

自分の畑は自分で診断する

これなら分かる「土と肥料」の実践講座

第7回



衣となる小麦粉、身のエビ、そして揚げる油。その大半は輸入物。純国産は、いまや水だけか……

農業技術コンサルタント「プリーティローズ」

主幹 関 祐二



1953年静岡県生まれ。東京農業大学において実際に即した土壌学にふれる。75年より農業を営む。営農を続ける中で、実際の現場に、いかに土壌・肥料の知識が普及していないかを知る。現場の実際に即した農業技術を民間からも普及する必要性を痛感し、84年から土壌・肥料を中心とした農業コンサルタントを始める。

〒421-03静岡県榛原郡吉田町川尻3046-16 ☎0548 (32) 2758
FAX 0548 (32) 9229

天ぷらを世に送り出した土

私たちが常日ごころ何げなく食べている天ぷらという料理。これが一般のお座敷料理として定着したのは、一八〇〇年ごろというから、江戸の末期のことだ。

それまで、江戸の町から少し離れた近郊農村地帯は、原野が開墾されたものの、やせた火山灰土のため作物の栽培は困難をきわめた。

ところが、江戸の人口が増え、その人糞尿が大八車にのって、やせた開墾畑に還元され始めると、土壌改良が少しずつ進み始める。

その結果、熟燻化した畑から、天ぷら粉の原料となる小麦、天ぷら油を取るためのナタネやゴマ、そして揚げ材料としての各種野菜の生産が盛んに行われるようになる。

さらに、北関東の比較的やせた土でも生産可能だった大豆は、銚子でしよう油に加工され、天つゆに使われたのだろう。そしてこの時期、江戸沿岸の漁業の進歩によって、江戸前の魚が豊富に回るようになったことも一因となり、かくして、庶民が天ぷらを食べられるようになったのだという。

身近な食べ物の一つを考えてみても、そこには、土を作ってきた人の歴史があるという話である。ぜひ、私たちも先人の知恵と努力に思いをいたし、科学的な知恵を駆使して、安定した土をこしらえていきたいものである。

リン酸の性質

リン酸固定……… 今回は、施肥管理

のメカニズムが複雑であり、したがって、その適正値の判断において、多くの農業者がもつとも迷っているのではないかとと思われるリン酸の問題を取り上げる。

リン酸は販売肥料のなかで、成分当たりの単価がもつとも高い。そして、指導機関によってなされるリン酸施用に関する指導が、土に対する総合的な視点を欠き、しかも、指導機関によってまちまちであったりすることも、農業経営者の当惑を招いているように感じる。五月に開いた「第1回土壌肥料学セミナー」でも、このリン酸施用に関する質問がいくつもあったことも、このことを裏づけているように思う。指導機関の問題は、後述する。

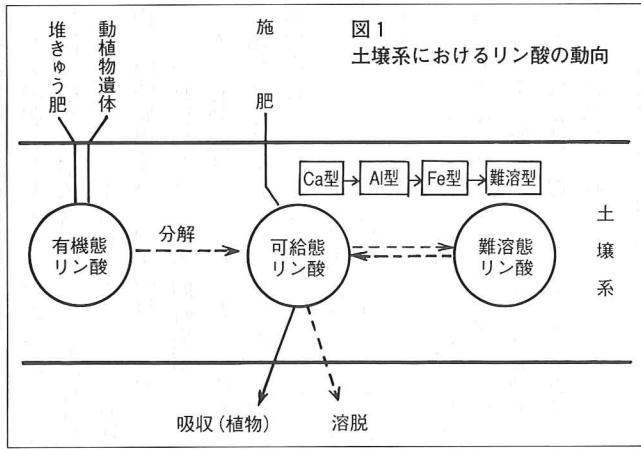
では、リン酸成分とは、化学的にはどんなものだろうか。

この連載の第5回と第6回で土の保肥の仕組みと、その保肥している成分のバランスの問題を取り上げた。そして、この一連の保肥のメカニズムは、土のコロイドがマイナスの電気を帯びていることから、肥料成分のなかでもプラスイオンの交換現象によって起こることを見てきた。

