

Nature, Science, Cell誌에 게재된 한국인 과학자의 논문현황 분석

A Quantitative Analysis on the NSC(Nature, Science, Cell) Publications of Korean Researchers

허정은* 김해도** 최태진*** 김성백**** 조영돈***** 김인호*****

국문요약

그동안 우리나라는 지속적으로 R&D투자를 확대하는 등 과학기술 혁신역량을 강화하기 위해 부단히 노력해 왔다. 이러한 결과로 우리나라의 연구개발능력이 크게 신장되었으며, 과학기술지표 측면에서의 수준도 크게 향상된 것으로 나타났다. 또한, 세계 정상급 과학저널로 인정받고 있는 Nature誌, Science誌, Cell誌(이하, 'NSC')에 우리나라 과학자들이 논문을 게재한 실적 또한 괄목할만하게 증가하였다.

본 연구는 NSC誌에 논문을 게재한 한국인 과학자의 현황을 분석하여 우리나라의 연구역량을 진단하고 연구의 질적 수준 제고를 위한 정책적 시사점을 도출하였다. 특히, 국가연구개발사업 중에서 어떠한 연구개발 프로그램이 NSC 논문을 증가시킨 요인으로 작용하였는지를 구체적 사례를 통해서 분석함으로써 향후 국가연구개발 프로그램의 전략적 추진방안을 모색하였다.

핵심어 : 국가연구개발, 논문성과, 정량적 분석, 과학기술 정책

Abstract

With the rapid shift to a knowledge-based economy, science and technology (S&T) is considered as the principle drivers in a nation's competitiveness. All countries are focused on upgrading the level of their S&T of nations and strengthening their national competitiveness. With these factors in mind, Korea has increased its support of national research and development (R&D). As a result of this added support, Korea S&T has made great strides.

This improvement can be seen in the drastic increase in the number of Korean researchers who have been published in Nature, Science and Cell (NSC), three top journals in the fields of S&T. This study is a quantitative analysis on the NSC publications of Korean researchers. The purpose of this study is to derive research policy suggestions to improve Korea's national competitiveness in S&T.

Key words : national R&D, paper, quantitative analysis, policy suggestions

*한국과학재단 선임연구원(prettyheo@kosef.re.kr; 010-5080-8966)

**한국과학재단 선임연구원(hdkim@kosef.re.kr; 018-455-6822)

***한국과학재단 성과관리팀장(ctjin@kosef.re.kr; 017-256-2828)

****한국과학재단 연구원(kimstar100@kosef.re.kr; 010-2828-0340)

*****한국과학재단 연구원(ydcho@kosef.re.kr; 017-584-4416)

*****한국과학재단 성과홍보실장(ihkim@kosef.re.kr; 011-741-8837)

I. 서론

21세기 들어 세계의 경제구조가 급속히 지식기반경제로 재편됨에 따라, 기존의 노동과 자본 투입에 의한 경제성장 전략은 한계에 직면하게 되었다. 따라서 우리나라 경제의 지속적인 발전을 위해서는 과학기술 혁신을 통해 생산성을 제고하고 새로운 성장동력을 창출하는 것이 핵심과제로 부상하게 되었다.

그간 우리나라는 지속적으로 R&D투자를 확대하는 등 과학기술 혁신역량을 강화하기 위해 부단히 노력해 왔다. 그 결과 2004년도 총 연구개발비가 약 22조원으로서 OECD 국가 중 6위의 규모로 성장하게 되었고 GDP대비 R&D 비중(2.9%) 또한 선진국 수준으로 근접하게 되었다. 이와 더불어 우리나라의 연구개발능력이 크게 신장되어 반도체, 디스플레이, 휴대폰 등 일부 첨단산업 분야에서는 세계 최고 수준의 기술을 확보하게 되었다. 또 과학기술지표 측면에서도 우리나라의 수준이 크게 향상된 것으로 나타나 연구개발에 대한 투자 효과가 가시적으로 입증되고 있다. 구체적으로 2005년도에 우리나라는 “SCI논문발표 세계 14위¹⁾, 미국특허등록 세계5위²⁾”를 기록하였다. 그리고, 2005년도 스위스 IMD의 세계경쟁력 분석결과에 따르면 우리나라의 “기술경쟁력은 세계2위, 과학경쟁력은 세계15위”인 것으로 나타났다.³⁾

그러나 아직까지 우리나라 기초연구의 질적 수준(SCI 논문의 피인용 횟수 기준)은 매우 저조한 것으로 나타나고 있다. 구체적으로 2005년 기준 우리나라 SCI 논문의 5년 주기별 논문의 편당 피인용 횟수는 평균 3.04회로서 OECD 국가 중 최하위권인 30위 수준에 여전히 머물러 있으며, 세계평균 수준(4.51회)과도 현격한 차이를 나타내고 있다. 또 우리나라 과학자들의 NSC(Nature誌, Science誌, Cell誌) 저널에 대한 논문 게재 실적이 1993년 5편에서 2005년에는 29편으로 증가하는 등 세계 정상급 과학저널의 논문 게재 실적이 괄목할 만하게 증가하였으나, 여전히 우리나라 과학자들의 NSC 논문실적 점유율은 1.39%(2005년 기준) 수준에 머무르고 있다. 따라서 최근 들어 NSC 저널 등 세계 정상급 과학저널에 논문 게재 실적이 급격히 증가할 수 있었던 동인이 무엇이었는지를 분석하고 우리나라가 세계적으로 인정받을 수 있는 연구실적을 보다 효율적으로 산출될 수 있는 방안을 모색할 필요가 있다.

1) 과학기술부, 보도자료, 2005년 우리나라 과학논문수 세계 14위, 2006년 6월 23일.

2) USPTO, Patent counts by Country/State and year all patents, all types January 1, 1977 - December 31, 2004, April 2005.

3) 2005 IMD World Competitiveness Yearbook [과학기술부, 선진한국의 미래 과학기술 8대 강국, 2006년 연두업무 보고, 129면].

