

**한국천문연구원 제8회 고천문워크숍 - 천문기록해석 및 해시계 연구
워크숍 일정표**

- 일시: 2016년 8월 11일(목) 09:40 ~ 8월 12일(금) 15:00
- 주최: 한국천문연구원 / 해시계연구회
- 후원 및 장소: 천안홍대용과학관

구 분	시 간	내 용	발표 및 진행
등록	09:40~10:00 (20')	등록	
개회	10:00~10:20 (20')	개회 인사 및 일정 소개	개회사: 류 동 수 센터장 진 행: 김 상 혁
세션 I	세션 I 좌장: 안영숙 (한국천문연구원)		
	10:20~10:50 (30')	「報漏閣定時儀銘」과 昌慶宮 觀天臺說 再論	■ 남 문 현 (자력루연구회)
	10:50~11:20 (30')	윤하중의 해시계의 중요성과 원리	■ 이 용 복 (서울교육대학교)
	11:20~11:50 (30')	유금의 아스트롤라브 연구	■ 정 기 준 (서울대학교)
	11:50~12:10 (20')	기념촬영(1)	
	12:10~13:30 (80')	점심식사 및 휴식	
세션 II	세션 II 좌장: 양홍진 (한국천문연구원)		
	13:30~13:55 (25')	천안홍대용과학관 시설 및 운영현황	■ 김 종 태 (천안홍대용과학관)
	13:55~14:20 (25')	중수대명력의 태양과 달의 운동	■ 최 고 은 (UST)
	14:20~14:45 (25')	『서양신법역서(西洋新法曆書)』에 수록된 성표의 분석	■ 전 준 혁 (충북대학교)
	14:45~15:00 (15')	휴식	
	15:00~18:00 (180')	천안홍대용과학관 관람 및 홍대용 선생 생가지 방문 등	
	18:00~19:30 (90')	저녁식사	

구 분	시 간	내 용	발표 및 진행
등록	10:00~10:20 (20')	(2차) 등록	
세션 III	세션 III 좌장: 김상혁(한국천문연구원)		
	10:20~10:25 (5')	연구회소개: 해시계연구회	■ 이 용 삼 (해시계연구회장)
	10:25~10:50 (25')	DeltaCad와 OpenSCAD로 해시계 모델링	■ 황 운 구 (대전둔원고등학교)
	10:50~11:15 (25')	국립고흥청소년우주체험센터 해시계 구축	■ 신 용 철 (국립고흥청소년우주체험센터)
	11:15~11:40 (25')	홍대용의 혼상의 구조와 작동메커니즘	■ 이 용 삼 (충북대학교)
	11:40~12:05 (25')	홍대용 통천의의 역사적 위상과 작동원리	■ 민 병 희 (한국천문연구원)
	12:05~13:30 (85')	점심식사 및 휴식, 기념촬영(2)	
세션 IV	세션 IV 좌장: 이민수 (충북대학교)		
	13:30~13:55 (25')	흠경각루 작동모델의 내부구성과 세부 부품의 기술요소 파악	■ 함 선 영 (충북대학교)
	13:55~14:20 (25')	조선시대에 창제한 일성정시의 연구	■ 김 상 혁 (한국천문연구원)
	14:20~14:45 (25')	대한제국시기 천문학 교과서	■ 박 은 미 (국립중앙과학관)
	14:45~14:55 (10')	제언 및 토론: 조선시대 천문학자 연구	■ 이 기 원 (대구가톨릭대학교)
	14:55~15:00 (5')	폐회 인사	진행: 김 상 혁

※ 발표편수, 발표자 및 발표제목은 일정에 따라 다소 변경될 수 있음.

