

연구성과 평가를 위한 g-지수의 변형 지수 제안*

A Proposal on Modified g-index for Evaluating Research Performance

이재윤 (Jae Yun Lee)**

초 록

이 연구에서는 기존의 h-지수와 g-지수에 대해 달리 해석해보고 새로운 Hirsch 유형 복합 지표인 전치 g-지수를 제안하고자 한다. 새로운 해석에 따라서 h-지수 및 g-지수 산출 그래프의 가로축이 인용빈도 기준값에 해당하고 세로축이 논문 수가 되도록 축을 전치하고, 이로부터 새로운 전치 g-지수를 제안하였다. 한국학술지인용색인 KCI의 문헌정보학 분야 연구자들을 대상으로 적용해본 결과, 제안된 새 지수는 h-지수 및 g-지수에 비해서 변별력이 높으며 연구의 질보다 연구의 양 차이에 더 민감한 것으로 나타났다. 연구를 지속하는 꾸준한 연구자를 그렇지 못한 연구자와 변별해주는 차별화된 특성을 가지고 있으므로 전치 g-지수는 다면적인 연구 성과 평가에 도움이 될 것으로 기대된다.

ABSTRACT

This study suggests a new Hirsch-type composite index, 'transposed g-index' with a different viewpoint on h-index and g-index. From this new point of view, the axes of the graph describing the h-index and g-index are transposed so that the horizontal axis corresponds to the citation frequency threshold and the vertical axis corresponds to the number of documents. Based on this transposed graph, a new indicator transposed g-index is suggested and applied to library and information science researchers' outcomes in Korean Citation Index database. The results show that this new index has more discriminating power than h-index and g-index, and is more sensitive to differences in quantitative aspects than quality of research. It is expected that the transposed g-index will be helpful for the multifaceted evaluation of the research outcome because it has differentiating characteristics that distinguish consistent researchers who continue to study from those who do not.

키워드: 연구성과, h-지수, g-지수, 전치 g-지수, 연구자 평가, 연구 평가
research performance, h-index, g-index, transposed g-index,
researcher evaluation, research evaluation

* 이 논문의 일부 내용은 2016년 11월 18일 한국문헌정보학 3개 학회 공동학술대회에 발표된 바 있음.

** 명지대학교 문헌정보학과 부교수(memexlee@mju.ac.kr)

■ 논문접수일자: 2017년 8월 30일 ■ 최초심사일자: 2017년 9월 4일 ■ 게재확정일자: 2017년 9월 5일
■ 정보관리학회지, 34(3), 209-228, 2017. [http://dx.doi.org/10.3743/KOSIM.2017.34.3.209]

1. 서론

1.1 연구의 배경과 목적

인용을 통해 간단한 방법으로 연구의 양과 질을 동시에 고려하는 복합지표인 h-지수는 Hirsch(2005)에 의해 처음 제안된 이후 연구 성과 평가에 대한 혁신적인 변화를 불러왔다. 계량서지적 지수가 h-지수 이전 시대와 이후 시대로 나뉜다고 할 만큼 h-지수가 중요하다고 하다는 표현(Todeschini & Baccini, 2016, p. 162)도 어색하지 않을 정도이다. h-지수 이전에는 Journal Impact Factor를 비롯한 학술지 평가 척도가 주로 관심의 대상이었다. 그러나 h-지수가 발표된 이후 연구자 개인의 성과 평가 척도에 대한 관심이 폭증하였다. 2017년 8월 17일 현재 Google Scholar에 따르면 h-지수를 제안한 Hirsch의 2005년 논문은 6,899회 인용된 것으로 나타났으며, KCI 데이터베이스의 참고문헌 검색을 통해서 살펴보면 국내에서도 2016년까지 46회나 인용된 것으로 파악되고 있다.

h-지수는 여러 목적으로 응용되고 있다. 2013년 이후의 최근 국내 일부 사례만 살펴보더라도 연구자 평가(안혜립, 박지홍, 2016; 이재윤, 2016; Lee & Yang, 2015), 논문 평가(이재윤, 최상희, 2015), 학술지 평가(고영만, 조수련, 박지영, 2013; Huh, 2014), 공동연구 분석(이재윤, 2014), 연구주제 영향력 분석(이재윤, 2015) 등으로 점차 적용폭이 넓어지고 있는 실정이다.

h-지수를 보완하려는 목적으로 매우 다양한 변형 지수가 제안된 바 있으며, 이들은 통틀어

서 Hirsch 유형 지수(Hirsch type indices)라고 불리고 있다. 변형 지수 중에서 가장 많이 언급되고 h-지수와 비교되는 것은 Egghe(2006)가 제안한 g-지수이다. h-지수는 h위 이내에 포함된 최상위 논문의 인용빈도 차이는 무시하는 반면에 g-지수는 이를 모두 반영하는 것이 큰 차이점이다. h-지수와 g-지수를 비교한 Costas와 Bordons(2008)는 연구자들을 연구의 양(논문 수)과 연구의 질(논문 당 인용빈도)을 기준으로 각각 높고 낮은 경우를 조합해서 네 가지 유형으로 구분한 후 지수의 변별력을 분석해보았다. 이들에 따르면 h-지수와 g-지수는 연구의 양과 연구의 질이 둘 다 높은 유형(top scientists)과 둘 다 낮은 유형(low producers)을 잘 식별해주지만, 연구의 양만 높은 유형(big producers)이나 연구의 질만 높은 유형(selective scientists)을 구분하는 데는 별로 도움이 안 된다고 밝혔다. 다만 그중에서도 g-지수가 영향력이 높은 소수의 논문을 선택적으로 발표하는 연구자(selective scientist)를 포착하는데 h-지수보다 다소 유리하다고 하였다. h-지수는 논문 수에 제한되지만 g-지수는 그렇지 않기 때문에 소수의 고인용 논문만으로도 높은 g-지수를 가질 수 있기 때문이다. 물론 Costas와 Bordons(2008)는 g-지수가 항상 h-지수보다 유리한 것은 아니고 두 지수는 상호 보완적이라고 결론지었다.

소수의 고인용 논문만으로도 높은 g-지수를 가질 수 있는 점은 연구자 평가 지수로서 g-지수를 실제로 적용할 때 바람직하지 않은 상황을 불러올 수 있다. Bornmann과 Marx(2011)는 h-지수로 연구자를 평가하게 되면, 연구자가 새로운 논문을 발표하지 않아도 (기존 성과

에 대한) 인용이 계속 증가하여 지수가 상승할 수 있기 때문에 연구자들이 이미 얻은 명성에 안주할 수 있다고 지적하였다. 이는 g-지수의 경우 1위 논문의 인용빈도에 크게 좌우된다는 점에서 더 문제가 될 수 있는 부분이다. 논문 인용은 빈익빈 부익부의 경향이 있어서 많이 인용된 논문일수록 이후에도 추가 인용을 받을 가능성이 더 높다. 큰 주목을 받고 많이 인용되는 우수 논문 한 편을 일단 확보한 연구자는 논문을 더 발표하지 않아도 1위 논문 한 편이 얻는 추가 인용만으로도 g-지수가 계속 상승할 수 있으므로 추가 연구에 소홀할 수도 있게 되는 것이다. 일단 정교수로 승진해서 정년 보장을 받은 교수가 논문을 잘 발표하지 않게 되는 현상에 대한 우려가 실제하고 있는 현실에서는 g-지수로 연구자를 평가하는 것은 한계가 있다. 이에 따라 연구의 질과 양을 함께 고려하되 연구의 양이 증가하는 것을 지속적으로 반영할 수 있는 복합 지표가 필요하다. 이 연구에서는 기존의 g-지수를 새로운 시각으로 변형하되, h-지수나 g-지수와 다르게 연구의 양을 더 고려하는 새로운 복합 지표를 제시해보고자 한다. 세계적으로 확산되고 있는 여러 건의 연구성과평가 지침에서도 반드시 복수의 계량서지적 평가지표를 활용하여 다면적 평가를 수행할 것을 요구하고 있다(유소영, 이재윤, 정은경, 이보람, 2015). 이를 위해 우선 h-지수의 개념과 새로운 관점을 제시한 다음, 이를 응용하여 g-지수를 변형한 새로운 지수를 소개하고 가상 데이터와 실제 데이터에 적용하여 지수의 특성을 분석해보았다.

