

## 國內 바이오매스 에너지 潛在量 및 密集度 分析

鞠辰宇 · 辛知訓 · 柳昊成 · \*李時勳

全北大學校 資源에너지工學科

### Analysis of Biomass Energy Potential and Density in Korea

Jin Woo Kook, Ji Hoon Shin, Ho Seong Yoo and \*See-Hoon Lee

Department of mineral resources and energy engineering, Chonbuk National University, 567 Baekje-dero, deokjin-gu, Jeonju, 561-756

#### 요 약

에너지 부족과 지구온난화 문제들을 동시에 만족 시킬 수 있는 바이오매스 자원의 효율적 이용을 위해 국내에서 공급받을 수 있는 농산, 임산, 축산, 도시 생활 폐기물 등의 바이오매스 자원량을 기존에 발표된 자료들을 통합하여 분석하였다. 또한 자원량을 각 지역별 면적으로 나눈 지역별 바이오매스 자원 밀집도를 구하였다. 바이오매스 발생량의 분석은 가용할 수 있는 자원 잠재량을 파악할 수 있으나 지역별 밀집도 분석은 바이오매스 수집에 따른 비용을 고려한 바이오매스 자원 이용 가능성을 예측할 수 있도록 도와주고 바이오매스 자원에 따른 적절한 전환 공정 선택도 예측할 수 있도록 해준다.

주제어 : 바이오매스, 에너지 밀도, 바이오에너지, 에너지 전환

#### Abstracts

The biomass resources is one of promising ways to solve energy exhaustion issues and global warming issues at the same time. To evaluate domestic biomass resources potential such as agricultural wastes, forestry wastes, livestock wastes and municipal solid wastes, statistics data from various organizations were collected and analyzed in this study. Also, space energy densities of each districts in Korea were calculated and analyzed. The results from the evaluation of biomass energy potential and space energy densities in Korea might be useful to estimate the availability of biomass energy conversion processes and to choice a appropriate process to convert domestic biomass into energy.

Key words : Biomass, Energy density, Bio energy, Energy conversion

#### 1. 서 론

빠르게 감소하는 화석연료들에 대한 우려와 지구 온난화로 대표되는 환경 문제에 적극적으로 대처하기 위

하여 세계 각국은 화석연료를 대체하고 지속가능하게 이용할 수 있는 새로운 에너지 자원들을 찾기 위해 노력하고 있다. 특히 바이오매스는 전력 생산에만 주로 이용되는 태양광, 풍력 등의 다른 신재생에너지와는 다르

\* Received : June 28, 2013 · Revised : August 28, 2013 · Accepted : September 16, 2013

\*Corresponding Author : See-Hoon Lee (E-mail : donald@jbnu.ac.kr)

Department of Mineral Resources & Energy Engineering, Chonbuk National University, 567 Baekje-daero, Deokjin-gu, Jeonju-si, 561-756 Rep. Korea

Tel : +82-63-270-2632 / Fax : +82-63-270-2366

©The Korean Institute of Resources Recycling. 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.

계 열 및 전력생산부터 수소, 석유화학 기초 원료물질, 바이오 디젤, 바이오 에탄올 등의 대체 연료 등, 다양한 에너지원을 얻을 수 있어 많은 국가들이 큰 관심을 가지고 있다<sup>1-5)</sup>. 더욱이 바이오매스는 성장을 위하여 대기 중의 이산화탄소를 소비하기 때문에 탄소 중립 자원으로 인정받고 있으며, 바이오매스의 이용은 지구 온난화를 대처하는 기술로도 여겨지고 있다. 이에 따라, 세계 각국은 자국 내에서 이용할 수 있는 바이오매스 자원들을 조사하고 가장 적절한 자원 기술을 개발하기 위하여 많은 노력을 기울이고 있는 상황이다.

