

한국 바이오에너지산업의 가치사슬 구조 분석

박창대 · 채영진 · 박중구[†]

서울과학기술대학교 에너지환경대학원

(2014년 3월 13일 접수, 2014년 5월 28일 수정, 2014년 5월 30일 채택)

An Analysis on the Value Chain of Korean Bioenergy Industry

Chang-Dae, Park · Yeoung-Jin, Chae · Jung-Gu, Park[†]

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

(Received 13 March 2014, Revised 28 May 2014, Accepted 30 May 2014)

요약

본 논문은 한국 바이오에너지산업의 부가가치창출구조가 선순환을 나타내고 있는지를 바이오에너지기업 내 가치사슬을 통해 분석하고 있다. 연구 방법은 한국 바이오에너지기업을 대상으로 한 설문조사를 통해 연구개발-생산-이익률 등에 걸친 가치사슬 내 공정 간 인과관계에 대한 회귀분석을 활용하였다.

기업 내 가치사슬 분석의 결과, 한국 바이오에너지기업에서 기업의 연구개발 성과 증가는 기업의 생산량 증가에, 기업의 제품 생산비용 감소는 기업의 매출액 대비 경상이익률 증가에 긍정적인 영향을 미치고 있는 것으로 분석되었다. 그러나 정부의 연구개발 지원은 기업의 연구개발 투자 증가로 이어지지 못하고, 기업의 연구개발 성과 증가에 기여하지 못한 것으로 분석되었다. 또한 기업의 제품 생산량 증가는 기업의 제품 생산비용 감소에는 기여하지 못한 것으로 분석되었다. 한편, 경상이익률의 증가가 생산량의 증가와 기업의 연구개발투자 증가에는 기여하지 못하고 있어 가치사슬의 선순환구조가 취약한 것으로 분석되었다.

이러한 실증분석의 결과로부터 국내 바이오에너지기업의 공정 간 부가가치의 선순환 구조를 구축하기 위해서는 생산량의 증가와 규모의 경제효과를 달성을 위한 지원정책이 필요하다. 또한 경상이익률 증가가 생산량 증가와 연구개발투자 증가를 유발하는 정책을 추진할 필요가 있다.

주요어 : 한국 바이오에너지산업, 가치사슬, 선순환구조

Abstract - This study analyzes whether the value-added structure of Korean bioenergy industry exhibits a virtuous cycle through the value chain(VC) within bioenergy firms, using a regression analysis based on a survey to Korean bioenergy companies.

As a result, in Korean bioenergy companies, the R&D outputs positively influence an increase in production, and a decrease in production costs positively influences an increase in profit rates per sales. However, the government's supports for R&D is analyzed neither to lead an increase in corporates' R&D investments, nor to contribute to an increase in their R&D outputs. In addition, it turns out that an increase in production does not contribute to a decrease in production costs. Besides, it is analyzed that an increase in profit rates per sales does not contribute to an increase in production or an increase in the R&D investments. The virtuous cycle

[†]To whom corresponding should be addressed.

Dept. of Energy Policy The Graduate School of Energy &
Environment, Seoul National University of Science and
Technology
Tel : 02-971-6598 E-mail : pjg@seoultech.ac.kr

of the value chain in Korean bioenergy firms is, therefore, estimated to be weak. This study has a policy implication to need further efforts to create the virtuous cycle in the VC of Korean bioenergy industry.

Key words : Korean Bioenergy Industry, Value Chain, Virtuous Cycle

1. 서 론

세계 주요 국가들은 온실가스 감축목표를 설정하고, 이를 달성하기 위해 다양한 신재생에너지를 발굴하고 있다. 우리나라 역시 기후변화협약에 의하여 온실가스 의무감축국이 될 경우, 신재생에너지산업의 육성이 감축 목표 달성에 영향을 미칠 것으로 예상된다.

신재생에너지산업 중에서도 바이오에너지산업은 재생이 가능하고¹⁾, 온실가스 감소에 직접 연계가 되는 탄소중화²⁾의 특징 때문에 주목을 받고 있다³⁾. 바이오에너지산업은 바이오매스(유기성생물체)³⁾를 직접 또는 생·화학적, 물리적 변환과정을 통해 액체, 가스, 고체연료나 전기·열에너지 형태로 이용하는 업종을 포괄하고 있다¹⁸⁾. 국내 「신에너지 및 재생에너지 개발·이용·보급 촉진법 (별표1)」을 기준으로, 바이오가스, 바이오에탄올, 바이오액화유 및 합성가스, 매립지가스, 바이오디젤, 펄프, 목재칩, 펠릿 및 목탄 등과 같은 고체연료 산업이 이에 해당한다³⁵⁾.

2010년 기준 세계 바이오에너지(폐기물포함) 소비는 1차 에너지 소비의 약 10%를 차지하고 있으며¹⁰⁾, 향후 미국, 브라질, EU와 중국 등을 중심으로 높은 증가세를 보일 것으로 예상된다¹¹⁾. 현재 주요 소비처는 열에너지 활용이 주요 목적인 주거 부문이며, 전기 활용이 주요 목적인 산업 부문과 수송 부문에서 상대적으로 적은 것으로 나타났다. 그러나 열 또는 전기 시장에서 가격 경쟁력이 우수한 타 재생에너지의 보급이 확대되는데 대응하여 열 또는 전기사장보다는 수송 부문에서 2030년까지 200% 가량 성장할 것으로 예상된다⁹⁾.

우리나라 역시 “그린홈 100만호 사업을 통한 가정

용 펠릿 보일러 보급 추진”, “수송용 바이오연료 혼합사용의무제(RFS) 도입”, “지역별 바이오매스 부존 자원 특성을 고려한 ‘바이오매스 타운’ 조성” 등을 통해 바이오에너지산업을 적극 육성하고 있다.

국내 바이오에너지의 보급 형태는 목재펠릿, 바이오가스, 매립지포집가스(LFG) 등을 활용한 열 또는 발전과 바이오디젤을 활용한 수송용 연료를 중심으로 이루어지고 있다²¹⁾.

우리나라 바이오에너지 공급비중은 2012년 1차 에너지 생산의 3.18%를 차지하고 있는 신재생에너지 중 15.08%를 차지하고 있으며, 폐기물에너지(67.77%) 다음으로 큰 비중을 나타내고 있다¹⁷⁾.

