

## 한국 풍력산업의 가치사슬 및 가치시스템 분석

류재호 · 최타관 · 박중구<sup>†</sup>

서울과학기술대학교 에너지환경대학원

(2014년 1월 10일 접수, 2014년 3월 10일 수정, 2014년 3월 10일 채택)

### An Analysis on the Value Chain and the Value System of the Korean Wind Power Industry

Jae-Ho, Ryu · Ta-Gwan, Choi · Jung-Gu, Park<sup>†</sup>

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

(Received 10 January 2014, Revised 10 March 2014, Accepted 10 March 2014)

#### 요 약

본 논문은 한국 풍력산업의 부가가치 창출구조가 선순환을 나타내고 있는지를 풍력기업 내 가치사슬과 풍력산업 내 가치시스템을 통해 분석하고 있다. 연구 방법은 한국 풍력기업을 대상으로 한 설문조사를 통해 연구개발-생산-이익률 등에 걸친 가치사슬 내 공정 간 인과관계에 대한 회귀분석을 활용하였다.

기업 내 가치사슬 분석 결과, 한국 풍력기업에서 정부의 연구개발 지원은 기업의 연구개발 투자 증가에, 기업의 연구개발 투자 증가는 기업의 연구개발 성과 증가에, 기업의 연구개발 성과 증가는 기업의 생산량 증가에 연쇄적으로 긍정적인 영향을 미치고 있는 것으로 분석되었다. 그러나 생산량 증가가 생산비용의 감소로 이어지지 못하고 경상이익률의 증가에는 기여하지 못한 것으로 분석되었다. 또한, 경상이익률의 증가가 생산량의 증가에는 기여하나, 기업의 연구개발투자 증가에는 기여하지 못하고 있어 가치사슬의 선순환구조가 취약한 것으로 분석되었다.

산업 내 가치시스템은 로터 블레이드, 기어박스, 발전기 등 시스템 그룹과 타워 등 구조물 그룹 상호 간에 정부의 연구개발 지원과 기업의 연구개발투자, 연구개발 성과, 매출액 대비 경상이익률 등에 있어서는 긍정적인 영향을 미치고 있는 것으로 분석되었다. 그러나 생산량과 생산비용 등에서는 상호 간에 긍정적인 효과를 미치지 못하고 있는 것으로 분석되어 산업생태계가 완성되어 있지 못한 것으로 나타났다.

이러한 실증분석의 결과로부터 국내 풍력기업의 공정 간 부가가치의 선순환 구조와 산업생태계를 구축하기 위해서는 규모의 경제효과를 달성하고 경상이익률 증가가 연구개발투자 증가를 유발할 수 있도록 연구개발지원정책을 강화할 필요가 있다. 또한, 한국 풍력산업 내 가치시스템의 원활한 작동을 위해 생태계 정립을 촉진하는 정책을 추진할 필요가 있다.

**주요어** : 한국 풍력산업, 가치사슬, 가치시스템, 선순환구조

**Abstract** - This study analyzes whether the value-added structure of Korean wind power industry exhibits a virtuous cycle through the value chain(VC) within wind power firms and the value system(VS) among the wind power industries, using a regression analysis based on a survey about Korean wind power companies.

According to the VC, the government's R&D support is analyzed to have contributed to an increase in the R&D investments of the wind power companies. An increase in corporates' R&D investments has led to an

<sup>†</sup>To whom corresponding should be addressed.

Seoul National University of Science and Technology, 172,

Gongneung 2 Dong, Nowon-Gu, Seoul, Korea

Tel : 971-6598 E-mail : [pjg@seoultech.ac.kr](mailto:pjg@seoultech.ac.kr)

increase in corporates' R&D outputs, and in turn, induced a remarkable increase in the amounts of production. But an increase in production has not led to a decrease in the costs of production, not resulting in an increase in profit rates per sales amount. In addition, while an increase in profit rates is analyzed to have contributed to an increase in production, this did not induce further investments in corporate's R&D. The virtuous cycle of the value chain in Korean wind power firms is, therefore, analyzed to be weak.

Next, the VS is analyzed by dividing the whole chain into the system group including rotor blades, gear boxes, and power generators, and the structure group, such as towers. Two groups are analyzed to have mutually positive effects in the processes of the government's support for corporates' R&D, corporates' investment in R&D, R&D outputs, and profit rates per sales amount. Such mutual positive effects are, however, not found in the processes of the amounts of production and the costs of production. These results demonstrates that the value system of Korean wind power industry is not completed.

This study has a policy implication to need further efforts to create the virtuous cycle in the VC and VS of Korean wind power industry.

**Key words** : Korean Wind Power Industry, Value Chain, Value System, Virtuous Cycle

## 1. 서 론

21세기 들어 세계 각국은 온실가스 감축과 새로운 성장동력 육성을 위해 신재생에너지산업을 적극적으로 육성하고 있다. 대표적으로 미국은 기후변화대응계획(Climate Action Plan, 2013), 유럽은 전략적 에너지기술계획(Strategic Energy Technology Plan, 2007), 일본은 Cool-Earth(2008) 계획을 수립하고 있다. 이들 계획은 모두 신재생에너지산업 중 하나로 풍력산업을 포함하고 있으며 이를 경쟁적으로 지원하고 있다. 독일, 덴마크 등과 같은 유럽의 풍력산업 선진국은 역사적으로 축적된 기술과 경험을 바탕으로 높은 수준의 산업경쟁력을 보유하고 있다. 베스타스, 지멘스와 같은 선도기업은 기술개발을 주도하며 세계 비즈니스를 이끌고 있다. 리프킨(2012)은 신재생에너지산업과 인터넷을 통한 3차 산업혁명이 미래 세계 사회체계뿐만 아니라 산업의 생태계를 전환할 것이라고 주장하고 있다[10].

한국 역시 화석에너지 원료의 수입을 줄이고 온실가스 감축과 성장동력 및 일자리 창출을 위해 신재생에너지산업을 육성하고 있다. 태양광, 풍력, 연료전지, 석탄가스화복합발전(IGCC) 등을 집중육성 분야로 선정하고 연구개발(R&D)과 사업화를 지원하고 있다[5]. 실제로 풍력산업에 대한 정부 R&D 투자액은 1988년부터 2011년까지 매년 증가하여 총 3,477억 원에 달한다. 이는 신재생에너지 전체에 투자된 R&D 총액 2조 4,562억 원 대비 14.2%에 해당한다.

