

## 조선시대 소규표(小圭表)의 개발 역사와 구조적 특징 A DEVELOPMENT HISTORY AND STRUCTURAL FEATURE OF SOGYUPYO IN THE JOSEON DYNASTY

민병희<sup>1,2</sup>, 김상혁<sup>1</sup>, 이기원<sup>3,1</sup>, 안영숙<sup>1</sup>, 이용삼<sup>2</sup>

<sup>1</sup>한국천문연구원, <sup>2</sup>충북대학교 천문우주학과, <sup>3</sup>대구가톨릭대학교 교양교육원

B. -H. MIHN<sup>1,2</sup>, S. H. KIM<sup>1</sup>, K. -W. LEE<sup>1</sup>, Y. S. AHN<sup>1</sup>, AND Y. S. LEE<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Korea Astronomy and Space Science Institute, Daejeon 305-348, Korea

<sup>2</sup>Chungbuk National University, Cheongju 361-763, Korea

<sup>3</sup>Catholic University of Daegu, Gyeongbuk 712-702, Korea

E-mail: bhmin@kasi.re.kr

(Received July 06, 2011; Accepted September 02, 2011)

### ABSTRACT

In this paper, we have studied Sogyupyo (小圭表, small noon gnomon) of the Joseon dynasty. According to the Veritable Records of King Sejong (世宗, 1418 - 1450), Daegyupyo (大圭表, large noon gnomon) with a height of 40-feet [尺] was constructed by Jeong, Cho (鄭招) and his colleagues in 1435, and installed around Ganuidae (簡儀臺, platform of Ganui). On the contrary, the details of Sogyupyo are unknown although the shadow length measurements by Daegyupyo and Sogyupyo are found on the Veritable Records of King Myeongjong (明宗, 1545 - 1567). By analysing historical documents and performing experiments, we have investigated the construction details of Sogyupyo including its development year, manufacturer, and installation spot. We have found that Sogyupyo would be manufactured by King Sejong in 1440 and placed around Ganuidae. And Sogyupyo would be five times smaller than Daegyupyo, i.e., 8-feet. On the basis of experiments, we suggest that although it is smaller, Sogyupyo was equipped with a bar [橫梁] and a pin-hole projector [影符] like Daegyupyo in order to produce the observation precision presented in the Veritable Record of King Myeongjong.

*Key words:* Sogyupyo(小圭表); 8-feet(尺) noon gnomon; bar(橫梁)-type gnomon; pin-hole projector(影符); King Sejong(世宗)

### 1. 서론

규표(圭表)는 동아시아에서 가장 오래되고 그 구조가 단순한 천체관측기기이다. 규표를 이용하여 동지시각 등을 측정하고 이를 통해 1년의 길이를 구했으며, 태음 태양력에서 동지점은 역 계산의 기점이 되기도 하였다 (이은성, 1985).

규표는 수직막대인 표와 측정 눈금을 가지고 있는 규로 이루어져 있다. 潘鼐(2005)에 따르면, 중국에서는 표(表)가 기원전 3, 4세기인 신석기 중기에 이미 사용되기 시작하였고, 은대(殷代)부터 토규(土圭)라는 것이 출현하였다고 한다. 또한 주비산경(周髀算經)의 비(髀)는 넓적다리[股]의 의미로서 ‘사람이 서 있는 모습’을 상징한

다고 한다. 당시 사람의 평균 키가 8척(尺)이었다고 하므로, 비(髀)는 곧 8척 표(表)라는 설도 있다고 한다. 비(髀)는 열(臬)이라고도 불렸으며, 한대(漢代)에 와서 비로소 표(表)라고 불리며 문헌상으로 그 길이가 8척으로 명시되었다고 한다.

한편 주대(周代)에는 토규(土圭)라는 것이 있었는데, 윤휴(尹鑄, 1617 ~ 1680)의 「백호선생문집(白湖先生文集)」의 공고직장도설(公孤職掌圖說) 주관(周官)의 내용은 다음과 같다. 토규는 남중하는 해그림자로 땅의 깊이(또는 땅의 중심)를 측정하여 도읍을 정하고, 봉건영주의 강역을 만든다고 한다. 특히 하지 정오에 토규와 표(表)를 설치하여 그 그림자가 1척 5촌이 되는 곳을

지중(地中)으로 설정하고 있다<sup>1</sup>. 潘籥(2005)에 따르면, 이러한 토구는 한대(漢代)에 와서 비로소 길이가 1장(丈) 3척(尺)으로 명시되어 표(表)와 결합된다.

한대(漢代) 이후로 정형화된 규표는 사각형의 표를 세워 남중하는 천체의 표그림자를 측정하였다. 남송(南宋)의 심괄(沈括)은 표에 구멍(망통)을 뚫어 규면에 태양의 상이 나타나도록 하였는데, 그 모습이 길게 늘어난 타원이기 때문에 표로부터 적당히 떨어진 거리의 규위에 작은 표(小表)를 두어 태양의 상이 원에 가깝게 하려고 하였다<sup>2</sup>(潘籥, 2005).

중국 원대(元代, 1271 ~ 1368)에 와서 광수경에 의해 규표가 크게 개혁되는데, 표의 길이가 40척이 되고 횡량(橫梁, 가로기둥)과 영부(景符)가 함께 사용된다<sup>3</sup>. 조선 세종(世宗, 1418 ~ 1450)은 경복궁에 내관상감을 만들고(민병희 등, 2010; 정연식, 2010), 수많은 천문관측 기기를 만들었다. 그중에 가장 대표적인 결과물이라고 할 수 있는 것이 간의대를 중심으로 한 관측기기이다(나일성 등, 1992; 나일성 등, 1995; 남문현, 2008). 1437년(세종 19) 4월 15일 「세종실록」에 따르면<sup>4</sup>, 경희루 북쪽에는 간의대와 그 옆에 규표를 세웠다고 한다(이용삼, 1996; 남문현, 2008). 간의대 옆 규표는 원대(元代)의 것과 비슷한 40척 규표였다. 간의대와 규표 모두 거대한 규모를 가지고 같은 영역에 공존하고 있어서, 이들은 많은 경우 함께 기록되곤 하였다.

1990년대부터 과학문화재에 대한 연구가 활발히 진행되면서, 조선 세종대의 다른 천문관측기와 마찬가지로 규표 연구도 진행되었다. 특히 간의대 옆에 있었다고 하는 40척 표를 가진 규표가 주요 복원 연구대상이었다(나일성 등, 1992; 나일성 등, 1995). 이 40척의 규표는 그 설치장소, 제작시기, 규모가 「세종실록」에

명료하게 기술되어 있어 복원 연구에 앞서 역사적 문헌 검증이 비교적 용이한 편이었다.

한편 「명종실록」에는 규표의 그림자 관측기록이 있다. 특히 대규표와 소규표를 따로 구분하여 기록하고 있다. 대규표의 그림자 길이가 소규표의 것보다 5배가 길다. 따라서 대규표가 「세종실록」에서 표현했던 40척의 규표이고, 반면 그림자의 길이가 1/5배인 소규표는 8척의 규표임을 짐작할 수 있었다(나일성 등, 1992; 남문현, 2008).

지금까지 누가, 언제 어떻게 소규표를 만들었는지에 대한 역사적인 검증 연구가 없었고, 이를 기반으로 한 소규표의 구조 및 복원에 대한 후속적인 연구를 진행할 수 없었다. 본 논문에서는 소규표의 제작연대를 추적하고, 대규표와 비교하여 소규표의 구조적 특징을 분석하고자 한다.

