Journal of Historia Mathematica Vol. 3, No. 1, 1986. 9
The Society of Korean Mathematical History

수학사학과 수학교육

한양대학교 김 용 운

1. 수학사학의 분류

1.1 순수수학과 수학사

현재 매일 쏟아져 나오는 수학 논문의 수는 적어도 수학 전공 분야를 100여개로 나누어 생각해도 충분치 않을 정도다. 순수수학의 연구자들도 새로운 연구를 하기에 앞서 반드시 그 분야의 논문과 문헌에 관한 전반적인 검토가 있어야만 가능하다. 적어도 새로운 독창성이 있는 연구를 시도하는 연구자라 한다면 전공 분야에 관한 충분한 정보를 가지고 있어야 하며, 그것 없이는 눈 가리고 전쟁하는 병사와 같은 처지에 놓인다. 그러한 뜻에서 순수수학자의 학문적 작업에는 비록 무의식적이나마 수학사적인 활동이 내포된 것이다. 수학사학의 입장도 순수수학의 연구 결과의 정리라는 입장의 경우가 될 수 있으며, Burbaki의 수학사의 목적은 그 전형인 경우라 할 수도 있다.

가령 Jean Dieudonne는「ABRÉGÉ D'HISTOIRE DES MATHÉMATIQUES」(1978)를 발간했으나 수학사의 이름으로는 1,700∼1,900 사이의 수학 업적의 정리를 한 내용이다. 그 내용을 미분방정식, 변분법, 복소사영기하학, 선형대수학, 體, 環, 군과 기하학, 현대대수학의 탄생, 해석함수, 복소다변수, 대수적수론, 소수, 초월수, Fourier 급수, 적분론, 실수론, Weierstrass의 실수론, 집합론, Measure론, 타원함수, Abel적분, 함수해석학, 거리공간, 미분기하학… 등, 이들 내용은 현재 수학과의 석사 과정에 충분한 수준의 것이다. 물론 분야별로 생각한다면 깊이에는 문제가 있다. 그러나 적어도 이 정도의 지식을 갖추는 데는 상당한 수학적 훈련이 필요한 것이고, 대학원 과정의 수학 소양으로서도 충분히 바람직스러운 기준이 될 수도 있다.

이와 같은 맥락에서 P. Lévy의「Quelques aspects de la pénsée d'un mathematician」(1973)을 생각할 수 있다. 이것은 "확률론 연구자의 회상"이라고도 말할 수 있는 것이다. 격동기의 확률론 연구자로서의 연구과정, 연구동기를 포함하여 확률론에 있어서의 지금까지의 업적과 앞으로 전망이 서술되어 있다. 저자 자신이 이 분야 연구의 주류에 있었으니 만큼 이 분야의 전공학자에게 매우 큰 의미를 갖는다.

어떤 학문 분야에서도 기존의 학문 업적에 관한 역사 고찰은 중요한 연구 방법의 하나이다. 철학사, 경제학사, 정치학사…… 등은 일찍부터 순수연구와 사적관계에 밀접한 관계가 있음이 생각되어 있었다. 그러나 수학이 비교적 수학사적인 정리를 경시해온 것은 그 현실적인 학문 성격 때문이고, 그 연구 분야가 너무나 세분화 되어, 비록 창조적인 연구를 한다는 입장에 있다 하더라도 최근의 학술 정보를 웬만큼만 갖는다면 충분한 연구 동기를 얻을 수 있다는 안일한 생각 때문이기도 하다. 수학의 학문적인 성격이 계단식으로 된 지식의 누적 상태를 구체적으로 나타내는 것이 그 주요 원인이기도 할 것이다. 또 한편으로 수학은 언제나 하나의 가치관으로 지배되어 왔다는 막연한 생각 때문이기도 하다. 이러한 연구 태도에 관해서는 앞으로 paradigme 이론과 관련하여 자세히 논한다. 그러나 수학사학은 순수수학자의 연구와는 관련없이 스스로의 가치를 희구하여 발전하게 되었다. 그 배경에는 현대적인 문화, 철학과 깊이 관련을 갖는다.

1.2 수학사에 대한 일반적인 경향

수학사학은 비교적 새로운 학문 분야이다. 수학사가 학문다운 체계를 갖춘 것은 일반적으로 말한다면 19세기에 들어온 뒤의 일이라 할 수 있다. 수학이 인류 문화와 더불어 시작했고, 고대국가의 성립 때에 수학의식이 체계화된 일을 생각한다면, 19세기란 인류사에서는 어제의 일에 불과하며 매우 늦은 셈이다. 여기에는 약간의 예외가 있기는 하지만 수학에 대한 종합적인 철학, 방법론……등에 관한 성찰의 요구에 부응한 수학사학으로서의 체계는 19세기에 있었던 수학의 위기의식에서 태어났다. 19세기 이전에는 수학적 지식의 양이 적었고, 이들 내용이 역사적 성찰의 대상이 되기에는 불충분하였고, 한편으로 수학이 절대적인 진리라는 믿음이 일반적이어서 철학적인 검토를 필요로 하지 않았다. 어떤 역사 기술도 그러하듯이 처음에 나타난 19세기의 수학사는 19세기적인 수학관을 그대로 반영하고 있다.

