

3. けい酸の効果

Q-1

水田土壌のけい酸が足りなくなっているそうですが、その実態は？

A-1

近年、水田の土づくり意欲が低下し、土壌の有効けい酸量が全国的に減ってきています。

現地調査の分析結果からも、けい酸不足の水田が広い範囲に出現していることがわかってきました。水稻成熟期の茎葉中のけい酸含有量を調べてみると、けい酸が不足している地域（けい酸含有量10%以下）は54.8%、やや不足している地域（10～13%）は37.0%、そして適正な地域（13%以上）はわずか8.2%と、けい酸不足の水田が多くなっているのが現状です（図-1）。

また、山形県農試で県内河川のけい酸濃度を調査した結果、1956年当時は平均で19.7ppmあったのに対して、40年経過した1996年は平均で9.8ppmに低下しています。つまり、10a当たりの灌漑水量を1,440tと仮定して灌漑水量から供給されるけい酸量を算出すると、1956年が28kg/10aに対して、1996年は14kg/10aに半減している実態が明らかになりました（図-2）。

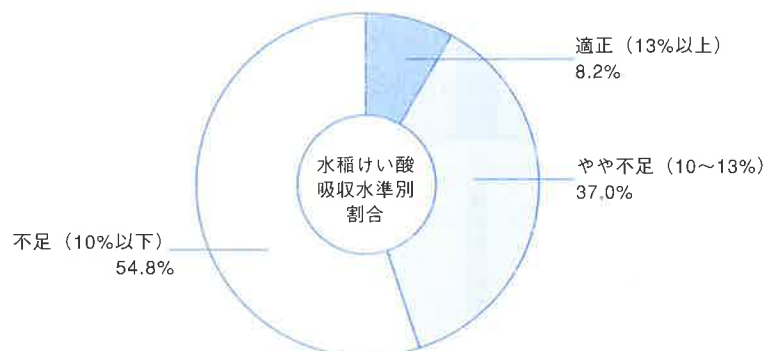


図-1 現地調査からみた水稻成熟期茎葉けい酸含有量の適正域・不足域別割合（上川農試、宮森）

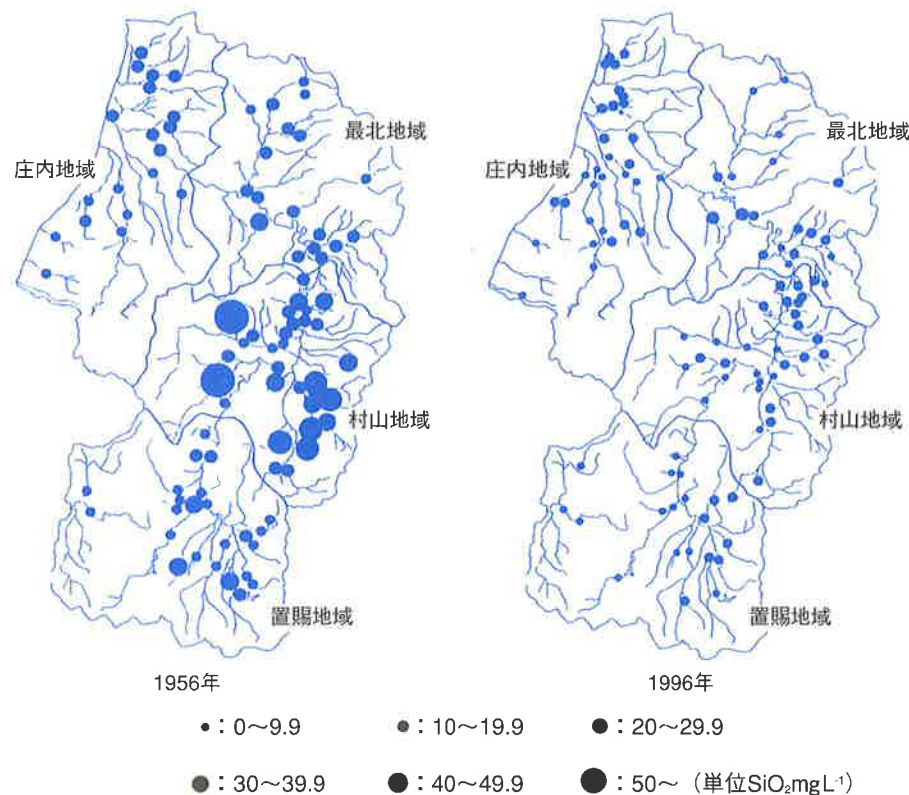


図-2 山形県内における農業用水のけい酸濃度（熊谷・今野・黒田・上野）

Q-2

けい酸は米づくりになぜ必要なのですか？

A-2

米の消費が低迷する中で、売れる米づくりのカギは、おいしくて、質のそろった米を栽培することです。特に、みのりをよくして、米のタンパク質を低く抑えることが、おいしい米づくりの大切な技術になります。