바이오매스로부터 자원을 얻는 기술은 크게 발효로 대표되는 생물학적 방법과 연소, 가스화 등으로 대표되는 열화학적 방법이 널리 연구 및 개발되어 일부 상용화되어 있으나 기존의 석탄, 석유, 천연가스의 에너지 전환 기술과는 경쟁하지 못하고 있는 상황이다. 상용화되어 있는 바이오 디젤, 바이오 에탄올 생산 공정들도 식용으로 이용되는 곡물들을 주원료로 이용하기 때문에 식량자원 문제의 야기로 인해서 기술 확산이 주춤한 상태이다. 이와 같은 문제들로 인해서 세계 각국은 새로운 바이오매스 이용 기술들의 개발에 적극적으로 나서고 있으며, 특히 비식용 바이오매스 자원들을 이용한 에너지 전환에 모든 노력을 쏟아 붓고 있다. 그러나 유기성 폐기물을 포함한 비식용 바이오매스의 에너지 전환 공정들이 상용급 규모에서 이용되기 위해서는 고수분, 고회제에 따른 다양한 기술적 과제들의 해결, 다양한 바이오매스의 혼합 이용 등의 문제들이 해결되어야 한다. 특히 바이오매스의 열화학적 전환 공정들이 경제성을 확보하기 위해서는 안정적이며 저비용의 연료 수급이 필연적으로 요구되고 있다<sup>1-5)</sup>.

비식용 바이오매스 자원들은 종류가 매우 다양하고 전 국토에 넓게 존재할 뿐만 아니라, 계절에 따라 발생량이 큰 차이를 나타내기 때문에 안정적인 바이오매스 연료 수급을 위한 자원 잠재량 예측이 매우 어렵다. 더욱이 기존에 발표된 자료는 단순한 발생량 또는 석유환산톤(Tonne of Oil Equivalent, TOE)으로만 정리되어 있어 실제 잠재량을 예측하는 것이 어렵다. 또한 바이오매스 자원의 면적에 따른 밀집도를 간과하고 오직 바이오매스의 절대량만을 비교하고 있어 자료의 이용이 매우 어려운 상황이다<sup>1,6-9)</sup>. 더불어 국내에 발표된 대부분의 자원량 분석 연구는 바이오매스 자원의 일부분인 도시 생활 폐기물에만 집중되어 있어 농, 임산 분야에서 배출되는 다양한 바이오매스 자원들에 대한 파악이 매우 어렵다.

이에 본 연구에서는 국내에서 발표된 바이오매스 자원들의 조사 결과들을 비교 및 분석하여 국내의 바이오매스 자원 잠재량을 분석하였으며 바이오매스 자원 수집비용을 고려하기 위하여 지역별 TOE 단위의 바이오매스 절대량과 면적에 따른 바이오매스 잠재량을 조사함으로써 바이오매스의 산업화 및 상업화에 이용할 수 있는 기초자료를 확보하였다.

## 2. 국내 바이오매스 자원

### 2.1. 자원량 분석

본 연구에서는 비식용 바이오매스 자원들 중에서 수산물을 제외한 농, 임업 부산물과 도시에서 배출되는 유기성 폐기물이 포함된 도시 생활 폐기물 자원들을 대상으로 하였다. 국내의 바이오매스 자원의 지역별 TOE 절대량과 해당 지역 면적(km<sup>2</sup>)당 TOE량을 기존에 발표된 연구 문헌을 참조로 하여 정리하였다<sup>1)</sup>. 국내 바이오매스 자원들을 분석한 연구 결과를 참조하여 비식용 바이오매스 자원들을 크게 농산 부산물, 축산 폐기물, 임산 부산물, 도시 생활 폐기물 바이오매스로 분류하여 조사에 이용하였으며 전국을 도별(강원도, 경기도, 전라북도, 전라남도, 경상북도, 경상남도, 충청북도, 충청남도, 제주도)로 나누어 비식용 바이오매스의 발생량을 TOE로 정리하였다. 도시 생활 폐기물이 대량 발생하는 서울, 부산, 광주, 대구, 대전, 울산 등의 바이오매스 발생량은 광역시가 포함된 경기도, 경상남도, 전라남도, 경상북도, 충청남도 등의 발생량에 포함시켜 정리하였다.

