

명주에서 싹튼 화섬 산업

- 동암모늄, 비스코스 및 에세테이트 레이온(3) -

3. 아세테이트 레이온

네번째 레이온은 셀룰로스 아세테이트 레이온인데 이것은 간단히 아세테이트 레이온이라고 하는 것으로 비스코스 다음으로 많이 사용되었던 레이온이나 비스코스 레이온에 비하여 그 양은 아주 적었다.

초기의 역사는 다른 3가지 레이온과 비슷해서 이 경우에도 많은 사람들이 수없이 많은 실험을 하였고 끝없는 실망 속에, 아주 천천히 평탄치 않은 진전을 하였다.

앞에서 서술한 3가지 레이온은 모두 재생섬유소로 이루어진 것으로 즉 셀룰로스를 용해하여 다시 필라멘트 형태의 고체 셀룰로스로 변환시킨 것이다.

즉 이 공정에서의 셀룰로스는 물리적으로만 변하였지 화학적으로 변한 것은 아니다.

그러나 아세테이트 레이온은 셀룰로스와 아세트산(acetic acid)과의 화학 반응으로 생긴 것이다. 흥미로운 사실은 셀룰로스 아세테이트 필라멘트 제조에 관한 첫 번째 특허권자는 비스코스 발견자인 찰스 크로스(Charles Cross)와 에드워드 베반(Edward Bevan)이란 점이다.

그들은 비스코스 제조에 관한 특허를 받고 2년이 되는 해인 1894년에 아세테이트에 관한 특허를 얻었다. 그들의 목적은 역시 전구의 좋은 탄소 필라멘트를 개발하는데 있었다.

그들은 이 경우에 사용한 원리는 완전히 새로운 것은 아닌 것이, 그들은 1869년 나우딘(Naudin)과 슈첸버어거(Schutzenbeger)가 발견한 화학공정을 그대로 사용하였기 때문이다. 즉 이것은 셀룰로스를 아세트산에 용해시켜 셀룰로스 아세테이트를 형성시키는 것이다.

또한 뒤에 염화아연(zinc chloride)과 황산이 촉매로 사용되어 화학 반응을 촉진

시킴을 알았다. 다만 이 공정에 사용되는 원료 값이 너무 비싸서 크로스과 베반은 이것을 개발 시키려하지 않고 다시 비스코스에 열중하게 되었던 것이다.

에밀 브로네르트(Emile Bronnert) 박사는 동암모늄 레이온을 개발할 때 장치를 잘 만들었었는데 셀룰로스 아세테이트 팔라멘트를 처음 만든 사람도 바로 이 브로네르트이다. 그는 이것을 1899년 독일의 뮐 하우스(Mulhouse)에서 만들었는데 실제로 상업화하지는 못했다.

셀룰로스 아세테이트를 섬유용으로 개발하기 위한 가장 활발한 노력은 미국에서 이루어졌으며 첫 성공적인 아세테이트 레이온도 미국에서 만들어졌다. 크로스과 베반이 처음 비스코스를 만들었을 때, 그 상세한 설명서를 그의 동료 과학자인 보스톤에 있는 아더 디 리틀(Arthur D. Little) 박사에게 보냈었던 것은 앞에서도 말한 바 있다. 리틀 박사는 1893년 비스코스의 가능성을 연구하기 시작하고 동시에 좋은 셀룰로스 아세테이트 제조방법을 완성하기 위한 수 많은 실험을 했었다.

리틀 박사는 미국 레이온 공업의 개척자로 헤인스(Haynes)가 지은 책 “이 화학 시대(This Chemical Ages)”에서 그를 용기와 상상이 필요한 화학과 관련된 신계획에 대한 이상적인 보증인이라고 묘사할 정도였다.

그는 또 다음과 같이 썼다. “리틀 박사는 미국의 화학 발전을 위한 특이한 존재이다. 그는 화학자이면서 중국 도자기를 수집하고 기술자이면서 식도락가이고 신사이며 학자이면서 화학적 가치에 대한 좋은 감정가이고 화학 개념의 최초의 위대한 판매자이고 신화학물질을 거의 모두 산업화 시킨 인물이다.”

그가 이렇게 훌륭한 자격을 가졌음에도 불구하고 거의 진전이 없다가 어느 날 셀룰로스 아세테이트를 비스코스로부터 만들 수 있지 않을까 하는 생각에서 비스코스로부터 셀룰로스를 재생하여 셀룰로스 아세테이트의 필름과 얇은 쉬이트를 드디어 만들 수 있었다.

