

## 침출수 무배출식 모형매립조를 이용한 도시폐기물 분해특성

류돈식 · 이해승\* · 이찬기

강원대학교 환경·생물공학부 · 강원도립대학 환경위생과\*

### Decomposition Characteristics of Municipal Solid Wastes in Lysimeter Without Leachate Discharge

Don-Sik Ryu · Hae-Seung Lee\* · Chan-Ki Lee

*Division of Environmental & Biological Engineering, Kangwon National University*

*Department of Environmental Sanitation, Kangwon Province University\**

#### Abstract

The objective of this study is to find solid waste decomposition characteristics in landfill without leachate discharge. This study was observed variation of landfill gas production rate and leachate for stabilization assessment, and using four sets of lysimeter as experimental apparatus.

Solid waste decomposition was accelerated in without leachate discharge system by sufficient moisture for methane bacteria. And gas production rate was between 54.2 l/kg VS ~335.9 l/kg VS in each lysimeter.

Generation time of methane gas was showed different in each lysimeter, but it was much faster than literature research. The time of stabilization phase were began as follows : L-1 400 day, L-2 350 day, L-3 170 day and L-4 70 day respectively. Decreasing times of BOD/COD ratio and C/N ratio were necessary more than literature research because organic matter was not discharge such as wash out.

Key words : lysimeter, stabilization, landfill gas and leachate

#### I. 서 론

쓰레기의 최종 처분방법인 매립은 오래 전부터 사용되어져 왔으나, 근래에는 이로 인한 많은 환경에의 악영향과 주위 생활권에 큰 영향을 미치고 있어 새로운 매립장 건설에 많은 문제점을 나타내고 있다. 폐기물의 성상은 사회·경제적 환경, 위치, 계절, 폐기물 수거 및 처분방법, 선별공정, 그리고 다른 여러 인자들에 의해 매우 다양하다<sup>1)</sup>. 매

립지에서의 폐기물 성상은 침출수 발생에 매우 큰 영향을 미치고, 성상에 따른 분해율 또한 매우 상이한 것으로 나타나고 있다. 매립지의 조기 안정화를 위해서는 pH, 온도, 영양물질, 수분함량, 입자 크기와 산화-환원전위가 적절해야 하고 독성물질이 없어야 한다고 알려져 있으며<sup>2-5)</sup>, 이 중에서도 도시 생활폐기물(Municipal Solid Wastes)의 생분해에 가장 크게 영향을 미치는 인자는 수분함량인 것으로 나타나 있고, 침출수의 재순환, 슬러지의

침가 및 재순환등의 매립지 조기 안정화에 대한 연구들이 진행되어 왔다. 따라서 본 연구에서는 실험실 규모의 모형매립조(Lysimeter)를 제작하여 도시폐기물 충전 후 침출수가 배출되지 않도록 차단하여 충분한 수분의 확보와 침출수 배출로 인한 환경오염 및 처리의 문제를 해결하고자 수행되었다. 즉, 연구의 목적은 침출수 무배출 매립시스템에서의 폐기물 분해 특성을 파악하고자 하였다.

## II. 실험 및 방법

### 1. 시료 및 실험장치

본 실험에 사용된 시료는 C에서 발생하는 생활쓰레기, 하수처리장 탈수 슬러지 그리고 간이 소각장의 소각재를 채취하여 사용하였고, 생활쓰레기는 3~5cm 정도로 파쇄하여 충전하였다. 모형매립조는 원통형 아크릴 관으로 용량은 28.4 l (∅ 190mm × 1000mm)이며, 폐기물 층의 용량은 21~25 l 가 되도록 하였다. 그리고 온도의 영향을 최소화 하기 위하여 실험실에 스티로폼으로 항온실을 설치하여 내부에서 모형매립조 운전하였고, 실험기간 동안 23±3℃를 유지하였다. 빛에 의한 영향을 최소화하기 위하여 모형매립조 외부에는 스티로폼 테이프를 감아주었다. 모형매립조내 충전 폐기물의 다짐 밀도는 380~420kg/m<sup>3</sup> 이었으며, 물리적 성분은 Table 1.과 같다. 그리고 실험에 사용된 모형매립조의 모식도는 Fig. 1.에 나타내었다.

### 2. 분석방법

충진 폐기물 분석은 각 성분별로 분류 후 조성별 무게측정과 삼성분 분석을 실시하였으며, 침출수는 2~3주 간격으로 pH, Temp, COD, BOD, TOC, TKN, NH<sub>3</sub>-N, T-P, 휘발산, 알칼리도, 전기전도도, 산화-환원전위 등을 환경오염공정시험법<sup>6)</sup>

