

남병철의 혼천의 연구 I* ON THE ARMILLARY SPHERE OF NAM BYONG-CHUL-I

이용삼,¹ 김상혁,¹ 남문현²
충북대학교 천문우주학과, 건국대학교 전기공학과

YONG-SAM LEE, SANG-HYUK KIM AND MOON-HYON NAM

¹Department of Astronomy and Space Science, Chungbuk National University

²Department of Electrical Engineering, Konkuk University

(Received Nov. 26, 2000; Accepted Dec. 11, 2000)

ABSTRACT

In this paper we have reconstructed an armillary sphere based on the *Method of an Armillary Sphere Making* described in the Volume 1 of *The Collection of Writings on the Scientific Instruments-Uigijipsol* (儀器輯說, two volumes) edited in the 1850's by Nam Byong-Chul (南秉哲, 1817-1863) who was a famous Korean statesman-scientist. Nam achieved convenience and accuracy in the measurements of stellar positions in the manner of selective setting the equatorial, ecliptic and horizontal poles by adding a pole axis exchange ring called *Jaigeukkwon* (載極圈) between the Three Arrangers of Time and Four Displacements. We made use of 3-dimensional graphic software for modelling Nam's armillary sphere which consisted of five layers-eight rings. Results of simulation showed that the pole axis exchange ring functioned properly in setting the equatorial, ecliptic and horizontal coordinates simply by exchange of positions of specified holes on the ring. We ascertained that the invention of *Jaigeukkwon* solved inherent problems in the conventional Chinese armillary sphere in computation of real ecliptic coordinates. It was revealed that Nam Byong-Chul made great contributions in the East Asian history of armillary sphere making.

Key words: Armillary sphere, Jaigeukkwon (載極圈), Nam Byong-chul (南秉哲), Uigijipsol (儀器輯說)

I. 서 론

『서전(書傳)』에 따르면 요(堯)임금은 일월성진을 역상(曆象)하여 백성에게 때를 알려 주었고, 순(舜)임금은 선기 옥형(璿璣玉衡)으로 칠정(七政; 일월과 5성)을 바르게 하였다. 한국과 중국을 비롯한 동아시아의 유교 문화권에서는 이 “요·순의 법”을 본 받는 것이 천도의 실현이라는 왕도 정치시상을 낳았고, 천체현상을 관찰하여 백성에게 시(時)를 내려주는 소위 관천수시(觀天授時)가 제왕의 가장 중요한 임무로 자리 잡게 되었다. 따라서 천체관측을 위한 기본기구인 혼천의(渾天儀)가 발달되었고, 이것으로 측정된 자료를 바탕으로 역법이 제작되었다. 기록에 의하면 우리나라에서 혼천의가 처음 만들어진 것은 신유학(新儒學)을 정치이념으로 택한 조선왕조가 들어서면서부터 이다. 1432년 가을 세종은 조선이 중국과 거리상으로는 멀리 떨어져 있지만 모든 제도는 중국의 것을 따르고 있는데 천문관측기구만이 갖추어지지 못함을 못내 아쉬워하며 정인지에게 “고전을 연구하여 천체관측기구와 계시기를 창제하고 측정과 시험에 대비하도록 하라”고 명하였다(『세종

실록』 권77, 7:가-11:나). 천문의기 제작에 착수하여 간의가 제작되고 이어 간의대(簡儀臺)가 건설되었다. 세종 15년 6월에 정초, 박연과 김빈이 처음으로 혼천의를 제작하였고, 동년 8월에도 새로운 혼천의가 제작되었다. 이때 제작된 것은 수력으로 작동시키는 방식이었다. 중기로 들어서 현종대에 대대적인 창제가 이루어졌는데 이민철의 수력식 혼천의와 송이영의 자명종식 혼천의가 제작되었다. 이것들은 혼천의와 시보장치를 함께 작동되는 소위 혼천시계로서 관측용이라기보다 전시용이었다. 후기에 들어서서 서양과학지식을 가미한 천체관측기구들이 제작되었는데, 한양을 기준으로 한 천문, 시간측정 등에 새로운 전기가 이루어졌다. 관상감을 비롯하여 천문학 종사자들의 활동도 활발하여 성주덕(成周惠)은 『국조역상고(國朝曆象考)』와 『서운관지(書雲觀志)』를 저술하였으며, 새로운 의기들이 제작되었는데, 홍대용(洪大容, 1731-1783)의 통천의(統天儀), 김영(金泳)의 적도경위의(赤道經緯儀), 남병철(南秉哲, 1817-1863)의 혼천의, 남병길(南秉吉, 1820-1869)의 적도의(赤道儀) 등이 제작되었다(남문현 등 1995).

이 논문은 조선시대 후기의 과학기술교류에 대한 연구의 일환으로 조선시대 후기의 혼천의를 연구한 것이다. 조선시대 후기는 서양과학이 중국을 통하여 유입된 시기로 이 시기의 천문관측기는 중세 서양의 영향을 받아 제

*이 논문은 1998년도 한국 학술진흥재단의 대학부설연구소과제 연구비에 의하여 지원되었음.

작되었다는 것이 학계의 정설이지만 아직까지 괄목할 만한 연구가 없었다. 남병철의 혼천의에 대하여는 이미 일부 구조상의 특성에 대한 선행연구(Chen Jiu-jin 1995)가 있었으나 구체적으로 구조와 부품을 가시적으로 복원하여 전체구조를 복원한 연구는 아직 없었다. 따라서 이 논문에서는 『의기집설』의 상권에 기술된 <혼천의 제법>에 따라 구조와 부품을 복원하고 특징을 고찰하였으며, 후속 논문에서는 혼천의를 제작하여 <혼천의 용법>에 따라 이것의 기능을 검증하게 되기를 기대한다.

II. 남병철의 생애와 학문

(a) 남병철의 생애

남병철의 본관은 의령(宜寧)이고, 자는 자명(子明) 또는 원명(元明), 호는 규재(圭齋)·강설(絳雪)·구당(鷗堂)·계당(桂堂)이다. 뛰어난 천문학자이며 수학자인 남병길(후에 ‘相吉’로 개명)은 친동생이며, 자는 자상(子裳), 호는 육일재(六一齋) 또는 혜천(惠泉)이다. 이들 형제는 학문연구의 동지였음은 물론 부모에 대한 효성이 지극하였고, 형제의 우애가 남달리 깊었다(노규래 1984). 양조부 종헌(宗獻)은 3대째 독자였다가 후손이 없어 좌승지를 지낸 주헌(周獻)의 아들 구순(久淳, 1794-1853)을 양자로 맞이하였고, 구순의 아들로 병철과 병길이 태어나게 되었다. 어머니는 안동김씨 영안부원군(永安府院君) 김조순(金祖淳, 1765-1832)의 딸로, 자세가 바르고 어진 성품을 가졌다고 한다. 외조부 김조순은 안동김씨 세도정치(勢道政治)의 기틀을 다져 놓은 사람으로서, 그들은 순조(純祖), 헌종(憲宗), 철종(哲宗)의 외척이 되었으며, 남병철도 영흥부원군(永興府院君) 김조근의 딸과 혼인하였다.

남병철은 박학다식하고 문장에 능하였을 뿐 만 아니라 수학에 뛰어났다. 1837년(헌종 3) 정시문과(庭試文科) 병과(丙科)에 합격하였고 규장각 대교를 거쳐 1851년(철종 2)에 승지가 되고, 이어서 규장각 제학, 예조, 공조, 형조, 이조판서를 거쳐 대제학에 올랐으며, 관상감 제조도 겸하였다. 만년에는 한성부판윤, 광주유수 등의 외직을 거친 경화사족출신의 관료였다. 『의기집설』은 아마도 관상감 제조를 맡았던 시기에 간행되었을 가능성이 높다. 그는 혼천의와 기계시계인 험시의(驗時儀)를 직접 제작하는 등 높은 천문학 지식과 의기 제작 기술을 지녔다. 또한 규장각에서 오래 근무하면서 한역 서양 과학서들을 자유롭게 접할 수 있어 서양과학에 대한 남다른 지식을 갖고 있었으며, 그의 동생인 남병길, 당대의 저명한 수학자인 이상혁(李尙赫), 친구이며 과학자인 박규수(朴珪壽, 1807-1877) 등과 천문의기 제작과 관측에 있어서 서로 교류가 있었다(김명호 1996). 저작으로는 『규재유고』를 비롯하여 『해경세초해(解鏡細草解)』, 『추보속해(推步續解)』 등이 있다. 시호는 문정(文貞)이다. 묘지는 경기도 남양주시 별내면 청학1리 선영에 있다.

