

土壌肥料の窓からの一風景

元 JA全農 肥料農業部 技術対策課

技術主管 山 田 一 郎

1. はじめに

1) 日本の土壌の多様性

土壌の生成因子には、気候、地質、植生、時間、地形そして人間活動などが挙げられている。日本の気候は亜寒帯、温帯、亜熱帯であり、主な土壌の母材は火山噴出物、河成や海成の堆積物、火成岩や堆積岩である。植生は高山や亜寒帯では針葉樹、西南暖地の低山、丘陵では常緑広葉樹でその他では落葉広葉樹、台地ではススキ等の草本植生、低地では湿地性植物であった。これらの植生は時間とともに変化してきた。日本で人間活動が活発になった10,000年以内の植生でもっとも変わったのは、火山噴出物地帯で森林からススキ草原に変わったことと、低地で水稻が急激に増大したことであろう。土壌生成での時間単位は概ね、火山灰土壌では1,000年で、低地土壌では数十年程度であろう。地形は、日本は急峻地形が多く、そのために森林が7割とされる。このような日本での自然環境の多様性の結果、日本の主要な土壌は、(湿性)ポドゾル土、褐色森林土、黒ボク土、赤色土、黄色土、低地土、泥炭土、未熟土など多様となった。

2) 日本の土壌生成の特殊性

これらの土壌を気候、地質、植生、時間、地形そして人間活動から再度みると、主要な畑地土壌である黒ボク土は火山灰を母材としてススキ草原下で生成された。ススキ草原は人間活動の結果である人為植生である。横道に逸れるが、暖地での黒ボク土の生成は2万年前～3万年前から始まったが、寒冷地では1万年前であった。日本に人類が渡ったのは約3万年前頃といわれており、暖地での黒ボク土の生成年代と一致するのは興味深い。黒ボク土は強酸性の非アロフェン質黒ボク土と弱酸性の(アロフェン質)黒ボク土などに細分

されている。低地土の生成にもっとも大きく影響する因子は地形である、低地であるので河川の影響が大きく、多くの河川が集まると平野ができ、低地土は地下水位の影響の大きい土壌から小さい土壌に、すなわちグライ土、灰色低地土、褐色低地土に分けられ、また、灌漑水の影響の強い場合は低地水田土に分けられる。これは水田土壌での地下水位と灌漑水の影響バランスでできる土色と斑紋からの分け方があるが、これらの形態は、土木工事での排水などにより比較的短時間で変化する。一方、赤色土と黄色土の生成に最も大きく影響する因子は時間であり、万年単位以上の時間が経過し、火山灰や河川堆積物などの影響が少ない地形上で生成される。

これらの土壌を世界の土壌と比較すると、世界の多くの土壌は数十万年よりも古い土壌が多い。一方、日本の土壌では火山灰由来の土壌と河成や海成の堆積物由来の土壌が多いことが特徴であり、このことは、また、若い土壌が多い事も意味している。火山灰由来の黒ボク土であるが、これは温帯での生成物である。他の気候帯での火山灰由来土壌を日本の農耕地土壌分類で見ると、寒帯では主に(湿性)ポドゾル土、熱帯では生成環境により(アロフェン質)黒ボク土、塩基飽和度が高いハロイサイト質の褐色森林土などになると思われる。また、世界の多くの水田土壌は地下水の影響の強い土壌や天水の土壌である。国際的土壌分類はFAOの土壌分類やアメリカのSoil Taxonomyがあるが、それらとともに国内独自の土壌分類が必要であり、日本がこの二つの土壌分類を使い分けていることは重要である。

3) 沖縄の土壌の普遍性

沖縄県や鹿児島県の奄美大島以南の土壌は、国頭マージ、島尻マージ、ジャーガルと地元で呼ば

れる土壌が多く、国頭マージは強酸性土壌であるが、島尻マージとジャーガルは、ともにpHと塩基飽和度が高い土壌である。日本の農耕地土壌分類では、国頭マージは赤色土か黄色土に、島尻マージは暗赤色土に、ジャーガルは未熟土に分けられるが、国頭マージ以外はこれらの地域以外には極めてその分布が少ない。これは、島尻マージの母材は石灰岩でありジャーガルは泥灰岩であり、これらを母材とする土壌が少ないためである。

これらの沖縄県や鹿児島県の奄美大島以南の3種の土壌、特に島尻マージとジャーガルは日本ではその分布に限られる土壌のため特殊土壌扱いを受けてきたが、世界規模でみると、これらの性質をもつ3土壌は広く分布している。ただし、沖縄の国頭マージ、島尻マージ、ジャーガルとも世界の中ではかなり若い土壌である。別の見方をすると、日本の黒ボク土や低地土壌の方が世界的には分布の少ない土壌であり、沖縄の土壌を知ることは、世界の土壌を知る窓である。