그러나 이러한 노력에도 불구하고 국내 바이오에너지의 기술 수준은 2009년 기준으로 세계 1위 기술 수준 대비 75% 정도에 불과하여 해외 선진국에 비해 상당한 격차가 있는 것으로 나타났다²⁵⁾. 또한 부존 자원 부족으로 인하여 원료확보가 어렵고¹⁶⁾, 투자와 인프라 구축이 미비하여 부가가치창출이 낮은 것으로 평가되고 있다²²⁾.

지금까지 바이오에너지산업에 대한 연구는 에너지 수요 예측과 이용 기술 체계가 미흡한 상황 속에서 기술적·공학적 관점에서 주로 이루어져 온 반면⁴⁰⁾, 관련 산업과 기업의 부가가치창출구조에 대한 분석은 미흡하였다. 이는 분석모형의 틀을 수립하는 것이 어렵고 실질통계 수집에 제약이 있기 때문으로 분석된다⁸⁾. 그러나 바이오에너지산업의 중요성에 비추어 부가가치를 높여 신성장동력으로 발전시킬 수 있는 전략이 필요하게 되었다.

이에 따라 본 논문은 부가가치사슬(Value Chain, 이하 VC) 모형을 제시하고, 한국 바이오에너지산업에 참여하고 있는 기업들에 대한 설문조사를 통해 부

1) 화석연료의 경우 생물유기체가 오랜 지질역사에서 만들어진 것으로 근본적으로는 바이오에너지에 포함될 수 있으나 재생가능성의 측면으로 보았을 때 지구의 엔트로피(Entropy; 무질서도)를 증가시키고 이 과정에서 지속적으로 CO₂ 배출을 증가시킨다는 점에서 재생가능하지 않다⁴⁰⁾.
 2) Carbon Neutral: 유기성 자원 중 버려지는 바이오매스를 다시 에너지원으로 사용할 경우, 이용에 따른 발생 CO₂는 원래 유기성 자원의 일부로서 지구 전체 CO₂ 발생량 측면에서 본다면 대기 중 CO₂의 농도는 증가하지 않는다는 원리이다.
 3) Biomass: 태양에너지를 받은 식물과 미생물의 광합성에 의해 생성되는 식물체·균체와 이를 먹고 살아가는 동물체를 포함하는 생물 유기체

가가치창출구조를 분석하고자 한다. 여기서 한국 바이오에너지산업의 국제가가치사슬이나 기술적·공학적인 분석은 제외하며, 국내 바이오에너지기업들의 VC 공정 간 선순환구조가 형성되어 있는지를 분석하고자 한다.

본 논문구성은 1장 서론에 이어, 2장에서는 VC이론에 관한 선행연구들을 살펴본 후 한국 바이오에너지산업의 VC을 구성한다. 3장에서는 바이오에너지산업을 설명할 수 있는 VC변수를 선택하고 분석방법론을 제시한다. 4장에서는 분석결과와 경제적·정책적 의미를 살펴보기로 한다. 마지막으로 5장에서는 주요 결과의 요약과 시사점을 도출하고 연구의 한계, 향후 연구과제 등을 제시하기로 한다.

2. 선행연구

2-1. 부가가치사슬(Value Chain)

VC은 마이클 포터(M. Porter)가 기업의 전략적 단위 활동을 구분하여 자사의 강·약점을 파악하고, 경쟁 기업과 현재 혹은 잠재적 차별화가 가능한 가치창출 원천을 분석하기 위해 정립한 경쟁우위평가이론이라고 할 수 있다[33]. VC은 광범위하게 활용되는 이론적 틀로서, 연구개발(Research & Development, 이하 R&D), 조달, 제조, 영업, 판매, 물류, A/S 등 일련의 흐름에서 제품이나 서비스의 부가가치를 창출하는 과정으로도 설명된다(<Fig 2.1> 참조)[38]. 넓은 의미에서는 원재료 생산자 또는 부품 공급자로부터 제품이 완성되어 최종 사용자에게 이르기까지의 가치창출 단계에 기여하는 기업의 모든 내·외부 활동을 말한다[37]. 주요 활동의 각 공정은 부가가치를 창출하는 고리로 연결되어 있으며[14], VC 내 연계는 한 활

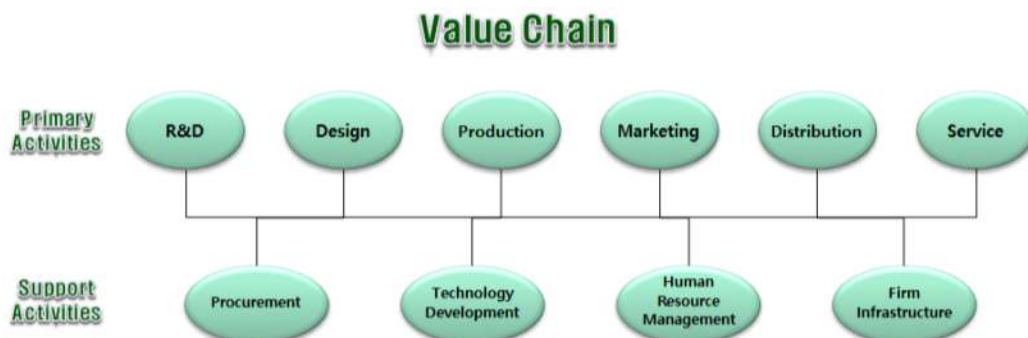
동의 변화가 다른 활동의 가치와 비용에 영향을 주는 쌍방향적 특징을 나타내고 있다[15].

이러한 기업 내 VC 분석을 통한 경쟁우위 평가방법으로 내부비용 분석, 내부차별화 분석, 수직적 연계 분석 등이 있다[33]. 이 중 기업 내부비용과 내부차별화 분석방법은 기업이 제공하는 실질 재무통계를 기반으로 이루어지는데, 실질통계에 대한 접근이 어려워 분석에 한계를 가지고 있다. 따라서 많은 VC 분석이 수직적 연계 분석 방법을 선택하고 있다[8]. Hax & Majiuf(1991)는 AT&T, IBM, NYNEX 세 기업의 VC 공정을 조달, R&D, 생산, 마케팅&판매의 4개 공정으로 수직적 연계 분석을 하였다[7]. Shank & Govindarajan(1993)은 기업은 VC의 일정 공정과 그 기업이 참여하고 있는 VC 전체를 이해해야 하며, 더불어 어떤 활동이 경쟁우위를 가지고 있는지 구분할 필요가 있다면서 수직적 연계 분석의 중요성을 강조하였다[34].

