

조선의 유학자(儒學者)들이 사용한 혼천의(渾天儀) 작동모델 복원(復元)

이 용 삼

충북대학교 천문우주학과, 충북대학교 천문대, 소남천문학사연구소

1. 서 론

혼천의(渾天儀, 渾儀, 璇璣玉衡)는 동아시아에서 전통적으로 사용하던 천체의 위치를 측정하는 천문의기(天文儀器)로서 시간과 절후(절기)를 측정할 수 있는 천문시계의 기능이 있다. 혼천의는 혼천설(渾天說)을 구상한 모형으로 관측자를 중심으로 천구(天球)를 둥글게 감싸고 있다. 혼천의 모습은 겉으로는 복잡하게 보이지만 그 구조는 천구 상에서 천체의 위치를 관측하는 지평좌표계(地平座標系)와 적도좌표계(赤道座標系) 황도좌표계(黃道座標系)의 세 가지 좌표계를 하나의 중심으로 층층히 되어있다. 혼천의의 회전축(回轉軸)은 현대 천문학의 적도좌표와 같은 구조로 천(天)의 북극축(北極軸)의 방향과 일치한다. 관측값은 적도좌표계의 입수도(현대의 적경)와 거극도(현대 적위)를 측정하는데 그 기능이 탁월할 뿐만 아니라 천구(天球)상의 천체의 운동을 관측하고 이해하는데 편리함이 있다. 혼천의의 기본적인 구조는 대부분 3층의 각종 환(環)으로 구성되어 있는데 바깥층은 육합의(六合儀)가 있고 가운데 층은 삼신의(三辰儀)가 있으며 안쪽 층에는 사유의(四遊儀)로 구성되어 있다.

혼천의는 조선의 대표적인 천문기기면서 역사적 예술적 가치가 매우 큰 훌륭한 전통과학 기기이다. 또한 혼천의는 천상(天象)을 관측하는 의기(儀器)일 뿐만아니라 왕권을 상징하며 왕도정치사상을 구상화한 상징적인 도구로서 왕조의 유교적 정치이념을 구상한 의기(儀器)이다. 관상수시(觀象授時)를 제왕의 권리와 의무로 여겼던 조선의 역대 왕들은 다양한 형태의 혼천의와 혼천시계를 제작하였지만 거의 다 사라져 버렸다. 다행히 조선(朝鮮)의 명망(名望) 높은 유학자들 가운데는 제각기 혼천의를 제작

하였다. 퇴계 이황(李滉, 1501-1570), 우암(尤庵) 송시열(宋時烈, 1607 - 1689), 괴담(槐潭) 배상열(裴相說, 1759~1789), 홍대용(洪大容, 1731~1783)이 사용한 혼천의는 일부 부품이나 혹은 훼손된 상태의 유물이 오늘날 현존하고 있다. 조선시대 많은 선비들이 초야(草野)에 묻혀 천문(天文)을 살폈음을 알 수 있다. 사서삼경(四書三經)의 하나로 선비들이 필독하는 『書經』에는 순(舜) 임금이 ‘선기옥형(璇璣玉衡, 혼천의)’을 만들어 해와 달, 오행성(五行星)을 관찰한 기록이 있다. 혼천의로 천문을 관측하는 것은 선비들이 추구하는 ‘道’ 가운데 하나로 ‘自然의 道’를 담고 있으며 ‘宇宙와 하나되는 天人合一’이 목표였던 유학자(儒學者)들에게 일월오행성(日月五行星)들의 출몰(出沒) 등 천문을 익히는 것은 학문의 기본이 되는 격물(格物)을 탐구하는 것이다.

유학자들이 천상의 관찰을 중요하게 여긴 것은 “유학의 가장 기본 되는 원리인 모든 도는 하늘로부터 내려온다고 생각을 했던 것”이다. 특히 나라를 통치하던 그 당시의 왕이나 여러 관료들이 그 하늘의 절대자의 의지를 받아서 그 의지를 백성에서 펴는 것은 당시 유교의 중요한 사상이다. 그래서 항상 모든 면에 있어서 유학의 근본 원리 중의 하나가 그 경천근민(敬天勤民), 즉 백성을 공경하고 하늘의 뜻을 살피는 그러한 것이 바탕으로 하늘에 뭐가 일어나는지 어떤 원리로 일어나는지에 대한 기본적인 상식과 그 원리를 이해하려는 기구로서 혼천의는 유학자들에게 중요한 것 중에 하나였다.

그러나 조선시대 제작되었던 혼천이들 가운데 현존하는 몇 개마저도 유물의 보존 상태가 부실하며 부품들이 파손되고 각종 환(環)들은 제자리에 결합되지 못한 채 훼손된 상태로 남아있다. 이 연구를 통하여 퇴계(退溪), 우암(尤庵), 괴담(槐潭)의 훼손된 혼천의 유물의 부품을 실측하고 분석하였다. 아울러 이 유물들의 원형 모습을 다시 살려 그 구조와 기능을 충족하는 복원이 수행될 수 있도록 복원 설계도를 작도하고 퇴계와 우암의 훼손된 혼천의를 복원하였다.

2. 혼천의 유물의 학술조사

유학자들의 혼천의 복원을 위해 유물을 소장하고 있는 전시관을 방문하여 실측을 통한 학술조사를 수행하였다. 유물을 살펴보고 훼손된 부분들을 분석하여 혼천의 유물의 규격과 구조를 추정하였다.

2.1. 퇴계(退溪) 이황(李滉) 혼천의

퇴계 이황(1501 - 1570)의 혼천의는 그의 유품을 전시하고 있는 경북 안동시 인

근 도산서원(陶山書院)의 옥진각(玉振閣)에 전시되어 있다. 전시관 진열장 속에는 그림 1과 같은 훼손된 혼상이 있고 설명문은 혼천의의 명칭으로 잘못 표기되어 있었으나 혼상과 함께 혼천의의 부품으로 보이는 몇 개의 환이 전시되어 있다. 이 혼상은 조선의 혼상 유물 가운데 유일한 것이지만, 지금까지 혼천의로 설명하고 있다. ‘도산서원의 혼천의’는 혼상과 함께 전시되어 있는 혼천의 부품인 환의 일부부품 뿐이며, 이 부품만으로는 그 형태와 구조를 추정하기 힘든 상태이다.



그림 1. 도산서원의 혼상과 혼천의 부품의 유물

2.2. 괴담(槐潭) 배상열(裴相說) 혼천의

괴담 배상열(1759~1789)은 1774년 도산서원을 알현(謁見)한 후 퇴계 이황의 선기(璿璣)와 옥형(玉衡)을 관찰하고는 그대로 선기옥형(혼천의)을 만들었다¹⁾. 배상열은 31세에 요절한 성리학자이며, 천문(天文)·지리(地理)·율려(律呂)등에서 일가견을 이룬 역학자(易學者)이다.

괴담의 혼천의 유물은 경상북도 봉화군 봉화읍 석평 2리 유록(呦鹿), 흥해배씨(興海裴氏) 괴담종택(槐潭宗宅) 녹동리사(鹿洞里社)에 보관해 오다 현재 한국국학진흥원 유교문화박물관에 전시되어 있다. 필자는 1998년 8월 10일 녹동리사(鹿洞里社)를 방문하여 1차 실측조사를 한바 있으나 수집한 자료는 분실되고 당시 찍은 2장의 사진만 남아있다(그림 2). 이 사진을 보면 혼천의를 받치는 지평환과 4개의 용주(龍柱)와 십자받침 등이 잘 조립되어 있으나 천경쌍환(天經雙環)을 받쳐주는 오운주(鰲雲柱)는 유실된 상태여서 지평환의 자오(子午) 방향을 따라 묶여져 있다. 그 외의 각종 환들은 제각기 흩어져 일부 훼손된 상태로 뒤섞여 있다.

