

## 肥料施用方法이 胴割發生과 米質에 미치는 影響<sup>1)</sup>

諸 商 律

慶北大學校 農科大學 農學科

### The Influence of Fertilization on the Cracked Kernels of Rice Grain and Rice Quality

Jeh, Sang Yull

Dept. of Agronomy, Coll. of Agric., Kyungpook Natl. Univ.

#### Summary

To investigate the influences of morphological features and the chemical compound of rice grain on the crack of rice kernels, rice was cultivated under the different method of fertilizer application and was harvested at optimal and late stage to the crack features of kernels of cracked and healthy grains. The results are summarized as follows ;

The occurrence of cracked kernel was more severe in "Samgang-byeo" than in "Nagdong-byeo" and the rice harvested at the late stage was more cracked kernel than that of optimal harvest. The application of silicate fertilizer in addition to the N.P.K. fertilizer resulted in the decrease of cracked kernels.

The grain weight, the grain volume (length  $\times$  width  $\times$  thickness), grain length and grain length/grain width etc. of the cracked kernels were larger than those of the healthy grains. The long "Samgang-byeo", having the long grain shape, which has larger ratio of grain length/grain width than that of "Nagdong-byeo", shows higher rate of cracked kernels.

The grain of "Samgang-byeo" which is easily cracked relatively it contains lower silica and higher phosphorus while "Nagdong-byeo" shows the opposite results. The ratio of silica/phosphorus in the grain was low in "Samgang-byeo" but it was high in "Nagdong-byeo".

The ratio of silica/phosphorus in rice grain was increased by the application of silicate fertilizer in addition with N.P.K. fertilizers.

1) 本 研究는 1982年度 文教部 學術研究助成費에 依해 遂行된 것임.

本 論文을 作成함에 있어 調査와 統計分析을 도와준 嶺南作物試驗場 營養生理室 姜良淳室長과 植物環境科 鄭鍊泰科長 및 李相哲君에게 深甚한 謝意를 表하는 바임.

## 緒 言

最近 多收穫品種의 育成普及에 따른 多肥栽培와 畚前作所得作物 栽培等으로 畚土壤의 肥沃度가 同一圃場內에서 不均一 할 뿐 아니라 甚한 不均衡을 보이고 있어서 水稻生育中 諸災害에 對한 危險性이 클 뿐만 아니라<sup>8</sup> 災害받은 植物體에 있어서는 米質低下가 큰 實情이다.

胴割米의 混入은 心, 腹白米, 死米, 銹米, 青米 等 不完全粒과 더불어 쌀의 品質低下는 물론 搗精收率을 低下시켜 既生產된 收穫物의 最終收量까지도 減少시키는 要因이 된다.

胴割米 發生機作에 關한 研究는 많이 報告되어 있고<sup>7, 10, 12, 13)</sup> 實用的인 面으로는 栽培環境이나<sup>5</sup>, 氣象條件<sup>1)</sup> 生産物의 收穫 및 그後의 管理<sup>1)</sup> 品種間差異<sup>10)</sup> 等의 面에서도 研究된 바 있으나 栽培環境中 施肥條件에 따른 研究는 微微하였다. 胴割發生 機構의 第一條件은 胴割發生에 要하는 内部的 壓力이 加해져야 하는데 이 힘은 吸水放濕으로 因한 米粒內의 膨脹 또는 收縮의 不均衡에 依한 것이고 第二條件은 胚乳가 堅硬되어서 發生 한다. 以上 두條件이 充足되던 米粒은 各部位別 水分分布差가 增大되어 米粒內 部位別 膨脹差가 생

기고 應力發生部分組織의 細胞結合力을 上回하여 胴割이 생기는데 橫方向으로 細胞配列이 되어있어 米粒의 引張應力에 依해서 甚게 龜裂이 생기고 龜裂사이와 사이에 작은 引張力이 생겨 二次龜裂이 縱方向으로 생긴다고 報告되어 있다.<sup>6, 10)</sup>

本 試驗에서는 이러한 胴割發生 條件에 對한 粒型이나 米粒의 成分含量의 影響을 알고자 肥料施用方法을 달리하여 胴割粒과 健全粒에 對해서 比較檢討하여 몇가지 結果를 얻었기에 報告하는 바이다.

