



[2016-12-RP-005]

# RHO 시행에 대비한 바이오 열에너지 수요 전망

강희찬<sup>1)</sup> · 조지혜<sup>2)\*</sup>

## Estimation of the Demand for Bioenergy from Wood Composite Preparing a Renewable Heat Obligation Scheme.

Heechan Kang<sup>1)</sup> · Jihye Jo<sup>2)\*</sup>

Received 11 August 2016 Revised 15 November 2016 Accepted 15 November 2016

**ABSTRACT** Two scenarios for the RHO were established and projections were made on the future demand for bioenergy in each scenario. Scenario-1 imposes the obligation to the owner of new buildings, whereas scenario-2 places the onus on heat producers and suppliers. In addition, there are two cases in each scenario. One assumes that the total renewable heat energy demand is covered by biomass due to the low production cost, and the other postulates that 52% of the demand is covered by biomass through government regulation. In 2030, scenario-1 estimates the demand for bio heat energy as 20,415T cal, whereas scenario-2 estimates it as 24,610 Tcal.

**Key words** Renewable Heat Obligation (RHO), Woody biomass, Scenario analysis, Demand estimation

### subscript

RPS : Renewable Energy Portfolio

RFS : Renewable Fuel Standard

RHO : Renewable Heat Obligation

### 1. 서론

지구온난화에 따른 기후변화에 효과적으로 대응하고 에너지의 높은 해외의존도를 해결하기 위한 에너지 다변화 수단의 하나로 한국에서도 신·재생에너지 보급 확대를 위

한 다양한 노력을 기울이고 있다. 전력 분야에서는 2012년부터 신·재생에너지 공급의무화제도(Renewable Energy portfolio standards, RPS)를, 수송 분야에서는 2015년부터 바이오디젤에 대해 '신·재생에너지연료 혼합의무화제도(Renewable Fuel Standard, RFS)'를 시행하고 있으며, 가까운 시일 내에 열에너지 분야에도 전력 분야와 유사한 구조를 지닌 신·재생에너지 공급의무화제도(RHO, Renewable Heat Obligation)를 도입하기 위한 방안을 마련하고 있다. 특히 향후 열에너지에 대한 수요가 지속적으로 증가할 것으로 전망되고 있는 가운데, 신·재생에너지 또한 확대해 나갈 필요가 있다.

신·재생에너지는 국내에서 생산되는 열원을 사용하기 때문에 에너지 안보 차원에서도 도입이 필요한 에너지원이다. 또한 지역에서 생산되는 상대적으로 소형의 열 생산과 공급이 가능한 분산 발전원으로, 에너지 공급의 다변화 측

1) Department of Economics, Incheon National University

2) Korea Environmental Institute E-mail: jhjo@kei.re.kr  
Tel: +82-44-415-7628

면에서도 큰 역할을 할 것으로 기대된다. 뿐만 아니라 신·재생열에너지의 원료 공급과 관련한 다양한 산업 분야가 형성되어 고용창출과 소득증대에도 크게 기여할 수 있을 것으로 기대된다. 신기술과의 접목을 통해서 국가 성장동력으로 성장할 잠재력을 지닌 분야도 있다.

특히, 바이오에너지를 이용한 신·재생열에너지 공급 분야는 국내 다양한 바이오매스를 활용함으로써 임업 및 농업 부산물의 활용도를 높이고, 산림자원의 효율적 이용을 촉진할 수 있는 잠재력을 지니고 있다.

바이오 열에너지의 경우 생산단가 측면에서 다른 신재생에너지 열에너지 대안들(태양열, 지열 등)에 비해 비용-효율성이 높다. 그래서 RHO제도를 도입할 경우에는 열에너지 생산 및 공급업자들은 바이오 열에너지를 주로 선택할 것으로 예상된다. 따라서 바이오 열에너지 수요에 대한 최대 수요량과 최소 수요량을 사전적으로 면밀히 검토할 필요가 있다. 따라서 본 논문에서는 향후 RHO 제도에 대한 시나리오를 설정하고, 시나리오별로 얼마만큼의 바이오 열에너지에 대한 수요가 예상되는지를 전망하였다.

이를 위해 현재 논의 중인 두 가지 RHO 제도별로 의무대상자를 달리하였을 경우 예상되는 열에너지 수요량을 전망하고, RHO 제도 도입에 대비하여 사전적으로 검토해야 할 사항들을 제안함으로써 국내 에너지를 보다 안정적으로 확보하고 신·재생열에너지 보급 활성화를 위한 합리적인 제도설계 마련에 이바지하고자 한다.