이 성공에 크게 고무되어 리틀 박사는 1900년 마사추세츠 공과대학(MIT)의 화학공학 교수인 윌리엄 에이취 워커(William H. Walker) 박사와 또 경험 많은 기술자인 해리 에스 모오크(Harry S. Mork)와 협력 조합을 만들었다.

그들의 첫번째 중요한 성공은 섬세한 셀룰로스 아세테이트 전선 절연 섬유의

개발로 이 제품의 가능성 때문에 화학 제품사(Chemical Products Company)란 작은 회사를 매수하고 보스톤에 작은 공장을 건설하기에 이르렀다.

얼마 후 그들은 의류용 셀룰로스 아세테이트 섬유 제조의 가능성에 깊은 관심을 갖게 되었는데, 영국과 유럽에서 개발된 방사 공정을 잘 알고 있기 때문에 같은 식으로 실험을 하였다. 그리하여 결국 1902년 이 세사람은 셀룰로스 아세테이트 레이온 섬유의 방사에 관한 특허권을 공동으로 획득하였다. 이 특허는 미국에서 의류용 인조 섬유 제조에 관한 첫번째 것으로 그 의의가 크다.

그 후 12년이 지나서야 그들은 상업화의 기초를 닦게 되었다. 그리하여 1914년 자신들의 특허로 러스트론사(Lustron Company)를 설립하고 2년 동안 집중 실험한 결과 좋은 섬유를 만들 수 있다는 확신을 가지고 보스톤에 있는 작은 공장을 구입하여 150데니어 아세테이트 섬유를 일산 300파운드가 되도록 기계를 설치하였다.

이 공정은 구금(스피너렛)으로부터 나오는 필라멘트를 액체 응고욕에서 고화시키는 것으로 뜨거운 공기로 고화시키는 건식방사 방법과는 다른 것이었다. 아세테이트 레이온 섬유에 대한 건식방사 공정은 1904년 아이헨그루엔(Eichengruen)에 의하여 발표되었으나 훨씬 뒤까지 실용화되지 못하였다.

처음 아세테이트 레이온 섬유의 주된 용도는 면 경사나 모 경사와 합연하여 남자용 복장에서 연필 줄무늬(pencil stripe)를 부여하는 것이었다. 줄무늬 효과는 천을 교염하여 얻을 수 있는데 그것은 아세테이트 레이온은 양모나 면용 염료를 흡착하지 않고 다른 염료를 흡착하기 때문이다.

따라서 아세테이트 레이온의 특별한 용도도 염착성이 양모 및 면과 다른 점을 이용하는 것으로 3색 교염 효과까지 가능하였다.

다음은 아세테이트 레이온 개발에 공로가 지대한 드레이프스(Dreyfus) 형제에 관한 이야기를 소개하기로 한다. 이 활동적이고 결단력이 있는 두 형제 즉 헨리 및 캐밀 드레이프스(Henri and Camille Dreyfus)는 유럽에서 셀룰로스 아세테이트에 관련된 큰 진전을 보이고 있었다.

그들은 다 같이 바젤대학(University of Basel)에서 화학을 전공하고 1908년 이 대

학을 졸업할 때에는 벌써 화학으로 출세하겠다는 결심을 하고 있었다.

어느 날 장래의 계획에 관하여 서로 토론하다가 캐밀이 그의 형에게 “온 세계에서 원하지만 가질 수 없고 가지려면 그 만큼 값을 지불해야 하는 3가지 화학제품이 있다면 말해보시오.”라고 말하였다. 얼마동안 생각하다가 헨리는 “그것은 간단하네, 첫째는 합성 쪽(synthetic indigo)이고 두번째는 퀴니네(Quinine)의 대용품이고 세번째는 불연성 셀룰로이드(celluloid)이네”라고 대답하였다.

그 후 수일동안 이 형제는 이 세가지 제품의 가능성에 대하여 검토하고 이것들을 세상에 출현시킬 수 있는 기회에 대하여 생각했다. 쪽의 합성은 처음부터 제외되었는데 그것은 독일 염료기업(German Dye Trust)이 이미 생산을 시작하였고, 퀴니네의 합성 제조 방법은 너무 어려워서 그들은 이것의 발견도 다른 사람에게 넘기기로 하였다. 마지막으로 불연성 셀룰로이드만 남게 되어 이것에 대하여 일을 시작하기로 결정하였다.