## 2. 간의대와 대규표

조선 세종(世宗, 1418 ~ 1450)은 경복궁(景福宮)에서 즉위하였지만, 1425년(세종 7)이 되어서야 경복궁에 임하여 평생을 지낸다(홍순민, 1996). 세종은 1432 ~ 1438년(세종 14 ~ 20) 사이에 천문관측기기 제작 사업을 추진하는데, 이에 대한 내용이 1437년(세종 19) 4월 15일 「세종실록」의 기사에 상세히 묘사되어 있다. 특히 간의대와 규표가 묘사되어 있는 부분을 간의대기(簡儀臺記)라고 한다<sup>5</sup>.

간의대기에 따르면, 1432년(세종 14) 가을 7월 이후 세종은 정초(鄭招), 정인지(鄭麟趾), 이천(李戡)에게 명하여 간의를 제작하게 하고, 호조판서 안순(安純)에게 명하여 경희루 북쪽에 높이 31척, 길이 47척, 너비는 32척의 간의대를 만들게 하였다. 물론 간의대에는 간의가 설치되었고, 간의 남쪽에 정방안이 있었다. 또한 간의대의 서쪽에는 40척(5배 8척) 동표(銅表)와 청석(靑石) 면에 장·척·촌·분(丈尺寸分)<sup>6</sup>의 눈금을 새긴 규(圭)를 만들어 세웠다(이후 40척 규표를 ‘대규표’로 칭함). 이 대규표는 영부(影符)를 사용하여 태양중심의 그림자를 획득하여 계절의 변화를 확인할 수 있었다. 대규표의 서쪽에는 작은 전각을 지어 혼의와 혼상을 순서대로 설치하였다<sup>7</sup>. 간의대기의 첫 부분에 소개되어 있는 간의대 중

<sup>1</sup> 「백해선생문집」 권25, 제설(製說), 공고직장도설(公孤職掌圖說)上(周官)

... 土圭之法, 測土深正日景, 以建王國, 以制諸侯之封疆, 以造都鄙之地域. 夏至, 晝漏半, 而置土圭表陰陽, 審其南北, 以求地中. 日南則景短多暑, 日北則景長多寒, 日東則景夕多風, 日西則景朝多陰. 日至之景, 尺有五寸, 謂之地中.

하지 때 8척의 표그림자가 1.5척이 되는 태양의 남중고도는 약 79.38°이다. 이러한 하지의 태양 남중고도를 가지는 위도는 약 34.12°이다. 서주(西周)의 도읍 서안(西安)은 약 34.26°이고, 동주(東周)의 수도 낙양(洛陽)은 약 34.67°이다. 또한 현존하는 토구의 원형인 주공측경대는 사다리꼴모양의 받침석 위에 직사각형 기둥모양의 표가 있으며(潘籥, 2005 참조), 하지 때 남중 태양의 표그림자가 받침석 사다리꼴 상면 경계까지 들어가는데, 이를 測土深이라고 말한 것으로 보인다.

<sup>2</sup> 「제가역상집」 권3, 의상(儀象), 31-가, 나  
前入欲就虛景之中考求眞實 或設筭竿 或置小表 或以本爲規 皆取端日光 下徹表面.

<sup>3</sup> 「제가역상집(諸家曆象集)」 권3 儀象 31, 가-나 또는 「원사(元史)」 권48, 지(志) 제1 천문(天文)1.

<sup>4</sup> 「세종실록」 권77, 세종 19년(1437) 4월 15일 갑술.

<sup>5</sup> 김담이 지은 것으로 되어 있는 「세종실록」의 이 기사 부분을 그대로 차용하여 「동문선(東文選)」에서는 간의대기로 명명하고 있다(「동문선」 권82의 記 참조).

<sup>6</sup> 본 논문에서 기술되는 분(分)은 길이 단위이다. 시간 단위의 분(〃)이나 각도단위의 분(′)은 달리 기술한다.

<sup>7</sup> 「세종실록」 권77, 세종 19년(1437) 4월 15일 갑술  
其簡儀臺則承旨金墩作記曰 宣德七年壬子秋七月日 … 可先制簡儀以進. 於是臣鄭招 臣鄭麟趾掌稽古制 中樞院使臣李戡掌督工役 … 命戶曹判書臣安純 乃於後苑慶會樓之北 築石爲臺 高三十一尺 長四十七尺 廣三十二尺 繚以石欄 顛置簡儀 敷正方案於其南 臺之西 植

심의 천문관측기기는 중국 고전을 참고하여 당시 최신 과학기술을 적용하여 개발한 것이었다.

「세종실록」의 다른 기사들을 보면, 대규모의 제작 시기는 간의대보다 2년 뒤인 1435년(세종 17)으로 추정된다. 1434년(세종 16) 7월 기사에는 선공감정(繕工監正) 서인도(徐仁道)가 공장 34명을 거느리고 청주(淸州)에 가서 선군 2백여 명을 모아 간의대 규석을 다듬다가 수해 때문에 정지하였다고 기록되어 있다<sup>8</sup>. 1435년(세종 17) 4월 기사인 충청도 감사에 보낸 왕명전달문에는 청주의 규표석(圭表石)<sup>9</sup> 산출지에서 연마한 청석(靑石)이 비문과 지석으로 사용되기 쉬우므로, 그 원주민과 이웃 주민에게 명해 잡인이 채취하는 것을 막도록 하라는 내용이 있다<sup>10</sup>. 여기서 규표석은 청석이며, 그 산출지가 청주라는 점이 주목된다.

위 두 기사에서 당시 규표를 만들기 위해 규표석을 구하는데 많이 노력했음을 짐작할 수 있다. 세종의 40척 규표는 「원사」 규표의 제도를 참고했을 것으로 생각된다(Needham et al., 1986). 「제가역상집」에서 인용한 「원사」의 규표는 40척 높이의 표와 128척 길이의 규를 가지고 있다<sup>11</sup>. 세종의 대규모는 아마도 128척의 규석이 필요했을 것이다. 간의대에서는 규표의 그림자에 영부를 사용하고 있는데, 여기서 영부는 「원사」의 경부를 이르는 것이고, 경부의 사용은 횡량과 더불어 「원사」 규표의 핵심적인 제도였다.

또한 유득공(柳得恭)의 문집인 영재집(冷齋集)의 춘성유기(春城遊記)에 묘사된 규석(圭石)으로 보이는 유적도 「원사」 규표의 특징과 매우 유사하다. 춘성유기에 따르면, 1770년(영조 46) 3월 6일에 유득공이 방치된 경복궁의 광화문으로 들어가 꺾 안을 돌아보고 신무문으로 나오는데, 이 여정에서 간의대를 탐사했다고 한다. 특히 간의대 서쪽에 용도를 알 수 없는 검은돌 6개를 발견하는데, 각각의 돌은 길이가 5 ~ 6척, 너비가 3척이며, 물흙을 들마다 연이어 뚫었고, 간의대 아래 검은

돌에는 연못이 있다고 하고 있다<sup>12</sup>. 돌에 있는 물흙과 연못은 「원사」 규표에서 규면을 구성하는 요소와 일치한다. 검은돌 조각의 길이와 너비는 영조적으로 표현된 것으로 보인다<sup>13</sup>. 영조척이 주척보다 약 1.488배 큰데(남문현, 1995), 검은돌의 크기를 주척으로 환산하면, 길이는 7.5 ~ 9척, 너비는 4.5척이고, 「원사」 규표의 규석의 너비 4.5척과 검은돌의 너비가 서로 잘 일치한다. 한편 「원사」 규표의 규석의 길이는 128척인데, 검은 돌의 길이가 주척으로 7.5 ~ 9척이므로, 검은 돌을 약 14 ~ 17개를 이룰 수 있다면 규석의 길이와 같게 된다.

