

有機肥料の有機態窒素を中心とした有効成分の解析

福島県農業総合センター 二瓶 直登

(1) 背景・目的

本調査では、有機農業を推進している福島県の有機質肥料の利用状況について調査し、有機質肥料中の有効成分として有機態窒素の作物へ与える可能性について調査した。なお、土壤中に存在する有機態窒素は、複雑で多様と予想されるため有機態窒素の最小単位であるアミノ酸を調査の対象とした。植物のアミノ酸吸収を明らかにすることは、有機物施用の科学的根拠、ひいては従来の無機農業に対する有機農業の優位性を明らかにすることにもなり、環境にやさしい有機農業による食糧増産の達成につながると考えられる。

(2) 調査結果

1) 土壌・有機肥料中の有機成分を中心とした特性把握

①福島県における有機農業の取り組み

福島県では、消費者の食に対する安全・安心志向や、環境への負荷を低減した農業生産への関心の増大から、地域の特性を活かした「ふくしま型有機栽培」による技術確立・普及拡大を図っている。有機栽培については県自らが有機 JAS の認定期間となり、その生産拡大を支援している。その結果、平成 17 年における環境保全型農業に取り組んでいる経営体数は総形成体数の 43% を占めている。更に、土作りと化学肥料・農薬の低減に一体的に取り組むエコファーマーの認定数が都道府県別で日本一である。

②福島県で生産している有機質肥料の調査

福島県で生産している有機質肥料は、牛ふん堆肥、豚ふん堆肥、鶏ふん堆肥、樹皮堆肥、もみがら堆肥が多く、浜通りでは貝化石粉末の生産もみられた。

③有機質肥料の特性調査

有機質肥料の化学的特性について調査した。有機質肥料は無機質肥料に比較していずれの成分も含有量が少なく、三要素のバランスに偏りがある。窒素については、素材によって含有量が大きく異なり、一般に植物質肥料は動物質よりやや少ない。また、微生物分解の指標となる炭素率は、動物質肥料および植物質肥料で小さく、下水汚泥、食品廃棄物、厩肥で変動が激しい。

土壌中で有機質肥料は微生物によって有機態から無機態へと分解される。有機質肥料に含まれる窒素化合物の大部分はタンパク質で、構成するアミノ酸は有機質肥料の種類によって異なる。植物性肥料は動物性肥料に比べて、グルタミン酸などの酸性アミノ酸とアルギニンの割合が高い。動物性肥料はグリシンからプロリンまで中性アミノ酸が多く、特に中性脂肪属アミノ酸が多い。水に溶ける遊離アミノ酸は植物質に比べて動物質肥料に多く、特にアラニン、グリシン、ロイシンが多い。また、菜種粕と魚粕の分解に伴う土壌中のアミノ酸消長は、菜種粕の方が魚粕よりも、遊離アミノ酸残量が多く、ロイシン>バリン>アラニン>グルタミン酸>フェニルアラニン>イソロイシンであった。

2) 有機態窒素の植物に与える影響に関する調査

①植物種類別の有機質肥料の影響

植物種類別の有機質肥料の影響を調査した。有機質肥料施用区のうち、対照区の硫安と同等以上の生育を示したのは畑作物の陸稲、コムギ、葉菜類のチンゲンサイ、ホウレンソウ、果菜類のカボチャであった。ソバ、ダイズ、トマト、ナス、ピーマン、レタスは硫安区の 60% 程度しか生育しなかった。

②有機質肥料別の植物に与える影響

有機質肥料別の植物に与える影響を調査した。土壌の無機態窒素量は硫安区≒市販有機区>試作有機区>市販堆肥区であった。陸稲、チンゲンサイの生育は土壌中の無機態窒素量と相関はなく、キュウリの生育は土壌の無機態窒素量に比例した(図 2-2-1)。地上部の

$\delta^{15}\text{N}$ 値は、有機質肥料区で硫安区より高く、市販堆肥・試作有機>市販有機>硫安区であった。陸稲の $\delta^{15}\text{N}$ 値は市販堆肥区以外ではマイナスであった。

