

## 아끼바레 및 밀양 23호 쌀전분의 이화학적 성질비교

정혜민 · 안승요 · 김성곤\*

서울대학교 가정대학 식품영양학과  
\*단국대학교 문리과대학 식품영양학과  
(1982년 5월 31일 수리)

### Comparison of Physicochemical Properties of *Akibare* and *Milyang* 23 Rice Starch

Hye-Min Chung, Seung-Yo Ahn and Sung-Kon Kim\*

Department of Food and Nutrition, Seoul National University and\* Dankook University,  
Seoul, Korea

#### Abstract

Morphology, physicochemical properties, pasting properties in the presence of various anionic ions and aging of gels of *Akibare* (Japoica type) and *Milyang* 23 (Indica type) rice starch were studied. Both starches were polygonal with length in the range of 3~6 $\mu$ m. Starch granules of *Akibare* were somewhat smaller than those of *Milyang* 23. X-ray diffraction study demonstrated that peak shape and intensity were significantly different between the two starches. *Akibare* and *Milyang* 23 rice starch had amylose content of 18.5 and 19.5% and water binding capacity of 106 and 100%, respectively. *Milyang* 23 rice starch had a higher swelling power than *Akibare* starch. A relationship between percent solubility and swelling power implied that bonding forces within the granules of the both starches were different. The optical transmittance of 0.1% suspension of the two starches increased rapidly from 60°C. In the range of 60~90°C, the two starches showed a single gelatinization pattern. Amylograms of the two starches in the presence of various anionic ions showed that pasting temperature and peak temperature were progressively increased in the order of SCN<sup>-</sup> < I<sup>-</sup> < Cl<sup>-</sup> < F<sup>-</sup> < SO<sub>4</sub><sup>=</sup>. SCN<sup>-</sup> and I<sup>-</sup> ions increased the peak height of *Akibare* rice starch while only SCN<sup>-</sup> ion was effective for *Milyang* 23 rice starch. There were no differences in the rates of retrogradation of 45% gels of the two starches stored at 21°C.

#### 서 론

최근 우리나라는 쌀의 증산을 위하여 해마다 다수확 품종이 널리 재배되고 있으나, 이들은 대체로 재래미에 비하여 식미가 떨어지는 단점이 있다.

쌀의 취반특성 및 식미는 주로 전분의 아밀로스와 아밀로펙틴의 구성비에 의해 결정된다.<sup>1,2)</sup> 특히 취반중 쌀의 물의 흡수와 용적팽창정도는 아밀로스 함량에 직접적인 영향을 받게 된다.<sup>2)</sup> 또한 아밀로스 함량은 밥의 연화도(tenderness), 응집성(cohesiveness) 및 색상(color)과 반대되는 상관관

계가 있다.<sup>1)</sup> 밥의 경도(hardness)는 아밀로스 함량 이외에도 아밀로그래프의 점도, birefringence의 소실온도등에도 영향을 받게 된다.<sup>2)</sup>

그러나 우리나라 쌀의 식미에 대한 연구는 거의 미미한 형편이며, 쌀의 식미에 직접적인 영향을 주는 전분에 대하여도 그 연구가 많지 않은 편이다. 우리나라 쌀 전분에 대한 연구로는 재배지에 따른 쌀 전분의 특성,<sup>3,4)</sup> 동일 재배지에서의 쌀 품종간의 비교<sup>5,6)</sup> 및 통일쌀과 재래미의 비교<sup>7,8)</sup> 등이 있다. 최근 조동<sup>9)</sup>은 식미가 좋은 다수확 품종인 밀양 23호와 재래품종인 아끼바레의 수화 및 취반특성을 비교 검토하여, 밀양 23호는 아끼바레에 비하여 아밀로그래프의 점도가 높으며, 취반속도 및 물의 확산속도가 빨랐다고 보고하였다. 밀양 23호와 아끼바레의 아밀로스 함량은 각각 19.5 및 17.5%로 보고되어 있는데,<sup>2)</sup> 두 품종의 수화 및 취반속도의 차이가 아밀로스 함량의 차이 또는 전분의 특성 차이에 기인하는지는 아직 알려져 있지 않다.

본 연구는 아끼바레 및 밀양 23호 쌀의 수화 및 취반특성의 차이를 이해하기 위한 기초 연구로서 두 쌀 전분의 이화학적 성질, 전분 gel의 retrogradation 속도 및 여러가지 음이온이 전분의 호화에 미치는 영향을 조사하였다.

