연구논문

탄성과 무선수진기 개발에 따른 경제적 파급효과 분석

박정규¹ · 김주한^{2*} · 양민영³ · 장성형⁴

¹한국지질자원연구원 지오플랫폼연구본부 북방지질자원전략센터 책임연구원, ²한국전력공사 경영연구원 선임연구원,
³한양대학교 자원환경공학과 석박사통합과정, ⁴한국지질자원연구원 석유해저연구본부 해저지질탐사연구센터 책임연구원

Economic Impact Analysis on Industrialization of Land Nodal

Jungkyu Park¹, Juhan Kim^{2*}, Minyoung Yang³ and Seonghyung Jang⁴

¹Principal Researcher, Northern Geoscience & Mineral Resources Strategy Center, Geoscience Platform Division, KIGAM

²Senior Researcher, Economy & Management Research Institute, KEPCO

³Ph.D. Candidate, Department of Earth Resources and Environmental Engineering, Hanyang University

⁴Principal Researcher, Marine Geology & Geophysical Exploration Research Center, Petroleum & Marine Division, KIGAM

Received 21 August 2020 Final version Received 19 October 2020 Accepted 27 October 2020

Abstract : The purpose of this study is to calculate the economic impact of the development of land nodal. We applied an input-output analysis method to quantify the economic impact of the production and sale of land nodal. This research differs from other economic impact analysis studies in that it analyzes the cost structure of the product and reflects it in the industrial relation table, and uses market size and macroeconomic variables to create a 2030 input-output table using the RAS method. The results show that the coefficient of production inducement in 2030 from the development of land nodal is 2.164, which is higher than the average of all industries. Forward and backward linkage coefficients are 0.849 and 1.102, respectively, indicating that the backward linkage effect was relatively high compared to the forward linkage effect. The result allows us to expect that the development of the land nodal will have a high economic impact on the domestic industries in the future.

Key words : Land Nodal, Economic impact effect, Quantification, Input-output analysis, RAS

요 약 : 본 연구에서는 탄성과 무선수진기 개발의 경제적 파급효과를 산정하였다. 경제적 파급효과는 무선수진기의 사업화 효과를 산업연관분석(input-output analysis)을 활용하여 정량화하였다. 본 논문은 무선수진기의 비용구조를 분석하고, 향후 무선수진기의 사업화 시점을 반영하기 위해 시장규모, 거시경제변수 등을 활용하여 미래시점의 산업연관표를 RAS 기법을 적용하여 작성하였다. 미래시점의 경제적 파급효과를 산정하였다는 점에서 본 논문은 기존 R&D 및 신사업의 경제적 파급효과 논문들과 차이를 지닌다. 파급효과 분석결과, 탄성과 무선수진기 개발에 따른 2030년의 생산유발효과는 전 산업의 평균보다 높은 2.164으로 나타났고, 감응도 계수와 영향력계수는 각각 0.849와 1.102로 나타나 전방연쇄효과에 비하여 후방연쇄효과가 상대적으로 높은 산업으로 확인되었다. 이와 같은 결과로 무선수진기 개발은 향후 국내 다양한 산업으로 영향을 미치는 높은 경제적 파급효과를 유인한다고 볼 수 있다.

주요어 : 무선수진기, 경제적 파급효과, 정량화, 산업연관분석, 이중비례조정법(RAS)

서 론

탄성과 자료취득을 위해서는 음원부(Source), 수신부(Receiver), 기록부(Recording & Control)로 구성된 시스템을 구축하여야 한다. 음원부에서 탄성파를 지층으로 보낸 뒤 지층내부에서 반사되어 돌아오는 신호음을 수신부에서 감지하고 이를 기록부에서 기록하게 된다. 음원부와 수신부에 관련해서는 전선 케이블 연결 또는 전선 케이블을 연결하지 않은 탄성과 탐사자료 취득 시스템이 고안되었고 현

장에서 활용되고 있다(Lee *et al.*, 2016). 수진기가 전선 케이블로 연결되지 않은 무선 탄성과 탐사 시스템은 산악지형, 수목림, 구릉지, 도심지 등 지형적 특성에 따른 영향을 비교적 적게 받아 자유로운 탐사설계와 자료를 취득할 수 있다(Freed, 2008). Park(2018)에서는 향후 탐사시장에서 보편적인 탐사 방법으로는 접근이 어려운 지역의 탐사 수요가 높아지고 있는 점, 보다 정밀한 탐사를 위하여 2차원에서 3차원으로 탄성과 탐사가 고도화되고 있는 점, 작업시간, 인력고용 등 현장 작업의 효율성을 높이고자 하는 점 등

*Corresponding Author, Juhan Kim, juhankim@kepco.co.kr, 60, hyoryeong-ro 72-gil, Seocho-gu, Seoul, Korea

을 고려해야 한다고 하였다. 이에 따라 최근 국내에서는 정부 R&D를 통하여 무선 탄성파탐사 시스템을 구축하고 현장에 적용하는 연구를 수행하였으며 수신부에 해당하는 무선수진기를 개발한 바 있다.

