

## 사용종료 비위생 매립 부지의 활용 방안 연구

김태동<sup>1</sup>, 박종웅<sup>2</sup>, 최동혁<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>안동대학교 환경공학과

<sup>2</sup>대구한의대학교 소방방재환경학과

## Reuse Alternatives Analysis of Closed Unsanitary Landfills

Taedong Kim<sup>1</sup>, Jong-Woong Park<sup>2</sup>, Donghyuk Choi<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Department of Environmental Engineering, Andong National University

<sup>2</sup>Department of Safety and Environmental Prevention, Daegu Haany University

**요약** 본 연구는 경북지역에 산재한 사용종료 비위생 매립 부지의 특성을 토대로 효율적인 부지 활용 방안 제시를 목적으로 하였다. 연구 대상 매립 부지의 활용성에 영향을 주는 인자를 선정하여 매립 부지의 유형을 분류함으로써 체계적인 활용 방안 선택의 기초 자료를 제공하였다. 매립 부지의 활용 인자로는 부지의 면적, 도로 이격 거리, 마을 이격 거리를 분석하였으며 통계 분석을 통하여 대상 매립 부지의 유형을 결정짓는 주요 인자는 부지의 면적임을 알 수 있었다. 이러한 결과를 토대로 매립 부지의 특성에 알맞은 활용 방안 결정 지침을 제시하였다.

**Abstract** The aim of this study was to suggest site-specific reuse alternatives for closed unsanitary landfills (CULs) scattered in Gyeongbuk Province. The CULs were classified with the factors affecting the site reuse alternative to provide basic data for systematic site reuse. Statistical analysis showed that the site area was the main factor in site classification among the site area, distance to road, and distance to the village. The results proposed a site-specific guide flow to the reuse of the CULs.

**Key Words** : closed unsanitary landfill, landfill site classification, site reuse alternatives

### 1. 서론

전국에 산재해있는 과거 소규모 매립지는 현재와 같은 관리형 위생매립 형식이 아닌 혐기성, 비위생 매립을 행하였다. 이러한 매립이 행해진 부지는 환경오염의 우려를 지니고 있어 환경부에서는 2001년 12월에 안정화도 평가 및 관리방안을 마련하고 2002년 '전국 사용종료 매립지 기초조사 결과 및 관리대책'과 2010년 9월에 최종 개정된 '사용종료매립지 정비지침'에 의거 매립부지 별 정비사업이 진행, 종료, 계획되기에 이르렀다[1,2].

현재 매립은 위생매립 방식으로서 환경오염의 문제는 줄어들었지만 새로운 매립부지 확보가 매우 어려운 실정이다. 기존의 사용종료 매립부지의 활용 방안도 체계적

인 지침보다는 주변 여건에 맞추어 임시 운용되는 개소가 많고, 전혀 활용되지 못하고 있는 곳도 많은 실정이다. 또한 개선사업이 이미 종료되었거나 진행중인 매립 부지의 관리와 활용 기준은 모호한 상황이다.

환경관련 기초시설을 비롯하여 기타 기피성 공공시설 등 입지시 갈등과 민원 발생, 인근 주민의 휴식과 복지를 위한 각종 시설 필요성 등을 고려하면 이러한 사용종료 매립부지의 적극적이며 효율적인 활용이 바람직하다.

전술한 바와 같이 매립 부지의 오염유발 가능성 평가와 대책은 환경부에서 정비사업 필요여부를 정하여 사업을 실시 또는 진행 중이지만 매립 부지의 적정 활용을 위한 지침은 마련되어 있지 않은 실정이다.

본 연구는 경북지역에 산재한 사용종료 비위생 매립

본 논문은 경북녹색환경지원센터의 연구과제로 수행되었음

\*Corresponding Author : Donghyuk Choi(Andong National University)

Tel: +82-54-820-6160 email: [cdh@anu.ac.kr](mailto:cdh@anu.ac.kr)

Received February 5, 2014

Revised (1st May 26, 2014, 2nd June 11, 2014)

Accepted June 12, 2014

지를 적극 활용하기 위하여 매립 부지의 특성을 토대로 효율적인 부지 활용 방안 제시를 목적으로 하였다. 매립 부지의 유형에 따른 활용 방안 가이드를 제시하여 체계적인 부지활용의 기초자료를 제공하고자 하였다.

