



GIS 이용 폐기물 발생량 분포지도 작성

김이현, 홍석영[†], 홍승길, 최은영, 남재작*, 소규호
농촌진흥청 국립농업과학원, 농촌진흥청 농업기술실용화재단*
(2010년 5월 31일 접수, 2010년 6월 28일 수정, 2010년 6월 29일 채택)

Distribution Maps for Waste generation using GIS

Yi-Hyun Kim, S · Young Hong[†], Seung-Gil Hong, Eunyoung Choe, Jae Jak Nam*, Kyu Ho So
National Academy of Agricultural Science, Rural Development Administration
Foundation of Agri, Tech, Commercialization and Transfer, Rural Development Administration*

ABSTRACT

This study was carried out to analyze national and regional distribution of the organic wastes generation and build their distribution maps including food wastes, paper and wood wastes, wastewater and slaughterhouse wastes. The information for the annual waste production was modified using statistics from Ministry of Environment (MOE). Based on waste generation resources data, we established database architecture table about waste generation. The distribution maps for food wastes were built up in both national and regional scales and distribution maps for paper and wood wastes, wastewater and slaughterhouse wastes were also produced, respectively. The distribution maps of waste generation graphically provide the information regarding biomass resources to policy-makers, farmers, general users and it is highly expected to be utilized for policy-making of environmental-friendly agriculture and bio-energy.

Keywords : Distribution maps, waste generation, food wastes, biomass, bio-energy

[†]Corresponding author : syhong67@korea.kr

초 록

본 연구에서는 음식물 쓰레기, 종이류 및 나무류 쓰레기, 음식물 폐수, 도축폐기물이 포함된 폐기물 발생량 분포 지도를 국가 및 지역단위로 작성하였다. 환경부의 음식물류 폐기물, 종이류, 나무류, 음식물 폐수발생량, 도축폐기물 폐수발생량 등 폐기물통계자료를 수집하여 데이터베이스를 구축하고 GIS를 이용하여 발생원별 분포도를 작성하였다. 음식물류 폐기물 매립, 소각, 재활용 등의 자료를 이용하여 시군단위 음식물 폐기물 매립 및 재활용 분포도를 작성하였고, 나무류 및 종이류도 시군단위로 소각 및 재활용 분포도를 작성하였다. 음식물류 폐기물의 경우 시설지역 자료를 이용하여 공공시설과 민간시설로 나누어 폐수발생량 분포도를 작성하였다. 또한 도축 폐기물 폐수 발생량 분포도를 광역 시도단위로 작성하였는데 도축 돼지의 폐수 발생량은 경기도지역에서 특히 높게 나타났다. 이들 결과를 통해 폐기물 발생원별 분포도는 정책입안자, 농민, 일반인에게 폐기물자원에 대한 정보를 가시적으로 전달 할 수 있고, 친환경농업정책 추진과 바이오에너지 이용에 정책 자료로 활용할 수 있을 것으로 기대된다.

핵심용어 : 폐기물 발생량 분포지도, 음식물류 폐기물, 도축 폐기물, 바이오에너지

1. 서론

최근 고유가가 계속적으로 이어지고 환경규제 강화로 인해 세계 각국은 에너지 효율을 개선하고 청정 연료의 비중을 높여가는 장기 계획을 제시하고 있는 추세이며 환경 에너지의 가능성을 부정하지 않고 기술개발에 나서면서 차세대 에너지로의 전환에 대비하고 있다. 국내에서 사용되는 에너지의 대부분을 수입에 의존하는 우리나라는 국가 에너지 안보와 지속적인 경제 성장을 위해서는 에너지의 수입의존도를 최대한 감소시키고 장기적인 에너지 수급정책의 수립이 필수적이며, 이러한 관점에서 바이오매스는 화석연료의 수입 대체와 환경오염을 저감할 수 있는 에너지원으로 주목받고 있다.

바이오매스는 태양에너지를 이용하는 식물과 미생물의 광합성에 의해 생성되는 식물체, 균체와 이를 먹고 살아가는 동물체를 포함하는 생물 유기체 전체를 지칭하는 말인데¹⁾ 축산분뇨를 비롯하여 농업부산물인 볏짚, 왕겨등과 음식물류 폐기물 등 생활폐기물까지 그 유형이 다양하다. 더구나 연간 가축분뇨, 농산부산물 등 각종 유기성폐기물의 발생이 8천만 톤에 이르고 있

어 이들을 에너지원으로 고려할 때, 국내 바이오매스 자원화 가능량은 연간 1,128만 톤이며, 부존 자원량은 2,316만 톤/년에 이른다고 알려져 있다²⁾. 특히 음식물류 폐기물 등의 폐기물은 가축분뇨와 함께 발생량이 계속 증가하고 있고, 전국적으로 폭넓게 존재하는 배출원으로 이를 효율적으로 활용 및 처리하기 위해서는 지역별·발생원별 자료에 대한 공간 데이터베이스 및 자료항목별 인벤토리 구축이 요구되고 상황이다.

