

연구기획평가 지원을 위한 분야별 논문의 피인용 통계 분석

이상필*·문영호*·여운동*·설성수**
*한국과학기술정보연구원(KISTI)**한남대학교
02-3299-6066, splee@kisti.re.kr

Analysis of Citation Numbers by Research Fields for Research Planning & Evaluation

Sang Pil Lee*, Yong Ho Moon*, Woon Dong Yeo* and Seong Soo Seol**
KISTI Senior Researcher* and Hannam University Professor**

1. 서론

최근 정부가 수행하는 연구개발 활동을 성과 중심으로 평가하고 창출된 성과의 활용을 촉진시켜 정부 연구개발투자의 효율성 및 책임성을 높이기 위하여 ‘연구개발성과평가및성과관리에관한법률’과 ‘국가연구개발사업의관리등에관한규정’ 등이 입법예고되어 있어, 향후 대학이나 연구기관 혹은 정부의 연구개발정책 등에 있어서 평가의 중요성이 더욱 증대할 것으로 예상되고 있다.

이와 같은 상황에서 연구성과가 분야에 따라 다르다는 과학기술의 속성이 간과되고 있고, 이로 인하여 연구성과가 양적으로 적은 학문분야나 평가지표에서 요구하는 형태로 연구결과를 내지 못하는 학문분야에서는 특정지표, 특히 학술논문 등에 의한 일방적인 연구성과의 평가가 대단히 불리한 제도로 작용하고 있다는 문제가 끊임없이 제기되고 있는 실정이다.

통상 수학분야는 2년에 논문 1편, 화학의 일부 분야는 1년에 5-6편이 기본인 정도로 차이가 클 뿐만 아니라 기계, 금속, 전기 등의 대부분의 공학분야는 논문을 내는 것보다 실제 활용되는 노하우 기술이나 특허로서 연구결과가 나타나는 것이 보편적인 현상으로 인식되고 있다.

이상의 예는 명확하게 비교될 수 있는 학문분야의 특성을 가지고 있지만 특성이 강하지 않은 학문분야에서는 동일한 기준이라면 심한 편차를 보이는 경우가 많다. 예를 들어 연 2.2편과 2.9편이 해당 분야의 평균이라면, 혹은 3.2편 정도라도 별 차이를 느끼지 못한다. 그런데 2.2편이 평균인 분야는 2.9편이 평균인 분야를 능가하기 위해서는 훨씬 큰 노력이 투입하여야 하므로 논문만으로 성과를 측정한다면 산출 자체가 적은 학문분야는 대단히 불리하게 된다는 것은 너무나도 당연한 결과일 것이다.

최근, 학문적으로도 연구기획과 연구성과 평가의 새로운 패러다임(기술혁신학회, 「2005년 원탁회의」, 4. 22, 과총)이 주장된 바 있는데, 여기서 과학기술 연구현장의 연구자들은 연구기획평가의 올바른 패러다임이 정착되기 위해서는 분야별 특수성이 반영되어야 한다는 점을 강조하였으며, 기술혁신학회 회장에게 분야별 특수성을 공식화해줄 것을 요청하였다.

이에 따라 당 학회의 학제위원회에서는, 과학기술 및 사회과학분야 학술논문의 인용분석에 기초하여 동 분야의 학술지의 영향력지표(Impact Factor)와 학문분야별 논문의 평균인용을 등을 제공하는 Thomson ISI⁷⁷⁾사의 JCR(Journal Citation Reports)와 ESI(Essential Science Indicator) DB의 분석을 통하여, 학문 분야별 특성에 따라 인용율이 어떻게 다르고 이들 인용율을 학문 분야별로 적용시키는 데 있어서 내재되어 있는 문제점을 제시하고자 한다.

77) ISI(Institute for Scientific Information)사는 1958년에 설립되어 1961년부터 생명과학분야의 인용분석을 SCI(Science Citation Index) 형태로 발표하기 시작하였으며, 근래에 캐나다 법률·금융회사인 Thomson사에 인수·합병되어 Thomson Scientific의 계열사로 편입되면서 Tomson ISI사(<http://www.isinet.com>)로 개칭되었음. Thomson Scientific사는 DewontWPI(World Patent Index)

II. SCI의 기본개념 및 구성

1. SCI의 인용분석

인용분석은 오래 전부터 과학적 활동을 분석하는 데 유용하게 사용되어 왔었지만, 인용분석은 소수의 학술지에 나타난 논문들이 인용한 참고문헌을 주로 수작업으로 분석하였기 때문에 인용분석은 그 작업과정의 비능률성 때문에 분석 범위가 제한적일 수밖에 없었다.

컴퓨터의 발달로 인용분석은 급속도로 발전하기 시작하였는데, 컴퓨터의 발달은 수많은 학술지 등 문헌의 인용자료를 분석한 지표들을 인쇄물로 제공할 수 있게 했을 뿐만 아니라, 컴퓨터가 판독할 수 있는 형태의 자료를 제공함으로써 인용분석을 훨씬 가속화시켰다.

Thomson ISI사가 1961년 생명과학분야의 인용분석을 과학기술인용색인(SCI: Science Citation Index)의 형태로 발간하기 시작하였으며, SCI 자료는 점차 자연과학 분야 전반에 확대되었다. 그리고 1966년부터 사회과학 분야의 SSCI(Social Science Citation Index), 1976년부터 인문, 예술분야의 A&HCI(Arts and Humanity Citation Index)도 발간되기 시작하였다.

인용분석의 가장 기본적인 방법은 학술지에 나타난 참고문헌(인용)을 단순 계산하는 것이다. 이 단순 계산을 기초로 하여 영향력지표(IF: Impact Factor) 등과 같은 다양한 지표들을 제공하고 있는데, 이들 모두 논문, 단행본, 학술지, 과학자 개인(저자), 학과, 대학, 연구소, 국가 등의 다양한 분석단위에 적용되어 이용될 수 있다.