### 재료 및 방법

#### 1. 재 료

상업적으로 도정 된 쌀(충남 아산군 염치면에서 재배된 아끼바레 및 밀양 23호)을 60mesh로 빵아냉장고에 보관하면서 실험에 사용하였다.

#### 2. 방 법

1) 전분의 분리 : 전분은 알카리 침지법<sup>8)</sup>으로 분리하였다.

2) 일반성분 분석 : 전분의 수분, 회분, 조지방 및 질소함량은 AACC법<sup>10)</sup>에 따라 분석하였다.

3) 전분입자의 성상 : 쌀 전분의 광학 현미경 사진 촬영은 photomicroscope(Olympus Co., Japan)를 사용 600배로 확대하여 실시하였다.<sup>11)</sup>

4) X-ray 회절도 : X-ray 회절도는 X-ray diffractometer (Rigaku, Co., Japan)를 사용하여 Cu, K $\alpha$ ; scanning speed 4°/min; chart speed 40mm/min; time constant 1 sec; count range 1000C/sec. 30kV, 10mA, 1KW의 조건으로 2 $\theta$  90°~10°

까지 회절시켰다.

5) 전분의 이화학적 성질 : 전분의 물 결합 능력은 Medcalf 및 Gilles의 방법<sup>12)</sup>으로, 아밀로스 함량은 Juliano의 방법<sup>13)</sup>으로 측정하였다. 아밀로스의 표준곡선은 밀 아밀로스를 사용하여 작성하였다.

팽화력은 Schoch의 방법<sup>14)</sup>에 의하여 40°~80°C의 온도 범위에서 행하였고, 전분의 호화온도는 Wilson 등의 방법<sup>15)</sup>으로 0.1% 전분 현탁액의 625nm에서의 광투과도로 부터 구하였다.

6) 음이온에 의한 호화양상 : 쌀 전분의 호화양상은 Brabender/Visco/Amylograph<sup>®</sup>를 이용하여 행하였으며,<sup>16)</sup> 이때 전분 농도는 건물중으로 7%를 사용하였다. 염류의 사용 농도는 0.43M 이었다.

아밀로그래프로 부터 호화온도, 최고점도, 최고 점도시의 온도, 95°C에서 15분 후의 점도 및 50°C에서의 점도를 구하였다. 최고점도가 95°C를 유지하는 중에 나타나는 경우에는 최고점도의 유지 시간(분)을 기록하였다.

7) 전분 gel의 retrogradation : 전분 5g을 petri 접시에 취한 다음 증류수(5.07ml)를 가하여 45%의 전분농도(건물중)로 한 후 24°~96°C까지 2.4°C/min로 oven에서 온도를 상승시키면서 전분을 호화시켰다.<sup>17)</sup> 호화된 전분은 상온에서 20분간 냉각시키고 21°C에서 5일간 저장하면서 gel의 경도를 textrometer (General Foods Co., U.S.A.)를 사용하여 측정하고, Avrami 방정식에 의하여 분석하였다.<sup>18)</sup>

### 결과 및 고찰

#### 1. 전분의 일반 성분 및 성상

아끼바레 및 밀양 23호 쌀 전분의 일반 성분은 Table 1과 같다. 두 전분간의 일반 성분의 차이는 없었으며, 질소함량은 0.01%로서 아주 낮은 값을 보였다.

전분의 일반성분은 알카리처리 횟수에 의하여 영향을 받게 된다. Yamamoto 등<sup>19)</sup>은 쌀가루를 0.2% NaOH 용액으로 5°C에서 3시간 진탕교반함으로써, 98%의 단백질, 90%의 지질 및 85%의 회분이 용해되어 제거된다고 보고하였다. 동일조건하에서 회분 및 지질은 2회처리로써 거의 제거되나, 단백질 함량은 6회처리까지 계속 감소하여 0.07%에 이르고 그 이상의 처리에는 변화가 없었다.<sup>19)</sup>

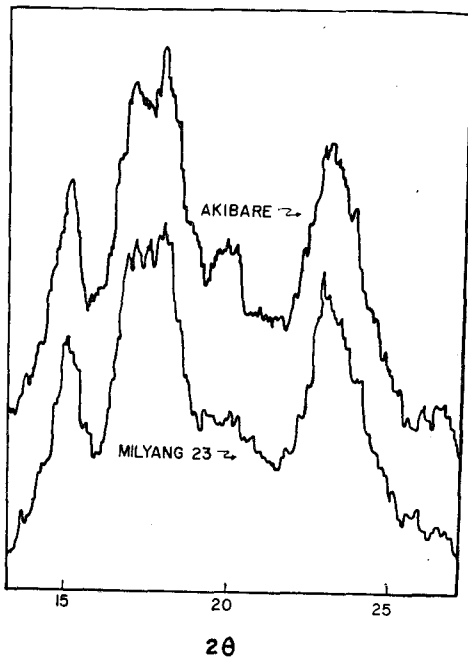
**Table 1.** Proximate composition of rice starch (%)

