

# 自分の畑は自分で診断する

第25回

これならわかる「土と肥料」の実践講座



# 窒素

## 作物の求める成分



農業技術コンサルタント  
関 祐二

1953年静岡生まれ。東京農業大学において実践的な土壌学にふれる。75年より農業を営む。営農を続ける中、実際の農業の現場において土壌・肥料の知識がいかに不足しているかを知り、民間にも実践的な農業技術を伝播するべく、84年より土壌・肥料を中心とした農業コンサルタントを始める。

〒421-04静岡県榛原郡榛原町坂口92  
TEL 0548 (29) 0215

このシリーズも回を重ねて25回、思えば遠くへ来たものだというのが筆者としての素直な感想です。連載をしていく中で最も訴えたかったものは、難しい土壌学の話でもなく、肥料の理屈でもなく、農村に暮らし、農業を営む者が外から様々な技術や情報を与えられ、それにYESかNOの判定だけをくだし、自ら考えたり自ら創造する機会のない生き方に疑問を感じるべきということです。

行政主導型の社会形態が異常なものであることにも気づかず、異なった業種の人々と交流し、そこからヒントや具体的経営の手段をつかみ取っていくこともなく、ごく当然の世間の動きにも孤立して、寄り集まるのは農業者同士のみという農村社会に、疑問すら感じない生き方で本当にいいのかということです。

農家という表現に該当するのはどんな家なのでしょうか？農村、農業、後継ぎ、長男、自分の土地……。このように一つの言葉を真剣に問いつめていくと、なぜ農業に自分の道を決めたのか？この疑問に直面するはずで。

与えられたものによって、自分の生き方の選択だけでなく、道を求めていくその能力さえ失ってしまったと言ったら言い過ぎでしょうか。この思考は作物への肥料のやり方や土との取り組み方にも反映しています。

与えられる肥料設計に対して、その中から選び出すだけの行為は、それがうまくいかなかったときは、被害妄想に落ちたときはシメシメと一人勝ちの気分になる。こんな事の繰り返しから何の発

展があるのか疑問にも持たない生き方でいいのでしょうか。自己責任をとる訓練を何かでしていく必要が農村社会にはあるのですが、その手始めに土壌診断を提案するのは。

現在の公的指導機関の動向として、土壌改良の現場指導者が育っていない事実があります。これを農業界の問題として批判するのではなく、元々頼れるのは経営者自身しかないと自覚することなのです。圃場の自己診断は一つのきっかけであり、資材の購入から生産物の販売まで自分の足で立つ訓練意識を持つべきということです。

この秋、米のバクリ屋にやられて、売掛金の回収が不可能となったというのは、農業生産者全体にとっては授業料を支払ったわけで、掛売という言葉の意味を身をもって知ったということでしょう。そして、この教訓は単に販売から遠ざかるということではなく最も確実で長く取引できるルートがあるとしたらその情報はどこから入手できるのが今から始める事柄です。

土壌改良も同じであり、施肥設計もそうですが、教訓に結びつくほどの失敗は宝物であり、この悔しい場面を寛大にとらえる余裕ぐらい持ちたいものです。

### ●作物体の構成と必要な要素

さて土壌・肥料に続き作物の栄養に関する知識も重要なことです。作物の栄養を考える手始めは、まず作物一般の体がどんな成分で構成されているかを知ることです。そこで作物体を分析したものを

植物体・および土壌の元素含有率 (対乾物)  
(Bowen, Trace Elements In Biochemistry 1955より)

元素	植物体 ppm	土壌 ppm	元素	植物体 ppm	土壌 ppm
*C	454,000	20,000	Si	200	330,000
*O	410,000	490,000	*Zn	160	50
*H	66,000	—	*Fe	140	38,000
*N	30,000	1,000	*B	50	10
*Ca	18,000	13,700	Sr	26	300
*K	14,000	14,000	Rb	20	100
*S	3,400	700	*Cu	14	20
*Mg	3,200	5,000	Ni	2.7	40
*P	2,300	650	Pb	2.7	10
*Cl	2,000	100	V	1.6	100
Na	1,200	6,300	Ti	1	5,000
*Mn	630	850	*Mo	0.9	2
Al	550	71,000			

・被子植物の場合を示す

示してみました。(右表)  
これをよく見てみると炭素と酸素が圧倒的に多く、理由を問いたくなるのですが、これは光合成により炭酸同化を行い糖分、デンプン等の同化産物が作物体内ででき、作物の骨格を形成しているためです。炭素、酸素と水素も多い成分で、この三つは作物が栄養として根から吸収しなくてもよいものです。  
これ以外の成分が根から吸収しなくてはいけない要素で、しかも土壌からの天然供給量が少ない場面に限って肥料として与えなくてはなりません。また少量しか必要としない成分が土壌中に多く存在するときは過剰害に悩まされることにな

