



Assessing Vulnerable Areas for Water Resources Industry Using Water Industry Index

Dae Myoung Jeong[#], Suk Jin Jang, Sung Yeul Choi⁺

C-428 Sigma2, 164 Tanchonsang-ro, Bundang-gu, Seongnam-si, Gyeonggi-do, Korea

Abstract

This study developed the water industry index to be used for the overseas expansion of the water resource industry in Korea and examined its applicability. We investigated the domestic and foreign water resources indicators that have been previously developed, examined the detailed items and purposes of each indicator, and then selected the detailed indicators for three types of water industry: watershed development industry, water supply and sewerage industry and alternative water resource industry. We created a water industry index for each country using the detailed indicator items. When comparing the calculated water industry indexes across the continent, the indexes were generally estimated high in Africa and Asia while those in Europe were low for all industrial types. As a result of this study, we provided information that can help Korean water resources company establish their overseas strategy and determine priorities based on an objective and quantitative evaluation of water industry in a target country.

Key words: water industry index, global, water resource industry

1. 서론

최근 기후변화로 인한 물 부족 현상이 전 세계적으로 나타나고 있으며, 신흥국의 산업화와 도시화에 따른 신규 수자원산업, 사막지역인 중동국가들의 해수 담수화 관련 시설 투자, 서구 선진국들의 노후 상하수도관 교체 등으로 글로벌 물시장의 성장이 촉진되고 있어 많은 수자원 전문기업들이 등장하고 있다. 수자원산업은 기간산업인 관계로 자국 산업을 보호하기 위한 보호주의 정책 등 정부 규제가 심한 산업으로 전 세계적으로 민영

화가 확대되고 있으나 기업의 진입 장벽이 높은 산업이며, 진출대상 국가들의 투자여건, 법·제도적 규제와 사회, 환경, 경제전망, 정책의지 등 다양한 부분의 고려가 필요한 난이도가 높은 산업이다.

우리나라의 경우 일부 대기업에 의한 투자가 주를 이루고 있으며, 투자를 위한 기초적인 자료가 독점적으로 관리되어 중소기업의 경우 수자원의 생산, 운송 및 저장, 재활용 분야의 우수한 기술력을 확보하고도 진출가능한 해외시장의 수요처를 판단하지 못하여 해외 수자원산업 진출에 어려움을 겪고 있는 실정이다.

[#] The 1st author: Dae Myoung Jeong, Tel. +82-31-621-2118, Fax. +82-31-621-3119, e-mail, sign007@nate.com

⁺ Corresponding author: Sung Yeul Choi, Tel. +82-31-621-2119, Fax. +82-31-621-3119, e-mail, sixbong777@gmail.com

따라서, 본 연구에서는 글로벌 수자원산업 진출을 위한 물산업지수의 개발을 위하여 세계의 물 관련 지표를 조사하고 각 지표의 세부항목·목적 등을 검토하여 글로벌 물산업지수 평가기법을 개발하고 적용성을 검토하였다.

II. 국내·외 수자원관련 지수 연구동향

1. 국내

국내의 수자원분야에서 지수관련 연구는 많지 않으나 최근 지수연구의 중요성 및 필요성이 요구되면서 관련연구가 증가하고 있는 추세이다. 본 연구의 지수개발 목적과는 부합되지 않으나 지수개발 방법론을 참고하고자 조사한 내용은 다음과 같다.

Choi, *et. al.*(2010)은 국내 수자원 현황과 사업의 효과를 평가하기 위해 물이용 취약지수와 홍수 위험성을 평가하는 홍수위험지수 및 하천환경 취약성을 평가하는 하천환경취약지수로 구성된 물행복지수(Water Happiness Index, WHI)를 개발하였다. Lee, *et. al.*(2013)은 물이용, 홍수 및 하천환경정책의 성과를 통합평가하기 위하여 통합수자원평가지수(Integrated Water Resource Evaluation Index, IWREI)를 개발하였으며, Won, *et. al.*(2014)은 World Bank, 취약성-탄력성지수(Vulnerability Resilience Indicator, VRI), 환경지속가능성지수(Environmental Sustainability Index, ESI)에서 사용된 수자원 평가 관련 지표들을 활용하여 152개 국가의 수자원 취약성 순위를 평가한바 있다.

2. 국외

수자원 취약성 관련 지수들 중 국가간의 비교 지수로 물빈곤 지수(Water Poverty Index, WPI), 물스트레스 지수(Water Stress Index, WSI) 등이 있다. 영국 생태수문센터(Center for Ecology & Hydrology, CEH)에서 개발한 물빈곤 지수(WPI)는 개별 가정이나 커뮤니티 수준에서 물 스트레스를 진단하여 국가, 중앙정부, 커뮤니티, 기부자 등의 의사결정자에게 수자원 분

야의 우선순위를 결정하는 데 사용하기 위해 개발된 통합적인 지표이며 주로 빈곤국가의 지속가능한 물이용을 위한 목적으로 개발되었다(Sullivan, 2002, Sullivan, *et. al.*, 2003). 물빈곤 지수(WPI)는 수자원의 이용에 관한 평가를 위해 수문뿐 아니라 사회 및 경제, 환경지표를 통합한 형태이며, 수자원 공급률(access), 수자원의 양(resource), 수자원이용 효율성(use), 생태에 대한 물의 할당(environment), 수자원 관리능력(capacity)의 다섯 가지 구성요소를 고려하였으며, 이는 가용 수자원량, 수자원 접근율뿐 아니라 사회경제요소 및 환경적 측면을 통합하여 평가한 사례라고 할 수 있다. 물스트레스 지수(WSI)는 Falkenmark(1989)가 개발한 물부족 지수로서, Falkenmark Indicator로 불리기도 한다. 물 스트레스를 측정하는 가장 기본적인 널리 이용하는 방법으로, 연간 총 지표유출수량 중 인간이 이용할 수 있는 양으로 정의한다. 단위는 일 년간 재생가능한 물(지표유출수) 백만m³를 사용할 수 있는 100명 단위의 인구수이며, 지표 값에 따른 스트레스지수를 제시하고 있다. 이는 기후로 인한 자연적인 물 부족과 인간에 의한 물 부족(인구과다)을 동시에 고려할 수 있는 방법이다(Vörösmarty, *et. al.*, 2005).