정부 R&D 사업은 새로운 기술 또는 사업을 만들어내는 것으로 해당 R&D를 위한 올바른 방향성의 확립과 정책의 수립을 위해서는 그 영향을 파악하는 것이 중요하다. 무선수진기를 제품화하여 시장에 판매할 경우, 그와 관련한 국내 산업 부문들에서는 신규 수요와 부가가치의 창출이 이루어져 국민경제적 파급효과가 일어나게 된다. 따라서 무선수진기 개발로 비롯되는 국민경제적 파급효과를 정량화해 볼 필요가 있다. 이를 위하여 무선수진기의 비용구조를 분석하고 산업연관표에서 무선수진기와 관련한 산업들을 확인하여야 한다. 또한 무선수진기 개발의 사업화를 가정하고 산업연관표 내에 무선수진기 부문을 신규로 구축할 필요가 있다. 한편, 무선수진기 개발 사업이 국내경제에 미치는 파급효과는 미래시점에 발생하기 때문에 미래시점에 대한 고려가 요구된다. 이에 따라 본 연구에서는 미래에 일어날 파급효과 산정을 위하여 미래 시장수요나 시장규모 및 거시경제 변수들을 반영하는 등의 종합적인 접근을 하고자 한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 선행연구에서는 신산업의 경제적 파급효과와 분석방법론에 대하여 정리하고, 분석방법에서는 본 연구의 분석을 위한 방법론과 전체 분석의 흐름에 대하여 간략하게 설명한다. 데이터에서는 산업연관표 구축을 위하여 사용한 자료 및 분석에 대한 상세 내용을 기술하였다. 분석결과에서는 2030년 무선수진기 산업의 경제적 파급효과에 대한 분석을 진행한다. 결론에서는 전체 연구를 통해 도출한 분석결과와 시사점에 대하여 서술한다.

선행연구

산업연관분석을 활용하면 신규 사업의 경제적 파급효과를 정량화할 수 있으며 동 방법론으로 신사업에 따른 경제적 파급효과를 산정한 다양한 기존연구가 수행되었다.

KAERI(2004), KISTI(2007), Jeong *et al.*(2013), Kim *et al.*(2013), NIA(2015) 등의 연구에서와 같이 특정 사업의 파급효과를 분석할 때에는 사업의 진행을 고려하여 그 영향을 기존의 산업연관표에 반영하고, 이를 활용하여 산업연관분석을 진행한다. 해당 과정에서 특정 산업의 영향을 정확하게 파악하기 위하여 대상 부문을 산업연관표의 외생 부문으로 이동하거나, 분석 시점에 맞추어 연관표를 예측하는 방식이 존재한다(Heo *et al.*(2008)).

Sohn(2014)은 산업연관분석에서 외생화 모형 사용에 대

한 근거를 제시하였다. 해당 논문에서는 산업연관분석을 수행할 경우 타당한 근거가 없는 상황에서 기계적인 계산을 하게 되면 그 결과로 나온 지표가 불합리하다는 점을 언급하면서, 외생화 모형과 전통적 방법에 의한 레온티에프 역행렬계수를 사용하는 기준에 대하여 분석하였다. 외생화 모형으로는 리츠스폴딩(Ritz-Spaulding) 모형과 BOK(Bank Of Korea) 모형, 혼합모형(Mixed Type Model)에 대하여 언급하였으며, 동 연구를 통하여 해당 모형들을 각각 사용하는 경우의 특징과 각 모형을 사용할 수 있는 조건에 대하여 분석하였다.

Kim and Kim(2006)은 우리나라에 연료전지 산업이 도입되는 경우의 국내총산출의 변화 정도를 추정하기 위하여 산업자원부가 발표한 “수소경제 실현을 위한 장기 로드맵”을 활용하여 2010년, 2020년과 2030년의 산업연관표를 추정하여 분석을 진행하였다. 시나리오에 따라 분석 시점과 동일한 산업연관표가 필요하며, 이를 얻기 위해 산업연관표의 추정을 진행하였다. 추정을 위한 방법으로는 라그랑주 승수법의 일종인 KEO-RAS 법을 사용하였다.

본 연구에서는 분석 대상인 무선수진기 역시 현재 산업연관표 상에 존재하지 않는다는 점과 Sohn(2014)에서 언급한 특정 산업분석에 대한 합리적인 지표 도출 조건을 고려하여, 무선수진기 부문을 산업연관표에 반영하고 RAS 법을 활용하여 미래시점의 산업연관표를 작성하는 방법을 활용하였다.

분석방법

산업연관분석

산업연관분석에서는 경제적인 특성을 지니는 계수들을 산정하여 각각의 산업의 특징을 분석한다. 일반적으로 각 부문에서 생산물 1단위를 생산하는 데 소요된 각종 중간재와 부가가치의 단위를 나타내는 투입계수(Input coefficient)와 특정 산업의 제품에 대한 최종수요 1단위에 의해 해당 산업 및 다른 산업에서 직·간접적으로 유발된 생산효과의 크기를 의미하는 생산유발(Production inducement effect)계수, 최종수요로 인해 추가적인 산출이 유발하면서 발생하는 부가가치유발(Value-added inducement effect)의 정도를 나타내는 부가가치 유발계수를 사용한다.

