

稲イモチ病の発生頻度に対する

かんがい水質の影響について 予報

西門義一・小林 純・井上成信・森次益三

I 緒 言

稲イモチ病発生には諸種の環境要素があげられるが、そのうちの重要なものとして稲が吸収する珪酸の問題がある。稲に対する珪酸の施用は茎葉の表皮細胞、特に本病菌が最も侵入しやすいと認められている機動細胞^{46, 52, 53}を珪質化し^{6, 11, 16, 24, 48, 49}、その珪酸蓄積量は著しく増加することが明らかにされた^{11, 18, 22, 23, 26, 29, 33, 52, 53, 55}。かかる稲はイモチ病に対する抵抗性が高いと報告され、Wagner⁵⁰もまた大麦のウドンコ病の予防に著しい効果があることを明らかにした。

著者の一人小林²⁸はかんがい水によつて稲に供給される珪酸は意外に多量であり（一夏の間に相当4貫ないし20貫、全国300万町歩の水田に対しては合計80万屯余）、かつ稲が吸収する珪酸の量は河水中に溶解する珪酸量の多少によつて著しく影響されることを水及び稲葉の分析結果から明確にした。したがつてイモチ病発生の頻度はかんがい水質によつて著しく影響されると推定されるので、この点を病理学並に化学的見地から研究し、病害の防除、施肥の改善に役立たせんとするものである。

その予備試験として珪酸の施用とイモチ病の発生並に内化学的關係、及び日野川と大江川の水質とその流域に栽培する稲葉内の珪酸含有量などについて比較考察した結果を報告する。

従来水稻の生理に及ぼす珪酸の問題については、純粋な溶解珪酸を多量に入手することが困難とされ、電気透折によつて得られる僅少の珪酸をもつて極く小規模のポット試験を行うに止まつたのであるが、筆者らはイオン交換樹脂法を応用して多量の珪酸溶液を調製し、実際の圃場における栽培試験を実施した。

II 従 来 の 研 究

植物体中には多量の珪酸が含有されていることが報告されてより、珪酸の栄養生理作用並びに病害の予防的作用について極めて多数の研究がある。珪酸は諸種作物の發育を正常化し或は好影響をおよぼすとの考えは今までの多数の報告から全く異論がない^{22, 23, 26, 29, 32, 34, 37, 50}。

Wagner⁵⁰は、大麦に珪酸の施用は植物体内に珪酸が吸收集積され、ウドンコ病の予防効果があつたと報告した。わが国でも水稻の実験では、窒素肥料の多用はイモチ病の発生を増加するが、珪酸の施用はイモチ病に対する抵抗性を高め、罹病が減少するとの報告が多い^{2, 11, 15-18, 22, 24, 26, 29, 41, 45, 49, 52, 54, 55}。すなわち、水稻に珪酸を施用すると稲葉や穂首の表皮厚膜、細胞数、表皮膜壁などの厚さを増し^{11, 15, 16, 20, 47}、表皮細胞特にイモチ病菌の最も多く侵入すると思われる機動細胞^{46, 52, 53}の珪質化が著しく増大する^{1, 6, 10, 14, 44, 48, 49}。それらの稲体内には珪酸含有量が著しく多い^{11, 18, 22, 24, 29, 33, 52, 54, 55}。一葉についても表皮細胞の珪質化は上部に多く下部にしたがつて少くなる^{1, 50}。このように表皮細胞の珪質化が高く、珪酸含有量の多い稲はイモチ病に対して

抵抗性が高くその発生が少いといわれている^{2, 6, 11-18, 22, 24, 29, 30, 40, 41, 48, 49, 54, 55}。また乾燥土に育つた稲は湛水土のものよりイモチ病が発生しやすく^{2, 14, 16, 43-46}、乾燥土では珪酸を施用してもその効果が非常に低い⁴⁷。Sreenivasan⁴²は土壌湿度が高いほど植物体内の珪酸含有量が増加することを報告している。したがって珪酸の施用によるイモチ病に対する抵抗性は土壌中に豊富な水分の存在するときにおいて効果があるといえる。

低温では常温に育つた稲より⁴⁷、また直播稲は移植稲より表皮細胞の珪質化が高く⁸、前者は後者よりイモチ病の発生が少い。病葉には健全葉よりも珪酸含有量が少く³⁶、同一環境においても珪酸含量は品種によつて相違し⁵⁸、抵抗性の強い品種は弱い品種よりも珪酸に富んでいることが知られた^{11, 19, 23, 30}。しかし吉井^{54, 57}は、表皮細胞の強靱度（貫穿抵抗）はイモチ病の抵抗性に関係しないと報告している。馬場⁷は葉の表皮細胞珪質化と品種抵抗性との関係で、細胞珪質化の高い品種は単位葉面積当の病斑数が少い傾向を認め、葉イモチ病抵抗性大なる品種は抵抗性小なる品種よりアンモニア態窒素および可溶性窒素特に前者が少いとついている。

猪狩ら¹⁷は泥炭地における珪酸の補給は水稻の発育を強健にし、病害が少い。またそれは珪酸石灰の形態において最も効果が大きいといひ、伊藤ら²⁴は珪酸ソーダ、珪酸加里、珪酸石灰の稲に対する施用試験で、イモチ病発生の減少には珪酸ソーダが大きい効果をあらわしたと報告した。鉦津施用もまた稲葉表皮細胞の珪質化を高め⁴⁸、水稻に対する珪酸供給剤となつて珪酸含有量を増し、収量を高め、イモチ病、メイ虫、ゴマハガレ病の被害を減少する³⁸⁻⁴⁰。また窒素過用の害を防ぎ、特に老朽化水田に肥効が高く、増収することも知られた⁴⁰。赤井⁹は稲ゴマハガレ病に対する試験で珪酸の施用が葉の珪質化を増し、病害を減少する。しかし葉の珪質化は品種によつてゴマハガレ病の抵抗性に関与するが、亀治の如く珪酸を施しても特に珪酸の吸収量を増すことがないので、ゴマハガレ病と珪酸とは無関係ではないかと述べた。