하지만 수직적 연계 분석도 기업들이 범위의 경제를 실현하면서 VC의 전 분야 또는 일부 분야에 참여하는 다양성 때문에 분석에 어려움을 겪고 있다[8]. 이러한 제약에 따라 현재까지 VC에 대한 연구는 거의 설문방식을 원용하고 있다.

지금까지 VC에 대한 분석은 주로 제조업을 대상으로 이루어져 왔다(<Table 2.1> 참조). Fahy(2002)는 자동차 산업을 대상으로 국제화 환경에서 VC 상 지속가능한 경쟁 우위를 확보하기 위해서는 기업별 유형 자산, 역량, 자원과 향상된 지역별 자원이 중요한 것으로 분석하였다[5]. Baldwin et al.(2005)도 제조기업을 대상으로 새로운 생산기술, 전략수립 및 실행을 추진할수록 지속가능했다고 분석하였다[4].

Zhu et al.(2005)은 기존 VC 분석에 환경요소를



Source: IMA(1996), 「The Value Chain」 [8]

Fig. 2.1. Value Chain

Table 2.1. Referring to the Literature

Author (year)	Subject of Analysis	Methodology	Analysis Result
Fahy (2002)	Automotive components industry	Paired sample t-test	Tangible assets, capabilities, resources of each company and advanced regional resources are important for securing sustainable competitive advantages in globalization.
Baldwin et al. (2005)	Manufacturing organizations	Evolutionary systems model with equation given in Allen	Sustainable business structures are analysed targeting the manufacturing business in view of manufacturing scale and system. As a result, new manufacturing technologies, introduction and implement of policies are important.
Zhu et al. (2005)	Managers in manufacturing & processing industries	Questionnaire t-test	Including an environmental factor in the existing value chain, the Chinese companies are analysed that they are insufficient in the point of Green Supply Chain Management(GSCM).
Jin & Zailani (2010)	Malaysian manufacturing firms	Survey	Through the analysis of Green Value Chain which is including environmental activities (ISO 14001), crisis management, social responsibilities and social-environmental activities are important for business.
Watanabe et al.(2000)	Photovoltaic Power generation in Japan	Virtuous cycle model	Japanese photovoltaic industries are analysed that there is a virtuous cycle among Japanese government's R&D supports, an increase in R&D investments of companies, an increase in production, an decrease in production costs. Continuously an additional increase in production and an decrease in production costs in the order named.

더한 녹색 VC(Green Value Chain, 이하 GVC)으로 확대하여 중국기업들이 녹색 공급망 관리관점에서 아직 미흡함을 분석하였다[41]. Jin & Zailani(2010)은 VC에 환경활동(ISO 14001)을 포함한 GVC 분석을 통해 위기관리, 기업의 사회적 책임, 사회·환경활동 등이 중요함을 분석하였다[13].

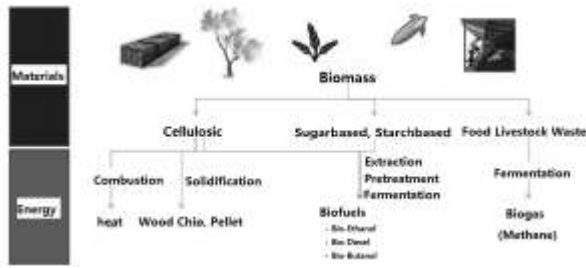
위와 같이 VC 분석은 주로 제조업을 대상으로 이루어져 왔으며, 에너지 분야를 대상으로 한 VC 분석이 미흡한 실정이다. Watanabe et al.(2000)은 일본 태양광산업을 대상으로 관련 기업 내에서 정부의 R&D투자가 태양광기업들의 R&D투자 증가를 유발하고, 이어서 R&D투자 증가가 R&D성과(특허출원과 등록) 증가를, R&D성과의 증가가 태양전지 생산의 증가를, 태양전지 생산의 증가가 생산비용 감소로 이어지는 VC 상 선순환 구조를 나타내고 있다고 분석하고 있다[39]. 특히 제품 생산비 감소가 태양전지 생산 증가와 R&D투자로 이어지는 선순환 구조를 나타내고 있다고 분석하였다. 이에 본 논문은 Watanabe의 방법론을 원용해서 한국 바이오에너지산업을 분석

하고자 한다.

2-2. 바이오에너지산업의 VC

바이오에너지는 다양한 바이오에너지원으로부터 다양한 유형으로 전환 가능하다. 각각의 바이오매스는 다른 물리·화학적 특성을 가지므로 원료 특성에 맞는 에너지 전환기술이 필요하며[30], 형태에 따라 혐기성소화, 가스화, 열분해, 효소분해, 당화, 증류 등의 공정을 거치게 된다[23]. 이런 공정들의 특성은 한 기업에서 원료를 생산하거나 구입하고 바이오에너지까지 생산하는 수직계열(Vertical Integration)의 형태를 나타내게 한다[6].

바이오에너지산업을 도식화하는 VC의 구성은 정부, 기업, 연구자들에 따라 다르지만 크게 두 가지 시각으로 구분할 수 있다. 첫째는 VC 구성을 크게 보는 시각으로, 바이오에너지산업의 VC을 “바이오매스(원료)조달 - 생산 공정(투입 활동) - 유통 및 보급(마케팅)”로 구분한다[1]. 둘째는 VC 구성을 바이오에너지 원료별 생산과정에 한정하는 것이다(<Fig 2.2> 참조). 목질계 고형연료는 ‘원료조달(생산·확보)



Source: Song, H. H.(2013), 「The Informationization & Recent research trend of Bioenergy」 [36]

Fig. 2.2. Bioenergy Conversion Process

- 에너지화(연소) 또는 ‘원료조달 - 고형연료성형 - 에너지화(연소·열병합)’으로 구분하며, 수송용 바이오 연료는 “원료조달(생산·확보) - 전처리 - 전환 - 에너지화(혼합)”로 구분하며, 바이오가스는 “원료조달(생산·확보) - 혐기성소화 - 에너지화(발전)” 또는 “원료조달(매립) - 포집·정제 - 에너지화(발전·열병합)”로 구분한다. 본 논문은 한국 바이오에너지산업에서 원료별 생산과정에 관여하는 기업의 VC를 분석하고자 한다. 이는 현재 국내 바이오에너지산업에 대한 정부 R&D투자가 바이오에너지기술을 대상으로 진행되어 왔으며[24], 바이오에너지산업은 현재 제품 혁신이 중점적으로 이루어지는 도입 및 성장 초기 단계이기 때문이다[22].

