

ORIGINAL ARTICLE

매립장 반입폐기물 특성과 향후 침출수 및 매립가스 관리 방안에 관한 연구

김정권* · 서정민¹⁾ · 권택우²⁾ · 박우병 · 구권도 · 이상용

동의대학교 환경공학과, ¹⁾부산대학교 바이오환경에너지학과, ²⁾EB 융합연구소

A Study on the Characteristics of Wastes Entering Landfills and Future Management Strategies for Leachate and Landfill Gas

Jung-kwon Kim*, Jeong-Min Suh¹⁾, Tack-Woo Kwon²⁾, Woo-Byung Park, Kwon-Do Koo, Sang-Yong Lee

Department of Environmental Engineering, Dong-Eui University, Busan 47340, Korea

¹⁾Department of Bio Environmental Energy, Pusan National University, Miryang 50463, Korea

²⁾EB institute of convergence co., Busan 48422, Korea

Abstract

This study investigated changes in waste characteristics, leachate quality, and landfill gas generation at the S landfill site to evaluate future landfill management strategies under changing waste-management policies. Waste composition, proximate analysis, elemental composition, leachate characteristics, and landfill gas generation data collected during 2021–2025 were analyzed and compared with historical records. The results showed that combustible waste fractions remained high in recycled residues, whereas the organic content of landfilled waste was substantially lower than that reported for conventional municipal solid waste. Proximate and elemental analyses indicated relatively low biodegradable organic fractions and reduced carbon content in the incoming waste stream. Long-term monitoring revealed that leachate BOD concentrations decreased markedly from levels exceeding 2,000 mg/L during the early operational stage to below 200 mg/L in recent years. Similarly, the BOD/COD_{Cr} ratio continuously declined, indicating progressive landfill stabilization and reduced biodegradability of the landfill mass. Landfill gas generation also decreased significantly, with methane production declining by more than 32.8% compared with earlier operational periods. These trends suggest that future landfill management may require a transition from biologically oriented leachate treatment toward more physicochemical treatment approaches as leachate becomes increasingly refractory. In addition, the declining methane generation raises questions regarding the long-term economic feasibility of landfill gas recovery systems. The findings provide practical information for establishing future leachate-treatment and landfill-gas management strategies, particularly in preparation for forthcoming restrictions on the direct landfilling of combustible waste.

Key words : Landfill site, Chemical analysis, Leachate, BOD/COD_{Cr}, Landfill gas

1. 서 론

우리나라는 매립장 부지확보의 어려움과 사회적 갈등을 고려할 때, 기존 매립장의 수명 연장은 매우 중요

한 과제로 인식되고 있으며, 아울러 2005년 유기성(음식물류, 하수슬러지류) 폐기물 직매립 금지 정책(Ministry of Climate, Environment and Energy, 1999)에 이어, 2026년(수도권 외 지역 2030년)부터 가

Received 19 June, 2026; Revised 3 July, 2026;

Accepted 4 July, 2026

*Corresponding author : Jung-kwon Kim, Department of Environmental Engineering, Dong-Eui University, Busan 47340, Korea

Phone : +82-51-890-2077

E-mail : jungkkim@deu.ac.kr

© The Korean Environmental Sciences Society. All rights reserved.

© This is an Open-Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

연성 폐기물 직매립 금지 정책(Ministry of Climate, Environment and Energy, 2021)의 시행은 기존 매립장의 침출수 관리 및 가스 회수 타당성 등의 내용을 분석 및 검토할 필요가 있다.

따라서, 일본과 유사하게 발생폐기물 중 가연성 부분은 재활용 등의 자원순환 및 순환경제의 개념으로 생각하고 재활용이 되지 않는 불연성 물질 및 소각재 등은 매립장으로 반입 처분되어야 할 것이다.

