

# 登熟 進展에 따른 稻体内 部位別 養分 動態에 關한 研究

## I. 稻体内 部位別 無機養分の 動態

李陽九\* · 林茂相\*\* · 林炳琦\*

# Studies on the Change of Mineral Nutrients Content in Rice Plant in the Ripening Process

## I. Translocation and Cumulation of Mineral Nutrients in Different Parts of Rice Plant in the Ripening Process

Yang Ku Lee\*, Moo Sang Lim\*\* and Byeong Gi Im\*

### ABSTRACT

In order to clarify the trend of change in mineral nutrients in rice plant on various ripening process,  $P_2O_5$ ,  $K_2O$ ,  $MgO$ ,  $CaO$ ,  $SiO_2$  and ash contents were determined for the grain, internode, leaf-sheath and leaf blade respectively for 9 times at an week interval after heading. Four rice cultivars with different maturity and eco-type were grown under normal cultural conditions for the trial.

The contents of mineral nutrients in the brown rice were in the order of Ash,  $P_2O_5$ ,  $K_2O$  and  $MgO$ .  $CaO$  and  $SiO_2$  were found in minute quantity in the brown rice. The hull contained  $SiO_2$  in large quantity, and it also contained the mineral nutrients in the order of  $K_2O$ ,  $P_2O_5$  and  $MgO$ . The  $CaO$  content of hull was extremely minute.

### 緒 言

벼가 出穗해서 成熟에 到達하기까지는 外形의 變異도 크지만 生理的 變異도 커서 莖葉으로부터 多量의 養分이 穀實로 移動되고 莖葉은 活力이 漸進의 으로 減退하여 枯死에 이른다. 이 過程에서 稻体内 無機養分の 移動과 集積部位, 量, 時期 등을 正確히 把握하는 것은 水稻의 生理, 生態의 研究外에 生産面에도 重要한 意味를 갖는다.

그러나 이러한 無機養分の 經時的 動態는 無機養分 自體의 相互作用, 品種, 地域 等 內外的 條件에 따

라 變異가 심하여 많은 研究에도 不拘하고 結論을 얻기가 어려운 實情이다. 따라서 本報에서는 磷酸, 加里, 苦土, 硅酸, 矽素 등 主要成分에 對해서 節間, 葉鞘, 葉身, 稃殼, 玄米別로 分割해서 出穗期부터 經時的으로 追跡하여 種實에 蓄積되는 無機成分이 稻體의 어느 部位에서 移動되어 얼마만큼 蓄積되는가를 主로 檢討한 結果 若干의 進展이 있다고 생각되어 여기에 報告하는 바이다.

### 材料 및 方法

出穗에서 成熟期까지의 稻体内 無機養分の 動態를

\* 서울女子大學(Seoul Woman's University, Seoul 131, Korea)

\*\* 湖南作物試驗場(Honam Crop Experiment Station, Iri 510, Korea) <1986. 3. 22 接受>

把握하기 위하여 出穂期부터 1週 間隔으로 9회에 걸쳐서 試料를 採取하고 80℃에서 2日間 乾燥시킨 후에 止葉의 葉身과 葉鞘, 次葉의 葉身과 葉鞘, 上位 第1節間, 第2節間, 玄米, 왕겨 등으로 分割해서 30 메쉬로 分碎후 다음과 같은 方法으로 無機成分을 分析하였다(表 1). 供試品種은 熟期, 生態型, 品種의 遺傳的 背景 등의 多樣性을 考慮하여 Japonica 品種에서 早生種인 福光벼와 中生種인 常豐벼를, 그리고

**Table 1.** Methods of chemical composition analysis.

Chemical composition	Method and instruments
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Vanadate
K <sub>2</sub> O, CaO, MgO	Atomic absorption spectrophotometer
SiO <sub>2</sub>	Weight method
Ash	Muffle furnace(600℃)

**Table 2.** Average growth of 4 rice cultivars at maturity.

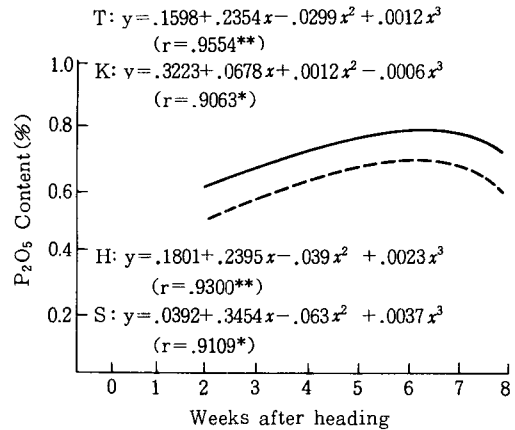
Cultivar	Heading date	Culm length (cm)	Panicle length (cm)	No. of Panicle/hill	Spikelets /panicle	Fertility (%)
Taebaegbyeo(T)	Aug. 4	61.8	23.6	15.6	107	87.0
Keumkangbyeo(K)	Aug. 11	67.8	23.8	13.1	156	72.6
Hukuhikari(H)	July 29	84.5	20.1	20.9	94	63.3
Sangpungbyeo(S)	Aug. 11	77.9	19.7	17.3	111	74.6

統一型 品種中에서는 早生種인 太白벼와 中生種인 錦江벼를 供試하였다. 栽培는 1982年 作物試驗場에서 普通期 普通栽培로 하였고 試料의 均質을 위하여 穗長の 半이 止葉鞘을 빠져나온 때를 出穂期로 1,000穗에 出穂札을 달고 1週 間隔으로 100穗씩 試料를 採取하였다. 供試品種의 生育狀況은 表 2와 같이 當時의 氣象이 大體로 多雨多照하여 良好한 便이었다.

