

水稻硫黄欠乏の 発生状況と対策

平成30年2月15日

広島県 東部農業技術指導所

本日の報告の流れ

- 1 水稲硫黄欠乏に係る取組経過
- 2 水稲低収法人における改善取組事例
- 3 広島県世羅町における硫黄欠乏発生状況
- 4 水稲硫黄欠乏の発生機構（想定）について
- 5 稲わら施用による初期生育停滞とS欠乏の関係
- 6 まとめ

水稻硫黄欠乏に係る取組経過

年 月	内 容	備 考
27 4	東部指導所へ転勤。水稻低収K法人の課題を担当	低収量要因絞込み
28 2	K法人の低収要因は 硫黄欠乏 との仮説設定	近隣法人との生育比較による
28 2	地元培土メカへ 石膏混和培土 の試作依頼	
28 5	K法人で 床土石膏混和苗移植試験 実施	宮城県古川農試研究成果活用
28 6	床土石膏混和試験 現地検討会実施	K法人, 培土メカ, 全農, JA
28	町内巡回調査・障害圃場へのS追肥 効果確認検証	S追肥で生育回復
28 8	先進事例調査実施 (滋賀県, 宮城県)	T氏, H氏を訪問
28 9	県の研究・行政・普及連携会議で課題提起	
29 5	K法人 床土石膏混和苗移植に切替	ヒメノモチ以外
29 6	粒状肥料圃場 での 硫黄欠乏症状 確認	S追肥で生育回復
29 6	硫黄欠乏発生状況・床土石膏混和効果確認	培土メカ, 全農, JA
29 8	町内水稻圃場から 土壌サンプル 採取	全農からの依頼を受け採取
29 9	県作物担当者会議で課題提起	全農, 研究
29	可給態S分析 依頼 (九冲農研C, 東北大学, 全農)	
30	県内水稻定点圃場における 可給態S 実態調査	県農業技術C
30 2	硫黄欠乏に係る 意見交換会 開催 (東北大学)	

2

水稲低収法人 における 改善取組事例



水稻低収K法人の葉色推移 (H27)

●窒素が生育後期に持ち越され，遅出来

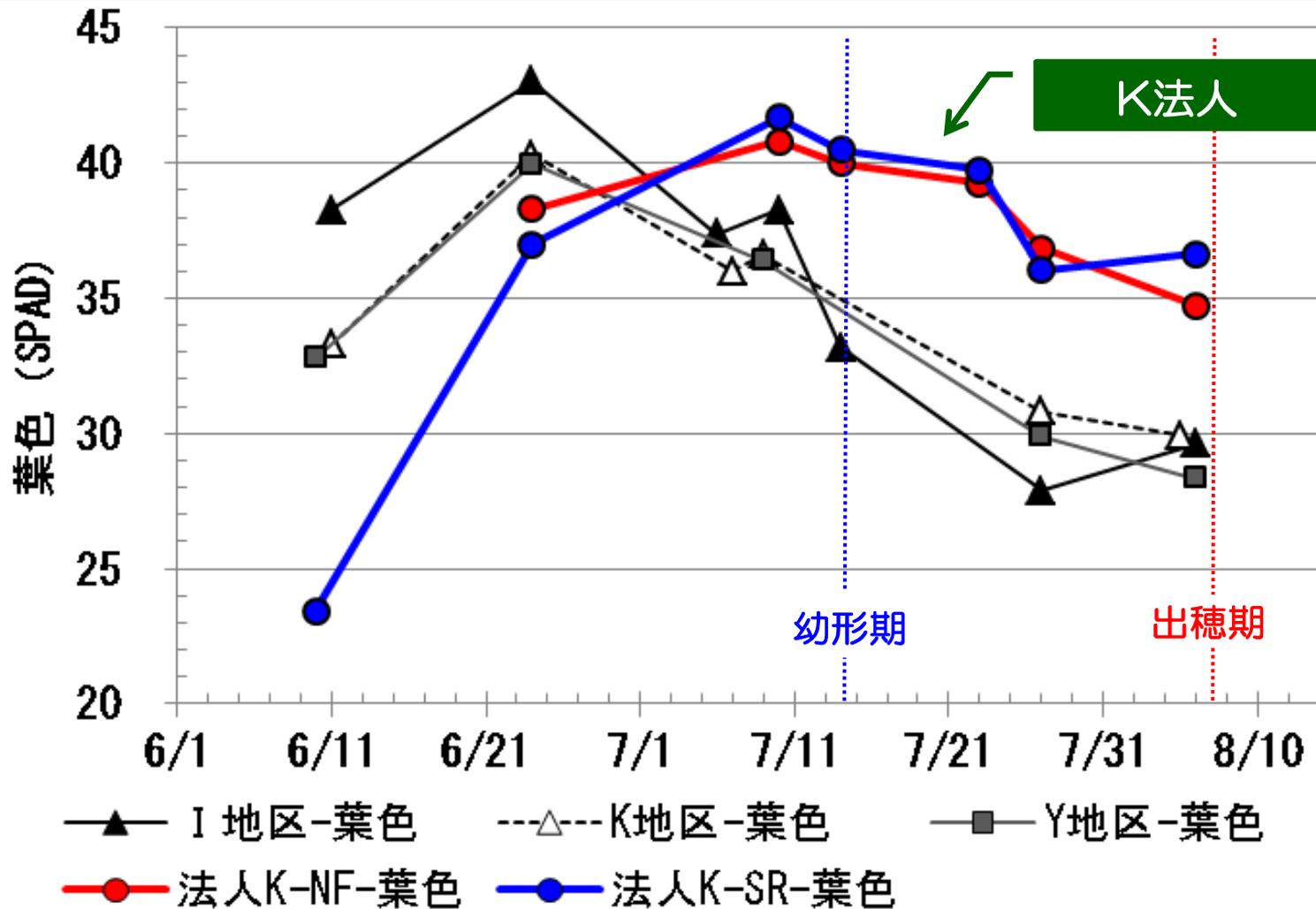


図2 H27年産 集落法人コシヒカリにおける葉色の推移

H27年の調査結果を踏まえて・・・

現状

初期生育が極めて悪い反面、遅出来で倒伏
※障害は「ペースト肥料」利用圃場で顕著

仮説

異常還元が引き起こす「硫黄欠乏」の可能性
※元滋賀県農試 辻氏の論文参考

検証

床土石膏混和実施による検証試験実施
※宮城県古川農試の研究成果を活用

※石膏混和量：床土へ50g/箱となるよう事前混和

床土石膏混和苗移植試験 (H28)

●播種後21日で移植 (5/21)

(8条の田植え機に後部方向から左4条石膏苗, 右4条慣行苗を積載して移植)

圃場にトラ縞ができれば
S欠乏の可能性大! 誰でも達観で
効果有無が確認できる

往復により, 8条毎に
「石膏あり」, 「石膏なし」
の区が交互に形成される。



図3 床土石膏苗移植試験圃場における田植え実施状況 (5/21)

床土石膏混和試験 (H28)

●田植え後20日頃から生育に変化が見え始める (6/9)

