

비위생매립지 토양의 매립종료기간에 따른 오염특성 및 산소소비율 평가

Contaminant Release from and Oxygen Uptake Rate of Landfill Soils of Different Age

신언빈, 김종호, 배우근

Civil & Environmental Engineering, Hanyang University

binig00@hotmail.com

Abstract

미생물 활성도와 그에 따른 유기물의 분해율은 미생물의 호흡률과 직접적인 관계가 있다. 본 연구는 매립종료후 경과기간이 1년인 Y 매립지와 10년인 C 매립지의 오염특성을 조사하였고, 오염토양 미생물의 산소소비속도를 이용하여 매립종료기간에 따른 오염토양의 산소소비율을 비교 평가하고자 하였다. C 매립지의 오염토양에 대한 SCOD_{cr}, TOC는 Y 매립지에 비해 낮은 함량으로 나타났으나 T-N, NH₃-N의 함량은 큰 차이를 보이지 않았다. TOC/T-N비로 보았을 때 Y 매립지에 비해 C 매립지가 낮은 것으로 나타나 연령이 많은 경우 분해성 유기물의 함량은 적은 것으로 판단된다. 산소소비율 실험결과 Y 매립지가 산소소비율이 높은 것으로 나타났으며, C 매립지도 대조토양에 비해 높은 산소소비율을 보였다. 따라서 매립종료 후 경과기간이 10년인 매립지의 미생물의 산소소비율을 보았을 때 여전히 생물학적 안정화가 종료되지 않은 것을 알 수 있었다.

Keyword : Contaminant, Oxygen uptake rate, Landfill

1. 서론

비위생 매립지에서 발생하는 오염물질은 지하수 및 주변 하천의 수질을 오염시킬 가능성을 가지고 있다. 비위생매립지의 특성에 대한 문헌 조사 결과 강우시 매립지의 오염물질이 용출되어 주변 지하수를 오랜 기간에 걸쳐 오염시키는 것으로 나타났다¹⁾²⁾. 또한 비위생 매립지에서 발생한 침출수는 하천의 수질에 영향을 미치는 것으로 보고되었다³⁾. 국내의 경우 한강수계에 위치한 비위생 매립지는 약 100여개소가 있으나 비위생 매립지에서 발생하는 침출수가 어느 정도 한강의 오염원으로 작용하고 있는지는 불확실하기 때문에 그 평가가 필요한 실정이다. 특히 매립경과년도에 따른 매립지 안정화 정도를 파악할 필요가 있다.

따라서 본 연구는 생물학적 조기안정화를 위한 기초실험으로서 생물학적 조기안정화의 주요인자에 대한 연구를 목적으로 매립종료후 경과기간이 다른 비위생매립지를 선정하여 오염토양의 특성 및 오염토양의 미생물 산소호흡량을 평가하였다. 호기적 조건전환시 초기 미생물의 산소소비율은 오염토양의 생분해성 유기물의 함량과 밀접한 관계가 있다. 따라서 폐기물매립지에서 용출가능한 오염물질이 가장 많이 흡착되었을 것으로 예상되는 매립지 하부 층의 토양시료를 이용하여 용출실험을 통한 오염특성을 살펴보았다. 유기물 분해시 미생물 활성도는 미생물의 산소소비속도와 직접적인 관계를 보이므로⁴⁾ respirometer를 이용하여 매립 종료후 경과기간이 다른 매립지에 대하여 오염토양의 미생물 산소소비율을 비교하였다.

2. 본 론

2.1 대상매립지 현황

대상 매립지는 매립 종료후 경과기간이 약 1년 이하인 Y 매립지와 약 10년인 C 매립지로 하였으며 매립지별 특성은 표 1과 같다.

표 1. 대상매립지의 일반적 현황

Landfill Site	Y	C
Landfilled amount (ton)	144,000	408,000
Landfill area (m ²)	48,000	48,300
Depth (m)	6	20
Landfill periods	'88.6~'01.3	'91.1~'93.12

2.2 실험방법

1) 시료채취 및 토양오염도 측정

매립지 토양의 오염도를 측정하기 위하여 Y, C 매립지에 대하여 표면에서 6m 깊이의 오염토양을 채취하여 실험하였다. 시료는 건조하지 않은 상태에서 5mm크기의 체로 가름하여 사용하였다. 오염토양의 특성을 살펴보기 위하여 폐기물공정시험방법⁵⁾에 따른 용출시험을 수행하였다. 용출된 SCOD_{cr}, TOC, NH₃-N, T-N을 측정하여 토양시료에 대한 함유량으로 환산하였다.

