

# 窒素 및 珪酸施肥水準에 따른 水稻品種間 二化螟虫의 發育·羽化 및 被害程度의 變異

孫 尚 穆·金 基 駿\*

## Variation in Larvae Development and Moth Emergence of Striped Rice Borer (*Chilo suppressalis* Walker) and Damages in Rice Cultivars under Different Levels of Nitrogen and Silicate Fertilizers

Sohn, S. M. and K. J. Kim\*

### ABSTRACT

The average weight of larvae, the percentage of survival larvae and the percentage of moth emergence in first and second generation of striped rice borer showed lower values in Akibare (Japonica variety) compared with those in Milyang 23 (Indica variety). At higher nitrogen level the larvae weight in second generation of striped borer was increased. The percentage of survival larvae in second generation was gradually decreased by applying the silicate fertilizer in both cultivars. The moth emergences in both generations of striped rice borer were also lower at high levels of silicate fertilizer. The percentage of white head of rice plant was reduced by the application of silicate fertilizer. The ratio of SiO<sub>2</sub> to T-N of the rice stem was related negatively with the percentage of survival larvae and the moth emergence in second generation of striped rice borer, and also with the percentage of white head of rice plant.

### 緒 言

二化螟虫은 우리나라 全域에 分布하고 있는 水稻의 重要害虫이다. 1970年代初 以後부터 發生量과 被害가 점차 줄어들었다가 最近 2~3年 前부터 그 被害가 다시 점차 늘어가고 있으며, 특히 一化期에 비해 質質의으로 被害가 큰 二化期의 發生量이 相對的으로 늘어나는 새로운 樣相을 보이고 있어 注目을 끌고 있다. 近來 短稈 多收性인 統一系 新品種(大部分이 二化螟虫에 感受性인)이 育成, 擴大普及되면서 收量의 增大를 爲해 窒素多肥栽培의 營農方法이 보편화되고 있으며 各種 害虫의 防除를 爲해 새로운 農藥의 運用은 藥劑抵抗性 增大·天敵激減·人蓄魚貝

에 대한 毒性·自然生態系의 均衡破壞 等の 各種 부작용을 일으키는가 하면 비싼 農藥價格·反復撒布의 要求·殘留毒性 等の 여러 문제점을 가지고 있어 다른 防除手段이 檢討되어져야 할 必要性이 요청되고 있다.

二化螟虫 防除에 있어서 抵抗性 品種의 利用이 큰 役割을 할 수 있다는 可能性에 대해서는 이미 잘 알려진 사실이며 國際米作研究所를 中心으로 새로운 抵抗性 品種 育成에 큰 힘을 기울이고 있다. 一般의으로 害虫에 대한 作物의 抵抗性 要因은 非選好性(Non Preference), 抗虫性(Antibiosis) 및 耐性(Tolerance)에 基因한 것으로 보는데 眞正한 抵抗性 要因은 抗虫性에 있다고 믿고 있다. 二化螟虫에 대한 抗虫性의 水稻品種間 差異는 水稻體의 形態의 特性 및 水稻의

\* 建國大學校 農科大學

\* Coll. of Agri., Kon-Kuk Univ., Seoul 133, Korea

硅酸含量과 相關이 있다는 事實이 認定되고 있다. 이 에 本 研究에서는 硅酸質肥料의 施用이 이화명나방 幼虫의 發育 및 羽化率 그리고 水稻에 對한 被害程度 等に 미치는 效果를 究明하여 이화명충에 對한 耕種 的 防除法 確立의 可能性을 檢討하고자 一連의 實驗 을 實施한 바 그 結果를 이에 報告하는 바이다.

### 材料 및 方法

本 試驗은 1980年 2月부터 1981年 5月 사이에 作物試驗場(水原, 東經 126°59'7", 北緯 37°16'9", 海拔 36.7 m)에서 野外 Pot(1/2000 a) 試驗으로

實施하였다.

#### 1. 處理內容

供試 水稻品種은 二化螟虫에 對한 抵抗性이 中間 性(M)인 아끼바레와 中間 感受性(MS)인 密陽 23 號의 2品種(主區)이었으며, 施肥處理는 細區에 窒 素 2水準(10, 20kg/10a), 細細區에 硅酸 3水準 (0, 300, 600kg/10a) 등 合計 12個 處理 5反復 分割區試驗을 實施하였다. 窒素質肥料는 尿素로, 硅 酸質肥料는 硅灰石을 各各 使用하였으며, 硅酸과 磷 酸(10kg/10a)은 全量基肥로, 窒素와 加里(10kg /10a)는 基肥 70%, 追肥 30%로 分施하되 追肥

Table 1. Chemical properties of soil of the experimental field before fertilizer treatment.

PH (1:5 H <sub>2</sub> O)	OM (%)	T-N (%)	Av. P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (ppm)	Ex. cation (me/100 g)				Av. SiO <sub>2</sub> (ppm)	Act. Fe (ppm)
				Ca	Mg	K	Na		
5.2	2.11	1.12	153	1.06	0.19	0.10	0.06	28	34.5

는 幼穗形成期에 各各 施用하였다. 供試土壤의 化學 成分은 表 1에서 보는 바와 같다.

#### 2. 供試虫 確保 및 接種方法

5月 30日에 Pot當 3株, 株當 2本씩을 移秧 하 였으며 一化期 虫接種은 6月 15日에 Pot當 孵化幼 虫 6마리씩을 1株에 接種하였고, 2化期 虫接種 은 8月 20日에 Pot當 20마리씩을 2株에 나누어 各各 第 2葉과 3葉 사이에 接種하였다.

