

# 鈹質土と黒ボク土における添加有機物と化学肥料の窒素，イオウ およびリンの利用率の比較\*

河野憲治\*\*・尾形昭逸\*\*・丸本一城\*\*

キーワード 家畜排泄物コンポスト，鶏糞堆肥，窒素，イオウ，リン利用率

## 1. はじめに

家畜排泄物コンポストなどの有機物を花崗岩由来の未熟土壌（以下鈹質土）に添加した場合，添加有機物のシコクビエ (*Eleusine coracana* GAERTN) による窒素 (N)，イオウ (S)，リン (P) の利用率は N と S では 10% 以下と著しく低く，P では 30% 以上と N, S より高いことや，これらの利用率は土壌中の N, S, P のみかけの無機化率（添加要素量に対する可給態要素量の割合）と密接に関連するが，いずれもみかけの無機化率よりも高いことなどを前報<sup>1)</sup>で報告した。

しかしながら，添加有機物の利用率を化学肥料の利用率と対比しつつ解析しなかったため，利用率の相対的評価ができなかった。一般に化学肥料の P 利用率は 20% 以下と低いといわれており，添加有機物の P 利用率が化学肥料のそれと比較して著しく高いか否か，とくにリン酸固定が進みやすい火山灰土壌でも同様の傾向が認められるか否かを明らかにすることは，P 利用率の向上を図るうえでも重要である。また，化学肥料の N 利用率は 60~80% 程度といわれており，同一栽培条件でどの程度の利用率であるかを把握することも，添加有機物の利用率を評価するうえで必要である。

そこで本報ではこれらの点をさらに明確にするため，添加有機物にリン酸含量の高い鶏糞堆肥を加えて，数種の有機物をリン酸吸収係数の低い鈹質土と，高い黒ボク土に添加し，前報<sup>1)</sup>と同様の方法で，すなわち，N, S, P おのおのの要素のみが生育の制限要因となる栽培条件下でシコクビエを栽培し，シコクビエによる N, S, P 吸収量から添加有機物の N, S, P 利用率を算定した。また同時に添加有機物中の N, S, P 相当量をおのおのの試薬で添加した化学肥料対照区（以下対照区）を設けて，添加有機物の利用率の要素間あるいは有機物間差異を対

照区の N, S, P 利用率とを比較しつつ解析した。

## 2. 材料および方法

### 1) 栽培方法

土耕ポット試験：供試草種はシコクビエ (*Eleusine coracana* GAERTN, Snow Brand) を用い，供試土壌は第 1 表に示すように N, S, P 含量およびリン酸吸収係数が著しく低い鈹質土とリン酸吸収係数の高い黒ボク土で，これらの土壌に第 2 表に示すような C/N 比，および N, S, P 含有率の著しく異なる鶏糞堆肥（発酵鶏糞堆肥），牛糞堆肥（牛糞のみの完熟堆肥）およびイタリアンライグラス (*Lolium multiflorum* L., cv. Wase-yutaka) の残根（広島大学精密実験圃場より採取）をおのおの，風乾後 2 mm のメッシュを通過したものを土壌 100 に対して 1 の重量割合で添加した。各有機物添加土を以下，おのおの鶏糞堆肥土，牛糞堆肥土，残根土とし，有機物無添加土壌を原土とした。これらの土壌を 1/5000 a のワグネルポットに鈹質土では 4 kg，黒ボク土では 2.6 kg 充填し，シコクビエを栄養生長期で刈り取り再生長を繰り返しつつ 99 日間栽培した。土壌水分は圃場容水量の約 60%（水分含有率は鈹質土，黒ボク土でおのおの約 16, 30%）となるよう栽培期間中調節した。

処理区は第 3 表に示すように化学肥料 N 無施与区（N 無施与区），化学肥料 S 無施与区（S 無施与区）および化学肥料 P 無施与区（P 無施与区）を設け，N と S 無施与区では鈹質土，P 無施与区では鈹質土と黒ボク土を供試土壌として，おのおのに有機物添加区とおのおのに対応した化学肥料対照区，および有機物無添加の原土区を設けた。すなわち，N, S, P 各無施与区は，各無施与要素以外の要素は第 3 表に示すように試薬で施与し，たとえば N 無施与区では P, K, S, Ca, Mg を施与し，N の供給のみを土壌と添加有機物に依存させた。また，おのおのの対照区は各有機物に含まれる全 N, P, S 量に相当する要素量をおのおのの試薬（N :  $\text{NH}_4\text{NO}_3$ ，P :  $\text{NaH}_2\text{PO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ，S :  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ）で添加し P, K, S, Ca,

\* 本報告の概要は 1987 年 8 月，1987 年度日本土壌肥料学会北海道大会（札幌・北大）において発表した。

\*\* 広島大学生物生産学部（724 東広島市鏡山 1-4-4）

1991 年 3 月 18 日 受理

日本土壌肥料学雑誌 第 63 巻 第 2 号 p.146~153 (1992)

