The Food and Agriculture Museum
Tokyo University of Agriculture

展示案内
No.92

美しき土壌の世界

2024
4.18 Thu. — 8.31 Sat.

東京農業大学「食と農」の博物館

土に立つ者は倒れず。

土に活きる者は飢えず。

土を護る者は滅びず。

東京農業大学初代学長
横井時敬
（1860-1927）

「美しき土壌の世界」ごあいさつ

「土壌が生命を支えている」、という言葉は決して大げさな言い回しではありません。土壌とは、岩石などの無機物と動植物の遺骸などの有機物の混合体で、地球の陸地を薄く被っている堆積層です。微生物や小動物の棲家であり、植物を生育させる、水を貯え浄化するなど、水、大気、生物、物質等の循環にとても大きな役割を果たしています。農耕以外に目を向けても、煉瓦、壁材、陶芸、絵具などその用途を挙げればきりがありません。

また今日では日本が目指す2050年カーボンニュートラル実現への取り組みとして土壌への炭素隔離が推進されています。自然資源はCO_2を吸収し貯留する力があります。農地などの土壌も本来その役目を負っていますが、現在は化学肥料の投入で逆にCO_2の排出源となっているという側面もあり、ヨーロッパでは2030年までに化学肥料の使用量を少なくとも20%削減することを目指しています。

こうした科学的見地だけではなく、土壌は人間が土から創られたという神話的世界観や、大地の豊穣を象徴する各地の地母神など、様々な精神世界の産物を生み出しています。人間が土壌に生命の根源的な力を感じていたことが分かります。

今回の企画展示では、モノリスあるいはソイル・プロファイルと言われる土壌断面標本をご覧いただきます。採収場所によって大きく異なる土の重なりと、土の色の違い、美しいグラデーションは、組成の違いや気候風土、人間の作用などの結果作られたものです。その横顔は地球の歴史そのものです。今も環境の作用により様相を変化させている土壌、この足元に広がる美しき世界を覗いてみようではありませんか。

最後になりましたが、本展示に貴重なコレクションをご提供頂きました平山良治博士ならびに森圭子博士（埼玉県立川の博物館）、また多大なご協力を賜りました関係者の皆様に心より感謝申し上げます。

令和6年4月佳日

東京農業大学「食と農」の博物館
館長 木村 李花子

はじめに

現代社会において、地球環境の悪化が深刻な懸念材料となっています。この背景から、持続可能な開発目標（SDGs）の実現に向け、日本全国で様々な取り組みが展開されています。

その中でも、土壌は多くのSDGs実現において重要な役割を果たしています。土壌は地球上の生態系において極めて重要な役割を果たしていますが、普段の生活において私たちは足元に広がる土壌の表面しか見ることができません。広く一般的に言葉や認識として重要視されている土壌ですが、私たちが直接的に体感する機会は非常に限られています。

本展示では、普段目にすることがない地下に広がる土壌の世界を、来場された皆様に自由に感じてもらうことを目的に企画しました。土壌は単なる物質ではなく、その地域に存在する環境そのものです。寒い地域と温暖な地域では異なる土壌が形成され、森林、畑、田んぼ、山、平地、火山の影響などによっても土壌の性質は大きく異なります。また、土壌は微生物や植物、土壌動物にとって大切な居住空間であり、その空間の大きさや性質は多様性に富んでいます。つまり、様々な生物を育む土壌という環境は、その地域の特性を反映しており、多様な色彩と複雑な構造を持っていると言えます。本展示では異なる地域で採取された土壌から作られた標本（モノリス）を一堂に展示しています。これらのモノリスは、平山良治博士と森圭子博士が長年にわたり、日本全国から採取して作成してきた資料群の一部です。

本企画では、皆様がモノリスから得る視覚的なインパクトを重視し、展示での解説を極力控えています。各土壌の説明は本展示案内に掲載されています。映画を見た後の解説をパンフレットで読むような感覚で、本展示案内をご利用いただければと思います。本企画展を通じて、日常的に足元に広がる土壌の多様性と美しさに触れ、地球環境への理解を深め、持続可能な未来に向けた一歩を踏み出すきっかけとなれば幸いです。

東京農業大学 応用生物科学部 農芸化学科
土壌肥料学研究室 加藤 拓

土壌とは

土壌とは環境です。では、環境とは何でしょうか。環境は生物が存在するために必要な非生物的な要素や条件を含む領域や状態です。生物を人間、土壌を住宅と置き換えるとわかりやすいと思います。住宅は人間が住むことで住宅としての意味を持ちます。住宅とはそこに住む人間の生活空間です。それを構成する柱材、床材や壁材を指して住宅とは言いません。住宅は柱材、床材や壁材で形成された構造体です。土壌も、岩石が風化や侵食によって砕かれたり、地下水や河川によって運ばれたりしてできた粒子や鉱物からなる無機物と動物や植物の遺骸などが分解された有機物という材料から形成された構造体です。そして、土壌は、人間にとっての住宅と同じように、微生物や植物や土壌動物にとっての生活空間であり、環境です。私たちは本展示で見えるモノリスのような有機物や無機物で形成された物質をもって土壌と捉えがちですが、それは間違いです。この物質によって形成された構造物によって生じた空間、そして、その空間にある空気や水を含めたすべてをもって、土壌と捉えなければなりません。

この土壌という環境は、構造体を構成する無機的な材料（母材）の質、地形、気温や降水量といった気候条件、植物の多さや森と草原といった種類の違いや、田んぼや畑などの土地利用の違いなどの要因によって形成されます。そのため、土壌は、これらの要因の組み合わせのバリエーションに応じて、多様性が生じてきます。

また、土壌は時間とともに変化します。土壌の生成プロセスには、数日から数十万年といった幅広い時間スケールが関わってきます。自然の作用や人間の活動によって、土壌は常に変化し続けています。例えば、無機的な材料（母材）が何かしらの岩石だった場合、岩石が時間とともに風化して粘土鉱物といった新しい材料（鉱物）が形成されます。この風化の速度やタイプは母材の質や気候条件によって異なります。また、もう一つの材料である有機物は、微生物や土壌動物によって分解され、土壌中に新たな有機的な材料（腐植）が生成されます。この腐植の生成プロセスも時間とともに変化し、土壌の炭素の含有量や分解速度に影響します。植物が土壌で発芽し、成長するのにも時間が必要です。以上のように、土壌は時間とともに変化する環境ですし、また変化してしまう環境だということを私たちは、認識する必要があります。もし、この変化が私たち人間にとって好ましくない変化であった場合、私たちがこの変化した環境を修復するのは大変です。

