J. Soc. Cosmet. Scientists Korea
Vol. 33, No. 3, September 2007, 159-163

점증폴리머의 레올로지 특성이 마스카라 물성에 미치는 영향

최 선 경† · 노 영 혜 · 추 정 한 · 최 영 진 · 강 학 희 · 이 옥 섭

(주)아모레퍼시픽 기술연구원 화장품연구소
(2007년 7월 13일 접수, 2007년 7월 27일 채택)

Effect of Rheological Properties on Mascara by Water-soluble Gelling Agents

Sun Kyung Choi†, Young Hea Roh, Jeong Han Choo, Yeong Jin Choi, Hak Hee Kang, and Ock Sub Lee

Cosmetics & Personal Care Research Institute, Amorepacific R&D Center, 314-1, Bora-dong, Giheung-gu, Yongin-si, Gyeonggi-do 446-729, Korea
(Received July 13, 2007; Accepted July 27, 2007)

요 약: 본 연구에서는 O/W 제형 마스카라에서의 레올로지 특성과 함께, 마스카라 내의 수상 폴리머에 따른 발림성과 볼륨과의 상관관계를 살펴보고자 하였다. 마스카라의 레올로지 특성은 최종 마스카라 내용물과 점증 수용액으로 측정하였으며, 수상 점증 폴리머는 hydroxyethylcellulose (HC), carboxymethylcellulose (CMC), hectorite, sodium magnesium silicate (SMS), hydroxyethyl acrylate/sodium acryloyldimethyl taurate copolymer (HS), polyacrylate 13/polyisobutene/polysorbate 20 (PPP)를 사용하였다. 실험결과 2.0 wt%의 수용액 점도에서 아크릴계 점증 폴리머인 HS와 PPP가 가장 높은 부착력을 가졌으며, 이는 마스카라의 품질 특성 중 볼륨과 밀접한 관계를 가졌다. 또한 HC와 SMS, HS를 0.2 wt% 함유한 마스카라를 oscillation stress가 1.0 ~ 1,000 s^{-1}의 범위에서 저장계수를 측정한 결과 높은 진동힘 구간인 100 ~ 1,000 s^{-1} 구간에서 SMS의 저장계수가 가장 낮게 측정되었고, 이는 마스카라 특성 중 발림성 항목과 밀접한 관계를 가졌다. 이는 O/W제형의 마스카라에서 수상 점증제의 구조적인 특성이 마스카라 물성에 크게 영향을 주어 최종적으로 볼륨과 발림성 등의 사용감에도 큰 영향을 주고 있음으로 해석할 수 있다.

Abstract: The relationship between texture and rheological properties of mascara (oil-in-water emulsion) was analyzed in this study. The final mascara product and gelling agents (2.0 wt%) used therein, such as hydroxyethylcellulose (HC), carboxymethylcellulose (CMC), hectorite, sodium magnesium silicate (SMS), hydroxyethyl acrylate/sodium acryloyldimethyl taurate copolymer (HS), and polyacrylate 13/polyisobutene/polysorbate 20 (PPP), were measured for rheological properties. As a result, HS and PPP showed the highest adhesiveness which were related to the volumizing effect of mascara. The viscosities of HC, SMS, and HS were measured at the stress range of 1 ~ 1,000 s^{-1}. SMS, with the lowest storage modulus range of 100 ~ 1,000 s^{-1}, affected the mascara in terms of smooth texture. The results of this study suggest that the rheology of gelling agents used influences the final texture of the mascara.

Keywords: *rheology, mascara, gelling agent, spreadability, viscosity*

1. 서 론

화장품은 저장에서의 안정도부터 사용 후의 효능에 이르기까지 각 시점에서 필요로 하는 요구 사항이 다르다. 특히, 사용시점에서의 사용감이라 불리어지는 평가항목은 인간의 감성을 바탕으로 하여 객관적인 수치로 표현해 내기가 힘들다. 그러나, 최근 화장품 산업에서는 화장품을 사용할 때 느껴지는 총체적 느낌인 사용감이란 부분을 객관적인 수치로 나타내고자 하는 노력을 하고 있다[1]. 지금까지 화장품에서의 사용감 평가는 오랫동안 잘 훈련된 패널 평가에 의존해 왔다. 그러나, 패널 평가는 얼마나 패널들이 잘 훈련받았는지, 어떠한 연령과 환경에 있는 패널을 선정하는지, 그리고 같은 패널을 사용할지라도 계절과 그들의 심리 상태에 따라 일관된 결과를 얻기 어려울 뿐 아니라, 흩어져 있는 패널들에게 평가를 진행하고, 데이터를 모으기까지 시간과 금전적인 비용이 많이 든다.