第1表 供試土壌の特徴

土 壤	土 性	pH (1 N KCl)	全C (%)	全N (%)	全P (ppm)	全S (ppm)	無機態 N (ppm)	可給態 P (ppm)	可給態 S (ppm)	リン酸吸収係数 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (mg/100g)
鈳質土	砂 壤 土	3.9	0.2	0.01	193	97	5.6	1.4	9.0	380
黒ボク土	シルト質埴壌土	4.1	14.0	0.51	189	522	9.8	4.9	26.0	1860

第2表 添加有機物の要素含有率

供試有機物	C/N 比	全N (%)	全P (%)	全S (ppm)
鶏 糞 堆 肥	9.8	2.17	3.90	5522
牛 糞 堆 肥	12.8	1.17	0.85	1878
イタリアンライ グラス残根	34.7	0.70	0.27	698

Mg は有機物添加区と同様に施与した。

土壌 pH は N, S 無施与区では炭酸カルシウムを用いて pH 6 に矯正した。ただし, P 無施与区では pH 矯正区に加えて pH 無矯正区を同時に設けた。鶏糞堆肥土と牛糞堆肥土に対しては基肥とは別に第3表に示すように 1, 2, 3 回刈り直後と 1 回, 3 回刈り後 10 日目に,

最も多い場合で 5 回追肥を行った。なお, 基肥, 追肥の使用試薬は前報<sup>1)</sup>と同様である。

1986 年 6 月 12 日にシコクビエをポット当たり 110 粒播種し, 発芽後 28 日目 (7/8) に第 1 回目の試料採取を地表 5 cm 刈りで行い, 再生長さ 44 日目 (7/29) に第 2 回目, 73 日目 (8/27) に第 3 回目, 99 日目 (9/22) に第 4 回目の試料採取をした。なお, 1, 2, 3 回目の試料採取は再生長ささせるため地表 5 cm 刈りで, 第 4 回目の地上部は地ぎわから刈り取り, 根部も採取した。植物体は新鮮重測定後 70°C で 48 時間熱風乾燥後, 土壌は風乾後分析に供した。

2) 分析方法

植物体試料: 全Nは, セミマイクロケルダール蒸留法で

第3表 処理区, 基肥施与量および使用試薬

処理区	供試土壌	有機物 添加区	有機物由来 (mg/pot)	施与要素	基 肥 (mg/pot)	追肥施与量 (mg/pot)
N無施与区	鈳質土	鶏糞堆肥土	866 mg N	P	400	200×4
		牛糞堆肥土	468 ♪	K	400	200×4
		残 根 土	278 ♪	S	164	
		(無添加)		Ca	100	100×1
		原 土		Mg	100	100×1
S無施与区	鈳質土	鶏糞堆肥土	221 mg S	N	400	350+200×4
		牛糞堆肥土	75 ♪	P	400	200×4
		残 根 土	28 ♪	K	400	200×4
		(無添加)		Ca	100	100×1
		原 土		Mg	100	100×1
P無施与区	( ) 鈳質土	鶏糞堆肥土	1560 mg P	N	400	350+200×4
		牛糞堆肥土	340 ♪	K	400	200×4
		残 根 土	106 ♪	S	164	
		(無添加)		Ca	100	100×1
		原 土		(Ca)	(100)	(100×1)
	黒ボク土	鶏糞堆肥土	1014 mg P	N	400	350+200×4
		牛糞堆肥土	221 ♪	K	400	200×4
		残 根 土	69 ♪	S	164	
		(無添加)		Ca	10000	100×1
		原 土		(Ca)	(100)	(100×1)
			Mg	100	100×1	

( ) 内は pH 無矯正区。

化学肥料対照区は有機物由来と同量の N, (P, S) 量をおのおの N: NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub>, (P: KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>, S: K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) で投与し, それ以外の施与は有機物添加区と同様とした。なお, 有機物無添加の原土の化学肥料は, 当然各成分無施与区ではその成分の施与は行っていない。

定量し、全Pは、硫酸モリブデン法により比色定量し、全Sは乾燥粉末試料を灰化溶解後、イオンクロマト法<sup>2)</sup>により定量した。

土壤試料：全N、炭素(C)は微粉末試料をCNコーダー(柳本製)により定量し、全P、Sは微粉末試料をペレットにした後、蛍光X線分析法で定量した。また、無機態N(以下可給態N)は風乾土 20g に 2N KCl 20 ml を加え 30 分間振とうし、濾液の一部にデバルダ合金を加え、セミマイクロケルダール法で定量し、可給態Sは風乾土 10g に 0.01 M Ca(H<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>)<sub>2</sub> 20 ml を加え 30 分振とうし、濾液中の SO<sub>4</sub>-S をイオンクロマト法で定量した。可給態Pは Bray II 抽出液を塩酸モリブデン法で定量した。