## 材料 및 方法

本 試驗은 1982年 嶺南作物試驗場內 圃場에서 16年間 同一 肥料를 連用(三要素와 珪酸) 處理해온 試驗場에서 米粒이 다소 긴 三剛벼와 짧은 洛東벼를 供試하여 10a 當 窒素 15kg, 磷酸 9kg, 加里 11kg을 處理別로 施用하고 5月 25日 移秧하여 當試驗場 標準栽培法에 準하여 管理하였다. 試驗에 使用된 精租는 出穗後 45日과 60日에 生育中庸인 主程技이삭 20個를 選拔해서 손으로 脫穀 調製한後 高루 淸고 穀物水分測定器로 水分을 測定한後 乾燥機에서 45°C로 4時間 乾燥시킨後 바로 水分含量을 測定하여 實驗에 使用하였

Table 1. Moisture content of rice kernels before and after drying in different application method of fertilizer.

Appli. method of fertilizer	45 days after heading						60 days after heading							
	Nagdong-byeo		Samgang-byeo				Nagdong-byeo		Samgang-byeo					
	Before	After	Before		After		Before	After	Before		After			
	drying	drying	(A-B)	drying	drying	(A-B)	drying	drying	(A-B)	drying	drying	(A-B)		
	(A)	(B)	(A)	(B)		(A)	(B)		(A)	(B)		(A)	(B)	
No fertilizer	24.6	12.5	12.1	22.8	12.7	10.1	17.7	11.6	6.1	15.6	11.4	4.2		
No nitrogen	24.5	12.9	11.6	23.2	12.9	10.3	16.8	11.3	5.5	16.0	11.3	4.7		
No phosphate	25.9	12.8	13.1	23.5	12.6	10.9	16.3	11.2	5.1	15.7	11.2	4.5		
No potassium	24.2	12.7	11.5	22.2	12.6	9.6	15.5	11.4	4.1	15.3	11.1	4.2		
N P K	25.0	12.4	12.6	23.8	12.7	11.1	15.0	11.4	3.6	15.6	11.1	4.5		
NPK + Silicate	24.3	12.7	11.6	22.5	12.7	9.6	15.9	11.4	4.5	15.5	11.3	4.2		

으며 處理別 水分含量은 表1과 같이 乾燥前에는 施肥方法에 따라 若干 差異가 있었으나 乾燥後에는 거의 一定하였다. 胴割粒調査는 反覆當 精祖 500粒에 對하여 손으로 조심스럽게 검질을 벗겨서 肉眼으로 健全粒, 1, 2, 3條 胴割粒으로 區分調査하여 二條以上 胴割粒을 總調査粒數에 對한 百分率로 나타내었다.

米粒形態는 Dial Thickness Gauge로 粒長, 粒幅, 粒厚를 測定하였으며 無機成分含量은

農村振興庁 土壤化學分析法<sup>9</sup>에, Amylose 含量分析은 Juliano法<sup>10</sup>에 依하였고 Protein 含量은 全窒素含量에 5.95倍를 곱하여 얻었다.<sup>11</sup>

