자원환경지질, 제47권, 제3호, 227-235, 2014
Econ. Environ. Geol., 47(3), 227-235, 2014
http://dx.doi.org/10.9719/EEG.2014.47.3.227

pISSN 1225-7281
eISSN 2288-7962

논문 질적평가를 통한 KIGAM 세계수준 후보연구실 기술수준 평가

안 은 영*
한국지질자원연구원

Qualitative Analysis of Research Papers of KIGAM World Class Laboratories (WCL) Candidates

Eun-Young Ahn*
Korea Institute of Geoscience and Mineral Resources (KIGAM), Daejeon 305-350, Korea

For technology level assessment of KIGAM World Class Laboratories (WCL) candidates, bibliometric and qualitative analysis was conducted on their research papers listed on the SCIE database during 2009-2012. For the six research areas of geoscience and mineral resources, a research excellence indicator was applied using a Modified Rank Normalized Impact Factor (mrnIF), which was introduced by Heo *et al.* (2008) and Cho (2013). The KIGAM research department in rare metals utilization had the highest score for Impact Factor (IF) per paper in 2012 but the groundwater department or the exploration geophysics department came first based on the position and the mrnIF. Applying the mrnIF, the KIGAM research department in groundwater achieved excellent results in 2009 and 2011 and the urban mine department or exploration geophysics department came first place in other years. In the groundwater area, the percentage of research papers over 80 or 90 mrnIF, using Cho (2013)'s research excellence index, was the highest in 2011. The Cho (2013)'s excellent research indicator, 20%, the ratio of over 90 mrnIF was matched in the urban mining area for the whole research period, 2009-2012, and in the groundwater area for several years except 2010. Qualitative analysis of research papers can show the technology level of research departments. KIGAM World Class Laboratories (WCL) candidates should focus on increasing the quality and the quantity of their research papers.

Key words : Bibliometrics, qualitative analysis on research papers, World Class Laboratory, Modified Rank Normalized Impact Factor (mrnIF)

본 연구에서는 지질자원 분야 연구개발 수월성을 제시할 수 있는 평가방법인 계량서지학(Bibliometrics)의 SCI논문 분석을 통해 질적평가 지표를 제시하고, 이를 KIGAM의 6개 세계수준 후보 연구실의 기술수준 분석에 적용했다. Heo *et al.* (2008), Cho (2013)에서 제시되었던 표준화된 순위보정 영향력 지수(mrnIF)를 연구수월성 지표로 활용하였다. 2012년 편당 IF는 희유자원활용 분야 KIGAM 연구실이 가장 높았으나 순위(position) 지수 및 표준화된 순위보정 영향력 지수(mrnIF)는 지하수(최고순위 적용 position/mrnIF), 자원탐사개발(평균순위 적용 position/mrnIF) 분야가 제일 높게 나타났다. 시계열 분석 결과 표준화된 순위보정 영향력 지수(mrnIF)는 지하수 분야 연구실이 2009년, 2011년 실적이 월등이 좋으나 타년도의 경우 도시광산 및 자원탐사개발 분야 연구실이 우수한 실적을 보이는 것을 알 수 있다. 수월성 지표로 전체 게재논문 중 표준화된 순위보정 영향력 지수(mrnIF)가 80 이상인 비율 및 90 이상인 비율로 비교한 결과, 2011년의 경우 지하수 분야 연구실이 가장 우수하였으나 다른 연도의 경우 지표별로 다른 순위를 보여 가장 우수하다고 보기 어려웠다. Cho (2013)의 최고등급 연구수월성 지표인 90 이상 논문 비율 20% 이상을 도시광산 분야 연구실이 만족하고 있으며 지하수 분야 연구실은 평균순위를 적용한 2010년을 제외하고 만족하고 있었다.

This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided original work is properly cited.

*Corresponding author: eyahn@kigam.re.kr

이와 같이 양적인 논문 수 뿐 만 아니라 논문의 질적 분석을 통해 해당 연구실의 기술수준을 비교할 수 있었다. 세계 수준의 연구실이 되기 위해서는 양적인 SCI 논문 수의 확대 뿐 만 아니라 논문의 질적 향상을 위해 노력해야 할 것이다.

