

43

7-11-21

國立浙江大學農學院

專刊第二號

# 我國肥料問題之自行解決方法

~~劉~~ 和

官 熙 光

民國二十四年五月

杭州國立浙江大學印行

## 我國肥料問題之自行解決方法

德國農學者 Seelhorst 曾由極精密之統計的研究，指出作物生產量之增加，百分之五十由於肥料之施用，其餘之百分之五十由於種籽之改良，病害與蟲害之驅除，及耕耨方法之改善等。法國農部曾製一農產物之統計報告，指明法國農產物產量的增加，百分之六十由於肥料之施用。今日我國農村破產已至極點，挽救之法，以急速增加生產量為最簡捷之途徑，而增加生產量之方法中，以價廉而成分適當之肥料供給最為有效。

肥料分為農家自產者與商人售賣者二種：農家自產之肥料有家畜糞尿，人糞尿，堆肥，綠肥等；而商人售賣者有硫酸銨，過磷酸石灰，氯化鉀等化學肥料，及油餅，骨粉等有機肥料。但不論何種肥料，按一般農民所知者而言，其效用為增加作物之生產與增進農產物之品質。若由科學方面觀之，則不僅限於此二者，蓋肥料之種類繁多，成分殊異，而各種作物及各種土壤之肥料需求，又各有不同，是以欲於施肥之時而預測其將來之結果，非專家經過長時間之研究與觀察後，不能擅作結論。宣傳為肥料商所恃之工具，農民不宜，貿然信之，否則為患之巨，不堪設想。浙省農民購用硫酸銨而受其害者，不勝枚舉<sup>(1)</sup>。(註一)然以硫酸銨用為肥料非僅限於我國，我農民所以受其害者，乃由於肥料知識之缺乏所致也。

解決我國之肥料問題，須由我國數千年來之農業歷史，與最近之農業經濟情形，而求適當之方法。肥料問題與民食之關係至為密切，不能一任洋商之自行處理，亦不能惟舶來品是賴，蓋我國之農業歷史及經濟情形與外國者未能恰同也。

### 自然肥料問題

自然肥料之氮之損失及其保存法 我國之肥料問題以減少農家自產肥料之氮的損失，促進農家自產肥料之量的增加，與改善糞尿等自然肥料之成分之不均，為第一要務。今就人尿而言，按 Mathews<sup>(2)</sup>，每人每日產尿量為1142.5公分，其中所含之氮為 12.32 公分。假定中國人民之尿，因食物中缺少蛋白質之故，每人每日所產之氮僅十公分，則以年計



(註一) 括弧內之數目字指參考材料之次序。



MG  
F329.06  
151

# 我國肥料問題之自行解決方法

## 目 錄

### 自然肥料問題

- 自然肥料之氮的損失及其保存法
- 糞尿之成分的不均
- 綠肥問題及其與磷肥之關係
- 非共生氮氣固定及其與磷肥之關係

### 磷肥問題

- 原料
- 過磷酸石灰之製造
- 獸骨之利用
- 鉀化骨質磷肥

### 氮肥問題

- 硫酸銨問題
- 氮肥之製造
- 油餅問題
- 活化肥料

### 鉀肥問題

- 鉀肥原料
- 鉀肥之製造
- 海帶之採用

### 結論



，每人之尿中含氮3650公升。此三千六百餘公升之氮並非固定者，不但易於損失，且損失量亦甚大。按日人今關之研究，人糞尿之氮於一閱月後，可損失17.3%，二閱月後可損失38.3%。但若於糞尿中施以百分之一之過磷酸石灰，則一閱月後之損失可減至16.5%，而二閱月後之損失可減至25%。由此可知過磷酸石灰之施用可減少自肥料之氮之損失量13%以上。

我國人口數計約四萬七千萬餘，最低限度當有二萬萬人口所排洩之尿用為肥料，則每年所施於田中之尿約含氮量當為七萬二千萬公斤。若以其10%為由於儲藏之不當所可損失，而此損失可以過磷酸石灰保存之，則此量為七千二百萬公斤。若以每公斤值洋一元計之，共為七千二百萬斤之譜，此數已三倍於輸入之硫酸銨之價值。此僅就人尿而論，人糞尚未計入也。

氮之損失不僅限於糞尿，家畜糞尿所含者之損失更可較高，蓋家畜糞尿易於發酵，發酵所生之熱常可促進氮之損失。按加拿大 Ontario 試驗場之結果<sup>(4)</sup>，厩肥儲存三閱月後，氮之損失可至29%，但此損失量亦可以過磷酸石灰保存之。

家畜每千磅之體重，每年產厩肥十噸，其中所含之氮為100磅<sup>(5)</sup>。僅就馬牛豬而論，我國於二十二年共有一萬二千餘萬頭<sup>(6)</sup>，或約四千七百九十餘萬個千磅。其每年所排洩之氮為二百十七萬噸。若其10%可用過磷酸石灰保存之，則其量為二十一萬七千噸，其價值約為一萬九千萬元。

由上所述，則我國自然肥料所含之氮可用過磷酸石灰保存之，否則必遭損失者，每年約值二萬六千二百餘萬元。（人糞未計入）此種損失既可用過磷酸石灰保存之，則過磷酸石灰之製造，豈非我國亟須解決之問題。

糞尿之成分的不均 人糞尿與厩肥皆含頗多之氮與鉀，而含磷極少。此種不均衡之成分應施磷肥以改正之，而磷肥之中，以過磷酸石灰為最適宜。

人糞尿成分		厩肥每噸成分	
氮	0.5 %	氮	10磅
磷酸	0.11%	磷	2磅=磷酸4.5磅
加里	0.29%	鉀	8磅=加里9.7磅
比例	5-1-3	比例	2.3-1-2.3

我國農民施用人糞尿與厩肥已有數千年之歷史，假使氮之損失非為巨量者，則土壤中之植物食料應以磷為最缺乏，例之以西國土壤，則此情形尤易明瞭。按 Smalley<sup>(8)</sup> 之報告，美國於1928年共用氮345,000 噸，磷發用量則為300,000 噸。英國共用氮 49,000 噸，磷發

