

Robert Lee Moore 의 교수법과 한국에서의 의미*

성균관대학교 수학과 이상구**
sglee@skku.edu

수원대학교 수학과 이상욱
swree@suwon.ac.kr

성균관대학교 수학과 김덕선
mass@skku.edu

1890년에 설립된 시카고대의 초대 수학과장으로 미국수학사에서 결정적 역할을 담당했던 E. H. Moore 는 걸출한 인재들을 길러내며 20세기 전반에 미국수학이 수학연구의 주류로 진입하는데 결정적 기여를 하였다. 그는 시카고대에서 실험적 교수법을 시도하였고, 그 결과, 연구력이 뛰어난 수많은 제자를 배출하였다. R. L. Moore는 E. H. Moore의 실험적 교수법과는 차별화된, 지금은 Texas 교수법 또는 Moore 교수법으로 알려져 있는 새로운 방식의 수학교수법을 대학수학교육에 적용하였다. 그는 20세기 전반, 미국수학이 빠르게 발전하는 과정에서 결정적인 역할을 담당했던 Veblen이나 Birkhoff와는 차별화된 중요한 역할을 수행하였다. 따라서 미국수학의 발전에 특별한 역할을 수행했던 R. L. Moore 의 연구 경력과 Moore 교수법 및 R. L. Moore가 배출한 제자들의 역할에 대한 의미 있는 분석을 필요로 한다.

본 원고는 텍사스대에서 학문적 일생을 보낸 R. L. Moore와 그의 Moore 교수법, 또 그의 영향으로 탄생한 'American school of topology'가 미국수학사에서 갖는 의미를 분석하고, 20세기 전반 미국 수학의 학문적 도약과정이 현재의 한국수학계에 시사하는 바를 고찰한다.

주제어 : R. L. Moore, Moore method, PBL, 텍사스대학교, NURI 사업, BK21 사업, 미국위상수학학교

1. 서론

20세기 초, 미국 수학계의 상황은 유럽의 선진 수학을 모방하는 수준에 지나지 않았다. 당시 미국은, 유럽의 수준에 근접해 있는 분야도 있었으나, 유럽 수학의 수준을 넘어서는 더욱 새롭고 가치있는 연구결과를 내놓아야 한다는 시대적 요구에 당면해

* This work was partially supported by BK21, Com²MaC and KRF project.

** Corresponding author.

있었다. 20세기로 들어서며 새로이 부상한 위상수학의 발전을 기회로 미국은 새로운 교수법을 시도함으로써 새로운 사고능력을 갖춘 인재를 양성하며 유럽 수학을 넘어선 국제적 위상을 정립할 수 있었다.

1890년에 신설된 시카고대는 '학생에게 연구할 자유를 주는 새로운 대학의 탄생'이란 목표로 다양한 새 제도와 교육과 연구에 있어서의 혁신적 변화를 보여주었다[10]. 당시 미국에서의 이러한 변화의 물결이 그로부터 100년이 지난 시점에서 한국 대학이 처한 상황, 특히 학부제의 시행, 복수전공과 연계전공 강화, 전문대학원제도, 연구중심대학, 대학교육개발센터, 학부대학 등과 관련된 새로운 변화를 추구하는 상황과 유사함은 특기할 만하다.

우리나라는 개발도상국에서 벗어나 선진국으로 진입하는 단계에 서 있으며, 원천지식과 원천기술의 확보라는 필연적 명제에 직면해 있고, 이를 대처하기 위한 인재양성과 교육개혁이 필요한 상황에 처해있다. 특히, 대한민국의 대학들은 21세기를 맞이하는 교육환경의 변화에 따라 새로운 역할을 요구받고 있다. 이러한 상황은 한국의 NURI사업과 2단계 BK 21사업 등이 시대적 요구에 부응하는 인재양성을 목표로 한 교육지원 사업이라는 점에서 구체화되어 있다. 정부는 NURI¹⁾사업과 함께 2006년부터 연간 2,900억 원씩 7년간 총 2조 3백억원을 지원하는 2단계 BK 21사업²⁾을 시작하였고, 우수한 학부교육과 연구중심대학의 개념을 구체화해 나가고 있다. 중요한 점은, 앞으로 100년 후 22세기를 맞으며 지난 100년 동안 미국이 그랬듯이 한국도 현대수학을 앞서 소개한 나라들을 앞설 수 있는 가능성을 발견하고 비전을 제시하여 그 비전의 실현을 위한 시도를 전개하는 것이다.

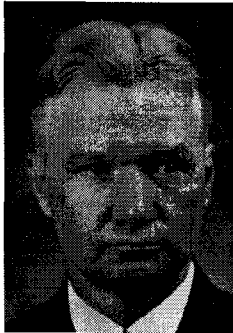
1892년 조교수 신분으로 시카고대의 초대 수학과장 대행에 임명된 Eliakim Hastings Moore는 학과장으로서 기존과는 다른, 인재의 양성을 위한 새롭고 다양한 시도를 하였다. 그는 자신의 강의에 실험적 교수법(laboratory teaching techniques)을 적용하였으며, 다른 교수에게도 교수법의 개발에 관한 한 자유로운 시도를 허용하였다 [11, 13]. 시카고대 수학과가 수학기 특히 미국수학계에 기여한 내용과 그 의미에 대하여서는 [1]에서 확인 할 수 있다.

E. H. Moore가 시카고대의 초창기에 배출한 걸출한 수학자로는 첫 번째 제자인 Leonard E. Dickson (1874-1954)과 실질적인 첫 제자로 여겨지는 Oswald Veblen (1880-1960), 그리고 Robert Lee Moore (1882-1974)와 George David Birkhoff (1884-1944) 등 4명을 들 수 있다. 미국수학계의 발전에 대한 E. H. Moore의 가장 큰 기여가 미국수학계의 방향을 제시한 지도력이었다면, Veblen은 학술활동 여건을 제공한 탁월한 행정능력으로, Birkhoff는 수학에 대한 학술적 기여로 평가받을 수 있다. 언급된 4명은 모두 학계에서 크게 인정을 받았다. 더구나 미국수학회 (AMS) 회장을

1) NURI 사업, http://bnc.krf.or.kr/nuri/nuri_01.html

2) 2단계 BK21 사업, <http://bnc.krf.or.kr/>

역임하였고 National Academy of Science 회원에 위촉되었으며 각각 시카고대, 프린스턴대, 텍사스대(University of Texas, Austin), 하버드대에서 수많은 우수한 제자들을 배출하였다. 본 원고는 이들 중에서 특별히 R. L. Moore의 학문적 기여와 미국수학계에 큰 영향을 끼친 그의 수학교수법인 “Moore 교수법 (Moore method)”의 의미를 살펴보고자 한다.



R. L. Moore

R. L. Moore는 텍사스대에서 50여 년간 수학을 교육하면서 위상수학(point set topology) 이론을 정립하고, 1969년까지 50여 명의 박사 학위자를 배출하였다. 현재까지 그들을 통해 배출된 수학자는 2,199명이 넘는다³⁾. R. L. Moore는 특히 학생들을 수학자로 키우면서 자신만의 특별한 교수법을 사용하였는데, 그 효과는 미국수학계에 커다란 연구동력을 제공하는 훌륭한 결실로 나타났다. R. L. Moore의 교수법은 근본적으로 학생의 수준에 적합한 문제의 발굴 능력과 학생의 발표에 대한 이해 능력을 포함한 교육자로서의 능력에 기초한 교육방법이었다. 협동보다는 경쟁을 부추겨 학생의 독창성을 유도해내는 Moore 교수법을 한 마디로 설명하기는 불가능하다. 그럼에도 불구하고 간단히 설명하면 “Moore 교수법은 문제 기반(Problem Based Learning)의 자기 주도적 학습에 의한 수학교육방법”이라고 할 수 있다. 참고로, Moore 교수법⁴⁾은 1977년 J. Burton의 원고[2]에 자세하게 소개되어 있다.

