

사용종료매립장의 관리실태 및 주변 토양오염특성 연구

나경호, 김문정, 김태화, 최승석, 손진석
경기도보건환경연구원 환경연구부

Abstract : The purpose of this study is to investigate and evaluate management status of use-completed landfill in Kyunggido area and characteristics of its surrounding soil contamination.

The soil samples showed below the anxious standard of soil contamination. The effect of liner system and leachate treatment unit showed very low because of showing similar concentration with non system landfill. Therefore, the further supplementation of leachate treatment unit, rainfall exclusion unit, LFG exclusion unit etc. must be performed to ensure a efficient management for landfills.

Key Words : landfill, soil contamination, leachate, liner system and leachate treatment units, oil pollution score.

1. 서론

폐기물매립장의 위생적 관리는 1991년 이후 폐기물 매립장 관리를 규정한 폐기물관리법개정 이후에야 비로소 실현되었지만 그 이전에 사용 개시되었거나 사용 종료된 매립장은 여전히 비위생 매립으로 인한 문제를 드러내고 있다. 최근 20년 이전에 사용 종료된 매립장은 전국에 898여개소(1997년 기준)가 있으나 침출수를 미처리하고 있는 곳은 755개소로 전체의 84.1%에 달하고 있으며 경기도는 102개소 중 66개소(64.7%)로 전국 평균을 다소 앞서고 있는 실정이다¹⁾.

비위생 매립은 침출수의 누출로 인해 주변 토양이나 지하수, 하천수를 오염시키고 발생가스로 인한 악취나 화재위험 등으로 인해 인근 주민의 보건 및 환경에 악영향을 줄뿐만 아니라 매립장에 대한 혐오감 유발로 매립장 건설 반대를 위한 집단 민원의 원인이 되고있다. 폐기물관리법에서는 사용종료 매립장에 대해 침출수 및 발생가스의 적절한 처리와 지하수 및 토양 등 매립장 주변에 대한 환경감시 등 지속적인 관리를 규정하고 있다²⁾. 그러나 법개정 이전에 이미 사용 종료된 매립지는 사후관리가 전무하거나 부실하게 운영되고 있어 이들 매립지에 대한 위해성 여부 파악 및 관리방안 등의 대안이 필요한 실정이다.

본 연구에서는 이러한 대안의 일환으로 사용종료매립장의 환경오염방지시설 실태와 주로 농경지로 이용되고 있는 매립장 주변토양환경에 대한 오염 특성을 중심으로 매립지 주변 토양의 오염성을 평가하고 사용종료 매립장 사후관리를 위한 관리방안을 제시하고자 하였다.

2. 본론

2.1 실험방법

경기도내 한수이남에 있는 사용종료 매립장 68개소를 조사대상으로 하였으며 시료채취가 불가능한 매립장을 제외한 51개소 주변에서 시료를 채취하였다. 각 매립장 하단을 경계로 침출수로 인한 환경영향이 예상되는 30m지점과 100m지점에서 토양시료를 채취하였으며 매립장 영향이 배제된 인근지역 토양을 대조군으로 토양오염공정시험방법에 따라 채취하였다.

토양의 위해성을 파악하기 위해 토양환경보전법에서 규정하고 있는 유해중금속인 Cu, Cd, Pb, Cr⁶, As, Hg 등 6개 항목과 침출수로 인한 주변영향을 파악하기 위해 Zn, Fe, Mn, Ni, Ca, Mg, K, Na, Al 등 9개 항목 외에 토양산성도를 파악하기 위해 pH를 추가하였다. 실험방법은 토양오염공정시험방법에 준하여 실험하였으며 규정되어있지 않은 9개 금속은 0.1N-HCl을 이용하여 중금속과 동일한 방법으로 분석하였다.

2.2 사용종료 매립장 현황

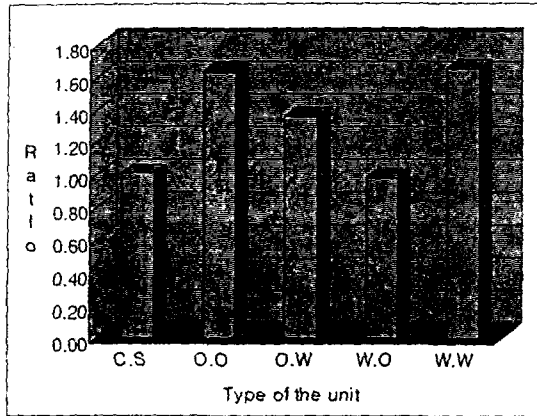
조사대상 매립장 68개소 중 10만 m³ 이상은 15개소로 22.0%를 차지하였으며 10만 m³ 이하의 소규모 매립장은 78%를 나타내었다. 매립종료 후 경과 년수로는 11-15년이 20.6% (14개소), 10년 미만이 79.4%였다. 차수막을 설치한곳은 23개소로 전체의 33.8%였으며 침출수 처리시설을 갖춘 곳은 28개소로 41.2%였다. 그중 차수막과 침출수 처리시설을 동시에 갖춘 곳은 16개소(23.5%)였으며 차수막과 처리시설이 모두다 설치되지 않은 매립장은 33개소(48.5%)로 과반수에 이르는 것으로 나타났다. 설치된 침출수 처리시설의 유형은 집수정 14개소, 임호프 탱크 4개소, 자체처리시설 4개소, 하수처리장 연계 4개소, 가스배제시설 1개소, 차수벽 1개소 등으로 이중 집수정이 50%로 과반수를 차지하였다.

