

# 학술지 영향력 측정을 위한 $h$ -지수의 응용에 관한 연구\*

## A Study on Journal Impact Measurement with Hirsch-type Indices

김판준(Pan-Jun Kim)\*\*

이재윤(Jae Yun Lee)\*\*\*

### 초 록

최근까지 학술지의 영향력을 측정하기 위하여 Thomson Reuters(ISI)의 영향력지수(JIF: Journal Impact Factor)가 널리 사용되어왔다. 그러나, 이러한 JIF는 학술지 단위가 아니라 수록 논문의 평균 영향력을 측정하는 지표라는 근본적인 한계를 가지고 있으며, 이외에도 다양한 측면에서 많은 문제점들이 지적되었다. 특히 국내 인용색인은 국제적인 인용색인 데이터베이스에 비해서 인용 데이터의 규모가 상당히 제한적이므로, 이를 고려하여 국내 학술지 인용 환경에 적합한 지수의 적용이 필요하다. 따라서 이 연구는 최근 급속히 확산되고 있는 Hirsch 유형 지수( $h$ -type indices)를 적용하여 국내 학술지의 영향력을 보다 더 상세하게 측정할 수 있는 실제적인 방안을 모색하였다. 결과적으로,  $h$ -지수의 변형지수( $h_s$ -지수,  $f_s$ -지수)를 사용하거나 호 단위 합산(호 기반  $h$ -지수, 호 기반  $f$ -지수) 방법을 통하여, 기존 Hirsch 유형 지수들의 변별력을 향상시킬 수 있음은 물론 국내 학술지의 영향력을 더욱 정밀하게 측정할 수 있는 것으로 나타났다.

### ABSTRACT

The journal impact factor(JIF) of the Thomson Reuters(ISI) has been widely used to assess the impact of journal as well as its quality. However, the JIF contains its critical limitation, in which it does not measure the impact of journal but the average impact of articles in journal. Besides significant number of problems of the JIF has been noticed. Furthermore, given the limited coverage of domestic citation index database in comparison to those of international citation index, it is necessary to apply a more appropriate index with a high level of discriminating power. This study, therefore, aims to introduce some practical methods to measure the impact of domestic journals by using the Hirsch-type indices. As the Hirsch-type indices has been often used for overcoming the limitations of the JIF in worldwide, we hope that our research outcome offers an effective alternative to gauge the impact of journals more accurately. Consequently, using the variations of the  $h$ -index( $h_s$ -index,  $f_s$ -index) or the sum of issue level(issue based  $h$ -index, issue based  $f$ -index), we argue that it would improve the discrimination capacity of the Hirsch-type indices significantly and that we can measure the impact of domestic journals more clearly.

키워드:  $h$ -지수, Hirsch 유형 지수, 학술지 영향력, 영향력 지표, 학술지 영향력 지표, 인용 지수  
 $h$ -index, journal impact, JIF, journal impact factor, impact factor, citation index

\* 이 논문은 제16회 한국정보관리학회 학술대회(2009년 8월 20일)에서 발표한 내용을 수정 보완한 것임.  
또한 이 연구는 KISTI 정책과제인 'KSCI 성과활용 프레임워크 개발 연구'의 일부 내용임.

\*\* 경제·인문사회연구회(pjkim@nracs.re.kr) (제1저자)

\*\*\* 경기대학교 문헌정보학과(memexlee@kgu.ac.kr) (교신저자)

- 논문접수일자: 2010년 2월 27일 ■ 최초심사일자: 2010년 2월 28일 ■ 게재확정일자: 2010년 3월 14일
- 정보관리학회지, 27(1): 269-287, 2010. [DOI:10.3743/KOSIM.2010.27.1.269]

## 1. 서론

과학적 성과의 질을 측정하기 위한 방법은 크게 두 가지로 생산성과 영향력이 있다. 이 중에서 생산성은 출판 논문의 수를 주로 사용하며, 영향력은 피인용 빈도를 사용한다. 이 두 가지 기준을 반영하여 전통적으로 연구 성과의 영향력을 측정하는 데 가장 많이 사용되어 온 척도는 Thomson Reuters사의 학술지 영향력 지수(JIF: Journal Impact Factor)이다.

그러나 JIF는 지난 2년 동안 해당 학술지에 수록된 논문들의 평균인용을 산출하는 것으로 학술지가 아닌 논문의 평균 영향력을 측정하는 지표라는 점을 비롯하여 여러 문제점들이 꾸준히 지적되어 왔다(Simon 2008; Anon 2006). 특히, JIF는 학술지의 최근 2년간 수록 논문 당 평균 인용빈도로 원래 학술지 선정에 위한 보조적인 데이터로 제공된 것이지만, 학술지의 영향력을 측정하고 평가하는 도구로 잘못 사용되고 있다. 학술지 단위의 인용정보임에도 불구하고 각 학술지에 게재된 단일 논문과 해당 논문의 저자 영향력 측정에 확장하여 적용함에 따라 많은 문제점들이 지적되고 있다.

국내에서도 연구인력 및 기관의 성과 평가에 이러한 영향력 지수가 무비판적으로 차용되고 있는 실정이다. 이에 따라 영향력 지수에 의존하는 평가의 문제점을 보완하기 위한 다양한 지수들이 개발되었으나 영향력 지수를 약간 변형한 것에 불과한 것이 대부분이다.

국내 학술지의 영향력을 평가하는데 있어서는 국내 학술지와 인용색인의 특성을 고려한 평가 지수가 필요하다. 과학기술 분야 국내 학술지에서는 참고문헌 중 국내 논문이 차지하는 비

중이 높지 않고, 국내 인용색인에 수록된 학술지의 종수는 국제 인용색인에 비해서 규모가 적으므로 국내 논문이 인용될 기회가 상당히 적다. 따라서 인용 데이터의 규모가 작다는 제한점에 상관없이 국내 학술지들의 영향력을 명확하게 파악할 수 있는 지표를 개발할 필요가 있다.

최근 들어 영향력 지수의 한계를 극복하기 위한 시도의 일환으로 Hirsch(2005)가 제안한 h-지수와 그 변형지수(이후 Hirsch 유형 지수라고 부름)를 적용하는 시도가 점차 증가하고 있다. h-지수는 개별 연구자의 연구 성과를 평가할 때 영향력 지수가 높은 학술지에 발표한 논문 수나 출판된 논문의 인용빈도에 기반하는 단순한 기존의 평가에서 진일보하여, 어떤 분야에서 꾸준히 그 논문이 인용되고 있는지를 평가할 수 있는 새로운 지수로서 최근 급속히 확산되고 있다. Hirsch 유형 지수들의 기원이 되는 h-지수를 제안한 Hirsch의 논문은 처음 발표된 2005년 이후 최근에 이르기까지 약 5년 동안 전 세계적으로 약 470회 이상 인용되어, 연구 성과의 평가를 위한 새로운 인용 지수 관련 논의의 장을 열었다고 할 수 있다(Thomson Reuters(ISI) WoS, 2010년 3월 검색). 또한, 2010년에는 Annual Review of Information Science and Technology(ARIST)에 h-지수 관련 연구에 대한 리뷰 논문이 수록되었다(Egghe 2010). 단일 논문에 의해 촉발된 연구 분야가 5년이라는 단시일내에 ARIST의 리뷰 대상이 된 것은 매우 이례적인 일로서, h-지수 관련 연구의 폭발적인 확산을 상징하는 일이라고 할 수 있다.