주요어 : 계량서지학, 논문 질적분석, 세계수준연구실, 표준화 순위보정 영향력 지수

1. 서 론

많은 정부출연연구원이 세계수준의 연구기관(World Class Institute, WCI)을 위한 기관 비전을 제시하고 있으며, 성과평가에서 연구개발의 수월성(excellence)을 제시하는 것이 정부출연연구원의 중요한 과제이다. 지질자원 분야 공공연구기관인 한국지질자원연구원 또한 세계수준의 연구기관(WCI) 달성을 위해 2012년, 2013년 세계수준의 연구실(World Class Department/ Laboratories) 육성전략을 제시한 바 있다. 한국연구재단은 기존에 세계수준 연구중심대학(WCU, World Class University) 사업을 지원한 바 있으며, 2013년부터 BK21사업과 통합하여 BK21플러스 사업을 시행하고 있다. 2013년도 교육부의 WCU-BK21 후속사업 기본계획(안)에 따르면 질 중심의 성과관리체계 구축 및 학문분야·사업유형별 지원방식과 내용을 차별화 방향으로 기획하였다. 학문분야별 특성을 고려한 질적 평가 방식 확대를 위해 단순히 SCI논문 수만으로 평가하는 것이 아니라, 학문분야별 특성을 반영한 보정 영향력 지수 및 다양한 지표를 활용한다고 하였다. 그리고 사업유형 및 학문분야에 따라 대표 논문에 대한 질적 심사를 실시한다고 하였다. 2013년 시작한 WCU-BK21 후속사업 평가에서는 연구역량 평가에서 1단계 WCU사업보다 질적 평가 방식을 확대하였다. 질적 평가를 위해 1단계 평가에서 영량력 지수와 대표논문에 대한 해외 동료평가를 도입하였다. 2단계 평가에서는 학문 분야별 특성을 반영한 보정 영향력 지수와 H index 등의 지표를 추가했다. 특히 과학기술 분야의 경우 I 유형(연구 경쟁력 강화 지원)과 II 유형(대학원생 연구장학금 지원) 모두 보정 영향력 지수를 반영해 연구역량을 평가한다. 이때 적용하는 보정 영향력 지수는 연구자가 제출한 SCI급 논문에 대해 평균 인용수를 구한 뒤, 이를 연구자가 속한 학문 분야에서 상위 20%에 속하는 저널의 평균 인용수로 나눠서 산출한다. H index는 특정 인용수 이상의 논문 수로 구하는 방식이다.

MSIP (2013)의 연구개발 성과평가 개선 종합대책에서는 연구개발 성과 제고 및 과학기술 혁신역량 강화를 위해 질적 성과지표 개발 및 보급 확대, 목표달성도 점검 중심 평가 등을 제시하고 있다. 세계수준과 비교한 연구개발을 제시하기 위해서는 국외전문가 평가가 필수적이며 SCI논문 등 연구실적에 기반한 정량평가도 요구된다. 본 연구는 지질자원 분야 연구개발 수월성을 제시할 수 있는 평가방법으로 SCI논문 분석을 통한 질적평가 방법에 주목하였다. 질적 논문 분석을 한국지질자원연구원의 세계수준 후보 연구실의 기술수준 평가에 적용한다.

2. 기존 연구 및 연구방법

MSIP (2013)는 우리나라 연구개발의 양적 성과 측면에서는 SCI급 논문 수로는 2010년, 2011년 세계 11위 등으로 상당한 발전을 이루어 오고 있으나, 연구개발 양적 성과에 비해 논문 당 평균 피인용 수 등의 질적 성과 수준이 미흡하다고 하였다. Cho (2013)에 따르면 5년 주기 우리나라의 논문별 평균 피인용 수는 2004년-2011년 동안 계속 세계 30위 수준(2006년/2007년 31위)으로, 세계적 연구성과 창출 및 노벨상 수상 등 선진국 수준의 과학기술 경쟁력 확보에 대한 국민의 기대감에 부응하기 위해서는 선도형 연구개발 체계 및 질적성과 중심의 평가체계로 전환이 필요하다고 하였다.

Cho (2013)은 질적 성과지표로 학술지 영향력 지수(Impact Factor, IF) 및 논문의 피인용수를 이용한 분석 방법론을 제시하였다. 이는 표준화된 순위보정 영향력 지수(Modified Rank Normalized Impact Factor, mrnIF) 및 논문 피인용 백분율 지수를 활용하여 일반적 연구능력 지표와 연구수월성 지표를 구분하여 제시하였다. Heo *et al.* (2008)은 SCI논문의 질적평가를 위해 새로운 계량지표로 보완된 순위보정영향력지수 등을 제시하였으며, Cho *et al.* (2010)는 세계수준의 연구중심대학(WCU) 육성사업 선정을 위해 상위 10% 저널 게재 논문수, 인당/편당 피인용횟수, 편집위원 참여실적, 특허등록실적 등을 제시한 바 있다. 본 연구에서는 학술지 영향력 지수(Impact Factor, IF)를 활용한 표준화된 순위보정 영향력 지수(mrnIF)를 6개 지질자

원 분야에 적용, 연구개발의 수월성을 평가하고자 한다.

기존의 IF를 활용한 SCI 논문의 질적 접근 방법은 IF를 기준으로 전체 학술지 숫자 대비 IF 순위로 나타내지는 순위(position) 지수였다. 이는 상위 30%, 70% 이상 논문 등으로 SCI논문의 질을 구분하는 지표로 쓰였다. 본 연구는 Cho (2013)의 연구와 같이 표준화된 순위보정 영향력 지수(mrnIF)를 활용하되, 기존에 쓰였던 순위(position) 지수 또한 같이 분석하여 KIGAM 세계수준 후보 연구실의 SCI논문 성과를 질적으로 평가하였다.

학술지 IF는 기준년도를 제외한 최근 2년간의 해당 학술지에 수록된 논문이 기준년도에 인용된 횟수를 논문 수로 나눈 값이다. Cho (2013)에서 제시한 것과 같이 2012년 JCR IF는 2010년, 2011년 학술지 수록 총 논문이 2012년에 피인용된 총수 기준으로 한 것으로, Heo *et al.* (2008)는 IF가 SCI 등재여부를 결정하는 기준 중의 하나로 활용되고 있다고 하였다. 본 연구에서는 2012년 JCR IF를 기준으로 SCI논문을 분석하되 필요시 2011년 JCR IF와 비교하였다.