2. 20세기 초의 미국수학계 그리고 근대 이후의 한국

2.1 한국의 근대 이후 대학수학

20세기 초의 한반도의 기초과학은 보통교육을 제외하고는 일제의 식민지 교육정책으로 인하여 발전을 크게 저해 받았다. 1915년 3월 조선총독부의 전문학교령 공포 이후 이화여전 대학부, 배재학당 대학부, 숭실대학 등 한반도의 모든 대학과정을 폐지하고 전문학교만을 허용하였다. 더욱이 일제는 1945년 해방이 될 때까지 한반도에서 대학과정의 수학과가 개설 되는 것을 전혀 허용하지 않았다. 그 결과, 고등수학의 교육과 연구는 1945년 해방 당시까지 거의 방치되었다.

1941년까지의 한국의 중등학교 이상의 수학교육을 위한 교육기관은 연희전문학교 수물과가 유일하였으며, 그 때의 교육과정에 따르면 미분방정식 강좌가 가장 높은 수준의 수학 강좌였다. 그 외로는 1941년에 생긴 경성제국대학 물리학과에서 대학 저학

3) Genealogy. R. L. Moore <http://genealogy.math.ndsu.nodak.edu/html/id.phtml?id=286>

4) <http://www.discovery.utexas.edu/r/m/method.html>

년 과정의 수학을 강의한 것이 전부였다.⁵⁾ 수학 교육을 위한 인력 또한 심히 부족하였는데, 일본에서 유학한 소수의 학사학위 인력이 거의 전부였다. 사실 그들도 수학분야의 대학원 교육은 전무한 상태에서 의미 있는 현대수학의 연구 경험을 가져보지 못한 불안정한 신분으로 강의에 투입되었을 뿐이었다.

2차 세계대전의 종전과 함께 일본인들이 물러나고 새로운 대학들이 신설되었다. 하지만 해방 후 신설된 수학과 교수직의 대부분은 자질과 의욕은 있었으나 정식 대학원 교육이나 연구 경험이 없는 수학 관련 이학사나 교사들로 채워졌다. 더군다나 해방 후 불붙은 교육 특히 수학교육의 열기는 이념논쟁, 국대안 파동과 6·25동란으로 이어지며 다시 한 번 위기를 겪었다.

1950~1953년 6.25동란을 거치고 안정을 찾으면서 한국의 대학들은 비로소 대학과정의 현대 수학을 진지하게 수용하기 시작하였다. 여러 대학 수학과와 주된 역할도 이공계 학과를 위한 서비스과목 제공과 교사양성에서 벗어나기 시작했다. 60년대에 수학과 대학원들이 생기고 젊은 교수들은 스스로 현대수학을 익히면서 대학원생들을 지도하는 수준에 이르렀다. 1960년대 말과 70년대에 들어서면서 해외 유학으로 이학박사 학위를 받아 귀국한 수학자들이 보강되면서 한반도의 대학교육도 큰 변화를 맞이했다. 1960년대에 시작된 대학원 과정은 1970년대에 정상화되면서 연구 주체로서의 수학과 부각되기 시작하였다. 그 후 30년이 지나 21세기를 맞이하였다.

2.2 20세기 초 미국의 수학

21세기 현재 그 비중이 약해진 위상수학(topology)은 20세기 수학 연구의 꽃이었다고 한다. Topology라는 용어는 1847년 Gauss의 박사과정 학생이었던 Johann Benedikt Listing에 의하여 처음으로 소개되었으며, 1900년 Henri Poincare에 의하여 대중적으로 소개된, 20세기의 많은 수학자를 유혹한 새로운 분야였다. 그 증거로, 1936년 필즈메달(Fields medal)이 수여되기 시작한 이후로 수여된 42개의 필즈메달 중 10개가 위상수학 관련 업적에 수여되었다. 미국은 위상수학의 발전과 함께 수학 연구의 주류에 진입하는 기회를 가졌고 그로써 수학선진국에 진입하였다. 그러한 변화의 중심에 E. H. Moore가 시카고대에서 배출한 R. L. Moore를 포함한 수학박사 31명과 그들이 배출한 11,640명이 넘는 박사들이 위치하며, 그들을 교육한 새로운 교수법이 있었다.

1893년 시카고에서 E. H. Moore와 시카고대 수학과가 중심이 되어 개최된 국제수학자대회(후의 ICM)는 David Hilbert와 Felix Klein등 당대 세계 최고 수준의 수학자들이 미국에 모인 사상 초유의 수학 학술행사였다. 이 행사는 신설 시카고대 수학과가 미국에서 수행해야 할 역할을 잘 보여주었다[7]. 1910~1920년은 미국 수학자들의 기여와 함께 초기 위상수학이 발전한 시기이다. Veblen은 Veblen-Alexander-Lefschetz

5) 이임학 李林學<서울대 교수, 브리티시 컬럼비아대 교수, 캐나다 왕립협회 회원>, 대담: 1996년 10월 25일 권경한, 이정림, 고영소, 주진구, “과학과 기술지” 1996년 12월호.

로 구성된 강력한 'Princeton algebraic topology 그룹'을 형성하였고 [12, 392 쪽], 이와 때를 같이 하여 텍사스에서 또 하나의 'American school of topology'가 형성되었고, 이들은 'Polish school of topology'와 대비되는 연구 집단으로 성장하였다[8].

20세기 초의 후진적 미국수학계에 혁명적 변화의 계기를 제공한 수학자로 보통 E. H. Moore, Veblen, Birkhoff, R. L. Moore, Norbert Wiener, Marshall Stone 등이 지목된다. 이들을 통하여 미국 수학의 새로운 세대가 탄생되었다. 험난했던 1차 세계대전을 자국에서 겪은 유럽과는 달리 상대적으로 차분한 1920년대를 보낸 미국은 이 기간에 대수적 위상수학에 보태어 point set topology, differential geometry, functional analysis, relativity에 연구력을 집중하였다. 그 결과 시카고대의 기여에 더불어 미분방정식으로 박사학위를 받고 1913년 Poincaré의 'Last Geometric Theorem'을 해결하여 유명해진 Birkhoff는 1920년대에 하버드대에 위상수학을 소개하였으며 ergodic theorem으로 명성을 쌓았다. Veblen은 Birkhoff와 함께 1920년대와 30년대의 미국 수학의 발전에 큰 영향을 끼쳤고, Moore 교수법으로 잘 알려진 R. L. Moore는 텍사스대에서 많은 우수 연구인력을 배출하며 위상수학 발전에 크게 기여하였다. 시카고대는 1946년에 Marshall Stone을 학과장으로 초빙하고, 그는 다시 Shiing-Shen Chern, Andre Weil, Antoni Zygmund와 같은 외국인 교수들을 임용하면서 시카고대 수학과 의 중흥을 이끌었다. Zygmund는 24년간 시카고대에 머물면서 Elias Stein, Alberto Calderon, Paul J. Cohen과 같은 수학자들을 배출했고, Stein은 프린스턴대에서 두 명의 필즈메달 수상자를 길러냈다.

