

수학사 : 사회와 수학

Week 2

프롤로그: 십자군을 통하여 전해진 필산법

1. 10세기, 동양과 서양의 수학이 아라비아에 모이다
2. 계산법의 전파
3. 산반파와 필산파의 긴 다툼

이상구(성균관대), sglee@skku.edu

프롤로그 십자군을 통하여 전해진 필산법 18

1. 10세기, 동양과 서양의 수학이 아라비아에 모이다 20
2. 계산법의 전파 30
3. 산반파와 필산파의 긴 다툼 32
기독교와 이슬람교의 대립 34

제1장 대포소리와 함께 시작한 **함수** 36

1. 난공불락의 성벽 38
2. 오스만 제국과 군대 40
3. 대포에서 ‘움직임의 수학’이 탄생하다 42
연령과 체력은 비례? 46

제2장 30년간 군사 비밀로 여겨진 학문, **화법기하학** 48

1. 전쟁에 참가한 프랑스 수학자 50
2. 대포에 강한 요새 건설 52
3. ‘투영도’라는 기하학 54
고대 로마의 설계술 58

제3장 도시국가의 번영과 부산물, **확률론** 60

1. 이탈리아 해운항의 전통 62
2. 새로운 수학 ‘확률론’의 완성까지 64
3. 확률의 기초지식과 초등문제 68
바퀴의 도박 ‘룰렛’ 70

제4장 사회부흥의 실마리 **통계학** 72

1. ‘숫자의 표’라는 소박한 통계 74
2. 런던의 발전과 전염병 78
3. 독일의 ‘30년 전쟁’ 후의 재건 80
생각해보면 그래프에서 얻은 ‘문제점’을 발견하기 82

제5장	<p>대화재 피해에 대한 반성에서 생긴 보험법 84</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 미래의 행복을 생각하는 지혜 86 2. 런던 대화재와 그 후 88 3. 화재보험의 탄생 92 보험금 지불과 계약의 유효 95
제6장	<p>산책로에서 탄생한 위상수학 96</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 일곱 개의 다리 건너기 98 2. ‘한붓그리기’의 규칙 100 3. 마술 같은 도형학 ‘위상수학(topology)’ 105 아시아(일본)에도 있었던 ‘다리 건너기 문제’ 108
제7장	<p>농업 연구의 능률을 높인 추측통계학(stochastics) 110</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 마방진과 라틴 방진(Latin square, Latin cube) 112 2. 농업 연구의 오랜 역사 116 3. 표본조사라는 생략법 118 예상이 어긋나는 원인은 어디에 있는가? 122
제8장	<p>지도와 회화 연구에서 나온 변환법 124</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 구면이나 입체물을 평면에 표시하는 연구 126 2. 변환의 이용과 효용 128 3. 변환을 통일적으로 통합하는 시점 130 회화 유람선의 구조도 132
제9장	<p>세계대전을 제어한 최적화 이론 134</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 독일의 U보트, 일본의 가미가제 특공기에 대한 대책 136 2. 경영과학의 성립과 종류 138 3. 컴퓨터를 이용한 수학 140 안장점이라고 하는 최적해 142

제10장 사회 발전의 강력한 도구 계량학 144

1. 수량화의 필요와 연구 146
2. 인간 활동은 계량화 사회의 건설 148
3. 계량학과 발전 152
국제적으로 통일된 2개의 계량 기준 155

제11장 정보화 사회의 정탐꾼 암호학 156

1. 암호의 기본과 구성 158
2. 암호 만들기과 풀기 160
3. 정보사회와 암호의 활약 164
일본 최초의 만화 166

제12장 허점투성이 법과 수학 168

1. 사회 발전과 ‘허점투성이 법’ 170
2. 법률이 갖는 한계와 이면의 법칙 172
3. 여러 가지 속임수 상법 174
논리적 설득의 영역과 ‘허점투성이 법’ 178

제13장 수학과 문학의 만남-수학으로 문장을 분석하다(文紋法) 180

1. 문자, 언어의 분석 182
2. 작자불명의 좋은 책 184
3. 문장의 습관 발견과 이용 186
수학과 문학의 접점 190

에필로그 새로 도입된 외래 수학용어 192

1. 일본의 수학용어 변천 194
2. 새로운 발상의 수학시대 198
3. 여러 가지 ‘외래 수학용어’ 200
수학의 학제간 연구 202

글을 마치며 204

[자료 1] 수학발전사와 ‘수학’의 분류 214

프롤로그

십자군을 통하여 전해진
필산법



십자군 승리의 나선 벨기에 왕국의 동상(브뤼셀)

아라비아에서 이탈리아로 간 보석상자

수학사에서 필산법이 사회적으로 널리 알려지고 사용하게 된 것은 13세기의 일로 여겨진다(일부는 16세기라고도 한다). 왜 이렇게 늦어졌을까?

