

바이오가스 공급 확대의 경제적 파급효과 분석

백민지 · 김호영 · 유승훈[†]

서울과학기술대학교 에너지환경대학원 에너지정책학과

(2014년 4월 24일 접수, 2014년 6월 5일 수정, 2014년 6월 10일 채택)

An Analysis on the Economic Impacts of the Bio-gas Supply Sector

Min-Ji Baek, Ho-Young Kim, and Seung-Hoon Yoo

Department of Energy Policy, Graduate School of Energy & Environment, Seoul National
University of Science & Technology

(Received 24 April 2014, Revised 5 June 2014, Accepted 10 June 2014)

요약

기후변화 문제에 대응한 온실가스 감축 방안 중 하나로 정부는 바이오가스의 공급 확대를 추진하고 있다. 이를 위한 정책수단의 일환으로 신재생연료혼합의무제(RFS)의 도입이 논의되고 있는데 여기에는 바이오가스도 포함된다. 이에 따라, 본 논문에서는 2011년에 발표된 투입산출표를 이용한 투입산출 분석을 통해 RFS 도입이 가져올 바이오가스 공급 확대의 경제적 파급효과를 분석하고자 한다. RFS의 도입 내용을 감안할 때 바이오가스 공급부문은 액화석유가스 공급부문 및 도시가스 공급부문으로 구성된다. 따라서 이들 2개 부문을 바이오가스 공급부문으로 정의한 후 바이오가스 공급 확대가 가져올 경제적 파급효과로 생산유발효과, 부가가치 유발효과, 취업유발효과를 분석한다. 추가적으로 바이오가스 공급부문의 공급차질로 인한 부정적 파급효과를 의미하는 공급지장효과 및 바이오가스 공급부문 제품가격 변동이 가져올 물가파급효과도 분석한다. 분석결과 바이오가스 공급부문에서의 1원의 투자 혹은 생산이 가져오는 생산유발효과 및 부가가치 유발효과는 각각 1.0539원 및 0.1998원이다. 아울러 10억원 투자 혹은 생산의 취업유발효과는 0.5279명, 바이오가스 공급부문의 공급지장효과는 1.6229원, 바이오가스 공급부문의 산출물 가격 10% 인상의 물가파급효과는 0.0183%로 분석되었다.

주요어 : 바이오가스, 수요유도형 모형, 공급유도형 모형, 레온티에프 가격모형, 투입산출표

Abstract - The government is planning to expand the bio-gas supply as a method for mitigating greenhouse gas emissions to deal with climate change. By means of a policy instrument, the government is considering an introduction of the Renewable Fuel Standard (RFS) whose targets include bio-gas. This paper attempts to look into the economic effects of expanding the bio-gas supply by applying an input-output (I-O) analysis using a 2011 I-O table. The bio-gas supply sector consists of liquefied petroleum gas supply sector and city gas supply sector, based on the tenets of introducing the RFS. The production-inducing effect, value-added creation effect, and employment-inducing effect of the bio-gas sector are analyzed. The supply shortage effect and the price pervasive effect are also investigated. The results show that the production or investment of 1.0 won in the bio-gas supply sector induces the production of 1.0539 won and the value-added of 0.1998 won in the national economy. Moreover, the production or investment of 1.0 billion won, supply shortage of 1.0 won, and a price increase of 10.0% in the bio-gas supply sector touch off the employment of 0.5279 person, 1.6229 won, and

[†]To whom corresponding should be addressed.

Department of Energy Policy, Graduate School of Energy &
Environment, Seoul National University of Science &
Technology, 232 Gongneung-ro, Nowon-gu, Seoul, Korea
Tel : 02-970-6802 E-mail : shyoo@seoultech.ac.kr

an increase in overall price level by 0.0183%, respectively.

Key words : Bio-gas, Demand-driven model, Supply-driven model, Leontief price model, Input-output analysis

1. 서 론

이상기후에 대응하기 위한 수단으로 재생에너지의 보급 확대에 대한 관심이 높아지고 있다. 석탄 및 석유와 같은 화석연료는 매장량이 한정되어 있어 자원 고갈 문제뿐만 아니라 연소시 다량의 이산화탄소가 배출되기 때문에 환경문제를 초래하고 있다. 이러한 문제의 대안으로서 바이오연료에 대한 관심이 높아져 세계 각국은 바이오디젤, 바이오에탄올, 바이오가스의 공급 확대를 위한 정책을 수립하고 관련 연구개발에 투자하는 등 지원을 강화하고 있다.

해외 사례를 검토해보면, 미국은 재생연료 의무혼합제도인 RFS(Renewable Fuel Standard)를 처음 시행하였다. 그 결과, 2000년 초반에 비해 현재 바이오연료 사용량은 6배 이상 증가하였다. 영국은 휘발유 및 경유에 바이오연료를 최소 2.5% 혼합하도록 규정하고 있으며 2013년까지 5.0% 수준까지 바이오연료로 대체할 것을 목표로 정한 바 있다. 독일은 정부 차원의 통합적 기후 보호프로그램인 ‘통합 에너지 기후 변화 패키지(Integrated Energy and Climate Programme)¹⁾’를 수립하여 이산화탄소 저감과 유럽의 기후-에너지 정책에 동참하는 종합 대응책을 마련했다(조지혜 외 2013).

