

- 2) 深谷昌次・金子武：農学研究 38, 104 (1949).
- 3) 吉川春寿・外：化学の領域, 増刊 13, (1954).
- 4) 中島敏夫：北大演習林 14, 93 (1949).
- 5) 内田登一・中島敏夫：北大演習林 14, 101 (1949).
- 6) 吉田正義：静岡大農 1, 28 (1951).
- 7) 吉田正義・江渡次雄：未発表.
- 8) 吉田正義・沢木忠雄：未発表.

### Résumé

In order to know the optimum temperature for growth of the wire worm, *Melanotus caudex* Lewis, at its feeding period in spring, its oxygen consumption at various temperatures were measured using Warburg's manometer.

The oxygen consumption increased linearly for 70 minutes, while the worms were shaken as frequent as 110 times per minute. Therefore, the oxygen consumptions in 60 minutes after the start of the experiment were considered as an index.

The oxygen consumptions per individual increased gradually as the worms grew, and this tendency was more remarkable as the temperature rose. At 35° the oxygen consumption of the small individuals less than 14 mg decreased rapidly, probably due to any factor other than temperature.

The O<sub>2</sub> consumption per mg of body weight is

high in younger individuals and decreases gradually as they grew.

The O<sub>2</sub> consumption per unit body weight takes a constant value when the body weight of measured individuals and temperature were made constant. Therefore, this value is used adequately for comparison of data obtained at different cases.

In the individuals weighing 30 mg, the O<sub>2</sub> consumption was constant of about 0.2mL at 15.5~20°, while at 25, 30 and 35°, it increases to 0.36, 0.6 and 1.05 mL respectively.

The authors assumed that balanced state of respiration is a manifestation of normal life and the disturbed state of it is that of abnormal life. Assuming that the normal state of respiration in spring was 0.2~0.3mL of O<sub>2</sub> consumption, the threshold of temperature exerting abnormal influence on the respiration are 23°, and 22°, respectively on the individuals of 30 mg and 20 mg of body weight.

The O<sub>2</sub> consumption of the worm at its immature larval period was higher than that of mature larvae. The O<sub>2</sub> consumption of the worms collected on May 1 were higher than those of the worms collected on March 8. It is believed to be owing to the difference of temperature of their living place.

**Studies on the Relation between the Silica Content in the Rice-plant and the Insect Pests. V.** Kaoru SASAMOTO (Laboratory of Applied Entomology, Faculty of Liberal Arts and Education, Yamanashi University, Kofu). Received Nov. 20, 1956. *Botyu-Kagaku*, 22, 159-164 1957, (with English résumé, 164).