인도-아라비아 수학은 현대수학에 직접 연결되는 근대수학의 도약대 역할을 하였다. 아라비아인은 아시아-인도-그리스 고전수학을 모두 모아서 번역하여 유럽에 전달하는 등 근대수학의 여명기를 열었다.

1 10세기, 동양과 서양의 수학이 아라비아에 모이다

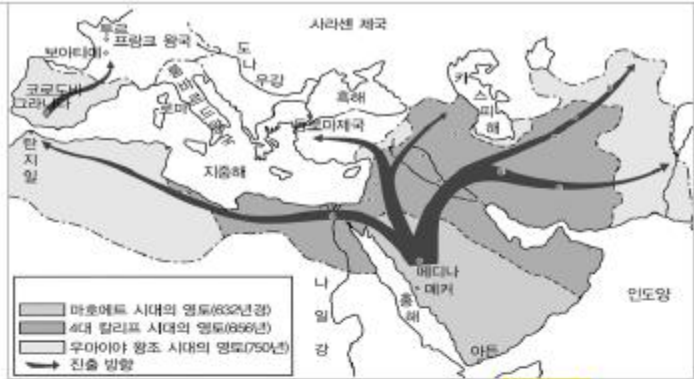
아라비아인은 어떤 민족이었을까?

아라비아 하면 달이 뜬 사막에, 긴 낙타 대열의 상인들과 이국적인 음악이 연상된다. 또 《아라비안나이트(Arabian Nights, 천일야화)》라는 이야기도 생각난다. 그리고 아라비아 석유, 오아시스, 소설, 아라비아 숫자를 거쳐 마침내 아라비아 수학(數學)에 이른다.

대개의 사막지대는 불모지라서 예전에는 가난하고 황폐한 곳이라고 생각했지만 20세기 들어 여러 사막 국가가 석유 산출국이 되면서 생활이 갑자기 풍요로워졌다. 아라비아 반도는 그 중 하나이다. 그러나 과거에 아라비아 반도가 그 이상으로 번영한 시기가 있었다.

마호메트가 6세기에 돌연히 나타나 창설한 이슬람교 세력이 광대한 영토를 정복한 시기가 바로 그때이다. 역사상 고대 로마제국과 몽골 칭기즈 칸(Chingiz Khan)도 대영토를 정복했다. 이슬람교가 후세에 많은 영향을 남겼다는 것을 생각하면 문화적으로도 큰 의미가 있다.

이슬람교도들의 전투 특징은 영화에서 보듯이 용감한 낙타 부대의 신속한 공격에 의한 것으로, 오른손에는 칼, 왼손에는 《코란》을 들고 있다. 정복은 개종, 즉 종교를 바꾸는 것을 의미했다. 개종을 거역하면 죽어버렸으며, 복종하면 조공을 바치도록 했다. 그러나 종교에 충성하는 것을 강하게 요구하지는 않았다고 전해진다.



우마이야 왕조(Umayyad Dynasty, 661~750) 시대의 이슬람 제국

인도 수학과 대수학의 내용

- 수사(數詞)
소수 - 허(虛: 10^{-20}), 공(空: 10^{-21}), 정(淨: 10^{-22}), 정(淨: 10^{-23})
대수 - 분가사의(10^{04}), 부량대수(10^{06}) 등
- 숫자 : 현재 사용하는 아라비아 숫자의 원형
- 0의 발견 : '자릿수를 주는 기수법' 성립
- 필산법의 기초 : 관자 위에 모래를 가지고 계산하다.
- 문장 문제 : 후에 유럽에 전해졌을 때 그 독특함과 유미 때문에 '인도 문제'라고 불렸다.
- 천문학 : 삼각법

그리스 수학과 기하학의 발전

학과	대표인물
1. 이오니아학과	탈레스(Thales) : 학과 창시
2. 피타고라스학과	피타고라스(Pythagoras) : 정리(定理)를 만들
3. 엘레아학과	제논(Zenon) : 역설을 만들
4. 플라톤학과	플라톤(Platon) : 정의 등을 만들
5. 제1 알렉산드리아학과	유클리드(Euclid) : 기하학을 완성함

기원전 6~3세기까지의 300년간 논리와 기하학이 발전하였으나, 기원전 5세기 엘레아학파의 역설로 기존의 논리가 흔들려 그 과정에서 내용이 순화됐다.

