한국수학사학회지 제18권 제4호(2005년 11월), 1-16

朴繘의 算學原本

고려대학교 수학과 **김영욱**
ywkim@korea.ac.kr
서강대학교 수학과 **홍성사**
sshong@sogang.ac.kr
숙명여자대학교 수학과 **홍영희**
yhhong@sookmyung.ac.kr

17세기 이전에 조선 산학자가 저술한 산서로 그 출판 연대가 확인된 것은 肅宗 26년(1700)에 출판된 朴繘(1621-?)의 算學原本이 유일하다. 이보다 먼저 출판된 것으로 추정되는 산서는 慶善徵(1616-?)의 默思集算法이 있다. 조선의 산서로 算學原本은 天元術을 최초로 사용하고 있는 산서이고, 이는 그 후 여러 산서에서 인용되었다. 算學原本을 高麗大學校 도서관에서 찾아내었다. 이 논문은 算學原本의 역사적 가치와 함께 조선 산학의 발전에 끼친 영향을 조사하고, 이를 통하여 朴繘이 시대를 앞서간 뛰어난 수학자임을 확인한다.

주제어 : 朝鮮 算學者 朴繘, **算學原本**, 제곱근, 세제곱근, 古率, 徽率, 密率, 天元術, 高次方程式

0. 서론

현재 전해지고 있는 조선 산학자로 17세기에 태어난 학자는 **默思集算法**([10]의 1권)의 저자 慶善徵(1616-?), **算學原本**([2])의 저자 朴繘(1621-?), **九數略**([10]의 1권)의 저자 崔錫鼎(1646-1715), **籌書管見**([10]의 2권)의 저자 趙泰耉(1660-1723), **九一集**([10]의 2권)의 저자 洪正夏(1684-?)등이다. 이 중에 朴繘과 그의 저서 **算學原本**은 여러 저서에서 인용되고 있다. 즉 崔錫鼎의 **九數略**의 丙編 마지막의 古今算學 절에 "**東國則新羅崔文昌致遠精於藝數 我朝 南忠景在號精算 黃翼成喜通書數 儒家則徐文康敬德邃於數學 李文純滉 李文成珥 二先生俱明算法 近世朝士 金觀察始振 李參判慣 任郡守濬 朴殷山繘最著 術士則稱慶善徵**"과 같이 기록되어 있다. 또 **籌書管見**에 이들의 이름에 崔錫鼎을 "**崔存嵩錫鼎**"으로 더하여 東國明算法으로 인용하고 있다. 한편 黃胤錫(1729-1791)은 그의 **理藪新編**의 外編 **算學本源**([10]의 3권, [15])에 "**世傳算書有所謂算學原本乃本國人所編 -鶴城朴繘所編嘗經 殷山郡守沒後 其子斗世就正此書 于崔錫鼎序之刊行-**

而攷書或誤訛究其法多闕漏 今另加修潤正之補之遂載于 此蓋原本啓蒙之階梯 而吾此書又原本之階梯也"와 같이 언급하고 있다. 또 洪大容(1731-1783)은 그의 **湛軒書** 外集 卷四에 들어 있는 **籌解需用**([10]의 3권)의 總例의 引用書目에 중국에서 출판된 산서 元 朱世傑(Zhū Shì Jié)의 **算學啓蒙**(Suàn xué qǐ méng, 1299, [8, 9]), 明 程大位(Chéng Dà Wèi, 1533-1606)의 **算法統宗**(Suàn fǎ tōng zōng, 1592, [8, 9]), 淸 蔣守誠(Jiǎng Shǒu Chéng)의 **數法全書**(Shù fǎ quán shū), 宋 楊輝(Yáng Huī)의 **摘奇數法**(zhāi qí shù fǎ), 서양 利瑪竇 (Matteo Ricci, 1552 - 1610) 口授 明 李之藻(Lǐ Zhīzǎo, 1565 - 1630)의 **渾盖通憲**(Hún gài tōng xiàn)과 **律曆淵源**(Lǜ lì yuān yuán 1723)에 들어 있는 **數理精蘊**(Shù lǐ jīng yùn [8])과 함께 조선의 산서로 本國 *朴繘* **數原**, 즉 **算學原本**과 本國 慶善徵의 **詳明數訣**을 인용하고 있다. 이는 후에 邊彦廷이 **籌解需用**을 그대로 필사한 **籌學實用**([10]의 9권)에도 나타난다.

이와 같이 조선 산학에 중요한 영향을 끼친 것으로 알려진 **算學原本**이 지금까지 잃어 버려진 것으로 간주되었는데 이 산서가 고려대학교 도서관에 소장되어 있는 것을 찾아 이를 조사할 수 있게 되었다. 고려대학교 소장 **算學原本**은 목판본이다.

이 논문의 목적은 **算學原本**의 구성과 그 내용을 연구하는 것이다.

算學原本은 黃胤錫이 언급한대로 崔錫鼎이 서문을 썼고, 이어서 저자의 둘째 아들인 朴斗世(1650-1733)가 跋文을 썼다. 여기에서 崔錫鼎과 朴繘이 任濬과 학문적 교류를 한 사실을 적고 있다. 任濬에 대한 정보가 전혀 없는데 이 서문으로 보아 任濬은 朴繘과 동시대의 인물로 보인다.

이어서 본문은 상권 32쪽, 중권 26쪽, 하권 77쪽으로 되어 있는데, 고려대학교 소장본은 각 권에서 4쪽씩 빠져 있다. 그러나 黃胤錫의 **算學本源**이 **算學原本**의 문제를 교정하여 그대로 옮기고 있어서 빠져 있는 문제를 모두 복원할 수 있는데, 다만 마지막 쪽의 문제는 풀이를 보아 답을 완전하게 구하지 않은 채 끝내고 있어서 마지막 문제만 복원할 수 없었다.

차례로 **算學原本**의 상권, 중권, 하권에서 다루고 있는 내용을 조사한다.

사료는 가능한대로 1차 사료를 사용하고 조선 산학은 **韓國科學技術史資料大系 數學編**([10]), 중국 산학은 **中國科學技術典籍通彙**(Zhōng guó kē xué jì shù diǎn jí tōng huì) **數學卷**(Shù xué juàn, [8])과 **中國歷代算學集成**(Zhōng guó lì dài suàn xué jí chéng, [9])을 참고하고, 2차 사료로 [3], [5], [6], [7], [16], [17]을 이용한다.