이에 본 연구에서는 6,000여종의 SCI급 저널 중 세계 정상급 과학저널로 인정받고 있는 Nature誌, Science誌, Cell誌(이하, 'NSC')에 논문을 게재한 한국인 과학자의 현황을 분석하여 우리나라의 연구역량을 진단하고 연구의 질적 수준 제고를 위한 정책적 시사점을 도출하고자 한다. 특히, 국가연구개발사업 중에서 어떠한 연구개발 프로그램이 NSC 논문을 증가시킨 요인으로 작용하였는지를 구체적 사례를 통해서 분석함으로써 향후 국가연구개발 프로그램의 전략적 추진방안을 모색해 보고자 한다.

II. 주요 선행연구 검토

한 국가 혹은 한 기관의 과학기술에 대한 수준을 비교·분석하고 연구사업 및 과제 등을 평가함에 있어 정량지표를 이용한 접근방법은 1900년대 초기부터 시도되어 왔지만 실질적인 의미의 정량적 분석방법은 1960년대부터 본격적으로 시작되었다. 1969년에 Pritchard는 정량적 분석 시도와 일련의 연구를 하나의 포괄적인 학문분야로 표현하기 위해 당시에 사용했던 'statistical bibliography'라는 용어 대신 'bibliometrics'라는 새로운 개념을 창출해 냈으며 이것이 정량적 지표평가 및 분석의 기원이 되고 있다(OECD, 1997; Pritchard, 1969).

논문의 계량서지학적 지표를 바탕으로 국가 및 기관 등에 관한 분석연구는 다수의 연구자에 의해 이루어져 왔으며, SCI DB를 이용하여 국가의 과학기술 수준을 분석한 연구로는 한선화(2000), Moed(2002), Butler(2003), 송충한 외(2005) 등을 들 수 있다. 한선화(2000)는 SCI데이터베이스를 활용하여 우리나라의 과학기술 수준을 국가별, 분야별, 기관별로 비교, 분석하는 다양한 지표를 제안하였다. Moed(2002)는 논문의 서지학적 지표(논문수, 피인용 횟수, 해당분야의 평균수준 저널에 대비한 각 논문의 인용정도, 세계 평균인용 횟수에 대비한 각 논문의 인용정도 등)를 이용하여 중국 전체의 연구성과와 화학 및 재료분야의 연구성과를 측정하였다. Butler(2003)는 호주가 채택한 SCI 정책(연구비 배분을 SCI 논문 수 등과 연계한 정책) 도입 전·후 과학기술의 양적·질적 수준을 비교, 분석함으로써 문제점과 개선점을 제시하였다. 송충한 외(2005)는 Butler(1993)가 제안한 RCI(Relative Citation Impact)⁴⁾를 이용하여 국가별 비교 및 분야별 비교를 실시하였다.

논문분석을 통하여 연구개발정책의 효과성을 분석한 사례로는 Van Leeuwen and

4) RCI(Relative Citation Index)는 인용횟수 점유율을 논문점유율로 나눈 값이다. 예를 들어 우리나라 논문의 RCI가 1보다 크다는 것은 우리나라 논문의 질적수준(피인용횟수 기준)이 평균보다 높음을 의미한다.

Visser(1999), Evaristo Jimenez-Contreras(2003), Butler(2003) 등을 들 수 있다. Moed, Van Leeuwen and Visser(1999)는 SCI DB를 근거로 Gini index를 계산하여 이를 바탕으로 네덜란드 대학의 특성화 정책이 효과가 있었는지를 분석하였다. Butler는 앞서 언급한 바와 같이 SCI 논문수 등에 근거한 호주의 연구비 배분정책이 대학연구에 미친 영향을 분석하였다. 마지막으로 Evaristo Jimenez-Contreras(2003)은 Spain 과학기술정책의 발전사를 SCI 논문수 등을 바탕으로 분석하였다.

이외에도 SCI 자료를 이용하여 동료평가에 대한 하나의 보완자료로 사용하거나 연구지원 성과를 분석한 연구로는 Leeuwen, Wurff and Raan(2001), 이한진(2004), 연경남 외(2005) 등이 있다. Leeuwen, Wurff and Raan(2001)는 연구비 지원과정에서 연구자 및 연구팀 평가시 동료평가를 보완할 수 있는 다양한 지표를 제시하였다. 이한진 외(2004)는 CWTS(2000), Leeuwen, Wurff and Raan(2001), Aksnes and Taxt(2004) 등이 제안한 계량서지학을 이용한 다양한 정량지표를 소개하고 이를 바탕으로 한국과학재단이 관리하고 있는 기초과학연구사업 성과의 질적수준을 분석하였다. 연경남 외(2005)은 연구과제 평가시 질적수준을 측정할 수 있는 정량지표의 도입방안을 제시하였다.

NSC 저널은 6,000여종에 달하는 SCI저널 중 가장 영향력이 높은 우수 저널로 인정받고 있다. 또 NSC 저널에 논문을 게재하는 것은 노벨상 수상의 기본요건이라 할 정도로 세계적인 권위를 인정받고 있다. 실제로 최근 6년 동안('00년 - '05년) 물리, 화학, 의학 분야의 노벨상 수상자(총50명)가 NSC 저널에 게재한 논문은 152편(Nature誌 79편, Science誌 46편, Cell誌 27편)이다. 과학적 영향력을 측정하는 하나의 지표인 Impact Factor(IF)⁵⁾를 (Adam, 2002) 기준으로 이들 저널의 과학적 위상을 살펴보면⁶⁾ 지난 10여년간 세계 Top 10 수준으로(허정은 외, 2005) IF가 높은 Review 저널들을 제외하면 Top 5 수준이다.

기존의 선행연구 중에서 NSC 저널에 게재된 논문현황 분석을 통해 과학기술 수준을 진단한 사례는 없다. 본 논문에서는 세계적으로 입증된 과학저널인 NSC 저널현황분석을 통해 우리나라 과학기술의 위상 제고를 위해 필요한 과학기술 정책수단을 도출해 보고자 한다.