大川⁸⁵らは水耕栽培において硫酸の濃度を高めると珪酸の効果が劣るといひ、赤井³もまた硫酸銅が稲葉の珪質化を阻害するといつている。

大川³¹は珪酸を施すと大麦は凍害抵抗性を増加することを指摘した。木村²⁷は気象的の冷害をうけた水稻を分析し、不稔が多い水稻ほど窒素およびリン酸の含量が高く、珪酸および加里の含有量が低下したと報告している。

石塚ら²¹は培養液の窒素濃度が高まれば珪化細胞の密度が小となり、珪酸含有量の低下する傾向があり、加里濃度が高まればある程度まで密度が大となり珪酸含有量も増す。しかし珪化細胞の密度の減少が必ずしも珪酸含有量の著しい減少を意味しないと述べた。これは窒素濃度の低いところでは珪酸はソル (Sol) としての安定度が低く、ゲル (Gel) として沈澱して珪化細胞の形成に利用され易いため、珪酸は生理的系外におかれ、引続いて珪酸の吸収が行われる。しかし窒素濃度の高い場合には蛋白の形成などが盛んとなり体内に珪酸が吸収せられても、そのような生理的状態では珪酸は珪化細胞の形成に利用されず、他の形では存在しており、茎葉の強剛性を増大するようには働き得ないためであると考えている。荻原⁹らは稲の生育中における各部位の無機成分を分析し、出穂期までは葉鞘部が最も珪酸の含有量が多く、葉、籾、茎がこれにつき、成熟期には茎部が籾より高くなつたと報告している。

植物体において珪酸がリン酸の一部を代用しうるものかどうかという問題については古くから多数の学者によつて論議されている。大川³²は水稻の水耕試験によつて、リン酸が少量施用せられた場合には珪酸は幾分リン酸の代用をなすものであると述べた。

以上のように植物と珪酸との問題については生理的および化学的な研究が数多く報告され、植物体には珪酸が大きな役割をなす不可欠物質であることを論ぜられている。特に稲についての研究が多く、珪酸を施用すると稲体内の珪酸蓄積量を増し、また組織の変化もあつて、イモチ病の発生が減少するとの説は一致しているようである。

III 珪酸及び窒素の施用が稲葉内の珪酸含有量に及ぼす影響

稲は珪酸を最も多量に吸収する作物であり、藁灰の中には珪酸が80%以上含まれている³³⁾。その吸収した珪酸は稲体内に集積され、表皮細胞の珪質化が行われる^{1, 4, 6, 16, 24, 44, 47-49)}。これがイモチ病に対する抵抗性を増大することについてはもはや論議の余地がないようである^{2, 11, 15-18, 22, 24, 24, 26, 29, 49, 54, 55)}。

1) 概 試 験

イモチ病の発生は土壌の種類や肥料要素によつて著しい差がある。珪酸及び窒素の施用が稲葉内の珪酸含有量並にイモチ病の発生にどのような影響を及ぼすかを概試験によつて実験するためにイオン交換樹脂法により調製した珪酸溶液を三種類の土壌に施して試験を行った。

(a) 実 験 方 法

1) 供試框 さきに西門³⁴⁾によつて報告した実験框、すなわち水田に埋没した1/4坪框に各々重粘土、壤土、砂土を入れた90框を用いた。

2) 供試品種 雄町、愛媛神力、道海神力

3) 挿秧および管理 稲苗は昭和29年6月30日に3本植として1框9株宛植付けた。除草は適当に数回おこない、二化螟虫駆除として7月24日ホリドール2000倍液を撒布した。

4) 施肥 肥料三要素中磷酸は過磷酸石灰を、加里は硫酸加里を用いて各区とも普通施用量(過磷酸:反当12貫, 硫加:4貫)を施した。窒素は硫安を無窒素区, 普通量(反当11貫), 2.5倍量(25貫), 5倍量(50貫)の各区に分けて施肥した。

磷酸と加里は全量を, 硫安は施用量の1/3(4貫, 8貫, 17貫の各々)を基肥として施した。硫安の残りは追肥として一部を7月30日に各々反当10貫, 22.5貫, 45貫になるように施し, その残りは穂肥として8月23日に施用した。

5) 珪酸の調製及び施用 用いた珪酸は珪酸ソーダに硫酸を混合してpHを中性にし施用したものもあるが, 他の一部はイオン交換樹脂法によつて得た純粋に近い珪酸を施用した。(珪酸ソーダの水溶液を陽イオン交換樹脂で処理すると大部分のソーダが除かれて珪酸のみが通過して出てくる。この珪酸液は比較的安定でたやすく沈降しない。)この陽イオン交換樹脂(三菱ダイヤイオンK)処理法で得た珪酸は第1表に示す如き区に用いた。以上の方法で得た珪酸は無加用区, 反当10貫区と30貫区の3区に区分して7月20日施用した。

6) 稲体中の窒素および珪酸の定量 稲葉中の全窒素の定量はKjeldahl法を利用し, 珪酸の定量は試料を灰化後塩酸で処理し, 分離した珪酸を濾しわけ, 電気炉で灼熱し冷却後秤量した。尙試料は細断し100°Cで乾燥したものを用了。

7) 試料採取日 8月10日に生育中のものを採取した。

(b) 実験結果並に考察

珪酸と窒素の施用量が稲体内の珪酸及び窒素含有量にどのように影響するか分析した結果を第1表に示す。

第1表 珪酸及び窒素の施用量と稲の含有成分との関係(乾物重)
(調査 8月10日)

