

## 매립지 정비에 의한 순환이용 가능량 산정 사례 연구

이소라, 이우진, 이영준<sup>†</sup>

한국환경정책·평가연구원

## A Case Study on the Estimation of the Resource Recovery Potentials by Landfill Mining

Sora Yi, Woo Jin Lee, YoungJoon Rhee<sup>†</sup>

Korea Environment Institute

(Received: Jan. 11, 2018 / Revised: Feb. 14, 2018 / Accepted: Feb. 17, 2018)

**ABSTRACT:** As many local governments have faced increasing conflicts on landfill use and the time of end use, it is difficult to provide an alternative landfill or conclude a consensus of lifespan extension for the existing landfill site. Therefore, the purpose of this study is to contribute improving of the landfill capacity by calculating the resource recovery potentials of landfilled waste previously and in the future by landfill mining. For this, rate of volume increase, weight ratio, and apparent density were adopted as major parameters and their values were calculated through previous cases. The rate of volume increase was calculated to 1.42 by averaging previous cases of three areas. The average weight ratio of soil matter was 45.6% by calculating for the three areas. For the combustible waste and incombustible waste, statistical data can be used. The apparent densities were divided by combustible waste, incombustible waste, and soil matter using an average of two areas value, i.e., 0.35ton/m<sup>3</sup>, 1.40ton/m<sup>3</sup> and 1.58ton/m<sup>3</sup>. We analyzed the resource recovery potential of Cheongju landfill by using the estimated parameters. The additional landfill capacity was 45% of the existing landfill capacity by recovering landfilled waste by landfill mining. In addition, it is analyzed that the lifespan is extended to 20 years, if the combustible waste of new inputting waste is sorted and combusted for energy recovery and incineration ash, incombustible waste, and soil matter are only reclaimed into the existing Cheongju landfill. It is expected that the methodology and parameters of this study will be used as basic data when resource recovery potential is analyzed for another case study of landfill mining.

**Keywords:** Reusable landfill, Landfill resource recovery, Rate of volume increase, Weight ratio, Apparent density

**초 록:** 최근 지자체에서는 매립지 사용에 관한 갈등과 사용종료 시점을 앞두고 논란이 이는 사례가 늘고 있으며, 대체 매립지 마련이나 기존 매립지의 수명연장 합의를 이끄는 데 난항을 겪고 있다. 이에 본 연구는 매립지 정비를 통하여 기 매립된 폐기물과 향후 매립될 폐기물의 순환이용 가능량을 산정하고, 매립지의 용량을 확보하도록 기여하는 데에 그 목적이 있다. 이를 위해 부피증가율, 중량비, 겉보기밀도를 주요 파라미터로 결정하고, 기존 사업 사례를 통해 그 값을 산정하였다. 기존 사업 지역(아산시, 예천군, 안동시)에서의 부피증가율의 평균값은 1.42로 산정되었다. 중량비의 경우 세 지역의 토사류 평균값은 45.6%로 산정되었고, 가연성 폐기물

<sup>†</sup> Corresponding author(e-mail : [yjrhee@kei.re.kr](mailto:yjrhee@kei.re.kr))

과 불연성 폐기물의 비율은 「전국 폐기물 발생 및 처리 현황」 통계자료를 활용할 수 있도록 산정 방법론을 제시하였다. 겔보기밀도는 두 지역 평균값을 이용하였으며 가연성, 불연성, 토사류별로 각각 0.35톤/㎥, 1.40톤/㎥, 1.58톤/㎥으로 산정되었다. 본 연구에서 산정된 주요 파라미터들과 제시된 방법론을 통해 사례 연구로 청주매립지의 순환이용 가능량을 분석하였다. 기 매립된 폐기물을 정비하여 순환이용함으로써 새로 확보될 매립용량은 기존 매립지 용량 대비 45%에 해당되었다. 또한 매년 반입되는 물량을 선별하여 가연성분은 에너지 화하고, 소각재, 불연성 및 토사류만 재매립할 경우 청주시의 매립지 사용연한이 20년 증가되는 것으로 분석되었다. 향후 본 연구에서 구축한 방법론은 특정 매립지를 선정하여 순환이용 하고자 할 때 기초자료로 활용될 수 있을 것으로 기대된다.