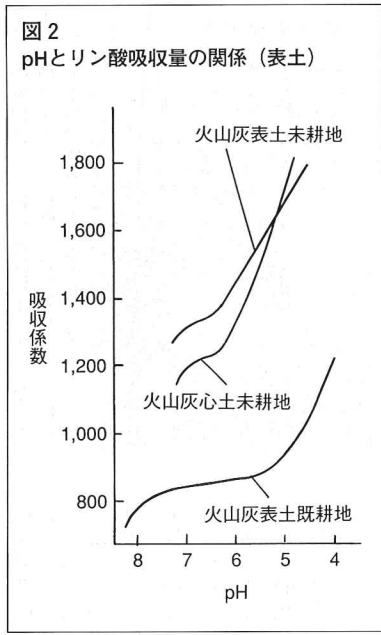
具体的には、アンモニウムイオン(NH₄⁺)、カリウムイオン(K⁺)、マグネシウムイオン(Mg²⁺)、カルシウムイオン(Ca²⁺)といった塩基と、水素イオンが土の陽イオン吸着にかかわるものだった。

これに対してリン酸イオン(PO₄³⁻)は、マイナスイオンである。しかも、リン酸

リン酸肥料 リン酸施肥の間違いとその原因



リン酸固定のメカニズム……このリン酸固定のメカニズムは、土のコロイドというより、土のコロイド核にその原因がある。コロイド核は、粘土鉱物と腐植で形



出典：横井利直著『土壌——土のみかた考え方』

表1 有効態リン酸の改良目標値

作物	改良目標値 (mg/100g)	備考
野菜	20~50	花きも同様
普通畑作物	10~20	果樹も同様

土壌診断を受けて、有効態リン酸の数値がこの改良目標値より少ない場合は、当然リン酸施用の必要がある。その施用の方法と量について述べる。その施用まず、pHが酸性に傾いている場合は、必ず酸性改良を行ってから、リン酸施用することが前提である。リン酸肥料を施しても、コロイド核のアルミニウムなどと結合させてしまつては全くの無駄である。そのため、堆肥のような有機物を一〇aあたり一〜二t最低用意し、有機物とリン酸肥料の同時施

成されている。そして粘土鉱物はケイ酸とアルミニウムが結晶化したものであつたが（第4回）、鉄も一部骨格をなしている。アルミニウムと鉄は、土のpHが酸性に傾くと土壌溶液中に溶けてくる。これを化学的にアルミニウムと鉄が活性化するという。活性化して土壌溶液中に溶け出してきたアルミニウムと鉄は、リン酸イオンと強く結合してしまい、そのためにリン酸がなかなか作物に吸収されないのである。とくに、土壌中に有機物が不足していると、この傾向は著しく現われる。

このアルミニウムと結合したリン酸をリン酸アルミニウムといい、鉄と結合したものをリン酸鉄という。作物が利用できると考えられているのは、リン酸と石灰が弱く結びついた形態のリン酸石灰で、これが可給態のリン酸分である。土の中のリン酸の固定は不可給化は、例えば、私たちがハイキングに缶詰を持つていったものの、食べようと思つたら缶切りがない、という状態といえる。つまり、たとえ食べものが存在していても、それを食ふことができないのだ。

一方の砂土は、粘土鉱物そのものを含まない。火山灰土が高いリン酸吸収係数を示す理由は、コロイド核が高い比率でアルミニウムを含むからだ。そして、このアルミニウムは、わずかの酸性化によって活性化してリン酸と強く結合してしまう。そのため、火山灰土のpH管理は、わずかの酸性化も許されないのである。

固定して不可給リン酸吸収係数……土がリン酸を吸収してしまうことを、とくに土のリン酸数として表している。これは、土に一定量のリン酸液を与え、土壌一〇〇gが吸収したリン酸の量をmgで表したものである。この係数が大きい土ほど、リン酸成分を不可給化してしまう力が強い。