Heo *et al.* (2008)은 SCI논문의 질적평가를 위해 새로운 계량지표로 보완된 순위보정영향력 지수 등을 제시한 바 있다. Heo *et al.* (2008)에서 정리한 것과 같이, 논문 성과의 질은 동료과학자들의 인용에서 출발한다는 개념에서 시작하여 학술논문의 계량서지학적 지표로 피인용수(citation) 및 IF가 널리 쓰이고 있다. IF는 분야 간 편차가 큰 단점이 있어 분야별 IF 최대값 혹은 상위 5% IF 값을 기준으로 표준화한 지수를 제안하기도 하였다(Sen, 1992; Marshakova-Shaikevich, 1996). Pudovkin and Garfield (2004)은 아래 식 (1)과 같이 학술지의 IF 값을 사용하지 않고 분야 내 학술지의 순위를 이용한 순위보정 영향력 지수(Rank Normalized Impact Factor, rnIF)를 제시하였다.

$$rnIF_j=\frac{N-R_j+1}{N} \quad (1)$$

여기서 $rnIF_j$는 순위보정 영향력 지수, N은 해당 분야 내의 학술지 수, R_j는 분야 내 특정 학술지의 순위이다. Heo *et al.* (2008)는 특정 학술지의 rnIF가 x라는 값을 가진다는 말은 (1-x)×100%의 학술지가 해당 학술지보다 영향력지수 기준으로 상위에 있음을 의미한다고 하였다. IF 기준으로 특정 학술지가 분야 내 최상위인 경우 rnIF는 1의 값을 가지게 된다. 그리고 최하위에 있는 경우 1/N으로 동일한 최하위 저널이라도 분야 내 학술지 수에 따라 달라지게 된다. 따라서 Heo *et al.* (2008)는 최하위 저널의 순위보정 영향력 지수 값이 분야 내 학술지 수에 의존하는 특성을 보완하기 위해, 최하위 학술지인 경우 0으로 고정되는 최소값 0, 최대값 100으로 보정한 표준화된 순위보정 영향력 지수(Modified Rank Normalized Impact Factor, Modified rnIF, mrnIF)를 제시하였다. 표준화된 순위보정 영향력 지수(mrnIF)의 계산은 아래 식 (2)과 같다.

$$mrnIF_j=100\times\frac{N-R_j}{N-1}=100\times\frac{N\times rnIF_j-1}{N-1} \quad (2)$$

Cho (2013)은 표준화된 순위보정 영향력 지수(mrnIF)를 활용하여 표준화된 순위보정 영향력 지수(mrnIF)의 평균으로 80 이상인 경우 S등급으로 5등급 평가기준의 최상위 등급으로 평가하였다. 또한 연구 수월성 지표로 표준화된 순위보정 영향력 지수(mrnIF) 90 이상 논문 비율이 전체 20% 이상인 경우 S등급의 최상위 등급으로 제시하였다.

학문 분야별 상대 비교 및 국가 간 비교 분석을 위해서는 Kim and Lee (2012)과 같이 상대적 순위보정 영향력 지수(Relatively Rank Normalized Impact Factor, R2nIF)가 더 적합할 수 있다. 상대적 순위보정 영향력 지수(R2nIF)는 해당분야의 표준화된 순위보정 영향력 지수(mrnIF)의 세계평균 대비 해당 학술지의 표준화된 순위보정 영향력 지수(mrnIF)이다. 상대적 순위보정 영향력 지수(R2nIF)가 1보다 크면 학문분야의 세계평균 수준보다 권위가 높은 학술지에 논문이 게재되었음을 의미한다. SCIE DB를 이용한 지질자원 분야 전체 학술지 정보의 접근에 한계가 있으므로, 본 연구에서는 상대적 순위보정 영향력 지수(R2nIF)를 통한 세계평균과의 비교를 시행하지 않는다. 참고로 Kim and Lee (2012)에서 제시한 2009년 지구과학, 공학, 재료과학 분야의 표준화된 순위보정 영향력 지수(mrnIF)의 세계평균은 각각 72.6, 72.5, 76.4와 같다.

2012년 KIGAM 세계수준 연구실로 지원하였던 지하수, 선광, 희유자원활용, 자원탐사개발, 도시광산, 가스하이드레이트 분야 연구실을 대상으로 2009년도부터 게재한 SCI논문의 질적 분석을 실시한다.

3. 연구결과

3.1. 카테고리 분석

SCI논문의 질적 분석을 위해서는 게재논문의 순위(position) 지수 및 표준화된 순위보정 영향력 지수(mrnIF)를 도출해야 한다. 하지만 각 분야별 대표

Journal Citation Reports (JCR) 카테고리 설정에 따라 표준화된 순위보정 영향력 지수(mrnIF)의 수치가 달라지므로 카테고리의 설정 방법이 중요하게 된다. 지하수 분야를 대표로 카테고리에 따른 게재논문의 순위(position) 지수 및 표준화된 순위보정 영향력 지수(mrnIF) 산정 방식을 살펴본다.