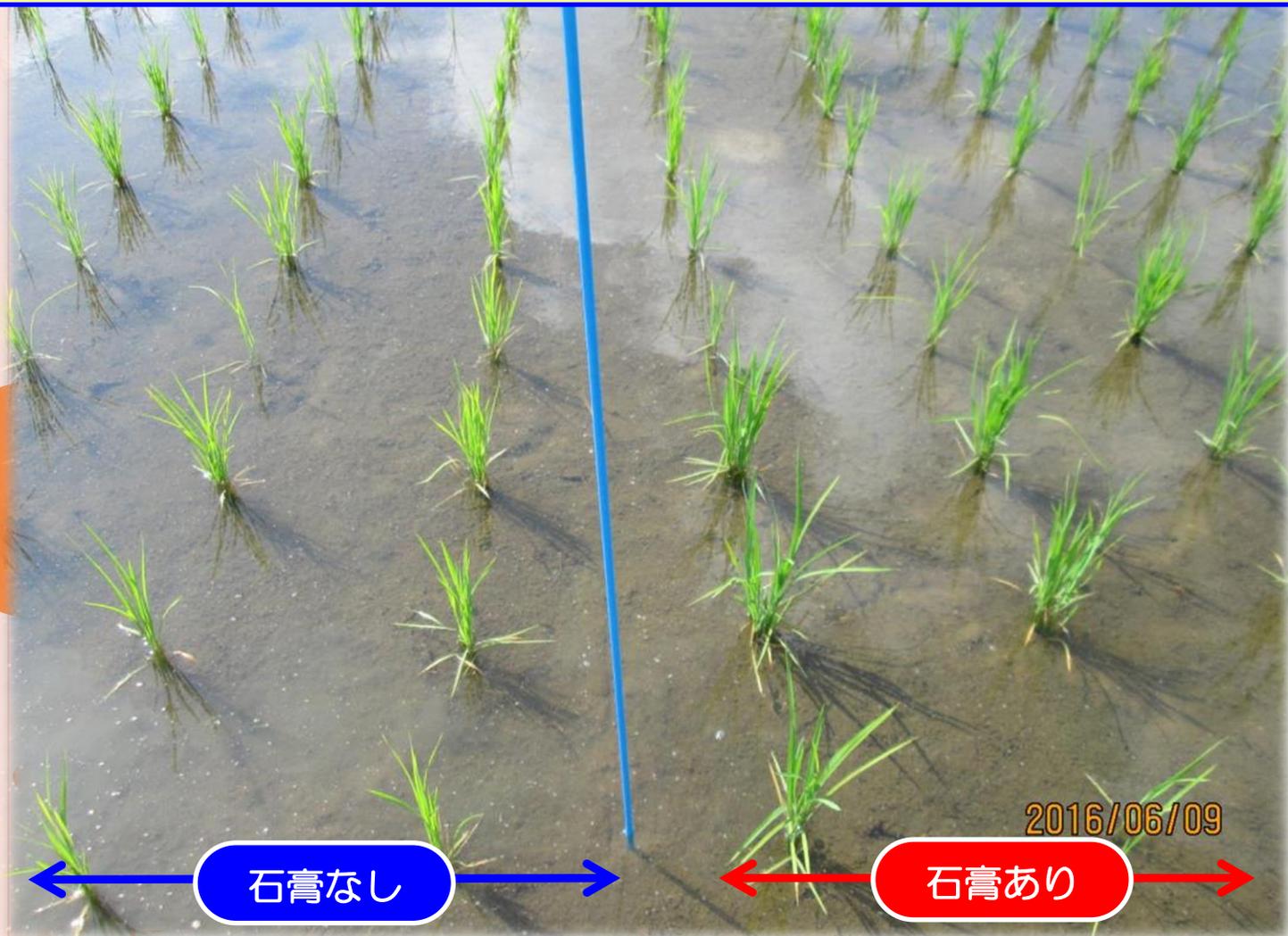


図4 床土石膏混和が初期生育に及ぼす影響 (田植え後19日)

床土石膏混和試験 (H28)

●床土石膏混和苗は葉色濃く，莖数も順調に増加 (6/14)

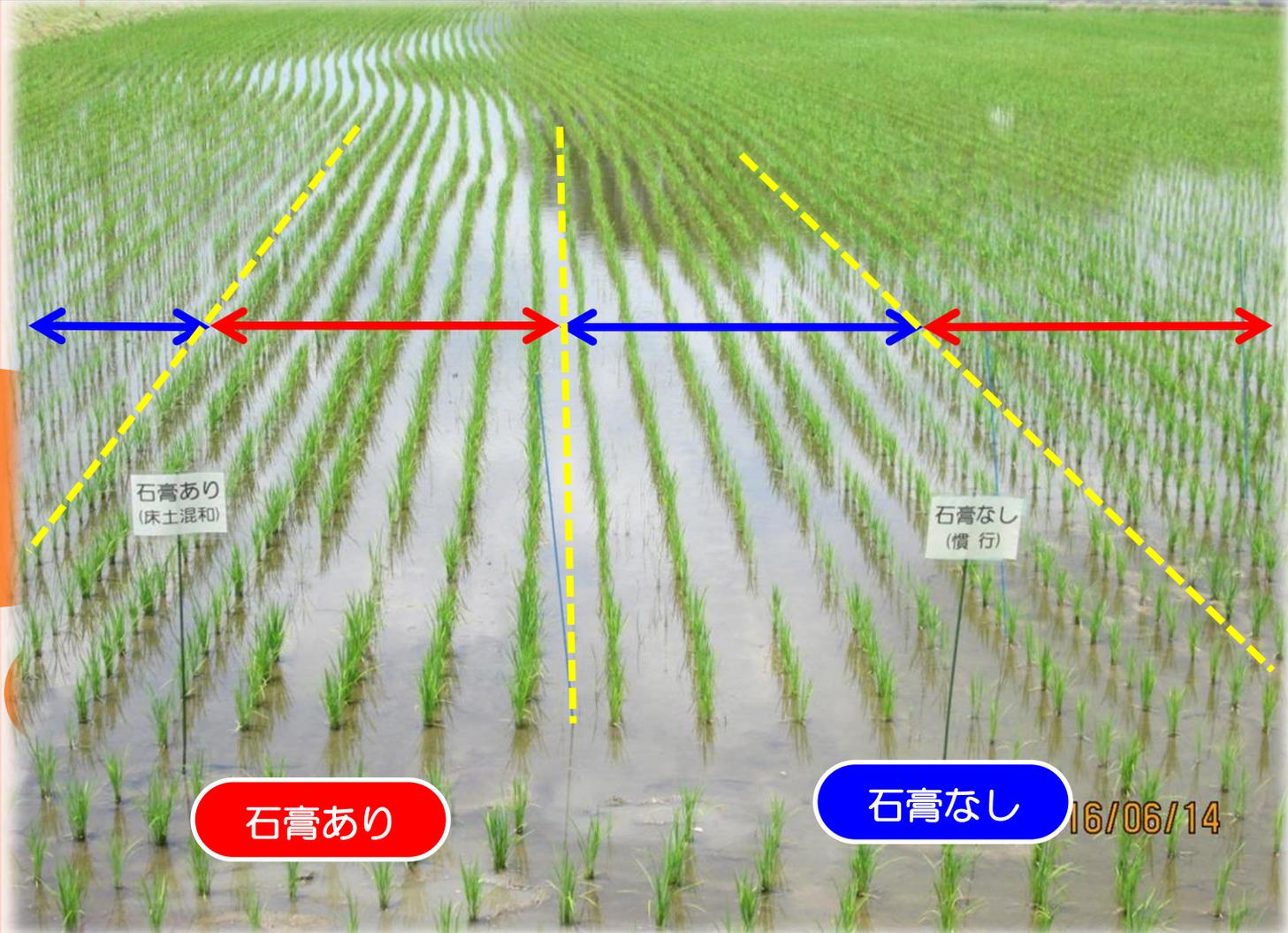


図5 床土石膏混和が初期生育に及ぼす影響 (田植後24日)