### 25. 水稻珪酸と害虫 第5報 笹本 馨 (山梨大学 学芸学部 応用昆虫学研究室) 31. 11. 20 受理

謹んで春川忠吉博士の古稀を祝賀し奉る。

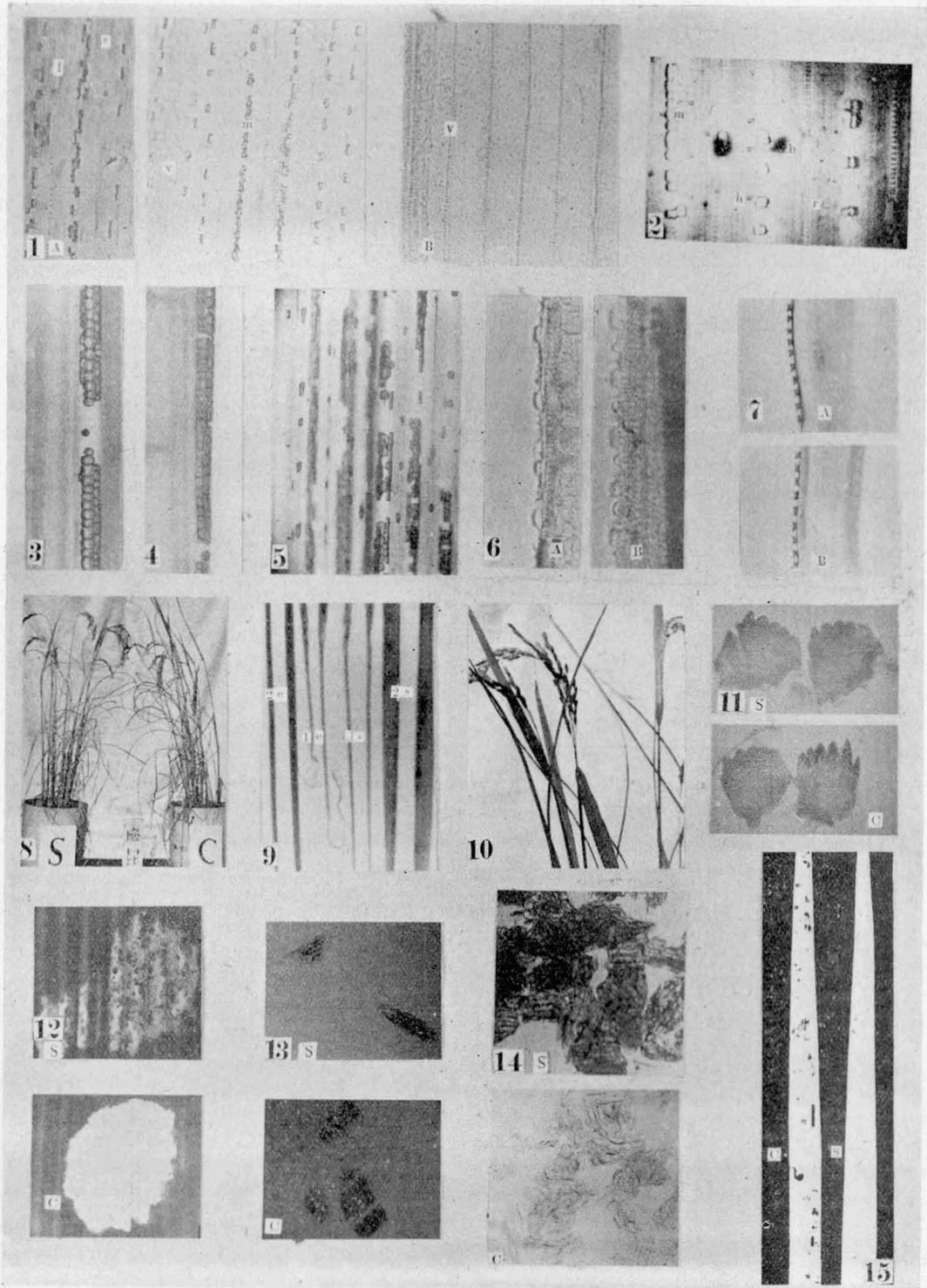
ニカメイテユウの内科的予防剤としての珪酸の蓄積を光化学的にしらべ、さらに珪酸施肥水稻に対するニカメイテユウ、ツマグロヨコバイ、イネカラバエ、イネツトムシなどの加害について調査した。

古く Saussure が植物体中に珪酸の存在を指摘して以来、作物の栄養生理、生化学、肥料学的研究が行われ、今世紀に入り極めて多くの研究がなされ、珪酸源としての鉱滓は早くより諸家の供試するところとなり、植物病理学上水稻胡麻葉枯病や稻熱病の予防的作用が認められるに到つた。

筆者はさきにニカメイテユウにつき、ポットおよび圃場試験を行い、珪酸施用水稻の被害が著しく軽減されることから珪酸がその被害予防剤として効あることを述べ<sup>3,4)</sup>、その原因の一部と思われる2, 3の点に考

察を加え、又イネツトムシ、イネカラバエ等についても調査するところがあつた<sup>5,6)</sup>。

本文はニカメイテユウの内科的予防剤としての珪酸蓄積を光化学的に調べ、更に珪酸施肥水稻に対するニカメイテユウ、ツマグロヨコバイ、イネカラバエ、イネツトムシ等の加害について調査したもので、1956年5月~11月に行い供試品種は山梨県下に最も広く栽培されている農林8号を用い、高さ直径共に18cmの瀬戸引ポットに、山梨県の代表的秋落地帯である東八代郡富士見村水田土壌(砂土)1貫匁に硫安・過石・