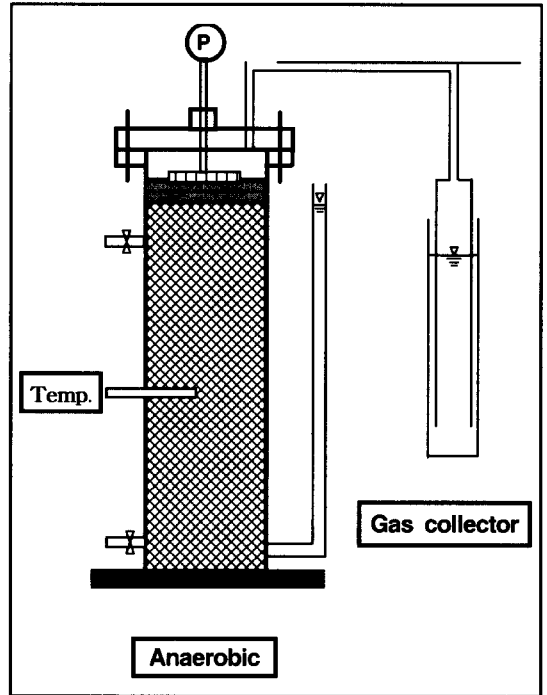


Fig. 1. Schematic diagram of anaerobic lysimeter

Table 1. Physical compositions of each lysimeter

(unit : kg)

Items	L-1	L-2	L-3	L-4
Food wastes	3.2(35.6%)	3.6(34.3%)	3.2(33.7%)	3.0(30.9%)
Papers	2.4(26.7%)	3.1(29.5%)	2.3(24.2%)	2.0(20.6%)
Wood	0.8( 8.9%)	0.4( 3.8%)	0.3( 3.2%)	0.3( 3.1%)
Textile	0.9(10.0%)	0.8( 7.6%)	-	-
Plastic and vinyls	1.1(12.2%)	1.1(10.5%)	1.1(11.6%)	1.0(10.3%)
Others	0.6( 6.6%)	0.5( 4.8%)	0.6( 6.3%)	0.4( 4.1%)
Sludge	-	-	2.0(21.0%)	2.5(25.8%)
Ash	-	1.0( 9.5%)	-	0.5( 5.2%)
Dry weight(kg)	6.3	7.4	5.9	6.0
Wet weight(kg)	9.0	10.5	9.5	9.7

및 Standard Method<sup>7)</sup>에 따라 측정하였고, 가스 발생량은 포화식염수로 채워진 가스 포집장치와 습식 가스미터(W-NK Wet Gas Meter)를 이용하였다. 그리고 발생 가스 성분중 O<sub>2</sub>의 양은 O<sub>2</sub> Meter, CO<sub>2</sub>와 CH<sub>4</sub>는 Infra-red Gas Analyser (GA 94A, Geotechnical Instruments Inc.)를 사용하였으며, 실험 초기에는 2주의 간격으로 분석하였고, 안정화 단계에서는 3주~4주의 간격으로 측정하였다.

### III. 결과 및 고찰

#### 1. 폐기물의 성분분석

시료의 삼성분 분석 결과는 Table 2에 나타낸 바와 같이 함수율 29.6~37.9%, 가연분 49.1~59.5%, 회분 10.4~19.6%로 측정되었다. 생활폐기물의 특성상 가연분(Volatile Solid)의 함량이 50~60%의 높은 값을 나타내고 있으며, 함수율은 슬러지가 포함된 L-3와 L-4에서 높은 비율을 차지하고 있다. 그리고 소각재가 함유된 L-2에서는 회분(Fixed Solid)의 함량이 높은 것으로 나타났다.

Table 2. Physical characteristics of each lysimeter (unit : %)

Lysimeter	Water content	Volatile solid	Fixed solid	Total
L-1	30.0	59.5	10.5	100
L-2	29.6	50.8	19.6	100
L-3	37.8	51.8	10.4	100
L-4	37.9	49.1	13.0	100

그리고, 폐기물의 유기성분에 대한 화학조성식을 원소분석을 통하여 각 모형매립조 별로 간단히 나타내면 L-1은 C<sub>47.8</sub>H<sub>72.7</sub>O<sub>25.7</sub>N, L-2는 C<sub>49.6</sub>H<sub>76.3</sub>O<sub>27.7</sub>N, L-3은 C<sub>34.9</sub>H<sub>53.4</sub>O<sub>18.6</sub>N, L-4는 C<sub>28.7</sub>H<sub>43.8</sub>O<sub>15.3</sub>N으로 나타낼 수 있다.

#### 2. 가스 발생 및 성분변화

##### (1) 가스 발생량

실험기간 동안의 가스 발생량은 매일 측정하였

으며, 전체 가스 발생량은 Fig. 2에서 보여주는 것처럼 초기에 매우 불안정하였으며, 15일 이후에 L-4 매립조는 급격히 상승하기 시작하였고, 나머지 매립조는 조금씩 감소하지만 일정한 경향을 보여주고 있다. 그림의 화살표는 가스성분 분석을 통한 안정화 단계가 시작되는 시기로 가스 발생량이 최대치를 나타낸 이후에 안정화 단계에 접어드는 것으로 나타났다.