床土石膏混和試験 (H28)

●幼穂形成期における生育差異 (7/12)



石膏あり

石膏なし

最も硫黄欠乏による生育停滞が大きかった箇所での生育差

図6 床土石膏混和による茎数増加効果

床土石膏混和試験 (H28)

8/5出穂期



石膏あり

石膏なし

図7 床土石膏混和による出穂期葉色差異

- 床土石膏区は、幼穂形成期までは慣行苗区に比べ葉色が濃く推移したが、これ以降は、葉色が逆転し淡く推移。
- 床土石膏区は出穂期が慣行区に比べ1~2日早まる傾向で、穂揃いも良好。
- 慣行区は成熟期においても茎葉に青味が残る、熟れ色が悪い。

9/9(出穂後35日)



石膏あり

石膏なし

図8 床土石膏混和による黄熟期葉色差異

9/9(出穂後35日)



石膏なし

石膏あり

図9 床土石膏混和による黄熟期葉色差異

床土石膏試験・茎数推移 (H28)

●穂数は床土石膏苗区が慣行苗区に比べ3割程度多くなった。

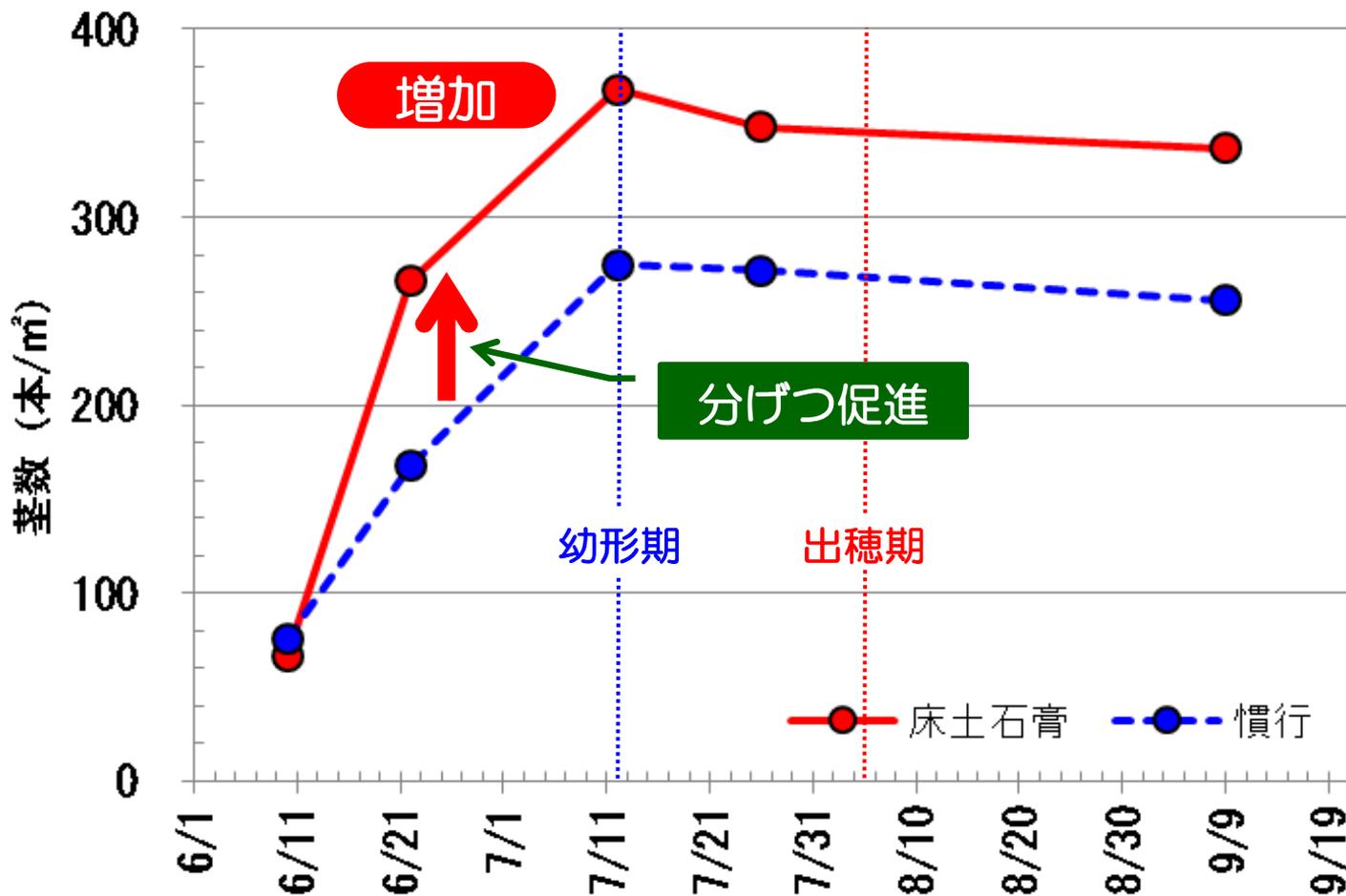


図10 床土石膏混和処理が茎数・穂数に及ぼす影響

床土石膏試験・葉色推移 (H28)