선진국들은 1980년대 이후부터 임목, 축산분뇨 등을 이용한 대체에너지 개발에 상당한 연구 및 개발을 진행해 오고 있는데 개발된 결과는 시스템으로 구축되어 관측 데이터 뿐 만 아니라 시장성, 정책 추진 프로그램 등의 다양한 정보를 Web을 통해 소개하여 정책 입안과정에서 활용하고 있다^{3)~10)}. 예를 들면, 미국은 Renewable Resource Data Center (RReDC)를 통한 에너지자원 정보를 체계적으로 제공하고 있고, 일본은 지역단위 가축 발생원별 바이오매스량을 Database (DB)로 구축하고 지도로 작성하여 활용하고 있다¹¹⁾. 유럽에서는 Joint Opportunities for Unconventional or Long Term Energies (JOULE)를 중심으로 대체에너지 관련 자료를 체계적으로 분석 및 관리하고 있는

데 특히 네덜란드, 덴마크 등 서유럽에서는 가축 사육 두수, 분뇨량에 따른 지역단위 분포지도를 작성하여 정책 자료로 활용하고 있다^{12)~13)}. 특히 네덜란드는 환경영향평가 모니터링시스템인 STONE 모형을 운용하여 가축수, 가축당 배설물 등 입력을 통해 지역단위 비료량 적용에 활용하고 있다.

이에 비해 국내에서는 바이오매스자원을 효율적으로 이용하기 위한 바이오매스 자원별 DB 구축 등의 기반환경이 미흡하고, 더구나 시스템 구축을 통해 구축된 자료의 현황을 쉽게 파악하고 의사결정을 지원하기는 더욱 힘든 상황이다. 따라서 우선 바이오매스 자원의 효율적 이용을 위해 발생원별 자료에 대한 공간DB를 구축과 자료항목별 인벤토리 구축하고, 정책입안자, 농민, 일반인에게 쉽게 전달하고 친환경 농업정책 추진과 바이오 에너지 이용 등 정책 자료로 활용할 수 있는 분포지도 작성이 무엇보다 필요하다. 따라서 본 연구는 바이오매스자원 중 상당한 부분을 차지하는 음식물류 폐기물, 종이류, 나무류, 음식물 폐수, 도축 폐기물 폐수 등의 발생량에 대한 공간 DB를 구축하고 공간적인 분포와 추세를 시각화하여 실태 및 동태적 변화를 알아보기 쉽게 주제별 분포지도를 작성하고자 하였다.

2. 재료 및 방법

2.1 폐기물자원 자료수집

폐기물 자원별 자료 구축형태는 [Table 1]과 같다. 폐기물 자원 수집대상으로는 음식물류 폐기물, 종이류 및 나무류 폐기물, 음식물 폐수발생량, 도축 폐기물이고 발생원별 분포도를 작성하기위해 환경부로부터 자

[Table 1] Classification of Some Biomass Resource

Type of biomass resources	Classification
Food wastes	Landfill, Incineration, Recycling
Paper wastes	Incineration, Recycling
Wood wastes	Incineration, Recycling
Wastewater	Private, Public
Slaughterhouse wastes	Pig, Cattle

료를 수집하였다¹⁴⁾. 음식물류 폐기물자료에는 음식물 쓰레기 매립, 소각, 재활용 등의 자료가 포함되어있고, 종이류 및 나무류 폐기물 자료에는 쓰레기 소각 및 재활용 자료가 포함되어있다. 음식물 폐수발생량자료에는 주소, 폐수발생량, 폐수처리량, 폐수시설용량 등이 포함된 사업장별 음식물 폐기물자료가 있고, 도축폐기물 통계자료에는 소, 돼지 폐수발생량 자료가 포함되어 있다.

2.2 폐기물자원 데이터베이스화

폐기물자원 자료를 데이터베이스화하여 주제별 분포도로 만들기 위해 자원별 속성 (Attributes) 에 따라 정리 작업을 수행하였고, 수치지도 (Shape 파일)와 자원별 속성자료 (Text 파일)를 연결 (Join)하는데 기본값 (Key value)으로 법정동 코드를 사용하였다. 기본값은 두 특성의 공통분모를 의미한다.