1) 매일신문(1981), 嶺南學脈 137

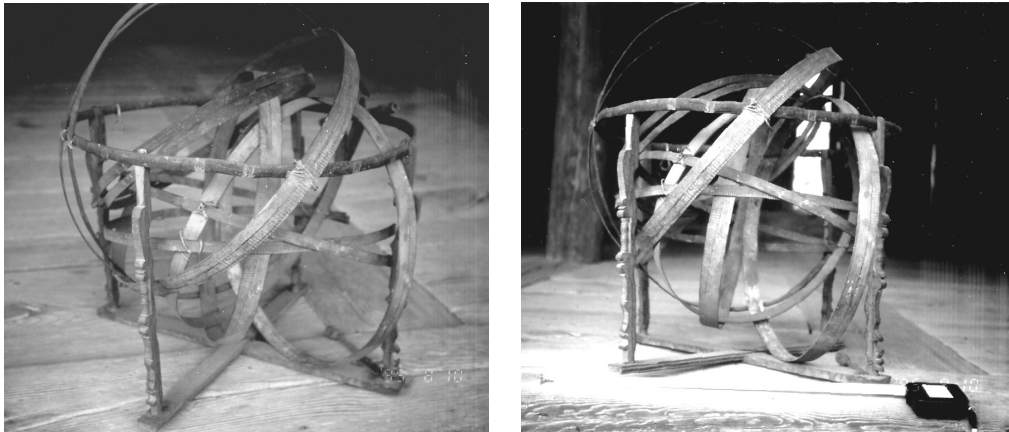
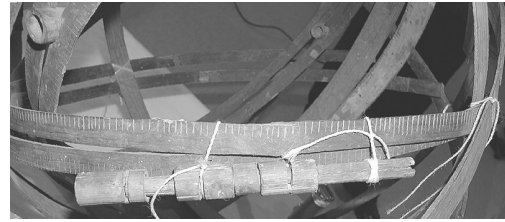
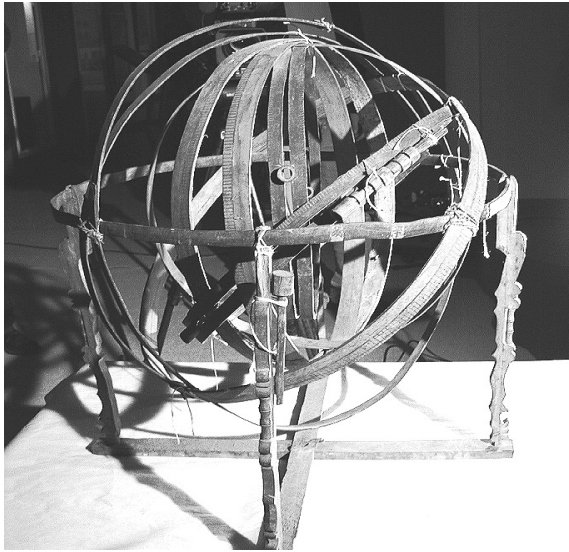


그림 2. 녹동리사(鹿洞里社)의 괴담 혼천의의 1차 실측조사 사진

그 후 2006년 4월 26일 한국국학진흥원전시실에서 2차 실측조사를 수행하여 유물을 촬영하고 각 부품들을 측정하였다. 유물을 살피던 중 십자(十字)받침의 밑면을 살펴보았는데 그 곳에 붓으로 잘 쓰여진 23자(字)의 글씨를 발견한 바 있다. 그 후 2007년 2월 12일 3차 사진촬영과 실측을 수행하였다.

괴담의 혼천의를 실측 조사한 결과 이 혼천의는 모두 목재로 제작되어 있다. 혼천의의 구조와 유물 상태를 살펴보면 기본 구동축(驅動軸)이 되는 극축(極軸)부분과 규형(窺衡)과 혼천의 중심을 받쳐주는 오운주 등의 부품이 유실되고 일부만 부러진 상태로 남아있고 각종 환들은 많은 부분이 훼손되었거나 일부 유실되어 각 부품들이 제 위치에 조립되지 못하고 위쪽으로 하나의 다발로 묶여져 있는 상태이다(그림 3 참고).

이 유물의 현존하는 부품들을 살펴보면 일반적인 혼천의 구조와 같이 육합의(六合儀), 삼신의(三辰儀), 사유의(四遊儀), 저좌(底座)로 구성되어 있다. 육합의에 지평환, 천경흑쌍환(天經黑雙環), 천위적단환(天緯赤單環)이 있고, 삼신의에는 삼신쌍환(三辰雙環), 적도단환(赤道單環), 황도단환(黃道單環)이 있으며 사유의에 사유환(四遊環)과 직거(直距, 極軸)와 규형(窺衡)이 있다. 또 저좌(底座)에는 4기둥과 십자받침이 있다. 삼신흑쌍환은 부러진 극축(極軸)과 연결 관(管, 메탈) 장치가 실에 매여 있다. 특히 적도단환을 살펴보면 환의 폭이 넓으며 적도환 내부 면에 한지를 붙여 표기한 28수의 별자리 그림은 다른 혼천의에서 볼 수 없는 독특한 기능을 갖고 있다. 그림 3은 괴담 혼천의 유물의 모습이다. 실측한 각 부품의 규격의 치수와 특징은 표 2에 요약하여 제시하였다.



삼신흑쌍환과 부러진 극축과 연결 관



삼신흑쌍환, 적도단환, 황도단환



지평환(地平環)의 측면에 24 방위의 표기가 희미하게 보인다.



적도환(赤道環)의 28수(宿), (軫宿)(翼宿)(張宿)(星宿) (柳宿)(鬼宿)(井宿)(參宿)(觜宿)



적도환(赤道環)의 28수(宿), (柳宿)(鬼宿)(井宿)(參宿) (女宿)(牛宿)(斗宿)(箕宿)



그림 3. 괴담 혼천의 유물의 모습. 적도환에 28수의 명칭과 별자리가 보인다.

십자받침의 밑에는 23자 명문이 있으며 이 글자를 알기 쉽게 띄어서 배열해 보면, ‘己亥草 乙巳重 而材惡手庸 猶未精 復當俟善手良材 更造’로 볼 수 있다. 이 글자들의 해석을 표로 만들면 표 1과 같다.

표 1. 십자받침의 밑의 23자 명문(銘文)의 단어들의 해석

원 문 해 석	원 문 해 석
己亥 1779년	未精 정밀하지 못하다
草 처음	復 다시
乙巳 1785년	當 마땅히
重 거듭	俟 기다리다
而 그러나	善手 뛰어난 솜씨
材惡 재질이 좋지 못하다	良材 좋은 재목
手庸 솜씨가 용렬하다	更造 고쳐서 만들다
猶 오히려	

필자와 함께 학술조사에 참여했던 정진호(鄭辰皓)²⁾는 위의 표에서 제시한 내용을 다음과 같이 해석하고있다. ‘기해년(1779년, 21세)에 처음으로 만들었고 을사년(1785년, 27세)에 거듭 손질하였으나, 재질이 좋지 못하고 솜씨가 용렬한 때문에 정밀하게 만들지 못하였다. 마땅히 뛰어난 솜씨와 좋은 재목을 기다려서 다시 고쳐 만들어야 할 것이다.’

2.3. 우암(尤庵) 송시열(宋時烈) 혼천의

우암 송시열(1607 - 1689)의 혼천의는 그가 정계를 떠나 화양동에 은거하며 제자들의 교육을 위해 사용한 것이다. 현재 국립청주박물관에 보관중인 우암 송시열의 혼천의는 우암의 후손이 보존해오던 것이다(그림 4). 이것을 박물관에 옮기기 전 이 혼천의의 형태와 구조와 특징을 조사하기 위해 1997년 우암의 후손인 송영달³⁾ 선생의 자택을 방문하였고 그 후 2007년 청주박물관을 방문하여 실측을 수행한바 있다. 보존 상태를 살펴보면 목재(木材)로 제작된 혼천의의 나무틀은 대략적인 형태를 실로 묶어 유지하고 있으며 각종 금속 고리 환(環)들은 유실되거나 부식되고 일부 파손되어 제자리에 결합되지 못한 채 남아있다. 그나마 형태를 유지하고 보존될 수 있었던 것은 한국전쟁 기간 땅 속에 묻어두었기 때문이라고 현암(玄庵) 송영달 선생은 언급한 바 있다⁴⁾.

그림 4는 우암 송시열의 혼천의 유물 모습과 실측 답사 모습 이다. 목재의 받침과 금속환으로 제작된 이 혼천의는 대략적인 형태를 유지하고 있으나 금속 환들은 부식되고 일부 파손되어 제자리에 결합되지 못한 채 남아있다. 목재환으로 제작된 지평환은 바깥쪽으로 향하게 24방위(方位)가 새겨져 있을 뿐만 아니라 각 방위의

2) 정진호(鄭辰皓): 2007년 2월 12일 함께 학술조사에 참여한 안동시 향토사학자.

