

特集

植物を健康に育てる 土づくり

こういつお
東京農業大学名誉教授 後藤逸男

植物を健康に育てるには、「まず土づくりが大切だ」といわれますが、具体的にはどのようなことをすればよいか悩まれている方も多いと思います。この特集では、「植物のための土づくり」とは何かを基礎から解説します。植物の栽培に役立ててください。



「土づくり」とは何か

そもそも土とは何かというと、「岩石が物理的・化学的に風化してできた砂と粘土に生物と化学作用でできた土壤有機物(腐植)が加わってできた自然物」と説明することができます。世界の陸地には、岩石の種類や気候・植生など自然環境の違いにより性質の異なる土が分布していて、それらの中には植物が育ちやすい土、育ちにくい土などさまざまあります。

日本の土は、どちらかといえば肥えた土ではありません。そこで、人の手で植物栽培に適した健康な土にすることを「土づくり」と言います。

土の健康は三位一体から

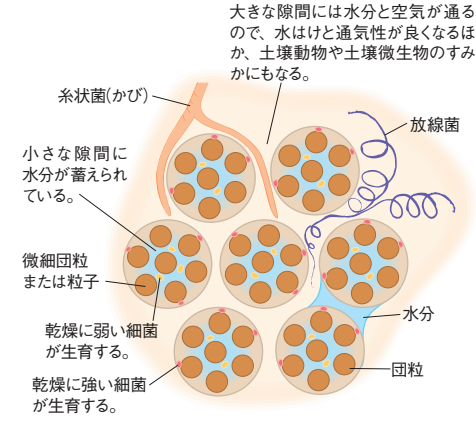
植物がよく育つためには、土の物理性・化学性・生物性の三位が一体となる必要があります。どれか一つが欠けても植物は健康に育ちません。

三位の中で植物生育に最も影響するのが「物理性」で、具体的には

それらの高低あるいは多少は人の健康診断に相当する土壌診断分析により確認します。また、土には養分を保持する能力(肥もち・保肥力)があり、その程度は土壌診断分析で測定できます。

次に、土の「生物性」とは、土の中に生息する土壌動物や土壌微生物など土壌生物の生活環境で、生物性を良くするには、まず土壌物理性と化学性を整えた上で、土壌生物のえさとなる有機物を供給することが必要です。それが「土づくり」に有機物が不可欠なもう一

図2 土の団粒構造と土壌微生物



●土の物理性
土の物理性(透水性・通気性)を調べて改善するには、まず写真1



写真1 健康な土づくりは穴掘りから。スコップを使って穴を掘り、断面を調べる。

土を調べて改善する

ここからは、土の物理性と化学性を調べた上で、植物の根と土壌生物が過ごしやすくなるよう土壌環境を整える方法を紹介しましょう。難しく考える必要はありませんので、「土の健康診断」について学びましょう。

- ①畑に深さ15～30cm、幅約30cmの溝を掘って土を盛り上げる。
- ②溝の底にスコップをあてて足を掛け、体重をかけてできるだけ深く差し込み、土をやや持ち上げるようにして15～30cmおきに切れ込みを作る。後退しながらこの作業を繰り返す。
- ③土を盛り上げた側とは反対側に新たな溝を掘り、掘り上げた土を①で掘った溝に入れる。この作業を繰り返し、最後に①の土を畑全体に広げる。

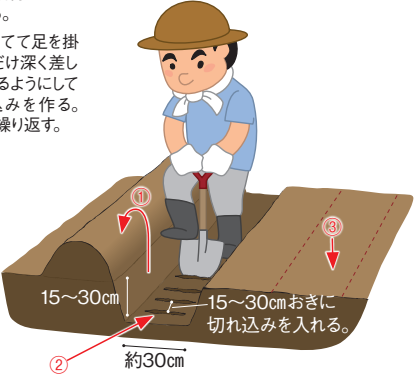


図3 下層土の改良法

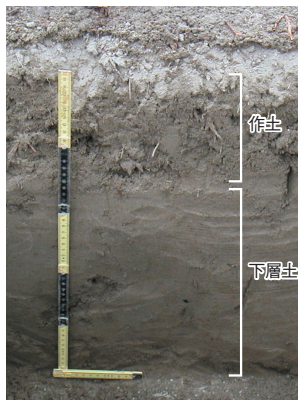
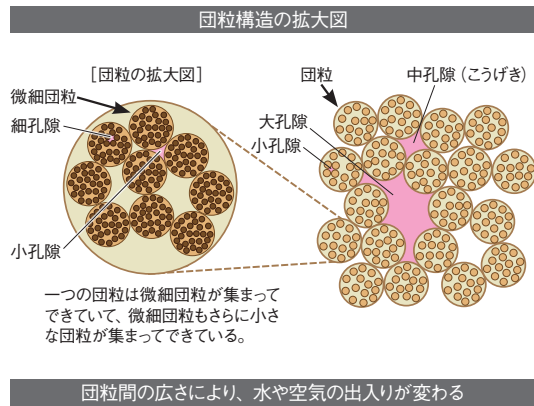