2. 土壌肥料の教科書と農業現場

1) 土壌分類と土壌生産力分級

日本の土壌学の教科書をみると土壌分類はかなり詳しく記載があるが、土壌生産力分級についてはそれ程多くはない。実は、かつての農業現場では土壌分類と土壌生産力分級はセットで使われていた。昭和50年代頃までは、県の農業試験場や普及員の方々も農耕地土壌の性質に精通している方が多かったと思われる。これらの方々にとって農耕地の土壌改良を行い、作物の生産性向上を行うには、土壌分類と土壌生産力分級は大いに助けになる資料であった。土壌分類も大きな分類部分は国関係の研究者が担ったが、細分類部分は各県の試験研究者が担うことが多かったと思われる。

土壌分類は、基本的にその性質が変わり難い性質に因っており、基本的な土壌分類が変わることは少ない。一方、土壌生産力分級の基本的区分も普遍的な区分が行われてはいるが、各地農耕地の土壌生産力分級の分級ランクは土壌改良により変化する。そのため、土壌改良が終了すれば、農業現場では土壌生産力分級の役割は終了する。そのため、少なくとも農業現場では、土壌分類図の基

本的な活用を重要視している場合を除き、土壌に対する関心は薄れていくことになる。これからの新時代には新土壌生産力分級が必要になってくるに違いない。

2) 愛知の砂地農業

平成元年からつくば市の農業環境技術研究所(当時)の土壌分類研究室(当時は三土室長)にお世話になった。入って間もなく、研究室でモニリス採取に知多半島を訪問した。その折、知多半島の野菜農家と話す機会があった。その農家は、ここの土壌は砂地である。これまでは、粘土質の土を客土していたが、今、それを剥いで砂地をまた、出しているということであった。それは、客土した土壌では野菜の量は採れるが質が良くないということであった。つまり、窒素管理は砂地がやり易いということであった。土壌の教科書では、砂地は客土や有機物投入でCECを高めなさい、腐植含量を高めなさいと書いてあるが、農業現場のある部分では、この時期から、少なくとも野菜では量より質を重視する農業に代わっていたのである。教科書はあくまで参考書だということを感じた出張であった。

3) 熊本への車窓から

平成4年4月に熊本県にある九州農業試験場(当時)に赴任した。その転勤には、鉄道を利用したが、福岡県から熊本県に入ると、農村地帯の風景が一変した。福岡県ではあまり見られなかった農業用ハウスが至る所で見られるようになったのである。暖地の中でも暖かい九州でなぜハウス農業なのかと不思議に思った。赴任して間もなく挨拶まわりで行った熊本県農業研究センターの土壌肥料部門で、このことを尋ねたところ、今までよりももっと早出しをして野菜産地の優位性を高めるためだという答えであった。九州農業の現場や試験研究者の作物生産の現場主義の洗礼を受け、これは以後の長い九州での試験研究の一つの考え方に繋がっていった。このような最先端の各論は土壌肥料の教科書に掲載されることが未だ少なかった時代であった。

4) 地域総合プロジェクト

これは、今では当たり前になったが、国の農業試験研究者はもっと地域密着型の試験研究を行う

必要があるということで、新規性と現場性に極めて富む課題について、多くの専門分野が共同で取り組んで総合的技術開発にあたる全国的プロジェクトであった。これは赴任して間もなく提示されたプロジェクトであったが、なかなか課題が組めず、当時の九州農業試験場の企画連絡室長は苦勞なされていた。九州農業試験場（熊本）では、当試験場で開発した飼料作物を組み込んだ新飼料体系での畜産・草地主体のプロジェクト課題を立ち上げ、近傍の飼料作地帯で試験を行うことにした。その第1回目の現地との打ち合わせ会議の折り、その受け入れ先の町長が「ここの飼料作体系はトウモロコシ・イタリアンライグラス体系である。この体系を確立するまでには多くの年月を要した。プロジェクトは受け入れるが、この体系を変えるつもりはない。」と話された。変なことだが、妙に感心した記憶がある。多分、自分たちの農業現場での技術に自信を持っているのだと当初は理解したが、その後、プロジェクトを進めていくうちに、飼料作体系を変えることは牛の生産体系を変えることだということが段々に分かってきて、極めて現場的な話だと悟った。これは、このプロジェクトにより創出される新技術が畜産農家のメリットに貢献できる具体的な体系になるかどうかを疑問視されたということであった。教科書にはない、先端の農業行政の視点を勉強できたプロジェクトであった。