日本の耕地のリン酸吸収係数の平均は約七〇〇だが、日本の畑地に多く分布する火山灰土は二〇〇以上のリン酸吸収係数を示す。昔から農家のあいだで、肥料ばかりくつて、作物のできない土と嫌われたゆえんである。逆に砂土では三〇〇くらいしかなく、ややもするとたいへんなリン酸過剰の作土になってしまうことも少なくない。

圃場のリン酸施用を考える指標、それが有効態リン酸である。この有効態リン酸とは、作物が吸収利用できるリン酸が、土の中にどれくらいあるかを知るものである。先に述べたリン酸石灰の形態のものと考えるとよい。有効態リン酸は、通常トルオグ法という分析法で調べるが、単位はmg/100gで表される。なお、この有効態リン酸の分析法には、ブレイ法というものもあるが、実際にはあまり使われていない。有効態リン酸の改良目標値を表1に示しておこう。

ここで問題が出てくる。リン酸吸収係数を知ることによって、土がリン酸を不可給化する傾向をみることはできる。ところが、現場にとつて大事なことはリン酸施用をどうするかという問題である。リン酸吸収係数は、この疑問には答えてくれない。

固定して不可給リン酸吸収係数……土がリン酸を吸収してしまうことを、とくに土のリン酸数として表している。これは、土に一定量のリン酸液を与え、土壌一〇〇gが吸収したリン酸の量をmgで表したものである。この係数が大きい土ほど、リン酸成分を不可給化してしまう力が強い。

ここで問題が出てくる。リン酸吸収係数を知ることによって、土がリン酸を不可給化する傾向をみることはできる。ところが、現場にとつて大事なことはリン酸施用をどうするかという問題である。リン酸吸収係数は、この疑問には答えてくれない。

圃場のリン酸施用を考える指標、それが有効態リン酸である。この有効態リン酸とは、作物が吸収利用できるリン酸が、土の中にどれくらいあるかを知るものである。先に述べたリン酸石灰の形態のものと考えるとよい。有効態リン酸は、通常トルオグ法という分析法で調べるが、単位はmg/100gで表される。なお、この有効態リン酸の分析法には、ブレイ法というものもあるが、実際にはあまり使われていない。有効態リン酸の改良目標値を表1に示しておこう。

圃場のリン酸施用を考える指標、それが有効態リン酸である。この有効態リン酸とは、作物が吸収利用できるリン酸が、土の中にどれくらいあるかを知るものである。先に述べたリン酸石灰の形態のものと考えるとよい。有効態リン酸は、通常トルオグ法という分析法で調べるが、単位はmg/100gで表される。なお、この有効態リン酸の分析法には、ブレイ法というものもあるが、実際にはあまり使われていない。有効態リン酸の改良目標値を表1に示しておこう。

圃場のリン酸施用を考える指標、それが有効態リン酸である。この有効態リン酸とは、作物が吸収利用できるリン酸が、土の中にどれくらいあるかを知るものである。先に述べたリン酸石灰の形態のものと考えるとよい。有効態リン酸は、通常トルオグ法という分析法で調べるが、単位はmg/100gで表される。なお、この有効態リン酸の分析法には、ブレイ法というものもあるが、実際にはあまり使われていない。有効態リン酸の改良目標値を表1に示しておこう。

用を行うことがポイントである。

リン酸肥料としては、後から述べるく溶性の溶リンが適当だろう。その量は、一〇a当たり三〜五袋。あくまでも有機物と同時に施用する際の量の目安である。

この有機物とリン酸の同時施用を行っても、有効態リン酸がいちどきに改良目標値に達するわけではない。だが、同時施用を行って、まず一作つくってみるのである。これを毎作くり返すことで、少しずつリン酸不足は改善されていくのである。

