

폐광 광재가 주변 토양 오염에 미치는 영향

고장석, 양천희

대전산업대학교 화학공학과

I. 서론

휴·폐광에 따른 토양오염현상은 폐광의 광미사등에 축적된 중금속이나 화학처리제등의 오염인자들이 용출수나 지하수, 강수 및 비산분진등에 의해 광범위한 지역으로 확산되는 것으로 알려져 있다.

특히 광산의 갱이나 광미사의 퇴적장으로부터 유출되는 유해 중금속들로 인한 토양오염은 주변하천의 농업용수를 오염시켜 농작물에 피해를 주게 되므로 작물의 생육에 지장을 가져올 뿐만 아니라 수확량이 감소되고 또 오염된 농작물을 섭취한 인간이나 동물들에게 만성적인 장해를 일으키기도 한다.

폐광에 의한 토양오염의 확산과정 및 이에대한 생물군의 반응등에 의한 연구는 폐광문제의 사후처리 대책을 수립하는데 있어 우선적으로 고려되어야 할 사항이지만 휴·폐광이후 관리잘못으로 인하여 고농도의 오염물질들이 자연생태계에 침투되어 심각한 사회 환경문제로 제기되고 있다.

따라서 본 연구는 폐광 광재가 주변토양오염에 미치는 영향을 조사한 것으로 오염물질의 유입방식, 유입경로, 유동특성등을 분석하였다.

II 연구대상 및 방법

II-1. 시료채취

충남도내에 위치하고 있는 구봉광산, 신성탄광등 폐광산을 중심으로 광미사와 오염원으로부터 수평거리상 반경 1km이내의 논·밭토양, 하천저질등의 중금속 분포 특성을 조사하고 폐광산의 영향을 적게 받는 지역에 위치한 청청토양을 대조 토양으로하여 80개 지점을 선정하여 계절별로 1회씩 년4회 채취·분석하였다.

II-2. 분석방법

채취시료는 한 지점에 대해서 지그재그형으로 여러 곳에서 시료를 채취하여 균일하게 혼합하고 직사광선이 닿지 않는 장소에서 자연 건조시킨 후 8mesh체를

통과한 미분쇄 토양을 분석시료로 하여 토양오염공정시험법의 Cu, Cd, Pb, Zn 시험법에 따라, As는 As시험법에 따라 원자흡광광도계(Perkin Elmer 373)와 UV/VIS Spectrophotometer(Perkin Elmer Lambda 2)를 이용하여 분석하였다.

III. 결과 및 고찰

III-1. 토양중 중금속 함량

광미사와 폐광산 주변 농경지의 토양 및 하천저질 그리고 대조토양에서의 중금속 분석결과는 다음과 같았다.

III-1-1. 아연(Zn)

광산지역의 토양중 아연의 평균 함량은 20.666mg/kg으로 구봉광산의 경우, 대조토양은 6.39mg/kg, 논토양은 9.01mg/kg을 나타내어 광산지역 평균함량보다 낮은

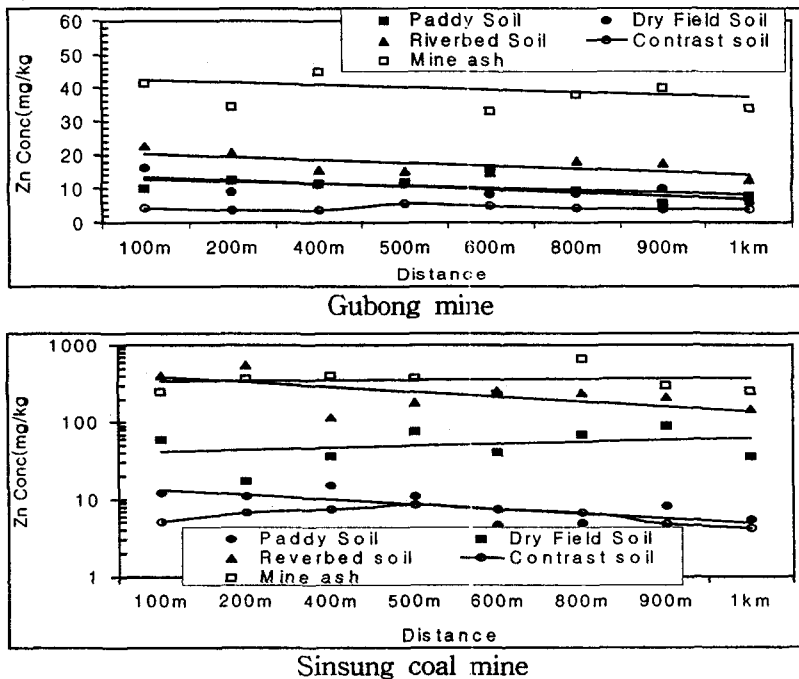


Fig. 3-1. The Zn contents in soil around mine areas.