- 床土石膏苗区の葉色は慣行苗区に比べ、幼穂形成期までは濃く、幼穂形成期以降は淡く推移し、熟れ色は良好であった。

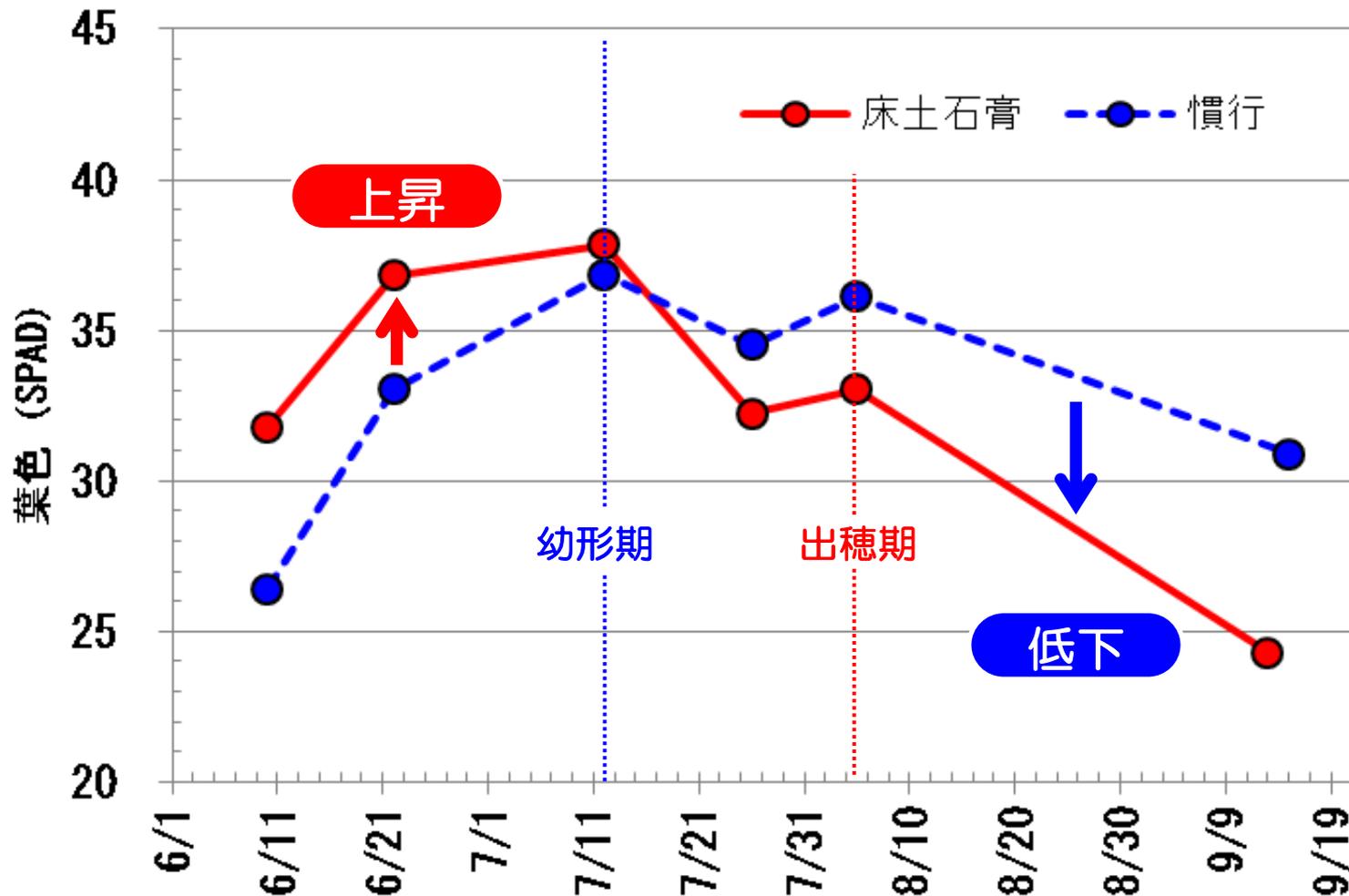


図11 床土石膏混和処理が葉色に及ぼす影響

床土石膏試験・収量品質調査（H28）

●床土石膏混和処理によって①玄米収量1割向上，②タンパク含量低下により食味が向上する傾向（熟れ色が良くなったことに起因）を確認

表1 床土石膏混和処理が玄米収量及び食味に及ぼす影響

区分	収量調査		食味分析				
	精玄米重 kg/10a	屑米重 kg/10a	食味値	アミロース %	タンパク 乾物%	水分 %	脂肪酸度 mg/100g
慣行	490 (100)	19	78	20.2	7.3	12.4	12
床土石膏	537 (110)	18	82	20.1	6.8	12.1	11

表2 床土石膏混和処理が玄米品質に及ぼす影響

区分	穀粒品質					
	整粒歩合	乳白	基部未熟	腹白	青未熟	その他未熟
慣行	78.7	6.4	4.2	1.2	1.2	6.2
床土石膏	78.2	4.6	5.5	1.7	1.5	5.9

