

섬유상 활성탄소 필터에 의한 정수처리

최근에 수질오염은 하이테크 오염이나 환경호르몬 등과 같은 시각적으로 드러나지 않는 오염으로 진전되고 있다. 특히 수돗물에 있어서도 수질악화가 우려되고 있는데 수돗물 중에 잔류염소에 의한 악취 발생이나 수돗물 중의 유기물과 염소의 반응에 의한 트리할로메탄의 발생이 판명되어 염소에 대한 문제가 부각되고 있다. 이러한 대책으로 정수장에서는 오존 산화 및 활성탄 병용 처리법이 개발되어 있고, 일반 가정에서는 정수기가 보급되어 있다. 따라서 여기에서는 섬유상 활성탄소 또는 활성탄소섬유(activated carbon fibers, ACFs)를 이용한 수돗물의 정화를 중심으로 ACFs의 특징과 앞으로의 응용 가능성에 대해 살펴보고자 한다.

1. ACFs의 특징과 정수에서의 응용

1.1 ACFs의 일반적인 특징

ACFs의 흡착성능을 종래의 입상탄(직경 0.1~5 mm)과 비교하면, ACFs는 섬유직경이 약 5~30 μm 정도로 작고, 균일한 미세기공(<2 nm)의 발달과 함께 흡착대상 분자에의 접촉 효율이 높기 때문에 흡착속도가 상당히 빠르고, 저농도 성분에서의 흡착성능도 우수하다. 형태적으로는 섬유상이므로 종이상, 직물상, 펠트상 등의 다양한 형태로 가공이 가능하고 더욱이 이것들을 중간원료로 하여 성형가공품의 성형화가 이루어지고 있다. 그림 1에 입상 활성탄과 ACFs의 기공모형을 나타내었다.

1.2 ACFs의 제조방법

ACFs는 원료섬유를 고온 열처리로 탄소화하여 미세공을 형성시키는 활성화처리에 의해 얻을 수 있는 열처리 또는 물리적 방법과 원료를 황산, 인산 염화아연과 같은 화학제의 존재 하에서 활성화시키는 화학적 방법이 있다. 물리적 방법에서 일반적으로 사용되는 가스로는 Steam, 이산화탄소 또는 불활성가스의 혼합가스가 이용되고 있다. 활성탄의 원료로는 가격이 저렴한 석탄 등이 사용되고 있지만, ACFs에는 가격은 비싸지만 순도가 높은 polyacrylonitrile(PAN) 고분자계 또는 pitch계를 전구체 원료로 사용하기 때문에 품질이 안정하고 불순물의 혼입이 적은 특징이 있다.

2. 정수기에서의 응용

2.1 ACFs의 기능과 수돗물 중의 제거대상물질

표 1에 나타낸 것처럼 ACFs는 여과기능과 활성탄 본래의 흡착기능 및 촉매기능을 가지고 있다. 수중의 미립자 제거에는 ACFs의 여과기능을 더욱 높이기 위해 ACFs층에 부직포나 세라믹 필터, 중공사 등이 첨가된 필터가 개발되어 있다. 또한 수중의 용존물질의 분자량이나 활성탄에의 친화성에 보다 최적의 ACFs를 선택할 필요가 있다. ACFs의 가장 큰 특징으로는 다음과 같은 사항을 들 수 있다.

- ① 압력 손실이 적음
- ② 통수 속도를 높게 할 수 있음
- ③ 중공사와 병용한 경우, 중공사의 탁도 투수능력이 항상

2.2 상품화된 ACFs 필터

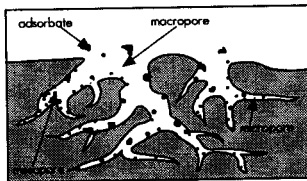
ACFs 업체는 각종 정수기용 필터를 상품화하여 보급하고 있다. 일반적으로는 정수용과 알칼리 이온수 생성장치용으로 중형(처리량 15~100 t) 필터가 이용되어지고 있다. 한편, 소형화된 정수기 개발의 요망에 대응해 소형이면서 고성능을 지닌 필터가 상품화되고 있다. 소형 원주 타입의 ACFs는 외직경 20~50 mm, 높이 10~50 mm의 것이 상품화되고 있으며, 염소제거 기능을 대상으로 하는 경우에는 4000 h^{-1} 이상의 고속처리가 가능해 높은 제거성능을 유지할 수 있다. 소형 원통 타입의 ACF는 외직경 20~80 mm, 내직경 15~50 mm, 두께 2~30 mm, 높이 10~100 mm의 것이 상품화되고 있고 고속처리 시 압력손실이 적은 특징을 가지고 있다.

2.3 ACFs 필터의 응용

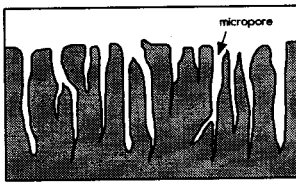
그림 2는 염소제거성능의 온도 의존성을 나타낸 것으로 온도가 높을수록 제거성능은 향상한다. 이러한 제거 기능에 대해서는 아직은 명확하게 밝혀지지는 않았지만 분해반응이 우선하고 있기 때문이라 사료된다.

정수기 안에 물이 남아있는 경우, 남아있는 수중에 염소가 소멸되어감과 동시에 세균이 남는 문제가 발생하는데 이를 제거하기 위해 활성탄에 은을 담지시켜 은의 항균작용을 이용하는 방법이 알려져 있는데, ACFs에 있어서도 마찬가지로 은을 담지시킨 항균성 활성탄소섬유가 개발되어 응용되고 있다. 또한 은 담지방법 외에도 중공사와의 조합이나 ACFs의 통전성을 이용해 전기살균을 행하는 방법이 연구되어 정수기에 응용되고 있다.

따라서 ACFs는 일반적인 분말상이나 입상 활성탄과 비교해 고속으로 저농도(미량성분)의 유해물질을 제거하는데 적합하다. 최근 문제가 되고 있는 수중의 소량농도의 환경호르몬이나 수중의 다이옥신류 등의 제거에 적합한 능력이 기대되어 앞으로도 이러한 분야의 검토가 이루어지리라 사료된다.



‘입상활성탄’



‘활성탄소섬유’

그림 1. 입상활성탄과 활성탄소섬유의 기공 모델.

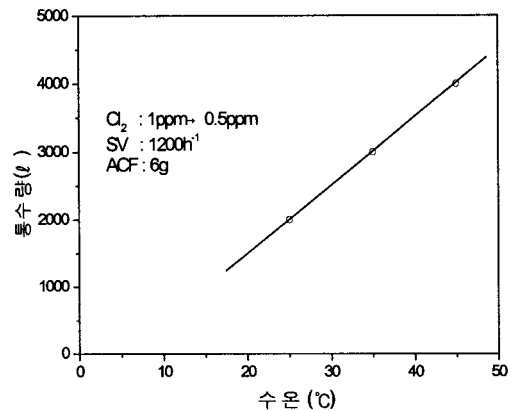


그림 2. 염소제거 성능의 온도의존성.

표 1. 수중의 제거대상물질

ACF의 기능	제거대상물질		비 고
여과기능	입자	먼지, 녹, 에멀전계유, 세균류	부직포, 중공사 등과 조합 사용
흡착기능, 촉매기능	용존물질	세제, 농약, 곰팡이 냄새, 염소, 다이옥신, 환경 호르몬류	제거대상 물질에 최적의 ACFs 선택 (친화성 고려)

〈한국화학연구소 화학소재연구부 박수진〉