3. 분석방법론

3-1. VC 분석방법과 가설설정

바이오에너지산업 VC를 분석한 국내·외 논문은 거의 없다. 이에 본 논문은 Watanabe et al.(2000)의 분석방법을 기반으로 VC 상에서 선 경영활동이 후 경영활동에 긍정적 영향을 주고, 창출된 부가가치가 생산과 R&D투자의 증가로 이어지는 선순환구조를 나타내고 있는지를 분석하고자 한다[39].

즉 <Fig 3.1>에서와 같이 바이오에너지산업의 VC에서 정부의 바이오에너지산업 R&D투자가 바이오에너지기업의 R&D투자 증가에 기여하는지, 바이오에너지기업의 R&D투자 증가가 R&D성과(특허출원과 등록) 증가에 기여하는지, R&D성과 증가가 제품 생산량 증가에 기여하는지, 제품 생산량 증가가 규모의 경제를 달성하여 제품 생산비용 감소에 기여하는지, 제품 생산비용 감소가 경상이익률 증가에 기여하는지,

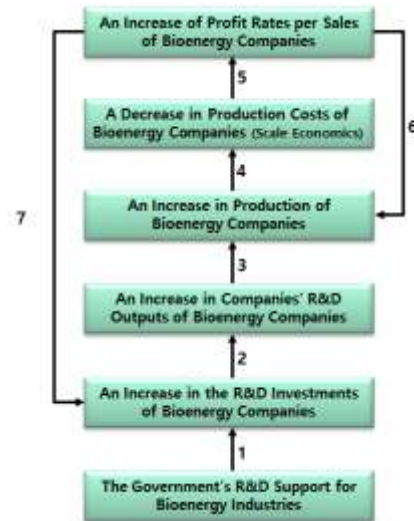


Fig. 3.1. Value Chain Analysis

지, 경상이익률 증가가 생산량 증가와 R&D투자 증가에 기여하여 전 공정에 걸쳐 선순환구조를 형성하고 있는가를 분석하고자 한다.

본 논문은 이러한 VC에 대한 분석방법론에 따라 공정단계별로 다음과 같이 7개 가설을 설정하였다.

가설 1 : 정부의 바이오에너지산업 R&D지원 증가는 바이오에너지기업의 R&D투자 증가에 긍정적인(+) 영향을 미친다.

가설 2 : 바이오에너지기업의 R&D투자 증가는 바이오에너지기업의 R&D투자 성과(특허출원과 등록) 증가에 긍정적인(+) 영향을 미친다.

가설 3 : 바이오에너지기업의 R&D투자 성과(특허)는 바이오에너지기업의 제품 생산량 증가에 긍정적인(+) 영향을 미친다.

가설 4 : 바이오에너지기업의 제품 생산량 증가는 바이오에너지기업의 생산비용 감소(규모의 경제)에 긍정적인(+) 영향을 미친다.

가설 5 : 바이오에너지기업의 생산비용 감소(규모의 경제)는 바이오에너지기업의 매출액 대비 경상이익률 증가에 긍정적인(+) 영향을 미친다.

가설 6 : 바이오에너지기업의 매출액 대비 경상이익률 증가는 바이오에너지기업의 제품 생산량 증가에 긍정적인(+) 영향을 미친다.

가설 7 : 바이오에너지기업의 매출액 대비 경상이익률 증가는 바이오에너지기업의 R&D투자 증가에 긍정적인(+) 영향을 미친다.

3-2. 자료와 분석방법론

위 VC에서 설정한 가설 검증을 위해 정부와 기업들의 실질통계를 구하려 했으나 제약이 있었다. 정부의 관련통계에서는 현 상황을 설명할 수 있는 최근 통계가 부족하였고, 바이오에너지기업들에서는 관련 통계의 축적이 이루어지고 있지 않았기 때문이다. 이러한 한계를 극복하기 위해 본 논문은 한국 바이오에너지산업에 참여하고 있는 기업들을 대상으로 설문조사를 시행하였다. 이것은 선행 연구에서도 살펴본 다수의 논문들이 설문방식을 채택하고 있는 이유와 동일하다.

설문내용은 Kotabe(1992)가 ‘Global Sourcing Strategy’에서 활용한 설문과 분석방법을 참고하고 [27] 서울과학기술대학교 에너지환경대학원 에너지정책학과, 신재생에너지협회, 한국에너지기술평가원의 예비검토를 거쳐 Likert type scale로 평가하여 정량화하였다. 설문은 3~7점 척도로 하여 오름차순으로 구성하였다.

설문조사 대상은 「신에너지 및 재생에너지 개발·이용·보급 촉진법 시행령 2조」 관련 (별표 1)의 “바이오에너지 등의 기준 및 범위”를 기준으로 한국에너지관리공단 신재생에너지센터의 등록기업과 신재생에너지협회 회원기업, 바이오에너지협회 회원기업, 에너지기술평가원 로드맵 보고서에 포함된 기업 등을 통해 조사하였다. 조사한 업체들 중에서 금융감독원 전자공시시스템(DART)과 중소기업청, 대한상의 기업 데이터베이스(DB)를 통해 매출액, 종업원 수, 현재 사업영위 등이 검증된 233개 기업을 모집단으로 하였다.

조사방법은 검증된 233개 업체에 전화를 이용해 최적의 응답자를 사전 접촉한 후 이메일을 보내어 설문을 회수하는 방식을 사용하였다. 조사기간은 2013년 11월 초부터 2013년 12월 초까지 약 1개월이었다. 조사기간은 분석결과를 해석하는데 중요한데, 이는 이 기간 동안 한국 바이오에너지산업의 동향이 중요한 변수이기 때문이다.

한국 바이오에너지기업의 VC 분석을 위해 가설설정 단계에 사용된 변수들은 다음과 같이 대리변수들로 설문을 설정하였다.

