

土を鍛える！

「土壌肥料屋」後藤道場 農家のための「土壌病害対策講座」

4

(第一期基礎編最終回)

東京農業大学 土壌学研究室

教授 後藤 逸男

今回は本講座の基礎編として、最終回を迎えます。その括りに「土壌病害に勝つためには、やはり適正な土壌診断が必要である」ことを改めて確認いただきたいと思います。土壌診断を正しく行うには、きちんとした土壌採取をしなければ意味がありません。そこで得た土壌を正しく診断して、結果の数値に基づいた施肥設計を立てることが大切なのです。



筆者略歴

東京農業大学教授(応用生物科学部)、農学博士。農家のための土と肥料の研究會「全国土の会」会長。農業生産現場に密着した実践的土壌学を目指す。著書に「根こぶ病」「施肥管理と病害発生」「土壌学概論」「土壌サイエンス入門」など。

土壌病害に勝つための決め手は、土壌診断

土の健康と人の健康

土 壤病害に打ち勝つには、土を健康にしなければなりません。

これを否定する人はいないでしょう。土の健康は、人の健康に例えると分かりやすくなります。例えば、電気伝導率(EC)とは血圧、陽イオン交換容量(CEC)とは胃袋、土の塩基飽和度とは胃袋のふくれ具合、その最適値は人と同様に「腹八分目(80%)」です。

人 の体には呼吸や食べ物を通じて病原菌やウイルスなどが入り込んでくるので、気をつけないと病気がかかってしまいます。それを予防するための基本が「体力づくり」

で、体力を蓄えれば自ずから病気に対する抵抗力が備わり、発病することはありません。その体力のもとは何といても適度の運動、それと欠かせないものが「バランスのよい食事」ではないでしょうか。江戸時代の殿様のように、ろくに運動もせず、カロリーが高く栄養バランスの悪い食事を続けられ、肥満や高血圧、糖尿病などの生活習慣病を患い、それが脳や心臓疾患などさまざまな病気の原因ともなっています。

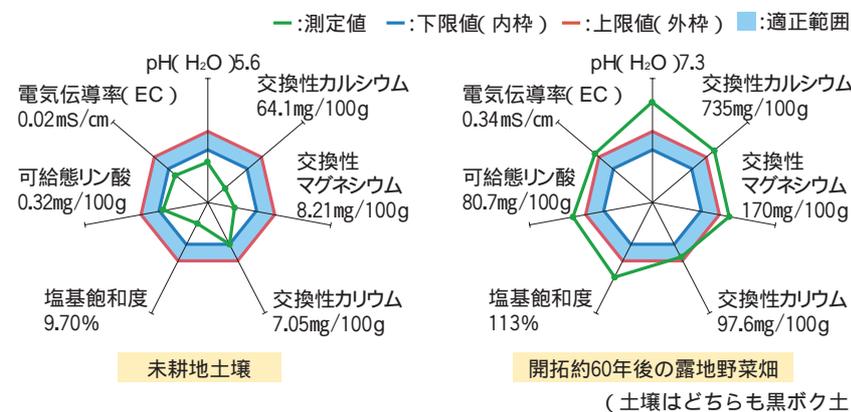
土の健康も、それと全く同じなのです。そこで、人の体力になぞらえて土の体力を「土力」と呼ぶことにしました。

「地力」が高まれば「土力」が下がる

日

本の土は「地力が低い」とよくいわれます。全くその通りなのですが、それは第1図左の未耕地のような土のことであり、何十年にもわたり「土づくり」を続けている畑やハウスの土は、反対に地力が十分に高まり、生活習慣病を患うような土(第1図右)が増えています。土づくりにより痩せた土に適切な養分を補給すれば地力はどんどん高まり、作物生産性は著しく向上しますが、その反面、土の体力である土力が低下してしまいます。すなわち「地力」と「土力」は第2

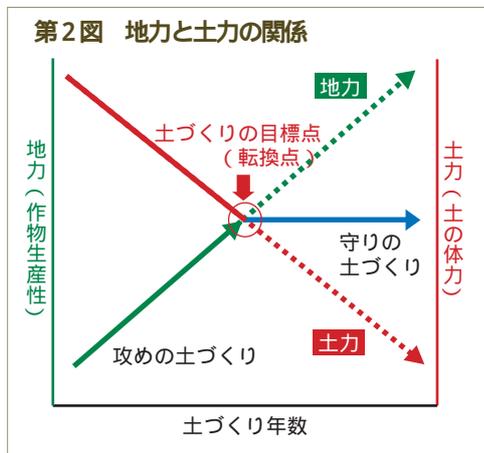
第1図 長野県の未耕地と露地野菜畑の土壌診断図



図のような裏腹の関係にあります。

地力が低すぎると土力は高いものの、作物の収量が下がります。地力を高めすぎると土力が下がって、土壤病害にかかりやすくなります。最も理想的な土づくりとは、地力をほどほどに高めて土力の低下を防ぐことであり、第2図の地力と土力の交差点が土づくりの目標点かつ転換点となります。

