

프랑스 혁명과 수학의 변화*

광운대학교 교양학부(수학전공) **최종성**
jeschoi@kw.ac.kr

프랑스 혁명이라는 렌즈를 통하여 사회적 변화가 수학에 어떠한 경로로 어떤 변화를 야기 시키게 되었는지를 다루고자 한다. 혁명의 소용돌이 속에서 활동한 주요한 수학자들의 삶의 궤적을 추적함으로써 수학자 개인 혹은 집단과 사회의 관계를 볼 것이다. 혁명은 모든 분야에 새로운 가능성을 불어넣는다. 새로운 국가는 위기타개를 위해 과학자들에 의무를 부여하고 이에 대응하는 과정에서 과학자 집단이 생겨나게 된다. 이는 수학에 있어서도 예외는 아니었다. 정치적 재배치와 에꼴 폴리테크닉으로 대변되는 교육 개혁은 수학에 있어서 카르노와 몽주로 대변되는 소수의 새로운 기하학 분야가 주류의 해석학과 어깨를 견줄 정도로 성장하게 되는 계기를 제공하게 되는 사실을 살펴본다.

주제어 : 프랑스 혁명, 카르노, 몽주, 에꼴 폴리테크닉

0. 서론

인간과 접촉하는 모든 것은 역사를 가지고 있다. 또한 어떤 학문의 역사란 그 학문의 일부이다([21]). 수학은 분명 인간의 활동임에도 불구하고 수학적 이론들은 탈인간적인 모습이다. 수학적 사실의 축적 과정 또한 인간의 역사와 무관해 보이기조차 한다. 탈인간적인 대상에 인간적임을 부여하는 것이 수학사의 임무중 하나라고도 할 수 있을 것이다. 수학자는 원하던 원하지 않던 수학에 대한 어떤 형이상학적 입장을 가진다. 그것을 문제 삼는 것이 수학사와 수학철학일 것이다. 이것에 대한 관심이 실제 수학을 연구하는 것과는 아무런 관련이 없거나 저해한다는 주장은 납득하기 어렵다. 오히려 창조적 작업이나 자신의 수학을 형성하는 필수 조건이다. 왜냐하면 수학사와 수학철학의 그물망으로 관심 연구 주제의 선행 작업들을 살펴보고 수학사와 수학철학을 뿌리로 삼아 직관과 영감을 얻을 수 있기 때문이다([5]). 수학자의 형이상학적 입장은 삶이 위치한 역사적 문화적 배경 속에서만 획득될 수 있는 것이다. 그래서 수학을 이론의 발전과 역사적 현상으로 그리고 인간관계를 토대로 한 현상으로도 이해해

* 이 논문은 2006년도 광운대학교 교내 학술연구비 지원에 의해 연구되었음.

야 한다. 수학사에 대한 교육은 수학뿐만이 아니라 문화적 배경에 대한 교육에도 일조할 것이다. 수학은 역사적 고찰 없이는 파악할 수 없는 문화적 현상이다([8]).

역사적 문화적 상황의 변화는 어떻게 수학을 변화시킬 수 있을까? 함수의 그래프를 따라가는 작은 개미는 함수의 변화를 쉽게 짐작하기 힘들지만, 변곡점을 만난다면 변화를 체험할 수 있을 것이다. 짧은 생의 인간이 점진적인 긴 역사에서 급격한 변화를 맛볼 수 있는 변곡점에 해당하는 사건은 혁명이라고 할 수 있지 않을까? 혁명은 모든 분야에 가능성을 부여할 수 있다는 사실에 동의한다면 수학도 예외는 아닐 것이다. 1789년에 일어난 반봉건적 부르주아 프랑스 혁명은 인류사에 획기적 사건으로 기록되고 있다. 진원지인 프랑스는 물론 전 유럽과 전 세계로 전파되어 자유와 평등이라는 큰 이상으로 인류의 삶을 바꾸어 놓았다. 우리는 자연스레 다가오는 다음과 같은 질문에 답하려고 노력할 것이다. 도대체 그 사건은 어떤 것이었나? 그리고 그 소용돌이 속에서 활동한 주요한 수학자는 어떠한 삶을 살았으며 어떤 역할을 한 것일까? 새로운 국가는 교육을 왜 어떻게 바꾸었는지? 혁명의 시기에 해석학이 주류였던 수학의 세계에서 그 사회적 변화에 힘입어 카르노(Lazare Carnot, 1753~1823)와 몽주(Gaspard Monge, 1746~1818)의 수학은 어떻게 주류에 편입하게 되었는가? 이러한 질문에 답을 찾아보는 작업은 수학에 인간적임을 돌려주는 작은 기여가 되리라 생각한다. 편의상 혁명의 시기는 1789년부터 나폴레옹(Napoleon, 1769~1821)의 정치적 몰락인 1815년까지로 한다.