165,000 噸。全世界共用氮1,991,000 噸，磷酸3,736,000 噸。按上列之數目字，各國及全世界所用之磷肥超過氮肥之量幾皆為三倍。英國土壤學家 Russell 曾云：

“Serious soil exhaustion did not arise under the old agricultural conditions where the people practically lived on the land and no great amount of material had to be sold away from the farm. Phosphate exhaustion was the most serious occurrence because there was no way of meeting it, and as the original supplies were not as a rule very great, it must have become acute by the end of the eighteenth century in England, for remarkable improvements were, and still are, effected all over the country by the addition of phosphates. Then began a process, which has gone on to an increasing extent ever since, of ransacking the whole world for phosphates; at first the search was for bones, even the old battle-fields not being spared, if we may believe some of the accounts that have come down; later on (in 1842) Henslow discovered large deposits of mineral phosphates, to which more attention has been paid. Phosphates supplies may yet become the factor that will determine the course of history.”

(在舊時代的農業制度之下，農民自給自足，農產物之輸出農田而售賣者為量甚微，故未能使土壤極端貧乏，惟磷素一項，因無補充之法，而土壤原含之量甚微，必使英國農田於十八世紀之末頁，大感磷素之缺乏，蓋磷肥之施用，不論何處，皆得良果，迨乎今日，此種情形未曾改變。因磷素之迫切之需求而引起磷肥原料之探採。骨為最初所用以製磷肥者。若傳言未曾失實，則雖古戰場之骨亦曾掘出而利用之。1842年 Henslow 發現大量之磷灰石礦，一般人對於此種礦產之注意力，迄今未曾稍解。磷肥之供給將為決定歷史演進之因子。)

我國則不然，每年之肥料輸入，硫酸銨佔90%以上。此種畸形之現象，若非由於洋商之操縱，即由於自然肥料所含氮量之過甚損失。不論其為何者，我國最需要之化學肥料當為過磷酸石灰，以其既可減低人糞尿與廐肥中之氮之損失，復可均衡自然肥料之植物食料含量。

按美國各農事試驗場之試驗結果，每廐肥一噸施過磷酸石灰四十斤最為適宜<sup>(10)</sup>，是則

每畝十磅，需過磷酸石灰四十斤，而我國為保存人尿與家畜糞尿之氮量的10%使其不致損失，每年需過磷酸石灰約一百四十九萬噸，若以現在市價計之，約值九千五百餘萬元。（每噸六十四元估價）此九千餘萬元之花費，每年可保存值二萬六千餘萬元之氮，且磷酸不但無些微之損失，尚可提高自然肥料之磷酸成分，使其所含之植物養分可以均衡。

**綠肥問題及其與磷肥之關係** 我國於三千年前已知施用綠肥之法<sup>(11)</sup>。美國之主要農業區如南部之棉區，中部之玉米區，北部之小麥區，莫不以綠肥與厩肥為基肥，而所施之人工肥料，除棉區外僅限於磷肥。一般農田之培肥方法皆用所謂 Phosphonitrogen agotem<sup>(12)</sup>。（磷氮制）此方法即施磷肥於豆科綠肥作物，促進其生長，並增加其固定氮素之量。英國學者 horton(13)曾云：

“Thus phosphate are known to stimulate nodule formation. They probably act in several ways. In the first place, they may cause the nodule organisms to multiple in the soil; in the second place, they produce a greater root development in the plant, thus increasing the chances of infection; and in the third place, Bewley and Hutchinson have found that phosphates cause the appearance of the motile stage of the organism in cultures.”

（磷肥能刺激根瘤之生成。其作用可分為數端：（1）使根瘤菌於土壤中繁殖；（2）使根部發達而增加染菌之機會；（3）按 Belwey 與 Hutchinson 之所得，磷酸鹽可使生長於培養液中之根瘤菌發生活動態者。）

豆科作物所需之磷肥，在經濟方面，不需水溶性者，磷灰石粉與骨粉即可，蓋豆科作物有利用非水溶性肥料之能力也。（Truog(14)名此種特性為作物之求食力—Feeding Power）是以我國若欲提倡及增加綠肥之施用與栽培，磷肥之供給不可輕忽之。

**非共生氮氣固定及其與磷肥之關係** 非共生細菌之固氮工作，亦為土壤氮肥之重要來源而此種細菌最喜磷肥。美國學者 Waksmon 曾云。

“Phosphorus compounds greatly accelerates the activities of the azotobacter, since they play an important role in its metabolism, large quantities of the mineral being required for the synthesis of the cells. The organism utilizes particularly well those soluble phosphates which do not tend to make the soil reaction acid.....”

“According to Stoklasa, 5.0 to 5.7 mgm. of atmospheric nitrogen are fixed for every mgm. of phosphorus used. The minimum need of phosphorus is 2.46 mgm. of phosphorus (or 5.46 mgm.  $P_2O_5$ ) for every gram of glucose.”

(磷化合物大可增速氮氣固定菌之活動力，蓋其對於同化作用有重要影響也。細胞之組成需要甚多。氮氣固定細菌最喜取用不使土壤變為酸性之磷酸鹽。)

(按 Stoklasa 每消耗磷 1mgm，可固定氮 5.0—5.7mgm，而每公分葡萄糖之消耗需磷 2.46 mgm。)

綜上所述，我國農民之最經濟的肥田辦法，為用磷肥以增加總肥之效力，氮氣之固定量，減低原肥與人糞尿之氮的損失，及均衡原肥與人糞尿之成分。此辦法與美國之 Phospho-nitrogen System 恰相吻合，故亦可謂之為治本辦法。

## 磷 肥 問 題

原料 製造磷肥之原料為磷灰石與獸骨。茲先就磷灰石而言，我國江蘇省之海州，有最佳之磷灰石礦。此礦已有當地紳士沈雲沛於民國七年領得礦權，集資開採，以所出之磷石售與日本。經營數年後，因銷路不旺，得不償失，乃行停採。(有謂歐戰時，磷肥之價值急增，需磷肥孔急之日本，乃以高價購買海洲之磷石，而沈某亦曾獲厚利。歐戰後，肥料之價值日趨降落，而國聯委托日本所管轄之小島 Angaur 與 Raso 藏有磷礦，日人乃自行開採，海州礦既失顧主，遂即停採。) 此礦成分極佳，交通便利，採掘甚易為力，若以科學方法開採及利用，對於我國之磷肥供給，有無限量之價值。美國肥料專家 Memmingir(16) 對於該礦曾有詳細報告。

Memmingir says: “The ore has a specific gravity of 3.130 plus. It is a friable nature and can be readily ground. It showed the following contents as analysed in the laboratory of Coronet Phosphate Co.

