

Be Biologist: 아무도 알려주지 않는 바이올로지스트가 되기 위한 기본 1

김 종 은*

충청북도 증평군 대학로 61 한국교통대학교 보건생명대학 식품생명학부 식품공학전공 27909

Be Biologist: Basic Knowledge for Biologist Which No One Told 1

Jong-Eun Kim*

Department of Food Science and Technology, Korea National University of Transportation, Jeungpyeong 27909, Korea

ABSTRACT

In order to cultivate basic knowledge to become a biologist, I would like to summarize the contents that novice scientist should know but that are not directly taught. I hope that it will be useful knowledge to become an excellent researcher.

Key words : biologist, graduated school student, paper, journal, citation

I. 서 론

고도화된 현대 사회에서 경쟁력 있는 인재가 되기 위해서는 자신만의 차별화된 컨텐츠를 가지고 있어야 한다. 물리적인 힘을 써야 하는 경우, 로봇이 많은 일을 처리할 것이고, 머리로 해야 할 일은 artificial intelligent(AI)가 인간이 해야만 하는 많은 일을 대신하게 될 것이다(1). 하지만 인간이 해야 하는 일이 분명히 존재할 것이고, 이런 일들을 해야만 경쟁력 있는 인재가 될 수 있을 것이다(2). 많은 분야 중에 창의성이 기반이 되는 연구개발업무는 인간이 계속해서 맡아 진행해야 할 것이다(3). 연구 개발업무를 진행하기 위해서는 기본적인 훈련이 되어야만 한다(4). 대학교를 졸업하는 것만으로는 연구업무에 직접 투입되기에는 어려운 점이 많다. 대학원에 진학하여 기본적인 연구의 소양을 갖추어야 한다.

바이오/헬스 분야는 미래에도 충분히 경쟁력 있는 분야가 될 것이다. 우리나라 역시 최근 국가 혁신 성장을 이끄는 Big 3 미래산업으로 시스템반도체, 미래차와 함께 바이오/헬스 산업을 선정하였다(5). 특히 바이오/헬스 분야는 창의성과 함께 실제 실험 결과를 바탕으로 진행되어야 하는 학문으로써 기본적인 실험을 진행하는 방법을 몸으로 익혀야만 가능하다. 현재까지는 얼마나 피펫을 잡고 실험대 앞에서 오래 실험을 하는가에 따라 어느 정도 연구결과가 결정될 수 있는 분야

다. 미래에는 과거에 수작업으로 하던 작업을 자동화하는 방법으로 발전하겠지만, 연구자의 창의력과 함께 물리적인 작업을 해야 하는 것을 완전히 없애지는 못할 것이다. 이러한 기본적인 훈련을 진행하기 위해서는 앞으로도 대학원에 진행하여 학업을 이어가야 한다(6).

대학원에 진학하면 어릴 때 꿈꾸던 과학자가 된다. 하지만 현실은 녹록지 않다. 연구실에 교수님은 뽀기도 힘들고, 연구실의 선배들도 궁금한 점에 대해 대답을 하기 힘들고, 때때로 민고 의지할 사람이 없는 경우가 많다. 무엇을 해야 할지 모르겠는데 아무도 꼭 필요한 사항을 알려주지 않는다. 직접 공부를 해야 하는데 어디서부터 시작해야 할지 모르겠고, 대학에 처음 입학했을 때 들고 다니던 두꺼운 생물학 책을 꺼내 보지만 몇 장 못 읽고 이 책을 다 읽어봐야 대학원 생활에 도움이 될 것 같지 않다(7). 이렇게 어려움에 처한 연구에 첫걸음을 떼려는 초보 연구자들이 꼭 알아야 할 사항들을 간단히 정리해 보았다.

II. 본 론

1. 학문의 길

대학교에 입학하면 학부생(undergraduate school student)으로 앞으로의 학문에 대한 기초를 학습한다. 이론이 대부분이고, 실험 실습을 하더라도 그 깊이는 깊을 수가 없다.

* Jekim14@g.ut.ac.kr

특히 바이오 분야에서는 실무적으로 아무것도 할 수 없는 말 그대로 기초를 학습한다. 무엇인가를 스스로 할 수 있는 단계가 되려면 대학원(graduated school)에 진학해야 한다. 학부를 졸업하면 학사학위(bachelor degree)를 받을 수 있고, 대학원에서는 석사학위(master degree)와 박사학위(doctor degree)를 받을 수 있다(8). 대학원에서는 정해져 있는 수업을 듣는 과정을 course work이라고 한다. Course work를 마치면 ‘수료’라고 하고, 정해져 있는 심사를 거쳐 논문이 통과가 되면 학위를 받고 ‘졸업’을 할 수 있다. 석사과정은 일반적으로 3학기 정도에 이수할 수 있게 설계되고, 박사과정은 5학기 정도에 이수할 수 있도록 설계되어 있다. 학교에 따라 석사과정과 박사과정을 같이 진행할 수 있는 통합과정을 운영하기도 한다(6). 통합과정을 진행하면 석사와 박사를 합쳐 8학기 정도 걸릴 course work를 6학기에 이수할 수 있게 하여 기간을 단축할 수 있다. Course work이 끝나면 수료생 또는 연구생이라 불리며, 더 이상 수업을 듣는 것보다는 논문을 쓰기 위한 연구에 집중하게 된다. Course work 과정에서는 정규 등록금을 내야 하지만, 수료 후에는 ‘연구생등록비’라 불리는 상대적으로 적은 돈을 내고 연구를 이어갈 수 있다. 또한, 학교마다 석사과정과 박사과정을 졸업해야 하는 상한선이 있다. 무한대로 길게 연구생 신분으로 있을 수 없다(6).