그러나 현재 한국 풍력산업의 기술수준은 세계 최고 수준 대비 60% 수준에 머물러 있으며, 산업경쟁력을 확보하기 위해서는 주요 구성품의 첨단기술화 및 국산화, 그리고 초기 상용화 실적의 확보가 중요한 관건인 것으로 분석되고 있다[6].

한편, 이러한 풍력산업의 중요성에 비해 세계적으로 관련 기업이나 산업의 부가가치 구조에 대한 분석은 미흡한 것으로 나타나고 있다. 현재 부가가치 구조에 대한 선진국들의 분석은 주로 제조업을 대상으로, 그것도 공학적인 관점과 국제분업구조 차원에서 이루어지고 있다. 풍력산업에 대해서도 국제분업구조에 대한 공학적인 분석은 이루어지고 있으나 경제적인 분석은 미흡하다. 국내에서는 풍력산업의 부가가치 구조에 대한 경제적 및 국제분업구조 차원에서 분석은 거의 없는 실정이다. 이는 분석모형을 수립하는 것이 어렵고 분석을 위한 실질통계의 수집에 제약이 따르기 때문인 것으로 분석된다[21].

본 논문은 이러한 문제점을 일부 극복할 수 있는 부가가치사슬(value chain, VC) 및 가치시스템(value system, VS) 모형을 제시하고, 한국 풍력산업에 종사하는 기업들에 대한 설문조사를 통해 부가가치 구조를 분석하기로 한다. 우리나라 풍력산업에서 국제가가치사슬이나 공학적인 분석은 제외되며, VC와 VS에 걸쳐 국내 관련 기업들 및 그들 간 부가가치 창출구조, 특히 VC와 VS 공정 간에 긍정적인 영향을 미치는 선순환구조가 형성되고 있는지에 대해 분석하기로 한다.

본 논문은 제 I 장 서론에 이어, 제 II 장에서는 VC 과 VS의 이론적 배경과 신재생에너지 분야에서 선행 연구를 살펴보고 국내 풍력산업의 VC과 VS를 구성하기로 한다. 제 III 장에서는 국내 풍력산업을 설명할 수 있는 변수를 선택하고 가설설정 및 분석방법론을 제시하기로 한다. 이어 제 IV 장에서는 VC과 VS에 대한 분석 결과를 설명하고, 마지막으로 제 V 장에서는 분석 결과를 요약하면서 풍력산업에 대한 정책적 시사점을 도출하고, 분석의 한계를 제시하기로 한다.

## 2. 선행 연구

### 2-1. 부가가치사슬(VC)

VC 개념은 포터 교수가 기업 조직의 부가가치 결정요인을 파악할 수 있도록 정립한 경영분석 모형이다[26]. VC란 제품이나 서비스의 부가가치를 창출하기 위한 연구개발부터 조달, 제조, 영업, 판매, 물류, A/S에 이르는 일련의 흐름으로 정의되고 있다[9]. 넓은 의미로는 원재료 생산자 또는 부품 공급자로부터 제품이 완성되어 최종 사용자에게 이르기까지 모든 가치창출 단계에 기여한 기업의 내·외부 활동이라고 할 수 있다[25]. 따라서 VC은 기업 내 VC 상에서 부가가치 창출을 위한 주요 활동과 이를 지원하는 보조 활동으로 구성된다(Fig. 1 참조). 주요 활동의 각 공정 사이에는 부가가치가 창출되는 연결고리가 있으며, 기업 내에서 한 활동이 변화하면 다른 활동의 가치와 비용에도 영향을 미치게 된다[23].

이러한 기업 내 VC에 대한 분석방법으로는 내부비용 분석, 내부차별화 분석, 수직적 연계분석이 있다 [21]. 기업 내부비용과 내부차별화에 대한 분석방법론은 기업이 공식적으로 발간하는 재무 자료 등 실질 통계를 확보해야 가능해진다. 그러나 세부적인 실질 통계는 기업 내부 자료로 쉽게 공개가 되지 않아 분석에 어려움이 따른다. 따라서 대부분의 분석이 수직적 연계분석방법론을 택하고 있는데, 이는 기업 내 VC공정 간에 발생하는 부가가치를 분석한다. Hax and Majiuf(1991)는 수직적 연계분석을 통해 AT&T, NYNEX, IBM 등 세 기업의 VC공정을 ‘조달 (procurement), 기술개발(technology development), 생산(operations), 판매(marketing and sales)’의 4개 공정으로 구분하여 분석하였다[20]. Shank and Govindarajan(1993)은 기업은 자신이 참여하는 VC의 일정 공정뿐만 아니라 VC 전체를 이해하고 있어

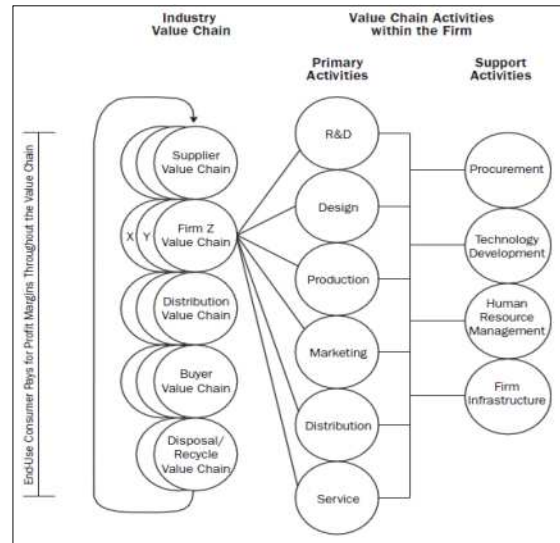


Fig. 1. VC, VS concept

source : Institute of Management Accountants(1996), “Value Chain Analysis for Assessing Competitive Advantage”

야 하며, 어떤 활동이 경쟁우위에 있어서 중요한지 구분해야 한다는 분석을 통해 수직적 연계분석의 중요성을 강조하였다[27].

하지만 수직적 연계분석을 위해 기업 자료를 사용하고자 할 때도 기업별로 특정 산업에 관여하고 있는 기업 간 공정이 표준화 되어있지 않아 분석에 곤란을 겪게 된다. 이러한 제약으로 현재까지 VC에 대한 연구는 대부분 설문방식으로 추진되었다.

