

水稻の硫黄欠乏症の診断と硫黄資材の適正施用技術の確立

1. 成果の要約

水稻栽培での土壌の硫黄欠乏状態の診断基準値を次のとおり設定した。

可給態硫黄濃度 － 全銅濃度／6 ＋ かんがい水からの硫黄供給量 ＝ 100 mg/kg

水稻で窒素欠乏と同様な欠乏症状を示し、窒素を施肥しても欠乏症状が改善できない場合、この基準値未満で硫黄欠乏状態を推測でき、その場合の硫黄施肥量を基準値から算出できる。

2. キーワード

水稻硫黄欠乏症、水稻窒素欠乏、土壌中可給態硫黄、全銅、かんがい水硫黄

3. 試験のねらい

近年、本県の一部水田では水稻移植後の茎数不足や葉の黄化など硫黄欠乏と疑われる症状が散見されており、特に低地土を中心に潜在的な欠乏が懸念される。硫黄欠乏症状は、窒素欠乏症状に類似しているが、欠乏状態の判定方法や欠乏時の硫黄施肥量の算出方法については明らかになっていない。

また、硫黄の可給性は銅など重金属によって低下するため、県内の様々な土壌タイプの土壌を用いて硫黄の可給性に及ぼす銅の影響を明らかにするとともに、かんがい水からの硫黄の供給量を調査し、硫黄欠乏症の診断基準を作成する。

4. 試験方法

(1) 試験 1：ポット試験

使用土壌は黒ボク土 1 種、非黒ボク土 6 種の作土層とし、表-1 の処理内容で 4 年間連用し、水稻（コシヒカリ）を栽培した。なお、可給態硫黄の暫定基準値を 20mg/kg とし、それを難溶性化する全銅の量は 122mg/kg とした。

※ 窒素・リン酸・加里の施肥 2020～2021 年：各 2.0g/ポット、2022～2023 年：各 0.5g/ポット

※ 水管理：常時湛水、2020～2021 年は地下水を使用し、2022～2023 年は硫酸が極めて少ないイオン交換水を使用した。

表－1 処理内容

可給態硫黄 mg/kg	全銅 mg/kg
処理無 100	× 処理無 122

(2) 試験 2：現地試験

現地試験は、表-2 のほ場で実施し、表-3 のとおり石こうを 3 水準で施肥し、水稻を栽培した。なお、石こうの硫黄濃度は 17%であり、硫黄の土壌濃度増加量は表-3 のとおりとなる。

表－2 現地試験ほ

次	調査場所	土壌の種類	品種	試験規模
2020年	栃木市藤岡	低地土	あさひの夢	25m ² /区、2反復
2021年	足利市久保田	低地土	とちぎの星	25m ² /区、2反復
2022年	佐野市牧町	低地土	コシヒカリ	25m ² /区、2反復
2023年	栃木市藤岡	低地土	コシヒカリ	25m ² /区、3反復

表－3 硫黄施肥量

年次	石こう 施肥量 kg/10a	硫黄施肥量	
		10a当たり kg/10a	土壌濃度 mg/kg
2020年・ 2021年	0 50 100	0 8.5 17	0 63 126
2022年	0 12 54	0 2 9	0 15 67
	0 13 39	0 2 6	0 13 40

5. 試験結果および考察

(1) 試験 1：ポット試験

土壌中の「可給態硫黄濃度－全銅濃度／6＋かんがい水からの硫黄供給量(mg/kg)」を硫黄欠乏診断値とし、硫黄欠乏状態および非欠乏状態の場合に分けてヒストグラムで示した(図)。硫黄欠乏状態の判定は、硫黄施肥によって収量が増加した場合とし、硫黄欠乏状態は、診断値が 60mg/kg 未満で多く、最大でも 100mg/kg 未満であった。非欠乏状態では、100～110mg/kg でピークになったが、20～210mg/kg 程度と広く分布していた。