本試驗에 使用된 供試虫은 1化期의 경우 前年度 越冬幼虫을 2月 中旬에 採集해 두었다가 봄에 羽化 된 成虫이 産卵한 卵塊를 使用하였고, 2化期 成虫의 卵塊와 一般圃場에서 採集한 蛹의 成虫이 産卵한 卵 塊를 함께 使用하였으며 孵化日을 調節하기 위해 10 °C 恒溫器(飽和濕度維持)내에 보관하였다가 接種 1日前에 꺼내 孵化시켜 使用하였다.

#### 3. 調査方法

7月 12日과 9月 22日에 各各 1·2化期의 被害 莖을 切開하여 幼虫을 分離하고 그 數와 體重을 調 査하였다. 1化期의 경우 各 處理別 食餌를 每 3日 마다 바꿔주면서 蛹化하는대로 콤팩트 사레에 보관 하여 羽化數를 調査하였다. 2化期의 越冬幼虫은 各 處理別 莖을 잘라 사레(10cm×20cm)에 보관하 였다가 이듬해 나오는 羽化 成虫數를 調査하였다.

#### 4. 植物體 分析

植物體는 化期別로 幼虫 採取를 위한 莖 切開時 處理水準別로 各 Pot에서 1株씩 刈取한 것을 莖과 葉을 分離하여 oven(70°C)에서 말린 후 Willy mill로 粉碎하였고, 40°C 恒溫器내에서 보관하였다가 '81年 2月 中旬 Sample 當 2反復으로 農技研에서 濕式分 解法(H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>-HClO<sub>4</sub> 分解法)으로 分解한 뒤에, 組 硅酸은 550°C 전기로에서 2시간 태운 후 秤량하였 으며, 全窒素는 全窒素 定量方法에 의하여 分析하되 MgO 대신 25% NaOH를 使用하였다.

### 結果 및 考察

#### 1. 幼虫 平均體重

1化期 幼虫의 平均體重은 表 2에서 提示되어 있는 바와 같이 窒素 및 硅酸處理 水準間에는 별 차이를 보이지 않았으며 品種間에는 아끼바레 19.1mg, 密 陽 23號 33.58mg으로 密陽 23號가 아끼바레에 비해 幼虫 平均體重在 1.8배나 높았다. 即 1化期 幼虫體 重은 施肥處理에 關係없이 品種間에만 差異가 있어 品種間的 抵抗性 差異가 이를 支配하고 있음을 알 수 있었으며, 感受性 品種에서 發育한 幼虫體重在 抵抗 性 品種에서 자란 것보다 무겁다는 Pathak 등<sup>13, 14),</sup> IRR<sup>16),</sup> 崔 등<sup>3),</sup> 沈<sup>16)</sup> 등의 結果와 一致하였다.

2化期 幼虫의 平均體重은 密陽 23號가 아끼바레

**Table 2.** The weight of average larvae, percentage of infested tillers and number of survival larvae per hill of the striped rice borer, *Chilo suppressalis* Walker, in different fertilizer levels.

	1st Generation				2nd Generation				
	Tillers (no.)	Larval weight (mg/larva)	Infested tillers (%)	Survival larvae/hill (no.)	Panicles (no.)	Larval weight (mg/larva)	White heads (%)	Survival larvae/hill (no.)	
<u>Aribare</u>									
N <sub>1</sub>	S <sub>i</sub> 0	15.4	21.7	14.4	2.0	11.8	46.72	17.62	2.5
	S <sub>i</sub> 1	19.6	20.04	11.0	1.6	10.8	44.02	8.42	2.3
	S <sub>i</sub> 2	16.8	17.7	14.2	1.2	11.2	50.34	0.64	1.4
	(Mean)	(17.3)	(19.81)	(13.2)	(1.6)	(11.3)	(47.03)	(8.89)	(2.1)
N <sub>2</sub>	S <sub>i</sub> 0	20.6	20.2	13.2	2.2	17.0	66.98	13.84	3.6
	S <sub>i</sub> 1	20.8	11.22	16.4	1.8	15.2	52.28	6.20	2.6
	S <sub>i</sub> 2	21.8	23.5	15.4	1.2	16.8	63.36	0.	1.4
	(Mean)	(21.1)	(18.3)	(15.0)	(1.7)	(16.3)	(60.87)	(6.68)	(2.5)
<u>Milyang #23</u>									
N <sub>1</sub>	S <sub>i</sub> 0	16.2	37.0	23.8	2.8	7.8	77.92	23.48	4.2
	S <sub>i</sub> 1	16.6	33.42	16.8	2.4	7.6	103.3	7.84	3.7
	S <sub>i</sub> 2	13.8	35.66	24.4	2.0	13.4	104.28	6.46	2.9
	(Mean)	(15.5)	(35.36)	(21.7)	(2.4)	(9.6)	(95.17)	(12.59)	(3.6)
N <sub>2</sub>	S <sub>i</sub> 0	20.2	31.54	17.2	2.8	12.6	88.46	21.80	4.8
	S <sub>i</sub> 1	16.2	32.06	18.2	2.6	8.0	99.14	7.02	4.0
	S <sub>i</sub> 2	16.8	31.9	24.2	2.4	11.2	91.56	1.66	3.5
	(Mean)	(17.7)	(31.8)	(19.9)	(2.6)	(10.6)	(93.05)	(10.16)	(4.1)

