

科學的 生産性에 影響을 미치는 要因에 관한 考察

김선호
행정학과

<요 약>

과학적 생산성은 학자, 학문 프로그램, 학문연구기관의 과학적 성과를 평가하기 위한 기준으로 사용되어 왔다. 많은 연구에서 지적되는 바와 같이 과학자들 사이에는 과학적 생산성의 수준에 있어서 커다란 차이가 있다. 이러한 차이를 설명하기 위하여는 과학자의 생산성에 영향을 주는 요인에 대한 체계적인 검토가 요구된다. 본 논문은 과학적 생산성을 설명하기 위한 이론적 논의로서 과학자 개인의 특성과 관련된 요인과 조직환경과 관련된 요인을 중심으로 과학자의 출판생산성에 초점을 맞추어 과학자의 생산성에 영향을 미치는 요인을 검토하고자 한다.

Reflections on the factors that influence Scientific Productivity

Kim, Seon-Ho
Dept. of Public Administration

<Abstract>

Scientific productivity has been used as a criterion to assess the scientific merit of individual scholars, academic programs, and institutions. Studies consistently indicate that there exist enormous variations in scientists' levels of productivity. Explaining the wide range of variation in scientific productivity requires a systematic analysis of the factors which appear to influence the productivity of scientists. This paper discusses general theoretical considerations for explaining scientific productivity. Explanations of scientific productivity have been offered with two perspectives. These are whether the differences in the productivity that are found are attributable to initial differences in

the individual background characteristics of scientists or to the organizational environment. Both perspectives have supported their positions with collections of empirical evidence. In this paper, my primary focus of concern is to identify factors explaining publication productivity of scientists. Therefore, other aspects of scientific productivity are not considered.

1. 序 論

科學的 生産性(scientific productivity)에 관한 문제는 科學的 優秀性(scientific excellence)의 평가와 관련하여 科學社會(scientific Community) 안에서 오래동안 과학사회 학자들의 중요한 관심사가 되어왔다. 특히, 미국의 경우 대부분의 기초과학연구가 대학에서 대학교수들에 의하여 이루어지고 있고 이러한 관행이 지식의 확대 및 전파에 중요한 기능을 수행하였기 때문에 대학교수의 과학적 생산성에 특별한 관심을 갖게 되었다.

과학적 생산성에 관한 연구는 대체로 세가지 형태로 나누어 질 수 있는데 첫째로, 과학적 생산성의 指標(測定에 초점)에 관한 연구를 들 수 있고 둘째로, 개인과 조직수준에서 생산성의 차이를 설명하는 비교연구를 들 수 있다. 또한, 연구자의 신박, 이직율, 감독, 동기부여 등을 다루는 연구들 중에서도 과학적 생산성의 문제가 간혹 다루어 지고 있다. 과학적 생산성의 지표연구는 출판물의 갯수나 引用(citations)의 갯수 등 객관적인 지표나 同僚評價(peer review), 에포니미(eponymy), 권위있는 학술상, 권위있는 단체의 회원자격 등을 사용하여 研究産出(research output)을 평가하고 그 측정용 향상시키기 위한 연구인 반면 비교연구는 과학적 생산성과 관련된 요인을 식별하는 것에 목적을 두고 있다.

과학적 생산성이란 개념은 研究生産性(research productivity)과 出版生産性(publication productivity)의 개념이 포함된 개념으로 생각할 수 있는데 연구생산성과 출판생산성은 엄격히 말하면 동일한 개념은 아니다. 논문출판은 연구의 지표로서 논문출판과 연구 사이에는 일정한 時間的 間隔(time lag)이 존재한다. 논문출판은 관찰된 연구의 결과이고 연구는 직접적으로 관찰되어 지지 않는다. 출판생산성이 높은 연구자가 학문적으로 중요한 기여를 한다는 보장은 없지만 대체적으로 논문출판의 양과 과학적 영향(예를 들면 권위있는 학술상 수상 또는 인용)사이에는 높은 상관관계가 존재한다(Cole and Cole 1973, Blume and Sinclair 1973, Gaston 1978). 따라서 연구생산성과 출판생산성은 상호 서로의 지표가 될 수 있다.

과학적 생산성에 관한 연구가 대부분 연구의 결과(논문출판)에 초점을 두는 것은 단지 관찰가능성 또는 측정가능성의 문제 뿐만아니라 연구결과가 전달되고 교환되고 또한 연구자금의 배정과 관련하여 연구우선순위에 영향을 미치게 되는 것이 모두 논문출판을 통하여 이루어 지기 때문에 논문출판은 과학에 있어서 중심적인 사회과정이라 생각될 수 있다. 학문의 생산과정은 같은 대학에 소속되어 있는 동료 또는 멀리 떨어져 있는 전문분야가 같은 동료(invisible college)와의 상호 대면적 정보교환으로 부터 시작되고 여기서 다른 학자로 부터 연구의 방향이 부여되기도 하고 연구과정을 통하여 발견된 연구결과가 학술잡지에 투고되어 편집위원회의 심의를 거쳐 잡지에 게재되는 경우 과거의 지지 유산에 새로운 가치가 부가되었다는 것을 주위에서 인정받게 되는 것이다. 따라서 아직 출판되지 않은 연구나 비공식적인 정보교환은 지식의 발달과 전파에 물론 중요하지만 비공식적 정보전달은 우발적일 가능성이 높고 출판되지 않은 연구는 전체적으로 평가되기 어렵기 때문에 전달, 출판, 인정의 과정을 거친 “확증된 지식”(Mulkay 1977: 111)으로서의 공공지식

(public knowledge)(Ziman 1968)은 될 수 없다.

