한국수학사학회지 제20권 제3호(2007년 8월), 127-146

20세기 초 미국수학계의 혁명적변화의 바탕*

성균관대 수학과 이상구
sglee@skku.edu
경북대 수학교육과 황석근
sghwang@knu.ac.kr
성균관대 수학과 천기상
gscheon@skku.edu

미국수학사에서 가장 중요한 시기로 여겨지는 1890년에서 1950년 사이의 미국수학계의 발전과정을 당시의 미국수학 연구에 있어서 혁신적 발전의 계기를 제공한 시카고 대학의 초대 수학과장 E.H. Moore 의 역할을 중심으로 고찰한다. 19세기말 아직 낙후되었던 미국 수학계는 시카고 대학의 핵심 학과였던 수학과는 총장의 비전을 같이 할 우수교수를 확보하고, 새로운 제도 하에서 선발된 우수 대학원 학생들을 탐구지향 교수법[1]으로 지도하며 미국 수학연구의 초장기에 우수한 인재를 공급하기 시작한다. 이를 통하여 미국은 인재양성과 새로운 연구 분야 및 연구방법의 개척에 성공하고, 1950년 국제수학자대회(ICM)를 미국에서 개최하며, 당당히 세계 수학의 주류에 진입한다. 본 원고는 위의 발전과정이 현재 한국에 주는 의미를 분석한다.

주제어 :실베스터, 시카고대학교, E.H. 무어, 미국수학의 아버지, 20세기, 베블렌, R.L.무어, 버코프, 무어교수법, 연구중심대학

I. 서론

대한민국의 대학은 21세기를 맞아 그간의 교육환경의 변화에 따라 새로운 역할을 요구 받고 있다. 이에 따라 정부는 NURI 사업[2]과 2단계 BK 21사업[3] 지원을 제시하며 우수한 학부교육과 연구중심대학의 개념을 구체적으로 설정해가고 있다. 따라서

* This work was supported by the Com^{2}MaC-SRC/ERC program of MOST/KOSEF (grant R11-1999-054), SKKU, UNI and BK21.

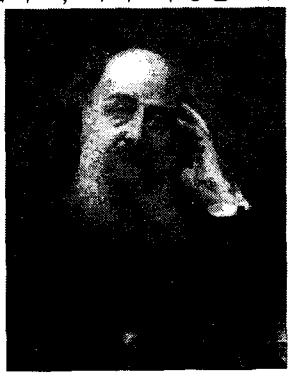
1) Inquiry approach to teaching and learning([17])

2) http://www.krf.or.kr/nuriApp/

3) http://bnc.krf.or.kr/

저자는 본 연구를 통하여 지난 20세기의 시작을 전후로 시카고대학에서 E.H. 무어가 수학교수로서, 또 연구중심대학 수학과의 창설 학과장으로서, 20세기 초 미국의 수학적 연구력 증진에 기여한 과정이 현재 우리에게 주는 의미를 파악한다. 케조리(Florian Cajori, 1859~1930)가 미국 대학 수학과의 현황 조사를 할 1888년 당시 조사에 참여한 118명의 미국 대학 수학교수 중 73명은 수학이외의 과목을 가르치고 있었으며, 그들 중 32명은 자연과학이외의 예술, 음악, 언어, 성경을 가르치고 있다고 한다. 1893년에는 약간의 대학원 강좌를 수강한 경력만으로 미국의 명문대학에서 정년교수로 임용되기에 충분하였다고 한다. 1895년부터 경제적 성장과 함께 미국 대학은 새로운 대학으로 태어나는 변화에 진입하였으며, 미국 대학의 목적에 대한 진지한 토론이 진행되었고 1900년이 되어서야 주요대학에서부터 연구가 대학교수로서의 의무로 인식되기 시작하였다 [25].

미국 대학 수학과의 교육 수행 역할에 '연구'의 기능을 추가한 사람으로는 '실베스터'를 들 수 있다. 실베스터(James Joseph Sylvester, 1814~1897)는 불변식론(invariant theory)을 개척한 당대 최고수준의 수학자 중의 한 명이며 케일리(Arthur Cayley, 1821~1895)와 함께 19세기 말 행렬이론 연구를 주도한 수학자이다. 더구나 실베스터는 1841년 버지니아대학에 3개월간이지만 전임교수로 근무하였으며, 또 1877년부터 6년간은 미국 최초의 연구중심대학 존스홉킨스대학(Johns Hopkins University) 수학과의 초대 학과장으로 미국에서 수학과 대학원 교육의 모델을 정립하고, 박사 학생을 지도하였으며, 수학을 연구하는 유럽의 방법을 전수하며 새로운 주제를 찾았다. 그는 미국 최초의 수학연구저널인 미국수학저널(American Journal of Mathematics, AJM)의 초대 편집장으로 유럽의 저명한 수학자들의 논문을 유치하고 미국 수학자들의 독창적인 연구들이 다시 정리되어 이 저널을 통하여 발표하게 하고, 새로운 방식으로 지도한 학생들의 새로운 결과를 발표하게 하면서 미국이 수학 연구의 주류로 진입하게 하는 기회를 제공하였다 [15, 77-88]. 후에 버지니아 대학은 저널 "Annals of Mathematics"를 창간하였다.



[그림1, J.J. 실베스터]

실베스터 이후 축적되기 시작한 잠재력은 1893년 시카고에서 열린 국제 수학자회의(후의 International Mathematics Congress, ICM)를 계기로 미국에서 세 번째로 연구중심대학을 표방하며 1892년 설립된 시카고대학 수학과를 통하여 분출되었다. 그 중심에 그 학과의 초대학과장인 E.H. 무어(Eliakim Hastings Moore, 1862-1932)와 그의 제자들이 있다.

본 원고에서는 실베스터이후 축적되기 시작한 미국의 수학적 연구 잠재력이 실제로 개화하는 과정을 다룬다. 이 과정의 연구는 미국이 100년 만인 20세기 말에는 실험과학은 물론 이론과학에서도 세계 최고 수준의 대학원 프로그램을 운영하게 된 주요 동

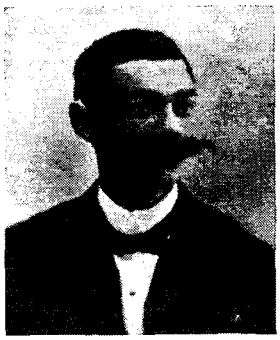
기를 규명해 준다. 순서는 실베스터에서 시작하여 궁극적으로 E.H. 무어의 시카고대학에서 20세기 미국 수학의 초창기 인재들이 배출되는 과정과 그들이 20세기 초반 미국 수학의 발전과정에서 기여한 역할을 고찰한다. 그리고 한국의 현재상황과 비교 분석한다.

II. 본론

1. 실베스터, 그 이후

1876년 설립된 미국 최초의 연구중심대학 존스홉킨스대학 수학과의 전체학생은 1회 7명의 학부생과 8명의 대학원생이었고, 이 중 두 명의 대학원생이 연구조교장학금을 받고 실베스터의 연구조교(RA)가 되게 되어 있었다. 이 후 실베스터가 미국 대학원 수학교육의 수준을 높이고, 연구 기반을 넓히는데 준 영향은 참고문헌 [13]과 [15]에서 확인할 수 있다. 그러나 실제로 그 시도가 미국의 수학연구 여건에 진정한 뿌리를 내리기에는 보다 많은 시간과 또 다른 계기가 요구되었다 [10].

실베스터의 첫 번째 박사과정 학생인 헬스테드(George Bruce Halsted, 1853-1922)는 1875년 프린스턴대학에서 석사 학위를 취득한 후 1876년 23세의 나이로 연구조교장학금을 받고 실베스터의 연구조교 겸 대학원생이 되었다 [11]. 헬스테드는 비유클리드 기하학에 관심이 있었으나 실베스터는 불변식론을 지속적으로 지도하자 1877년부터 스스로 비유클리드 기하 연구를 시작하였고 1878과 1879년에 의미 있는 결과로 'Bibliography of Hyperspace and Non-Euclidean Geometry' 을 발표했다. 그리고 1878년 가을 프린스턴대학으로 돌아가 학위논문 'Basis for a Dual Logic' 을 완성하고 존스홉킨스대학에서 박사학위를 취득했다. 그 후 헬스테드는 5년간 프린스턴대학에 강사로 근무하다, 1884년부터 1902년 사이에는 텍사스대학(University of Texas at Austin) 순수 및 응용수학과장으로 근무하며 텍사스대학이 학계의 관심을 끌게 하는 역할을 했다. 헬스테드는 그 곳에서 L.E. 딕슨(Leonard E. Dickson, 1874-1954)과 R.L. 무어(Robert Lee Moore, 1882-1974)를 만나서 학부에서부터 수학을 가르치고, 졸업 후 새로 생긴 시카고대학 박사과정에 진학시켰다. 그들은 시카고대학에서 대학원 교육을 받으며 미국 수학 발전에 크게 기여했다. 특히 헬스테드는 R.L. 무어에게 많은 영향을 끼쳤다[19].