2. h-지수의 개념과 축의 전치

Hirsch(2005)는 “어떤 과학자의 N_p 개 논문 중에서 h개의 논문은 최소 h번 이상씩 인용되었고, 나머지 N_p-h 개 논문은 모두 개별 인용빈도가 h번 이하이면 그의 h-지수는 h이다”라고 제시하였다. 쉽게 풀어 설명하자면 어떤 연구자의 논문을 인용빈도가 높은 순부터 나열했을 때 논문의 인용빈도가 논문의 순위보다 크거나 같은 마지막 논문의 순위가 h-지수이다(이재윤, 2006). 공식으로 표현해보면 인용빈도 내림차순으로 r번째 논문의 인용빈도를 cit_r 이라고 할 때 다음과 같다(이재윤, 2016).

$$h = \max_r \{r : cit_r \geq r\}$$

예를 들어 h-지수가 6이라면, 최소 6회 이상 인용된 논문을 6편 발표했다는 뜻이다. h-지수 산출에 반영되는 h위 이내의 논문들을 별도로 Hirsch-core(Rousseau, 2006) 또는 h-core(Burrell, 2007)라고 부른다. <표 1>의 가상 연구자 B가 발표한 논문 10편 가운데 상위 6편의 인용빈도가 6회 이상이므로 연구자 B의 h-지수는 6이 되며, 1위부터 6위까지의 논문 6편이 <그림 1>과 같이 h-core를 이룬다.

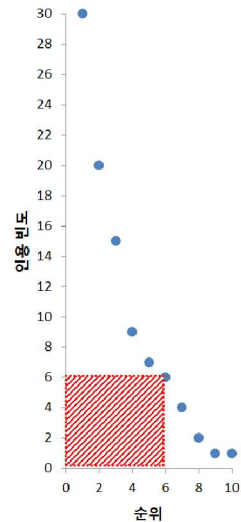
h-지수를 쉽게 풀어 설명하는 상당수의 문헌에서는 흔히 ‘h회 이상 인용된 논문이 h개이다’라는 표현을 쓴다. 이와 같은 표현을 사용한 사례를 몇 가지만 인용하면 다음과 같다.

“예를 들어 h-지수가 20이라면, 최소 20회 이상 인용된 논문을 20편 발표했다는 뜻이다.”

(이재윤, 2016, p. 169)

〈표 1〉 가상 연구자 B의 논문별 인용빈도

논문 순위	인용빈도
1	30
2	20
3	15
4	9
5	7
6	6
7	4
8	2
9	1
10	1
합계	95

〈그림 1〉 가상 연구자 B의 h-core
(빛금친 상자 부분)

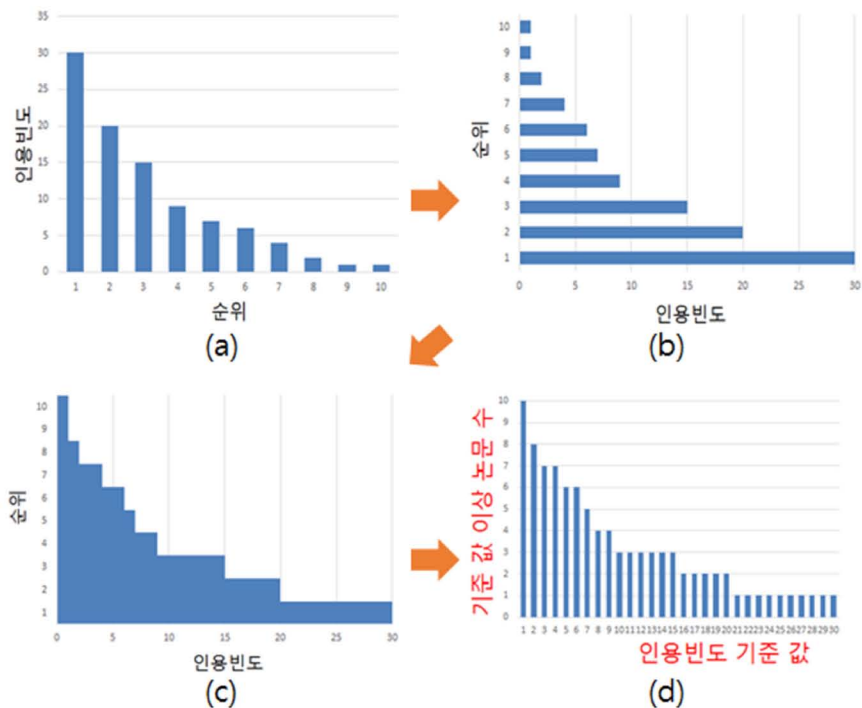
“if a theoretical physicist has published 100 articles over the course of her career, and if 30 of those papers have been cited 30+ times, her h-index would be 30.” (Roemer & Borchardt, 2015, p. 45)

“This index is defined as being equal to the number N of articles published by a researcher that obtained at least N citation each.” (Gingras, 2016, p. 42)

이처럼 직관적인 설명을 감안하여, 주어진 논문 집합에 대해서 다음과 같이 h-지수의 정의를 더 쉽게 바꾸어 표현해볼 수 있다.

‘h번 이상 인용된 논문이 h개 이상 존재하는 가장 큰 정수 h가 h-지수이다.’

직관적으로 이해되도록 쉽게 다듬어 제시한 h-지수의 정의에 따라서 h-지수를 산출하는 그림도 다시 그려볼 수 있다. 일단 흔히 h-지수를 설명할 때 사용되는 방식인 〈그림 1〉과 유사하게 각 논문을 인용빈도 내림차순으로 나열하여 가로축을 순위로, 세로축을 인용빈도로 설정한 막대그래프를 〈그림 2〉의 (a)와 같이 그려본다. 이 세로 막대그래프에서 각 막대는 개별 논문의 인용빈도를 나타낸다. (a)의 가로축과 세로축을 맞바꿔서(전치시켜서) 가로 막대그래프를 그린 결과가 〈그림 2〉의 (b)이다. (b)에서 가로 막대 사이를 히스토그램처럼 붙인 결과가 〈그림 2〉의 (c)이며 그림의 의미는 달라지지 않는다. (c)에서 붙여진 막대 사이를 세로로 띄면 〈그림 2〉의 (d)가 되며, 축의 의미가 약간 달라져서 각 막대는 일정 빈도 이상 인용된 논문이 몇 개인지를 의미하는 그림이 된다. 〈그림 2〉의 (b)에서는 가로축이 인용빈도



〈그림 2〉 가상 연구자 B의 h-지수 산출 그래프의 축 전치 과정

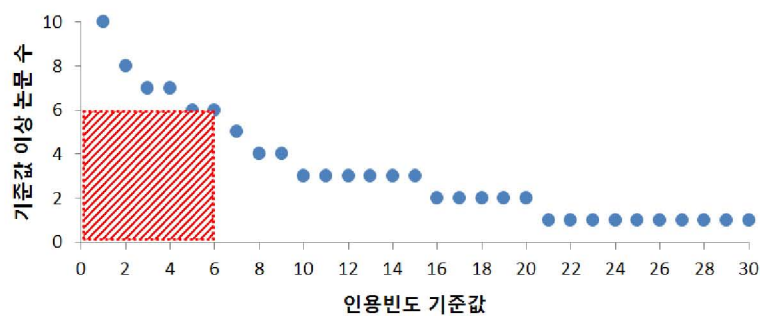
였으나 (d)에서는 인용빈도 최소기준값이 되고, (b)에서 세로축은 논문의 인용빈도순위였으나 (d)에서는 최소기준 이상 인용된 논문 수가 된다. 결과적으로 〈그림 2〉의 (d)는 수정된 h-지수의 정의와 어울리도록 특정 빈도 이상 인용된 논문이 몇 편인지를 알려주는 그래프가 되었다.

