

おがくず入り牛ふん厩肥連用に伴う土壌リン酸とフォスフォモ ノエステラーゼ活性の変動

| | |
|-------|--|
| 誌名 | 日本土壌肥料学雑誌 = Journal of the science of soil and manure, Japan |
| ISSN | 00290610 |
| 著者 | 大橋, 恭一 |
| 巻/号 | 58巻2号 |
| 掲載ページ | p. 144-146 |
| 発行年月 | 1987年4月 |

おがくず入り牛ふん厩肥連用に伴う土壌リン酸と フォスフォモノエステラーゼ活性の変動*

大橋 恭一**

キーワード 厩肥, 有機態リン酸, フォスフォモノエステラーゼ

農耕地には栽培作物の残根や施用有機物に由来する土壌有機物が多量に存在する。これら有機物に含まれる窒素, リンなどの養分は土壌微生物による有機物の分解に伴って土壌中に放出され, 作物に吸収利用される。土壌中には全リンの30~70%に相当するリンが有機態で存在し, その約60%はイノシトールリン酸であるといわれている¹⁾。エステル結合した上記のイノシトールリン酸はそのままの形態では作物に利用されにくく, 無機態リン酸に分解されたのち利用されることが知られている²⁾。

有機態リン酸の分解にかかわる土壌酵素であるフォスファターゼには有機態リン酸の放出に直接関与するものとしてフォスフォモノエステラーゼがある。早野³⁾は, フォスフォモノエステラーゼの活性がハウス栽培したトマトの収量と高い相関をもつことを示した。このことは, 有機態リン酸の無機化に関与するフォスフォモノエステラーゼが土壌のリン酸肥沃度と密接な関係にあると推定される。

一方, 著者ら⁴⁾はおがくず入り牛ふん厩肥を多量に連用した野菜畑ではリン酸が著しく集積し, 施用リン酸の肥効が相対的に低下する⁵⁾ことを認めた。これは, 施用した厩肥中の有機態リン酸から作物が必要とする量を上回る無機態リン酸が放出され, 土壌中に富化したことによるものと思われる。そこで有機物施用量とフォスフォモノエステラーゼ活性との関係を調べ, 有機物施用とリン酸肥沃度について検討したので報告する。

1. 実験材料と方法

1) 供試土壌

(1) おがくず入り牛ふん厩肥連用圃場: 供試土壌は1983年, コマツナ栽培跡地より採取した。同圃場は1976年より1982年の7年間, おがくず入り牛ふん厩肥を10a当たり0, 1, 2, 4t相当量を毎作施用し, ダイコン(春作)とハクサイ(秋作)を作付け, 1982年には試験区

(1区面積15m²)をリン酸無施用区とリン酸施用区に2分して厩肥を施用した条件下でダイコン, ハクサイを栽培した。さらに, 1983年にはコマツナを栽培した。なお各試験区の土壌の性質および作付野菜の栽培概要等については前報⁵⁾に示した。

(2) 過リン酸石灰施用圃場: おがくず入り牛ふん厩肥連用圃場に隣接する有機物無施用圃場に過リン酸石灰を10a当たりリン酸として0, 10, 20, 50, 100, 200kg施用する試験区(1区7.5m²)を1983年3月に設け, これにコマツナを栽培(1983年6月6日播種, 7月7日収穫)し, その株間より供試土壌を採取(採取日: 6月14日)した。

2) 土壌中の有機態リン酸とフォスフォモノエステラーゼ活性の測定法

土壌中の全リン酸, 有機態リン酸は古川・川口の方法⁶⁾に準じて培焼法によって測定した。すなわち, 2gの風乾細土を550℃で1時間培焼し, 2N硫酸100mlを加えて室温で16時間振とう抽出し, 抽出されたリン酸を全リン酸, これから同一処理をした非培焼土壌の無機態リン酸量を差し引いた値を有機態リン酸量とした。フォスフォモノエステラーゼ活性は2mmの篩を通過した生土0.5gを被験材料とし, 早野³⁾の方法に準じて測定した。

2. 試験結果と考察

1) おがくず入り牛ふん厩肥連用圃場におけるリン酸の集積状況

第1表はコマツナを栽培(1983年)した跡地の厩肥連用圃場の形態別リン酸含量を示したものである。厩肥施用量が増加すると無機態リン酸, 有機態リン酸, 全リン酸とも増大し, リン酸施肥の有無による差は減少した。このことは, 作土中での可給態リン酸の集積に厩肥の施用が大きいかかわっていることを示している。また厩肥施用量が同一の場合には, 当然のことながら毎作リン酸肥料を施用した区のトルオーグリン酸はリン酸無施用区よりも高く, その差は厩肥1t施用区(71.0mg/100g乾土)においてやや高い値を示したが, その他の処理区においては35~58mg/100g乾土であった。さらに厩肥

