

冷害地帶의 水稻生育과 稔,不稔 粃殼의 養分吸收에 관한 研究

第1報 地帶別 水稻品種에 따른 粃殼의 無機成分組成差

金年軫*·崔洙日*·羅鍾城*·李鍾薰**

Studies on the Growth and Nutrient Uptake of Flag Leaf and Chaff of Rice Plant in Cold Injury Location

I. Difference of Some Inorganic Elements of Grain Chaff Having Different Rice Variety and Elevation

Kim, Y. J*, S. I. Choi*, J. S. Ra* and J. H. Lee**

ABSTRACT

In 1980, rice was considerably damaged by abnormal low temperature. In this paper, to determine the effect of low temperature on the growth and nutrition of rice, the experiment were carried out: varietal response to low temperature in the region with different elevations. Regional differences of heading response to low temperature were observed among varieties. The difference of days between regions were bigger in tongil lines than Japonica lines. Especially, Milyang 42 and Hangangchalbeo might belong the cold susceptible group, since the varieties were severely delayed their heading in the high mountainous region as compared to plain region. The delay of heading with low temperature was brought out grain sterility, and fertility and ripening ratio is influenced cold tolerance and elevations, and it's decreased yield.

Varieties with higher grain sterility by low temperature have higher total nitrogen content, but tended to have lower potassium and phosphate contents in the flag leaf. High content of total nitrogen, low contents of potassium and silicate were observed in the sterilized grain chaff an the opposite result were noted in the fertilized grain chaff at the ripening stage. The results reveal that the balance of these mineral element may play an important role in ripening and possibly cold tolerance.

緒 言

最近 世界 各地域에서 寒波와 旱魃 等の 異常氣象 現象이 頻發하게 일어나고 있는데 氣象專門家의 見解에 따르면 이와 같은 異常氣象 現象은 世界의 氣象이 溫暖期에서 寒冷期로 變遷하는 過程의 氣候 變動 現象으로 보고 있다.^{25,26)} 1980年 韓國에 있어서 많은 夏作物이 冷害被害를 받았던 것은 最近

極히 稀少한 일인데 將來도 異常氣象의 發生이 危懼되어 있는 것으로 一層 研究의 進展이 要望되며, 쌀을 國民의 主食으로 하고 있는 溫帶地方의 稻作研究에는 國家經濟 社會的 問題에 直結되는 問題라 여겨진다.

1970年代 韓國에서는 印度型 벼와 日本型 벼를 交雜하여 “統一” 品種을 비롯하여 超多收性 品種을 育成 쌀 自給을 達成하였다.

그러나 이들 新育成遠緣交雜 品種들은 氣溫이 下

* 全羅北道 農村振興院, ** 作物試驗場
* Jeonbuk Provincial ORD, Iri 510, ** Crop Experiment Station, Suweon 170, Korea.

降하면 苗素質低下, 活着不良, 生育量減少, 不稔, 登熟不良을 일으키는 畝點이 있어 植付面積의 擴大와 普及에 問題되고 있으며 耐冷性 品種의 開發이 早期에 이루어져야 할 것이다.^{3, 4, 12, 13, 14}

특히 韓國에 있어서 遠緣交雜新育成品種들이 非耐冷性 品種으로 確認된 것은 1980年度の 冷害에 따른 顯著한 作況의 低下였는데¹⁷, 水稻는 生育段階別로 適溫이 要望되는데, 適溫 以下の 低溫에 벼가 生育하면 生育의 抑制는 勿論 登熟障害를 일으킨다는 것은 數 많은 研究報告에 依해 確認된 바 있다.

그런데 벼가 低溫에 依해 被害를 받은 形態는 比較的 輕度の 低溫이 長期間에 걸쳐 繼續되는 慢性型 即, 遲延型 冷害가 있으며¹⁸, 強한 低溫이 短期間에 來襲하는 急性型 即, 幼穗形成이나 花粉母細胞發生을 阻害하여 不稔籾이 多發하는 障害型 冷害와 兩者가 併行하여 벼에 被害를 주는 混合型 冷害가 있다.^{8, 10, 23)}

兩者의 冷害型에 對해서는 明確한 品種間 差가 認定되어 耐冷性 品種을 根幹으로 地帶別로 適品種을 選定하여 하는 것은 말할 必要가 없으나, 一般적으로 早生種일수록 遲延型 冷害에 對한 安全性은 높다고 할 수 있으나 熟期가 同一한 品種을 偏重栽培함은 障害型 冷害의 危險度를 높일 憂慮가 있어 緯度別, 標高別 地勢에 依한 品種 選定은 冷害輕減의 한 方法이라 할 수 있다.^{11, 17)}

日, 印交雜 即, 遠緣交雜에서 育成된 統一型 品種과 近緣交雜 品種인 日本型 品種과는 生理生態의 特性이 相異한데 特히 溫度에 對한 生理的 反應이 顯

著한 差異를 나타낸다는 報告는 많다.^{4, 9, 13, 17)} 그러나 實際 '80年度와 같이 冷夏의 異常氣象 條件下에서 直接 試驗이 遂行된 것은 없다.

