한국수학사학회지 제20권 제1호(2007년 2월), 1-16

朝鮮 算學과 四元玉鑑

서강대학교 수학과 **홍성사**
sshong@sogang.ac.kr

숙명여자대학교 수학과 **홍영희**
yhhong@sookmyung.ac.kr

宋, 元代의 가장 중요한 算學者 秦九韶, 李冶, 朱世傑이 19세기 朝鮮에서 연구되어 19세기 중엽 朝鮮 算學, 특히 대수학 분야가 크게 발전하였다.

이 논문에서는 四元玉鑑이 朝鮮 算學에 미친 영향을 조사한다. 羅士琳의 四元玉鑑細艸를 연구한 南秉吉의 玉鑑細艸詳解, 李尙爀의 저서로 추정되는 四元玉鑑과 이에 기초하여 저술된 南秉吉의 算學正義, 李尙爀의 翼算을 조사하여 四元玉鑑과 朝鮮 算學 발전의 관계를 연구한다.

주제어 : 四元玉鑑, 四元玉鑑細艸, 南秉吉, 玉鑑細艸詳解, 算學正義, 李尙爀, 翼算

0. 서론

18세기 중엽까지 朝鮮 算學은 南宋 楊輝(Yang Hui)의 **楊輝算法**(Yang Hui suan fa, 1274～1275, [5], [6]), 元 安止齋(An Zhi Zhai)의 **詳明算法**(Xiang ming suan fa, [5], [6]), 元 朱世傑(Zhu Shi Jie)의 **算學啓蒙**(Suan xue qi meng, 1299, [5], [6])의 틀에서 벗어나지 못하였다. 이들 세 책은 조선에서 산학과 관련된 관리를 뽑는 取才의 과목으로 정해져 있어서 중인 산원들이 주로 연구한 책이 되었고, 또 이들을 기초로 하여 慶善徵(1616～?)은 **黙思集算法**([7]), 洪正夏(1684～?)는 **九一集**([7])을 저술하였다([10]).

한편 仁祖 23년(1645)에 淸으로부터 時憲曆이 들어오면서 이와 함께 서양 수학이 조선으로 들어온다. J. Adam Schall von Bell(湯若望, 1591～1666)의 **西洋新法曆書**(Xi yang xin fa li shu, 1645)와 함께 徐光啓(Xu Guang Qi, 1562～1633), 李之藻(Li Zhi Zao, 1565～1630)의 저서도 함께 조선에 들어 왔을 것으로 보인다. Matteo Ricci(利瑪竇, 1552～1610)와 徐光啓는 Euclid의 **幾何原本**(Ji he yuan ben, [5]) 제1권-제6권을 번역하여 1607년에 출판하였는데, 이와 함께 **同文算指**(Tong wen suan zhi, 利瑪竇, 李之藻, 1613)를 포함하고 있는 **天學初函**(Tian xue chu han, 1623)도 조선에 들어오게 되어 18세기 조선 산학자들이 이를 연구하였다([11]). 또 康熙의 철저한 후원 아래 저

술된 **律曆淵源**(Lu li yuan yuan, 1723), 즉 **數理精蘊**(Shu li jing yun, [5]) 53권, **曆象考成**(Li xiang kao cheng) 42권, **律呂正義**(Lu lu zheng yi) 5권이 18세기 朝鮮에 들어와 산학자와 천문학자들이 이들을 연구하여 朝鮮에서 서양 수학이 본격적으로 연구되었다. 그러나 중국에서 失傳된 天元術과 增乘開方法을 계속하여 사용하고 있었던 조선 산학자들에게 **數理精蘊**의 방정식론은 크게 영향을 주지 못하였다. **數理精蘊**에서 취급한 기하학 분야는 중국에서 취급된 도형의 넓이, 부피의 문제와 달리 논증 기하가 들어 있어서 완전히 새로운 분야이었는데 조선 산학자들은 이를 받아드리는데 한계가 있어서 서양 수학은 조선 산학에 큰 영향을 주지 못하였다([11]).

19세기에 들어오면서 중국에서 宋, 元代의 산학, 특히 朱世傑의 **算學啓蒙**, **四元玉鑑**(Si yuan yu jian, 1303, [5], [6])이 재발견되었다. 羅士琳(Luo Shi Lin, 1774~1853)의 **四元玉鑑細艸**(Si yuan yu jian xi cao, 1835, [4], [6])가 조선에 들어와 李尙爀(1810~?)과 南秉吉(1820~1869)은 **四元玉鑑細艸**, 南宋 秦九韶(Qin Jiu Shao, 1202~1261)의 **數書九章**(Shu shu jiu zhang, 1247, [5], [6])을 연구하고, 또 南秉哲(1817 ~1863)과 이들은 元 李冶(Li Ye, 1192~1279)의 **測圓海鏡**(Ce yuan hai jing, 1248년 완성, 1282년 출판, [5], [6])을 연구하였다. 이들은 天元術과 增乘開方法에 익숙하고, 또 **數理精蘊**의 대수학 분야에 대한 연구도 이루어진 상태이었기 때문에 조선 산학은 宋, 元代의 대수학을 완전히 정리하는데 전혀 어려움이 없었고, 조선 산학은 새로운 전기를 맞아, 큰 발전을 이루게 된다([3], [9]). **四元玉鑑細艸**의 연구로부터 秦九韶, 李冶의 연구도 시작되었으므로, **四元玉鑑細艸**가 19세기 조선 산학의 연구에 가장 큰 영향을 주었다고 할 수 있다.

이 논문의 목적은 **四元玉鑑細艸**가 南秉吉, 李尙爀에 의하여 연구된 과정을 통하여 조선 산학의 발전을 조사하는 것이다.

이를 위하여 우리는 南秉吉의 **玉鑑細艸詳解**([1]), **算學正義**(1867, [7]), 李尙爀의 저술로 보이는 **四元玉鑑**([2])과 그의 **翼算**(1868, [3], [7])을 조사한다.

첫째 절에서는 南秉吉, 둘째 절에서는 李尙爀을 논한다.

위에 들은 네 권의 史料 이외의 것으로 조선 산학은 **韓國科學技術史資料大系 數學編**([7]), 중국 산학은 **中國科學技術典籍通彙**(Zhong guo ke xue ji shu dian ji tong hui) **數學卷**(Shu xue juan, [5])과 **中國歷代算學集成**(Zhong guo li dai suan xue ji cheng, [6])을 참고한다.

이 논문에서는 四元術의 표현을 현대 방법으로 나타내기로 한다. 다만 天元, 地元, 人元, 物元을 각각 x, y, z, u로 나타내기로 하고, **四元玉鑑**, **四元玉鑑細艸**는 간단히 **玉鑑**, **細艸**라 부르기로 한다.