土壌は、様々な要因の組み合わせでできた環境であると同時に、様々な要因に対して影響を及ぼします。例えば、土壌は植物の生育に不可欠な栄養素や水分を供給する場所です。根が土壌中で水に溶けた様々な元素を吸収して植物の成長と発育を支えています。同時に、枯死した植物から供給される様々な元素が、土壌の性質や量を規定する要因の一つになります。また、土壌は多様な微生物、土壌動物、植物の生活空間として機能し、同時に微生物は土壌中の有機物の分解や養分循環に重要な役割を果たし、土壌動物は土壌中の有機物を食べて、粉砕・排泄・攪拌することで養分の再循環や土壌の構造形成に貢献しています。つまり土壌中の生物の活動量が土壌の種類を規定する要因の一つとなります。

また、前述のとおり、土壌動物、植物の生活空間ですので、この空間が変化すると生物多様性の維持や養分循環に影響がでます。もし仮に生物多様性が低下すると、生態系の安定性や機能性が損なわれる可能性がでてきています。土壌中の元素循環が円滑に行われないと、植物への養分供給能が低下して生態系内のエネルギーフローが不安定になると予想されています。このような土壌を含めた自然環境が提供する生物に対する恩恵や利益を「生態系サービス」と言いますが、これらのサービスは人間の生活や経済活動に不可欠であり、人間社会の持続可能な発展に重要な役割を果たしています。土壌がもたらす生態系サービスが劣化すると、微生物多様性が減少し、土壌病害の発生が増加することで作物の収穫量や品質の低下、食料不足や食料安全保障のリスクが高まる可能性がでてきます。また、土壌が劣化して植物の種類や量が減少すると、洪水や土砂災害の発生確率が高まる可能性や二酸化炭素の吸収量が減少することで温室効果ガスの放出量が増加する可能性が懸念されます。

一方で、土壌が地球上にいる全ての生物にとって好ましい方向に変化するのであればどうでしょうか。長い歴史の中で地球は温暖化が進む時期に来ています。この事実は変わりませんが、土壌に炭素を貯めることで、地球温暖化が緩和できる可能性があります。最近の研究では、適切な土壌管理や土壌改良によって、土壌がより多くの炭素を吸収・貯留できれば、地球温暖化の進行が抑制されることが予想されています。逆に不適切な土壌利用による土壌の劣化が土壌中の炭素の放出を増加させ、地球温暖化や気候変動の進行を加速させることも明らかになっています。地球の炭素循環において非常に重要な役割を果たしている土壌という環境をいかに理解して、地球上にいる全ての生物にとって好ましい方向に変化させるかが、これからの地球環境全体の持続的な健康を維持するために不可欠だと思います。

まだまだ若い土壌

「まだまだ若いね」と言われると、私は少し嫌な気分や恥ずかしい気持ちになりますが、それはおそらく「まだまだ未熟だね」という意味が含まれているからだと思います。未熟という言葉は、年数の不足だけでなく、何かに到達していないという状態を指しているのではないでしょうか。

少なくとも土壌においての「若い土壌」とは、単に年数が若いだけでなく、土壌としての発達が見られないか、風化が進んでいないという意味を持ちます。土壌における最初の到達点は、層位の発達が認められるか、非常に弱くても特徴のある層位が認められることです。

この初めの到達点に達していない土壌を「未熟土」と呼びます。未熟土は層位の分化がないため、土壌の材料である母材を観察することができます。ここでは、母材に焦点を当てて各土壌を見てみましょう。

地上にある植物の影響
少しですが有機物（腐植）
が貯ってきてます。

この褐色の割れ目に
根が入っていってます。
石灰岩から養分が溶けてきてるのかも？
ちなみにこの茶色は溶けてきた鉄が
さびて沈着した色です。

コレ
全部 花こう岩
この土壌の材料です。

岩石 = 森
鉱物 = 木や草　と思って下さい

花こう岩を構成する鉱物の
ツブツブがいっぱい見えます。

1
花崗岩型陸成未熟土（母材：花崗岩）
460×1060
滋賀県大津市

世界中に広く分布している花崗岩を材料（母材）にしてできた土壌のうち、花崗岩を構成している鉱物が単に風化してバラバラになった状態で、層位分化が未発達な土壌を花崗岩型陸成未熟土と呼びます。この風化花崗岩の粒状の構造体をまさ（マサ・真砂）といい、まさでできた環境をまさ土（マサ土・真砂土）とも言います。ほかの土壌とは明らかに異なる特徴を持った環境なので、昔から通称名をつけられていますが、土壌としては未熟です。この土壌がこの場所で発達してくると、褐色森林土になります。

植物が生えてきて
腐植が貯まりはじめて
いるので少し褐色に
なってきました。

土壌の無機的な
材料が全部サンゴの
死がいなので白いです。

ココの
淡いグラデーションが
個人的に好きです。

皆さんも自分好みを
見つけてみて下さい。

下の方がもっと
サンゴの色を反映して
白い

2
石灰質砂質未熟土（母材：サンゴ石灰）
390×1410
鹿児島県喜界町

サンゴ礁地域の地盤が上昇することによって、海面より隆起したサンゴ石灰岩を材料にして生成し、層位分化が未発達な土壌を石灰質砂質未熟土と呼びます。このような隆起サンゴ礁でできた島は、日本では沖縄をはじめとした南西諸島がよく知られています。サンゴは、海中のカルシウムイオン（Ca^{2+}）と重炭酸イオン（HCO_3^-）を取り込んで炭酸カルシウム（石灰 $CaCO_3$）を生成し、その骨格を作っています。炭酸カルシウムが土壌の主成分であるため、サンゴ石灰岩を母材とした土壌はpHが高く、カルシウムが豊富です。土壌表面から深さ20-50 cmの間に炭酸カルシウム換算で2.0%以上の炭酸塩を含んでいます。

黒いツブツブはスコリア
鉄分多めの軽石です。

この土壌の材料は、
シラス
白色や透明な鉱物で
構成されているので
全体的に白っぽい

ツブツブは花こう岩と同じく
大きめ

3
普通火山放出物未熟土（母材：シラス）
385×2045
鹿児島県枕崎市

層位分化が未発達で、火山放出物である火山灰、火山礫、軽石、スコリア、および火砕流堆積物などからなる土壌全般を普通火山放出物未熟土と呼びます。この土壌は、表面から深さ50 cmまでの範囲に、厚さが積算で25　cm以上の火山放出物の層が含まれています。写真の土壌の場合、火山放出物はシラスと呼ばれています。シラスは九州南部一帯に広く分布し、火砕流によって形成された厚い地層です。このシラスは主に火山ガラス、斜長石、石英などの鉱物で構成されており、全体的に白っぽい色をしていますが、黒い軽石であるスコリアが点在しているのも特徴です。この土壌は水を含むと浸食されやすく、急傾斜地では大雨などによってしばしば崩壊し、土石流を引き起こしやすい特性があります。