그들의 처음 실험은 니트로셀룰로오스로 시작하였으며 1년 반 동안 밤낮으로 이를 비폭발성으로 만들려고 노력하였다. 그들은 생각할 수 있는 모든 방법을 동원하였으나 니트로셀룰로오스는 말을 듣지 않았다. 바젤에 있는 그들의 실험실은 여러 번의 폭발 사건을 맞게 되어 결국 그 형제는 다른 방향으로 돌리기로 결정하여 니트로셀룰로오스 대신 셀룰로스 아세테이트로 목표를 바꾸었다.

이것은 훨씬 작업하기가 쉬워서 1910년, 연구 시작한 지 수개월 이내에 그 형제는 불연성 셀룰로스 아세테이트로 활동사진 필름을 만들게 되었다. 그들의 첫 큰 고객은 필름의 화재 위험 때문에 만흔 고통을 받아왔던 파데 프레르(Fathe Frere)이었다. 동시에 이 형제는 셀룰로스 아세테이트로 술 손잡이나 화장도구용품을 금형으로 만들었다. 그 때 1차대전이 일어났으며 그들이 대학에 다닐 때 화학으로 출세하려던 란을 이룰 수 있는 제안이 1916년 영국 정부로부터 온 것이다. 드레이푸스 형제가 불연성 래커(Laquer) 또는 도우프(dope)를 만들 수 있는가에 대한 문의이었다. 이 래커(또는 도우프)는 셀룰로스 아세테이트를 아세톤에 용해시켜서 그 당시 군용기에 쓰이던 천으로 만든 비행기 날개를 도포하는데 사용 되는 것이었다. 그와 같은 도포(코팅)에 의하여 천이 팽팽하게 되고 방염성으로

되기 때문이다. 형제는 그들이 지금까지 열심히 일해왔고 또 특허까지 받은 공정의 비밀을 포기해야 하는가 하는 두려움 때문에 협상은 아주 오래 걸렸다.

그러나 결국 일이 잘 풀려서 비행기 도우프공장이 영국의 스폰돈(Spondon)에 건설되었으며 하루 10톤의 생산량이 전쟁이 끝날 때까지 유지되었다.

미국이 전쟁에 개입되었을 때 국방 장관 뉴턴 베이커(Newton Baker)가 드레이푸스 형제에게 긴요한 비행기 도우프 제조 공장을 미국 내에 단시일 내에 건설할 수 있는 지 문의해 왔다.

드레이푸스 형제는 영국 공장만을 운영하기에도 바빴으나 교섭인으로 이 이보 어햄(E. E. Boreham) 소령을 보냈다. 몇 주일이 지나지 않아서 소령은 비행기 도우프 백 오십만 파운드에 대한 계약과 미국 전쟁 산업국(U. S. War Industries Board)이 공장을 건설하고 전쟁이 끝난 후에는 드레이푸스 형제에게 유리한 조건으로 인도할 합의서까지 가지고 영국으로 돌아 왔다.

이것은 아주 만족스러운 합의로 이 형제는 이를 승낙하고 공장은 메릴랜드의 컴벌랜드(Cumberland)에 짓게 되었다. 그러는 동안 정보는 필요한 비행기 도우프를 이스트만 코닥(Eastman Kodak)사로부터 구입하였는데 이 회사는 활동사진용 셀룰로스 아세테이트 안전 필름을 제조하는 시설을 가지고 있었기 때문이다.

그런데 전쟁이 1918년 11월에 끝났고, 드레이푸스 공장은 절반 밖에 건설되지 않았다. 그 동안 비행기용 도우프도 생산되지 못했고, 또 이 공장을 어디에 써야 할지 하는 의문이 생겼다. 뿐만 아니라 영국 스폰돈(Spondon)에 있는 큰 공장을 무엇에 사용할 것인가 하는 것도 문제이었다. 그래서 가장 좋은 해결방법은 미국에 있는 러스트론(Lustron) 회사와 같이 아세테이트 레이온 섬유의 시험 생산을 위한 시험 공장으로 사용하는 것이 좋겠다고 생각하게 되었다. 그 동안 전쟁의 영향으로 무수 아세트산과 아세톤 제조의 경제적인 방법이 개발되어 아세테이트 섬유의 상업적 생산이 가능할 것이기 때문이었다. 그 때 마침 레이온 시장은 빠르게 자라고 있어서 드레이푸스 형제는 자기들이 행운의 길을 걷고 있다고 믿게 되었다. 그래서 스폰돈에 있는 설비가 좋은 5개의 실험실에 틀어박혀서 우수한 아세테이트 섬유를 만드는 방법을 연구하기 시작하였다.

