



土と肥料の話

著者：タスニー・アッタナンダナ

プラティープ・ヴェラパッタナニランド

ラッセル・ヨースト

イラストレーター：ワシニー・チャンタコーン



はじめに

私たちは、タイとラオスで10年間にわたる農民研修を積み重ねてきました。その過程で、農家の人たちがもっている土と肥料の知識はかなり少ないことが分かりました。さらに、その知識というのも、肥料の効率の悪い使い方だったり、高い生産コストのかかる方法だったり、環境に悪いやり方や、適切な肥料のやり方をだれかに指示してもらわなくてはならないものでした。こうした問題に対処するためのいろんな考え方や方法を、子どもたちに教えるマンガ本を2年前に出版しました。そして、この本はタイの33,000校の小中学校に寄贈され、また多くの農家の人たちにも楽しく読んでもらっています。

タイ語で出版されたこの本は、カセサート大学のプラパット・ホームチャン教授やハワイ大学のラッセル・ヨースト教授によって英語版に翻訳されました。というのも、この本をもっと多くの発展途上国の農家の人たちや子どもたちに読んでもらうためには、他の言語に翻訳しやすいように英語版が必要になると考えたからです。また、この本の出版にあたっては、カセサート大学にある久馬基金（2012年に京都大学名誉教授の久馬一剛先生によって設立された）に負うところが大きいことを感謝とともに付記します。発展途上国の農家の人たちにこの本を広く寄贈できるのも、久馬一剛先生の経済的支援があればこそ可能になったのです。また、本の翻訳や編集にあたってはプラパット・ホームチャン教授とロバート・マッカシー氏の貢献に感謝いたします。

今、この本を手にする子どもたちや農家の人たちは、土を正確に理解し、適切な肥料のやり方を覚え、環境にやさしい食料生産が実践できるようになることでしょう。

タスニー・アッタナンダナ
プラティープ・ヴェラパッタナニランド
ラッセル・ヨースト
2012年6月



第1章 私たちの大地

ある晴れた日の朝、ニッドノイはとてもワクワクしていました。なぜって、学校の長い休暇に田舎に住んでいるプラチャおじさんが、彼女を田舎に連れて行ってくれることになっているからです。そのうえ、いとこのポムを連れてくるはずだから。ポムとはずいぶん長いこと会っていないな～。

私の父と母はプラチャおじさんのことをよく話してくれます。おじさんは新しい時代の農民であり、地域のリーダーとして活躍している人です。私は、初めておじさんの田舎に行くので、本当にワクワクしています。



ピン
ポーン



ねー、おじさんたちが来たよー。



やー、ニッドノイ。前に会った時よりずいぶん大きくなったね!

おはよう。プラチャおじさん。



やあ、ニッドノイ。



おはよう。モントリー、オル。ニッドノイを私の田舎に2~3日連れて行っていいかい?



ええ、もちろんいいわよ。ニッドノイはここ何日かウキウキしているの。夕べなんかほとんど眠れなかったみたいよ。

ニッドノイ、おじさんの家ではいい子にしているんだよ。おじさんの言うことをよく聞いて、いたずらなんかしちゃダメだよ。



はい





すごく楽しいわ。だって、これまでこんなに遠くまで来たことがないんだもん。それにきれいな景色ばかりね。私、滝や山や海はテレビでしか見たことがないから。実物を見るのは初めてなの。



ニッドノイ、世の中には素敵なものがたくさんあるんだよ。テレビで見るよりもずっときれいだろ。ところで、ニッドノイは地球がどのようにしてできたか知ってる？



知らないわ。おじさん、地球がどのようにしてできたか知ってるの？



ああ。地球の年齢はね、今だいたい46億歳くらいなんだよ。その前は太陽の一部だったんだ。それから、地球は太陽の一部が分離して、ゆっくりと冷えてゆき、堅い大きな塊に変わっていったんだ。でもね、その内部の核は熱いままなので、液体のように溶けた状態なんだよ。生命は、およそ35億年前に単細胞生物が海の中で生まれ、それから緑藻類や細菌が生まれた。11億5千万年前には、甲殻類、軟体動物、サンゴ、ヒトデが出現した。海藻類に付着した植物たちが、5億9千万年前に現れた。植物たちは、海の波によって海岸まで運ばれ、そこで、陸の岩に付着した。やがて植物たちは成長し、陸の上にどんどん広がっていった。また、植物たちは岩が土になる役割を果たすようになったんだ。

5億9千万年前

35億年前

11億5千万年前



植物や動物たちが陸に現れ、そして温暖な気候と水が植物を育てる土をつくるのを早めた。土があることによって、たくさんの陸上植物や動物が繁栄したんだ。そして、恐竜たちが繁栄し滅びた後に、私たち人間が現れた。時間がたつにつれ、土の層はだんだんと深く厚くなり、植物や動物は人間が生きるためになくてはならない4つの必需品、つまり食料、衣服、住居そして薬を与えてくれるんだ。

さーて、
次の角を曲がると
目的地だよ。



第2章 土

おじさんは、木を育てるのが好き
なんだよ。木は、空気をきれいしたり
涼しくしてくれたりするからね。

わあ、すごーい。
おじさんは木をいっぱいもっているのね。
日陰がとても気持ちいいわ。





たいてい一番上の土の層（表土）は深い層の土の色よりも黒いんだ。それはずっと以前に死んだ動植物の死骸によってできたものなんだよ。

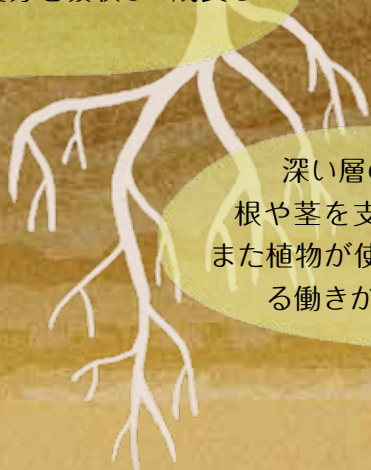
土の層



母岩（土になる岩）の上にある土の層は、岩が崩壊し分解されてできたものなんだ。

もっと深い層では岩床が見られるんだ。それは、まだ崩れたり分解もしていない場所であることを示しているんだ。

ほとんどの植物の根は、表土だけから土壌養分を吸収して成長しているんだ。



深い層の土は植物の根や茎を支えてくれるし、また植物が使う水分を貯める働きがあるんだよ。

たいていの場合、土は深さで性質が違ふんだ。深い層の土は、浅い表層の薄い土よりも、表層が厚くて植物の根がたくさんあり、養分を吸収するための場所だよ。

君たち！
なぜ土が私たちにとって大切なものか知ってるかい？



野菜や果物を育てるために使われるからでしょ。



土は、野菜や果物を育てるだけじゃないんだよ。土は、人間が必要とする4つの大切な役割をもっている。その4つとは食べ物と衣服と家と薬なんだ。だから、土は農家の生活の土台でもあるんだ。土は、私たちが呼吸する空気に少し似ている。もし私たちが土を壊さないように大切に扱うならば、土はこれからも私たちの生活を支えてくれる。まさに、私たちが空気を吸うために、汚れた煤煙から空気をきれいにする方法を知る必要があるように、土も良い状態に保つ必要がある。そうすることで、土は私たちに食料や衣服や薬、そして家を提供し続けてくれるだろう。



なるほど、それなら土はどうやってできたの？



土は、何百万年もかけて植物や動物の身体と崩壊した岩が混ざってできたものなんだ。
二度はつくれない大切な自然の資源なんだ。
だから、土はみんなが守り続ける必要がある
貴重な資源といえる。