(b) 서양과학에 대한 인식

남병철은 47세를 일기로 세상을 떠났지만 그의 즐기에 서 보듯이 그의 학문규모는 매우 방대하여 천문학과 아울러 경학(經學)과 문학, 나아가서는 ‘백가구류(百家九流)’를 모두 포괄하는 것이었다. 19세기 조선의 가장 위대한 천문학자, 수학자로 손꼽히는 위치에 있으며 당시의 성리학의 학풍을 비판하면서 그는 각각의 개별분야에서 전문을 중시하는 속에서 단연코 실사구시의 정신을 발휘해야 한다는 학문방법을 견지하였다. 그가 관료학자로서 천문·수학분야에서 위대한 업적을 남긴 것도 사실은 “산수도 역시 경학 가운데 하나(算數亦經中一事)”라는 관점에서 유발된 것으로 볼 수 있다. 이러한 견지에서 당시 중국인들이 중국의 전통학문과 서양학문을 애매하게 절충한 ‘서기 중국원류설(西器中國源流說)’의 논리를 과감히 뛰어 넘어 서양의 학문(소위 ‘西學’)을 개방적으로 수용할 것을 주장한 ‘서기 수용론’의 면모를 보여 주었다. 『서추보속해후(書推步續解後)』에서는 완원(阮元, 1764-1849)의 ‘서기중국원류설’의 오류를 집중적으로 비판하고 있지만 청대의 유명한 수학자로 서법의 독자성을 인정한 강영(江永, 1681-1762)을 높이 평가하였다. 그는 서법을 이용하여 실질을 얻을 수 있다면 그것으로 충분하다는 강영의 주장을 전폭적으로 지지하면서도 성현의 학문을 중심에 놓는다면 아무리 효용성이 있는 서양의 기술은 받아드려도 좋다는 입장을 견지하였다. 남병철은 개화사상의 선구자인 박규수의 친구로서 당시 천문·역법 분야에서 가장 뛰어난 전문지식을 갖고 있었으며, 또한 『영환지략(瀛寰志略)』, 『해국도지(海國圖志)』 등의 서적을 통하여 서양에 대한 상당한 지식을 축적하고 있었던 것으로 보인다.

(c) 혼천의 연구

남병철은 이러한 사상적, 학문적 바탕 위에서 서양의 과학기술을 수용, 비판하여 『의기집설』을 비롯한 과학서적을 저술하게 된 것으로 보인다. 『의기집설』은 서양 과학기술에 대한 지식을 바탕으로 편찬한 천문·계시의기의 제작법과 사용법을 다룬 책이다. 이 책은 상하 2권 2책으로, 상권은 혼천의, 하권은 혼개통헌의(渾蓋通憲儀)를 비롯하여 간평의(簡平儀), 험시의, 적도고일귀의(赤道高日晷儀), 혼평의(渾平儀), 지구의(地球儀), 구진천추합의(勾陳天樞合儀), 양경규일의(兩景撥日儀), 양도의(量度儀)의 제작과 사용법으로 구성되어 있다. 남병철은 천문 관련 문헌을 단순히 선집(選輯) 하는데 그치지 않고 필요에 따라서는 일련의 관련문헌을 선택적으로 집록(輯錄)하여 해설을 덧붙였을 뿐 아니라 몇 가지 의기는 독창적으로 발명하였다. 이 책은 조선시대 후기를 대표하는 과학기기 저술로서 이 책을 통하여 19세기 후반기 조선의 천문과학과 의기제작 기술을 가늠할 수 있다(이 책의 원본은 국립중앙도서관의 『육일재총서』를 비롯하여 서울대학교 규장각에 소장되어 있는데 본 연구에서는 규장각 소장본인奎 4781 등, 상·

하 2책을 대본으로 하였다. 상권은 목록 앞 뒤 1쪽과 「혼천」의 앞 뒤 53쪽으로 되어있으며, 서문이나 발문(跋文)이 없어 정확한 간행 시기를 알 수 없는데 대략 1850년대 중·후기에 편찬되었을 것으로 추정된다. 하권은 앞 뒤 63쪽이며, 여기에 수록된 내용 가운데 혼평의, 지구의는 박규수가, 양경규일의는 이상혁이, 양도의는 남병길이 만든 것을 모아 해설하였다. 그의 천문학 연구는 『의기집설』의 상권 「혼천의」에 나타나 있는데, 이는 조선시대 최초의 혼천의 연구서라 할 수 있다.

『의기집설』 「혼천의」의 기술은 <혼천의설>, <혼천의 제법>, <혼천의 용법>의 3부분으로 되어 있다. <혼천의설>의 전반부에서는 역대 중국 혼천의의 역사적인 변천과정을 고찰하였으며, 후반부에서는 새로운 혼천의를 제작하게 된 동기와 경위, 혼천의 구조상의 특징을 서술하였다. 그는 먼저 역대 중국 혼천의의 기본구조와 명칭 변천을 고찰하였다. 다음은 혼천의의 기원과 제작연원을 고찰하였다. 혼천의가 최초 어떻게 만들었는지는 분명하지 않는데 『상서(尙書)』 <순전(舜典)>(여기에 나오는 선기옥형에서의 칠정(七政)의 의미에 대하여는 종래 서로 다른 해석이 있었다. 어떤 사람은 일곱 가지의 대정(大政)을 가리킨다고 하고, 어떤 사람은 복두칠성을 가리킨다고 한다. 여기에서는 일, 월, 5성의 칠요(七曜)로 풀이하였다)에 “선기옥형으로 칠정(七政)의 정돈된 질서를 알아내었다”는 데서 유래하였다. 칠정이란 일·월·5성을 뜻하며 회화(羲和)의 옛 의기로 대대로 전해 내려오면서 기형이라고 불렸으며, 『상서』의 해당 구절에 대한 당나라 공영달의 해석에도 기형이라는 것은 임금된 자가 천문을 바로 잡던 기구로 한대(漢代) 이래로 혼천의라 불렸다. 동한(東漢)의 장형(張衡)이 수력식 동혼천의(銅渾天儀)를 만들어 외부와 차단된 방에 설치하고 물항아리(漏壺)에서 흘러나오는 일정한 양의 물을 동력으로 하여 자동적으로 회전시켜 천체의 운행과 상응시키는 방법을 고안한 이래 구조상에 많은 변천이 있어 왔다. 장형이 제작한 의기에는 내항현권(內恒顯圈)과 항은권(恒隱圈), 남극(南極)과 북극(北極), 황도와 적도가 실려 있는데, 황도에는 24절기가 배열되어 있고 28수(宿)와 중외성관(中外星官) 및 일·월·5위가 그려져 있다고 하였다. 그 후 당대의 이순풍(李淳風), 승려 일행(一行), 송대의 한현부(韓顯符), 심괄(沈括)에 이르러 대폭적인 개선이 이루어졌고, 북송대의 소송(蘇頌)은 육합의, 삼진의, 사유의의 구조를 그대로 사용하였지만 별도로 사상환(四象環)과 천운환(天運環)을 더한 수운의상을 만들어 수력식 의상의 절정을 이루었다. 원대 박수경(郭守敬)에 이르러 혼천의의 구조를 개선하여 간의(簡儀)를 제작하였다. 그는 황도를 설치하지 않고 별도로 입운권(立運圈) 하나를 단독으로 증설하여 이것으로 지평경도와 위도를 측정하였다(나일성 등 1994). 명대 송정(崇禎) 년간에는 이천경(李天經)이 서양인 탕약망(湯若望, Adam von Bell Schall, 1591~1666)과 합동으로 새로운 혼천의를 만들었는데, 천구환, 지구환, 지평(地平) 윗면에 고호(高弧)를 설치하였다. 청대 강희(康熙) 년간에는 천체의(天體儀)를 비롯하여 6가지 서양식의

기가 제작되었다. 청대 건륭(乾隆) 년간에는 기형무진의(機衡撫辰儀)를 만들었는데 회전이 가능한 적도를 설치하였다. 그러나 황도환과 지평환을 없애버렸고 평행과 차호(借弧)의 계산 도표가 완전하게 갖추어졌으며 각종 묘안과 정교한 제작이 더할 수 없는 경지에 이르렀다(청대 J. A. Schall(湯若望)의 뒤를 이은 Ferdinand Ver-biest(南懷仁, 1623-1688)가 만든 6가지 의기 가운데 赤道儀, 黃道儀, 地平經緯를 일컫는다).