투입계수는 i 부문에서 j 부문으로의 중간투입액(X_{ij})을 해당 부문의 총 투입액(X_j)으로 나눈 것으로, 다음의 식 (1)과 같이 산정이 가능하다.

$$a_{ij} = X_{ij} / X_j \quad (1)$$

또한 산업연관표의 원리에 따라 도출한 투입계수 행렬

(A)과 총 산출액 벡터(X), 최종수요액 벡터(Y), 수입액 벡터(M), 잔폐물 발생액 벡터(Z)는 식(2)와 같은 관계를 지닌다.

$$\begin{aligned} X - AX &= Y - M - Z \\ (I - A)X &= Y - M - Z \\ X &= (I - A)^{-1}(Y - M - Z) \end{aligned} \quad (2)$$

위의 식에서 $(I - A)^{-1}$ 항이 생산유발계수 행렬을 의미하며, 수학적 형태를 근거로 레온티에프(Leontief) 역행렬이라고도 부른다. 생산유발계수표는 수입의 취급방법에 따라 여러 가지 유형으로 나눌 수 있으며, 본 연구에는 국산과 수입을 구분한 비경쟁수입형의 국산거래표를 이용하는 $(I - A^d)^{-1}$ 형을 사용하였다.

한편, 부가가치 벡터를 V, 부가가치율(a_i^v)의 대각행렬을 $\hat{A}^v$ 라고 두고 각각의 관계를 활용하면 다음의 식(3)과 같이 부가가치 유발계수를 산정하는 것이 가능하다.

$$\begin{aligned} a_i^v &= V_i / X_i \\ V &= \hat{A}^v X = \hat{A}^v (I - A^d)^{-1} \end{aligned} \quad (3)$$

고용(취업)유발계수는 특정 산업 10억 원 산출 증가 시직·간접적으로 유발되는 전 산업부문의 고용자 수 증가량을 의미한다. 취업(고용)계수의 대각행렬을 $\hat{L}$ 이라 하면 노동투입량(L)은 투입계수와 고용(취업)유발계수 행렬의 곱으로 나타내는 것이 가능하며, 따라서 고용(취업)유발계수는 다음의 식(4)의 관계식으로 구할 수 있다.

$$L = \hat{L}(I - A^d)^{-1}(Y^d - Z) \quad (4)$$

관련 식과 모형에 대한 자세한 유도 과정에 대해서는 Yoo(2003)을 참고할 수 있다.

분석 프레임워크

무선수진기 개발에 따른 파급효과를 산정하기 위해서는 기술에 대한 비용구조 및 산업과의 연관성에 대한 이해가 요구된다. 이를 위해 본 연구는 무선수진기에 대한 비용구조를 파악하고 이를 바탕으로 제품과 무선수진기의 개발과 직접적인 연관을 갖는 산업연관표상의 부분들을 파악하였다. Fig. 2는 제품-산업연관도로 무선수진기와 산업연관표를 매칭하기 위해 작성되었다. 작성된 제품-산업연관도는 무선수진기의 개발로 인해 영향을 받는 산업들의 구분과 해당 산업의 분할을 위한 근거자료로 사용된다. 제품-산업연관도를 활용하며 산업연관표에 무선수진기 부분을 추가하여 그 영향을 분석할 수 있다.

본 연구에서는 산업연관표 상에 존재하지 않는 무선수진기 개발 사업에 따른 경제적 파급효과를 산정하기 때문에 실제 파급효과가 발생하는 시기를 고려해야 한다. 따라서 해당 산업이 산업연관표에 유의미한 영향을 미칠 수 있는 시기를 기준으로 분석이 이루어져야 한다. 본 연구에서는 미래시점인 2030년을 분석시기로 설정하여 경제적 파급효과를 분석하였다.

이를 위하여 거시경제지표의 예측치와 산업구조 예측 전망에 대한 정보를 활용하여 각 부분의 비중을 산정하였고, 무선수진기 산업의 산출액 예측치를 적용하여 세부적인 산업구조를 구축하였다. 이때, 예상 산출액은 수요 예측 자료¹⁾를 활용하였고, 과대산정을 피하기 위한 방식인 외생화 방식을 적용하였다(Yang and Kim(2017)).

데이터

무선수진기의 구조 및 비용

무선수진기 제품의 생산 및 판매에 따른 경제적 파급효과를 산정하기 위해서는 무선수진기의 구조를 파악해야 한다. 무선수진기는 탄성과 신호음을 기록하고 외부기기와 통신하는 역할을 수행하기 위하여 일반적으로 탄성과 신호를 감지하는 감지모듈, 탄성과 탐사신호 및 GPS 신호를 수발신하는 등의 통신모듈, 감지된 탄성과 탐사신호 등을 처리하는 데이터처리모듈, GPS신호 및 탄성과 탐사신호 등을 저장하는 저장모듈로 구성된다(Fig. 1).

