

## 비누와 알칼리에 의한 실크 생사의 반숙정련 거동

박건용

청운대학교 패션디자인섬유공학과

### Half-degumming Behaviors of Raw Silk Yarns Degummed with Soap and Alkalis

Geon Yong Park

Dept. of Fashion Design & Textile Eng., Chungwoon Univ., Hongsung, Korea

(Received: June 3, 2010/Revised: June 15, 2010/Accepted: September 15, 2010)

**Abstract**— To investigate the half-degumming of raw silk, the degumming was carried out with soap or sodium carbonate or sodium bicarbonate and some mixed agents at 80°C for 15 and 30 minutes. With soap of 20~25%o.w.f. degumming losses were about 7~12%. Degumming losses with sodium carbonate of 2~5%o.w.f. were about 6~15%. And about 6~12% wright losses were observed in the degumming with sodium bicarbonate of 20~30%o.w.f. In the degumming with the mixed degumming agents of soap and sodium carbonate, degumming losses were 9~15% with 5%o.w.f. soap and 2~5%o.w.f. sodium carbonate. Sodium carbonate was more effective on the removal of sericin from raw silk than soap. During drying generally half degummed silk yarns stuck together to result in harsh and hard lumps by the adhesion and solidification of the residue sericin of partially degummed silk. Sodium hydrosulfite in degumming agent effectively protected the adhesion of half degummed silk yarns.

**Keywords:** raw silk fiber, half-degumming, sericin, soap, sodium carbonate, sodium hydrosulfite

### 1. 서 론

실크 생사는 피브로인을 보호하는 세리신에 의해 모시와 비슷하게 다소 굵고 뽀뽀하며 시원한 질감을 가지나 정련에 의해 완숙을 했을 경우 세리신이 제거되어 가늘고 부드러우며 광택이 나는 피브로인만 남게 된다. 뽀뽀한 질감의 한복에 가장 많이 사용되는 옥사나 생초견 등은 생사에 의해 제직되고 명주나 양단 등과 같이 부드럽고 광택이 나는 원단은 정련된 실크인 숙사로 제직되는데 경우에 따라 생사보다는 다소 부드럽고 숙사보다는 다소 뽀뽀한 질감의 한복 소재가 필요한데 이 경우 반숙사의 실크를 필요로 한다. 그러나 생사의 세리신을 반 정도만 정련하여 얻어지는 반숙사는 이론적으로는 가공이 손쉬울 것으로 판단되나 실제로 정련에 의해 원하는 질감의 반숙사를 가공하기에는 어려운 점이 많다. 그 첫 번째는 정련 과정에서 세리신을 표면으로부터 일정부분까지만 균일하게 용출시키는 것이 어려운데 이는 정련액 중에서 세리신 전체가 팽윤되어 용해되

는 과정에서 세리신 전체의 용출이 일어나기 전에 정련을 마침으로써 잔류하는 세리신이 불안정하고 불균일하게 피브로인에 잔존하게 되기 때문이다. 두 번째 어려운 점은 반숙 정련 후 건조 과정에서 용해가 진행되었던 아교질의 세리신이 재 응고되면서 오히려 생사보다 더 거칠고 딱딱한 촉감의 원치 않는 반숙사가 얻어질 수 있다. 특히 직물이 아닌 생사의 반숙 정련에서는 팽윤되었던 잔존 세리신이 건조시 접착제 역할을 하여 단사들이 달라붙음으로써 플라스틱과 같이 단단한 덩어리를 형성하여 제직용 실로는 도저히 사용할 수 없는 상태가 되기도 한다. 세 번째는 일정한 연감율과 질감의 반숙사를 얻을 수 있는 정련 조건을 유지하기가 어려운데 이는 정련에 영향을 미치는 인자가 정련제의 조성뿐만 아니라 정련 온도와 시간에 의해서도 크게 좌우되기 때문이다. 완숙 정련의 경우에는 일반적으로 90°C 이상의 고온에서 1시간 이상 충분히 가열하여 행하면 되지만 반숙 정련의 경우 일정 연감율과 질감의 반숙사를 얻기 위해서는 정련제의 조성

<sup>†</sup>Corresponding author. Tel.: +82-41-630-3251; Fax.: +82-41-634-8700; e-mail: pgy313@chungwoon.ac.kr

©2010 The Korean Society of Dyers and Finishers 1229-0033/2010-12/349-355

더불어 온도와 시간의 제어가 매우 중요하다<sup>1,2)</sup>. 아울러 정련장치도 정련 결과에 큰 영향을 미치므로 반숙 정련에 적합한 비임정련, 고압정련, 스타정련, 연속정련 등의 정련 장치도 매우 중요한 인자가 된다<sup>3,4)</sup>.

