

매립지의 메탄 발생억제를 위한 황산염 첨가형매립지 및 준호기성 매립지의 효율 비교에 대한 연구

김 정 권 · 김 부 길*
동의대학교 환경공학과 · 동서대학교 환경공학과
(1998년 10월 22일 접수)

A comparative study on efficiency in the sulfate - added anaerobic landfill site and the semi-aerobic landfill site for the inhibition of methane generation from a landfill site

Jung-Kwon Kim and Boo-Gil Kim*
Dept. of Environ. Engineering Dong-Eui University, Pusan 614-714
*Dept. of Environ. Engineering Dong Seo University, Pusan 617-716
(Manuscript received 22 October, 1998)

This study aims to observe the inhibition of methane generation, the decomposition of organic matter, and the trend of outflowing leachate, using the simulated column of the anaerobic sanitary landfill structure of sulfate addition type which is made by adding sulfate to a current anaerobic landfill structure, and the simulated column of semi-aerobic landfill structure in the laboratory which is used in the country like Japan in order to inhibit methane from a landfill site among the gases caused by a global warming these days, and at the same time to promote the decomposition of organic matter, the index of stabilization of landfill site.

As a result of this study, it is thought that the ORP(Oxidation Reduction Potential) of the column of semi-aerobic landfill structure gradually represents a weak aerobic condition as time goes by, and that the inside of landfill site is likely to be in progress into anaerobic condition, unless air effectively comes into a semi-aerobic landfill structure in reality as time goes by. In addition, it can be seen that the decomposition of organic matter is promoted according to sulfate reduction in case of R₁, a sulfate-added anaerobic sanitary landfill structure, and that the stable decomposition of organic matter in R₁ makes a faster progress than R₂. Moreover it can be estimated that R₁, a sulfate-added anaerobic sanitary landfill structure has an inhibition efficiency of 55% or so, compared with R₂, a semi-aerobic landfill structure, in the efficiency of inhibiting methane.

Key words : global warming, methane, landfill site, sulfate reduction, inhibition

1. 서 론

현재 지구온난화를 일으키는 물질 중, 메탄의 기여율은 약 18%이고, 그 농도는 연간 0.9%의 비율로 증가하고 있다고 추정되어지고 있다. 더욱이 지구의 온실효과에 미치는 메탄의 영향은 이산화탄소의 약 30배 이상이라고 보고되어지고 있음에도 불구하고, 지구 규모에서 배출되어지는 정확한 양은 아직 파악되어져 있지 않다.^{1,2)} 메탄 발생원 중 인위적으로 그 발생량을 감소시킬 수 있는 곳은 폐기물 매립지 유래의 메탄이라고 지적되어져 왔다.³⁾ 매립지에서 발생하는 메탄가스는 최근까지 미국 등 대규모의 매립지 등에서는 메탄가스를 에너지로서 경제적으로 회수함을 원칙으로 하였으나, 이 경우 매

립지의 규모, 폐기물 중의 유기물 매립기간 등의 여러 가지 문제로 인하여 실제 메탄가스 회수는 수 %에 불과하다. 또한 매립지의 부족현상, 즉 매립이 거의 완료되어 현재 관리위주에 있는 일본의 경우도 메탄가스를 회수하는 곳은 없다. 따라서, 매립지에서 발생하는 메탄가스는 끊임없이 대기 중으로 방출되어 이산화탄소, 프레온 가스 등과 함께 온실효과에 지대한 영향을 미치고 있다.

현재 일본에서는 현행의 매립방법(개량형 혐기성 위생매립)을 준호기성 매립방법으로 그 구조를 변화시켜 실시할 것도 권유하고 있다. 그러나, 일본의 경우 매립위주의 폐기물 처분을 행하지 않고 소각 위주의 폐기물 처리를 택하면서, 소각시 배출되는 소각재를 매립지를 보