### 2. 밀집도 분석

비식용 바이오매스 자원의 에너지 전환에서 해결해야 될 과제로서 인식되고 있는 자원 수집 비용을 쉽게 예측하고 평가할 수 있는 자료를 제공하기 위하여 본 연구에서는 각 도의 면적을 기준으로 바이오매스 자원 밀집도(Biomass Energy Density, TOE/km<sup>2</sup>)를 자원량 분석 자료를 기초로 하여 계산하여 분석하였다. 각 도에서 생산되는 4 종류의 바이오매스 자원들의 자원 밀집도와 모든 바이오매스 자원들을 합한 총 바이오매스 자원 밀집도를 각각 구하여 분석하였다.

## 3. 결과 및 고찰

### 3.1. 국내 바이오매스 자원 잠재량

국내의 바이오매스 자원 잠재량을 도별로 비교 및 평

가하기 위하여 본 연구에서는 공신력있는 기관인 환경부<sup>10)</sup>, 통계청<sup>11)</sup>, 산림청<sup>12)</sup> 등에서 발표되는 농업, 임업, 축산, 도시생활 폐기물 자료를 수집하고 최신자료를 기준으로 통합하여 정리하였으며 각 지역별 바이오매스 자원 발생량에 대한 자원맵을 구축한 한국에너지기술연구원 신재생에너지센터의 자료<sup>13)</sup>와 통합하여 국내 바이오매스 자원량을 분석하였다<sup>1)</sup>. 특히 국내에서는 바이오매스로 인식되지 않는 도시 생활 폐기물도 3차 바이오매스 자원으로 인식하여 통합하여 정리하였다. 따라서 기존의 연구자들<sup>6-9)</sup>이 단순히 폐기물 발생량만을 조사한 것보다 광범위한 자료를 분석함으로써 보다 정확한 바이오매스 자원 잠재량 자료를 확보할 수 있었다.

식용으로 이용되는 바이오매스 자원을 제외하고 에너지로 전환할 수 있는 비식용 바이오매스 자원으로써 국내에서 매년 생산 또는 발생되는 바이오매스 자원들을 크게 농산 부산물, 임산 부산물, 축산 부산물, 도시 생활 폐기물로 나누어 종목별 바이오매스 에너지 잠재량을 도별로 정리한 결과를 Fig. 1-4에 나타내었다.

Fig. 1은 농업에서 생산되는 다양한 바이오매스 자원들 중에서 식용으로 이용되는 자원들을 제외한 부산물들의 에너지 잠재량을 도별로 나타내었다. 현재 국내에서

통계로 정리되는 농업 부산물들 벼짚, 왕겨, 보리 짚, 콩 줄기, 고구마 줄기, 사과 전정지 등으로 나타나 이들의 발생량을 TOE로 정리하였다. 그림을 보면 경상북도, 전라남도, 충청남도, 전라북도 순으로 자원 잠재량이 높음을 알 수 있다. 인구가 밀집되고 산업화가 많이 진행된 경기도, 경상남도와 산악지형이 많아 농업 면적이 적은 강원도와 충청북도는 상대적으로 자원 잠재량이 낮음을 알 수 있다. 특히 농업이 발달한 지역으로 알려진 전라도보다 경상북도의 에너지 잠재량이 높았으며 농업 부산물만으로도 11만톤 이상의 석유를 대체할 수 있는 것으로 분석되었다.

비식용 바이오매스 자원의 대표주자인 목재 자원들의 국내 자원 잠재량을 분석하기 위하여 국내에서 조사되는 침엽수, 활엽수, 혼효림의 임산 부산물 발생량 자료를 수집 및 분석하고 이를 도별로 정리하여 Fig. 2에 나타내었다. 그림에서 보면, 산림 지역이 넓은 강원도가 가장 많은 자원 잠재량을 가진 것으로 나타났다. 더불어 농업 부산물 자원량이 가장 많은 경상북도도 거의 2,000,000 TOE의 자원 잠재량을 가진 것으로 조사되었다. 그에 비해 인구가 밀집되고 도시화가 많이 진행된 경기도와 평야가 많은 전라북도 등은 자원 잠재량이 매

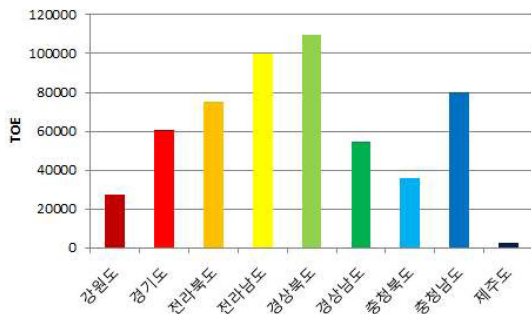


Fig. 1. Agricultural biomass potential in Korea.