へえー！
ポムはどうやってそんな
ことを知ったの？たくさん
知ってて、すごい。

実はね、僕の先生が
夏休みに土について
の宿題を出したから
なんだ。

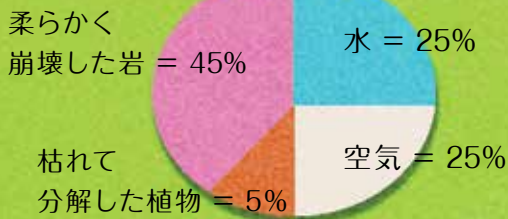


すごい！でもよく調べたね。
もう一度私たちに話すことで、おさらいを
してみようか。じゃあ、私とニッドノイに、
土がどうやってできたか話してごらん。

そんなの簡単だよ。



土は以下のものできている。
それは植物を育てるものと同じ。



水は、土の栄養を溶かして植物の根まで運ぶことで、植物が育つのを助ける。

空気は、植物の根が呼吸をするための酸素を与えてくれる。

枯れて分解した植物は、土を柔らかくし、水分を貯め、根を伸びやすくしてくれるし、また土の中で暮らす小さな動物や植物の栄養にもなる。

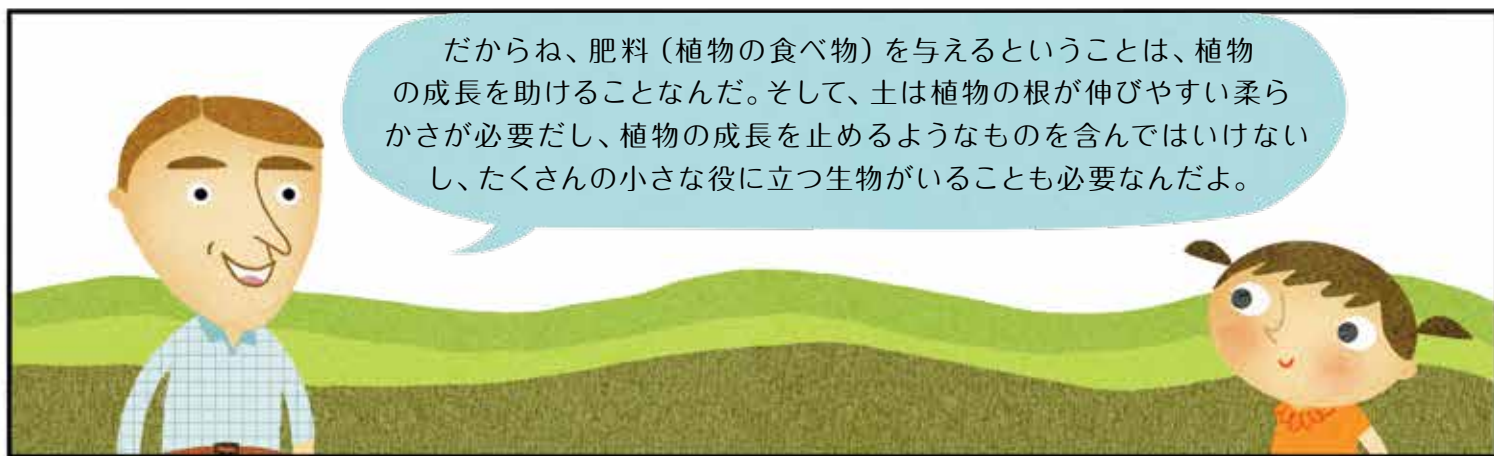
土はこれらのどの要素も重要なものなんだ

柔らかく崩壊した岩は、植物の栄養の源だし、





2. 良い土は、強い酸性でもアルカリ性でもなく、塩分も多くない。
(植物の成長を止めない、ちょうどいい化学的な性質をもっている)
1. 良い土は、たくさんの植物の養分(植物にとっての食べ物)をもっている。
3. 良い土は、植物の根が簡単に伸びやすい環境にある。
(植物の根が伸びやすい柔らかくすき間の多い物質的な性質がいる)
4. 良い土には、植物の成長を助ける微生物がいる。
(たくさんの小さな役に立つ生き物がいる、良い生物学的な性質をもっている)
- PH
- N Ca
PK Fe S
Mg Mn
-



肥えている土がいつも良い土というわけではないけど、良い土は肥えた土でなくてはならないんだよ。少し難しいかな。

??

さあ、土が悪くなる4つの原因をはっきりさせることから始めようか。そうすれば、それらの悪い原因を取り除いて改善できるからね。

では、質問から始めよう。

悪い土は、どうすれば改善できるの？

化学肥料



土が十分な植物の養分を含んでいるのかどうかを知っておかねばならない。もし少なかったら、化学肥料をどのくらい使うべきかもね。

泥灰土



その土は強い酸性か、強いアルカリ性を調べる。もし土が酸性ならば、泥灰土か石灰を入れるとよい（これを酸性矯正という）。もし土が強いアルカリ性ならば、その時は酸性物質で土を処理するとよい。もし、土が塩をたくさん含んでいたならば、その塩は取り除かねばならない。そのためには、大量の水をかけることで塩を水に溶かし、土から流してしまうことだ。

堆肥

緑肥

有機肥料



土は、根を伸ばすのに十分柔らかい？土がとても固いと水は浸み込まないので、根は正常に伸びなくなる。枯れて分解した植物や死んだ動物の一部は、堆肥や有機肥料や緑肥として土と混ざることになる。

枯れて分解した植物



土は、植物の成長を助ける多くの小さな生き物を含んでいるだろうか？土は、たいてい多くの小さな植物や動物を含んでいるけど、それらは見ることができないほど小さい。植え付けの前にマメ科植物の種子と混ぜられる細菌（窒素固定菌）は、空気中から養分を得て植物に与えることができる。枯れて利用できなくなった植物や動物の体は、土の中の細菌の養分となる。

森の土はたいてい肥えている。なぜなら、木の根っこが、葉や果実、幹や枝を育てるために土壌から栄養を取っているから。そして木が枯れると、その身体は土の上に倒れ落ち、腐って腐葉土となる。腐葉土は新しい植物を成長させるために役立つ。さらに、その養分は水と一緒に土の深いところへと移動し、そこで新しい植物の根が成長するための養分となるんだ。この循環は、ずっと続くんだよ。

なぜ森林を開いて新しく造った畑の土壌は、植物の成長がよく、よい収量が得られるのですか？



森林を開いた新しい土は柔らかく、たくさんの栄養分が含まれているからだよ。農業に使われる土では、養分は食用作物によって利用されるけど、食用作物を収穫すると同時に土壌から植物の栄養を取り去ることもなる。そういうわけで、土壌は養分を失ってしまう。だから、養分を戻すことができないと、最後にはよい農地土壌も痩せた土になってしまうんだよ。



植物の種類が違くと、使う養分の量も違うんですか？



さまざまな植物は、それぞれ違う種類の養分と量を必要とするんだよ。たとえば、1トンのコメは12kgの窒素と3kgのリンと3kgのカリウムを栽培している農地の土壌から取り去るんだ。

また、コメを育てる葉や茎、根もたくさんの栄養を土から取り去るんだ。だから、土にわら、茎、根を戻すことは、土を肥やすのには必要なことなんだ。



ニッドノイ、何かわからないことがあれば、私に聞きなさい。

はい、おじさん。



ぎゃー!!!
ミミズよ!



ハハハ、なんだ。
ニッドノイはミミズが
怖いのかい?



気を付けて!ミミズを踏まないようにしてね。
ミミズを怖がらないで。ミミズが土にとって役に立つ多くの小さな生き物の一つだってことを知らなかったの?ミミズは土をほぐし、良い状態をつくる。ミミズが土の中を掘り進むことで、土を柔らかくし、多くの穴をあけ、根を伸ばしやすくするよ。また、死んだミミズは分解し、その体は土の養分に戻るんだよ。



土壌の養分って何なの?
その養分は、もともとどこから
来たのか教えて。



土の養分(植物のごはん)は時間をかけて崩壊した柔らかくなった岩、植物や遺骸からできたものだよ。新しく開かれた森の土は、たいてい植物が育つのに役立つたくさんの栄養と水と空気をもつ良い土なんだよ。



森を農地にすると、土の養分は作物が吸収して食物になるだけではなく、その養分は雨によって土壤に浸み込み、あるいは嵐のときには雨が土壤を流し去って、多くの養分が失われてしまう。特に、養分の多い表土の養分がたたくさん失われることになる。その結果、植物はもはや正常な生育ができなくなってしまう。



プラチャおじさん。
植物にとって、一番
重要な養分って何？



植物は17種類の栄養素を必要としている。
空気と水からは炭素、水素と酸素の元素が得られるし、土壌からは
窒素、リン、カリウム、カルシウム、マグネシウム、硫黄、鉄、マンガン、
亜鉛、銅、ホウ素、モリブデン、塩素とニッケルが与えられる。



びっくりすることに、普通の土は植物をよく
育てるための十分な元素、つまり植物の食べ物
をいっぱいもっている。そのたくさんの元素の
うち、特別な元素が3つある。なぜ特別かとい
うと、大量にある元素の中で、植物がたくさん
必要とするものだからだ。そして、土壌の中
には、植物が正常に育つための十分な
元素を含んでいないことがある
からなんだ。



それ、私知ってるよ、
おじさん。私は農業の授業
でそれを勉強したことが
あったから。




窒素は省略すると
Nだし、リンはPで
カリウムはKね。
簡単に言えば、
NPKね。

その通りだよ。私たちがここで言っている
養分となるあらゆる元素は、等しく重要な
ものだよ。これらの元素が一つでも欠けれ
ば、植物は育つことができないんだ。
これらの養分元素のそれぞれが、
植物によって違った方法で
利用されることに興味を
もつといいよ。



みんな、もう疲れたかい？
あそこで休もうか。それから私が
窒素、リン、カリウムの養分につ
いて植物がどのように利用して
いるかを説明してあげよう。





窒素は、体を強くして
作物の収穫量を増やす
のに役立つんだよ。
植物は、窒素なしでは茎や
葉を大きくすることができな
い。もし、窒素が不足すると
収穫量が減るんだ。
でもね、窒素が多すぎると
成長が早すぎて、そのため
体が弱って枯れてしまう
ことにもなる。

