

水稻の珪酸吸収 (ポット試験) と土壌の理化学性及び可給態珪酸

斎藤 公夫・佐藤 一良・浅野 真澄・北沢 昭

(宮城県農業センター)

The Silica Uptake of Rice Plant under Pot Culture as Related
with the Soil Properties and the Availability Index of Silica
Kimio SAITO, Kazuyoshi SATO, Masumi ASANO and Akira KITAZAWA
(Miyagi Prefectural Agricultural Research Center)

1 はじめに

水稻は一作期間に100kgSiO₂/10a前後の多量の珪酸を吸収する。そのうち、灌漑水によるものは20~30kgとみられ、大部分の珪酸の供給源は土壤にあると考えられる。しかし、土壤の分析による可給態珪酸値と水稻吸収量との齊一な関係はなかなか得られていない。本研究は、温度、水管理、用水等の条件がほぼ同一なポット栽培において水稻に吸収された珪酸量を基準にし、様々な土壤の可給態珪酸含量、理化学性との関係を見たものである。

2 試験方法

(1) 供試土壤

宮城県稲作地帯別調査圃13地点、土壤環境基礎調査基準点2地点、及び復元圃2地点の作土土壤を用いた。土壤理化学性は表1に示した。

表1 供試土壤の土壤・地点名及び理化学性

土壤地点名	土性 国際法	全炭素 (%)	全窒素 (%)	磷酸 吸収 係数	遊離 酸鉄 (%)	pH (H ₂ O)	CEC (me)	塩基 飽和度 (%)
角田	LiC	1.81	0.196	940	2.77	5.66	26.1	87.7
川理	LiC	2.34	0.215	1,000	2.60	6.13	27.6	99.2
巨崎	CL	2.91	0.255	1,240	3.45	5.27	29.2	56.2
本木	LiC	9.63	0.607	1,090	2.20	4.84	35.5	55.5
名取	LiC	2.52	0.218	1,210	2.63	5.32	36.1	81.3
大和	LiC	2.17	0.220	1,240	2.99	6.01	35.8	97.5
古川	SiC	2.43	0.241	900	1.64	5.92	28.2	90.0
小野田	SCL	2.66	0.216	1,000	1.38	5.66	16.9	63
涌谷	LiC	2.30	0.223	1,080	2.54	5.88	26.9	99.3
南方	HC	3.96	0.344	890	1.36	5.29	28.9	83.1
河内	LiC	4.08	0.331	990	2.46	5.38	46.6	48.0
河北	SL	1.15	0.096	550	1.50	5.69	13.1	138
本吉	LiC	1.56	0.165	610	3.65	5.20	13.4	58.8
鹿島台化単	HC	2.76	0.246	990	1.74	5.36	31.1	98.4
鹿島台改善	HC	2.72	0.258	1,080	1.88	5.71	30.3	103
米山復元圃	LiC	6.89	0.368	1,090	3.06	5.68	36.8	90.0
米山連作圃	LiC	7.60	0.518	1,020	2.43	5.25	30.1	73.4

(2) ポット栽培による水稻珪酸吸収量 (1988年)

1988年の春に圃場から採取した未風乾作土 (5mm篩調製) を1/5000aワグネルポットにつめた。5月20日に施肥 (N, P₂O₅, K₂O, それぞれ0.5g/ポット), 代掻きし, 23日にササニシキ稚苗を移植した。全てのポットを同一のプールに入れて湛水栽培し, 水稻の珪酸吸収条件を均質にした。7月11日, 8月23日, 9月30日に抜き取り