区	N	品 種 SiO ₂	珪酸含有量 (乾重%)		全窒素含有量 (乾重%)		SiO ₂ × 100 N		
			愛媛 神力	雄町	愛媛 神力	雄町	愛媛 神力	雄町	
砂	1	0	0	9.1	9.7	2.73	2.57	333.3	377.4
	2	11	0	6.2	8.9	3.19	3.09	194.4	288.0
	3	11	1	7.6	10.6	3.15	3.27	241.3	324.2
	4	11	3	9.9	11.9	3.29	2.97	300.9	400.7
	5	25	0	4.4	5.3	4.02	4.06	109.4	130.5
	6	25	1	5.8	7.4	4.00	3.96	145.0	186.9
土	7	25	3	6.9	10.4	4.01	3.19	172.1	326.0
	8	50	0	3.0	4.3	5.22	5.05	57.5	85.1
	9	50	1*	3.9	5.6	5.23	4.47	74.6	125.3
	10	50	3*	5.4	7.5	5.20	4.74	103.8	158.2
壤	11	0	0	7.6	7.9	3.09	2.84	246.0	278.2
	12	11	0	5.4	6.6	3.34	3.33	161.7	198.2
	13	11	1	6.7	8.4	3.49	3.61	192.0	232.7
	14	11	3	9.2	8.8	3.31	3.47	277.9	253.6
	15	25	0	5.0	5.2	4.01	4.03	124.7	129.0
	16	25	1*	5.2	7.2	4.17	4.03	124.7	178.7
	17	25	3*	8.0	9.6	3.62	3.95	221.0	243.0
	18	50	0	3.9	5.5	4.76	5.13	81.9	107.2
	19	50	1	5.2	7.0	4.77	4.48	109.0	156.3
	20	50	3	6.6	10.7	4.83	4.37	136.6	244.9
重 粘 土	21	0	0	7.0	7.7	2.77	2.54	252.7	303.1
	22	11	0	6.3	7.3	3.00	3.06	210.0	238.6
	23	11	1*	8.0	9.3	3.03	3.19	264.0	291.5
	24	11	3*	9.7	10.2	3.37	2.91	287.8	350.5
	25	25	0	5.6	5.9	4.01	3.56	139.7	165.7
	26	25	1	6.3	8.2	4.35	3.44	144.8	238.4
	27	25	3	8.6	9.9	4.14	3.54	207.7	279.7
	28	50	0	4.9	6.0	4.79	4.23	102.3	141.8
	29	50	1	5.9	7.6	4.96	4.38	119.0	173.5
	30	50	3	7.2	8.8	4.92	4.07	146.3	216.2

備考 SiO₂ は反当 0=なし, 1=10メ, 3=30メ施用. Nは硫安の反当施用貫数を示す. *はイオン交換樹脂法で得た珪酸を施用した.

この表によると 生育中の稲の茎葉の珪酸含有量は珪酸の施用によつて著しく増加するものであつ

て、例えば珪酸を反当 10 貫施用することによつて、茎葉中の珪酸含有量は大雑把に見て 2~3 割程度の増加を、また 30 貫施用によつて 5~6 割の増加を示す。この関係は硫安の普通量 (11 貫) 施用区、2 倍半 (25 貫) 施用区、5 倍量 (50 貫) 施用区のいずれの場合においても認められた。しかし他面において窒素の施用量によつても珪酸の含有量は非常に影響されるものであつて、硫安 50 貫区では、硫安普通量区に比し、砂土の場合は稻組織中の珪酸量が約 5 割の大巾の減少を、また壤土、埴土では 2~3 割程度の減少を示した。

また珪酸施用の効果は土質によつて大いに相違することが認められた。例えば第 1 表中、砂土区において硫安普通量 (11 貫) を施し、珪酸を施用しなかつた場合には、愛媛神力の珪酸含有量は 6.2% である。然るに硫安施用量を増して 25 貫とすると珪酸を 30 貫施さなければこれだけの珪酸含量を保てない (6.9%)。更に硫安施用量を増して 50 貫とすると、珪酸 30 貫施用区といえども到底これだけの珪酸含量を維持し得ない。にもかかわらず埴土区あるいは壤土区では硫安 10 貫、珪酸無施用の場合珪酸含量は各々 5.4%、6.3% であるが、これだけの珪酸含量は硫安 50 貫区においてすら珪酸を 10 貫施すだけで充分到達し得る (5.2% と 5.9%)。

このように窒素を多量に施した場合に、珪酸施用の効果は砂土 < 壤土 < 埴土の順に大である。この関係は SiO_2/N について見ても同様であり、また後述の第 5 表、第 6 表に示す如く、窒素と珪酸の施用量が同一ならば、砂土、壤土、埴土の順に葉イモチ病および穂頸イモチ病の発生が減少する傾向ともよく一致している。

なお窒素の吸収量はイモチ病の発生を誘引する一大要素であり、その含有量はもちろん硫安の施用量の増加に伴つて増加したけれども、同一窒素施用量では、珪酸の施用量にしたがつてそれが多くなつたり少くなつたりする傾向は殆んど認められなかつた。

以上の如く筆者らの行つた圃場試験でも珪酸と窒素の施用が稲体内の珪酸含有量を左右し易いと言う点では多くの研究者と同様であつたが、4. 0. 11. 18. 21-23. 26. 37. 52. 54. 55) 硫安を多肥する場合の珪酸の効果は、砂土 < 壤土 < 埴土の順に著しく大であることを認めた。

2) ポ ッ ト 試 験

ポット試験でもつぎの如く処理した稻葉について珪酸含有量を分析した (第 2 表)。

稲は 5 万分の 1 反のポットで 2 本宛 3 株植として栽培し、磷酸・加里の施用は普通栽培量を、窒素は硫安反当 10 貫、20 貫、40 貫の面積割合として施した。珪酸は無珪酸 (標準区)、井戸水かん水 (SiO_2 略 30mg/l)、反当 30 貫と 100 貫区に分けた (井戸水区以外は珪酸の供給を絶つ意味ですべて純水をかん水した)。

第 2 表 珪酸および窒素の施用量と稻の珪酸含有量

硫安施用量 (貫)	珪酸無施用		井戸水		珪酸 30		珪酸 100	
	水分含量 (%)	珪酸含量 (%)	水分含量 (%)	珪酸含量 (%)	水分含量 (%)	珪酸含量 (%)	水分含量 (%)	珪酸含量 (%)
10	78.5	4.2	78.1	4.8	75.9	10.5	74.0	16.3
20	77.6	3.5	75.8	6.3	76.0	8.8	77.4	11.8
40	76.7	3.6	75.8	6.3	72.8	8.5	70.0	9.4