Moisture 水分	0.12%
Organic and volatile matter 有機物及揮發物	0.08%
Phosphoric acid $P_2O_5$ 磷酸	41.20%
Sulfur trioxide 三氧化硫	0.17%

Silica. 二氧化矽	1.80%
Fluorine 氟	2.39%
Carbon dioxide 二氧化碳	0.00%
Calcium oxide 氧化鈣	53.58%
Oxide of iron $Fe_2O_3$ 氧化鐵	trace
Alumina $Al_2O_3$ 氧化鋁	0.67%
	<hr/> 100.01%
Less oxygen equivalent of F	1.01%
	<hr/> 99.00%

“There is a total absence of carbonate, and a very low percentage of moisture and volatile matter. On the other hand there is an extremely high percentage of phosphoric acid, namely 41.20 percent, equivalent to 9.02 percent of tricalcium phosphate commercially termed bone phosphate of lime. The WRITER IS UNABLE TO FIND ANY RECORD OF A PHOSPHATE EQUILLY AS HIGH IN PHOSPHORIC ACID and there is no doubt by a careful selection of the ore, a product could be obtained HIGHER IN BONE PHOSPHATE OF LIME THAN ANY PHOSPHATE DEPOSIT NOW OPERATED.”

(該礦石之比重為 3.18)。其質甚酥，易磨為細末，其成分按 Coronet 磷肥公司之分析為見上表)

(該礦石完全不含碳酸鹽，水分與揮發物亦甚少，而磷酸鹽之成分則甚高，41.20%，等於磷酸三鈣 90.02%，此時所探掘之磷礦中未聞有含如是高度之磷酸者。)

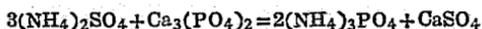
沈雲沛探掘海州之磷礦時概用土法露天掘，礦坑深十五六尺。每噸之成本為八元之譜，而售與日人之價則為二十元左右。若以科學方法開採及洗選，每噸之成本可減至三四元，蓋美國探掘磷礦之成本，每噸僅需美金一元。

東西沙羣島藏有約三十萬噸之磷灰石，惟成分太低，( $P_2O_5 = 17\%$ ) 故不若海州礦之重要。

磷灰石開出之後，磨為細末即可用之以作磷肥，名之為磷灰石粉。華南土壤多為酸性者，磷灰石粉施於酸土中，除能供給磷素外，尚可中和土壤酸性。農民所施用以中和酸土之石

灰，每担售洋一元至一元二角，每噸之價值為十七八元。若以新法開採海州之磷灰石，設每噸之採掘洗運費為四元，磨為細末之費為二元，則每噸成本為六元，以之運於鄉村，每噸之售價亦不能超過十七八元。是則僅就中和酸性之功用論之，磷灰石粉之售價不能超過於石灰者。

硫酸銨為酸性肥料，若與過磷酸石灰混合，不能除去其酸性，若與磷灰石粉混合，則酸性自可消除：



銨與磷酸皆可為植物所吸收，而所遺留於土壤中者，為一中和性之鹽。但惟有海州之磷礦可與硫酸銨混合，以其不含磷酸鹽之故也。

**過磷酸石灰之製造** 製造過磷酸石灰之原料，除磷灰石粉外，尚需硫酸。按專家之計算及歐美各廠之報告，鉛室製造硫酸每噸之成本約需二十元。按以磷灰石粉一噸對鉛室製硫酸一噸，可製過磷酸石灰二噸。若一噸磷灰石粉之價值為六元，而硫酸者為二十元，則每製過磷酸石灰二噸之原料花費為二十六元，設製造費為四元，則每二噸過磷酸石灰之製造成本為三十元，以担計之，尚不及一元，若運於農村之後，每担售洋二元，則較之舶來者可廉二元餘，是則過磷酸石灰之製造，不僅可賜福與農民，工業家亦可得相當之利益也。

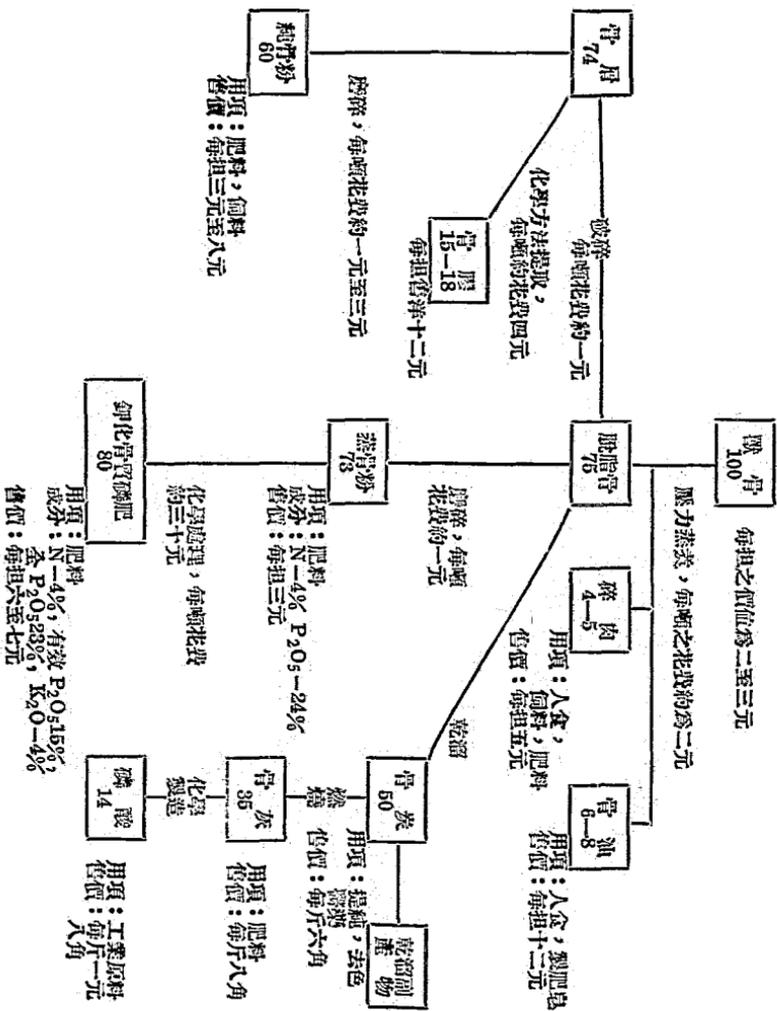
**獸骨之利用** 獸骨含磷酸百分之二十強。除磷酸外，尚含有脂肪及膠質。磷酸可作肥料，脂肪可供人食用，可製為肥皂，膠質為工業上所需之重要物品。我國獸骨之出口量，每年有百餘萬担，但此量僅限於城市中所產者，若以全國論之，其量不難超過千萬担。