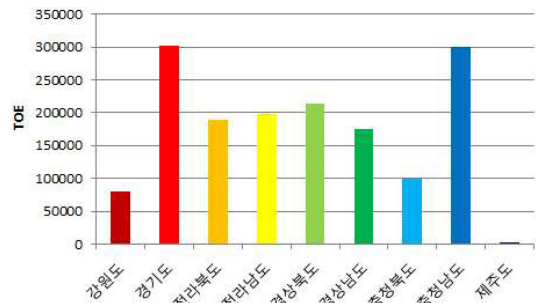


Fig. 3. Livestock biomass energy potential in Korea.

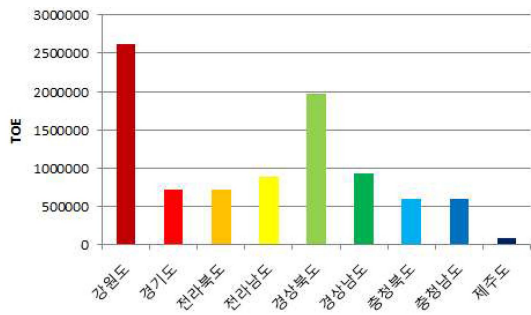


Fig. 2. Forestry biomass energy potential in Korea.

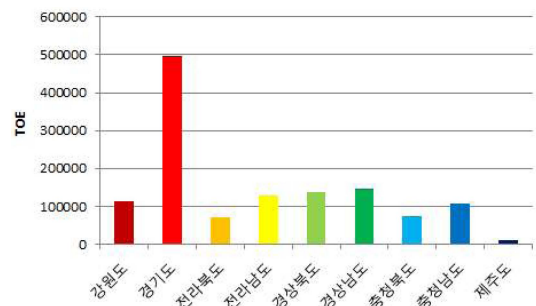


Fig. 4. Municipal waste potential in Korea.

우 적음을 알 수 있다. 더불어 절대 면적이 작은 제주도는 가용할 수 있는 자원이 제한적임을 알 수 있다.

축산 바이오매스 자원의 자원 잠재량을 지역별로 분석한 결과를 Fig. 3에 나타내었다. 축산 바이오매스 자원은 크게 우분, 돈분, 계분으로 구별하였으며 축산폐기물 자원은 대도시를 제외한 대부분에서 발생되고 있는 것으로 조사되었다. 안과 이등<sup>9)</sup>은 2007년도 자료를 기준으로 하여 176,447톤/일의 축산 폐기물이 배출되고 있으나 사회적인 환경의 변화로 자원 잠재량이 정체 또는 소폭 감소할 것이라고 하였다. 그림에서 보면, 인구가 밀집되어 있어 대량으로 소비가 되는 서울을 포함할 수도권과 근접하여 축산업이 매우 발달한 경기도와 충청남도의 자원 잠재량이 다른 지역보다 높음을 볼 수 있다. 이에 비해 도로가 발달하지 않고 도시에서 비교적 접근하기 어려운 산간 지역이 많은 강원도는 상대적으로 가용할 수 있는 축산 바이오매스 자원이 매우 적음을 알 수 있다.

Fig. 4는 국내에서 발생하는 도시 생활 폐기물의 발생량을 TOE로 환산하여 도별로 분석한 결과이다. 최근 바이오매스 자원 범주에 음식물 쓰레기, 종이류, 나무류, 고무피혁 등이 포함되어 있는 도시 생활 폐기물도 광역적인 의미로 포함<sup>1,5,13)</sup>하고 있어 본 연구에서도 바이오매스 자원의 범주에 포함하여 분석하였다. 국내의 폐자원 에너지 연구는 대부분 폐기물을 대상으로 하고 있으며 유기성 바이오매스인 음식물 폐기물은 메탄 발효 공정 등을 통해 대량의 에너지를 생산할 수 있고 고형 연료화, 혐기성 소화 등의 공정을 통해 2백만TOE 이상을 얻을 수 있는 자원으로 신재생에너지의 핵심 자원으로 이용할 필요가 있다고 분석하였다<sup>6,8,9)</sup>. 그림에서 보면, 인구가 많고 산업 시설이 많은 경기도 지역이 국내에서 발생하는 도시 생활 폐기물의 대부분을 차지하고 있음을 확인할 수 있다. 그러나 본 연구에서는 음식물 쓰레기, 종이류, 피혁류 등의 유기성 자원만을 대상으로 하였기에 조 등<sup>8)</sup>의 가용 잠재량보다는 적게 나타났다. 그 외의 지역들을 보면, 광역시가 위치한 경상남도, 충청남도, 전라남도가 다른 지역들보다 자원 잠재량이 많음을 알 수 있다.

