

매립 작업중인 쓰레기 매립지에서 대기중에 유출하는 가스의 분포특성

이해승 · 이찬기¹⁾ · 류돈식²⁾

강원대학교 환경연구소 · *강원대학교 공과대학 환경·생물공학부

요 약 문

본 연구는 매립 작업중인 준호기성매립지에서 유출가스를 측정하여, 다음과 같은 결론을 얻었다.

- (1) CH₄ 가스는 대부분 입형가스포집관에서 유출되며, CO₂ 가스는 총유출량의 약 50% 정도가 입형가스포집관을 통하여 유출된다.
- (2) 매립지 표면에서는 CH₄ 가스 보다 CO₂ 가스가 많이 유출된다.
- (3) 법면 복토층은 면적비율이 작으나 가스 발생량이 많으며, 특히 CO₂ 가스의 발생율이 높다.
- (4) 쓰레기층 표면에서의 CH₄ 가스 발생량은 미소이므로 무시하여도 된다.
- (5) 쓰레기층 노출, 복토층 다짐정도등에 따라 발생량의 변화를 보인다.
- (6) 매립부에서 새로 반입된 쓰레기층에서 CO₂ 가스 유출량이 많다.
- (7) 가스포집관과 복토 표면을 포함한 가스 유출량은 CH₄ 가스 유출이 많으나, 전체로는 CO₂ 가스 유출량이 많다.

1. 연구목적 및 배경

쓰레기 문제의 직접적인 원인은 쓰레기 매립지의 입지난에 있다. 이런 어려움중의 하나로 매립처분지의 환경 파괴 원인물질인 매립가스의 분포특성을 제시하고자 한다. 매립가스는 메탄가스·탄산가스¹⁾가 주성분으로, 메탄가스²⁾는 쓰레기 매립작업중에 인근주민과 작업자에 위험한 가스가 되고, 매립완료 후에는 토지이용에 저해요인이 된다. 또한, 탄산가스와 메탄가스는 지구 온난화의 원인물질이다.

그러나, 쓰레기 매립지에서 유출되는 가스량은 미량^{3,4)}(전량의 개념은 대량)이고, 대기중에 방산(유출)은 다양한 형태이므로 정확한 측정은 곤란하므로, 쓰레기 매립지에서의 가스 발생특성은 상세히 파악되지 않고 있다. 따라서, 본 연구는 매립 작업중인 “실 매립지의 어떤 장소에서, 얼마만큼의 가스 flux가 유출할까?”에 관하여 측정하였다.

2. 측정방법 및 분석방법

2.1 매립지의 개요 및 측정내용

실매립지의 가스유출 실체를 파악하기 위하여, 일본 H매립지의 매립중인 3기공구(면적 26,900 m²)을 대상으로 하여 측정했다. 측정대상지는 진개와 지류의 성분이 약 30 %로, 유기물 성분이 많은 매립지이다.

측정항목은, (1) 입형가스포집관(내경 170 mm)과 법면가스포집관(내경 100 mm)내의 가스농도·온도·유속, (2) 복토층의 표면(fig. 2의 CS), 복토층의 법면(IS), 쓰레기층의 표면(WS) 및 복토와 차수막의 접촉면(IB)등에서의 CO₂ flux·CH₄ flux, (3) 모니터 지점(MP)의 복토

층내 가스조성분포 및 온도분포, 복토층의 투기계수 등을 측정하였다. 측정지점은 fig.1,2 에 제시하였으며, 측정은 건기인 가을에 8회 행하였다.