또한, 국제사회의 지속가능성 개념의 목표를 명시한 새천년개발목표(Millennium Development Goals, MDGs), 지속가능개발목표(Sustainable Development Goals, SDGs) 이하, 국제적 지속가능성 평가 지표는 1992년 리우회의, 2002년 요하네스버그회의 등 대규모 국제회의에서 지속가능성을 평가할 지표의 필요성을 주장하게 되면서 만들어진 환경성과지수(Environmental Performance Index, EPI), 환경지속성지수(Environmental Sustainability Index, ESI) 등이 있다. 환경지속성지수에서 광범위한 항목을 포함하여 지표를 구축한 반면, 이후에 등장한 환경성과지수에서는 기본적이고 핵심적인 소수의 지표만을 구성하여 국제적 환경의 성과를 평가하며, 그중 물이용의 지속가능성을 평가하는 데 식수(clean drinking water)와 위생시설(sanitation)에 필요한 물의 수요와 공급을 이용한다. Vörösmarty, *et. al.*(2000a) 또한

Table 1. Definition by type of water industry

Type	Definition	Type of water industry
Development of comprehensive watershed	Integrated planning and implementation of water resources development in the watershed by the watershed authorities	Water resource development (dams, reservoirs, groundwater), construction, engineering, etc.
Water and sewage	- Water supply: Supply raw water, domestic water, industrial water, etc. from raw water from dams and rivers. - Sewerage: Exclusion or treatment of sewage and stormwater	Water and sewage, equipment and accessories industry, spring water industry etc.
Alternative water resources	Water sources such as dams, river water, underground water, etc., other than water source, such as desalination, rainwater management, sewage treatment water reuse, and artificial rainfall	Seawater desalination, wastewater treatment plant, rainwater purification, medicine manufacturing, etc.

물이용의 지속가능성을 정량적으로 평가하는 개념으로 '물 사용량 대비 물 공급량'의 기본적인 지표를 구성하여 전 세계를 대상으로 평가하였다.

III. 글로벌 수자원산업 진출을 위한 물산업지수 개발

1. 물산업지수의 정의 및 개발방향

물산업이란 일반적으로 생공용수를 생산하여 공급하는 산업, 이로 발생된 하·폐수를 이송 및 처리하는 산업 및 연관된 산업을 총칭하였으나, 최근 기후변화 등의 영향으로 물 산업은 유역종합개발, 물 공급 안정성 확보를 위한 대체 수자원 확보 등 물 순환 전 과정을 포괄하는 범위까지 확대되고 있다. 따라서 본 연구에서는 유역종합개발산업, 상하수도산업, 대체수자원산업의 3가지 유형으로 분류하여 물산업지수를 개발하였다.

글로벌 수자원산업 진출 계획 시 대상국가의 기본적인 수자원, 물산업 여건을 다각도로 평가하여 우선순위를 선정할 수 있는 지수를 개발하였으며, 이를 물산업지수(Water Industry Index, WII)라고 칭하고자 한다. 본 연구에서는 물산업지수를 개발하기 위하여 국내·외 범용되는 물 관련 지표를 조사하여 구

성항목별 지표항목을 정리하고, 지수별 산정방법에 대한 이론적 고찰로 본 연구에서 개발하고자하는 물산업지수 평가기법에 대한 이론적 배경을 정립하였다. 또한, 물산업 유형을 분류하여 각 유형별 지수를 정의하고 특성에 맞는 지표항목을 도출하고, 지표항목에 대한 국가별 DB를 구축하여 물산업지수를 산정하고, 물산업지수 평가기법에 대한 적용성을 검토하였다.

2. 물산업지수 세부지표항목 선정

본 연구에서는 물산업 유형에 따라 각 산업의 특성, 기후변화, 인구증가율과 같은 미래상황을 잘 반영할 수 있는 지표들로 세부지표항목을 선정하였다. 이와 같이 선정된 세부지표항목을 토대로 지수 평가방법 적용성 검토를 위하여 세부지표항목에 대한 글로벌 데이터를 구축하였으며, 구축된 내용은 <Table 2>와 같다. 데이터를 제공하는 기관에서 보유하고 있는 자료들의 보유 국가수가 지표항목별로 달라 국가별 DB 확보의 여부에 따라 다시 재분류하여 174개국을 선정하였다. 대륙별 포함된 국가의 수는 아프리카 51개국, 아메리카 34개국, 아시아 46개국, 유럽 37개국, 오세아니아 6개국을 대상으로 물산업지수의 적용성을 검토하였다.