硫酸加里を加え、3要素を夫々0.5gとし、珪酸区には鉄M珪カル(有効珪酸36.75%)を6月20日施用、別に標準区を設け、両区8ポットづつに灌水1週間後、普通栽培による長さ約25cmの無分蘖苗3本づつ移植、網室内で育成した。圃場試験には川鉄28珪酸苦土石灰(有効珪酸28%)を施用した。

供試珪酸及び標準両区の水稲珪酸含有量は目下分析中であるが前年の実験と用土3要素珪酸の使用量質共同じく同じ品種を同一栽培法によつて得、又鏡検による表皮珪化細胞の珪化度からみて夫々珪酸区10%、標準区3%とみて大差ないものと思われる。

珪酸肥料は東北電気製鉄会社、川崎製鉄会社の提供によるもので、珪酸の光化学的研究には東京農工大学鈴木博士の御教示を得、試験田の選定施肥栽培等は山梨農試小尾技師の計画に基き、峡中防除所功刀正幸氏、東八代防除所土屋寛氏、柏農業改良普及所渡辺文男氏、の助力を得て行ったものである。試験田を提供して耕作調査に協力された富士見村荻野泰大氏、中道町小沢忠一氏、田富村足立正治氏、大里町深田寛氏に深く感謝の意を表す。

稲体珪酸の光化学的研究

病虫害に対して稲体に抵抗性を附与する珪酸が稲の

成長に伴つて如何に蓄積されるか、その部位、時期、量の多少等を調査した。

実験方法及び結果 本実験は珪酸の蓄積を分析法によらず、光化学的にグローブ法を改良したサフラン・フェノール法を用い、表皮の珪化細胞の珪化度を顕微鏡により葉身表皮細胞数を種類別に測定した。又幼苗期の珪酸蓄積をみるために5寸シャーレーに水洗した砂を充し、硫酸0.2g、過石0.4g、硫酸加里0.1gに鉄M珪カル1gを施し灌水1週間後5月19日播種網室内で育成した。

(A) 幼苗期の珪酸蓄積: 6月16、28両日草丈約20cmの時、上位第3葉身中央部を調べた結果は第1表の如くである。(Olympus 40×10, 20 視野平均) 緑色生葉中の蓄積珪酸は2週間後枯死葉中に殆んど見られない(第1図)。

(B) 成熟期に於ける珪酸蓄積: 出穂前と後に上位第4葉を調査した結果は第2表の如くである。(Olympus 40×5, 20 視野平均) 幼苗期と同じく枯死葉に殆んど見られない。

(C) 同一葉枯死前後の珪酸蓄積差異: 同じ葉について10月10日枯死前後の差をみると全体緑色を呈している時、機動細胞に蓄積したものは多角形である

Table 1: Termal difference of accumulation of silica in the early stage of rice-plant.

Date	Appearance of leaf blade	Silicated cells	
		Motor cells	Long and short cells
June 16	green (living)	9.7	11.1
June 28	grey (dead)	0.1	0.3

Explanation of the figures.

1: A, silicated cells in the upper 3rd leaf blade obtained on June 16. l, long cell. s, short cell. v, vascular bundle. m, motor cell. B, silicated cells are not seen in the dead upper 3rd leaf blade obtained on June 28.

2: Silicated motor cells in the living green terminal leaf blade. m, motor cell. r, rice cell. h, hair. b, process.

3, 4: Silicated motor cells in the pale yellow halfdecayed terminal leaf blade. In the base of the leaf blade, the silicated round cells are smaller than that of the upper portion.

5: Stored silica in the middle of the terminal leaf blade, oval-moter cells. rectangular-long cell.

6: Process on the surface of the leaf blade. A, living leaf. B, dead leaf.