備考：珪酸含有量は稻葉乾重に対する割合である

井戸水とは稻のかん水に井戸水 (SiO_2 , 30mg/l) を用い、その他は純水をかん水した。

この結果稲の珪酸含有量は珪酸の施用によつて著しく増加し、 SiO_2 100 貫施用区では硫安 10 貫のとき 16 % 余、40 貫のとき 9 % 余であつて、珪酸無施用区の 3~4 % に較べると 3~4 倍量も多かつた。しかも珪酸の添加量が増加するに従つて、硫安の施用量の多少が珪酸含有量の変動の巾を大にする傾向があつたが、珪酸無施用区においては珪酸の含有量が缺乏してすでに生理的の最少限度にあつたのか、硫安の施用量に関係なくほぼ一定値の 3~4 % を示した。また井戸水区が珪酸無施用区よりも珪酸含量が多かつたのは、かんがい水中の珪酸による効果と認められる。

3) 日野川と大江川との合流地点における現地調査

火山噴出物を水源とする河川には珪酸が著しく多く溶けており、²⁸⁾ 鳥取県の日野川は途中で休火山大山から流下する大江川を合せるが、両河川の水は珪酸含有量が著しく異つている。しかもかんがい水に含まれる珪酸と稲体内の珪酸含有量とは非常に相関が高いことを著者の 1 人小林が報告した²⁹⁾。

イモチ病に対する抵抗性が稲体中の珪酸含有量と正比例して増減することは上記に述べた如くである。このことからかんがい水の珪酸もまたイモチ病の発生に影響するところが大きいと推論する。そこで倉敷から比較的近い距離にある日野川と大江川について調査した結果を述べて見る。

1) 稲の栽培条件. 日野川と大江川の水は珪酸含有量が著しく異なり、しかもその合流地点は同一環境条件である。すなわち、その土質は同じ地域(日野郡溝口町)であるため両者とも沖積層の壤土である。また気象条件を同じくし、しかも同一農家が両河川の流域にまたがって稲を栽培している関係上ほぼ同品種が作られ、その栽培管理も同様である点から実験遂行上標本の選択採取の点で非常に都合であつた。

2) 実験の方法. 両川から流れるかんがい水について、昭和 29 年 7 月と 10 月の 2 回に川水を採取して珪酸含有量を比較分析した。水中珪酸の比色定量は島津の光電分光光度計を用いた。また両川の水をかんがい水とした各々の水稻について珪酸含有量を比較分析した。共試稲藁はかんがい水以外の条件をなるべく同じくするため、同一品種を選んで 10 月中旬に採取した。なお人工的影響をさけるため植物指標として両河川敷の野生植物である笹と葎についても珪酸含有量を分析した。

3) 実験結果並びに考察. 両かんがい水中の珪酸含有量は著しく差があり、大江川の水は日野川の水よりそれが 2.5 倍以上多かつた。すなわち、その珪酸含有量は 7 月では日野川が 16.7mg/l、大江川が 39.0mg/l であり、10 月では前者が 24.8mg/l で後者が 66.4 mg/l であつた(第 3 表)。

稲体内の珪酸含有量は大江川流域の稲が日野川流域からのものより著しく多かつた(第 4 表)。これはまた野生植物である河川敷の笹や葎についても同様であつた。それは

人工的栽培をさせた野生植物であるから、かんがい水中の珪酸含有量がその植物に著しく影響していることを示す。

このように稲の珪酸含有量を高める点で天然水中(かんがい水中)の珪酸があたかも前節の試験で人工的に調製し施用した珪酸と同様の効果があることを現地試験によつて確認した。

従つてイモチ病に対する抵抗性は稲体中の珪酸含有量に正比例して関係することから、かんがい

第 3 表 大江川と日野川の水の珪酸含有量

河川	採取月日	10月15日	
		I	II
大江川	7月	39.0	66.4
日野川	7月	16.7	24.8
	10月	24.8	66.4

備考 両河川の合流地附近(日野郡溝口町)

水の珪酸もまたイモチ病の発生を防除する効果があると推論される。この点が明らかになれば、かんがい水中の珪酸含有量とイモチ病の発生との関係から、かんがい水系的に防除が考慮されるわけであり、また窒素肥料或は珪酸質肥料の施用に対しても貢献するところが大きいと思う。

第 4 表 大江川と日野川流域における水稻、藪、笹葉の珪酸含有量

河川名	品 種		農 林			藪		笹葉
	農林 22号	農林 29号	農林 29号	藪	藪	藪	笹葉	
大江川流域	12.0	17.3		10.8*	9.7****		16.3	
日野川流域	9.4**	11.7**	13.3***	9.0**	8.1**	4.4***	10.0**	

備考 * 稲藪採取地附近のもの。 ** 川の西岸で採取。 *** 東岸で採取。

**** 日蔭地にて採取せるもの。 採葉は10月中旬であつた。

IV 稲葉における珪酸及び窒素の蓄積量と イモチ病の発生との関係

上記 III の 1) で述べた框試験の稲についてイモチ病の発生状況を調べた結果は次の通りである

(a) 実 験 方 法

葉イモチ病の発生調査は病斑が観察され始めた 7 月 27 日から時期別に 1 框内の全病斑数を数えた。 8 月 17 日頃からはイモチ病の発生が著しく増加したため、一部の区は病斑数の調査が困難となつたので、それは発病程度土、+……卅で表わした。しかし調査の結果は 8 月 12 日と 23 日の成績を表に示した (第 5 表)。

穂頸イモチ病の発生調査は 10 月 29 日におこない、総本数と発病本数とからその発病比率を出した。但し螟虫颱風の被害のため倒伏枯死した茎があつたので調査本数の少い区があつた。

