土の微生物

地球生命を支える小さな巨人

⑫硫酸還元菌～水田の悪玉菌～

かつて（1960年代まで）、水田ではチッ素肥料として硫酸アンモニウム（硫安）が多用されていました。すると、初夏までは順調に発育していた稲が、特に暑い年の成熟期に突然発育不良になって減収になり、ひどい場合には枯死してしまう現象が多発しました。これを「秋落ち」といい、その原因は、硫化水素の発生による稲の根の障害でした。

硫化水素は、卵の腐敗臭のような特有の悪臭を持つ有毒ガスです。硫化水素を高濃度に含む温泉では、まれに入浴者が中毒して倒れることがあり、そのため硫化水素温泉では、浴室の窓は常に大きく開放され換気されています。

水田では、硫化水素の発生は硫酸還元菌という細菌の仕業です。この菌は嫌気性菌で、酸素がある好気的環境では生きられないのですが、酸素のない嫌気的環境では、硫酸イオンがあると、それを硫化水素に変えて増殖します（図）。水田では夏に還元層が発達し（第11回参照）、硫酸還元菌の活動が活発になって硫化水素が発生します。このとき、土壌中に大量の鉄分が含まれていれば、硫化水素は鉄と結合して硫化鉄となり、これは黒色の沈殿となります。硫化鉄は水に溶けないため稲には吸収されず無毒です。硫化水素が大量発生した水田では、稲の根元が黒色になり、どぶ臭（硫化水素臭）がします（写真）。

硫化水素の発生を防ぐには、硫酸イオンを含む肥料（硫安）の使用をやめることです。また、鉄分の少ない水田（老朽化水田）では、鉄分を肥料として散布することが有効です。このような対策によって、秋落ち現象はほとんどなくなりました。また畑土壌では、嫌気的になることはないので、硫安を多用しても硫化水素の発生はありません。

硫酸還元菌による硫化水素生成

硫酸還元菌　Fe^{3+}（鉄イオン）

SO_4^{-2}（硫酸イオン）→ H_2S（硫化水素（有毒ガス））→ FeS（硫化鉄（黒色沈殿））

発生した硫化水素は土壌中の鉄分と反応して黒色の硫化鉄となって沈殿する

硫化水素が大量発生した水田の稲。根ぎわが硫化鉄で黒色になっている

タマネギ残さが分解し水稲の初期生育が遅延

稲の根に障害起こす原因に

しかし、新しい問題も出てきました。水田の裏作にタマネギを栽培している地域では、タマネギの収穫後、すぐに代かきをします。すると、タマネギの収穫残さには硫黄化合物が多いため、それが分解して硫酸イオンとなり、硫酸還元菌の増殖を促して硫化水素を発生させ、水稲の初期生育を遅らせます。写真の稲は、まさにそのような状態です。いまのところうまい対策がなく、農家の頭痛の種です。

さて、硫酸還元菌自身は、硫化水素を出すことで何の得があるのでしょうか。実は硫酸還元菌は硫酸イオンを酸素の代わりにして呼吸に使っているのです。これを硫酸呼吸と言います。嫌気性菌なのに呼吸するのですから、驚きです。脱窒菌が硝酸態窒素を使って硝酸呼吸をしていることに似ています（第10回参照）。もし私たちが硝酸呼吸や硫酸呼吸をできるようになったら、どうなるでしょうか。硝酸カリウムや硫安の薄い溶液を飲めば、海の中でもエアタンクなしに呼吸ができることになります。でも硫酸呼吸の場合には呼気に硫化水素が含まれるでしょうから、臭くて危険だと嫌われるでしょうね。

（染谷　孝＝佐賀大学農学部教授）