Thomson ISI사가 인용분석에 이용되는 계산방법은 일정기간동안 인용된 문헌(cited documents)이 인용하는 문헌(citing documents)에 의하여 얼마나 많은 인용을 받았는가를 계산하여 총인용수(total citations)를 얻는 방법이다. 여기서 인용하는 문헌은 학술지를 선택하고 있는데, 이는 과학기술분야의 학술지는 과학자 사회에서 과학적 정보교환(scientific communication)의 수단, 통로로서 가장 많이 활용되고 있으며, 뿐만 아니라 학술지는 다른 학술적 정보교환 수단(예컨대 단행본, 학위논문 등)보다 정기적으로 발간되는 간행물로서 분석의 신뢰성, 연속성, 비교 가능성 등의 면에서 훨씬 탁월한 이점이 있기 때문이다.

그리고 인용분석의 대상인 인용된 문헌(cited documents)은 제한이 없으나, 인용하는 문헌(citing documents)은 Thomson ISI사가 선정한 학술지로 제한되어 있다. 일정기간(대체로 1년)동안 분석된 인용빈도를 연도별로 누계를 계산하면 총인용수가 집계되는데, 단순계산에 의해 얻어진 총인용수에 의하여 연구활동 업적을 평가할 경우, 발표한 지 오래된 논문은 인용을 받을 기회가 많아지고 최근에 발표된 논문은 인용을 받을 기회가 적어지게 되는 문제가 발생하게 되며, 또한 논문을 많이 발표한 경우와 적게 발표한 경우를 단순 비교하는 데에는 커다란 편차가 발생하게 된다.

그래서 Thomson ISI는 이러한 문제점을 극복하기 위하여 우수한 학술지를 선정하는 기준으로 전문가의 판단, 학술지의 기준 준수 여부, 인용통계 분석자료 등의 3가지를 활용하고 있으며, 이 중에서 인용통계 분석 자료로서는 전술한 영향력지표(IF)⁷⁸⁾, 즉시인용지표(Immediacy Index)⁷⁹⁾, 피인용반감기(Cited Half-life)⁸⁰⁾ 및 피인용정점기(Cited Peak Time) 등을 사용하는 것으로 알려져 있다.

78) 영향력지표는 특정 연도에 특정 1개의 학술지에 수록된 논문들이 평균적으로 얼마나 많이 인용되었는지를 나타내는 수치임. 즉, 특정학술지(예, A 저널)에 특정 2년 사이(예, 2001, 2002년)에 수록된 논문수(분모로 활용)를 기준으로, 최근년도 1년간(예, 2003년) 출판된 논문들이 특정학술지의 특정 2년 사이에 수록된 논문들(A 저널에 2001년과 2002년에 수록된 논문, 즉 이들의 합이 분모임)을 인용한 회수(분자로 활용)에 대한 비율임.

79) 즉시인용지표는 특정 1개의 학술지에 수록된 논문들이 얼마나 빨리 인용되었는지를 나타내는 수치임. 즉, 특정년도(예 2003년)에 특정학술지(예, A저널)에 수록된 논문수(분모로 활용)를 기준으로, 동일한 연도(2003년)에 출판된 다른 논문들이 특정학술지에 수록된 논문들(A저널에 2003년에 수록된 논문, 즉 이들의 합이 분모임)을 인용한 총 회수(분자로 활용)에 대한 비율임.

80) 피인용반감기는 특정 1개의 학술지에 수록된 논문들이 얼마나 오래 동안 이용되는지를 나타내는 수치임. 기준년도인 최근 1년간의 최종 피인용누적회수를 기준(100%)으로 과거 피인용누적회수가 절반(50%)인 시점(예, 기준년도로부터 5.7년전)을 그대로 지수(예, 5.7)로 사용함.

2. SCI의 데이터베이스 분석

일반적으로 연구자나 평가 실무자들은 자신들이 알고 있는 SCI 등재 학술지에 관한 정보가 Thomson ISI사에서 제공하는 SCI 관련 정보의 전부인 것으로 판단하는 경우가 간혹 있는데, 이는 Thomson ISI사에서는 SCI 등재 학술지에 대한 정보를 다양한 형태로 가공하여 각각 제공하고 있으며, 이들 정보를 전부 구매하는 데에는 상당한 예산이 소요되기 때문에, SCI 관련 정보를 전체적으로 정확하게 파악하기가 매우 어려운 것이 현실이다.

실제로 SCI는 인쇄물, CD-ROM, CD-ROM(Abstrects), Magnetic Tape, Web Acess, Online 등 6가지 형태로 제공되고 있다. 이 중에서 인쇄물과 CD-ROM 형태로 제공되는 것은 주제별 분류에 따라 약 3,600여종의 핵심학술지(Core Journal)의 서지사항과 일부 논문의 인용정보가 정리되어 있으며, 인터넷을 통하여 서비스되고 있는 WoS(Web of Science)나 STN, Dialog 등의 데이터뱅크(Data Bank)를 통해 온라인 서비스되고 있는 SciSearch DB에서는 SCI의 핵심학술지보다 약 2,000여종의 학술지가 추가된 SCIE(Science Citation Index Expanded) 관련 정보를 제공하고 있다.

이외에도 Thomson ISI사는 학술지별, 국가별, 연구기관별, 연구자별 영향력 및 동향 등을 보다 구체적으로 파악하는 데 도움을 주기 위하여, SCIE 관련 정보를 가공하여 JCR(Journal Citaion Reports, 학술지별 인용도 순위 등), NCR(National Citation Report, 특정 국가의 인용도 현황 및 순위 등), NSI(National Scientific Indicator, 세계 각국별 인용도 현황 및 순위 등), ESI(Essential Science Indicators, 논문별, 학문분야별 인용도 현황 및 순위 등) 등의 분석형 DB를 제공하고 있다.