7: Side view of the rice cell. A, living leaf. B, dead leaf.

8: C, blast disease of the upper 1st internode.

9: After 7 weeks flooded with water. 1c, upper 1st internode decayed. 2c, twist leaf blade.

10: Smut disease of the lower part of the ears due to the inoculation of the green rice leaf hopper.

11: Mandibles of the rice stem borer in the exuviae of the 4th instar larvae. S, silica plot C, control, mandibles are defaced.

12: Portion of bite on the terminal leaf blade by the rice stem borer.

13: Piece of bite of the rice stem borer.

14: Excrement of the rice stem borer.

15: Portion of bite 2 days after inoculated 10 4th instar larvae.

Table 2: Termal difference of acumulation of silica in the late stage of rice-plant.

Obtained	Appearance of leafblade	Silicated cells	
		Motor cells	Long and short cells
Before heading Aug. 31	green (living)	14.0	1.8
After heading Sep. 14	grey (dead)	2.3	1.3

(第2図)、枯死した灰色の葉先端に殆んど見られないが下部の生きている緑色部では球形、楕円形、大小種々の形(第3図)で、基部に近いもの程小形のものが見られる(第4図)。又長短両細胞は周縁の鋸歯状部が波形になっている。

(D) 止葉の珪酸蓄積: 葉分析によると止葉の珪酸は下位のものより多量の珪酸を含有しているが、枯死葉の機動細胞内の蓄積珪酸は、大小種々の球形、楕円形、多角形を呈し比較的多量に存在する(第5図)。長短細胞内のは周縁が波状である。

(E) 表皮珪化層の珪酸蓄積: 表皮珪化層の珪酸は顕微鏡的に枯死後も毛茸突起及垂鈴細胞の形状、大小に殆んど差が認められない(第6, 7図)。

(F) 稲体珪酸蓄積部位(水中浸漬実験): 両区から出穂期に発育の等しい穂、上位第1節間、及び止葉の葉鞘、葉身夫々5本づゝ取り、9月4日川水を充した容器中に沈没させ、6週間後10月16日に取出してみると標準区の稲体表面は微生物が繁殖して粘質物に包まれ、穂首のイモチ病に侵されやすい部分が腐敗軟化(第8, 9図)しているのが見られた。又標準区の葉身を引上げると内側に捲縮してまるで1本の棒の如くであるが珪酸区稲体は原形に近い形を保っている。3ヶ月浸漬及び1ヶ年風化にさらした(1954年11月~1955年10月)場合は脈間が軟弱欠如しているのを認めた。

考察: 以上サラニンフェノール法によつて幼苗と成熟葉の同位の葉、同一葉の枯死前後、止葉枯死後の蓄積珪酸の形状、大小、濃淡(珪質化の多少を示す)等からみて、一旦蓄積されたものも他の同化養分と同様に枯死前移行するものと思われる。これ等の変化は溶解移行の途中の形と考えられる。葉面の表皮珪化層の突起、毛茸などに蓄積されたものは枯死後も残存するが、機動細胞及び長短両細胞に貯蔵された珪酸は葉の生理作用が衰え、葉緑の衰退と共に順次上位の茎葉に分散移転し、最上位の止葉は根から吸収した珪酸と共に灰分中90%以上の珪酸を含む矽を形成するため必要量を供給し残余が停滞するので葉のうち最も多く珪酸を含有するものと考えられる。

蓄積珪酸を光化学的に形態及び数量的変化の点のみから考察したが更に化学分析と相俟つて追跡することが必要である。

水中浸漬実験は稲体の水中に於ける腐蝕程度から珪

化度を推定することが出来、水温を高く保てば短期間に知ることが出来る。

### 珪質化稲体とニカメイチュウの加害

珪質化稲体は全体強剛であり、且つニカメイチュウが食入る茎葉の脈間が強いことを調査したが<sup>5,6</sup>、更にこれ等の事実を追試するため大顎、食痕、排泄物などを調べてその耐虫性的一端をうかがうことが出来た。