III. 새로운 혼천의의 구조

(a) 혼천의의 창안

남병철은 중국의 혼천의가 일찍부터 삼진환을 덧붙이거나 황도권과 백도권을 더하였지만 기본적인 구조와 성능에는 그다지 변화가 크지 않아 나중에는 황도권과 백도권을 제거하게 되었음을 알게 되었다. 그는 <혼천의설>에서 다음과 같이 새로운 혼천의의 설계, 제작 및 사용법에 대하여 기술하였다.

이제 역대 각종 혼천의의 제작방법을 보편적으로 고찰하여 복잡한 부속품은 제거하고, 간단한 부속품은 보강하여 새로운 혼천의를 제작하였다. 제작된 의기는 5중(重)으로 8개의 고리(圈)를 지니고 있다. 이것의 외환(外環)은 지평권과 마찬가지로 저좌(低坐) 즉, 받침대에 연결되어 있다. 이것은 의기를 수평 위치에 자리잡도록 하는 동시에 지평경도를 측정하는 용도로 사용된다. 제2중은 자오권(子午圈)을 세워 천정(天頂)을 지난 적경(赤經)을 상징하며, 동시에 적도권을 세워 천구(天球)의 위도를 나타낸다. 자오권과 적도권은 중요(中腰)에서 서로 연결된다. 제3중은 삼진권을 세우는 데, 그 양쪽 끝의 작은 구멍을 자오권의 극축(極軸)에 연결하여 마치 천체가 움직이는 것을 나타내듯 왼쪽으로 회전시키기에 편리하며, 중요에서 유선적도권, 황도권과 서로 연결되어 칠정(七政)이 궤도를 따라 운행하는 것을 나타낼 수 있다. 제4중은 재극권(載極圈)으로 사유의 양쪽 끝의 삽입 구멍이 적극축(赤極軸)·황극축(黃極軸) 그리고 천정축(天頂軸)을 선택하도록 하는 기능을 지닌다. 제5중은 사유권으로 직접적으로 관측하는 기능을 한다. 이 혼천의를 설계·제작하면서 송정년간(1628~1644)에 제작한 혼천의의 성구(星球)와 지구(地球)를 사용하지 않고 단지 건륭년간(1736~1795)에 제작된 무진의(撫辰儀)의 유선적도권만을 사용하고, 또 수권(豎圈)의 경우, 쌍환(雙環)을 사용하지 않았으며, 관측에 사용된圭표(圭表)는 항상 평행(平行)을 사용하였는데, 이는 제작상의 편리함과 관측상의 편의를 고려한 것이다. (『의기집설』 상권, <혼천의설> 중에서)

이 말은 새로운 혼천의의 설계 개념과 근거를 명쾌하게 밝힌 것으로 그가 사용한 방법이 역대 중국의 설계개념을

섭렵한 뒤에 구조에 대하여 가장 합당한 선택을 하였고 그것은 아주 현명한 것이었다. 새로운 혼천의는 5중 8권 환 곧, 육합의의 자오권, 천상적도권과 지평권의 3개 환과 삼진의의 삼진권, 유선적도권, 황도권의 3개 환, 재극권의 1개 환, 사유의의 1개 환을 사용하였다. 이 8개의 환은 명대 정통 4년(1439)에 제작된 혼천의의 환수와 같다(이 혼천의는 중국과학원 자금산천문대 남경 천문역사 박물관에 소장되어 있다). 그러나 2개 혼천의의 층수는 다르다. 명대의 것은 3중으로 삼진의에 2분권 하나가 많아졌으나, 남병철은 2분권 대신에 삼진의와 사유의 사이에 별도로 재극권 하나를 더하였다. 이 재극권이 더해짐으로써 2천년 중국 혼천의 성능에 일대 혁신을 가져오게 되었다.

(b) 원리와 구조

<혼천의 제법>은 혼천의를 제작하는 방법을 기술하고 있다. 자오권, 천상적도권, 삼진권, 유선적도권, 황도권, 재극권, 사유권, 지평권, 규형, 통광표, 측성표, 시도표의 부품들을 나누어 기술하였는데, 원문에는 도면이 없으므로 『신법산수(新法算數)』와 『의상고성(儀象考成)』, 조선시대 혼천의들을 참고하여 구조를 제시하였다. 다음에 부품을 재현하는 과정을 부품별로 기술하고 단계별로 도면을 제시하였다. 또한 각 권의 원문을 함께 실었다.

(i) 자오권

자오권은 자오환, 천경쌍환 등으로 부르기도 하며, 지평방위의 남북방향을 향한다. 그리고 지평권은 자오권의 외곽을 감싸며, 자오권 남북극에서 90도에 이르는 부분에서 천상적도권과 수직으로 접한다. 자오권의 양측면에는 360도의 도수를 새기는데, 남극과 북극에서 새기기 시작한다. 자오권은 보통 쌍환으로 되어있는데, 본문에는 특별한 언급이 없는 것으로 보아 원문에서의 ‘兩側面’이란 단환의 양측면을 지칭한 것으로 볼 수 있다.

(子午圈: 脊面畫中線是爲子午正線兩側面各畫周天度數自

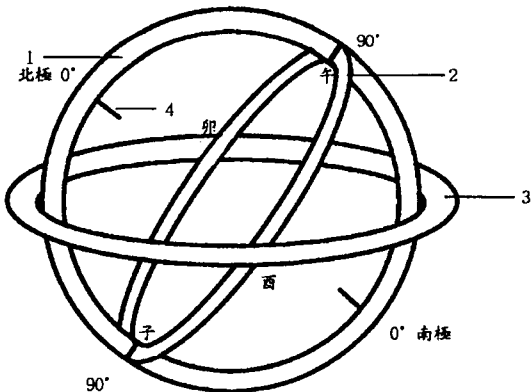


그림 1. 육합의 구조도. 1. 자오권, 2. 천상적도권, 3. 지평권, 4. 남북극천경지축

南北極起初度至中腰九十度作齡以受天常赤道圈子午線之相交)

(ii) 천상적도권

천상적도권은 자오권의 남북 양극으로부터 90도 되는 지점에서 수직으로 접한다. 천상적도권에는 주천도, 십이시진과 96각을 새긴다. 천상적도권은 육합의 내의 자오권과 지평권에 고정되어 있다. 육합의는 육합권이라고도 불리며 혼천의 바깥을 구성하는 환들이다. 육합이란 천지사방의 뜻으로 광대한 우주공간을 상징한다(『장자(莊者)』 <제물편(齊物篇)>). 그림 1은 육합의의 구조이다.

(天常赤道圈: 大小與子午圈等脊面畫中線是爲卯酉正線正線之左右格又畫周天度數兩側邊 周日十二時九十六刻以其子正午正線適當子午圈之中腰九十度兩圈相結成十字直角上面午正時刻線結於子午圈之正南卯正居東西正居西謂日行所臨之正位也下面則子正居南午正居北卯正居西酉正居東爲日景對照之時也)

(iii) 삼진권

삼진권은 자오권 안에 위치하며 삼진권 양극으로부터 90도 되는 지점에서 유선적도권과 수직으로 접한다. 삼진권의 양쪽 측면에는 각각 주천도수를 새긴다. 또한 환의 남북극에 구멍을 뚫어 자오권 극축 안에 삽입하여 회전시키며, 구조는 그림 2와 같다.

