

# 도토리 澱粉 묵의 Rheology 特性和 Tannin 成分의 影響에 對하여

Study on the Rheological Properties and Effects of Tannin  
Components of Acorn Starch Gel

慶熙大學校 食品營養學科

助 教 授 具 成 子  
教 授 張 晶 玉

日本女子大學 食物科

教 授 中 浜 信 子  
助 教 小 林 智 子

*Dept. of Food and Nutrition, Kyung Hee University*

Assitant Prof.; **Sung Ja Koo**

Prof.; **Jung Ok Chang**

*Dept. of Food and Nutrition, Japan Women's University*

Prof.; **Nobuko Nakahama**

Assitant; **Michiko Kobayash**

## <目 次>

I. 序 論  
II. 試料 및 實驗方法  
III. 結果 및 考察

IV. 要 約  
參考文獻

## <Abstract>

The rheological properties of acorn starch gel (9~13 g/100 ml) were investigated in region of small and large deformation.

The properties were compared with those of potato and wheat starch gel. On the physical characteristics and the effect of tannin contents of acorn starch were examined.

The results were as follows:

1. X-ray diffractogram of acorn starch showed C-type and its granules swelled gradually with heating. At 60°C, the maximum solubility of acorn starch was observed.
2. Hardness, brittleness and both small and large deformation of the acorn starch gel were remarkably large, also the concentration dependence of the acorn starch gel could be recognized in small deformation and hardness.
3. The Young's modulus of Hookean body ( $E_H$ ) in small deformation and the rupture

stress(Pf) in large deformation differed obviously from the parameters of rheological properties in various gels. It was found that the  $E_H$  increased with the rise of concentration of the acorn starch gel, however no remarkable change on the Pf was found.

4. It was found that the swelling power, viscosity and rheological properties were affected obviously by the tannin.

## I. 序 論

도토리 澱粉 묵은 韓國의 傳統의 食品으로서 메밀, 녹두, 동부 澱粉 묵과 함께 널리 利用되고 있는 gel 狀食品이다 gel 狀食品의 製造, 加工工程, 品質管理評價에 있어서 texture가 대단히 重要시 되고있는데 이는 texture가 食品의 嗜好性을 左右하는 要素이기 때문이다. 그러므로 食品의 texture를 數量化 하는것은 調理科學 및 食品工業關係 研究를 더한층 發展시켰다.<sup>1)</sup> 또한 食品의 rheology 特性은 texture를 支配하기 때문에 이에 관한 研究도 많이 되어졌다.<sup>2~12)</sup> 도토리 澱粉 묵에 對해서는 문등<sup>13)</sup>과 立屋數등<sup>14)</sup>의 研究가 있지만 texture이외의 rheology 特性에 관해서는 거의 報告되어 있지않다. 具<sup>15)</sup>의 前報에 이어 도토리 澱粉 묵의 基礎的 研究로서 도토리 澱粉 묵을 製造하여 그의 texture 特性과 微小變形領域의 粘彈性과 大變形領域의 破斷特性을 測定하였으며 rheology 特性值 間의 相互關係를 檢討하였다. 또한 微小變形과 大變形에 關해서도 關聯을 檢討하여 감자 澱粉 gel 및 밀 澱粉 gel과 比較하였으며 이들 試料澱粉의 物理的 特性과 도토리 澱粉중의 tannin 成分이 도토리 澱粉 묵의 rheology 特性에 미치는 影響에 對해서 檢討하였다.

## II. 試料 및 實驗方法

### 1. 試料의 調製<sup>14, 15)</sup>

試料로서는 도토리 澱粉(Quercus serrata tumb. seed)과 감자 澱粉 및 밀 澱粉(日本和光純藥製)을 使用하였다. 도토리 澱粉 調製는 Fig. 1에 나타냈다. Tannin free 도토리 澱粉도 朴등<sup>16)</sup>의 方法에

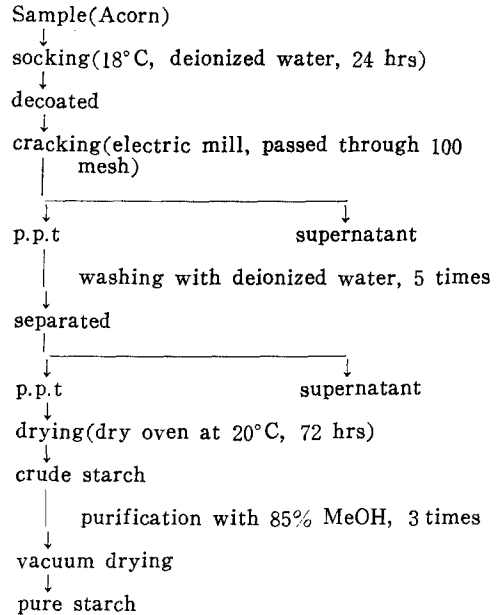


Fig. 1. Schematic diagram for the manufacture of sample starch.

따라 調製한후 Schoch<sup>17)</sup> 方法에 準해서 脫脂시켜 使用하였다. Iodine 呈色比色測定用도 같은 方法으로 製造하였다.

### 2. 試料 gel의 調製<sup>15, 18)</sup>

도토리 澱粉(S.G. : 1.3) 감자 澱粉(S.G. : 1.5) 밀 澱粉(S.G. : 1.4)을 어느 것도 9g/100ml, 10g/

<Table 1> Size of starch gel

Sample	Size of glass cell	
	Diameter (cm)	Height (cm)
Texture	3.0	1.2
Static viscoelasticity	3.0	2.0
Stress-strain	3.0	2.0

100ml, 12g/100ml, 13g/100ml, 되게 調製했다. 도토리 澱粉은 95°C, 감자 澱粉은 90°C, 밀 澱粉은 98°C에 달하였을 때 2分間 攪拌한후 所定の 澱粉 濃度를 얻기위하여 蒸發水量을 熱水로 補充하고 圓柱形의 glass cell에 流入하여 5°C의 refrigerator에서 20時間 凝固시킨다음 Table 1과 같이 成形시켰다. 試料 gel을 25°C의 incubator에서 60分間 放置한후 試料 gel을 얻었다.

### 3. 試料澱粉의 特性

#### 1) Tannin 및 amylose 含量

도토리 澱粉중의 tannin을 朴登<sup>16)</sup>의 方法으로 抽出하여 Franiau<sup>19)</sup>의 方法에 의해 TLC로 確認하였으며 [展開溶媒; Chloroform: ethylformate: formic acid (50 : 40 : 10), 發色劑; NaOH, Diazotized paranitroaniline] tannin 含量은 HPLC (Water Model 204)로 測定하였다.

標準物質은 gallic acid(日本藥局方)을 使用하여 測定하였다. amylose 含量은 Iodine 呈色比色法<sup>20)</sup>에 準하여 UV-vis spectrophotometer(Varian DMS 90)로 660nm에서 吸光度를 測定하여 一定比率의 amylose과 amylopectin의 混合溶液에 對하여 吸光度를 같은 方法으로 測定하여 얻었다. 標準曲線으로 부터 amylose 含量을 求했다.

#### 2) 澱粉粒子的 檢鏡

試料澱粉의 粒子度는 현미경을 이용하여<sup>21)</sup> 測定하였다.

#### 3) X-ray diffraction

試料澱粉의 粒子的 結晶形을 알아보기 위하여 X-ray diffractometer (Model flox III A)를 使用하여 測定하였다. 試料는 粉末로 使用하였으며 操作條件은 30kV, 30mA, F.S. 800 CPS, 0.1sec 이었다.

#### 4) Amylogram

試料糊液의 粘度는 Brabender amylograph (Brabender Ohy Duisburg)를 使用하여 測定하였으며 tannin free 도토리 澱粉(TF-도토리 澱粉)도 함께 測定하였다.