① 정부의 바이오에너지산업에 대한 R&D투자는 “총 R&D투자액 중에서 정부지원금은 몇 % 정도 됩니까?”라는 질문에 대한 응답여부를 대리변수로 간주하였다.

② 바이오에너지기업의 R&D투자는 “귀사의 자체 R&D투자는 정부 지원금에 대응(Matching)하면서 어떻게 변화하였습니까?”라는 질문에 대한 응답여부를 대리변수로 간주하였다.

③ 바이오에너지기업의 R&D성과는 “정부 R&D지원과 자체 R&D투자에 따라 귀사의 특허출원 및 등록건수는 최근 3년간 어떻게 변화하였습니까?”라는 질문에 대한 응답여부를 대리변수로 간주하였다.

④ 바이오에너지기업의 생산량은 “R&D투자 이후 귀사의 제품생산 규모는 어떻게 변화하였습니까?”라는 질문에 대한 응답여부를 대리변수로 간주하였다.

⑤ 바이오에너지기업의 생산비용은 “귀사가 생산하는 주력제품은 어느 정도 규모의 경계를 누리고 있습니까?”라는 질문에 대한 응답여부를 대리변수로 간주하였다.

⑥ 바이오에너지기업의 매출액 대비 경상이익률은 “귀사 바이오에너지 주력제품의 매출액 대비 경상이익률은 타제조업(평균 4.7%)에 비해 어느 정도입니까?”라는 질문에 대한 응답여부를 대리변수로 간주하였다.

⑦ 바이오에너지기업의 매출액 대비 경상이익률에 따른 제품생산량은 “귀사는 매출액 대비 경상이익률을 고려하여 향후 3년간 생산규모를 늘리실 의향을 가지고 계십니까?”라는 질문에 대한 응답을 대리변수로 간주하였다.

⑧ 바이오에너지기업의 매출액 대비 경상이익률에 따른 R&D투자는 “귀사는 매출액 대비 경상이익률을 고려하여 향후 3년간 연구개발투자를 늘리실 의향을 가지고 계십니까?”라는 질문에 대한 응답을 대리변수로 간주하였다.

한편, 모든 통계 데이터는 변수 간 척도의 차이에 따라 유발되는 문제점을 제거하기 위하여 척도를 표준화(Normalize)하는 Z값으로 전환하였다. 기본 통계적 방법으로는 SPSS(Statistical Package for the Social Science) 20.0을 사용하였다. 여기서 사용한 방법은 자료가 지수 평가에 의하기 때문에 분석목적에 맞추어 공정 간 영향에 대하여 단순회귀분석(Simple Regression)을 이용하였다.

4. 분석결과

4-1. 설문조사 결과

설문조사의 결과, 설문응답을 한 바이오에너지업체

Table 4.1. The Analysis Result of Frequency by Detail Field

Detail Field	Cellulosic Biomass	Biofuel	Biogas
Ratio (The number of answer)	72.4%	10.6%	17%

Table 4.2. The Analysis Result of Frequency by Value Chain Question

Classification	Contents	Total	Cellulosic	Biofuel	Biogas
The government's R&D Supports for Bioenergy industries (The ratio of governmental support per R&D investments)	0%	68.1	76.5	40	50
	under 20%	14.9	8.8	20	37.5
	more than 20 ~ under 40%	8.5	8.8	20	-
	more than 40 ~ under 60%	4.3	2.9	-	12.5
	more than 60 ~ under 80%	4.3	2.9	20	-
	more than 80 ~ under 100%	-	-	-	-
The R&D investments of Bioenergy companies (The ration of R&D investments per profit rates)	100%	-	-	-	-
	very decreasing	4.3	2.9	-	12.5
	slightly decreasing	6.4	8.8	-	-
	unchanged	68.1	73.5	20	75
	slightly increasing	17.0	8.8	80	12.5
The R&D outputs of Bioenergy companies (The number of patent applications and registration of patents within recent 3 years)	very increasing	2.1	2.9	-	-
	very low	19.1	20.6	20	12.5
	slightly low	6.4	8.8	-	-
	unchanged	48.9	52.9	20	50
	slightly high	23.4	17.6	40	37.5
The production of Bioenergy companies (The change of production size)	very high	2.1	-	20	-
	very decreasing	2.1	2.9	-	-
	slightly decreasing	4.3	5.9	-	-
	unchanged	68.1	67.6	80	62.5
	slightly increasing	25.5	23.5	20	37.5
The production costs of Bioenergy companies (The achievement level of scale economics on main goods)	very increasing	-	-	-	-
	need to expand largely	61.7	58.8	60	75
	need to expand slightly	27.7	29.4	20	25
The profit rates of Bioenergy companies (The profit rates per sales)	now satisfied	10.6	11.8	20	-
	under 0%	21.3	20.6	40	12.5
	more than 0 ~ under 2%	12.8	14.7	-	12.5
	more than 2 ~ under 4%	17.0	17.6	20	12.5
	more than 4 ~ under 6%	21.3	20.6	20	25
	more than 6 ~ under 8%	6.4	5.9	-	12.5
	more than 8 ~ under 10%	14.9	17.6	20	-
The production in future of Bioenergy companies (An intent on expanding the production scale for 10 years from now)	more than 10%	4.3	2.9	-	12.5
	have no intention	4.3	5.9	-	-
	slightly have no intention	6.4	5.9	60	12.5
	unchanged	14.9	14.7	-	25
	slightly intend to do	53.2	58.8	-	25
The R&D investment in future of Bioenergy companies (An intent on expanding the R&D investments for 10 years from now)	highly intend to do	19.1	14.7	20	37.5
	have no intention	4.3	5.9	-	-
	slightly have no intention	10.6	11.8	-	12.5
	unchanged	23.4	23.5	20	25
	slightly intend to do	51.1	52.9	60	37.5
	highly intend to do	10.6	5.9	20	25

는 233개 중 47개로, 20.2% 회수율을 나타냈다.

우선, 한국 바이오에너지기업의 산업 내 제품별 비중을 살펴보면(<Table 4.1> 참조), 목질계 고형연료⁴⁾를 생산하고 있는 기업이 72.4%(34개), 수송용 액체연료⁵⁾를 생산하고 있는 기업이 10.6%(5개), 바이오가스⁶⁾를 생산하고 있는 기업이 17%(8개)로 조사되었다.