2.3 GIS 이용 분포도 작성

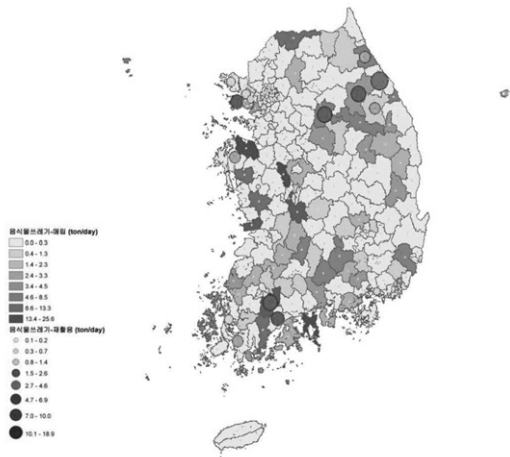
폐기물 발생원별 분포도를 작성하고 자료를 분석하기 위해 Geographical Information System (GIS)을 이용하였다. GIS 소프트웨어 프로그램은 Arc GIS 9.1 (ESRI, USA)을 사용하였다. 주제별 분포도를 작성하는 과정에서는 수치지도인 행정구역도를 이용하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1 음식물류 폐기물 분포지도 작성

폐기물은 가정생활폐기물과 사업장 폐기물로 나누어지는데 사업장 폐기물은 다시 사업장 일반폐기물, 건설폐기물, 지정폐기물로 구분된다. 폐기물 발생현황 추이를 보면 2007년도의 총 폐기물 발생량은 337,158톤/일로, 전년도 318,928톤/일에 비하여 약 5.7 % 증가하였다. 2007년도 폐기물 구성비는 생활 폐기물 15%, 사업장배출시설설계 폐기물 34%, 건설폐기물 51%로서 건설폐기물이 가장 큰 구성 비율을 차지하고 있다¹⁵⁾.

음식물류 폐기물은 메탄발효를 통해 에너지원으로



[Fig. 1] Map showing regional food wastes landfill and recycling in 2007.

사용될 수 있는 유기물을 다량함유하고 있어 축산분뇨와 함께 혐기소화의 원료로 사용될 수 있다. 음식물류 폐기물은 총 생활폐기물량의 28.7%에 달하며 그 비중이 가장 높으며, 1인당 발생량은 0.29 kg/일이다. 본 연구에서는 음식물류 폐기물을 중심으로 관련 통계자료를 수집하고 항목별 분포도를 작성하였다. 2007년도 환경부 음식물류 폐기물 매립, 소각, 재활용 자료를 활용하여 시군단위의 음식물류 폐기물 매립 및 재활용

분포도를 작성하였다 [Fig. 1]. 강원도, 전남 지역에서 상대적으로 재활용 비율이 높게 나타났다.

3.2 종이류 및 나무류 폐기물 분포지도 작성

2007년도 환경부 가정생활폐기물과 사업장 건설 폐기물 인 종이류 및 나무류 폐기물 자료를 인용하여 발생원별 분포지도도를 작성하였다. [Fig. 2]는 종이류 소각 및 재활용 자료를 이용하여 GIS DB를 구축하고 분포도를 작성한 결과이다. 도시 지역의 종이류쓰레기 소각 비율은 높았지만 재활용은 다른 지역에 비해 낮게 나타났다.

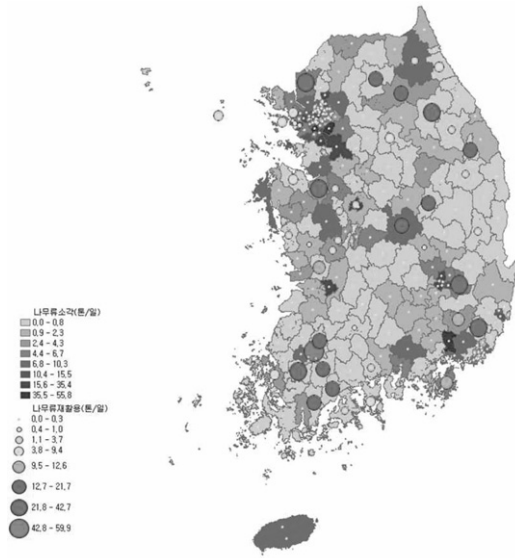
또한 나무류 소각 및 재활용 자료를 이용하여 분포도를 작성하였는데 나무류 쓰레기 재활용비율이 수도권이 다른 지역에 비해 낮게 나타났고 전남지역에서 재활용비율이 높게 나타났다 [Fig. 3].