**주제어:** 순환형 매립지, 순환이용사업, 부피증가율, 중량비, 겔보기밀도

## 1. 서론

우리나라에서는 2018년부터 「자원순환기본법」을 시행함으로써 폐기물 처분부담금제도 등 새로운 폐기물 정책을 도입하였지만, 여전히 매립지 반입폐기물의 직매립률을 줄이기 위한 정책이 추가로 필요한 실정이다. 또한 지역주민의 폐기물 매립지 기피 현상으로 인해 지자체에서는 폐기물 발생량 증가에 대비한 장기 사용을 위한 신규 매립지 확보에 어려움이 있다. 이에 기존 매립지 정비를 통한 매립자원의 순환이용 방안을 강구하여야 할 것이다.

이미 2010년부터 우리나라에서는 순환형 매립지 정비사업을 통해 매립자원의 에너지화를 추진하고 있다. 예천군(2010~2014)<sup>1)</sup>, 아산시(2010~2015)<sup>2)</sup>, 안동시(2012~2015)<sup>3)</sup>, 인제군(2016~2018)<sup>4)</sup>, 군산시(2017~2019)<sup>5)</sup>가 Bioreactor + Landfill mining 형태의 새로운 매립지 순환이용사업을 추진하거나 추진예정 중에 있다. 여기서 Landfill mining은 사용종료된 위생매립지(또는 일부 비위생매립지)를 대상으로 실시 중인 기술로, 환경적 측면을 개선하기 위해 정비사업(국내 법적 용어로 매립지 정비)을 추진하는 경우이다. 구체적으로는 매립폐기물을 굴착하여 선별하고, 매립자원을 소각 및 재활용함으로써 확보한 매립지를 재이용하는 기술이다. 주요 정비방법은 굴착, 폐기물 선별, 압축, 소각 등이며, 정비사업이 완료된 매립지는 주로 공원이나 신규 매립지로 재이용한다. 그러나 최근에는 Bioreactor landfill 기술을 추가로 결합하여 매립지를 조기 안정화한 후 안정화된 매립폐기물

을 굴착, 선별, 재활용하여 매립부지를 재사용하는 이른바 “순환형(Sustainable) 또는 재사용(Reusable) 매립지” 개념으로 확대되었다.<sup>6)</sup>

본 연구에서는 순환이용 가능량 분석이 필요한 사례 대상 지역을 선정하기 위해 전국의 매립지를 검토하였다. 이에 가연 선별물을 소각할 수 있는 소각장 또는 SRF 제조 및 사용시설을 갖추고 있고, 매립지가 만적될 예정인 지역을 후보지로 선정하였다. 청주시의 경우 400톤/일 규모의 소각장을 가지고 있으며, 매립지의 99.3%가 매립되어 새로운 매립 공간 확보가 시급한 상황이다.

이에 본 연구에서는 매립지 정비에 의한 매립자원의 순환이용 가능량을 산정하기 위한 주요 파라미터와 산정 방법을 도출하고, 청주시 매립지의 사례로 순환이용 가능량을 분석하였다.

## 2. 연구 대상 및 방법

### 2.1. 연구 대상

매립자원 순환이용 가능량 분석을 위한 대상 매립지는 생활폐기물 및 사업장일반폐기물(건설폐기물 포함)을 반입되는 모든 관리형 매립지를 포함하고 있다. 여기서 대상폐기물은 관리형 매립지 반입 폐기물로, 주로 순환이용이 가능한 생활폐기물 및 일부 사업장배출시설계폐기물을 의미한다.

