

水稻へのケイ酸施用による害虫管理

埼玉県農林総合研究センター 生産環境担当

担当部長 江 村 薫

はじめに

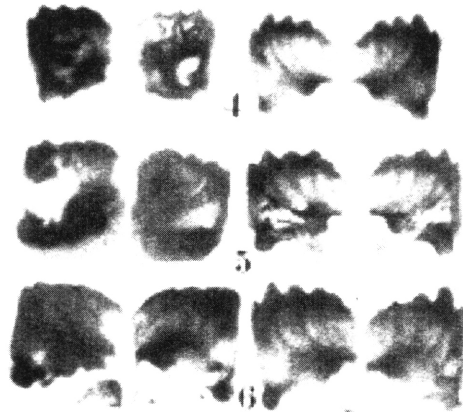
昨今、有機栽培に代表される減農薬、減化学肥料の水稻作が求められている中、ケイ酸資材についても、新たな視点で害虫発生抑制効果を再検討する必要がある。本稿は、埼玉県で近年行った試験例「参考文献^{1) 3) 4)}」を素材に害虫との関連を中心に構成した。ケイ酸資材の有効性の再認識と新たな技術発展に寄与できれば幸いである。

1. ケイ酸と病害虫

ケイ酸含有量の多いイネが病害虫の発生を抑制する事実は、広く知られているところであり、特に、いもち病の抑制との関係は、多くの人々による歴史的研究が多い。小野 (1944) は、その先駆者は岡山県の大原農業研究所に在職していた小野寺伊勢之助 (1917「大正6年」) による「稲熱病の科学的研究、第1報、農学会報180号 (1917・大正6年)」であり、この論文がケイ素と病害の関連研究として最初のものであり、その意義は大きいとしている。

一方、害虫抑制に関しては、それから27年後の馬場尠 (1944・昭和19年) による報告によるニカメイガとイナゴの発生量がケイ酸施用区で少ないことの指摘から始まった。その後、笹本 (1954)

図1. ニカメイガ幼虫の大顎摩滅比較 (笹本1958を改変)



数字は齢期を示す

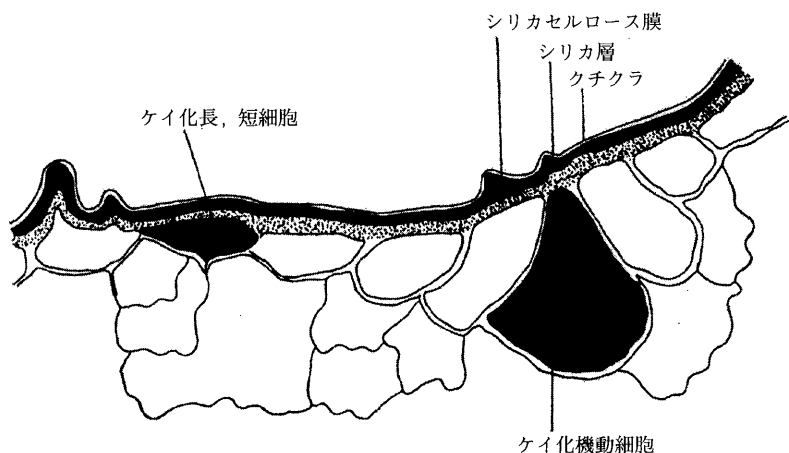
左：ケイ酸資材処理区「大顎が摩滅」

右：無処理区「大顎の鋸歯が鮮明」

本号の内容

§ 水稻へのケイ酸施用による害虫管理	1
埼玉県農林総合研究センター生産環境担当 担当部長 江 村 薫	
§ エルニーニョ現象に伴う天候の特徴	5
富山地方気象台 防災業務課 調査官 河 口 保	
§ モチ・サツマイモの育成	9
石川県農業短期大学農業資源研究所 教 授 島 田 多喜子 助 教 授 大 島 基 泰	
§ 肥料と切手よもやま話 (12)	12
越 野 正 義	

図2. イネのケイ化細胞とクチクラ・シリカ二重層, シリカ・セルロース膜の関係



ケイ化細胞のある位置は顕微鏡で上から見ると黒い層の厚みが大いなので、ケイ化していない細胞と区別される (吉田1965より)