† 주 저자 (e-mail: csk@amorepacific.com)

이에 관능이라 불리우는 항목의 객관적인 평가를 위하여 화장품에 최근 많이 적용되고 있는 학문이 레올로지이다[2]. 레올로지란 학문은 흐름에 대한 학문으로 크림이나 립스틱, 그리고 마스카라의 도포 등의 항목이 모두 레올로지와 밀접한 연관성을 가진다. 그러나, 마스카라 제형은 스킨이나 크림, 립스틱처럼 손을 통하여 도포되지 않고, 브러시라는 중간 매체를 통하여 도포하기 때문에 사용감 예측이 쉽지 않다[3].

본 연구에서는 중간 매체인 브러시와 용기, 용기의 입구에 위치하여 마스카라 내용물을 훑어주는 역할을 하는 와이퍼가 동일하다는 전제 아래, 마스카라 내용물의 물성이 마스카라 사용감에 미치는 영향에 대하여 연구하고자 O/W 제형에서 외상에 위치하여 사용감에 크게 영향을 미치는 점증폴리머에 의한 사용감 특성을 상하 레오미터와 회전 레오미터 측정을 통하여 레올로지 학문으로 접근하였다.

2. 실 험

2.1. 시약 및 재료

사용한 점증 폴리머는 hydroxyethylcellulose (HC), carboxymethylcellulose (CMC), hectorite, sodium magnesium silicate (SMS), hydroxyethyl acrylate/sodium acryloyldimethyl taurate copolymer (HS), polyacrylate 13/polyisobutene/polysorbate 20 (PPP)으로, 점증 폴리머 수용액은 증류수에 2.0 wt%로 제조하였다. 또한 마스카라 샘플은 동일한 O/W 마스카라 처방에 수용성 점증 폴리머 HC, SMS, HS를 각기 0.2 wt%씩 넣어 준비하였다.

2.2. 레올로지 특성 측정

부착력은 상하 레오미터(texture analyzer, CR-300, sunscientific. Co. Ltd, Japan)에 실린더 어댑터(fudoh rheometer no. 25 10)를 사용하여 2 cm 깊이만큼 500 mm/min으로 진입시켰다가 나올 때의 필요한 최대 힘(g)을 읽어 측정하였다. 또한 진동힘과 전달율에 따른 저장계수와 viscosity는 회전 레오미터(rotational type rheometer) AR2000 Rheometer에 콘 어댑터(1°, 20 mm)을 장착하여 oscillation 모드와 flow 모드로 측정하였다.

2.3. 볼륨 측정

볼륨 측정은 인조 속눈썹에 마스카라를 12회 도포한 후 도포 전 후의 무게 차이를 도포량으로 정의하여 측정하였다.

2.4. 데이터 분석

데이터는 평균 ± 분산으로 표시하였다. 분석은 미니텝(minitab)의 ANOVA를 이용하여 95 %의 신뢰도 구간으로 분석하였으며, JMP 프로그램을 사용하여 지수회귀 분석을 실시하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1. 점증 폴리머의 레올로지 특성

O/W 제형 마스카라에서 수용성 폴리머, 그 중에서도 점증 폴리머는 최외곽 연속상인 물에서 network를 생성하기 때문에 마스카라의 물성에 큰 영향을 미친다. 점증 폴리머 HC, CMC, Hectorite, SMS, HS, PPP를 증류수에 각기 2.0 wt%를 함유시켜 제조한 수용액을 상하 레오미터를 이용하여 각각 부착력을 측정하였다[4]. 그 결과, SMS의 경우에는 가장 낮게 부착력 0.9 g로 측정되었으며, 아크릴계 점증 폴리머인 HS와 PPP의 부착력은 각각 24.6 g과 19.3 g으로 높게 측정이 되었다(Table 1).