Note : N<sub>1</sub> : N-10kg/10a, N<sub>2</sub> : N-20kg/10a, S<sub>i</sub>O : Non-silicate fertilizer,  
S<sub>i</sub> 1 : 300 kg/10a of silicate fertilizer, S<sub>i</sub> 2 : 600 kg/10a of silicate fertilizer

에 비해 1.7배나 높아 一化期때의品種間差異와 비슷하였으며,品種間에서 어느要因의差보다도顯著的한 고도의有意性(表 3)이 認定되었다. 窒素水準間에서는 窒素施用量이 많은 區에서 幼虫

의 體重이 增加되었으며 施用水準間에 높은 有意差가 認定되었다. 品種과 窒素間의 相互作用도 比較的 커서 1%水準의 有意性이 認定되었으나 이는 品種間 抵抗性의 差에 기인된 것이라 여겨진다.

**Table 3.** Analysis of variance for average weight of larvae, infested tillers, white heads and survival larvae per hill.

Source of variation	1st Generation			2nd Generation		
	Average larvae weight	Infested tillers	Survival larvae/hill	Average larvae weight	White heads	Survival larvae/hill
Variety	55.67**	10.79**	10.43**	247.11**	11.33**	41.65**
Nitrogen	NS	NS	NS	5.27*	8.64**	NS
Variety × Nitrogen	NS	NS	NS	9.76**	NS	NS
Silicate	NS	NS	NS	NS	138.05**	11.80**
Variety × Nitrogen	NS	NS	NS	9.15**	4.55*	NS
Silicate × Nitrogen	NS	NS	NS	3.53*	NS	NS
Variety × Nitrogen × Silicate	NS	NS	NS	NS	NS	NS

\* Significant at the 5% level.

\*\* Significant at the 1% level.

硅酸施用水準間에는 一定한 傾向을 찾아 볼 수 없었지만, 品種과 硅酸間의 交互作用에서는 1%水準의 有意性이 認定되었으며 窒素와 硅酸間의 相互作用도 커서 5%水準의 有意性이 認定되었다. 窒素 10kg / 10a水準에서는 硅酸施用量이 增加됨에 따라 幼虫體重이 뚜렷한 增加 傾向을 보였으나, 窒素 20kg / 10a水準에서는 硅酸施用水準間에 一定한 傾向을 찾아 볼 수 없었다(表 2). Djamin 等<sup>4)</sup>, IRR1<sup>6)</sup>의 水稻體內 硅酸含量이 높으면 幼虫의 食入活動이 沮害되며 正常的인 幼虫의 發育을 期待할 수 없다는 報告와는 多小 相異한 點이 있었다. 이는 첫째, 위 두 報告의 實驗方法이 硅酸을 施用치 않은 同一 施用水準下에서 栽培한 品種間의 硅酸含量을 가지고 分析한데 反하여 本實驗에서는 同一品種을 對象으로 硅酸施用水準間의 水稻體 莖의 硅酸含量으로 分析하였고, 둘

째, 幼虫體重의 增減이 稻體 莖의 硅酸含量에 의해서만 支配되지 않으리라는 點, 셋째, 虫體內的 硅酸含量의 過多한 量이 昆虫生理面에서 有害하게 作用하였으리라는 點 등 몇가지 側面에서 그 이유를 찾아야 할 것으로 思料된다.

## 2. 生存 幼虫率

1化期 生存幼虫率 역시 表 2, 表 4에서 보는 바와 같이 窒素·硅酸水準間에는 별 差異가 없었으며, 品種間에서만 差異를 보여 아끼바레에서 發育한 幼虫의 生存率(老熟幼虫數/接種虫數) 27.2%는 密陽 23號의 生存幼虫率 41.4%에 비해 크게 낮았다. 幼虫의 生存率 역시 品種間에만 1%水準의 有意性이 認定되었다(表 3). 이는 抵抗性 品種에서 자란 幼虫은 感受性 品種에서 자란 幼虫보다 致死率이 높다고

**Table 4.** Variation of the survival larvae and moth emergence of the striped rice borer and chemical content of the rice stem in different fertilizer levels (1st generation).

Treatment	A Infested larvae (no.)	B Survival larvae (no.)	C Emergence (no.)	B/A Survival larvae (%)	C/B Moth emergence (%)	C/A Adult ratio (%)	Stem			
							T - N (%)	SiO <sub>2</sub> (%)	SiO <sub>2</sub> /T-N Ratio	
<u>Akibaro</u>										
N <sub>1</sub>	Si 0	30	10	33.3	30.0	10.0	1.30	5.1	3.92	
	Si 1	30	8	26.7	12.5	3.3	2.51	10.5	4.18	
	Si 2	30	5	0	16.7	-	1.45	9.6	6.62	
	(Mean)		(7.7)	(1.3)	(25.6)	(14.2)	(4.4)			
N <sub>2</sub>	Si 0	30	11	36.7	18.2	6.7	2.00	5.0	2.50	
	Si 1	30	9	0	30.0	-	1.67	9.5	5.69	
	Si 2	30	6	1	20.0	16.7	3.3	1.68	9.4	5.60
	(Mean)		(8.7)	(1.0)	(28.9)	(11.6)	(3.3)			
<u>Milyang # 23</u>										
N <sub>1</sub>	Si 0	30	14	46.7	64.3	30.0	2.03	3.8	1.87	
	Si 1	30	12	7	40.0	58.3	2.15	9.9	4.60	
	Si 2	30	10	4	33.3	40.0	13.3	1.28	8.8	6.88
	(Mean)		(12.0)	(6.7)	(40.0)	(54.2)	(22.2)			
N <sub>2</sub>	Si 0	30	19	63.3	42.1	26.7	2.89	3.5	1.21	
	Si 1	30	13	6	43.3	46.2	20.0	1.77	9.0	5.08
	Si 2	30	12	5	40.0	41.7	16.7	1.63	9.5	5.83
	(Mean)		(14.7)	(6.3)	(48.9)	(43.3)	(21.1)			

한 沈<sup>15)</sup>, Pathak 等<sup>14)</sup>의 報告와 一致하였다.