우리나라에서도 경유 및 휘발유 등에 바이오디젤 및 바이오에탄올 등을 혼합하는 것을 의무화하는 RFS 제도를 도입하려 하고 있다. 또한, 환경부는 2025년까지 약 1조 4,617억원을 투자하여 하수슬러지에서 11년 1.5배 수준인 일당 655천톤으로 승용차 22천대 주유가 가능한 수준의 바이오가스를 생산하겠다는 계획을 발표하기도 했다(환경부, 2012). 바이오가스는 온실가스 감축효과도 뛰어나기 때문에 환경성 평가에도 좋은 점수를 받고 있다. 정부는 폐기

물 에너지를 도시가스로 정제하는 기술을 보유한 매립지 사업에 투자하는 등 향후 바이오가스 보급에 대한 지원을 확대할 방침이다.

그 동안 바이오연료나 바이오가스의 사회적 가치와 제도개선에 대한 국내 연구사례는 있었지만 바이오가스의 공급 확대와 관련된 경제적 파급효과를 분석한 국내 연구사례는 없는 실정이다. 이에 따라 본 논문에서는 바이오가스 공급 확대의 경제적 파급효과를 분석하고자 한다. 이를 위해 경제적 파급효과를 분석하는 기법으로 가장 널리 적용되고 있는 투입산출분석(Input-Output Analysis)을 적용하되, 가장 최근에 발표된 2011년도 투입산출표를 활용한다. 아울러 바이오가스 공급부문을 중심으로 한 논의를 위해 바이오가스 공급부문을 내생부문이 아닌 외생부문으로 다루는 분석을 수행한다.

현재 정부가 도입을 고려중인 RFS 제도의 내용을 살펴보면, 바이오가스의 경우 혼합 대상은 액화석유가스(LPG) 및 도시가스이다. 따라서 바이오가스 공급부문을 LPG 부문 및 도시가스 부문으로 볼 수 있다. 본 논문에서는 바이오가스 공급부문을 이들 2개 부문으로 정의한 후, 바이오가스 공급 확대의 각종 경제적 파급효과를 분석한다. 경제적 파급효과로 생산유발효과, 부가가치 유발효과, 취업유발효과, 공급지장효과, 물가파급효과를 다룰 것이다.

본 논문의 이후 구성은 다음과 같다. 제2절은 연구방법론으로서 투입산출분석의 구체적 적용모형인 수요유도형 모형, 공급유도형 모형, 레온티에프 가격모형, 부문간 연쇄효과에 대해 설명한다. 제3절에서는 분석결과를 제시하면서 시사점을 도출하고 마지막 절은 결론으로 할애한다.

2. 연구방법론

1) 독일의 통합 에너지-기후변화 패키지(Integrated energy and climate Programme)에 포함된 주요 법안 및 정책은 다음과 같다. 첫째, 재생에너지법을 개정하여 전력생산에 있어 재생에너지 비율을 30%로 확대하는 목표를 설정하고, 재생에너지의 종류별 지원액을 합리적으로 조정한다. 둘째, 재생에너지 난방법을 제정하여 재생에너지를 이용한 난방비율 목표를 14%로 제시하는 등 재생에너지를 통한 난방 촉진을 위해 보조금 같은 혜택을 부여한다. 셋째, 열·전기 병합발전법을 개정하여 열·전기 병합 발전을 통한 전력생산 비율을 25%로 확대하는 목표를 설정하고 이를 위해 보조금 등의 혜택을 부여한다. 이외에 건물에너지 효율향상, 전력검침 자율화, 화물차 통행료 인상 등 에너지 절감 및 에너지효율 향상을 목표로 하는 제반 정책을 포괄한다(외교부, 2011).

2-1. 투입산출분석의 개요

본 논문의 목적은 바이오가스 공급부문이 타 부문에 유기적으로 미치는 경제적 파급효과를 계량화하는 것이다. 이 목적을 달성하기 위해 본 연구에서는 투입산출분석을 적용한다. 투입산출분석이란 생산 활동을 통하여 이루어지는 부문간 상호연관관계를 수량적으로 파악하는 분석방법으로, 국민경제 전체를 포괄하면서 전체와 부분을 유기적으로 결합한다(Ghosh, 1958). 따라서 투입산출분석은 거시적 분석이 미치지 못하는 부문과 부문간의 연관관계까지도 분석이 가능하기 때문에 구체적인 경제구조를 분석하는 데 유리하다(Bulmer-Thomas, 1982; Miller et al., 1989; Wu & Chen, 1990). 투입산출분석에서는 관심대상 변수를 외생적으로 취급하여 그 변수가 내생적인 경제부문에 미치는 영향을 쉽게 살펴볼 수 있는 이 작업을 외생화(exogenous specification)라고 한다. 이러한 외생화 방법을 쓰게 되면, 총수요가 아닌 특정부문의 산출물이 미치는 영향과 그 산출물이 타 부문을 유발시키는 효과를 보다 명확히 알 수 있다(Miller & Blair, 1985). 본 연구에서는 이러한 외생화 모형을 중심으로 살펴보고자 한다.

