

## 植物体内のアミノ酸とアミノ酸肥料について

雪印種苗(株)  
微生物研究グループ  
リーダー 副島 洋

はじめに

近年、栄養ドリンクや運動直後の栄養補給剤としてアミノ酸飲料が数多く出回っています。一方、農業分野でも弊社製品を含めてアミノ酸入りの肥料が見受けられるようになりました。そこで、今回は植物にとってのアミノ酸の重要性について解説をしたいと思っております。

アミノ酸って何？

アミノ酸の中で最も身近なのはなんといっても「うまみ調味料」＝グルタミン酸ではないでしょうか？どんな料理に振りかけても「うま味」を増して豊かな味わいを楽しませてくれます。グルタミン酸の構造を図1に示しました。広い意味で「アミノ酸」とはこのように分子の中に-NH<sub>2</sub>（「アミノ基」と呼んでいます）と有機酸の特徴である-COOH（「カルボキシル基」と呼んでいます）の双方をもっている化合物を「アミノ（基）」＋「（有機）酸」＝「アミノ酸」と呼んでいます。

その中でも、タンパク質を構成する20種類のアミノ酸を（タンパク質）構成アミノ酸と呼んでいます（図2）。ひと言で「タンパク質」といってもいろいろなものがあります——玉子の白身もタンパク質ですが、爪もタンパク質、髪の毛もタンパク質、生体内で様々な化学反応を進めている酵素もタンパク質です。こういった様々なタンパク質がたった20種類のアミノ酸の組合せでできているというのですから驚いてしまいます。逆の見方をす

ると、たった20種類のアミノ酸ですべてのタンパク質を作らなければなりませんので、これらのアミノ酸は非常に重要です。実際、この中の1種類でも不足すると、（大げさでなく、本当に）生き物は死んでしまいます。

人間は体内で作ることをやめてしまったアミノ酸

さて、この20種類のアミノ酸の中で人間は9種類のアミノ酸を作ることをやめてしまいました。もう少し細かく言うと人間が作れることになってい

るチロシンも、原料となるアミノ酸であるフェニルアラニンがなければ作ることできません（図2）。こうしてみると、厳密に言うと人間は20種類中、10種類のアミノ酸を作れなくなっています。このため、人間は生きていくためにこれらのアミノ酸を（他の生き物を殺して）食べていかなければなりません。つまり、生きていくには必ず必要＝「必須」ですので、これらのアミノ酸を「必須アミノ酸」と呼んでいます。

