

생태학의 지적 궤적으로 본 과학의 국제화: 린네 식물학에서 국제 생물 사업 계획에 이르기까지

정혜경†

1. 들어가면서: 과학의 국제화에 관하여

과학이 탐구 대상으로 하는 자연 현상들은 본질적으로 국경을 초월하는 보편적인 것들이다. 가령 $F = ma$, $E = mc^2$, $PV = nRT$ 등의 공식이 모형화하는 현상들은 특정 국가 내에서만 성립하는 것은 아니다. 이러한 맥락에서, 과학 연구라는 행위 역시 국가의 경계를 넘어 세계적 보편성을 지닌다는 인식이 현대에는 일반화 되었다. 그러나 역사적으로 본다면 국제화된 과학의 모습은 결코 자동적인 것은 아니다. 과학의 이론과 활동에 국제적 보편성이 강하게 내재되어 있다는 점은 반박하기 힘든 사실이지만, 다양한 시대적·사회적 맥락 하에서 수행된 과학 연구들이 애초에 공통적으로 보편적 특성을 지니고 각자 성장해 왔다고 보는 것보다는, 과학 활동이 소위 국제화(internationalization)라는 과정을 충실히 이행해 왔기 때문으로 보는 편이 보다 타당할 것이다. 국제 과학(international science)이나 탈국경적 과학(transnational science) 등 과학의 국제화를 둘러싼 개념들의 복잡성과 다양성으로 인해, 과학의 국제화 과

이 논문은 한양대학교 교내 연구 지원 사업으로 연구되었음(HY-2014년도).

† 한양대학교 기초·융합교육원, hgeong@empas.com

정을 고찰하기란 쉬운 일은 아니다. 그러나 과학의 국제화를 과학 지식이 국경을 넘은(탈국경적) 소통과 교류를 통해 진보하는 과정으로 정의한다면, “탈국경적 역사란 국가의 경계를 넘어 사람과 아이디어·기술·제도의 이동에 초점을 둔 접근의 서술 및 분석”이라는 역사학자 티렐(Iam Tyrrell)의 시각은 과학의 역사를 기술하는 데 있어서도 여전히 유효하게 적용될 수 있을 것이다.¹

바로 이러한 관점 아래, 과학의 인적·지적 자산들이 국가의 경계를 넘어 서로 영향을 주고받으면서 이동·확산되고 그 결과 과학의 내용과 인식론의 틀이 지역적·국가적 협소성을 벗어나서 세계화된(globalized) 단계에 이르는 과정을 고찰하는 것이 바로 과학의 국제화 과정에 대한 연구라고 할 수 있다.

과학의 국제화 과정은 기존 연구들에 의해 상당한 관심을 받아왔다. 제국주의의 확산을 통한 서구 과학의 범세계적 전파는 자연히 과학의 국제화를 수반하였는데, 이 과정은 다수의 연구들에 의해 고찰된 바 있다. 예를 들어 식민지에서의 문명화 사명(civilizing mission)의 일환이자 결과물로 식민 모국이라는 중심부로부터 식민지 주변부로 서구 과학이 전파된 과정을 조명한 연구들이 있다. 또한 역으로 식민지 및 제3세계에서 제국주의자와 토착민 간의 문화적 조우(cultural encounter)가 서구 과학 지식의 재구성에 끼친 영향을 다룬 연구들 또한 존재한다.² 아울러 보다 최근의 사례를 대상으로는 과학 중심부와 주변부 간의 지식 이동이라는 틀을 통해 유럽 원자핵 공동 연구소(CERN)와 같은 국가 간 공동 협력 연구 네트워크의 본질을 고찰한 연구 등 ‘국제’라는 프리즘을 통해 과학을 바라본 다수의 연구들이 존재한다.³

¹ Simone Turchetti, Néstor Herran, and Soraya Boudia, “Introduction: Have We Ever Been ‘Transnational’?: Towards a History of Science across and beyond Borders,” *British Journal for the History of Science* 45:3 (2012), 321.

² Lewis Pyenson, “Science and Imperialism,” R. Colby, G. N. Cantor, J. R. R. Christie, and M. J. S. Hodge, eds., *Companion to the History of Modern Science* (London and New York: Routledge, 1990), 920–932; Paolo Palladino and Michael Worboys, “Science and Imperialism,” *Isis* 84:1 (1993), 91–102; Fa-ti Fan, *British Naturalists in Qing China: Science, Empire, and Cultural Encounter* (Cambridge, MA: Harvard University Press, 2004); Kapil Raj, *Relocating Modern Science: Circulation and the Construction of Knowledge in South Asia and Europe, 1650–1900* (New York: Palgrave Macmillan, 2007).

³ Joseph Simon and Néstor Herran, *Beyond Borders: Fresh Perspectives in History of Science* (Newcastle: Cambridge Scholars Publishing, 2008), 27–98; John Krige, “Some Socio-Historical Aspects of Multinational Collaborations in High-Energy

이러한 연구들은 과학의 국제화가 지니는 단면들을 정치·사회·문화적 맥락에서 보여주는 귀중한 고찰들이다. 그러나 이러한 성취와는 별도로 세부적으로는, 과학의 국제화와 관련하여 추가적 연구 노력을 요하는 지점 역시 분명 존재한다. 구체적으로, 보다 긴 호흡을 가지고 특정 연구 분야의 전반적인 지적 계보를 과학의 국제화라는 관점에서 고찰하고 재구성한 연구는 찾아보기 힘들다. 예를 들어, 제국주의의 확산 도상에서 전개되었던 과학의 국제화는 비록 상당한 시간에 걸쳐 발생한 시간 종단적(longitudinal) 현상이기는 하나, 어떠한 과학 분야의 성립으로부터 현대에 이르기까지의 전체 여정에 비해서는 상대적으로 짧은 시기의 현상에 해당한다. 따라서 기존 연구들이 제국주의와 관련하여 과학의 국제화에 대해 제공하는 이해는 과학 분야가 국제화와 관련하여 지녔던 횡단적(cross-sectional) 또는 부분적으로 종단적 특성에 대한 이해에 가깝다.⁴

그 결과, 특정 과학 분야의 전반적인 발달 과정을, 과학의 국제화라는 거시적 명제를 지지해 줄 수 있는 실제 역사적 사례들을 통해 고찰하는 작업은 여전히 연구자들의 손길을 기다리고 있다. 앞서 서술하였듯 과학의 국제적 속성을 조명하거나, 어떤 연구 대상의 발달사에 대한 고찰에서 과학의 국제화 과정을 틀로 사용한 연구 사례들은 존재해 왔다.⁵ 그러나 국제화의 문제를 의식적으로 대면하고 과학 분야의 전반적 발달 과정을 국제화의 관점에서 고찰하고 그러한 연구는 상대적으로 부족하다. 즉, 많은 과학 분야의 경우, 지난 수 세기 동안의 국제화 과정은 해당 분야의 발달 과정에 등장하는 주제들을 통해 그 조각들이 드러나 있되, 그것들은 여전히 서로 맞물려지지 않은 채 독립적으로 존재하는 일종의 미완성 퍼즐판과도 같다. 이러한 조각들을 서로 연결시켜 전체적인 그림을 그려내기 위해서는 과학의 발달사를 국제화의 관점에서 재고찰하

Physics at CERN between 1975-1985,” Elizabeth Crawford, Terry Shinn, and Sverker Sörlin, eds., *Denationalizing Science: The Contexts of International Scientific Practice* (Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 2012), 233-262.

⁴ 예를 들어, 제3세계와 유럽 간의 상호 작용이 과학 발전에 미친 영향에 관한 라지(Raj)의 저작(각주 2)은 전체적으로는 상당히 긴 역사적 기간에 걸친 통사적 서술을 담고 있으나, 그 안에서 식물학, 언어학 등 개별 분야에 대한 서술은 각각 특정한 시기를 대상으로 하고 있다.

⁵ “과학의 탈국경적 역사(Transnational History of Science)”를 주제로 한 『영국 과학사학회지(British Journal for the History of Science)』 2012년 특집호에서 Turchetti et al., “Introduction: Have We Ever Been ‘Transnational’?” (cit. n. 1)의 기조 논문은 과학의 국제적 속성에 대한 과학사가들의 기존 연구 노력 자체가 상당했다고 평가하고 있다.

고 정리하는 작업이 필요하다. 이러한 작업은 각 세부 분야별로 이루어져야 할 것이며, 그러한 분석의 축적이 이루어진 다음에야 과학 전반의 국제화 과정에 대한 회고와 고찰이 가능해 질 것이다.

이에 본고는 근대 이후 생태학의 발전 과정에서 드러난 과학의 국제화 경향을 분석한다. 구체적으로, 본고는 린네(Carl von Linné)의 식물학 연구에서 국제 생물 사업 계획(International Biological Program, IBP)에 이르기까지 생태학의 지적 궤적을 과학의 국제화 경향이라는 키워드를 중심으로 고찰한다.⁶ 생태학의 지적 계보에 관한 기존 연구들은 비교적 잘 확립되어 있는 편이다. 에저튼(Frank Egerton)은 고대의 플리니(Pliny the Elder)로부터 린네와 다윈을 거쳐 헤켈(Ernst Haeckel)에 이르기까지 생태학의 지적 계보를 추적하고 있다. 워스터(Donald Worster)는 헤켈 이후 다윈, 소로우(Henry D. Thoreau), 클레멘츠(Frederic Clements), 레오폴드(Aldo Leopold), 카슨(Rachel Carson), 러브록(James Lovelock) 등에 이르는 생태학자들의 지적 계보를 보여주고 있다. 헤이건(Joel B. Hagen)은 식물학자, 육수학자(陸水學者, limnologist), 생지리 화학자(biogeochemist)를 중심으로 생태계 생태학이 태동되는 과정의 지적 계보를 고찰하고 있다.⁷ 그러나 이러한 성과에도 불구하고

6 본고의 제5절에서 언급하듯이 생태학이라는 이름이 등장하고 생태학이 태동한 것은 19세기 후반 이후의 일이었다. 그러나 생태학은 생물 상호간의 관계 및 생물과 환경의 관계를 연구하는 학문으로, 박물학(natural history) 지식은 그러한 관계의 주체의 하나인 생물 개체에 대한 이해를 추구한다는 점에서 생태학의 중요한 축의 하나이다[Paul K. Dayton and Enric Sala, "Natural History: The Sense of Wonder, Creativity and Progress in Ecology," *Scientia Marina* 65 (2001), 199-206]. 예를 들어, 19세기 말-20세기 초 미국에서 생태학의 태동에는 뉴욕 식물원(New York Botanical Garden)과 사막 식물원(Desert Botanical Laboratory) 등에 의한 박물학 컬렉션 및 연구 활동이 기여한 바가 컸다. 특히 사막 식물원은 미국 생태 학회(Ecological Society of America)의 창립과 그 학회 지인 『생태학(Ecology)』지의 창간을 주도했다[Sharon E. Kingsland, *The Evolution of American Ecology* (Baltimore: Johns Hopkins University Press, 2005), 96-128]. 이와 유사한 맥락에서, 박물학은 초기 생태학에 가장 크게 기여한 분야의 하나로 꼽히기도 한다 [Donald Worster, *Nature's Economy: A History of Ecological Ideas* (Cambridge: Cambridge University Press, 1994), 5]. 따라서 본고에서 다루는 생태학의 지적 궤적은 현대적 의미의 생태학의 범주에 해당되는 주제들뿐 아니라, 그 이전 시대의 박물학계에 생물 분류법, 특히 식물 분류법의 근대적 체계를 확립해 줌으로써 생태학의 중요한 밑바탕의 하나가 되었던 린네의 식물학으로부터 시작한다.