### 結果 및 考察

#### 1. 施肥方法에 따른 胴割發生 樣狀

米粒의 諸特性을 調査하기 위하여는 水分含量을 一定水準으로 乾燥시켜야 하므로 乾燥前과 後의 差를 알아두면 胴割發生의 效果

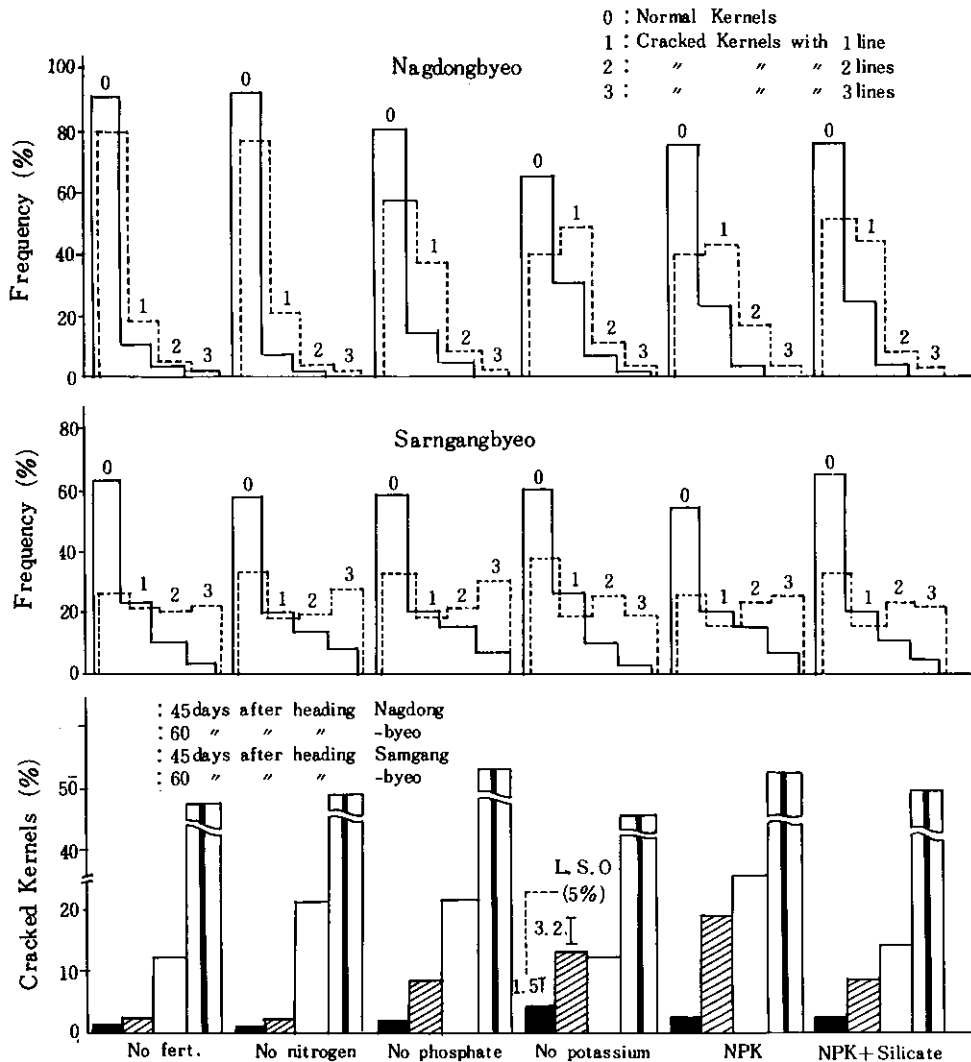


Fig. 1. Distribution in frequency of normal and cracked kernels and percentage of cracked kernels as affected by the different application of fertilizers.

를 解析하는데 도움이 될것이므로 앞 表 1에서 나타낸바와 같이 出穗後 45日에 適期收穫한 區는 品種間 및 處理間에 若干의 差異가 있었으나 그 範圍는 22.2~25.9%로 洛東벼가 三剛벼보다 1~2% 높았고 出穗後 60日에 晩期收穫한 區는 15.0~17.7%로서 充分한 胴割發生 誘發條件이 되었다고 볼 수 있다. 그래서 肥料施用方法別로 胴割率 및 胴割節位別 發生樣狀을 그림 1에서 보면 胴割率은 三剛벼가 洛東벼보다 適期收穫區보다 晩期收穫區에서 各各 훨씬 높았으며 肥料施用方法에 따라서는 三剛벼에서는 有意差가 없었으나 洛東벼에서는 有意差가 認定되어 無加里區에서 가장 높았고 無肥 > 無窒素 > 無磷酸 順으로 낮았으며 3要素完全施肥區에서도 無加里區에서와 같이 胴割發生率이 높았는데 珪酸의 施用으로 두品種의 두收穫期에서 모두 胴割發生率이 낮아졌다. 그리고 胴割發生樣狀을 胴割節類別로 分析해 보면 洛東벼의 適期收穫한 境過에 無肥, 無窒素, 無磷酸區에서는 健全粒이 80%以上이었으나 無加里, 三要素完全施肥區, 三要素完全施肥區 + 珪酸施用區에서는 健全粒이 約70% 内外로 1條胴割粒比率이 增加되었다. 한편 晩期收穫함으로써 健全粒比率이 줄어든 反面 胴割粒은 各節類別

로 모두가 각기 增加되었다. 그리고 比較的 胴割率이 發生이 적었던 無肥區, 無窒素區, 無磷酸區에서는 健全粒減少比率이 60~80%로서 適期收穫區보다 낮았으나 胴割發生比率이 높았던 無加里區, 三要素區, 三要素 + 珪酸區等에서는 健全粒比率이 40~50%로서 適期收穫區보다 더욱 크게 줄어들었다.