実験方法及び結果: 前記供試稲の止葉及び茎の第2節間を試験管中に入れ、第4令幼虫を接種したところ珪酸区の葉は食痕少なく(第15図)、葉脈の部分が切取られないが標準区は完全に嚙切られている(第12図)。又頭部脱皮殻中の大顎は、珪酸区のは破損磨滅し、標準区のは鋸歯損傷少なく(第11図)、鋸歯にある小鋸歯も残っている。この損傷程度の比較は摂食時間と摂食量とが両方向同じでなければならぬので脱皮殻中の大顎をとつた。食後直ちに食道から食片を取出してみると、珪酸区は食片両端の繊維が完全に切取られていないが標準区では切口が平な線を取られている(第13図)。茎内の排泄物は珪酸区は細胞膜が比較的はつきりとしているが標準区は膜がくずれ消化の難易をうかがうことが出来る(第14図)。

考察 イモチ病菌について稲体表面の珪質化は穿入菌の貫穿抵抗を大にするものと考えられているが、ニカメイチュウについても食入抵抗を大にすることが知られた<sup>7</sup>。

ニカメイチュウが珪質化の小なるものに食入する選択能力のあることが<sup>8</sup>知られているが、珪質化稲体の耐虫性については、このほか栄養物質その他々化学的物質の影響も多いことと思われる。以上の接種試験は珪質化稲体の強剛性を示すものでニカメイチュウ害に抵抗性を与えるものである。

### 珪酸肥料とツマグロヨコバイの加害

山梨県では従来ツマグロヨコバイの被害は重視されなかつたが、2, 3年前から注目されるようになり、その発生面積は昭和28年5町歩、29年700町歩、30年790町歩、31年800町歩、萎縮病の発生を伴い年々増加の傾向にあり、特に本年の発生甚だしく、9月4日1夜に誘蛾灯に飛来した数は4万9千頭に及び、昭和29年には麦作に大害を及ぼしている(以上山梨農試

Table 3: Relation between the slag fertilizer and the green rice leafhopper.

		Fully ripe unhulled rice			Unripe unhulled rice			Total fully ripe unhulled rice	Unripe unhulled rice	Smut unhulled rice	Weight of 15 ears (g)	Weight of a ear (g)
		Smut	Stained and spotted	Stainless and spotless	Smut	Stained and spotted	Stainless and spotless					
Inoculated	Control	95	218	316	22	67	119	629	208 (24.8%)	117 (12.8%)	19.2	1.3
	Slag	18	234	505	2	25	23	757	50 (6.1)	20 (2.5)	22.5	1.5
Noninoculated	Control	47	219	481	3	52	20	747	75 (9.1)	50 (6.1)	22.2	1.5
	Slag	14	133	784	0	13	11	937	24 (2.5)	14 (1.5)	26.5	1.8

調). 同虫の放飼, 接種試験を前記両区水稻を用いて次の結果を得た.

実験方法及び結果 (A) 飼育枠内放飼試験: ツマグロヨコバイと珪酸との関係を知るために 120×75×45cm の枠に寒冷沙を張り, これに両区の発育均等な15本を残し, 他を切除し, 各区を2ポットづつ, かねて栽培中の網室から移し, 第1回は出穂期の9月4日150匹, 第2回9月12日100匹, 第3回9月17日50匹(以上概数)を放飼し次の結果を得た.

煤病は標準区に多く且全面黒色のもの多く(第10区)珪酸区は少量ついているのみである. 着色粒数は褐色小点, 紫褐色, 其他汚染したものを数えた. 放飼標準区の糞は珪酸区の4倍, 煤病は6倍となっている.

無放飼区水稻は全期間中を網室におき, 放飼区は9月4日以降2ヶ月寒冷沙室に置き, 両者の条件が多少異なるが被害の傾向を知るため表示した. 更に粃磨精白による屑米を調査すれば両者の被害の差は一層多くなると思われる.

