

今年の夏はなぜ暑いのか セラミックスと植物と機構の関わりの仮説 (その3)

作・光藤 裕之 岡山理科大学 理学部応用物理学科 教授
〒700-0005 岡山市理大町1番1号 TEL/086-252-3161 FAX/086-255-7700



5 ムギネ酸とその仲間たち: 植物性鉄運搬体

20年程前のこと、新しいまき土を敷いて2~3年後の庭に生えた雑草を引き抜いたとき、密生した毛根に抱えられたまま現れた土が、周りに残った土に較べて著しく肌理が細かく揃った細粒であり幾分色白であることを奇異に感じた。たまたま当時の新聞記事から、次のような知識を得た。禾本科(イネ科)植物は、根から鉄をキレートする酸性物質を出し、土壌・岩石を腐食し、腐食面に露出した鉄イオンを捕捉させて、再び吸収する。これらを一般には、植物性の鉄運搬体(phyto-sidero-lore)という。大麦の栽培品種ミノリムギが分泌するアミノ酸系キレート剤の分子構造が、高城成一教授(岩手大学農学部)らによって同定され、ムギネ酸と名付けられた。中性・塩基性の石灰石土壌地帯農業における鉄欠乏白化(葉から緑が抜け白色になる)対策に関連する研究であるが、命名の独創性にも感銘を受けた⁴⁾。

その後1990年頃、原料粘土中の鉄分は陶磁器の白色度を落とし、耐火物原料中の鉄分は煉瓦の耐火度を低下させること、鉄分除去技術が求められていることを知った。そこで植木鉢での麦栽培に及んだのである。成熟後の鉢内のムギネ酸分布は、根の近くよりも下層で大きかった。栽培中の撒水の結果であるが、麦自身が再吸収するよりも遥かに多くが“無駄に”流出していることを実感させられたのである。

麦栽培依存から脱却すべく、合成鉄キレート剤EDTA(エチレンジアミン4酢酸)等を用いて、鉄鉱石粒からの鉄分離を試みたが、思わしい結果は得られなかった。EDTA等の鉄キレート能はムギネ酸よりも高いのであるが、それは水溶液中の遊離の鉄イオンについての値である。ムギネ酸は、鉄イオンをキレートする以外に鉱物を腐食する高い能力をもっていたのである。ムギネ酸を作用させた後の鉄石には著しい腐食孔が見られた。

麦から頂いた“おこぼれ”は僅かで貴重である。ムギネ酸から鉄を離させれば、ムギネ酸のリ

サイクルと“製鉄”ができる。この試みはうまく行かなかった。鉄をくわえたムギネ酸の安定さを実感させられたのである。植物は生体膜のイオン交換機能を使って巧みにかつ容易に鉄イオンを分離しているのかも知れない。

昨今、マイクロマシニング技術には、強酸とそれらの混酸による選択腐食が用いられるが、有機物であり「優しくて力持ち」の“根酸”が新しい技術を生むかも知れない。名古屋市立大学とサントリー研究所で、ムギネ酸の合成に成功しているという話を人づてに聞いている。ニーズがあって量産されれば、再び「常温製鉄」を試みてみたい。

植物性鉄運搬キレーターは、多種多様であって、麦に限ってもその品種ごとに異なる分子構造をもつ。雑草(主として単子葉植物)の逞しい繁殖力は、彼等がもつ鉄キレーターに負うのかも知れない。単子葉植物と混植することによって元気付く双子葉植物の例が見られる。岩場の樹木が岩に割れ目をつくりつつ生長する例も希有のことでもない。大気中のCO₂が雨水に溶けた炭酸よりも、“根酸”のほうが、風化に対する効果は大きいかも知れない。

腐葉土から、非水溶性のフミン酸(humic acid)と水溶性のフルボ酸(fulvic acid)がつけられる。いずれも酸性有機物であるが、後者が鉄と結合したフルボ酸鉄も雨水に溶けて森林から海まで辿り着く鉄運搬体になる⁵⁾。ただし、化学大辞典(共立出版)によれば、複雑物質で分離精製も困難であり不明な点が多い。

6 今年の夏が暑いわけ

1997年秋から、インドネシア・マレーシアで大規模な森林火災が発生し、東南アジアのほぼ全域を煙霧が襲い大災害をもたらした。大気の乾燥が原因であるが、その後雨期を迎えて、ひとまず鎮火した。ここから私の空想が始まる。焼けて保水力を失った森林跡に降った雨は、土壌中の植物性鉄運搬体を余さず洗い流すだろう。東南アジアの多島海は、平年よりも遥かに多くの鉄運搬体で満たされ、植物性プランクトン

の繁殖が促され、太陽光反射能が増して、海水温上昇が抑制されるだろう。この海水は黒潮に乗り西南太平洋に出るから、1998年夏の台風発生は少ないであろう。その空想は、結果だけで見ると当たってしまった。

南国の植物の再生は速い。1999年には、ある程度の保水力は回復していても、地中の鉄運搬体の蓄積はまだ乏しい。東南アジアあるいは西南太平洋の海には、“友情の支援鉄”が欠乏し、海水温が平年より高くなり、今年の夏は暑くなるであろう。この予測も当たってしまったのである。

以上は、「春風と桶屋」の論法であって、論理の連鎖の分岐を無視している。しかし、気候学で、多分、無視されているであろうことを取り入れたつもりである。陸の植物の繁栄は、海の生物を潤し、食物連鎖を豊かにし、CO₂の海洋吸収を増すだけでなく、全地球の熱収支および局地的な気候にも影響を及ぼし得る。その制御因子は植物性鉄運搬体である。

酸素供給の乏しい下層の海水中に温存されているFe²⁺が、海流に駆動された「湧昇」によって表層にもたらされると、植物プランクトンが繁茂する。ペルー沖に湧昇する海水に溶存する鉄の40%以上が2価(Fe²⁺)であるとの報告がある⁶⁾。この湧昇に恵まれたとき低海水温のラニーニャ現象が生じてカタクチイワシの豊漁がもたらされ、逆のとき高海水温のエルニーニョ現象がもたらされると言えそうである。

【参考文献】

- 1) R.カンデル著、飯山敏道訳、「気候の未来」(丸善 1993)。
- 2) 西村光雄著、「光合成」(岩波書店 1987)。
- 3) 朝日新聞(1998-9-30)。
- 4) 日本土壌肥科学会編、「金属関連化合物の栄養生理」(博友社 1990)。
- 5) 松永勝彦著、「森が消えれば海も死ぬ」(講談社 1993)。
- 6) 布施博之、滝村修、山岡到保:中国工業技術試験所報告,35(1990)53-58。