(b) 実 験 結 果

上記のような方法で実験した結果は葉イモチについては第 5 表に穂頸イモチについては第 6 表に示した。

イモチ病の発生はその初期において変化は少いが、その増加の傾向が窒素施用量を増した区に著しくなつた。珪酸の施用はこれと反対にイモチ病の発生を減少させた。すなわち珪酸の施用によつて稲のイモチ病に対する抵抗性が高くなつたようである。しかし窒素施用量が非常に多かつた場合にはその窒素肥効が非常に長く続いたためか、イモチ病の発生は夏季高温乾燥期に至るもなお多かつた (8 月 17 日以後硫安 50 貫区の愛媛神力種)。この時期における珪酸含有量について分析してないのでその時の稲葉内の珪酸含有量とイモチ病発生との関係は論じられないが、少くとも珪酸を分析した 8 月 10 日とその頃 (8 月 12 日) のイモチ病の発生とは非常に相関が高かつた。例えば埴土区の愛媛神力種では硫安 25 貫区の無珪酸区は珪酸含有量が 5.6% に対し、硫安 50 貫区の珪酸 30 貫施用区は 7.2% であつた。そしてイモチ病の病斑数は前者が 76 個に対し後者は 33 個であつた。窒素肥料のみ考えるならば硫安の施用が 2 倍量多かつた後者がイモチ病の発生を多くするだろうと思われるが、事實は前者が多かつた。また同じく愛媛神力種について珪酸含量を土壌別に比較してみると、硫安 50 貫、珪酸 10 貫区では砂土の場合 3.9%、壤土 5.2%、埴土 5.9% と増加している。同じ区についてイモチ病斑数を見ると 8 月 10 日に各々 150, 120, 93 と減少している。このよ

うに稲葉内の珪酸含有量とイモチ病の発生とは非常に高い相関々係があつた。これは明らかに珪酸の施用による稲葉内の珪酸含有量が影響したためである。

穂頸イモチ病については螟虫や颱風の被害のため実数を得ることができなかつたが、調査できた範囲内では珪酸の施用は第6表に示す通り穂頸イモチ病の発生をも減少する結果を得た。

第5表 珪酸及び窒素の施用量と葉イモチ病の発生との関係

		調査月日								
		8月12日**						8月23日		
区	N	品種 SiO ₂	愛媛 神力	雄町	道海 神力	愛媛 神力	雄町	道海 神力		
砂	1	0	0	0	0	0	0	0	0	
	2	11	0	7	3	6	3	1	1	
	3	11	1	6	0	0	3	0	1	
	4	11	3	0	0	1	0	0	0	
	5	25	0	30	4	25	23	5	5	
	6	25	1	9	0	13	9	3	2	
土	7	25	3	13	2	4	10	2	0	
	8	50	0	431	12	33	卅	12	110	
	9	50	1*	150	7	8	卅	6	45	
	10	50	3*	38	7	21	+	2	29	
壤	11	0	0	4	0	1	1	0	0	
	12	11	0	30	11	9	9	2	3	
	13	11	1	26	2	3	5	1	2	
	14	11	3	8	4	4	2	2	0	
	15	25	0	65	8	14	60	7	9	
	16	25	1*	116	11	19	64	9	6	
土	17	25	3*	58	16	5	20	2	3	
	18	50	0	164	25	52	卅	50	65	
	19	50	1	120	25	6	+	31	37	
	20	50	0	72	14	12	104	14	9	
埴	21	0	0	4	3	0	1	0	0	
	22	11	0	44	10	1	9	2	0	
	23	11	1*	5	11	1	2	0	2	
	24	11	3*	4	9	1	4	1	0	
	25	25	0	76	22	13	45	15	4	
	26	25	1	36	22	2	47	10	2	
土	27	25	3	14	6	3	19	3	1	
	28	50	0	73	24	64	111	62	40	
	29	50	1	93	10	16	108	28	10	
	30	50	3	33	6	5	74	4	4	

備考 * 珪酸はイオン交換樹脂法で得たもの。調査数は1框内の病斑数を示した。 ** 稲体内の珪酸及び窒素含有量の分析を行つた時期。発病著しく増加した区は病斑数の調査に困難であるため+：稍多い、卅：多い、卅卅：非常に多い、卅卅卅：は激甚の発病程度で表わした。

第 6 表 珪酸および窒素の施用量と穂頭イモチ病の発生 (10月29日)

区	N	SiO ₂	雄 町			愛 媛 神 力			道 海 神 力			
			調査 穂数	罹病 穂数	罹病 歩合 %	調査 穂数	罹病 穂数	罹病 歩合 %	調査 穂数	罹病 穂数	罹病 歩合 %	
土	1	0	0	130	3	2.3	145	6	4.1	101	8	7.9
	2	11	1	148	6	4.1	173	6	3.5	159	4	2.5
	3	11	0	135	3	2.2	177	6	3.4	159	1	0.6
	4	11	3	152	0	0	159	2	1.3	147	2	1.4
	5	25	0	171	3	1.8	217	26	12.0	136	44	32.4
	6	25	1	183	8	4.4	194	12	6.2	151	12	7.9
	7	25	3	167	3	1.8	234	2	0.9	163	15	9.2
	8	50	0	189	16	8.5	194	128	66.0	162	39	24.1
	9	50	1*	233	6	2.6	201	77	38.3	181	34	18.8
	10	50	3*	225	14	6.2	214	49	22.9	173	15	8.7
土	11	0	0	136	0	0	103	1	0.6	122	3	2.5
	12	11	0	169	3	1.8	212	2	0.9	128	4	3.1
	13	11	1	156	2	1.3	207	6	2.9	162	3	1.9
	14	11	3	171	0	0	182	3	1.6	86	5	5.8
	15	25	0	194	3	1.5	244	2	0.8	205	1	0.5
	16	25	1*	210	4	1.9	219	10	4.6	134	5	3.7
	17	25	3*	155	1	0.6	207	2	1.0	144	2	1.4
	18	50	0	294	2	0.7	173	19	11.0	190	18	9.5
	19	50	1	119	1	0.8	124	21	16.9	177	7	4.0
	20	50	3	114	3	2.6	335	7	2.1	110	1	0.9
土	21	0	0	197	4	2.0	148	3	2.0	135	4	3.0
	22	11	0	115	4	3.5	216	2	0.9	170	1	0.6
	23	11	1*	72	1	1.3	243	1	△	170	2	1.2
	24	11	3*	168	5	2.9	171	2	1.2	160	0	0
	25	25	0	71	2	2.8	232	3	1.3	195	3	1.5
	26	25	1	124	4	3.2	205	6	2.9	176	3	1.7
	27	25	3	127	3	2.4	212	5	2.4	205	1	0.5
	28	50	0	99	6	6.0	99	2	2.0	93	3	3.2
	29	50	1	116	7	6.0	180	9	5.0	208	3	1.4
	30	50	3	55	1	1.8	162	2	1.2	162	1	0.6