## 2. 선행연구

목질계 바이오매스의 열수요에 대한 연구로는 Bruton et al. (2010)가 수행한 연구로 RASLRES 유럽연합 프로젝트의 일환으로 목질계 에너지에 대한 2020년까지 열에너지 수요를 전망하였다. 본 연구는 2020년까지의 유럽연합의 에너지 수요를 전망하고, 이를 바탕으로 현재 유럽연합의 재생에너지 목표 하에 목질계 재생열에너지 수요를 전망하였다. Mantau, U. et al. (2010)는 유럽연합의 목질계 바이오매스에 대한 잠재량과 수요량 분석을 통해 2020년까지 공급이 수요를 만족시킬 수 있으나, 2030년 목표 달성은 어려울 것으로 전망하였다. 2030년 목표 달성의 제약요인으

로, 토양의 생산성 한계와 사유지에서의 목재 생산 관리의 한계를 꼽았다. 그러나 이 연구에서는 해외로 부터의 목재 수입은 고려하지 않았으며, European Forest Institute (2014)는 이러한 국가 간 목재 교역을 통해 이런 부족분을 채울 수 있다고 주장하고 있다.

한편 국내연구로는 안지운과 배정환(2009)에서, CGE 모형을 통해 석탄보조금을 임업부문에 보조금으로 전환시켰을 때의 국가전체의 파급효과(판매, 수입, 수출입)와 온실가스 배출량 감소량을 분석하였다. 배정환 외(2007)에서는 사업자 미지정 택지지구에 목질계 바이오매스 열병합 발전 설비를 도입한다는 가정 하에 2011~2015년의 목질계 바이오매스 열병합발전 수요 잠재량을 추정하였다. 여기서는 2011년 기준 203Gcal/h 그리고 2015년 기준 565Gcal/h로 목질계 바이오매스 열수요를 추정하였다.

## 3. 분석방법

### 3.1 수요 전망 시나리오 설정

본 논문에서는 「대체에너지 개발 및 이용·촉진법」 제2조에 따른 11개 신·재생에너지 분야 중 열에너지로 태양열, 지열, 바이오매스의 3종류를 분석한다. 우선 이들 세 가지 신·재생열에너지를 보다 세분화하여, RHO 제도 도입에 적합한 분야를 다시 선정할 필요가 있다.

첫째, 태양열의 경우 온수, 냉·난방에 적용하는 경우와 전기에너지 생산에 사용되는 경우가 있다. RHO 제도에 도입 가능한 분야는 태양열을 통한 온수, 냉·난방에 사용되는 열에너지 공급으로 한정한다. 특히 태양열을 통한 온수, 냉·난방의 경우 현재까지는 소규모 열공급원이 대부분이었으나, 박정순(2013)의 연구의 해외사례를 살펴보면 충분히 대형화도 가능하며, 장기적으로는 대형 건축물 등 RHO의 대상으로 확대 가능하다.

둘째, 지열의 경우도 마찬가지이다. 해외 사례의 경우 지열발전도 가능하지만, 본 연구에서는 지열을 이용한 발전 분야는 제외한다.

셋째, 바이오에너지는 다양한 분야로 세분할 수 있다. 그러나 본 논문에서 논의되는 RHO에 적용 가능성을 중심으로 살펴보면, 우드칩, 목재펠릿이 적합한 대안이 될 수

있다. 바이오가스도 제한적으로 고려할 수 있으나 단기적으로는 발전용 위주이며, 장기적으로는 기술의 발달과 단가 경쟁력 등을 고려할 경우 RHO의 대안 중 하나로 고려해 볼 수 있다(Table 1 참조).

RHO 시나리오 분석을 위해서는 의무부과 대상자를 기준으로 두 가지 시나리오(대안)를 설정한다. 현재 논의되는 시나리오 중 대안 1은 '신축건물주에게 부과하는 경우'이며, 대안 2는 '열 생산 및 공급업자'에게 부과하는 경우이다(Table 2 참조).

본 논문에서는 대안 1과 대안 2를 중심으로 시나리오 분석을 진행하였다. 현재 보조금 지급과 같은 대안도 함께 검토되고 있으나, 본 논문에서는 이 부분은 제외한다.