5) 저널의 영향력지수 (Impact Factor, IF)는 기준년도를 중심으로 지난 2년간 동저널에 게재된 논문의 수에 대해 그 논문들이 당해연도 피인용된 비율에 의해 산정됨 => 학술지의 상대적 중요성을 비교, 평가

6) IF(2004년) 기준으로 저널의 순위를 살펴보면 Nature(IF=32.182) 9위, Science(IF=31.853) 10위, Cell(IF=28.389) 13위임

III. 분석의 개요

1. 분석 대상

본 연구는 1981년에서 2005년까지 NSC 저널에 게재된 한국인 과학자의 논문을 대상으로 분석을 실시하였다. 미국 Thomson ISI사에서 제공하는 학술정보 데이터베이스인 SCIE(Science Citation Index Expanded) 및 NCR(National Citation Report)를 통하여 검색한 결과, NSC 저널에 게재된 한국인 과학자의 논문은 총 135편이며, 이들 논문 중 Article(121편)을 대상으로 분석을 실시하였다.

〈표1〉 한국인 과학자(*)의 NSC저널 논문게재 현황(논문유형별)⁷⁾

(단위 : 편수)

구분	Article	Book Review	Communcations	Editorial Material	Letter	Review	계
1993	4			1			5
1995	2						2
1996	2			1			3
1997	3			1			4
1998	6				1		7
1999	10						10
2000	10		1				11
2001	13				1		14
2002	18			1			19
2003	12					1	13
2004	14	1		1	2		18
2005	27			2			29
계	121	1	1	7	4	1	135

*한국인 과학자 : 저자의 소속기관 주소가 한국으로 표기된 과학자를 의미함

7) SCI 분석에 사용되는 유형으로는 Article, Book Review, Letter 등이 있으며, 이 중 연구자의 게재논문을 의미하는 Article이 가장 대표적임.

2. 자료 수집 및 통계 기준

본 연구에서는 상기에서 언급한 NSC 논문 중 한국인 과학자가 저자로 참여한 135편의 논문(원문)을 입수하여 해당 논문에 표기된 저자, 소속기관, 연구비 지원기관, 연구사업별 현황 등을 조사하였다. 각 논문의 인용정보는 SCI DB를 기반으로 만든 특정 국가별 DB인 NCR DB⁸⁾와 개별 논문의 서지사항과 인용정보를 매주 업데이트하는 Web of Science⁹⁾를 이용하여 계산하였다.

기관별 통계자료는 동일기관 소속 연구자들이 공저한 논문인 경우 하나의 기관으로 집계하였고, 소속이 다른 저자들이 공저한 경우는 각 소속기관이 각각 1편을 발표한 것으로 간주하였다. 논문의 분야 분류는 해당분야 전문가의 자문을 받았다.

해당 논문의 연구비 지원기관 및 지원사업에 대한 통계자료는 각 논문의 사사(acknowledgement) 등에 국내 지원기관 및 사업에 대한 표기가 있는 논문을 대상으로 자료를 집계하였다. 한 논문이 두개 이상의 지원기관 및 지원사업을 통해 게재된 경우 각각의 기관 및 사업을 1편으로 인정하는 경우와 논문 1편을 기관수로 나눈 두 가지의 경우에 대하여 통계자료를 제시하였다.

IV. 한국인 과학자의 NSC 논문현황 분석

1. 총괄현황

1981년에서 2005년까지 NSC 저널에 게재된 논문 중 한국인 과학자가 주도하거나 참여한 경우는 총 135편(Article은 121편)이며, 우리나라 NSC 논문은 1990년대 중반 이후에 급격히 증가하였다('92년 이전 0편 → '93년 4편 → '05년 27편).

8) NCR DB는 ISI사가 제공하는 특정국가가 발표한 논문의 서지사항 및 인용정보를 수록한 DB임.

9) Web of Science는 개별 논문의 서지사항 및 인용정보를 DB화하여 웹을 통해 제공함.

〈표2〉 한국인 과학자의 NSC 논문 게재 현황(저널별)

(단위 : 편수)

구분	네이처	사이언스	셀	계
1993		3	1	4
1995	1	1		2
1996	2			2
1997	2	1		3
1998	5	1		6
1999	6	3	1	10
2000	6	3	1	10
2001	7	3	3	13
2002	9	4	5	18
2003	4	6	2	12
2004	6	4	4	14
2005	16	9	2	27
계	64	38	19	121

우리나라의 NSC 논문 증가는 단순히 양적인 증가에 그친 것이 아니라 전체 논문 중에서 주저자¹⁰⁾(제1저자 혹은 교신저자) 논문이 증가함으로써 내용적인 면에서도 크게 좋아지고 있음을 알 수 있다. 구체적으로 NSC 저널에 한국인 과학자가 제1저자(First Author)인 논문은 '93년 2편에서 '05년 12편으로 교신저자인(Corresponding) 논문은 '96년 1편에서 '05년 11편으로 획기적으로 증가하였다.

10) 논문 저자의 유형은 일반적으로 제1저자(First Author), 교신저자(Corresponding Author), 공저자(Co-Author)로 구분. 제1저자는 주로 논문의 주제 선정 및 연구수행과정에서 주된 역할을 수행하며, 교신저자는 논문 평가위원회와의 의견교환 혹은 게재와 관련한 제반 사항을 주도하는 연구자를 의미함. 최근 들어 교신저자는 제1저자의 역할에 필적하는 역할을 수행하는 것으로 인식되고 있음

〈표3〉 한국인 과학자의 NSC 논문 게재 현황(제1저자 및 교신저자)
(단위 : 편수)

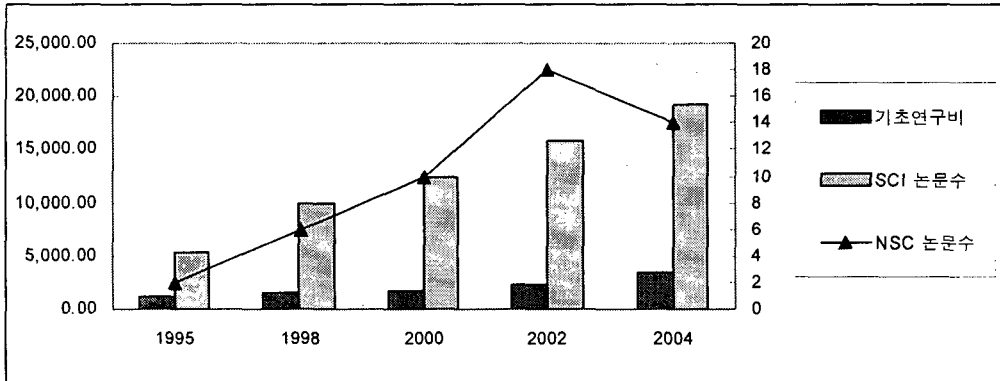
구분	제1저자 논문				교신저자 논문			
	네이처	사이언스	셀	계	네이처	사이언스	셀	계
1993		2		2				
1995	1			1				
1996	1			1	1			1
1997	1	1		2	1			1
1998	1	1		2	1	1		2
1999	5	3		8	4	3		7
2000	4			4	5	1	1	7
2001	5	2	2	9	4	2	2	8
2002	3	1	2	6	3	1	2	6
2003	4	3		7	3	3		6
2004	3	1	1	5	1	1	1	3
2005	7	3	2	12	6	3	2	11
계	35	17	7	59	29	14	8	52

