

## 수출산업 고도화전략에 대한 연구: 울산지역 석유화학산업을 중심으로\*

이병완  
영남대학교 경제금융학부 교수

김태현  
한국은행 울산본부 기획조사팀 과장

## Sophistication of Export Basket: The Case of Petrochemical Industries in Ulsan, Korea

Byeong Wan Lee<sup>a</sup>, Tae-Hyun Kim<sup>b</sup>

<sup>a</sup>School of Economics and Finance, Yeungnam University, Republic of Korea

<sup>b</sup>Ulsan Branch Office, The Bank of Korea, Republic of Korea

Received 3 February 2019, Revised 25 February 2019, Accepted 25 February 2019

### Abstract

This paper seeks to recommend strategic policy options geared towards enhancing sophistication level of Ulsan City's major export industries in the Republic of Korea. Ulsan's major export industries, including shipbuilding, automobile and petrochemical industries, turn out to be based mostly on low to medium technology with low R&D intensity suggesting relatively low level of product sophistication. Using a recent Eurostat high-tech industry classification table which suggests 9 high-tech industries, the paper identifies Ulsan's chemical industry as the only RCA industry. Focusing on chemical industry products at HS 6-digit level, specific products are identified at the efficiency frontier for future policy considerations.

**Keywords:** Product Space Model, Export Sophistication, Open Forest, Strategic Value

**JEL Classifications:** F14, L52, L65

### I. 서론

울산경제는 석유화학, 자동차, 조선 등의 전형적인 장치산업 경제이며 이들 산업 내 소수의 특정 품목에 편중된 수출구조와 함께 GDP 대비 높은 수출의존도를 갖고 있다. 그러나 이

들 주력수출품목들의 생산기반은 모두 중간수준의 기술수준으로 평가되며 울산에는 생산품의 기술 분류 상 고도기술이나 첨단기술을 기반으로 하는 산업은 부재 상태다. 울산경제의 이러한 특징들에서 비롯되는 구조적 한계를 극복할 수 있으려면 긴 시야의 접근으로 산업별,

\* This research was supported by the Bank of Korea and collaborated with its Ulsan Branch Office.

<sup>a</sup> First Author, E-mail: bwlee@yu.ac.kr

<sup>b</sup> Corresponding Author, E-mail: taehyunkim@bok.or.kr

© 2019 The Korea Trade Research Institute. All rights reserved.

품목별로 끊임없이 비교우위영역을 찾아 심화, 확대하고 고도화시켜 나가야 한다. 그럼으로써 성장동력 유지와 미래 성장동력 창출을 이룰 수 있다.

이러한 관점에서 본 연구는 수출수요 변동에 따른 지역경제의 단기 경기동향 분석이 아니라 미래의 성장잠재력 제고를 위한 긴 호흡의 산업전략 차원의 관점에서 고도기술 수준을 요하는 산업으로 화학산업을 선별하고 생산물공간 모형의 분석도구를 사용해 석유산업을 포함해 생산고도화 전략을 모색한다. 본 연구의 주된 분석도구인 생산물공간모형(product space model)은 세계 무역데이터로부터 일국의 수출 바스켓 안에 담겨있는 품목들의 제반 특성을 끄집어내고 이를 토대로 그러한 전략을 수립하는데 필요한 정보와 방향을 제시한다.

## II. 기존연구

### 1. 분석모형 개요

국제무역은 국가와 생산물의 두 노드(node)가 링크(link)로 연결돼 끊임없이 상호작용하는 거대한 네트워크 공간, 즉, 생산물공간(product space)이다. Hidalgo, Klinger, Barabasi & Hausmann (2007)은 이러한 관점에서 네트워크 이론을 응용한 생산물공간모형(product space model)을 정립, 국제무역 이론의 새로운 장을 열었다. 이 모형은 생산물 상호간의 위치와 연계성 개념을 토대로 수출품목들의 고도화(sophistication) 수준, 다각화(diversification) 잠재력, 소득창출 기여도나 생산성 등을 파악할 수 있는 다양한 지표 등을 개발해 제시한다. Hidalgo and Hausmann (2009a)은 고도화수준이 높은, 즉, 편재성(ubiquity)이 낮은 품목들을 수출하는 국가들을 고소득 국가로, 남들도 대부분 수출하는 품목들, 즉, 편재성이 높은 품목들을 주로 수출하는 국가들을 저소득 개도국으로 본다. 이들의 차이는 그 사회에 내재된 생산지식과 기술, 제도 및 관행 등의 차이에서 비롯되는데 고소득 국가들은 또한 이것저것 보다 많은 생산물들을 수출하므로 수출 다각화 수준도 높다. Hausmann

and Klinger (2006/2007)와 Hidalgo et al. (2007)은 따라서 일국의 산업이 구조전환(즉, 고소득국 수출품목들을 더 많이 생산하는 특화 패턴의 전환)을 얼마나 잘 할 수 있는 지는 현재의 수출바스켓이 어떤 품목들로 구성돼 있는 지에 달려있다고 본다. '무엇을 수출하고 있나'로부터 생산역량과 미래 성장가능성에 대한 핵심정보를 추출할 수 있기 때문이다. 그러한 정보는 세계무역자료로부터 네트워크 연계성 지표들을 통해 추출한다. 데이터 마이닝이 요구되는 이 모형을 이용한 산업분석은 주로 국제기구 등에서 개도국을 대상으로 이루어져 왔다. 국내 연구로는 이병완·박진호(2016/2017)의 대구경북 수출산업 분석이 있다. 이들은 2000-2001년과 2013-2015년의 두 기간에 대해 대구경북 수출산업이 어떠한 구조전환을 겪었는지 살펴보고 미래 비교우위 수출품목에 대한 전망을 제시하였다.

### 2. 자료 및 품목분류시스템

UN Comtrade 웹사이트가 제공하는 무역자료는 HS (Harmonized System) 코드와 SITC (Standardized International Trade Classification) 코드시스템에 따라 편제된 자료가 주로 사용된다. 본 연구는 이 중에서 2002년 개정판 HS 4단위와 2007년 개정판 HS 6단위 자료를 각각 2002-2016년, 2008-2016년 기간에 대해 다운받아 사용하였다. 울산의 무역자료는 한국무역협회 자료를 사용하였으며 UN Comtrade의 수출 자료는 수출국이 보고한 자료가 아니라 수입국들이 품목별로 보고한 수입 자료의 통합을 통해 추출함으로써 자료의 신뢰도를 최대한 높이고자 하였다.

### 3. 논문의 구성 및 차별점

기존 연구 거의 전부는 HS나 SITC 4단위 자료를 사용하는데 비해 본 연구는 HS 6단위 자료를 추가로 사용해 품목들을 보다 세분화해서 살펴본다. 또한 기존연구 다수는 1년이나 2년 정도의 자료를 사용하고 있지만 본 연구는 2010-2016년의 7년 기간에 대해 지표들의 평균

치를 사용, 단기적 수요변동이 수출자료에 미치는 왜곡효과를 그만큼 줄일 수 있었다. 또한 산업의 구조전환 분석에 초점을 둔 이병완·박진호(2016/2017)와는 달리 열린 숲과 전략적 가치를 이용한 효율성 프런티어를 도출해 울산의 석유화학산업의 고도화 전략을 도출한다.