현재까지 기업 내 VC에 대한 분석은 주로 기존 제조업을 대상으로 이루어져 왔다(<Table 1> 참조). Baldwin et al.(2005)은 제조기업을 대상으로 지속가능 기업의 구조를 생산 규모 및 생산 시스템의 관점에서 분석하였다[17]. Fahy(2002)는 자동차산업을 대상으로 국제화 환경에서 지속 가능한 경쟁 우위를 확보하기 위해서는 기업별 유형자산, 역량, 자원 및 향상된 지역별 자원이 중요한 것으로 분석하였다[19].

Zhu et al.(2005)은 기존의 VC분석에 환경요소를 추가한 녹색 VC(green VC, GVC)로 확장된 분석을 통해, 중국기업들이 녹색공급망 관리(green supply chain management) 관점에서 아직 미흡한 것으로 분석하였다[29]. Jin and Zailani(2010)은 VC에 환경활동(ISO 14001)을 포함한 GVC분석을 통해 위기관리, 기업의 사회적 책임, 그리고 사회-환경활동 등이 중요하였다고 분석하였다[22].

위와 같이 VC분석은 주로 제조업을 대상으로 이

**Table 1.** preceding research

author(s)/year	analysis target	methodology	analysis result
Watanabe et al.(2000)	Virtuous cycle(R&D, market growth and price reduction) of Photovoltaic Power generation in Japan	virtuous cycle model	일본 태양광 산업(PV)에서 기술 지식 축적이 태양광 셀 생산 증가로 이어지고 있음을 분석
Jin and Zailani(2010)	Malaysian manufacturing firms	survey	VC에 환경활동(ISO 14001)을 포함한 Green VC(GVC)를 분석한 결과 위기관리, 기업의 사회적 책임, 그리고 사회-환경활동 등이 중요하였다고 분석
Dahlstrom and Ekens(2006)	UK iron and steel sector	Mapping the value chain	영국 철강 생산 및 사용에서 순수업 비중을 경제적-환경적 관점으로 분석
Baldwin et al. (2005)	Manufacturing organisations	Evolutionary systems model with equation given in Allen (evolution of manufacturing industries)	지속가능 기업의 구조를 생산 규모 및 생산 시스템의 관점에서 분석
Zhu et al. (2005)	Managers in manufacturing and processing industries	Questionnaire t-test	중국기업들은 Green Supply Chain Management(GSCM) 관점에서 아직 미흡한 것으로 분석
Fahy(2002)	Automotive components industry	Paired sample t-test	국제화 환경에서 지속 가능한 경쟁 우위는 기업별 유형 자산, 역량, 자원 및 향상된 지역별 자원이 중요한 것으로 분석

루어져 왔으며, 신재생에너지를 대상으로 한 VC분석은 미흡한 실정이다. Watanabe et al.(2000)은 일본 태양광산업을 대상으로 관련 기업 내에서 정부 R&D 투자가 태양광기업 내 R&D투자 증가를 유발하고, 기업 내 R&D투자 증가가 기업 내 R&D성과의 증가로 이어지면서 기업 내 셀 생산 증가를 유발하고, 이후 기업 내 셀 생산 증가가 시스템 비용 감소로 나타난 것으로 분석하고 있다[28]. 특히 Watanabe는 이후 이윤율 증가가 다시 셀 생산 증가와 R&D투자 증가로 이어지는 선순환을 형성하고 있는 것으로 분석하고 있다. 본 논문은 한국 풍력산업에 종사하는 기업들의 VC에 대한 분석에서 Watanabe의 방법론을 인용하기로 한다.

## 2.2. 가치시스템(VS)

다음으로 풍력기업 내 VC에 대한 분석에 이어, 이러한 기업 내 VC에 영향을 미칠 수 있는 산업 내 VS에 대해 분석하기로 한다. VC분석이 기업 내부의 시각에서 부가가치 창출구조를 분석하고 있다면, VS는 부가가치와 경쟁우위의 창출 단위를 산업 내 부가가치 창출구조에 참여하고 있는 기업 간의 연계로 확장한 것이다. 기업은 산업 내 VC 간의 새로운 조합

형태를 만들어 최종 소비자가 요구하는 가치를 창조하기 위한 최적의 VS를 구성할 필요가 있다[8]. VS 분석은 Fig. 1에 나타난 바와 같이, 산업 내의 VC에서 부품-소재-분배-구매-리사이클 등 각 공정에 걸쳐 관련 기업들 간의 영향 관계를 분석한다.

특정 산업의 VS는 어떤 아키텍처(architecture)를 가지느냐에 따라 구분된다[16]. 아키텍처는 제품을 구성하는 핵심부품을 어떻게 연결하는가에 대한 개념으로, 제품이 요구하는 기능을 어떻게 전개하고 제품을 어떤 부품으로 나누고 기능을 배분하는가에 관한 기본규칙이다. 이러한 아키텍처는 통합형(integral)과 모듈형(modular)으로 구분된다. 자동차산업, 태양광 산업과 같이 제조방식이 통합화된 산업은 하나의 제조공정이 끝난 이후에 다음 제조공정이 차례로 진행되는 통합화 생산방식(integral manufacturing)을 따른다. 반면 모듈화된 산업은 각 공정이 동시공학적으로 진행되기 때문에 동시공학(con-current engineering) 방식을 채택하고 있다[12]. 본 논문은 풍력산업이 모듈화 아키텍처를 가진다는 것을 고려하여 VS분석에서 동시공학 생산방식을 인용하기로 한다.