이처럼 우리나라의 NSC 논문실적이 급증한 이유는 기초연구에 대한 투자가 증대되었기 때문인 것으로 분석된다. 1982~2004년 까지 우리나라 기초연구비와 NSC 저널 게재논문수를 바탕으로 상관계수를 도출한 결과 0.76으로 나타났다¹¹⁾. 기초연구 투자규모와 SCI 논문수의 상관계수는 이보다 높은 0.98인 것으로 나타났다. 이를 통해 기초연구비의 투자가 증대해야 우수저널에 대한 논문 게재수가 증가함을 알 수 있다. 우리나라 과학자들이 NSC 등 우수저널에 논문을 많이 게재토록 유도하기 위해서는 기초연구비의 투자확대 등과 같은 정부차원의 정책적 노력이 필요함을 알 수 있다.

11) 상관계수(Correlation Coefficient)는 두 변수간의 관계를 하나의 수치로 나타내는 척도로 주로 r로 표시함 (-1<r≤1).

〈그림1〉 기초연구비와 우수논문과의 상관관계

(단위 :10억원, %)



2. 연구비 지원주체별 현황

우리나라 과학자가 NSC저널에 게재된 121편의 Article에 대한 사사를 분석한 결과 이중 68편이 정부 및 민간 지원에 의해 이루어진 것으로 확인되었다. 나머지는 외국 과학자와 공동연구를 통해 이루어진 논문이라 해당 논문의 사사에 우리나라 지원기관이 명기되어 있지 않음으로 사사를 확인할 수 없었다. 또 상기 68편의 논문 중 62편(91.2%)의 논문이 정부지원에 의해 이루어진 것으로 조사되었다. 정부지원 결과물을 부처별로 나누어 보면 과학기술부의 지원으로 게재된 논문은 44.3편(71.5%), 교육인적자원부의 지원으로 게재된 논문은 13.8편(22.3%)인 것으로 나타났다. 과학기술부 연구지원사업을 통한 NSC 논문실적이 우수한 이유는 과학기술부의 연구지원 방향이 타 부처에 비해 상대적으로 창의성과 탁월성이 강조하고 있고 연구지원에 있어서 선택과 집중이라는 R&D 정책을 구사하고 있기 때문인 것으로 추정된다.

〈표4〉 한국인 과학자의 NSC 논문 현황(지원주체별 현황)

정부지원 실적(a)						민간지원 실적(b)	기타 (c)	합계 (a+b+c)
과기부	교육부	보건복지부	농림부	서울시	소계			
44.3편 (36.6%)	13.8편 (11.4%)	1.8편 (1.5%)	1.5편 (1.2%)	0.5편 (0.4%)	62편 (51.2%)	8편 (6.6%)	51편 (42.1%)	121편 (100.0%)

- 주) 1. 복수기관의 지원으로 발표된 논문인 경우 논문 1편을 기관수로 나눈 수치임(예를 들어 1편의 논문이 3개 기관 지원으로 이루어진 경우, 각각의 기관에서 1/3편씩 지원받은 것으로 간주함)
 2. 기타 : 외국 과학자와 공동연구를 통해 이루어진 논문이라 해당 논문의 사사에 우리나라 지원기관이 명기되어 있지 않은 논문

정부 부처별 NSC 논문실적을 살펴보면 1995년 1편, 1998년 3편, 2004년 9편, 2005년 14.5편을 게재하여 1998년 이후에 실적이 급격히 증가한 것으로 나타났는데 이는 정부의 연구개발투자 규모가 1990년대 말부터 급격히 증가한 것에 기인한 것으로 추정된다.

〈표5〉 한국인 과학자의 NSC 논문 현황(부처별 지원현황)

(단위 : 건수)

구분	과기부	교육부	보건 복지부	농림부	서울시	계
'95	1(1)					1(1)
'97		0.3(1)	0.3(1)			0.6(2)
'98	2(3)	1(2)				3(5)
'99	4.2(6)	1.2(3)		1(1)		6.4(10)
'00	5(6)	2(3)				7(9)
'01	4.8(7)	1.8(4)				6.6(11)
'02	5(6)	1(2)				6(8)
'03	5.3(8)	2.5(4)				7.8(12)
'04	8(9)	1(2)				9(11)
'05	9(11)	3(5)	1.5(2)	0.5(1)	0.5(1)	14.5(20)
계	44.3(57)	13.8(26)	1.8(3)	1.5(2)	0.5(1)	62(89)
비율	71.5	22.3	2.9	2.4	0.8	100.0

- 주) 1. ()밖의 수는 복수의 기관에서 지원받은 경우 논문 1편을 기관수로 나눈 수치임(가령, 1편의 논문이 3개 기관 지원으로 이루어진 경우, 각각의 기관에서 1/3편씩 지원한 것으로 간주함)
 2. ()안의 수는 복수의 기관에서 지원받은 경우 각각을 1편으로 인정하여 합산한 수치임(가령, 1편의 논문이 3개 기관 지원으로 이루어진 경우, 각각의 기관에서 1편씩 지원한 것으로 간주함)

하나의 논문이 복수의 기관에서 지원받은 경우 각각의 기관에서 해당 논문을 지원한 것으로 계산할 때, 과기부 연구지원사업을 통해 NSC저널에 게재한 논문수는 57편이며, 57편의 논문 중 8편은 2개 이상 연구사업의 지원으로 발표된 것으로 나타났다(6편은 2개 사업, 1편은 3개 사업, 나머지 1편은 4개 사업의 지원을 통해 게재되었다). 57편의 논문 중 43편(63.2%)은 기초과학연구사업, 20편(29.4%)은 특정연구개발사업, 1편(1.5%)은 과학기술국제화사업 등을 통해 발표되었다.