注 食味は静岡製機のTN-3500による玄米分析値，穀粒品質はサタケの穀粒判別器による粒数%値

対策実施前のK法人水稻初期生育（H27）

- 水面には多数の気泡
- 葉幅は狭く葉色薄い。莖数少なく貧弱。



図12 K法人におけるH27年産コシヒカリの初期生育（6/25）

対策実施前のK法人水稻初期生育（H28）

●葉幅は狭く葉色薄い。莖数少なく貧弱。



図13 K法人におけるH28年産コシヒカリの初期生育（6/17）

対策実施後のK法人水稲初期生育（H29）

- 硫黄欠乏対策実施により初期生育が大幅改善
- 葉幅広く葉色濃い。分けつも順調で茎も充実



図14 K法人におけるH29年産コシヒカリの初期生育（6/13）

K法人定点圃場における生育変化（茎数）

●硫黄欠乏対策実施により初期生育が大幅に改善（穂数増）

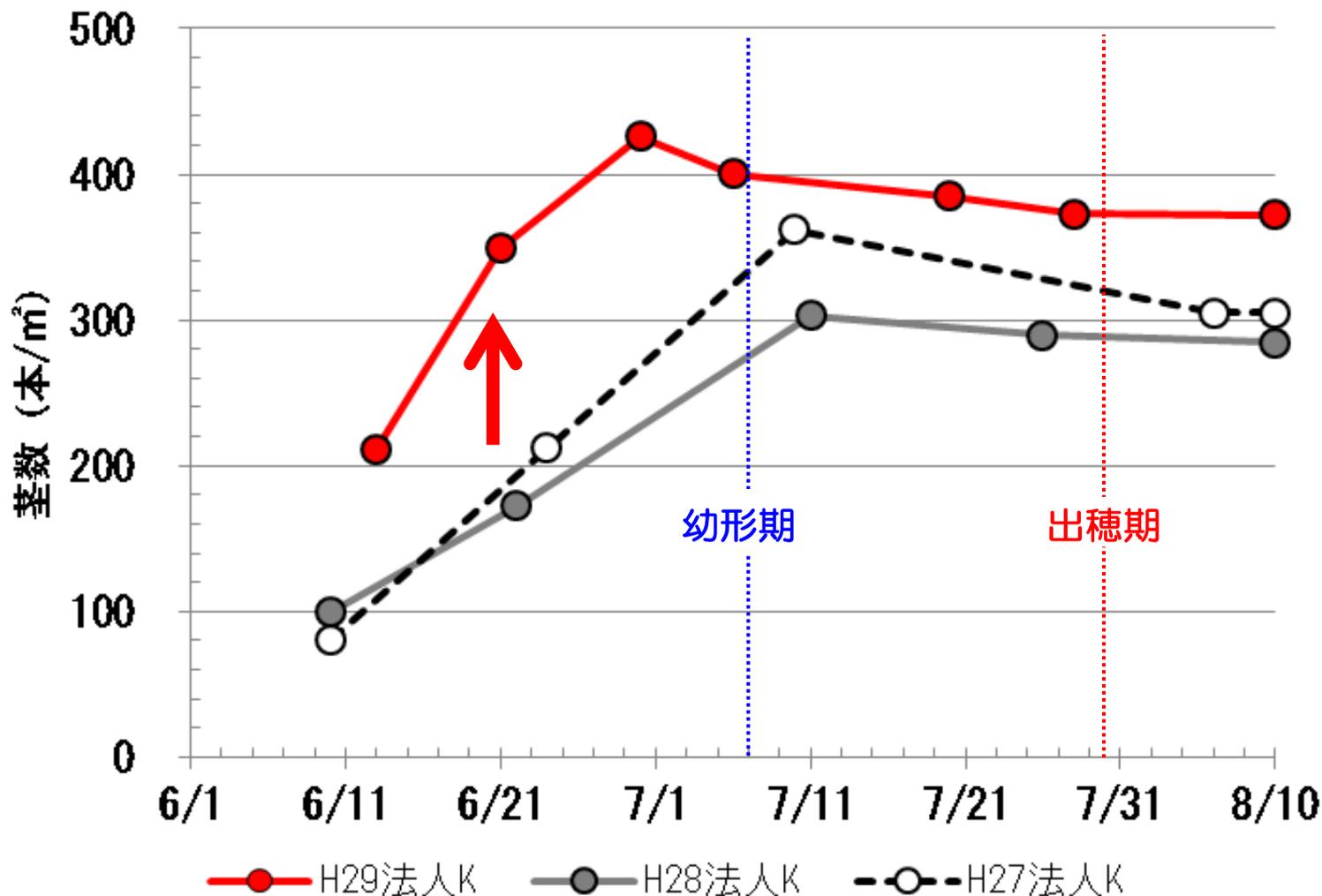


図15 K法人におけるコシヒカリ定点調査圃場の茎数推移（年次比較）

K法人定点圃場における生育変化（葉色）

●硫黄欠乏対策実施により窒素の後期持越し（遅出来）が解消

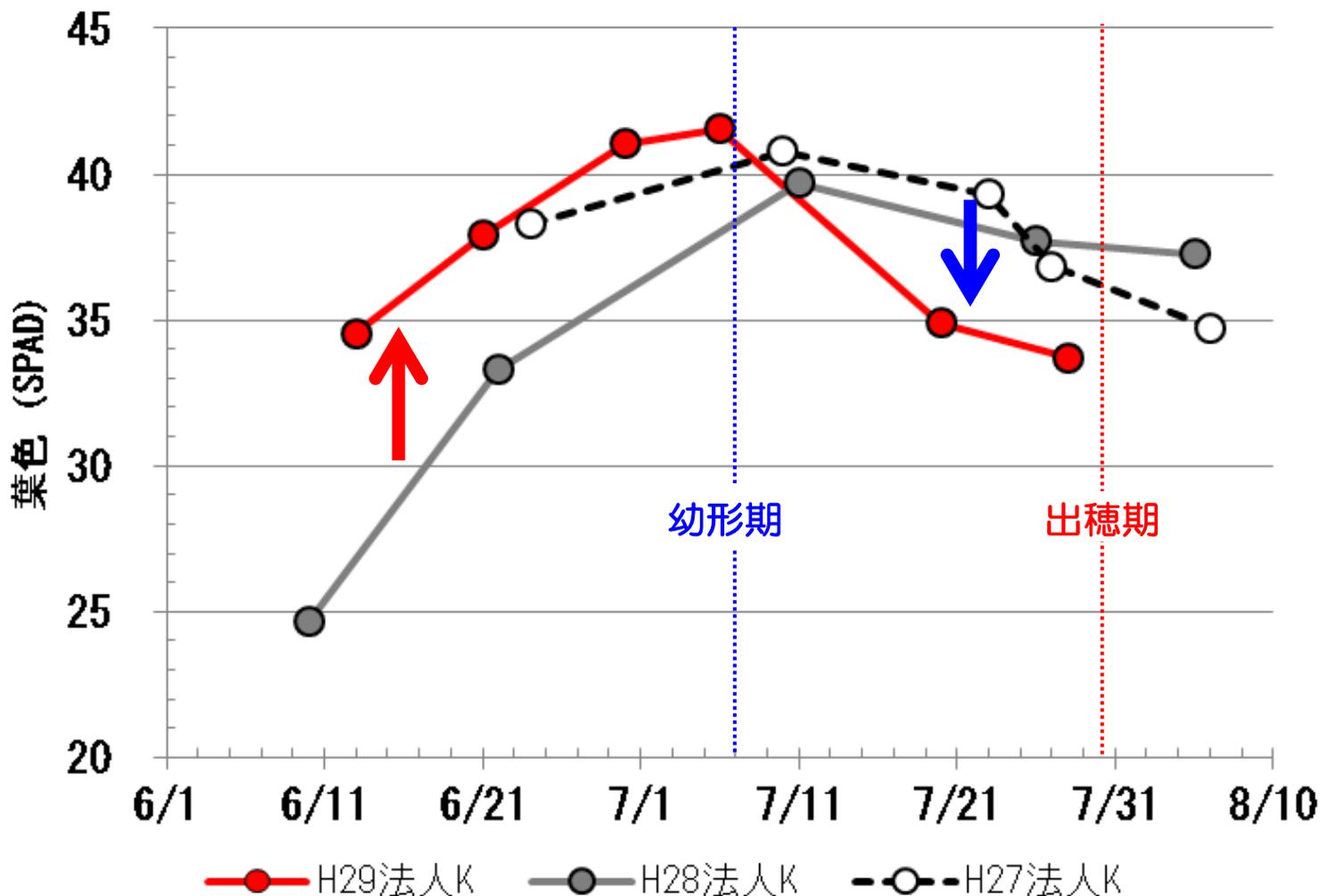


図16 K法人におけるコシヒカリ定点調査圃場の葉色推移（年次比較）

K法人における硫黄欠乏対策実施効果

- H29に硫黄欠乏対策未実施のヒメノモチは前年と同程度の収量
- H29に硫黄欠乏対策実施（床土石膏混和）のコシヒカリは増収