춘성유기의 간의대의 위치는 세종실록 간의대기에서 나타난 간의대의 위치와 차이가 있다. 이는 1443년(세종 25) 경에 경희루 북쪽에 있던 간의대가 경복궁 북문인 신무문 안 서쪽으로 이설되기 때문이다(이용삼, 1996; 남문현, 2008) (이후 전자를 ‘경희루 간의대’로, 후자를 ‘신무문 간의대’로 칭함). 신무문 간의대로 이전될 때, 대규모도 함께 이전하여 설치되었던 것이다. 1443년 「세종실록」에는 ‘종묘에 못을 파는 일과 간의대 규표를 설치하는 일 이외에 영선(營繕)하는 일을 모두 정지하라’라는 왕명전달 기사로부터 대규모의 이설이 간의대와 함께 이루어진 것을 확인할 수 있다<sup>14</sup>. 1443년 신무문 간의대 이후로 임진왜란(1592년)으로 경복궁이 훼손되기 전까지 간의대의 이설은 없었다. 따라서 대규모도 신무문 간의대 옆에 있었으며, 임진왜란 이후인 영재집의 춘성유기에서도 간의대 옆에 규모로 보이는 유적이 있었던 것이다.

### 3. 세종대의 소규모

「세종실록」을 통해 규표의 제작연대, 제작자, 설치장소를 추정할 수 있다. 특히 「세종실록」 간의대기나 양대박(梁大撲, 1544 - 1592) 「청계집」의 중수간의대기(重修簡儀臺記)<sup>15</sup>에는 ‘규모가 간의대 옆에 있다’라는 기록을 확인할 수 있다.

銅表 高五倍八尺之臬 斲靑石爲圭 圭面刻丈尺寸分 用影符取日中之影 推得二氣盈縮之端 表西建小閣 置渾儀渾象 儀東象西.

<sup>8</sup> 「세종실록」 권65, 세종 16년(1434) 7월 26일 신축 時繕工監正徐仁道 率工匠三十四名往淸州 聚船軍二百名 斲簡儀臺圭表石 以水災亦停之.

<sup>9</sup> 규표석(圭表石)은 규표 중에서 규(圭)에 해당하는 부분으로, 규는 다시 규석(圭石)과 규좌(圭座)로 구분할 수 있다(그림 1 참조). 「세종실록」에 기록된 청석은 규석에 해당하는 부분으로 추정된다.

<sup>10</sup> 「세종실록」 권65, 세종 17년(1435) 4월 5일 병오 傳旨淸道監司 道內淸州 產出圭表 鍊造靑石 宜於碑文誌石 令傍近居民 禁雜人採取.

<sup>11</sup> 「제가역상집」 권3 儀象 31, 가-나 圭表以石爲之, 長一百二十八尺 …其(=表)端兩傍爲二龍 半身附表上擊橫梁 自梁心至表顛四尺 下屬圭面 共爲四十尺.

<sup>12</sup> 「영재집(冷齋集)」 권15, 잡저(雜著) 北牆之內有簡儀臺 臺上有方玉一 臺西有黧石六 長可五六尺 廣三尺 連鑿水道 臺下之石如硯如帽如缺櫃 其制不可考也.

<sup>13</sup> 이러한 추정은 간의대 자체가 석조 건물이고 유득공은 간의대를 영조척에 따라 건축되었다고 생각했을 것이다. 그렇다면 같은 방식으로 간의대 아래의 검은돌의 크기를 영조척으로 적용하여 표현하였을 가능성이 높다.

<sup>14</sup> 「세종실록」 권100, 세종 25년(1443) 4월 21일 병오 傳旨工曹 今當農月 雨澤愆期 宗廟鑿池 簡儀臺圭表外 凡諸營繕一皆停罷.

<sup>15</sup> 「청계집(靑溪集)」 권3, 문(文), 중수간의대기.

표 1. 「명종실록」 대·소규표의 그림자길이 기록

음력일자	대상 (시기)	대규표 기록(A)	소규표 기록(B)	A/B
1547.11.02.	태양 (동지후1일)	7장3척6촌	1장4척5촌6분	5.05
1548.01.14.	달(망일)	2장9척7촌	5척8촌5분반	5.07
1549.11.24.	태양(동지)	7장3척4촌1분	1장4척5촌4분	5.05
1550.01.15.	달(망일)	2장1척3촌2분	4척1촌9분	5.09
1563.11.27.	태양(동지)	6장7척5촌2분	1장4척5촌2분	4.65

3.1. 소규표의 크기

「명종실록」에는 5차례의 규표의 관측기록이 있다. 여기에는 대규표와 소규표의 기록이 함께 있다. 이로써 조선 전기에는 대규표 말고도 소규표가 따로 제작되어 그림자 길이를 측정하였음을 알 수 있다. 기존 연구에서는 「세종실록」에서 표현했던 40척의 규표를 대규표로 인식하고, 반면 소규표는 8척의 표를 가졌다고 생각했다(나일성 등, 1992; 남문현, 2008). 이는 표 1과 같이 「명종실록」의 대·소규표의 그림자 길이를 비교해보면 쉽게 알 수 있다<sup>16</sup>. 표 1에서 1563년의 기록을 제외하고는 대규표와 소규표의 그림자길이의 비는  $5.066 \pm 0.018$ 이다.

그림 1에서와 같이 표길리와 표그림자의 길이의 관계식은 다음과 같다.

$$G = L \cdot \tan a \tag{1}$$

여기서  $G$ 는 ‘표길리’로서 규면에서 표 끝까지의 길이이다.  $L$ 은 표의 ‘그림자길이’이며,  $a$ 는 천체의 겉보기 고도이다. 단, 「원사」의 규표와 같이 표와 횡량으

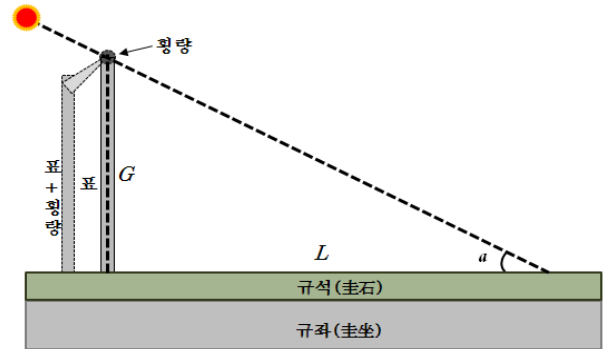


그림 1. 규표의 측면 개념도. 표길리( $G$ )는 규면에서 시작하고, 그림자길이( $L$ )는 규면 위에서 측정한다. 한대 이후에는 규 위에 표만을 설치하였고, 원대에 처음으로 표 위에 비스듬히 횡량을 설치하였다. 횡량을 가진 규표는 규면에서 횡량까지의 길이를 ‘표길리’로 하고, 규면(圭面)상의 횡량 중심에서 횡량 그림자까지의 거리를 ‘그림자길이’로 하였다.

로 구성된 경우에는 규면에서 횡량까지의 높이를 표길리로 한다(나일성 등, 1994). 이 경우 그림자길이는 규면(圭面)상의 횡량 중심(횡량 중심선을 연직방향으로 내려뜨린 평면과 규면이 만나는 면)에서 횡량의 그림자까지의 길이를 말한다.

같은 날의 대규표와 소규표의 관측기록의 경우, 식 (1)에서  $a$ 가 일정하므로,  $G$ 는  $L$ 에 비례한다. 표 1에서 소규표의 그림자 길이가 대규표의 것보다 약 5배 작으므로, 소규표의 표길리도 대규표보다 5배 작다. 「세종실록」에서 (대)규표를 5배 8척의 열(臬)<sup>17</sup> 즉 40척의 열이라고 했으므로, 소규표의 표길리는 8척이다.

