

## 시판 카스테라의 점탄성 계수

정 현 숙

계명전문대학 식품영양과

### The Rheological Properties of Castella on the Market

Hyun-Sook Joung

Dept. of Food and Nutrition, Keimyung Junior College, Taegu 705 - 037, Korea

#### Abstract

This study is carried out in order to investigate to the physical property of Castella. The material is 19 kinds of Castella on the market in Kyushu area. As an result of the sensory evaluation for Castella, it could be classified into 3 types ; A) high grade, C) low grade, and B) midium grade. The results are summarized as follow. The water content of 3 type Castella was most 26~30% but Korea's was more lower.  $\Delta E$  of A and B type Castella was similiar, but A and C types was very different. In the Creep test, 3 types are all the 6-element Voigt model, consisting of Hookean body, Newtonian body and two sets of Voigt body.  $E_0$  of A type is 13~36% higher than other types. The parts of retardation strain of A type are 21~41% lower than B type, 8~13% higher than C type, respectively.

**Key words** : Castella, physical property, water content, Creep test

#### 서 론

Castella의 어원은 스페인의 옛 지방인 Castilla에서 만들어 낸 것에서 유래된 것으로 밀가루, 계란, 설탕을 주 재료로 계란을 포립하여 구운 과자이다. 일반적으로 수분 함량이 30% 이상의 과자는 생과자류이며, 수분 10%이하는 건과자류, 그 중간의 수분 10~30%의 과자를 반생과자라 부른다<sup>2)</sup>. 이상에서 볼 때 카스테라의 수분 함량은 반생과자에 속함을 알 수 있다. 이같은 카스테라는 제법상 스펀지 케이크의 일종으로서, 스펀지케이크는 스펀지상으로 팽화시킨 케이크와 같은 이미지가 있으며, 계란의 기포성을 이용해서 만드는데<sup>3)</sup>, 스펀지케이크에 대한 많은 연구는 있으나<sup>4-6)</sup>, 카스테라에 대한 연구는 재료배합비, batter의 점도 및 경도, 응력완화, 카스테라의 노화, 영양에 관한 보고 정도<sup>10-15)</sup>이며, 조리가공에서의 품질평가의 물리적 특성은 아직 충분히 해명되어 있지 않다. 카스테라는 일본에서는 천정년간에 남만인에게 만드는 방법을 전해 받은 것으로 Nakasaki 카스테라가 가장 유명하다<sup>2)</sup>. 이에 일본 구주지방에 있어서 전통적 제법에 의한 카스테라를 비롯해, 최근의 기호에 맞추어 제조되고 있는 시판품을 시

료로 하여, 전보<sup>16)</sup>의 몇몇 rheology 분석에 이어 이들의 수분함량, 색, 점탄성 정수 등의 물리 특성을 해석하였다. 또한 한국의 카스테라도 비교 고찰하였다.

#### 재료 및 방법

##### 재료

실험에 사용한 시료는 구주 7현의 시판품 19종과 한국의 4종을 구입해서, 제조 2일후의 것을 전보에 준하여 Fig. 1과 같이 잘라서 사용하였다.

##### 실험방법

##### 관능검사

카스테라는 부드럽고 입에 닿는 감촉이 좋으며, 미약한 탄력을 가진 식품으로, 남녀노소 모두의 기호식품이라 할 수 있다. 이 특징을 바탕으로 카스테라의 경도, 입에서의 감촉, 탄력, 풍미, 종합평가의 5개 항목에 대하여 1~5의 5단계 평정 척도법으로, 관능검사를 행하였다.

수분축정

수분 함량은 제품의 유연성, 축축한 운기의 정도와 밀접한 관계가 있다<sup>17)</sup>. 즉 수분함량이 높은 것은 유연하고, 운기가 있어 카스테라 운기의 한 지표로 의의가 있다. 시료의 중앙부를 Fig. 1과 같이 잘라서 잘게 썰어서 5g을 도전식 전자수분계 (EB-280 MOC형)를 이용해, 105°C에서 40분간 측정하였다.

색

카스테라의 색은 일본전기공업제 Z-100 IDP로 표피와 내상 (Centre Crumb)을 구분해서 각각의 L치, a치, b치의 평균과 범위를 구하였으며 ΔE(색차)도 산출하였다. 여기서 Crumb는 케익과 빵의 내부의 부드러운 부분

을 말한다<sup>18)</sup>.