3.3 음식물 폐수발생량 분포지도 작성

2007년도 환경부의 음식물 폐기물 시설지역 자료를 이용하여 공공시설과 민간시설로 나누어 폐수발생량 분포도를 작성하였다. 수도권 지역에서는 공공시설 및 민간시설 모두 음식물 폐기물 폐수발생량이 높게 나타났고, 민간시설 부분에서는 경상도 일원이 폐수발생량



[Fig. 2] Map showing regional incineration (a) and recycling (b) of paper wastes in 2007.



[Fig. 3] Map showing regional incineration (a) and recycling (b) of wood wastes in 2007.

이 높았다 [Fig. 4].

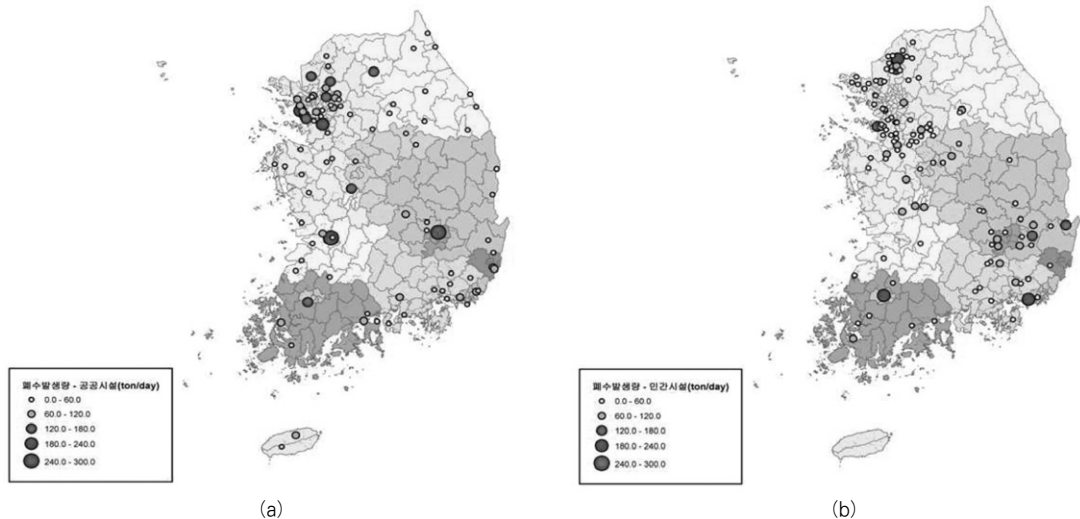
3.4 도축폐기물 폐수발생량 분포지도 작성

도축한 소, 돼지에 대한 폐수발생량 분포도를 작성하였다 [Fig. 5]. 도축한 돼지의 폐수발생량은 경기도

지역에서 특히 높게 나타났고 도축한 소의 경우는 돼지에 비해 폐수발생량이 높지 않았다. 이 결과를 통해 볼 때 도축하는 과정에서 발생하는 돼지에 대한 폐수발생량을 줄이는 방안을 마련할 필요가 있을 것으로 생각된다.

음식물류 폐기물, 종이류, 나무류, 음식물폐수는 시군단위, 도축 폐기물은 광역시도단위의 자료를 기반으로 폐기물 발생량 분포지도를 작성하였다. 바이오매스의 기반자료에 따라 지도를 표현하는 방법과 level이 달라지기 때문에 지속적인 바이오매스자원 생성이 중요하다고 판단된다.

향후 폐기물, 가축분뇨 등 바이오매스 자원의 효율적인 관리와 활용을 위해서는 바이오매스자원별 GIS DB를 구축하고 발생량 분포도를 확대 작성할 필요가 있고 GIS 기반 입지분석을 통한 지역별 최적처리방법 연구가 필요한 상황이다. 본 연구에서 다룬 음식물 폐기물 분포와 축산분뇨를 함께 고려하여 메탄 발효 바이오에너지 시설 위치를 설정하면 경제성을 크게 향상할 수 있을 것으로 기대할 수 있다. 특히 최근 정부에서 추진하고 있는 에너지자립형 녹색마을을 조성을 위한 입지분석에 활용하여 경제성을 고려한 입지분석이 가능



[Fig. 4] Map showing regional waste water amounts from the public food waste processing facilities (a) and the private food waste processing facilities (b) in 2007.



[Fig. 5] Regional slaughterhouse waste water amounts of cattle and pig in 2007.

할 것으로 예상하고 있다. 또한 국가차원에서 바이오매스 자원 DB를 구축하고 분석하여 바이오매스 자원 활용 시스템 개발이 필요하며 이렇게 구축된 시스템을 통해 국가 전체의 바이오매스 자원 현황을 표현하고, 관련 정보를 생산, 관리, 공유할 수 있는 제반 환경이 조성되어야 할 것으로 판단된다.

