

File No. 67

アミノ酸の肥料効果について

アミノ酸 (amino acid) は、アミノ基とカルボキシル基の両方の官能基を持つ有機化合物の総称で、タンパク質を構成する基本単位で、自然界では 20 種類が知られている。「味の素」という名前で広く知られているグルタミン酸もアミノ酸の一種である。

アミノ酸は窒素を含有し、1946 年フィンランドの植物学者 Virtanen と Linkola はマメ科植物の根がアミノ酸を直接に吸収する可能性があることを報告して以来、多くの研究もその結果を追認した。アミノ酸が植物の根で直接吸収されることは、放射性同位元素の ^{14}C で標識したグルタミンをオオムギの根に投与したことで確認された。また、吸収されたグルタミンは最初の 10 分以内でグルタミン→グルタミン酸→ γ アミノ酪酸→ α コハク酸と代謝されることや、放射性同位元素 ^{14}C 、 ^3H 、 ^{15}N (重窒素) で 3 重標識したアルギニンが 30 分以内に尿素とオルニチンに、その後グルタミン酸に代謝されることなど、アミノ酸がそのままの形で根から吸収された後に速やかに他の化合物に次々と代謝されることが明らかにされた (資料 1、2)。

植物のアミノ酸吸収は、特異の輸送体 (アミノ酸トランスポーター) の存在が欠かせない。アミノ酸トランスポーターはいろいろな植物組織 (根、葉、茎、花、種子など) の細胞膜に存在して、外部から与えたアミノ酸でも細胞壁などを通過して、細胞膜に到達しさえすれば容易に細胞内に吸収されることを判明した (資料 3)。

一方、アミノ酸の肥料効果について、1970~80 年代に東大の森、西澤がイネやオオムギを各種のアミノ酸を唯一の窒素源として他の成分は無機成分での水耕栽培実験では、対照としての硝酸性窒素に比べ、植物の生育が大体同等か劣るであったが、冷害などの低温・寡照の条件に限ってはグルタミン、アスパラギン、アルギニンなど 1 分子中の窒素含量が高いアミノ酸は硝酸性窒素よりも良い生育を示す場合が見られる。これは、冷害の時は照度が弱く光合成能が低下しているため、いくら無機態窒素のアンモニアや硝酸を根から吸収させても、光合成で生成した炭素同化産物が足りず、アミノ酸やタンパク質に合成できないまま植物細胞に集積するので、生育に悪影響を及ぼすためである。もし、窒素をアミノ酸の形で吸収されれば、体内アミノ酸間の代謝がスムーズに行われ、タンパク質合成もスムーズに行くので、組織が健全性を保って、悪環境に起因する生育障害をある程度解消できるのではないかと推測される (資料 4)。

しかし、バリン、ロイシン、イソロイシン等の分枝アミノ酸やフェニルアラニン、チロシンといった芳香族アミノ酸は植物に吸収されると、生育に悪影響を与えることが多くの研究で判明された。その理由はこれらのアミノ酸が植物細胞内でのアミノ酸代謝の流れから見ると末端に位置するアミノ酸なので、直接吸収されてもタンパク質に取り込まれる以外はなかなかほかのアミノ酸に代謝されにくい。従って、過剰に与えると、根や葉や穂の奇形化などの生育障害を起こすことが避けられない (資料 4、5)。

また、多くの研究では、単一のグルタミンやアスパラギンに比べ、アミノ酸混合物を与

えた場合はその効果が劣るとした結果が多い。これは、植物体内のアミノ酸とタンパク質代謝に関係していると考えられる。図 1 に示したように植物細胞内に於いて、吸収されたアンモニアから最初にグルタミン酸が作られ、次いでグルタミン酸からアスパラギン酸とアラニンが作られる。その後、この 3 種類のアミノ酸から種々のアミノ酸が作られる。細胞内のアミノ酸代謝経路の中間または末端にあるアミノ酸はほかにアミノ酸に転換することが難しいので、タンパク質の合成以外に利用価値が低く、過剰の場合に有害となる可能性も否定できない。従って、外部から施用されたすべてのアミノ酸が植物の生育に有利に寄与する訳ではない。

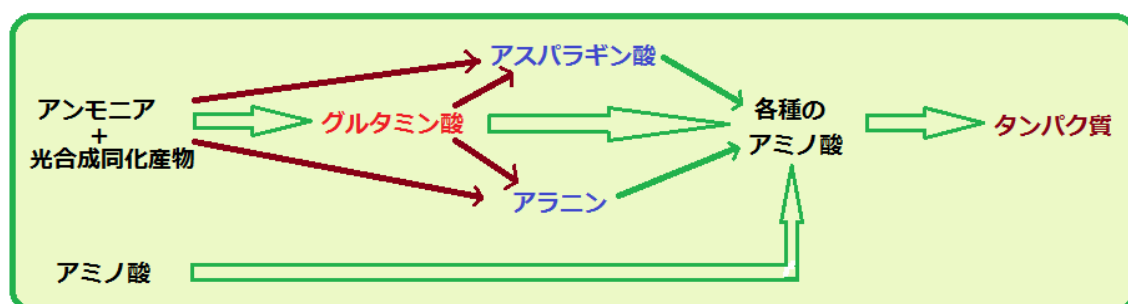


図 1. 植物細胞内タンパク質合成の流れ

植物細胞内でのアミノ酸の動きはまだ完全に解明されていないが、無機態窒素とは異なった作用があることは研究結果から明らかになった。従って、植物がアミノ酸をある程度吸収利用し、無機態窒素とは異なった作用があると考えても差し支えない。ただし、動植物タンパク質の多い菜種粕、魚粉などでも土壤に施用されれば、中にあるタンパク質が微生物により分解されるにつれて、土壤中のアミノ酸濃度が大きく上昇する研究がある（資料 6）。従って、タンパク質を含有する有機肥料であれば、遊離アミノ酸の有無に関わらず、土壤施用の場合は同様の肥料効果があると考えられる。