7 Frank Egerton, *Roots of Ecology: Antiquity to Haeckel* (Berkeley: University of Chicago Press, 2012); Worster, op. cit.; Joel B. Hagen, *An Entangled Bank: The*

고, 생태학이 발전해 온 일련의 계보를 과학의 국제화라는 키워드에 초점을 맞추고 서술한 연구는 찾아보기 힘들다.

18세기 스웨덴에서 박물학과 자연 신학을 연구했던 린네는 생명체에 대한 근대적 명명법과 분류법을 고안하였을 뿐 아니라, 탐험을 통하여 수집된 세계 각처의 식물체들을 대상으로 그의 명명법과 분류법을 적용하였다. 독일의 과학 탐험가 훔볼트(Alexander von Humboldt)는 19세기 초 5년 간의 중남미 아메리카 열대 지역 탐험을 통해 채득한 식물 수집, 필드 관찰, 귀납 과학을 바탕으로 식생의 지리학(geography of vegetation) 연구를 열었다.⁸ 20세기 초 대서양 양안의 유럽과 미국의 식물학자들이 확립한 국제 식물 지리학 탐방(International Phytogeography Excursion, IPE)은 식생 연구의 국제적 표준화에 기여했다. 개념적 기원을 유럽에 두고 미국에서 꽃을 피운 생태계 생태학(ecosystem ecology)은 20세기 중반의 유진 오덤(Eugene Odum)과 IBP에 이르러서는 다시 유럽을 위시한 전 세계로 전파되어 갔다.

본고에서 상기 주제들에 특히 주목하는 것은 과학 분야의 국제화 과정에 대한 통사적 고찰이라는 거시적 목적에 부합할 잠재력이 있는 것들이기 때문이다. 린네의 식물학 연구는 세계 각처를 대상으로 한 과학 탐험을 통해 실증적 토대를 구축하였을 뿐 아니라, 유럽 각국에서 린네주의자들(Linneans)의 활약에 힘입어 식물학의 주요 담론으로 전파되었다. 훔볼트는 남아메리카 과학 탐험의 과정에서 현지 식민지 과학자들과의 지적 소통에 힘입어, 식물 지리학 분야의 토대가 된 그의 이론과 가설을 담금질할 수 있었다. IPE는 식생 연구의 인식론적 보편성과 기술적 호환성을 달성하기 위한 국제적 공조의 산물이었다. 오덤의 생태계 생태학의 국제적 전파, 특히 스웨덴으로의 이식은 과학의 국제화가 사회와 국가 차원의 요구에 의해 견인된 사례를 보여준다. 이상에서 보듯, 훔볼트 식물 지리학으로부터 식물 생태학을 거쳐 현대의 생태학에 이르기까지의 과정은 해당 과학들이 국제화를 이행해 온 과정과 밀접하게 맞물려 있다.

Origins of Ecosystem Ecology (New Brunswick: Rutgers University Press, 1992).

⁸ 훔볼트 역시 현대 생태학 태동 이전의 인물이지만 자연물(natural things) 간의 상호연계성에 대한 그의 관찰 및 기술은 바로 생태학적 사고를 전제로 하는 것이었다는 점에서 생태학의 선각자로도 평가 받는다. Aaron Sachs, *The Humboldt Current: Nineteenth Century Exploration and the Roots of American Environmentalism* (New York: Penguin Books, 2007), 73-111; Andrea Wulf, *Invention of Nature: Alexander von Humboldt's New World* (New York: Knopf, 2015), 51-93, 298-314.

즉, 린네의 식물학에서 IBP에 이르기까지 생태학이 발전해 온 자취는 과학의 국제화에 대한 실체적 사례에 해당한다. 이에 대한 분석은 (1) 과학의 국제화 연구 측면에서는 특정 과학 분야의 전반적 국제화 과정에 관한 역사 서술의 부족을 메우는 데 기여할 것이며, (2) 생태학사 연구의 측면에서는 기존 역사서술들이 생태학의 지적, 제도적 발달 과정 자체에 치중되어 있는 문제를 개선하는 데도 일조할 것이다.

2. 18세기 린네 식물학의 성공에 작용한 국제화

지구상의 생물체들에 대한 인류의 탐색의 흔적은 선사 시대의 암각화 등으로부터도 발견할 수 있지만, 보다 근대적 의미에서 생물체에 대한 탐색은 르네상스 시대로부터 계몽 시대로의 이행이 이루어지는 시기에 생물의 분류와 구조에 관해 행해졌던 연구들로부터 그 연원을 찾을 수 있다. “지리상의 발견” 이후 세계 각지로부터 많은 동식물들이 새로이 유럽으로 유입되자 이들에 대한 적절한 명명법과 분류법이 특히 절실했다. 따라서 근대적인 생물학의 시작은 동식물 개체의 실체를 규명하고 분류하기 위한 노력과 떼어내어 생각할 수 없다. 그러한 노력의 중심에는 스웨덴 오프살라(Uppsala) 대학의 식물학·의학 교수였던 린네가 있었다. 린네 체계의 중요한 요지는 가장 낮은 계층에 종(species)을 두고 점차 증가하는 순서로 속(genus), 과(family), 목(order), 강(class), 문(phylum), 계(kingdom)로 생물의 종류를 단계적으로 분류하는 것이다. 또한 린네는 모든 생물에 대하여 각각 그것이 소속되는 속명과 종명을 차례로 배열하여 하나의 이름으로 부여하는 이명법(binomial nomenclature)을 일관되게 사용한 최초의 박물학자였다.⁹ 이외에도, 린네는 생물의 특정 한 부분을 기준으로 생물을 분류하는 인위적 분류법과 생물 형태의 유사성에 기

⁹ 박물학은 동물·식물·광물 등 자연물에 대해 근대와 그 이전 시기에 행해지던 포괄적 연구를 주로 일컫는데[Philip R. Sloan, “Natural History, 1670-1802,” Colby et al., eds., *Companion to the History of Modern Science* (cit. n. 2), 295-298]. 과학 분야들의 본격적 분화가 완료되지 않은 근대 시기의 식물 연구자들에 대해 역사가들은 종종 오늘날의 관점에 입각하여 식물학자로 부르기도, 당시의 역사적 맥락을 중시하여 박물학자로 부르기도 한다. 본고에서는, 등장하는 연구자와 연구 내용이 식물에 한정되는 경우에는 식물학자/식물학으로 기술하며, 식물학 이외의 분야, 예를 들어 동물학 분야 등에도 연관이 있는 경우에는 박물학자/박물학으로 기술하기로 한다.

초한 자연적 분류법을 절충적으로 사용했다. 특히, 식물 분류에 대하여, 꽃 · 씨 · 과일 · 뿌리 등 전체의 형태에 기초하여 식물을 나누던 당시의 추세와는 달리 암 · 수술의 생식 기관의 수와 배열에 기초하여 식물을 분류하기도 했다. 즉, 린네는 식물의 강(class)과 목(order)의 수준에서는 인위적 분류법을, 속(genus)과 종(species)의 수준에서는 자연적 분류법을 절충했다.¹⁰ 린네는 생물체에 대해 현대 생물학자들이 아직까지 사용하고 있는 단계적 분류 체계를 고안했을 뿐 아니라, 이명법이 현대적 명명법으로 자리 잡는 데 기여한 공로자라고 할 수 있다.

린네 분류의 정착 과정은, 그의 저서들이 출간되어 간 궤적을 통해 파악할 수 있다. 린네의 분류 체계에 강한 인상을 받았던 네덜란드 식물학자 그로노비우스(Johan Frederik Gronovius)의 후원에 힘입어 1735년 발행된 린네의 저술 『자연의 체계(Systema naturae)』는 1758년까지 10쇄가 발행되는 인기를 누렸다. 이 저서는 생물 분류법의 필요성에 대한 공감대를 박물학계에 심는 데 기여했다. 린네가 그의 식물 명명법의 시작을 알린 것은 1753년 『식물의 종(Species plantarum)』 시리즈에서였으며, 식물 명명법에 이명법을 도입한 것은 1751년의 『식물 철학(Philosophia botanica)』에서였다.¹¹ 『식물 철학』은 그가 네덜란드에서 출간한 바 있는 『식물학의 기초(Fundamenta botanica)』와 『식물학의 비평(Critica botanica)』의 종합판이었다. 『식물 철학』은 1755년에서부터 1824년에 걸쳐 라틴어로 10쇄의 출판 실적을 자랑했다. 특히 이 책이 영어, 네덜란드어, 스페인어, 독일어, 불어, 러시아어로 번역되었다는 사실은, 당시에 린네의 이명법 체계가 국경을 넘어 어느 정도로 전파되었는지를 가늠케 해준다. 린네 본인의 저술뿐 아니라 원예사와 아마추어 식물학자들이 저술한 린네 식물학 기초 입문서들 역시 린네 식물학이 유럽 각국에서 대중 식물학의 지배적 패러다임으로 자리 잡는 데 공헌했다. 예를 들어 당대에 원예업의 최정상에 위치하던 영국에는 상당수의 린네 주의자들이 있었는데, 이들 중 리(James Lee)의 『식물학 입문(Introduction to Botany)』(1760)은 8쇄에, 이와 쌍벽을 이루는 밀러(Philip Miller)의 『식물학 개요(Short Introduction to Botany)』

¹⁰ Loren Eiseley, *Darwin's Century: Evolution and the Men Who Discovered It* (New York: Doubleday, 1958), 16-26.

¹¹ Frans A. Stafleu, *Linnaeus and the Linnaeans: The Spreading of Their Ideas in Systematic Botany, 1735-1789* (Utrecht: A. Oosthoek's Uitgeversmaatschappij N.V., 1971), 79-80.

(1760)는 15쇄에 이르렀다. 이외에도 1811년까지 22쇄에 이를 정도의 명성을 누렸던 린네의 『식물 용어집(Termini botanici)』(1762)을 모델로 하여 수많은 식물학 사전들이 출간되었다. 비단 영국뿐 아니라 1760년대에는 유럽 전역에서 식물 중에 관한 전문 논문(monograph)은 물론 식물군 보고서, 식물 삽화집, 박물학 서적, 심지어 아동용 책들까지 린네식 용어와 그의 분류 체계에 바탕을 두고 작성되는 경우가 빈번해졌다.¹²

그러나 린네 식물학의 국제적 특성은 단순히 그의 저술 출판 지역의 지리적, 언어적 광대함에 국한된 것은 아니었다. 린네의 식물학 체계는 전과 및 보급 과정에서는 물론, 그 지식 체계의 확립 과정에서도 국제화된 과학의 모습을 드러냈다고 할 수 있다. 예를 들어, 국제화의 한 범주라고 할 수 있는 개념으로 범세계화(cosmopolitanism)라는 개념이 사회 과학과 정치학에서 제기되고 있는데, 이는 특정 국가의 문화에의 집착을 넘어 인간 전체의 이해 관계 고양을 위한 정치적·사회적·문화적 신념 체계가 형성되는 과정을 의미한다.¹³ 이러한 범세계화는 18-19세기 유럽의 과학계에서도 그 편린을 찾아볼 수 있다. 예를 들어, 당시 유럽의 지식인층은 활발한 서신 교환과 상호 방문 등을 통해 지식과 감성의 양면에서 지리적, 정치적 경계를 초월한 범 유럽적 문화 공동체를 형성하고 있었는데, 이는 소위 문필 공화국(Republic of Letters)이라고 불린다. 예를 들어 독일의 라이프니츠(G. W. Leibniz)는 파리에서, 프랑스의 데카르트(René Descartes)는 네덜란드에서, 스위스의 오일러(Leonhard Euler)는 상트페테르부르크(St. Petersburg)와 베를린에서 연구에 매진하는 등 지식인들의 탈지역적 연구와 교류가 빈번했으며, 전 유럽의 과학 아카데미들과 개별 과학자들 간의 네트워크는 이러한 연구와 교류를 뒷받침하는 무형의 기반으로 작용했다.¹⁴

¹² Ibid., 15; Lisbet Koerner, "Carl Linnaeus in His Time and Place," N. Jardine, J. A. Secord, and E. C. Spary, eds., *Cultures of Natural History* (Cambridge: Cambridge University Press, 1996), 154.

