

ウレアーゼを利用した 尿素の堆肥化に向けて

茨城キリスト教学園高等学校 サイエンス部

1. 研究背景

人間は体内の代謝によって生じたアンモニアを尿素として体外に排泄している。その後、排泄された尿素はウレアーゼ活性を持つ細菌などによりアンモニアと二酸化炭素に分解される。アンモニアは植物の窒素肥料の原料として広く利用されていることから(図1)、私たちは人間が排泄した尿尿を肥料としてうまく活用することができるのではないかと考えた。

そこでまずはじめに、ナタメ由来の粉末ウレアーゼを利用した尿素的加水分解実験を行い、実際にどれくらいのアンモニアが得られるのかを調べた。

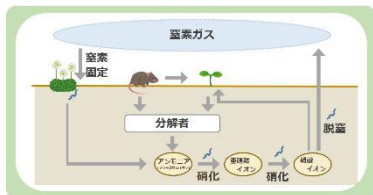


図1. 窒素の循環

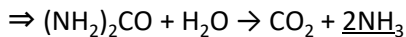


ナタメ

2. 実験方法

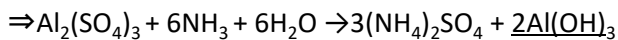
<①ウレアーゼによる尿素的加水分解反応>

5 %尿素水溶液100 gを用意し、この水溶液に粉末ウレアーゼ0.02 gを加える。これを室温環境下で30分間ドラフト内で反応させ、尿素をアンモニアと二酸化炭素に加水分解させる。



<②アンモニアの定量>

約0.6 %硫酸アルミニウム水溶液100 gを用意し加水分解が終わった尿素水溶液に少しずつ滴下し水酸化アルミニウムの白色沈澱を生成させる。



沈澱物を濾過し、定量することによって尿素的加水分解で得られるアンモニアの量を反応式から算出して求める。

3. 結果

①ウレアーゼによる尿素的加水分解実験

→30分間、水溶液に変化は見られず、アンモニア臭もほとんどしなかった。

②アンモニアの定量

→硫酸アルミニウム水溶液で滴定したが、想定していた水酸化アルミニウムの白色沈澱は見られず、今回の実験ではアンモニアの生成量を求めることはできなかった。(図2)

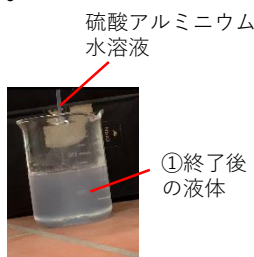


図2. 滴下の様子

4. 考察と今後の予定

②の実験で水酸化アルミニウムの白色沈澱が見られず、滴定後のpHが酸性に傾いていたことから、そもそも尿素が加水分解されずアンモニアが生成していなかった可能性が考えられる。

<ウレアーゼ(酵素)>

- ・最適温度・・・30℃～40℃
- ・最適pH・・・6.4～7.4

実験当時、ドラフト内で換気をしつつ実験を行っていたため、室温環境下における水温ではウレアーゼ活性が高くならなかったと判断できる。次の実験では加水分解時の水温とpHを30℃～40℃、pH 6.4～7.4の範囲で行えるよう調整し、また尿素水溶液の濃度も10 %に引き上げ今回と同様の実験を行ってみたい。

・アンモニアの定量ができた際には、尿素から実際に得られた窒素化合物を植物に与えてみて、植物の成長具合にどの程度影響がでるか背丈や葉っぱの大きさなどを観察していきたい。

5. 今後の展望

本研究は、人や動物の尿尿などを分解することによって得ることができるアンモニアを農業で貴重な有機肥料資源にうまく活用していくことを目標としている。尿尿を肥料として活用していくことで、下水処理の設備が整っていない地域での生活用水の汚染や悪臭被害を減らすことができ、また作物にとっても優れた土壌形成を可能にする。

私たちは、農業を従来の化学肥料や農薬に頼るのではなく、本来ならば下水場で処理してしまう尿尿を生き物の力を借りて堆肥化し、それを畑へ還元することで窒素資源を循環させる循環型農業に役立てたいと考えている。



出典：循環型農業事業
(共和化工株式会社)

6. 参考文献

・ウレアーゼによる尿素的加水分解

https://www.jstage.jst.go.jp/article/kagakukyouiku/31/6/31_KJ00003490834/_article/-char/ja/

・尿素を原料とするアンモニア燃料水素エネルギーシステムの研究

https://www.jstage.jst.go.jp/article/jie/89/10/89_10_996/_pdf