2.3 20세기 초 한국 수학계와 미국 수학계의 비교

우선 미국의 현대수학의 발전과정을 한국의 상황과 비교해보자. 19세기 중반까지의 미국수학계의 모습은 현재의 한국수학계를 돌아보게 한다. 당시 미국에서 수학은 누구나 배우는 보편교육의 영역에 속하였다. 그러나 한반도에서는 19세기 말까지도 수학은 전문가만이 다루는 전문영역이었다. 미국은 자신만의 수학적 전통이 없었던데 반해, 한반도에는 삼국시대, 통일신라, 고려를 이어 宋·元 시대의 수학을 흡수, 소화 하였던 세종대왕 시기를 거쳐 공고한 우리의 산학이 존재하였고 산학중심의 과학자 집단인 중인의 특수 신분층도 형성되어 있었다. 그러나 19세기 말부터 미국은 유럽에서 수학자를 수입하고 또 우수 학생들을 연수 또는 유학을 보내며 세계 수학의 본류에 진입하려는 적극적 노력을 경주하였다. 소수의 연구중심대학과 전통의 명문대, 주요 주립대 수학과를 중심으로 미국수학회와 같은 조직을 결성하고 집단적이며 능동적인 노력을 하였다. 또한 1, 2차 세계대전을 거치는 과정에서 당시 수학의 메카였던 독일로의 유학이 불가능해짐에 따라 오히려 자체적으로 차별화된 연구분야를 개척하는 기회도 가졌었다. 그러면서 응용수학은 물론 새로운 분야인 위상수학과 대수기하에서도 추구하던 목표에 도달하였다. 그 과정에서 Veblen등의 수학계 지도자는 수학적 지식으로 사회에 기여하며 국가적 지원을 도출하였고 발전하는 미국사회가 그 과정을

지원하였다.

앞에서 1970년대 이전의 한국은 대학교육을 담당할 준비된 수학자가 부족하였음을 언급하였는데, 미국도 1888년 Florian Cajori가 조사를 할 당시, 조사에 참여한 118명의 미국 대학 수학교수 중 73명은 수학 외의 과목을 가르치고 있었다. 심지어 그들 중 32명은 자연과학 외에 예술, 음악, 언어, 성경등을 가르쳤다고 보고하고 있다. 1893년에는 미국에서도 약간의 대학원 강좌를 수강한 경력만으로도 명문대학에서 정년교수로 임용되기에 충분하였다. 1900년이 되어서야 주요 대학에서부터 연구가 대학교수로서의 의무로 인식되기 시작하였다[14]. 사실 1895년부터 경제적 성장과 함께 미국 대학은 새로운 대학으로 태어나는 변화에 진입하였으며, 미국 대학의 목적에 대한 진지한 토론이 진행되었다.

1900년에 이르러서 하버드대에는 사실상 필수과목이 모두 없어졌다. 코넬대, 위스콘신대, 미시간대, 예일대도 거의 모든 과목을 선택과목으로 바꾸었다. William Duren은 [4, 399 쪽]에서 “미국 대학에서 선택과목이 늘어나며 교육의 중요성이 인식되었고, 수학의 역할과 수학과 크기가 팽창하게 되었다.”고 평가했다. 1906년 저널 Outlook의 편집장은 “영국 대학은 문화, 독일 대학은 학문을 추구하는데 반해, 미국 대학이 추구하는 목표는 봉사다.”라고 정의하며 미국의 대학교육을 유럽과 차별화 하였다. 우리는 미국이 유럽의 많은 인재를 수입함과 동시에 이때부터 유럽 교육의 모방에서 벗어나 유럽과의 차별화를 시도하였음을 확인할 수 있었다. 1890년에 이름을 들 수 있는 미국의 수학자로는 존스홉킨스대의 Thomas Craig, Fabian Franklin, 클라크대의 William Story, 하버드대의 William Byerly⁶⁾, 텍사스대의 G. B. Halsted, 예일대의 Hubert Newton 정도가 전부였다. 그러나 1950년에는 이미 시카고대 수학과 한 곳에 이미 국제적 인정을 받는 Weil, Zygmund, Chern, Saunders MacLane 등이 있었고, A. A. Albert, Paul Halmos, Magnus Hestenes, Irving Kaplansky, John Kelley, Irving Segal 등이 같이 근무했을 정도로 발전하였다.

20세기 중반에 미국수학계는 선진 대열에 합류한 자신감과 특정 분야에서는 이미 국제적 경쟁력을 갖추고 있었다. 이에 반하여 우리의 경우, 19세기 말, 고종과 대한제국의 학자들이 시도한 교육개혁, 성균관이라는 관립고등교육기관을 통한 서양 수학과 과학 교육의 도입, 근대 학문을 수용하려는 민족자립적인 사립학교, 또 서양 선교사들이 주도한 종교계 학교 설립과 그 학교에서의 현대수학의 교육이 진행되었다. 그러나 그러한 다양한 노력이 수행되고 있었음에도 불구하고, 19세기 말의 국력의 약화와 제국주의 열강의 세력 확장으로 인하여 20세기 초에 결국 일제의 식민지가 되면서 교육

6) 비일리(William E. Byerly)는 하버드대학 최초의 Ph.D.(1873년)로, 1876년 실베스터가 존스홉킨스대 수학과에 고용한 두 명의 강사 중 한명이다. 그 두 명의 강사가 비일리와 스토리(William E. Story)였다. 스토리는 하버드대학 출신으로 1875년 Leipzig대에서 Carl Neumann과 Felix Klein의 지도로 박사학위를 가지고 귀국하여 1876년 당시 하버드에서 Tutor를 하다 존스홉킨스대학 강사로 고용된다. 1876-77년에는 이 두 명의 강사가 학부생을 가르치고 실베스터는 대학원 과목을 담당하였다.

<http://matrix.skku.ac.kr/CLAMC/Sylvester/index.htm>

의 자치권을 잃으면서, 경제적 능력은 물론 고등교육 기회도 박탈당하였다. 특히 우리의 산학과 산학중심의 과학자 집단인 중인의 특수 신분층도 철저하게 붕괴되었다. 한반도에는 대학 수준의 수학과가 없었고 수학 공부를 위한 해외 유학도 비싼 학비로 인하여 거의 불가능하였다. 1911년, 일제는 모든 학교에서 일본어 교재를 사용하고 일본어로 교육하기를 강요하기 시작하였다. 1930년부터는 사립학교에서조차 국어 교육과 국어 사용이 금지되었다.