표 1의 태양 그림자길이 관측기록은 2번의 동지일과 1번의 동지 후 1일에 있었다. 동지 당일의 기상상태가 좋지 못하면 동지 후 1일의 관측이 기록으로 남을 수 있다. 동지 전후일의 그림자 길이는 동지일의 그림자 길이와 크게 차이를 보이지 않는다. 이는 동지 근처의 태양 남중고도를 조사해보면 알 수 있다. 천체의 적위에 따른 남중고도  $a$ 는 다음과 같이 나타낼 수 있다.

$$a = (90^\circ - \phi) + \delta_\odot \tag{2}$$

여기서  $\phi$ 는 관측자 위도이고,  $\delta_\odot$ 는 태양의 적위이다.

한국천문연구원(2010)에 따르면, 동지 전후 1일의 태양의 적위는 약  $10^\circ$  차이가 난다. 우리의 계산에 의하면, 동지 전후 1일의 태양 남중고도는 약  $0.0039^\circ$ 가, 동지 전후 5일에는 약  $0.0081^\circ$ 가 높아진다. 16세기 중반의

<sup>16</sup> 「명종실록」 권6, 명종 2년(1547) 11월 2일 기묘 觀象監啓曰 測候宗廟洞口及惠政橋兩處仰釜日晷 太陽行度 冬至晝並差違 簡儀臺大圭表影七丈三尺六寸 小圭表影一丈四尺五寸六分. 「명종실록」 권7, 명종 3년(1548) 1월 14일 신묘 望月影測候 簡儀臺大圭表影長二丈九尺七寸 小圭表 影長五尺八寸五分半. 「명종실록」 권9, 명종 4년(1549) 11월 24일 기축 冬至 測候宗廟洞口 惠政橋兩處 仰釜日晷太陽行度 冬至晝并差違 簡儀臺小圭表影長一丈四尺五寸四分 大圭表影長七丈三尺四寸一分. 「명종실록」 권10, 명종 5년(1550) 1월 15일 경진 望月影測候 大圭表影長二丈一尺三寸二分 小圭表影長四尺一寸九分. 「명종실록」 권29, 명종 18년(1563) 11월 27일 임인 簡儀臺測影 大圭表影長六丈七尺五寸二分 小圭表影長一丈四尺五寸二分.

<sup>17</sup> 횡량을 가진 규표는 구조적으로 표 위에 횡량이 설치된다. 대규표에 대한 「세종실록」의 기록에는 ‘규면에서 횡량까지의 높이’를 열(臬)이라고 표현한 것으로 추측되며, 본 논문에서는 이 높이를 ‘표길리’라고 하였다.

표 2. 「세종실록」에 나타난 의상구루의 목록

구분	간의대기 (1437년)	흙경각기 (1438년)	제가역상집 발문(1445년)
의(儀)	대·소간의 혼의 일성정시의 소정시의	대·소간의 혼의 일성정시	대·소간의 혼의 일성정시의
상(象)	혼상	혼상	혼상
구(晷)	규표 양부일구 현주일구 천평일구 정남일구	규표 양부일구	대·소규표 양부일구 현주일구 천평일구 정남일구
루(漏)	흙경각루 보루각루 행루	금루	흙경각루 보루각루 행루

동지에서 태양의 적위가 약  $-23.497^\circ$ 이고(Kaplan, 2005 참조), 동지 전후일의 태양의 적위는 약  $-23.493^\circ$ 이다. 신무문 간의대의 위도를 약  $37.583^\circ$ 로 가정하면, 식 (2)에 의해 동지의 남중고도는 약  $28.920^\circ$ 이고, 동지 전후일의 남중고도는 약  $28.924^\circ$ 이다. 이를 식 (1)에 적용하면, 동지전후일의 그림자길이는 동지일의 그림자길이보다  $3.0 \times 10^{-4}$ 배 짧아진다. 이는 대규표의 그림자가 약 1.2분(2.5 mm) 짧아지고, 소규표의 경우 약 0.24분(0.5 mm)이 짧아지는 것을 의미한다. 이 결과는 「명종실록」의 관측기록의 유효자리수보다 1자리 많다. 한편 동지 전후 5일의 태양 남중 고도는 약  $29.018^\circ$ 가 되고, 동지일의 그림자길이에 비해  $7.3 \times 10^{-3}$ 배 짧아진다. 이 경우 대규표의 그림자는 약 29.2분(6 cm) 짧아지고, 소규표의 경우는 약 5.8분(1.2 cm)이 짧아진다.

표 1에는 규표의 측정 대상이 태양만이 아닌 달도 있었음을 알 수 있다. 1548년(명종 3)과 1550년(명종 5)의 두 번의 달 그림자 관측이 있다. 두 번의 관측기록이 모두 정월대보름의 시기인 점이 흥미롭다.

3.2. 소규표의 제작자와 제작연대

「명종실록」의 관측기록에는 소규표가 언제 제작되었는지 확인할 수 없다. 원대 이전의 전통적인 규표가 8척이었다. 이는 「세종실록」간의대기에서 규표의 크기를 5배 8척이라고 묘사한 단서이기도 한 것 같다.

「세조실록」총서(總序)에는 다음과 같은 기록 있다.

경신년 10월에 세종이 친히 규표를 제작하고 세조와 용(瑢)에게 명하여 보현봉에 올라가서 해가 지는 곳을 관찰하게 하였다.<sup>18</sup>

<sup>18</sup> 「세조실록」 권1 總序 ... 庚申十月 世宗親制圭表 命世祖與瑢登善賢峰觀日入處.

표 3. 주척과 영조척에 따른 간의대의 크기 비교

재원	기록 [척]	미터법 환산[m]*		주척 환산[척]	
		영조척	주척	영조척	주척
길이	47	14.476	9.729	약 69.9	47
너비	32	9.856	6.624	약 47.6	32
높이	31	9.548	6.417	약 46.1	31

\* 영조척 1척=308 mm, 주척 1척=207 mm(남문현, 1995)

경신년에 세종이 규표를 만들었다는 것이다. 여기서 경신년은 1440년(세종 22)이고, 용(瑢)은 안평대군(安平大君, 1418 - 1453)을 말한다. 위 기록만을 가지고서 세종의 경신년 규표가 명종실록에서 말하는 소규표인지 확증하기 어렵다.

그러나 이 경신년 규표가 대규표는 아닌 것 같다. 대규표, 즉 40척 규표는 세종 15년(1433) 또는 16년에 처음 제작된 후, 세종 25년(1443)에 신무문 근처로 이전하여 설치되었다(남문현, 2008). 그러나 경신년(1440)은 대규표 제작과 이설의 사이에 해당하는 시기이며, 세종 15년과 25년 사이에 40척의 규표가 더 제작되었다는 기록이 남아있지 않다. 따라서 경신년의 규표는 대규표일 가능성이 희박하다.

한편 경신년을 전후로 의상구루(儀象晷漏)의 목록에 변화가 있다. 1437년(세종 19) 「세종실록」간의대기에는 ‘대간의, 규표, 혼의, 혼상, 보루각루(자격루, 금루), 흙경각루(옥루), 소간의<sup>19</sup>, 양부일구, 일성정시의, 소(일성)정시의, 현주일구, 행루, 천평일구, 정남일구’가 소개되어 있다. 또한 1438년(세종 20) 「세종실록」흙경각기<sup>20</sup>에는 ‘대·소간의, 혼의, 혼상, 양부일구, 일성정시, 규표, 금루 등’이 있는데, 반면 1445년(세종 27) 「세종실록」제가역상집 발문<sup>21</sup>에는 ‘대·소간의, 일성정시의, 혼의, 혼상, 천평일구, 현주일구, 정남일구, 양부일구, 대·소규표, 흙경각루, 보루각루, 행루(行漏)’로 기록되어 있다. 「세종실록」에 있는 의상구루의 목록을 표 2에 정리하였다. 표 2와 같이 간의의 경우, 1437년 이래로 대간의와 소간의가 함께 기록되어 있다. 이와 달리 규표는 1445년 이후에야

<sup>19</sup> 「세종실록」소간의 명서(銘序)는 세종이 1434(세종 16)년에 소간의를 만들라고 명하였다고 한다.