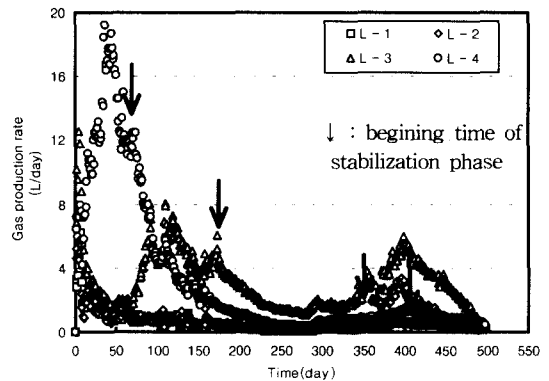


Fig. 2. Variation of gas production rate with lysimeter operating time

L-1 매립조는 실험 초기부터 70일까지 최대 발생량 6 l/day에서 감소하기 시작하여 1 l/day 내외의 가스가 발생하였으며, 70일 이후에는 발생량이 둔화되기 시작하였다. 500일간의 실험기간동안 가스의 총발생량은 약 290L였다.

L-2 매립조는 L-1과 유사한 가스 발생특성을 보이고 있는데, 실험 초기부터 70일경까지는 최대 발생량이 6 l/day였고, 그 후 감소하기 시작하여 1 l/day 내외의 가스가 발생하였다. 실험기간 동안 발생된 가스의 총량은 약 450L로 L-1 매립조 보다는 약 160L 정도 많았다.

L-3 매립조는 70일경까지는 L-1, L-2 모형조와 유사한 발생량을 나타내었으나, 그 이후에는 발생량이 급격히 증가하기 시작하여 실험시작 110일경에는 최대 8 l/day의 가스가 발생하였다. 그 후에는 평균 5 l/day의 발생량을 약 180일경까지 유지하였다. 그리고 180일에서 330일까지는 1.5~3.0 l/day의 가스량을 나타내었는데 이 기간은 11월에서 3월

까지의 기간으로, 실내의 온도가 실험초기보다 5℃ 정도 낮아졌고 매립지 내부의 온도 역시 감소하였다. 이와같은 영향으로 메탄생성 미생물들의 활성이 감소되어 가스 발생량에 영향이 있었을 것으로 판단된다. 330일 이후에는 조금씩 증가하는 경향을 보이고 있으며, L-3 매립조의 총 발생 가스량은 약 1,540 ℓ로 L-1 매립조의 약 5배, L-2 매립조의 약 3.5배로 많은 양이 발생하였다. 이것은 혐기성 소화 슬러지의 첨가로 매립조내 충분한 미생물의 확보로 인한 결과로 사료된다.

L-4 매립조는 실험초기부터 증가하기 시작하여, 14일 이후부터는 10 ℓ/day이상의 발생량을 나타냈으며, 80일까지는 그 이상을 계속 유지하였다. 최대 가스 발생량은 40일 후 19.2 ℓ/day로 다른 매립조들의 최대값보다 3~4배 높은 수치를 나타내었다. 80일 이후에는 급격히 감소하여 110일 이후부터는 L-3 매립조보다도 적은 가스 발생량을 보였다. 그 후 250일까지 계속 감소하였고, L-1, L-2 매립조와 유사한 가스량이 발생하는 것으로 추정되었다. 그러나 전체 가스 발생량은 다른 매립조들과 비교하여 가장 많은 양이 발생되어, 실험기간동안 약 1,600 ℓ로 가장 작은 양이 발생한 L-1 매립조의 약 5배였다. 이와같은 이유는 슬러지 첨가에 의한 미생물의 확보로 분해가 촉진되었다는 것과 소각재 첨가로 알칼리도의 충분한 공급에 기인하는 pH 완충작용으로 메탄생성균의 성장조건이 양호하여 다른 매립조들에 비해 분해가 상당히 빠르고 활발하였던 것으로 판단된다.

Table 3.에는 각 모형매립조별 가스 발생량 및 폐기물의 VS성분과 건조폐기물의 양에 해당하는 가스 발생량을 나타내었다.

Table 3. Comparison of gas production rate in each lysimeter

Item	Total gas production rate (ℓ)	Gas production rate(ℓ/V S(kg))	Gas production rate(ℓ/refuse(kg))
L-1	290	54.2	46.0
L-2	450	84.4	60.8
L-3	1,540	312.9	261.0
L-4	1,600	335.9	266.7

모형매립조를 이용한 여러 연구에서 건조폐기물 1kg으로 발생된 가스량은 Ehrig가 실험한 결과는 78~113 ℓ/kg으로 나타났고<sup>8)</sup>, Jones 등은 17.8~20.1 ℓ/kg으로 연구되었다<sup>9)</sup>. 이와같은 연구결과와 비교할 때, 본 연구에서의 발생량은 L-3과 L-4의 경우 매우 많은 가스 발생량을 나타내었고, L-1과 L-2도 적지 않은 발생량으로 사료되어진다. 그러므로 수분의 과포화가 가스 발생량 증대에 큰 영향을 미치는 것으로 판단되며, 폐기물 성상에 따라 분해의 차이가 발생한 것으로 사료된다.