이후 점증 폴리머 수용액의 부착력이 O/W 제형 마스카라에서 볼륨 기능에 영향을 주는지를 확인하기 위하여 동일한 O/W 처방에 0.2 wt%씩 점증 폴리머를 넣어 마스카라를 제조하고, 제조한 마스카라를 인조 속눈썹에 12회 도포하고, 전후의 무게를 측정하여 늘어난 무게 즉, 도포량을 측정하였다. 점증 폴리머의 종류에 따라 마스카라의 볼륨효과가 영향을 받는지를 확인하기 위한 분석 방법으로는 minitab의 분석방법 중에 하나인 일원배치법인 One-way ANOVA 분석으로 유의수준 5 %로 검증하였다. 분석 결과 유의 확률 p-value는 0.000으로 0.25보다 작으므로, 이를 통하여 점증 폴리머에 따라 마스카라의 볼륨력이 영향을 받음을 검증하였다. 점증 폴리머에 따른 볼륨력을 살펴보면, HS와 PPP는 각각 10.6 mg, 10.3 mg의 증가를 보였으며, HC와 CMC는 각각 9.7 mg과 9.4 mg 증가를, Hectorite는 10.0 mg, 그리고, 점증 폴리머의 부착력이 가장 낮았던 SMS의 경우에는 9.4 mg의 무게 증가를 보였다(Figure 1).

오랫동안 마스카라 점증 폴리머로는 HC와 CMC와 같은 세룰로즈 계열의 점증 폴리머가 널리 사용되었다. 이는 세룰로즈 계열 점증 폴리머의 표면이 매끄러우며, 늘어지는 형상을 가지기 때문에 마스카라 도포 후 속눈썹을 길게 보이게 하는 롱래시 효과를 줄 수 있기 때문이었다. 이와 같이 세룰로즈 계열 점증 폴리머는 매끄러운 표면 연출과 롱래시의 장점을 가지나, 위의 실험 결과를 보면, 마스카라의 볼륨 기능에 있어서는 기존 널리 사용되는 세룰로즈 계열의 점증 폴리머보다는 부착력이 큰 HS, PPP 등의 아크릴 계열의 점증 폴리머가 훨씬 유리하다.

또한, 점증 폴리머의 부착력과 마스카라의 도포량간의 관계정도를 확인하기 위하여 회귀 분석을 실시하였다. 그 결과, 도포량은 weight (g) = 9.449 + 0.04602 adhe-

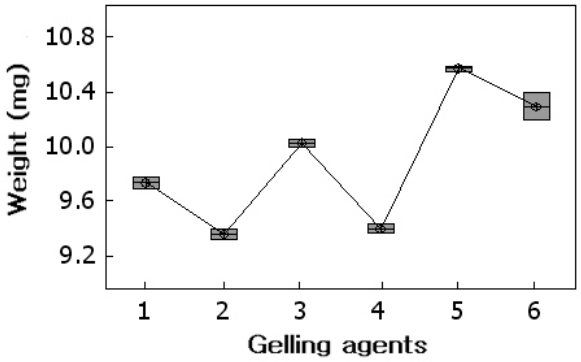

Figure 1. The weight changes on volume effect of mascara containing 0.2 wt% gelling agents. (1: HC, 2: CMC, 3: hectorite, 4: SMS, 5: HS, 6: PPP) (p = 0.000).

Table 1. The Adhesiveness of Aqueous Solution Containing Water-soluble Gelling Agent 2.0 wt%

Sample	Used polymer	Adhesiveness (g)
1	HC	6.0 ± 0.9
2	CMC	5.0 ± 0.6
3	Hectorite	4.1 ± 0.4
4	SMS	0.9 ± 0.2
5	HS	24.6 ± 4.2
6	PPP	19.3 ± 3.6

siveness - 0.000028 adhesiveness^{2}의 관계로 가장 잘 설명이 되었으며, 이때 유의 확률 p-value 값은 0.001로 본 회귀분석식은 의미를 가지며, R - Sq = 77.2 %로 전체 변동 주 77.2 %에 해당되는 변동은 본 회귀식으로 설명이 가능하다(Figure 2).