3) 우암의 13대 후손인 송영달 선생, 당시 청주시 상당구 문화동 거주의 자택을 방문

4) 필자가 1997년 청주의 현암(玄庵) 송영달 선생 자택에 방문했을 때 혼천의를 보여주면서 현암께서 언급하심.

내측에는 정밀한 방위를 측정할 수 있도록 2 등분되어 환 둘레 전체가 48등분되어 있다. 그림 5는 유물의 지평환 모습과 조선 시대 방위표기 방법의 그림이다.

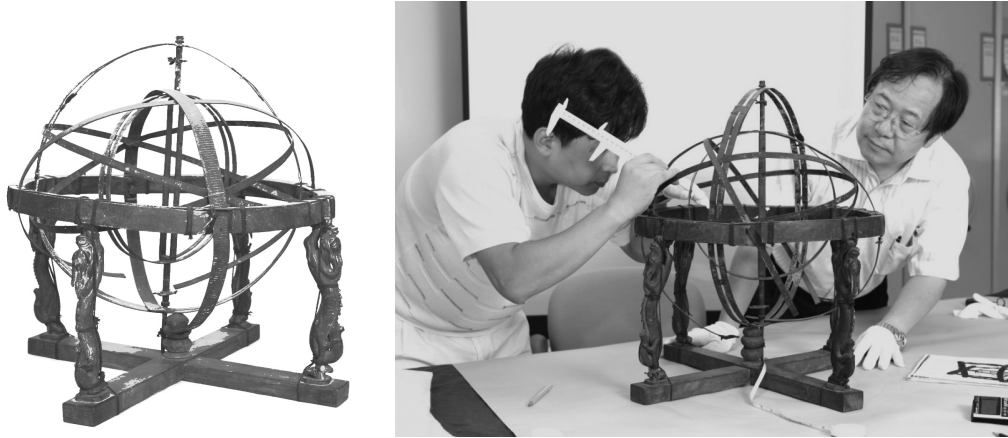


그림 4. 우암 송시열의 혼천의 유물조사와 유물 부품

금속환으로 제작된 각종 환(環)들은 각기 정확한 눈금들이 각인(刻印)되어 있다. 목재로 만든 용주(龍柱)의 문양과 조각은 현존하는 혼천의 중에서는 가장 예술성이 돋보이는 것이다.

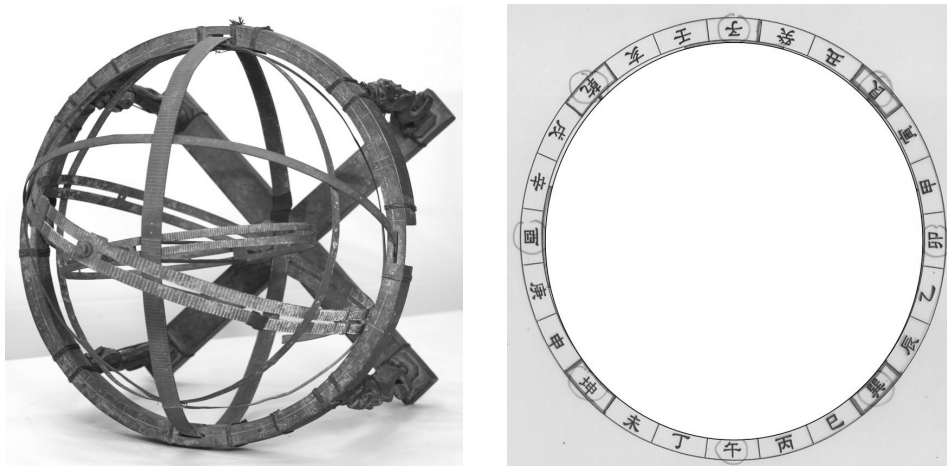


그림 5. 지평환(地坪環)의 유물(좌)과 24 방위 명칭

이상주(李相周, 2007)⁵⁾는 우암의 혼천의는 실제 관측용이 아닌 것으로 그 제작자들에게 서경에 나오는 기형율려(璣衡律呂)를 교육하기 위해 소지하던 학습교재라고

5) 이상주, 우암 탄신 400주년 기념 국제대회 발표(충북대우암연구소), 「華陽九曲과 그 문화유적에 대한 종합적 고찰」 2007, 138,

밝히고 있다. 그가 제시한 문헌을 인용하면 “선생께서 말씀하시기를 그림으로써 깨우치기 매우 어렵다. 만약 제도를 만든 이유를 관찰하고자 한다면 즉 알기가 어렵지 않다.”고 제시한 바 있다. 또한 그의 발표 가운데 우암 혼천의는 이민철(李敏哲, 1631 ~ 1715)이 제작했다는 사실을 밝힌 바 있다. 이민철은 현종 10년(1669) 수격식 혼천의를 제작한바 있는 당대 최고의 혼천의 전문가였으며 혼천시계를 제작하게 된 동기 중에는 현종 10년(1669)에 송준길(宋浚吉)이 함경각(欽敬閣)의 옛 제도를 복구하기를 주청함으로 시작되어 이민철로 하여금 채침(蔡沈)의 『서경』 「순전주」에 의거하여 구리를 부어 혼천의를 제작하게 되었다.⁶⁾

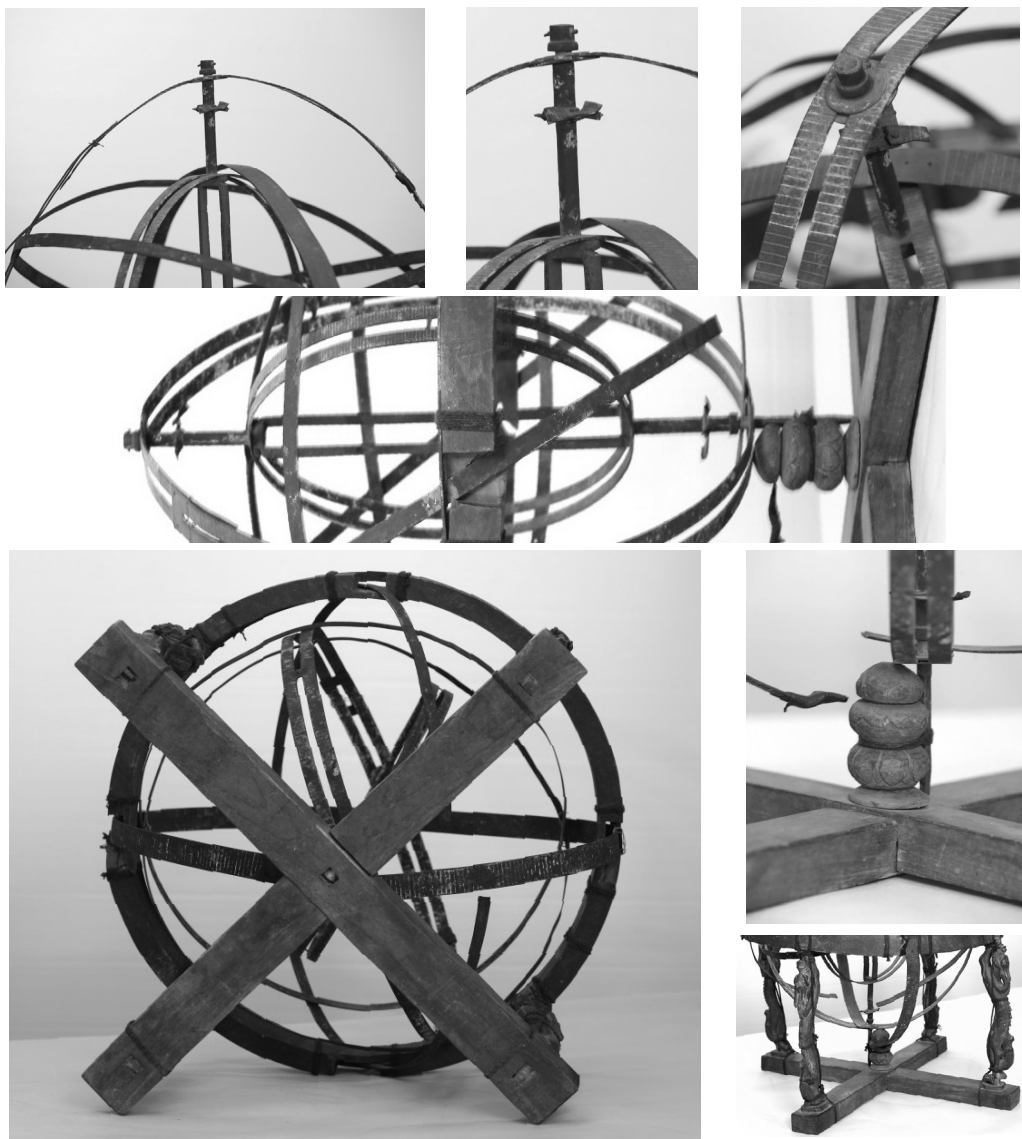


그림 6. 훼손된 우암혼천의 유물 부품

6) 『增補文獻備考』 「象緯考」 卷 3:27.