本 研究는 '80年 全北地方에 來襲한 冷夏에 依한 障害型 冷害를 中心으로 稔實籾과 不稔粒의 籾殼을 分析하였던바 地帶別, 品種別로 相異한 現象을 보였기에 報告하는 바이다.

材料 및 方法

1980년에 全北地方에 來襲한 夏季의 異常低溫現象이 地帶別 品種에 미치는 影響을 알고자 標高가 各기 다른 裡里, 茂朱, 鎮安, 長水郡 指導所에서 栽培한 品種展示圃에서 試料를 採取하여 稔, 不稔籾殼을 選別하고 諸特性을 調査하였다.

供試 品種은 統一型은 密陽 23號外 7品種, 日本型은 道峰外 3品種을 使用하였다. 栽培法은 表1에 表示한 바와 같이 地域別 標準耕種法에 準하고 窒素의 分施率은 基肥; 分蘖肥; 穗肥; 實肥=40:30:20:10%, 加里는 基肥; 穗肥=70:30%, 燐酸은 全量基肥로 施行하였다.

生育 및 收量 調査方法은 農作物 標準 調査方法에 準하였으며 籾殼의 無機成分 分析은 黃熟期 以後 完熟期 사이에 登熟이 完了된 種籾을 稔實籾殼과 不稔籾殼을 選別하여 玄米를 除去한 後 籾殼을 乾燥시킨 뒤 乾物 1g을 濕式 分解하여 Total-N은 Micro-Kjeldahl法, P₂O₅는 Vanadate法, K₂O, CaO, MgO는 原子吸光 分解分析法, 珪酸은 重量法에 依하

Table 1. Cultural practice in experimental locations.

Area	sea level (m)	Sowing date	Trans- planting date	No. of seedling per hill	Plant density (m)	Fertilizer application (kg/10a)		
						N : P ₂ O ₅ : K ₂ O		
Iri	8	Apr. 25	June 10	3	30 × 15	15	10	12
Muzu	180	Apr. 12	May 27	4	26 × 14	15	9	10
Jinan	303	Apr. 11	May 26	4	26 × 14	15	9	10
Jangsu	430	Apr. 8	May 20	4	26 × 14	15	9	10

여 分析하였다.

試驗結果 및 考察

1. 地帶別 出穗性의 變異

表2에서 地帶別 出穗 日數의 幅을 보면 品種間 差

가 甚한 것을 알 수 있으며, 移秧期가 늦은 裡里에 比하여 標高가 높은 鎮安, 長水는 早期 移秧에도 불구하고 移秧으로부터 出穗까지의 所要期間이 길게 나타났다.

이것은 統一型이나 日本型 모두 同一한 傾向이며 品種의 早晚性間에도 비슷하다. 即, 平地野인 裡里에

서는 統一型이나 日本型 모두 品種間 出穂日數의 差가 적으나 高地帶인 長水에서는 出穂 差가 뚜렷하였다. 表에서 본 바와 같이 統一型인 密陽 42號와 曙光벼, 漢江찰벼를 比較하여 보면 裡里에서는 品種間에 出穂日數 差가 거의 없으나 長水에서는 曙光벼, 密陽 42號, 漢江찰벼 順으로 出穂가 遲延되었으며 日本型 品種으로 早生種이며 耐冷性 品種인 道峰, 레이메이間에는 差가 적으나 레이메이와 洛東을 比較하여 보면 레이메이에 比하여 洛東이 裡里에서는 19日의 出穂 差를 보이나 長水에서는 27日의 遲延幅을 나타냈음을 알 수 있다.