必須元素の植物体における役割

C,H,O	有機物一般の骨格成分として
N	タンパク質 (構造タンパク、酵素タンパク、葉緑体タンパク) の構成成分としての種々の機能
S	含硫アミノ酸 (システイン、グルタチオン) として生体内酸化還元反応に関与。メチオニン、ビタミン類 (アノイリン、ピオチン) の構成成分として生体内の諸反応に関与
P	ATP、ADPの構成成分としてエネルギー代謝に、DNA、RNAの構成成分としてタンパク質の合成や遺伝の場において重要な役割を演ずる
K	K欠によってタンパク代謝がみだれ、光合成能の低下やデンプン合成の障害がみとめられる。Kは種々の重要な酵素のactivatorであるが、この点以外においては、とくに多量要素としての役割はまだ明らかではない
Ca	細胞膜中において膜の構造・機能の保持に役立つ。代謝によって生じた有機酸の中和、種々の酵素のactivator
Mg	葉緑素の構成成分。kineseをはじめリン酸の関与する酵素反応のactivatorとして特異な位置を占める
Fe	鉄ポルフィリンとしてチトクロームオキシダーゼ、パーオキシダーゼ、カタラーゼなどの構成成分として、呼吸に重要な役割を演ずる。また緑葉中の鉄の大部分は葉緑体中にあり、鉄欠乏により直ちにクロロシス (鉄黄変) を生ずることから鉄は葉緑素の中には含まれてないがその生成に密接な関係が予想される
Mn	TCA回路の諸酵素のactivatorとして重要。光合成 (明反応) における役割、Feと拮抗して細胞内における酸化還元電位を調節する役割などもあるといわれる
Cu	ポリフェノールオキシダーゼ、アスコルビン酸オキシダーゼ、チロシナーゼ等の構成成分。Cuは葉緑体部分に多く含まれ、Cuに対する阻害材によって光合成と呼吸作用が阻害されるので、植物の光合成と呼吸に重要な影響をもつと考えられる。Zn、Moと強い拮抗を示し、これらの過剰の害はCu施用によって軽減される
Zn	植物体内におけるオーキシンレベルの維持とその前駆物質トリプトファン生成における役割。Zn欠乏による器官の矮小化奇形はこのためと思われる。2、3の脱水素酵素のactivator
Mo	硝酸還元酵素の構成成分として植物の硝酸態窒素の同化に重要な役割をもつ。また根粒やアゾトパクターの窒素固定にもMoが必要であるといわれる。Moは微量元素中、要求量が最小であり、許容量が大きいのが特徴である。過剰の害は作物よりそれを飼料とする動物にあらわれる
B	細胞膜の形成に重要な役割をもつ。B欠乏によって表皮の亀裂、細胞の崩壊や花粉管の破裂による不稔をひきおこす。また植物体内での糖類の転流にも関係がある。酵素作用に対するBの役割は知られていない。Bの最適濃度範囲はせまく過剰は著しい害作用を呈する
Cl	光合成の明反応 (水の光分解による酸素の発生) における役割が考えられている
Si	禾本科植物はSiの吸収性がで、多量のSiが組織表面に沈積し植物体を剛直にする。水稻に関しては罹病・倒伏に対する抵抗性の増大、受光態勢の向上などの効果のほか、根の酸化力の増大など生理的場面における影響も認められ、生育・収量を増進せしめるので農学的に必須要素と考えてよいと思われる。しかしその生理作用はまだわかっていない

ります。この辺が微量元素としての特徴となります。

● 窒素

では炭素、酸素、水素の次に多く作物に含まれる成分であり、かつその生理活

性の面においても構成成分としても、また農産物の品質面においても大変に重要な窒素成分について考えていきます。動物の体でもタンパク質といえ、デ

ンブン脂質と並んで大事ですが、植物でもタンパク質は重要です。タンパク質は基本的に、アミノ酸が直鎖状に連結したものと考えてよいのですが、窒素はこのアミノ酸の構成要素でもあるのです。アミノ酸はまた、生命誕生の最初だったということからも理解できるように、動物植物を問わず生命維持の根元となっているのです。植物の場合は、光合成を担