위 기능을 수행하기 위해 필요한 무선수진기의 주요 구성 부품으로는 Micro control unit, PCB, GPS, clock, A/D Converter, Memory, Lithium-Ion battery pack, Geophone, Network interface, connection port 등으로 구성된다. 무선수진기 제품의 산업연관표를 작성하기 위해서는 주요 구성 부품의 비용구조 역시 분석하여야 한다. 시장가격을 참조하여 위 Table 1과 같은 비용구조를 파악할 수 있으며, 이에 따른 무선수진기 한 단위 제작 비용을 살펴보면 배터리를 포함한 동력부가 약 21%, 지오폰이 약 15.2%, GPS 모듈이 13.11%, A/D 컨버터가 약 10.5% 기타 무선통신 기기, 기타

Fig. 1. Modules of land nodal.

1) Visiongain(2015)

Table 1. Cost structure of land nodal

Part of seismic nodal system	Weight of total cost (%)
A/D Converter	10.49
Li-Ion Battery	20.98
PCB	5.24
Wifi module	13.99
Memory	1.75
GPS module	13.11
Geophone	15.21
MCU	1.75
Housing	2.62
Other electronic components	12.24
Others	2.62

전자기기 등으로 구성됨을 알 수 있다.

제품-산업 연관 모형

비용구조에 따르면 무선수진기는 대분류 하에서 크게 4가지 산업부문과 유관하다. 보다 정확한 분석을 위하여 이를 기본부문 단위로 살펴보면 전기 및 전자기기 산업에서 7

가지 기본부문의 분류가 가능하며, 이에 따라 무선수진기 개발로 인한 수요증가 및 중간재 이동은 대부분 전기 및 전자기기 사업에서 창출될 것으로 예상할 수 있다. 이러한 정보를 활용하면 아래의 Fig. 2와 같이 무선수진기 개발에 소요되는 부품을 부문분류표 상의 국내 산업과 연결한 제품-산업연관도의 작성이 가능하다.

해당 모형은 무선수진기 개발이 사업화가 되는 경우를 가정하여 무선수진기가 산업연관표 내의 한 부문으로 구성될 때의 유관산업의 구조를 판별할 수 있도록 하며, 동 모형을 활용하면 무선수진기 개발의 경제적 파급효과를 추정할 수 있다.

산업연관표 재구성

본 소절에서는 Fig. 2에서 분류한 제품-산업연관도를 활용하여 무선수진기 제품의 비용구조와 연결되는 기본부문 분류를 파악하고 이를 통해 무선수진기가 포함된 신규 산업연관표를 작성하였다. Table 2는 제품-산업연관도를 기본으로 한 산업연관표상의 산업분류를 나타낸다.

위의 Fig. 2에서 분류한 10개의 기본부문을 기존 산업부문에서 추출하여 무선수진기 부문으로 통합하였다. 이 과정에서 유관산업으로 추출되는 부문은 대분류로 통합하는 과정에서 그 영향을 반드시 고려해주어야 한다. 예를 들어 “012. 전기 및 전자기기” 산업에서의 무선수진기 산업으로

Fig. 2. Matching table of land nodal and io industry classification.²⁾

2) fig. 2의 산업은 io내 산업부문 분류를 의미함.

Table 2. Industry sectors related to land nodal

Large sector level	Medium sector level	Small sector level	Basic sector level
007. Manufacture of chemicals	023. Plastic	047. Primary Plastic Products	132. Primary Plastic Products
010. Metal Products	031. Metal Products	066. Other Metal Products	191. Other Metal Products
012. Electrical and Electronics	034. Electric Equipment	079. Electric Transformers, Distribution and Control Apparatuses of Electricity	216. Electric Transformers
		080. Cells and Batteries	219. Cells and Batteries
		084. Printed Circuit Boards	228. Printed Circuit Boards and Loaded Electronic Components onto PCB
	037. Other Electronic Components	085. Other Electronic Components	230. Other Electronic Components
	038. Computer and Peripheral Equipment	086. Computer and Peripheral Equipment	231. Computer
013. Precision Instruments	039. Broadcasting, Telecommunication Apparatuses, Electronic Video and Audio Equipment	087. Broadcasting and Telecommunication Equipment	232. Computer Storage Units
			236. Other Broadcasting and Wireless Telecommunication Equipment
	041. Precision Instruments	090. Medical and Measuring Equipment	244. Measuring and Inspection Equipment

Table 3. Sector reclassification adopted in this study

No.	Sector	No.	Sector	No.	Sector
1	Agricultural, Forestry, Fishing and Hunting Affairs	12	Electrical and Electronics	23	Financial and Insurance Services
2	Mining products	13	Precision Instrument	24	Real Estate Agencies and Rental
3	Food and Beverage	14	Transportation Equipment	25	Professional, Scientific and Technical Services
4	Textiles and Leather Products	15	Other Manufacturing and Forestry Products	26	Business Support Service
5	Wood and Paper, Printing	16	Power, Gas and Steam	27	Public Administration and Defense
6	Coal and Petroleum Products	17	Water, Waste and Recycling Services	28	Educational Service
7	Chemical Products	18	Construction	29	Health and Social Services
8	Non-Metallic Mineral Products	19	Wholesale and Retail Service	30	Cultural and Other Services
9	Primary Metal Products	20	Transportation Service	31	Seismic Nodal System
10	Metal Products	21	Restaurants and Accommodation Services		
11	Machinery and Equipment	22	Communication and Broadcasting Service		

분류되는 부문³⁾은 신규 산업으로 분류되므로, 기존의 대부분류 하에서 해당 부문의 영향을 제외한 새로운 “012. 전기 및 전자기기” 부문을 작성해야 한다. 각 산업별로 이러한 과정

을 반복하여 전체 산업연관표의 밸런싱(Balancing) 작업을 수행한다. 이를 통해 작성한 신규 산업연관표는 Table 3과 같이 기존 30개의 대부분류에 무선수진기 부문이 새로 추가된 31×31로 구성되었다.