けい酸質肥料施用効果試験の結果から、米の中のタンパク質含量を低く抑えるには、窒素を適正に施用するだけではなく、けい酸を吸収させて受光態勢を良くし、光合成能力を高めて登熟させなければならないことがわかってきました。茎葉中のけい酸含量が高いほど玄米の窒素含有率が低くなる傾向があります(図-3)。

また、土壌の有効態けい酸含量が高いほど米の完全粒比率が高くなり(図-4)、成熟期の茎葉中のけい酸含量が高いほど心白粒の割合が低くなります(図-5)。

土づくり肥料(ケイカル、ようりん等)を施用するほど、乳白米の発生率が低くなることから、良食味米高収量生産のためには、けい酸の施用が不可欠です。おいしい米づくりをめざして、けい酸資材の施用をもう一度見直してみましょう。

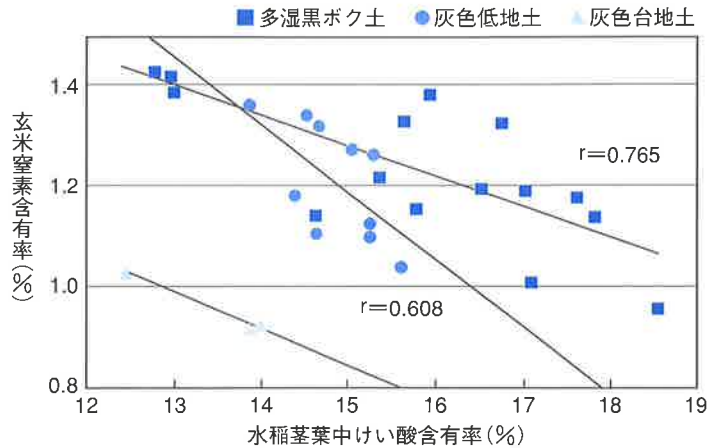


図-3 水稻茎葉中けい酸と玄米中窒素濃度 (熊本県農業研究センター 農産園芸研究所 1999年)

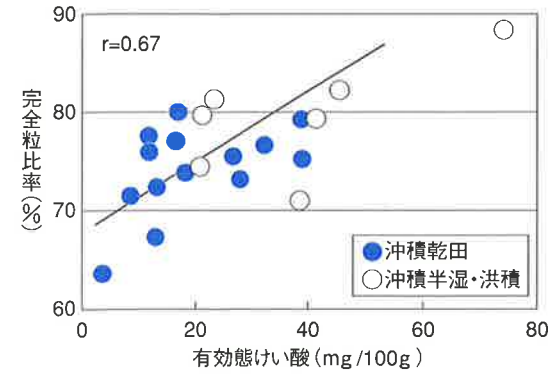


図-4 土壌の有効態けい酸含量と完全粒比率の関係 (富山県、月刊「食糧ジャーナル」より)

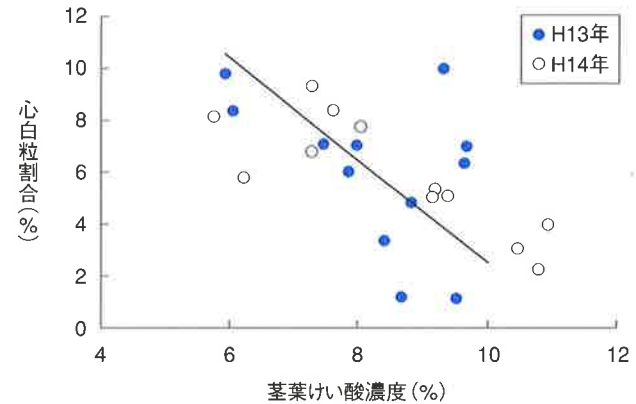


図-5 成熟期の茎葉けい酸濃度と心白粒割合 (富山県農業技術センター：山田)