#### 5) 膨潤力 및 溶解度

Schoch<sup>17)</sup>-具沼<sup>22)</sup>등의 方法에 準하여 測定하였으며, 膨潤力 및 溶解度は 다음 式에 의하여 求했

다.

$$\text{溶解度}(\%) = \frac{A}{1,000} \times 100 = \frac{A}{10} = S$$

$$\text{膨潤度}(\%) = \frac{100B}{1,000(100-S)} = \frac{B}{10(100-S)}$$

A: 上澄液만을 乾燥시킨것의 重量(mg)

B: 遠心分離沈澱部分의 重量(mg)

### 4. 靜的粘彈性

試料 gel의 靜的粘彈성을 얻기위하여 25°C에서 Creepmeter(Toyo-Seiki)를 使用하여 Creep curve를 얻어서 粘彈性解釋<sup>23)</sup>을 行했다.

### 5. 破斷特性

定速壓縮 stress-strain의 測定은 Dynagraph(飯尾電式製)를 使用하여 各 試料 gel에 對한 stress-strain curve를 얻었다. 木村<sup>24)</sup>의 解釋方法에 따라서 破斷特性值로서 rupture strain( $\epsilon_f$ ), rupture stress(Pf), rupture energy( $E_n$ )를 求했다. 壓縮速度는 4 cm/min으로 一定하게 하였고 測定溫度는 25°C이였으며 모든 測定值는 15個의 試料에 對해서 測定하여 平均値와 標準偏差를 求했다.

### 6. Texture 特性

試料 gel의 hardness, cohesiveness, adhesiveness, brittleness 등은 Rheolometer(飯尾電式 RMT: 1,300)를 使用하여 求했다.

Measurement condition

sample diameter: 3.0 cm

sample height: 1.2 cm

plunger diameter: 2.0 cm

clearance: 2 mm

## III. 結果 및 考察

### 1. 試料澱粉의 特性

#### 1) Tannin 및 amylose 含量

##### ① Tannin의 定量

標準物質인 gallic acid 및 tannic acid, 도토리 粉末, 도토리 澱粉중의 tannin의 HPLC chromatogram은 Fig. 2~Fig. 5에 나타냈다.

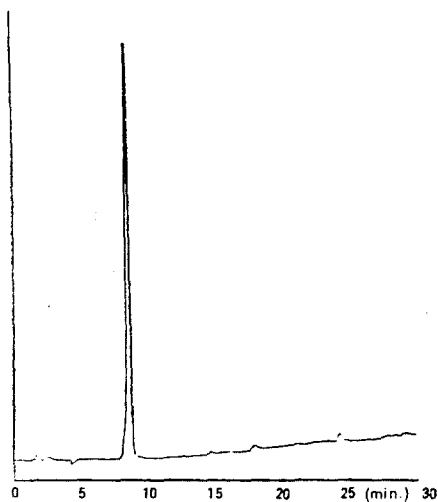


Fig. 2. HPLC chromatogram of standard gallic acid.

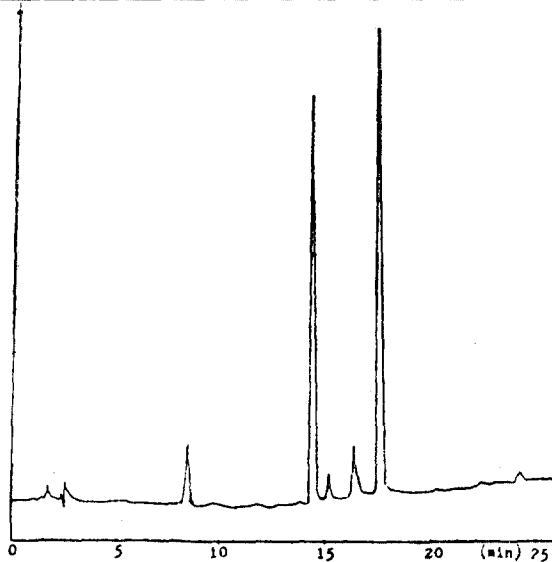


Fig. 3. HPLC of Tannic acid.

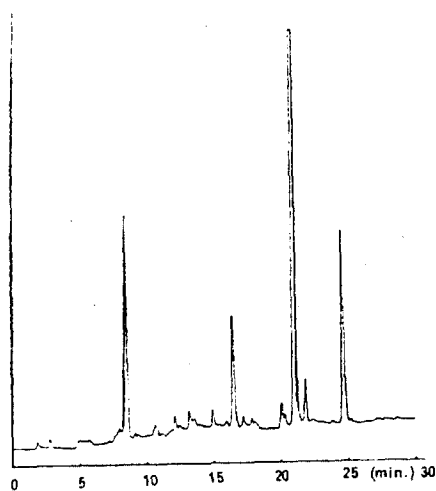


Fig. 4. HPLC chromatogram of tannin extracted from acorn powder.

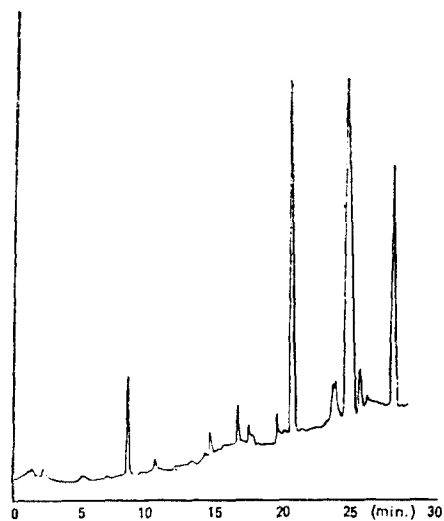


Fig. 5. HPLC chromatogram of tannin extracted from acorn starch.

Column:  $\mu$ -Bondapak  $C_{18}$

Detector: UV 280nm 0.1 AUFS

Solvent: A-0.5%  $H_3PO_4$

B-0.5%  $H_3PO_4$  in HPLC methanol

Flow rate: 1.5ml/min

Pressure: 4,500 P.S.I.

Gradient elution: A pump: 100% $\rightarrow$ 0%

B pump: 0% $\rightarrow$ 100%

Injection volume: 20  $\mu$ l

Run time: 20 min

<Table 2> Contents of gallic acid in sample

Sample	Gallic acid (mg/100g sample)	Tannin (g/100g sample)	Gallic acid (g/100g tannin)
Acorn powder	105.35	3.01	3.50
Acorn starch	33.60	0.96	3.50

1) Mean.

gallic acid 의 peak 가 retention time(Rt) 8.70 으로 確認되었으며 도토리 粉末, 도토리 澱粉중의 gallic acid 및 tannin 含量은 Table 2 에 나타냈다. 試料로 使用한 도토리 澱粉에는 tannin 量이 0.96%였으며 試料調製시 많은량이 제거되어 있었다.

② amylose 含量測定

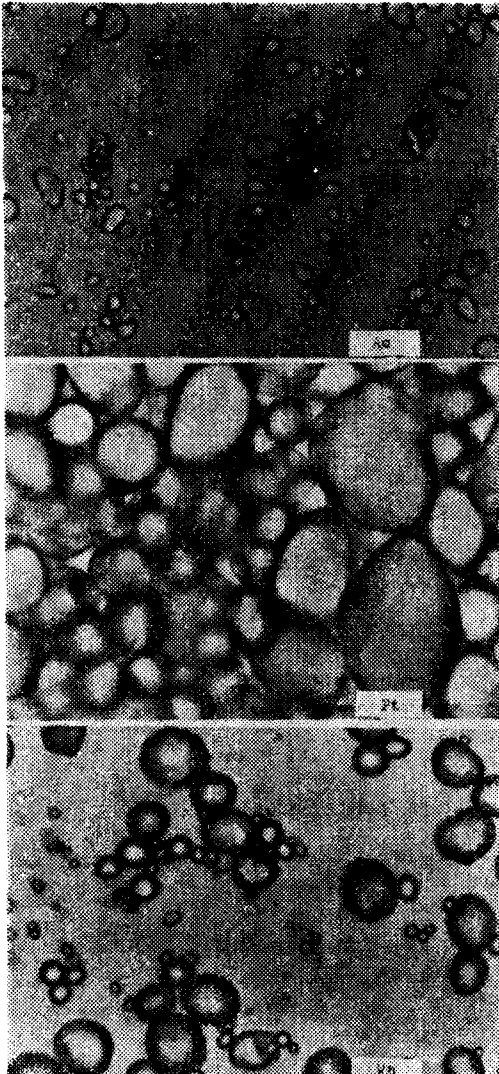


Fig. 6. Photomicrographs of acorn, potato and wheat starch  $\times 400$ .