に始まる一連の研究によりケイ酸資材施用区ではニカメイガの摂食が阻害される, 幼虫死亡率が高い, 体型は小型化する, 幼虫の歯「大顎」が摩耗する (図1), 山梨県の釜無川流域 (特に甲府市西部地域) は笛吹川流域よりケイ酸含有量が高くニカメイガの被害が少ない, などが示された。その後, 1960年頃からニカメイガの発生が抑制されている要素として, ケイ酸カルシウム消費量の増加が指摘されている (尾崎1974, 高木1974, 宮下1983)。これらの事象は, 強固なシリカセルロース膜やケイ化機動細胞 (図2) に起因すると考えられる。

以上のように, ケイ酸含有量の多い稲作りは,

病害虫抑制型の水稲づくりであるといえることができる。しかし, 1950年代から主役となった有機化学農薬と比較すると, このような耕種の防除法は鮮明な効果判定が得られにくい欠点があり, 1960年頃を境に研究が空白状態となった。

2. ケイ酸資材の本田施用による病害虫抑制

埼玉県の秩父地域は東京湾に流れ込む荒川の源流域である。そこに存在する吉田町から, 地域ではゲンジボタルを対象としたホタル祭りが行われていること, ホウネンエビやカブトエビが多く発生しており, ホウネンエビを守る

会も結成され, カブトエビでの除草効果に期待する農家も多いことなどから, それらの水生生物を保全しながら水稲作を行う技術の可能性を打診された。

その対応策として検討に入った技術が, 化学農薬を使わないケイ酸資材による病害虫防除であった。地域の病害虫発生の実情は, いもち病, イネミズゾウムシ, ニカメイガによる被害が多いこと, ケイ酸資材としてのケイ酸カルシウムを施用する農家が減少していることであった。そこで, ケイ酸資材の施用と病害虫の抑制の関係を検討する試験を現地の吉田町と行田市で実施した。試験区は, ケイ酸資材の施用量はかなり多い設計としてその効果を検定した。

吉田町で行った結果を表1, 2で示した。7月上旬におけるイネミズゾウムシ幼虫の発生はシリカゲル処理区及びケイ酸カリウム処理区は無処理区の33~39%の発生量, イネゾウムシ幼虫は35~47%の発生量であり, 明らかな抑制効果が認められた。いもち病は収穫時調査において, 発病穂率, 発病度とも50%以下の発生量となり, 更に, いもち病

表1. ケイ酸資材の本田処理とイネミズゾウムシとイネゾウムシの幼虫の発生 (吉田町1998)

区の内容	イネミズゾウムシ				イネゾウムシ		
	3 齢	4 齢	土まゆ	合計 (比)	中型	大型	合計 (比)
1.シリカゲル60kg/10a	0	9	10	19 (33)	2	6	8 (47)
2.ケイ酸カリウム200kg/10a	0	8	14	22 (39)	1	5	6 (35)
3.ケイ酸資材無し	1	13	43	57 (100)	4	13	17 (100)
4.ケイ酸資材無し (箱施薬)	0	0	0	0 (0)	3	2	5 (29)

品種: 朝の光, 6月16日移植, 中苗・機械移植。

注1) 比: 「ケイ酸資材無し」を100とした比。

注2) 数値は調査株数 (4株) 当たりの虫数。

注3) 1~3区は殺虫剤無処理。4区は箱施薬剤 (ウインアドマイヤー) 処理。

表2. ケイ酸資材の本田処理といもち病の発生 (吉田町1998)

区の内容	調査項目	
	発病穂率% (比)	発病度 (比)
1.シリカゲル60kg/10a	8.3 (49)	2.23 (46)
2.ケイ酸カウム200kg/10a	8.1 (48)	2.26 (47)
3.ケイ酸資材無し	17.0 (100)	4.85 (100)

4.シリカゲル60kg/10a (箱施薬)	6.1 (36)	1.65 (34)
5.ケイ酸カウム200kg/10a (箱施薬)	9.0 (53)	2.63 (54)
6.ケイ酸資材無し (箱施薬)	7.4 (44)	2.40 (49)

品種：朝の光，6月16日移植，中苗・機械移植。

注1) 比：「ケイ酸資材無し」を100とした比。

注2) 1～3区はいもち剤無処理。4～6区は箱施薬剤(ウインアドマイヤー箱粒剤)処理。

表3. ケイ酸資材の本田処理とニカメイガの発生 (行田市1998)

