

SCI 인용분석을 통한 우리나라 바이오테크 분야의 지식이전 행태 연구

A Study on the Knowledge Transfer of Korean Nano-biotechnology based on SCI Citation Analysis

이혜진, 한국과학기술정보연구원, hyejin@kisti.re.kr

이춘실, 숙명여자대학교, cslee@sookmyung.ac.kr

Hyejin Lee, Korea Institute of Science and Technology Information

Choon-shil, Lee, Sookmyung Women's University

이 연구는 문헌정보 기반의 연구개발 기획 지원 서비스 발굴을 위해 SCI 학술지에 발표한 국내 바이오테크 분야의 논문을 인용한 논문들의 키워드를 기반으로 지식이전 행태를 분석하였다. 피인용 논문은 2004년, 2006년, 2008년에 발표한 논문 중 가장 인용빈도가 높은 바이오공정, 바이오센서, 바이오시스템 분야의 논문들을 대상으로 하였다. 인용한 논문들의 키워드 분석 결과, 바이오공정 분야는 바이오센서와 환경관련 분야로, 바이오센서 분야는 후각센서응용 분야와 면역증강응용 분야로, 바이오시스템 분야는 약물전달 및 암 진단 분야로 지식이 이전되었다.

1. 서론

2001년 미국의 국가나노기술개발전략(National Nanotechnology Initiative) 발표 이후 현재 전 세계 50여개 국가에서 국가핵심전략 연구개발사업의 하나로 나노기술들을 선정하고 집중 투자하고 있다. 우리나라의 경우, 2002년 과학기술부에서 나노기술개발촉진법을 제정하고, 2009년부터 국가과학기술위원회 17대 신성장동력 분야에 선정되어 연구개발영역을 점점 확대하고 있으며, 이에 따라 나노과학 분야의 연구자들은 국가 R&D 기획의 기회가 많아지면서 특정 기술분야에 대한 영향력을 파악하고 탐색하고자 하는 요구들이 증가하고 있다.

나노과학 분야는 최근 5년 간 국내 저자의 SCI 학술지 수록율에서 과학기술분야 중 가장 빠른 증가를 보이고 있다. 특히 바이오테크 분야의 논문은 다른 나노과학 분야에 비해 인용이 높게 나타나 국내 바이오테크 분야의 영향력에 주목할 필요가 있다.

본 연구는 과학기술 연구자들이 연구개발 기획 시 특정 기술 분야 탐색 지원 서비스 개발을 위한 기초연구로 국내 연구자가 바이오테크 분야의 SCI 학술지에 발표한 논문과 그 논문들을 인용한 논문의 저자 키워드를 분석하여 국내 바이오테크 분야의 지식이전 행태를 규명하였다.

지식의 관계를 잘 표현해주는 서지 요소는 참고문헌이다. 참고문헌은 해당 연구의 개념, 방법론, 기저가 되는 연구 등에 관한 기초지식이며, 인용은 과학 학술커뮤니케이션의 중요한 수단이 된다. 모든 학문 분야에서 연구자는 자신의 과학적 결과물에 객관성과 신뢰성을 더하기 위해 이전 시대 혹은 같은 시대 연구자들의 성과를 인용하기 때문이다.

따라서 지식의 관계성에 기초한 인용은 지식의 확산 및 파급 과정과 지식의 원천을 찾아갈 수 있도록 하며 즉, 어떤 유형의 지식이 많이 활용되는지를 추적할 수 있음을 의미한다.

인용분석을 통한 특정 학문 분야의 연구 동향이나 지식의 흐름을 분석한 최근 연구들은

다음과 같다.

남영준 등(2011)은 우리나라 토목공학 분야 논문들의 인용분석을 통해 주요 인용정보원, 국내외 문헌의 의존도, 국내 학술지의 이전 속도에 대한 분석을 수행하였다. 그 결과 토목공학분야의 핵심학술지들은 영향력지수와 즉시성 지수가 높지 않게 나타났다.

정준민(2010)은 인용문헌을 인용 체인 내에서 문헌의 영향력으로 해석하고, SCOPUS에서 'bibliometric' 키워드로 검색된 논문을 대상으로 논문의 계보와 영향력이 높은 문헌을 도출하고, 이러한 방법론을 도서관 서비스의 하나로 제시하였다.

윤석경(2007)은 행정학 분야의 8종의 국내 학술지를 대상으로 논문 특성, 인용 특성, 지식이전속도, 학술지영향력 지표 값을 산출하여 분석하였다. 분석 결과, 행정학 분야의 지식이전 속도는 빠른 것으로 나타났다.

논문 인용분석 기반의 지식이전 관련 연구는 주로 영향력 지수와 즉시성 지수를 통한 해당 분야의 과급 속도를 규명하거나 저자그룹을 바탕으로 하는 지적구조 연구들이었다. 본 연구는 논문의 인용논문을 대상으로 과학기술분야가 세부 기술분야로 확장하는 모습을 분석하는데 초점을 두었다.