(B) 接種試験: 長さ20cm, 直径8cm 硝子円筒内に両区の水稲1本ずつを入れ, 9月4日20匹ずつツマグロヨコバイを接種しておき, 10月10日脱皮殻頭部の口吻先端をみると標準区は先端鋸歯状であるが珪酸区のもの先端波状で損傷が著しいのは, 珪化度の差によるものである. この損傷程度を比較するには経過日数等しく同令のものでなければならぬので, 脱皮殻頭幅1.04mm のものを取出した. 標準区は煤病多発し黒色である.

考察: 珪酸施用水稻は糞, 煤病, 着色粒の発生少なく穂重も大であるところから珪酸はツマグロヨコバイ被害予防剤の効果を認めることが出来る. 古来大凶作飢饉の原因として記録されている他のウンカ類についても同様な効果があると考えられるが今後の研究に俟つべきである. 本県ではツマグロヨコバイは年5回発生幼虫越冬, 5月上旬飛来し甲府盆地南部多発地帯では専らマラソン2,000倍液によつて防除につとめているが, 同地は珪酸不足地であるから珪酸を施して同時

に萎縮病, 縮葉枯病等も或程度制限し被害を軽減することが出来ると思われる.

#### 珪酸肥料とニカメイテウ, イネカラバエ, イネツトムシの加害

1954, 5年富士見村で上記3害虫と珪酸との関係を調べ, ニカメイテウ, イネツトムシについて知るところがあつたが, イネカラバエについてはその関係を明らかにするに到らなかつた. 本年は富士見村のほか, 中道町, 大里町, 田富村等3ヶ所を加え, 珪酸肥料も別種を用いて調査した. 上記4試験地は笛吹川土砂氾濫地で, 川を挟み互に約3.5km 距離で県下主要米作地であるが, 又病虫害常時多発地帯で毎年被害が多いのでその防除対策を講ずる一助として次の実験を行った.

試験方法及び結果: 各試験地3要素施用量は大約基肥として窒素2貫, 加里1.5貫, 磷酸2貫位を標準とし, 珪酸源として川鉄28珪酸苦土石灰(有効珪酸28%)反当30貫施用し, 窒素増量区は硫酸を追肥として施し, 供試品種は各地代表的のものをとり, 栽培中は病虫害防除を行わず自然のままとし, 慣行によつて栽培した.

ニカメイテウと稲麴病は珪酸区に少なく, 窒素を増施すると多くなるが珪酸併用によつて少なくなる. イネツトムシは珪酸区に多く, また窒素を増施すると多くなる.

イネカラバエは夏の高温乾燥のため発生少なく考察出来ないが, 珪酸区に少ない傾向を認めた. 又9月以降雨天続きのため節, 穂首イモチ病の発生多く, 特に窒素増量区に多いが, 珪酸併用によつて害が少なくなるのを知つた. 煤病にも同様なことが見られたので, ツマグロヨコバイの害も大きいことが考えられる. 中道試験地でニカメイテウについて珪酸の効果がみられなかつたが, その施用量不足によるものか否か適量試験によつて確かめる必要がある. 以上の病虫害調査から珪酸は窒素増量による弊害を償うことがみられた.

考察: 珪酸はイネツトムシを多く招来するがこれを

Table 4: Relation between the slag and nitrogen fertilizer and the insect pests and disease