西人利用獸骨之法，為以有機溶劑提取脂肪，以脫脂之骨磨為細末，即可用作肥料，名之為蒸骨粉。蒸骨粉含氮 4%，磷酸 24%，其在滬之市價每担約為三元餘。若以磷酸之含量論，磷灰石粉者高於蒸骨粉者幾可二倍，惟骨粉之效力較高，且尚含有氮素，故索價亦高，然以之與其他肥料相較，則仍屬昂貴，故銷路亦極有限。若將脫脂之骨溶於鹽酸中，因骨素不能溶解，故可將其分出。以骨素用微火煮之，即成骨膠。溶於鹽酸中之部分為磷酸鈣，於此溶液中施以石灰，則磷酸鈣沉澱，以其乾之，即成磷素肥料，其磷酸成分為百分之四十弱，此時之市價每担為八元。

我國工業幼稚，造酸工業尤落人後，是以我國若用西人之方法，在經濟原則上，恐不能製出廉價之肥料。

作者為求得一較為經濟之方法，適於我國之用，經數年之研究後，已可粗告成功。作者之法，不需由西洋購買設備，而所用之化學藥品為量甚微。下圖為作者利用獸骨之製造程序及各種出品。

# 獸骨利用之製造程序



**鉀化骨質磷肥** 作者所製之鉀化骨質磷肥，為一完全肥料，最適於果園、苗木、花卉、棉田及綠肥等之用。其製造方法已由國民政府實業部准予五年之專利。此法最適於農村社會中小規模之製造，將來推行之後，鄰國所產之獸骨皆可製為良好肥料。關於此肥料之試驗結果，見附錄。

由上所述，可知解決我國之磷肥問題，乃輕而易舉之事。磷肥問題解決，則我國大部分之肥料問題解決矣。願關心民食問題者，其注意焉。

## 氮 肥 問 題

為特種作物之需求，（價值高昂之作物如煙草，棉，麻等特用作物，溫室與園圃之蔬菜作物等）不能以自然肥料為完全適用，而必須佐之以化學氮素及鉀素肥料。茲先就氮素肥料論之。

**硫酸銨問題** 硫酸銨為氮素肥料之一。近年來每年輸入之硫酸銨約值二千萬元。其所給與我國農民之利益，恐甚低微，是以反對之聲不絕於耳，其理由有二：一為硫酸銨為單獨肥料，（僅含一種肥料要素之肥料）施用之後，不能使植物得圓滿之發育。一為硫酸銨為酸性肥料，繼續施用，可使沃壤變為石田。二者皆有實例可以為證。然作者所不備於硫酸銨者，為其價值之高昂。蓋單獨施用硫酸銨而不佐之以磷鉀肥料與不知中和土壤酸性而繼續施用硫酸銨以受其害，乃由於農民之不明肥料性質。設輸之硫酸銨價值低廉，確可與農民以經濟的利益，則我不妨教導農民以適當的用法，且政府已有取締法規，並設立機關以執行取締工作，其所以不能改善之者，當歸罪于我，于人何咎。

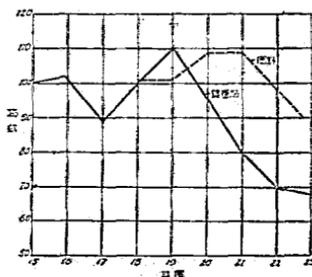
美國之硫酸銨每噸僅售美金二十二元，以摺計之合華幣四元餘，何以在我國必須售九元至十元之高價。

肥料之價值應與農產品之價值相隨。近數年來各種物品之價值皆大見慘落。美國於1929年以前，農產物價值指數高於肥料者，1929年以後相隨下降，以農產物之慘落較為迅速，最大之差數為二十。我國農產物價值指數之降落始於民國十九年。由二十年起，硫酸銨之價值指數反見上昇。在二十一年時二者之相差為30。由二十一年後雖硫酸銨之指數亦下降，但最小之差數，（二十三年者）尚為20。（見下圖）可見輸入之硫酸銨，由經濟方面觀之，不能適合於我國農田之用。

施硫酸銨於田中後，其銨為作物或土壤所吸收，所餘之硫酸根必與一化學等量之鈣化合變為硫酸鈣而與排水流失。在此情形中，每100斤硫酸銨之施用須損失硫酸鈣75斤。施硫酸

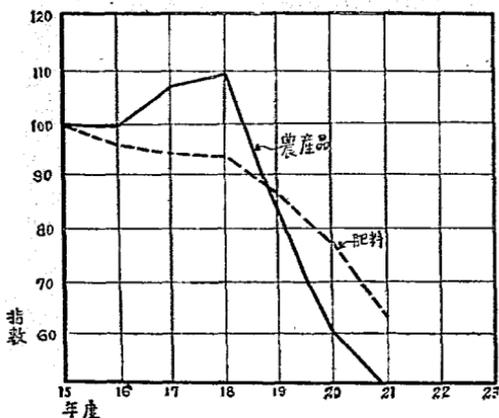
鑄於稻田中，不論鑄之結果為如何，每百斤硫酸鑄之施用，必有75斤磷酸鈣之損失。設鑄之一部分由細菌之作用而變為磷酸，則磷酸仍須與鈣化合而為磷酸鈣。若磷酸為植物所吸收，