한편 硅酸施用水準間의 生存幼虫率의 差異는 두 品種 모두 硅酸施用水準이 높아짐에 따라 生存幼虫率이 점차 낮아지는 傾向을 보였으나 施用水準間의 有意性은 없었다.

또한 生存幼虫率과 水稻體 莖의 SiO<sub>2</sub> 및 SiO<sub>2</sub>/T

-N比와의 關係를 알아보기 위해 相關關係를 구해 본 결과 SiO<sub>2</sub>/T-N比에서만 5%수준의 有意한 相關이 認定되었다(表 5). 즉 水稻莖의 硅酸含量보다는 硅窒比가 生存幼虫率에 더욱 影響을 크게 미치며 硅窒比가 커질수록 生存幼虫率이 낮아지는 傾向을 보였다. Patanakamjorn 等<sup>12)</sup>, Djamin 等<sup>4)</sup>은 水

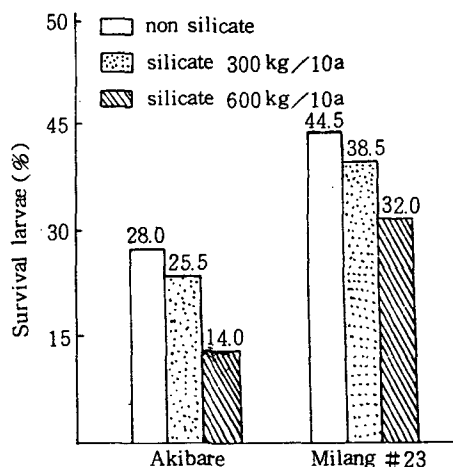
**Table 5.** Relationships between the survival larvae and SiO<sub>2</sub>, SiO<sub>2</sub>/T-N contents of rice stem.

Generation	Chemical Contents (stem)	Akibare	Milyang #23
1st	SiO <sub>2</sub>	$\hat{y} = 2.73 - 0.13 \times$ $r = -0.77$	$\hat{y} = 3.06 - 0.07 \times$ $r = -0.73$
	SiO <sub>2</sub> /T-N	$\hat{y} = 2.76 - 0.23 \times$ $r = -0.84^*$	$\hat{y} = 3.02 - 0.12 \times$ $r = -0.90^*$
2nd	SiO <sub>2</sub>	$\hat{y} = 3.64 - 0.17 \times$ $r = -0.66$	$\hat{y} = 4.99 - 0.15 \times$ $r = -0.89^*$
	SiO <sub>2</sub> /T-N	$\hat{y} = 3.26 - 0.10 \times$ $r = -0.82^*$	$\hat{y} = 5.25 - 0.14 \times$ $r = -0.85^*$

\* Significant at the 5% level.

稻體內 硅酸含量이 높으면 蟲의 組織이 단단해져 幼虫의 食入 및 攝食活動이 阻害된다고 하였으나 Panda 等<sup>11)</sup>은 Stem Borer의 一種인 Yellow Rice Borer (*Tryporyza incertulas* Walker) 幼虫에 대한 水稻體의 抵抗性과 關係되는 生化學的 要因인 高硅酸·低窒素含量 때문이라고 報告하였거니와 本實驗 結果에서도 幼虫生存·被害·羽化率 등에서 硅窒化가 더욱 높은 相關關係가 있음을 알 수 있었다.

2 化期 生存幼虫率은 表 3에서와 같이 品種間 및 硅酸水準間에 高도의 有意性이 認定되었는데, 品種間的 差는 硅酸水準間的 差보다 크게 나타났다. 表 6에서 보는 바와 같이 密陽 23 號는 38.5%의 生存幼虫率을 나타내었으나 아끼바레는 22.5%의 낮은



**Fig. 1.** The percentage of survival larvae of the striped rice borer in different silicate fertilizer levels (2nd generation).

**Table 6.** Variation of the survival larvae and moth emergence of the striped rice borer and chemical content of the rice stem in different fertilizer levels (2nd generation)