원래 h-지수는 개별 연구자의 연구 성과를 평가하기 위해 개발된 지수로서 산출방식이 단순하면서도 강건하다는 특색을 갖고 있다. 인용

에 기반한 평가 지수로 대표적으로 사용되어 온 학술지 영향력 지수가 학술지를 대상으로 하고 있는 만큼, 새로운  $h$ -지수를 학술지에 대해서 적용하려는 여러 시도가 있어왔다(Bador and Lafouge forthcoming; Braun, Glänzel, and Schubert 2005; Franceschet 2010; Liu, Rao, and Rousseau 2009; Moussa and Touzani 2010; Rousseau 2006; Sidiropoulos, Katsaros, and Manolopoulos 2007; Saad 2006; Shubert and Glänzel 2006; Vanclay 2008b).

$h$ -지수를 학술지 평가에 적용하는 경우, 특정 학술지에 수록된  $N_p$ 개의 논문 중에서  $h$ 개의 논문이 최소  $h$ 번 이상씩 인용되었고, 나머지  $(N_p - h)$ 개 논문은 모두 개별 인용빈도가  $h$ 번 이하일 때, 그 학술지의  $h$ -지수는  $h$ 가 된다. 그리고  $h$ 값의 산출에 포함된 적어도  $h$ 회의 인용을 받는 특정 연구자(학술지)의 모든 논문들을 'h-core' 또는 'Hirsch-core'라고 부른다(Rousseau 2006).

이 연구에서는 산출이 쉽고 직관적 해석이 가능할 뿐만 아니라 보다 객관적인 연구 성과 지표로서 생산성과 영향력을 복합적으로 측정할 수 있는 장점을 갖고 있어 최근 급속히 확산되고 있는 Hirsch 유형 지수를 이용하여, 국내 학술지의 영향력을 더욱 명확하게 측정할 수 있는 방안을 모색하였다.

## 2. Hirsch 유형 지수

$h$ -지수를 변형하거나  $h$ -지수의 산출 방식을 응용한 것으로 Hirsch 유형 지수로 구분될 수 있는 연구는 최근 들어 거의 매달 발표될 정도로 널리 확산되고 있다. 이 연구에서는 주로 학

술지 평가와 관련되거나 지수의 변별력 향상을 목적으로 개발된 Hirsch 유형 지수를 살펴보기로 한다.

### (1) 상대적 $h$ -지수(Relative $h$ -index)

Rousseau(2006)는 정보학 분야의 핵심 학술지인 *Journal of the American Society for Information Science and Technology*를 대상으로  $h$ -지수를 적용하여 시간의 흐름(1년 단위)에 따른 변화를 살펴본 다음, 출판 논문 수에 의한 학술지  $h$ -지수의 정규화를 제안하였다. 아래 공식에서  $P$ 는  $h$ 값의 산출에 포함된 전체 논문 수이다.

$$\text{relative } h = \frac{h}{P}$$

### (2) $h_t$ -지수

$h_t$ -지수는  $h$ -지수의 문제점 중에서 단일저자가 공저자보다 불리하게 되는 문제를 보완하기 위하여 제안된 지수이다(Batista et al. 2006). 아래 공식은 분모에 관련 전체 저자 수( $N_a^{(T)}$ :  $h$  산출에 사용된 논문들의 총 저자수)를, 그리고 분자에는  $h$ 를 제곱한 값을 취하여  $h$ 값을 정규화한 것이다. 결과적으로  $h$ -core에 속한 전체 논문들에 관련된 공저자들에 대한 평균  $h$ -지수 값이 산출된다.

$$h_t = \frac{h^2}{N_a^{(T)}}$$

### (3) $g$ -지수

Egghe(2006)가 제안한  $g$ -지수는  $h$ -지수가 인용빈도 상위 논문들( $h$ -core)에 대하여 이후에 추가 인용이 발생하더라도 지수 값의 증감

에 거의 영향을 주지 못한다는 문제를 보완하기 위하여 제안된 것이다.  $g$ -지수의 정의는 다음과 같다. “특정 학술지에 수록된  $N_p$ 개의 논문 중에서 인용빈도 상위  $g$ 개 논문의 합이  $g$ 의 제곱 이상인 최하위 순위  $g$ 가 그 학술지의  $g$ 이다.”

$h$ -지수 산출과 마찬가지로 특정 논문집합에 대하여 인용빈도순으로 정렬한 리스트를 생성한 다음, 상위  $g$ 개 논문의 인용빈도 합이  $g^2$  이상인 최하위 순위  $g$ 가 이 논문집합의  $g$ -지수 값이 된다. 이 때 상위  $g+1$ 개 논문의 인용빈도의 합은  $(g+1)$ 의 제곱보다 작다. 만약  $X = (x_1, x_2, \dots, x_n)$ ,  $x_j \in N(j = 1, \dots, n)$ 가  $j$ 번째 출판물의 인용빈도이고 출판물들이 인용빈도 순으로 순위화되어 있다면,  $g$ -지수는 다음의 공식으로 표현할 수 있다.

$$g^2 = \sum_{j=1}^g x_j, \quad (g+1)^2 > \sum_{j=1}^{g+1} x_j$$

최근에는  $g$ -지수를 달리 해석하여  $g$ 순위까지 각 논문의 인용빈도 평균이  $g$ 회 이상인 경우로 보기도 한다(Schreiber 2010). 즉, 다음 공식을 만족하는 가장 큰  $g$ 값이  $g$ -지수이다.

$$g \geq \frac{1}{g} \sum_{j=1}^g x_j$$

(4) A-지수

A-지수는  $g$ -지수와 동일한 목적으로 제안된 지수로서, 원래의  $h$ -지수가  $h$ -core에 속한 논문들에 대한 전체 인용빈도를 반영하지 못하는 문제점을 해소하기 위한 지수이다(Jin 2007). 즉,  $h$ 값 산출에 관련된 모든 논문의 전체 인용빈도를 고려하는 것으로, 결과적으로  $h$ -core 내 논문들의 평균 인용빈도가 되는 A-지수의 산출

공식은 다음과 같다.

$$A = \frac{1}{h} \sum_{j=1}^h c_j$$

$c_j$ :  $h$ -core 내 논문  $j$ 의 인용빈도

(5) R-지수

R-지수는 앞서 발표된  $g$ -지수에 대하여 지적된 문제점을 다시 개선하기 위하여 제안된 지수로서, 산출 공식은 다음과 같다(Jin et al. 2007).

$$R = \sqrt{\sum_{j=1}^h cit_j}$$

위의 공식에서 각 논문들의 인용빈도는 내림차순으로 순위화되고  $h$ -core가 정확히  $h$ 개의 요소들을 포함하고 있는 경우에 R-지수가 산출된다. 이러한 R-지수는  $h$ -core에 포함된 전체 논문들의 인용을 합한 값에 제곱근을 취한 값이며, 그 결과는 항상  $h \leq R$ 이 된다.

(6) AR-지수와 AR<sup>2</sup>-지수

AR-지수와 AR<sup>2</sup>-지수는 시간의 경과에 따른 영향력 변화를 고려하여 원래의  $h$ -지수를 보완하기 위한 지수로서, 산출 공식은 다음과 같다(Jin 2007).

$$AR = \sqrt{\sum_{p \in H} \frac{cit_p}{a_p}}, \quad AR^2 = \sum_{p \in H} \frac{cit_p}{a_p}$$

여기서  $H$ 는  $h$ -core,  $p$ 는 출판 논문 수,  $cit_p$ 는 논문  $p$ 의 인용빈도,  $a_p$ 는 논문  $p$ 의 연령이다. 이러한 공식은 기본적으로 논문의 연령( $a_p$ )을

분모에 취하여 오래된 이전의 연구보다는 최신의 연구에 더 가치를 부여하는 방식이다. AR-지수는 분모에  $h$ -core에 포함된 전체 논문의 인용빈도를 더한 값을 전체 논문의 연령으로 나누어 준 다음 제곱근을 취한 값이며,  $AR^2$ -지수는 여기서 분모와 분자에 제곱근을 취하지 않은 값이다. 이들 두 지수에 관한 최근의 연구 결과에 따르면(Rousseau and Jin 2008), 제곱근을 제거한  $AR^2$ -지수를 쓰는 것이 더 나은 결과를 가져오는 것으로 보고되었다.

