

# 수학사 : 사회와 수학

## Week 9

제7장 농업 연구의 능률을 높인 추측통계학(stochastics)

1. 마방진과 라틴 방진(Latin square, Latin cube)
2. 농업 연구의 오랜 역사
3. 표본조사라는 생략법

이상구(성균관대), [sglee@skku.edu](mailto: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	대화재 피해에 대한 반성에서 생긴 <b>보험법</b> 84
	1. 미래의 행복을 생각하는 지혜 86
	2. 런던 대화재와 그 후 88
	3. 화재보험의 탄생 92
	보험금 지불과 계약의 유효 95
제6장	산책로에서 탄생한 <b>위상수학</b> 96
	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	농업 연구의 능률을 높인 <b>추측통계학(stochastics)</b> 110
	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	지도와 회화 연구에서 나온 <b>변환법</b> 124
	1. 구면이나 입체물을 평면에 표시하는 연구 126
	2. 변환의 이용과 효용 128
	3. 변환을 통일적으로 통합하는 시점 130
	회화 유람선의 구조도 132
제9장	세계대전을 제어한 <b>최적화 이론</b> 134
	1. 독일의 U보트, 일본의 가미가제 특공기에 대한 대책 136
	2. 경영과학의 성립과 종류 138
	3. <b>컴퓨터를 이용한 수학</b> 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

## 제 7 장

### 농업 연구의 능률을 높인 추측통계학(stochastics)



농업용수로 쓰는 도원천(桃園川, 모모즈노카와)  
이름은 아름답지만 이전과 다르게 오염되었다(모리 나카노). 현재는 새롭게 고쳤다.

10년의 과제를  
1년 안에 처리하다

세계 4대 문명의 발상지는 모두 농업지대였다. 인간에게 농업은 필수불가결한 것이라고 말할 수 있다. 수학도 농업에 기인한 '도량형의 단위'를 시작으로, 토지측량부터 '설계술'과 '기하학'을 탄생시켰다. 농업에 관련된 수학 연구는 처음에는 농작물 생산에 필요한 것이었으나 20세기에 들어서는 생산성 향상, 품종 개량 등에 '통계학'과 '확률론'이 이용되며 새 시대를 맞이했다.

## 1 마방진과 라틴 방진(Latin square, Latin cube)

수학계에도 팔방미인과 같은 퍼즐이 있다.

스페인 바르셀로나에는 가우디(Antonio Gaudi, 1852~1929, 스페인 건축가)가 설계하고 직접 건축감독을 맡아 죽을 때까지 일부만 완성한 유명한 미완성 건물 '사그라다 파밀리아 성당(Sagrada Familia Temple)'이 있다.

아주 독특한 건축양식이기 때문에 세계의 많은 사람들이 견학 오고 방송을 통하여 자주 소개된다.

저자는 교회 정면에 있는 '그리스도에게 속삭이는 유다 상' 왼쪽에 있는 정사각형 목판을 처음 보고, '수의 짝맞춤' 같아서 현지 가이드에게 문의하였더니, "이것은 마방진으로 가로, 세로, 대각선 모두 네 숫자의 합이 그리스도의 나이인 33입니다."라고 하며 질문한 나를 신기해했다.

가우디와 마방진, 무슨 관계일까? 저자는 10과 14를 2회 사용한 '규칙을 약간 위반한 마방진'과 건축가 가우디와의 관계에 대하여 큰 관심을 갖게 되었다.

$n$ 차 마방진이란 가로줄과 세로줄이 각각  $n$ 개이고 1부터  $n^2$ 까지 자연수를 꼭 한 번씩 사용하여 가로줄과 세로줄 그리고 대각선 방향의 합이 모두 같도록 만들어진 것이다. 이것을 '마방진(魔方阵, magic square)'이라 이름 붙인 이유는 옛날 사람들이 이것을 때문에 붙여 놓으면, 나쁜 마귀가 밤새워 그 문제를 해결하느라고 집안에 들어올 수 없다고 여겨서 '마귀를 쫓는' 부적의 의미를 가지게 되었다. 유럽의 점성술사들은 이것을 은판에 새겨서 부적으로 이용했다.



사그라다 파밀리아 성당의 마방진

## 2 농업 연구의 오랜 역사

### 왜 논밭은 거의 사각형인가?

마방진 모양은 사실 논밭의 기본형이며, 농경사회에서 발전했다. 고대 중국이나 이집트에서 마방진이 창안된 것은 극히 당연한 일이라고 생각된다. 그러나 20세기에 마방진과 농업연구가 현재와 같은 깊은 관계를 맺게 됨을 5,000년 전에 생각한 사람은 없었을 것이다.

믿기 어려운 관계에 대해서는 다음에 서술하기로 하고, 우선 수학용어와 농경과의 관련에 대하여 조사해 보기로 한다.

중국에서 가장 오래된 수학책의 하나로 후세에 큰 영향을 준 《구장산술(九章算術)》은 기원전 1세기에 쓰인 것으로 추측되는 저자불명의 책이다. 내용은 당시까지 개발된 중국 수학을 9개의 장으로 정리한 것이다. 제1장은 방전(方田)으로 논밭의 넓이 계산이 주 내용이다. 방전(方田), 규전(圭田), 원전(圓田), 사전(邪田), 기전(箕田), 호전(弧田), 사전(核田) 등의 용어가 이용되었다.

