

File No. 24

塩素感受性植物と塩素を含有する肥料

植物の生育に必要不可欠の元素は、窒素、りん、カリウム、カルシウム、酸素、水素、炭素、マグネシウム、硫黄、鉄、マンガン、ホウ素、亜鉛、モリブデン、銅、塩素の16種類である。これらの元素は必須元素と呼ばれ、そのうち一つでも欠けると植物体の生長が完結しない。

塩素(Cl)は海水の主成分である塩化ナトリウムを構成する成分で、地球上に広く分布し、地殻重量の0.19%もあるが、植物の必須元素として確認されたのはまだ比較的新しい。1954年、トマトの水耕栽培の試験で塩素が欠乏すると、生育ができないことで判明した。塩素は植物の光合成の明反応で酵素発生を伴う反応をマンガンとともに触媒する働きを持っている。また、細胞液のpH調整等も行って、各種炭水化物の合成や光合成に関わる。葉および根における細胞分裂にも必要で、植物の纖維化作用がよくなり、病害抵抗性を高める働きがあると言われている。

植物体内に塩素がイオンの状態で存在し、細胞、組織を構成する物質ではない。転流性が高く、茎葉に多く存在し、種子には少ない。

塩素欠乏症は、葉の先端がしおれ、続いて葉のクロロシスと壞死が見られる。ブロンズ化と言われる葉がブロンズ様の色になる症状が見られることもある。根の先端が短く、太くなる場合もある。但し、塩素は地球上どこにでも十分すぎる量が存在しており、人為的に塩素を取り除いた環境を作り出さない限り塩素欠乏は発生しない。それどころかほとんどの植物は必要量を遙かに上回る量の塩素を吸収しているのが普通である。研究結果により、農作物の茎葉中の塩素含有量が土壤中の塩素濃度と正の相関関係があり、葉の灰分中の塩素含有が0.28~1.25%の範囲であれば、農作物の成長と収量に異常が見られなかった。海辺に生息する塩性植物の塩素含有量がさらに高く、灰分中の塩素含有量が10%に達する植物種もある。

通常、土壤中に高濃度の塩素は植物の発芽と幼苗の成育に影響を及ぼし、その症状は発芽遅れや発芽率の低下、苗の生育不良や枯死が発生する。但し、植物は発芽期や幼少期を除き、必要な量を大幅に超えた塩素を吸収しても生育に支障が出ない。一部の植物が塩素に敏感で、塩素を多量に吸収した場合は、その生育または生産物の品質に悪影響が見られる。このような植物は塩素感受性植物(chloride sensitive plants)と呼ばれる。

例えば、モモ、ブドウ、スイカなどは、多量の塩化カリウムや塩安を施用した場合は、果実の糖度が低くなるほか、薄い塩味を感じて、食感が悪くなる。これは、植物体内の塩素イオンが一定濃度を超えると、光合成で合成した炭水化物の果糖への転換と果実への蓄積を妨げるほか、果実に多量存在している塩素が塩味のある食感を誘発する。

ジャガイモやサツマイモのイモ類も多量の塩化カリウムや塩安を施用した場合は、地上部の生育に支障が見られないが、塊茎、塊根の収量が減り、でん粉含有量も低下する。その理由は体内の塩素が光合成で生成した炭水化物がでん粉への転換と塊茎、塊根への蓄積を阻

害すると言われる。

塩素の悪影響を最も現したのはタバコである。多量の塩化加里を施用したタバコは地上部の生育、特に葉っぱの生育がよく、肉厚で外観に異常が見られないが、加工した紙巻タバコは火付きが悪く、喫う途中で火が消えやすい。これは、葉に蓄積されている多量の塩素が葉の燃焼性を劣化させるからである。

一方、綿、麻類などの繊維作物は塩素を嗜好する。土壤中の塩素が不足する場合は、繊維が短くなり、引張り強度が落ちる。塩素を多量含有する塩化加里の施用によりその繊維が長くなり、強靭さが増す。海島綿、エジプト綿は塩化物に対して選択性が見られる。

植物の塩素に対する感受性により、塩素感受性植物、耐塩素植物、塩素嗜好植物に分けられる。その仕分けの基準は、大体、土壤中の塩素濃度が 300ppm を超えた場合、その生育または収穫物の品質や商品価値に悪影響が見られる植物は塩素感受性植物に、土壤塩素濃度が 600ppm 未満の場合に正常に生育できる植物は中程度の耐塩素植物に、土壤塩素濃度が 600ppm を超えても生育に影響が見られない植物は強耐塩素植物に分類される。また、塩素が存在するとその成長や収穫物の品質や商品価値が向上する植物は塩素嗜好性植物に分類される。一部の農作物の塩素感受性について表 1 に示す。