실크 생사의 완숙 정련에 사용되는 정련법으로는 비누정련법, 알칼리정련법, 비누알칼리정련법 및 효소정련법이 있다. 비누 정련법에 사용되는 마르셀비누의 경우는 피브로인을 손상시키지 않으면서 세리신만을 제거하여 백도와 광택이 좋은 완숙사를 얻을 수 있는 정련제이나 다량의 비누 폐수가 발생하고 에너지와 시간 소모가 많은 단점이 있는 정련제이다. 알칼리정련법에 가장 많이 사용되는 탄산나트륨은 비누에 비해 약 2배 정도의 강한 세리신 용해력을 가지므로 비누정련법보다는 낮은 온도에서 단시간 정련이 가능한 장점이 있으나 높은 온도에서 과도하게 정련하는 경우 피브로인을 심하게 손상시킬 수 있어 정련액 조성과 온도 및 시간 등의 제어에 신중해야하는 단점이 있다. 비누정련법과 알칼리정련법의 장점을 살리고 상호의 결점을 보완할 수 있는 비누알칼리정련법이 현재 실크의 완숙 정련에 가장 많이 사용되는데 알칼리의 병용으로 인해 비누의 양과 에너지 및 시간을 줄일 수 있는 이점이 있다. 최근 효소정련법에 관한 연구가 많으나 실제 현장에 적용하기에는 아직 어려운 점이 있어 실용화되지 못하고 있다<sup>5-8)</sup>.

한복의 경우 현재 실크 생사와 완숙된 정련 실크에 의한 원단 소재가 대부분으로 반숙사에 의한 한복 소재는 미흡한 실정이다. 보다 다양한 고부가가치 소재의 한복 원단을 제조하기 위해 반숙사의 필요성은 매우 높은 실정이나 정련에 의해 반숙사를 얻기 위한 연구 개발이 미흡하여 현재는 반숙사와 유사한 질감의 실크를 생사와 정련사를 합연하여 만든 생/숙 합사로 대체하여 사용하고 있는 실정이나 생사와 숙사의 염색 속도 차이에 의한 색상 문제가 있고 단사 상태의 반숙사 고유의 느낌을 살릴 수 없다. 따라서 정련에 의해 반숙사 제조가 가능하다면 더욱 다양하고 고부가가치의 한복지원단 개발이 가능할 것으로 예측되어 보다 근본적이고 체계적인 연구를 통해 실크 생사의 반숙 정련을 완성할 필요성이 높다.

실크 생사의 완숙 정련에 관한 연구 자료는

이미 오래전부터 보편적으로 잘 알려져 있으나 반숙 정련의 경우는 연구 자료가 매우 적은 형편이다. 본 연구에서는 피브로인의 손상을 최소화하면서도 효과적으로 세리신을 용출시켜 실크 생사를 반숙 정련하고자 가장 보편적인 정련제인 마르셀비누와 탄산나트륨 및 중탄산나트륨을 사용하여 비누정련법과 알칼리정련법 및 비누알칼리정련법에 의해 실크 생사의 정련 거동을 살펴보았다.

## 2. 실험

### 2.1 시료 및 시약

시료는 정련되지 않은 21종의 실크 생사(중국산) 단사를 사용했고, 마르셀비누(Marseilles soap)와 모노젠(Monogen, 단백질섬유 정련제)은 시판품(Han Jin Chemical)을 사용했으며, 탄산나트륨( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ , sodium carbonate), 중탄산나트륨( $\text{NaHCO}_3$ , sodium bicarbonate), 트리폴리인산나트륨( $\text{Na}_3\text{P}_3\text{O}_{10}$ , sodium tripolyphosphate), 하이드로( $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_4$ , sodium hydrosulfite) 등은 1급 시약(Han Jin Chemical)을 사용했다.