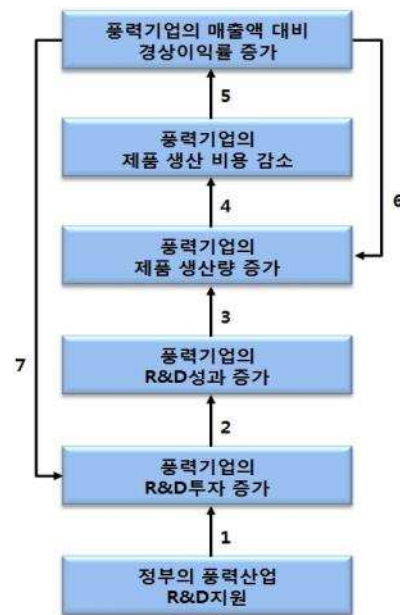
**Fig. 2.** VC, VS configuration of the wind power industry  
 source : 에너지기술평가원(2012), “산업기술로드맵 2012 : 신재생에너지(전기)”  
 산업연구원(2012), “신재생에너지 산업의 주요 이슈와 대응방안”

3. 분석 방법론

3.1. VC 분석방법과 가설설정

풍력산업의 VC와 VS를 분석한 국내외 논문은 많지 않다. 이는 분석모형을 세우기가 어렵고 실질통계를 수집하기 어렵기 때문이다. 본 논문은 Watanabe(2000)의 분석방법을 기반으로 VC 상에서 선공정이 후공정에 긍정적인 영향을 미치고 있는지, 그리고 VC에서 창출된 부가가치가 생산 및 R&D투자 증가에 긍정적인 선순환구조를 나타내고 있는지를 분석하기로 한다[28]. 즉 Fig. 3에 나타난 바와 같이 풍력산업의 VC에서 정부의 풍력산업 R&D투자가 풍력기업의 R&D투자 증가에 기여하는지, 다음으로 기업의 R&D투자가 특히 등 기업의 R&D성과 증가에 기여하는지, 기업의 R&D성과 증가가 기업의 생산량 증가에 기여하는지, 기업의 생산량 증가가 기업의 제품 생산비용 감소에 기여하는지, 기업의 제품 생산비용 감소가 기업의 경상이익률 증가에 기여하는지를 분석한다. 특히 기업의 경상이익률 증가가 기업의 생산량 증가와 R&D투자 증가에 긍정적으로 기여하는 선순환구조를 형성하고 있는가를 분석한다.

본 논문은 이러한 분석방법론을 따라 각 공정단계별로 다음과 같이 7개 가설을 설정하기로 한다.



**Fig. 3.** VC analysis model

- ① 가설 1 : 정부의 풍력산업에 대한 R&D투자가 관련기업의 풍력에 대한 R&D투자 증가에 긍정적인 (+) 영향을 미치는 것으로 가정한다.
- ② 가설 2 : 풍력기업의 R&D투자 증가가 특히 등 풍력기업의 R&D성과 증가에 긍정적인(+ ) 영향을 미치는 것으로 가정한다.
- ③ 가설 3 : 풍력기업의 R&D성과 증가는 풍력기

업의 생산량 증가에 긍정적인(+) 영향을 미치는 것으로 가정한다.

④ 가설 4 : 풍력기업의 생산량 증가는 풍력기업의 생산비용 감소에 긍정적인(+) 영향을 미치는 것으로 가정한다.

⑤ 가설 5 : 풍력기업의 생산비용 감소가 풍력기업의 매출액 대비 경상이익률 증가에 긍정적인(+) 영향을 미치는 것으로 가정한다.

⑥ 가설 6 : 풍력기업의 매출액 대비 경상이익률 증가가 풍력기업의 생산량 증가에 긍정적인(+) 영향을 미치는 것으로 가정한다.

⑦ 가설 7 : 풍력기업의 매출액 대비 경상이익률 증가가 풍력기업의 R&D투자 증가에 긍정적인(+) 영향을 미치는 것으로 가정한다.



Fig. 4. VS analysis model

### 3.2. VS 분석방법과 가설설정

다음으로, 한국 풍력산업에 대한 VS분석은 풍력산업이 PC산업과 같이 모듈형 산업이라는 점을 고려하여 동시공학 분석방법을 적용하기로 한다[15]. 본 논문이 설정하고 있는 풍력발전시스템은 Fig. 2에서 설정한 대로 로터블레이드, 나셀컴포넌트, 기어박스 및 동력장치, 발전기 및 전력부품, 타워 등에 걸쳐 R&D와 생산이 각기 개별적으로 이루어진 후 동시공학적으로 조립하는 방식으로 이뤄진다. 따라서 풍력산업의 VS에 대한 분석은 각 제품과 선·후방연관제품 간에 R&D투자, R&D성과, 생산량, 생산비용, 그리고 이윤창출에 걸쳐 동시적인 영향을 고려하여 다중회귀분석법을 도입할 필요가 있다.

그러나 풍력발전시스템을 5개 VC공정으로 구분하여 VS를 분석하는 것이 표본기업 수의 부족으로 곤란할 경우, 공학적으로 유사한 제품끼리 분류하여 분석하는 것이 필요하다. 따라서 본 논문은 풍력 VS를 크게 2개 그룹으로 구분하여 분석하였다. 그룹 1은 '시스템 그룹'으로, 풍력발전시스템을 구성하는 5개 부문 중 '로터블레이드, 나셀컴포넌트, 기어박스 및 동력장치, 발전기 및 전력부품'으로 구성하며, 그룹 2는 '구조물 그룹'으로, '타워'가 이에 해당한다. 이 경우 분석방법론은 VS를 구성하는 각 공정별로 2개 그룹 간 단순회귀분석을 활용하기로 한다.

본 논문은 이러한 VS에 대한 분석방법론을 따라 Fig. 4와 같이 공정단계별로 다음과 같은 6개 가설을 설정하기로 한다.

① 가설 1 : 시스템 그룹에 대한 정부의 풍력 R&D 지원과 구조물 그룹에 대한 정부의 풍력 R&D지원 간에 상호 긍정적인(+) 영향을 미치는 것으로 가정한다.

② 가설 2 : 시스템 그룹에 대한 기업의 R&D투자와 구조물 그룹에 대한 기업의 R&D투자 간에 상호 긍정적인(+) 영향을 미치는 것으로 가정한다.

③ 가설 3 : 시스템 그룹에 대한 기업의 R&D성과와 구조물 그룹에 대한 기업의 R&D성과 간에 상호 긍정적인(+) 영향을 미치는 것으로 가정한다.

④ 가설 4 : 시스템 그룹에 대한 기업의 생산량과 구조물 그룹에 대한 기업의 생산량 간에 상호 긍정적인(+) 영향을 미치는 것으로 가정한다.

⑤ 가설 5 : 시스템 그룹에 대한 기업의 생산비용과 구조물 그룹에 대한 기업의 생산비용 간에 상호 긍정적인(+) 영향을 미치는 것으로 가정한다.

⑥ 가설 6 : 시스템 그룹에 대한 기업의 경상이익률과 구조물 그룹에 대한 기업의 경상이익률 간에 상호 긍정적인(+) 영향을 미치는 것으로 가정한다.