Iodine 呈色比色法에 의해 測定한 도토리 澱粉의 amylose 含量은 25.3%로 밀 澱粉 25~27%와 비슷한 含量이었다.

2) 澱粉粒子的 檢鏡

Trinocular microscoph(Olympus BH-2)를 使用하여 試料澱粉의 photomicrographs 와 粒子度는 Fig. 6 과 Table 3 에 나타냈다.

Table 3 에 나타난 바와 같이 도토리澱粉의 粒子는 0~10  $\mu\text{m}$ (76%)로 감자나 밀 澱粉에 비해 微細한 편이고 현미경으로 촬영한 試料澱粉의 形態는 相異했다.

3) X-ray diffraction

試料澱粉의 X-ray diffraction pattern 은 Fig. 7 과 같다. 이 pattern 에 의하면 감자 澱粉은 B-type 이고 밀 澱粉은 A-type 으로 文獻<sup>20)</sup>과 一致하였으며 도토리 澱粉은 C-type 으로 나타났다.

4) Amylogram

試料澱粉의 粘度變化를 Brabender amylograph 로 測定한 amylogram 은 Fig. 8 에 나타냈으며 그 特性値는 Table 4 와 같다. 한편 tannin 成分이 도토리 澱粉 粘度에 어떤 影響이 미치는 가를 보기 위해 tannin 을 除去시킨 도토리 澱粉도 함께 測定하였다. Table 4 에 나타난 바와 같이 도토리 澱粉의 糊化開始 溫度는 75.5°C 이고 감자 澱粉은 66.5°C 밀 澱粉은 87°C 로 나타났으며 TF-도토리

<Table 3> Particle size distribution of acorn, potato and wheat

Range( $\mu\text{m}$ )	Acorn(%)	Potato(%)	Wheat(%)
0~10	75.70	—	53.04
10~20	24.00	10.9	18.1
20~30	—	43.5	16.9
30~40	—	13.0	12.0
40~50	—	13.0	—
50~60	—	4.3	—
60~70	—	6.5	—
70~80	—	4.3	—
80~90	—	2.2	—
90~100	—	2.2	—

Average\* .750 27.3 5.0

\* Average particle size was expressed as size of granules having 50% of total granuls.

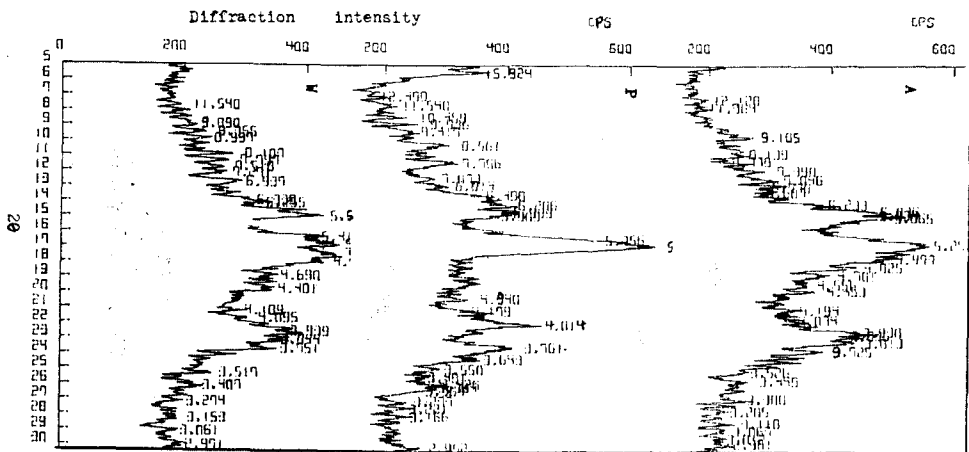


Fig. 7. X-ray diffraction patterns of each starch.

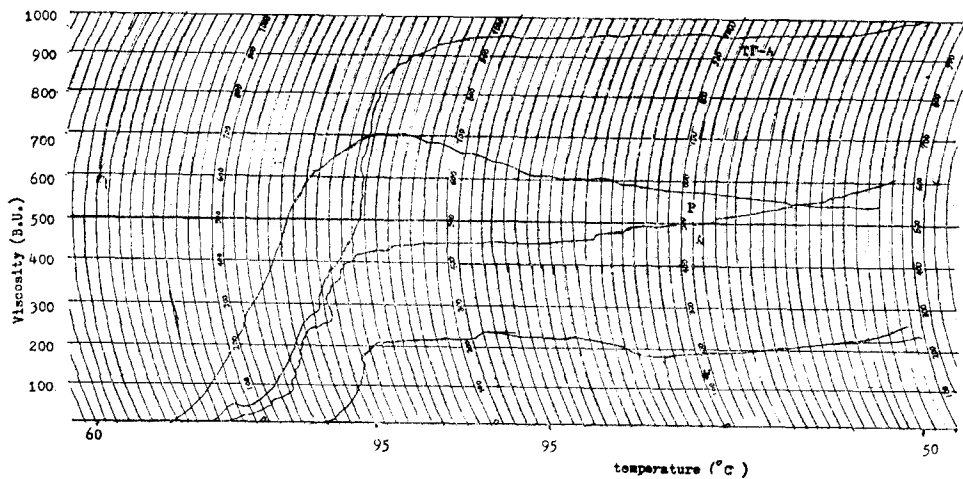


Fig. 8. Amylograms of acorn, tannin free acorn, potato and wheat starch  
 A: acorn starch, TF-A: tannin free acorn starch. P: potato starch.  
 W: wheat starch.

<Table 4> Characteristic values of acorn, tannin free acorn, potato and wheat starch  
 (6% solid basis)

Sample	Pasting Temp.(°C)	Peak height (B.U.)	Temp. at peak height(C)	Peak height at 95°C (B.U.)	Peak height at 95°C after 15min. hold (B.U.)	Peak height at 50°C (B.U.)
A	75.5	448	95	388	448	578
TF-A	75.0	950	95	394	950	1,150
P*	66.5	624	95	683	624	513
W	87.0	218	95	95	218	222

1) Mean

\*: 2%solid basis

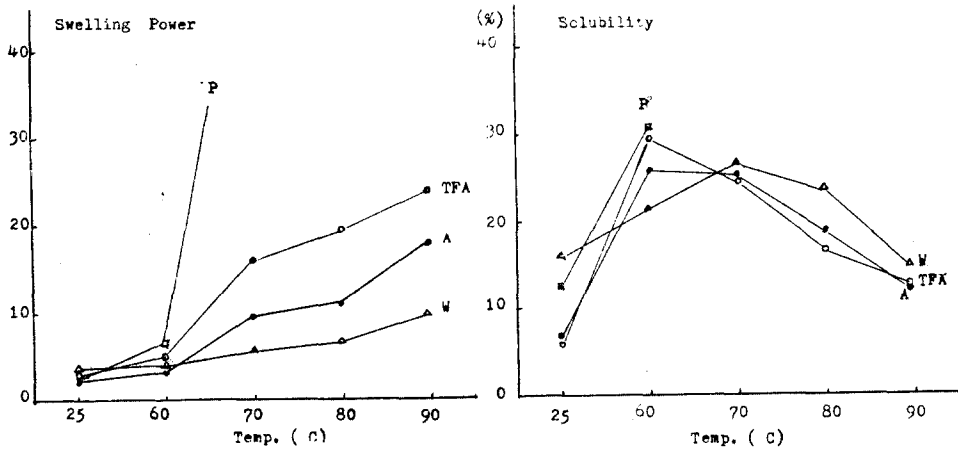


Fig. 9. Change swelling power and solubility of some starch.