2.2 측정방법

가스조성(CO₂, CH₄, H₂, O₂)의 측정은 휴대용 가스크로마토그래프(일본타이론-M200)를 이용하여 분석하고, 일부는 샘플링하여 실험실에서 TCD 가스크로마토그래프로 분석하였다. flux 측정은 내경 200 mm, 높이 165 mm의 원통형 closed chamber^{5,6)}를 이용하여, chamber내의 가스 5 mL을 설치직후 0분부터 25분까지 5분간격으로 채취하여 분석하고, 농도는 경과속도로 부터 flux를 계산하였다. 가스포집관내의 유속은 열선식 풍속계(Kanomax Anemomaster Model 6071)로 측정하고, 온도는 수은 온도계 및 열전대식 온도계(자작, Yokogawa 디지털)를 이용하여 측정하였다. 또, 투기계수는 Evans & Kilkham^{7,8)}의 방법으로 측정하였다.

3. 측정결과 및 고찰

3.1 가스포집관

(1) 관내농도는, 입형가스포집관·범면가스포집관 모두 상부보다 하부의 농도·온도가 높다. (2) 관내농도는 입형가스포집관·범면가스포집관에 관계없이 위치에 의한 유출변화 폭이 크다(입형관 중심유속 0.44-1.8 m/s). (3) 입형가스포집관의 출구부에서는, 바람의 영향으로 포집관 보호대 돌맹대를 통한 가스가 유출되거나, 외부공기가 관내에 침입한다. (4) 관내 농도·온도변화는 바람의 영향이 있으므로 장기간 연속적으로 측정하여야 한다.

3.2 표면flux

(1) 매립지 표면에서 유출되는 CH₄ flux는 10⁻⁹ ~ 10⁻⁴ mol/m²s, CO₂ flux는 10⁻⁷ ~ 10⁻⁴ mol/m²s 정도이다. (2) 모든 측정지점에서 CH₄ flux 보다 CO₂ flux가 많이 유출된다. (3) flux 유출은 측정장소에 의한 차가 크며, 1 m의 거리차에 의해 10²배가 변하는 지점도 있었다. (4) 복토와 차수막 접속면의 flux는 복토표면의 flux와 큰 차를 나타내지 않았다. (5) 범면복토의 flux는 복토표면과 비교하여 대체적으로 높은 치가 많다. (6) 매립중인 쓰레기층 표면에서는 대부분 CO₂ flux가 유출된다.

3.3 복토층의 투기계수분포 및 flux와의 관계

(a) 복토완료일부터 시간이 경과할수록, 쓰레기 작업차가 지나는 지점, 수분 함량이 큰 지점등이 투기계수가 작은 것을 확인하였다. (b) flux 측정결과와 비교하면 유의수준 1%로 상관성이 인정된다.

3.4 복토층내 가스분포

매립지부터 가스유량, 복토층내 농도분포, 쓰레기층내 압력·농도·온도 등을 파악하기 위하여, 모니터장치를 설치(11/21)하였다.

(a) 유량측정결과, 비누방울측정기(soap film)와 열선식 풍속계를 이용한 유량차가 크게 나타났

다. (b) 복토표면으로 부터 10 cm까지는 농도가 감소하나, 10 cm부터는 쓰레기층과 같은 농도치를 보인다. 단, 11/21은 장치 매립후 1시간의 측정치이므로 농도가 낮다. (c) 복토층내 5 cm에서는, CO₄/CO₂비가 일정하므로 메탄소비가 일어나지 않는다. 이는 경계층을 고려한 이류·확산모델에 의해 설명된다. (d) 매립지내 온도는 외기온도와 관계가 없고, 매립지내일수록 온도가 높다.

4. 매립지부터 가스발생량의 산정

3절의 측정결과로 쓰레기 매립지에서의 가스 발생량을 fig.6과 같이 개산하였다. 계산방법은 복토(수평)표면, 범면복토, 쓰레기층면으로 각각의 면적을구해, flux는 측정치의 대수평균치로 각각의 가스발생량을 구했다. 또한, 가스포집관에서의 가스량은, 관내 중심유속의 전관·전기관의 평균치를구해, 각각의 평균유속을 계산하여, 관출구 50 cm 지점의 가스조성 평균치를 곱하여 다음의 결과를 얻었다.

