

SCI를 기준으로 한 우리나라의 지식자원 수준 분석

송충한*·이주훈**

I. 서론

참여정부는 2004년 국가기술혁신체계(NIS) 구축방안을 마련하고 국가혁신체계 구축을 위해 노력하고 있다. 이는 글로벌경제화의 진진으로 무한경쟁 및 기술혁신 가속화 현상이 전개되고 있으며, 국가경쟁력은 국가기술혁신체계가 갖는 경쟁력에 의해서 좌우되기 때문이다.

1980년대 후반 국가기술혁신시스템에 대한 개념이 소개된 이후 OECD국가들을 중심으로 국가기술혁신체계에 대한 연구와 함께 각국 정부는 국가기술혁신체계의 개념에 입각한 정책을 추진하기 위해 노력하고 있으며, 우리나라도 국가기술혁신역량을 평가할 수 있는 지표개발 연구를 수행한 바 있다. 여기서는 국가기술혁신지표를 혁신자원, 혁신활동, 혁신과정, 혁신성과 및 혁신환경의 다섯 가지 지표로 구분하고 각 지표별로 세부 영역을 대표하는 543개의 개별지표를 제시하고 있다.(임윤철 외, 2004)

본 연구에서는 임윤철 외(2004)가 제시한 혁신자원의 개별지표 중 지식자원을 대표하는 논문을 중심으로 우리나라의 지식자원의 현 주소를 살펴보고자 한다²⁾. 아울러, 분석 대상의 논문으로 SCI에 속하는 논문을 대상으로 하고자 한다.

물론 SCI 관련 지표는 몇 가지 한계를 지니고 있다. Kostoff(1995)는 SCI 관련 지표가 갖는 문제점들을 다음과 같이 지적하고 있다³⁾. 첫째, 인용횟수는 연구의 질이 아닌 양적인 실적만을 측정할 뿐이다. 둘째, 학술지에 게재되는 논문의 유형은 분야별로 다양할 수 밖에 없는데 단순한 건수 위주의 측정은 분야별 다양성과 특성을 전혀 반영하지 못한다. 셋째, 자기인용 및 조각논문 발표⁴⁾에 영향을 많이 받는다. 넷째, 복수저자 및 연구자그룹에 의한 논문에 있어 개인별 업적이나 실질적 기여도 등을 구별하지 못한다. 다섯째, 과학기술 분야에서 지식의 의사소통 방식에 있어 논문이 아닌 방식에 대하여는 이를 무시하게 된다. 여섯째, 영어권 국가에서 발간하는 학술지가 다수를 차지하고 있어 영어 중심의 언어 편기(bias)가 존재한다⁵⁾. 일곱째, 긍정적 인용과 부정적 인용의 특성을 구별하지 못한다. 여덟째, 연구활동이 종료된 시점과 이의 연구결과에 의한 논문 발표 시점 및 인용된 시점과의 상당한 시간적 차이가 있다.

그러나, 이러한 한계와 함께 SCI 관련 지표의 유용성에 대한 근거도 많이 제시되고 있다. Luukkonen(1991)은 인용횟수가 동료평가 순위와 대략적인 상관관계를 가지는 경향이 있다는 것을 분석하였으며, Rinia et al(1998)은 응집물질물리 분야의 연구프로그램을 평가한 결과 여러 가지 인용지수가 동료평가 순위와 밀접한 상관관계를 나타낸다는 결과를 얻었고, Oppenheim(1997)는 영국의 유전학, 해부학, 고고학 연구에 대한 1992년도 연구 수행결과를 평가한

* 송충한, 한국과학재단 정책연구실장, 042-869-6400, chsong@kosef.re.kr

** 이주훈, 한서대학교 교수, 041-660-1201, jhl@hanseo.ac.kr

- 2) 한 나라의 지식자원을 나타내는 대표적인 개별지표로 연구인력을 들 수 있는데, 연구인력에 대한 질적인 평가를 나타내는 객관적 지표의 제시가 현실적으로 불가능하기 때문에 다소의 제약은 있지만 그래도 국제적으로 인정되고 또한 분석 가능한 논문을 대상으로 하고자 한다.
- 3) 연경남, 이성중, 이종현, 송충한(2005)에서 재인용
- 4) 하나의 연구결과로부터 비슷한 내용의 논문을 다수로 만들어 논문을 발표하는 것으로 논문실적 강조 추세에 대하여 자신의 논문 발표 건수를 증가시켜 보려는 의도에서 나온 부정적인 경향이다.
- 5) van Leeuwen, Moed, Tijssen and Visser(2001)는 언어의 편기라는 문제가 없다면, 독일, 프랑스, 스위스 등의 논문 영향력은 10%이상 상승할 것이라고 분석하고 있다.

동료평가 순위와 인용지수 사이의 강한 긍정적 상관관계가 존재한다는 것을 발견하였다.

따라서, SCI 관련 지표가 전적으로 논문자료를 이용하여 작성된 것이지만, 지표를 적절히 구성하는 경우 질적인 측면도 반영할 수 있을 뿐 아니라, 국제적으로 비교가능한 지표로서 세계적으로 가장 널리 사용되는 객관적인 계량서지학적 지표(bibliometric indicator)이므로 이를 이용한 국가 차원의 지식자원 분석은 충분한 타당성을 지니고 있다.

II. 기존연구

SCI 논문을 대상으로 각종 분석을 수행한 연구는 다수가 존재하므로, 본 연구에서는 본 연구가 수행하고자 하는 내용과 관련이 있는 연구중에서 비교적 최근에 이루어진 연구를 대상으로 기존 연구내용을 살펴보고자 한다. SCI를 분석한 연구들은 대체로 몇 가지 유형으로 구분될 수 있는데, 분석의 대상을 기준으로 하는 경우 국가 수준의 연구성과 및 연구동향 분석, 분야 수준의 연구성과 및 연구동향 분석, 기관 수준의 연구성과 및 연구동향 분석 등으로 구분될 수 있고, 그 외에는 학문의 구조적 변화에 대한 분석, 국가의 정책에 대한 효과 분석 그리고 평가지표로의 활용을 위한 분석 등으로 구분될 수 있다.

SCI를 이용하여 국가 수준의 분석을 한 연구로는 Butler(2003a, 2003b), Moed(2002), Song(2003) 등을 들 수 있다. Butler(2003a, 2003b)는 호주에서 1995년 연구비(block grant)의 배분 기준으로 SCI 논문수가 추가된 이후 호주의 논문실적이 보여준 여러 가지 현상을 분석하고 문제점을 제시하였다. Butler(2003a)는 논문의 숫자뿐만 아니라 논문의 인용수를 반영하여 논문의 상대 인용영향력(relative citation impact, RCI)을 나타내는 지표를 작성, 이를 토대로 논문수에 치중한 호주의 연구성과가 그 영향력 측면에서는 선진국들에 비해 상대적으로 미흡한 수준으로 전락하고 있음을 분석하였고, 또한 동일한 현상을 인용횟수에 따라 구분한 논문그룹의 성장률을 계산하여 인용횟수가 낮은 논문이 대폭 증가하는 현상을 보여줌으로써 양적 증가가 질적 증가를 수반하지 못하였음을 보여주고 있다.(Butler 2003b) Moed(2002)는 1990년-1999년간의 총논문수, 총인용횟수, 논문1편당 평균인용횟수, 해당기간동안 인용되지 못한 논문의 비율, 해당분야의 평균수준 저널에 대비한 각 논문의 인용정도, 세계 평균 인용횟수에 대비한 각 논문의 인용정도 등 SCI분석에 보편적으로 사용되는 지표들을 이용하여 중국 전체의 연구성과와 화학 및 재료분야의 연구성과를 측정하였다.