<sup>20</sup> 「세종실록」권80, 세종 20년(1438) 1월 7일 임진 制諸儀象 若大小簡儀 渾儀 渾象 仰釜日晷 日星定時 圭表 禁漏 等器.

<sup>21</sup> 「세종실록」권107, 세종 27년(1445) 3월 30일 계묘 在儀象則曰 大小簡儀 日星定時儀 渾儀及渾象也. 在晷漏則曰 天平日晷 懸珠日晷 定南日晷 仰釜日晷 大小圭表 及 欽敬閣漏 報漏閣漏 行漏也.

대규표와 소규표가 기록되고 있고, 그 이전에는 단지 규표로만 기록되어 있다. 즉 1437년과 1438년에는 단지 40척의 규표 한 종류만 있었던 것이다.

이러한 정황으로 보았을 때, 세종이 경신년에 친히 제작했다고 하는 규표는 8척 크기의 소규표로 추정할 수 있다(이후 경신년 규표를 ‘세종 소규표’라고 칭함). 「명종실록」의 소규표는 본래 세종에 의해 처음 제작된 것으로 볼 수 있다.

### 3.3. 소규표의 설치장소

세종은 소규표를 만들어 어디에 설치하였는지 알 수 없다. 간의대기에 따르면, 소간의, 일성정시의, 흥경각루, 보루각루 등 천문관련 의상과 구루를 만들었으나 이들을 경희루 간의대 주변에만 설치하지 않고 만춘전이나 천추전 등 주로 궐내의 여러 지역에 분산하여 설치하였다. 특히 양부일구는 그 목적에 따라 궐외에 설치하였다. 따라서 경신년의 세종 소규표가 어디에 설치되었는지 쉽게 파악할 수 없다.

다만 소규표의 설치 위치가 경복궁 밖은 아니었던 것이 분명해 보인다. 소규표는 양부일구처럼 서민을 위한 관측기기가 아니었다. 「세조실록」 총서에서는 소규표가 왕 자신을 포함한 궐내에 거주하는 특정 계층을 위한 것으로 묘사된 듯하다. 또한 세종은 1425년(세종 7) 이후로 줄곧 경복궁에만 머물렀기 때문에(홍순민, 1996) 소규표의 초기 설치 위치는 경복궁 내로 한정해도 될 것 같다.

「명종실록」의 대·소규표 관측 기록에는 한결같이 ‘간의대의 대규표…, 소규표…(簡儀臺大圭表… 小圭表…)’라고 표현되어 있다. 1549년 기록에는 ‘간의대의 소규표…(簡儀臺小圭表…)’라고 하여 명종 때에는 경복궁 신무문 간의대 영역에 소규표가 있었음을 확인할 수 있다<sup>22</sup>. 「명종실록」의 대·소규표 관측기록이 있는 1547년(명종 2), 1548년, 1549년, 1550년, 1563년(명종 18)은 모두 명종이 경복궁에 머물렀던 시기였다(홍순민, 1996). 따라서 소규표는 경복궁 내에 설치된 이후 임진왜란 이전까지 궐외로 반출된 것 같지 않다.

한편 1443년(세종 25)에는 경희루 간의대가 신무문 간의대로 이설되면서 간의와 규표도 함께 옮겨간다. 이때에 소규표도 대규표와 함께 간의대 영역으로 옮겨갈 수 있다.

이전 연구에는 신무문 간의대 영역에서의 소규표 설치 장소에 대한 몇 가지 주장이 제기되기도 하였다. 하나는 소규표가 간의대 위에 간의와 함께 있었다는 것(나일성 등, 1992)이고, 다른 하나는 간의대 옆에 대규표와 함께 있었다는 것(남문현, 2008)이다.

그럼 소규표가 간의대 위에 설치될 가능성이 있는가? 만약 소규표의 규의 길이와 너비를 간의대의 것과 비교하여 충분히 작으면 소규표가 간의대 위에 설치될 가능성이 있다.

「세종실록」 간의대기에는 간의가 간의대의 중앙에 위치하고 있으며, 간의대의 길이가 47척, 너비는 32척이라고 하였고, 「원사」 간의에서는 간의의 길이와 너비는 각각 18척과 12척이라고 한다<sup>23</sup>. 다만 간의대기에 따르면, 간의는 주척으로 제작된 것이 분명해 보이니(이용삼, 1996), 간의대의 경우는 영조척인지 주척인지 확실하지 않다.

만약 간의대의 크기가 주척에 따른 것이라면, 그림 2(a)처럼 간의대 위에는 간의를 중심으로 동서 양옆에 길이 47척, 너비 10척의 공간이 확보된다. 반면 영조척이 주척보다 약 1.488배 크기 때문에(남문현, 1995), 만약 간의대가 영조척에 따라 지어졌다면, 이를 주척으로 환산하였을 때, 표 3처럼 간의대의 길이는 약 69.9척, 너비는 약 47.6척이 된다. 이 경우 그림 2(b)와 같이 간의 양옆의 공간은 길이 69.9척, 너비 17.8척의 공간이 남는다.

소규표의 규의 길이와 너비는 「원사」 규표의 규의 길이와 너비를 참고하여 추정할 수 있다. 「명종실록」 기록에서 동지 때 소규표의 그림자 길이가 약 14.5척이므로(표 1 참고), 소규표의 규의 길이는 이보다 커야 한다. 「원사」 규표의 규의 길이가 128척이므로 소규표의 경우 이보다 1/5인 25.6척 정도의 최대치를 가질 수 있다. 즉 소규표의 규의 길이를 약 15 ~ 26척으로 예상할 수 있다. 그리고 「원사」 규표의 규의 너비는 4.5척이므로 소규표의 규의 너비는 4.5척보다 작다<sup>24</sup>.

따라서 간의대를 주척으로 건설하였든 영조척으로 축석하였든 간의 옆 공간에 소규표가 설치될 여지가 있다.

다만 소규표가 간의대 위에 설치되었을 때, 설치된 소규표의 높이는 간의대의 높이 31척에 더하여 표의 높이 8척과 규의 높이 최대 4척<sup>25</sup>을 포함하여야 한다. 본 논의에서는 소규표의 규의 높이를 4척으로 가정한다<sup>26</sup>.

그림 2(c)와 같이, 만약 간의대가 주척으로 건설되었다면 설치된 소규표의 높이는 간의대 높이를 포함하여 약 43척(약 8.9 m)이 된다. 그림 2(d)와 같이, 간의대가 영조척으로 지어졌을 때, 지면에서 소규표까지의 높이는

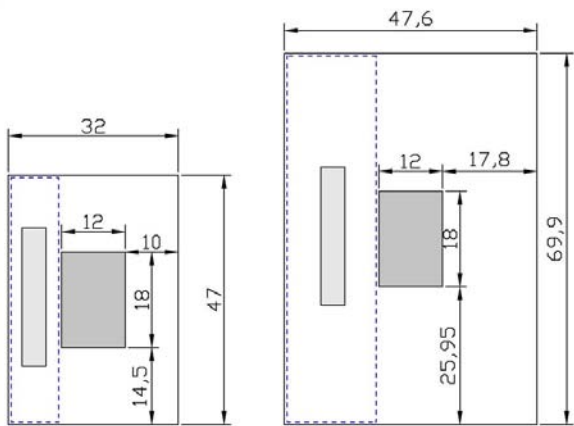
<sup>23</sup> 「제가역상집」 권3, 의상(儀象), 25-가.

<sup>24</sup> 「제가역상집」 권3, 의상(儀象), 31-가, 나.