### 結果 및 考察

稻體의 各部位中에서 가장 重要한 穀實의 無氣成分도 調査時期에 따라 相異하겠지만 收穫期의 灰分과 主要 無機養分別 含量은 表 3과 같이 왕겨에 灰分이 6.2~10.6%, 玄米에 1.4~2.2%로서 早生種이 中生種보다 적으나 生態型別로는 뚜렷한 傾向은 없었다.

主要成分別로 보면 왕겨에는 SiO<sub>2</sub>>K<sub>2</sub>O>P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>>MgO>CaO의 順이었고 玄米에는 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>>K<sub>2</sub>O>MgO의 順이



**Fig. 1.** Changes of P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> contents in the brown rice during the ripening period.

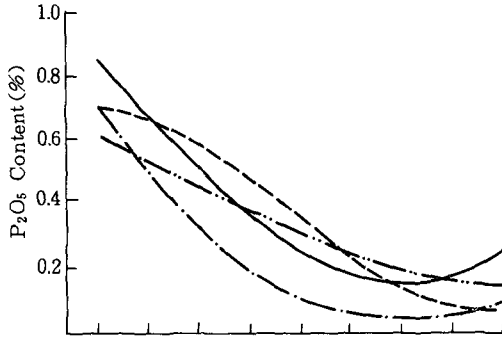
————— : Taebaegbyeo (T)  
 - - - - - : Keumkangbyeo (K)  
 - · - · - : Hukuhikari (H)  
 - - - - - : Sangpungbyeo (S)

**Table 3.** Contents of mineral nutrients in brown rice and hull at 7 weeks after heading.

Variety	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	MgO	%			
				SiO <sub>2</sub>	CaO	Ash	
Hull	Taebaegbyeo	0.42	0.869	0.178	6.2	0.09	9.4
	Keumkangbyeo	0.40	1.173	0.200	5.6	0.09	10.6
	Hukuhikari	0.40	0.668	0.149	3.6	0.05	6.2
	Sangpungbyeo	0.33	1.142	0.136	6.8	0.09	9.0
Brown rice	Taebaegbyeo	0.70	0.342	0.234	0	0.01	1.4
	Keumkangbyeo	0.62	0.397	0.209	0	0.02	2.2
	Hukuhikari	0.75	0.342	0.245	0.2	0.02	1.8
	Sangpungbyeo	0.70	0.385	0.215	0.2	0.02	2.0

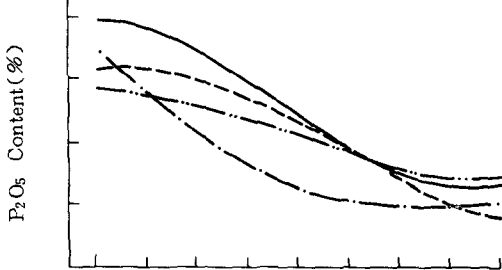
Upper most internode

T:  $y = 1.0522 - .17x - .0051x^2 + .0016x^3$  ( $r = .9900^{**}$ )  
 K:  $y = .6571 + .0938x - .05x^2 + .0036x^3$  ( $r = .9887^{**}$ )  
 H:  $y = 1.0148 - .3583x + .046x^2 - .0019x^3$  ( $r = .9825^{**}$ )  
 S:  $y = .6555 - .0488x - .0071x^2 + .0007x^3$  ( $r = .9943^{**}$ )



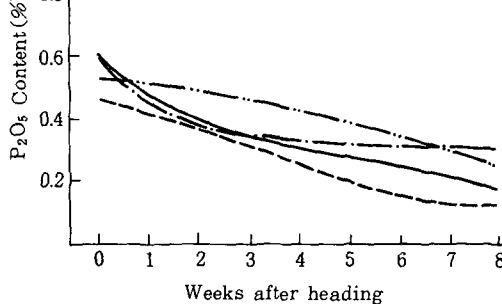
Flag leaf sheath

T:  $y = .8333 + .0032x - .0269x^2 + .0022x^3$  ( $r = .9935^{**}$ )  
 K:  $y = .5906 + .0705x - .0308x^2 + .002x^3$  ( $r = .9963^{**}$ )  
 H:  $y = 1.0604 - .3557x + .049x^2 - .002x^3$  ( $r = .9950^{**}$ )  
 S:  $y = .5635 + .0161x - .0164x^2 + .0012x^3$  ( $r = .9981^{**}$ )



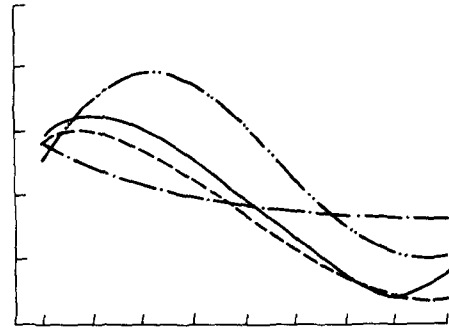
Flag leaf

T:  $y = .6895 - .1044x + .0078x^2 - .0027x^3$  ( $r = .9980^{**}$ )  
 K:  $y = .4971 - .0008x - .0145x^2 + .0011x^3$  ( $r = .9952^{**}$ )  
 H:  $y = .8776 - .2934x + .0507x^2 - .0028x^3$  ( $r = .9814^{**}$ )  
 S:  $y = .6183 - .1056x + .019x^2 - .0013x^3$  ( $r = .9529^{**}$ )



