

## 쌀의 KOH 濃度別 崩壞樣相에 따른 品種變異 解析

崔海椿, 孫永姬

### Analysis of Varietal Variation in Alkali Digestion of Milled Rice at Several Levels of Alkali Concentration

Hae Chune Choi and Young Hee Son

**ABSTRACT** : To analyze and classify the varietal variation of alkali digestibility in detail, which is closely connected with the gelatinization temperature and physical characteristics of cooked rice, the patterns of alkali decomposition changed along the alkali concentration were investigated for thirty three Korean leading rice cultivars and new breeding lines(japonica : 25, Tongil-type:8) including five glutinous rice.

Principal component analysis was used to condense the information and to classify rice materials according to decomposed reaction pattern at several levels of potassium hydroxide(KOH) concentration.

Thirty three rice varieties were classified largely into four groups by the distribution on the plane of upper two principal component scores which contained above 92% of total informations.

Group I was consisted of one variety, Dobongbyeo, which owned almost same strong resistance to alkali digestion at the range of 0.8% to 1.6% KOH solutions. Group II included three japonica and Tongil-type glutinous rice varieties, which revealed medium alkali digestion value(ADV) at 1.4% KOH solution and intermediate change in ADV from 0.8% to 1.6% KOH solutions. Most of Tongil-type and early-maturity japonica rice, which exhibited medium-high ADV at 1.4% of KOH concentration and large ADV difference between low and high alkali solutions, were contained in Group III. Group IV included most of medium or medium-late-maturity japonica, which showed high ADV at 1.4% KOH and medium or intermediate-high ADV change between low and high alkali solutions.

The 1st principal component indicated the average index of ADV through 0.8~1.6% KOH solutions and the 2nd principal component pointed out the factor related with ADV difference between low and high alkali solutions or regression coefficients of ADV change along with the KOH concentrations.

\* 作物試驗場 (Crop Experiment Station, R. D. A., Suwon 441-100, Korea)

## 材料 및 方法

쌀이나 쌀가루를 수분이 충분한 상태에서 열을 가하거나 알칼리 처리를 하면 構成澱粉粒子가 그 結晶性을 잃게 되는데 이와같은 현상을 糊化 (gelatinization)라고 하며 試料의 거의 모든 構成澱粉이 이렇게 結晶性을 상실하게 되는 溫度를 糊化溫度라고 한다.

이러한 糊化溫度에 대한 間接的인 檢定方法으로 오래전부터 알칼리 용액에 쌀이 崩壞<sup>1,2,3,5,7,10,12,13,17,19,20</sup> 되는 정도로써 평가하는 알칼리 붕괴도 검정법이 널리 쓰여져 왔다.

쌀의 알칼리 붕괴도는 호화온도와 밀접하게 연관되었을 뿐만 아니라 취반특성이나 아밀로그램 특성, 수분흡수특성 및 아밀로스함량 등과도 밀접한 관련성을 가지고 있으며 붕괴되는 모양에 따른 판별로써 식미와도 연계된 평가가 가능하리라고 생각했었다.<sup>3,9,12,14,16,18,19,20</sup> 특히 쌀이 희석된 알칼리 용액중에서 붕괴되는 모양에 따라 Priestley (1976)<sup>19</sup> 는 세가지 형으로, Bhattacharya & Sowbhagya(1972, 1978)<sup>2,3</sup> 는 여기에 두가지 형을 더 추가하여 이들과 밥의 散溶性이나 찰기, 凝集性 및 쌀가루의 아밀로그램특성과 종아밀로스함량 및 不溶性 아밀로스함량 등과 밀접하게 연계되어 있음을 보고하였다. 쌀의 알칼리 붕괴성은 登熟期の 遮光, 溫度 및 窒素施用量에 따라 다소 차이를 나타내며<sup>6</sup>, 비교적 단순한 유전을 하고 있는 것으로 알려져 있다<sup>11</sup>.