1. 南秉吉의 玉鑑細艸詳解와 算學正義

四元玉鑑은 假令四艸 (4問), 上卷 六門 - 直段求源(18問), 混積問元(18問), 段匹互隱(9問), 廩粟迴求(6問), 商功修築(7問), 和分索隱(13問) -,
中卷 十門 - 如意混和(2問), 方圓交錯(9問), 三率究圓(14問), 明積演段(20問), 句股測望(8問), 或問歌彖(12問), 茭艸形段(7問), 箭積交參(7問), 撥換截田(19問), 如像招數(5問) -,
下卷 八門 - 果垜疊藏(20問), 鎖套呑容(19問), 方程正負(8問), 雜範類會(13問), 兩儀合轍(12問), 左右逢元(21問), 三才變通(11問), 四象朝元(6問) - 등 모두 二十四門 (288問)으로 이루어져 있다.

아래에 인용하는 徐有壬(Xu You Ren, 1800 ~1860)의 演元九式跋을 통하여, 1822년 **四元玉鑑**이 재발견된 후 **四元玉鑑**이 일으킨 정황을 짐작할 수 있다([5]).

> **壬午獲讀是書 積思三晝夜 以意步爲細草 *押鷗深先生*見而奇地 手錄以去**
> **厥後戴金溪少寇 朱筠麓觀察及董君方立 項君梅侶 壬君北堂 黎君見山**
> **羅君茗香爭相傳抄**

이 인용에 들어 있는 학자들 이외에도 戴煦(Dai Xu, 1805 ~1860), 李善蘭(Li Shan Lan, 1811 ~1882), 陳棠(Chen Tang) 등이 **四元玉鑑**을 연구하였다([5]). **四元玉鑑**은 매우 간결하게 저술되어 있어 그 내용을 쉽게 이해할 수 없는데, 沈欽裴(Shen Qin Pei, 字 俠侯, 號 押鷗)는 1829년에 **四元玉鑑細草**([5])를, 羅士琳(字 次璆, 號 茗香)은 같은 이름으로 1835년에 출판하였다. 沈欽裴의 **細草**가 조선에 들어 온 흔적은 현재로는 찾을 수 없지만, 羅士琳의 **細艸**는 南秉吉, 李尙爀에 의하여 연구되고 그 결과가 전술한 **玉鑑細艸詳解**, **算學正義**, **四元玉鑑**, **翼算**으로 전해지고 있다. 이 중에 출판 연도가 정확하게 나타나 있는 **算學正義**, **翼算**에 의하면 羅士琳의 **細艸**는 19세기 중엽에 조선에 들어 와 연구되었음을 알 수 있다. 羅士琳이 방정식의 해법을 開方釋例(大共二十九則 而開方之大旨具矣), 天元術을 天元釋例(大共十一則 而天元之大旨具矣), 四元術을 四元釋例(大共十三則 而四元之大旨具矣) 등 모두 53개의 법칙으로 정리하여 **細艸**에 附로 첨가하였다. 羅士琳은 附를 단 후 다시 附增을 더하고 있다. [6]에 들어 있는 **細艸**는 附增을 포함하지 않고, [4]는 이를 포함하고 있다. 附增은 增開方各例 15則과 補天元四元各例 8則과 **周髀算經**의 오류를 지적한 것으로 이루어져 있다. 南秉吉과 李尙爀은 **細艸**와 함께 開方釋例, 天元釋例, 四元釋例를 철저히 연구하여 宋, 元代의 방정식론을 현재 우리가 사용하고 있는 방정식론으로 발전시켰다.

우리가 南秉吉의 **玉鑑細艸詳解**, **算學正義**와 李尙爀의 **四元玉鑑**, **翼算**으로 나누어 논의를 하는 이유는 물론 저자에 따른 것도 있지만 이보다는 수학적으로 나눈 것이다. **算學正義**가 李尙爀의 도움으로 이루어진 것과, 南秉吉과 李尙爀이 수학적 자료를 공

유한 것은 잘 알려져 있다([9]). 따라서 羅士琳의 **細艸**도 南秉吉이 구한 것을 李尙爀이 함께 연구한 것으로 보인다. **四元玉鑑**이 四元術을 사용하여 4개의 부정원을 가지는 다항식의 연산을 통하여 고차 4원연립방정식의 문제를 해결한 것도 중요한 일이지만 朱世傑이 堆垜術을 도입한 것이 수학적으로 더욱 의미 있다고 할 수 있다. 朱世傑의 급수론이 그 이전의 급수론, 즉 간단한 茭草積, 圓箭, 方箭 등 등차수열과 三角垜, 四角垜를 뛰어 넘는 여러 급수와 계차수열을 포함하고 있기 때문이다([8]). **玉鑑細艸詳解**는 전혀 堆垜術을 취급하지 않고, **算學正義**는 **四元玉鑑** 이전의 堆垜術만 다루고 있는데 반하여, 李尙爀의 **四元玉鑑**, **翼算**은 방정식론에 더하여 朱世傑의 퇴타술을 철저히 연구하여 저술한 책이다. 따라서 이들은 구별하여 연구되어야 하고, 우리가 李尙爀의 **四元玉鑑**이라고 부르는 것도 그의 두 저서에 같이 들어 있는 퇴타술과 서술 방법이 같으므로 이를 李尙爀의 저술로 보는 것이다. 현재 우리가 가지고 있는 19세기 조선의 산서로 보아 堆垜術을 李尙爀과 같이 이해할 만한 산학자는 없기 때문에 그의 저서로 보는 것이다.

南秉吉의 **玉鑑細艸詳解**부터 조사한다. **算學正義**의 下篇에 들어있는 天元術, 多元術과 **玉鑑細艸詳解**를 비교하여 **玉鑑細艸詳解**의 저술은 **算學正義**보다 먼저 이루어진 것이 틀림없다. 왜냐하면 **玉鑑細艸詳解**는 羅士琳의 **細艸**를 연구한 것이고 **算學正義**는 이를 완전히 이론적으로 정리하여 기술하고 있기 때문이다.

玉鑑細艸詳解는 모두 118 쪽으로 이루어지고, 서문은 없고, 다만 六一齋 主人이라는 것이 첫 쪽에 들어 있어서 南秉吉의 저서인 것이 확인된다.