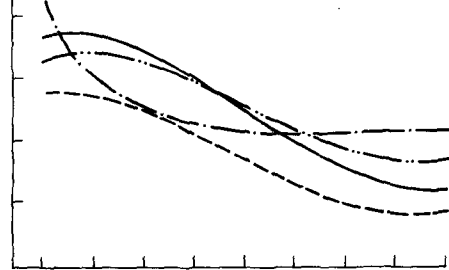
2nd internode

T:  $y = .2547 + .398x - .1108x^2 + .0073x^3$  ( $r = .9549^{**}$ )  
 K:  $y = .3415 + .2802x - .081x^2 + .0052x^3$  ( $r = .9875^{**}$ )  
 H:  $y = .7115 - .1363x - .0172x^2 - .0007x^3$  ( $r = .9552^{**}$ )  
 S:  $y = .0026 + .5746x - .1268x^2 + .0073x^3$  ( $r = .9537^{**}$ )



2nd leaf sheath

T:  $y = .6725 + .0854x - .0374x^2 + .0026x^3$  ( $r = .9833^{**}$ )  
 K:  $y = .5583 + .0362x - .0223x^2 + .0015x^3$  ( $r = .9961^{**}$ )  
 H:  $y = 1.1194 - .2892x + .0384x^2 - .0016x^3$  ( $r = .9288^{**}$ )  
 S:  $y = .55 + .1336x - .039x^2 + .0024x^3$  ( $r = .9646^{**}$ )



2nd leaf

T:  $y = .6974 - .1247x + .0113x^2 - .0004x^3$  ( $r = .9909^{**}$ )  
 K:  $y = .7944 - .1988x + .0263x^2 - .0015x^3$  ( $r = .9931^{**}$ )  
 H:  $y = .8453 - .1692x + .0164x^2 - .0006x^3$  ( $r = .9792^{**}$ )  
 S:  $y = .4873 + .0187x - .0131x^2 + .0008x^3$  ( $r = .9816^{**}$ )

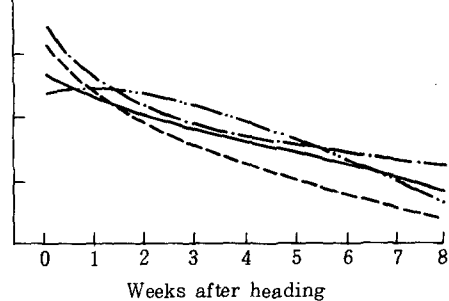


Fig. 2. Changes of  $P_2O_5$  contents in the internode, leaf sheath and leaf blade during the ripening period.

- : Taebegbyeoe (T)
- - - : Keumkangbyeoe (K)
- · · : Hukuhikari (H)
- · — : Sangpungbyeoe (S)

고  $SiO_2$ 와  $CaO$ 는 微量이 함유되어 있으며  $P_2O_5$ 와  $MgO$ 는 玄米에 많고  $K_2O$ ,  $SiO_2$  및  $CaO$ 는 왕겨에 많이 함유되어 있었다.

이러한 無機成分을 稻體의 部位別로 經時的으로 調査한 結果는 다음과 같다.

### 1. 燐酸(P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>)

稻體內 燐酸含有率의 各部位別 增減을 調査한 結果를 보면 玄米에서는 그림 1과 같이 出穗後 2週에 0.5~0.6%에서 서서히 增加하다가 統一型品種인 太白벼와 錦江벼는 成熟期부터 다소 減少傾向을 보였고 福光벼와 常豐벼는 多少 增加傾向을 보여 生態型間에 差異를 認知할 수가 있었으나 登熟期에 燐酸이 流出된다는 徐와 茶村<sup>7)</sup>의 報告와는 差가 있었다. 이 期間中에 含有率의 微微한 增加에도 不拘하고 玄米의 重量增加가 顯著하여 相當量의 燐酸이 移行되었을 것이다. 莖葉의 部位別 移行程度는 그림 2와 같이 營養體의 全部位에서 移動하는 것으로 볼 수 있었고 既存의 報告<sup>1,8,9)</sup>와 비슷한 結果를 얻었다.

出穗期의 稻體部位別 燐酸含量을 보면 葉身보다 節間과 葉鞘에서 높아 長谷川等<sup>1)</sup>의 報告와 같으나 移行이 完了되는 成熟期에는 品種과 部位에 따라 多様な 結果를 보였다.

部位別 移行程度는 節間>葉鞘>葉身の 順이고 더우기 이삭에서 가까운 上位의 節間, 葉鞘, 葉身에서 移動이 큰 傾向이었다. 品種의 熟群間에는 一定한 傾向이 없고 生態型間에는 若干의 差가 있어서 統一型品種인 太白벼와 錦江벼가 出穗期에는 含量이 各部位別로 높은 感이 있었으나 後期에는 오히려 낮아서 移行率이 더욱 높은 것으로 나타났다.

### 2. 加里(K<sub>2</sub>O)

炭水化合物 代謝에 關與하는 加里의 動態를 玄米에서 보면 그림 3에서와 같이 含有率이 出穗後 6週까지 漸進的으로 減少하다가 7週부터 다시 增加되고 있으나 玄米의 重量이 急激히 增加되는 點을 考慮하면 絕對量은 큰 變異가 없는 것으로 볼 수가 있다. 따라서 徐等<sup>6,7)</sup>이 登熟中期에 急激히 增加되고 早生種의 含有率이 높다는 報告와는 다르다.