SCI를 이용하여 분야 수준의 분석을 수행한 연구로는 He, Zhang and Teng(2005), Guan and Ma(2004), Kim(2001), Kim (2002), 등을 들 수 있다. He, Zhang and Teng (2005)은 1999년-2002년의 기간동안 중국의 생화학 및 분자생물학 분야의 논문수를 국가전체, 지역별 분포, 공동연구의 국별 분포 등을 살펴보고 있다⁶⁾. Guan and Ma(2004)는 computer science 분야의 연구성과를 비교하였는데, 이를 위해 활동지수(active indicator, AI), 변형활동지수(transformative active index, TAI) 등을 작성하여 선진국과 상대적인 비교를 실시하였다. Kim(2002)는 한국의 물리학분야와 기계공학 분야에 대해 인용패턴을 분석하였고, Kim(2001)은 한국의 물리분야 출판물을 대상으로 계량서지학적 분석을 실시하고 공동연구를 수행한 국가별 인용수의 차이 등을 분석하였다.

기관별로 논문실적 등을 분석한 연구로는 소민호(2005), Ahu, Wu, Zheng and Ma (2004) 등이 있다. 소민호(2005)는 과학재단의 요청에 따라 대학별 논문수, 분야별 논문수, 대학별 논문1편당 피인용횟수, 대학별 1회 이상 피인용된 논문수, 미국 상위 10개 대학의 대학별 논문수와 피인용횟수 등을 분석하였다. Ahu, Wu, Zheng and Ma(2004)는 분경대학의 분야별 논문수, 피인용횟수 등의 분석을 통해 북경대학에서 연구활동이 상대적으로 활발한 분야를 분석하였다.

논문의 인용분석 등을 통해 학문의 구조적 변화 또는 계량서지학적 특성을 분석한 연구로는

6) 이 연구는 최근의 일반적 연구동향인 인용횟수의 분석을 실시하고 있지 않다.

남수현, 박정민, 설성수(2005), Aksnes(2003), Leydesdorff (2002), Leydesdorff and Cozzens(1993) 등이 있다. 남수현, 박정민, 설성수(2005)는 인용정보를 이용하여 허브와 권위 논문을 구분하고 있다. Aksnes(2003)는 인용수가 높은 논문들이 갖는 특징을 분석하였고, 더불어 노르웨이에서 저자수에 따른 평균 인용횟수를 분석하였다. Aksnes(2003)의 분석결과에 따르면 논문의 공동저자수가 증가할 수록 논문의 인용수 또한 같이 비례하여 증가하는 것으로 나타나고 있다. Leydesdorff (2002)는 각 저널간 인용한(citing) 실적과 인용된(cited) 실적을 분석하여 저널의 인용패턴을 분석하고 이를 토대로 학문구조의 변화를 분석하였는데, 특히 Leydesdorff and Cozzens(1993)에서 제시한 중심성향저널(central tendency journal)의 개념으로 접근하였다.

SCI 논문을 분석하여 연구개발정책의 효과성을 분석한 연구로는 Butler(2003a, 2003b) 및 Moed, van Leeuwen and Visser(1999) 등을 들 수 있다. Butler(2003a, 2003b)는 앞서 언급한 바와 같이 호주에서의 연구비 배분 정책이 대학연구에 미친 영향을 분석하였다. Moed, van Leeuwen and Visser(1999)는 SCI 자료를 이용하여 계산한 Gini index를 사용하여 네덜란드 대학의 특성화 정책이 효과가 있었는지를 분석하였다. 그 결과, 1980년대 초반에 지구과학과 치의학분야에 대한 강제적인 구조조정이 있었는데, 이 분야는 물리적 조정에 따른 특성화가 유지되고 있는 것으로 나타나고 있으나 자연과학, 생명과학 등 정부의 간접적 정책이 추진된 분야에서는 특성화의 모습이 뚜렷이 나타나지 않는 것으로 나타나고 있다⁷⁾.

이 외에도 SCI 자료를 이용하여 동료평가(peer review)의 보완자료로 사용하거나 연구지원의 성과를 분석한 연구로는 연경남, 이성중, 이종현, 송충한(2005), Hicks, Tomizawa, Saitoh and Kobayashi(2004), Debackere and Glänzel(2004), van Leeuwen, van der Wurff and van Raan (2001), Lewison, Cottrel and Dixon(1999) 등이 있다. 연경남, 이성중, 이종현, 송충한(2005)은 연구 과제 평가시 질적 수준을 반영한 정량지표의 도입방안을 제시하고 있고, Hicks, Tomizawa, Saitoh and Kobayashi(2004)는 미국의 연방정부가 그동안 사용한 각종 계량적 방법들을 정리하고 있다. Debackere and Glänzel(2004)은 벨기에의 Flemish 지방에서 연구비를 기관별로 배분할 때 기존의 기준인 학생수 및 연구비확보 규모에 더하여 논문점유율과 인용점유율을 추가할 것을 제안하고 있다. van Leeuwen, van der Wurff and van Raan(2001)은 연구비 지원 과정에서 연구자 혹은 연구팀 평가시 전문가 평가를 보완할 수 있는 각종 지표를 제시하고 있고, Lewison, Cottrel and Dixon(1999)은 연구계획서 평가 과정에서 전문가 평가를 보완하는 계량서지학적 지표를 제시하고 이의 사용 사례를 설명하였다.

II. 자료 및 분석방법

1. 자료

본 연구에서는 SCI DB를 기반으로 만든 국가별 통계자료 DB인 NSI DB와 특정 국가 논문의 서지사항과 인용통계에 관한 DB인 NCR DB를 이용하였다. 분석기간은 1992년부터 2004년까지이며, 국가는 한국과 미국, 일본, 독일, 영국, 프랑스 등의 선진국 그리고 스웨덴, 핀란드, 아일랜드 등의 기술강소국 및 중국, 대만 싱가포르 등 아시아 국가로 총 12개국을 대상으로 하였다.