Fig. 3.에는 폐기물 건조 무게(kg)당 발생한 가스의 누적발생량을 시간 경과에 따라 나타내었고,

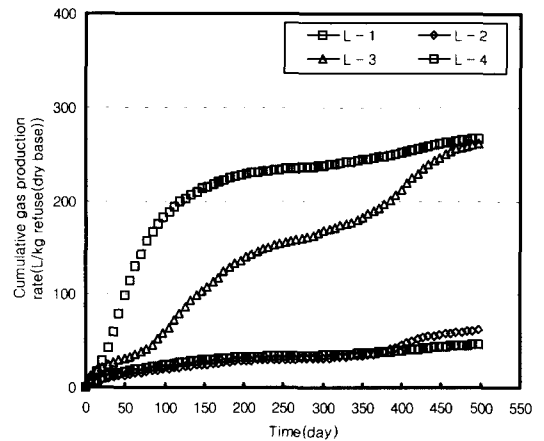


Fig. 3. Cumulative gas production rate with lysimeter operating time

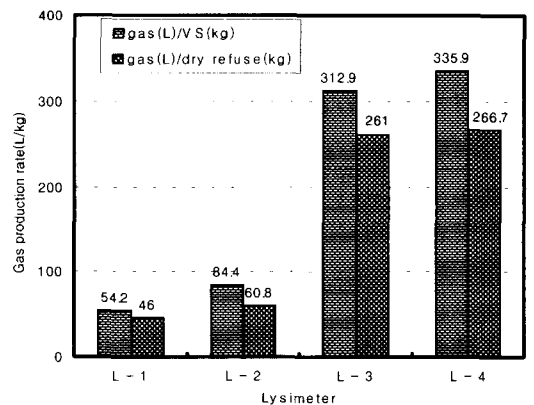


Fig. 4. Gas production rate on each lysimeter

Fig. 4.에는 각 모형매립조의 가스 발생량 비교를 위해 나타낸 그림이다.

(2) 가스 성분

실험기간 동안 발생된 가스에 대하여 성분분석은 2주에 1회를 원칙으로 하였으며, 안정화가 어느 정도 진행된 후에는 3주마다 측정하였다.

Fig. 5.는 L-1 매립조의 가스성분 분석 결과이다. 실험초기 70일까지 CO<sub>2</sub> 가스 성분의 증가가 계속되어, 약 54% 정도 되었고, 기타 성분들은 약 46%를 차지하였다. 그리고 CH<sub>4</sub> 가스는 70일 이후에 발생하기 시작하여, 150일경에 20%이상을 나타내었고, 270일 이후에 CH<sub>4</sub>가 CO<sub>2</sub>보다 많아지기 시작하였다. 500일이 지난 후에는 약 60%의 농도를 나타내고 있다. CO<sub>2</sub>와 CH<sub>4</sub>가 어느정도 일정한 농도를 유지하는 안정화단계는 실험시작 약 400일 후에 안정화가 시작되었다고 볼 수 있다

L-2 매립조의 경우 Fig. 6.과 같이 전체적인 발생 가스의 성분 변화는 L-1 매립조와 유사한 경향을 나타내었다. 초기에는 주로 CO<sub>2</sub> 가스가 발생하여 60일 이후에 60% 이상의 농도를 나타내었고, CH<sub>4</sub> 가스는 실험시작 50일 후에 발생하기 시작하였다. L-1 매립조와의 차이점은 L-2 매립조가 더 빠르게 CH<sub>4</sub> 가스가 발생하였고, 농도 역시 빠르게 증가하여 210일경에 CO<sub>2</sub> 농도보다도 더 높아졌다. 그리고 매립 가스의 안정화 단계는 350일경인 것으로 분석되어 L-1 매립조보다 약 50일 정도 조기에 안정화가 진행된 것으로 판단된다. 그리고 500일 후의 CO<sub>2</sub>와 CH<sub>4</sub> 농도는 약 35%와 60%를 유지하고 있다.

L-3 매립조는 Fig. 7.과 같이 초기에 CO<sub>2</sub> 농도가 80% 까지 증가하여 산형성 단계가 매우 빠르게 발생한 것으로 판단되어지며, 혐기성 소화 슬러지의 첨가로 인하여 CH<sub>4</sub> 가스도 매우 빠르게 발생되어졌다. CO<sub>2</sub> 농도는 35일경에 가장 높은 80%를 나타내었으며, 그 후 급속히 감소하여 100일 후에 50%, 250일 후에는 40% 정도를 계속 유지하고 있다. 그리고 CH<sub>4</sub> 가스는 20일 이후에 발생하기 시작하여 100일 후에는 40% 이상의 농도를 나타내었으며, 130일 이후 CO<sub>2</sub> 보다 높은 농도를 유지하였고 170일 이후에는 50% 이상의 농도를 나타내

었다. 그리고 500일 경에는 60% 이상의 높은 농도를 나타내고 있어, L-1, L-2 매립조에 비하여 매우 빠른 안정화단계를 보여주고 있다. 그리고 안정화 단계는 170일 이후에 나타난 것으로 분석되었다