[그림2. G.B. 헬스테드]

현재 21세기에는 관심이 많이 줄었고, 새로운 분야에 연구력이 집중되지만, 20세기 수학 연구의 꽃은 당시 'Analysis situs'라고 불리던 새로운 분야인 위상수학(topology)이었다[4]. 위상수학의 발전에 대한 구체적인 발전과정은 'Handbook of the

History of General Topology [3]'과 다양한 강연[5]에서 구체적으로 확인 할 수 있다. 위상(topology)이라는 용어는 1847년 가우스(Gauss)의 박사과정 학생이었던 J.B. 리스팅(Johann B. Listing, 1808 - 1882)에 의하여 처음으로 소개되었으며, 1900년 H. 포앙까레(Henri Poincar´e, 1854 - 1912) 에 의하여 대중적으로 알려지고 20세기의 많은 수학자를 유혹한 새로운 분야로 부각되었다 [4]. 그 증거로 1936년 필드메달(Fields medals)이 수여되기 시작한 이래로 42개의 필드메달이 수여되는 동안, 그 중 10개가 위상수학 분야에서의 업적에게 수여되었다. 그리고 이 분야의 발전과 함께 미국 수학자들은 수학 연구의 주류에 진입하는 기회를 가졌고 이를 통하여 미국은 수학선진국에 진입하였다. 그 중심에 E.H. 무어가 시카고대학에서 배출한 R.L. 무어를 포함하는 수학박사 31명과 그들이 배출한 10,000명이 넘는 박사들이 위치한다. 특히 신설된 미국의 세 번째 연구중심대학에서 E.H. 무어는 다양한 새로운 시도를 하였다 [21].

1890년에서 1950년 사이의 미국수학계의 혁명적 변화의 뿌리로 E.H. 무어, O. 베블런(O. Veblen), G.D. 버코프(G.D. Birkhoff), R.L. 무어, N. 위너(N. Wiener), M. 스톤(M. Stone)을 언급하는 것이 보편적이다 [8]. 우리는 1900년 1월, 미국 수학자에 의하여 발간된 최초의 수학연구 저널인 'Transaction'의 편집장, 동시에 미국수학회(American Mathematical Society)의 회장으로 미국적 수학연구 활동의 중심에 섰던 시카고대학의 E.H. 무어의 역량이 어떻게 O. 베블런, R.L. 무어, G.D. 버코프로 이어졌으며, 어떤 과정을 통하여 그 후 50년 만인 20세기 중반에 이미 유럽의 수학과 어깨를 나란히 하고 20세기 말에는 대학원교육에서 세계에서 가장 경쟁력이 있다고 평가되는 미국식 수학교육과 연구가 꽃피우게 되었는지를 살펴보기로 한다.

2. 시카고 대학과 E.H. 무어

1891년 록펠러(Rockefeller) 재단과 침례교재단의 지원에 힘입어 미국에서 세 번째 연구중심대학으로 설립된 시카고대학은 초대 총장인 하퍼(William Rainey Harper, 1856-1906)박사[6]의 비전에 따라 진정한 연구 중심대학으로 성장한다. 그는 처음부터 총장 후보 중의 한명으로 고려되었으나, 선정되는 마지막 순간까지 망설임이 있었다고 한다. 그러나 그는 마침내 록펠러의 비전인 "학생들에게 연구 할 자유를 주는 새로운 대학의 탄생"을 받아들여 그 과업을 수행하기로 한다. 전통적인 대학 시스템을 2년

4) Mathematics Unlimited - 2001 and Beyond, Björn Engquist and Wilfried Schmid (Editor) ISBN: 978-3-540-66913-5, Holt, Rinehart and Winston, 2001. Fennell의 위상수학 절의 기록.

5) http://zakuski.utsa.edu/~gokhman/ecz/l_ht.html, http://www.math.clemson.edu/~agorka/topology.htm

6) 하퍼박사(William Rainey Harper)는 오하이오 Muskingum 대학을 졸업하고 예일대학에서 19세에 Indo-Iranian and Semitic(셈족, 유태)언어 로 박사학위를 받고 시카고의 Baptist Union 신학교에서 Hebrew어 교수로 근무한 후 1886년부터 예일대학 Semitic언어 교수로 근무하고 있었다. http://president.uchicago.edu/history/harper.shtml

의 교양교육(general education)과 2년의 전문교육(higher study)으로 나누고, 대학이 연중 운영되도록 하였으며, 통신강좌(correspondence course)의 도입을 포함하는 다양하고 혁신적인 새 제도와 기술을 소개했다. 교수진(faculty)도, 등급을 "채점조교(readers), 시간강사(lecturers), 강사(docents), 조교(assistants), 조수(associate), 전임강사(instructors), 조교수, 부교수, 정교수, 학과장"으로 세분하여 관리하였다. 하퍼총장은 학생도 1-2학년은 예과 또는 현재의 학부대학이나 교양학부 개념의 'junior college'에 배정하고 3-4학년을 본과인 'people colleges'에 배정하여 본과에 소속하는 많은 교수들은 서비스과목 중심의 교양교육에서 벗어나 연구와 전문 직업교육에 몰두 할 수 있도록 하였다(Eells, 1931)[7]. 이는 현재 연세대[8], 성균관대[9], 한양대[10]에 이미 설립된 또 2008년부터 신설예정인 서울대의 학부대학[11] 및 전문대학원 제도와 매우 유사하다.

[그림3. W.R. 하퍼]

시카고대학의 초창기에 위의 목표를 달성하기위하여 하퍼총장에게는 비전을 같이 하는 능력 있고 유능한 교수를 모집하는 것이 가장 중요한 일이었다. 하퍼총장의 대학발전계획의 최우선은 새로운 사고(new thinking)에 이르는 특별한 교수법 개발에 있었으며 이런 시카고대의 목표에서 수학과는 핵심 분야 중심에 위치하였다 [21]. 그가 그런 수학과의 초대 학과장으로 시카고 교외의 노스웨스턴(Northwestern)대학에 근무하는 전혀 두드러진 연구 업적도 없는 20대의 조교수인 E.H. 무어를 선택한 것은 의외였다. 하퍼총장이 E.H. 무어를 처음 접촉할 때인 1891년 무어의 나이는 28세였으며, 박사학위 후에 5년 이상이 지났는데도 단 4편의 논문만을 발표했고, 다른 어떤 내용도 특이 한 것이 없었다. 그러나 총장은 E.H. 무어의 잠재적인 재능을 보았고 누가 보아도 무모하다 싶은 모험을 감행했던 것이다. 그리고 그 모험은 엄청난 성과로 보답받았다([21], [25]).

E.H. 무어는 1879년 예일(Yale)대학에 입학하여 1883년 학사학위를 받고 이어서 2년 후인 1885년 박사학위를 받았다. 그의 수학적 멘토(mentor)는 예일대 수학과 교수였던 H.A. 뉴톤(Hurburt Anson Newton)이었다. H.A. 뉴톤은 후에 천문학으로 전공을 바꾸었으며 자신의 연구 기록은 두드러진 것이 없으나 많은 재능있는 학생이 자기 주도적인 연구를 하도록 이끌었고, 이어서 유럽의 선진학교로 유학을 가서 능력을 발휘하도록 지도하였다. E.H. 무어가 1885년 예일대에서 박사학위를 받자 그는 자신이 지원하여 1년간 E.H. 무어가 독일에서 공부할 기회를 제공하였다. 이 기간에 무어는

7) 하퍼총장의 개혁: http://www.encyclopedia.com/doc/1G1-66760565.html

8) 연세대 학부대학 : http://www4.yonsei.ac.kr/fresh/

9) 성균관대 학부대학 : http://home.skku.edu/~hakbu/

10) 한양대 학부대학 http://gs.hanyang.ac.kr/

11) http://www.hani.co.kr/section-005100006/2005/05/005100006200505240645248.html

[그림4. E.H. 무어]

H.A. 뉴톤에게 소개받은 슈바르츠(Schwartz), F. 클라인(F. Klein), 와이어스트라스(Weierstras)등 당대의 최고수준의 수학자들과 일하며 큰 자신감을 가지고 돌아와 1889년부터 노스웨스턴대의 수학과 조교수로 근무하고 있었다. 하퍼총장은 그런 그를 1892년 조교수 신분으로 시카고대의 초대 학과장 대행(acting chair)으로 임명하였다. 그는 시카고대학에서 4년 동안 놀랄만한 업적을 보였으며, 하퍼총장은 1896년 비로소 그를 정식 종신 학과장(permanent Head)으로 임명하였고 그 임명 기간은 1931년까지 지속되었다[20].