区の内容	調査項目			
	調査茎数	被害茎数	被害茎率%	在幼虫数
1.シリカゲル60kg/10a	5069	1	0.02	0
2.ケイ酸カウム200kg/10a	4639	0	0	0
3.ケイ酸カルシウム200kg/10a	4526	6	0.13	0
4.ケイ酸資材無し	4832	47	0.98	27

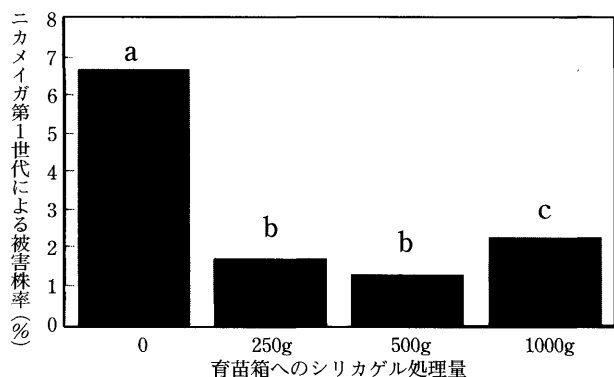
5.シリカゲル60kg/10a (箱施薬)	5048	0	0	0
6.ケイ酸カウム200kg/10a (箱施薬)	4832	1	0.02	0
7.ケイ酸カルシウム200kg/10a (箱施薬)	4690	0	0	0
8.ケイ酸資材無し (箱施薬)	5081	1	0.02	1

品種：ゆめみのり，6月9日移植，中苗・機械移植。

注1) 数値は1区9.9㎡当たりの茎数と虫数。

注2) 1～4区は殺虫剤無処理。4～6区は箱施薬剤(プリンス粒剤)処理。

図3. 育苗箱培土へのシリカゲル処理とニカメイガ第1世代幼虫による被害[7月29日]
(シリカゲルは2mm以下が主体)。



ab間P<0.05, ac間P<0.1 有意 (Tukey法)

品種：朝の光 移植：2000年5月22日 [無防除]

の箱施薬処理と同等の効果であった。ニカメイガの被害は顕著に少なく評価は不可能であった。

行田市ではケイ酸カルシウム区も加えた試験区を設けてニカメイガ第2世代を検討した。その結果，収穫わら(9.9㎡)での幼虫は無処理区で27個体確認したのに対し，ケイ酸資材処理区では全ての区で発見できなく，箱施薬剤と同等の効果であった。

3. 育苗箱へのシリカゲル施用に害虫抑制

育苗箱にケイ酸資材を施用する技術がシリカゲルを用いることで可能になった。従来のケイ酸カルシウムやケイ酸カリウムではアルカリが強く，育苗箱へは少量の施用とならざるを得なかったが，シリカゲルはほぼ全量を育苗用土として活用しても障害は生じなかった。

図3はニカメイガ第1世代幼虫に対する防除効果を示したものであり1箱当たり250gのシリカゲル混用で被害を抑制した。この試験では，収穫時の第2世代幼虫被害の抑制効果は明らかでなかった。

図4，図5はイネミズブウムシに対する防除効果であるが，越冬成虫による食害株率が減少し，7月上旬における発育遅延効果が当年世代の成虫

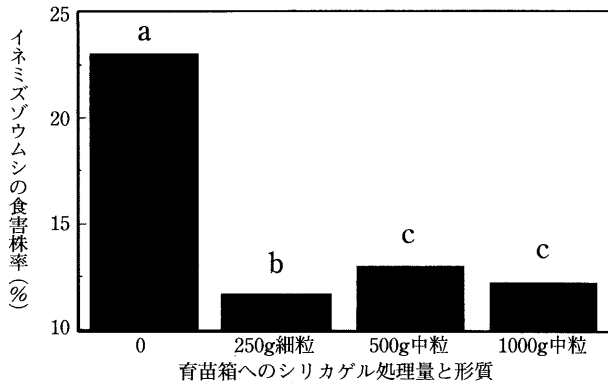
表4. 苗の無機成分分析値(乾物当たり)