P: potato starch. TF-A: tannin free acorn starch. A: acorn starch W: wheat Starch.

<Table 5> Viscoelastic constants and Retardation time of Gels at 25°C

Sample	Conc. (%)	$E_H$ dyn/cm <sup>2</sup>	$E_v$ dyn/cm <sup>2</sup>	$\eta_v$ poise	$\eta_N$ poise	$\tau$ sec.
Tannin Free Acorn Starch Gel	10	$1.280 \pm 0.362^{N.S.}$	$5.575 \pm 0.947 \ddagger$	$0.783 \pm 0.169 \ddagger$	$1.452 \pm 0.527 \ddagger$	1.5
Acorn Starch Gel	9	$0.903 \pm 0.086 \ddagger$	$5.366 \pm 0.975$	$0.810 \pm 0.136$	$0.696 \pm 0.242$	1.5
	10	$1.330 \pm 0.123$	$6.919 \pm 0.841$	$0.992 \pm 0.143$	$0.933 \pm 0.185$	1.5
	12	$1.627 \pm 0.102$	$9.107 \pm 1.088$	$1.123 \pm 0.118$	$0.943 \pm 0.054$	1.5
	13	$1.906 \pm 0.558$	$7.993 \pm 1.986$	$1.506 \pm 0.401$	$0.965 \pm 0.090$	1.6
Potato Starch	9	$0.363 \pm 0.041 \ddagger$	$2.294 \pm 0.306 \ddagger$	$0.583 \pm 0.129 \ddagger$	$0.147 \pm 0.058 \ddagger$	2.5
	10	$0.403 \pm 0.143 \ddagger$	$2.668 \pm 1.218 \ddagger$	$0.625 \pm 0.237 \ddagger$	$0.133 \pm 0.048 \ddagger$	1.4
	12	$0.714 \pm 0.025 \ddagger$	$2.704 \pm 0.224 \ddagger$	$0.648 \pm 0.140 \ddagger$	$0.140 \pm 0.026 \ddagger$	2.3
	13	$0.823 \pm 0.089 \ddagger$	$2.717 \pm 0.471 \ddagger$	$0.658 \pm 0.094 \ddagger$	$0.275 \pm 0.07 \ddagger$	1.9
Wheat Starch Gel	9	$0.535 \pm 0.096 \ddagger$	$1.631 \pm 0.333 \ddagger$	$0.365 \pm 0.095 \ddagger$	$0.156 \pm 0.132 \ddagger$	2.5
	10	$0.720 \pm 0.021 \ddagger$	$3.084 \pm 1.214 \ddagger$	$0.601 \pm 0.234 \ddagger$	$0.318 \pm 0.151 \ddagger$	2.2
	12	$0.887 \pm 0.042 \ddagger$	$3.350 \pm 0.271 \ddagger$	$0.603 \pm 0.158 \ddagger$	$0.455 \pm 0.133 \ddagger$	1.8
	13	$1.412 \pm 0.189 \ddagger$	$5.104 \pm 0.974 \ddagger$	$0.845 \pm 0.248 \ddagger$	$0.551 \pm 0.264 \ddagger$	1.6

†: Mean  $\pm$  S.D. ‡:  $p < 0.01$  significantly different from acorn starch group, N.S.: not significant.

澱粉은 75°C로 도토리 澱粉과 차이가 없었다. 最高粘度는 감자 澱粉이 624 B.U.로 가장 높고 도토리 澱粉이 448 B.U., 밀 澱粉이 218 B.U.의 順으로 낮았다. TF-도토리 澱粉은 950 B.U.로 도토리 澱粉에 비해 약 2배 높게 나타났다. 最高冷却粘度는 도토리 澱粉이 578 B.U.이고 감자 澱粉이 513 B.U. 밀 澱粉이 222 B.U.의 順으로 도토리 澱粉이 제일

높게 나타난 것은 具<sup>15)</sup>의 結果와 一致 하였다. TF-도토리 澱粉은 1,150 B.U.로 도토리 澱粉에 비해 2배 높게 나타났다. 이상의 結果에서 감자나 밀 澱粉은 種類가 다르기 때문에 amylogram 特性值가 相異하게 나타났고 tannin 成分이 도토리 澱粉의 糊化開始溫度에는 影響이 미치지 않는으나 最高粘度와 冷却粘度에 큰 影響이 미치는 것으로

나타난 것은朴 등<sup>16)</sup>의 결과와一致하였다. 도토리澱粉중의 tannin成分이 gel의 rheology特性에도影響이 미칠것으로豫想된다.

5) 膨潤力 및 溶解度

試料澱粉의 膨潤力 및 溶解度를 Fig. 9에 나타냈다. 膨潤力은 試料澱粉 모두 60°C부터 溫度上

昇과 함께 膨潤되었다. 그중 감자澱粉은 60°C부터 급격히 膨潤되었으며 그 다음이 도토리澱粉이고 밀澱粉이 가장 膨潤力이 낮았다 도토리澱粉과 TF-도토리澱粉을 比較하면 TF-도토리澱粉쪽이 膨潤力이 약간 높았다.