1. 혁명의 과정과 수학자의 활약

(1) 프랑스 혁명의 원인과 전개([16], [25], [28], [30])

‘여기에서부터, 그리고 이 날부터 세계사의 새로운 시대가 시작된다.’ 발미(Valmy) 전투를 프로이센군의 야영지에서 관전한 괴테(Göthe, 1749~1832)의 일성이다. 부패한 앙시앵 레짐(Ancien Regime-구체제)의 어둠을 걷어내고 새로운 세상을 민중의 손으로 쟁취한 프랑스 혁명의 세계사적 의미를 모를 이 누가 있을까? 당시 민중은 어떤 상황에 놓여 있었는지를 보자. 사상적으로는 종교적 광신주의의 비판, 관용의 찬양, 관찰과 실험에 대한 신뢰, 모든 제도와 관습에 대한 비판적 검토, 새로운 도덕의 정의, 자유의 이념에 따라 정치적·사회적 관계의 재구성을 기본 원리로 하여 인간의 존엄성을 재발견하게 하는 계몽사상으로 무장하고 있었다. 계급적으로는 막대한 토지 재산과 출신의 특권이라는 귀족에 의한 기존 질서를 대규모 상업과 공업이라는 자본주의의 진전으로 침식시키고 있는 부르주아 세력들의 제도적 정치적 배제로 인한 불만, 유럽최고의 인구에다 기근과 봉건제하에 신음하고 있는 농민들의 불만이 거세었

다. 경제적으로 보면, 미국독립전쟁의 막대한 참가비용과 궁정과 귀족의 낭비 등으로 국가 재정은 파탄의 상태였다. 이에 루이 16세는 국가 재정 위기 타개를 위해 특권 신분(성직자와 귀족)에도 세금을 부과토록 삼부회를 개최하게 되나 제3신분(부유한 부르주아, 일반 시민, 농민)은 일부 성직자와 귀족이 합류하여 제헌국민회의를 만들게 된다. 사회의 새로운 기운이 군대에 의해 제압되리라는 공포 속에서 1789년 7월 14일 민중의 바스티유 감옥 습격이라는 상징적 사건으로 프랑스 혁명은 시작되었다. 이 사건으로 유럽 각지에 혁명주의자 클럽이 조직되고 프랑스에서는 반혁명세력인 망명귀족이 생겨나게 된다. 혁명의 불길이 자국에 붙을까 조바심을 내는 유럽의 군주들은 혁명주의자를 박해하고 이에 대항하기 위해 프랑스는 1792년 4월 오스트리아와 프로이센에 선전포고를 하게 된다. 패배와 승리가 지속되는 가운데 새로운 의회인 국민공회는 부르주아 공화국을 건설하고 국왕을 단두대로 보낸다(1793년). 이를 계기로 더욱 거세어진 국내외의 반혁명세력과 대처하기 위해 공안위원회의 공포정치가 이루어지는 가운데 왕당파의 파리 장악 시도를 나폴레옹의 방대나, 나폴레옹이 쿠데타로 격퇴시키고 5인 총재정부가 들어서게 된다(1795년). 1799년 브뤼메르 쿠데타로통령정부를 시작으로 1815년까지 나폴레옹의 시대가 된다.

(2) 수학자의 활약([12], [15], [17], [29])

혁명시기가 걸쳐 있는 18세기와 19세기의 수학에 대한 수학사가들의 평가는 어떠한가? 모리스 클라인(Moris Klein)은 18세기를 별로 진통치 않은 논리적인 무기를 가지고 대단한 ‘과학적 정복’을 성취한 ‘영웅의 시대’로([24, p200]), 보이어(Boyer)와 메르츠바흐(Merzbach)는 ‘천재의 시대(17세기)’와 ‘황금시대(19세기)’ 사이에 끼인 지루한 시대였지만 다음 세기에 일어난 수학의 폭발적 진보-기하학 혁명, 교과서 혁명과 해석학 혁명-에 중요한 역할을 한 것으로 진단하고 있다([15, p761-762, 779]). 18세기를 바라보는 수학사가의 시각은 일견 일치해 보이지 않는다. 수학의 힘으로 쟁취한 과학적 성과 자체와 이의 수학에의 기여도(주로 엄밀성)를 보는 시각차로 비롯된 것으로 보인다. 18세기 수학을 지금의 관점에서 보는 순수수학과 응용수학이 분리되지 않은 ‘혼합수학’ 또는 ‘결과 중심의 수학’이라고 파악하고([3], [4]) 수학적 엄밀성에 대해서는, 그것이 고유한 개념일 수가 없음을 인식하고 그 시기의 엄밀성의 달성이 바이어 슈트라스(Weierstrass, 1815~1897)의 ‘해석학의 산술화’에 의해 완결되는, 엄밀성에 대한 역사적 고찰([9])을 고려한다면 크게 어색하지 않게 된다. 다만 주목할 점은 18세기를 바라보는 이러한 시각들은 다른 분야보다 해석학이 주류에 있음을 입증한다는 점이다. 그 예로 이브스(Eves)가 작성한 수학의 위대한 순간들 속에서도 이 시기에 해석학 이외의 분야를 찾아보기 힘들다.

혁명의 소용돌이 속에서 수학자들의 행보는 어떠하였을까? 이 시기 주요한 수학자로서는, 자신의 사상과의 합일, 신분 차별의 불만 등의 이유로 혁명을 환영하고 열성

적으로 참여한 콩도르세(Condorcet, 1749~1794), 몽주, 카르노와 혁명과 적절한 거리를 둔 라그랑주(Lagrange, 1736~1813), 라플라스(Laplace, 1749~1827), 르장드르(Legendre, 1752~1833)(머리글자를 따서 3L로 불린다.)의 두 군으로 나눌 수 있다. 이들의 행적을 추적함으로써 혁명에서의 수학자들의 역할을 알아보자.