NPKの働き
というのはね…

カリウムは、植物の茎を強くした
り、病害虫の被害を防いだりする
のに役立つ。
もし、カリウムが不足すると種子の
育ちが悪くなる。トウモロコシの場合
は、穀粒が完全には育たず、穂軸の
いくつかの部分では穀粒がつか
ないかもしれない。

リンは根や花を育てるのに役立つ。また、穀粒や果実やその他の身体をつくる
のに役立つんだ。もし土壌中にリンが不足すると、植物の育ちが悪くなって茎は
細くなり、花が咲くのが遅くなり、種子と果実も熟すのが遅れるだろう。

わあ。本当に素晴らしい。
父さんの話は、僕が本を読んで
知るよりもっと簡単に理解させて
くれたね。あはは。レポートは、
父さんが教えてくれたことを
書くことにしよう。

ポム、どうして自分で本を
読まないの？

ブラチャおじさん、どうして、
粘土質や砂質の土よりも
ローム質の土のほうが
植物がよく育つの？

砂質、シルト質と粘土質の土の違いは、粒子の大きさによる違いだよ。
さて、土の粒子はどのようにして土の中の空間をつくるために組み合わさっているのかな。
小さな隙間や穴があると水が貯まるけど、粒子が強く詰まっていると水をためる場所が
ないかもしれない。大きな隙間や穴は、空気ばかりで水はない。
つまり、植物がつかう水を貯めることができない。

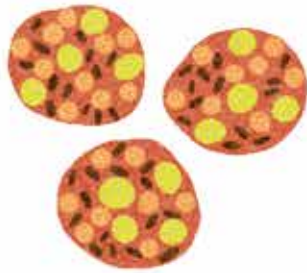
よい構造をもった土である植壤土は50%の隙間をもっている。そのうちの半分が小さな隙間で、あと半分
は大きな隙間をもっている土だ。50%の土壌のうち、およそ45%は古くて腐植質の土と粉のように砕かれ
た岩でできている。残りの5%は、長い年月の間に枯れた植物や、死んだ動物の遺骸からなっている。

「土性」というのは、土の粒子のサイズについて表示した科学用語なんだ。それは、どうやって植物が育つかについて、養分と水の動きとの関わりから教えてくれる。土はたいてい砂とシルトと粘土の粒子をもっている。砂は最も大きな粒子、シルトの粒子は砂よりも小さいが、粘土粒子よりも大きい。粘土は粒子の中で最も小さい。



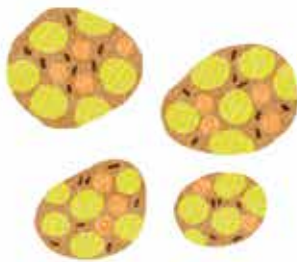
粘土質土壌は、50%の粘土と30%のシルトと20%の砂の粒子をもっている。

粘土質土壌は、他の粒子よりも多くの粘土サイズの粒子でできているので、多くの小さい隙間をつくることができる。そのおかげで、隙間にたくさんの水分を貯めることができるし、砂よりも多くの養分を植物に与えることができる。その一方で、大きな隙間や穴もあるので空気を通しやすい。ただし大きな隙間は水分を貯めないが、排水には役立つ。



シルト質土壌は、25%の粘土と35%のシルトと40%の砂粒子をもっている。

シルト質土壌はだいたい同量の砂とシルトと粘土粒子で構成されている。このタイプの土は、植物の成長に適した比率の養分と水と空気をもっている。



砂質土壌は10%の粘土と20%のシルトと70%の砂粒子をもっている。

砂質土壌は、たくさんの砂サイズの粒子からなっており、小さな隙間がつかれないために水を貯めることも養分を保持する力も小さい。だから、植物を育てるには不十分である。というのも、水分を貯める力が弱いために、常に水不足の危険にさらされるからである。

土壌粒子サイズの
大きさ

粘土粒子サイズは
0.002mm未満

シルト粒子サイズは
0.002-0.02mm

砂の粒子サイズは
0.02-2.0mm

質問があります。

なぜ稲を育てている土は、乾燥すると大きなひび割れができるんですか？
テレビで見たときには、収穫した後の田んぼの土は、乾くとたくさんのひび割れができていました。

稲作に使うたいの土壌は、たくさんの粘土を含む重粘土という土なんだ。そのような土には、湿っているときは膨らむけれど、乾くと縮む性質がある。

だから、土が乾いたときに縮んだせいで、たくさんのひび割れができると考えられているよ。



第3章 肥料

プラチャおじさん、
肥料とはなんですか。

私たちは、植物の栄養で
ある何種類の肥料を土に
あげるのですか。

肥料は粉末か顆粒で、植物の成長のために
なくてはならない養分を含んでいる。

一般に使われている肥料の種類は、
化学肥料と有機肥料とバイオ肥料
だ。今から、倉庫にあるさまざまな
種類の肥料をみせてあげよう。

有機肥料は、生物からつくられるんだ。たとえば、堆肥や
きゅう肥し、緑肥だよ。有機肥料を土にまくと、肥料はゆっくり
と植物の栄養を出し、同時に土の構造や排水性や通気性を改善
する。その結果、植物の根は有機肥料がまかれた土の中で
元気に育つことができる。

肥料保管
倉庫

でもね、有機肥料は化学肥料よりも養分の量が少ない。
それに、有機肥料は土壤微生物によって分解された後でなければ、
水に溶ける養分を土の中に出すことができない。
養分は水に溶けることで、植物の根から吸収できるんだ。

肥料保管
倉庫

きゅう肥



きゅう肥は有機肥料で、アヒルや鶏やブタ、牛などの動物の糞からできている。動物の糞からできるきゅう肥は、0.5%の窒素分と0.25%のリンと0.5%のカリウムを含んでいる。



動物の糞からできるきゅう肥の養分量は、動物が食べた食物の種類で変わる。新しいきゅう肥は、普通は長い間貯蔵されたきゅう肥よりも多くの栄養素をもっている。なんと、貯蔵されているきゅう肥や野外で保管されたきゅう肥は、養分が雨で流されるかガスとして空気中に失われる。



そのため、きゅう肥は日光や雨から守るために屋根の下においておく方がいい。十分に熟していないきゅう肥は、かえって植物に有害である。新しいきゅう肥は、植物のクズ、もみ殻、稲わら、おがくずなどと一緒に混ぜられる。そして使う少し前に日干しされる。

堆肥



堆肥は、十分に熟した有機肥料である。堆肥は、干し草、葉、稲わらなどの植物の残渣、残飯、生ゴミ、その他の有機物からできている。



農家の人たちは、自分で堆肥をつくることができる。どうするかというと、植物の残渣やその他の有機物を30cm以上積み上げて、ぺちゃんこになるまでそれを踏み続ける。そして、植物のクズ1トンにつき1.5kgから2.0kgの化学肥料（NPKを15:15:15の割合に配分）を混ぜた、きゅう肥の薄い層をつくる。それに水を撒き、最初に積み上げたきゅう肥と化学肥料の層の上にさらに植物の残渣を置いてゆく。

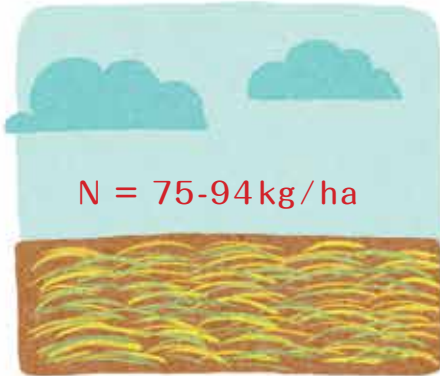


この作業は、1.5×2.0mの山ができるまで続けられる。一番上の層に草か稲わらを置き、水やりの後に土で覆う。その堆肥の山は発酵して熱を出し、有害な細菌や微生物を殺す。

緑肥 この肥料は、新鮮な葉や茎や根などからつくられる



緑肥の多くはマメ科植物である。たとえば、ササゲや、セスバニアやクロタリヤがある。これらの植物は、花が咲くまで大きくした後に土壌にすき込まれる。1週間以上たった後に、植えた作物は緑肥から放出される養分を有利に利用することができる。



マメ科の緑肥になる植物を1ヘクタールの畑に植えると、乾燥した重さで3.1トン程度の収穫がある。このようにマメ科植物は、1ヘクタール当たりにつき75kgから94kgほどの窒素成分を土に加えることができる。



一番いい緑肥になる植物は、雑草より早く成長し、密集した葉と枝をもつマメ科植物である。そうした植物の根は強く、また土の深いところまで根を伸ばすことができる。

ふつう、堆肥には1%の窒素と0.5%のリンと0.5%のカルシウムが含まれている。これは、100kgの堆肥の中に1.0kgの窒素と0.5kgのリンと0.5kgのカルシウムが入っていることを意味している。その堆肥の性質は、使う材料によって変わるんだ。