溶解度는 감자와 도토리澱粉은 60°C일때 밀澱

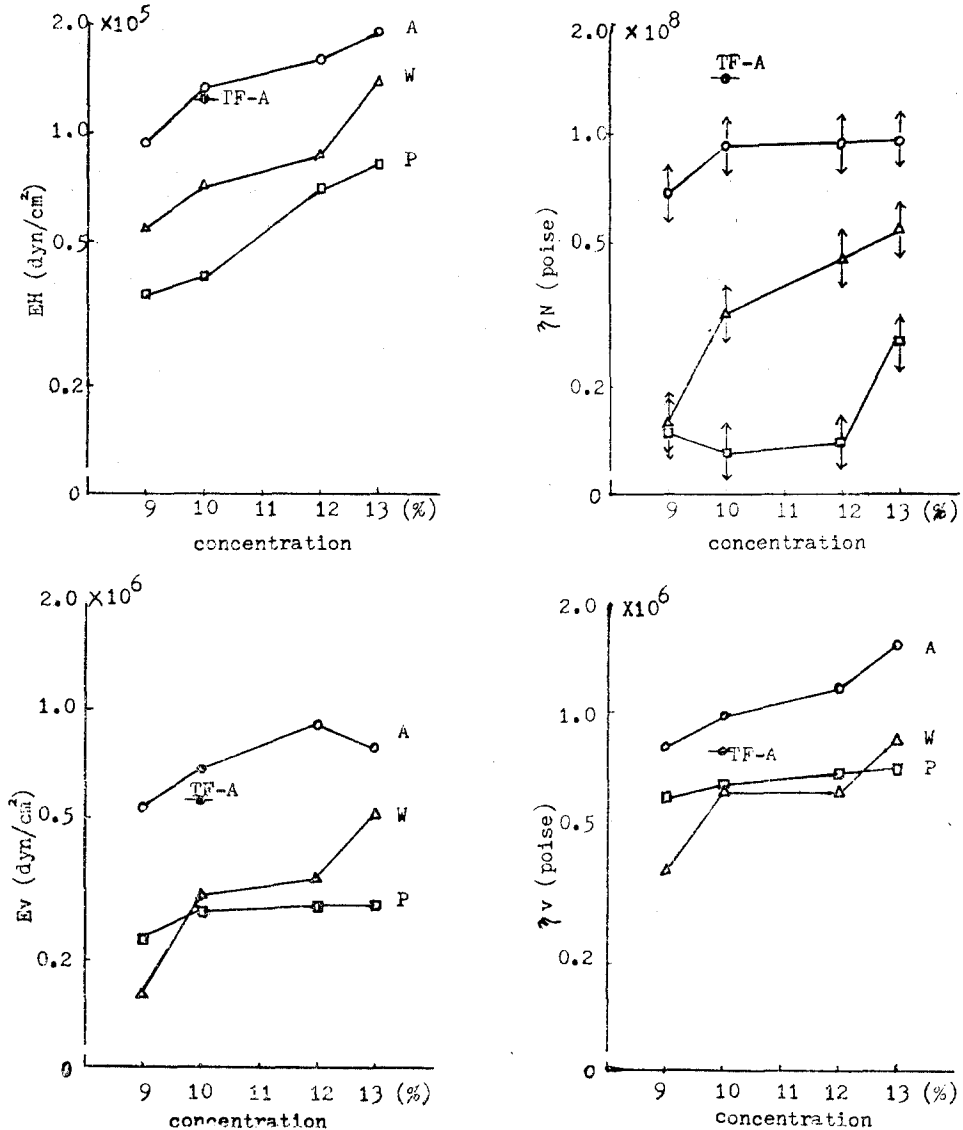


Fig. 10. Variation of viscoelastic constants of Gels at different concentration (25°C).  
 —●—: Tannin Free Acorn starch Gel  
 —○—: Acorn starch Gel  
 —□—: Potato starch Gel  
 —△—: Wheat starch Gel



粉은 70°C에서 最大溶解度를 나타냈다. TF-도토리 澱粉은 도토리 澱粉에 比해 약간 높았을뿐 큰 差는 없었다. 澱粉중의 amylose가 요오드<sup>25)</sup>, 脂肪 愛<sup>26)</sup> 및 polyphenol 류인 tannin<sup>27)</sup>등과 複合體를 만들므로서 膨潤을 억제한다는 事實은 이미 잘 알려져 있다. 本研究에서도 도토리 澱粉중의 tannin이 膨潤力에 약간 影響이 미치는 것으로 나타났다.

· 靜的粘彈性

Creepmeter를 使用하여 測定한 試料 gel의 creepcurve는 4要素 Model로 解釋되며 粘彈性 係數는 桑畑등<sup>24)</sup>의 解釋에 따라 求하여 Table 5에 나타났다. 10g/100ml 도토리 澱粉 gel을 基準으로 比較하면 瞬間彈性率  $E_H$ 는 감자와 밀 澱粉 gel은 현저히 낮게 나타났으며 TF-도토리 澱粉 gel과는 유의차가 나타나지 않았다( $p < 0.01$ ). Voigt body의 彈性率  $E_V$ 와 粘性率  $\eta_V$ 도 도토리 澱粉 gel에 比해 감자나 밀 澱粉 gel이 有意적으로 낮게 나타났다( $p < 0.01$ ). 이것은 도토리 澱粉 gel이 감자나 밀 澱粉 gel보다 遲延變形이 작다는 것을 意味하며 流動部의 粘性率  $\eta_N$ 도 도토리 澱粉 gel이 현저히 높게 나타났는데 이는 도토리 澱粉 gel보

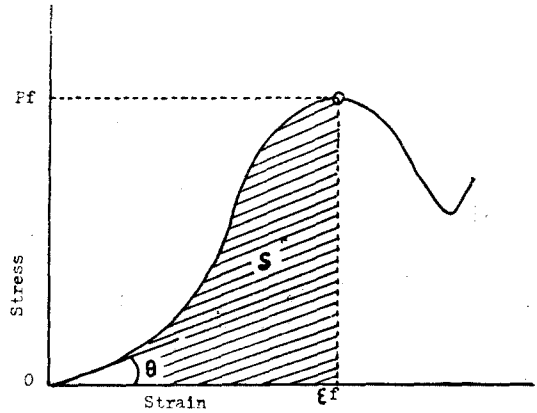


Fig. 11. Model of stress-strain curve of starch gel.  
 $\epsilon_f$ : rupture strain  $P_f$ : rupture stress  
 S: area —○—: rupture point

다 감자나 밀 澱粉 gel이 流動變形이 훨씬크다는 것으로 解釋된다. 特히 TF-도토리 澱粉 gel은 도토리 澱粉 gel에 比해 有意적으로 높게 나타났으며( $p < 0.01$ ) 1.5 배나 높았다. tannin 成分이 流動部의 粘性率에 크게 影響이 미치는 것으로 생각

<Table 6> The parameters of rupture property in Gels at 25°C

Sample	Conc. (%)	$\epsilon_f$ (cm/cm)	$P_f$ (dyn/cm <sup>2</sup> )	$E_n$ (erg/cm <sup>3</sup> )
Tannin Free Acorn Starch Gel	10	0.499±0.021‡	×10 <sup>5</sup> 4.29±0.34‡	×10 <sup>4</sup> 5.63±0.44‡
Acorn Starch Gel	9	0.488±0.040†	2.02±0.40	2.63±0.74
	10	0.482±0.049	2.85±0.29	4.12±0.91
	12	0.482±0.019	2.89±0.19	4.29±0.38
	13	0.442±0.046	2.92±0.08	3.45±0.31
Potato Starch Gel	9	0.622±0.060‡	1.42±0.18‡	2.48±0.41 <sup>N.S.</sup>
	10	0.540±0.057‡	1.48±0.24‡	2.55±0.40‡
	12	0.531±0.043‡	1.56±0.22‡	2.76±0.35‡
	13	0.509±0.029‡	2.35±0.21‡	3.47±0.33 <sup>N.S.</sup>
Wheat Starch Gel	9	0.462±0.030‡	0.70±0.09†	0.73±0.08‡
	10	0.429±0.026‡	0.84±0.03‡	0.91±0.06‡
	12	0.408±0.023‡	0.98±0.04‡	1.16±0.06‡
	13	0.387±0.019‡	1.26±0.09‡	1.24±0.09‡

$\epsilon_f$ : Rupture strain  $P_f$ : Rupture stress  $E_n$ : Rupture energy †: Mean±S.D.  
 ‡:  $p < 0.01$  significantly different from acorn starch group N.S.: not significant

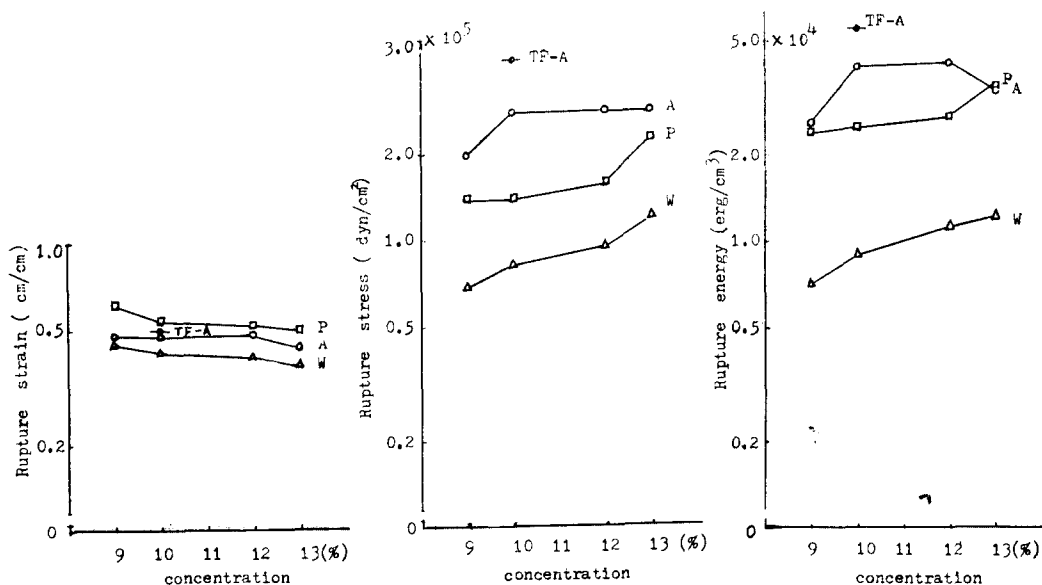


Fig. 12. Variation of rupture property of Gels at different concentration (25°C).