한편 莖葉의 加里動態를 보면 그림 4와 같이 葉鞘가 葉身보다 含有率이 多少 높고 下位葉身과 葉鞘가 上位의 것보다 높은 傾向을 보이나 早生種인 福光벼와 太白벼는 2% 前後에서 登熟進展에 關係없이 거의 一定하고 中生種인 常豐벼와 錦江벼는 1.5% 水準에서 一定한 含有率을 보여주고 있다. 그러나 節間에서는 成熟期인 6週까지 繼續 增加한 後 枯熟期에는 減少傾向을 나타냈다. 部位別로는 上位第1節의 增加率이나 含有率이 第2節보다 顯著히 높아 最高 8~16%까지 增加되었다. 이같은 結果는 材山等<sup>3)</sup>과 長谷川等<sup>1)</sup>이 節間에 集積된다는 報告와는 類似한

$$T: y = .2571 + .0685x - .0139x^2 + .0008x^3 \quad (r = .3403^*)$$

$$K: y = 1.9149 - .7788x + .1233x^2 - .0063x^3 \quad (r = .9473^{**})$$

$$H: y = 1.9687 - .7265x + .0981x^2 - .004x^3 \quad (r = .9393^{**})$$

$$S: y = 2.3931 - .9355x + .1359x^2 - .0063x^3 \quad (r = .9870^{**})$$

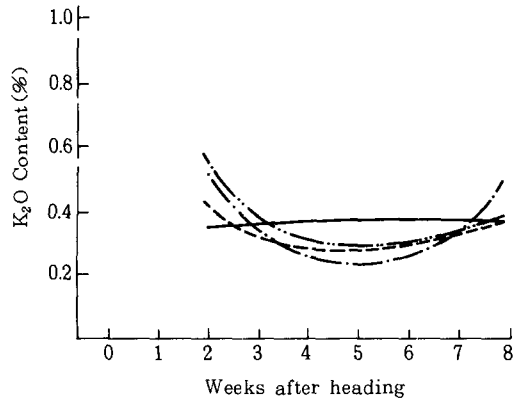
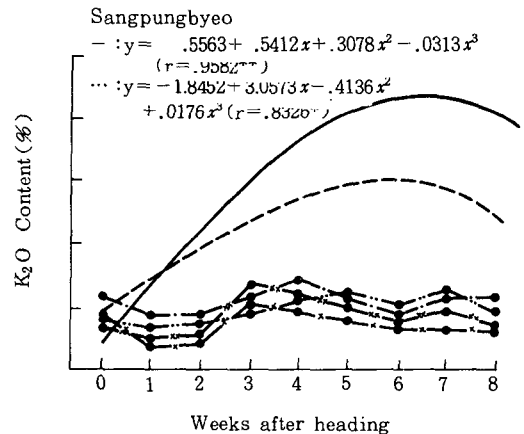
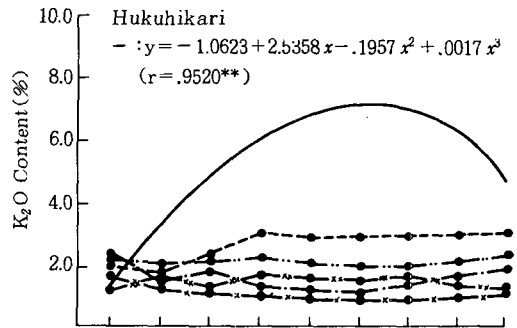


Fig. 3. Changes of K<sub>2</sub>O contents in brown rice during the ripening period.

- : Taebaegbyeo (T)
- - - : Keumkangbyeo (K)
- · - · : Hukuhikari (H)
- · - · - · : Sangpungbyeo (S)



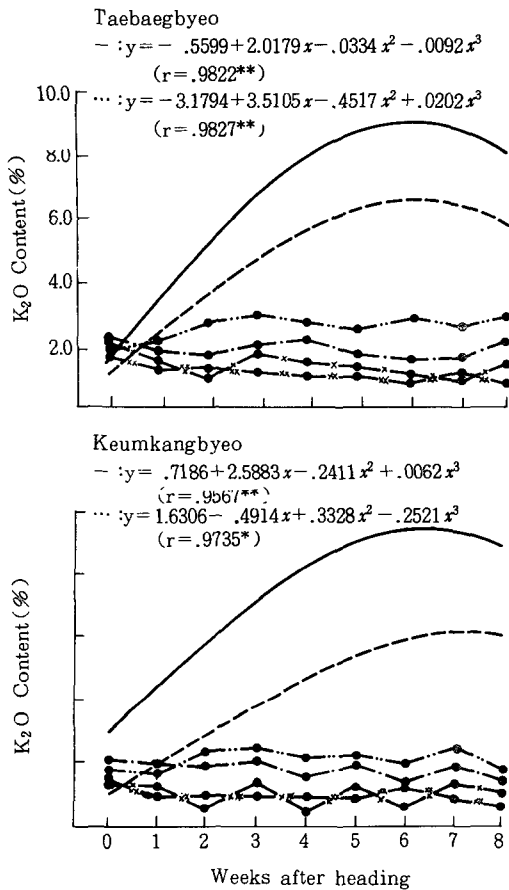


Fig. 4. Changes of K<sub>2</sub>O contents in leaf blade, leaf sheath and internode during the ripening period.