近九年來中國農產物及硫酸鑄價值漲落圖



則鈣尚可留於土壤中，但磷酸鈣最易流失，故事實上，施於土壤中之硫酸鑄之氮不能完全為植物所吸收。按一般學者之計算，每施硫酸鑄 100 斤所損失土壤磷酸鈣之量為 110 斤。若此磷酸鈣之價值，運費，及施播工資等之花費為一元，則農民對於每擔硫酸鑄之負擔，事實上為十元至十一元。如此則硫酸鑄所含之氮的價值，每斤為五角。(硫酸鑄含氮百分之20至22)

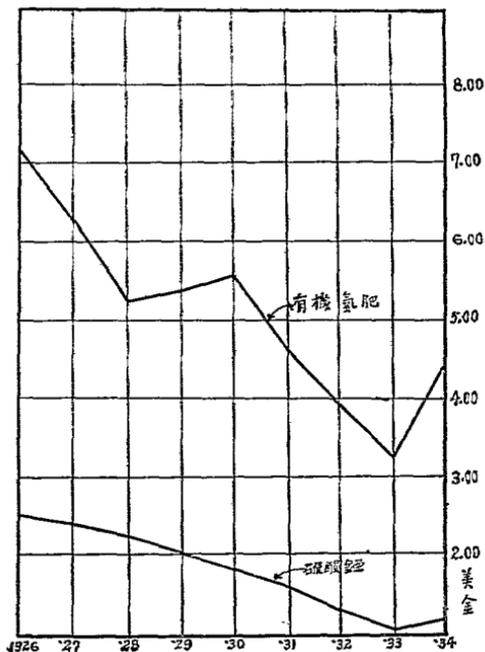
近九年來美國農產物及肥料價值漲落圖



據某肥料公司之調查，浙省農民所施於稻田或小麥田之自然肥料，每年每畝平均值1.01元至1.69元，其所含之植物養分爲氮3,107至3,290斤，磷酸1,660至2,609斤，加里6,335至5,060斤。若根據硫酸銨之價值計算之，則此自然肥料所含之氮已可值一元五角以上，是則浙省農民以一元之花費，購買硫酸銨時，僅可得氮，若購買自然肥料，則除氮外，磷酸，加里，與有機物皆可視之爲贈品。

**氮肥之製造** 解決我國之氮肥問題 既不能全恃洋商所輸入之硫酸銨，則氮之供給，除仰給於自然肥料外，人工氮肥亦爲我所必自備者。永利鹼廠經理范君已於浦口起始建立工廠，固定氮氣以作製造肥料之用，是以國產之化學氮肥不久即將問世，但其是否能賜顧與農

近數年來美國有機肥料與硫酸銨之價值漲落圖



民，一視其出品之售價而定。美國硫酸銨之價值，每擔僅售華幣四元。然則我國自製之硫酸銨，由農民經濟方面觀之，每擔之價值亦不可超過四元。否則於此各國氮肥產量過剩之際，若洋商以雄厚資本作後盾，實行其壟斷手段，對其在華經理下一命令 *Regain the market at any cost!* (不惜任何犧牲，恢復市場!) 我將萌芽之肥料實業，必受甚大之打擊。不論將來之結果如何，以此時論之，不能不謂國人對於人工氮肥問題在謀自行解決之中也。

**油餅問題** 我國氮肥之來源，除由固定之氮氣所製成者外，尚有各種油餅，其氮素成分約為百分之六，磷酸與加里各百分之二。此種肥料為有機肥料，除能供給植物養分外，尚可改良土壤，毫無硫酸銨之流弊，且為特用作物如煙草、蔬菜、花卉等之用，有增進品質之能力。是以在西洋各國，有機肥料之價值，恆高於無機者。(見上圖)圖右端之美金數字為每一單位氮素之價值，每一單位氮素等於二十二磅。

我國近數年來油餅之出口量每年約為二千萬担，由此而輸出之植物食料約為氮一百二十萬担，磷酸與加里各約四十萬担。至於油餅之價值則於近數年來，一落千丈。僅就浙江省所產之菜籽餅論之，民國十九及二十年上海躉售市價平均每担為三元三角，二十一年與二十二年者降至二元七角，及至二十三年，則降至一元九角。豆餅與棉餅之價值的慘落亦與菜籽餅相似。(見下圖)而硫酸銨之上海躉售市價則仍甚高，其最低價為二十三年者，然每担尚為八元九角。

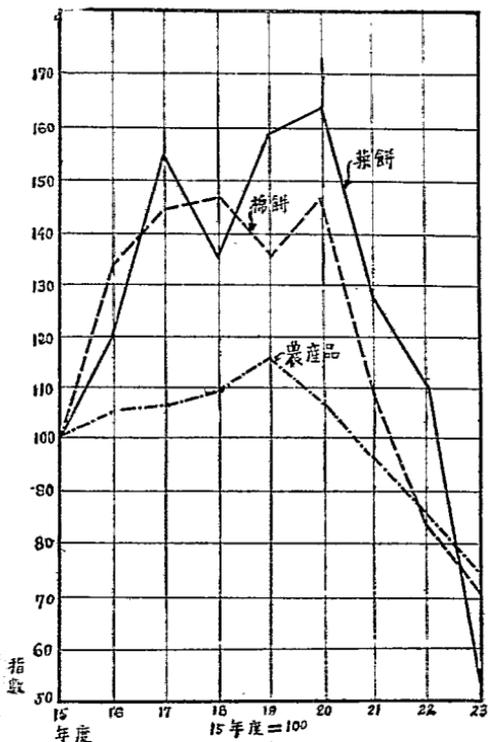
若根據硫酸銨所含之氮的價值，(每斤五角)而計算菜籽餅之肥料價值，則僅就氮一項即可超過二元，而磷酸與加里尚未計入，否則應在三元以上。此種時形現象亦為我國所特有者。

我國農民施用豆餅，棉粉，菜籽餅等以作肥料已有長久之歷史，惟以其含脂肪極有高至百分之九者，此種油質除能保護蛋白質，使其不易分解外，且於施用之後，油質可分解為 *Dihydroxystearic acid*，此酸有阻礙發芽及毒害幼苗之劣性，(圖四)故施用過早有害於種籽及幼苗，用作追肥或補肥，則效力遲緩。Russell 鈞集一般學者之研究結果而作結論曰：

“Must of the nitrogen required by the plant is absorbed in its early dates from the soil and stored in the meristematic tissues (i. e. the embryonic tissues capable of further growth).”