(7)  $h_T$ -지수와  $h_m$ -지수

$h_T$ -지수(Tapered  $h$ -지수)와  $h_m$ -지수(Mock  $h$ -지수)는  $h$ -지수의 최대값 제한 문제를 해결할 수 있는 대안 지수이다(Anderson et al. 2008; Prathap forthcoming). 따라서 이들 지수는 개별 연구자에 대한 성능 척도로 사용될 경우에  $h$ -지수와 달리 그 사람의 전체 출판 논문 수에 제한을 받지 않는다. 이 중에서 특히  $h_m$ 은 동일  $h$  값을 갖는 연구자들 중에서 베스트셀러 학자와 스테디셀러 학자를 효과적으로 구분할 수 있어,  $h_T$ 보다 한층 변별력이 향상된 지수라고 저자는 주장하였다.

$$h_{T(i)} = \sum_i \frac{1}{2i-1}, \quad h_T = \sum_{j=1}^N h_{T(j)}$$

$N$  : 출판 논문 수,  $h_{T(i)}$  :  $i$  순위 논문의  $h_T$  값

$$h_m = (C^2/P)^{1/3}$$

$C$  : 인용 빈도,  $P$  : 출판 논문 수

(8)  $h_s$ -지수와  $g_s$ -지수

최상위 논문의 인용빈도에 전혀 영향을 받지

않는  $h$ -지수에 반해 최상위 논문의 인용빈도에 크게 영향을 받는  $g$ -지수의 절충 방안으로 제안된 지수들이다(이재윤 2006). 따라서 원래의  $h$ -지수와  $g$ -지수의 중간 수준으로  $h$ -core 내 논문들의 인용빈도에 영향을 받는 지수값을 산출하기 때문에, 양자의 극단에 비해 변별력이 상당히 향상되는 결과를 기대할 수 있다. 여기서  $C(r)$ 은 순위가  $r$ 인 논문의 인용빈도이다. 이와 같이 지정 순위까지 각 인용빈도의 제곱근을 합산하는 방식은  $h$ -지수나  $g$ -지수에만 적용할 수 있는 것이 아니라, 정수로 산출되는 모든 Hirsch 유형 지수에 적용하여 변형 지수를 만들어낼 수 있다.

$$h_s = \sum_{r=1}^h \sqrt{C(r)}, \quad g_s = \sum_{r=1}^h \sqrt{C(r)}$$

(9)  $t$ -지수와  $f$ -지수

이재윤(2006)의 연구와 같은 맥락에서 Tol(2009)은  $h$ -지수와  $g$ -지수 사이의 절충안이 될 수 있는 지수로 최근  $t$ -지수와  $f$ -지수를 제안하였다. 이들 지수는 이재윤(2006)이 제안한  $h_s$ -지수나  $g_s$ -지수와 마찬가지로  $h$ -지수에 비해서 변별력이 높으면서  $g$ -지수에 비해서 최상위 논문의 영향력을 덜 받는 장점을 가지며, 일반적으로는  $h \leq f \leq t \leq g$ 의 관계가 성립한다. 이들은 특히 변별력이 문제가 되는 상황(인용 데이터의 규모가 작은 경우에 학술지들이 동일한 지수값을 많이 갖게 되어서 학술지 사이의 인용 영향력을 구분하기 힘든 경우)에 유용한 지수라고 할 수 있으며, 공식은 다음과 같다.

$$f = \max_f \frac{1}{\frac{1}{f} \sum_{i=1}^t \frac{1}{c_i}} \geq f$$

$$t = \max_t \exp \left[ \frac{1}{t} \sum_{i=1}^t \ln(c_i) \right] \geq t \Leftrightarrow \max_t \prod_{i=1}^t c_i \geq t$$

(10) *hg*-지수

역시 이재윤(2006)이나 Tol(2009)의 연구와 같은 맥락으로 *h*-지수와 *g*-지수의 절충안을 만들기 위해서 두 지수의 기하평균을 구한 것이 *hg*-지수이다(Alonso et al. 2010). 공식은 다음과 같다.

$$hg = \sqrt{(h \times g)}$$

*hg*-지수를 이용해서 마케팅 분야 학술지에 대한 평가를 시도한 사례도 발표되었다(Moussa and Touzania 2010).

### 3. 학술지 영향력 측정을 위한 Hirsch 유형 지수

#### 3.1 학술지 영향력 측정을 위한 *h*-지수의 적용 사례

개인 연구자의 연구 성과를 측정하기 위해 제안된 *h*-지수를 학술지 평가에 적용하고자 하는 시도는 *h*-지수가 제안된 2005년부터 있었으나 최근 들어 더욱 활발하게 이루어지고 있다. *h*-지수를 최초로 학술지의 영향력 측정에 적용한 것은 Braun 등이었으며(Braun, Glänzel, and Schubert 2005), 이어서 특정 학술지(JASIST)를 대상으로 시간의 경과에 따른 *h*-지수 값의 변화를 살펴본 연구에서는 출판된 논문 수로 *h*-지수를 정규화해야 한다는 주장이

제기되었다(Rousseau 2006).

학술지 평가 목적의 *h*-지수와 전통적인 JIF 간에 높은 상관관계가 있음을 밝힌 연구들도 지속적으로 발표되고 있다(Bador and Lafouge forthcoming; Vanclay 2007; Vanclay 2008b; Saad 2006). 특히, Bador와 Lafouge(forthcoming)는 약학과 정신의학 분야의 학술지를 대상으로 Thomson Reuters사의 JIF와 동일한 방식으로 인용 데이터를 수집·적용하여 *h*-지수를 산출한 다음 JIF와 비교한 연구에서, 이들 두 가지 척도가 동일 분야의 학술지 평가를 위한 상호보완적 지표가 될 수 있다고 주장하였다. 그러나 임학 분야의 2개 학술지에 대하여 JIF와 동일한 방식으로 *h*-지수를 산출하고 전문가 평가 결과와 JIF, *h*-지수의 관계를 살펴본 연구에서는, *h*-지수와 전문가 평가 사이의 상관관계( $r=0.62$ )가 JIF와 전문가 평가 사이의 상관관계( $r=0.56$ )보다 높은 것으로 나타났다(Vanclay 2008a). 또한, Harzing과 van der Wal(2009)은 *h*-지수가 JIF에 비해서 학술지 평가 지수로서 다음과 같은 점에서 장점을 가진다고 주장하였다.

첫째, 지난 2년간의 논문에 대해서만 평가하는 JIF에 비하면 *h*-지수는 분석 기간의 설정이 자유롭다.

둘째, *h*-지수는 JIF와 달리 평균을 산출하는 방식이 아니므로 최고 인용빈도 논문 한 편의 지나친 영향력을 억제시킬 수 있다.

셋째, *h*-지수는 많은 논문을 수록하는 학술지일수록 더 높은 값을 가질 가능성이 높다. 이는 논문이 아닌 학술지 단위의 영향력이라는 측면에서는 바람직한 특성이다. 물론 인용빈도가 미미한 논문이 많이 게재되는 것은 지수에 큰 영향을 주지 못한다.