2. 연구대상 및 방법

본 연구는 피인용 논문의 수집과 대상 주제 분야 선정, 인용한 논문의 수집, 인용한 논문의 키워드 추출, 키워드 분석의 과정으로 진행하였다.

피인용 논문은 2004년, 2006년, 2008년에 국내 과학자가 발표한 바이오나노 분야의 논문을 Web of Science에서 Nanoscience Nanotechnology 분야 중 바이오 분야의 논문들로 수집하였다. 수집된 논문은 한국과학기술표준분류체계를 적용하여 바이오나노 분야

의 세부 분야로 분류하고, 이 분야 중 해당 연도에 가장 많이 인용된 주제 분야의 논문들을 선정하였다. 선정된 논문은 2004년은 21편, 2006년은 48편, 2008년은 51편으로 총 120편이며, 2008년까지의 논문들을 살펴본 이유는 2010년 JCR 기준으로 나노과학 분야의 반감기가 3.7년이기 때문이다.

선정된 논문 중 인용빈도가 높은 주제분야에 발표된 논문을 인용한 논문들을 수집해서 저자 키워드를 추출하고, KISTI Knowledge Matrix를 사용하여 키워드 정제작업을 수행하였다. 정제된 키워드는 논문들을 기준으로 키워드에 대한 코사인 유사도 행렬 분석을 수행하였고, 키워드 간 클러스터링에 대한 알고리즘은 계층적 클러스터링 기법인 Ward 기법을 활용하였다. 클러스터 결과는 항목들 간의 연결관계를 2차원적 도면에 표현하는 FDP(Fore Directed Placement) 기법을 사용하였다.

3. 국내 바이오나노 분야의 지식이전 현황 분석

3.1 국내 바이오나노 분야의 연구동향

국내 과학자가 발표한 논문의 주제분석 결과, 2004년은 바이오공정 분야, 2006년은 바이오센서 분야, 2008년은 바이오시스템 분야의 인용도가 높게 나타났다. 2008년도에 국내 과학자가 발표한 바이오시스템 분야는 인용빈도가 연평균 18.2건으로 가장 높았다. 바이오공정 분야의 경우, 2008년에 가까워질수록 평균 인용빈도가 점점 낮아지고 있는 반면, 바이오시스템 분야의 인용빈도는 높아지고 있었다. 또한 2006년이 다른 두 해에 비해 다양한 바이오나노 분야에서 논문이 발표됐다는 점도 주목할 만하다.

<표 1> 인용도가 높은 국내 바이오 나노 분야의 발표논문 수와 평균 인용건수

	2004		2006		2008	
	NUM	AVG	NUM	AVG	NUM	AVG
바이오 공정기술	3	12.2	8	6.5	10	4.6
바이오 센서	9	7.5	6	7.2	19	6.6
바이오 시스템	1	6.8	1	7.1	3	18.1

* NUM: 논문수, AVG: 연평균인용건수

3.2 지식이전 현황 분석 결과

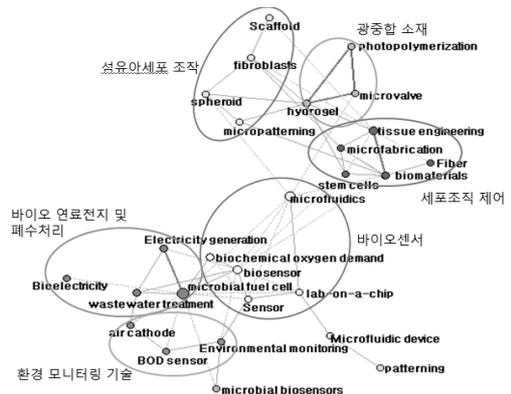
인용문헌 분석 결과, 바이오공정 분야에서는 235편, 바이오센서 분야에서는 207편, 바이오시스템 분야에서는 127편이 인용되었다.

인용한 논문의 발행국은 2004년과 2008년은 모두 미국(40%,41%), 한국(26.3%,26.7%), 중국(10.2%,17.3%)의 순으로 인용논문이 많이 분포되어 있었다. 하지만 2006년은 한국(35.9%)이 미국(9.3%)과 중국(15.2%)보다 훨씬 높은 인용빈도를 보여 바이오센서 분야는 국내논문이 많이 인용한 것으로 나타났다.

인용논문을 연도별로 살펴보면, 2004년 바이오공정 분야의 논문들은 현재까지도 꾸준히 인용이 일어나고 있었다. 앞서 이 분야는 최근에 발표한 논문일수록 평균 인용도가 떨어지고 있음을 감안할 때, 국내 바이오공정 분야의 논문은 과거의 논문이 더 영향력이 있음을 알 수 있었다. 또한 2006년의 바이오센서와 2008년의 바이오시스템 분야 논문들은 일반적인 인용 분석 현상과 크게 다르지 않아 최근에 발표한 인용 논문들이 인용도가 떨어지는 것으로 나타났다. 하지만 인용절정기와 쇠퇴기 관점에서 바이오센서보다 바이오시스템 분야의 논문은 지식의 이전속도가 빠르기 때문에 이 분야의 환경 변화가 빠른 것으로 추정된다.

