

## 품종별 현미의 수화와 취반에 관한 연구

박 혜 우·우 경 자

인하대학교 가정대학 식품영양학과

### The Hydration Properties and the Cooking Qualities of Various Brown Rices.

Hye Woo Park and Kyung Ja Woo

*Department of Food and Nutrition, Inha University*

#### Abstract

Five-brown-rice-variety, Akibare, Odaebyeo, Taebaegbyeo, Nonglim Na 1 and Hankangchalbyeo, was prepared and examined the hydration kinetics and the cooking qualities. Before the hydration the L/W ratio of raw Taebaegbyeo was the biggest value among the five brown rices. The water uptake was directly proportional to the square root of soaking time. During the hydration water uptake of high yielding brown rices was bigger than those of traditional brown rices among the nonglutinous varieties but waxy brown rices were not. Generally volume increase constant was directly proportional to the water uptake constant, which were different a little with brown rices was hydrated which was inversed proportional to the water uptake degree.

According to the instrumental result using the rheometer of cooked brown rice with increased soaking times that was decreased the hardness and was increased the adhesiveness. The sensory evaluation test indicated that the hardness and the stickiness value of cooked brown rices were proper after 15-hour-soaking time and it was identical result to the instrumental result using the rheometer.

#### 서 론

현미는 백미에 비하여 외피가 두껍고 질기며, 수분의 침투가 어렵고, 취반시 전분의 호화가 제한된다. 이는

식미를 감소시키고 소화성에 영향을 주므로 도정하여 백미로 식용하는 것이 일반적이다. 그러나 이러한 단점에도 불구하고 종피가 포함하고 있는 영양성분으로 인하여 현미의 이용은 현대인의 식생활이 가지는 문제점에 새로운 개선책으로 대두되고 있다.

곡류에 대한 연구는 많이 이루어지고 있고 그 분야 또한 다양하게 세분되어 있다. Pomeranz등<sup>11)</sup>의 rice kernel의 연구와 Becker<sup>2)</sup>의 물의 확산에 관한 연구를 비롯하여 이와 비슷한 계통의 연구가 계속 보고되어 있다<sup>3~5)</sup>. 이와 함께 취반에 의한 곡류의 속도론적 연구에 관한 Suzuki등<sup>6)</sup>의 parallel plate plastometer에 의한 연구보고가 이루어졌다. 취반에 관한 연구는 각종 texturometer를 이용하여 경도를 측정하여 취반정도를 판단하는 것으로 Cheige등<sup>7)</sup>에 의하여 보고되었다. 김등<sup>8)</sup>은 아끼바레와 밀양 23호 현미의 수화속도와 취반정도에 관하여 연구하였고, 이 등<sup>9)</sup>은 겉보리 및 쌀보리의 수화정도를 비교하였다. 이외에도 김 등<sup>10)</sup>의 우리나라 쌀의 호화양상 보고와 길 등<sup>11)</sup>의 쌀 전분의 이화학적 성질 및 쌀밥의 경도 등이 연구되었다. 또한 기계적인 조작을 통한 측정과 함께 관능검사의 실시가 많이 이루어지고 있으며<sup>12,13,14)</sup>, 기계적인 측정치와 사람의 관능과의 상관관계를 알아봄으로써 더 실제적이고 유용한 연구가 이루어지고 있다<sup>15,16)</sup>.

따라서 본 연구에서는 일반계와 다수계 현미 중 5가지 품종에 대하여 침지시간과 온도에 따른 수화정도 및 rheometer를 이용한 수화와 취반에 따른 texture 변화를 측정하였고, 이를 관능검사를 통한 결과와 비교함으로써 그 상관정도를 분석하여 현미의 기초자료를 얻는데 목적을 두었다.

**실험재료 및 방법**

**1. 실험 재료**

1989년 수확된 멥쌀 일반계(아끼바레, 오대벼), 멥쌀 다수계(태백벼), 찰쌀 일반계(농립나1호), 찰쌀 다수계(한강찰벼)등 5가지 현미 품종을 수원 농촌진흥청에서 10월에 분양받아 사용하였다. 각 시료는 냉장고(4°C)에 보관되면서 분석되었다.

**2. 실험 방법**

**2.1. 수화**

**2.1.1. 수화에 의한 길이와 폭**

현미 각 2g을 1~22시간 간격으로 incubator (Dong Kang Science Co. Model 3775 Korea)에서 일정온도 (20, 30, 40°C)를 유지하면서 각각 침지하여 microdensito meter (Shimadzu Co. Model 802 Japan)로

길이와 폭을 측정하였다. 각 시료는 50번 측정된 평균값으로 처리하였다.

**2.1.2. 수화에 의한 부피**

현미를 일정시간 일정온도에서 수분을 흡수시킨 후 10 ml mass flask에 넣고 10 ml microburette으로 포선까지 증류수를 가하고 남은 물의 부피로 나타내었다<sup>17)</sup>.

**2.1.3. 수분증가량**

현미 각 1g을 일정온도에서 일정시간 침지한후 여과지로 표면수를 제거하고 그 무게 증가량으로 시료 1g당 수분함량을 계산하였다.

**2.1.4. 수화속도**

현미 각 1g을 20~40°C에서 일정시간 침지하면서 수분증가량을 측정<sup>18)</sup>하고 다음식에 의하여 수화속도를 계산하였다.

$$M-M_0 = K_0 \sqrt{t} \dots\dots\dots(1)$$

M는 일정시간 침지후의 수분함량(g H<sub>2</sub>O/g dry matter), M<sub>0</sub>는 시료의 초기 수분함량(g H<sub>2</sub>O/g dry matter), K<sub>0</sub>는 수화속도상수(g H<sub>2</sub>O/min), t는 침지시간(min)이다.

**2.1.5. 수화에 의한 경도**

현미를 일정시간 일정온도에서 침지한 후 rheometer (FUDOH KOGY KOGYO Co., LTDD. JAPAN)를 이용하여 입자 20개에 대한 one bite compression test를 실시하였다. 실험은 각각 3회 반복하여 분석되었다.

**2.2. 취반**

**2.2.1. 취반최적가수량**

현미 각 2g에 1.0~2.배의 물을 가하여 50 ml 삼각 flask (높이 90 mm×지름 50 mm)에서 취반하였다. 취반조건은 5인용 압력솥을 이용하여 일정량의 물을 붓고 삼각 flask를 위치하여 추가 움직이기 시작하면 정확히 7분을 더 가열한 후 15분간 뜸을 들였다. 이를 꺼내어 얼음물에서 1분간 냉각시킨 후 rheometer를 이용하여 경도를 측정하여, 가수량과 경도의 역수로부터 각 치료의 최적가수량을 결정하였다<sup>20)</sup>.

**2.2.2. 취반에 의한 경도**

최적가수량에 의해 결정된 가수량에 따라 각각의 현미 시료를 수세전 50g 무게에 멥쌀은 1.7배, 찰쌀은 1.5배의 가수량을 취하였다. 이를 맑은 물이 나올때까지 수세하여 1~17.5 시간의 간격으로 침지한 후 500 ml 비이커에서 취반하였다. 취반조건은 최적가수량 결정시와 동일하나 뜸을 들인후 aluminum Foil로 뚜껑을 덮어 실

온에서 1시간 방치하였다. 이를 rheometer를 이용하여 two bite compression test를 측정하였다.

### 2.2.3. 관능 검사

Rheometer를 이용하여 경도를 측정한 동일시료로 관능검사를 실시하였다. 본 대학원 및 관능검사에 민감한 인하대학교 식품영양학과 학부생 8명을 선별하여 panel로 사용하였다. 이들에게 실험목적을 설명하고 시료의 hardness(단단한 정도)와 stickiness(차진 정도)를 평가하게 했다. 시료는 실온에서 1시간 방치한 상태로 페트리디쉬에 담아 제공하였으며, 시료의 평가는 각 항목에 대하여 QDA (Quantitative descriptive analysis)질문지를 사용하여 실시하였다.

### 2.3. 분석 방법

자료분석은 통계분석용 프로그램 package인 SPSS (Statistical Package for the Social Science)로 통계 처리하여 분석하였다. 각종 자료는 분산분석(Analysis of variance)과 Duncan의 다중범위검정(Duncan's multiple range test), 회귀분석(Multiple regression analysis)을 하였다. 또한 각 인자간의 상관도는 Pearson의 상관관계분석(Pearson's correlation analysis)으로 구하였다.