위와 같이, 기계적 측정 결과들은 점증 폴리머가 마스카라의 볼륨력에 영향을 주며, 특히 부착력이 큰 아크릴계열의 점증 폴리머는 속눈썹으로의 마스카라 전달량을 크게 높일 수 있는 것으로 확인하였다. 이러한 기기적 수치들이 실제 사람에게 도포할 경우, 인지할 정도의 수준인지를 확인하기 위하여 숙련된 24명의 한국 여성으로 구성된 패널들의 관능평가를 통하여 검증 실험을 실시하였다. 점수는 0에서 14까지의 정수로 나타내도록 하고, 0은 '볼륨력이 전혀 없다'의 기준으로, 14는 '볼륨력이 크다'로, 7은 '보통이다'의 기준으로 정하여 관능평가를 실시하였다. 그 결과, 아크릴계 점증폴리머로 부착력이 크고, 도포량이 많았던 HS와 PPP에 대하여 전문패널들은 '볼륨력이 좋다'라고 인식하였다(Table 2).

이러한 결과들을 통하여 부착력이 높은 수용성 점증폴리머를 함유한 마스카라는 부착력이 낮은 수용성 점증폴리머를 함유한 마스카라에 비해 도포량이 많으며, 실제

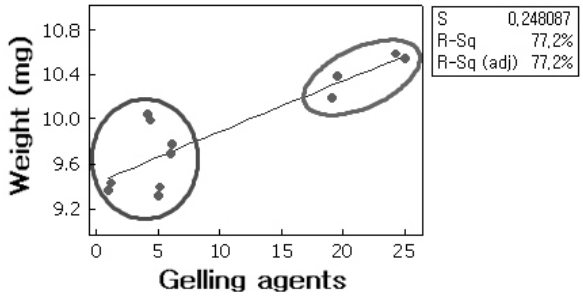

Figure 2. The adhesiveness of gelling agents on volume effect (weight change). The sample was surveyed in duplicate. The gelling agents with low adhesiveness, such as HS, CMC, hectorite, and SMS, showed less volume (left circle), whereas gelling agents with high adhesiveness, such as HS and PPP, showed improvements in volume (right circle). (p = 0.001).

Table 2. The Weight Changes of Gelling Agents and the Sensory Test Scores of Mascara Having 0.2 wt% Various Water-soluble Gelling Agents

Sample	Used polymer	Weight (mg)	Sensory test score[a)]
1	HC	9.74 ± 0.06	8.00 ± 0.82
2	CMC	9.36 ± 0.06	7.00 ± 0.82
3	Hectorite	10.03 ± 0.04	9.50 ± 0.58
4	SMS	9.41 ± 0.05	5.75 ± 0.50
5	HS	10.58 ± 0.03	12.00 ± 0.82
6	PPP	10.30 ± 0.14	11.75 ± 0.96

a) Sensory test scores of above 11 (perfect score: 14) are considered good.

사람이 도포 시에도 이는 볼륨이라는 인지품질로 연결됨을 확인하였다. 이렇게 수용성 점증 폴리머에 의해 볼륨력이 크게 차이가 나는 이유는 O/W 제형 마스카라에서 수용성 점증 폴리머는 최외곽 연속상에 위치하에 외상 network를 형성하기 때문에 전체 제형의 물성을 크게 바꾸기 때문으로 추정되며, 특히 아크릴계 수상 점증 폴리머는 쉽게 부착되는 성질을 갖고 있기 때문에 마스카라에 적용 시 볼륨력을 향상시킬 수 있었던 것으로 판단된다.

3.2. 점증제에 따른 발림성

마스카라를 속눈썹에 도포할 때에는 다른 화장품과 마찬가지로 마스카라 내용물이 힘(stress)를 받게 된다. 대부분의 화장품과 마찬가지로 마스카라 또한 stress가 증가하게 되면, 흐름성이 증가하는 shear thinning effect를 가지게 되는데, 이로 인해 내용물의 흐름성이 커져 도포 시 점도가 낮아져 내용물이 속눈썹에 부드럽게 도포될

