

特集

土壌の力

Soil Ability

土壌のミネラルと環境

かわだ はじめ
川田 肇

有限会社 川田研究所

ヌケ殻の土

「農業の生産母体は「土壌」である」ということに異を唱える人はあるまい。しかし、その土壌がどうなっているのかをマクロに見ることのできる人がいなかったために、今の「土壌」が最悪の状態を迎えつつあることに気付いている人は少ない。

日本列島が今のような形で安定して、約2,000万年の年月が経つといわれている。年間降雨日数30~40日。「2,000万年×雨が降った日数」だけ、大地は雨によってたたかれ、微粒子や養分が絶えず洗い流されてきた。そうしてカス（ヌケ殻）となったもの、それが今の「土壌」だ。

雨が降れば河川が濁る。このことは誰でも知っている。しかし、川の水が濁ることから自分の畑にまで思いを馴せる人は極端に少ない。

昔から、川が氾濫すると、次の年から作物がよく穫れるようになると言われてきた。これは、遠くの山や畑から水によって運ばれてきた養分が流れこんできたからであった。ダムやコンクリート舗装による河川の整備は、一方で山からの養分供給をなくすことで、土壌の「ヌケ殻」化を促進してもいるのである。つまり土壌の元をたどっていくと、地域の

山々の岩石が風化し堆積したものと言える。

自然は岩で育つ

春の訪れとともに、山の木々は芽を吹き、新緑が眩しい季節がやってくる。これらの山に誰か肥料でも施しているのだろうか？

ところによって、断崖絶壁の岩肌に大木が堂々と根を張って天空をついている。そこに土壌といえるものはない。同じ場所に同じ木々が何百年と繁茂しつづけている。連作障害でその木々が忽然と消えたという話を聞いたことがない。

あまりにも当たり前のことに対して、われわれは疑問と感ずることを忘れてしまったらしい。これを農業という観点から見ると、本当に不思議なことだ。自然は、植物というものは、土がなくとも、肥料がなくとも、岩があれば立派に育つということを教えてくれていたのである。この謎を解けば、現代の農業が抱える難問は解決するはずなのである。

そこで入手可能な岩石を集めて、その岩石からミネラルを抽出して、その違いを明らかにしようと考えた。

驚異的な岩石ごとの個性

地球科学的な手法にしたがって、地球の表面を次頁図1のように、地殻上部、地殻下部、マントル上部の3つの層に分けて考えてみた。そしてそれぞれの層を代表する岩石からミネラルを抽出し、その働きとミネラルの成分分析を行ってみたのである。その結果、当初はまったく予期しなかった重要な成果を得ることができたのである。

地殻上部 代表的な岩石は「花崗岩」や「安山岩」。石英や長石、それに雲母系の鉱物を含んでいる。これらの岩石から抽出したミネラル液は、植物と動物を問わず、成長を促進したり、病気になりにくくする働きをもっている。いわゆる生理活性をもつ。

地殻下部 代表的な岩石は「はんれい岩」または「玄武岩」。輝石、オリビン、長石、石英などの鉱物が含まれている。これらの岩石から抽出したミネラル液は、水の中にいろいろなものを溶かし込む働きを持っている。有機物が分離・