1. 算學原本 上卷

南宋의 楊輝는 **乘除通變算寶**(Chéng chú tōng biàn suàn bǎo, 1274) 세 권, **續古摘奇算法**(Xù gǔ zhāi qí suàn fǎ, 1275) 두 권, **田畝比類乘除捷法**(Tián mǔ bǐ lèi chéng chú jié fǎ, 1275) 두 권을 통합하여 **楊輝算法**(Yáng Huī suàn fǎ, [8, 9])으로

출판하였다. **楊輝算法**은 朱世傑의 **算學啓蒙**과 함께 조선 산학에 가장 큰 영향을 끼친 산서로 잘 알려져 있다. **楊輝算法**과 **算學啓蒙** 모두 조선에서 인쇄된 것이 중국으로 재수출되었다. **楊輝算法**은 明의 洪武(hóng wǔ) 11년(1378) 古杭勤德書堂(gǔ háng qín dé shū táng)에서 인쇄된 것을 世宗 15년 (1433)에 慶州府에서 복각한 것이 현존하는 가장 오래 된 판본이다. 朴繘의 **算學原本** 上卷은 **楊輝算法**의 **續古摘奇算法 卷下**에 들어 있는 제곱근을 구하는데 사용되는 일차 보간법과, 이를 통하여 구한 근사값에서 원래 참값을 구하는 문제를 句股術을 통하여 정리한 것이다.

이를 현대적인 용어를 사용하여 정리하면 다음과 같다.

방정식 $ax^2 - c = 0$의 해의 정수 부분을 α라 하면 增乘開方法([4, 11, 12, 14])을 사용하여 次商을 구하기 위한 방정식은 $ay^2 + 2a\alpha y + (a\alpha^2 - c) = 0$이다. 이 때 이 방정식의 해의 근사값으로 일차 보간법을 사용하여 $y = \dfrac{c - a\alpha^2}{a + 2a\alpha}$을 얻어 주어진 방정식의 해, 즉 $\sqrt{\dfrac{c}{a}}$의 근사값은 $\alpha + \dfrac{c - a\alpha^2}{a(1 + 2\alpha)}$이 되는데, 이를 이 논문에서는 주어진 *방정식의 근사해*라 하자.

주어진 근사해, 즉 제곱근의 근사값에서 원래 주어진 $\dfrac{c}{a}$를 구하는 문제를 **楊輝算法**의 **續古摘奇算法 卷下**에서 *還元術*이라 하였다. 물론 정수 부분 초상 α가 주어지므로 차상의 근사값, 즉 분수 부분 $\dfrac{c - a\alpha^2}{a(1 + 2\alpha)}$의 분모$a(1 + 2\alpha)$에서 a를 구하고 이어서 분자 $c - a\alpha^2$ 에서 c를 구하면 쉽게 $\dfrac{c}{a}$를 구할 수 있다.

한편 **續古摘奇算法 卷下**에 있으며 지금은 전해지지 않는 **辨古通源**(Biàn gǔ tōng yuán)에 인용된 환원술은 다음과 같다.

차상의 근사값의 분모와 분자를 각각 $A = a(1 + 2\alpha)$, $B = c - a\alpha^2$라 놓으면

$$\frac{c}{a} = \frac{(A\alpha + B)^2 + (A - B)B}{A^2} \quad \cdots \text{(R)}$$

을 써서 구하는 것을 뜻한다. $A\alpha + B$는 제곱근의 근사해를 통분하여 얻어지는 분자이다.

실제로 조선에서 간행된 **楊輝算法**에는 **辨古通源**을 인용하였지만 위의 식 (R)은 나타나지 않는데 반하여, 黃胤錫의 **算學本源**과 조선에서 간행된 **楊輝算法**([9])을 일본에서 가장 유명한 산학자인 關孝和(Seki Kowa, 1642-1708, [18])가 1661년에 訂寫를 마친 **楊輝算法**([8])에 식 (R)이 나타나 있다. [8]에는 $\sqrt{1300}$의 근사해로 $36\frac{4}{73}$를 구하고, 다시 환원술을 사용하여 1300을 구하는 문제가 첨가 되어있다. **算學原本**과 **算學本源**의 내용으로 보아 식 (R)과 이를 활용한 산학이 **楊輝算法**과 함께 조선에서 일본

으로 전달된 것으로 보인다. [8]에는 **楊輝算法**의 배열 순서를 **續古摘奇算法**과 **田畝比類乘除捷法**을 바꾸어 **續古摘奇算法**을 제일 뒤에 적고 나서 [9]의 **田畝比類乘除捷法**의 마지막에 들어 있는 판각에 대한 후기를 적어 놓고 있다([8, 9]).

한편 **算學原本**의 판각은 각 쪽이 10行 20字를 정확히 지키고 있는데, 黃胤錫의 **算學本源**을 통하여 상권에서 빠져 있는 부분인 처음 4쪽을 다시 재생해 보면 朴緖은 이 부분에서 처음 다섯 문항을 취급하면서 **楊輝算法**에 들어 있는 근사해를 구하는 방법과 위의 식 (R)을 모두 언급한 것으로 보인다.

상권에서 취급하고 있는 항목은 모두 41개인데 이는 다시 세 분야로 나뉘어 진다.

(A) 첫째 분야는 직각삼각형에서 두 변을 알고 句股術을 사용하여 나머지 변을 구하는 문제들이다. 직각삼각형의 句, 股, 弦을 각각 x, y, z으로 나타내면, 이 분야는 다시 세분되어 다음과 같이 나뉘어져 있다.

(I) $x=4,\ y=9$ (문항 1 - 3). (II) $x=4,\ z=9$ (문항 4 - 6).

(III) $y=5,\ z=7$ (문항 7 - 9). (IV) $x=4\frac{1}{2},\ y=9$ (문항 10 - 14).

(V) $x=4\frac{1}{2},\ y=6\frac{1}{3}$ (문항 15 - 22).

이들 경우에 위에서 언급한 방법을 사용하여 제곱근과 또 그 근사해를 구하고, 또 근사해에서 환원술을 이용하여 참값을 구하는 것을 설명하고 있다. 참값이 구해짐에도 보간법을 사용하여 근사해를 구하여 *두 개의 답을 허용하는 문항*이 많이 들어 있다.

예를 들어 제 11문에서 방정식 $4x^2-81=0$의 해로 참값 $4\frac{1}{2}$과 근사해 $4\frac{17}{36}$을 동시에 언급하고 있다. 또 이 경우에 $\sqrt{\frac{a}{b}}=\frac{\sqrt{ab}}{b}$로 계산 할 수 있는 것도 언급하고 있다. 또 중권에서 세제곱근도 $\sqrt[3]{\frac{a}{b}}=\frac{\sqrt[3]{ab^2}}{b}$을 이용하여 계산하고 있다.

위의 문항 배열을 보면 朴緖이 초보적인 자연수로 시작하여 마지막에 주어진 조건이 모두 분수인 경우를 취급하고 있다. 그의 저서가 수학을 정확히 이해하고 이를 교육적으로 사용하려고 한 것을 나타내고 있다.

(B) 두 번째 분야는 두 개의 항목으로 이루어져 있는데 위의 기호를 그대로 사용하면 $x:y:z=3:4:5$인 경우 두 변을 알고 나머지 한 변을 구하는 데에 비례를 이용하여 쉽게 계산하는 것을 다루고 있다. 실제로 문항 23은 $x=9,\ y=12$의 경우에 句股術을 사용하여 z을 계산하는 방법과 함께 $z=\frac{5x+5y}{7}$를 이용하여 계산 할 수 있음을 설명하고 있다. 풀이의 "*右一段句三股四弦五相准之田也 方五斜七 亦可通用*"의 문장에서 위에서 주어진 비례식을 이용한 것으로 추정된다. 또 위의 *비례식*을 이용하여

다음과 같은 식을 얻어내었다.

