

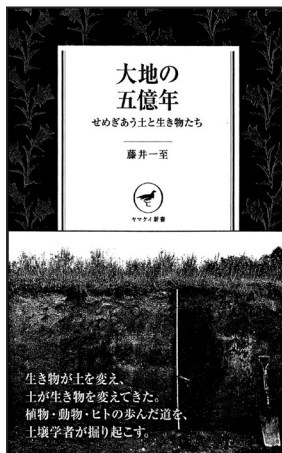
本 棚

後沢 昭範

「大地の五億年」

藤井一至著

山と溪谷社、平成27年12月発行、229ページ、900円



“せめぎあう土と生き物たち”を副題とする本書。著者は、国立研究開発法人 森林総合研究所の土壌学・生態学を専門とする若手研究者です。土壌の酸性化機構の研究で、日本生態学会奨励賞（2013年）、日本土壤肥料学会奨励賞（2015年）を受賞しています。

研究の対象は現場の土！ 白衣の科学者とは大分イメージが異なります。東南アジアの灼熱の熱帯雨林では、汗と泥にまみれて30kgの土を担ぎ、極北の永久凍土の地

では、蚊の大群に襲われ…、それでも土に惹かれる著者は、スコップ片手に世界を飛び回ります。

本書の構成

本書では、着眼点の“変化”と“酸性”を切口に、生き物が土を変え、土が生き物を変えて来た“大地の5億年の歴史”をドキュメンタリータッチで掘り起こして行きます。

まず〔プロローグ：足元に広がる世界〕、そして〔1.土の来た道：逆境を乗り越えた植物たち〕、〔2.土が育む動物たち：微生物から恐竜まで〕、〔3.人と土の一万年〕、〔4.土の今とこれから：マーケットに揺れる土〕へと進みます。

土と微生物、微生物と植物、それら相互の共生と攻防、地質学的な時間スケールで起きるダイナミックな変化。土と生き物たちが織りなす壮大なドラマが展開します。その中で、人類は最近登場し、科学と技術を武器に増え続け、豊かさと便利さを求めて止まない異質の存在ですが、他の生き物たちと同じく、土から離れては生きられません。

地球最初の土は…

土壌は、簡単に言えば“岩石が風化し、植物遺体が混じったもの”ですが、その生成には長い年月が掛かっています。

地球の誕生は46億年前ですが、土壌の誕生は、約5億年前からのことです。土壌は岩石の風化だけでなく、植物や動物との相互作用によって作られます。土壌は“地球の特産物”なのです。

露出した岩石が広がる荒涼とした大地。そこにへばり付いた地衣類や苔類は、光合成で作った貴重な糖類を有機酸に変え、じわり浸み出させて岩を溶かし、生存に必要なリンやカルシウム、カリウム等を吸収します。地衣類や苔類の遺骸（有機物）と砂や粘土が混じったもの、それが地球に現れた最初の土壌の姿です。

その営みは今も続いています。墓参の際、苔むした古い墓石をご覧ください。ご先祖様が少しずつ溶かされ、吸われています。

養分リサイクルの停滞…石炭紀

4億年前、温暖な気候の下で、水辺を中心にシダ植物が繁栄し始め、その遺骸は泥炭土として蓄積します。本格的な土壌生成の始まりです。3.5億年前には、高さ数10mのシダの大森林が広がり、遺骸は増え続けます。現在の10倍とも推定される大気中の二酸化炭素濃度は、シダの遺骸に固定されて大幅に下がり、地球規模の気候変動を引き起こします。

3億年前から寒冷化が進み、イチョウ・マツ・スギ等の裸子植物が取って代わりま

す。これらは通気性のある根と、幹を強くする木質成分（リグニン）が特徴です。しかし当時の微生物にとって、リグニンを多く含む植物遺体は分解し難く、結果として、一方的に蓄積します。石炭紀は、生態系の養分リサイクルの停滞がもたらしたものです。

2.5億年前にキノコ類（木質腐朽菌〔白色腐朽菌〕：サルノコシカケ、シイタケ、マイタケ等々）が進化してリグニンの分解が進むようになり、ここに石炭蓄積時代は終わります。

今日、人類による化石燃料の大量消費は、大気を太古の状態に戻す行為でもあるのです。

土壌の酸性化と貧栄養化

さて、雨の少ない草原や砂漠の土壌は中性～アルカリ性ですが、雨の多い森林地帯の土壌は酸性になっています。その鍵は“水”です。水の浸透によって土や岩石から溶け出したカルシウムは二酸化炭素を吸収し、炭酸カルシウムになって沈殿します。これが乾燥地の土壌をアルカリ性にする正体です。