과학자들 사이의 출판생산성에 대한 변이(variation)는 매우 높는데(Allison and Stewart 1974; Cole 1979; Cole and Cole 1973; Gaston 1978; Reskin 1977), 이러한 변이를 기술하는 수식으로 Lotka의 법칙을 들 수 있다. Lotka의 “出版生産性(publication productivity)의 逆自乘法則”(1928)에 의하면 과학자들의 출판물에 대한 빈도분포는 $F(n) = k/n^2$ 의 함수식으로 근사적으로 기술되어 질 수 있다. 이때 n 은 출판논문의 수를 나타내고 $F(n)$ 은 n 개의 논문을 출판하는 과학자의 수를, k 는 상수를 나타낸다. 이 식의 수학적 의미는 $F(n)$ 은 n^2 에 역비례하고 비례상수 k 는 각 專門學問分野(discipline)마다 다르다는 것이다. 예를 들어 두편의 논문을 기여하는 과학자의 수는 한편의 논문을 기여하는 과학자의 4분의 1이고, 세편의 논문을 기여하는 과학자의 수는 한편의 논문을 기여하는 과학자의 5분의 1이 된다. 다시 말하면 어떤 한 과학사회에 일생동안 1편의 논문을 출판하는 과학자가 10,000명이 있다면 같은 과학사회에 일생동안 10편의 논문을 출판하는 과학자가 100명이 있게 되고 100편의 논문을 출판하는 과학자는 1명이 있게 된다는 것이다.

이러한 주장을 뒷받침하는 경험적연구(Dennis 1955)에 의하면 논문출판자의 상위 10%가 어떤 과학사회 전체의 논문출판수의 반을 차지하고 있는 반면 하위 50%의 과학자는 전체 논문기여의 단지 15%만을 차지하고 있고 또한 다른 연구(Bloom 1963)에 의하면 명문대학 출신의 젊은 박사학위 소지자 중 반 이상이 박사학위논문 이외의 논문을 출판하지 못하고 있다는 것이다. 또한 Price(1963)는 만약 K 가 어떤 주어진 학문영역의 총 논문수라고 한다면 $K^{1/2}$ 은 모든 논문 기여의 반을 제공하는 과학자의 수가 될 것이라고 예측하였다. 이것은 일반적으로 과학논문의 50%는 과학사회의 단지 7%에 의하여 생산된다는 것을 의미하는 것이다. Price의 공식은 출판된 논문의 수에 있어서 과학자들 간에 심하게 편중된 분포를 이루고 있다는 것으로 학문영역이 확대될수록 보다 더 심하게 편중된다는 것을 암시하는 것이다. 이에 대하여 Zhao and Jiang(1985)은 단지 12명 정도의 연구자로 구성된 새로운 전문학문영역이 100명 정도로 성장함에 따라 아주 적은 수의 과학자만이 주도권을 확장할 것이라는 것을 경험적으로 입증하였다. 출판생산성은 1년, 5년, 또는 전문직업적 생애를 통하여 보았을 때 심한 차이가 있다. 다시말하면 출판생산성의 분포는 오른쪽으로 skewed 되어 있어서 소수가 대부분의 연구를 생산하고 있고 대다수는 생산성이 거의 없거나 전무한 실정이다. 만약 과학자의 생산성이 그의 연구에 대한 인용수에 의하여 측정된다면 이 분포는 훨씬 더 편중되어 있다고 할 수 있다. (Allison 1980; Allison et al. 1982; Hagstrom 1971; Cole 1970).

과학자들 사이에 그들이 생산한 연구의 양과 질에 있어서 많은 변이가 있다는 것은 많은 학자들이 사실로 인식하고 있으나 과학적 생산성에 있어서 고르지 않은 분포를 설명하는 이론적 기초에 대한 학자들 간의 합의는 없는 실정이다. 따라서 과학자들 사이의 생산성의 차이를 설명하는 요인의 식별문제는 많은 연구의 중요한 관심사가 되어 다양한 학문분야의 과학자들에 대한 이블테면, 생리학자(Melzer, 1956), 심리학자(Clark, 1957), 사회학자(Meltzer 1949; Axelson 1959; Babchuck and Bate 1962; Clemente 1973), 생물학자와 정치학자(Crane 1965), 물리학자(Cole and Cole 1967, 1968; Cole 1970; Zuckerman and Merton 1971), 화학자(Hagstrom 1971; Blume & Sinclair 1973; Pelz and Andrews 1966) 등 다양한 전문분야의 과학자들에 대한 생산성 연구가 시도되었다.

과학적 생산성에 관한 기존 지식의 검토는 많은 연구들이 과학적 생산성을 각기 다르게 정의내리고 있고, 각기 다른 표본을 사용하고 있을 뿐만아니라, 검증될 수 있는 가정이 나올 이론적 틀이 거의 없고 때로는 발견된 사실이 모호하고 서로 모순되기도 하기 때문에 기존연구의 통합노력이 요구된다. 관련 문헌을 조직화하는 한가지 방법으로 기존 연구에

서 취급되고 있는 변수들을 몇가지 범주로 분류하여 검토하는 것이 가능하다. 본 논문에서는 과학자의 생산성과 관련된 중요요인을 強化와 優位性累積, 個人的 特性, 組織環境의 特性, 學問分野의 特性으로 나누어 고찰하고자 한다.

2. 強化와 優位性累積

생산성의 편중된 분포를 설명하기 위하여 Hagstrom(1965)과 Merton(1957, 1968)은 강화(reinforcement)와 優位性累積(accumulative advantage)이라는 두개의 관련된 가설을 제시하였는데 강화의 가설은 왜 과학자들은 연구활동을 계속하고 성공적으로 과학논문을 생산하는가를 설명하는 것이고 우위성누적 가설은 어떻게 하여 어떤 과학자는 성공적인 연구와 출판을 가능하게 하는 연구자원을 얻을 수 있는가를 설명하는 가설이다. 다시말하여 강화의 가설은 과학자들은 과학활동의 오랜 훈련과정을 통하여 새로운 발견과 그로인한 개인적인 인정(personal recognition)을 통하여 동기가 부여되는 즉 연구수행동기가 계속 강화되는 과정이라 할 수 있고 우위성누적 가설은 연구수행이 계속 가능하게 되는 과정이라고 이해될 수 있다.