(植物所需氮素之大部份於其生長之初期吸收之，而儲存於有生長能力之組織中。) 農民有將油餅浸於水中數日之久然後施用者，此種處理若能增進油餅之效率，必可致一部份之氮揮發損失。况油餅粉較輕於水，施於稻田中時，浮於水面而不沉澱，若遇風吹，必遭損失。有以上之缺點，致使一般祇圖目前小利之農民棄油餅而取硫酸銨，其結果為使榨油工業衰

我國近九年來，農產品，棉籽餅與菜餅價值漲落圖



農可危，然受經濟上之最大損失者為農民，蓋榨油之原料為農產物也。

**活化肥料** 近數年來，國人處於大宗之有機肥料，以極廉之代價輸出國外，而以極昂之價值購買舶來之硫酸銨，有傷國家元氣，提議禁止油餅及獸骨出口者，大有人在。作者則以若不能使油餅之效力增速以作硫酸銨之代替品，則禁止出口之結果，必使其價值更趨慘澹。故第一步之工作為設法增速油餅之效力。作者有鑒於此，經數年之研究後，已求得一方法，名之為有機肥料之活化方法，該法已由實業部准予十年之專利。活化後之豆餅含水溶性氮百分之九十以上，其效力之迅速與硫酸銨相似。活化後之棉粉用作追肥，對於稻實之產量，

較硫酸銨為優。破碎無用之皮屑亦可製成極佳之氮肥。製造活化肥料之用費十分底廉，每担僅需洋二三角，而製造設備不必由外洋購買。此方法最適於小規模製造。小鎮市中，設一製造廠，以就地所產之原料製為活化肥料，而售與當地農民，大可節省運費。關於活化肥料之試驗結果，見附錄。

## 鉀肥問題

磷肥與氮肥既已有解決方法，則所餘者僅鉀肥而已。在我國此時之畸形的化學肥料施用，鉀肥之重要已被農民所忽視，其結果則使甘蔗味欠甘、水果不易久藏，稻苗多染病害等之惡劣現象。由植物之營養論之，氮與鉀之需求有一定之比例。英學者 Russell 曾云：

“With larger supplies of nitrogen, on the other hand, the uptake of nitrogen is considerable; the leaves are larger but relatively inefficient owing to lack of potassium, and therefore produce less carbohydrate in proportion to their nitrat nitrogen compounds, There results, therefore an abnormal excess of niteogen compounds in the plant, which leads to varions undesirable effects.

“Potassium is thus tee counterpart of nitrogen, which is associated with the size of the leaf; the two nutrients are intimately linked together in their action. It is well recognized in practice that neither potassic nor nitrogenous fertilizer gives its full effect without adoqrate supply of the other.”

（氮之供給量增多時，被吸收之量亦增多，其結果雖可使葉面增大，但由於缺乏鉀素之故，其工作效率不能增加，因而碳水化合物之組成量亦甚微，致使植物體含不正常量之氮而發生種種不良之影響。

鉀與氧之作用密切相關，實地試驗結果已指明單獨施用氮或鉀皆不能得良好結果）。

全世界所用鉀肥之給源，大部份以德國 Stassfurt 之出品是賴。關於德國 Stassfurt 之鉀鹽，頗有極感興趣之歷史。該礦原為鹽泉，德人取鹽水而製食鹽。十九世紀之中葉，經深探至 1000 尺之深度時，乃得極大之石鹽礦，而於此層之上得極豐富之鉀鹽礦。該時鉀肥之用項尚未得知，故乃開用石鹽，偶得鉀鹽則擯棄之，迨乎今日，則所採者惟鉀鹽磷耳，蓋石鹽無開採之價值也。

**鉀肥原料** Staassfurt 每年出產鉀鹽不下一百萬噸，其半量以上輸出國外，每噸之價值約為一百馬克，故此礦每年可吸收外國之金錢五千萬馬克，合華幣六千餘萬元。但此種寶我國亦有之。四川自流井之鹽井中藏有極富之氯化鉀。前年英國聯華銀公司曾派員前往實地調查，據其報告，鉀礦開採後，預計每年出產不難達六千萬元之數。該報告又云：『此項物質一經開採，將來發展後，必為新工業化學之基礎，其力足使中國富冠全球。化學肥料開採後，不特中國獲利匪淺，即東亞各國亦咸受其厚賜』。觀此則我國鉀肥之原料給源可無問題矣。

**鉀肥之製造** 鉀肥之製造極為簡單，將採出之礦石溶於水中，因各種鹽類有不同之溶解度，故可利用此特性而將氯化鉀分離，氯化鉀結晶之後，蒸發乾之，即可用為肥料。

**海帶之採用** 我國之鉀肥原料，除自流井之鉀鹽礦外，太平洋沿岸所產之海帶亦可用之。美國於歐戰時，因德國之鉀肥來源斷絕，乃試用海帶以作鉀肥。德人經營青島時，曾僱華工由海中採取海帶堆於荒山之坡以作有機肥料，施肥山坡以備植林。今日青島之美麗山林，乃海帶與低廉工價所賜予者。

海帶含加里15—20%，我國太平洋海岸可產大量之海帶，取之而作鉀肥，對於貧苦已至極點之漁民，或可覓得一新出路。以海帶乾之，磨為細末即可用作肥料，若燃之成灰其加里含量可增至30—35%，故在製造上可謂毫無困難也。