특히, JCR DB는 약 170여개의 주제별 분류에 따라 SCIE 학술지 중에서 인용도가 높은 학술지(연간 약 5,600여종)를 선별하여 연도별 총피인용회수(Total Cites), 영향력지표(Impact Factor), 영향력지표 동향 그래프(IF Trend Graph), 즉시인용지표(Immediacy Index), 피인용반감기(Cited Half-life), 피인용정점기(Cited Peak Time) 등의 정보를 제공함으로써 학술지의 질을 평가하는 데 도움을 주기 위하여는 데 목적을 두고 있다.

그리고 ESI DB는 22개 대분류에 근거를 두고 연구자, 연구기관, 국별, 학술지별 인용도 순위(Citation Rankings) 관련 정보와 최근 10년 또는 최근 2년 사이에 인용도가 가장 높은 논문(Most Cited Papers) 관련 정보와 인용분석에 관련된 베이스라인(Baseline DB)와 첨단연구정보를 제공하는 DB(Research Fronts DB) 등으로 구성되어 있다. 이외에도 In-Cites, Special Topics, Science Watch 등의 부가정보 등도 함께 제공하고 있다.

본 논문에서는 현재 연구 성과평가에서 가장 큰 영향을 미치고 있는 영향력지표(IF)가 포함되어 있는 JCR DB와 연구 분야별이나 개별 논문의 인용도가 포함되어 있는 ESI DB를 활용하여 논문의 피인용을 분석을 실시하였다.

III. 논문의 피인용율 분석

2003년도 JCR DB를 분석해 보면, 등재 학술지를 170개의 주제 분류별로 구분하고 있으며, 학술지별로 1-3개 정도의 주제 분류로 중첩하고 있다. 이들을 주제 분류별로 재분류하여 각 주제별로 학술지의 수와 이들의 평균 IF를 정리해 보면, 생화학 및 분자생물학(BIOCHEMISTRY & MOLECULAR BIOLOGY)의 경우 포함하는 학술지수는 716개로 적은 편이나 평균 IF가 1.206로 가장 높은 것으로 나타났다(<표 1> 참조).

그리고 상위 20위까지의 주제 분류와 평균 IF를 살펴보면, 평균 IF는 거의 0.1 이상이고 바이오 관련 분야가 대부분을 차지하고 있으나, 음향(ACOUSTICS), 자동화 및 제어시스템(AUTOMATION & CONTROL SYSTEM), 천문학 및 천체물리학(ASTRONOMY & ASTROPHYSICS), 융합화학(CHEMISTRY, MULTIDISCIPLINARY), 물리화학(CHEMISTRY, PHYSICAL) 등의 비 바이오 분야도 각각 2, 3, 7, 14, 18위를 기록하고 있는 것을 알 수 있다.

<표 1> 학문 분야별 평균 Impact Factor¹⁾

순 위	분류명	학술지수	평균IF	순 위	분류명	학술지	평균IF
1	BIOCHEMISTRY & MOLECULAR BIOLOGY	716	1.206	44	MEDICINE, GENERAL & INTERNAL	6006	0.036
2	ACOUSTICS	28	0.805	45	COMPUTER SCIENCE, INTERDISCIPLINARY APPLICATIONS	2305	0.035
3	AUTOMATION & CONTROL SYSTEMS	75	0.505	46	MICROBIOLOGY	6369	0.034
4	CELL BIOLOGY	1461	0.435	47	HEMATOLOGY	4647	0.032
5	ONCOLOGY	1235	0.327	48	MEDICINE, RESEARCH & EXPERIMENTAL	6150	0.032
6	BIOTECHNOLOGY & APPLIED MICROBIOLOGY	979	0.273	49	COMPUTER SCIENCE, THEORY & METHODS	2453	0.031
7	ASTRONOMY & ASTROPHYSICS	364	0.266	50	GEOSCIENCES, MULTIDISCIPLINARY	4558	0.031
8	BIOCHEMICAL RESEARCH METHODS	455	0.265	51	EVOLUTIONARY BIOLOGY	2884	0.030
9	AGRICULTURE, DAIRY & ANIMAL SCIENCE	116	0.259	52	PUBLIC, ENVIRONMENTAL & OCCUPATIONAL HEALTH	4792	0.029
10	BEHAVIORAL SCIENCES	404	0.237	53	COMPUTER SCIENCE, SOFTWARE ENGINEERING	2383	0.028
11	BIOPHYSICS	847	0.210	54	GEOCHEMISTRY & GEOPHYSICS	2652	0.028
12	PLANT SCIENCES	1115	0.189	55	ENGINEERING, CHEMICAL	3326	0.027
13	AGRONOMY	242	0.165	56	GASTROENTEROLOGY & HEPATOLOGY	4247	0.027
14	CHEMISTRY, MULTIDISCIPLINARY	1733	0.116	57	PHYSIOLOGY	7934	0.026
15	BIOLOGY	781	0.115	58	ANDROLOGY	279	0.024
16	ANESTHESIOLOGY	301	0.109	59	COMPUTER SCIENCE, HARDWARE & ARCHITECTURE	2144	0.024
17	CARDIAC & CARDIOVASCULAR SYSTEMS	1305	0.108	60	PSYCHIATRY	8165	0.024
18	CHEMISTRY, PHYSICAL	2002	0.101	61	CRITICAL CARE MEDICINE	1477	0.022
19	ALLERGY	257	0.099	62	HEALTH CARE SCIENCES & SERVICES	2837	0.022
20	GENETICS & HEREDITY	4367	0.095	63	DENTISTRY, ORAL SURGERY & MEDICINE	2562	0.020
21	AGRICULTURE, MULTIDISCIPLINARY	163	0.093	64	DERMATOLOGY	2600	0.020
22	ANATOMY & MORPHOLOGY	274	0.087	65	MATHEMATICS, APPLIED	5536	0.020
23	ENDOCRINOLOGY & METABOLISM	3005	0.086	66	SURGERY	8762	0.020
24	BIODIVERSITY CONSERVATION	322	0.085	67	THERMODYNAMICS	1516	0.020
25	NEUROSCIENCES	6808	0.085	68	ENGINEERING, BIOMEDICAL	3172	0.019
26	IMMUNOLOGY	4906	0.084	69	FOOD SCIENCE & TECHNOLOGY	4171	0.018
27	ENGINEERING, AEROSPACE	189	0.072	70	INFECTIOUS DISEASES	4947	0.018
28	ECOLOGY	2766	0.063	71	RADIOLOGY, NUCLEAR MEDICINE & MEDICAL IMAGING	8308	0.018
29	PHARMACOLOGY & PHARMACY	7592	0.059	72	ENGINEERING, MECHANICAL	3824	0.017
30	CHEMISTRY, ANALYTICAL	1800	0.058	73	MARINE & FRESHWATER BIOLOGY	5163	0.016
31	CHEMISTRY, ORGANIC	1901	0.055	74	MATHEMATICS	5753	0.016
32	AGRICULTURAL ENGINEERING	126	0.053	75	PATHOLOGY	7339	0.016
33	ENGINEERING, ELECTRICAL & ELECTRONIC	3718	0.050	76	PHYSICS, MULTIDISCIPLINARY	7803	0.016
34	COMPUTER SCIENCE, ARTIFICIAL INTELLIGENCE	2079	0.046	77	TOXICOLOGY	8895	0.016
35	CHEMISTRY, INORGANIC & NUCLEAR	1846	0.045	78	MECHANICS	5878	0.015
36	CHEMISTRY, MEDICINAL	1610	0.044	79	MULTIDISCIPLINARY SCIENCES	6459	0.015
37	DEVELOPMENTAL BIOLOGY	2917	0.044	80	ENERGY & FUELS	3067	0.014
38	COMPUTER SCIENCE, INFORMATION SYSTEMS	2222	0.040	81	ENTOMOLOGY	3907	0.014
39	MATERIALS SCIENCE, MULTIDISCIPLINARY	5383	0.040	82	NUTRITION & DIETETICS	6938	0.014
40	ENVIRONMENTAL SCIENCES	4038	0.038	83	PERIPHERAL VASCULAR DISEASE	9167	0.014
41	CLINICAL NEUROLOGY	6610	0.037	84	PSYCHOLOGY	8225	0.014
42	AGRICULTURAL ECONOMICS & POLICY	134	0.036	85	PHYSICS, APPLIED	7668	0.013
43	CHEMISTRY, APPLIED	1573	0.036	86	CRYSTALLOGRAPHY	2516	0.012