논문의 전개순서는 우선 다음 장에서 생산물 공간모형의 분석 도구들을 살펴본다. 이에 대한 이해를 토대로 IV장에서는 울산지역 석유화학산업의 수출산업 고도화전략을 모색한다. 이를 위해 HS 4단위와 6단위 수출데이터에 대한 기술수준 분류와 생산물공간 모형의 각 지표 도출을 실시하고 산업별로 분석을 전개한다. V장에서는 결론과 정책적 시사점을 제시한다.

### III. 생산물고도화의 개념과 평가모형

#### 1. 수출다각화 잠재력과 소득 잠재력

본 연구의 분석도구인 생산물공간모형은 네트워크 이론체계를 응용한 것으로 세계 각국 생산물들이 무역의 장에서 서로 어떻게 연계돼 있는지를 들여다본다. 생산물공간으로 불리는 이들의 연계 관계는 국가와 생산물이라는 두 개의 노드(node)가 링크(link)로 연결된 네트워크다. 그 속에서 추출되는 생산물에 대한 정보들은 아래의 현시비교우위지수(RCA; Revealed Comparative Advantage)를 기초정보로 한다.

$$RCA_{c,p} = \frac{X_{c,p} / \sum_p X_{c,p}}{\sum_c X_{c,p} / \sum_c \sum_p X_{c,p}}$$

$X_{c,p}$  = c국의 p상품 수출액,  
 $\sum_p X_{c,p}$  = c국의 총수출액,  
 $\sum_c X_{c,p}$  = 세계의 p제품 수출총액,  
 $\sum_c \sum_p X_{c,p}$  = 세계 수출총액

생산물공간에서는 특정국 c의 품목 p가 다른 품목들과 연계성(relatedness)이 있는 것으로 간주되려면 RCA가 1과 같거나 큰 값이어야 한

다. 아래의 생산물-국가의 인접행렬(adjacency matrix)은 생산물들의 연계성 유무를 바로 보여준다.

$$M_{c,p} = \begin{cases} 1 (RCA_{c,p} \geq 1) \\ 0 (RCA_{c,p} < 1) \end{cases}$$

이 때 생산물 p에 대해 현시비교우위를 가진 국가의 수  $k_{p,0} = \sum_c M_{c,p}$ 를 해당 생산물의 편재성(ubiquity)지수로 정의한다. 이를 반복적 연산법으로 확장하면  $k_{p,N} = \frac{1}{k_{p,0}} \sum_c M_{c,p} k_{c,N-1}$  이 되는데  $k_{p,2}$ 의 경우 품목 p를 수출하는 국가들의 수출품목들에 대한 편재성지수의 평균값이다. 이를 아래와 같이 평균값과 표준편차를 이용해 정규화한 것을 생산물 복잡성(product complexity)지수로 정의할 수 있다. 생산물 복잡성이 클수록 생산물의 고도화(sophistication) 수준이 높고 따라서 생산에 소요되는 지식과 기술수준 등이 더 높은 것으로 해석한다.

$$\frac{k_{p,2} - Ave(k_{p,2})}{sd(k_{p,2})} \quad (3)$$

두 수출품목 p와 p'가 얼마나 밀접하게 연계돼 있는지를 보는 인접도(proximity)는 아래와 같이 정의된다.

$$\phi_{p,p'} = \frac{\sum_c M_{c,p} M_{c,p'}}{\max(k_{p,0}, k_{p',0})}$$

분자는 두 품목을 동시에 수출하는 국가의 수, 분모는 두 품목의 수출국가 수 중 더 큰 값이다. 두 품목 모두 덜 흔하면서도 동시에 수출하는 국가의 수가 많을수록 생산에 요구되는 역량이 유사할 가능성이 그만큼 더 높고 따라서 인접도는 더 커진다. 이때 특정 품목에 대해 다른 모든 품목들과의 인접도를 모두 합하면 PATH (생산통로지수)가 구해진다.

$$PATH_p = \sum_{p'} \phi_{p,p'}$$

PATH 값이 클수록 여타 품목들과 집합적으로 보다 높은 연계성을 갖고 있음을 뜻하므로 미래 수출다각화에 보다 유리한 생산기반을 갖춘 셈이다. 따라서 PATH는 수출다각화 잠재력을 나타내는 지수로 본다. 선진국일수록 보다 높은 수준의 기술과 생산역량을 토대로 고도화 수준과 부가가치가 보다 높은 품목들을 수출, 보다 높은 소득을 창출한다.

이러한 관점에서 특정 품목의 고도화 척도를 아래의 식으로 정의할 수 있다. PRODY로 명명된 이 식은 결국 각 국가의 1인당 소득( $y_c$ )을 가중합산한 것이며 가중치는 해당 품목의 개별 국가 수출비중을 세계 각국 수출비중의 합으로 나눈 비율이다.

$$PRODY_p = \sum_c \frac{X_{c,p} / \sum_p X_{c,p}}{\sum_c \left( X_{c,p} / \sum_p X_{c,p} \right)} y_c$$

특정국가의 수출바스켓 전체에 대한 고도화 수준은 PRODY 자료를 이용해 아래의 식으로 파악할 수 있다.

$$EXPY_c = \sum_p \frac{X_{c,p}}{\sum_p X_{c,p}} PRODY_p$$

EXPY는 수출바스켓을 소득개념의 수치로 표시한 것으로 품목들의 PRODY 값이 클수록, 그러한 품목들의 수출비중이 높을수록 더 커진다.

## 2. 생산고도화 전략 모색

한편 특정 국가, 특정 품목의 집적도(Density)는 주변에 비교우위 품목들이 얼마나 인접해 포진하고 있는지를 나타내며 아래의 식으로 정의된다.

$$Density_{c,p} = \frac{\sum_p \phi_{p,p'} M_{c,p'}}{\sum_p \phi_{p,p'}}$$

비교우위 품목들이 높은 연계성을 갖고 주변에 많이 포진할수록 더 큰 외부효과를 누릴 수

있어 해당 품목이 향후 비교우위 수출품목으로 진화할 가능성이 그만큼 더 커진다. 따라서 집적도는 인접품목들로부터 기대되는 외부효과 의 척도이다.

기술과 역량개발을 통해 수출바스켓이 고도화될수록 보다 높은 경제성장을 달성할 수 있다. 수출바스켓 고도화 가능성을 짚어보기 위해서는 수출기회가 없었던 생산물(RCA=0인 품목)들을 포함해 비교열위 품목들에 주목할 필요가 있다. 산업 생태계를 터전으로 한 기업들의 생산 활동은 숲 속 원숭이들의 삶의 모습과 닮았다. 아래의 식으로 정의된 ‘열린 숲(open forest)’은 일국의 비교우위 아닌 모든 품목들(빈약한 나무들)에 대해 그들이 전체적으로 비교우위 품목들(열매가 풍성한 나무들)과 얼마나 인접해 있는지를 표시하는 잣대이다.

$$OpenForest_c = \sum_p [Density_{c,p} (1 - M_{c,p}) PRODY_p]$$

열린 숲은 비교열위 품목들에 대해 집적도와 PRODY의 곱을 모두 합산한 것으로 클수록 미래의 경제성장 가능성을 높인다. 그렇다면 이러한 열린 숲의 크기를 효율적으로 키워나가는 방법은 무엇일까? 어떤 비수출품목 또는 비교열위 수출품목이 현재 생산물 공간의 어디에 위치하고 있는냐에 따라 그 품목에 대한 정책지원이 열린 숲에 얼마나 기여할지(즉, 다른 품목들의 비교우위 확보 과정에 얼마나 긍정적인 외부효과를 발휘할지) 결정된다. 이러한 관점에서 특정 비교열위 품목의 열린 숲에 대한 미래의 기여 잠재력을 전략적 가치(strategic value)라고 하며 아래의 식으로 정의된다.

