

국내 바이오매스 자원 잠재량 산정방법

이준표, 황경란, 박순철*

*한국에너지기술연구원 바이오에너지 연구센터 (bmscpark@kier.re.kr)

Estimation Method of Potential Biomass Resources in Korea

Lee, Joon-Pyo; Kyung-Ran Hwang; Park, Soon-Chul*

*Korea Institute of Energy Research (bmscpark@kier.re.kr)

Abstract

The resource potentials biomass resources of South Korea are estimated as preliminary stage using relevant National statistics. Biomass resources possibly be collected, used and converted to bioenergy in Korea are forest biomass, agricultural residue, livestock manure and municipal solid wastes. The potential biomass resources are classifying into total potential, available potential and technically feasible biomass resources,

Total potential biomass resources in Korea are estimated to be around 140million tons of oil equivalent (toe). Available potentials are estimated to be around 11million annually. The technically feasible biomass resources with current technologies are estimated to be 2.3million toe annually.

These estimated values are the minimum of all potentials since they are all estimated from explicit statistics. Although actually there exist huge amount of biomass on the land as well as in the sea, potential resources for bioenergy are believed to be limited. The potentials are to be incresed with the improvement of bioenergy technologies.

Keywords : 풍력자원 잠재량 (Wind resource potential), 국가바람지도 (national wind map)

1. 바이오매스 자원 잠재량의 정의

현존하는 바이오매스 에너지 변환기술로써 바이오매스 에너지원으로 활용이 가능한 바이오매스 자원의 잠재량을 확인, 추정하여 보고자 하였다. 여기서 바이오매스 자원의 가용 잠재량이라 함은 통계자료 등을 활용하여 연간 생산됨을 확인할 수 있는 자원량으로써 여타 용도로의 이용 등을 고려하여 잠재적으로 에너지원으로 활용될 수 있다고 보고 추정된 량을 의미하는 것이다. 현재 에너지로 이용가능한 바이오매스 자원으로는 임산

바이오매스 자원, 농업부산물 바이오매스 자원, 축산폐기물 바이오매스 자원, 도시(가연성) 폐기물 바이오매스 자원의 4개 분야를 들 수 있으며 먼저 가용 잠재량을 기준으로 통계를 활용하여 추정하고 확인 잠재자원량, 기술적 잠재자원량을 순차적으로 추정하였다. 여기서 확인 잠재자원량이란 통계로 확인된 바이오매스 자원의 전체량, 기술적 잠재자원량은 현 기술로서 에너지화가 가능한 연간량으로 정의 된다.

2. 바이오매스 자원 가용 잠재자원량 산정

2.1 바이오매스 기본통계 자료

동 바이오매스 자원 추정조사에 사용된 기본통계를 종합하면 다음 <표 1>과 같다. 또 동 자료들은 농림 축산업의 경영 및 정부지원과 폐기물 관리를 위하여 정부가 매년 조사를 실시하는 통계자료로서 향후 자료의 축적을 통하여 시계열 분석이 가능하고 통계자료의 공표와 동시에 자원지도의 갱신이 가능한 것으로 판단되었다.

<표 1> 바이오매스 가용자원량 추정을 위한 통계자료

부문	통계명	자료명(년도)	세부자료명 (항목)
임산 자원	산림기본 통계	산림기본통계 조사결과(2004)	활엽, 침엽, 혼효림 임목축적분석
농산 자원	작물통계 조사	작물통계(2004)	작물별 재배면적
축산 폐기물	가축통계 조사	가축통계(2005)	축종별 사육두수
도시 폐기물	전국폐기물 통계조사	전국폐기물 발생 처리현황(2004)	폐기물 성상별 발생 및 처리 현황

2.2 바이오매스부문별 확인잠재량 추정방법

(1) 임산 바이오매스 자원량 산출

- 기본 통계 : 산림기본 통계조사(2005)
 - △ 임상별(활엽, 침엽, 혼효림), 시군구 (253개) 임목축적 (m³임목 축적/m²임상) 자료
- 건량 환산 계수 적용 :
 - △ 전건밀도 사용 전건량 환산 (ton건량/m³ 임목축적)¹⁾
 - × 침엽수 : 0.44
 - × 활엽수 : 0.75
 - × 혼효림 : 0.595 (평균)
- 열량 환산계수 적용
 - △ 임상별 발열량 환산 (kcal/kg건량)
 - × 침엽수 : 5,000
 - × 활엽수 : 4,706
 - × 혼효림 : 4,853
- 단위 환산계수 적용

$$\Delta 1 \text{ toe} = 1,000 \times 10^4 \text{ kcal}$$

- 총 임목 에너지 축적량 산출
- 임목 바이오매스 에너지 확인 잠재량 (= 연간 신규 임목 축적량)
 - △ 연간 신규 임목 축적량 = 총 임목 에너지 축적량 × 0.05²⁾