보통 석사과정은 2년 안에 끝내야 해서 시간이 많지 않다. 연구실에서 진행하는 주제와 실험 기법을 익히고, 이를 바탕으로 새로운 연구를 하여 논문을 써야 한다. 수업도 들어야 하고, 연구실의 허드렛일들도 많이 해야 하는 경우가 많다. 따라서 직접 아이디어를 내서 새로운 창의적인 연구를 진행하기보다는 연구실에서 지도 교수가 정해주는 어느 정도 정해져 있는 연구를 진행하여 논문을 작성하는 경우가 많다(9). 이와는 다르게 박사과정은 상한선이 있기는 하지만 보통 10년 정도이기 때문에 충분한 연구성과가 나올 때까지 진행되는 경우가 많다(6). 박사과정에는 자기가 주도적으로 연구를 설계하고, 진행하여 결과적으로 논문이라는 형태로 결과를 정리하는 과정을 진행해야 한다(10). 연구가 순조롭게 진행되기도 하고, 실패하기도 하면서 독립적 연구 경험을 쌓아 가다 보면 어느 순간 독립적 연구자로 자신만의 연구를 진행할 수 있는 능력을 가질 수 있다(11). 이 무렵에 그 때까지 진행한 연구 결과를 심사받고, 졸업을 하여 박사 학위를 받을 수 있다. 다시 말하면 독립적으로 연구를 진행할 수 있는 역량을 가진 사람을 박사라고 부를 수 있는 것이다(12). 때에 따라서 지도교수 아래서 지도교수가 시키는 일만 진행하여 독립적 연구자로서 역량을 못 쌓은 사람을 비하적으로 ‘물박사’라 비하하여 부르기도 한다(6). 제대로 된 박사는 자신의 아이디어로 독립적인 연구를 진행할 수 있는 역

량을 가지고, 그 연구 결과를 논문이라는 방법으로 효과적으로 세상에 알릴 수 있는 사람이다(13).

박사학위를 받고 나면 박사 후 과정이라는 의미의 Post Doctor라 불리며, 졸업말로 ‘포닥’이라고 불린다. 무엇인가 새로운 세상이 열릴 것 같지만 크게 다르지는 않다. 영어로 된 공식 문서 등에서 Mr. Kim, Mrs. Kim 식으로 나타낼 때 Doctor. Kim으로 불릴 수 있게 되는 정도가 가장 큰 변화이다(6). 독립적인 연구를 할 수 있다는 자격증을 받은 것이라 할 수 있겠지만, 박사학위가 없다고 독립적인 연구를 하면 안 되는 것은 아니기 때문에 박사학위가 있다고 해서 크게 달라지는 것 없이 생활은 거의 비슷할 수 있다(11). 학생이 아니라 프로 연구자로서 자신의 캐리어를 걸고 연구를 진행해야 한다(6). 학생이 아니라 직장인 전업 연구자가 된 것이다. 학위 과정에서는 학교라는 든든한 방어막이 있었다면 밖에 던져진 사람이 되는 것이기 때문에 심리적으로 훨씬 힘들어하는 포닥들이 많다. 시간은 흘러가고 나이는 먹는데 연구는 내 생각대로 이루어지지 않는다(14). 이 상황에서 앞으로 안정적인 직장에서 연구를 이어나갈 수 있는 교수나 연구소 연구원이 되든지, 기업으로 가서 경제적인 대가를 충분히 받든지, 각각의 진로는 달라지겠지만 포닥 과정에서 안정적인 연구실적을 통해 독립적인 연구를 할 수 있다는 것을 보여주고, 좀 더 좋은 환경으로 가려고 노력을 하는 시기이다(15).

다음 단계는 principle investigator(PI)가 되는 것이다. 연구에 필요한 비용을 직접 조달하고 연구 결과에 책임을 지는 자리이다. 대학교에서는 교수들이 개인 연구실의 PI가 되는 것이고, 연구소에서도 각각의 연구소의 기준에 따라 자격이 갖추어지면 PI가 된다(16). 연구자로서 독립된 PI가 되면 열심히 연구에 매진하여 좋은 연구 결과를 내고 이 연구 결과를 잘 포장하여 좋은 논문을 발표하는 일을 하게 된다(6).