この転換点までの土づくりが「攻めの土づくり」で、それ以降は「守りの土づくり」でなければいけません。その転換点までの年数は、土壤の種類と施肥管理法により大きく異なります。そこで、その到達具合を調べるための手段が「土壤診断」になるわけです。



土壤診断とは「穴を掘ること」

土 壤診断とは、「畑やハウスから土を採取し、窒素・リン酸・カリなどの養分量を分析すること」と思っている人が多いようです。横

着な農家はろくに分析結果も見ずに、処方箋通りの肥料や土壤改良資材を注文してしまいます。これでは、土壤診断を行う意味がありません。

まず、写真1のようにスコップを使って畑やハウスの真ん中に深さ50cm程度の穴を掘ることが、土壤診断の第一歩です。自分で穴を掘れば、普段は目につかない下層土のかたさや構造、湿り具合などが一目で分かります。穴を掘り終えたら、写真2のように土壤断面を垂直に削り、作物の根をよく観察しましょう。根がどのくらいの深さまで伸びているか、根量が多いか、細根がたくさんあるか、また下層の湿り具合を調べることも大切です。

最近の野菜畑などでは、大型トラクターの過剰走行により下層土が圧力で締まって硬盤ができ、その結果、根の伸長が妨げられていることも多く見受けられます。作土層に根が少ない場合には、土壤の塩類濃度が高まっている可能性もあります。この

ような土壤の断面調査を行えば、土壤物理性のほとんどすべてと化学性の一部を知ることができ、土壌pHや養分量などは分かりませんが、そこで、土壤の化学分析が必要になるわけです。

世間には面倒な土壤分析などなくても、「土を口に入れて、なめれば分かる」という人がいるそうですが、それは神仙の達人だけ。「土をなめるんじゃない!」、土の科学はそれほど単純なものではありません。

そ うして土壤断面の観察が終わったら、作土層から分析用土壌を採取して土壤分析に出します。

J Aなどの土壤診断分析機関に頼むと時間や料金がかかるからといって、市販の土壤分析キットだけで済ましてしまう人もいます。しかし、それで必要な分析をすべて賄えるわけではないので、少なくとも1年に一度は本格的な土壤診断分析を行いましょう。ただし、作物の作付け中に土壌中で変化しやすいpH(H₂O)や硝酸態窒素の分析については、簡易メーターや農大式簡易土壤診断キット「みどりくん」(写真3)を使ったリアルタイム分析を行うことが最も合理的です。特に、園芸農家が土壤診断結果に基づいた施肥管理を



写真1

「穴掘り」が土壤診断の基本。穴は深さ50cm程度とする。



写真2

作土層
この層から土壤分析用土壌を採取する

緻密化した下層土
手の親指で押しても跡がつかないほどかたい

土壤調査断面(下層土が緻密化している静岡県のネギ畑)。土壤断面を垂直に削る。この時、作物の根の様子や下層土の状態も確認することが大切。



農大式簡易土壌診断キット「みどりくん」土壌試験紙を用いて簡単に土壌診断ができる。測定項目はpH、硝酸態窒素、水溶性リン酸、水溶性カリウムの4項目。

行えば、必ずといってよいほど肥料代が節約できるはずですが。

自 土壌試料採取時の注意点

自分で土壌診断を行い、土壌化学性を調べるための試料を採取する場合には、注意しなければいけないことがあります。まず、「畑やハウス内の土壌は決して均一ではない」ということです。そのため試料採取は1カ所からだけではなく、少なくとも5カ所から取ります。

5カ所のうち真ん中の1カ所では前記のような深さ50cmくらいの穴を掘りますが、ほかの4カ所は第3図のような位置から深く掘らずに移植ごてを使って作土層の土壌を採取します。次にその際の注意点ですが、5カ所の採取点から同じ深さの同じ

量の土壌を採取するようにします。採取する深さは、真ん中の調査断面の観察から決めますが、通常15ないし20cmでしょう。作土層の深さが分からない場合には、15cmの深さから採取してください。