写真2 土壌断面。下層土が締まって固くなっているのがわかる。

水もちと水はけです。粘土の多い土は水もちが良いのですが、水が下層に浸み込まず、根が酸欠を起こしてしまいます。逆に砂質の土は水がさつとはけますが、水もちが悪く、日照りが続くと植物が枯れてしまいます。

物理性の良い土とは、粘土と砂が適度に混ざり合い、しかもそれが図1のような団粒構造を作っていることです。このような団粒構造を作るには土の粒子をくっつける接着材(糊)が必要で、腐植や

図1 団粒構造の仕組み



団粒間の広さにより、水や空気の出入りが変わる

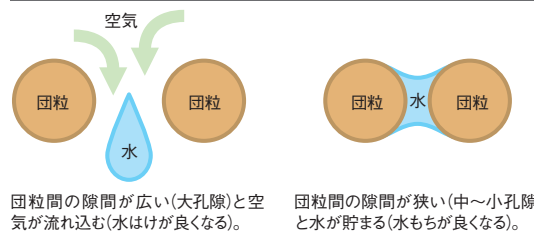


表1 植物の生育における必須要素

多量要素	葉面(空気中)から吸収	酸素、水素、炭素
	根(土中)から吸収	窒素、リン、カリウム、カルシウム、マグネシウム、イオウ
微量要素	根(土中)から吸収	鉄、マンガン、亜鉛、銅、ホウ素、モリブデン、ニッケル、塩素

土づくりの際に施した有機物が土の中で分解されてできる物質がその役割をしています。

また、「土の化学性」とは、酸性の程度を示すpH、塩類濃度を示す電気伝導率(EC)、それに土に含まれる養分の種類と量の程度です。植物生育に不可欠な養分は窒素・リン酸・カリなど、表1のような17種類の要素(必須要素という)で、それらのうち14種類の要素が土から吸収されます。pH・EC・必須要素量にはそれぞれ最適域があり、

物が生育できる「作土」は15cm程度で、それ以下の土は硬く締まっていて排水不良を起こしていました。そのような状態では根もしっかり伸ばせないのも、図3のように改善しましょう。

●土の化学性

土の化学性は専門の土壌診断室に依頼することが最善ですが、簡易な土壌診断分析キットや携帯型のpHメーター・ECメーターが市販されていますので、それらを使った簡易土壌診断分析の方法を紹介しましょう。

【pHの測り方】

pHは土の酸性の度合いを示す値です。0～14の範囲で、7を中性として、それより値が低いと酸性、高いとアルカリ性です。土のpHを測るには、土に水を加えた懸濁液に携帯型pHメーター(6ページ写真3)を差し込んで測る、あるいは農大式簡易土壌診断キット「みどりくん」(6ページ写真4)のような試験紙を浸して測定します。作物に適する土のpHは表2(6ページ)のとおりですが、一般的には

6.0〜6.5とすることが最善です。

雨量の多い日本では、土の中でアルカリ性を示すカルシウムやマグネシウムが雨水で地下に流れやすいため土が酸性化しやすく、未耕地のpHは5.5前後です。そこで、野菜や花を作るにはアルカリ性の苦土石灰などの石灰資材を施してpHを6.0〜6.5に改良します。このような作業を酸性改良といいますが、石灰資材の施用量は土の種類やpH



写真3 簡易型pHメーターの例「コンパクトpHメーター LAQUAtwin」(写真提供：株式会社堀場アドバンスドテクノ)

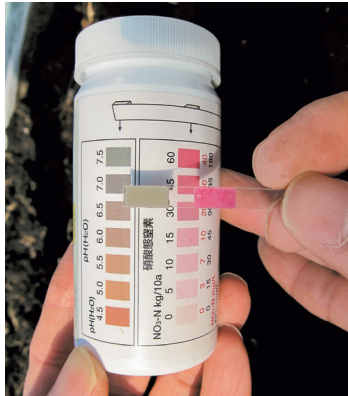


写真4 農大式簡易土壌診断キット「みどりくん」。「みどりくんN」でpHと窒素が、「みどりくんPK」でリン酸とカリが測定できる。

農大式簡易土壌診断キット「みどりくん」(6ページ写真4)には、前記のpHのほかに窒素が測定できる「みどりくんN」と、リン酸・カリが測定できる「みどりくんPK」があります。畑から土を採取して水を加え、試験紙を浸すと化学反応により色が変化するので、30秒後に窒素(硝酸態窒素)、60秒後にpHを測定します。