2-2. 수요유도형 모형

일반적으로 수요유도형(demand-driven model) 모형을 이용하면 생산유발효과, 부가가치 유발효과, 취업유발효과를 구할 수 있다. 분석대상인 바이오가스 공급부문을 B부문이라 한 후 B부문을 외생화하여

B부문의 산출 혹은 투자로 타 부문에서 발생하는 생산유발효과, 부가가치 유발효과, 취업유발효과를 구하면 Table 1과 같이 요약될 수 있다. 자세한 유도과정은 Yoo & Yoo(2009) 및 Heo et al.(2010) 등을 참고할 수 있다.

B부문에서의 산출 혹은 투자로 발생하는 B부문의 생산액 증가분, 부가가치 증가분, 취업증가인원, 즉 자기 부문 효과는 한국은행에서 발표하는 투입산출표 및 고용표를 이용하여 각각 1.0, 부가가치계수, 취업계수로 구할 수 있다. 따라서 특정 부문의 생산 혹은 투자로 인한 생산유발효과, 부가가치 유발효과, 취업유발효과는 타 부문에 대한 생산유발효과, 부가가치 유발효과, 취업유발효과와 자기 부문 효과의 합으로 구성된다.

2-3. 공급유도형 모형

고정투입계수와 투입요소의 완전탄력적 공급이라는 가정에 의존하는 통상적인 투입산출분석 모형은 최종수요로부터 발생하는 충격, 즉 후방 연쇄와 활동의 산출결정을 분석하는 데 초점을 맞춘다(Oosterhaven, 1996). 그러나 통상적인 투입산출분석 모형은 원초적 공급에서 발생하는 충격, 즉 전방연쇄와 활동의 투입 결정을 다루는 데에는 적절하지 못하다. 따라서 공급유도형 모형을 적용하여 바이오가스 공급부문의 공급지장이 초래하는 직·간접적 영향을 평가할 수 있다(Davis et al, 1984; Oosterhaven, 1988; Rose & Allison, 1989).

Table 1. Economic Effects based on Demand-Driven Model

구분	계산식	내용
타 부문 생산 유발효과	$\Delta X^e = (I - A^e)^{-1} (A_B^e \Delta X_B)$	ΔX^e 는 바이오가스 공급부문을 제외한 다른 부문의 산출 증감량, $(I - A^e)^{-1}$ 는 투입계수 행렬에서 바이오가스 공급부문이 포함된 열과 행을 제외시켜 작성한 레온티에프 역행렬, A_B^e 는 투입계수행렬 A에서 바이오가스 공급부문을 나타내는 열벡터 중에서 바이오가스 공급부문 원소를 제외한 열벡터이며, X_B 는 바이오가스 공급부문의 산출액을 의미
타 부문 부가가치 유발효과	$\Delta W^e = \hat{A}_v^e (I - A^e)^{-1} (A_B^e \Delta X_B)$	ΔW^e 는 바이오가스 공급부문을 제외한 다른 부문의 부가가치 변화량, \hat{A}_v^e 은 부가가치계수의 대각행렬에서 바이오가스 공급부문의 행과 열을 제외시키고 남은 행렬을 의미
타 부문 취업 유발효과	$\Delta N^e = \hat{n}^e \Delta X^e = \hat{n}^e (I - A^e)^{-1} (A_B^e \Delta X_B)$	N^e 는 바이오가스 공급부문을 제외한 각 부문별 취업자 수, ΔN^e 는 그 변화량, \hat{n}^e 는 취업계수 대각행렬에서 바이오가스 공급부문의 행과 열을 제외시키고 남은 행렬을 의미

공급유도형 모형에서 사용되는 계수를 산출계수라

Table 4. Results of Supply Shortage Effects of Bio-gas Supply Sector

부문	공급지장 효과(원)	순위	
1	농림수산물	0.0088	24
2	광산물	0.0011	28
3	음식료품	0.0254	17
4	섬유 및 가죽	0.0228	20
5	목재 및 종이	0.0130	23
6	인쇄 및 복제	0.0036	27
7	석유 및 석탄제품(LPG 제외)	0.0304	16
8	화학제품	0.0872	5
9	비금속 광물제품	0.0232	19
10	제1차 금속제품	0.1822	2
11	금속제품	0.0510	13
12	일반기계	0.0485	14
13	전기 및 전자	0.1060	3
14	정밀기기	0.0060	26
15	수송장비	0.0737	7
16	기타 제조업제품	0.0075	25
17	전력 및 수도	0.3455	1
18	건설	0.0585	11
19	도소매	0.0643	10
20	음식점 및 숙박	0.0671	9
21	운수	0.0672	8
22	통신 및 방송	0.0201	22
23	금융 및 보험	0.0251	18
24	부동산 및 사업서비스	0.0906	4
25	공공행정 및 국방	0.0221	21
26	교육 및 보건	0.0869	6
27	사회 및 기타서비스	0.0516	12
28	기타	0.0336	15
합계	1.6229		

