

## 畑地における家畜ふん堆肥中のリン酸の肥効

瀧 典明

(宮城県古川農業試験場)

Efficiency of the Phosphate contained in Livestock Manure Compost on Field Crop

Noriaki TAKI

(Miyagi Prefectural Furukawa Agricultural Experiment Station)

### 1 はじめに

近年、堆肥センターの増加等を背景に家畜ふん堆肥の層の農地への施用が求められている。一方、畑土壌におけるリン酸の蓄積傾向が指摘されている<sup>1)</sup>。堆肥の施用は土づくりや作物の品質の観点からも重要とされているが、一般にリン酸成分が多く含まれることから、堆肥の投入量に応じたリン酸肥料の調整が必要と考えられる。しかし、堆肥に含まれるリン酸の肥効についてはこれまで知見が少なく、堆肥の原料による違いも明らかになっていない。

そこで、本報では原料の異なる家畜ふん堆肥数種を供試し、リン酸の可給性と作物の吸収量との関係を検討した。

### 2 材料と方法

①堆肥の成分分析とリン酸抽出：表1に示す6種類の堆肥を供試した。各堆肥の全炭素、全窒素量をCNコーダーにより、K、Ca量を硫酸-過酸化水素法にて分解後原子吸光法により、全リン酸は硝酸-過塩素酸で分解後バナドモリブデン酸法により、それぞれ測定した。さらに、抽出条件を変えてリン酸の測定を行った。すなわち、各堆肥の風乾微粉碎試料 0.5g に対し、0.5mol/L<sup>-1</sup> 硫酸、25g/L<sup>-1</sup> 酢酸、0.001mol/L<sup>-1</sup> 硫酸 (pH3Truog 法抽出液)、0.5mol/L<sup>-1</sup> 重炭酸ナトリウム (pH8.5Olsen 法抽出液) それぞれ 100ml を添加し、常温で 30 分振とう、ろ過した後、モリブデン青法にてリン酸量を測定した。また、各試料乾物 0.5g 相当量に対し蒸留水 20ml または 100ml を加えて同様に抽出し、それぞれ 1:40 または 1:200 の水抽出とした。

②ポット試験による堆肥由来リン酸吸収量の検討：古川農業試験場内畑土壌 3kg または宮城県鳴子町川渡の水田土壌 2.5kg に対し、それぞれリン酸成分として 0.4g 相当量の堆肥を混合して各堆肥区とした (表2に供試土壌の化学性を示す。)。そのほかに過リン酸石灰をリン酸量として 0.4g 混合した過石区、及びリン酸無施用区を設けた。窒素は全区とも 0.4g として硫酸を用い、カリは過石区、無リン酸区では K<sub>2</sub>O として 0.4g 相当の塩化加里を用い、各堆肥区は 0.4g から堆肥中の成分量を差引い

た量とした。いずれも 1/5000a ワグネルポットに充填し、2002 年 10 月 7 日にコマツナ (品種：河北) を 12 粒ずつ播種し、子葉展開後に間引きして 1 ポット当り 3 株とした。水分は最大容水量の 50 ~ 60 % になるように管理し、11 月 29 日に収穫した。収穫後乾燥粉末試料とし、硫酸-過酸化水素法にて分解した後、リン酸含量を測定した。

### 3 結果と考察

各堆肥の全リン酸含量と、各溶媒で抽出されたリン酸量を表3に示した。堆肥中の無機態リン酸がほぼ全て抽出されると考えられる 0.5mol/L<sup>-1</sup> 硫酸及び 25g/L<sup>-1</sup> 酢酸において、全ての堆肥で概ね 8 割以上の量が抽出されたことから、堆肥中のリン酸は大部分が無機態であると考えられる。

次に Truog 法の 0.001mol/L<sup>-1</sup> 硫酸では牛Aで 77.1 % と高い値だったのに対し、鶏Bでは最も低い 11.1%、豚Aでは中庸の 42% と、堆肥の種類による差が大きかった。pH の高い Olsen 法では Truog 法よりも全般的に低い値であったが、鶏Bでは大きな違いがなかった。一方、1:40 の水抽出では Truog 法と似た傾向であり、牛Aで最も高く、鶏Bで最も低い値であった。豚A、B及び牛B、鶏Aでは大きな差は見られなかった。1:200 の水抽出では溶媒の増加によって 1:40 より高い値となったが、豚A、Bの増加量が比較的多かった。このように、抽出液によって各堆肥のリン酸抽出量が異なることから、堆肥中のリン酸の形態が種類によって異なることが示唆された。各堆肥の Ca 含量の違いから主にリン酸と Ca の結合形態の違いが影響しているものと思われるが、この点についてはさらに検討が必要である。