5) ニガ土

これも赴任して間もなくのことであった。阿蘇山周辺には「ニガ土」と呼ばれる埋没した黒ボク土があり、その生成年代は1万年よりも古いとされていた。この「ニガ土」は埋没している間は、黒ボク土の物理性を有しているが、これを作土として使うと物理性が一変して硬化し、ゴロゴロの塊になり農作業に支障をきたすということであった。当時所属していた土壌特性研究室では、その特性の研究を既に行っていた。研修生として来た新規採用の方などと一緒にその農業現場に赴いた。その農業現場では、農業機械で何の支障もなく作業をしていた。その研修生は、「このニガ土は農作業に支障を及ぼさない。」という判断を下した。その後、多くのニガ土の現場をみたが、彼

の言うとおりであった。この「ニガ土」の評価は、農業機械が普及する以前の評価であったと思われるが、自分自身が赴任して間もないとはいえ、その評価を鵜呑みにしていた。農業現場を素直に観察するという、初歩的なことを研修生から学んだことは、ショックでもあったが大事なことを再認識させられた瞬間であった。

6) 黒ボク土の物理性

今は、東京の武蔵野台地で生活している。この地帯は、まさに黒ボク土地帯である、この黒ボク土地帯にある農業体験農場で野菜を作っているが、この黒ボク土が、人が歩く程度で結構、硬くなるのである。スコップで掘るのも苦勞する位になることもある。これは、「ニガ土」の場合と似た体験であるが、作土で人力の話である。黒ボク土は物理性には問題がないと習ったが、これは未耕地の話なのだろうか。耕地では異なるのだろうかという疑問が湧いたが、さらに「ニガ土」の話と重なり、有機物の劣化ということと結びついた。「ニガ土」は表土化により有機物の劣化あるいは変質が急激に進み、黒ボク土の特徴である膨軟性を失わせしめたのではないのか。この武蔵野台地でもやはり黒ボク土が本来持っていた有機物が長年の畑地としての使用で消耗していったが、かつては有機物施用で黒ボク土の物理性を保っていた。しかし、有機物施用が少なくなったため、膨軟性を失い始めたのではないかと推定した。このことは、機械作業からは分からないことであった。やはり、人が自分の感触で感じるということが大事であることを再確認した。IT時代に対する注意喚起のようにも感じた次第である。

3. 土壌肥料技術の肥料営業活動への活用

1) 営業土壌肥料という分野

JA全農を退職したあと、ある肥料メーカーで週1回、お世話になっている。この勤務の目的は、肥料の営業の方に土壌肥料の知識を講習し、営業活動の強化に役立ててもらうことである。JA全農の時は、肥料技術の普及に従事していた。肥料は製造、製造物の評価、管理そして利用での技術開発や普及という幅の広い分野をカバーする製品である。肥料の利用分野でも、土壌、作物栄養、作物栽培、農業機械、農業経営などカバー範囲は

広い。このように幅の広い分野をどのように講習して営業員の活動に役立てもらうかを試行錯誤している日々である。

2) 変わってきた風景～土壌管理・施肥管理から養分管理へ～

日本の国や県の土壌肥料の行政や試験研究に携わっていた関係者により、農耕地土壌分類と土壌の種類に応じた土壌の改良の方法（水田、普通畑、樹園地別の地力増進基本指針）が取り纏められ、特に昭和30年代から50年代の日本農業の発展や農家や地域の作物栽培管理の基本技術として寄与してきたことは既に記した。しかし、時代が平成に入り、特に近年では土地利用型農業において省力・低コスト農業技術が強く求められている。

この技術の基礎データとなるのが土壌診断である。土壌診断は水田、畑、野菜、果樹、施設別に主に化学性の状態適否がデータとして示される。表1にはJA全農による比較的最近の水田、露地野菜と施設野菜の土壌診断による全国状況を示した。このデータから明らかな不足と過剰をみると水田ではpH、苦土、石灰、ケイ酸が不足し、露地野菜では石灰が不足し、施設野菜ではリン酸と苦土が過剰である。これが現在の日本の耕地土壌の養分状況の実態である。

土壌生産力分級により評価された当時の畑土壌では（表2）、問題があり改良を行わないと作物

表1にはJA全農による比較的最近の水田、露地野菜と施設野菜の土壌診断による全国状況を示した。このデータから明らかな不足と過剰をみると水田ではpH、苦土、石灰、ケイ酸が不足し、露地野菜では石灰が不足し、施設野菜ではリン酸と苦土が過剰である。これが現在の日本の耕地土壌の養分状況の実態である。