## 2. 본론

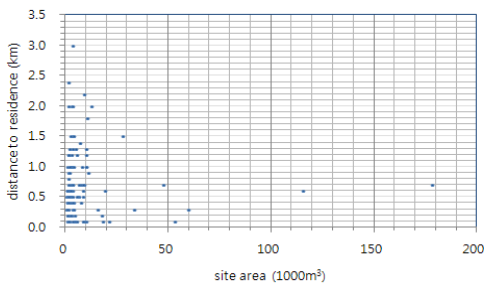
### 2.1 매립부지 현황 및 특성 분석

본 연구에서는 환경공단 자료 기준 경상북도내 위치한 비위생매립지 116개소를 대상으로 각 매립부지의 현황과 주변 특성을 분석하였다. 매립부지의 현황은 매립 면적, 매립용량, 매립시기 및 경과년수, 정비사업 대상 여부 및 사업내용 등을 조사하였다. 이러한 현황 중 부지의 활용가치 및 용도에 영향을 미치는 인자는 매립부지의 면적을 들 수 있는데 그 분포는 Table 1 과 같다. 전체 116개소 중 매립부지의 활용가치가 적은 소규모 매립지가 상당수 분포하고 있음을 알 수 있다. 비교적 큰 규모라 할 수 있는 10,000m<sup>2</sup> 이상의 매립지는 18개소가 존재하고 있는 것으로 나타났다.

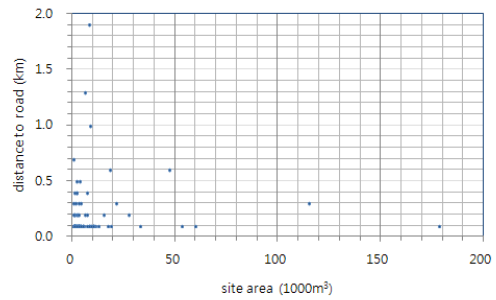
[Table 1] Site area distribution of closed unsanitary landfills

site area(m <sup>2</sup> )	number
0 - 1,000	26
1,001 - 2,000	18
2,001 - 3,000	19
3,001 - 4,000	11
4,001 - 5,000	3
5,000 - 10,000	21
10,001 - 50,000	14
over 50,000	4

본 연구에서는 활용가치와 용도의 인자로 부지의 면적 외에 거주지와와의 이격거리, 도로와의 이격거리를 조사하여 사용종료 비위생 매립부지의 활용방안을 분석하였다.



[Fig. 1] Accessibility of closed unsanitary landfill sites: distance to village with site area



[Fig. 2] Accessibility of closed unsanitary landfill sites: distance to road with site area

거주지와와의 이격거리는 주민의 접근성을 나타내는 요소로서 마을까지의 직선 이격거리를 측정하여 Fig. 1에 나타내었다. 직선 이격거리로 0.5-1.0km 정도가 도보나 자전거 등으로 가볍게 접근할 수 있는 거리로 판단되며 이 이상은 도보 등으로 편하게 접근하기에는 어려울 것으로 사료되었다. 한편 도로와의 이격거리는 차량이나 장비의 접근성을 나타내는 요소로서 인근 주요 도로 (지방도 이상)까지의 직선 이격거리를 측정하여 Fig. 2에 나타내었다. 모든 부지가 이전에 매립이 이루어졌던 곳으로서 차량의 접근은 가능하지만 지방도 이상의 도로까지의 연계성은 사용종료 매립부지의 사후 활용에 중요한 요소라 할 수 있다. 특히 매립 기간 중 이용하였던 진입로 중에는 매립이 종료된 이후 사용하기 불편하게 방치되거나 주요 도로까지의 접근성이 불편한 경우도 현장조사를 통하여 확인할 수 있었다.