(三辰圈: 在子午圈內而差小脊面畫中線兩側面各畫周天度數南北兩極作孔以受天經之軸自南北極起初度至中腰九十度作畫以受遊旋赤道圈丑未宮線之相交又於兩極上下各二十三度半作孔以受四遊圈黃極之軸又自赤道圈齡南北各二十三度半作齡以受黃道圈冬夏至線相交)

(iv) 유선적도권

유선적도권은 삼진권의 극축과 수직으로 접하고 있어 함께 회전한다. 그리고 그 크기가 삼진권과 같다. 환의 양측면에는 주천도와 12궁을 새긴다.

(遊旋赤道圈: 大小與三辰圈等脊面畫中線兩側面各齡周天

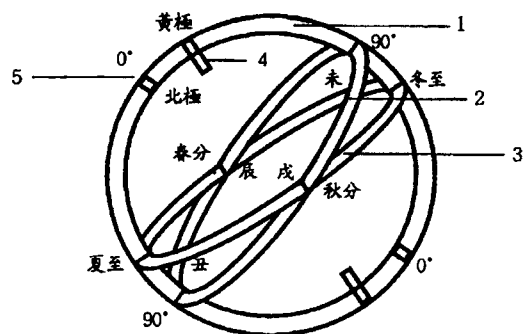


그림 2. 삼진의 구조도. 1. 삼진권, 2. 유선적도권, 3. 황도권, 4. 황극삼진권극축, 5. 남북극천경지축 공(孔)

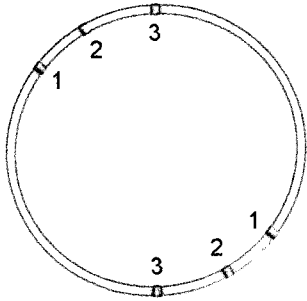


그림 3. 재극권 구조도. 1. 남북적극 공(孔), 2. 남북황극 공(孔), 3. 천정상하 극공(極孔)

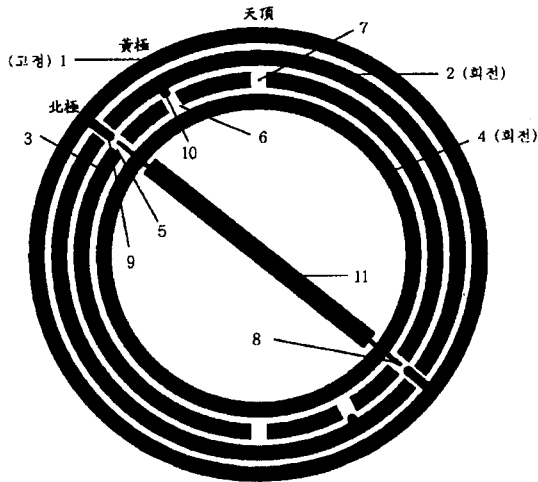


그림 4. 자오권, 삼진권, 재극권, 사유권의 결합 개념도. 1. 자오권, 2. 삼진권, 3. 재극권, 4. 사유권, 5. 적극공, 6. 황극공, 7. 천정극공, 8. 사유환축, 9. 남북극천경지축, 10. 황극삼진권극축, 11. 직거

度數上面分爲十二宮自丑宮起初度右旋三百六十度以其丑宮未宮初度之線適當三辰圈之中腰九十度兩圈上結成十字直角旋轉恒在天常赤道圈之內又於辰宮戌宮初度之線作輪以受黃道圈春秋分線之相結)

(v) 황도권

황도권은 삼진권과 유선적도권이 수직으로 접한 곳으로부터 23.5도 만큼 위아래에 위치시켜 황극과 수직으로 고정한다. 환의 양쪽 측면에는 주천도를 새기고, 윗면에는 72후의 명칭을 새긴다.

(黃道圈 : 大小與三辰圈等脊面 畫中線兩側面各 畫周天度數上面分七十二候自丑宮初度起冬至右旋三百六十日以其冬至夏至初度之線適當三辰圈南北二十三度半之齧[冬至在南夏至在北]以其春分秋分初度之線適當遊旋赤道圈辰戌宮之齧[春分在戌秋分在辰])

(vi) 재극권

재극권은 삼진권과 사유권 사이에 위치한다. 환의 양쪽

측면에는 주천도를 새긴다. 재극권은 중국식 의기에는 없던 부속품으로 남명철이 새롭게 창안해낸 것이다. 재극권은 사유권을 둘러싸고 있으며 사유의 극축이 적극공에 삽입되어 회전한다. 그러므로 항성들의 적도좌표의 위치를 측정할 수 있다. 또한 재극권의 황극공과 천정공을 이용하여 황도좌표와 지평 경위도를 편리하게 측정할 수 있다. 그림 3은 재극권의 구조이다.

(載極圈 : 在三辰圈內而差小脊面 畫中線兩側面各 畫周天度數南北極作孔貫於天經之軸兩極南北各二十三度半作黃極孔又於自北極上數五十二度二十分四十五秒作天頂孔[漢陽]自天頂數半周作地下對衝孔以受四遊圈之軸)

(vii) 사유권

사유권은 천체의 위치를 측정할 수 있는 장치인 망원경에 해당하는 직거와 규형을 포함한다. 사유권은 재극권안에 설치하며 주천도를 새긴다. 주천도는 양극에서 초도를 시작하는데, 90도 되는 지점에서 다시 주천도수를 새긴다. 사유권은 보통 쌍환을 이루는데, 남명철의 혼천의에서는 특별한 언급은 없다. 위 문장에서도 자오권처럼 ‘兩側面各周天度數’라고 한 것으로 보아 단환(單環)으로 보아야 한다. 지금까지 구성한 부품을 조립하면 그림 4와 같다.

(四遊圈 : 在載極圈之內最小中有直距如通徑直距兩端作孔以受軸貫以天經之軸則爲赤道經緯儀貫以黃極之軸則爲黃道經緯儀貫以天頂之軸則爲地平經緯儀直距中心作孔以受左右窺衡之軸脊面 畫中線兩側面各 畫周天度數一面自兩極起初度一面自中腰起初度)

(viii) 지평권

지평권은 자오권 외곽을 감싸고 있는데, 지평권 윗면과 측면에는 지평 경도인 360도를 새기고, 12방향을 새긴다. 지평권은 4개의 받침대가 있어 지지한다.

(地平圈 : 在子午圈之外上側面 畫地經三百六十度分十二方向附於跗坐)

『신의상법요』에 “지혼환(地渾環)은 환면(環面) 위는 하늘이 되고, 그 아래는 땅이 된다. 그것의 남북은 천경환과 서로 연결되어 지탱된다. 지혼면(地渾面)에는 고랑을 파서 수평구(水平溝)를 만들어 천지의 높낮이를 바로 잡는다. 환의 내면에는 8간(八干), 4유(四維), 12진위(十二辰位)를 배열하여 이것으로 땅을 형성한다.”고 하였다. 그렇다면 지평권 중간에도 수평구가 새겨져 있어서 의기의 수평 위치를 조정하였을 것이다. 정남방향과 정북방향에서부터 360도를 새기고 다른 한변에는 12방향을 새긴다.

(ix) 규형

규형 제작법은 다음과 같다. 규형은 사유권 안에 위치하며, 사유권 축과 중심에서 상하좌우로 자유롭게 움직일 수 있어 천체를 직접 관측하는 역할을 한다. 규형은 사유권 안에 위치한 직거에 부속되어 움직이는데, 직거가 사유환 축에 위치하고 직거 중심에 구멍을 뚫어 양측면에 2개의 규형 각각 설치한다. 규형 하나에는 통광표를 부착

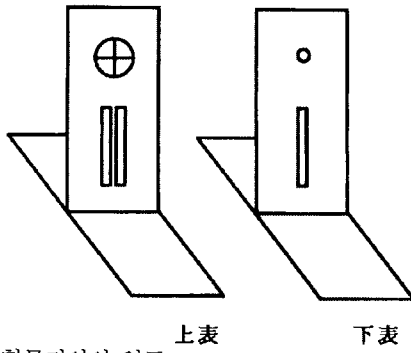


그림 5. 기형무진의의 입표.