2024년도 우리나라 전국 폐기물 발생량 통계에 따르면 총 폐기물 발생량은, 17,953만 톤/년으로, 2023년 17,619만 톤/년에 비해 약 1.9% 증가하였고, 그 중 생활계 폐기물 2,376만 톤/년(13.2%), 사업장 배출시설계 폐기물 8,376만 톤/년(46.7%), 건설폐기물 6,552만 톤/년(36.5%), 지정폐기물 649만 톤/년(3.6%)으로서 사업장 배출시설계 폐기물이 가장 큰 비율을 차지하고 있다(Ministry of Climate, Energy and Environment, 2025). 발생하는 폐기물은 매립, 소각, 재활용 및 기타 방식으로 처리·처분되고 있다. 매립의 경우 1995년 쓰레기 종량제 시행 및 2005년 유기성 폐기물 매립장 반입금지, 그리고 향후 2030년 이후 가연성 폐기물 매립장 반입금지 등 매립장으로 반입되는 유기성 또는 가연성물질을 최소화하여 매립장의 환경문제(악취 및 침출수 등)를 저감하고 매립장 수명을 연장하는 형태로 진행하고 있다. 즉, 이제부터의 매립장은 무기물(소각 바닥재 등)과 재활용 또는 소각 불가능한 폐기물만 매립될 것이다. 이러한 경우, 향후 매립장의 운영에 있어서 침출수 처리 방법 및 발생 메탄가스의 변화도 충분히 예견할 수 있는 부분이다. 수도권 매립지 및 타 지역에서의 매립장 관리를 위한 반입폐기물 특성조사(Lim and Kwon, 2025; Park et al., 2024)는 다소 이루어졌지만, 반입 폐기물 특성과 침출수 및 가스 발생량 변화 등에 의한 매립지 관리 방안에 대한 연구는 거의 없는 실정이다. 따라서, 본 논문에서는 최근 10여 년 간의 B시 S 매립장의 반입폐기물 특성 및 침출수 및 가스 발생량 등을 조사 분석하여 향후 매립장의 운영 방향(침출수 처리 방향 및 가스 회수의 타당성) 등에 대한 자료를 제공함을 목적으로 한다.

2. 재료 및 방법

2.1. 실험방법

2.1.1. S 매립장 현황

생활계 폐기물을 대상으로 S 매립장은 1994년에 준 호기성 공법, Cell 방식으로 조성 및 운영되어 2025년까지 1단계 매립 완료하였으며, 2026년부터 2단계 매립을 진행중에 있으며, 총면적은 1단계 257천 m², 2단계 250천 m²의 매립 면적을 가지고 있다.

2.1.2. B시의 생활폐기물 처리 및 처분방법

Table 1에 나타난 것과 같이, B시의 일 생활폐기물 일 발생량 중 2개소의 소각시설에 총 470여 톤/일(생활폐기물) 정도를 처리하고 있으며, 폐자원 에너지시설(대상, 생활 및 사업장 종량제 폐기물(시장, 마트))에서 평균 688여 톤/일을 처리하고 있으며, 바닥재 및 Table 2에 나타난 10여 개 지점에서 발생한 폐기물 596 톤/일이 매립 처분되고 있다(Busan Metropolitan City, 2025).

Table 1. Waste treatment and disposal capacities in Busan Metropolitan City

Items	Treatment and disposal volume (ton/d)*
Incineration	470
Waste-to-energy facility	688
Landfill	596

* Busan Metropolitan City, 2025

2.1.3. 연구방법

본 연구에서의 시료는 S 매립장으로 반입되고 있는 10여 개 종류의 사업장 종량제 및 재활용잔재물 등을 현장에서 폐기물공정시험법에 의거 원추사분법을 통하여 시료를 채취하였다(Ministry of Climate, Environment and Energy, 2004).

채취된 폐기물을 대상으로 삼성분(수분, 회분, 가연분), 12성상 및 원소분석(C, H, O, N, S) 등을 통하여 최근 5년간의 반입폐기물 특성을 분석하고 이러한 결과를 바탕으로 침출수 중의 BOD/CODcr 비의 변화 그리고 가스 발생량을 분석하여 향후 매립장에서의 침출수 처리방향 및 가스 회수의 전망 등에 관하여 분석해 보았다. 삼성분 및 12성상의 경우, 폐기물공정시험법(Ministry of Climate, Environment and Energy, 2004), 그리고 원소분석은 기기분석(Flash, EA 1112, Thermo)으로 침출수 및 가스의 경우 부산환경공단 자료를 이용하였다(Busan Metropolitan City, 2025).

또한, 연구에서 조사 분석으로 얻어진 2021~2025년 결과치와 더불어 연구 내용에 참조하고자 이전의 분석 자료도 이용하였다(Kim, 2003; Kim, 2006; Kim, 2010; Kim, 2013; Kim, 2015).

Table 2. Classification of Waste delivered to the S landfill site

Items	Accepted waste
W1~W5	Bulk market waste
W6	Waste-to-energy facility residues
W7	Recycling residues
W8~W10	Screenings from food waste recycling facilities

3. 결과 및 고찰

3.1. 반입폐기물 특성

3.1.1. 구성비(12성상)

조사 기간인 2021~2025년까지의 S 매립장으로 반입되고 있는 폐기물의 12성상을 나타내었다. 생활계 폐기물 매립장인 S 매립장의 경우, 일반적인 10성상 분류에 음식물자원화시설 등에서 발생하는 슬러지 협잡물과 기저귀류 2가지를 더 첨가해서 12성상의 항목으로 분류, 분석하였다. Table 3에 나타내었듯이 음식물 자원화시설에서 발생하는 찌꺼기류 인 협잡물이 약 30.4%를 차지하고 그 외 비닐·플라스틱류가 약 23.4%를 차지하였다. 그리고 음식물류 및 종이류도 각각 9.2%, 7.5%를 차지하였다. 그리고 발생량은 적지만 정원 쓰레기와 기타 불연물이 각각 10.4% 및 10.3%를 나타내었다.