국가가 과학자에게 요구한 첫 번째 임무가 도량형 표준화에 관한 것이다. 혁명초기의 도량형제도 위원회(1790~1799)에는 라그랑주를 위원장으로 하여 콩도르세와 나중에 라플라스, 르장드르, 몽주, 등이 참가하여 10진법 채용, 미터법 제정(르장드르가 참가한 토지의 삼각측량의 정확성에 힘입어 적도와 극 사이의 천만분의 1로 정의) 등의 중요한 업적을 일궈낸다.

공교육위원회(1792년)에는 콩도르세를 위원장으로 카르노도 참가하고 있다. 진보사상의 열렬한 선전가, 중농주의자, 백과전서파이며 사회 활동가이기도 한 콩도르세는 혁명 정부에 무상교육, 공교육의 자유, 권력으로부터의 독립 등을 골자로 하는 국가교육체계의 틀에 대한 보고서를 최초로 제출하지만, 무상교육 조항에 대한 공격, 왕의 처형과 전쟁 등의 사정으로 채택되지는 않았다. 그러나 이후 채택되는 공교육 조직법에는 그의 정신이 묻어 있었다. 혁명에 많은 이바지를 했지만 산악파¹⁾의 집권으로 인해 수배 중 체포되었으나 감옥에서 다음 날 자살로 보이는 죽음으로 생을 마감한다.

나폴레옹을 숭배한 평민출신의 열렬한 공화주의자 몽주는 메지에르(Mezieres) 공병학교의 수학교수였으며, 혁명 발발 후 적극적인 참여로 해군장관, 군수공장의 책임 있는 자리를 역임하면서 질산칼륨을 채굴하는 방법, 제련법, 화약의 제조방법의 고안, <대포제조술>을 저술하는 등 성실하게 임무를 수행한다. 혁명에 열성이었지만 단두대의 이슬로 사라진 화학혁명의 주역인 라부아지에(Lavoisier, 1743~1794)와 물의 합성 등의 연구도 주목할 만하다. 프랑스 학술원 설립에도 관여하지만 무엇보다 그를 수학사적으로 중요하게 만드는 일은 에콜 폴리테크닉(Ecole Polytechnique)의 설립에 중요한 역할을 하여 에콜 폴리테크닉의 아버지로 불리는 사실일 것이다. 나폴레옹의 실각후 모든 명예를 박탈당하는 아픔을 겪기도 한다.

증기기관의 작동을 최초로 과학적으로 분석한 카르노(Sadi Carnot, 1796~1832)와 프랑스 대통령 카르노(Sadi Carnot, 1837~1894)의 아버지이자 할아버지인 열렬한 공화주의자 카르노²⁾는 특정 파벌에 전혀 가담하지도 않았고 편견 없는 그의 태도는 그를 혁명 초기부터 제헌국민회의 의원, 입법의회 의원, 국민공회 의원, 공안위원회 위원, 집행관, 나폴레옹 시절에는 육군 장관, 내무장관에의 등용으로 권력 핵심에서 활약하게 했다. 또한, 나폴레옹의 황제 추대안에 반대한 유일한 사람이기도 하였다. 에

1) 프랑스 혁명 때 국민공회의 급진파로서 회의장의 높은 곳을 차지했다 하여 이렇게 불림. 온건파로서는 지롱드당이 있음.

2) 카르노가의 가계도는 [15, p782]를 참조

폴 폴리테크닉의 개교에도 중요한 역할을 했다. 장군·군사기술전문가로서 종전의 횡대(橫隊)전술에서 기동작전에 의한 집중과 산병(散兵)전술, 종대(縱隊)전술을 병용한 새 전법을 도입했다. 이 전법은 후에 나폴레옹에게 계승되어 발전된다. 무엇보다 그는 영국, 네덜란드 등의 5개 연합국과 망명 귀족군에 대항하여 괴멸 직전이던 혁명군을 새로운 전법으로 와티니 전투(1793년)에서 승리로 이끌어 전세를 역전시킨 ‘승리의 조직자’로 모든 프랑스인들의 입에 오르내렸다. 기하학자인 몽주와 카르노는 해석학자로 분류되는 3L과는 달리 혁명당시에는 수학자로서 그리 알려지지 않았다.

2. 과학(수학)의 전문직업화와 교육개혁³⁾-Ecole Polytechnique을 중심으로

계몽사조의 중요한 문헌 중 하나인 콩도르세의 <인간 정신의 진보와 역사적 전망에 대한 개관>에서 그는 이렇게 말한다.