(I) $x=\dfrac{3(x+z)}{8}$, $z=\dfrac{5(x+z)}{8}$ (II) $y=\dfrac{4(y+z)}{9}$, $z=\dfrac{5(y+z)}{9}$

(III) $x=\dfrac{3(x+y+z)}{12}$, $y=\dfrac{4(x+y+z)}{12}$, $z=\dfrac{5(x+y+z)}{12}$,

$x+y=\dfrac{7(x+y+z)}{12}$, $x+z=\dfrac{8(x+y+z)}{12}$, $y+z=\dfrac{7(x+y+z)}{12}$

이 경우에 $x+z, y+z, x+y+z$를 각각 *句弦和, 股弦和, 弦和和*로 나타내고 비례식에서부터 구하는 것을 설명하고 있다. 저자는 "**方五斜七 亦可通用**"이라 하였는데 이는 $x=y$인 경우 $z^2=2x^2$, 즉 $z=\sqrt{2x^2}=\sqrt{2}x$에서 $\sqrt{2}$의 근사값으로 $\dfrac{7}{5}$을 택한 것을 뜻한다. 실제로 $(\dfrac{7}{5})^2=\dfrac{49}{25}\approx\dfrac{50}{25}=2$로 보아 동양 수학에서는 일찍부터 $\sqrt{2}\approx\dfrac{7}{5}$을 사용하였다. 따라서 $z=\dfrac{7}{5}x$, 즉 $5z=7x$에 의하여 정사각형의 한 변과 대각선을 비례관계로 보아 계산하는 것을 뜻하는데 위에서 취급한 경우는 이 경우에 해당되지 않는 것이므로 위의 비례식에서 얻어지는 것과 구별되어야 하는데 이를 같은 것으로 저자가 오해하고 있다.

(C) 마지막으로 *方面求弦術*, 즉 $x=y$인 경우에 z을 구하는 경우와 이의 역연산을 다루고 있다. 즉 정사각형의 한 변을 알고 그 대각선$(=\sqrt{2x^2})$, 또 반대로 대각선을 알고 한 변$(=\sqrt{\dfrac{z^2}{2}})$을 구하는 문제를 다루고 있는데, $x=3$, $x=3\dfrac{1}{2}$의 순서로 (A)에서 다룬 것과 같은 방법을 사용하여 z의 근사해를 구하고 또 이 근사해에서 원래의 x 값을 구하고 있다(문항 26 - 30). 또 $z=3\dfrac{1}{2}$의 경우, x를 구하는 문제를 다루고 있다(문항 31 - 33). 같은 종류의 문제를 원에 내접하는 정사각형에서 한 변 $(=x)$, 지름 $(=z)$ 사이의 문제도 위의 경우와 같으므로 같은 방법으로 해결하고 있다(문항 34 - 37).

한편 앞에서 언급한 정사각형의 한 변 x와 대각선 z사이에 $5z=7x$을 이용하여 근사값을 구할 수 있는데 이를 저자는 *方五斜七術*이라 부르고 이를 이용하여 한 변에서 대각선, 또 대각선에서 한 변을 구하는 문제를 다루고 있다(문항 38 - 41). 특히 제41문에서 $x=2\dfrac{1}{7}$에서 $5z=7x$을 이용하여 $z=3$을 구한 후 다음과 같이 언급하고 있다.

"**方斜之於開方多少之差 在尺寸則甚微 而面求弦至七十尺則方斜之不及開方者幾滿一尺 弦求面至七十尺則方斜之過開方亦己過半尺矣 故曰方五斜七僅可施於尺寸之間 其可用於百步之外**"

즉 $x=70$의 경우 제곱근을 계산하여$(\sqrt{2}\times 70)-(\frac{7}{5}\times 70)\ <\ 1$,

$z=70$의 경우 같은 방법으로 $(\frac{5}{7}\times 70)-(\frac{70}{\sqrt{2}})\ <\ 0.5$

라고 주장하여, 方五斜七術을 사용할 때 생길 수 있는 오차의 한계를 다루고, 따라서 $x, z\ <\ 100$의 경우에 그 오차를 무시할 수 있다는 것을 언급하고 있다. 실제로 $\frac{70}{\sqrt{2}}\approx 49.4974$이므로 $(\frac{5}{7}\times 70)-(\frac{70}{\sqrt{2}})>0.5$이지만 $(\frac{5}{7}\times 70)-(\frac{70}{\sqrt{2}})<0.503$이므로 위와 같이 언급해도 무방하다고 보아야 할 것이다.

이를 **楊輝算法**의 **續古摘奇算法 卷下**의 다음 문장과 비교하면 朴緖이 근사값에 대한 깊은 이해를 하고 있음을 알 수 있다.

"假如自方五尺計積二十五尺 取方面爲句爲股 依術句五股五各自乘併 而爲五十開平方求弦得七尺 多餘積一尺
張丘建算經 問圓材徑二尺一寸得方面幾何
答曰 一尺五寸 李淳風注 開方除之爲一尺四寸二十五分寸之二十一
術云 五乘徑寸以七除之 卽方五斜七之義 李淳風之注 有寸下二十五分寸之二十一 亦方五斜七之義
徑卽弦也 句股術曰徑 二尺一寸 自乘半之 爲二尺二寸五釐 開平方除之 得句面一尺四寸二百八十一分寸之二百四十五 用辨古通源 開方不盡法則(方五斜七非其法)也"

上卷에서 저자는 句股術을 이용하여 제곱근과 그 근사값, 또 이에서 환원을 논하고 있는데 이를 통하여 근사값과 오차의 한계의 구조를 정확하게 나타내고 있다.

2. 算學原本 中卷

算學原本의 中卷은 양은 가장 작지만 산법에서 가장 기초가 되는 분수의 계산을 원과 구의 지름, 원의 둘레, 넓이 및 구의 부피들 사이의 관계식을 통하여 익히게 하고, 또 특이한 것은 소수를 도량형을 사용하지 않은 채 우리가 현재 사용하고 있는 방법을 써서 나타내고 이들을 계산하고 있다. 특히 上卷에서 다룬 분수의 제곱근과 더불어 분수의 세제곱근을 계산하는 법을 설명하고 있다.

이들의 문제를 원주율 π의 값을 古率$(=3)$, 劉徽가 계산해낸 徽率$(=\frac{157}{50}=3.14)$, 祖冲之(Zǔ Chōng Zhī)가 계산해낸 密率$(=\frac{22}{7})$에 대하여 각각 다음과 같은 문제를 10개씩 다루어 분수의 계산을 익숙하게 하였다. 徑$(=d)$, 周$(=c)$, 平積$(=a)$, 立積 $(=v)$사이에 아래 표에 나타나는 관계식을 이용하고 있다.