우리가 지난날의 수학사를 정리하기 위해서는 현대수학이 그 내용을 충분히 소화하고 그것에 내재하는 가능성에 대한 신념이 확립될 때에만 가능하다. 가령 수학사학에 하나의 유형을 제시한 Burbaki 수학사는 현대수학이 지난날의 수학 내용을 적어도 Burbaki 자신의 수학관 또는 방법론으로 관찰이 가능함을 전제로 하여 수사적(修史的)인 입장을 취한 것이다. 그러한 뜻에서 수학사는 수학에 새로운 가능성, 수학관이 형성될 때마다 수시로 바꾸어지는 숙명을 지닌다.

이에 관하여 수학사학에 관한 역사가 필요하다. 말하자면 「수학사학」史라는 하나의 연구분야가 대두된다. 여기서는 대표적인 「수학사」의 문헌을 통하여 그 흐름을 살펴본다. 몇 개의 보기를 들어 보면 다음과 같은 것이 있다.

J. Pierpont, "The history of mathematics in the nineteenth century" (1904), 이 내용은 함수론, 대수적함수론, 보형함수론, 미분방정식론, 군론, 집합론, 실함수론, 정

수론, 대수·적수, 사영기하학, 비유크릿기하학… 등 각 항목별로 설명되어 있다.

Pierpont의 업적이 지금까지도 높이 평가되어 있는 것은 무엇보다도 19세기 수학 전반에 대해 적절한 이해가 있고 현재의 수학 발전의 동향과 19세기 수학 성과에 대한 평가의 내용이 거의 현대의 것과 일치하기 때문이다. 그것은 그 후에 일어날 수 있었던 수학적인 업적을 예견하는 통찰력 없이는 감히 해낼 수 없는 일이라 하겠다. 물론 그는 당시의 시대적인 제약 때문에 수학 전반의 흐름을 정확히 보고 있지 않고 있었다. 수학사의 시도 그 자체가 언제나 역사적인 제약을 면치 못하는 숙명을 지니는 좋은 보기라 하겠다. 그것은 역사학이 지닌 숙명이라 할 수 있다.

D. Hilbert가 1900년 파리 국제 수학자 대회에서 발표한 "수학의 문제에 관하여"의 내용은 미래의 수학을 예견했다는 점에서 투철한 역사의식, 이상적인 수학관을 표시했다. 그의 태도는 미래의 예견이라는 점에서 수학사학에 관해서도 위대한 금자탑이라 할 수 있다. 이 사실은 수학사학에 있어서는 역사관, 수학적인 식견, 이외에도 수학 발전의 흐름을 예시하는 통찰력이 요구됨을 암시하고 있는 것이다.

수학사학이 단순한 이야기거리의 수집으로 그칠 수 없는 이유는 명백하다. 과거 수학의 정리와 미래 수학의 예견이라는 관점에서만 가능한 것이다.

J. Klein "19세기 수학사 강의"(Vorlesungen über die Entwicklung der Mathematik in 19 Jahrhundert. (1926))는 앞서 말한 지난 날의 수학 업적 전반을 정리, 통찰하고 그 의의와 앞으로의 수학에 관한 가능성을 예시한 세가지 조건을 구비한 수학자이고 실지 그저 작은 그 의도를 충분히 반영하고 있어 주목할 필요가 있다. 그 내용은 제 1장 가우스(Gauss)로부터 시작하고 기하학, 대수학, 해석학, 역학, 수리물리학, 복소함수론, 군론과 함수론… 등이 있고 수리물리학과 수학적인 입장에서 상대성 원리가 다루어져 있다. 여기에는 20세기 수학에 대한 명확한 의식이 전개되어 있다.

그러나 Klein 자신의 공리론적인 수학에 대한 편견도 있어서 Cantor, Flege 등의 업적에 대해서는 전혀 배려되어 있지 않다.

D.J. Struik, A Concise History of Mathematics (1948)은 수학 개론적인 성격도 갖추고 있는 수학사학의 형태도 되어 있다. 19세기 부분이 전체의 삼분의 일 정도가 되어 있는 것도 그 때문이다. 앞서 언급한 최근에 발간한 J. Dieudonne의 수학사는 이들 수학사학의 맥락에 있는 것이다.

이와 같이 당대의 일급 수학자들도 자신의 수학관과 역사관 때문에 수학사학의 견해가 주관적인 경향이 될 것을 면치 못한다. 수학의 변혁은 단순한 지식의 누적이 아니라 수학의 대상, 방법, 진리관에 대한 명확한 의식의 변화를 가져온다. 수학사의 기술은 이들 항목에 대한 구체적인 변화 내용이 있어야 될 것이다.

1968년 C.H.H. Wyle은 세계 수학자 대회에서 「수학사학이란 무엇이냐」라는 주제 아래 강연을 하여 큰 감명을 주었다. 그것

은 1900년에 한 Hilbert의 「수학의 문제」에 관하여 필적되는 내용으로 평가되어 있다. 짧은 수학사학의 역사에도 불구하고 이제는 그 방법론과 철학의 제시가 필요한 단계가 될 것이다.

