

의생활과 환경

박 정 희 (서울대학교 의류학과)

우리는 이미 대기오염으로 인한 이상기후 등의 징후를 체험하고 있는 등 환경오염의 심각성은 더욱 심각해져가고 있으며, 이로 인해 환경의 변화와 생태계에 대한 소비자의 관심이 더욱 고조되고 있다. 따라서 이전에는 다양한 성능을 가진 섬유제품의 개발에만 중점을 두고 노력해 왔으나, 최근에는 이로 인한 환경의 변화와 생태계에 대한 소비자의 관심이 고조되면서 쾌적한 환경을 만들기 위한 소재의 개발이나 섬유제품이 환경에 미치는 영향 등이 중요한 문제로 대두되고 있다.

의생활과 관련된 환경문제를 생산과정, 사용 및 폐기 단계로 나누어 보면, 첫째로 의류소재의 생산과정에서 배출되는 여러 가지 부산물은 대기나 수질을 크게 오염시키고 있다. 또한 최근에는 유해한 환경에서 일하는 섬유 및 직물공장의 작업자나 건강과 관련된 문제도 자주 제기되고 있으며, 많은 합성섬유가 석유를 원료로 하여 만들어지는데 이들 천연 자원의 고갈 또한 중대한 문제가 된다. 둘째로 가정에서 의복을 세탁할 때 합성세제나 비누의 사용으로 수질을 오염시키고 있으며, 드라이클리닝에 사용되는 유기 용제도 많은 논란의 대상이 되고 있다. 또한 의류소재에 의한 소비자들의 장애도 가끔 문제가 되고 있으며, 마지막으로 사용하는 의류의 폐기 또한 그 처리문제가 중대한 관심사가 되고 있다.

1) 의류의 생산

(1) 농약, 염료 및 가공제의 사용

천연섬유는 재배하는 과정에서 많은 화학비료나 농약을 사용하게 되어 인체에 유해한 작업환경을 만들고 있다. 또한 합성 및 천연섬유로 이루어진 대부분의 직물이 염색과 가공단계에서 많은 화학약품과 물을 사용하므로 많은 환경문제가 발생하게 된다. 염색할 때 섬유에 염착되지 못한 염료나 사용하고 남은 염액이나 가공액은 배수구에 버려지게 되며, 공정에서 이용하는 열에 의해 가공액

중의 유기화합물이 증발하여 공기를 오염시키게 된다.

최상의 성능을 위한 공정과 환경오염을 최소화 하는 공정간에는 서로 상반되는 경향이 있지만, 환경을 쾌적하게 유지하기 위해서 공정을 개선하려는 시도가 계속적으로 진행되고 있다. 예를 들면 면/폴리에스테르 혼방 직물은 의류소재로 아주 선호되는데, 이를 염색하려면 각 섬유에 적합한 염료로 2번의 염색과정을 거쳐야 한다. 이 때 한 단계라도 생략하려는 시도가 많이 이루어지고 있으며, 이는 비용을 줄이고 환경오염을 감소시켜줄 것이다.

또한 사용하고 난 염액에 염료를 보충하여 염료를 재사용하는 방법을 카펫의 염색에 성공적으로 활용하였다. 카펫은 크기가 크고 무거우므로 상당한 양의 물이 필요한데, 염액을 재활용하는 것은 폐수를 줄이는데 매우 효과가 클 것이다. 또한 이러한 모든 공정이 컴퓨터로 정확하게 조절이 된다면 임금을 줄이고 값비싼 화학약품들의 과량 사용을 방지하여 비용과 환경오염을 동시에 감소시켜 주는 효과를 볼 수 있게된다. 화학약품의 회수나 재사용도 바람직한 방법중의 하나이다. 높은 염착성을 위한 염료, 직물, 보조 약품(auxiliaries)의 적절한 선택도 비용과 환경면에서 중요하다.

최근에는 면 섬유에 있어서도 농약을 사용하지 않고 재배한 유기재배 면(organically grown cotton), 천연착색 면(naturally colored cotton), 섬유를 가공하는 과정 중에 합성화학약품을 사용하지 않고 가공한 그린 코튼(green cotton), 천연염료로 염색된 직물(naturally dyed fabrics) 등 환경과 친숙한 섬유(ecology cotton)를 생산하려는 노력이 이루어지고 있다.

