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

九數略・九一集(解題)

한양대학교 이 창 구

이번 학회지부터 한국과학기술사료대계(韓國科學技術史料大系) 등에 실려 있는 김용운(金容雲) 교수의 해제(解題)를 재정리하여 소개하고자 한다.

1. 구수략(九數略 : 서울대 도서관소장)

저자는 최석정(崔錫鼎 : 1646—1715; 자 : 汝和, 호 : 明谷)으로서 갑, 을, 병, 정(부록)(甲, 乙, 丙, 丁)의 네 편으로 엮어져 있다.

갑편은 주로 덧셈, 뺄셈, 곱셈, 나눗셈의 4칙에 관한 기본적인 설명, 을편은 기본연산을 다룬 응용문제, 병편은 제곱, 세제곱, 방정식 등에 관한 것, 그리고 정편에는 부록으로서 4칙 계산방법, 오늘날 필산에 해당하는 문산(文算), 주산(籌算) 등의 계산법과 마방진(魔方陣)의 연구등을 싣고 있다.

갑(甲)편 : 첫머리에 수의 원리를 형이상학적으로 수를 정의하였고, 수의 이름(數名)은 당시에 통용된 여러 단위에 관한 것을 소개하였으며 자리수(數位)의 설명을 했고 수의 형태는 산목(算木)으로 수를 표시하여 수의 도구를 산목의 구조로 삼았으며, 산목에 의하여 계산하는 방법을 썼는데 곱셈, 나눗셈을 정수이법(正數二法), 변수육법(變數六法) 등으로 설명하고 있다.

그 계산 방법의 곱셈의 경우 피승수의 끝자리부터 그리고 나눗셈의 경우에는 역으로 피제수의 윗자리부터 계산을 하도록 하여 현재의 주산놓는 방법과 같다.

그 외에 분수 계산에 관한 설명을 하고 분수의 기본연산에 관한 문제 10개를 수록하고 있다.

을(乙)편 : 통론사상(統論四象)에서 "만물이 생기므로써 형태가 있으며 형태는 많고 적음을 나타내고 많고 적음은 수(數)를 만든다"고 하였다. 수는 원일(原一), 일(一)을 태극(太極)으로 삼는다. 일(一)은 이(二)를 낳으며 이것이 곧 양의(兩儀)이다. 또 이(二)는 사(四)를 낳으니 이것이 곧 사상(四象)이다. 덧셈, 뺄셈, 곱셈, 나눗셈을 셈법의 사상(四象)으로 삼는다.

이 사상은 네 수를 갖추며 태양지수(太陽之數), 태음지수(太陰之數), 소양지수(小陽之數), 소음지수(小陰之數) 등의 이름으로 곱셈, 나눗셈을 설명한다.

사상을 본뜬 사격산(四格算)에 의하여

기지수를 삼단(三段)에 산목으로 나타내고, 곱하거나 나누면 어떠한 계산문제도 풀 수 있다고 한다.

그 방법을 각 경우마다 현대식으로 표현하면

총승(總乘) $x=a\times b\times c$

총제(總除) $x=c\div(a\times b)$

준승(準乘) $x=b\times(c\div a)$

준제(準除) $x=c\times(a\div b)$

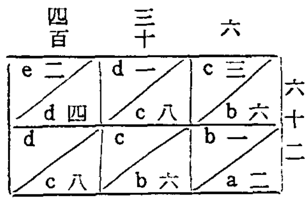
로 나누어 해설된다. 그리고 제곱, 제곱근을 구하는 방법에 관해 설명하고 있다.

병(丙)편 : 사상변수(四象變數)부터 소음지수(小陰之數)까지는 을편의 계속으로 포산(布算 : 산목셈)을 사격산(四格算)으로 설명하고 있고, 수학에 조예가 있는 한국인으로서 신라시대의 최치원(崔致遠)을 비롯하여 이조의 南在, 黃喜, 徐敬德, 李滉, 李珥, 金始振, 李慣, 任濬, 朴繘 등을 꼽고 있으며 중인 출신의 직업적인 수학자로서 유일하게 산사(算士) 慶善徵을 꼽고 있다.

