

生命にとって塩とは何か

— 生物と塩との関係史 — 8

京都大学名誉教授
近畿大学農学部教授

高 橋 英 一

6 塩と農業

人間の一次生産活動の中で、農業と水産業は環境中の塩分に対する見方は全く対照的である。陸上植物を対象に行われる農業では、環境中の塩分濃度の高いことは負要因としてみられる。塩類ストレスとか耐塩性という言葉はそれを物語っている。一方、目を海に転じると状況はすっかり変わる。海の中の動物性バイオマス（生物存在量）は約300億トンと推定されるが、これを年間延べ3000億トン以上の植物性バイオマスが養っている。海は地表の3分の2を占めているが、ここでは微小な植物プランクトンから巨大な海藻にいたるまで、莫大な量の植物が3パーセントの塩化ナトリウムを含んだ海水に適応して生活している。ところが今から4億年余りに陸上へ進出してから植物は、海に比べれば大変脱塩的な環境に適応し、海水の10分の1程度の塩分にも耐えられぬものが多くなった。農業をはじめた人間が、栽培するようになった植物の大部分は、このような塩分に弱い植物であった。

塩類の集積と農業の衰退

人間が農耕をはじめたのは1万年ほど前、西南アジアにおいてであろうといわれている。この地域には大河が流れ、日照にも恵まれ、農耕が容易であったためと思われる。やがて農耕は余剰の食糧をもたらすようになり、文明発達の基礎ができた。最初の文明は三つの地域、すなわちナイル川流域、チグリス・ユーフラテス川流域、インダス川流域に発達した。エジプト文明、メソポタミア文明およびインダス文明がそれである。

紀元前3500年頃、シュメール人はユーフラテス川から分岐する大規模な灌がい水路工事をはじめた。バビロニア王国治下になると流域はさらに大規模に灌がいがされた。この灌がい農業はその後

2000年近くこの地域の文明を支えてきたが、ついに衰退する 때가きた。それは民族間の闘争による荒廃という人為的な側面のほかに、灌がいがもたらした塩類集積による地力の荒廃という、自然的側面があった。

チグリス、ユーフラテス川流域は雨は少ないが水資源に恵まれていたため、人間の力で灌がい水路をつくり、人為的に作物に水を供給することによって、当時としては高い生産性をあげることができた。灌がい農業は、文明の初期に現れた最もすぐれた技術の一つであったろう。しかし半乾燥地域の灌がい農業では、灌がい水路による水の供給とともに、排水路によって浸透水を取り除いてやる必要がある。灌がい水に含まれていた塩分とともに、表層土から溶出した塩分は地下水中にたまり、それは下降水より毛管上昇水が優越する場合、土壌表層へ集積するからである。しかし、このメソポタミアの教訓は必ずしも十分に生かされておらず、現在でもイラン、トルコ、インドのほか、北米のカナダ、アメリカにまたがる大平原、オーストラリア西部さらにはヨーロッパにおいても耕地の塩類化が進んでいる。今日、世界の総灌がい面積の10分の1に当たる約2100万ヘクタールは塩害によって生産性を低下させているといわれる。

このように世界の各地で不適切な灌がいによって耕地の塩類化がおこり、それが農業の基盤をそこない農業を衰退にみちびく結果になっていることは昔も今も変わりが無い。このことは雨に恵まれ、水田農業の伝統に育まれてきたわれわれは見過ごしがちであるが、世界的には深刻な問題である。

塩性環境の農業利用

現在われわれは、増大する世界人口と土壌の塩類化や侵食の進行による既耕地の喪失との板挟みになっている。これを切り抜ける方法の一つは塩性環境の農業利用であろうが、それは大きく分けると二つの方向があると思われる。一つは在来の主要作物の耐塩性の強化であり、いま一つは塩生植物の作物化である。

耐塩性の強い作物の利用と育種

既存の作物の中にも種類によって、また同じ種類でも品種によって、耐塩性にかかなりのちがいはある。耐塩性の比較的強いものとしては穀類ではオオムギ、砂糖作物ではサトウダイコン、マメ科牧草ではアルファルファ、油糧作物ではベニバナ、維織作物ではワタなどがあり、塩類化がそれほど進んでいない場合には、耐塩性の比較的強いこれらの作物をえらんで栽培するという方法がある。

また品種間でもかなり耐塩性のちがいがみられるので、どうしてもつくりたい作物があるとき耐塩性の強い品種を選抜育種する努力がされる。たとえばフィリッピン国際イネ研究所では耐塩性のイネの選抜が行われてきたし、シリアのアレppoにある国際乾燥地農業研究所でも耐塩性ムギの選抜が行われ、いずれも有望な品種の作出に成功している。しかし耐塩性は高くても、倒伏しやすかったり、病害虫に弱かったりして、実用普及の段階ではいろいろ問題があった。

塩生植物の利用

これに対して現地塩性環境にもともと適応している塩生植物の利用に関しては、つぎのような試験研究が行われている。

飼料としての利用 塩生植物にはタンパク質含量などの栄養価、消化率や家畜の嗜好性からみて、飼料として適しているものは結構多い。アカザ科のハウキギ属の植物は、エジプトなど地中海沿岸諸国の塩性沼沢地に繁茂しているが、その飼料価値が注目されている。ただそのままでは食塩含量が高すぎるので、他の飼料とまぜて使用する必要がある。

食糧としての利用 塩生植物の茎葉は塩分が高すぎるのがしばしばあるが、そのような場合でも種子の塩分はかなり低い。イネ科の塩生植物の *Distichlis* という植物の種子を粉末にしたものは、コムギ粉に匹敵する品質であるという。ただ種子が小さく収量も少ないので、改良の必要がある。

製紙原料などへの利用 エジプトには耐塩性のあるイグサが広く分布しており、その繊維は製紙原料やマット、ゴザなどの製造に利用されている。

医薬品原料としての利用 塩生植物には特殊な成分を含んだものがある。紅樹林とも呼ばれているマングローブは、その色のもとになっているタンニンの採取に利用されている。またオカヒジキの一種はいろいろなアルカロイド、サポニン、タンニン、配糖体を含んでおり、虫下しや鎮痙剤などの原料として利用の可能性があるという。

燃料としての利用 マングローブはまた薪あるいは炭の製造に利用される。

好塩性藻類の培養による有用物質の生産 海産の緑藻の仲間にドナリエラという種類があるが、これは死海などの塩分濃度の非常に高い環境に生息している。ドナリエラの耐塩性の仕組みの特徴は、培地の塩類の浸透圧に対抗するために、体内に大量のグリセリンを蓄積することである。グリセリン含量は培地の食塩濃度に比例して上昇し、海水の10倍濃度の培地でグリセリン含量は乾物当たりで50パーセントにまで達するので、採算のとれるグリセリン生産が可能である。条件として高い塩類濃度が必要であるが、それには今までかえりみられなかった塩湖が活用できる。

なお、塩類土壌や海水を農業に利用しようとするとき、栽培対象になり得る植物の耐塩性としては、海水相当濃度の塩分に耐え得ることが一つの目安となる。何故ならこの場合、灌がい水として海水の利用が可能であるだけでなく、海水よりも塩分濃度の高い土壌でも、その塩分を海水で洗い去って栽培することができるからである。