(2) 에너지의 사용

에너지의 사용도 중요한 관심분야 중의 하나인데, 1970년대에 석유공급의 일시적인 중단(disruption of oil supplies)으로 섬유산업에서도 에너지의 보존을 위한 노력이 필요한 것을 인식하기 시작하였다. 합성섬유를 제조할 때 가장 중요한 재료인 석유나 석유공정의 부산물뿐만 아니라 연료 또한 많은 비용이 들기 때문이다. 염색과 가공 과정은 에너지가 많이 드는 공정이다. 저온에서 효과적인 염료를 개발하거나, 면직물에 있어서 호발, 정련, 표백 등을 동시에 하는 과정을 개발한 것도 효율적인 공정으로 평가받고 있다.

(3) 작업환경

또한 섬유산업 현장의 환경은 작업자들의 건강을 위협하여 가끔 문제가 야기되고 있다. 예를 들면 면 섬유등을 방적할 때의 섬유먼지나 섬유에 남아있는 잔류 농약 등은 작업자의 호흡기 질환 등을 유발하며, 염화비닐 단량체는 간암을 유발하고 가공제로 많이 사용하는 포르말린은 건강을 크게 해치고 있다. 우리나라의 레이온 생산이 중단된 것도 레이온을 제조할 때 발생하는 이황화탄소 등에 의한 인체에 심각하게 유해한 작업환경이 문제가 되었기 때문이다.

2) 의류의 사용

(1) 독성 및 피부장해

의류소재에 의한 피부장해에 관한 보고도 많이 있으며, 거친 방모 섬유나 유리 섬유 등에 의해 가려움증이 생기거나 몇몇의 염료들은 피부장해를 일으킨다는 보고가 있다. 사람에게 다라서 특정한 섬유, 염료, 가공제 등에 알러지를 일으키기도 한다. 또한 세제에 의해 피부병이나 알러지가 유발되는 수가 있으며, 유연제나 표백제들도 가끔 문제를 일으킨다.

(2) 세탁

① 세제의 생분해성

최근 세제의 사용량이 급증하고, 사용된 후에는 생활하수를 통해 큰 제약 없이 버려지므로, 합성 세제는 수질을 오염시키는 주범인 것처럼 인식되고 있다. 제 2차 세계대전 중 독일에서는 비누 대용으로 ABS(alkylbenzene sulfonate)를 활성분으로 한 합성세제를 개발하였는데, ABS 사용량이 많아지면서 합성세제가 하수처리에 장애를 주게 되고, 하수, 하천, 호수 중에 축적되어 하천표면이 거품으로 덮이는 등의 지장을 초래하게 되었다. 따라서 세척력이 우수하면서도 생분해가 잘 되는 계면활성제의 개발이 필요하게 되었다. 이에 각국에서 직쇄상의 알킬기를 가져 생분해가 잘 되는 LAS(linear alkylbenze sulfonate)를 개발하고, 최근에는 LAS보다 더욱 분해가 빠른 AOS, AES, AS, MES, AE 등의 계면활성제가 개발이 되어 세제의 생분해성은 현저하게 향상되었다.

그러나 '환경과 공해연구회'의 시판세제의 생분해성에 관한 보고를 보면, 한국공업규격(KS K 2714)에 준한 생분해도는 실제 자연환경에서의 생분해도와 현격한 차이가 있는 것으로 나타났다. 한국공업규격에 따라 활성슬러지를 사용하여 25℃에서 행한 생분해도 실험에서는 모든 제품이 5일째에 100%분해되었으나, 한강수를 사용하여, 15℃로 온도를 낮추면 5일째에 한 제품만 20%이상, 나머지는 모두 10%이상으로 분해도가 떨어졌다고 하였다. 따라서 한국현실에 맞는 측정방법이 필요하며, 기업은 보다 더 친환경적인 합성세제를 개발할 필요가 있다고 하였다.

합성세제에 비해 비누는 생분해 속도가 다른 계면활성제보다 빠르므로 환경오염을 줄일 수 있는 해결방안인 것처럼 인식되고 있으나, 비누는 BOD(생물학적 산소요구량)가 월등히 많고, 일회 사용량이 합성세제보다 6~10배 많으므로 하천이나 호수의 산소부족을 초래하여 생물의 존재에 위협을 줄 수도 있어 비누를 사용하는 것만이 환경오염문제의 해결방법이 아님을 알 수 있다. 그러나 폐식용유를 그대로 버리지 않고 비누로 재활용하는 것은 명확하게 환경친화적인 방법이라고 볼 수가 있을 것이다.