—●—: Tannin free Acorn starch Gel    —○—: Acorn starch Gel  
 —□—: Potato starch Gel                —△—: Wheat starch Gel

<Table 7>

Texture parameters of Gel at 25°C

Sample	Conc. (%)	Hardness R.U	Cohesiveness R.U	Adhesiveness R.U	Brittleness R.U
Tannin Free Acorn Starch Gel	10	1.51±0.15‡	0.60±0.120 <sup>N.S</sup>	0.003±0.006 <sup>N.S</sup>	0.29±0.10‡
Acorn Starch Gel	9	0.74±0.12‡	0.43±0.045	0.006±0.001	0.37±0.10
	10	1.00±0.10	0.55±0.139	0.002±0.000	0.58±0.05
	12	1.04±0.03	0.44±0.024	0.003±0.103	0.72±0.04
	13	1.87±0.17	0.37±0.120	0.008±0.053	0.97±0.27
Potato Starch Gel	9	0.46±0.06‡	0.71±0.087‡	—	0.10±0.01‡
	10	0.48±0.08‡	0.73±0.113‡	—	0.11±0.02‡
	12	0.73±0.06‡	0.60±0.093‡	0.070±0.014‡	0.11±0.02‡
	13	1.04±0.07‡	0.57±0.130‡	0.062±0.019‡	0.13±0.03‡
Wheat Starch Gel	9	0.33±0.01‡	0.52±0.016‡	0.041±0.018‡	0.05±0.01‡
	10	0.43±0.03‡	0.54±0.034 <sup>N.S</sup>	0.065±0.018‡	0.06±0.02‡
	12	0.50±0.05‡	0.53±0.031‡	0.069±0.023‡	0.07±0.01‡
	13	0.63±0.06‡	0.54±0.425‡	0.116±0.036‡	0.07±0.02‡

R.U: Rheolometer Unit.

‡: Mean±S.D. ‡: p<0.01 significantly different from acorn starch group

N.S: not significant

된다. Voigt body의 遲延部의 粘性率과 彈性率의 比 즉  $\tau = \eta_v / E_v$ 는 밀 澱粉 gel이 제일 높고 도토리 澱粉 gel은 낮았다. 遲延變形의 變形速度인  $\tau$ 는 모두 3 sec 이내에 있었다. 試料 gel의 濃度 증가에 따른 變化를 Fig. 10에 나타냈다.

Hookean body의 彈性率  $E_H$ 는 試料 gel 모두 濃度 증가에 따라 커졌다. Voigt body 彈性率도 濃度 증가에 따라 증가하였으며 도토리 澱粉 gel은 13 g/100 ml 濃度에서 다소 減少하였다. 밀 澱粉 gel은 增加를 보인 반면 감자 澱粉 gel은 거의 變化가 없었다. Newtonian body의 粘性率은 도토리 澱粉 gel의 10 g/100 ml의 濃度에서 부터 완만한 증가를 나타냈고 밀 澱粉 gel도 증가를 보였다. 감자 澱粉 gel은 12 g/100 ml 내지 13 g/100 ml에 있어서 급격한 증가를 나타냈다. 도토리 澱粉 gel은 감자나 밀 澱粉 gel에 비해 彈性率 및 粘性率 양쪽 모두 크게 나타났었다.

### 3. 破斷特性

Dynagraph에 의하여 測定한 試料 gel의 stress-strain curve의 代表的 例를 Fig. 11에 나타냈었다 破斷點에서 最高應力을 나타내고 脆性的으로 破斷됐으며 破斷후에는 應力이 급속히 減少되었다. 얻어진 各 試料 gel의 破斷特性值는 Table 6에 나타냈다. 도토리 澱粉 gel 10 g/100 ml 濃度를 基準으로 比較하면 rupture strain  $\epsilon_f$ 는 감자 澱粉 gel이 유의하게 ( $p > 0.01$ ) 높은 반면 밀 澱粉 gel은 낮았다. rupture stress  $P_f$ 는 TF-도토리 澱粉 gel이 제일 크고 도토리, 감자, 밀 澱粉 gel 順으로 밀 澱粉 gel이 가장 작았다. rupture energy  $E_n$ 도 TF-도토리 澱粉 gel이 또한 크게 나타난 것은 rupture stress와 同一한 結果였다. TF-도토리 澱粉 gel은 도토리 澱粉 gel에 비해 rupture strain은 유의차( $p < 0.01$ )는 있었지만 큰 차는 아니었고 rupture stress는 1.5 배 정도 높았기 때문에 rupture energy 또한 높게 나타났었다. TF-도토리 澱粉 gel의 rupture stress가 높은 것은  $\eta_n$ 가 높게 나타난 것과 關聯이 있는 것으로 본다. 濃度 증가에 따른 破斷特性的 變化를 Fig. 12에 나타냈다. rupture strain은 濃度 증가에 따라 약간의 減少를 나타냈다. rupture stress와 rupture energy

는 濃度 증가에 따라 감자와 밀 澱粉 gel은 약간씩 높아졌으나 도토리 澱粉 gel 13/100 ml 濃度에서는 rupture energy가 오히려 減少하였는데 이것은 voigt body의 彈性率이 13 g/100 ml 濃度에서 減少된 것과 關聯이 있다고 생각된다.

### 4. Texture 特性

試料 gel의 texture 特性值를 Table 7에 나타냈다. 10 g/100 ml 濃度를 基準으로 比較하면 hardness는 TF-도토리 澱粉 gel이 1.5/R.U로 가장 높고 도토리 澱粉 gel이 1.00 R.U, 감자 澱粉 gel이 0.48 R.U, 밀 澱粉 gel이 0.43의 順으로 TF-도토리 澱粉 gel 및 도토리 澱粉 gel이 감자나 밀 澱粉 gel보다 1.5~2 배 정도 높게 나타났었다. TF-도토리 澱粉 gel은 도토리 澱粉 gel보다 유의성 있게 높게 나타났었다( $p < 0.01$ ). cohesiveness는 감자 澱粉 gel이 0.73 R.U로 제일 높고 그의 試料 gel은 同程度였으며 adhesiveness는 밀 澱粉 gel이 0.07 R.U이고 감자 澱粉 gel은 나타나지 않았다. TF-도토리 및 도토리 澱粉 gel은 0.02~0.03 R.U로 현저히 낮았다. brittleness는 도토리 澱粉 gel이 0.58 R.U로 다른 試料 gel에 비해 현저히 높았다. TF-도토리 澱粉 gel의 brittleness도 0.29 R.U로 감자나 밀 澱粉 gel보다 컸지만 도토리 澱粉 gel보다는 1/2 정도 작았다. 이는 도토리 澱粉의 特性이 다른 澱粉과 다르기 때문이고 도토리의 tannin 成分이 hardness와 brittleness에 影響이 미치는 것으로 생각된다. 濃度에 따른 試料 gel의 texture 變化를 Fig. 13에 나타냈다. hardness는 試料 gel 전부가 濃度 증가에 따라 커졌으며 cohesiveness는 도토리와 감자 澱粉 gel은 약간씩 減少하였고 밀 澱粉 gel은 變化가 거의 없었다. adhesiveness는 밀 澱粉 gel이 약간씩 增加했을 뿐이고 brittleness는 감자 澱粉과 밀 澱粉 gel은 濃度 증가에 變化가 없는 반면 도토리 澱粉 gel은 유의성 있게 증가를 나타냈었다( $p < 0.01$ ). 이상의 結果에서 hardness와 rupture stress, rupture energy가 도토리 澱粉보다, TF-도토리 澱粉 gel 쪽이 크게 나타났고  $E_H$ 는 그다지 變化가 없는 것은 hardness와 rupture stress가 同様の 性質을 가지는 것으로 나타내고 있다.