備考 調査は10月29日。* 珪酸の施用はイオン交換樹脂法で得たもの。

SiO₂ は反当 0=なし, 1=10 μ , 3=30 μ 施用。

Nは硫安の反当施用貫数を示す。△は0.1%より低かつた(0.04%)。

(c) 考 察

上記の如く稲に珪酸を施用することによつて稲体内の珪酸蓄積量が増加し、そのような稲はイモチ病の発生が減少する。寺尾⁴⁹⁾や池田ら¹⁰⁾はイモチ病の発生と珪酸の施用とは相関が高いが、こ

これは単に珪酸の吸収量だけが関係するのでなく、同時に稲体内の窒素含有量が影響するといっている。

すなわち、その発生は珪酸：窒素 SiO_2/N を問題としなくてはならないと述べた^{6, 10, 38)}。従つて SiO_2/N 率の低い稲が発病し易く、それが高い時その発生が少いという。筆者らが行つた圃場試験の結果(第1表・第5表)から SiO_2/N 率(8月10日分析試料採取)とイモチ病発生歩合(8月12日調べ)との関係を図示して見ると第1図の通りである。この図によると1框当りの葉イモチ病斑数は SiO_2/N とは完全に逆の関係にあることが認められ、また砂土、壤土、埴土と土質の相異によつて病斑数は多少変化するものであつて、第1図では同じ SiO_2/N 率でも砂土の場合に葉イモチ病斑数が他の土壌よりもいくらか少い結果となつている。

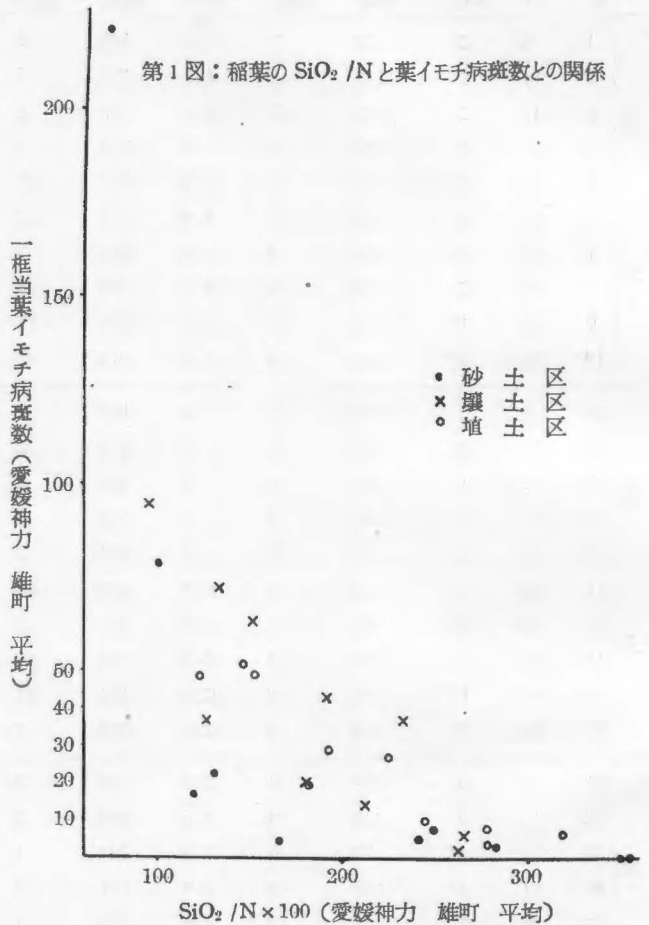
次に第2図は同じく8月10日に分析試料を採取した SiO_2/N 率と、10月29日に調査した穂頭イモチ罹病歩合との関係を示したものである。これは調査した時期にかなりの隔

たりがあるから、相関を求めるのは適当でないと思われるが、それでもなお SiO_2/N とイモチ病抵抗性との関係を良く具現している。ただこの場合は第1図と反対に同じ SiO_2/N 率のときには砂土の場合に罹病率が大きい結果となつている。

以上の如く筆者らの圃場試験の結果、寺尾らのポット試験の結果と同様にイモチ病の発生と、珪酸含有量あるいは SiO_2/N 率との間には深い相関関係のあることがわかつた。しかも、稲の珪酸含有率を高める点で天然水中(かんがい水中)の珪酸があたかも人工的に調整し施用した珪酸と同様の効果があることは III の 1), 2), 3) 節で述べた通りである。

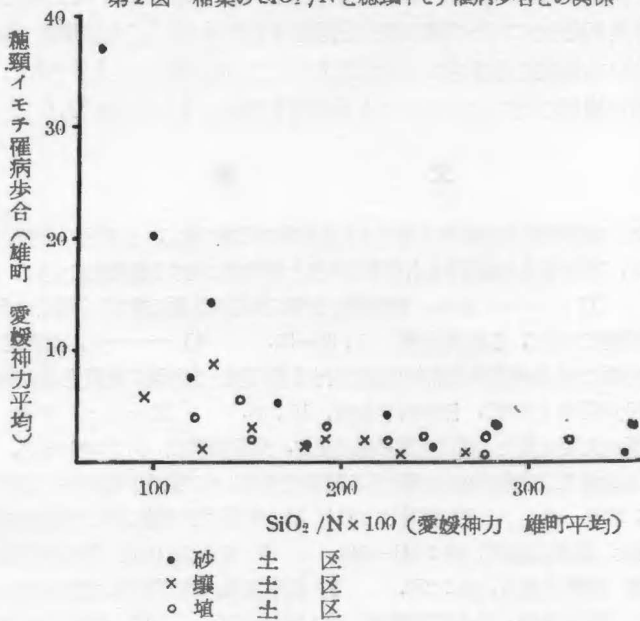
従つて、結論としてかんがい水中に多量に含まれる珪酸が人工的に施肥した珪酸と同様にイモチ病の発生を防除する効果があることはもはや疑問の余地がなく、この結果としてイモチ病の発生はかんがい水系的にも考慮されなければならないということがここに立証されたわけである。