堆肥ときゅう肥にはどのくらい養分が入ってるの？ おじさん。



100kgの稲わらには、0.6kgの窒素と0.1kgのリンと1.7kgのカルシウムが含まれている。



100kgのもみ殻には、窒素は含まれていないが、0.2kgのリンと0.8kgのカルシウムが含まれている。



100kgの鶏糞の中には、2.4kgの窒素と、6.3kgのリンと、2.1kgのカルシウムが含まれている。

だから、食用作物に吸収されて失われた養分を補うために、大量の堆肥や、緑肥やきゅう肥を土に与える必要があるんだ。でも、有機肥料は重いので、それを畑に運ぶのは簡単なことではないんだ。

ひえー。そんなにたくさん肥料があるの？僕は少し混乱してきたよ。農作業をするときに、算数が必要になるんだね。

では、生物肥料ってなんですか？



生物肥料というのはね、生きている微生物（目に見えないほど小さい植物と動物）を堆肥にした肥料のことだよ。これらの微生物は、特別なことをする。つまり、植物の養分を変化させて、植物が利用できる形の養分にする能力があるんだよ。

たとえば、マメ科植物の根粒をつくる根粒菌や、モクマオウの根粒の中のフランキア、水面で育つ小さなアカウキクサの葉の中にある藍藻がある。他に、養分として利用できない形のものを、利用できる形に変えることができる微生物には、菌根菌があるよ。役に立つ菌類は、植物が利用できない化合物のリンを溶かすことができるので、植物はリンを吸収することができるようになる。



根粒



フランキア



藍藻



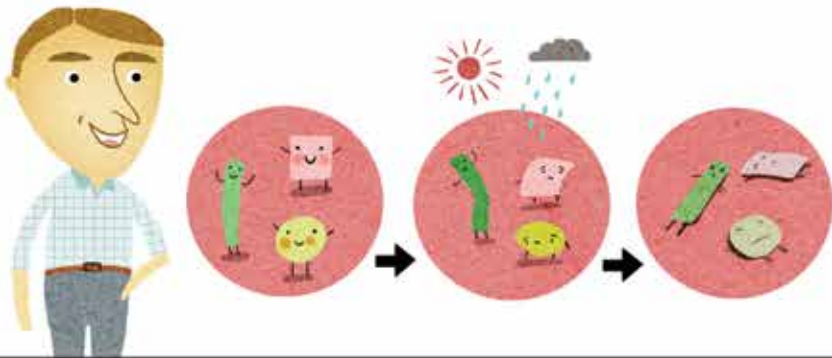
生物肥料



菌根菌

というわけで、生物肥料の保管と取り扱いには大変な手間がかかる。もし、特別な微生物が利用する前に死んでしまったら、生物肥料はもはや植物にとって役に立たなくなるからね。

さて、
次の肥料は化学肥料だよ。

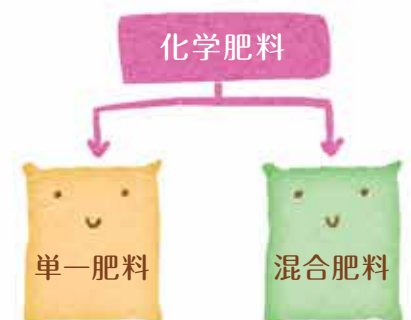


化学肥料は、もっとも単純な形の元素からできている。だから、たいていは大きな工場で、大量につくられている。化学肥料は、有機肥料と比較すると高い濃度の養分を含んでいるし、特別な養分を加えたり、取扱いや散布を簡単にするために、ある種の添加物を含んでいる。たとえば、普通の有機肥料が0.5%から2.0%の窒素しか含まないのに対して、化学肥料の尿素は46%の窒素を含んでいる。



だから、同じ量の窒素を運ぶ際に有機肥料なら23kg運ぶところを、化学肥料の尿素なら1kg運ぶだけで済むので手間がかからないという利点がある。

店で売っている化学肥料には、
ふつう2つのグループがある
(単一肥料と混合肥料)。



単一肥料は、少なくとも1種類の養分を含む化学物質である。普通、単一肥料は水に溶けやすく、植物が養分を利用するのに必要な性質をもっているし、単独で利用するか、または他の単一肥料と混ぜて混合肥料にすることができる。



窒素肥料の材料：尿素の化学式は $(\text{NH}_2)_2\text{CO}$ である (N:P:Kの比は46:0:0)。他の窒素肥料の原料には硫酸アンモニウムがある。その化学式は、 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ である (NPKの比は21:0:0)。



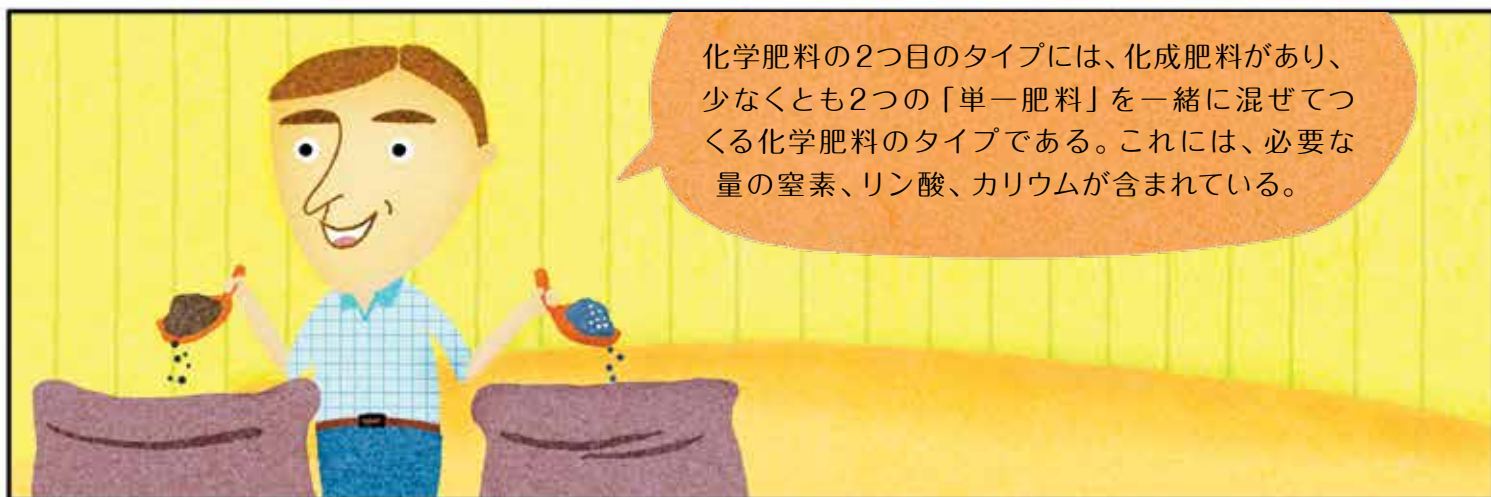
リン酸肥料の材料：重過リン酸石灰は、化学式が $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ である (N:P:Kの比は0:46:0)。他のリン酸肥料は、リン酸アンモニウムか DAP であり、その化学式は $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$ である (N:P:Kの比は18:46:0)。



カリウム肥料の材料には塩化カリウムがあり、その化学式は KCl で、硫酸カリウムの化学式は、 K_2SO_4 である (NPKの比はそれぞれ0:0:60と0:0:50)。



化学肥料の2つ目のタイプには、化成肥料があり、少なくとも2つの「単一肥料」を一緒に混ぜてつくる化学肥料のタイプである。これには、必要な量の窒素、リン酸、カリウムが含まれている。



ここでは、化成肥料がどのようにしてつくられるかを図示してみよう。
N:P:Kの比率が17:17:8の化成肥料は、尿素22kg、リン酸アンモニウム37kg、
塩化カリウム14kgを混ぜてつくる。