사용종료 매립장 주변의 토지이용현황은 침출수 영향 권역에 대한 사항으로 30m 지점기준으로 논 17개소, 밭 14개소, 공한지 10개소, 고수부지 및 임야 4개소, 습지 및 학교 각1개소로 나타났다. 논, 밭이 68%, 공한지, 임야가 27.4%로 논밭 이용율이 높게 나타났다.

2.3 토양오염 결과

시료채취지점에 대한 토양분석결과 토양오염우려기준(가지역)⁶⁾을 초과한 지점은 없으며 전 지점 평균은 토양오염우려기준 10% 이내로 나타났다. 또한 환경부에서 운영하는 토양측정망의 전국 평균 및 도내 측정망 인 일반폐기물 매립 적치지역의 평균치와 비교할 때 다소 낮은 수치를 나타내었다.⁷⁾ 침출수의 누출영향을 파악하기 위해 추가한 검사항목을 고려한 분석결과 Cu, Cd, As, Zn, Mn, Ni, Ca, Mg, Na, K 등 10개 항목은 매립장으로부터 멀어질수록 낮아지는 경향을 보였으며 Pb, Hg, Al, Cr⁶, Fe는 유의성이 없었다. 상관성이 있는 10개 성분을 중심으로 지점별 차이를 조사하였으며 30m:100m:대조군이 160%:135%:100%의 농도비를 나타내 매립장의 침출수 누출로 인해 주변 토양의 오염이 진행되고 있는 것으로 추측된다.

차수시설 설치 유무에 따른 주변 토양오염조사결과 차수막이 설치된 지역은 대조군 대비 1.41을 나타내었으며 설치하지 아니한 지역은 1.55로 양자간의 차이가 10.3%로 매립장 방지시설 설치에 따른 주변 토양오염의 억제효과가 별로 없는 것으로 나타났으며 이는 시설에 대한 관리가 잘 이행되지 않음에 원인이 있는 것으로 파악된다.(Fig.1)



- ※ C.S : control soil
- O.O : without liner system and without leachate treatment unit
- O.W : without liner system and with leachate treatment unit
- W.O : with liner system and without leachate treatment unit
- W.W : with liner system and leachate treatment unit

Fig.1. Comparison of the soil concentration for the soil management system

조사대상 매립장에 대한 침출수 처리시설의 유형에 따른 주변 토양오염은 자체처리시설을 갖춘 매립장 주변이 대조군 농도대비 0.96으로 가장 양호한 상태를 나타내었다. 차수벽 및 임호프조, 집수정을 설치한 곳은 1.10-1.29배로 오염이 다소 진행된 것으로 나타났고 가스배제시설을 설치한곳과 아무런 시설도 갖추지 않은 매립장 지역은 다소 높은 1.49-1.50배로 나타났으며 이송시설을 갖추고 있는 주변은 4.38배로 가장 주변오염이 오염이 심한 것으로 나타났다

토지이용도별 토양오염은 습지>공한지>밭>논>고수부지>학교>임야순으로 나타났다. 습지의 경우 대조군 농도대비 6.10으로 가장 높게 나타났는데 해양과 연결되어 있는 관계로 해수의 영향이 다소는 인정되고 있으며 논, 밭은 1.42와 1.48로 유사한 오염도를 나타내 농경지로서의 유해성은 없어 보이나 지속적인 관심이 필요한 것으로 보인다. 학교와 임야는 대조군과 비슷하거나 다소 적은 오염정도를 나타내었다

2.4 토양오염점수에 의한 매립장 주변토양의 오염성 평가

매립장 주변토양의 오염성 평가는 박용하⁹⁾ 등에 의해 제시된 토양오염점수에 의한 평가방법을 이용하였으며 오염지표로는 우리나라 토양오염우려기준(가지역)을 적용하였다. 토양보전법에 유해중금속으로 등록된 Cu, Cd, Pb, Cr⁶, As, Hg 등 6개 성분에 대해 적용한 결과 조사대상지점별 토양오염점수는 4.59~67.23(평균 17.46)으로 전 지점 모두 1등급을 나타내었다.