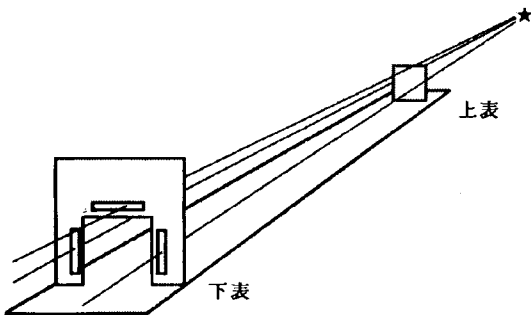


그림 6. 측성표의 개념도.

하고, 나머지 규형에 측성표를 부착하여 관측한다.

(窺衡二：長與直距等廣無定度中心作孔與直距中心孔軸而貫之密而不(?)可上下遊旋[二衡附於直距左右三孔同軸]自中心平分其廣上下各去其半作指線一衡立通光表一衡立測星表)

원대 광수경은 ‘간의’를 만들 때, 규관(窺管)을 개량하였는데, 3면의 관벽(管壁)을 제거하고 두 개의 횡이(橫耳)가 달린 동조(銅條; 구리 막대) 하나만을 남겨 주어 횡이 상의 둥근 구멍을 통하여 관측하였다. 관(管)을 동조로 바꾸었기 때문에 ‘규관’이라는 명칭이 ‘규형’으로 바뀌었다. 남병철이 제작한 혼천의는 사유권을 단환으로 바꾸고 양쪽에 각각 규형 하나씩을 끼웠는데 각각 서로 다른 기능을 지닌다.

(x) 통광표

통광표 제작법은 다음과 같다. 통광표는 규형에 부착하여 사용하는 관측 부품이다. 통광표는 상하의 2개의 표로 구성되는데, 높이와 너비는 규형의 너비와 같으며, 너비에 중선을 새긴다. 청대 건륭 년간에 제작한 기형무진의에는 이러한 통광표의 기능과 형태를 하고 있는 입표가 있다. 그림 5는 기형무진의의 입표이다.

(通光表二：高廣若干平分其廣爲中線上表上作圓孔中留十字線下作長方孔中留直線安於衡之上端下表上作小圓孔下作直縫安於衡之下端)

(xi) 측성표

측성표 제작법은 다음과 같다. 측성표는 통광표처럼 규형에 부착하여 사용하는 관측 부품이다. 측성표는 상·하의 2개의 표로 구성되는데, 상표는 높이와 너비가 각각

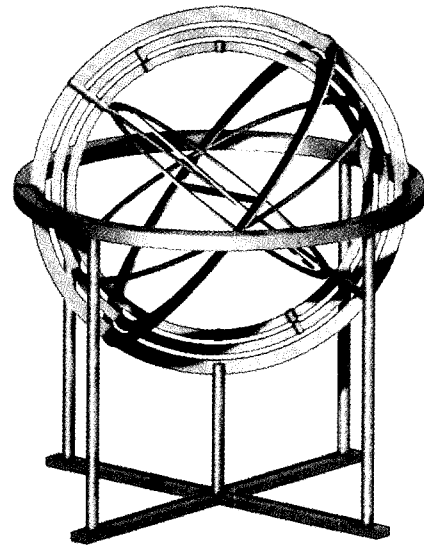


그림 7. 남병철 혼천의 모델.

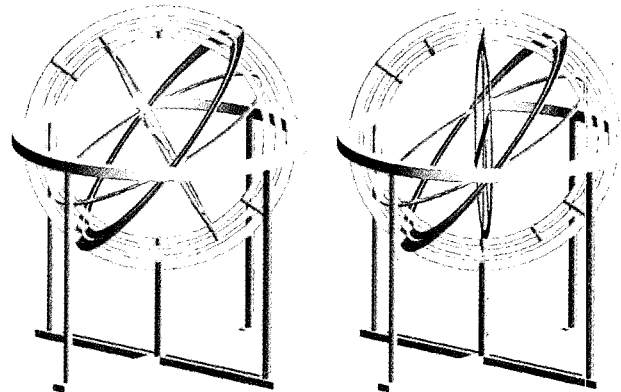


그림 8. 황도경위도 측정시(좌)와 지평경위도 측정시(우).

일정한 크기의 네모꼴로 만들어 규형의 상단 중심에 놓는다. 하표는 상표의 두배 크기로 제작한다. 상표의 네모꼴 크기를 하표의 중심면에서 놓고 그대로 잘나타내면 하표는 ‘ㄷ’자가 시계방향으로 90° 회전한 모양처럼 된다. 규형과 이웃하지 않는 3면은 ‘ㄷ’자의 외곽면을 지칭하는 것으로 볼 수 있는데, 이를 제외한 부분이란 ‘ㄷ’자의 안쪽면을 나타내며 각각 모난 구멍을 하나씩 뚫었다고 했으니까 그림 6의 측성표 형태로 추정된다. 모난 구멍의 개수는 3개이며 그 크기는 2.07 mm 이하이다.

(測星表二：上表之高廣各若干安於衡之上端下表倍之下表之面作方形三線與上表等線外三面作方圓孔之長稍殺於中方之長其廣無過一分安於衡之下端用時目居下表之後令中方揜星從三孔察上表之同方邊各見星)

(xii) 치시도표

치시도표도 규형에 부착하는 관측 부품이다.

(指時度表：長視自四遊圈可至地平圈廣視四遊圈倍之或多三之二一端昨橫山山口內徑通容四遊圈自山口外徑平分其廣去其半作指線使四遊圈脊面之中線與之相切)

표 1. 혼천의의 부품표.

명칭	부품	구조와 특징	비고
외환	지평권	자오권의 바깥 면에 위치. 받침대에 고정	1. 지평경도 360도, 12지시에 따른 方向을 새김
육합의	자오권	자오권 양극에서 90도 되는 지점에서 천상적도권과	1. 단환
六合儀	子午圈	수직. 자오권은 지평권에 의해 고정	2. 환 등쪽에 中線을 새김
	천상적도권	자오권 크기와 같다. 자오권과 십자의 직각형을 이룸	3. 주천도수(양측면 360도, 양극에서부터 初度 0度)를 새김
	天常赤道圈		1. 환 등쪽에 中線을 새김
삼진의	삼진권	삼진권은 자오권 안에 위치하며 회전. 환의 남·북극	2. 卯酉正線 左右에 주천도수를 새김
三辰儀	三辰圈	에는 자오권 축이 삽입되는 구멍이 있다	3. 양측면에 十二時辰(진행 방향은 각각 다름), 96刻을 새김
	유선적도권	삼진권의 크기와 같다. 삼진권 양극에서 90도 되는 지	1. 환 등쪽에 中線을 새김
	遊旋赤道圈	점에서 수직으로 함께 회전	2. 양측면에 주천도수를 새김
	황도권	삼진권의 크기와 같다. 황도권의 동지점과 하지점을	3. 上面에 12宮(丑宮初度) 右방향
	黃道圈	삼진권의 남북 23.5도 되는 지점에서 연결	1. 환 등쪽에 中線을 새김
재극권	재극권	삼진권 안에 위치. 재극권 남북극점에 각각 구멍을 내	2. 양측면에 주천도수를 새김
載極圈	載極圈	어 자오권 축에 삽입, 황극공과 천장공이 있음	3. 양극의 남북으로 23.5度(黃極孔), 52度24分45秒(天頂孔)
사유	사유권	재극권 안에 위치. 직거와 규형을 포함	1. 단환
四遊儀	四遊圈		2. 환 등쪽에 中線을 새김
	직거	사유권 원의 중심을 지나고 양끝에는 구멍이 있어 극	3. 양측면에 주천도수를 새김(極→中腰, 中腰→極)
	直距	축 삽입	1. 직거 중심에 구멍이 있어 左右에 규형축 삽입
	규형	직거의 크기와 같다. 규형 중심에 구멍을 뚫어 직거와	1. 규형 2개(각각 通光表와 測星表를 부착)
	窺衡	연결	
관측표	통광표	통광표 높이와 너비는 규형의 너비와 같으며, 너비에	1. 上表(上: 구멍, 十字經線, 下: 장방형구멍, 가운데 直線)
觀測表	通光表	중선을 새긴다	2. 下表(上: 小구멍, 下: 아래 부분에 直線)
	측성표	상표는 높이와 너비가 일정한 네모꼴로 규형의 상단	1. 上表
	測星表	중심에 놓는다.	2. 下表(구멍 직경 1분이하)
	하표	하표는 상표의 두 배 크기	
지시도표	지시도표	지시도표 한쪽 끝으로부터 가로로 산구(山口)를 만들	1. 산구의 바깥을 따라 너비를 반으로 나누어 한쪽을 제거한
指時圖表	指時圖表	입구의 안에 사유권을 끼울 수 있다	후 指線 제작(사유권 中線과 一致)
받침대	용주	지평권을 4개의 용주로 받침	「혼천의 제법」에서는 따로 항목을 두어 언급하지 않았으나, 한국이나 중국의 전통적인 혼천의와 비슷할 것임
	龍柱		
	오운주	자오권 아래를 받침	
	繫雲柱		
	수부	十字모양의 밑받침으로 용주와 운주 지지	
	水趺		

(xiii) 받침대

남병철은 혼천의의 부좌(附座; 받침대) 모양에 대하여 구체적으로 소개하지 않았다. 그러나 한국이나 중국의 전통적인 모양새와 큰 차이가 없었을 것으로 추정된다.