**結論** 總之，解決我國之肥料問題，並非難事。當此農村破產之際，價廉而成分適當之肥料為必須急為設法供給者。然則我國既有寶藏甚豐而品質與成分極佳之肥料原料，及價值極低廉之油餅與獸骨，尚能忍受洋商之經濟侵略，實為我民族之一大恥辱，希國人亟起圖之。

## 附 錄

活化油餅及鈣化骨質磷肥之成分，性質，及試驗結果。

I 活化油餅與原油餅之成分上的比較。

	棉籽粉	活化棉籽粉	豆餅	活化豆餅
全氮量%	7.000	9.000	7.500	9.500
水不溶氮%	3.256	2.842	2.742	0.634
水溶氮%	3.744	6.157	4.758	8.866
與全氮量比較之水 溶氮百分率	53.34	68.41	63.84	93.33
活化效率		60%		51%

(a) 分析方法——以攪乾之樣品二公分，研為細末，置於三角瓶中，加水五百公分，震盪多時，過濾後分析殘留於濾紙之部，所得之氮為水溶氮。由全氮量減水不溶氮量即得水溶氮量。

(b) 結果討論——上列之分析結果指明：

1. 活化處理可使油餅之氮增加百分之二。
2. 活化後之棉籽粉可有三分之二以上之氮溶解於水中。
3. 活化後之豆餅所含之氮幾乎皆可溶解於水中。
4. 由水溶氮之含量觀之，活化豆餅之效力應與硫酸銨者相似，而活化棉籽粉應略高于豆餅。
5. 由經濟方面觀之，活化豆餅所含之氮的價值應與硫酸銨者相仿，而活化棉粉者應與豆餅者相仿。

Ⅱ活化油餅與原油餅之性質上的比較。

	活化油餅	原油餅	活化油餅之優點
顏色	黑色	黃或棕	加深土壤色
比重	重於水	輕於水	稻田補肥無須退水
結構	粒狀	粉狀	便於施用

結果討論 由表所列，可見活化處理可增高油餅之比重，使其適于稻田補肥之用；使顏色變黑，早春施用有增高土溫之效；成為粒狀，便于施用。

Ⅲ鉀化骨質磷肥改良酸土之效力 鉀化骨質磷肥所含之磷酸約12%為磷酸二鈣，約8%為磷酸三鈣，除此之外尚有約10%之磷酸鈣，故應有中和土壤酸性之力。

試驗方法 以浙江省天目山之酸土100公分摻鉀化骨質磷肥1.5公分，加以適量之水分後，逐週測其PH 價之變化。

試驗結果 原土壤之PH 價為5.4 經二十日後PH 價變為6.3。

Ⅳ鉀化骨質磷肥對於玉米發芽之影響 鉀化骨質磷肥於初製成功之後，恐其含有毒害芽孢和若之物質乃作此試驗。

試驗方法 於五寸徑口之花盆內盛以浙江省杭州笕橋國立浙江大學農學院之棉田土壤。此土壤為一細砂壤土，生產力甚佳，不缺乏有效磷肥，於每盆中種玉米四粒，種籽之上施鉀化骨質磷肥三公分試驗起始之時期為二十三年二月廿七日，收穫日期為四月廿五日。

試驗結果 凡施鉀化骨質磷肥之盆完全發芽。未施肥者完全未能發芽，未發芽之種籽雖

播於盆中，證明于早春冷濕之氣候中，鉀化骨質磷肥不但對於種籽無害，且可促進發芽，使其不致霉爛。

#### Ⅴ小麥栽培試驗

試驗目的 棉粉，活化棉粉，鉀化骨質磷肥，對於小麥生長之影響。

試驗方法 五寸徑口之小花盆盛以與試驗Ⅳ相同之土壤，每盆於播種前施肥料五公，二十三年三月十一日播種，每盆種小麥九粒五月一日收穫。(圖一)

圖一 小麥栽培試驗未收穫前攝(Ⅲ)



1.原棉籽粉 2.活化粉 3.無肥 4.鉀化骨質磷肥

#### 試驗結果

盆碼	處理	苗數	收穫產量 (爐乾重量公分數)	
			A	B
1	棉粉	二株	1.1992	1.0500
2	活化棉粉	九株	2.3752	2.2494
3	無肥	九株	1.1000	1.6500
4	鉀化骨質磷肥	九株	2.1070	2.5812

#### 結果討論

1.施棉粉之盆大部分未能發芽，施活化棉粉，鉀化骨質磷肥及無肥者皆完全發芽。

2. 施活化棉粉與鉀化骨質磷肥者之產量皆二倍于施棉粉或未施肥料者。

#### VI 活化棉籽粉與硫酸銨用作水稻補肥之比較試驗

試驗目的 稻田施用硫酸銨皆為補肥，活化後之棉粉所含之氮既有三分之二以上可溶于水，則用作稻田補肥似應與硫酸銨相伯仲。

試驗方法 於盆口面積二萬分之一畝之大盆中，鑿以普通稻田表土，（杭縣太平門外華家池之沙性壤土，生產力甚佳）廿三年六月廿四日稻秧，新後每隔一週輪次施用硫酸銨 7 公分或活化棉粉 15 公分，（等氮含量）十月二十日收穫。（圖二）

圖二 活化棉粉與硫酸銨用作補肥之之比較試驗(VI)



No.2. 無肥

No.4, No.8, No.12, No.16 硫酸銨

No.9, No.14. No.18 活化棉籽粉

#### 收穫產量

盆號	穀重(公分)	稈重(公分)	補肥日期與肥料
1—2	21.7	24.5	無肥
3—4	47.5	77.0	插秧後 7 日，硫酸銨
5—6	60.7	61.3	插秧後 7 日，活化棉粉
7—8	43.9	75.5	插秧後 14 日，硫酸銨
9—10	56.2	73.3	插秧後 14 日，活化棉粉
11—12	64.5	85.0	插秧後 21 日，硫酸銨
13—14	52.5	77.5	插秧後 21 日，活化棉粉