② 인산염에 의한 부영양화

2차 대전후 합성세제가 크게 발전하게 된 것은 계면활성제로 ABS가 도입되고, 조제로 인산염을 사용하였기 때문이라고 볼 수 있다. 그러나 합성세제로 인한 수질오염의 문제가 대두되면서 이와 함께 하천이나 호수가 무기성 영양성분의 농축과 부영양화로 인하여 생태계에 위협을 주는 현상이 나타나게 되었다. 이러한 호수의 부영양화를 방지하기 위해서 세제에 배합되는 인산염의 규제가 불가피하게 되었으며, 우리 나라에서도 산업규격(KS M 2715)으로 합성세제에 배합되는 인산염을 1%이하로 규정하였다. 실제 1988년 7월부터는 업계가 자발적으로 인산염세제의 사용을 중단하고 시중에서 판매되고 있는 합성세제는 모두 무인산 세제로 되어있다.

③ 세제의 농축화

일반적으로 세탁용 분말세제는 계면활성제와 조제 등의 원료를 50~60%의 슬러리 상태에서 열풍 건조시켜 분말 상태로 제조한 것으로 물과의 접촉면적을 넓혀 용해성을 높이기 위해 분말입자 내부에 공기 층이 형성되도록 한 것이었다. 따라서 보관과 운송에 많은 공간과 시간을 필요로 하고, 포장재의 비용과 폐기물의 처리 면에서 비경제적이었다. 그러나 최근에는 계면활성제 함량을 높이고 증공을 없애고, 증량을 위해 쓰이던 조제를 줄임으로써 분말세제의 농축화가 가능해 졌다. 세제의 사용량을 줄여 수질오염을 감소시키고, 용기의 크기가 작아져서 운반비용이 절감하게 되었다. 뿐만 아니라 보관과 진열공간이 축소됨으로써 에너지 및 자원이 절약되고, 유통비용의 절감 및 쓰레기 양 감소 등의 효과를 얻을 수 있게 되었다.

또한 세제의 농축화와 무린화로 저하된 세척성능을 향상시키기 위하여 단백질 분해효소인 protease, 지방의 분해를 도와주는 lipase, 섬유소 섬유에 돌출한 미세 섬유를 제거해주어 팽택이나 축감을 개선해주는 cellulase를 첨가하여 사용하고 있다. 이들 효소의 도움으로 세척성이 크게 향상되었으며, 세제의 농축화에 의해 소량을 사용하여도 기존 세제의 세척성을 능가할 수 있게 되었다. 이 때 효소의 활성을 최대로 활용하면, 계면활성제를 소량 사용하고도 높은 세척 효과를 발휘할 수 있으므로 간접적으로는 계면활성제의 사용량을 줄일 수 있는 효과도 초래하여 환경오염을 줄일 수 있는 것으로 보인다. 최근에는 저온에서 효과적인 효소의 사용으로 고온에서 세탁하지 않아도 높은 세탁효과를 나타낼 수 있게 되어, 열에너지를 많이 절감하는 효과도 볼 수 있다.

④ 세탁기

세탁기에는 와류식, 교반식, 회전드럼식 등 세 가지 형식이 있는데, 환경친화성 면에서 고려하여 볼 때, 드럼식 세탁기를 사용하면 물의 사용량이 크게 줄며, 세탁물 무게에 대한 세제사용량이 작고 효소의 활성을 효과적으로 발휘할 수 있으므로 세제의 과다사용에 의한 환경오염을 감소시킬 수 있을 것으로 생각된다. 또한 세탁물의 영킴으로 인한 구김발생이 작으므로 다림질 사용에 의한 에

너지 손실을 절감할 수 있을 것으로 기대된다. 그러나 가열기가 세탁기 내부에 장치되어 있어서 고온 세탁 시에 에너지의 소모가 많은 단점을 가지고 있는데, 이는 드럼식 세탁기에도 온수의 급수를 가능하게 하여 아주 높은 온도를 필요로 할 때를 제외하고는 전열기를 사용하지 않을 수 있는 방법 등의 방안으로 해소될 수 있을 것으로 기대된다.