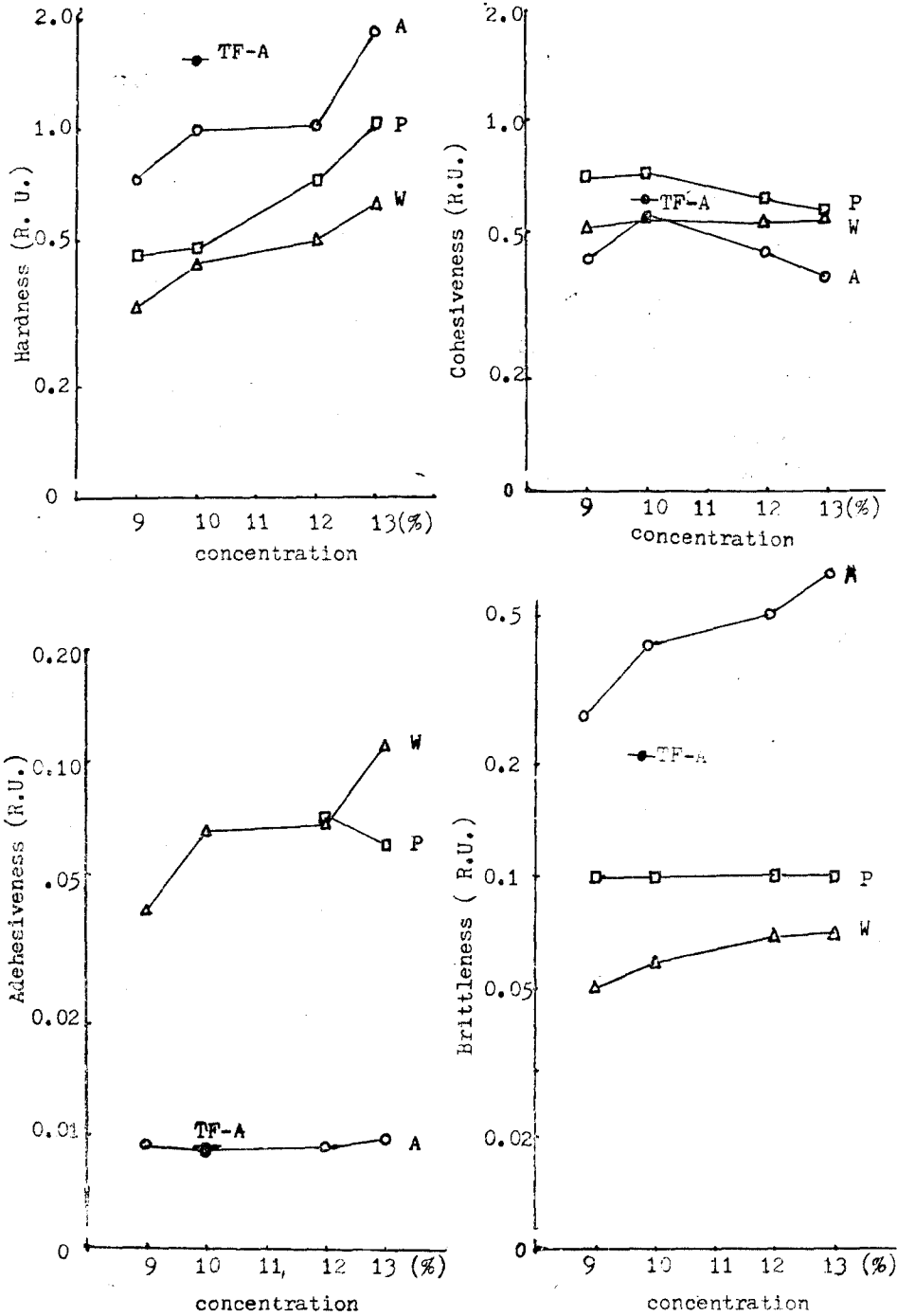


Fig. 13. Variation of Texture Parameters of Gels at different concentration (25°C).

—●—: Tannin free Acorn starch Gel      —○—: Acorn starch Gel  
 —□—: Potato starch Gel                      —△—: Wheat starch Gel

TF-도토리 澱粉은 특히 破斷特性值가 극히 높은 gel이다. 도토리 澱粉은 tannin(fatly acid도)이 있을 경우 破斷特性值는 低下되지만 이것은 amylogram에서 TF-도토리 澱粉 보다 도토리 澱粉 쪽의 粘度가 낮은 것과 잘 對應된다. 彈性率(EH)는 hardness나 破斷特性值와는 變도의 性質을 나타내며 이 경우에는 그다지 變化되지 않았다.

破斷應力에 큰 差異를 나타내는데 tannin 成分이 彈性率보다는 粘性率에 더 影響이 미치는 것으로 생각된다. 도토리 澱粉 gel은 감자나 밀 澱粉 gel보다 彈性率이 높을 뿐만 아니라 粘性率도 높기 때문에 hardness와 brittleness가 크게 나타났다고 생각된다.

### 5. 粘彈性和 破斷特性과의 關係

大變形領域의 rheology 特性인 破斷應力 Pf와 微小變形領域의 rheology 特性인 Hookean body의 彈性率 EH와 Newtonian body의 粘性率  $\eta_N$ 와의 關係를 Fig. 14에 나타냈다. 13 g/100 ml 밀 澱粉 gel과 10 g/100 ml 도토리 澱粉 및 10 g/100 ml TF-도토리 澱粉 gel의 Hookean body의 彈性率은  $1.4 \times 10^5 \text{ dyn/cm}^2$ 와  $1.3 \times 10^5 \text{ dyn/cm}^2$ 로 비슷하지만 破斷應力은  $1.26 \times 10^5 \text{ dyn/cm}^2$ 와  $2.85 \times 10^5 \text{ dyn/cm}^2$  및  $4.29 \times 10^5 \text{ dyn/cm}^2$ 로 밀 澱粉 gel에 비해 2~3倍 差異가 있다. 또한 9 g/100 ml 감자 澱粉 gel과 13 g/100 ml 밀 澱粉 gel은 破斷應力은 비슷하지만 EH는 1.5倍 差가 있다.

이와같이 大變形領域의 破斷特性值和 微小變形領域의 彈性率 EH 및 粘性率  $\eta_N$ 가 差異가 있는 것은 各 澱粉의 特性이 다르기 때문이라고 생각된다. 도토리 澱粉 gel의 경우 tannin 成分 有無에 따라

### IV. 要 約

도토리 澱粉 목의 基礎的 研究로서 도토리 澱粉 목의 rheology 特性을 測定하여 이들 特性值間의 相互關係와 大變形과 微小變形間의 關聯性을 감자와 밀 澱粉과 比較 檢討하였으며 試料澱粉의 物理的 特性과 도토리 澱粉중에 殘留한 tannin 成分이 糊化 및 gel의 rheology 特性에 미치는 影響도 함께 檢討하여 다음과 같은 結果를 얻었다.