과학기술부 연구지원사업 중에서 NSC 논문실적이 많은 사업은 창의적연구진흥사업(21편, 30.9%), 우수연구센터사업(16편, 23.5%), 국가지정연구실사업(8편, 11.8%), 프론티어연구개발사업(6편, 8.8%) 순인 것으로 나타났다. 상기 네 가지 연구개발사업 중 우수연구센터

사업은 1990년부터 시작되었으나 나머지는 1990년대 말부터 시작되었다. 이로써 과학기술부의 NSC 논문실적이 1990년대 말부터 급격히 증가한 것은 상기 연구개발 프로그램들이 이 시기부터 본격적으로 추진되었기 때문임을 알 수 있다.

〈표6〉 한국인 과학자의 NSC 논문 현황(과기부 지원현황)

(단위 : 건, %)

구분	사업명	95	98	99	00	01	02	03	04	05	합계	점유율
기초 과학 연구 사업	특정기초연구								1		1	1.5
	우수연구센터		2	4		1		2	4	3	16	23.5
	국가핵심연구센터								1	1	2	2.9
	창의적연구진흥			2	3	5	3	3	2	3	21	30.9
	특성화소재은행									1	1	1.5
	선도과학자육성							1			1	1.5
	방사광가속기									1	1	1.5
소계	0	2	6	3	6	3	6	8	9	43	63.2	
특정 연구 개발 사업	국가지정연구실				2	1	2	1	2		8	11.8
	나노연구개발								1		1	1.5
	프론티어연구						1	1	1	3	6	8.8
	국책연구개발								1		1	1.5
	중점연구개발						1	1			2	2.9
	선도기술개발		1				1				2	2.9
소계	0	1	0	2	1	5	3	5	3	20	29.4	
국제화 사업	과학기술 국제화사업									1	1	1.5
기타	NIH 연수지원									1	1	1.5
	국내포스닥					1					1	1.5
	고등과학원				1						1	1.5
	기타 ¹²⁾	1									1	1.5
소계	1	0	0	1	1	0	0	0	1	4	5.9	
합 계		1	3	6	6	8	8	9	13	14	68	100.0

12) 논문의 사사에 과기부에서 지원받은 사업을 구체적으로 표기하지 않음

3. 연구수행 주체별 현황

NSC 저널에 논문을 발표한 우리나라 기관은 총 55개 기관이며, 이들 중 대학이 34개 (61.8%) 기관으로 대다수를 차지하고 있고 국공립 및 정부출연기관이 11개(20.0%) 기관, 기업이 10개(18.2%) 기관인 것으로 나타났다. 논문수 측면에서 보면 대학이 전체 NSC 논문의 80.5%로 대다수를 차지하고 있으며 국공립 및 출연연구기관 12.6%, 민간연구기관 6.9%를 차지하고 있는 것으로 나타났다. 이는 우리나라 박사급 인력의 71.3%를 보유하고 있고 기초연구의 주축을 이루고 있는 대학의 연구역량이 세계적인 수준으로 향상되고 있음을 시사하고 있다.

〈표7〉 기관유형별 한국인 과학자의 NSC 논문 현황(공저자 기준)

기관 유형	대학	국공립 및 출연연구기관	민간 연구기관	계	총 논문수
논문 수	128	20	11	159(*)	121
비율(%)	80.5	12.6	6.9	100.0	

* 소속기관이 다른 저자들이 공저한 논문일 경우 각 소속기관이 모두 1편 발표한 것으로 인정함으로 인하여 논문수의 합(159편)이 총 논문수(121편) 보다 많음

상기 논문 중 한국인 과학자가 제1저자인 논문은 59편이며, 이중 대학이 발표한 논문은 85.6%(50.5편), 기업은 8.5%(5편), 국공립 및 정부출연기관은 5.9%(3.5편)인 것으로 나타났다. 주요 기관별 현황을 보면 NSC 논문실적 순위 상위 3개 기관은 대학이며, 이들 3개 기관이 전체 NSC 논문의 46.7%(46편)을 차지함으로써 우수 논문이 소수 대학에 편중되어 있음을 알 수 있다. 또 한국인 과학자가 교신저자(Corresponding Author)인 논문은 52편인데 이들 논문의 85.6%(44.5편)가 대학에서 발표되었고 9.6%(5편)는 기업, 4.8%(2.5편)는 국·공립연구소 및 정부출연연구소인 것으로 나타났다.

〈표8〉 주요 기관별 한국인 과학자의 NSC 논문 현황(공저자 기준)

순위	기관명	논문 편수(비율)		
		공저자	제1저자	교신저자
1	서울대	25(15.7%)	13.5(22.9%)	10(19.2%)
2	포항공대	15(9.4%)	8(13.6%)	8(15.4%)
3	연세대	12(7.5%)	4(6.8%)	4(7.7%)
4	과기원	11(6.9%)	6(10.2%)	7(13.5%)
5	이화여대	7(4.4%)	3(5.1%)	3(5.8%)
5	광주과기원	7(4.4%)	2(3.4%)	0(0.0%)
5	생명(연)	7(4.4%)	1.5(2.5%)	1.5(2.9%)

4. 국제공동연구 현황

NSC 저널에 게재된 121편의 논문 가운데 외국인이 1인 이상 참여하여 공저한 국제협력 논문은 전체의 100편(82.6%)으로 대다수의 NSC 논문이 국내·외 과학자간 연구협력에서 기인된 것임을 알 수 있다. 2005년도 국제협력논문은 23편으로 10년 전인 1995년의 2편에 비해 양적으로 괄목할만하게 성장하였음을 알 수 있다. 우리나라 NSC 논문의 국제연구협력 비율은 82.6%로서 이는 우리나라 SCI 논문의 국제연구협력 비율(약24%)뿐 아니라 영국, 프랑스, 독일 등 선진국가의 국제연구협력 비율(30 - 40%) 및 세계에서 제일 높은 스위스의 53.1%를 훨씬 상회하는 비율이다(안규정 외, 2002).