이러한 경향은 B시의 종량제 생활계 폐기물의 2021년~2025년 주요 성상 평균인 비닐·플라스틱류 38.9% (31.4, 42.1, 43.9, 44.3 및 32.8%), 종이류 25.9% (19.3, 26.5, 23.4, 27.7 및 32.6%) 그리고 음식물 폐기물류 5.7%(8.9, 3.3, 3.4, 4.2 및 8.7%)로 비닐·플라스틱류와 종이류가 약 64.8%를 차지하는 것과는 상당한 차이를 나타내고 있다. 또한 수도권 매립지 반입 쓰레기의 최근 5년(2015~2019년)간 평균인 종이류 43.5%, 비닐·플라스틱류 25.1%, 그리고 음식물 폐기물류 7.9%와는 다소의 차이를 보이고 있다(Sudokwon Landfill Site Management Corporation, 2021). 또

한 B시의 과거 2003~2008년 간의 성상 조사 결과(Kim, 2010)인 음식물 14.2%, 종이류 45.9% 및 비닐·플라스틱류 30.2%와는 상당히 차이를 보이고 있다.

전술하였듯이 S 매립장의 경우는 B시 전체 발생하는 종량제 생활계 폐기물 전체 발생량의 40% 정도는 폐자원 에너지시설(SRF (solid refuse fuel; 고형연료화) 연소를 통한 폐자원 에너지시설)에서 처리 그리고 소각시설에서 25% 정도 그리고 소각재와, 시장의 다량 폐기물, 재활용 및 폐자원 에너지시설 잔재물 및 음식물 자원화시설 슬러지 협잡물 등을 위주로 매립하고 있어 종량제 생활폐기물은 반입되지 않는다.

3.1.2. 삼성분

S 매립장 반입폐기물의 삼성분 분석 결과를 Table 4에 나타내었다. 전체적으로 다량 쓰레기인 W-1~5의 경우, 채소 등으로 인하여 함수율이 평균 46.0%, 그리고 가연분이 43.8%를 나타내었으나, 재활용잔재물(대부분 비닐·플라스틱 류)의 경우는 함수율이 평균 3.0%로 매우 낮으나 가연분은 93.2%를 보였다. 또한, 음식물자원화시설인 W-8~10에서 발생된 협잡물은 함수율이 높은 평균 67.3%를 각각 보였다.

이러한 경향은 B시의 종량제 생활계 폐기물의 2021년~2025년 주요 삼성분 평균인, 수분 27.2%(43.9, 34.3, 21.4, 19.6, 및 16.7%), 가연분 61.7%(50.8, 56.8, 64.1, 73.7 및 62.9%) 그리고 수도권 매립지 반입 폐기물의 삼성분 평균(Sudokwon Landfill Site Management Corporation, 2021)인 19.3% 및 70.7% 것과는 달리 함수율이 높고 가연분이 적은 형태를 보이고 있다. 이는 전술하였듯이 시장의 다량 폐기물 및 음식물자원화시설의 협잡물 등에 기인한 것으로 판단된다.

3.1.3. 원소분석

매립지 반입폐기물 대상으로 원소(C, H, O, N, S)분석을 한 결과를 Table 5에 나타내었다. 그 결과 C의 함량은 다량폐기물의 경우 시간 경과에 따라 다소 증가하는 경향을 보여 평균 48.8%를 보였으며, 재활용 잔재물은 약 76.3%로 높게 나타났다. 반면 S의 경우 대부분 검출한계 부근을 나타냈다.

이러한 경향은 B시의 종량제 생활계 폐기물의 2021년~2025년 주요 원소분석 결과인 평균 C함량 52.3%

Table 3. Twelve-category composition of waste delivered to the S landfill site (2021~2025)

(unit : %)

Items	Food waste	Paper waste	Textile waste	Plastis waste	Wood waste	Rubber and leather waste	Glass and ceramic waste	Metal waste	Yard waste	Other non-combustible waste	Screening sludge	Diaper waste
2021	5.6	5.8	3.1	22.5	0.5	0.4	0.9	1.9	10.0	18.6	29.0	1.7
2022	4.1	7.8	3.7	27.1	0.3	0.5	0.9	1.0	10.0	13.0	29.4	2.2
2023	11.8	7.5	2.4	24.7	0.2	0.2	1.5	1.7	11.1	7.2	30.7	1.0
2024	13.8	7.0	2.7	21.1	0.2	0.7	1.0	1.8	10.5	5.5	31.6	4.4
2025	10.9	9.4	3.7	21.9	1.1	0.8	1.8	0.4	10.0	7.4	31.4	1.2
Average	9.2	7.5	3.1	23.4	0.5	0.5	1.2	1.4	10.4	10.3	30.4	2.1

