

용까지 책임지는 제도가 필요할 수도 있습니다. 아울러 생산과 소비의 모든 과정에서 자연환경에 미치는 영향을 고민해야 합니다. 우리가 쓰는 것을 우리 스스로 만드는 수준을 넘어, 쓰고 버리는 것도 우리가 책임지겠다는 각오가 필요한 시점입니다.

강지혜(서울 신사중 2)
김상현(경기 대평고 2)
염유리아(경기 효자초 3)
이예화(서울 김음중 1)
임영민(서울목문초 4)
최준형(서울 동성고 1)
홍종익(서울 목문중 3)
황나운(경기 평촌중 1)

Chapter 2. 집·학교에서

Q

15

아이스팩의
성분은
무엇인가요?



A



석원경 교수가 답하다

오늘날 우리는 더운 여름에도 냉장식품과 냉동식품을 마음껏 즐길 수 있습니다. 제주 바다에서 막 잡아 올린 생물 갈치를 무려 454km 떨어진 서울에서 싱싱한 상태로 배달받아 먹을 수 있습니다. 또 여름철 야구장, 캠핑장 등에 놀러 갈 때 미리 얼린 얼음물을 아이스팩과 함께 담아 가면 바람 한 점 없는 곳에서도 시원한 얼음물을 마실 수 있지요. 이게 다 아이스팩 덕분입니다.

아이스팩 속 분말, 300배의 물 흡수

아이스팩의 장점은 가정에서도 편리하게 사용할 수 있다는 점입니다. 가정용 냉장고의 냉동실에 넣어두기만 하면 차가운 얼음덩어리로 변하기 때문이죠. 상온에 오랫동안 뒤셔 녹더라도 아이스팩 밖으로 물이 흘러내

리지 않기 때문에 더욱 유용합니다. 이런 아이스팩이 개발되기 전에는 사람들이 물을 넣은 비닐봉지나 플라스틱 통을 얼려서 아이스팩처럼 썼습니다. 얼마 안 돼 금방 녹아버리고, 얼음이 녹을 때 물이 너무 많이 흘러나오는 단점이 있었죠. 요즘 사람들이 사용하는 진짜 아이스팩은 이것과 다릅니다.

아이스팩은 얼리면 딱딱하고, 녹이면 말랑말랑해지는 신기한 성질이 있습니다. 이런 현상이 일어나는 이유는 아이스팩은 속에 고흡수성 고분자(SAP·super absorbent polymer)라는 독특한 물질이 들어있기 때문입니다.

SAP 분말은 물에 넣어두면 엄청난 양의 물을 빨아들입니다. 자체 무게의 무려 300배나 되는 물을 흡수합니다. 부피로 치면 60배 부피의 물을 빨아들이는 셈이죠. 실제로 500g짜리 아이스팩에 들어있는 SAP는 고작 4g이라고 합니다.

물론 수건, 휴지 등도 물을 빨아들이는 능력이 대단합니다. 셀룰로오스나 섬유소 같은 식물성 고분자로 만든 면, 펄프를 흡습성 섬유로 이용하죠. 이 식물성 고분자는 6개의 탄소로 된 당 분자가 길게 사슬처럼 연결된 구조입니다.

물 분자는 극성을 띠고 있어 이런 고분자와 잘 결합합니다. 고분자에는 친수성 작용기인 수산화기가 있기 때문이죠. 그래서 물 분자들은 섬유 틈새로 잘 끼어듭니다. 그러나 식물성 고분자로 만든 섬유는 흡수할 수 있는 물의 양이 한정돼 있습니다. 그리 많지도 않습니다. 자체 무게의 11배 정도가 최대입니다. 그마저도 외부에서 압력이나 열을 가하면 쉽게 흘러나와 버립니다.

과거에는 콜라젠이라는 단백질 성분으로 만든 해면도 천연 흡수제로 사용했습니다. 해면은 뚜렷한 기관이나 조직이 없는 바다 동물입니다. 또 천



연고무나 합성고무의 원액이나 폴리우레탄과 같은 합성수지에 공기를 불어 넣어서 만든 스펀지도 흡수성 재질이죠. 합성수지로 만든 스펀지가 대량으로 생산되면서 천연 해면의 소비는 크게 줄어들었습니다. 합성물질 덕분에 바다동물 해면이 목숨을 건질 수 있다는 뜻입니다.



기저귀, 슬라임에도 쓰이는 아이스팩 성분 SAP는 주로 폴리비닐알코올 $[(CH_2CH(OH))_n]$ 이나 폴리아크릴레이트 $[(CH_2CH(CO_2R))_n]$ 와 같은 고분자로 만듭니다.

3차원 그물 구조이고, 수산화기나 에스터기(-CO₂R) 등 친수성 작용기를 많이 가지고 있는 것이 SAP의 특징입니다. 이는 여러 개의 바늘을 주렁주렁 달아놓은 긴 낚싯줄로 만든 주머니 형태의 망을 상상하면 됩니다. SAP가 빨아들인 물은 낚싯바늘에 해당하는 친수성 작용기와 단단하게 수소 결합을 합니다. 그렇게 만들어진 물 덩어리를 '수화젤'이라고 부릅니다.

SAP의 그물망 속에 갇혀버린 물 분자는 외부에서 압력이나 열을 가해도 쉽게 빠져나오지 못합니다. SAP 수화젤은 빨래처럼 쥐어짜도 물이 새어 나오지 않고, 바람이 잘 통하는 곳에 놓아둬도 쉽게 마르지 않습니다. 아이스팩의 냉기가 오래가는 것도 바로 이런 이유 때문입니다. 물에 적신 수건을 얼렸을 때보다 냉기가 5~7배나 더 오래 유지됩니다.