2. 새로운 연구는 좋은 논문을 많이 공부해야 된다

1) 하늘 아래 새로운 것은 없다

현대의 연구라는 것은 나무에서 사과가 떨어지는 것을 보고 없는 개념을 새로 만드는 일은 거의 없다고 보면 된다. 특히 시험관 시험에서 세포실험, 동물실험, 임상시험까지 절차가 허가라는 족쇄를 통해 엄격하게 지켜져야 하는 바이오/헬스 관련 학문분야는 더욱이 완전히 새로운 개념이 생겨나는 경우는 거의 없다고 보면 된다(17). 바이오/헬스 연구는 다른 사람이 진행한 연구를 바탕으로 한 걸음 더 들어가는 가는 방식으로 연구가 이루어진다(6). 선행된 기존 연구

와 비슷한 연구인지, 한 걸음 들어가는 연구인지, 두 걸음 더 들어가는지에 따라 연구의 질적 차이가 발생한다. 다시 말해서, 선행 연구에 대해 충분히 숙지하고, 거기에서 얼마나 새로운 것을 더하는지에 따라 얼마나 좋은 연구인지가 달려 있다(18). 좋은 연구를 하려면, 즉 기존의 연구에서 새로운 것을 더하려면 다른 연구자가 지금까지 어떤 연구를 진행하였는지에 대해 정확하게 숙지를 하고 있어야 한다(19). 연구는 논문이라는 형태로 정리되어 발표되기 때문에 기존에 발표된 논문을 충분히 공부하여, 현재까지 진행된 연구에서부터 새로운 연구를 더해서 자신의 연구를 진행해야 한다. 요약하면 좋은 연구를 위해서는 기본적으로 좋은 논문을 많이 읽고 공부해야 한다(20).

좋은 논문을 많이 읽으려면 어떻게 논문이 발표되는지 좋은 논문을 평가하는 방법은 무엇인지에 대해 잘 알고 있어야 한다. 논문은 scientific journal을 통해서 동료평가(peer review)를 통하여 검증한다. 검증 후에 자신들의 규정하에서 논문을 발표한다. 보통 좋은 논문은 좋은 scientific journal에 발표되기 때문에 어떤 scientific journal이 좋은 곳인지 잘 알고 있어야 한다. 또한, 자신의 연구에 맞는 데이터베이스를 잘 검색하여 자신에게 필요한 논문을 빨리 찾고 해당 논문을 숙지를 하여 자신의 연구에 활용할 수 있어야 한다(21).

2) Scientific journal이란?

잡지(journal)는 ‘일정한 이름을 가지고 호를 거듭하며 정기적으로 간행하는 출판물’로 정의한다(22). 잡지의 성격에 따라 다양한 내용의 글이 실리는데, 글의 내용에 따라 잡지는 다양한 영역이 있다. 앤 해서위이와 메릴 스트립이 주연한 악마는 프라다를 입는다’에 나오는 Runaway같은 패션 잡지가 있고, Forbes 같은 경제잡지, Time이나 시사인 같은 시사잡지 등 잡지에 실리는 글의 내용에 따라 잡지의 종류가 분류된다(22). 특히 과학 논문을 주로 내는 잡지를 scientific journal이라고 한다. Scientific journal은 자신들이 표방하는 과학 분야에 대한 논문들을 게재한다. Scientific journal에서도 다른 잡지들과 크게 다르지 않게 논문뿐만 아니라, 최신 뉴스나 컬럼, 사설 등이 실리기도 한다. 물론 발간 비용 마련을 위하여 다른 잡지와 다르지 않게 광고도 많이 실린다. Scientific journal이 다른 잡지들과 크게 다른 점은 일반적인 잡지는 잡지사에게 근무하는 기자들이 새로운 글을 쓰거나 사진을 찍는 등 콘텐츠를 만들어 내는데, scientific journal에 실리는 주요 콘텐츠가 대부분 외부 사람들이 투고한 논문으로 만들어진다. 편집을 하는 editor들도 보통 학회 임원들이며, 학회를 기반으로 하지 않는 journal들도 논문 편집을 위

하여 교수들이 검직을 하는 경우가 많다.

3) 논문 심사 과정

개별 연구자가 자신의 연구 그룹이 진행한 연구 결과를 바탕으로 논문을 작성한다. 자연과학 논문은 거의 대부분 과학 언어인 영어로 작성된다. 많은 사람이 읽을 수 있는 언어로 되어 있는 것이 접근성이 좋기 때문에 자국어로 된 논문들도 있지만, 어느 정도 수준이 있는 자연과학 논문은 영어로 되어 있다고 생각하면 된다(22). 앞으로 영어로 된 논문을 읽어야 하고, 학위 과정 동안 작성할 논문도 영어로 작성할 것이라 생각하면 된다. 작성된 논문은 논문의 주제에 맞는 특정 journal에 투고된다. 저널이 표방하는 분야와 목적을 ‘scope’라 한다. 투고된 논문을 저널의 editor가 일단 체크를 하여 자신들의 journal과 scope가 맞는지, 연구 수준이 자신의 journal의 수준에 맞는지에 대해 판단을 한다. 저널의 scope 안에 논문의 주제가 들어오고 일정 이상의 연구 수준을 가진다면 논문을 심사해 줄 reviewer에게 논문을 넘긴다. 보통 reviewer는 저자와 이해관계가 충돌되지 않는, 동일 소속기관이 아니고 공동 연구자가 아닌 사람들 중에 관련 분야를 연구하고 있는 사람을 정한다(22). 저자에게 자기 논문을 심사해줄 사람을 추천하는 것을 요구하기도 한다. Editor는 저자가 추천해 준 사람, 자신이 검색한 사람, journal의 reviewer pool에 있는 사람들 중에 적당한 사람을 2명 이상 선정하여 review를 맡긴다. 이를 동료평가(peer review)라고 한다. 같은 분야를 연구하는 동료에게 심사를 맡긴다는 의미이다(23). 같은 분야를 연구하다 보면 친분이 생기는 경우가 많아 공정하지 않는 경우가 생기기도 한다. 이 때문에 동료평가의 공정성이 문제가 생기는 경우도 있지만, 대안이 없어서 대부분의 저널에서 동료평가를 통해 논문을 심사한다. 때에 따라서는 특정 연구자와 사이가 나빠 개인적 감정을 심사에 나타내거나, 경쟁관계라서 상대방 논문을 떨어뜨리는 경우도 생기기 때문에 특정 reviewer를 회피할 수 있는 장치가 많은 journal에서 마련해 두고 있다. 논문을 검토한 reviewer는 자신의 의견을 제시하고, 이를 editor가 수집하여 저자에게 보내 수정을 요구한다. 이를 ‘revision’이라고 한다(22). 한두 차례의 revision이 진행되고, 충분히 reviewer의 답변에 답을 했는지 여부에 따라, editor는 논문을 받아 줄 것인지, 거절할 것인지 결정한다. 논문이 채택되면 journal의 편집부에서 journal의 형식에 맞게 변형을 시킨다(24). 원고를 받아서 책을 만드는 과정이라 생각하면 된다. 만들어진 논문은 ‘galley proof’란 이름으로 저자에게 틀린 부분이 없는지에 대해 검증을 받는다(23). 보통 2 business day 안에