本研究は病害の地域的防除の観点からも、また多収穫を目的とする場合の窒素肥料の多肥に対



する耐肥性の点から見ても重要な基本となるものであるから、今後なお研究を進めるつもりである。

第2図 稲葉の SiO_2/N と穂頸イモチ罹病歩合との関係



V 摘 要

1. かんがい水に溶解して稲に供給される珪酸の量は意外に多量であり、従つてイモチ病発生の頻度はかんがい水質によつて著しく左右されると推定される。これはイモチ病の地域的防除或は施肥上から見て重要な問題であるから、病理学並びに化学の両面からその究明を行つた。
2. イオン交換樹脂法を応用して多量の珪酸溶液を調製し、3種の土壤と、3品種の稲について、圃場試験を行つた結果は、第1表の通り茎葉の珪酸含量は珪酸の施用によつて増加し、窒素の多肥によつて減少するが、珪酸施用の効果は砂土<壤土<埴土の順に大であることを知つた。
3. 珪酸の供給を絶つために純水をかん水したポット試験の結果(第2表)では、稲の珪酸含有量は珪酸の施用によつて3~4倍にも増加する。しかも珪酸の添加量が増加するに従つて窒素の施用量の多少が稲の珪酸含有量の変動の中を大きくする傾向があつた。また井戸水かん水区は純水かん水区よりも稲の珪酸含量が多いことを認めた。(井戸水によつて珪酸が供給されたため。)
4. 水中に溶解する珪酸含有量が著しく異なる点を除くと他の栽培環境が同一である日野川とその支流大江川の流域を選んで現地調査を行つた結果は第3表及び第4表に示す通り、稲、野草ともに植物体中の珪酸含量が大江川流域のものに多く、水中の珪酸量と高い相関関係にあることがわかつた。従つて天然水中の珪酸はあたかも人工的に調製し施用した珪酸と同様に稲の珪酸含有量を高める効果がある。
5. 上記の圃場試験について葉イモチ病並びに穂頸イモチ病の発生状況を調べた結果は第5表および第6表に示す通り、珪酸の施用によつてイモチ病の発生が減少するが、反対に窒素の多肥によつて増加する。従つて稲の組織中の珪酸：窒素 SiO_2/N 率を分析結果から計算し、それとイモチ病発生歩合との関係を図示して見ると第1図あるいは第2図の如くであつて、病斑数は土質によ

り相違はあるが、イモチ病の発生歩合は SiO_2/N 率と完全に逆の関係にあることが認められた。

6. 以上の結果を総合すれば、かんがい水中に多量に溶解する珪酸は、人工的に施肥した珪酸と同様に稲の珪酸含量を高めかつイモチ病の発生を防除する効果があることが確実である。従つてイモチ病の発生はかんがい水系的に考慮されなければならないことが立証されたわけであり、また同時に窒素肥料や珪酸肥料の施用に当つてもかんがい水系の別を考慮に入れるべきであることが知られる。

文 献

- 1) 赤井重恭 1938, 稻熱病綜合防除法を施行せる水稻葉の灰像に就て. 日植病学会報, 7: 173—92.
- 2) ——— 1939, 苗仕立法の相違せる水稻葉の灰像と稻熱病に対する感受性につきて. 日植病会報, 9: 223—135.
- 3) ——— 1950, 硫酸銅を土壤に施用又は葉に撒布した場合の水稲成葉の珪質化と病害発生との関係につきて. 日植病会報, 15: 30—31.
- 4) ———, 森脩策 1950, 窒素および加里の施用比を異にせる水稻葉の胡麻葉枯病に対する感受性と水稻葉の珪質化並に水稻葉細胞汁液との比電気伝導度との関係(予報). 日植病学会報, 15: 31.
- 5) ——— 1952, 客土した水稻並に 2, 3 水稻品種の成葉珪質化と稻胡麻葉枯病の発生. 農業及園芸, 27: 387—388.
- 6) 秋元真次郎 1939, 稻の珪酸及び窒素の吸収に関する品種間差異並にその稻熱病抵抗性に対する関係に就いて. 農業及園芸, 14: 2278—90.
- 7) 馬場尠 1944, 稻の窒素及び珪酸に關した栄養生理的特性とその病害抵抗性との関係. 農業及園芸, 19: 541—543.
- 8) 藤川隆 1950, 麥間直播水稻成葉の表皮細胞膜珪質化程度. 農業及園芸, 25: 253.
- 9) 荻原種雄, 西原典則, 松井幹夫 1952, 暖地水稻の無機養分吸収に関する研究. 日土肥学雑誌, 22: 351—352.
- 10) 原田正夫 1934, 河川の溶出珪酸量と河水給源地の地質との関係につきて. 日土肥学雑誌, 8: 140—152.
- 11) 林彦一 1934, 稻熱病菌の感染と珪酸蓄積との関係につきて. 日植病学会報, 3: 57—59.
- 12) 逸見武雄, 鈴木橋雄 1931, 稲苗における胡麻葉枯病の発生と土壤湿度との関係につきて. 植物病害研究, 1: 90—98.
- 13) ——— 1937, 農林省委託稻熱病防除に関する研究. 昭和12年度経過報告補遺.
- 14) ——— 1940, 栽培法の異なる水稻の葉の灰像と稻熱病との関係. 植物及動物, 8: 153—166.
- 15) ———, 安部卓爾, 井上義孝 1941, 農林省委託稻熱病に関する研究. 農事改良資料, 第157号.
- 16) ——— 1942, 稻熱病に関する研究(第7報) 農事改良資料, 159号.
- 17) 猪狩源三, 久保田鉄馬 1930, 泥炭地水田に於ける客土並に珪酸施用の効果につきて. 札幌農林学会報, 第21年, 98: 484—485.
- 18) 池田実 1932, 生育過程に於ける水稻珪酸と稻熱病との関係につきて. 日本學術協會報告, 7: 378—379.
- 19) ——— 1933, 各種窒素質肥料の水稻珪酸含有量におよぼす影響につきて. 鳥取農学会報, 4: 265—270.
- 20) 井上義孝 1938, 葉と穂頭とに依り稻熱病に対する抵抗性を異にする稲品種の特性に就きて. 日植病学会報, 7: 54—55.
- 21) 石塚喜明, 田中明 1950, 水稻の珪酸含量及珪化細胞形成に及ぼす肥料三要素の影響. 日土肥学雑誌, 20(4): 138—139.
- 22) 石橋一 1936, 水稻に対する珪酸施用の効果につきて. 日土肥学雑誌 10(補冊): 75—80. 81—85, 244—256.
- 23) ——— 1937, 作物生育に対する珪酸の影響(第5報). 日土肥学雑誌, 11: 539—549.
- 24) 伊藤誠哉, 林彦一 1931, 珪酸塩類の施用と稻熱病発生との関係につきて. 札幌農林学会報, 第22年, 103: 78—79.
- 25) 川村一水, 船引真吾 1934, 本邦土壤膠質物の研究 第1報. 日土肥学雑誌, 8: 406—416.
- 26) 川島禄郎 水稻稻熱病に対する珪酸の影響 日土肥学雑誌, 1(2): 86—91. (静岡農会報, 32: 24—25, 1928)
- 27) 木村次郎 1943, 東京地方における冷害水稻葉の肥料養分吸収状況. 日土肥学雑誌, 17: 363—364.
- 28) 小林純 1954, 本邦河川の化学的研究 第2報, 九州地方の水質につきて. 後篇. 農学研究 42: 1—18.
- 29) 三宅康次, 池田実 1932, 珪酸施用と稻熱病との関係につきて. 日土肥学雑誌, 6: 53—76.
- 30) Miyake, K. and Adachi, M. 1922. Chemische Untersuchungen über die Widerstands-