### 3. 結 果

P無施与区のシコクビエの乾物重とP吸収量はpH矯正区と無矯正区ではほぼ同様の傾向を示したが、黒ボク土

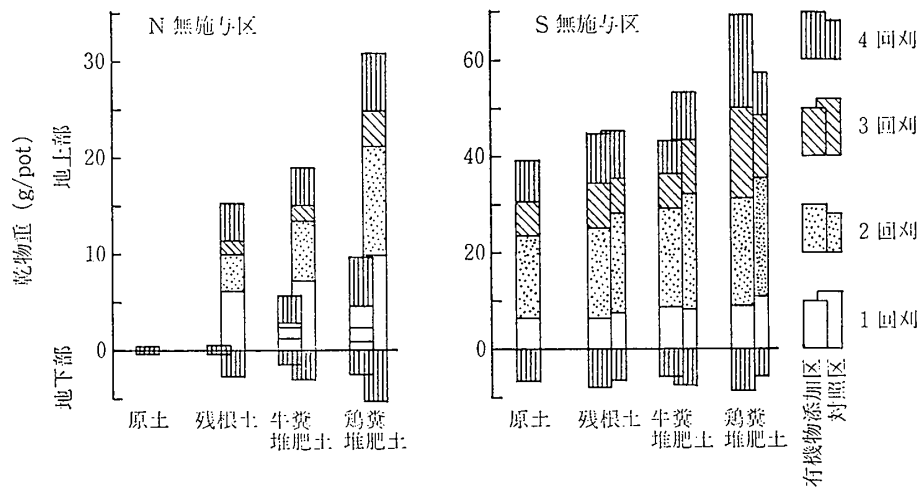
における処理間差異はpH無矯正区でより明瞭であったことから、P無施与区ではpH無矯正区の結果のみについて報告する。

#### 1) 乾物重

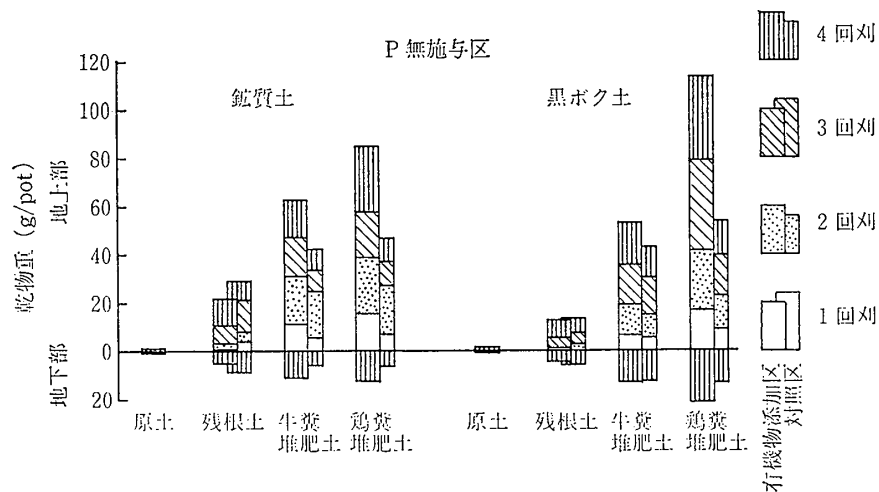
N、S無施与の各処理区におけるシコクビエの乾物重を第1図に示した。

N無施与区のシコクビエの1~4回刈り合計地上部乾物重は、鉾質原土では0.4g/potと著しく低く、有機物添加土では残根土で0.5g/potと原土よりもわずかに高く、牛糞堆肥土、鶏糞堆肥土で5.8、9.8g/potと原土の15~25倍と高かったが、いずれも対照区と比較すると、牛糞堆肥土と鶏糞堆肥土でおのおの30.5、31.6%と低く、残根土では3.3%と著しく低かった。

S無施与区のシコクビエの1~4回刈り合計地上部乾物重は、鉾質原土で39.1g/potと高く、有機物添加土では、残根土、牛糞堆肥土、鶏糞堆肥土でおのおの46.0、43.2、69.7g/potと原土よりも1.1~1.8倍と高く、こ



第1図 N、S無施与区の各処理区におけるシコクビエの乾物重



第2図 P無施与区の各処理区におけるシコクビエの乾物重

これらの値はおのの対照区の 99, 81.4, 127.9%と高かった。

P無施与区の各処理区におけるシコクビエの乾物重を第2図に示した。なお、P無施与区の各有機物添加土のpHは鉍質土で3.7~4.2、黒ボク土で4.1~4.2の範囲内であった。

鉍質土に有機物を添加した場合のP無施与区のシコクビエの1~4回刈り合計地上部乾物重は、原土では1.2g/potと著しく低く、有機物添加区では残根土、牛糞堆肥土、鶏糞堆肥土でおのの21.8, 62.4, 84.3g/potと原土の18~70倍と著しく高く、これらの値は対照区と比べ残根土では76.2%と低かったが、牛糞堆肥土と鶏糞堆肥土ではおのの149.1, 182.9%と高かった。

また黒ボク土に有機物を添加した場合のシコクビエの合計乾物重は、原土では1.6g/potと著しく低く、有機物添加区では残根土、牛糞堆肥土、鶏糞堆肥土でおのの12.8, 53.1, 113.9g/potと原土の8~71倍と高く、対照区と比較して残根土では97%とほぼ同等、牛糞堆肥土で123.8%、鶏糞堆肥土で210.9%と著しく高かった。