이외에도 대표적인 인용색인 데이터베이스라고 할 수 있는 Web of Science와 SCOPUS, 그리고 Google Scholar에서도 몇 년 전부터 학술지 영향력을 측정하는 다른 지표들과 함께 h-지수를 제공하고 있다. 이들은 각자 보유한 인용색인 데이터베이스의 수록 범위와 산출 방식이 다르기 때문에 제공되는 h 값에서 다소 차이가 있는데, Web of Science와 SCOPUS가 어느 정도 유사한 양상을 보이는데 비하여, Google Scholar는 상당한 차이를 보이는 것으로 보고되었다(Bar-Ilan 2008).

한편 Hirsch 유형 지수들 간의 상관관계를 살펴본 Bornmann 등(2009)의 연구에서는 h-지수와 g-지수, r-지수 등의 변형 지수를 사용하여 유기화학 분야 학술지의 영향력 평가를 수행해본 결과, 이러한 지수들 간에 매우 높은 상관성이 나타났다고 보고하였다. 또한 출판 논문 수(n)와 평균 인용률(IF: average citation rate)에 기초한 공식( $H = cn^{1/3} IF^{2/3}$ )과 h-지수와의 관계를 살펴본 연구에서는, 이러한 공식이 분야 독립적이면서도 h-지수와 유사한 지표라고 주장하였다(Schubert and Glänzel 2008).

### 3.2 학술지 영향력 측정을 위한 h-지수 산출 방법

실제로 학술지에 대한 h-지수를 산출하기 위해서는 먼저 출판과 인용이라는 두 가지 측면에서 측정 기간을 고려하여야 한다. Hirsch(2005)의 h-지수는 원래 개인 연구자에 대하여 산출 시점 이전의 전체 출판물에 대한 모든 인용 데이터를 사용하는 것이었지만, 학술지의 영향력 평가에 적용하기 위해서는 이들 기간의 설정이

중요한 변수가 된다. 선행 연구에서 학술지의 h-지수 산출을 위한 측정 기간의 설정 방식을 살펴보면, 출판과 인용 양 측면을 기준으로 다음과 같이 크게 세 가지 유형으로 구분할 수 있다.

#### (1) 출판시기 위주 평가 방식

평가 대상 학술지의 전체 논문이 아닌 특정 연도에 출판된 논문 집합이 이후에 얼마나 인용되었느냐를 평가하는 방식을 ‘출판시기 위주 평가 방식’이라고 부를 수 있다(그림 1 참조). 일반적으로 학술지의 평가는 1년 단위로 이루어짐을 고려할 때, 출판시기를 중심으로 전체 논문이 아닌 특정 연도에 게재된 논문으로 제한하는 것은 어느 정도 자연스러운 접근방법이라고 할 수 있다.



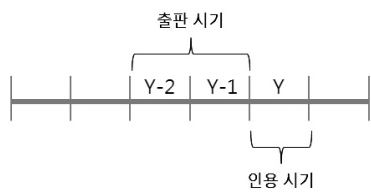
〈그림 1〉 출판시기 위주 평가 방식

이러한 방식은 Braun 등(Braun, Glänzel, and Schubert 2005)이 학술지에 h-지수를 최초로 적용하면서 사용했던 방법으로, 이후에도 학술지 영향력 측정에 관한 많은 연구에 적용되었다(Orbay and Karamustafaoglu 2007; Rousseau 2006; Saad 2006; Sidiropoulos, Katsaros, and Manolopoulos 2007). Braun 등(2005)은 2001년에 학술지에 수록된 논문 집합을 대상으로 현재 평가 시점까지의 모든 인용을 반영하였다. 이 경우, ‘2001년 h-지수’는 2001년에 발

표된 논문이 이후에 얼마나 인용되는가를 반영한다. 하지만 이 방법은 지수값이 확정되지 않고 지속적으로 바뀐다는 단점이 있으며, 이러한 문제는 '출판 이후 5년'과 같이 인용 시기의 범위를 한정하여 해결할 수 있다. 그러나 한 해 동안 출판된 논문만으로 학술자들 간에 변별력이 있는  $h$ -지수를 얻어내기 위해서는 상당한 기간이 필요하므로 지수의 최신성이 약하다는 문제가 뒤따른다.

(2) 인용시기 위주 평가 방식

최근에는 주로 Thomson Reuters사의 JIF와 비교하기 위해서 JIF와 마찬가지로 출판시기는 이전 몇 년간으로 하고, 인용 데이터 수집 기간을 최근 1년으로 제한하여  $h$ -지수를 측정하는 연구가 다수 발표되었다(Bador and Lafouge forthcoming; Bornmann, Marx, and Schier 2009; Vanclay 2008b). 이렇게 출판 및 인용시기를 설정하는 방식을 '인용시기 위주 평가 방식'이라고 부를 수 있다(그림 2 참조).



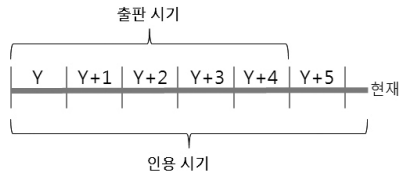
<그림 2> 인용시기 위주 평가 방식

이 방법에서 '2001년  $h$ -지수'는 2001년 이전 2년간 해당 저널에 게재된 논문이 2001년에 얼마나 인용되는가를 반영한다. 이 방법은 특정 연도의 인용지수가 다음 해에 확정될 수 있으며 JIF와 직접 비교가 가능하다는 장점이 있다.

그러나 인용 시기를 1년으로 제한한 인용시기 위주 평가방식으로 학술지  $h$ -지수를 산출하면 전반적으로 인용빈도가 낮은 분야의 경우에는 변별력이 크게 저하될 수 있다. 즉, 인용이 활발하지 않거나 일정 기간이 지난 후에야 인용이 활성화되는 분야를 대상으로 지난 2년 동안 수록된 논문에 대한 1년 동안의 인용 데이터만을 사용하면, 해당 분야 내 대부분의 학술지가 낮은 수준의 동일한  $h$ -지수를 가지게 될 가능성이 크다.

(3) 장기간 평가 방식

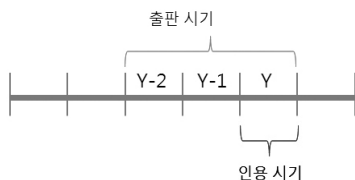
앞의 두 방식과 달리 출판시기와 인용시기를 모두 상대적으로 폭넓게 설정하는 방식을 취한 연구가 있다. Harzing과 van der Wal(2009)은 출판시기를 2001년부터 2005년까지 5년간으로, 인용시기는 출판시점으로부터 측정일 현재까지로 상당히 넓게 설정하였다(그림 3 참조). 이들은 이렇게 측정된 학술지  $h$ -지수를 2003년부터 2006년까지 4년간의 JIF 평균값과 비교하였다. Moussa와 Touzani(2010)는 이들과 유사하게 출판시기를 2002년부터 2007년까지 5년간으로 하고 인용시기는 2002년부터 측정일 현재(2009년 9월)까지로 설정하여 마케팅 분야 학술지를 평가하였다. 또한 Vanclay(2009b)는 출판 기간을 8년으로 설정하고 인용시기는 출판 이후 현재까지 전체로 하여 측정하였고, 더 나아가 학술지  $h$ -지수의 산출을 위한 기간을 전체 출판시기와 인용시기로 설정하여 결과적으로는 Hirsch(2005)가 개인 연구자에 대하여 적용한  $h$ -지수와 동일한 방법을 적용하여 측정하기도 하였다.