IV. 혼천의 모델링

(a) 부품표

앞장에서 살펴본 바와 같이 혼천의 부품은 자오권, 천상

적도권, 삼진권, 유선적도권, 황도권, 재극권, 사유권, 지평권의 8권(圈)과 규형과 직거, 관측부품인 통광표, 측성표, 지시도표가 사유권에 부속되어 있다. 구조에 따른 부품을 요약하여 정리하면 표 1과 같다. <혼천의 제법>에서 직접적인 언급이 없었던 혼천의의 받침대에 해당하는 부분도 용주, 오운주, 수부로 분류하여 추가하여 복원에 활용하였다.

(b) 혼천의 모델

남병철의 5층 8권 이론을 바탕으로 다음과 같이 새로운

혼천의의 모델을 구성하였다. 3차원 그래픽 모델링 소프트웨어를 이용하여 먼저 자오권의 남·북극 지지축이 삼진권의 적극공을 지나고 사유권의 지지축이 재극권의 적극공을 지나도록 하여 사유권이 적극축을 중심으로 원활한 회전을 할 수 있도록 층을 만들고 거기에 각 권들을 삽입하였다. 다음 삼진권에 황도 남·북극축을 만들어 사유권의 회전축이 재극권의 황극공을 통과하여 황극축으로 원활한 회전을 할 수 있도록 하였다. 그리고 재극권에 천극공을 두어 사유환 축을 천극으로 변환하여 사용할 수 있도록 하였다. 이러한 모델링 과정을 통하여 그림 7과 같은 혼천의 외간 열개를 구성할 수 있었으며, 관측부품이나 받침대의 용주와 운주, 여러 가지 권의 눈금은 표현하지 않았다.

재극권으로 인해 천체의 적도경위도와 황도경위도, 지평경위도의 측정이 가능한데, 그림 8은 황도경위도 측정과 지평경위도를 측정할 때의 혼천의 사유권의 극축 변화를 나타낸 것이다.

V. 고 찰

(a) 중국 혼천의의 구조적 문제

중국 혼천의의 전형이라 일컫는 명대 정통 혼천의는 3중 8환으로 구성되어 있으며, 현재도 원형을 유지한 채 남경의 자금산 천문대에 보존되어 있다. 이것의 구성을 고찰하면 다음과 같다.

1) 외중(外重)은 육합의로 천원자오권(天元子午圈), 지평권, 천상적도권의 3개 환으로 구성되어 있다. 천원자오권은 쌍환으로 주천도수를 새겼다. 지평권의 겉에는 간지, 8괘를 새겨 방위를 표시하고 안에는 천문분야를 새겨 군국(郡國)의 분포를 나타내며, 환 둘레에는 수평을 바로 잡기 위한 물 홈이 둘러져 있다. 천상적도권은 단환으로 12시 100각(刻)이 새겨있다. 이 3개의 환은 서로 연결되어 움직이지 않으며 오운과 용주로 받쳐진다.

2) 제2중은 삼진의이다. 첫 번째는 남북 쌍환으로 2지권(二至圈)이며, 두 번째는 남북쌍환과 서로 대응되는 단환으로 2분권(二分圈)이다. 세 번째는 동서 단환으로 유선

적도권인데 28수(宿)가 새겨져 있다. 네 번째는 황도 쌍환으로 2지권의 남북 각 24도 되는 지점 및 2분권의 중점과 서로 교접하며 안에는 28수가 새겨져 있다. 전체 삼진환은 육합의 안에서 동서 방향으로 움직일 수 있다.

3) 제 3중은 병렬 쌍환의 사유의로 반주천도수가 새겨져 있다. 규관이 중심을 관통하여 사유권의 쌍환 안에서 회전할 수 있다. 사유의는 삼진의 안에서 극축을 따라 자유롭게 움직일 수 있다.

관측시에는 관측대상 별 부근의 수거성 하나를 선정하여 표준으로 삼아 이 별을 조준한 다음 삼진의를 고정시킨다. 그런 다음 사유의와 규관을 돌려서 대상 별을 조준하면 대상별의 입수도와 거극도를 알 수 있다. 일, 월, 5성을 관측할 때는 황도권에서 황경차(황도입수도)를 읽어도 된다. 표면상으로는 위의 혼천의를 이용하여 천체의 황경과 황위를 측정할 수 있다고 할 수 있다. 중국에서 송대 이전에 황경과 황위를 계산하고 측정하던 방법은 그림 9와 같다.

그림 9의 A는 황도 28수 거성으로 각각의 수(宿)의 황도거도는 이미 측정되었다. B는 관측대상인 별이다. PA, PB는 각각 A와B의 2지점을 통과한 적경권이고, EA, EB는 각각 A와B의 2지점을 통과한 황경권이다. 이론적으로는 A'B'는 B성의 적도입수도이고, PB는 거극도로 그것의 여각은 적위가 되며, a'b'는 B성의 황도입수도이고, Bb'는 B성의 황위가 된다고 할 수 있다. 그러나 원대 이전에는 ab를 B성의 황도입수도로 삼고, Bb를 B성의 황위로 삼았다. 중국 고대에는 황위를 황도내외도(黃道內外度)라고 하였다. 따라서 이러한 개념에 따라 얻은 황경과 황위는 실제 수치와는 달라서 과학적인 황경, 황위 개념과는 차이가 있는데 사실상 명확한 황극 개념이 없기 때문에 그것이 세운 황도 좌표는 결코 과학적이지 못하다는 것을 알 수 있다. 사람들은 이를 구별하기 위하여 이렇게 얻은 황도도수를 위황도도수(僞黃道度數), 사황도도수(似黃道度數) 또는 극황도도수(極黃道度數)라 불렀다. 극황도도수라는 명칭은 남북의 적극으로부터 측정된 황경, 황위라는 의미를 갖고 있다. 이러한 잘못된 관념은 상당히 오랫동안 지속되어 오다가 원·명대에 이슬람과 구라파의 천문학이 중국에 전입된 이후에야 비로소 바로 잡히게 되었다. 그리하여 적도경위도와 기형무진위와 같은 청대에 제작된 중국의 전통의기에는 더 이상 삼진의의 황도권을 부설하지 않아 황도도수를 측량하는 기능을 지니지 않게 되었으며, 천체의 황도 좌표를 과학적으로 측량하기 위하여 특별히 황도경위의(黃道經緯儀)를 설계·제작하였다. 강희 12년(1673) 벨기에 출신의 예수회 선교사인 Ferdinand Verbiest는 6종의 의기를 설계·제작하였는데 그 가운데 하나가 황도경위의 였는데, 주천도수 365와 4분지1도를 360도로 바꾸었다.