Table 1. 신·재생에너지의 RHO 적용 가능성 검토

에너지원	세부 분류	적용 가능성	검토내용
태양열	온수, 냉·난방	○	소규모 열공급원, 대형화 가능
	발전	×	전기생산은 제외
바이오	바이오가스	×	전기생산 중심, 열공급은 제한적
	매립지가스	×	지역난방사업장에서 발전 용도 위주
	바이오디젤	×	수송용 연료
	우드칩, 펠릿	○	보일러의 원료로 활용, 대형화 가능
	성형탄	×	단기적 사용 제한적
	입산 연료	×	수요처는 농가에 한정됨
지열	지열냉·난방	○	건축물 냉난방 연료, 대형화 가능
	지열발전	×	전기생산은 제외

(Source: 에너지관리공단 외(2012), p.109)

Table 2. RHO 사업의 의무대상업자 및 대상 열 범위

	대안 1	대안 2
의무 대상자	신축건물주	- 지역난방사업자 중 열 생산량 기준 시장 점유율 10% 이상인 사업자 - 산업단지사업자 전체
대상 열 범위	냉·난방열	- 냉·난방열 - 非냉·난방열

(Source: 에너지관리공단 외(2012), p.202)

1) 여기서 열 생산 및 공급업자는 지역난방사업자와 산업단지사업자를 모두 포함한다.

### 3.2 대안 1(의무대상자: 신축건물주)

대안 1은 신축건물의 건물주를 의무대상자로 한다. 현재까지 검토된 안에 따르면, 1,000m<sup>2</sup> 이상, 3,000m<sup>2</sup> 이상, 10,000m<sup>2</sup> 이상의 신축건물에 대하여, 의무공급비율을 차별화하여 RHO를 도입하는 내용이다. 본 논문에서는 연도별로 적용 대상을 확대하는 에너지관리공단(2014)의 검토안을 바탕으로 시나리오를 구성하였고, 그 내용은 Table 3과 같다.

이러한 대안 1의 시나리오를 바탕으로(단계적 의무 대상 및 의무비율 증가), 향후 2030년까지 예상되는 열에너지 소비량(공급량)을 추정하였다. 이를 위해서는 최근까지 신축 건물의 허가 현황을 살펴보고, 향후 신축건물이 얼마나 확대될 것인지를 전망했다. 또한 국내 건축된 건물의 총면적 분포를 통해 향후 건물 총면적별로 신축건물이 어떤 비중으로 확대될지 추정하였다.

우선, 2004년부터 최근까지 총면적 기준 건축물 허가 건수를 살펴보면<sup>2)</sup> 2004년부터 2013년까지 연평균 약 0.87% 증가했다(Table 4 참조).

한편, 2013년 기준 한국의 면적별 건축물 현황을 살펴보면, 1,000m<sup>2</sup> 이상의 건축물은 전체 건축물의 6%를 차지하고 있으며, 3,000m<sup>2</sup> 이상의 건물은 2.6% 그리고 10,000m<sup>2</sup> 이상의 건물은 0.7%를 차지하고 있다(Table 5 참조).

총면적 기준 연평균 증가율과 현재 건축물의 총면적별

Table 3. RHO 적용 대상의 단계별 확대(案)

	대상	의무비율
1단계 ('16~'29)	총면적 1만m <sup>2</sup> 이상 신축건축물 대상	10%
2단계 ('20~'24)	총면적 3천m <sup>2</sup> 이상 신축건축물 대상	11~15% (매년 1% 증가)
3단계 ('25~'30)	총면적 1천m <sup>2</sup> 이상 신축건축물 대상	16~20% (매년 1% 증가)

(Source: 에너지관리공단, 2014)

Table 4. '04~'13년 면적별 신규 건축 허가 현황 (단위: 1,000,000m<sup>2</sup>)

	'04	'06	'08	'10	'12	'13
허가	117	133	121	125	137	127

(Source: 국토교통부(2014), p.234)

2) 국토교통부(2014)

현황을 바탕으로, 2030년까지 향후 총면적 기준 신규건축물 증설 추정량과 1,000m<sup>2</sup>, 3,000m<sup>2</sup>, 10,000m<sup>2</sup> 이상 건물의 총면적별 신규 증설 추정량은 Table 6과 같다.