자료의 계산 과정에서 국내 공동연구의 경우에는 논문 전체를 1편으로 계산하였지만, 국제공동연구의 경우에는 우리나라의 저자에게 1편의 논문실적을 인정하였다. 이는 기관별로 집계할 때, 동일기관 소속 연구자들이 공저한 논문의 경우 하나의 논문으로 집계하고, 소속이 다른 저자들이

7) 저자들은 지구과학과 치의학과 같이 분야가 세부적인 경우 특성화의 모습이 명확히 표시되지만, 자연과학, 생명과학 등 세부분야의 범위가 광범위한 경우 특성화의 모습이 명확히 나타나지 않을 수 있다는 분석의 한계를 명확히 언급하고 있다.

공정한 경우 각 소속 기관에 각각 1편의 논문 실적을 인정한 기존의 방식(과학기술부, 2004)을 적용하였다.

극히 이상적으로 논문수를 계산하는 방법은 각 저자들이 자신들이 논문에 대해 기여한 퍼센트에 대해 모두 동의하고 동의한 퍼센트만큼 해당 저자에게 논문수로 계산하는 방법이다. 그러나 이러한 퍼센트에 대해 각각의 저자들이 모두 동의하는 것은 불가능하다. 왜냐하면, 논문의 기본적인 개념을 제공한 사람은 실제 기술한 부분이 적다고 하더라도 자신의 기여도가 높다고 생각할 것이고, 실제로 기술을 많이 한 사람 또한 자신의 기여도가 높다고 생각할 것이기 때문이다. 이처럼 하나의 논문에 대한 기여도를 정하는 과정에서도 양적인 문제와 질적인 문제가 복합적으로 결부되기 때문에 논문에 참여한 저자들의 기여도를 정확히 계산하거나 동의한다는 것은 현실적으로 불가능하다. 따라서, 계량서지학적 방법으로 볼 때, 논문수를 계산하는 방법은 모든 저자에게 1편의 실적을 부여하거나, 참여한 저자의 숫자를 n 이라고 할 때 각 저자에게 $1/n$ 편씩을 부여하는 방법이 가능하게 된다. 그러나, 논문수와 인용수에 모두 $1/n$ 의 가중치를 적용하는 경우 이러한 방식은 공동연구를 위축시키는 부작용을 초래할 수도 있을 뿐 아니라(Hicks, et al., 2002), 논문에 대해 모든 저자가 동일하게 기여하지 않았다면 $1/n$ 또한 정확하고 공정한 방법은 아니다.

공동연구에 있어서도 개별국가 논문의 합과 전체 논문의 합이 일치하지 않는 것과 같이 국가 전체의 논문수와 분야별 논문수의 합계는 일치하지 않는다. 분야별 논문수의 계산기준도 기존에 적용한 방식(과학기술부, 2004)을 그대로 적용하였는데, 이 방법은 하나의 논문이 여러 분야에 해당하는 경우 각 분야의 각1편의 논문수를 모두 반영하고, 분야가 명기되어 있지 않은 논문은 분야별 통계에서 제외하는 방식이다. 따라서 이 방식을 사용하는 경우 각 분야별 논문수의 합은 총 논문수보다 크게 된다.

인용횟수(cited number)의 계산은 지난 5년간 인용수를 평균하여 사용하였다. 인용횟수를 분석하는 대부분의 연구에서 인용수를 당해연도 인용횟수가 아닌 지난 5년간의 인용횟수의 평균값을 사용하는데, 5년이 단기와 장기를 구분하는 중간값으로 인식되어 분석에 주로 사용되기 때문이다.(과학기술부, 2004; Butler 2003a, 2003b; Aksnes, 2003; Lewison, Cottrel and Dixon, 1999; Leeuwen, Moed, Tijssen and Visser, 2001) 인용횟수는 논문수를 계산하는 방법에 의해서도 크게 영향을 받는다. 예를 들어, 국제 공동연구의 경우 각 국가의 연구자들에게 1편의 실적을 부여하는 경우 이 논문의 인용횟수도 각국의 저자에게 동일하게 적용하게 된다. 그러나, 논문의 실적을 저자의 숫자로 나누어 적용하는 경우 인용횟수도 저자의 숫자로 나누어 적용하게 되는데, 이러한 방식은 국제공동연구가 차지하는 비중이 클수록 논문수와 인용횟수에 크게 영향을 미치게 된다.⁸⁾

2. 분석방법

SCI를 이용한 지표는 대체로 국가 수준의 비교에 적합한 지표와 분야 수준의 비교에 적합한 지표, 연구자 혹은 연구팀의 평가에 적합한 지표 그리고 모든 경우에 사용될 수 있는 지표로 구분될 수 있다. 우선 모든 경우에 사용 가능한 지표로는 논문수와 인용횟수가 있는데, 논문수 또는 논문 점유율은 양적인 지표로 사용되며 인용횟수 또는 인용횟수 점유율은 질적인 지표로 사용된다.

국가 수준의 비교에 적합한 지표로는 Butler(1993a)가 제안한 RCI(Relative Citation Impact)

8) Butler(2003a)는 호주에서 이루어진 국제공동연구와 국내연구의 인용수 차이를 분석하였는데 호주의 연구자라면 이루어진 논문의 평균 인용수는 4.22회인 반면, 국제 공동연구로 이루어진 논문은 5.53회로 나타났다. Aksnes(2003)은 노르웨이의 논문을 대상으로 연구자의 숫자에 따라 인용수가 다름을 분석하고 있는데, 연구자가 1인인 경우 평균 인용수는 3.8회인 반면 연구자가 5인인 경우는 평균 인용수가 8.9회이고 연구자가 10인인 경우에는 17.0회인 것으로 나타났다.

지표를 들 수 있다. RCI는 인용횟수 점유율을 논문 점유율로 나눈 값으로 계산되는데, 논문 점유율 또는 인용횟수 점유율을 단독으로 사용했을 때 나타나는 문제점을 보완하기 위해 고안된 지표이다. RCI값이 1을 넘는 국가는 논문수의 점유율보다 상대적으로 큰 영향력을 미친다는 것을 의미하는데, 이는 이 국가에서 발표되는 논문이 다른 나라에 비해 상대적으로 우수한 논문이 많다는 것을 의미한다. 반대로, RCI값이 1보다 낮은 국가는 논문수의 점유율보다 그 영향력이 적다는 것을 의미하고 따라서 이 국가에서 발표되는 논문은 대체로 수준이 낮은 논문이라는 것을 의미한다.