Table 2. Establishment of detailed index item DB for reviewing applicability of water industry index evaluation method

Index	Name of Indicator	Number of Countries	Apply log	Standard-ization	Year
Development of comprehensive watershed	Total area of the country(1000ha)	198	○	1(a)	2014
	Population density	198	○	1(b)	2015
	Flood occurrence (WRI)	176	×	1(a)	2013
	Total water withdrawal per capita	181	○	1(a)	VA
	Dam capacity per capita	160	○	1(b)	VA
	Dependency ratio	193	×	1(a)	2014
	Current annual average population affected by river floods	164	○	1(a)	2015
Water and sewage	Water supply penetration rate	186	×	1(b)	2012
	Sewer penetration rate	181	×	1(b)	2012
	Annual total water use (withdrawal volume)	175	○	1(b)	VA
	Percentage of access to fresh water that has not improved	121	×	1(a)	2015
	Total population with access to safe drinking-water (JMP)	195	○	1(b)	2015
	Rate of population growth	193	×	1(a)	2014
Alternative water resources	Total actual renewable water resources per capita	182	○	1(b)	2014
	Fresh water availability per capita	195	×	1(b)	2014
	Total renewable water resources	182	○	1(b)	2014
	Long-term average annual precipitation in depth	182	○	1(b)	2014
	Droughts probability and historical impact	191	×	1(a)	2015

3. 지표항목의 표준화

선정된 세부지표항목들은 다른 단위를 보이므로 최대-최소값 표준화방법에 의하여 표준화를 실시하였다. 각 세부지표항목들의 값이 클수록 긍정적인 인자와 크기가 작을수록 부정적인 인자에 따라 서로 다른 표준화 방법을 사용하였다(Eqs. 1(a) and 1(b)). E라는 지표의 변수 안에 속하는 속성값 e의 표준화된 값은 속성값 e에서 E 안에서의 최소값 min을 뺀 값을 E에 속하는 속성값의 최대값 max에서 최소값 min을 뺀 값을 나누어 계산한다. 또한 지표 중 일부는 높은 변수값이 낮은 지표를 나타내기 때문에, 속성값의 방향을 일치시키기 위해 다음의 표준화 방법을 이용하였다.

세부지표항목의 값이 클수록 선호되는 지표의 표준화 과정은 Eqs. (1a)와 같다. 이는 세부지표항목의 값이 클수록 지수에 긍정적인 영향을 미친다는 의미이다.

$$Normalized(e) = \frac{e - E_{min}}{E_{max} - E_{min}} \quad (1a)$$

반대로 세부지표항목의 값이 작을수록 선호되는 표

준화 과정은 Eqs. (1b)와 같다. 이는 세부지표항목의 값이 클수록 지수에 부정적인 영향을 미친다는 의미이다.

$$Normalized(e) = \frac{E_{max} - e}{E_{max} - E_{min}} \quad (1b)$$

표준화 과정 중 데이터간의 편차가 크거나 왜곡된 분포를 보이면 로그함수를 취하여 표준화하였으며, 세부지표항목별 사용된 표준화 식과 로그함수의 적용 여부는 <Table 2>에 수록하였다.

4. 물산업지수 산정모델

표준화된 지표값으로 세부지표 항목값을 산정하기 위해서 누적합산방법인 Eqs. (2) 을 이용하였다.

$$I_j = \frac{\sum_{i=1}^N w_i x_i}{N} \times \frac{100}{M} \quad (2)$$

여기서 I_j 는 각 항목을 구성하는 지표를 표준화 하여 가중치 부여 후 산정된 값, w_i 는 각 항목에 속하는

지표들의 가중치($w_i = \frac{1}{N}$), N 은 항목별 지표수, M 은 지수를 구성하는 항목 수를 나타낸다.

위의 방법을 이용하여 산업유형별 물산업지수 산정식은 Eqs. (3a)~(3c)와 같으며, 계산된 값이 높을수록 해당산업의 진출 우선순위가 높은 것을 뜻한다.

• 유역종합개발산업지수

$$DWI = \frac{w_a I_A + w_b I_B + w_c I_C + w_d I_D + w_e I_E + w_f I_F + w_g I_G}{w_a + w_b + w_c + w_d + w_e + w_f + w_g} \quad (3a)$$

• 상하수도산업지수

$$WSI = \frac{w_a I_A + w_b I_B + w_c I_C + w_d I_D + w_e I_E + w_f I_F}{w_a + w_b + w_c + w_d + w_e + w_f} \quad (3b)$$

• 대체수자원산업지수

$$AWRI = \frac{w_a I_A + w_b I_B + w_c I_C + w_d I_D + w_e I_E}{w_a + w_b + w_c + w_d + w_e} \quad (3c)$$

IV. 물산업지수 산정결과

1. 대륙별 비교

본 연구에서는 물산업지수 평가결과를 대륙별로 평균값을 Table 3과 같이 정리하고, 대륙별 그래프로 도식하였다(Figure 1). 각 지수 평가결과를 보면 아시아와 아프리카가 전반적으로 각 유형의 지수가 높게 산정되는 것을 보인다. 이는 물관련 산업의 활성화가 덜 이루어졌거나, 낙후되어 있는 것을 뜻하므로 국내 물산업의 진출여부 가능성이 높다고 하겠다.

각 지수의 대륙별 평가결과는 아프리카가 상하수도

와 대체수자원지수가 높게 산정되었고, 아시아의 경우 유역종합개발지수가 높게 산정되었다.

아프리카는 수자원양과 물이용 인프라가 전반적으로 부족한 것으로 분석되며, 아시아의 경우 수자원양은 상대적으로 풍부하지만 치수적 인프라가 부족한 것으로 보인다. 유럽의 경우 모든 산업유형의 지수가 낮게 산정되는 것으로 나타나, 물산업의 활성화가 잘 이루어진 것으로 판단된다.