¹³ Steven Vertovec and Robin Cohen, "Introduction: Conceiving Cosmopolitanism," *Conceiving Cosmopolitanism: Theory, Context and Practice* (Oxford: Oxford University Press, 2002), 1-22.

¹⁴ Brigitte Schroeder-Gudehus, "Nationalism and Internationalism," Colby et al., eds., *Companion to the History of Modern Science* (cit. n. 2), 909-910; Lorraine Datson, "The Ideal and Reality of the Republic of Letters in the Enlightenment," *Science in Context* 4:2 (1991), 367-386.

이러한 기반은 린네 식물학의 전파에 기여했다. 이는 린네 식물학을 추종하는 소위 린네 주의자들(Linnaeans)들이 조성한 과학 담론에서 엿볼 수 있다. 18세기 네덜란드는 린네 식물학의 중심지이자 후원자 역할을 했는데, 이는 린네가 당대 네덜란드의 저명한 의사이자 식물학자 보어하베(Herman Boerhaave), 아마추어 식물학자 그로노비우스, 식물학자 버르만(Johannes Burman) 등 학계 유력 인사들과의 교류를 활용하였기 때문이다. 특히 네덜란드 동인도 회사의 중역이자 부유한 은행가로서 과학의 후원자이던 클리포드 3세(George Clifford III) 소유의 식물원에서 린네는 식물 분류를 전담하였으며, 이로부터 『클리포트 식물지(Hortus Cliffortianus)』(1737)를 출간했다. 네덜란드를 떠날 무렵 린네의 저작은 『식물의 속(Genera plantarum)』을 비롯하여 『라포니카 식물상(Flora Lapponica)』, 『식물학 비평(Critica botanica)』 등 10여 편에 이르렀다. 영국에도 저명한 박물학 수집가 슬론 경(Sir Hans Sloane), 식물학자 딜레니우스(Johann Jakob Dillenius)를 비롯하여 다수의 린네 주의자들이 있었다. 특히 첼시 약초 정원(Chelsea Physic Garden)의 원장이었던 밀러(Philip Miller)는 린네와의 교류를 통해 그의 식물 분류 체계를 『정원용 사전(Gardeners Dictionary)』 저술에 도입했다. 이외에도 당대 최고의 식물학자였던 드 쥐시외(Antoine-Laurent de Jussieu)가 프랑스 파리에서 린네와 공동으로 식물 채집과 필드 탐방을 수행하는 등, 린네를 추종하거나 그와 지적 교류를 활발하게 전개한 과학자들은 유럽 도처에 있었다.¹⁵ 린네 식물학은 과학 이론으로서뿐만 아니라 유럽 지식인 사회의 문화적, 도덕적 지침으로도 정착되었다. 린네의 식물학을 흠모했던 프랑스 계몽사상가 루소(Jean-Jacques Rousseau)의 『식물학의 기본원리에 대한 편지(Lettres élémentaires sur la botanique)』는 린네 식물학에 대한 여성용 교양서로 명성을 누렸는데, 이 책의 인기에 힘입어 파리 박물학 협회는 프랑스 식물원 내에 린네 조각상을 건립했을 정도였다. 영국에서도 훗날 찰스 다윈의 조부로 의사·시인·박물학자였던 이래즈머스 다윈(Erasmus Darwin)의 『식물원: 식물의 세계(The Botanic Garden, Part II: Containing the Loves of the Plants)』가 린네 식물학을 대중들에게 널리 전파했다. 독일의 대문호 괴테(Johann Wolfgang von Goethe)는 린네 식물학을 독일 낭만주의 서클의 주요 화두로 만들었다. 린네는 세익스

¹⁵ Stafleu, *Linnaeus and the Linnaeans* (cit. n. 11), 157-183, 199-210, 274-282.

피어(William Shakespeare), 스피노자(Baruch Spinoza)와 더불어 괴테가 추앙한 3대 지성인의 하나였다.¹⁶

린네의 식물학이 지닌 국제적 과학으로서의 성격은 그것의 전파 및 정착 과정에서뿐 아니라 애초에 그 성립 및 전개 과정에서도 잘 드러난다. 린네의 식물 분류 체계의 확립에 필요한 경험적 데이터베이스를 확보하고 분류 체계 모델의 보편성을 증명하기 위해서는 다양한 샘플들이 요구되었다. 이와 같은 이유에서 린네는 원거리 탐험이 그의 식물학에 직접적 경험 연구로서의 가치를 제공해 준다고 믿었는데, 그에게는 이러한 그의 믿음을 실행해 줄 엄선된 20여 명의 제자들이 있었다. 식물 분류 작업은 신의 피조물을 연구함으로써 신의 섭리를 파악하는 박물학자의 의무라는 취지에서, 린네는 그의 제자들을 “사도(apostle)”라고 불렀다. 린네의 분류법과 명명법으로 무장한 이들 탐험 사도들은 세계 각지를 배경으로 박물학 데이터의 컬렉션을 만들어나갔다. 영국에 건너간 린네의 애제자 솔란더(Daniel Solander)는 영국의 과학 후원자 뱅크스(Joseph Banks)가 파견한 식물학자의 자격으로 영국 쿡(James Cook) 선장의 제1차 항해에 동행하여 오세아니아를 누볐다. 린네의 또 다른 사도였던 스파만(Anders Sparrman)은 쿡 선장의 제2차 항해에 독일 포르스터 부자(Johann Reinhold Forster와 Georg Forster)의 파견 식물학자로 오세아니아·남아메리카 탐험에 승선했다. 네덜란드 동인도 회사 무역선에 주치의로 승선한 툰베리(Carl Peter Thunberg)는 희망봉, 자바, 스리랑카, 일본에서 식물 채집을 했다. 툰베리의 일본과 자바 탐험기는 당대 과학자 공동체의 큰 주목을 끌었으며, 현지 일본의 식물학과 의학에도 중요한 족적을 남겼다. 뢰플링(Pehr Löfling)은 스페인 군주의 명으로 스페인령 남아메리카의 탐험을 수행했으며, 이후 그는 스페인에서 최고의 식물학자에 비견되는 식물학의 대공으로 추대 받았다. 포스칼(Pehr Forsskål)은 덴마크 왕립 탐험대의 오스만 제국(Osman Empire)—아랍 반도(Arabian Peninsula) 탐험에 참가했다. 이외에도 칼름(Pehr Kalm)은 북서러시아와 북아메리카의 동부 해안을 탐험했으며, 팔크(Johan Petter Falck)는 러시아 오렌버그(Orenburg) 탐험대의 일원으로 코카서스(Caucasus), 카잔(Kazan)과 시베리아 서부를 횡단했다. 린네의 탐험 사도들의 족적은 라플란드(Lapland), 북극해, 수리남(Surinam), 인도 해안 지대까지

¹⁶ Koerner, “Carl Linnaeus in His Time and Place,” (cit. n. 12), 155.

에도 이르렀다. 중국 탐험에서는 일부 사도가 예기치 않은 죽음을 맞는 불상사도 있었지만, 오스벡(Pehr Osbeck)의 중국 여행 보고문(travel account)은 과학자들의 호응을 끌어냈으며 독일어와 영어로 번역되기도 했다.¹⁷

린네 식물학이 유럽 각국에서 성공적으로 정착한 것은 린네 주의자들의 과학 탐험과 떼어내어 생각하기 어렵다. 린네 사도들의 과학 탐험은 범세계적 채집 활동을 통해 린네 식물학의 체계를 세계 각지로부터의 식물 표본들에 적용함으로써, 린네 식물학이 지구상의 모든 식물의 종을 기술할 위력이 있음을 실증적으로 보여주었다. 단순히 추상적 이론 체계로서가 아니라, 과학 탐험을 통해 확보한 수많은 실증 사례들을 포함하는 린네의 식물학은 18세기 박물학의 중요한 담론으로 자리 잡았으며, 특히 린네의 이명법 체계는 유럽 각지에서 분류 체계의 표준으로 자리 잡아갔다.¹⁸ 이 과정에서 린네의 사도들은 린네 식물학의 수집자 역할 뿐 아니라 전파자 역할 역시 각국에서 수행함으로써, 린네 식물학의 성립은 물론 국제적 전파에도 기여하였음은 물론이다.¹⁹ 요컨대, 린네 식물학은 그 실물적 토대를 구성하는 재료의 수집, 그리고 성립된 이론 체계의 전파 양면에서, 국경을 넘은 범세계적 활동의 이점을 십분 활용하였다. 즉, 린네 식물학 체계의 정착을 이끈 요인들 중에는, 국제화된 과학 연구 및 전파 활동이 있었다.

¹⁷ Sverker Sörlin, "Scientific Travel: The Linnean Tradition," Tore Frangsmyr, ed., *Science in Sweden: The Royal Swedish Academy of Sciences, 1739-1989* (Canton: Science History Publications, 1989), 96-123.

¹⁸ 물론 린네 식물학의 수용에는 국가별로 온도차가 있었으며, 린네의 식물 분류 체계 중 인위적 분류법은 이후 경쟁 이론들과의 경합을 통해 대체되는 과정을 거쳤다. 린네의 인위적 분류법은 네덜란드에서는 전폭적으로 수용되었으며, 영국에서도 다소 미온적인 초기 반응에도 불구하고 이명법의 정착과 더불어 점차 순조롭게 수용되었다. 그러나 이명법으로 대표되는 린네 식물학의 커다란 틀이 유지되는 가운데서도, 인위적 분류법은 프랑스의 드 쥐시의 이래의 연구 성과들로부터 지속적으로 가해진 비판에 의해 19세기에는 딱잎의 수, 씨앗의 구조, 수술의 삽입 등 식물의 형태에 근거한 자연적 분류 체계로 서서히 대체되었다 [David E. Allen, *The Naturalist in Britain: A Social History* (Princeton: Princeton University Press, 1994), 27; Peter F. Stevens, *The Development of Biological Systematics* (New York: Columbia University Press, 1994), 23-41].

¹⁹ 예를 들어 쿡 선장의 제1차 항해에 동행하여 오세아니아를 누볐던 솔란더는 영국 박물관(The British Museum) 컬렉션의 분류 작업에 상당히 기여했을 뿐 아니라, 영국의 뱅크스(Joseph Banks)가 식물 연구 거점의 하나로 조성했던 큐 식물원(Kew Garden)에 린네식 분류 체계를 이식하기도 했다[Stafleu, *Linnaeus and the Linnaeans* (cit. n. 11), 211-240].

