



帯広畜産大学

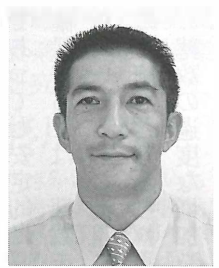
Obihiro University of Agriculture and Veterinary Medicine

## 窒素の無機化・有機化・硝化

著者	谷 昌幸
雑誌名	ニューカントリー
巻	67
号	5
ページ	58-59
発行年	2020-05
URL	<a href="http://id.nii.ac.jp/1588/00004639/">http://id.nii.ac.jp/1588/00004639/</a>

# 土の「基本」に立ち返る 窒素の無機化・有機化・硝化

土の中での形態変化を知ることが適切な施肥に不可欠



帯広畜産大学  
グローバルアグロメディシン  
研究センター教授  
**谷 昌幸**  
たに まさゆき  
1995年筑波大学大学院農学研究科修了。博士（農学）。同年帯広畜産大学畜産学部助手、2003年同大助教授、15年から現職。1968年大阪市生まれ。

前回は窒素の役割や土の中の形態について説明した。窒素は土の中で微生物によってさまざまな形態に変化しており、その形態変化が作物による窒素の吸収はもちろん、農業を取り巻く周辺の環境にも大きな影響を及ぼす。今回は土の中にある窒素の無機化、有機化、硝化・硝酸化作用（硝化）について詳しく解説する。

## 無機化進めば作物が吸収可能な無機態窒素増加

有機物に含まれる窒素（有機態窒素）が、土の中の微生物によって無機態窒素であるアンモニウム態窒素に変化することを無機化と呼ぶ。簡単に言えば「有機物が無機物に変化する」というのが無機化である。反対に、無機態窒素であるアンモニウム態窒素や硝酸態窒素が土の中の微生物に取り込まれ、有機態窒素に変化することを有機化と呼ぶ。土の中で窒素の無機化と有機化は同時に起こっており、そのバランスの中で無機化が有機化より優先していれば、見掛け上は無機化が生じているように見える。無機化が進めば、作物が吸収できる無機態窒素が増えるのに対し、有機化が進めば、土の中から無機態窒素が減って作物が窒素を吸収できなくなる。そのため無機化と有機化のいずれも作物の生育に大きく影響を及ぼすことになる。

土の中の微生物による窒素の無機化と有機化は、土の温度やpHなどさまざまな要因に影響を受けて変化するが、特に大きな影響を及ぼすのは、有機物の微生物による分解のしやすさと、有機物に含まれる炭素と窒素の比率である。微生物が利用しやすい有機物は易分解性、炭素と窒素の比率が低い。有機態窒素を含む代表的な物質がタンパク質やアミノ酸である。有機態窒素が土の中の微生物に利用されるかどうかは、まず有機物が微生物にとって分解しやすいか（易分解性）、分解しにくい（難分解性）で決まる。2017年5月号でも説明したが、例えば植物遺体に含まれるさまざまな有機物の中で、糖やでん粉は微生物に易分解性であるのに対し、脂質やリグニンなどは難分解性である。土の中に存在する有機態窒素を含む物質で比べると、タンパク質は易分解性で、腐植物質は難分解性である。また、家畜糞尿や生堆肥などはタンパク質や尿素が含まれるため易分解性だが、堆肥は発酵中にタンパク質が使われ、発酵後は腐植物質が多く含まれるため難分解性である。難分解

性であれば、微生物にとって利用しにくい有機物であり、窒素の無機化や有機化が起りにくい。炭素と窒素の比率が分解しやすさに影響。土に入れる有機物が易分解性である場合、それに含まれる炭素と窒素の比率の違いが有機物の分解に大きな影響を与える。有機物に含まれる炭素と窒素の比率はC/N（シーエヌ）比と呼ばれる。土の微生物にとって有機物の炭素は「ごはん」、窒素は「おかず」のようなものである。カレイライスで考えると、ライスが炭素、カレイが窒素。カレイとライスの比率がちょうど良ければ、微生物はどちらも余すことなく食べる。ライスが少なくカレイが多過ぎればカレイが余るし、ライスが多過ぎてカレイが少なければライスは余る。このライス（炭素）とカレイ（窒素）のちょうど良い比率がC/N比10〜20で、ライスがカレイより多