우암은 천문의기(天文儀器)나 천문역법(天文曆法) 등 과학탐구에 해박했다. 숙종8년(1682년) 우암은 ‘천서세동(天西歲東)’의 세차법(歲差法)을 매일 매일의 태양과 하늘의 운행차이로 오해라고 알고 있던 지촌(芝村) 이희조(李喜朝, 655~1724)에게 그 원리를 설명하한 기록이 있다⁷⁾. 아울러 선기옥형(璿璣玉衡, 혼천의)의 제도를 분명하게 파악하지 못했던 그에게 이민철이 제작한 선기옥형을 가지고 세세한 설명을 주었다⁸⁾. 우암이 영부사의 직책을 가지고 있던 1680년(숙종6) 경연석상에 참가한 숙종에게 일식의이치에 대해서 상세하게 설명하기도 하였다⁹⁾. 우암은 숙종 재임시 이민철의 혼천시계에 관한 원리를 설명한 바가 있다. 이 유물은 극축(極軸)과 삼신흑쌍환(三辰黑雙環), 사유쌍환(四遊雙環) 등 각종 환들의 연결 장치의 유물은 회전할 수 있도록 천경흑쌍환(天徑黑雙環)에 장치되어 있는 것이다. 극축(極軸)과 직거(直距)¹⁰⁾는 금속으로 되어 있고, 극축에 조립되어야 하는 삼신의 삼신환은 깨어져 유실되었으나 천경환과 사유쌍환(四遊雙環) 사이에 삼신환이 쌍환으로 조립되었던 이음매에는 이 환의 수mm 정도의 일부로 보이는 조각이 남아 있다. 극축은 직거(直距)를 중심으로 남북 양단으로 대칭적으로 뻗어 있는데 한쪽 끝은 길고 뾰족한 형태를 이루고 있다. 그림 6의 그림 속에 가운데 그림의 극축의 끝을 보면 뾰족한 부분은 무엇인가 조립하였던 부분 같이 보인다. 아마도 목재 손잡이 같은 것을 꼽을 수 있도록 가공한 듯하다. 극축(極軸)의 경사각은 북극고도(즉 관측자의 위도 값)에 해당 하도록 기울어져야 하는데, 유물은 상하 수직으로 세워져 있다. 그림에서 직거(直距)와 연결된 사유의(四遊義)는 가장 완전한 형태를 유지하고 있는데 거의 뒤틀림이 없는 사유쌍환 속에 직거가 설치되어 있다. 사각의 직거 내부 사이에 설치되었던 규형(窺衡 또는 望筒)은 유실된 상태이다.

현재 혼천의 유물의 저좌 부분은 목재로 된 4개의 기둥의 용주와 오운주(鰲雲柱)와 십자받침이 있고 모두 제 위치에 조립되어 있다. 오운주는 혼천의 십자받침 중심에서 천경흑쌍환(天徑黑雙環)을 받쳐주는 중요한 기둥이다. 4개의 용주의 머리 위로 용의 두 팔은 간(艮), 손(巽), 곤(坤), 건(乾) 방향에서 지평환에 수직으로 조립되어 있는데 높이는 251mm 정도이다. 이 용주들은 그 형태가 용(龍)의 형상으로 용의 머리부터 발과 비늘의 문양까지 조각하고 채색한 것으로 예술성이 탁월한 목공예품으로서 독특한 가치를 보여주고 있다.

하단 부분은 십자받침의 둥근 홈이 오운주(鰲雲柱)를 조립할 수 있도록 십자받침에 뚫려있다. 4개의 용주가 십자받침 밑으로 9.7mm의 둥근 홈이 바닥까지 뚫어

7) 「尤庵先生語錄」, 『芝村集』 卷30, 29(70책, 609쪽)

8) 「語錄(李喜朝)」, 『宋子大全』 附錄卷14, 41-42(115책, 494)

9) 「經筵錄」, 『滄溪集』 권18, 17(159책, 411)

10) 극축에 천경흑쌍환과 사유환이 고정되어 있고 극축 중심 부분에 있는 직거의 사각 안에 규형은 유실된 상태이다.

져 있어서 지금까지 견고하게 조립되었기 때문에 상태를 유지할 수 있게 된 것 같다. 특히 유물 조사 중 십자받침 밑을 살펴보았으나 이 혼천의는 제작과 관련된 명문(銘文)의 흔적은 찾아 볼 수 없었다.

3. 혼천의 복원설계와 복원

퇴계 혼천의, 괴담 혼천의, 우암 혼천의의 실측한 각 부분의 치수와 각 환들의 치수의 측정값을 기준으로 기본 설계도를 작도하였고, 퇴계와 우암의 혼천의는 자동모델을 복원하였다. 표 2는 유학자 퇴계, 괴담, 우암의 민간 혼천의 유물과 송이영(宋以穎) 혼천의 유물의 규격과 특징을 비교한 것이다. 송이영의 혼천의는 현종 5년(1669년)에 제작한 국보 제230호 혼천시계의 혼천의(일만원권 그림)이며, 국가기관에서 제작하였던 대표적인 혼천의 유물이다. 이 유물의 크기가 민간 혼천의와 비슷한 규모로서 조선의 혼천의 유물을 비교해 볼 수 있는 표본이라 할 수 있다.

3.1. 퇴계(退溪) 이황(李滉) 혼천의 복원

퇴계 혼천의의 유물은 일부 목재 부품 중에 10여종의 각종 환(環)들과 북극 축의 끝단을 마무리하는 조립용 부품이 분해되어 있을 뿐이고 원형의 형태를 알 수 없도록 십자 받침대와 용주는 유실된 상태이다. 이 혼천의 구조와 형태는 알 길이 없었으나 18세기 도산서원에 갔던 괴담 배상열이 이 혼천의를 보고 제작하였다는 기록을 근거로 괴담의 혼천의를 참고하기로 하였다.

다행히 괴담 혼천의의 십자 받침대와 용주는 혼천의의 구조를 알 수 있도록 그 형태가 잘 보존하고 있다. 이를 실측하여 퇴계유물의 각종 환들의 실측값을 통해 규격의 치수를 추정하여 설계와 복원에 참고하였다. 표 2의 괴담 혼천의의 규격은 이 값이다. 그림 7은 퇴계 혼천의의 복원설계도의 일부이다.