Treatment	A	B	C	B/A	C/B	C/A	Stem			
							T-N (%)	SiO <sub>2</sub> (%)	SiO <sub>2</sub> /T-N ratio	
<b>Akibare</b>										
N <sub>1</sub>	Si 0	100	25	3	25.0	12.0	3.0	1.41	6.4	4.54
	Si 1	100	23	2	23.0	8.7	2.0	0.83	11.1	13.37
	Si 2	100	14	1	14.0	7.1	1.0	0.76	10.3	13.55
	(Mean)		(20.7)	(2.0)	(20.7)	(9.3)	(2.0)			
N <sub>2</sub>	Si 0	100	31	6	31.0	19.4	6.0	1.02	3.8	3.73
	Si 1	100	26	3	26.0	11.5	3.0	0.65	8.5	13.08
	Si 2	100	16	1	16.0	6.3	1.0	0.64	9.5	14.84
	(Mean)		(24.3)	(3.3)	(24.3)	(12.4)	(3.3)			
<b>Milyang # 23</b>										
N <sub>1</sub>	Si 0	100	43	8	42.0	19.1	8.0	0.75	4.4	5.87
	Si 1	100	37	3	37.0	8.1	3.0	0.81	10.0	12.35
	Si 2	100	29	2	29.0	6.9	2.0	0.89	11.0	12.36
	(Mean)		(36.3)	(4.3)	(36.0)	(11.4)	(4.3)			
N <sub>2</sub>	Si 0	100	48	27	48.0	56.3	27.0	0.78	3.8	4.87
	Si 1	100	40	3	40.0	7.5	3.0	0.76	8.7	11.45
	Si 2	100	35	2	35.0	5.7	2.0	0.80	1.1	1.88
	(Mean)		(41.0)	(10.7)	(41.0)	(23.2)	(10.7)			

生存幼虫率을 보여 密陽 23 號가 아끼바레에 비해 感受性이 큰 品種이라는 事實을 認定할 수 있었다. 한편 品種內의 窒素水準間에서는 供試한 두 品種 모두 窒素施用量이 많아짐에 따라 生存幼虫率이 높았으나 統計的 有意差는 認定되지 않았다.

그러나 硅酸質肥料 施用水準에 따른 生存幼虫率은 硅酸施用量이 增加할수록 낮아졌으며(그림 1), 1% 水準의 有意性이 認定되었다. 또한 水稻體 莖의 硅酸 및 硅窒比와 2 化期 生存幼虫率間에는 두 品種 모두 硅酸과 生存幼虫率間 그리고 硅窒比와 生存幼虫率間에 負의 相關이 認定되었다(表 5). 이는 Sasamoto<sup>15)</sup>, 崔 等<sup>9)</sup>의 報告와 같이 生存幼虫率에 있어서도 抵抗性 및 感受性 品種間의 差가 컸으며 硅酸含量이 높은 稻體를 攝食한 幼虫의 生存率이 낮다는 Nakano 等<sup>10)</sup>의 報告와 一致하였다.

### 3. 被害

表 3에서 보는 바와 같이 1 化期 被害莖率 역시 品種間에서만 高도의 有意性이 認定되었다. 密陽 23 號의 경우 20.8%나 되는 被害莖率을 보인데 비해 아끼바레는 단지 14.1%의 被害莖率을 보여 密陽 23 號는 아끼바레에 비해 약 50% 이상 被害가 더 심하였으며 이는 Matsuo<sup>9)</sup>의 報告와 一致하였다. 이와 같은 事實은 株當在虫數가 密陽 23 號 2.5 마리, 아끼바레 1.65 마리임을 감안할 때 1 化期 被害의 直接的인 原因은 平均 生存幼虫率 즉 株當平均在虫數의 多小에 있는 것으로 생각된다.

2 化期 被害인 白穗率도 表 2에서 보는 바와 같이 品種間의 差異가 顯著하여 아끼바레에 비하여 密陽 23 號가 높았으며 兩品種間에 高도의 有意性이(表 3) 認定되었다. 窒素水準間에는 1% 水準의 有意性이 있었으며 表 2에서 보는 바와 같이 두 品種 모두 窒素施用量이 많은 경우보다 적은 경우에 오히려 白穗率이 높은 것으로 되어 있으나 이는 每 Pot當 接種 虫數는 같았는데 反하여 窒素 20kg/10a 水準에서 穗數가 많았기 때문에 나타난 結果로 解析된다.

各 品種別로 硅酸施用水準間의 白穗率 差異는 그림 2에서 보는 바와 같이 아끼바레의 경우에는 硅酸施用量이 많아짐에 따라 白穗率도 顯著히 떨어지는 傾向을 보이고 있으며 硅酸 600kg/10a 水準에서는 0.3%의 白穗率을 보여 거의 被害가 나타나지 않았다. 한편 密陽 23 號에서도 거의 비슷한 傾向을 보여 硅酸無施用區에 비하여 硅酸 600kg/10a 施用水準에서 약 1/5.5 밖에 白穗被害가 나타나지 않아

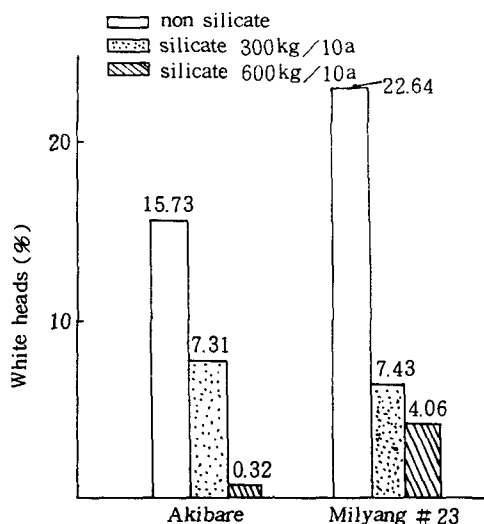


Fig. 2. The percentage of white heads caused by the striped rice borer in different silicate fertilizer levels.

感受性 品種에서도 硅酸施用이 白穗率 抑制에 있어서 效果의이었으며 이는 Sasamoto<sup>15)</sup>, Nakano 等<sup>10)</sup>의 報告와 비슷한 結果였다.