“어느 시대 어느 특정 지역의 주민들에게서 발현되는 이 발전을 연구하여 세대에서 세대로 추적해 가면, 인간 정신의 진보라는 광경을 얻게 될 것이다. 이 진보는 개인의 능력 발달에서 관찰할 수 있는 것과 같은 일반 법칙을 따른다. 그리고 그것은 사회에서 연결되는 다수의 개인들에게서 실현되었던 발전의 총화 이외의 아무것도 아니다.”([18, p209])

혁명에 적극적인 과학자들은 계몽철학의 정신에 물들어 있음을 엿볼 수 있다. 숭고한 정신으로 출발한 프랑스의 새 기운은 앞서 본 역사적 상황처럼 초기부터 반혁명 세력에 좌초할 전쟁이라는 위기를 맞는다. 이러한 상황에서 과학자는 무엇을 해야 하나? 과학 아카데미의 역사학자 모리(Maury)는 1864년에 다음과 같이 기록하고 있다.

“나라를 방위하려고 노력했으나 모든 것이 부족했다. 화약도 대포도, 식량도, 병기창 또한 텅 비어 있었고, 철강은 국외에서 수입되지 않았으며, 초석도 인도에서 가져오지 못했다. 프랑스가 원하는 것을 줄 수 있는 사람들은 바로 그 연구를 금지당하고 있던 과학자들이었다.”([26, p458])

혁명의 시기에 프랑스의 과학자들은 그들의 연구 활동이 국가가 요구하는 실용적인 목적에 결부된다는 것을 깨달았고, 결국 이 활동을 통해 그들은 전보다도 훨씬 더 실험이라는 것에 깊은 관심을 갖게 되었다. 이제 과학은 선택이 아니라 국가 안위와 혁명의 숭고함을 지키기 위해 필수적인 요소가 되었다. 수학자를 포함한 과학자들의 혁

3) 개괄적이고 자세한 논의에 대해서는 [6], [7]과 H. C. Barnard 지, 서정복 역, <프랑스 혁명과 교육개혁>, 삼지원, 1996을 참조.

명정부에서의 활약은 홉스봄(Hobsbawm)에 의하면 전쟁부서 책임자로서의 카르노, 군수 생산의 공헌자로서의 몽주와 국민소득 계산에서의 라부아지에 등을 예로 들면서 근대의 역사상 혹은 고급의 역사상 정식 과학자가 정부에 참가한 최초의 예이며 과학 쪽보다도 정부쪽을 위해 더 좋은 일이었다고 평하고 있다([22, p.511]).

1666년에 설립되어 구체제하의 과학기술을 지배하였고 후에는 연공서열, 종적서열이 침투하여 구체제와 유착된 음모의 소굴로서 파리 왕립과학 아카데미를 국민공회는 정치적 이유로 1793년에 폐쇄하고 1795년에 국립학사원(Institute National)의 일부로 재편한다. 전쟁을 수행하는 초기 혁명 정부는 교육적인 면에서 두 가지 절대 상황에 직면한다. 혁명정신을 계승할 공화시민의 양성을 목표로 한 새로운 교육 체제의 필요성과 혁명 이전의 기술 장교의 대부분의 망명으로 전쟁 승리, 국가 방어를 위해 부족한 전문기술자의 양성이다. 첫 번째 요구는 콩도르세안을 시작으로 한 많은 보고서와 논의를 거쳐 후에 초등학교, 중앙학교와 고등전문기술교육에 관한 내용을 담은 도누(Daunou)법이라 불리는 공교육조직법(1795년 10월 25일)으로 일단락된다. 두 번째 요구는 1794년 9월 24일 공공사업중앙학교 설치(1795년에 에콜 폴리테크닉으로 개칭)를 결의, 12월 10일에 개교하게 된다. 이 학교의 탄생에는 프랑스에 대한 외국의 간섭전쟁 중 기술자와 포병 장교의 부족을 절감한 몽주 등의 열성적인 제안, 지속적인 로비와 메지에르 공병학교에서 몽주의 가르침을 받은 5인 총재정부의 1인인 카르노의 정치적 후원이 결합한 작품이었다. 고급 기술 관료에의 등용문으로서 이 학교는 3년제로 출발, 출신과 상관없이 누구에게나 공정하게, 능력을 중시한 엄격한 시험으로 전국에서 16세에서 20세까지 386명의 우수한 인재를 받아들이고 선발된 학생들에게는 전원 장학금이 지원되었다. 수학 교수진은 그 시대의 가장 명망 있는 수학자들이 교수가 되기를 요청받아 라그랑주(초대 학장), 몽주, 라플라스 등으로 이루어졌다. 몽주에 의해 만들어진 교과과정 중 수학부분을 보면 순수해석학, 해석기하학, 역학, 화법기하학, 제도 등의 과목에서 제도와 화법기하학에 제일 많은 시간이 할애 되어있다([23, p.66]). 이 학교의 교육방침은 전부 엄한 군사적 정신 하에서 순수와 응용의 두 방면에 힘쓰는 것이었다. 학습계획은 교사와 학생 모두에게 힘든 노력을 요구했다. 교사는 강의, 세미나 참가, 시험의 감독, 각 과정의 교과서의 집필 등의 의무가, 학생은 엄격한 교육계획하에 미리 정해진 과정을 따라가기를 요구되어졌다. 교수활동은 수학자의 기본적인 일이 되었다. 교과서의 내용에는 새로운 방법이나 성과가 최초로 나타났다. 교육 수준이 곧 상당한 수준에 이르게 되었다는 것은 전혀 놀랄 만한 일은 아니었다([14, p.53]).