제목이 나타낸 것처럼 **細艸**의 해설서로 저자가 연구한 것을 적어 놓은 필사본이다. **細艸**의 假令四艸에서 天元術의 예로 들은 第一問 一氣混元을 제외한 나머지 세 문제, 下卷의 마지막 부분 左右逢元, 三才變通, 四象朝元에서 각각 다섯 문제, 네 문제, 세 문제를 택하여 **細艸**에 해설을 첨가한 것이다. 일반적으로 이런 종류의 산서들이 거의 원문을 그대로 옮겨 적고 있는 것에 반하여, 南秉吉은 문제를 제외하고 **細艸**의 草에 해당되는 부분을 "法"으로 시작하고, 조건에 맞는 방정식을 구하는 순서는 모두 저자 나름으로 재정리하고 있다. 따라서 구해진 방정식의 부호가 모두 바뀐 경우가 많이 들어 있다. 전술한 **細艸**의 附에 들어 있는 開方釋例를 따라 모든 문제에서 增乘開方法을 사용한 풀이 과정을 산대를 써서 나타내고 있다. 이와 같이 增乘開方法을 나타낸 조선 산서로 **玉鑑細艸詳解**가 유일하다.

數理精蘊의 借根方比例에서 도입한 등호를 사용한 방정식 표현 $p(x)=0$의 형태를 天元術로 나타낼 수 없으므로 방정식을 *開方式이라는 단어와 함께* 天元術의 다항식 표시 $p(x)$를 사용할 수밖에 없었다. 응용문제를 취급하는 중국의 방정식은 모두 양의 근을 가지는 것만 취급하므로 $p(x)=0$의 계수들은 항상 양의 계수와 음의 계수를 함께 가지는 것으로 이루어져 있다. 이 사실이 전술한 開方釋例 제7則, 제8則 (*凡正負*

*之數相當*則可開)에 들어 있다. 이를 처음 나타낸 조선 산서가 **玉鑑細艸詳解**이다. 따라서 南秉吉은 모든 방정식 $p(x,y,z,u)=0$의 양의 계수를 가지는 항을 모두 언급하고 음의 계수를 가지는 항을 모두 언급한 후 이들이 같고 "正負相當"이라는 단어를 붙여서 방정식을 나타내고 있다. 예를 들어 **詳解** 제1問 假令四艸의 兩儀化元에서 今式

$$-x^3-2x^2y-2xy+xy^2+2y^2=0 \quad (\text{天元 } x\text{는 股, 地元 } y\text{는 勾弦和})$$

의 二元術 표시를 한 후 "股立方一負 勾弦和乘股二負 勾弦和乘股冪二負 *與* 勾弦和冪二正 股乘勾弦和冪二正等 *正負相當*"과 같이 나타내어 주어진 四元術 표시가 방정식 $p(x,y)=0$임을 확인하고 있다. **玉鑑**의 문제에서 조건은 모두 "今有"와 "只云"으로 주어지고, 이들 조건을 만족하는 방정식을 각각 今式, 云式이라 한다. 또 이들에서 소거하여 생기는 *등식들을 나타내는 방법으로 左式, 右式 등 "式"자를 붙여서 나타내는 것*은 **玉鑑細艸詳解**에도 그대로 통용되고 있다. 여러 미지수를 가지는 고차 다원연립방정식에서 한 개의 미지수만 남기는 방법은 **詳解**, **細艸**가 일치한다. 자세한 방법에 대한 것은 [3]을 참조한다. 모든 경우에 최종적으로

$$A(x)y^k+B(x)=0 \ \cdots \ (\text{左式})$$
$$C(x)y^k+D(x)=0 \ \cdots \ (\text{右式}) \quad (k=1,\ 2)$$

을 얻어 二元術로 나란히 늘어놓으면 $B(x)$, $C(x)$는 內二行, $A(x)$, $D(x)$는 外二行이 되어 $B(x)C(x)-A(x)D(x)=0$을 얻어 구하는 방정식을 얻어낸다. 이 방법을 互乘齊分이라 하는데 이는 y^k을 분수식으로 보아 통분하여 얻어지는 등식을 뜻한다. 모든 **玉鑑**의 해설서는 위와 같이 구하고 있다. 南秉吉은 $k=1$인 경우만 다루고, 제1행 $C(x)$, $A(x)$대신에 $C(x)y$, $A(x)y$를 사용하여 $B(x)C(x)y$, $A(x)yD(x)$를 계산한 후 y로 이들을 나누어 위에서 얻어진 방정식을 구하고 있다. 南秉吉이 互乘齊分에 대한 이해가 부족한 것을 나타내는 부분이다.

詳解와 **細艸**가 다른 부분을 **詳解**의 제1問인 兩儀化元을 통하여 알아보자.

今有股冪減弦較較與股乘勾等 只云勾冪加弦較和與勾乘弦同 問股幾何

이 논문에서 *직각삼각형의 勾, 股, 弦을 각각 a, b, c로 나타내기로 하자.*

細艸, **詳解** 모두 天元 x, 지원 y를 각각 股$(=b)$, 勾弦和$(=a+c)$로 정하고 문제를 해결하고 있다. 南秉吉은 $x^2=b^2$을 c^2-a^2으로 대치하여

$$c-a=\frac{c^2-a^2}{c+a}=\frac{x^2}{y}$$

$$c+a=y$$

에서 $2c=\dfrac{x^2+y^2}{y}$, $2a=\dfrac{y^2-x^2}{y}$ 을 구하여, 조건

$$b^2-(c-b+a)=ab\ ...\ (今)$$
$$a^2+(c+b-a)=ac\ ...\ (云)$$

을 만족하는 今式, 云式을 구한다. 이 때

$$c-b+a=y-x,\quad c+b-a=x+\frac{x^2}{y}=\frac{xy+x^2}{y},$$
$$ab=\frac{xy^2-x^3}{2y},\quad ac=\frac{y^4-x^4}{4y^2}$$

을 대입하여 분모를 양변에 곱하여 다음 今式, 云式을 얻는다.

$$2y^2+xy^2-2xy-2x^2y-x^3=0 \qquad \cdots\ (今式)$$
$$2y^2-xy^2+2xy+x^3=0 \qquad \cdots\ (云式).$$

詳解에서 **細艸**와 달리 위의 분수식을 사용하지 않고 먼저 주어진 (今)의 경우 $2y$, (云)의 경우 $4y^2$을 양변에 미리 곱하여 天元, 地元을 사용한 二元術의 다항식 표현을 사용하여 나타내었다. **細艸**에서는 분수식을 사용하여 같은 今式, 云式을 구하고 있다. 이 경우 二元術의 분수식과 四元術의 표현에 따르는 혼동이 일어 날 수 있다. 이 후 소거하는 방법은 **詳解**와 **細艸**가 같은 방법을 사용하고 있다. 今式, 云式에서 x^3을 소거하기 위하여 두 식을 더하여도 되는데 이를 한 식의 모든 부호를 바꾸어 서로 빼는 방법을 사용하고 있다
(**"將消去股立方 而今云兩式正負互異 故以今式全變正負與云式消之也 凡彼此兩式正負互異 未使相消則將兩式相加也可 或將一式之正負全變 而全變卽同不變 後倣此"**)

제3問 四象會元을 끝낸 후 그는 "右三題假令四艸中 以無見數者*詳解*也"라 하였다.