Table 4. Proximate analysis results of waste delivered to the S landfill site (2021~2025)

(unit : %)

Items	2021			2022			2023			2024			2025			Average		
	W.C	C.C	A.C*	W.C	C.C	A.C	W.C	C.C	A.C	W.C	C.C	A.C	W.C	C.C	A.C	W.C	C.C	A.C
W-1	44.3	50.3	5.4	42.0	53.1	4.9	35.7	53.9	10.4	39.6	52.4	8.0	22.6	59.5	20.5	36.8	53.8	9.4
W-2	50.6	41.6	7.8	45.8	47.4	6.8	56.0	36.7	7.3	45.5	50.8	3.7	52.9	38.6	8.5	50.1	43.0	6.9
W-3	32.5	57.4	10.1	38.0	55.0	7.0	37.0	56.2	6.8	28.7	54.8	16.5	29.8	56.8	13.4	33.2	56.0	10.8
W-4	83.1	15.0	1.9	79.4	18.6	2.0	75.7	20.2	4.0	71.2	25.1	3.7	65.9	22.5	11.6	75.1	20.3	4.6
W-5	40.9	41.3	17.8	34.0	48.8	17.2	34.4	46.8	18.8	31.7	54.8	13.5	34.1	36.7	29.2	35.0	45.7	19.3
W-6	25.5	57.4	17.1	25.3	65.2	9.5	25.0	66.2	8.8	21.7	68.6	9.7	13.5	77.7	8.8	22.2	67.0	10.8
W-7	1.3	97.8	0.9	2.4	96.1	1.5	3.4	91.4	5.2	1.7	92.6	5.7	6.4	88.1	5.5	3.0	93.2	3.8
W-8	71.8	24.6	3.6	69.1	26.3	4.6	72.2	19.6	8.2	57.1	32.6	10.3	75.3	15.4	9.3	69.1	23.7	7.2
W-9	72.7	24.0	3.3	73.2	21.8	5.0	70.5	25.2	4.3	52.7	41.7	5.6	63.8	29.6	6.6	66.6	28.5	4.9
W-10	73.1	22.8	4.1	72.7	22.5	4.8	67.8	27.4	4.8	50.2	44.2	5.6	67.5	28.4	4.1	66.3	29.1	4.6
Average	49.6	43.2	7.2	48.2	43.3	8.5	47.8	44.3	7.9	40.0	51.8	8.2	43.2	45.2	11.6	45.7	46.0	8.3

*W.C : Water content, C.C : Combustible content, A.C : Ash content

Table 5. Elemental composition (C, H, O, N, and S) of waste delivered to the S landfill site (2021~2025)

(unit : %)

