

参考資料 17 水稻の硫黄欠乏について

1 水稻硫黄欠乏とは

平成 12 (2000) 年に元滋賀県農業試験場の辻氏によって報告されている水稻の生理障害 (栄養障害) である。広島県では、平成 28 (2016) 年頃から県中部を中心に発生が点在確認されている。

特に易分解性の有機物を多く含むタイプのペースト肥料は根域の異常還元を招きやすいため硫黄欠乏の発生が多い傾向があるが、広島県の中北部の水田には土壤中の可給態硫黄含量が少ないほ場が多く、ペースト肥料に限らず硫黄欠乏の発生が見受けられるほ場もある。

2 症状及び被害様相

次のような症状が確認されるが、一見、窒素欠乏や一般的な還元障害の症状と酷似しているため目視のみでの判別は難しい。

- ① 田植え後 30 日頃から葉が黄化し、分けつの発生が抑制される (初期生育不良) (写真 1)
- ② 6 月末頃から症状が回復し始め、急激に葉色が濃くなる
- ③ 生育中期 (6 月末～7 月) の窒素吸収過多によって軟弱生育となり、倒伏リスクが高まる (写真 2) とともに、病害抵抗性の低下により穂いもちが発生しやすくなる。
- ④ 成熟期になっても茎葉が黄化しない (青みが残る) 場合が多く、玄米のタンパク含量が高くなる傾向がある。
- ⑤ 栄養成長期間の短い極早生や早生品種では、初期生育停滞による分けつ・穂数不足によって適正な籾数が確保できず、減収する場合がある。



写真 1 初期生育停滞症状 (葉の黄化)



写真 2 生育中期以降の窒素吸収過多による倒伏

3 硫黄欠乏の発生機構と発生要因

硫黄はタンパク合成に係る必須元素で、水稻は硫黄 (S) を硫酸イオン (SO_4^{2-}) の形で吸収する。

硫黄欠乏発生要因として、①水稻が吸収可能な硫黄 (可給態硫黄) の絶対量不足と②湛水による土壤還元による不可給化 (水稻が吸収できない形態に硫黄が変化) が考えられる。

可給態硫黄の絶対量不足の要因としては、水稻栽培においては長らく秋落ちへの懸念から硫酸根を含む肥料の施用が敬遠されてきたこと、また一般的に硫酸根が少ない被覆尿素を主体とした一発肥料の急速な普及拡大が主な要因として想定される。

また、硫黄の不可給化は、強還元状態において硫酸イオン (SO_4^{2-}) が硫化物イオン (S^{2-}) へ還元され、土壤中に存在する金属類と難溶性の硫化物 (XS) を形成することによって、イネが硫黄を吸収することができなくなり、一時的な欠乏症状を引き起こすものと考えられる (図 1)。

易分解性の有機物を多く含むタイプのペースト肥料利用時に硫黄欠乏が発生しやすいのは、イネの根部付近で急激な還元が進行することによる硫黄の不可給化によるものであると考えられる。

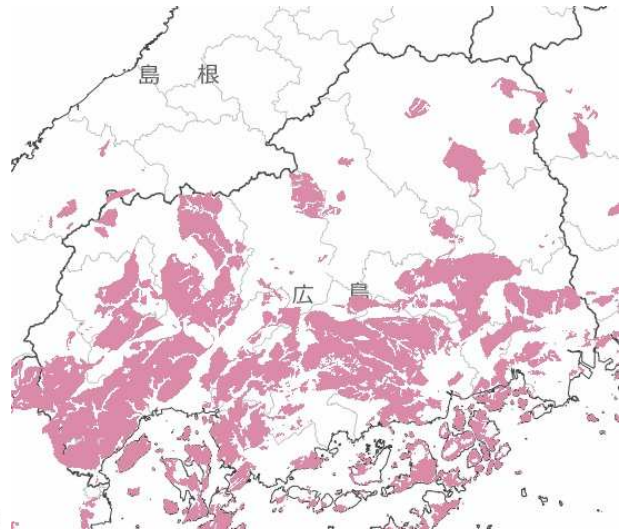
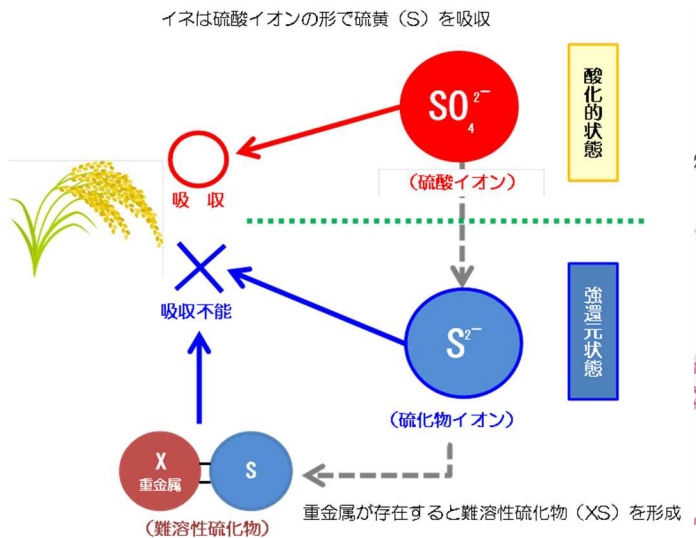