「報漏閣定時儀銘」과 昌慶宮 觀天臺說 再論

남문현

건국대학교, 자격루연구회

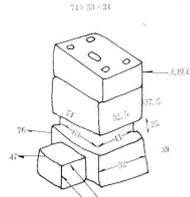
요약문

조선조 中宗 29년(1534)에 경복궁 報漏閣의 禁漏(自擊漏)와 日星定時儀 등 노후시설의 전면 수리와 昌德宮에 보루각을 창설해야할 필요성이 대두됨에 따라 창덕궁 구역(뒤에 창경궁으로 분리됨)에 동왕 31년(1536) 6월 28일에 신보루각(新閣)이 준공되었다. 이에 임금은 報漏閣 禁漏 創製를 기념하여 鄭士龍(1491~1570)과 蘇世讓(1486~1562)에게 각각 記와 銘을 짓도록 하였다.(아직 미발굴) 이때 이조판서 沈彦光(1487~1540)은 日星定時儀銘을 지었는데, 沈彦光의 문집 『漁村沈先生文集(漁村集)』 권9에 「報漏閣定時儀銘并序 奉 教撰」으로 실려있다. 새로 제작한 금루의 시각교정을 위해 일성정시의를 제작하게 된 경위와 王政에서 올바른 시간측정과 授時의 중요성을 논하였다. 신각의 禁漏와 신일성정시의를 경복궁 세종보루각 自擊漏와 日星定時儀 銘과 序에 따라 제작하였다고 하였다. 이로서 세종시대 曆象授時 規範이 100여년 뒤에 오롯이 전승되었음을 알 수 있다. 이로서 일성정시의를 주간에는 太陽時로 午正初刻을, 야간에는 恒星時로 子正初刻을 計測하는 儀器로 사용하기 위해 “景福宮 日星定時儀臺”를 본떠 ‘日星定時儀臺’를 보루각 앞에 건축하였다. 창경궁 보루각은 임진왜란으로 유실된 경복궁 보루각을 대신하여 1597년부터 270년간 표준시간을 報時하였다. 보루각 일성정시 의(일명 日影)에 대해서는 역대 실록에도 간간히 기사가 보인다. 正祖 2년(1778) 頤齋 黃胤錫(1729~1791)은 7월 20일(丁未)에 창경궁 日影臺 현장(아래 『東闕圖』)을 답사한 후 일영대(일성정시의대) 위에 설치된 일성정시 의의 구조를 상세하게 『頤齋亂藁』 卷 26에 남겼다. 이보다 40년 뒤인 1818년에 출간된 『書雲觀志』 卷1 官廡條에 “廣化坊 觀天臺가 병화를 만나 1688년 金虎門 밖 觀天臺라 부르는 觀天臺를 세웠다.”고 成周憲(1759~?)은 기록하였다.

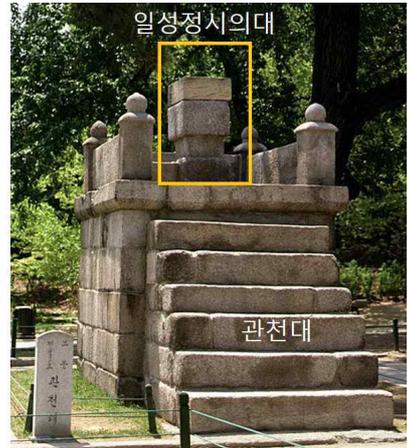
이 기사를 본 일본 기상학자 和田雄治(1859~1918)는 「朝鮮測候史略」에서 “觀象臺는 肅宗 14년에 昌德宮 金虎門 밖에 지은 것인데, 지금도 李王職博物館의 動物園 안에 그 遺趾가 있다. 또한 원래 弘文館이 있던 石臺도 있다”고 기록했던 것이 일제식민지시대를 거치면서 여과 없이 일부 연구자들에게 전수되었다. 和田의 글은 「**한국의 과학문화재 조사보고 1980-1985**」[책임연구원 전상운, 연구원 김성삼 등 10인, 간사 송상용, 『한국과학사학회지』 제6권 제1호, 1984, 58-118쪽] 89쪽 ‘日星定時儀臺’와 104-107쪽 ‘觀天臺’에 반영되었다. 昌慶宮 仁政殿(明政殿의 오류 - 저자주) 근방 觀天臺 위에 소재한 ‘日星定時儀臺’(89쪽)는 현재 “보물 제851호 창경궁 관천대”(아래 오른쪽 그림) 위에 놓인 것을 지칭한다.(아래 가운데 그림) 그런데 석연치 않은 것은 설명의 말미에 “備考; 이 臺는 관천대{보고서 106쪽 상단 사진: [17세기 관천대]}을 지칭 - 저자주}와는 관계가 없는 것이 이곳에 잘못 놓여진 듯



日星定時儀臺
 所在: 昌慶宮 仁政殿 前 觀天臺 上
 構造: 지 6 段의 돌 4 개를 모개 쌓아서 臺로 하고, 그 전면에 日도르 지 6 段의 디딤돌을 놓아 두었다.



臺: 上臺는 大理石으로서 그 윗면에 그림과 같이 5 개의 구멍이 패여 있다. 臺의 全高는 125.5cm
 上臺(大理石) 74cm×53cm×높이 24cm



(「東闕圖」의 報漏閣과 定時儀臺)(觀天臺 위 “日星定時儀臺”, [조사보고서]) (창경궁 관천대, 보물 제851호)

하다.” 고 附記한 구절이다. “觀天臺”와 그 위에 놓인 “日星定時儀臺”(위 가운데와 오른쪽 그림) 그리고 이 觀天臺조항의 참고문헌으로 書雲觀志 ; 全相運, “書雲觀과 簡儀臺” 「鄉土 서울」 19호, 1964 ; 全相運, 羅逸星, “觀象監 觀天臺에 대하여,” 「東方學志」, 40輯, 1983 을 제시하였다. 이 보고서를 바탕으로 1985년에 창경궁 “일성정시의대”와 “관천대”를 “대한민국 보물 851호 창경궁 관천대”(위 오른쪽 그림 참조)로 지정하기에 이르렀다. 이것은 앞서 언급한 바와 같이 沈彦光의 「報漏閣定時儀銘」과 黃胤錫의 『頤齋亂藁』 등 관련 자료를 미처 조사하지 못한 상황에서 발생하였다고 보아야겠다. 덧붙이자면, 자격루는 일성정시의로 午正初刻과 子正初刻을 較正해주어야 標準計時機로 활용할 수 있다. 따라서 자격루(또는 단순 漏刻)와 일성정시의는 불가분의 관계를 갖는 한 쌍의 의기이며, 이것이 보루각을 구성하는 기본 儀器이다. 자격루의 정밀성과 木人의 自擊機能은 일성정시의로 較正되지 않는 한 ‘巧妙한 人形시계’에 지나지 않는다. 「報漏閣定時儀銘」은 저자(남문헌)가 발굴하여 이미 「보루각 자격루 복원설계」 보고서(문화재관리국, 1998)와 저서 『장영실과 자격루』(서울대, 2002)에 소개하였으며, 최근 정연식(2010)은 창경궁 일영대와 관련하여 “조선시대 觀天臺와 日影臺의 연혁”에서도 고찰한 바 있다.