### 3.3. 자료 및 설문구성

그러나 위에서 설정한 가설을 검증하기 위한 관련기업들의 실질통계를 구하기가 어려운 것으로 드러났다. 이는 풍력 관련 기업들이 통계생산을 하지 않거나 산업의 초기 발전단계에서 관련통계의 축적이 이루어지고 있지 않았기 때문이다. 이러한 어려움을 극복하기 위해 본 논문은 한국 풍력산업에 종사하고

있는 기업들을 대상으로 설문조사를 시행하기로 하였다. 이것은 선행연구에서 살펴본 모든 논문도 설문방식을 채택하고 있는 이유와 같다.

설문의 내용은 Kotabe(1992)가 ‘Global Sourcing Strategy’에서 활용한 설문과 분석방법을 바탕으로 서울과학기술대학교 에너지환경대학원의 예비검토를 거쳐 Likert-type scale로 평가하여 정량화하였다[24]. 설문은 3~7점 척도로 하여 오름차순으로 구성하였다.

설문조사는 한국에너지관리공단 신재생에너지센터의 등록기업과 풍력산업협회의 회원기업을 대상으로, 사업기간, 종업원 수 등이 확인된 120개 기업을 모집단으로 하였다. 특히 유의할 점은 풍력산업에 종사하고 있는 기업이 조선 기자재 산업 등 다른 업종을 동시에 수행하고 있어 풍력산업에 특화된 조사를 위해 설문내용에 동사 내에서의 풍력산업 비중을 설문하였다는 것이다. 조사방법은 전화를 통하여 최적의 응답자를 사전 접촉한 후 이메일을 보내어 설문을 회신하는 방식이었으며, 조사기간은 2013년 8월 5일부터 2013년 9월 14일까지 약 40일이었다. 조사기간은 분석의 결과를 해석하는데 매우 중요한데, 이는 조사기간 동안 한국 풍력산업의 동향이 중요한 변수이기 때문이다.

국내 풍력기업의 VC와 VS 분석을 위한 가설설정에서 사용된 변수들에 대해서 다음과 같은 대리변수들이 설문에 설정되었다.

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

② 풍력기업의 R&D투자는 “귀사의 매출액 대비 연구개발투자액(정부지원금 포함)은 몇 % 정도 됩니까?”라는 질문에 대한 응답여부를 대리변수로 간주하였다.

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

④ 풍력기업의 생산량은 “R&D투자 이후 귀사의 제품생산량은 최근 3년간 어떻게 변화하였습니까?”라는 질문에 대한 응답여부를 대리변수로 간주하였

다.

⑤ 풍력기업의 생산비용은 “귀사가 생산하는 주력 제품은 어느 정도 규모의 경제를 누리고 있습니까?”라는 질문에 대한 응답여부를 대리변수로 간주하였다.

⑥ 풍력기업의 매출액 대비 경상이익률은 “귀사 풍력 주력제품의 매출액 대비 경상이익률은 타제조업(평균 4.7%)에 비해 어느 정도입니까?”라는 질문에 대한 응답여부를 대리변수로 간주하였다[11].

## 4. 분석 결과

### 4-1. 설문조사의 결과

설문조사의 결과, 설문응답을 한 풍력업체는 45개사로, 설문회수율은 37.5%로 조사되었다. 본 논문은 결측값을 나타낸 3개사를 제외하고 42개사의 설문응답 자료를 활용하였다.

우선, 한국 풍력발전시스템을 구성하는 5개 부문에 대해 응답한 회사의 수는 Table 2와 같다. 로터블레이드에 속한 회사가 3개(7.1%), 나셀컴포넌트에 속한 회사가 4개(9.5%), 기어박스 및 동력장치에 속한 회사가 7개(16.7%), 발전기 및 전력부품에 속한 회사는 20개(47.6%), 타워에 속한 회사는 8개(19%)이다. 다음으로, 가설설정에서 사용된 설문별 빈도분석 결과는 Table 3과 같다. 여기서 유의할 점은 설문조사가 이루어진 기간 동안 한국의 풍력산업 경영환경이 2012년 평균과 2013년 상반기 평균보다 악화되고 있으며, 국내 풍력발전량은 2012년 평균 75,955 MWh와 2013년 상반기 92,661 MWh에 비해 적은 68,809 MWh에 불과하였다는 것이다[14].

### 4.2. VC에 대한 분석결과

이러한 설문응답 자료를 바탕으로 한국 풍력기업의 VC를 분석한 결과(Table 4 참조)는 다음과 같다.

**Table 2.** frequency analysis result of 5 wind power components

variables	Frequency	%
로터블레이드	3	7.1
나셀컴포넌트	4	9.5
기어박스 및 동력장치	7	16.7
발전기 및 전력부품	20	47.6
타워	8	19.0

Table 3. survey analysis result of Korean wind power firms

classification	contents	weight(%)	system group(%)	construction group(%)
정부 풍력산업 R&D지원 (총 연구개발투자액 중 정부지원금 비율)	0%, 없음	38.1	32.4	62.5
	20% 미만	21.4	26.5	0.0
	20~40% 미만	16.7	20.6	0.0
	40~60% 미만	9.5	8.8	12.5
	60~80% 미만	9.5	5.9	25.0
	80~100% 미만	4.8	5.9	0.0
	100%	0.0	0.0	0.0
풍력기업 R&D투자 (매출액 대비 연구개발투자액 비율)	1% 미만	17.1	12.1	37.5
	1~3% 미만	4.9	3.0	12.5
	3~5% 미만	24.4	24.2	25.0
	5~7% 미만	9.8	9.1	12.5
	7~9% 미만	7.3	6.1	12.5
	9~11% 미만	14.6	18.2	0.0
	11% 이상	22.0	27.3	0.0
풍력기업 R&D성과 (최근 3년간 특허출원 및 등록건수 변화)	매우 저조	4.8	2.9	12.5
	다소 저조	11.9	14.7	0.0
	변화 없음	42.9	38.2	62.5
	다소 높음	40.5	44.1	25.0
	매우 높음	0.0	0.0	0.0
풍력기업 제품 생산량 (제품생산 규모 변화)	매우 감소	0.0	0.0	0.0
	다소 감소	4.8	5.9	0.0
	변화 없음	50.0	44.1	75.0
	다소 증가	45.2	50.0	25.0
	매우 증가	0.0	0.0	0.0
풍력기업 제품 생산비용 (생산 주력제품의 규모의 경제 달성 수준)	규모의 경제를 달성하기 위해서는 생산이 크게 늘어나야 함	61.0	54.5	87.5
	규모의 경제를 달성하기 위해서는 생산이 다소 늘어나야 함	34.1	39.4	12.5
	현재 규모의 경제를 누리고 있음	4.9	6.1	0.0
풍력기업 매출액 대비 경상이익률	0% 미만	11.9	14.7	0.0
	0~2% 미만	23.8	23.5	25.0
	2~4% 미만	14.3	11.8	25.0
	4~6% 미만	26.2	32.4	0.0
	6~8% 미만	11.9	11.8	12.5
	8~10% 미만	7.1	2.9	25.0
	10% 이상	4.8	2.9	12.5