중권에서 취급하고 있는 항목만을 아래 표에서 나타내고 또 古率의 경우에 제1문항부터 제10문항까지의 번호를 (I)부터 (X)까지 나타내었다. 한편 지름이 d인 구의 부피는 **九章算術**(Jiŭ zhāng suàn shù, [1, 8, 9])부터 사용하고 있는 $v=\frac{\pi^2}{16}d^3$을 사용하고 있는 것에 주의하자. 우리가 사용하고 있는 구의 부피, 즉 $\frac{4\pi}{3}(\frac{d}{2})^3=\frac{\pi}{6}d^3$을 저자는 사용하지 않고 있는데, 의의 부피 공식은 조선 산학에서 계속하여 통용되었다.

저자는 문항 (I)부터 (X)까지를 다음과 같이 나타내었다.

(I) 平徑求積 (II) 平積求徑 (III) 平周求積 (IV) 平積求周 (V) 平徑求周
(VI) 平周求徑 (VII) 立徑求周 (VIII) 立積求徑 (IX) 立周求積 (X) 立積求周

	徑 d	周 c	平積 a	立積 v
徑 d	∘	$\frac{c}{\pi}$ (VI)	$\sqrt{\frac{4a}{\pi}}$ (II)	$\sqrt[3]{\frac{16v}{\pi^2}}$ (VIII)
周 c	πd (V)	∘	$\sqrt{4\pi a}$ (IV)	$\sqrt[3]{16\pi v}$ (X)
平積 a	$\frac{\pi}{4}d^2$ (I)	$\frac{c^2}{4\pi}$ (III)	∘	∘
立積 v	$\frac{\pi^2}{16}d^3$ (VII)	$\frac{c^3}{16\pi}$ (IX)	∘	∘

楊輝는 **楊輝算法**의 **田畝比類乘除捷法** 上卷의 圓田六法隨取用에서 "**周步問積者用周自乘十二而一, 或用半周自乘三而一, 徑步問積者徑自乘三之四而一, 或用半徑自乘三之, 周徑問積者周徑相乘四而一, 或用半周半徑相乘 (以上六法竝周三徑一)**" 즉 古率의 경우에 朴繘이 취급한 문제의 일부를 다루고 있고, 또 徽率, 密率의 경우에 대하여 언급하고 있다. 또 楊輝는 **楊輝算法**의 **續古摘奇算法**의 方圓論에서 古率, 徽率, 密率을 다루고 있다. 朴繘은 같은 지름을 가지는 원의 넓이와 구의 부피 관계를 제외한 모든 경우를 다루고 있는 것을 보면 저자는 **楊輝算法**을 연구한 후 독창적으로 모든 경우를 취급하고 있는 것을 알 수 있다.

中卷에서 주어진 d, c, a, v는 古率, 徽率, 密率의 경우 차례로 늘어놓으면 다음과 같다. 즉, 세 경우 모두 $d=2\frac{1}{2}$로 계산하고, 모든 답이 아래 표와 같이 주어지므로 중권의 각 문항에서 "答曰" 부분은 생략되어 있다.

	古法	徽法	密法
徑	二尺二分尺之一	二尺二分尺之一	二尺二分尺之一
周	七尺二分尺之一	七尺二十分尺之一十七	七尺七分尺之六
平積	四尺一十六分尺之一	四尺三十二分尺之二十九	四尺五十六分尺之五十一
立積	八尺一百二十八分尺之一百一	九尺二千五百六十分尺之一千六百九	九尺一千五百六十八分尺之一千一十三

각 문항에서 이 답이 얻어지는 과정을 보여 주고 있는데, 거의 모든 경우에 그는 "尺"을 사용하지 않고 숫자만 사용하여 계산하고 있다. 또 제14문부터 10,000보다 큰 수는 萬 단위까지는 제대로 읽고 그 다음부터는 千, 百, 十 등을 생략하여 나타내고 있다. 예를 들면 49,298을 "**四萬九二九八**", 63,101은 "**六萬三一空一**", 39,438,400을 "**三千九百四十三萬八四**"로 나타내고 있다. 또 거의 모든 동양의 산서에서 小數 표시는 도량형의 단위를 이용하여 나타내고 있다. 즉, 1971.92를 일반적으로 "**一千九百七十一尺九寸二釐**"와 같이 나타내는데, 朴繘은 이를 "**一千九百七十一尺九二**"와 같이 하여 나타내었다. 이들 방법은 17세기 중엽의 것으로 보기는 어려울 정도로 현대적이며, 현재 우리가 사용하고 있는 자리수 표시 방법과 일치한다. 그의 독창적인 사고를 읽을 수 있다. 이 경우 저자가 Matteo Ricci와 李之藻가 C. Clavius(1537-1612)의 **Epitome Arithmeticae Practicae**(1583)와 程大位의 **算法統宗**(1592)을 기초로 하여 저술한 **同文算指**(Tóng wén suàn zhī, 1613)([8, 9])에 나와 있는 자리수 표현 방법을 접할 수 있었을 가능성은 있지만, 朴繘이 천 단위 이하의 경우에만 자리수 표현 방법을 사용하고 있는 것은 서로 다르다.

또 하나의 특징은 약분을 시행하는데 나눗셈을 한 후 진분수의 상태에서 약분을 하고 다시 대분수 형태로 변환하는 과정을 거치고 있다. 예를 들면 $\frac{40}{16}=2\frac{8}{16}=2\frac{1}{2}$ $=\frac{5}{2}$의 과정을 "**不滿法者各八約之**"로 나타내고 있다.

저자의 수학적 사고가 가장 잘 나타나는 예로 제4문을 들겠다.

平積求周 積通分內子七十五 十二之九百 分母十六之 一萬四千四百 開方 一百二十 又十六而一 不法滿者命之
又術 九百爲實 十六爲隅開之
又術 十六除九百得五十六尺四分尺之一 通分內子二百二十五 開方得十五 又開方分母四得二 報除不滿法者命之

이를 설명하면 다음과 같다. 平積($=a$)이 $4\frac{11}{16}$인 경우에 周 $c=\sqrt{4\pi a}$ ($\pi=3$)를 구하는 문제로, 먼저 $4\frac{11}{16}$을 통분한 분자 (通分內子$=75$)에 $4\pi=12$를 곱하여 900을 얻는다. $\sqrt{4\pi a}=\sqrt{4\pi\times\frac{75}{16}}=\sqrt{\frac{12\times 75}{16}}$을 구하는데 $\sqrt{\frac{a}{b}}=\frac{\sqrt{ab}}{b}$를 이용하여 $\sqrt{900\times 16}=120$을 구한 후 이를16으로 나누어 $\frac{120}{16}=7\frac{1}{2}$을 얻는 과정이다.

한편 방정식 $16x^2-900=0$을 풀면 그 해가 구하는 周이다.