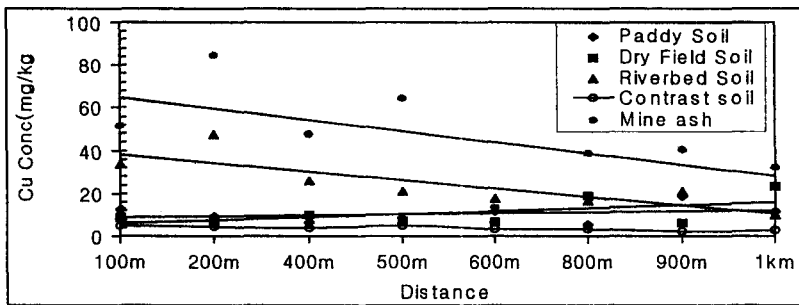
농도를 보였지만 밭토양은 평균 52.73mg/kg, 하천저질은 385.43mg/kg의 함유농도를 보여 거리가 멀어질수록 아연의 함유농도는 낮아지는 경향을 보였다.

신성탄광의 경우, 논토양은 10.57mg/kg, 밭토양은 10.21mg/kg 및 대조토양은 4.40mg/kg을 나타내어 모두 천연부존량보다 낮은 농도를 보였다.

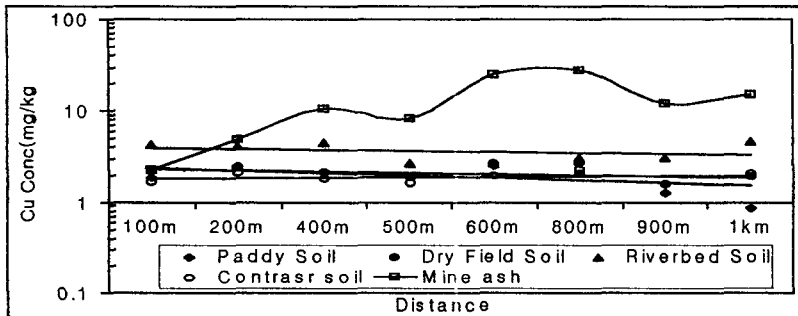
하천저질은 17.16mg/kg을 나타내어 금속광산의 광미사보다 탄광의 광재는 39.83 mg/kg으로 약 1/9정도로 아연의 오염부하량이 적은 것으로 나타났다.

III-1-2. 구리(Cu)

구봉광산의 경우, 대조지점은 3.76mg/kg, 논토양은 10.58mg/kg, 밭토양은 11.05mg/kg으로 광산지역의 평균함량과 비슷한 함유농도를 보였고 하천저질은 24.37mg/kg



Gubong mine



Sinsung coal mine

Fig. 3-2. The Cu contents in soil around mine areas.

kg을 나타내어 우려기준을 초과하지는 않았으나 거리가 멀어질수록 농도는 낮아져 유하거리에 따른 농도의 상관성이 높았다.

신성탄광의 경우, 대조토양, 논·밭토양에서의 구리함량은 거리에 상관없이 거의 일정하게 천연부존량을 밀돌고 있어 광재에 의한 오염이 크게 나타나지 않은 것으로 나타났다.

III-1-3. 비소(As)

구봉광산의 경우, 대조지점에서 0.59mg/kg, 논토양은 10.22mg/kg, 밭토양은 29.29 mg/kg으로 논·밭토양은 점오염원인 광산에서 거리가 멀어질수록 농도는 낮아져

폐광산 근처에는 광미사의 확산이 계속적으로 이루어지고 있음을 알 수 있었다.