앞에서 h-지수를 산출하는데 사용된 〈표 1〉은 〈그림 2〉의 (a)를 표로 나타낸 것이다. h-지수의 수정된 정의와 〈그림 2〉의 (d)에 상응하도록 h-지수 산출표를 새롭게 작성하면 〈표 2〉와 같다. 이 표에서는 각 인용빈도 기준값마다 그 이상으로 인용된 논문이 몇 편인지를 나타내며, 〈표 1〉에서와 마찬가지로 논문 수가 기준

값보다 작거나 같은 가장 큰 값인 6이 h-지수가 된다. 즉, h-지수의 새로운 정의에서처럼 1부터 6까지의 기준값은 모두 기준값 이상 인용된 논문이 기준값 이상 개수만큼 존재하며 이중에서 가장 큰 값인 6이 h-지수이다. h-core를 보여준 〈그림 1〉과 마찬가지로 새로운 h-지수의 정의에 따라 〈그림 2〉의 (d)를 점 그래프로 나타내면 〈그림 3〉과 같고, 여기서의 h-core의 크기는 〈그림 1〉과 동일하다. h-core가 정사각형이기에 가로축과 세로축의 전치에 영향을 받지 않는 것이 당연하며, 정의하는 방식이 바뀌었음에도 불구하고 원래의 h-지수와 축이 전치된 h-지수는 동일하다.

〈표 2〉 인용빈도 기준값 및 기준값 이상에 해당하는 가상 연구자 B의 논문 수

기준값	논문 수	기준값	논문 수	기준값	논문 수
≥ 1	10	≥ 11	3	≥ 21	1
≥ 2	8	≥ 12	3	≥ 22	1
≥ 3	7	≥ 13	3	≥ 23	1
≥ 4	7	≥ 14	3	≥ 24	1
≥ 5	6	≥ 15	3	≥ 25	1
≥ 6	6	≥ 16	2	≥ 26	1
≥ 7	5	≥ 17	2	≥ 27	1
≥ 8	4	≥ 18	2	≥ 28	1
≥ 9	4	≥ 19	2	≥ 29	1
≥ 10	3	≥ 20	2	≥ 30	1



〈그림 3〉 가로축과 세로축을 전치한 후 표시한 가상 연구자 B의 h-core (빗금친 상자 부분)

3. g-지수와 전치 g-지수

3.1 전치 g-지수 도출

h-지수를 보완하는 지수 중에서 가장 먼저 제시되었으며 h-지수 다음으로 널리 알려진 것은 Egghe(2006)가 제안한 g-지수이다. g-지수는 최상위권 논문의 인용빈도 차이를 반영하는 것이 h-지수와 가장 다른 점이다. 고인용된 특정 한 두 논문이 g-지수 산출에 너무 영향을 끼친다는 지적도 있으나, 상대적으로 연구자 집단의 규모가 제한되어 최고 인용빈도가 해외에

비해서 높지 않은 국내 인용 데이터베이스에서는 큰 문제가 되지 않고 변별력 측면에서 g-지수가 h-지수보다 유용하다(이재운, 2016). h-지수 산출과 마찬가지로 특정 논문집합에 대하여 인용빈도 내림차순으로 정렬한 목록을 생성한 다음, 상위 g개 논문의 인용빈도 합이 g의 제곱 이상인 최하위 순위 g가 이 논문집합의 g-지수 값이 된다. Schreiber(2010)는 g순위 이내 논문의 인용빈도 평균이 g회 이상인 가장 큰 g값이 g-지수라고 더 이해하기 쉽도록 달리 해석하였다. 이 해석에 따라 g-지수를 공식으로 나타내보면 인용빈도 내림차순으로 i번째

논문의 인용빈도를 cit_i 라고 할 때 다음과 같이 나타낼 수 있다.

$$g = \max_r \left\{ r : r \geq \frac{1}{r} \sum_{i=1}^r cit_i \right\}$$

Schreiber(2010)의 정의에 따라 앞 절의 가상 연구자 B의 g-지수를 산출하기 위해서 <표 3>을 작성할 수 있다. <표 3>에서 9번째 논문까지의 인용빈도를 합한 후 논문 수 9로 나눈 평균이 9보다 크고 열 번째 논문까지의 인용빈도 평균은 10보다 작으므로 가상 연구자 B의 g-지수는 9이다.

앞 절에서 h-지수를 산출할 때 <그림 2>처럼 가로축과 세로축을 전치해서 인용빈도 기준값 이상 논문 수가 몇 편인지를 나타내는 <표 2>를 얻었다. 이번에는 각 기준값별로 그 이상 인용된 논문 수를 구한 후 지정 기준값까지 누적평균을 <표 4>와 같이 산출해서 누적평균이 기준값 이상인 가장 큰 기준값을 구해보면 7이 된다. 이와 같이 축을 전치한 후 산출한 g-지수를 전치 g-지수(transposed g-index) 또는 tr.g-지수(tr.g-index)라고 부르기로 한다. 원래의 g-지수와 축을 전치한 후의 전치 g-지수를 그림으로 나타낸 것이 각각 <그림 4>와 <그림 5>이다. 앞의 <그림 2>와 <그림 3>에 나타난 h-core는 전치하기 전과 후의 크기가 동일했지만, <그림 4>의 g-core에 비해서 <그림 5>의 전치 g-core는 작게 산출되었다. 이처럼 h-지수와 달리 g-지수는 축을 전치하면 값이 달라지고 의미도 달라진다.

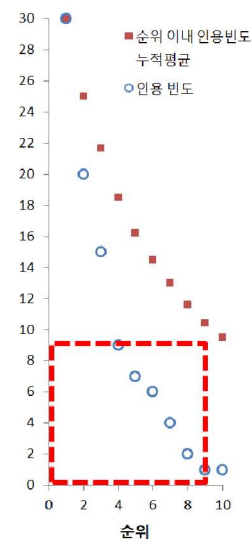
전치 g-지수는 1부터 인용빈도 기준값을 올려가면서 기준값 이상으로 인용된 논문 수를 산출했을 때, 1에서 g까지의 각 기준값별 해당 논문

<표 3> 가상 연구자 B의 g-지수 산출표

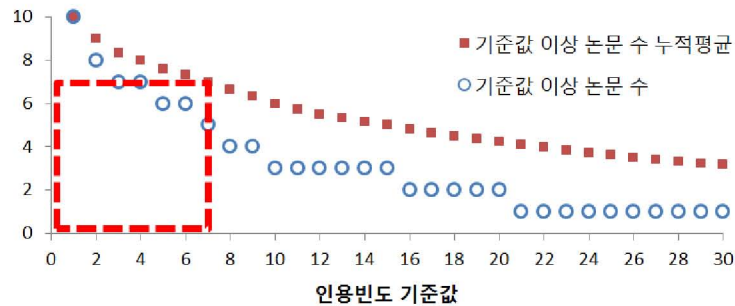
순위	인용	누적평균
1	30	30.0
2	20	25.0
3	15	21.7
4	9	18.5
5	7	16.2
6	6	14.5
7	4	13.0
8	2	11.6
9	1	10.4
10	1	9.5

<표 4> 가상 연구자 B의 전치 g-지수 산출표

기준값	논문 수	누적평균
≥ 1	10	10.0
≥ 2	8	9.0
≥ 3	7	8.3
≥ 4	7	8.0
≥ 5	6	7.6
≥ 6	6	7.3
≥ 7	5	7.0
≥ 8	4	6.6
≥ 9	4	6.3
≥ 10	3	6.0



<그림 4> 가상 연구자 B의 g-core
(점선 사각형 상자 부분)



〈그림 5〉 가로축과 세로축을 전치한 후 표시한 가상 연구자 B의 전치 g-core (점선 사각형 부분)

수들의 평균이 g 이상인 가장 큰 g 값이라고 정의할 수 있다.

g -지수와는 달리 h -지수와 유사한 성향을 가진 것으로 나타났다.