고 하며, 산출계수를 이용하여 $(I - R)^{-1}$ 인 산출역행렬(output inverse matrix)을 구할 수 있다. 여기서 I 는 항등행렬, R 은 산출계수행렬을 의미한다. 분석대상인 B 부문을 외생화하여 B 부문의 산출 감소, 즉 공급지장이 타 부문의 생산에 차질을 가져오는 크기를 산정하면 식 (1)과 같다.

$$\Delta X^e = R_B^e(I - R^e)^{-1} \Delta X_B \quad (1)$$

식 (1)에서 R_B^e 는 B 부문의 행벡터 중에서 B 부문 원소를 제거한 행벡터이며, $(I - R^e)^{-1}$ 은 B 부문을 외생한 산출역행렬을 의미한다. 식 (1)을 통해 B 부문의 공급지장이 각 부문에 미치는 파급효과를 구할 수

있으며, 이를 공급지장효과(supply shortage effect)라 정의할 수 있다(Howe & Smith, 1994).

2.4. 레온티에프 가격모형

레온티에프 가격모형을 이용하면 물가파급효과를 구할 수 있는데, 물가파급효과란 분석대상 부문의 산출물 가격이 변동될 때 이 부문을 제외한 다른 부문의 산출물 가격에 미치는 영향을 의미한다. 본 연구에서는 금액단위의 투입산출분석을 통해 실물단위의 물가파급효과를 도출하기 위해 Yoo & Yoo(2009) 및 Heo et al.(2010)에 제시된 가격정규화 방식을 적용한다.

B 부문을 외생화하여 정리하면 식 (2)가 된다. 식 (2)에서, $\Delta \overline{P}_e$ 는 B 부문이 제외된 가격변동을 벡터이며, $\Delta \overline{P}_B$ 는 B 부문의 가격변동을 의미한다. A_B^e 는 A^e 의 B 부문 열벡터에서 B 부문 원소만을 제외하고 남은 부분을 의미한다. 식 (2)를 이용하여 B 부문의 가격인상이 타 부문에 미치는 물가파급효과를 계측할 수 있다.

$$\Delta \overline{P}_e = (I - A^e) A_B^e \Delta \overline{P}_B \quad (2)$$

2.5. 부문간 연쇄효과

부문간 연쇄효과란 전방연쇄효과 및 후방연쇄효과를 나타내는 것으로 각 부문 간의 상호의존의 정도를 의미한다. 부문 간 연쇄효과를 살펴볼 수 있는 지표로는 확산감응도(sensitivity of dispersion)를 측정함으로써 전방연쇄효과(forward linkage effect)를 나타내는 감응도계수와 확산력(power of dispersion)을 측정함으로써 후방연쇄효과(backward linkage effect)를 나타내는 영향력계수가 있다(Hirschman, 1958; Jones, 1976; 이정진, 1983). 감응도계수 (FL_i)는 전 부문의 최종수요를 모두 한 단위씩 증가시키기 위해 i 번째 부문이 생산해야 할 단위의 전 부문 평균치에 대한 비율로 i 부문에 대해 식 (3)으로 정의된다.

$$FL_i = \frac{\frac{1}{n} \sum_{j=1}^n a_{ij}}{\frac{1}{n^2} \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n a_{ij}} = \frac{n \sum_{j=1}^n a_{ij}}{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n a_{ij}} \quad (3)$$

Table 2. Sector Reclassification Adopted in This Study

부문 코드	부문명	부문 코드	부문명	부문 코드	부문명
1	농림수산물	11	금속제품	21	운수 및 보관
2	광산품	12	일반기계	22	통신
3	음식료품	13	전기 및 전자기기	23	금융 및 보험
4	섬유 및 가죽제품	14	정밀기기	24	부동산 및 사업서비스
5	목재 및 종이제품	15	수송장비	25	공공행정 및 국방
6	인쇄·출판 및 복제	16	가구 및 기타 제조업	26	교육 및 보건
7	석유 및 석탄제품(LPG 제외)	17	전력 및 수도	27	사회 및 개인서비스
8	화학제품	18	건설	28	기타
9	비금속광물제품	19	도소매	29	바이오가스 공급
10	제1차 금속	20	음식점 및 숙박		

Table 3. Results of the Production-inducing effect, Value-added creation effect, and Employment-inducing effect of Bio-gas Supply Sector