この必須アミノ酸をもう少し細かく

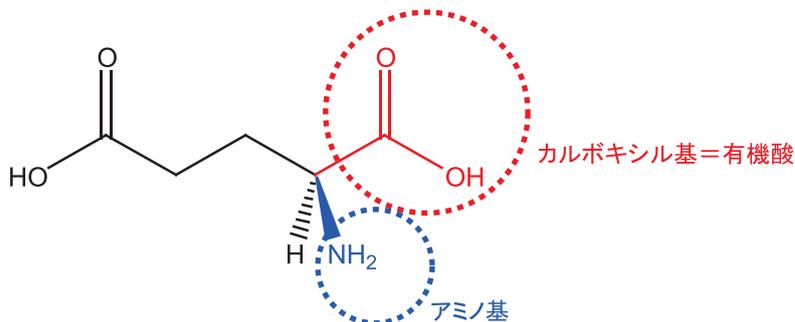


図1. アミノ酸の1種グルタミン酸（味の素）の化学構造

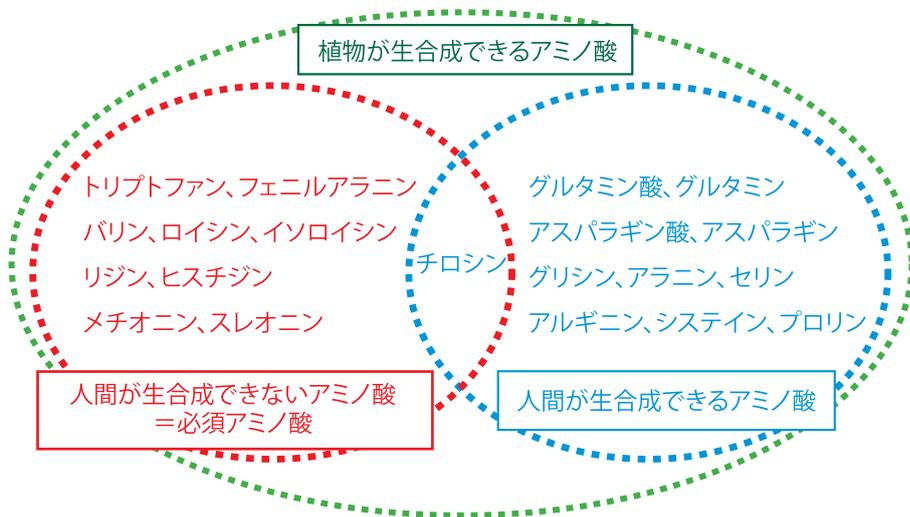


図2. タンパク質を作る上で絶対に必要なアミノ酸20種類

みていきましょう。まず、分子の中に「亀の甲」が入っているアミノ酸＝フェニルアラニン、トリプトファン（そして厳密な意味でチロシン）を人間は作ることができません（図3）。先ほどのグルタミン酸の形と比較して、構造が複雑だと思いませんか？こういった複雑なアミノ酸は作るのが面倒なので人間は作ることをやめてしまいました。他の生き物に作ってもらって、それを殺して食べた方が手取り早いからです。

次に分岐鎖アミノ酸と呼ばれるアミノ酸を見てみましょう（図4）。バリン、ロイシン、イソロイシンの3種類は分子の中に枝分かれ部分があるのが分かります。これらは分岐鎖アミノ酸と呼ばれ、やはり作るのが面倒なので人間は作ることをやめてしまいました（ちなみに、スポーツドリンクに入っている「BCAA＝Branched（枝分かれした）Chain（鎖）Amino（アミノ）Acid（酸）」は分岐鎖アミノ酸のことです）。

### 植物はすべてのアミノ酸を自分で作ることができる

さて、植物の場合はどうでしょうか？植物は窒素・リン酸・カリと微量元素を与えておけば育ってくれます。他の生き物を殺すようなことは（食虫植物などを除けば）ありません。このことから予想がつくように、植物は20種類すべてのアミノ酸を自分で作ることができるのです（図2）。このため、何となく植物にはアミノ酸が必要でないような印象を受けてしまがちです。しかし、実際には植物も生きていくためにはアミノ酸が絶対に必要なのは人間と同じです。

### アミノ酸を作れなくする除草剤

皆さんは「グリホサート剤」という除草剤を使用したことがある方も多いと思います。すべての雑草を一斉に防除したい時には大変便利です。これだけポピュラーなのに意外と知られていないのは、「グリホサート」は植物にアミノ酸を作れなくする薬だということ

とです。もう少し詳しくいうと、先ほど、人間が作れなくなったアミノ酸として紹介した芳香族アミノ酸＝フェニルアラニン、チロシン、トリプトファンの3種類を作れなくする薬なのです。このため、グリホサート剤を散布された植物はいくら窒素肥料を吸収していても、これら3種類のアミノ酸を作れなくなり、やがて枯れていきます。

これとは別に、酪農家の方は飼料用トウモロコシの圃場に「ニコスルフロン剤」という除草剤をご使用になったことがある方も多いと思います。また、牧草地で「チフェンスルフロンメチル剤」という除草剤を使ったことがある方も多いかと思いますが。畑作農家の方ですと、豆類に「イマザモックス剤」という除草剤を使ったことがある方も多いかと思いますが。これらの除草剤もアミノ酸を作れなくする薬です。もう少し詳しくいうと、先ほど人間が作れなくなったアミノ酸として紹介した3種類の分岐鎖アミノ酸＝バリン、