3.2 전치 g -지수의 특징

이 절에서는 다양한 가상 사례에 대해 h -지수와 g -지수 및 전치 g -지수를 산출해서 비교함으로써 전치 g -지수의 특징을 살펴보고자 한다. 〈표 5〉에서 연구자 A는 대부분의 논문이 6회 내외로 안정적으로 인용되었으며, 연구자 B는 상위권과 하위권 논문의 인용빈도 격차가 크며, 연구자 C는 모든 논문이 동일하게 6회 인용된 경우이고, 연구자 D는 1위 논문 한 편만 예외적으로 많이 인용된 경우이다. h -지수는 A, B, C 세 연구자가 모두 6으로 동일하며 연구자 D만 3으로 낮게 나타났다. 이와 상반되게 g -지수 기준으로는 1위 논문이 예외적으로 많이 인용된 연구자 D가 가장 높은 10으로 평가되며 최상위권 논문의 인용빈도 수준에 비례하여 연구자 B, A, C의 순서로 평가된다. 전치 g -지수 기준으로는 연구자 A, B, C를 같은 수준으로 평가하고 연구자 D를 가장 낮게 평가하게 된다. 이를 통해 전치 g -지수가 최상위권 논문의 인용빈도에 좌우되는

〈표 5〉 가상 연구자 4명의 h , g , 전치 g -지수 산출

순위	A	B	C	D
1	10	30	6	80
2	9	20	6	5
3	8	15	6	5
4	7	9	6	2
5	6	7	6	2
6	6	6	6	2
7	6	4	6	1
8	5	2	6	1
9	5	1	6	1
10	4	1	6	1
합계	66	95	60	100
평균	6.6	9.5	6	10
h	6	6	6	3
g	7	9	6	10
전치 g	7	7	7	5

〈표 6〉의 네 가지 사례는 1위 논문의 인용빈도만 5회에서 40회까지 두 배씩 증가한 경우이다. 이에 대해서 g -지수만 2에서 6까지 상승하고 h -지수와 전치 g -지수는 네 사례에 모두 동

일한 값으로 측정되었다. 이로써 전치 g-지수가 g-지수와 달리 h-지수처럼 최상위권 논문의 인용빈도 증가에 영향받지 않음을 분명하게 확인할 수 있다.

〈표 6〉 최상위 논문의 인용빈도만 증가한 사례

순위	A1	A2	A3	A4
1	5	10	20	40
2	1	1	1	1
3	1	1	1	1
4	1	1	1	1
5	1	1	1	1
6	1	1	1	1
7	1	1	1	1
8	1	1	1	1
9	1	1	1	1
10	1	1	1	1
합계	14	19	29	49
평균	1.4	1.9	2.9	4.9
h	1	1	1	1
g	2	3	4	6
전치 g	3	3	3	3

〈표 7〉은 상대적으로 인용빈도가 높은 논문의 비중이 증가하여 상향 평준화되는 사례에 대한 지수 산출 결과이다. A1은 대부분의 논문이 1회씩만 인용되고 1위 논문 한 편만 5회 인용된 경우인데 A2, A3, A4는 각각 5회 인용된 논문이 2편, 4편, 8편으로 늘어난 경우이다. 이 네 가지 경우에 대해서 h-지수, g-지수, 전치 g-지수는 모두 동일하게 $A4 > A3 > A2 > A1$ 의 순서로 상향평준화가 진행될수록 높은 값이 산출되는 것으로 나타났다.

〈표 8〉은 h-지수가 5로 동일하지만 인용빈도 편차가 다양한 네 가지 경우에 대한 지수 산출 결과이다. 평균이 5.5로 동일하지만 표준편차는 크게 차이나는 A와 B에 대해서 g-지수는 동일한 값이 산출되지만, 전치 g-지수 기준으로는 표준편차가 작아서 고르게 인용된 A가 더 큰 값을 가지게 된다. 〈표 8〉의 C는 평균이 4.9로 B의 5.5보다 낮으며 g-지수로도 C가 B보다 낮게 측정되지만, 전치 g-지수 기준으로는

〈표 7〉 인용빈도의 상향 평준화 사례

순위	A1	A2	A3	A4
1	5	5	5	5
2	1	5	5	5
3	1	1	5	5
4	1	1	5	5
5	1	1	1	5
6	1	1	1	5
7	1	1	1	5
8	1	1	1	5
9	1	1	1	1
10	1	1	1	1
합계	14	18	26	42
평균	1.4	1.8	2.6	4.2
h	1	2	4	5
g	2	3	4	5
전치 g	3	4	5	6

〈표 8〉 인용빈도 편차가 다양한 사례

순위	A	B	C	D
1	10	10	10	10
2	9	10	10	10
3	8	10	10	8
4	7	10	5	8
5	6	10	5	6
6	5	1	5	5
7	4	1	1	4
8	3	1	1	4
9	2	1	1	2
10	1	1	1	2
평균	5.5	5.5	4.9	5.9
표준편차	3.03	4.74	3.93	3.00
h	5	5	5	5
g	7	7	6	7
전치 g	7	5	6	7

인용빈도의 표준편차가 낮은 C가 B보다 더 높게 측정된다. 인용빈도 평균이 비슷해도 표준편차가 낮은 경우에 전치 g-지수가 더 높다는 것은 중간층이 상대적으로 두터운 경우를 유리하게 판정한다고 해석할 수 있다. 결국 g-지수는 소수의 최상위권 논문이 대부분의 인용빈도를 차지하는 경우에 유리한 반면에, 전치 g-지수는 상위권과 하위권 논문의 인용빈도 차이가 크지 않은 경우에 유리한 특성을 가지고 있다.

〈표 9〉는 각 논문의 인용빈도는 동일하지만 논문 수가 차이 나는 사례이다. A1부터 A4까지는 인용빈도가 1인 논문이 각각 1편, 5편, 10편, 20편이고, B1부터 B4까지는 인용빈도가 5인

논문이 각각 1편, 5편, 10편, 20편이다. h-지수와 g-지수는 A1부터 A4까지 인용빈도가 1인 논문 수가 다양한 네 가지 경우를 구분하지 못하고 모두 동일한 값을 산출한다. B1부터 B4까지 인용빈도가 5인 논문 수가 다양한 네 가지 경우에 대해서도 h-지수와 g-지수는 1편과 5편인 경우만 차이를 보여주고 논문 수가 5편, 10편, 20편인 경우에 대해서는 모두 동일한 값을 산출한다. 반면에 전치 g-지수는 인용빈도가 동일한 논문들이더라도 편수가 늘어나는 것을 반영해서 더 높은 값을 산출한다. 즉, 전치 g-지수는 낮은 인용빈도라도 논문의 양이 증가하는 것을 반영하는 지수임을 알 수 있다.