	<i>Akibare</i>	<i>Milyang 23</i>
Moisture	14.5	14.1
Lipid	0.06	0.05
Nitrogen	0.01	0.01
Ash	0.12	0.11

광학 현미경으로 본 쌀 전분입자의 형태는 다각형으로서 입자의 크기는 3~6 $\mu$ m 정도였다. 아끼바레 및 밀양 23호 쌀 전분간의 형태는 비슷하였으며, 전자의 입자는 후자보다 다소 작았다. 대체로 쌀 전분입자는 다른 전분에 비하여 작으며 그 크기는 3~9 $\mu$ m로서 평균 5 $\mu$ m 정도로 보고되어 있다.<sup>20)</sup> 쌀 전분입자는 여러개가 뭉쳐있는 것을 볼 수 있었는데, 이는 쌀 전분의 특성으로 알려져 있다.<sup>20)</sup>

## 2. X-ray 회절도

아끼바레 및 밀양 23호 쌀 전분의 회절 양상은 Fig. 1과 같다. 두 전분 모두 2 $\theta$ 가 15.3°, 17.1°, 18.2°, 25.2°에서 peak를 보이는데 이는 A형의

**Fig. 1.** X-ray diffraction patterns of *Akibare* and *Milyang 23* rice starch.

전형적인 형태로 쌀 전분의 특성으로 알려져 있다.<sup>21)</sup> 아끼바레 쌀 전분은 2 $\theta$ 가 17~18° 및 20° 근처에서 밀양 23호 쌀 전분과는 다른 X-ray 회절양상을 보였다(Fig. 1). 이는 두 전분의 결정구조 또는 결정화도가 다르다는 것을 가리킨다.

## 3. 아밀로스 함량

아끼바레 및 밀양 23호 쌀 전분의 아밀로스 함량은 각각 18.5 및 19.5%이었는데 이는 Juliano의 결과<sup>22)</sup>와 비교할때 아끼바레의 경우 1% 정도 높은 결과였다.

우리나라 쌀 전분의 아밀로스 함량은 품종간 및 연구자간에 큰 차이를 보이고 있는데, 김등<sup>5)</sup>은 수월지방에서 재배된 통일계 쌀 품종의 아밀로스 함량은 평균 23.0%로 보고하였고, 김<sup>6)</sup>은 호남지방에서 재배된 쌀 품종의 아밀로스 함량은 평균 24.9%로서 호남지방의 쌀 품종이 높은 아밀로스 함량을 보인다고 보고하였다. 정등<sup>1)</sup>은 통일쌀이 23.3%, 진흥쌀이 20.6%, 유선쌀이 21.3%, 김등<sup>8)</sup>은 팔달쌀이 19.0%, 통일쌀이 19.5%라고 보고하였다. 이러한 차이는 품종의 재배환경 및 수확시기, 측정방법 등의 차이에 기인하는 것으로 보인다.<sup>22)</sup>

또한 쌀의 아밀로스 함량은 쌀의 입자크기에 의하여도 영향을 받는다고 알려져 있으나,<sup>23)</sup> Juliano<sup>22)</sup>는 아밀로스 함량은 쌀의 입자크기나 모양과는 무관하다고 보고하였다.

## 4. 물 결합 능력 및 팽화력

아끼바레 및 밀양 23호 쌀 전분의 물 결합 능력은 각각 106 및 100%로서 두 전분간의 차이는 없었다. 이는 김등<sup>8)</sup>이 보고한 통일 및 팔달 쌀 전분의 물 결합 능력보다는 다소 낮은 값이었다.

아끼바레 및 밀양 23호 쌀 전분의 팽화력은 Fig. 2와 같다. 두 전분은 50°C까지는 팽윤이 거의 일어나지 않았으나 그후로 급격히 증가하기 시작했으며 온도가 상승함에 따라 밀양 23호가 아끼바레보다 더 큰 팽화력을 보였다.

온도상승에 따라 전분입자내의 결합력은 점차적으로 약해져 팽화력이 증가하게 되는데,<sup>24)</sup> 결합력이 강한, 즉 미세구조가 강하게 결합된 전분의 팽화는 상당한 제한을 받게 된다.<sup>25)</sup> 따라서 Fig. 2의 결과는 아끼바레 쌀 전분이 밀양 23호 쌀 전분보다 전분입자의 결합력이 강함을 가리킨다.