하퍼총장과 E.H. 무어의 관심은 처음 단계부터 재기가 뛰어난 국제 수준의 우수교수 모집이었다. 이때 그 첫 번째 대상이 미국의 두 번째 연구중심대학으로 표방하고 설립된 클라크(Clark)대학에 근무하는 오스카 볼자(Oscar Bolza)였다. 마침 클라크대학은 분규를 겪으며 수학과 11명의 전임(tenure track)교수 중 9명이 사임한 상태였고 볼자도 독일로 돌아가려고 하던 참이었다 [21]. 볼자는 슈바르츠, 바이어스트라스등 당대 최고 수준의 수학자에게 사사하였고, 클라인교수의 지도로 1885년 괴팅겐대학에서 비유클리드 기하 및 기하와 군론의 연결 및 함수론으로 박사학위를 취득하였다. 당시 괴팅겐대학은 전 세계 수학 연구의 메카로 여겨졌다. 따라서 볼자의 괴팅겐대학에서의 다양한 경험이 무어가 필요로 했던 바로 그것이었다. 다양한 노력으로 시카고대학 수학과는 결국 볼자를 고용하는데 성공했다. 이와 함께 볼자의 가장 친한 친구로 클라인의 또 다른 학생이었던 마스케(Heinrich Maschke)가 마침 미국으로 이민 와서 뉴저지에 있는 서부전기기계회사(Western Electrical Instrument Company)에 근무하고 있었는데, 볼자가 그와 같이 일하기를 강력하게 요구하여 마침내 마스케도 E.H. 무어의 수학과 교수로 임명되며 셋은 당시 미국에서 가장 강한 수학연구팀을 구성한다. 그리고 그들은 1890년에서 20세기 초의 척박한 환경의 미국 수학계에 100여명의 유망한 젊은 미국수학자들을 배출하기 시작한다. 이 때문에 현재 미국에서 배출하는 수학박사 중 많은 수가 그 뿌리를 시카고대학의 E.H. 무어에게 두고 있다. 구체적으로 E.H. 무어는 R.L. 무어를 포함하여 31명의 자신의 박사 제자를 배출하였으며, 그 제자들이 배출한 박사만 해도 온라인상에서 확인 된 수가 2007년 6월 현재 총 11,036명을 넘는다[12].

E.H. 무어는 뉴욕수학회를 미국수학회로 확대 개편하는 과정에서 곧 미국수학회의 시카고지부를 설립하여 지부의 초대회장과 미국수학회의 부회장을 역임하였으며 1900년 38세의 나이로 미국수학회 회장직을 수행하게 되었다. 1900년부터 E.H. 무어의 리더쉽을 중심으로 미국의 수학자들이 움직이기 시작하였다. 늘어난 학술활동에 힘입어 미국수학회 회원들은 소식지 성격의 'Bulletin'에서 더 나아가 수학 연구 저널의 필요성을 인식하고 비로소 미국에서의 두 번째 수학 연구저널이며 동시에 미국인

12) 수학자 족보, E.H. Moore, http://genealogy.math.ndsu.nodak.edu/html/id.phtml?id=806

수학자들에 의한 첫 번째 수학연구저널인 미국수학회 'Transaction'이 예일대학 출신 박사인 E.H. 무어를 초대 편집장으로 하여 20세기를 여는 1900년 1월 시카고대학을 중심으로 창간호를 발간하게 되었다 [21].

[그림5. L.E.딕슨]

신설된 시카고대학 수학과에서 E.H. 무어가 배출한 첫 번째 박사 학생은 텍사스대학을 졸업한 L.E. 딕슨이었다. 헬스테드는 딕슨이 자신의 지도로 석사과정을 마치자 그를 시카고대학의 E.H. 무어에게 박사학생으로 추천하였다. 딕슨이 박사학위 과정을 우수하게 마치고 독일의 라이프지그(Leipzig)와 프랑스 파리에 가서 소퍼스 리(Sophus Lie)와 C. 조르단(Camille Jordan)의 지도하에 박사 후 과정을 보낸 후 미국에 돌아와, 버클리소재 캘리포니아대학(University of California)에서 강사로 근무하자 텍사스대학은 1899년 25세의 젊은 딕슨을 파격적으로 부교수에 임명했다. 딕슨은 1년 후 1900년 시카고대학에서 같이 일하기를 청하자 시카고대학으로 적을 옮기고 그곳에서 많은 박사 제자를 배출했으며[13] 1901년 본인의 박사학위 논문의 연장으로 발간한 책 'Linear group with an exposition of the Galois field theory'은 유한체(finite field)를 체계적으로 다룬 최초의 책으로 여겨진다. 그는 미국수학계에 추상대수학(유한체, linear group, 정수론)의 새로운 분야를 소개했으며, 많은 새로운 결과를 보태며 초창기 미국 수학계에 크게 기여했다.

1898년 텍사스대학에 입학한 R.L. 무어는 헬스테드를 만나며, 헬스테드는 R.L. 무어가 1900년대에 들어서면서 미국수학연구자 사이의 과거와 현재 그리고 미래를 잇는 중요한 역할을 하도록 영향과 도움을 제공하게 되었다. R.L.무어는 대부분의 수학과목을 헬스테드에게 듣고 고등미분적분학(elliptic integrals, gamma functions, Fourier series)과 군론(group theory)은 1899년 부임한 젊은 딕슨(L.E. Dickson)교수에게 수강하였다. R.L. 무어는 입학 3년만인 1901년 텍사스대학에서 18세에 학사(BS) 와 석사(MA) 학위를 받았다. 졸업 후 1901-1902년 사이에는 조교장학금(teaching fellowship)을 받고 강의도 했는데 그의 강의는 일반 수학 강좌와 다른 특징을 가지고 있었다. 또 이 기간에 헬스테드가 나열한 힐버트(David Hilbert)의 'Betweenness Assumptions' 중 하나의 공리가 다른 공리에서 바로 유도된다는 것을 보여 Betweenness Assumptions 을 5개에서 4개로 줄였다. 이 증명이 간결하여 헬스테드가 내용을 미국수학교육학회의 American Mathematical Monthly (Monthly)[14]에 학생이 증명한 내용이라고 소개하며 발표한다. 그러나 다음 호 Monthly에 E.H. 무어는 19세의 R.L. 무어에게 그 결과는 자신이 최근에 다른 잡지에 발표한 내용인데 학생이 그 사실은 모르고 독자적으로 깔끔하게 스스로 보인 것으로 판단한다고 쓴 편지를 발표했다 [18, p. 153].

13) 수학자 족보, L.E. Dickson http://genealogy.math.ndsu.nodak.edu/html/id.phtml?id=5695

14) American Mathematical Monthly

그러나, 1902년 딕슨교수는 시카고대로 이미 옮겼고, 헬스테드교수도 18년간 학과장을 해오던 학과에서 갑자기 해고되어 직장을 메릴랜드 주의 St. John 대학으로 옮기게 되자[15], R.L. 무어 의 장래가 불투명해졌다 [12, p. 645]. 헬스테드는 R.L. 무어에게 경제적인 여건이 허용된다면 괴팅겐대학의 힐버트에게로 가서 지도를 받아보라고 권했지만, 여의치 않았고, 무어는 시카고대학의 박사과정 입학을 시도해보지만 그것도 여의치 않았다. 그래서 1902년 가을부터 텍사스 본인의 고향인 댈러스 근처의 마샬(Marshall)고등학교에서 교사로 근무하며 많은 고민을 했었다. 이 기간에 R.L. 무어와 헬스테드는 여러 번의 편지를 주고받았으며, 특히 헬스테드는 R.L. 무어 의 시카고 대학 수학과 대학원 입학 신청을 검토하던 볼자에게 강력한 추천서를 써주며 도와주어 R.L. 무어는 마침내 입학허가를 받고 1903년 9월에 고교교사직을 뒤로하고 당시 미국에 존재하던 3개의 연구중심대학의 하나인 시카고 대학에서 박사과정을 시작했다.