주: 1) 2003년 JCR기준이고, 종출된 저널 분류는 KISTI에서 재구성한 것임.

<표 1> 학문 분야별 평균 Impact Factor(계속)

순 위	분류명	저널수	평균IF	순 위	분류명	저널수	평균IF
87	GERIATRICS & GERONTOLOGY	4585	0.012	130	TELECOMMUNICATIONS	8818	0.005
88	METEOROLOGY & ATMOSPHERIC SCIENCES	6285	0.011	131	EDUCATION, SCIENTIFIC DISCIPLINES	2784	0.004
89	OBSTETRICS & GYNECOLOGY	6991	0.011	132	HORTICULTURE	4703	0.004
90	PEDIATRICS	7407	0.011	133	MINERALOGY	6413	0.004
91	PHYSICS, CONDENSED MATTER	7860	0.011	134	NEUROIMAGING	6821	0.004
92	ZOOLOGY	9301	0.011	135	NUCLEAR SCIENCE & TECHNOLOGY	6854	0.004
93	ENGINEERING, ENVIRONMENTAL	3207	0.010	136	OTORHINOLARYNGOLOGY	7225	0.004
94	ENGINEERING, MULTIDISCIPLINARY	3130	0.010	137	PALEONTOLOGY	7254	0.004
95	OPTICS	7137	0.010	138	PHYSICS, FLUIDS & PLASMAS	7702	0.004
96	POLYMER SCIENCE	8078	0.010	139	PHYSICS, MATHEMATICAL	8006	0.004
97	ENGINEERING, CIVIL	3473	0.009	140	TRANSPLANTATION	8913	0.004
98	GEOGRAPHY, PHYSICAL	4398	0.009	141	WATER RESOURCES	9376	0.004
99	MATHEMATICS, INTERDISCIPLINARY APPLICATIONS	5579	0.009	142	AGRICULTURE, SOIL SCIENCE	8434	0.003
100	UROLOGY & NEPHROLOGY	8995	0.009	143	ENGINEERING, PETROLEUM	3513	0.003
101	VETERINARY SCIENCES	9115	0.009	144	HISTORY & PHILOSOPHY OF SCIENCE	4680	0.003
102	COMPUTER SCIENCE, CYBERNETICS	2097	0.008	145	LIMNOLOGY	5032	0.003
103	ELECTROCHEMISTRY	2852	0.008	146	MATERIALS SCIENCE, BIOMATERIALS	6164	0.003
104	FISHERIES	4077	0.008	147	MATERIALS SCIENCE, CERAMICS	5206	0.003
105	OPHTHALMOLOGY	7084	0.008	148	MEDICAL INFORMATICS	5772	0.003
106	RESPIRATORY SYSTEM	8363	0.008	149	MYCOLOGY	6475	0.003
107	SPECTROSCOPY	8475	0.008	150	NURSING	6885	0.003
108	SPORT SCIENCES	8546	0.008	151	REHABILITATION	8332	0.003
109	STATISTICS & PROBABILITY	8621	0.008	152	ENGINEERING, GEOLOGICAL	3843	0.002
110	GEOLOGY	4430	0.007	153	ENGINEERING, OCEAN	3488	0.002
111	INSTRUMENTS & INSTRUMENTATION	4996	0.007	154	IMAGING SCIENCE & PHOTOGRAPHIC TECHNOLOGY	7681	0.002
112	MEDICAL LABORATORY TECHNOLOGY	5904	0.007	155	MATERIALS SCIENCE, CHARACTERIZATION & TESTING	6187	0.002
113	OPERATIONS RESEARCH & MANAGEMENT SCIENCE	5089	0.007	156	MATERIALS SCIENCE, COATINGS & FILMS	6203	0.002
114	PHYSICS, ATOMIC, MOLECULAR & CHEMICAL	7735	0.007	157	MATERIALS SCIENCE, COMPOSITES	6225	0.002
115	SUBSTANCE ABUSE	2661	0.007	158	MATERIALS SCIENCE, PAPER & WOOD	5181	0.002
116	VIROLOGY	9190	0.007	159	MEDICINE, LEGAL	5020	0.002
117	ENGINEERING, MANUFACTURING	3396	0.006	160	MICROSCOPY	6378	0.002
118	FORESTRY	4200	0.006	161	ORNITHOLOGY	7152	0.002
119	METALLURGY & METALLURGICAL ENGINEERING	6078	0.006	162	INTEGRATIVE & COMPLEMENTARY MEDICINE	5005	0.001
120	OCEANOGRAPHY	7032	0.006	163	MATERIALS SCIENCE, TEXTILES	6239	0.001
121	PHYSICS, NUCLEAR	7956	0.006	164	MEDICAL ETHICS	5011	0.001
122	PHYSICS, PARTICLES & FIELDS	7975	0.006	165	MINING & MINERAL PROCESSING	9321	0.001
123	CONSTRUCTION & BUILDING TECHNOLOGY	2482	0.005	166	REMOTE SENSING	7043	0.001
124	EMERGENCY MEDICINE	2493	0.005	167	ROBOTICS	6389	0.001
125	ENGINEERING, INDUSTRIAL	3359	0.005	168	TRANSPORTATION SCIENCE & TECHNOLOGY	8934	0.001
126	ORTHOPEDICS	7193	0.005	169	TROPICAL MEDICINE	8946	0.001
127	PARASITOLOGY	7275	0.005	170	ENGINEERING, MARINE	3400	0.000
128	REPRODUCTIVE BIOLOGY	8385	0.005	-	-	-	-
129	RHEUMATOLOGY	8406	0.005	-	-	-	-