지하수 분야의 경우, 2012년도 게재 실적이 있는 Applied Microbiology and Biotechnology, Chemical Engineering Journal, Chemosphere, Environmental Engineering Science, Environmental Science & Technology, Ground Water, Journal of Environmental Monitoring(2013년 2월까지 SCI 등재), Journal of Hydrology, Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry, Water Research의 10개 학술지의 JCR 카테고리를 살펴보면 Applied Microbiology and Biotechnology, Chemosphere 학술지를 제외하고 2개 이상의 카테고리를 가지고 있는 것을 알 수 있다 (Table 1).

JCR 카테고리별 학술지를 살펴보면 분석 대상인 총 10개 학술지는 Environmental Sciences 카테고리에 5개 학술지가 속해 있으며 Engineering-Environmental에 4개, Water Resources에 3개, 및 Geosciences-Multidisciplinary 및 Chemistry-Analytical에 2개, 각각 Biotechnology & Applied Microbiology, Chemistry-Inorganic & Nuclear, Engineering-Chemical, Engineering-Civil, Nuclear Science & Technology 카테고리에 1개 학술지가 속한 것을 알 수 있다. 분석 대상으로 Environmental Sciences 카테고리를 선택하는 경우 Water Research 학술지는 해당 카테고리 209개 학술지중 12위로 순위(position) 지수(Rank/Total)가 상위 5.74%로 계산되나, Water Resources 카테고리를 선택하는 경우 Water Research 학술지는 해당 카테고리 80개 학술지중 1위로 순위(position) 지수가 상위 1.25%로 나타난다. 지하수 분야 한 연구실의 실적을 대상으로 분석하는 경우에도 카테고리의 설정에 따라 학술지의 순위(position) 지수가 달라지며, 그에 따라 표준화된 순위보정 영향력 지수(mrnIF)도 달라짐을 알 수 있다. Heo *et al.* (2008)의 경우는 Engineering-Geological, Agronomy, Physics-Multidisciplinary, Oncology 등 JCR 카테고리별로 분석하여 카테고리별 표준화된 순위보정영향력 지수 등을 비교한 바 있다. 본 연구는 지하수, 선광, 희유자원활용, 자원탐사개발, 도시광산, 가

Table 1. Journals listed with KIGAM groundwater research papers in 2012

Journal Title	Category
Applied Microbiology and Biotechnology	Biotechnology & Applied Microbiology
Chemical Engineering Journal	Engineering, Chemical
	Engineering, Environmental
Chemosphere	Environmental Sciences
Environmental Engineering Science	Engineering, Environmental
	Environmental Sciences
Environmental Science & Technology	Engineering, Environmental
	Environmental Sciences
Ground Water	Geosciences, Multidisciplinary
	Water Resources
Journal of Environmental Monitoring	Chemistry, Analytical
	Environmental Sciences
Journal of Hydrology	Engineering, Civil
	Geosciences, Multidisciplinary
	Water Resources
Journal of Radio analytical and Nuclear Chemistry	Chemistry, Analytical
	Chemistry, Inorganic & Nuclear
	Nuclear Science & Technology
Water Research	Engineering, Environmental
	Environmental Sciences
	Water Resources

스하이드레이트의 타 분야 비교를 실시하지만, 각 분야별 대표 JCR 카테고리 설정에 따라 표준화된 순위 보정 영향력 지수(mrnIF)의 수치가 달라지므로 특정 JCR 카테고리를 선택하지 않는다. 각 학술지의 카테고리 최고 순위 및 평균 순위를 적용하여 각 분야별 게재논문의 순위(position) 지수 및 표준화된 순위보정 영향력 지수(mrnIF)를 비교하였다. 지하수 분야를 대표로 게재 학술지의 순위(position) 지수 및 표준화된 순위보정 영향력 지수(mrnIF)를 산정한 결과는 Table 2와 같다.

3.2. 논문 질적평가

2012년 질적 분석 결과는 다음과 같다. 기존에 쓰였던 방법인 IF의 합계나 편당 IF의 경우는 희유자원활용 분야 연구실이 67.50, 2.93으로 가장 높음을 알 수 있다(Table 3). 또한 같은 2012년도 결과에 JCR 2011, JCR 2012의 적용에 따라, 타 분야는 근소한 차이가 나나 자원탐사개발 분야와 선광 분야의 경우 크게 차이나는 것을 확인할 수 있다. 앞서 제시한 연구방법과 같이 학술지의 순위(position)를 이용하여 해당 연구실의 순위(position) 지수의 평균을 구하여 타 분야와 비교하였다. 또한 해당 연구실/팀의 실적의 수월성을 나타내는 지표로 Cho (2013)의 연구와 같이 전체 SCI 논문 실적 중 순위(position) 지수 상 상위 20%, 10%에 해당하는 논문 비율을 살펴 보았다(Table 3). 개별 학술지 분야별 최고순위를 적용한 결과는 지하수 분야가 순위(position) 지수 15.60%로 IF로 설정한 순위 평균이 가장 낮아 가장 좋은 결과를 보임을 알 수 있었다. 순위(position) 지수로 설정한 상위 20% 이내 논문 비율, 상위 10% 이내 논문 비율 또한 각각 78.57%, 64.29%로 지하수 분야 연구실이 가장 높은 수치로, 순위가 높은 학술지에 논문을 가장 많이 게재한 것으로 나타냈다. 평균 순위를 적용한 결과는 자원개발탐사 분야가 순위(position) 지수 23.33%로 가장