1.3 수학 연구의 뜻

1962년 T.S. Kuhn은 「The structure of scientific revolution」(1962)에 paradigme 이론을 발표하였다. 그 정의는 "기본적 업적으로서 支持者, 後繼者들이 하는 여러 문제의 출발점"으로 되어 있다. 이 정의 자체에 대해서도 여러 가지 해설이 있기는 하지만 각 분야마다 전문가 집단, 직업이 있는데 그 「집단을 형성케 하고, 성립, 존재시키는 것이 무엇이냐」를 묻고, 그것을 paradigme이 성립하는 첫 조건으로 한다. 특히 수학에서 생각한다면 고전기하학, 미적분, 집합론 등을 생각할 수 있다. 하나의 천재의 힘으로 일단 paradigme가 형성되면 후계자는 그 방법에 따라 연구를 해나갈 수 있다. 그리하여 하나의 연구 패턴이 결정되며 통상적인 수학활동으로 정착한다. 일단 성립된 통상 수학의 전통 속에서 설명할 수 있는 현상, 문제가 나타날 때, 그 전통에 위기가 나타나고 다시 한 번 수학의 기초에 관한 성찰이 생긴다. 이 때 새로운 파라다임의 등장이 기대된다. 이것이 수학의 발전 양상이며 새파라다임의 등장은 수학(과학) 혁명이기도 했다.

Paradigme 이론의 적절한 보기는 Kuhn 자신이 예시한 물리학 보다는 수학에서 구체적으로 볼 수 있다.

Orient의 수학—Hellenism의 수학—India Islam의 수학—중세 유럽 수학—Renaissance의 수학—17세기 영국 수학—18세기 불란서 수학—19세기 독일 수학—20세기(미국, 소련)…

이와 같은 흐름 속에서 우리는 그때마다 새로운 수학의 Paradigme, Normal Mathematics를 지적할 수 있다.

여기서 수학 연구의 의미를 묻는 일에 큰 의의가 생긴다. Normal 수학에서 새 Paradigme의 건설에서 그 사이에 있는 연구 태도에는 제각기 수학 연구의 뜻이 달라진다. 수학사의 연구 결과 뚜렷하게 나타나는 바 수학이 Paradigme에 따라 그 의미가 항상 변한다는 사실이다. 수학 내용을 대상, 방법과 진리성에 관한 믿음으로 생각한다면 개략적인 고찰에서도 다음과 같은 표를 얻는다.

구분 \ 내용	대상	방법	진리성
희랍	기하학적 도형	논증	보기 : Platon, Pythagoras
17세기	기호화된 양	대수, 함수	보기 : Galilei, Newton
현대수학	관계, 구조	공리적	보기 : Poincare
한국수학	산술적	직관적	易理적 진리관

20세기의 수학에 나타나는 위기 의식과 더불어 그간에 있었던 수학성과에 대한 가치적인 성찰이 가해지므로써 기초론이 형성되고, 또 수학 발전과 문화 사회의 관계가 필연적으로 거론이 된다. Descarte는 근대 수학의 출발점을 「方法叙說」에 제시했다. 특

히 인간에게는 지성이 고루 주어져 있다는 전제하에 그가 시도한 것은 「보편수학」이었다. 그러나 현실적으로는 각 문화권마다 특이한 수학이 있었다. 문화 현상의 하나로서의 수학이 있다는 생각은 그 극에서는 수학으로서 문화를 상징할 수 있다고 믿게 한다. 그 대표적인 것으로서 O. Spengler를 생각할 수 있다. 한 마디로 말해 그는 「서구 문명의 몰락」(Der Untergang des Abendlandes)에서 "서양 문명은 몰락한다. 그것은 운명이다. 문화가 발전하여 문명화되고, 땅과 고향이 없어지고 거대한 도시가 발달한다. 모두가 문명인이 되는 것이다. 그리고 대 전쟁이 일어난다. 인류를 절멸시키는 무기가 발명되고 돈이 사상을 지배한다." 이것은 제 1 차 세계대전 직후에 쓰여지기는 했으나 이 예언은 실감 있게 우리의 눈 앞에 나타나 있다. 그의 예언과 오늘날의 문화 현상은 고사하고 수학사적으로 특히 수학과 문화와의 관계에 주목한다면 그의 수학관이 중요한 문제가 된다. 그의 책의 제 1 장은 "수의 뜻에 관하여"이며 또 수학으로서 문명을 상징적으로 관찰한다. Spengler의 수학사 분류는 다음과 같다.

Greece, Rome

(1) 새로운 수의 관념

(2) B.C. 540 ; 크기로서의 수, 피타고라스 학파. 體系的 原點

B.C. 450∼350 ; Platon. Archytas, Eudoxos

(3) 수 세계의 미적 終結

B.C. 300∼B.C. 250 ; Euclid, Apollōnius, Archimedes Europe

(4) 1630 ;

함수 Descartes, Fermat, Pascal, Newton, Leibniz(1670)

(5) 1750∼1800 ; Euler, Lagrange, Laplace

(6) 1800∼ ; Gauss, Cauchy, Riemann

수학사학의 연구 방향은 이상, 순수 수학적인 입장과 사회·문화 전반과의 관련에서 보는 두 가지로 분류하여 생각할 수 있다. 전자를 내적인 수학사라 한다면 후자를 외적인 수학사라 할 수 있겠다.

한편 수학사의 외적 연구의 범위는 단순한 문화 현상과의 관계만은 아니다. 수학 대상의 변화, 진리관의 변화 등의 관계는 공간관과 세계관의 변화를 뜻하며 문화 현상 전반에 관한 전환을 의미하게 된다. 앞서 언급한 Spengler의 수학관, 수학 분류를 그대로 수용할 수는 없다하더라도 수학이 갖는 상징적 의미는 깊이 고려해야 할 과제다.