이러한 쌀의 알칼리 붕괴성은 쌀가루상에서도 쌀과 거의 같은 경향의 품종간 차이를 나타내었으며<sup>7,8</sup> 완전 호화되는 알칼리 농도가 품종에 따라 달라진다<sup>2,20</sup>

이제까지 본 연구자들도 벼 유전자원이나 육성계통들에 대한 호화온도의 간접적인 검정수단으로 알칼리 붕괴도 검정을 실시하여 왔었는데 이를 쌀의 炊飯特性이나 食味등과 연계시켜 검정결과 의 쓰임새를 좀더 확대시켜 보고자 道峰벼를 제외하고는 알칼리붕괴도 변이가 매우 좁은 우리나라 벼 栽培品種 및 新育成系統을 공시하여 알칼리檢定濃度の 폭을 넓혀서 나타난 品種들의 반응을 分析檢討하여 보았으며 여기서 分類된 品種의 特異性을 쌀의 炊飯特性이나 食味와 연계시켜 考察해 보았다.

시험에 공시된 품종은 우리나라 재배품종 및 新育成系統으로 33품종이었는데 여기에는 자포니카 25품종과 통일형 8품종이 포함되어 있으며 찰벼 품종도 발벼 1, 자포니카 2, 통일형 2로 5품종이 포함되어 있다.

공시품종의 쌀은 1988년에 作物試驗場 벼 育種圃場에서 표준시비량으로 標準耕種法에 따라 재배하여 수확된 벼를 시료현미기와 McGill miller No. 2로 균일하게 도정시킨것을 시료로 사용하였다. 사각투명 플라스틱상자(5x5x1 cm)에 수산화칼륨(KOH) 용액을 0.8%, 1.0%, 1.2%, 1.4%, 1.6% 및 1.8%의 6수준으로 농도를 달리하여 10ml 씩 넣고 상자당 백미 6립씩 고르게 浸漬시켜서 30℃ 항온기속에 23시간 정치시킨후 붕괴된 양상에 따라 Little 등(1958)<sup>17</sup> 이 제시한 평가기준에 준하여 퍼짐도(spreading)와 투명도(clearing)를 함께 감안한 1-7 평점으로 達觀調査 하였으며 시험은 2반복으로 실시하였다.

농도별 알칼리崩壞度 반응에 따른 品種特異性 分類는 主成分分析法을 이용하여 실시하였다.

## 試驗 結果

### 1. 벼 품종별 알칼리 濃度에 따른 崩壞度(alkali digestion value ; ADV) 變化樣相

공시품종중에서 알칼리 농도에 따른 붕괴도 변화 양상에 전형적인 차이를 나타내는 7개 품종의 반응에 대해 나타낸 것이 그림 1이다. 여기서 道峰벼는 0.8~1.8% 사이의 어느 농도에서도 거의 붕괴가 잘 안되는 특성을 나타내었으며 白雲찰벼, 新鮮찰벼, 小白벼 및 龍門벼는 0.8 KOH 농도에서 거의 비슷하게 낮은 붕괴도를 나타내다가 알칼리농도가 증가됨에 따라 점차 붕괴정도에 차이를 보여 1.4%에서 거의 비슷한 ADV 5 전후를, 1.6% 농도에서 찰벼와 메벼간 및 각 품종간에 ADV 5~7간의 분포로 상당한 차이를 나타내었다.

알칼리 용액에 쉽게 붕괴되는 특성을 나타내는

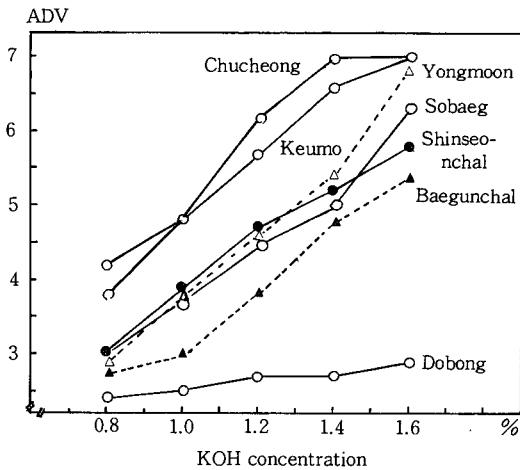


Fig. 1. Varietal difference in changing aspect of alkali digestion value(ADV) of milled rice followed by KOH concentration. ○-○: Japonica nonwaxy, ●-●: japonica waxy, △-△: Tongil-type nonwaxy, ▲-▲: Tongil-type waxy.