마지막으로 $\frac{900}{16}=56\frac{1}{4}$을 얻어 이를 다시 通分內子하여 225를 얻어 $\sqrt{225}=15$를 얻는다. 분모4의 제곱근 2를 얻어 $\frac{15}{2}$를 얻을 수 있다. 즉 $\sqrt{\frac{900}{16}}=\sqrt{56\frac{1}{4}}$

$=\sqrt{\frac{225}{4}}=\frac{\sqrt{225}}{\sqrt{4}}=\frac{15}{2}$ 를 얻는 과정을 설명하고 있다. 이 경우에 $\frac{900}{16}$ 을 4로 약분하면 바로 $\frac{225}{4}$ 인데 위에서 언급한 대로 나눗셈을 한 후 약분을 하고 다시 이를 대분수로 바꾸어 얻어내고 있다. 저자는 이 방법을 계속하여 사용하고 있다.

같은 문제를 徽率 $\pi=\frac{157}{50}$, $a=4\frac{29}{32}=\frac{157}{32}$ 을 써서 풀어놓은 제14문을 본문은 생략하고 그의 풀이 과정만 알아보자. $4\pi=4\times\frac{157}{50}=\frac{2\times 157}{25}$, $4\pi a=\frac{314a}{25}$ 에서, 그 분자는 $314\times 157=49298$ 이므로 $\frac{49298}{25}=1971.92$ 를 얻는다. 한편 a 의 분모 32 때문에 $\sqrt{4\pi a}=\frac{\sqrt{1971.92\times 32}}{32}=\frac{\sqrt{63101.44}}{32}=\frac{251.2}{32}$ 를 얻는다. 이를 "各進一位"하여 $\frac{2512}{320}=7\frac{272}{320}=7\frac{17}{20}$ 을 얻어낸다. 위의 "各進一位", 즉 분자 분모에 10을 곱하여 소수를 없애는 방법도 조선의 산서에는 흔하게 나타나지 않는 것으로, 도량형의 단위를 사용한 소수 표시의 단점을 극복한 것으로 볼 수 있다.

다른 방법으로 $\sqrt{\frac{314\times 157}{25\times 32}}=\sqrt{\frac{49298}{800}}=\frac{\sqrt{49298\times 800}}{800}$ 에서 위와 같은 방법으로 약분하여 周를 얻는다. 또 앞에서와 같이 周를 방정식 $32x^2-1971.92=0$ 의 해로 구하는 것과 $\sqrt{\frac{1971.92}{32}}=\sqrt{\frac{197192}{3200}}$ 로 하여 위의 방법으로 약분하여 周를 구하고 마지막으로 $\sqrt{\frac{49298}{800}}=\sqrt{61\frac{249}{400}}=\sqrt{\frac{24649}{400}}=\frac{157}{20}$ 로 계산하는 방법을 모두 들어 놓았다.

立積求徑과 立積求周의 경우도 $\sqrt[3]{\frac{a}{b}}=\frac{\sqrt[3]{ab^2}}{b}$ 을 이용하거나, 방정식 $bx^3-a=0$ 의 해와 $\frac{a}{b}$ 를 미리 정리하여 세제곱근을 구하는 것은 위에서 들은 예와 같다.

저자는 密率 平積求周의 경우 $\sqrt{\frac{88}{7}\times\frac{275}{56}}$ 를 계산하여야 하는데 88×275 가 7로 나누어 떨어지지 않으므로 이를 $\frac{\sqrt{\frac{88\times 275\times 56}{7}}}{56}$ 으로 계산하였다. 한편 이는 두 개의 방정식 $7x^2-1{,}355{,}200=0$, 혹은 $392x^2-24{,}200=0$ 의 해로 구하여지는 것을 언급하고, 특히 후자의 경우 보간법을 이용하여 근사해를 구한 후 다시 환원술을 이에 적용하는 것을 자세히 설명하고 있다. 앞에서 언급한 대로 제15문부터 제20문까지 失傳되었는데, 특이하게 密徑求周, 密周求徑, 徽徑求周, 徽周求徑 네 문제가 제일

뒷부분에 남아 있다. 물론 가장 간단히 계산되는 부분이라는 생각을 하면 의미 있는 것이지만 古率의 경우와 비교하면 순서가 바뀐 것이다.

中卷의 마지막에는 정사각형, 정육면체, 삼승방면 (= 사차원 정다면체)의 한 변과 그 부피의 관계로 제곱, 세제곱, 네제곱을 구하고, 또 이들의 제곱근, 세제곱근, 네제곱근을 구하는 문제 6문항을 첨가하였다.

3. 算學原本 下卷

앞에서 논한 **算學原本**의 상, 중권은 그 자체로 의미가 있지만 하권의 준비로 볼 수 있다. 하권에서 다루는 내용은 天元術([4, 13])을 이용한 다항식의 연산과 이를 기초로 하여 다항방정식을 구성하고 또 增乘開方法을 이용하여 이를 해결하는 18개의 문항과 마지막에 衰分(cuī fēn) 문제 3개, 일차 연립방정식 문제 1개를 취급하고 있다. 1700년 이전에 출판된 것으로 추정되는 慶善徵의 **默思集算法**에는 전혀 天元術이 나타나지 않는 반면에 洪正夏의 **九一集**에는 天元術이 나타난다. **九一集**의 雜錄에 다음 문장이 들어 있다.

"癸巳閏五月二十九日 余與劉生壽錫 入館中 餘五官司曆何國柱論筭"

문장에서 계사년은 肅宗 39년(1713)이고 또 洪正夏의 나이로 보아 **九一集**은 적어도 1713년 이후에 출판된 것으로 보아야 한다. 따라서 朴緖의 **算學原本**은 조선의 산학자가 저술한 산서로 天元術을 사용한 최초의 것임에 틀림없다. 물론 일찍부터 조선에서 **算學啓蒙**이 중요한 산서로 연구되었으므로 이들에 대한 연구는 충분히 이루어 졌으리라 보지만, 현재까지 전해지는 출판된 산서로는 최초임을 인정해야 한다.

算學啓蒙에서 天元術은 하권의 開方釋鎖門에 나타나는데 단순한 方田, 즉 정사각형들의 넓이의 합의 조건에서 그 변들을 구하는 문제가 제12, 13, 21, 22, 25문이고 원의 넓이나 구의 부피와 함께 정사각형의 넓이, 정육면체의 부피의 합이 주어진 조건에서 이들의 변과 지름을 구하는 문제를 다룬 것이 제26, 27, 31, 32, 33문이다([8, 9]). **算學原本**의 하권에서는 모든 문제에서 적어도 하나의 조건으로 원이나 구가 들어 있고, 또 삼차원 정육면체를 넘어서 四乘方, 즉 5차원 정다면체의 부피가 포함되는 문제를 다루어 5차방정식을 구성하고 있다. 洪正夏의 **九一集**에도 유사한 문제가 나오는데 그는 九乘方, 즉 10차원 정다면체까지 확장하여 10차방정식을 풀고 있다. **算學啓蒙**의 단순한 확장으로 볼 수도 있지만 洪正夏는 朴緖의 **算學原本**을 연구하여 이를 확장하였을 가능성도 있는 것으로 보인다.