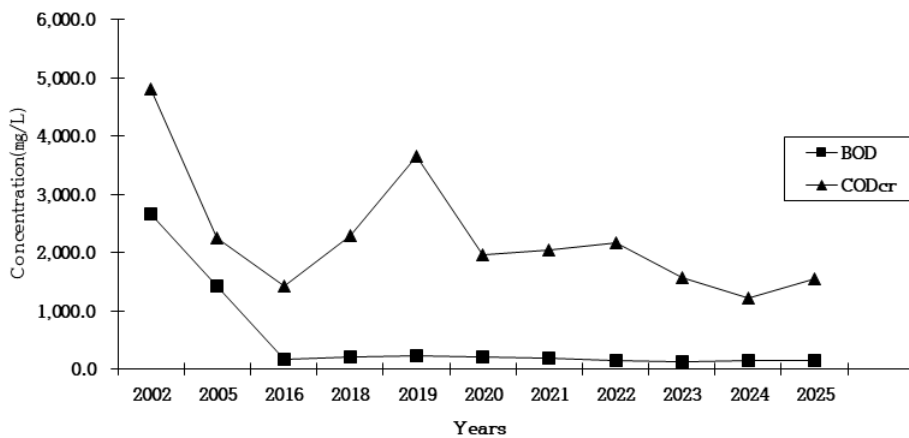
Items	2021					2022					2023					2024					2025				
	C	H	O	N	S	C	H	O	N	S	C	H	O	N	S	C	H	O	N	S	C	H	O	N	S
W-1	30.3	4.1	14.3	0.7	0.05	40.6	5.8	12.3	0.3	0.05	51.7	6.1	36.2	0.3	0.05	69.2	10.8	14.7	1.2	ND	62.9	9.7	20.7	0.5	0.0
W-2	27.3	3.7	16.2	0.9	0.05	33.9	4.8	15.7	0.7	0.04	46.2	6.4	34.1	0.6	0.00	65.0	9.6	23.6	0.4	ND	62.7	8.3	20.4	1.2	0.1
W-3	40.1	5.6	18.2	0.8	0.06	44.1	6.2	18.8	0.4	0.05	59.1	8.6	23.6	0.3	0.06	64.3	9.8	24.0	0.3	ND	63.0	9.4	16.0	0.2	0.0
W-4	44.2	5.4	38.2	2.8	0.26	40.8	5.1	37.8	3.5	0.29	42.2	5.5	35.0	1.6	0.03	43.9	5.9	37.6	1.8	ND	45.7	5.9	35.0	3.9	0.0
W-5	31.9	4.5	11.7	0.4	0.04	43.6	6.1	12.6	0.3	0.05	50.9	7.1	20.2	0.6	0.06	61.0	9.5	15.0	0.6	ND	56.0	8.0	19.4	0.8	0.2
W-6	40.4	5.5	19.1	0.6	0.06	48.9	7.0	25.9	0.5	0.05	37.5	5.3	24.6	0.3	0.05	62.6	9.5	21.0	0.3	ND	61.3	9.3	22.3	1.9	0.0
W-7	74.5	10.9	7.4	0.3	0.09	76.0	11.3	5.6	0.2	0.09	79.2	11.0	1.3	0.1	0.00	71.6	8.6	5.7	0.4	ND	80.1	12.6	16.4	0.2	0.0
W-8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	35.7	4.4	24.6	2.6	0.84	39.9	5.5	22.2	4.6	ND	38.1	4.7	27.9	4.4	1.8
W-9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	44.9	6.6	31.6	3.0	0.05	48.2	6.8	29.1	5.9	ND	46.7	6.7	30.9	5.8	0.2
W-10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	41.9	6.2	36.3	2.6	0.17	44.0	5.9	29.3	3.8	ND	51.8	7.6	32.5	4.3	0.0

- Not measured

- Large waste (W-1~5), the average of C for 2021~2025 (50.9, 47.0, 54.1, 43.3, 48.7) is 48.8%

Table 6. Leachate characteristics at the S landfill site (2016~2025)

	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	Average
pH	7.9	-	8.1	8.0	8.0	8.2	8.3	7.9	7.7	8.1	8.0
COD _{Cr}	1428.0	-	2293.8	3642.7	1969.0	2,046.4	2,166.1	1,562.9	1,218.5	1,542.7	1,707.3
BOD	160.3	-	212.6	228.3	205.2	187.8	150.8	126.2	142.0	148.9	151.1
SS	37.4	-	28.4	39.3	24.2	17.6	12.5	28.7	19.2	67.2	29.0
T-N	1650.3	-	2200.0	1989.2	1847.2	1,935.5	2,178.9	1,292.9	1,162.7	1,943.6	1,702.7
T-P	13.40	-	24.35	22.22	20.00	19.50	20.90	11.25	10.36	17.26	15.85

**Fig. 1.** Long-term changes in BOD and CODcr concentrations of landfill leachate (2002~2025).

(42.8, 46.5, 60.2, 54.4 및 57.4%)보다 3.5% 정도 낮게 나타났다. 그리고 2003~2008년의 조사 평균(Kim, 2010)인 60.3%보다도 약 11.5% 정도 낮게 조사되어 매립장 반입 폐기물의 유기성 함량이 점차 낮아지고 있음을 알 수 있다.

3.2. 침출수 특성

Table 6은 최근 5년간의 유입침출수 농도를 나타낸 것이다. 그리고 Fig. 1은 CODcr 및 BOD 농도 변화를 나타낸 것이다. pH는 평균 8.0으로 중성을 나타내고 있으며, CODcr 농도는 2022년에 다소 높은 2,165.1 mg/L를 나타내었으나 이후 감소하는 경향을 나타내어 평균 1,707.3 mg/L를 보였다. BOD 농도의 경우는 2018, 2019 및 2020년 3개년도의 평균인 215.4 mg/L보다 2023, 2024 및 2025년 3개년의 평균 138.7 mg/L가 약 35.7% 정도 감소한 것으로 나타났다. 그리

고 T-N의 농도는 T-P의 농도와는 달리 다소 높은 형태로 나타났으나 그 경향은 BOD 농도와 유사하였다.