コラの上にある土壌は
軽石とかを母材にして
生成されました。

もしもコラが、
作物を栽培する層にあった
場合は昭和時代に除去
されました。

コレが
コラです。
深いところにあった
ので生き残りました。

コラの下の
土壌

火山灰からできる土壌

火山灰を母材として生成される土壌を「黒ボク土」と呼びます。黒ボク土の特徴は、一部例外もありますが、非晶質（アロフェン・フェリハイドライト）や準晶質（イモゴライト）などの粘土鉱物と、アルミニウムや鉄と腐植との複合体によって構造が形成されていることです。黒ボク土以外の土壌タイプは通常、結晶性の鉱物群が無機物の主体をなしています。

これらの非晶質・準晶質鉱物は、表面にアルミニウムや鉄に水酸基（OH-）が結合している通称「活性アルミニウム・活性鉄」をもっています。同様に、アルミニウムや鉄と複合体を形成した土壌中の有機物（腐植）にも活性アルミニウム・活性鉄が存在します。これらの活性アルミニウム・活性鉄は、リン酸イオンを強く吸着する傾向があります。リン酸は、植物の成長に不可欠な栄養素です。そのため、黒ボク土の畑ではリン酸が効果的に供給されないため、作物が吸収する十分なリン酸の量を確保するためには、通常の土壌よりも多くのリン酸肥料が必要です。

黒ボク土は化学的性質が植物にとって不向きな面がありますが、その構造体は世界的にもまれに見るほど軽量です。これは、黒ボク土の構造体が非常に多くの空隙を含んでいるためです。そのため、リン酸肥料を使用できれば、畑として軽くて扱いやすい土壌であるため、戦後に化学肥料の大量使用が可能になり、それ以降は、農耕地として広く利用されるようになりました。

4
厚層アロフェン質黒ボク土（母材：コラ）
410×1880
鹿児島県頴娃町

シラスに続いて、九州地方でよく知られるもう一つの土壌、「コラ」を紹介します。九州の薩摩半島南部に広く見られる固結した火山灰から形成された土壌です。名前のコラは、怒られていることを意味するわけではなく、固い物やかたまりを指す言葉に由来しています。吸水性が低く、非常に硬いため、植物の根が育ちにくく、農耕が困難な土壌です。特に硬い部分は、鍬の刃を当てると火花が出るほど固いため、「ヒゴラ」と呼ばれています。コラは農業にとっては不適な土壌ですが、現在では土地改良などによって徐々に消滅しつつあります。

ススキの根や地下茎が
いっぱい見えます。
黒ボク土はススキの下で
生成されるケースが多いです。

現世の植物による影響が
少ない下の方にある層は、
表層よりも黒味が強くなる
のが特徴です。

5
厚層アロフェン質黒ボク土
340×1720
熊本県阿蘇市

8世紀初めの「日本書紀」や10世紀初めの「延喜式」には、阿蘇の原野が牛馬の飼育や採草地として利用されていた記述があります。これらの記録から、阿蘇地域における野焼きは、少なくとも1,000年以上前から行われていたことが推測されています。さらに、土壌中の微粒炭分析や植物珪酸体分析による研究結果から、約1万年前から火が入ることで草原植生が維持されていた可能性も示唆されています。また、阿蘇地域の黒ボク土は、主要粘土鉱物が非アロフェン質のものとアロフェン質のものがあり、その化学性や土地管理方法は両者で大きく異なります。この写真の土壌はアロフェン質の黒ボク土です。アロフェン質の黒ボク土は、火山灰を母材とするため高いリン酸保持能を持っています。その他にも低い容積重、高い土壌有機物含量、A型腐植酸の存在など、黒ボク土に特徴的な理化学性が観察されます。阿蘇北外輪での土壌調査で非アロフェン質の黒ボク土が発達した地点が確認されていますが、その生成要因についてはまだ十分に明らかになっていません。

このように黒く厚い層が
生成されるのは、
火山灰が 何回も何回も
くり返し、くり返し、積もっては
植物が毎年毎年、空気中の
CO_2を固定して 土壌に炭素を
供給し続けた結果です。

6
厚層アロフェン質黒ボク土
260×2160
神奈川県藤沢市

この土壌は、阿蘇の土壌「5　厚層アロフェン質黒ボク土」と同様に、厚く黒い有機物（腐植）層が発達した黒ボク土です。完新世（約1万年前）に箱根や富士山から噴出・降下した火山灰を母材としています。雨が多くて温暖な気候のもとで火山灰の風化が進み、動物や植物、そして人間の活動によって有機物が供給され、その結果、多量の有機物（腐植）が貯留されて生成された土壌です。この腐植に富む層は、1万8,000年前から5,000年前の間に火山灰が累積的に堆積したもので、この時代は日本の歴史では縄文早期から前期にあたります。この土壌を生成した火山灰は一気に堆積したものではありません。噴火によって火山灰が数mmから数cm堆積し、その後で植物が生育し、人間が野焼きを行い、腐植が集積する。また、小規模な噴火と火山灰の堆積が起こり、さらに植物が生育し……。この繰り返しによって、厚く黒い腐植層が発達した土壌が形成されました。今でいうと頻繁に起こる桜島の噴火による火山灰の堆積をイメージするとわかりやすいかもしれません。

この地方では
赤ノッポと
呼ばれていました。

7
腐植質褐色黒ボク土
460×2360
茨城県つくば市

火山灰を母材にしてできた黒ボク土は、世界で最も炭素（腐植）を貯める土壌であることは間違いありません。ただし、腐植が貯まらない黒ボク土も存在します。ですから、黒ボク土は、世界で最も「炭素を貯めることができる」土壌と言う方が正確です。この炭素を貯めていない黒ボク土を昔から「淡色黒ボク土」と言います。淡色黒ボク土の生成に関しては、古い火山灰なので腐植の分解が進んで赤くなったとか、表層の黒い腐植層が降雨で流れて下層が露出したので炭素が貯まってないとか、諸説あります。しかしながら、多分、よく解っていないのだと思います。黒ボク土が炭素を貯めるという研究が先行し、なぜ貯まっていない黒ボク土があるのかについては、科学的にはまだ証明できていないのが現状です。

今の黒ボク土

上の黒ボク土とは
違う火山灰の
混入（はっこう厚い）

昔の黒ボク土

このあたりまで
地下水が
上がってきています。

8
下層台地多湿黒ボク土
360×1210
北海道更別村

土壌表面から50 cm以内に、地下水の変動による季節的な還元（土壌中の空間が水で満たされた状態）と酸化（土壌中の空間から水が抜けて空気で満たされた状態）の繰り返しの下で、斑鉄（錆びた鉄の集積）を生じた層の上端が現れます。本州では水田に利用されることが多いですが、北海道では畑地または草地に利用されています。黒ボク土はリン酸肥料が効きにくいので、農地として本格的に利用されたのは戦後に入って、化学肥料のひとつであるリン酸肥料が使えるようになってからです。ただし、北海道十勝地方にあるこの土壌は、化学肥料が使えるようになってからでも、たびたび冷湿害によって作物の収量が壊滅的な打撃を受けたことが知られています。そのため、「多湿」という言葉が使われるこの土壌では、暗渠と呼ばれる土壌中に水の路をつくり、排水対策を行うことで、できるだけ水を排除する土地改良が行われています。