한편, 2005년 4월 기준의 ESI DB(2개월 마다 1회씩 업데이트됨)을 사용하여 대상 논문을 학문 분야별로 연구자 1%, 연구기관 1%, 국가 50%, 저널 50%에 해당하는 인용수의 역치(threshold)을 ESI DB를 통해 분석해 보았다(<표 2> 참조).

연구자 부문에서 인용역치가 가장 높은 분야는 물리학(1837회) 분야로 나타났으며, 다음으로 우주과학(1355회), 분자생물학 및 유전학(1198회) 등의 순이었으며, 반대로 컴퓨터과학(87회), 사회과학 및 일반(115회), 다학제분야(122회) 등이 인용역치가 가장 낮은 분야들로 나타났다.

연구기관별로는 우주과학(6754회)이 인용역치가 가장 높은 것으로 나타났으며, 다음으로 분자생물학 및 유전학(6597회), 생물 및 생화학(3759회)의 순으로 나타났는데 연구기관의 인용역치의 순위는 대체적으로 연구자와 비슷한 경향을 보이고 있다.

국가별로는 인용역치가 1위인 임상의학(1644회)과 2위인 화학(610회)이 두드러지게 큰 차이를 나타내고 있으며, 학술지별로는 면역학(4256회)이 가장 높았으며, 다음으로 신경과학 및 행동(3746회), 분자생물학 및 유전학(2960회) 순이다. 결국 주제 분류별로 상위에 속하기 위하여 필요한 인용수가 상당히 큰 편차를 나타내고 있는 것을 알 수 있었다.

<표 2> ESI DB의 분야별/항목별 인용역치(Citation Thresholds)

번호	Field	Scientist (상위 1%)	Institution (상위 1%)	Country (상위 50%)	Journal (상위 50%)
1	Agricultural Sciences	158	550	175	681
2	Biology & Biochemistry	737	3759	245	1635
3	Chemistry	645	2540	610	1800
4	Clinical Medicine	1065	1121	1644	2033
5	Computer Science	<u>87</u>	<u>496</u>	<u>36</u>	<u>314</u>
6	Economics & Business	161	1015	<u>36</u>	498
7	Engineering	176	525	116	505
8	Environment/Ecology	252	1181	293	1100
9	Geosciences	429	1812	308	882
10	Immunology	717	3670	363	4256
11	Materials Science	227	757	196	602
12	Mathematics	124	1102	65	660
13	Microbiology	519	2972	438	2512
14	Molecular Biology & Genetics	1198	6597	320	2960
15	Multidisciplinary	<u>122</u>	<u>516</u>	<u>22</u>	<u>99</u>
16	Neuroscience & Behavior	892	3679	201	3746
17	Pharmacology & Toxicology	296	1771	154	1894
18	Physics	1837	3633	543	1870
19	Plant & Animal Science	287	959	445	1041
20	Psychiatry/Psychology	380	1312	66	997
21	Social Sciences, general	<u>115</u>	<u>335</u>	82	<u>421</u>
22	Space Science	1355	6754	173	666

주: 볼드체는 상위 3위까지이고, 언드라인 이탤릭체는 하위 3위를 나타내고 있음.