3. 19세기 초 훔볼트의 과학 탐험과 식물 지리학: 국제성을 전제로 한 과학의 태동

이른바 “지리상의 발견”이 시작된 르네상스 말기부터 불붙은 유럽인의 대외 탐험은 정치적으로는 신세계 개척을 통한 식민지 확대를, 종교적으로는 기독교 전파를, 그리고 경제적으로는 새로운 교역 대상의 발굴을 목적으로 하는 것이었다. 그러나 18세기 계몽 시대의 도래와 더불어, 종래의 정치적·종교적·경제적 목적의 차원과는 다소 궤를 달리 하는 유형의 탐험, 즉 과학 탐험이 대두되었다.²⁰ 과학 탐험이란 과학 연구와 발견에 기여할 수 있는 관찰, 수집 및 실험을 수반하는 일련의 활동을 미지의 지역에서 수행하는 것이다. 아직 지구 도처에 미지의 관측, 관찰 거리를 남겨두고 있던 근대라는 시기에 과학 탐험은 과학 발전을 위한 증거 자료와 영감의 원천에 대한 탐색이었으며, 자연의 다양성과 통일성을 탐구하던 과학자들에게 다양한 동식물로 가득한 이 세계는 필수 탐험 대상이었다. 이러한 필요성은 특히 필드 과학의 색채가 강한 생물학에서 두드러져, 19세기 유럽의 자연 철학자들과 박물학자들은 세계 각지로 탐험 여행을 떠났다.

19세기 초를 대표하는 과학 탐험의 주인공으로는 훔볼트를 들 수 있다. 1799년부터 1804년에 걸쳐 독일의 훔볼트는 프랑스의 식물학자 봉플랑(Aimé Bonpland)과 함께 남아메리카 열대 지역을 탐험했다. 훔볼트는 스페인 국왕 찰스 4세의 직권으로 스페인령 식민지 곳곳을 탐사했다. 훔볼트는 봉플랑과 함께 베네수엘라에서부터 콜롬비아, 에콰도르와 페루를 거쳐 안데스 산맥 정상(8600 피트)에 이르기까지 곳곳에서 6만여 종의 식물 표본을 수집했으며, 3600여 종의 새로운 식물을 발견했다.²¹ 뿐만 아니라 훔볼트는 지리학적 측정을 실시하고, 측정 결과를 분석하고, 동식물을 수집한 결과를 취합하여 식생형을 분석하였다. 훔볼트의 기획은 단순한 개별 사실의 수집이 아니라 상호 영향 관계에 있는 자연의 복잡한 체계의 맥락을 파악하는 것이었다.

이 탐험의 산물이 바로 『식물 지리학 시론(Essay on the Geography of Plants)』(1807)으로, 이 책에서 훔볼트는 열대 자연에 존재하는 다양한 물리적

²⁰ Sörlin, “Scientific Travel: The Linnean Tradition,” (cit. n. 17), 100–101.

²¹ Frank Egerton, “A History of Ecological Sciences, Part 32: Humboldt, Nature’s Geographer,” *Bulletin of the Ecological Society of America* 90:3 (2009), 253–282 중 262.

들 간의 상호 연계성과, 이들 물리력과 식생 사이의 상관 관계를 보여 주었다. 즉, 훔볼트 식물 지리학의 중심에는 식생(vegetation)의 지리학이 있었다. 훔볼트에 의하면, 모든 지역은 각기 독특성을 지니고 있기 때문에 지구 곳곳의 식생 역시 나름의 특징을 표출한다는 것이다. 훔볼트는 식물과 그 주변 환경의 관계를 경험적, 실험적으로 연구함으로써, 식물종과 기온, 습도, 광도의 관계를 분석했고 식생 구역을 고도·위도별로 기술했다. 이러한 관계에 내재된 법칙성을 발견하기 위해 훔볼트가 택한 방법은 안데스 지역의 고도별로 분포되어 있는 식생의 연속을 파악하는 것이었다. 그는 저평원의 열대성 기후로부터 중간 지대의 온대성 기후, 그리고 산정의 극기후에 이르기까지 고도별로 분포한 식생의 존재를 지리 단면도에 나타내었다. 훔볼트의 식물 지리학에서 남아메리카 탐험이란 대자연 전체의 구성 요소들을 해부함으로써 자연의 다양성과 통일성을 이해하려는 시도의 산물이었으며, 이를 위해 훔볼트가 찾은 비전은 바로 탐험지에서 직접 조우한 자연에 대한 관찰·측정·실험 비교 연구였다.²²

훔볼트의 탐험 활동은 국경을 넘어 이루어진 과학자들 간의 소통과 아이디어의 교류를 통해 태동하였다는 점에서 탈국경적인 성격을 보여주었다. 열대 지역에서 훔볼트와 토착 크리올(Creole) 및 현지 과학자와의 조우는 공통의 관심사를 공유한 과학자들 간의 지적 소통을 가능하게 했다.²³ 훔볼트 일행이 콜롬비아의 보고타(Santa Fe de Bogota)에 도착했을 때, 훔볼트는 스페인의 남아메리카 식민지 뉴그라나다 왕국(New Kingdom of Granada, 스페인의 옛 총독령으로 오늘날의 콜롬비아)의 자연 철학자이자 식물학자인 뮤티스(José Celestino Mutis)의 극진한 환대를 받았다. 스페인에서 이주하여 정착한 뮤티스는 2,000여 식물종을 수집했으며, 그 중에서도 말라리아 치료 약물의 성분을 가진 기나 나무(cinchona)와 여타 실용 식물들을 연구했던, 현지 식물의 전문가였다. 뮤티스의 집에서 머문 2개월 동안 훔볼트는 그의 식물 컬렉션으로부터 깊은 영감을 얻었으며, 이 둘은 공동으로 기나 나무 3종의 정체를 규명했다.²⁴ 아울러 크리올들과의 지적 교류는 훔볼트가 본디 구상했던 식물 지

²² 정혜경, “19세기 과학 탐험(1799-1804)과 훔볼트: 그의 식물 지리학을 통해 본 과학의 전위 활동으로서의 탐험의 승화”, 『한국과학사학회지』 31:1 (2009), 184-200.

²³ 신대륙 발견 후 아메리카 대륙에서 태어난, 에스파냐인과 프랑스 이주민들의 자손들.

²⁴ Rodolfo M. Guzman, “Welcoming Alexander von Humboldt in Santa Fe de Bogota, or the Creoles’ Self-Celebration in the Colonial City,” *Atlantic Studies* 7:2 (2010), 143-147 중 143-147.

리학의 가설들이 현실성 있는 이론으로 정립되는 데 결정적으로 작용했다. 특히 독학 출신의 박물학자·천문학자였으며 뮤티스의 식물학 탐험대의 일원이었던 칼다스(Francisco José de Caldas)와의 만남은 훔볼트에게 중요한 전환점이 되었다. 1801년 키토(Quito)에서 훔볼트는 칼다스의 천재적 재능에 강한 인상을 받았다. 천문학 관찰, 도구 제작, 고도 계산 등 다양한 방면에 걸친 칼다스의 독창적 지식 중, 무엇보다도 훔볼트에게 크게 영향을 끼쳤던 것은 남아메리카 현지 식물의 지리적 분포에 관한 그의 풍부한 현장 경험이었다. 1805년 프랑스에서 훔볼트가 식물 지리학 소고를 발표했을 때, 칼다스는 이미 안데스 산맥 북부의 생물 지리 지도, 적도 인근의 식물의 지리적 분포에 대한 회고록, 그리고 고도별 기나 나무 분포에 대한 연구 등 여러 유형의 생물 지리 지도를 작성한 바 있었다. 이러한 미발표 소고들은 얼마 후 훔볼트가 세상에 선보이게 되는 식물 지리학의 지도와 상당히 일치하는 것으로, 훔볼트가 칼다스로부터 받은 영향을 강하게 반영하는 것이다.²⁵ 즉, 훔볼트의 과학 탐험에서 남아메리카는 탈국경적인 인적, 학문적 교류를 통해 그의 이론과 가설에 대한 담금질이 이루어진 곳이었다. 훔볼트의 탐험은 소위 유럽 모국의 선진 지식이 식민지로 전파되는 현상의 필연성을 강조하는 확산주의적 관점과 같은 기존의 입장에 대한 반증을 제시하기도 한다.²⁶

칼다스를 비롯한 크리올들과의 인적, 학문적 교류가 생태학적 데이터를 이해할 수 있는 중요한 기회를 훔볼트에게 제공해 준 것은 사실이지만, 훔볼트 과학이 이전의 과학과 차별되는 점은 그 공간적 배경과 연구 대상에 있었다. 일찍이 유럽의 박물학자들에게 안데스 산맥은 고도별로 다양한 기후대를 보여줌으로써 기후에 따른 다양한 동식물을 보유한, 일종의 자연의 이상적 식물원 과도 같은 곳으로 알려졌다.²⁷ 훔볼트에게 안데스 산맥은 그의 식물 지리학의 가설을 테스트할 자연의 실험실(laboratory)에 해당하는 공간이었다. 훔볼트는 계량화와 측정 도구를 이용한 객관적 과학의 잣대를 자연에 들이대어 거대한 규모의 물리적 데이터를 추구했을 뿐 아니라, 하나의 물리적 변수와 다른 변수

²⁵ Jorge Cañizares-Esguerra, *Nature, Empire, and Nation: Explorations of the History of Science in the Iberian World* (Stanford: Stanford University Press, 2006), 113-114.

²⁶ 예를 들어, George Basalla, "The Spread of Western Science," *Science* 156 (1967), 611-622.

²⁷ Cañizares-Esguerra, op. cit., 116.

와의 관계를 통해 식생 단위의 연구와 식생의 분포에 초점을 맞춘 식물 지리학(plant geography)이라는 새로운 분야의 발흥을 가져왔다. 훔볼트의 연구는 상이한 형태의 식물들이 발생하는 조건에 대한 연구라는 점에서 식물학적 관점을, 식물의 분포상을 다룬다는 점에서 지리학적 관점을 모두 포함하고 있었다. 이는 바로 자연의 물리적 영향에 의해 조성된 식생에 초점을 맞추는 새로운 식물학, 즉 식물 지리학의 태동을 의미하는 것이었으며, 이후 이는 19세기 말 생물학의 새로운 분야로서 식물 생태학(plant ecology)의 지적 초석이 될 수 있었다.²⁸ 자연에 존재하는 식물 개체의 개별적 분석이 아니라 자연 자체를 연구 대상으로 했다는 점에서, 훔볼트가 보여준 식생 연구는 18세기 전통적 박물학자들과 식물학자들이 수행해 온 분류학과는 완전한 차이가 있었다. 훔볼트의 식생의 지리학은 식물 개체를 쪼개고 나누는 것이 아니라 실재하는 자연의 전체를 조망하는 것으로, 개별 식물중에 초점이 한정되어 있던 당대 식물학의 한계를 극복하는 것이었다. 뿐만 아니라 국제화를 통한 연구 대상물의 확장이라는 측면에서도, 린네 식물학을 위시한 당대의 식물학이 세계의 자연으로부터 수집한 식물 개체들을 대상으로 하여 그 이론적 범용성과 보편성을 검증할 수 있었다면, 훔볼트가 태동시킨 식물 지리학은 세계의 자연 그 자체를 대상으로 하는 것이었다. 즉, 이전 시기의 어떤 생물학 분야보다도 국제적 교류와 공조를 필요로 하는 분야가 태동한 것이다.