두 전분의 팽화력과 용해도와의 관계를 보면, 동일 팽화력에서 밀양 23호 쌀 전분의 용해도는

아끼바레보다 낮음을 알 수 있다(Fig. 3). 따라서 Fig. 3의 결과는 밀양 23호 쌀 전분의 결합력은 아끼바레 쌀 전분보다 약하나, 높은 팽화상태에서도 입자내의 전분물질을 고정(immobilization)하는 정도가 높음을 가리킨다.

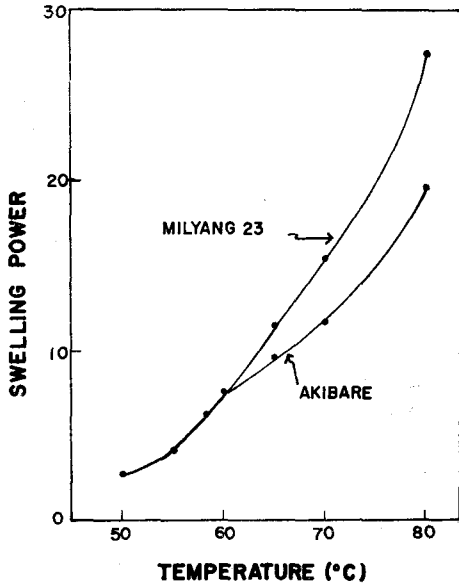


Fig. 2. Swelling power of Akibare and Milyang 23 rice starch.

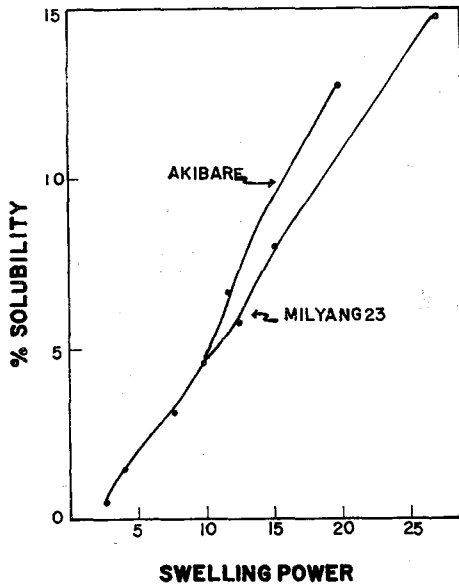


Fig. 3. Relationship between swelling power and solubility of Akibare and Milyang 23 rice starch.

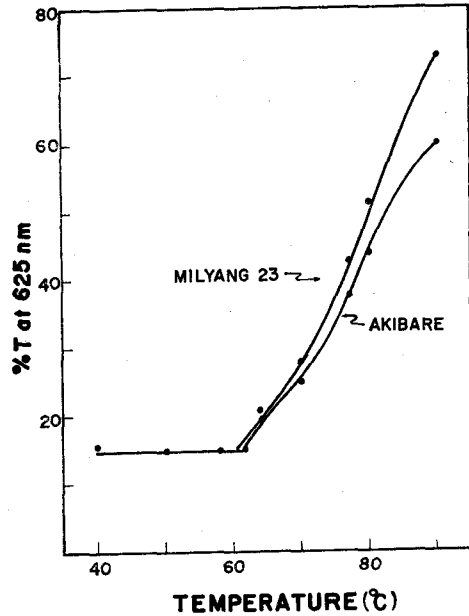


Fig. 4. Changes in transmittance of 0.1% Akibare and Milyang 23 rice starch suspension.

5. 호화온도

아끼바레 및 밀양 23호 쌀 전분 (0.1% 현탁액)의 호화는 Fig. 4와 같다. 팽투과도는 60°C까지는 큰 변화가 없었으나, 그 후 입자가 수화되면서 급격히 증가하였다. 쌀 전분의 팽투과도 곡선은 60°C에서 90°C까지 single stage의 호화양상을 보였다.

온도상승에 따른 아끼바레 쌀 전분의 팽투과도는 밀양 23호 쌀 전분보다 다소 낮았으나, 호화온도는 큰 차이가 없었다(Fig. 4).

6. 음이온에 의한 호화양상

여러 음이온이 쌀 전분의 호화양상에 미치는 영향은 Fig. 5 및 6과 같으며 그 결과는 Table 2와 같다. 아밀로그람 pattern은 NaCl과 NaF는 거의 동일하였으며, NaSCN과 NaI는 매우 유사하였다.