### 2.2 실크 생사 시료 준비

Fig. 1과 같이 길이 25cm의 실크 생사 일정량을 가지런히 배열하고 울이 빠지지 않도록 중앙부분을 단단하게 묶어 다발을 만든 다음 100°C에서 30분 열풍 건조한 후 중량을 측정했다.

### 2.3 정련 및 연감을

육비 1:50으로 했고, 반숙 정련을 하기위해 정련 온도는 80°C로 조정 했으며, 정련 시간은 15분과 30분으로 설정했다.



Fig. 1. Preparation of raw silk yarn bundle.

정련제와 정련 조건의 비교 실험을 위해 실크 생사는 미리 수분에 침지시키지 않고 건조된 상태에서 80°C의 정련액에 직접 투입시켜 정련시켰다. 소정 시간 정련을 마친 생사 다발을 냉수와 40°C 온수에서 각각 10분간 수세한 후 100°C에서 30분 열풍 건조한 다음 중량을 측정했다.

연감율(degumming loss)은 정련에 의해 감량된 중량(정련 전의 중량에서 정련 후의 중량을 뺀 중량)을 정련 전의 중량으로 나누어 백분율로 표시했다.

$$\text{degumming loss}(\%) = \frac{W_0 - W_t}{W_0} \times 100$$

여기서,  $W_0$  : 정련 전의 실크 생사 중량  
 $W_t$  : 정련 후의 실크 중량

### 3. 결과 및 고찰

실크 생사의 정련제로 세리신의 제거만을 고려하면 용해력이 강한 탄산나트륨과 같은 알칼리가 보다 효과적이지만 피브로인을 손상시킬 우려가 높기 때문에 정련 조작이나 실크 품질 면에서 비누를 사용하는 것이 안정적이다. 비누는 비교적 온화하게 세리신을 용해시키는 작용을 하고 침투성이 크기 때문에 지나치게 정련이 일어나게 하거나 정련 얼룩이 거의 생기지 않으며, 알칼리 정련에 비해 축감, 드레이크 성, 백도, 광택도 등이 우수한 정련 실크를 얻을 수 있다. 또한 비누 고유의 성질인 용액 중에서의 유연작용에 의해 정련 시 생사가 접혀서 발생하는 회복이 어려운 주름의 발생을 방지하고 마찰에 의해 발생할 수 있는 실크의 피브릴화도 억제시키는 효과가 있다. 반면 비누는 실크로의 흡착이 강하기 때문에 수세로 완전하게 제거하기가 어렵고, 실크 중에 잔존하는 비누는 염색얼룩이나 황변 등의 문제를 일으킬 수 있으며, 정련 용수의 경도 영향이 정련에 크게 작용한다<sup>9,10</sup>.

반숙정련 실크를 얻기 위한 기초 자료를 얻기 위해 마르셀비누를 정련제로 사용하고 정련 온도를 80°C로 하여 15분 및 30분 정련했을 때 비누 농도에 따른 연감율을 Fig. 2에 나타냈다.

80°C에서 15분 정련한 경우 비누 농도가 10%o.w.f.에서 약 3% 정도의 연감율을 보였고,

20%o.w.f. 농도에서는 약 7% 정도의 연감율을 보였으며, 30%o.w.f. 농도에서 약 13% 정도의 연감율을 보였다. 비누 25%o.w.f.의 농도로 정련하면 반숙 정련에 해당하는 약 10%의 연감율을 얻을 수 있다. 또한 80°C에서 30분 정련한 경우에는 15분 정련에 비해 전반적으로 더 큰 연감율을 보였는데 그림에서 알 수 있듯이 비누 농도 20%o.w.f.에 의해 약 10%의 연감율을 얻을 수 있음을 알 수 있다. 비누 농도 10%o.w.f.와 20%o.w.f.로 정련한 경우 실제 정련 실크의 사진을 Fig. 3과 Fig. 4에 나타냈다.