이 논문은 문헌자료와 유물조사를 바탕으로 보물 제851호 “창경궁 관천대”는 원래 “창경궁 보루각 일성정시의대”라는 것을 규명함으로써 원래의 명칭과 용도를 도외시하고 지어진 자연스럽지 않은 명칭을 바로 잡자는데 목적이 있다. 이를 위해 自擊漏, 禁漏, 漏水, 更漏, 漏刻, 報漏閣漏 등 물시계 명칭, 日影이라는 이름의 해시계류, 日影臺라는 이름의 日星定時儀臺와 仰釜日晷臺 등 용어와 조선시대 觀天臺의 유래를 비교 검토하였다. 이 연구는 향후 추진될 과학문화유산 복원과정에서 惹起 또는 예상될 수 있는 용어상의 혼란을 방지하는데 기여할 수 있을 것이다. 아울러 종래 역대 실록 등 史料에 나타난 유물 명칭과 문화재로 지정된 명칭, 설명문이 달라서 혼란과 乖離를 초래하고 있는 사례를 조사하여 원래 명칭과 용도에 맞는 이름으로 바로 잡는 사업을 학계와 관계기관이 공동으로 추진할 것을 제안하였다.

윤하중의 해시계의 중요성과 원리

이용복

서울교육대학교, 소남천문학사연구소

요약문

우리나라에서 시각을 본격적으로 정확히 측정하고 생활에 활용하고 적용한 것은 세종시대라고 볼 수 있다. 세종의 주도로 국가적인 사업의 일환으로 다양한 천문기기를 제작하고 해시계를 제작하였다. 이 해시계는 단순히 태양의 움직임을 이용하여 시간의 흐름을 측정하여 하루의 시간을 나누어 사용하고 계절의 흐름을 파악하는데 활용한 것만이 아니다. 천구상에 하루 동안 시각에 따라 태양의 운행 경로를 파악하고 계절에 따라 매일 태양의 운행 경로가 변하는 것을 바탕으로 우주관을 이해하는데 활용되기도 하였다.

조선시대 해시계의 변화는 크게 3단계로 구분할 수 있다. 조선 전기의 세종시대 만든 해시계, 조선 후기 실학자들이 서양의 기하학을 영향 받아 만든 해시계, 조선 말기의 서양 기하학을 이용한 해시계 등이 있다. 본 연구에서 다루고 있는 해시계는 조선 말기 윤하중이 제작한 해시계를 다루고자 한다.

윤하중(尹晙重)은 명재 윤증의 9대 손으로 개회기와 일제 강점기에 걸쳐 살았던 과학자이면서 유학자였다. 그는 1910년에 정교한 두 종류의 지평해시계를 제작하여 사용하였다. 그리고 서양의 태양력의 문제점을 제시한 성력정수(星曆正數)라는 역법 관련 천문학 책을 저술하기도 하였다.

그가 제작한 해시계 중에서 원형으로 된 평면해시계는 하얀색으로 된 대리석 위에 작도한 것이다. 크기는 가로 45.5cm와 36.8cm 평면에 19개의 동심원을 그려서 24 영역을 설정하였다. 원반 영역을 구분하여 24기의 명칭을 기입하고 각 절기마다 방사형의 직선으로 구분하여 시각을 기입하였다. 원의 중심에는 영침을 세워놓고 절기일에 따라 그림자가 향하는 방향에 따라 그 때의 시각을 읽을 수 있도록 하였다.

이 해시계의 중요성은 다음과 같다. 중국 한나라 이전부터 믿어오던 개천설을 설명하기 위한 칠형도(七衡圖)가 있다. 이 해시계는 개천설에 의거한 칠형도를 바탕으로 24기에 따라 시각에 따른 태양의 방위각을 이용하여 시각을 알아내도록 되어 있다. 즉, 날짜 또는 절기일을 알고 그 날의 시각을 알 수 있도록 만든 해시계이다. 이 해시계를 보면 시간 간격에 따라 태양의 방위각이 일정하게 변하지 않는다는 것을 시각적으로 알 수 있을 뿐만 아니라 대략 그날 낮의 길이도 알 수 있다. 이러한 원리로 만든 해시계는 거의 없는 것으로 보아 대단히 독창적이다. 이 해시계를 만들기 위해서는 특정 절기일의 시각에 따라 태양의 방위각 변화를 계산할 수 있어야 한다. 아마도 이 해시계를 제작하기 위해서는 구면천문학을 바탕으로 한 많은 양의 계산을 했을 것으로 보인다.