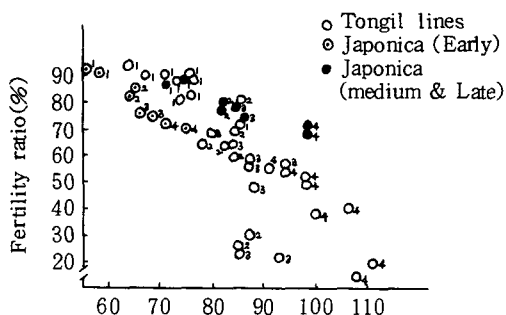
以上的 結果로 보아 温暖한 平野地인 裡里에 比하여 山間高冷地인 長水에서 同一緯度上에 있으면서도 出穂日數의 遲延幅이 길어진다는 것은 耐冷性 即, 遲延型 冷害가 弱한 品種間 反應이라는 것이 明白히 認定된다. 崔^{5,6} 등도 全北地方의 氣象環境과 水稻生育과의 關係에서 이와 類以한 報告를 한 바 있다.

Table 2. Varietal differences of the growth duration (from transplanting to heading date) according to locations.

Varietal group	Variety	Iri	Muzu	Jinan	Jangsu
Tongil lines	Milyang #42	75	85	85	108
	Seogwang	76	78	87	94
	Milyang #23	72	84	83	98
	Hangang Chal	76	87	93	111
	Cheongcheong	73	84	88	106
	Saitbyul	71	82	87	98
	Milyang #30	67	85	94	100
	Tæbaeg	64	74	80	91
Japomica	Dobong	58	65	68	75
	Reimel	55	64	66	71
	Ragdong	74	82	86	98
	Jinju	71	82	84	98

2. 出穂日數와 稔實과의 關係

出穂日數와 稔實比率과의 關係를 그림 1에서 보면 全體的으로 兩要因間에는 貧의 相關關係이나 品種의 生態型으로 區分하여 보면 早生品種일수록 出穂日數가 짧고 稔實比率이 높은 반면 遠緣交雜種인 統一型 品種은 日本型 品種에 比하여 標高가 높아질수록 出穂遲延이 크고 稔實이 不良함을 알 수 있다. 이로 보아 벼의 稔實은 耐冷性과 標高에 影響을 받고 있음을 認定할 수 있다.



No. of days from transplanting to heading date.

Fig. 1. Varietal differences of fertility ratio and growth duration according to locations. Locations: 1-Iri, 2-Muzu, 3-Jinan, 4-Jangsu.

3. 登熟性和 收量과의 關係

그림 2와 3에서 보는 바와 같이 稔實比率과 登熟比率이 收量을 支配하는 要因이 認定되며 統一型 品種이 日本型 品種에 比하여 高地帶로 갈수록 不稔과 未登熟粒이 많아짐을 알 수 있다.

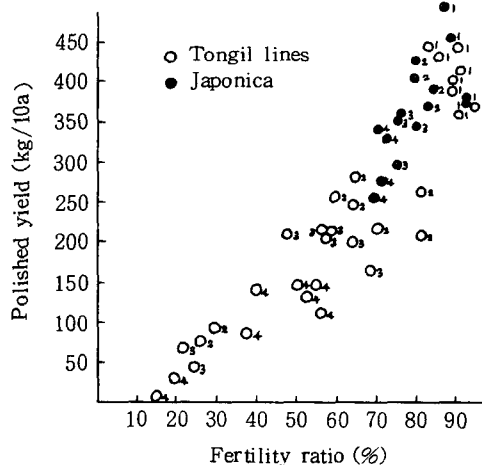


Fig. 2. Relationship between fertility ratio and polished yield.

4. 止葉中の 無機成分 組成

4個 調査地에 供試된 品種間 止葉中の 無機成分 含有率의 平均値를 表示한 것이 表 3인데 止葉中の 全窒素 含有率은 裡里 < 茂朱 < 鎭安 < 長水의 順으로 標高가 높아질수록 含有率이 높고 品種間에는 日

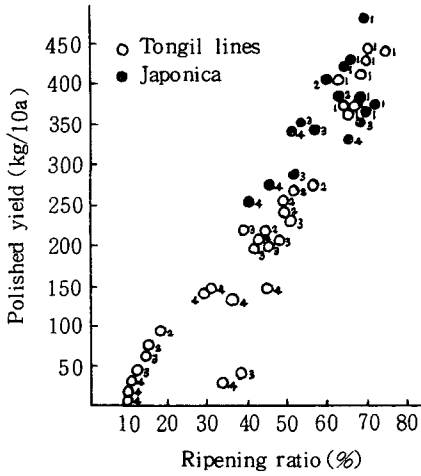


Fig. 3. Relationship between ripening ratio and polished yield.