항목 당 토양오염점수는 4등급이 1개 지점(2.0%), 3등급이 1개 지점(2.0%), 1등급이 49개 지점(96.1%)으로 나타나 대부분의 지역이 1등급에 해당되는 양호한 상태인 것으로 드러났다. 이 조사결과는 김 등⁹⁾이 경기도내 매립장주변의 조사결과 드러난 4등급 1지점(3%), 2등급 4지점(12%), 1등급 28지점(85%)과도 다소 유사한 특징을 보이고 있다.

2.5 사용종료 매립장 사후관리를 위한 제언

2.5.1 침출수 처리시설 유지 관리를 위한 제언

소규모 매립지에는 주로 집수정이 설치되어 있어 침출수가 모이게 되면 정기적으로 제거하는 방법을 사용하고 있는데 조사결과 어느 정도 효과가 있는 것으로 파악되며 임호프조나 가스배제시설, 차수벽 시설은 다른 시설과 병행하여 운영하는 것이 바람직하다고 판단된다.

중규모이상의 매립장은 자체처리시설을 운영하거나 하수처리장으로서의 이송을 추진하고 있는데 시설에 대한 지속적인 관리가 무엇보다도 중요하다.

2.5.2 침출수 최소화를 위한 제언

일반적으로 침출수의 양을 지배하는 것은 강수량으로 알려져 있다. 우리나라 매립장은 상부 개방식으로 강우시 그 영향을 피할수 없도록 되어있다. 그러나 정작 문제가 되고 있는 것은 매립장에 내린 강우와 더불어 인근 지역의 강우가 매립장으로 범람하여 침출수의 양을 증가시킨다는 데 있다.

현지 조사결과 매립장의 우수배제시설이 전무하거나 매우 부실한 것으로 나타났으며 사용종료매립장의 상부층에 대한 관리가 매우 부실한 것으로 보인다. 우수배제시설에 대한 일제 정비와 더불어 상부층에 대한 복토 및 식목 등의 조치를 취해 침출수량 최소화를 기할 필요가 있다고 보아진다.

3. 결론

1. 조사대상 매립장 주변에 대한 토양분석결과 토양오염 우려기준(가지역)을 초과한 지점은 없었으며 토양오염점수에 의한 오염성 평가에서도 대부분의 지역이 1등급에 해당되는 양호한 상태인 것으로 나타나 대상 매립장 주변의 토양오염상태는 대체로 안전한 것으로 판단된다.
2. 그러나 지점별 분석결과 30m:100m:대조군 각 평균이 전항목 대비 1.60:1.35:1.00의 농도비를 나타내 매립장 주변 토양의 오염이 진행되고 있는 것으로 나타났다
3. Cu, Cd, As을 포함한 Ni, Mn, Ca, Mg, Na, K등은 토양 중 이동성이 높아 매립장 침출수의 유출영향 파악 시 좋은 단서가 될 수 있을 것으로 보인다.
4. 차수막과 침출수처리 시설을 병행하여 설치한곳은 23.5%로 나타났으며 일부시설만 갖추었거나 아무 시설도 갖추지 아니한 매립장은 76.5%로 나타나 전반적으로 시설이 미비한 것으로 나타났다. 또한 주변 토양에 대한 오염도 조사에서도 두 경우의 오염도가 비슷하게 나타나 방지시설의 관리상태도 문제가 있는 것으로 보인다.
5. 소규모 매립장의 침출수 처리시설 중 임호프조와 집수정을 갖춘 곳의 침출수 누출율이 보다 적었으며 중규모이상의 매립지는 자체처리시설을 갖춘 매립장이 이송처리경우보다 누출이 적어 사후관리의 중요성을 시사해 주고있다.
6. 사용종료 매립지의 적절한 사후관리를 위해서는 우선 침출수발생을 최소화하기위한 시설 특히 우수배제시설과 매립지 상부층에 대한 보수가 매우 시급한 것으로 보이며 유출되는 침출수에 대한 적정처리를 위해서 침출수처리시설에 대한 보완 및 설치대책이 병행되어야 할 것으로 보인다.

4. 참고문헌

- 1) 이남훈 불량 매립지 복원기술 1999
- 2) 이만구 김포쓰레기 매립장 관련 사례 1999
- 3) 홍상표 수자원오염취약성을 고려한 매립지 유해성 평가모형 1997
- 4) 환경부 토양오염공정시험방법 1999
- 5) 환경부 토양측정망 운영결과 1998, 1999
- 6) 박용하 외 토양오염지표에 의한 국내토양의 중금속과 비소오염도 및 향후 전망 1996
- 7) 김은아 토양오염점수에 의한 경기도 토양 환경의 오염성 평가 1997