4. 국제 식물 지리학 탐방(IPE)과 초국적(denational) 과학으로서의 식생 연구

훔볼트에 의해 기틀을 다진 식생 연구는 프랑스, 독일, 영국, 스위스, 러시아, 스웨덴 등 유럽 지역에서 식물 지리학자(plant geographer), 식물 생태학자(plant ecologist), 식물 사회학자(plant sociologist) 등으로 불리는 전문 과학자들에 의해 논의가 계속되었다.²⁹ 오늘날에는 식생이란 특정 지역을 덮고 있는 식물 군집이라는 정의가 보편화되었지만, 19세기 말-20세기 초의 시기에는 식생에 관한 다양한 견해와 주장이 경합했을 뿐 아니라 관련 개념과 용어 자체

²⁸ 정혜경, 앞 논문 (각주 22), 202.

²⁹ Eduard Rübel, "Ecology, Plant Geography, and Geobotany: Their History and Aim," *Botanical Gazette* 84:4 (1927), 428-439 중 428-429.

를 둘러싸고도 상당한 지적 혼란이 있었다.³⁰ 당시 유럽과 미국의 식물학자들 사이에서 식물 군집의 기술과 분류에 대한 표준적 합의는 아직 부재한 상태였던 터라, 연구자들은 동일한 현상에 대해 상이한 개념을 사용했는가 하면, 반대로 상이한 현상에 대해 동일한 개념을 사용하기도 했다.³¹ 개념과 초점의 난립은 다양한 차원으로 전개되었다. 분야별로는, 식물 사회학파가 식생을 이루는 식물상(植物群, flora)³²의 구성에 초점을 두었던 반면, 식물 생태학파는 식생의 역동성과 환경의 영향력을 강조했다. 지역적으로, 영미권의 학파는 식생의 역동적 측면에 주목하면서 식생의 분석 도구로 상관(physiognomy),³³ 우점도(dominance), 우점종(dominant species)³⁴ 등을 적극적으로 활용했다. 영미권 내에서도, 식생의 역동적 변화를 분석하는 데 있어 영국 학파의 접근이 환경적 요소 중 토양과의 연관성에 치중하는 반면, 미국 학파는 기후와의 연관성에 초점을 두는 등의 차이가 있었다.³⁵

식생 연구에서의 견해의 다양성은 한편으로는 연구의 표준화의 필요성을 강력히 보여주는 것이기도 했다. 그러한 표준화는 1908년 스위스 식물학 교수 슈뢰터(Carl Schröter)가 주도한 국제 식물 지리학 탐방(International Phytogeographical Excursion, IPE)의 정례적 활동을 통해 첫걸음을 내딛게 되었

30 식생이란 어떤 지역에 존재하는 식물 집단을 지칭하는 것이다. 식생을 구분하는 데 있어서 지역 명에 따라 한국 식생, 한라산 식생 등으로 부를 수도 있고, 지역의 물리적, 지리적 환경에 따라 고산 식생, 습지 식생, 해안 식생 등과 같은 식으로 부를 수도 있다. 또는 식생의 외형적 경관을 이루는 상관(相觀, physiognomy)에 따라 산림 식생, 초원 식생 등으로 나누기도 한다. 식생 개념을 둘러싼 지적 혼란에 대해서는 C. E. Moss, "The Fundamental Units of Vegetation: Historical Development of the Concepts of the Plant Association and the Plant Formation," *New Phytologist* 9:1/2 (1910), 18-53 중 20을 보라.

31 Arthur G. Tansley, "The International Phytogeographic Excursion in the British Isles. I. The Inception, and II. Details of the Excursion," *New Phytologist* 10:7/8 (1911), 271-291 중 273.

32 식물상(flora)이란 어떤 지역에 분포, 생육하는 식물의 종류를 의미한다.

33 식물 군집의 특징을 이루는 하나의 요소로는 하나의 뚜렷한 경관을 이루고 있는 장소, 예를 들어 호수 등을 선택하는 경우가 많다.

34 종의 우점도는 식물 군집에서 해당 종이 양적으로 어느 정도 우세 혹은 열세인지를 나타내는 척도이다. 우점종은 해당 식물 군집에서 우점도가 가장 높은 종을 지칭한다. 가령, 밀도(density), 빈도(abundance), 피도(coverage) 등이 가장 높은 종을 우점종이라 한다.

35 Kaat Schulte Fischeidick and Terry Shinn, "International Phytogeographical Excursions, 1911-1923: Intellectual Convergence in Vegetation Science," Crawford et al., eds., *Denationalizing Science* (cit. n. 3), 115-117.

다.³⁶ 최초의 IPE는 1911년, 슈뢰터의 아이디어에 공감한 영국 식물 생태학자 탠슬리(Arthur G. Tansley)의 주도로 영국에서 개최되었다. 유럽 대륙과 미국으로부터의 참가자들에게 지역 식생 정보를 담은 『영국 식생형(Types of British Vegetation)』 책자가 제공되었으며, 참가자들은 잉글랜드, 스코틀랜드, 아일랜드 전역에 걸친 5주 간의 필드 탐방 기회가 제공되었다. 이 때 작성된 탐방 일지는 탠슬리가 1902년에 창간한 『신식물학자(New Phytologist)』에 상세히 소개되었다.³⁷ 특히 필드 탐방은 지역 필드의 식생 전문가들로부터 지식과 경험을 전수 받을 수 있는 기회를 참가자들에게 제공했다. 예를 들어 영국에서의 IPE에 참여했던 미국 시카고 대학의 생태학자 코울스(Henry C. Cowles)는 “미국 생태학자들은 문헌으로부터 히스(heath) 그룹, 히스로 뒤덮인 군집 등의 개념의 정확한 의미를 이해하기 어려웠는데, 지난 여름 [탐방 필드에서] 여러 용어에 대하여 유럽의 과학자들이 보여준 실물을 통해 제대로 알게 되었다”고 회고했다. 또한 IPE의 탐방 활동을 통해 각국의 참가자들은 서로 간의 상이한 주장과 관점에 대한 물질·이론적 증거의 교환을 통해 상호 설득과 소통에 도달할 수 있었다. 코울스는 “이번 달 탐방 참가자들은 공동 생활과 탐방 활동을 통해 상호간의 견해와 필드 활동의 의미를 더 잘 이해하게 되었으며, 서로의 저술에 대하여 전에 없이 보다 잘 이해할 수 있게 해주었다”라고 썼다.³⁸ 이외에도, 수 주에 걸친 IPE의 공동 활동은 과학자들 간의 인간적 교감을 촉진함으로써 연구에 대한 상호 이해와 타인의 견해에 대한 인정을 공고히 해주었다. 요컨대, IPE는 참가자들에게 개최 지역의 식생을 이해하는 교육적 기회를 제공함은 물론, 참가자들 간의 지적 소통과 교류를 촉진하였는데, 이는 모두 지역적 협소성을 극복한 식생 연구의 표준화에 기여할 수 있는 것들이었다. 이와 같은 IPE의 공헌은 일회성으로 그치지 않았다. 영국에서의 IPE의 성공적 개최가 대서양 양안의 학계에 자극을 준 결과, 1913년 코울스는 클레멘츠(Frederic E. Clements)와 함께 미국에서 IPE를 개최했다.³⁹ 제1차 세

³⁶ Tansley, “The International Phytogeographic Excursion,” (cit. n. 31), 272.

³⁷ John Sheail, *Seventy-five Years in Ecology: The British Ecological Society* (Oxford/London: Blackwell Scientific Publications, 1987), 32-34.

³⁸ Henry C. Cowles, J. Massart and C. A. M. Lindman, “The International Phytogeographic Excursion in the British Isles. IV Impressions of the Foreign Members of the Party,” *New Phytologist* 11:1/2 (1912), 25-28 중 25-26.

³⁹ Alfred Dachnowski, “The International Phytogeographic Excursion of 1913 and

제 대전 당시에는 보류되었던 IPE는 1923년 스위스 취리히 루벨 연구소(Rubel Institute)의 슈뢰터, 루벨(Eduard Rubel), 브록만-제로스(Heinrich Brockmann-Jerosch) 등 프랑스·스위스 학파의 저명한 식물 지리학자들에 의해 재개되었다.⁴⁰

표준화된 식생 연구 프로토콜의 확립에 있어 IPE의 공헌을 직접적으로 보여주는 것은 1932년 너도밤나무 숲(beach forest) 식생 연구였다. 너도밤나무 숲 군집 연구는 독일, 체코슬로바키아, 폴란드, 발칸 반도 국가들, 루마니아, 스페인, 포르투갈, 스웨덴, 덴마크, 영국, 오스트리아, 프랑스 등지로부터 다국적 복수 저자(multiple authorship)들이 참가한, 초국적 식생 연구의 결정판이었다. 기획 단계에서부터, 스위스의 식물 사회학자 루벨은 지역별 식생 연구들에 내재된 지역적 접근의 차이를 극복하고자 식생 연구 방법론의 통합에 초점을 둔 프로토콜(protocol)을 내놓았다. 구체적으로 루벨은 (1) 군집 구역의 설정에 구획법(quadrant method)을 이용하여 너도밤나무 숲 동질 구역에 대한 관련 변수들을 고려하게 했다. (2) 루벨은 프랑스·스위스 식물 사회학파의 주장을 수용하여, 신규 발견된 식물 군집을 생물형(life form), 빈도(abundance)와 군락 적합도(群落適合度, fidelity)의 변수를 고려하여 표징종과 식별종(characteristics and differential species)의 기준에서 기록할 것을 요구했다.⁴¹ (3) 다른 한편으로, 루벨은 영미권 학파의 방법론을 수용하여 식물 군집의 발달 과정을 군집의 변화(천이 계열, succession)와 최종 군집(극상, climax) 등의 관점에서 분석할 것을 요구했다. 이외에도, 루벨은 너도밤나무 숲 식생의 상이한 변이들의 분류에 대하여, 항존종/표징종(constant/character species)을 활용하는 프랑스·스위스의

Its Significance to Ecology in America," *Journal of Ecology* 2:4 (1914), 237-245 중 240-245.

⁴⁰ Frank Egerton, "History of Ecological Sciences, Part 48: Formalizing Plant Ecology, about 1870 to mid-1920s," *Bulletin of the Ecological Society of America* 94:4 (2013), 341-378 중 307. 이후 IPE는 스웨덴/노르웨이(1925년), 체코슬로바키아/폴란드(1928년), 루마니아(1931년), 이탈리아(1934년), 모로코(1936년), 아일랜드(1949년), 스페인(1953년), 오스트리아(1956년), 체코슬로바키아(1958년), 핀란드/노르웨이(1961년), 프랑스(1966년), 그리스(1971년), 미국(1978년), 아르헨티나(1983년), 일본(1984년), 폴란드(1989년) 등지에서 개최되었다[Fischedick and Shinn, "International Phytogeographical Excursions, 1911-1923," (cit. n. 35), 112].

⁴¹ 프랑스·스위스 학파에 의하면, 특정 구역에서 종의 적합도는 해당 종이 해당 구역에서 양적으로 우세한 정도에 의해 표현될 수 있으며, 높은 적합도를 나타내는 식물은 표징종에 해당한다.