$$SV_p = \sum_j \frac{\phi_{p,j}}{PATH_j} PRODY_j$$

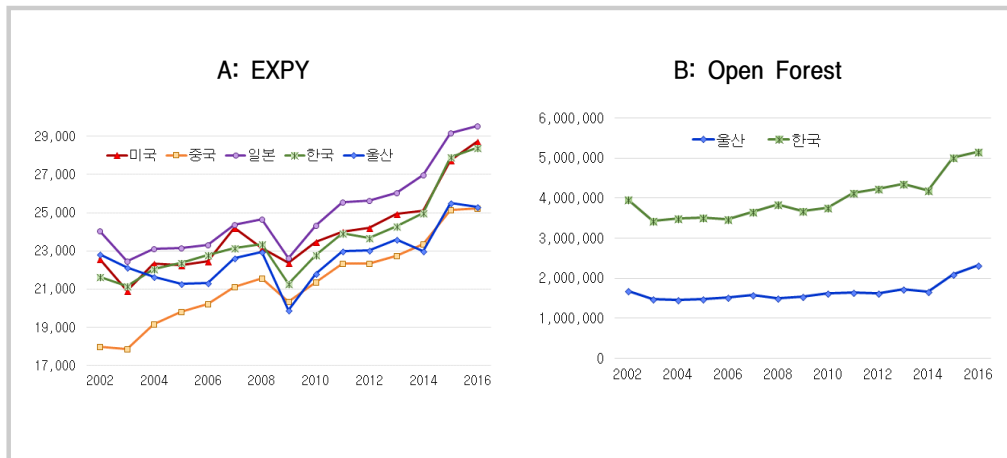
(단, 모든 p와 j에 대해 RCAj < 1임. 즉, 비교열위 품목만을 고려함.)

이 식은 해당품목이 소득 잠재력이 높은 품목들과 가까울수록, 그러나 이들의 수출다각화 잠재력(PATH)은 낮을수록 전략적 가치가 더 크다는 것을 보여준다. 즉, 생산통로가 좁으면

**Table 1.** Revealed Comparative Advantage of Ulsan's Industries

그룹 번호	품목 수	품 목 그 룹 명	RCA (2002-2009)	RCA (2010-2016)	생산물복잡성 (2002-2016)
G1	225	석유화학공업 및 연관생산품	1.53	1.52	0.29
G2	34	자동차산업 생산품	2.22	2.11	0.36
G3	8	조선업 생산품	20.77	20.38	0.17
G4	159	비금속과 그 제품 및 무기류	0.84	1.17	0.36
G5	197	기계류, 기기 및 기타 수송장비	0.21	0.22	0.64
G6	211	원자재기반 제조생산품	0.22	0.41	-0.19
G7	173	섬유류와 신발 등	0.28	0.23	-0.45
G8	56	식음료와 담배	0.05	0.06	-0.97
G9	37	기타 잡품 및 예술품 등	0.00	0.01	-0.13
G10	144	동식물성 생산품 등	0.00	0.01	-0.95

Source: UN Comtrade, Korea International Trade Association (KITA)

**Fig. 1.** Sophistication of Export Basket and Open Forest

Source: UN Comtrade, KITA

서도 소득 잠재력이 높은 품목과 인접해 있을 때 정책당국에게는 보다 매력적이다. 그러나 문제는 좁은 생산통로(낮은 PATH 값)로 인해 이들을 비교우위 수준으로 끌어올리는데 보다 많은 노력과 비용이 소요된다는 사실이다. 좁은 생산통로는 대규모 장차산업이어서, 기술의 장벽이 높아서, 혹은 특정 자연환경을 요구해

서 등 여러 이유에서 비롯될 것이다. 그러나 만일 전략적 가치가 높은 이러한 품목 주변을 비교우위품목들이 에워싸고 있다면 높은 외부효과를 누릴 수 있어 비교우위품목으로 진화하는 것이 보다 용이해진다. 따라서 비교우위 품목들과의 거리가 가깝고(집적도가 높고) 동시에 전략적 가치는 큰 품목들을 골라 정책적 노력

을 집중한다면 보다 효율적으로 열린 숲의 크기를 키워나갈 수 있고 경제의 지속성장을 도모할 수 있을 것이다.

## IV. 울산지역 석유화학산업 고도화 전략

### 1. 생산물공간모형 지표로 살펴본 울산지역 수출산업 구조

우선 2002-2016년 기간에 대해 수출바스켓 고도화지수(EXPY) 추이부터 보기로 하자(Fig. 1-A). 울산지역 수출바스켓의 고도화 수준은 2008년 글로벌 금융위기에 따른 일시적 하락을 제외하면 2002년 이래 꾸준한 상승세를 지속하고 있다. 주요국과의 비교 결과 한국은 미국보다 다소 아래쪽에 위치했지만 최근 거의 따라잡은 것으로 나타난다. 울산의 수출바스켓 고도화 수준은 미국과 한국과의 격차를 더 벌리며 꺾이는 모양새일 뿐 아니라 2000년대 초반에만 해도 중국보다 한참 위였으나 지금은 거의 따라잡힌 것으로 나타난다. 비교열위 품목들이 얼마나 비교우위 품목들과 인접하고 있는지를 표시하는 열린 숲(open forest)의 경우 2002년 이래 거의 비슷한 수준에 머물러 왔지만 최근 약간의 상승세를 시현하는 모양새다(Fig. 1-B). 이러한 열린 숲의 추이는 울산지역 기존 수출산업이 새로운 비교우위산업의 출현을 용이하게 하는 외부효과를 키워나가지 못하고 있음을 시사한다.

### 2. 산업별 현시비교우위와 생산물 복잡성

이제 울산 수출산업의 구조를 살펴볼 차례다. 이를 위해 생산물들을 HS 코드시스템에 따라 분류하되 울산경제의 특성을 감안해(Table 1)에서와 같이 G1에서 G10까지의 10개의 산업그룹으로 묶기로 하였다.<sup>1)</sup> 세계 각국으로부

터 UN Comtrade에 보고되는 4자리 단위의 HS 코드 품목은 모두 1,244개에 달하는데 산업그룹별 품목 수는 큰 차이를 보인다.<sup>2)</sup> 이들 10개 품목그룹들에 대한 현시비교우위(RCA)지수와 생산물복잡성의 2002-2016년 기간 평균과 변화추이는 <Table 1>과 같다.<sup>3)</sup>

현시비교우위를 가진 품목그룹은 「석유화학」, 「자동차」, 「조선」, 그리고 「비금속(卑金屬)과 그 제품 및 무기류」의 4대 그룹이다. 이중 조선업 생산품들의 RCA 평균치는 20을 상회하고 있어 세계 각국 경제권에 비해 두드러지게 높은 수출비중을 보인다. 비금속과 그 제품 및 무기류는 2002-2009년 기간 동안은 비교열위였지만 이후 비교우위로 올라섰고 2016년에는 RCA가 1.5를 상회하였다.<sup>4)</sup> 생산물복잡성에 의한 품목그룹별 고도화 수준은 「기계류, 기기 및 기타수송 장비」가 가장 높지만 울산경제는 이 그룹의 품목들에 대해 비교열위이다. 울산경제는 그러나 생산물복잡성이 그 다음으로 높은 품목그룹인 「자동차산업」과 「비금속과 그 제품 및 무기류」, 세 번째로 높은 「석유화학」에 비교우위를 갖고 있다. 또한 조선업은 비교우위 산업이지만 생산물복잡성이 가장 낮다는 점이 눈에 띈다.<sup>5)</sup> 「원자재기반 제조산업(석유류 제외)」의

구에서 사용한 세계 수출자료는 UN Comtrade의 2002년 수정판 자료이며 한국무역협회에서 제공하는 울산 수출자료 중 일부 품목들은 2002년 수정판 코드 시스템으로 전환해 사용하였다.