1944년 인구 센서스 자료에 의하면, 일본 전체인구의 70% 이상이 중등교육을 받은 데 반하여, 조선인은 전체인구의 1%미만만이 중등교육을 받았다.⁷⁾ 특히 수학의 경우, 기존의 전문 산학자는 대부분 실업자가 되었고, 학생은 기존의 수학적 지식을 버리고 새로운 내용을 외국어로 배우게 되었다. 결국 조선어 사용이 금지되는 식민지 민족말살 정책 아래서, 특히 대학에 수학과가 단 하나도 존재하지 않은 상황에서 1945년에 해방을 맞이한 우리나라는 수학 학사 학위자 10여 명, 석사학위자 단 1명을 보유한, 그리고 수학과는 단 하나도 없는 최악의 상황에 처해있었다.⁸⁾ 더군다나 1946년부터는 국대안 파동으로 그나마 국내에 남아있던 우수한 이공계 교수 요원 중 많은 수가 북한으로 넘어갔다. 1950년 6.25동란을 거치면서는 일제 강점기에 독학으로 수학을 공부하여 뛰어난 수학교사가 된 후 중등학교 교장을 거쳐 1947년 군정 하에서 초대 서울대학교 이사장과 남한 단독 정부 하에서 1949년 4대 총장(초대 국립서울대학교 총장)을 역임한 백농 최규동 선생이나 국내의 유일한 석사학위자(미국 오하이오 웨슬리안 대학사, 오하이오 주립대 석사)로 1947년(미군 대위였던 1대 총장을 이어 미국 시민권자로 군정 하에서) 서울대 2대 총장을 역임한 이춘호 교수 등 그나마 남아있던 수학기계의 주요인사와 잠재력을 가진 인재들조차도 납북되어 유명을 달리하였다. 그러나 1945년 해방 후 1960년까지는, 비로소 한국의 대학들이 수입한 영어 교재를 중심으로 현대수학을 외부의 간섭 없이 능동적으로 수용하는 과정이기도 하였다.

3. R. L. Moore와 Moore 교수법

3.1 텍사스대 초빙 전의 R. L. Moore

1898년 텍사스대에 입학한 R. L. Moore는 1876년에 설립된 미국 최초의 연구중심대학인 존스홉킨스대 수학과와 초대 학과장인 Sylvester의 제자인 Halsted를 만났다. Halsted는 R. L. Moore가 1900년대에 들어서면서 미국수학연구자 사이의 과거와 현재 그리고 미래를 잇는 중요한 역할을 하도록 많은 영향과 도움을 제공하게 되었다[7]. R. L. Moore는 대부분의 수학과목을 Halsted에게 듣고 고등미분적분학(elliptic

7) 통계청 (1999), 한국의 사회지표, 대전, 한국. http://www.census.go.kr/sub_0204.html, 1944년, <http://contents.archives.go.kr/>.

8) 박성래(1995), 한국과학기술자의 형성연구, 한국과학재단.

integrals, gamma functions, Fourier series)과 군론(group theory)은 1899년 부임한 젊은 Dickson교수에게 수강한다. R. L. Moore는 입학 3년만인 1901년, 텍사스대에서 18세에 학사와 석사 학위를 받는다. 졸업 후 1901-1902년 사이에는 조교장학금을 받고 강의도 했다[9].

그러나 R. L. Moore가 졸업하기 전인 1900년, Dickson 교수는 1년 만에 시카고대로 자리를 옮기고, 이어 Halsted 교수도 18년간 학과장을 해오던 학과에서 갑자기 해고되어 1903년 베릴랜드주의 St. John's College로 직장을 옮기게 되었다.⁹⁾ 그로 인하여 R. L. Moore의 장래는 불투명해졌다[3, 645 쪽]. Halsted는 R. L. Moore에게 경제적인 여건이 허용된다면 괴팅겐대학의 Hilbert교수에게 지도를 받아보도록 권하였지만, 여의치 않았고, R. L. Moore는 시카고대 박사과정으로 입학을 시도해보았지만 그것도 여의치 않았다. 그래서 1902년 가을, 본인의 고향인 텍사스 델러스 근처의 Marshall고등학교에서 교사로 근무하며 많은 고민을 하게 되었다. 이 기간에 Halsted는 R. L. Moore와 여러 번의 편지가 주고받으며 격려하였다. 그 후 Halsted는 R. L. Moore의 시카고대 수학과 대학원 입학 신청을 검토하던 Oskar Bolza에게 강력한 추천서를 써주며 도와 주어 R. L. Moore는 마침내 입학허가를 받고 1903년 9월에 고등학교 교사직을 뒤로 하고 당시 미국에 존재하던 3개의 연구중심대학의 하나인 시카고대에서 박사과정을 시작하였다.

R. L. Moore는 텍사스의 작은 마을의 고등학교 교사에서 당시 세계 수학계의 이목을 끌고 있는 시카고대 수학과라는 엄청난 새로운 학습 환경으로 이동하였다. 그는 그곳에서 엄청난 문화적 충격을 겪는다. 아직도 남북전쟁의 잔영이 남아있는 시기에 남부의 조용하고 한가한 텍사스에서 살다 남북전쟁 중에 북부의 군사요충지 및 전략 기지로 당시 100만 명이 넘는 인구와 빠른 성장으로 미국에서 두 번째로 큰 도시로 성장하고 있던 시카고로 이사한 R. L. Moore에게 1871년의 시카고 대화재 이후 새로 생긴 다수의 화려한 고층 건물과 인종적, 문화적, 경제적 역동성은 큰 충격이었다. 1900년 당시 인구 조사에 따르면 시카고 총 인구의 3/4이상이 외국에서 태어난 사람과 그 자녀였으며, 시카고는 필라델피아를 넘어 미국에서 2번째로 인구가 많은 도시였고 미국의 경제적 중심일 뿐만 아니라 이민과 주거와 교육, 또 시위의 중심이기도 했다[11].

1903년 R. L. Moore는 E. H. Moore, Bolza, Maschke등의 지도를 받으며, Veblen과 같이 연구하고, Dickson, Birkhoff, G. A. Bliss등과 동료가 되어 당시 가장 유망한 학생 그룹과 함께 미국수학을 만드는 미국수학의 발전과정에 동참하게 되었다. 1905년, 그는 23세의 나이로 시카고대에서 박사학위를 받는다. 공식적으로 Veblen이 R. L. Moore의 학위논문 제 1 지도교수이고 E. H. Moore가 제 2 지도교수이다¹⁰⁾. R. L. Moore

9) George Bruce Halsted(1853-1922) : 텍사스대에서 해임 후 St. John's College, Annapolis; Kenyon College, Gambier, Ohio (1903-1906); the Colorado State College of Education, Greeley (1906-1914)에서 근무하였다.

10) <http://genealogy.math.ndsu.nodak.edu/html/id.phtml?id=286>

는 Veblen의 박사학위 논문에 쓰여 있듯이 Veblen의 연구에 부분적으로 도움을 주고, 또 자신의 학위논문은 Veblen의 지도를 받았다. 연구분야는 Veblen과 마찬가지로 Axiomatic Foundations of Geometry로 그의 논문 제목은 'Sets of Metrical Hypothesis for Geometry'였다.



R. L. Moore

프린스턴 고등연구소에서 놀라운 경력을 키워나가는 Veblen과는 달리 R. L. Moore는 졸업 후에 직장을 찾는데 어려움을 겪는다. 우선 자신 외에 한 명의 수학교수밖에 없는 테네시대에서 좋지 못한 대우를 받으며 1905년 가을부터 근무한다. 그는 그 곳에서 말라리아로 고생을 했다. 더구나 자신의 교수법에 관한 학과장의 오해로 크게 실망하여 1년 만에 Veblen의 도움을 받아 (현재의 박사후 연구원과 비슷한) preceptor의 신분으로 Veblen이 있는 프린스턴대로 자리를 옮겼다. preceptor 제도는 프린스턴대의 Woodrow Wilson 총장이 대학원생의 수가 하버드대나 예일대보다 적은 프린스턴대에 도입하여 신진학자를 지원한 제도인데, 프린스턴대가 수학연구의 중심으로 진입하는데 1906년에 고용한 R. L. Moore의 적극적 참여가 실질적인 시작이었다고 한다. 그 후 1909년 Birkhoff도 preceptor로 프린스턴에 와서 1911년에 전임이 되고 1912년 하버드대 교수로 옮겼다. 이곳에서 R. L. Moore는 권투와 같은 운동을 많이 하며 건강을 다지면서 학문적 스트레스를 해소하였다. 그리고 이때 자신의 박사학위논문에 근거한 두 편의 논문 중 하나를 완성하였다¹¹⁾. 이 기간 동안 그는 육체적으로 강해지고, 정신적으로 성숙해가며 독립적인 연구를 시작하지만 아직 교수로서의 능력은 검증되지 않았다.