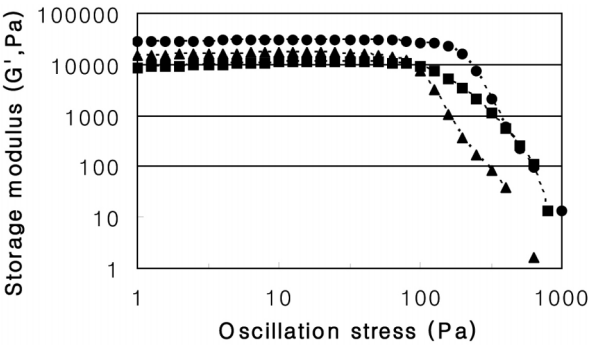

Figure 3. The storage modulus (G′) changes of various gelling agents on oscillation stress (Pa). HC, SMS, and HS were contained 0.2 wt% in the mascara respectively. (■: HC, ▲: SMS, ●: HS).

수 있다. 고분자는 점탄성 물질로서 점성과 탄성을 동시에 가진다. 점성과 탄성을 동시에 나타낼 수 있는 계수는 레올리지 학문에서 복소 탄성율(complex modulus, G*)로 나타낼 수 있는데, 복소 탄성율은 복소수의 형태를 가지며, 아래와 같은 수식으로 표현할 수 있다.

$$G^* = G' + i \cdot G''$$

이때, 실수부인 G′는 에너지를 저장하는 성질을 갖는 부분으로 저장 계수(storage modulus)라 하며, 허수부인 G″는 에너지를 소산시키는 성질을 갖는 부분으로 손실 탄성율(loss modulus)이라고 한다. 다시 말해 외부에서 가해지는 힘에 대하여 점탄성 물질의 저항값을 복소 탄성율로 표현하고, 저항의 부분인 탄성을 G′로 손실인 흐름에 대한 부분은 G″로 나타낸다[5].

본 연구에서는 주파수를 고정한 후 응력의 최대치인 진폭을 변화시키며 점탄성체의 물성을 파악하여 내부 구조가 파괴되는 시점을 알 수 있는 응력 스윕(stress sweep)의 oscillation test assay를 사용하여, 진폭 변화로 인한 응력 변화 진동힘(oscillation stress)에 대한 저장계수를 측정하였다. 이를 통하여 점증 폴리머를 다르게 가지는 마스카라들이 외부 힘에 대하여 어느 시점에서 내부 구조가 파괴되어 흐름성을 가지게 되는지를 관찰하고, 이 결과를 마스카라의 부드러운 발림성 항목과 관련짓고자 하였다(Figure 3). 수상 폴리머로 HC와 SMS, HS를 사용하였으며, 3.1의 실험과 같이 마스카라 제형에서 0.2 wt%의 함량을 사용하여 회전 레오미터로 진동힘에 대한 저장계수를 측정하였다.

그 결과, HS를 함유한 마스카라는 낮은 진동힘 구간에서 가장 높은 저장 계수를 가져, 다른 샘플에 비해 낮은 진동힘 구간에서 탄성적인 물성을 가지며, 이로 인해서 마스카라 사용자는 브러시에 함유된 내용물이 초기 속눈썹에 전달될 때, 내용물의 점도가 높다라고 느낀다. 반면, HC의 경우에는 낮은 진동힘 구간에서는 가장 낮은 저장계수를 가지기 때문에 다른 두 제품에 비해 내용물이 속눈썹에 닿는 시점에서는 탄력적이라고 느낄 수 없고, 높은 진동힘 구간에서 저장계수의 하락 기울기가 가장 완만하여 쉽게 내용물이 흐르기 힘들기 때문에 사용자는 내용물이 잘 펴발라지지 않는다고 느끼게 된다. 마지막으로, SMS를 함유한 마스카라의 경우에는 높은 진동힘 구간에서는 급격한 저장 계수의 감소를 보이는 큰 shear thinning effect를 보인다. 이는 마스카라를 도포할 때 내용물이 작은 힘에도 쉽게 도포된다는 것을 의미하고, 이로 인해 사용자는 내용물이 부드럽다고 느낀다. 그렇기 때문에 HS, HC, SMS의 세 점증폴리머 중에는 SMS가 부드러운 발림성을 주기에 가장 적합한 수상 점증 폴리머로 판단된다. 그러나, 여기서 주의해야 할 것은 내용물이 부드럽다는 것이 꼭 발림성이 좋다라고 해석하면 안 된다는 것이다. 이는 발림성의 항목의 바르는 사람의 취향에 따라 좋고, 나쁨이 나누어지기 때문이다. 다시 말해 저장계수가 높아 점도가 높은 물성의 마스카라 하나를 놓고도, 어떤 사람은 밀착감이 있어 좋다고 평가하고, 다른 사람은 뻑뻑하다고 할 수 있으며, 반대로 저장계수가 낮아 흐름성이 좋은 마스카라 하나를 놓고, 어떤 사람은 부드럽게 발려 좋다고 하고, 다른 사람은 내용물이 너무 미끌하다고 싫어할 수 있다는 것이다. 그렇기 때문에 높은 진동힘 구간에 낮은 저장계수를 가지는 마스카라를 놓고, 부드럽게 도포된다고는 말할 수는 있으나, '발림성이 좋다'라고 말할 수는 없다.