また、植物種類によりアミノ酸の肥料効果が大きく異なることも報告されている。すなわち、アミノ酸の利用に関して植物間差が存在すると考えられる。但し、そのメカニズムが不明である（資料 7）。

1990 年代から一部の肥料メーカーから「アミノ酸肥料」という商品名でアミノ酸入り肥料を販売している。特に葉面散布用液肥としてある程度の認知を得ている。

市販されているアミノ酸肥料はそのアミノ酸原料の由来により 3 つに大別される。

① 動植物タンパク質を原料に加水分解して得たアミノ酸を使うもの。その特徴はいろんな種類のアミノ酸を有する混合アミノ酸であるほか、アミノ酸以外の分解産物も多く含まれている。

図 2 は動物由来のタンパク質（コラーゲン、ゼラチン）の加水分解液を使用するアミノ酸液肥商品の写真である。



図 2. 動物性蛋白質の加水分解液を原料とする液肥

② 微生物発酵で生成したアミノ酸を使うもの。コストの面では食品や飼料用アミノ酸の精製工程に発生した残液を使用することが多い。その特徴は単一のアミノ酸または数種類のアミノ酸だけで組成され、異物が少なく、アミノ酸含有量も高い。

図 3 は糖蜜などを原料にして微生物発酵でアミノ酸を生産する際に発生したアミノ酸残液を原料とするアミノ酸肥料の写真である。A は液肥タイプ、アミノ酸濃度 15%以上もある。B はアミノ酸残液を添加して造粒した固形の化成肥料である。



図 3. 発酵法でアミノ酸を生産する工程の残液を原料とするアミノ酸肥料

③ 米ぬかや大豆粕など農畜産廃棄物を発酵させたものまたはフィッシュソリブルのような漁業廃棄物を使うもの。その特徴はアミノ酸の種類と含有量が全く不明で、アミノ酸以外のものが非常に多く、通常の有機肥料とほとんど変わらない。

図 4 は農畜産廃棄物を発酵させ、微生物でタンパク質をアミノ酸に分解したものを原料とするアミノ酸肥料である。

注意すべきなのは、市販のアミノ酸液肥といっても、その中身はアミノ酸を有する溶液に尿素やりん酸一安 (MAP)、りん酸一加里 (MKP) と微量元素などを溶かしたものである。実態は養液栽培肥料や葉面散布用肥料の処方をベースに水の代わりにアミノ酸液を使

うだけで、一部は黒糖などを添加することもある。保証成分はアミノ酸ではなく、配合している化学肥料から由来するものが多く、肥料登録も液体複合肥料として登録されることに注意すべきである。なぜならば、アミノ酸だけのものが肥料として認められず、肥料登録できないためである。



図 4. 動植物原料を発酵させたものを原料とするアミノ酸肥料

固形のアミノ酸入り化成肥料も大体尿素や硫酸、塩化加里のような化学肥料に米ぬかや大豆粕など農畜産廃棄物を加え、造粒したものである。当然化成肥料の名義で肥料登録するしかない。

ほかにアミノ酸の工業発酵法で排出した発酵残渣（主に発酵菌の菌体）を原料として作った化成肥料もアミノ酸入り肥料またはアミノ酸有機入り肥料という名称で販売することがある。このタイプの原料は菌体肥料に属し、ほかの菌体肥料と同様に取り扱われる。

以上のことを纏めると、遊離アミノ酸を有する液肥は、天候不順で植物生育が悪い場合には、葉面散布によりアミノ酸が直接に吸収され、植物の生育改善に一定の効果があると考えられる。固形のアミノ酸入り肥料では、土壤に施用された場合は、まず土壤微生物に分解されてから植物に吸収されるので、肥料効果を影響する要因は窒素含有量であり、アミノ酸かどうかの形態ではなさそうである。

資料 1 : Mori S, Nishizawa NK: Nitrogen absorption by plant root from the culture medium where organic and inorganic nitrogen coexist. II. Which nitrogen is preferentially absorbed among $[u-^{14}C]GluNH_2$, $[2,3-^3H]Arg$ and $Na^{15}NO_3$? Soil Sci Plant Nutr 25: 51-58 (1979).

資料 2 : Mori S: Primary assimilation process of triply (^{15}N , ^{14}C and 3H) labelled arginine in the roots of arginine-fed barley. Soil Sci Plant Nutr 27: 29-43 (1981).

資料 3 : Frommer WB, Hummel S, Riesmeier JW: Expression cloning in yeast of a

cDNA encoding a broad specificity amino acid permease from *Arabidopsis thaliana*. Proc Natl Acad Sci USA 90: 5944-5948 (1993).

資料 4 : Mori S, Nishimura Y, Uchino H: Nitrogen absorption by plant root from the culture medium where organic and inorganic nitrogen coexist. I. Effect of pretreatment nitrogen on the absorption of treatment nitrogen. Soil Sci Plant Nutr 25: 39-50(1979).

資料 5 : 二瓶直登 : 植物のアミノ酸吸収・代謝に関する研究、福島農総セ研報 2 : 21-97 (2010)

資料 6 : 池ヶ谷賢次郎、平峯重郎 : 茶園土壌中におけるなたね粕および魚粕の分解に伴う無機態窒素とアミノ酸の生成. 茶業技術研究 (53) ,65-73,(1977)

資料 7 : 東京大学放射線環境工学研究室 HP : <http://park.itc.u-tokyo.ac.jp/radio-plantphys/ret/themes.html>