Fig. 1-4의 결과들을 종합하여 각 도별 바이오매스의 총 잠재량을 계산하여 Fig. 5에 나타내었다. 그림에서 보면 자원 잠재량이 가장 높았던 임산 부산물 발생량이 많았던 강원도와 농업 부산물과 임산 부산물이 많았던 경상북도가 자원 잠재량이 가장 높아 바이오매스 에너지 전환 개발에 유리할 것으로 나타났다. 이어 축산 폐

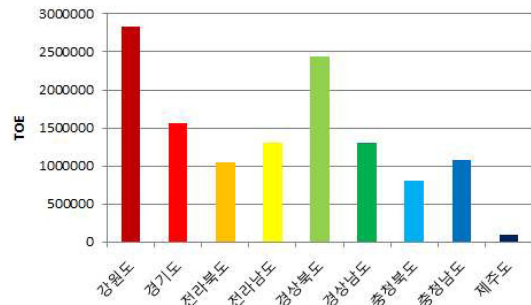


Fig. 5. Total biomass energy potential in Korea.

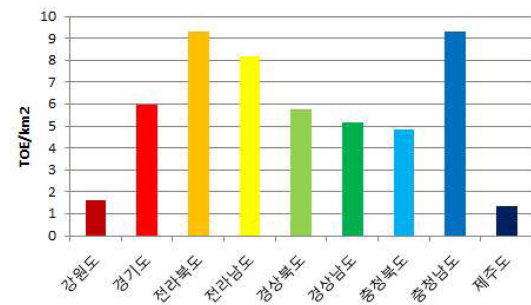


Fig. 6. Agricultural biomass energy density in Korea.

기물과 도시 생활 폐기물 자원이 많은 경기도가 그 뒤를 이었다. 토지 면적이 작고 농업, 임업, 축산업에서 불리한 제주도는 가용할 수 있는 자원이 매우 적어 바이오매스 에너지 시설 개발에 매우 불리하였다.

### 3.2. 국내 바이오매스 자원 밀집도

바이오매스의 자원 잠재량이 높아도 바이오매스 자원들의 발생원들은 화석연료들과 다르게 매우 넓게 분포하고 있고 이로 인해서 바이오매스의 에너지 전환과 같이 산업적으로 바이오매스 자원들을 이용하기 위해서는 수집 비용을 반드시 검토해야 한다. 이에 본 연구에서는 가용할 수 있는 바이오매스 자원 잠재량을 각 도별 면적으로 나눈 바이오매스 자원 밀집도를 분석하였다. 단위 면적당 바이오매스 TOE를 계산한 바이오매스 자원 밀집도는 수집 비용을 간단하게 예측할 수 있도록 도와준다. Fig. 6-9는 국내에서 발생 또는 생산되는 농업, 임업, 축산, 도시 생활 폐기물의 자원 밀집도를 도별로 나타낸 그림들이다.

농업 부산물의 자원 밀집도를 도별로 분석한 결과를 Fig. 9에 나타내었다. 그림에서 보면 충청남도, 전라북도의 자원 밀집도가 다른 지역들보다 우수한 것으로 나타났다. 그러나 임산, 축산 자원 밀집도와 비교하면 상대적으로

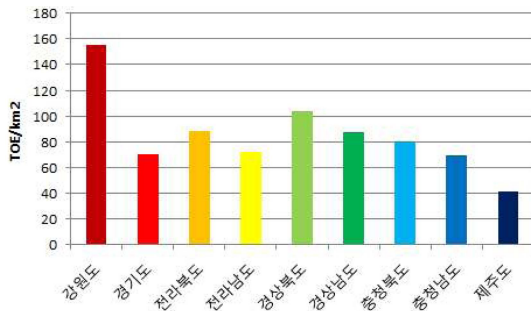


Fig. 7. Forestry biomass energy density in Korea.