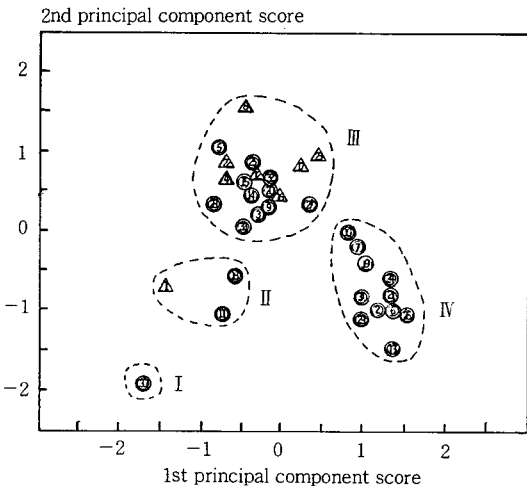


Fig. 2. Distribution of thirty three rice varieties on the plane of 1st and 2nd principal component scores derived from alkali digestion value(ADV) at five levels of KOH concentration from 0.8% to 1.6%. ○: Japonica, △: Tongil-type.

- ① Baegunchal ② Bonggwang ③ Boggwang
- ④ Hangangchal ⑤ Nongnimna 1 ⑥ Chucheong
- ⑦ Giho ⑧ Tabaeg ⑨ Daegwan ⑩ Jang-an
- ⑪ Suweon 342 ⑫ Yongmoon ⑬ Seonam ⑭ Cheonma
- ⑮ Odae ⑯ Yongju ⑰ Nampung ⑱ Shinseonchal
- ⑲ Keumo ⑳ Obong ㉑ Suweon 345 ㉒ Suweon 339
- ㉓ Suweon 340 ㉔ Cheongmyeong ㉕ Jinmi
- ㉖ Seohae ㉗ Hwajin ㉘ Nongbaeg ㉙ Hwaseong
- ㉚ Sangpung ㉛ Gwanag ㉜ Sobaeg

秋晴벼와 金烏벼는 0.8% 농도에서 ADV 4 전후를 보이다가 1.4% 농도에서 거의 맑게 붕괴되는 ADV 7에 이르렀다.

## 2. 알칼리 농도별 붕괴예상에 따른 벼 품종 분류

KOH 0.8%에서 1.6%에 이르는 농도에서 벼 품종별 알칼리 붕괴도 검정결과를 主成分分析을 이용하여 품종의 특이성을 분류하여 보았다. 上位 2개 主成分만으로 全分散量의 92% 이상을 차지하였고 그림 2에 나타난 바와 같이 품종별 제 1 및 제 2 主成分值上의 分布에 따라 효과적으로 4개 품종群으로 나누어 볼 수 있었다. 第 I 群에는 全濃度에서 붕괴가 잘 안되는 道峰벼만을 포함하였고 第 II 群에는 1.4%에서 中途 崩壞度를 나타내면서 低濃度와 高濃度 ADV 間差가 中間程度인 통일형 품종인 白雲찰벼와 자포니카 찰벼 품종인 水原 342號 및 新鮮찰벼가 포함되었다.

第 III 群에는 대부분의 통일형 품종 및 早生 자포니카 품종과 발찰벼인 陸稻農林糯 1號와 통일형 찰벼인 漢江찰벼가 분포하였으며 이들 품종들은 대체로 1.4KOH 농도에서 中高의 알칼리 붕괴도와 中高以上の 高, 低알칼리 붕괴도차를 나타내었다. 第 IV 群에는 대부분의 中生 또는 中晩生 자포니카 품종들이 分布하였으며 대부분 품종들이 1.4% KOH 농도에서 높은 ADV를 나타내면서 高, 低알칼리 농도의 ADV 間差가 中間-中高 정도이었다.

각 품종群別 해당되는 품종들을 정리한 것은 表 1과 같다.

主成分分析에서 제 1 주성분치는 0.8%에서 1.6%에 걸친 KOH 농도에서의 평균 ADV 와, 제 2 주성분치는 0.8%와 1.6% KOH 에서의 ADV 間差와 密接하게 관련된 요소였다 (그림 3).

## 3. KOH 농도별 알칼리 붕괴度間 相互關係

공시품종들의 알칼리 농도별 ADV는 품종에 따라서 低濃度와 高濃度에서의 알칼리反應간에 다소 차이를 나타내는 경향이였다. 低濃度인 0.8% KOH에서의 ADV는 表 2에서 나타난 바와 같이 高濃度쪽 ADV 일수록 점차 相關係數가 크게 낮아져서 高濃度인 1.8 KOH 에서의 ADV와는 거

Table 1. Corresponding rice varieties of four groups classified by the distribution on the plane of upper two principal components.