3) 216(Electric Transformers)-236(Other Broadcasting and Wireless Telecommunication Equipment)

Table 4. Regional land seismic acquisition markets 2016-2026 (\$m)

	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026
Global	2128	1959	2008	2168	2374	2683	2978	3201	3153	3043	3195
North America	603	482	465	496	565	661	743	844	831	836	880
Asia Pacific	368	341	351	382	418	470	527	570	561	545	572
Middle East	320	339	347	375	401	432	459	445	429	365	367
Russia and the Soviet Union	261	237	241	260	280	311	340	356	337	320	332
Africa	241	241	249	271	292	338	378	407	407	402	428
South America	200	195	230	251	275	315	357	389	400	394	427
Europe	136	124	125	133	143	157	174	189	188	181	189

Source: Visiongain (2015)

Table 5. Wireless acquisition system submarket forecast 2016-2026

	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026
CAPEX (\$m)	82	73.9	69.7	83.3	111.5	129.3	131.8	130.4	155.8	192.5	228.1
AGR (%)	-22	-9.90	-5.70	19.50	33.90	16.00	1.90	-1.10	19.50	23.60	18.50
CAGR (%)	9.50 (2016-2020)						12.00 (2021-2026)				
	10.80 (2016-2026)										

Source: Visiongain (2015)

경제적 파급효과 분석 결과

2030년 산업연관표 추정을 위한 방법론

본 연구에서는 산업의 성장 속도와 안정화 기간을 고려하여 분석 산업의 구성 시점을 2030년으로 설정하였다. 2030년 산업연관표 추정⁴⁾에서는 기존 산업연관표의 투입 구조가 변하지 않음을 가정한다. 미래 산업연관표의 작성은 이중비례조정법(Biproportional adjustment method)을 활용한다. 이는 기준연도의 투입계수를 활용하여 예측연도의 투입계수를 추정하는 방식으로 RAS 방법이라고 부른다.⁵⁾ RAS에 대한 자세한 설명은 Stone(1961)과 Heo *et al.*(2008)에 서술되어 있다.

4) Kim and Kim(2006)에 따르면 예측시점의 투입계수에 대해서 직접적인 정보가 없는 경우에 간접적인 정보를 활용하여 투입계수를 추정하는 것이 과거의 투입계수를 그대로 사용하는 것에 비해 현실을 더욱 반영하고 있으므로 추정결과의 신뢰성을 높일 수 있다. 따라서 본 연구에서는 이러한 점을 반영하여 현재 공표된 2014년 산업연관표 대신 2030년의 산업연관표를 추정하는 방식을 사용하였다.

5) 해당 방식은 1963년 영국 캠브리지 대학의 R. Stone 교수가 제시한 방법이다. 행변화계수(r계수)와 열변화계수(s계수)를 이용하기 때문에 R. Stone 교수가 독자적으로 제시한 RAS 방법이라고 불린다.

RAS 방법의 활용에는 목표연도에 발생될 중간 투입액과 중간수요액에 대한 추정이 필요하다. Kim and Kim(2006)에 따르면 해당 값들은 국내총생산(GDP), 산업구조의 예측, 인구변화에 대한 추정치 등의 거시경제지표 전망을 사용하는 것이 가능하므로 본 연구에서는 거시경제지표⁶⁾를 활용하여 해당 값들을 추정하였다.

2030년 무선수진기 개발의 경제적 파급효과

본 연구에서는 Table 4과 Table 5에 정리한 Visiongain(2015)의 시장 전망치와 연평균 성장률(Compounded annual growth rate)을 자료를 활용하여 2030년의 글로벌 시장 규모를 320백만불로 예측하였으며, 국내 무선수진기 산업이 영향을 미칠 수 있다고 판단되는 아시아 태평양 시장의 2030년 무선수진기 시장의 규모를 약 710억 원으로 예측하였다. 또한 Table 1의 무선수진기 제품의 비용 구조를 산업연관표 내의 부문에 맞도록 조정하여 값을 반영하였다. 위와 같은 고려사항을 반영하여 무선수진기의 영향을 포함한 2030년 산업연관표를 작성하고 2030년 무선수진기 부문이 국민경제에 미치는 파급효과를 산정하였다.

6) 잠재성장률은 KDI와 한국은행, OECD의 잠재성장률 전망치를 비교한 MEF(2015)의 자료를 사용하였으며, 산업구조 전망은 KIET(2012)의 자료를 참고로 하였다.