しかし雨が多いと、これも浸透水と一緒に流され、土壌は中性～微酸性になります。加えて、雨が酸性物質を含む場合（酸性雨）もあります。

それ以上に、生き物たちが酸性化を進めます。酸性は、水の中で水素イオンが多い状態です。植物はカルシウムイオンやカリウムイオン等の陽イオンを多く吸収し、代

わりに根から水素イオンを放出します。更に、微生物は、落ち葉等を分解する際、一部を酸性物質として放出します。土壌は徐々に酸性化し、また貧栄養化して行きます。

この変化に対し、ヒトが、年々耕しながら養分を補給し、pHを調整し、自然状態以上の生産を持続的に上げさせ、収穫物として持ち出しているのが“農業”なのです。

森林は菌類との共生で突破口

土壌が酸性化すると、アルミニウムイオンを溶出させて植物の根の成長を阻害したり、生育に必要なリンを難溶性にしたりで、マイナス面が多いのですが、植物にはどうしてもカルシウムやカリウムが必要です。樹木は、光合成で得た糖分を、根を通じて外生菌根菌（マツタケ、ホンシメジ、テングタケ等々）に与えて有機酸を放出してもらい、土壌を酸性化し続け、それらを溶出させて吸収するという強行策に打って出ます。同時に、有機酸はアルミニウムをパッキングして解毒し、リンを解放します。また、森の植物と微生物の間では、溶存有機物を介して、無駄のない栄養の遣り取りが行われています。

貧栄養化した酸性土壌なのに、熱帯雨林や北方林が茂り続けるのは、樹木がパートナーの外生菌根菌との共生によって、必要な養分を確保しているからなのです。

ヒトは焼畑と水田稲作で克服

ヒトの営みとの関係で見れば、酸性土壌

での作物栽培を可能にしたのが焼畑農業です。森林を伐採して焼き、灰を肥料として作物を栽培しますが、灰にはカルシウムやカリウム等のアルカリ成分が含まれ、土壌を中和します。また、森林時代に蓄積された土壌中の有機物も酸性物質の中和に働きます。適正期間の“森林・耕地サイクル”は合理的で持続性があります。ただ、焼畑は少ない人口しか養えない農業システムです。「これが環境破壊となる問題の本質は、焼畑による扶養能力を超えた人口増加にある」と著者は言います。

今一つ、アジアでは、酸性土壌を克服し、高い人口密度を支えている水田稲作があります。多くの穀物は半乾燥地帯で栽培されて来ましたが、水稻だけは例外的に、湿潤な亜熱帯モンスーン地帯の水田で栽培されて来ました。日本でも、春の田に水が張られると、土壌は酸欠状態になって還元が進みます。すると、土壌中の鉄酸化物が溶けて3価から2価イオンになって、その部分の土を青っぽく染め、水田土壌特有のグライ層を形成します。鉄酸化物の還元反応は水素イオンを消費し、酸性土壌の中性化に一役買います。pHが上がり、土壌中のリンも水に溶け易くなります。また、上流からの微細な土砂や溶出物を含んだ灌漑水は、下流の水田にとっては新たな養分補給源になります。

窒素肥料の合成、その光と影

目を転じて、三大肥料成分の一つ“窒素”です。農耕の始まり以来、人口（つまり生

産量)は、土壌中の窒素の量で制約されて来たとも言われます。日本でも、江戸時代の農書にもある様に、長らく糞尿と里山の刈敷等の有機物に依存して来ました。要は“自然の窒素固定量の範囲内でのリサイクル”ということです。

これが20世紀に入り、ハーバー・ボッシュ法による空中窒素からのアンモニア合成で、硫安等の窒素肥料の無制限な生産が可能となり、作物の生産が飛躍的に伸びて今日に至ります。同時に、硫酸根を含む窒素肥料の多用は、土壌の酸性化を加速しています。

化学肥料の導入は、他の農業技術の発展と相まって、食料生産を飛躍的に伸ばし、爆発的な人口増加を可能にしました。生態系の養分リサイクル外から取り込むという“パンドラの箱”を開けたことで、人類は、もう後戻り出来ません。

土と生物の5億年、ヒトの1万年

5億年に亘る土と生き物たちのせめぎ合い…、変化する土…、そこに居場所と栄養分を求めて進化する生き物たち…、適応出来なければ、早かれ遅かれ絶滅…。この繰り返しが、今日の“土と生き物たちの姿と関係”を生み出し、更に、変化し、進化して行きます。

この流れの中で“人類が名乗る程の存在”になったのは、たかだか1万年ですが、ここ100年余、人類は、生物の進化とは異次元の進歩を遂げ、自身が変わるのではなく、科学・技術を駆使することで、他を変えて