galley proof를 다시 journal에 보내야 하기 때문에 이 시기에 빠르게 논문을 검토해야 하는 경우가 많다. Galley proof를 지나면 논문에 오류가 발견된 경우에 수정하기가 어렵다. 정말 중요한 사항을 고쳐야 하는 경우 ‘correction’이란 이름으로 논문을 다시 내서 고쳐야 한다. 때문에 galley proof 시 꼼꼼히 논문을 검토하여 오타나 오류가 없도록 해야 한다(22).

4) Publish

이렇게 완성된 논문은 journal에 실린다. 예전에는 모두 종이 책이었다(25). 많은 잡지들이 종이책에서 전자책으로 전환했던 것처럼 scientific journal들도 종이책을 더이상 발간하지 않고 전자책만 발간하는 방법으로 전환되었다. 종이책으로 발간되는 저널뿐 아니라, 전자책으로 전환되었지만 예전처럼 실제 책으로 되었을 때처럼 권, 호, 페이지 번호가 매겨진다. 권, 호, 페이지 번호까지 매겨진 경우 ‘출판되었다(publish)’라고 표현한다(26). 출판이 되면 ‘게재료’를 논문 저자가 내야 한다. Scientific journal을 운영하는 비용이라고 생각하면 된다. 예전에는 대부분이 독자가 이 비용을 지불하였다. 종이 책 시절에는 책을 구입하였고, 전자책 시대가 된 이후에는 site license 형식으로 일정 비용을 접속한 기관에서 지불하고 특정 IP에서 접속하는 경우 볼 수 있게 해주었다(27). 최근에는 ‘open access’라는 이름으로 논문을 게재하는 저자에게 비용을 지불하는 방식으로 운영하는 경우도 늘어나고 있다. 보통 한권에 200~400만 원 정도 게재료를 저자가 지불하고, 독자는 무료로 읽을 수 있게 해주는 system이다. 독자에게 쉽게 접근 가능하여 인용이 많이 될 수 있는 장점이 있지만, 일부 저널에서 악용하는 경우가 있어서 돈으로 논문을 사는 것이 아닌가 하는 비판도 있다(25).

3. 어떤 논문이 좋은 논문인가?

1) 논문, journal, 연구자를 평가하는 기준

좋은 논문을 평가하는 기준은 다양할 수 있지만, 숫자로 쉽게 평가하는 방법은 그 논문이 얼마나 다른 논문에서 인용되었는지 그 횟수를 보는 것이다. 인용이 많이 된 논문은 다른 사람의 논문을 작성하는 데 도움이 여러 번 되었다는 것을 의미한다. 연구자를 평가할 때도 자기 논문이 얼마나 많이 논문에 인용되었는지에 따라서 평가한다(20). 1,000번 논문이 인용된 연구자는 10번 인용된 연구자에 비해 영향력이 있는 좋은 연구자라고 할 수 있다. 하지만 1,000편의 논문을 내서 한권 당 1번 인용되었다고 하면 그 논문들의 가치가 크다고 할 수는 없을 것이다. 과학자를 평가하는 여러 가지 방법이 있지만, 가장 많이 사용되는 방법은 h-index다

