



館長だより

山形県産業科学館

令和 7 年 3 月 26 日(水)

発行 館長 加藤 智 一

土も老化する

『土と生命の 46 億年史 土と進化の謎に迫る』(ブルーバックス) 藤井 一至より

人間が老化するように、土も老化します。これを風化といいます。人間の老化は腰痛や記憶力の低下として現れますが、土の老化は栄養分の低下として現れます。

若い土は、スメクタイトやパーミキュライト、雲母などの粘土鉱物が多く含まれています。そこではケイ素・アルミニウム・ケイ素のトリオによって結晶構造や電気が保たれています。ところが、ケイ素が流出すると、粘土の結晶構造が崩壊し、残されたアルミニウムとケイ素はデュオのユニットを再結成してカオリナイト粘土となります。さらにケイ素が流出すると、最後にはアルミニウム酸化物だけとなり、その間、粘土はマイナスの電気を失い続けます。粘土の電気がなくなると栄養保持力が低下し、肥沃な土ではなくなってしまいます。最後に残るのは、風化しにくい砂(石英)とアルミニウムと鉄の酸化物ばかりとなります。栄養分を失った赤土が固結するとラテライト、化石化するとボーキサイト(アルミニウムの原料)となるわけです。

この時、深刻なのがリンの減少です。生物にとって、リンは遺伝子やエネルギーの生産に欠かせません。しかし、リンは究極的には岩石中の鉱物(アパタイト)しか供給源がありません。アパタイトは私たちの骨や歯とほとんど同じ組成の鉱物です。岩から土に成長する段階では、鉱物は徐々に風化されることで植物や微生物が吸収できるリンが増加します。ところが、リンは窒素と違い、大気や雨から供給される見込みがありません。風化・流出しても補給されないため、時間とともに土壌中のリンは減少してしまいます。さらに、残されたわずかなリンはプラス電気を帯びた鉄サビ粘土に強く吸着されます。粘土のマイナス電気に吸着したカルシウムイオンであれば、植物はすぐに取り出して吸収できます。しかし、鉄サビ粘土とリンの吸着(結合)はさらに強く、リンと鉄サビのあいだで脱水反応が起こり、一体化します。鉄サビ粘土に吸着されたリンは、簡単には吸収できません。このため、オーストラリア大陸やアフリカ大陸中央部、南米大陸の赤土はリンの不足という問題を抱えることになりました。これが人類の祖先の暮らしに大きく影響を及ぼすこととなります。

土壌中のリンは最も溶出しにくい栄養分の一つですが、人体(水を除く)にはリンが 3 パーセントも蓄積されています。魚類や鳥類のリン含有量の 1.5~2 倍にもなります。体内でリンが最も多い場所は骨や歯(リン酸カルシウム)ですが、その次にリンが濃縮している場所は脳です。脳はもともと腸から発生、進化したものとされます。腸を「第二の脳」と呼

ぶことがあります。むしろ脳が「第二の腸」です。脳を進化させた生物のうち、脳の大きい哺乳類は鳥類とともにエネルギー消費が多く、脳の発達とエネルギーの生産にリンを多く必要とします。ところが、動物は岩石を溶かしてリンを直接吸収することができません。このため、哺乳類にとって土と植物を介したリン循環が生命線となります。オーストラリアのフクロミツスイの暮らしには、その厳しさが反映されています。

オーストラリア大陸の地質は古く、風化した土は栄養分が少ない状況にあります。そんな中でも、有胎盤類(ヒト)が現れる前からカンガルーのような袋類が独自の進化を遂げていました。フクロミツスイもその一つです。オスの体重に占める陰茎の割合が生物の中で最も大きいことで有名です。メスは特定のオスを選ばず、卵子は不特定多数の精子に競争させます。繁殖には遺伝子や細胞の膜を作るリンが特に多く必要となりますが、土にはリンが乏しい状況にあります。そこで頼りにしたのが、バンクシアという被子植物です。恐竜絶滅前から存在している古株ですが、蜜や果実にはリンが豊富に含まれており、フクロミツスイのごちそうとなっています。フクロミツスイが花粉を媒介することでバンクシアも繁殖できます。バンクシアはかわいい花をつける一方で、地下ではおどろおどろしい細い根の束(プロテオイド根)を発達させました。根から有機酸を放出することで粘土に強く吸着したリンを溶かし、酵素(フォスファターゼ)を放出することで有機物中に格納されたリンさえも溶かしだします。溶けだしたリンを張り巡らせた極細の根で回収します。これらの機能は栄養分の乏しい条件でのみ活性化します。オーストラリアの古い赤土の上で、限りあるリンをバンクシアとフクロミツスイが受け渡ししながら、命をつないでいます。近年、気候変動によって火災が頻発するようになり、バンクシアの再生が間に合わず、フクロミツスイも絶滅の危機に瀕しています。哺乳類にとって、土壌のリン、そしてそれを吸収してくれる植物の存在は不可欠です。限りあるリンと被子植物に食料の多くを依存している点は人類も共通しており、フクロミツスイのピンチは対岸の火事ではないのです。