표 2. 퇴계, 괴담, 우암 혼천의와 송이영 혼천의 유물 분석 비교

기본구조	환(環)	퇴계 이황 ¹¹⁾	괴담 배상열		우암 송시열		송이영(국보 230호) ¹²⁾	
		외경 (폭) 두께 [mm]	외경 (폭) 두께 [mm]	특 징 (재질: 목재)	외경 (폭) 두께 [mm]	특 징 (목재+ 금속)	외경 (폭) 두께 [mm]	특 징 (목재+ 금속)
육합의 (六合義)	천경흑쌍환 (天經黑雙環)	398 (13) 3	절단상 태 (15.1)	소나무, 흑색, 음 각의 주천도 눈금 10칸 씩이며 길이 40mm, 8.6mm	440 (32)	3.7mm 간격으로 양환의 외면에 눈 금이 있다	390 (14) 황동3 목재18	복극 출지: 약 37.5도
	천위적단환 (天緯赤單環)	398 (13) 3	397 (30.5)	주천도 눈금 폭: 12 가운데 선: 2mm	440 (22.5)	천경쌍환과 같은 간격으로 눈금이 있다.	400 (14) 3	단환, 적색 남북 양면내측에 360 도 눈금
	지평환 (地平環)	392 (13) 10	509 (17.4)	대나무, 흑색 지평 환의 외측면 으로 24방위가 표시되 있고, 재질은 대나 무.	460 (22) 금속: 2 목재: 35	지평환의 외측에 24 방위가 새겨져 있고, 각 방위는 내측에서 2등분 되어 환 둘레 전 체가 48등분 됨.	413 (2) 금속3 목재18	단환, 흑색, 윗면 24방위 표기, 묘유방향에 24기
삼신의 (三辰義)	삼신흑쌍환 (三辰黑雙環)	318 (13) 3	441 (14.7)	대나무, 흑색 눈금 폭: 7.0→10.5 메탈의 지름: 21.1 극축의 내경: 9.2 쌍환 간격: 3	380로 추정	유 실	350 (15) 금속 4 목재17	쌍환, 흑색
	적도단환 (赤道單環)	318 (13) 3	(30.5)	소나무(호린적색) 눈금 폭: 17.6mm 28수 명칭과 별자 리	380 (11.3) 1.5	금속재료 외측에 주천도(365도+ 1/ 4도)	350 (13) 3	단환, 적색칠, 북면 24기, 북면28수, 남북 양면 외측에 주천도(365도+ 1/ 4)
	황도단환 (黃道單環)	318 (13) 3	(29.6)	소나무(황색) 눈금 폭: 10.0 mm 24기(節氣) 표기 가 없이 주천도 눈금만 있음	380 (11.5) 2	금속재료 교각 23.5도 외측에 주천도 (365도+ 1/4도)	360 (15) 3	단환, 황색칠, 적도 교각 23.5 도, 북면에 24기, 남면 28수, 남북 양면 외측에 주천 도 365+ 1/4도 노끈으로 태양을 잡아당겨 1일 1 도 견인 장치
	백도단환 (白道單環)	없 음	(23) 3.2	소나무(백색) 눈금과 표기 없음		없 음	302 (15) 3	단환, 백색, 황도 교각 5도, 북면 12궁, 27개 편 균등배열
사유의 (四遊義)	사유쌍환 (四遊雙環)	250 (13) 3	367	틱마크 6.5mm에 서 틱마크 분리 → 눈금은 각인	275 (21.2) 2	외면에 2.4mm 간격으로 눈금이 있어 주천도수를 나타낸다.	지름: 85mm	사유의(四遊義)를 지구의(地球儀)로 대체하여 설치
	직거 (直距)	180 (20) 7		유 실		철재로 제작, 규형(窺衡)은 유실		지구의(地球儀)로 대체
용주 (龍柱)	용주(龍柱)	높이: 286	높이: 370	상 다리와 같은 목 재 어룡 조각	높이: 251	정교한 용 조각		목재 어룡(魚龍) 조각
	오운주 (鰲雲柱)	높이: 103		유 실	높이: 76	2단의 둥근 목형 조각		청동의 자라, 구 름무늬, 구슬장식
	십자(十字) 받침	430	길이: 568	받침 밑에 제작 관련 명 기록	길이: 514	폭: 40, 두께: 30		바닥이 匚형태로 혼천시계 몸체와 연결

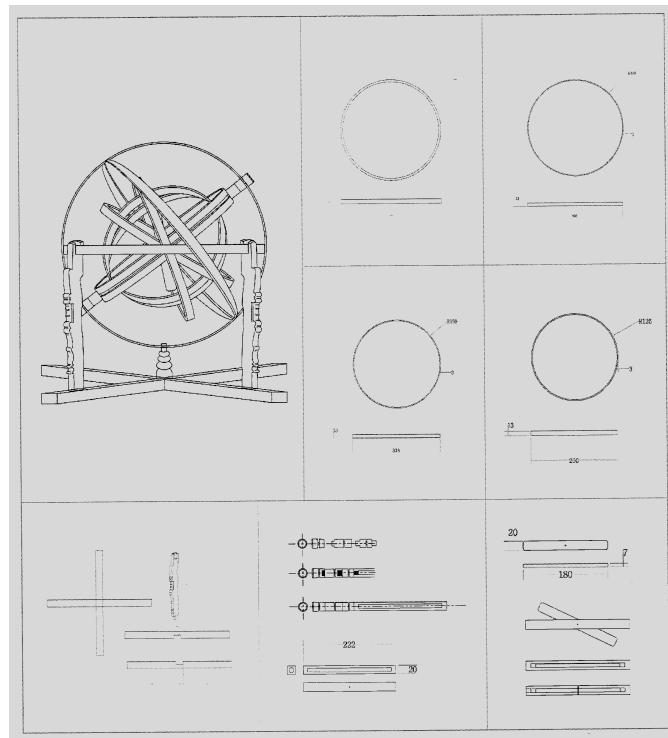


그림 7. 퇴계의 혼천의 복원설계도 일부

작도한 복원설계도를 사용하여 복원을 수행하였다. 그림 8은 복원제작과정의 모습이고, 그림 9는 복원한 혼천의 모습이며 혼천의 구조와 각 부품들의 명칭을 표기하였다.

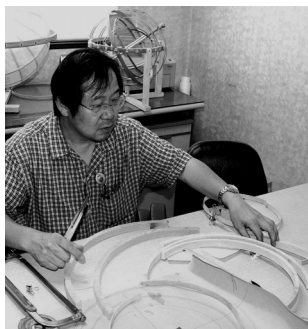


그림 8. 퇴계의 혼천의 복원제작 과정의 모습

11) 이황 혼천의 부품을 측정한후, 이황 혼천의를 살펴보고 만든 괴담 혼천의를 참고하여 추정한 값
12) 김상혁, 2007, 『송이영의 혼천시계의 작동메카니즘』, 박사학위논문 준비본, 중앙대학 대학원.

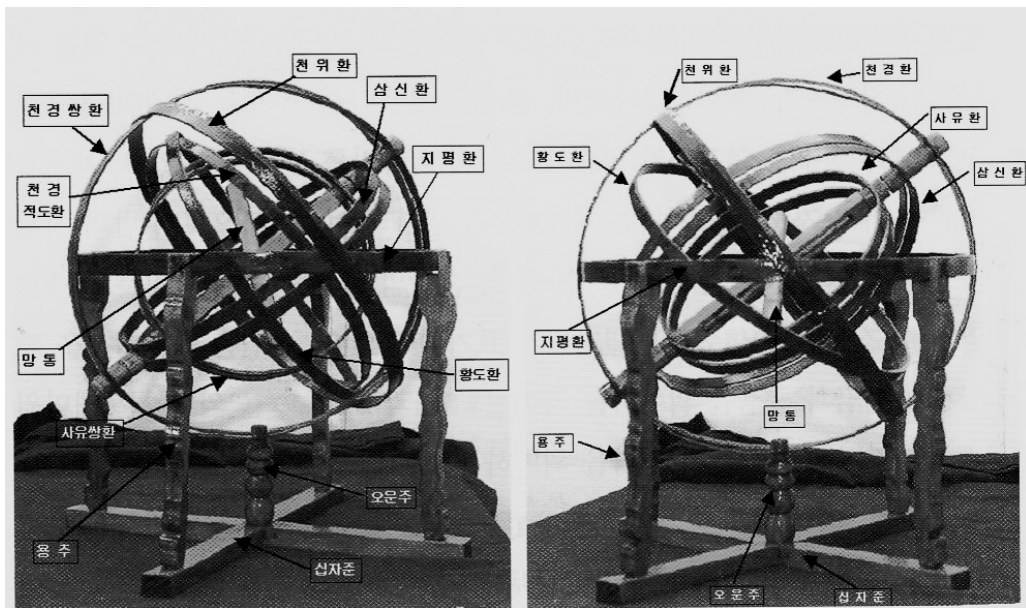


그림 9. 복원한 퇴계의 혼천의(각 부품 명칭을 표기함)

3.2. 괴담(槐潭) 배상열(裴相說) 혼천의 복원설계

앞에서 살펴본 괴담 배상열 혼천의의 실측과 분석 자료를 가지고 복원에 필요한 구조도와 복원설계도(復元設計圖)를 완성하였다. 그림 10(우측)은 괴담 배상열의 혼천의의 구조를 알 수 있도록 작도(作圖)한 입체도이며 이 그림에 각 부품들의 명칭을 표기하였다.