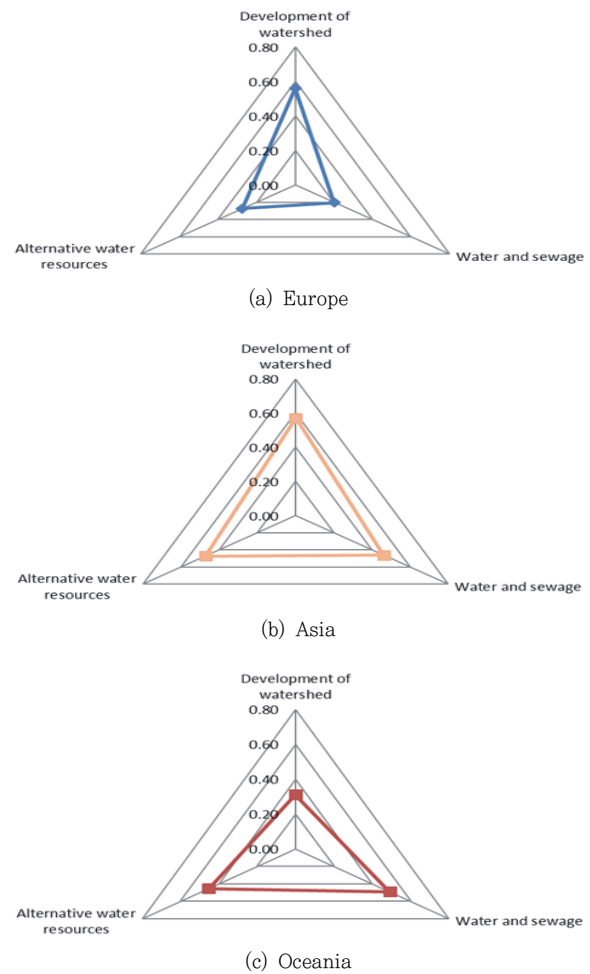


Table 3. Comparing the results of water industry index by continent

Name of continent	Development of comprehensive watershed	Water and sewage	Alternative water resources
Europe	0.56	0.20	0.27
Asia	0.57	0.46	0.47
Oceania	0.31	0.49	0.45
America	0.51	0.35	0.46
Africa	0.49	0.75	0.64

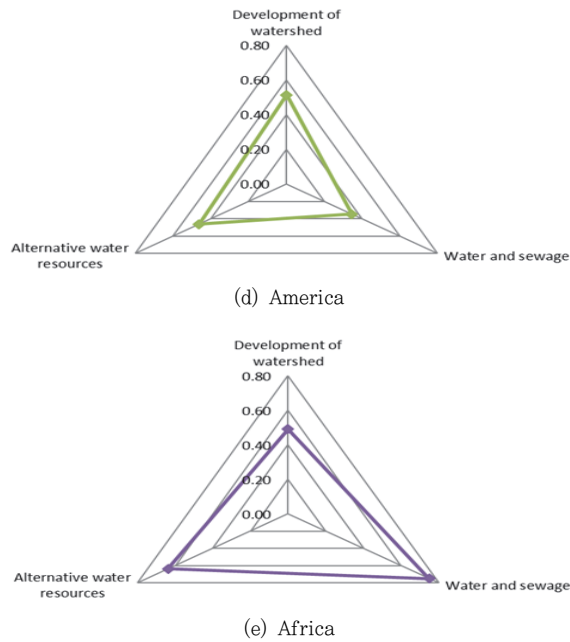


Figure 1. Comparative graph of water industry index by continent

2. 국가별 비교

174개국에 대한 산업유형별 물산업지수 적용결과를 도시하면 <Figure 2>~<Figure 4>와 같으며, 데이터가 없는 지역은 백색으로 나타나고 색이 진할수록 해당 산업의 진출가능성이 높은 것을 의미한다. 산업유형별 지수에 대한 해당국가의 순위로 정렬하여 상위 10개국으로 정리하면 <Table 4>와 같다. 각 산업별 평가지수가 높을수록 관련 산업의 진출에 대해 긍정적인 것을 뜻하며, <Figure 2>~<Figure 4>에서도 확인할 수 있는 것처럼 아프리카에 위치하고 있는 국가들이 주로 상위 10개국에 랭크되고 있음을 확인할 수 있다. 상위 10개국 중 아프리카를 제외하고 봤을 때 유역종합개발산업과 상수도 산업의 경우 아시아에 속하는 나라들이 주로 포함되어 있으며, 주로 중동이나 서아시아 국가로 분포

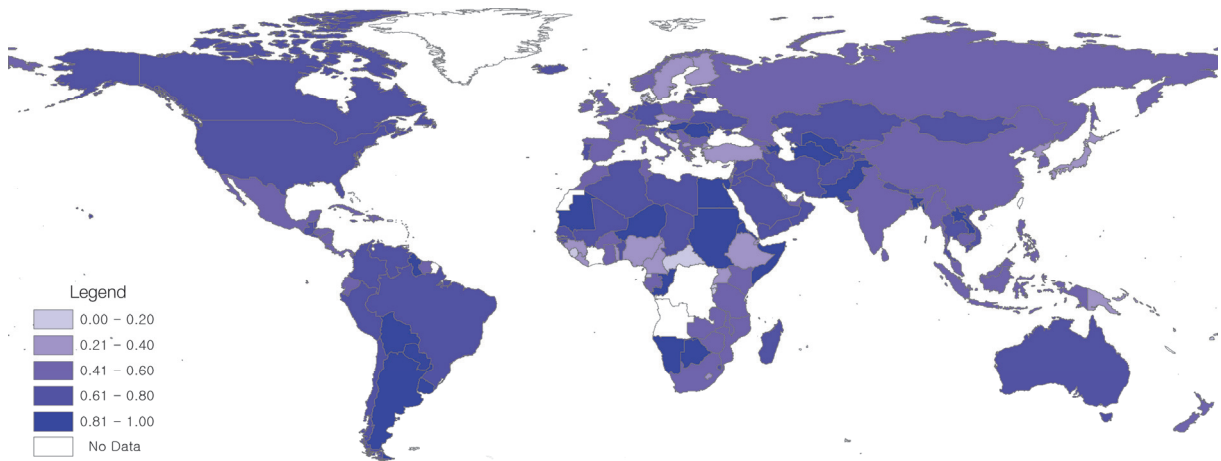


Figure 2. Estimation result of comprehensive industrial development index by country