ポット試験における各処理区のコマツナの収量とリン酸吸収量を表4に示した。古川土壌において過石区の収量は 94.8g/pot と無リン酸区を 1 割強上回り、リン酸肥料施用の効果が見られた。一方、堆肥区では種類を問わず 100g/pot 以上の値を示し、過石区をさらに上回る収量であった。川渡土壌では全ての区で古川土壌よりも低い値であった。各処理区を比較すると、過石区の値に対し牛AとB、豚B、鶏A各区では高い値であったが、豚A及び鶏B区では過石区を下回る値であった。次に古川

表1 供試堆肥の原料・処理方法と各成分含量

| 堆肥 | 原料          | 副資材         | 処理方法  | 水分<br>g kg <sup>-1</sup> | 全炭素<br>g kg <sup>-1</sup> | 全窒素<br>g kg <sup>-1</sup> | K <sub>2</sub> O<br>g kg <sup>-1</sup> | CaO<br>g kg <sup>-1</sup> |
|----|-------------|-------------|-------|--------------------------|---------------------------|---------------------------|----------------------------------------|---------------------------|
| 牛A | 肉牛ふん        | 籾殻          | 堆積式   | 464                      | 114                       | 14                        | 18                                     | 10                        |
| 牛B | 乳牛・肉牛<br>ふん | 籾殻、<br>オガクズ | スクープ式 | 384                      | 240                       | 14                        | 24                                     | 17                        |
| 豚A | 豚ふん         | -           | ローター式 | 270                      | 279                       | 34                        | 27                                     | 32                        |
| 豚B | 豚ふん         | -           | 縦型密閉  | 203                      | 308                       | 30                        | 22                                     | 30                        |
| 鶏A | ブロイラーふん     | -           | 堆積式   | 98                       | 370                       | 34                        | 30                                     | 154                       |
| 鶏B | 採卵鶏ふん       | -           | 堆積式   | 112                      | 152                       | 15                        | 33                                     | 395                       |

注)成分は全て現物当たり

表2 供試土壌の化学性

| 土壌 | pH<br>(H <sub>2</sub> O) | 可給態リン酸<br>mg kg <sup>-1</sup> | リン酸吸収係数<br>g kg <sup>-1</sup> | CEC  | K<br>cmol kg <sup>-1</sup> | Ca<br>cmol kg <sup>-1</sup> | Mg  |
|----|--------------------------|-------------------------------|-------------------------------|------|----------------------------|-----------------------------|-----|
| 古川 | 5.31                     | 105                           | 7.32                          | 18.5 | 0.4                        | 11.0                        | 2.6 |
| 川渡 | 5.32                     | 153                           | 17.02                         | 23.8 | 0.8                        | 10.0                        | 1.5 |

注)可給態リン酸はTruog法による

表3 各堆肥のリン酸含量と抽出法別のリン酸量

| 堆肥 | 全リン酸<br>g kg <sup>-1</sup> | 全リン酸に対する比率(%)                |                           |       |       |           |            |
|----|----------------------------|------------------------------|---------------------------|-------|-------|-----------|------------|
|    |                            | 0.5mol L <sup>-1</sup><br>硫酸 | 25g L <sup>-1</sup><br>酢酸 | Truog | Olsen | 水<br>1:40 | 水<br>1:200 |
| 牛A | 15.5                       | 96.3                         | 93.1                      | 77.1  | 52.9  | 26.7      | 39.6       |
| 牛B | 15.8                       | 82.5                         | 78.6                      | 57.2  | 39.5  | 14.3      | 24.4       |
| 豚A | 55.0                       | 105                          | 99.6                      | 42.0  | 36.2  | 12.1      | 32.2       |
| 豚B | 43.1                       | 103                          | 95.4                      | 53.8  | 39.4  | 14.4      | 35.5       |
| 鶏A | 42.9                       | 91.9                         | 76.5                      | 36.0  | 16.5  | 15.0      | 16.1       |
| 鶏B | 61.8                       | 83.8                         | 85.3                      | 11.1  | 13.0  | 4.9       | 5.8        |

土壌のリン酸吸収量を見ると、収量と同様に牛AとB区、豚AとB区、鶏A区では過石区を上回る吸収量が得られたが、鶏B区ではやや低い値であった。川渡土壌においては全処理区において古川土壌を下回る値であり、各処理区を見ると収量と同様に牛AとB、豚B、鶏A各区では過石区より高い値であったが、豚A区、鶏B区では低い値であった。