2) 오염토양의 미생물 산소소비율 실험

오염토양의 미생물 산소소비율을 측정하기 위하여 본 연구에 사용한 respirometer (N-Con System Co., Inc, Model AV4R)의 구조는 그림 1과 같다. 미생물의 산소소비가 일어나 발생하는 CO₂는 반응기 내부의 CO₂ trap에 의해 흡착되며 이에 따른 반응기 내의 압력변화에 따라 산소가 주입된다. 따라서 반응기 내부는 항상 호기적 상태가 유지되었으며, 수분은 25%, 온도는 30℃등온에서 산소소비율을 단기간(50hr) 측정하였다. 실험은 대상시료와 오염이 없는 것으로 판단되는 일반토양을 대조토양으로 하여 산소소비율을 측정하였다.

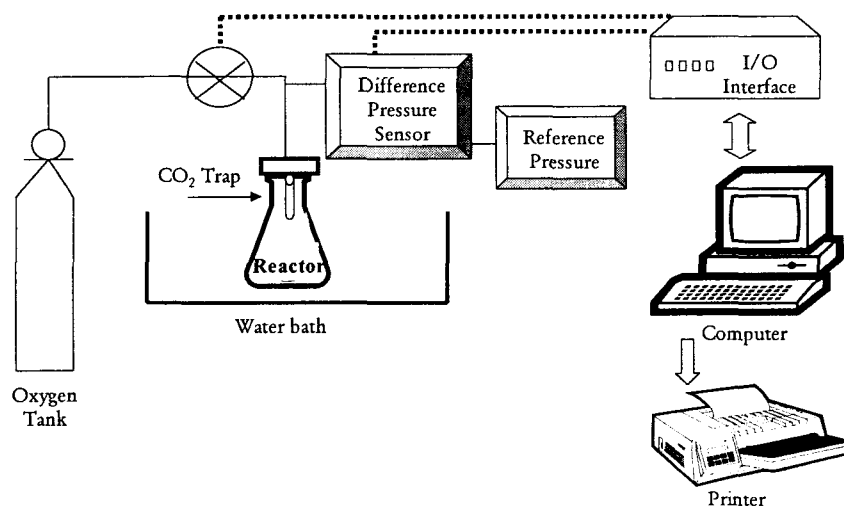


그림 1. Respirometer의 개요(N-Con System Co., Inc, Model AV4R).

3. 실험결과 및 고찰

1) 오염특성 조사

매립 종료된지 1년된 Y 매립지와 10년된 C 매립지의 토양시료를 폐기물공정시험방법에 따른 용출시험결과는 그림 2와 같이 나타났다.

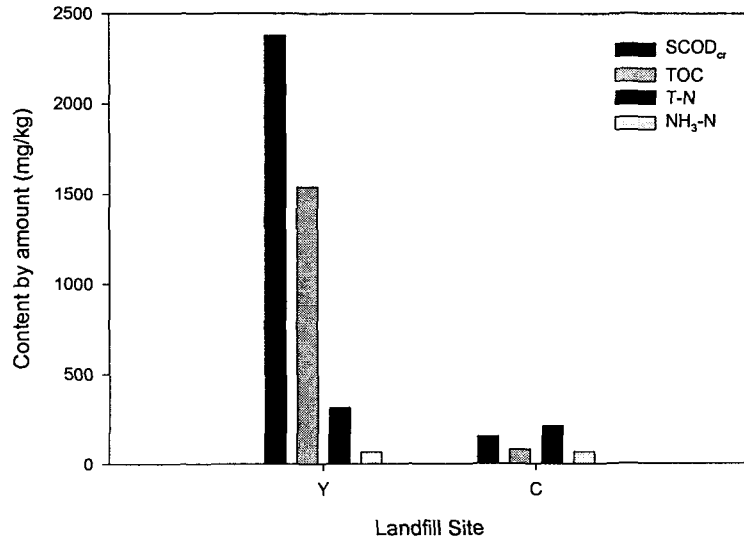


그림 2. 매립 종료후 경과기간이 다른 매립지의 토양오염 특성

대상 매립지중 유기물질의 오염도가 낮게 나타난 C 매립지 토양에 대한 SCOD_{cr}, TOC, NH₃-N, T-N은 154 mg/kg, 78 mg/kg, 50 mg/kg, 210 mg/kg인 것으로 나타났다. 매립종료후 경과기간이 약 1년 지난 Y 매립지의 경우 SCOD_{cr}, TOC는 C 매립지와 비교하여 각각 약 15배, 19.7배 이상 큰 것으로 나타났으며, NH₃-N, T-N은 각각 약 1.3배, 1.5배로 큰 차이를 보이지 않았다. TOC/T-N(C/N 비)는 연령이 적은 Y 매립지가 4.94, 연령이 많은 C 매립지가 0.37로 나타나 매립종료후 경과기간에 따라 생분해성 유기물함량은 감소하지만 질소의 함량은 큰 차이를 보이지 않는 것으로 판단된다.