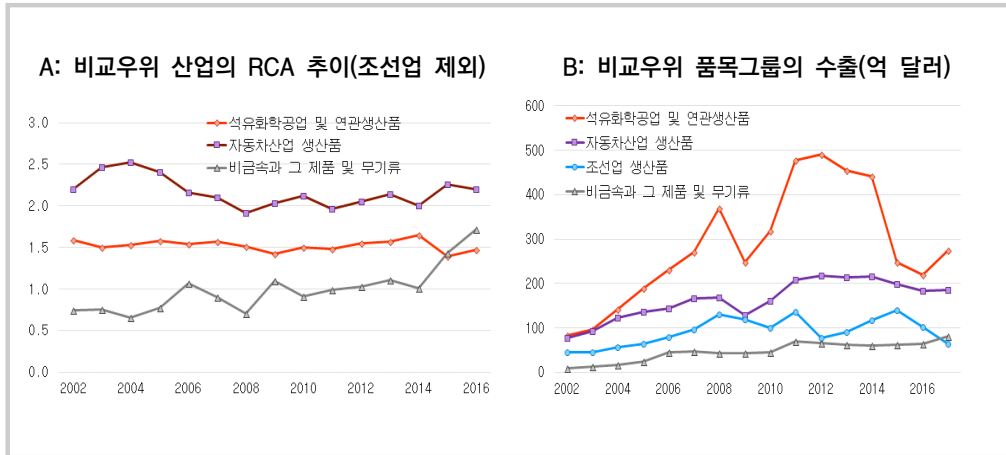
- 2) 이 중 2010-2016년 기간 동안 울산지역이 10만불 이상의 연평균수출을 시현한 품목 수는 469개, 100만불 이상은 308개, 500만불 이상은 197개이다.
- 3) UN Comtrade는 월간 수출자료도 취합해서 제공하지만 본 연구에서 사용하는 자료는 모두 연간자료이므로 그 성격상 12개월 기간 내에 소멸되는 일시적 성격의 규칙 또는 불규칙 요인들에 반응하지 않는다. 수출이 국제상품가격에 의해 영향을 받더라도 경쟁국 모두에 영향을 미치는 경우라면 상대가격과 RCA에 미치는 영향은 제한적일 것이다. 그러나 극단적인 가격변화에 따른 왜곡 가능성을 완전히 배제할 수 없기 때문에 본 연구는 거의 대부분의 지표들에 대해 2010-2016년의 기간평균치를 중심으로 분석하였고 지표들의 연도별 변화추이를 차트로 함께 제시하였다.
- 4) <Fig. 5-A>에서 조선업 제외된 나머지 9개 품목그룹 RCA 추이는 수평축 근처에 밀착 혼재되어 식별이 어려우므로 조선업 제외한 비교우위 품목그룹 3개를 <Fig. 5-B>에 별도로 나타내 보았다.
- 5) 생산물복잡성은 수출품목이 얼마나 흔한 품목인가를

1) HS 코드시스템은 수년에 한 번 씩 개편되는데 본 연

**Table 2.** PRODY, PATH and Number of RCA Items by Tech Groups

품목그룹 명	기술 수준	HS 4단위 품목 수	(2010-2016, Period Average)		
			PRODY	PATH	울산의 비교우위 품목 수
일차산품과 자원기반산품	233	6.02	23480.3	156.1	0.07
저기술(low tech) 생산품	30	11.53	36515.0	166.4	0.11
중기술(medium tech) 생산품	27	29.97	27182.7	176.0	0.10
고기술(high tech) 생산품	13	5.02	28775.9	236.7	0.09

Source: UN Comtrade, KITA.

**Fig. 2.** Comparison of Revealed Comparative Advantage and Export

Source: UN Comtrade, KITA

경우 2010년대 이후 이전 기간에 비해 0.22에서 0.41로 RCA가 상승하는 약진이 있었지만 여전히 비교열위에 머물고 있다.

(Fig. 2-A)는 4대 비교우위산업 중 조선업을 제외한 3대 산업의 RCA 추이를 보여준다. (Fig. 2-B)에서 이들 4대 비교우위 산업의 수출액 추이를 보면 석유화학공업 및 연관생산품, 자동차산업 생산품, 조선업 생산품, 비금속과 그 제품 및 무기류의 순으로 크기의 차이를 보인다. 조선업이 현시비교우위지수는 압도

적이지만 이는 세계 각국에 비해 울산경제가 두드러지게 더 높은 조선업 수출비중을 갖는다는 의미일 뿐 수출액이 가장 크다는 것을 뜻하는 것이 아니라는 점이 드러난다.

### 3. 기술수준별 생산물 분류

수출바스켓의 고도화는 위에서 언급한 바와 같이 보다 상위 수준의 기술개발과 기술확보 과정을 포함하는 개념이다. 본 연구는 HS 4단위 1,244개 품목들을 기술수준에 따라 4그룹으로 분류하되 UNIDO 2017년 자료를 토대로 하였고 Lall(2002)의 SITC 품목 기술분류표를 참고하였다. Lall의 일차산품(PP; Primary Products) 품목들은 편의상 자원기반(RB; Resource-based)

뜻하는 편재성 개념을 토대로 산출되므로 기술과 역량에 대한 대략적인 정보를 제공할 뿐 생산에 요구되는 품목별 기술수준이 고기술, 중기술, 저기술 중 어느 위치인지 비교하려면 다음 장에서처럼 별도의 기술구분 연구 자료를 활용해야 한다.

