблицы:

Действие апатитовой муки на следующую культуру (рис.) после
внесения ее под редис

Виды фосфорных удобрений	Доза кг/га		Редис, как озимое зеленое удобрение 1953—1954 г. г.		Рис (следующая культура) 1954 г.	
	1952 г.	1953 г.	Урожай зеленой массы кг/га	%	Урожай рисовых зерен кг/га	%
Костяная мука (P_2O_5 22-24%)	300	150	7300	100	2550	100
Суперфосфат (P_2O_5 18-20%)	300	150	6220	85	2620	102
Апатитовая мука (P_2O_5 36%)	1200	600	7200	98.5	2080	81
Без фосфорного удобрения	1200	600	1310	18	1425	56

Указанные данные показывают, что в кислых почвах при массовом применении апатитовая мука даже дает большее действие на редис, чем суперфосфат. Рис с помощью действия редиса как зеленого удобрения также выражает значительно сильную реакцию на апатитовую муку. Урожай рисовых зерен после применения апатитовой муки составляет 81% по сравнению с применением суперфосфата. Предлагаемый метод в этой статье может служить справкой при практическом внесении под рис апатитовой муки.