## III. 결과 및 고찰

### 1. 수 화

#### 1.1. 품종별 물리적 특징

현미의 품종별 길이, 폭, 길이와 폭의 비(ratio), 무게는 <표1>과 같았다.

#### 1.2. 수화 양상

품종별 현미의 수화양상은 (그림 1, 2)와 같았다.

멥쌀의 경우 다수계인 태백벼가 일반계보다 더 높은 수분흡수를 보였으며, 이는 찰쌀과는 상반되는 현상이었다.

분석결과 아끼바레와 오대벼는 동질적이고 태백벼가 구분되며, 농림 나1호와 한강찰벼가 동질적인 것으로 전체적으로 3 subset로 구분되어 나타났다. 각 품종은 온도의 증가에 따라 수화정도가 달랐으며 온도가 증가할수록 향상되었다. 찰쌀은 온도의 증가에 따라 수화정도가 달랐으며 온도가 증가할수록 향상되었다. 찰쌀은 멥쌀에 비해 높은 수화정도를 나타내었고, 농림나1호는 한강찰벼보다 평형수분함량 도달속도가 빨랐으며 온도가 증가할수록 향상되었다. 찰쌀은 멥쌀에 비해 높은 수화정도를 나타내었고, 농림 나1호는 한강찰벼보다 평형수분함량 도달속도가 빨랐으며, 20°C에서 침지할 경우 약 16시간 이후에 평형수준에 도달하였으며, 46~48%의 수준이었고, 침지 온도의 증가에 따라 수분흡수의 차이가 증가되었다. 아끼바레와 오대벼는 17시간 이후에 평형수분 함량에 도달하여 20°C 침지온도에서 25~26%의 수분증가량을 보였다. 태백벼는 16시간 이후에 평형수분 함량을 나타냈으나 일반계와 유의적인 차이가 없었으며, 20°C 침지온도에서 31%의 수분증가량을 보였다. 각 품종은 침지온도 증가에 따라 수분흡수 속도가 상승되기는 하였으나 품종간의 유의적인 차이는 인정되지 않았다.

품종별, 침지시간, 침지온도의 3가지 인자에 의한 수분흡수 양상과의 관계를 회귀분석한 결과  $R^2=8140$ 으로 약 81%의 설명력이 있었다. 수분흡수 양상에 대한 3가지 인자중 품종과 침지시간은 더 큰 설명력을 나타내고 있었으며, 품종과 침지시간의 두 인자에 있어서는 품종보다 침지시간에 의한 영향력이 더 크게 인정되었다. 결

Table 1. Physical value of raw brown rice grains

	Length (mm)	Width (mm)	Ratio	Weight (g)
Akibare	5.0325a	2.8503a	1.765a	0.021
Odaebyeo	5.3923b	3.0119a	1.790a	0.024
Taebaegbyeo	6.3324c	2.3626b	2.680c	0.019
Nonglim Na 1.	5.0073a	2.8093a	1.782a	0.024
Hankangchalbyeo	6.2104c	2.6659ab	2.329b	0.024

\* Means with the same letter are not significantly different.  
( $\alpha = .05$ )

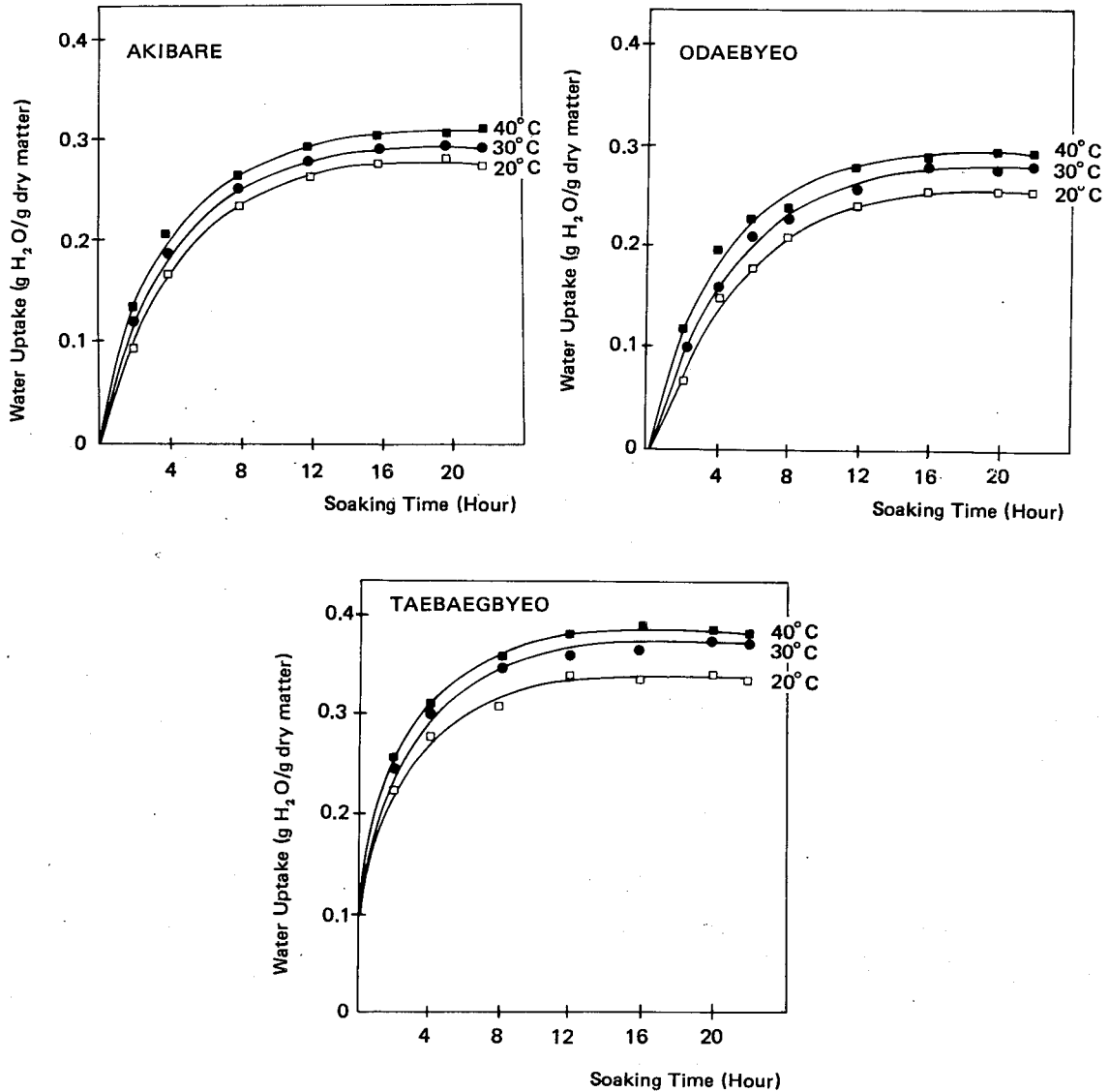


Fig. 1. Water uptake for Akibare, Odaebyeo and Taebaegbyeo at various soaking temperatures.

국 본 실험에서는 현미의 수분흡수 양상에 대하여 침지 온도보다는 침지시간과 품종의 구조적 특성의 영향이 더 큰 것으로 해석되었다.