〈표 9〉 평균은 동일하고 논문 수가 다른 경우

순위	A1	A2	A3	A4	B1	B2	B3	B4
1	1	1	1	1	5	5	5	5
2		1	1	1		5	5	5
3		1	1	1		5	5	5
4		1	1	1		5	5	5
5		1	1	1		5	5	5
6			1	1			5	5
7			1	1			5	5
8			1	1			5	5
9			1	1			5	5
10			1	1			5	5
11				1				5
12				1				5
13				1				5
14				1				5
15				1				5
16				1				5
17				1				5
18				1				5
19				1				5
20				1				5
합계	1	5	10	20	5	25	50	100
평균	1	1	1	1	5	5	5	5
h	1	1	1	1	1	5	5	5
g	1	1	1	1	1	5	5	5
전치 g	1	2	3	4	1	5	7	10

4. KCI 문헌정보학 연구자 전치 g-지수 분석

4.1 지수 간 상관관계 분석

이 장에서는 실제 국내 연구자를 대상으로 지수를 산출하여 특성을 파악해보고자 한다. 한국학술지인용색인 KCI를 통해 2002~2015 문헌정보학 분야 등재지(현재) 논문과 저자 정보를 수집하고 2015년까지 인용된 빈도로 지수를 산출하였다. 동명이인 구분 등 저자명 전거 제어 후 10편 이상의 논문을 발표하고 최소 1회 이상 인용된 연구자 169명을 분석 대상으로 선정하였다. 169명의 문헌정보학 분야 연구자에 대해서 발표 논문 수, 총 인용빈도, 논문 당 평균

인용빈도, 최고 인용논문의 인용빈도, h-지수, g-지수, 전치 g-지수를 산출하였다. <표 10>은 2015년 발표논문까지 논문 수 상위 20명의 데이터만 제시한 것이다.

169명을 대상으로 측정한 3가지 Hirsch 유형 지수와 논문 수 등 4가지 지표 사이의 상관계수, 그리고 3가지 Hirsch 유형 지수 사이의 상관계수를 <표 11>과 <표 12>에 제시하였다. 동률값이 많은 데이터이므로 <표 12>에는 Kendall의 Tau 상관계수도 제시하였지만 <표 11>의 Pearson 상관계수 측정결과와 상관관계의 경향은 거의 동일하게 나타났다. 높고 낮은 경향성은 거의 차이가 없기 때문에 이하의 설명은 Pearson 상관계수를 기준으로 하였다.

Hirsch 유형 지수 사이의 상관관계를 보면 전

<표 10> 문헌정보학 분야 KCI 연구자 인용 지수 (2015년까지 논문 수 상위 20명)

연번	논문 수	총 인용빈도	평균 인용빈도	최고 인용빈도	h	g	전치 g
1	117	338	2.9	14	9	10	14
2	69	255	3.7	12	8	9	12
3	61	158	2.6	25	6	9	12
4	55	219	4.0	25	8	11	14
5	55	229	4.2	15	8	10	15
6	54	127	2.4	14	6	7	11
7	53	106	2.0	11	5	6	10
8	52	185	3.6	21	6	10	13
9	50	203	4.1	27	8	11	13
10	50	203	4.1	12	8	9	12
11	50	144	2.9	11	7	8	11
12	48	154	3.2	15	7	10	12
13	45	415	9.2	44	12	18	18
14	43	151	3.5	12	6	8	12
15	42	47	1.1	7	3	4	6
16	41	84	2.0	6	4	5	6
17	41	107	2.6	15	5	7	10
18	38	157	4.1	29	7	10	11
19	37	151	4.1	13	7	9	12
20	37	243	6.6	31	10	13	15

〈표 11〉 지수 간 Pearson 상관계수

	h	g	전치 g	논문 수	평균 인용빈도	최고 인용빈도	총 인용빈도
h	-	0.921	0.916	0.590	0.731	0.695	0.900
g	0.921	-	0.880	0.510	0.808	0.862	0.888
전치 g	0.916	0.880	-	0.763	0.547	0.646	0.938

〈표 12〉 지수 간 Kendall의 Tau 상관계수

	h	g	전치 g	논문 수	평균 인용빈도	최고 인용빈도	총 인용빈도
h	-	0.829	0.822	0.475	0.609	0.556	0.817
g	0.829	-	0.762	0.432	0.670	0.745	0.826
전치 g	0.822	0.762	-	0.651	0.450	0.509	0.894

치 g-지수는 원래의 g-지수와 상관성(0.880)보다 오히려 h-지수와 상관성(0.916)이 더 높게 나타났다. 이는 앞의 〈표 5〉와 〈표 6〉의 가상 사례에서도 확인한 것처럼 g-지수는 최상위권 논문 한 두 편의 인용빈도에 크게 좌우되는 반면에 h-지수와 전치 g-지수는 그렇지 않기 때문이다. 이는 g-지수의 경우에 최고 인용빈도와의 상관관계가 0.862로서 0.6대에 머무른 다른 두 지수에 비해 두드러지게 높다는 점에서도 나타난다. 전치 g-지수는 세 지수 중 최고 인용빈도와의 상관관계가 가장 낮았다.

연구의 양을 대변하는 논문 수 지표와의 상관관계와, 연구의 질을 대변하는 평균 인용빈도 지표와의 상관관계를 비교해보면 h-지수와 g-지수는 모두 평균 인용빈도와의 상관관계가 더 크지만 전치 g-지수는 반대로 논문 수와의 상관관계가 더 크게 나타났다. 이는 전치 g-지수가 h-지수나 g-지수와는 다른 성향을 가진 지표임을 뚜렷하게 보여주는 것이다. 앞의 〈표 8〉의 가상 사례에서 전치 g-지수가 인용빈도 기준으로 발표논문의 중간층이 상대적으로 두터운 경우에 유리한 것으로 나타난 것과 관련이 있다. h-지수와 g-지수는 상위권, 또는 최상위권 논

문에 의해 주로 좌우되는 반면에, 전치 g-지수는 중위권 논문이 두터워서 상위권 논문과 하위권 논문의 격차가 급격하지 않은 경우에 유리한 지수이다.

4.2 지수의 변별력 분석

〈표 13〉은 세 가지 Hirsch 유형 지수별로 169명의 연구자에 대해 측정된 값의 종류를 나열한 것이다. h-지수는 10가지, g-지수는 12가지, 전치 g-지수는 14가지 값이 산출되었다. 상대적으로 전치 g-지수가 가장 다양한 수치를 산출하는 것을 알 수 있다.

연구의 양(논문 수)과 연구의 질(논문 당 인용빈도)을 기준으로 연구자 집단을 네 가지 유형으로 구분하고 h-지수와 g-지수가 이들을 구분해주는 능력을 분석한 Costas와 Bordons(2008)의 시도를 따라서 전치 g-지수를 추가한 세 가지 Hirsch 유형 지수가 연구자 집단을 구분해주는 능력을 분석해보았다. Costas와 Bordons(2008)은 대상 연구자 집단에서 논문 수의 중앙값과 평균 인용빈도의 중앙값을 기준으로 〈표 14〉와 같이 연구자 집단을 구분하였다. 2015년까지

〈표 13〉 각 지수 값에 해당하는 연구자 수

h-지수	연구자 수	g-지수	연구자 수	전치 g-지수	연구자 수
12	1	18	1	18	1
10	1	13	2	15	2
9	1	11	5	14	2
8	9	10	12	13	2
7	20	9	15	12	10
6	23	8	17	11	8
5	36	7	22	10	7
4	42	6	31	9	18
3	27	5	32	8	19
2	9	4	16	7	16
합계	161	3	14	6	33
		2	2	5	24
		합계	161	4	15
				3	12
				합계	161