昔の黒ボク土

乾いていて
軽いので
農作業が
しやすいです。

9
腐植質褐色黒ボク土
360×1290
北海道更別村

炭素が貯まっていない黒ボク土である淡色黒ボク土は、北海道十勝地方では比較的乾燥した土壌と言えます。そのため、冷湿害による作物の被害を受けるリスクが低いです。そうなると、畑として利用する場合に問題となるのは、リン酸肥料が効きにくいという点だけです。戦後は、リン酸肥料が多量に利用できるようになったため、今では大規模な畑地帯として、北海道農業を支える土壌となっています。ただし、リン酸肥料は石油と同じく地下資源であるリン鉱石を原料にして製造されるため、全量を海外に依存しています。そのため、海外の政情が不安定になると、すぐにリン酸肥料が高騰するリスクがあります。現在では生産性が高い黒ボク土ですが、その生産性は海外からの輸入に頼っているという脆弱な基盤の上に成り立っています。

火山灰を母材にして
生成した黒ボク土の
無機的な建材とも
言える粘土鉱物は

1. アロフェン
ボールが状で
なかがカラッポ

2. イモゴライト
ホースのような
チューブ状

の2種類です。

ちなみにイモゴライトの
イモゴは芋子という
九州の方言が
語源です。

この軽石の表面にも
プロトイモゴライト
(イモゴライトの赤ちゃん)
があると言われています。

10
厚層アロフェン質黒ボク土
435×1805
栃木県日光市

長い年月にわたって累積的に降り続いた火山灰でできた黒色で厚い腐植に富んだ層の下には、1万3,000年前に男体山の噴火によって堆積してできた黄褐色の七本桜軽石層と、1万4,000年前に男体山噴火によって堆積してできた赤褐色の今市軽石層が続く、非常に美しい土壌があります。国際的にも知られているこの土壌は、別名で「三色アイス」と呼ばれています。

火山灰も含んでいますが
ユーラシア大陸から飛来した
「黄砂」も母材にして
生成しています。
そのため、アロフェンや
イモゴライトは含まず
層状ケイ酸塩鉱物

(板みたいな形状)
が無機的な建材に
なってます。

11
厚層非アロフェン質黒ボク土
380×1490
宮城県大崎市

黒ボク土は、主要な無機物が準晶質粘土鉱物のアロフェンである土壌と、アロフェンを含まない土壌(非アロフェン質)に分類されます。非アロフェン質黒ボク土では、結晶性粘土鉱物が主要な粘土鉱物です。アロフェン質の黒ボク土と非アロフェン質の黒ボク土では、化学的な性質が大きく異なります。そのため、黒ボク土地帯では、非アロフェン質とアロフェン質の黒ボク土を正確に区分し、それぞれに適した土壌管理が求められます。非アロフェン質の黒ボク土で特に問題となるのは、酸性になることです(土壌溶液中の水素イオン濃度が高い状態)。土壌の酸性化自体は問題ではありませんが、酸性化によって作物へのアルミニウムの過剰な影響が高まるリスクがあります。土壌中のアルミニウムは作物に対して有害であるため、非アロフェン質の土壌に対しては、酸性対策やアルミニウムの影響を考慮した管理が必要です。

森の土壌

「褐色森林土とは?」と聞かれると、非常に難しい質問です。この土壌は、次表層が褐色である以外には、特定の特徴を持たないのです。森林地帯では落葉が堆積するため、東日本では表層が黒褐色であり、西日本ではわずかに黒みが薄く、褐色を呈します。

一方で、樹園地や畑になると、表層の有機物(腐植)含有量が均一に減少し、黒色味も薄くなります。

それ以外については、土壌の構造を形成する無機物の種類が多岐にわたり、腐植の供給元である植物の種類も多様です。

特徴を挙げるとすれば、褐色森林土は若い土壌であることです。未熟土ほどは若くはありませんが、未熟土の次ぐらいに若い土壌です。褐色森林土は日本の森林地帯の約7割を占めているので、日本の森林土壌は一般的に若い土壌と言えます。この土壌は、基本的に温帯湿潤気候下で発達するため、その分布は気候の影響を受けています。つまり、日本ではよく見られますが、世界の森では日本と同じ気候帯でない限り、見られない土壌とも言えます。

木の根

どこかに
花こう岩っぽさが
見えないかな?

12
普通褐色森林土
469×1260
滋賀県大津市

この褐色森林土は「1花崗岩型の陸成未熟土」が発達した土壌です。母材である花崗岩は発見できましたか? 花崗岩は、比較的大きく、数mmの透明、または白っぽい鉱物が集まってできた岩石(深成岩)であり、風化するとその大きさの揃った無色から白色の鉱物がバラバラになります。これら鉱物が風化すると、含まれていた鉄が酸化して錆び、褐色に変色します。

西日本の森の土は
黄色っぽい

13
普通褐色森林土
345×1220
滋賀県大津市

この褐色森林土は、「12普通褐色森林土」がさらに発達した土壌です。表層には腐植が蓄積し、より黒色味が強くなっています。また、次表層ではさらに風化に伴って鉱物から溶け出した鉄が錆びてきて、褐色味が強くなっています。これらの変化は、表面に近いほど強く表れます。表面に近いほど植物遺体である落葉や根の影響を強く受けて腐植が貯まっていき、根の通り道から供給される空気によって酸素が供給されることで鉄が酸化してくるからです。一方で、根の影響を受けにくい下層では、まだまだ若い（未熟）ままであり、花崗岩を構成する鉱物の形質を残しています。

東日本の森の土は
少し黒っぽい

14
普通褐色森林土
440×1210
秋田県秋田市

東日本に分布する褐色森林土は、「13普通褐色森林土」と比べて、色味が全体的に黒みを増しています。これは西日本に比べて、東日本が冷涼な気候であり、土壌中の有機物（腐植）分解が進まないためだと考えられています。実際に、土壌の色を表現する際に土壌の専門家は色の名前を使用しません（さんざん褐色や黒色と使ってきましたが、スミマセン）。マンセルカラーチャートを使用して色を数値化します。褐色森林土の場合、色調は「YR」を使用します。つまり、黄色と赤色が混じった色調で土壌の色を表現します。東日本の褐色森林土では、R寄りのYRになり、西日本の褐色森林土ではYよりのYRの色調で表現される土色になります。同じ褐色森林土であっても、何通りもの「褐色」があります。

土壌の構造を
つくっている無機的な
建材（母材）の
色がもともと赤いと
エイジングしても
その赤味は残る

15
下層赤黄色褐色森林土
370×1435
三重県多気町

この褐色森林土は、これまで見てきた他の褐色森林土よりも赤みが強いと思います。実は、これまで紹介してきた褐色森林土は、構造を形成する無機物の材料が無色から白色の材料（母材）から生成された土壌でした。しかし、この褐色森林土は、土壌化する前、または土壌化した初期に既に赤く変色した（風化して鉄が錆びた）母材から生成した土壌です。そのため、下層から赤く、次の表層からさらに褐色味が増していくように見えます。土壌の色味は母材の色によって影響を受けることが理解できます。