한편 胴割粒의 發生이 쉬운 三剛벼에서는 適期收穫區에서 健全粒의 比率이 約60% 内外로 處理間 거의 비슷하였으나 晩期收穫하면 健全粒比率이 30% 内外로 크게 떨어지면서 胴割粒比率이 增加되었는데 그중에서 특히 1條 胴割粒比率은 줄어들었고 2, 3條 胴割粒比率은 顯著히 增加하였다. 이것은 胴割發生 機作條件에서 龜裂이 많이 생긴粒일수록 細胞自体가 結合하려는 힘보다 引張應力이 더 크게 되어 쉽게 龜裂이 생길 可能性이 있을 것으로 보인다. 그림 2에서는 收穫後 米粒의 乾燥前後의 水分含量差異와 胴割率과의 相關關係를 나타내었는데 洛東벼를 늦게 收穫한 區에서는 負의 有意相關을 보였고 三剛벼를 適期收穫한 區에서는 正의 有意相關을 보였으며 두收穫期를 全体的으로 보면 그品種 모두 負의 相關을 보여 收穫後 乾燥前後 水分含量差가 클수록 胴割發生率이 낮았음을 나타내므로 收穫時期가 빠르면서 서서히 말

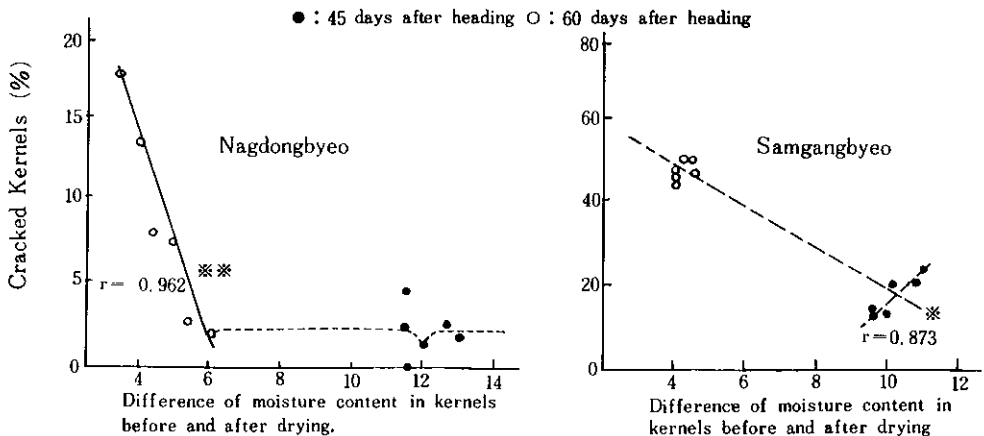


Fig. 2. The relationship between the percentage of cracked kernel and the difference of moisture content in rice kernel before and after drying.

리는 것이 胴割發生이 적을 것으로 期待 되었다.

## 2. 施肥方法에 따른 米粒形態와 胴割

肥料施用方法에 따른 米粒의 諸形態를 健全粒과 胴割粒으로 區分하여 測定해본 結果 表 2 에서와 같이 品種間에는 胴割發生이 높았던 三剛벼가 洛東벼보다 千粒重, 粒長×粒幅×粒厚, 粒幅, 粒厚들은 작았고 粒長, 粒長/粒幅比率이 컸다. 그리고 胴割粒은 健全粒에 比하여 모든 處理에서 千粒重과 粒長×粒幅×粒厚가 커서 強勢粒임이 確實했다. 長戶等<sup>2)</sup>의 報告에서도 強勢粒 및 硬質米 등에서 胴

割發生이 많았다고 하였으며 Ueda & Ota<sup>15)</sup> 는 米粒의 心, 腹白米에 있어서도 千粒重과 같이, 넓이가 增大되었다고 하였다. 그리고 無加里區에서는 米粒의 千粒重 및 粒長, 粒幅, 米粒의 體積(粒長×粒幅×粒厚)이 完全肥料區(3要素區)에 比하여 越等이 떨어져 小粒이었고 無肥區나 無窒素區에서는 無加里區에서와 같이 千粒重이 떨어진 外에는 다른 粒型差異는 거의 없었고 無磷酸區에서는 三要素區와 米粒形質의 差異는 別로 없었다. 以上의 米粒形質의 差異는 洛東벼에서 또 健全粒에서 보다는 胴割粒에서 顯著하였다.