次に、無リン酸区の吸収量を土壌由来とし、差引法によって求めた肥料及び堆肥由来のリン酸利用率を図1に示した。まず古川土壌を見ると、過石の4.6%に対し、鶏B区を除く全ての堆肥区で6%前後の高い値を示した。一方、吸収量の少なかった鶏B区では3.5%とやや低い値であった。次いで川渡土壌を見ると、リン酸吸収量を反映して古川土壌に比べて全処理区で低い値であり、各処理区の違いも吸収量と同様の傾向であった。

堆肥由来リン酸の利用率と、堆肥に含まれるリン酸の形態との関連を見るため、利用率と抽出リン酸量との相関関係を示したのが表5である。古川土壌ではどの抽出法においても有意な相関がなかったのに対し、川渡土壌ではTruog法及び水1:40抽出において有意な相関が認められた。この両抽出法において、抽出終了時の液のpHが6~7を示していたことから、主にこの付近のpHに対するリン酸の溶解性が川渡土壌における利用率の違いに反映されたものと考えられる。

以上のように、古川土壌においては収量や堆肥由来のリン酸利用率が鶏B区を除く5種類で過石区を上回り、種類による差もほとんど認められなかったのに対し、川渡土壌においては鶏B区に加え豚A区においても収量と

表4 コマツナの収量とリン酸吸収量

| 処理区  | 収量(g/pot) |      | リン酸吸収量(mg/pot) |      |
|------|-----------|------|----------------|------|
|      | 古川        | 川渡   | 古川             | 川渡   |
| 過石   | 94.8      | 62.7 | 94.7           | 57.3 |
| 無リン酸 | 82.5      | 55.0 | 76.4           | 43.9 |
| 牛A   | 105       | 76.1 | 101            | 64.9 |
| 牛B   | 111       | 72.8 | 102            | 62.0 |
| 豚A   | 112       | 61.4 | 102            | 53.3 |
| 豚B   | 110       | 68.8 | 99.4           | 59.8 |
| 鶏A   | 113       | 66.8 | 103            | 57.9 |
| 鶏B   | 108       | 62.5 | 90.2           | 50.2 |

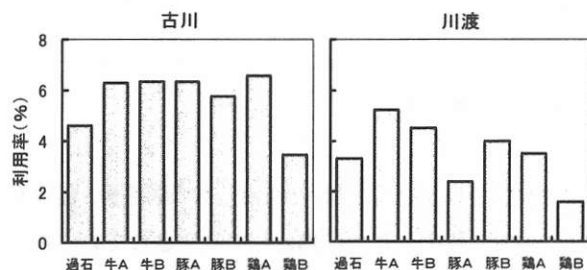


図1 コマツナによる堆肥由来リン酸の利用率

表5 堆肥由来リン酸の利用率と各抽出液による抽出リン酸量との相関

|    | 25g L <sup>-1</sup> 酢酸 | Truog   | Olsen | 水1:40  | 水1:200 |
|----|------------------------|---------|-------|--------|--------|
| 古川 | -0.303                 | 0.704   | 0.542 | 0.660  | 0.641  |
| 川渡 | -0.304                 | 0.932** | 0.769 | 0.882* | 0.679  |

注)\*\*、\*はそれぞれ1%水準、5%水準で有意であることを示す。

吸収量が過石区を下回ったほか、堆肥の種類による値の違いも目立った。また、全体的に古川土壌に比べて収量、吸収量とも低い値であった。この大きな要因としては、土壌のリン酸保持容量の違いが挙げられる。リン酸吸収係数の低い古川土壌では、Truog法と水1:40による抽出リン酸量が比較的小さい豚Aや鶏Bにおいても生育に必要なリン酸量が概ね吸収できたのに対し、川渡土壌では土壌と作物間で競合が生じた結果、吸収が制限されたものと考えられる。また、堆肥には土壌へのリン酸収着を物理的に妨害するほか、逆に有効化する作用があるといわれている<sup>2)</sup>。このことが、リン酸含有量に対し相対的に炭素含有量の多い牛ふん堆肥区において川渡土壌での利用率が高かった要因とも考えられる。しかし、この点については今後改めて検討が必要である。

## 引用文献

- 1) 岡本栄治, 熊谷千冬, 畑中 篤, 関口 道. 1999. 宮城県の農耕地土壌の実態と変化. 宮城県農業センター刊. p.44.
- 2) 橋元秀教. 1977. 有機物施用の理論と応用. 農文協. p.20.