L치는 명도를 나타내며, a, b는 각각 색도(색상과 채도)를 표시하는데, +a는 적색을 나타내며, -a는 녹색 방향, +b는 황색, -b는 청색을 나타낸다<sup>19)</sup>.

Creep 측정

시료는 초음파 Cutter (Yamaten제 VSC-3305-3)를 이용하여, 중앙부 (Centre Crumb)를 25×25×20mm로 잘라내어 (Fig. 2), Yamaten제 RE-3305 Creepmeter에 의해 역학적 모형 및 점탄성 정수의 해석을 행하였다. 먼저 선형성 곡선이 16% 정도인 것을 확인하였으므로 이 범위로 측정하여, 점탄성 해석을 행하였다. Creepmeter의 측정 조건은 Table 1과 같다.

결과 및 고찰

관능검사

Table 2에 나타난 바와 같이 5단계 평정 척도법에 의한 관능검사에서 조직(질감)과 입안에서의 촉감이 부드러워 좋은 질감으로서 비교적 카스테라 답다고 평가된 것을 A type, 조직과 입안의 촉감이 비교적 거친 스펀지케이크에 가까운 것으로 평가된 것을 C type 및 A와 C의 중간적인 것을 B type로 분류하였다. 여기서 한국의 4종의 카스테라는 C type에 속함을 알 수 있었다. 竹林<sup>11)</sup>에 의하면, 스펀지케이크의 재료는 계란, 설탕,

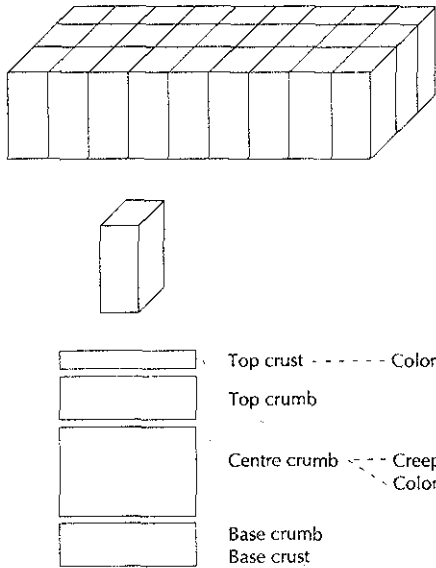


Fig. 1. Cutting method of material.

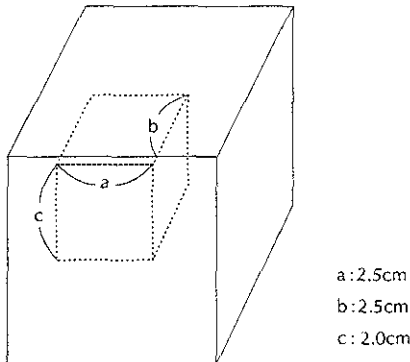


Fig. 2. A sampling plan for creep determination in whole cut castella.

Table 1. Measurement condition of creepmeter

Parameters	Conditions
Plunger lucite diameter (mm)	40
Hold time (min)	5
Stage speed (mm/sec)	1
Voltage (V)	0.5
Chart speed (mm/min)	30
Load time (sec)	600

Table 2. Sensory evaluations of each type of Castella on the market

Type	Firmness	Mouthfeel	Springiness	Flavor	Overall acceptance
A (n=3)	4	4~5	4	4~5	4~5
B (n=9)	3	3	3	2~3	3
C (n=7)	2~3	2~3	3~4	3	2~3

Evaluated on a 5-point intensity scale, where 1=extremely poor, 2=poor, 3=moderate, 4=good and 5=very good

밀가루의 비율이 1 : 0.5 : 0.5(혹은 1 : 1 : 1)인데 비해, Nakasaki 카스테라는 1 : 1 : 0.5이며, 물엿이 0.2의 비율로 들어가는 점이 다르다고 하며, 이 재료의 차이가 입에서의 촉감과 조직을 카스테라 본래의 맛으로 스펀지케이크와 다른 느낌을 주는 것으로 본다.