2005년 4월 기준으로 최근 10년간 SCIE 논문의 주제 분야별 및 연도별 평균 인용률(인용수/문헌수)을 Baseline DB에서 살펴보면, 연도를 고려하여 않은 모든 주제 분야 및 전년도 총 평균 인용률은 8.11인 것으로 집계되었다(<표 3>). 주제 분야별로는 분자생물학 및 유전학이 22.94로 가

장 높은 평균 인용률을 기록하고 있으며, 컴퓨터과학(2.24), 수학(2.43), 공학(2.88) 분야의 평균 인용률이 22개 분야 하위 그룹을 형성하고 있는 것으로 나타났는데, 이는 전체 평균 인용률(8.11)에도 못 미칠 뿐만 아니라 분자생물학 및 유전학의 논문 한편 당 평균인용수의 1/10, 1/9, 1/8에 불과한 것으로 분석되었다.

1995년도에 분자생물학 및 유전학과 컴퓨터과학의 비는 0.81이었으나, 2004년은 그 비가 0.53으로 줄었고, 분자생물학 및 유전학과 수학의 비는 1995년 8.31에서 2004년 12.23으로 오히려 그 격차가 더욱 벌어졌다. 이것은 학문분야별로 연도에 따라 평균 인용률이 변화를 일으키는 것은 그 주제 분야의 연구활동에 어떠한 변화가 야기되었음을 간접적으로 보여주는 결과이다.

또한 주목할 만한 현상으로 다학제분야의 경우, 22개 주제 분야와 비교해 보면 2000년에 17위, 2001년에 14위, 2002년에 7위, 2004년에 2위로 평균 인용률이 최근에 급속하게 증가하는 추세를 나타내고 있어, 최근에 과학기술 전문분야가 신기술, 신제품의 개발을 위하여 기술의 융합이 활발히 진행되고 있는 경향을 잘 반영하는 것으로 해석할 수 있다.

<표 3> ESI DB의 주제 분야별 평균인용률 순위(1995-2005)

순위	Fields	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	All Years
1	Molecular Biology & Genetics	39.92	36.6	35.15	32.53	29.36	24.63	19.38	13.31	6.75	1.59	0.08	22.94
2	Immunology	32.29	29.29	26.67	25.23	21.68	19.05	15.02	10.09	5.66	1.14	0.05	18.19
3	Neuroscience & Behavior	28.46	25.38	23.61	21.35	19.14	16.07	12.6	8.29	3.97	0.8	0.05	15.22
4	Biology & Biochemistry	25.03	22.94	22.25	19.53	17.23	14.9	11.5	7.83	4.02	0.89	0.06	14.19
5	Microbiology	22.86	21.07	20.34	18.45	16.25	13.73	10.66	7.2	3.66	0.8	0.03	12.95
6	Space Science	17.81	16.76	16.76	14.79	15.28	11.01	10.55	6.61	4.31	1.09	0.12	10.82
7	Clinical Medicine	18.03	16.18	14.98	13.47	12.04	10.25	7.99	5.56	2.85	0.59	0.07	9.73
8	Pharmacology & Toxicology	15.32	13.67	13.25	11.73	10.97	9.47	7.53	5.43	2.59	0.54	0.03	8.65
9	Psychiatry/Psychology	14.17	12.68	11.93	10.52	9.48	7.38	5.71	3.52	1.68	0.39	0.12	7.48
10	Chemistry	12.87	12.13	11.33	10.59	9.38	8.15	6.22	4.59	2.37	0.56	0.03	7.39
11	Geosciences	14.17	13.11	11.99	10.91	9	7.24	5.56	3.37	1.75	0.42	0.1	7.07
12	Environment/Ecology	13.61	12.77	11.54	10.88	9.18	7.86	5.59	3.66	1.71	0.4	0.05	7.03
13	Physics	11.66	11.02	9.95	9.22	8.29	7.3	5.65	4.04	2.2	0.58	0.04	6.65
14	Plant & Animal Science	10.58	9.85	8.9	7.83	6.9	5.79	4.44	2.9	1.43	0.35	0.05	5.63
15	Agricultural Sciences	7.79	7.53	6.88	6.5	5.85	5.08	3.77	2.44	1.25	0.25	0.04	4.46
16	Materials Science	7.15	6.76	6.12	5.73	5.13	4.53	3.54	2.37	1.18	0.23	0.01	3.89
17	Economics & Business	8.47	6.82	6.36	5.34	4.34	3.42	2.42	1.62	0.68	0.16	0.04	3.76
18	Multidisciplinary	3.02	2.66	3.18	4.1	4.38	3.77	5.33	5.6	3.62	1.25	0.14	3.52
19	Social Sciences, general	5.61	5.32	4.98	4.61	3.94	3.26	2.39	1.6	0.74	0.2	0.09	3.16
20	Engineering	5.09	4.79	4.74	4.1	3.66	3.12	2.49	1.59	0.77	0.17	0.03	2.88
21	Mathematics	4.8	4.49	3.94	3.45	3.12	2.42	1.78	1.21	0.58	0.13	0.01	2.43
22	Computer Science	4.66	4.28	4.27	4.08	3.47	2.68	2.35	1.79	0.66	0.14	0.01	2.24
	All Fields	14.78	13.54	12.76	11.47	10.24	8.66	6.73	4.61	2.32	0.52	0.05	8.11

또한, 최근 10년간 SCIE 논문의 주제 분야별 인용수가 연도별로 상위 1%에 해당하는 인용역치를 Baseline DB에서 살펴보면, 연도를 고려하지 않은 모든 주제 분야의 평균 인용역치는 85로 나

타났다(<표 4>). 인용역치가 가장 높은 분야는 분자생물학 및 유전학(225)이고, 수학(24), 컴퓨터 과학(27), 공학(30), 화학(66) 등이 인용역치가 낮은 것으로 조사되었는데, 이는 전체 평균 인용률과 비슷한 경향을 나타내고 있다는 것을 알 수 있다.