다음으로, 가설설정에 사용된 설문별 빈도분석 결과는 <Table 4.2>와 같다.

4-2. VC 분석결과

설문응답을 바탕으로 한국 바이오에너지기업의 VC를 분석한 결과는 <Table 4.3>과 같다.

① 정부의 바이오에너지산업 R&D지원 증가는 바이오에너지기업의 R&D투자 증가에 긍정적인(+) 영향을 미치지만, 통계적으로 유의미하지 않은 것으로 분석되었다. 이로써 가설 1은 채택되지 않았다. 이러한 결과는 정부의 R&D지원을 받지 못하였다고 응답한 기업이 68.1%로 나타나고 있기 때문이다. 2011년 기준으로 정부 신재생에너지 분야 R&D투자(집행)액의 약 4,575억 중에서 태양광(1,324억 원)이 29%를 차지하고 있는 것에 비해 바이오에너지(약 596억 원)는 13%에 불과하였다[31]. 또한 정부 R&D지원이 민간 기업이 아닌 학교나 정부출연연구원으로 주로 이루어지고 있으며[16], 정부의 지원을 받은 대학이나 정부출연연구원에서 개발된 기술도 민간 기업으로 이전이 거의 이루어지지 않고 있다는 것으로 반증된다 [29].

② 바이오에너지기업의 R&D투자 증가는 바이오에너지기업의 R&D성과(특허출원 및 등록) 증가에 긍정적인(+) 영향을 미치지만, 통계적으로 유의미하지 않은 것으로 분석되었다. 이로써 가설 2도 채택되지 않았다. 이는 설문 응답기업의 48.9%가 정부 R&D지원과 기업 자체 R&D투자에도 불구하고 최근 3년간 특허출원과 등록건수에 변화가 없다고 답하고 있는 것으로 반증된다. 특허 출원인 국적별 바이오에너지 기술경쟁력에서 핀란드, 영국, 덴마크, 미국 등의 경쟁력이 높은 반면, 한국의 경쟁력은 낮게 나타

Table 4.3. The result of Value Chain Analysis

	Variables	Expected sign	Estimated Coefficients
1	The government's R&D support for bioenergy industries	+	0.075
2	An increase in the R&D investments of bioenergy companies	+	0.157
3	An increase in companies' R&D outputs of bioenergy companies	+	0.197**
4	An increase in production of bioenergy companies	+	0.185
5	A decrease in production costs of bioenergy companies (scale economics)	+	0.814**
6	An increase of profit rates per sales of bioenergy companies	+	0.109
7	An increase of profit rates per sales of bioenergy companies	+	0.082

*, **, *** imply statistical significances of 10%, 5% and 1%, respectively



Source: Jang, H. J. (2013), 「The Technological Competitiveness Analysis of Bioenergy using Patent Information」 [12]

Fig. 4.1. The Technological Competitiveness of Applicant by Nationality

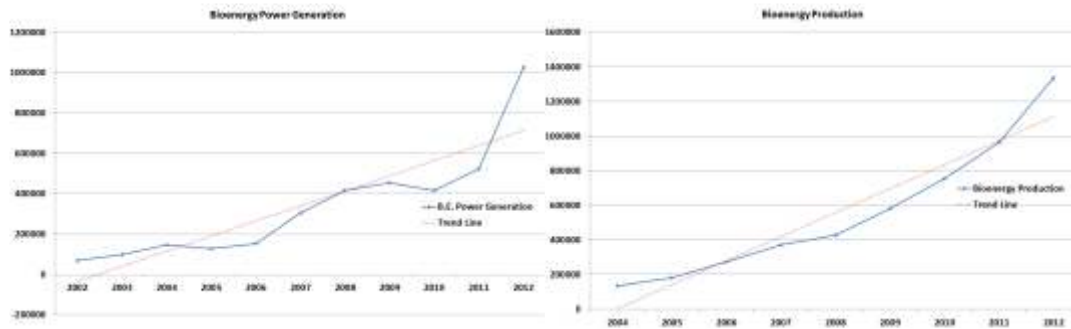
났다(<Fig 4.1> 참조)[12]. 일례로, 바이오연료의 경우 GDP 대비 R&D투자 비율은 OECD 주요 국가에 비해 높지만, 한국의 R&D 결과인 특허수준은 대부분의 기술 분야에서 낮게 나타났다(<Table 4.4> 참조)[16]. 또한 설문 응답기업의 80.9%가 현재 기술수준을 따라가는데 연구개발투자수준이 보통 이하라고

4) 목질계 고형연료에 속하는 제품들은 고형 연료(목재칩, 펠릿 등), 펠릿 보일러, 목분, SRF 등이 있다.
 5) 수송용 액체연료에 속하는 제품들은 바이오 에탄올, 바이오 부탄올, 바이오 디젤, BTL 디젤 등이 있다.
 6) 바이오가스에 속하는 제품들은 바이오 가스화 설비, 열분해 가스화 (합성가스) 설비, 매립지포집가스 등이 있다.

Table 4.4. The Biofuel R&D Ratio and Patent Level (Contrast GDP)

Country	Capital Competitiveness		ICC*	Patent Level (Perfect 15)					
	GDP (mil.\$)	R&D/GDP (%)	Annual Average Patent	B.E.* Material	B.D.* Microorganism	B.E.* Manufacturing Tech.	B.D.* Material	B.D.* Biocatalyst/Antioxidant	B.D.* Manufacturing Tech.
Germany	2,755,078	2.58	63.8	10.74	8.70	9.91	10.28	9.83	9.50
France	2,087,013	2.13	19.8	10.55	9.13	9.37	8.85	9.36	8.64
UK	2,112,343	1.77	27.7	11.57	10.02	9.46	8.82	8.33	8.48
Italy	1,716,815	1.16	8.1	11.88	9.70	10.05	8.85	9.47	7.45
Japan	4,565,425	3.33	219.5	7.74	8.00	8.12	7.75	7.69	7.61
Korea	782,314	2.92	112.8	7.42	8.05	8.44	7.61	7.55	7.46
USA	12393,136	2.63	461.5	10.38	9.55	9.45	9.30	9.55	9.35

*ICC: Intangible Capital Competitiveness, B.E.:Bio-Ethanol, B.D: Bio-Diesel
 *Patent Level: Calculated on the Bibliographic Information (Perfect 15), Year: The Data Period of Validity 2000~2009
 *GDP: 2000~2010 Annual Average GDP(OECD), R&D/GDP: 2003~2010 Annual Average, OECD(2011)
 Source: Kim, Y. I.(2012), 「2012 Green Technology Knowledge Map - Bioenergy」 [16]



Source: KEMCO(2014), 「Supply Statistics - Energy Power Generation & Production」 [19][20]

Fig. 4.2. Bioenergy Power Generation & Production

응답하였으며, 연구개발인력에 있어서도 87.3%가 현재 기술수준을 따라가는데 보통 이하에 그친 것으로 나타났다.