내는 제도를 시행하고 있다. 따라서, 일본에서 강조하는 한국을 포함, 아시아 제국들도 준호기성 혹은 호기성 매립방법으로 전환할 필요가 있다는 부분은 일본이 소각 위주이면서 더욱이 준호기성 매립공법을 논의한지 불과 몇 년도 되지 않은 것을 고려한다면 현재 우리 나라에서 준호기성 매립이나 호기성 매립구조의 도입문제는 어느 정도 연구를 통하여 실시함이 타당할 것으로 판단되나, 이미 국내에서는 김포 매립지의 매립 방법이 준호기성으로 실시하고 있는 것으로 알려져 있다. 따라서 본 연구는 현재의 개량형 혐기성 위생매립구조의 혐기성 상태에서 황산염을 이용(환원)하여 존재하는, 황산염 환원균^{4,8)} (Sulfate Reducing Bacteria:이하 SRB라 부름, 최근에는 황산염이 없는 경우에도 SBR가 존재 가능하다는 보고가 있음)을 이용하여 메탄생성균(Methan Producing Bacteria:이하 MPB라 부름)의 유기물에 대한 경쟁력을 약화시켜 메탄발생을 억제시키는 형태와 준호기성 방법 등에 의한 메탄발생억제효과를 비교함과 더불어 침출수 중의 유기물 변화도 함께 검토하였다.

2. 실험방법

2.1. 실험장치

2.1.1. 황산염첨가형 혐기성매립구조 칼럼

황산염첨가형혐기성 매립의 모의 칼럼을 다음과 같이 Fig. 1에 나타내었다. 실험칼럼은 직경 100mm, 높이 600mm, 총용량 4.3 ℓ의 폴리아크릴을 이용하였다. 실험장치에서 알 수 있듯이 가스포집을 위해 Fig. 1처럼 발생가스포집 bag을 접속시켜 가스포집 및 분석을 행하였다. 실험 방법은 반응조에 인공쓰레기를 충전 후 밀폐하였지만, 반응조 내부를 실제 매립장의 상태와는 달리 조기 실험 완료를 위하여 반응조 내부를 질소가스로서 치환하였다. 또한 반응조 자체를 외부가온 없이 실험실 내에 설치하였다.

2.1.2. 준호기성 매립구조 칼럼

Fig. 1의 R₂는 준호기성 매립구조형을 나타낸 그림이다. 그림에서 반응조의 용량 및 내경, 높이 등은 혐기성 매립구조 칼럼과 동일하나, 반응조를 준호기성으로 유지하기 위하여 내경 100mm의 반응조(폐기물을 충전시킨

반응조) 외벽에 지름 5mm정도의 구멍 6개를 180° 간격으로 총 12개를 두었다. 그리고 이러한 구멍으로부터 대기중의 공기가 유입될 수 있도록 내경 120mm의 원통을 씌웠다.

그리고 혐기성 매립구조 칼럼에서는 반응조 하부로부터 유출되는 유출수를 침출수로서 분석에 이용하였다. 그리고, 침출수 저장용기 플라스크를 반응조 하부와 연결시켜 공기의 유입을 막았으나, 준호기성 매립구조칼럼의 경우는 침출수 저장 용기와 반응조 저부를 분리하여 반응조 하부로부터 공기가 유입되도록 하였다.

시료의 주입은 혐기성 및 준호기성 매립칼럼이 동일하게 설정 수량부하(우리 나라 연간 강수량과 유사하게 설정하여, 본 연구에서는 1,200mm 기준)를 평균하여 일주일분을 주 2회(1회 90ml)등분하여 주입하였다. 반응조의 하부로부터 유출한 유출수는 침출수로서 분석하였다. 그리고, 폐기물 분해에 따른 발생가스는 Fig. 1의 ④ 발생가스 포집 bag으로 포집하여 분석하였다. 매립 칼럼의 경우는 설정수량부하에 황산염(Na₂SO₄로서) 농도 1.7g/ℓ로서 조절한 후 주입하였고, 준호기성 매립구조칼럼의 경우는 설정수량부하에 황산염을 첨가하지 않은 순수 증류수만 주입하였다.