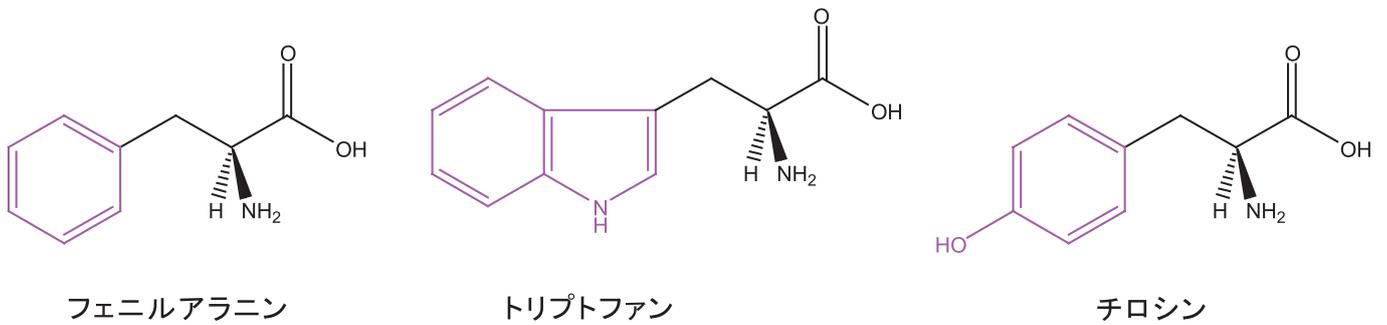


図 3. 芳香族アミノ酸（“亀の甲”の部分の構造が複雑です）

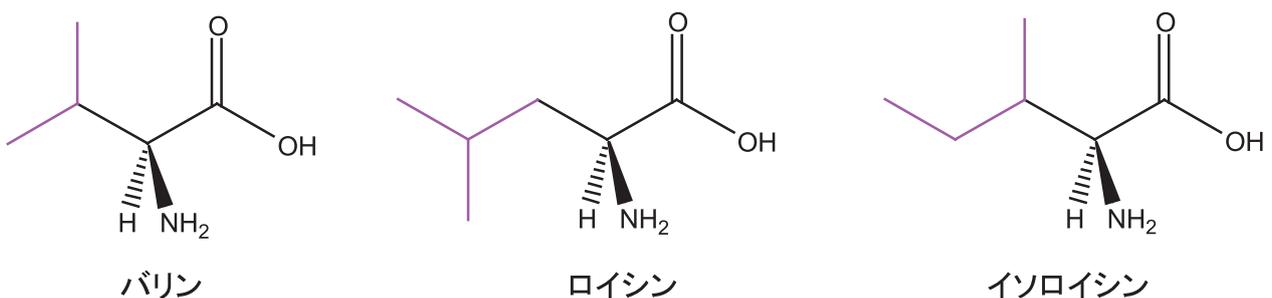


図 4. 分岐鎖アミノ酸（＝BCAA、“枝分かれ”した部分の構造が複雑です）

ロイシン、イソロイシンを作れなくなる薬です。このため、これらの除草剤を散布された雑草は、いくら窒素肥料を吸収できていても、体内でこれら3種類のアミノ酸を作れなくなって枯れていくのです（首藤2004年『農業の化学』より）。

### 除草剤の選択性

さて、そうするとちょっと疑問が起こってきます。「グリホサート剤」はすべての植物を枯らしてしましますが、「ニコスルフロン剤」は飼料用トウモロコシを；「チフェンスルフロンメチル剤」は牧草を；「イマザモックス剤」は豆類作物を；残してくれます。これは一体なぜでしょうか？これは、飼料用トウモロコシには「ニコスルフロン」を分解する；牧草は「チフェンスルフロンメチル」を分解する；豆科作物には「イマザモックス」を分解する；能力をそれぞれもっているからです。これに対して「グリホサート」は（遺伝子組換え植物以外の）自然な植物は分解する能力がありません。このため、すべての植物を枯らしてしまうのです。上記のようにアミノ酸生合成を阻害するタイプの除草剤を「非選択性」除草剤と呼んでいます。

また、究極の選択性としてこういった除草剤は人間に対して非常に安全性が高くなっています。先ほどご紹介したとおり、こういった除草剤を散布されると作れなくなる芳香族アミノ酸・分岐鎖アミノ酸を人間はもともと体内で作っておらず、他の生き物を食べることによって補給しています。このため、こういった除草剤に多少接触してしまったとしても、もともと作っていないので影響が極めて小さいのです。一昔前は危険な除草剤も一部ありましたが、上記のようにアミノ酸生合成を阻害するタイプの除草剤は人間と植物との性質の違いをうまく利用することによって、人間に対する安全性を高め