이것은 조선 유학자들이 추구해 온 전통적인 우주관인 개천설과 혼천설의 원리를 구현함과 동시에 현대의 하루 24시각법을 도입한 해시계로서 대단히 중요한 의미를 갖는다.

유금의 아스트롤라브 연구

정기준¹, 정성희²

¹서울대학교, ²실학박물관

요약문

이 발표는 조선후기 실학자 유금(柳琴, 1741~1788)과 그가 만든 아스트롤라브(Astrolabe)에 대한 것이다. 유금은 18세기 한중(韓中) 문화교류의 물꼬를 튼 인물로 그가 만든 아스트롤라브는 서양천문학의 동양 전래를 보여주는 귀중한 유물 자료이다. 북경을 3번이나 갔다 온 유금은 인장(印章)을 잘 새기는 재주가 있었고 평소 수학과 천문에 관심이 많은 인물이었다.

유금이 만든 아스트롤라브가 세상에 공개된 것은 2007년이다. 일제강점기 때 대구에서 정미소를 운영하던 한 일본인(토기야 씨)에 의해 일본으로 건너 갔다가 다시 세상에 나오게 된 것이다. 처음 이 아스트롤라브가 공개될 때 누가 만든 것인지는 알려지지 않았다. 그러다가 앞면 위쪽 고리 부분에 ‘유씨금柳氏琴’이라는 인장과 함께 “북극출지 38도 1787년에 약암 윤선생을 위해 만들었다”(北極出地三十八度 乾隆丁未爲約菴尹先生製) 기록을 통해 제작연도와 함께 제작자가 밝혀지게 되었다. 현재 18세기 동아시아인이 만든 것으로는 유일한 것으로 학계에 보고되어 있다.

현재 <실학박물관>이 소장하고 있는 조선시대의 아스트롤라브 즉 “유금 아스트롤라브”는 미야지마 카즈히코(전 同志社 대학 교수) 씨에 의해 발굴·연구되어, 일본에서 발행되는 학술지 *Historia Scientiarum*, Vol. 17-3 (2008)에, “A New Discovery of Korean Astrolabe”라는 이름으로 보고되었고, 뒤에 국내에서는 「조선에서 제작된 아스트로라브에 대하여」라는 제목으로 2009년에 『한국과학사학회지』(Vol.31 수록면 : 47-6317쪽)에 소개되었다.

미야지마 씨의 글에서, 여기 소개된 의기는 일본인 토기야 씨의 소유였기 때문에, “토기야 아스트롤라브”로 불려지고 있다. 그러나 현재 그 의기는 실학박물관의 소유로 되어있고, 또 그 제작자의 이름이 밝혀졌기 때문에, 제작자의 이름을 써서, “유금 아스트롤라브”로 부르기로 한다. 본 발표는 미야지마씨의 연구를 보완·수정하는 시도로 다음과 같은 문제를 다루고자 한다.

1. 모체판 앞면의 방위선의 부재
2. 모체판 뒷면의 황도12궁과 24절기
3. 아스트롤라브 Rete에 있는 11개의 별에 대하여
4. 별의 좌표에 대한 약간의 논의

천안홍대용과학관 시설 및 운영현황

김종태

천안홍대용과학관

요약문

천안홍대용과학관은 조선후기 천문학의 선구자인 홍대용선생의 업적을 기리기 위해 건립된 천문과학관입니다. 홍대용선생 생가 인근에 BTL사업으로 202억원의 예산을 투입하여 건립하였으며, 800mm주망원경, 지름15m 3D플라네타리움, 상설전시관, 다양한 고천문의기를 전시하고 있습니다.

천안시청과 운영사가 혼합운영하고 있으며, 2014년 5월 29일 개관 후 약 10만명의 관람객이 과학관을 다녀갔습니다.

중수대명력의 태양과 달의 운동

최고은^{1,2}, 민병희^{1,2}, 이기원³

¹과학기술연합대학원대학교, ²한국천문연구원, ³대구가톨릭대학교

요약문

이 연구에서는 중수대명력(重修大明曆)의 태양과 달의 운동 계산 방법에 대해 분석하였다. 중수대명력은 금(金)대의 양급(楊紱)이 만든 대명력을 당대의 조지미(趙知微)가 중수한 역법으로 1281년 수시력(授時曆)이 도입되기 전까지 원(元)에서 사용되었다. 반면 조선에서는 『칠정산내편』, 『칠정산외편』과 더불어 일·월식 계산에 사용된 것으로 알려져 있다. 이를 위해 세종 26년(1444)에는 이순지(李純之) 등에 의해 『중수대명력』과 『중수대명력 정묘년 교식가령(丁卯年 交食假令)』 등이 편찬되었으며, 『중수대명력』의 경우 『금사(金史)』의 내용과 동일한 것으로 알려져 있다. 이 논문에서는 이들 문헌을 활용하여 중수대명력에서의 태양과 달의 운동, 특히 이들의 부등속운동 계산 방법에 대해 살펴보고, 이를 수시력 계열의 방법과 비교 하였다.