물을 많이 빨아들이는 SAP는 아이스팩에만 쓰이지 않습니다. 아기들의 대소변을 받아주는 일회용 기저귀, 여성들이 이용하는 생리대 등을 만들 때도 사용합니다. 1980년대에는 SAP로 작은 공 모양의 알갱이로 만들어

흡습제로 사용했습니다. 1990년대에 접어들자 미국 기업 아르코(ARCO)는 솜털 모양의 섬유로 가공한 SAP를 개발했습니다. 섬유 형태의 SAP는 수분의 흡수 속도가 빠른 것이 장점입니다. 그래서 일회용 기저귀와 생리용품 등의 발전에 큰 도움을 주게 됐죠.

그런데 아무리 좋은 것도 지나치면 문제가 되는 법입니다. 젖어도 곁으로는 물기가 없어 젖은 줄 모르고 지나치는 경우가 생긴 것이죠. 더욱이 기저귀와 생리대는 방수 기능까지 뛰어납니다.

이는 교체를 제때 하지 않으면 세균이 빠르게 증식할 수 있고, 이로 인해 피부가 짓무를 수 있다는 뜻입니다. SAP로 만든 일회용 기저귀와 생리용품은 가능하면 자주 교체해 줘야 합니다.

SAP에 소량의 붕사($\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$)를 섞으면 장난감 ‘슬라임’이 만들어집니다. 물론 폴리비닐알코올이 들어 있는 딱풀에 붕사를 넣어서 만들 수도 있습니다. 화학적으로는 붕사 분자에 친수성 작용기가 달린 SAP 사슬 여러 개가 붙어있는 구조입니다.

슬라임은 미국 완구회사 마텔이 1976년에 개발해 플라스틱 통에 담아 팔던 제품입니다. 이후 전 세계적으로 인기를 얻은 장난감이 됐죠. 국내에는 뒤늦게 들어와서 ‘액체괴물’이라는 다소 듣기 거북한 이름으로 알려졌습니다. 슬라임은 부드럽고, 독특한 질감으로 어린이의 손 감각 발달에 도움이 되는 훌륭한 장난감으로 알려져 있습니다.

꽃집에서도 SAP를 사용합니다. 화분의 물이 마르지 않도록 하거나, 화환의 꽃이 시들지 않게 하는 용도로 사용합니다. 실내용 방향제에 SAP를 사용하면 휘발성 유기화합물의 불쾌한 냄새를 걱정할 필요가 없어집니다. SAP의 능력을 생각해보면 아마 사막처럼 건조한 지역에서 식물을 재배할 때도 사용할 수 있을 겁니다.

아이스팩 어떻게 버려야 할까?

이처럼 SAP를 이용한 물건은 인간의 삶에 매우 유용합니다. 그런데 SAP가 들어 있는 물건들을 함부로 버려 문제가 되고 있습니다. 물론 SAP가 미세 플라스틱이라서 폐기하기 어려운 것은 사실입니다. 그렇다고 아이스팩 속에 들어 있는 SAP를 하수구나 변기에 넣어 버리면 절대 안 됩니다. 흡습성이 좋아 자칫 파이프가 막힐 수도 있고, 하수종말처리장에서 문제를 일으킬 수도 있습니다. 아이스팩은 여러 번 얼려 쓰는 방식으로 재활용해야 합니다.

물론 장난감으로 쓴 슬라임은 어쩔 수 없이 생활 쓰레기로 버릴 수밖에 없습니다. 슬라임은 SAP에 붕사가 단단하게 결합해 건조하는 일이 쉽지 않기 때문이죠. 일회용 기저귀와 생리용품도 재활용이 안 됩니다. 어쩔 수 없이 매립 뒤, 소각해야 합니다. 이는 환경에 적지 않은 부담이 되고 있습니다. 일회용 기저귀의 온실가스 배출량은 천 기저귀보다 3배 많고, 폐기물은 10배 더 많이 발생합니다. 그렇다고 천을 사용하던 과거로 돌아갈 수 없는 것도 현실입니다.

한편 SAP를 사용하는 제품에는 보존제가 들어 있습니다. 수분이 있는 제품에서는 언제나 세균이나 곰팡이가 증식할 수 있기 때문입니다. 보존제는 미생물의 증식을 예방하기 위해서 사용하는 살균물질입니다. 구연산이나 개미산과 같은 식물에서 유래된 보존제도 있고, 메틸이소치아졸리논(MIT) 혹은 메틸클로로이소치아졸리논(CMIT)와 같은 합성 보존제도 있습니다. 보존제는 방부제보다 살균력이 훨씬 약하기 때문에 자주 쓰는 물건에 들어 있다고 걱정할 이유는 없습니다.

실제로 2017년에는 생리대 유해물질 파동이 있었습니다. 일회용 기저

귀나 생리용품에서 인체에 해로운 휘발성 유기화합물이 검출된 것이죠. 이후 식약처는 생리대별 유해물질을 조사해 발표하고, 전 성분 표시제를 실행했습니다. 또 휘발성 유기화합물을 저감하는 방안을 추진하는 등 일회용 기저귀와 생리용품의 품질을 엄격하게 관리하고 있습니다.

Q

16

공기 청정기에서
나오는 공기는
정말 깨끗한가요?