다음으로 분야 수준의 비료에 적합한 지표로는 AI(Activity Index)와 TAI(Transformative Activity Index)를 들 수 있다. AI는 Frmae(1977)에 의해 처음 제안되었으며 후에 Schubert and Braun(1986), Nagpaul(1995), Garg and Padhi(1998)에 의해 사용되었다⁹⁾. AI는 해당 분야의 크기와 해당 국가의 크기를 감안하면서 상대적인 연구노력을 평가할 수 있다. AI는 다음과 같이 정의된다.

$$AI = \frac{\text{해당 분야에서 한 국가의 논문점유율}}{\text{모든 분야에서 한 국가의 논문점유율}}$$

AI를 보완한 지표로는 TAI가 있는데, TAI는 Price(1981)가 처음 제안했고 Karki and Garg(1997)의 연구에 적용된 바 있다. TAI가 100인 경우 해당 분야에서 특정국가의 연구노력은 세계평균과 동일하며, 만약 100이 넘는 경우 해당국가의 노력이 세계평균보다 높고 100보다 작은 경우 해당분야에서의 연구노력이 세계평균보다 낮은 것으로 해석된다. TAI 지표는 다음과 같이 정의된다.

$$TAI = \frac{Ci / Co}{Wi / Wo} \times 100$$

- 여기서 Ci : i년에 있어서 특정 국가의 해당 분야에서의 논문수
- Co : 연구기간동안 특정 국가의 해당 분야에서의 논문수
- Wi : i년에 있어서 세계 전체의 해당 분야에서의 논문수
- Wo : 연구기간동안 세계 전체의 해당 분야에서의 논문수

끝으로 연구자 및 연구팀을 평가하는데 주로 사용되는 지표는 Leeuwen, Wurff and Raan(2001), Aksnes and Taxt(2004), CWTS(2000) 등에서 사용한 지표로서 다음과 같이 정의되고 있다¹⁰⁾. 첫째, 개인(그룹)이 발표한 전체 논문건수(P) 둘째, 자체인용(self-citation)을 포함한 전체 피인용횟수(C) 셋째, 논문편당 평균 피인용횟수(CPP=C/P) 넷째, 자체인용을 제외한 논문편당 평균 피인용횟수(CPPex) 다섯째, 분석대상 기간동안 한번도 인용되지 않은 논문의 비율(%Pnc) 여섯째, 각 논문의 평균 피인용횟수(CPP)와 논문이 게재된 저널들의 평균 피인용횟수(JCSm)간의 비율(CPP/JCSm; 이 비율이 1보다 큰 경우 개인(그룹)의 논문이 해당 저널에 게재되어있는 논문들보다 영향력이 크다는 것을 의미한다). 일곱째, 각 논문의 평균 피인용횟수(CPP)와 해당 논문이 제출된 분야에서의 저널들의 평균 피인용횟수(FCSm)간의 비율(CPP/FCSm; 이 비율이 1보다 큰 경우 개인(그룹)의 논문이 해당 분야의 저널들의 영향력보다 크다는 것을 의미한다) 이다.

본 연구에서는 국가 수준의 지식자원 분석을 목표로 하고 있으므로 RCI지표를 이용하고 분야별 비교에도 RCI지표를 그대로 적용하여 분석하고자 한다. AI, TAI 등의 지표는 논문수만을 사용하고 있어서 질적인 부분이 전혀 반영되지 못하기 때문에 국제 비교 지표로서 바람직하지 않기 때문이다.

9) Guan and Ma(2004)에서 재인용

10) Moed(2002)는 연구자 및 연구팀의 평가에 사용되는 지표를 이용하여 중국 전체의 연구성과와 화학 및 재료분야의 연구성과를 비교하기도 하였다.

III. 분석 결과

1. 한국의 SCI 현황

우리나라의 SCI 논문수는 1992년 2,042편에서 2004년 19,279편으로 약 10배가 증가하는 괄목할만한 성장을 이룩하였고, 이에 따라, 우리나라의 논문이 세계에서 차지하는 점유율도 크게 상승하였는데, 1992년 0.34%에서 2004년 1.96%로 증가하였다.

우리나라 논문의 양적 성장은 질적 성장을 수반하지 못한 것으로 보인다. 우리나라 논문 1편당 5년간 평균 피인용횟수를 살펴보면 1992년 1.29회로서 세계평균의 절반에도 미치지 못하였으나 2004년 2.80회로서 세계평균 4.33회의 65% 수준에 도달하였다. 에 불과하다. 그러나 논문1편당 피인용횟수가 세계평균의 절반을 약간 상회한다는 것은 우리나라 논문의 평균적인 질적 수준이 아직 세계수준에 크게 미치지 못한다는 것을 의미하는 것이다.

21세기 지식기반사회에서 창조적 지식에 의한 원천기술의 확보가 국가 경쟁력을 좌우한다고 할 때, 이러한 현상은 극히 우려할 만한 사항이다. 앞으로 논문의 양적 팽창보다는 질적 수준 제고가 필요하므로 국가연구개발사업의 추진 방향을 논문의 양적 팽창보다는 논문의 질적 수준을 제고하는 방향으로 추진되어야 할 것이다.

<표1> 우리나라의 SCI 현황

구분	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998
논문수	2,402	2,965	3,955	5,379	6,426	7,862	9,841
논문점유율	0.34%	0.43%	0.53%	0.68%	0.80%	0.96%	1.13%
한국의 논문1편당 평균 피인용횟수	1.28	1.33	1.41	1.46	1.59	1.69	1.77
논문1편당 세계 평균 피인용횟수	3.09	3.18	3.28	3.37	3.55	3.67	3.76
구분	1999	2000	2001	2002	2003	2004	
논문수	11,324	12,471	14,889	15,862	18,787	19,279	
논문점유율	1.27%	1.39%	1.61%	1.71%	1.85%	1.96%	
한국의 논문1편당 평균 피인용횟수	1.88	2.00	2.18	2.39	2.63	2.80	
논문1편당 세계 평균 피인용횟수	3.85	3.90	4.03	4.12	4.27	4.33	

2. RCI의 국제 비교

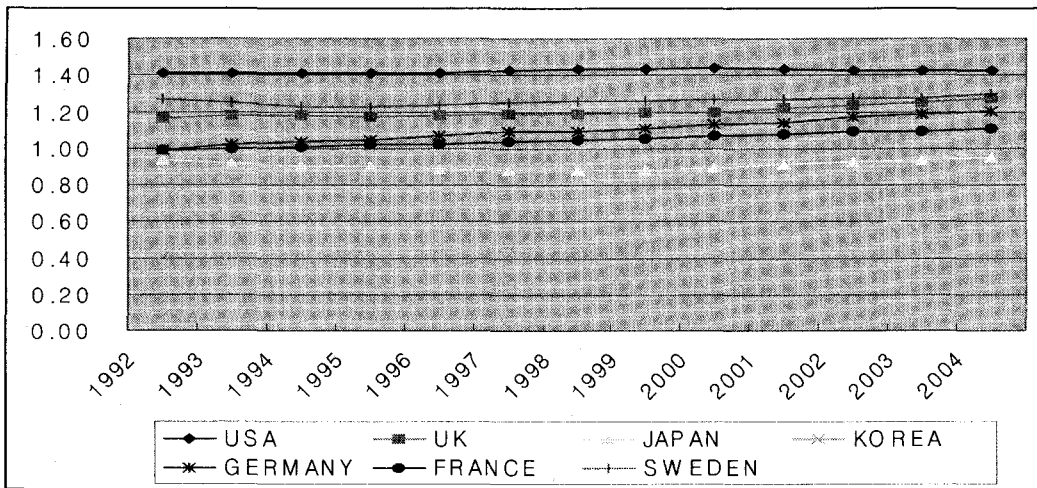
RCI는 인용횟수 점유율을 논문점유율로 나눈 값이다. 따라서 RCI가 1보다 크다는 것은 그 나라의 논문의 질적 수준이 평균보다 높다는 것을 의미한다. 1992년부터 2004년의 기간동안 미국, 일본, 독일, 프랑스, 영국 등의 선진국과 유럽의 강소국으로 대표되는 스웨덴을 우리나라와 비교하여 보았다. 분석결과 미국의 RCI는 2004년 1.43으로 가장 높고 그 다음으로는 스웨덴이 1.30, 영국이 1.27, 독일이 1.21, 프랑스가 1.11로서 1보다 높게 나타나고 있다. 일본은 0.95로서 1보다는 작지만 거의 1에 근접한 값을 가지고 있다. 이는 일본의 논문 수준이 세계 평균수준에 거의 도달하였