하권의 내용을 알아보자.

먼저 古圓($\pi = 3$), 密圓($\pi = \frac{22}{7}$), 徽圓($\pi = \frac{157}{50} = 3.14$)에 대하여 바로 이해하기 어려운 문장, 예를 들면 "徑四段 周十二段" "徑二十八段 周八十八段"등을 나

열하였는데, 이들은 π의 값에 따라 中卷에서 다룬 관계식에서 원의 지름 d, 넓이 a, 구의 부피 v와 둘레 c 사이의 관계를 나타내는 것으로 古圓, 密圓, 徽圓의 경우 각각 다음과 같다.

(I) $\pi=3$의 경우 : $3d^2=4a,\ c^2=12a,\ 16v=9d^3,\ 48v=c^3$

(II) $\pi=\dfrac{22}{7}$의 경우 : $22d^2=28a,\ 7c^2=88a,\ 484d^3=784v,\ 7c^3=352v$

(III) $\pi=\dfrac{157}{50}$의 경우 : $157d^2=200a,\ 25c^2=314a,\ 24{,}649d^3=40{,}000v,$

$$25c^3=1{,}256v$$

예를 들어 마지막 두 식을 "徑四萬段 周一千二百五十六段"으로 나타내고 있다.

이 설명 끝에 그는 "*反覆參考* 則平立周徑分段之義 不難曉矣"라는 문장을 넣어 反覆參考, 즉 귀납적으로 그 구조를 얻어내어 쉽게 이해할 수 있다고 하였다.

이어서 "平方平圓第二位倍之 立方立圓第二位第三位三之者 問何義"에 대한 답으로 **續古摘奇算法**의 "辨古通源曰 平方二因 立方三因"을 인용한 후, 제곱근, 세제곱근, 네제곱근을 增乘開方法을 사용하여 次商을 위한 방정식을 얻는 과정을 설명하고 있다. 秦九昭(1202-1261)의 **數書九章**(1247, [8, 9])으로 시작하여 **算學啓蒙**에 이르기까지 거의 모든 산서에서 예를 통하여 설명하는데, 朴繘은 차상을 위한 방정식이 이차방정식의 경우 일차항을 方法 혹은 第二位, 이차항을 隅, 삼차방정식의 경우 일차항을 方法, 이차항을 廉法 혹은 第三位, 삼차항을 隅, 사차방정식의 경우 일차항을 方法, 이차항을 下廉, 삼차항을 上廉 혹은 第四位, 사차항을 隅로 나타내어 숫자를 사용하지 않고 다항식을 나타내어 일반적으로 增乘開方法을 설명하고 있다. 더욱 중요한 차이는 秦九昭의 **數書九章**에서 보이듯이 商의 자리수만 가지고 조립제법을 시행하여 계수와 商을 바로 곱한 결과를 쓰지 않고 계수의 자리수를 늘려서 계산한 수를 다시 二退, 三退하여 次商을 위한 방정식을 구성하는 번거로움이 있었는데 저자는 바로 商을 바로 전에 얻어진 계수와 곱해서 다음 계수와 더하는 과정, 즉 현재 사용하고 있는 조립제법으로 增乘開方法을 설명하고 있다. 秦九昭의 방법은 그 후 **算學啓蒙**, **九一集**등 모든 산서에서 사용되고 있는데 반하여, 朴繘의 산서는 17세기의 것으로 보기 어려울 정도로 뛰어난 것이다. 초상을 α라 하면 a의 제곱근, 세제곱근, 네제곱근의 次商을 위한 방정식은 각각

$$y^2+2\alpha y+(a-\alpha^2)=0,\ y^3+3\alpha y^2+3\alpha y+(a-\alpha^3)=0,$$
$$y^4+4\alpha y^3+6\alpha y^2+4\alpha y+(a-\alpha^4)=0$$

임을 쉽게 알 수 있다. 또 마지막으로 "其四乘方以上皆可類推之也"라 하여, 위의 *反覆參考*와 *皆可類推之*에서 그의 수학적 구조에 대한 이해를 읽을 수 있다.

이상의 준비를 마친 후 전술한대로 모두 18문항을 통하여 天元術을 사용하여 방정식을 구성하였다. 모든 경우에 여러 종류의 넓이와 부피의 합이 주어지고 그들의 변

이나 지름, 혹은 둘레를 구하는 것으로 방정식의 상수항은 음수이어야 하는데 모두 표시가 되어 있지 않다. 문제의 조건에 들어 있는 일차식의 경우는 음수를 제대로 표시하였다. 그 나머지 경우에 음수 표시가 비교적 제대로 되어 있지 않는데 반하여 그 다음 과정의 계산은 정확한 것으로 보아, 판각을 하는 사람의 잘못일 수도 있다. 또 하나 특이한 점은 제11문부터 나타나는데 일차항의 계수가 소수로 주어 진 경우 예를 들면 제12문에서 $(0.25x-1)^2$, $(0.25x-1)^3$ 등의 산대 표시를 각각 $(0.025x-1)^2$, $(0.0025x-1)^2$ 등으로 나타내었다. 이는 앞에서 말한 "二退, 三退"의 생각을 완전히 떨치지 못하고 있는 것으로 보인다. 그러나 실제로 위의 식을 계산한 결과를 보면 원래대로 계산하여 전혀 방정식의 구성에는 문제가 없는 것으로 되어 있다. 또 제11문 ~ 제16문에서 취급한 방정식의 해법에서 飜法이 들어 있는데 이를 모두 "飜法開之"라고 나타내었다. **算學啓蒙**의 경우와 마찬가지로 상수항에서 飜法이 나타나지 않는 경우들이다([12]). 저자가 **算學啓蒙**을 제대로 연구한 것을 나타내고 있는 대목이다.

제1문항 다음에 $(ax+b)^n$의 전개식에서 $n=2, 3, 4$의 경우 $a=2, 3, \ldots, 10$에 대하여 각 항의 계수의 변화를 적어 놓았다. 4차의 경우도 1차항부터 3차항까지를 $a=3$의 경우까지 설명하고 "餘可類推之也"라 하고, 특히 $n=5$, 즉 5차식의 전개의 경우 $a=2$의 경우를 설명한 후 "餘可引而伸之"라 하였다. 이러한 사고의 틀은 劉徽가 **九章算術**의 주의 서문에 밝힌 이래([1]), 동양의 산학에 이어지는 것으로 특히 朴繘은 이를 강조하고 있다.