Table 6의 총면적별 신축 건물 추정량을 바탕으로, 총면적별 신축건물의 열에너지 수요량을 추정한다. 이를 위해서는 현재 건축물의 총면적당 에너지 사용량을 이용한다. 2014년 에너지 총조사보고서에 따르면, 10,000m<sup>2</sup> 이상 건물의 경우 평균 1,000m<sup>2</sup>당 약 18.8Gcal를 사용하는 것으로 나타났으며, 10,000m<sup>2</sup> 이하 건물의 경우 평균 1,000m<sup>2</sup>당 약 22.39Gcal를 사용하는 것으로 나타났다. 10,000m<sup>2</sup> 이상과 이하의 건물의 1,000m<sup>2</sup>당 열에너지 사용량을 기준으로 2030년까지의 총 예상되는 총면적당 열에너지소비량을 추정하면 Table 7과 같다.

2016년부터 RHO가 도입된다는 가정에서, 앞서 설정한 시나리오에 따라 RHO에 적용되는 건축물의 신·재생열에너지 소비량을 전망하면 다음과 같다.

Table 8에서 보는 바와 같이 2016년에는 1만 m<sup>2</sup> 이상의

Table 5. 한국의 면적별 건축물 현황('13년 기준)

면적 (m <sup>2</sup> )	100 미만	100~200	1000~3000	3000~10000	10000 이상
누적분포(%)	100	52.5	6	2.6	0.7

(Source: 국토교통부(2014), p.234)

Table 6. 총면적별 신축 건물 추정(2015~2030년)  
(단위: 1,000m<sup>2</sup>)

	2015년	2020년	2025년	2030년
합계	129,305	133,902	141,105	147,404
1,000m <sup>2</sup> 이상	7,758	8,105	8,466	8,844
3,000m <sup>2</sup> 이상	3,362	3,512	3,669	3,832
10,000m <sup>2</sup> 이상	905	946	988	1032

(Source: 저자 추정)

Table 7. 총면적별 신축 건물의 에너지 소비량 추정(2015~2030년)  
(단위: 백만Gcal)

	'15	'20	'25	'30
1,000m <sup>2</sup> 이상(22.39Gcal)	173.7	181.5	189.6	198.0
3,000m <sup>2</sup> 이상(22.39Gcal)	75.3	78.6	82.1	85.8
10,000m <sup>2</sup> 이상(18.8Gcal)	17.0	17.8	18.4	19.1

(Source: 저자 추정)

신규건축물에 대해 10%의 신·재생열에너지 수요를 의무화할 경우에는 총 1,702Tcal의 신·재생열에너지의 수요가 전망되며, 2020~2024년에는 3,000m<sup>2</sup> 이상의 신축건축물에 대해 11%~15%까지 점진적으로 의무비율을 높이는 경우에, 2020년 신·재생열에너지 예상 수요량은 8,574Tcal이다. 또한 2025~2030년에는 1,000m<sup>2</sup> 이상의 모든 신축건축물에 대해 16~20%까지 점진적으로 의무비율을 높이는 경우에는 2025년 30,066Tcal의 신·재생열에너지를, 2030년에는 39,260Tcal의 신·재생열에너지 수요가 전망된다.

### 3.3 대안 2(의무대상자: 집단에너지 사업자)

대안 2는 대안 1과는 달리 집단에너지 사업자에 대해 전체 열에너지 생산·공급량 중 일정 비중을 신·재생열에너지로 공급하도록 의무화하는 경우이다. 전체 집단에너지 사업자가 의무 대상이 되는 것이 아니며, 집단에너지 사업자 중 지역냉난방사업자의 경우 열 생산량 기준 점유율 10% 이상의 사업자가 대상이 되며, 모든 산업단지 사업자 그리

Table 8. 대안 1에 따른 신재생에너지 열에너지 수요 전망(2016~2030년)

(단위: Tcal)

		'16	'20	'25	'30
의무비율		10%	11%	16%	20%
적용대상	1,000m <sup>2</sup> 이상	-	-	30,066	39,260
	3,000m <sup>2</sup> 이상	-	8,574	-	-
	10,000m <sup>2</sup> 이상	1,702	-	-	-
합계		1,702	8,574	30,066	39,260

(Source: 저자 추정)

Table 9. RHO 적용 대상의 단계별 확대(案)

	대상	의무비율
1단계 ('16~'29)	점유율 10% 이상 냉난방사업자 +산업단지사업자 +병행사업자	판매량의 15%
2단계 ('20~'24)	상동	판매량의 30%
3단계 ('25~'30)	상동	판매량의 50%

(Source: 에너지관리공단, 2014)

고 병행사업자가 의무 대상이 된다. 대안 2에 대한 시나리오 오는 다음과 같이 구성된다. Table 9에서 보는 바와 같이 단계별 의무대상은 모두 동일하다. 그러나 의무비율은 단계별로 강화된다. 1단계는 판매량의 15%, 2단계는 판매량의 30%, 그리고 3단계는 판매량의 50%를 신·재생열에너지로 공급하도록 의무화한다.