Q-3

けい酸は水稻にどんな効果がありますか？

A-3

水稻にけい酸を吸収させると、受光態勢が改善され、根傷みも少なくなります。その結果、光合成が盛んになります。

また、けい酸は、根・茎・葉を丈夫にするので、いもち病などの被害を軽減させ、収量の増加や品質の向上に役立っています（図-6、表-1）。

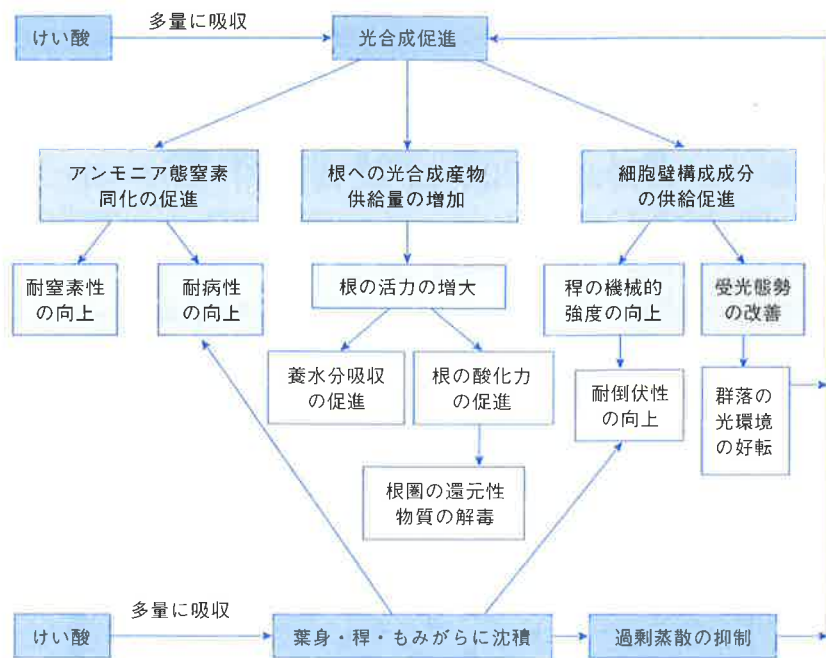


図-6 稲に対するけい酸の働き（近畿大学 高橋英一、1995年）

表-1 本田におけるけい酸施用による稲いもち病の抑制効果（竹内 1997年より改変）

品 種	試験区	穂いもち		穂体含有率 (×10g kg ⁻¹)			
		葉いもち 発病度	病穂率 (%)	止葉期		出穂期	
				N	SiO ₂	N	SiO ₂
彩	ケイカル ¹⁾	30.0	7.9	2.00	4.8	1.56	4.8
	無施用	61.3	36.6	2.28	4.2	1.79	3.9
ゆきひかり	ケイカル ¹⁾	3.7	1.7	2.05	5.2	1.55	5.1
	無施用	16.3	6.9	2.22	3.4	1.69	3.7

1) 160kg/10aを2年連続施用

Q-1

けい酸を吸収すると、水稻の姿はどのようなのですか？

A-1

けい酸の働きは、稲の姿を一目みただけでわかります。けい酸が足りなくて元気のない稲も、けい酸を吸うとたちまち元気になるのです。

つまり、けい酸を吸うことにより、茎や葉の表面にケイ化細胞が形成され、葉が直立する、下葉の枯れあがり少なくなる、いもち病にかかりにくくなるなどの効果がありますが、特に、けい酸施用により葉が直立し、群落としての受光態勢が良好になります。これは稲の姿で一目瞭然です（図-7、表-2）。

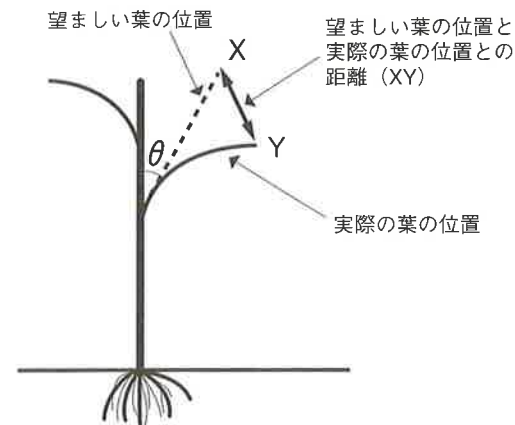


図-7 草型の評価法（安藤ら 1998年, Andoら 2002年）

表-2 けい酸施用が葉身の直立度と群落吸光係数に及ぼす影響（安藤ら 1998年, Andoら 2002年）

けい酸処理 (シリカゲル) (t ha ⁻¹)	XYの距離 (cm)								群落吸光係数		けい酸濃度 (mg kg ⁻¹ , 葉身)		収量 (t ha ⁻¹)
	最高分げつ期			穂ばらみ期					最高分 げつ期	穂ばらみ期	最高分 げつ期	穂ばらみ期	
	n	n-1	n-2	n	n-1	n-2	n-3						
① 0	8.70	5.59	9.37	2.80	7.75	10.58	10.33	0.724	0.662	78	108	6.33	
② 1.8	5.32	7.36	6.98	2.77	5.87	8.18	4.92	0.675	0.632	108	115	6.72	
②/①比	61	131	74	99	76	77	48	93	95	138	106	106	