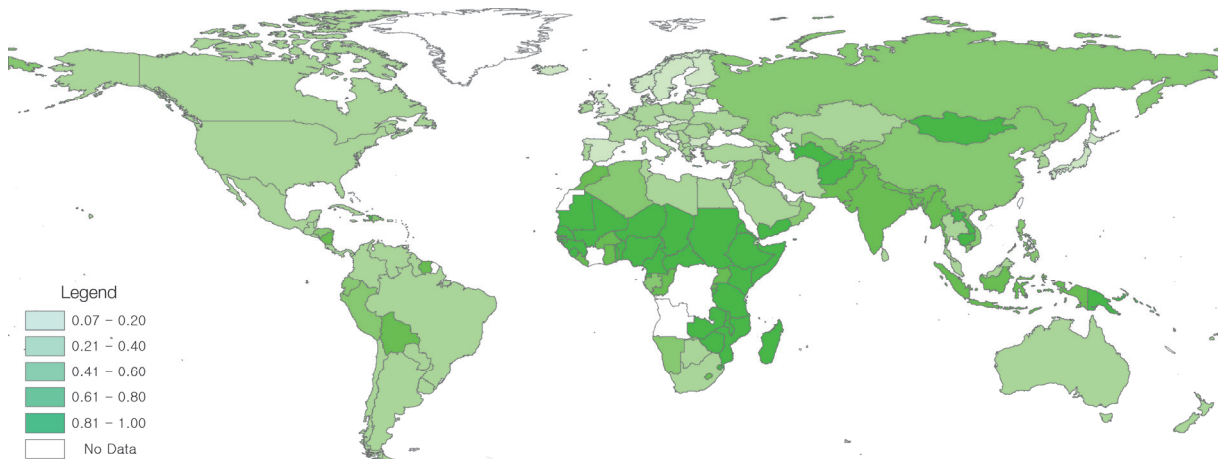


Fig. 3. Estimation result of water and sewerage industry index by country

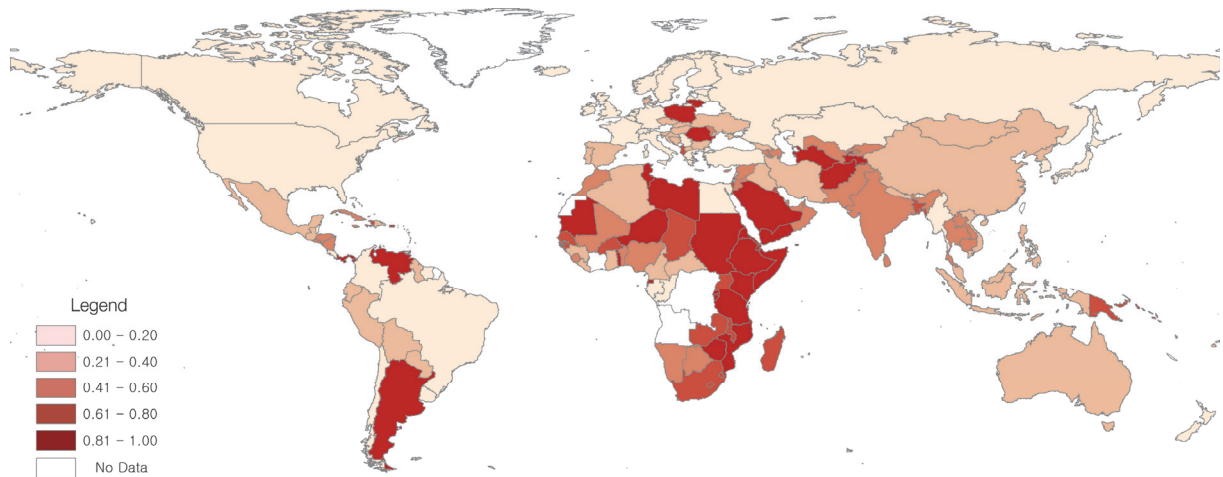


Fig. 4. Estimation of alternative water resources industry index by country

Table 4. Comparison of major national water industry index evaluation results

Ranking	Name of continent	Name of country	Development of comprehensive watershed	Name of continent	Name of country	Water and sewage	Name of continent	Name of country	Alternative water resources
1	Africa	Mauritania	0.98	Africa	Somalia	1.00	Africa	Eritrea	1.00
2	Asia	Turkmenistan	0.98	Africa	Chad	1.00	Africa	Sudan	1.00
3	Africa	Somalia	0.97	Africa	Mozambique	0.99	America	Saint Vincent and the Grenadines	0.99
4	Africa	Niger	0.97	Africa	Mauritania	0.99	America	Grenada	0.99
5	Africa	Sudan	0.96	Africa	Niger	0.99	America	Antigua and Barbuda	0.99
6	Europe	Hungary	0.96	Africa	Sudan	0.99	Oceania	Solomon Islands	0.99
7	Africa	Namibia	0.95	Africa	Madagascar	0.99	Africa	Somalia	0.98
8	Africa	Botswana	0.94	Africa	United Republic of Tanzania	0.99	Africa	Tunisia	0.98
9	America	Bolivia	0.90	Asia	Afghanistan	0.99	America	Puerto Rico	0.98
10	Asia	Uzbekistan	0.90	Africa	Ethiopia	0.98	Africa	Togo	0.98

되어 있음을 알 수 있다. 국내 수자원기업의 진출이 증가하고 있는 현상을 잘 반영하고 있는 것으로 판단된다. 대체수자원산업의 경우 아메리카에 속하는 나라들이 다수 포함되어 있으나, 대부분 대서양에 위치하고 있는 섬나라 국가이기 때문에 수량이 부족하고 외부수원의 의존도가 높기 때문에 대체수자원산업의 지수가 높게 나온 것으로 판단된다.