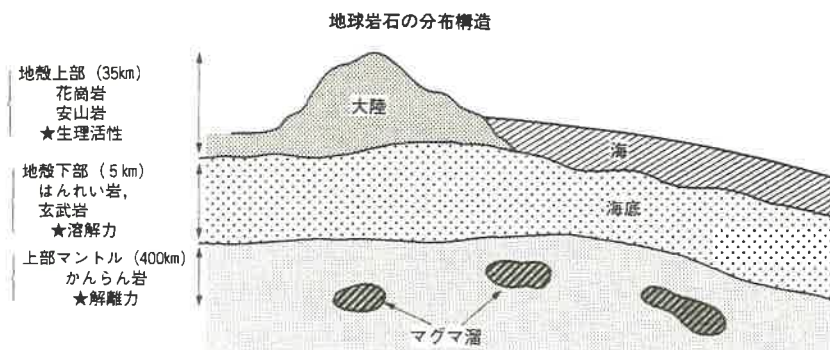


図1 岩石の分布

浮遊している水にこのミネラル液を注ぐと、ただちに溶解して透明な水に戻る。いわゆる界面活性をもつ。

上部マントル 代表的な岩石は「かんらん岩」。オリビンやザクロ石や輝石などの鉱物を含む。これらの岩石から抽出したミネラル液は、水の中に溶け込んでいたものを分離する働きがある。一見透明に見える水も、この液を加えると直ちに溶けていた物質が分離して沈殿してくる。

このように、岩石はその存在する層によって、際立った違いを示すことがわかった。どうしてそんなことが起こるのであろうか。岩石から抽出したミネラル液の組成に大きな違いがあるのではないかと。もちろん、液の元素分析も行ってみた。しかしその結果から、先ほどの溶液の性質の違いを説明することはできない。

わからなくなったら「原点に戻れ」である。この場合、「岩石とはなにか」ということである。岩石とは鉱物の集合体なのだから、各層の岩石の違いはそれを構成している「鉱物（ミネラル）が違う」ということになる。つまり、岩石のミネラル抽出液は「鉱物の性質を反映した溶液だ」と考えればよいのである。

もし、これを現代科学の手法どおりに分析し、ばらばらの元素の情報にこだわっていたら、なにもわからなくなってしまうということである。

鉱物の性質を反映した液とはどういうことなのだろう？ 鉱物は結晶だから、この液は小さな小さな鉱物の結晶（超微結晶）が溶媒の中に分

散したものだと考えればよいことになる。

ミネラルとは

私たちは、気の遠くなるような長い時間をかけて岩石が風化し、動物の遺体が蓄積されて出来上がった土の上で生き、農業を営んできた。しかし、今、私たちの前にある土は、かつてさまざまな生きものを育ててきた土ではない。養分や微粒子が絶えず洗い流されたカス（ヌケ殻）と化していることを知らなければならない。

今できること、それは自然の大循環の中で、この間に土から抜け出していったものを補ってやることしかない。

最近、私たちのまわりにミネラルという言葉が氾濫している。しかし、ここで使用している「ミネラル」とは、単に鉄だとか、マンガンだとか、モリブデンとかいった、肥料としての微量元素を意味してはいない。

ミネラルとは、本来の意味で言えば「鉱物」のこと。つまりミネラル液とは、その岩石を構成している鉱物の超微結晶が溶媒中に分散したものである。単に1つの元素（エレメント）ではなく、もともとの鉱物の結晶構造を持って存在し、その鉱物の性質を反映していることが重要なのである。

どんな物質でも、どんどん小さくしていったら、その大きさが5ナノメートル以下になると触媒機能が増し、1ナノメートル位の大きさになったとき、最大の能力を発揮することがわかっている。実際にミネラル抽出液を調べてみると、平均粒径が2ナノメートルであることがわかっており、様々な触媒機能が発揮されることが期待できる。

このことに気付いてから、地殻上部の岩石をいろいろと集めてその性質を調べ始めた。その結果わかったことは、同じ地殻上部の岩石でも、その岩石が過去どのような地殻変動を受けたかによって、生理活性の効果がかなり違うということであった。

生理活性のためには、その岩石がなるべく力や熱の作用を強く受けたほうがよいことがわかってきた。しかも、あまり風化されていないことも大切だ。1つの岩石に頼るのではなく、何種類かの岩石を組み合わせ

ることが大切なこともわかってきた。

そう考えてみると、岩石の中でも主に「火山岩」に注目することになる。その中でも、火山岩構成鉱物の「シリケート4面体（珪素を核とした4面体構造）」がどの程度の歪みを持ち、そのまわりにどんな元素をまわっているかということを考えて岩石を選ぶということだ。