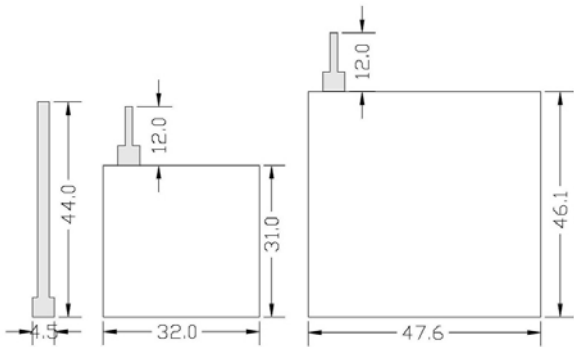
<sup>25</sup> 대규표의 규는 그림 1과 같이 규좌와 규석으로 이루어져 있는데, 이 둘의 높이의 합이 4척이다. 그렇다면 소규표의 규의 높이는 최대 4척으로 추정할 수 있다.

<sup>26</sup> 주척으로 4척은 약 82.8 cm로써 사람이 허리를 구부려 관측하기에 알맞은 높이이다.

<sup>22</sup> 「명종실록」에는 소규표의 이전에 관한 기록이 없다.



(a) 주척 간의대의 평면도 (b) 영조척 간의대의 평면도



(c) 주척 간의대의 정면도 (d) 영조척 간의대의 정면도

그림 2. 간의대 위의 가능한 소규표의 설치공간(주척 기준으로 표시). 간의대의 길이와 너비는 47척, 32척, 31척인데, 척수의 단위가 주척인 경우는 (a), (c)이고, 영조척인 경우는 (b), (d)이다. (c)의 왼쪽 그림은 대규표의 크기이다. (a), (b)에서 소규표가 놓일 수 있는 영역을 점선으로 표시하였다. 간의나 소규표의 척수 단위가 주척이므로, (b), (d)에서는 영조척의 47척, 32척, 31척을 주척으로 환산하여 각각 69.9척, 47.6척, 46.1척으로 나타내었다.

는 영조척 31척과 주척 12척인 약 12 m(주척 환산시 약 58.1척, 영조척 환산 시 39척)가 된다.

그런데 1475년 「성종실록」에는 성종이 윤자운, 김개, 이승원에게 경복궁 동궁(세자궁) 주변의 전각 배치 상황을 조사하게 하는데<sup>27</sup>, 이들의 보고 내용이 있다<sup>28</sup>. 이에 따르면, 동궁 북쪽의 (신무문) 간의대가 거대하기 때문에 정전(正殿) 주변의 북쪽 담장을 더 높게 쌓아 규표의 (표) 허리 위만 보이게 하기를 청한다. 여기서

<sup>27</sup> 성종은 재위기간 내내 창덕궁에서만 살았다(홍순민, 1996).

<sup>28</sup> 「성종실록」 권60, 성종 6년(1475) 10월 13일 기축 但簡儀臺峙其北 臨壓正殿 然北牆加築數仞 則但見圭標腰上耳.

표 4. 조선과 명의 천문의기 개발기간의 비교

	조선	명(明)
임금	세종	영종(정통년간)
개발기간	1432 ~ 1438 (세종 14 ~ 20)	1436 ~ 1449 (정통 1 ~ 14)
참고사항	간의대 1433년 건설 소규표 1440년 제작	고관상대 1442년 건설

규표는 대규표를 말한다<sup>29</sup>. 이 때 간의대와 40척 규표 중에 무엇이 더 크고, 이 둘이 어떠한 공간배치를 가졌는지 정확하게 묘사하지 않았지만, 정전 주변의 북담을 더 높게 쌓으면 간의대가 가려지고 규표의 위쪽 일부만 보였던 것이다.

만약 간의대 위에 소규표가 있었다면 윤자운 등의 보고서에 소규표도 함께 기록되어야 한다. 앞서 소규표가 신무문 간의대 위에 있다면 그 높이가 영조척 39척(약 12 m)이나 주척 43척(약 8.9 m)으로, 주척인 규표(규의 높이를 포함)의 44척(약 9.1 m)보다 비슷하거나 높게 설치되었기 때문이다. 따라서 소규표가 간의대 위에 설치되어 있었을 가능성이 적다. 상대적으로 소규표는 간의대 옆에 있었고, 대규표 주변에 설치되었을 가능성이 높다.

이는 간의대기에서 설명하고 있는 ‘규표의 설치장소는 간의대 옆이다’는 명제와 잘 일치한다. 1440년 소규표가 처음 제작되었을 때에는 이것이 어디에 설치되었는지 알 수 없지만, 적어도 명종 전후인 1540년대에는 소규표가 간의대 옆, 대규표의 근방에 설치되었을 것으로 추측해 볼 수 있다.

### 3.4. 15세기 조선과 명(明)의 천문의기 개발시기의 비교

세종 당시 동아시아의 천문학적 수준을 천문의기 개발의 측면에서 고찰해보자(표 4 참조). 조선은 1433년(세종 15)에 간의대를 건설하는 등 1432 ~ 1438년(세종 14 ~ 20)에 의상구루로 요약되는 각종 천문의기를 제작하였다. 한편 명(明)은 정통년간인 1436 ~ 1449년(정통 1 ~ 14)에 천문의기를 제작하였다고 전하고, 1442년(정통 7)에 고관상대를 건설하였다. 시기적으로 보았을 때 당시에는 조선이 명보다 앞선 천문의기 제작 기술을 개발하였다. 「세조실록」에서도 세종이 친히 제작하였다고 언급했듯이, 1440년에 제작된 소규표는 세종이 대규표에서 얻은 기술개발의 경험을 충분히 활용하여 이를 완성한 것이라고 보여진다.

<sup>29</sup> 대규표는 규표로만 기록하는데, 다만 소규표와 함께 표현할 때 대규표로 칭하는 것 같다. 이는 간의에 대해서도 마찬가지이다.



#### 4. 세종 소규모의 구조적 특징

「명종실록」에는 태양 그림자 관측이 3번으로, 동지라는 특정 시기에 대규모와 소규모의 관측이 함께 있어 두 규모의 성격을 비교하는데 용이하다. 표 1의 1547년, 1549년, 1563년에 관측기록을 살펴보면, 대규모는 1563년의 기록이 이전 2번의 것보다 그림자길이 약 6척 정도 짧아졌다. 반면 표 1의 소규모의 관측기록은 그림자길이의 차이가 작다. 1547년, 1549년의 대규모 그림자길이의 평균은 37.5척(7,763 mm), 표준편차는 0.134척(28 mm)이다. 1547년, 1549년, 1563년의 소규모 그림자길이의 평균은 14.54척(3,009 mm), 표준편차는 0.02척(4 mm)이다. 대규모가 5배 커서 표준편차의 크기도 5배가 커진다고 가정하더라도 소규모의 표준편차가 더 작다. 3.1절에서 설명하였듯이, 동지일과 그 전후의 그림자길이의 차이는  $3.0 \times 10^{-4}$ 배로써, 대규모의 경우는 약 1.2분(2.5 mm), 소규모의 경우는 약 0.24분(0.5 mm)의 차이를 가진다. 이를 1547년 기록에 적용하더라도 소규모의 표준편차가 대규모의 것보다 작다. 이것이 너무 단편적인 비교일지라도, 소규모가 대규모의 관측 정밀도만큼 좋은 정밀도를 가졌다는 사실을 의심하기 힘들다.

대·소규모의 관측기록은 다음과 같은 특징을 가지고 있다고 판단할 수 있다. 첫째, 비록 정량적인 유추라고 할지라도 소규모의 정밀도가 대규모의 것과 유사하다는 점으로부터, 소규모가 대규모의 정밀도를 반영하는 관측기술을 수용했을 수 있다. 둘째, 이러한 대규모의 관측기술이 규모의 구조와 이에 따른 부속 관측장비를 필요로 했다면 소규모도 유사한 구조와 관측장비를 채용했을 수 있다.