猛進しています。5億年間起こり得なかった、未知の世界への突入です。

著者は言います。「私たちの生活もこの自然の摂理と無関係ではなく、土を保全しなければ文明が崩壊することは歴史が教えてくれている」と。そして「人間が自ら引き起こした変化に対応するには、人間の知恵と技術しかない」、「土の歩んだ5億年を振り返る旅のゴールは、足元から私達の暮らしを見つめ直す旅のスタートラインでもある」と言います。未来に希望を繋ぎつつも“重い言葉”です。

マイクロとマクロが重なり合った複雑で壮大な話しを分かり易くするために、かなり特化して説明されていますが、随所に出て来る擬人化した表現は、読者にとってイメージし易く、また、土と生き物たち、そしてヒトに対する温かい眼差しを感じさせます。

読み終わると、足元に広がる土が掛け替えのない貴重なものに思えて来ます。5億年に亘る土と生き物たちの壮大なドラマの延長線上に、また、そこで生まれた秩序の上に、私たち人間も生かされていることを感じます。視野が広がり、考えさせられる1冊です。

資料箱

「土壌医検定試験」

一般財団法人 日本土壌協会

土の話に関連して、「土壌医検定試験」をご紹介します。これは“土づくりの人材育成”を目的に、(一財)日本土壌協会

が、農林水産省、JA全中、JA全農、全国農業高等学校長協会ほかの後援を得て、平成24年度から実施しているものです。今年5年目ですが、既に2,900余名が資格登録し、現場で活動しています。

検定試験の背景と経緯

①近年、土壌の養分バランスの崩れによる生育障害や連作障害等が各地で問題になり、また、コスト低減の観点からも、“土壌診断による適正施肥”が重要な課題となっています。その一方、土づくりについてアドバイスや指導を行える人材は、公的機関においても少なくなっています。

②この様な状況に対処し、土づくりのアドバイスや指導を担える人材の育成・確保を図るために、同協会で検定試験制度を設け、土づくりについて一定水準以上の知識と実践経験のある人材、更に指導経験のある人材に対し、一定の資格・称号を与えるとともに、資格取得後も継続研修によってレベルの維持・向上を図る仕組みをスタートさせました。

検定試験の仕組み

①土づくりへの関心を持つ人達の底辺を広げ、実力を段階的にレベルアップして行けるように、3段階の試験区分を設けています。

1級：土づくりについて高度な知識・技術を有し、5年以上の指導実績または就農による土づくりの実績を有する者であって、処方箋の作成とともに施肥改善、作物生育

改善等の指導が出来るレベル（土壌医）。

2級：土づくりに関し、やや高度な知識・技術を有するとともに、土壌診断の処方箋を作成出来るレベル（土づくりマスター）。

3級：土づくりに関する基礎的な知識・技術を有し、土づくりアドバイザーとして対応出来るレベル（土づくりアドバイザー）。

②試験内容は、土壌に関する知識だけでなく、土づくりと作物の生育や収量、品質との関係を重視したものになっています。試験方式は、2級・3級は学科試験（マークシート）、1級は学科試験（マークシート）・記述試験・業績レポートで判定されます。また、受験希望者に対しては、各級毎の参考書と過去問題集が出版されており、更に、事前の研修会も開かれています。

③ちなみに28年度の試験は、平成29年2月12日に、札幌から福岡までのメイン8会場と、沖縄、長野会場ほか一定人数が揃う準会場（農業高校等）で行われます。

受験者、資格登録者及び継続研鑽の状況

①受験者は、平成24年度の2,000名弱を皮切りに、その後も毎年度3,000名前後で推移しています。受験者の内訳は、会社員（農機・肥料・農薬・種苗・ホームセンター等）、JA職員、公務員（普及センター、試験場等）、農業者、学生・生徒（農業高校・農業大学校・大学等）など多岐に亘ります。なお、1級・2級では公務員のウェイトが高くなっています。

②合格者は、同協会に登録することにより、資格の名称を使えます。平成28年5月末の

登録者数は、土壤医（1級）106名、土づくりマスター（2級）762名、土づくりアドバイザー（3級）2,048名、合計2,916名となっています。

③登録者に対しては、レベルの維持・向上のための継続研修や情報交流の場が設けられています。また、層が厚くなるにつれ、相互交流や研鑽を目的に、地域単位・職域

単位の「土壤医の会」が結成される様になり、平成28年8月末で15組織となっています。

※詳しくは、下記アドレスからご覧下さい。

<http://www.doiken.or.jp>

土壤医検定公式サイト

<http://www.japan-soil.net>

一般財団法人 日本土壤協会公式サイト