그리고 에너지나 비용의 절약 면에서는 와류식 세탁기도 우수하지만, 물의 사용량이 많아 자연적으로 세제의 사용량도 많다는 단점이 있으며, 영김이 심해 구김이 많이 발생하므로 거의 다림질을 해야 의복을 착용할 수 있어 세탁기에 의한 에너지절약효과가 상쇄될 수도 있을 것이다. 그밖에 세탁기를 사용할 때 분말 세제를 완전히 용해하여 세탁을 하면 세척효과를 최대로 발휘할 수 있고, 이에 따른 세제의 과다사용을 방지할 수 있다.

3) 의류의 폐기

(1) 섬유유 의 생분해성

의복을 사용하고 나서 폐기할 때에는 매립하거나 소각하고 있는데, 천연섬유로 된 의류는 매립하면 자연계에서 분해되어 자연으로 돌아가지만 합성섬유로 된 의류는 자연계에서 분해되지 않고 그대로 남아 환경을 오염시키고 있다. 분해의 메커니즘에는 여러 가지가 있는데, 이 중에서 생분해는 박테리아나 균류 같은 미생물에 의해 자연적으로 일어나는 현상으로 매립지나 하천에서 가장 흔히 일어나는 분해 메커니즘이다. 이러한 섬유제품의 생분해성 평가를 통하여 그 제품이 실제 자연환경에서 어느 정도 분해가 되는지 즉, 어느 정도 환경친화적인지 살펴볼 수 있다.

일반적으로 분해속도는 섬유 내 고분자의 크기, 형태, 표면적, 표면조직, 결정성 및 배향성 등의 물리적인 구조에 따라 크게 영향을 받는다. 양모나 견 등의 천연단백질 고분자는 펩티드 결합의 반복단위가 불규칙적으로 배열되어 있어 결정성이 낮아 생분해가 잘 되지만, 나일론과 같은 폴리아미드계의 합성고분자는 반복 단위가 짧고 규칙적이어서 결정화도가 크므로 생분해가 상당히 어렵다. 이와 같이 합성섬유는 천연섬유와 비교하면 그 분해속도가 굉장히 느리지만 그 중에서는 지방족 폴리에스테르 섬유가 비교적 생분해가 잘 일어나는데, 이는 지방족 폴리에스테르는 분자쇄가 방향족 폴리에스테르에 비하여 유연하므로 생분해가 쉬운 것으로 설명된다.

(2) 재활용(recycle)

한번 사용하였던 의류제품은 여러 가지 방법으로 다시 사용될 수 있는데, 재사용(reuse)하거나 재활용(recycle)하는 것이다. 천연섬유는 일반적으로 잘 분해되지만 합성섬유는 분해가 어려우므로, 재활용이나 재사용에 관한 관심이 높아지고 있다. 재사용이란 원래의 제품의 형태를 손상 또는 변

화시키지 않고 다시 사용하는 것을 의미하며 의복을 남에게 물려주거나 공공단체에 기증을 하고, 또는 중고 제품으로 다시 판매하여 사용하는 수도 있다.

재활용이란 방사 및 제직 과정, 옷감의 재단 등의 과정에서 생긴 부스러기 섬유제품 (preconsumer waste)을 다시 가공하여 충전재, 일회용품, 보강재 등으로 사용하는 것이다. 또는 소비자가 이미 사용하였던 폐기물(postconsumer waste)을 다시 감별하고 분류하여 새로운 제품으로 제조하는 방법도 있다. 예를 들면, 재생 양모나 면, 마, 레이온 등은 충전재 등으로 활용된다. 열가소성을 가진 합성섬유 중에는 아주 잘게 잘라 용해시킨 후 다시 과립상의 폴리머 chip으로 만들어 문방구용품이나 가정용품 같은 생활용품의 플라스틱 성형제품을 제조하기도 한다. 또는 중합체인 섬유를 분해하여 중합이전의 단량체로 되돌아가게 하는 것이다. 나일론 6 섬유는 제조가 시작되던 초기부터 제조과정 중에 발생하는 고분자 폐기물을 단량체로 분해하는 공정이 이미 시행되어 왔다. 최근에는 음료수 용기로 많이 사용되는 PET병을 용융시켜 섬유로 방사하는데 성공을 하였다. 이러한 섬유에는 Fortel[®], EcoSpun[™], Trevira II[®] 등이 있다.

제조과정에서 발생하는 폐기물의 재생이용에 비해 최종 소비섬유 폐기물의 재생이용은 회수, 분류 및 분리과정에서의 여러 문제점으로 인해 많은 어려움을 안고 있다. 최종 소비섬유 폐기물은 항상 다른 재료와 섞여 있을 뿐 아니라 여러 물질로 오염되어 있어서 이러한 것들은 제조과정 발생형의 섬유폐기물처럼 비교적 간단하고 용이한 방법으로는 처리되지 않으므로 문제점들이 아직 해결되지 못하고 있다.