### 1.3. 수화 속도

식(1)에 의하여 계산된 수화속도와 침지시간, 침지온도와의 관계는 (그림 3)과 같았다. 본 실험에서는 현미의 초기수분 흡수가 빨리 일어난 것으로 보고, (그림 5)에서 직접 기울기를 계산하여, 현미의 침지온도에 따른

Ko값(수화속도상수)을 나타내었다(표 2). 본 실험결과에서 나타난 아끼바레, 오대벼의 Ko 값은 각각  $0.0218 \text{ min}^{-1/2}$ 과  $0.0206 \text{ min}^{-1/2}$ 으로 송등<sup>19)</sup>의 보고에 의한 현미 일반계품종인 천마벼, 서남벼, 섬진벼를 30°C에서 침지할때 나타난  $0.0166$ ,  $0.0252$ ,  $0.0246 \text{ min}^{-1/2}$ 의 Ko 값보다는 다소 작은 수준이었다. 본 실험이 일반계 현미 참쌀품종인 농림 나1호의  $0.0454 \text{ min}^{-1/2}$ 은 송<sup>19)</sup>의 보고에 의한 일반계 백미참쌀 경우와 비교할때 40°C에서

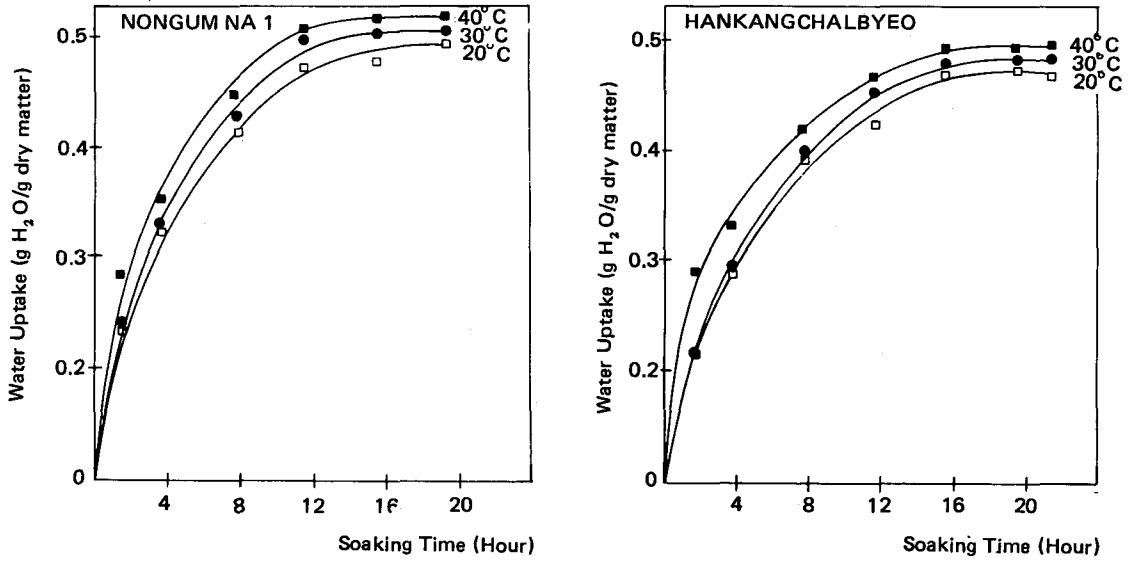


Fig. 2. Water uptake for Nonglim Na 1 and Hankangchalbyeo.

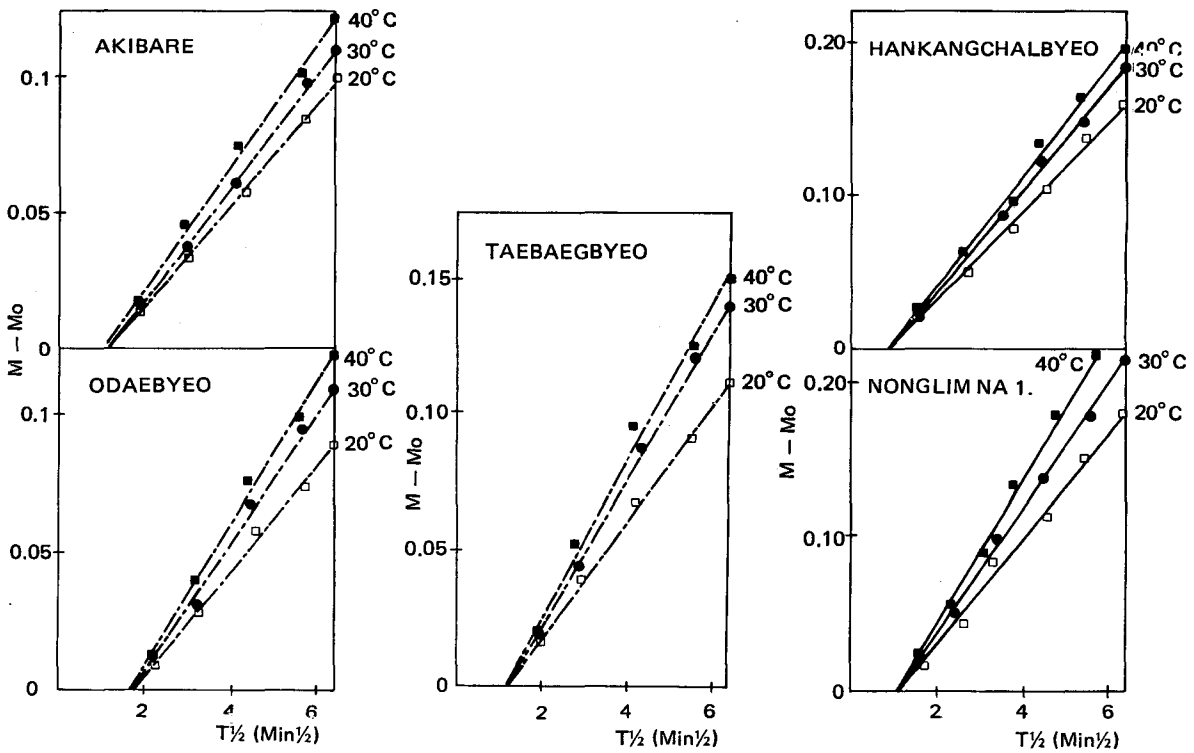


Fig. 3. Relation between the moisture gain and the square root of the absorption time for various brown rice.

Table 2. Water uptake rate constants of brown rices at various soaking temperatures

Brown Rice	Soaking Temperature (°C)	Ko X 10 <sup>3</sup> (cm/min)
Akibare	20	1.95
	30	2.18
	40	2.55
Odaebyeo	20	1.92
	30	2.06
	40	2.43
Taebaegbyeo	20	2.10
	30	2.59
	40	2.85
Nonglim Na 1.	20	3.70
	30	4.15
	40	4.54
Hankangchalbyeo	20	3.47
	30	3.95
	40	4.30

0.0218 min<sup>-1/2</sup>를 나타냄으로 본 실험의 결과보다 약 2.6배 큰 값이었다. 본 실험에서 찰쌀현미의 Ko는 40°C 침지온도에서 멬쌀일반계의 약 1.7~2.0배, 멬쌀다수계의 약 1.5배의 값을 나타내었다.

#### 1.4. 수화에 의한 길이와 폭의 변화

본 실험에서 침지전 길이와 상관도가 큰 ratio의 변화는 수화에 의하여 더욱 상승되는 것을 볼 수 있었다. 이는 현미 멬쌀의 경우에는 일반계와 다수계간에 유의차가 인정되었으나, 찰쌀의 경우에는 유의적인 차이를 보이지 않았다. (그림 4)처럼 ratio는 침지온도 증가에 따라 증가속도가 빨라졌으나, 최종적으로는 비슷한 평형수준에 도달하였다. 이것은 각 품종에 관하여 유의적인 차이를 보였으며 ( $\alpha=05$ ), 아끼바레와 오대벼가 동일한 양상이었고, 농림 나1호와 한강찰벼가 동질적이며 태백벼로 구분되어 전체적으로 3 subset로 grouping되었다.

멬쌀인 경우 일반계, 다수계는 각각 16, 17시간 이후에 평형상태에 도달하였으며, 찰쌀은 일반계와 다수계 모두 15시간 이후에 비슷한 평형상태를 나타내었다. 각 품종과 침지온도, 침지시간의 3가지 요인이 ratio의 특성에 미치는 정도를 multiple regression analysis한 결과 R<sup>2</sup>=5781로 약 58%의 설명력이 있었다. 또한 significant T에 의하면 품종간에 가장 큰 설명력이 인정되

로 사실상 품종에 의한 simple regression analysis를 한 것과 설명력에 차이가 없었다.