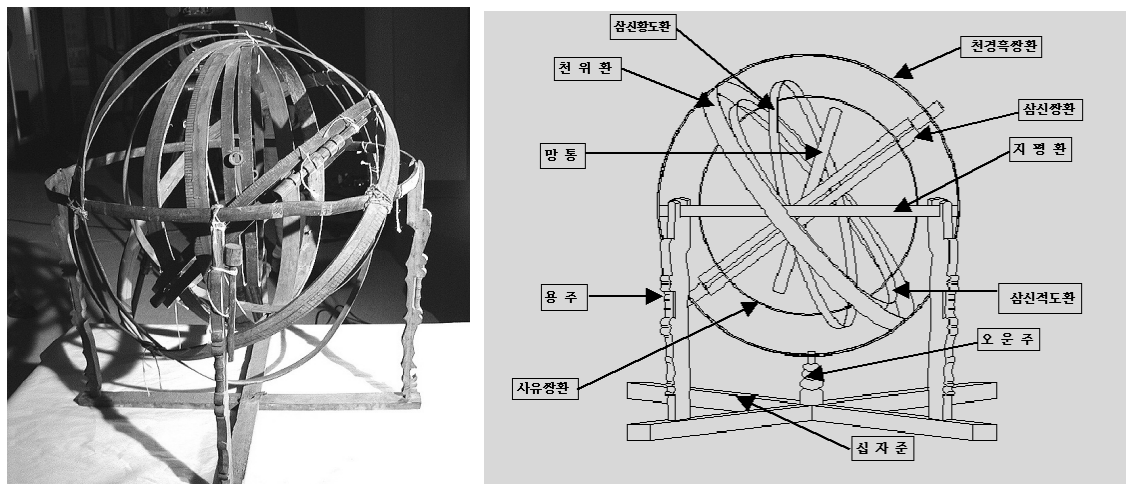


그림 10. 괴담 혼천의 유물과 구조도와의 비교

그림 11은 복원설계도의 일부이며, 앞으로 괴담 혼천의 유물의 작동모델을 새롭게 복원하기위한 준비 중에 있다.

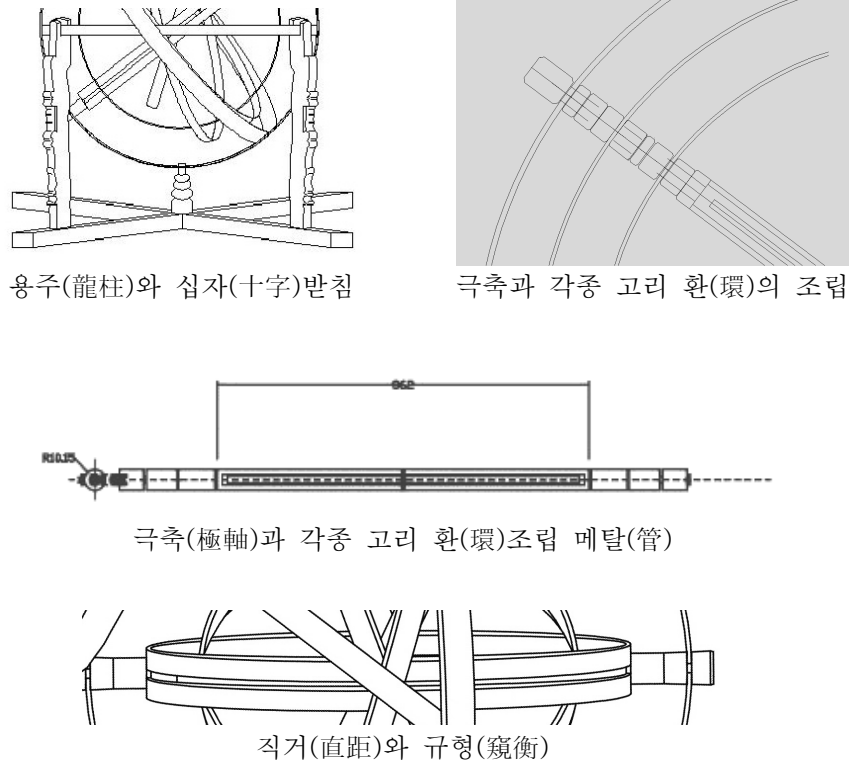


그림 11. 괴담 혼천의 복원 설계도 일부

3.3. 우암(尤庵) 송시열(宋時烈) 혼천의 작동모델 복원

현존하는 우암 혼천의(渾天儀) 유물(遺物)의 분석과 복원설계도를 사용하여 유물과 동일한 규격으로 작동모델을 복원하였다. 각 부품들의 복원제작 과정과 복원 제작한 혼천의를 제시하고자 한다. 혼천의 지평환과 용주와 오운주는 유물과 동일한 형태로 조각하여 제작하였다. 그러나 각종이 각종 환(環)들은 내면(內面)이나 외면(外面)에는 눈금이 지워진 것으로 추정되어 어떤 표기(表記)도 남아있지 않은 상태이지만 적도환의 28수(宿)와 황도단환 24기(氣, 節氣) 표기는 혼천의의 가장 중요한 요소 중에 하나이므로 청동으로 제작한 환의 표면에 눈금과 필요한 글자를 그림 12아 같이 부식하였다.

적도단환에 표기(表記)되는 28수(宿)의 명칭의 별자리의 순서는 적도환의 바깥면을 볼 때 남쪽에서 혼천의를 보면 동쪽에서 서쪽방향으로 배열되어 있다. 이것은 먼저 뜬 별일수록 서쪽으로 가고 새로 뜨려는 별들은 동쪽으로 배열되어 있는 것이다. 벽수(壁宿)부터 배열을 살펴보면,

벽수(壁宿) → 실수(室宿) → 위수(危宿) → 허수(虛宿) → 여수(女宿) →
우수(牛宿) → 두수(斗宿) → 기수(箕宿) → 미수(尾宿) → 심수(心宿) →

방수(房宿) → 저수(氐宿) → 항수(亢宿) → 각수(角宿) → 진수(軫宿) →
익수(翼宿) → 장수(張宿) → 성수(星宿) → 류수(柳宿) → 귀수(鬼宿) →
정수(井宿) → 삼수(參宿) → 자수(紫宿) → 필수(畢宿) → 묘수(昴宿) →
위수(胃宿) → 루수(婁宿) → 규수(奎宿)

가 된다. 이상 28수에 해당되는 각각의 적도수도(赤道宿度)의 간격은 일치하지 않으나 28개의 적도수도를 모두 합치면 $365\frac{1}{4}$ 도가 된다.

황도단환은 적도 단환보다 24도(현행 23.5도) 기울어져 있으며 1년 동안 태양이 천구(天球)상에서 운행하는 길이다. 적도단환에 28 수(宿)가 표기되어 있듯이 황도단환에는 태양의 1년간 위치를 알 수 있도록 24등분하여 24기(氣, 節氣)를 표기하였다. 혼천의를 바깥쪽에서 볼 때 황도환 뚝쪽인 우측에서 서쪽인 좌측으로 황도환 외면(外面)에 배열되어 있는 24기의 표기 순서는 동지점에서부터

冬至 → 小寒 → 大寒 → 立春 → 雨水 → 驚蟄 → 春分 → 清明 →
穀雨 → 立夏 → 小滿 → 芒種 → 夏至 → 小暑 → 大暑 → 立秋 →
處暑 → 白露 → 秋分 → 寒露 → 霜降 → 小雪 → 大雪

이다. 그림 12에서 복원한 적도단환과 황도단환에 표기한 28수(宿)와 24기(氣)를 볼 수 있다.