<표 4> ESI DB의 주제 분야별 상위 1% 인용을 역치(1995-2005)

순위	Fields	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	All Years
1	Molecular Biology & Genetics	354	325	311	272	234	199	148	106	56	17	2	225
2	Immunology	271	239	208	200	161	136	111	76	51	12	1	161
3	Neuroscience & Behavior	223	214	188	160	145	114	92	57	28	9	2	139
4	Biology & Biochemistry	210	198	185	159	134	108	81	56	31	9	2	130
5	Microbiology	153	159	142	129	108	87	66	47	25	8	2	105
6	Clinical Medicine	167	146	135	120	104	88	68	48	26	7	2	99
7	Space Science	149	135	134	116	116	87	77	53	34	11	3	96
8	Pharmacology & Toxicology	121	101	106	85	80	69	56	42	20	6	1	76
9	Psychiatry/Psychology	125	109	95	87	77	57	43	28	15	5	3	75
10	Physics	107	108	91	85	75	66	51	35	20	7	2	69
11	Chemistry	102	97	87	80	72	61	45	35	18	7	2	66
12	Geosciences	109	102	89	80	66	53	38	25	14	5	3	65
13	Environment/Ecology	98	97	79	79	65	53	40	26	14	5	2	62
14	Multidisciplinary	58	58	56	72	71	61	68	72	39	15	2	59
15	Plant & Animal Science	85	77	73	62	54	45	38	25	14	5	2	53
16	Economics & Business	89	72	67	55	41	36	22	15	7	3	2	46
17	Agricultural Sciences	60	54	51	50	45	38	27	17	11	4	2	40
18	Materials Science	60	58	54	50	45	40	30	21	12	4	1	40
19	Social Sciences, general	53	48	44	39	34	27	21	14	8	3	3	33
20	Engineering	46	44	42	36	31	27	21	14	8	3	2	30
21	Computer Science	49	46	41	39	33	26	22	17	8	3	1	27
22	Mathematics	42	39	34	28	26	19	15	10	6	3	1	24
	All Fields	141	129	118	106	93	77	60	41	22	7	2	85

그리고 최근 10년간 SCIE 논문의 한국, 일본, 중국, 미국, 프랑스, 영국, 독일 국적 저자의 주제 분야별 인용수를 살펴보면, 우리나라에서 발표된 논문 중 물리학 분야가 가장 많은 24,310편인 것으로 나타났으며, 중국은 화학이 가장 많았고, 그 외 다른 국가들은 임상의학에 관한 논문이 가장 많은 것으로 나타났다(<표 5> 참조). 그러나 논문 1편당 인용수는 우리나라에서는 신경과학 및 행동분야가 7.91로 가장 높았으며, 다른 국가들은 분자생물 및 유전학 분야가 가장 높은 것으로 나타났다. 이는 주제 분야별 발표 논문수 및 인용수가 연도별뿐만 아니라 국가별로도 차이가 나는 속성을 가지고 있음을 보여준다.

<표 5> ESI의 주요국별/분야별 평균 인용수(1995-2005)

FIELDS	한국		일본		중국		미국		프랑스		영국		독일	
	P ¹⁾	C/P ₂₎	P	C/P	P	C/P	P	C/P	P	C/P	P	C/P	P	C/P
CLINICAL MEDICINE	15,415	5.39	147,669	7.89	20,236	5.17	620,605	13.62	99,632	9.38	180,714	43.83	147,213	8.81
CHEMISTRY	23,758	4.7	110,079	7.42	76,821	3.17	203,274	12.17	59,847	8.19	66,154	32.91	90,212	8.82
PHYSICS	24,310	4.68	105,840	6.44	56,991	3.27	196,461	10.75	66,768	7.8	60,357	33.39	93,858	8.85
BIOLOGY & BIOCHEMISTRY	8,834	6.06	58,780	11.56	11,936	3.57	193,445	20.21	33,905	13.2	50,490	56.09	40,989	15.7
ENGINEERING	18,786	2.08	59,898	2.63	31,960	1.88	179,743	4.02	30,625	3.74	49,938	12.89	39,608	3.67
SOCIAL SCIENCES, GENERAL	1,190	1.81	2,534	2.1	2,646	1.65	172,665	4.1	4,507	2.07	42,264	13.58	8,786	1.7
PLANT & ANIMAL SCIENCE	3,749	3.94	33,860	5.08	9,917	2.83	138,450	7.4	24,614	6.54	41,701	29.38	32,045	6.47
NEUROSCIENCE & BEHAVIOR	2,255	7.91	24,370	11.14	2,654	7.32	110,526	20.27	15,823	14.86	25,572	66.63	23,513	15.63
MOLECULAR BIOLOGY & GENETICS	2,148	7.85	22,788	18.23	2,816	7.99	108,462	31.06	17,298	22.82	26,339	102.06	22,794	24.64
PSYCHIATRY/PSYCHOLOGY	446	4.81	3,632	3.62	1,262	3.28	107,511	9.06	4,570	5.89	23,999	32.04	12,764	5.62
GEOSCIENCES	1,397	3.84	11,703	6.01	9,488	3.78	74,753	10.55	18,386	8.5	25,359	31.78	18,004	9.03
ENVIRONMENT/ECOLOGY	1,770	3.34	6,953	5.06	5,123	3.18	68,745	8.97	8,351	7.31	19,119	32.77	11,150	7.51
MATERIALS SCIENCE	13,517	3.21	44,318	4.1	33,771	2.21	63,671	6.52	18,738	4.75	22,695	16.52	29,420	4.45
ECONOMICS & BUSINESS	1,079	3.08	1,855	2.21	1,628	2.23	59,439	5.77	3,968	3.35	16,886	13.12	4,355	2.44
MATHEMATICS	3,258	1.53	10,863	1.85	12,909	1.62	58,750	3.45	19,505	2.73	12,826	11.54	16,552	2.81
COMPUTER SCIENCE	6,712	1.02	12,473	1.55	7,754	1	57,450	3.63	10,410	2.4	15,166	9.47	14,206	2.14
IMMUNOLOGY	992	7.44	9,924	16.41	882	5.58	50,008	23.35	8,042	18.35	12,577	67.6	9,245	18.96
SPACE SCIENCE	776	7.58	7,391	9.73	3,408	4.52	48,306	15.14	11,531	10.99	15,661	52.42	14,525	13.05
MICROBIOLOGY	3,396	4.7	12,285	9.37	1,618	5.99	46,901	18.37	10,735	14.16	15,240	59.37	13,364	14.32
PHARMACOLOGY & TOXICOLOGY	3,689	4.01	19,140	6.74	4,090	3.2	44,056	11.92	8,125	9.62	13,099	43.98	11,282	8.6
AGRICULTURAL SCIENCES	1,536	2.88	10,537	3.22	1,938	2.71	36,323	6.14	7,367	5.91	11,027	25.78	9,538	3.96
MULTIDISCIPLINARY	103	2.33	587	8.72	2,362	1.35	7,558	8.84	1,129	4.6	1,525	23.77	893	8.77
Total	139,116	94	717,479	151	302,210	78	2,647,102	255	483,876	187	748,708	811	664,316	196

