Proceedings of the Annual Joint Conference,
Mineralogical Society of Korea and
Petrological Society of Korea,
May 27, 2005, Daegu, Korea

금호강 하상 퇴적물의 광물학적 특성 및 중금속 존재 특성

김병기*, 김영규
경북대학교 지질학과(hkingdom97@nate.com)

1. 서론

금호강은 포항시 죽장면에서 발원하여 영천을 지나 대구지역을 관통하여 달성군 다사면 강창지점에서 낙동강과 합류하는 하천으로 총길이 116km이며, 유역면적 2,503.3km^{2}이다. 금호강의 경우 강 유역의 공업단지에서 배출되는 산업폐수와 생활하수, 그리고 많은 경작지들로 인하여 중금속을 포함한 다양한 오염물질이 유입되고 있다. 하천으로 유입되는 중금속들은 궁극적으로 퇴적물에 집적되며, 따라서 하상에 쌓인 퇴적물의 광물학적 특성 파악 및 중금속의 존재 형태에 대한 정보는 오염물질의 특성을 파악하는 좋은 연구 대상이 될 수 있다. 오염된 퇴적물은 또한 그 자체가 하나의 오염원이 될 수 있으며, 중·장기적인 오염 양상은 물보다는 퇴적물의 기록에 의해 파악될 수 있다는 점에서 하천에 쌓인 퇴적물은 중요한 의미를 갖는다.

2. 시료채취 및 실험방법

본 조사지역의 수계는 포항시 죽장면에서 발원하여 달성군 강창에서 낙동강과 합류하는 하천으로 2003년 5월에 1회 실시하였다. 약 10km 간격으로 11개 지점을 선정하여 시료를 채취하였다. 시료는 하천이 흐르고 있는 곳에서 1mm 이하 사이즈로 체를 이용하여 걸렀으며 하천수와 함께 비닐 주머니에 넣어 보관하였다.

X-선 회절분석(X-ray Diffraction; XRD)과 연속 추출법 실험을 위해서 실내 실험실에서 실트 이하 사이즈(64㎛ 이하)를 얻기 위해 체를 이용하여 분리하였다. 분리한 시료는 90°C에서 24시간 동안 오븐에서 건조시킨 후 데시케이터에 보관하였다.

하상 퇴적물의 광물 종 및 이들의 변화 양상을 알아보기 위해서 XRD 분석을 실시하여 광물을 동정하였다. 연속 추출법은(정명채, 1994) 총 5단계로 나누어 시료에 흡착된 중금속을 추출하였다. 연속 추출법을 통하여 각 단계별로 분리된 시료는 다원소용 유도분극 플라즈마 원자분광광도계(Inductively Coupled Plasma Atomic Emission Spectrometry; ICP-AES)를 이용하여 분석하였으며 분석된 중금속 원소는 Pb, Cr, Co, Ni, Cu, Zn, Cd 이다. 분석한 데이터 값을 각 단계의 희석비를 계산해서 중금속의 함량을 구하였다.

3. 결과 및 토의

XRD 분석에 의한 하상 퇴적물의 광물 분석 결과 거의 대부분의 지역에서 비슷한 광물을 확인할 수 있었으며 석영, 장석, 카올리나이트, 스멕타이트, 일라이트가 주구성 광물을 이루고 있었다. 지역적인 특성으로 상류에는 화성암 지역인 유천층군이 분포하고 있어서 각섬석이 미량 포함되어 있었다. 각섬석을 제외하고는 상류에서 하류로 가면서 광물 종 및 이의

함량 변화는 거의 나타나지 않았다.