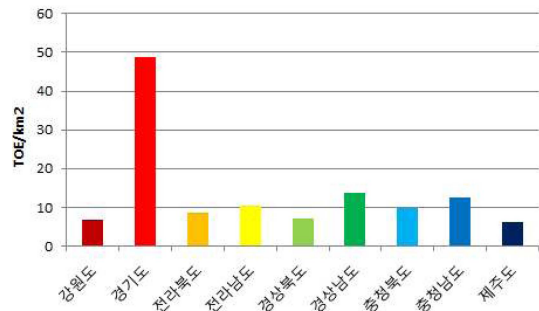


Fig. 9. Municipal waste energy density in Korea.

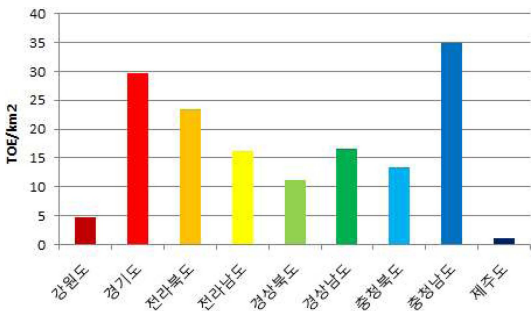


Fig. 8. Livestock biomass energy density in Korea.

로 낮은 값을 가지고 있음을 볼 수 있다. 자원 잠재량을 비교한 Fig. 1을 보면, 경상북도의 농업 부산물 자원 잠재량이 높으나 자원 밀집도는 상대적으로 낮음을 알 수 있다. 이는 농업 부산물만을 대상으로 한 에너지 전환 시설 개발에 있어 경상북도의 수집 비용이 다른 지역보다 많이 발생할 수 있음을 나타낸다. 이에 비해 전라북도, 충청남도는 자원 밀집도가 경상북도에 비해 60% 정도 높아 자원 잠재량이 낮으나 수집 비용은 경상북도보다 낮아 산업적 바이오매스 이용에 상대적으로 유리할 수 있음을 보여준다.

Fig. 7은 국내에서 발생하는 임산 부산물들의 자원 밀집도를 도별로 나타낸 그림이다. 그림에서 보면, 임산 부산물의 자원 잠재량이 높은 강원도가 다른 지역들보다 높은 150 TOE/km<sup>2</sup> 이상의 자원 밀집도를 가짐을 확인할 수 있다. 더불어 임산 부산물 자원 잠재량이 2번째로 많았던 경상북도도 자원 밀집도가 우수한 것으로 나타났다. 따라서 강원도와 경상북도는 임산 부산물을 대상으로 한 바이오매스 에너지 전환 설비 개발에 매우 유리함을 알 수 있다. 또한 임산 부산물 자원 잠재량이 상대적으로 낮았으나 자원 밀집도가 높은 전라북도가 상대적으로 자원 잠재량이 우수하거나 비슷한 전라남도,

경기도, 충청도보다 유리함을 알 수 있다.

축산 폐기물 자원의 밀집도를 도별로 비교한 결과를 Fig. 8에 나타내었다. Fig. 3에서 보면, 경기도와 충청남도의 자원 잠재량이 매우 우수하였으나 자원 밀집도는 충청남도가 경기도보다 높음을 알 수 있다. 더불어 전라북도가 자원 잠재량이 비슷한 전라남도, 경상북도, 충청북도에 비해 상대적으로 축산 폐기물 자원이 밀집되어 있음을 확인할 수 있다. 따라서 축산 바이오매스 자원들을 이용한 설비는 충청남도, 경기도, 전라북도 등에서 경제성 확보가 용이할 것으로 보인다.