Table 6. Economic effects of the investment in the seismic nodal system (2030)

No.	Sector	Backward	Forward	Sector	Production	Value-added
1	Agricultural, Forestry, Fishing and Hunting Affairs	1.09603	0.80416	1	0.01145	0.00394
2	Mining products	1.00080	2.39595	2	0.15977	0.05586
3	Food and Beverage	1.28670	0.93220	3	0.01665	0.00185
4	Textiles and Leather Products	1.26418	0.82423	4	0.03254	0.00601
5	Wood and Paper, Printing	1.18877	0.88308	5	0.03749	0.00805
6	Coal and Petroleum Products	1.29836	1.77840	6	0.13266	0.00562
7	Chemical Products	1.28935	2.37177	7	0.33248	0.06408
8	Non-Metallic Mineral Products	1.17342	0.59272	8	0.04822	0.01093
9	Primary Metal Products	1.56386	2.48653	9	0.30066	0.03203
10	Metal Products	1.27530	0.90338	10	0.07340	0.01802
11	Machinery and Equipment	1.03405	0.87705	11	0.04801	0.01883
12	Electrical and Electronics	1.01087	1.19671	12	0.27816	0.10536
13	Precision Instrument	1.06485	0.48299	13	0.01727	0.00561
14	Transportation Equipment	1.24634	0.88658	14	0.02728	0.00605
15	Other Manufacturing and Forestry Products	1.16611	0.94105	15	0.07102	0.01795
16	Power, Gas and Steam	1.10130	1.21023	16	0.07385	0.01893
17	Water, Waste and Recycling Services	0.89871	0.51386	17	0.01760	0.00778
18	Construction	1.14269	0.39330	18	0.00409	0.00110
19	Wholesale and Retail Service	0.75130	1.51852	19	0.12977	0.06560
20	Transportation Service	0.98352	1.61919	20	0.11040	0.04101
21	Restaurants and Accommodation Services	0.99569	0.68276	21	0.02518	0.00943
22	Communication and Broadcasting Service	0.72496	0.85981	22	0.03681	0.01899
23	Financial and Insurance Services	0.64994	1.08061	23	0.05564	0.03174
24	Real Estate Agencies and Rental	0.55504	0.78175	24	0.02996	0.02141
25	Professional, Scientific and Technical Services	0.68893	0.80359	25	0.04699	0.02862
26	Business Support Service	0.59714	0.71329	26	0.02553	0.01796
27	Public Administration and Defense	0.62357	0.39164	27	0.00457	0.00309
28	Educational Service	0.62281	0.33375	28	0.00063	0.00044
29	Health and Social Services	0.80372	0.38172	29	0.00375	0.00200
30	Cultural and Other Services	0.79947	0.51021	30	0.01183	0.00658
31	Land Nodal	1.10223	0.84894	31	2.16366	0.63486

Table 6은 산업연관분석에 따른 부문별 전방연쇄효과, 후방연쇄효과, 생산유발효과, 부가가치유발효과를 나타낸다. 무선수진기 부문의 생산유발효과 분석 결과를 살펴보면, 생산유발계수는 2.16366으로 추정되었다. 이는 해당 산업의 산출액이 1원 증가할 경우 해당 산업을 제외한 타 산업에서 2.16366의 생산이 유발되어, 2030년 710억원의 산업규모가 창출될 경우 약 1536억원의 생산유발 효과가 나타난다는 것을 의미한다. 전 산업의 생산유발계수의 평

균이 1.88797이라는 점을 고려하면 무선수진기 부문은 상대적으로 높은 생산유발효과를 가진다는 것을 알 수 있다. 산업별로 살펴보면 화학제품, 1차 금속제품, 전기 및 전자기기 제품이 높은 생산유발계수를 가진다. 산업구조 반영 시 화학제품이나 전기 및 전자기기 부문에는 그 영향을 고려하였으나, 1차 금속제품 부문에는 직접적인 반영이 없었다는 점을 감안하면 해당 부문의 생산유발효과가 높게 나타난다는 것은 중간재의 흐름 등을 고려하였을 때 무선수진기 개발에 따른 영향이 산업연관표에 반영되어 나타난 결과로 해석할 수 있다. 이는 결과 값을 동 사업에서 비롯된 파급효과로 분석할 수 있는 근거라고 할 수 있다. 따라서 국내에서 무선수진기를 개발하는 경우 해당 산업은 타 산업 대비 높은 생산유발효과를 가지며 그 중에서도 특히 화학

- 7) 일반적인 파급효과 분석과는 달리 미래시점 분석에서는 고용유발계수와 취업유발계수 추정에 제약이 존재한다. 이에 따라 2030년 추정 산업연관표를 활용한 파급효과 분석에서는 해당 계수들을 산정하지 않았으며, 생산유발효과와 부가가치 유발효과만을 산정하였다.

Fig. 3. Backward and forward linkage effect of 2030 input-output table.