2.2. 실험방법

2.2.1. 이용한 쓰레기 성상

본 연구에 이용한 쓰레기는 짧은 기간에 분해 경향 및 발생 gas를 파악하기 위해서는 비교적 분해가 빠른 쓰레기를 선정할 필요가 있기 때문에 부산시 J하수처리장의 sludge를 선택하였고, 또한, 우리 나라 폐기물 처리가 매립에서 소각으로 이행하고 있는 점을 중시하여 D 소각장의 소각재를 각각 이용하였다. Table 1은 하수 sludge와 소각재의 함수율, TS 및 VS를 각각 나타낸 것으로 하수 슬러지 및 소각재의 함수율이 각각 78.3%, 27.5%를 각각 나타내어, 소각재 중에도 다소의 수분이 함유되어 있음을 알 수 있고, TS 및 VS는 각각 21.7%와 40.0% 그리고 72.5%, 4.6%를 나타내어 슬러지는 상당히 높은 VS를 함유하고 있으나, 소각재는 역시 미연분으로 추정되어지는 란인 4.6%밖에 나타내지 않았다. Table 2에는 연구에 이용한 하수 슬러지와 소각재의 용출시험⁹⁾ 결과로서, 하수 sludge 및 소각재의 pH는 각각 8.17과 9.8을 나타내었다. 황산염농도는 각각 125.9mg/ℓ와 320.4mg/ℓ로 하수 sludge보다 소각재에서 약 2.5배정도 많은 황산염 농도를 나타내었다. Table 3은 혐기성 매립칼럼에 황산염을 첨가한 반응조 1로서 R₁으로, 준호기성매립칼럼은 반응조 2로서 R₂로서 표시하고, 각각의 실험조건을 나타낸 것이다. 반응조 1인 R₁에서는 슬러지와 소각재를 각각 0.81kg(wet기준), 1.29kg(wet기준)을 충전시켜 충전밀도를 0.64kg/ℓ로 하였다. 또한, R₁인 혐기성매립구조 칼럼에는 메탄억제를 위하여 주입설정부하량에 황산염 농도 1.7g/ℓ를 첨가하였으나, R₂인 준호기성매립칼럼에는 증류수로서 주입설정부하량을 각각 주입 시켰다.

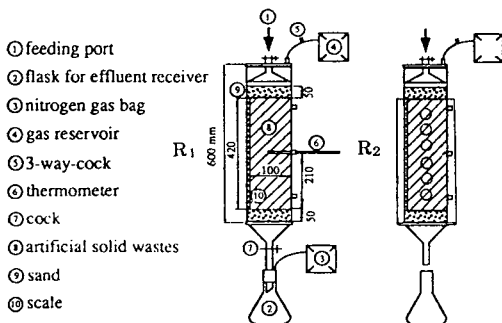


Fig. 1. Experimental apparatus. Anaerobic condition landfill structure column with sulfate addition (R₁), Semiaerobic condition landfill structure column(R₂).

Table 1. Water content, TS and VS of packing solid waters

Items	water content (%)	TS (%)	VS (%)
packing material			
Sewerage sludge	78.3	21.7	40.0
Bottom ash	27.5	72.5	4.6

Table 2. Results of pH and SO₄²⁻ concentration with packing solid wastes

Items	pH	SO ₄ ²⁻ (mℓ/ℓ)
packing material		
Sewerage sludge	8.17	125.9
Bottom ash	9.8	320.4

Table 3. Experimental conditions with Different Landfill Structure

Items	Packed solid waste	SO ₄ ²⁻ conc. (g/ℓ)	Landfill condition
Reactor R ₁	sludge + bottom ash (0.81kg) + (1.29kg)	1.7	Anaerobic condition
R ₂	sludge + bottom ash without sulfate (0.81kg) + (1.29kg)	addition	semi-aerobic condition

2.2.2. 측정 항목 및 측정방법

가스 발생량 및 가스 조성분석은 Fig. 1의 Gas포집 bag으로부터 실시를 하였으며, CH₄ 및CO₂는 TCD(Thermal Conductivity Detector)가 부착된 가스 크로마토그래피법을 이용하였고, H₂S(g)는 검지관법으로 실시하였다. 또한, pH는 pH meter를 이용하였으며, SO₄²⁻는 Molybden Blue Method로 하였다. 그 외 산화환원전위(ORP) 및 전기전도도(EC)는 ORP meter(HORIBA H-75D) 및 EC meter (Compact Conductivity meter C-173)를, COD와 Cl⁻, TS 및 VS는 각각 공정시험법을 이용하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1. 침출수 중의 pH변화

Fig. 2는 침출수 중의 pH변화를 나타낸 그림이다. 혐기성 위생 매립구조 깔림인 R₁은 실험초기에 pH 9전후의 알칼리성을 나타내었으나, 실험 경과에 따라 점차 pH가 낮아져서 실험 110일 정도에서는 거의 중성을 유지하였다. 그리고 준호기성 매립 구조 깔림인 R₂는 실험초기 알칼리성을 나타내었지만, R₁과 마찬가지로 실험경과와 더불어 pH는 낮아져서 실험 약 80일 전후에서 중성을 나타내었다. 전체적으로 반응조 R₁보다는 다소 낮은 pH를 나타내었다. 실험 초기부터 pH가 8~9이상의 알칼리성을 나타낸 것은 용출시험결과¹⁰⁾ 등에서도 알 수 있듯이 실험에 이용한 소각재와 Sludge 자체가 pH가 높았기 때문으로 판단되어진다.