참고 고대 그리스의 수학은 기하학이 주류로 이진적 수론, 비례론, 방정식 등이 포함된다.

아라비아인은 수학계에 어떤 공헌을 했는가?

중세, 6세기부터 8세기 유럽은 암흑시대에 접어들었고 연이은 전란 등은 전반적으로 문화의 침체를 가져왔다. 이 암울한 시기에 그리스 수학의 중요 부분은 아라비아로 전해져 인류가 세계 문화를 보존할 수 있는 밑거름이 되었다.

야만스럽고 비문화적이며, 용맹한 전투민족이었던 아라비아인도 마침내 '확대된 영토를 다스리는 평화민족'으로 변모해 갔다. 유목 생활을 하는 대상(隊商, 카라반)의 집단생활에서 도시에 머물러 사는 방식으로 변해갔다. 그 과정에서 그들은 이전에 모르던 '도시병(都市病, 운동부족병, hypokinetic disease)'에 걸렸다.

이에 아라비아인은 그리스와 로마의 의사들을 초빙하여 치료를 받았다. 병을 치료한 후 시간 여유가 생긴 의사들이 아라비아 청년들에게 학문과 교양을 가르치면서 이슬람에 유럽 문화가 널리 퍼졌다고 한다. 한편, 재력이 풍부한 역대 칼리프가 학문과 예술의 향상을 크게 장려했기 때문에 동방의 인도와 서방의 그리스 문화가 모두 이 지역에 모이게 되었다.

2 계산법의 전파

동양과 서양 사이에 계산법에 대한 교류가 생긴 이유는?

대부분의 나라에서는 지금도 옛날과 같은 방법으로 아이들에게 '읽기, 쓰기, 사칙연산' 교육부터 시작한다. 우리가 사는 사회에서 계산은 필수불가결한 것이기 때문이다.

일상의 기본 생활에서 시작하는 농업, 상업 활동, 각종 수공업, 교역, 천문, 역법(曆法) 등이 모두 계산이 필요한 '이해타산 덩어리'라고 말할 수 있다. 그 때문에 사람들은 지속적으로 조금이라도 더 나은 계산법을 개발하여 왔다.

오래전부터 각 민족은 모두 나름대로 '조각숫자'를 창안하여 덧셈, 뺄셈에는 불편이 없었다. 그러나 곱셈과 나눗셈은 쉽지 않아 '아바쿠스(abacus, 일종의 산반)'라는 도구(일종의 계산기)를 이용했다.

아바쿠스는 고대 그리스와 로마에서 그 모양이 잡히고, 계산에 도움이 되는 도구로 알려지면서 실크로드를 따라 중국에 전파되어 동양의 '주판'으로 완성되었다고 한다.(2세기 한(漢)나라 사람 서악(徐岳)이 쓴 《수술기유(數術記遺)》에 기록되어 있다.)

지중해에서 아시아로 전해진 계산 도구와는 반대로 6세기경에는 인도의 0을 사용해 자릿수를 활용한 위치 잡기 기수법(이것은 구조적으로는 아바쿠스와 같다)과 필산법이 실크로드를 통해서 아라비아를 거쳐 동방에서부터 다양한 경로로 서양으로 전해진 바 있다.

3 산반파와 필산파의 긴 다툼

필산법이 피사(Pisa)에서 서유럽으로 전파된 이유는?

3세기부터 13세기에 이르는 천 년이라는 긴 세월 동안 서양 사람들은 '중세 암흑기' 속에서 기독교에 의한 정신적인 속박을 받았다. 그와 동시에 봉건영주에 의해 구속을 당했다. 말하자면 몸과 마음이 자유롭지 못한 상태였다. 13세기 십자군 시대에 들어서면서 사람들은 변화에 눈을 뜨게 된다. 시민들이 변화를 행동으로 옮긴 시대가 15세기 르네상스 종교개혁 시대라고 할 수 있다.

십자군 원정을 통하여 서양은

- 동양의 과학문명이 서양보다 앞서 있다는 것을 알게 된다.
- 이탈리아의 3대 항구도시가 십자군 수송에 활용되면서 상업적으로 크게 번성하고, 차차 동양의 문화, 문명과 물자가 수입된다.

