

냉감과 온감을 모두 구현할 수 있는 리버서블 소재 개발



<그림 1> 냉감 및 온감을 구현할 수 있는 리버서블 소재

1. 서언

최근 스탠포드 대학 연구팀은 날씨에 관계없이 피부를 편안한 온도로 유지시켜주는 '리버서블(reversible)' 소재를 개발했다. 이 소재는 주방 랩 소재와 같은 폴리에틸렌 소재 기반의 양면 기능성 소재로 착용자가 어떤 면으로 입는지에 따라 냉감 또는 온감을 제공한다.

본 연구는 에너지 효율에 대한 관심과 나노재료의 응용 기술에 대한 전문성을 바탕으로 시작됐다. 사람들이 편안함을 느끼는 온도 범위를 더 넓힐 수 있다면, 에어컨이나 중앙난방에 드는 에너지 소비량을 감소시킬 수 있을 것이다. 또한, 건물 전체의 온도를 조절하는 것보다 개개인의 온도를 조절할 수 있다면 에너지 사용량을 절약할 수 있다.

미국에서 소비되는 전체 에너지의 13 %는 대개 실내 온도 조절에 사용된다. 그러나 실내 난방기를 1 °C만 내려도 난방에 드는 에너지를 무려 10 %나 절감할 수 있다. 이는 냉방 시에도 마찬가지다. 냉난방기의 단 몇 도가 에너지 소비량에 큰 영향을 미친다.

2. 주방 랩에서 착안한 폴리에틸렌 냉감 소재

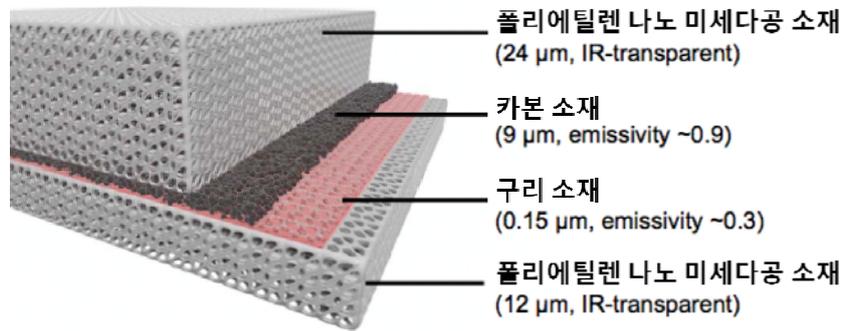
우리의 몸은 다양한 방식으로 체온조절을 한다. 날씨가 추워지면, 피부의 털이 따뜻한 공기를 잡기위해 곤두서고 몸의 근육은 더 많은 복사열을 발생시키기 위해 떨기 시작한다. 날씨가 더워지면, 피부로부터 체열이 적외선으로 발산되며 그 후에도 덥다면 땀을 분비시킨다. 땀으로 배출된 수분이 증발할 때 우리 몸의 많은 열을 빼앗아가서 체온을 낮춘다. 이러한 우리 몸의 체온조절은 단지 몇 도 이내의 범위에서만 가능하기 때문에 적정 온도 범위를 넘어서면 난방이나 에어컨을 켜서 조절해야한다.

스탠포드대학 연구팀은 2016년에 인체의 열을 방출시켜 시원함을 제공하는 폴리에틸렌 냉감 소재를 첫 번째 솔루션으로 개발했다. 투명하고 수분 불투과성인 주방 랩에서 착안하였고, 최종적으로 냉감 의류소재에 요구되는 투습 및 통기, 가시광선에 대한 불투과성, 인체로부터 나오는 적외선을 방출하는 성능을 지닌 폴리에틸렌 냉감 소재를 개발했다. 개발 소재는 일반 면과 비교했을 때, 인공피부를 이용한 실험실적 평가에서 약 2 °C 정도 더 시원한 것으로 나타났으며, 이러한 결과는 개발 소재로 제작한 의복을 착용했을 때 선풍기나 에어컨의 사용을 줄일 수 있다는 것을 의미한다. 또한, 건물 전체 에너지 비용의 20-30 %를 절감할 수 있을 것이다.