褐色森林土と言うには
黄色すぎない？

ということで、その生成に
ついては何十年も
議論されている土壌です。

16
普通褐色森林土
410×1570
三重県多気町

この褐色森林土は、これまで見てきた他の褐色森林土よりも黄色味が強いと思います。以前は、「黄褐色森林土」という表現が用いられ、褐色森林土との違いが強調されていました。西日本の表層の黒色味が薄い褐色森林土とは異なり、この土壌は全体的に黄色味が強いにもかかわらず，表層の黒色味が強いことが特徴です。主に暖温帯（照葉樹林帯）に分布している土壌と考えられてきました。しかし、最近では表層の黒色味が強い理由が火山灰の混入によるものであることが明らかになり、この土壌は現在では褐色森林土として扱われています。

川が氾濫してできる土壌

河川が氾濫して堆積した物質を材料として生成した土壌を「沖積土」と言います。水は高いところから低いところに流れていきます。沖積土は、完新世（約1万年前）から現在までの間に、川の流れと共に山から運ばれて堆積した土砂が母材となっています。

多くの都市がある沖積平野などの低地は、川の流れによって形成された地形です。川の周りには、洪水の時にあふれ出る濁った水（土砂）がたまり、水が引くことで自然な土手ができます。川から離れると、運ばれてくる土砂が少なくなり、土手の高さも低くなります。土手側の土砂は砂や丸い石が多く、土手の先（川と逆側）は粒子が細かくて粘土っぽくなります。土手の先にある細かい粘土のエリアを後背湿地と言います。同じ沖積土でも、土手の上は水がよくはけ、後背湿地側は水はけが悪くなります。そのため、土手の上には昔から集落や畑があり、後背湿地は水田として使われてきました。沖積土は一般に水田に適した肥沃な土壌とされてきました。エジプトはナイルの賜物という言葉がありますが、日本でも同じです。沖積土は日本でもっとも肥沃度の高い土壌と言えます。一方で、河川の氾濫がない地形面が黒ボク土地帯であり、肥沃度が低いです。

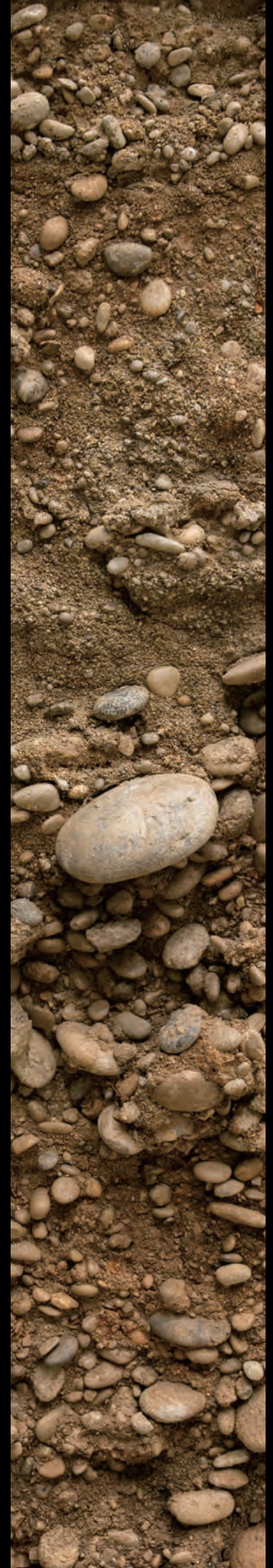
しかし、近年は河川堤防が人工的に管理されて氾濫しなくなったため、沖積土の肥沃度が低下傾向にあると言われています。また、社会経済の発展とともに、沖積土の平坦さが利点となり、都市や工業用地、宅地などとして開発され、本来の肥沃な土壌である沖積土は少なくなっています。

17
還元型グライ沖積土
510×1260
新潟県新潟市

この土壌は、地下水によって深さ50　cm以内がほぼ一年中水浸し状態になる沖積土です。後背湿地や三角州、潮汐平野（干潟）などに広く分布しています。雨が降ると地表の水もなかなか排水されないため、一般的な畑の作物は湿害によって生育不良になります。そのため、このタイプの沖積土はほとんどが水田として利用されています。田植えをしたことがある人ならわかると思いますが、田んぼの表面は深さ15　cmくらいがトロトロした作土層で、その下は硬い耕盤と呼ばれる層です。この土壌も深さ15　cmくらいには錆びたオレンジ色の鉄（斑鉄）が見えます。ここまでは空気が入ってきているため、母材由来の鉄が錆びていますが、その下はいつも水浸し状態なので、錆びた鉄は見当たりません。

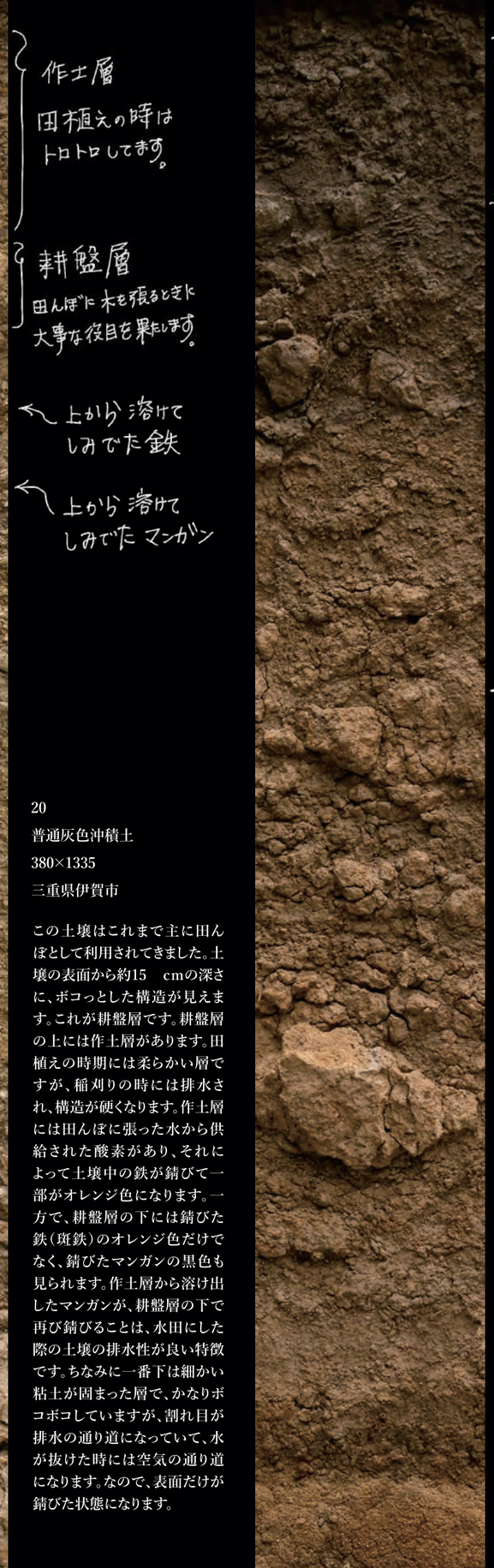
18
普通灰色沖積土
380×1185
茨城県常総市

「17還元型グライ沖積土」に比べて地下水位が低い特徴があります。この土壌タイプの多くは水田として使われていますが、一部は畑としても利用されています。こういった土地利用を田畑輪換と言います。年間を通じて梅雨や秋雨などの特定の季節に限って，地下水によって土壌の空隙が水で満たされますが、その後は排水されて空気が入るため、下層には錆びた鉄（斑鉄）が見られます。排水はやや不良ながらも比較的良好です。