다는 것을 의미한다. 그러나 우리나라의 경우에는 2004년 RCI값이 0.65에 불과하다. 즉, 우리나라 논문의 평균 수준은 세계 평균수준의 절반을 약간 상회한 상태에 불과하다는 것이다. 이러한 분석 결과는 앞서 논문1편당 평균 피인용횟수가 세계수준에 크게 미치지 못하는 것과 동일한 결과를 보여주고 있다.

지난 13년간의 추이를 보면, 한국이 가장 높은 상승세를 보이고 있고, 그 다음으로는 독일과 프랑스가 비교적 높은 상승세를 보이고 있다. 영국은 비교적 정체상태를 보이다가 2000년 이후 높은 상승세를 보이고 있다.

국가별 RCI 지표를 통해 본 우리나라의 지식자원의 상태는 논문수의 점유율에 비해 상대적으로 매우 취약한 것을 알 수 있다. 즉, 우수한 논문이 부족하여 세계에 학문적 영향력을 끼치지 못함은 물론, 새로운 지식 창출을 통한 원천기술의 확보에도 큰 어려움을 겪고 있음을 알 수 있다.

<그림 1> 각국의 RCI 변화 추이



<표2> 각국의 RCI 현황

구분	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998
USA	1.41	1.41	1.41	1.41	1.41	1.42	1.43
UK	1.16	1.18	1.18	1.17	1.18	1.19	1.19
SWEDEN	1.26	1.25	1.23	1.23	1.23	1.25	1.26
KOREA	0.41	0.42	0.43	0.43	0.45	0.46	0.47
JAPAN	0.94	0.92	0.90	0.90	0.89	0.88	0.88
GERMANY	0.99	1.02	1.03	1.05	1.07	1.09	1.10
FRANCE	0.99	1.00	1.01	1.02	1.02	1.04	1.04
구분	1999	2000	2001	2002	2003	2004	
USA	1.43	1.44	1.43	1.43	1.43	1.43	
JAPAN	0.88	0.89	0.91	0.93	0.93	0.95	
GERMANY	1.11	1.13	1.14	1.17	1.19	1.21	
FRANCE	1.05	1.07	1.08	1.09	1.09	1.11	
UK	1.19	1.20	1.22	1.24	1.25	1.27	
SWEDEN	1.26	1.27	1.27	1.27	1.27	1.30	
KOREA	0.49	0.51	0.54	0.58	0.62	0.65	

3. 분야별 비교

논문수를 기준으로 한 대분야간의 특성을 살펴보면, 이학분야의 경우 구성비율은 1992년 52.1%에서 2004년 45.9%로 감소하였으나 세계점유율은 0.50%에서 2.81%로 크게 증가하였다. 공학 분야도 구성비율은 1992년 30.1%에서 2004년 26.1%로 감소하였으나 세계점유율은 1.13%에서 5.56%로 가장 높은 점유율을 보이고 있다. 의학분야는 구성비율도 11.9%에서 16.8%로 증가하였을 뿐 아니라 세계에서 의 논문점유율도 0.17%에서 1.58%로 증가하였다. 농림수산분야도 구성비율이 5.8%에서 11.1%로 증가하였고, 세계점유율도 0.23%에서 3.00%로 증가하였다.

따라서, 1992년부터 2004년의 기간동안 의학학과 농림수산 분야의 지식자원이 이학 및 공학 분야에 비해 상대적으로 높은 성장을 이룩하여 이학과 공학에 치중되었던 분야간 불균형이 점차 개선되고 있음을 알 수 있다.

<표 3> 한국의 대분야별 논문 점유율 및 구성비율

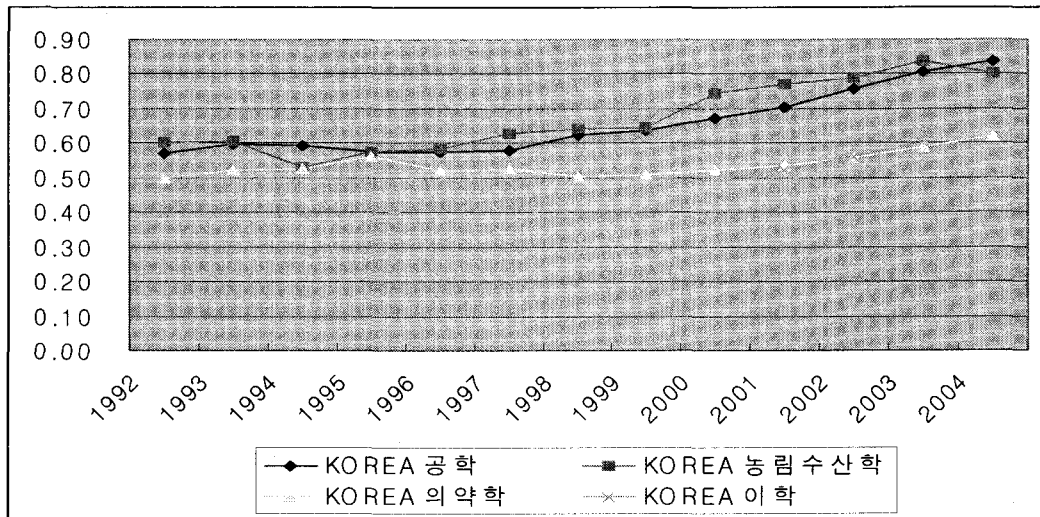
구분		1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998
이 학	논문수	1,590	2,059	2,748	3,659	4,201	5,272	6,076
	점유율	0.50%	0.65%	0.82%	1.06%	1.20%	1.49%	1.67%
	구성비	52.1%	55.0%	54.3%	53.9%	51.3%	52.4%	48.5%
공 학	논문수	919	1020	1,397	1,911	2,454	2,913	3,909
	점유율	1.13%	1.30%	1.62%	2.05%	2.57%	3.06%	3.86%
	구성비	30.1%	27.3%	27.6%	28.1%	29.9%	28.9%	31.2%
의약학	논문수	364	443	611	804	1,049	1,281	1,761
	점유율	0.17%	0.21%	0.27%	0.34%	0.43%	0.52%	0.69%
	구성비	11.9%	11.8%	12.1%	11.8%	12.8%	12.7%	14.1%
농림수산	논문수	176	219	302	419	492	602	776
	점유율	0.23%	0.29%	0.39%	0.52%	0.61%	0.75%	0.92%
	구성비	5.8%	5.9%	6.0%	6.2%	6.0%	6.0%	6.2%
구분		1999	2000	2001	2002	2003	2004	
이 학	논문수	7,123	7,779	8,778	9,618	10,916	11,263	
	점유율	1.89%	2.09%	2.30%	2.53%	2.65%	2.81%	
	구성비	48.3%	48.7%	45.9%	48.1%	46.0%	45.9%	
공 학	논문수	4,404	4,502	5,638	5,545	6,911	6,407	
	점유율	4.31%	4.56%	5.15%	5.26%	5.88%	5.56%	
	구성비	29.9%	28.2%	29.5%	27.7%	29.1%	26.1%	
의약학	논문수	2,177	2,580	3,228	3,235	3,932	4,124	
	점유율	0.84%	1.01%	1.24%	1.26%	1.42%	1.58%	
	구성비	14.8%	16.2%	16.9%	16.2%	16.6%	16.8%	
농림수산	논문수	1031	1,109	1,481	1,599	1,962	2,725	
	점유율	1.23%	1.30%	1.73%	1.80%	2.05%	3.00%	
	구성비	7.0%	6.9%	7.7%	8.0%	8.3%	11.1%	