17:17:8 比の混合肥料



46:0:0 比の尿素

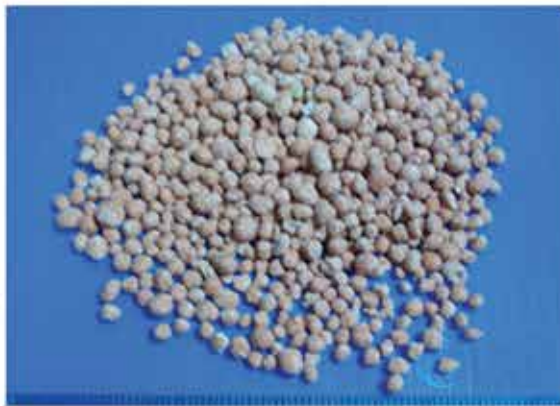


18:46:0 比のリン酸アンモニウム



0:0:60 比の塩化カリウム

肥料を扱いやすいように顆粒状、粉状、液状に処理する
方法がある。また、2種類の顆粒状の配合肥料がある。



一つは、複合肥料で、単一肥料を混ぜて
砕き、顆粒状にする肥料。



もう一つは粒状配合肥料で、同じ大き
さの肥料の材料を混ぜてそのまま使う
肥料。

学校の農業の授業で、先生は「肥料は3個の
数字を書いたラベルを肥料袋に張り付けてあり
ます」と言いました。この3個の数字は肥料の
比率なんですか？

その通りだよ。肥料の比率の数字は、窒素
(N)、リン酸 (P_2O_5)、カリウム (K) の量
を示す数字で、それぞれの重さのパーセン
テージを示している。



一つの例を挙げてみよう。15:5:5の比率は、100kgの肥料に窒素15%、リン酸5%、カリウム25%がそれぞれ含まれていることを意味している。

100kgの肥料



窒素 リン酸 カリウム
15 + 5 + 25 = 45

農家の方が100kgの肥料を買ったとき、その人はおよそ45kg分の養分を得たということ。

「肥料の比率」という言葉を聞いたんですけど、それはどういう意味ですか。

そう、肥料比率は、肥料の中のNPKの比率だよ。ある肥料の構成が違っても関わらず、もし同じ肥料比率（NPK比）だったら、それらは同じ種類とみなされる。

さて、ここで早く計算できるやり方を教えてあげよう。最初に答えた人にアイスクリームをあげようかな。

やったあ。

わあ、アイスクリーム欲しい。

16:8:8の肥料の比率が分かる人はいるかな？

わかりました。16:8:8の型の肥料は、2:1:1の比率の100kgの窒素、リン酸、カリウムの量を意味しています。



2で割ると…



20:10:10の型の肥料の比率が分かる人は？

わかった！
20:10:10比の肥料は、16-8-8比と同じ比率で2:1:1です。
しかし、100kgの20:10:10の肥料は、16:8:8の100kgの肥料より、実際の養分は多く含まれています。



ぼくは、降参するよ。



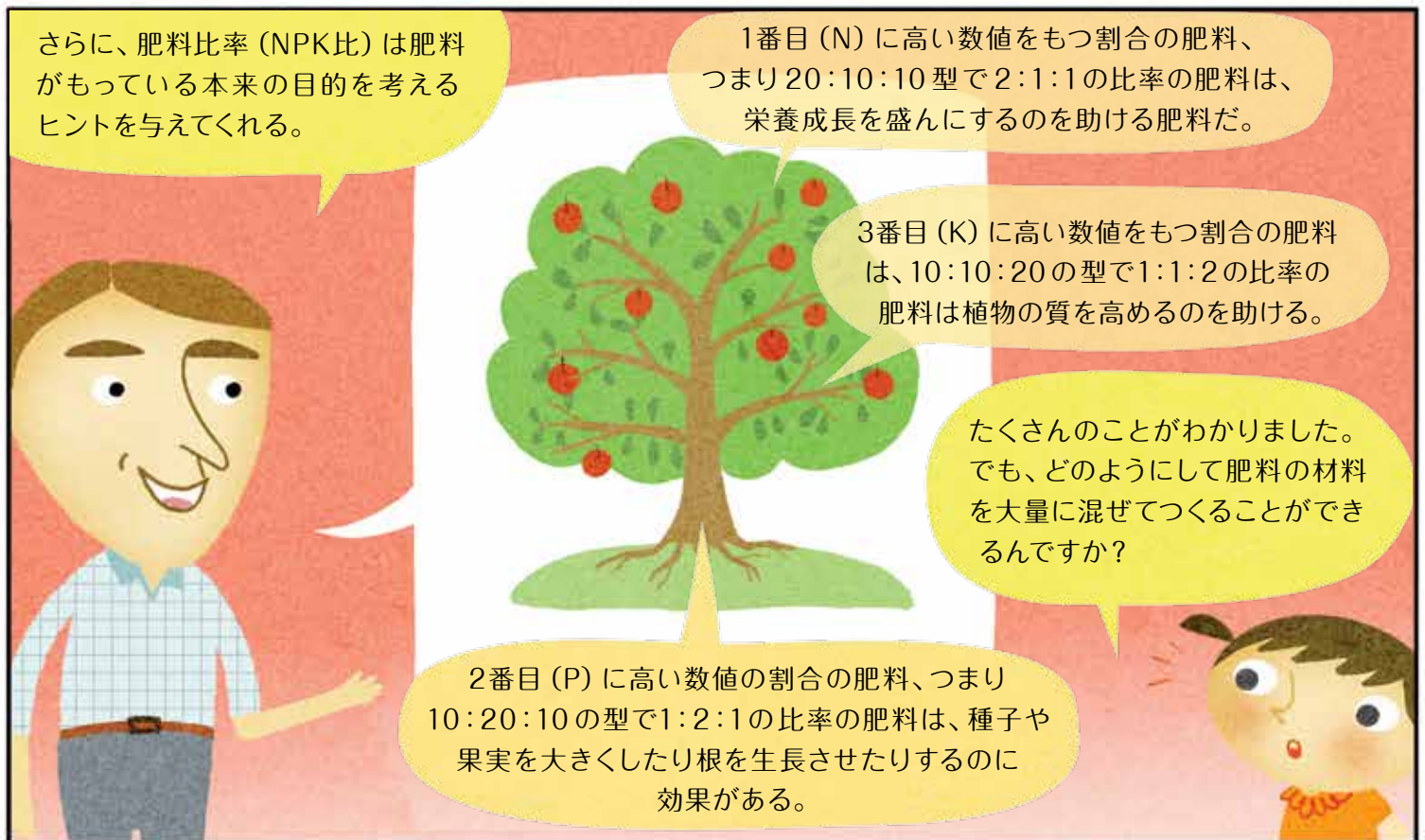
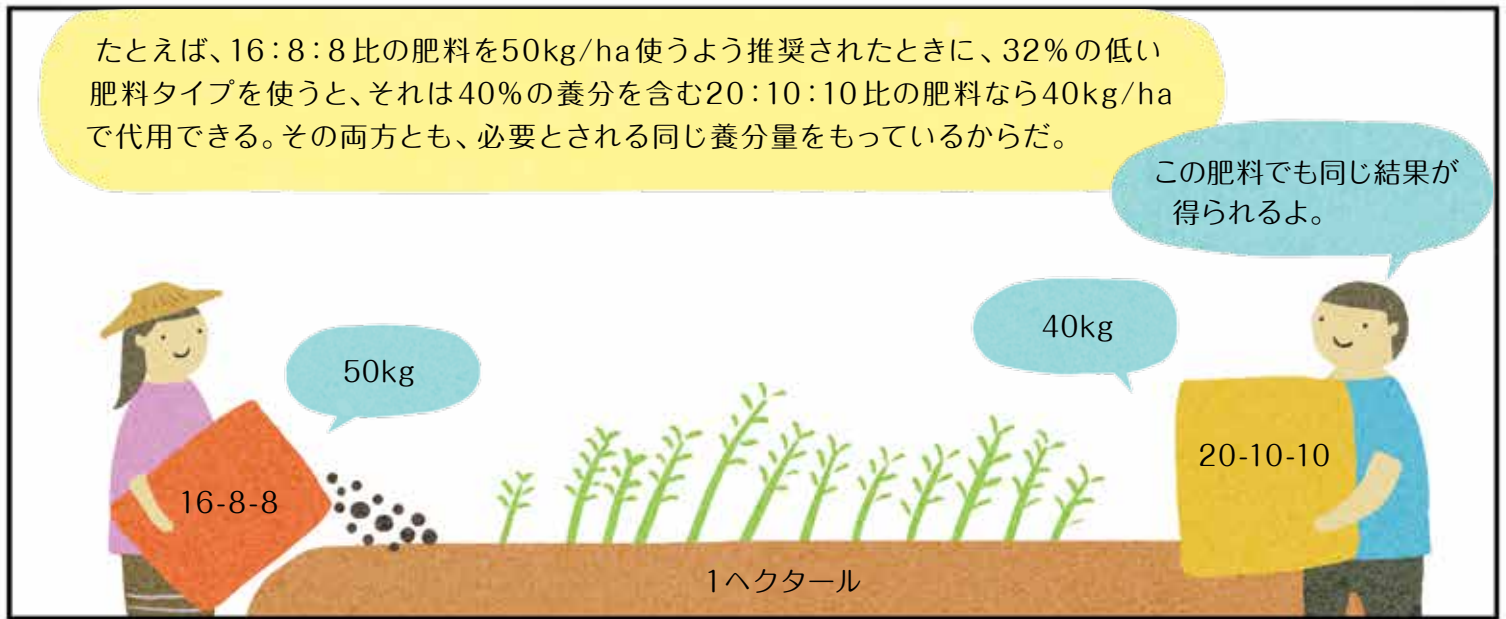
ワン！