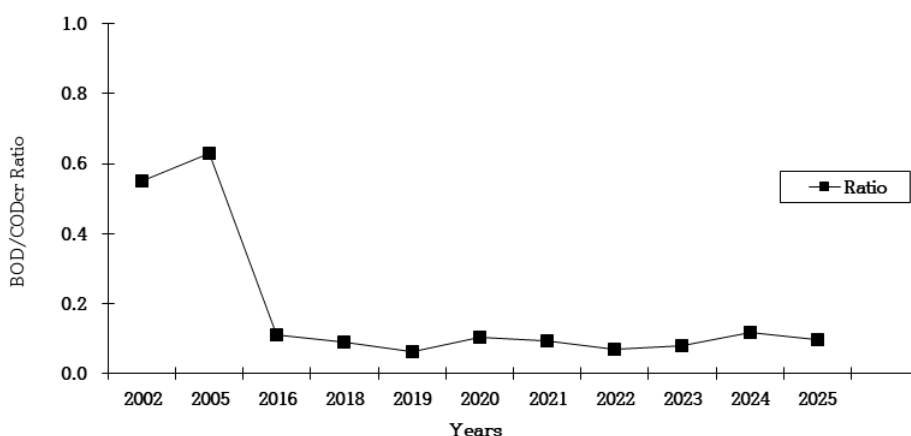
Table 7 및 Fig. 2는 2002년부터 10여 년의 BOD/CODcr 비를 나타낸 것으로 2002 및 2005년의 경우, 각각 0.55 및 0.63을 나타내어 침출수 처리는 생물학적 처리가 주요 처리형태로 이루어졌지만, 2016년 이후 매립장의 안정화 진행 등으로 BOD/CODcr 비가 0.11~0.07 정도를 나타내고 있고 또한, 2030년 이후 가연성물질 반입금지가 시행된다면, 화학적 처리 중심으로 처리되어야 할 것으로 생각된다(Nam et al., 2002). 따라서, 타 매립장의 경우도 향후 침출수 처리방식에 대하여 검토가 필요할 것으로 판단된다.

3.3. 가스발생 특성

최근 6년간(2020~2025년) 월별 매립가스 발생 경향을 Fig. 3에 나타내었다. 그리고 Table 8은 이전의 자료인 2012, 2013 및 2014년의 가스 및 메탄가스 발

Table 7. Long-term variations in COD_{Cr}, BOD, and BOD/COD_{Cr} ratio of influent leachate at the S landfill site (2002~2025)

	2002	2005	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
COD _{Cr}	4815.0	2257.0	1428.0	-	2293.8	3642.7	1969.0	2,046.4	2,166.1	1,562.9	1,218.5	1,542.7
BOD	2667.0	1429.0	160.3	-	212.6	228.3	205.2	187.8	150.8	126.2	142.0	148.9
Ratio (BOD/COD _{Cr})	0.55	0.63	0.11		0.09	0.09	0.10	0.09	0.07	0.08	0.11	0.09

**Fig. 2.** Long-term changes in the BOD/COD_{Cr} ratio of landfill leachate (2002~2025).

생농도, 메탄 발생량도 함께 비교하였다. 우선, 그림에서 2020년도 및 2022년도에서 다소 높은 비율의 가스 발생량 변화를 보였으며, 이후 서서히 감소하여 2025년의 경우는 2022년도와 비교하여 약 70% 전후의 비율로 떨어졌음을 알 수 있다. 이는 전술의 반입폐기물 특성에서 생활계 종량제 봉투와는 달리 매립장 반입폐기물의 유기성 물질의 상대적 감소 및 침출수 항목 중 BOD농도 변화와 유사한 결과를 나타내었다. 즉 BOD농도의 감소에 따른 가스 발생량 저감이라고 보여진다.

그리고 Table 8에서는 2012, 2013 및 2014년 3개년의 평균 메탄 발생량이 9,882 m³/일이었으나, 2023, 2024 및 2025년 3개년의 메탄 발생량의 평균이 6,642 m³/일로 약 32.8% 정도 감소한 것으로 나타났다. 이는 B시의 경우, 2014년부터 발생하는 생활폐기물(생활 및 사업장 종량제 폐기물(시장 및 마트))의 약 40%에 해당되는 연간 약 20만 톤을 폐자원 에너지시설(SRF생산 후 유동층상 소각로 투입)에서 처리하고 잔재물은 매립시키는 형태로 진행하고 있어 실제 매립장의 경우 2곳의 소각로에서 발생하는 소각재와 전술하였듯이 재

활용 잔재물 그리고 다량폐기물(시장 등) 및 음식물처리 협잡물 등이 매립되고 있어 향후 발생 가스의 양은 더욱 감소할 것으로 예상되며 또한 2030년부터 실시되는 가연성 폐기물 매립장 직매립금지 등의 제도가 시행될 경우 매립장의 가스 회수의 경우 그 경제성을 검토할 시기가 된 것으로 생각된다. 결론적으로 S 매립장을 비롯한 수도권 매립장의 경우도 이제부터 가스 회수에 대한 경제성 검토와 함께 향후 매립가스의 채산성이 떨어질 경우, 메탄 및 이산화탄소와 같은 온실가스 배출에 대한 연구가 진행되어야 할 것이다.