우선 ‘지역난방사업자’ 중 2013년도 판매량 기준 시장점유율 10% 이상인 사업자는 점유율 59.7%의 한국지역난방공사와 점유율 13.3%의 GS파워(주)이다. 2013년도 기준 이들 RHO 대상 사업자들의 열 판매량은 35,532천Gcal로 나타난다. 이는 2013년 기준 전체 열 판매량(41,120천Gcal)의 86.4%에 해당하는 양이다. 2013년 전체 열 판매량과 1995년부터 2013년까지의 연평균 증가율(5.9%)을 기준으로 향후 2030년까지의 집단에너지 판매량 전망을 하였다.

향후 열 판매량을 전망하기 위해서는 다음의 두 가지를 가정한다. 첫째, 판매량 기준 현재의 시장점유율은 불변이다. 이는 향후 신규진입자가 추가되거나 기존사업자가 사업을 확장하더라도 시장점유율은 현재 상태가 지속될 것이라는 가정이다. 둘째, 전체 판매량에서 RHO 대상사업자의 비중(86.4%)은 2030년까지 불변이다. 이러한 두 가지 가

정을 바탕으로, 향후 2030년까지 RHO 대상사업자의 열 판매량은 Table 10에 정리되어 있다.

이러한 집단에너지 사업자의 열 판매량에 관한 전망을 바탕으로 앞서 설정한 대안 2 시나리오에 따라 RHO를 집단에너지 생산·판매업자에게 부과하는 경우 예상되는 신·재생에너지 공급량(수요량) 전망은 Table 11과 같다. 의무비율이 15%인 2016년에는 신·재생열에너지 공급의무량(수요량)은 5,981천Gcal로 전망되며, 의무비율이 30%가 되는 2020년에는 15,957천Gcal 그리고 의무비율이 50%가 되는 2025년엔 35,478천Gcal, 마지막으로 2030년에는 47,327천Gcal의 신·재생열에너지 수요가 전망된다.

#### 4. 신재생 열에너지 공급량 결정 방식

앞서 2장에서는 대안 1, 대안 2 각각에 대하여 열에너지 예상 수요량이 얼마인지 전망하였다. 3장에서는 각 시나리오에 대하여 모두 바이오열에너지로 공급하는 경우와 일부만 바이오열에너지로 공급하고 나머지는 다른 재생열에너지로 공급하는 경우를 구분하여, 예상되는 바이오열에너지 수요량을 전망한다.

본격적인 바이오에너지를 이용한 열에너지에 대한 수요를 전망하기에 앞서, 현재 기술 수준에서 신·재생열에너지별 생산단가를 분석하였다. 이를 기반으로 향후 바이오에너지를 이용한 열에너지 수요량에 대해 최대 혹은 최소치를 전망하였다.

2016년부터 RHO가 도입된다는 가정 하에, 실제 열에너지 공급자들이 신·재생에너지 기본계획에 따라 어떻게 태양열, 지열, 바이오매스를 조합하여 열에너지를 공급하리라 예측할 수 없다. 결론부터 이야기하자면, 정부가 태양열, 지열, 바이오매스에 대한 일정한 원료 사용 비중을 사전에 설정하지 않을 경우, 열에너지 생산·공급자들은 세 가지 원료 옵션 중 가장 낮은 생산단가의 원료(바이오매스)를 선택할 가능성이 매우 크다. 따라서 이번 절에서는 현재 태양열, 지열, 바이오매스(우드칩, 펠릿)의 열 생산 단가를 비교하고, 이를 기준으로 정부가 한 원료로 ‘쏠림현상’이 나타나지 않게 하려면, 어떤 대안을 마련해야 하는지 살펴본다.

Table 10. 집단에너지 판매량 전망(2030년까지)  
(단위: 백만Gcal)

	'16	'20	'25	'30
지역난방사업자	23.8	33.6	47.5	67.2
산업단지사업자	19.8	24.2	29.8	36.5
병행사업자	2.6	3.7	4.8	5.8
합계	46.1	61.6	77.5	109.5
RHO 대상사업자	39.9	53.2	71.0	94.7
비중(%)	86.4	86.4	86.4	86.4

(Source: 저자 추정)

Table 11. 대안2에 따른 신재생 열에너지 수요 전망(2016~2030년)  
(단위: Tcal)

	2016년	2020년	2025년	2030년
총열수요전망	39,873	53,190	70,955	94,654
의무비율	15%	30%	50%	50%
재생에너지 열수요량	5,981	15,957	35,478	47,327

(Source: 저자 추정)

각 신·재생열에너지원 열 생산량 당 비용을 추정하기 위해서는 신·재생열에너지원별 설비 용량, 초기 투자비, 운전 유지비, 설비 가동률을 설정해야 한다. 아래는 열에너지원별 설비 용량, 초기 투자비, 운전 유지비, 설비 가동률에 대한 가정을 보여준다.