し, 分析を行い, 珪酸吸収量を求めた。

(3) 土壤可給態珪酸の分析

1) 常法 風乾細土2g: 20mlのpH 4-1N酢酸ナトリウム液, 40℃, 4時間, 時々振とう, ろ過

2) 簡便法 生土20g: 100mlのpH 4-1Nナトリウム液, 常温, 1時間連続振とう, ろ過

3) 希釈法 PH 4, 0.1N酢酸ナトリウム 他2)と同じ

4) 土壤溶液珪酸 生土の遠心分離による

(4) 還元溶出・吸着珪酸の分析

1989年春採取作土の風乾土を用いて培養を行った。

1) 土壤還元溶出珪酸 風乾土5g: 水25ml, 40℃, 1週間培養, 時々 (毎日1, 2回) 振とう, ろ過

2) 土壤還元吸着珪酸 120mmSiO₂水を用い, 1)と同様に培養し, ろ過の珪酸濃度の低下より吸着量を求めた。

なお, 1), 2)とも培養瓶内の空気をN₂ガスで置き換えて酸化を防止した。

3 試験結果及び考察

(1) 水稻珪酸吸収量と様々な可給態珪酸値との単相関係は, 一, 二例を除いて, 珪酸吸収と可給態珪酸分析値との間には見られるべき相関関係をみとめなかった。図1及び図2は, 水稻吸収量に対し, 土壤可給態分析値がある程度の相関を示した例である。希釈抽出液の方が相関がやや高いのは, うすい液ほど水稻が吸収できない形態の珪酸を取

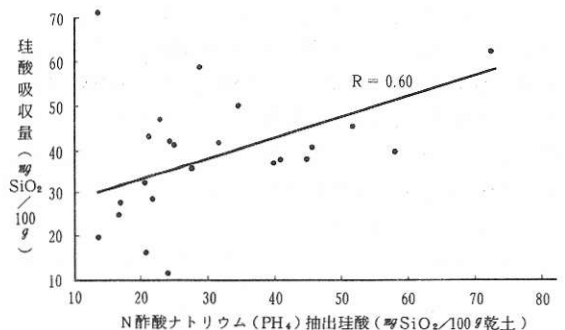


図1 水稻珪酸吸収量 (7月11日, 換算値) と可給態珪酸 (常法) との関係

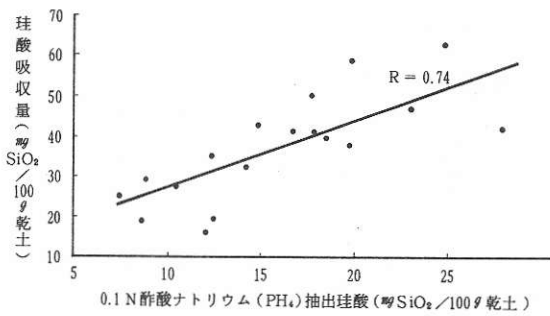


図2 水稻珪酸吸収量(7月11日, 換算値)と希釈酢酸ナトリウム抽出珪酸との関係

り込まないためと考えられる。

(2) 水稻珪酸吸収量と土壤理化学性

吸収量をYとし, 土壤理化学性, 及び各時期の抽出珪酸をXiとして重回帰分析を行った。各時期ごとに決定係数の高い関係式は表2のように求められた。

この結果は, 珪酸吸収量の土壌による違いを説明する変数としてはCEC (塩基置換容量), TC% (全炭素含量)の寄与率が高いことが明らかであった。可給態珪酸値は, どの場合においても寄与の有意性が小さかった。方法1)から4)の可給態珪酸値は, CEC, TC%の土壌分析値がある場合は無意味な数値となることが多いと考えられる。

表2 各時期の水稻珪酸吸収量を説明する土壤理化学性, 抽出珪酸の重回帰式

重 回 帰 式	重相関係数
(a) Y: 7月11日吸収量 $Y = 0.94 X_1 - 2.56 X_2 + 0.46 X_3 - 7.63$	R = 0.825
(b) Y: 8月23日吸収量 mg $Y = 2.90 X_1 - 9.32 X_2 + 1.58 X_3 - 39.4 X_4 + 175$ $Y = 2.80 X_1 - 6.40 X_2 + 0.95 X_3 - 18.6$	R = 0.810 R = 0.770
(c) Y: 9月30日吸収量 mg $Y = 3.76 X_1 - 1.80 X_2 + 1.55 X_3 + 8.6 X_4 + 29.5$	R = 0.74
ただし, X_1 : CEC, me/100g 乾土 X_2 : TC% X_3 : Ca飽和度% X_4 : pH X_5 : 作付前可能態珪酸(常法) -	