RCI를 분야별로 살펴보면 위에서 살펴본 논문수 기준의 분야별 특성과는 다른 양상을 보이고 있다. 즉, 논문수를 기준으로 할때 가장 많은 구성비율을 보이고 있는 이학분야는 여러 분야중에서 가장 낮은 수준의 RCI값을 가지고 있다. 이는 우리나라 지식자원의 상당부분을 이학분야가 차지하고 있지만 이학분야의 논문의 질적 수준이 다른 분야에 비해 상대적으로 낮아 우리나라 지식자원의 질적 수준에 전반적으로 부정적인 영향을 미쳐왔다는 것을 의미한다. 90년대 후반에 이르러 이학분야의 RCI값이 높은 상승세를 보이고 있지만 농림수산과 공학분야 역시 유사한 상승세를 보이고 있기 때문에 이학분야의 열세에 의한 지식자원의 부족은 당분간 계속될 것으로 판단된다. 이러한 현상을 다른 측면에서 해석하면, 그동안 우리나라에서 제대로 된 기초연구 지원이 이

루어진 적이 없다는 것을 의미한다. 또한 기초연구의 RCI지표가 90년대 초반부터 꾸준한 상승세를 보이는 것은 한국과학재단에서 90년도부터 시행한 우수연구센터사업의 효과가 점차 발생하고 있는 것으로 해석될 수 있다¹¹⁾.

이에 비해, 농림수산과 공학분야의 RCI는 다른 분야에 비해 상대적으로 높게 나타나고 있다. 공학분야의 RCI가 다른 분야에 비해 높은 것은 그동안 우리나라의 연구개발 지출이 산업생산을 위한 응용 및 개발연구에 상대적으로 많은 비중이 두어져왔기 때문에 공학분야에서 다른 분야에 비해 상대적으로 많은 논문이 생산되었고 또 생산된 논문도 국내 다른 분야에 비해 상대적으로 우수한 수준에 도달한 것으로 보인다. 이러한 현상은 우리나라 등의 SCI 논문 분포에 대해 분석한 기존의 연구와도 맥을 같이 한다.(Pavitt, 2001 참조) 농림수산분야의 RCI가 90년대 후반에 급격한 상승세를 보이고 있는 것은 90년대 후반에 일어난 BT열풍과 무관하지 않은 것으로 보인다. 의약학 분야는 2000년대 이후 최근에 상승세를 보이고 있는데 이 경우 정부가 실시한 프론티어사업 및 과학계 2002년부터 실시한 기초의약학연구센터(Medical Research Center, MRC)사업의 효과에 상당부분 기인하고 있는 것으로 보인다.

이와 같은 상황에서 우리나라 지식자원의 전반적인 수준을 향상시키기 위해서는 특히 이학 분야와 의약학분야에서 우수한 논문이 생산되도록 정책을 추진할 필요가 있다. 특히, 21세기에는 BT산업이 IT이후의 주력산업으로 대두되고 있어 의약학분야에 대한 지원확대와 함께 이학분야에서 우수한 기초연구가 이루어질 수 있도록 정부의 노력이 이루어져야 할 것이다.



<표 4> 각국의 분야별 RCI

구분	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998
USA 공학	1.36	1.36	1.33	1.31	1.29	1.28	1.29
USA 농림수산학	1.33	1.36	1.37	1.39	1.38	1.37	1.36
USA 의약학	1.37	1.36	1.36	1.34	1.34	1.34	1.35
USA 이학	1.53	1.52	1.53	1.53	1.55	1.55	1.56
UK 공학	1.03	1.04	1.05	1.06	1.07	1.08	1.06
UK 농림수산학	1.39	1.39	1.39	1.39	1.40	1.43	1.45
UK 의약학	1.12	1.13	1.15	1.15	1.16	1.16	1.18
UK 이학	1.16	1.18	1.18	1.18	1.20	1.21	1.21
SWEDEN 공학	1.25	1.35	1.33	1.35	1.36	1.35	1.24

11) 실제로 우수연구센터 사업에 의해 생산된 SCI논문은 2000년도에 우리나라 SCI실적의 1/5을 차지하기도 하였다.(과학재단 내부자료)