左右逢元 5問은 **玉鑑**의 左右逢元 제11問, 12問, 16問, 4問, 17問을 차례로 취급하고 있다. 이는 모두 직사각형의 두 변을 天元 x, 地元 y로 하는 문제를 연립방정식으로 풀어내는 것이다. 모든 문제에서 **細艸**와 달리 天元을 구한 후 今式, 云式에서 x, y의 역할을 바꾸는 과정, 즉 "地易天"을 통하여 地元을 구하고 있다. 현재의 방법으로는 x의 값을 今式이나 云式에 대입하여 y를 구할 수 있는데, 天元을 구할 때와 같은 방법으로 같은 과정을 거쳐 y에 대한 방정식을 구하고 있다. 대입이라는 과정이 문자를 사용하지 않는 四元術에서 다항식에 의하여 정의되는 함수로 일반화가 어려웠을 것으로 추정된다. 특히, 제2問의 今式은 $5-y=0$, 제3문의 今式은 $x-3=0$이 되어 바로

$y=5$, $x=3$이 구해진다. 이를 이용하지 않고 細艸와 마찬가지로 소거하는 과정을 거쳐 문제를 해결하고 있다. 특히 제2問의 경우는 "地易天"의 과정을 사용하여 문제를 해결하고 있다. 羅士琳은 제3問에서 $x=3$이 바로 구해지는 것을 注로 달아 놓았는데 南秉吉은 이를 무시하고 있고, 제2問의 경우는 羅士琳도 이를 통하여 문제를 해결할 수 있음을 간과하고 있다.

三才變通은 **玉鑑**의 三才變通의 제1問, 2問, 3問, 5問을 택하여 해설하고 있다. 無理方程式, 分數方程式을 포함하는데 모두 현재 사용하고 있는 방법과 같이 다항방정식으로 변환하여 해결한다. 天, 地, 人 세 개의 미지수를 포함하는 3원연립방정식을 다루고 있다. 모두 직각삼각형의 문제로, 天元 x, 地元 y를 勾($=a$), 股($=b$)로 택하고, 주어진 "今有", "只云" 조건은 모두 勾, 股에 대한 관계이므로, 今式, 云式은 모두 x, y에 관한 방정식이다. 한편 人元 z은 문제에서 구하는 수($=$開數, 卽所問數)로 주어지는데, 開數는 勾, 股, 弦($=c$)으로 나타난다. 이 관계식에 의하여 x, y, z에 관한 방정식을 얻고 이를 三元式이라 부른다. 今式, 云式, 三元式으로 된 3원연립방정식을 구성하여 문제를 해결하고 있다. 한편 句股術에 의하여 $a^2+b^2=c^2$을 가지고 a, b에 의하여 c를 구할 수 있어서, 天元, 地元의 값만 결정되면 開數를 구할 수 있어서 2원연립방정식으로 볼 수 있지만 人元을 도입하여 三元式을 첨가하므로 문제해결이 용이해 진다. 예를 들어 구한 a, b에서, 弦 c는 開平方, 즉 $\sqrt{a^2+b^2}$을 통하여 얻는다. 적절한 소거를 통하여 a, b를 구하지 않고도 開數를 구할 수 있어서 새로운 미지수인 人元 z을 도입하는 이유가 드러난다.

전술한 互乘齊分을 일반화한 소거법이 제2問에 다음과 같이 나타나 있다.

−144	0	太 ⋯ (二式)		49	−11	太 ⋯ (四式)
300	96	0			−50	8
	−326	6				9
		61				

의 두 式, 즉 방정식에서 天元 행, 즉 右行을 소거하는 것으로, 먼저 (四式)$\times x$로 최고차가 같게 한 후 右行을 서로 곱하여 소거하는 것이다, 즉

[(二式)× {(四式)× x}의 右行] − [{(四式)× x }× (二式)의 右行]

을 통하여 右行을 소거한 후 y로 나누어 두 행으로 이루어진 右式을 얻어낸다. 같은 방법으로 두 행으로 이루어 진 左式을 구하여 전술한 互乘齊分을 거쳐서 開方式을 얻고 있다. 이는 위의 (二式), (四式)의 표현이 두 다항식의 y에 대한 오름차 표현에서 각 행이 그 계수인 것을 나타내고 있다. **細艸**와 **詳解**처럼 두 식의 차수를 같게 하지 않고 바로

[(二式)× (四式)의 右行] − [(四式)× (二式)의 右行]

에 의하여 右行을 소거할 수 있는데, 이 경우 산대 계산을 간편하게 하기 위하여 두 식의 차수를 같게 하였을 가능성이 있다.

이와 같이 다항식의 구조를 나타내는데 四元術의 표현 방법은 현재의 문자 표현보다 뛰어남을 알 수 있다.

南秉吉은 전술한 互乘齊分을 위의 방법과 같은 통일된 소거법으로 이해하여 번거로운 계산법을 사용한 것으로 보인다.

四象朝元 三問은 **玉鑑**의 四象朝元 제2問, 3問, 5問을 택하여 해설하였다. 天, 地, 人, 物 四元 모두 사용하는 四元術의 문제, 즉 4원연립방정식을 직각삼각형의 문제를 예로 들어 설명하고 있다. 天元 $x(=a)$, 地元 $y(=b)$, 人元 $z(=c)$에 대한 두 조건 "今有", "只云"이 주어지고, 三才變通과 같이 開數를 物元 u로 택한 후, u가 天, 地, 人元의 식으로 나타나는 문제인데, 四元들의 관계식을 *物元式*이라 한다. 따라서 今式, 云式, 三元式 $x^2+y^2-z^2=0$과 物元式으로 이루어진 4원연립방정식을 푼다. 처음 두 문제는 物元이 天, 地, 人의 一次式으로 나타나 今式, 云式, 三元式으로 이루어져, 실질적으로 3원연립방정식이고, 마지막 문제는 $u=\sqrt[3]{3x+5y+7y}$로 주어져 物元式이 $3x+5y+7z-u^3=0$이 되어 제대로 된 4원연립방정식이다.