Varietal group		Corresponding rice varieties
Group	I	Dobongbyeo
Group	II	Baegunchalbyeo, Suweon342, Shinseonchalbyeo
Group	III	<u>Taebaegbyeo</u> , <u>Hangangchalbyeo</u> , <u>Yongmoonbyeo</u> , <u>Nampungbyeo</u> , <u>Suweon339</u> , <u>Suweon340</u> , <u>Yongjubyeo</u> , Boggwangbyeo, Daegwanbyeo, Cheonmabyeo, Rikutorin mochi 1, Odaebyeo, Obongbyeo, Jinmibyeo, Gwanagbyeo, Sobaegbyeo, Hwajinbyeo
Group	IV	Janganbyeo, Gihobyeo, Keumbyeo, Cheongmyeongbyeo, Suweo345, Sangpungbyeo, Boggwangbyeo, Chucheongbyeo, Seohaebyeo, Hwaseongbyeo, Seonambyeo

Underlined rice varieties are Tongil-type rice.

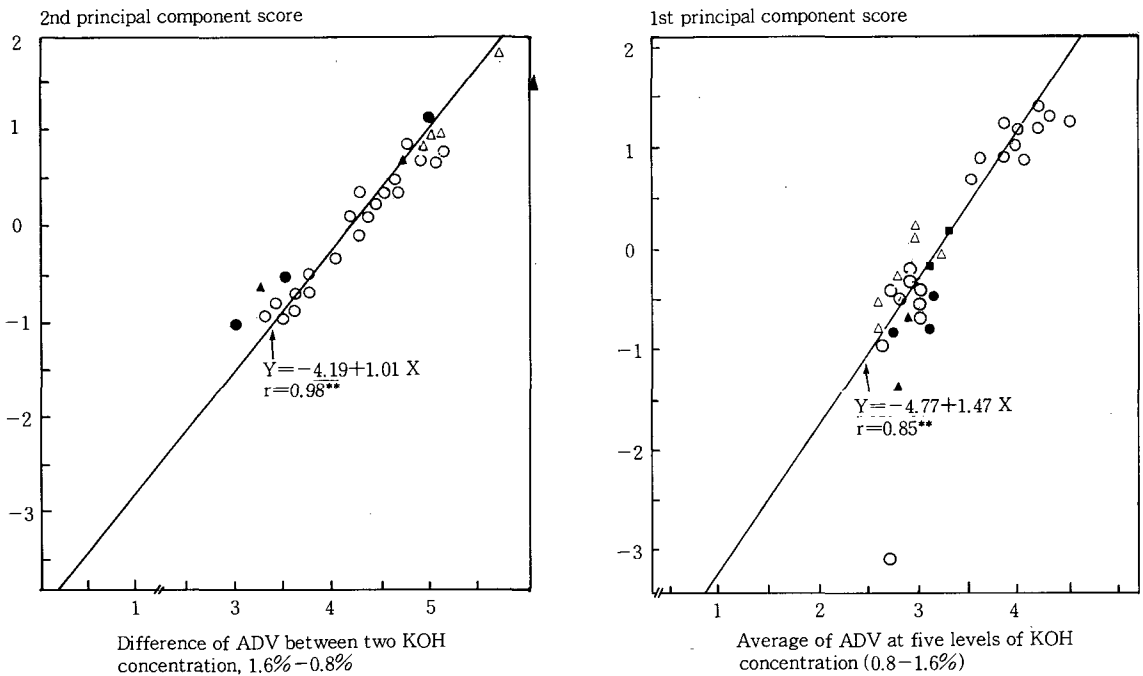


Fig. 3. Relationships between upper two principal component scores and mean alkali digestion value(ADV) of milled rice at five levels of KOH concentration or difference of ADV betten two KOH concentration of 0.8% and 1.6%. ○ : Japonica nonwaxy, ● : Japonica waxy, △ : Tongil-type nonwaxy, ▲ : Tongil-type waxy.