SWEDEN	농림수산학	1.60	1.48	1.50	1.51	1.45	1.41	1.33
SWEDEN	의약학	1.05	1.04	1.04	1.06	1.11	1.15	1.19
SWEDEN	이학	1.17	1.18	1.15	1.13	1.13	1.12	1.14
KOREA	공학	0.57	0.59	0.59	0.57	0.58	0.58	0.62
KOREA	농림수산학	0.60	0.61	0.53	0.58	0.58	0.63	0.64
KOREA	의약학	0.50	0.52	0.53	0.56	0.52	0.52	0.50
KOREA	이학	0.38	0.38	0.39	0.39	0.42	0.44	0.45
JAPAN	공학	1.04	1.00	0.98	0.95	0.94	0.92	0.92
JAPAN	농림수산학	0.90	0.89	0.89	0.91	0.89	0.88	0.90
JAPAN	의약학	0.78	0.76	0.75	0.76	0.76	0.75	0.74
JAPAN	이학	0.85	0.84	0.84	0.84	0.83	0.82	0.82
GERMANY	공학	0.95	1.00	1.03	1.07	1.09	1.11	1.14
GERMANY	농림수산학	1.10	1.13	1.16	1.19	1.20	1.20	1.20
GERMANY	의약학	0.70	0.72	0.74	0.77	0.81	0.85	0.87
GERMANY	이학	1.04	1.06	1.07	1.06	1.08	1.09	1.09
FRANCE	공학	1.13	1.15	1.17	1.18	1.15	1.18	1.21
FRANCE	농림수산학	1.01	1.05	1.09	1.13	1.15	1.14	1.21
FRANCE	의약학	0.74	0.77	0.81	0.84	0.88	0.92	0.95
FRANCE	이학	0.96	0.96	0.96	0.96	0.95	0.96	0.96
구 분		1999	2000	2001	2002	2003	2004	
USA	공학	1.29	1.30	1.30	1.29	1.28	1.29	
USA	농림수산학	1.36	1.36	1.35	1.35	1.35	1.35	
USA	의약학	1.35	1.34	1.33	1.33	1.34	1.34	
USA	이학	1.57	1.57	1.56	1.56	1.55	1.54	
UK	공학	1.05	1.03	1.05	1.07	1.07	1.05	
UK	농림수산학	1.49	1.52	1.56	1.58	1.58	1.58	
UK	의약학	1.18	1.19	1.20	1.20	1.21	1.22	
UK	이학	1.23	1.24	1.28	1.31	1.33	1.36	
SWEDEN	공학	1.21	1.24	1.20	1.18	1.21	1.20	
SWEDEN	농림수산학	1.34	1.31	1.31	1.36	1.39	1.43	
SWEDEN	의약학	1.19	1.23	1.22	1.24	1.23	1.25	
SWEDEN	이학	1.14	1.15	1.16	1.16	1.16	1.19	
KOREA	공학	0.64	0.67	0.70	0.76	0.80	0.84	
KOREA	농림수산학	0.65	0.74	0.77	0.79	0.84	0.80	
KOREA	의약학	0.51	0.52	0.53	0.56	0.59	0.62	
KOREA	이학	0.47	0.49	0.52	0.56	0.60	0.64	
JAPAN	공학	0.93	0.94	0.96	0.97	0.97	0.97	
JAPAN	농림수산학	0.91	0.93	0.95	0.97	0.99	1.02	
JAPAN	의약학	0.75	0.76	0.76	0.76	0.77	0.78	
JAPAN	이학	0.82	0.84	0.86	0.87	0.89	0.91	
GERMANY	공학	1.15	1.17	1.17	1.18	1.21	1.20	
GERMANY	농림수산학	1.23	1.24	1.28	1.31	1.31	1.34	
GERMANY	의약학	0.89	0.93	0.96	0.99	1.02	1.05	
GERMANY	이학	1.10	1.12	1.14	1.16	1.18	1.19	
FRANCE	공학	1.20	1.21	1.21	1.17	1.15	1.16	
FRANCE	농림수산학	1.21	1.26	1.28	1.32	1.30	1.30	
FRANCE	의약학	0.97	1.00	1.02	1.04	1.04	1.06	
FRANCE	이학	0.97	0.99	1.00	1.01	1.02	1.04	

IV. 결 론

본 연구에서는 SCI를 기준으로 우리나라의 지식자원의 현황을 살펴보고자 하였다. SCI를 기준으로 한 지표는 여러 가지가 있으나 여기서는 RCI를 이용하여 국가별 비교 및 분야별 비교를 실시하였다. 그 결과 우리나라의 SCI 논문수는 지난 13년간 괄목할 만하게 증가하였으나 질적 수준은 아직 크게 미흡한 것으로 나타나고 있다. 우리나라 논문 1편당 5년간 평균 피인용횟수를 살펴보면 1992년 1.29회로서 세계평균의 절반에도 미치지 못하였으나 2004년 2.80회로서 세계평균 4.33회에 크게 못미치고 있다. RCI지표 분석 결과도 마찬가지로 결과를 보이고 있다. RCI 분석결과 미국의 RCI는 2004년 1.43으로 가장 높고 그 다음으로는 스웨덴이 1.30, 영국이 1.27, 독일이 1.21, 프랑스가 1.11로서 1보다 높게 나타나고 있다. 일본은 0.95로서 1보다는 작지만 거의 1에 근접한 값을 가지고 있다. 이는 일본의 논문 수준이 세계 평균수준에 거의 도달하였다는 것을 의미한다. 그러나 우리나라의 경우에는 2004년 RCI값이 0.65에 불과하다. 즉, 우리나라 논문의 평균 수준은 세계 평균수준의 절반을 약간 상회한 상태에 불과하다는 것이다. 국가별 RCI 지표를 통해 본 우리나라의 지식자원의 상태는 논문수의 점유율에 비해 상대적으로 매우 취약한 것을 알 수 있다. 즉, 우수한 논문이 부족하여 세계에 학문적 영향력을 끼치지 못함은 물론, 새로운 지식 창출을 통한 원천기술의 확보에도 큰 어려움을 겪고 있음을 알 수 있다.

논문수를 기준으로 한 대분야간의 특성을 살펴보면, 이학분야와 공학분야가 논문구성비율의 대부분을 차지하고 있으며, 의약학과 농림수산 분야는 그 비율이 상대적으로 낮다. 그러나, RCI를 분야별로 살펴보면 논문수 기준의 분야별 특성과는 다른 양상을 보이고 있다. 즉, 논문수를 기준으로 할때 가장 많은 구성비율을 보이고 있는 이학분야는 여러 분야 중에서 가장 낮은 수준의 RCI값을 가지고 있다. 이는 우리나라 지식자원의 상당부분을 이학분야가 차지하고 있지만 이학분야의 논문의 질적 수준이 다른 분야에 비해 상대적으로 낮아 우리나라 지식자원의 질적 수준에 전반적으로 부정적인 영향을 미치고 있다는 것을 의미한다. 90년대 후반에 이르러 이학분야의 RCI값이 높은 상승세를 보이고 있지만 농림수산과 공학분야 역시 유사한 상승세를 보이고 있기 때문에 이학분야의 열세에 의한 지식자원의 부족은 당분간 계속될 것으로 판단된다. 이러한 현상을 다른 측면에서 해석하면, 그동안 우리나라에서 제대로 된 기초연구 지원이 이루어진 적이 없다는 것으로 해석될 수도 있다. 향후 우리나라 지식자원의 전반적인 수준을 향상시키기 위해서는 특히 이학분야와 의약학분야에서 우수한 논문이 생산되도록 정책을 추진할 필요가 있다. 특히, 21세기에는 BT산업이 IT이후의 주력산업으로 대두되고 있어 의약학분야에 대한 지원확대와 함께 이학분야에서 우수한 기초연구가 이루어질 수 있도록 정부의 노력이 이루어져야 할 것이다.