다음은 회전 레오미터를 이용하여 측정한 물리적 수치들이 발림성의 항목 중 '부드럽다'라는 인지품질로 느껴지는지를 확인하기 위하여 시중에 유통되고 있는 5개의 마스카라 제품에 대하여 펴 바를 때의 전단율(shear rate)이라고 여겨지는 1,000 s^{-1}에서의 점도를 측정하였다. 힘(stress)은 크게 수직 응력(normal stress)과 전단 응력(shear stress)으로 크게 나눌 수 있다. 수직 응력은 물체의 단면에 대한 수직적인 힘을 의미하며, 전단응력은 물체의 단면과 수평으로 작용하는 힘을 의미하므로, 화장품을 도포할 때의 사용감은 전단 응력에 크게 영향을 받는다. 물체에 전단 응력이 가해지면, 물체는 그에 따른 변형(strain)이 발생하게 된다. 이때, 물체의 흐름이 있기 시작하면, 변형의 속도 기울기(velocity gradient)가 생기는데, 이 값을 전단율이라 한다. 또한 위의 5개 마스카라에 대하여 20명의 전문패널 품평을 통하여서 부드러운 발림성에 대하여 1에서 5까지의 점수를 부여하도록 하였다(Table 3). 이때, 5는 '아주 부드럽게 발린다'의 기준으로 1은 '너무 뻑뻑하게 발린다'의 기준 점수로 정하였으며, 3은 '보통이다'의 인지 수준으로 기준하였다. 데이터 분석

Table 3. The Data of Viscosity and Sensory Test Score by Rotational Type Rheometer and Panel Test

Sample	Used polymer	Viscosity[a)] (Pa · s)	Sensory test score[b)]
1	Unknown	0.53	2.25 ± 0.50
2	Unknown	0.29	3.50 ± 0.58
3	Unknown	0.07	5.00 ± 0.00
4	Unknown	0.13	3.50 ± 0.58
5	Unknown	0.58	2.00 ± 0.82

a) Viscosity at 1,000 s^{-1} shear rate by flow mode.
b) Sensory test scores of above 4 (perfect score: 5) are considered good.

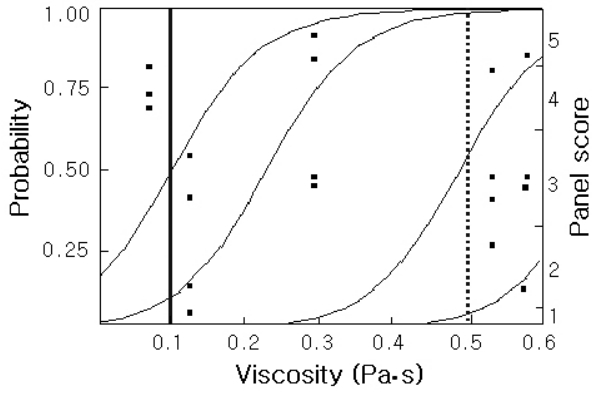

Figure 4. The logistic fitting of viscosity at 1,000 s^{-1} shear rate by panel test.

은 JMP의 지수형 회귀 분석(logistic regression)을 사용하여 도포 점수에 따른 관능점수의 관계를 지수 그래프(logistic fit)로 표현하였다(Figure 4).