의 有 意 한 相 關 을 나 타 내 지 않 았 으 며 이 러 한 경 향 은 정 도 의 차 이 는 있 는 나 1.0% 및 1.2% KOH 농 도 에 서 도 마 찬 가 지 였 다. 全 濃 度 에 서 表 現 되 는 평 均 ADV와 가 장 相 關 係 數 가 컸 던 것 은 1.2% 였 고 다 음 이 1.4% 였 으 며 KOH 1.6% 와 1.0% 에 서 의 ADV 간 차 는 各 濃 度 別 ADV와 는 반 대 의 경 향 을

나 타 내 어 0.8% 와 1.0% ADV와 는 負, 1.6% 와 1.8% ADV와 는 正 의 有 意 한 相 關 을 보 였 다.

또 한 0.8% 에 서 1.6% KOH 에 걸 친 ADV 變 化 의 回 歸 係 數 도 高 - 低 KOH 濃 度 間 ADV 差 와 비 슷 하 게 1.0% KOH 에 서 의 ADV와 는 有 意 한 負 의 相 關 을, 1.4% 이 상 농 도 에 서 의 ADV와 는 높 은

Table 2. Interrelationships among various indicators of alkali gelatinization in rice.

Variable	ADV 1.0	ADV 1.2	ADV 1.4	ADV 1.6	ADV 1.8	Mean ADV	ADV Differ	b of ADV
ADV 0.8	0.706**	0.521**	0.436**	0.372**	0.199	0.554**	-0.298*	-0.233
" 1.0		0.841**	0.642**	0.523**	0.258	0.826**	-0.426**	-0.360*
" 1.2			0.875**	0.775**	0.525**	0.964**	-0.002	0.050
" 1.4				0.895**	0.715**	0.938**	0.320*	0.373**
" 1.6					0.873**	0.886**	0.548**	0.559**
" 1.8						0.671**	0.674**	0.638**
Mean ADV							0.129	0.177
ADV difference								0.947**

[Note] ADV 0.8-ADV 1.8 indicate alkali digestion value(ADV) at the gradients of potassium hydroxide solution from 0.8% to 1.8%, respectively.

Mean ADV points out the mean score of ADV through the gradient KOH levels from 0.8% to 1.8%. ADV difference is the difference between ADV 1.0 and ADV 1.6. The b of ADV indicates the regression coefficients of ADV through the gradient levels from 0.8% to 1.6% KOH solution.

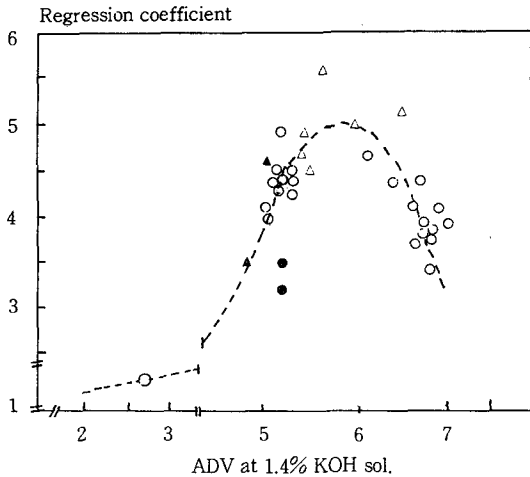


Fig. 4. Relationship between alkali digestion value(ADV) of milled rice at 1.4% KOH solution and regression coefficient between ADV and KOH concentration. The symbols are same indications with Fig. 3.

농도일수록 높은正的의 相關을 나타내었다. 低. 高 KOH 濃度間 ADV 變化의 回歸係數와 1.4% KOH 에서의 ADV간의 關係를 보면(그림 4), 2次 曲線의 關係를 나타내어 ADV 6 부근을 頂點으로 ADV 5 와 7 방향으로 갈수록 回歸係數가 떨어지는 양상을 나타내었다.

## 考 察

쌀의 알칼리 崩壞度는 糊化溫度에 대한 間接的인 檢定手段으로 널리 쓰여져 왔는데<sup>1,2,13,16</sup> 실제로 이는 쌀의 加工性이나 밥 및 쌀가루의 水溶性 아밀로스, 加熱吸水量 등 食味關聯特性和 密接하게 연계되어 있는 것으로 알려져 있다.<sup>1,3,9,12,18,19</sup>

Juliano(1972)<sup>15</sup> 및 Bhattacharya(1979)<sup>4</sup> 등에 의하면 쌀 糊化溫度의 品種의 變異는 55-79°C 사이로 評價하였으며 糊化溫度는 加熱이나 알칼리 處理에 의해 測定할 수 있음을 考察하였다. 또한 江幡(1968)<sup>8</sup> 는 쌀가루나 澱粉의 알칼리 처리에서 쌀의 알칼리 崩괴도와 거의 비슷한 양상의 품종간 변이를 발견하고 米粉體法에 의한 알칼리 崩괴도 檢定법을 제시하기도 하였다.