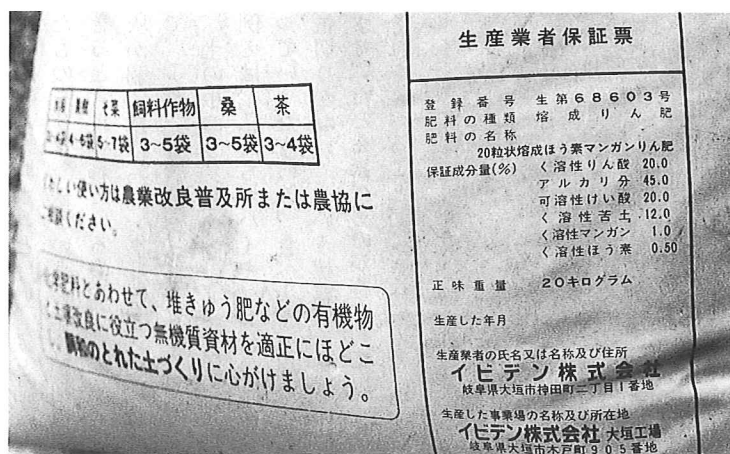
ここで忘れてならないことは、表層土のみの改良ではなく、深く耕すことによつて、下層四〇cmくらいまでは有効態リン酸の適正值を保つことが大事であることとを、指摘しておく。

リン酸過剰施肥の実態とその原因

リン酸成分は土と結びつきやすいことから、当然、土中の移動もたいへん小さい。そのため、表層土には十分含まれていても、下層では不足となっていることもよくあることだ。耕起の深さの浅くかつている現在、とくにこの問題は重要である。

前回では、塩基分の作土への過剰集積について説明したが、このリン酸分は、その過剰蓄積による害が割合に出にくいことから、かえって末期的な過剰蓄積を招き、その被害を受けている事例が多く見受けられる。施設土壌では、有効態リン酸が三〇〇mg/100gという所さえある。この数値は土全体の三%にも及ぶ量である。ナタネ油かすのリン酸含量が二%くらいだから、肥料そのものよりも多い

溶リンの施用量は、指導機関によつてまちまち。肥料袋の裏を見て、相談を受けた普及所や農協が、果たして正しい処方を下せるのだろうか？



リン酸が作土にあることになっているのである。

図3は、過去二五年間における神奈川県三浦半島の土壌の有効態リン酸の推移を調査したグラフを示したものが、昭和三三年当時には、ほぼ一〇〇%の土が有効態リン酸は一〇以下の数値だった。つまり、リン酸施用を不可欠としていたのである。

ところが、時代が進むにしたがって有効態リン酸の数値は、どんどん上昇していく。昭和五八年には、改良目標値を超える五〇以上の土が、全体の三〇%を超すようになっていた。つまり、リン酸を

施す必要のない土が出現しているのである。しかも、一〇〇を超す土が一〇%もある。この当時でさえそうなのだから、現在は、さらにこの実態は進んでいるのではないだろうか。

どうして、こんな事態になっているのだろうか？ その原因は、農業者が施肥の基本的知識を持っていないことにもあるが、農業者を指導する側もよく理解していないことを指摘しなければならぬ。そして、戦後の化学工業の進歩によつて、すぐれた三要素入りの肥料が登場して、それを盲目的に使用するようになってしまった現在の肥料流通やその利用の仕方にも、原因があるといえる。

つまり、三要素中の窒素分は空気中や下層に揮散したり、移動したりするので蓄積されない。ところが、リン酸はほとんど移動せず、三要素入り化成肥料が施されるたびに、土中に蓄積していくのである。単肥を別々に購入して、それぞれを施用する面倒がいらぬ三要素入り肥料は、ちょうど幕の内弁当のようなものである。何でもそろっているもので、確かに便利ではある。ところが、いま食べたくもないもの、あるいは嫌いなものまで入っているのが幕の内弁当である。圃場によつては、全く必要もない成分まで入れてしまう危険性もあることを心得ていてほしい。