Fig. 9는 도시 생활 폐기물의 자원 밀집도를 계산하여 도별로 비교한 그림이다. Fig. 4에서 보면, 인구가 많고 산업 시설이 많은 경기도가 도시 생활 폐기물 자원 잠재량이 매우 우수하였고 자원 밀집도도 우수함을 확인할 수 있다. 그 외의 지역들은 약간의 차이가 있으나 비슷한 규모의 도시 생활 폐기물이 발생하고 자원 밀집도도 비슷함을 알 수 있다. 그러나 본 연구에서는 도시 생활 폐기물의 발생량을 도별로 분석하였기 때문에 지역 전체의 도시화가 이루어진 경기도에 비해 부산, 광주, 대구, 울산 등의 광역시가 경상남도, 경상북도 등에 포함되어 있어 낮게 나왔다. 그럼에도 불구하고 도시 생활 폐기물을 대상으로 하는 에너지 전환 시설은 경기도에서 매우 유리할 것으로 예측된다.

국내에서 발생 또는 생산되는 다양한 바이오매스 자원들의 도별 자원 밀집도를 Fig. 10에 나타내었다. 그림에서 보면, 다른 자원들보다 자원 잠재량이 높고 자원 밀집도도 높은 임산 부산물 자원이 풍부한 강원도의 총자원 밀집도가 가장 높았다. 뒤를 이어 경기도, 경상북도, 전라북도, 충청남도의 순으로 나타났다. 자원 잠재량이 강원도 다음으로 높았던 경상북도의 자원 밀집도는 도시 생활 폐기물 자원이 밀집되어 있는 경기도보

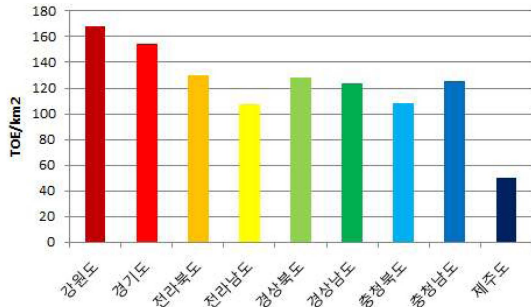


Fig. 10. Biomass total energy density.

다 낮게 나타났다. 또한 자원 잠재량이 매우 낮았던 제주도는 상대적으로 자원이 밀집되어 있음을 확인할 수 있다. 따라서 바이오매스로부터 에너지 전환 설비를 개발하는 경우에 단순히 자원 밀집도만을 고려한 과거의 방법들은 보완해야 함을 알 수 있다. 이는 바이오매스 잠재량의 절대값이 높아도 자원이 산개되어 있어 바이오매스 자원 수집을 위해 필요한 비용이 과다하여 바이오매스 에너지 전환 설비가 경제성을 확보하기 어려울 수 있기 때문이다. 따라서 간접적으로 수집 비용을 비교할 수 있는 자원 밀집도 자료는 바이오매스 에너지 전환 시설의 개발에 필요한 자료를 제공할 수 있을 것이다.

#### 4. 결 론

국내에서 발생하는 농업, 임업, 축산, 도시생활 폐기물 등의 다양한 바이오매스 자원 분석을 통해 바이오매스로부터 에너지를 생산할 수 있는 가용 잠재량과 자원 밀집도를 분석하였다. 국내의 경우, 임업 부산물이 다른 자원들보다 높은 자원 잠재량을 가지고 있어 임업 부산물이 풍부한 강원도가 거의 3백만 TOE와 170TOE/Km<sup>2</sup>의 자원 잠재량과 자원 밀집도를 가지고 있어 바이오매스 에너지 개발에 매우 유리함을 알 수 있다. 더불어 경기도는 전체 바이오매스 에너지 잠재량은 낮지만, 도시 생활 폐기물이 매우 밀집되어 있어 다른 지역들보다 에너지 밀집도는 매우 높게 나타났다. 국내의 바이오매스 자원 잠재량과 자원 밀집도는 비례하지 않고 있어 에너지 전환 시설 개발에 있어 바이오매스 자원의 절대량 뿐만 아니라 자원 밀집도를 고려해야 한다.