우리는 혁명기의 교육 개혁에서 여러 중요한 전문학교들의 탄생을 알고 있다.(예를 들면 에콜 노르말(Ecole Normale) 등) 하지만 에콜 폴리테크닉에 초점을 맞추는 이유는 다음과 같은 수학사적 의의 때문이다. 첫째로 이 학교는 목적은 고급 기술 관료를 배출하는 것이지만 빼어난 수학자를 많이 배출하였다. 폰슬레(Poncelet, 1788~1867),

뒤팡(Dupin, 1784~1873), 코시(Cauchy, 1789~1857), 푸아송(Poisson, 1781~1840) 등이다([1], [15], [29]). 둘째, 유럽의 과학과 수학에 있어서의 선도적인 역할을 담당했다는 점이다. 이에 대해 클라인(Klein, 1849~1925)⁴⁾은 19세기 초의 수십 년간에 달성한 수학, 물리학, 화학의 성과들은 거의 전부 이 학교로부터 나오고 있다고 말한다([1], [23]). 셋째, 19세기 초엽의 수학 및 과학 교과서 혁명을 낳았다. 이 학교의 교수는 강의록의 집필이라는 의무를 지고 있었는데 라그랑주의 <해석함수론>(1797), 몽주의 <해석학 노트>(1795), <화법기하학>(1799)⁵⁾ 등을 들 수 있다. 뿐만 아니라, 라크루아(Lacroix, 1765~1843), 비오(Biot, 1774~1862) 등의 에콜 폴리테크닉의 출신들의 저작들도 줄을 이었다([15, p779]). 이런 배경으로 19세기 초엽의 파리에 수많은 수학적 논문이 있었다는 사실은 수학사에서 없었던 일이었다([14, p53]). 넷째, 장래의 과학 및 수학 교육과 연구기관의 모범을 보여 준 이 학교가 다른 나라의 교육 개혁의 모델로서 끼친 영향을 들 수 있다. 예를 들면 클라인이 주도한 괴팅겐에서의 교육 개혁도 이론과 응용을 함께 추구하는 이 학교를 모범으로 삼았다([2], [13, p203-204]). 다섯째, 과학자 및 수학자를 교수로 만든 일이다. 18세기까지는 수학자들은 가르치는 의무로부터 자유로워 왕후나 군주의 보호에 의해 생활을 보장받아 주로 아카데미의 범위에서 활동을 하고 있었다. 이 흐름을 바꾸는 직업적 수학자를 양성한 것이 바로 이 학교이다. 수학자가 교수가 되었다는 사실은 수학의 성격에 크나큰 영향을 주었는데 예를 들면 교육적인 목적에 대한 이론을 엄밀히 구성하는 것에 관해서가 그것이다([14, p50-54], [18, p213], [27, p467]). 이 학교를 일컬어 ‘황금알을 낳는 암탉’이라는 나폴레옹의 지적은 정확한 것이다.

이처럼 프랑스 혁명은 과학과 수학을 제도화하고 직업적 과학자, 수학자 계층의 형성에 결정적 기여를 했다. 과학으로 생계를 유지하는 ‘직업인’으로서의 과학자가 등장하고, 이런 상황이 과학의 전문 직업화이며, 과학의 제도화. 과학의 전문 직업화는 프랑스혁명 시기의 프랑스 교육 개혁 구조 속에서 가능했다.

3. 주류에 편입한 Carnot와 Monge의 수학

혁명전 해석학 전통의 정점에 서있는 작품인 <해석 역학>(1788)에는 한 장의 그림도 없다고 라그랑주는 자랑한다([12, p188]). 이 사실은 그 이전시대의 생각을-역학적 문제를 연구하는데 그리스 전통으로서 기하학적 그림이 유용하다는- 뒤흔들고 해석학

4) 몽주로부터의 학문적 영향에 대해서는 자기 스스로도 스승인 플뤼커(Plücker)를 통해서 몽주의 전통의 안에서 길러졌다고 말하고 있다([23, p.65]).

5) 에콜 노르말에서 1794~1795년에 걸쳐 한 강의의 강의록으로서 출판되었으나 당시 같은 강의를 에콜 폴리테크닉에서도 이루어졌으며 주요한 내용은 이미 1775년경에 정립되어 있었다. 출판이 늦어진 이유는 중요한 군사적 기밀이었기 때문이었다.

적 방법의 큰 힘과 융통성을 보여준다. 해석 역학은 지레나 도르래 등과 같은 장치의 운동과 평형을 미리 세워진 역학의 일반원리로부터 연역하는 추론적 방법을 채용한다. 이런 논의에서의 기계는 실제 기계 장치의 현실을 무시하고 이상화된 것으로 간주된다. 기계의 동역학의 이론적 연구는 촉진시킬지는 모르지만 실제적인 기계 설계나 제조에는 한계를 드러낸다. 이에 반해 카르노는 <기계일반에 관한 시론>(1783)에서 추상화된 성질을 지닌 이상화된 기계로 보지 않고 실제 기계의 가능한 실제 운동을 고려하여 모든 기계로부터 일반원리를 발견하고자 하였다([19]). 발견법적이고 준경험적인 추론에 입각하고 있다고 할 수 있다. 충돌, 압력, 인력 등의 기계의 동역학적 관계보다 공간에서 기계의 가능한 움직임의 변화, 즉 기하학적 움직임의 개념을 우선시하고 있다. 기계에 대한 이론을 기하학적인 움직임으로 세우려는 카르노는 <위치기하학>(1803)에서 기하학적 대상의 구성요소(점, 선, 각 등)와 그것들의 상대적 위치변화의 상관관계에 주목하면서 대수학을 적용하여 유클리드 기하학에서는 개별적으로 다루는 몇 가지 명제들을 일반화시킬 수 있는 종합기하학을 추구하고 있다.⁶⁾