그리고, 시간의 경과와 더불어 소각재와 Sludge 중의 알칼리성 물질들이 washout됨과 Sludge등의 분해에 따

른 다소의 유기산 등으로 pH는 점차 중성을 유지하였다고 생각되어졌다.

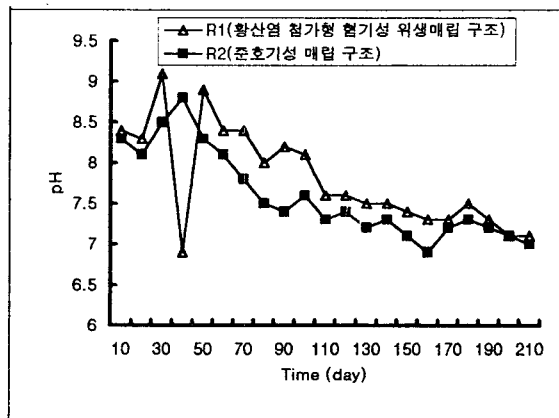


Fig. 2. Temporal variation of pH during the experimental.

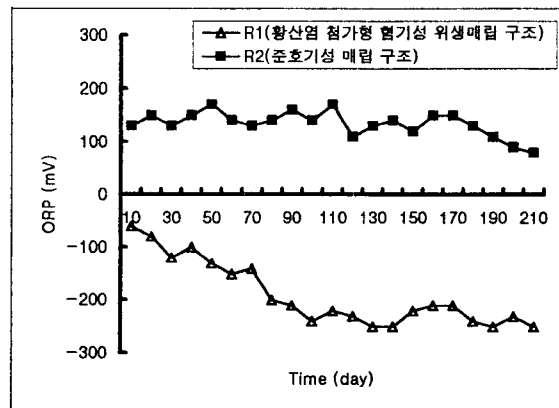


Fig. 3. Temporal variation of ORP during the experimental.

3.2. ORP의 변화

반응조 또는 매립지 자체의 혐기여부를 나타내는 OPR(산화환원전위)를 Fig. 3에 나타내었다. 반응조 R₁의 경우에는 혐기성 매립구조이기 때문에 실험개시시에 깔림 내부를 N₂ gas로서 purge를 시켰기 때문에 실험초기부터 음의 OPR(혐기상태)를 나타내기 시작하여 실험 약 100일 전후부터는 강한 혐기상태를 나타내었다. 반면, 준호기성 상태를 유지시킨 반응조 R₂의 경우에는 실험초기에 (+)170mV 정도의 호기상태를 나타내었으나, 시간 경과에 따라 점차 약한 호기상태를 나타내었다. 이는 실험 초기에는 반응조 저부와 반응조 자체에 뚫은 공기구멍으로부터 공기가 유입되어졌으나, 시간이 경과함에 따라 공기 유입이 약해졌기 때문으로 생각되어진다.

따라서 실험실의 모의 깔림 및 실제 준호기성 매립구조가 시간경과에 따라 효과적으로 공기가 유입되지 않을 경우 오히려 매립지 내부가 혐기 상태로 진행될 우려도 있을 것으로 생각되어진다.

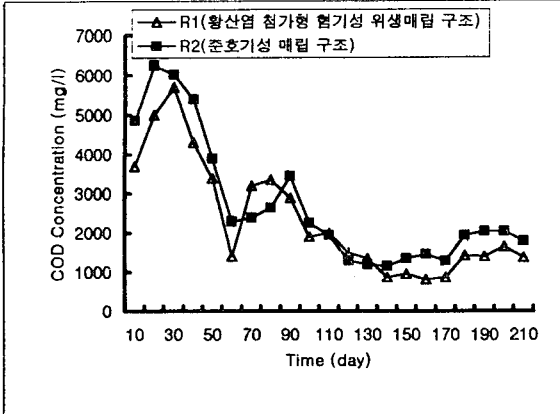


Fig. 4. Temporal variation of COD concentration during the experimental.