아끼바레 및 밀양 23호 쌀 전분 모두 호화온도 및 최고점도시의 온도는  $SCN^- < I^- < Cl^- < F^- < SO_4^{2-}$ 의 순으로 점차 증가하였다. 이러한 결과는 밀 및 옥수수 전분의 경우 음이온은  $SCN^-, I^-, NO_3^-, Br^-, Cl^-, F^-, SO_4^{2-}$ 의 순으로 전분의 호화온도에 영향을 미치나 양이온( $K^+, Na^+, Li^+, Br^{++}, Sr^{++}, Ca^{++}$ )

의 영향은 음이온보다는 현저하지 못하다는 보고<sup>16)</sup>와 일치하는 경향이였다.

NaCl과 NaF 존재시 쌀 전분의 최고점도시의 온도는 95°C로 유지하는 동안에 일어났으며 이는 아끼바레 쌀 전분의 경우에 더욱 현저하였다 (Table 2).

SCN<sup>-</sup> 및 I<sup>-</sup> 이온은 아끼바레 쌀 전분의 최고점도를 증가시켰으나 밀양 23호 쌀 전분의 경우에는

SCN<sup>-</sup> 만이 최고점도를 증가시켰다 (Table 2). 이는 대체로 밀 전분의 경우<sup>16,26)</sup>와 일치하는 결과였다.

NaCl은 낮은 농도(예, 0.05M)에서도 밀 전분의 최고점도를 증가시킨다고 보고<sup>17,27)</sup>되어 있으나, 쌀 전분의 경우에는 오히려 최고점도가 감소하는 결과를 보였다 (Fig. 5 및 6). NaF도 NaCl과 동일한 결과를 보였다 (Table 2).

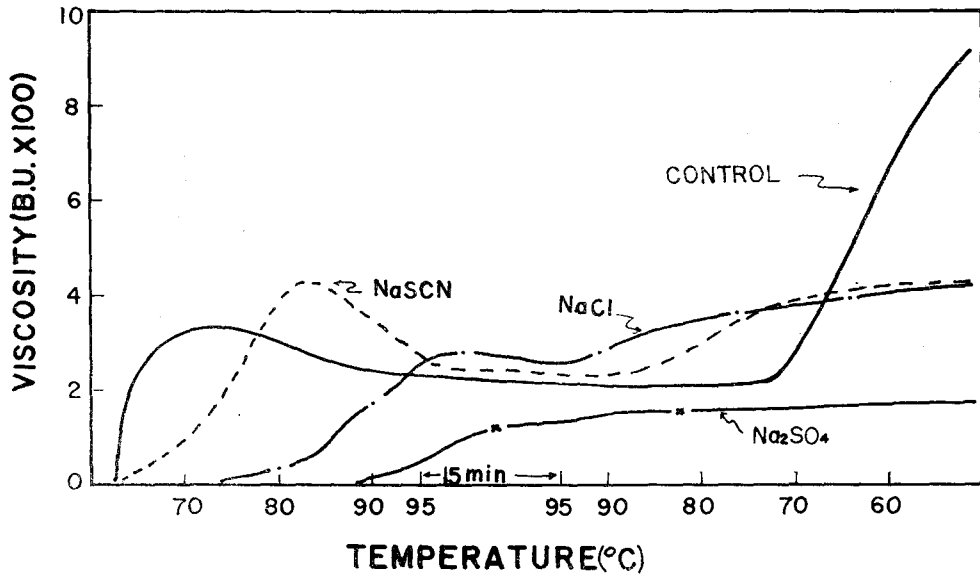


Fig. 5. Effect of various salt solutions (0.43M) on Akibare rice starch amylograms.