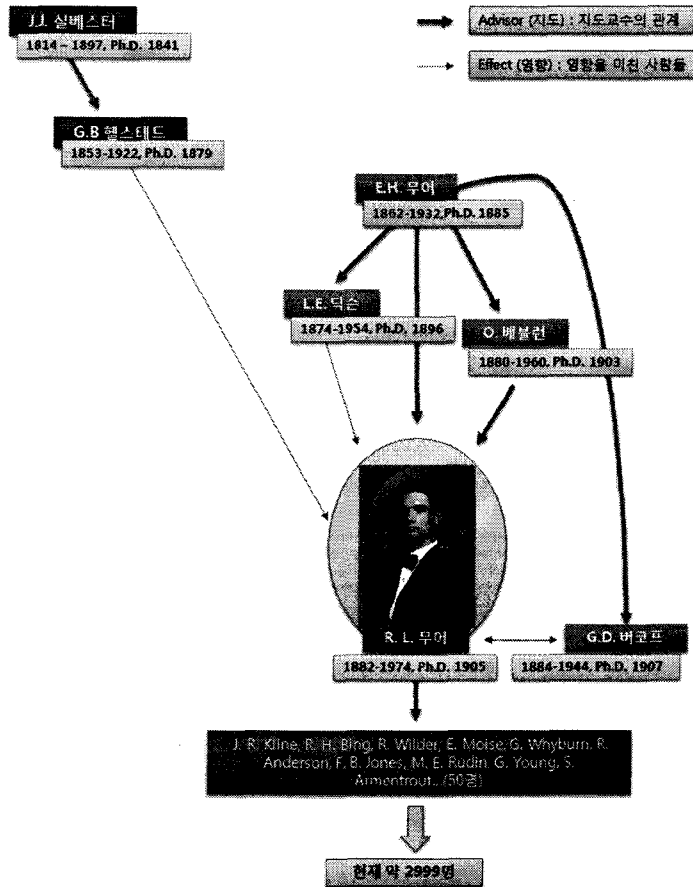
1908년 R. L. Moore는 preceptor 신분이 만료되고 프린스턴을 떠나 Northwestern대로 옮기고¹²⁾ 이곳에서 교육과 연구를 본격적으로 시작하면서 1910년에 결혼을 하였다. 그 후 1911년 29세의 나이로 Pennsylvania대 수학과 강사로 자리를 옮겼다. 이곳에서 1912년부터 1916년까지 수학기초론 (Foundation of Mathematics)과 교재 없이 집합론을 가르치며 자신의 교수법인 Moore 교수법을 개발하였다.

R. L. Moore는 1915년까지 단 두 편의 논문만 발표하였다. Pennsylvania대에 근무하는 동안 그는 자신의 첫 번째 박사학생이 된 John R. Kline과 G. H. Hallett등을 지도하면서 그 이후 10년 간 30편 이상의 논문을 발표하였다. 그의 업적이 주위에 알려지면서 여러 대학에서 파격적인 조건으로 초빙을 제안했는데 Pennsylvania대도 정교수로의 초빙을 제안하였다. 그러나 R. L. Moore는 1916년 모교인 텍사스대를 선택하여 이사를 하고 자신만의 독특한 능력을 텍사스대에서 발휘하였다. 그 중 그의 제자였던 Kline은 1914년에 석사과정을 마치고 1916년에 박사학위를 취득한 후, 은사인 R.

11) Trans. Amer. Math. Soc. 8 (1907), 369-378

12) "Moore's own mathematics did not flourish at Northwestern but there is little doubt that his experience there ... had a settling effect." [10, 93쪽]

L. Moore가 텍사스대로 떠나자 Pennsylvania대 수학과 전임이 되었다. 그 후 Kline이 1955년 죽을 때까지 R. L. Moore와 Kline은 같이 연구하고, 서로의 박사학생을 박사후 연구원으로 받아서 지도하고 경력을 개발하고 도우며 Moore network을 만들어가며 위상수학을 중심으로 만들어진 학문 네트워크를 이어가며 연구하여, 텍사스대와 Pennsylvania대 수학과는 물론 미국 수학계를 크게 발전시켰다.




3.2 텍사스대에서의 R. L. Moore

1969년 86세의 나이로 은퇴할 때까지 54년에 걸친 긴 기간 동안 텍사스대 수학과 교수로 지낸 R. L. Moore의 연구분야는 위상수학이었고, 대부분의 미국 위상수학자는 그들의 수학 족보에 R. L. Moore가 포함된다고 할 정도로 큰 영향을 끼쳤다. 현재, R. L. Moore는 위상수학에서의 기여와 그의 교수법(Moore 교수법)으로 모두에게 기억된다. 그는 이 두 가지 업적을 모두 텍사스대에서 완성시켰다 [8, 279-295 쪽].

1916년 모교인 텍사스대로 옮긴 R. L. Moore가 그 해에 발표한 논문 'On the foundation of plane analysis situs'는 위상수학의 발전에 결정적인 기여를 하였다.

1916년에 Pennsylvania대를 떠나면서 그는 첫 박사제자인 Kline에게 학위를 수여하는데 Kline은 마침 그가 떠난 자리에 전임으로 임용되었다. 그 후 1923년, 텍사스대에서 R. L. Wilder를 첫 번째 박사제자로 배출하였다. 1932년에 잘 알려진 책 ‘Foundations of Point Set Theory’를 발간하고 1937~1938년 사이에는 미국수학회장을 역임하고 1930년에 논문 6편을 발간하고 동시에 6명의 박사학생을 배출하였다. 그리고 1940년에서 1952년 사이에는 9명의 박사를 배출하였다. 아래 표는 R. L. Moore가 배출한 50명의 박사 중 일부의 명단이다. 50명에 이르는 그의 제자와 또 그들의 제자는 2008년 1월 현재 2,199명 이상의 박사를 배출하였다.¹³⁾

R.L. MOORE Mathematician & Teacher	졸업연도	R. L. Moore의 제자	졸업연도	R. L. Moore의 제자
		1916	J. R. Kline	1945
	1923	Raymond Wilder	1947	Edwin Moise
	1927	Gordon Whyburn	1948	Richard Anderson
	1935	F. Burton Jones	1949	Mary Ellen Rudin
	1942	Gail Young	1956	Steve Armentrout

R. L. Moore의 제자 그룹은 ‘한 사람에 의하여 배출된 미국에서 가장 우수한 수학자 집단’으로 불린다. 위의 표에 나와 있는 사람들은 모두 연구력으로 입증된 성공한 수학연구자이면서 동시에 미국수학회와 MAA(Mathematical Association of America)등에 큰 기여를 한 사람들이다. 동시에 개별적으로 다음과 같은 미국의 다양한 주요대학이 연구중심대학으로 발돋움하는 과정에서 큰 기여를 제공하였다. J. R. Kline(Pennsylvania 대), Raymond L. Wilder(Michigan 대), Gordon T. Whyburn(Virginia 대), F. Burton Jones(North Carolina 대), Gail Young(Tulane 대), R. H. Bing(Wisconsin 대와 Texas 대), Edwin Moise(Harvard 대), Richard D. Anderson(Louisiana 주립대), M. E. Rudin(Wisconsin 대), Steve Armentrout(Pennsylvania 주립대)들이 이러한 기여를 하는데 있어서 중심에 있던 인물들이다.