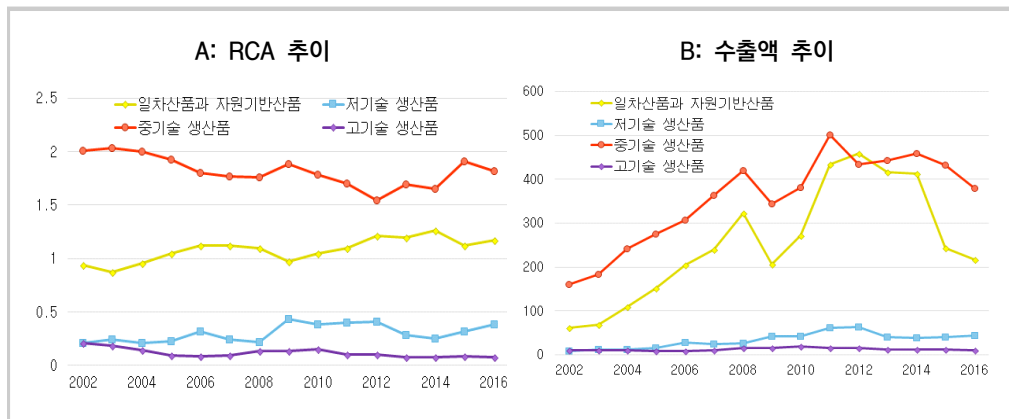
**Table 3.** Product Space Indicators of Major Petrochemical Products

(2010–2016, Period Average)

품목 코드	기술 구분	품 목 명	수출액 (억\$)	RCA	PRODY	PATH	Density
2710	RB	석유와 역청유 등	233	6.02	23480.3	156.1	0.07
2902	RB	환식탄화수소	30	11.53	36515.0	166.4	0.11
2917	MT	폴리카르복시산, 할로겐화물	27	29.97	27182.7	176.0	0.10
3907	MT	폴리아세탈수지 등	13	5.02	28775.9	236.7	0.09
2713	RB	석유코크스, 석유역청	11	11.32	22273.7	186.5	0.08
3902	MT	프로필렌의 중합체 등	10	4.77	31629.3	223.0	0.09
3903	MT	스티렌의 중합체	7	5.73	24988.0	225.9	0.09
3901	MT	에틸렌의 중합체	6	1.71	36818.7	198.8	0.09
2901	RB	비환식탄화수소	5	4.00	36533.4	190.5	0.10

Source: UN Comtrade, KITA.

**Fig. 3.** RCA and Export Amount by Tech Groups



Source: UN Comtrade, KITA.

산품과 묶어서 RB로 분류하였고 SITC 코드를 HS 코드로 전환하는데는 UN Comtrade의 코드 전환표를 사용하였다. 여기서의 기술구분은 다른 기술구분 연구에서와 마찬가지로 연구개발(R&D) 집약도가 어느 정도 높은가를 주된 기준으로 한다.

〈Table 2〉는 분류결과 개요이며 소득잠재력 지수(PRODY) 값은 일차산품과 자원기반산품 그룹이 가장 작고 저기술(LT), 중기술(MT), 고기술(HT)로 기술수준이 높아짐에 따라 더 커진다. 또한 저기술과 중기술 그룹 사이의 PRODY

격차는 중기술과 고기술 그룹 사이의 격차보다 더 크다. PRODY는 1인당 소득자료의 가중합산으로 구해지는 지표이므로 이러한 결과는 개발도상국들이 주로 RB 생산품과 LT 생산품을 수출하는데 비해 선진국들은 MT와 HT 생산품들을 수출함을 시사한다. 수출다각화 잠재력을 나타내는 생산통로지수(PATH)는 중기술 생산품 그룹이 가장 크고, 저기술, 고기술 그룹이 그 뒤를 잇는다. 이는 고기술보다는 중기술과 저기술 생산품들에 집중하는 전략이 적어도 수출다각화를 위해서는 보다 유리함을 시사한다.

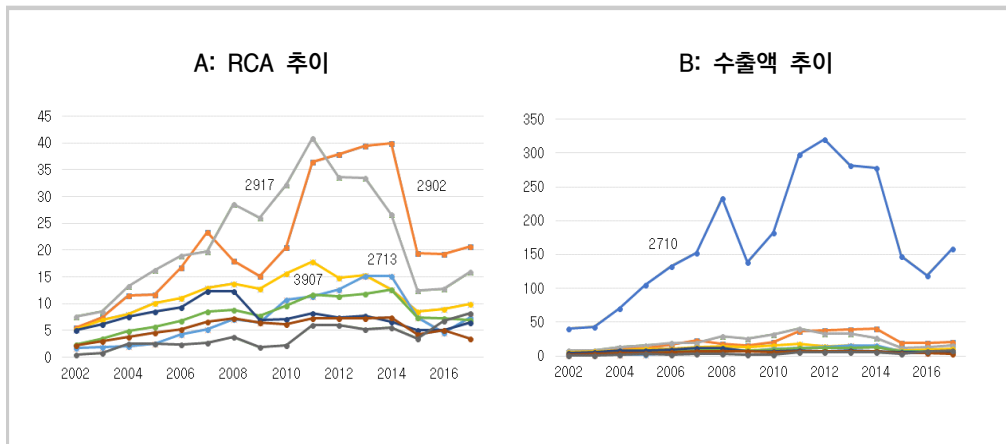


**Table 4.** High-Tech Industries in Ulsan (HS 6-digit)

(2010–2016, Period Average)

그룹 번호	품목 수	품 목 그 림	수출액 (백만\$)	RCA	PRODY	PATH	Density
1	17	항공	0.09	0.0002	29323.2	606.0	0.051
2	11	컴퓨터 및 사무용 기계	3.31	0.0014	26904.1	653.5	0.050
3	49	전자통신	342.63	0.0582	29028.2	708.0	0.054
4	35	제약	0.14	0.0002	35344.5	695.5	0.048
5	86	과학기구	34.34	0.0260	31367.9	749.9	0.054
6	14	전기기계	5.29	0.0143	28261.4	789.9	0.055
7	44	화학	542.96	1.1982	22583.4	664.3	0.052
8	27	비전기식 기계류	38.74	0.1177	33131.3	801.5	0.059
9	21	무기류	0.38	0.0147	25574.2	712.8	0.051

Source: UN Comtrade, KITA.

**Fig. 4.** RCA and Export Amount of Major Petrochemical Products

Source: UN Comtrade, KITA

〈Fig. 3-A〉는 이들 4개 품목그룹의 RCA 추이를 나타내는데 울산의 주력 비교우위 수출품목들의 기술수준은 중기술임을 보여준다. 또한 정유산업을 포함하는 일차산품과 자원기반산품 그룹 또한 비교우위를 가까스로 유지하고 있음이 드러난다. 반면 고기술의 경우 RCA값이 0.5 이하에 머물며 비교열위를 벗어나지 못하고 있는데 저기술도 이와 같다. 〈Fig. 3-B〉에서 기술수준에 따른 품목그룹별 수출액 추이를 보면 RCA 추이에 비해 더 큰 등락폭을 보이며

오르내려 왔다. 특히 MT그룹과 RB그룹이 압도적 비중을 차지하지만 최근 감소추세를 보이고 있고 2016년 현재 각각 400억불과 200억불어치를 수출하는데 그쳤다. 고기술 품목그룹의 수출액은 10억불 근처의 미미한 수준이다.