本型品種에 比하여 統一型品種이 높은 數値를 나타내고 있다.^{2,24)} 磷酸과 苦土는 地帶別 差異는 認定할 수 없으나 品種의 生態型間에는 差가 認定되어 日本型品種이 多少 높은 含有率을 나타냈다.

加里와 칼슘은 地域의 으로 平野地에 比하여 標高가 높은 地帶일 수록 含有率이 낮은 特徵을 가지고 있으며 統一型이 日本型品種에 比하여 높은 數値를 나타내고 있다. 이는 冷害地에서는 이들의 吸收力이 떨어지고 品種과 耐冷性과의 關係는 明白하지 않음을 示唆한다.

그러나 珪酸은 冷害가 심하여 不稔 및 登熟比率 低下가 큰 山間高冷地帶에서 含有率이 類著히 낮아졌는데 이는 岡本の 報告^{18,19)}와 一致하고 同一한 結果이었다.

止葉中の 全窒素 含有率과 稔實比率과의 關係를 보면 그림 4에서와 같이 統一型品種은 負의 相關이

Table 3. Comprison of inorganic elements in flag leaf within two varietal groups.

Location	Variety	T-N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Ca	Mg	SiO ₂
Iri	Tongil *	1.013	0.370	1.053	1.020	0.201	14.66
	Japonica **	0.970	0.480	0.578	0.518	0.358	14.18
Muzu	Tongil	1.099	0.325	0.799	0.881	0.174	12.56
	Japonica	1.015	0.435	0.520	0.490	0.338	12.60
Jinan	Tongil	1.226	0.295	0.699	0.774	0.158	10.85
	Japonica	1.110	0.400	0.483	0.468	0.303	10.75
Jangsu	Tongil	1.461	0.260	0.560	0.603	0.133	9.34
	Japonica	1.175	0.338	0.413	0.413	0.283	10.33

* : Average of 8 varieties.

** : Average of 4 varieties.

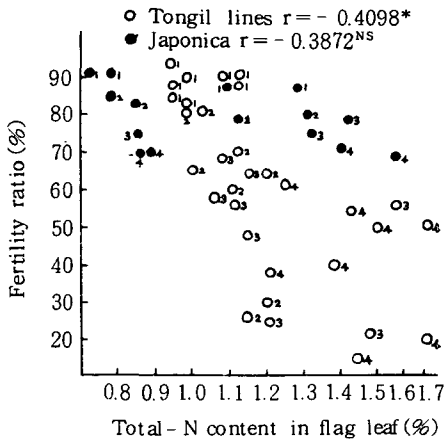


Fig. 4. Relationship between total-N content in flag leaf and fertility ratio.

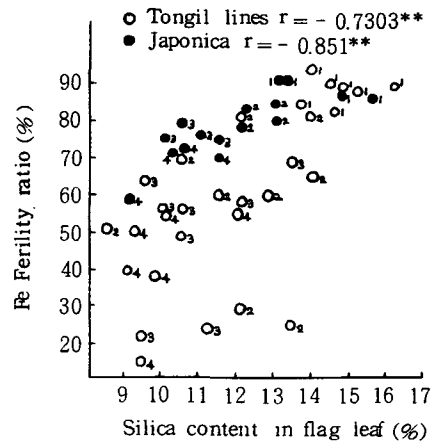


Fig. 5. Relationship between silica content in flag leaf and fertility ratio.

認定되나 日本型 品種에서는 明白하지 않았다. 그러나 珪酸含有率과 稔實比率과의 關係(그림 5)는 統一型, 日本型 모두 高度의 正의 相關關係가 있으며 그 傾向은 地域 및 品種間에도 明白히 認定되었다.

5. 稔, 不稔稈의 稈殼中の 無機成分組成

가. 地帶別 稔, 不稔稈殼의 無機成分組成

冷害에 依한 不稔과 莖葉中에 含有되어 있는 無機成分과의 關係에 對해서는 數多한 報告가 있다. 馬場¹⁾, 西山¹⁶⁾, Okuda²⁰⁾ 등은 不稔의 原因은 莖葉中の 窒素含有量이 높은 반면 珪酸, 磷酸, 加里含有量은 相對的으로 낮아지는데 있다고 보았다. 그러나 稔實稈과 不稔稈의 稈殼에 吸收 含有되어 있는 無機成分에 對해서는 지금까지 거의 報告된 바가 없다.^{21, 22)} 稔, 不稔稈殼의 無機成分 含有率의 地帶別 差異를