写真7の事例では、pH6.5、窒素30kg/10aとなります。pHは最適ですので酸性改良の必要はありません。ただ、通常の作物が生育するのに適した窒素の最適値は5〜10kg/10aですので、窒素が多すぎることがわかります。栽培途中

写真7 「みどりくん」による土壌pHと窒素の測定。



により異なりますが、例えばpH5.5の土であれば、畑1mあたり100g程度の苦土石灰を畑全面に施します。なお、市販の苦土石灰には粉状品と粒状品があります(写真5)。粒状品は有色の造粒材が混合されているため着色していますが、酸性改良効果に大きな違

表2 植物の生育に最適な土のpH

pH	普通作物	果菜・豆類	葉根菜類	果樹・花き
6.5〜7.0	オオムギ	—	ホウレンソウ	イチジク
6.0〜7.0	コムギ	エンドウ、トマト	ダイコン、キャベツ、アスパラガス	ブドウ、アンズ、カーネーション
6.0〜6.5	サトイモ、ダイズ	インゲン、エダマメ、カボチャ、キュウリ、スイートコーン、スイカ、ソラマメ、ナス、ピーマン、メロン、アズキ	ウド、カリフラワー、コマツナ、シュンギク、ショウガ、セロリ、チンゲンサイ、ニラ、ネギ、ハクサイ、ブロッコリー、ミツバ、レタス	ナシ、カキ、キウイフルーツ、ユズ、キク
5.5〜6.5	イネ、エンバク、ライムギ	イチゴ、ラッカセイ	カブ、ゴボウ、タマネギ、ニンジン	ウメ、リンゴ
5.5〜6.0	サツマイモ、ソバ、ヤマイモ、オカボ	—	—	モモ、オウトウ、ミカン
5.0〜6.5	バレイショ	—	—	—
5.0〜5.5	—	—	—	クリ
4.5〜5.5	—	—	—	ブルーベリー、チャ、ツツジ、ジャクナゲ

であれば窒素を追肥する必要はありません。また、作付け前であれば、窒素肥料が充分残っているのに窒素の元肥を施す必要はありません。もし窒素が5kg/10a以下であれば、標準量の窒素肥料を施します。

なお、「みどりくん」で測定する窒素(硝酸態窒素)とECとは高い関連性があり、窒素が多いほどECも高くなります。そのため、窒素測定には「みどりくん」あるいはECメーターのどちらかがあれば大丈夫です。

また、「みどりくんPK」(6ページ写真4)でリン酸とカリが測定できます。リン酸とカリのいずれも10kg/10a以上であれば、リン酸やカリ肥料が充分残っている



写真8 簡易型イオンメーターの例「コンパクト硝酸イオンメーター LAQUAtwin」(写真提供：株式会社堀場アドバンスドテクノ)

いはありません。苦土石灰施用後は深さ15cmの土とよく混和してください。1週間後に再度pHを測定することが最善です。6.0より低ければ苦土石灰を追加してください。6.5より高くなってしまうてもわづかであればそのまま構いません。7.0以上の場合には、もう少し深くまで耕せばpHを下げるができます。

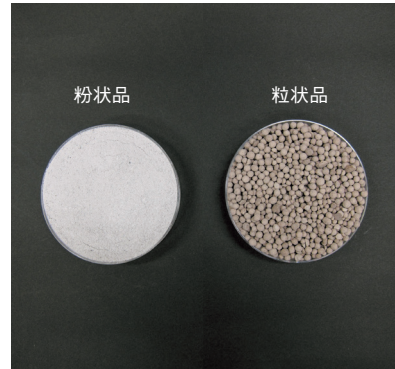


写真5 苦土石灰(粉状品と粒状品)。

【電気伝導率(EC)】

土1に対して5倍量の水を加えた懸濁液の電気の通りやすさを示す値で、土の中に含まれる窒素肥料の多少がわかります。測定方法は、土の懸濁液に写真6のような携帯型ECメーターを差し込みま



写真6 簡易型ECメーターの例「コンパクト電気伝導率計 LAQUAtwin」(写真提供：株式会社堀場アドバンスドテクノ)