공급된 자료로부터 계획된 요세의 포 위치를 찾아내라는 문제와 관련해서 만들어졌다는 몽주의 화법기하학은 3차원 대상을 수직면과 수평면에서의 사영을 이용하여 평면에 표현하고자 하는 방법이다([12, p227], [17, p418]). 즉, 3차원 대상의 각 구성 요소들 간의 모양, 길이, 각도, 상대적 위치 관계에 주목한다는 점에서 카르노와 뜻을 같이 하고 있다. 이들에 의한 새로운 기하학은 미리 세워진 원리의 집합에서 특별한 도형의 성질을 연역하는 것보다 도형의 구성요소의 공간적 변화로부터 일반원리를 발견하고자 하는 것이라고 할 수 있다. 이들이 공학수학(Engineering Mathematics)에 관심을 기울이게 된 역사적 배경은 무엇인가?

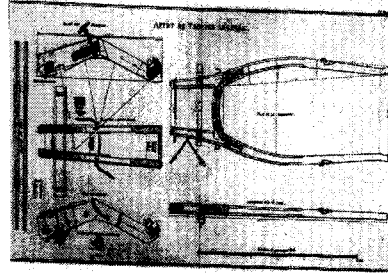
장인의 경험과 숙련에 의지하는 생산은 18세기 중반 이후 기계에 의한 생산으로 급격한 변화를 맞보게 된다([10, 6장]). 전쟁을 수행하는 국가 위기의 군수 산업은 양질의 군수품의 대량 생산을 요구하는데 장인을 통한 생산은 애당초 대량 생산체제가 불가능한데다 양질을 담보하는 제품의 표준화가 힘들다. 산업 생산에 있어서 새로운 대체 기술은 바로 부품의 호환성에 기초하는 기계에 의한 생산이었다. 하지만 이것은 기계 설계와 제조에 정확한 원리와 방법을 요구한다. 표준화와는 거리가 있는 총의 기술 도면인 그림 1과 부품의 호환성 기술을 느낄 수 있는 대포 운반차의 기술 도면인 그림 2를 비교해보면 대량 생산에 기여한 몽주의 화법기하학의 진가를 확인할 수 있다. 카르노의 기하학적 움직임의 과학과 같이 몽주의 화법 기하학은 기하학과 기계를 중개하는 종류의 수학이라고 할 수 있다. 카르노와 몽주의 수학의 목표는 모든 종류의 기계장치에 대한 모델의 설계와 기술적 문제를 탐구하기 위한 효과적인 방법(새

6) 기하학 명제들의 일반화에 관한 예에 대해서는 [15, p784]를 참조. 종합기하학과 해석기하학의 관계에 대해서는 한경혜, '종합과 해석의 대립', 한국수학사학회지 제18권 제4호, pp.29-38, 2005를 참조.

로운 기하학)을 제공하는 것이다. 카르노와 몽주는 당대의 주류의 관점과 다른 수학의 가치, 방법, 목표, 대상을 가진 새롭게 등장한 집단의 대표자들이다.



<그림 1>



<그림 2>

혁명의 초기에는 카르노의 저작은 널리 읽혀지지 않았으며 몽주와 더불어 수학자로서의 명성도 없었다([19], [20]). 그들의 수학은 분명 세계에 유용하고 기하학에 새로운 자양분을 제공하는 것이었지만 성장 모습은 그 분야에서 점차적으로 중요성을 인정받아가는 과정이라기보다는 어느 날 갑자기 중심에 서 버린 듯한 느낌마저 든다. 급진적인 주류편입은 어떻게 설명가능한가? 새로운 문제의식을 가진 수학의 내부적 변화로서 카르노와 몽주는 기계 주도의 산업 생산체제 이행의 불가피성을 예견하고 그 곳에서 잉태되는 문제들에 수학의 가치를, 그에 걸맞은 수학의 방법을 고안하고 있었으며 수학 자체에도 해석학에 억눌려 신음하고 있던 고전 기하학과는 다른 목표와 대상을 가진 기하학의 시대(사영기하학과 같은 현대기하학으로의 발전)를 열 준비를 하고 있었다. 정치적 변화의 관점에서 보자면 혁명의 시작과 동시에 전쟁에 직면하여 과학자의 군수산업에의 강력한 개입 요구가 없었다면 해석적 주류에서 그들의 수학은 힘을 얻을 수 없었을 것이다. 혁명의 정신에 두 사람은 처음부터 공명하였고 혁명의 완결을 위한 헌신적인 활동은 그들의 정치적 영향력의 확대(특히 카르노)로 이어진다. 카르노는 메지에르 공병학교에서 화법기하학 등을 몽주로부터 배웠다는 연결고리를 가지고 있음을 간과할 수 없다. 사제관계, 혁명정신에의 공명, 비슷한 수학관의 공유, 공학수학의 현실적 요구, 정치적 영향력의 확대 등으로 인한 최대 성과물은 교육 개혁에서 에콜 폴리테크닉의 설립으로 나타난다. 혁명이라는 가능성의 시기에 과학 및 수학 사회를 재구성하는 기회가 주어졌을 때 그들은 적절한 영향력을 발휘할 수 있는 위치에 놓여 있었던 것이다. 카르노는 정치권의 후원자로 몽주는 커리큘럼⁷⁾을 만들어 그들의 수학을 당당히 주류에 편입시키는 장의 마련이 바로 에콜 폴리테크닉이었다.