① 정부의 풍력산업 R&D지원은 풍력기업의 R&D 투자 증가에 긍정적인(+) 영향을 미치면서 통계적으로도 5% 유의수준에서 유의미한 것으로 분석되었다. 따라서 가설 1은 채택되었다. 이러한 결과는 일본의 신재생에너지산업 중 태양광 산업을 분석한 Watanabe의 결과와 같다. 정부의 풍력산업 R&D지원을 받은 기업이 61.9%로 나타났고, 풍력기업의 매출액 대비 R&D투자 비율이 국내총생산 대비 R&D 비중인 4% 이상이라고 응답한 기업이 전체 응답기업의 78%로 상당히 높은 실적을 나타낸 것으로 조사되

었다[1].

② 풍력기업의 R&D투자는 풍력기업의 R&D성과 증가에 긍정적인(+) 영향을 미치면서 통계적으로도 1% 유의수준에서 유의미한 것으로 분석되었다. 따라서 가설 2도 채택되었으며, 이러한 결과는 Watanabe의 결과와도 같다. 이는 R&D투자 비율이 3% 이상인 기업이 전체 응답기업의 78%에 해당하며, 정부의 R&D지원과 기업 자체의 R&D투자에 따라 최근 3년간 특허출원 및 등록 건수가 높아졌다고 응답한 기업



Table 4. VC analysis result

	independent variable (X)	dependent variable (Y)	expected sign	F-value	estimated coefficients
1	정부의 풍력산업 R&D지원	풍력기업의 R&D투자 증가	+	0.289*	0.064
2	풍력기업의 R&D투자 증가	풍력기업의 R&D성과 증가	+	0.448***	0.003
3	풍력기업의 R&D성과 증가	풍력기업의 제품 생산량 증가	+	0.337**	0.029
4	풍력기업의 제품 생산량 증가	풍력기업의 제품 생산비용 감소	+	-0.144	0.363
5	풍력기업의 제품 생산비용 감소	풍력기업의 매출액 대비 경상이익률 증가	+	-0.273*	0.081
6	풍력기업의 매출액 대비 경상이익률 증가	풍력기업의 제품 생산량 증가	+	0.42***	0.006
7	풍력기업의 매출액 대비 경상이익률 증가	풍력기업의 R&D투자 증가	+	0.207	0.188

\*, \*\*, \*\*\* indicate statistical significance at the 10%, 5%, and 1% levels, respectively.

이 전체의 40.5%를 차지하고 있는데 기인한다. 또한 R&D투자가 현재 기술 수준을 따라가는 데는 보통이거나 충분하다고 응답한 기업이 전체의 69.1%를 차지하고 있으며, 풍력관련 R&D인력 역시 제조업 평균인 전체 종업원의 8% 이상을 초과하여 16% 이상이라고 응답한 기업이 21.4%를 차지하고 있는 것으로 조사되었다[3].

③ 풍력기업의 R&D성과는 풍력기업의 제품생산량 증가에 긍정적인(+) 영향을 미치면서 통계적으로도 5% 유의수준에서 유의미한 것으로 분석되었다. 따라서 가설 3도 채택되었으며, 이러한 결과는 Watanabe의 결과와도 같다. 정부의 R&D지원과 기업 자체의 R&D투자에 따라 최근 3년간 특허출원 및 등록 건수가 높아졌다고 응답한 기업이 전체의 40.5%에 해당하며, R&D투자 이후 제품생산량이 증가했다고 응답한 기업이 전체의 45.2%에 해당하는 것이 영향을 미친 것으로 추정된다. 또한 설비투자가 가장 많이 이루어졌던 해에 비해 불변이거나 오히려 증가했다고 응답한 기업이 전체의 57.1%를 달하며, 특히 R&D투자의 결과로 획득한 특허가 상업화로 이어지는 비율이 제조업에 있어서 공공기관의 이전기술 사업화 성공률 23.6%에 비해 동등하거나 높다고 응답한 기업이 전체의 64.3%를 차지하고 있는 것으로 조사되었다[4].

④ 풍력기업의 생산량 증가는 풍력기업의 제품 생산비용 감소에 긍정적인(+) 영향을 미치고 있으나, 통계적으로는 유의미하지 않은 것으로 분석되었다.

따라서 가설 4는 채택되지 않았으며, 이러한 결과는 Watanabe의 결과와 다르다. 이것은 한국 풍력기업의 생산량이 아직 규모의 경제효과를 나타낼 수 있는 수준에 이르지 못하고 있고 장기평균비용의 최저점에 이르지 못하고 있기 때문으로 추정된다. 설문조사의 결과로 보아도 응답기업의 95.1%가 규모의 경제효과를 거두기 위해서는 생산량의 증대가 필요하다고 응답하고 있다. 또한 설문조사기간 동안 풍력발전시스템에 대한 수요를 나타내는 풍력발전량이 전년 동기 대비와 동년 상반기 대비 감소세를 나타내고 있는데 기인한 것으로 분석된다.

⑤ 풍력기업의 제품 생산비용은 풍력기업의 매출액 대비 경상이익률 증가에 부정적인(-) 영향을 미치면서 통계적으로는 10%의 유의수준에서 유의미한 것으로 분석되었다. 이에 따라 가설 5는 기각되었다. 이러한 결과는 설문조사기간 동안 한국 풍력기업의 매출액 대비 경상이익률이 제조업 평균 4.7%를 기준으로 양분되고 있는데 기인한 것으로 추정된다[11]. 그리고 풍력제품의 생산량이 증가추세에 있기는 하지만 아직 규모의 경제효과를 나타낼 정도로 생산비용이 하락하지 않고 있는데 기인한다고 할 수 있다. 또한 R&D 이후 시장진출 시 가격이 하락하는 추세를 겪고 있는 경우가 응답기업의 50%를 차지하고 있으며, 수요업체로부터 지속해서 가격인하 요구(38.1%)와 국산품 기피(16.7%) 등의 어려움을 경험하고 있는 것으로 조사되었다.