* 厩肥連用による露地畑土壌の改善(第4報)

** 滋賀県農業試験場(521-13 滋賀県蒲生郡安土町大中 516)
昭和61年6月6日受理
日本土壌肥科学雑誌 第58巻 第2号 p.144~146 (1987)

第1表 厩肥連用土壌の形態別リン酸含量 (mg/100 g 乾土)

| 厩肥施用量 (t/10 a) | リン酸施肥の有無 | 全-P ₂ O ₅ | 有機態 P ₂ O ₅ | 無機態 P ₂ O ₅ | トルオーグ P ₂ O ₅ |
|----------------|----------|---------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------------|
| 0 | - | 198.0 | 120.2 | 77.8 | 43.5 |
| | + | 233.4 | 139.7 | 93.8 | 82.1 |
| 1 | - | 375.4 | 222.0 | 153.4 | 79.5 |
| | + | 366.0 | 216.3 | 149.7 | 150.5 |
| 2 | - | 393.3 | 235.8 | 157.5 | 113.0 |
| | + | 436.1 | 264.2 | 171.9 | 148.0 |
| 4 | - | 620.8 | 376.2 | 244.6 | 190.0 |
| | + | 602.0 | 361.1 | 240.9 | 248.0 |

0 t・リン酸無施用区のトルオーグリン酸含量は43.5 mg/100 g 乾土であった。この値は畑土壌の一般的な水準⁷⁾である10~30 mg/100 g 乾土に比べて高く、それらはコマツナ栽培前に施用したリン酸肥料の影響によるものと思われる。

また、各処理区の無機態リン酸とトルオーグリン酸との差をみると、いずれの厩肥施用量においてもリン酸無施用区のほうがリン酸施用区を上回っていた。土壌中の無機態リン酸は主にカルシウムや鉄、アルミニウムと結合して存在することが知られ、トルオーグ法で抽出されるリン酸は主にCa型であるといわれている⁸⁾。したがって、本試験でみられた無機態リン酸とトルオーグリン酸の差は主にアルミニウムや鉄と結合したリン酸で構成されているものと考えられるが、その割合が上述のようにリン酸施用によって低下する原因は現在のところ不明である。

土壌中の有機態リン酸含量や全リン酸含量も、トルオーグリン酸や無機態リン酸と同様に、厩肥施用によって顕著に高まる傾向を示したが、厩肥無施用(0 t)区では、リン酸を施用したほうが無施用の場合に比べ、無機態リン酸、有機態リン酸、全リン酸含量は高かったが、厩肥施用区(1~4 t)ではリン酸施用区が必ずしもリン酸無施用区を上回らなかった。

2) おがくず入り牛ふん厩肥連用圃場におけるフォスフォモノエステルゼ活性の変動

第2表はコマツナ栽培跡地の作土のフォスフォモノエステルゼ活性を示したものである。施用した有機物中の有機態リン酸からの無機態リン酸の放出に上記の酵素が重要な役割を演じていることはすでに述べたが、その活性はリン酸肥料の施用の有無とはほとんど無関係に厩肥施用量の増加に伴って増加している。このことはフォスフォモノエステルゼの活性が基質となるリン含有有機物の存在によって大きく影響をうけることを示唆している。したがって、厩肥施用に伴う土壌中の有機態リン

第2表 厩肥連用土壌のフォスフォモノエステルゼ活性

| 厩肥施用量 (t/10 a) | リン酸施肥の有無 | フォスフォモノエステルゼ活性 (mU/g 乾土) |
|----------------|----------|--------------------------|
| 0 | - | 45.4 |
| | + | 38.7 |
| 1 | - | 83.8 |
| | + | 86.3 |
| 2 | - | 95.5 |
| | + | 104 |
| 4 | - | 151 |
| | + | 140 |

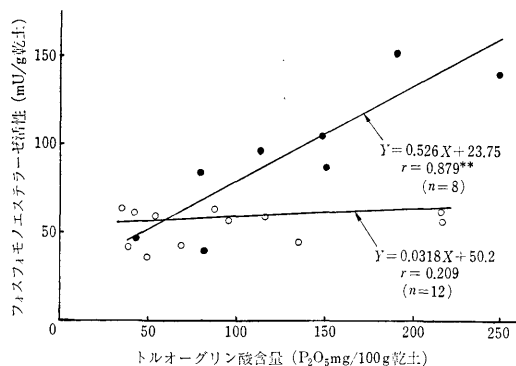
第3表 厩肥施用量、土壌中形態別リン酸含量とフォスフォモノエステルゼ活性との相関

| | | |
|----------------------|------------------|-------|
| 厩肥施用量 : x | | |
| $y = 24.56x + 50.1$ | $r = 0.978^{**}$ | (n=8) |
| 全リン酸 : x | | |
| $y = 0.259x - 11.46$ | $r = 0.991^{**}$ | (n=8) |
| 有機態リン酸 : x | | |
| $y = 0.428x - 10.57$ | $r = 0.991^{**}$ | (n=8) |
| トルオーグリン酸 : x | | |
| $y = 0.526x + 23.75$ | $r = 0.879^{**}$ | (n=8) |

y : フォスフォモノエステルゼ活性. ** 1%水準有意.