이상에서 저자 南秉吉은 이미 천원술을 완전히 이해하고 있었기 때문에 **玉鑑**에서 天元術에 해당되는 부분은 다루지 않고 다만 二元術, 三元術, 四元術을 假令四艸, 左右逢元, 三才變通, 四象朝元 등 네 門을 **玉鑑細艸詳解**에 해설하므로 四元術을 가장 빨리 습득할 수 있는 기틀을 마련하였다. **細艸**를 복사만 하지 않고 附에 들어 있는 開方釋例, 四元釋例에 들어 있는 방정식, 四元術의 이론까지 연구하여 이를 처음부터 사용하고 있다. 南秉吉은 **玉鑑細艸詳解**도 李尙爀과 함께 연구하였을 가능성이 충분히 있다. 왜나 하면 그들의 학문적 교류는 여러 곳에서 나타나고, 또 다음에 논의할 **算學正義**도 南秉吉 編撰 李尙爀 校正으로 되어 있지만 南秉吉의 序의 "余於養痾之餘 采輯諸書 *李君志叟釐正編修彙成一書*曰算學正義 *發凡起例條分類析* 庶使後學開卷一覽易曉古人立法之意焉"에서 李尙爀이 주도적으로 **算學正義**의 저술에 참여한 것을 알 수 있다 ([9]). 또 그 다음 문장을 통하여 그들이 그 이전의 산서와 달리 **數理精蘊**, **四元玉鑑細艸**의 附와 같이 모든 분야에서 이론적으로 정리한 후 이에 대한 문제를 취급하는 형태를 택하고 있다. 이를 잘 나타내고 있는 것이 **算學正義** 下卷의 天元一, 多元이다. 天元術을 **數理精蘊**의 借根方比例와 같은 것으로 정리하고, 이를 써서 나타낸 다항식의 연산에 대한 설명을 한 후, 방정식을 正負相當으로 정리하였다. 이어 62개의 例問을 넣어 天元術을 설명하고 있다.

多元 절도 다음과 같이 시작하고 있다.

天元固能御諸法而多元則 又能御天元之所不能御且天元所能御者 增一元則愈加簡捷 盖寓方程御於天元而融會者 故其兩元三元四元猶方程之二色三色四色也

天元術은 多元術에 포함되지만 天元 한 개로 풀 수 없는 경우 이를 늘리므로 문제를 간단히 풀 수도 있고, 또 연립1차방정식과 비교하여 多元術을 설명하고 있다. 그 다음에 四元術의 표현 방법을 설명하고 주어진 조건에 의하여 방정식을 구성한 후 소거하는 과정을 설명하고 이를 통하여 1원방정식 (一行直注之開方式)을 구하여 연립방정식을 해결하는 과정을 설명한다. 이 경우도 正負相當을 통하여 방정식을 설명하고 있다. 例題로 모두 14問을 들고 있는데 제1問부터 제10問까지는 二元, 제11 - 13問은 三元, 제14問은 四元의 문제를 취급하고 있다. 이 중에 제5, 7問 두 문제를 제외하고 나머지는 모두 **玉鑑**의 문제들이다. 이를 차례로 밝히면 아래와 같다.

제1問 - 左右逢元 제14問, 제2問 - 左右逢元 제16問 類形, 제3問 - 或問歌彖 제9問
제4問 - 左右逢元 제11問, 제6問 - 兩儀化元, 제8問 - 左右逢元 제16問 類形
제9問 - 左右逢元 제4問, 제10問 - 左右逢元 제18問,
제11問 - 或問歌彖 제12問, 제12問 - 三才變通 제1問, 제13問 - 三才運元
제14問 - 四象會元

제2, 4, 6, 9, 12, 13, 14問은 위의 **玉鑑細艸詳解**에서 취급한 문제들이다. **詳解**에서 취급하지 않은 或問歌彖은 **玉鑑**의 中卷의 제6門인데 或問歌彖 제9問, 제12問은 각각 **玉鑑**에서 최초로 天, 地 二元, 天, 地, 人 三元을 사용하는 문제이다. 한편 제5問, 제7問은 모두 직사각형의 넓이를 주고, 長, 闊, 즉 두 변에 대한 조건을 주고 두 변을 구하는 문제들이다.

제13問 三才運元은 **細艸**와 **詳解**에서 勾 $x(=a)$, 股 $y(=b)$, 弦 $z\,(=c)$에 대한 연립방정식에서 소거의 과정을 통하여 $z^4-6z^3+4z^2+6z-5=0$을 구하여 이를 풀어 $c=5$를 구하고 있다. 그러나 **算學正義**에서 같은 연립방정식에서 天, 人에 대한 左式, 右式을 구하여 互乘齊分을 통하여 $2x^2-8x+6=0$을 얻어 $a=3$을 구하고, 또 위의 두 식에 "人易天"하여 x, z의 역할을 바꾸어 방정식 $-2z^2+8z+10=0$을 얻어 $c=5$를 구한 후 句股術에 의하여 $b=4$를 구하였다([3], [7]). 이는 소거하는 과정을 적당하게 택하여 문제를 훨씬 쉽게 해결할 수 있음을 보여주는 것으로, **細艸**와 **詳解** 이후에 개선된 방법이다.

玉鑑細艸詳解와 **算學正義**는 전술한 대로 四元術을 가장 빨리 이해할 수 있도록 해설하면서 더 좋은 풀이 방법을 시도한 우수한 저술이다.

2. 李尙爀의 四元玉鑑과 翼算

전술한 대로 李尙爀과 南秉吉은 수학을 함께 연구하여, **玉鑑細艸詳解**와 **算學正義**를 편찬하였다. 이 절에서 논할 李尙爀의 **四元玉鑑**은 저자와 출판 연대가 전혀 나타나 있지 않다. 모두 124쪽이고, 각 쪽은 10행으로 나누어진 필사본이다. 본문과 같은 필체로 제1쪽에 "論春夏秋冬*歌白尼*論春夏秋冬四季之輪 . . ."을 타원의 그림과 함께 이에 대한 해설을 싣고, 마지막 두 쪽에는 行星의 逆行, 順行에 대한 해설을 그림과 함께 적어 놓았다. 歌白尼는 Copernicus(1473～1543)이다. 이는 저자가 수학자인 동시에 천문학자임을 나타내고 있다. 이 책과 **翼算**의 내용을 비교하고, 또 그가 從三品인 雲科正까지 지내고, **揆日考**(1850)를 저술한 천문학자인 것과 위에 언급한 세 쪽의 내용으로 보아 이 책은 李尙爀이 저술한 것이 틀림없다.

李尙爀의 **四元玉鑑**에서 취급한 것을 차례로 늘어놓으면 아래와 같다.

假令四艸 (4問 모두), 兩儀合轍(12問 모두), 左右逢元(제1, 5, 10, 11, 14, 15問 등 6問), 三才變通(11問중 제11問을 제외한 10問), 四象朝元(6問중 제6問을 제외한 5問), 或問歌象(제9, 10, 12問 등 3問), 商功修築(제5, 7問 등 2問).

假令四艸 에서 或問歌象까지는 南秉吉의 **詳解**처럼 二元術부터 四元術까지를 연구한 것이고, 마지막 商功修築 2問은 天元術의 문제이지만 다음에 논할 堆垛術과 如像招數의 문제를 위한 준비로 포함하고 있다. 이어서 퇴타술을 해설하고 있다.

果垛疊藏(제20問)을 취급한 후 果垛疊藏과 茭艸形段에서 아래 급수들의 합을 논하고 있다.