그 결과, 점도에 따른 관능점수의 상관관계 분석 그래프를 통하여 전단율이 1,000 s^{-1}에서 점도가 0.1 Pa · s 이하의 제품에 대해서는 90 % 가량이 '부드럽다'는 항목에 대하여 4점 이상을 부여하여 이 제품에 대해서는 부드럽다고 인지하였다. 반면, 도포시의 점도가 0.5 Pa · s 이상인 제품에 대해서는 50 % 가량이 2점 이하를 부여하여 부드럽다고 인지하지 못하였으며, 5 % 가량은 1점 이하의 점수를 부여하여 뻑뻑하다고 느꼈다(Figure 4).

이와 같이, 도포 점도에 따른 관능점수 상관관계를 통하여 기기적인 제품 도포시의 점도가 실제 사용자가 제품 도포시, 발림성 항목 중 '부드럽게 발림'의 항목과 경향을 같이한다는 결과를 얻었다. 이러한 결과들은 제품의 레올로지 특성 연구가 실사용 시의 관능평가 예측에 중요한 역할을 할 수 있음을 보여주는 결과이다. 그러나, 인지품질을 대신할 대용특성을 어떤 측정 계수로 사용할지에 대해서는 앞으로 보다 많은 연구가 필요할 것이다.

4. 결 론

본 연구에서는 O/W 제형 마스카라에서 수상 점증 폴리머에 따른 '볼륨력'과 '부드러운 발림성'이라는 관능 지수를 원료와 제품의 물성연구를 통하여 고찰하였다. 볼륨력은 점증폴리머가 2.0 wt%의 수용액에서의 상하 레오미터를 이용한 부착력 데이터와 인조 속눈썹에의 마스카라 도포량 그리고, 전문 패널 평가 결과를 통하여 검증하였다. 그 결과, 수상 점증 폴리머의 수용액 상에서의 부착력이 큰 아크릴계 점증 폴리머인 HS, PPP가 마스카라의 볼륨력을 크게 하였다. 또한 대표적인 수상 점증 폴리머를 O/W 제형 마스카라로 제조하여 이들의 변형에 대한 저장계수를 회전 레오미터를 이용하여 측정하여 수상 점증 폴리머가 도포시의 마스카라 물성, 특히 발림성의 항목에 크게 영향을 줄 수 있음을 확인하였고, 이를 전문 패널 품평을 통한 '부드럽게 발림'의 항목의 관능 평가를 통하여 검증하여 도포 시의 마스카라의 점도가 낮을수록 부드럽게 발린다고 사용자가 인지한다는 결론을 내릴 수 있었으며 그 결과 SMS가 부드러운 발림성을 주기에 적합하였다. 위 결과들을 통하여 수상 점증 폴리머는 마스카라의 볼륨과 발림성의 항목에 큰 영향을 줌을 확인하였는데, 이는 수상 점증 폴리머는 O/W 제형에서 외관 연속상에 점증 폴리머가 위치하여 외상의 network 구조를 결정짓기 때문에 적은 함량으로도 마스카라의 물성에 크게 영향을 미칠 수 있었다고 해석하였다. 또한 본 연구를 통하여 마스카라의 '볼륨력'은 도포량과 점증 폴리머의 부착력을 통하여, '발림성'은 회전 레오미터를 이용한 힘에 따른 저장계수와 점도를 측정함으로써 '볼륨력'과 '발림성' 등의 인지품질을 수치화하여 측정하였으며, 이를 패널 평가를 통하여 대용하여 사용할 수 있음을 검증하였다.

참 고 문 헌

1. A. L. Vincent, C. Verboom, and J. W. Wiechers, Linking sensory and rheology characteristics, Ph. D. dissertation, Wokingham, England (2005).
2. I. Hiroaki, Rheology characteristics of cosmetics, *Fragrance Journal*, **13** (2007).
3. D. Laba, Rheological properties of cosmetics and toiletries, Marcel Dekker Inc., New York (1993).
4. M. Bourne, Food texture and viscosity second Edition, Academic press (2002).
5. 박찬익, 화장품 레올로지, 성균사, Korea (2001).