부문	부문명	생산유발효과 (원)	순위	부가가치 유발효과 (원)	순위	취업유발효과 (단위:명/10억원)	순위
1	농림수산물	0.0002	25	0.0001	19	0.0062	11
2	광산품	0.0065	1	0.0039	2	0.0296	4
3	음식료품	0.0004	19	0.0001	21	0.0012	23
4	섬유 및 가죽	0.0002	24	0.0001	24	0.0013	22
5	목재 및 종이	0.0004	20	0.0001	22	0.0014	19
6	인쇄 및 복제	0.0003	21	0.0001	18	0.0023	17
7	석유 및 석탄제품 (LPG 제외)	0.0059	2	0.0009	7	0.0007	24
8	화학제품	0.0049	4	0.0009	8	0.0076	9
9	비금속광물제품	0.0002	26	0.0000	25	0.0005	26
10	제1차 금속제품	0.0022	9	0.0003	13	0.0013	20
11	금속제품	0.0014	12	0.0004	12	0.0068	10
12	일반기계	0.0017	10	0.0004	10	0.0060	12
13	전기 및 전자	0.0011	14	0.0002	17	0.0023	16
14	정밀기기	0.0003	23	0.0001	23	0.0013	21
15	수송장비	0.0010	15	0.0002	16	0.0020	18
16	기타 제조업제품	0.0001	27	0.0000	26	0.0006	25
17	전력 및 수도	0.0043	5	0.0014	5	0.0047	13
18	건설	0.0003	22	0.0001	20	0.0025	15
19	도소매	0.0036	7	0.0020	4	0.0671	1
20	음식점 및 숙박	0.0009	16	0.0003	15	0.0172	6
21	운수	0.0035	8	0.0011	6	0.0306	3
22	통신 및 방송	0.0012	13	0.0005	9	0.0031	14
23	금융 및 보험	0.0042	6	0.0024	3	0.0202	5
24	부동산 및 사업서비스	0.0059	3	0.0039	1	0.0453	2
25	공공행정 및 국방	0.0000	28	0.0000	27	0.0003	27
26	교육 및 보건	0.0007	18	0.0004	11	0.0091	8
27	사회 및 기타서비스	0.0007	17	0.0003	14	0.0099	7
28	기타	0.0016	11	0.0000	28	0.0000	28
타 부문효과		0.0539		0.0207		0.2812	
자기부문효과		1.0000		0.1791		0.2467	
합계		1.0539		0.1998		0.5279	

영향력계수(BL_j)는 전 부문 평균 생산유발계수에 대한 부문별 생산유발계수의 비율로 j 번째 부문에 대해 식 (4)로 정의된다.

$$BL_j = \frac{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n a_{ij}}{\frac{1}{n^2} \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n a_{ij}} = \frac{n \sum_{i=1}^n a_{ij}}{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n a_{ij}} \quad (4)$$

3. 분석결과 및 시사점

3-1. 분석에 사용된 자료

본 논문에서는 한국은행이 가장 최근(2013년)에 발표한 2011년도 투입산출표를 사용한다. 한국은행에서는 5년 단위로 투입산출표를 작성하는데, 이 때 작성되는 표가 실측표이며 그 중간에 부분적인 조사를 통해 연장표를 발표한다. 우리나라 투입산출표 내에서의 부문은 403개 기본부문으로 구성되어 있으며, 분석에 용이하도록 한국은행 28부문 대분류 방식에 근거하여 투입산출표를 재구성한다. ‘제7부문 석유 및 석탄’에 포함되어 있는 LPG와 ‘제17부문 전력, 가스 및 수도’에 포함되어 있는 도시가스를 별도로 분리해내어 새로운 ‘제29부문 바이오가스 공급’으로 정의한다. 따라서 Table 2와 같이 총 29개 부문에 대한 투입산출표를 작성하여 이후의 분석을 수행한다.

3-2. 수요유도형 모형의 분석결과

수요유도형 모형을 이용하여 타 부문에 대한 바이오가스 공급부문의 생산유발효과, 부가가치 유발효과, 취업유발효과를 추정한 결과는 Table 3에 제시되어 있다. 바이오가스 공급부문 1원의 생산 또는 투자로 발생하는 생산유발효과가 가장 큰 부문은 광산품 부문(제2부문)으로 0.0065원이며, 다음은 석유 및 석탄 제품(LPG 제외) 부문(제7부문)으로 0.0059원이다. 타 부문에 대한 생산유발효과의 합은 0.0539원이다. 바이오가스 공급부문 자체에서는 1원의 생산유발효과를 가져오는 것으로 볼 수 있으므로 바이오가스 공급 부문은 국민경제 전체적으로 볼 때, 1.0539원의 생산유발효과를 가진다고 볼 수 있다.

타 부문 부가가치 유발효과의 경우 부동산 및 사업

서비스 부문(제24부문)이 0.0039원(0.00391)으로 1위, 광산품 부문(제2부문)이 0.0039원(0.00388)으로 2위로 분석되었다. 타 부문 부가가치 유발효과의 합은 0.0207원이며 바이오가스 공급부문의 부가가치계수(총투입에서 부가가치가 차지하는 비중)는 0.1791원 이므로 국민경제 전체적으로는 0.1998원의 부가가치를 유발함을 알 수 있다.