四角落一形果子, 三角嵐峯形果子, 四角嵐峯形果子, 三角撒星更落一形果子, 圓錐垛果子를 각각 果垛疊藏 제3, 4, 5, 6, 7問에서 발췌하여 정의와 그 합을 구하는 방법을 기술하고 있다. 물론 이들의 이름은 후에 "果子"는 "垛"로 대치된다. 이어서,

茭艸落一形垜, 茭艸撒星形, 茭艸嵐峯形垜, 茭艸撒星更落一形垜, 茭艸嵐峯更落一形垜를 각각 茭艸形段 제1, 2, 3, 4, 5問에서 합을 구하는 방법을 인용하고 있다. 이 경우도 細艸와 같이 "垜"자를 사용하고 있는데 이도 후에 "垛"자로 대치되고, 茭艸落一形垜, 茭艸撒星形, 茭艸撒星更落一形垜는 각각 三角垛, 三角落一積, 三角撒星積 등으로 대치되어 후자가 더 많이 사용되고, 茭艸嵐峯更落一形垜는 三角嵐峯形果子와 같은 것이다. 이들의 경우, 錐差, 反錐差, 梯田積 등에 대한 것도 포함하고 있다([3]). 이들이 인용된 果垛疊藏과 茭艸形段을 언급한 후, 부분합을 다룬 三角, 四角 半垛, 長方尖垛 (＝沈括(Shen Gua, 1031～1095)의 級數 $\sum_{k=1}^{n}(a+k-1)(b+k-1)$)와 그 부분합인 長方 半垛를 **細艸**에서 각각 三角臺垛, 四角臺垛, 芻甍, 芻童이라 한다고 하고 이들에 대한 것은

생략한다고 하였다.
조선 산서에서 茭草垜, 三角垜, 四角垜, 長方尖垜 이외의 급수를 논한 산서로 李尙爀의 四元玉鑑이 최초의 것이다. 朱世傑의 **玉鑑** 자체가 용어를 통일하지 못하고 있는데 李尙爀도 이 책에서 그대로 인용하고 있다([3]).

이어서, 전술한 **細艸**의 附에서 四元釋例 13則을 모두 인용하고, 附增에서 補天元四元各例의 제6, 7, 8則과 "**周髀算經**" 부분을 인용하였다.

羅士琳의 附에 들어 있는 開方釋例의 제17, 18, 19則의 내용을 *開方釋例代開*라 하여 예와 함께 설명하고 있다. 동양 수학에서 방정식은 모두 응용문제의 해법으로 주어지므로, 한 해만 구하는 것으로 끝을 내는데, 이는 조선 산학에도 통용되었다. 다항방정식의 해의 개수에 대한 이해가 전혀 이루어지지 않았는데 開方釋例의 이 부분을 다음과 같이 인용하고 그 예를 들어 *李尙爀의 四元玉鑑은 다항방정식의 해를 완전히 다룬 최초의 朝鮮 算書*가 되었다.

凡平方開二數 立方開三數 以方廉隅之餘數降一位開之

이어서 저자는 두 예를 들어 이를 설명하고 있다. 방정식의 여러 해를 크기 순서로 大數, 中數, 小數 등으로 부르고 이들 중 하나를 구한 후 나머지 해를 구하는 문제이다. 현재 사용하고 있는 방법은 한 해를 사용하여 조립제법을 통하여 몫을 구하고, 이로 만들어진 방정식을 풀면 나머지 해를 구할 수 있다. 그러나 그들이 사용하고 있는 增乘開方法은 해의 자리수를 차례로 구하기 때문에 위의 몫이 최종 조립제법에서 나오지 않는다. 따라서 번거로운 방법이지만 增乘開方法에서 나머지 해를 구하는 방법으로 의미가 있다.

첫 예는 **細艸**의 附增 補天元四元各例 제7則에 있는 방정식 $-x^3+417x^2-47376x+1607792=0$의 해로 大數 257을 얻고 나서 나머지 해를 구하는 문제이다. 현재의 방법은 방정식을 $x-257$로 인수분해하여 방정식 $-x^2+160x-6256=0$을 풀어 中數, 小數 92, 68을 얻으면 된다. 이들 해를 다음과 같은 방법으로 구하고 있다. 增乘開方法에 이용된 조립제법은 생략하고 그 결과만 나타내기로 한다. 우선 해 257을 구하는 방법으로 初商 200을 사용하고 次商을 구하기 위하여 增乘開方法을 사용하여 얻어진 방정식 $-y^3-183y^2-576y+812592=0$으로 次商 50을 구한 후 마지막 자리수를 구하기 위하여 다시 이 방정식에 增乘開方法을 사용하여 방정식 $-z^3-333z^2-26376z+201292=0$을 얻어 이 방정식에 마지막 자리수 7을 사용하여 $-z^3-333z^2-26376z+201292=(-z^2-340z-28756)(z-7)=0$을 얻는다.

이는 $y=x-200$, $z=y-50$을 뜻하기 때문에 마지막에 얻은 방정식을 주어진 미지수 x로 다시 쓰면 방정식 $-(x-250)^2-340(x-250)-28756=0$을 얻는다. 따라서 방정식 $-z^2-340z-28756=0$의 해 -158을 구하여 $x-250=-158$에 의하여 中數 92를 구하는 방법이다. 따라서 마지막 방정식의 계수들을 *餘數*라 하고 차수는 당연히 하나 떨어지는 것을 *以方廉隅之餘數降一位開之*라 하고 있다. 차수가 하나 떨어진 방정식을 풀어 해를 구하는 것을 "*代開*"라 하였다. 그는 앞에서 $x-257$로 방정식을 나눈 몫을 사용한 방정식 $-x^2+160x-6256=0$의 해로 92를 구할 수 있음을 인지하고 이 방정식에 위의 방법을 사용하는데, 初商을 90으로 잡지 않고 100으로 잡은 후 次商을 위한 방정식 $-y^2-40y-256=0$ $(y=x-100)$을 구한 후 次商으로 -8을 구하는데 이 과정에서 앞의 방법과 마찬가지로

$-y^2-40y-256=(y+8)(-y-32)=0$에서 $y=-32$를 구하여, 小數 $x=100-32$, 즉 68을 구하고 있다. 저자는 이 방법을 위의

$-z^2-340z-28756=(z-158)(-z-182)$ $(z=x-250)$에서 $x=250-182$, 즉 68을 구할 수 있는 것도 나타내었다. 마지막으로, 방정식 $-x^2+160x-6256=0$의 해 68을 택하고, 이를 구하는 과정을 위와 같이 初商을 70, 次商 -2를 구하는 增乘開方法에서, 次商을 위한 방정식 $-y^2+20y+44=0$을 구하고 이를 $(y+2)(-y+22)$로 바꾸어 中數 $x=70+22$, 즉 92를 구하였다.