또한 莖의 硅酸 및 硅窒化와 白穗率과의 關係를 보면 表 7에서와 같이 두 品種 모두 硅窒比와 白穗率間에서 높은 負의 相關關係가 認定되었다. 即 두 品種 모두 硅窒化가 높아질수록 白穗率은 떨어지는 傾向이었다. 한편 株當在虫數와 株當白穗數와의 關係는 그림 3에서 보는 바와 같이 두 品種 모두 株當在虫數에 별 關係없이 株當白穗數는 硅酸施用量이 增加할수록 相對的으로 急激히 떨어지고 있는데, 이것은 硅酸施用이 水稻體內의 耐性을 增大시킨 때문이라고 思料된다. 이같은 結果는 硅酸이 水稻體 莖내에 있어서 후락세포조직(sclerenchymatous tissues), 유관속(vascular bundle sheath) 그리고 유세포조직

Table 7. Relationships between the percentage of white heads and  $S_iO_2$ ,  $S_iO_2/T-N$  contents of rice stem.

Chemical Contents (stem)	Akibare	Milyang # 23
$S_iO_2$	$\hat{y} = 22.93 - 1.83x$ $r = -0.71$	$\hat{y} = 33.02 - 2.65x$ $r = -0.97^{**}$
$S_iO_2/T-N$	$\hat{y} = 21.10 - 1.27x$ $r = -0.90^*$	$\hat{y} = 35.01 - 2.33x$ $r = -0.98^{**}$

\* Significant at the 5% level.

\*\* Significant at the 1% level.

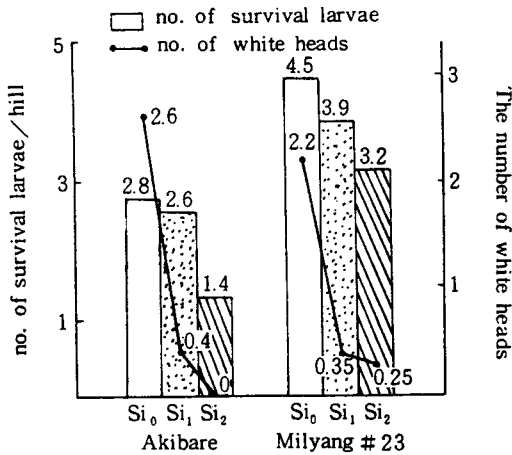


Fig. 3. The relationship between the number of white heads and number of survival larvae per hill.

(parenchymatous tissues)의 세포벽을 따라 沈殿되어 莖內로 侵入한 幼虫의 攝食을 防害하며 二化螟虫被害는 表皮에 있는 硅化細胞의 數( $r = -0.60$ )보다 높은 硅酸含量( $r = -0.88$ )과 높은 負의 相關關係를 나타낸다는 Pathak 等<sup>14)</sup>의 報告와 類似한 傾向이라고 解析된다.

玄<sup>5)</sup> 등에 의하면 最近 2~3年前부터 1化期에 비해 實質的으로 被害가 큰 2化期의 發生量이 늘어나고 있는 새로운 樣相을 보이고 있다고 하였는데 本實驗結果 硅酸施用에 의한 二化螟虫의 耕種的 防除의 可能性을 엿보게 하였다.

#### 4. 羽化率

1化期 羽化率(羽化數/老熟幼虫數; C/B比率)은 表 4에서 보는 바와 같다. 品種間的 羽化率에 있어서는 아끼바레보다 密陽 23號가 높았으며, 成虫率(羽化數/接種虫數; C/A比率)도 品種間에 同一한 傾向을 보였다. 即 密陽 23號가 아끼바레에 비해 羽化率은 3, 4倍, 成虫率은 5, 6배나 높은 것으로 나타나 品種間的 羽化率 差異가 甚하다는 事實을 알 수 있었다. 또한 密陽 23號의 경우 아끼바레에 비해 虫接種後부터 老熟幼虫까지의 幼虫致死率(1.6倍)보다 老熟幼虫에서 羽化時까지의 致死率(3.4倍)이 높아 抵抗性 品種인 아끼바레에서 發育한 幼虫이 密陽 23號의 幼虫보다 蛹化·羽化하는 過程에서 더욱 많이 죽었음을 알 수 있었다.

供試品種別 硅酸施用水準間的 羽化率은 그림 4에

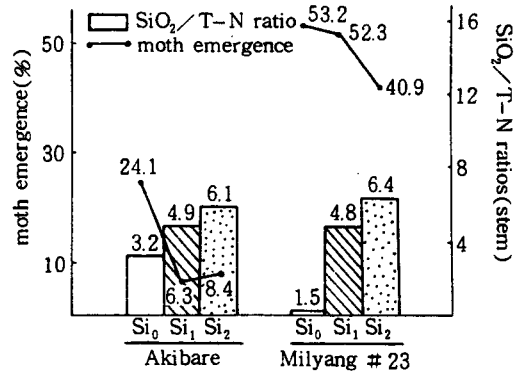


Fig. 4. The relationship between the percentage of the moth emergence and SiO<sub>2</sub>/T-N ratio in stem of two rice cultivars (1st generation).

서와 같이 抵抗性 程度가 相對的으로 높은 아끼바레에서 硅酸施用量이 增加됨에 따라 顯著히 떨어진 反面 抵抗性 程度가 낮은 密陽 23號에서는 600kg/10a까지는 硅酸施用水準이 높아짐에 따라서 羽化率이 減少되는 傾向을 보이고는 있으나 그 程度는 크지 않았다.