③ 바이오에너지기업의 R&D성과(특허출원 및 등록)는 바이오에너지기업의 제품 생산량 증가에 긍정적인(+) 영향을 미치면서 통계적으로도 5%의 유의수준에서 유의미한 것으로 분석되었다. 이로써 가설 3은 채택되었다. 이러한 결과는 바이오에너지를 통하여 발전된 전력량이 2001년부터 2012년까지 지속적인 상승 추세를 보이고 있는 것으로 증명된다(<Fig 4.2> 참조)[19][20]. 또한 설문조사기간 동안 바이오에너지 중 바이오가스화 매립지포집가스의 거래량이 증가추세를 보이고 있어 바이오에너지 실적이 개선되고 있는 것으로 나타났다[26].

④ 바이오에너지기업의 제품 생산량 증가는 바이

오에너지기업의 제품 생산비용 감소에 긍정적인(+) 영향을 미치고 있지만, 통계적으로 유의미하지 않은 것으로 분석되었다. 따라서 가설 4는 채택되지 않았다. 이러한 결과는 한국 바이오에너지기업의 생산량이 아직 규모의 경제효과를 나타낼 수 있는 수준에 이르지 못하고 있기 때문으로 추정된다. 이는 설문 응답기업의 89.4%가 규모의 경제효과 달성을 위해서는 생산량의 증대가 필요하다고 응답한 것과 동일하다.

⑤ 바이오에너지기업의 제품 생산비용 감소는 바이오에너지기업의 매출액 대비 경상이익률 증가에 긍정적인(+) 영향을 미치면서 통계적으로도 5%의 유의수준에서 유의미한 것으로 분석되었다. 이로써 가설 5는 채택되었다. 이러한 결과는 2004년부터 2012년까지 바이오에너지의 생산량과 매출액이 증가추세를

보이고 있는 것으로 반증할 수 있다. 이는 제조업부문 경상이익률의 2012년 평균 4.8%[37]를 고려하였을 때, 설문 응답기업의 49%가 경상이익률이 4% 이상이라고 응답하고 있는 것과 유사하다.

⑥ 바이오에너지기업의 매출액 대비 경상이익률 증가는 바이오에너지기업의 제품 생산량 증가에는 긍정적인(+) 영향을 미치지만, 통계적으로 유의미하지 않은 것으로 분석되었다. 이로써 가설 6은 채택되지 않았다. 이러한 결과는 설문 응답기업의 61.7%가 경상이익률을 고려하여 향후 3년간 생산규모의 확대 의향을 가지고 있음에도 불구하고 국내 바이오매스 부존 자원량이 부족한데 기인한다. 실제로 수송용 바이오연료산업은 개발에 필요한 자원의 국내조달이 어려워 대부분 수입에 의존하고 있다[32]. 또한 목질계 고형연료산업도 수요가 증가하는데 비해 원료 부족현상이 발생하고 있다[2].

⑦ 바이오에너지기업의 매출액 대비 경상이익률 증가는 바이오에너지기업의 R&D투자 증가에는 긍정적인(+) 영향을 미치지만, 통계적으로 유의미하지 않은 것으로 분석되었다. 이로써 가설 7도 채택되지 않았다. 이러한 결과는 향후 신기술개발을 위해 설문 응답기업의 51%가 연구개발투자수준이 미흡하며, 응답기업의 63.8%가 연구개발인력이 부족하다고 응답한 것으로 반증될 수 있다.

이와 같은 분석의 결과로 보아 한국 바이오에너지 기업들은 아직 VC 상 선순환구조에 들어서 있지 못한 것으로 분석된다. 특히 바이오에너지기업의 매출액 대비 경상이익률이 추가적인 생산량 증가와 R&D투자의 증가에 영향을 미치지 못하는 것은 심각한 장애요인이 될 수 있는 것으로 추정된다.

5. 요약과 정책적 시사점

본 논문은 한국 바이오에너지기업을 대상으로 VC 분석을 통해 기업 내 공정 간에 부가가치창출의 선순환구조가 형성되어 있는지 분석하였다.

분석의 결과, 한국 바이오에너지산업의 VC은 기업 R&D성과(특허출원 및 등록) 증가가 관련 기업 제품 생산량 증가로 이어졌고, 기업의 제품 생산비용 감소가 기업 매출액 대비 경상이익률 증가에 영향을 주었다. 그러나 정부 R&D가 기업의 R&D투자에 기여하지 못하고, 기업의 R&D투자가 기업 R&D성과(특허출원 및 등록건수) 증가에 기여하지 못하고 있는 것

으로 나타났다. 특히, 매출액 대비 경상이익률 증가가 추가적으로 생산량 증가와 기업 R&D투자 증가에는 기여하지 못하고 있는 것으로 나타나 선순환구조에 들어서 있지 못한 것으로 분석되었다.

이러한 분석결과로부터 한국 바이오에너지기업의 VC 공정 간 선순환 구조를 구축하기 위한 정책적 시사점을 살펴보고자 한다. 첫째, 정부R&D지원이 바이오에너지기업의 R&D투자의 증가와 R&D성과(특허출원 및 등록) 증가로 이어질 수 있도록 하는 정책개선이 필요하다. 둘째, 바이오에너지산업의 제품 생산량 증가가 규모의 경제효과를 거둘 수 있을 정도로 이루어져 생산비용을 감소시킬 수 있도록 하는 정책 지원이 필요하다. 셋째, 바이오에너지기업의 매출액 대비 경상이익률 증가가 생산량 증가와 R&D투자 증가로 이어져 VC 상 선순환 구조를 확보할 수 있도록 생산량 증가와 R&D지원 정책을 강화할 필요가 있다.