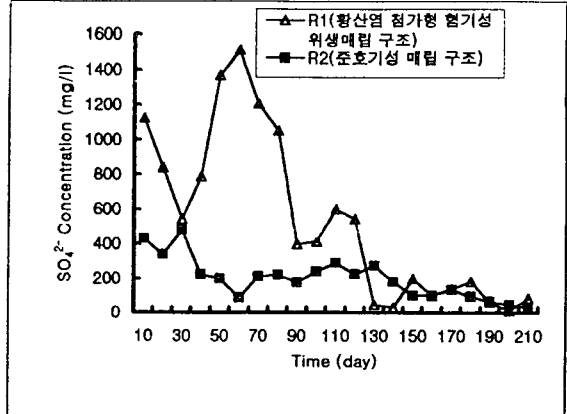


Fig. 5. Temporal variation of SO_4^{2-} concentration during the experimental.

3.3. 침출수의 유기물(COD) 변화

Fig. 4는 매립지에서 가장 중요한 문제 중의 하나인 매립지 안정화에 지표가 될 수 있는 유기물 농도의 변화를 COD로서 나타낸 것이다. 우선 현행의 혐기성 위생매립구조에 황산염을 1.7g/l 첨가시킨 반응조 R₁의 경우에는, 실험 약 30일째 5700mg/l의 최고 농도를 나타내는 등 초기에는 매우 높은 COD농도를 나타내었으나, 그 후에는 급격히 감소하여 실험 후기인 140일째 전후에서는 1000mg/l 이하로 유지되는 등 다소 유기물 유출 경향이 안정화되고 있음을 알 수 있다. 또한, 반응조 R₂보다 실험후반기에 더욱 빠르게 안정화되어 감을 알 수 있다. 이는, 황산염 환원 반응이 효과적으로 일어날 경우 유기물 분해의 촉진이 일어나 유기물 분해의 안정화가 가속화됨을 시사하는 것이라고 생각되어진다. 실험 초기에서는 완전한 혐기성상태가 유지되지 않았기 때문에 다소의 혐기와 호기부분이 동시에 일어나 단순한 sludge의 washout 등에 의한 유기물 농도 증가의 영향이 크다고 생각할 수 있으며, 실험 후 반은 1.7g/l로 주입한 황산염농도가 침출수 중에 100mg/l 전후를 나타내어 상당량의 황산염이 환원되었음을 알 수 있다. 따라서, R₁의 경우는 황산염 환원에 따라 유기물 분해가 촉진되어, 준호기성으로 반응조를 운전한 R₂보다 혐기성 매립구조를 개량한 황산염첨가형 혐기성 매립구조보다는 유기물분해에 따른 안정화가 다소 늦게 진행됨을 알 수 있다. 결과적으로 유기물 분해 촉진에 의한 안정화 부분에서는 준호기성 매립 칼럼 구조인 R₂보다는 기존의 혐기성 매립구조에 황산염을 첨가한 형태인 R₁이 유리한 것으로 나타났다.

3.4. 침출수 중의 황산염 농도 변화

Fig. 5는 메탄 gas억제와 유기물 분해 촉진 등을 위하여 황산염을 첨가한 혐기성매립 칼럼R₁과 준호기성 매립구조 칼럼R₂의 황산염 농도 변화를 나타낸 것이다. R₁의 경우에는 주입수에 1.7g/l의 황산염을 첨가하였다. 실험 약 30일까지는 칼럼 내부에 충전된 폐기물에 흡수

되거나 응집 등의 원인으로 추정되어지는 유출 황산염 농도가 548mg/l ~ 1125mg/l를 나타내었으며, 그후 급격하게 증가되어 실험 약 60일째 최대 유출농도인 1508mg/l를 나타내었다. 이는 유기물 분해 등에서도 알 수 있듯이 적은 황산염 환원 반응으로 첨가된 상당량의 황산염이 그대로 유출되고 있음을 나타내었다.

그러나 그후 유출 황산염 농도가 비교적 빠른 속도로 감소하여 상당량의 황산염 환원이 일어났음을 알 수 있었고, 특히 실험 130~140일의 경우에는 유출 황산염 농도가 각각 46mg/l와 33mg/l를 나타내어 같은 기간중의 유기물 농도인 COD가 900mg/l 전후의 낮은 값을 보여 황산염 환원량의 증가에 따른 유기물 분해의 안정화가 비교적 잘 이루어지고 있음을 알 수 있었다. 전체적으로 황산염을 첨가한 반응조 R₁에서는 황산염 환원량이 적은 경우에는 유기물 농도의 변화도 심하면서 높은 농도를 나타내었으나 황산염 환원량이 증가할 경우 유기물 농도도 낮아지면서 안정화가 이루어짐을 알 수 있었다. 황산염을 무첨가한 준호기성 형태인 R₂에서는 충전된 폐기물 자체가 함유하고 있는 황산염 농도는 sludge 소각재에서 각각 125.9mg/l와 320.4mg/l 이었지만, 반응조 운전 조건이 준호기성이었기 때문에 황산염 반응은 거의 없고, 단지 충전 폐기물중의 황산염이 주입수에 의해 washout되어 시간의 경과와 함께 점점 그 농도가 낮아지고 있다고 생각되어진다.