#### 1.5. 수화에 의한 부피의 변화

부피도 침지시간과 침지온도에 따라 증가되었으며, 수화 중 부피증가양상은 (그림 5)와 같았다. 멬쌀 일반계인 오대벼와 아끼바레는 침지시간 16시간 이후에 평형수준에 도달하여 약 22~25%의 증가도를 보였고, 다수계인 태백벼는 17시간 이후에 약 25~27%의 증가도를 보였다. 찰쌀의 경우에는 15시간 이후 평형수준을 나타냈으며, 28~30%의 부피 증가수준을 보였다. 찰쌀의 부피증가에서 일반계는 침지온도가 증가할수록 다수계보다 증가폭이 덜 하였으나, 최종부피 증가수준은 일반계가 더 크게 나타났다.

본 실험에서 부피증가 양상과 수분흡수 양상은 비슷한 수준으로 품종별로 보면 농림 나1호와 한강찰벼가 동일한 양상을 보였고, 아끼바레와 오대벼가 가장 낮은 증가속도를 보였으며, 태백벼는 그들의 중간수준으로 전체적으로 3 subset로 구분되었다. 결국 부피증가는 멬쌀의 경우 일반계가 다수계보다 작았으며, 찰쌀은 멬쌀보다 큰 수준이었고, 이러한 양상은 수분흡수 정도와 밀접한 관계를 나타내었다.

부피증가량과 침지시간의 평방근간에는 다음과 같은

Table 3. Volume increase rate constants of brown rices at various soaking temperatures

Brown Rice	Soaking Temperature (°C)	Kv (ml. min <sup>-1/2</sup> )
Akibare	20	0.0174
	30	0.0190
	40	0.0215
Odaebyeo	20	0.0170
	30	0.0180
	40	0.0205
Taebaegbyeo	20	0.0183
	30	0.0218
	40	0.0238
Nonglim Na 1.	20	0.0535
	30	0.0718
	40	0.0768
Hankangchalbyeo	20	0.0506
	30	0.0640
	40	0.0684

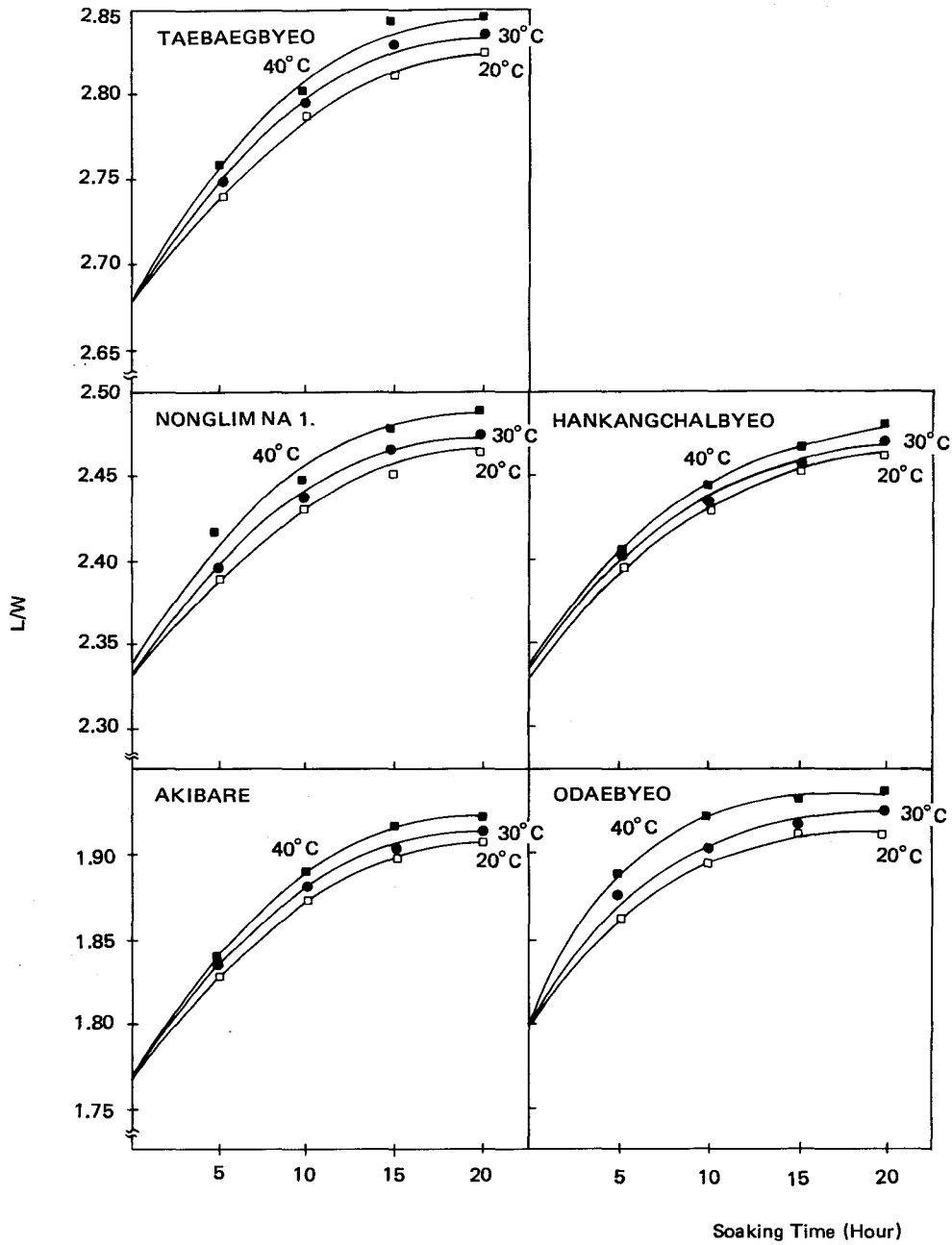


Fig. 4. L/W changes for brown rices at various soaking temperatures.

관계가 있었다.

$$V - V_0 = K_v \sqrt{t}$$

$V_0$ 는 시료의 초기부피,  $V$ 는 일정시간 침지후 부피였

다. 위 식에 의하여 계산된 부피증가속도상수  $K_v$ 는 <표 3>과 같았다. 침지온도와 침지시간이 각 현미품종의 부피증가속도에 미치는 영향력을 설명하기 위하여 multi-

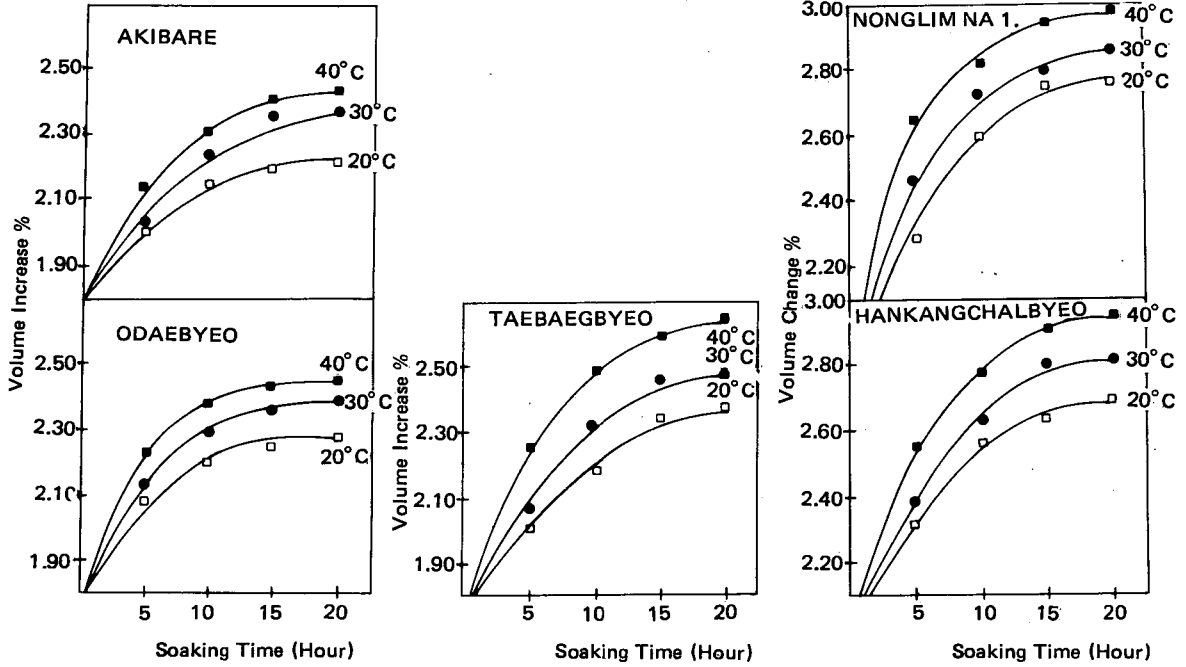


Fig. 5. Volume increase for brown rices at various soaking temperatures.