Table 2. Journal Impact Factor (IF) analysis results in groundwater area

Category	Journal Title	Total	Rank	Position[1)]	IF 2012	mrnIF[2)]
Biotechnology & Applied Microbiology	Applied Microbiology and Biotechnology	159	29	18.24	3.69	82.28
Chemistry, Analytical	Journal of Environmental Monitoring	75	34	45.33	2.09	55.41
	Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry	75	48	64.00	1.47	36.49
Chemistry, Inorganic & Nuclear	Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry	43	25	58.14	1.47	42.86
Engineering, Chemical	Chemical Engineering Journal	133	10	7.52	3.47	93.18
Engineering, Civil	Journal of Hydrology	122	4	3.28	2.96	97.52
Engineering, Environmental	Chemical Engineering Journal	42	7	16.67	3.47	85.37
	Environmental Engineering Science	42	29	69.05	1.15	31.71
	Environmental Science & Technology	42	2	4.762	5.26	97.56
	Water Research	**42**	**3**	**7.14**	**4.66**	**95.12**
Environmental Sciences	Chemosphere	209	36	17.23	3.14	83.17
	Environmental Engineering Science	209	141	67.46	1.15	32.69
	Environmental Science & Technology	209	7	3.35	5.26	97.12
	Journal of Environmental Monitoring	209	84	40.19	2.09	60.10
	Water Research	**209**	**12**	**5.74**	**4.66**	**94.71**
Geosciences, Multidisciplinary	Ground Water	170	54	31.77	2.13	68.64
	Journal of Hydrology	170	27	15.88	2.96	84.62
Nuclear Science & Technology	Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry	34	3	8.82	1.47	93.94
Water Resources	Ground Water	80	17	21.25	2.13	79.75
	Journal of Hydrology	80	5	6.25	2.96	94.94
	Water Research	**80**	**1**	**1.25**	**4.66**	**100**

1) $\frac{Rank}{Total}\times 100$, 2) $\frac{Total-Rank}{Total-1}\times 100$, Rank Normalized Impact Factor.

높았으며 선광, 지하수 분야 순이었다. 평균 순위를 적용하였을 때 상위 20%과 10% 비율은 각각 지하수, 도시광산 분야가 50.00%, 33.33%로 가장 높게 나타났다. 각 학술지의 카테고리 최고 순위 및 평균 순위를 적용한 결과를 비교한 결과, 도시광산 분야와 가스하이드레이트 분야를 제외한 지하수, 선광, 희유자원활용, 자원탐사개발 분야 게재논문의 상위 20%, 10% 이내 비율이 크게 차이가 나는 것을 알 수 있다.

표준화된 순위보정 영향력 지수(mrnIF)로 2012년도 SCI논문 분석을 수행한 결과는 다음과 같다(Table 4). 개별 학술지 분야별 지수의 최고값을 적용하였을 때 지하수 분야 연구실이 표준화된 순위보정 영향력 지수(mrnIF)가 85.68로 가장 높았으며 지수의 평균을 적용한 결과는 자원탐사개발 분야가 77.80으로 가장 높았다. 지수의 최고값을 적용한 지수 80 이상 논문 비율은 80.00%로 자원탐사개발 분야 연구실이 가장 높았으며, 지하수, 선광 분야 연구실 순으로 나타났다. 90 이상 논문 비율은 지하수 64.29%, 선광 54.55%, 자원

Table 3. Qualitative analysis results with positions of research papers in 2012

Area	Sum of JCR 2012 IF (JCR 2011)	JCR 2012 IF per paper (JCR 2011)	Applied Highest Journal Rank			Applied Average Journal Rank		
			Average Position[1)] (%)	Percentage in 20%	Percentage in 10%	Average Position (%)	Percentage in 20%	Percentage in 10%
Ground-water	37.38 (36.23)	2.67 (2.59)	15.60	78.57%	64.29%	27.53	50.00%	28.57%
Mineral Processing	24.47 (21.72)	2.22 (1.97)	17.92	63.64%	36.36%	27.05	36.36%	18.18%
Rare Metals Utilization	67.50 (68.04)	2.93 (2.96)	23.89	52.17%	34.78%	32.06	34.78%	13.04%
Exploration Geophysics	12.98 (11.80)	2.60 (2.36)	18.06	60.00%	20.00%	23.33	40.00%	20.00%
Urban Mining	15.23 (15.25)	1.69 (1.69)	23.12	44.44%	33.33%	32.61	33.33%	33.33%
Gas Hydrate	12.45 (12.23)	2.07 (2.04)	32.71	33.33%	0.00%	36.85	33.33%	0.00%