はっはっは！
ニッドノイ、君はとても素晴らしい。
ポム、なぜ君はそんなに静かなのかな？
君の計算の答えは？

僕は、計算の競争はあきらめました。食べもの競争だったら、きっと勝てるんだけどな。





さあみんな、あっちへ行こう。
肥料の配合をどのようにして
計算するか見せてあげるから。



さあ、準備はいいかい、生徒たち。



はい、先生、
準備はできてます。

たとえば、土壌分析の結果から
推奨された肥料としてある混合
肥料があるとしよう。

私たちは、市場で売られている
単一肥料の材料を買うよね。
たとえば、18:46:0 や 0:0:60
や 46:0:0 比の肥料が売られて
いる。



稲作に推奨されている肥料なら、面積当たりの重量 (kg/ha) の養分で示される。たとえば、推奨されているNPKはそれぞれ 50:25:50 kg/ha であるが、窒素は2回施肥することになっている。そして1回目と2回目に同じ量の窒素肥料を撒く。なぜなら、窒素はかんたんに失われてしまうので、植え付け時期と出穂 (穂が出ること) 前に追肥する必要があるからだ。

肥料のやり方

- | | N | P ₂ O ₅ | K ₂ O |
|-----------------|----|-------------------------------|------------------|
| 1. 植え付けと同時に撒く | 25 | 25 | 50 kg/ha |
| 2. 2回目は、出穂の時に撒く | 25 | 0 | 0 kg/ha |

合 計

50 25 50 kg/ha

計算の方法としては、必要とされるリンの養分を最初に計算する。
それは単一肥料としてDAPを使うと18:46:0 比の肥料25kg/hと同じになるからだ。

それから、46kgのリン酸は
100kgの18:46:0の肥料から得ら
れる。また、もし25kgのリン酸を
18:46:0の肥料で撒こうとする場合、
18:46:0の肥料25kgを0.46で
割った値、つまり18:46:0比の
肥料を54.3kg撒けばよい。



54.3kgの肥料には窒素も含まれている。
100kgの18:46:0の肥料は、18kgの
窒素をもっている。
だから、54.3kgの18:46:0の肥料は
0.18に54.3を乗じた9.8kgと等しい
窒素を含んでいる。

だから、18-46-0比の肥料54.3kgは、9.8kgの窒素を供給してくれる。しかし、元肥の際に窒素25kgを施用しなければならないとすると、どれくらい窒素は不足するだろうか？



元肥の際には、25から9.8を差し引いた15.2kgが不足しています。



次は、46-0-0の場合だ。

正解だよ。
ニッドノイ。



46kgの窒素は46:0:0の肥料比率の100kgから得られることを思い出してごらん。もしさらに15.2kgの窒素が必要なら、46:0:0の比率の場合15.2を0.46で割った33kgの肥料を撒かねばならない。では、50kgの酸化カリウムを施用しなければならないときは？



$$15.2 / 0.46 = 33.0 \text{ kg}$$

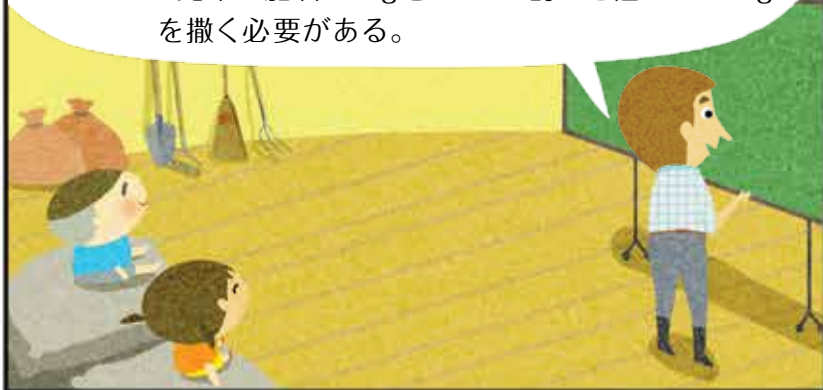
60kgのカリウムは、0:0:60比の100kgの肥料から得られる。もし、50kgの酸化カリウムが必要ならば、0:0:60の肥料比率の肥料を50kgで割った値83.3kgが施用されねばならない。

窒素肥料を2回に分けて施用するとき、それぞれは25kgになる。だから、46:0:0の肥料が2回目の肥料に25kgを与えるにはどのくらい必要かを計算する。

$$50 / 0.60 = 83.3 \text{ kg}$$



46kgの窒素が46:0:0の肥料100kgから得られることを思い出してごらん。もし、25kgの窒素がさらに必要なら、46:0:0の比率の肥料25kgを0.46で割った値の54.3kgを撒く必要がある。



そこで、こうした推奨にしたがって1haの稲作にはどのくらいの肥料が必要か、答えられる人はいるかな？



はい、私が答えられます。元肥の際に、私たちは18:46:0の肥料を54.3kg、0:0:60を83.3kg、46:0:0を33.0kgの肥料を混ぜ、それと一緒に1haに窒素25kg:リン酸25kg:酸化カリウム50kgが得られます。2回目に肥料を撒くときには、46:0:0比の54.3kgの肥料を推奨される養分として使うことになります。それは、1haあたりにつき窒素50kg、リン酸25kg、酸化カリウム50kgに等しいことを意味しています。この答えはあってますか？ おじさん。

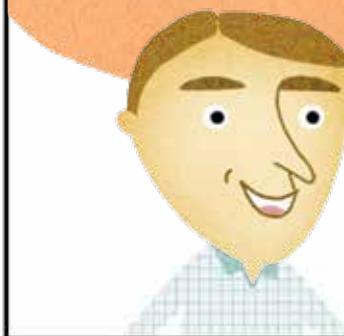


正解だよ、ニッドノイ。とてもよかった。

ほんとに素晴らしい。



ところで、君たちが肥料を買うときはとても気をつけなくてはならないことがある。化学肥料を買う場合は、養分単位あたりの肥料の価格の計算をする必要があります。一袋あたりの価格は、肥料のコストを比較する方法として正しくないことがあるためです。



たいていの農家は、より安い値段のついた肥料袋で肥料を買おうとしがちだ。それは間違っている。正しい方法は、肥料を養分単位あたりの値段で計算することだ。1袋の肥料に高い値がついている場合でも、もしそれが肥料比率の高いパーセンテージならば、養分単位あたりにすると実際は安価であるかもしれない。だから、肥料中の養分単位あたりの値段に注意しなさい。ここで私は一例を挙げてみよう。



廉価

高価



最初の例は、窒素を含んだ肥料の2袋の値段を比べることだ。
この2つの袋は、46:0:0と21:0:0の表示がある袋だけど、
その値段はそれぞれ1トンあたり473ドルと250ドルだ。

そこで、養分を基準とした単位当たりの価格を計算すると以下ようになる。
46:0:0の肥料は1トンあたり473ドルの費用がかかる。それは、1000kgの
肥料が473ドルで460kgの窒素を含んでいることを意味している。
したがって、1kgの窒素の価格は、473ドルを460で除した1.02ドルになる。



46:0:0比の肥料は
1トンあたり473ドル。

対



21:0:0比の肥料は
1トンあたり250ドル。

1トンあたり250ドルかかる21:0:0の肥料は、1000kgの肥料が210kg
の窒素で250ドルかかることを意味している。この肥料の単位当たりの
価格は、250ドルを210で除した1.19ドルになる。

その結果、21:0:0の肥料は46:0:0の
肥料よりも高く見えるが、1トン当たり
の価格で計算すると価格は安いことが
わかる。

へー、
計算しなかったら、分から
なかったことですね。

そうですね。

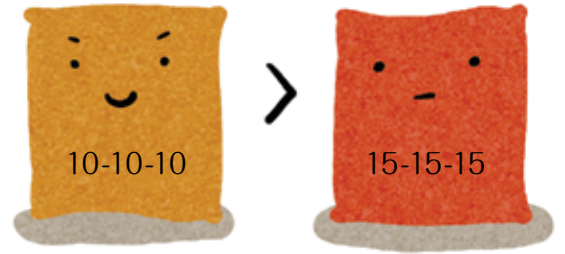
では、ほかの例も見てみようか。
15:15:15比の肥料価格と10:10
:10比の価格を比べてみよう。
私たちは肥料店から学ぶことができ
るよ。つまり、2つの肥料15:15:15
と10:10:10の価格は、1トン当たり
それぞれ673ドルと
460ドルである。

ここでは、以下のように計算すると、15:15:15比の肥料は
1トンあたり673ドルの価格になる。それは、1000kgの肥料
が673ドルで450kgの養分を含んでいること意味している。
だから、窒素とリン酸と酸化カリウムを混合した1kgの価格
は、673ドルを450で除した4.49ドルになる。

もう一つの肥料、10:10:10比の肥料では、1トン当たり460ドルの価格の場合、1000kgの肥料が460ドルの値段で300kgの養分を含んでいることを意味している。だから、窒素、リン酸、酸カリウムを混合した1kgの価格は、460ドルを300で除した1.53ドルになる。



養分を基準とした肥料の価格で計算すると、びっくりするような結果がでてくるよ。というのは、10:10:10の肥料の1トン当たりの価格は、15:15:15の肥料の1トン当たりの価格よりも安いけれども、単位養分当たりの価格で比べると、逆に高つくことがわかる。