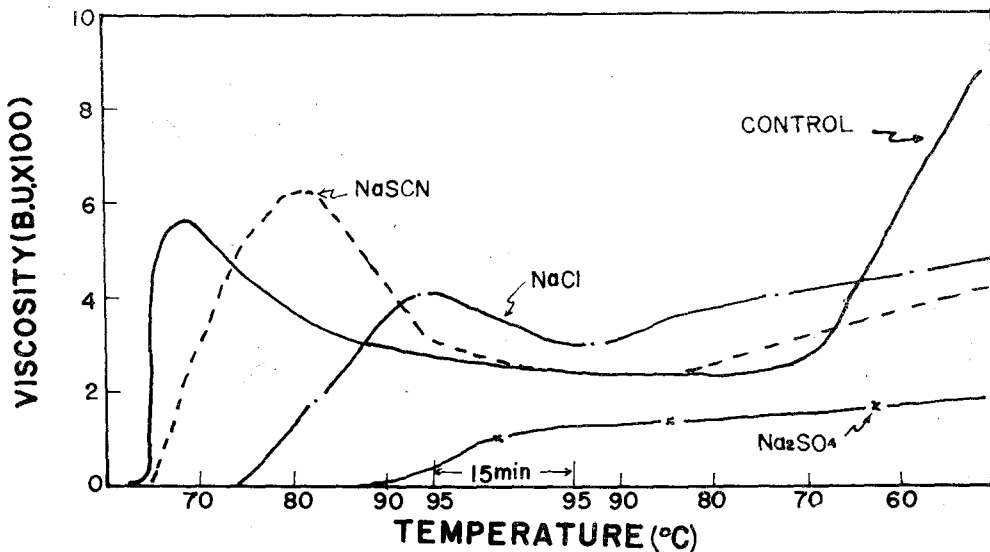


Fig. 6. Effect of various salt solutions (0.43M) on Milyang 23 rice starch amylograms

**Table 2.** Effect of salts on rice starch amylograms

Starch	Salt (0.43M)	Pasting temp. <sup>a)</sup> (C)	Peak height (B.U.)	Peak temp. (C)	15-min height <sup>b)</sup> (B.U.)	Height at 50°C (B.U.)
<i>Akibare</i>	None	62.5	340	71.5	230	900
	NaSCN	62.5	430	80.5	280	430
	NaI	67.0	480	88.0	320	560
	NaCl	70.0	280	95.0(4min) <sup>c)</sup>	260	420
	NaF	79.0	280	95.0(9min) <sup>c)</sup>	260	360
	Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	85.0	no peak	—	130	170
<i>Milyang 23</i>	None	62.5	580	67.0	240	870
	NaSCN	64.0	630	80.5	240	420
	NaI	67.0	560	83.5	240	440
	NaCl	74.5	420	95.0(1min) <sup>c)</sup>	300	480
	NaF	76.0	410	95.0(1min) <sup>c)</sup>	300	460
	Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	85.0	no peak	—	130	180

- a) Temperature at which the initial increase in viscosity by 10 B.U.
- b) Peak height after 15 minute holding at 95°C
- c) Time indicated is the number of minutes after the temperature first reached 95°C

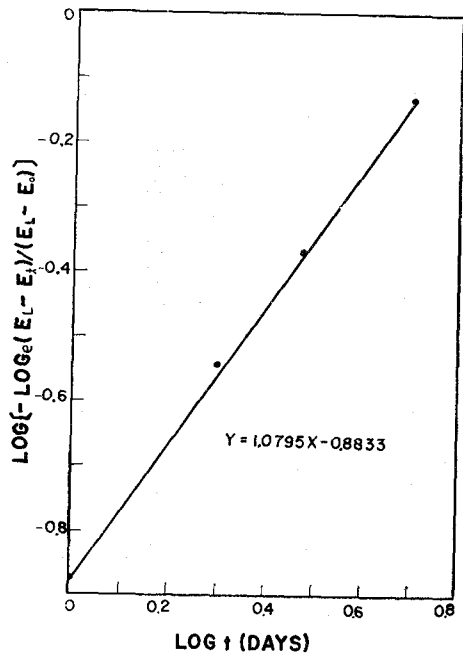
Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 존재하의 아끼바레 및 밀양 23호 쌀 전분의 아밀로그래프는 동일한 양상을 보였다. SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> 이온의 존재하의 쌀 전분은 최고점도에 도달하지 않았으며 가열 및 냉각과정에서도 점도는 계속적으로 증가하였다(Fig. 5 및 6). 그러나 점도는 대조구보다 훨씬 낮았다. 이는 SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> 이온의 존재시 전분의 팽윤(swelling)이 극히 제한됨을 가리킨다. 이상의 결과는 밀 전분의 경우<sup>16)</sup>와 일치하는 경향이었다.

여러 이온의 존재시 95°C에서 15분후의 점도는 최고점도와는 반비례의 관계가 있었다(Table 2). 이는 전분입자의 integrity가 클수록(따라서 최고점도가 높을수록), 최고점도에 도달 후 breakdown의 정도가 크다는 것을 가리킨다.