정(丁)편(부록) : 문산(文算 : 현재 필산에 해당), 주산(籌算) 등의 산법 및 마방진의 연구는 중세적 수학사상을、여실히 나타내고 있다.

마방진은 중국이나 일본의 경우처럼 단순한 수학 유희였던 것이 아니라 훨씬 심각한 일종의 신앙고백이었으며 주로 수의 신비적 기능을 빌어 우주질서와의 조화를 꾀하였다.

특히 초보자를 위하여 구구법을 표를 여러 종류로 나누어 표시하였고 특히 곱셈, 나눗셈의 편한 계산방법을 연구하였다. 그 중의 곱셈법을 소개하면,



a항 한자리수

b항 열자리수

c항 백자리수

d항 천자리수

e항 만자리수

a항의합 2(실제수 2)

b항의합 13(실제수 130)

c항의합 19(실제수 1900)

d항의합 5(실제수 5000)

e항의합 2(실제수 20000)

$a+b+c+d+e=27032$

이상과 같이 곱셈을 하는데 현재의 계산방법은 구구법과 합셈을 동시에 하는데 초보자로서는 혼란을 가져와서 계산에 혼돈을 초래하지만 이 책에서는 구구법을 그대로 나열한 후에 합산을 하도록 하여 초보자에게 이해하기좋고 편한 방법을 연구하였다는 것은 아주 훌륭한 연구였다고 사료된다.

구수략(九數略)은 서양의 중세적 보에티우스 수학에 견줄 수 있을 만큼 그 서술이 유럽의 사원수학(寺院數學)의 스타일을 잘 닮고 있다.

이른바 보에티우스 수학은 신학적 형이상학적 수론(數論)이 중심을 이루고 있으며, 그 산술은 현실적인 계산을 도외시한 것으로서 신학상의 삼위일체(三位一體)설에 근거를 둔 수의 분류를 주제로 다루었다.

구수략은 형이상학적인 역학사상(易學思想)에 의해서 수론을 전개한 점에 특징이 있다. 수사, 단위, 산목, 포산, 가감승제의 계산사칙을 비롯하여, 심지어 동양수학의

대표적 고전(古典)인 구장산술(九章算術)의 각장(各章)을 음양사상과 결부시켰다.

2. 구일집(九一集: 사본 九卷三册 245頁 : 서울대 도서관 소장)

근세조선의 중인 출신의 산학자 홍정하 洪正夏: 1684년(숙종 10)~?)가 지은 수학책으로서 목각본 유계로 되어 있다. 홍정하에 관한 것은 산학팔격안(算學八格案)에 기록되어 있으며 조부, 외조부, 장인 모두가 산학자인 가정에서 태어난 것으로 보아 당시의 전형적인 중인 산학자임을 알 수 있다. 천・지・인 8권과 부록으로 엮어진 이 책의 내용을 살펴보면,

권 1. 종횡승제문(從橫乘除門, 19문) 이승동제문(異乘同除門, 8문), 전무형단문(田畝形段門, 29문), 절변호차문(折變互差門, 16문), 상공수축문(商功修築門, 8문)

권 2. 귀천차분문(貴賤差分門, 22문), 차등균배문(差等均配門, 18문), 귀천반률문(貴賤反率門 3문)

권 3. 지분제동문(之分齊同門, 6문), 물부지총문(物不知總門, 13문), 영부족술문(盈不足術門, 13문)

권 4. 방정정부문(方程正負門, 14문), 구척해은문(榖隻解隱門, 9문), 관병퇴타문(罐瓶堆垜門, 19문), 창돈적속문(倉囤積粟門, 26문)

권 5. 구고호은문(句股互隱門, 78문), 망해도술문(望海島術門, 6문)

권 6. 개방각술문 상(開方各術門 上 58문)

권 7. 개방각술문 중(開方各術門 中 66문)

권 8. 개방각술문 하(開方各術門 下 42문)

권 9. 잡록

등으로 나누어져 있다.