以上の結果から、硫黄の欠乏状態の診断及び欠乏時の施肥量診断のために、硫黄欠乏診断基準値を図のとおり 100mg/kg に設定した。これによって、基準値 100mg/kg 以上の場合、非硫黄欠乏状態と診断できる。また、基準値 100mg/kg 未満の場合は、70% (欠乏状態／(欠乏＋非欠乏状態)) の精度で硫黄欠乏状態の診断が可能であり、その場合の硫黄施肥量は、100－(可給態硫黄濃度－全銅濃度／6＋かんがい水からの硫黄供給量(mg/kg)) で算出できる。

(2) 試験 2：現地試験

現地試験での硫黄診断基準値の適合性について検証したところ、4 か年の試験のすべてのほ場で、基準値未満であり硫黄欠乏ほ場と診断された(表-4)。一方で、硫黄を施肥して収量増加を示さなかったのは 2022 年のみであり、欠乏診断の精度は 3/4、すなわち 75%と計算され、この硫黄診断基準値の前提条件と合致していた。

※本研究は、JA 全農肥料委託試験により実施した。

(担当者 研究開発部 土壌環境研究室 慶野達也*、大島正稔**、森聖二)

*現河内農業振興事務所 **現経営技術課

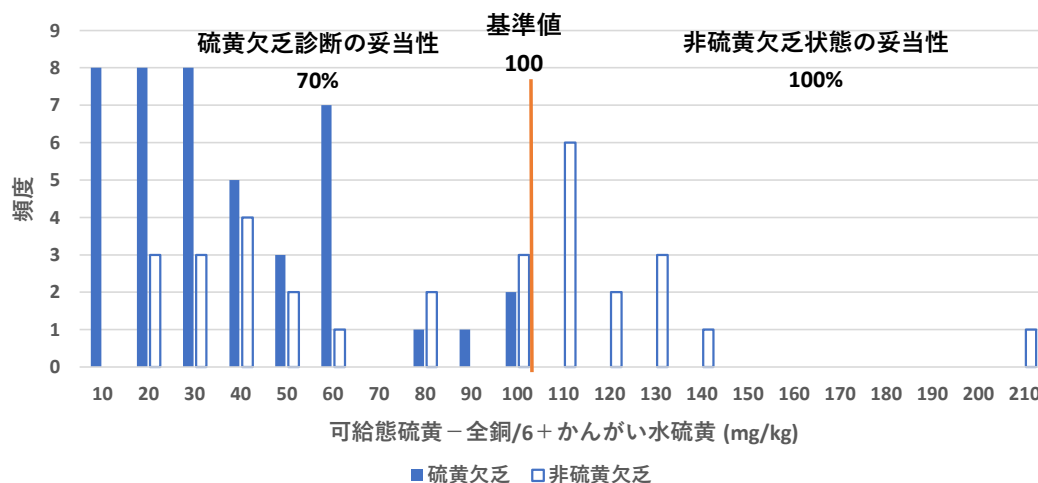


図 可給態 S-全 Cu/6＋かんがい水 S(mg/kg) の度数分布

表-4 現地栽培での硫黄診断基準値の妥当性の検証

年次	可給態硫黄 mg/kg	全銅 mg/kg	硫黄施肥量 mg/kg	かんがい 水硫黄 mg/kg ※	硫黄添加 時の収量 増加割合 %	可給態硫黄 －全銅/6 ＋かんがい水硫黄 mg/kg	土壌診断(基準値100)		
							欠乏・ 非欠乏 診断	同左 妥当性	硫黄施肥量 診断 mg/kg
2020	22.5	285	63	0	11	-25	欠乏	○	125
	22.5	285	126	0	14	-25	欠乏	○	125
2021	9.7	55	63	3	33	4	欠乏	○	96
	9.7	55	126	3	44	4	欠乏	○	96
2022	16.5	32	15	26	2	37	欠乏	△	63
	16.5	32	67	26	0	37	欠乏	×	63
2023	21.6	105	13	12	6	16	欠乏	○	84
	21.6	105	39	12	4	16	欠乏	○	84

※かんがい水中の硫黄濃度(mg/L)、かん水量及び作土の深さ15cm、仮比重0.9(2023年は1.1)からの計算値