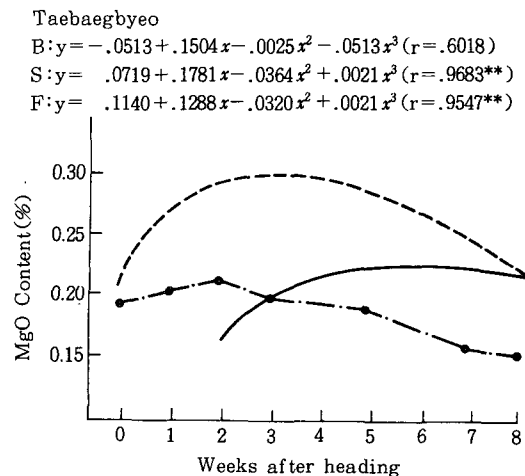
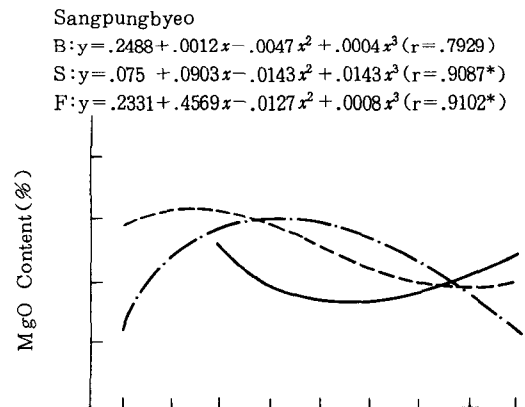
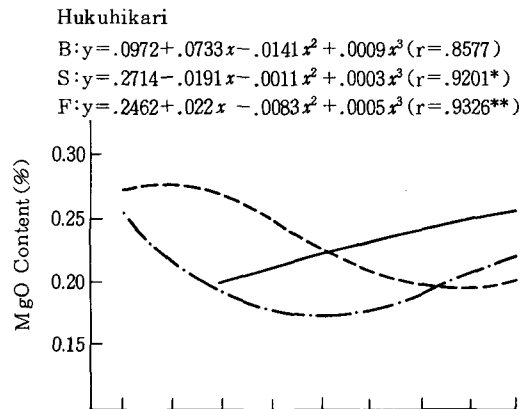
- : Upper most internode
- - - : 2nd internode
- · - · : Flag leaf sheath
- · — : 2nd leaf sheath
- × - : Flag leaf
- × × - : 2nd leaf

결과이나 葉鞘內 加里含有率이 減少한다는 長谷川等<sup>1</sup>의 結果와는 달랐다. 玄米內含有率의 減少時期와 節間의 加里含量 增加時期가 一致한다고 하여도 玄米의 重量增加를 考慮하면 節間의 加里增加가 玄米에서 逆移行된 것으로 보기는 어려웠다.

### 3. 苦土(MgO)

稻體部位別 苦土含有率의 動態를 보면 그림 5와 같이 稻體部位나 位置에 따른 增減傾向은 品種에 따라 相異하나 玄米內含量은 大體로 登熟進展에 따라 增加傾向이고 莖葉에서는 糊熟期에서 成熟期까지는

大體로 減少傾向이었다. 이와 같은 結果는 登熟後期에 穀實에서 流出된다고 한 徐等<sup>6)</sup>의 報告와는 달랐다. 莖葉에서 減少와 玄米에서 增加는 苦土의 再移動이 磷酸만은 못하나 加里보다 높다고 한 長谷川等<sup>1)</sup>의 報告와는 비슷한 結果이었다.

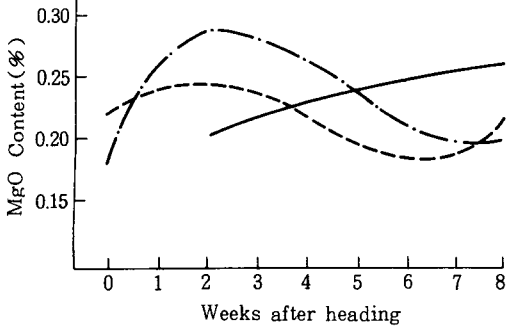


Keumkangbyeon

B:  $y = -.5235 + .3696x - .058x^2 + .0029x^3$  ( $r = .9737^{**}$ )

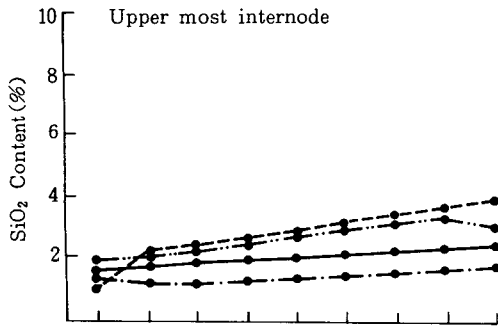
S:  $y = .114 + .111x - .0216x^2 + .0012x^3$  ( $r = .9348^{**}$ )

F:  $y = .2269 - .021x - .0054x^2 - .0004x^3$  ( $r = .6649$ )



**Fig. 5.** Changes of MgO contents in the brown rice, 2nd internode and flag leaf during the ripening period.

— : Brown rice(B)  
 - - - : 2nd internode(S)  
 - · - : Flag leaf(F)