보면(表 4) 全窒素含有率은 稔實稈보다 不稔稈殼에서 顯著히 높은 數值를 나타냈고 冷害를 심히 받았던 鎭安, 長水의 山間高冷地帶가 標高가 낮은 裡理, 茂朱地域보다 稔, 不稔稈殼에서 모두 높았다. 이는 低温被害를 받은 不稔穎花나 未登熟粒은 出穗後 日數가 經過하여도 窒素를 登熟에 利用하지 못하고 可溶態로 남아 있음을 暗示하여 준다. 加里, 칼슘, 珪酸含有率은 不稔稈殼보다 稔實稈殼에서 含有率이 많은데 特히 珪酸含有率은 不稔稈殼이 顯著히 낮은 數值를 나타내고 있으며 더욱이 山間高冷地에서 이 關係가 明白한 것은 興味깊은 生理的 機作을 가지고 있지 않는가 생각된다. 또한 稔實粒의 玄米中에 珪酸이 直接 多量 含有되어 있지 않음에도 不拘하고 왜 珪酸이 稔實稈殼에 多量 含有되고 不稔稈殼에는 含有率이 顯著히 낮은가에 對해서는 興味깊은

Table 4. Content of inorganic elements in fertility and sterility chaff at maturing stage.

Location	Varietal group	T-N		P ₂ O ₅		K ₂ O		Ca		Mg		SiO ₂	
		Fert.*	Ster.*	Fert.*	Ster.*	Fert.	Ster.	Fert.	Ster.	Fert.	Ster.	Fert.	Ster.
Iri	Tongil lines **	0.505	0.725	0.400	0.434	0.329	0.251	0.161	0.140	0.105	0.124	16.96	12.15
	Japonica ***	0.320	0.503	0.320	0.390	0.410	0.298	0.173	0.150	0.113	0.148	16.55	12.40
Muzu	Tongil	0.606	0.876	0.361	0.381	0.270	0.229	0.148	0.124	0.124	0.146	16.39	11.43
	Japonica	0.360	0.665	0.288	0.323	0.318	0.243	0.160	0.143	0.143	0.168	14.80	11.23
Jinan	Tongil	0.731	0.991	0.294	0.315	0.241	0.304	0.128	0.110	0.149	0.165	14.93	10.95
	Japonica	0.373	0.763	0.223	0.238	0.270	0.173	0.143	0.120	0.163	0.178	14.65	10.73
Jangsu	Tongil	0.944	1.249	0.245	0.256	0.203	0.149	0.108	0.083	0.228	0.180	13.51	9.44
	Japonica	0.730	0.995	0.180	0.215	0.175	0.155	0.118	0.110	0.180	0.208	13.90	10.13

* Fert. : Fertility, Ster. : Sterility

** : Average of 8 varieties.

*** : Average of 4 varieties.

研究課題로 남는다.

나. 品種間 稔, 不稔稈殼의 無機成分組成

4個 地域을 平均하여 供試品種의 無機成分 含有率을 稔, 不稔稈殼間에 比較하여 보면(表 5) 全窒素는 稔實稈殼에서 낮고 不稔稈殼이 높음이 明白하였다.

그 傾向은 耐冷性이 弱한 統一型 品種이 顯著하여 그 中에서도 耐冷性이 보다 弱한 密陽 42號, 漢江찰벼, 셋벌벼 등의 品種에서 높다는 것을 알 수 있다.

이와 같은 傾向은 磷酸과 苦土에서도 同一한 傾向을 나타냈으나²¹⁾, 加里와 珪酸은 全窒素, 磷酸과는 달리 加里含有率은 成熟期에 吸收가 最大에 達하며²²⁾ 稔實稈殼이 不稔稈殼보다 品種間에 모두 높은 吸收

를 보임을 알 수 있다. 珪酸含有率도 稔實稈의 不稔稈殼보다 顯著히 높아 稈殼中の 無機成分 組成이 稔實과 密接한 關係가 있을 것으로 여겨진다. 一般的으로 珪酸의 含有率은 水稻의 根, 莖, 葉, 稈에 比하여 稈殼이 第一 높다는 것은 알고 있으나 왜 稔實稈의 稈殼에 加里와 珪酸의 含有率이 높지 않으면 안될까? 라는 問題에 對하여는 結局, 稈殼이 玄米의 發達에 加里와 珪酸을 必要로 하고 이들 成分이 生理的인 어떤 Mechanism을 가지고 있다고 생각하여도 可할 것으로 여겨진다.²³⁾

다. 止葉과 稈殼의 全窒素含有率

止葉中の 全窒素含有率과 稔, 不稔稈殼의 全窒素含有率과의 關係는(그림 6) 統一型이나 日本型品種

Table 5. Content of inorganic elements in fertility and sterility chaff at maturing stage.