수학의 이해, 이상… 등을 통해서 수학자들은 훌륭한 세계관을 제시해왔다. Euclid의 「원론」에는 희랍적 세계상이 있고, Cantor이 전개한 超限的 階層論은 19세기적 로만주의 세계상이 있다. 수학자는 많은 결실을 얻을 수 있는 세계상을 구상한다. Newton은 "Principia Mathematica Philosophiae Naturalis" (자연철학의 수학적 기초)에서 그의 세계상을 전개하였다. 그 속에서 과학의 논증의 법칙성을 밝히고 미적분학의 체계를 형성했으며, 그것에서 고전물리학의 기초가 확립되고 Kepler의 3대법칙이 수학적으로 증명된다. 이 성과는 17세기 이후의 수학, 수리 물리학에 막대한 영향을

주었다. 이러한 수학적 세계상은 사상, 문화에 직접, 간접의 영향을 주어 왔고, 한편으로는 수학의 체계내에 새로운 철학적 성찰을 요구한다. 수학의 논리적 기초, 존재론적 근거, 진리성의 한계 등 이들 과제는 사회 전반, 문화 전반에 대한 기밀한 영향력의 상승작용을 일으킨다. 그러한 뜻에서 수학사학은 인간의 정신사적인 측면도 관할한다.

2. 수학과 외적관계

수학은 결코 수학의 체계에서만 자생적으로 발전하지 않았고 수학의 발전을 자극하는 것은 오히려 수학 외적인 요인들이었다. 현재 수학에서 중요 분야의 하나로 꼽히는 확률 통계는 그 좋은 보기라 할 수 있다.

2.1 사회와 수학

Euclid 의 "기하학원본"은 사회적 문제와 상관없는 순수 학문이었다. 그것은 학문이 비현실적인 것이라야 된다는 희랍 정신의 발로이기도 했다. "기하학을 배워서 어디에 쓰느냐"라는 제자의 물음에 격분했다는 Euclid 의 태도는 희랍수학자들이 이상으로 삼은 연구 태도를 간접적으로 말해 주고 있다. 그러나 한편 "구장산술"(九章算術)로 상징되는 동양수학은 사회성과 깊이 관련을 갖고 있었고 동양의 전통사회에서는 그 전통이 마지막까지 변치 않았다. 동양수학은 정치, 경제사회에서 제기되는 여러 문제를 적극적으로 수용하고 그것을 가장 중요시했었다.

그러나 한편 실질적으로 현대수학의 중요한 분야들 가운데에서 늘 사회적인 문제와 밀접한 관계를 지니는 것이 있었다. 잠깐 그 흐름을 본다면 13 세기 Italy 에서는 Leonardo of Pisa 가 쓴 "산판의 책"(Liber Abaci)이 널리 보급되어 상업 발달에 막대한 영향을 끼친바가 있다. 그러나 이들 일련의 수학 서적은 공통적으로 수학을 정치, 경제, 사회의 여러 문제에 응용하는 데 그쳤으며, 사회적 여러 현상이 수학적으로 다뤄진 것은 겨우 17 세기 이후의 일이다.

Newton 이 미적분학을 발견하고 그 지식을 구사하여 고전역학을 구축하고 있을 때 영국에서는 Puritan 혁명과 그것에 이어지는 명예혁명이 완수되고 세계의 여러 나라에 앞서 근대국가로서의 발돋음을 하게 되었다. 그 일을 추진한 것은 과학 혁명의 이름으로 알려져 있는 근대과학의 움직임이 있었다. 특히 왕립협회(The Royal Society for the improvement by experiment)의 활동이 두렷하였다. W. Petty 는 이 학회의 회원이었었고 수학으로서 정치적 문제를 학문적으로 다루었던 최초의 학자이기도 했다.

한편 Fermat, Pascal 은 도박장에서 제기되는 문제에 주목하여 확률론의 선구자적 역할을 다한다. 18 세기가 되면서 이 경향은 더욱 더 적극성을 띠게 되며 1713 년에 Jakob Bernouli 의 「Ars Conectandi」(추론법)이 출간된다. 1718 년에 de Moivre 의 「Doctrine of chance」(우연론)이 발표됨으로써 확률론은 비약적인 발전을 한다.

한편 독일에서는 J.P. Sussmilch 의 통계

에서 「Die göttliche Ordnung in der Veränderungen Geschlechts, aus der Geburt, dem Tode und der Fortpflanzung desselben erwiesen」 (신의 秩序)가 나왔다. 그의 통계학에 관한 사상은 수학이라 하기 보다는 형이상학적인 경향이 농후했다. 그는 여러 통계적 현상을 신의 질서에 관한 의지의 구현으로 생각하고 있었던 것 같다.

또 불란서에서는 "예술, 과학, 기술 백과사전"이 간행되고 계몽운동이 전개된다. 불란서 유물론에 근거를 둔 합리주의 사상이 시대를 풍미하게 된다. 이 사조의 수학자로서 M. Condorcet는 "정치수학"을 확장하여 재판(裁判)에 확률론을 이용할 것을 생각한다.