이상의 결과로부터 전분의 호화 중 음이온의 존재는 쌀 전분의 호화온도 및 최고점도시의 온도를 증가시키는 효과를 보임을 알 수 있다. 특히 SCN<sup>-</sup> 이온은 쌀 전분의 integrity를 증가시키는 효과가 컸으며 I<sup>-</sup> 이온은 아끼바레 쌀 전분의 경우 그 효과는 SCN<sup>-</sup> 이온보다 월등하였다.

여러 음이온이 전분의 호화과정중에 미치는 영향에 대한 이론은 아직 정확히 알려져 있지 않으나 음이온의 charge 분포이론<sup>28)</sup>이 널리 인용되고 있다. 그러나 호화시 전분의 점도는 동시에 일어나는 여러 과정의 결과이므로 본 실험결과의 정확

한 해석에는 앞으로 많은 연구가 뒤따라야 할 것이다.



**Fig. 7.** Plot of  $\log [-\log_e(E_L - E_t)/(E_L - E_0)]$  against  $\log t$  for 45% *Akibare* starch gels stored at 21°C.

요 약

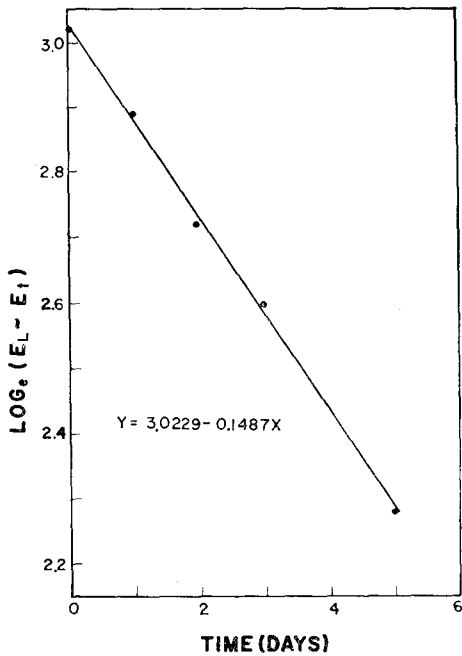


Fig. 8. Plot of  $\log_e (E_L - E_t)$  against time for 45% Akibare starch gels stored at 21°C.

7. 전분 gel의 노화속도

아끼바레 및 밀양 23호 쌀 전분 gel을 21°C에서 보관하면서 경도의 변화를 Avrami 방정식으로 분석한 결과, 아끼바레 쌀 전분 gel의 Avrami 지수는 1.08이었고(Fig. 7), 노화속도 상수(k)는 0.1487, 시간상수(1/k)는 6.72일이었다(Fig. 8). 밀양 쌀 전분 gel의 k는 0.1558, 1/k은 6.42일로서 아끼바레와 차이가 없었다.

일반적으로 전분 gel의 시간상수는 아밀로스 함량에 의해 크게 영향을 받는다고 알려져 있다.<sup>29)</sup> 밀양 23호 쌀 전분의 아밀로스 함량(19.5%)과 비슷한 아밀로스 함량을 가진 통일 및 팔달 쌀 전분의 시간상수는 각각 8.86 및 10.64일로 보고되어 있다.<sup>8)</sup> 그러나 비슷한 아밀로스 함량을 갖는 전분 간의 시간상수의 차이에 대한 이유는 아직 알려져 있지 않다.

이상의 결과를 요약하면 아끼바레 및 밀양 23호 쌀 전분은 화학적 성질에는 큰 차이가 없었으나, 물리적인 성질은 서로 상이하였다. 따라서 쌀 전분의 물리적인 특성과 두 품종간의 수화 및 취반 특성과의 차이 사이에는 어떤 관계가 있으리라 추측되나 이는 앞으로 더욱 연구되어야 할 과제이다.

아끼바레 및 밀양 23호 쌀 전분의 이화학적 성질, 전분 gel의 노화 및 음이온에 의한 호화양상을 조사하였다. 두 전분입자의 성상은 다각형이며 입자의 크기는 3~6 $\mu$ m 정도였으며, 아끼바레가 밀양 23호 보다 다소 작았다. 두 전분의 X-ray 회절도는 A형으로 peak 형태와 강도에서 약간의 차이를 보였다. 아끼바레 및 밀양 23호 쌀 전분의 아밀로스함량은 각각 18.5 및 19.5%이었고 물 결합능력은 106 및 100%이었다. 팽화력은 50°C까지는 큰 변화가 없었으나 이후에 급격히 증가하였고 밀양 23호 쌀 전분의 팽화력이 더 컸다. 전분 현탁액(0.1%)의 광투과도는 두 전분 모두 60°C 이후에서 급격히 증가하였으며 밀양 23호 쌀 전분이 더 큰 광투과도를 보였다. 음이온에 의한 아밀로그람 pattern은 NaCl과 NaF는 동일하였고 NaSCN과 NaI는 유사였다.