우리나라와 관련 깊은 국가인 일본, 중국, 미국과 수자원산업 선진국인 프랑스, 와의 비교를 위해 <Table 5>와 같이 정리하였으며, 각 나라의 지수와 대륙평균을

비교할 수 있도록 <Figure 5>와 같이 그래프로 도시하였다. 유역종합개발산업의 경우 한국, 일본, 중국, 프랑스와 달리 미국은 대륙평균보다 높은 값으로 산정되었다. 미국이 유역종합개발산업 지수가 높게 산정된 이유는 지수산정 시 사용된 세부지표항목을 검토한 결과 하천범람으로 연평균 피해인구와 1인당 총생산 가능한 수자원 양, 인위적 영향을 크게 받은 토지면적 비율이 지수산정에 긍정적인 효과를 보였기 때문으로 판단된다.

상하수도산업의 경우 중국이 대륙평균값에 거의 유사한 높은 값으로 산정되었으며, 세부지표항목 검토 결과

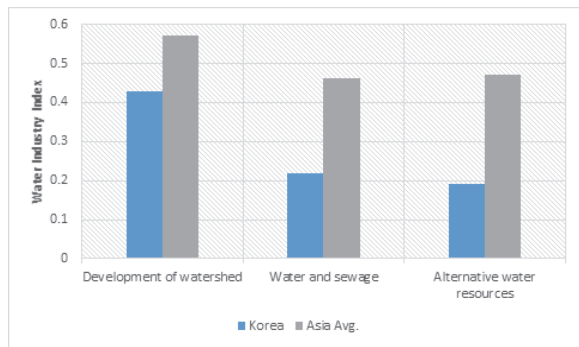
한국, 일본, 미국, 프랑스에 비해 상수도 보급률이 낮고, 연간 물이용량(취수량)이 낮기 때문에 판단된다.

대체수자원산업의 경우 대부분 낮은 수치를 보이고 있으며, 미국과 일본의 경우 대체수자원산업의 지수가 가장 낮은 수치를 보이고 있는데, 이는 1인당 재사용 물, 폐수처리비율, 연강수량, 다른 나라로부터 유입되는 1인당 유입수가 지수산정에 긍정적인 효과를 보였기 때문에 판단된다.

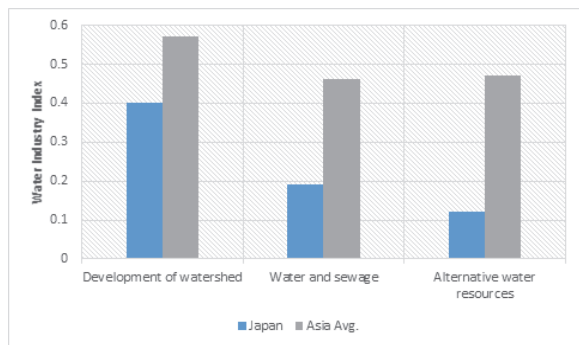
프랑스의 경우 수자원산업이 국·내외로 활발하게 이루어지고 있는 것으로 조사된 바 있으며, 물산업지수의 결과도 이를 잘 반영하고 있는 것으로 판단된다.

Table 5. Comparative index of major countries

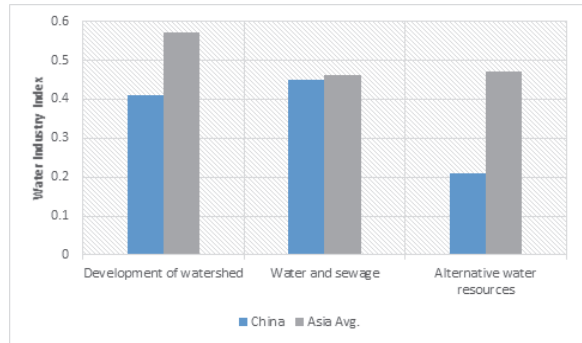
Name of continent	Korea	Japan	China	U.S.A.	France
Development of comprehensive watershed	0.43	0.40	0.41	0.68	0.47
Water and sewage	0.22	0.19	0.45	0.24	0.21
Alternative water resources	0.19	0.12	0.21	0.12	0.18