그의 記法 가운데 가장 이상한 것은 "a 分之b"인데 그는 이를 모든 산서에서와 달리 $\frac{a}{b}$, 즉 "a 分之"를 a를 곱하는 것으로 이해하고 그 다음에 b로 나누는 것으로 하여 "三分之二一分半者 四分之二卽二分之一 之三除不盡通分"등이라고 제3문 뒤에 이들을 나열해 놓았다. 저자는 제2문에서 "平方面爲四乘方二分之一 三乘方三分之一 立方面四分之一"의 조건을 정사각형의 한 변이 $(x+1)$일 때 사승방, 삼승방, 정육면체의 한 변을 각각

$$2(x+1),\ 3(x+1),\ 4(x+1)$$

로 놓고 문제를 풀고 있다. 또 그가 연구하였을 것으로 추정되는 **算學啓蒙**의 하권 之分齊同門에도 a 分之b를 $\frac{b}{a}$로 정의되었는데 알 수 없는 일이다. 또 하나 일반적으로 사용하는 용어와 다른 것은 少半, 太半이다. **算學啓蒙**의 總括 明異名訣에 "二分之一爲中半 三分之一爲少半 三分之二爲太半 四分之一爲弱半 四分之三爲强半"이라 하고 이는 일반적으로 받아 들여 지고 있는데, 朴繘은 四分之一爲少半 四分之三爲太半이라 하고 이를 모든 자리에 사용하였다. 예를 들면 1.125를 "一分一少", 4.6875를 "四分六八太"와 같이 나타내었다. 제18문에서는 미지수를 선택하는 방법에 따라 계산을 줄일 수 있음을 보여주고 있다.

"今有六段共積二千四百三十二萬七三八八尺半 只云四乘方之於古周 三乘方之於四乘方 皆爲五分之二 立方之於三乘方爲四分之三 平方之於立方爲三分之二 古周少古徑一十尺 問六事各幾何

答曰 古徑八十五尺 古周七十五尺 四乘方三十尺 三乘方十二尺 立方九尺 平方六尺"

이 경우에 "立天元一爲古徑", 즉 古徑을 x라 하면 문제의 조건에서, 원의 넓이, 정사각형의 넓이, 사승방의 부피, 삼승방의 부피, 정육면체의 부피, 周가 주어진 원의 넓이는 각각

$$S_1 = \frac{3}{4}x^2,\ S_2 = \frac{1}{12}(x-10)^2,\ S_3 = [\frac{2}{5}(x-10)]^5,$$

$$S_4 = [\frac{4}{25}(x-10)]^4,\ S_5 = [\frac{3}{25}(x-10)]^3,\ S_6 = [\frac{2}{25}(x-10)]^2$$

을 얻어 $12\sum S_k = 12 \times 24327388.5$에서 방정식을 구하였다. 이 때 저자는 $\frac{2}{5}(x-10) = (0.4x-4)$등으로 바꾸어 전개하므로 계산이 매우 복잡하게 되었다.

즉 $(ab)^k = a^k b^k$을 사용하지 않고 복잡한 소수를 계수로 가지는 일차식의 제곱에서부터 5제곱까지 계산하였다. 그러나 "又術立一爲平方", 즉 정사각형의 한변을 x라 놓으면, 정사각형의 넓이, 정육면체의 부피, 삼승방의 부피, 사승방의 부피, 주어진 周를 가지는 원의 넓이, 지름이 주어진 원의 넓이는 각각 x^2, $(1.5x)^3$, $(2x)^4$, $(5x)^5$, $\frac{1}{12}(12.5x)^2$, $\frac{3}{4}(12.5x+10)^2$으로 되어 방정식을 구하는 과정이 훨씬 간단함을 보였다.

제18문 다음에 增乘開方法에서 상수항과 최고차 항을 제외한 나머지의 경우에 조립제법의 결과 부호가 변할 수 있는 경우를 나열하였다. 그리고 나서

"隅前反減川加後同色相從異色消 反者飜也 川者順也 同色者 反見反川見川也 異色者 反見川川見反也 從加也 消減也", 즉 조립제법에서 부호에 따라 연산이 달라지는 것을 설명하고 있다. 또 $(a-b)^n$ $(n = 2,3,4,5)$의 전개식의 부호를 나타내는 표를 첨가하였다.

衰分은 **九章算術**의 제3권에 들어 있는 것으로 일종의 비례배분을 다루는 것이다. 이는 중국, 조선의 모든 산서에서 취급하는 문제인데 朴繘은 이를 비례의 문제로 풀지 않고 현재 우리가 흔히 사용하는 일차방정식의 문제로 해결하고 있다. 즉 그 중의 하나를 天元一 (= 미지수)로 놓아 일차방정식을 구성하여 해결하고 있다. **楊輝算法**은 말할 것도 없고, **算學啓蒙**과 조선의 산서 **默思集算法**과 **九一集** 모두 여전히 **九章算術**의 방법을 사용하고 있다([1]). 우리는 이 점에서 또 한번 朴繘이 중국의 산학을 그대로 받아들이지 않고 독창적으로 그 구조를 이해하여 새로운 방법을 구성하였음을 확인할 수 있다. 또 그는 세 문제에서 모두 미지수의 선택에 따라 방정식을 쉽게 얻을 수 있음을 보였다. 제19문을 예로 들어보자.

"春申君爲從約長伐秦點兵 得一百二十三萬四千五百七人 只云趙如楚二分之一
魏如趙三分之二 韓如魏四分之三 燕如韓五分之四 問五國軍人各幾何
答曰 楚五十四萬六百六十人 趙二十七萬三百三十人 魏一十八萬二百二十人
韓一十三萬五千一百六十五人 燕一十萬八千一百三十人"

九章算術의 衰分의 방법을 사용하려면 주어진 조건에서 楚 : 趙 : 魏 : 韓 : 燕 $= 60:30:20:15:12$를 구한 후 전체 군인 수를 A라 하면 각국의 군인 수는 $\dfrac{a_k A}{60+30+20+15+12}$ 이다(a_k는 각국의 대응되는 비). 그러나 朴繘은 楚의 군인 수를 天元一($=x$)로 놓고, 차례로 趙, 魏, 韓, 燕의 군인 수는 각각 $\dfrac{x}{2}=0.5x$, $\dfrac{x}{3}$, $\dfrac{x}{4}=0.25x$, $\dfrac{x}{5}=0.2x$를 쉽게 구하여 이들의 합, 즉 전체 군인 수A를 구하는데, 분수 $\dfrac{x}{3}$를 처리하기 위하여 $3\times(1.95+\dfrac{1}{3})x=3A$에서 楚의 군인 수를 구하였다. 한편 "**又術立天元一爲燕**", 즉 燕의 군인 수를 x라 하면 韓, 魏, 趙, 楚의 군인 수는 차례로 $1.25x$, $\dfrac{5}{3}x$, $2.5x$, $5x$를 사용하여 풀 수 있음을 보였다. 이 문제보다 제20문, 제21문의 경우에는 새로운 미지수의 선택에 따라 小數가 나타나지 않도록 하여 문제를 해결하고 있다. 앞에서 언급한 대로 제21문의 문제 다음부터 4쪽이 없어졌는데 이를 黃胤錫의 **算學本源**에서 재생하면 제21문의 풀이는 그 앞의 두 문제의 풀이와 완전히 일치하고 마지막으로 연립일차방정식 한 문제가 있는데 이는 **九章算術**의 방법과 일치한다. 즉 행렬 표시를 산대를 이용하여 나타내어 소거하는 과정이다. 다만 마지막 쪽이 남아 있는데 행렬 표시를 이용한 소거 과정이 나와 있으나, 마지막 단계가 아닌 채 끝나고 또 黃胤錫의 **算學本源**의 마지막 문제와도 다른 문제의 풀이이다. 따라서 저자가 새로운 문제의 풀이의 중간에서 끝낸 것으로 보인다. 이 문제도 朴繘은 위의 衰分 문제와 마찬가지로 天元一과 같은 맥락에서 下卷에서 취급한 것으로 보이는데 이는 수학적으로 당연한 것이다.