식물 사회학과의 분류 체계를 수용했다. 루벨이 제안한 프로토콜에 따라, 참여 연구자들은 (1) 필드 단계에서 너도밤나무 숲 분포 구역, 기후·토양 요소, 생물적 요소 등의 범위에 대한 정보를 기술하고, (2) 분석 단계에서 식물상의 구성과 생태적 역동성에 따라 주요 식물 군집을 분류했다.⁴² 일부 참가자들의 미온적 수용과 반발에도 불구하고, 루벨의 통합적 방법론은 너도밤나무 숲 식생 연구를 둘러싼 표준 프로토콜을 확립하는 데 기여했다. IPE는 식생 연구의 개념과 방법론, 그리고 다양한 관점 및 접근에 대한 과학자 상호 간의 지적 소통을 가능케 한 국제적 차원에서의 포럼이었으며, 식생 연구의 국제적 표준화를 달성함으로써 식생 과학의 지적 권위를 고양하였다.

IPE가 주도한 식생 연구의 국제적 표준화는 식물 지리학에서 현대 생태학으로 나아가는 이행 과정에서 과학의 초국적 경향을 드러내는 일종의 이정표라고 할 수 있다. 초국적 과학(denational science)이란 다국적 복수 저자(multiple authorship) 간의 협력 체제에서 펼쳐지는 광범위한 과학 활동 일체를 의미한다.⁴³ 19세기 말-20세기 초 유럽과 미국에서 가속화된 과학의 전문화·제도화 과정과 더불어, 과학의 국제화 역시 전례 없는 차원으로 추진되었다. 이를 보여주는 중요한 지표로 국제적 과학 협회와 국제 과학 학술 대회 of 양적 성장이 있었는데, 측지학, 지질학, 기상학, 식물학, 원예학 등의 필드 과학(field science) 역시 국경을 초월한 연구 활동의 전개와 교류를 통해 국제 과학으로 성장해갔다.⁴⁴ 특히 IPE는 지역적으로 산개해 있던 연구자들의 식생 연구를 둘러싼 다양한 주의 주장에 대한 인식론적 동질성 확보와 연구 프로토콜의 표준화를 모색했을 뿐 아니라, 너도밤나무 숲 식생 연구의 경우에서처럼 다양한 국적의 복수 저자들 간의 협업 연구를 이끔으로써, 식생 연구가 초국적 과학으로 진화할 수 있는 여건을 마련했다. IPE의 사례가 앞서 살펴본 훔볼트의 식물 지리학에 비해 국제화라는 측면에서 한층 더 진전되었다고 할 수 있는 점이 바로 이 부분이다.

⁴² Fischedick and Shinn, "International Phytogeographical Excursions, 1911-1923," (cit. n. 35), 121-124.

⁴³ Elizabeth Crawford, Terry Shinn, and Sverker Sörlin, "The Nationalization and Denationalization of the Sciences: An Introductory Essay," Crawford et al., eds., *Denationalizing Science* (cit. n. 3), 34-37.

⁴⁴ Schroeder-Gudehus, "Nationalism and Internationalism," (cit. n. 14), 911, 913.

5. 국제화된 생태계 생태학: 국가적 요구가 촉진한 국제 과학 (international science)

19세기 말-20세기 초 유럽에서 식생 연구, 식물 지리학 연구가 한창 진행되고 있을 때, 대서양 건너 미국에서는 생태학 연구의 성장이 가시화되었다. 20세기 초 미국에서는 고등 교육이 확장되면서, 주립 대학과 그 부설 농업 실험 연구소를 거점으로 하여 식물 생태학 연구와 교육이 자리 잡기 시작했다.⁴⁵ 생태학이 미국에서 성장하기 시작한 연원에는 유럽으로부터의 영향이 있었다. 생태학이라는 명칭 자체가 독일의 동물학자 헤켈에 의해 1866년에 만들어졌는데, 그는 생태학을 살아있는 유기체들이 서식지, 풍토, 에너지, 기생 동물 등과 맺는 관계를 다루는 학문으로 정의하였다. 서식지의 구성 요소들(빛, 열, 습도, 토양, 지형, 동물 등)이 식물의 성장 패턴에 미치는 영향을 분석함으로써 식물 생태학을 본격적 학문 분야로서 개척했던 덴마크의 바르밍(Eugenius Warming)은 식물 군집이 지니는 역동성에 주목했다. 즉, 서식지에서 하나의 군집은 다른 군집으로 변화해가는 경향이 존재하며 그 결과 군집의 최종 단계인 극상(climax)을 향해 나아가는 생태적 천이(succession)가 일어난다는 것이다. 그의 책은 여러 언어로 번역되었고, 특히 영미권에서 큰 반향을 일으켰다.⁴⁶ 1916년 미국 네브래스카 대학의 클레멘츠(Frederic E. Clements)가 주장한 생태학 이론에도 바르밍의 이러한 영향은 드리워져 있었다. 그의 천이 연구에서, 클레멘츠는 식물을 온도, 습도는 물론 빛과 수분의 증발, 그리고 곤충과 동물 생활과도 복합적으로 연계하여 분석했다. 그는 천이란 환경에 대한 식물의 반응에 의해 추진되는 예측 가능한 방향으로의 과정이며, 이 과정은 극상 군집이라는 안정적 상태로 종착된다고 보았다.⁴⁷

그러나 클레멘츠의 극상 이론은 대서양 건너 영국의 생태학자 탠슬리의 비판을 받았다. 앞 절에서 고찰한 바, 탠슬리는 영국 IPE 개척을 이끌었던 영국 최고의 생태학자였다. 탠슬리는 클레멘츠 생태학의 군집과 천이 개념에 내재된

⁴⁵ Eugene Cittadino, "Ecology and the Professionalization of Botany in America, 1890-1905," *Studies in History of Biology* 4 (1980), 171-198.

⁴⁶ William Coleman, "Evolution into Ecology: The Strategy of Warming's Ecological Plant Geography," *Journal of the History of Biology* 19:2 (1986), 181-196.

⁴⁷ Worster, *Nature's economy* (cit. n. 6), 205-220.

유기체적 철학의 잔재들을 일소하고자 했다. 에너지 장(field)과 계(system)라는 20세기 초 물리학의 개념이 전통적 뉴턴 물리학보다도 자연 현상을 더 정확하게 설명한다는 주장에 영향을 받은 탠슬리는 1935년 생태계(ecosystem) 개념을 고안했다. 탠슬리는 자연 상태를 있는 그대로 인식하기 위해서는 생물과 비생물이 상호 관계를 맺고 있는 생태계에서 기후, 토양, 식물, 동물 등 생물적, 비생물적 요소들 각각에 대한 개별적 분석이 선행되어야 함을 강조했다. 그러나 동시에 탠슬리는 생태계의 각 구성 요소들이 개별적으로 동작할 뿐 아니라 평형을 향해 움직이는 일정한 자율적 기제 역시 지니고 있기에 생태계는 단순히 각 구성 요소들의 기계적 총합이 아니라는 전일적 환원주의(holistic reductionism)의 관점을 취하였다. 즉, 탠슬리는 식물군이 개개 유기체들의 합 이상으로 하나의 전체를 이룬다는 전일론적 관점의 분석을 수용하면서도, 동시에 생태학이 엄밀한 기계론적 학문으로 규정되어야 한다고 주장했다. 이러한 탠슬리의 관점에서 생태계는 그것을 이루는 구성 요소들과 차원은 다르지만, 그들과 마찬가지로 자연계 내의 하나의 기능적 단위에 해당하는 것이었다.⁴⁸

탠슬리의 생태계 개념을 기반으로 1940년 경에는 이른바 생태계 생태학(ecosystem ecology)이 태동하기 시작했다. 그 중심에 27세에 요절했던 미국 예일 대학의 린더만(Raymond Lindeman)이 있었다. 린더만은 식물 군집의 분류, 식물종의 분포 또는 식물종의 변화에 따른 천이를 강조하는 전통적 생태학은 구시대 박물학의 영향으로부터 탈피하지 못했으며, 새 시대의 생태학은 생태계 수준에서의 영양 물질 순환과 에너지의 흐름에 기반을 둔 생태계 대사 작용의 분석에 초점을 두어야 한다고 주장했다.⁴⁹ 린더만은 생태계를 이루는 모든 유기체들을 생산자(producer), 소비자(consumer), 분해자(decomposer) 등의 영양 단계로 분류하고 이 단계들 사이에 벌어지는 영양 물질의 순환에 주목하였다.⁵⁰ 예를 들어, 단순한 무기 물질(물, 질소, 염분 등)은 생산자들에 의

⁴⁸ Arthur G. Tansley, "The Use and Abuse of Vegetational Concepts and Terms," *Ecology* 16:3 (1935), 284-307; Sheail, *Seventy-five Years in Ecology* (cit. n. 37), 64-65.

⁴⁹ Eugene P. Odum, "Energy Flow in Ecosystems: A Historical Review," *American Zoologist* 8:1 (1968), 11-18.

⁵⁰ 1927년 『동물 생태학(Animal Ecology)』을 발표한 엘턴(Charles S. Elton)은 생물 군집, 즉 일정한 지역 내에 분포하는 모든 생물 개체의 무리 내에서 생물들의 분포를 개체수 피라미드(pyramid of numbers)를 통해 도식화하는 방법을 고안했다. 생물 군집 내에서 종들은 한 종이 다른 종을 포식하고(예: 1차 소비자에 해당하는 종이 생산자에 해당하는

해 분해와 합성을 거쳐 복잡한 유기물로 합성된다(예를 들어, 녹색 식물에 의한 광합성). 소비자가 생산자를 포식함으로써 생산자로부터 소비자에 의해 전달된 복잡한 유기 분자들은 최종적으로는 분해자들인 세균에 의해 다시 단순한 무기물로 분해된다. 이와 더불어 린더만은 영양 단계들 간의 에너지 흐름과 생태적 효율성(ecological efficiency)을 정량적으로 분석함으로써 생태계 내의 복잡한 현상들을 에너지의 관점으로 환원할 수 있다고 주장했다. 소비자의 포식을 통해 화학적 에너지는 낮은 영양 단계(생산자)에서 상위 영양 단계(소비자)로 옮겨가는데, 이 과정에서 일부 에너지는 운동 에너지로 변환되거나 아니면 방출된 열의 형태로 소실된다. 린더만은 먹이 사슬 각 단계마다 소비 또는 저장된 모든 에너지와 영양 물질의 총량을 생산성(productivity)이라고 지칭하고, 낮은 영양 단계에서 포착한 에너지 중 어느 정도가 다음 단계로 넘어가는지를 생태적 효율성의 지표로 삼았다.⁵¹

린더만이 토대를 닦은 생태계 생태학은 미국의 유진 오덤(Eugene Odum) 대에 이르러 개화했다. 조지아 대학의 동물학 교수였던 유진 오덤은 그의 동생 하워드 오덤(Howard Odum)과 함께 애니위톡 환초(Aniwetock atoll)의 생태학 연구에 전념했다. 미국 원자력 위원회(Atomic Energy Committee, AEC)의 후원으로 착수된 이 연구의 목적은 생물계에 미친 방사능의 잠재적 효과를 조명하는 것이었다. 마셜 제도(Marshall Islands)의 주요 환초 중의 하나였던 애니위톡 환초는 바로 제2차 세계 대전 직후 행해진 수소 폭탄 실험의 장소였기 때문이었다. 생태계 생태학의 관점에서도 환초는 이상적 연구 대상이었다. 생태계가 존재하기 위해서는 하나의 군집 내에서 모든 유기체들과 물리적 환경이 상호 작용하면서 유기체들이 항상성(homeostasis)을 유지하는 것이 필요하다. 환초 생태계는 에너지, 영양 물질, 유기체 등을 생태계 바깥과 끊임없이 교환하는 가운데서도 평형 상태를 유지한다. 따라서 환초는 생태계 수준에

종을 포식), 또 다른 종이 이 종을 포식하는 식으로(예: 2차 소비자 종이 1차 소비자 종을 포식) 먹이 연쇄를 구성한다. 개체수 피라미드에서는 생산자인 녹색 식물의 개체수가 밑면으로 표현되고, 그 위에 순차적으로 층층이 1차 소비자, 2차 소비자, 3차 소비자의 개체수가 각 층의 넓이로 표시된다. 이 도형이 일반적인 탑이 아니라 피라미드 모양을 띠는 것은, 생산자 종의 개체수가 매우 많고, 1차 소비자, 2차 소비자, 3차 소비자 순으로 개체수가 적어지기 때문이다(Charles S. Elton, *Animal Ecology* (Chicago: University of Chicago Press, 1927), 50-70 (in re-print version of 2001)).