2) 오염도양의 산소소비율 실험

연령별 매립지 오염도양의 미생물의 산소소비소비율이 그림 3과 같이 측정되었다. 초기 순용시간은 대략 8시간정도로 연령에 따른 차이를 보이지 않았으며 대조토양은 산소소비를 하지않은 것으로 나타났다. 실험결과 산소소비율은 Y 매립지가 C 매립지보다 상당히 큰 것으로 나타났다. Y와 C 매립지 모두 산소소비율이 비교적 일정한 값을 갖는 것으로 보아 분해성유기물의 함량과 함께 호기성 미생물의 양이 높은 것으로 판단된다.

50시간의 누적산소소모량을 보았을 때 역시 Y 매립지의 경우 3,151.2 mgO₂/kg 으로 높은 양을 보였으며 C 매립지가 1,182.7 mgO₂/kg로 나타나 C 매립지가 보다 높은 결과를 보였다.

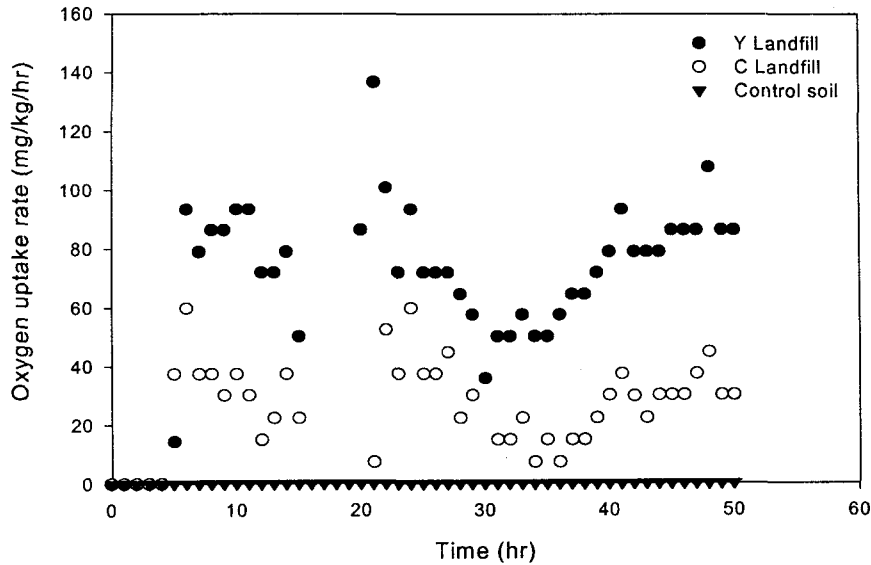


그림 3. 매립종료후 경과시간에 따른 매립지 오염 토양의 산소소비속도

5. 결 론

- 1) 비위생 매립지 오염토양에서 용출되는 물질 중 SCOD_{cr}, TOC는 매립종료후 경과시간에 긴 경우 크게 감소되는 경향이 나타났으나 NH₃-N, T-N은 큰 차이를 보이지 않았다. TOC/T-N(C/N 비)로 보았을 때 연령이 적은 Y 매립지가 4.94, 연령이 많은 C 매립지가 0.37로 나타나 매립 종료후 경과시간에 따라 생분해성 유기물함량은 감소하지만 질소의 함량은 큰 차이를 보이지 않는 것으로 판단된다.
- 2) 매립종료 후 경과시간이 10년인 매립지의 미생물의 산소소비율을 보았을 때 여전히 생물학적 안정화가 종료되지 않은 것을 알 수 있었다. 따라서 매립종료후 경과시간이 오래지난 매립지의 경우 이러한 유기물에 의한 지하수 및 하천수의 오염에 대한 평가가 시급히 이루어져야 할 것으로 판단된다.

참고문헌

- 1) Peter Kjeldsen, Poul L. Bjerg, et al., Characterization of an old municipal landfill as a ground water pollution, *Waste Manage. Res.*, 16(1), 14~22, 1998
- 2) Holehn E., C. A. Johnson, et al., Investigative strategies and risk assessment of old unlined municipal solid waste landfills, *Waste Manage. Res.*, 18, 577~589, 1999
- 3) F.A.O. Otieno, Pollution effects of Dandora landfill on Nairobi river, *Sardinia '95, Fifth International landfill symposium*, pp. 559~565, 1995
- 4) Cookson Jr. J. R., *Bioremediation Engineering: Design and Application*, McGraw-Hill, New York, 1995
- 5) 환경부, 폐기물공정시험방법, 2000