## 2.2. 연구 방법

매립폐기물의 순환이용 가능량 분석을 위해서는 먼저 해당 매립지의 매립 폐기물량과 성분을 파악해야 한다. 본 연구에서는 환경부에서 발간한 「2015 전국 폐기물 발생 및 처리 현황」<sup>7)</sup>의 ‘기 매립량’ 자료를 통해 전체 매립 폐기물량, 가연성 폐기물량 및 불연성 폐기물량을 파악하였다. 순환이용 가능량의 분석을 위해서는 기 매립량과 더불어 부피증가율, 중량비, 부피비, 겉보기밀도 등과 같은 파라미터가 필요하므로 이는 선행연구<sup>1-3)</sup>에서 수행된 자료를 분석하였다. 정확한 파라미터 측정을 위해서는 실제 매립지의 굴착이 필요하나, 사업시행 이전에 굴착할 수 없는 한계점이 있어 세 지역의 평균값을 사용하였다.

### 2.2.1. 부피증가율

부피증가율은 굴착전 폐기물의 부피(=매립된 상태의 폐기물 부피)와 굴착후 덤프트럭 적재함의 부피를 비교하여 파악할 수 있다. 일반적으로 굴착된 폐기물 중 가연물의 성분이 높을수록 부피증가율(호트리짐 계수)가 높게 나타난다.

### 2.2.2. 물리적 조성

굴착폐기물의 물리적 조성을 분석하기 위한 시료는 일반적으로 원추 사분법을 통해 채취한다. 원추 사분법은 대량의 원시료에서 대표성을 지닌 적당한 양의 분석 시료를 채취하고, 채취한 시료를 높게 쌓아 찌그러뜨린 후 사등분하여 마주한 부분을 채취하고, 이를 최종적인 분석시료로 삼는 방식을 말한다.<sup>8)</sup>

매립지에서 채취한 시료는 육안으로 분리할 수 있는 가연분 6종(음식물류, 종이류, 고무/피혁류, 목초류, 섬유류, 비닐/플라스틱류)과 불연분 4종(금속류, 토사류, 유리/도자기류, 자갈류)으로 선별된다. 분류한 폐기물은 즉시 습량기준을 측정하고, 총 중량 대비 가연분, 불연분의 백분율 함량을 통해 조성별 중량비를 구한다.<sup>9)</sup>

### 2.2.3. 삼성분

물리적 조성 분석이 완료된 채취시료에 대해 삼성

분(수분, 회분, 가연분) 분석을 실시한다. 수분함량은 습윤 또는 건조 폐기물의 단위무게에 대한 수분의 무게를 의미한다. 회분함량은 폐기물의 무기물성분을 나타내는 회분(재)의 함량을 의미하며, 가연분 함량은 전체 습윤폐기물 중에서 회분과 수분을 제외한 성분을 말한다. 특히 수분은 굴착폐기물의 선별효율에 영향을 미치는 요소 중 하나이다. 매립폐기물의 함수율이 15%미만인 경우에 선별효율은 1.0이지만, 함수율에 따라 선별효율은 점점 낮아져 15~20% 미만의 함수율의 경우 0.8, 25~30% 미만의 함수율의 경우 0.65이다. 30%이상의 함수율을 가진 매립폐기물의 선별효율은 0.5에 불과하다.<sup>1)</sup>

### 2.2.4. 겉보기밀도

겉보기밀도는 단위 용적당 중량(ton/m<sup>3</sup>)을 의미한다. 굴착폐기물은 선별기로 반입될 때, 용량기준으로 투입되기 때문에 겉보기밀도를 통해 중량을 부피로 환산할 필요가 있다. 다만 겉보기밀도는 폐기물의 물리적 조성 등에 따라 차이가 나므로, 물리적 조성별 겉보기밀도를 적용하여 선별량 및 순환이용 가능량을 산정해야 한다.