다음 예로, 저자는 開方釋例 제19則을 다루고 있다. 방정식은

$-x^3+664x^2-146620x+10764000=0$으로 한 해 200을 구하는데 이 경우는 初商이 바로 해가 되는 경우이다. 이 경우에 처음 조립제법에서 끝내지 않고 增乘開方法을 계속하여 주어진 다항식을

$-x^3+664x^2-146620x+10764000=(x-200)\{-(x-200)^2+64(x-200)-1020\}$으로 나타내어 방정식 $-y^2+64y-1020=0$의 해 30을 구하고, 또 이 과정에서

$-y^2+64y-1020=(y-30)(-y+34)$에서 中數 230, 大數 234를 구하고 있다.

위의 예에서 代開의 경우 음수의 해를 가지는 방정식이 나타나고, 또 이 해를 실제로 구하고 있는데 이는 매우 중요한 의미를 가진다. 전술한 대로 이 책 이전의 모든 朝鮮 算書에서는 한 개의 陽의 해만 구하고 있다. 李尙爀은 모든 해를 다 구하고, 또 이 과정에서 陰의 해까지 모두 구하는 경우까지 취급하여 방정식에 대한 일반 이론을 정립하였다. 이 경우에 正負相當은 의미가 없는데 이에 대한 논의는 없다. 또, 初商을 해보다 큰 수를 택하고 次商을 음수로 구하는 것도 이 책에 처음 나타난다. 한편, 開方釋例의 제16則은 3차방정식의 세 해를 구하는데 각각 이들에 대한 조립제법을 사용하였다. 그 다음 제17, 18, 19則이 위에서 해설한 代開의 경우이다. 그러나 제17則의

경우 $-x^3+6x^2+31x-120=0$의 初商 8이 바로 해가 되어 몫 $-x^2-2x+15=0$의 해 $-5, 3$이 나오는 경우이므로 위에 해설한 것의 특수한 경우에 해당된다. 이를 -5를 해로 하여 위의 제19則의 경우와 같이 增乘開方法을 써서 8을 해로 구하여 $-5+8$, 즉 해 3을 구하고 있다. 이는 더욱 번거로운 방법일 뿐이다. 제18則의 경우는 2차방정식의 경우로 실질적인 次商을 통하여 해를 구하는 경우이다. 이에 비하면 附增에 들어 있는 代開의 해설이 많이 앞서 있다. 또 附增에는 重根이 주어진 경우 나머지 해를 구하는 것도 취급하고 있다([4]).

마지막으로, 朱世傑의 堆垜術에 관한 업적 중에 가장 중요한 三角垜 계열의 급수와 階差數列의 관계를 사용하여 문제를 해결한 如像招數(5問 모두)를 인용하였다. 李尙爀은 후에 **翼算**에서 이를 재정리한다.

이상에서 四元術, 일반 방정식론과 堆垜術에 대한 李尙爀의 초기 연구 과정을 그의 **四元玉鑑**에서 알아 볼 수 있다. **詳解**와 비교하면 모든 문제를 다룬 경우를 제외하면 左右逢元의 경우는 제11問만 같이 다루고 있고, **算學正義**는 或問歌象의 문제를 함께 포함하고 있다.

李尙爀은 위의 준비 과정을 거친 후 조선 산학에서 가장 중요한 저서인 **翼算**을 저술한다. 그는 **細艸**와 그의 부록인 附, 增附를 연구하여 방정식론을 정리하여 **翼算** 上篇 **正負論**을 저술하였다. 그는 **九章算術**(Jiu zhang suan shu)부터 시작하여, **數書九章**, 李冶의 **測圓海鏡**, **益古演段**(Yi gu yan duan, 1259, [5], [6]) 등과 함께 **算學啓蒙**, **四元玉鑑** 등을 연구하여 宋, 元代의 방정식론을 철저하게 이해하였고, 나아가 梅文鼎(Mei Wen Ding, 1633～1721)의 연구 결과와 함께 **數理精蘊**에 들어 있는 借根方比例를 모두 연구하여 이들의 결과를 **正負論**에 구조적으로 정리하였다. 따라서 위에 들은 그의 **四元玉鑑**은 **正負論**을 집필하는데 가장 중요한 자료가 되었다. 특히 **數理精蘊**과 羅士琳의 **細艸**에 들어 있는 附, 增附를 통하여 이론적으로 이를 정리할 수 있었기 때문에 **翼算**(1868)과 **算學正義**(1867) 이전의 모든 朝鮮 算書와 구별되어 방정식 이론을 구조적으로 정리할 수 있었다. 그가 **正負論**에서 **玉鑑**의 문제를 인용한 것은 차례로 兩儀合轍 제12問, 左右逢元 제1問, 三才變通 제1問, 算學正義 의 문제로 假令四艸 三才運元, 段匹互隱 제4問, 左右逢元 제14問이다. 그의 **四元玉鑑**에서 취급한 여러 해를 구하는 방법은 들어 있지 않다.

李尙爀은 上篇에 이어 下篇 **堆垜術**을 저술하였다. 전술한 대로 그의 **四元玉鑑**에서 李尙爀은 **細艸**의 果垜疊藏, 茭艸形段에 들어 있는 堆垜術을 차례로 소개만 하였다. **翼算**의 **堆垜術**과 비교하면 구조적 접근에 의하여 그가 **玉鑑**의 堆垜術을 정리하고 더 나아가 새로운 결과를 얻어낸 것을 쉽게 알 수 있다. 그는 北宋 沈括의 **夢溪筆談**(Meng xi bi tan, 1095)의 隙積術([6])에서 시작하여 **玉鑑**에서 堆垜術이 완결되었다 - 堆垜之法發端於*沈存中隙積術* 大備於*朱漢卿四元玉鑑* - 고 하여 **玉鑑**의 결과를 중시하고 있다. 앞에서 논한 대로 **玉鑑**의 堆垜術은 전혀 구조적이지 못하다. 三角垜 계열의 순서도 전혀 맞지 않고, 이들 사이의 관계를 명확하게 나타내지 않고 있다. 다만 방정식의 예로 들면서 이들을 사용하고 있다. 이를 李尙爀은 완벽하게 조직화하여 **堆垜術**을 저술하였다. 이와 같은 내용은 李善蘭의 저서 **則古昔齋算學**(Ze gu xi zhai suan xue, 1867)의 **垜積比類**(Duo ji bi lei) 4권에 들어 있다. 출판 연도가 **翼算**보다 한 해 먼저이지만 이들 사이의 교류에 대한 증거는 전혀 없다. 더욱 중요한 것은 전술한 대로 半垜, 즉 截積에 관하여 **玉鑑**은 三角垜, 四角垜, 長方半垜의 경우만 취급하고 있는데 반하여 李尙爀은 모든 급수의 경우에 이들의 截積을 구하여 놓았다. 이들을 구하는 방법으로 그의 독창적인 分積法을 사용하여 截積을 구하여 三角垜, 四角垜 계열의 급수들이 가지고 있는 구조와 같이 이들의 截積도 같은 구조를 통하여 계산됨을 보이고 있다. 전술한 계차수열을 사용하여 구할 수 있는 경우는 이 방법도 병기하고 있다. 李善蘭은 截積의 문제를, 李尙爀은 李善蘭의 급수를 전혀 취급하지 않고 있다. 李尙爀의 堆垜術은 朝鮮 算學에서 체계를 갖춘 *독창적 이론*이다([3], [8]).