[그림6, 시카고 대학 수학과 건물인 Eckhart Hall]

1893년 시카고에서 열린 세계 컬럼비아(Columbian)박람회와 연계하여 E.H. 무어와 시카고대학 수학과를 중심으로 노스웨스턴대학에서 개최된 국제수학자대회 행사 중 첫 날 강연의 백미는 힐버트의 'Invariant Theory'였는데 이 주제는 미국 최초의 유태계 수학교수였던 실베스터가 개척한 주제였으며 마지막 강연은 F. 클라인이 하였다. 미국에서 이런 세계 최고 수준의 수학자들이 한 곳에 모여 가진 수학 학술 행사는 사상 처음 이었다. 이 행사는 시카고대 수학과가 미국에서 해야 할 역할을 잘 보여주었다. 이를 계기로 E.H. 무어, 볼자, 마스케라는 세 명의 수학자는 시카고대학에서 각각이 가진 다른 능력을 훌륭하게 발휘하고 부족한 부분은 서로 보충하며 결국 미국 수학의 역사를 만들었다 [20].

더구나 E.H. 무어는 학과장으로 기존과는 다른 새로운 인재를 양성하기 위하여 다양한 시도를 할 수 있었으며, 그의 표현에 의하면 실험적교수법(Laboratory teaching techniques)이라는 방법을 시카고대학 수학과에 적용하였다. 이 내용은 1902년의 E.H. 무어의 강연기록 "On the Foundations of Mathematics; calls for an inquiry approach to teaching and learning" [17]과 2001년 Monthly의 원고 'E. H. Moore's Early Twentieth-Century Program for Reform in Mathematics Education'에서 확인할 수 있다 [23]. E.H. 무어는 자신의 강좌뿐 아니라 다른 모든 교수에게 교수법 개발

15) 헬스테드(George Bruce Halsted): 텍사스대학에서 해임 후 St. John's College, Annapolis; Kenyon College, Gambier, Ohio (1903-1906); the Colorado State College of Education, Greeley (1906-1914)에서 근무한다.

에 관하여는 자유로운 시도 기회를 주었다. E.H. 무어의 새로운 교육적 시도는 후에 R.L. 무어의 교수법에 영향을 주게 된다. 그리고 발전하는 시카고대학의 다양한 시도(inquiry approach to teaching and learning [17])는 외부의 관심을 끌기에 충분했다. 동시에 그 자신도 그의 새로운 교수법이 실제로 효과 및 가치가 있는지에 대하여는 증명해 보여야 할 필요가 있었다. E.H. 무어는 그의 학생 중에서 특히 장래성이 보이는 학생을 유심히 고르기 시작했다. 오직 최고 수준의 학생만이 결국 추구하는 목적에 도달 할 것을 알고 있었기 때문에 매우 고심했고. 그 대상으로 아이오와(Iowa) 출신이며 헬스테드의 지도로 학사, 석사를 텍사스대에서 마치고 온 박사과정 학생 L.E. 딕슨을 선택하였다. 후에 E.H. 무어는 "L.E. 딕슨은 내가 경험한 학생 중 가장 완벽하게 준비된 학생이었다."고 평가 하였다 [5, p.89]. L.E. 딕슨은 앞에서 언급하였듯이 1900년-1941년까지 시카고대학에 근무하며 많은 업적을 남겼다. 그는 18권의 저서와 250편이상의 논문 및 다양한 원고를 쓰고, 약 60명의 박사학위제자를 배출하였으며, 1917-1918년 사이에는 미국수학회장을 역임하는 등 존경받는 학자로서 아주 성공적인 삶을 살고 1939년 은퇴를 했다.

시카고대학이 초창기에 배출한 이런 걸출한 수학자가 3명 더 있었다 한명은 E.H. 무어의 실질적인 첫 제자(first true prodigy)로 여겨지는 O. 베블런이고, 바로 이어서 R.L. 무어와 G.D. 버코프이다.

3. 미국수학계, 시카고대학의 영향 (O. Veblen, G.D. Birkhoff, R.L. Moore)

[그림7. 시카고대 로고]

다른 미국의 대학들이 아직 자신의 능력을 다하지 못하고 있는 사이에, 시카고대학의 초대 총장 하퍼는 고등교육의 모든 관점에서 커다란 혁신을 이끄는 새로운 학교의 기반을 닦아 놓았다. 이러한 노력으로 시카고대학 수학과는 짧은 역사에도 불구하고 국제적인 관심을 끌게 되었다.

아이오와대학에서 수학과 물리학을 가르치던 A. 베블런(Andrew A. Veblen, 1848-1932)교수의 아들인 O. 베블런(Oswald Veblen, 1880-1960)은 아이오와대학에서 1898년 학사를 하고, 하버드(Harvard)대학에서 1900년 다시 학사학위를 취득한다[16]. 그리고 시카고대학에 와서 E.H. 무어의 지도로 'A system of axioms for geometry' 라는 논문을 쓰고 1903년 박사학위를 취득한다. 학위를 받은 후 시카고대학에 조수(associate)로 남아서 학생들을 지도하다가 1905년 프린스턴으로 자리를 옮긴 O. 베블런은 새로 생긴 고등연구소(Institute for Advanced Study, IAS)의 창설멤버(Founding Prof.)로 특히 초창기에 아인스타인(A. Einstein), 폰 노이만(von Neumann) 등을 초빙하는 주요 역

16) http://infoshare1.princeton.edu/libraries/firestone/rbsc/finding_aids/mathoral/pmcxveblen.htm

할을 했다.

[그림8 O. 베블런]

베블런은 1차 세계대전에도 장교로 참전하여 탄도미사일 개발에 기여하고, 2차 세계대전에도 에니악(ENIAC) 컴퓨터의 개발에 참여하여 크게 기여하였다. 1923년과 1924년에는 미국수학회 회장으로 봉사하기도 했다. 이 기간에 국가연구위원회(National Research Council, NRC)가 수학분야 박사후연구원을 지원하는 제도를 만들었는데, 베블런은 이 기관을 통하여 젊은 연구자들을 지원하며 1920년대 미국 순수수학 발전에 크게 기여했다. 또, 베블런은 기금을 조성하여 프린스턴대학에 당시 세계 최고수준의 수학과 건물인 파인 홀(Fine Hall)을 건축했다. 이 건물은 수학 연구에 적절한 이상적인 구조를 가졌으며 후에 다른 대학 수학과 건물의 모델이 되었다. 1932년 베블런은 프린스턴에 고등연구소(IAS)가 개소하자 수학발전을 위하여 수학계 전반의 참여와 기금을 이끌어 낸다. 베블런은 고등연구소 수학과의 학과장으로 아인스타인, 폰 노이만, 헤르만 와일(Hermann Weyl), J. 알렉산더(James Alexander), M. 모스(Marston Morse)를 영입하여 미국의 고등연구소를 마침내 세계 최고 수준의 연구기관으로 만들었다. 1930년대에는 세계 수학의 거의 모든 주요 연구결과를 검토하여 공유하는 "수학 리뷰(Mathematical Reviews)"를 발간하였으며, 그 편집장으로 오토 누게바우어(Otto Neugebauer)와 오이스타인 오레(Oystein Ore)를 임명했다. 또 베블런은 1940년에 계획되었으나 전쟁으로 연기되었던 국제수학자대회를 1950년 미국의 매사추세츠 주 캠브리지 시에서 개최했다. 이 행사는 1893년 그의 은사 E.H. 무어가 주관한 시카고 국제 수학자대회 이후 미국에서 가진 첫 번째의 대규모 국제 수학학술회의였다. 이 학술회의를 통하여 미국은 E.H. 무어가 젊은 미국인 수학자들에게 새로운 비전과 리더쉽을 제시한 단 50여년 만에, 위상수학을 비롯한 새로운 몇 몇 분야에서 두각을 나타내며, 그에 상응하는 자신감을 가지고, 오랜 기간 동안 가졌던 유럽수학에 대한 콤플렉스를 털어버리며 세계 수학의 주류에 진입하였다. 이런 독특한 기여에 근거하여 미국수학회 소식지(AMS Notices)는 2007년 5월호 606-618쪽에서 O. 베블런이 미국수학회에 미친 영향을 특집으로 다루었다 [4].