19세기에 들어서게 되자 확률론은 수학의 일분과로서의 위치를 확립한다. Laplace는 「théorie analytique des probablités」 (확률의 해설적 이론)(1812)이 나왔다. 이로서 고전확률론이 확립되고, Quetelet는 1835년에 「Sur I'homme et le developpement de ses facultes ou essai de physique sociale」 (인간에 관하여)를, 1848년에는 「Du systéme social et pes lois qui le regissent」 (사회제도)가 나오고 전통과학이 완성된다.

Cournot는 수학의 경제학에 대한 응용을 시도하고 1838년에 처음으로 수리경제학을 전개 했으며 경제통계학, 수리경제학의 분야가 열리게 된다. 이러한 수학과 사회의 밀접한 관계는 더욱 더 의식적으로 전개되어, 가령 Kolmogorov의 수학관을 낳기에 이른다. 그의 수학관은 다음과 같이 표시되어 있다.

"수학은 현실적 세계의 양적(量的) 관계 및 공간의 형태에 관한 과학이다."

2.2 수학사와 수학교육

외적으로는, 수학의 발달이 사회적인 자극으로 크게 좌우된다. 따라서 수학 교육이 사회적 조건에 반응하지 않을 수 없는 일이다. 그러나 진정한 뜻에서 수학사학이 수학의 현장에 구체적으로 반영되는 일이 구체적으로 논의되는 기회는 별로 없었다.

수학 교육의 현장에서는 늘 수학사적인 자료가 학습 효과를 높인다는 사실을 흔히 체험한다. 그러나 실지 커리큘럼 속에 정식으로 채택하게 되면 아무런 학문적인 방침이 마련되어 있지 않으므로 상당한 혼선이 있다.

수학사는 완성된 학문이 아니라 시대와 사회의 변화에 따라서 새로운 의미가 부여되어지는 것이고, 특히 사상적인 의의는 시대마다 그 뜻이 검토 되어야 할 것이다. 무엇보다도 앞서 언급한 것 처럼 수학사의 가장 중요한 대상인 수학 자체가 늘 새로운 의미를 산출하고 있다. 교실에서 실지 수학사를 교수한다면 당장 대두되는 것이 교사가 지니고 있는 역사관과 수학관이다.

실지 커리큘럼의 설정에 있어서는 아무런 대책이나 방침이 마련되어 있지 않다. 추상적인 어귀가 나열되어 있을 뿐 수학, 수학사학에 대한 철학이 결여되어 있는 것이다. 현재 채택되어 있는 각급 교과서에는 거의 각 장마다 수학사적인 자료가 게재되어 있다. 이를테면 저명한 수학자 또는 수학사적

인 연구의 계기가 된 문제 등의 내용들이 다양하다. 그러나 그것만으로는 수학사가 교육적으로 충분히 이용되어 있는 것으로 생각할 수는 없다.

수학사적 자료가 계몽적인 구실을 한다해서 수학자의 전기에서 학구정신을 강조하는 사람이 있다. 학문적인 열의가 강한 학자 또는 성실한 인간성의 일면을 보여주는 일화를 들려주므로서 학생의 학습 동기를 자극한다는 것이다. 가령, 유크리트가 말했다고 전해지고 있는 것이 있다. "수학에는 왕도가 없다", 이 말을 인용하면서 인간의 합리적인 태도, 객관성, 비판성을 강조하는 수학 정신, 진리를 향하는 구도정신의 본보기로 삼을 수 있다. 교사의 주관적인 해석으로 엮어지는 이러한 유익한 역사 이야기는 흔히 나오기 쉽다. 이러한 이야기 거리는 교사의 인간성 또는 열의 여하에 따라서는 상당한 학습 효과를 올리는 것을 부정하지 않는다.

그러나 수학을 떠나서 생각해보아도 과학정신이니 구도정신이니, 하는 것은 다른 학문 분야에도 얼마든지 있다. 그보다도 막연하게 '합리', '비판'이라는 말을 사용하면서 수학의 발달 과정에 나타나는 변증법적인 측면을 도외시 하는 결과가 되고 만다. 따라서 계몽적, 도덕적인 의의를 찾으려 하는 수학사의 연구는 무의미한 것이 되고 만다. 둘째로, 최근 과학사 연구가들 사이에서 자주 거론되고 있는 소위 방법론주의가 있다. 수학사를 통해서 수학 발전의 과정을 법칙화 시킬 수 있고 나아가서는 이것을 발판으로 하여 수학 연구의 방법론을 제시할 수 있다는 주장이다. 가령, 정치사나 경제사의 연구 결과를 현실 정치, 경제에 바로 적용시킬 수 없는 것처럼, 수학사의 연구에서 얻은 발전 법칙이 지금 당장의 문제 해결은 물론 그 방향 제시를 할만큼 강력한 지침이 되어주는 것은 아니다. 수학의 창조적 연구에 수학사적인 고찰이 반드시 따라야 하지만 그것은 어디까지나 정보를 정리하는 입장이다. 그 내용은 (1)장에 연구한 Burbaki, Dieudonne 의 태도에 나와 있는 바와 같다. 여기서는 수학 교육과 수학사적인 지식의 관련을 구체적으로 생각한다.

