

오늘날엔 석탄과 같은 화석 연료를 무분별하게 쓰는 바람에 이산화 탄소에 의한 기후 변화가 우리의 생존을 위협하게 됐습니다만, 탄소로 이뤄진 다양한 물질들이 인류 문명을 이끌어왔고, 앞으로도 그럴 것이라는 점은 부인할 수 없는 사실입니다.

곽다연(대구 강북중 3)
김윤서(대전 삼천중 2)
이선재(경기 정평중 2)
이예화(서울 김음중 1)
이제은(서울금성초 4)
조은호(대구 고산중 2)
한지율(서울초당초 5)
홍종익(서울 목문중 3)

Chapter 2. 집 학교에서



19

물감과
페인트는
어떤 차이가
있나요?



A



석원경 교수가 답하다

물건에 색깔을 입히는 방법은 다양합니다. 낡은 계단 손잡이에 페인트를 칠하면 새것처럼 멀끔해집니다. 또 오래 신어 지겨워진 신발에 물감으로 그림을 그리면 나만의 새 신이 탄생하죠. 이처럼 페인트와 물감은 둘 다 색깔을 내지만 쓰임새는 다릅니다. 둘의 화학 성분이 다르기 때문입니다.

염료와 안료, 색을 내는 방식 달라

페인트는 물체 표면에 발라 색을 내는 동시에 표면을 보호하는 역할도 합니다. 그래서 흔히 ‘도료’라고 부릅니다. 반면 물감은 섬유, 옷감 등을 물 들여 염색하는 재료입니다. 그림을 그릴 때 주로 사용하죠. 우리말에서는 이를 분명하게 구분하지 않아 헷갈리기도 합니다. 하지만 화학에서는 ‘안료(pigment)’와 ‘염료(dye)’를 명확히 구분합니다. 안료는 고체 분말로, 기름,

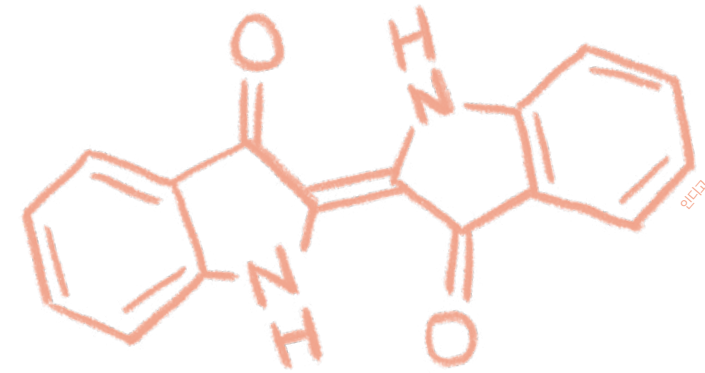
단백질, 바니시 등을 이용해서 물체 표면에 불투명한 막을 만듭니다. 대부분 금속이 포함된 무기 화합물이고 페인트, 잉크, 유약, 미술용 물감 등에 많이 쓰입니다.

그런가 하면 염료는 염료의 분자가 섬유에 단단하게 결합해 색을 나타냅니다. 물감이 이에 해당하죠. 염료는 탄소 원자를 갖는 화합물인 유기화합물을 사용하는 경우가 많습니다. 생물에서 추출한 색소는 염료에 가깝고, 광물 색소는 안료와 유사합니다.

안료와 염료에는 모두 발색단(chromophore)이라는 독특한 구조의 분자가 들어 있습니다. 주로 탄소 이중결합이나 금속 결합이 포함돼 있고, 양자역학적인 이유로 특정한 파장의 가시광선을 흡수합니다. 실제로 발색단에 백색광을 쬐이면 특정 파장 범위의 빛은 흡수되고, 나머지는 다 반사됩니다. 우리 눈에는 물체가 발색단이 흡수한 빛의 보색으로 보이는 것이죠. 예를 들어 빨간색을 흡수하는 물질은 청록색으로 보이고, 노란색을 흡수하면 남색으로 보입니다. 마찬가지로 발색단이 가시광선을 모두 흡수하면 검은색으로, 모두 반사하면 흰색으로 보입니다.