호화온도 및 최고점도시의 온도는 SCN<sup>-</sup> < I<sup>-</sup> < Cl<sup>-</sup> < F<sup>-</sup> < SO<sub>4</sub><sup>=</sup>의 순으로 증가하였고 SCN<sup>-</sup> 및 I<sup>-</sup> 이온은 최고점도를 증가시켰으나 NaCl은 감소시켰다. SO<sub>4</sub><sup>=</sup> 이온을 첨가한 경우 점도는 계속 증가하였고 최고점도에 도달하지 않았다. 아끼바레 및 밀양 23호 전분 gel을 21°C에서 저장한 경우 시간상수가 각각 6.72 및 6.42일이었다.

인 용 문 헌

1. Juliano, B.O., Onate, L.U. and Del Mundo, A.M.: Food Technol., 19 : 1006 (1965).
2. Juliano, B.O.: in "Proceedings of the Workshop on Chemical Aspects of Rice Grain Quality," p. 69, International Rice Research Institute, Los Banos, Philippines (1979)
3. 김호식 · 이춘영 · 이서래 : 한국농학회지 기념논문집, p. 29 (1961).
4. 정경근 · 한동식 : 농촌진흥청 시험연구 사업보고서, p. 793 (1968).
5. 김재욱 · 이계호 · 김동연 : 한국농화학회지, 15 : 65 (1972).
6. 김용휘 : 전북대학교 농대논문집, 제 4집 : 103 (1973)
7. 정동효 · 이현유 : 한국식품과학회지, 8 : 179 (1976)

8. 김성곤 · 한태룡 · 이양희 · 비.엘. 다포니아 : 한국식품 학회지, 10 : 157 (1978)
9. 조은경 · 변유량 · 김성곤 · 유주현 : 한국식품과 학회지, 12 : 285 (1980)
10. American Association of Cereal Chemists: AACC Approved Methods. The Association: St. Paul, Minn. (1962).
11. MacMaster, M.M.: in "Methods in Carbohydrate Chemistry," ed. by R.L. Whistler, Vol.4, p.233. Academic Press, New York, N.Y. (1964).
12. Medcalf, D.G. and Gilles, K.A.: Cereal Chem., 42 : 558 (1965).
13. Juliano, B.O.: Cereal Sci. Today, 16 : 334 (1971)
14. Schoch, T.J.: in "Methods in Carbohydrate Chemistry," ed. by R.L. Whistler, Vol. 4, p.106. Academic Press, New York, N.Y. (1964)
15. Wilson, L.A., Birmingham, V.A., Moon, D.P. and Synder, H.E.: Cereal Chem., 55 : 661 (1978)
16. Medcalf, D.G. and Gilles, K.A.: Die Stärke, 4 : 101, (1966)
17. Kim S.K. and D'Appolonia, B.L.: Cereall Chem., 54 : 150 (1977)
18. 김원수 · 이해수 · 김성곤 : 한국농화학회지, 23 : 166 (1980)
19. Yamamoto, K., Sawada, S. and Onogaki, T.: Starch Chem. (Japan), 20 : 99 (1973)
20. Moss, G.E.: in "Examination and Analysis of Starch and Starch Products," ed. by J.A. Radley, P.I. Applied Sci. Publishers Ltd., London (1976)
21. Zobel, H.F.: in "Methods in Carbohydrate Chemistry," ed. by R.L. Whister, Vol. 4, p.109, Academic Press, New York, N.Y. (1964)
22. Juliano, B.O.: J. Japan Soc. Starch Sci., 18 : 35 (1970)
23. Williams, V.R., WU, Wei-Ting, Tsai, H.Y. and Bates, H.G.: J. Agr. Food Chem., 6 : 47 (1958)
24. Lorenz, K. and Hinze, G.: J. Agr. Food Chem., 24 : 911 (1976).
25. Leach, H.W., McCowen, L.D. and Schoch, T.J.: Cereal Chem., 36 : 534 (1959)
26. Anker, C.A. and Geddes, W.F.: Cereal Chem., 21 : 335 (1944)
27. Ganz, A.J.: Cereal Chem., 42 : 429 (1965)
28. Morsi, M.K.S. and Sterling, C.: J. Polymer Sci. Part A. 1 : 3547 (1963)
29. Kim, S.K., Ciacco C.F. and D'Appolonia B.L.: J. Food Sci., 41 : 1249 (1976)