Varietal group	Variety	Item	Content of inorganic elements (%)					
			T - N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Ca	Mg	SiO ₂
Tongil lines	Milyang #42	Fertility	0.788	0.365	0.305	0.163	0.128	16.73
		Sterility	1.060	0.378	0.265	0.108	0.135	11.48
	Seogwang	Fertility	0.713	0.378	0.213	0.143	0.130	15.15
		Sterility	0.915	0.400	0.193	0.130	0.140	10.68
	Milyang #23	Fertility	0.653	0.350	0.243	0.135	0.153	15.25
		Sterility	1.000	0.368	0.205	0.110	0.158	11.68
	Hangangchal	Fertility	0.993	0.128	0.100	0.140	0.145	14.35
		Sterility	1.290	0.125	0.068	0.118	0.155	8.73
	Cheongcheong	Fertility	0.540	0.448	0.215	0.125	0.118	15.98
		Sterility	0.703	0.470	0.138	0.108	0.153	12.93
	Saitbyul	Fertility	0.885	0.185	0.188	0.105	0.155	15.05
		Sterility	1.098	0.195	0.153	0.085	0.165	9.30
	Milyang #30	Fertility	0.613	0.368	0.338	0.140	0.140	14.75
		Sterility	0.813	0.435	0.285	0.120	0.168	11.68
	Taebaeg	Fertility	0.390	0.380	0.455	0.140	0.110	16.35
		Sterility	0.805	0.403	0.360	0.128	0.158	11.48
	Dobong	Fertility	0.390	0.250	0.265	0.153	0.145	15.53
		Sterility	0.628	0.328	0.195	0.138	0.180	11.75
Japonica	Reimei	Fertility	0.375	0.268	0.285	0.160	0.130	15.15
		Sterility	0.573	0.288	0.223	0.148	0.158	11.60
	Ragdong	Fertility	0.478	0.223	0.348	0.133	0.170	14.48
		Sterility	0.853	0.240	0.228	0.118	0.183	10.43
	Jinju	Fertility	0.540	0.270	0.275	0.148	0.153	14.75
		Sterility	0.873	0.310	0.223	0.120	0.180	10.70

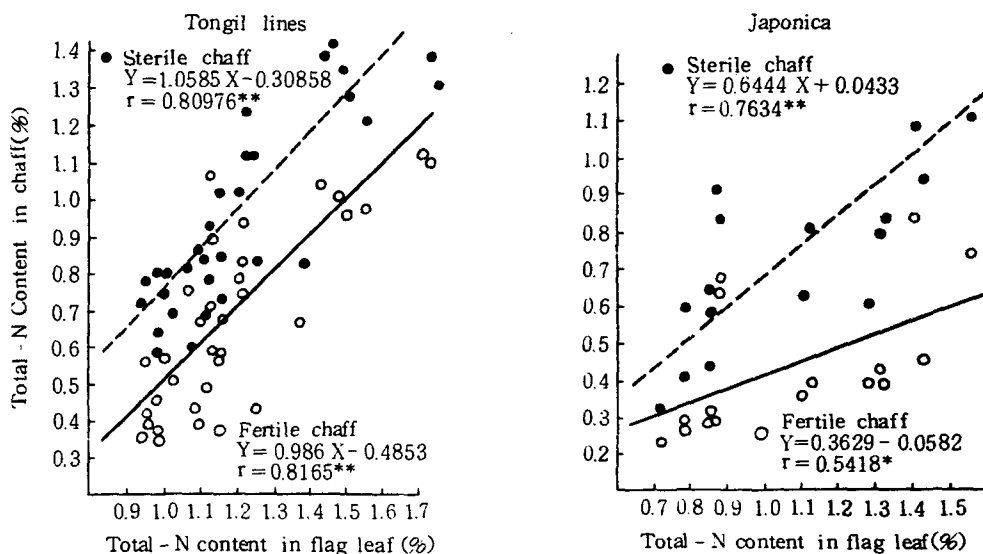
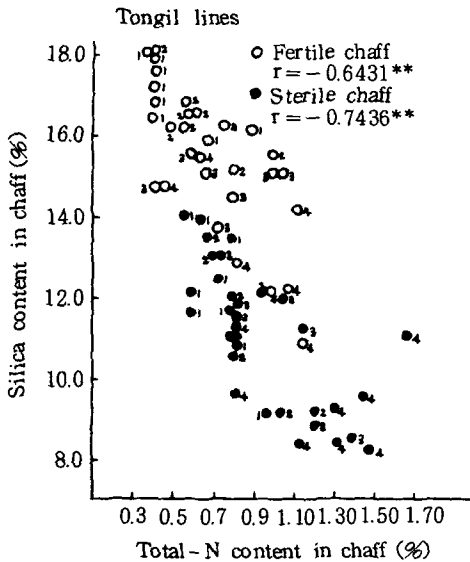