3. 온감/냉감 리버서블 소재 개발

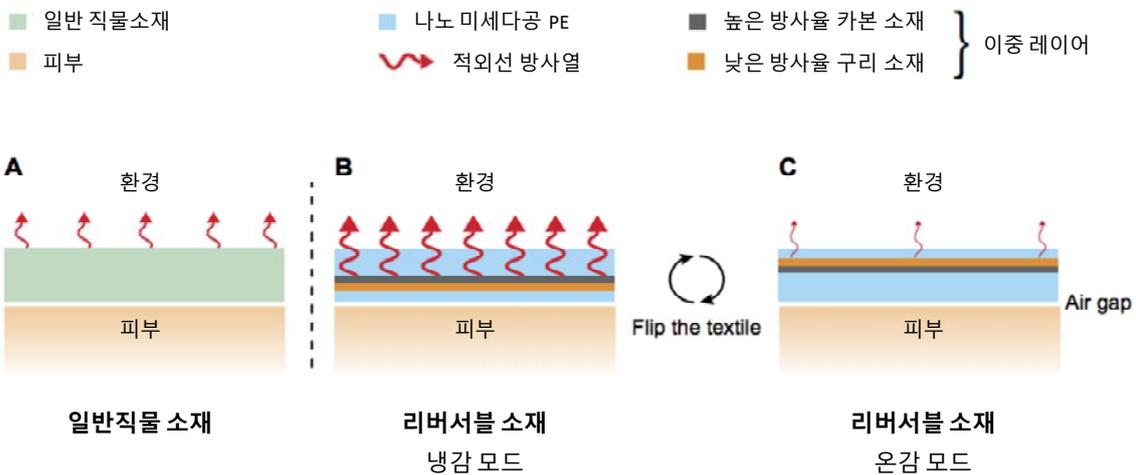
스탠포드 대학 연구팀이 냉각 소재를 개발했을 당시, 온감에 대한 요구도 있었다. 연구팀은 더운 실내에서는 시원함을 주고 추운 거리에서는 따뜻함을 제공할 수 있도록 한 벌의 옷에서 냉감 및 온감이 모두 구현되는 소재를 개발하고자 했다.

그 결과, 연구팀은 복사열 조절이 두 가지 방식으로 가능하다는 점에 착안하여 열 에너지를 방출하는데 서로 다른 성질을 지닌 두 레이어를 냉감을 지닌 폴리에틸렌 층 사이에 끼워 샌드위치 형태로 소재를 개발했다.



<그림 2> 리버서블 소재 구조

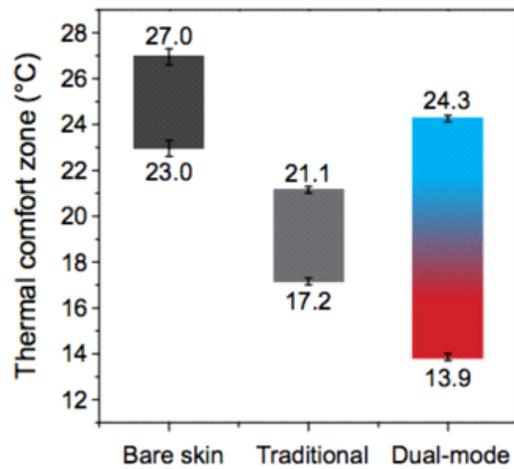
한쪽 면에서는 구리로 코팅된 레이어가 폴리에틸렌 층과 피부 사이의 열을 가두고, 다른 한쪽 면에서는 카본으로 코팅된 레이어가 다른 폴리에틸렌 층 바깥으로 열을 발산시킨다. 구리로 코팅된 면을 바깥을 향하도록 입으면, 구리 소재가 열을 가두어 선선한 날 피부를 따뜻하게 유지시켜준다. 반대로 카본으로 코팅된 면을 바깥을 향하도록 입으면 카본 소재가 열을 방출시켜주어 더운 날 착용자에게 시원함을 제공한다.



<그림 3> 리버서블 소재 메커니즘

- A. 방사율이 같으므로 복사 열전달계수가 일정한 일반 직물 소재
- B. 방사율이 높은 카본 레이어를 바깥쪽으로 향하게 하여 복사 열전달계수가 높은 리버서블 소재
- C. 방사율이 낮은 구리 레이어를 바깥쪽으로 향하게 하여 복사 열전달계수가 낮은 리버서블 소재

연구팀에 따르면, 리버서블 소재는 한 개인이 편안함을 느낄 수 있는 온도 범위를 약 5.6 °C 이상으로 증가시켜 잠재적인 범위를 약 13.9 °C 까지 넓히게 된다. 이와 같은 소재로 제작된 의복을 착용할 경우 건물 내에서 에어컨 및 중앙난방을 사용할 필요가 없을 것으로 기대하고 있다.



<그림 4> 쾌적함을 느끼는 온도 범위

4. 상용화 연구

연구팀에 따르면 개발된 화이트 색상의 소재는 아직까지 착용이 불가능하지만 섬 유상의 제직구조로 만들어진다면 착용이 가능할 것으로 보고 있다. 개발 소재로 제 직이 된다면 강도가 강하고, 탄력성이 있으며, 착용감이 쾌적하고 편안하여 일반 의 류 제품과 더 유사해보일 것이다. 현재 연구팀은 개발 소재가 기계 세탁이 가능한 지를 검토 중이다.

♠ Stanford News(2017. 11. 10)