Merton(1957)과 Hagstrom(1965)은 과학적 기여에 대한 보상에 기반을 둔 동기부여와 관련해서, 계속 연구를 하게끔 만드는 강한 동기부여를 갖게 되는 원인은 과학자의 오랜 훈련과정을 통한 사회화과정에서 비롯되기 때문에 연구활동은 그들에게 자연스러운 것이라고 가정한다. 이러한 가정은 Cole and Cole (1973)의 연구에 의해서 뒷바침되고 있는데 창조적 연구를 하는 과학자들은 그들의 능력과 동기에 있어서 과학자들 간에 상당한 차이를 보이고 있고, 생산적인 학자들은 장래에 보다 더 생산적인 경향을 보이고 있다는 것으로 이 가설을 뒷바침하고 있다.

우위성누적과 관련하여 Merton은 그의 논문 "The Matthew Effect in Science" (1968)에서 과학자들은 높은 지명도를 갖고 있고 과학의 중대한 진보를 가져왔다고 과학사회에서 일단 인정되면 출판의 기회는 그렇지 못한 과학자 보다 훨씬 많다고 주장하고, 이러한 인정이 또다른 인정을 낳고 인정은 연구를 가능케하는 자원 즉 연구자금, 시간, 능력있는 보조자, 유용한 정보에로의 쉬운 접근 등을 가능케 한다는 것이다. 연구직위에 대한 접근, 학술지의 공간과 같은 보상은 매우 제한되어 있기 때문에 일단 성공을 하게 되면 이것은 이후의 성공을 가능하게 한다는 것이다. 즉, 일찌기 성공을 경험한 과학자는 계속적인 연구를 위한 시설 및 지원을 받게 되고 이러한 보상이 일단 이루어지게 되면 이후의 보상획득에 독립적인 효과를 가져다 준다는 것이다. 생산성이 높은 과학자들은 우위성누적 때문에 생산성을 유지 또는 증가시키고 있고 논문출판과 인용에 있어서도 경력과정을 통하여 편중된 증가를 보이고 있고 과학자의 자원, 학문적 지명도 또한 높아진다고 한다(Allison and Stewart 1974).

3. 個人的 特性

과학자의 개인적 특성을 식별하기위한 연구가 1950년대와 60년대에 많이 진행되었는데 그 이유는 이러한 연구를 통하여 얻은 지식이 과학발전을 위하여 많은 인력을 과학분야로 진출시킬 수 있고 따라서 많은 수의 과학자를 계속 보유하는데 도움을 줄 수 있다고 생각되었기 때문이다(Terman, 1955). 개인적 특성과 관련된 또는 어떤 개인에 특별한 변수로

서 知能(intelligence), 性格(personality), 動機的 性向(motivational disposition), 性別, 年齡, 學問的 地位(academic position)가 많은 연구에서 논의되고 있다.

1) 科學者의 性格과 知能

과학자들 사이의 생산성을 설명하기 위하여 가장 많이 사용된 변수중의 하나는 성격과 지능집수이다. Roe(1951, 1952a, and 1953)는 지능검사와 성격검사를 사용하여 생산적인 과학자의 profile을 개발하였고 생산적인 과학자의 공통적 특성은 높은 지능을 갖고 있고 어린시절 사회적 또는 스포츠 활동보다는 지적 추구에 에너지를 쏟았던 중산계급 전문직 업가문의 맏이라는 것을 발견하였다. Cattell and Drevdahl(1955)은 생산성이 높은 과학자의 성격속성을 분석함으로써 Roe연구를 연장하여 과학자들은 일반인보다 더 지능이 높고 자아와 지배성이 높고 보다 모험적이고 감수성이 높고 자족적이라는 사실을 발견하였다. 1963년의 저명과학자에 대한 연구에서도 Cattell(1963)은 “그들은 내향적이고 전체력이 있고 경건한 경향이 있다”는 것을 발견하였다. 그러나 이러한 발견은 이러한 성격이 저명과학자에서만 해당되는지 아니면 모든 과학자에 해당되는지를 밝히지 못하였다. Chambers(1964)는 저명과학자를 통제집단으로 놓고 비교함으로써 Cattell의 연구를 향상시키려는 시도를 하였는데 창의성의 높은 과학자는 덜 창의적인 과학자보다 더 지배적이고 동기부여가 매우 높고 더 주도적인 것으로 나타났으나 이후 Lavicka(1978)의 연구에서는 성격적 특성과 생산성사이에 유의적인 관계를 발견하지 못하였다.

인지적 능력과 관련하여 지능과 정보처리능력에서 개인간에 차이가 있다고 볼 수 있는데 창의적인 개인은 일반인보다 더 지능이 높고(Cattell 1963) 특히 높은 IQ는 과학적 창의성에 도움이 된다(Knapp 1962; Roe 1952a)고 한다. 예를 들면, 물리학박사의 평균 IQ는 140 정도라고 한다 (Harmon 1965; Price 1963; Roe 1952b). 이것은 미국에 있어서 측정된 지능지수의 분포에 있어서 상위 1%에 속한다. 그러나 일련의 경험적연구(Bayer & Folger 1966; Bloom 1963; Cole and Cole 1973)에 의하면 IQ는 출판생산성과 거의 무시할만한 상관관계를 가지고 있다고 한다. 왜냐하면 높은 지능은 창의성 행사의 필요조건이지 충분조건이 될 수 없고(Barron & Harrington 1981), IQ 검사는 너무 광범위하여 어떤 특별한 지적 능력을 구체적으로 측정하기 어렵기 때문이다(Cole and Cole 1973; 69).