수학 교육의 문제는 전문적인 수학자의 양성을 위하는 것과 교양수학, 고등학교, 중학 과정과 국민학교 과정으로 나누어 생각되어야 할 것이다. 전문수학자의 양성은 두 가지로 분류하여 생각하는 것이 좋다. 첫째 방법은 수학의 발전 단계를 의식하여, 주로 그 흐름에 따라하는 소위 고전적인 것과 둘째 방법은 현대수학을 원리적으로 인식 시키고, 그 기반 위에 체계적인 수학지식을 습득시키는 소위 형식주의적인 방법이다. 고전적인 방법으로는 어느 일정 수준에 도달하기까지도 상당한 시일이 소요된다. 이에 대한 형식주의적인 방법은 지나치게 형식을 중요시 하는 나머지 수학에서 가장 핵심이 되는 창조성이나 직관적 사유가 경시되는 수가 있다. 어디까지나 방법과 정도의 문제이기는 하지만 전개 방법에 따라서는 상당한 효과가 있다. J. Piaget 는 Burbaki 의 수학 사상에 따라 새수학을 주장하였고 수학교육 현대화 운동을 전개하였다. 이 사상이 국민학교에까지 미치게 되자 상

당한 부작용이 야기되고 Piaget의 주장이 비판의 대상이 된 바 있다.

전문수학자의 양성이 목표가 아닌 수학교육은 우선 그 목적이 무엇이냐가 정해져야 된다. 현대는 정보화 사회라는 말도 있다. 일반 시민의 일상생활을 포함하여 정치, 경제, 사회의 각 분야에서 수학이 늘 등장하고 있다. 따라서 수학교육, 특히 국민학교의 산수교육에서는 이러한 사회적 상황에 적응할 수 있도록 산수교육이 실시되는 것이 바람직스럽다. 뿐만 아니라 현재의 국민학생은 대부분이 21세기에서 일생의 중요한 부분을 보낼 세대다. 그 시대는 정보화가 더욱 더 발전할 것이 예상된다. 최근 발표된 바에 의하면 전국민의 재산, 신분 상태가 콤퓨터에 입력될 것 같다는데, 콤퓨터 진료나 콤퓨터 재판이라는 말도 있을 수 있다. 그러나 인권 의식이 달성할 수 있는 과제일 것이다.

최근 수학사학이 수학계의 큰 관심사가 되는 것은 현실적으로 수학교육에 도움을 얻기 위한다는 이유도 있으나 민족적인 문화 유산으로서, 전통수학의 발굴을 시도하기 때문이기도 하다. 종래의 수학사 연구는 유럽을 중심으로 된 수학사 였었다. 그것은 수학은 유일적이고 또 그 사상적 배경에는 문명과 문화는 유럽을 중심으로 발달되어야만 한다는 일종의 미신이 지배적이었기 때문이다.

최근 소련에서는 "소련수학사"의 연구가 활발하게 진행중이며 세계수학사의 공헌을 강조하고 있다. 이미 상당한 연구 결과가 보고 되어 있다. 이것과 유사한 연구가 미국에도 진행중이다. "중국수학사", "일본수학사" 그리고 "한국수학사" 등이 연구되어 있다. 이들 연구를 통해 민족 특유의 사유 형식에 대한 관심이 대두되고, 이 사실이 수학교육에 반영된다.

2.3 수학 지도의 순서

수학사가 진정한 뜻에서 교육현장에 이용되기 위해서 새로운 방법론이 강구되어야 할 것이다. 앞서 언급한 것처럼 수학사의 이용 방법은 교사의 주관에 따라 다양할 수 있다. 그러나 때로는 수학사관의 결여로 인해 오히려 그릇된 결과를 가져올 염려마저 있다. 수학지도의 순서는 수학을 교습 시키는 커리큘럼을 작성하는 과정에서 대략 3가지 방향을 생각할 필요가 있다.

첫째, 수학 발전의 역사적 과정과 이론적인 체계의 관계이다. 현재 대부분의 교과내용은 이론적인 체계의 관계이다. 현재 대부분의 교과내용은 이론적인 순서에 따라 교재가 배열되어 있다. 인간의 지식 발전 과정을 고려한다면 수학사적인 순서에 따름이 자연스럽다. 그러나 이 주장은 현실적으로 이론적 체계를 무시하는 결과가 되기 쉽다. 따라서 순수 역사적 순서나 순수이론적인 체계를 결합한, 말하자면 제삼의 체계가 바람직하다. 이 체계를 우선 "강의체계"로 호칭한다. 우선 이들 문제를 이론화 하기 위해서는, 강의 체계의 타당성을 밝힐 목적으로 세가지 순서에 대한 내용 검토가 있어야 할 것이다.

(1) 역사적 순서(고전주의)

첫째 생각할 수 있는 것은 수학이 발견되

고 창출된 역사 시간적인 순서이다. 비교적 국민학교 과정에서는 이 순서가 중요시되어 반영되어 있다. 어디까지나 개략적인 분석이기는 하지만, 처음에 정수가 교수되고 그 다음으로 소수가 등장하고 또는 플라스, 마이너스가 교수된 후 곱셈, 나눗셈이 지도되는 것은 그 좋은 보기라 말할 수 있다.

그러나 대부분 교과서는 역사적 순서에 따르지 않고 있다. 간단한 보기를 생각한다면 고대 이집트에서는 단위 분수가 널리 사용 되었으나 오늘날 그 수법은 거의 이용되지 않고 있다. 또 비례계산에 관해서는 유크릿트식의 것과 근대적인 함수개념이 동시에 채택되어 있다.