### 2.2.5. 주요 파라미터 선정 및 계산식

파라미터별 고려사항과 계산식을 정리하여 Fig. 1에 나타냈다. 본 연구에서는 부피증가율, 물리적 조성, 겉보기밀도를 순환이용 가능량 산정의 주요 파라미터로 선정하였다. 부피증가율과 겉보기밀도는 선행연구<sup>1-3)</sup> 분석을 통해 평균값을 산정했다. 물리적 조성은 가연성, 불연성과 토사류로 분류하였으며, 가연성 및 불연성의 경우 환경부, 한국환경공단에서 발행한 「2015 전국 폐기물 발생 및 처리 현황」에서 통계자료를 활용하였다. 토사류의 경우 매립지마다 반입폐기물의 특징 및 복토 상황에 따라 차이가 나타나므로, 기존 선행연구에서 수행되었던 값의 평균값을 산정하였다. 본 연구에서 산정된 파라미터를 적용하여 기 매립량에 대한 순환이용 가능량과 향후 매립될 매립량에 대한 순환이용 가능량을 예측하였다.

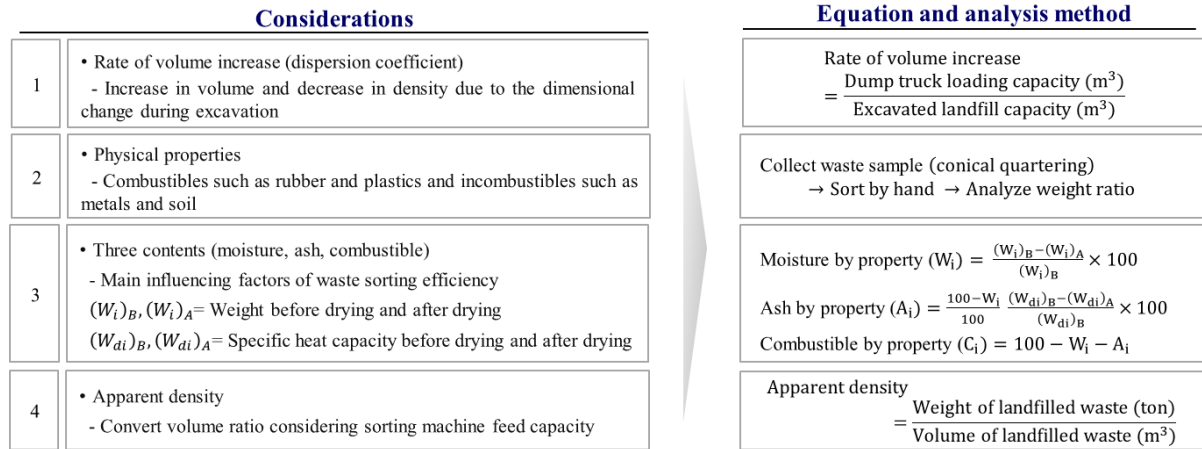


Fig. 1. Analysis methods for main parameters.

### 3. 연구결과

#### 3.1. 부피증가율의 산정 결과

국가통계상의 기 매립량은 반입시 매립량을 나타내며, 매립 이후에 다짐, 복토재 사용 등으로 인해 기 매립 용량의 변화가 발생하게 된다. 또한 장기간 기 매립된 폐기물을 굴착할 경우 폐기물의 호트러짐에 의해 부피 증가가 발생하게 된다. 따라서 통계상의 기 매립량을 활용하여 정비 대상 물량을 산정하기 위해서는 다짐과 호트러짐 등 일련의 과정을 거친 부피증가율의 적용이 필요하다. 본 연구에서는 아산시, 예천군, 안동시 세 지역의 평균값을 활용하여 부피증가율을 산정하였다. Table 1에 나타난 바와 같이, 부피증가율은 아산시 1.42, 예천군 1.54, 안동시 1.29로 산정되었으며 세 지역의 부피증가율 평균은 1.42로 도출되었다.