図1 水稻硫黄欠乏の発生機構（イメージ図）

図2 花崗岩を母岩とする地質分布状況
20万分の1日本シームレス地質図V2
(GSJ、AIST、<https://gbank.gsj.jp/seamless/>)を利用し作図

表1 水稻硫黄欠乏を引き起こすと考えられる要因

区分	想定される要因	
I 供給量 (インプット)	①被覆尿素一発肥料（S含量少）の普及による施肥由来による硫黄供給量の減少	水田土壌中の可給態硫黄の減少（絶対量不足）
	②環境対策の進展による大気中の硫黄酸化物の減少に伴う天然供給量の減少	
	③灌漑水中の硫酸イオン濃度が低く灌漑水由来の供給量が少ない（広島県中北部の灌漑水中の硫酸イオン濃度は全国平均に比べ低い傾向）	
II 流亡 (アウトプット)	①硫酸イオンが流亡しやすい土質（花崗岩を母岩とする土質）（図2）	
III 吸収阻害	①強還元による硫黄の不可給化 (SO ₄ ²⁻ ⇒ S ²⁻)	硫黄の不可給化（硫黄の形態変化）
	②重金属との結合による難溶性硫化物形成による硫黄の不動化（イネが吸収できない形態に変化）	

4 硫黄欠乏の判定方法

初期生育停滞症状の原因が硫黄欠乏に起因するものか否かは次の方法で判別が可能である。

- ①初期生育停滞症状が見受けられ硫黄欠乏が疑われるほ場について、5～10株の株本に硫黄を含む資材（硫酸マグネシウム、硫酸カルシウム等）を20粒/株程度、株元に埋め込む（写真3）。
- ②処理後7～14日頃に資材埋込株の生育を確認する。
- ③無処理株に比べて硫黄資材を埋め込んだ株の生育量が大きく改善される場合は、硫黄欠乏が原因で初期生育停滞が発生している可能性が高い。



写真3 水稻硫黄欠乏検証試験の様子

- ・青い目印のポール間の稲の株元に硫黄を含む資材を埋込み。
- ・埋込後10日頃には資材埋込株の生育が大きく改善。
- ・水溶解度の高い「硫酸マグネシウム」を埋込処理したため、手前の条の株も幾分生育が回復している。

5 硫黄欠乏改善対策

硫黄欠乏の発生が確認されるほ場については、表2を参考に対策を実施する。対策方法によって用いる資材が異なるので脚注に留意する。

表2 水稻硫黄欠乏に係る予防対策と事後対策

区分	対 策	メリット	デメリット
予防 対策	①育苗床土への石膏混和 (100g/箱)	省力的で低コスト	培土のEC上昇によって苗のマット強度が低下しやすい
	②移植前苗箱への石膏施用 (250g/箱)	低コスト	育苗箱に石膏が固着し汚れが落ちにくい場合がある
	③代掻き前の本田石膏施用 (100kg/10a)		高コストかつ効果持続性に乏しい (効果持続期間1~2年程度)
事後 対策	④落水管理	特段の費用を要さない	効果発現が遅効的で穂数不足を招く場合がある
	⑤含硫資材の本田施用 (10~20kg/10a)	障害発生後の対策のためムダがない	散布作業及び資材コスト負担が大きい

(注) ①、②の対策には硫酸カルシウムを、また⑤の対策については水溶解度の高い硫酸マグネシウム等を使用する。各対策に使用する資材例：①畑のカルシウム、②ダーウィン2000、③畑のカルシウム、⑤硫酸マグネシウム、過リン酸石灰、マルチサポート等

6 留意点

硫黄欠乏発生ほ場では改善対策実施によって大幅に初期生育が改善されるが、従来と同様の施肥設計の場合、初期生育が旺盛になる反動で生育中後期に肥切れし、生育後期の凋落を招く場合がある。

収量改善を図るためには、硫黄欠乏対策実施による初期生育の改善と並行して、生育中期以降の栄養状態を適正に維持するための肥培管理（生育に応じた穂肥の施用・増施など）をセットで取り組む必要がある。