注) 品種：ササニシキ、施肥窒素量：基肥→50kg ha⁻¹、追肥→15kg ha⁻¹
 けい酸処理(シリカゲル)：無施用、1.8t ha⁻¹ 試験反復数：3 測定・分析項目：吸光係数、
 葉面傾斜角度、ケイ酸濃度→重量法、収量
 n：最上展開葉 n-1：最上展開葉の一つ前の葉

Q-5

けい酸が不足すると、光合成能力が低下するのですか？

A-5

葉の光合成能力は真夏の午後に落ち込みますが、けい酸が不足すると葉の受光態勢の変化で光合成能力がさらに大きく低下します（図-8）。

けい酸を十分含む稲は、光合成が一日中落ち込まないので、米粒にデンプンを多くたくわえ、しかも下葉や根にも炭水化物を補給して、稲全体の活力を維持できます。

また、けい酸が不足すると、水の蒸散量が増え（表-3）、気孔を閉じてしまうので、光合成が低下することになります。

そればかりではなく、異常な高温やフェーンのような乾燥風に出会うと、けい酸不足の時は、乳白米や腹白米のような、みのりのよくない米が出やすくなります。

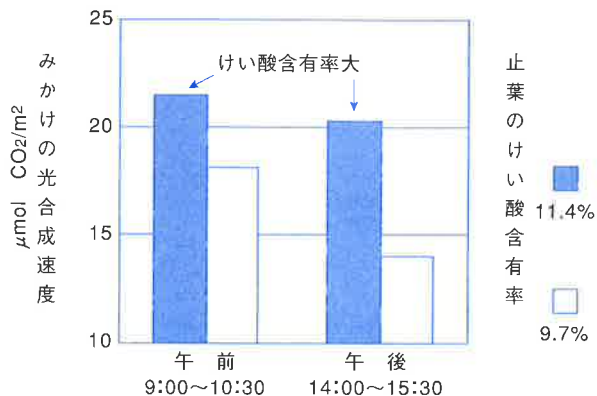


図-8 止葉のけい酸含有率の高低と光合成速度-8月- (山形庄内分場 1998年から作成)

表-3 けい酸添加、欠除で4週間栽培した稲の蒸散速度

処 理	光合成速度 (mg CO ₂ /dm ² h)	昼間蒸散速度 (mg H ₂ O/dm ² h)	夜間蒸散速度 (mg H ₂ O/dm ² h)
けい酸欠除	5.86±0.97	6640±360	2590±346
けい酸添加	8.23±1.35	5770±970	1440±390

Q-6

けい酸が不足して光合成能力が低下すると、水稻の収量、品質にどんな影響があるのですか？

A-6

けい酸の吸収度合いにより、穎花数が増減します。けい酸不足のとき、粉になるはずの穎花が、分化途中で退化してしまいます。窒素施肥に頼るだけではなく、けい酸の栄養を充実させ、穎花の退化を防ぐことが大切です。

けい酸を十分に吸わせると、光合成が盛んになり、デンプンで米粒が充実します。その結果、タンパク質の含有率が低くなり、味がよくなります。窒素の吸収量が同じでも、吸収窒素1kg当たりの玄米量（生産量）は重くなり、玄米を効率よく生産することになります（表-4、図-9）。

表-4 けい酸の乾物生産・米粒中タンパク含有量におよぼす影響 (上川農試 圃場試験)

施用量 (g/m ²)	N		玄米重 (g/m ²)	生産効率	タンパク含有量 (%)	吸収量 (g/m ²)	
	0	200				8.9	43.1
0	0	405	45.5	8.2	8.9	43.1	
	200	411	50.1	7.9	8.2	74.4	
4	0	519	47.6	8.0	10.9	40.0	
	200	523	50.8	7.8	10.3	83.9	
6	0	595	45.8	8.4	13.0	43.1	
	200	625	50.1	8.1	12.9	99.9	
8	0	605	44.2	8.9	13.7	48.0	
	200	607	46.0	8.3	13.2	100.2	

注) 玄米生産効率：窒素吸収量当たりの玄米生産量 (=玄米重÷N吸収量)

けい酸による光合成促進

- ☆単葉の光合成促進 ———— 葉身が厚くなる (単位葉面積窒素量↑)
- ☆下葉の老化防止 ———— 水経済の良化 (根の活力↑・蒸散↓)
- ☆群落での光合成促進 ———— 草型の改善 (葉身の直立性の向上)

乾物生産良化

- ☆生育中期 ———— 籾生産効率の向上 (退化穎花数の減少)
- ☆生育後期 ———— 籾数を確保した後の登熟の向上 (籾数×千粒重)

収量・品質・食味の向上

図-9 食味向上に対するけい酸の効果関連図 (藤井ら1999年)