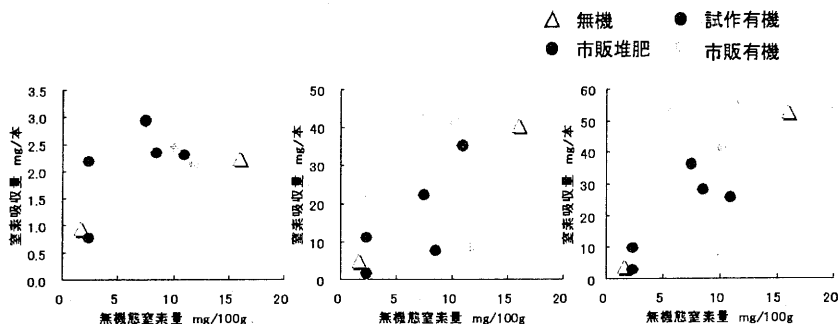


図 2-2-1 播種後 7 日目の無機態窒素量と地上部窒素吸収量

③ アミノ酸の植物生育に与える影響

作物中の $\delta^{15}\text{N}$ 値より、作物は有機質肥料由来の窒素を吸収しているが、陸稲やチンゲンサイの生育は土壤中の無機態窒素量だけでは説明がつかなかった。そこで、無機栄養説に加えて、有機質肥料施用で増加する有機態窒素の植物に与える影響について検討した。

陸稲、チンゲンサイ、キュウリに、窒素源として 20 種類のアミノ酸、および対照として NaNO_3 、 NH_4Cl 、無窒素区を設けた。植物間で共通して無機態窒素と同等の生育を示したアミノ酸は Gln, Asn, Ala, Pro であった (図 2-3-1)。Arg, Asp, Glu, Gly, Pro は無窒素区と同等の生育しか示さず、逆に Cys, Met, Trp, Tyr, Val は生育阻害作用を示した。根長については各肥料区でそれぞれの地上部とほぼ同様の生育を示した。また、光度の違いが作物の窒素吸収量に与える影響は、無機態窒素では明条件の方が窒素吸収量が多かったが、アミノ酸区では全体的に、暗条件でも窒素吸収量の低下はみられなかった (図 2-3-2)。

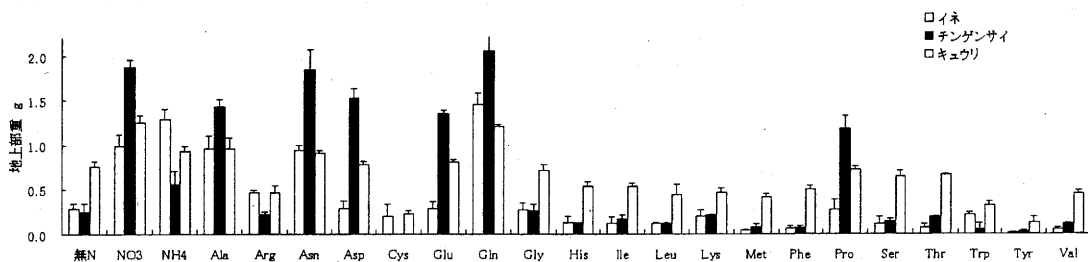


図 2-3-1 地上部生育に与えるアミノ酸の影響

④ 植物によるアミノ酸の利用 (^{14}C -アミノ酸)

ア) アミノ酸吸収解析のための装置開発

根から吸収されたアミノ酸動態を解析するために、生理状態を保ったまま、時間分解能が高く解析可能な新たな実験手法の開発が必須であった。そこで、 β 線放出核種を可視化する装置 (リアルタイムイメージングシステム) について開発した。

イ) リアルタイムイメージングシステムによる ^{14}C -アミノ酸の吸収動態

本装置を使用してアミノ酸動態を解析するためには、アミノ酸を放射性同位元素でラベルする必要がある。よって、 ^{14}C が解析できるか、 $[^{14}\text{C}]\text{sucrose}(0.1\text{mCi}; 3.7\text{MBq})$ を植物育成水耕液に添加し実験をし、5 分間画像を積算することで画像を得ることができた。 ^{14}C 可視化の調整を行ったことで、今後、アミノ酸の吸収に関してもリアルタイム解析が可能である見通しを立てることができた。