1910-1920년은 미국 수학자들의 기여와 함께 초기 위상수학(topology)이 발전한 기간이다[17]. 프린스턴에서 베블런은 1911년에 석사학위를 취득한 J. 알렉산더(James Alexander)와 함께 대수적위상수학(algebraic topology)을 연구하며, 이에 보태어 전기기사로 근무하다 감전으로 양 팔을 잃은 후 늦게 수학공부를 시작하여 1911년 클라크대학에서 박사학위를 취득하고 캔사스대학에 근무하던 S. 렙슈츠(Solomon Lefschetz, 1884-1972)를 1924년 영입하며 프린스턴대학의 베블런-알렉산더-렙슈츠(Veblen-

17) http://zakuski.utsa.edu/~gokhman/ecz/1_ht.html,

Alexander-Lefschetz) 라는 강력한 '프린스턴 대수적위상수학(Princeton algebraic topology) 그룹'을 형성했다 [22, p. 392]. 이와 동시에 텍사스에서도 또 하나의 '미국의 위상수학 학교 (American school of topology)'가 형성되고 있었다.

[그림9 G. D. 버코프]

G.D. 버코프(George David Birkhoff, 1884-1944)는 20세기 초의 40년간 미국인 중 가장 존경받은 수학자(researcher)라고 주장할 수 있을 정도의 인물이다. 15살에 Monthly에 제기된 기하문제를 풀었으며 1902년 시카고대학에 입학하며 1903년 하버드대학으로 전학을 가서 1년 만에 학부과정을 다 마치고 다음 1년 동안은 대학원 강좌를 수강하였다. 그 동안에 M. 보커(Maxime Bôcher)의 지도를 받고 H. 반디버(H.S. Vandiver)와 공저 논문을 쓰기도 했다 [2, p. 275]. 하버드대학 졸업 후, 1905년 시카고대학 수학과 박사과정에 입학하여 1년 후 두 편의 논문을 쓰고 다음 해인 1907년 학위논문 'Asymptotic properties of certain ordinary differential equations with applications to boundary value and expansion problems'를 쓴 후 E.H. 무어를 지도 교수로 하여 학위를 취득한다. 그 후 웨슬리안(Wesleyan)대학에서 옮겨온 에드워드 반 블랙(Edward B. Van Vleck) 교수[18]와 같이 메이디슨 소재의 위스콘신(Wisconsin)대학에서 2년을 근무하고 프린스턴에서 O. 베블런과 3년을 근무했다. 그는 포앙까레(Henri Poincar´e)의 미해결 문제를 1912년에 27세의 나이로 해결하면서 1912년 7월 17일 갑자기 죽게 된 포앙까레를 이어 미분방정식(특히 linear ordinary differential equations), dynamical systems (ergodic theory), celestial mechanics 분야에서 세계수학계에 크게 기여하였다 [9, pp. 99-100]. 1912년 하버드대학의 조교수로 임용되어 그곳에서 정년까지 근무하며 하버드대학 수학과의 주된 역할을 교육에서 연구로 바꾼다 [8, p27].

E.H. 무어의 가장 큰 기여가 미국수학계의 방향을 제시한 지도력이고, O. 베블런의 기여가 학술활동의 여건을 제공한 대단한 행정능력이었다고 한다면 G.D. 버코프의 기여는 수학에 대한 학술적 기여라고 할 수 있다.

마지막으로 "The Beginning of Topology in the United States and The Moore School [6] " 에서 자세히 소개된 '미국의 위상수학 학교' 또는 'R.L. 무어의 위상수학 학교 (School of topology)' 의 주인공인 R.L. 무어는 1903년 당시 세계수학계가 유심히 관찰하던 시카고대학 수학과의 박사과정에 입학하여 R.L. 무어는 E.H. 무어, 볼자,

18) 반 블랙(Edward B. Van Vleck): 1904년 미국수학회 부회장을 지낸 Wesleyan대학 수학교수 John Monroe Van Vleck의 아들로, Wesleyan대학 졸업 후 존스홉킨스대학을 거쳐 1893년 Göttingen대학에서 박사학위를 취득, 1905년에서 1910년 사이에 AMS Transactions 편집장을, 1909년 AMS 부회장, 1913-1914년은 미국수학회장을 역임, Wisconsin대학 수학과 건물이 1963년 Van Vleck Hall로 이름 붙여졌으며, 아들 John Hasbrouck Van Vleck은 1920년 Wisconsin대학을 졸업하고 1951-1969년 사이에는 Harvard대 Hollis professor of Mathematics and natural philosophy로 근무했으며 전자기학 양자이론에 대한 기여로 1977년 노벨물리학상을 수상함.

마스케의 지도를 받으며, 베블런과 같이 연구하였으며, 유망한 학생 들인 L.E. 딕슨, G.D. 버코프, G.A. 브리스(G.A. Bliss)등과 동료가 되며 미국수학을 만드는 여정에 동참하게 되었다. 1905년 R.L. 무어가 시카고대학에서 박사학위를 받을 당시 나이가 22세였다. 공식적으로는 E.H. 무어와 함께 베블런이 R.L. 무어의 박사학위 논문 지도교수이다. R.L. 무어는 그 후 1915년 까지는 단 두 편의 논문만 발표했다. 그러나 펜실베니아대학에 근무하며 1915년부터 그 후 10년간 30편 이상의 논문이 발간했다. 1916년 모교인 텍사스대학에 자리를 잡고 이곳에서 무어학파(Moore network)가 만들어지고 위상수학(General topology)을 중심으로 만들어진 이 네트워크는 세대를 이어가며 발전하며, 동시에 미국 수학계도 크게 발전했다. 86세에 은퇴할 때 까지 오랜 기간 텍사스대학 수학과 교수(1916-1969)로 지낸 R.L. 무어의 연구 분야는 위상수학이었고, 50명의 박사제자와 그 제자가 배출한 2,100명 이상의 수학박사를 확인하면 20세기 미국 위상수학자는 거의 모두 그들의 학문적 족보가 무어와 연관된다고 볼 수 있을 정도로 큰 영향을 끼쳤다[19]. 특히 R.L. 무어의 수 많은 텍사스대학 제자들은 여러 주요 주립대학에 자리 잡으며 활발한 연구 활동을 통하여 주위의 능력있는 연구자에게 자극을 주었다. 현재 R.L. 무어(1882-1974)는 위상수학에의 기여[20]와 "무어교수법(Moore Method 또는 Texas Method)[21]" 두 분야로 모두에게 기억된다[6],[16, 279-295].

[그림 10. R.L. 무어]

R.L. 무어의 교수법은 발견(discovery based), 탐구(inquiry based), 학생위주(student centered), 소크라테스식(Socratic), 건설적(constructivist)인 교수법과 관계된다. 무어 교수법은 교수자가 제공한 자료로 부터 학생이 독자적으로 만든 증명을 동료 앞에서 발표하면서 평가받는 것으로 구성된다. R.L. 무어는 "주입식교육을 가장 적게 받은 학생이 가장 잘 배운 학생이다" 그리고 "대학원 연구의 장은 강의실이 아닌 도서관이 되어야한다"고 주장했다.[22] R.L. 무어의 이런 교수법의 성공에 시카고대학이 E.H. 무어를 통하여 시도한 다양한 새로운 교수법의 영향을 무시할 수 없다 [6, 21].