Table 2. Kernels shape affected by application method of fertilizer for different cultivars.

Treat.	1,000 Kernels Wt. (g)		Length (mm)		Width (mm)		Thickness (mm)		Length/width		Length×width × Thick.	
	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B
Nagdong-byeo												
No fert.	22.0	22.4	4.98	5.01	2.94	2.94	2.10	2.12	1.69	1.70	30.75	31.23
No Nitrogen	21.9	22.8	4.95	5.03	2.96	2.94	2.13	2.15	1.67	1.71	31.21	31.79
No phosphate	22.0	22.2	4.94	4.90	2.90	2.91	2.13	2.14	1.70	1.68	30.51	30.51
No potass.	21.9	22.0	4.96	4.89	2.94	2.92	2.09	2.11	1.69	1.67	30.48	30.13
N. P. K.	21.8	22.2	4.98	4.95	2.94	2.95	2.12	2.11	1.69	1.68	31.04	30.81
N. P. K. + Silicate	22.0	22.6	4.92	5.02	2.91	2.93	2.11	2.12	1.69	1.72	30.21	31.18
Average	21.9	22.4	4.96	4.97	2.93	2.93	2.11	2.13	1.69	1.69	30.70	30.94
Samgang-byeo												
No fert.	18.1	19.0	5.38	5.59	2.51	2.54	1.91	1.91	2.14	2.21	25.79	27.12
No Nitrogen	18.2	18.8	5.32	5.51	2.51	2.54	1.90	1.90	2.12	2.17	25.37	26.59
No phosphate	19.3	20.0	5.46	5.51	2.51	2.54	1.96	1.91	2.18	2.17	26.86	26.73
No Potass	18.2	19.1	5.29	5.43	2.46	2.52	1.89	1.93	2.15	2.15	24.60	26.41
N. P. K.	18.7	19.4	5.35	5.44	2.51	2.52	1.96	1.91	2.13	1.6	26.32	26.41
N. P. K. + Silicate	19.4	19.5	5.41	5.46	2.54	2.54	1.92	1.95	2.16	2.15	26.38	27.04
Average	18.7	19.3	5.35	5.46	2.50	2.53	1.92	1.92	2.15	2.17	25.89	26.72

A; Normal kernel, B; Cracked kernel

Table 3. Amylose and protein content in rice kernels affected by the application method of fertilizer.

Treat.	Amylose (%)				Protein (%)			
	Nagdong-byeo		Samgang-byeo		Nagdong-byeo		Samgang-byeo	
	A	B	A	B	A	B	A	B
No. fertilizer	15.4	14.7	14.4	16.5	8.51	8.48	8.13	7.63
No nitrogen	16.3	17.4	15.4	17.2	7.02	8.82	7.49	7.99
No phosphate	17.6	16.9	16.3	15.6	8.07	7.74	8.67	7.90
No potassium	15.9	17.2	15.6	16.5	8.21	8.66	8.62	8.47
N, P, K.	15.7	15.5	16.2	17.0	8.60	8.90	8.77	7.34
N,P,K. + Silicate	15.4	14.4	15.7	15.2	7.92	8.20	8.77	7.84
Average	16.1	16.0	15.6	16.3	8.06	8.47	8.41	7.86

A; Normal kernels

B; Cracked kernels

### 3. 米粒의 성분含量과 胴割

#### 1) Amylose 및 Protein含量과 胴割

米粒中 Amylose含量이나 Protein含量은 밥맛이나 營養價와 直結되는 成分이나 이들 成分과 胴割과의 關係를 알기 위하여 胴割粒과 健全粒으로 區分하여 白米의 米質을 分析해본 結果 表3에서와 같이 Amylose含量은 두品種 모두 健全粒보다 胴割粒에서 若干 낮았고 無肥區와 三要素에 珪酸을 添加한 區에서 若干 낮았으며 特히 三要素보다 三要素에 珪酸을 添加하므로써 Amylose含量이 낮아졌다.