『서양신법역서(西洋新法曆書)』에 수록된 성표의 분석

전준혁¹, 이용복^{2,3}

¹충북대학교, ²서울교육대학교, ³소남천문학사연구소

요약문

17세기 초, 탕약망(湯若望, Johann Adam Schall von bell, 1591-1666)과 서광계(徐光啓, 1562-1633) 그리고 나아곡(羅雅谷, Giacomo Rho, 1593-1638)은 명(明) 말기에 『송정역서(崇禎曆書)』를 편집하게 되는데, 청(淸)으로 왕조가 바뀌면서 『서양신법역서』로 개정되어 1645년에 출판되었다. 『서양신법역서』에 수록된 성표에는 1,364개 항성들의 위치 좌표와 등급 등의 정보가 기록되어 있다. 우리는 현대의 HIPPARCOS 성표(ESA, 1997)를 활용하여 동정(同定) 작업을 수행하였다. 전체적으로 97.6%의 항성들이 동정되었고, 27.30 ± 1.34 분(arc-min)의 위치 오차를 보여주고 있음을 확인하였다. 또한 성표에 기록된 등급과 현대 항성들의 등급에는 큰 차이가 없고, 밝기에 따른 구분이 명확함을 확인하였다. 특히 적위 -30° 를 기준으로 기록된 항성들의 오차 폭이 뚜렷하게 대비되고 있음을 발견하였는데, 이것은 『서양신법역서』의 성표가 관측에 의한 결과물이 아닌 세차 보정에 의한 편집물일 가능성을 보여주는 것이다. 이와 같은 가능성을 기반으로 분석한 결과, 『서양신법역서』의 성표는 Brahe(1602)와 Kepler(1627), De Houtman(1603)의 성표가 혼합 편집된 것으로 파악하였다.

DeltaCad와 OpenSCAD로 해시계 모델링

황운구

대전둔원고등학교

요약문

해시계의 모델링을 위해서 많은 프로그램들이 사용되고 있으나 전문적인 프로그램이고 가격이 만만치 않은 것이 사실이다. 이를 위해서 보다 효율적으로 접근하고 저렴하면서 일반인도 코딩을 쉽게 할 수 있는 프로그램으로 해시계 모델링 프로그램을 소개하고자 한다.

첫째로 2D 프로그램으로는 DeltaCad가 있다. 이 프로그램은 쉽게 접근할 수 있는 캐드 프로그램으로 매크로를 사용하여 해시계 도안을 제작할 수 있다. DeltaCad는 <http://www.deltacad.com/> 에서 구매(\$55) 할 수 있고, 이 프로그램을 이용하여 캐나다에 있는 The Sundial Primer(http://www.mysundial.ca/tsp/tsp_index.html)에서 해시계 도안을 제작하여 배포하고 있다. 매크로는 비주얼베이직을 기반으로 하고 있어 보다 쉬운 코딩으로 접근이 가능하다.

둘째로, OpenSCAD는 3D CAD 오브젝트를 만들기 위해 사용하는 소프트웨어다. 무료이고 리눅스/유닉스, MS윈도우즈, Mac OS X에서 사용할 수 있다. 가장 좋은 장점으로서는 무료라는 것이다. 일반적인 3D 모델러 소프트웨어 들과는 달리 OpenSCAD는 예술적인 관점이 아닌 CAD 관점에 초점을 맞추고 있다. 또한 OpenSCAD는 상호작용형 모델러가 아니다. 마치 컴파일러처럼 스크립트를 작성하고 필요시에 화면에 표현하는 방식이다. 코딩을 수식을 이용하여 만들 수 있어서 보다 정확한 계산에 의한 모델링을 할 수 있는 장점을 가지고 있으나 계산이 복잡하면 시간이 오래 걸린다는 단점을 가지고 있다.

제공하는 모델링 기법에는 개념적으로 2가지가 있다. CSG: Constructive Solid Geometry (<http://www.opencsg.org/>)으로 기본 솔리드(Primitives)를 더하고 빼는 식으로 모델을 만들 수 있고, Extrusion 으로는 2D 도면을 extrude 해서 3D 모델을 만든다. 만들어진 모델은 STL이나 OFF 파일로 export 가 된다. 홈페이지 <http://www.openscad.org/>에서 프로그램을 다운로드 받을 수 있고, 위키백과 사전 <http://en.wikipedia.org/wiki/OpenSCAD>에서 사용 메뉴어를 받아 익힐 수 있다.

해시계의 보다 정확한 계산과 도안 그리고 3D 모델링을 위한 프로그램들을 살펴보았다. 이러한 프로그램들을 이용하여 보다 정확하고 정교한 해시계 도안과 모델링을 일반인도 쉽게 접근을 할 수 있으리라 생각된다.