제품과 1차 금속제품, 전기 및 전자기기 분야에서 높은 생산유발효과를 보이는 것을 알 수 있다. 2030년의 부가가치 유발계수는 0.63486으로 무선수진기 부문의 부가가치 유발효과는 상대적으로 낮은 것을 확인할 수 있다. 각 부문별 부가가치 유발효과를 살펴보면 다음과 같다. 우선 생산유발효과와 동일하게 화학제품의 부가가치 유발효과가 가장 크게 나타났다. 다음으로 정보통신 및 방송서비스, 정밀기기에서 높은 부가가치 유발효과가 나타났다.

2030년의 각 산업의 전·후방 연쇄효과를 파악하기 위해 무선수진기 부문의 감응도계수와 영향력계수를 추정하였다. 감응도계수는 모든 산업부문에서 생산물이 각각 한 단위 증가하는 경우에 특정 산업이 받는 영향을 의미하며, 이러한 영향은 전방연쇄효과(Forward Linkage Effect)라고도 부른다. 해당 계수는 다음의 식 (5)에 따라 값이 도출된다.

$$i\text{부문의 감응도 계수} = \sum_{j=1}^n b_{ij} / \left(\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n b_{ij} \right) \quad (5)$$

영향력계수는 특정 산업에서 최종수요가 한 단위 증가하는 경우의 영향이 전체 산업대비 가지는 상대적인 크기를 의미하는 후방연쇄효과(Backward Linkage Effect)의 정도를 나타낸다. 다음의 식 (6)과 같이 특정 산업의 생산유발계수의 열의 합계를 전체 산업의 평균으로 나누어서 구한다.

$$i\text{부문의 영향력 계수} = \sum_{i=1}^n b_{ij} / \left(\frac{1}{n} \sum_{j=1}^n \sum_{i=1}^n b_{ij} \right) \quad (6)$$

감응도계수와 영향력 계수는 Table 6의 결과와 같이 각각 0.84894, 1.10223으로 나타나 후방연쇄효과(영향력계수)가 더 높은 것을 알 수 있다. 일반적으로 영향력계수가 1보다 큰 산업의 경우 완제품·최종재로 활용되어 후방연쇄효과가 상대적으로 더 높고, 감응도계수가 1보다 큰 산업의

경우 중간재로 사용되어 전방연쇄효과가 상대적으로 높은 산업이다. 분석결과 Fig. 3과 같이 무선수진기 부문은 후방연쇄효과가 높은 반면 전방연쇄효과가 상대적으로 낮은 산업에 속하는 것으로 나타나 국민경제에서 주로 완제품 및 최종재로 소비될 것으로 예측된다.

결론

본 연구에서는 무선수진기의 비용 구조를 고려하여 기존의 연관표에서 분류하지 않았던 무선수진기 부문을 포함한 신규 산업연관표를 작성하고 이에 따른 경제적 파급효과를 산정하였다. 더불어 보다 정확한 파급효과의 분석을 위하여 사업이 활성화 될 것으로 예상할 수 있는 2030년을 기준으로 두고 RAS 방식을 활용하여 미래 시점의 산업연관표를 추정하였다. 이를 통하여 본 연구에서는 무선수진기가 시장에서 실제 매출이 발생하는 미래시점에 대한 경제적 파급효과를 산정하였고 이를 위한 적절한 연구 프레임워크를 제안하였다.

파급효과 분석결과, 2030년의 생산유발효과는 2.164, 부가가치유발효과는 0.635로 나타난다. 생산유발의 경우 국내에서 무선수진기 산업의 육성을 진행하는 경우 전 산업의 평균보다 높은 생산유발효과가 나타나며 특히 화학제품, 1차 금속제품, 전기 및 전자기기 제품에서 그 효과가 상대적으로 크게 나타난다. 부가가치 유발효과의 경우 타 산업의 평균보다 다소 낮은 값을 나타내며 이는 제조부문 중심의 구조에서 기인한다. 감응도계수와 영향력계수는 각각 0.849와 1.102로 탄성과 무선수진기 개발은 전방연쇄효과에 비하여 후방연쇄효과가 상대적으로 높은 특징을 보였다. 무선수진기 기술개발은 우리나라가 강점이 있는 전자전기, 기계 부문 중심의 기술로 기술개발과 제품 활용을 통해 레코드가 확보될 경우 제조와 수출 등으로 인한 경제유발 효과가 창출될 것으로 기대된다. 또한 무선수진기 개발은 취약한 우리나라 자원산업의 저변을 넓히는 역할을 할 것으로 기대된다.

본 연구는 무선수진기 산업의 생산구조를 파악하여, 산업연관표 상에서 해당 산업으로 인해 영향을 받는 부문들과의 연관성을 분석 및 분류하여 무선수진기 산업이 활성화 될 경우에 경제적 파급효과를 분석하였다. 분석은 산업구조의 단순 차용이 아닌 거시경제지표를 활용하여 실제 일정수준 이상의 산업산출이 발생하는 미래 시점에 대해 파급효과를 분석하였다는 점에서 의의를 지닌다. 그러나 분석대상인 무선수진기는 기존 산업연관표에 그 영향이 포함되어 있지 않아 해당 부문을 구축하는 과정에서 정보의 한계가 존재하였다. 이로 인해 전수 조사대비 실제 산업의 특성 전체를 반영할 수 없었다는 점은 연구의 한계로 작용

하였다. 또한 무선수진기가 활용되는 자원개발 및 연관제조 산업의 전망자료 등의 추정과 적용의 불확실성이 크다는 연구의 한계가 존재하여 추후 연구에서는 이러한 요소들에 대한 추가적인 고려가 이루어져야 할 것으로 판단된다.