1. X-ray diffraction pattern은 도토리 澱粉이 C-type으로 나타났다.
2. Amylogram에서 도토리 澱粉의 糊化開始溫度는  $75.5^\circ\text{C}$ 로 감자와 밀 澱粉의 중간정도였고 最高粘度는 448 B.U로 감자 澱粉보다 낮았으나 冷却粘度는 578 B.U로 높았으며, tannin 成分이 澱粉의 糊化開始溫度에는 影響이 미치지 않았으나 最高粘度와 冷却粘度를 크게 低下시켰다.
3. 도토리 澱粉은 溫度상승에 따라 서서히 膨潤

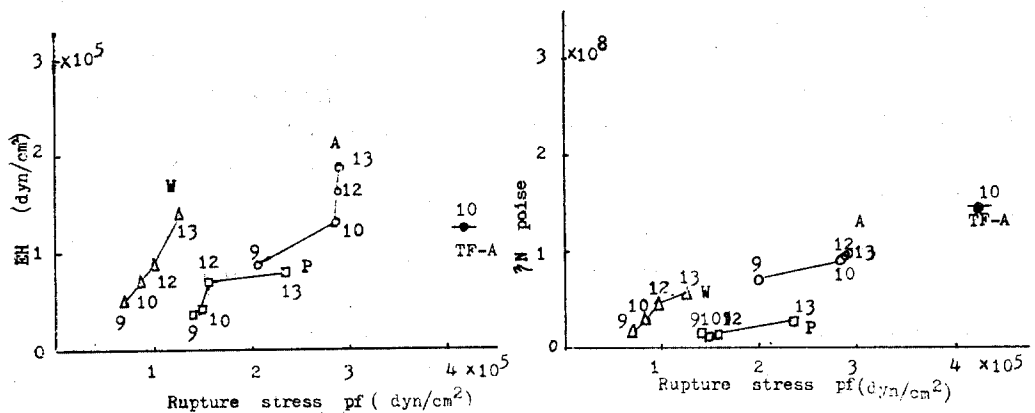


Fig. 14. Relativity of rupture stress and Young's modulus of Hookean body of Gel.

—●—: Tannin free Acorn starch(10%)      —○—: Acorn starch Gel  
 —□—: Potato starch Gel                      —△—: Wheat starch Gel

Figures are concentration of Gel (g/100ml)

되었으며 60°C에서 最高溶解度를 나타냈고 tannin의 影響도 약간 미치는 것으로 나타났다.

4. 微小變形과 大變形領域 양쪽 다 감자나 밀澱粉 gel에 비해 도토리 澱粉 gel이 크게 나타났으며 微小變形領域에 있어서의 濃度依存성과 流動部の 粘性率  $\eta_N$ 에 tannin의 影響이 認定되었다.

5. 도토리 澱粉 gel의 rupture-strain 曲線은 S字狀 曲線으로 破斷點과 降伏點이 一致하였으며 rupture stress에는 tannin의 影響이 컸다.

6. 微小變形領域인  $E_H$ 와 大變形領域인  $P_f$ 間에는 gel의 種類에 따라 確實히 다른 rheology 特性을 나타냈으며 도토리 澱粉 gel은 濃度增加에 따라  $E_H$ 는 크게 나타났으나  $P_f$ 는 10 g/100 ml~13 g/100 ml 範圍에서는 變化가 없었다.

7. 도토리 澱粉 gel은 감자 澱粉이나 밀 澱粉보다 hardness와 brittleness가 월등히 큰 特性을 나타냈고 濃度依存성과 tannin 影響은 hardness에서만 認定되었다.

8. 도토리 澱粉중의 tannin 成分이 澱粉의 膨潤 및 糊化, gel의 rheology 特性에는 影響이 미치는 것으로 確認되었으나 粒子도와 amylose 含量은 直接的인 關聯은 없었다.

### 參 考 文 獻

1. 後藤美三江·吉松藤子·松元文子：食品のテクスチャ測定に關する研究, 家政學雜誌 34(6), 1983, p.302~307.
2. 中浜信子·山本誠子·茂本美智子：澱粉ゲルのレオロジー的性質(第一報), 家政學雜誌, 22(5), 1971, p.302~307.
3. 茂本美智子·中浜信子：澱粉ゲルのレオロジー的性質(第二報), 家政學雜誌, 22(5), 1971, p.308~315.
4. 誌桑磯崎初惠·赤羽ひさ·中浜信子：寒天ゲルの粘彈性, 農化, 50(6), 1976, p.265~272.
5. 赤羽ひさ·小林三智子·中浜信子·大豆たん白ゲル調製過程の力學的性質と構造關係, 家政學雜誌, 32(6), 1981, p.427~431.
6. 桑畑沙子·中浜信子：大豆たん白ゲル調製條件のレオロジー的性質におよぶ影響, 家政學雜誌, 28(5), 1977, p.334~339.
7. 上市康子·大村公仁子·赤羽ひさ·中浜信子：寒天ゲルの壓縮破斷特性, 家政學雜誌, 31(9), 1980, p.643~647.
8. 小林三智子·赤羽ひさ·中浜信子：大豆たん白ゲルのレオロジー的性質について家政學雜誌, 32(9), 1981, p.660~666.
9. 松本晴美·丸山良江·林裕子·熱田玲子：大麥粉, 粟粉, 黍粉のレオロジー的性質, 家政學雜誌, 35(3), 1984, p.165~171.
10. 田附きく：ヤマイモ屬3品種群別のレオロジー特性, 家政學雜誌, 33(11), 1982, p.591~597.
11. 杉山法子·福場博保, そば粉の加水混捏による粘彈性變動(第一報), 家政學雜誌, 32(1), 1981, p.25~31.
12. 이영하·이관영 이서래：Texturometer에 의한 性狀別 食品群의 Texture 特性, 한국식품과학회지, 6(1), 1974, p.42.
13. 문수재·손경희·박혜원：목의 식품과학적연구, 대한가정학회지, 15(4), 1977, p.31.
14. 立屋敷かする·李鍾順·寺元芳子：團栗澱粉ヒ二, 三の澱粉の調理性, 家政學雜誌, 33(6), 1982, p.321~325.
15. 具成子：도토리묵의 Rheological properties에 關한 研究, 대한가정학회지, 22(1), 1984, p.11~18.
16. 朴在英·具成子：도토리澱粉의 Taninn 成分과 物理的性質에 關한 研究, 한국영양학회지, 17(1), 1984, p.21~28.
17. Schoch, T.J.: *J. Am. Chem. Soci.*, 16, 1942, p.2954.
18. 中浜信子：寒天ゲルのレオロジー的研究, 家政學雜誌, 17(4), 1961, p.197~202.
19. Franiau, R & Mussche, R.: Quantitative determination of gallic acid in tannic acid by Thin Layer Chromatograph. *J. Inst. Brew.* 78, 1972, p.450~453.
20. 中村道徳·鈴木繁男：澱粉科學ハンドブック 1982, p.174.
21. MacMaster, M.M.: *Method in Carbohydrate*

- Chem.* 4, 1964, p. 233.
22. 鈴木繁男・具沼圭二：澱粉科學ハンドブック，朝倉書店，1982，p. 288.
  23. 桑畑美沙子・中浜信子：大豆たん白ゲルの粘弾性について，農化，49(3)，1975，p. 129~134.
  24. 大村公仁子・赤羽ひさ・中浜信子：寒天ゲルの破断特性について，家政學雜誌，29(1)，1978，p. 22~27.
  25. 小野宋三郎：澱粉科學ハンドブック，朝倉書店，東京，1979，p. 74.
  26. 福場博保澱：澱粉科學ハンドブック，朝倉書店，東京，1979，p. 171.
  27. 日比喜子：白粥と茶粥の性状について，家政學雜誌，33，1982，p. 11.