국립고흥청소년우주체험센터 해시계 구축

신용철, 강원석, 권순길

국립고흥청소년우주체험센터

요약문

해시계는 태양의 겉보기 운동을 통해 시간과 좌표계에 대한 이해를 도와주는 도구 중 하나이다. 국립고흥청소년우주체험센터에서는 지평면 해시계와 벽면 해시계를 덕흥천문대에 설치하였다. 지평면 해시계는 관측자 자신의 그림자로 시각을 알 수 있도록 제작하였다. 관측자가 서는 곳에 아날렘마, 매월 1일의 위치 및 각 절기를 표기하여 균시차를 보정할 수 있게 하였다. 벽면 해시계는 가로 1.8m, 세로 1.8m 크기로 황동 주물제작하여 정남향으로 설치하였다. 눈금의 간격은 15분이며 균시차 보정은 하지 않았다. 두 해시계 모두 실제 센터의 경도에 맞춰 설계하여, 표준시와 시간차이를 보이게 했다.

지평면 해시계와 수직 해시계는 센터를 찾아오는 방문객에게 과학적 호기심을 일으키는 야외 체험전시물의 역할을 할 수 있을 것으로 기대하며, 향후 해시계를 활용한 실험체험 프로그램을 통하여 청소년이 시간과 좌표계의 개념을 쉽고 명확하게 이해하는데 도움을 주고자 한다.

홍대용의 혼상의 구조와 작동메커니즘*

이용삼^{1,2}, 김상혁^{3,4}, 박제훈⁵

¹충북대학교천문대, ²충북대학교 천문우주학과, ³한국천문연구원
⁴과학기술연합대학원대학교, ⁵영양반딧불이천문대

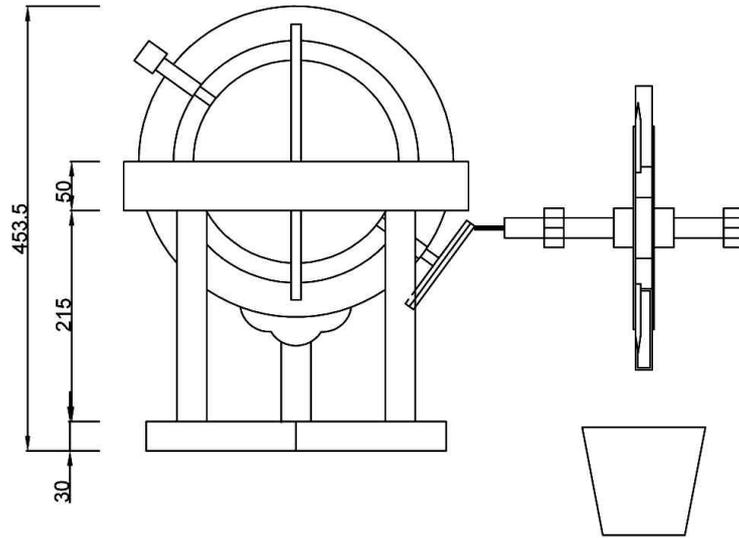
요약문

홍대용(洪大容, 1731~1783)이 저술한 『담헌서(湛軒書)』 외집 권6의 <주해수용(籌解需用)>에는 수격식 천문시계인 혼상의(渾象儀)에 대한 기록이 나온다. 혼상의는 홍대용의 개인 천문대인 농수각에 설치한 수격식 혼상이다. <농수각의기지>는 조선의 수격시스템을 유일하게 설명하고 있는 문헌으로 매우 중요한 의미를 갖는다. 혼상의는 세 개의 환(環)과 2개의 층(層)으로 되어 있다. 외층에 해당하는 환 구조는 자신이 제작한 혼천의인 통천의(統天儀) 구조와 유사하다. 내층에 해당되는 혼상구에는 별자리와 은하수를 그려 넣고, 태양과 달의 모습을 구슬 형태로 매달아 천상의 운행 모습을 구현하였다. 통천의는 추동력으로 운행되며, 혼상의는 물에 의한 수격방식으로 운행된다. 홍대용의 수격방식은 조선에서 전통적으로 사용한 동력체계로 중국의 대표적 천문시계인 수운의상대의 동력체계를 간소화시켰다. 혼상의에 대한 기록은 조선시대 수격식 동력체계를 다룬 거의 유일한 문헌기록으로 수격식 작동메커니즘 연구에 중요한 단서를 제공해 주고 있다.