〈그림 3〉 장기간 평가 방식

이와 같은 장기간 평가 방식은 특정 학술지에 대해서 더 포괄적이고 안정된 지수를 산출할 수 있다는 장점이 있지만, 일정 수준 이상의  $h$ -지수가 정해진 이후에는 해를 달리하여 인용지수를 측정하더라도 결과가 크게 변화하지 않는다는 문제가 있다.

이 연구에서는 현재 분석 대상으로 입수가능한 국내 인용 색인 데이터가 최근 2005년부터 2007년까지의 3년간만 구축되어 있는 관계로, 위에서 언급한 두 번째 방법을 선택하였다. 그러나 가장 최근인 당해년도 출간 논문에 대한 인용을 제외하는 JIF와는 달리 출판시기를 최근 3년으로 조정하였다. 왜냐하면 JIF는 산출과정에서 인용빈도를 논문 수로 나누어야 하는 문제 때문에 최근 1년을 제외하였지만, 논문 수로 나눌 필요가 없는  $h$ -지수에서는 최근 논문에 대한 인용도 함께 반영하여 지수의 최신성을 보다 향상시킬 수 있기 때문이다. 따라서 〈그림 4〉와 같이 출판시기를 당해연도를 포함하여 2005년부터 2007년까지의 최근 3년간으로, 인용시기는 2007년 1년으로 설정하였다.



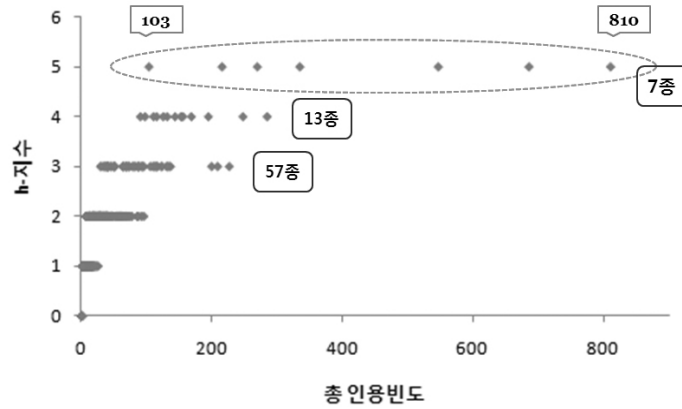
〈그림 4〉 인용시기 위주 평가방식의 변형

### 3.3 $h$ -지수를 이용한 국내 학술지 영향력 측정

국내 학술지에 대한 인용색인으로 구축되고 있는 것은 의학 분야의 110종 학술지를 다루고 있는 KoMCI(이춘실 2002), 전 주제 분야 1,500여 종의 학술지를 다루고 있는 한국연구재단의 KCI(홍종선 2007), 과학기술총연합회 산하 307개 학회의 학술지를 다루고 있는 한국과학기술정보연구원의 KSCI(이정연, 유소영, 이재운 2010; 최광남 2004)가 있다. 이 중에서 이 연구에서는 2008년 중반까지 구축된 데이터를 연구용으로 입수할 수 있었던 KSCI 데이터를 분석 대상으로 하였다.

KSCI 데이터베이스에 수록된 학술지 중에서 2007년에 인용하거나 인용된 것으로 확인된 학술지는 414종이었다. 2007년에 이 414종의 학술지에 발표된 논문에서 2005년 이후 3년간 출판된 논문을 인용한 데이터로  $h$ -지수를 측정 한 결과는 〈그림 5〉와 같다.

〈그림 5〉에 나타난 바와 같이 가장 높은  $h$ -지수는 5였으며, 점선으로 둘러싼 7종의 학술지가 이에 해당하였다. 이들 7종 학술지의 총 인용빈도는 최고 810인 *Journal of the Korean Physical Society*에서부터 103에 불과한 〈한국하천호수학회지〉에 이르기까지 다양하였다. 또한  $h$ -지수가 4인 학술지가 13종, 3인 학술지가 57종으로 나타나서 지수의 변별력이 매우 미약한 것으로 드러났다. 여기서 가장 높은  $h$ -지수가 5라는 것은, 해당 학술지의 평가에 반영된 논문이 인용빈도 최상위 5편에 불과하다는 뜻이다. 이처럼 국내 학술지 인용색인 데이터베이스에서 학술지  $h$ -지수를 원래의 방식 그대로



〈그림 5〉 KSCI 학술지 414종의 총 인용빈도와 '2007년 h-지수'

산출하게 되면, 수록논문에 대한 인용의 대다수가 지수 산출에 반영되지 못하여, h-지수의 변별력이 상당히 떨어지는 문제가 있으므로 이에 대한 대안이 필요하다.

#### 4. 학술지 영향력 평가를 위한 Hirsch 유형 지수의 변별력 향상 방안

앞에서 보았듯이 학술지의 종류와 규모가 국제적인 수준에 비하면 매우 적은 국내 인용색인 데이터베이스에서 h-지수를 그대로 적용하면 각 학술지의 영향력 차이를 제대로 나타내는데 실패할 가능성이 높다. 따라서 국내 인용색인 데이터베이스를 대상으로 한 학술지 h-지수의 변별력을 높이기 위하여 다음과 같은 세 가지 방안을 고려해볼 수 있다.

- ① 분석 시기의 확장: 출판 시기 범위를 Web of Science의 5년 단위 JIF와 같이 지난 2년이 아닌 5년으로 확장하거나, 인용시

기 범위를 당해 년도가 아닌 1년 전까지 2년간으로 확장하는 것을 고려해볼 수 있다. 이를테면 2007년 학술지 h-지수는 2005년부터 2007년까지 3년동안 출판된 논문에 대하여 2006년부터 2007년까지 2년간 인용된 빈도로 산출하는 것이다.

- ② 변형지수를 이용한 인용빈도 최상위 논문의 영향력 반영 정도 향상: h-지수의 변형지수인  $h_s$ -지수, f-지수,  $f_s$ -지수 등은 모두 인용빈도 최상위 논문의 영향력을 상세히 반영함으로써 변별력의 향상을 기대할 수 있다. 여기서  $f_s$ -지수는 h-지수를 변형하여 변별력을 향상시킨  $h_s$ -지수와 마찬가지로 f-지수의 변별력을 더 향상시키기 위해서 f-지수를 먼저 구한 후 f순위까지의 각 인용빈도의 제곱근을 합산한 것이다.
- ③ 호 단위 합산을 통한 인용빈도 하위 논문의 영향력 반영: 학술지에 게재되는 논문은 인용빈도가 1또는 2에 불과한 낮은 논문이 대다수임에도 불구하고 h-지수나 이의 변형지수는 인용빈도 상위 논문만

을 반영하므로 대부분의 논문이 지수 산정에 반영되지 못한다는 한계가 있다. 이를 극복하기 위해서 한 호에 게재된 논문의 인용빈도를 모두 합산한 다음 각 호의 인용빈도를 단위로 하는  $h$ -지수를 <그림 6>과 같이 산출하는 ‘호 기반  $h$ -지수’를 적용할 수 있다. 예를 들어 <그림 6>의 3호에 수록된 4편의 논문이 각각 1회, 4회, 2회, 0회 인용되었다면, 3호의 인용빈도는 합계인 7이 되고, 이와 같은 각 호의 인용빈도를 순위대로 나열한 다음 순위보다 인용빈도가 큰 마지막 순위를 찾으면 4위이므로 호 단위  $h$ -지수는 4가 된다. 이 방법에서는 1호의 논문을 제외한 나머지 모든 호의 논문이 인용지수 산정에 기여하는 효과를 얻는다.