#### 4. 석유화학산업의 비교우위 구조와 생산고도화 전략

석유산업은 대표적인 장치산업으로 정유를

**Table 5. Product Space Indicators of Ulsan's Chemical Industry**

(2010–2016, Period Average)

번호	HS 코드	품 목 명	수출액 (백만\$)	RCA	PRODY	PATH	집적도	전략적 가치	열린 순 기여도
1	380850	각종 농약	407664.6	6.28	22580	824	0.052	-	-
2	320417	안료색소	54291.1	1.89	25320	891	0.060	3987	1618
3	280470	인	26828.7	15.12	24210	724	0.064	-	-
4	280480	비소	17280.0	0.53	32292	538	0.083	16479	2812
5	280450	붕소와 텔루르	9063.7	10.07	19091	684	0.065	-	-
6	320411	분산성 염료	7971.9	1.30	17570	636	0.047	5817	839
7	380891	살충제	4610.9	0.12	19993	782	0.045	22584	893
8	380893	제초제 등	4338.1	0.09	25819	934	0.046	28199	1187
9	282530	바나듐	3840.9	2.43	15928	364	0.049	1576	792
10	282580	산화안티몬	1925.1	0.46	9118	613	0.051	19727	468
11	282570	몰리브덴	1355.4	0.92	22998	384	0.054	9944	1275
12	320500	레이크 안료	1320.7	1.11	15271	782	0.056	12279	723
13	320419	염료와 색소	753.7	0.11	25268	1110	0.050	34884	1261
14	282550	구리	577.6	0.28	43462	505	0.061	18775	2654
15	380892	살균제	320.0	0.01	24190	921	0.046	26593	1117
16	390760	폴리에틸렌 등	309.3	0.04	22511	961	0.048	28589	1075
17	282590	기타	267.0	0.06	14477	695	0.054	22070	769
18	320413	염기성염료	113.3	0.06	21788	746	0.047	23268	1017
19	320412	산성 염료	54.4	0.01	20085	854	0.049	26029	983
20	320420	형광 증백제	31.1	0.01	26572	890	0.050	27877	1333
21	320416	반응성염료	16.0	0.00	17224	693	0.058	20705	989
22	282520	리튬	11.4	0.01	23526	459	0.053	17842	1250
23	320415	건염염료	7.0	0.00	24151	665	0.044	22405	1075
24	320490	착색제	4.0	0.00	22561	961	0.056	29318	1275
25	320414	직접염료	0.7	0.00	21091	818	0.053	25102	1110
26	280512	칼슘	0.6	0.00	30583	499	0.045	17731	1376
27	380894	소독제	0.4	0.00	27235	908	0.047	26990	1298
28	380899	살충제 관련	0.4	0.00	14332	767	0.041	21362	591
29	282540	니켈	0.1	0.00	28209	543	0.060	18575	1712

Source: UN Comtrade, KITA.

통해 얻어지는 경유와 경질유 등 석유제품 상당 비중을 해마다 수십 개 국으로 수출하면서 오래

전부터 이들을 지역과 우리경제의 압도적 수출 품목들로 우뚝 세워놓았다. 석유산업 분석은 통

상 정제마진의 등락에 따른 수익구조와 수출채산성 등을 그 중심에 두지만 생산물공간모형은 그 시야를 석유산업 수출품목들이 갖는 세계무역에서의 타 품목, 타 수출국과의 연계성과 상호작용의 동학(dynamics)에 둔다. 석유산업과 불가분의 관계인 화학산업은 나프타(naphtha)나 천연가스를 원료로 플라스틱 제조에 사용되는 합성수지, 섬유에 활용되는 합섬원료, 타이어 등에 사용되는 합성고무 등을 생산하므로 매우 다양한 품목들을 포괄하는 산업이다.

석유화학산업에 속한 품목 수는 HS 4단위 1,244개 품목의 18%인 225개인데 2010-2016년 기간 울산이 연평균 5억불 이상 수출한 품목은 <Table 3>에 표시한 9개이다. 이들 9개 품목은 모두 비교우위 품목이지만 2002-2016년 기간 동안의 현시비교우위지수추이를 보면 품목별 변동의 정도는 큰 차이를 보인다(Fig. 4-A). 대부분의 품목의 RCA와 수출액은 2008년의 글로벌 금융위기를 벗어나면서 2011년 전후 해 고점에 도달하였지만 2013-14년 전후 해 급락하였고 최근 하락세가 진정되며 다소 개선되는 모습이다.

생산물공간모형의 관점에서 볼 때 정유산업의 경우 생산고도화 여지는 매우 제한적이지만 화학산업은 <Table 3>에서 보듯 품목들의 집적도가 상대적으로 높고 또한 고소득 선진국들 중심으로 생산역량을 발휘하고 있어 PRODY 값이 높게 나오는 등 생산고도화 여지가 훨씬 넓은 편이다. 생산고도화를 통한 수출바스켓 고도화는 구체적으로 어떻게 접근 할 수 있는지 뒤에서 다시 논하기로 한다.

## 5. HS 6단위에서의 고기술 산업 평가

위에서 울산의 수출품목들을 주요 산업별로 선별해 분석해 보았는데 이제 산업이 아니라 기술, 그 중에서도 고기술(high-tech)에 초점을 맞추어 수출산업 현황을 살펴보되 HS 6단위 수준의 세분화 자료를 사용하기로 하자.

여기서는 품목분류를 HS 6단위로 세분화할 뿐만 아니라 고기술과 첨단기술 품목들을 산업 그룹별로 나눈 상태에서 울산지역 수출산업의

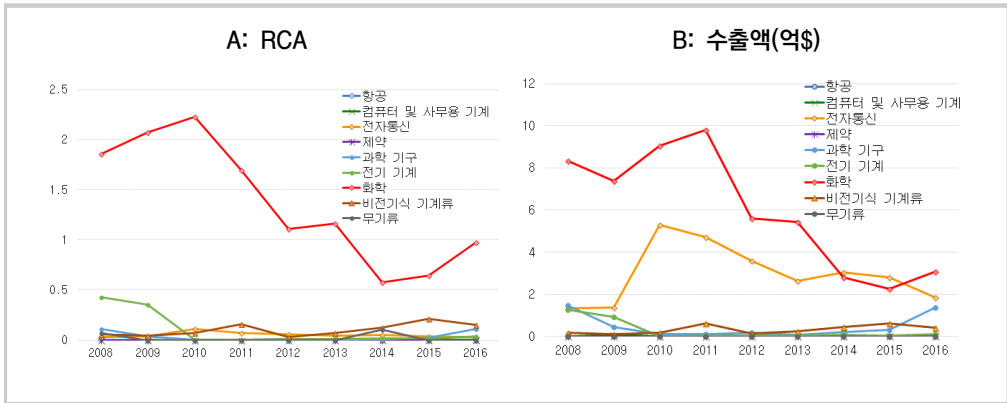
기술수준을 보다 심층적으로 들여다보고자 한다. 고기술 산업 분류는 유럽연합통계청(Eurostat)이 작성해 발표한 분류표(Eurostat indicators on high-tech industry and knowledge-intensive services, Annex 5)를 토대로 작성하였다. 이 자료가 정의하는 고기술 수출품목들은 OECD의 정의에 따라 제조과정이 높은 집약도(high intensity)의 연구개발 투자를 요하는 품목들이며 SITC 5단위 코드목록 체계를 따르고 있다. 본 연구는 UN Comtrade가 제공하는 전환표를 사용해 이를 HS 6단위 코드로 전환하였고 9개 그룹에 걸쳐 총 304개 품목을 조사 대상으로 포착하였다.

<Table 4>는 품목그룹별로 소득 잠재력(PRODY)과 수출다각화 잠재력(PATH)에서 고유한 차이가 존재함을 보여준다. 즉, 고소득 선진국들 중심으로 수출이 이루어지고 있는 제약, 비전기식 기계류, 과학기구, 항공 분야 품목들은 높은 소득 잠재력을 갖는 품목들이 드러난다. 수출다각화 잠재력의 경우 전기 및 비전기식 기계류 품목들이 보다 우월함도 알 수 있다. 그렇다면 이들 9개 고기술 품목그룹들이 처한 울산지역 산업생태계 환경은 외부효과를 누리게 해주는 비교우위 품목들로 가득한 양호한 환경인 것일까? 9개 품목그룹 모두 0.05 근처의 매우 낮은 집적도(density) 값을 보이고 있어 전혀 그렇지 못함을 알 수 있다.