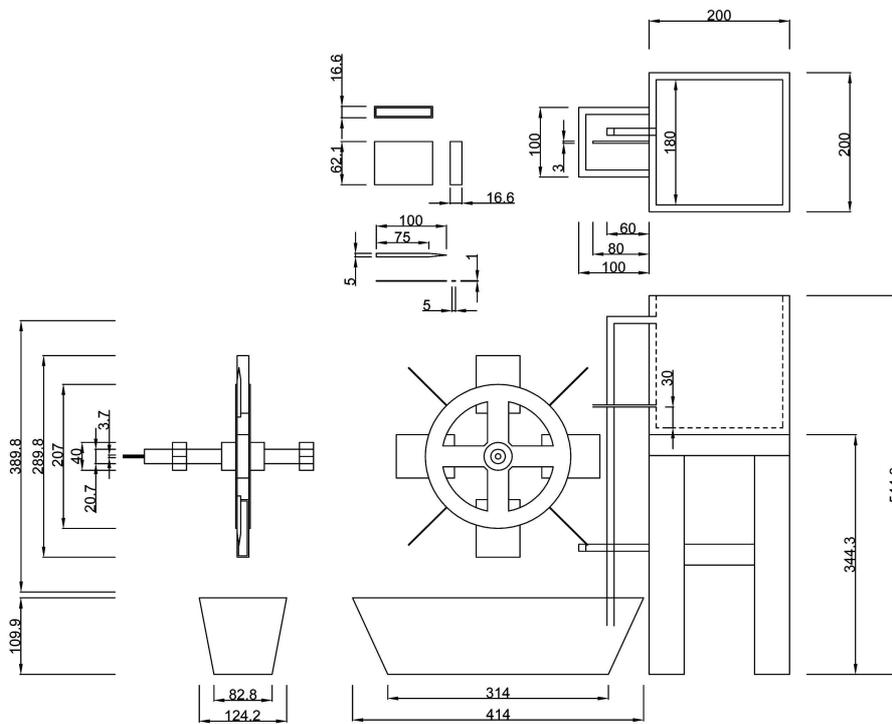
우리는 혼상의의 구조와 작동 메커니즘 연구를 통해 복원 모델의 개념설계를 진행하여 다음과 같은 구조와 특징을 제시할 수 있었다. 첫째, 혼상의는 구면에 별자리를 새겨 넣은 의기 부분과 이를 작동시키는 수격시스템으로 구성된다. 둘째, 혼상의의 육합의는 전통적인 조선의 형식을 벗어난 것으로 서양 혼천의의 영향을 받은 것으로 여겨진다. 셋째, 수격시스템에서 탈진장치는 overflow가 장치된 파수호와 철척을 통해 구현하였고, 철척의 활용은 기존 조선의 전통적인 형식을 탈피한 것이다. 넷째, 수차에 장치된 수수상의 물은 아주 작은 양이 공급되고, 철척의 유연성은 아주 커야 한다. 다섯째, 홍대용의 수격시스템은 소규모로 제작된 개인연구를 위한 실험 장치로 구현한 것이다.

홍대용의 농수각 혼상의는 조선 초기부터 운영되어왔던 천문시계류의 전통을 잘 이어받으면서도 일부 부품의 개량을 통해 독창적인 환 구조와 수격시스템으로 구성되었다. 우리는 <농수각의기지>와 <건전동필담속>의 문헌을 분석하여 혼상의의 구조를 보다 명확히 살펴볼 수 있었고, 구조를 바탕으로 기초적인 개념설계를 그림 1과 같이 제시할 수 있었다. 향후 홍대용 천문의기의 복원 모델을 연구함에 있어서 실험적 분석이 요구되며 이를 통해 개선된 혼상의 복원 모델이 제작되기를 기대해 본다.

* 본 연구내용은 이용삼 등(2013)의 한국우주과학회 발표논문을 기초로 하고 있습니다(원본 문출처: Lee YS, Kim SH, Park JH, A Study on for the restoration of Hong Dae-Yong Honsangui: Focusing on the structure and operating Mechanism, JASS, 30, 187-192(2013)).



(a) 수차동력 연결도



(b) 수격시스템

그림. 1. 홍대용의 혼상의 개념도.

홍대용 통천의의 역사적 위상과 작동원리

민병희

한국천문연구원, 과학기술연합대학원대학교

요약문

홍대용(1731-1783)은 농수각(籠水閣)을 짓고 통천의, 혼상의, 측관의, 구고의 등 다양한 관측기기를 개발하였다. 통천의는 조선시대 유학자가 만든 혼천의 중 유일하게 기계식 혼천의이다. 북송 대에 처음 혼천의가 기계구동장치가 결합되었고 조선의 왕실에서 이러한 기계식 혼천의를 발전시켰다. 통천의는 북송과 서양의 기계장치를 혼용하여 개발한 특이한 혼천의이다. 송이영의 자명종(혼천시계)처럼, 통천의는 무게추를 사용하여 혼천의 구동 동력을 발생하였고, 후종이라고 하여 자명종도 함께 설치하여 서양의 구동제법을 수용하였다. 그러나 통천의의 회전은 북송의 수운의상대의 혼천의와 같이 천운환을 도입하였다. 본 논문은 통천의의 구조를 간략하게 설명하고 다양한 톱니바퀴의 제작원리를 기술하였다. 이 연구를 통해 향후 통천의를 제작하는데 도움이 될 것으로 기대한다.