〈표9〉 NSC저널 논문 국제연구협력 현황

(단위 : 편수)

구분	'93	'95	'96	'97	'98	'99	'00	'01	'02	'03	'04	'05	계
전체논문(A)	4	2	2	3	6	10	10	13	18	12	14	27	121
국제협력 논문(B)	4	2	1	2	4	8	9	9	15	10	13	23	100
비율(B/A)	100.0	100.0	50.0	66.7	66.7	80.0	90.0	69.2	83.3	83.3	92.9	85.2	82.6

NSC 저널에 논문을 게재한 한국인 과학자들은 총 50개국 연구자들과 공동연구를 수행하였으며, 국가별로는 미국이 77편(36.2%)으로 1위, 일본이 23편(10.8%)으로 2위, 독일이 14편(6.6%)으로 3위를 기록되었다.

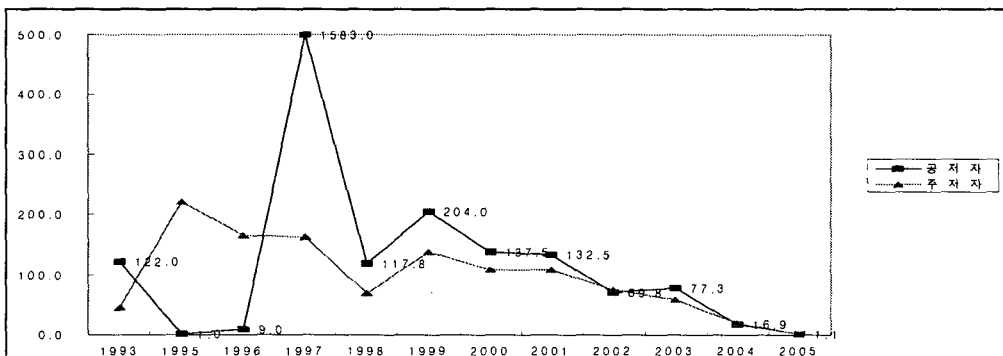
〈표10〉 NSC저널 논문 해외 협력 연구 현황

순위	국가	논문수	비율(%)
1	미국	77	36.2
2	일본	23	10.8
3	독일	14	6.6
4	캐나다	11	5.2
5	영국	9	4.2
6	프랑스	8	3.8
7	스페인	4	1.9
7	이탈리아	4	1.9
7	타이완	4	1.9
7	중국	4	1.9
	기타	55	25.6
	계	213	100.0

주) 1편의 논문을 여러 국가의 연구자와 공저하는 경우에는 각각의 국가를 하나의 국가로 산정함.

국제공동연구 논문의 질적 수준(피인용 횟수 기준)을 살펴보면 우리나라 과학자가 공저자인 논문(외국인이 주저자인 논문)의 평균 피인용 횟수는 96.6회로 한국인이 주저자(제1저자 혹은 교신저자)인 논문의 평균 피인용 횟수(80.0회)보다 높게 나타났다. 이는 우리나라 과학자가 공저자로 참여한 국제협력논문이 한국인이 주저자인 논문보다 과학적 영향력이 높음을 의미한다. 그러나 1998년 이후에는 한국인이 주저자인 논문의 피인용 횟수와 공저자인 논문의 피인용 횟수 사이의 차가 현저히 줄어들고 있다. 이는 최근 들어 우리나라 과학자들의 연구역량이 세계적인 수준에 근접해가고 있음을 시사하고 있다.

〈그림2〉 NSC 논문에서 한국인 저자의 역할별 피인용 횟수 비교¹³⁾



13) 논문의 인용횟수는 논문 게재년도에 영향을 받음(일반적으로, 게재기간이 긴 논문일수록 피인용 될 기회가 많음 => 게재년도가 동일한 논문을 대상으로 피인용횟수를 구함).

5. 국내 연구주체간 공동연구 현황

NSC 논문에 대한 국내 과학자간 공동연구의 유형을 살펴보면 특정연구기관의 단독연구에 의해 발표된 실적이 전체논문의 76.1%(92편)를 점유하고 있는 것으로 나타났으며, 기관간 공동연구실적은 대학-대학 간이 10.7%(13편), 대학-공공(연) 간이 6.6%(8편), 대학-민간(연) 간이 5.8%(7편)인 것으로 나타났다.

〈표11〉 협력유형별 한국인 과학자의 NSC 논문수

구분	단독기관 논문			기관간 협력 논문				계
	민간(연)	공공(연)	대학	대학-대학	대학-공공(연)	대학-민간(연)	대학-공공연-민간연	
1993		1	3					4
1995			1		1			2
1996	1	1						2
1997			1	1	1			3
1998			4	1		1		6
1999			6	1	1	2		10
2000			8	1	1			10
2001	1	1	9	1		1		13
2002		3	10	4	1			18
2003	1	1	8	1		1		12
2004		2	10		1	1		14
2005		1	19	3	2	1	1	27
계	3	10	79	13	8	7	1	121
비율(%)	65.3	8.3	2.5	10.7	6.6	5.8	0.8	100.0

공동연구 유형별 논문의 피인용 현황은 대학과 공공연구소간 협력논문의 피인용 횟수가 334.1로서 가장 높고, 민간연구소 단독논문 181.3회, 대학과 민간연구소간 121.6회, 대학 단독논문은 68.8회인 것으로 나타났다. 이는 특정연구주체 단독논문보다는 산·학·연 간의 협력논문이 훨씬 더 큰 과학적 영향력을 지니고 있음을 암시한다. 따라서 우리나라 논문의 질적 수준을 제고하기 위해서는 대학을 중심으로 공공연구소 및 민간연구소간 연구협력 비중의 확대가 필요함을 알 수 있었다.