Table 1. Rates of volume increase in previous studies

	Volume before excavation (m <sup>3</sup> )	Volume after excavation (m <sup>3</sup> )	Rate of volume increase	Average rate of volume increase
Asan	179,525	254,771	1.42	1.42
Yecheon	107,506	165,559	1.54	
Andong	9.56	12.30	1.29	

#### 3.2. 중량비(물리적 조성)의 산정 결과

매립된 폐기물의 가연성과 불연성 물리적 조성은 환경부, 한국환경공단에서 매년 발표하는 「전국 폐기물 발생 및 처리 현황」에서 그 값을 도출할 수 있다. 그러나 매립 과정에서 반입된 복토재와 건설폐기물 등 토사류에 대해서는 국가 통계에서 파악하기 어렵다. 본 연구에서 기 매립된 폐기물의 조성을 분석한 결과, 일반적으로 토사류 중량비는 40~60%를 차지하고 있다.<sup>3)</sup> 순환이용 가능량 산정을 위해서는 토사류 비율이 일정하다고 가정하고, 가연성 및 불연성 비율은 실측 데이터를 활용할 필요가 있다. 토사류의 평균 중량비 산정을 위해서 아산시, 예천군, 안동시 세 지역의 토사류 비율을 분석하고, 그 평균값을 적용하였다. Table 2에 나타난 바와 같이, 토사류 비율은 아산시 29.2%, 예천군 66.1%, 안동시 41.5%로 나타났으며 세 지역의 평균치는 45.6%로 산정되었다.

Table 2. Weight ratios in previous studies

	Combustible waste	Incombustible waste	Soil matter	Average ratio of soil matter
Asan	56.4	14.4	29.2	45.6
Yecheon	30.3	3.6	66.1	
Andong	43.6	14.9	41.5	

### 3.3. 겉보기밀도의 산정 결과

매립폐기물은 반입될 당시 무게로 측정되기 때문에 부피 자료가 존재하지 않는다. 따라서 매립폐기물의 무게를 부피로 변환하기 위해 겉보기밀도의 산정이 필요하다. 이를 위해 예천군, 안동시 두 지역의 평균값을 활용하여 산정하였다. 아산시 사례의 경우 겉보기밀도를 측정하지 않아 참고할 자료가 평균치 산정에 반영되지 않았다. Table 3에 나타난 바와 같이 겉보기밀도의 분석 결과 가연성, 불연성, 토사류 순으로 각각 예천군이 0.5톤/㎥, 1.72톤/㎥, 2.11톤/㎥, 안동시가 0.2톤/㎥, 1.07톤/㎥, 1.05톤/㎥으로 산정되었다. 두 지역의 평균 겉보기밀도는 가연성, 불연성, 토사류 순으로 각각 0.35톤/㎥, 1.40톤/㎥, 1.58톤/㎥로 산정되었다.

### 3.4. 주요 파라미터 종합 결과 및 순환이용 가능량 산정 방법

위에서 분석한 값을 토대로 매립지의 순환이용

가능량 산정에 필요한 파라미터를 종합하여 나타내고, 순환이용 가능량 산정식을 정리하였다(Table 4). 기 매립된 폐기물의 중량비를 산정하기 위해서는 먼저 토사류 비율을 45.6%로 설정하고, 나머지 55.4%에 대해 각각 가연성, 불연성의 비율을 실측 중량으로 분배할 수 있다. 실측 중량값은 환경부, 한국환경공단이 매년 발표하는 「전국 폐기물 발생 및 처리 현황」에서 파악할 수 있으므로 그 값을 적용할 수 있다. 앞서 산정된 중량값을 겉보기밀도로 나누어 가연성, 불연성, 토사류의 부피와 부피비를 산정할 수 있다.

### 3.5. 청주시의 순환이용 가능량 사례 분석

앞서 도출된 파라미터와 방법론을 토대로 청주시 매립지의 순환이용 가능량을 분석하였다. 「2015 전국 폐기물 발생 및 처리 현황」에 따르면 청주매립지의 매립용량은 1,454,000㎥이고, 기 매립량은 1,444,171㎥으로 99.3%가 이미 매립되어 만적된 상태이다.<sup>7)</sup> 한편 청주시는 다른 지자체에 비해 소각용량이 큰 소각장이 존재하여 매립폐기물을 에너지화할 수 있다는 장점이 있어 본 연구의 사례 대상으로 선정하였다. 분석을 위해서는 대상 매립지를 직접 굴착하여 진행하는 것이 적절하나, 현 단계에서 굴착할 수 없는 한계점이 존재하여 본 연구에서 도출된 파라미터와 통계자료를 활용하였다. 2015년 기준 청주시에서 발생한 가연성 폐기물과 불연성 폐기물의 중량은 각각 322.7톤/일, 32.3톤/일이며, 이러한 성상으로 매립