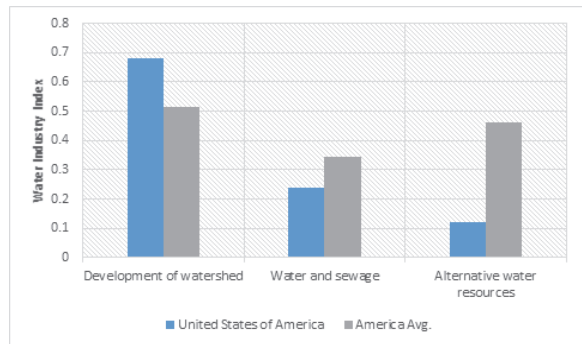
(a) Korea



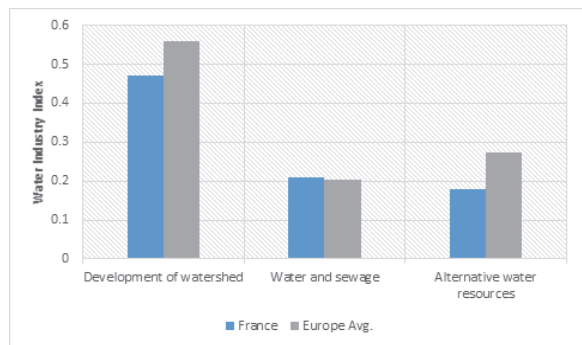
(b) Japan



(c) China



(d) United States of America



(e) France

Figure 5. Comparison with major countries and continental averages

V. 결론

본 연구는 글로벌 수자원산업 진출 계획 시 국내 물산업 관련 기업이 현지의 특성을 파악할 수 있는 지표라 할 수 있는 물산업지수를 개발하기 위하여 물산업지수의 방향을 설정하고, 물산업지수별 세부항목 선정 및 적용성을 연구하였다. 물산업지수를 선정하기 위하여 다양한 물 관련 지수를 조사하여 지표항목을 정리하고 지수의 구성 및 요소별 특성을 검토하였다. 기존의 지수별 산정방법에 대한 검토를 하였으며, 이를 통하여

본 연구에서 개발하고자 하는 물산업지수의 이론적 배경과 유역종합개발, 상하수도, 대체수자원의 3가지 유형으로 수자원산업을 분류하여 지수를 개발 및 정의하였다. 그리고 3가지 산업유형별 특성에 맞도록 지표항목을 선정하였으며, 지표항목과 지수산정식의 변수의 방향성이 일치하도록 표준화를 하였다. 3가지 산업유형별 지표항목에 대한 국가별 DB를 구축하여 물산업지수를 174개국에 대하여 산정 및 적용성을 검토하였다.

물산업지수를 대륙별·국가별로 보면 개발도상국과 물 빈곤 국가들이 많이 분포한 아프리카와 아시아대륙의 국가들이 전반적으로 높게 산정되었다. 물산업지수 산정 174개국 중 높게 산정된 10개국을 볼 때, 유역종합개발, 상하수도, 대체수자원 모두 아프리카 국가가 대부분 분포되어 있는 것으로 나타났다. 유럽은 3가지 지수들이 전반적으로 낮게 산정되어 물산업의 활성화가 잘 되어 있는 것으로 보인다. 본 연구를 통해 개발한 물산업지수의 수치가 각 지역별로 정확한 값을 제공하는 것은 아니지만 국내기업의 글로벌 수자원산업 진출 시에 최소한의 우선순위를 검토하는 데 도움을 줄 수 있을 것으로 판단된다.

3가지 물산업지수의 세부지표항목에 대한 자료를 제공하는 곳의 보유데이터 형식이 달라 물산업지수 산정의 대상국가를 174개국에 국한되었다. 향후 글로벌 국가 대부분에 대하여 평가할 수 있는 자료의 추가 및 구축방안을 고민할 필요가 있다.

글로벌 수자원산업진출을 위한 물산업지수 개발은 처음 시도되는 연구로 향후 국내 물산업 관련 기업들이 해외 수자원산업 진출을 하고자 할 때 객관적인 평가를 통하여 글로벌 물산업 진출 전략을 수립하는 데 도움이 될 것으로 판단된다.

감사의 글

본 연구는 국토교통부/국토교통과학기술진흥원의 지원으로 수행되었음(과제번호 18AWMP-B083066-05).

References

- Amber, Brown and Marty D. Matlock. 2011. A Review of Water Scarcity Indices and Methodologies. The Sustainability Consortium White Paper.
- Sullivan, C. A., J. R. Meigh, A. M. Giacomello, T. Fediw, P. Lawrence, M. Samad, S. Mlote, C. Hutton, J. A. Allan, R. E. Schulze, D. J. M. Dlamini, W. Cosgrove, J. Delli Priscoli, P. Gleick, I. Smout, J. Cobbing, R. Calow, C. Hunt, A. Hussain, M. C. Acreman, J. King, S. Malomo, E. L. Tate, D. O'egan, S. Milner, and I. Steyl. 2003. The Water Poverty Index: Development and Application at the Community Scale. *Natural Resources Forum*. 27(2003): 189-199.
- Connor, R. F. and K. Hiroki. 2005. Development of a Method for Assessing Flood Vulnerability. *Water Science and Technology*. 51(5): 61-68.
- Falkenmark, M. 1989. The Massive Water Scarcity Threatening Africa-Why Isn't It Being Addressed. *Ambio*. 18(2): 112-118.
- Hong, Seung Jin, Si Jung Choi, Seung Hyeop Baek, and Sung Gyu Kang. 2011. Analysis of Regional Water Resources Characteristics through Applying the Water Poverty Index and the Climate Variability Index. *Journal of Korean Wetlands Society*. 13(3): 427-441.
- Jung, Bak Seok. 2005. A Comparative Analysis of Technology and Industrial Competitiveness Evaluation Index and Direction of Korean Index Development. Seoul: Korea Industrial Technology Foundation for Media and Culture.
- Kim, Jong Ho. 2010. Developing an Indicator Framework for National Green Growth Strategy: Measurement and International Comparison of Green Growth. Seoul: Korea Environment Institute.
- Kim, Yeon Ju. 2014. A Study on the Development and Application of Indicators for Sustainable Water Use. National Research Council for Economics(II), Humanities and Social Sciences.
- Lee, Dong Ryul, Si Jung Choi, and Jang Won Moon. 2013. Development of Integrated Water Resources Evaluation Index. *Journal of Korea Water Resources Association*. 46(10): 1017-1028.