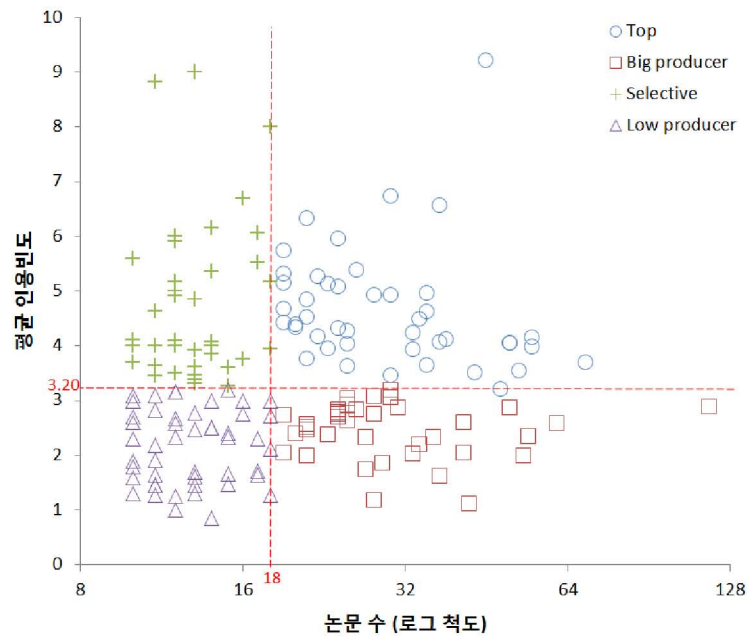
〈표 14〉 Costas와 Bordons(2008)의 연구자 유형 구분

		논문 수	
		중앙값 초과 (19건 이상)	중앙값 이하 (18건 이하)
평균 인용빈도	중앙값 초과 (3.20 초과)	top scientists (44명, 27.3%)	selective scientists (40명, 24.8%)
	중앙값 이하 (3.20 이하)	big producers (37명, 23.0%)	low producers (48명, 29.8%)

(괄호 안은 국내 문헌정보학 연구자 161명을 구분한 결과)

KCI에 등록된 발표 논문이 10편 이상인 국내 문헌정보학 분야 연구자 161명의 논문 수 중앙값은 18이고 평균 인용빈도 중앙값은 3.20이므로, 이를 기준으로 161명을 네 집단으로 구분하여 집단별 인원 수도 〈표 14〉에 함께 제시하였다. 예를 들어 top scientists 집단은 논문 수가 19건 이상이고 평균 인용빈도가 3.20보다 큰 44명(27.3%)으로 구성된다. 전체 161명의 논문 수와 평균 인용빈도는 〈그림 6〉에 네 가지 유형을 구분하여 나타냈다.

Costas와 Bordons(2008)는 h-지수와 g-지수로 연구자의 성과를 평가할 때, 연구의 양과 질이 둘 다 높은 유형(top scientists)과 둘 다 낮은 유형(low producers)은 잘 구분해주지만, 연구의 양만 높은 유형(big producers)과 연구의 질만 높은 유형(selective scientists)을 잘 구분하지 못해주는데, g-지수가 h-지수보다는 조금 더 두 유형의 연구자 집단을 구분해주는 능력이 있는 편이라고 밝혔다. 이를 참고하여 국내 문헌정보학 연구자 161명을 구분한 네 유형



〈그림 6〉 국내 문헌정보학 분야 연구자 161명의 KCI 논문 수와 평균 인용빈도
(점선은 각각 가로축과 세로축의 중앙값을 표시한 것임)

집단에 대해서 h-지수, g-지수, 전치 g-지수의 분포를 비교하여 연구자 유형 집단을 구분해주는 변별력이 어느 정도인지 살펴보고자 한다. 네 가지 유형에 따른 집단별로 Hirsch 유형 지수

세 가지의 분포 통계량은 각각 〈표 15〉, 〈표 16〉, 〈표 17〉과 같고, 분포를 상자 도표의 형태로 〈그림 7〉의 (a)~(c)에 제시하였다. 〈그림 7〉의 (a)에 제시한 h-지수 분포를 보면

〈표 15〉 집단별 h-지수 주요 통계량

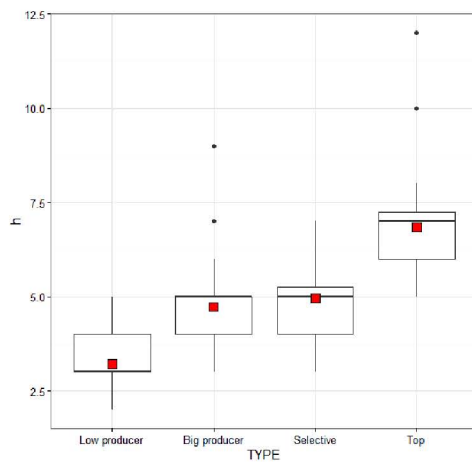
유형	최솟값	1사분위수	중앙값	평균	3사분위수	최댓값
Low producers	2.00	3.00	3.00	3.21	4.00	5.00
Big producers	3.00	4.00	5.00	4.73	5.00	9.00
Selective	3.00	4.00	5.00	4.95	5.25	7.00
Top	5.00	6.00	7.00	6.84	7.25	12.00

〈표 16〉 집단별 g-지수 주요 통계량

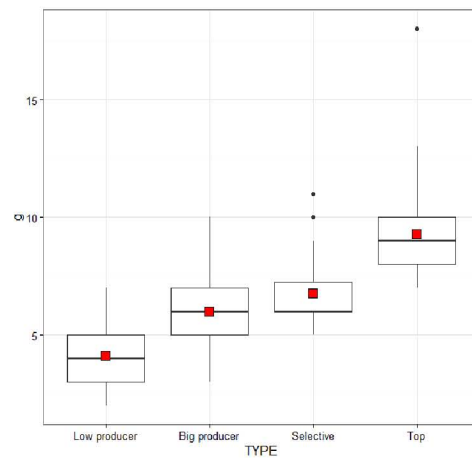
집단	최솟값	1사분위수	중앙값	평균	3사분위수	최댓값
Low producers	2.00	3.00	4.00	4.13	5.00	7.00
Big producers	3.00	5.00	6.00	6.00	7.00	10.00
Selective	5.00	6.00	6.00	6.78	7.25	11.00
Top	7.00	8.00	9.00	9.30	10.00	18.00

〈표 17〉 집단별 전치 g-지수 주요 통계량

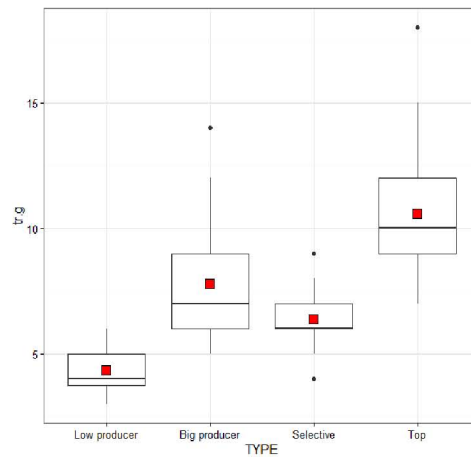
집단	최솟값	1사분위수	중앙값	평균	3사분위수	최댓값
Low producers	3.00	3.75	4.00	4.35	5.00	6.00
Big producers	5.00	6.00	7.00	7.81	9.00	14.00
Selective	4.00	6.00	6.00	6.40	7.00	9.00
Top	7.00	9.00	10.00	10.59	12.00	18.00



(a) 집단별 h-지수 분포



(b) 집단별 g-지수 분포



(c) 집단별 전치 g-지수(tr.g) 분포

〈그림 7〉 집단별 각 지수 분포

(분포 상자 안의 굵은 가로선은 중앙값, 사각형 점은 평균값)

네 유형 중에서 low producers 유형과 top 유형은 뚜렷하게 구분되지만, big producers 유형과

selective 유형은 상자가 거의 동일한 구간에서 겹치고 있으며 중앙값이 동일하고 평균도 유사

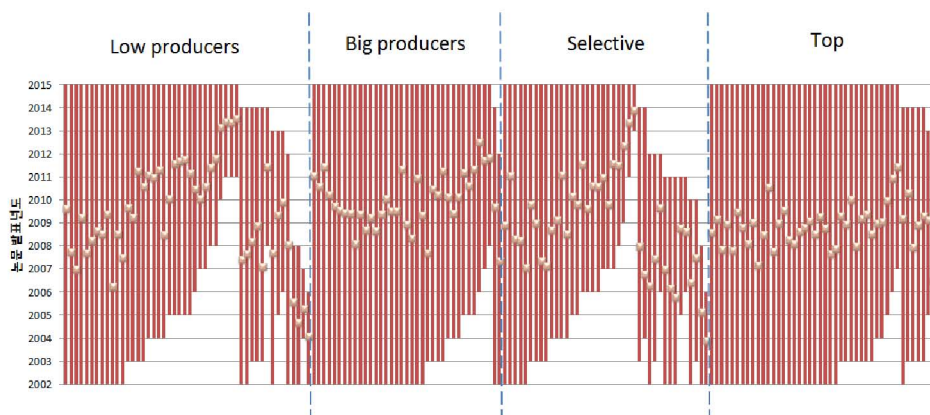
함을 알 수 있다. <그림 7>의 (b)에 제시한 g-지수 분포를 보면 h-지수 분포와 거의 비슷하지만 selective 유형과 big producers 유형 분포 상자가 절반 정도만 겹치고 있어서 조금 더 구분이 가능하다.