10억원 생산 또는 투자로 인해 타 부문에 유발되는 취업자 수를 의미하는 취업유발효과가 가장 큰 부문은 도소매 부문(제19부문)으로 0.0671명이며, 다음은 부동산 및 사업서비스 부문(제24부문)이 0.0453명으로 분석되었다. 타 부문 취업유발효과의 합은 0.2812명이며 바이오가스 공급부문의 취업계수는 0.2467명이므로, 바이오가스 공급부문의 10억원 생산 또는 투자로 인해 국민경제 전체적으로 발생하는 취업유발효과는 0.5279명이다.

3-3. 공급유도형 모형의 분석결과

바이오가스 공급부문의 공급지장효과 분석 결과는 Table 4에 제시되어 있다. 공급지장효과는 바이오가스 공급부문에서 산출물 1원의 감소에 따른 타 부문의 산출물 감소분을 나타내는 것을 의미한다. 바이오가스 공급부문의 산출이 1원만큼 줄어들게 되면 전 부문의 생산을 1.6229원 만큼 감소시키는 것으로 분석되었다. 이는 바이오가스 공급부문의 산출물이 타 부문의 중간재로서 제대로 공급되지 않을 때, 타 부문에 미치는 영향이 작지 않음을 시사한다. 공급지장효과가 가장 큰 부문은 전력 및 수도 부문(제17부문)으로 0.3455원이었다.

3-4. 레온티에프 가격모형 분석결과

레온티에프 가격모형을 이용하여 바이오가스 공급 부문에서의 10% 가격 상승으로 인해 타 부문에 야기되는 물가파급효과를 분석한 결과는 Table 5에 제시되어 있다. 바이오가스 공급부문의 가격상승으로 인해 가장 큰 영향을 받는 부문은 전력 및 수도 부문(제17부문)으로 0.2457% 만큼 산출물 가격 상승효과가 발생하는 것으로 나타났다.

바이오가스 공급부문의 10% 가격 인상이 국민경제 전체적으로 발생시키는 물가파급효과를 구하기 위해서는 각 부문의 산출이 총산출에서 차지하는 비중 에 대해 가중평균을 해야 정확한 값을 구할 수 있다.

Table 5. Sectoral price effects of the 10% increase in the Price of Bio-gas Supply Sector (Unit : %)

부문	물가과급 효과(%)	순위	
1	농림수산물	0.0062	28
2	광산물	0.0120	18
3	음식료품	0.0093	24
4	섬유 및 가죽	0.0154	11
5	목재 및 종이	0.0172	10
6	인쇄 및 복제	0.0142	13
7	석유 및 석탄제품(LPG 제외)	0.0068	26
8	화학제품	0.0122	17
9	비금속 광물제품	0.0257	3
10	제1차 금속제품	0.0253	4
11	금속제품	0.0250	5
12	일반기계	0.0144	12
13	전기 및 전자	0.0120	19
14	정밀기기	0.0115	22
15	수송장비	0.0114	23
16	기타 제조업제품	0.0141	14
17	전력 및 수도	0.2457	1
18	건설	0.0117	21
19	도소매	0.0141	15
20	음식점 및 숙박	0.0302	2
21	운수	0.0212	8
22	통신 및 방송	0.0125	16
23	금융 및 보험	0.0067	27
24	부동산 및 사업서비스	0.0118	20
25	공공행정 및 국방	0.0083	25
26	교육 및 보건	0.0176	9
27	사회 및 기타서비스	0.0234	6
28	기타	0.0230	7
총산출에 대한 가중평균 : 0.0183%			

이렇게 하여 구한 물가과급효과는 0.0183%이다. 즉, 바이오가스 공급부문의 산출물 가격이 10% 인상되면 국민경제 전체적으로 0.0183%의 물가상승효과가 발생하는 것으로 분석되었다.

3-5. 부문간 연쇄효과 분석결과

29개 부문에 대해 감응도 계수와 영향력 계수를 계산한 결과는 Table 6에 제시되어 있다. 바이오가스 공급부문의 감응도계수는 0.8587로 전체 29개 부문 중 17위를 차지하여 낮은 편이다. 이러한 결과는 바이오가스 공급부문의 특성을 반영하는 것으로 해석할

수 있다. 그 이유는 바이오가스 공급부문의 전방연쇄 효과는 바이오가스를 중간재로 파악하여 모든 부문에서 산출물 수요가 한 단위씩 증가할 때 바이오가스 공급부문이 받는 영향 정도를 나타내기 때문이다. 평균보다 낮고 타 부문에 비해 상대적으로 낮은 감응도 계수는 바이오가스 공급부문이 다른 부문에 비해 경기변동에 덜 민감한 부문이라는 것을 의미한다(조정환, 2011).