リン酸肥料の種類と性質

ここまでの話を整理する意味を含めて、以下にリン酸肥料の種類と性質を取り上げ、その使い方について述べてみよう。

まず、リン酸肥料はその肥効によつて、水溶性とく溶性の二つに分けられる。水

溶性は、文字どおり水に溶ける形のリン酸成分である。く溶性とは、二%のクエン酸に溶けるリン酸成分である。

水溶性リン酸は、肥効が速いという特徴を持っている。ところが、水に溶けたリン酸分が容易に土中の活性化したアルミニウムや鉄と結びついて、土に固定されてしまう。

これに対してく溶性リン酸は、水には溶けず、土に施されると作物の根や粘土によつてはじめてリン酸成分が少しずつ溶け出して、ゆるやかに吸収される。このため、肥効は遅いが、肥料の損失は少ないという特徴を持つ。

水溶性リン酸を主体とした肥料……

水溶性リン酸を主体とした肥料には、過リン酸石灰がある。保証成分として一七%の水溶性リン酸を含み、荷姿は二〇kg、粒状で一袋九九〇円、粉状で八六〇円というのが平均的な値段である。製法は、リン鉱石に硫酸を加えて混合、反応、熟成させたもので、灰白色をしている。

速効性であるが、土の固定作用を受けやすいために肥効の持続期間は短い。現在は、肥効を高め（直接土との接触を少なくする）、散布しやすくするために粒状に加工したものが主流となっている。粉状もある。副成分として六〇%程度の石こう（硫酸石灰）を含むので、石灰とイオウの給源にもなる。施すときは、播種溝や植え溝に堆肥や有機質肥料とともに施すのが理想。また、硫酸根を含むので水田には使わないこと。

く溶性リン酸を主体とした肥料……

く溶性リン酸肥料の代表が燐性リン肥

(熔リン)である。保証成分としてく溶性リン酸二〇%を含み、その他く溶性苦土一五%、有効ケイ酸二〇%などを含み、アルカリ度は五〇%。荷姿二〇kgで一〇〇円である。リン鉱石に蛇紋岩や塩基性苦土含有物を加えて混合し、高温で熔解して水中で急冷させ、細かく砕いて乾燥したもの。

このく溶性リン酸肥料は、元肥として使うのが前提である。開墾地や、プラウ耕によって最初に心土を出すような栽培では、熔リンと過リン酸石灰を四対一くらいの割合で混ぜて施すほうが、初期生育をよくする。硫酸根を含まないので、水田にも施すことができる。

また、畑地でマンガン、ホウ素の同時施用を考えたBM熔リンというのも販売されている。熔リンの保証成分に加えて、く溶性マンガン一%、く溶性ホウ素一%を含んでいる。荷姿二〇kg、一二二〇円。

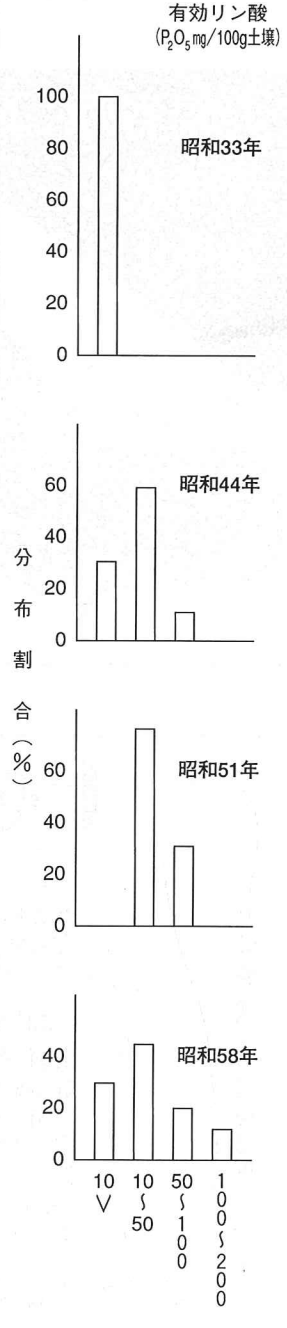
以上二つは、無機のリン酸肥料だが、有機態のリン酸肥料も多く流通している。

骨粉.....骨粉は通常蒸製したものが販売されているが、その他に、肉骨粉、生骨粉、脱こう骨粉がある。

蒸製骨粉.....荷姿二〇kgのものが多く。保証成分として窒素一〜四%、リン酸二〇〜三〇% (このうちの六〇%くらいがく溶性) を含み、単価は一kg当たり八〇円くらいである。なお、保証成分の含有率は、製法の違いによって幅があるようだ。生骨を砕いて蒸気で圧搾乾燥後、粉砕して得られる。