⑥ 그러나 이러한 풍력기업의 매출액 대비 경상이

Table 5. VS analysis result

독립변수(X)	종속변수(Y)	expected sign	F-value	estimated coefficients
구조물 그룹 정부의 풍력산업 R&D지원	시스템 그룹 정부의 풍력산업 R&D지원	+	0.74**	0.036
구조물 그룹 풍력기업의 R&D투자	시스템 그룹 풍력기업의 R&D투자	+	0.906***	0.002
구조물 그룹 풍력기업의 R&D성과	시스템 그룹 풍력기업의 R&D성과	+	0.74**	0.036
구조물 그룹 풍력기업의 제품 생산량	시스템 그룹 풍력기업의 제품 생산량	+	0.518	0.188
구조물 그룹 풍력기업의 제품 생산비용	시스템 그룹 풍력기업의 제품 생산비용	+	-0.267	0.522
구조물 그룹 풍력기업의 매출액 대비 경상이익률	시스템 그룹 풍력기업의 매출액 대비 경상이익률	+	0.885***	0.003

\*, \*\*, \*\*\* indicate statistical significance at the 10%, 5%, and 1% levels, respectively.

익률 추세가 추후 풍력기업의 제품 생산량 증가에는 긍정적인(+) 영향을 미치면서 통계적으로도 1%의 유의수준에서 유의미한 것으로 분석되었다. 따라서 가설 6은 채택되었다. 이는 매출액 대비 경상이익률이 4% 이상이라고 응답한 기업이 전체의 50%에 해당하는 것과 R&D투자 이후 제품생산량이 증가했다고 응답한 기업이 전체의 45.2%에 차지하고 있는데 기인한 것으로 추정된다.

⑦ 다음으로, 풍력기업의 매출액 대비 경상이익률은 풍력기업의 R&D투자 증가에 긍정적인(+) 영향을 미쳤으나, 통계적으로 유의미하지 않은 것으로 분석되었다. 따라서 가설 7은 기각되었다. 이러한 결과는 한국 풍력기업의 R&D수준이 세계 최고수준 대비 60% 수준에 그치고 더 이상 제고되지 못하고 있다는 분석과 유사하다[6]. 특히 풍력기업의 매출액 대비 경상이익률이 풍력기업의 생산량 증가에는 긍정적으로 영향을 미치고 있는 반면, R&D투자의 증가에는 영향을 미치지 못하고 있다는 분석의 결과는 국내 풍력 기업들이 VC상 선순환구조에 들어서 있지 못하다는 것을 반증하고 있다.

#### 4.3. VS에 대한 분석결과

다음으로, 한국 풍력산업에 대한 VS를 분석한 결과는 Table 5와 같다.

① 시스템 그룹에 대한 정부의 풍력산업 R&D지원과 구조물 그룹에 대한 정부의 풍력산업 R&D지원

간에 상호 긍정적인(+) 영향을 미치면서 통계적으로도 5%의 유의수준에서 유의미한 것으로 분석되었다. 따라서 두 그룹 간 정부의 풍력산업 R&D지원이 상호 긍정적인 영향을 미치고 있다는 가설 1은 채택되었다.

② 시스템 그룹에 속하는 기업의 R&D투자와 구조물 그룹에 속하는 기업의 R&D투자 간에 상호 긍정적인(+) 영향을 미치면서 통계적으로도 1%의 유의수준에서 유의미한 것으로 분석되었다. 따라서 두 그룹 간 기업 R&D투자가 상호 긍정적인 영향을 미치고 있다는 가설 2는 채택되었다.

③ 시스템 그룹에 속한 기업의 R&D성과와 구조물 그룹에 속한 기업의 R&D성과 간에 상호 긍정적인(+) 영향을 미치면서 통계적으로도 5%의 유의수준에서 유의미한 것으로 분석되었다. 따라서 두 그룹 간 기업 R&D성과가 상호 긍정적인 영향을 미치고 있다는 가설 3도 채택되었다.

④ 시스템 그룹에 속한 기업의 제품 생산량과 구조물 그룹에 속한 기업의 제품 생산량 간에 상호 긍정적인(+) 영향을 미치고 있으나, 통계적으로 유의미하지 않은 것으로 분석되었다. 따라서 두 그룹 간 제품 생산량이 상호 긍정적인 영향을 미치고 있다는 가설 4는 채택되지 않았다.

⑤ 시스템 그룹에 속한 기업의 제품 생산비용과 구

조물 그룹에 속한 기업의 제품 생산비용 간에는 상호 부정적인(-) 영향을 미쳤으나, 통계적으로 유의미하지 않은 것으로 분석되었다. 따라서 두 그룹 간 기업 제품 생산비용이 상호 긍정적인 영향을 미치고 있다는 가설 5는 채택되지 않았다.

⑥ 시스템 그룹에 속한 기업의 경상이익률과 구조물 그룹에 속한 기업의 경상이익률 간에 상호 긍정적인(+) 영향을 미치면서 통계적으로도 1%의 유의수준에서 유의미한 것으로 분석되었다. 따라서 두 그룹 간 기업의 매출액 대비 경상이익률이 상호 긍정적인 영향을 미치고 있다는 가설 6은 채택되었다.

이러한 VS에 대한 분석결과는 시스템 그룹과 구조물 그룹 간에 정부의 R&D지원, 기업의 R&D투자, R&D성과, 매출액 대비 경상이익률 간에는 상호 긍정적인 영향을 미치고 있지만, 생산량과 생산비용 등과 관련해서는 상호 영향을 미치지 못하고 있다는 것을 나타내고 있다. 이는 한국 풍력산업에서 제품생산기업, 소재·부품 공급기업, 보완재 생산기업 등 이해관계자들이 상호 협력하는 생태계가 아직 미완성상태에 있다는 것을 반증하고 있다[4].