1) $\frac{Rank}{Total}\times 100$

Table 4. Qualitative analysis results with mrnIF of research papers in 2012

Area	Sum of JCR 2012 IF (JCR 2011)	JCR 2012 IF per paper (JCR 2011)	Applied Highest Journal Rank			Applied Average Journal Rank		
			mrnIF[1)]	Percentage over 80	Percentage over 90	mrnIF	Percentage over 80	Percentage over 90
Ground-water	37.38 (36.23)	2.67 (2.59)	85.68	78.57%	64.29%	73.47	50.00%	28.57%
Mineral Processing	24.47 (21.72)	2.22 (1.97)	83.57	63.64%	54.55%	74.06	36.36%	18.18%
Rare Metals Utilization	67.50 (68.04)	2.93 (2.96)	77.25	52.17%	39.13%	68.76	34.78%	21.74%
Exploration Geophysics	12.98 (11.80)	2.60 (2.36)	83.59	80.00%	40.00%	77.80	60.00%	40.00%
Urban Mining	15.23 (15.25)	1.69 (1.69)	77.81	44.44%	33.33%	68.14	33.33%	33.33%
Gas Hydrate	12.45 (12.23)	2.07 (2.04)	68.22	33.33%	0.00%	63.93	33.33%	0.00%

1) $\frac{Total-Rank}{Total-1}\times 100$, Rank Normalized Impact Factor

탐사 40.00% 순이었다. 지수의 평균값을 적용한 80 이상 논문 비율은 지수 최고값을 적용한 결과와 동일한 순서였고, 90 이상 비율은 자원탐사개발, 지하수, 희유자원활용 분야 연구실 순이었다. 각 학술지의 최고 지수 및 평균 지수를 적용한 결과를 비교한 결과도 도시광산 분야와 가스하이드레이트 분야를 제외한 지하수, 선광, 희유자원활용, 자원탐사개발 분야 연구실의 게재논문의 상위 20%, 10% 이내 비율이 크게 차이가 나는 것을 알 수 있다.

순위(position) 지수와 표준화된 순위보정 영향력 지수(mrnIF)의 결과를 비교하였을 때, 수월성 지표인 80 이상 비율, 90 이상 비율에 대해 지하수, 도시광산, 가스하이드레이트 분야 연구실은 차이가 없었다. 선광 분야는 지수의 최고값 적용 시 90 이상 지수 비율이 54.33%으로 기존의 순위(position) 지수로 도출한 상위 10% 이내 비율인 36.36%보다 높아졌다. 희유자원활용 분야 연구실 또한 같은 지표가 34.78%에서 39.13%로 높아졌으며 지수의 평균값을 적용하는 경우도 90 이상 비율이 21.74%로 기존의 순위(position) 지수에서 상위 10% 이내 비율인 13.04%보다 높아졌다. 자원탐사개발 분야 연구실의 경우 또한 순위(position)보다 표준화된 순위보정 영향력 지수(mrnIF)를 적용하였을 때 수월성 지표가 더 높게 나타났다. 이 분야는 모든 수월성 지표에서 같은 결과였으며, 논문의 숫자가 적어서 비율상으로 아주 높은 숫자 변화를 보였다.

시계열 자료로 각 연구 분야를 비교한 결과는 다음과 같다(Fig. 1-5). 2012년 편당 IF는 희유자원활용 분야 연구실이 가장 높았으나 JCR 2012 적용 시 2009년-2011년(JCR 2011 적용 2009년, 2011년)은 지하수, JCR 2011 적용 시 2010년은 가스하이드레이트 분야 연구실이 가장 높았다(Fig. 1). 순위(position) 지수 및 표준화된 순위보정 영향력 지수(mrnIF)는 지하수 분야 연구실이 2009년, 2011년 실적이 월등히 좋으나 다른 연도의 경우 도시광산 및 자원탐사개발 분야 연구실이 우수한 실적을 보이는 것을 알 수 있다(Fig. 2-3). 전체 게재논문 중 표준화된 순위보정 영향력 지수(mrnIF)가 80 이상인 비율 및 90 이상인 비율로 비교한 결과 2011년의 경우 지하수 분야 연구실이 가장 우수하였으나 다른 연도의 경우 지표별로 순위가 달라 가장 우수하다고 보기 어려웠다(Fig. 4-5). Cho (2013)의 최고등급 연구수월성 지표인 90 이상 논문 비율 20% 이상을 도시광산 분야 연구실이 만족하고 있으며

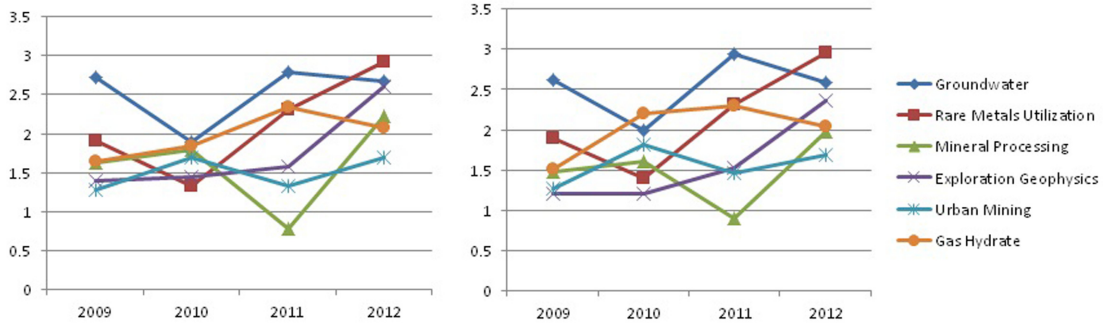

Fig. 1. IF per paper (left: JCR 2012 applied, right: JCR 2011 applied).