す。通常、0.3〜0.5mS/cmが最適値です。0.3より低い場合には、園芸書などに記された標準量の肥料を施しましょう。0.5〜1.0mS/cmであれば標準量の半量程度、1.0mS/cm以上であれば元肥なしでもOKです。

【肥料分の個別診断

「窒素、リン酸、カリを計る」土の物理性は畑に穴を掘ればわかりますが、化学性は土を見ても、触っても、舐めてもわかりません。そのため、土に含まれる養分を知るには土壌診断分析が必要です。JAや民間の土壌診断室では詳細な分析ができますが、園芸愛好家向けには簡易土壌診断キットや簡易メーターなどの利用がよいでしょう。

ので、リン酸あるいはカリ肥料を施さなくても大丈夫です。

そのほか写真8のような携帯型の硝酸イオンやカリウムイオンメーターなどが市販されています。

連作障害とその防ぎ方

野菜や花を育てる上での悩みの一つが「連作障害」です。同じ種類の植物を連続して育てることを連作といいます。連作を続けると根にセンチュウが寄生したり病原菌が感染したりして根の生育が阻害され地上部が枯れてしまう障害が連作障害です。トマトやキュウリのネコブセンチュウ害(写真9)やアブラナ科野菜根こぶ病、多く



写真9 ネコブセンチュウ害を受けたトマトの根。

の植物に生じるフザリウム病害(写真10)などがその典型です。土の中には数多くの土壌動物や微生物が生息しています。それら土壌生物の「えさ」は肥料や土壌改良資材として施された有機質肥料や堆肥、緑肥などのほかに、根から分泌される有機酸・糖類・アミノ酸などの有機物です。分泌される有機物は植物の種類により異なり、それをえさとする土壌生物にはそれぞれの好みがあります。そのため、連作するとその根から分



写真10 フザリウム病害の一つ、セルリー萎黄病で全滅したハウス。

泌される有機物を好む土壤生物だけが増殖します。その中にネコブセンチュウや病原菌がいれば、連作することによってそれらが増殖し、ある一定密度以上になると発症・発病します。

このように、連作障害の主因は連作ですが、それだけではありません。土の物理性と化学性も、アブラナ科野菜根こぶ病やフザリウム病害など土壤病害の発病に大きく影響します。

例えば、根こぶ病は水はけの悪い畑で多発します。また、土のpHが低いと根こぶ病・フザリウム病害・ウリ科ホモブシス根腐病・ネギ科黒腐菌核病など、逆にpHが高いとジャガイモそうか病などが発病しやすくなります。さらに、リン酸が過剰になると根こぶ病・フザリウム病害・ウリ科ホモブシス根腐病・ネギ科黒腐菌核病・ジャガイモそうか病の発病が助長されます。ただし、ネコブセンチュウなどによるセンチュウ被害と土の物理性・化学性との因果関係は明らかになっていません。

●連作障害を防ぐ方法

このような連作障害を回避するにはどのような対策が有効でしょうか。まずは連作を避けて輪作したり他の科の植物との混植を行ったりすること、そして土の物理性と化学性を整える、すなわち土を健康にすることがです。

その上で、もう一つ重要な対策が、増殖したセンチュウや病原菌の密度を下げるための土壤消毒です。その方法には、殺センチュウ剤・殺菌剤・土壤消毒剤などの化学薬剤によるものや、暑い夏の時期にしか使えませんが、太陽熱消毒があります。ハウスを遮蔽する、あるいは露地畑の表面にビニールマルチを張り占め、太陽熱で土の温度を高めてセンチュウや病原菌を死滅させる方法です。また、ギニアグラスやエンバク(写真11)、カラシナなどの緑肥を作付け、それをすき込むことでセンチュウや病原菌密度を下げる方法もあります。

なお、土壤病害による被害を被ると、化学肥料のせいで善玉微生物

物が死滅して病原菌が増えたと思いが込んでいる人が多いようですが、それはとんでもない間違いです。例えば、7ページ写真10のようなセルリー萎黄病の病原菌であるフザリウムは、土の中に生息する糸状菌(かび)の仲間なので、畑に施用される有機質肥料や堆肥などの有機物をえさとしています。そのため有機質肥料を施すことで、増殖して発病を助長してしまいます。逆に、肥料を有機質肥料からフザリウムのえさにならない化学肥料に替えることで、病原菌の増殖を抑えることができます。