Fig. 6. Relationship between total - N content in flag leaf and chaff.

모두 止葉中の 窒素含有量이 많을 수록 粃殼中の 窒素含有量도 增加하는 高度의 正相關 關係가 있으며 그 傾向은 日本型 品種보다 統一型 品種이 더 민감한 反應을 나타내는 相關關係를 나타냈다.

라. 粃殼의 全窒素含有率과 珪酸含有率과의 相關關係



稔, 不稔粃의 粃殼中 全窒素含量과 珪酸과의 關係 (그림 7) 統一型, 日本型 모두 粃殼中에 全窒素含有量이 많으면 珪酸의 吸收을 抑制하는 負의 相關이 認定되었으며 稔實粃殼과 不稔粃殼과는 生態型間에 分離되어 分布하고 있음을 알 수 있다.

以上的 結果를 綜合하여 보면 '80年 冷害에 依한

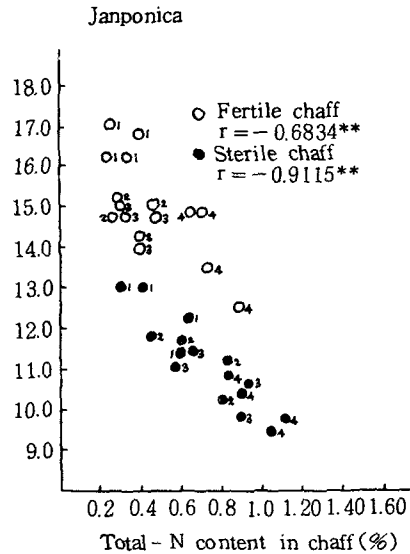


Fig. 7. Relationship between total-N content and silica in chaff.

被害는 不稔과 登熟比率의 低下에 依해 惹起된 現象이나 벼의 植物體內 無機營養과의 關係에서 考察해 보면 葉身中 全窒素含量과 不稔과는 高度의 正相關關係가 있어 稻體內에 吸收된 窒素가 可溶態로 停滯되어 있다는 것을 示唆하고 있으며 加里와 珪酸은 止葉의 葉身中에는 勿論 稔實粃의 粃殼에 多量 含有되어 있다는 것이 明白히 認定되며,^{21, 22)} 粃殼中の 加里, 珪酸의 役割이 冷害와 興味깊은 關連性을 갖고 있다는 것을 強하게 느끼게 하여 준다.

摘 要

'80年 全北地方에 來襲한 異常低溫 現象이 水稻生育 및 養分吸收 特히 止葉과 粃殼의 無機成分 組成에 地帶와 品種間에 反應하는 程度를 알고자 本試驗을 遂行하였던 바 다음과 같은 結果를 얻었다.

1. 地帶別 冷溫에 依한 出穗反應은 品種間의 差가 認定되었는데 特히 標高가 높아질 수록 日本型 品種에 比하여 統一型 品種이 出穗遲延이 심하였다. 統一型 品種 中에서도 密陽 42號, 漢江찰벼 등은 出

穗遲延 幅이 커 遲延型 冷害에 弱한 品種으로 認定된다.

2. 低溫에 依한 出穗遲延은 不稔을 惹起시키며 稔實과 登熟比率은 品種의 耐冷性, 標高에 影響을 받아 收量을 減收시킨다.

3. 冷害에 依해 不稔率이 높은 品種은 止葉中の 全窒素含有率은 많으나 加里와 珪酸含有率은 相對的으로 낮아지는 相關關係를 보인다.