- (a) CH₄ 가스는 대부분 입형가스포집관에서 유출되며, CO₂ 가스는 총유출량의 약 50% 정도가 입형가스포집관을 통하여 유출된다.
- (b) 매립지 표면에서는 CH₄ 가스 보다 CO₂ 가스가 많이 유출된다.
- (c) 범면 복토층은 면적비율이 작으나 가스 발생량이 많으며, 특히 CO₂ 가스의 발생율이 높다.
- (d) 쓰레기층 표면에서의 CH₄ 가스 발생량은 미소이므로 무시하여도 된다.
- (e) 쓰레기층 노출, 복토층 다짐정도등에 따라 발생량의 변화를 보인다.
- (f) 매립부에서 새로 반입된 쓰레기층에서 CO₂ 가스 유출량 많다.
- (g) 가스포집관과 복토 표면을 포함한 가스 유출량은 CH₄ 가스 유출이 많으나, 전체로는 CO₂ 가스 유출량이 많다.

참고문헌

- 1) 池口 孝 ; 埋立地における發生ガスの舉動(3), 日本都市清掃, 第36卷, 第134号, pp. 74-78(1983)
- 2) Peter Kjeldsen and Erling V. Fisher ; Landfill Gas Migration Field Investigation at Skellingsted Landfill Denmark, Waste Management & Research, 13, pp. 467-484(1985)
- 3) 山田正人ら ; 最終處分場からのメタンガス放出, 第7回日本廢棄物學會研究發表會講演論文集, pp.725-727(1996)
- 4) 細見正明ら ; 最終覆土表面からのメタン及び二酸化炭素の放出, 第4回日本廢棄物學會研究發表會講演論文集, pp.441-444(1993)
- 5) 井上君夫 ; チャンバー法による土壤面CO₂フラックスの測定, 日本農業氣象, Vol.42, No.3, pp.225-230(1986)
- 6) 李海承 ; ごみ埋立地から發生する地球溫暖化ガスの制御に関する基礎的研究, p.25, 博士學位論文(1996)
- 7) M. O. Andreae, D. S. Schimel : Exchange of Trace Gases between Terrestrial Ecosystems and Atmosphere, in Chamber and Isotope Techniques, John Wiley & Sons Ltd, pp.175~187(1989)
- 8) M. O. Andreae, D. S. Schimel : Exchange of Trace Gases between Terrestrial Ecosystems and Atmosphere, in Methan Flux Measurements : Methods and Results, John Wiley & Sons Ltd, pp.209~228(1989)