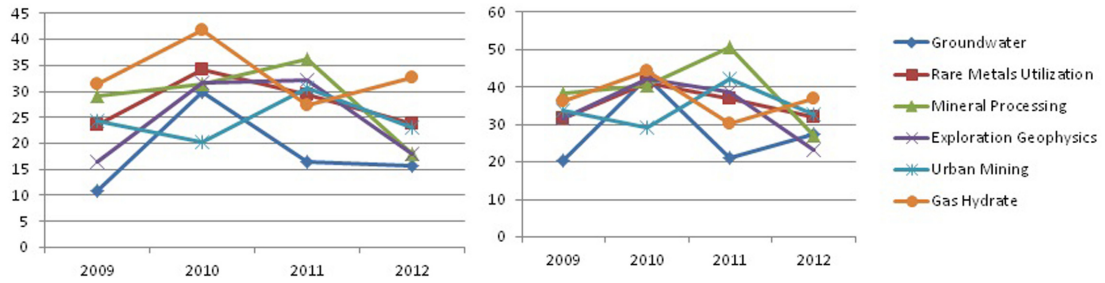

Fig. 2. Positions (left: highest journal rank, right: average journal rank).

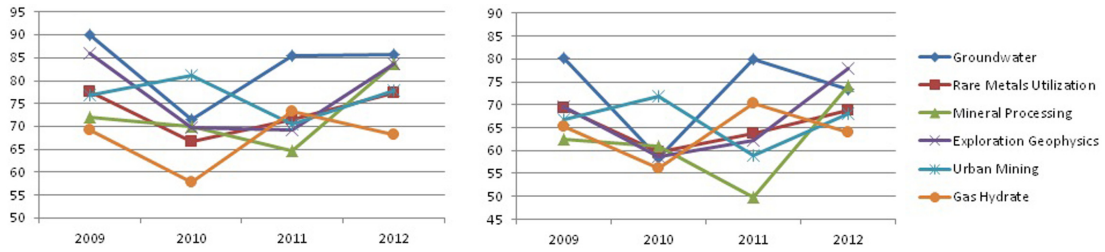

Fig. 3. mrnIF (left: highest journal rank, right: average journal rank).

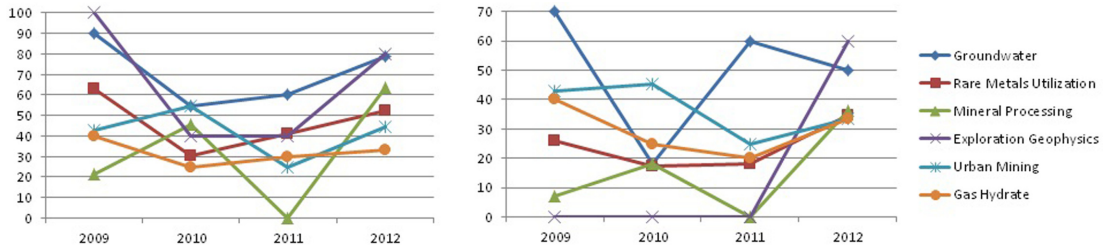

Fig. 4. Percentage over 80 mrnIF (left: highest journal rank, right: average journal rank).

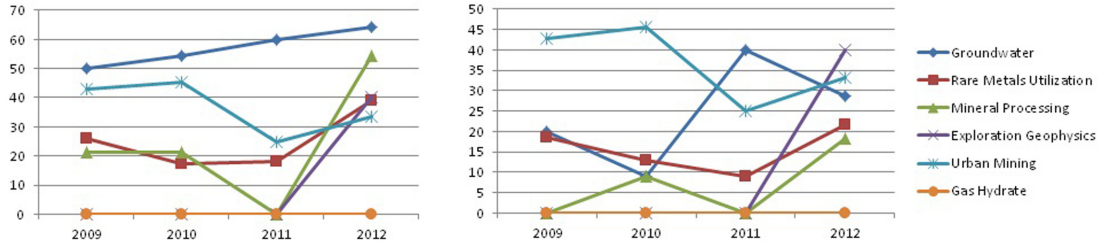

Fig. 5. Percentage over 90 mrnIF (left: highest journal rank, right: average journal rank).

지하수 분야 연구실은 평균순위를 적용한 2010년을 제외하고 만족하고 있었다.

4. 결 론

본 연구에서 지질자원 분야 연구개발 수월성을 제시할 수 있는 평가방법인 SCI논문의 질적평가 지표를 제시하고, 이를 KIGAM의 세계수준 연구실 기술수준 평가에 적용했다. 기존에 논문에 대한 질적 수준 평가는 IF나 순위(position) 지수를 활용한 방법이었다. 본 연구에서 JCR 2011, JCR 2012의 어떤 시점의 IF를 사용하는 지에 따라 결과가 달라지는 것을 확인할 수 있었으며, IF의 합계나 편당 IF가 높은 경우라도 순위(position) 지수와 표준화된 순위보정 영향력 지수(mrnIF)가 가장 좋게 나타나지 않음을 확인할 수 있었다. Cho (2013)의 표준화된 순위보정 영향력 지수(mrnIF)를 이용한 연구수월성 지표와 기존에 쓰였던 순위(position)를 활용한 수월성 지표를 비교하였다. 2009-2012년 실적 분석 결과 지하수, 도시광산, 가스하이드레이트 분야 연구실은 순위(position)와 표준화된 순위보정 영향력 지수(mrnIF)의 결과는 차이가 없었으나 자원탐사개발, 선광, 희유자원활용 분야 연구실 실적의 경우 순위(position)보다 표준화된 순위보정 영향력 지수(mrnIF)를 적용하였을 때 수월성 지표가 더 높게 나타났다.