수분축적

수분함량은 Table 3에 나타난 바와 같이 대부분 26~30%로 다른 보고<sup>17)</sup>와 일치함을 알 수 있었다. 모든 빵과 마찬가지로 카스테라의 경우도 오래되면 경도와 밀접한 관계가 있는 비용적 및 무게가 경시적으로 감소하고 수분의 감소가 보여진다. 한편 한국의 시료는 수분함량이 25.7%로 조금 낮아, 스펀지케이크에 가까웠다. 또한 카스테라의 탈수율은 Fig. 3와 같아서, 3 type 모두 10~12분경 23~30%정도 탈수되어 그 후 거의 변화가 없음을 알 수 있다.

색

식품의 색은 기호성과 식욕에 영향을 미치므로 카스테라의 품질에 중요한 요소이나, 카스테라의 색은 거의 연구되어 있지 않다. 카스테라의 색체에 관여하는

인자로서는 카스테라의 표피 조직 상태 및 내상의 스펀지상 조직구조 및 제 성분 등의 영향이 고려된다<sup>18)</sup>.

시료의 표피와 내상의 색은 L치, a치, b치의 평균과 범위를 구하여 Table 4에 나타난 바와 같이 표피의 경우 a치는 C type가 A, B type 보다 20% 높아 적색소의 짙은 갈색임을 알 수 있었다. 특히 내상의 색은 A type가 (-)를 나타내어 미약하나마 녹색이 있음이 확인되었다. 이는 夜星<sup>19)</sup>의 보고와도 일치하고 있다. 황색계의 b치 표피의 경우도 a치와 거의 같은 형태로 C type가 황색계가 강하였으나, 내상은 세 type 모두 표피보다 짙은 황색계임을 알 수 있다. 표면색의 ΔE는 A, B type 사이는 유사하였으나, A type와 C type 간은 상당히 차가 있음을 알 수 있었다. 한국의 시료는 표피, 내상 각각의 L치가 33.36, 75.62, a치는 12.26, -3.13, b치는 15.12, 26.90으로 역시 C type에 유사한 것으로 사료된다.

Table 3. The water content of each type of castella on the market

Type of castella	Water content (%)
A	29.52
B	28.80±1.33*
C	29.20±1.73*
Korea	25.70

\*M±SD

Table 4. Color values of each type of castella on the market

Type		L	a	b	ΔE
A	Top crust	23.74 22.74~24.38	9.65 9.22~10.39	8.71 7.98~9.08	
	Centre crumb	67.87 66.36~70.60	-0.50 -0.36~-0.75	25.61 24.50~26.33	
B	Top crust	25.00 22.00~29.19	9.73 6.54~13.91	9.65 7.46~12.05	1.57
	Centre crumb	62.29 54.56~68.76	1.60 0.22~3.07	26.1 24.29~27.14	5.98
C	Top crust	26.13 12.28~35.64	12.19 8.40~16.92	12.80 9.16~18.89	5.38
	Centre crumb	61.41 53.21~68.22	1.07 -1.13~4.87	25.50 24.07~27.23	6.65
Average	Top crust	25.00	10.52	10.39	
	Centre crumb	63.86	0.72	25.74	

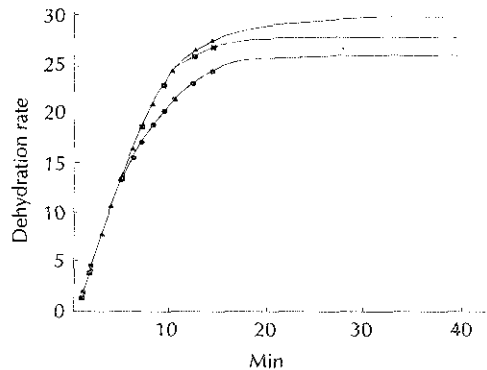


Fig. 3. Dehydration rate of 3-type castella on the market.

●-○: a ▲-▲: b ■-■: c

한편 카스테라는 다소 저장성이 있는 식품으로 시판의 경우도 보증기간은 1~2주간으로, 실제 가정에서 소비되는 것도 이 동안이다. 여기서 보증 기간내의 카스테라의 물리특성의 변화를 알아보기 위하여 가장 카스테라 답다고 평가된 A, B, C의 3 type의 시료에 대해 각각 제조 후 2, 4, 6, 8 및 10일째의 카스테라의 색의 변화를 분석하여 Fig. 4에 나타내었다. 그러나 각군 모두 저장에 의한 색소의 큰 변화는 관찰되지 않았다.