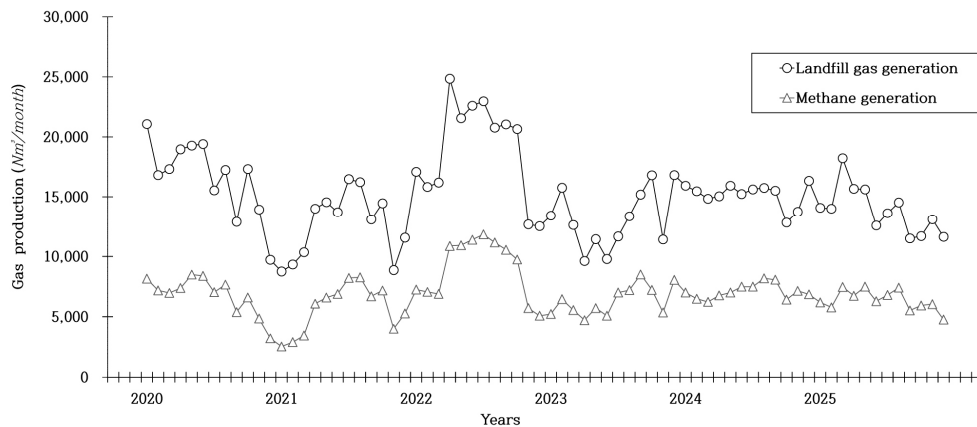
Table 8에서의 평균 40% 초반의 메탄 비율은 유기물량에 관계없이 매립장 자체의 혐기성 유지에 따른 것으로 판단된다.

4. 결론

매립장 반입폐기물 특성 및 침출수 농도 및 가스 발생량 등의 경향을 분석하여 향후 매립장 침출수 처리 방향 및 가스 회수의 타당성을 검토한 결과 다음과 같은

Table 8. Landfill gas generation and composition at the S landfill site (2012~2025)

Items	Total landfill gas generation (Nm ³ /d)	Methane generation in landfill gas (Nm ³ /d)	Methane concentration in landfill gas (%)
2012	19,752	8,690	44.0
2013	24,646	10,744	42.5
2014	24,312	10,211	42.0
2020	16,632	6,782	40.0
2021	12,654	5,696	44.0
2022	19,069	9,046	47.0
2023	13,166	6,347	48.5
2024	15,193	7,204	46.8
2025	13,861	6,375	46.2
Average	17,699	7,899	44.5

**Fig. 3.** Changes in gas concentration and methane production at the Landfill Site (2020~2025).

결과를 얻었다.

- (1) S 매립장 반입폐기물의 삼성분 분석 결과, B시의 종량제 생활폐기물의 2021년~2025년 주요 삼성분과는 달리 함수율이 평균 46.0%, 그리고 가연분이 43.8%를 나타내었고, 재활용잔재물(대부분 비닐·플라스틱류)의 경우는 함수율이 평균 3.0%로 매우 낮으나 가연분은 93.2%를 보였다.
- (2) S 매립장의 경우, 음식물 처리 혼합물이 약 30.4%, 그 외 비닐·플라스틱류가 약 23.4%, 그리고 음식물류 및 종이류도 각각 9.2%, 7.5%를 차지하였다. 2002~2008년의 성상 조사인 음식물 8.8%, 종이류 43.8% 및 비닐·플라스틱류 30.2%와는 상당한 차이를 보였다. 그리고, B시의 종량제 생활계 폐기물의 2021년~2025년 주요 성상 평균인 비닐·플라스틱류와 종이류가 약 64.8%를 차지하는 것과는 상당한 차이를 나타내고 있다.
- (3) 원소분석의 경우, C의 함량은 다량 폐기물의 경우 시간 경과에 따라 다소 증가하는 경향을 보여 평균 48.8%를 보였으며, 재활용 잔재물은 약 76.3%로 높게 나타났다. 이러한 경향은 B시의 종량제 생활폐기물의 2021년~2025년 및 2003~2008년의 조사 평균보다 3.5% 및 11.5% 정도 낮게 조사되어 매립장 반입 폐기물의 유기성 함량이 점차 낮아지고 있음을 알 수 있다.