##### 4.1. 「세종실록」 간의대기의 영부(影符)

앞서 「세종실록」의 간의대기에는 ‘영부를 사용하여 태양중심(日中)의 그림자를 얻었다<sup>30</sup>’라고 하여 대규모의 그림자길이를 관측하기 위해 영부라는 부속 관측장비를 사용했음을 알 수 있다. 이 영부는 「원사」 천문지의 경부와 같은 것으로 보고 있다(이용삼 등, 2006).

「원사」 천문지에는 40척의 규모와 함께 부속 관측장비인 경부(景符)와 규궤(闕几)가 함께 기록되어 있다<sup>31</sup>. 경부는 일종의 바늘구멍 투영장치로(이용삼 등, 2006), 규모의 그림자길이를 얻을 때 사용한다. 규궤는 주로 야간에 규모를 통해 천체의 남중고도를 측정하는 기구로 막대 조준기의 원리를 이용하고 있다<sup>32</sup>. 이 두 관측장비는 모두 횡량(橫梁)을 필요로 한다. 횡량은 규

표의 사각형 표 위의 적당한 위치에 가로로 얇은 기둥으로 그림 1에도 표현되어 있다. 횡량은 표 끝단 양면에 있는 2개의 횡량지지대에 의해 지지되어 있다. 「원사」 천문지에는 두 마리의 용으로 횡량지지대의 역할을 하였다<sup>33</sup>.

세종 당시의 대규모에도 횡량이 있었을 것이라 생각하고 있다(나일성 등, 1994). 「명종실록」에는 규모의 용의 두갑(頭甲)이 터졌다<sup>34</sup>는 기록이 있고, 이를 수리하고 난 뒤 표 1과 같은 대·소규모의 관측기록이 이어졌다. 세종대의 대규모가 명종대에 이어진 것이고, 간의대기에서 영부를 기술한 것으로 보아, 대규모는 「원사」의 규모와 같이 횡량이 있었다고 확신할 수 있다.

「원사」 천문지 규모에 따르면, 태양은 경부의 바늘구멍을 통과하여 규면에 그 상이 맺히는데, 횡량이 태양을 가로막고 있으면 그 태양의 상에 횡량의 그림자를 볼 수 있다고 한다<sup>35</sup>. 아울러 ‘과거의 표(表) 끝 그림자는 태양 상변의 빛이고, 횡량으로써 그림자를 취하면 태양 중심의 빛을 얻게 된다.’라고<sup>36</sup> 하여, 횡량이 남중 태양의 중심 위치를 측정하고자 고안된 장치임을 밝히고 있다. 이는 「세종실록」의 간의대기에 영부를 통해 태양중심의 그림자를 얻는다는 내용과 일치한다. 「원사」에서는 바늘구멍을 통해 태양의 상(景)을 얻는다는 관점에서 그 이름을 경부(景符)라고 명명한 것으로 보이고, 「세종실록」 간의대기에서는 횡량의 그림자(影)를 얻는다는 관점에서 이를 영부(影符)라고 칭한 것 같다.

대규모에 횡량을 설치하고 영부를 통해 그림자를 측정하는 것은 원(元)대 이전의 규모에서는 볼 수 없는 새로운 관측기술이었다. 대규모의 횡량과 영부는 남중하는 천체의 그림자를 측정하는데 있어서, 천체 중심의 그림자를 정밀하게 측정하는 관측기술의 기반이 되고 있다. 「명종실록」의 규모 관측기록의 특성에 견주어보면, 소규모도 대규모의 구조와 부속관측장비를 적용하여 이에 상응하는 관측기술을 구현했을 가능성이 높다.

<sup>32</sup> 「세종실록」 간의대기에서는 규궤에 대한 내용이 없지만, 「제가역상집」에서는 「원사」의 규궤를 인용하고 있다. 한편 「명종실록」 규모 관측기록 중 달 관측 내용이 있어, 규궤의 사용을 예상해 볼 수 있으나, 달의 남중고도가 아니고 달 그림자인 점으로 보아, 명종 대에 규궤를 사용하였는지 확인할 수 없다.

<sup>33</sup> 其(=表)端兩傍爲二龍 半身附表上擎橫梁.

<sup>34</sup> 「명종실록」 권3, 명종 1년(1546) 6월 24일 기유 簡儀臺圭表拆破處 今已補鑄 時方鍊正臺石 畢則將立 但舊制表柱中空處 實以油灰 今亦依舊制爲之 但表柱拆破傾側之由 則意必柱上擎樑兩龍及所附着頭甲 極爲斤重 三十餘人 僅能運轉 龍形又北向擎樑 北邊偏重而然也 圭石取影 不必體重 雙龍擎樑 然後爲之 …

<sup>35</sup> 「제가역상집」 권3, 의상(儀象), 31-나 竅達日光, 僅如米許, 隱然見橫梁於其中.

<sup>36</sup> 「제가역상집」 권3, 의상(儀象), 31-나 舊法一表端測晷 所得者日體上邊之景 令以橫梁取之 實得中景.

<sup>30</sup> 用影符取日中之影. 이를 단순히 영부를 사용하여 남중하는 태양의 그림자를 얻었다고 해석할 수 있다. 그러나 「원사」 경부(景符)에는 得中景(태양 중심을 얻는다)이라고 하여 日中之影의 의미를 서술하고 있다.

<sup>31</sup> 「제가역상집」 권3, 의상(儀象), 31-가, 나.



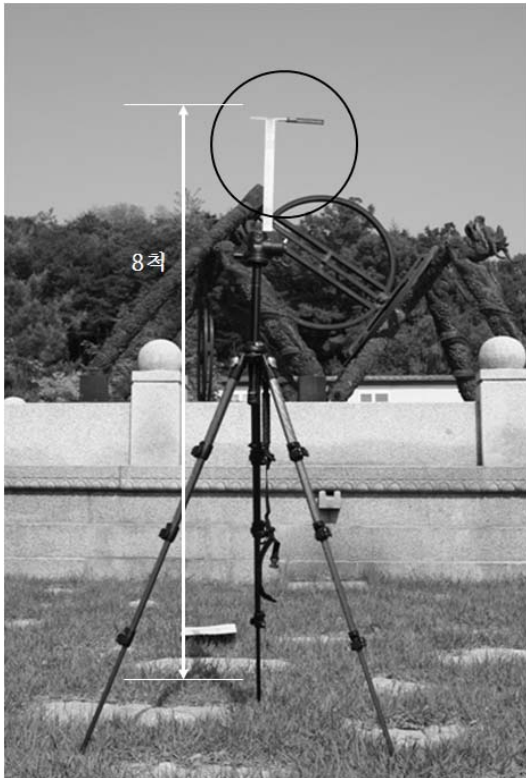


그림 3. 표 그림자와 횡량 그림자를 비교하기 위해 제작한 8척(1,656 mm) 표(表) 실험장치. 표와 횡량에 해당하는 부분을 원으로 표시하였다.

4.2. 표 그림자와 횡량 그림자의 관측

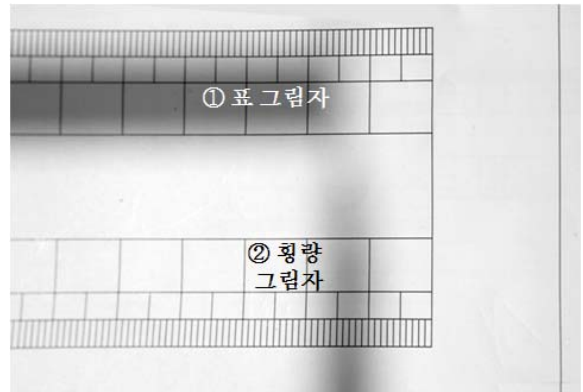
천문학적인 의미로 규표의 관측은 정확한 동지일자, 더 나아가 동지시각을 얻는 관측기구이다. 동지시각을 얻기 위해 동지 전후 수일동안 남중시각에서 규표의 그림자길이를 측정해야 한다. 3.1절에서 언급했듯이 동지일과 그 전후의 대규표 그림자길이의 차이는 약 1.6분의 차이가 있는데, 관측자의 관측조건이나 그에 따른 측정정밀도가 약 1.6분보다 정밀하지 못하면 정확한 동지일자나 시각을 얻기 힘들다. 이러한 관측 기술적인 측면이 소규표에도 동일하게 적용될 수 있다.