7) 순수해석학 108단위, 해석학의 기하학에의 응용 17단위, 역학 94단위, 화법기하학 153단위, 제도 175단위로 합계 574단위였다. ((1단위는 1.5시간)[23, p66])

4. 결론

모든 것에 변화의 가능성을 열어주는 역사의 변곡점으로서의 혁명은 수학에 대하여도 그 시대 특유의 새로운 가능성을 열어주고, 수학으로 하여금 새로운 문제에 직면케 한다. 이것으로 혁명시기의 수학의 발전이 그 사회에서 일어난 운동에 의해서만 전적으로 설명할 수 있다고 말하려는 것은 아니다. 수학 연구를 포함한 대개의 인간 활동은 그 내적 논리를 가지고 있으며, 그 논리가 활동의 일부를 결정한다. 수학사와 수학철학에 입각한 이해 없이는 수학의 발전은 수학 내부에서 제기된 문제를 해결하려는 노력 가운데 일어나는, 오로지 내적 논리에 의한 자가 발전적인 모습으로 밖에 보이지 않을 것이다. 또한 수학적 사고라는 것이 사고 주체인 인간이 놓여 있는 상황과의 완전한 분리로 보기 어렵기 때문에 수학이외의 분야의 것에서 영향을 받을 수 있는 가능성은 항상 열려있다.

결과적으로 카르노의 기하학이 없었다면 공학수학은 좀 더 늦어졌다고 할 수 있으며 몽주의 화법기하학이 없었다면 19세기에 있어서 기계의 대량 생산은 불가능했을 것이라고 말해도 좋을 만큼 이 두 사람의 기여는 근대공학 확립에 커다란 의미를 지니고 있다. 또한 중세적인 장인적 전통 속에서 이룩된 기술과는 다른 이질적인 기술 패러다임의 등장에도 기여한 선구자들이다. 분명 기하학의 공학에의 응용이라는 새로운 가치와 방법을 구비한 그들의 수학은 유용하였다. 하지만, 유용성만으로 새로운 패러다임이 확대 재생산 될 수 있을까?

혁명 초기 카르노와 몽주의 수학자로서의 인지도와 중요한 그들의 초기 저작들은 거의 무시되었다. 과학사가이자 과학철학자인 쿤(Kuhn, 1922~1996)의 용어를 빌리자면 그들의 수학은 정상과학이 아니었으며, 새로운 관점에 대한 수학자 사회의 몰이해와 그 관점을 수용하고 재생산할 수 있는 적절한 독자층을 가지지 못했던 것이다. 이런 상황에서 그들이 놓여 진 혁명을 사고한다. 혁명의 가변성이 과학자 및 수학자 사회를 어김없이 뒤흔들어 놓았다. 영향력 있는 자의 후원이나 아카데미에서의 활동을 직업적으로 가르치고 연구하는 수학자로 사회적 지위와 역할을 바꾸어 놓았으며 반혁명적인 여러 외국에 대항하기 위하여 공화국 건설의 이념은 강력한 산업 국가의 수립을 위한 노력으로 이어지고 이를 위해 과학과 수학의 역할을 근본적으로 다시 생각하는 교육 개혁의 계기가 되었다. 과학자는 행정부의 중심부에 자리를 잡기 시작하고 몽주나 카르노에게 국가의 과학 정책을 수립케 하고 그 운영에 직접 참여하도록 하는 기회가 주어졌다. 확대된 정치적 영향력에 힘입어 교육 개혁의 일환으로 설립된 에콜 폴리테크닉은 그들의 손에서 만들어졌다. 이제 카르노와 몽주는 그들의 패러다임을 확대 재생산할 수 있는 과학자 및 수학자집단을 만들 수 있게 되었다.

기존과 다른, 카르노와 몽주가 가진 수학의 가치, 방법, 목표, 대상을 패러다임의 변화로 표현하긴 하였지만, 프랑스 혁명에서 일어나는 수학의 변화가 쿤의 이론으로 설

명되어 수학 분야에서의 혁명으로까지 이야기 할 수 있는지는 의문이다. 즉 과학 발전의 양태를 설명하는 쿤의 이론이 수학에도 들어맞는지는 여전히 의문이다. 수학에서의 혁명을 설명하기 위해서 쿤 이론의 어떤 부분들에 대한 숙고가 더 있어야 할지, 또는 쿤 이론으로서는 포착할 수 없는, 수학만의 어떤 특수성을 찾아낼 수 있을지 등은 앞으로 고려해 볼 만한 일이다.