이 시험에서 0.8%~1.8%에 걸쳐 알칼리 농도를 달리하여 벼 33품종에 대한 알칼리 崩괴도 檢定 결과를 主成分分析法을 適用하여 品種의 特異性을 分類한 결과 4개 類型으로 分類되었는데 이는 주로 全알칼리 濃度에서 平均的으로 發現되는 平均 ADV와 高低 알칼리 濃度에서의 ADV 間差의 두가지 成分의 品種別 特異性에 따라 群集化 된 것이다. Priestley (1976)<sup>19</sup> 나 Bhattacharya & Sowbhagya(1972)<sup>2</sup> 등이 쌀의 崩壞되는 모양에 따라 3 또는 4 類型으로 分類한 것과 直接的으로 比較시키기는 매우 어려우나 이 시험에서도 참쌀

의 경우는 멍쌀과는 확연히 차이가 나게 솜덩이 퍼지는 모양을 보였고 통일형 품종과 자포니카 품종간, 조생종과 중만생종간 등에도 다소 차이가 있는 붕괴도 양상을 나타내었던 것으로 보아 前者의 보고와 어느정도 연계성이 있는 것으로 추정된다. 또한 알칼리 붕괴양상은 Priestley & Birch (1973)<sup>18)</sup> 및 Priestley(1976)<sup>19)</sup> 는 밥의 散溶性 및 쌀가루의 쏘아밀로스함량과, Bhattacharya & Sowbhagya(1978)<sup>3)</sup> 는 쌀의 아밀로스 總量이나 不溶性 아밀로스 함량 뿐만 아니라 아밀로그램 특성중 相對的 breakdown 과 밥의 粘度 및 凝集性 과 密接한 相關性을 나타내었다고 보고하였는데, 앞으로 알칼리 崩壞類型과 食品 調理加工性이나 밥의 物理的 特性과의 연계성 여부에 관한 더욱 정밀한 究明試驗이 推進되어야만 할 것으로 생각된다.

高-低 알칼리 濃度 ADV間差나 崩壞類型에 대한 어떤 數量化된 變量이 一定 알칼리濃度에서의 알칼리 崩壞도와는 別途의 情報로 활용될 가치가 있을 것으로 생각된다.

우리나라의 低아밀로스 품종들에 대한 알칼리 崩壞度 檢定은 1.2-1.4% KOH 농도에서 실시되는 것이 바람직 할 것으로 생각된다.

## 摘 要

우리나라 主要 벼 栽培品種 및 新育成系統(자포니카: 25品種, 통일형: 8品種)에 대한 쌀 알칼리 崩壞性的의 品種의 特異性을 分析檢討하여 보고자 KOH 濃도를 0.8-1.8까지 0.2% 간격으로 처리하여 濃度別 쌀의 알칼리 崩壞反應을 調査하고 主成分分析法를 適用하여 品種的 類型을 分類하였다.

主成分分析에서 上位 2개 主成分值의 變異가 全變異量의 92% 이상을 차지하였고第 1 및 第 2 主成分值 座標上的 品種分布에 따라 크게 4개 類型으로 群集化 시킬 수 있었다.

第 I群에는 全 KOH 濃도에 걸쳐 거의 비슷하게 알칼리 崩壞度(ADV)가 낮은 道峰벼만 유일하게 分布하였고, 第 II群에는 1.4% KOH 농도에

서 中間程度의 ADV 이면서 高-低 알칼리 濃度 ADV間差가 中途인 白雲찰벼, 新鮮찰벼 및 水原 342號 등 찰벼가 包含되어 있었다. 第 III群에는 1.4% KOH 농도에서 中-中高의 ADV 이면서 低-高 KOH 濃度間 ADV 變化가 심했던 大部分의 統一型 品種과 자포니카 무生系가 分布되어 있었고 陸稻農林찰 1號와 漢江찰벼등은 이 類型에 包含되어 있었다. 第 IV群에는 1.4% KOH 농도에서 ADV 가 中高이상으로 높으면서 高-低 알칼리 농도 ADV間差가 中-中高인 中生 및 中晩生 자포니카 품종들이 주로 分布하였으며 無生인 金鳥벼가 이 類型에 속하였다.