R. L. Moore가 텍사스대는 물론 미국수학계에 끼친 영향은 다음 데이터에서 더욱 분명하다. 미국에서 박사학위를 받은 수학자의 학위 후 논문 발표의 연구생산성에서 보면 R.L. Moore가 지도한 텍사스대의 성과가 매우 우수하여 1915~1954년 사이의 미국과 캐나다의 박사학위 취득자 중, 텍사스대 졸업생의 25%가 상위 15% 이내에 속한 반면, U. C. Berkeley의 5%, 시카고대 졸업생의 8%, 하버드대 졸업생의 16%,

13) Genealogy. R. L. Moore <http://genealogy.math.ndsu.nodak.edu/html/id.phtml?id=286>

프린스턴대 졸업생의 20%만이 상위 15%에 속하였다. 연구의 질과 양에 대한 논란이 존재하지만, 그 연구의 질과 독창적인 연구의 생산성 사이에 유의미한 관계가 있음은 물론이다. 그가 배출한 박사 중 5명과 그의 학생이었으나 학위는 Kline에게 받은 여학생 1명을 포함한 6명의 수학자가 1950년부터 2000년 사이에 MAA 회장을 역임하였다.¹⁴⁾ 텍사스의 이 그룹에 속하는 수학자로는 R. L. Moore의 학생 R. L. Wilder, G. T. Whyburn, J. H. Roberts, R. H. Bing, Moise, R. D. Anderson 과 Mary Ellen Rudin (연대순) 등이 있다[2].

3.3 Moore 교수법

R. L. Moore는 어떻게 20~30년 만에 더 나은 연구여건의 전통 깊은 많은 학교를 제치고 혼자서 수많은 제자, 더구나 우수한 연구력을 갖춘 많은 수학자를 배출할 수 있었을까? 답은 이전의 어떤 교수법과도 다른 그만의 교수법에 있다.¹⁵⁾ 그의 교수법은 자신뿐만 아니라 제자와 다른 동료교수들을 통하여 확산되면서 ‘Moore 교수법’ 또는 ‘Texas method’라는 이름으로 알려진다. 그는 수학에서의 문제해결 기반의 자기 주도적 학습(Problem Based Learning)에 의한 교육방법을 사용한 교육으로 미국이 위상수학 분야의 독창적 연구로 20세기 중반에 세계 수학연구의 주류에 진입하는데 크게 기여하였다.¹⁶⁾

R. L. Moore가 자신의 대학원 위상수학 강좌에서 우선적으로 신경 쓴 것은 강좌 성격에 맞게 수강생 그룹을 구성하는 것이었다. 만일 학생이 유사한 강좌를 미리 다른 곳에서 수강하고 왔거나 너무 많이 알고 있으면 자신의 강좌의 수강을 제한했다. 즉, 모든 학생이 백지 상태에서 시작한다는 것이었다.¹⁷⁾ 학생은 강좌에서 주어지는 수학적 사실을 증명하는 과정에서 책을 참고하지 않고 자신의 능력만으로 수행하기를 요구받았다. 그리고 그 과정은 수강생들 사이에 경쟁을 통하여 이루어진다는 것이었다. 이런 강좌는 Foundations of Geometry에서 시작하여 자연스럽게 Calculus, Advanced Calculus(학부과정), Measure Theory, Metric Density, Foundations of Geometry, Topology(대학원 과정)등을 포함한 다른 강좌로 확산되었다.

R. L. Moore의 학생이었던 Gail S. Young의 회고에 따르면 그의 첫 강좌는 우선적으로 axiomatic method에 대한 설명으로 시작되었다고 한다. 무정의 용어 (예, “point”와 “region” 등), 두 개의 공리, 대여섯 개의 정의를 설명하고, 이어서 다섯 개의 정리를 나열한 후 학생들이 자신만의 증명을 찾고 정리의 조건이 모두 필요함을 보이는 구체적인 예를 찾아오는 과제를 주고 다음 시간에 발표하도록 하였다고 한다. 다른 학생

14) 즉, 20세기 후반 50년 중 1/4에 해당하는 기간을 R. L. Moore의 제자들이 회장으로서 MAA를 이끌었다는 의미이다[1, 233 쪽].

15) <http://www.discovery.utexas.edu/>

16) www.maa.org/reviews/rlmoore.html

17) 그러나 Moore의 기하학기초론(Foundations of Geometry)강좌에서는 어디서 온 학생이건 모두 Hilbert-Veblen-Moore의 공리론적 접근에 대하여 거의 아는 바가 없었으므로 별도로 학생을 선발할 필요가 없었다.

과 의논도 하지 말고, 책을 참고하지도 말며 더 나아가 본인이 어떠한 문제를 증명했는지조차 수업 전까지 다른 학생에게 얘기하는 것을 금지하였다. 실제로 도서관에 비치된 1932년에 자신이 쓴 책을 항상 자신의 연구실에 보관하여 학생이 이용할 수 없게 하였다고 한다[17, 285-293 쪽].

수업시간은 학생에게 학생이 원하는 정리의 증명을 발표하도록 시키면서 수업이 시작되었다. 그는 학생의 능력을 파악해가면서 발표 순서를 조정하여 그간 증명에 실패한 학생들에게 발표 기회를 먼저 주는 방식으로 학생들을 배려하였다. 학생이 스스로 정리를 서술하고 증명을 할 수 있다고 하면 칠판에 써가며 증명을 발표하게 하였다. 아직 증명을 못한 학생들은 발표를 들으면서 발표하는 학생의 증명에 오류가 있는지 또 내용의 전달이 명확한지를 확인토록 하였다. 증명에 결함이 생기면 그 학생이 그 부분을 완성할 때까지 기다리고, 만일 그 학생이 마무리하지 못하면 다른 학생에게 시도해 보도록 하여 가능하면 마무리를 짓고, 어렵지만 충분히 흥미로운 부분이 있다고 생각되는 문제는 다음 시간까지 기회를 주고 다음 정리로 넘어갔다. (수업의 마지막 부분에서는 그간 지나친 문제들을 다시 검토하였다.) 보통 이전 과정에서 남겨진 문제도 거의 모두 그 해 또는 몇 년 안에 같은 강좌의 강의실에서 해결되었다고 한다.

증명에 결함이 발견되는 경우 모든 학생에게 일정 시간 동안 반례를 찾도록 하는 경우가 자주 있었다. 이런 종류의 경험은 수업에서는 물론 자신의 연구 경험 이외에서는 갖기 어려운 경험이었을 것이다. 하지만 이런 경험이 수학연구자에게는 필수적이다. 수업 중에 자주 R. L. Moore 자신의 정리 일부가 개선된 모양으로 일반화되면서 증명되었다. 그러면 R. L. Moore는 그 정리에 발표한 학생의 이름을 붙여주었다. (그의 저서의 수정판에는 학생의 이름이 본문 여러 곳에서 보이며, 때로는 부록에 특정 증명이나 개념을 제공한 사람의 이름이 추가되었다.) 학생이 개선한 내용의 중요성이 크지 않았을지 모르지만 이와 같은 공개적 격려의 효과는 매우 컸다. 특히 실수를 하지 않도록 각별히 주의시켰다. 그래서 R. L. Moore는 학생에게 발표 전에 자신의 증명을 꼭 써보고 오라고 요구했다. 이는 발표시간을 절약하고, 학생에게는 효과적으로 논문을 쓰는 훈련이 되기도 하였다.