- Lee, Gwang Man. 2005. Water Resources Assessment Method for Sustainable Water Resources Development and Management(2nd year). K-water.
- Ministry of Environment. 2003. Environmental Persistence(ESI) Discussion Trends and Improvement Plans.
- Sullivan, C. A., et. al. 2003. The Water Poverty Index: Development and Application at the Community Scale. *Natural Resources Forum*. 27: 189-199.
- Sullivan, C. A. 2001. The Potential for Calculating a Meaningful Water Poverty Index. *Water International*. 26(4): 471-480.
- Sullivan, C. A. 2002. Calculating a Water Poverty Index. *World Development*. 30(7): 1195-1210.
- UNDP. 2007. Human Development Report 2007/2008.
- Vörösmarty, C. J., et. al. 2000a. Global Water Resources: Vulnerability from Climate Change and Population Growth. *Science*. 289: 284-288.
- Vörösmarty, C. J., P. B. McIntyre, M. O. Gessner, D. Dudgeon, A. Prusevich, P. Green, S. Lidden, S. E. Bunn, C. A. Sullivan, C. Reidy Liermann, and P. M. Davies. 2010. Global Threats to Human Water Security and River Biodiversity. *Nature*. 467: 555-561.
- Vörösmarty, C. J., E. Douglas, P. Green, and C. Revenga. 2005. Geospatial Indicators of Emerging Water Stress: An Application to Africa. *Ambio*. 34(3): 230-236.
- Won, Gwang Jae, Eun Seong Jung, Yeon Ju Kim, and Il Pyo Hong. 2010. Assessment of water resources vulnerability index by nation, *Journal of Korea Water Resources Association*. 47(2): 183-194.
- Yale Center for Environmental Law&Policy. 2013. Measuring Progress A Practical Guide from the Developers of the Environmental Performance Index(EPI).
- Korean References Translated from the English*
- 김연주. 2014. 지속가능한 물이용을 위한 지표 개발 및 적용 방안 연구(II). 경제·인문사회연구회.
- 김중호. 2010. 녹색 성장 평가를 위한 지표체계 개발 및 활용방안 연구. 서울: 한국환경정책·평가연구원.
- 원광재, 정은성, 김연주, 홍일표. 2014. 국가 별 수자원 취약성 지수의 산정. 한국수자원학회논문집. 47(2): 183-194.
- 원광재, 정은성, 김연주, 홍일표. 2014. 국가별 수자원 취약성 지수의 산정. 한국수자원학회. 한국수자원학회 2014 학술발표회논문집. 47(2): 183-194.
- 이광만. 2005. 지속가능한 수자원 개발과 관리를 위한 수자원 평가기법 연구(2차년도). 한국수자원공사.
- 이동률, 최시중, 문장원. 2013. 통합수자원평가지수의 개발. 한국수자원학회논문집. 46(10): 1017-1028.
- 정박석. 2006. 기술 및 산업 경쟁력 평가지표의 비교분석과 한국형 지표개발의 방향. 서울: 한국산업기술재단.
- 홍승진, 최시중, 백승협, 강성규. 2011. 물 빈곤지수와 기후 변동성 지수의 국내 적용을 통한 지역별 수자원 특징 분석. 한국습지학회지. 13(3): 427-441.
- 환경부. 2003. 환경지속성(ESI) 논의동향 및 개선방안.

Received: Nov. 27, 2018 / Revised: Dec. 17, 2018 / Accepted: Jan. 23, 2019

물산업지수를 이용한 글로벌 수자원산업 취약지역 평가

국문초록 본 연구에서는 국내 수자원산업의 해외진출을 위해 대상국의 종합적인 여건을 평가하여 타당성을 검토할 수 있는 물산업지수를 개발하고 적용성을 검토하였다. 기존에 개발된 국내·외 물 관련 지표를 조사하고 각 지표의 세부항목, 목적 등을 검토하여 물산업 유형에 따른 세부지표항목을 선정하였다. 세부지표항목은 유역종합개발산업, 상하수도산업, 대체수자원산업의 3가지 산업유형별로 선정하였으며, 이러한 지표항목을 바탕으로 지수화 하여 국가별 물산업지수를 산정하였다. 연구결과, 대륙별 비교 시 아프리카와 아시아대륙이 대체로 각 산업유형의 지수가 높게 산정되었으며, 유럽의 경우 모든 산업유형의 지수가 낮게 산정되었다. 본 연구의 결과로 국내 수자원기업의 해외진출 전략 수립에 있어서 국가별 수자원산업에 대한 종합적인 여건을 객관적이고 정량적으로 평가하여 우선순위를 결정할 수 있도록 글로벌 수자원 취약성에 대한 정보를 제공하고자 한다.

주제어 : 물산업지수, 글로벌, 수자원산업

Profiles

Dae Myoung Jeong : He received a bachelor's degree in civil engineering from Sejong University. He is currently serving as president of DPSI. Major research achievements include damage investigation and recovery system, and BCMS system support research(sign007@nate.com).

Suk Jin Jang : He received a bachelor's degree in civil engineering from Kyunggi University and is currently serving as the head of DPSI. He is mainly responsible for water resources, and his major research achievements include natural disaster risk assessment for power generation facilities and urban flood prevention(forget1771@daum.net).

Sung Yeul Choi : He received a doctorate in civil engineering from Yonsei University(1994) and worked for the Institute of Construction and Technology in Japan. He currently serves as executive vice president of DPSI and is mainly studying urban flood, disaster/disaster policies(sixbong777@gmail.com).