2) 動機的 性向

많은 연구(Bloom 1963; Blackburn, Behymer & Hall 1978; Gaston 1973; Hargens 1978; McClelland 1963)에서 동기적 profile이 과학적 업적에 있어서 중요한 역할을 한다고 제시하고 있는데 저명 과학자는 유난히 열심히 연구하고(Bloom 1963; Knapp 1962; McClelland 1963), 지식에 대한 끊임없는 갈망이 있다. Cole and Cole(1973: 62)에 의하면 과학자는 열정(sacred spark)이 있고 그들은 내적인 충동에 의하여 동기부여되어 연구 그 자체를 좋아한다고 한다. 그러나 열정은 과학생산성에 대한 설명으로 제시되었긴 하지만(Cole and Cole 1973; Merton 1973) 그것이 무엇이며 어떻게 측정될 수 있는 지는 제시되지 못하고 있다. 열정의 사회적 기원에 대하여 Hagstrom(1965)은 과학의 사회화과정에서 열정이 발견될 수 있다고 한다. 만약 열정이 어떤 특별한 사회화과정을 통하여 획득된다면 (예를 들어 박사학위과정) 모든 과학자에게 동일하게 영향을 미쳐야 하나 어떤 과학자들은 박사학위 이후 전혀 출판하지 않는 경우가 있다. 과학자들은 박사학위 획득에 대한 각기 다른 동기를 갖고 있기 때문에 사회화 과정은 과학자 개인에 각기 다른 영향을 주게 될 수 있다.

과학자의 연구에 대한 몰입은 저작물과 인용의 수와 정의 상관관계를 갖는데 Blackburn, Behymer, and Hall(1978)에 의하면 생산성이 높은 과학자는 연구에 보다 더 관심을 갖고 있고 다른 연구기관의 소속화와 자주 의견교환을 갖는다고 한다. 일반적으로 연구에 대한 비상한 몰입은 창의적 과학자와 창의적이지 못한 과학자를 구별짓게 하고 따라서 생산성이 높은 과학자는 상당히 많은 시간을 연구에 할애하게 되므로 과학에 있어서 생산성은 과학적 연구에 할애된 시간의 함수라고 할수 있다(Gaston, 1973, p.51). 자연 과학과 사회과학에 있어서 저명한 학자들은 하루에 8시간 내지 10시간 정도 일하고 있으며(Simon 1974), 저명학자는 사회적인 접촉보다는 思考에 더 많은 시간을 보내고 있다고 한다(Bloom, 1963; Roe 1952b; Helmreich, et al. 1980).

3) 性別

일반적으로 남자가 여자보다 더 많이 논문을 출판하는 경향이 있는데 이러한 현상을 설명하기 위한 Gowan et al(1979)의 연구에 의하면 중요한 이유중의 하나는 문화적 차별 때문이라고 한다. 역할책임이라는 것은 어떤 직위에서 요구되는 다양한 활동을 수행하는데 바쳐진 시간의 양을 말하는 것으로 성역할에 따른 책임이 과학적 생산성과 상호작용을 하고 역할지위의 차이는 성차별이라는 문화적 차이에 기초를 둔다는 것이다. 연구활동에 관여하기 위하여는 연구를 위한 시간이 있어야 하고 시간할당은 결과적으로 생산성에 커다란 영향을 주게 된다. 주어진 학문분야에서 지명도를 얻기 위하여는 연구수행에 있어 방해받지 않는 충분한 시간이 있어야 하는데(Joesting and Joesting 1970), 여성은 일반적으로 많은 역할 수행을 요구받고 있기 때문에 연구에 전념하고 있지 못하다고 한다. 여성은 가정에서의 역할과 전문직업인으로서의 이중 역할을 수행하기 때문에 어려움을 겪게 된다(Ruth and Richard 1974). Zuckerman and Cole(1975)은 여자는 이러한 직접적인 차별에 대한 정신적인 비용과 더불어 이후의 자원에 대한 제한적인 접근으로 이중으로 불리하다고 주장한다. 성별의 과학적생산성에 대한 영향의 경험적 증거는 결론적이지 못한다. Lavicka(1978)와 Astin(1978)은 남자가 여자보다 더 생산적이고 Reskin(1978)은 화학자 사이의 남녀 생산성의 차이는 남자가 근소하게 더 생산적이라고 보고하고 있으나 전문영역, 경력, 현소속기관, 학문적 계급(academic rank)을 통제했을 때는 성적 지위는 생산성에 영향을 미치지 못한다는 것이다(Simon et al. 1967). Clemente(1973) 또한 성적 지위는 생산성에 중요한 독립적 영향을 발휘하지 못한다는 것을 발견하였다.

4) 學問的 地位(academic position)

학문적 지위와 관련하여 Guyer and Fidell(1973)의 연구는 남녀 심리학자의 출판율에 대한 분석에서 정교수와 부교수 사이에 유의적인 차이를, Blackburn, Behymer, and Hall (1978)은 정교수가 가장 높은 수준의 생산성을 보이고 있다는 것을, Fulton and Trow(1974) 또한 비슷한 결과를 보고함으로써 학문적 계급(academic rank)과 생산성 사이에 유의적인 관계가 있다는 것이 지적되고 있다. 그러나 다른 결과도 보고되고 있는데 기혼여자의 경우 계급이 올라감에 따라 생산성은 올라가지만 비혼인 경우 그렇지 못하다는 것과 조교수와 부교수가 오히려 정교수보다 더 생산적이라는 연구결과도 있다(Astin 1978). 또한 행정의무에 보다 많은 시간을 할당하는 사람은 덜 생산적이고(Mannis 1951) 이것은 연구활동에 충분한 시간을 갖고 있지 못하기 때문이라고 생각된다.

5) 年齡

과학적 생산성과 연령과의 관계는 많은 중요한 과학적 발견이 젊은 과학자에 의하여 이루어졌다는 이유로 負의 相關關係를 갖는다고 일반적으로 믿고 있다. 연령이 높아짐에 따라 중요한 연구산출(research output)은 내려간다고 가정되고 있다. Lehman(1953)에 의하면 어떤 전문학문영역이든지 생산성은 연령과 “倒置된 逆行 J 曲線”(inverted backward-J curve)의 형태를 지닌 curvilinear concave downward 함수관계를 갖는다고 한다. 즉, 연구산출은 가장 많은 산출을 보이는 연령에 이르기까지는 갑자기 증가하다가 그 후 천천히 내려가는 경향이 있는데 일반적으로 생산성은 과학자 생애의 20대 어딘가에서 시작하여 30대 후반이나 40대 초에 정점을 이루고 그 후 천천히 하향한다고 한다. 그러나 Lehman의 연구는 정상적인 수명을 살지 못한 과학자들을 포함하였다는 점, 과학자로서의 경력이 높아짐에 따른 경쟁의 변화, 그리고 동일학문영역이 확장됨에 따른 진입학자의 수를 통제하지 못하였다는 점에서 방법론상의 결함이 있다는 지적을 받고 있다.