シコクビエの地下部乾物重は、有機物添加によって、N, S, P各無施与区ともに地上部乾物重とほぼ同様の傾向を示した。

2) シコクビエによる N, S, P 吸収量

N, S 無施与区の各処理区におけるシコクビエの N, S 吸収量を第3図に示した。

N無施与区の1~4回刈り地上部、地下部合計N吸収量は、原土では3.1mg/potと著しく低く、有機物添加土では、残根土で2.6mg/potと原土より低く、牛糞堆

肥土、鶏糞堆肥土でおのの45.5, 82.2mg/potと原土の15~27倍と高かったが、いずれも対照区と比較して牛糞堆肥土と鶏糞堆肥土いずれも12%程度と低く、残根土ではさらに1.1%と著しく低かった。

また、シコクビエのN吸収量の対照区に対する有機物添加区の割合を、試料採取時期を追ってみると、いずれの処理区も1, 2回よりも3, 4回と試料採取時期の遅いほど高かった。

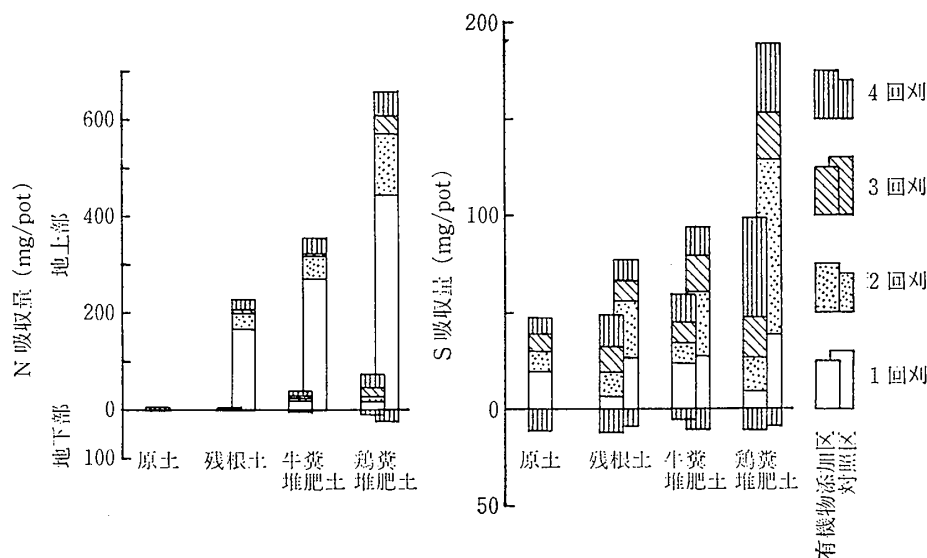
S無施与区のシコクビエの1~4回刈り合計S吸収量は原土でも58.5mg/potと高く、有機物添加土では、残根土と牛糞堆肥土で60.9, 65.2mg/potと原土よりもわずかに高く、鶏糞堆肥土で108.6mg/potと原土の約2倍と高かったが、対照区と比較して残根土、牛糞堆肥土、鶏糞堆肥土でおのの71.6, 62.1, 55.0%と低かった。

また、有機物添加区のシコクビエS吸収量の対照区に対する割合は、第1, 2回で低く、3, 4回と試料採取時期の遅いほど高かった。

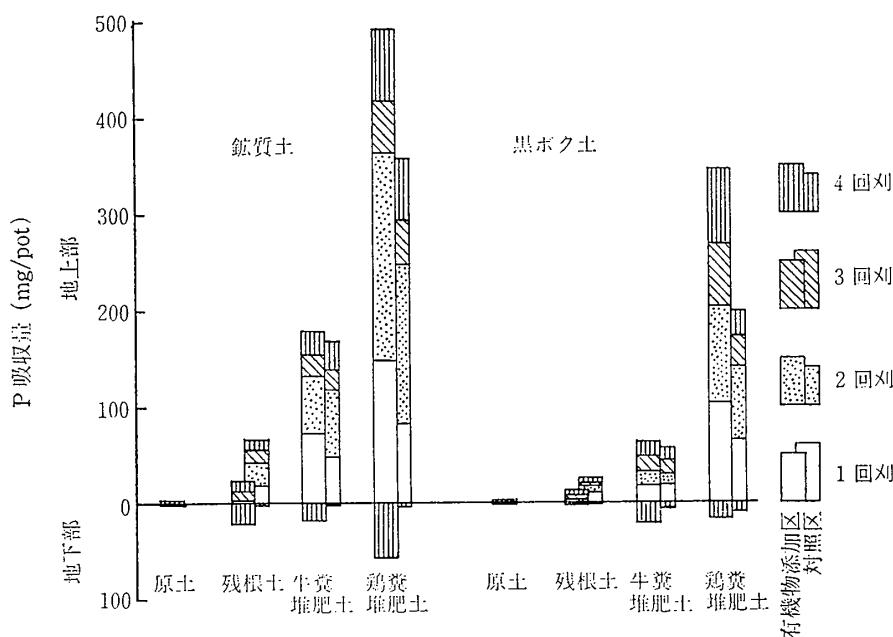
P無施与区の各処理区におけるシコクビエのP吸収量を第4図に示した。

鉍質土に有機物を添加した場合のP無施与区のシコクビエの1~4回刈り合計P吸収量は、原土では0.8mg/potと著しく低く、有機物添加区では、残根土、牛糞堆肥土、鶏糞堆肥土でおのの44.7, 198.7, 548.0mg/potと原土よりも著しく高く、これらの値は対照区と比較して残根土では64.6%と低かったが、牛糞堆肥土で115.0%と高く、鶏糞堆肥土では151.4%と著しく高かった。