⁵¹ Raymond Lindman, "The Trophic-Dynamic Aspect of Ecology," *Ecology* 23:4 (1942), 399-417 중 399-402; Hagen, *An Entangled Bank* (cit. n. 7), 87-94.

서의 영양 물질 순환과 에너지의 흐름에 기반을 둔 생태계 대사 작용의 분석에 초점을 맞추는 생태계 생태학의 연구 대상으로 적격이었다.⁵² 오덤 형제의 에니위톡 환초 연구는 당시 생태계 생태학의 발전에 작용했던 중요한 모멘텀들을 압축하여 보여준다. 텐슬리의 생태계 개념으로부터 시작하여 린더만이 구축한 이론적 토대 위에, 생태계 생태학은 이제 유진 오덤에 이르러 실천적 연구로 진화할 수 있는 위력을 갖추게 되었다. 여기에 추진력을 더해준 것은 당시의 정치적·사회적 배경이었다. 제2차 세계 대전 이후였던 당시는 전쟁 중의 맨해튼 프로젝트(원자탄 개발 계획)가 촉발한 거대 과학의 성장기였다. 아울러 원자력 에너지 시대의 도래로 인해 방사능의 영향과 방사성 폐기물(radioactive waste)의 처리 문제가 대두되면서, 생태계 생태학은 미국 연방정부의 대규모 연구 지원의 수혜를 누렸다.⁵³

전후 시대 통신, 교통, 수송 수단의 비약적 발달에 힘입어 국가 간 재화와 인력, 그리고 지식의 교류가 보다 용이해짐에 따라, 유진 오덤이 미국에서 확립한 생태계 생태학 역시 국경을 넘어 전파되었다. 지식의 이전은 흔히 구체적인 실물, 도구와 기술, 구두 소통(oral communication), 공유된 경험, 그리고 정보의 생성 및 처리 과정과 같은 다양한 수단을 도구삼아 이루어진다.⁵⁴ 우선 유진 오덤의 교과서 저작들은 전후 세대의 학생들에게 생태계 생태학의 개념과 이론을 전파하는 중요한 장치가 되었다. 예를 들어, 1953년에 출간된 유진 오덤의 『생태학 기초(Fundamentals of Ecology)』는 생태학의 대표 교과서로 1971년 3쇄에 이르기까지 세계적 명성을 얻었으며, 1963년 『생태학(Ecology)』은 대학 학부용 교과서로서 스웨덴어를 포함하여 여러 언어로 번역되는 등 유진 오덤은 당대 환경 운동에서 최고의 생태학자였다. 그의 적극적인 국제적 행보 또한 생태계 생태학 지식의 이전을 수월하게 해주었다. 1962년 유진 오덤은 일본 생태학회(Ecological Society of Japan)의 요청으로, 제2차 세계 대전 중

⁵² Eugene P. Odum, "The New Ecology," *Bioscience* 14 (1964), 14-16; Betty J. Craige, *Eugene Odum: Ecosystem Ecologist & Environmentalist* (Athens: University of Georgia Press, 2002), 42-44, 58-61.

⁵³ 예를 들어, AEC, 미국 해군 연구소(Office of Naval Research) 등으로부터의 후원은 방사성 물질을 이용하여 에너지의 흐름과 물질 순환을 연구하는 이른바 방사 생태학(radiation ecology)을 크게 성장시켰다[Hagen, *An Entangled Bank* (cit. n. 7), 112-115].

⁵⁴ Jürgen Renn, *The Globalization of Knowledge in History* (Berlin: epubli, 2012), 제1장 참조.

에 히로시마와 나가사키에 투하된 원자탄의 피해로부터 생태계를 복원하기 위한 프로젝트에 자신의 생태계 생태학을 도입시킨 바 있었다.⁵⁵

이렇듯 국경을 초월한 지식 이전이나 교류가 비단 이 시기 생태계 생태학의 전유물은 아님은 앞서 살펴본 IPE의 사례로부터 살펴본 바 있다. 그러나 생태계 생태학의 국제화 과정의 사례들 중, 스웨덴에서의 경우는 과학의 국제화 과정에서 비단 연구자들의 보편적 진리 탐구 욕구뿐 아니라 사회의 당면 과제에 대한 국가적, 국민적 요구가 추진체로 작용한 경우에 해당하기에 주목할 필요가 있다. 제2차 세계 대전 이후 스웨덴에서는 산업화가 낳은 자연 파괴에 대한 반작용으로 자연 보호, 예찬의 기류가 사회 전반에서 일었는데, 예를 들어, 스웨덴의 일반 시민들은 사냥, 낚시, 조류 관찰을 즐기거나 야생화 수집을 통해 자연과의 교감을 추구하는 등 자연 친화적인 경향이 강해졌다. 이러한 사회적 분위기는 생태계 생태학의 수용에 용이하게 작용했다. 뿐만 아니라 과학자와 자연 보호주의자들의 경교에 대중들이 호응하면서 1960년대 스웨덴에서 환경주의는 중요한 정책 기조의 하나로까지 부상했다.⁵⁶ 세계 최초의 환경 보호청이 1967년 스웨덴에서 설립되고, 광범위한 환경 보호법이 통과되었으며, 환경 과학 및 공학 연구 프로그램들이 전개되었다. 예를 들어, 당시 스웨덴에서 생태학 연구의 정착을 주도한, 스웨덴 외곽 소재의 아스코 실험실(Askö Laboratory)은 발트 해 생태계에 관한 대규모 연구 프로젝트를 수행하였다.

이렇듯 전후 스웨덴에서 환경 연구 정책과 환경 통제 관리의 필요성이 대두되었을 때, 그러한 필요성을 충족시켜줄 지식의 공급처 역할을 한 것은 바로 미국 생태계 생태학의 적극적 도입이었다. 스웨덴의 생태학자와 환경 관료들은 직접 미국으로 건너가 오덤 형제 밑에서 수학했으며, 스웨덴으로 되돌아온 이후에는 오덤의 생태계 생태학을 스웨덴의 현실에 구체적으로 응용했다. 1970년에 유진 오덤의 동생 하워드 오덤의 아스코 실험실 방문과 양국의 지적 교류에서 보듯 아스코 실험실은 미국 생태계 생태학의 스웨덴 도입을 위한 창구 역할 또한 수행했다. 미국에서 생태계 생태학이 정부의 정책적 후원에 힘입어 번성한 것을 본떠, 아스코의 과학자들은 생태학의 과학적 의제를 당시 스웨

⁵⁵ Craige, op. cit., xi-xiii, 81-84.

⁵⁶ Andrew Jamison, Ron Eyerman, and Jacqueline Cramer, *The Making of the New Environmental Consciousness* (Edinburgh: Edinburgh University Press, 1990), 15-21.

덴의 정치·사회적 관심사와 결합시켜 대중적 지지를 획득하고 스웨덴 정부를 향한 로비 체계를 구축하는 등 생태학 연구에 대한 국가적 지원을 확보하기 위해 다방면의 노력을 기울였다. 그 결과, 미국에서 생태학이 방사 생태학(radiation ecology)을 중심으로 환경 문제에 대한 실효성 있는 해법을 제공하면서 대중적·학술적 지지를 얻었던 것처럼, 스웨덴에서도 생태계 생태학은 자연과 사회의 상호 연계성을 이해하는 이론적 근거로서뿐 아니라 전후 생태 위기의 해결을 위한 관리 과학에 실용적 비전을 제시하는 일종의 공인된 과학 이데올로기로 정착하였다.⁵⁷ 스웨덴에서 생태계 생태학의 성공적인 안착에는 앞서 본 것과 같은 환경 문제에 대한 당시 스웨덴의 정치·사회적 필요는 물론, 본고에서 미처 다루지 못한 다른 문화적 요인들도 작용했을 것이다. 그러나 적어도, 그러한 정착 과정에서 촉매제 역할을 한 것은 미국과 스웨덴이라는 지역 간의 지식 이전과 인적 교류였으며, 그러한 이전과 교류는 생태 위기라는 스웨덴 사회의 당면 과제를 해결하기 위한 국가적 차원의 노력의 일환으로 전개되었다는 점, 그리고 생태계 생태학의 이론적 체계뿐 아니라 그 안착을 위한 대(對)공공 전략까지도 국경을 넘어 전파되었다는 점을 주목할 필요가 있다. 이제 생태학의 국제화는 생태학자 개인이나 생태학계의 관심사를 넘어, 사회와 국가 차원의 요구와도 부합하는 의제가 된 것이다.

6. 나가면서: 생태학의 다극적 세계화(multipolar globalization)을 향하여

1960년대 유진 오덤으로부터 시작된 생태계 생태학의 국제화는 다분히 국가 간 지식과 인력의 교류에 의한 것이었지만, 그러한 교류는 사실 쌍방향적이라기보다는 일방적 이전에 가까운 측면이 있었다. 물론 장기간으로 보면 생태학의 개념 자체는 독일의 헤켈과 영국의 탠슬리에게까지 거슬러 올라가는 등 생태학 발전사에서 국제 교류는 상호적이었다. 그러나 적어도 근대적 생태계 생태학의 발흥에는 오덤을 위시한 미국 학계의 주도적 역량이 크게 작용하였고, 앞서 스웨덴의 사례에서 보듯 생태계 생태학의 국제화는 미국이라는 생태계

⁵⁷ Andrew Jamison, "National Political Cultures and the Exchange of Knowledge: The Case of Systems Ecology," Crawford et al., eds., *Denationalizing Science* (cit. n. 3), 200-201.

생태학 선진국으로부터 후발 주자로 과학 지식과 연구 지원 체제의 이식이라는 측면이 두드러지는 등 다극화된(multipolar) 여러 주체들 간의 탈국경적 교류라는 측면은 약했던 것 또한 사실이다.