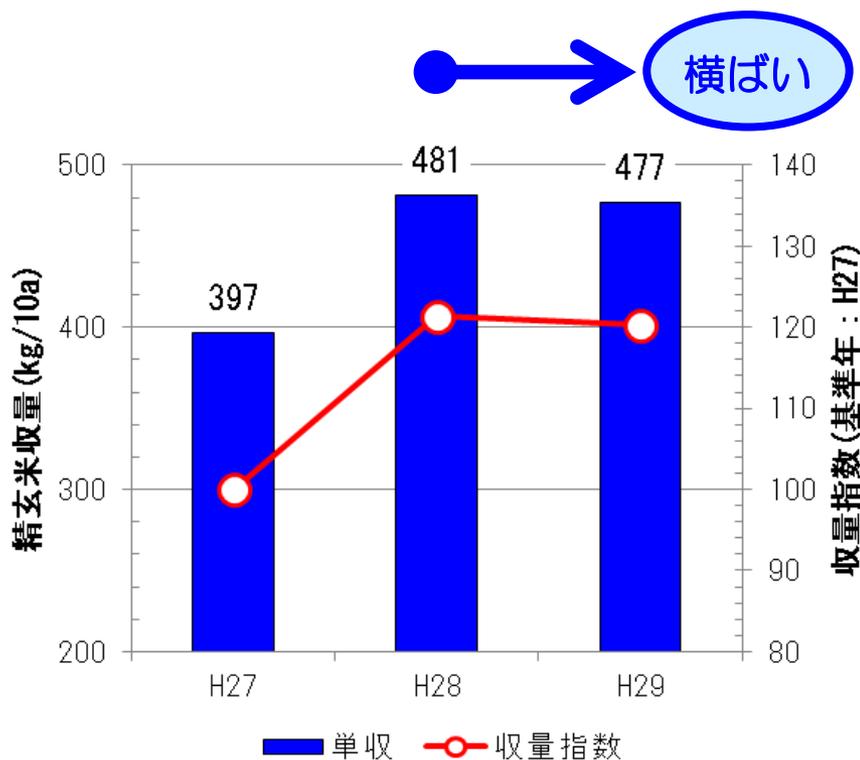


図17 ヒメノモチ単収の年次推移

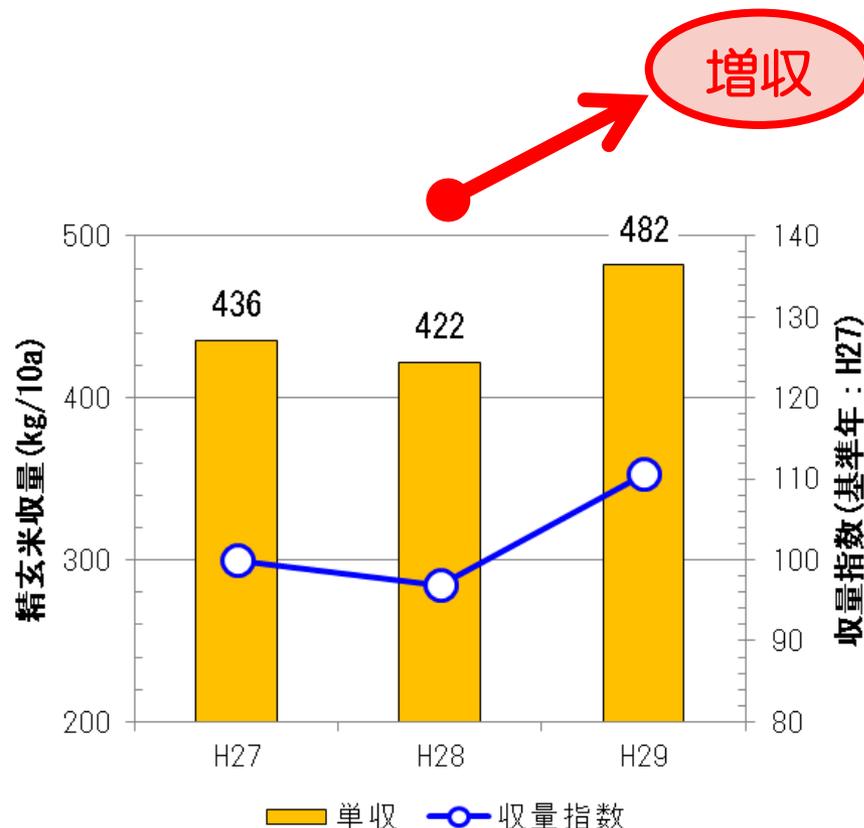


図18 コシヒカリ単収の年次推移

硫黄欠乏対策実施経営評価（K法人）

- 10a当たり数百円の対策コストで大きな経営改善効果

表3 K法人における水稻硫黄欠乏対策実施による経営評価

区分		内容	金額(円)	備考	
10 アール 当たり	収入①	米売上 コシヒカリ60kg増	14,400	特栽米大口契約@7,200	
	支出②	種苗費	床土石膏混和处理	370	床土石膏混和手数料
		賃料料金	乾燥調製代金増加分	1,706	搬入時粃水分27.9%
		動力光熱費	粃運搬回数増加分	9	粃運搬（往復12.8km）
		労務費	粃運搬回数増加分	46	粃運搬（@1,000/h）
		支出計		2,131	
	収益改善効果③（①-②）		12,269		
K法人コシヒカリ作付面積④		12.4ha	水稻作付面積14.7ha		
K法人当たり収益改善効果（③×④）		1,523,323			

（注）硫黄欠乏対策（床土石膏混和）実施により変動する費目のみを計上

3

広島県世羅町
における
硫黄欠乏発生状況



広島県世羅町内における障害発生圃場

●硫酸マグネシウムを施用（枠内）すると劇的に生育回復



図19 硫黄欠乏甚発生圃場
(ペースト肥料・コシヒカリ)