Table 3. Apparent density in previous studies

(Unit: ton/㎥)			
	Combustible waste	Incombustible waste	Soil matter
Yecheon	0.5	1.72	2.11
Andong	0.2	1.07	1.05
Average	0.35	1.40	1.58

Table 4. Parameters for resource recovery potential estimation

	Weight (ton) ①	Weight ratio (%)	Apparent density (ton/㎥) ②	Volume (㎥) ③ = ① / ②	Volume ratio (%)
Combustible waste	Statistical data	Calculation value	0.35	Calculation value	Calculation value
Incombustible waste	Statistical data	Calculation value	1.40	Calculation value	Calculation value
Soil matter	Calculation value	45.6	1.58	Calculation value	Calculation value

Table 5. Parameters for the analysis of Cheongju landfill

	Weight (ton/day) ①	Weight ratio (%)	Apparent density (ton/㎥) ②	Volume (㎥) ③ = ① / ②	Volume ratio (%)
Combustible waste	322.7	49.4	0.35	922.0	81.4
Incombustible waste	32.3	4.9	1.40	23.2	2.0
Soil matter	297.7	45.6	1.58	188.4	16.6

되었다고 가정할 때 매립지의 토사류는 297.7톤/일로 산정되었다.<sup>7)</sup> 중량비와 겉보기밀도를 적용하여 성상별 부피와 부피비를 산정한 결과, 부피는 가연성 922.0m<sup>3</sup>, 불연성 23.2m<sup>3</sup>, 토사류 188.4m<sup>3</sup>로 산정되었으며, 부피비는 각각 81.4%, 2.0%, 16.6%로 나타났다(Table 5).

기 매립량 1,444,171m<sup>3</sup>에 부피증가율 1.42를 곱하고, Table 5에서 산정한 부피비로 적용하여 기 매립량에 대한 성분별 부피를 산정하였다. 산정 결과, 기 매립량의 순환이용 가능량 중 가연성은 1,662,486m<sup>3</sup>, 불연성은 41,750m<sup>3</sup>, 토사류는 339,742m<sup>3</sup>로 나타났다.

기 매립량을 굴착하여 가연성폐기물의 에너지화를 위해 소각 처리하면 소각재가 발생하므로 소각재는 순환형 매립지에 재매립되어야 한다. 「2013년 생활폐기물 자원회수시설 운영현황」에 따르면 전체 소각량의 약 18.7%가 소각재로 발생하는 것으로 조사되었다.<sup>10)</sup> 따라서 청주매립지의 순환이용 가능량 중 가연성분 1,662,486m<sup>3</sup>에 소각재 발생률 18.7%를 적용하면 310,885m<sup>3</sup>의 소각재가 발생하는 것으로 산정되었다. 기존에 산정된 불연성분 41,750m<sup>3</sup>과 토사류 339,742m<sup>3</sup>를 소각재와 함께 매립할 경우 재매립되어야 할 용량은 692,376m<sup>3</sup>이다. 따라서 기존 매립지 용량 1,444,171m<sup>3</sup>에서 재매립하여야 할 용량 692,376m<sup>3</sup>를 뺀 나머지가 매립지 정비 및 순환이용 사업으로 새로이 확보된 매립지의 용량이다. 청주시의 경우 새로 확보된 매립용량은 751,795m<sup>3</sup>으로 기존 매립지 용

량 대비 45%를 신규로 확보할 수 있는 것으로 분석되었다.

