

휴믹 물질 존재 시 흑탄의 농약 흡착능 변화 연구

이선화* · 김우항**

목포해양대학교 해양시스템공학부

요약: 본 연구에서는 휴믹 물질의 존재 시 흑탄의 주입량에 따른 농약 성분별 흡착 제거율 변화를 살펴보았다. 농약 성분과 휴믹산을 주입 시 흑탄의 흡착능 변화를 알아보기 위해, 흑탄 주입량을 1g, 3g, 5g, 7g 달리하여 농약 성분의 제거율 변화를 살펴본 결과 흑탄 1g, 흑탄 7g, 휴믹 산을 주입 시 농약성분 만을 주입하였을 때 보다 각각 18~67%, 7~10% 낮은 제거율을 나타내었다. 또한 휴믹산

10mg/L, 50mg/L을 주입하여 휴믹산의 주입농도 증가 시 흡착능에 미치는 영향을 살펴본 결과 휴믹산 농도를 늘릴수록 흡착되지 않고 남아있는 농약성분 농도가 높아졌다. 농약성분 제거를 위한 흡착제로의 흑탄의사용은 3가지 농약성분 (Butachlor, Fenitrothion, Diazinon)에 대해 높은 제거율을 보였으며, 자연수 속에 녹아있는 휴믹물질 중 하나인 휴믹산에 의한 영향을 받을 것으로 보여진다.

핵심용어 : 흑탄, 농약 흡착, Humic acid

1. 서론

활성탄에 의한 흡착 처리 공정은 미량으로 존재하는 농약성분을 잘 제거하는 것으로 알려져 있다. 또한 표면적의 95% 이상을 차지하는 활성탄의 micropore는 활성탄의 유기물의 흡착에 중요한 부분을 차지하고 있다. 활성탄은 정수처리 분야에서 미량 유기 물질 제거에 많이 이용되고 있지만 처리비용이 많이 드는 단점이 있다. 이러한 단점을 보완하기 위해 가격이 싼 숯을 이용한 처리 방법을 연구하면 실제로 적용에 유리할 것으로 판단된다.

활성탄의 농약 성분 흡착 공정에 있어 고려해야 할 부분은 제거되지 못하고 잔류하는 천연 유기 물질(natural organic matter: NOM)이다. 기존 연구 결과에 의하면 이러한 천연 유기 물질은 정수처리시설이나 배수처리 시스템 내에서 미생물의 성장을 가능하게 할 뿐만 아니라¹⁾²⁾상수처리 시 소독 공정에 투입된 염소와 반응하여 발암물질로 알려진 소독부산물(DBPs; disinfection by-products)을 생성시키는 전구물질인 것으로 알려져 있다. 연구에 따르면 활성탄 처리 시 천연유기물질(natural organic matter: NOM)의 존재는 농약과 같은 SOC와 제한적인 경쟁흡착을 일으켜 흡착능력을 현저하게 저하시키는 것으로 알려져 있다.³⁾ 하지만 이러한 자연유기물질들과 농약성분과 같은 미량 오염 물질들은 연속적으로 유입되는 일은 거의 없으며 강우 시에 강우와 함께 유출되어 간헐적으로 수원지에 유입된 경우가 많다.⁴⁾

본 연구에서는 흑탄을 흡착제로 이용하여 휴믹 물질 존재 시 흑탄의 농약 성분의 흡착능 변화를 알아보는 것을 목적으로 하였다.

2. 재료 및 방법

2.1 시료 및 시약

본 실험에서 흡착제로 입상 흑탄을 사용하였으며, 흑탄은 24시간 70℃에서 dry하여 1g, 3g, 5g, 7g을 준비해두었다. 농약 물질로는 시판되는 유기인계 농약 성분인 Diazinon, Fenitrothion, Butachlor를 사용하였다. 각각의 농약성분을 일정량 탈이온 증류수에 넣어 녹지 않은 부분은 0.45µm membrane filter를 이용해 제거하였다. 또한 휴믹산(sodium salt, Aldrich) 0.5g을 1ℓ의 탈이온 증류수에 용해시킨 후, GF/B 여지로 미용해된 것을 제거하여 DHM solution을 준비하였다. 이때 DHM solution의 TOC농도는 150.4mg/ℓ이었다.