4) 의류의 환경마크 현황

1980년대부터 독일을 비롯한 유럽의 여러 국가들에 의해 섬유산업에 대한 환경규제가 시행되어 오다가, 1990년대 초반에 이르러는 여러 가지 종류의 에코라벨이 만들어지기 시작하였다. 국내에서는 1999년에 들어서면서 독일 유명백화점이 에코라벨 부착제품 판매라는 마케팅전략을 확산시키면서 에코라벨 부착요구가 급증하였고, 이에 따라 국내 섬유 및 의류 수출기업의 이에 대한 부담감이 현저히 증가하게 되었다. 따라서 최근 우리나라에서도 환경오염을 줄일 수 있게 만든 제품에 환경마크를 부착하기 시작하였고, 주로 정부의 주도로 환경친화적으로 생산, 사용, 폐기될 수 있는 일상생활품 모두를 대상으로 삼아 부여기준을 책정하였다. 섬유제품 중에서는 '재사용', 무표백·무염색, '쓰레기 감소' 등을 인증사유로 하여 유아용 천 기저귀와 무표백·무염색 섬유제품류, 천 장바구니 등에 환경마크를 인증하고 인체유해성 감소와 자원재활용, 폐기물 발생량 감소 등의 효과를 도모하였다. 지난 96년부터는 OECD에 가입하면서 선진국의 환경마크제도와 국내섬유업계 현실을 고려하여 환경친화적 섬유제품에 대한 부여기준을 개정하였다.

맺음말

우리가 곧 맞이할 21세기에는 에너지 고갈에 대한 위협과 환경오염으로 인한 문제가 부각되고, 품질의 향상뿐만 아니라 환경친화적인 제품개발에 주력하는 시대가 될 것이다. 인간의 well-being 을 중시하여, 세제나 의복 등 모든 제품들이 인간의 안전성, 위생성, 쾌적성 등에 초점을 맞추어 개발을 하지 않으면 안 될 것이다. 따라서 기업에서는 이러한 문제를 조화롭게 해결하기 위해서, 인체 안전성이나 환경친화성이 향상된 제품개발에 더 많은 노력을 기울여야 할 것이다. 이에 정부는 정책적으로 기업이 환경친화적인 제품을 생산하는 것을 장려하며, 환경마크 부여기준을 적절하게 마련하고 홍보나 교육을 통하여 소비자에게 환경의 중요성을 인식시키도록 할 것이다. 또한 소비자는 환경 보존에 대한 확실한 인식을 가지고 환경친화적인 의류제품을 우선적으로 구매하거나 사용해야 할 것이다.

■ 참고문헌

1. 김성련, *세제와 세탁의 과학*, 교문사 (1998).
2. 홍사육, 한상육, 김연화, 조윤주, 진윤숙, *소비생활과 세제*, 신광문화사 (1996).
3. 환경과 공해연구회, *하천수에서 측정된 합성세제 생분해도*, 월간 세탁환경, 5, 42 (1996).
4. 松重 一夫, 水落 元之, 稻森 悠平, *用手와 廢水(日)*, 32, 386 (1990).
5. 강윤석, *Technology Trends in the Detergent Industry*, 6th KAIST Surfactant Symposium (1998).
6. C. H. Park, O. K. Lee, Y. S. Park and S. R. Kim, *Performances of Three Different Types of Laundry Machines*, Proceedings of the 29th detergency symposium, pp. 175~181 (1997).
7. Chunghee Park, Myoung-Ja Park, Haewon Lee, and Eun Young Kim, *Effect of Detergent, Bleach, and Softener on the Biodegradability of Cellulose Fabrics*, Proceedings of the 5th Asian Textile Conference, 913 (1999).
8. 김성련, *세제의 현황과 문제점*, 1992년 한국의류학회 춘계학술발표회 주제강연 (1992).
9. 정혜원, *가정에서의 세탁과 환경보존*, 1995년 한국의류학회 추계학술발표회 주제강연 (1995).
10. 한국생산기술연구원 섬유기술연구팀, *섬유제품 에코라벨의 현황 및 전망*, 산자부지원 정책과제 보고서 2호 (2000).
11. 최은경, *한국섬유공학회지*, 33(7), 675 (1996).