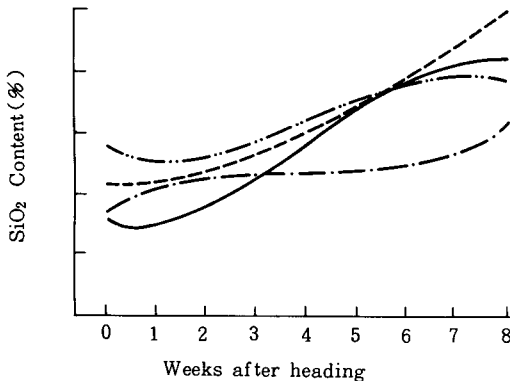
Flag leaf

T:  $y = 3.5746 - .9606x + .4161x^2 - .0281x^3$  ( $r = .9825^{**}$ )

K:  $y = 3.8444 + .4663x - .0278x^2 + .0059x^3$  ( $r = .9881^{**}$ )

H:  $y = 2.2619 + 1.006x - .1948x^2 + .0141x^3$  ( $r = .9768^{**}$ )

S:  $y = 6.6016 - 1.006x + .4205x^2 - .0249x^3$  ( $r = .9847^{**}$ )

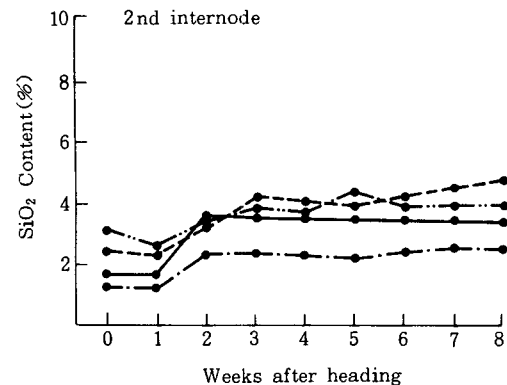
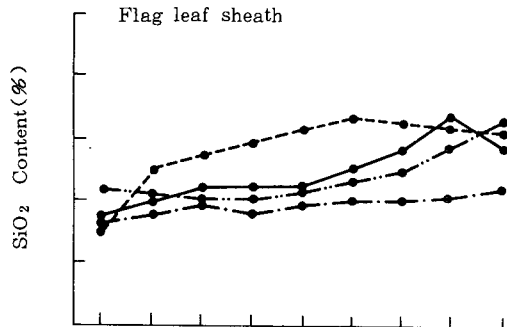


#### 4. 硅酸(SiO<sub>2</sub>)

硅酸은 生育의 必須元素는 아니라도 稻體內含量이 가장 많고 倒伏과 病蟲害 抵抗性에 關與하며 炭水化合物 轉流에도 關與<sup>6)</sup>하는 主要 無機物로서 稻體內 動態를 보면 玄米에는 거의 含有되어 있지 않으나 왕겨에서는 表 4와 같이 계속 增加되고 그림 6과 같이 莖葉에서도 登熟進前과 함께 계속 增加되고 增加程度는 葉身에서 크고 葉鞘와 節間順으로 낮았다. 品種의 生態型間에는 뚜렷한 差異가 없으나 熟期에 따른 差異는 있어서 다소 늦은 常豊벼와 錦江백가 빠른 品種인 太白벼나 福光벼보다 含有率이 높아 磷酸과는 反對傾向을 나타내었다. 이와 같이 硅酸이 玄米를 除外하고 各部位에서 增加하는 것은 蒸散作用에 따른 機械的 吸收가 아닌가 생각되며 生理的 側面的 檢討가 要望된다.

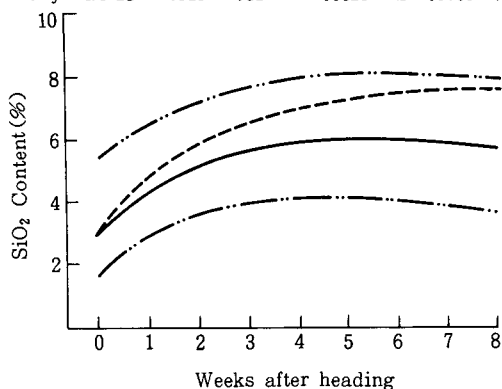
#### 5. 石灰(CaO)

登熟進展에 따른 稻體內 部位別 石灰含有率의 動態를 보면 表 5와 같이 節間과 葉鞘內 含有率은 葉鞘位나 節位에 關係없이 0.2% 前後에서 登熟期間中 一定한 水準을 維持하고 있었고 葉身에서는 그림 7과 같이 品種에 따라 相當水準으로 增加傾向을 보였



2nd leaf sheath

T:  $y = 1.8762 + 1.2054x - .1074x^2 + .0015x^3$  ( $r = .9579^{**}$ )  
 K:  $y = .254 + 3.3959x - .5285x^2 + .0279x^3$  ( $r = .9623^{**}$ )  
 H:  $y = 2.1555 + 1.1715x - .1555x^2 + .0062x^3$  ( $r = .8315^{**}$ )  
 S:  $y = 4.4921 + 1.0919x - .11x^2 + .0029x^3$  ( $r = .9303^{**}$ )



2nd leaf

T:  $y = 2.9222 - .029x + .0689x^2 - .0024x^3$  ( $r = .9878^{**}$ )  
 K:  $y = 5.7937 - 1.4629x + .4196x^2 - .0271x^3$  ( $r = .9543^{**}$ )  
 H:  $y = 2.5746 + .942x - .1748x^2 + .0118x^3$  ( $r = .9151^{**}$ )  
 S:  $y = 6.6286 - .909x + .234x^2 - .0141x^3$  ( $r = .8524^{**}$ )

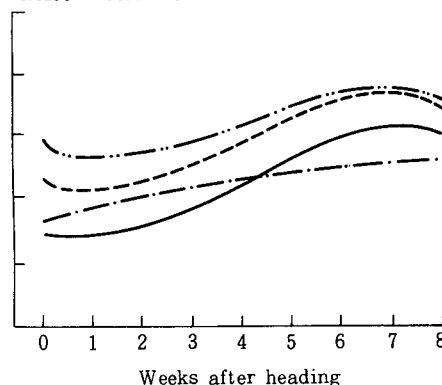


Fig. 6. Change of SiO<sub>2</sub> contents in the internode, leaf sheath and leaf blade during the ripening period.