<그림 7>의 (c)에 제시한 전치 g-지수 분포를 보면 앞의 h-지수 및 g-지수와 다르게 big producers 유형이 selective 유형보다 분포 상자가 조금 더 상단으로 배치되어 있으며 big producers 유형 분포 상자 몸통의 하단이 selective 유형 상자 몸통과 겹치는 것으로 나타났다. big producers 유형의 평균과 중앙값이 selective 유형의 평균 및 중앙값보다 모두 위에 표시되어서 어느 정도 구분이 되는 것으로 나타났다.

이상의 연구자 유형별 지수값 분포 확인 결과 h-지수 기준으로는 big producers 유형과 selective 유형을 구분하지 않고 동일하게 평가하게 되며, g-지수 기준으로는 selective 유형이 big producers 유형보다 약간 더 높은 평가를 받는 경향이 있고, 전치 g-지수 기준으로는 big producers 유형이 selective 유형보다 더 높은 평가를 받는 경향

이 있다. 이를 확인하기 위해서 각 지수별로 big producer 유형 집단과 selective 유형 집단 간 차이가 있는지 윌콕슨 부호순위 검정을 수행하였다. h-지수 기준으로는 유의확률이 0.3727이어서 두 집단 간 차이가 없게 나타났지만, g-지수 기준으로는 유의확률이 0.0298, 전치 g-지수 기준으로는 유의확률이 0.000495이므로 big producer 유형 집단과 selective 유형 집단 사이에 g-지수와 전치 g-지수는 모두 통계적인 차이가 있는 것으로 나타났다. 특히 그림에서도 확인했듯이 전치 g-지수를 기준으로 했을 때 두 유형 집단 사이의 차이가 더 뚜렷하였다. 결국 전치 g-지수는 h-지수나 g-지수보다 더 다양한 값을 산출하며, 연구의 양과 질 면에서 연구자 유형을 구분해서 평가하는 변별력이 더 높은 것으로 나타났다.

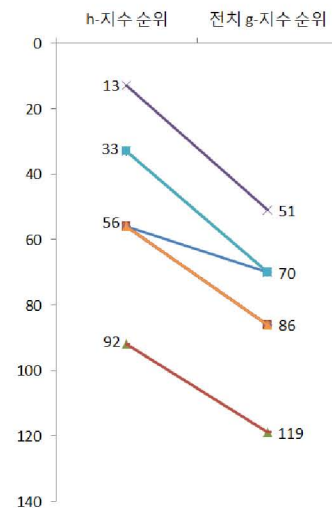
전치 g-지수가 연구활동을 지속적으로 유지하는 저자에게 유리하다는 점을 상세히 알아보기 위해서 각 저자들의 연구활동 시기를 파악해보았다. <그림 8>은 각 저자들의 KCI에 등록된 첫 논문 발표년도와 2015년 이전의 마지막



〈그림 8〉 각 유형 저자들의 논문 발표 활동 기간
(세로축은 2002년부터 2015년 사이)

논문 발표년도 사이를 막대로 표현한 그림이다. 막대의 길이가 길수록 연구수행 기간이 길게 지속됨을 나타내며, 막대 중간의 표식은 발표 년도의 평균값이다. 평가 결과가 엇갈리는 big producer 유형 집단과 selective 유형 집단의 연구활동 시기를 비교해보면 selective 유형 저자들 중에는 최근 연도에 발표 논문이 없이 연구활동이 중단된 연구자들이 다수 발견된다. selective 유형 저자 40명 중에서 2013년 이후에는 논문 발표가 없이 연구활동을 중단한 저자가 12명(30%)에 달한다. 반면에 Big producers 유형이나 Top 유형 저자들 중에서는 각각 1명씩만이 2012년 이전에 연구가 중단되었다. 심지어 selective 유형 저자들 중에서는 마지막 논문 발표가 2006년인 저자도 포함되어 있다.

연구활동을 2012년까지만 수행하고 중단한 selective 유형 저자 12명에 대해서 h-지수 순위와 전치 g-지수 순위를 비교해보면 <그림 9>와 같다. 이 그림에서 보듯이 기존의 h-지수로 평가하면 연구활동을 중단한 지 3년 이상 경과한 저자들이 과대평가되는 반면에 전치 g-지수에서는 순위를 모두 낮춰서 평가하게 됨을 알 수 있다. 이런 현상의 원인으로는, 몇 년 전에 연구활동을 중단한 저자들은 기존 논문이 계속 인용되므로 평균 인용빈도가 상승하여 selective 유형이 되고 h-지수로 높은 평가될 가능성이 높기 때문이다. 반면에 최근 논문 발표가 활발한 연구자는 논문 수는 증가하는 반면에 최근 논문이 받을 수 있는 인용 기회가 오래전 논문에 비해서 적기 때문에 평균 인용빈도가 낮게 평가되지만, 전치 g-지수 기준으로는 최근 논문의 적은 인용빈도로도 긍정적으로 평가받을 수 있다.



<그림 9> 2012년까지만 논문을 발표한 selective 유형 저자들의 순위 비교

5. 결 론

h-지수와 g-지수를 산출하는 데이터인 논문 인용빈도와 순위를 전치하여 새로운 전치 g-지수를 도출하였다. 새롭게 도출된 전치 g-지수를 가상 사례와 실제 사례에 적용해보고 특징을 분석해서 다음과 같은 결과를 얻었다.

첫째, 전치 g-지수는 원래의 g-지수와 달리 1위 논문에 크게 좌우되지 않는다는 점에서 h-지수와 유사하다.

둘째, 전치 g-지수는 h-지수나 g-지수와 달리 낮은 인용빈도의 논문이라도 양이 증가하면 지수값도 증가한다.

셋째, 전치 g-지수는 소수의 고인용 논문을 발표한 연구자보다 중간 수준 인용빈도의 논문을 다수 발표한 연구자에게 유리하다.

넷째, 전치 g-지수는 h-지수나 g-지수보다

변별력이 높다.

이와 같은 전치 g-지수의 특징은 꾸준히 연구활동을 수행하는 연구자를 파악하는데 도움이 될 수 있다. 일반적으로 h-지수에 대해 제기되는 비판 중 하나는 근본적으로 연구 경력이 오래된 연구자에게 유리하다는 점이다. 발표된 지 2~3년 이내의 최근 연구 문헌은 국내 연구자들 사이에서는 인용빈도가 그다지 높을 수 없는 반면에, 10여년 이상 경과된 논문은 누적 인용빈도가 상대적으로 높을 수밖에 없기 때문이다. 신진 연구자의 경우에는 연구 활동 기간이 오래되지 않았으므로 많은 누적 인용을 받을 수 있는 기회가 없다. 전치 g-지수를 사용한다면 이처럼 인용을 많이 받을 수 있는 대표 연구 논문이 아직 뚜렷하지 않은 신진 연구자들 중에서 연구 활동이 활발한 연구자를 차별화하여 판별하는 것이 가능하다.