추가로 확보된 매립지에 향후 폐기물을 반입하여 처분할 수 있으므로 반입 예상되는 폐기물량을 가연성, 불연성, 토사류로 분류하여 추가 순환이용 가능량을 분석하였다. 2015년 통계자료에 의하면 청주 매립지에는 총 133.9톤/일의 폐기물이 반입되었으므로, 같은 양이 매립지 만적 때까지 반입된다고 가정하였다. 2016년~2018년은 굴착하는 기간으로, 소각장을 이용하지 않고 발생폐기물을 전량 매립했다고 가정했다. 3년 동안 매립되는 양은 254,632m<sup>3</sup>이며 새로 확보된 매립용량에서 이를 제외하면 매립용량은 497,162m<sup>3</sup>가 된다.

한편 2019년부터 반입되는 폐기물은 현장에서 선별하여 가연성의 경우 에너지 회수를 위해 소각시키는 것으로 가정하였으며, 이 때 소각재 발생률 18.7%를 적용하였다. 매년 청주매립지에 반입 가능한 매립량은 84,877m<sup>3</sup>이며, 이 중 가연성분의 순환이용 가능량은 69,038m<sup>3</sup>으로 산정되었다. 이 중 가연성분의 소각재 12,910m<sup>3</sup>, 불연성 선별물 1,734m<sup>3</sup>, 토사류 14,105m<sup>3</sup>를 재매립할 경우 그 양은 28,749m<sup>3</sup>으로 반입량의 33.9%에 해당된다(Table 7).

따라서 새롭게 확보된 매립지 497,162m<sup>3</sup>에 매년 28,749m<sup>3</sup>의 폐기물을 재매립할 경우 약 20년 동안 매립지를 더 사용할 수 있다고 판단된다. 다만 소각재의 겉보기 밀도와 재매립 당시 복토량과 그 부피

Table 6. Analysis of resource recovery potential for previously landfilled waste

	Total volume (m <sup>3</sup> )	Rate of volume increase	Volume ratio (%)	Volume (m <sup>3</sup> )
Combustible waste	1,444,171	1.42	81.3	1,662,486
Incombustible waste			2.0	41,750
Soil matter			16.6	339,742

Table 7. Analysis of resource recovery potential for waste landfilled in future

	Total import weight (ton/day)	Weight ratio (%)	Weight (ton/day)	Apparent density (ton/m <sup>3</sup> )	Ash generation rate (%)	Volume (m <sup>3</sup> )
Combustible waste(ash)	133.9	49.4	66.2	0.35	18.7	12,910
Incombustible waste		4.9	6.6	1.40	-	1,734
Soil matter		45.6	61.1	1.58	-	14,105
Total						28,749

는 본 연구에서 산정하지 않았다.

#### 4. 결론

매립지 정비를 통해 순환형 매립지로 전환하여 사용할 경우 사업의 타당성을 확보하기 위해 순환이용 가능량 분석이 선행되어야 한다. 이 때 실측데이터를 활용한 부피증가율, 중량비, 겉보기밀도를 적용하여 순환이용 가능량을 분석해야 하나, 실제 매립지 굴착을 통해 실측데이터를 확보하기는 쉽지 않다. 따라서 본 연구에서는 기존 사례를 통한 적용 가능한 주요 파라미터를 도출하고, 청주시의 사례로 순환이용 가능량 분석 결과를 제시하였다.