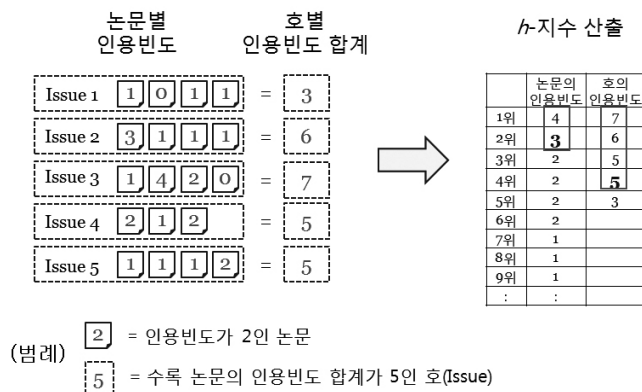
이 연구에서는 이상의 3가지 방안 중에서 현재까지 구축된 KSCI 인용 데이터의 제약(3년)으로 인하여 방안 ①은 적용이 불가능한 관계로 후속 연구 과제로 남기기로 하고 나머지 두 개의 방안을 수행해보았다. 414종의 학술지 중

에서 총 인용빈도를 기준으로 상위 30종 학술지에 대하여 방안 ②에 따라  $f$ ,  $h_s$ ,  $f_s$ -지수를 측정된 결과는 <표 1>과 같다.

<표 1>을 보면  $f$ -지수도 지수값의 수준이 낮고 동률값이 많아서 변별력이  $h$ -지수에 비해 크게 나아지지 않았다. 하지만  $h_s$ -지수나  $f_s$ -지수를 적용한 결과는 각 학술지의 차이를 뚜렷하게 나타내어서 변별력이 향상되었다.

또한 414종의 학술지 중에서 총 인용빈도를 기준으로 상위 30종 학술지에 대하여 방안 ③에 따라 호를 단위로 합산하여 산출하는 호 기반  $h$ ,  $f$ ,  $h_s$ ,  $f_s$ -지수를 측정된 결과는 <표 2>와 같다. 이에 따르면 논문 단위로 산출한 기존의 Hirsch 유형 지수들보다 호 단위로 통합하여 산출한 Hirsch 유형 지수들이 값의 수준이 매우 높으며 변별력 또한 높음을 알 수 있다.

국내 학술지 전체에 대한  $h_s$ -지수와 호 기반  $h$ -지수의 분포는 각각 <그림 7>, <그림 8>과 같다. 이 그림을 일반적인 논문 단위의 인용에 기반한  $h$ -지수의 분포인 <그림 5>와 비교해보면 변형지수인  $h_s$ -지수와 호 기반  $h$ -지수가 더 큰 변별력을 가지는 것이 뚜렷하게 확인된다.



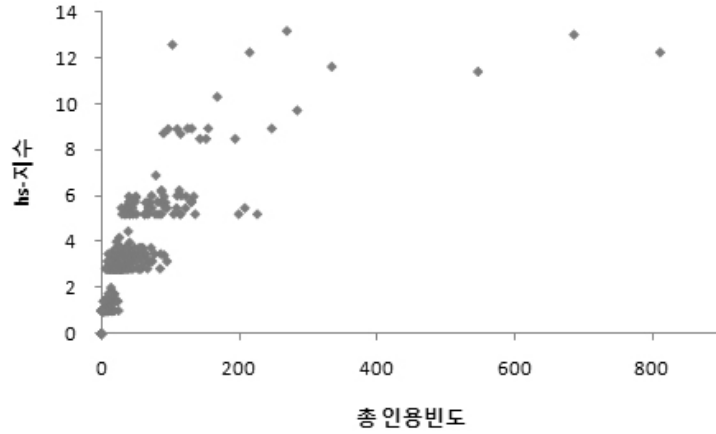
<그림 6> 학술지 영향력 측정을 위한 호 기반  $h$ -지수 산출 예

〈표 1〉 인용빈도 상위 30개 국내 학술지의 Hirsch 유형 지수 산출 결과  
(2005년-2007년, 3년간)

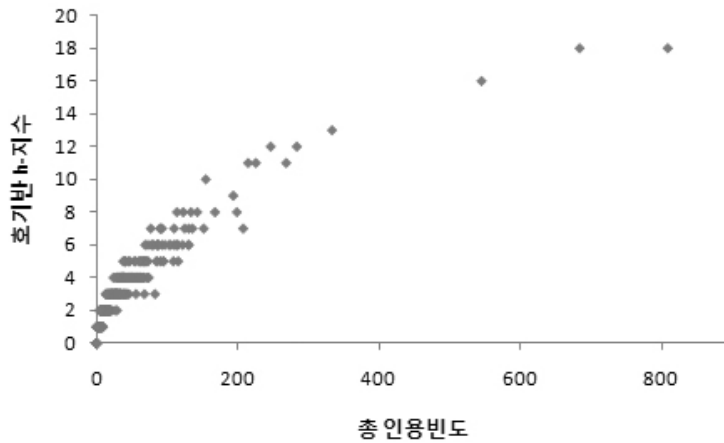
순위	학술지	인용 빈도	$h$	$f$	$h_s$	$f_s$
1	Journal of the Korean Physical Society	810	5	5	12.23	12.23
2	Journal of Microbiology and Biotechnology	685	5	6	13.00	15.24
3	Bulletin of the Korean Chemical Society	546	5	5	11.39	11.39
4	한국식품영양과학회지	334	5	5	11.61	11.61
5	Food Science and Biotechnology	284	4	5	9.71	11.71
6	한국식품과학회지	269	5	6	13.16	15.40
7	Journal of Industrial and Engineering Chemistry	247	4	4	8.92	8.92
8	설비공학논문집	226	3	3	5.20	5.20
9	한국식품조리과학회지	215	5	5	12.23	12.23
10	대한토목학회논문집	208	3	3	5.46	5.46
11	대한건축학회논문집: 계획계	199	3	3	5.20	5.20
12	Macromolecular Research	194	4	4	8.47	8.47
13	한국식품저장유통학회지	168	4	5	10.30	12.30
14	한국식생활문화학회지	155	4	4	8.92	8.92
15	한국의류학회지	152	4	4	8.47	8.47
16	Biotechnology and Bioprocess Engineering: BBE	143	4	4	8.47	8.47
17	대한건축학회논문집: 구조계	136	3	3	5.20	5.20
18	The Korean Journal of Chemical Engineering	134	3	3	5.97	5.97
19	대한지역사회영양학회지	131	4	4	8.92	8.92
20	한국체육학회지	131	3	3	5.73	5.73
21	한국정밀공학회지	130	3	3	5.73	5.73
22	수질보전	125	4	4	8.92	8.92
23	한국환경보건학회지	123	3	3	5.97	5.97
24	한국전기전자재료학회논문지	122	3	3	5.46	5.46
25	대한마취과학회지	116	3	3	6.00	6.00
26	순환기	115	4	4	8.69	8.69
27	대한안과학회지	115	3	3	5.20	5.20
28	한국과학교육학회지	114	3	3	5.20	5.20
29	대한환경공학회지	113	3	3	6.24	7.97
30	한국수자원학회논문집	110	4	4	8.90	8.90

〈표 2〉 인용빈도 상위 30개 국내 학술지의 호 기반 Hirsch 유형 지수 산출 결과  
(2005년-2007년, 3년간)