4. 결론

黃胤錫의 **算學本源**을 통하여, 朴繘의 **算學原本**이 출판되었다는 사실은 알려져 있었지만 원본을 볼 수 없어서 黃胤錫이 얼마나 많은 새로운 사실을 **算學原本**에 첨가하였는지 알 수가 없었다. 이번에 원본이 찾아지므로 구조적으로는 **算學本源**은 **算學原本**의 필사본이라 하여도 크게 틀리지 않음을 알 수 있게 되었다. 다만 校訂, 中卷에서 순서의 배열을 바꾼 것, 原本의 密率($=\dfrac{22}{7}$)은 約率이고 祖冲之의 두 가지 密率

(3.14159265, $\frac{355}{113}$, 두 수는 소수점 아래 여섯째 자리까지 일치함)을 첨가한 것과 여러 곳에서 原典을 들어 놓고, 또 특히 **同文算指**와 함께 **算學原本**(1700)이 출판된 후에 출판된 **數理精蘊**(1723)을 인용하고 있는 것이 다른 점이다. 마지막으로 天元一術補遺라는 절을 첨가하였는데 黃胤錫은 "新定 準啓蒙開方法"이라 하여 새로 첨가하였다는 것을 나타내었다.

다시 朴繘의 **算學原本**으로 돌아가자. 상당히 많은 조선의 산학자들이 구조적으로는 **楊輝算法**, **算學啓蒙**등의 산서를 그대로 옮기고 다만 예들을 새로 만드는 수준인데 반하여, 朴繘은 이들의 결과를 발전 시켰을 뿐 아니라 전체의 구조를 정확하게 밝힌 후 이를 확장하여 독창적인 방법까지 만들어 내고 있다. 특히 양반 산학자로는 드물게 그는 수학에 대한 이해가 정확한 유일한 조선 산학자이고, 또 17세기 중엽에 만들어 낸 업적이라고 생각할 수 없을 만큼 현대적인 사고를 하고 있는 수학자이다. 19세기에 실질적인 서양 수학을 접근할 수 있었던 산학자보다 오히려 그의 수학에 대한 태도는 훨씬 앞서 있었다. 또 단순한 문제부터 시작하여 복잡한 문제로 이행시키고 계속하여 *反覆參考, 皆可類推之,* 餘可*引而伸之*를 통하여 朴繘은 개념화, 구조화를 이루려고 노력한 뛰어난 수학자이다.

감사의 글 마지막으로 저자들은 중요한 사료를 연구에 사용할 수 있게 해 준데 대하여 高麗大學校 圖書館에 감사의 뜻을 표합니다. 특히 이 과정에서 많은 도움을 주신 高麗大學校 中央圖書館 漢籍室의 **金讚九** 부장님, **李海權** 과장님께, 그리고 서문의 번역에 도움을 주신 暻園大學校 國語國文學科 **신재홍** 교수님과 高麗大學校 國語國文學科 **張孝鉉** 교수님께 감사드립니다.

참고 문헌

1. 郭書春 匯校, 九章算術, 遼寧敎育出版社, 1990
2. 朴繘, *算學原本,* 高麗大學校 圖書館, 1700
3. 吳文俊 主編, *中國數學史大系,* 第一卷 - 第八卷, 北京師範大學出版社, 1998
4. 李相赫, *翼算,* 홍성사 역, 한국수학사학회, preprint
5. 李儼, *中算史論叢* (一) 1933, (二) 1939, (三) 1939, (四 上 下) 1947 中華學藝社出版, 商務印書館發行
6. 李迪, *中國數學史簡編,* 遼寧人民出版社, 1984
7. 錢寶琮 主編, *中國數學史,* 科學出版社, 1964
8. *中國科學技術典籍通彙* 數學卷 全五卷, 河南敎育出版社, 1993
9. *中國歷代算學集大成,* 上, 中, 下, 山東人民出版社, 1994
10. *韓國科學技術史資料大系,* 數學編, 1卷 - 10卷, 驪江出版社, 1985

11. 홍성사, 홍영희, 朝鮮 算學者 李尙赫의 方程式論, 한국수학사학회지 17(2004), No. 1, 1-14
12. 홍성사, 홍영희, 장혜원, 䕺積과 益積의 歷史, 한국수학사학회지 18(2005), No. 3, 39-54
13. 홍영희, 다항식의 대수적 표현, 한국수학사학회지 16(2003), No. 4, 15-32
14. 홍영희, 조선시대의 방정식론, 한국수학사학회지 17(2004), No. 4, 1-16
15. 黃胤錫, *算學本源*, 강신원, 장혜원 역, 한국수학사학회, preprint
16. Y. Li and S. Du, *Chinese Mathematics, A concise history*, tr. J. N. Crossely and A. W.-C. Lun, Clarendon Press, 1987
17. J-C. Martzloff, *A History of Chinese Mathematics*, Springer-Verlag, 1997
18. Y. Mikami, *The Development of Mathematics in China and Japan*, Chelsea Pub. Co., 1913

Park Yul (朴繘) and His San Hak Won Bon (算學原本)

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

Chosun dynasty mathematician Park Yul (朴繘, 1621 - ?) wrote San Hak Won Bon (算學原本) which was posthumously published in 1700 by his son Park Du Se (朴斗世). It is the first mathematics book whose publishing date is known, although we have Muk Sa Jib San Bub (默思集算法) by Gyung Sun Jing (慶善徵, 1616-?). San Hak Won Bon is the first Chosun book which deals with tiān yuán shù (天元術) and was quoted by many Chosun authors. We do find it in the library in Korea University. In this paper, we investigate its contents together with its historical significance and influences to the development of Chosun dynasty Mathematics and conclude that Park Yul (朴繘) is one of the most prominent Chosun dynasty mathematicians.

Key Words : Chosun Dynasty mathematician Park Yul (朴繘, 1621 - ?), San Hak Won Bon (算學原本, 1700), square and cube roots, π, tiān yuán shù (天元術), equation of higher degree

2000 Mathematics Subject Classification : 01A13, 01A45, 12-03, 12E12

논문 접수 : 2005년 9월 23일 심사 완료 : 2005년 11월