참고 문헌

1. 강석태, “전환기의 수학 -Ecole Polytechnique를 중심으로-”, 한국수학사학회지 제 3권 제1호, pp. 35-38, 1986.
2. 김성숙 · 김주영, “펠릭스 클라인의 수학과 교육 개혁”, 한국수학사학회지 제17권 제4호, pp.77-86, 2004.
3. 박창균, “18세기 수학의 ‘형이상학’”, 한국수학사학회지 제11권 제2호, pp.55-62, 1998.
4. 박창균, “수학에서 ‘모더니즘’의 전개와 이에 대한 성찰-18세기를 중심으로-”, 한국수학사학회지 제17권 제4호, pp.17-26, 2004.
5. 박창균, “수학에서 수학사와 수학철학의 기능과 역할”, 한국수학사학회지 제18권 제4호, pp.17-28, 2005.
6. 서정복, “프랑스 혁명의 교육사적 고찰-1792~1795년 고등교육을 중심으로-”, 프랑스사 연구 제4호, pp.45-69, 2001.
7. 손지연, “프랑스 혁명과 교육”, 外大史學, 5, pp.37-79, 2003.
8. 한경혜, “수학과 교수-학습에서 수학사 활용의 교육적 함의:수월성 교육을 중심으로 한 미적분 지도의 예”, 한국수학사학회지, 제19권 제4호, pp.31-62, 2006.
9. 허민, “수학적 엄밀성에 대한 역사적 고찰”, 한국수학사학회지, 제11권 제2호, pp.17-28, 1998.
10. Alder, Ken *Engineering the Revolution*, Princeton University Press, Princeton, New Jersey, 1997.
11. Barnard, H.C./서정복 역, 프랑스 혁명과 교육개혁, 삼지원, 1996.
12. Bell, E.T. 저/안재구 역, 수학을 만든 사람들 · 上, 미래사, 1998.
13. Bernal, J.D. 저/김상민 역, 과학의 역사2, 한울, 1995.
14. Bottazzini, Umberto 저/好田 順治 譯, 解析學の歴史-オイラーからワイアストラスへ, 現代數學社, 1990.
15. Boyer, Carl. B. and Merzbach, Uta. C. 저/양영오 · 조윤동 역, 수학의 역사 · 하, 경문사, 2002.
16. Chartier, Roger 저/백인호 역, 프랑스혁명의 문화적 기원, 1999.
17. Eves, Haward 저/이우영 · 신항균 역, 수학사, 경문사, 2001.

18. Gillispie, Charles Coulston/이필렬 역, 객관성의 칼날, 새물결, 2005.
19. Glas, Eduard, "Socially conditioned mathematical change: the case of the French Revolution", *Stud. Hist. Phil. Sci.*, Vol.33, pp. 709-728, 2002.
20. Glas, Eduard, "Educational Reform and the Birth of a Mathematical Community in Revolutionary France, 1790-1815", *Science & Education*, Vol.12, pp. 75-89, 2003.
21. Heiede, Topkil/방승진 역, "무엇 때문에 수학의 역사를 교육하는가?", 한국수학사학회지, 제9권 제1호, pp. 50-57, 1996.
22. Hobsbawn, Eric/정도영·차명수 역, 혁명의 시대, 한길사, 2004.
23. Klein, Felix 저/石井 省吾·渡辺 弘 譯, *クライン : 19世紀の數學*, 共立出版株式會社, 1995.
24. Klein, Moris 저/朴世熙 역, 수학의 확실성, 민음사, 1984.
25. Lefebvre, Georges 저/민석홍 역, 프랑스 혁명, 을유문화사, 2000.
26. Mason, S.F. 저/박성래 역, 과학의 역사 II, 까치, 1987.
27. McClellan III, James and Dorn, Harold/전대호 역, 과학과 기술로 본 세계사 강의, 모티브, 2006.
28. Mornet, Daniel 저/곽광수·강충권·이봉지 역, 프랑스혁명의 지적기원, 일월서각, 2004.
29. 田村 三郎 저/손영수·성영곤 역, 프랑스 혁명과 수학자들, 전파과학사, 1991.
30. Soboul, Albert 저/최갑수 역, 프랑스 대혁명사 上, 두레, 1994.

The French Revolution and Mathematical changes

Division of General Educations-Mathematics, Kwangwoon University **Jong sung Choi**

This paper examines a historical case- the French Revolution- of conceptual change in mathematics. The case that is a space of possibility gave birth to a new community of mathematical practitioners. Carnot and Monge shared the particular conceptions of the problems, aims, and methods of a field and contributed to found Ecole Polytechnique. I intend to show how Carnot's and Monge's mathematical endeavours responded to social, political and technological developments in French society.

Key words : French Revolution, Carnot, Monge, Ecole Polytechnique.

2000 Mathematics Subject Classification : 01A50, 01A55

ZDM Subject Classification : A30

논문 접수 : 2006년 9월

심사 완료 : 2006년 11월