그러나 제2차 세계 대전 이후 전 세계적 현상이 되었던, 과학 및 기술 연구를 위한 국가적 총력 체제는 과학 기술 연구 역량의 전체적 상향화를 가져왔다. 맨해튼 프로젝트와 같이 전시 상황에서의 연구 개발 활동이 전쟁의 승패에 미친 일로 인해, 전후 미국을 위시한 선진국들은 국가적 차원에서 과학 기술 연구 체제 정비와 거국적 과학 프로젝트 수행이 사회적 난제 해결은 물론 국가 경쟁력의 증진에도 기여할 것임을 절감하였다. 그 결과 오늘날과 같이 국가가 제반 과학 분야의 전반적 발전을 정책적으로 보장하고 독려하는 체제가 각국에서 확립되었다. 물론 이러한 체제의 확립에서도 선두에 선 것은 제2차 세계 대전 이후 미국 국립 과학 재단(National Science Foundation)을 발족시켜 산업계, 학계, 정부 및 군부 간의 연구 개발 협력을 독려한 미국이었지만, 유럽 각국은 물론 다른 지역의 개발 도상국 역시 이러한 행렬에 각자의 방식으로 동참했다. 그 결과 각국에서 구축된 기초 과학 연구 지원 체제를 통해 배출된 인력과 인프라는, 과학의 세계화가 어느 한 국가로부터 다른 국가로의 일방적 전수나 이식보다는 상호간의 국제적 공조를 통해 이루어지는 경향, 즉 다극적 세계화의 경향을 보이게 되었다. 1957-1958년의 국제 지구 물리 관측년(International Geophysical Year, IGY) 프로젝트는 70여 나라의 학계가 참여한, 명실상부하게 다극적 공조에 입각한 프로젝트였다. IGY의 성공을 본떠 국제 생물 사업 계획(International Biological Program, IBP)은 생태계에 대한 거대 연구를 목적으로 한 과학의 세계화 경향을 드러냈다.

IBP는 1964년 영국의 발생 생물학자 웨딩턴(C. H. Waddington)의 주도 아래 공식적으로 출범하였다. 초기에는 유럽과 캐나다 생태학자들의 참여가 주류를 이루었지만, 1960년대 후반에 이르러서는 미국 생태학자들도 비중 있는 역할을 수행하게 되었다. IBP는 전 세계 곳곳에서 다양한 국적의 연구팀들에 의해 전개되어, 아일랜드, 노르웨이, 스웨덴, 덴마크, 네덜란드, 프랑스, 폴란드, 체코슬로바키아, 벨기에, 이탈리아, 러시아 등 유럽 각국은 물론 호주, 일본 등 비유럽권 국가들 역시 참여하였다. 캐나다 IBP는 북아메리카 대륙의 대초원과 북극권 지역의 생태계에서 유효 개체수(population number)와 현존량(standing crop)뿐 아니라, 생태계 내의 각 영양 단계별 에너지 총 생산량과 이들 단계들 간

의 에너지 효율을 분석하였다. 미국 IBP는 초원, 사막, 툰드라, 침엽수림, 낙엽수림 등 대규모 생태계 연구를 중심으로 이루어졌다.⁵⁸ 특히 미국 IBP는 산성비 등 환경 쟁점에 대한 관리 도구로서 생태계 생태학의 유용성을 입증하는 연구 성과를 내놓아, 안정적인 장기적 연구 기금 조성을 가능케 함으로써 생태계 생태학의 입지와 위상을 고양시키고 비약적 발전을 가능하게 했다.⁵⁹ 영국 IBP는 영국 생태학 협회(The British Society of Ecology)와의 공조 하에 “생산성과 인간 복지에 대한 생물학적 근거”(biological basis of productivity and human welfare)라는 주제로 육상과 수중에서 유기물의 생산 과정, 기존 자원의 활용 및 새로운 자원의 발굴, 그리고 변화하는 환경에 대한 인간의 다양한 적응 기제 등에 관해 연구했다.⁶⁰ 유럽 IBP 중 독일 생태학자 엘렌베르크(Heinz Ellenberg)팀이 니더작센주(Lower Saxony)에서 수행한 줄링(Solling) 프로젝트는 1980년대 산림 감소의 원인이 산성비에 있음을 보여주었다. 아프리카 열대 지역 생태계에 대해서는, 남아프리카 공화국의 아이보리코스트(Ivory Coast)에서 프랑스의 라모트(Maxime Lamotte) 연구 팀이 이끈 람토(LAMTO) 프로젝트는 대초원(savannah) 생태계의 에너지 수지(energy budget)에 대한 분석을 통해, 대초원에 존재하는 생명 다양성에 대한 심도 있는 지식을 내놓았다.⁶¹

IBP의 성공은, 과학의 국제화에 있어 연구 프로그램 등의 물질적, 제도적 기반이 지니는 중요성을 보여주는 사례이다. 앞서 언급한 것과 같은, 제2차 세계 대전 이후 각국에서 정착된 과학 기술 연구 진흥 체제를 통해 생태학 분야 역시 연구자 인적 자원의 육성은 물론 물질적, 제도적 기반의 확보가 각국에서 괄목할 만한 수준으로 진행되었다는 점은 생태학 분야에서의 국제적 교류를 위한 기본 토대의 하나로 작용했다. 그 결과 미국과 유럽은 물론 비서구권의 일부 국가들 역시 생태학 연구에서의 국제 공조를 위한 역량을 확보함으로써,

⁵⁸ David C. Coleman, “How the International Biological Program Swept the Scientific World,” *Big Ecology: The Emergence of Ecosystem Science* (Berkeley: University of California Press, 2010), 15-88 중 15-24, 31-35, 50-54.

⁵⁹ Chunglin Kwa, “Representations of Nature Mediating between Ecology and Science Policy: The Case of the International Biological Programme,” *Social Studies of Science* 17:3 (1987), 413-442 중 415-416, 422-426.

⁶⁰ Sheail, *Seventy-five Years in Ecology* (cit. n. 37), 219.

⁶¹ Coleman, “How the International Biological Program Swept the Scientific World,” (cit. n. 58), 23-24.

생태계 생태학이 특정한 국가에 의해 주도되는 형태가 아니라 여러 국가들 간의 다극적 협력 체제를 통해 발전할 수 있는 기틀이 마련되었다. 이러한 토양 위에 IBP는 참여국의 효율적 공조를 위한 표준 프로토콜의 수립을 통해 각 국가의 학계가 지닌 역량을 협력 네트워크의 형태로 끌어낼 수 있었다. 나아가 이러한 표준화는 공통의 연구 대상에 대한 다양한 견해의 교환과 수립뿐 아니라, 국지적으로 서로 다른 특색을 보여주는 대상들을 보다 범용적인 틀을 통해 비교하는 시도, 예를 들어 비교 생태학 연구의 발달을 촉진했다.⁶²

보다 통시적 맥락에서 볼 때, IBP의 성공 사례는 생태학 분야에서의 국제화가, 다극화된 여러 주체들 간의 탈국경적 교류라는 수준에까지 도달했음을 보여준다. IBP의 사례는 본고에서 다룬 이전의 다른 사례들에 비해 물질적, 제도적 기반의 기여가 표면적으로 돋보이는 것은 사실이다. 하지만 생태학 관련 담론과 연구 활동의 탈국경적 확산에 관한 본고의 역사적 사례들은, 제2차 세계대전 이후 확립된 물질적, 제도적 기반이 생태학 분야에서의 국제적 교류를 비약적으로 가속화시킨 것은 사실이지만 그러한 교류의 기초 자체는 그보다 훨씬 이전부터 지속되어 왔음을 보여준다. IBP를 통한 국제적 공조는 유진 오덤으로 대표되는 생태계 생태학의 국제적 전파를 전제하지 않고서는 실현되기 어려웠을 것이며, 유진 오덤이 개화시킨 생태계 생태학은 생태계 개념을 둘러싸고 미국과 유럽을 넘나들면서 벌어졌던 치열한 논쟁을 자양분으로 성장하였다. 이러한 국제적 논쟁을 가능케 했던 미국과 유럽 생태학자들 간의 교류의 시초는 IPE로부터 찾을 수 있다. IPE의 주요 화두였던 식생 연구는, 훔볼트가 식물학의 연구 대상을 세계의 자연 그 자체로 확장함으로써, 즉, 연구 대상을 국제적 범위로 확장함으로써 확립한 식물 지리학에 뿌리를 두고 있었다. 훔볼트의 식물 지리학에 실증적 토대를 제공했던 식물학 분야에서 과학 탐험의 전통은 린네의 사도들이 전개했던 전 세계적 과학 탐험으로까지 거슬러 올라간다. 즉, 오늘날에 이르러 IBP의 성공으로 개화한 국제적 생태학은, 생태학 분야가 린네 식물학으로 지적 바탕을 다지던 시기 이래로 꼬리에 꼬리를 물고 계속되어 온 탈국경적 활동이 누적되어 온 결과라고 할 수 있다.

최근의 역사 서술들은 인류의 지혜의 산물들이 범세계적으로 확산되어 온 과정을 정치, 기술, 문화, 인식론 등 다방면의 차원에서 고찰하고 있다. 그 중에

⁶² Frederick E. Smith, "The International Biological Program and the Science of Ecology," *Proceedings of the National Academy of Science* 60 (1968), 9-11.

서도 특히 지식의 세계화는 과학의 국제화를 주요 도구로 삼아 전개되어 왔음을 연구들은 보여주고 있다.⁶³ 본 연구는 린네의 식물학으로부터 IBP 프로그램에 이르기까지 생태학이 걸어온 궤적 상의 굵직굵직한 토픽들을 국제화의 관점에서 고찰함으로써, 과학의 국제화라는 커다란 명제의 실제 사례들에 대한 통사적 이해를 제공해 주고 있다. 이러한 분석의 축적은 과학 전반의 국제화 과정에 대한 거시적 회고와 고찰을 위한 미시적 재료를 구성한다는 측면에서 의미가 있다. 특정 과학 분야의 전반적 발달 과정을 과학의 국제화라는 키워드를 통해 고찰하는 연구 노력은 비단 생태학사뿐 아니라 다른 과학사 분야에서도 시도되어야 할 것이다.

(투고: 2015년 11월 20일, 심사 완료: 2015년 12월 11일, 게재 확정: 2015년 12월 13일)

⁶³ Max Planck Institute for the History of Science, “Globalization Process of Knowledge” [[https://www.mpiwg-berlin.mpg.de/en/research/projects/DEPT1_400Renn-G](https://www.mpiwg-berlin.mpg.de/en/research/projects/DEPT1_400Renn-Globalization)lobalization (2015. 11. 5 접속)].

The Trajectory of Ecology in International Contexts: From Linnaean Botany to International Biological Program

GEONG Haegyung (Hanyang University)

Abstract. This paper examines the historical development of ecology since the eighteenth century, particularly in its international contexts. The whole process from the Linnaean botany through plant geography/plant ecology to ecosystem ecology was closely interlocked with the internationalization processes. Linné's botanical research was not only based on the practical evidence acquired through scientific travel around the world; it also became the main method of botany thanks to the Linnaeans' practices throughout Europe. Humboldt was able to lay the foundation of plant geography, via intellectual communication with the native scientists whom he met during his exploration of the equinoctial regions of the New World. Around the early twentieth century, International Phytogeography Excursion provided an international forum by which to achieve the intellectual convergence and technical compatibility in the study of vegetation. The transfer of Eugene Odum's ecosystem ecology to Sweden illustrates how the internationalization process of science could be facilitated by social and national needs. Finally, International Biological Program, one of the prominent big science programs after World War II, showed an aspect of transnational exchange of science through multi-polar interactions among nations.

Keywords. science in international context, plant geography, ecosystem ecology, Carl von Linné, Alexander von Humboldt, Eugene Odum, International Phytogeography Excursion, International Biological Program