## 5. 요약, 시사점 및 한계

본 논문은 국내 풍력기업을 대상으로 VC 및 VS 분석을 통해 기업 내 공정 간에 부가가치의 선순환구조가 형성되어 있는지와 산업 내 생태계가 구축되어 있는지를 분석하였다.

한국 풍력산업의 VC은 정부의 R&D지원을 받아서 관련 기업의 R&D투자가 증가하였고, 기업 R&D투자가 기업 R&D성과 증가에 기여하였으며, 기업 R&D성과 증가가 풍력 제품 생산량 증가를 가져왔다. 그러나 생산량 증가가 생산비용 감소로 이어지지 못하고 이에 따라서 경상이익률 증가로 이어지지 못하고 있는 것으로 나타났다. 한편, 매출액 대비 경상이익률의 증가가 생산량의 증가에 기여하고 있으나, 기업의 R&D투자 증가에는 기여하지 못하고 있어 선순환구조가 약한 것으로 분석되었다.

한국 풍력산업의 VS은 시스템 그룹과 구조물 그룹 간에 정부의 풍력산업 R&D지원과 풍력기업의 R&D투자, 풍력기업의 R&D성과, 풍력기업의 매출액 대비 경상이익률 등에 있어서는 상호 간에 긍정적인

영향을 미치고 있는 것으로 분석되었다. 그러나 제품 생산량과 제품 생산비용 등에서는 상호 간에 긍정적인 효과를 미치지 못하고 있는 것으로 분석되어 산업 생태계가 완성되어 있지 못한 것으로 나타났다.

이러한 설문조사 및 실증분석의 결과로부터 국내 풍력기업의 공정 간 부가가치의 선순환구조와 산업생태계를 구축하기 위한 정책적 시사점을 살펴보기로 한다. 첫째, 풍력기업의 생산량 증가와 생산비용 감소 간, 그리고 생산비용 감소와 매출액 대비 경상이익률 증가 간에 긍정적인 관계를 회복하기 위해 규모의 경제효과를 달성하고 세계경쟁환경의 변화에 대응할 수 있도록 하는 정책적 지원이 필요하다. 둘째, 풍력기업의 매출액 대비 경상이익률 증가가 풍력기업의 R&D 투자 증가를 유발할 수 있도록 R&D지원정책을 강화할 필요가 있다. 셋째, 한국 풍력산업 내 VS의 원활한 작동을 위해 생태계의 정립을 촉진하는 정책을 추진할 필요가 있다.

본 논문은 한국의 풍력산업에 대해 VC와 VS에 대한 분석을 시도하고 정책적 시사점을 발굴하였음에도 불구하고, 분석모형을 세우기 어렵고 관련 기업의 실질 통계를 수집하기 어려워 설문조사를 시행하였다는 점에서 한계를 나타내고 있다. 이후 한국 풍력산업이 발전할 경우 실질통계를 기반으로 분석할 수 있을 것으로 기대된다. 또한 한국 내 VC와 VS에 대한 분석에 그치고 있어, 세계적 추세인 국제가치사슬(GVC) 속에서 한국 풍력산업의 상대적 위상을 분석하지 못했다는 한계를 안고 있다. 이는 아직 세계적으로도 분석되지 않고 있어 추후 중요한 연구과제가 될 것으로 예상된다.

## 감사의 글

본 연구는 환경공단 기후변화특성화대학원사업의 연구비 지원으로 수행되었습니다.

## 참고문헌

- [1] 국가과학기술지식정보서비스, “과학기술통계서비스”, (2013)
- [2] 산업연구원, “신재생에너지 산업의 주요 이슈와 대응방안”, (2012)
- [3] \_\_\_\_\_, “한국제조업의 기술수준과 개발동향”, (2012)

- [4] 산업통상자원부, “제6차 산업기술혁신계획”, (2013)
- [5] 에너지기술평가원, “그린에너지 전략로드맵 2011”, (2011)
- [6] \_\_\_\_\_, “2012 풍력 발전전략보고서”, (2012)
- [7] \_\_\_\_\_, “2012 산업기술로드맵 : 신재생에너지(전기)”, (2012)
- [8] 유석진, “디지털 시대의 밸류시스템”, 삼성경제연구소, (2000)
- [9] 일본 와세다대학 비즈니스스쿨, “MOT 입문”, (2004)
- [10] 제레미 리프킨, “3차 산업혁명”, 안진환 역, 민음사, (2012)
- [11] 한국금융연구원, “2012 기업경영분석”, (2013)
- [12] 한국산업기술재단, “기술혁신”, (2007)
- [13] 한국수출입은행, “세계 신재생에너지 동향 및 풍력산업 해외진출 전략”, Issue Briefing, (2013)
- [14] 한국전력거래소, 전력통계정보시스템 (<https://epsis.kpx.or.kr>), (2013)
- [15] 홍운선, “모듈화 동향과 중소기업의 대응방안 모색”, 중소기업연구원, (2009)
- [16] 후지모토 다카히로, “TOYOTA 진화능력”, 고기영 역, 가산출판사, (2005)
- [17] 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)
- [18] Dahlstrom, K., and Ekins, P., “Combining Economic and Environmental Dimensions: Value Chain Analysis of UK Iron and Steel Flows”, *Ecological Economics*, Vol. 58, pp.507-519, (2006)
- [19] Fahy, J., “A Resource-Based Analysis of Sustainable Competitive Advantage in a Global Environment”, *International Business Review*, Vol. 11, pp.57-58, (2002)
- [20] Hax, A.C., and Majiuf, N.S., “The Strategy Concept and Process”, A Pragmatic Approach, New Jersey: Prentice Hall, (1991)
- [21] Institute of Management Accountants, “Value Chain Analysis for Assessing Competitive Advantage”, (1996)
- [22] 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)
- [23] Kaplinsky, “Spreading the Gains from Globalisation: What can be learned from value chain analysis?”, *IDS Working* 2000. 8, (2000)
- [24] Kotabe, M., “Global Sourcing Strategy: R&D, Manufacturing and Marketing Interfaces”, New York: Quorum Books, (1992)
- [25] 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)
- [26] Porter, M.E., “Competitive Advantage: Techniques for Analyzing Industries and Competitors”, New York: The Free Press, (1985)
- [27] Shank, John K., and V. Govindarajan., “Strategic Cost Management”, New York: Free Press, (1993)
- [28] 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)
- [29] 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)