現在は数種類の岩石を集め、その組み合わせを変えてミネラル液を抽出している。このミネラル液を農業に応用した場合、どのような効果が出てくるのか次に示していきたい。

1 土壌のECが下がる

それまでに土壌溶液のEC（電気伝導度）が高く作物が育たなかった土にミネラルを施すと、その土のECが下がって高品質の作物が取れるようになる、という不思議なことが起こる。

これは、イオン化したミネラルの粒子と土の粒子との相互作用で土の粒子が電荷を持ち、電気的反発により土が膨らむソフト化が起こり、これまでできていた土壌の耕盤がなくなり、耕盤から上に蓄積されていた硝酸などの成分が地下に流れたためと考えられる。実際にグラフ（図2）を見ていただければ一目瞭然で、ミネラルを施す前は1 mS/cm以上あったECが、あるとき（耕盤が抜けたとき）を境に急激に減少し0.2mS/cmくらいを推移するようになった。時を同じにして、硝酸態窒素のグラフ（図3）も見てみると、やはり途中から急激に減少している。

このような圃場では、これまで20cm位しか入らなかった棒がらくらくと2m以上入るようになる。つまり作物の根が土壌深くまで到達できるようになるということである。これは、それまで耕盤より上の浅い土壌で栽培していた作物が地中深くまで根を下ろし、様々な養分を吸える環境ができたことを意味し、結果的に高品質な農産物を生産することが可能になることを示している。

2 酵素活性を高める 体内の反応促進

酵素とは、生体内触媒のことである。つまり、酵素は、生体内のあら

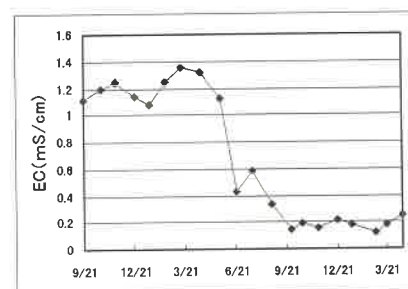


図2 ECの経時変化

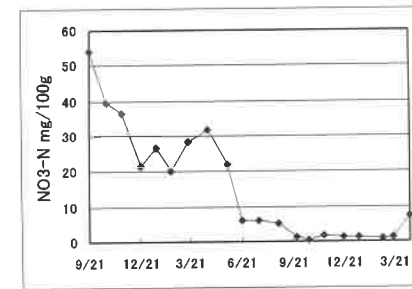


図3 硝酸態窒素の経時変化

ゆる反応に関与してその反応を促進する働きをしている。植物は、種子から発芽し、根を伸ばし、栄養生長を始める。やがて生殖生長へと移り、実をつけて子孫を残し、その一生を終える。この種子が発芽する段階から一生を終えるまでの全生涯は、酵素の働きによって左右される。

それくらい酵素の働きは重要であるが、植物の一生の全課程でどんな酵素がどんな働きをしているのか完全には解明されていない。酵素活性にミネラルが必須であるということはわかっているが、酵素の名前さえわかっていないのでは、どの反応にどんなミネラルを与えたらいいのかわからないのも当たり前のことだ。今わかることは、できるだけ多種のミネラルを与えることでしかない。

次頁グラフに示したのは、4種類の酵素活性データである（図4）。リゾチーム・キチナーゼ・プロテアーゼ・硝酸還元酵素、それぞれミネラル添加の場合のほうが数値が高く、特にキチナーゼは約4倍、硝酸還元酵素については実に30倍もの酵素活性を示している。

これらの酵素活性からある事実を解明することができた。ミネラルを土壌に散布すると糸状菌の割合が大幅に減少することがある。作物に悪さをする菌のうち、その80%が糸状菌といわれているが、その割合を減らすことにより病気にかかりにくくすることが可能になる。

糸状菌が減るメカニズムであるが、キチナーゼの酵素活性が大きく寄与していると考えられる。キチナーゼは糸状菌の細胞壁を構成しているキチン質を加水分解する。つまり糸状菌はキチナーゼの働きによって生存しにくい環境になるということである。