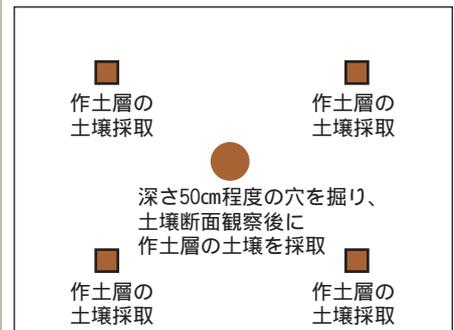
土壌断面の周囲4カ所では、第4図右のようにスコップが移植ごてで深さ20cm程度の穴を掘って垂直な土壌断面をつくり、その断面に対して平行に移植ごてを垂直に差し込んで所定の深さの土壌を採取します。穴を掘るのが面倒と、第4図左のように土壌表面からV字型に土壌を取ってしまう人がいますが、それでは正確な診断ができません。特にハウス土壌では土壌表面に塩類が集積しやすいので、V字型に採取すると電気伝導率や硝酸態窒素が高まってしまう恐れがあります。

5カ所からは同量の土壌を採取し、バケツなどの容器中でよく混合してひとつの分析用試料とします。分析に必要な土壌試料の量は300g程度です。

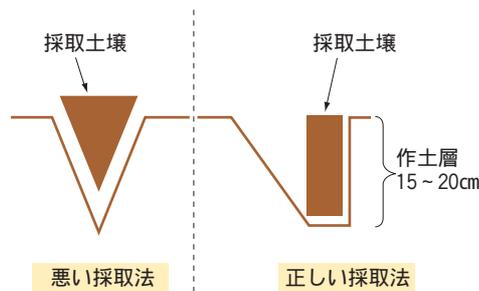
以上が正式な土壌試料の採取法ですが、農家の人たちは面倒

がつかないようです。そこで、何か簡単な道具がないかと探したところ、「写真4の「線虫スコ

第3図 土壌診断調査での土壌分析試料採取位置



第4図 周囲4カ所からの土壌試料の採取法



ップ」を見つけました。本来は土壌中の線虫密度を調べるための土壌採取スコップですが、私たちは「土壌診断スコップ」と呼んでいます。

土壌表面から所定の深さまで垂直に差し込み、ハンドルを一回転させると穴を掘らなくても簡単に土壌試

写真4

土壌採取に便利な「線虫スコップ」(筆者は「土壌診断スコップ」と呼んで使用している(株)藤原製作所のもの)と、使用状況。穴を掘らずに土壌試料を採取できる。



料を取ることができません。周囲4カ所でも同様の操作を行うことで、5カ所から同じ深さで同量の土壌を取ることができず。しかも深さ15cmから5カ所を採取すると、ちょうど土壌分析に必要な300g程度となります。

弊社では取り扱いがございません。ご了承ください。

この「土壌診断スコップ」は市販されていて誰でも入手できますが、家庭園芸用の移植ごなどに比べると、はるかに高額です。しかし、これもトラクターやコンバインなどと同様、農作業に不可欠な道具だと考えればよいのではないのでしょうか。これを使い出すと簡単に土壌試料が採取できるので、正直なところ穴掘りがおつくつくなってしまう。しかし、あくまで「穴掘りが土壌診断の基本」であることだけは忘れな

土壌診断結果の見方と活用法

可給態リン酸50mg/100gが土づくりの転換点

土壌診断といえばpHや養分含有量などの土壌化学性に注目しがちですが、それ以上に大切なのが土壌物理性です。穴を掘って土壌断面調査を行い、作土層の下層土ががたくなっている場合は、その対策を最優先すべきでしょう。

その判定ですが、土壌断面を親指で押してみます。作土層部分には指が簡単に入りますが、下層土を親指で強く押しても指の跡さえつかないような状態では、かたすぎます。

対策

策としては、トラクターの走行回数をできる限り減らすことが大切ですが、すでにできてしまっている緻密な土層を改良しなければなりません。

深さ40cm程度の深耕ロータリーによる深耕は緻密層の解消には有効ですが、作土層中の養分が希釈されることになるので、例えば交換性塩基量が減少して土壌pHが低下する可能性があります。ただし、交換性塩基や可給態リン酸が過剰な畑やハウスでは、養分過剰対策になるかもしれません。

一方、作土層の養分状態をそのままにして下層の緻密化を緩和するには、サブソイラーを使うとよいでしょう。特に、土壌物理性の悪化が原因で発生するアブラナ科野菜の根こぶ病対策には大変有効です。