ウ) ^{14}C -アミノ酸の吸収動態

②において生育が旺盛になったアミノ酸 (Ala, Glu, Gln)、および土壤に多く存在するアミノ酸 (Gly) の吸収動態を調査するために、 ^{14}C -アミノ酸をイネ及びコムギ幼植物に与えて調査した。両作物とも、 ^{14}C -アミノ酸溶液に浸漬して 1 時間後はアミノ酸は根でのみ、20 時間後には地上部でも観察された。吸収されたアミノ酸は、特に新葉で多くみられ

た。Gln は吸収が早く、無菌試験で生育が抑制された Gly でも 20 時間後には地上部への吸収が観察された。窒素欠乏状態ではアミノ酸の取り込みが早かったが、前処理条件の窒素形態の違いが取込み速度に影響を与えることは見られなかった。

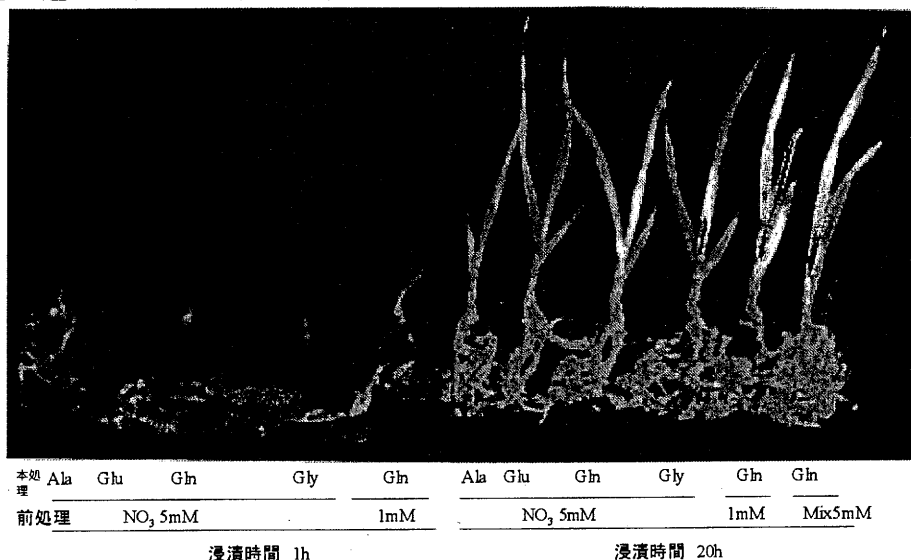


図 2-3-3 14C-アミノ酸吸収動態 (コムギ)

(3) 有機態窒素に関する講習会の開催

1) 有機肥料技術セミナー(平成 18 年 12 月 8 日 福島県農業総合センター)

講師 島根大学 生物資源科学部 助教授 松本真吾氏

演題 「新たな作物栄養の展望と有機物の利用促進のための輪作技術」

参加人数 約 240 人(農家、農業関係者、センター職員)

2) 有機態窒素の利用について(平成 19 年 2 月 21 日 福島県農業総合センター)

講師 神戸大学教授 阿江教治

演題 「土壌中の有機態窒素の存在と作物による直接吸収」

参加人数 150 人(センター職員、県関係者)

(4) 講習会等への参加

1) 分子イメージング研究シンポジウム 2007 (平成 19 年 1 月 18-19 日)

2) 会津地方有機農業講習会 (平成 19 年 2 月 7 日)

(5) 学会発表

第 223 回 日本作物学会 (平成 19 年 3 月 30 日 茨城大学)

発表課題 「陸稲、チンゲンサイ、キュウリの有機質肥料およびアミノ酸に対する反応」

(6) 結果・まとめ

有機質肥料に含まれる有機態窒素のうち、少なくともアミノ酸の形式では植物に吸収・利用されることが分かった。また、作物生育へ与える効果は、アミノ酸の種類によって異なり、グルタミン、アスパラギン、アラニン、プロリンは無機態窒素区同様またはそれ以上の生育を示した。更に、アミノ酸吸収が無機態窒素吸収より生育に有効に作用する場面があることも示した。従って、有機質肥料の施用効果を解明するためには、無機態が中心であったこれまでの考え方に加え、有機態という新しい領域を組み込むことが有用である。特に、植物の生育を促進するグルタミンやアスパラギン、アラニン、プロリンの吸収動態を解明することが、有機質肥料の有効な利用に繋がると考えられた。