본 연구는 SCI를 이용하여 우리나라의 지식자원을 측정하고자 하였으나 아직 미진한 부분이 많이 있으며, 이러한 부분은 다음 연구에서 보다 심층적으로 다루어져야 할 것이다. 특히, Leeuwen, Wurff and Raan(2001), Aksnes and Taxt(2004), CWTS(2000) 등이 제한한 개별적 지표들은 SCI DB 사용의 문제로 본 연구에서 다루지 못하였으므로 추후 이루어지는 연구에서는 반드시 분석될 필요가 있다. 또한 국내·외 공동연구가 지식자원에 미치는 효과를 체계적으로 분석할 필요가 있다. 분석의 범위가 상이하여 본 연구에서 다루지 못하였지만, 산학연 연구주체간의 연계 강화와 국제적 연구 네트워크 형성에 따른 국제공동연구의 증가가 분야별, 산학연 연구주체별, 국가별로 어떠한 특성을 갖는지를 분석하는 후속연구가 필요하다고 본다.

[참고문헌]

- 과학기술부, 「NSI 분석을 통한 과학기술분야 연구실적 분석 연구」, 2004.
- 남수현, 박정민, 설성수 (2005), “지식흐름의 계량분석 - 한국의 기술혁신연구를 중심으로”, 「기술혁신학회지」 제8권 특별호, 337-359
- 설성수 (2002), “기술분석의 고도화”, 「기술혁신학회지」 제5권 3호, 260-276
- 연경남, 이성중, 이종현, 송충한 (2005), “연구계획서 평가시 정량지표 도입의 타당성에 관한 분석”, 「기술혁신학회지」 제8권 1호, 261-276.
- Ahu, Z., Wu, Q., Zheng, Y. and Ma, X. (2004), "Highly cited research papers and the evaluation of a research university: A case study: Peking University 1974-2003", *Scientometrics*, Vol. 60, No. 2, 237-247
- Aksnes, D. W. (2003), "Characteristics of highly cited papers", *Research Evaluation*, Vol. 12, No. 3, 159-170
- Aksnes, D. W. and Taxt, R. E. (2004), "Peer review and bibliometric indicators: a comparative study at Norwegian university", *Research Evaluation*, Vol 13, No. 1. 33-41.
- Butler, L. (2003a), "Explaining Australia's increased share of ISI publications - the effects of a funding formula based on publication counts", *Research Policy*, Vol. 22, 143-155.
- Butler, L. (2003b) "Modifying publication practices in response to funding formulas", *Research Evaluation*, Vol. 12, No. 1, 39-46.
- CWTS (2000), *Bibliometric Profiles of Academic Electrical and Electronic Engineering Research in the Netherlands(1989-1998)*.
- Debackere, K. and Glänzel, W. (2004), "Using a bibliometric approach to support research policy making: The case of the Flemish BOF-key", *Scientometrics*, Vol. 59, No. 2, 253-276
- Frame, J. D. (1977), "Mainstream research in Latin America and Caribbean", *Interciencia*, 2 : 143-198
- Garg, K. C. and Padhi, P. (1998), "Scientometrics study of laser patent literature", *Scientometrics*, Vol. 43, 443-454
- Guan, J. and Ma, N. (2004), "A Comparative study of research performance in computer science", *Scientometrics*, vol. 61, No. 3, 339-359
- He, T., Zhang, J. and Teng, L. (2005), "Basic research in biochemistry and molecular biology in China: A bibliometric analysis", *Scientometrics*, Vol. 62, No. 2, 249-259
- Hicks, D., Kroll, P., Narin, F., Thomas, P., Ruegg, R., Tomizawa, H., Saitoh, Y. and Kobayashi, S.(2002), *Quantitative methods of research evaluation used by the US Federal Government*, NISTEP Study Material No. 86
- Hicks, D., Tomizawa, H., Saitoh, Y. and Kobayashi, S. (2004) "Bibliometric techniques in the evaluation of federally funded research in the United States", *Research Evaluation*, Vol. 13, No. 2, 78-86
- Leydesdorff, L., (2002), "Indicators of structural change in the dynamics of science: Entropy statistics of the SCI Journal Citation Reports", *Scientometrics*, Vol. 53, 131-159.
- Leydesdorff, L. and Cozzens, S. E. (1993), "The delineation of specialties in terms of journals using the dynamic journal set of the Science Citation Index", *Scientometrics*, Vol. 26, 133-154.
- Karki, M. M. S. and Garg, K. C. (1997) "Bibliometrics of Alkaloid Chemistry research in India", *Journal of Chemical Information and Computer Science*, Vol. 37, 157-161.

- Kim, M. J. (2001), "A bibliometric analysis of physics publications in Korea, 1994-1998", *Scientometrics*, Vol. 50, No. 3, 503-521
- Kim, M. J. (2002), "Citation patterns of Korean physicist and mechanical engineers: Differences by type of publication source and type of authorship", *Scientometrics*, Vol. 55, No. 3, 421-436
- Kostoff, R. N. (1995), "Federal research impact assessment: Axioms, approaches, applications", *Scientometrics* Vol. 34, 163-205
- Leeuwen, T. N. van, Moed, H. F., Tijssen, R. J. W. and Visser, M. S. (2001), "Language biases in the coverage of the Science Citation Index and its consequences for international comparisons of national research performance" *Scientometrics*, Vol. 51, No. 1, 335-346
- Leeuwen, T. N. van, Wurff L. J. van der and Raan, A. F. J. van (2001) "The use of combined bibliometric methods in research funding policy", *Research Evaluation*, Vol. 10, 195-201.
- Lewison, G., Cottrel R. and Dixon, D. (1999), "Bibliometric indicators to assist the peer review process in grant decisions", *Research Evaluation*, Vol. 8, no. 1, pp47-52
- Leydesdorff, L. (2002), "Indicators of structural change in the dynamics of science: Entropy statistics of the SCI Journal Citation Reports", *Scientometrics*, Vol. 53, No. 1, 131-159
- Luukkonen, T. (1991) "Citation indicators and peer review: their time-scales, criteria of evaluation, and biases", *Research Evaluation*, Vol. 1.
- Moed, H. F. (2002), "Measuring China's research performance using the Science Citation Index", *Scientometrics*, Vol. 53, No. 3, 281-296
- Moed, H. F., Leeuwen, Th. N. van and Visser, M. S. (1999), "Trends in publication output and impact of universities in the Netherlands", *Research Evaluation*, Vol. 8, No. 1, 60-67
- Nagpaul, P. S. (1995), "Contribution of Indian University to the mainstream scientific literature: A bibliometric assessment", *Scientometrics*, Vol. 32, 11-36.
- OECD (1997), *Bibliometric indicators and analysis of research systems; methods and examples*, STI working papers 1997/1.
- Oppenheim, C. (1997), "The correlation between citation counts and the 1992 research assessment exercise ratings for British research in genetics, anatomy and archaeology", *Journal of Documentation*, Vol. 53, 477-487.
- Pavitt, K. (2001), "Public policies to support basic research: What can the rest of the world learn from US theory and practice? (And what they should not learn)", *Industrial and Corporate Change*, 10/3: 761-779
- Price, D. DE. S. (1981), "The analysis of scientometric metrics for policy implications", *Scientometrics*, Vol. 3, 47-54.
- Schubert, A. and Braun, T. (1986) "Relative indicators and relational charts for comparative assessment of publication output and citation impact", *Scientometrics*, Vol. 9, 281-291.