- 1) 다짐에 의한 지반 침하, 복토제로 인한 용량변화 등과 같은 상황을 고려하기 위해 기존 사업 시행 지역의 부피증가율의 평균값을 활용하여 산정하였다. 매립된 폐기물 중 토사류 비율을 산정하기 위하여 기존 사업 시행 지역의 굴착에 의한 실측 중량비 평균값으로 적용하였으며, 가연성과 불연성 폐기물 중량은 통계자료를 이용하여 산정하는 방법론을 제시하였다. 매립폐기물의 무게를 부피로 변환하기 위한 겉보기밀도는 기존에 사업을 시행한 두 지역의 평균값을 활용하여 산정하였다.
- 2) 부피증가율 분석 결과, 아산시 1.42, 예천군 1.54, 안동시 1.29로 조사되었으며 세 지역의 부피증가율 평균은 1.42로 산정되었다. 중량비 분석 결과 토사류는 아산시 29.2%, 예천군 66.1%, 안동시 41.5%로 조사되었으며 세 지역의 토사류는 평균 45.6%로 산정되었다. 겉보기밀도 분석 결과 가연성, 불연성, 토사류 순으로 각각 예천군이 0.5톤/㎥, 1.72톤/㎥, 2.11톤/㎥, 안동시가 0.2톤/㎥, 1.07톤/㎥, 1.05톤/㎥으로 조사되었다. 두 지역의 평균 겉보기밀도는 가연성, 불연성, 토사류 순으로 각각 0.35톤/㎥, 1.40톤/㎥, 1.58톤/㎥로 산정되었다.
- 3) 산정한 주요 파라미터로 청주시 사례를 분석한 결과 기 매립되어있는 가연성, 불연성, 토사류는 각각 1,662,486㎥, 41,750㎥, 339,742㎥로 산

정되었다. 가연성은 소각하여 열회수하거나 고행연료로 에너지화할 수 있으며, 불연성과 토사류는 재매립하여 복토제로 활용이 가능하다. 기 매립된 폐기물을 정비하여 순환이용함으로써 새로 확보될 매립용량은 751,795㎥으로 기존 매립지 용량 대비 45%에 해당한다. 또한 매년 반입되는 물량 84,877㎥을 선별하여 가연성분은 에너지화하고, 소각재, 불연성 및 토사류만 재매립할 경우 사용연한이 20년 증가되는 것으로 분석되었다. 하지만 매립폐기물을 직접 굴착할 수 없어 통계자료를 사용한 점은 본 연구의 한계점으로 사료된다.

본 연구에서 도출한 결과는 향후 특정 매립지를 위한 순환이용 가능량 사례 분석 등의 기초자료로 매립지 개선에 활용할 수 있을 것으로 기대된다.

#### 사 사

본 논문은 한국환경정책·평가연구원 「매립자원 순환이용 가능량 분석 및 미래형 매립지 관리전략 마련 연구」(2017-10)에 의해 수행되었습니다.

#### References

1. Yecheon, "Basic and Detailed Design of Sustainable Landfill in Yecheon County", (2011).
2. Asan-City and Korea Environment Corporation, "Preliminary and Implementation of the Sustainable Landfill Project in Asan City", (2011).
3. Andong-City, "A Study on the Preliminary and Implementation of the Landfill Improvement Project in Andong City", (2011).
4. Inje-gun homepage, [http://www.inje.go.kr/portal/multi/board/board/detail.htm;jsessionid=zihZU1OgIdEVIyasfniryQCHUFT3Af8fkireOmsTFJv3mcP891hmGnc4DTCylR3x.webap\\_servlet\\_engine1?menu=MN30083&groupno=133&cate=0&page=4&schType=&schKeyword=&seq=109445](http://www.inje.go.kr/portal/multi/board/board/detail.htm;jsessionid=zihZU1OgIdEVIyasfniryQCHUFT3Af8fkireOmsTFJv3mcP891hmGnc4DTCylR3x.webap_servlet_engine1?menu=MN30083&groupno=133&cate=0&page=4&schType=&schKeyword=&seq=109445)

5. Gunsan-City, "Environmental Impact Assessment of Waste to Energy Facility for Private Investment", (2017).
6. Choi, J. Y., "Basic and Detailed Design of Recycling Landfill Site in Yecheon County", Korea Environment Institute, (2011).
7. Ministry of Environment and Korea Environment Corporation, "Current status of waste generation and treatment throughout the country in 2015", (2016).
8. Yoon, C. J., "Chemical dictionary", (2011).
9. Anyang University and Korea Environment & Resources Corporation, "A Study on the Establishment of Roadmap for Sustainable Landfill Improvement Project", (2009).
10. National Municipal Waste Resource Recovery Facility Management consultation, "Operation Status of Municipal Waste Resource Recovery Facility", (2013).