〈표12〉 협력유형별 논문의 피인용횟수

구분	단독기관 논문			기관간 협력 논문				계
	대학	공공(연)	민간(연)	대학-대학	대학-공공(연)	대학-민간(연)	대학-공공(연)-민간(연)	
1993	111.0	1						83.5
1995	1.0				221			111.0
1996		9	165					87.0
1997	241.0			85	1583			636.3
1998	117.8			62		75		101.3
1999	111.2			59	128	324		150.2
2000	115.8			47	172			114.5
2001	110.3	75	354	14		62		115.2
2002	52.8	89		64.5	229			71.2
2003	67.1	15	25	158		36		64.3
2004	17.0	19.5			5	30		17.4
2005	1.6	0.0		1.5	1.0	0.0	0.0	1.3
계	68.8	40.6	181.3	57.2	334.1	121.6	0.0	87.5

공동연구 유형 및 저자의 역할에 따른 논문 피인용 횟수는 한국인이 공저한 논문으로 대학과 공공연구소간 협력논문의 평균 피인용 횟수가 906.0으로 가장 높고, 민간연구소 단독 논문이 354.0회, 대학 단독논문이 60.9회 순인 것으로 나타났다. 이는 한국인이 공저자인 논문(외국인이 주저자인 국제협력논문)으로 대학과 공공연구소가 참여하는 논문이 다른 유형의 공동연구보다 그 질적 수준이 상대적으로 높은 것으로 추정된다.

〈표13〉 협력유형 및 저자역할에 따른 논문의 피인용횟수

구분		공저자	주저자	계
단독기관 논문	대학	60.9	77.4	68.8
	공공(연)	45.0	30.3	40.6
	민간(연)	354.0	95.0	181.3
협력논문	대학-대학	31.5	62.3	57.2
	대학-공공(연)	906.0	105.4	334.1
	대학-민간(연)	30.0	136.8	121.6
	대학-공공(연)-민간(연)		0.0	0.0
계		96.6	80.0	87.5

V. 결론 및 시사점

본 연구에서는 최근 한국인 과학자의 NSC 논문의 증가원인을 분석함으로써 우리나라 연구의 질적 수준 제고를 위한 정책적 시사점을 도출하고자 하였다. 그 결과 한국인 과학자의 NSC저널 논문실적은 1981년부터 2005년까지 총 121편¹⁴⁾인 것으로 조사되었다. 연도별 실적은 1993년 5편에서 2005년 27편으로 대폭 증가하였다. 특히 한국인 과학자의 NSC 논문은 양적인 증가와 함께 주저자(제1저자 및 교신저자) 논문 수도 증가하여 우리나라 과학기술의 질적 수준이 크게 향상되고 있음을 알 수 있다.

NSC 논문의 증가 원인은 크게 세 가지로 분석될 수 있다. 첫째, 과학기술분야에 대한 정부의 지속적인 투자 확대 노력에 기인한 것으로 보인다. 특히, 1990년 후반부터 기초연구에 대한 투자 증대가 NSC 논문 증가에 크게 기여한 것으로 판단된다. 그러나 우리나라의 기초연구비 투자 비중은 15.3%('05년 기준) 수준에 그치고 있다. 이는 프랑스, 미국 등의 선진국에 비해 낮은 수준이어서 향후 기초연구의 투자 확대를 위한 정부차원의 정책적 배려가 요구되고 있다.

둘째, 과학기술부의 선택과 집중형 연구개발사업이 확대됨에 따라 NSC 논문수가 증가한 것으로 분석되었다. NSC 논문수는 1998년 이후 급격히 증가하고 있다. 이는 1990년대 말 과학기술부가 기획한 창의적연구진흥사업, 국가지정연구실사업, 21세기 프론티어연구개발사업 등 선택과 집중형 R&D 프로그램의 추진 시기와 거의 일치하고 있다. 이와 더불어 정부 지원으로 발표된 NSC 논문의 대다수가 상기의 R&D 프로그램을 통해 산출된 것으로 나타나 NSC 논문의 증가 원인이 창의적연구진흥사업 등과 같은 선택과 집중형 연구사업의 확대와 직접적으로 관련되어 있는 것으로 나타났다. 따라서 질적 수준이 우수한 논문이 더 많이 산출되기 위해서는 창의적연구진흥사업과 같은 창의적 혁신을 유도하는 연구개발프로그램의 확대가 요구됨을 알 수 있다.

셋째는 국내·외 과학자간 긴밀한 연구협력과 우리나라 연구주체간 연구협력 확대를 통해 NSC 논문수가 증가한 것으로 분석되었다. 실제로 대다수의 NSC 논문이 국내·외 과학자간 협력연구에 기인하며, 국제공동연구 논문의 질적 수준이 우리나라 과학자간 공저논문보다 높은 것으로 나타났다. 또한, 국내 과학자간의 협력연구에 있어서도 특정연구기관의 단독연구보다는 산·학·연 간의 협력연구 성과가 양적·질적으로 우수한 것으로 조사되었

14) NSC 저널 게재 논문수는 135편이며, 이 중 article은 121편으로 이를 대상으로 분석을 실시함. 네이처 64편, 사이언스 38편, 셀 19편임.

다. 따라서 과학기술 연구의 질적 수준 향상을 통한 국가적 위상을 제고하기 위해서는 국제협력연구의 활성화와 산·학·연 연구주체 간의 연구협력 네트워크의 구축이 필요하다는 것을 알 수 있다.

이상의 연구결과를 종합해 보면 우리나라가 세계적으로 인정받을 수 있는 창의적인 연구 실적을 보다 효율적으로 산출하기 위해서는 과학기술부의 창의적연구진흥사업, 우수연구센터육성사업, 국가지정연구실사업 등과 같이 선택과 집중형 기초연구 지원프로그램이 확대되어야 함을 알 수 있다. 그러나 NSC 논문을 가장 많이 산출한 이들 3개 연구사업의 2006년 예산은 총 1,340억원으로서 2006년 국가연구개발예산의 1.5%에 불과하다. 따라서 세계적인 기초연구성과를 보다 많이 산출하기 위해서는 정부가 이러한 연구사업에 대한 R&D투자를 늘리고 선택과 집중형 연구개발 프로그램을 새로이 기획할 필요가 있다. 참고로 한국과학재단이 우수연구를 산출한 연구자 80명을 대상으로 조사한 결과(71명 응답)에 따르면 탁월한 연구성과를 산출하기 위해 필요한 연구지원 조건은 "박사급 연구인력 약 5인, 연간 연구비 약 5억원, 연구지원기간 약 6년"인 것으로 조사되었는데(김인호, 2006), 정부는 이러한 조사결과를 반영하여 신규 기초연구지원사업을 신설할 필요가 있다.