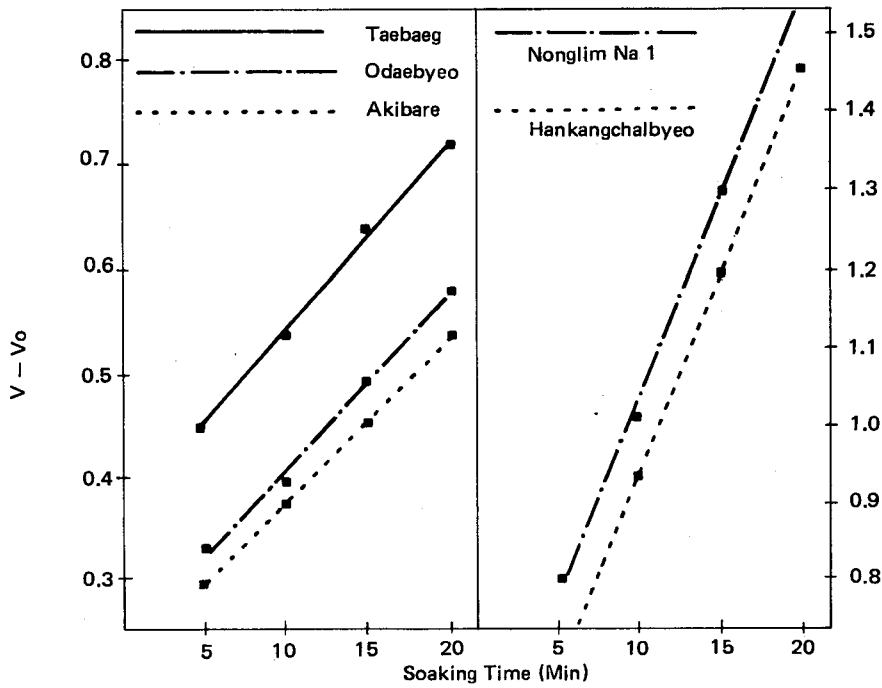


Fig. 6. Relation between the volume change and the square root of the absorption time for various brown rices.



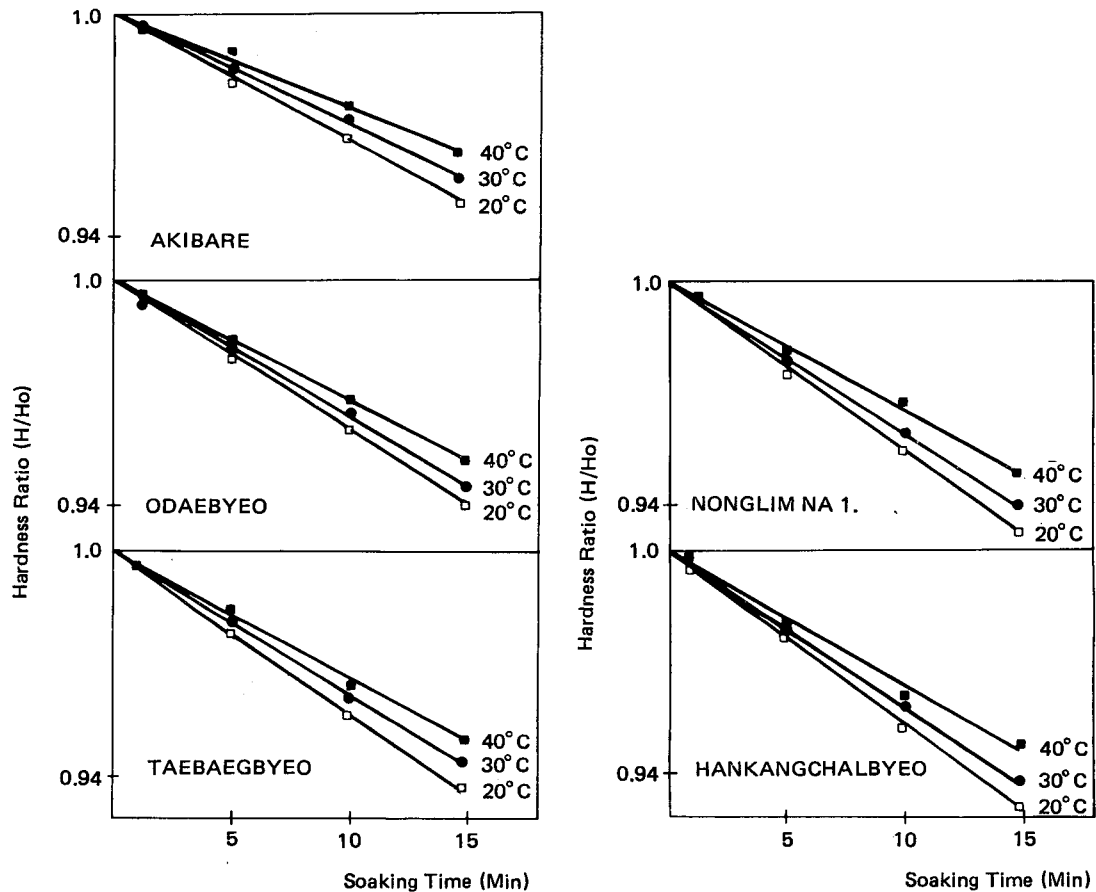


Fig. 7. Relation between the hardness ratio and the soaking time for various brown rices.

ple regression analysis를 실시한 결과 침지온도, 침지시간, 현미품종의 세 요인에 의한 부피증가 속도는  $R^2 = .4395$ 로 약 44%의 설명력을 가졌다.

significant T에 의한 각 인자수준의 설명력은 침지시간과 현미 각 품종에 있어 더 지배적인 것으로 나타났다. 결국 부피증가 속도는 침지온도의 영향 보다는 현미 각 품종과 침지시간에 의해 더 크게 좌우되는 것으로 해석되었다. 또한 (그림 5)에 의한 부피증가 정도에 따른 침지시간의 평방근과의 관계는 (그림 6)과 같았다.

#### 1.6. 수화에 의한 경도의 변화

각 품종의 침지시간의 수화중 경도비(H/Ho)는 직선적 관계를 보였다(그림 7). 이는 멥쌀과 찰쌀 모두 일반계와 다수계 품종간의 유의적인 차이는 인정되지 않았

다. 즉, 농림 나1호, 한강찰벼가 가장 적은 H/Ho비를 가지며, 그 다음이 태백벼이고 아끼바래와 오대벼의 순이었다. 결국 침지온도 증가에 따라 H/Ho비가 증가되었으며 각 품종간에 유의적인 차이가 인정되었다( $\alpha = .01$ ). 수화중 경도에 대한 multiple regression analysis결과 일반적으로 품종과 침지온도, 침지시간에 의한 경도 변화 수준은 약 44%의 설명력이 있었다. 침지시간과 침지온도는 수화중 H/Ho 비에 대하여 큰 영향력이 있었으며, 경도비(H/Ho)의 변화에 대하여 품종 보다는 침지시간과 침지온도에 의하여 더 지배적인 것으로 해석되었다.