Creep 측정

빵, 카스테라와 같이 부드러운 다공질 식품의 특성

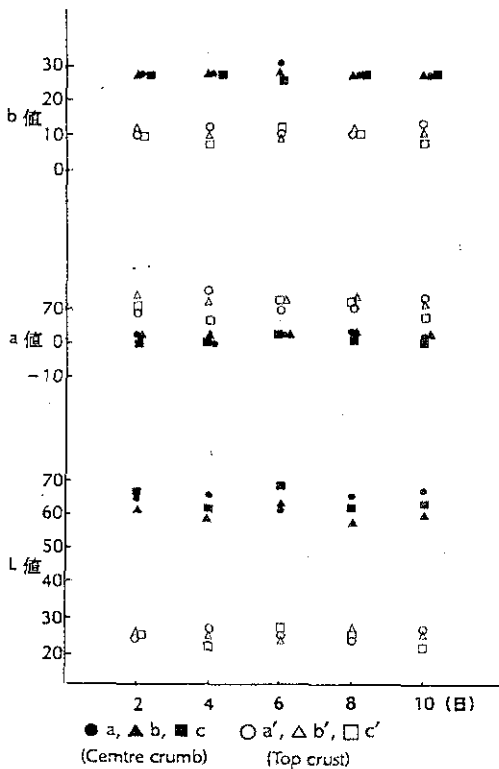


Fig. 4. Color changes of 3-types castella on the market during storage at 25°C.

은 밀도, 비중이 적으며 탄성률과 경도가 적다<sup>10)</sup>고 한다. 이에 시료의 탄성률과 경도를 분석하고자 Creep test를 행하였다.

3 type의 시료의 Creep recovery curve는 Fig. 5에서와 같이 역학모형은 모두 6 요소모형이었음을 알 수 있었다. Fig. 5는 카스테라의 Creep곡선 및 대응하는 6 요소 점탄성 모형을 나타내었다. 여기서 순간 변형부  $E_0$ 는 Hooke body,  $E_1, E_2$ 는 Hook의 점탄성체,  $\eta_1, \eta_2$ 은 Voigt 점성체 (지연변형부),  $\eta_N$ 은 newton의 점성체 (정상 점성부)를 나타낸다.

또한 3 type의 점탄성계수는 Table 5에 나타낸 바와 같이 A type의 순간 탄성부( $E_0$ )는 B와 C type에 대해 8~35% 높았다. 경도는 B에 대해 21~41% 낮으며, C type에 대해 8~35% 높은 것에서 A type이 3 type 중 중간 정도의 수치를 나타내고, B type가 가장 높으며, C type가 가장 낮은 경향임을 알 수 있었다. 정상 점성부( $\eta_N$ )도 지연 변형부 (탄성과 점성의 병렬부분)와 같은 경향임을 알 수 있었다. 정상점성부( $\eta_N$ )도 지연변형부 (탄성과 점성의 병렬부분)와 같은 경향을 나타내는 것을

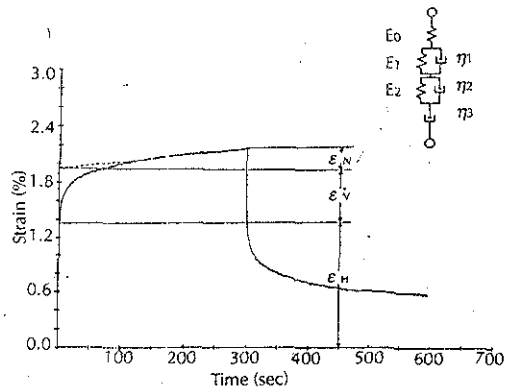


Fig. 5. Creep, Creep recovery curve and related mechanical model of castella on the market.

$\epsilon_N$  : Strain of Newtonian body  
 $\epsilon_V$  : Strain of Voigt body  
 $\epsilon_H$  : Strain of Hooke body

Table 5. Viscoelastic parameters of each type of castella on the market

Type	$E_0$ ( $\times 10^5$ dyn/cm <sup>2</sup> )	$E_1$ ( $\times 10^5$ dyn/cm <sup>2</sup> )	$E_2$ ( $\times 10^5$ dyn/cm <sup>2</sup> )	$\tau K_1$ (sec)	$\tau K_2$ (sec)	$\eta_1$ ( $\times 10^6$ poise)	$\eta_2$ ( $\times 10^6$ poise)	$\eta_N$ ( $\times 10^6$ poise)
A	0.762	1.579	1.402	46.165	4.358	7.573	0.612	9.449
B	0.667	1.966	1.822	46.465	4.634	9.147	0.859	12.400
C	0.490	1.457	1.250	44.975	4.435	6.576	0.556	8.916
Average	0.640	1.667	1.491	45.868	4.476	7.765	0.676	10.255

알 수 있었다. 즉 A type의 정상점성부( $\eta_N$ )는 B type에 대해 31% 낮고, C type에 대해 6% 높으므로, Visc-oelastic coefficient는 B와 C간에 상당한 차가 있어서 3 type로 분류하는 것이 타당하다는 것이 이상의 결과에서도 확인되어졌다.