본 연구에서는 우리나라 기초연구의 질적 수준을 진단하고 이를 제고시키기 위한 정책적 방안을 도출하기 위해 네이처, 사이언스, 셀에 게재된 한국인 과학자의 논문현황을 분석하였다. 본 연구는 세계적으로 우수한 저널이라고 동료 과학자들이 인정하는 이들 저널에 게재된 논문현황의 분석을 통해 우리나라의 과학수준 및 현황분석을 최초로 시도하였는데 그 의의가 있다. 하지만 이들 세 가지 저널이 세계적으로 가장 우수한 저널이라고 단정할 수 없다. 또한 이들 NSC 저널이 다양한 연구분야를 포괄하고 있다는 데에도 이론의 여지가 있다. 따라서 이번 연구결과가 우리나라의 분야별 기초연구 수준을 정확히 진단하는 데에는 여러 가지 한계점을 가지고 있다. 향후에 과학적인 분석방법을 통해 여러 연구분야를 포괄할 수 있는 저널을 도출하여 이러한 연구가 시도된다면 좀더 좋은 결과를 얻을 수 있을 것으로 기대된다.

참고문헌

1. 과학기술부 (2005), 「SCI DB 분석을 통한 과학기술분야 연구실적 분석연구」.
2. 송충한 외 (2005), "SCI를 기준으로 한 우리나라 지식자원 수준 분석". 기술혁신학회지, Vol 8, No 3, p986-1004.
3. 안규정 외 (2002), 「우리나라의 과학수준 및 구조의 특징」, 과학기술정책연구원.

4. 연경남 외 (2005), “연구계획서 평가시 정량지표 도입의 타당성에 관한 분석”. 기술혁신 학회지, Vol 8. No 1, p261-276.
5. 이한진 외 (2004), 「과학재단 연구과제의 질적 수준 분석」, 한국과학재단.
6. 한선화 외 (2000), 「SCI DB 분석을 통한 기초과학수준 평가체제 수립에 관한 연구」, 과학기술정책연구원.
7. 허정은 외 (2005), 「세계 3대 과학저널 논문 현황 분석 - 한국인 과학자의 논문발표 실적을 중심으로」, 한국과학재단.
8. 김인호 외 (2006), 「기초연구성과의 주요사례 조사연구」, 과학기술부.
9. Adam, D.(2002). “The Counting House”, *Nature*, 415, p726-729
10. Aksnes, W. Dag, and Randi Elisabeth Taxt, “Peer review and bibliometric indicators: a comparative study at Norwegian university”, *Research Evaluation*, vol. 13, no. 1, April 2004.
11. Butler, L. (2003), “Explaining Australia's increased share of ISI publications - the effects of a funding formula based on publication counts”, *Research Policy*, Vol. 22, p143-155.
12. CWTS, *Bibliometric Profiles of Academic Electrical and Electronic Engineering Research in the Netherlands(1989-1998)*, 2000.
13. Leeuwen, T. N. Van, L. J. Van der Wurff and A. F. J. Van Raan, “The use of combined bibliometric methods in research funding policy”, *Research Evaluation*, 10(3), 2001. p195-201.
14. Moed, H. F. (2002), “Measuring China's research performance using the Science Citation Index”, *Scientometrics*, Vol. 53, No. 3, p281-296.
15. Moed, H. F., Leeuwen, T. N. Van and Visser, M. S. (1999), “Trends in publication output and impact of universities in the Netherlands”, *Research Evaluation*, Vol. 8, No. 1, p60-67.
16. OECD (1997), “Bibliometric indicators and analysis of research systems; methods and examples”, *STI working papers* 1997/1.
17. Prichard, A. “Statistical bibliography or bibliometrics”, *Journal of documentation*, 1969, p358-359.
18. USPTO (2004), Patent counts by Country/State and year all patents, all types January 1, 1977 - December 31, 2004.

허정은

영남대학교 통계학과를 졸업하고, 영남대학에서 통계학 석사 및 미국 University of Florida에서 통계학 박사학위를 취득하였다. 현재 한국과학재단에서 선임연구원으로 재직중이다. 주요 관심분야는 베이지안 통계, 성과지표 개발, 연구개발 성과분석 등이다. 베이지안 통계출원에 관한 다수의 논문이 있다.

김해도

건국대학교 공업화학과를 졸업하고, 충남대학교에서 법학석사 및 법학박사학위를 취득하였다. 현재 한국과학재단에서 선임연구원으로 재직 중이다. 주요 관심분야는 특허법, 연구개발 성과분석, 성과평가 등이다. 국가연구개발 특허제도 등에 관한 논문이 있다.

최태진

고려대학교 신문방송학과를 졸업하고, 고려대학교에서 경영학 석사를 취득하였다. 현재 한국과학재단에서 성과관리팀장으로 재직 중이다. 주요 관심분야는 기술이전, 연구개발 성과분석, 추적평가, 연구개발 추진체제 등이다. 추적평가 등에 관한 논문이 있다.

김성백

충남대학교 천문우주학과를 졸업하고, 연세대학교에서 이학 석사를 취득하였다. 현재 한국과학재단에서 연구원으로 재직 중이다. 주요 관심분야는 천문우주분야 동향분석, 기술이전 및 성과확산, 성과분석 등이다.

조영돈

고려대학교 기계공학과를 졸업하고, 한국정보통신대학교에서 경영학 석사를 취득하였다. 현재 한국과학재단에서 연구원으로 재직 중이다. 주요 관심분야는 연구개발 성과조사 및 분석, 성과관리시스템 등이다.

김인호

건국대학교 전자공학과를 졸업하고, 건국대학교에서 공학 석사 및 전자공학 박사학위를 취득하였다. 현재 한국과학재단에서 성과홍보실장으로 재직 중이다. 주요 관심분야는 연구개발 기획, 평가 및 성과관리 등이다. 기술예측, 연구개발 평가 등에 관한 다수의 논문의 있다.