4. 冷害에 依해 誘起된 不稔粃과 正常的인 稔實粃의 粃殼中에 吸收蓄積된 養分과의 關係는 不稔粃殼일 수록 全窒素含量이 顯著히 높고 加里와 珪酸은 낮은데 比해 稔實粃殼은 不稔粃殼과는 反對로 全窒素含量이 낮고 加里와 珪酸의 含量은 높아 이들이 稔實에 어떤 重要한 役割을 할 것으로 여겨지며 品種의 耐冷性과도 깊은 關連性을 가지고 있다고 보여진다.

引用 文 獻

1. 馬場 赴(1952) 日照가 無機成分의 吸收に及ぼす

- 影響. 日作記 22:3-4
2. _____, 高橋保夫, 岩田岩保(1955) 水温が水稻品種の無機成分の吸収並びに窒素及び炭水化物代謝に及ぼす影響. 農業氣象 11(2):61-65
 3. 崔鉉玉, 李鍾薫(1976) 水稻品種의 地域環境適應性과 收量安定性의 評價에 關한 研究. 農試研報 18:17-33
 4. _____, _____(1976) 水稻生育 過程別 低温障害에 關한 研究. 韓作誌 21(2):203-210
 5. 崔洙日外 3人(1979) 苗莖日數에 따른 氣象環境의 差異가 水稻生育 및 收量에 미치는 影響. 韓作誌 24(2):65-73
 6. _____外 4人(1981) 生育期間의 差異가 水稻地上部 形質變異에 미치는 影響. 韓作誌 26(2):125-136
 7. 高橋保夫外 4名(1955) 作物の養分吸収に關する 研究. 農技研報 B(4):1-83
 8. 木村吉郎(1952) 日本の 稻凶作に關する統計的 研究. 第1報. 日本における稻の凶作型について. 日本作物學會記事 20(3.4):254-255
 9. 許輝(1978) 水稻 Indica × Japonica 遠緣交雜品種の 生野生態的特性に關する研究. 特に温度反應を中心として. 東京大學農學博士學位論文
 10. 北海道 農業試驗場 農業經營部(1972) 北海道の 水稻の冷害の特徴と稻作の安全性
 11. 北海道 中央農業試驗場(1977) 昭和51年 北海道 水稻冷害要因の技術解析, 北海道立農試資料 7 :1-123
 12. Kim, I. H.(1978) The green Revolution in Korea. office of Rural Development : 1-184
 13. 金文憲(1979) 韓國における水稻新品種の特性とその普及が 農業生産におよぼした効果について. 東京農業大學 博士學位論文 : 1-126.
 14. Lee, J. H.(1979) The screening Methods for cold Tolerance at crop experiment station phytotron and at chun chun Report of a rice cold tolerance workshop. IRRI:77-90
 15. 日本農業氣象學會(1955) 水稻冷害の文獻的研究 217
 16. 西山岩男(1978) イネの冷害障害の生理學1) 農業及園藝 53(7):843-847
 17. 農村振興廳(1981) 水稻冷害實態 分析과 綜合技術對策 - 冷害研究報告 -, 農村振興廳 : 1-192
 18. 岡本 喜(1969) 水稻におけるケイ酸の 生理學的研究, 第9報, 培養液の高, 低温下でケイ酸が水稻の生育におよぼす影響. 日作記 38(4):743-747
 19. _____(1969) 水稻におけるケイ酸の生理學的研究 第10報, 高低温下でケイ酸が水稻の生育におよぼす影響. 日作記 38(4):748-752
 20. Okuda, A and E, Takahashi(1964) The role of silicon synposium on the mineral nutrition, the rice plant IRRI, Report.
 21. 太田保夫(1982) イネの登熟とけい酸加里シリーズ(1) 糊殻は 米粒の 入れまてはない. 畦道 珪酸, 加里ニエース. No 13:1-12
 22. _____(1982) イネの登熟ヒケイ酸加里, シリーズ(2) けい酸(SiO₂) と加里(K₂O) のはたうき. 畦道 珪酸, 加里ニコース. No 14:1-13
 23. 佐竹徹夫(1971) 障害型冷害における イネの雄性不稔(1)研究の歴史と現状. 農業及園藝 46(11) 1534 - 1538
 24. 佐藤 庚(1972) 環境に對する水稻生育反應 第2報 温度が體內成分に及ぼす影響 日作記 41(4):394-401
 25. 坪井八十二(1974) 農業氣象ハンドブック. 養賢堂 : 439-447
 26. _____(1976) 氣候變動で農業はとうなるか 食糧危機さ考へる. 請談社