끝으로, 본 논문은 한국 바이오에너지산업 관련 기업의 실질통계를 수집하기 어려워 설문조사를 시행하였다는 점에서 한계를 지니고 있다. 이후 한국 바이오에너지산업이 발전할 경우 관련 실질통계를 기반으로 보다 정밀한 분석이 이루어질 수 있을 것으로 기대된다.

References

1. Ahn, D. H.: "R&D Trends and Policy Implications of Bioenergy", Science & Technology Policy Institute, (2007)
2. Ahn, B. J.: "Forest Biomass Energy & Trend of Policy on Domestic and Foreign", Korea Forest Research Institute, (2013)
3. Bae, J. G.: "Waste-resource Biomass Energy Policy & Technology, A-JIN, (2013)
4. Baldwin, J.S., Allen, P.M., Winder, B., and Ridgway, K.: "Modelling Manufacturing Evolution: Thoughts on Sustainable Industrial Development", Journal of Cleaner Production, Vol. 13, pp.887-902, (2005)
5. Fahy, J.: "A Resource-Based Analysis of Sustainable Competitive Advantage in a Global Environment", International Business Review, Vol. 11, pp.57-58, (2013)
6. Hana Institute of Finance: "Analysis on Commercialization of Bio-energy & Fuel Cell", (2007)

7. Hax, A.C., and Majiuf, N.S.: "The Strategy Concept and Process", A Pragmatic Approach, New Jersey: Prentice Hall, (1991)
8. Institute of Management Accountant: "Value Chain Analysis for Assessing Competitive Advantage", (1996).
9. International Energy Agency: "Energy Technology Perspectives 2010", (2010)
10. _____: "Key World Energy Statistics 2012", (2012)
11. _____: "World Energy Outlook 2013", (2013)
12. Jang, H. J.: "The Technological Competitiveness Analysis of Bioenergy using Patent Information", The Korea Contents Association 2013 Spring Comprehensive Academy Conference, pp. 363-364, (2013)
13. Jin T.T., and Zailani S.: "Antecedent and outcomes study on green value chain initiatives: a perspective from sustainable development and sustainable competitive advantage", International Journal of Value Chain Management, Vol. 4, No. 4, (2010)
14. Kaplinsky: "Spreading the Gains from Globalisation: What can be learned from value chain analysis?", IDS Working 2000. 8., (2000)
15. Kaplinsky and Morris: "A Handbook for Value Chain Research", Institute of Development Studies, University of Sussex and School of Natal, (2001)
16. Kim, Y. I.: "2012 Green Technology Knowledge Map - Bioenergy", Korea Institute of Science and Technology Information, (2013)
17. Korea Energy Management Corporation, New & Renewable Energy Center: "2012 New & Renewable Energy Classification Supply Ratio", (2013)
18. _____: "New & Renewable Energy Introduction - Biomass - Summary", <http://www.energy.or.kr/knrec/11/KNREC110700.asp>, (2013)
19. _____: "New & Renewable Energy Supply Statistics - Energy Power Generation", (2014)
20. _____: "New & Renewable Energy Supply Statistics - Energy Production", (2014)
21. Korea Energy Management Corporation: "2012 New & Renewable Energy Ministry of Knowledge Economy Korea Energy Management Corporation", (2012)
22. Korea Institute for Industrial Economics & Trade: "Make-up Plans of Industrial Ecosystem for Coevolution between Large Renewable Companies and Small Renewable Business", (2012)
23. Korea Institute of Science & Technology Evaluation and Planning: "2012 Development Strategy Report - Biomass", (2012)
24. _____: "Energy Technology R&D Warehouse Biomass", (2014)
25. _____: "Green Energy Strategy Roadmap 2011 - Biofuel", (2011)
26. Korea Power Exchange, Electric Power Statistics Information System: "Exchange Volume of Renewable Energy - Biogas, LFG", (assess date: January, 2014).
27. Kotabe, M.: "Global Sourcing Strategy: R&D, Manufacturing and Marketing Interfaces", New York: Quorum Books, (1992)
28. Kung, L., Kroll. A.M., Ripken, B., and Walker, M.: "Impact of the Digital Revolution on the Media and Communications Industries", The public, Vol. 6, (1999)
29. Lee, C. Y.: "A Analysis on Commercialization & Policy Implication of Renewable Energy", KISTEP Issue paper 2013-12, (2013)
30. Lee, J. W.: "A kind & Production of Bioenergy", NICE, Vol.29, No.4, p.493-499, (2011)
31. National Science & Technology Commission: "R&D Portfolio in the Energy", (2012)
32. Park, S. C.: "The Analysis on Informationizat

- ion & Investment Environment of Bioenergy (Cambodia, Laos, Myanmar)", Korea Institute of Energy Research, (2009)
33. Porter, M.E.: "Competitive Advantage: Techniques for Analyzing Industries and Competitors", Free Press, New York, (1985)
 34. Shank, John K., and V. Govindarajan.: "Strategic Cost Management", New York: Free Press, (1993)
 35. So, J. Y.: "A Analysis on Domestic and Foreign Biomass & Waste-to-Energy of Potential and Securing for RPS", Basic Research Report 13-22, Korea Energy Economics Institute, (2013)
 36. Song, H. H.: "The Informationization & Recent research trend of Bioenergy", BT NEWS, Vol.20, No.2, pp.22-25, (2013)
 37. The Bank of Korea: "2012 Financial Statement Analysis", Korea Institute of Finance, (2013)
 38. Waseda University Business School: "A Guide of MOT -Technology MBA-", Korea Industrial Technology Association, (2004)
 39. Watanabe C., Wakabayashi K., and Miyazawa T.: "Industrial dynamism and the creation of a 'virtuous cycle' between R&D, market growth and price reduction: The case of photovoltaic power generation (PV) development in Japan", Technovation, Vol. 20, pp.299-312, (2000)
 40. Yoon, Y. M.: "A Study on Usage Pattern & Revitalization of Korea Bioenergy", Korea Rural Economic Institute, World Agriculture, Vol.162, (2014)
 41. Zhu, Q., Sarkis, J., and Geng, Y.: "Green Supply Chain Management in China: Pressures, Practices and Performance", International Journal of Operation & Production Management, Vol. 25, No. 5, pp.449-468, (2005)