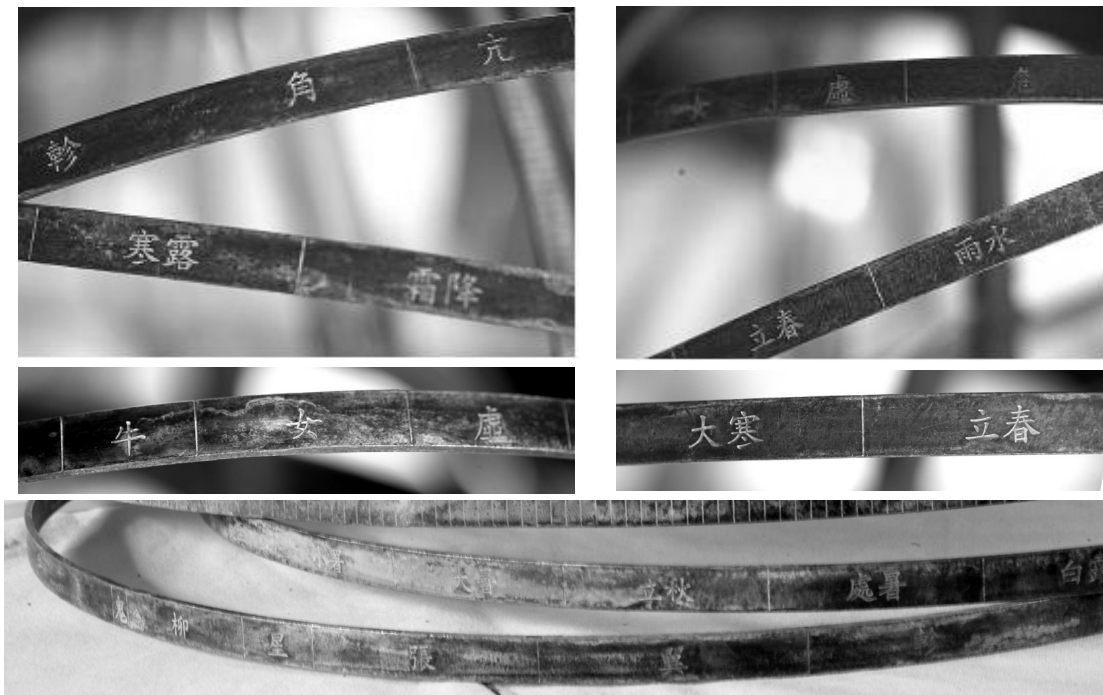


그림 12. 복원한 적도단환(赤道單環)과 황도단환(黃道單環) 복원 제작

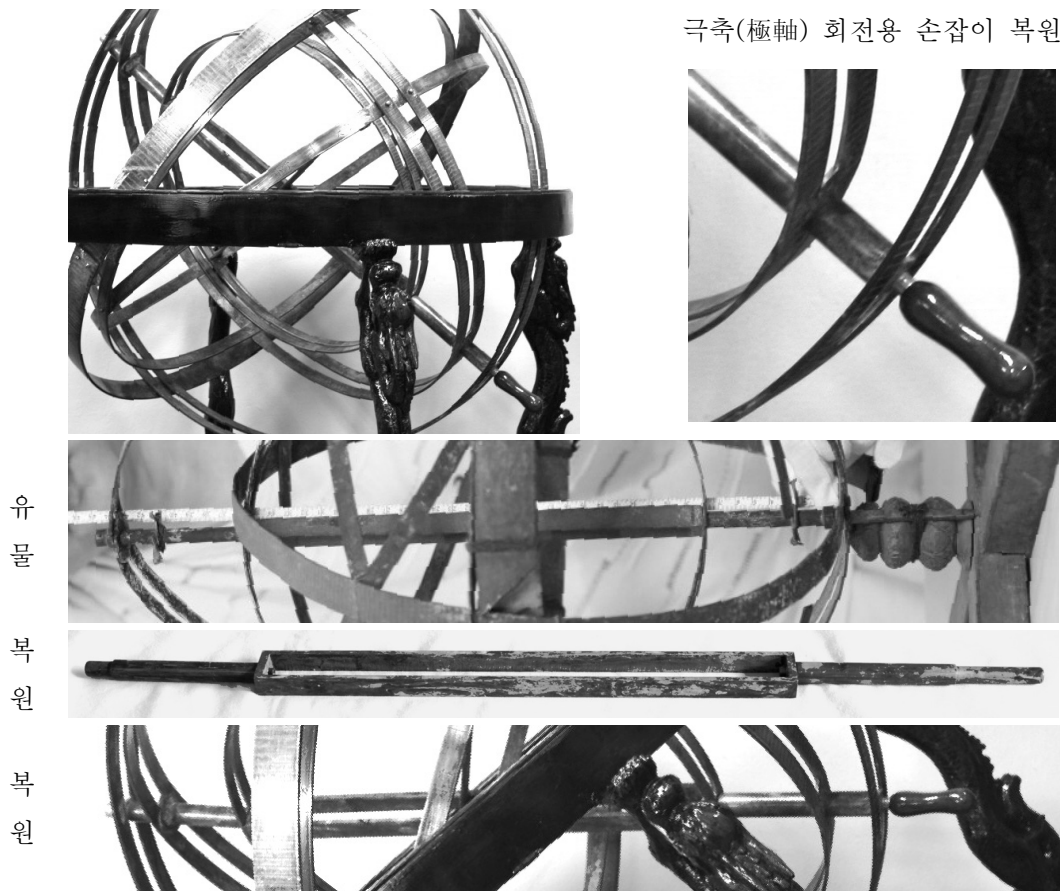


그림 13. 복원한 극축(極軸)과 회전 손잡이의 복원 제작

극축으로 사용한 유물을 살펴 보면 직거(直距)를 중심으로 남 북 양단으로 대칭적으로 뻗어 있는데 용도를 알 수 없으나 한쪽 끝이 길고 뾰족한 형태가 있다. 아마도 어떤 부품을 조립하거나 연결하는 장치임을 알 수 있다. 이 극축의 용도 중에 가장 중요한 것은 혼천의의 각종 환들을 하늘의 일주운동을 따라 회전시키는 것이다. 그렇다면 이 회전을 위해 혼천시계와 같이 별도의 구동장치가 있는 것이 아니었는지 생각할 수 있겠지만 어떠한 부분에도 별도의 기계장치가 연결됐을 부분이 전혀 없는 상태이다. 이 혼천의 유물의 구조로는 혼천의 바닥이나 옆이나 또는 북극 방향으로 연결될 장치를 생각할 수가 없다. 이 혼천의는 주 용도는 관측 보다는 천문을 이해하고 지도하기 위해 사용한 모형이기 때문에 손으로 쉽게 회전축인 극축을 회전시키려고 했을 것이다. 따라서 극축의 밑에 쪽(남극 방향)에 손잡이를 부착해 쉽게 손으로 회전했으리라 짐작해 볼 수 있다. 실제 공구나 농기구의 손잡이들을 조립하기 위해서는 공구의 끝을 뾰족하게 대장간에서 다듬는 것과 같은 것이다. 실제 호미나 낫의 끝의 손잡이를 조립할 때는 경험할 수 있는 것이다. 극축의 제작 과정에서 극축(極軸)의 회전 손잡이를 제작하여 그림 13과 같이 복원하였다.

이 남극축(南極軸)의 회전 손잡이는 종래 어떤 혼천의 유물에서도 찾아볼 수 없는 것이다. 이와 같이 모든 부품들을 제작하여 우암 혼천의 작동 모델을 복원하고 그림 14에 각 부품의 명칭을 표기한 구조도와 함께 복원모습을 제시하였다.