(b) 남병철의 창안

남병철이 <혼천의설>에서 밝혔듯이 중국 역대의 혼천의

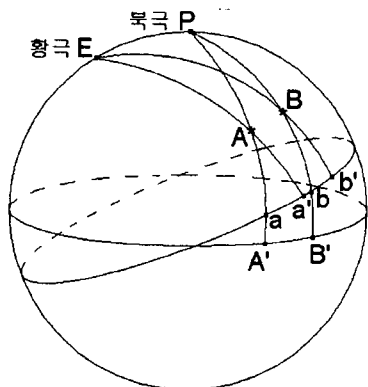


그림 9. 사황경(似黃經)·사황위(似黃緯) 개념도.

는 삼진환을 덧보태거나 황도권과 백도권 등을 더하였지만 기본적인 구조와 성능에는 그다지 큰 변화가 없었다. 황도권, 백도권을 통하여 극황경, 극황위, 극백경 등을 직접 측정할 수도 있었지만 결국 구조가 복잡해지고 관측위치마다 북극 고도의 변화에 따른 관측에 영향을 미쳤고, 황백경위도의 잘못된 개념으로 말미암아 관측 값마저 부정확하였기 때문 나중에는 황도권과 백도권을 제거하게 되었을 것이다. 사실상 적경, 적위가 나오면 간단한 삼각함수표나 입성표를 이용하여 황경, 황위와 백도경도를 환산할 수 있으며, 반대의 경우도 마찬가지이다. 고대부터 혼천의에 황도환을 더하는 방법으로 황경과 황위를 측정하였는데 얻어진 결과는 결코 만족스럽지 않았다. 역대 혼천의 제작자들은 하나의 의기로서 적경, 적위, 황경, 황위를 측정할 수 있는 방법을 연구하였지만 쉽게 문제는 해결되지 않았다. 남병철은 재극권을 신설하여 이 문제를 명쾌하게 해결하여 2천년 중국 혼천의 역사에 일대 혁신을 가져왔다. 앞서 인용한 <혼천의설>에서 밝혔듯이 남병철은 2분권을 사용하지 않고 삼진외와 사유의 사이에 별도로 재극권 하나를 더하였다. 혼천의를 제작하면서 남병철은 명대 승정 혼천의와 청대 기형무진의를 주로 참고하였다.

명의 승정제는 수력공서(修曆公署)를 설치하고 예수회 선교사 Adam von Bell Schall로 하여금 이천경과 함께 서양의 과학기술을 바탕으로 종래의 대통력을 고치기로 하여 승정 9년(1636)에 『서양역법(西洋曆法)』 82권이 완성되었다. 이 가운데 <혼천의설> 상하 5권이 들어 있으며, 1권의 첫머리가 혼천의 제작과 용법에 관한 것이다. 이 혼천의는 그림 10과 같이 관측용이 아닌 전시용이며, 남병철은 여기에서 성구(星球)와 지구를 제거하고 사유의에 측정기구를 설치하여 측정용으로 만들었다. 또한 청의 건륭 9년(1744)에 함천감정인 Ignatius Koegler(戴震賢, 1680-1743)가 주관하여 만든 그림 11의 기형무진의에서 유선적도환만을 선택하였다. 수권(豎圈)의 경우에는 쌍환을 사용하지 않았으며, 관측에 사용되는 규표는 항상 평행이 되도록 하였는데, 이로써 제작상의 편리와 관측상의 편의를 고려하였다. 이는 새로운 발상이며 그 이전에 한번이라도 시도하여 사용한 적이 없었다. 앞서 혼천의 구조복원 재극권 항에서 밝혔듯이 재극권은 삼진외와 사유의 사이에 끼어 있는데, 그 남북 극점에 위 아래로 서로 통하는 구멍을 뚫고 바깥에서 천경권을 삼진외를 지나 안쪽의 극축을 향하도록 삽입하고, 안쪽에는 사유권을 극축에 삽입하면 곧 적도경위의가 된다. 또 재극권의 남북으로 각각 23.5도(황적대거)와 52도 24분 45초(곧 한양의 북극고도)되는 지점에 황극공과 천정공을 만들어, 사유권의 극축을 황극공에 삽입하면 황도경위의가 되고, 천정공에 삽입하면 지평경위의가 된다. 이는 하나의 의기가 여러 가지 기능을 갖도록 교묘하게 설계한 것으로 적도경위의, 황도경위의 지평경위의라는 3가지 기능을 동시에 지닌다. 구식 혼천의가 위황도 도수만을 측정할 수 있었던 결점 역시 자연히 해소되었다.

다음에는 남병철이 종래 조선의 혼천의 제작 기술에 미친 변화를 살펴보도록 하겠다. 먼저 각 환들의 눈금은 고대로부터 사용해온 365.25도의 주천도수가 서양식의 각도법인 360도법으로 변환되었는데, 이는 관측치의 표기에 있어서도 변화를 가져오게 되었다. 조선초기에 제작한 간의의 경우 사유환의 눈금은 남극(0도)에서 시작하여 북극(182.6도)까지 양방향으로 매겨 나갔다. 당시의 천체관측 성분은 오늘날의 적위 성분에 해당하는 북극으로부터 임의의 천체까지 각거리인 ‘거극도’를 측정하였고, 적경 성분에 해당하는 값으로 적황도면을 기준으로 하는 28개의 수거성으로부터 임의의 천체까지의 각거리인 ‘입수도’를 측정하였다(이용삼 1996). 하지만 남병철이 제작한 사유권의 눈금을 보면 극에서 시작한 눈금이 적도까지 그려져 있고 적도에서 시작한 눈금이 극까지 향하는 두 가지 형태가 그려져 있는데, 후자의 경우 오늘날 천체관측에 있어서 적위 성분 값(+90 \geq δ \geq -90)을 측정할 수 있다. 전자의 눈금 표기는 전통적인 방식의 눈금 표기법을 따르려 했던 것으로 파악되지만 서양식 각도법인 360도법의 정착은 이 당시 확실하게 이루어졌다고 볼 수 있다. 적경 성분의 경우도 입수도가 아닌 30도씩 총 12궁(宮)으로 나누어 관측하였는데 별들의 적경은 매 궁의 0도에서 30도까지의 범위를 갖는다. 그리고 백각환에서 사용하는 12시 100각의 하루 단위가 천상적도권에서는 12시 96각으로 표현되었다.

혼천의에서 실제적 관측을 수행하는 구조는 ‘사유권’이다. 사유권에는 직거를 두었으며 이것의 중심점은 규형을 회전시키는 회전축이 된다. 규형은 사유권의 중심을 따라 남북으로 회전하며 사유권 축이 극을 중심으로 회전하기 때문에, 규형 가까이에 눈을 대고 측정하려는 천체를 규형을 움직여 관측한다. 역대 혼천의의 구조에서 규형은 1개인 경우가 대부분인데, 남병철의 혼천의는 2개를 설치하였다. 첫 번째 규형에는 상·하 통광표를 부착하였고 두 번째 규형에는 상·하 측정표를 장치하였다. 그리고 지시도표라는 관측 부품도 사용하였는데, 이러한 3가지의 관측표를 장치한 규형을 사용하여 지상의 물체나 천구상의 일·월·5성과 별들을 관측하였다. 측정표와 지시도표에 대한 제작 및 사용법 설명은 아직 미진한 상태인데, 다음에 이어질 <혼천의 용법> 연구를 통해 자세히 기술하고자 한다. 아울러 기능상의 특징도 실물을 복원하여 검증하는 과정에서 밝혀질 것으로 기대된다.

(c) 재극권의 기능 비교

남병철 혼천의와 유사한 기능을 갖는 것으로 청대에 기형무진의에 앞서 제작된 삼진공구의(三辰公儀)가 있다. 그림 12는 이것의 최초 모델로 여겨지는 것으로 현재 북경의 고궁박물관에 소장되어 있다. 북경천문관에서 편찬한 「중국고대천문학성취(中國古代天文學成就)」에는 “기형무진의의 최초 모델은 ‘삼진공구의’라고 불렀다. 이 모델은 극축이 자유롭게 조절가능하여 적도좌표 또는 황

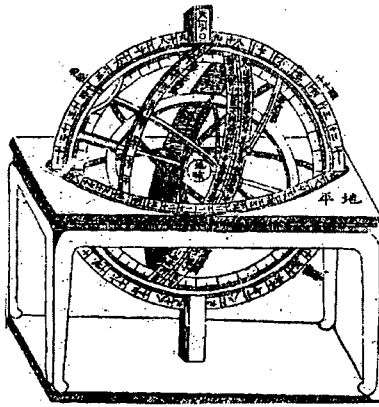


그림 10. 『서양역법』 중의 혼천의.