最後の例は有機肥料にかかる植物養分の価格だ。ここでの例では、2:1:1の表示がある233ドルの価格の有機肥料を挙げてみよう。これは、1000kgの有機肥料が40kgの養分を含んでいることを意味している。だから、1kgの養分は233ドルを40で除した5.82ドルになる。

養分を基準とした価格での詳細な比較は、この例では有機肥料が化学肥料よりも高いことを示している。

有機肥料



化学肥料

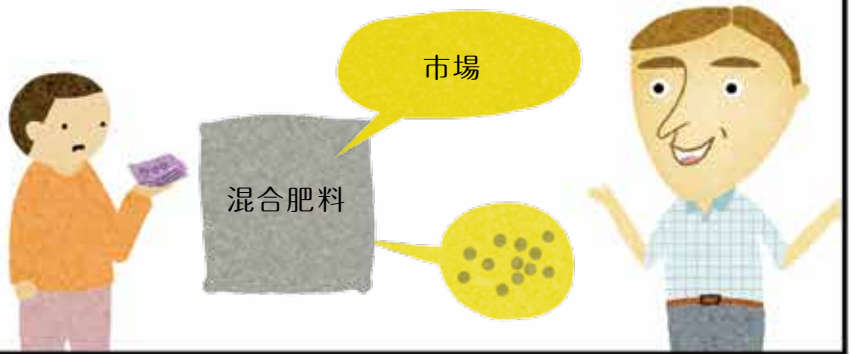
有機肥料について考えるためにもう一つ付け加えよう。全部で40kgの養分しかない1トンの有機肥料は、そのままでは植物は利用することができない。なぜなら、有機肥料は、有機化合物の形態をとっていて、微生物によって単純な無機化合物に分解されなければ水に溶けないからだ。植物が実際に有機肥料を使えるようになるまで、有機肥料を撒いた初年度は、全養分の10-70%しか利用できないかもしれない。この数値の違いは、有機肥料の種類や撒いた土壌の条件次第で変わるからなんだ。



そうすると、農家の人たちは、大量の混合肥料を準備するために配合肥料か単一肥料を買わねばならないのですか。



大量の混合肥料を準備することは、効果的に肥料を利用するための一つの方法だ。そのうえ、価格もずっと安い。なぜなら粒にする費用が市場で売るときには、すでに化成肥料の価格に含まれているからだ。



農家の人は、自分たちで大量に混合肥料をつくるために肥料の材料を買わねばならない。農家は作物と土壌のために必要とされる肥料の効果が得られるだけでなく、自分で肥料をつくることは低品質の肥料が偽造の肥料にだまされないようにするのも役立つ。



だから、政府が「単一肥料」をもっと売るように後押しすれば、農家は自分で大量の混合肥料を準備できる。



私はプラチャおじさんから学んだことの中で、まだ理解できないことがあります。それは、なぜ人々の中には化学肥料の使用を好まない人がいるのか。化学肥料は殺虫剤のような毒だからですか？



ポム、君は答えることができるよね。





化学肥料は毒物ではないよ。
それらは、殺虫剤とは違った働きをするんだ。
化学肥料は、植物に養分を与えてくれるんだ。

殺虫剤も化学物質です。
しかし、それは植物や穀物やその他の
食料を、病気や害虫や雑草から守る
手助けをしてくれます。



その通り。たいていの殺虫剤もまた化合物であり、気を付けて使わないと使用者と消費者の健康を害することにもなるし、環境汚染を招くことにもなる。だから、細心の注意を払わなくてはいけない。



はい。その際、殺虫剤には警告ラベル貼らなければいけません。
たとえば、取れたての農産物は、消費者などに危険が無いレベルまで
残留毒素を減らすために、農薬を散布した後、数週間たってから
収穫しなければなりません。



そうですね。

みんな、散歩に出よう。
そうすれば、すっきり目が覚め
るだろう。



第4章 肥料の効果的なやり方

はい

はい

父さん、あれはチョム
おじさんだね？




おはようございます。
チョムおじさん。

おはようみなさん。
ブラチャさん。

おはようございます。
チョムおじさん。


おはようございます。
チョムおじさん。






君はニッドノイだね。
プラチャおじさんが君を農場に連れてくると
話してたよ。ここはどうだい？
楽しいかい？

すごく楽しいです！
今日は、プラチャおじさんが私とポムに
土壌と肥料について教えてくれました。
私は、知らなかった面白いことを
たくさん学びました。



チョムさん、私は子どもたちにこの周りを
案内しようと思っています。チョムさんも
一緒にどうですか？

もちろん一緒したい。
ちょうど野菜畑の水やりが
終わったところだからね。



それはね、長い間、作物を栽培するために使った後の土壌が養分を
使い切ってしまう、その結果、植物の成長が悪くなってしまふからだよ。
それは、植物を成長させるのに十分な養分が無いからおこることだよ。
そのため、化学肥料で養分を補ってやる必要があるんだ。特にNPKをね。

父さん、チョムおじさん。
僕は、まだまだわからないことがある
んです。私たちがすでに堆肥やきゅう肥、
生物肥料をもっている、なぜ私たちは
食用作物を栽培するときに化学肥料を
使う必要があるのですか？

それとは別に、化学肥料はふつう価格が安いし、不足する養分の量を正確に計算できるし、簡単に手に入れることができるからだよ。



有機肥料はね、養分含有量が少ないでしょ。だから、もし有機肥料だけを施肥するとしたら、とても大量の有機肥料が必要になるだろうね。畑に有機肥料を運ぶための高い運送費もかかるしね。だけど、有機肥料を使い続けることができれば、土壌の通気性が改善され、また植物の根がよく伸びて土壌を柔らかくしてくれる。その結果、化学肥料がもっと効果を表すことができるようになるしね。



この話をまとめると、化学肥料と有機肥料を一緒に使うことによって、もっともよい結果をもたらすことになるんだよ。

そうなんですか。



でも、農家の人たちは、化学肥料を使うとき、どの種類をどれくらいの量で、またどんな方法で撒くのか知っているのですか。



肥料をやるコストは、「リービッチの最小養分律」に当てはまるよ。この法則は、もっとも欠乏する養分元素が植物の成長を制限することを意味している。だから、肥料をやる際には、もっとも不足する養分を加えることが重要なんだ。だから、農家の人は自分の栽培する作物のことを知らなければならないし、またより元気な作物を育てるためには自分の畑の土壌のことよく知らなければならないね。

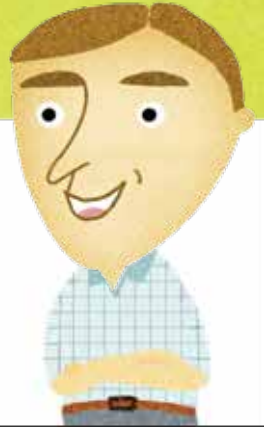
不足している
養分の分析





父さん、以前僕は「土壌統の分類」と呼ばれる本を読んだことがあります。土壌統の分類ってなんですか。どうやって利用するんですか？ どのようにして分類したのですか？

植物はね、土壌の違いでよく育ったり、育たなかったりすることがあるんだ。タイでは、ほかの人に土壌の性質を伝えたり、また土壌を考えたりするため土壌を分類し、それぞれの土壌に名前を付けているんだ。タイ政府の土地開発局が、タイの農地土壌を240種に分類している。これらの土壌の種類は、ソイルシリーズ（土壌統）と呼ばれている。土壌の性質（土性・土色・土層・pHその他）は、簡単には変化するものではないので、その性質を使って分類するんだ。これらの性質は、長年の間、同じ状態のままだから分類するのに適しているけど、土壌中の養分は、いくつの作物を栽培したかや、どのくらいの肥料が撒かれたかで変化するものだから、分類する性質には適さないんだ。



だからね、化学肥料を有効に使うには、土壌の種類、特に土壌統を考慮する必要があるんだ。土壌統はそれぞれすべて名前をもっている。ちょうど、ポムやニッドノイのようにね。



私たちは、自分の農地がどの土壌統なのかを知ったうえで、その土にどれくらい肥料をやるべきかがわかるんですか。



農家の人は、どの肥料をどれくらいの養分を撒いたらいいか、作物を植える前に自分の農地の土を分析することによって、その適量を知ることができる。また、自分が栽培したい食用作物の性質を知る必要がある。なぜなら、それぞれの作物は違う種類と量の養分を必要としているからだ。土壌の研究者が実験をするのは、土壌を分析することで作物にどのくらいの肥料が必要かを見つけるためなんだ。



農家の人たちは、肥料を適切な時期に適量を撒く必要がある。なぜなら、植物が育つためには養分が必要だからだよ。これは、植物がどのように育ち、どの種類の養分が必要かを理解することが大切だということだね。それは、植物が育つ長さにも関係している。