	穀重平均 (公分)	稈重平均 (公分)	超過無肥之重量	
			穀重	稈重
活化棉粉	56.46	70.7	34.76	46.2
硫酸銨	51.90	82.5	30.20	58.0

## 結果討論

1. 活化棉粉對於穀實之產量優于硫酸銨
2. 硫酸銨之效力以生長稈幹為較大
3. 活化棉粉之施用期間以插秧一週後較為適宜，硫酸銨之施用期則可較晚。

Ⅶ 活化肥料與硫酸銨之氮的供給比較(圖三)

圖三 活化肥料與硫酸銨之氮的供給比較(Ⅶ)



I—II 硫酸銨 III—IV 活化皮渣 V—VI 豆餅 VII—VIII 活化豆餅

試驗目的 作者曾以皮渣用活化油餅之方法處理之製成活化皮渣。此製品亦成黑色粒狀體，比重甚高，為試其供給氮之能力乃作此試驗。

試驗方法 於11cm. 徑口 7cm. 深度之玻璃杯中，盛土填三百公分，每杯中施氮，磷酸及加里各10mgm. 磷酸肥料皆用過磷酸石灰，鉀素肥料皆用氯化鉀，氮素則分別由活化豆餅，豆餅硫酸銨及活化皮渣供給之，每杯于施肥後種小麥36粒本年一月十七日播種二月二十五日收穫。(圖三)

## 牧種產量

杯碼	處理	乾物質重量(公分)		重量平均	發芽苗數	
1—2	硫酸銨	2.387	2.430	2.409	35	32
3—4	活化皮渣	2.182	2.112	2.147	33	34
5—6	豆餅	2.348	2.061	2.204	32	30
7—8	活化豆餅	2.290	2.235	2.262	36	35

## 結果討論

1. 以生產量而論硫酸銨者為最佳，活化豆餅次之，豆餅更次之活化皮渣者最低，但彼此間之差數皆甚微。由此可見微量之肥料施用于多數之小苗，不論豆餅，活化豆餅或活化皮渣所含之氮皆可於一個月內變為應用者。

2. 皮革工廠所廢棄之皮渣皆為碎屑，用作肥料，分解甚緩，效率甚低，但于活化之後，用作肥料，其效率約與豆餅相似，故其可利用以充肥料也。

圖四 施用過量之油餅可以毒死稻秧



No. 3 棉粉 No. 5 活化棉粉 No.13 菜籽餅 No.15 活化菜籽餅

## 參考材料：

- (1) 章祖純 浙江省農民施用肥料問題 肥料問題  
浙江省建設廳肥料管理處出版
- (2) Mathews, A. P., *Physiological Caemistry*. p. 438, 691, 292.  
Wm. Wood Co., New York. 1924.
- (3) 劉和 肥料學講義 140頁 中華農學會 南京
- (4) Mosier, J. G. and A. F. Gustafson, *Soil Physics and Management*.  
P. 163 Ippinrott Co., Philadelphin 1917
- (5) Van Slyke, L. L., *Fertilizers and Crops*. p. 294., Orange Juod Co.  
New York, 1915.
- (6) 實業部國際貿易局調查報告 二十二年
- (7) 劉和 肥料學講羣 107頁 127頁
- (8) Smalley, H. R., Recent trend in fertilizer consumption in  
Europe. *Journ. Am. Soc. Agron.* vol. 21. no. 3, p. 269, 1929.
- (9) Russell, E. J., *Soil Conditions and Plant Growth*. P. 554.  
6th. Ed. 1932.
- (10) Worthen, E. L., *Farm Soils, Their Management and Fertilization*.  
p. 173, John Wiley and Sous. New York. 1927.
- (11) 禮記與齊民要術中均有記載
- (12) Loyn, T. L. and H. O. Buckman, *The Nature and Properties of Soils*.  
p. 112, The Macmillan Co., New York. 1930.
- (13) Russell, E. J., Et. Al., *The Micro-organisms of the Soil*, p. 51.  
Longmans, Green and Co. London, 1923.
- (14) Wisconsin Agr. Exp. Sta. Res. Bul. 41, 1916.
- (15) Waksman, S. A., *Principles of Soil Microbiology*. 2nd. Ed.,  
p. 507. Williams and Wilkins Co. 1932.
- (16) Memminger, C. G., Chinese Phosphate deposit. *The Am. Fertilizer*,  
Vol. 61, no. 10, p. 27, 1924.
- (17) 水津嘉之 製造化學 孔慶萊譯 30頁 商務印書館

- (17) 曹理卿 創設人造肥料廠計劃 中國建設 第一卷 第六期
- (19) Parrish, P. and A. Ogilvie, Artificial Fertilizers. Chapt. XIV,  
p. 264-277. Earnest Ben Co.  
Earnest Benn Co, London.
- (20) 劉 和 鉀化骨質磷肥 中華農學會報 第128期 二十三年 九月
- (21) 章祖純 見(1)
- (22) The Fertilizer Review. p. 8, vol. VIII, no. 1, 1933.
- (23) 上海貨價季刊 國稅定則委員會
- (24) Russell, E. J., Soil Conditions and Plant Growth. 6th. Ed., p. 228
- (25) The Fertilizer Review. p. 3, vol. VIII, no. 1, 1933.
- (26) The Fertilizer Review. p. 7, vol IX, no. 2, 1934.
- (27) 上海貨價季刊 國稅定則委員會
- (28) Waksman, S. A. op. cit., p. 404.
- (29) Russell, E. J., op. cit., pp. 85-86
- (30) 劉 和 活化肥料及其經濟價值 中華農學會報 第128期 二十三年 九月
- (31) Russell, E. J. op. cit. p. 85-86.
- (32) Stoddart, C. W., Chemistry of Agriculture. p. 216. Lea and Febiger,  
New York, 1921.
- (33) 李蕃 國防工業中之四川鉀鹽礦 實業統計雙月刊 2卷 6期 實農部統計處
- (34) Stoddart, op. cit p. 223

分類	7
卷号	26
期号	6520

編輯者

劉官

熙

和光

發行者

國立

浙江

大學

代印者

浙江省立圖書館印行所

浙江杭州水陸寺巷七號

定價

國

幣

貳

角