また、黒ボク土に有機物を添加した場合のP無施与区



第3図 N, S無施与区の各処理区におけるシコクビエのN, S吸収量



第 4 図 P 無施与区の各処理区におけるソコクビエの P 吸収量

のソコクビエの P 吸収量は、原土では、3.7 mg/pot と著しく低く、有機物添加区では、残根土、牛糞堆肥土、鶏糞堆肥土でのおおの 15.2, 84.4, 361.6 mg/pot と原土の 4, 23, 98 倍と著しく高く、これらは対照区と比較して残根土では 53.9% と低かったが、牛糞堆肥土で 137.2% と高く、鶏糞堆肥土で 174.0% と著しく高かった。

また、牛糞堆肥土、鶏糞堆肥土のソコクビエの P 吸収量の対照区に対する割合は、第 1, 2 回の採取時期の早い場合で高く、とくに黒ボク土の鶏糞堆肥土では 3, 4 回と採取時期が遅い場合にも高い値を示した。

4. 考 察

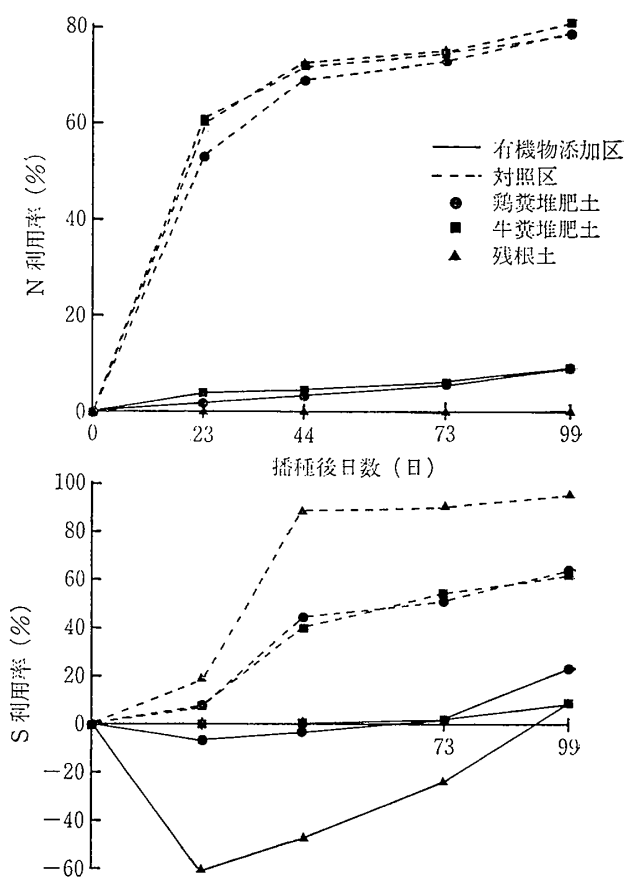
ソコクビエによる添加有機物および化学肥料対照区の N, S, P 利用率を以下のように算出し、ソコクビエによる N, S, P 吸収量を添加有機物中の N, S, P 量 (対照区では試薬添加量) と N, S, P の利用率の面から解析した。第 5, 6 図に試料採取時期ごとの N, S, P 利用率を示した。その際、地下部の要素吸収量は各採取時期の地上部重に比例配分した。

添加有機物中の (化学肥料対照区の)

N, P, S 利用率 (%)

$$= \frac{[\text{有機物添加区の (化学肥料対照区) ソコクビエの N, P, S 吸収量} - \text{原土区のソコクビエの N, P, S 吸収量}]}{\text{添加有機物中の N, P, S 量}} \times 100$$

1) ソコクビエの N, S 吸収量とその有機物間差異  
有機物添加区のソコクビエの施用有機物からの N 吸収合計量 (原土区を差し引いた量) は、鶏糞堆肥、牛糞堆肥、残根で、おのおの 71.9, 42.4, -0.5 mg/pot とな