たもので、人畜毒性も「普通物」です。まさに農薬開発メーカーの知恵の結晶という感じです。

さて、「除草剤の有効成分を分解する」というとちょっと難しいイメージがありますが、人間でも普段から様々な毒物を分解しています。例えば、お酒に入っているエタノールも高濃度になると毒になってしまいます。そこで、人間はお酒を飲むと、エタノールをまずアセトアルデヒド（二日酔いの頭痛の原因物質）にまで分解し、さらに酢酸に分解します。酢酸といえばお酢で、むしろ健康によいとされているくらいです。ところが、人間の中でも体質的にエタノールを酢酸に分解できない方もいらっしゃいます。そのような方はエタノールのまま身体に残ってしまい、具合が悪くなってしまいます。

さて、ここで想像してもらいたいのですが、お酒を飲める人でも、エタノールを一瞬にして酢酸に分解してしまったら、お酢を飲むのと同じでなにも面白くないでしょう。お酒を飲むと、しばらくの間は酔っ払って良い気分になったりするわけです。これはエタノールが酢酸に分解されるまでの間は、エタノールの効果が出ているからです。また、分解する能力が低い未成年などは悪影響が出てしまいますし、成人であっても体調不良の時などはひどい悪酔いをしてしまったりします。このように、作物も生育ステージが不適切であったり、水分・気温条件などの環境が悪かったりすると、除草剤成分の分解に時間がかかり、その間の生育停滞が起こったりしてしまうわけです。このことから、こういった除草剤には散布に適切な生育ステージや環境条件の説明が記載されていますので、事前によく確認してください。また、こういった条件での生育停滞を予防することを一つの目的として低分子のバリン・ロイシン・イソロイシンの3種

の分岐鎖アミノ酸を含有する肥料を活用されている方も多くいらっしゃいます。

### 天候が悪いと作物になぜ硝酸が貯まっている？

酪農家の方々は施用窒素が多い圃場で、天候が悪いと牧草や飼料用トウモロコシ中に硝酸がたまってしまうという問題をご存じの方も多いと思います。こういったものを飼料として使用すると、牛が硝酸中毒になり、最悪の場合は死んでしまいます。また、野菜でもホウレンソウ、チンゲン菜などで天候が悪いと硝酸が蓄積するというのを聞いたことがある方も多いかと思います。

そもそも、なぜ作物の体内に硝酸がたまってしまうのでしょうか？植物には窒素肥料をアンモニアの形で吸収する「好アンモニア植物」と硝酸の形で吸収する「好硝酸植物」があるわけですが、畑地で育つ植物の多くは「好硝酸植物」ですので、牧草・飼料用トウモロコシ・多くの畑作物・野菜類などは硝酸の形で窒素肥料を吸収します。そして吸収された硝酸は、植物の体内でベルコトンベアー式にアミノ酸を作っていきます。まず、硝酸は「硝酸還元酵素（NR）」によって亜硝酸に変換されます。この亜硝酸は「亜硝酸還元酵素」でアンモニアに変換されます。そしてアンモニアは「グルタミン合成酵素（GS）」でアミノ酸の一種であるグルタミンに変換します（図5）。その後、このグルタミンを原料として残り19種類のアミノ酸を作っていくのです。

ところが、この窒素肥料をアミノ酸に変換するベルトコンベアーの中で、「硝酸還元酵素（NR）」の能力が低いのです。そして、天候不順・低温などにあうと、すぐに効率が落ちてしまいます。そうすると、ここから先のベルトコンベアーも進まず、植物体内に硝酸が蓄積してしまうのです（ちなみ

に、この酵素活性を高めることができる植物ホルモンはサイトカニンです（副島1998年『根の事典』より）。

さて、先ほど植物は除草剤を散布することによってアミノ酸が作れなくなってしまうと、窒素肥料を吸収していても枯れてしまうことを紹介しました。この点からも分かる通り、低温・低日照などで硝酸がそのままたまっていくということは、アミノ酸に変換できておらず、生育もすまないということになります。こういった場合には、アミノ酸の葉面散布も有効な手段となります。近年の異常気象の頻発に対応する形で様々なアミノ酸肥料が販