동양의 빨강 꼭두서니, 서양의 빨강 깍지벌레

안료의 역사는 구석기 시대까지 거슬러 올라갑니다. 역사 자료를 찾아보면 이미 구석기 시대에도 현대의 화장품처럼 얼굴에 안료를 바르는 문화가 있었습니다. 천연 안료로 고대 유물이나 벽화도 그렸죠. 한 예로 프랑스의 라스코 동굴에는 기원전 1만5000년 전에 빨강, 노랑, 갈색, 흑색 등으로 그려진 벽화가 남아 있습니다. 지금도 벽화를 칠한 알록달록한 색깔이 선명하게 남아 있습니다. 수천 년 전 만들어진 이집트 피라미드에서도



아름답게 채색된 유품들이 발굴됐죠. 동양 문화권에서는 먹을 이용해 색을 표현했습니다. 지금까지 사용되는 먹은 인디아 잉크, 또는 중국 잉크라고도 부릅니다. 접착제에 뻘나 타르를 태운 검댕을 섞어서 만든 짙은 검은색을 띠는 안료입니다.

국내에도 고구려, 백제, 신라, 가야, 발해 등의 고분 벽화를 종종 찾아볼 수 있습니다. 그중에서도 고구려 벽화가 특히 많은데, 무용총 수렵도, 각저총의 씨름도, 강서대묘의 사신도가 대표적입니다. 이때 안료로 주로 사용한 물질은 무기 화합물이었습니다. 탄산 칼슘(CaCO₃), 황산 칼슘(CaSO₄), 산화 납(Pb₂O₃) 등은 흰색 안료로, 산화 철(Fe₂O₃)은 갈색 안료로 이용했습니다. 또 카드뮴(Cd)이나 바나듐(V)의 화합물도 안료로 쓰였죠. 요즘은 그림물감, 화장품, 페인트 등을 만들 때 인체에 해를 입히지 않는 백색의 이산화 타이타늄(TiO₂)을 사용합니다.

그런가 하면 염료의 역사도 4000년이 넘습니다. 전 세계 곳곳에 자연에서 채취한 재료를 이용해 만든 천연염료를 사용했던 흔적이 남아 있습니다. 여전히 현대 문명의 손길이 닿지 않은 오지에서 사는 사람들은 천연염료를 사용하고 있죠.

아쉽게도 우리나라에는 염료로 쓸 수 있는 자원이 많지 않았습니다. 색

을 낼 수 있는 치자, 잇꽃, 오가피, 모과, 석류, 산수유 등은 비교적 쉽게 구할 수 있었지만, 이를 이용한 염색은 쉬운 일이 아니었습니다. 그래서 과거의 사람들은 흰색의 무명옷으로 만족할 수밖에 없었죠. 부유한 임금과 고관대작들은 중국에서 수입한 비싼 염료를 사용했습니다.

인도, 페르시아, 이집트 등에서는 꼭두서니라는 식물로 빨간색을 내는 방법이 알려져 있었습니다. 꼭두서니 뿌리에 있는 알리자린이라는 유기 화합물을 염료로 이용한 것이죠. 다만 꼭두서니 뿌리에 쇠똥과 섞은 올리브유를 섞는 등 무려 17단계의 공정을 거쳐야만 빨간색을 얻을 수 있었습니다. 본래 고대 터키인의 비법이었으나 10세기경에는 중국까지 제조 방법이 알려졌습니다.

유럽에서는 다른 방식으로 빨간색 염료를 생산했습니다. 열대 선인장에 기생하는 깍지벌레, 브라질 곤충인 깍지진디 등을 이용했습니다. 두 곤충에서는 안트라퀴논 계통의 빨간색 염료인 코치닐 색소와 케르메스 색소를 만들어낼 수 있기 때문입니다. 고대 로마에서는 이런 케르메스 색소를 승전 장군에게 줬습니다. 중세에는 지주들이 토지세 명목으로 받기도 했죠. 케르메스 색소는 지금도 립스틱 등 화장품의 염료로 쓰이고 있습니다.