さて

分析結果が戻ってきたら、処方箋ではなく分析結果の数値をじっくりと見て、それらに基づいた次作の施肥設計を立てましょう。下表は農家のための土と肥料の研究会「全国土の会」の土壌診断表「webみどりくん」です。「全国土の会」の土壌分析は、東京農業大学土壌学研究室の土壌診断室（写真5）で行っ

ています。

診断結果の見方

① 最初に見るべき数値は、pHと塩基飽和度です。pH(H₂O)が6・5、塩基飽和度が80%前後であれば、次に交換性塩基量とそれらのバランス、特にカリ過剰と苦土欠乏に注意します。pH(H₂O)が6・5以上の場合は、原則として石灰資材を施用する必要はありません。pH(H₂O)が6・0未満の酸性土壌に対する対策については、連載第3回をご覧ください。

② 次に大切な項目が、電気伝導率(EC)と可給態リン酸です。

電気伝導率... 土壌中の塩類濃度と窒素肥料(硝酸態窒素)の残存量を知るためのパロメーターで、施肥直後を除いて0・2〜0・3であることが理想的であり、1以上では作物が濃度障害を受ける可能性があります。ただし、障害を受ける濃度は野菜の種類により著しく異なり、イチゴやミツバでは耐塩性が弱く、逆にホウレンソウやキャベツでは強いことが知られています。

表 土壌診断分析表の事例(全国土の会「webみどりくん」)

東京農大式土壌診断システム 土壌診断表 印刷日 2007/05/02

氏名 : 受付番号 : 2004120290 農場 : 02名 2004.09 自宅兼ハウス 農場 : 02場所 :

土壌種類 : 非火山灰土壌 採土年月日 : 2004年 9月 7日 現状作物 : メロン 状況 : 有時期 前作物 : メロン 次作物 : メロン 深さ : 15 cm 土性番号 :

pH(H₂O) 5.9 電気伝導率(EC) 0.21 mS/cm 交換性カルシウム 510mg/100g 交換性マグネシウム 95.6 mg/100g 交換性カリウム 54.8mg/100g 塩基飽和度 81.4%

総合所見

- pHはほぼ適正です。
- 交換性マグネシウムに対してカルシウムが多すぎます。
- 塩基バランスがやや悪れています。
- 塩基飽和度は適正です。この状態を維持して下さい。
- 電気伝導率E.C.は適正です。
- 可給態リン酸は過剰気味です。腐リンなどのリン酸資材は一切使用せず、施肥リッチでもできる限り削減して下さい。
- 作土中には約30kg/10aの過リン酸石灰に相当する水溶性リン酸が蓄積しています。
- 微量要素は十分消化されていますので、微量要素肥料は不要です。
- 土壌の化学性はほぼ良好です。

土壌理化学性	単位	測定値	下限	上限
密度(下層)	mm			22
腐植	%		3	
全窒素	%			
C/N比				
pH(H ₂ O)		5.9	不定	6.5
pH(KCl)		5.2	不定	5.5
電気伝導率(EC)	mS/cm	0.21	適正	0.1
交換性陽イオン	mg/100g	510	適正	382
交換性Ca ²⁺	mg/100g	95.6	適正	84.3
交換性Mg ²⁺	mg/100g	54.8	適正	19.7
交換性K ⁺	mg/100g	7.60		
Ca/Mg比	当量比	3.84	過剰	2.6
Mg/K比	当量比	4.07	適正	2
Ca/K比	当量比	15.6	適正	6.5
CEC	meq/100g	29.9		
塩基飽和度	%	81.4	適正	70
可給態リン酸	mg/100g	70.1	適正	10
水溶性リン酸	mg/100g	16.1	過剰	10
リン酸吸収係数	mg/100g	839		
フッ素	mg/100g	0.94		
硝酸態窒素	mg/100g	3.59		

微量要素	単位	測定値	下限	上限
可給態・赤ウ素	mg/kg	0.74	適正	0.5
可給態・鉄	mg/kg	96.8		4.5
可給態・マンガン	mg/kg	530		1
可給態・亜鉛	mg/kg	431		1
可給態・銅	mg/kg	438		0.2

東京農大式土壌診断システム webみどりくん 全国土の会ホームページ http://www.nodai.ac.jp/app/soil 東京農業大学 土壌学研究室 〒156-8502 東京都世田谷区桜丘 1-1-1 TEL 03-5477-2310 FAX 03-3426-1771