植田等<sup>14</sup>의 報告에 依하면 米粒內에 蓄積하는 貯藏澱粉은 成熟初期에 Amylopectin이 顯著히 增加하고 糊熟期以後에 Amylose의 生成이 顯著하였다고 하였는데 強勢粒인 胴割粒은 弱勢粒보다 後期登熟까지도 蓄積條件이 良好함으로서 Amylose含量이 높을것으로 생각되며 Amylose含量은 높으면 相對的으로 Amylopectin含量이 낮으므로 밥맛을 떨어뜨리는 要因이 된다.

한편 蛋白質含量은 健全粒의 境遇에는 多收系인 三剛벼가 一般系品種인 洛東벼보다 若干 높았으나 胴割粒인 境遇에는 品種間의 反應이 相異하여서 洛東벼는 健全粒보다 높은 反面에 三剛벼는 健全粒보다 顯著히 그 含量

이 낮아졌다.

#### 2. 米粒中 無機成分含量과 胴割

施肥方法을 달리한 條件下에서 栽培한 벼의 品種別 胴割粒과 健全粒에 對한 無機成分의 差異를 比較하여 보면 表4에서와 같이 三剛벼에 있어서는 胴割粒이 健全粒보다 窒素, 磷酸, 加里含量이 낮은 傾向이었고 珪酸도 無磷酸區와 無加里區를 除外하고는 다른 成分과 같이 낮았고 Ca, Mg는 別差異가 없었다. 그러나 洛東벼에서는 三剛벼와는 달리 窒素와 珪酸은 健全粒이 더 높은 傾向이었고 磷酸과 加里는 三剛벼와 같은 傾向으로 낮았으며 施肥方法別 各成分의 變異는 窒素와 珪酸에서 컸다. 品種別로는 胴割發生이 比較的 잘 되는 三剛벼에서는 잘 안되는 洛東벼보다 磷酸, Mg含量이 높았고 珪酸含量이 낮은 特徵을 보였는데 特히 三要素와 珪酸을 併用함으로서 米粒中 珪酸含量을 높였고 胴割發生을 줄였으며 米粒內 珪磷比에 있어서도 胴割이 잘 안되는 洛東벼가 잘 되는 三剛벼보다 높았고 珪酸을 併用한 三要素區에서는 三要素單用區보다도 더 높아서 品種間 胴割發生程度는 珪磷比를 分析함으로서 判斷할 수 있는 可能性이 보였다.

Kenedy<sup>15</sup>은 Indica品種中 米粒形態와 珪素含量과의 關係를 研究한 結果 長粒種일수록

Table 4. Analytical data on the content of minerals in the grains of rice grown under the different fertilization conditions.

Nurients		Nagdong-byeo					Samgang-byeo						
		-NPK	-N	-P	-K	NPK	NPK+ SiO <sub>2</sub>	-NPK	-N	-P	-K	NPK	NPK+ SiO <sub>2</sub>
T-N	A <sup>1</sup>	1.43	1.18	1.36	1.36	1.45	1.33	1.37	1.25	1.46	1.45	1.47	1.47
	B <sup>1</sup>	1.43	1.48	1.30	1.46	1.50	1.36	1.28	1.34	1.33	1.42	1.43	1.32
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	A	0.68	0.72	0.65	0.67	0.69	0.67	0.77	0.79	0.76	0.73	0.74	0.73
	B	0.71	0.71	0.65	0.66	0.64	0.64	0.73	0.74	0.69	0.67	0.72	0.70
K <sub>2</sub> O	A	0.28	0.25	0.23	0.21	0.25	0.22	0.25	0.29	0.24	0.23	0.22	0.24
	B	0.25	0.27	0.20	0.21	0.23	0.22	0.23	0.29	0.21	0.21	0.23	0.23
MgO	A	0.09	0.08	0.07	0.09	0.09	0.08	0.09	0.11	0.10	0.10	0.09	0.10
	B	0.08	0.08	0.08	0.08	0.06	0.08	0.09	0.10	0.09	0.09	0.10	0.09
CaO	A	0.02	0.01	0.01	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
	B	0.02	0.01	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
SiO <sub>2</sub>	A	0.25	0.18	0.19	0.12	0.13	0.15	0.08	0.13	0.12	0.07	0.12	0.19
	B	0.22	0.19	0.23	0.12	0.20	0.10	0.07	0.10	0.15	0.11	0.11	0.13
K <sub>2</sub> O/T-N	A	0.20	0.21	0.17	0.15	0.17	0.17	0.18	0.23	0.16	0.16	0.15	0.16
	B	0.18	0.18	0.15	0.14	0.15	0.16	0.18	0.22	0.16	0.15	0.19	0.17
SiO <sub>2</sub> /P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	A	0.37	0.25	0.29	0.18	0.19	0.22	0.10	0.17	0.16	0.10	0.16	0.26
	B	0.31	0.27	0.35	0.18	0.31	0.16	0.10	0.14	0.22	0.16	0.15	0.19