- (4) 유입침출수 BOD 농도의 경우는 2018, 2019 및 2020년 3개년도의 평균인 215.4 mg/l 보다, 2023, 2024 및 2025년 3개년의 평균 138.7mg/l 가 약 35.7% 정도 감소한 것으로 나타났다. 또한, 20여 년 동안의 BOD/CODcr 비의 경우, 2002 및 2005년의 경우, 각각 0.55 및 0.63를 나타내었지만, 2016년 이후 0.11~0.07 정도를 나타내고 있고 또한, 2030년 이후 가연성물질 반입금지가 시행된다면, 기존의 생물학적 처리에서 화학적 처리 중심으로 처리되어야 할 것으로 생각된다. 따라서, 타 매립장의 경우도, 향후 침출수 처리방식에 대하여 검토가 필요할 것으로 판단된다.
- (5) 가스 발생량 변화의 경우, 2025년의 경우는 2022년도와 비교하여 약 70% 전후의 비율로 떨어져, 이는 매립장 반입폐기물 중 유기성 물질의 상대적 감소에 따른 가스 발생량 저감이라고 보여진다. 2012, 2013 및 2014년 3개년의 평균 메탄 발생량이 9,882 m³/일이었으나, 2023, 2024 및 2025년 3개년의 평균 메탄 발생량이 6,642 m³/일로 약 32.8% 정도 감소한 것으로 나타났다. 따라서, 2030년부터 실시되는 가연성 폐기물 매립장 직매립 금지 등의 제도가 시행될 경우, 매립장의 가스 회수의 경우 그 경제성을 재검토할 시기가 된 것으로 생각된다. 또한, 가스 회수가 불필요할 경우 포집하여 소각 또는 대기공기 희석 등의 형태로 검토되어야 할 것이다.

결론적으로 S 매립장의 연도별 반입폐기물 분석 결과, 향후 침출수 처리 및 가스 회수 여부 등을 재검토해야 할 것이며, S 매립장을 비롯한 수도권 매립장의 경우, 향후 메탄 및 이산화탄소와 같은 온실가스 대기 배출에 대한 연구가 진행되어야 할 것이다.

감사의 글

이 논문은 2025학년도 동의대학교 연구년 지원에 의하여 연구되었음.

REFERENCES

Busan Metropolitan City, 2025, Busan environmental corporation report, Busan, Republic of Korea.

- Kim, J. K., 2003, Final report on environmental impact survey of Busan Environmental Resources Park in 2002, Busan Metropolitan City, Busan, Republic of Korea, 25~60.
- Kim, J. K., 2006, Final report on environmental impact survey of Busan Environmental Resources Park in 2005, Busan Metropolitan City, Busan, Republic of Korea, 24~53.
- Kim, J. K., 2010, Final report on environmental impact survey of Busan Environmental Resources Park in 2009, Busan Metropolitan City, Busan, Republic of Korea, 45~77.
- Kim, J. K., 2013, Final report on environmental impact survey of Busan Environmental Resources Park in 2012, Busan Metropolitan City, Busan, Republic of Korea.
- Kim, J. K., 2015, Final report on environmental impact survey of Busan Environmental Resources Park in 2014, Busan Metropolitan City, Busan, Republic of Korea.
- Lim, J. H., Kwon, H. D., 2025, A Study on the properties of waste imported to the Sudokwon landfill site in 2024, Abstracts of the 2025 Autumn Conference of the Korea Society of Waste Management, No. P3-07, 256.
- Ministry of Climate, Environment and Energy, 1999, Waste control act enforcement rule, Article 14, Sejong, Republic of Korea.
- Ministry of Climate, Environment and Energy, 2004, 2004 Official test standards for wastes analysis Seoul, Report, Sejong, Republic of Korea.
- Ministry of Climate, Environment and Energy, 2021, Enforcement rule of the waste control act, Sejong, Republic of Korea.
- Ministry of Climate, Environment and Energy, 2025, 2024 National waste generation and treatment status, Sejong, Republic of Korea.
- Nam, G. G., Lee, B. J., Joo, J. H., 2002, A Study on the property change of leachate according to landfill course and age: The separation of organic matter components, J. Korean Soc. Water Environ., 19(3) 293~302.
- Park, S. S., Hong, S. K., Noh, M. H., Kim, J. K., 2024, A Study on the investigation of the properties of household waste to direct landfill ban in 2030, Abstracts of the 2024 Spring Conference of the Korea Society of Waste Management, 664.
- Sudokwon Landfill Site Management Corporation, 2021, Waste acceptance and operational management technology, Incheon, Republic of Korea, 96~98.

-
- Professor. Jung-Kwon Kim
Department of Environmental Engineering, Dong-Eui University
jungkkim@deu.ac.kr
 - Professor. Jeong-Min Suh
Department of Bio Environmental Energy, Pusan National University
suhjm@pusan.ac.kr
 - CEO. Tack-Woo Kwon
EB institute of convergence co
costlab@hanmail.net

-
- Ph.D. program. Woo-Byung Park
Department of Environmental Engineering, Dong-Eui University
pwb9060@gmail.com
 - Ph.D. program. Kwon-Do Koo
Department of Environmental Engineering, Dong-Eui University
mrnjseh@daedo21.com
 - Ph.D. Sang-Yong Lee
Department of Environmental Engineering, Dong-Eui University
amir@bmc.busan.kr