후진적인 미국수학계에 20세기 초 혁명적 변화의 계기를 제공한 수학자들이 앞에서 언급한 대로 대개 E.H. 무어의 제자들이다. 이들을 통하여 미국 수학연구의 새로운 장이 펼쳐졌다. 험한 1차 세계대전을 자국에서 겪은 유럽과 달리 상대적으로 차분한 1920년대를 보낸 미국에서의 수학적 연구역량은 이 기간에 대수적위상수학에 보태어 point-set topology, differential geometry, functional analysis, relativity에 집중되었다. 1920년대에 하버드대학에 위상수학을 소개한 G.D. 버코프 가 있으며, 베블런과 버

19) 수학자 족보, R.L. Moore http://genealogy.math.ndsu.nodak.edu/html/id.phtml?id=286

20) Legacy Project. http://www.discovery.utexas.edu/rlm/reference.html

21) http://www.discovery.utexas.edu/rlm/reference/mahavier1.html

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

코프는 1920년대와 30년대의 미국 수학 연구전반에 큰 영향을 끼쳤고, 무어교수법으로 더욱 잘 알려진 R.L. 무어는 현재 의미의 위상수학 발전에 크게 기여했다. 미국수학회와 E.H. 무어의 조언에 힘입어 미국수학교육학회(MAA, Mathematical Association of America) 창설에 결정적인 기여를 한 슬라우트(Herbert Slaught)도 E.H. 무어의 두 번째 박사학생이었다[23]. 더구나 그를 이어서 지난 반세기 미국수학교육학회(MAA) 회장의 1/4 이상은 E.H. 무어의 제자인 R.L. 무어의 제자들이 역임하였다.

즉, 20세기 초 척박한 환경의 미국 수학계에 E.H. 무어는 L.E. 딕슨(1896), H. 슬라우트(1898), O. 베블런(1903), R.L. 무어(1905), G.D. 버코프(1907), T.H. 힐더브란트(Hilderbrants, 1910), E.W. 치텐덴(E.W. Chittenden, 1912)과 같은 우수한 수학자들을 배출하였다. 연구자로서는 물론 E.H. 무어의 교육자로서의 성공의 요인으로 수학에 대한 심오한 관심과 열정, 동료들에게 영감을 주는 우수한 교수진과 각별하게 선발한 아주 우수한 대학원생들을 들을 수 있다. 그의 연구에서의 특징은 정확성과 일반성에 있으며, 특히 강한 수리 논리에 근거하였다. 하나의 이론을 다른 새로운 또는 더욱 일반적인 이론의 특수한 경우로 만드는 그의 재능은 놀랄만하였다고 한다 [25]. 그는 1897년, 1903-1904년에 초등학교 산술책을 편집하기도 하였으며, 다음 해에는 시카고대학의 수학 강좌 교수법에 큰 변화를 주도하였다 [21]. E.H. 무어는 미적분학 강좌를 그래프적 이해에 집중하며 교재없이 시각적인 미적분학을 지도하기도 하였다. 이런 새로운 경험이 후에 R.L. 무어의 학생 중심의 새로운 교수법 시도에 뿌리가 되기도 했다. 지금부터 약 100년 전인 1902년 E.H. 무어는 미국수학회장 퇴임식을 맞아 과학과 수학을 가르치는 미국 교육시스템의 개혁을 강조하는 강연을 했다 [17]. 현재 E.H. 무어는 '미국수학의 아버지'라고 불린다 [20, pp. 279-294, 363-393].

4. 비교 분석

시카고대학이 문을 연 1890년 미국 수학계의 현실은 너무도 부실하였다. 진정한 대학원교육을 하는 학교는 단 두 곳[24]에 불과하였고, 대부분의 대학에서의 수학강좌는 유럽에 비하여 보잘것없었고, 교수의 수준은 아주 낮았으며, 연구에 대한 목표의식은 존재하지 않았다 [24]. 그러나 단 60년 후 1950년에는 수학적 지형이 완전히 바뀌어 미국의 학생들은 국내의 10여개 수준급대학에서 세계수준의 연구자들에게 수준 높은 박사과정의 교육을 받을 수 있는 혁명적 변화가 생긴 것이다. 그리고 이런 미국수학계의 혁명적변화의 바탕을 시카고 대학 수학과와 E.H. 무어가 제공했다는 것이다.

1890년에 이름을 들 수 있는 미국의 수학자는 존스홉킨스대학의 크레이그(Thomas Craig), 프랭클린(Fabian Franklin), 클라크대학의 스토리(William Story), 하버드대학

23) Herbert Slaught, http://www-history.mcs.st-and.ac.uk/Societies/MAA.html

24) 존스 홉킨스대학(1876) 와 클라크대학(1889)

의 비얼리(William Byerly)[25], 텍사스대학의 헬스테드(G.B. Halsted), 예일대학의 뉴우튼(Hubert Newton) 정도가 전부였다. 좀 더 보태도, 인정을 받았지만 미국수학계에서의 활동에는 거의 참여하지 않은 깁스(J. Willard Gibbs)와 힐(George Hill)을 언급할 수 있을 정도였다. 1905년 9월 미국수학회 여름 학회에는 단 28명이 참석하여 23명의 발표가 있었으며, 12월 미국수학회 12회 정기학술발표회에는 회원이 많이 늘어 66명이 참석하여 22명이 발표하였다고 기록되어 있다 [16]. 그러나 1950년에는 이미 시카고대학 한 곳에만도 이미 국제적 인정을 받는 와일(Andre Weil), 지그문드(Antoni Zygmund), 싱센 천(Shiing-Shen Chern), 맥레인(Saunders Mac Lane)이 있었고 이에 보태어 알버트(A. A. Albert), 할모스(Paul Halmos), 헤스텐스(Magnus Hestenes), 카플란스키(Irving Kaplansky), 켈리(John Kelley), 시겔(Irving Segal)도 모두 한 학과에 근무했을 정도로 크게 발전하였다.

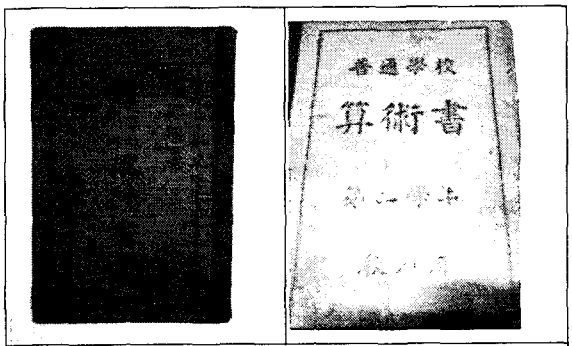
미국의 현대수학 발전과정을 한국의 수학 여건과 비교 연구해보자. 1888년 케조리가 미국 대학 수학과 현황을 조사할 당시의 모습은 1960년대의 한국의 수학과의 모습과 큰 차이가 없었다 [24]. 1900년에 이르러서 하버드대학에는 사실상 필수과목이 모두 없어졌으며, 코넬대, 위스콘신대, 미시간대, 예일대도 거의 모든 과목을 선택과목으로 바꾸었다. P. 더렌(P. Duren)은 [8, p. 399]에서 미국 대학에서 선택과목이 늘어나며 교육의 중요성이 인식되었고, 수학의 역할과 수학과의 크기가 팽창하게 되었다고 평가했다. 1906년 저널 아웃룩(Outlook)의 편집장은 영국의 대학은 문화, 독일의 대학은 학문(Scholarship)을 추구하는데 반해 미국의 대학이 추구하는 목표는 봉사(Service)라고 정의하였으며. 100년 후 유럽을 능가하는 미국대학의 경쟁력은 유럽의 선진지식을 전수하면서 동시에 취한 이런 적극적인 차별화에 기인했다고 볼 수 있다.

앞의 연구에서 보듯이 미국이 지난 100여 년간 발전해 온 과정과 한국이 지난 50년간 성장해온 과정을 비교하면 실제로 한국의 수학계는 미국이 거친 대부분의 과정을 유사하게 경험하고 있다는 것을 알 수 있다. 특히 현재 한국 대학들이 추구하는 대학의 개혁이, 바로 100년 전 미국의 대학에서 선언한 선택과목의 확대와 연구중심대학의 탄생, 교수의 연구, 교육 및 봉사의 강조와 유사하다. 1893년 미국에서 대학교수 임용 기준은 1980년대 중반의 한국 상황과 유사하며, 1901년이 되어서 예일대학과 스탠포드대학에서부터 연구가 대학교수로서의 의무로 인식되기 시작된 상황은 한국의 경우 1980년대 말부터 전개되었다. 전임교수가 실제로 연구업적이 부족하여 정년보장이 안 되는 상황을 체감하게 된 것은 2000년에 들어서이며, 정년보장교수조차 연구업적이 없으면 강의를 한 강좌 더 하거나 아니면 월급이 동결되는 상황은 21세기에 들

25) 비얼리(William E. Byerly)는 하버드대학 최초의 Ph.D.(1873년)로, 1876년 실베스터가 존스홉킨스대 수학과에 고용한 두 명의 강사 중 한명이다. 그 두 명의 강사가 비얼리와 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

어와 한국에서도 전개되었다[26].