13세기 주세걸의 명저 《산학계몽》은 이 책의 영향으로 같은 용어를 많이 계승하고 있다. 중국에서는 서양수학이 도입되기 전에는 이 논밭 관련의 용어를 사용했다. 도형 용어의 기본인 ‘기하(幾何, geo)’의 말은 이집트의 논밭 측량으로부터 온 geo라는 그리스어 및 영어 geo로부터 음과 의미를 차용했다.

참고 중국에서는 옛날부터 ‘면적기하’라고도 사용했다.

지오  
geo-metry  
트지를 측량하다

### 3 표본조사라는 생략법

#### 표본조사가 때로는 유용하다

마방진과 기하학은 각각 처음부터 논밭의 경영과 관계가 있었다. 그러면 둘 사이에는 어떤 연관이 있을까?

20세기 초 영국의 수리통계학자 피셔(Sir. Ronald Aylmen Fisher, 1890~1962)는 칼 피어슨(Karl Pearson)의 연구소(Galton Laboratory)가 싫어서, 대신 런던 교외의 로담스테드 농업시험장에 임시직으로 취직한다.

피셔는 밀(소맥)의 품종개량 연구를 하면서, 다양한 종류의 품종과 경작지의 조건, 비료와의 관계와 같이 여러 경우를 모두 고려하면 연구가 너무 오래 걸리는 것을 알고 '올바른 방법으로 그것도 단기간에 정확한 결론을 내는 방법은 없을까?' 하고 고민하기 시작했다.

이때 그의 머리에 번뜩인 아이디어가 '마방진과 라틴 방진'이었다. (이것이 발전하여 '실험계획법'이 된다.)

마방진에서 발전한 라틴 방진에서 다섯 종류 밀(소맥)의 씨를 여러 구획의 밭에 뿌릴 때, 밭의 조건, 토질, 배수조건, 일조권 등을 균등하게 유지하면서, 1년에 다섯 종류의 실험을 동시에 행할 수가 있는 방법을 생각하게 되었다. 즉, 좋은 의미에서 표본조사(random sampling, random choice)를 이용한 것이다.

표본조사라는 아이디어는 옛날부터 있었지만, 수학적

참고 피셔의 연구는 '추측통계학'(추계학)으로 발전한다. 표본조사는 그 일부이다.

으로 다루기는 매우 어려운 대상이었다.



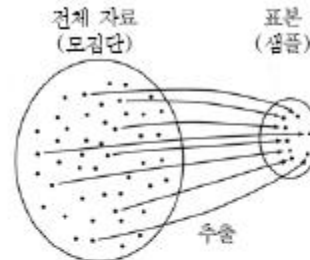
## 표본조사 만들기



3색 난수(random number, 亂數)  
추사위와 난수기

94	13	62	65	43	76	64	64	87	96
18	62	55	60	01	85	32	12	08	73
68	77	27	49	86	29	39	30	35	75
95	93	82	34	90	29	31	91	58	97
31	55	38	83	59	17	83	83	76	16
81	81	76	33	35	44	67	97	19	53
05	18	44	23	18	01	26	84	93	60
73	02	08	33	04	01	12	90	06	72
06	09	71	20	99	06	13	42	52	12
63	01	72	01	40	84	66	49	46	33
23	43	90	96	30	16	00	82	94	14
46	24	76	71	25	80	39	72	86	48
16	78	91	45	79	27	12	15	85	89
52	76	13	58	35	04	09	52	44	30
77	30	83	27	05	66	19	74	00	67

난수표의 일부(난수 추사위로 만든 표)



전체 모집단에서 표본 샘플을 추출하는 그림.  
샘플로 뽑아서 축소(縮圖, reduced drawing, miniature copy)를 만든다.

간편한 방법  
0-9까지의 숫자가 적힌 카드를  
잘 섞는다.



그 중에서  
임의로  
한 장을 뽑는다.

참고 현재 515억 자리 이상  
까지 알려진 원주율의 자릿  
수도 사용할 수 있다.

생각해보면

예상이 어긋나는 원인은 어디에 있는가?

“당선 예상 크게 어긋남”이라는 제목의 기사가 게재된 날이 있었다.

“3개 주요 방송국은 시청자의 항의에 사죄하는 한편, 여론조사 기관에 손해배상을 요구하는 움직임이 있다.”(2000년 한국총선거)

전문기관은 자신 있게 최초의 ‘출구조사’를 했다고 했지만, “격전지역이 많고 예측이 곤란한데다가 거짓 회답도 많았다고” 한다.

이전의 총선 결과 예상은 미리 면접, 전화 이외에 여러 가지 설문조사나 정보에 의존했지만, 최근에는 특히 정확도가 높은 ‘출구조사’(당일 투표소에서 나온 사람에게 직접 물어보는 조사)가 채용되었다.

후생성 추계보다 다수  
厚生省推計より多数  
選挙世論調査どう考える  
선거의 여론 조사 어떻게 생각하는가