#### 참고문헌

1. Kook, J.W., Jeon, S.J., Park, S.Y., Yoo, H.S., Shin, J.H., and Lee, S.H., Analysis of energy potential from the Korean biomass resource map, *J. of Korea Society of Waste Management*, 30(5), 505-511 (2013).
2. Lee, H.D., Cho, J.H., Kim, I.D., Kim, Y.S., and Oh, K.J., Environmental assessment and characteristics of refuse derived fuel by mixed biomass with binder, *Clean Technology*, 17(4), 336-345 (2011).
3. Lee, S.H., Lee, J.G., Kim, J.H. and Choi, Y.C., The production of various chemicals by pyrolysis of sawdust and rice husks in a bubbling fluidized bed, *J. Ind. Eng. Chem.*, 12(1), 39-43 (2006).
4. Lee, S.H., Eom, M.S., Yoo, K.S., Kim, N.C., Jeon, J.K., Park, Y.K., Song, B.H. and Lee, S.H., The yields and composition of bio-oil produced from quercus acutissima in a bubbling fluidized bed pyrolyzer, *J. Anal. Appl. Pyrolysis*, 83, 110-114 (2008).
5. Eom, M.S., Lee, S.H., Yoo, K.S., Park, Y.K., Lee, J.G., Kim, S.S. and Lee, S.H., Production of bio oil by using larch sawdust in a bubbling fluidized bed reactor, *Energy Sources, Part A*, 35, 1-8 (2013).
6. Hyun, J.H., Kim, J.H., Bok, J.B., and Choi, W.Y., Investigation of the regional and seasonal trend of municipal wastes generation in the Asan, *J. of KSWM*, 24(7), 629-634 (2007).
7. Jeong, S.M., Kim, Y.J. and Lee, D.H., Estimation of renewable energy potential from food wastes, *J. of KSWM*, 26(1), 86-94 (2009).
8. Cho, H.S., Moon, H.S., Moon, S.H., and Kim, J.Y., Estimation of energy recovery potential of solid waste generated from Korea, *J. of KSWM*, 27(3), 189-195 (2010).
9. Ahn, S.W. and Lee, H.S., Analysis of the available potential volumes of waste resources energy and the policy direction in Korea, *J. of KSWM*, 28(3), 249-259 (2011).
10. Ministry of Environment, Annual report of Waste Generation and Treatment(2010)
11. KOSTAT, <http://kosis.kr/p>
12. Korea Forest Service, Annual report of forestry products (2010)
13. KIER, New&Renewable Energy Data Center <http://www.energy.or.kr>



鞠 辰 宇

- 전북대학교 자원에너지공학과 학사
- 현재 전북대학교 자원에너지공학과 석사과정



辛 知 訓

- 현재 전북대학교 자원에너지공학과 학사과정



柳 昊 成

- 현재 전북대학교 자원에너지공학과 석사과정



李 時 勳

- 생명화학공학과 공학박사
- 한국에너지기술연구원 선임연구원
- 현재 전북대학교 자원에너지공학과 조교수

### 회비 납부 안내

- 항상 본 학회에 관심을 가져 주신데 대해 진심으로 감사드립니다.
- 당 학회의 이사회 및 편집위원회를 통하여 학회운영의 어려움을 해결하는 방안으로 회비가 여러 해 미납된 회원을 분류해서 관리하는 것으로 논의가 되었으며, 학회지 지면을 통하여 회원여러분께 알려드리게 되었습니다.
- 정회원 중에 회비가 여러 해 미납된 회원께서는 12월 20일까지 회비를 꼭 납부해 주시기 바라며, 향후 년회비를 2년 이상 미납한 회원에게는 학회운영상 부득이 회지우송 및 기타 소식 관련 서비스도 중단할 것이오니 조속히 회비를 납부하여 주시기 바랍니다.
- **납부일** : 2013년 12월 20일(학회지 23권 1호(2014년 2월호) 부터 발송중지 예정)
- **납부방법** : 계좌이체 또는 지로입금(지로번호 7609637)  
 씨티은행 : 102 - 53519 - 253 예금주 : (사)한국자원리사이클링학회  
 우리은행 : 1005 - 301 - 118587 예금주 : (사)한국자원리사이클링학회
- **연락처** : 한국자원리사이클링학회 사무국  
 전화 02-3453-3541~2, 팩스 3453-3540, E-mail : kirr@kirr.or.kr, http://www.kirr.or.kr