## 요 약

카스테라의 물리 특성을 조사하기 위해 일본 구주에서 시판되는 카스테라 19종과 한국의 카스테라 4종을 구입하여 5단계 평정척도법에 의한 관능검사에서 비교적 카스테라적으로 평가된 것(A type)과 스폰지 케익에 유사한 것으로 평가된 것(C type)와 그 중간적인 B type의 3 type로 분류해서 수분함량, 색, 점탄성계수 등을 조사하여 다음과 같은 결과를 얻었다. 3 type의 수분함량은 대부분 26~30%였으며, 한국의 것은 25~26%로 보다 낮았다. 시료의  $\Delta E$ 는 A, B type 사이는 유사하였으나, A, C type 사이는 상당히 차가 있었다. Creep 측정 결과 3 type 모두 6요소 Voigt 점탄성 모형이었다. A type의 지연변형부는 B type에 대해 21~41% 낮고, C type에 대해 8~35% 높아 정상 점성부도 지연변형부와 같은 경향임을 알 수 있었다.

## 문 헌

1. 吉松藤子: 調理學 辭典. 朝倉書店, p.77(1989)
2. 日本食品工業學會編: 食品工業總合辭典. 光琳, p.750(1979)
3. Takehayasi, Y.: Sponge cake, about Nakasaki Castella. *Science of Cookery*, 4(4), 191(1971)
4. Ochi, T.: The reology of sponge cake. *Science of Cookery*, 22(2), 84(1989)
5. Ochi, T. and Tsuchiya, K.: Effect of butter-egg on the viscoelasticity of sponge cake. *J. Home Economics of Japan*, 38(12), 1063(1987)
6. 藤井淑子, 久山純子, 國野源一: 小麥澱分で 調劑した スポンジ 케-키의 레오로지-的 特性. 日本食品工業, 37(8), 619(1990)
7. 渡邊長男, 鈴木繁男, 岩尾裕之, 小原哲二郎: 製菓辭典. 朝倉書店(東京), p.301(1981)
8. Ochi, T.: Sponge cake. *Science of Cookery*, 22(4), 272(1989)
9. Kawasome, S.: The texture of butter sponge cake. *New Food Industry*, 32, 10(1990)
10. Kariyazono, A.: Studies on Castella in Nagasaki. part 5, *Japanese J. Nutr.*, 28(6), 227(1970)
11. 竹林や烈子: スポンジ 케-키의 製法에 對した 研究. part 5, 道立 立天 短期大 論叢, p.16(1968)
12. Kariyazono, A.: The batter viscosity of castella. *J. Japanese Society for Food Science and Technology*, 26(24), 1(1983)
13. Kariyazono, A.: Studies on castella in Nakasaki. *Japanese j. Nutr.*, 24, 95(1966)
14. 夜星圓璋: 長崎カステラの老化に對レに諸現象とその本質. 日本食品工業學會誌, 8(18), 97(1975)
15. 池美由記, 古賀麥子, 大村浩久: 市販カステラの物理特性に對レテ. 中村學園紀要, 23, 127(1991)
16. Joung, H., Ike, M., Koka, Y. and Omira, H.: The physical properties of castella in Kyushu on the market. *J. Korean Society Food Science*, 7(3), 7(1991)
17. 夜星圓璋: カステラの適切レに 品質 鑑別. 活水論文輯, 25, 1(1982)
18. Shama, F. and Sherman, P.: S. C. I. Monograph, No. 27, p.80(1968)
19. 夜星圓璋: 長崎カステラの色に對レに研究. 活水論文輯, 29, 31(1986)
20. 堀内久彌: 多孔質 食品の物性. 日本食品工業學習誌, 34, 123(1987)

(1993년 2월 28일 접수)