1) -: no forbilization

2) A : Normal kernels B : Cracked kernels

珪素含量이 높았다고 報告한 바 있으나 本 研究에서는 胴割發生이 比較的 잘 되는 長粒 種인 三剛벼가 珪酸含量이 낮았으므로 今後 더 많은 品種을 供試하여 粒型和 Si/P 含量 比, 胴割과의 關係를 明確히 檢討하여볼 必要性이 있었다.

## 摘 要

胴割發生條件에 對한 米粒의 形態나 成分 含量의 影響을 알고저 肥料施用方法을 달리 하여 栽培한 벼의 胴割粒과 健全粒을 區分하여 分析해본 結果

胴割發生은 三剛벼가 洛東벼보다, 晩期收穫區가 適期收穫區보다 많았으며 三要素外에 珪酸質肥料를 併用함으로써 胴割率이 減少되었다.

胴割粒은 健全粒에 比하여 千粒重 및 米粒의 體積(粒長×粒幅×粒厚), 粒長, 粒長/粒幅이 컸으며 品種間에는 米粒의 粒長, 粒長/粒幅比가 큰 三剛벼가 洛東벼보다 胴割率이 높았다.

胴割이 比較的 잘 되는 三剛벼는 米粒內 珪酸含量이 낮았고 磷酸含量이 높았으며 胴割이 잘 안되는 洛東벼는 그 反對이었다. 그래서 三剛벼는 米粒內 珪磷比가 낮았고 洛東벼는 높았으며 肥料三要素에 珪酸을 施用함으로써 그 含量比를 높일수 있었다.

## 引 用 文 獻

1. 今井良衛, 速水美洋, 1974. 登熟期の積算氣温からみた良質米の收穫時期, 農業技術 29(4): 176~177

2. Jualiano, B. O. 1971. A simplified assay for milled rice amylose. *Cereals Science Today* 16 : 334-338
3. Kennedy, B. M. schelstraete. 1975. A note on silicon in Rice Endosperm. *cereal chem.* 52(6) : 854-856
4. 權臣漢. 1977. 農學實驗法. p.238~239 先進文化社.
5. 長戸一雄, 江幡守衛, 反田嘉博. 1960. 早期栽培の米質に関する研究. *日作紀* 28(4) : 359~362
6. 長戸一雄. 1962. 米粒の硬度分布に関する研究. *日作紀* 31(1) : 102-107
7. 長戸一雄, 江幡守衛, 石川雅士. 1964. 胴割米の發生に関する研究 *日作紀* 33(1) : 82-89
8. 麻永八; 鄭練泰, 朴來敬. 1981. 前作所得作物地帯의 土壤肥沃度와 水稻栽培實態調査. *農試報告* 23(土肥. 作保. 菌茸) : 86-96
9. 農村振興廳. 1979. 土壤化學法 : p. 321
10. 佐藤正夫. 1964. 籾の胴割機構について. *農及園* 39(9) : 1421-1422
11. 執行盛之, 山崎信藏. 1976. 生粳機 乾燥方式が米の食味におよぼす影響について. *北陸農試報* 19 : 1-12
12. 反田嘉博. 1962. 米の吸取に関する組織學的研究. *日作紀* 31 : 167-170
13. ————1968. 米の含水率に関する研究. *日作紀* 37(2) : 200-206
14. 植田宰輔, 清水敦, 太田勇. 1952. 米澱粉の理化學的研究. *日作紀*. 22(1.2) : 35-37
15. Ueda, S. and I. Ota, 1968. Crop-scientific studies on white-core kernels of rice Part 7 : The relationship between the ripening grade of a hull rice and the occurrence of a white core kernel of rice. *Proc. Crop. Sci. Soc. Japan* 31(2) : 135-140
16. 영남작물시험장. 1978. 시험연구보고서 제 1 편 (수도연구) : 577-601