이후의 연구를 살펴보면 Rossi(1965)는 20대 후반과 30대 초에, Lehman(1966)은 35세에서 39세에, Lyons(1968)는 박사학위를 받은 후 7 내지 9년 후 (대략 38세에서 40세)에 생산적인 단계에 접어들어 주목할 만한 연구를 내기 시작한다고 보고하고 있다. Clemente(1973)는 최초의 출판 당시의 연령과 그 이후의 생산성과는 역비례관계 즉 최초의 출판 당시의 연령이 어릴 수록 후에 생산성이 더 높아진다는 것과 Ph.D. 이전의 출판과 이후의 생산성과는 높은 정의 상관관계가 있다고 한다. 노벨상 수상자의 경우에 있어서 40대에 생산성에 있어서 절정을 이룬다(Zuckerman 1977)고 하고 Cole(1978)연구는 Ph.D.를 받은 후 곧 바로 중요한 발견을 하는 경향이 있다는 것, 또한 Moravcsik(1980)은 생산적인 과학자는 경력 시작이후 곧바로 생산성이 급속도로 증가하다가 高原(plateau)에 도달한 후 수년동안 그것을 유지한 후 하층 고원으로 내려간다고 보고하고 있다. 연령 함수의 학문영역간 차이와 관련하여 Zuckerman and Merton(1973)은 물리학처럼 발달된 paradigm 일수록 그렇지 못한 영역보다 젊은 과학자가 중요한 발견을 하기 쉽다고 주장한다.

4. 組織環境의 特性

과학자들은 조직환경에서 연구를 수행하게 된다. 과학적 연구에 영향을 주는 조직환경과 관련된 조건으로 研究機關의 名聲, 資源의 可用性, 組織雰圍氣를 들 수 있다.

1) 機關의 名聲

미국의 경우 지식생산의 핵은 연구중심대학에 있고 명성있는 학문기관은 논문의 출판을 강조한다. 많은 실증연구(Blume & Sinclair 1973; Crane 1965; Gaston 1971; Hagstrom 1974)가 학문기관의 명성은 과학적 생산성과 중요한 관련이 있다고 지적하고 있는데 Cranc(1965)의 연구에 의하면 기관의 명성은 과학자에 의하여 저술된 출판물의 수와 그가 받고 있는 전문직업인으로서의 인정과 관련이 있다고 한다. 또한 명성이 있는 대학에서는 좋은 환경과 저명 과학자와의 접촉기회가 많이 있다. 명성있는 기관에 속한 과학자들이 덜 명성있는 기관에 속한 학자들 보다 더 출판한다(Peltz and Andrews 1976; Clemente 1973)는 연구결과는 연구중심대학에서는 강의활동이나 직업적 활동보다 연구를 더 강조하

기 때문이라 생각된다. 소규모의 강의중심대학에서는 많은 강의부담때문에 연구를 위하여 매우 제한된 시간 밖에 할애하지 못하고 연구를 효과적으로 수행하기 위한 고급장비가 부족한 형편이다. 또한 연구대학에서의 강의활동이란 강한 연구 성격을 띄고 있지만 비 연구대학에서는 무시할만한 연구성격을 갖고 있다. 또한 조직환경과 과학적 생산성과의 관계에 있어서 選擇性(selectivity)요인이 보다 생산적인 연구자가 보다 자원이 풍부하고 명성이 있는 조직으로 충원될 수 있도록 작용될 수 있다.

Long(1978)에 의하면 논문출판에 대한 조직명성의 효과는 크다고 한다. 학문기관에서 처음 직위를 갖게 되는 연구자에 대하여 출판생산성은 조직의 명성에 영향을 받지 않고 오히려 박사학위취득 이전에 있었던 조직의 명성에 의하여 영향을 받는다. 그러나 3년 째 되던 해 부터의 생산성은 현재 속해 있는 학과 의 명성에 크게 관련이 있다고 한다. Fulton and Trow(1974)는 미국 303개 대학에 대한 설문조사에서 종합대학의 faculty의 출판의 수가 단과대학이나 전문대학의 faculty 보다 높은 것을 발견하였는데 Blackburn, Behymer, and Hall (1978)의 연구에서도 비슷한 결과를 보고하고 있다.

2) 資源의 可用性

연구활동에 있어서 실험기기, 연구공간, 계산기, 연구보조원의 봉급, 출장경비, 학술지 보유등이 기본적 요건이라 할 때 물질적 자원의 가용성은 생산성에 커다란 영향을 미치게 된다. 대학의 강의 또는 연구기능을 지원하기 위하여 고용된 post-doc 이나 대학원생들과 같은 연구보조원의 수, 그리고 교수진의 크기(faculty size)는 다른 faculty member와의 협조를 위한 다른 형태의 자원이라 할 수 있는데, 학과(department)를 공동의 가치관과 규범 그리고 고도의 비공식 의사전달체계를 가진 조그만 공동체라고 생각할 때 교수진의 크기가 큰 경우 비슷한 연구관심을 가진 사람들간의 의사전달망을 쉽게 만들 수 있게 된다. Garvin(1980)에 의하면 과학자의 명성은 세미나, 조연 등과 같은 비공식적 의사전달체널에 기반을 두게 되고 이러한 의사전달은 연구활동을 강화하는데 영향을 준다. 동료와의 접촉의 횟수는 성과에 영향을 주고(Hage 1974) 의사소통이 많을 수록 높은 효과성을 보이고 있다(Visart 1979). 또한 제공된 교육수준 즉 박사학위 프로그램을 제공하는 학과가 석사 학위를 제공하는 학과의 교수보다 더 높은 생산성을 보이고 있는데 이는 Ph.D. 수준에서는 엄격한 연구방법과 기술을 요구하기 때문에 교수들이 항상 고급연구에 계속해서 관심을 갖게 되고 상대적으로 풍부한 인적 물질자원이 출판생산성을 예측하는 데 중요한 역할을 한다. 여기서 주목해야 할 것은 자원의 가용성에 대한 지각과 개관적인 자원의 가용성은 반드시 일치하는 것은 아니다. Stolte-Heiskanen(1979)은 연구단위의 자원(물질적 자원, 인적 자원, 정보자원)의 수준과 성과와의 관계에 있어서 개관적인 자원수준보다는 자원에 대한 만족이 성과에 높은 관련이 있다는 것을 발견하였다.

