

植物によるケイ素利用の謎

石澤 秀紘*1・北島 薫*2

シリコン、シリカ、とも呼ばれる元素、ケイ素については、あちこちで耳にすることもあるかと思う。近ごろでは「ケイ素水」なる商品も売り出されており、美容・健康への効果が謳われているようだ。そもそも、地殻で酸素について2番目に多い元素なので川や井戸の水にもふつう低濃度で溶解しており、動物も植物もケイ素不足で困る状況はあまりない。それでも、イネにおいては、古い水田におけるケイ素不足を補うための施肥はよく行われる。水耕栽培のキュウリにもケイ素を適度な濃度で与える必要がある。しかし、ケイ素が野生植物や生態学において注目されるようになったのは、ごく近年のことである。

植物が土から水とともに吸収する元素として、ケイ素は他の栄養塩類とは根本的に異なる性質を持つ¹⁾。第一に、ケイ素の蓄積量は植物種間の差が非常に大きく、根において積極的に吸収する種から排除的に取り入れない種までさまざまである。たとえば、イネはケイ素を乾燥重量の10%近くまで蓄積するが、トマトの蓄積量は0.1%にも満たない。第二に、ケイ素は植物の必須元素には数えられておらず、供給を完全に絶っても生育が可能であると考えられている。また第三に、ケイ素は過剰に摂取することによる明確な悪影響が報告されていない唯一の栄養素でもある。また、水溶性が低いケイ素は植物体内で濃度が過飽和すると、「植物オパール」といわれる非結晶物を形成する。このように、ケイ素は一風変わった植物栄養素として大いに好奇心を惹く。

植物が水とともに吸い上げるオルトケイ酸 (H_4SiO_4) は土壌水中に0.1~0.6 mMというごく限られた濃度で存在する。多くの植物は根の細胞膜で特異的なトランスポーターによる能動輸送を用いることで吸収量を調節していると考えられる。岡山大のMaらがイネの根部でケイ素の能動輸送を行うトランスポーターの遺伝子を世界で初めて同定したのは、ほんの10年ほど前のことである²⁾。このように、現在では植物のケイ素吸収に関する分子メカニズムも解明されつつあるが、野生植物については調査されていない。

そもそも、植物がエネルギーを使ってまでケイ素を蓄積することにどのような利点があるのだろうか。よく言

われるのが、植物の力学的強度の向上、つまり、ケイ素を多く含むことで倒伏や虫害を防ぐという利点である。また、葉の垂れ下がりや抑制して間接的に光合成能率を促進することや、植物体中で有害な重金属イオンの無毒化に貢献すること、他にも乾燥ストレスの緩和や病原菌からの保護に役立つことも知られている。これらのイネ科を中心とした限られた作物種における研究で日本の研究者は世界をリードしてきた³⁾。

近年になって、幅広い野生植物を対象とする研究も行われるようになってきた。たとえばCookeらは⁴⁾、オーストラリアの野生植物47種について、葉のケイ素含量が総炭素量、特にフェノール類の含量と負の相関を示すことを発見した。フェノール類は害虫や病原菌に対する化学的防御に貢献すると考えられ、また、細胞壁の力学的強度に貢献するリグニンの原材料でもある。これは、根から吸収するケイ素が光合成によって固定される炭素の役割の一部を代替することを示唆しており、非常に興味深い。同時に、ケイ素を固定するのにかかるエネルギーは炭素同化と生合成の20分の1以下と試算されていることから⁵⁾、ケイ素はより「安価な」植物体の材料である、という見方が提案されている。アフリカのサバンナ草原やイギリスの牧草地などのイネ科植物では、動物によく食べられるとケイ素濃度が上がるような生理学的反応を示すことも知られている。

しかし、前述のとおり植物にはケイ素を積極的に吸収する種から吸収しない種までさまざまだが、こうした種間差の意味するところはまだまだ未解明である。ケイ素を吸収しない植物種も多いことから、あえて吸収しないメリットも存在する可能性は大いに考えられる。このように、植物のケイ素利用についてはまだまだ新たな発見がなされる余地は大きく、今後の研究が期待される。もしお店で「ケイ素水」を見つけたら、ベランダの鉢植えに与えてみてはどうだろう。

- 1) Epstein, E.: *Annu. Rev. Plant. Biol.*, **50**, 641 (1999).
- 2) Ma, J. *et al.*: *Nature*, **440**, 668 (2006).
- 3) 高橋英一: 作物にとってケイ酸とは何か, 農文協 (2007).
- 4) Cooke, J. *et al.*: *Oikos*, **121**, 2052 (2012).
- 5) Raven, J. A.: *Biol. Rev.*, **58**, 179 (1983).