李尙爀의 **四元玉鑑**에서 여러 급수의 합을 구하는 방법을 **玉鑑**에서 인용하였는데 그는 이들을 확장하여 모든 경우에 급수의 합을 그 位數에 관하여 乘數, 除法을 가지고 구하는 것을 들고, 또 이를 다시 한번 설명하고 난 후 모두 11問을 예로 들어 이들의 결과를 설명하고 있다. **玉鑑**의 문제를 그대로 인용한 것은 如像招數 제4, 5問 뿐이고 그 나머지는 모두 그가 직접 설정하였다. 如像招數의 두 문제도 저자가 더 좋은 방법으로 문제를 해결할 수 있음을 보이기 위하여 선택하였다([3]).

이 결과는 南秉吉과 李尙爀이 **四元玉鑑細艸**를 철저하게 연구한 결과에서 얻어진 것이다.

3. 結論

19세기 이전의 朝鮮 算學은 **算學啓蒙**(1299), **楊輝算法**, **詳明算法**에서 크게 벗어나지 못하였다. 朱世傑의 **四元玉鑑**(1303)에 羅士琳이 草를 달아 **四元玉鑑細艸**(1835)를 출판하였는데 이 책이 朝鮮에 들어오면서 宋, 元의 算學에 대한 연구가 다시 시작되었다. 특히 **細艸**의 연구로부터 秦九韶, 李冶도 함께 연구되어 朝鮮 算學의 代數學 분야가 활발하게 시작된다. 특히 李尙爀, 南秉吉의 공동 연구로 朝鮮의 方程式論은 급격히 발전하게 된다. 초기적인 방법으로 **細艸**의 내용을 이해하는 과정으로 南秉吉의 **玉鑑細艸詳解**, 李尙爀의 **四元玉鑑**과 이에 기초한 **算學正義**, **翼算**을 비교 조사할 수 있어서 새로운 지식의 유입 과정과 그 발전 과정을 알 수 있는 사료로 중요한 의미가 있다. 두 사람은 공동 연구를 통하여 초기 과정부터 가장 중요한 부분만 택하여 연구하고

이들을 토대로 새로운 결과를 얻어낼 수 있었다. **翼算**(1868)이 출판된 다음 해에 南秉吉이 세상을 떠나므로 두 사람의 오랜 공동 연구가 끝나 더 이상의 결과가 나오지 않았다. 朝鮮 算學에서 가장 독창적인 연구 결과가 **翼算**을 끝으로 더 이상 발전하지 못하고 20세기 현대 수학으로 넘어가 그들의 결과가 이어지지 못하였다.

감사의 글 東北大學校 도서관에 소장되어 있는 南秉吉의 **玉鑑細艸詳解**를 구하여준 宮崎國際大學校의 洪停杓 교수와 임선주 박사 부부께 감사 드린다. 延世大學校 圖書館에 소장되어 있는 李尙爀의 四元玉鑑을 볼 수 있게 도와 준 金永元 과장님께 감사 드린다.

참고 문헌

1. 南秉吉, *玉鑑細艸詳解*, 東北大學校 圖書館.
2. 李尙爀, *四元玉鑑*, 延世大學校 圖書館.
3. 李尙爀, *翼算* 상편, 하편, 홍성사 역, 敎友社, 2006.
4. 朱世傑 撰, 羅士琳 補艸, *四元玉鑑細艸*, 國學基本叢書, 臺灣 商務印書館, 1967.
5. 中國科學技術典籍通彙 *數學卷* 全五卷, 河南敎育出版社, 1993.
6. *中國歷代算學集成*, 上, 中, 下, 山東人民出版社, 1994.
7. 韓國科學技術史資料大系, *數學編*, 1卷 - 10卷, 驪江出版社, 1985.
8. 홍성사, 朝鮮 算學의 堆垜術, 한국수학사학회지 19(2006), No. 2, 1-24.
9. 홍성사, 홍영희, 朝鮮 算學者 李尙赫의 方程式論, 한국수학사학회지 17(2004), No. 1, 1-14.
10. 홍성사, 홍영희, 朝鮮의 算學訓導와 算學敎授, 한국수학사학회지 19(2006), No. 3, 1-20.
11. 홍영희, 朝鮮 算學과 數理精蘊, 한국수학사학회지 19(2006), No. 2, 25-46.

The Korean Journal for History of Mathematics Vol. 20 No. 1 (Feb. 2007), 1-16

Mathematics in Chosun Dynasty and Si yuan yu jian

Department of Mathematics, Sogang University **Sung Sa Hong**
Department of Mathematics, Sookmyung Women's University **Young Hee Hong**

In the 19th century, Chosun mathematicians studied the most distinguished mathematicians Qin Jiu Shao(秦九韶), Li Ye(李冶), Zhu Shi Jie(朱世傑) in Song(宋), Yuan(元) Dynasty and they established a solid theoretical development on the theory of equations. These studies began with their study on Si yuan yu jian xi cao(四元玉鑑細艸) compiled by Luo Shi Lin(羅士琳). Among those Chosun mathematicians, Lee Sang Hyuk(李尙爀, 1810 ~?) and Nam Byung Gil(南秉吉, 1820 ~1869) contributed prominently to the research. Relating to Si yuan yu jian xi cao, Nam Byung Gil and Lee Sang Hyuk compiled OgGamSeChoSangHae(玉鑑細艸詳解) and SaWonOgGam(四元玉鑑), respectively and then later they wrote SanHakJeongEi(算學正義) and IkSan(翼算), respectively. The latter in particular contains most creative results in Chosun Dynasty mathematics. Using these books, we study the relation between the development of Chosun mathematics and Si yuan yu jian.

Key Words: Si yuan yu jian(四元玉鑑), Si yuan yu jian xi cao(四元玉鑑細艸), Nam Byung Gil(南秉吉), OgGamSeChoSangHae(玉鑑細艸詳解), SanHakJeongEi (算學正義), Lee Sang Hyuk(李尙爀), IkSan(翼算)

2000 Mathematics Subject Classification: 01A13, 01A25, 01A55, 12-03, 39-03

논문 접수: 2006년 12월 심사 완료: 2007년 2월