(2) 이론적 순서

수학이 하나의 체계로서 나타날 때에는 항상 결론을 효과적으로 유도하기 위해 역사의 시간적인 순서가 무시된다. 발견된 시간적인 요인을 고려 대상에서 빠져 오직 수학의 이론적인 골격만이 질서 정연하게 배열되고 있다. 시간적 역사 보다는 이론의 간결성이 우선되고 있다. 이것이 극에 이르러서는 형식적인 순서로까지 된다. 현재 국민학교에서도 실시된 소위 "새수학"은 이 사상에서 나왔다. 교실 현장에서 이론적인 체계만을 생각하면서 수업을 한다면 수학적인 성숙도가 부족한 대부분의 학생은 지루함을 느끼지 않을 수 없다. 전문수학자가 이론적인 체계에 골몰할 수 있는 것은 수학적인 정확성과 질서에 대한 심미감(審美感)을 자극 받기 때문이다. 뿐만 아니라 때에 따라서는 창조에 대한 즐거움도 있다. 그러나 일반 학생에게 기대하는 것은 학습이며 그것도 수학의 매우 극한된 부분에 관한 학습이다. 교사 입장에서 바라는 것은 학습동기가 유발되는 수업이어야 한다. 학생들이 바라는 것 역시 수학 학습의 즐거움이다 수업 현장에서는 무미건조한 수업이 얼마나 무의미한가를 익히 통감하고 있는 바다. 가령, 미적분학을 생각한다면 그것이 처음 발견되고 그 내용이 체계화 되는 과정에서는 보통 교과서에서는 엿볼 수 없는 로망이 있다. 인간적인 갈등과 좌절 등은 학문 세계의 간결한 체계만으로는 느낄 수 없는 학문과 그 응용에 관한 열정이 구체적으로 나타나고 있다. 그 내용은 특히 물리적 응용에 있어서의 수학의 힘을 알리는 적절한 보기이기도 한 것이다. 이러한 사실의 인식은 수학 학습에 매우 큰 의미를 갖는다.

(3) 강의적 체계 순서

오늘날 우리가 갖고 있는 수학은 모두(1)과 (2)의 과정을 겪어 온 것들이다. 그것을 학습시킬 때는 새삼 새로운 입장의 필요성을 통감하지 않을 수 없다. 수학 지도의 현실적인 순서의 등장이다. 다시 말하면 커리큘럼 구성의 핵심이며, 더 나아가서는 실제수업을 규제하는 것이다. 그 내용은 단순히 역사적 순서와 이론적 체계를 혼합한 것이 아닌 학생의 지적 발전의 단계와 수학 지식 그리고 사회적 요청을 감안하여 작성된 것이라야 한다. 우선 커리큘럼 전반을 통찰하고 그 속에서의 지도 내용을 관찰한다. 일단 완성된 교과서는 이미 어느 정도까지 이론적인 체계를 갖고 있는 것으로 간주할 수 있는 것이다. 우리가 주의할 것은 그 의의 조건이다. 그 보기로서 수학사적인 입장에

서는 고전이라 할 수 있는 유크리드 기하를 생각해 볼 수 있다. 교재로서 취급되어 교과서에 등장하는 그 내용은 (1)의 경우도 아니고 (2)의 경우도 아니다.

흔히 유크릿기하학을 수학 체계를 구성하기 위한 모델로 생각하는데(새수학의 입장) 그 태도는 완전히 이론적인 것도 그리고 역사적인 것도 아니다. 그 보다는 오히려 강의적 체계 순서라야 할 성질의 것이다.

(4) 수학교육과 외적조건

수학사적인 흐름의 주류를 떠나 수학의 발전을 바깥에서 규제하는 움직임에서 생각할 수 있다.

이 문제에 관해 몇가지로 분류해서 생각하기로 한다.

(5) 정치와 수학의 관계

고대수학의 형성 자체가 정치적인 성격을 지니고 있었음은 이 수학사적인 현상으로서 익히 알려져 있는 바다. 고대국가에 있어서의 행정적인 문제, 이를테면 세금부과와 건축, 그리고 천문관측… 등 실질적인 문제가 왕조 수학자의 중대한 과제이기도 했다. 특히 동양적인 왕권사상과 결부되어 달력의 작성, 도량형의 제정 등은 당시의 수학자들에게 엄청난 과제를 부여했다. 이러한 일은 근대 유럽 국가에서도 마찬가지였다. 가령, 불란서 혁명과 meter 법의 설정에서는 당시 일류급의 수학자들이 동원되었고, I. Newton이 영국 조폐국과장직을 맡은 것은 고대로부터의 정치와 수학의 관계를 그대로 유지하는 좋은 것이다.

이 사실을 보다 구체적으로 교육면에서 본다면 여러가지 보기를 생각할 수 있다. 현재 불란서 초등교육, 특히 산수교육에 있어서 meter법의 비중은 매우 크며 또 수학교육의 현대화운동 역시 다분히 정치적 자극에서 나왔다.

그러나 수학사적인 사실은 고사하고, 수학 교육의 이상은 정치적인 의도 때문에 좌우될 수는 없다. 정치의 결과로 파생한 현실문제를 무시할 수는 없는 일이어서 초등교육의 현장에서도 반영되는 것이 사실이다 그보다는 오히려 정치가 수학교육의 현실을 이용하는 것이 자연스럽다. 수학 교육이 의도적으로 정치 목적에 연합을 시도할 때는 수학 교육의 자연스러운 효과적인 단계를 무시하는 일을 초래한다.