#### 1.7. 수화에 의한 물리적 특성치의 상관도

각 현미시료를 침지시간과 침지온도를 달리하여 수화

Table 4. Correlation coefficient between the L/W ratio, the volume increase, the water uptake and the H/Ho ratio of brown rices at various soaking conditions

	A	B	C	F	G	H	I
A	1.0000	.1167	.8860	.3362*	.5289**	.7351**	-.1536
B		1.0000	.5774	.7561**	-.4762**	.3131*	-.3572
C			1.0000	.6579**	.1912	.7381**	.0020
D				.0225	.2083	.1276	.4854**
E				.0797	.4115**	.5148**	.4444**
F				1.0000	-.3764*	.5922**	.1525
G					1.0000	.4908**	.1554
H						1.0000	-.4794**
I							1.0000

\* Significant at  $\alpha = .01$   
 \*\* Significant at  $\alpha = .001$

A : nonglutinous brown rice, waxy brown rice  
 B : traditional brown rice, high yielding brown rice  
 C : variety  
 D : soaking temperature  
 E : soaking time

F : L/W ratio  
 G : volume increase  
 H : water uptake  
 I : H/Ho ratio

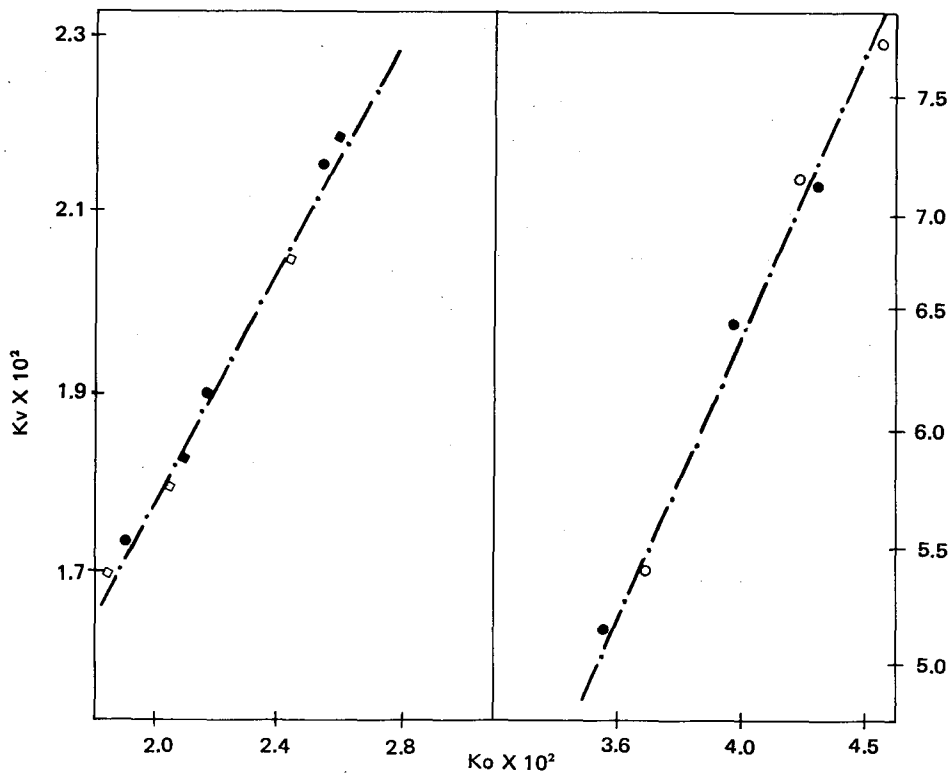


Fig. 8. Relation between the water uptake and the volume increase rate constants for nonglutinous (left) and waxy (right) brown rices.

하면서 각 현미의 ratio, 부피, 수분흡수양상, 경도비의 변화를 측정된 특성시간의 상호관련도는 <표 4>와 같았다. 수화에 의한 ratio의 변화는 멬쌀과 찰쌀간에 유의적인 차이를 보였으며 ( $\alpha = .01$ ), 멬쌀은 찰쌀보다 ratio의 변화가 저조하였다. 이는 일반계보다 다수계에서 더 큰 변화를 보였으나 품종간에 침지시간과 침지온도의 인자에 있어서는 유의적인 차이가 인정되지 않았다 ( $\alpha = .01$ ). 부피증가 수준은 수화에 의하여 찰쌀이 멬쌀보다 더 큰 증가도를 나타냈으며, 일반계가 다수계보다 월등한 증가도를 보였다. 부피증가는 침지시간과 침지온도에 의하여 영향받으며, ratio의 변화와 부의 상관관계를 보여 ratio의 변화가 적을수록 부피증가가 더 크게 나타났고, 수분흡수와 정의 상관관계를 나타내었다. 이는 부피증가와 수분흡수가 비례관계를 보인다는 다른 연구와도 일치하는 것이었다<sup>19-21)</sup>(그림 8).

경도는 침지온도와 침지시간에 있어 유의적인 차이를

보였고, 수분흡수양상과의 부의 상관관계가 있어 수분흡수가 클수록 경도가 감소하는 경향이였다. 수화에 의한 경도변화는 현미자체의 차이나 수분확산 계수의 차이에 기인되는 것으로 볼 수 있었다.

## 2. 취 반

최적가수량은 다양한 가수량에 의해 취반한 현미밥의 경도의 역수에 의하여 결정하였다<sup>8)</sup>. (그림 9)와 같이 각 시료는 가수량의 증가에 따라 경도가 감소하여 아끼바레와 오대버는 각각 1.55, 1.50배 이후에 완만한 경도를 나타내었고, 다수계인 태백버는 약 1.63배 이후에 완만해졌다. 찰쌀은 입자가 지니는 구조적 특성으로 인하여 멬쌀보다 적은 가수량을 요하므로 농립 1호의 경우 1.38배, 한강찰벼는 1.42배의 수준을 보였다. 대체로 찰쌀과 멬쌀 모두 일반계가 다수계보다 요구되는 적정가수량이 적었으나, 찰쌀현미간에는 일반계와 다수계의 구분이 뚜렷하지 않았다. 본 실험에서는 이들의 차이가 크지 않았으므로 멬쌀의 경우 1.7배, 찰쌀의 경우 1.5배의 가수량으로 결정하였다.

### 2.2. 기계적 압착시험

현미시료로 취반한 각 품종의 현미밥을 rheometer로 two bite compression test를 실시하여 hardness를 측정하였다. <표 5>는 기계적 압착시험시 침지시간별 품종의 취반경도와 일정침지 시간에 따른 texture 정도를 나타내고 있다. 이 자료를 분석한 결과 각 품종별 현미밥의 hardness는 유의적인 차이를 보였으며 ( $\alpha = .05$ ), 이것을 품종별로 grouping하여 보면 다른 보고와는 달리 아끼바레와 오대버가 동질적이고 나머지 농립 1호와 태백버, 한강찰벼가 동질적이였다. 다수계 멬쌀 태백버가 이처럼 높은 hardness감소 수준을 나타내는 것은 전술한 수분흡수 양상에도 기인되며 수분흡수력이 우수한 다수계품종은 같은 수준의 일반계 품종에 비하여 취반특성에 큰 영향력을 미치는 것으로 보았다. 결국 취반후 hardness는 현미의 수화율과 높은 연관성이 있는 것으로 나타났으며, 수화속도가 느린 멬쌀보다 찰쌀품종이 취반에 의하여 더 큰 hardness 감소수준을 나타내었다.

즉, 취반에 의하여 찰쌀은 멬쌀보다 더 낮은 hardness 수준을 나타냈으며, 일반계와 다수계의 분류에서는 멬쌀다수계의 hardness감소가 더 큰 수준이였고, 찰쌀에서는 일반계가 더 큰 hardness 감소수준을 보였다. 각 현미품종의 hardness와 adhesiveness는 침지시간

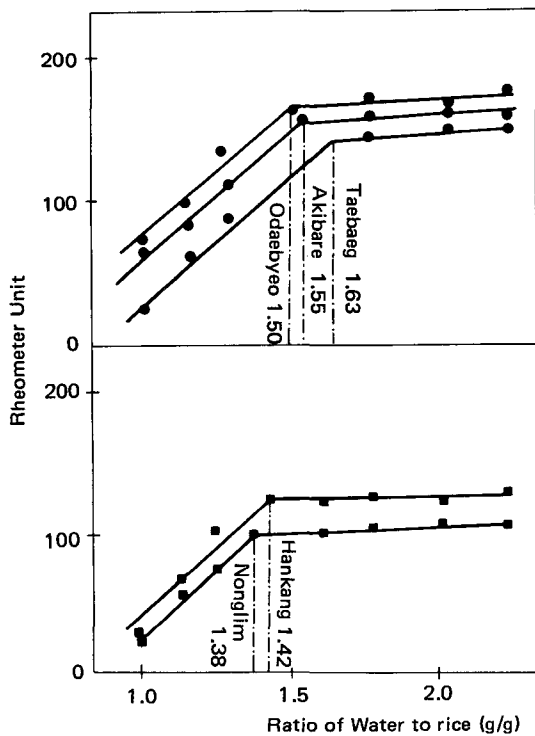


Fig. 9. Relation between the reciprocal hardness and the ratio of water to rices.