먼저 〈범예(凡例)〉에서, 고대 이래의 원주율의 값, 원의 지름・둘레・넓이 및 구의 지름・부피 등 사이의 관계, 산목(算木)에 의한 곱셈의 방식, 거듭제곱의 요령을 소개한다.

권1은, 물물교환・이자・동관세(〈종횡승제문〉), 상품의 판매값・운반비(〈이스등제문〉), 여러가지 꼴의 농지측량(〈전무형단문〉), 일정액의 돈으로 단가가 다른 둘, 또는 세 물건을 구입하는 문제(〈절변호차문〉) 이를테면

『은 1,500량으로 능(綾, 무늬있는 비단), 라(羅, 엷은 비단), 견(絹, 명주)을 사는데 능은 한필 3량6전, 라는 2량4전, 견은 1량2전이라 한다. 이것을 능 1, 라 2, 견 3의 비율로 산다면 각각 얼마씩인가』

그리고, 토목공사와 관련된 문제(〈상공수축문〉) 등이다.

권2는, 일정한 비율에 따라 분배하는 문제(〈귀천차분문〉, 〈차등균배문〉), 일정액의 차이가 있는 물건을 두가지 구입할 때의 각 단가 또는 구입갯수를 구하는 문제(〈귀천반률〉) 등이다.

권3은, 분수의 통분에 관한 문제(〈지분제동문〉), 이를테면

『갑은 $\frac{8}{9}$량, 을은 $\frac{6}{7}$량, 병은 $\frac{4}{5}$량을 가지고 있다. 세 사람이 고루 나누어 가지려면 그 액수는 얼마가 되는가』

또, 부정방정식의 문제(〈물부지총문〉) 이를테면,

『어떤 물건이 있는데 그 갯수는 알 수 없다. 단 5로 나누면 1이 남고, 7로 나누면 3 그리고 9로 나누면 2가 남는다고 한다. 그 갯수를 구하여라』

그리고, 소위 학거북셈(〈영부족술문〉)을 다룬다.

권 4는, 다원 1차 연립방정식에 관한 문제(〈방정정부문〉), 이를테면 이 장의 첫 문제는

$$\left.\begin{aligned} 2x+y&=100 \\ x+2y&=92 \end{aligned}\right\}$$

의 꼴이지만, x, y 등의 미지수를 사용하지 않고 그 계수라든지 상수항을 산목(算木)을 써서 다음과 같이 두 줄로 나타내는 것이 〈방정〉이다.

二　一　百

一　二　九十二

그러니까 지금의 방정식과는 약간 뜻이 다르지만, 해법은 동일하며, 예를 들어, 위 식으로부터 하나의 미지수를 없애고 나머지 한 미지수에 관한 1원 1차식으로 고쳐서 부피 및 두께가 있는 구의 무게(〈구척해은문〉), 급수(〈관병퇴타문〉), 용량 부피 등을 셈하는 문제(〈창돈적속문〉) 등이 있다.

권 5는, 피타고라스 정리의 응용에 관한 문제(〈구고호은문〉, 〈망해도술문〉)을 다룬다.

권 6, 7, 8는 처음에 제곱근·세제곱근의 문제를 다루고, 이어서 천원술(天元術)에 의하여 x에 관한 2·3차 방정식을 구하는 문제를 실었다(〈개방각술문〉 상·중·하)

권 9, 〈잡록〉에는 극히 간단한 천문계산과 관련된 문제(16문)와 전통음악의 음계와 피리의 길이 사이의 관계를 적은 공식에 이어, 1713년(숙종 39년) 5월 29일 저자가 마침 내한중이던 중국인 사력(司曆) 하국주(何國柱)를 유수석(劉壽錫)과 함께 찾아가 대담한 내용을 적어 놓았다. 하국주는, 강희제의 명에 의하여 착수된 (옹정(雍正) 1년(1723) 완성) 유럽계의 천문학지식을 바탕으로 한 역산서〈역상고성(曆象考成)〉 상하편의 편찬에 〈교산(校算)〉으로 참가한 적이 있는 천문관리이다.