Fig. 3의 연감율 3~4% 실크의 경우 실크 단사간의 들러붙는 현상이 약간 있으나 그다지 심한 편은 아니나 Fig. 4의 연감율 7~10% 실크의 경우는 단사간의 들러붙는 현상이 매우 심하게 나타났고, 특히 우측의 10% 연감율에서는 인위적으로 손으로 단사를 분리하기가 어려

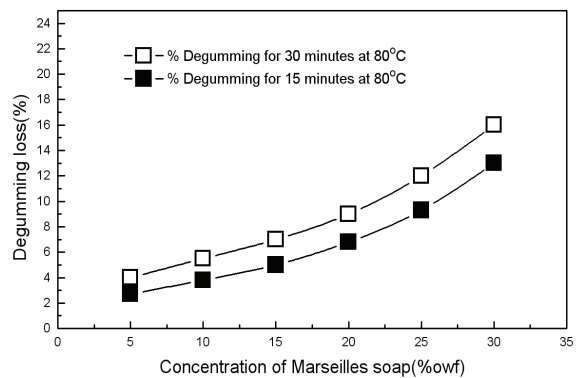


Fig. 2. Degumming losses of raw silk yarns degummed with Marseilles soap(degumming at 80°C for 15 or 30 minutes).



Fig. 3. Photograph of raw silk yarn bundles degummed at 80°C for 15 minutes(left) and 30 minutes(right) with 10%o.w.f. Marseilles soap.



Fig. 4. Photograph of raw silk yarn bundles degummed at 80°C for 15 minutes(left) and 30 minutes(right) with 20%o.w.f. Marseilles soap.

을 정도로 섬유 다발이 접촉되어 거칠고 단단한 덩어리 형태를 하고 있다.

이 같이 연감율 약 10% 정도에서 심하게 단사들이 들러붙는 현상은 반숙 정련에 의해 부분적으로 세리신이 용출되고 실크에 잔류하는 나머지 세리신이 변성되어 건조 과정에서 응고되면서 인접한 실크사 사이에서 접착이 일어나 난용성의 플라스틱과 같은 거칠고 단단한 질감의 덩어리 형태를 취하기 때문으로 사료된다<sup>1,2)</sup>.

알칼리정련의 대표적인 정련제인 탄산나트륨은 비누에 비해 2배 정도의 강한 세리신 용해력을 가지고 있기 때문에 짧은 시간에 우수한 정련 결과를 얻을 수 있으나 농도와 온도 및 시간 등의 조건이 적당하지 않고 조금이라도 지나치다면 정련이 급격히 진행되어 피브로인을 손상시킬 우려가 크기 때문에 정련 조건 제어에 주의해야만 한다. 그러나 비누정련이 수질에 영향을 받는 반면 알칼리정련은 수질의 영향을 거의 받지 않고 정련 처리 후 수세에 의해 잔류물의 제거가 용이한 특징이 있다<sup>2,5)</sup>.

알칼리 정련제로 탄산나트륨을 사용하여 실크 생사의 반숙정련을 하고자 하는 경우 그 기초적인 자료를 얻고자 탄산나트륨 농도에 따른 연감율 변화를 80°C에서 15분 및 30분 정련하여 비교했으며 그 결과를 Fig. 5에 나타냈으며, 탄산나트륨 농도 5%o.w.f.와 10%o.w.f.로 정련한 정련 실크의 사진을 Fig. 6과 Fig. 7에 나타냈다.

탄산나트륨으로 80°C에서 15분 정련한 경우 2%o.w.f.농도에서 약 6% 정도의 연감율을 보였고, 5%o.w.f. 농도에서는 약 12% 정도의 연감율을 보였으며, 10%o.w.f. 농도에서 약 19% 정도의

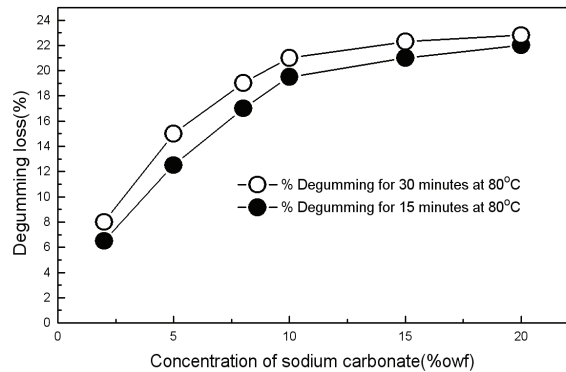


Fig. 5. Degumming losses of raw silk yarns degummed with sodium carbonate(degumming at 80°C for 15 or 30 minutes).



Fig. 6. Photograph of raw silk yarn bundles degummed at 80°C for 15 minutes(left) and 30 minutes(right) with 5%o.w.f. sodium carbonate.