(28). University of California San Diego의 물리학자인 Jorge E. Hirsch에 의해 제안되었으며, h는 제안한 Hirsch의 이니셜을 딴 것이다. 논문 수 또는 피인용 횟수로만 평가되는 기존의 개별 지표와는 다르게, h-index는 논문 수와 피인용 횟수 모두를 고려하여 평가한다. h-index를 이용하면 적은 논문을 발표했는데도 피인용을 많이 받은 연구자와 많은 논문을 발표했지만 피인용수가 적은 연구자를 구별할 수 있게 한다(29). 피인용을 많이 받은 한 두개의 논문 또는 피인용은 거의 없이 논문만 많이 낸 연구자에 대한 객관적 평가가 가능해진다. 연구자의 전체 논문을 피인용 순으로 정렬한 후, 논문의 순번과 피인용 횟수를 비교하여 피인용 횟수가 논문의 순번보다 작아지기 시작하는 직전의 순번이 연구자의 h-index가 된다(28). 계산은 Google scholar(<https://scholar.google.com/>)나 web of science(<https://www.webofscience.com/>) 같은 데이터베이스에서 계산해 준다. Figure 1과 같이 Google scholar나 web of science에서 자신이 낸 논문을 정리해두면 계산을 해준다. H-index=29의 의미는 ‘29번 이상 인용된 논문이 29편 있다.’는 것이다. 바이오/헬스 분야에서 보면, mRNA 백신 개발을 통해 엄청난 수익을 얻고 있는 Moderna, Inc.의 공동 설립자이자 Massachusetts Institute of Technology의 교수인 Robert Langer 박사는 298의 h-index를 가진다. 시기에 따라 변화가 있지만 모든 분야에서 5위 안에 들고 바이오/헬스 분야에서는 최고 높은 h-index를 가진다.

Scientific journal을 평가하는 기준에도 ‘인용이 얼마나 되었느냐’를 사용한다. 논문이 발표되는 생태계를 잘 모르는 사람들도 SCI 논문이라는 용어는 많이 들어 보았을 것이다. SCI는 세계적 통신사인 로이터사에서 만든 과학논문 색인이다. 최근에 expanded를 붙여서 색인을 확장하고 SCIE로 불리게 되었다. Clarivate Analytics가 로이터 사에서 분사하여 독립적으로 운영하고 있다. SCIE에 편입되어 있는 학술지는 보통 국내에서 ‘국제 저명 학술지’로 인정받는다. 한국에 원적을 두고 있는 journal들도 SCIE에 편입되어 있다면 국제 저명 학술지로 인정받는다(30). SCIE에 속한 논문들은 Clarivate Analytics사의 journal database에서 얼마나 인용되었는지 평가받는다. Clarivate Analytics사에서는 impact factor(IF)를 매년 발표한다(31). IF라는 개념은 scientific journal을 평가하는 기준으로 가장 많이 사용한다. Eugene Garfield가 1955년에 고안한 것으로 영향력을 재는 지표이다. 어떤 scientific journal의 impact factor는 그 전 2년 동안 그 학술지에 출판되었던 논문들이 주어진 해에 받은 인용 횟수의 편당 평균값이다(32). Clarivate Analytics에서 JCR(journal citation report)이란 이름으로 SCIE에 포함되어 있는 journal 들의 IF를 매년 조사하여 발표하고 있다(33). IF가 공식적으로 있는 journal들

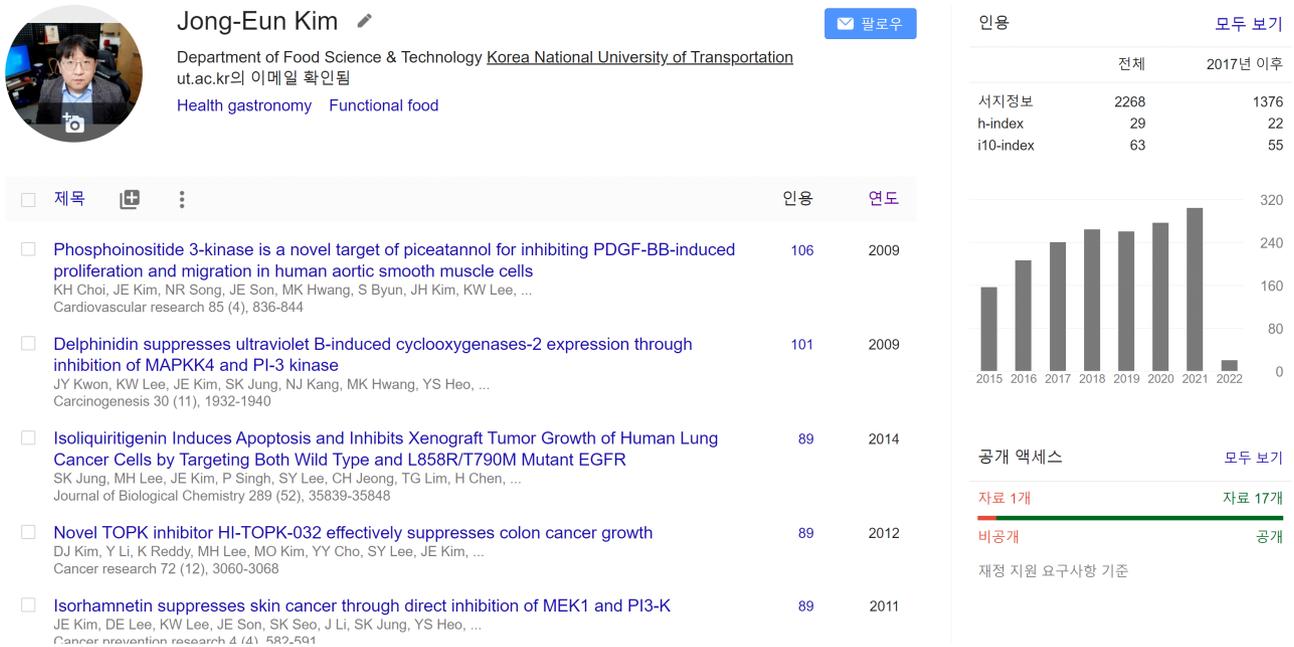


Figure 1. 인용횟수와 h-index. Goole scholar에 자신의 정보와 출판논문을 등록하면 인용횟수와 h-index를 자동으로 계산해준다. Figure 1은 김중은 교수의 계정을 보여준다(<https://scholar.google.com/citations?user=DSstB4kAAAAJ&hl=ko>).