영향력계수는 전력부문의 최종수요가 한 단위 증가할 때 중간재로 사용되는 다른 부문의 산출물에 미치는 영향 정도를 의미한다. 바이오가스 공급부문의 영향력계수는 0.5458로 29위를 차지하여 가장 낮다. 다른 부문을 견인하는 정도가 다른 부문보다 상대적으로 작음을 나타낸다. 따라서 바이오가스 공급부문은 최종수요적 기초부문형이라 할 수 있다.2)

4. 결론

기후변화에 대응하기 위한 온실가스 저감정책의 일환으로 정부는 바이오가스의 공급 확대를 추진하고 있다. 이에 따라 바이오가스를 LPG나 도시가스에 의 목적으로 혼합하는 RFS 제도를 고려하고 있다. 관련 정책 수립 시 바이오가스의 공급 확대에 대한 경제적 과급효과의 정량적 분석이 필요하지만, 아직까지는 이에 대한 국내 연구가 미진한 상황이다. 그래서 본 논문에서는 투입산출분석을 이용해서 바이오가스 공급 확대가 각 부문별로 미치는 경제적 과급효과를 정량적으로 분석하였다. 바이오가스 공급부문은 액화석유가스(LPG) 공급부문 및 도시가스 공급부문으로 구성되며 분석시 최근 한국은행에서 발표한 2011년도 투입산출표를 이용했다. 또한 바이오가스 공급 확대 부문을 중심으로 한 분석을 위해서 바이오가스 부문을 별도의 외생적인 부분으로 다루는 외생화 방식을 사용했으며 주요 분석결과는 다음과 같이 요약된다.

수요유도형 모형을 적용하여 바이오가스 공급부문의 생산유발효과, 부가가치 유발효과, 취업유발효과를 분석하였다. 바이오가스 공급부문의 1원 생산 또는 투자는 국민경제 전체적으로 1.0539원의 생산 및 0.1998원의 부가가치를 유발하는 것으로 분석되었다.

2) 전후방 연쇄효과의 크기에 따라 부문을 크게 네 가지 유형으로 구분할 수 있다. 첫째, 전후방연쇄효과가 모두 높은 부문은 중간수요적 제조업형, 둘째, 전방연쇄효과가 높고 후방연쇄효과가 낮은 부문은 중간수요적 기초부문형, 셋째, 후방연쇄효과가 높고 전방연쇄효과가 낮은 부문은 최종수요적 제조업형, 마지막으로 전후방연쇄효과가 모두 낮은 부문은 최종수요적 기초부문형으로 구분할 수 있다(한국은행, 1987).

Table 6. Sectoral Forward and Backward Linkage Effects

부문	감응도계수	순위	영향력계수	순위	
1	농림수산물	0.9412	15	0.9327	19
2	광산품	0.5719	28	0.8827	21
3	음식료품	1.1335	7	1.0965	7
4	섬유 및 가죽	0.8182	20	1.0328	14
5	목재 및 종이	1.0241	11	1.0214	15
6	인쇄 및 복제	0.6577	23	1.0893	9
7	석유 및 석탄	1.3702	4	0.6476	28
8	화학제품	1.9826	2	1.0613	11
9	비금속광물제품	0.7146	22	1.0178	16
10	제1차 금속제품	2.2065	1	1.2087	5
11	금속제품	0.9634	12	1.2319	2
12	일반기계	0.8518	18	1.2293	3
13	전기 및 전자	1.1118	9	1.0401	13
14	정밀기기	0.5786	27	1.0692	10
15	수송장비	0.9447	14	1.2236	4
16	기타 제조업제품	0.6298	24	1.1729	6
17	전력 및 수도	0.9083	16	0.8275	24
18	건설	0.5969	26	1.0958	8
19	도소매	1.3350	5	0.8948	20
20	음식점 및 숙박	1.0250	10	1.0573	12
21	운수	1.1162	8	0.8752	23
22	통신 및 방송	0.8475	19	0.9880	18
23	금융 및 보험	1.2324	6	0.8756	22
24	부동산 및 사업서비스	1.7239	3	0.8163	26
25	공공행정 및 국방	0.5299	29	0.7921	27
26	교육 및 보건	0.6211	25	0.8274	25
27	사회 및 기타서비스	0.7522	21	0.9982	17
28	기타	0.9520	13	1.4480	1
29	바이오가스 공급	0.8587	17	0.5458	29

아울러 바이오가스 공급부문의 10억원 생산 또는 투자에 따른 취업유발효과는 0.5279명으로 분석되었다.

바이오가스 공급부문의 공급지장효과를 분석하기 위해 공급유도형 모형도 적용하였다. 분석결과 바이오가스 공급부문의 공급이 1원만큼 지장을 받으면 전 부문의 생산을 1.6229원 만큼 감소시키는 것으로 분석되었으며, 공급지장효과가 가장 큰 부문은 제1차 금속제품 부문(제10부문)으로 1.9826원이었다. 그 외 화학제품(제8부문)과 부동산 및 사업서비스 부문(제24부문) 순으로 공급지장효과가 컸다.