Table 5. Mean values of instrumental measurement for various cooked brown rices with 20°C soaking temperature (Mean ± SD)

Brown rice	Soaking time (Hour)	Hardness (g)	Adhesiveness (erg)
Akibare	1	1321.4 ± 42.96	10.615 ± 1.135
	4	1179.5 ± 25.13	14.510 ± 1.083
	7	948.5 ± 29.65	15.010 ± 1.658
	14.5	880.1 ± 13.74	23.130 ± 2.004
	17.5	857.6 ± 13.10	22.900 ± 1.561
Odaebyeo	1	1376.8 ± 37.78	10.585 ± 1.150
	4	1241.3 ± 30.47	13.155 ± 1.402
	7	1131.4 ± 20.24	14.690 ± 0.009
	14.5	1010.1 ± 8.26	22.430 ± 3.125
	17.5	967.5 ± 28.17	22.300 ± 2.416
Taebaegbyeo	1	1079.6 ± 24.45	10.395 ± 1.693
	4	921.1 ± 26.69	12.000 ± 1.257
	7	706.0 ± 25.43	14.150 ± 0.014
	14.5	645.1 ± 9.18	22.260 ± 2.876
	17.5	713.3 ± 15.56	21.600 ± 4.154
Nonglim Na 1.	1	921.5 ± 21.15	22.941 ± 1.274
	4	881.3 ± 17.18	27.197 ± 1.546
	7	658.8 ± 9.43	36.793 ± 0.518
	14.5	617.9 ± 9.57	36.752 ± 2.002
	17.5	624.2 ± 19.00	34.921 ± 1.671
Hankangchalbyeo	1	1008.6 ± 29.22	17.194 ± 0.785
	4	828.1 ± 21.16	21.943 ± 1.025
	7	683.3 ± 19.47	30.147 ± 1.014
	14.5	668.7 ± 5.58	30.996 ± 0.052
	17.5	655.9 ± 11.93	32.404 ± 1.416

Table 6. Multiple regression analysis for instrumental measurement of cooked brown rices

Parameter	Variable	B	Sig T	R	R <sup>2</sup>
Hardness	Soaking time	-38.7640	.0117		
	Variety	-93.7820	.0000		
	Constant	1332.2180		.8380	.7021
Adhesiveness	Soaking time	3.4311	.0001		
	Variety	3.3684	.0001		
	Constant	1.2407		.8242	.6793

14~15시간 이후에 가장 우수한 값을 나타내고 있으나 adhesiveness 경우 17시간 이상의 침지는 바람직하지 않은 결과를 나타냄으로 본 실험결과에서는 현미의 침지시

간은 14~15시간이 가장 적절한 수순으로 해석되었다. 또한 adhesiveness는 hardness와 부의 상관관계가 있었고, 품종간에는 찰쌀이 멥쌀에 비하여 월등히 우수한

Table 7. Mean values of sensory evaluation measurement for various cooked brown rices with 20°C soaking temperature (Mean  $\pm$  SD)

Brown rice	Soaking time (Hour)	Hardness	Stickiness
Akibare	1	7.786 $\pm$ 1.042	2.275 $\pm$ 0.382
	4	5.764 $\pm$ 0.481	3.879 $\pm$ 0.571
	7	4.993 $\pm$ 0.208	4.993 $\pm$ 0.207
	14.5	4.457 $\pm$ 0.176	5.407 $\pm$ 0.256
	17.5	4.800 $\pm$ 0.113	4.647 $\pm$ 0.150
Odaebyeo	1	7.903 $\pm$ 1.035	1.929 $\pm$ 0.215
	4	6.100 $\pm$ 0.521	3.500 $\pm$ 0.306
	7	5.708 $\pm$ 0.310	4.664 $\pm$ 0.342
	14.5	5.208 $\pm$ 0.052	4.929 $\pm$ 0.193
	17.5	5.093 $\pm$ 0.264	4.914 $\pm$ 0.270
Taebaegbyeo	1	7.580 $\pm$ 1.040	1.455 $\pm$ 0.578
	4	5.840 $\pm$ 0.162	3.192 $\pm$ 0.213
	7	4.553 $\pm$ 0.368	3.908 $\pm$ 0.474
	14.5	3.927 $\pm$ 0.052	4.400 $\pm$ 0.321
	17.5	4.587 $\pm$ 0.169	4.331 $\pm$ 0.108
Nonglim Na 1.	1	6.015 $\pm$ 0.275	2.831 $\pm$ 0.676
	4	4.038 $\pm$ 0.367	5.031 $\pm$ 0.362
	7	3.588 $\pm$ 0.052	5.508 $\pm$ 0.039
	14.5	2.475 $\pm$ 0.021	5.869 $\pm$ 0.320
	17.5	2.465 $\pm$ 0.210	6.108 $\pm$ 0.163
Hankangchalbyeo	1	6.700 $\pm$ 0.303	2.669 $\pm$ 0.581
	4	5.153 $\pm$ 0.361	4.154 $\pm$ 0.310
	7	4.033 $\pm$ 0.105	4.925 $\pm$ 0.431
	14.5	3.754 $\pm$ 0.078	5.513 $\pm$ 0.202
	17.5	3.792 $\pm$ 0.225	5.457 $\pm$ 0.261

adhesiveness 값을 나타냈으며, 이는 다수계보다 일반계에서 더 높은 값을 나타냈다. 이는 멍쌀과 찰쌀에서 동일한 현상이었다.

Hardness 와 adhesiveness에 대한 침지시간과 품종별 각 요인이 미치는 영향을 알아보기 위하여 multiple regression analysis를 실시한 결과 <표 6> hardness에 관하여 침지시간과 증가는 기계적 측정에 의한 hardness에 가장 큰 영향을 미치며, 품종간에는 멍쌀보다 찰쌀에서 더욱 크게 좌우되는 요인이었다. 기계적 측정에 의한 adhesiveness는 hardness와 부의 상관관계를 보였으며, 침지시간과 각 현미품종이 adhesiveness에 미치는 영향은 약 68%의 설명력이 있었다. 또한 분석결과 각 인자는 adhesiveness에 관하여 비슷한 영향력을 보

이고 있었다. 찰쌀의 성분과 구조적 특징은 멍쌀에 비하여 adhesiveness에서 우수한 결과를 나타낸다고 알려져 있으나 본 연구결과에서는 멍쌀과 찰쌀간의 큰 차이를 보이지 않았다. 이는 아마도 취반기구에 의한 차이로 추측되며, 압력기구가 지니는 특징으로 인하여 시료간의 특징이 뚜렷하지 않은 것으로 보았다. 이와 마찬가지로 hardness의 경우에도 멍쌀인 태백벼가 찰쌀과의 동질성을 보인 것은 수분흡수 양상과 취반기구의 원인으로 생각되었다.

### 2.3. 관능 검사

관능검사를 통하여 기계적 압착검사를 실시한 동일한 현미밥으로 차진정도(stickiness)와 경도(hardness)를 측정된 결과는 <표 7>과 같았다. Hardness는 멍쌀의 경

Table 8. Multiple regression analysis for sensory evaluation of cooked brown rices

Parameter	Variable	B	Sig T	R	R <sup>2</sup>
Hardness	Soaking time	-.7515	.0000	.8419	.7088
	Variety	-.4034	.0022		
	Constant	8.5177			
Stickiness	Soaking time	.7192	.0000	.8462	.7160
	Variety	.1820	.0813		
	Constant	1.5630			

Table 9. Correlation coefficient between the sensory evaluation and the instrumental measurement of cooked brown rices

	E	F	G	H	I
A	-.7003**	.7409**	.7927**	-.4852*	.3557
B	-.7961**	.6086**	.6997**	-.4222	.2391
C	-.7744**	.5774*	.6722**	-.3982	.2076
D	-.3201	.5881**	.5064*	-.7418**	.8203**
E	1.0000	-.7102**	-.8099**	.7296**	-.4840*
F		1.0000	.9798**	-.8641**	.8075**
G			1.0000	.8622**	-.9254**
H				1.0000	-.7425**
I					1.0000