土壌生産力分級により評価された当時の畑土壌では（表2）、問題があり改良を行わないと作物

表1. 水田, 野菜, 施設の各土壌診断値に基づく土壌養分状況 (日高2010)

| | 水田 (%) | | | 野菜 (%) | | | 施設 (%) | | |
|-------|--------|----|----|--------|----|----|--------|----|----|
| | 不足 | 適 | 過剰 | 不足 | 適 | 過剰 | 不足 | 適 | 過剰 |
| pH | 73 | 22 | 5 | 32 | 51 | 17 | 47 | 47 | 7 |
| EC | | | | 77 | 20 | 3 | 22 | 56 | 22 |
| リン酸 | 22 | 38 | 40 | 11 | 59 | 30 | 2 | 30 | 68 |
| カリ | 16 | 76 | 8 | 7 | 82 | 11 | 3 | 72 | 25 |
| 苦土 | 61 | 31 | 9 | 46 | 38 | 16 | 11 | 37 | 52 |
| 石灰 | 73 | 21 | 6 | 60 | 25 | 15 | 25 | 36 | 39 |
| 苦土/カリ | 14 | 86 | 0 | 45 | 55 | 0 | 28 | 72 | 0 |
| ケイ酸 | 58 | 42 | 0 | | | | | | |

表2. 土壌生産力分級が利用された当時の畑土壌の状況 (JA全農肥料農薬部 H19年)

| | 生産力阻害要因 | 面積割合 | 主な改良対策 |
|--------------------|------------------------------------|------|----------------------------------|
| I, II等級 | | 35% | |
| III, IV等級 (不良土) | せき薄土 (保肥力, 固定力, 塩基状態) | 42.6 | カルシウム, リン酸, 優良粘土, 有機物 |
| | 養分の欠乏 (交換性Ca, Mg, K, 有効態リン酸, 微量元素) | 36.1 | カルシウム, マグネシウム, カリウム, リン酸, 微量元素 畑 |
| | 過 乾 | 27.7 | 畑地かんがい |
| | 侵食の危険 | 21.4 | 等高線栽培, 土止作成 |
| | 有効土層が浅い | 14.3 | 客土, 除れき, 土層改良 |
| | 急傾斜 | 12.9 | 排水路, グリーンベルト |
| | 過 湿 | 12.4 | 排水, 客土 |
| | 耕うん困難 | 11.3 | 砂客土, 有機物施用 |
| | 表土が浅い | 8.7 | 深耕, 客土, 土層改良 |
| | 障害性 (盤層, ち密層, 有害物質) | 5.6 | 心土破碎, 土層改良, 有害物質除去 |
| | れきが多い | 5.4 | 除れき |
| | 計 | 65% | |

生産に支障をきたす恐れがある土壌が65%であり、その多くはリン酸固定、低pH、必須養分の不足であった。現在の露地野菜畑では、かつての多くの障害は修復されている。

このような状況の変化は、農業現場のかつての土壌管理と施肥管理からなる2階造りの管理が、作物養分管理としての平屋造りの管理に変化をもたらしていると思われる。この様な状況を受け、技術として農業現場の土壌養分の状態を的確に把握して、その状況に応じた養分管理を行い省力・低コスト技術とすることが必要とされる時代になったのではないだろうか。また、この土壌養分管理は土壌の肥沃度の維持、土壌の多様な機能性の活用などによる農作物の持続的生産技術の一端

であり、前記した新土壌生産力分級の開発と結びつける必要があると思われる。

4. おわりに

農家や各地域では個別や地域の農家圃場で栽培している作物の収量、品質の安定化あるいは高度化が最関心事であるので、技術もそれに対する対応が必要である。以上の様な状況を踏まえ、肥料の営業担当者が農家などの現場に利益をもたらす技術や知識を基にし、肥料を作物栽培に有効に使ってもらうことが重要である。そのための土壌肥料の講義や営業担当者による現地圃場試験の指導などを試行錯誤しながら実施しており、勝手に営業土壌肥料と名付けている。そして、「学びて使うこと、すなわち明るし。」であることの大事さを伝えていこうと考えている。

ジェイカムアグリの肥料で豊かな実り。

地球にやさしく、作物にちから強く。

コーティング肥料

LPコート® エムコート®
エコロング®
苗箱まかせ®

緩効性肥料

CDU®
ハイパーCDU®
IB® (アイビー®)
スーパーIB® グッドIB



化成肥料

燐硝安加里® 硝燐加安
硫加燐安 燐加安

培土

園芸用育苗培土
与作®
苗箱りん田®
水稻用育苗培土