또한 9개 고기술 품목그룹 중에서 비교우위를 보인 품목그룹은 화학산업이 유일한데 고기술로 분류되는 44개 화학생산품 중 울산이 수출실적을 한 해라도 보인 바 있는 29개 품목은 생산물 공간 지표들과 함께 <Table 5>에 그 내역을 제시하였다. 이들 화학생산품들의 2010-2016년 기간 연평균 수출액은 5억 4,296만불로 수출총액의 1% 정도에 불과하다. 나머지 8개 품목그룹은 모두 매우 낮은 RCA 값을 보이고 있고 이들 중 수출액 2위인 고기술 전자통신 품목그룹도 연간 3억 남짓한 수출실적을 보이는데 그친다. 이러한 결과는 울산의 수출산업이 기술 분류상 중기술과 그 이하 품목들에 편중된 장치산업 생산구조로 짜여져 있음을 재확인시켜주고 있다.<sup>6)</sup>

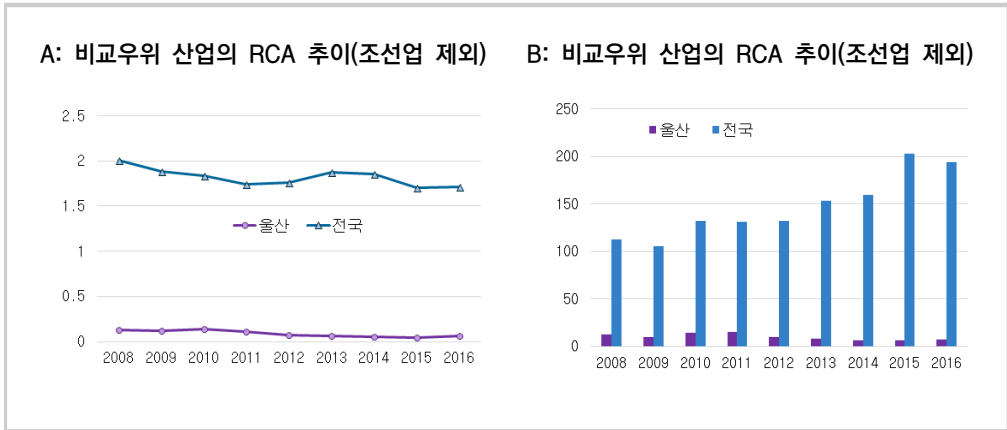
6) 자동차, 조선, 정유산업도 과거 한 때는 고소득 선진

Fig. 5. RCA and Export of Ulsan's High-Tech Industries



Source: UN Comtrade, KITA.

Fig. 6. RCA and Export of High-Tech Industries: Ulsan vs. The Nation



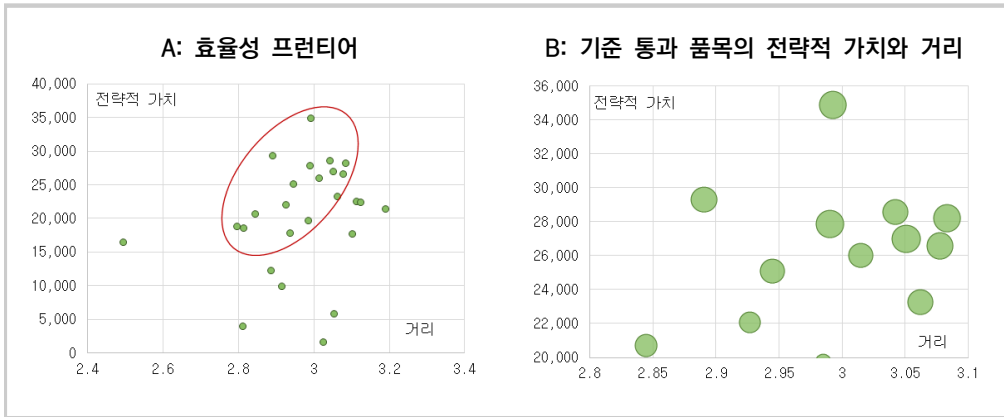
Source: UN Comtrade, KITA.

〈Fig. 5〉는 유일한 비교우위 품목그룹인 화학산업 조차 RCA와 수출액이 2010년 이래 감소추세였음을, 〈Fig. 6〉은 울산의 산업이 고기술과 거리가 먼 생산구조라고 해서 우리나라 전체의 생산구조가 이와 유사한 것은 아님을 말해준다. 9개 고기술 품목그룹 전체에 대해 우리나라는 비교우위를 유지하고 있으며 수출액

국들만이 기술과 생산역량을 보유하고 있었고 기술 개발투자 집약도가 상위권인 산업이었지만 지금은 항공, 제약, 컴퓨터, 정밀기계 등의 첨단산업들에 밀려나 중기술 산업으로 분류된다.

또한 2008년 100억불 수준에서 상승추세를 지속, 2016년에는 그 두 배인 200억불 수준에 달하였다. 이는 우리나라의 고기술 및 첨단기술 수출품목 생산은 대부분 울산경제권 바깥에서 이루어지고 있음을 뜻한다. 따라서 울산이 고기술과 첨단기술 분야로 산업구조를 전환하려면 울산경제권 뿐만 아니라 우리나라 전체에 대한 생산물 공간 분석결과를 함께 고려하여야 한다. 지리적 인접성을 이용하면 타 경제권의 비교우위품목 생산으로부터 외부효과를 보다 쉽게 확보할 수 있을 것이기 때문이다.

Fig. 7. Strategy for Export Basket Sophistication



Source: UN Comtrade, KITA.

## 6. 수출바스켓 고도화전략: 효율성 프런티어의 도출

유일한 비교우위 품목그룹인 화학산업을 보다 자세히 들여다보면 <Table 5>에서 색상 표시한 7개 품목만이 비교우위 품목으로 나타난다. 이들 중 일부는 2010-2016년의 7년 기간 동안 더러 비교열위 상태에 빠지기도 하였다. 이 경우 비교열위품목만을 대상으로 하는 전략적 가치와 열린 숲 기여도 값이 산출될 수 있으므로 기간 전체로는 비교우위품목이더라도 <Table 5>에는 이들에 대한 전략적 가치와 열린 숲 기여도의 기간평균치를 표시하였다. 이들은 이미 비교우위를 달성한 적 있는 품목들이기 때문에 여타의 비교열위품목들에 비해 비교우위 품목들과 보다 인접해있어 전략적 가치가 작은 편이다. 따라서 열린 숲 기여도 또한 높지 않다.

이제 비교열위인 나머지 22개 품목을 비교우위로 전환하는 정책을 편다고 해 보자. 이러한 산업정책의 우선대상 품목을 선별하는 합리적인 기준은 어떻게 정해야 할까? 앞에서 논한 바와 같이 생산물공간모형은 이 때 집적도가 높으면서 동시에 전략적 가치도 높은 품목을 선택할 것을 제안한다.