図1 有機物の炭素と窒素の比率（C/N比）が微生物による分解に伴う窒素の放出（無機化）と取り込み（有機化）に及ぼす影響

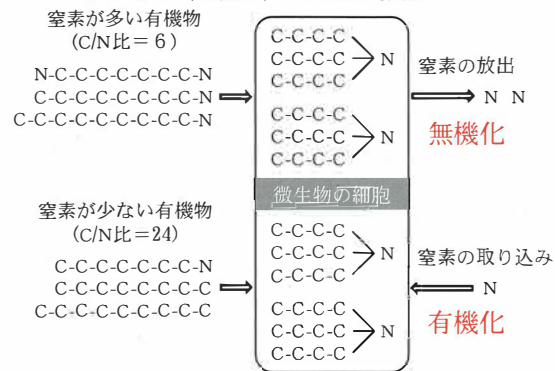
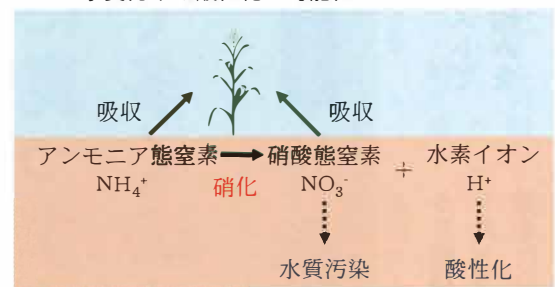


図2 土の中における硝化作用（硝化）に伴う水質汚染や酸性化の可能性



アンモニウム態窒素  $\text{NH}_4^+$  → 硝化 → 硝酸態窒素  $\text{NO}_3^-$  + 水素イオン  $\text{H}^+$   
水質汚染 酸性化

19年3月号で説明したように、土の中に含まれる粘土鉱物や腐植物質はその表面にマイナスの電気（負荷電）を帯びており、陽イオンを引き付けて保持することができる。つまり、アンモニウムイオンは陽イオンなので負荷電に保持されるのに対し、硝酸イオンは陰

イオンなので保持されない。その結果、作物に吸収されなかった硝酸イオンは、降水があると土の水に溶けたまま下層へ移動し、最終的には地下水や河川水に流れ込み、水質汚染を引き起こす可能性がある。また、硝化によりアンモニウムイオンが硝酸イオンに変化する際、水素イオン（ $\text{H}^+$ ）が生じる。そのため、土の酸性化を引き起こすことになる（図2）。水質汚染や酸性化と聞くと、あたかも硝化や硝酸イオンが悪いように聞こえるかもしれないが、硝化は微生物が生きていくために必要な自然の摂理、硝酸イオンは作物が吸収しやすい無機態窒素でもある。大切なのは、このような窒素の形態変化が土の中で起こることを知り、必要以上の窒素を施肥するのを避け、家畜糞尿を施用した場合には窒素施肥を減らすことである。

いと同20以上、ライスがカレイより少ないと同10以下となる。C/N比が低いとカレイ（窒素）が余ってしまい、土の中に無機化された窒素が放出される（図1上）。一方、C/N比が高いとライス（炭素）が余ってしまい、そのライスを食べるために土の中にあつたカレイ（窒素）が微生物に取り込まれて有機化される（図1下）。

つまりC/N比が低い易分解性有機物を土に入れた場合には、無機態窒素を放出するので窒素肥料としての効果が高く、逆にC/N

比が高い場合には、土の中にあつた窒素が微生物に取り込まれるので、むしろ窒素が不足することになる。畑や草地のように、土の中に酸素が十分にある環境では、土の中の微生物によつてアンモニウム態窒素が硝酸態窒素に変化する。この変化を硝化作用（硝化）と呼ぶ（図2）。硝化はアンモニウム酸化細菌と亜硝酸酸化細菌という2種類の細菌によつて生じる。細菌は、酸素がある状態でア

ンモニウムイオンを硝酸イオンに変えることでエネルギーをつくり出しており、生きるために必要な反応を起しているにすぎない。作物にとつてアンモニウム態窒素と硝酸態窒素は、いずれも吸収して利用しやすい無機態窒素だが、この2つのイオンには大きな違いがあり、アンモニウムイオンはプラスの電気を帯びた陽イオン、硝酸イオンはマイナスの電気を帯びた陰イオンである。

とてん菜の直播栽培圃場を見に行った時の話である。生産者がこう語った。「いやあ、最近になってん菜の直播をやつてる生産者が増えてるけどさ、みんなてん菜用の肥料を使っているんだよね。でもさ、てん菜用の肥料には硝酸態窒素が入っているから、直播で早めに肥料をまいちゃうと、雨が降つて硝酸態窒素が流れちゃって、結果的に窒素が途中で足りなくなるんだよね。だったらさ、小麦用のアンモニウム態窒素が入つた肥料をまいておけばさ、地温が上がつててん菜が生育を始める頃に、ちょうど硝酸化作用も起こり始めて硝酸態窒素に変わつて吸えるようになると思うんだけど、先生どう思う？」