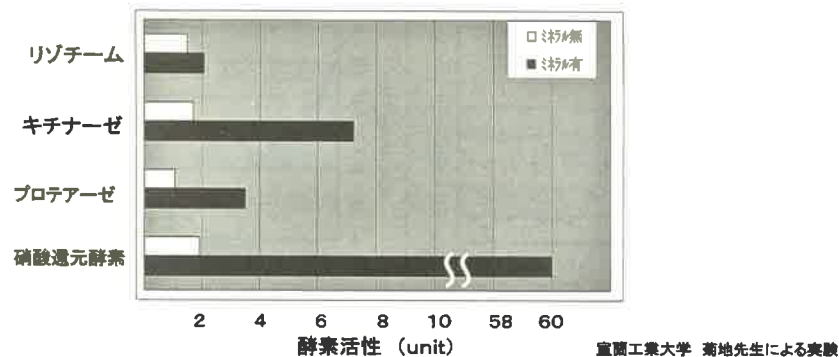


図4 ミネラル添加時に生産される各種酵素活性について

このことは、現在のフザリウム菌などを主体とした土壌病害の解決に一筋の光を当てるものになるかもしれない。現在では、土壌病害菌による対策は薬剤による土壌消毒が一般的であるが、土壌消毒によって引き起こされる問題は、土壌微生物数の減少と菌相の画一化である。

多様性の失われた土壌は、少しの環境変化により、病害菌の大増殖を引き起こし、消毒をまた繰り返すという悪循環に入ってしまう。ミネラルや堆肥を使用して微生物相を豊かにし、病原菌の繁殖を阻害する菌類を増やして、持続可能な農業へと転換できる可能性は十分にある。

おわりに

これまで、土壌の成り立ちから「ミネラル」の重要性やその働きについて述べてきたが、「ミネラル」が万能であるわけではなく、農業の問題は様々な要因が複雑に絡み合っている。今後の農業のあり方として、ある一方からの見方だけでなく、様々な方向から作物や土壌を眺め、状況を判断して適切に問題に対処していくことが求められる。私たちはそのような生産者に少しでもお役に立てるように努力していきたい。

プロフィール

川田 肇 1966年東京生まれ。筑波大学大学院理工学修了。高エネルギー物理学研究所(現高エネルギー加速器研究機構)非常勤研究員後、川田研究所に入所。岩石抽出ミネラルの様々な応用を手がける。工学博士

トピックス

オーガニックが変える明日

つし よし ひこ
辻 吉彦

TSUKURU 株式会社 代表取締役

南米・ブラジルとの出会い

2003年から2004年の年初にかけ、およそ2か月間南米を旅行しました。そのうち1か月はブラジル・アマゾン流域を彷徨い(まよ)いました。地球の肺と言われるアマゾンの現状を肌で感じておきたかったからです。

私がそこで感じたことは、アマゾンでは「アマゾン流の生活」が営まれているということです。当たり前のことといえばそれまでですが、日常生活の中で、明日の糧を得るために材木を伐採し、伐採する材木がなくなれば、次の材木を伐採する。そして材木を売り、手に入れたお金で木を切り出した土地に火を放ち焼き畑を行い、家畜を放牧する。このようなことが繰り返されていました。当時は、まだ農地の管理や再生産についての考えは、一部の人にしかなかったとっていいかと思います。

旅の醍醐味

海外を旅する醍醐味は、何ととっても知らない土地で知らない人と会うことです。日本国内の旅行でもそのような経験は旅の醍醐味ですが、海外ともなるとそこから受けるインパクトが違います。言葉の壁、文化の壁、習慣の壁、乗り越えなければならない壁が多ければ多い程、それを乗り越えた先で会う人からは大きな啓示を受けることになります。

私は、アマゾンで一人の日系人の方と出会いました。坂口 陞(のぼる) さんです。坂口さんは1957年トメアスに移住し、苦勞の末の「アグロフォレストリ