\* Significant at  $\alpha = .01$ \*\* Significant at  $\alpha = .001$ 

A : nonglutinous brown rice, waxy brown rice

B : traditional brown rice, high yielding brown rice

C : variety

D : soaking time

E : instrumental hardness

F : instrumental adhesiveness

G : adhesiveness / hardness

H : sensory hardness

I : sensory adhesiveness

우 태백벼가 가장 낮은 값을 보이고 일반계 두 품종이 높게 나타나 기계적 측정결과와 동일한 경향이었고 찹쌀의 경우에는 일반계인 농립 1호가 다수계인 한강찰벼보다 낮은 hardness 보였다( $\alpha = .05$ ). Stickiness도 기계적 압착검사와 동일한 결과를 나타내었으며, 대체로 침지시간이 증가할수록 hardness가 감소하고, stickiness는 증가되었으며, 이는 침지시간에 대하여 유의적인 차이를 보였다( $\alpha = .05$ ). 그러나 기계적 검사결과와 마찬가지로 침지 17시간 이후에는 취반후 hardness가 더 증가하거나 stickiness가 감소하는 결과를 나타내었다. 이는 panel의 민감성에 의한 영향도 있겠으나 각 품종의 평형수분흡수 수준을 기준으로 한다면 일정시간 이상의

침지는 최적취반 정도에 바람직하지 않다는 것으로 나타났다. 관능검사를 통한 hardness와 stickiness에 대한 설명력을 분석한 결과 <표 8> hardness에 대하여 침지시간과 각 품종은 약 71%의 설명력을 가졌으며, 그 중 침지시간은 더 지배적인 영향력을 보였다.

또한 stickiness에 관해서 각 인자는 약 72%의 설명력을 가졌으며, 두 인자가 미치는 72%의 영향력에 있어서 침지시간에 의한 설명력이 더 큰 것으로 분석되었다.

#### 2.4. 기계적 검사와 관능검사의 상관관계

관능검사를 통한 hardness와 stickiness, 기계적 조작을 통한 two bite compression test 결과의 상관도는 <표 9>와 같았다. 기계적인 측정을 통한 adhesiveness/

hardness는 관능검사에 의한 hardness와 정의 관계가 있었고, stickiness는 부의 상관관계를 나타내었다.

기계적 검사를 통한 hardness는 품종에 의한 영향력이 컸으며, adhesiveness와는 부의 상관관계를 나타내고, 관능검사를 통한 단단한 정도와 일치하였다.

이와 같은 결과로 미루어 식품의 texture의 측정에 있어 기계적인 측정치와 관능검사의 결과는 매우 유사한 것으로 볼 수 있었으며, 관능검사를 통한 식품특성 연구의 가능성을 제시하고 있었다.

#### IV. 결 론

멥쌀 일반계 현미 아끼바레와 오대벼, 다수제인 태백벼와 찰쌀 일반계 현미 농림나1호와 다수제인 한강찰벼 등 5가지 현미품종에 관하여 수화와 취반에 관한 실험을 하였다.

1. 침지전 현미의 길이와 폭의 비는 멥쌀의 경우 일반계보다 다수제인 태백벼가 더 큰 값을 보였으며, 이는 찰쌀에서도 동일하였다.

2. 수화양상에서 다수제현미는 일반계보다 수화속도가 컸다. 수분증가는 침지시간의 평방근에 비례하였고, 수분흡수속도 상수는 온도증가에 따라 증가하여 40°C 침지시 아끼바레, 오대벼, 태백벼, 농림나1호, 한강찰벼가 각각 2.55, 2.43, 2.85, 4.54,  $4.30 \times 10^{-2} \text{ min}^{-1}/2$ 으로 나타났다.

3. 수화에 의한 길이와 폭의 비는 멥쌀다수제인 태백벼의 증가가 가장 크게 나타났으며, 찰쌀에서도 다수제가 일반계보다 큰 경향을 보였다.

4. 수화에 의한 부피증가는 수분흡수와 정의 관계가 있었으며, 20°C의 침지온도에서 아끼바레와 오대벼, 태백벼, 농림나1호, 한강찰벼의 부피 증가속도 상수값은 각각 0.0174, 0.0170, 0.0183, 0.0535,  $0.0506 \text{ min}^{-1}/2$ 을 나타내었다.

5. 침지시간과 경도비(H/Ho)의 대수값은 직선적 관계를 보였다.

6. 아끼바레, 오대벼, 태백벼, 농림나1호, 한강찰벼 각각의 취반최적 가수율은 1.55, 1.50, 1.63, 1.38, 1.42배 였다.

7. 다양한 침지 수준에서 취반한 현미밥의 hardness와 adhesiveness는 부의 상관관계를 나타내었다. Hardness는 품종간에 유의적인 차이를 보였으며, 아끼

바레가 가장 크고 태백벼가 중간수준으로 찰쌀과 동일하게 grouping 되었다. Adhesiveness는 일반계가 다수계보다 더 낮은 값을 보였고, 멥쌀과 찰쌀간에 유의적인 차이가 인정되었다.

8. 관능검사를 통한 현미밥의 hardness와 stickiness는 침지시간과 상관관계가 높았으며, hardness는 침지시간에 의하여 또 stickiness는 품종특성에 의하여 더 높은 설명력이 있었다. 또한 기계적인 검사를 통한 측정치와도 높은 상관관계를 보여주었다.

#### 참 고 문 헌

- 1) Pomeranz, Y: Advances in cereal science and technology., AACC.
- 2) Becker, H.A.: *Cereal Chem.*, **37**:309, 1960
- 3) Brookes, D, B., Bakker-Arkema, F.W. and Wall, C. W.: Drying cereal grains, 76, The Avi Publishing Co. 1974.
- 4) Bandyopadhyay, S. and Roy, N.C.: *J. Food Technol.*, **13**:19, 1978.
- 5) Udani, K. H., Neison, A. I. and Steinberg, M. P.: *J. Food Technol.*, **22**:561, 1968
- 6) Suzuki, K., Kubota, K., Omichi, M. and Hosaka, H.: *J. Food Sci.*, **41**:1180, 1970
- 7) Cheigh, H.S., Kim, S. K., Pyun, Y. R. and Kwon, T. W.: *Korean J. Food Sci. Technol.*, **10**:52, 1978
- 8) 김광중, 변유량, 조은경, 이상규, 김성곤, 아끼바레와 밀양 23호 현미의 수화속도, 한국식품과학회지, **16**(3): 297, 1984.
- 9) 이종숙, 김성곤, 걸보리 및 쌀보리의 수화속도, 한국식품과학회지 **15**(3):220, 1983.
- 10) 김성곤, 정혜민, 김상순, 우리나라 쌀의 호화양상, 한국농화학회지, **27**(2):135, 1984
- 11) 길복임, 임양순, 안승요, 쌀전분의 이화학적 성질과 쌀밥의 경도, 한국농화학회지, **31**(3):249, 1988.
- 12) Jung, H. O.: *Korean J. Soc. Food Sci.*, **2**(2), 1986.
- 13) 김우정, 김종군, 김성곤, 쌀밥의 관능적 품질평가 및 비교, 한국식품과학회지, **18**(1):38, 1986.
- 14) 김혜영, 김광욱, 압력솥 및 전기솥 취반미의 관능적 특성, 한국식품과학회지, **18**(4):319, 1986.
- 15) Chang, I.Y. and Hwang, I.K.: *J. Korean Soc. Food Sci.*, **4**:51, 1988.
- 16) Kim, M.R. and Hwang, I.K.: *Korean J. Soc. Food Sci.*, **3**:50, 1987.
- 17) 송보현, 김동연, 김성곤, 김용두, 최갑성, 배아를 제거한 현미립내의 일반성분의 분포, 한국농화학회지,

- 31(1):1, 1988.**
- 18) 김성근, 정순자, 김관, 채제천, 이정행, 수화특성에 의한 쌀의 분류, 한국농화학회지, **27(3):204, 1984.**
- 19) 송보현, 김동현, 김성근, 현미 및 백미의 수분흡수 속도의 비교, 한국농화학회지 **31(2):211, 1988.**
- 20) 장명숙, 김성근, 김복남, 한국식품과학회지, **21:313, 1989.**
- 21) 윤영진, 김관, 김성근, 김동현, 박양균, 쌀보리쌀의 수분흡수속도 및 침지 중 경도의 변화, 한국농화학회지, **31(1):21, 1988.**