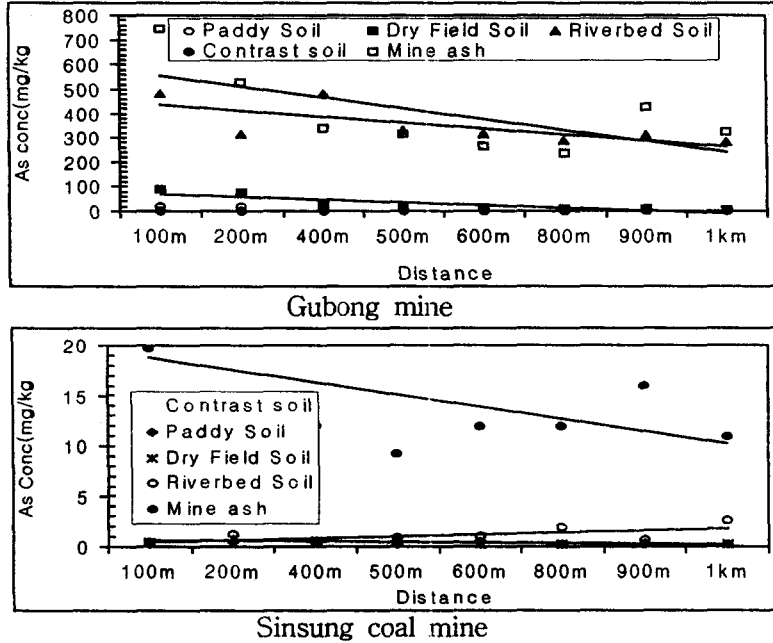


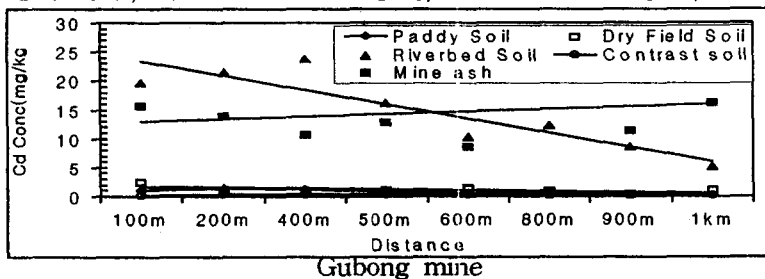
Fig. 3-3. The As contents in soil around mine areas.

하천저질은 321.22mg/kg을 나타내어 전 지점에서 우려기준 및 대책기준을 초과하고 있었는데 방치된 광미사의 하천유입에 따른 하천저질의 오염이 심각한 것으로 나타났다.

신성탄광의 경우, 논토양은 0.29mg/kg, 밭토양은 0.42mg/kg을 나타내어 천연부존량을 밑돌고 있으며 거리에 따른 오염의 상관성은 크게 나타나지 않았으며, 하천저질은 1.15mg/kg을 나타내어 광산지역 평균함량보다 높은 농도를 보였다.

III-1-4. 카드뮴(Cd)

구봉광산의 경우, 대조토양은 0.229mg/kg, 논토양은 0.748mg/kg, 밭토양은 1.148



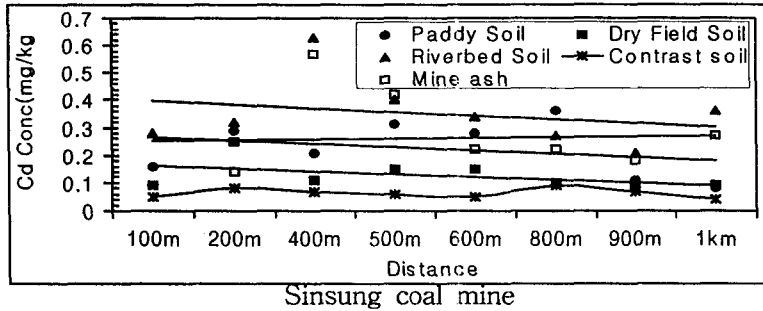


Fig. 3-4. The Cd contents in soil around mine areas.

mg/kg을 나타내어 전 지점에서 천연부존량보다 높은 검출량을 보였다.

하천저질은 14.699mg/kg으로 전 지점에서 우려기준 및 대책기준을 초과하였다.

거리가 멀어질수록 Cd에 대한 오염부하량이 낮아지는 상관성을 보여 광미사의 영향이 계속되고 있음을 알 수 있었다.

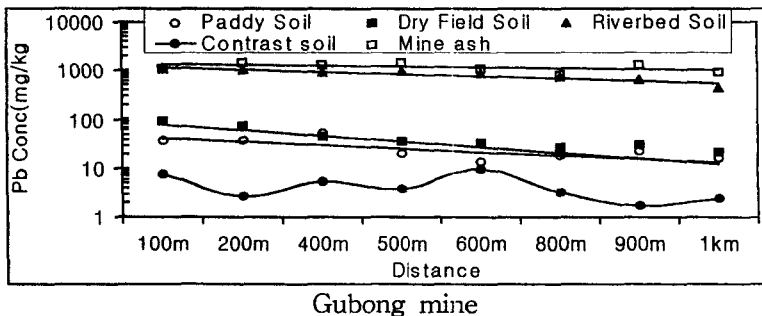
신성탄광의 대조토양은 천연부존량을 밑돌고 있었으며 논토양은 0.213mg/kg, 밭토양은 0.128mg/kg, 하천저질은 0.351mg/kg으로 광산지역 평균함량 보다 낮은 오염량을 나타내었고 전반적으로 전지역에서 비슷한 검출농도를 보여 탄폐석이 주변 토양의 오염에 영향이 크게 작용하지 않는 것으로 사료된다.