주: 1) 발표논문수임.

2) 논문 1편당 인용수임.

IV. 결론

과학기술 분야의 연구성과를 평가를 위하여 SCI 인용지표를 활용하는 것에 대해 대부분의 연구자들이 현재로서 별다른 대안이 없어, 일단 연구성과 평가지표로서 수용하고 있지만, 그 적용방법에 관하여 여러 가지 이의를 제기하고 있다.

연구자 및 연구기관 평가와 관련하여 국내에서는 대부분 단순히 논문이 속하는 저널의 인용지표를 학문 분야별 속성을 고려하지 않고 절대적인 평가의 잣대로 이용하고 있는데, SCIE 데이터베이스 사용하여 과학기술정보 분석을 한번쯤 수행해본 사람이라면 이것이 얼마나 많은 오류를 촉발시킬 수 있는 가능성을 내포하고 있는 절차라는 것을 알 수 있을 것이다.

왜냐하면, 본 연구를 통해서도 살펴보았듯이 논문수와 인용수 및 논문당 인용수는 국가별, 연도별, 특히 학문 분야별을 차별화된 속성을 보이고, 이것이 그에 따른 상대적인 조정이 없이 그대로 적용이 된다면, 바이오 분야와 같이 논문당 평균 인용수가 높은 몇몇 학문분야의 연구자들은 적은 논문을 내고도 보다 많은 논문을 낸 수학이나 엔지니어링 분야의 연구자에 비해 유리한 평가를 받는 결과를 초래하게 된다.

본 연구의 연구자분석과 논문의 분야별 평균 인용률 분석에서 나타난 예와 같이, 연구자분석에서 상위 1%에 속하기 위해 학문 분야 중 가장 높은 인용수를 요구하는 물리학은 논문의 평균 인용률 분석에서는 13위로 다소 낮은 순위를 보인다. 이것은 물리학의 경우 평균적으로 사용하는 인용 논문수가 적기 때문에 평균 인용률은 낮으나 인용이 일부 논문에 집중되어 있어 나타나는 결과로서, 연구성과 평가에서 분야별 속성을 고려하지 않고 인용지수를 이용하게 되면 물리학과 같은 경우는 최상위권에 들지 않는 이상 대단히 불리한 평가를 받게 되는 것이다.

또한, 외국에서 선행된 여러 연구에서 나타난 바와 같이 한 저널을 구성하는 논문들 중 약 15%에 해당하는 논문들이 그 저널에 해당하는 인용의 50% 가량을 차지하며, 약 50%의 논문들이 90%에 가까운 인용을 받게 된다. 따라서 아무리 높은 IF를 가진 학술지에 논문이 발표되더라도 인용이 한반도 되지 않는 논문이 상당히 존재하며, 인용을 받더라도 학술지의 평균인용치에 상당히 대비되는 논문이 많이 존재한다는 것을 염두에 두고 평가를 해야 할 필요가 있다.

뿐만 아니라, SCIE 데이터베이스가 일반인의 생각과는 달리 데이터 처리의 오류를 상당히 포함하고 있으며, 학술지의 인용지수 결정시 순수 실험 논문이나 리뷰논문 등 학술지 인용지수로 유효한 논문 외의 인용정보도 포함되어 있다. 그리고 저자는 물론이고, 소속기관의 경우도 데이터의 정제(cleansing)가 제대로 이루어지지 않아 SCIE DB를 활용하여 평가를 할 때에는 반드시 전문가에 의해 데이터 정제를 미리 해야 심각한 오류를 피할 수 있게 된다.

본 연구에서는 Thomson ISI사의 JCR DB와 ESI DB를 활용, 과학기술정보의 정량적인 분석을 실시하여 학문 분야간 속성에 대한 분야별 특수성을 분석하였으며, 이로 인해 발생할 수 있는 평가의 오류 가능성과 학술지의 인용지수의 활용이 안고 있는 문제점을 살펴보았다. 따라서 그동안 국내에서 연구성과 평가 시 여러 피평가자에 의해 제기되어 오던 학문 분야별 속성 차이를 정량적으로 입증했다는 것에 본 연구의 의의가 있을 것으로 본다. 그러므로 향후 이러한 학문 분야별 속성을 고려한 객관적이고 공정한 연구성과 평가모형을 구축하는 연구가 활발히 진행되어야 할 것으로 생각한다.

<참고문헌>

- [1]조현양, “한국과학기술인용문헌 데이터베이스 구축 및 활용에 대한 기획 연구”, 한국과학기술정보연구원, 2001.
- [2]ISI Web of Knowledge(<http://isi02.isiknowledge.com/portal.cgi>)
- [3]David Adam, “The counting house”, *Nature*, vol. 415, pp. 726-729.