fähigkeit der Reisarten gegen die „Imochi-krankheit“. Jour. Biochem., 1: 223—239.

- 31) 西門義一 1926, 稻熱病に関する研究. 病菌害虫彙報 第15号, 141. 32) 大川金作 1934, 土壤珪酸塩類の研究 第3報. 日土肥学雑誌 8(補): 28—30. 33) ———— 1936, 珪酸の植物に対する生理的機能に関する研究, 一. 日土肥学雑誌, 10(1): 95—109, (2): 216—221, (2): 222—243, (4): 414—418, (4): 420—428. 34) 1) ———— 1937, 珪酸の植物に対する生理的機能に関する研究. 日土肥学雑誌, 11(1): 23—26. 35) ————, 田中了三郎 1940, 植物養分としての硫酸と珪酸の関係. 日土肥学雑誌 14: 703—718. 36) 小野寺伊勢之助 1917, 稻熱病の化学的研究(第1報) 農学会報, 180: 34—45. 37) ————, 影山準一 1936, 珪酸の植物生育におよぼす影響の研究(第1報) 日土肥学雑誌 10: 318—332. 38) 太田道雄, 小林均 1953, 珪酸塩類の肥料学的価値. 山梨大学芸学部研究報告, 4: 351—362. 39) ———— 1954, 鈹滓の肥効(謄写印刷) 40) ———— 1954, 鈹滓の肥料への利用, 肥料(季刊) 第7集 1—8. 41) 沢田兼吉 1935, 化学物質施用による稻イモ子病の発生防止. 台湾農事報, 第31年(9): 799—805. 42) Sreenivasan, A. 1935. The rôle of organic matter in plant nutrition. XI. Proc. Indian Acad. Sci. 3 B. 258—77. (Chem. Abst. 30: 4970⁴, 1936) 43) 鈴木橋雄 1933, 稻熱病の発生と土壤湿度との関係. 植物病害研究, 2: 279—291. 44) ———— 1935, Studies on the influence of some environmental factors on the susceptibility of the rice plant to blast and Helminthosporium diseases and on the anatomical characters of the plant. Jour. Coll. Agri. Tokyo 13: 277—331. 45) ———— 1937, 稻熱病の発生と土壤湿度との関係. 植物病害研究 3: 250—267. 46) ———— 1940, 稻熱病に対する稻の感受性の差異と寄主体侵入との関係に就きて. 農業及園芸, 15: 1999—2010. 47) ———— 1949, 土壤の低温に基く稻熱病に対する稻の感受性とその解剖学的並に生理学的特質との関係. 東京農専学術報告, 4: 1—12. 48) ————, 重松樫三 1952, 稻熱病の内科的予防剤としての鈹滓. 植物防疫 6: 294—297. 49) 寺尾 1939, 「珪酸窒素率」と珪化細胞と稻熱病(上・下) 肥料研究界, 33: 上(11号) 2—4. 下(12号) 5. 50) Wagner, F. 1940. Die Bedeutung der Kieselsäure für das Wachstum einiger Kulturpflanzen, ihren Nährstoffhaushalt und ihre Anfälligkeit gegen echte Mehltaupilze. Phytopath. Zeits., 12: 427—479. 51) 山崎伝 1954, 我が国における微量要素研究の現状. 関西土壤肥料協議会講演要旨, 4: 4—22. 52) 吉井甫 1934, 稻熱病の病理に関する2, 3の観察. 日植病学会報, 4: 53—57. 53) ———— 1936, 稻熱病に関する研究Ⅱ. 日植病学会報, 6: 205—218. 54) ———— 1941, 稻熱病抵抗性に関する研究Ⅰ. 稻葉の稻熱病抵抗性におよぼす珪酸の影響. 九大農学部学芸雑誌, 9: 277—291. 55) ———— 1941, 稻熱病抵抗性に関する研究Ⅱ. 九大農学部学芸雑誌, 9: 292—296. 56) ———— 1941, 稻熱病抵抗性に関する研究Ⅲ. 九大農学部学芸雑誌, 9: 297—307. 57) ———— 1942, 稻熱病抵抗性に関する研究. 日植病学会報, 11(2): 81—88. 58) 石橋一 1952, 作物の生育に対する珪酸の影響. 福岡県立農業試験場.