III-1-5. 납(Pb)

구봉광산의 광미사는 1163.48mg/kg으로 우려기준 및 대책기준을 초과하고 있으며 하천저질도 전 지점에서 우려기준을 초과하고 있는데 일부 지점에서는 대책기준을 초과하고 있는 지점도 있었다.

대조토양은 4.46mg/kg, 논토양은 26.43mg/kg, 밭토양은 44.28mg/kg을 나타내어 논·밭토양은 광산지역의 평균 함량보다 높은 농도를 나타내었고 하천저질에서는 828.14mg/kg으로 광미사의 영향을 가장 많이 받는 항목으로 나타났다.

신성탄광의 경우, 탄광 광재는 21.41mg/kg으로 납의 함량이 높지 않았으며 대조



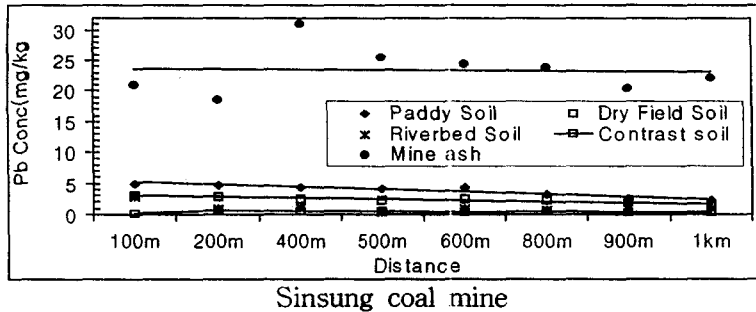


Fig. 3-5. The Pb contents in soil around mine areas.

토양은 0.48mg/kg, 논토양은 3.80mg/kg, 밭토양은 2.35mg/kg를 나타내어 점오염원으로 방치된 폐무연탄에 의한 오염으로 판단하기에는 어려웠다.

논토양에 비해 밭토양의 중금속함량이 높은 것은 논토양은 경리정리사업이나 복토작업에 의해 오염물질이 희석되거나 어느정도 땅속으로 묻혀 버리는것과는 달리 밭토양은 경지정리나 복토작업이 이루어지지 않아 점오염원의 영향을 그대로 받고 있기 때문으로 사료된다.

VI 결론

충남도내 폐광산 2개소를 대상으로 주변 토양오염도를 조사한 결과는 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. 광미사 측정 결과, 구봉광산에서 Cd이 14.70mg/kg, Pb이 1163.48mg/kg, As가 309.20mg/kg이 검출되었고, 신성탄광의 경우에는 As가 14.49mg/kg이 검출되었다. 따라서 구봉광산은 As, Pb이 대책기준을, Cd은 우려기준을 초과하였고 신성탄광의 경우에는 모든 항목이 우려기준 이하로 나타났다.
2. 하상퇴적물의 중금속 함유량은 금속광산 관련하천의 저질토양이 높았다.
3. 논·밭토양의 중금속 함유량은 대조지역보다 높게 나타나기는 하였으나 우려기준을 초과한 지역은 없었지만 금속광산 주변의 토양이 탄광주변 토양보다 전반적으로 중금속의 함유량이 높게 나타났다.

참고 문헌

- 1) 김기현 외 9인 : “중금속의 지하학적 분포특성을 응용한 폐광지역 토양오염 실태의 평가를 위한 접근법”, 대한환경공학회 추계학술집, pp.708~711, 1995.
- 2) 이석재등 7인 : “폐광산지역 중금속 오염도 조사연구”, 경기도보건환경연구원, 폐기물분석과 보고서. pp.230, 1996.

- 3) Drury, W.H and Nisbet, I.C. : J, Arnold Arboretum, vol. 54, pp.331~368, 1973.
- 4) 정수일등 9명 : "전라북도내 휴·폐금속광산 주변지역의 토양 및 수질오염에 관한 연구", 전북보건환경연구원보, 제9권, pp.207, 1996.
- 5) 정인증 : "광산활동에 의한 주변토양의 중금속 분산에 관한 연구", 조선대학원 대학원 석사논문, 1994.
- 6) 정기채외 2인 : "광양광산 주변토양의 중금속 오염에 관한 연구", 한국자원공학회지, vol.32, pp.163~174, 1995.
- 7) 유순호외 2인 : "아연광산주변 토양중 Cd,Pb,Cu,Zn의 화학적 형태별 함량", 한국환경농학회지, vol. 3, pp. 71~77, 1985.