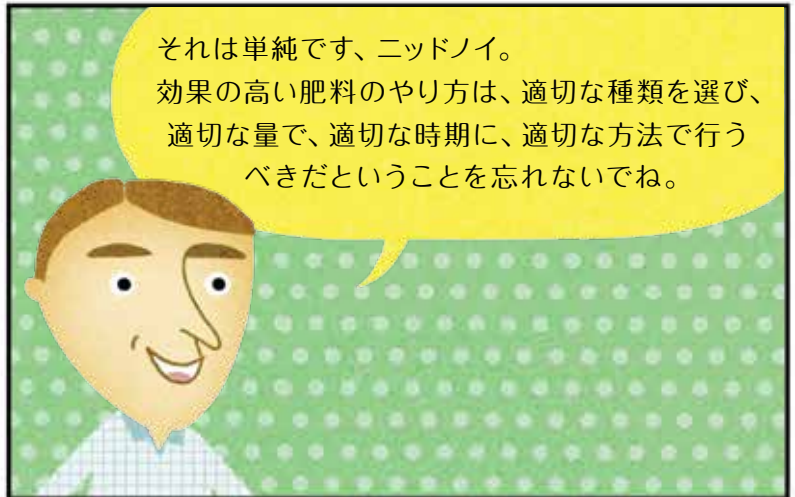
どのくらい肥料を施用するべきかを学んだあと、肥料のやり方はどうするんですか？



肥料の効果を高めるにはどうするんですか？



それは単純です、ニッドノイ。効果の高い肥料のやり方は、適切な種類を選び、適切な量で、適切な時期に、適切な方法で行うべきだということを忘れないでね。



この単純な答えは、使う土の種類を観察し、知ることから始められる。たとえば、土壌が固ければ柔らかくしなければならぬし、また可能ならば有機肥料を使った方がいい。もしその土が十分な養分をもっていない場合には、化学肥料が必要だね。

養分の量を簡単に言えば、植物の必要とする養分と土壌が供給できる養分量が一致してはならない。土壌が供給できない養分がある場合には、必要な養分を加える必要がある。それは化学肥料と有機肥料を組み合わせるものなるだろう。



そのうえで、適切な方法で適切な時期に肥料をやらねばいけないね。



私たちは、適切な種類、適切な量、適切な時期、適切な方法について覚えました。おじさん。



ところで、植物の残渣（収穫されない葉や茎）があるなら土壌に鋤き込むことが必要だし、緑肥や堆肥は、土を改善するために使わなくてはならない。また、いい生物肥料があるなら、化学肥料の使用を減らすために役に立つだろう。



化学肥料は土を汚染するんですか？



いいえ、そうではないよ。だけどあまりにも過剰な養分は食用作物を傷つけてしまうことになる。たとえば、窒素肥料をやりすぎると植物を弱らせたり、多すぎる葉を茂らせることにもなるかもしれない。その結果、病虫害にかかりやすくなるんだ。さらに、窒素肥料をやりすぎると、やり過ぎた分が地下水や用水路や川に溶け出して、水が汚染されることにもなる。



集落から出る家畜堆肥やゴミや汚い水にある窒素を、きちっと管理しないと環境も汚染されるでしょう。



私から一つの話をしてあげよう。もし、稲作農家が窒素肥料をやり過ぎると、いくつかの不都合なことが起きることになる。たとえば、稲は収穫する前に穂を落としてしまい、収量が減ってしまう。また、昆虫や病気が増えて、たくさんの殺虫剤を散布することになる。その結果、生産費用は高くなり、またコメを食べる人にとって、安全ではない米になってしまうかもしれない。



過剰なリンとカリウムの肥料が、悪い土をよい土にすることはない。それに、これらの肥料は土壌中に蓄積されても植物にとってあまり役には立たない化合物になる。つまり、お金の無駄である。肥料の適切な施用は、不足した養分のみを施用することですね。



化学肥料が悪い土をつくるわけではないんですね。でも、間違った使い方をする、環境を悪化させることになるんだね。

質問です。化学肥料は、土を固くさせますか？



化学肥料が、固い土や締まった土をつくる原因ではないんだ。固い土や締まった土は、いろんな理由で起こるんだ。たとえば、大型機械や水牛による土壌の耕起や、条件が悪いときに行う耕起のせいだよ。



固く、締まった土は、表土が失われることでも生じる。たとえば、土壌侵食は、激しい雨や畑に作物がない時に斜面地で起こりやすい。そのような場合、表土は流され堅く締まった下層の土を露出させてしまう。



土壌に含まれている有機物の量が減ると、土壌は固くなり、締まってしまふんだ。



土壌中の有機物は、ふつうは長い時間をかけて分解する。土壌が、長い間、作物を栽培するために使われた場合、鉢の中の土でさえ、有機物の量は減ってゆく。柔らかい土壌は、次第に締まってゆき、そうすると、柔軟な土を維持するためには定期的に有機物を加えてやらなくてはならない。

固まった土



私、
今わかったわ。



ニッドノイ、
これって面白いよね。



今日、プラチャおじさんとポムと一緒にこの旅行につれてきてもらい、私はとても幸せです。私は、土壌についてたくさん学びました。もし私が、バンコクにいたままなら、これらすべてのことを見る機会がなかったと思います。私は、プラチャおじさんとチョムおじさん、そしてポムに感謝しなくてはなりません。この休暇は、私にとってかけがえのない素敵なものになりました。



次の学校の休みには、私はまたここに戻ってきたいな。その時は、友達を連れて来ていいですか？

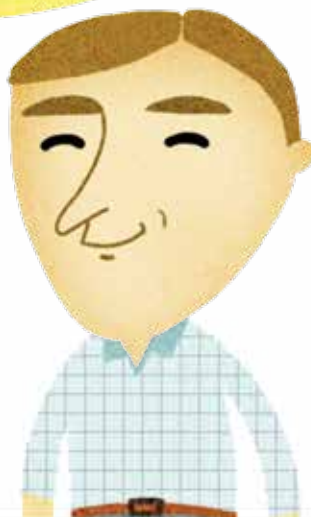


もちろんだよ、ニッドノイ。いつでも歓迎するよ。

友達全員を連れて来たら、僕にも新しい友だちができるね。



私から君の両親にいくつかの贈り物があるよ。君の家では植物を育てるのに十分広い場所がないだろうから、君には鉢植え植物をいくつか選んであげよう。いいかい。



素敵！おじさんはとても親切ね。私の家にも、ここにあるおじさんの農家と同じくらいの日陰が欲しい。バンコクでは、樹木が少ないので、とても暑いのだ。





このたび Eco-community Vigor Foundation で出版されている Soils and Fertilizers, the true story の日本語訳を出版することは、私たちにとって大きな喜びです。

この本は豊富な経験則や農耕技術を持つ世界中の農民に、より適切な化学肥料の施用について深く理解してもらうことを目的としています。また、土壌や化学肥料の重要な概念を図解解説している現本を用いることで、子供から大人までが親しめるものにしました。これらの概念を分かりやすい多言語訳することは我々翻訳チームにとっての挑戦でもありました。

この本への翻訳と画像の提供を快諾してくださった、Professor Dr. Tasnee Attanandana, Dr. Prateep Verapattananirund and Professor Dr. Russell Yost に謝辞を申し上げます。また、この本の作成に参加してくださった方々に厚く御礼申し上げます。

本書が農業を営む世界中の老若男女に貢献すると同時に、これから農業を営む人達の一助になることを切に願っています。

平成 30 年 2 月 8 日

総合地球環境学研究所「砂漠化をめぐる風と人と土」プロジェクト

宮崎英寿、田中樹

日本語版の監修：宮崎英寿、田中樹、林幸博

日本語版のアレンジ：五十川あき



Professor Dr. Tasnee Attanandana

Education

B.S. (Hons.) Kasetsart University
M.S. University of the Philippines
D.Agr. Kyoto University

Experiences

- Professor of Department of Soil Science, Kasetsart University
- Site-specific nutrient management
- Domestic wastewater treatment using Multi-soil-layering system
- Team leader on KU soil test kit development



Dr. Prateep Verapattananirund

Education

B.S. Kasetsart University
M.S. Chiba University
D.Agr. Kyoto University

Experiences

- Researcher, Department of Agriculture
- President, Eco-community Vigor Foundation
- Consultant, Pan Group
- Sustainable agriculture development, building capacity of farmers, farmer networking, human resource development, participatory, strategic planning (Smart planning)



Professor Dr. Russell Yost

Education

B.S. Kansas State University
M.S. University of Nebraska-Lincoln
Ph.D. North Carolina State University

Experiences

- Professor, Department of Tropical Plant and Soil Sciences, University of Hawaii at Manoa
- Computer applications in Soil and Agricultural Science – Phosphorus Decision Support System (PDSS), Nutrient Management in Agricultural Systems (NuMaSS),
- Water conservation & harvesting – West Africa
- Teaches courses in Soil-Plant-Nutrient Interactions, Geospatial Analysis of Natural Resource Data
- Fulbright Scholar – Mozambique 2009