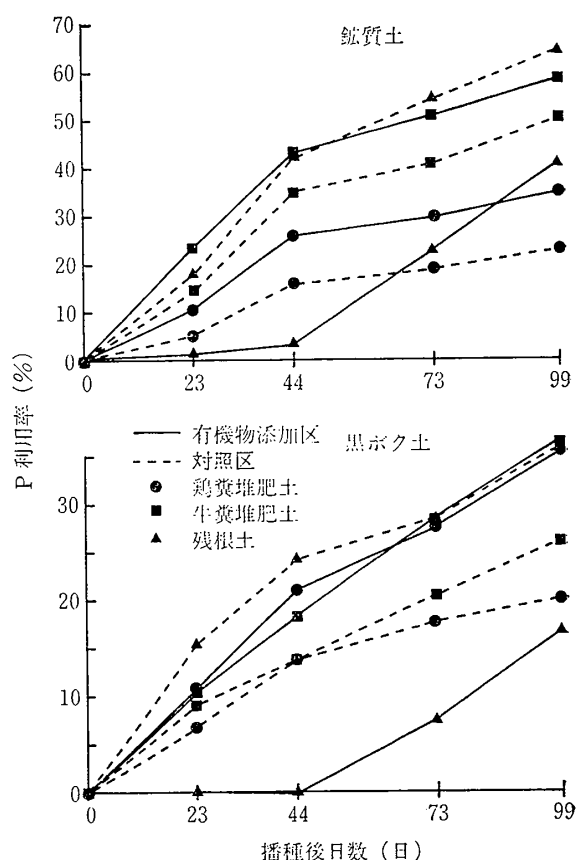
第 5 図 鉾質土における添加有機物の N, S 利用率

る。各有機物からのポット当たり添加 N 量は鶏糞堆肥、牛糞堆肥、残根でのおおの 866, 468, 278 mg であり、N 利用率は鶏糞堆肥と牛糞堆肥で 9.1%, 残根では -0.2% となった。一方、対照区の N 吸収量は鶏糞堆肥、牛糞

堆肥，残根の各対照区でおのおの 680, 364, 225 mg/pot となる。ポット当たり添加N量は添加有機物と同量であることから，対照区のN利用率はおのおの 79, 78, 81%と，いずれもほぼ同様の値であった。したがって，添加有機物のN利用率の対照区に対する割合はいずれも 12%以下と著しく低く，その有機物間差異は添加有機物の利用率の差異と同様の傾向を示した。また，N利用率を採取時期を追ってみると，対照区では第1回刈りですでに 60%程度と高く，その後 2~4 回刈りで 80%まで徐々に上昇したのに対して，添加有機物の場合は，1, 2 回刈りで 5%程度，3, 4 回刈りでわずかに上昇し 10%程度となった。したがって，添加有機物のN利用率が低いのはシコクビエのN要求量が低かった，あるいは添加量が高すぎたのではなく，前報<sup>1)</sup>で認められたようにみかけの無機化率が低い結果と考えられる。

有機物添加区のシコクビエの施用有機物からのS吸収合計量は，鶏糞堆肥，牛糞堆肥，残根でおのおの 50.1, 6.7, 2.4 mg/pot となる。これをNの場合と同様に解析すると，有機物からのポット当たり添加S量は，鶏糞堆肥，牛糞堆肥，残根でおのおの 221, 75, 28 mg であり，S利用率は鶏糞堆肥，牛糞堆肥，残根でおのおの 23, 9, 9%と，鶏糞堆肥で高く牛糞堆肥と残根で低かった。一方，対照区のS吸収量は鶏糞堆肥，牛糞堆肥，残根でおのおの 139.1, 46.3, 26.5 mg/pot で，対照区のS利用率は鶏糞堆肥と牛糞堆肥では 62~63%，残根では 95%となる。したがって，添加有機物のS利用率の対照区に対する割合は，鶏糞堆肥，牛糞堆肥でおのおの 36, 14%，残根では 9%とNの場合よりも高い値を示した。

また，S利用率を採取時期を追ってみると，対照区では1回刈りでは 20%以下と低いが，2回刈りで 40%以上に急上昇し，3, 4 回刈りで徐々に上昇したのに対して，添加有機物の場合は 1, 2 回刈りで 1%以下と著しく低く，3, 4 回刈りでわずかに上昇した。したがって，添加有機物のS利用率の対照区に対する割合は，3, 4 回刈りで上昇したが，とくに 1, 2 回刈りではNの場合以上に低かった。このように，NとSの場合は，いずれの有機物でも添加有機物の利用率の対照区に対する割合は低く，従来報告<sup>3,4)</sup>されているように，土壤微生物による無機態 N, S の有機化が進行しやすかったためと推察できる。この有機物間差異については C/N 比の差異による有機物の分解性の難易や無機態 N, S の有機化量の差<sup>5,6)</sup>が考えられ，要素間差異に関しては土壤微生物フロアの差や土壤中での無機化，有機化速度の差<sup>7,8)</sup>などが考えられるが，これらに関してはさらに検討を要する。



第6図 鉾質土と黒ボク土における添加有機物のP利用率

## 2) シコクビエのP吸収量とその土壌間および有機物間比較

鉾質土に有機物を添加した場合の有機物添加区のシコクビエによるP吸収合計量は，鶏糞堆肥，牛糞堆肥，残根でおのおの 547.2, 197.9, 44.0 mg/pot であり，いずれもNやSと比較して著しく高かった。これをNの場合と同様に解析すると，各有機物からのポット当たり添加P量は，鶏糞堆肥，牛糞堆肥，残根でおのおの 1560, 340, 106 mg/pot であり，P利用率はおのおの 35, 58, 44%となった。一方，対照区のP利用率は鶏糞堆肥，牛糞堆肥，残根でおのおの 23, 51, 68%であり添加有機物により大きく異なった。また，これらの値は添加有機物の利用率と大差なく，各有機物中のP含量に対応したポット当たりの添加P量が多いほど低下する傾向を示した。この場合の有機物中のP利用率は，N, Sの場合よりも著しく過小評価されるおそれがあり，P利用率を考えるうえでは対照区の利用率との相対値がより重要となる。