이와 같은 매립부지의 면적, 거주지 이격거리, 도로 이격거리의 3가지 부지 활용 인자가 부지의 특성 분류에 미치는 영향, 즉 활용성 결정에 미치는 영향 정도를 판단하기 위하여 3가지 인자를 변수로 하여 군집(cluster)을 분석하여 Table 2에 나타내었다. 군집 분석시 매립부지간의 기하학적 거리는 유클리디언 측도를 이용하였고, 군집 방법은 Ward 방법을 이용하여 분석하였다. 전체 116개소 중 마을과 도로 이격거리 산정이 곤란한 7개소와 매우 면적이 커 분석을 왜곡시킬 것으로 판단된 2개소 (PY 매립부지: 178,000m<sup>2</sup>, GG매립부지: 115,000m<sup>2</sup>)를 제외하고 통계 분석을 수행하였다.

[Table 2] Cluster analysis of closed unsanitary landfills

analysis parameters	Cluster		
	1	2	3
site area (m <sup>2</sup> )	21,510	3,560	53,200
distance to residence (km)	0.44	0.76	0.37
distance to road (km)	0.23	0.18	0.27
site numbers	7	97	3

클러스터 결과는 대부분의 매립지에 해당하는 97개소가 소규모의 면적을 지니며 거주지 이격거리가 다른 군집에 비하여 크고, 도로 이격거리는 다른 군집에 비하여 작은 것으로 나타났다(cluster 2). 특히 분석 결과 부지의 면적이 클러스터를 결정짓는 가장 큰 요인으로 나타났으며 도로까지의 이격거리는 클러스터 간 거의 차이가 없는 것으로 나타났다. 또한, cluster 1과 cluster 3은 전체 대상 매립지의 규모를 고려할 때 모두 상대적으로 대형 매립지로 분류하는 것이 타당할 것으로 사료되었다.

클러스터 2와 같은 특성을 지닌 매립부지를 활용할 때에는 필요시설 설치를 위한 최소 면적과 경제성을 고려하여 단순 자연환경 조성이나 주민 편의 시설로 활용할 수 있다. 단순 자연환경 조성은 도보로 접근이 용이하지 않은, 거주지 이격거리가 먼 곳으로서 부지 면적 또한 소규모인 경우에 해당된다고 할 수 있다. 거주지 이격거리가 가까워 주민이 쉽게 접근할 수 있는 곳이라면 클러스터 2의 매립 부지를 중소규모로 나누어 체육공원이나 환경/농경 지원 공익 시설 등의 주민 편의 시설을 택할 수 있을 것으로 사료된다.

클러스터 1에 해당하는 7개소와 클러스터 3에 해당하는 큰 규모의 3개소는 모두 대규모 부지이므로 최근 각종 시설의 부지 확보 어려움을 해소하고 주민 복지 향상을 도모하기 위하여 거주지와 도로 이격거리를 고려하여 종합 레저시설이나 환경/에너지 생산 시설 등으로 활용 방안을 모색하는 것이 바람직하다.

전술한 바와 같이 매립부지의 활용은 소극적인 방법이라 할 수 있는 자연 식생 회복부터, 스포츠공원, 레저시설, 공공 및 에너지 시설까지 다양하게 규모에 맞추어 활용이 가능하다[3,4]. 또한 활용시에는 매립지의 규모뿐 아니라 시설물 설치 등의 활용방안에 따라 매립지에 미치는 영향을 고려하여 이에 알맞은 활용 방안을 채택하는 것이 바람직하다. 활용방안에 따라 시설물 등이 매립부지내 복토와 폐기물 층 및 하부 토층 등에 미치는 영향과 매립부지와 상호관계 등을 고려함으로써 효율적이며 안전한 활용이 가능하기 때문이다[5].