처음에 중국인 사력이 한국측의 방문객을 시험하는 형식으로 시작되는 대담은, 간단한 셈으로부터 원에 내접하는 정 5각형의 일변의 길이와 그 넓이를 셈하는 문제 등에 이르고 있다. 여기서 삼각함수표인〈팔선표(八線表)〉, 《기하원본(幾何原本)》《측량전의(測量全義)》 등 유럽계의 새지식을 듣고 그것을 흡수할 것을 갈망하고 있으며 한편, 사력측에서는 중국에는 이미 그 자취를 볼 수 없는 산목계산(포산(布算))에 새삼 경탄하고 있다.

또, 사력이, 〈방정(方程)〉 곧, 다원 1차 연립방정식과 〈정부(正負)〉 곧, 양수·음수의 가감산이 수학중에서도 난해한 부분에 속한다고 말한데 대해, 저자가 이런 정도는 별로 어렵지 않다고 응답하는 대목이 흥미를 끈다.

이상의 목차에서 알 수 있듯이 이 책의 내용은, 《산학계몽(算學啓蒙)》을 골자로 하고 일부를 《구장산술(九章算術)》이나 《상명산법(詳明算法)》 등에서 문제를 추려내고, 당시의 사회적실정에 맞도록 수치를 약간씩 바꿔놓는 정도의 형태로 엮어지고 있다.

그렇다고 해서 이 산서는 다른 저술의 단순한 편저는 결코 아니다. 그것은 최석정(崔錫鼎)의 《구수략(九數略)》이 나온지 겨우 10여년이 지난 다음에 엮어진 이 책에서는 전자에 전혀 보이지도 안했던 천원술의 방법이, 그것도 《산학계몽》에서의 27개에 대하여 그보다 엄청나게 많은 166개를 헤아리는 문제가 다루어지고 있다는 사실이 단적으로 말해주고 있다. 그 동안, 중국 본토에서는 완전히 잊혀지고 말았던——중국에서 《산학계몽》이 복각된 것은 1839년의 일이다——천원술의 전통이 한국의 중인산학자 사회에서 면면히 이어지고 온 것이다. 돌이켜 생각해보면, 김시진(金始振)의 《산학계몽 중간본》 (1660)이나 임준(任濬)의 《산학계몽주해》 (1662) 등 일부 양반식자층의 이 산서에 대한 관심과 연구는 사실은 중인 산학자들의 뒷받침 없이는 이루어질 수 없었다고 보아야 한다.

그러나 《구일집》에 집약된 천원술 연구 부움의 배경에는 산학제도의 확장이라는 체제상의 변혁이 있었다는 점도 아울러 염두에 두어야 할 것이다. 곧, 숙종대(1675~1724)부터 대폭적으로 증가한 산사(算士)의 등용이 그것인데, 많은 산학자들이 공인(公人)으로서의 신분을 보장받고 수학연구에 몰두할 수 있게 되었고 이러한 분위기 속에서 이들의 꾸준한 자발적인 공동연구를 통하여 실학기(實學期)의 수학계에 폭넓게 뿌리를 내리기 시작한 것으로 보이다.

〈잡록〉에 실린 기사는 한국근세수학사의 중요한 일면을 밝혀준다.

첫째, 당시의 중인 산학자들은 실학파를 포함한 양반지식층에 비하면 대륙의 사정에는 극히 어두웠다는 것, 특히 사대부층은 직접 간접으로 중국 또는 중국을 통한 유럽문명에 그런대로 접촉할 수 있었으나 중인 산사들의 처지로서는 구태의연한 산학제도 아래서 옛 모습 그대로의 산서를 대하고 있었을 뿐, 중국어로 번역된 유럽계의 수학책은 아직 입수하지 못했던 것이 확실하다. 이미 《구수략》에는 마태오릿치의 《기하원본》이며 《동문산지(同文算指)》 등을 담은 《천학초함(天學初函)》이 인용서목 속에 들어 있다.