Fig. 8.의 L-4 매립조는 L-3 매립조와 같이 혐기성 소화 슬러지가 폐기물과 함께 충전되었고, 또한 소각재도 함께 충전된 모형매립조로, 전체적인 경향은 L-3과 유사함을 알 수 있다. 그러나 L-3에 비하여 CH<sub>4</sub>의 발생시간 및 안정화단계의 기간이 더 조기에 나타났다. 초기 호기성 분해에 의한 CO<sub>2</sub>의 농도는 30일 후에 최대값인 90%를 나

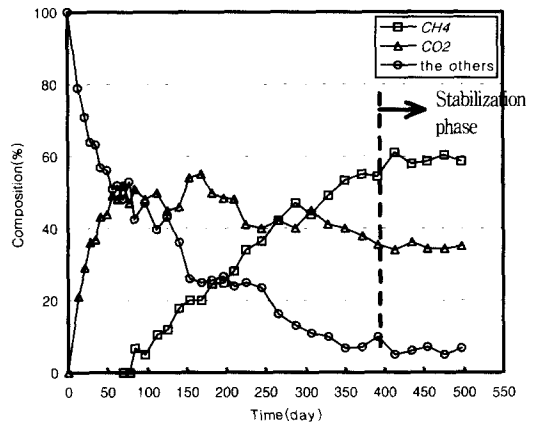


Fig. 5. Variation of gas composition with lysimeter operating time(L-1)

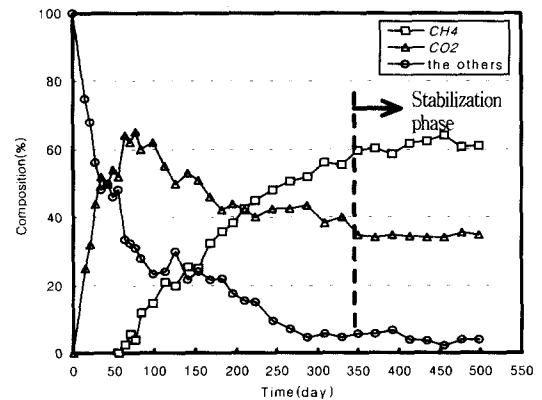


Fig. 6. Variation of gas composition with lysimeter operating time(L-2)

Table 4. Comparison of gas production rate constant(k) in each lysimeter

Item	Equation	Quantity of initial carbon $C_g$ (kg)	Cumulative gas ( $CO_2+CH_4$ ) production( $m^3$ )	Gas production rate constant(k) ( $year^{-1}$ )
L-1	$G_c = 1.266C_g \times (1 - 10^{-kt})$	2.34	0.029	0.0032
L-2	$G_c = 1.243C_g \times (1 - 10^{-kt})$	2.45	0.063	0.0067
L-3	$G_c = 1.235C_g \times (1 - 10^{-kt})$	1.87	0.268	0.0395
L-4	$G_c = 1.225C_g \times (1 - 10^{-kt})$	1.72	0.291	0.0475

타냈으며, 이 후에 급속히 감소하여 70일 후부터 40% 정도의 농도를 나타내었다.  $CH_4$ 의 발생도 10일 이후부터 적은 농도로 발생하기 시작하여 60일 이후에는  $CO_2$  보다도 높은 농도를 나타냈고, 약 50%의 농도로 발생하였다. 그리고 안정화 단계는 70일 이후로 L-3보다 약 100일정도 더 빠르게 진행되었다. 이와같은 이유는 혐기성 소화슬러지의 첨가로 인한 메탄생성균의 빠른 증가와 소각재 첨가로 인한 완충효과로 메탄생성균의 성장에 중요한 인자로 작용하였기 때문인 것으로 판단된다.

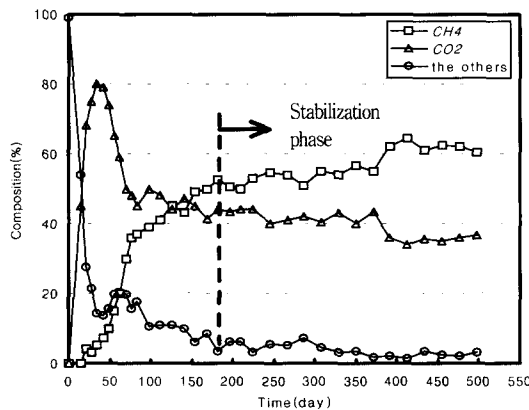


Fig. 7. Variation of gas composition with lysimeter operating time(L-3)

**(3) 가스발생 속도상수(k)**

각 모형매립조내에 충전한 폐기물의 화학식을 이용하여 산정한 각각의 식을 총 발생되는 가스량

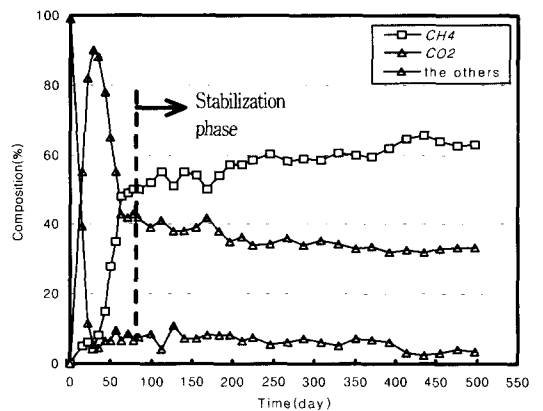


Fig. 8. Variation of gas composition with lysimeter operating time(L-4)