シリカゲル (g/箱)	含有率 (%)					
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO	SiO ₂
0	2.94	1.95	2.05	0.96	0.42	3.16
250	2.78	1.70	1.98	0.92	0.41	9.00
500	2.52	1.73	1.92	0.80	0.40	9.51
1000	2.31	1.76	1.95	0.81	0.41	10.41

(図3で用いた苗の分析値)

図4. 育苗箱培土へのシリカゲル処理とイネミズゾウムシの越冬成虫による食害

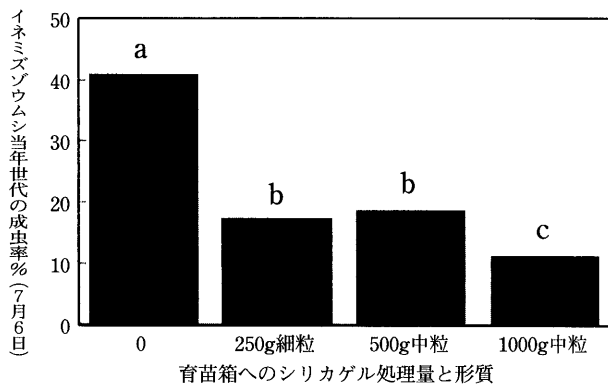
[移植14日後] (細粒: 2 mm以下, 中粒 2-4 mm主体)



ab間 $P < 0.05$, ac間 $P < 0.1$ 有意 (Tukey法)

品種: コシヒカリ 移植: 2001年5月3日 [無防除]

図5. 育苗箱培土へのシリカゲル処理と7月6日のイネミズゾウムシ当年世代の成虫率 (成虫は土繭内が主体)



ab間 $P < 0.05$, ac間 $P < 0.1$ 有意 (Tukey法)

成虫率 = 株洗い出しによる当年世代成虫確認数/同, 全当年世代確認数 $\times 100$

注1) 調査時には2齢幼虫~当年成虫を確認 (生息密度は平均4.5~5.7個体/株)

注2) 調査株は1ブロック6株調査, 1区3反復

化率の低下によって示された。発育の遅延については、産卵時期が遅延したものか、あるいは発育速度そのものが遅延したのかについては明らかでないが、シリカゲルの育苗箱施用がイネミズゾウムシの抑制に寄与していることは明らかであろう。

なお、図3の試験での移植時の苗の分析値を表4で示した。シリカゲル施用によって二酸化ケイ素含有量の増加と対照的に窒素含有量が低下している。病害虫の発生は窒素との関連が強いことは随所で明らかであり、ケイ酸資材の施用が窒素の抑制に寄与する結果、病害虫の抑制にも関与する観点も重要であろう。

おわりに

この小文はケイ酸と病害虫、特に害虫との関連で記述し、ケイ酸資材がイネミズゾウムシやイネゾウムシの抑制にも有効であることを述べた。最後に述べた窒素については病害虫の発生との関連が強い。現在、水稻育苗箱全量施肥技術が普及しつつあるが、この施肥体系は植物の生長に必要な窒素を徐々に供給し過剰窒素を抑制するシステムであり、病害虫の発生抑制に有効な成績も得られている。ケイ酸資材と肥効調節型肥料は、新たな病害虫抑制型施肥体系として今後の技術開発が必要と考える。

参考文献

- 1) 相崎万裕美・江村薫 (2002) 2002年度土肥学会・関東支部大会要旨16.
- 2) 馬場 赳 (1944) 農業及び園芸 19:541-543.
- 3) 江村薫・相崎万裕美・矢ヶ崎健治・加藤徹 (2002) 第46回応動昆大会要旨135.
- 4) 江村薫・加藤徹・植竹恒夫 (1999) 第4回農林害虫防除研究会報告61-62.
- 5) 宮下和喜 (1982) ニカメイガの生態, 個人出版, 136pp.
- 6) 小野小三郎 (1994) イネいもち病を探る, 植物防疫協会, 東京, 174pp.
- 7) 尾崎幸三郎 (1972) 四国植防 9:13-23.
- 8) 笹本 馨 (1954) 植物防疫 46:372-374
- 9) 同上 (1958) 日本応用動物昆虫学会 2:88-94.
- 10) 高木信一 (1974) 植物防疫 28:7-11.
- 11) 吉田昌一 (1965) 農業技術研究所報告B15:1-58.