添加有機物のP利用率の対照区に対する割合は残根で 64%，牛糞堆肥，鶏糞堆肥ではおのおの 115, 152%と鶏糞堆肥で著しく高かった。残根でこの値が低い理由はN, Sの場合と同様と考えられる<sup>9)</sup>が，この鶏糞堆肥で

とくに 100% 以上と高い要因は、みかけの無機化率との関連では説明できず、鶏糞堆肥が他の機能を発揮していることが予測される。この傾向はさらに黒ボク土で明らかとなった。すなわち、黒ボク土に有機物を添加した場合のシコクビエの P 吸収合計量は、鶏糞堆肥、牛糞堆肥、残根でのおおの 357.9, 80.7, 11.6 mg/pot であり、P 利用率はおおの 35, 37, 17% となった。一方、対照区の P 利用率は鶏糞堆肥、牛糞堆肥、残根でのおおの 20, 26, 36% であり、いずれも鉬質土の場合よりも低かった。P 利用率が鉬質土に比べ黒ボク土で低かった要因は、黒ボク土のリン酸吸収係数が高いことから、非生物的なリンの固定によると考えられるが、その影響は対照区よりも添加有機物区で小さく、とくに鶏糞堆肥で小さかった。したがって、添加有機物の P 利用率の対照区に対する割合は、残根で 47%, 牛糞堆肥で 140%, 鶏糞堆肥では 176% と鉬質土の場合よりもさらに高かった。鶏糞堆肥の場合の添加有機物の P 利用率の対照区に対する割合を採取時期を追ってみると、両土壌ともに第 1 回刈りから第 4 回刈りまで通して 160% 以上と著しく高かった。

対照区に比べ、とくに黒ボク土で鶏糞堆肥の P 利用率が高かった要因は、① 黒ボク土の鶏糞堆肥添加区では対照区に比べ根の発達が著しく良好であったことが観察されたことから、根の伸長促進物質の存在などが考えられ、さらに、② 鶏糞堆肥の P は土壌中で固定が進行しにくい存在形態である。あるいは、③ 土壌溶液中の P 濃度が高く、土壌中の P の移動性があるなどの可能性<sup>10,11)</sup>が考えられるが、これらの点に関しては今後の検討が必要である。

## 5. 要 約

有機物の無機化に伴う草類への窒素 (N), リン (P), イオウ (S) 供給を添加有機物の N, P, S 利用率の有機物間、要素間差異とその化学肥料対照区 (対照区) に対する割合から解析するため、N, P, S 含量および炭素 (C)/N 比の著しく異なる、鶏糞堆肥、牛糞堆肥、イタリアンライグラス残根 (残根) を残積性未熟土 (鉬質土) と黒ボク土に添加し、シコクビエ (*Eleusine coracana* GAERTN) を栽培し、シコクビエによる N, P, S 吸収量から添加有機物の N, P, S 利用率を算出した。また、添加有機物中の N, P, S 量に相当する各要素量を試菜で添加した化学肥料対照区を設け、同様の方法で N, P, S 利用率を算定し、比較検討した。その結果、

1) 添加有機物の N 利用率は鶏糞堆肥と牛糞堆肥で 9.1%, 残根で -0.2% と残根で著しく低かったのに対

して、対照区の N 利用率はいずれの有機物でも 1 回刈りで約 60%, その後 80% 前後と同程度に上昇した。したがって、添加有機物の N 利用率の対照区に対する割合は 12% 以下と著しく低く、その有機物間差異は添加有機物の利用率の場合と同様の傾向を示した。

2) 添加有機物の S 利用率は鶏糞堆肥、牛糞堆肥、残根でのおおの 23, 9, 9% と鶏糞堆肥で高く、牛糞堆肥と残根で低かった。また、対照区の S 利用率は 2 回刈りで 40% 程度、4 回刈りでも残根では 95% と高かったが、鶏糞堆肥、牛糞堆肥では約 60% と低く、鶏糞堆肥、牛糞堆肥では S 利用率が N の場合よりも過小評価されやすい。この場合、添加有機物の S 利用率の対照区に対する割合が重要となり、その値は鶏糞堆肥と牛糞堆肥でのおおの 36, 14% と N 利用率よりも高かった。

3) 鉬質土に有機物を添加した場合の添加有機物の P 利用率は、鶏糞堆肥、牛糞堆肥、残根でのおおの 35, 58, 44% であり、対照区ではのおおの 23, 51, 68% と添加有機物の P 含量が高いほど低かった。したがって、添加有機物の P 利用率は N, S に比較しても、また添加 P 量の多いほど過小評価されやすい。添加有機物の P 利用率の対照区に対する割合は、残根、牛糞堆肥、鶏糞堆肥でのおおの 64, 115, 152% と鶏糞堆肥で著しく高かった。これらの傾向は黒ボク土に有機物を添加した場合にさらに顕著となった。すなわち、添加有機物の P 利用率の対照区に対する割合は、残根では 47%, 牛糞堆肥では 140%, 鶏糞堆肥では 176% と、鉬質土の場合よりもさらに上昇した。