여기서 第 1 主成分은 全 알칼리 濃度에서 平均的으로 表現되는 崩壞性 程度였고 第 2 主成分은 低-高 KOH 濃度の ADV間 差 또는 KOH 濃도에 따른 ADV 變化의 回歸係數와 密接하게 關聯된 要素였다.

1.2%-1.4% KOH 농도에서의 ADV 는 低-高 KOH 濃度間 ADV差와 2次 曲線 回歸關係를 나타내었다.

## 引用 文 獻

1. Beachell, H. M. and J. W. Stansel. 1963. Selecting rice for specific cooking characteristics in a breeding program. Intern. Rice Comm. Newslett. (Spec. issue) : 25-34.
2. Bhattacharya, K. R., and C. M. Sowbhagya. 1972. An improved alkali reaction test for rice quality. J. Food Technol. 7 : 323-331.
3. Bhattacharya, K. R., and C. M. Sowbhagya. 1979. Pasting behavior of rice : a new method of viscography. J. Food Sci. 44 : 797-804.
4. Bhattacharya, K. R. 1979. Gelatinization temperature of rice starch and its determination. In 231-249 pages of Proceedings of the workshop on chemical aspects of

- rice grain quality. IRRI, Los Banos, Philippines.
5. 江幡守衛. 1968. 米のアルカリ崩壊性に関する研究. 第1報 白米のアルカリ検定法について. 日作紀 37: 499-503.
  6. 江幡守衛. 1968. 米のアルカリ崩壊性に関する研究. 第2報 米のアルカリ崩壊性の品種間差異ならびに二,三の登熟環境条件との関係. 日作紀 37: 504-509.
  7. 江幡守衛. 1968. 米のアルカリ崩壊性に関する研究. 第3報 粉體のアルカリ検定法. 日作紀 37: 510-515.
  8. 江幡守衛. 1968. 米のアルカリ崩壊性に関する研究. 第4報 粉體法による二,三のアルカリ検定. 日作紀 37: 516-521.
  9. Halick, J. V., and V. J. Kelly. 1959. Gelatinization and pasting characteristics of rice varieties as related to cooking behavior. *Cereal Chem.* 36: 91-96.
  10. Hall, V. L., and J. R. Johnson. 1967. An alkali index for rice quality estimation. *Rice J.* 70(9): 22-26.
  11. 許文會, 崔震龍. 1973. Indica x Japonica 交雑에 있어서 米粒의 alkali 崩壊性의 遺傳. 韓育誌 5(1): 32-36.
  12. Jones, J. W. 1938. The "alkali test" as a quality indicator of milled rice. *J. Am. Soc. Agron.* 30: 960-967.
  13. Juliano, B. O., G. B. Cagampang, L. J. Cruz, and R. G. Santiago. 1964. Some physicochemical properties of rice in Southeast Asia. *Cereal Chem.* 41: 275-286.
  14. Juliano, B. O., L. U. Onate, and A. M. del Mundo. 1965. Relation of starch composition, protein content, and gelatinization temperature to cooking and eating qualities of milled rice. *Food Technol.* 19: 1006-1011.
  15. Juliano, B. O. 1972. Physicochemical properties of starch and protein in relation to grain quality and nutritional value of rice. Pages 389-405 in *Rice breeding*, IRRI, Los Banos, Philippines.
  16. Juliano, B. O. 1982. An international survey of methods used for evaluation of the cooking and eating qualities of milled rice. IRRI Research paper series No. 77. p. 28, IRRI, Los Banos, Philippines.
  17. Little, R. R., G. B. Hilder, and E. H. Dawson. 1958. Differential effect of dilute alkali on 25 varieties of milled white rice. *Cereal Chem.* 35:111-126.
  18. Priestley, R. J., and G. G. Birch. 1973. An alternative to the alkali test for assessing the quality of milled rice. *Lebensm. -Wiss. Technol.* 6:224-226.
  19. Priestley, R. J. 1976. Apparent solubility and alkali degradation patterns of rice varieties. *J. Food Sci.* 41: 209-210.
  20. Warth, F. T. and D. B. Darabsett. 1914. Disintegration of rice grains by means of alkali. *Agr. Res. Inst. Pusa, India Bull.* 38.