첫째, 2013년 기준으로 펠릿의 경우 전체 설치량 중 가정용 소규모(25kW 미만)가 전체의 86%를 차지하고, 사업용은 14%를 차지하는 것으로 나타났다(산림청, 2011). 초기 투자비는 자가용의 경우에는 1kW당 18만 5,000원~27만 5,000원으로 설정하였고, 사업용의 경우에는 1kW당 153만 원~170만 원으로 설정하였다. 운전 유지비의 경우에는 자가용은 톤당 40만 원, 사업용의 경우에는 대량구매를 고려해 톤당 10만 원으로 설정하였다. 설비 가동률의 경우에는 자가용은 15%, 사업용의 경우에는 70%로 설정하였다.

둘째, 우드칩의 경우에는 사업용으로만 한정한다. 초기 투자비의 경우에는 1kW당 180만 원~200만 원으로 설정하였다. 운영비의 경우에는 톤당 4만 원으로 설정하였다. 설비 가동률의 경우에는 사업용 펠릿의 경우와 같은 70%로 설정하였다.

셋째, 태양열의 경우에는 200m<sup>2</sup> 미만과 그 이상으로 구분하였다. 초기 투자비의 경우 1m<sup>2</sup>당 투자비는 1백만 원에 설정하였다. 설비 가동률은 95%, 시스템 효율은 50%로 설정하였다. 태양열은 운영비가 없는 것으로 가정한다.

넷째, 지열의 경우 50RT 미만과 그 이상으로 구분하였다. 초기 투자비의 경우 1RT당 투자비는 4백만 원~6백만 원으로 설정하였다. 운전 유지비는 초기 투자비의 4.2%로 설정하였다. 설비 가동률은 냉방의 경우 720~1,200시간, 난방의 경우에는 900~1,500시간으로 설정하였다. 위의 이러한 신·재생열에너지원별 초기 투자비, 운전 유지비, 설

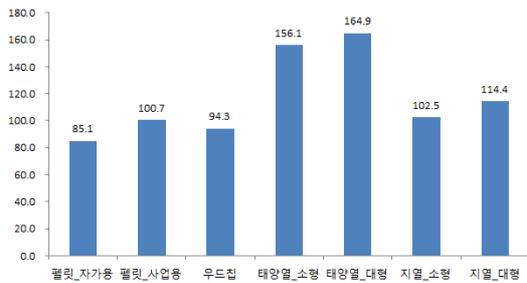


Fig. 1. 신·재생열에너지원별 생산단가 (단위: 원/Mcal)

비 가동률 등을 고려해 추정된 신·재생열에너지원별 생산 단가는 Fig. 1과 같다.

Fig. 1에서 보는 바와 같이, 만일 열생산자·공급자에 대해 RHO가 도입될 경우 열생산자들은 생산단가가 가장 낮은 신·재생열에너지원부터 활용하여 열을 생산하여 RHO 제도에 대응할 것으로 전망된다. 따라서 바이오에너지(펠릿과 우드칩)에 대한 수요가 가장 먼저 발생할 것으로 전망되며, 다음으로 지열과 태양열 순서로 수요가 이뤄질 것으로 전망된다.

Table 12에서 보는 바와 같이, 태양열이나 지열에 비해, 펠릿이나 우드칩은 생산단가와 열요금 간의 차이가 크지 않다. 따라서 재생에너지 원의 구분이 없이 RHO를 도입할 경우, 수익이 높은 바이오매스 열원에 대한 수요로 쏠림현상이 발생할 수 있다.