Fig. 7. Photograph of raw silk yarn bundles degummed at 80°C for 15 minutes(left) and 30 minutes(right) with 10%o.w.f. sodium carbonate.

연감율을 보였는데 비누 4~5%o.w.f.의 농도로 정련하면 반숙 정련에 해당하는 약 10~12%의 연감율을 얻을 수 있다. 80°C에서 30분 정련한 경우에는 15분 정련에 비해 더 큰 연감율을 보

였고, 80°C에서 15~30분 탄산나트륨 농도 2~5% o.w.f. 정련에 의해 6~15%의 연감율을 얻었다.

Fig. 6의 탄산나트륨 농도 5%o.w.f.로 정련한 실크 사진에서 볼 수 있듯이 탄산나트륨 5%o.w.f. 정련에 의해 연감율 12~15%를 보인 실크의 경우는 앞의 비누 20%o.w.f. 정련 결과에서와 같이 잔류세리신에 의한 단사간 들러붙음 현상이 뚜렷하게 나타났다. 그러나 Fig. 7의 탄산나트륨 10%o.w.f.에 의한 연감율 19~21% 실크는 거의 완속에 가까운 정련에 의해 세리신이 충분히 제거되어 잔류세리신에 의한 단사간 들러붙음 현상이 거의 사라졌고, 피브로인 고유의 백도가 높고 광택이 크며 가늘고 부드러운 촉감의 실크 정련사가 얻어졌다.

다음에는 탄산나트륨에 비해 알칼리성이 약한 중탄산나트륨을 반숙정련을 위한 알칼리정련제로 사용한 경우의 정련 거동을 살펴보고, 농도에 따른 연감율 변화를 Fig. 8에 나타냈다.

중탄산나트륨 정련에 의해서도 역시 농도 증가에 따라 연감율이 증가했으나 탄산나트륨에 비해 정련 효과는 크게 떨어지고, 6~12%의 연감율을 얻기 위해서는 20~30%o.w.f. 정도의 농도로 정련해야함을 알 수 있으며, 이렇게 얻은 반숙정련의 실크사 역시 잔류세리신에 의한 단사간 들러붙음 현상이 나타났다.

이상 결과에서 알 수 있듯이 비교적 짧은 시간에 효과적인 반숙정련 결과를 얻기 위해서는 비누나 탄산나트륨에 의한 정련이 적합할 것으로 판단되며, 이들 두 정련제의 조합에 의한 반숙정련에 대해서도 검토할 필요가 크므로 비누와 탄산나트륨을 혼합하여 정련한 경우 각각의 농도에 따른 연감율을 비교하여 Fig. 9에 나타냈다.

Fig. 9에서 알 수 있듯이 비누 5%o.w.f.와 탄산나트륨 2%o.w.f.의 혼합 정련제로 80°C에서 15~30분 정련하는 경우 9~11%의 연감율을 얻을 수 있고, 비누 5%o.w.f.와 탄산나트륨 5%o.w.f.의 혼합 정련제로 80°C에서 15~30분 정련하는 경우에는 14~16%의 연감율을 얻을 수 있다. 또한 비누 10%o.w.f.와 탄산나트륨 2%o.w.f.의 혼합 정련제로 80°C에서 15~30분 정련하는 경우 11~13%의 연감율을 얻을 수 있고, 비누 10%o.w.f.와 탄산나트륨 5%o.w.f.의 혼합 정련제로 80°C에서 15~30분 정련하는 경우에는 16~19%의 연감율을 얻을 수 있다. 앞서서와 마찬가지로 혼합정련제 정련에 의해 연감율 9~16% 실크는 단사

간 들러붙음 현상이 매우 두드러졌고, 연감율 19% 이상에서는 완속에 가까운 정련에 의해 역시 백도와 광택도가 우수한 실크 정련사가 얻어졌다.

혼합정련제에서 일정 탄산나트륨 농도에 대한 비누 농도의 영향과 일정 비누 농도에 대한 탄산나트륨 농도의 영향을 살펴보고자 80°C에서 15분 정련한 경우의 연감율을 비교하였고, 그 결과를 Fig. 10에 나타냈다.