‘Moore 교수법’의 연구자는, 이 과정에서 중요한 것은 학생과 교수자 사이에 정기적인 상호작용이 존재하여 교수자가 학생의 이해 정도에 있어서의 성장 과정을 잘 파악하는 것이며, 학생이 학습 내용을 이해하여 새로운 상황에 그 내용을 적용할 수 있을 때까지 학생이 이해했다고 생각하면 안 된다고 강조해야 한다. R. L. Moore의 학부 강좌에서는 학생이 할 수 있는 것이 무엇인지 알고 학생이 풀었을 때 상당한 자부심을 느낄 만한 그러면서도 아직 성숙하지 않은 학생들이 실망하지 않을 정도의 어려운 문제를 만들고 찾아서 제공하는 일이 필요하였다. 이 부분에서 R. L. Moore는 천재적이었고 이것이 R. L. Moore교수의 성공비결이었다.

이와 같이 일반적인 수학강좌와 다르게 매우 독창적이고 학생 사이에 경쟁하며 비

협동하에서 이루어지는 교수법인 Moore 교수법은 시간이 흐름에 따라 그 방법도 계속 개선되었다. R.L. Moore는 결코 쉬운 교수는 아니었다. 그는 게으른 학생은 본인의 강좌에 등록도 못하게 하였다. 그의 강의실에는 언제나 최신의 정리를 얻거나 가장 고상한 증명을 얻기 위한 강한 경쟁이 존재하였다. 그러나 대부분의 그의 학생들은 그를 존경했고 그들 스스로도 세계적 수준의 학자로 성장하였다.

Moore 교수법은 발견과 탐구, 그리고 학생 위주의 소크라테스식 건설적 교수법과 연관된다. Moore 교수법은 교수자가 제공한 자료로부터 학생이 독자적으로 만든 증명을 동료 앞에서 발표하면서 평가받는 것으로 구성된다. 강의자는 coach, mentor, collaborator, guide, cheerleader의 역할을 한다. R. L. Moore는 “주입식 교육을 가장 적게 받은 학생이 가장 잘 배운 학생이다.” 그리고 “대학원 연구의 장은 강의실이 아닌 도서관이 되어야 한다.”고 주장했다.¹⁸⁾

어렵게 Pennsylvania대 전임이 된 R.L. Moore는 그곳에서 1911-1916년 사이에 자신만의 교수법을 개발한 것이다. 그리고 이 방법으로 텍사스대에서 1916년에 시작하여 1969년 86세의 나이로 은퇴할 때까지 학생을 교육했다. 같은 학교의 H. S. Wall과 H. J. Ettlenger도 유사한 방법을 개발하여 자신의 학생을 지도하였다[10][16, 351-359쪽].

3.4 Moore 교수법의 효과

지금도 Moore 교수법에 대한 긍정적 의견과 비판적 의견이 동시에 존재한다. 수백명의 특출한 수학자를 배출한 ‘Moore 교수법’ 자체의 장단점에 대한 논의가 있을 수 있지만, R.L. Moore의 학생이 특히 위상수학을 넘어 수학의 응용분야에서 큰 성공을 이룬 예는 많다. R.L. Moore의 세 번째 학생 G. H. Hallett는 정치학자로 성공했으며, John Worrell은 NASA의 화성탐사에 크게 기여했고, Burton Jones는 2차 세계대전 중에 하버드대 수중음향연구소에서, John Green은 DuPont의 Haskell Laboratory for Toxicology and Industrial Medicine에서 능력을 발휘했다[5]. 이런 이유로 ‘Moore 교수법’은 지금도 학계뿐만 아니라 산업체에서도 많은 관심을 받으며 실제로 이용되고 있다[15, 15쪽].



강의실 <http://www.discovery.utexas.edu/rfm/>

R.L. Moore의 교수법이 얼마나 효과적이냐는 교수자에게 달려있다. 이 질문에 대하여 R.L. Moore의 학생이었던 F. Burton Jones는 아래와 같은 실제 경험을 기록하였

18) R. L. Moore's analects, "That student is taught the best who is told the least."

다. R. L. Moore는 1912년 시카고대에서 박사학위를 받고 아이오와대에서 근무하던 E. H. Moore의 제자 Edward Chittenden을 1920년대에 텍사스대 여름학교에 초빙하여 위상수학 강의를 의뢰하였다. 강의 시작 며칠 후 Chittenden은 학생들이 너무나 아는 것이 없다고 R. L. Moore에게 불평을 하였다. 그러자 R. L. Moore는 그에게 학생들에게 증명할 문제를 줌 주어보라고 권하였다. 몇 주 후 Chittenden은 R. L. Moore에게 와서 자신이 여름동안 증명하려고 했던 정리들을 학생들이 모두 다 풀어버렸다고 놀라움과 아쉬움을 동시에 전했다고 한다[3, 97-103 쪽, 273-278 쪽].

현재 Moore 교수법은 그 효과를 인정받아 미국 내에서는 “실험적 교수법”으로 널리 쓰이고 있으며, Moore 교수법을 실제 교육환경에 꾸준히 활용하기 위하여 “R. L. Moore Mentoring Program”이란 과정을 이용하여 The Educational Advancement Foundation¹⁹⁾ 주관으로, 다양한 교육현장에 제공하고자 노력하고 있다.²⁰⁾

4. 결 론

본 원고에서 우리는 20세기 초 미국에서, R. L. Moore의 교육 경험과 연구 업적 그리고 미국수학계에 미친 기여를 살펴보았다. 특징적 사실은 1903년 시카고대의 새로운 사고를 갖춘 인재 양성에 따라 E. H. Moore의 실험적 교수법에 영향을 받은 R. L. Moore는 자신의 시카고대에서의 교육 경험을 통하여 E. H. Moore가 시도한 실험적 교수법과는 다른 새로운 방식의 수학교수법을 대학수학교육에 적용한 것이다. 그는 학생 스스로 주제의 주요 흐름을 발견하게 하면 할수록, 학생에게 자신감뿐만 아니라 수학에 대한 더욱 큰 관심을 갖게 할 수 있다고 생각하며, 수학에서의 문제해결 기반의 자기 주도적 학습을 통한 교육방법을 개발하였다. 이러한 교육방법으로 연구 능력을 갖춘 많은 박사를 배출함으로써 초창기 위상수학 분야에 있어서의 미국의 집중적 노력(American school of topology)을 통하여 20세기 중반에 미국이 세계 수학연구의 주류에 진입하는데 크게 기여하였다는 것이다[8]. 특히 R. L. Moore는 20세기 초 시카고대, 존스홉킨스대, 컬럼비아대, 하버드대, 프린스턴대 등의 특정 사립대학 중심의 연구모델에서 벗어나 당시 상대적으로 연구 여건이 열악했던 미국의 보통 주립대학의 하나인 텍사스대 수학과에서 20세기 중반에 국제수준의 수학연구와 연구인력 양성의 성공모델을 제공하였다. 또한 그의 제자들은 Michigan대, North Carolina대, Wisconsin대, Louisiana 주립대, Virginia대, Pennsylvania주립대 등에서 높은 연구생산성을 유지하며, 대부분의 주요 주립대학의 수학연구 분위기를 자극하고 궁극적으로 20세기 후반 미국 전체의 수학연구 수준을 한 단계 높여 놓았다.