3) 組織霧圍氣

조직분위기는 조직의 여러 차원에서 지각되고 경험된 환경의 질이라고 말할 수 있는데 조직분위기는 관심을 고취시키고 성취에 대한 욕구를 자아내는데 기능을 한다. 개인의 과학적 생산성은 대학환경과 산업환경에서 많은 차이를 보이고 있는데 이것은 산업환경에서 출판은 산업환경에서의 연구산출의 전형적인 형태가 아니기도 하지만 자신의 연구를 자유롭게 선택하고 시작하고 종료하는 제약조건이 적은 환경에서 생산성이 높기 때문이다 (Pelz and Andrews 1976). 특히 창의적인 연구자는 연구체제의 험기운 구조를 선호하는데

(Ganz et al. 1969), 대학의 경우는 구성원에게 요구되는 역할의 갈등(교육, 행정, 연구)이 있기는 하지만 보다 많은 자율성을 누리고 있다는 면에서 차이가 있다. 그러나 대학조직마다 일정한 것은 아니고 구성원의 협동과 행정의 지도성 등이 생산성에 영향을 미치게 된다. 과학자들 사이의 협동연구는 연구를 수행할 수 있는 연구자원을 받기 위해서 중요하고 또한 공동연구에 의한 논문은 단독연구에 의한 논문보다 학술지에 게재될 가능성이 크고(Gordon 1980) 이것은 협동연구가 이론적인 연구보다는 실험연구인 성향(Meadows 1974; O'Connor 1969)이 있기 때문이다. 또한 Andrews(1979)는 성과가 높은 연구단위는 다양한 역할을 가진 헌신적 구성원으로 구성되어 있는 경향을 지적하고 있고 훌륭한 지도력은 높은 사기를 가져오고 높은 사기는 집단구성원의 생산성을 증가시키게 되는데(Batey 1978; Andrews 1979a) 이것은 행정지도자는 조직의 가치를 정의하고 목표달성과 관련하여 조정의 역할을 수행하기 때문이라 생각된다.

5. 學問分野의 特性

출판생산성은 과학자가 속해있는 학문영역마다 다르다. 인문학이나 예술영역에서는 사회과학보다 덜 출판하는 경향이 있고 의학과 기초과학 분야에서는 출판생산성이 매우 높다(Blackburn, Behymer & Hall 1978; Fullton & Trow 1974). 과학자의 소속 학문영역에 따라 출판의 양에 있어서 차이는 학문영역별로 지식을 전달하는 방법의 차이와 출판정책의 차이가 생산성의 차이로 설명된다(Merton 1957; Zuckerman and Merton 1971). 또한 연구협동에 있어서의 차이, 예를 들면 물리 화학분야에서는 사회학이나 정치학보다 많은 학생들이 연구에 참여하고 있고 paradigm 이 잘 발달된 학문분야일수록 연구분야와 방법론상에 의견의 일치가 높고 따라서 생산성이 높아지게 된다고 볼 수 있다(Lodahl and Gordon 1972).

6. 結 論

출판생산성을 측정하는 것과 그것을 설명하는 것은 다르다. 과학자들 사이의 논문출판의 변이는 명백하지만 그에 대한 설명은 그렇지 않다. 출판생산성의 변이는 과학사회학의 가장 어려운 문제중의 하나이다. 출판생산성을 설명하는데 있어서 개인적 속성과 성향, 이 글 테면 동기부여, 열정, 지적능력이 부분적인 역할을 하지만 이러한 특성은 홀로 존재하지 않는다. 그러한 요인만으로 출판생산성이 충분히 설명되지 않는다. 예를 들면 생산성과 창조적인 능력(Andrews 1976) 또는 지능(Cole and Cole 1973)사이에는 관계는 존재하지 않는다. 오히려 이러한 개인적 속성은 그들이 속해 있는 조직적 상황에 의하여 크게 영향을 받을 수 있다. 과학자들은 시작부터 특별히 선택된 사람들 이기 때문에 개인적인 특성이 생산성처럼 변종되게 배분되어 있다고 생각할 수 없다. 따라서 성격이나 지능은 성과에 대한 충분한 설명이 되지 못하고 개별과학자의 성과를 사회적 조직적 맥락과 떼어 놓고 설명하는 것은 어렵다(Fox 1991). 연구조직이 연구하는 것이 아니라 개인 연구자에 의하여 연구가 행하여지지만 연구작업은 조직정책과 절차내에서 이루어지고 있고 다른 사람과의 협력에 의존하고 인적물적자원을 요구한다. 더구나 과학에 있어서 연구의 범위, 복잡성, 그리고 특히 고등기술의 사용을 고려해 볼 때 시설, 장치, 협동연구에 크게 의존하게 된다. 조직환경과 과학생산성과의 관계를 이해하기 위하여는 어떻게 환경이 작용을 하는

지 어떠한 조직환경에서 생산성이 올라가는지 설명해야 하는데 동료간의 상호작용, 협동적 분위기, 자원의 풍부성 같은 요인이 생산성에 중요한 영향을 줄 것이라 생각된다. 연구문제와 발견에 대한 동료사이의 의견교환은 아이디어를 검증하고 관심을 고취시키며 연구강화에 영향을 주게 되고 생산성을 중요시하는 분위기를 제공하는 명성이 있는 학과는 많은 동료간의 접촉이 예상되고 박사학위를 주는 학과에서는 그렇지 않은 학과 보다 연구에 관련된 논의를 동료들과 더 많이 할 가능성이 있다. 연구장소에서의 지속적인 접촉, 아이디어의 제공, 오류의 발견, 즉각적인 피드백 제공은 연구에 있어서 기능적으로 작용하는데 이는 과학과 과학적 생산성은 사회적 과정이기 때문이다.