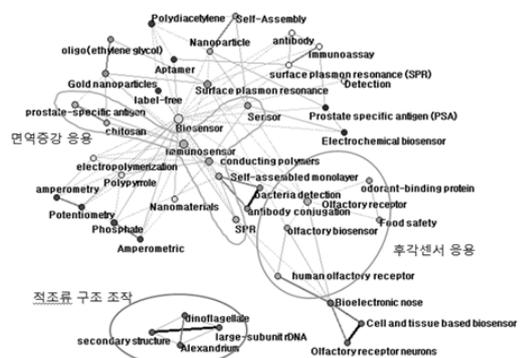
<그림 1>,<그림 2>,<그림 3>은 2004년 바

이오공정 분야, 2006년 바이오센서 분야, 2008년 바이오시스템 분야의 논문을 인용한 논문들의 키워드 간의 관계도이다. 인용문헌의 키워드 분석 결과는 다음과 같다.



<그림 1> 바이오공정 분야 인용문헌의 키워드 간 관계도

바이오공정 분야를 인용한 논문들은 바이오센서, 바이오연료전지 및 폐수처리, 세포조직 제어 연구 분야로 인용되었다. 특히 바이오센서, 바이오연료전지를 중심으로 폐수처리와 세포조직 제어 분야가 연관성을 가지고 분포하고 있다는 것을 확인할 수 있었다. 바이오연료전지 및 폐수처리 분야는 최근 들어 인용이 많아지는 행태를 보이고 있었다.

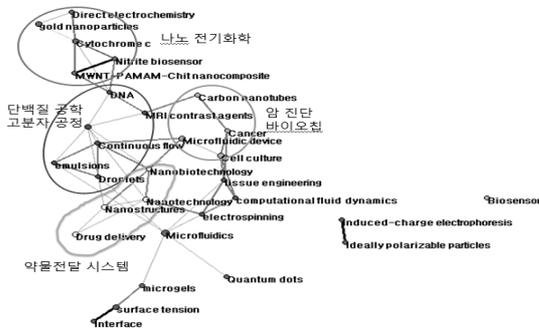


<그림 2> 바이오센서 분야 인용문헌의 키워드 간 관계도

<표 2> 국내 바이오나노 분야의 지식 이전 현황

피인용 논문 분야	지식 이전 분야
바이오공정	폐수처리 및 환경 모니터링 - <u>바이오센서</u> - 세포조직 제어 및 조작
바이오센서	면역증강 응용 - 후각센서 응용 적조류 구조 조작
바이오시스템	약물전달 시스템 - <u>단백질 공학</u> - 암 진단 바이오칩 나노전기화학

바이오센서 분야를 인용한 논문들은 단연 후각센서 응용과 면역증강 응용 분야로 지식을 확장해나간 것으로 확인할 수 있었으며, 인용문헌 대부분의 키워드들이 두 분야와 연계성을 가지고 있음을 알 수 있었다. 하지만 적조류 구조 조작과 관련한 연구분야의 경우, 네트워크 상에서 이 두 분야와는 다소 떨어져서 새로운 클러스터를 형성하고 있었다.



<그림 3> 바이오시스템 분야 인용문헌의 키워드 간 관계도

셋째, 바이오시스템 분야를 인용한 논문들은 주로 약물전달이나 암진단과 같은 질병 진단과 치료 연구 분야로 확장된 현상을 보였다. 특히, 단백질 공학 분야와 암진단 분야가 수용성 키토산 물질로 연계되어 암과 키토산과의 연관성을 유추해볼 수 있었다.

4. 결론 및 고찰

국내 연구자가 SCI 학술지에 발표한 바이오나노 분야의 논문 중 인용빈도가 높은 바이오

공정 분야는 바이오센서와 환경관련 분야로, 바이오센서분야는 후각센서응용 분야와 면역증강응용 분야로, 바이오시스템 분야는 약물전달 및 암 진단 분야로 지식이 이전되었다.

이 연구는 저자 키워드를 대상으로 분석하였기 때문에 지식 흐름에 대한 신뢰성을 더 확보하기 위해 대상 데이터를 논문의 제목과 초록에 있는 키워드까지 확장하고 동시인용분석을 기반으로 영향력이 큰 노드 간의 연결 경로를 파악하여 기술분야 경로 맵을 분석하는 연구로 확장하면 세부분야에 대한 구체적 분석이 가능할 것이다.

참고문헌

남영준 외. 2011. 우리나라 토목공학분야 연구자의 인용행태에 관한 연구. 『정보관리학회지』, 28(4):201-220.

윤석경. 2007. 인용분석에 의한 행정분야 학술지의 특성. 『한국공공관리학보』, 21(3):113-146.

정준민. 2010. 인용문헌 분석을 학술 논문의 수명 및 계보에 관한 연구. 『한국문헌정보학회지』, 44(2):357-379.

M.C. Roco. 2005. Overview of the National Nanotechnology Initiative, National Research Council, Washington, D.C.

YuGuang. 2010. Characterizing knowledge diffusion of Nanoscience & Nanotechnology by citation analysis, *Scientometrics*, 84(1):81-97.