原因をしっかりと特定して、効果的な土壤改良を行いましょう。



写真11 緑肥として作付けたエンバク(イネ科)。

土壌Q & A

ここからは、土についてのよくある質問を紹介します。参考にしてください。

Q1 なぜ化学肥料だけで植物(特に野菜などの畑で育てる作物)を育てると良くないといわれるのでしょうか？

A1 化学肥料だけでも作物は立派に育ちます。しかし、化学肥料の大部分は無機物ですので、土壤動物や微生物のえさにはなりません。そのため、化学肥料だけを与えていると土壤生物のえさがなくなってしまう。土の中には、自然の力で長い時間をかけて作られた「腐植」という有機物が含まれています。土の色を黒くする物資がその腐植です。土壤生物にとっては硬くてまずいので好んで食べることはありませんが、ほかにえさがなくなれば食べられてしまい、土の大切な成分である腐植が減少します。この現象が多くの水田で生じている「地力の低下」です。また、有機物を施用しないと団粒生

成のための「糊」ができないので、団粒化が阻害されてしまいます。

「有機は善・化学は悪」ではありません。それぞれの肥料の特長を生かして上手に併用することが土の健康づくりにつながります。

Q2 土壌改良資材である堆肥について、使用上の注意を教えてください。

A2 本来堆肥とは、稲わら・麦わら・野草などを野外に数か月堆積して、微生物の作用で有機物を分解させて作った資材です。堆積中の降雨で堆肥中の養分はほとんど地下に流れてしまうので、堆肥を施用する目的は主に土の物理性と土壤生物のえさでした。そのため、堆肥と肥料が併用されていました。

しかし、今では堆肥といえど牛糞・豚糞・鶏糞を主原料とする家畜糞堆肥が主流となっています。家畜糞には大量の養分が含まれていることに加えて、最近の堆肥は屋根付きの施設で作られるため、降雨で養分が流出しないので、できあがった堆肥中には窒素・リン酸・カリなどの肥料成分が多く含

まれています。にもかかわらず、昔からの癖で堆肥のほかに肥料を施してしまうことが多いので、最近の畑は土が養分過剰、すなわち「メタボ化」しがちです。

堆肥に含まれる肥料成分量は使う堆肥の種類により大きく異なります。最もよく使われる牛糞堆肥は、豚糞や鶏糞堆肥に比べて肥料成分が少ないため、主に土の物理性と生物性(土壤生物のえさ)としての効果が中心です。一般的な牛糞堆肥を1t/10a(1kg/m²)程度施用すれば、野菜や花づくりに必要なリン酸とカリがほぼ賄われますので、不足する窒素を尿素などの化学肥料で補給することが最善です。豚糞・鶏糞堆肥(発酵鶏糞)には大量のリン酸とカリが含まれるので、多く施用し過ぎるとメタボになりやすいので注意が必要です。

なお、完熟した堆肥で腐植が増えると思う方も多いのですが、完熟堆肥に含まれる黒い物質は腐植そのものではなく、腐植の前駆物質にすぎません。本当の腐植は数

百年から数千年を経て土の中で作られてきた自然物だからです。

Q3 土のpHが適正でない、なぜいけないのでしょうか？

A3 表2(6ページ)のように土のpHを調整することが「土づくり」の一環です。土のpHは一般に4〜8で、土のpHが適正域より低くなると、土の主成分の一つであるアルミニウムが溶出して根の生育を阻害します。逆にpHが高くなると、土の中に含まれているマンガンやホウ素などの微量元素が水に溶けない状態になり、微量元素の吸収が阻害されます(微量元素欠乏症)。この両方の悪影響を受けにくいpHの範囲が6.0〜6.5です。

日本に多い酸性土壌を改良するには、苦土石灰(6ページ写真5)などの石灰資材を施してpHを6.0〜6.5に高めますが、施し過ぎるとpHが6.5以上に上昇して微量元素欠乏症をもたらします。なお、苦土石灰の代わりに転炉スラグ(転炉さい・写真12)という肥料を使うと、pHを7.5程度まで高めても微量元素欠乏症を起こしにくいことが知ら



写真12 転炉スラグ。「ミネカル」などの名前でJAで販売されている。

土の健康を維持するには、人の健康と同じように土の健康診断(土壌診断)が有効です。今回学んだことを参考に、より良い土づくりで植物を健康に育てていただければ幸いです。

後藤逸男 ごとう いつお



東京農業大学名誉教授。1989年に農家のための土と肥料の研究会「全国土の会」を立ち上げ、現在も会長を務める。専門分野は土壌学および肥科学。実践的土壌学を目指し、野菜・花生産地の土壌診断と土壌改善対策などについて研究する。『土と施肥の新知識』(一社全国肥料商連合会)、『基本からわかる土と肥料の作り方・使い方』など著書多数。