## 2.2 매립부지 활용방안

현지 조사 결과 소규모 매립부지의 상당수는 나대지로 방치되어 있거나 인근 농경지와 비슷하게 이용되고 있었다. 또한 중소규모인 경우에는 재활용 수집 등 환경 관련 시설, 체육공원 등 주민 편의 시설 등으로 활용되는

사례도 있었으나 체계적인 활용 지침이나 계획보다는 주변 여건에 부합한 임시 이용 형태가 많은 것으로 나타났다. 따라서, 부지의 효율적 활용을 위해서는 체계적인 분석을 통한 지침 등이 시급한 것으로 나타났다.

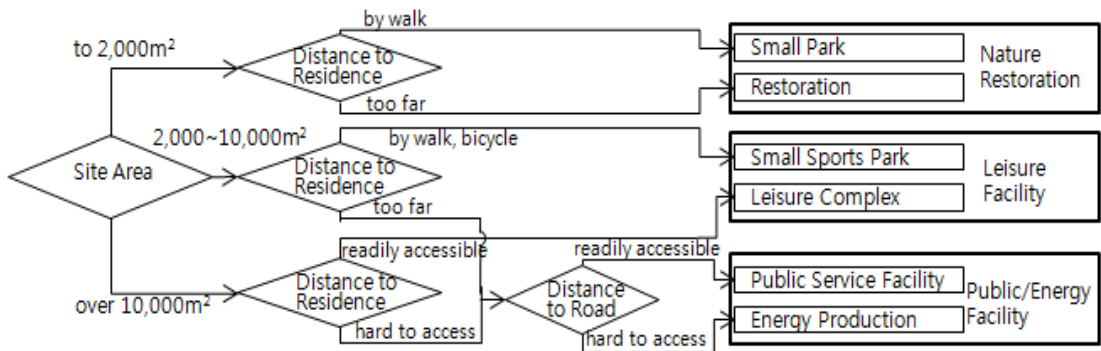
사용종료 비위생 매립부지의 현황과 특성을 분석한 결과 매립부지의 면적에 따라 시설 설치 타당성 등 활용 가능성을 모색하고 구체적인 활용 방안은 거주지 이격거리, 도로 이격거리를 고려함이 합리적인 것으로 사료되었다. 조사대상 매립부지 분석결과 가장 격차가 큰 구분인자로 나타나 매립부지의 면적을 토대로 각종 시설 도입 타당성이 결여되는 소규모, 일정 용도의 시설 도입이 가능한 중규모, 다양한 종합 시설과 대형 시설 도입이 가능한 대규모 매립부지로 구분하고 접근성과 활용성을 판단하는 것이 합리적인 것으로 사료되었다.

이와 같은 활용 인자를 기준으로 본 연구에서는 다음과 같이 3가지의 활용 범주를 제시하였다.

### 2.2.1 자연환경조성

비위생 매립지, 불법 폐기물 투기 장소, 오염 부지 등을 자연상태로 회복하는 기본적인 방안이다. 오염 환경을 원래 상태에 가깝게 복원한다는 점에서 활용이라는 관점보다는 식생회복에 초점을 맞춘 가장 소극적 부지 활용 방안이다. 필요에 따라서는 자연 상태의 회복 뿐 아니라 환경 복원 후에 초지조성, 식재 등을 행하고 산책이나 생태관찰로 등 기본적인 시설을 조성하는 방안이다. 이는 자연경관을 회복하고, 서식지를 복원하며 경우에 따라 지역민의 휴식공간을 제공하는 것으로서 매립부지의 표층을 이용하는 기본적 활용 방안이다.

이러한 활용 방안에 적합한 부지는 면적이 협소하고 지형조건이 열악한 경우를 들 수 있다. 그 중에서도 거주지 이격거리가 멀어 주민의 접근성이 떨어지는 곳이라면 단순한 자연 식생 회복이 알맞은 방법이다. 지역 주민의 접근성이 양호한 경우라면 휴식공간을 위한 산책로 조성, 벤치나 간이 운동기구 설치 등을 고려할 수 있다. 본 연구 대상 매립부지 중 면적이 작은 소규모 부지로서 적극적인 활용가치가 작은 부지의 활용 대안이 될 수 있다. 연구 대상 116개소 중 2,000m<sup>2</sup> 미만인 44개소가 이 분류에 해당되는 것으로 판단된다. 물론 부지 개소의 지형조건, 부지의 형상 등 특성과 주변 여건에 따라 면적이 더 크더라도 활용성이 떨어지는 곳이라면 식생 회복정도에 그칠 수 있으며 역으로 소규모 매립 부지라도 적극적인