한편 대표 연구 논문을 여러 해 전 발표해서 이미 많은 인용을 받은 중견 연구자는 설사 연구 활동을 중단하더라도 최상위 인용문헌이 지속적

으로 추가 인용을 받아서 h-지수나 g-지수가 향상될 가능성이 높다. 즉, 두드러진 연구 성과를 이미 확보한 연구자가 지속적으로 연구 활동을 수행하고 있는지, 아니면 기존 성과에 안주하여 연구 활동이 미미해졌는지를 판별하기 어려운 것이다. 반면에 전치 g-지수는 기존 대표 논문이 추가 인용을 받는 것은 반영하지 않고 지속적으로 발표하는 신규 논문이 받는 적은 수의 인용은 반영하므로 기존 실적에 안주하는 중견 연구자와 꾸준히 활동하는 중견 연구자를 차별화하는 것이 가능하다. 이를 위해서는 연도별로 당해년도 실적까지의 전치 g-지수를 산출해서 향상되는 정도를 모니터링할 필요가 있다.

이처럼 기존의 h-지수나 g-지수와 달리 중간 수준으로 인용된 논문이 지속적으로 증가하는 정도에 민감한 전치 g-지수를 연구 성과 평가에 보완적인 지표로 활용한다면 연구자의 다면적인 특성을 살펴서 평가하기에 도움이 될 것으로 기대된다.

참 고 문 헌

- 고영만, 조수련, 박지영 (2013). 학술지의 피인용횟수 순위를 적용한 tapered h-지수의 변형지표 "Kor-hT"에 관한 연구. 정보관리학회지, 30(4), 111-131. <http://doi.org/10.3743/KOSIM.2013.30.4.111>
- 안혜림, 박지홍 (2016). 저자 인용 네트워크에서 명망성 지표의 차별된 영향력 측정기준에 관한 연구. 정보관리학회지, 33(2), 61-76. <http://doi.org/10.3743/KOSIM.2016.33.2.061>
- 유소영, 이재운, 정은경, 이보람 (2015). 연구성과평가 지침 리뷰 및 국내 적용 제안을 위한 고찰. 정보관리학회지, 32(4), 249-272. <http://doi.org/10.3743/KOSIM.2015.32.4.249>
- 이재운 (2006). 연구성과 측정을 위한 h-지수의 개량에 관한 연구. 정보관리학회지, 23(3), 167-186. <http://doi.org/10.3743/KOSIM.2006.23.3.167>
- 이재운 (2014). 공동연구 네트워크 분석을 위한 중심성 지수에 대한 비교 연구. 정보관리학회지, 31(3),

- 153-179. <http://doi.org/10.3743/KOSIM.2014.31.3.153>
- 이재윤 (2015). 문헌동시인용 분석을 통한 한국 문헌정보학의 연구 전선 파악. *정보관리학회지*, 32(4), 77-106. <http://doi.org/10.3743/KOSIM.2015.32.4.077>
- 이재윤 (2016). 공저자 수를 고려한 h-지수 산출. *정보관리학회지*, 33(3), 7-29. <http://doi.org/10.3743/KOSIM.2016.33.3.007>
- 이재윤, 최상희 (2015). 논문 인용 영향력 측정 지수의 편향성에 대한 연구. *정보관리학회지*, 32(4), 205-221. <http://doi.org/10.3743/KOSIM.2015.32.4.205>
- Bornmann, L., & Marx, W. (2011). The h index as a research performance indicator. *European Science Editing*, 37, 77-80. Retrieved from <http://www.lutz-bornmann.de/icons/viewpoints.pdf>
- Burrell, Q. L. (2007). On the h-index, the size of the Hirsch core and Jin's A-index. *Journal of Informetrics*, 1(2), 170-177. <http://doi.org/10.1016/j.joi.2007.01.003>
- Costas, R., & Bordons, M. (2008). Is g-index better than h-index? An exploratory study at the individual level. *Scientometrics*, 77(2), 267-288. <http://doi.org/10.1007/s11192-007-1997-0>
- Egghe, L. (2006). Theory and practice of the g-index. *Scientometrics*, 69, 131-152. <http://doi.org/10.1007/s11192-006-0144-7>
- Gingras, Y. (2016). *Bibliometrics and research evaluation: Use and abuse*. Cambridge, MA: The MIT Press.
- Hirsch, J. E. (2005). An index to quantify an individual's scientific research output. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 102(46), 16569-16572. <http://doi.org/10.1073/pnas.0507655102>
- Huh, Sun (2014). Journal metrics-based position of diabetes & metabolism journal after the change of its text language to English. *Diabetes and Metabolism Journal*, 38(3), 187-193. <http://doi.org/10.4093/dmj.2014.38.3.187>
- Lee, Jongwook, & Yang, Kiduk (2015). Co-authorship credit allocation methods in the assessment of citation impact of chemistry faculty. *Journal of the Korean Library and Information Science Society*, 49(3), 273-289. <http://doi.org/10.4275/KSLIS.2015.49.3.273>
- Roemer, R. C., & Borchardt, R. (2015). *Meaningful metrics: A 21st-century librarian's guide to bibliometrics, altmetrics, and research impact*. Chicago, IL: Association of College & Research Libraries.
- Rousseau, R. (2006). New developments related to the Hirsch index. *Science Focus*, 1(4), 23-25. Retrieved from http://eprints.rclis.org/7616/1/Hirsch_new_developments.pdf
- Schreiber, M. (2010). Revisiting the g-index: The average number of citations in the g-core. *Journal of the American Society for Information Science and Technology*, 61(1), 169-174.

<http://doi.org/10.1002/asi.21218>

Todeschini, R., & Baccini, A. (2016). Handbook of bibliometric indicators: Quantitative tools for studying and evaluating research. Weinheim: Wiley-VCH.

• 국문 참고문헌에 대한 영문 표기

(English translation of references written in Korean)

Ahn, Hyerim, & Park, Ji-Hong (2016). The distinct impact dimensions of the prestige indices in author citation networks. *Journal of the Korean Society for Information Management*, 33(2), 61-76. <http://doi.org/10.3743/KOSIM.2016.33.2.061>

Ko, Young Man, Cho, Soo-Ryun, & Park, Ji Young (2013). A study on the "Kor-hT", a modified tapered h-index, by applying the ranking according to the number of citations of journals in evaluating Korean journals. *Journal of the Korean Society for Information Management*, 30(4), 111-131. <http://doi.org/10.3743/KOSIM.2013.30.4.111>

Lee, Jae Yun (2006). Some improvements on h-index: Measuring research outputs by citation. *Journal of the Korean Society for Information Management*, 23(3), 167-186. <http://doi.org/10.3743/KOSIM.2006.23.3.167>

Lee, Jae Yun (2014). A comparative study on the centrality measures for analyzing research collaboration networks. *Journal of the Korean Society for Information Management*, 31(3), 153-179. <http://doi.org/10.3743/KOSIM.2014.31.3.153>

Lee, Jae Yun (2015). Identifying the research fronts in Korean library and information science by document co-citation analysis. *Journal of the Korean Society for Information Management*, 32(4), 77-106. <http://doi.org/10.3743/KOSIM.2015.32.4.077>

Lee, Jae Yun (2016). Calculating the h-index and its variants considering the number of authors in a paper. *Journal of the Korean Society for Information Management*, 33(3), 7-29. <http://doi.org/10.3743/KOSIM.2016.33.3.007>

Lee, Jae Yun, & Choi, Sanghee (2015). Discipline bias of document citation impact indicators: Analyzing articles in Korean Citation Index. *Journal of the Korean Society for Information Management*, 32(4), 205-221. <http://doi.org/10.3743/KOSIM.2015.32.4.205>

Yu, So-Young, Lee, Jae Yun, Chung, EunKyung, & Lee, Boram (2015). A review of declarations on appropriate research evaluation for exploring their applications to research evaluation system of Korea. *Journal of the Korean Society for Information Management*, 32(4), 249-272. <http://doi.org/10.3743/KOSIM.2015.32.4.249>