(2) 농 부산물 바이오매스 자원량 산출

- 기본 통계 : 작물 통계 (2004)
 - △ 주요 작목별 시군구별 경작지 현황 : 논벼 (벼짚, 왕겨), 맥류(짚), 대두(줄기 및 깍지), 고구마 (줄기 및 잎), 사과 (전정지)
 - ※ 고추, 참깨, 옥수수 기타 특용작물 제외
- 부산물 발생량 계수¹⁾ 적용 :
 - △ 단위면적당 작목별 부산물 발생량
 - × 논벼 (벼짚) : 653 kg/ha
 - × 논벼 (왕겨) : 118 kg/ha
 - × 맥류 (쌀보리) : 298 kg/ha
 - × 대두(줄기) : 269 kg/ha
 - × 고구마(줄기) 646 kg/ha
 - × 사과 (전정지) : 459 kg/ha
- 부산물 에너지 이용률 계수¹⁾ 적용 :
 - △ 에너지원 이용률 (총 생산량의 %)
 - × 논벼 (벼짚) : 14.6%
 - × 논벼 (왕겨) : 30.2%
 - × 맥류 (쌀보리) : 25.2%
 - × 대두(줄기) : 59.8%
 - × 고구마(줄기) : 0.6%
 - × 사과 (전정지) : 100%
- 열량 환산계수 적용
 - △ 부산물별 발열량환산 (kcal/kg건중량)
 - × 논벼 (벼짚) : 3,418
 - × 논벼 (왕겨) : 3,616
 - × 맥류 (쌀보리) : 4,100
 - × 대두(줄기) : 4,069
 - × 고구마(줄기) : 4,534
 - × 사과 (전정지) : 4,320
- 단위 환산계수 적용
 - △ 1 toe = 1,000 × 10⁴ kcal
- 농부산물 바이오매스확인 잠재량 산출

- (3) 축산폐기물 바이오매스 자원
- 기본 통계 : 가축 통계 (2004)
 - △ 축종별 사육두수 : 소(고기소, 젃소), 돼지(육성돈, 모돈, 종돈), 닭(닭, 오리)
 - 분뇨 발생량 계수³⁾ 적용 :
 - △ 축종별 생분뇨 발생량 (kg/일·두)
 - × 우분뇨 (평균체중 250kg 육성우 기준) : 22.5 kg/일·두
 - × 돈분뇨 (평균체중 60 kg 육돈 기준) : 5.8 kg/일·두
 - × 계분뇨 (평균체중 1.6 kg 산란계 기준) : 0.15 kg/일·두
 - Biogas화 가용 유기물 자원량 계수⁴⁾ 적용
 - △ Biogas화 가용 유기물 자원량⁴⁾ 계수 (생분뇨 중 소화 분해가 가능한 유기물 건중량의 비 : 건량 톤/생분뇨 톤)
 - × 우분뇨 : 0.1875
 - × 돈분뇨 : 0.1020
 - × 계분뇨 : 0.1826
 - Biogas화 수율 계수^{5)*} 적용 :
 - △ Biogas화 수율⁵⁾ 계수 (Biogas화 가능 유기물 건량 톤당 Biogas 발생량 : (m³ Biogas/건량 톤)
 - × 우분뇨 : 281
 - × 돈분뇨 : 649
 - × 계분뇨 : 359
 - 열량 환산계수 적용
 - △ 1 m³ Biogas 열량 : 5,158 kcal
 - 단위 환산계수 적용
 - △ 1 toe = 1,000 × 10⁴ kcal
 - 축산 폐기물 바이오매스 확인 잠재량

- (4) 도시(가연성) 폐기물 바이오매스 자원
- 기본통계 : 전국 폐기물 발생 및 처리현황 (2004), 환경부(국립환경연구원)
 - △ 폐기물 성상별 처리 현황 : 도시 및 사업장 폐기물 가연성분*의 일부
 - * 불연성분은 바이오매스 아니며 재활용품, 음식물류(분리수거)도 제외
 - * 가연성분 중 고무피혁류, 플라스틱류, 기타는 현실적으로 구분 불가로 바이오매스 에너지자원으로 잠정 편입.
 - 열량 환산계수 적용

- △ 가연성 폐기물 성분별 저위발열량 (kcal/kg 폐기물)
 - × 종이류 : 3,177
 - × 나무류 : 2,673
 - × 고무피혁류 : 6,510
 - × 플라스틱류 : 6,510
 - × 기타(섬유 등) : 3,844
- 단위 환산계수 적용
 - △ 1 toe = 1,000 × 10⁴ kcal
- 도시(가연성) 폐기물 바이오매스 에너지 확인 잠재량 산출

2.3 바이오매스부문별 가용 잠재자원량 추정결과
상기한 방법으로 바이오매스 자원의 가용 자원 잠재량 추정 결과는 다음 <표 2>와 같다.