References

- Allison, P. D. (1980). Inequality and scientific productivity. *Social Studies of Science*, 10, 163-179.
- Allison, P. D., Long, J. S., & Krauze, T. K. (1982). Cumulative advantage and inequality in science. *American Sociological Review*, 47, 615-625.
- Allison, P. D., & Stewart, J. A. (1974). Productivity differences among scientists: evidence for accumulative advantage. *American Sociological Review*, 39, 596-606.
- Andrews, F. M. (1976). Creative process. In Pelz, D. and Andrews, F. (eds) *Scientists in Organizations*. Ann Arbor, Mich: Institute for Social Research.
- Andrews, F. M. (Ed.). (1979a). *Scientific productivity: The effectiveness of research groups in six countries*. London: Cambridge Univ. Press.
- _____ (1979b). Motivation, diversity, and the performance of research units. In F. M. Andrews (Ed.). *Scientific productivity: The effectiveness of research groups in six countries*, 253-289. London: Cambridge Univ. Press.
- Astin, H. S. (1978). Factors affecting women's scholarly productivity. In H. S. Astin & W. Z. Hirsh, (Eds.), *The higher education of women: Essays in honor of Rosemary Park*. New York: Praeger Publishers.
- Axelson, L. J. (1959). Differences in productivity of doctorates in sociology. *Journal of Educational Sociology*, 33, 49-55.
- Babchuck, N., & Bates A. (1962). Professors or producers: the two faces of academic man. *Social Forces*, 40, 341-344.
- Barron, F., & Harrington, D. M. (1981). Creativity, intelligence, and personality. *Annual Review of Psychology*, 32, 439-476.
- Batey, M. V. (1978). *Research development in university schools of nursing* (DHEW Publications N. [HRA] 78-67). Hyattsville, MD: Division of Nursing, U.S. Health Resources Administration.
- Bayer, A. E., & Folger, J. (1966). Some correlates of a citation measure of productivity in science. *Sociology of Education*, 39, 381-390.
- Blackburn, R. T., Behymer, C. E., & Hall, D. E. (1978). Correlates of faculty publications. *Sociology of Education*, 51, 132-141.
- Bloom, B. S. (1963). Report on creativity research by examiner's office of the University of Chicago. In C. W. Taylor, & F. Barron (Eds.), *Scientific creativity*

- 251-264. New York: Wiley.
- Blume, S. S., & Sinclair, R. (1973). Chemists in British universities: a study of the reward system in science. *American Sociological Review*, 38, 126-138.
- Cattell, R. B. (1963). The personality and motivation of the researcher from measurements of contemporaries and from biography. In C. W. Taylor & F. Barron (Eds.), *Scientific Creativity*, 119-131. New York: Wiley.
- Cattell, R. B. & Drevdahl, J. E. (1955). A comparison of the personality profiles of eminent researchers with those of eminent teachers and administrators and the general population. *British Journal of Psychology*, 46, 248-261.
- Chambers, J. A. (1964). Relating personality and biographical factors to scientific creativity. *Psychological Monographs*, 78, (7, Whole No. 584).
- Clark, K. (1957). *American psychologists*. Washington D. C.: American Psychological Association.
- Clemente, F. (1973). Early career determinants of research productivity. *American Journal of Sociology*, 79, 409-419.
- Cole, J. R. (1970). Patterns of intellectual influence in scientific research. *Sociology of Education*, 43, 377-403.
- Cole, J. R. (1979). *Fair Science: Women in the Scientific Community*. New York: Free Press.
- Cole, J. R., & Cole, S. (1968). Visibility and the structural bases of awareness in science. *American Sociological Review*, 33, 397-413.
- Cole, J. R., & Cole, S. (1973). *Social stratification in science*. Chicago: University of Chicago Press.
- Cole, S. (1970). Professional standing and the reception of scientific discoveries. *American Journal of Sociology*, 76, 286-306.
- _____ (1978). Age and scientific performance. *American Journal of Sociology*, 84, 959-977.
- Cole, S., & Cole, J. R. (1967). Scientific output and recognition: a study in the reward system in science. *American Sociological Review*, 32, 377-390.
- Crane, D. (1965). Scientists at major and minor universities: a study of productivity and recognition. *American Sociological Review*, 30, 699-714.
- Dennis, W. (1954). Bibliographies of eminent scientists. *The Scientific Monthly*, 79, 180-183.
- Fox, M. F. (1991). Gender, environmental milieu, and productivity in science. In Zuckerman, H., Cole, J. and Bruer, J. (eds) *The Outer Circle: Women in the Scientific Community*. New York: W. W. Norton.
- Fulton, O., & Trow, M. (1974). Research activity in American higher education. *Sociology of Education*, 51, 132-141.
- Gantz, B., Stephenson, R. and Erickson, C. (1969). Ideal research and development climate as seen by more and less creative research scientists. *American Psychological Association Proceedings 1969*: 605-6.
- Garvin, D. A. (1980). *The economics of university behavior*. New York: Academic Press, Inc.