순위	학술지	인용 빈도	호 기반 $h$	호 기반 $f$	호 기반 $h_s$	호 기반 $f_s$
1	Journal of the Korean Physical Society	810	18	23	103.08	122.94
2	Journal of Microbiology and Biotechnology	685	18	22	104.21	117.21
3	Bulletin of the Korean Chemical Society	546	16	19	76.81	88.17
4	한국식품영양과학회지	334	13	16	54.84	65.23
5	Food Science and Biotechnology	284	12	14	55.83	61.64
6	한국식품과학회지	269	11	14	50.46	58.84
7	Journal of Industrial and Engineering Chemistry	247	12	14	50.60	56.57
8	설비공학논문집	226	11	12	43.92	47.23
9	한국식품조리과학회지	215	11	12	46.05	49.05
10	대한토목학회논문집	208	7	7	19.91	19.91
11	대한건축학회논문집: 계획계	199	8	10	28.44	33.73
12	Macromolecular Research	194	9	12	36.05	44.69
13	한국식품저장유통학회지	168	8	11	32.22	39.77
14	한국식생활문화학회지	155	10	11	36.35	39.00
15	한국의류학회지	152	7	9	23.26	28.56
16	Biotechnology and Bioprocess Engineering: BBE	143	8	10	28.84	34.13
17	대한건축학회논문집: 구조계	136	7	8	20.37	23.02
18	The Korean Journal of Chemical Engineering	134	8	9	28.35	30.80
19	대한지역사회영양학회지	131	7	9	24.99	30.09
20	한국체육학회지	131	6	6	27.29	27.29
21	한국정밀공학회지	130	6	7	17.74	20.19
22	수질보전	125	7	8	23.69	26.14
23	한국환경보건학회지	123	8	9	27.31	29.96
24	한국전기전자재료학회논문지	122	6	6	16.70	16.70
25	대한마취과학회지	116	5	6	13.60	15.84
26	대한안과학회지	115	6	7	17.74	20.19
27	순환기	115	6	7	16.40	18.85
28	한국과학교육학회지	114	8	9	25.78	28.61
29	대한환경공학회지	113	6	7	17.60	20.04
30	한국수자원학회논문집	110	7	7	19.24	19.24



〈그림 7〉 국내 학술지의 총 인용빈도와  $h_5$ -지수 분포



〈그림 8〉 국내 학술지의 총 인용빈도와 호 기반  $h$ -지수 분포

산출된 각 지수가 논문 수 및 인용빈도, JIF 지수와 어떤 관계에 있는지 알아보기 위해서 상관분석을 실시하였다. 2007년에 최근 3년간 논문에 대한 인용빈도가 10 이상인 학술지들을 대상으로 각 지수를 산출하여 상관계수를 구한 결과는 〈표 3〉과 같다. 이를 보면 JIF 지수와 논문 수 사이의 관계를 제외한 모든 관계가 99% 유의수준에서 상관이 있는 것으로 나타난다. 또한 전반적으로 논문 단위의 지수보다 호

단위의 지수가 논문 수나 인용빈도와의 상관이 더 높게 나타나고 있다. 즉, 호 단위의 지수는 논문 단위의 지수보다 학술지의 규모에 더 좌우된다고 볼 수 있는 것이다. 따라서 가능하면 논문 단위의 지수이면서 변별력이 높은  $h_5$ -지수로 학술지의 영향력을 측정하되, 변별력이 지나치게 낮은 경우에는 호 단위의  $h$ -지수나  $f$ -지수를 보조 지표로 활용해볼 수 있을 것이다. 다만 이 분석 결과가 3년간 인용 데이터에

〈표 3〉 학술지 영향력 측정을 위한 지수들 간의 피어슨 상관계수

		05-06 논문 수	인용 빈도	JIF '07	$h$	$f$	$h_s$	호 기반 $h$	호 기반 $f$	호 기반 $h_s$
05-06 논문 수	Pearson 상관계수	1	.632	.014	.393	.397	.388	.514	.512	.512
	유의확률 (양쪽)		.000	.820	.000	.000	.000	.000	.000	.000
인용빈도	Pearson 상관계수	.632	1	.602	.686	.713	.740	.907	.918	.967
	유의확률 (양쪽)	.000		.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000
JIF '07	Pearson 상관계수	.014	.602	1	.719	.710	.749	.769	.769	.728
	유의확률 (양쪽)	.820	.000		.000	.000	.000	.000	.000	.000

근거한 것이므로 인용 데이터가 5년 이상 축적되었을 경우에 인용 기간을 늘려서 추가로 분석한다면 논문 단위의  $h$ -지수나  $f$ -지수도 변별력이 향상될 여지는 남아있다.

### 5. 결론

국내 학술지를 인용하는 학술지 집합의 규모가 작고 구축된 데이터의 수록 범위가 제한되어 있으므로, 일반적인 논문 단위의  $h$ -지수로는 국내 학술지의 영향력 차이를 상세하게 나타낼 수가 없는 근본적인 문제가 있다. 이러한 문제를 해소하기 위한 목적으로, 본 연구에서는 기존  $h$ -지수의 변형지수를 이용하거나 호 단위 합산을 통해 학술지 Hirsch 유형 지수의 변별력을 높여 보다 상세한 측정을 시도하였다.

지금까지 검토된 다양한 지수들 가운데 변별력이 상대적으로 뛰어난 Hirsch 유형 지수로는 논문 단위로 산출하는  $h_s$ -지수와  $f_s$ -지수, 그리고 호 단위로 산출하는 호 기반  $h$ -지수와 호

기반  $f$ -지수를 우선적으로 검토할 수 있다. 구체적으로 인용 데이터의 규모가 상대적으로 작은 국내 학술지의 영향력을 측정하기 위한 목적으로 Hirsch 유형 지수를 적용할 경우에, 논문 단위로 산출하는  $h$ -지수나  $f$ -지수는 변별력이 상당히 낮은 것으로 나타났고, 이보다는  $h_s$ -지수 또는  $f_s$ -지수를 사용하는 것이 더 변별력이 향상되는 결과를 보여주었다. 또한 국내 학술지의 영향력 측정을 위해서는, 기존의 논문 단위 지수들보다 호 단위로 합산하여 산출한 호 기반  $h$ -지수와 호 기반  $f$ -지수가 더 높은 변별력을 보여주었다.

본 연구에서는 이용 가능한 국내 학술지 인용 데이터의 제한으로 인하여 불가능하였지만, 향후 국내 학술지 인용 데이터의 양적·질적 보완이 이루어지면 출판 및 인용시기를 확장하여 다양하게 적용하는 방안을 다각적으로 모색하는 연구를 수행할 필요가 있다. 이러한 후속 연구를 통하여 국내 인용색인에 보다 적합한 인용지수 산출 방안을 정립할 수 있는 기반을 마련할 수 있을 것이다.