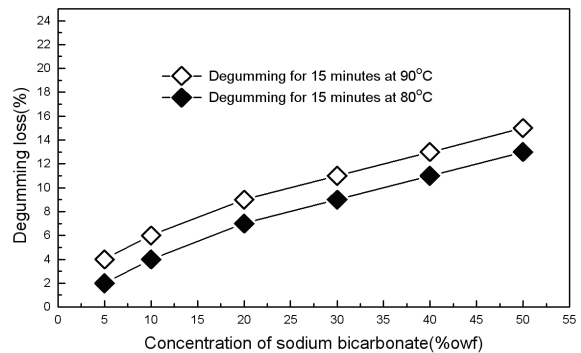


Fig. 8. Degumming losses of raw silk yarns degummed with sodium bicarbonate(degumming at 80°C for 15 or 30 minutes).

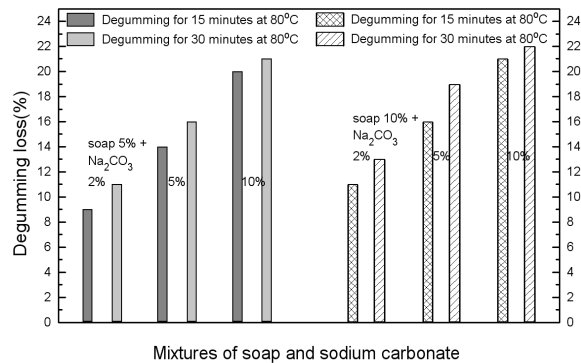


Fig. 9. Degumming losses of raw silk yarns degummed with mixtures of soap and sodium carbonate(degumming at 80°C for 15 or 30 minutes).

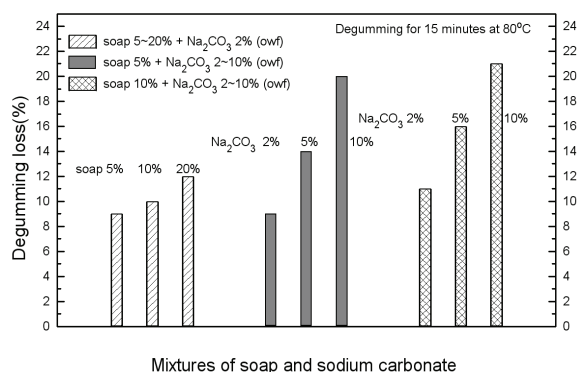


Fig. 10. Degumming losses of raw silk yarns degummed at 80°C for 15 minutes with mixtures of soap and sodium carbonate.

탄산나트륨 2%o.w.f.일 때 비누 농도를 5% o.w.f.에서 20%o.w.f.로 투입시켜도 연감율이 그다지 크게 증가하지 않았고, 이에 반해 비누 5%o.w.f.와 10%o.w.f.에 대해 탄산나트륨 농도를 2%o.w.f.부터 10%o.w.f.로 많이 투입한 경우에는 연감율 증가가 매우 크게 나타났다. 이 결과로 보아 비누와 탄산나트륨의 혼합정련제에서 비누에 의한 정련 효과보다는 탄산나트륨에 의한 정련 효과가 지배적임을 알 수 있고, 비누 5%o.w.f.에 탄산나트륨 2~5%o.w.f.의 혼합에 의해 9~15% 연감율을 얻을 수 있다. 비누와 탄산나트륨 혼합 정련제 의한 정련시 단사간 들러붙음을 방지하기 위한 실험으로 실크 생사의 연사 공정에서 유연제로 주로 사용하는 모노젠과 정련용수 중의 금속이온이 비누와 결합하는 것을 방지하기 위한 금속이온봉쇄제로 주로 사용하는 트리폴리인산나트륨 및 실크 생사의 표백제로 주로 사용하는 하이드로를 비누와 탄산나트륨 혼합정련제에 첨가하여 정련액을 조성하여 80°C에서 15분 정련했으며, 각 정련액에 의한 연감율과 단사간 들러붙음 현상의 결과를 Table 1에 나타냈다.

Table 1에서 알 수 있듯이 모노젠과 트리폴리인산나트륨은 반숙정련에 의해 잔류하는 세리신에 의한 단사간 들러붙음을 방지하는데 기여하지 못하는 반면 하이드로의 첨가에 의해 단사간 들러붙음 현상이 현저히 감소했다. 이것으로 보아 하이드로가 실크 생사의 표백제 역할뿐만 아니라 반숙정련의 단사간 부착방지제 역할도 할 수 있음을 알 수 있었다. 따라서 다음 연구 발표에서는 하이드로가 반숙정련된 실크의 잔류 세리신 단백질을 환원시켜 접착성질을 크게 감소시키는 현상에 대해 보다 구체적으로 보고하고자 한다.