(3) 土壤還元溶出珪酸と還元吸着珪酸

水稻の根は還元状態の土壌から珪酸を吸収しており, この状態における珪酸の溶出, 吸着の化学性が水稻の本来の可給態珪酸を決めているとみられる。図3に示すように, 吸着量が多い土壌ほど溶出量が少なくなる傾向になっている。

溶出量をYとし, 吸着量及び土壤化学性をXiとして, 重回帰分析したのが表3である。溶出量は吸着量とCECでは説明される(R=0.945)。なお, 溶出珪酸, 吸着珪酸とも石灰飽和度%と弱い相関関係(R=0.5)をもつが, それ以外の土壤理化学性とはほとんど相関関係が認められないことから, これら還元珪酸値は, 独立した土壌恒数に

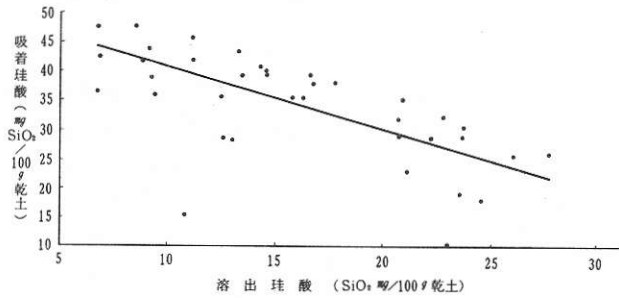


図3 土壤還元培養による溶出珪酸と吸着珪酸との関係

表3 還元溶出珪酸と還元吸着珪酸との関係………
…土壤理化学性を加えた重回帰式

重回帰式 (Y: 還元溶出珪酸 mg/100g 乾土)	重相関係数
(1) $Y = -0.789 X_1 + 0.31 X_2 - 0.814 X_3 - 5.15 X_4 + 58.2$	R = 0.971
(2) $Y = -0.936 X_1 + 0.237 X_2 + 42.9$	R = 0.949
ただし, X_1 : 吸着珪酸 mg/100g X_2 : CEC, me X_3 : TC% X_4 : pH	

なり得るものとする。

(4) 水稻吸着珪酸と還元珪酸との関係

珪酸吸収をYとし, 両還元珪酸及び土壤化学性をXi3として重回帰解析を行った結果を表4に示した。還元状態の水溶性珪酸は, いわゆる弱酸可溶の珪酸と大きく異なって, 回帰式に対する寄与率が非常に高く, 還元珪酸単独でも水稻の珪酸吸収のかかりを説明している。Y; 7月11日吸収量にたいしては溶出珪酸と吸着珪酸の両方が高い寄与率をもつが, その理由は分らない。

表4 各時期の珪酸吸収量を説明する土壤化学性, 還元珪酸の重回帰式

重 回 帰 式	重相関係数
(a) Y: 7月11日吸収量 $Y = 2.37 X_1 + 1.69 X_2 + 0.293 X_3 - 79.0$ $Y = 2.56 X_1 + 1.61 X_2 - 63.0$	R = 0.833 R = 0.799
(b) Y: 8月23日吸収量 $Y = 3.49 X_1 + 0.89 X_4 + 8.97$ $3.94 X_1 + 27.3$	R = 0.868 R = 0.840
(c) Y: 9月30日吸収量 $Y = 4.65 X_1 - 0.87 X_6 + 38.5$ $Y = 3.80 X_1 + 42.6$	R = 0.738 R = 0.66
ただし, X_1 : 珪酸溶出量 mg/100g X_2 : 珪酸吸着量 mg/100g X_3 : Ca飽和% X_4 : CEC, me X_6 : 可給態珪酸 mg/100g	

以上のように, 水稻が土壌から吸収する珪酸の多くは還元によって可給化されるものと推測される。

しかし, 還元溶出珪量は, 水稻吸収量の1/4~1/3にすぎず, なお潜在珪酸の一部を示しているに過ぎないと思われ, 今後の検討を要する。

なお, 本重回帰解析においては, 石灰飽和度%はしばしば欠くことのできない補助因子として現れ, 土壤珪酸の可給性に関し珪カル施用の影響が示唆される。