図20 硫マグ施用効果

広島県世羅町における障害発生圃場

●硫黄欠乏甚発生圃場（硫マグ施用前・6/13）



図21 硫黄欠乏甚発生圃場（ペースト肥料・コシヒカリ）

広島県世羅町における障害発生圃場

●硫マグ株元追肥で劇的回復（硫マグ施用後17日・6/30）

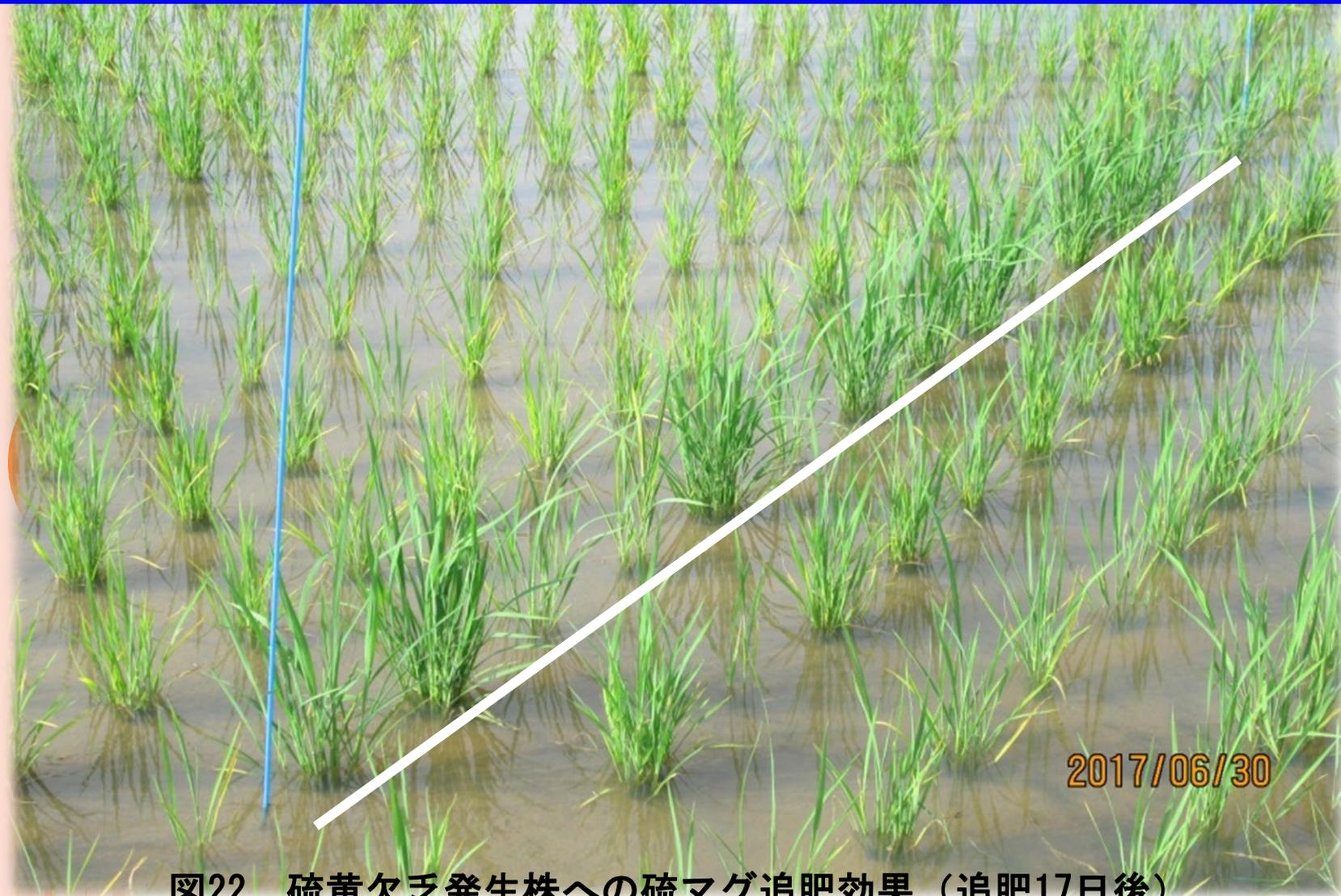


図22 硫黄欠乏発生株への硫マグ追肥効果（追肥17日後）

4

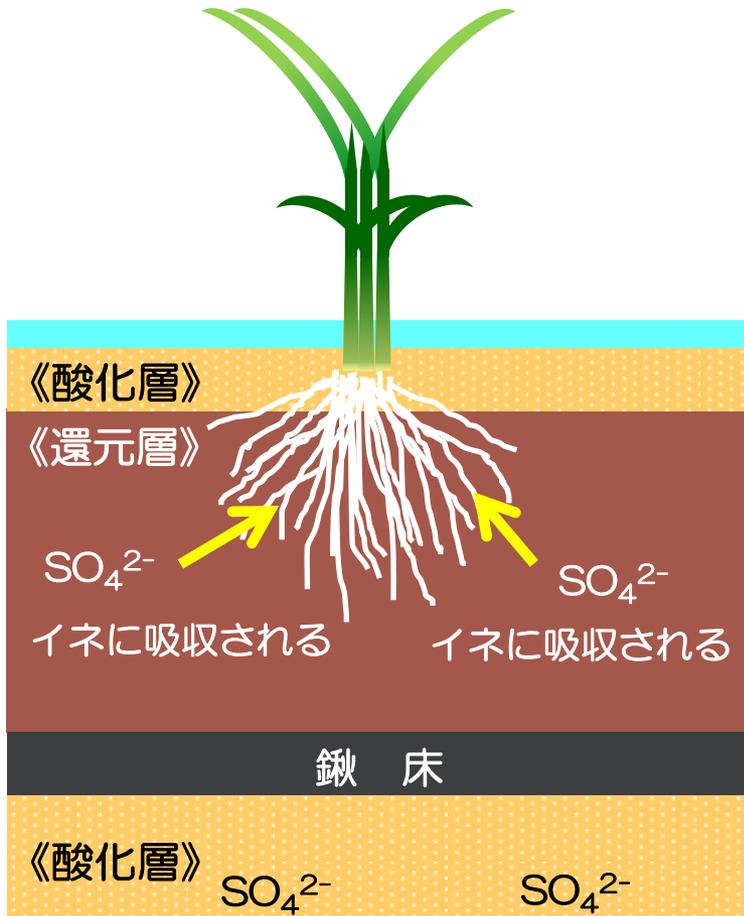
水稻硫黄欠乏の 発生機構について

(仮説)

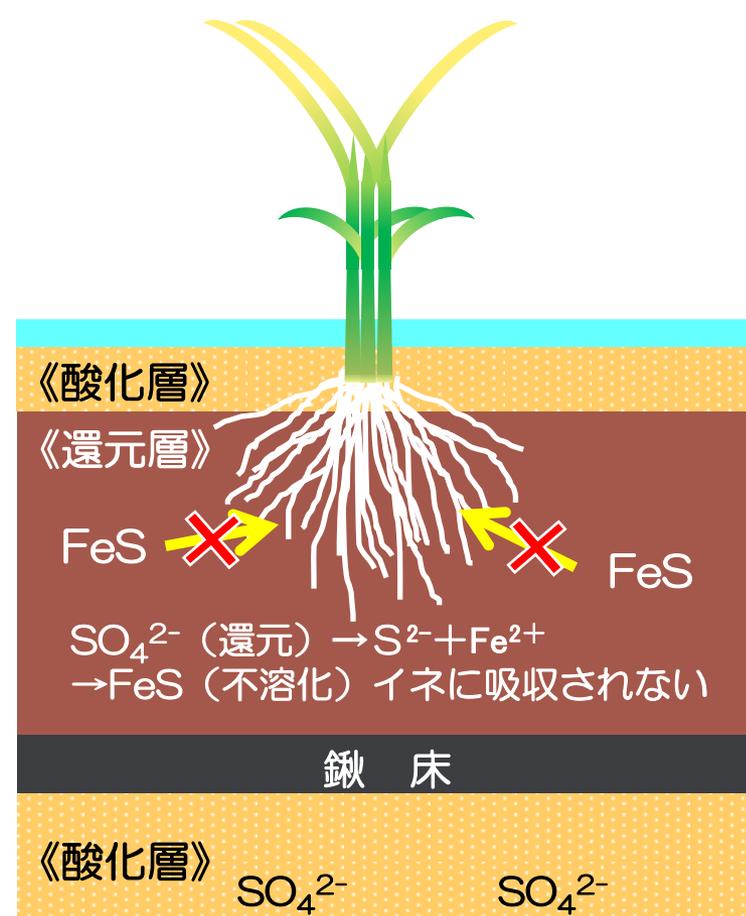


硫黄欠乏の発生機構（仮説）

通常田



異常還元田



- 異常還元下では「硫黄はイネに吸収されない形態」に変化
水稻の生育が進み、鋤床層の下の酸化層に根が届くと
吸収可能形態の硫黄が存在するため、生育が回復（6月下旬頃）