2.2 농약 성분의 전처리 및 분석 방법

본 연구에서 액상 시료 중 농약 성분은 액액 추출법(liquid-liquid extraction)으로 농축시켰고 그 방법은 먼저, 디클로로메탄(dichloromethane) 20mℓ와 포화식염수 10mℓ를 분액 여두에 넣고, 10분간 진탕 250rpm, 10분정치, 수층 분리 (2회 반복)하고 무수황산 나트륨(anhydrous Na₂SO₄)를 이용하여 탈수 여과한 후, 회전식 증발농축기를 사용하여 모두 날려 보내고, 노르말 헥산(n-hexan)으로 용매 전환하여 최종 분석액 5mℓ를 준비하였다. 농약성분의 측정에는 전자 포획검출기가 부착된 GC-ECD 17A를 사용하여 측정하였다.

3. 실험 방법

3.1 휴믹산 유무에 따른 흑탄의 농약 흡착 특성 비교

본 실험에서는 휴믹 물질의 존재 여부에 따른 흑탄의 농약

* 비회원, ypoons1@yahoo.com

**정회원, whkim@mmu.ac.kr, 061) 240-7293

제거율변화를 비교 분석하고자 각 시료 병에 DHM solution (150.4ppm)을 50ml를 주입하고, 농약 희석 시료를 150ml와 채운 후, 0g, 1g, 3g, 5g, 7g 각각 입상 흑탄의 주입량을 달리하여, 150rpm 으로 24시간 동안 교반하여 농약성분의 흡착 능의 변화를 분석하였다.

3. 2 휴믹 산의 농도에 따른 흑탄의 농약 흡착 특성 비교

각 시료 병에 DHM solution (150.4ppm)을 10ml 주입하고, 농약 희석 시료를 150ml와 채운 후, 0g, 1g을 주입하여, 150rpm 으로 24시간 동안 교반하여, 휴믹 50ml를 주입 시 농약성분의 흡착 능 변화를 비교하였다.

4. 실험 결과 및 고찰

4. 1 휴믹 산 유무에 따른 흑탄의 농약흡착 특성 비교

농약성분과 휴믹 산을 주입하여 흑탄의 흡착능 변화를 알아보기 위해, 흑탄 주입량을 달리하여 농약성분의 제거 실험결과를 Fig. 1에 나타내었다.

24시간 교반 후, 1g, 3g, 5g, 7g 흑탄에 의한 농약성분 제거율은 각각 78~84%, 84~95%, 89~95%, 96~99% 로 나타나 휴믹 산을 주입하였을 때 보다 높은 제거율을 보였다.

반면 흑탄 1g, 휴믹 산을 주입 시 농약성분 만 주입하였을때 보다 Diazinon 54%, Fenitrothion 18%, Butachlor 67% 낮은 제거율을 나타내었다. 흑탄 7g, 휴믹 산을 주입 시 농약성분 만 주입하였을 때 보다 Diazinon 7%, Fenitrothion 10%, Butachlor 8% 낮은 제거율을 나타내어 휴믹 산에 의한 영향은 흑탄의 주입량을 늘릴수록 감소되는 것으로 나타났다.

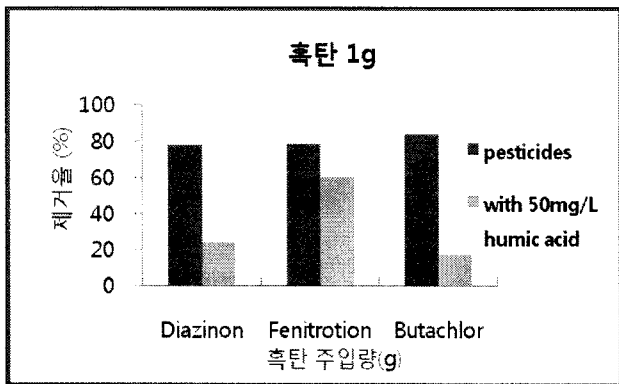


Fig. 1 휴믹 산 50mg/L 주입 시 농약 성분 제거율 변화

4. 2 휴믹산 농도 별 농약 성분의 농도 변화

Fig. 2는 휴믹 산 10mg/L, 50mg/L을 넣어 휴믹 산의 농도에 따른 농약 성분의 농도 변화를 나타내었다. 흑탄을 주입하지 않은 경우, 농약성분만 주입하였을 때 보다 낮은 제거율을 보

이는데 이는 "휴믹- 유기용질 화합물"을 형성하여 여과 시 제거되었을 것으로 사료된다. 반면, 흑탄 1g주입, 휴믹 산 10ppm주입 시 남은 농약 성분 농도는 농약 성분만을 주입하였을 때 보다 Diazinon 0.3 mg/L, Fenitrothion 0.4 mg/L, Butachlor 0.3 mg/L 높게 나타났으며, 흑탄 1g 주입, 휴믹 50ppm 주입 시에도 농약 성분만을 주입하였을 때 보다 Diazinon 2.3 mg/L, Fenitrothion 0.9 mg/L, Butachlor 1.4 mg/L 높게 나타났다.