品種別 窒素水準間的 羽化率은 供試한 두 品種 모두 窒素施用量이 增加함에 따라서 多少 減少되는 傾向을 보여 주고 있으며 減少率은 密陽 23號보다 아끼바레가 더 큰 것으로 認定되었다.

成虫率은 아끼바레 3.9%에 비해 密陽 23號는 21.7%로 品種間的 差異가 甚했으며 硅酸施用에 따라 두 品種 모두 낮아졌다. 品種 自體의 抵抗性이 있는 아끼바레는 硅酸 300kg/10a水準에서 效果의 있었으나 品種 自體가 感受性인 密陽 23號는 硅酸을 施用할수록 낮아져 硅酸 600kg/10a水準까지 계속 낮아졌다. 即 感受性 品種일수록 硅酸의 施用量이 더욱 많이 必要하다는 것을 알 수 있었다.

2化期 羽化率 역시 表 5에서 보는 바와 같이 各處理水準間的 差異는 1化期の 羽化率과 비슷하였다. 다만 두 品種 모두 同一窒素水準에서 硅酸施用量的 增加에 따라 羽化率이 1化期에 비해 더욱 急激히 낮아지는 傾向을 보였다. 특히 아끼바레의 경우 질소 10kg/10a水準에서는 硅酸 300kg/10a 이상을 施用하는 것이 羽化率 抑制에 별로 效果가 없다는 것을 알 수 있었으며, 窒素 20kg/10a水準에서는 硅酸 600kg/10a까지 施用量이 增加할수록 羽化率이 떨어져 窒素多肥栽培의 경우일수록 硅酸의 放用이 羽化率 抑制에 效果的으로 作用함을 알 수 있었다

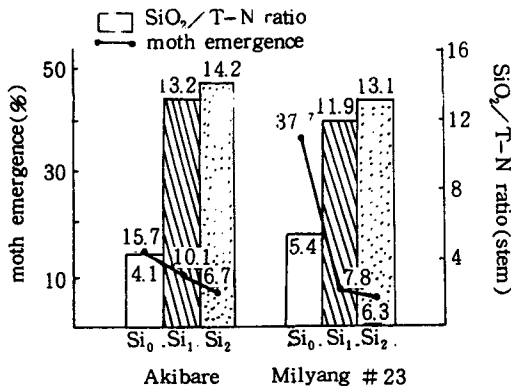


Fig. 5. The relationship between the percentage of the moth emergence and SiO<sub>2</sub>/T-N ratio in stem of two rice cultivars (2nd generation).

(그림 5) 또한 硅酸無施用區에서의 두品種間の羽化率을比較해 보면 窒素施用量이增加될수록 두品種 모두羽化率이 높아진다는 것을 알 수 있으며 특히 密陽 23 號의 경우 約 2.9 倍의 급격한 羽化率增加를 나타내 硅酸質肥料를 施用치 않은 窒素多肥栽培가 化螟虫의 羽化率增加 即 後期世代 密度增加에 얼마나 크게 影響을 미치게 되는가를 알 수 있었다.

한편 硅酸 및 硅窒比와 羽化率과의 回歸式 및 相關係數를 求해본 結果 表 8에서 보는 바와 같이 硅酸 및 硅窒比, 羽化率間에는 多같이 負의 相關이 認定되었으며 두品種 모두 硅窒比가 클수록 羽化率은 相對的으로 낮아졌다.

白<sup>1)</sup>에 의하면 越冬幼虫의 體重이 50~60mg 이하면 越冬幼虫의 死虫率이 높아진다고 하였고 IRR<sup>1)</sup>에 의하면 體重이 높은 幼虫일수록 蛹化率이 높아진다고 하였음에 비추어 볼 때 密陽 23 號의 各 硅酸處

Table 8. Relationships between the moth emergence and SiO<sub>2</sub>, SiO<sub>2</sub>/T-N contents of rice stem (2nd generation)

Chemical Contents (stem)	Akibare	Milyang #23
SiO <sub>2</sub>	$\hat{y} = 24.07 - 1.60 \times$ $r = -0.913^*$	$\hat{y} = 57.34 - 4.91 \times$ $r = -0.813^*$
SiO <sub>2</sub> /T-N	$\hat{y} = 19.32 - 0.81 \times$ $r = -0.84^*$	$\hat{y} = 58.68 - 4.05 \times$ $r = -0.84^*$

\* Significant at the 5% level.

理水準에서 孳란 越冬幼虫의 平均 體重이 92~104 mg 以下에 達 不 羽化率이 幼虫體重에 關係없이 激減한 것은 硅酸含量이 높은 稻體를 食餌한 幼虫의 虫體生理에 異狀이 생겨 羽化하지 못한 것이 아닌가 思料되며, 앞으로 이에 대한 檢討가 必要하다 하겠다.

最近에 이르러 같은 禾本科인 玉米수 組織内の 硅酸의 沈澱形態<sup>8)</sup>와 보리·호밀·밀에서의 硅酸에 대한 電子顯微鏡의 分析研究<sup>2)</sup>가 進行되고 있거니와 앞으로 硅酸施用에 따른 水稻體 莖内の 硅酸沈澱形態와 組織學的 變化 등에 關하여 檢討할 必要가 있다고 하겠으며 本 實驗結果 밝혀진대로 硅酸含量보다 幼虫發育·被害發現·羽化率 등에 더욱 크게 影響하는 硅窒比의 이들과의 關係에 대한 세밀한 檢討가 必要하다 하겠다.