この蒸製骨粉はすぐれたリン酸肥料

図3 25年間の三浦土壌の化学性変化 (神奈川農総研・昭60) 有効リン酸 (P₂O₅ mg/100g土壌)



で、永年作物にはとくによい。肥効は緩効性のため、元肥として施す。砂土では分解が速く、粘土質の土では遅い。火山灰土では、とくに有効である。

このほか、重焼リンのように水溶性とく溶性のリン酸を半々ずつくらい含むものや、腐植リンのようにリン酸を腐植で包んだような形にしたものも流通している。

リン酸に困ってきた日本だからこそ知恵のある施肥を

日本の土は、リン酸の効きにくい火山灰土が全体の畑地の四七%を占めている。そして、リン酸肥料の原料であるリン鉱石は、現在一〇〇%輸入に頼っている。そんなお家の事情にもかかわらず、リン酸施用についての指導に総合的な視点を欠くと、先に指摘した。その実際を検討してみよう。

リン酸吸収係数の五%前後の分量を施す、というのが現在の「教科書指導」である。この数値は、リン酸吸収係数二〇〇〇の土では、一〇〇kgの成分量となり、熔リンに換算すると五〇〇kg、つまり一〇a当たり二五袋ということになって、二万八〇〇〇円の肥料代がかかるのである。

この計算法に忠実に従ってリン酸施用を行った人は、もう体験済みだろうが、金を使った割には効果がなかったというのが、正直なところだろう。

こんな実態が通用しているのは、指導の側に、土を総合的にとらえる視点と習慣が著しく欠けているからだと思う。

これまで説明してきたリン酸の土の中のメカニズムを知るだけではなく、有機物の有無、土壌の生物性、状態や、土のpH、さらにそれら全体を左右する作土の深さなどを、総合的に把握したうえで、はじめてリン酸施肥の目安が決めらるべきなのである。

本誌にたびたび紹介されている茨城県牛久市女化の高松求さんも、過去に、この方法を試験的に実施したが、結果は全くだめだったという。ただ一つ、やせた火山灰土へのリン酸施用の決め手として効果があつたのは、堆肥一tに過リン酸石灰を二〜三袋混ぜたリン酸堆肥だけだったという。

有効態リン酸という尺度は、土の中のリン酸分の過不足を知るうえで、もっとも有効なものではある。しかし、火山灰土のように極端にリン酸吸収の強い土では、別の見方と尺度を加味する必要があるのではないだろうか、と強く感じている。

つまり、リン酸の肥効を期待しようとするには、作土の深さが大きな問題となってくるのである。そして、施肥法についても、堆肥という有機物でリン酸を包み、土のリン酸固定からオブラートで守ってやる知恵が必要だと思う。

そして何よりも、このリン酸問題を考えるときに、その対策が難しいのは、過剰蓄積になっている土を改良していくことだ。

日本の耕地土壌中には三〇〇〇万tを超えるリン酸が含まれている。このうち、二〇〇〇万tは、今日まで肥料として施されたものだ。しかし、アルミニウムや鉄と結びついて土に固定されてしまっているリン酸分は想像以上に大きく、作物に利用されるのは数%に過ぎないというのである。

農業経営者にとって、これまで投入し続けてきたものをゼロにするということとは、たいへん勇気のいることである。しかし、以上見てきたように、このリン酸の一連の仕組みを知った人なら、きっとできると思う。

土に固定され、作物が利用できなくなっているリン酸を、どうしたら作物が吸収できるようにするのか、柔軟な発想で取り組みたいものである。