바이오가스 공급부문의 가격상승이 타 부문에 유발하는 물가파급효과를 분석하기 위해 레온티에프 가격모형을 활용했으며, 물가파급효과가 가장 큰 부문은 전력 및 수도 부문(제17부문)이었고 음식점 및 숙박 부문(제20부문), 비금속 광물제품(제9부문) 부문의 물가파급효과도 상위권이였다. 국민경제 전체적으로

는 0.0183%의 물가파급효과를 가지는 것으로 분석되었다.

부문간 연쇄효과를 알아보기 위해 감응도계수와 영향력계수를 분석하였다. 바이오가스 공급부문의 감응도계수는 0.8587로 17위를 차지하였다. 이는 바이오가스 공급부문이 다른 부문에 비해 경기변동에 덜 민감한 부문이라는 것을 의미한다. 바이오가스 공급부문의 영향력계수는 0.5458로 29위를 차지하였고, 다른 부문을 견인하는 정도가 다른 부문보다 상대적으로 작아서 최종수요적 기초부문형으로 분석되었다.

사사

이 논문은 2014년도 SL공사의 환경에너지대학원 인재양성 프로그램에서 지원받아 수행된 연구입니다.

References

1. 배정환, 차경수, 권오상, 노재선, “바이오에너지 산업 육성을 통한 FTA 대응전략 연구: 바이오연료 공급 확대가 농산물 시장에 미치는 영향 분석”, 에너지경제연구원, 연구보고서, (2008)
2. 이정전, “연쇄효과지표에 관한 고찰”, 경제학연구, 제31권, 57-80, (1983)
3. 조정환, “전력산업의 경제적 파급효과 분석”, GRI 연구논총, 13(2), 115-132, (2011)
4. 김종민, 김기영, “신재생에너지 발전(태양광, 풍력, 소수력, 바이오가스)의 경제성 분석 연구”, 한국태양에너지학회 논문집, 28(6), 70-77, (2008)
5. 조지혜, 이희선, 양은모, “바이오가스의 재생연료 의무혼합제도에 관한 해외사례 분석”, 한국환경정책평가연구원, 연구보고서, (2013)
6. 한건택, 김혜민, 유승훈, “집단에너지산업의 국민경제적 파급효과 분석”, 에너지공학, 21(2), 47-54, (2012)
7. 외교부, 독일개방, (2011)
8. 한국은행, 투입산출분석해설, (1987)
9. 한국은행, 2011년 투입산출표, (2013)
10. 환경부, “2030 수소슬러지 감량 및 바이오가스 생산 활용 계획[안]”, 9-10, (2012)
11. Davis, H. C., & Salkin, E. L., Alternative Approaches to the Estimation of Economic Impacts Resulting from Supply Constraints, *Annals of Regional Science*, 18, 25-34, (1984)
12. Ghosh, A., Input-output Approach to an Allocative system, *Economica*, 25, 58-64, (1958)
13. Hirschman, A. O., *The Strategy of Economic Development*, New Haven: Yale University Press, (1958)
14. Howe, C. W. & Smith, M. G., The Value of Water Supply Reliability in Urban Water Systems, *Journal of Environmental Economics and Management*, 26, 19-30, (1994)
15. Heo J. -Y., Yoo S. -H. & Kwak S. -J., The Role of the Oil Industry in the Korean National Economy: An Input-Output Analysis, *Energy Sources, Part B: Economics, Planning, and Policy*, 5, 327-336, (2010)
16. Jones, L. P., The Measurement of Hirschmanian Linkage Hypothesis, *Quarterly Journal of Economics*, 90, 323-333, (1976)
17. Miller, R. E. & Blair, P. D., *Input-output Analysis: Foundations and Extensions*, Prentice-Hall, New Jersey, (1985)
18. Miller, R. E., Polenske, K. R., & Rose, A. Z.(ed), *Frontiers of Input-output Analysis*, Oxford: Oxford University Press, (1989)
19. Oosterhaven, J., Leontief versus Ghoshian Price and Quantity Model, *Southern Economic Journal*, 62, 750-759, (1996)
20. Oosterhaven, J., On the Plausibility of Supply-driven Input-output Model. *Journal of Regional Science*, 28, 203-217, (1988)
21. Rose, A. & Allison, T., On the Plausibility of the Supply-driven Input-output Model: Empirical Evidence on Joint Stability, *Journal of Regional Science*, 29, 451-458, (1989)
22. Yoo, S. -H & Yoo, T. -H., The Role of the Nuclear Power Generation in the Korean National Economy: An Input-Output Analysis, *Progress in Nuclear Energy*, 51, 86-92, (2009)
23. Wu, R. H. & C. Y. Chen, On the Application of Input-Output Analysis to Energy Issues, *Energy Economics*, 12, 71-76, (1990)