以上の結果、添加有機物の N, S 供給は対照区に比較して鶏糞堆肥や牛糞堆肥でも 35% 以下と低く、とくに C/N 比の高い残根では著しく低いこと、それに対して、添加有機物の P 供給は対照区と比較して、残根でも 60%, 牛糞堆肥では 115% 以上であり、とくに鶏糞堆肥ではリン酸吸収係数の高い黒ボク土で 176% と著しく高いことなどが明らかとなった。

## 文 献

- 1) 河野憲治・松井誠二・尾形昭逸：添加有機物の無機化とシコクビエへの窒素、リン、イオウ供給との関連、土肥誌, 63, 1~9 (1992)
- 2) KOUNO, K. and OGATA, S.: Sulfur-supplying capacity of soils and critical sulfur values of forage crops. *Soil Sci. Plant Nutr.*, 34, 327~339 (1988)
- 3) KAI, H., AHMAD, Z. and HARADA, T.: Factors affecting immobilization and release of nitrogen in soil and chemical characteristics of the nitrogen newly immobilized III. Transformation of the nitrogen immobilized in soil and its chemical characteristics. *ibid.*, 19, 275~286 (1973)

- 4) BROOKES, P. C., OCIO, J. A. and WO, J.: The soil microbial biomass: Its measurement, properties and role in soil nitrogen and carbon dynamics following substrate incorporation. *Soil Microorg.*, 35, 39~51 (1990)
- 5) JANZEN, H. H. and KUCEY, R. M. N.: C, N and S mineralization of crop residues as influenced by crop species and nutrient regime. *Plant Soil*, 106, 35~41 (1988)
- 6) SAFFIGNA, P. G., POWLSON, D. S., BROOKES, P. C. and THOMAS, G. A.: Influence of sorghum residues and tillage on soil organic matter and soil microbial biomass in an Australian vertisol. *Soil Biol. Biochem.*, 21, 759~765 (1989)
- 7) MAYNARD, D. G., STEWART, J. W. B. and BETTANY, J. R.: Sulfur and nitrogen mineralization in soils compared using two incubation technique. *ibid.*, 15, 251~256 (1983)
- 8) TABATABAI, M. A. and AL-KHAFAJI, A. A.: Comparison of nitrogen and sulfur mineralization in soils. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 44, 1000~1006 (1980)
- 9) BROOKES, P. C., POWLSON, D. S. and JENKINSON, D. S.: Phosphorus in the soil microbial biomass. *Soil Biol. Biochem.*, 16, 169~175 (1984)
- 10) MEEK, B. D., GRAHAM, L. E., DONOVAN, T. J. and MAYBERRY, K. S.: Phosphorus availability in a calcareous soil after high loading rates of animal manure. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 43, 741~744 (1979)
- 11) SCHOENAU, J. J. and BETTANY, J. R.: Organic matter leaching as a component of carbon, nitrogen, phosphorus, and sulfur cycles in a forest, grassland, and gleyed soil. *ibid.*, 51, 646~651 (1987)

### Comparison of the Recovery Rates of N, S and P in Added Organic Matter and Chemical Fertilizer in Regosols and Andosols

Kenji KOUNO, Shoitsu OGATA and Kazuki MARUMOTO  
(*Fac. Appl. Biol. Sci., Hiroshima Univ.*)

Comparative study was performed to estimate and compare the recovery rates of N, S and P in added organic matter or chemical fertilizer source in a greenhouse experiment. Fermented poultry manure, cattle manure compost and root residue of Italian ryegrass (*Lolium multiflorum* L. cv. Waseyutaka) were used as the organic matter source, while ammonium nitrate, potassium phosphate and potassium sulfate served as chemical source for N, S and P respectively.

Treatments consisted of two soil types (regosols and andosols), three kinds of organic matter sources, chemical fertilizer source in a factorial experiment. Wagner pots of size (1/5,000 a) were filled with soil and organic matter or equivalent chemical contents provided as fertilizer and the control which contained soil and other mineral nutrients, except for the element under investigation. Depending on the source, the concentrations of N, S, P and C/N ratio of organic matter varied considerably. African millet (*Eleusine coracana* GAERTN, Snow Brand) was used as an estimate of the mineral recovery.

1) The recovery rates of N and S in added organic matter, especially in root residue which had high C/N ratio were extremely lower than those of the chemical fertilizer. Furthermore it was observed that application of organic matter with a high C/N ratio, such as root residue may result in N and S deficiency in grasses.

2) Generally, the recovery rates of P in organic manure application, especially poultry manure, were higher than that of chemical fertilizer. This was more pronounced in the andosols which have low pH and high phosphate absorption coefficient.

*Key words* cattle manure compost, poultry manure, recovery rate of N, S and P

(*Jpn. J. Soil Sci. Plant Nutr.*, 63, 146-153, 1992)