## 참 고 문 헌

- 이재운. 2006. 연구성과 측정을 위한 h-지수의 개량에 관한 연구. 『정보관리학회지』, 23(3): 167-186.
- 이정연, 유소영, 이재운. 2010. 인용정보를 활용한 학술정보서비스 고도화 전략. 『정보관리연구』, 41(1): 43-67.
- 이춘실. 2002. 한국 의학학술지 인용지표 개발 연구. 『한국비블리아』, 13(1): 27-41.
- 최광남. 2004. 국내학술지 영향력 지표 분석을 위한 한국과학기술인용색인(KSCI) 연구. 『한국문헌정보학회지』, 38(4): 271-289.
- 홍중선. 2007. KCI 기반 Kor-Factor(Korea Factor) 평가지표 개발 및 시범적용. 정책연구-2007-023-지식확산, 한국학술진흥재단 정책보고서.
- Adler, R., John Ewing, and Peter Taylor. 2008. "Citation statistics." *Joint IMU/ICIAM/IMSCCommittee on Quantitative Assessment of Research* [cited 2009.7.11]. <<http://www.mathunion.org/fileadmin/IMU/Report/CitationStatistics.pdf>>.
- Alonso, S., F. J. Cabrerizo, E. Herrera-Viedma, and F. Herrera. 2010. "hg-index: A new index to characterize the scientific output of researchers based on the h- and g-indices." *Scientometrics*, 82(2): 391-400.
- Anderson, T. R., R. K. S. Hankin, and P. D. Killworth. 2008. "Beyond the Durfee square: Enhancing the h-index to score total publication output." *Scientometrics*, 76(3): 577-588.
- Bar-Ilan, Judit. 2008. "Which h-index?-A comparison of WOS, Scopus and Google Scholar." *Scientometrics*, 74(2): 257-271.
- Batista, P. D., Mônica G. Campiteli, Osame Kinouchi, and Alexandre S. Martinez. 2006. "Is it possible to compare researchers with different scientific interests?" *Scientometrics*, 68: 179-189.
- Bador, P. and T. Lafouge. forthcoming. "Comparative analysis between impact factor and h-index for pharmacology and psychiatry journals." *Scientometrics*, forthcoming.
- Bornmann, L. and H.-D. Daniel. 2007. "What do we know about the h index?" *Journal of the American Society for Information Science and Technology*, 58(9): 1381-1385.
- Bornmann, L., W. Marx, and H. Schier. 2009. "Hirsch-type index values for organic chemistry journals: A comparison of new metrics with the Journal Impact Factor." *European Journal of Organic Chemistry*, 10: 1471-1476.
- Braun, T., W. Glänzel, and A. Schubert. 2005. "A Hirsch-type index for journals." *The Scientist*, 19(22): 8.
- Egghe, L. 2006. "Theory and practise of the

- g-index." *Scientometrics*, 69(1): 131-152.
- Egghe, L. 2010. "The Hirsh-index and related impact measures." In Blaise Cronin(ed.), *Annual Review of Information Science and Technology*, 44: 65-114.
- Franceschet, Massimo. 2010. "A comparison of bibliometric indicators for computer science scholars and journals on Web of Science and Google Scholar." *Scientometrics*, 83(1): 243-258.
- Harzing, Anne-Wil and Ron van der Wal. 2009. "A Google Scholar h-index for journals: An alternative metric to measure journal impact in economics and business." *Journal of the American Society for Information Science and Technology*, 60(1): 41-46.
- Hirsch, J. E. 2005. "An index to quantify an individual's scientific research output." *Proceedings of the National Academy of Science*, 102: 16569-16572.
- Jin, B. 2007. "The AR-index: complementing the h-index." *ISSI Newsletter*, 3: 6.
- Jin, B., L. Liang, R. Rousseau, and L. Egghe. 2007. "The R-and AR-indices: complementing the h-index." *Chinese Science Bulletin*, 52(6): 855-863.
- Kosmulski, M. 2006. "A new Hirsch-type index saves time and works equally well as the original h-index." *ISSI Newsletter*, 2(3), 4-6.
- Kosmulski, M. 2007. "MAXPROD: A new index for assessment of the scientific output of an individual, and a comparison with the h-index." *International Journal of Scientometrics, Informetrics and Bibliometrics*, 11(1): 1-5. [cited. 2009.5.7].  
<<http://cybermetrics.cindoc.csic.es/articles/v11i1p5.pdf>>.
- Lindsey, D. 1978. *The Scientific Publication System in Social Science*. San Francisco: Jossey-Bass.
- Liu, Y., I. K. R. Rao, and R. Rousseau. 2009. "Empirical series of journal h-indices: The JCR category Horticulture as a case study." *Scientometrics*, 80(1): 59-74.
- Meho, L. I. 2007. "The rise and rise of citation analysis." *Physics World*, 29(1), 32-36.
- Meho, L. I. and K. Yang. 2007. "Impact of data sources on citation counts and rankings of LIS faculty: Web of Science vs. Scopus and Google Scholar." *Journal of the American Society for Information Science and Technology*, 58(13): 2105-2125.
- Moussa, Salim and Mourad Touzania. 2010. "Ranking marketing journals using the Google Scholar-based hg-index." *Journal of Informetrics*, 4(1): 107-117.
- Orbay, M., Orhan Karamustafaoglu, and Feda Öner. 2007. "What does Hirsch index evolution explain us?: A case study: Turkish Journal of Chemistry."

- Biblios*, 8(2): 1-5. [cited. 2009.5.21].  
〈<http://arxiv.org/ftp/arxiv/papers/0704/0704.1602.pdf>〉.
- The PLoS Medicine Editors. 2006. "The impact factor game: it is time to find a better way to assess the scientific literature." *PLoS Med*, 3(6): e291. [cited. 2009.5.11].  
〈<http://www.plosmedicine.org/article/info:doi/10.1371/journal.pmed.0030291>〉.
- Podlubny, I. 2005. "Comparison of scientific impact expressed by the number of citations in different fields of science." *Scientometrics*, 64(1): 95-99.
- Prathap, G. 2009. "Going much beyond the Durfee square: Enhancing the  $h_T$  index." *Scientometrics*, 79(2): 235-248.
- Rousseau, R. 2006. "A case study: evolution of JASIS' h-index." *Science Focus*, 1(1): 16-17.
- Rousseau, R. 2008. "Reflections on recent developments of the h-index and h-type indices." *COLLNET Journal of Scientometrics and Information Management*, 2(1): 1-8. [cited 2009.5.11].  
〈<http://www.tarupublications.com/journals/cjsim/7-Rousseau.pdf>〉.
- Rousseau, R. and B. Jin. 2008. "The age-dependent h-type AR2-index: Basic properties and a case study." *Journal of the American Society for Information Science and Technology*, 59(14): 2305-2311.  
〈<http://www.tarupublications.com/journals/cjsim/7-Rousseau.pdf>〉.
- Saad, G. 2006. "Exploring the h-index at the author and journal levels using bibliometric data of productive consumer scholars and business-related journals respectively." *Scientometrics*, 69(1): 117-120.
- Schreiber, M. 2007. "Self-citation corrections for the Hirsch index." *Europhysics Letter*, 78 30002: 1-6. [cited 2009. 7.27]  
〈<http://dx.doi.org/10.1209/0295-5075/78/30002>〉.
- Schreiber, M. 2009. "A case study of the modified Hirsch index  $h_m$  accounting for multiple coauthors." *Journal of the American Society for Information Science and Technology*, 60(6): 1274-1282.
- 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.
- Schubert, A. and W. Glänzel. 2007. "A systematic analysis of Hirsch-type indices for journals." *Journal of Informetrics*, 1: 179-184.
- Sidiropoulos, A., D. Katsaros, and Y. Manolopoulos. 2007. "Generalized Hirsch h-index for disclosing latent facts in citations networks." *Scientometrics*, 72(2): 253-280.

- Simons, K. 2008. "The misused impact factor." *Science*, 322: 165.
- Tol, R. S. J. 2009. "The  $h$ -index and its alternatives: An application to the 100 most prolific economists." *Scientometrics*, 80(2): 317-324.
- van Raan, A. F. J. 2006. "Comparison of the Hirsch-index with standard bibliometric indicators and with peer judgment for 147 chemistry research groups." *Scientometrics*, 67(3): 491-502.
- Vanclay, J. K. 2007. "On the robustness of the  $h$ -index." *Journal of the American Society for Information Science and Technology*, 58(10): 1547-1550.
- Vanclay, J. K. 2008a. "Gauging the impact of journals." *Forest Ecology and Management*, 256(4): 507-509.
- Vanclay, J. K. 2008b. "Ranking forestry journals using the  $h$ -index." *Journal of Informetrics*, 2(4): 326-334.
- Vinkler, P. 2007. "Eminence of Scientists in the Light of the  $h$ -index and other Scientometric Indicators." *Journal of Information Science*, 33(4): 481-491.