색이 만든 신분 차이, 화학으로 부수다

로마 시대의 짙은 자주색 ‘티리언 퍼플’의 제조 방법은 비교적 자세하게 기록으로 남아 있습니다. 지중해에 사는 바다 소라인 무렉스 브란다리스(Murex brandaris)는 아가미 샘에서 맑은 체액을 분비하는데, 로마인들은 이를 원료로 사용했습니다. 바다 소라의 분비액을 공기 중 산소에 노출시킨 뒤, 햇볕을 쬐어주면 시간에 따라 색이 몇 차례 변합니다. 충분히 시간

이 지나면 곧 모직물, 견직물을 물들일 수 있을 정도로 아름다운 자주색 염료가 만들어집니다.

티리언 퍼플은 매우 귀한 염료였습니다. 바다 소라 1만 개로 고작 1g을 얻을 수 있었으니까요. 왕, 귀족, 성직자 등만 이용할 수 있어 ‘로열 퍼플’, ‘비브리칼 퍼플’ 등의 이름으로 불렸습니다. 심지어 티리언 퍼플 색소를 제조하는 방법은 국가 비밀이었습니다. 아무리 전쟁에서 승리하고 돌아온 군인이라도, 하급 장교는 제복 소매에 붙일 작은 천을 티리언 퍼플로 염색하는 데 만족해야 했습니다. 이는 전통처럼 남아 현대의 군인이나 경찰의 제복에서도 티리언 퍼플 색을 찾아볼 수 있습니다.

이후 식물성 원료가 개발되면서 천연염료의 생산량이 크게 늘었습니다. 특히 인도에서 자라는 콩과 식물로 ‘인디고 페라’, ‘티리언 퍼플’ 등의 염료를 기존보다 많이 생산할 수 있게 됐죠. 당시 영국 식민지였던 인도는 사치를 부리는 영국 귀족들을 위해 엄청난 양의 인디고 페라 염료를 생산해야만 했습니다. 당장 인도 국민에게 필요했던 식량 생산까지 포기하면 서요. 1897년 인도에서 염료 생산에 쓰인 경작지는 무려 200만 에이커(약 81억m²)에 달했습니다. 하지만 영국은 이에 만족하지 못하고 새로 개척한 신대륙에서도 식민지국 사람들에게 대청잎을 재배하게 해서 염료를 생산했습니다.

현대 화학 기술은 이렇게 색이 만든 신분을 부수는 중요한 역할을 했습니다. 19세기에는 누구나 원하는 색깔의 옷을 입을 수 있게 됐습니다. 기술의 발전이 자유와 평등, 그리고 인권을 핵심으로 하는 현대 민주주의를 가능하게 만든 셈이죠.

1845년 독일의 화학자 아우구스트 빌헬름 폰 호프만은 골치 아픈 산업 폐기물이었던 ‘콜타르’에서 아닐린과 벤젠을 분리하는 기술을 개발했습

니다. 영국의 유기화학자 윌리엄 퍼킨은 호프만의 연구실에서 말라리아 치료제인 키니네를 합성하는 연구자였죠. 퍼킨은 연구 과정에서 우연히 짙은 보라색 염료를 개발하게 됩니다. 1856년에는 모브 염료를 최초로 합성했으며, 훗날 빨간색의 알리자린 염료도 합성해 영국의 섬유 염색 산업에 크게 이바지했습니다.

화학 기술의 발전으로 합성염료와 안료가 대량으로 생산되기 시작하면서 옷의 색깔로 사람들의 사회적 신분을 구분하던 낡은 전통은 사라졌습니다. 대신 사람들이 염료와 안료를 함부로 사용해 부작용이 발생하기 시작했습니다. 합성염료와 합성안료를 생산하는 과정에서 심각한 환경오염이 발생한 겁니다. 화학자들은 이제 친환경적으로 염료와 안료를 생산할 수 있는 기술, 염료와 안료의 무절제한 낭비를 막을 수 있는 기술에 주목하고 있습니다.

Chapter 2. 집·학교에서

Q

20

딱풀은
무엇으로
만들어졌나요?