酸の増加はフォスフォモノエステルゼ活性を高め、無機態リン酸の増加を生ずるものと思われる。

以上の結果をフォスフォモノエステルゼ活性と厩肥施用量あるいは土壌中の各形態別リン酸含量との関係について第3表にまとめた。ただし第3表では、厩肥施用に伴って土壌中の有機態リン酸のみならずトルオーグリン酸も増大するため、そのいずれが上記酵素の活性増大に直接関与しているかを明らかにすることはできなかった。そこで土壌中の無機態リン酸のレベルを変動させることを目的として、厩肥無施用条件下で過リン酸石灰の施用量を異にする試験区を設け、土壌のトルオーグリン



第 1 図 土壤中のトルオーグリン酸含量とフォスフォモノエステラーゼ活性との関係

●, 厩肥施用; ○, 過リン酸石灰施用。

酸とフォスフォモノエステラーゼ活性との関係を調査した。その結果は第 1 図に示すように厩肥無施用圃場の過リン酸石灰区ではトルオーグリン酸が増加してもフォスフォモノエステラーゼ活性の増大はみられなかった。したがって、厩肥施用に伴う上記酵素の活性増大は厩肥中の有機態リン酸が関係しているものと考えられる。

以上の結果から、厩肥施用に伴う土壤中のトルオーグリン酸の増大にはフォスフォモノエステラーゼが主要な役割を演じていることが明らかになった。

3. 要 約

厩肥連用圃場におけるリン酸の集積状況と有機態リン酸の無機化に働くフォスフォモノエステラーゼ活性との関係を調査し、上記酵素の活性を高める要因について検討した。その結果を要約すると下記のとおりである。

1. 厩肥連用圃場では厩肥の施用量の増加に伴ってトルオーグリン酸、無機態リン酸、有機態リン酸および全リン酸が増加した。
2. 厩肥連用圃場の各種形態別リン酸含量（有機態リン酸、無機態リン酸等）とフォスフォモノエステラーゼ

活性との間には高い正の相関がみられた。しかし、過リン酸石灰の施用によるトルオーグリン酸含量の増加は必ずしもフォスフォモノエステラーゼ活性の増大には結びつかないことが確かめられた。

3. これらの結果から土壤中に存在する厩肥中の有機態リン酸がフォスフォモノエステラーゼ活性の増大に関与し、同酵素の発現が有機資材からのリン酸の有効化に重要な働きを演じているものと考えられる。

謝 辞 本試験を行うに当たり滋賀県農業試験場西川吉和氏、岡本将宏氏、西沢良一氏、勝木依正氏、圃場管理には井上肇氏に多大のご協力をいただき、酵素活性の測定には農業技術研究所（現在、九州農業試験場）早野恒一氏、兵庫県農業総合センター吉倉惇一郎氏に種々ご教示いただいた。また本報告のとりまとめに当たり、有益なご助言、ご教示を名古屋大学農学部谷田沢彦名誉教授、吉田重方教授、滋賀県農業試験場熊谷健場長にいただいた。ここに記して厚くお礼申しあげる。

文 献

- 1) 金沢普二郎・早野恒一・都留信也：土壤の炭素・窒素・燐循環，化学と生物，**19**，235～242（1981）
- 2) 浅田浩二・田中国介：リンの生理作用，植物栄養土壌肥料大事典，高井康雄・早瀬達郎・熊沢喜久雄編，p.74，養賢堂，東京（1976）
- 3) 早野恒一：トマト栽培施設圃場の土壌酵素活性について，土肥誌，**49**，158～162（1978）
- 4) 六橋恭一・岡本将宏：野菜の養分吸収と土壤の化学性に及ぼすおがくず入り牛ふん厩肥連用の影響，同上，**56**，378～383（1985）
- 5) 六橋恭一・岡本将宏：蓄積リン酸を異にする厩肥連用露地畑における野菜の収量とリン酸の施用効果，同上，**58**，139～143（1987）
- 6) 古川秀顕・川口桂三郎：湛水による易溶リン増加に対する有機リンの寄与，特にフィチン態について，同上，**40**，141～148（1968）
- 7) 野菜試験場：各都道府県における現行野菜土壌診断基準，研究資料13，p.4～24（1981）
- 8) 日本土壤肥科学会編：水田土壌とリン酸，p.171，博友社，東京（1984）