表 1. 農作物の塩素感受性

塩素感受性植物 (土壤塩素濃度 < 300ppm)	タバコ、イチゴ、スイカ、ブドウ、モモ、リンゴ（幼木期）、サトウキビ、テンサイ、ジャガイモ、サツマイモ、お茶など
中程度の塩素耐性植物 (土壤塩素濃度 < 600ppm)	大麦、小麦、トウモロコシ、大豆、ソラマメ、インゲン豆、落花生、トマト、キュウリなど
強耐塩素性植物 (土壤塩素濃度 > 600ppm)	イネ、タイサイ、ホウレンソウ、ハクサイ、ダイコン、カブアブラナなど
塩素嗜好性植物	綿、亜麻、苧麻、ケナフ、大麻など

図 1 は塩素感受性植物のタバコ、スイカと茶、図 2 は塩素嗜好性植物の綿、亜麻とケナフの写真である。

多くの塩素感受性植物は塩素によりその生育が阻害されるのではなく、収穫物の品質または商品価値が落ちるため、塩素感受性植物に分類されたことに注意すべきである。

塩素イオンはマイナス荷電するため、土壤コロイドには吸着せず、水で簡単に洗い流してしまう。イスラエルの研究では、10 アールに約 400m³ の水を灌漑すれば、長年にわたって土壤に蓄積してきた塩素を完全に除去することができる。その水量は 400mm の降雨量に相当する。湛水してある田んぼは塩素イオンが蓄積できないので、多量の塩安や塩化加里を施用してもイネの生育に影響しないのはそのためでもある。

塩素が引き起こす植物の障害、特に苗期の障害は、アンモニアイオン (NH_4^+) により悪

化され、逆に硝酸イオン (NO_3^-) により軽減することができるという研究結果もある。



図 1. 塩素感受性植物（左：タバコ、 中：スイカ、 右：茶）



図 2. 塩素嗜好性植物（左：綿、 中：亜麻、 右：ケナフ）

塩素を含有する化学肥料の代表格は塩化カリウムと塩安である。塩化カリウム (KCl) は塩素とカリウムの化合物で、カリ含有量 60% で、カリ肥料の中では一番高く、価格も安く、コストパフォーマンスが良いため、カリ系肥料に占めるシェアは 85% 以上である。塩安 (NH₄Cl) は食塩から炭酸ナトリウムを生産する際に発生する副産物で、窒素含有量 25%、値段が安いため、肥料、特に化成肥料の原料として広く使われている。但し、塩化カリウムには塩素 47.5% を含んでいて、塩安が更に高く、塩素含有量 66.3% にも達する。

しかも、塩化カリウムと塩安は生理的な酸性肥料でもある。施用後、カリまたはアンモニウム

ムが養分として植物に吸収された後、塩素イオン (Cl^-) だけが土壤に残り、土壤 pH を下げて、酸性化させる。また、灌漑設備のない畠では塩素が土壤中に蓄積し、土壤水分ポテンシャルが高くなり、植物根系の養水分の吸収を阻害するいわゆる土壤塩害を引き起すこともある。

農業生産に於いて、栽培作物の塩素に対する感受性を把握して、塩化加里と塩安及びこれらを原料とする化成肥料の適切な使用は重要である。例えば、塩素感受性植物に塩素を含有している肥料の使用を控えて、代わりに硫酸加里など硫酸系肥料または硝酸加里を使用することはその生育と収穫物の品質向上に役立つ。強耐塩素性植物や塩素嗜好性植物には廉価の塩化加里や塩安を使用することは、生産コストの削減と収穫物の品質向上に有利である。特にイネの栽培では冠水期が長いので、余分の塩素が灌漑水により流されやすく、土壤に蓄積しないため、硫酸根の残る硫安や硫酸加里より、塩化加里や塩安を選択すべきである。

また、土壤や環境に合わせて適宜の栽培作物を選択することも重要である。海に近く、海水の影響を受けやすい土地や塩素濃度の高い土地では、塩素感受性植物の栽培を避けて、塩素含有量の多い肥料の使用も控えるべきである。同じように、降雨量の少ない灌漑施設が整備されていない地域では土壤中の塩素蓄積を防ぐために塩素含有量の多い肥料の使用を控えることは重要である。