19
普通灰色沖積土
410×925
三重県桑名市

この土壌は、「17還元型グライ沖積土」に比べて地下水位が低く、さらには「18普通灰色沖積土」に比べて排水も比較的良好です。大部分が水田として利用されていますが、一部は田畑輪換されています。沖積土の石は、河川の氾濫の影響で角が取れて丸くなります。これを円礫と言います。下層には大きな円礫が多く、上層には少ないのは、濁流によって運ばれてきた大きな円礫が先に沈んで後から小さい円礫が沈殿したため、もしくは最初に大きな円礫を含む氾濫が生じ、後から小さい円礫を含んだ氾濫が生じたためと考えられます。



20
普通灰色沖積土
380×1335
三重県伊賀市

この土壌はこれまで主に田んぼとして利用されてきました。土壌の表面から約15　cmの深さに、ボコっとした構造が見えます。これが耕盤層です。耕盤層の上には作土層があります。田植えの時期には柔らかい層ですが、稲刈りの時には排水され、構造が硬くなります。作土層には田んぼに張った水から供給された酸素があり、それによって土壌中の鉄が錆びて一部がオレンジ色になります。一方で、耕盤層の下には錆びた鉄（斑鉄）のオレンジ色だけでなく、錆びたマンガンの黒色も見られます。作土層から溶け出したマンガンが、耕盤層の下で再び錆びることは、水田にした際の土壌の排水性が良い特徴です。ちなみに一番下は細かい粘土が固まった層で、かなりボコボコしていますが、割れ目が排水の通り道になっていて、水が抜けた時には空気の通り道になります。なので、表面だけが錆びた状態になります。

21
普通灰色沖積土
490×1110
秋田県大館市

この土壌も灰色沖積土なのですが、同じ灰色でも表層（作土層）の色合いが少し黒いです。コントラストが高いので、余計に映えますが、耕盤層から下の部分は黄色みが強く見えます。土壌の色が黄色い、または赤い場合、排水性が優れているために空気が含まれて構造体が錆びやすいです。つまり、この土壌は水田として使われていますが、空間が水で満たされ、空気がなくなる状態が非常に短いことがわかります。こういった土壌は、昭和45年から平成の終わりまで続いた減反政策（お米の生産を制限する政策）の時代には、田畑輪換の対象とされていました。

南西諸島にある特徴的な土壌

南西諸島のような暖かく雨の多い地域では、赤みがかかった赤黄色の土壌がよく見られます。この赤みがかかった土壌を沖縄では「マージ」と呼んでいます。

沖縄県では農地の約70％がマージです。マージには2種類あってひとつは「国頭マージ」、もうひとつは「島尻マージ」です。国頭マージが最も広い面積で分布していますが、耕地としては島尻マージが最も広く利用されています。

もうひとつの土壌が「ジャーガル」です。ジャーガルは、栄養が豊富で作物がよく育つことが昔から知られていますが、粘土質で水はけは悪いです。これら国頭マージ、島尻マージ、ジャーガルといった3種類の主要な土壌が南西諸島を特徴付ける土壌と言えます。

沖縄のこれらの土壌の多くは、生産力が低いE等級に分類され、農業を営むには土壌改良が必要です。南西諸島は平均気温が高く、植物や動物の成長には適していますが、独特な性質をもつ土壌が多いため、農作物の生産性向上が難しい場合があります。

22
泥灰岩質陸成未熟土
（通称：ジャーガル）
360×1260
沖縄県南城市

沖縄県の方言で「ジャーガル」と呼ばれる土壌は、クチャと呼ばれる泥灰岩を母材としています。クチャの影響を強く受け、全層が非常に粘土質です。そのため、排水性が非常に悪く、層位の発達が認められず未熟な土壌です。しかし、一般的に土壌pHは弱アルカリ性であり、栄養分に富んでいるため、化学的には肥沃です。ジャーガルの語源は、沖縄の方言で「きやかる」という「輝かしい」という意味から派生し、「ちゃかる」となったと言われています。肥沃な土壌として、古くからサトウキビやサツマイモの栽培に利用されてきましたが、大部分は大規模な土地改良によって変化しました。そのため、ジャーガルの理化学的性質のデータは農耕地土壌に関するものがほとんどで、自然植生下の土壌のデータはほとんどありませんでした。しかし、近年の研究により、この未熟土は時間が経つと褐色森林土を経て赤黄色土に変化することが明らかになっています。

植物の影響によって有機物が（腐植）貯っている層をA層といいます。

すごくきれいな黄土色

黄土色って「土」という字が入っている一般的な言葉ですが、なぜか土壌屋さん達は使いません。

23
普通風化変質赤黄色土
（通称：国頭マージ）
425×1330
沖縄県恩納村

沖縄島の北部や久米島、石垣島などに広がる国頭マージは、島尻マージ以外の南西諸島に分布する土壌の総称であり、一般的に肥沃度が低く、酸性の土壌です。赤褐色から黄褐色までの様々な色味を示す土壌の理由は、千枚岩、粘板岩、砂岩などの母材の種類と風化度の多様さによるものです。また、高温多湿な気候で形成されたこの土壌の特徴は、土壌中の有機物量が少なく、粘土質であり、陽イオン交換容量が低く、土壌pHが低いことです。農作物は主にパイナップルや柑橘類、茶などが栽培されており、他の作物を育てる際には酸性改良（土壌pHを上げる処理）が必要です。また、国頭マージがなぜ黄色から赤色に変化するのか、また黄色土と赤色土が別々の過程を経て生成されるのかは、現時点では明確ではありません。同様に南西諸島に広がる土壌には、大陸から風で運ばれる砂ほこり（風成塵）が降り積もっているため、主要な母材が何かについても決着がついていません。