따라서, 무첨가의 준호기성 매립구조칼럼과는 달리 황산염을 첨가한 반응조 R₁에서는 황산염 환원에 의한 유기물 분해가 많았다고 생각되어진다.

3.5. CH₄ 및 CO₂의 발생경향 및 매립구조에 따른 CH₄ 억제 효율

Fig. 6은 실험기간 중 발생한 CH₄ gas를 농도별로 나타낸 것이다. 황산염을 첨가한 반응조 R₁에서는 혐기성 조건하에서 발생될 수 있는 CH₄ gas를 황산염환원반응으로 CO₂ 형태로 또는 H₂로부터 CH₄를 생성시키는 경로에서는 H₂O 형태로 전환시켜 CH₄생성 억제가 이루어

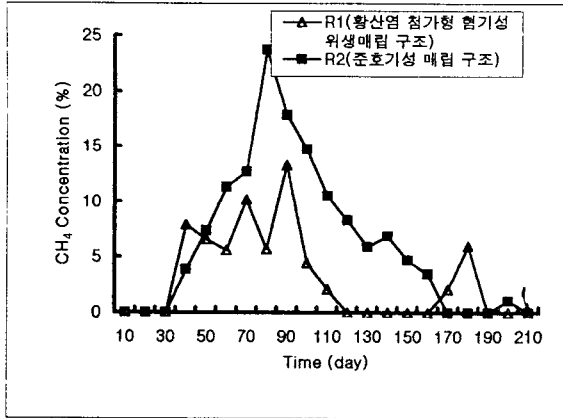


Fig. 6. Temporal variation of CH₄ concentration during the experimental.

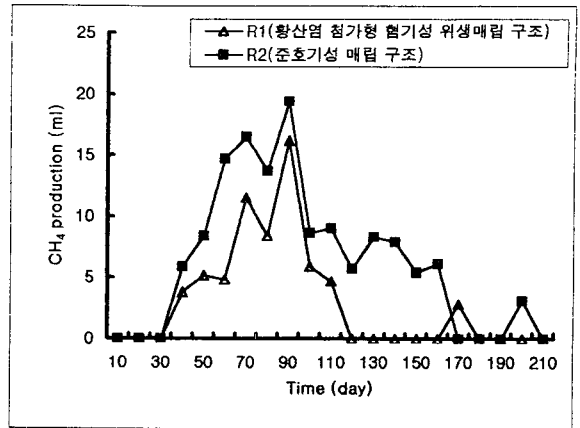


Fig. 8. Temporal variation of CH₄ production during the experimental.

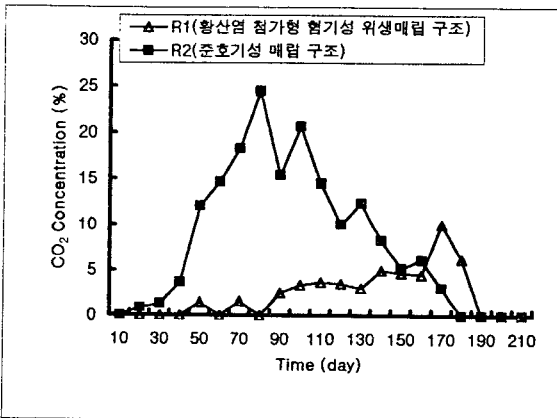


Fig. 7. Temporal variation of CO₂ concentration during the experimental.

지는 Mechanism을 이용하였고, 준호기성 매립구조형태인 R₂는 가능한 칼럼 내부를 공기 또는 산소와 많이 접촉하게 하여 메탄억제를 이루는 형태이다. 우선 R₁의 경우에는 실험개시가 여름이었기 때문에 반응조 내부의 온도가 적당히 유지(20℃~30℃) 되었음에도 불구하고 실험개시 약 40일 쯤부터 CH₄ gas가 발생하기 시작하여 실험 약 90일째에 13.3% 정도의 최대 농도를 나타낸 후, Fig. 5의 황산염 농도의 변화곡선에서 알 수 있듯이 황산염이 급격히 환원되는 90일 이후부터 CH₄ gas 농도도 감소하여 실험 170일째 2.1%의 메탄농도를 제외한 대부분 0.1% 이하를 나타내었다. 그리고, R₂의 경우는 R₁과는 달리 실험 80일째 23.7%의 높은 CH₄ 농도를 나타내는 등, 전체 실험기간에서 R₁ 보다는 높은 CH₄ 농도를 나타내었다.