- Gaston, J. (1973). *Originality and competition in science*. Chicago: University of Chicago Press.
- _____ (1978). *The Reward System in British and American Science*. New York: John Wiley
- Gordon, M. D. (1980). A critical reassessment of inferred relations between multiple authorship, scientific collaboration, and the production of papers and their acceptance for publication. *Scientometrics* 2: 193-201.
- Gowan, J. C., Khatena, J., & Torrance, E. P. (Eds.). (1979). *A book of readings on the education of gifted children*. Itasca, IL: F. E. Peacock Publishers, Inc.
- Guilford, J. P. (1963). Intellectual resources and their values as seen by scientists. In C. W. Taylor & F. Barron (Eds.), *Scientific Productivity*, 101-118. New York: Wiley.
- Guyer, L., & Fidell, L. (1973). Publications of men and women psychologists: do women publish less? *American Psychologist*, 28, 157-160.
- Hage, J. (1974). *Communication and Organizational Control*. New York: Wiley.
- Hargens, L. L. (1978). Relations between work habits, research technologies, and eminence in science. *Sociology of Work and Occupations*, 5, 97-112.
- Hagstrom, W. O. 1965. *The Scientific Community*. New York: Basic Books.
- _____ (1971). Inputs, outputs, and the prestige of university science departments. *Sociology of Education*, 44, 375-397.
- _____ (1974). Competition in science. *American Sociological Review*, 39, 1-19.
- Joesting J., & Joesting, R. (1970). Future problems of gifted girls. *The Gifted Child Quarterly*, 14, 82-90.
- Knapp, R. H. (1962). A factor analysis of Thorndike's ratings of eminent men. *Journal of Social Psychology*, 56, 67-71.
- Lavicka, R. M. (1978). *A study of personality, environmental, and perceptual factors influential in creative contributions of faculty women holding doctorates*. Doctoral dissertation, Kent State University.
- Lehman, H. C. (1953). *Age and achievement*. Princeton, NJ: Princeton University Press.
- Lehman, H. C. (1966). The psychologist's most creative year. *American Psychologist*, 21, 363-369.
- Lodahl, J. B., & Gordon, G. (1972). The structure of scientific fields and the functioning of university graduate departments. *American Sociological Review*, 37, 57-72.
- Long, J. S. (1978). Productivity and academic position in the scientific career. *American Sociological Review* 43: 899-908.
- Lotka, A. J. (1928). The frequency distribution of scientific productivity. *Journal of the Washington Academy of Sciences*, 16, 317-323.
- Lyons, J. (1968). Chronological age, professional age, and eminence in psychology. *American Psychologist*, 23, 371-374.
- McClelland, D. C. (1963). The calculated risk: an aspect of scientific performance. In C. W. Taylor & F. Barron (Eds.), *Scientific Creativity*, 184-192. New York: Wiley.
- Meltzer, B. M. (1949). The productivity of social scientists. *American Journal of*

- Sociology*, 55, 25-29.
- Meltzer, L. (1956). Scientific productivity in organizational setting. *Journal of Social Issues*, 12, 32-40.
- Merton, R. K. (1957). Priorities in scientific discovery: a chapter in the sociology of science. *American Sociological Review*, 22, 635-659.
- (1968). The "Matthew" effect in science. *Science*, 159, 56-63.
- (1973). Priorities in scientific discovery. In *Sociology of Science*. Chicago: University of Chicago Press.
- Moravcsik, M. J. (1980). *How to Grow Science*. New York: Universe Books.
- Mulkay, M. (1977). Sociology of the scientific research community. In Spiegel-Rosing, T. and Price, D. (eds) *Science, Technology, and Society*. London: Sage.
- Pelz, D. C., & Andrews, F. M. (1966). *Scientists in Organizations*. New York: Wiley.
- Price, D. J. deS. (1963). *Little Science, Big Science*. New York: Columbia University Press.
- Reskin, B. F. (1978). Scientific productivity, sex and location in the institution of science. *American Journal of Sociology*, 83, 1235-1243.
- Roe, A. (1951). A psychological study of eminent biologists. *Psychological Monographs*, 65 (14, Whole No. 331).
- (1952a). A psychologist examine 64 eminent scientists. *Scientific American*, 187, 21-25.
- (1952b). *The making of a scientist*. New York: Dodd, Mead, and Co.
- Rossi, A. S. (1965). Women in science: why so few? *Science*, 148, 1196-1202.
- Ruth, S., & Richards, R. (1974). Intellect vs. femininity or men seldom make passes at girls who wear glasses. *The Gifted Child Quarterly* 18, 182-187.
- Simon, R. J. (1974). The work habits of eminent scientists. *Sociology Work and Occupations*, 1, 327-335.
- Simon, R. J., Clark, S. M., & Galway, K. (1967). The woman Ph.D.: a recent profile. *Social Problems*, 15, 221-236.
- Stankiewicz, R. (1979). The size and age of Swedish academic research groups and their scientific performance. In F. M. Andrews (Ed.), *Scientific productivity: The effectiveness of research groups in six countries*, 191-222 London: Cambridge University Press.
- Stole-Heiskanen, V. (1979). Externally determined resources and the effectiveness of research units. In F. M. Andrews (Ed.), *Scientific productivity: The effectiveness of research groups in six countries* 121-153, London: Cambridge University Press.
- Terman, L. M. (1955). Are scientists different? *Scientific American*, 192, 25-29.
- Visart, N. (1979). Communication between and within research units. In F. M. Andrews (Ed.), *Scientific productivity: The effectiveness of research groups in six countries*. 223-252. London: Cambridge University Press.
- Woodrow, R. J. (1978). *Management for Research in U.S. Universities*. Washington, D.C.: National Association of College and University Business Offices.
- Zhao, H. & Jiang, G. (1985). Shifting of world's scientific center and scientist's social ages. *Scientometrics*, 8, 71-123.

- Ziman, J. (1968). *Public Knowledge*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Zuckerman, H. (1967). Nobel laureates in science: patterns of productivity, collaboration, and authorship. *American Sociological Review*, 32, 391-403.
- Zuckerman, H., & Cole, J. R. (1975). Women in science. *Minerva*, 13, 82-102.
- Zuckerman, H., & Merton, R. K. (1971). Patterns of evaluation in science: Institutionalization, structure, and functions of the referee system. *Minerva*, 9: 66-100.
-
- _____ (1973). Age, aging, and age structure in science. In N. W. Storer (Ed.), *The Sociology of Science*. Chicago: The University of Chicago Press.