4. 결론

본 연구에서는 폐기물자원 자료를 공간적인 분포와 추세를 시각화하여 주제별 분포지도를 작성하였다. 환경부의 음식물류 폐기물, 종이류, 나무류, 음식물 폐수 발생량, 도축폐기물 폐수발생량 등 폐기물통계자료를 수집하여 데이터베이스를 구축하고 GIS를 이용 발생원별 분포도를 작성하였다. 음식물류 폐기물 매립, 소각, 재활용 등의 자료를 이용하여 시군단위 음식물 폐기물 매립 및 재활용 분포도를 작성하였는데 수도권 지역의 음식물쓰레기 재활용 비율이 다른 지역에 비해 낮게 나타났고, 강원도, 전남 지역에서 상대적으로 재활용 비율이 높게 나타났다. 나무류 소각 및 재활용 분포도를 작성하였는데 나무류 쓰레기 재활용비율이 수도권이 다른 지역에 비해 낮게 나타났고 전남지역에서 재활용비율이 높게 나타났다. 또한 음식물 폐기물 시설

지역 자료를 이용하여 공공시설과 민간시설로 나누어 폐수발생량 분포도를 작성하였다. 수도권 지역에서는 공공시설 및 민간시설 모두 음식물 폐기물 폐수발생량이 높게 나타났고, 민간시설 부분에서는 경상도 일원이 폐수발생량이 높았다. 또한 도축 폐기물 폐수 발생량 분포도를 작성하였는데 도축 돼지의 폐수 발생량은 경기도지역에서 특히 높게 나타났다. 이들 결과를 통해 폐기물 발생원별 분포도는 정책입안자, 농민, 일반인에게 폐기물자원에 대한 정보를 가시적으로 전달 할 수 있고, 친환경농업정책 추진과 바이오에너지 이용에 정책 자료로 활용할 수 있을 것으로 기대된다.

참고문헌

1. Demirbas, A., "Progress and recent trends in biofuels", *Combustion Science* 31, pp. 1~18 (2007).
2. So, K.H., *Consideration of agricultural bio-energy research and strategy environment*, National Institute of Agricultural Science Technology (2006).
3. Antonio, C. Caputo., M. Palumbo., Pacifico, M. P. and F. Scacchia., "Economics of biomass energy utilization in combustion and gasification plants: effects biomass of logistic variables", *Biomass and Bioenergy* 28, pp. 35~51 (2005).
4. Kim, K. M., "Bio-energy and biogas plant technology trend", *KIC News* 11, pp. 11~22 (2008).
5. Lee, J. I. and S. H. Jeon., *The research for the biomass utilization status and the development as energy resources in rural area*, Korea Rural Community Corporation (2007).
6. McLaughlin, S. B. and M. E. Walsh., "Evaluating environmental consequences of producing herbaceous crops for bioenergy", *Biomass and Bioenergy* 32, pp. 103~112 (2008).

- Bioenergy 14, pp. 311~324 (1998).
7. Veronika, Dornburg., Andre P. and C. Faaij., “Efficiency and economy of wood-fired biomass energy systems in relation to scale regarding heat and power generation using combustion and gasification technologies”, Biomass and Bioenergy 21, pp. 91~108 (2001).
 8. Warren, T. J., B. R. Poulter. and R. I. Parfitt., “Converting biomass to electricity on a farm-sized scale using down draft gasification and a spark-ignition engines”, Bioresource Technology 52, pp. 95~98 (1995).
 9. Yoon, C. Y., K. D. Kim. and J. H. Keong., The Establishment of the GIS based Resource Map System for New and Renewable Energy, Korea Institute of Energy Research (2006).
 10. Paolo, D. F., Carlo, Borgianni., Martino, Paolucci. and Pochetti, F., “Prediction of syngas quality for two-stage gasification of selected waste feed stocks”. Waste Management 24, pp. 633~639 (2004).
 11. Haga, K., “Energy production from animal wastes”, Farming Japan 25, pp. 28~38 (1991).
 12. Dagnall, S., J. Hill. and David Pegg., “Resource mapping and analysis of farm livestock manures—assessing the opportunities for biomass-to-energy scheme”, Bioresource Technology 71, pp. 225~234 (2000).
 13. Keri, B. Cantrell., Thomas, Ducey., Kyoung, S. Ro. and Patrick, G. Hunt., “Livestock waste to bioenergy generation opportunities”, Bioresource Technology 99, pp. 7914~7953 (2008).
 14. MOE. 2007 The waste generation and processing status (2008). 