여기서 우리는 21세기 초, 현재의 한국 대학들이 추구하는 대학의 개혁이 바로 100

19) EAF, <http://www.akaef.org/>

20) <http://www.discovery.utexas.edu/rfm/mentoring/mentoring.html>

년 전 미국의 대학에서 선언한 선택과목의 확대와 연구중심대학의 탄생, 교수의 연구, 교육 및 봉사의 강조와 유사하다는 점에 초점을 맞추어 볼 수 있다. 1893년 미국에서 대학교수 임용 기준은 1980년대 중반의 한국 상황과 유사하며, 1901년이 되어서 예일대와 스탠포드대에서부터 연구가 대학교수로서의 의무로 인식되기 시작된 상황은 한국의 경우 1980년대 말부터 전개되었다[14]. 정년보장교수조차 연구업적이 없으면 강의를 한 강좌 더 하거나 아니면 월급이 동결되는 상황은 21세기에 들어와 한국에서도 전개되었다. R. L. Moore가 활동한 미국에서의 학문적 시기의 상황은 최근 30~40년간의 한국에서의 수학계가 경험한 상황과 유사하다.

한국은 1960년대에 대학원 과정이 소개되고, 1970년대에 대학원과정이 정상화되면서 연구 주제로서의 수학이 부각되기 시작하였다. 미국과 비교하면 최소한 100년은 늦게 수학의 대학원 교육이 시작되었다고 볼 수 있다. 그러나 2007년 3월 미국 스탠포드대는 미국을 제외하고 스탠포드대에 가장 많은 학부 합격생을 배출한 나라는 한국이라고 발표하였다. 또 미국 이민세관국(ICE, Immigration and Customs Enforcement)은 최근 발표한 보고서에서 지난해 12월말 기준으로 자국 내 외국인 유학생 중 한국 출신이 9만 3728명으로 1위를 기록했다고 밝혔다. 이는 미국에 있는 전체 (63만 998명) 유학생의 14.9%에 해당한다.²¹⁾ 미국 고등교육 전문 주간신문인 'The Chronicle of Higher Education'은 "1999~2003년 미국 박사학위 취득자 중 서울대 학부 출신이 1655명으로, 버클리대에 이어 2위이며 미국을 제외한 해외 대학 중 가장 많았다"고 밝혔다.²²⁾ 우리 수학계의 21세기 초의 상황은 세계의 현대수학을 모방하며 따라가 거의 접근하였으나, 그러한 수준을 넘어서 다수의 연구자가 다른 어느 나라보다 더 새롭고, 더 가치있는 결과를 더 먼저 내놓아야하는 단계에 이르러 있다. 이에 따라 한국 수학계의 구성원(학생, 학자, 교육자 등)은 연구에 대한 강한 요구를 받고 있다.

우리는 20세기 초·중반 미국 대학이 유럽과 차별화하며 그 과정에서 수학 분야의 자기 주도적 PBL(Problem Based Learning) 교육방법인 Moore 교수법이 생산성이 높은 다수의 수학자를 미국 내에서 배출하는데 큰 역할을 하였음을 미국수학사를 살펴봄으로써 확인할 수 있었다. 이는 현 시점에서 우리도 자기 주도적 PBL 교육방법을 고등수학 교육과 연계하여 생각해볼 충분한 동기를 부여한다.

21) http://article.joins.com/article/article.asp?Total_ID=2685808

22) http://article.joins.com/article/article.asp?Total_ID=435139

참고 문헌

1. 이상구, 황석근, 천기상, 20세기 초 미국수학계의 혁명적 변화의 바탕, 한국수학사학회지, 20(3) (2007) 127-146.
2. Burton, J. F., *The Moore Method*, American Mathematical Monthly 84 (1977) 273-277.
3. Burton, J. F., *The Beginning of Topology in the United States and The Moore School*, in C.E. Aull & R. Lowen eds. Handbook of the History of General Topology 1 Kluwer Academic Publishers (1997) 97-103, 273-278.
4. Duren, P., *A century of mathematics in America*, Vols. I, II, III, Amer. Math. Soc., Providence, RI. (1988) [G. Birkhoff, Mathematics at Harvard, 1836-1944: 3-58]
5. Eves, H., *Mathematical Circles Squared*, Prindle, Weber & Schmidt, Boston, (1972), 99-100.
6. Halsted, G. B. et. al., *The Carnegie Institution*, Science 16 (1902), 641-646.
7. Lee, S.-G., Ham, Y.-M., J. J. Sylvester, F. Klein and American Mathematics in 19th Century, 한국수학사학회지 19(2) (2006) 77-88.
8. Lewis, A. C., *The beginnings of the R. L. Moore school of topology*, Historia Mathematica, 31 (2004) 279-295.
9. Moore, E. H., *The betweenness assumptions*, American Mathematical Monthly, 9 (1902) 152-153.
10. Parker, J., *R. L. Moore: Mathematician and Teacher*, Mathematical Association of America (2005) 21-23.
11. Parshall, K. H., Rowe, D. E., *The Emergence of the American Mathematical Research Community, 1876-1900: J. J. Sylvester, Felix Klein, and E. H. Moore*, Providence: American Mathematical Society and London: London Mathematical Society., (1994)
12. Parshall, K. H., Perspectives on American mathematics, Bull. Amer. Math. Soc., 37 (2000) 381-405.
13. Roberts, D. L., E. H., *Moore's Early Twentieth-Century Program for Reform in Mathematics Education*, American Mathematical Monthly, 108 (2001) 689-696.
14. Rudolph, F., *The American college and university*, Alfred A. Knopf, New York, 1962
15. Shier, D. R., Wallenius, K. T., *Applied Mathematical Modeling: A Multidisciplinary Approach*, CRC Press, (1999)
16. Whyburn, L. S., *Student Oriented Teaching - the Moore Method*, American

Mathematical Monthly, 77 (1970) 351-359.

17. Young, G. S. *Being a student of R. L. Moore*, 1938-42, A Century of Mathematics Meetings, AMS, (1996) 285-293.

R. L. Moore's Moore Method and its meaning in Korea

Department of Mathematics, Sungkyunkwan University **Sang Gu Lee**
Department of Mathematics, The University of Suwon **Sang Wook Ree**
Department of Mathematics, Sungkyunkwan University **Duk Sun Kim**

In early 21st century, universities in Korea has been asked the new roles according to the changes of educational and social environment. With Korea's NURI and Brain Korea 21 project support, some chosen research oriented universities now should produce "teacher of teachers". We look 100 years back America's mathematics and see many resemblances between the status of US mathematics at that time and the current status of Korean mathematics, and find some answer for that.

E. H. Moore had produced many good research mathematicians through his laboratory teaching techniques. R. L. Moore was his third PhD students. He developed his Texas/Moore method. In this article, we analyze what R. L. Moore had done through his American School of Topology and Moore method. We consider the meaning that early University of Texas case gives us in PBL(Problem Based Learning) process.

Key words: R.L. Moore, Moore Method, PBL, Univ. of Texas, NURI project, BK 21 Project, American school of topology.

2000 Mathematics Subject Classification: 01A55, 01A73, 01A67, 01A90

ZDM Subject Classification: A30

논문 접수: 2007년 10월

심사 완료: 2008년 1월