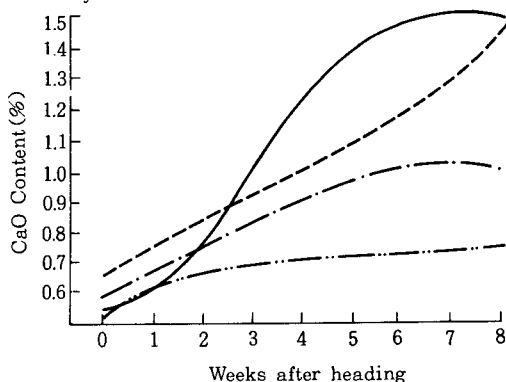
———— : Taebaegbyeo (T)      - - - - : Hukuhikari (H)  
 - - - - : Keumkangbyeo (K)      - · - · : Sangpungbyeo (S)

Table 4. Average CaO contents in inter-node and leaf sheath during the ripening period.

	Weeks after heading									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	
	%									
1st inter-node	0.128	0.144	0.128	0.168	0.144	0.151	0.182	0.118	0.174	
2nd inter-node	0.163	0.156	0.140	0.055	0.146	0.176	0.153	0.158	0.134	
flag leaf-sheath	0.168	0.161	0.182	0.120	0.274	0.181	0.179	0.203	0.214	
2nd leaf-sheath	0.121	0.235	0.188	0.136	0.132	0.139	0.170	0.152	0.174	

Flag leaf

T:  $y = .631 - .1542x + .0828x^2 - .0058x^3$  ( $r = .9816^{**}$ )  
 K:  $y = .5335 + .1407x - .0266x^2 + .0027x^3$  ( $r = .8982^*$ )  
 H:  $y = .3321 + .1673x - .018x^2 + .0009x^3$  ( $r = .9659^{**}$ )  
 S:  $y = .2148 + .2161x - .0362x^2 + .002x^3$  ( $r = .9911^{**}$ )



2nd leaf

T:  $y = .453 + .1802x - .0358x^2 + .0034x^3$  ( $r = .9603^{**}$ )  
 K:  $y = .5915 + .0165x + .0124x^2 - .0011x^3$  ( $r = .9810^{**}$ )  
 H:  $y = .7087 - .0506x + .0081x^2 - .00017x^3$  ( $r = .9669^{**}$ )  
 S:  $y = .5086 + .0811x - .0161x^2 - .001x^3$  ( $r = .8703^*$ )

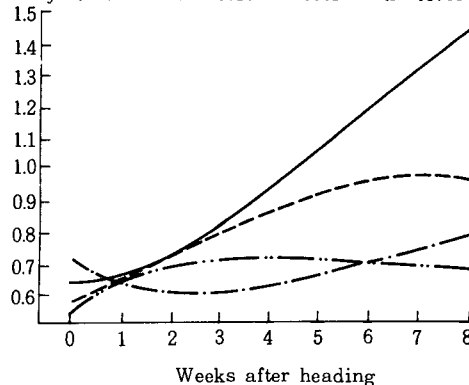


Fig. 7. Changes of CaO contents in leaf blade during the ripening period.

———— : Taebaegbyeo (T)      - - - - : Hukuhikari (H)  
 - - - - : Keumkangbyeo (K)      - · - · : Sangpungbyeo (S)

다.

熟群에 따른 差異는 認定하기 어려웠고 生態型間에는 統一型品種인 太白벼와 錦江벼가 *Japanica* 型인 常豐벼나 福光벼보다 높은 含量을 보였으나 節間과 葉鞘에서 差는 微微한 反面 葉身에서는 顯著한 差를 보였다.

한편 石灰는 玄米나 왕겨에서는 極微量이 檢出되어 種實에의 蓄積은 없는 것으로 보였으며 이와 같은 結果를 綜合해보면 硅酸과 같이 機械的인 吸收에 의한 結果로 생각된다. 葉身에는 止葉에의 含有率이 第2葉身보다 높아 田中<sup>9)</sup>의 報告와는 反對傾向을 보였다.

### 摘 要

稻體內 無機養分이 登熟進展에 따라 移行 集積되는 程度와 主移動部位에 대한 檢討를 위하여 生態型과 熟期가 相異한 4品種을 栽培하여 出穗期부터 1週間隔으로 9회에 걸쳐 試料를 採取 分析한 結果는 다음과 같다.

1. 磷酸은 登熟進展에 따라 玄米內 含有率이 增加되고 莖葉에서는 減少하여 磷酸의 再移動을 認定할 수가 있고 移動程度는 節間에서 가장 많고 다음이 葉鞘, 葉身の 順이었으며 上에서 가까운 上位의 節間, 葉鞘, 葉身에서의 移動이 下位에서 보다 컸다. 生態型間에 差가 있고 統一型에서 移動이 많은 것으로 나타났다.