5

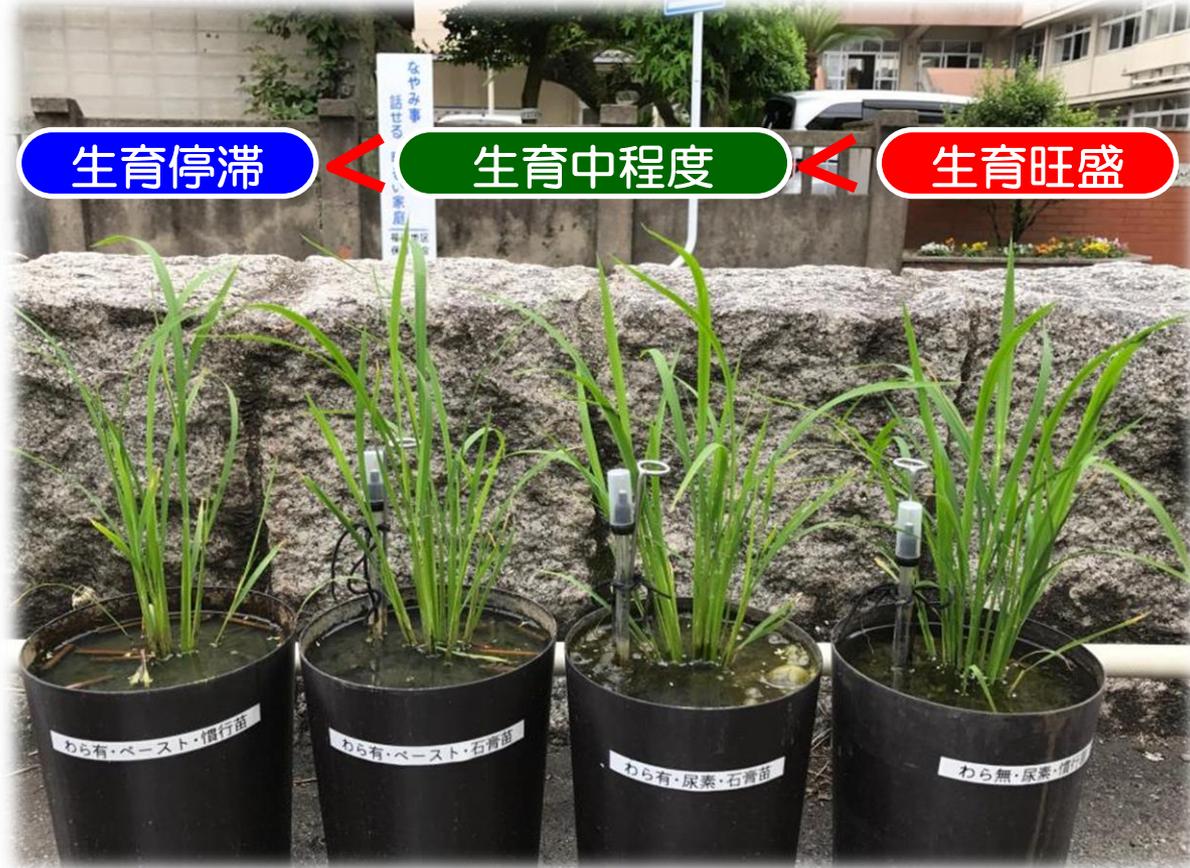
稲わら施用による
初期生育停滞と
硫黄欠乏の関係

(課題提起)



(疑問) 稲わら還元にはなぜ明確な効果がないのか？

- ペースト肥料が誘発する硫黄欠乏には床土石膏施用の効果が絶大
- 一方、未分解稲わら施用による初期生育停滞には明確な効果なし



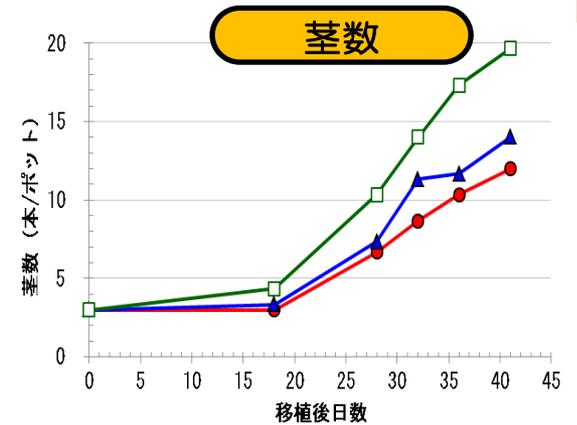
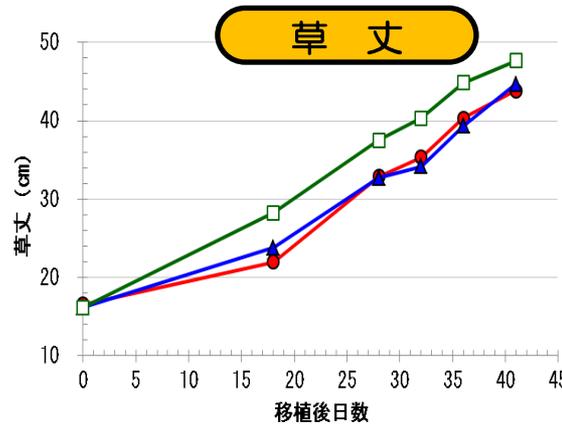
稲わら	あり	あり	あり	なし
肥料	ペースト	ペースト	尿素	尿素
苗	慣行	床土石膏	床土石膏	慣行

赤は還元誘発にプラスの効果がある要素

(疑問) 稲わら還元にはなぜ明確な効果がないのか？

品 種	恋の予感	
移植日	4月20日	3本/P
稲わら	乾物30g/P	
施 肥	N2g/P	尿素表層
水管理	常時湛水	

(注) 1/5,000aポットを使用



● 石膏区 ▲ 慣行区 □ 対照区

● 石膏区 ▲ 慣行区 □ 対照区

生育旺盛

生育抑制



対照区

床土石膏苗区

慣行苗区

稲わら

なし

あり

あり

肥料

尿素

尿素

尿素

苗

慣行

床土石膏

慣行



まとめ

- ①ペースト肥料を中心に見られる水稻の初期生育停滞はS欠乏である可能性が極めて高い（品種によって欠乏症の感受性異なる？）。
- ②本障害は「床土石膏混和」や「硫マグの本田施用」など、根域に硫黄を供給することで未然防止・早期の生育回復を図ることができる。
- ③一方で、①の症状に酷似する「未分解の稲わら施用」による初期生育停滞には、②の対策実施の明確な効果が得られない場合がある。
- ④S欠乏が根域の異常還元により誘発される症状であるとするれば、発生機構はペースト肥料も未分解稲わら施用の場合も同様であるはずであるが、なぜ両者で改善対策実施に係る反応が異なるのか疑問（稲わらによる初期生育停滞はS欠乏以外の要因も関係？有機酸，芳香族カルボン酸等）。
- ⑤S欠乏が引き起こされる主因は、土壌中の可給態Sの絶対量の不足によるものか、それとも異常還元が誘発する不可給化によるものか今後解析が必要。
- ⑥水田における硫黄収支の実態解明により、施肥由来のS所要供給量を明確化し、水稻栄養生理の視点から「あるべき施肥体系」を提言していく必要がある。