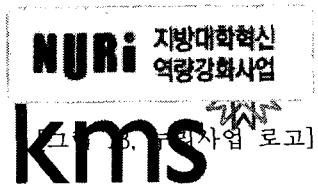
미국의 19세기 중반까지의 수학계의 모습은 우리의 모습을 돌아보게 한다. 미국은 수학이 누구나 배우는 보편교육 영역이었으나, 19세기 말까지 한반도에서의 수학은 전문가만이 다루는 전문영역이었다는 점이다. 미국은 미국적 수학적 전통이 없었던데 반하여, 당시 한반도에는 삼국시대, 통일신라, 고려를 이어 송(宋)·원(元) 시대의 수학을 흡수 소화하였던 세종대왕 시기를 거치며 공고해진 조선의 산학이 존재하였고 산학중심의 과학자 집단인 '산학자'라는 중인의 특수한 신분층도 형성되어 있었다. 그러나 19세기 말부터 미국은 유럽에서 수학자를 수입하며 적극적으로 또 E.H. 무어와 같이 미국수학회와 같은 조직을 통해 집단적으로 또 능동적으로 세계 수학의 본류에 진입하려 노력을 하였고, 그 과정에서 새로 부각된 위상수학 분야를 중심으로 그 목표에 도달하였다. 그 과정에서 수학계의 지도자는 그 지식으로 사회에 기여하며 지원을 도출하였고 발전하는 미국사회가 그 과정을 지원하였다. 한국의 경우도 19세기 말 고종과 대한제국의 학자들이 시도한 교육 개혁, 관립 고등교육기관을 통한 서양의 수학과 과학교육의 도입, 근대 학문을 수용하려는 민족자립적인 또는 서양인이 주도한 사립학교의 설립과 그 학교에서의 현대 수학의 도입과 교육이 진행되었다 [1]. 그러나 그런 다양한 노력을 기울였음에도 불구하고 19세기 말 약화된 국력과 열강의 제국주의의 세력 확장에 20세기 초 결국 일제의 식민지가 되면서 교육자치권을 잃고 또 경제적 능력은 물론 교육 기회도 박탈당하였다. 특히 우리의 산학과 산학중심의 수학적 전통도 철저하게 붕괴되었다. 일제는 1911년부터는 모든 학교에 일본어 교재 이용과 일본어로 교육하기를 강요하기 시작한다. 1930년부터는 사립학교에서 조차 한국어교육과 한국어 사용을 금지했다. 특히 수학의 경우 기존의 모든 지식을 버리고 새로운 내용을 외국어로 배우게 된 셈이다. 조선어 사용이 금지되는 식민지민족말살 정책 아래서 특히 대학에 수학과가 한반도에는 단 하나도 존재하지 않은 상황에서 한국은 1945년 해방을 맞이했다.



[그림 11: 일제 식민지 하의 조선의 초등학교 수학교과서 (일본어): 일본 문부성저, 일본 또는 조선총독부발행, 강신원교수님소장]

수학에서의 정상적인 대학원교육이 시작된 후 반세기 이상이 지나면서 20세기 중반 미국 수학계는 해 내었다는 자신감과 이미 특정 분야에서 국제적 경쟁력을 가진 상황이고, 당시 해방된 한국은 수학 학사 학위자 10여명, 석사 학위자 단 1명을 보유한 그

26) http://segye.com/Service5/ShellView.asp?TreeID=1052&PCode=0007&DataID=200703141648000172



[그림 13. NURI 사업 로고]

[그림 12. 대한수학회 로고]

리고 대학에 수학과는 단 하나도 없는 최악의 상황이었다. 더구나 1946년부터는 국대안 파동으로 그나마 국내에 남아있던 우수한 이공계교수의 많은 수가 북한으로 넘어갔으며 1950년부터 3년간 6.25동란을 거치면서는 그나마 남아있던 수학계의 주요인사와 잠재력을 가진 인재들조차도 유명을 달리하였다. 이런 열악한 상황에서나마 1945년 해방 후 1960년 까지는 한국의 대학들이 수입한 영어 교재를 중심으로 현대수학을 비로소 외부의 방해없이 능동적으로 수용하는 과정이었다. 1960년대에 대학원과정이 소개되고, 1970년대에 대학원과정이 정상화되면서 연구 주제로서의 수학이 부각되기 시작하였다. 미국과 비교하면 최소한 100년은 늦게 현대수학의 대학원 교육이 시작되었다고 볼 수 있다. 그러나 한국은 단 30년 만에 이런 극단적인 상황을 극복하고 경제규모 세계 12위로 21세기를 맞이하였다. 2007년 6월 국제수학연맹(IMU)은 한국의 국가등급을 2등급에서 4등급으로 2단계 승급하였다. 이처럼 한꺼번에 2단계 상향 조정이 된 것은 처음 있는 일이었으며, 이는 21세기에 들어서 급속히 발전한 우리나라 수학계의 높아진 수준을 국제적으로 인정받은 결과이다. 대한민국의 대학은 21세기를 맞아 그간의 교육환경의 변화에 따라 새로운 역할을 요구 받고 있다. 이에 따라 정부는 NURI[27] 사업에 보태어 연간 2,900억 원씩 7년간 총 2조 3백억원을 지원하는 2단계 BK21 사업[28]을 2006년부터 시작하였다. 이를 통하여 우수한 학부교육과 연구중심대학의 개념을 구체적으로 설정해가고 있다. 이런 환경의 변화는 미국이 적극적으로 유럽 수학에 도전하던 20세기 초를 생각하게 한다. 중요한 것은 앞으로 100년 후 22세기를 맞으며 지난 100년 동안 미국이 했듯이 한국도 현대수학을 소개한 나라보다 앞설 수 있다는 가능성을 발견하여 비전을 제시하고 그 비전이 실현되도록 힘을 모아 시도하는 것이다.

III. 결론

본 원고는 미국에서 세 번째 연구중심대학을 표방하며 1890년 설립된 시카고대학의 새로운 비전과 E.H. 무어를 중심으로 시카고대학 수학과가 배출한 인재와 그들의 20세기 초의 역할을 통하여 미국 수학계가 그 후 60년간 이룬 발전의 뿌리를 확인하였다.

1903년 시카고대학의 E.H. 무어는 미국수학회장 임기를 마치면서 수학교육의 혁신적 개선을 강조하였다. 내용은 "순수수학과 응용수학의 통합"과 "다른 주제들 사이의 통합(통섭)"이었다 [17], [14, 955-962]. 시카고대학 발전계획의 최우선인 새로운 사고

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

28) 2단계 BK21 사업, http://bnc.krf.or.kr/

(new thinking)를 갖는 인재 양성의 목표에 맞게 E.H. 무어는 수학과 초대학과장으로 기존과는 다른 새로운 인재를 양성하기 위하여 다양한 시도를 수행했다. E.H. 무어는 실험적 교수법(Laboratory teaching techniques)이라는 방법을 시카고대학 수학과에 적용하였고 [17], 당시 척박한 환경의 미국 수학계에 L.E. 딕슨(1896), O. 베블런(1903), R.L. 무어(1905), G.D. 버코프(1907)와 같은 걸출한 수학자들을 배출하였다 [25]. 각자의 학술적인 기여에 보태어 E.H. 무어가 미국수학계에게 준 가장 큰 기여는 방향을 제시한 지도력이었으며, O. 베블런은 순수 및 응용수학의 학술활동을 위한 구조적 여건을 제공한 행정능력이었으며, G.D. 버코프의 기여는 수학에 대한 학술적 기여의 비중이 컸다. 이들을 뿌리로 미국은 유럽에 앞서 새로운 결과들을 얻으며 자신들이 선점한 특정 수학분야를 기점으로 '프린스턴 대수적 위상수학 그룹'과 텍사스대 중심의 '미국의 위상수학 학교'등 자생적인 연구집단이 형성되며, 마침내 20세기 중반에 당당히 자신의 존재를 세계수학계에 알리게 되었다.