둘째, 반면에 중국에서는 이미 끊긴 천원술의 전통과 포산법(布算法)이 계속 지탱되어 있었다는 것, 곧, 중인산학자들은 새로운 외래의 수학에 접하지 못하고 있었으나, 산목에 의한 천원술의 방법이 그들 사이에서 훌륭히 계승되어 있었다. 중국에서는 명(明) 대(1368~1643)가 들어선 이후 천원술뿐만 아니라 산목을 사용하는 방법마저도 사라지고 만 것이다.

관수용의 수학, 곧 기술관리용의 핸드북이나 산생(算生)의 교과서가 아닌 수학 그 자체에 대한 왕성한 지식욕과 순수한 과학적정신 만으로 엮어진 수학책이 나왔다는 것은 적어도 이 시점에서 한국수학사가 어떤 획기적인 전환기——이를테면 〈신학기의 중인수학〉이라고나 할——에 접어들었음을 충분히 시사하고 있다. 형식이나 체재면에서는 이전의 산서와 조금도 다를바 없는 전통의 제약밑에 있었기는 하지만, 수학에 대한 해석과 연구의 자세가 크게 달라졌으며 종래의 상고주의, 실용주의에 치우친 경화

된 수학관으로부터 과학지(科學知)로서의 수학을 위한 발돋움을 볼 수 있다.

저자와 함께 중국인 사력과 대담을 나눈 유수석이라는 사람은, 수학에 관한 전문적인 조예가 깊다는 점으로 미루어 아마 중인 출신의 수학도인 것으로 추측되지만 당시의 수학자 명단인 〈주학입격안(疇學入格案)〉에는 그 이름이 올라 있지 않다.

특히 종래 산서에는 취급되지 않했던 천문관계의 문제가 수록되어 있다. 즉 권 9, 잡록에는 다음과 같은 문제가 있다.

「天體至圓繞地一日一周日麗天而遲故日不及天一度月不及天十三度十九分度七問日法」

이 문제는 하루 월행도수(月行度數)를 $13\frac{7^\circ}{19}$, 또 일행도수(日行度數)는 1°로 하여 그 차는 $(13\frac{7}{19}-1)=12\frac{7}{19}=\frac{235}{19}$, 또 주천도수(周天度數)를 $365\frac{1}{4}$로 하여 풀고 있다.

즉, 사분력(四分曆)에 의한 19년 7윤법의 문제이며 이것은 그리스 천문학자 매든(meton)의 이름이 붙는 〈매든 周期〉이다.

위 문제에 이어 치윤법(置閏法) 문제가 여러 각도에서 취급되어 졌다.

역산문제외에도 별자리의 위치와 절기를 찾아내는 계산문제도 취급하고 있다.

그런가하면 周髀算經의 髀에 의한 고전적인 문제도 있다. 즉 8척의 규표(圭表)의 그림자가 一寸의 차이에 거리 천리가 된다는 것이다.

요컨대 시기적으로는 이조후반기의 중인 수학자 홍정하(洪正夏)는 천문 역산에 관해서는 고전적 또는 전통적인 문제와 방법을 다루고 있을 뿐이다. 그러나 그의 의도는 산학과 역산의 관계를 강조하는데 있었다. 제도적으로는 분명 천문과 산학은 분리되어 있었고 천문·역산의 전문중인이 있었다. 특히 당시의 학풍이 실학파의 태도에 나타나 있는 바와 같이 백과사전식이 였었고 또 계몽적인 경향에 있었음을 지적해 둔다. 앞서 언급한 고전적인 율력지(律歷志) 사상을 그대로 답습한 관(管)과 음계의 비례문제를 취급한 것도 그러한 의도에서 나왔을 것으로 추측된다.

따라서 이산서에서 당시의 계몽적인 풍조를 반영한 당시 중인 수학자의 전형적인 연구태도를 역력히 볼 수 있다.