과 시간으로부터 곡선식을 정리하면 k값을 구할 수 있다. Table 4와 Fig. 9.에서는  $CO_2$ 와  $CH_4$ 의 누적 발생량과 각 모형매립조별 원소분석을 통한 화학식을 산정하여 나타낸 가스발생 속도상수(k)의 값을 보여주고 있다. L-4 매립조는 L-1 매립조에 비해  $CO_2$ 와  $CH_4$ 의 누적 발생량이 10배 이상 많은 양이 발생한 것을 알 수 있고, 더불어 가스발생 속도상수 역시 15배 이상의 값을 나타내었다.

이 등(1994)이 연구<sup>10)</sup>한 가스발생 속도상수 k ( $month^{-1}$ )값이 혐기성 매립조  $7.21 \times 10^{-4}$ , 침출수 재순환 혐기성 매립조에서  $6.3 \times 10^{-4}$  으로 본 실험에서의 L-3과 L-4의 경우가 약 6~7배 정도 높은 값을 나타내었으며, L-1과 L-2는 차이가 거의 없었다.

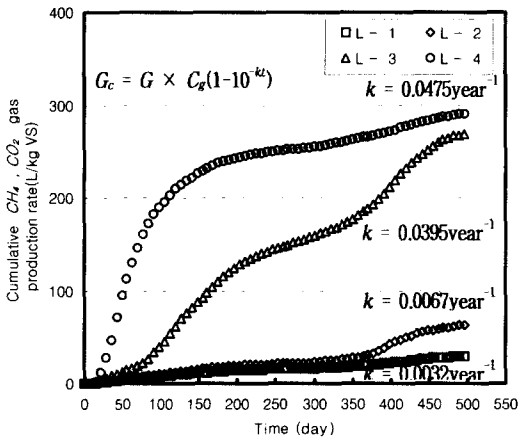


Fig. 9. Evaluation of gas production rate constant( $k$ ) on each lysimeter

### 3. 침출수 변화

#### (1) pH

실험기간 동안의 pH 변화를 Fig. 10.에 나타내었다. 각 모형매립조 초기의 pH는 전체적으로 5~6 사이의 범위를 나타내었다. 특히 L-3 모형매립조는 50일경에 4.9의 최소값을 나타내었으며, L-2 매립조는 50일후에 5.6의 최소값을 나타내었는데 이와 같은 차이가 발생한 이유는 소각재의 첨가 유무에 의한 pH 완충작용에 의한 것으로 판단되어진다. 그리고 매탄가스가 가장 먼저 발생하기 시작한 L-4 매립조는 60일 경에 pH 6 이상의 값을 나타

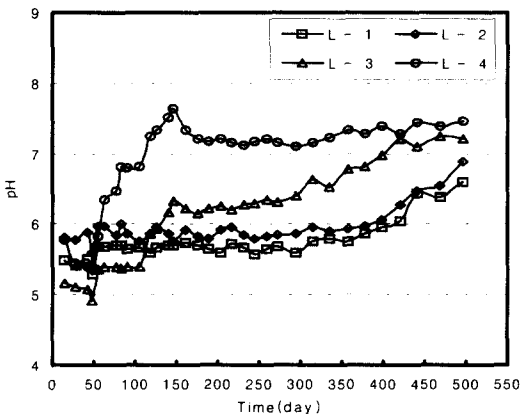


Fig. 10. pH variation of leachate with lysimeter operating time

내었고, 가장 빠르게 pH 값이 상승하였다. 그리고 L-3 매립조에서는 140일 이후에 매탄가스가 40% 이상의 값을 나타내기 시작하였으며, pH 값이 6 이상으로 측정되었다. L-1, L-2 매립조는 350일 이후에 pH 6에 근접하고 있으며, 400일 후의 pH는 L-1이 5.95, L-2가 6.06으로 나타났다.

매탄 형성 박테리아가 성장하기에 최적 조건인 pH 6.7~7.5의 범위를 L-4 매립조는 약 100일 이후부터 계속 유지하였으며, L-3 매립조는 300일 이후인 것으로 나타났다.

#### (2) BOD와 COD 농도

Fig. 11~13.에 각 매립조의 COD, BOD, BOD/COD ratio를 시간에 따라 보여주고 있다. BOD 농도는 초기 20,000~30,000mg/ℓ의 범위였으며, 실험초기 30일까지는 전체적으로 농도가 상승하는 경향을 보였으나 그 이후에는 계속 감소하고 있다. 그리고 L-1과 L-2 매립조에 비하여 L-3과 L-4 매립조의 감소 속도가 매우 큰 것으로 나타났으며, 최고 농도의 반으로 감소한 농도를 나타낸 시기는 L-1, L-2 매립조가 170일 정도의 시간이 소요된 반면 L-3, L-4 매립조는 100~110일로 약 70일정도 빠른 것으로 나타났다. 이와같은 경향은 L-3과 L-4 매립조의 경우 슬러지 첨가로 인한 식종(Seeding)의 효과로 유기물 분해율이 높았던 것으로 판단되어진다.