은 SCIE에 들어가 있는 journal들 뿐이다(34). 때때로 5년 IF를 중요시하는 경우도 있는데, 이 경우는 5년의 평균을 내서 갑자기 IF에 큰 변동이 생기지 않도록 해준다. IF=5인 scientific journal은 그 scientific journal에 2년 동안 나왔던 논문의 평균인용이 5번 되었다는 것을 의미한다. 그 scientific journal에 게재된 논문이 많이 인용되면 IF가 올라간다. 바이오/헬스 분야에서는 보통 5가 넘으면 좋은 journal로 여겨졌다(32). 하지만 최근 open access journal이 많아지고 출판되는 논문의 편수가 늘어나면서 IF에도 인플레이션이 일어나고 있다. 과거의 IF=5가 2020년 기준으로는 7~8 정도로 보인다. Clarivate Analytics사에서는 최근 이러한 IF의 변동에서 생기는 혼란을 보정할 수 있는 journal citation indicator (JCI)를 내어놓았는데, JCI의 기준값을 전체 평균에 해당하는 1.0으로 두고, 이보다 높으면 평균 이상, 이보다 낮으면 평균 이하로 표기하는 방법으로 보정치를 제시하였다(35). JCI가 2.0인 경우 평균보다 2배 더 영향력이 있다고 해석하면 된다. 야구에 관심이 있는 사람이라면 Sabermetrics에서 나오는 기록 중에 +가 붙어 있는 기록들이라고 생각하면 이해하기 편하다(36). 리그 평균을 100이라 두고, 이에 따라 계산되는 +가 붙은 기록처럼 영향력의 평균치를 1로 두고 여기에서 어느 정도 영향력이 높은지를 보는 방식이다. 아직까지는 널리 쓰이지 못하지만 IF를 대체할 개념이 될 수도 있다.

2020년 기준으로 가장 높은 IF를 가지는 journal은 American Cancer Society에서 발간하는 CA: A Cancer Journal for Clinicians이다. 무려 508.702이다(32). 이 journal은 암 관련 통계가 발표되는 journal이기 때문에 통계지표가 많이 인용되어 다른 journal에 비해 압도적으로 IF가 높다. 가장 영향력이 있는 scientific journal인 Nature(49.962), Science(47.728), Cell(41.584)은 높은 IF를 나타내고, 세 journal의 앞 자리를 따 CNS라 부르는데, central nerve system과 같은 약자를 쓰면서 인간의 중심이 되는 central nerve system이 중요한 만큼 이 journal들이 중요한 journal임을 나타낸다. Nature Immunology (25.606)나 Cell Metabolism(27.287) 같은 각각의 출판사에서 특정 분야에 집중하여 발간하는 자매지(영어로도 같은 의미인 sister journal이다.)들도 높은 IF를 나타낸다. 많은 연구자들이 CNS에 논문을 내고자 하고, CNS에는 못내더라도 CNS 자매지에도 논문을 내고자 많은 노력을 하고 있다.

2) 논문 검색

이렇게 작성된 논문은 scientific journal에 게재되고, 이것은 출판사별로 database에 정리되어 있고, SCI(science citation index, 과학인용색인) 같은 통합 database도 만들어져 있다. 과거에는 각각의 종이로 된 journal을 도서관에서 찾아 특정 논문을 찾아서 그것을 복사하여 읽어야 했다(37). 하지만 현

재에는 모든 논문이 database화 되어 있고, 쉽게 검색할 수 있다. 하지만 엄청나게 많은 논문들이 있다 보니 이 논문들 중에 나에게 어떤 논문이 필요하고, 필요한 논문을 선택하여 읽고 자신의 연구에 적용하는 능력이 연구자의 중요한 역량이 되었다(38). 논문을 검색해서 공부할 때는 먼저 최신 논문부터 봐야 한다. 앞서 연구가 기존에 있던 것에서 새로운 것을 더해간다고 했는데, 최대한 마지막에 더해진 것을 기본으로 하고, 내 연구를 시작해야 효율적이고 중복되는 일이 안 생긴다(32). 두 번째, 좋은 저널에 실린 논문부터 공부를 한다. CNS에 실리는 논문들은 내 분야가 아니더라도 과학자라면 관심을 가질 필요가 있다. CNS에 실렸으면 충분히 중요한 연구이겠지만, 그 중에서도 중요한 논문들은 preview 형태로 쉽게 이해할 수 있게 정리되어 있다(22). CNS에 실린 내 주제의 논문이라면 무조건 읽고 충실히 공부를 해야 한다. 꼭 CNS가 아니더라도 될 수 있으면 IF가 높은 journal의 논문을 공부하는 것이 좀 더 도움이 될 수 있다. 세 번째, 인용이 많이 된 순서대로 읽는다. 많은 database에서 인용 횟수를 이용하여 정렬할 수 있는 기능이 있다. 최근 5년 정도에서 인용 횟수로 정렬하면 보통 좋은 journal에 실린 논문들이 위에 나올 것이다. 위에서부터 공부해 나가면 효율적으로 공부할 수 있다(38).