본 논문에서는 이러한 쏠림현상을 막기 위해 다음과 같이 신재생 열에너지원 공급 원칙을 설정한다. 우선 생산단가 당 열요금(열요금/생산단가)을 계산하고, 각각의 생산단가 당 열요금을 그 합<sup>3)</sup>으로 나눠 정규화를 시킨다. 분야별 비중은 분야별 정규화한 값을 더한 수치이다.<sup>4)</sup> 이는 신·재생 열에너지 열 생산량 당 생산비용과 지역난방공사 열요금을 비교하여, 둘 간의 차이에 비례하여 공급량 한도를 결정한다. 즉 생산비용과 열요금의 차이가 큰 경우에는 더 높은 공급 한도를 부여하고, 둘 간의 차이가 적은 경우에는 상대적으로 더 낮은 공급 한도를 부여한다.

이러한 공급 한도 부여 방식의 장점은 다음과 같다. 첫째, 생산비용이 높다고 하더라도, 해당 신재생에너지원

Table 12. 신·재생열에너지원별 생산단가와 열요금 (단위: 원/Mcal)

연료원	세분	생산단가	열요금	차이
펠릿	가정용	85.1	67.8	17.3
	사업용	100.7	91.3	9.4
우드칩	사업용	94.3	91.3	3
태양열	200m <sup>2</sup> 미만	156.1	67.8	88.3
	200m <sup>2</sup> 이상	164.9	91.3	73.6
지열	50RT 미만	102.5	67.8	34.7
	50RT 이상	114.4	91.3	23.1

(Source: 한국지역난방공사, 2011년 9월 1일 요금 기준.)

3) 5.12 = 0.80 + 0.91 + 0.97 + 0.43 + 0.55 + 0.66 + 0.80

4) 예) 펠릿(52.19=15.56+17.71+18.91)

이 공급 대안에서 제외되는 경우가 없다. 즉 비록 다른 신재생에너지 열원에 비해서는 공급량이 낮을 수는 있지만, 시장에서 완전히 배제되는 일은 발생하지 않는다. 둘째, 만일 신·재생에너지별로 생산단가가 낮은 에너지원이 더 많이 공급하도록 제도를 설계하면, 현재는 생산단가가 높은 신재생에너지열원이라고 하더라도 장기적으로는 공급자는 더 많은 공급 한도를 받기 위해 기술개발, 공정개선, 배분방식 개선 등을 통해 생산단가를 더 낮추도록 노력할 것이다(단가 하락 유도).

### 5. 바이오열에너지 수요량 추정

본 절에서는, 대안1, 대안2에 따른 신재생 에너지 수요량 전망을 기준으로 바이오 열에너지 수요를 전망한다. 바이오 열에너지 수요 전망은 바이오매스를 통해 대안 1, 대안 2의 신재생 열에너지 수요를 모두 충족시키는 경우와 일정 비중만 공급하도록 하는 경우로 나뉘볼 수 있다. 첫째, 제 2절에서 살펴본 신·재생 열에너지 수요량을 모두 바이오 열에너지로 충족시키는 경우는 정부가 공급량 비중에

Table 13. 신·재생에너지별 공급량 비중 결정 방식

연료원	세분	열요금/생산단가	정규화 (%)	분야별 비중(%)
펠릿	가정용	0.80	15.56	52.19
	사업용	0.91	17.71	
우드칩	사업용	0.97	18.91	19.30
태양열	200m <sup>2</sup> 미만	0.43	8.48	
	200m <sup>2</sup> 이상	0.55	10.82	
지열	50RT 미만	0.66	12.92	29.51
	50RT 이상	0.80	15.59	

(Source: 저자 추정)

Table 14. 바이오열에너지 수요량 추정

(단위: Tcal)

		2016년	2020년	2025년	2030년
대안1	전체	1,702	8,574	30,066	39,260
	한도	885	4,458	15,634	20,415
대안2	전체	5,981	15,957	35,478	47,327
	한도	3,110	8,298	18,449	24,610

(Source: 저자 추정)

관한 아무런 조치를 취하지 않은 경우라고 볼 수 있다. 왜냐하면 RHO의 규제를 받는 의무당사자들은 현재 수준에서 단위 열생산 당 생산비용이 가장 낮은 바이오 열에너지만을 통해 의무량을 달성하려 할 것이기 때문이다.

둘째, 제 3절에서처럼 정부가 신재생 열에너지원별 공급 한도를 설정한 경우에 바이오 열에너지 수요량을 추정해 볼 수 있다. Table 14는 바이오열에너지로 모든 신재생 열에너지 수요를 충족시키는 경우(전체)와 Table 13에서 설정한 분야별 공급한도(바이오 열에너지 52%)가 향후 2030년까지 불변으로 유지된다는 가정 하에, 수요량을 추정한 것(한도)이다.