#### 4. 결 론

반숙정련 연구의 기초 자료를 얻기 위해 80°C에서 15과 30분 비누로 정련한 경우 20~25%o.w.f.의 비누 농도에 의해 7~12%의 연감율이 얻어졌고, 탄산나트륨의 경우에는 2~5%o.w.f.에 의해 6~15%의 연감율을 얻었으며, 중탄산나트륨 20~30%o.w.f.에 의해 6~12%의 연감율이 나타났다. 비누와 탄산나트륨의 혼합정련제에 의한 반숙정련에서는 비누 5%o.w.f.에 탄산나트륨 2~5%o.w.f.의 혼합에 의해 9~15% 연감율이 나타났고, 비누보다는 탄산나트륨에 의한 정련 효과가 지배적임을 알 수 있었다. 그러나 반숙 정련에 의해 부분적으로 세리신이 용출되고 잔류하는 나머지 세리신이 변성되어 수세와 건조 과정에서 응고되어 단사간의 들러붙는 현상이 매우 심해 섬유 다발이 접착되어 거칠고 단단한 덩어리 형태가 되었다. 단사간 들러붙음을 방지하기 하는데 매우 효과적인 조제가 하이드로임을 알 수 있었다.

#### 감사의 글

본 연구는 2009년도 청운대학교 교수 학술연구 조성비의 지원으로 수행되었으며, 이에 감사드립니다.

#### 참고문헌

1. K. H. Hiro, "Silk Processing Techniques and Its Application", Textile Research Co. Ltd., Tokyo, pp.36-40, 1988.
2. A. K. R. Choudhury, "Textile Preparation and Dyeing", Science Publishers, Enfield, NH,

**Table 1.** Degumming losses and adhesive properties between yarns degummed by the soap and sodium carbonate degumming agents with monogen, sodium tripolyphosphate and sodium hydrosulfite

Degumming agents(%o.w.f.)	S5C2	S5C2M1	S5C2T1	S5C2M2T1	S5C2M2T1H2
Soap(S)	5	5	5	5	5
Sodium carbonate(C)	2	2	2	2	2
Monogen(M)	-	2	-	2	2
Sodium tripolyphosphate(T)	-	-	1	1	1
Sodium hydrosulfite(H)	-	-	-	-	2
Degumming loss(%)	9.2	8.9	9.3	9.2	8.2
Adhesive property between yarns	harsh and hard lumps	harsh and hard lumps	harsh and hard lumps	harsh and hard lumps	no adhesive property

- USA, pp.231-239, 2006.
3. M. S. Kim, A Study on the Silk Degumming, *Textile Coloration and Finishing*, **18**, 25-30 (2006).
  4. S. R. Shulka and R. S. Patal, Degumming Process of Silk, *American Dyestuff Report*, **81**(9), 22-24(1992).
  5. K. H. Hiro, "Silk Processing Techniques and Its Application", Textile Research Co. Ltd., Tokyo, pp.18-24, 1988.
  6. I. K. Kim, "New Scouring and Bleaching", Moonwoondang, Seoul, pp.238-243, 1995.
  7. C. U. Cha, K. S. Bae, I. W. Park, Y. D. Kim, and Y. K. Hong, Separation Performance and Application of Sericin Protein in Silk Degumming Solution(1), *Textile Coloration and Finishing*, **21**(6), 56-63(2009).
  8. K. Kato, S. Sato, A. Yamanaka, H. Yamada, N. Fuwa and M. Nomura, Silk Protein, Sericin, Inhibits Lipid Peroxidation and Tyrosinase Activity, *Biosci. Biotechol. Biochem.*, **62**, 145-147(1998).
  9. J. H. Kim and J. H. Nahm, Degumming Charecteristics and Fabric Properties by Papain Degumming, *Korean J. Seric. Sci.*, **29**(2), 58-66(1987).
  10. D. G. Bae and H. S. Bae, Studies on the Scouring Effects of Scouring Soap Made from Rapeseed Oil, *Korean J. Seric. Sci.*, **35**(1), 43-47(1993).