산포도를 이용해 이를 시각적으로 나타내자면 수직축은 전략적 가치, 수평축은 집적도가 된

다. 집적도는 비교우위 품목과의 거리 개념이며 클수록 비교우위 품목들과 인접함을(즉, 거리가 짧음을) 나타낸다. 그대로 두면 원점에서 멀어질수록 거리가 더 짧아지는 것을 표시하므로 어색함이 있다. 따라서 역수로 바꾼 후 자연대수를 취하기로 한다. 즉, 수평축은  $\ln(1/\text{density}) = -\ln(\text{density})$ 이며 값이 작을수록 비교우위품목들과 더 가까운 거리임을 나타낸다. <Fig. 7-A>에서 빨간 색 원으로 표시한 품목그룹들은 비교우위 품목들과 너무 가깝지도 멀지도 않은 거리에 있으면서 높은 전략적 가치를 가진 품목들이므로 선택대상이 된다. 너무 가까우면 별 노력 없이 그저 얻을 수 있지만(즉, 비교우위로 바로 진화시킬 수 있지만) 열린 숲의 크기를 키우는데 별 기여를 못할 것이고 너무 멀면 지나치게 많은 노력과 비용이 소요될 수 있으므로 그 중간 영역의 거리를 선택해야 한다. 이러한 관점에서 빨간 원은 효율성 프런티어를 나타낸다. <Fig. 7-B>는 이런 방법으로 선택한 품목들만을 버블 차트로 따로 표시한 것인데 버블의 크기는 PRODY이다. 이들 품목들은 <Table 5>에 나열된 품목그룹의 일부이며 그 내역은 생략하기로 한다.

## V. 결론 및 정책적 시사점

우선 울산지역 산업의 구조적 특징과 기술구분을 살펴본 결과 첫째, 석유화학, 자동차, 조선 등의 특정 산업과 이들 산업 내 소수의 특정 품목에 편중된 수출구조와 함께 높은 수출의존도를 갖고 있다는 점, 둘째, 이 중 조선업 품목의 수출비중은 현시비교우위 추이로 볼 때 세계 각국 경제권에 비해 압도적으로 높다는 점, 셋째, 주력 수출품목들은 모두 중기술과 원자재 기반 생산품이며 몇몇 화학산업 품목을 제외하면 고도기술과 첨단기술 생산품은 거의 전무하다는 점, 넷째, 고도기술, 첨단기술 품목의 부재로 울산의 수출바스켓 고도화 수준은 전국에 비해 크게 낮을 뿐 아니라 중국과의 격차도 2010년대 들면서 중국의 추격에 따라잡혀 소멸되었다는 점 등을 확인할 수 있었다. 이러한 구조적 특징들은 미래 지속성장을 위해 고기술 및 첨단기술 품목들의 발굴과 산업과 품목의 다변화를 통해 수출바스켓을 고도화시켜 나아가 함을 시사한다.

이에 생물공간모형이 제시하는 주요 분석지표들을 활용해 비교우위 고기술 산업인 화학산업을 중심으로 분석한 결과 아래와 같은 결론과 정책시사점을 얻었다.

첫째, 비교열위 품목들이 얼마나 비교우위 품목들과 인접하고 있는 지를 표시하는 열린 숲(open forest)의 추이는 울산지역 기존 수출산업이 새로운 비교우위산업의 출현을 용이하게 하는 외부효과를 키워나가지 못하고 있음을 보여준다.

둘째, 울산의 주력 수출품목들은 중기술 이하 품목들이면서 소득 잠재력이 낮은 품목들로 구성돼 있다. 그러나 이들 중기술 품목들은 다각화(diversification) 잠재력이 고기술에 비해 높아 품목 다변화에 드는 시간과 노력 측면에서는 고기술 품목들보다 유리한 점이 있다.

셋째, 화학산업 연관 생산물들의 소득 잠재력은 비교적 큰 편이고 또한 비교우위품목들과 높은 인접성을 갖는다. HS 6단위에서 9개의 고기술 품목그룹들을 비교해본 결과 화학산업은 유일한 비교우위 그룹으로 나타났다. 정유산업의 생산고도화 여지는 매우 제한적이지만 화학

산업의 경우 품목들의 집적도가 상대적으로 높고 또한 고소득 선진국들 중심으로 생산역량을 발휘하고 있어 소득잠재력지수(PRODY) 값이 높게 나오는 등 생산고도화 여지가 훨씬 넓은 편이다.

끝으로, 비교열위 품목들의 가능성에 주목하는 효율성 프린터 분석을 이용해 비교열위 품목들로 구성된 화학산업에 대해 산업정책 대상품목 선정을 시도해 본 바 집약도와 전략적 가치 지표들을 이용해 울산의 미래 성장잠재력을 높이는 품목들을 선별할 수 있었다.<sup>7)</sup> 그러나 보다 효율적인 산업정책 수립을 위해서는 인접 경제권 비교우위 품목들의 생산기반으로부터 얻을 수 있는 외부효과를 추가적으로 고려해야만 할 것이다.

7) 지면제약으로 제시하지 못한 품목들의 세부 목록과 추가 결과물들은 요청이 오면 제공할 것이다.

## References

- César, H. and R. Hausmann (2009a), “The Building Blocks of Economic Complexity”, *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 106, 10570-10575.
- César, H. and R. Hausmann (2009b), “Supplementary Material For: The Building Blocks of Economic Complexity,” *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 106.
- César, H., B. Klinger, A. L. Barabasi and R. Hausmann (2007), “The Product Space Conditions the Development of Nations”, *Science*, 317, 482-487.
- Hausmann, R. and C. Hidalgo (2011), “The Network Structure of Economic Output”, *Journal of Economic Growth*, 16(4), 309-342.
- Hausmann, R. and H. César (2010), *Country Diversification, Product Ubiquity, and Economic Divergence (Harvard CID Working Paper, No. 201)*, Cambridge, MA: Harvard University.
- Hausmann, R. and K. Bailey (2006), *Structural Transformation and Patterns of Comparative Advantage in the Product Space (Harvard CID Working Paper, No 128)*, Cambridge, MA: Harvard University.
- Hausmann, R. and K. Bailey (2007), *The Structure of the Product Space and the Evolution of Comparative Advantage (Harvard CID Working Paper, No. 146)*, Cambridge, MA: Harvard University.
- Hausmann, R. and K. Bailey (2008), *Achieving Export-led Growth in Colombia (Harvard CID Working Paper, No. 182)*, Cambridge, MA: Harvard University.
- Hausmann, R. and K. Bailey (2009), *Policies for Achieving Structural Transformation in the Caribbean (Inter-American Development Bank, Private Sector Development Discussion Paper, No. 2)*, Washington, DC: Inter-American Development Bank.
- Hausmann, R., H. César, B. Sebastián, C. Michele, Sarah Chung, Juan J., S. Alexander and A. Y. Muhammed (2011), *The Atlas of Economic Complexity: Mapping Paths to Prosperity*, Cambridge, MA: MIT Press.
- Hausmann, R., J. Hwang and R. Dani (2007), “What You Export Matters”, *Journal of Economic Growth*, 12(1), 1-25.
- Lee, Byeong-Wan and Jin-Ho Park (2016), *Strategies towards Future Comparative Advantage Industries in Daegu-Gyeongbuk Region Based on the Product Space Model: Studies on New Growth Strategies in Daegu-Gyeongbuk Region (Vol. 3)*, Daegu, Korea: Daegu-Gyeongbuk Branch Office of the Bank of Korea.
- Lee, Byeong-Wan and Jin-Ho Park (2017), “Structural Transformation of Exports in A Product Space Model: The Case of Daegu-Gyeongbuk Province, Korea”, *Korea Trade Review*, 41(1), 47-67.