2012년 편당 IF는 희유자원활용 분야 연구실이 가장 높았으나 순위(position) 지수 및 표준화된 순위보정 영향력 지수(mrnIF)는 지하수(최고순위 적용 position/

mrnIF), 자원탐사개발(평균순위 적용 position/mrnIF) 분야가 제일 높게 나타났다. 또한 이전년도의 편당 IF의 경우 JCR 2012 적용 시 2009년-2011년(JCR 2011 적용 2009년, 2011년)은 지하수, JCR 2011 적용 시 2010년은 가스하이드레이트 분야 연구실이 가장 높았다. 순위(position) 및 표준화된 순위보정 영향력 지수(mrnIF)는 지하수 분야 연구실이 2009년, 2011년 실적이 월등이 좋으나 타년도의 경우 도시광산 및 자원탐사개발 분야 연구실이 우수한 실적을 보이는 것을 알 수 있다. 수월성 지표로 전체 게재논문 중 표준화된 순위보정 영향력 지수(mrnIF)가 80 이상인 비율 및 90 이상인 비율로 비교한 결과, 2011년의 경우 지하수 분야 연구실이 가장 우수하였으나 다른 연도의 경우 지표별로 다른 순위를 보여 가장 우수하다고 보기 어려웠다. Cho (2013)의 최고등급 연구수월성 지표인 90 이상 논문 비율 20% 이상을 도시광산 분야 연구실이 만족하고 있으며 지하수 분야 연구실은 평균순위를 적용한 2010년을 제외하고 만족하고 있었다. 기존에 단순히 SCI논문의 IF를 비교하였던 방법에서 논문 순위(position)와 표준화된 순위보정 영향력 지수(mrnIF)를 이용한 분석결과 학문분야별 차이를 고려한 질적 분석이 가능함을 확인할 수 있었다.

MSIP (2013)는 추격형 연구개발에서 선도형 연구개발로의 방향의 변화를 요구하고 있으며, 성공하기 쉬운 연구개발에서 창의・도전적 연구개발을 강조한 바 있다. 본 연구에서는 IF 순위를 고려한 질적평가를 수행하였으나, SCI논문의 질적평가를 위한 가장 적절한 지표는 실제 해당 논문의 피인용수일 것이다. 양적 SCI 논문 수의 확대보다 피인용수가 높은 논문 성과 창출을 위해서는 기존의 선진국 추격형 및 계량연구 방향과 다른 원천연구가 요구될 것이다. 이를 위해서는 연구개발자가 실패에 대한 불이익 없이 창의・도전적 연구개발을 수행할 수 있는 연구환경 조성이 선행되어야 할 것이다.

사 사

이 논문은 한국지질자원연구원 주요연구사업 '지질자원기술 핵심역량 강화 전략 수립 연구(GP2012-008)'에 의해 지원되었습니다.

References

Cho, Y.D. (2013) Qualitative outcome index for different R&D goals and its application, First public hearing document for improvement of R&D outcome evaluation method, MSIP/KISTEP, p.23-34.

Cho, Y.H., Woo, J.P., and Song, C.H. (2010) Practical analysis of developed bibliometric indicators for evaluation of national R&D programs-case study of World Class University program-, Journal of Korea Technology Innovation Society, v.13, n.3, p.494-512.

Heo, J.E., Kim, H.D., Cho, Y.D., Cho, S.M. and Cho, S.R. (2008) Developing Bibliometric Indicators for Analysis & Evaluation of National R&D Programs, Journal of Korea Technology Innovation Society, v.11, n.3, p.376-399.

Kim, Y.J. and Lee, H.G. (2012) Analysis of Relationship Between international joint research and research paper quality using Relatively Rank-normalized Impact Factor (R2nIF), Proceeding of Korea Technology Innovation Society, p.75-84.

Marshakova-Shaikevich, I. (1996) The Standard Impact Factor as an Evaluation Tool of Science and Scientific Journals, Scientometric, v.25, p.283-290.

Ministry of Science, ICT, and Future Planning (MSIP) (2013) First public hearing document for improvement of R&D outcome evaluation method, MSIP/KISTEP, 48p.

Pudovkin, A.I. and Garfield, E. (2004) Rank-Normalized Impact Factor: A Way to Compare Journal Performance Across Subject Categories, Proceedings of the 67th ASIS&T Annual Meeting, 41, p.507-515.

Sen, B.K. (1992) Normalized Impact Factor, Journal of Documentation, 48, p.318-329.

2014년 4월 25일 원고접수, 2014년 5월 29일 1차수정, 2014년 5월 29일 게재승인