## 摘 要

本 試驗은 二化螟虫에 대한 耕種의 防除法 確立의 可能性 檢討의 一環으로서 合理的 施肥가 二化螟虫 發育과 生存·被害 및 羽化抑制 등에 미치는 效果를 究明하고자 아끼바레와 密陽 23 號를 供試하여 硅酸과 窒素의 施肥水準을 달리한 Pot試驗을 實施하였던 바 그 結果를 要約하면 다음과 같다.

1. 1 化期의 幼虫體重·幼虫生存率·被害 등은 密陽 23 號에서 아끼바레보다 모두 높았다. 그러나 硅酸·窒素處理水準間에는 그 差가 認定되지 않았고 羽化率은 品種間的 差異뿐만 아니라 硅酸水準間的 差異도 認定되었다.

2. 2 化期의 幼虫體重은 아끼바레에서 密陽 23 號보다 낮았으며 높은 窒素水準에서 높았고, 品種과 硅酸水準 및 窒素와 硅酸水準間的 交互作用이 認定되었다.

3. 2 化期 幼虫의 生存率은 아끼바레가 낮았고 硅酸施用量을 增加시킬수록 낮아졌으며 莖의 硅窒比와 幼虫生存率과의 사이에는 높은 負의 相關關係가 나타났다.

4. 白穗被害는 品種間的 差異보다 硅酸施用水準間的 差異가 더 컸지만 아끼바레에서 그리고 硅酸施用量이 많은 區에서 피해가 적었다. 莖의 硅窒比와 白穗率과의 相關關係는 두品種 모두 높은 負의 相關을 나타냈다.

5. 越冬幼虫의 羽化率은 硅酸施用水準間的 差異가 品種間的 差異보다 越等히 높았는데 密陽 23 號보



다 아끼바레에서 낮은 硅酸施用量이 많아질수록 減少하였으며 硅率比의 變化率과의 사이에는 높은 負의 相關을 나타냈나 특히 硅酸을 施用치 않은 稈素 20kg/10a 區에서 转化率은 急激히 높아졌다.

### 引用 文 獻

1. 白雲夏(1977) 농림해충학. 향문사, pp. 132-134.
2. Bennett, D. M. and D. N. Parry(1980) Electron-probe microanalysis studies of silicon in the elongating basal internodes of *Avena sativa* (L.), *Hordeum sativum* (Jess.) and *Triticum aestivum* (L.). *Annals of Botany*, 45(5): 541-548.
3. 최승윤 · 이형래(1977) 이화명충에 대한 통일벼의 내충성기작에 관한 연구, 서울대 농학연구, 2(1): 281-295.
4. Djamin, A. and M. D. Pathak(1967) Role of silica resistance to Asiatic rice borer, *Chilo suppressalis* (Walker) in rice varieties. *J. Econ. Ent.*, 60(2):347-351.
5. 현재선(1980) 우리나라 벼해충의 발생추이. 서울농약 6(4): 1-7.
6. IRRI(1965) Varietal resistance to rice stem borer. Annual Rept. for 1965:235-247.
7. IRRI(1967) Varietal resistance to rice stem borers. Annual Rept. for 1967:191-197.
8. Lanning, F. C., T. L. Hopkins and J. C. Loera (1980) Silica and ash content and depositional patterns in tissues of mature *Zea mays* L. plants. *Annals of Botany* 5: 549-554.
9. Matsuo, T.(1953) Genocological studies on cultivated rice II. Varietal differences in damages by the rice stem borer. *Bull. Nat. Inst. Agri. Sci.*, D 3:30-39.
10. Nakano, K., A. Abe, N. Taketa, and C. Hirano (1961) Silicon as on insect resistance component of host plant, found in the relation between the rice stem borer and rice plant. (in Japanese, English Summary) *Jap. J. Appl. Entomol. Zool.*, 5(1):17-27.
11. Panda, N., B. Pradhan, A. P. Samalo, P.S.P. Pao(1977) Note on the relationship of some biochemical factors with the resistance in rice varieties to yellow rice borer. *Indian Journal of Agricultural sciences*, 45(10):499-501. (incited RAE 66(4):1978. A. 2004).
12. Patanakamjorn, S. and M. D. Pathak(1967) Varietal resistance to the Asiatic rice borer *Chilo suppressalis*(Lepidoptera:crambidae) and its association with various plant characters. *Ann. Ent. Soc. Am.*, 60(2):287-292.
13. Pathak, M. D.(1969) Varietal resistance to rice stem borers at IRRI; in the major insect pests of the rice plant. Johns Hopkins Presso, Baltimore. P. 405-417.
14. Pathak, M. D., F. Andres, N. Galacgac, and R. Raros(1971) Resistance of rice varieties to striped rice borer. IRRI. Los Banos, 69 p.
15. Sasamoto, K.(1961) Resistance of the rice plant applied with silicate and nitrogenous fertilizers to the rice stem borer, *Chilo suppressalis* (Walker). *Proc. Fac. Liberal Arts and Educ. Yamansaki Univ., Japan.* No. 3, p. 1-73.
16. 심재욱(1965) 이화명충에 대한 수도품종의 저항성에 관한 연구, 식물보호학회지, 4: 51-54.
17. Tsutsui, K., A. Saito, K. Tanaka, S. Tanimoto, and S. Onozi(1957) Studies on the fluctuation of outbreak of the rice stem borer (*Chilo suppressalis* Walker) on the paddy rice plant transplanted in early and late period. *Bull. Div. Plant Breeding Cult. Tokai Kinki Nat. Agr. Expt. Sta.*, 4L105-120.