<표 2> 바이오매스 가용 잠재자원량

부문별	세부자원별	확인잠재량 (천 toe/년)	부문합계 (천toe/년)	%
임산 바이오매스	임목		6,760	58.0
농부산물 바이오매스	벼짚	324	571	4.9
	왕겨	128		
	보리짚	19		
	콩줄기	40		
	사과 전정지	60		
축산 폐기물 바이오매스	우분	523	1,650	14.1
	돈분	799		
	계분	329		
도시폐기물 바이오매스	가연성		2,675	23.0
가용 잠재량 합계			11,656	100

3. 바이오매스 부존 잠재자원량과 기술적 잠재 자원량

(1) 부존 잠재자원량

임산바이오매스, 농부산물 바이오매스, 축산폐기물 바이오매스, 도시폐기물 바이오매스의 부존 총량을 추정한 것으로서 임산 바이오매스는 임목(초본류 제외)의 부존 총량과 매년 발생하는 농부산물, 축산폐기물, 도시폐기물 총량을 합한 것이다. 예를 들어 매

립지에 쌓여 있는 도시폐기물 총량도 부존량으로 볼 수 있으나 총량의 추정이 어렵고 바이오매스로 분류하는데도 어려움이 있어 연간 발생량(매립하지 않고 매년 처리해 버린다는 가정하에)을 부존량으로 보았다.

이와 같은 바이오매스의 부존 잠재자원량은 다음 <표 3>과 같다.

<표 3> 바이오매스 부존 잠재 자원량

부문별	세부 자원별	부존 잠재량 (천toe)	%	비고
임산 바이오매스	임목	135,200	95.3	* 임목축적 총량
농부산 바이오매스	벼짚	2,330	1.6	* 총발생량
	왕겨			
	보리짚			
	콩줄기			
	사과전정지			
축산 폐기물 바이오매스	우분	1,650	1.2	* Biogas화 시 열량
	돈분			
	계분			
도시폐기물 바이오매스	가연성	2,675	1.9	* 고무, 플라스틱류 포함
부존 잠재자원량		141,855	100	

(2) 가용 잠재 자원량

가용 잠재자원량 추정 결과는 전기한 <표 2>에 이미 제시되고 있으며 연간 임목 축적량, 연료로 사용가능한 농부산물 바이오매스량, 축산폐기물 및 도시폐기물 바이오매스 전량을 포함하고 있다.

(3) 기술적 잠재 자원량

상기한 가용 잠재 자원량 중에서 현재의 재배, 수집 및 변환기술(2010년 기준)으로써 합리적으로 활용될 수 있는 양을 추정한 것이다. 결과는 다음 <표 4>와 같다.

<표 4> 바이오매스 기술적 잠재 자원량

부문별	세부 자원별	가용 잠재량 (천toe/년)	기술적 잠재량 (천toe/년)	%	추정 근거
임산 바이오매스	임목	6,760	845	36.3	a
농부산 바이오매스	벼짚	324	190	8.2	b
	왕겨	128			
	보리짚	19			
	콩줄기	40			
	사과전정지	60			
축산폐기물 바이오매스	우분	523	400	17.2	c
	돈분	799			
	계분	329			
도시폐기물 바이오매스	가연성	2,675	890	38.3	d
기술적 잠재자원량			2,325	100	

- a. 현재의 연간 임목 벌채 량(173만톤/년)으로 보아 가용잠재량의 약12.5% 가능
- b. 가용잠재량의 약 33.3%가 사용가능하다고 추정
- c. 돈분의 50% Biogas화
- d. 가용 잠재량의 33.3% 사용추정

4. 결 언

상기하는 바이오매스의 부존 잠재자원량, 가용 잠재자원량 및 기술적 잠재자원량은 모두가 현재의 바이오에너지 기술로서 에너지화의 대상이 될 수 있는 물질들의 총량을 통계자료에 근거 추정한 것이다. 실제 바이오매스의 총 부존량은 이보다 훨씬 크다고 할 수 있다. 예를 들어 바이오매스는 해조류, 미생물등도 포함되는데 이들 양을 추정할 수는 있겠으나 현재로서 바이오매스 에너지 자원량으로 추정하기는 힘들다고 본다. 기술의 발전에 따라 대상자원도 함께 차츰 확대되어 갈 것으로 추정 된다.

후 기

본 연구는 지식경제부의 신재생에너지 기술개발사업에 의해 수행되었습니다.

참 고 문 헌

1. 홍종준 외 (1989) 바이오매스 자원 조사 및 예너

- 지 평가분석, 한국 에너지 기술 연구원 보고서,
KE-89-17
2. 산림과학연구원 (private communication)
 3. 손영목 외 (2006. 12) 산림 바이오매스 자원지도
구축을 위한 연구, 산림과학원 연말평가 자료 (과
위 포인트)
 4. 박순철 외 (2001) 축산폐기물 바이오가스 이용 발
전 타당성 조사 용역, 예기연 보고서 KIER -
A15226, 충청남도
 5. F. A. Batzias et al. (2005) Evaluating livestock
manures for biogas production : a GIS method,
Renewable Energy Vol. 30, pp1161-1176