東京農業大学土壌学研究室の土壌診断室。

野菜を続けて栽培する場合には、収穫後の電気伝導率を測定すると次作の窒素元肥量を決定する目安になります。大まかには、電気伝導率が0・2程度以下であれば標準施用量、0・5内外であれば標準施用量の半量程度に削減します。1程度以上であれば元肥窒素を施用せず、必要に応じて追肥で補給することが合理的です。ただし、これらの目安は露地野菜が対象で、土壌中に電気伝導率を高める要因となる塩素イオンや硫酸イオンを多く含むハウス土壌では、硝酸態窒素量から判断して窒素元肥量を決めてください。

一般に、化学肥料は塩類濃度を高めやすいと思われていますが、硝酸カリウム、リン酸アンモニウムのように塩素や硫酸イオンを含まないような施肥設計を立てれば、電気伝導率の上昇を防止できます。逆に、有機質肥料や堆肥でもたくさん施用すれば、化学肥料以上に塩類濃度が高まります。無駄に肥料や堆肥を入れすぎないことが塩類濃度を高めない最良の対策といえるでしょう。

可給態リン酸……これについては連載第2回で詳しく解説したので、要点のみに留めます。
新しく開いた畑などのように可給

態リン酸が100g当たり10mg程度以下の場合には、思い切つて燻リンか重燻リンを10a当たり100kg施用します。100g当たり10〜50mgでは標準施用量、50〜100mgでは半減し、100mg程度以上の場合では、無リン酸栽培もしくは大幅なリン酸削減をおすすめします。

なお、第2図(61頁)の「攻めの土づくり」と「守りの土づくり」の転換点は、土壌の可給態リン酸が100g当たり50mgに達した付近と考えてください。畑やハウスをつくってからその転換点に達するまでの年数は土壌の種類や施肥管理状況などにより大きく異なりますが、私たちの経験では黒ボク土で20年程度、低地土では10年程度と見なしています。

診断結果の活用法

野菜の正常な生育には、窒素・リン酸・カリ・石灰・苦土・硫黄の多量要素のほかに、微量元素(鉄・マンガン・亜鉛・銅・ホウ素・モリブデン・塩素)が必須です。従来の土壌診断分析はpHと電気伝導率、多量要素が中心でしたが、最近では微量元素の分析まで行う分析機関が増えています。そのこと自体は大変すばらしいことですが、まだ分析法が統一されていないため、同じ土壌試

料を複数の機関で分析すると驚くほど違う結果が出る場合があります。また、それに伴い各微量元素成分の適正範囲も異なると、ますます混乱してしまいます。

ある微量元素が過剰と判定された場合には、その成分を補給しないようにすればそれで済みますが、問題は欠乏と判定された場合です。欠乏と判定された微量元素をすぐに補給することは得策ではありません。というのも、土壌中には十分含まれていないにもかかわらず、野菜が吸収できない形態に変化している場合が多いからです。

土壌のpHが6・5〜7・0以上では、野菜による鉄やマンガンの吸収が抑制されます。また、鉄や亜鉛はリン酸過剰土壌では吸収されにくくなります。逆に、土壌が酸性になるとマンガンの溶解性が増して過剰障害を受けやすくなります。農家が気づかないうちに微量元素を土壌に補給することも多く、例えば家畜ふん堆肥中には銅や亜鉛が含まれていますが、そのため堆肥を適量施用すればそれなりの微量元素補給効果も期待できますが、長年にわたって多量の堆肥を施用し続けられれば亜鉛などの過剰蓄積を招き、重金属汚染土壌とも

なり兼ねません。微量元素対策としては、土壌診断結果より土壌の養分状態を正常に整えることを最優先した方がよさそうです。

土 壌診断の見方と生かし方の基本は極めて簡単で、過剰であれば施用せず、足りなければ補給することに尽きます。ペテランの農家でも窒素・リン酸・カリ含有量が横並びの、一見バランスのよさそうな施肥をすることが多いようですが、養分バランスのよい肥料の施用が土壌養分のアンバランス化を招き、それが土壌病害の引き金となることを忘れないでいただきたいと思えます。

* * *
この連載では「土壌病害対策講座」として基礎的な話しをしてきましたが、一旦筆を置かせていただき、あらためて実践編として再スタートする予定です。

memo

- 1 (P60) 電気伝導度(EC)……土壌中の水溶性塩類の総量を表す。詳細は第1回注釈 2を参照。
- 2 (P60) 陽イオン交換容量(CEC)……土壌が陽イオン(カルシウム、マグネシウム、カリウム、ナトリウム、アンモニア、水素など)を吸着できる最大量。この値が大きいものほど多量の陽イオンを吸着でき、保肥力が高い土壌とされる。