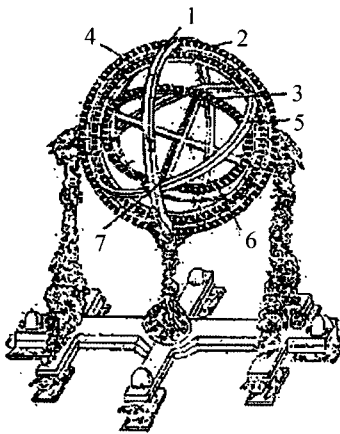


그림 11. 기형무진의. 1. 자오권, 2. 천상적도, 3. 북극, 4. 유선적도, 5. 적도경권, 6. 사유권, 7. 남극

도좌표, 지평좌표로 바꿀 수도 있다. 나중에 몇 차례의 수정을 거쳐 정형화되어 ‘기형무진의’로 명명되었다...”라고 언급하고 있다(北京天文館 編 1985a). 이것이 남병철 혼천의의 극축 변환방식과 어떤 관계가 있는가를 알아보기로 하겠다.

「중국고대천문학성취」에는 삼진공귀의의 개요와 사용법(北京天文館 編 1985b)이 나와 있다. 삼진공귀의를 설치할 때 그 지방의 북극고도를 맞추어야 하는데, 자오권을 돌려 도수를 맞추는 것으로 보아 자오권을 움직여서 사유권의 축을 적극, 황극, 천정극으로 변환했던 것으로 보인다. 이것은 작은 규모의 서양식 혼천의에서 흔히 보여지는 기능적 특징이다. 하지만 삼진공귀의의 구조에서는 재극권의 기능을 갖는 것은 밝혀지지 않았다. 삼진공귀의는 자오환 자체가 회전하므로 따로 극공을 둘 필요는 없었을 것이다. 여기까지는 삼진공귀의의 축 변환 기능과 남병철 혼천의의 축 변환의 기능적 측면은 거의 유사하다. 하지만 하루 동안의 황극과 황도면의 변화는 시간에 따라 달라지므로 자오환 상의 변환만 가능했던 삼진공귀의 구조로는 엄격한 의미에서 황도좌표를 측정할 수 있는 것은 아니다. 결국 삼진공귀의의 황도경위도 측정은 하루 동안의 특정한 어느 시기에만 가능하다. 이에 반하여 남병철의



그림 12. 삼진공귀의(북경고궁박물관 소장).

혼천의로 황도경위도를 측정하는 경우에는 사유환 축을 재극권의 황극공에 삽입하여 동서방향으로 움직일 수 있고, 동시에 삼진권은 자오권 극축을 중심으로 회전하기 때문 하루 동안의 태양의 위치를 완벽하게 나타낼 수 있다. 즉, 남병철의 혼천의로 현재 황극을 맞추어 놓으면 오늘날에 사용하는 황경과 황위를 측정할 수 있었다. 그리고 지평좌표계로 변환하여 지평경위도를 측정할 수 있었다.

남병철 혼천의는 옛부터 내려오는 중국의 여러 혼천의를 구조와 기능을 새롭게 추가하여 혼천의의 제작기술을 집약시켜 만든 하나의 창제품이다. 그 중에서도 재극권의 역할은 다용도와 기능성을 갖도록 만든 혼천의 제법의 역사에서 커다란 기술혁신으로 동아시아 혼천의 제작사에 커다란 발자취를 남긴 것은 틀림없는 사실이다.

VI. 결 론

조선시대에는 천문·역법의 연구를 위하여 천체 현상을 정밀하게 측정할 수 있는 혼천의가 제작되었다. 17세기 이래로 서양역법을 바탕으로 한 시헌력(時憲曆)을 받아들인 시헌력(時憲曆)의 혼천의 제작에도 서양과학의 영향을 받게 되었고 전시용과 관측용 혼천의가 여러 가지 제작되었다. 19세기 중반에 남병철은 역대 중국 혼천의를 섭렵하고 혼천의 역사에 일대 혁신을 가져온 새로운 혼천의를 설계·제작하였다. 남병철은 19세기 조선을 대표하는 저명한 학자이며 『의기집설』을 비롯한 여러 가지 천문·수학·역법 분야의 저술을 남긴 천문학자요 수학자이다. 그는 실사구시정신에 입각하여 당시 중국을 통해 들어오는 서양 과학기술을 수용하는데 많은 노력을 기울여 그의 친구인 박규수, 동생인 남병길, 수학자인 이상혁 등과 더불어 혼

천의와 혼평의, 지구, 간평의 등 천문관측기구를 개량하였고, 양경규일의를 비롯한 해시계와 험시의를 비롯한 기계시계를 창안하기도 하였다. 특히 중국 역대의 혼천의의 결함을 보완할 수 있는 재극권을 설치하여 적극, 황극, 천정을 축으로 삼고 3가지 좌표를 하나로 합쳐 필요에 따라 극축을 선택할 수 있는 신식 혼천의를 발명하였는데 이는 중국 역대 혼천의 제작사의 일대혁신으로 평가되고 있다. 이는 하나의 의기가 여러 가지 기능을 갖도록 교묘하게 설계한 것으로 적도경위의, 황도경위의, 지평경위의라는 3가지 기능을 동시에 갖춘 것이다. 따라서 구식 혼천의로는 위황도도수만을 측정할 수 있었던 결점이 일거에 해소되었다. 이로써 남병철이 발명한 재극권은 혼천의 성능개선에 있어 중요한 역사적 의미를 지니고 있음을 알 수 있다. 이와 유사한 기능을 갖는 것으로 청대에 제작된 삼진공귀의가 있으나 이 의기로는 천체의 적도경위도와 지평경위도를 측정할 수 있으나 황도경위도를 측정할 수 없다. 남병철은 삼진공귀의에서 어떤 계시나 힌트를 얻을 수도 있었겠지만 삼진공귀의에서 황도좌표 문제는 끝내 해결되지 못한 상황에서 독자적인 노력에 의해 결국 해결을 보게 된 것이다. 이는 한국 혼천의 역사의 개가임은 물론 동아시아 혼천의 역사의 개가라 할 수 있다.

앞으로 남병철의 혼천의 구조에 대한 보완작업을 수행하기 위하여 『의기집설』의 <혼천의 용법>에 대한 연구가 이어져 남병철의 발명에 대한 전반적인 검토가 뒤따를 것으로 예견된다. <혼천의 용법>에는 구면천문학적 내용 및 천문학적 계산방법이 나와있어 남병철의 천문학 업적은

물론 당시의 천문학 수준을 가늠할 수 있는 중요한 계기가 될 것이다.

혼천의설 표점과 번역에 참여해주신 中國科學院 自然科學史研究所의 陳久金 教授와 조언을 아끼지 않으신 건국대 韓永浩 教授께 심심한 사의를 표하는 바입니다.

참고문헌

- 김명호 1996, 朴桂壽의 <地勢儀銘并序>에 대하여, 震檀學報, 82, 237
- 나일성, 박성래, 이용삼 1994, 「과학기술문화재 간의 복원 설계용역 보고서」, 문화재관리국, 2
- 남문현, 한영호, 이수웅, 양필승 1995, 朝鮮朝의 渾天儀 研究, 建國大學校 學術誌, 39, 531
- 노규래 1984, 南秉吉의 生涯와 天文學, 한국과학사학회지, 6, 131
- 北京天文館 編 1985a, 「中國古代天文學成就」, 189
- 北京天文館 編 1985b, 「中國古代天文學成就」, 193-195
- 이용삼 1996, 世宗代 簡儀의 構造와 使用法, 東方學志, 93, 159
- Chen Jiujin 1995, The important innovation in Korean armillary sphere-zai ji quan (載極圈), 2nd International Conference on Oriental Astronomy, 16-21
- 南秉哲, 『儀器輯說』 上卷 『尙書』, <舜典>
- 『世宗實錄』 卷77(7:가-11:나)
- 蘇頌, 『新儀象法要』