売されてきたのもこのような背景が考えられるわけです。こういった使用方法では、低分子（遊離）アミノ酸含量の多い肥料がお勧めです。冒頭に解説しました通り、タンパク質は20種類のアミノ酸の組み合わせでできていますが、分子が大きく（通常、分子量1万以上）、葉面から取り込まれることはほとんどありません。これに対して、低分子（遊離）アミノ酸の分子量は75～204であり、一般的な除草剤と同程度のサイズですので、葉面からの取り込みが可能となります。そこで、低分子（遊離）アミノ酸含量の多いものをお勧めしております。

## まとめ

以上、植物にとってのアミノ酸の重要性と散布方法についてご紹介しました。作物状態に合わせて、適切なタイミングでアミノ酸肥料を活用することによって栽培管理の一つとしてご活用いただければ幸いです。

## 参考文献

副島 洋1998年 根とサイトカニン、『根の事典』朝倉書店：142-144。  
首藤義博2004年 栄養代謝阻害剤、『農業の科学』朝倉書店：119-126。

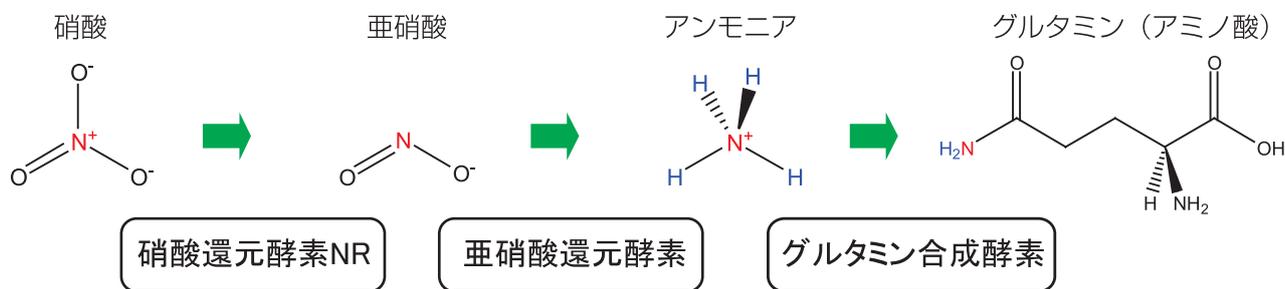


図 5. 硝酸はベルトコンベアー方式でグルタミン（アミノ酸）に変換される。

## —— 低分子（遊離）アミノ酸が豊富な雪印のアミノ酸肥料 ——

### SS-374

性状	内容量	ケース入数
液肥	20Kg (約17ℓ)	1缶

登録番号 千葉県第1169号

肥料の種類 混合有機質肥料

肥料の名称 有機質肥料8号

保証成分量	(%)
窒素全量	3.0
りん酸全量	3.0
加里全量	2.0



20kg

使いやすいコックつき

#### 使用基準

500～1000倍希釈

#### 特長

いろいろな作物に対して初期生育期から収穫時まで幅広く使えます。低分子アミノ酸のすみやかな肥効により茎葉・果実などが生育促進されることで増収や品質向上が期待されます。低分子のバリン、ロイシン、イソロイシンに加え、プロリンも高含有されており、ストレス時にもご活用いただけます。大容量で低コスト、広範囲に気軽にご使用いただけます。

### まるまるアミノ® 332

性状	内容量	ケース入数
液肥	1.2Kg (約1ℓ)	10本
	120g (約100mℓ)	10本

登録番号 千葉県第1132号

肥料の種類 とうもろこし浸漬液肥料

肥料の名称 OKアミノリキッド1号

保証成分量	(%)
窒素全量	3.0
りん酸全量	3.0
加里全量	2.0



1.2kg 120g

#### 使用基準

500～1000倍希釈

#### 特長

いろいろな作物に対して初期生育期から収穫時まで幅広く使えます。低分子アミノ酸のすみやかな肥効により茎葉・果実などが生育促進されることで増収や品質向上が期待されます。少量使いきりサイズ、沈殿の少ないハイグレードなアミノ酸液肥です。