う葉緑素、酵素植物ホルモン、核酸といった重要物質が窒素なくしては体内合成できないのです。この葉緑素や細胞核は50〜70%のタンパク質を含んでいます。無機態窒素の硝酸、アンモニアが作物に吸収され、どのようにアミノ酸に変化していくかを見てみると、硝酸で吸収されたものは、作物体内で亜硝酸↓次亜硝酸↓ヒドロキシラミン↓アンモニアと変化すると考えられています。ただ詳しいことは説明されていますが、私たちが知っておくべきことは、この過程よりも、作物体内に硝酸が増加蓄積すると不都合なので、もしそのしくみの中でこの原因となるものがあれば理解しておくということ。ここでは硝酸還元酵素というものが働いていま

植物体の有機成分と構成元素	
機械的成分	貯蔵成分
膜成分	デンプン (starch) …CHO
セルロース (cellulose) …CHO	イヌリン (inulin) …CHO
ヘミセルロース (hemicellulose) …CHO	油脂 (fat) …CHO
ペクチン (pectin) …CHO(Ca)	色素
リグニン (lignin) …CHO	葉緑素 (chlorophyll) …CHONMg
生理機能成分	カロチン (carotene) …CH
タンパク 構造タンパク…CHONSP	アントチアン (anthocyan) …CHO
酵素タンパク…CHONS 重金属	キサントフィル (xanthophyll) …CHO
核酸 リボ核酸 (ribonucleic acid) …CHONP	特殊成分
デオキシリボ核酸 (deoxyribonucleic acid) …CHO	アルカロイド (alkaloid) …CHON
糖 単糖類 (monosaccharide)…CHO	精油 (essential oil) …CHO
複糖類 (disaccharide) …CHO	ゴム (gum) …CH
リン脂質 (phosphatide) …CHONP	タンニン (tannin) …CHO
有機酸 (organic acid) …CHO(Ca,K)	

この酵素は、作物が硝酸を吸収すると働き、硝酸の存在がなくなると活性を失うというもので、モリブデンを含むものです。つまりモリブデン欠乏を起すと硝酸還元はできなくなります。また作物への光の照射が不足するとこの反応は著しく低下します。

このようにアンモニアになったものは、まずグルタミン酸やグルタミンに変化して、それを基本的に他の種類のアミノ酸に合成されていきます。このアミノ酸が結合してペプチドそしてポリペプチドとなり、それが複雑に結びついたタンパク質へと合成されます。

現場ではこのような生化学反応よりも、不足したときどんな現象が起き、過剰の状態はどうなるのかを知ることが、窒素は不足すると古葉のタンパク質を分解して、その窒素分を新葉に移動させて再利用することができるので、結果として下葉が黄色に枯れあがり、全体として勢いのない姿となってしまいます。

また窒素の吸収量と光合成量、またこの両者から成り立つ窒素同化作用は、窒素が十分に吸収され、それに見合った他の条件が良好であればタンパク合成がうまくすすみ、葉緑素も増加して光合成量も増し、全体として生育促進となります。

この窒素同化は糖とエネルギーを消費するので、窒素吸収量が多くなると作物の細胞壁をつくるための炭水化物の生産がにぶくなり、その結果、作物の組織が軟らかくなり、病気になるということがあります。この理由から、作物体の硝酸態窒素の測定と同時に糖度を測ることが必要となります。また窒素の過剰は枝葉茎が過繁茂になり、これが作物生理そのものを乱し収量減に結びつきます。

土壌改良の中で、腐植を増やして地力窒素を増やすことが最良であるとか、水田での地力窒素の活用による窒素肥効が理

貯蔵組織にみられる窒素化合物	
窒素化合物	植物種
アスパラギン	普遍的、アブラナ科、ニンジン、ジャガイモ
グルタミン	普遍的、ビート、ダイコン、ニンジン、ジャガイモ
アルギニン	バラ科、ジャガイモ
プロリン	マメ科、ミカン科
シトルリン	カバノキ科、クルミ科
δ-N-アセチル-オルニチン	Fumariaceae、ケシ科
アラントイン	マメ科のPapilionatae、カエデ科、スズカケノキ
アラントイン酸	カエデ科、ゼラニウム

想的であるということがよく言われますし、経験的にもそうです。しかしここが肥料実践学の最大のポイントなのですが、他の栄養成分も同様であると考えられます。しかし化学で検証すると、与えた無機態チッソも地力チッソも同一のも

のとして定量されてしまいます。これについては、実際の知識の活用としては農業生産者がこの意識を持って取り組むしかありません。

葉色が淡くなり、タンパク質合成が低下して生育は悪くなり、このため作物は自己防衛のため古葉の窒素分を新しい組織に転流していきま