흡경각루 작동모델의 내부구성과 세부 부품의 기술요소 파악

함선영^{1,2}, 김상혁^{2,3}, 윤용현⁴, 이용삼¹

¹충북대학교, ²한국천문연구원, ³과학기술연합대학원대학교, ⁴국립중앙과학관

요약문

이 연구는 흡경각루 작동모델의 내부 공간구성과 세부 부품의 기술요소를 파악하는 것이다. 먼저, 흡경각루의 문헌을 분석하여 작동메커니즘을 9가지로 구분했다. 물공급장치, 수차 제어시스템, 동력전달시스템, 태양운행장치, 시보시스템 등이다. 이러한 9가지의 작동구조가 유기적으로 움직이도록 가산 내부에 배치하여 공간구성을 했다. 또한 세부 부품의 요구조건, 결정요소 등으로 구성된 기술요소를 확정했다.

조선시대에 창제한 일성정시의 연구

이용삼¹, 김상혁^{2,3}, 민병희^{2,3}

¹충북대학교, ²한국천문연구원, ³과학기술연합대학원대학교

요약문

우리는 조선시대에 창제한 일성정시의(日星定時儀)류의 구조와 사용법에 대하여 분석했다. 세종실록에 따르면 정극환, 일구백각환, 성구백각환, 주천도분환, 계형 등으로 구성되어 해시계와 별시계의 역할을 했다. 소정시의는 일성정시의의 극축 정렬 기능을 없애 간소화되었다. 한편 이 두 기기와 달리 백각환 일구 2점이 현존하고 있다. 우리는 백각환 일구를 기능적 관점에서 일성정시의 및 소정시의와 비교하였고, 이 유물을 소일영으로 유추할 수 있었다. 소일영은 소정시의의 별시계 측정 기능을 생략한 모델이었다. 결국 세종 당시에 일성정시의를 창제한 반면, 기능을 간소화한 소정시의와 소일영을 함께 개발함으로써 비전문인이 사용하는 군영이나 제사의 시각결정에 활용하였음을 알 수 있었다.

표 1. 조선시대 일성정시의류의 종류와 부품.

주요구성	일성정시의(日星定時儀)			소일영(小日影)	
	장식(1437)	일반(1437)	소정시의(1437)	세종(1438)	성종(1487)
정극환(定極環)	○	○	X	X	X
(작은) 곧은 기둥(柱)	○ (용)	○	○	○	X
계형(界衡)	○	○	○	○	X
삼각실표[繩]	○	○	○	○	X
일구백각환(日晷百刻環)	○ (단면 눈금)	○ (단면 눈금)	○ (단면 눈금)	○ (단면 눈금)	○ (양면 눈금)
성구백각환(星晷百刻環)	○ (단면 눈금)	○ (단면 눈금)	○ (단면 눈금)	X	X
주천도분환(周天度分環)	○ (단면 눈금)	○ (단면 눈금)	○ (단면 눈금)	X	X
십자거(十字距)와 운병(輪柄)	○	○	○	○ (輪=단환)	○ (輪=단환)
용주(龍柱)	○	X	X	X	X
부(趺)	○ (석재)	○ (청동)	○ (청동)	○ (청동)	○ (청동)
대(臺)	○	-	-	-	○
사용 장소	경복궁	왕실천문대 국경의 군영	국경의 군영	의주	창덕궁
제작 수량	1	3	여러 개	1	1
현존 여부	유실	유실	유실	현존	현존

대한제국시기 천문학 교과서

박은미¹, 민병희², 이용삼³

¹국립중앙과학관, ²한국천문연구원, ³충북대학교

요약문

1908년에 『천문학』과 『턴문략해』가 천문학만을 주제로 다루어 발행되었다. 두 권의 책은 대한제국시기에 국한문 또는 순한글로 번역된 천문학 교과서로 알려져 있다. 당시에 발행된 과학교과서 중 천문학이 포함된 지문학 교과서는 다수 발견되고 연구되었지만, 천문학만을 다룬 서적 또는 교과서는 드문 편이었다. 이 연구에서 같은 해에 발행된 두 교과서의 내용을 비교하고 역자의 생애를 살펴, 그 속에서 천문학 교과서를 번역한 의도를 찾아내려 하였다. 그 결과 두 교과서의 역자는 당시 보성전문학교 교장과 숭실대학 학장을 역임한 인물로 밝혀졌고, 각자의 발행의도가 있었다고 판단하였다.

두 교과서의 내용을 비교하였을 때, 태양계 부분을 주로 다룬 점으로 보아 그 당시의 가장 큰 관심사는 태양계였던 것으로 보여 진다. 또한 새로운 연구결과에 대한 지식도 포함되어 있어, 이전의 전통 천문학서와 이후의 현대 천문학서 사이에서 가교 역할을 충실히 이행한다고 보았다. 마지막으로 근대학교에서 두 교과서를 활용했는지 교과과정을 조사하여 추정해 본 결과, 당시 두 교과서가 발행된 시점과 교과과정 신설 시기가 맞물리는 것으로 보아 실제로 근대학교에서 교과서로 사용되었을 것으로 추정하였다.