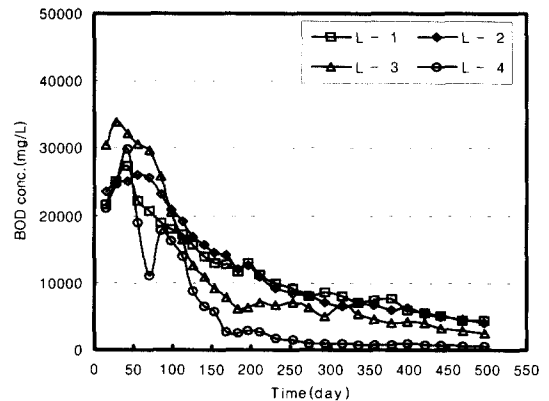


Fig. 11. BOD variation of leachate with lysimeter operating time

COD 농도는 최대농도가 35,000~41,000mg/l 의 값을 나타내었으며, 감소 속도는 BOD보다 조금 완만한 것으로 측정되었다. COD에 있어서 반감기는 L-3, L-4 매립조가 140일 전후로 나타났고, L-1과 L-2 매립조는 약 280일의 기간이 소요되는 것으로 나타났다. 이것은 BOD의 경우보다 매우 긴 시간으로 생물학적 난분해성 물질에 의한 영향으로 판단된다.

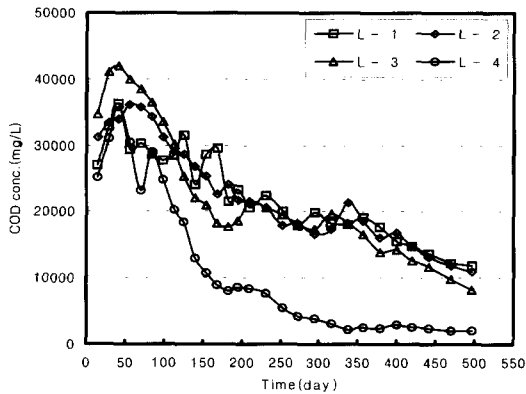


Fig. 12. COD variation of leachate with lysimeter operating time

매립지 폐기물의 분해정도 파악을 위해 침출수 BOD/COD의 비를 평가하는데 BOD/COD 비가 낮을수록 안정화가 되고 있음을 나타내는 것으로 알려져 있다. Fig. 13.에는 BOD/COD 비의 변화를 실험시간에 따라 나타내었다. 초기의 BOD/COD 비는 0.8을 전후한 값으로 측정되어 생물학적으로 분해되어질 수 있는 유기물의 양이 상당히 많음을 알 수 있다. L-3과 L-4 매립조는 400일 이후에 0.3의 값을 보이고 있다. 이와 같은 결과는 Song등<sup>11)</sup>이 도시고형 폐기물을 대상으로 안정화에 관한 연구를 한 결과 준호기성 매립조에서는 BOD/COD의 비가 0.2이하가 되는데 196일이 소요되었고, 침출수 재순환 혐기성조는 350일, 기존 혐기성 모형 매립조는 322일이 소요되는 것으로 보고되었다는 결과와 비교시 매우 늦은 것으로 나타났다. 이와 같은 결과로 볼 때 본 실험에서의 BOD/COD 비가 높은 이유는 침출수의 wash out에 의한 유기물의 유출이 전혀 없기 때문인 것으로 판단된다.

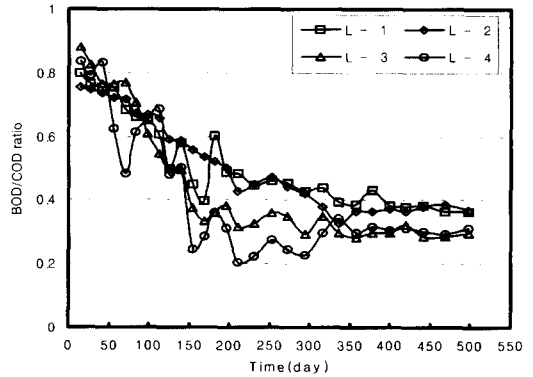


Fig. 13. Variation of BOD/COD ratio with lysimeter operating time

### (3) TKN 농도

Fig. 14.에는 실험기간 동안의 각 모형매립조별 TKN 농도를 나타내었다. 초기 TKN의 농도는 혐기성 매립조에서 800~900mg/l 의 범위였으며, 30일에서 50일까지는 낮은 pH의 영향으로 인한 폐기물 내에서의 용해성 물질의 용출로 인하여 초기보다 농도가 약간 상승하는 경향을 나타내었다. 또한, 400일이 지난 후에도 혐기성 매립조에서는 500~700mg/l 의 높은 TKN 농도를 나타내었다.