[Fig. 3] Exemplifying procedure to determine closed unsanitary landfill reuse alternative

활용 방안을 모색할 여지는 있다. 시간적으로도 우선 자연 환경 조성을 행한 후 향후 도시계획 등의 변화에 따른 지목 등 주변 여건의 변화에 따라 적극적으로 활용 용도를 변경하면 효율적인 부지 활용이 될 수 있을 것으로 판단된다.

### 2.2.2 레저시설 도입

사용 종료 비위생 매립 부지, 불법 폐기물 투기 장소, 오염 부지 등을 복원한 후 다양한 레저시설을 설치하는 방안이다. 이는 소극적인 자연 환경 조성에 그치지 않고 적극적인 시설을 설치하는 활용 방안으로서 매립 부지의 규모에 따라 알맞은 야구, 테니스 등 구기 경기장, 운동 시설 등을 설치하는 공원 조성으로부터 대규모인 경우 익스트림 경기장 조성, 수상 레저 활동, 야영이나 생태교육 시설 등을 설치하는 부지의 표층 뿐 아니라 중층까지 영향을 미치는 활용 방안이다.

이 활용 방안은 대상 부지의 면적이 일정 규모 이상이 되어야 가능하므로 중대규모의 매립 부지에 적합한 활용 방안이다. 중간 규모의 부지인 경우 체육공원, 대형 규모의 부지인 경우 종합 레저시설 활용이 적합할 것으로 판단된다. 또한 주민의 접근성이 좋아야 효율적인 레저시설 이용이 가능할 것으로 판단된다.

### 2.2.3 환경/에너지 시설

부지가 중대규모라 하더라도 주민의 접근성이 떨어진다 면 레저시설보다는 공공 시설로 운영하는 것이 바람직할 것으로 판단된다. 공공 시설은 환경이나 농경 관련 기초시설이나 각종 지원시설로서 지역민의 민원을 해소하고 적절한 환경 및 농경 활동이 이루어지도록 함으로써

중간규모 부지의 바람직한 활용 방안이 될 수 있다. 특히 대규모 부지이면서 주민의 접근성이 떨어지는 곳이라면 최근 국내외에서 활발하게 이용 중인 태양광 발전 등의 에너지 생산 시설로 활용하는 것이 바람직할 것으로 사료된다[6].

이상 3가지 큰 활용 범주는 다시 부지의 면적, 주민 접근성, 도로 접근성에 따라 각각 2가지씩 6가지의 활용 방안으로 구분할 수 있었으며 이를 Fig. 3에 요약하여 나타내었다. 활용성이 떨어지는 소규모 매립 부지를 대상으로 하는 첫 번째 자연 환경 조성 활용은 주민의 접근성이 나쁠 경우 단순 식생 회복, 접근성이 양호할 경우 간이 휴식시설 (벤치, 산책로 등 포함) 조성으로 나눌 수 있다. 두 번째 레저시설 활용은 중규모이며 주민 접근성이 양호할 경우 각종 구기, 운동 기구 등 체육공원으로 활용하고 대규모일 경우에는 종합 레저시설 운영을 고려할 수 있다. 세 번째 공공/에너지 시설은 중대규모 부지이면서 주민의 접근성이 떨어질 경우의 활용 대안이다. 규모가 중간 정도의 부지라면 환경자원센터, 농업용 창고, 공영 주차장 및 환경기초 처리 시설 등 공공시설로 활용하고 대규모 부지라면 태양광 발전 등의 에너지 생산 시설로 활용 가능하다. 이와 같이 활용 방안으로서 3가지 범주의 6가지 대안은 부지의 면적, 거주지 이격거리, 도로 이격거리 인자를 중심으로 제시한 지침으로서 실제 부지 활용시에는 이를 토대로 자연 및 인문 환경 등의 주변 여건과 부지의 형상, 토질, 지형 등 부지 여건을 고려한 후 지자체의 정책에 부합하는 방향으로 세부 계획을 수립하면 바람직할 것으로 판단된다.