2. 加里는 葉身과 葉鞘에서는 登熟進展에 따른 變動이 없는 反面 節間에서는 顯著히 增加되었고 특히 上位節間에 集積이 많았다. 玄米에서는 成熟期인 6週까지 含有率이 漸進적으로 減少하다가 7週부터 다시 增加하여 節間과 反對傾向을 보였으나 期間中 玄米重의 增加를 考慮하면 單位米粒內의 加里含量의 變動은 微微하여 節間の 加里蓄積이 玄米에서 再移動된 것으로 볼 수는 없었다. 稻體內 部位別 加里含量은 品種의 生態型보다 熟期에 따른 差가 큰 것으로 나타났다.

3. 苦土는 登熟이 進展됨에 따라 玄米內 含有率이 漸進적으로 增加되고 莖葉에서는 糊熟期까지 增加되나 以後 成熟期까지 減少傾向을 보여 磷酸만은 못해도 穀實로 的 移動을 認定할 수가 있었고 移動樣態는 部位나 熟期, 生態型에 따른 傾向은 認定하기 어려웠고 品種間에는 差가 있었다.

4. 硅酸은 玄米에서 微量이 檢出될 뿐이나 왕겨에

서는 登熟進展에 따라 繼續 增加되고 莖葉에서도 增加되나 葉身>葉鞘>節間の 順으로 蓄積되어 再移動은 생각할 수가 없었고 品種의 生態型間的 差는 發見할 수가 없었으나 熟期間에는 差가 있어 早生種보다 中生種인 常豐벼와 錦江벼의 莖葉에 含有率이 높았다.

5. 石灰는 穀實로 的 移動이나 蓄積은 없었고 葉鞘과 節間에서도 變動이 없었으나 葉身에서는 登熟進展에 따라 蓄積됨을 알 수 있었고 特히 多收系 品種인 太白벼와 錦江벼에서 蓄積程度가 컸다. 葉位別로는 止葉이 많고 次葉이 낮았다.

### 引 用 文 獻

1. Hasegawa Giichi, Takaaki Oba and Kinichi Nishikawa. 1960. Studies on leaf analysis IX. Seasonal changes of mineral elements in successive leaves, internode and ear on the main culm of rice plant and their accumulation and translocation(subpart 1). *Japan. J. Crop Sci.* 28 : 169-174.
2. Kido Mituo and Shozo Yanatori. 1963. Physiological and ecological studies of rice plant in well-drained and ill-drained field. (a) Changes of phosphate and potassium content in internode of rice plant in ripening process. *Japan. J. Crop Sci.* 31 : 241-244.
3. 村山登・吉野室・川原崎裕司. 1957. 水稻의 登熟過程における物質의 動態에 關する 研究(第1報)無機成分의 動態. *日土肥誌* 28 : 323-326.
4. 奥田東・高橋英一. 1961. 作物에 對する ケイ酸의 榮養生理的 役割에 對하여(第2報) ケイ酸缺除의 時期가 水稻의 生育ならび에 養分吸收에 對하여 影響. *日土肥誌* 32 : 481-488.
5. 奥田東・高橋英一. 1961. 作物에 對する ケイ酸의 榮養生理的 役割에 對하여(第3報) ケイ酸의 供給量가 水稻의 生育ならび에 養分吸收에 對하여 影響. *日土肥誌* 32 : 533-537.
6. 徐錫元・太田保夫. 1982. 水稻의 登熟에 及ぼす 糊穀의 役割 第1報. 登熟過程における糊穀의 無機成分의 動態. *日作紀* 51(1) : 97-104.
7. Seo Seok Weon and Shuge Chamura. 1980. Occurrence of varietal differences in protein, phosphorus and potassium content in brown rice, and influence of temperature and shading



- the ripening period on it. *Japan. J. Crop Sci.* 49(2) : 199-204.
8. Tanaka Akira. 1956. Studies on the characteristics of the physiological function of leaf at definite position on stem of rice plant (part 4) Relation between phosphorus and potassium content and physiological function of leaf at definite position. *Japan. J. of Soil and Fert.* 27 : 223-228.
  9. 田中明. 1958. 葉位別に見た水稻葉の生理機態の特性及びその意義に関する研究(第9報) 各葉位葉の石灰・苦土及び硫黄の消長並に磷酸と石灰の移動性の比較. *日土肥誌* 29(6) : 9-13.
  10. Taira Hirokadzu Harue Taira and Akio Matsuzaki 1974. Effect of nitrogen fertilizer application on chemical composition of lowland brown rice. *Japan. J. Crop Sci.* 43(2) : 144 - 150.
  11. \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_ and Kazuhiko Yamazaki 1977. Effect of soil type and variety on protein fat and ash content of lowland brown rice. *Japan. J. Crop Sci.* 46(2) : 157 - 163.
  12. \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_ and Michimasa Maeshige 1978. Change in chemical composition of rice kernel from dough ripening to over ripening. *J. Crop Sci.* 47(4) : 475-482.
  13. \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_ and Toshio Sano 1979. Chemical composition of lowland brown rice and its milled rice from Miyagi Prefecture. *Japan. J. Crop Sci.* 48(1) : 25-33.
  14. 山内益夫・長井武雄. 1982. 作物の生育および無気養分吸収に及ぼす水ストレスの影響. *日土肥誌* 53(6) : 513-518.
  15. Shozo Yanatori and Mitsuo Kido 1971. Studies on quantitative distribution of protein, lipid, phosphate and potassium in rice kernel. *Japan. J. Crop Sci.* 40 : 420-424.