수십만 명의 사람과 다량의 물자가 같이 움직이는 십자군의 육로 행군은 시간이 걸리고 피해도 많았다. 그 때문에 제3차, 제4차 육로 행군 이후에는 열그림과 같이 이탈리아의 해운항을 이용하여 배로 군인과 물자를 수송하였다.

베네치아, 제노바, 피사가 주로 십자군을 실어 나르는 수송 과정에서 막대한 돈을 벌고, 그에 보태어 돌아오는 빈 배에 많은 견직물, 도자기, 상아, 향신료와 같은 동양의 물건을 싣고 와서 내륙도시나 서유럽에 판매하여 부를 축적하고, 이런 과정에 금융산업이 크게 발전하였다.

그러나 당시 유럽의 계산법은 아바쿠스(산반)를 이용한 불편한 방법이었다. 피사의 상인 피보나치는 아라비아의 명저 《알 게브르 왈 무카발라(Al gebr wal mukābala)》를 모델로 자신의 필산법을 《계산판에 대한 책(Liber Abaci, 산반서)》

〈계산판에 대한 책(Liber Abaci)〉(1202년, 1228년-2판)

1. 인도 아라비아 숫자의 읽는 방법과 쓰는 방법
2. 정수의 곱셈
3. 정수의 덧셈
4. 정수의 뺄셈
5. 정수의 나눗셈
6. 정수와 분수와의 곱셈
7. 분수와 그 외의 계산
8. 비례
9. 환전(換錢)
10. 합자산(合資算: 돈을 같이 내어 경영한 사업에서 생기는 이익 배당이나, 손실 분담의 액수 계산)
11. 혼합산(混合算: 덧셈, 뺄셈, 곱셈, 나눗셈이 섞여 있는 계산)
12. 문제의 해결
13. 가정법
14. 체곱근과 세제곱근
15. 기하와 대수

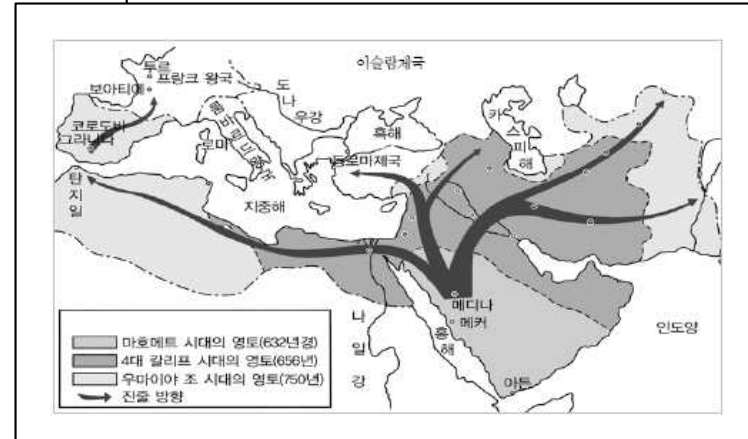


혁신적인 필산판과 전통적인 산반(abacus)과는 18세기까지 500년간이나 대립하고, 때때로 공개시합을 했다고 한다.

1568년 겐마 프리시우스(Gemma Frisius)의 산술서의 그림. 왼쪽이 판정심판원이다.

생각해보면

기독교와 이슬람교의 대립



위의 3대 종교는 뿌리가 같다. 각각 500년 간격으로 세 종교가 탄생한 것도 신기하다. 더 신기한 것은 뿌리가 같은 세 종교 사이에서 오히려 심한 종교전쟁이 일어났다는 점이다. 오늘날까지도 종교 갈등이 계속되고 있는 사실은 슬픈 일이다. 대표적인 종교 갈등의 예는 다음과 같다.

- 7~10세기 : 영토 확장 전쟁, 이슬람 제국(지도 참고)
- 11~13세기 : 십자군 원정, 예루살렘을 셀주크 튀르크와 다투다
- 15세기 : 오스만 제국의 함락, 콘스탄티노폴을 오스만 튀르크가 공격
- 현대 : 세계 각지의 분쟁 (아프리카, 중동, 구소련, 티베트, 중남미)



15세기 그리스도교 최후의 요새 -로도스 섬의 로도스 기사단-

그러나 전쟁 중에도 동양과 서양 사이에 문화와 문명의 교류가 있었다는 것이 다행이다.