(6) 민족적인 문제

현대 수학의 흐름 속에 여러 민족의 공헌을 엿볼 수 있다. 가령 희랍 수학형성 후의 일만을 보기로 하여 생각하여도 세 개의 중요한 흐름을 엿볼 수 있다. 첫째는, 희랍을 중심으로 하는 지중해 연안에서 발달한 수학이며 유크릿기하학은 그 가운데 가장 위대한 유산이다. 두번째의 흐름은 인도—아라비아—유럽 사이에서 형성된 수학의 흐름이다. 자리잡기수법·대수학의 창시 등의 업적을 생각할 수 있다. 세번째의 것은 우리와 깊은 관계가 있는, 중국—한국—일본에서 독자적인 발달 과정을 밟아왔던 수학의 흐름을 생각할 수 있다. 이 내용은 언어적인 문제 때문에 다른 지역에 영향을 끼칠 수 없었으나 한편 그만큼 자신의 문화권의 개성적인 수학에 있어서의 사유형식 또는 형태를 나타내기도 한다.

이 사실을 보다 구체적으로 생각한다면

저마다 민족, 국가에 있어서의 특수한 능력이 있다. 그 해당 분야를 중심으로 하여 커리큘럼을 구상할 수도 있다. 이를테면, 불란서 수학에서 볼 수 있는 논리적인 구조에 대한 통찰력, 독일인이 나타낸 해석적, 분석력, 한국인의 직관적 태도… 등은 충분히 고려되어야 할 대상이다. 초·중등의 수학 교과과정의 설정에 있어서 범세계적인 것을 생각할 수 없는 이유가, 민족특유의 사유형식에 있다. 따라서 수학사 연구를 통한 민족 고유의 사고형식에 큰 관심을 기울여야 하고 특히 수학사적인 접근으로 그 작업이 가능하다.

2.4 수학발전의 단계

가령 제 1 장의 표를 참고로 생각한다면 희랍시대 이전을 무시하여 생각하면 어림잡아 다음과 같이 볼 수 있을 것 같다.

(1) 희랍의 관념적 수학, 희랍 기하학의 특성에 나타나 있는 것.

(2) 르네상스까지의 양을 중심으로 하는 수학, 산술적인 것과 대수학, 미적분학의 기초.

(3) 우연의 문제에 대한 관심 확률 및 통계학.

이상 세단계의 분류는 관념적인 것, 결정론적인 것, 그리고 우연적인 것으로 대상이 이동되어 가고 있음을 알 수 있다.

수학사적인 국면에 나타나는 수학 연구대상의 전이는 단순히 수학적인 문제의 변화가 아니라, 그 변화를 실현시킨 밑뿌리에 있는 세계관의 변천에 큰 의의가 있음을 시사하고 있다. 여기서 수학계에서의 문제 제기나 해결 방법의 전이상태를 문제시 하는 일은 별로 큰 의미가 없을 것 같다. 그 보다는 수학에 있어서의 가치적인 문제가 우리의 관심사가 되는 것이다. 이 사실은 특히 교과과정 설정에 있어서 반영되어야 할 문제다 구체적으로는 이 물음에 대한 답이 우리는 어떤 가치기준으로, 또는 무슨 철학으로 수학 교육을 실시하느냐는 현실적인 과제에 대한 확고한 방향제시를 하기 때문이다.

적어도 우리는 21세기에 향하는 수학교육을 실시할 것을 목표로 하고 있다. 21세기는 단순한 시기적인 것이 아니라, 그 시기의 수학의 바람직한 목표와 수학사적인 위치, 세계관의 흐름에 대한 통찰력으로부터 방향 제시가 있어야 할 것이다. 참고로 여기서 세계관의 흐름, 사회적 사조에서 수학사적인 관찰을 생각해 본다.

2.5 사회풍조의 단계

(1) 이상적인 수학, 유크릿이 말한 것으로 알려져 있는 「수학에는 왕도가 없다」 사상, 희랍수학, 수학지상주의, 절대적인 수학.

(2) 개인의 비밀으로서의 수학(Caldano 등에 나타나는 개인적인 비기(秘技)로서의 수학), 중세적인 풍조, 자아의식, 개인을 위한 수학.

(3) Guild의 수학, 조선시대 중인의 수학, 이탈리아 상인의 수학, 근대에 대한 준비과정, 집단에 대한 충성심.

(4) 범세계적인 수학(Alexandria의 학자집단, 미국에 나타나는 두뇌유출), 범세계

의식, 세계 문화의 교류, 인류 문화에 대한 가치의식.

수학사 연구는 수학의 가치의식을 발달케 하고 수학교육의 철학 근거를 제시하는데 결정적인 자료를 제공할 것이다.

수학사학은 순수수학이나 수학교육을 떠나 그 자체로서의 학문적 가치를 지닌다. 수학 paradigme의 변혁, 패턴, 또 정신사적인 측면의 규명, 문화와 수학의 관계등 그 자체로서도 큰 과제를 안고 있다.

그러나 실질적으로 수학 연구에 가치적인 문제를 조명하고, 수학교육의 방향에 구체적인 방향을 제시하는 선도적 역할을 하고 있다. 이들은 더욱 더 國際間의 문제를 제기하면서 수학의 풍토를 알차게 해나갈 것이다.