### 3. 결론

본 연구는 경북지역에 산재한 사용종료 비위생 매립지의 효율적이며 체계적인 활용을 위한 요인을 분석하고 대안을 제시하였다. 매립 부지의 현황과 특성을 분석한 결과 부지의 면적이 가장 큰 유형 분류 요인으로 나타났으며 이와 함께 거주지 이격거리와 도로 이격거리를 인자로 활용하여 매립 부지의 활용 방안을 모색하는 것이 합리적임을 보였다. 이를 토대로 크게 활용 대안으로서 자연 환경 조성, 레저시설 도입, 공공/에너지 시설 도입이라는 3가지 범주로 나누어 지침을 제시함으로써 체계적인 부지 활용의 기초자료를 제공하였다. 이를 토대로 부지 여건을 고려한 후 해당 지자체의 정책에 부합하는 방향으로 세부계획을 수립하는 것이 바람직할 것으로 판단되었다.

### References

- [1] Ministry of Environment, "Basic Research Results and Management Measures of Nationwide Closed Landfills", 2002.
- [2] Ministry of Environment, "Maintenance Guide for Closed Landfills", 2010.
- [3] Th. Tsatsarelis, G. Perkoulidis, A. Karagiannidis, N. Moussiopoulos, "GIS inventory of uncontrolled landfills and prioritizing administrative plans for their restoration through coupled multicriterial analysis: A case study for the Prefecture of Chalkidiki in North Greece by using Analytic Hierarchy Process." *Proc. of the 21st European Conference for ESRI Users (MDS, ed)*, November, 2006.
- [4] S. Matthew, L. Lars, M. Gail, "Feasibility Study of Economics and Performance of Solar Photovoltaics at the Vincent Mullins Landfill in Tucson, Arizona", US EPA, 2013.
- [5] M. Kinoshita, "Post-Closure Control of Landfill Sites and Prevention of Environmental Pollution", *Waste Management Research*, Vol. 4, pp. 47-54, 1993.  
DOI: <http://dx.doi.org/10.3985/wmr.4.47>
- [6] S. Gabriel, "Solar Power Installations on Closed Landfills: Technical and Regulatory Considerations.", US EPA, 2009.

#### 김 태 동(Taedong Kim)

[정회원]



- 1992년 3월 : 일본동경공업대학 biotechnology전공 (공학석사)
- 1995년 3월 : 일본동경공업대학 biotechnology전공 (공학박사)
- 1995년 4월 ~ 1997년 2월 : 일본 국립공중위생원 특별연구원
- 1997년 3월 ~ 현재 : 안동대학교 환경공학과 교수

<관심분야>

환경공학, 수질 및 수처리 공학

#### 박 종 웅(Jong-Woong Park)

[정회원]



- 1983년 2월 : 서울시립대학교 환경공학과 (공학석사)
- 1989년 2월 : 서울시립대학교 환경공학과 (공학박사)
- 2014년 1월 ~ 현재 : 사단법인 경상북도환경포럼 이사장
- 1987년 9월 ~ 현재 : 대구한의대학교 소방방재환경학과 교수

<관심분야>

유기성폐기물, 환경에너지

#### 최 동 혁(Donghyuk Choi)

[정회원]



- 1995년 2월 : 서울시립대학교 환경공학과 (공학석사)
- 1999년 3월 : 일본동경공업대학 biotechnology 전공 (공학박사)
- 2006년 3월 ~ 2007년 2월 : 안동대학교 환경연구소장
- 2003년 3월 ~ 현재 : 안동대학교 환경공학과 교수

<관심분야>

폐기물자원화, 환경오염복원