Locality	Rice var.	Rice plant skipper no. in 1 tsubo				Rice stem borer injured stems in 500 stems				Rice stem maggot injured ears in 500 ears				Rice malted disease no. of grains in 500 ears				N added
		C	S	C + N	S + N	C	S	C + N	S + N	C	S	C + N	S + N	C	S	C + N	S + N	
Fujimi	* 1	2	10	5	5	70 (14.%)	40 (8.0)	96 (19.2)	69 (13.8)	41 (8.2)	25 (5.0)	54 (10.8)	23 (4.6)	0 (0)	0 (0)	1 (0.2)	0 (0)	(%)
Naka-michi	* 2	2	8	15	18	20 (4.0)	28 (5.6)	52 (10.4)	53 (10.6)	6 (1.2)	2 (0.4)	2 (0.4)	1 (0.2)	11 (2.2)	5 (1.0)	71 (14.2)	5 (1.0)	30
Tatomi	* 3 4	11	11	17	24	19 (3.8)	17 (3.4)	16 (3.2)	6 (1.2)	2 (0.1)	0 (0)	7 (0.4)	2 (0.1)	12 (2.4)	8 (1.6)	6 (1.2)	0 (0)	50
Osato	* 5	8	32	25	27	37 (7.4)	32 (6.4)	107 (21.4)	29 (5.8)	0 (0)	2 (0.1)	4 (0.2)	0 (0)	1 (0.2)	0 (0)	2 (0.4)	2 (0.4)	50
Total		23	61	62	74	146	117	271	157	49	29	67	35	24	13	80	7	
%						(7.3)	(5.9)	(13.6)	(7.9)	(2.5)	(1.5)	(3.4)	(1.8)	(1.4)	(0.7)	(4.0)	(0.4)	

\* 1: Jida asahi, 2: Norin 31, 3: Kinnampu, 4: Norin 8, 5: Kinnampu. C: Control, S: Slag fertilizer, N: Nitrogen fertilizer.

防除すれば珪酸によつて一層増収される。ニカメイチュウには予防の効果が有り、イネカラバエも珪酸区に少ない傾向を示している。珪酸が窒素多肥による病害虫多発の害を補う効果は注目すべき点である。

以上の試験地は古来県下の秋落地帯として知られ有効珪酸の乏しい地帯であるから、珪酸施用によつて年々の病害虫の被害軽減を計ることが出来るが、その施用量は土地によつて考慮すべきである。

摘 要

珪酸は稲体の機動細胞及び長短両細胞などに蓄積されたが、その形状、大小、所在位置等の時期的変化を光化学的にみて、葉の枯死前に移行するのではないかと考えられる。止葉は珪酸最後の蓄積所となり、糊を形成するに必要な珪酸を供給し残余が止るので他の葉に比して含有量が多くなるものと思われるが、今後化学分析と相俟つて研究しなければならない。

珪質化稲体はニカメイチュウの害にたいして抵抗性が大であることを大頸、食痕、食片、排泄物等を調べて知ることが出来た。

ツマグロヨコバイ放飼接種試験によつて珪酸はその被害予防の効あることを知つた。

山梨県南部秋落地帯に於ける珪酸肥料と水稻害虫との関係を調べ、珪酸が病虫害を軽減し(イネツトムシをのぞく)特に窒素多肥に伴う病虫害多発の害を償う効果を認めることが出来た。

文 献

1) 石橋一: 福岡農試 12, 174 (1952).

2) 鈴木橋雄: 植物防疫 6, 294 (1952).  
 3) 笹本 馨: 応用昆虫 9, 108 (1953).  
 4) ———: 植物防疫 8, 20 (1954).  
 5) ———: 応用昆虫 11, 66 (1955).  
 6) ———: 植物防疫 10, 205 (1956).

Résumé

1. According to the photochemical method, the translocation of silica stored in the motor-cells and the long and short cells of the rice-plant was studied.

2. The silicated rice-plant is resistant to the rice stem borer (*Chilo suppressalis* Walker). This was proved by observing the shape of mandibles, trace of feeding residue and excrement.

3. It was shown by the inoculation that the silicated rice plant is resistant to the green rice leafhopper (*Nephotettix bipunctatus cincticeps* Uhler).

4. Thus, the slag fertilizer which accelerates the silication of rice, is a preventive to the injurious insects, such as the rice stem borer, the green rice leafhopper, the rice stem maggot (*Chlorops oryzae* Matsumura) and the blast disease, the green smut and the sooty moulds, but it increases the injury of the rice-plant skipper (*Parnara guttata* Bremer et Grey).

It is very remarkable that the slag fertilizer compensates the increase of the insects and diseases due to excessive usage of nitrogen fertilizer.