### 6. 결론

본 논문은 향후 2016년부터 신·재생열에너지공급의무화 제도(RHO)가 도입된다는 가정 하에, 의무대상자 및 의무비율에 대한 몇 가지 시나리오를 설정하여, 신·재생열에너지에 대한 수요량을 추정하였다. 또한 신·재생열에너지 중에서도 현재 열에너지원으로 가장 많이 활용되고 있는 바이오에너지(우드칩, 펠릿)에 대해서 RHO가 도입된다면, 바이오에너지를 통한 신·재생열에너지가 어느 정도 소비될 것인지에 대해 추정하였다. 한편, 현재 운영 중인 RPS제도를 고려할 경우, RHO도입에 따른, 열생산 분야에서 소비 가능한 바이오매스량을 추정하였다.

2절을 통해 확인한 바로는, 대안 1(1,000m<sup>2</sup>~10,000m<sup>2</sup> 이상의 신축건물 소유자 대상, 10~20% 의무비율)의 경우에는 2030년 기준 총 39,260Tcal의 신·재생열에너지가 소비될 것으로 전망되며, 대안 2(냉난방사업자 중 점유율 10%이상+산업단지 사업자+병행사업자 의무 대상, 15~50% 의무비율)의 경우에는 동년 기준 총 47,327Tcal의 신·재생열에너지가 소비될 것으로 전망된다. 한편, 바이오열에너지 공급한도를 설정한 경우, 대안1에서는 2030년 기준 총 20,415Tcal의 바이오 열에너지 수요가 예상되며, 대안 2에서는 동년 기준 총 24,610Tcal의 바이오 열에너지 수요가 예상된다.

이들 수요 전망과 더불어 국내에서 공급할 수 있는 공급 잠재량에 대한 연구가 진행될 필요가 있으며, 향후에는 수

요량과 공급잠재량을 비교하여, 초과 수요량이 발생할 경우에는, 해외로부터 얻어야 하는 바이오매스 수입량이 추정될 것으로 전망된다.

## 후 기

본 논문은 한국환경정책·평가연구원의 기후환경정책과제 지원으로 수행되었으며, 이에 감사드립니다.

## References

- [1] Bruton T. S. Luker, P. Donovan and F. Tottenham, 2010, 'Regional Energy Balance & Biomass Heating Demand Estimation for 2020', Western Development Commission.
- [2] European Forest Institute, 2014, 'Forest Energy for Europe'
- [3] Mantau, U. et al., 2010, 'Real Potential for changes in growth and use of EU forests', EU wood.
- [4] WDC, 2008, 'Biomass CHP Market Potential in the Western Region: An Assessment'. Western Development Commission.
- [5] 국토교통부, 2014, 「국토교통통계연보 2014」.
- [6] 박정순, 2013, '유럽신·재생열에너지공급의무화 정책 및 시사점' 에너지경제연구원, 수시연구보고서 13-01.
- [7] 배정환, 정해영, 김미정, 2015, '해조류 바이오매스 에너지화 사업의 경제적 타당성과 파급효과 분석', 신재생에너지 제 11권 제 2호, 29-38.
- [8] 부경진 외, 2007, '목질계 바이오매스의 에너지 활용 방안 우드칩을 이용한 에너지 생산설비를 중심으로', 에너지경제연구원, 산업자원부.
- [9] 산림청, 2011, '2011 목재펠릿 보일러 보급 세부지침'.
- [10] 산업통산자원부, 2014.9, '제4차 신·재생에너지 기본계획'.
- [11] 서병선, 심상렬, 2012, "지역난방 열에너지 수요예측", 에너지경제연구, 제 11권, 제 2호 pp. 27-55.
- [12] 안지운, 배정환, 2009, '바이오에너지산업 육성을 통한 FTA대응전략연구: 목질계 바이오매스 보급 확대의 온실가스 저감가치 추정' 에너지경제연구원, 기본과제.
- [13] 에너지경제연구원, 2014, '에너지총조사보고서'.
- [14] 에너지관리공단, 2013, '집단에너지사업편람'.
- [15] -----, 2014, '국내신·재생에너지 정책현황'.
- [16] -----, 2014, '신·재생열에너지의무화(RHO) 도입 방안에 관한 연구'.
- [17] -----, 2014, '집단에너지사업편람'.
- [18] -----, 신·재생에너지센터, 2014, '2013년 신·재생에너지 보급통계'.
- [19] -----, 2014, '국내 신·재생에너지 정책현황'.
- [20] 한국지역난방공사, 2011, '2011년 9.1부 요금'.