바이오/헬스 관련 논문을 찾을 때 많은 사람들은 미국 National Institutes of Health(NIH)에서 운영하는 National Library of Medicine의 pubmed.gov(<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/>)에서 많이 검색한다. 빠르고 키워드 검색과 저자 검색이 잘 된다. 하지만 인용 정보가 직접 제공되지 않아서 이를 다시 찾아 봐야 하는 불편함이 있다. 공공기관에서 운영하기 때문에 무료라는 큰 장점이 있다. NIH에서 제공하는 다른 생물정보학 관련 database들도 제공해주기 때문에 인터넷 브라우저의 홈페이지나 즐겨찾기 1번 site로 지정해 놓으면 좋다.

SCIE를 만드는 Clarivate Analytics에서도 세계에서 가장 신뢰받는 글로벌 인용 데이터베이스라는 기치를 내걸고 Web of Science(<https://www.webofscience.com/wos/woscc/basic-search>)라는 검색엔진을 운영하고 있다. 각 논문들의 인용 정보와 journal들의 IF를 쉽게 찾아 볼 수 있는 장점이 있지만 검색이 쉽고 빠르게 잘 되지 않는다. 특히 저자 검색은 원활하게 되지 않는다. 특히 같은 성을 많이 쓰는 한국인과 중국인을 저자 검색하는 경우, 성과 이니셜을 넣는 방법으로 되어 있는 Web of Science는 거의 기능을 하지 못한다.

세계 최대의 scientific journal을 출판하는 출판사인 엘스비어(Elsevier)사에서 만든 Scopus(<https://www.scopus.com/>)는 Web of Science에 대항하기 위해 만들어졌다. SCIE라는

개념에 대항하기 위한 Scopus에 포함된 저널의 개념도 만들어 내었고, IF와 비슷한 개념의 CiteScore를 사용한다. 검색이 잘되고 피인용 횟수 정보도 제공하고 검색이 편리한 경우가 많다. 하지만 유료 데이터베이스이기 때문에 소속 기관이 구독하지 않으면 사용할 수 없다는 단점이 있다. 한국교통대학교에서는 Scopus를 구독하고 있지 않다.

현재 가장 강력한 검색엔진은 이견 없이 구글일 것이다. 구글에서도 자사의 검색기술을 이용하여 학술 정보를 검색할 수 있도록 구글 스칼라(<https://scholar.google.com/>)라는 별도 검색 데이터베이스를 운영하고 있다. 쉽고 빠르고 직관적인 유저 인터페이스를 가지고 있어서 사용하기 편리하다. 개별 연구자들이 자신의 논문이 얼마나 인용되고 있는지 쉽게 알 수 있고, 자신의 h-index를 볼 수 있는 페이지도 운영하고 있다. 연구를 지속해서 진행할 연구자라면 구글 스칼라에서 연구자 번호를 받을 필요가 있다. 구글에서 운영하는 페이지인 만큼 검색이 매우 빠르고 광범위하다. 논문뿐만 아니라 특허도 같이 검색이 되기 때문에 다양한 정보를 얻을 수 있고, 피인용 횟수도 제시해주기 때문에 편리하다. 무료라는 장점도 있다. 단점은 너무 많은 정보를 주기에 취사선택하기 어려운 점이 있다.

위 방법들은 전통적인 검색방법이다. 최근에는 AI를 접목하여 좀 더 쉽게 논문 검색을 하는 방법들이 개발되고 있다. 개발되었다 없어지길 반복하고 있지만, 조만간 검색 분야를 지배하는 검색 엔진이 나올 것이라 예상된다. 여러 가지 검색 방법을 체험해보고 자기에게 가장 맞는 방법을 사용하면 된다(39).

III. 결 론

좋은 연구자가 되려면 많은 것을 공부해야 한다. 연구 관련 분야에 따라 기초부터 최신 연구결과까지 모두 공부를 해야 한다. 이론적인 부분뿐만 아니라 실험기법 등 실무적인 것들도 많이 익혀야 한다(40). 이 논문에서는 처음 입문하는 바이오/헬스 관련 연구자가 알아야 하지만 누군가가 직접적으로 설명해 주지 않는 내용을 다루어 보았다. 이 글을 읽는 사람이 대학원에서 적용하는데 조금이라도 도움이 되었으면 한다.

사 사

이 논문은 2021년도 한국교통대학교 지원을 받아 수행하였음.