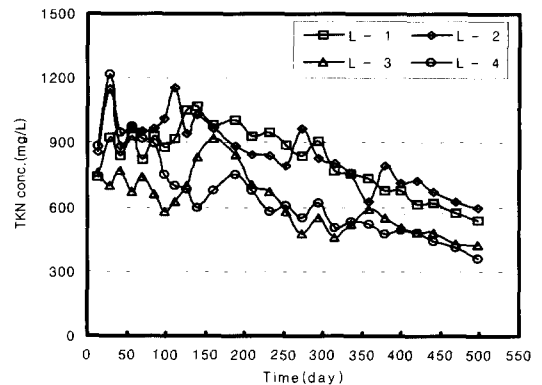


Fig. 14. TKN variation of leachate with lysimeter operating time

## IV. 결론

실험실 규모의 모형 매립조를 이용하여 수분이 과포화된 조건하에서 폐기물 분해특성에 관한 실



험을 한 결과 다음과 같은 결론이 도출되었다.

- 1) 가스발생량은 L-1매립조가 290 ℓ, L-2는 450 ℓ, L-3는 1,540 ℓ, L-4는 1,600 ℓ, L-4 매립조가 가장 많은 양이 발생하였고, L-1매립조 보다 약 5.5배 큰 발생량을 나타내었다.
- 2) 폐기물의 건조 중량에 해당하는 가스 발생량은 L-1 매립조가 46.0, L-2는 60.8, L-3는 261.0 ℓ/refuse(kg)로 각각 산정되었다. 가장 많은 가스 발생량을 나타낸 L-4의 경우는 266.7 ℓ/refuse (kg)의 발생량을 나타내어 슬러지 첨가에 의한 미생물의 확보로 분해가 촉진되었다는 것과 소각재의 첨가로 인한 pH 완충작용으로 메탄생성균의 성장조건이 양호하여 다른 매립조들에 비해 분해가 활발하였던 것으로 판단된다.
- 3) 안정화단계의 시작은 L-1 매립조가 약 400일 이후이고, L-2는 350일 이후인 것으로 관찰되어 L-1 매립조보다 약 50일 정도 조기에 안정화가 진행중인 것으로 판단되었다. 그리고 L-3 매립조에서 CH<sub>4</sub> 가스는 20일 후에 발생하기 시작하여 130일 이후에는 CO<sub>2</sub> 보다 높은 농도를 유지하였고 170일 이후에는 50% 이상의 농도를 나타내어 안정화 단계로 볼 수 있었다. 또한, L-4 매립조에서 안정화 단계는 70일 이후로 L-3보다 약 100일정도 더 빠르게 진행되었음을 알 수 있었으며, 이와같은 이유는 가스 발생의 원인과 같은 결과로 사료된다.
- 4) 가스발생 속도상수(k)는 L-1이 0.0032, L-2 0.0067, L-3 0.0395, L-4는 0.0475 year<sup>-1</sup>로 L-1에 비하여 약 15배 큰 값을 나타냈다.
- 5) 각 모형매립조는 실험초기 60일경까지 유기산의 영향으로 pH가 4.9~5.9 범위로 측정되었으나 400일 이후에는 전체적으로 6이상의 값을 나타내며, L-3과 L-4 매립조는 7이상을 나타내었다. 그리고 침출수의 수질은 BOD/COD의 비가 초기 0.7~0.9에서 400일 이후에는 0.2~0.4의 범위로 낮아졌다.

## 참 고 문 헌

1. Tchobanoglous, G. et al. : Integrated solid

waste management. New York, McGraw Hill Book Company, Inc. 1993.

2. Bonomo, L. and Higginson, A. E. : International Overview on Solid Waste Management, Academic Press, London, U.K., International Solid Waste Assosiation. 1988.
3. Debra R. Reinhart. : Full-Scale Experiences with Leachate Recirculating Landfills Case Studies, Waste Management & Research, Vol. 14, pp. 347-365, 1996.
4. Park, Dong Il, et al. : Stabilization of Industrial Wastes Landfill using Lab-lysimeter, Korean J. Sanitation, Vol. 13, No. 3, pp. 9-18, 1998.
5. Lee, Sin Woo, et al. : A Study on the Stabilization of Semi-aerobic & Leachate recirculated Semi-aerobic Landfill, Proceeding of the Korean Society of Environmental Engineers, pp. 351-353, 1993.
6. 환경부 : 수질오염공정시험법, 1995.
7. Standard Method for the Examination of Water and Wastewater, 17th edition, American Public Health Association, 1995.
8. Ehrig, H. J. : Prediction of gas production from laboratory scale test, Proceedings Sardina 91, Third International Landfill Symposium, Cagliari, Italy, pp. 87-114, 1991.
9. Jones, L. W., Larson, R. J. and Malone, P. G. : Landfill gas production from large landfill simulators, US Army Engineer Waterways Experiment Station, EPA -600/2-84-141, NTIS PB84-235779. 1984.
10. 이신우 외 4인 : 생활쓰레기의 매립방식과 침출수 재순환이 안정화에 미치는 영향, 한국폐기물학회지, Vol. 11, No. 3, pp. 436-443, 1994.
11. Song, J. S, et al. : A study on sanitary landfill and stabilization of municipal solid wastes, Report of NIER, Korea., Vol. 15, No. 93-17-386, pp. 233-243. 1993.