흑탄 1g 주입 시 휴믹산의 주입량을 늘릴수록 흡착되지 않고 남아있는 농약성분의 농도가 높아지는 것은 분자량이 다른 농약과 휴믹 산과의 경쟁 흡착이 일어나 활성탄의 농약성분의 제거 능이 감소되는 것으로 사료된다.

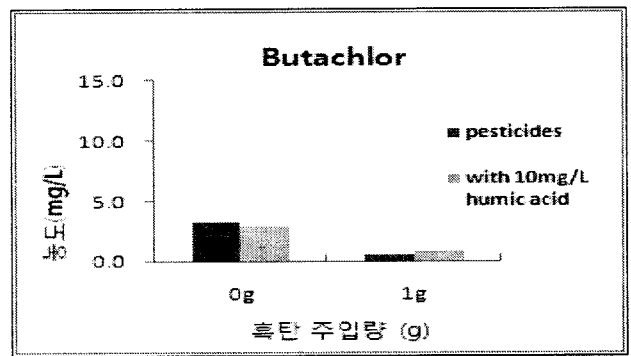


Fig. 2 휴믹 산의 주입 농도에 따른 농약 성분의 농도변화

5. 결론

미세세공이 발달한 탄을 흡착제로 사용할 경우, 수중에서 존재하는 휴믹물질과 간헐적으로 유입되는 미량오염물질인 농약 성분을 제거하기 위해 사용될 수 있는데, 본 실험에서는 농약성분에 대해 제거능력이 있는 흑탄을 흡착제로 사용하여 수중에 휴믹물질의 존재 시 농약성분의 제거 특성을 검토하였다.

농약 성분과 휴믹 산을 주입시 흑탄의 흡착능 변화를 알아보기 위해, 흑탄 주입량을 1g, 3g, 5g, 7g 달리하여 농약성분의 제거율 변화를 살펴본 결과, 흑탄 1g, 휴믹 산을 주입 시 농약성분만 주입하였을 때 보다 Diazinon 54%, Fenitrothion 18%, Butachlor 67% 낮은 제거율을 나타내었다. 흑탄 7g, 휴믹 산을 주입 시 농약성분 만 주입하였을 때 보다 Diazinon 7%, Fenitrothion 10%, Butachlor 8% 낮은 제거율을 나타내어 휴믹 산에 의한 영향은 흑탄의 주입량을 늘릴수록 감소되는 것으로 나타났다.

휴믹산의 주입량에 따른 흑탄의 농약성분의 제거율을 비교해보면, 휴믹산 농도를 늘릴수록 흡착되지 않고 남아있는 농약 성분의 농도가 높아지는 것은 분자량이 다른 농약 성분과 휴믹산과의 경쟁 흡착이 일어나 활성탄의 농약성분의 제거 능이 감소되는 것으로 사료된다.

농약성분 제거를 위한 흡착제로의 흑탄의 사용은 3가지 농약 성분 (Butachlor, Fenitrothion, Diazinon) 에 대해 높은 제거율을 보였으며, 자연수 속에 녹아있는 휴믹 물질 중 하나인 휴믹산에 의한 영향을 받을 것으로 보여진다.

참 고 문 헌

- [1] Khan,E., Kim S, D., Cha, D. K., and Stenstorm, N.K., "Biodegradable dissolved organic carbon for indication wastewater reclamation plant performance and treated wastewater quality,"water Environ. Res ., 70, 1033~1040 (1998)
- [2] Siddiqui, M. S., Amy, G. L., and Murrhy, B., "Ozone enhanced removal of natural organic matter from drinking water source," Water Res.,31, 3098~3106 (1997)
- [3] 신선교,김종구, 박청길 "Humic acid 제거를 위한 국산 입상 활성탄의 흡착 성능 평가에 관한 연구
- [4] 김우향, "장기간 사용한 생물활성탄에서 저분자에서의 흡착 제거", KSEE, 25, 95~99 (2003)