참고문헌

- Extance A. (2018) How AI technology can tame the scientific literature. *Nature*. 561, 273~4.
- 유정아. (2019) 대학원 인공지능교육의 방향 탐색: IPA를 활용하여. *정보교육학회논문지*. 23, 675~87.
- 최한실, 황태원, 이진형. (2019) 바이오 헬스케어 산업. *바이오경제연구*. 2, 23~67.
- 정명희, 권원현. (2021) AI 기반 신약개발 기술 현황과 미래. *한국정보통신학회 여성 ICT 학술대회 논문집*. 134~7.
- BIG3 산업 세계 1위 경쟁력 확보... 혁신기업 국가대표 1000개 육성. (2020) *대한민국정책브리핑*. <https://www.korea.kr/news/policyNewsView.do?newsId=148880469>
- 엄태웅, 최운섭, 권창현. (2019) 대학원생 때 알았더라면 좋았을 것들. *클라우드나인*.
- Maher B, Sureda Anfres M. (2016) Young scientists under pressure: what the data show. *Nature*. 538, 444.
- Kim DG. (2008) 이과 대학원생의 정체성 구성과 사회화. *한국과학기술학회 학술대회논문집*. 95~115.
- Dorigatti E. (2021) The lessons I learnt supervising master's students for the first time. *Nature*. <https://www.nature.com/articles/d41586-021-02028-1>.
- DePaul A. (2021) Tips for managing an industry move without your academic supervisor's support. *Nature*. 599, 165~7.
- 김민선, 양지웅, 연규진. (2016) 이공계 여성 대학원생의 진로선택과 대학원 경험에 관한 질적 연구. *한국심리학회지: 상담 및 심리치료*. 28, 191~216.
- Phillips E, Pugh D. (2015) *How to Get a PhD: A Handbook for Students and their Supervisors*. McGraw-Hill Education, UK.
- Choe JU, Lee JY. (2009) 바이오 융합 기술 교육과 연구. *Ingenium*. 16, 47~51.
- Woolston C. (2021) Depression and anxiety 'the norm' for UK PhD students. *Nature*. <https://www.nature.com/articles/d41586-021-03761-3>.
- McGuire J, Baggott S. (2021) 'Hard' skills from our PhDs remain relevant beyond academia. *Nature*. <https://www.nature.com/articles/d41586-021-03756-0>
- Veuthey TL, Thompson S. (2018) Why you need an agenda for meetings with your principal investigator. *Nature*. 561, 277.
- Winchester C. (2018) Give every paper a read for reproducibility. *Nature*. 557, 281.
- Shraim R. (2021) How philosophy is making me a better scientist. *Nature*. <https://www.nature.com/articles/d41586-021-01103-x>.
- 김환석. (2001) 과학기술 시대의 연구윤리: 생명공학분야를 중심으로. *생명윤리*. 2, 58~72.
- Gewin V. (2018) How to write a first-class paper. *Nature*. 555, 129~30.
- Taylor LA. (2018) Twenty things I wish I'd known when I started my PhD. *Nature*. <https://www.nature.com/articles/d41586-018-07332-x>.
- Busse C, August E. (2021) How to write and publish a research paper for a peer-reviewed journal. *Journal of Cancer Education*. 36, 909~13.
- What is peer review? (2021) Elsevier. <https://www.elsevier.com/reviewers/what-is-peer-review>
- Jefferson T, Alderson P, Wager E, Davidoff F. (2002) Effects of editorial peer review: A systematic review. *JAMA*. 287, 2784~6.
- Sengupta P. (2021) Open access publication: Academic colonialism or knowledge philanthropy? *Geoforum*. 118, 203~6.
- Powell K. (2010) Publications: Publish like a pro. *Nature*. 467, 873~5.
- Nature Neuroscience. (2022) Nature neuroscience offers open access publishing. *Nature Neuroscience*. 25, 1.
- Bornmann L, Daniel HD. (2007) What do we know about the h index? *Journal of the American Society for Information Science and Technology*. 58, 1381~5.
- Kelly CD, Jennions MD. (2006) The h index and career assessment by numbers. *Trends in Ecology & Evolution*. 21, 167~70.
- 정한민, 김태홍, 최희석. (2020) 인용 구문 분석을 통한 피인용 논문 정보 서비스 설계. *한국정보처리학회 학술대회논문집*. 27, 743~4.

31. Garfield E. (2006) The history and meaning of the journal impact factor. *Jama*. 295, 90~3.
32. da Silva JAT, Bernès S. (2018) Clarivate analytics: Continued omnia vanitas impact factor culture. *Science and Engineering Ethics*. 24, 291~7.
33. Yuen J. (2018) Comparison of impact factor, eigenfactor metrics, and SCImago journal rank indicator and h-index for neurosurgical and spinal surgical journals. *World Neurosurgery*. 119, e328~e37.
34. 임수현, 윤태린, 최경철, et al. (2019) 학술 문헌 인용 계보 내 피인용지수를 이용한 참고문헌 탐색 인터페이스 제안. *한국 HCI 학회 학술대회*. 526~9.
35. Introducing the Journal Citation Indicator: A new, field-normalized measurement of journal citation impact. (2021) Clarivate. <https://clarivate.com/blog/introducing-the-journal-citation-indicator-a-new-field-normalized-measurement-of-journal-citation-impact/>
36. 권순규, 이규원, 최형준. (2019) 2016~2018 한국프로야구 세이버 메트릭스 지표 분석. *한국체육과학회지*. 28, 1015~23.
37. Li J, Wang MH, Ho YS. (2011) Trends in research on global climate change: A science citation index expanded-based analysis. *Global and Planetary Change*. 77, 13~20.
38. The top list of academic research databases. (2021) Paperpile. <https://paperpile.com/g/academic-research-databases/>
39. Matthews D. (2021) Drowning in the literature? These smart software tools can help. *Nature*. 597, 141~2.
40. Savage V, Yeh P. (2019) Novelist Cormac McCarthy's tips on how to write a great science paper. *Nature*. 574, 441~2.

Received Nov. 10, 2021, Revised Dec. 2, 2021, Accepted Dec. 7, 2021