Fig. 7은 발생하는 가스 중의 CO₂농도변화를 나타낸 것이다. CH₄ gas 억제에 의하여 수계 퇴적물 중의 유기물 분해경로¹¹⁾에서도 알 수 있듯이 유기산(대부분 acetate)이 CO₂로 전환 될 것이라고 생각되었던 R₁에서는 오히려

Table 4. Average CH₄ concentration, production and CH₄ production ratio according to the different Landfill structure

Items Reactor	Packed solid waste	SO ₄ ²⁻ conc. (g/ℓ)	Landfill condition
R ₁	sludge + bottom ash (0.81kg) + (1.29kg)	1.7	Anaerobic condition
R ₂	sludge + bottom ash without sulfate (0.81kg) + (1.29kg)	addition	semi-aerobic condition

려 R₂보다 낮은 CO₂ 농도를 나타내고 있었으나, R₂에서는 실험 80일째 최고농도 24.5%를 나타내는 등 대부분 높은 농도의 CO₂를 나타내었다. 이에 대한 정확한 원인은 파악되지 않았으나, 반응조 내부에 있는 수분 또는 부분적으로 물이 고여 있는 부분에 CO₂가 용해되어 침출수 중의 탄산염 형태로 전환되어 유출되는 형태가 많았기 때문이라고 추측되어 진다.

Fig. 8은 Fig. 6에서 나타난 CH₄ gas 농도를 CH₄ gas 량으로 나타낸 것이다. CH₄ 발생량의 경우도 CH₄ gas 농도와 유사하게 반응조 R₁과 R₂에서 실험 90일째 각각 최대발생량 16.2ml와 19.4ml를 나타내는 등 실험 중반까지는 유사한 형태를 나타내었으나, 실험 후반에 황산염 환원량이 많아짐에 따라, R₁에서는 메탄억제가 효과적으로 나타나 발생량이 거의 없음을 알 수 있었다. 반응조 R₁에서 황산염 환원으로 인하여 생성될 수 있는 H₂S(g)는 가스 상으로는 거의 발생하지 않았다. 이는, 실험 약 100일 정도까지도 pH가 8이상을 유지하는 등 pH가 알칼리성을 나타내었기 때문에 가스상의 H₂S보다는 수용액 중의 H₂S(aq)로서 존재하고 있기 때문으로 추측되어졌다.

Table 4에서는 앞서 살펴본 CH₄ 발생량을 전기간 중의 합으로 나타내어 매립구조 별 메탄억제효율을 산출하였다. 우선, R₁의 경우에는 평균 메탄발생농도(발생된 메탄농도에 한정하여 산출)는 6.4%에 비하여 R₂에서는 9.5%를 나타내어 약 1.5배정도 높은 값을 나타내었으며,

전기간 중 발생한 메탄 발생량은 R_1 과 R_2 에서 각각 60.5 ml, 132.7ml를 나타내어, R_2 에서 발생한 132.7ml를 1로 두어 R_1 의 발생량 60.5ml를 비교한 결과 R_1 의 CH_4 발생률은 0.45로써 R_2 와 비교하여 약 55%의 메탄억제가 이루어졌음을 알 수 있었다. 따라서, 준호기성 매립구조보다는 혐기성 위생매립에 황산염을 첨가한 형태가 메탄억제에 효과적임을 알 수 있었다.

결과적으로 현행의 혐기성 위생매립을 유지하면서 적당량의 황산염을 침출수에 첨가하여 매립지 내부로 되돌려 메탄억제를 행한다면, 구조건설면과 경제성면에서 열세인 준호기성 매립구조 보다도 유리할 것으로 판단된다. 그러나, 본 연구의 결과는 대상폐기물의 다양화와 칼럼의 크기 실험기간 등의 문제가 있었기 때문에 향후 이러한 문제점에 대한 연구를 보완할 필요는 있는 것으로 생각되어진다. 마지막으로, 매립구조별 경제성 문제는 실험실의 작은 칼럼 scale에서는 그 결과 산출이 매우 어려워 추후 검토해야 할 과제라고 생각되어진다.

