

第7章 結論及び今後の課題

7-1 結論

本研究の結果として得られた知見は以下のようにまとめることができる。

1. 市販のフィターゼを家畜（牛，豚及び鶏）堆肥に添加することにより，その中のフィチン態リンから無機リンの放出量を10%程度増加することが明らかにした。
2. フィターゼ添加飼料で給餌した豚から排泄されたふん中のフィターゼ活性は，豚ふんの放置に伴い，0日目の1,070U/kgから40日目の45 U/kgへと直線的に減衰した。
3. 豚ふんを放置した間にフィチン態リンの約半分が分解された。
4. 40日目以降においては排泄されたフィターゼによるふん中のフィチン態リンのさらなる分解は期待できないことが判明した。
5. フィターゼによる飼料原料中のフィチン態リンの分解に及ぼすZn及びCuの影響を調べた結果から，Zn及びCuの濃度が高いほど，またpHが高いほど，フィチン態リンの分解が強く阻害された。
6. 同じpHでは特に2 mM以上の濃度において，Znの方がCuよりもフィチン態リンの分解を強く阻害した。
7. 三つの飼料原料を比較すると，Zn及びCuによるフィチン態リンの分解阻害はトウモロコシ>マイロ>ダイズ粕の順であった。
8. 飼料に添加したフィターゼの活性を最大限に発揮させ，フィチン態リンの利用率を向上させるには，日本飼料標準を超える過剰なZn及びCuの飼料への添加を抑制させることが重要である

ことを考察した。そして、高濃度の Zn や Cu の添加は、消化管内のみならず、ふんの堆肥化過程においても、フィチン態リンの分解を阻害すると考えられる。

9. 未熟な牛ふん堆肥にはかなり多くのフィチン酸分解菌が存在し、その中で糸状菌にフィチン酸分解能を持つものが多かった。
10. 難分解性のフィチン酸 Zn とフィチン酸 Cu を分解できる糸状菌株を分離した。菌種は濃緑色胞子の *Trichoderma sp.*、と濃緑色胞子の *Penicillium sp.* 及び黄緑色胞子の *Penicillium sp.* であった。
11. 分離したフィチン酸 Zn 及びフィチン酸 Cu の分解能の高い糸状菌株を豚ふん堆肥に接種した結果により、無接種のものに比べて、無機リン増加率は 17%、フィチン態リンの減少率は 21% 高かったことが認められた。
12. フィチン酸分解菌の接種により、堆肥の肥料効果を確保できる上で、フィチン態リンをリン源として利用されることが期待できる。

7-2 今後の課題と展望

本研究に使用した市販フィターゼは、フィチン酸を加水分解する効果があるが、目下の技術で、植物と微生物由来フィターゼの生産が両方とも限られているため、分離、精製などによる生産コストが高い。フィチン酸分解菌を直接堆肥に接種することにより、フィチン酸の分解は有効であるが、高い濃度の菌株が必要であり、また、増殖のための時間、温度、空気などの環境条件も必要である。今後、微生物のスクリーニングや遺伝子操作などによる高活性酵素の製造技術の開発、実用化のために検討すべき課題である。

また、家畜ふん堆肥中のフィチン態リンを接種菌株によってさらに高効率で分解させる条件をさぐるとともに、フィチン酸 Cu の分解能のもっと高い菌株の分離及び応用に関する研究などを行なうことは、今後の課題となる。これらの研究はうまく進められれば、フィチン態リンの効率的な分解によるリン源開発の有効な方法となりうることが期待される。