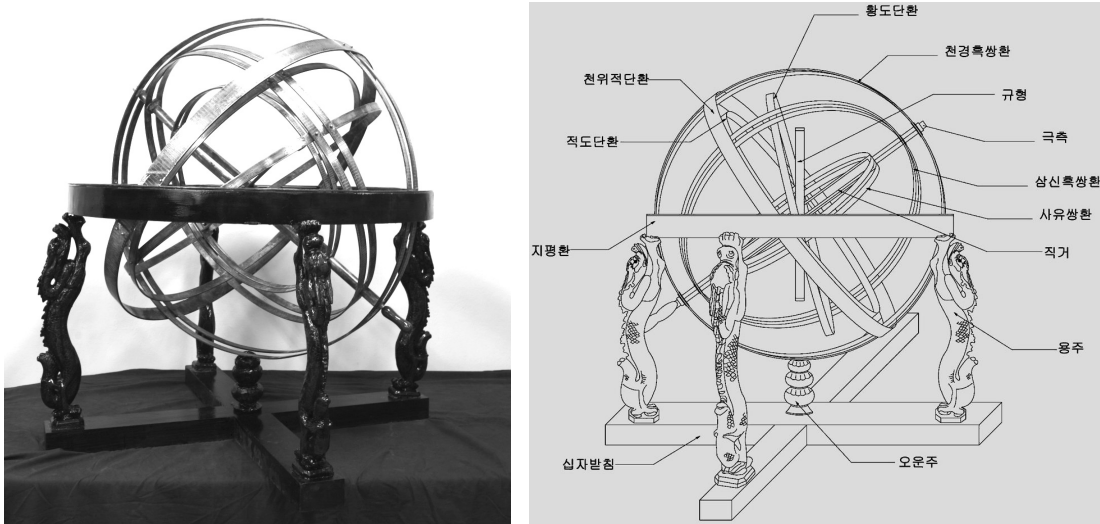


그림 14. 우암 혼천의 작동 모델과 부품의 명칭을 표기한 구조도

4. 맺는말

조선의 유학자들은 개인적으로 혼천의를 제작하여 격물(格物)을 탐구하는 교육용 도구로서도 활용하였다. 지금까지 살펴본 조선 유학자들의 혼천의 유물들은 훼손되고 보존상태가 좋지않아서 그 기능이 작동되지는 않지만 역사적으로도 현존하는 귀중한 유물들이다.

도산서원의 퇴계 혼천의는 그의 제자 간재(艮齋) 이덕홍(李德弘, 1541-1596)이 제작한 것으로 「퇴계선생언행록」¹³⁾의 기록에는 “선생께서 재생들에게 투호(投壺)놀이¹⁴⁾를 시켜 그 덕성을 보고 덕홍에게 명하여 선기옥형(혼천의)을 만들어 천상을 관찰하게 하였다”고 기록되어 있다. 간재 이덕홍은 퇴계의 제자 중 가장 인품과 능력이 뛰어난 유학자였다. 퇴계는 제자 중에서 가장 덕 있는 사람을 투호놀리로 선택하여 천문기구를 만들게 함으로서 천문의기 제작이 얼마나 중요한가를 보여주고 있다. 그러나 그가 사용했던 소중한 혼천의 유물은 불과 부품 몇 개 일뿐이

13) 김성일(金誠一, 1538-1593)의 『학봉선생문집(鶴峯先生文集)』 속집(續集) 券 5

14) 이재곤(2006), 퇴계의 하늘, 혼천의(안동 MBC 창사36주년 특집 다큐멘터리), 투호놀이는 유학을 공부하는 사람들이 활쏘기 대신에 정신 수양을 위해 병에 화살을 던져 들어가게하는 놀이.

어서 구조와 형태를 알 수가 없었지만 다행히 괴담 배상열의 혼천의 유물을 통해서 복원을 수행할 수 있었다. 이것은 도산서원의 퇴계의 혼천의를 보고 이를 직접 제작한 괴담 배상열의 혼천의 유물을 조사하게 되어 그 구조를 추정함으로써 퇴계 혼천의의 복원을 위한 기초 설계를 수행하여 작동 모델의 복원이 가능하게 되었다.

현존하는 조선의 혼천의 유물 중에 앞에서 살펴본 혼천의들은 민간 혼천의를 대표할 수 있는 것이라 할 수 있으며, 국가기관인 관상감(觀象監)에서 제작하여 홍문관(弘文館)에 설치하였던 국보 제230호 송이영(宋以穎)의 혼천시계의 혼천의는 조선의 가장 대표적인 혼천의의 유물이다. 괴담과 우암의 민간 혼천의 유물과 송이영의 혼천의의 유물을 분석하여 그 특징을 제시한 표 2를 통해 상호 비교하여 각 혼천의의 독특한 면모를 알 수 있었다.

앞에서 살펴본 유학자들의 혼천의는 민간 혼천의로 대표할 수 있는 것이라 할 수 있고, 국가기관인 관상감(觀象監)에서 제작하여 홍문관(弘文館)에 설치하였던 국보 제230호 송이영(宋以穎)의 혼천시계의 혼천의는 조선의 가장 대표적인 혼천의의 유물이다. 퇴계와 괴담과 우암의 민간 혼천의 유물과 송이영의 혼천의의 유물을 분석한 각 특징을 표 2에 제시하여 상호 비교하여 각각의 독특한 면모를 알 수 있었다.

괴담 혼천의는 규모에 있어서 네 개의 혼천의 중 가장 큰 것이며, 유물의 재질도 다른 어떤 혼천의에서 볼 수 없는 독특한 목재를 사용하였다. 각종 환들의 주천도(周天度)의 눈금도 10칸씩 10도 단위로 큰 눈금을 표시하여 편리하고 신속하게 각도를 측정할 수 있도록 고안되었다. 그리고 각종 환들의 기능과 명칭에 따라 색채와 연관된 색이나 재질을 사용하고 민간 혼천의에서는 볼 수 없는 백도환이 포함되어 있다. 괴담 혼천의는 비록 일부 부품이 유실되고 훼손된 상태지만 전통적인 『서전(書傳)』의 선기옥형도(璇璣玉衡圖)에서 볼 수 있는 혼천의의 모든 부품을 갖춘 구조를 보여주고 있다. 특히 지금까지 동아시아의 혼천의에서 볼 수 없었던 적도단환에 28수의 별자리가 그려져 있는 독특한 것이다. 28수 명칭과 해당하는 별자리 그림은 관측을 수행하거나 실내에서 천문을 가르칠 때 아주 유용하게 사용할 수 있는 독특한 것으로 동아시아의 혼천의 유물 중에서 찾아볼 수 없는 유일한 것이다. 또한 괴담 혼천의의 학술 조사과정에서 목재 십자받침 바닥에 제작년도와 제작자와 제작경위 등을 직접 알 수 있는 명문기록을 발견하였는데, 이 기록은 다른 혼천의에서는 찾아보기 드문 것으로 역사적인 가치를 더해주는 요소가 되었다.

우암 혼천의 유물은 일부 파손되어 제자리에 결합되지 못한 채 일부 부품마저 유실된 것도 있지만, 그 구조가 목재로 제작된 혼천의의 나무틀에 금속으로 제작된 환들로 구성되어 있는 독특한 혼천의다. 목재환으로 제작된 지평환위를 견고하게 덮은 금속 환에는 24방위와 눈금이 새겨져 있다. 금속환으로 제작된 각종 환(環)들은 형태만 갖춘 것이 아니라 각기 정확한 눈금들이 각인(刻印)되어 있다. 목재로 만

든 용주(龍柱)의 문양과 조각은 현존하는 혼천의 중에서는 예술성이 돋보이는 것으로 높이 평가된다. 극축의 제작 과정에서 극축(極軸)의 회전 손잡이를 제작하여 복원함으로써 환들을 손으로 잡아 움직이지 않아도 회전축을 원활히 구동할 수 있다. 이 같은 구조는 종래 혼천의 유물에서는 찾아볼 수 없는 것이다. 특히 우암의 혼천의는 당시 최고의 혼천의 제작자인 이민철이 만든 현존하는 유일의 유물로서 조선의 대표적인 천문유물로서 그 가치가 더욱 중요한 것이다. 이 혼천의는 과학적이면서, 역사적, 예술적 가치가 매우 큰 소중한 훌륭한 조선의 전통과학 기기이다.

훼손된 유학자의 혼천의들의 작동 모델의 복원은 우리의 선조들이 보았던 하늘과 자연 현상의 원리를 탐구하려는 명망 높은 대학자들의 자연과학사상과 우주관은 물론 이를 통하여 학문적으로 추구했던 덕치(德治) 사상을 구현시키려하는 그들의 정치 이념을 이해할 수 있는 기회도 될 것이다. 또한 이 유물을 소장하고 있는 각 지역에서는 전통과학의 상징물로서도 의미 있는 것이다. 창조성이 높이 평가되는 우리의 전통적인 과학기술 유산들이 우리의 역사 속에 잊은 지 오랜 시간이 지났지만, 작동 모델을 재현함으로써 이제 다시 우리 선조들이 남긴 과학 정신을 새롭게 이해할 수 있을 것이다.