これは石ではありません！
土壌の構造です。
粘土質で
雨が降ったり
日が照って乾いたり
すると、こんなに
ゴツゴツします。

24
普通石灰性暗赤色土
（通称：島尻マージ）
360×1240
沖縄県北大東村

沖縄本島南部や宮古島に分布している島尻マージは、基岩である琉球石灰岩（サンゴ石灰岩）からできる土壌です。島尻マージは、暗い感じのする赤みがかった物質で形成されていて、弱アルカリ性の土壌です。サツマイモやタバコなどの栽培に適しています。海の中にあったサンゴ礁が隆起してから島尻マージが生成するためには、12.5万年以上の時間が必要です。ただし、石灰岩上の土壌については、その母材の大部分を中国大陸からの風成塵（レス）とする風成塵起源説と、石灰岩が溶解した時にでた石灰以外の不純物から生成するという残積成土壌説があり、まだまだその生成には謎が残っています。

年老いた土壌

土壌は年月を経て変化します。新築の木造建築と数百年を経た歴史的な建造物を比べると、その構造を維持している物質の経年変化が見て取れます。

土壌が長い年月を経てくると、母材から供給されてきた養分がどんどん目減りし、植物を生育する能力が落ちていきます。土壌に貯まっていた有機物（腐植）も減少して、赤褐色、または黄褐色を呈するようになり、土壌のpHが酸性になってきます。このような年老いた赤っぽい土壌は、世界的には熱帯や亜熱帯に分布していますが、日本では北海道から沖縄まで広く分布しています。

昔はこのような赤っぽい土壌は、古い地形面にのみ分布することから、過去の温暖期に生成した古い土壌と考えられていました。今では、土壌の構造を形成する新しい無機物の材料（母材）が加わると、土壌は若返るので、火山灰という新しい母材が加わらずに非常に長い年月を経過することが、この土壌を生成する条件と考えられています。

超有名な観光名所の土壌。

600年近く野焼きをしているのに腐植が貯ってないのもおもしろいところです。

25
普通粘土集積赤黄色土
310×1610
山口県美祢市

この土壌は秋吉台という石灰岩台地上で発達しているため、「24普通石灰性暗赤色土（通称：島尻マージ）」と同様の生成過程でできた土壌と考えられてきました。しかしながら、秋吉台の石灰岩は、炭酸カルシウムの純度が高く、土壌を構成する材料となるような鉱物が少ないです。そのため、1メートル以上の厚さの土壌が形成されるためには、数千メートル規模で石灰岩が溶けなければならないと試算されています。ただ、秋吉台の石灰岩は千メートル程度しかないので、数千メートル溶けて土壌が形成されたとは考えにくいです。そのため、約7万3千年前に鬼界カルデラから噴出した火山灰や約3万年前に姶良カルデラから噴出した火山灰とユーラシア大陸から飛来する黄砂を母材にしている可能性が、現在では有力な説として考えられています。

粘土質であるのに
構造がゴツゴツしていないのは、
すき間（空間）が小さいために
ち密な構造になっていると
いうことです。

26
赤色粘土集積赤黄色土
360×2035
三重県玉城町

三重県東紀州地域では約40%がこのタイプの土壌であり、主にミカン園として利用されています。三重県内の最も高い段丘や丘陵地に存在し、粘土質で硬く、一般的には強酸性です。風化が進行しているため、栄養分が少なく、二次的に生成された粘土鉱物は主にギブサイト、ハロイサイト、およびメタハロイサイト（1:1型層状ケイ酸塩鉱物）です。母材は花崗岩であると推定されますが、この地域の土壌の特徴としては、Ca（カルシウム）が少ないことが挙げられます。このため、相当量の雨による長期間の風化が予想されますが、生成過程に関してはまだ詳細が解明されていません。

よーく見ると
水平方向に
何層も何層も
積み上がっているように
見えませんか？

砂が幾重にも
層になっています。

27
赤色粘土集積赤黄色土
280×1440
愛知県豊田市

矢作川流域の段丘面に分布する土壌は20万年から30万年前に堆積した砂や砂礫を母材にした土壌と考えられています。主に果樹園として利用されますが、水田として利用される場合もあり、その場合は砂礫が多く含まれることから、排水性が良い特徴があります。

実は南西諸島の
古くて赤い土壌に比べて
やわらかいです。

けっこう深い所まで
根が張ってます。

28
普通粘土集積赤黄色土
360×1700
北海道興部町

北海道に分布する赤っぽい土壌は2種類あるとされています。一つは暗い赤色の土壌で、もう一つは鮮やかな赤色の土壌です。この写真の土壌は、赤色が鮮やかなので、（多分）年老いた土壌と考えられます。もう一方の赤みが暗いとされる土壌は、火山の影響による熱変成を受けて、土壌化する前から赤味がかかっていた母材から生成したと考えられています。

表面が白い土壌

だいたいの方は、表面が白い土壌と聞くと、「何かおかしなことでも起きたのか？」といった反応をするでしょう。しかし、世界的に見ると白い土壌は、黒ボク土よりも一般的に知られた土壌です。緯度が高くて寒い地域に広く分布する白い土壌を一般的に「ポドゾル」と呼びます。

一方で、全く寒くない湿潤熱帯地域にも白い土壌が存在します。気候帯が極端に異なるこれらの土壌に共通しているのは、白い表層の直上にある落葉や落枝が堆積した層（リター層）が厚く、そこから溶け出してくる有機物を含んだ溶液が酸性であること、そして白い表層（漂白層）が砂質で降ってきた雨水が抜けやすい、または一時的に水浸し状態（還元的状態）になることです。この共通項に基づいて、2種類の表面が白い土壌を見ていきましょう。

29
普通ポドゾル
355×1080
長野県王滝村

この土壌は、標高が高くて冷涼な気候条件下にある針葉樹林で、雨や霧などにより湿度が高く、構造体が礫質なところで生成されます。一番上にある層は無機物を含まないリター層であり、このリター層の直下にある白い層（漂白層）がこの土壌の表面となります。漂白層は、その名の通り、本来あるはずの有機物（腐植）、粘土鉱物、錆びた鉄などが漂白されて白くなっています。漂白によって、抜けた腐植、鉄、粘土鉱物の構成元素であるアルミニウムが漂白層の下の層（集積層）に移動しています。そのため、集積層は漂白層分の鉄が増加しているので、赤みが強くなります。

30
普通ポドゾル
（通称：砂丘ポドゾル）
360×1260
北海道浜頓別町

この土壌は低地にあり、日本では浜頓別地域にしか分布していません。海岸沿いの砂丘地にあるため、ポドゾルの生成要件である透水性が良い、冷温帯の海岸植生下で生成されます。漂白層の下の集積層には有機物（腐植）が沈殿し、その先まで鉄が移動し沈殿するため、黒褐色から褐色を呈し、この集積層は鉄によって硬くなっています。現在は草地として利用されています。