4. 결 론

매립지에서의 메탄억제, 유기물분해 촉진 등을 위하여 현재 일본에서 실시하고 있는 매립구조인 준호기성 매립구조와 현행관리 또는 건설중에있는 개량형 혐기성 위생매립에 황산염을 첨가한 매립구조와 그 효율을 비교 검토한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

- 1) 실험경과에 따라 준호기성매립구조칼럼의 ORP가 점차 약한 호기상태를 나타내어, 실제 준호기성 매립구조가 시간의 경과에 따라 효과적으로 공기가 유입되지 않을 경우 오히려 매립지 내부가 혐기상태로 진행될 우려가 있을 것으로 생각되어진다.
- 2) 소각재와 sludge를 충전시켜 침출수중의 Cl^- 농도를 분석한 결과 소각재 유래의 Cl^- 농도가 실험초기 6000mg/ℓ 전후를 나타내어 소각재 위주의 매립 또는 소각재가 함유되어있는 매립지에서는 실험초기에 고농도의 Cl^- 에 대한 대책이 필요한 것으로 생각되어진다.
- 3) 황산염을 첨가한 혐기성 위생매립구조인 R_1 의 경우는 황산염 환원에 따라 유기물 분해가 촉진되어, 준호기성 매립구조인 R_2 보다 유기물 분해의 안정화가 빨리 진행됨을 알 수 있었다.
- 4) 실험기간 중 R_1 과 R_2 의 평균 CH_4 농도는 각각 6.4%, 9.5%를 나타내었고, 발생량은 각각 60.5ml와 132.7ml를 보여, 황산염 첨가형 혐기성 위생매립 형태인 R_1 이 준호기성 매립구조인 R_2 에 비하여 약 55% 억제효율을 가져왔다.
- 5) 황산염 첨가의 혐기성 위생 매립구조를 이용하면 현행의 매립구조방법인 혐기성 위생매립구조를 준호기성 매립구조로서 변경하지 않고도 충분히 메탄억제 및 매립지 안정화에 중요한 지표인 유기물 분해의 촉진을 가져올 수 있다고 생각된다.

본 연구의 결론을 더욱 명확하게 하기 위하여 추후 다양한 대상 폐기물을 이용하여 가능한 큰 scale에서 보충의 연구가 진행되어야 할 것으로 사료된다.

감사의 글

본 연구는 학술진흥재단의 '97 박사 후 연수과정지원금에 의하여 수행되었으며, 이에 감사드립니다.

참 고 문 헌

- 1) 環境廳地球溫暖化問題研究會編, 1991, “地球溫暖化を防ぐ”, NHKブックス, 21pp.
- 2) 霞關地球溫暖化問題研究會編譯, 1989, “IPCC地球溫暖化レポート”中央法規出版, 41-42pp.
- 3) 環境廳大氣保全局, 1989, “環境廳「地球溫暖化問題に關する檢討會」の分科會第1回中間報告の概要”, 産業公害, Vol. 25, No. 8, 52-55pp.
- 4) 松井三郎, 立脇征弘, 1989, “硫酸鹽還元菌”, 環境技術, Vol. 18, No. 4, 229-244pp.
- 5) 松井三郎, 1989, “嫌氣性處理における硫酸鹽還元菌の役割”, 京都大學環境衛生研究會第11シンポジウム回講演論文集, 253-258pp.
- 6) Kristjansson, J. K., P. Schonheit, and R. K. Thauer, “1982, Different Ks values for hydrogen of methanogenic bacteria and sulfate reduction bacteria”, Arch. Microbiol., 131, 278~282pp.
- 7) Laanbroek, H. J. and N. Pfennig, 1981, “Oxidation of short-chain fatty acids by SRB in fresh-water and in marine sediments”, Arch. Microbiol., 128, 330~335pp.
- 8) Nedwell, D. B., 1982, “The cycling of sulphur in marine and freshwater sediments”, in Sediment Microbiology, ed. Nedwell, D. B., & Brown, C. M., Academic Press, London, 73~106pp.
- 9) 동아기술 편집부, 1996, “수질오염, 폐기물, 토양오염 공정시험방법”, 동아기술.
- 10) 김정권, 성낙창, 1996, “소각잔사의 매립에 따른 황산염 환원에 의한 중금속고정과 무기염류의 용출특성에 대하여”, 대한환경공학회지, Vol. 17, No 10, 1041~1046pp.
- 11) 竹内準一, 1989, “SBRの生理生態”, 用水と廢水, Vol. 31, No. 4, 294-305pp.