현재 한국 수학계의 상황과 유사하게, 미국 수학계의 20세기 초의 상황은 유럽의 선진 수학을 모방하며 따라가 거의 접근하였으나, 그것을 극복하고 다수의 연구자가 유럽보다 더 새롭고, 더 가치있는 결과를 더 먼저 내놓아야하는 단계였다. 그것을 본 원고에서 확인하였듯이 우수한 교수진, 제도의 선진화, 세계화와 함께 20세기 수학의 새로운 연구 분야의 탄생을 기회로 새로운 사고(new thinking)를 갖는 젊은 인재를 새로운 교수법으로 양성하며 극복한 것이다. 이 결과가 1893년 E.H. 무어가 주관한 시카고 국제수학자대회 이후 미국에서 열린 첫 번째 대규모 국제 수학학술회의인 1950년 국제수학자대회를 통하여 과시되었으며, 이를 통하여 미국은 20세기 중반 큰 자신감을 가지고 세계 수학 연구의 주류에 진입했다.

낙후된 대학경쟁력을 가졌던 미국이 100여년 전에 시도하여 20세기를 거치며 미국의 대학을 유럽의 대학과의 경쟁에서 차별화 시킨 개혁적 노력과 유사한 시도가 100년이 지난 오늘 한국에서 학부제는 물론 복수전공과 연계전공, 전문대학원제도, 학부대학, 연구중심대학 개념으로 도입되는 상황과 유사한 것은 특기할 만하다. 당시 미국의 연구지원환경의 변화와 현재 NURI 사업과 2단계 BK 21사업이 추구하는 바와 방법에 많은 유사점을 발견한다. 더구나, 현재 한국의 상황에서 예과와 본과 모두에서 가장 핵심인 수학과는 이 혁명적 변화의 과정에서 수동적이 아니라 능동적으로 참여하여 모방이 아니라 21세기에는 실제로 기존의 선진국을 능가하는 모델을 개발하는 역할을 요구받고 있다. 본 연구를 통하여 확인한 바와 같이 미국의 수학계가 지난 20세기 초에 경험하고 극복한 과정에서 우리가 배워야 할 부분이 있다.

감사의 글 저자는 원고의 표현을 개선하기 위한 다양한 조언을 주신 익명의 심사자와 강신원 교수님 (한양대), 이상욱 교수님(수원대), 함윤미 교수님(경기대), 그리고 연구과정 중 다양한 행정적 지원을 해준 Jerry and Beverly Ridenhour(UNI)교수에게

감사드립니다.

(삽입된 일반 사진은 교신저자가 직접 촬영한 것이며, 로고는 대한수학회와 학술진흥재단에서 인물사진은 비상업적으로 The MacTutor History of Mathematics archive 등에서 인용하였다.)

참고 문헌

1. 이상구, 양정모, 함윤미, 근대 계몽기 일제강점기 수학교육과 해방이후 한국수학계, The Korean Journal for History of Mathematics, v.19, n.3(2006), pp.71-84.
2. Archibald, R. C., *A Semicentennial History of the American Mathematical Society*, Vol. II, Addresses, American Mathematical Society, New York, 1938. [G.D. Birkhoff, Fifty years of American mathematics: 270-315.]
3. Aull, C. E., Lowen R.,(eds) *Handbook of the History of General Topology*, Kluwer Academic Pub. Springer, 2001.
4. Batterson, S., *The Vision, Insight, and Influence of Oswald Veblen*, Notices of the AMS, Volume 54, No. 5(2007), 606-618.
5. Bliss, G. A., Dickson, L. E., *Biographical memoir of E. H. Moore* (1862-1932), National Academy Biographical Memoirs, vol. XVII(1936), p.89.
6. Burton, J. F., *The Moore Method*, American Mathematical Monthly, 84(1977), 273-277.
7. 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, Volume 1. Kluwer Academic Publishers, 97-103, 273-278. 1997.
8. Duren, P.,(ed.) *A century of mathematics in America*, vols. I, II, III, Amer. Math. Soc., Providence, RI, [G. Birkhoff, Mathematics at Harvard, 1836-1944: 3-58], 1988.
9. Eves, H., *Mathematical Circles Squared*, Prindle, Weber, & Schmidt, Boston, 99-100, 1972.
10. Feuer, L. S., *America's First Jewish Professor: James Joseph Sylvester at the University of Virginia*, American Jewish Archives 36(1984), 151-201.
11. Halsted, G. B., *Biography*. James Joseph Sylvester A.M., LL.D., F.R.S., D.C.L., American Mathematical Monthly, 1(1894), 294-298.
12. Halsted, G. B. et al, *The Carnegie Institution*, Science 16(1902), 641-646.
13. James, M., *James Joseph Sylvester*, F.R.S. (1814-1897), Notes and Records of the Royal Society of London, Vol. 51, No. 2(1997), 247-261.

14. Kilpatrick, J., *Confronting reform*, American Mathematical Monthly, 104(1997), 955-962.
15. Lee, S.-G., Ham, Y.-M., *J. J. Sylvester, F. Klein and American Mathematics in 19th Century*, The Korean Journal for History of Mathematics, v.19, n.2(2006), 77-88.
16. Lewis, A. C., *The beginnings of the R. L. Moore school of topology*, Historia Mathematica, v.31(2004), 279-295.
17. Moore, E. H., *On the Foundations of Mathematics; calls for an inquiry approach to teaching and learning*, Retirement address, at its ninth AMS annual meeting on 29th December 1902; Bull. Amer. Math. Soc. 9(1902-3), 402-424.
18. Moore, E. H., *The betweenness assumptions*, American Mathematical Monthly, 9(1902), 152-153.
19. Parker, J., *R. L. Moore: Mathematician and Teacher*, Mathematical Association of America(2005), 21-23.
20. Parshall, K. H., *Eliakim Hastings Moore and the founding of a mathematical community in America*, 1892-1902, Annals of Science, v.41(1984), 279-294, 363-393, 313-333.
21. 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.
22. Parshall, K. H., *Perspectives on American mathematics*, Bull. Amer Math. Soc. 37(2000), 381-405.
23. Roberts, D. L., *E. H. Moore's Early Twentieth-Century Program for Reform in Mathematics Education*, American Mathematical Monthly, 108, No. 8(2001), 689-696.
24. Rudolph, F., *The American college and university*, Vintage books, New York, p.281, 1962.
25. Zitarelli, D. E., *Towering Figures in American Mathematics*, 1890 - 1950, American Mathematical Monthly, 108 August - September, 606-635, 2001.

The Korean Journal for History of Mathematics Vol. 20 No. 3 (Aug. 2007), 127-146

Ground of the revolutionary change in early 20C American Mathematics

Department of Mathematics, Sungkyunkwan University **Sang-Gu Lee**
Department of Mathematics Edu. Kyongpook Nat. University **Suk-Geun Hwang**
Department of Mathematics, Sungkyunkwan University **Gi-Sang Cheon**

From 1876 to 1883, British mathematician James Joseph Sylvester worked as the founding head of Mathematics Department at the Johns Hopkins University which has been known as America's first school of mathematical research. Sylvester established the American Journal of Mathematics, the first sustained mathematics research journal in the United States.

It is natural that we think this is the most exciting and important period in American mathematics. But we found out that the International Congress of Mathematicians held at the World's Columbian Exposition in Chicago, August 21-26, 1893 was the real turning point in American's dedication to mathematical research. The University of Chicago was founded in 1890 by the American Baptist Education Society and John D. Rockefeller. The founding head of mathematics department Eliakim Hastings Moore was the one who produced many excellent American mathematics Ph.D's in early stage. Many of Moore's students contributed to build up real American mathematics research power in early 20 century. The University also has a well-deserved reputation as the "teacher of teachers".

Beginning with Sylvester, we analyze what E.H. Moore had done as a teacher and a head of the new department that produced many mathematical talents such as L.E. Dickson(1896), H. Slaught(1898), O. Veblen(1903), R.L. Moore(1905), G.D. Birkhoff (1907), T.H. Hilderbrants(1910), E.W. Chittenden(1912) who made the history of American mathematics. In this article, we study how Moore's vision, new system and new way of teaching influenced American mathematical society at early stage of the top class mathematical research. and the meaning that early University of Chicago case gave.

Key words : Sylvester, Univ. of Chicago, E.H. Moore, Father of American Mathematics, 20th century, Oswald Veblen, R.L. Moore, David Birkhoff, Moore Method, Research University

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

ZDM Subject Classification : A30

논문 접수 : 2007년 5월 심사 완료 : 2007년 6월