연속 추출법의 다섯 단계 중 첫 번째 단계에서는 교환 가능 물질에서 중금속을 추출한 것이다. 대부분의 지역에서는 교환 가능 물질에서의 중금속 함량이 낮으나 염색공단이 있는 하류에서는 Ni, Cu, Zn 등의 중금속이 상대적으로 높게 나타난다. 두 번째 단계에서는 탄산염광물에 흡착되어 있는 중금속 나타낸다. 이 단계에서는 Zn이 상대적으로 다른 중금속 보다 모든 지역에서 높게 추출되었다. 이것은 Zn이 탄산염 광물에 흡착이 잘 일어난다는 것을 지시한다. 세 번째 단계는 철 산화물과 망간 산화물표면에 흡착된 중금속을 추출한 것으로 Pb가 다른 중금속보다 상대적으로 많이 추출되고 있는 것으로 나타나고 있다. 세 번째 단계에서는 다른 원소에 비하여 Zn, Pb, Cu가 상대적으로 많이 추출되었다. 네 번째 단계의 유기물에 주로 흡착되어 있는 중금속은 Cu로 다른 단계에 비해 높게 나타나고 있다. 이 단계에서는 많은 중금속들이 추출되었는데 Cu, Pb, Zn이 주로 많이 추출되었다. 또한 다른 단계에 비해 Cr이 많이 추출된 것을 확인할 수 있었다. 마지막 단계로 잔류물들을 추출한 것으로 이것은 잔류 광물 속에 포함된 중금속의 성분이라 할 수 있다. 대부분의 흡착된 중금속들은 앞의 단계에서 추출되었으며 그 외의 잔류 광물에서 추출되어진 중금속은 Pb, Zn, Ni, Cr, Cu 순으로 많았으며 Co, Cd는 거의 검출되지 않았다. 각 중금속의 존재 형태를 알아봄으로써 특정지역에서 오염정도를 상대적으로 알 수 있으며 특정 중금속을 다량 함유하고 있는 지역을 확인할 수 있으며 또한 특정지역에 과량으로 존재하는 중금속과 이들의 존재형태를 파악하여 이의 거동을 알아볼 수 있다. Pb은 철·망간 산화물에 흡착된 중금속에서 가장 많이 추출되었으며 다음으로 유기물과 황화물에 흡착된 형태에서 많이 추출되었다. Zn은 철·망간 산화물에 흡착된 형태에서 가장 많이 추출되었다. Co는 철·망간 산화물에 흡착된 형태에서 가장 많이 추출되었으며 유기물에 흡착된 것으로부터도 많이 추출되었다. Cu는 유기물에 흡착된 형태로 가장 많이 추출되었다. 이것은 유기물에 구리가 가장 잘 흡착을 일으킨다는 것을 지시한다. Cr, Ni, Cd은 5단계를 제외한 전 단계에서 거의 추출되지 않았는데 이는 이들이 주로 광물에 잔류하며 다른 중금속에 비하여 잠재적 독성이 약한 것으로 판단할 수 있다.

대부분의 중금속은 상류에서 하류로 갈수록 함량이 약간씩 증가하는 경향을 보이며 특히 염색공단이 있는 하류에서 높게 나타나고 있는데 이것은 염색공단에서 배출되어지는 폐수에 의한 오랜 기간 동안의 중금속 축적에 의한 결과이다. 염색공단 외에도 일부지역에서 상대적인 중금속의 증가를 보여주기도 한다. 상류에서 하류로 가면서 퇴적물의 광물 성분이 거의 동일하고 이의 함량 변화가 없는 것을 고려할 때 상류에서 하류로 가면서 발생하는 중금속 존재 양상의 변화는 광물학적 변화에 기인하기 보다는 주변 오염원들에 의한 오염으로 발생되어진 것을 지시하며 중금속들이 퇴적물과는 다양한 형태로 반응을 하여 오염원 주변에 집적됨을 보여주고 있다.

4. 결론

금호강은 많은 산업화와 공업화로 인하여 발생한 오염물질에 의해 중금속이 하상 퇴적물에 집적되며 이것은 중·장기적으로 오염원이 될 수 있다. 이러한 잠재적인 오염원에 대한 평가는 이들이 퇴적물에 어떠한 형태로 존재하는지에 대하여 주로 결정이 된다. 실제 연구

된 중금속들은 다양한 형태로 퇴적물에 집적되어 있음을 보여주며 많은 중금속들이 철산화물과 망간산화물 그리고 유기물에 흡착되어 있음을 보여준다. 그러나 일부 Cr, Ni, Cd등은 주로 잔류 광물에 존재하는 것으로 나타나 상대적인 중금속의 독성은 작은 것으로 보인다.

금호강의 퇴적물의 광물 성분은 상류에서 하류로 내려오면서 석영, 장석, 일라이트, 스멕타이트, 카올리나이트를 포함하여 거의 동일함을 보여준다. 그러나 특정지역에서 특정 중금속의 과다한 존재는 이러한 중금속과 퇴적물의 반응이 퇴적물의 광물 성분에 의한 변화라 할 수 없고 중금속의 존재 양상의 변화는 주변 오염원의 존재여부에 의하여 더욱 크게 영향을 받는 것으로 보인다. 따라서 퇴적물의 중금속 존재 양상은 극히 지역적이며 국지적인 영향을 가장 많이 받는다는 것을 확인할 수 있다.

5. 참고문헌

정명채(1994) 토양중의 중금속 연속추출방법과 사례연구. 자원환경지질, Vol. 27, p. 469-477