1년 동안의 끊임없는 노고 끝에 상업적으로 실행할 수 있는 제조 공정을 만들어 내어서 셀룰로스 아세테이트를 방사하여 보니 그 결과는 별로 만족스럽지가 못하였다. 그 실은 편성기나 직기에서 잘 작업이 이루어지지도 않았고, 또 그때까지 사용하던 보통 염료로 염색도 되지 않았다.

이 문제들을 해결하기 위해 2년동안 드레이푸스 형제와 그 조수들은 스폰돈 실험실에 은둔하여 실험에 몰두하였다. 헨리는 방사를 완성하는 문제를 맡아서 실을 잘 편성되고 제작되게 하도록 하고 있었다. 그리하여 그의 조수인 푸올(Pool)이 실을 결함을 없애는 방법을 발견하였다. 그것은 필라멘트가 항상 균제(even)하지 않다는 것이다. 푸올은 이것을 청량 발브와 직렬로 기어 펌프(gear pump) 2개를 교묘하게 배열함으로써 해결하였다. 그리고 이렇게 만든 실로 짠 직물은 필라멘트 단면이 편편하기 때문에 일정한 간격으로 광택을 나타내는 것을 알아 내었다.

많은 연구와 실험 후에 구금면에 공기를 불어 주거나 구금 주위의 좁은 부분에 공기를 통과하게 하여 필라멘트를 원하는 형태로 생산할 수 있게 되었다.

이 모든 일을 진행시키면서 헨리는 또 편성 및 제작의 새로운 기술을 개발해내었다. 가능한 한 빨리 일을 진행시키기 위하여 그는 그 자신의 제작 및 편성실을 설치하고 여기에서 경편성기의 상당한 개선을 이룩하였으며 새 원리를 가진 직기 즉 북 없는 직기(shuttleless loom)이나 원형직기(circular loom)등의 새 원리에 기초를 둔 직기를 개발하였다.

동생인 캐밀은 그들의 제품을 성공적으로 염색할 수 있는 염료 개발 문제와 씨름하면서, 30명의 화학자와 염색 기술자를 스위스의 직물 가공 회사인 클레블스 린덴마이어(Clavels & Lindenmeyer)사에서 데려와서 그의 실험을 돕게 하였다. 곧 이 전문가들은 아세테이트 레이온에 성공적으로 응용할 수 있는 새 염료를 개발하는데 큰 진전을 보게 보게 되었다.

1920년대까지 오랜 문제점들이 해결되어 스폰돈에 있는 공장은 브리티쉬 셀룰로스 화학제조사(British Cellulose and Chemical Manufacturing Company)란 이름으로 우수한 레이온 섬유 생산을 시작하기에 이르렀다.

4년 후인 1924년 그 회사는 매릴랜드 컴벌랜드(Cumberland)시에 버려 두었던

공장을 접수하여 아메리칸 셀룰로스 화학제조사(American Cellulose and Chemical Manufacturing Company)를 조직하고 아세테이트 레이온 섬유 제조의 준비를 하였다. 첫 단계는 러스트론(Lustron)사를 아더 디 리틀(Arthur D. Little) 박사로부터 인수하는 것이었다.

그것은 그 회사가 셀룰로스 아세테이트계의 경쟁에서 이길 수 있는 몇가지 가치 있는 특허와 유용한 유럽 사용권을 가지고 있었기 때문이다. 1925년 매릴랜드의 공장에서는 아세테이트 레이온 섬유 생산을 시작하였으며 이 것이 곧 미국 시장에서 자리를 잡게 되었다.

그 후 미국에서는 여러 유력한 레이온 제조회사인 테네시의 이스트만사, 튜폰, 셀라니스사(Cellanese Corporation)와 아메리칸 비스코스사(American Viscose Corporation)가 이 섬유 생산에 관련 되었다. 이 회사들은 모두 아세테이트 레이온의 개발과 품질 향상과 공정 다각화에 큰 공헌을 하였다.