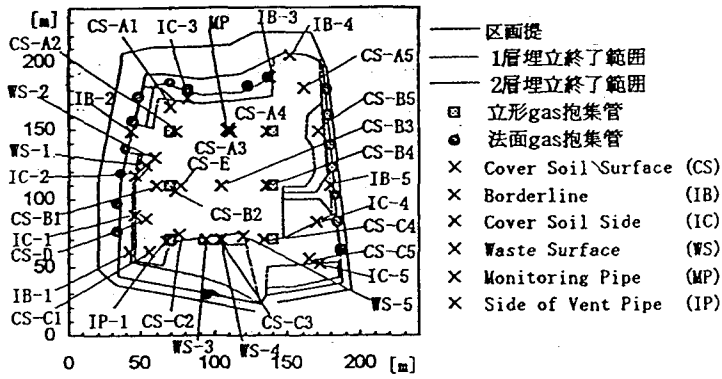


fig. 1 測定對象 埋立地 概略図 및 測定地點圖

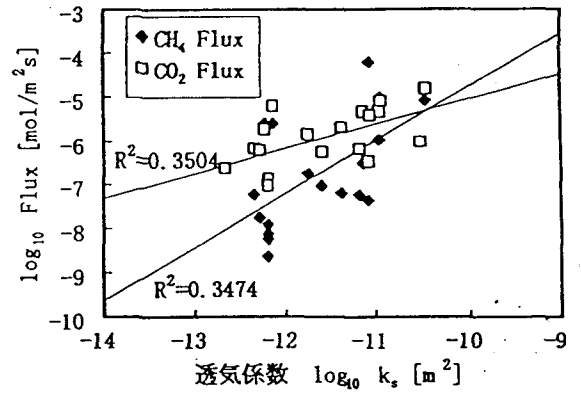


fig. 4 覆土의 透氣係數 K_s 와 gas flux의 關係

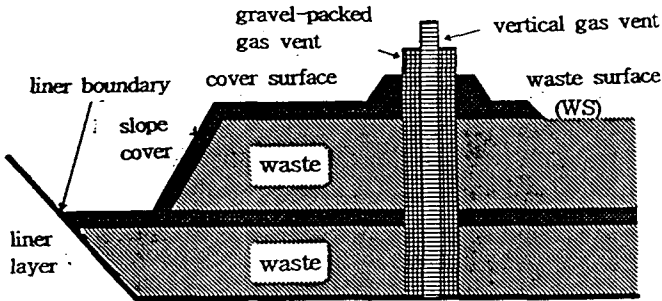


fig. 2 flux 測定地點 概念圖

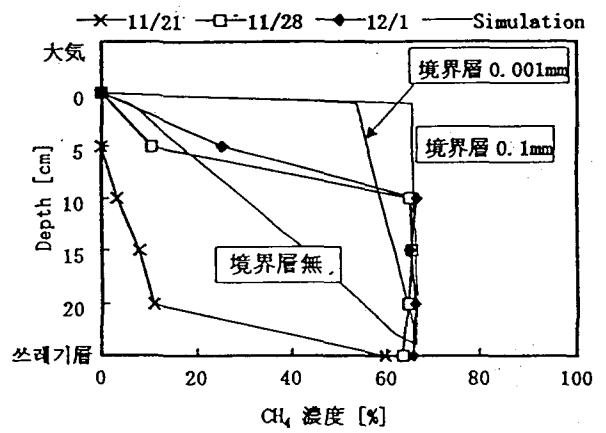


fig. 5 覆土層 内の gas 濃度分布

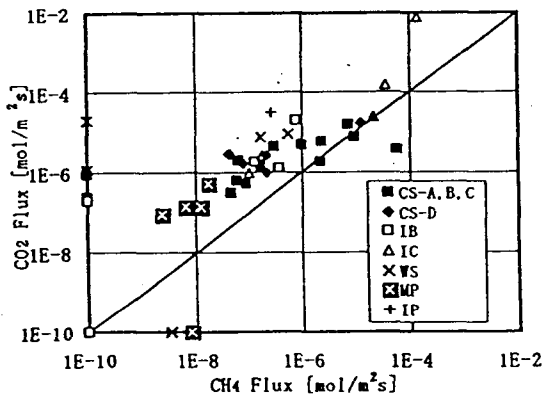


fig. 3 埋立地 表面에서의 flux 測定 結果

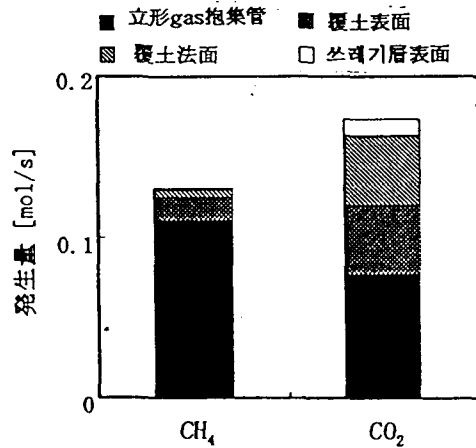


fig. 6 埋立地에서의 gas 發生量

覆土表面 : $23,510m^2$ 쓰레기層表面 : $1,500m^2$
 覆土法面 : $1,890m^2$