厚いリター層

ここは砂質で
透水性が良い

E層がアッカンベーと
舌べろ出してるみたい

集積層と見える
この層が水を通しにくい
固くち密になっている

31
灰白化粘土集積赤黄色土
（通称：フェイチシャ）
365×1210
沖縄県名護市

リター層が
厚い
南西諸島では
めずらしい

この薄い茶色の
部分から水を
通さない

32
灰白化粘土集積赤黄色土
（通称：フェイチシャ）
380×1280
沖縄県名護市

沖縄には年老いた赤い土壌（マージ）が広く分布していますが、その中に地元で「フェイチシャ」と呼ばれる表面が白い土壌があります。表面が白い層（漂白層）はポドゾルと同様に粗粒質で排水性は良いですが、その下が粘土質であるため、一時的に水浸しになり、空気がない状態（還元的状態）になることがあります。このため、錆びた鉄が還元されて抜けた可能性が考えられています。この土壌では、亜熱帯の南西諸島では珍しく、落葉や落枝からなる層（リター層）が表層である漂白層の上にしっかりと存在しています。そのため、このリター層から有機物が溶け込んだ酸性の溶液が漂白層に供給されていることもポドゾルと同様です。特徴的なのは、抜けた鉄が下に移動せずに、横に抜けていった可能性があり、粘土鉱物の移動によって砂質な漂白層ができていると推察されていることです。

日本にある特徴的な土壌

日本の代表的な土壌は何ですか？　と問われると、私は黒ボク土（火山灰からできる土壌）、沖積土（川が氾濫してできる土壌）、褐色森林土（森の土壌）を挙げます。この3種類の土壌が日本の国土の90%以上を占めているからです。さらに、赤黄色土（年老いた土壌）とポドゾル（表面が白い土壌）を加えると、95%近くを占めると思います。

ここでご紹介するのは、日本の国土を占める割合で考えるとマイナーな土壌ですが、非常に強い個性を発揮している土壌や希少な土壌、これから私たちが真摯に向き合わなければならない土壌です。

何層も積み上がって
できている
だけど
上から下まで
桜色

33
風化変質赤黄色土
360×1915
愛知県小牧市

「こんなピンクな土壌があるなんて」という理由だけで展示しました。春を代表するサクラ色とでも言いましょうか。砂と火山灰が互層状になった、知多ピンク火山灰層（Cp）と呼ばれる全体的にピンク色の黄灰色軽石質火山灰層を母材としてできた土壌です。母材の色がそのまま残っています。

下の方に
トラのシマ模様が
見えます。
探してみて下さい。

34
疑似グライ化風化変質赤黄色土
（通称：トラ斑土壌）
410×1520
兵庫県加西市

もともとは年老いた赤っぽい土壌から生成したと考えられている土壌です。年月が経つにつれて下層がどんどん粘土質になり、透水性の悪化をもたらし、下層において一時的な水浸し状態（還元状態）が発生します。その結果、錆びた鉄が抜けた部分が灰色に変わり、抜けた鉄が再び錆びるという現象が繰り返し起こり、トラの縞模様が生成されたと考えられています。

上から下まで
全部 有機物で
構成された
構造体です。

もしかしたら、
どこかに火山灰（無機物）
をはさんでいるかも…。

35
中間泥炭土
360×1310
北海道美唄市

湿生植物の遺体が水浸し状態で酸素がないため、微生物による分解を免れて厚く堆積して生成された土壌です。湿生植物の遺体を泥炭と呼びます。この中間泥炭土は、ヌマガヤ、ワタスゲ、ヤチヤナギ、アカエゾマツなどの湿性植物が最も多く含まれています。低位泥炭土、中間泥炭土、高位泥炭土が組み合わさって、大湿原地帯が形成されています。こうした大湿原から流れ出る水が海に入り、昆布の豊かな漁場を形成するのに一役買っています。

このあたりから
蛇紋岩が
見えてきます。
少し青っぽいのが
ソレです。
一部のマニアが
大好きな土壌です。

36
塩基型褐色森林土
425×1135
愛知県新城市

蛇紋岩を母材にして生成された土壌です。蛇紋岩は、マグネシウムに加えてニッケルやクロムなどの重金属を多く含んでいます。一方で、植物に必要なリンやカリウム、カルシウムなどの元素の濃度は非常に低く、さらに高いマグネシウム含有量による高pH条件は、植物の必要な金属元素の溶解と吸収を妨げています。そのため、この土壌は貧栄養であり、重金属含量が多く、高pHという特徴を持つ代表的な「人間にとって」不良で困った土壌です。

最近では、皆さんが
住んでいる地域が
人工土という場合も
増えてきています。

← ビニール

㊟ 人工土が
安全じゃないとか
悪いということは
ありません！

37
人工物質土
500×1695
東京都八王子市

この土壌は、人工物質による埋め立てや大規模な客土、造成に伴う異質土壌物質の盛土などの影響で、自然状態の土壌とは著しく異なる断面形態を持つ土壌と定義されます。つまり、自然に形成されたものではなく、また自然に形成された土壌を人間が改変したわけでもありません。それは初めから人工的に形成された環境です。いまの時代，私たちにとって非常に身近な土壌のひとつになっています。

土壌モノリス採取地

土壌モノリスの作り方

① 見たい場所に穴を掘ってできるだけ平らな断面を作る

② 土壌の中にある水と反応して固まる樹脂を刷毛などを使ってまんべんなく塗る

③ 裏うち布を採取する場所より大きめに切り、断面を押さえるようにして貼る

④ 完全に固まったら、裏うち布ごと剥ぎ取り、土壌中の空間に入り込んだ樹脂ごと構造体を採取する。

これがモノリスとなる

⑤ はぎとったモノリスの大きさに合わせた板を作る

⑥ 板の大きさに合わせて額縁を作成する

⑦ はぎとったモノリスの修正を行う

⑧ 作った板にモノリスを接着し、額縁に収めて最終の調整を行う

⑨ 完成

EVENT

※申込開始日・詳細はホームページでご確認ください

泥だんごを作ろう　無料〈事前申込制〉

講師：加藤 拓（東京農業大学 農芸化学科 土壌肥料学研究室）

①「おとなの泥だんご作り」
5/11（土）13:00-15:00
定員：20名
対象：18歳以上

②「親子 de 泥だんご作り」
6/15（土）13:00-15:00
定員：15組
対象：小学生
（保護者同伴・未就学児の同席可）

美しき土壌の世界ギャラリートーク　無料〈申込不要〉

案内：加藤 拓（東京農業大学 農芸化学科 土壌肥料学研究室）

① 5/25（土）② 6/29（土）③ 7/6（土）
※10:30-11:30（1時間）1階展示入口集合

詳しくはこちら

美しい土壌の世界
【協力】埼玉県立 川の博物館、（一社）日本土壌肥料学会
【主催】東京農業大学「食と農」の博物館、応用生物科学部農芸科学科 土壌肥料学研究室
【総合デザイン】地主恵亮、合同会社流域共創研究所だんどり
【空間造作】スタジオフック 志田定幸
【文責】加藤 拓
【発行】令和6（2024）年4月1日発行