사 사

본 연구는 산업통상자원부(MOTIE)와 한국에너지기술평가원(KETEP)의 지원을 받아 수행한 연구과제입니다(No.20182510102470).

References

- Bank of Korea, 2016. *2014 Input-Output Statistics*, Seoul, Korea, 217p.
- Freed, D., 2008. Cable-free nodes: The next generation land seismic system. *The Leading Edge*, 27(7), p.878-881.
- Heo, J.Y., Yoo, S.H., and Kwak, S.J., 2008. The role of the IT industry in the Korean national economy : an Input-Output analysis. *Journal of Industrial Economics and Business*, 21(2), p.483-500.
- Hong, S.K. and Kim, Y.K., 2012. Induced production analysis of Casino Industry in Singapore using Input-Output analysis. *Journal of Leisure Studies*, 10(1), p.73-95.
- Jeong, W.S., Kim, S.H., and Min, K.S., 2013. An Analysis of the Economic Effects for the IoT Industry. *Journal of Korean Society for Internet Information*, 14(5), p.119-128.
- Kim, T.Y., Jin, S.J., Park, S.H., and Pyo, H.D., 2013. The economic impacts of marine Bio-energy development project. *Journal of Energy Engineering*, 22(2), p.184-196.
- Kim, Y.K. and Kim, J.I., 2006. Forecast of domestic outputs from the introduction of hydrogen energy in Korea using Input-Output analysis. *Journal of the Korean Society for New and Renewable Energy*, 2(1), p.72-81.
- Korea Atomic Energy Research Institute, 2004. *A study on the Impacts of R&D Expenditures of Korea Atomic Energy Research Institute on the National Economy*, KAERI Report 2464, Daejeon, Korea, 148p.
- Korea Institute for Industrial Economics and Trade, 2012. *Mid- & Long-Term Projection of Korean Industry Considering An Aging Population*, KIET Report 2012-638, Sejong, Korea, 260p.
- Korea Institute of Science and Technology Information, 2007. *Economic Impacts of KISTI Supercomputing Center Programs*, Seoul, Korea, 143p.
- Lahr, M.L. and de Mesnard, L. 2004. Biproportional techniques in Input-Output analysis: table updating and structural analysis. *Journal of Economic Systems Research*, 16(2), p.115-134.
- Lee, D.H., Kim, B., and Jang, S., 2016. Cable-free seismic acquisition system. *Geophysics and Geophysical Exploration*, 19(3), p.164-173.
- M. Bacharach, 1970. *Bipropotional Matrices and Input-Output Change*, University Cambridge Department of Applied Economics.
- Ministry of Economy and Finance, 2015. *Korea's Mid- and Long-term Economic Development Strategy*, Sejong, Korea, 73p.
- National Information Society Agency, 2015. *An Analysis of the Economic Impact of the IoT Demonstration Project*, NIA Report 15014, Seoul, Korea, 201p.
- Park, J.K., 2018. Patent trend and characteristics of major companies in the field of seismic nodal system. *Journal of the Korean Society of Mineral and Energy Resources Engineers*, 55(6), p.635-648.
- Sohn, T.H., 2014. Consideration of exogenous Input-output model. *Journal of the Korean Industrial Economic Association*, p.59-77.
- Stone, R., 1961. *Input-Output and National Accounts*. Organization for European Economic Cooperation, Paris, France.
- Visiongain, 2015. *Land Seismic Equipment & Acquisition Markets 2016-2026*, London, United Kingdom, 183p.
- Yang, M.Y. and Kim, J.S., 2017. Economic impact of City-Gas industry by the expansion of natural gas use in power generation. *Environmental and Resource Economics Review*, 26(4), p.549-575.
- Yoo, S.H., 2003. An analysis on the national economic effects of information and communications industry. *Telecommunications Review*, 13(3), p.347-359.

박 정 규

현재 한국지질자원연구원 지오플랫폼연구본부 북방지질자원
전략센터 책임연구원
(本學會誌 第 55卷 第 6号 参照)

양 민 영

2013년 한양대학교 자원환경공학과 공학사

현재 한양대학교 자원환경공학과 석박사통합과정 재학
(E-mail; yminy94@hanyang.ac.kr)

김 주 한

2013년 한양대학교 자원환경공학과 공학사
2019년 한양대학교 자원환경공학과 공학
박사

현재 한국전력 경영연구원 선임연구원
(E-mail; juhankim@kepcoco.kr)

장 성 형

1986년 전남대학교대학교 자원공학과 공
학사
1988년 한양대학교 대학원 공학석사
1996년 한양대학교 대학원 공학박사

현재 한국지질자원연구원 석유해저연구본부 해저지질탐사연구
센터 책임연구원
(E-mail; shjang@kigam.re.kr)