소규표는 단순히 표(表)만 있을 수도 있고, 횡량을 가질 수도 있다<sup>37</sup>. 따라서 소규표의 그림자 관측정밀도를 알아보기 위해, 단순히 표만 있을 때와 횡량이 있을 때의 그림자를 비교 실험해 보았다.

<sup>37</sup> 그 밖의 소규표에 존재할 수 있는 구조로 표 구멍(望筒)과 작은 표(소표)가 설치될 수 있다. 그러나 이러한 구조는 「세종실록」간의대기에 언급하지 않았고, 영부가 불필요하며, 「원사」경부에서 이 구조의 문제점을 지적하고 있어, 소규표에 적용되었을 가능성이 희박하다. 이러한 이유로 본 논문의 실험에서 제외하였다.



(a)



(b)

그림 4. (a) 표와 횡량에 해당하는 부속물(그림 3에 있는 원을 확대한 부분), (b) 태양고도 약 46°에서 규면 눈금에 맺힌 표 그림자와 횡량 그림자

동일한 관측조건을 만들기 위해 그림 3과 같이 실험장비를 구성하였다. 표와 횡량의 높이는 8척(1,656 mm)으로 하였다. 횡량의 직경은 약 1.2 cm이다<sup>38</sup>. 그림 3에서 표와 횡량 부분을 원으로 표시하였는데, 이를 확대한 것이 그림 4(a)이다. 그림 4(a)에서 ①에 해당하는 것이 표이고, ②에 해당하는 것이 횡량이다. 실험장비 바닥에는 그림 4(b)와 같이 태양에 의한 그림자가 맺히는 곳에 장·척·촌·분의 눈금 종이를 놓았다. 「세종실록」간의대기에 따르면, 이 장·척·촌·분의 눈금은 주척을 단위로 하며 규면에 새겨 놓았다. 중심공백의 상하에 3종류의 눈금간격이 있는데, 가장 넓은 눈금이 1촌(寸)단위(21 mm)이고, 가장 촘촘한 눈금이 1분(分)단위(2 mm)이다. 그림 4(b)에서 ①이 표 그림자이고, ②가 횡량 그림자이다. 그림 4(b)의 표와 횡량의 그림자는 태양의 고도

<sup>38</sup> 「원사」천문지 규표에서는 횡량의 지름을 3촌으로 하고 있다. 만약 소규표에도 횡량이 있었다면, 단순히 대규표 횡량 지름의 1/5 배한 0.6촌, 즉 6분인데, 주척을 미터법으로 환산하면 12 mm이다.

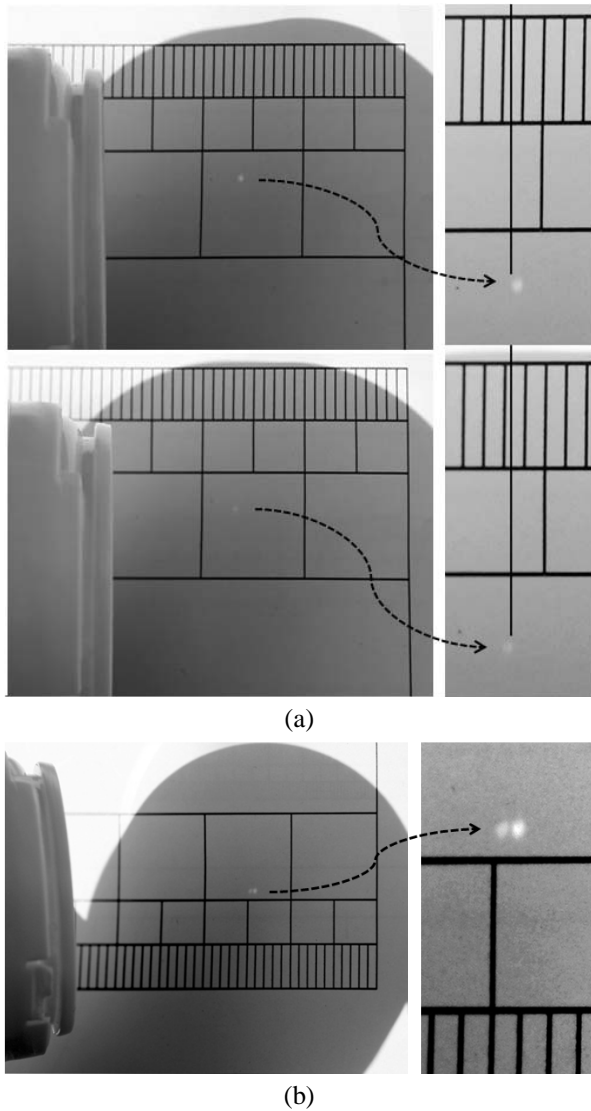


그림 5. 바늘구멍 투영장치(영부)의 실험. 각 그림의 왼쪽에 있는 원통이 바늘구멍 투영장치이다. (a) 표 그림자의 바늘구멍 투영모습(왼쪽)과 그 확대 모습(오른쪽). 위와 아래 확대 모습에서 눈금 위의 실선은 바늘구멍의 위치를 미세하게 변화했을 때의 투영면에 맺히는 표 그림자의 위치를 구별하기 위해 임의로 그은 것이다. (b) 횡량 그림자의 바늘구멍 투영모습(왼쪽)과 태양 상의 확대 모습(오른쪽). 투영면에 타원으로 태양의 상이 맺힌다. 그 상의 중심 부근에 횡량 그림자가 있으며, 이것이 태양 상을 둘러 나눈 것처럼 보인다.

가 약 46°일 때의 것이다.

그림 4(b)의 그림자는 표나 횡량 표면의 경계가 선명하지 않고, 그림자의 상이 퍼져 보인다. 그림자의 경계로 예상되는 영역에서, 그림자의 세기가 점차적으로

변하고 있다.

먼저 횡량의 그림자는 정성적으로 열린 영역을 포함하여 약 11분(2.2 cm)을 차지하고 있으며, 약 5분(1 cm)의 길은 중앙 영역이 있다. 한편 표 그림자는 길은 부분과 열린 부분의 정성적 구분마저 용이하지 않는데, 횡량 그림자의 패턴을 참고하여 그림자 외부의 열린 영역을 대략 3분으로 정할 수 있다. 위 실험에서의 태양 고도는 약 46°이고, 「명종실록」의 동지일 남중태양의 고도는 약 29°이다. 따라서 동지일 남중 태양의 표와 횡량의 그림자는 그림 4(b)의 것보다 더 퍼져 보일 것이다.

그림 4(b)의 표 그림자나 횡량 그림자 모두 규표의 그림자길이를 측정하기에 좋은 상태가 아니다. 부정확성을 유발하는 측정 환경은 관측자의 관측오차를 증가시킬 수 있다. 그림 4(b)에서 관측자의 관측 오차를 정량적으로 결정하지 않았지만, 정성적인 면에서 관측자에 따라 약 3 ~ 5분 범위의 측정값을 선택적으로 정할 수 있다. 이러한 측정값의 선택범위는 소규표의 표준편차가 2분을 넘는다. 또한 횡량 그림자가 표 그림자보다 눈금을 측정하는데 유리하다고 할 수 없다.

앞 절에서 언급하였듯이 대규표는 영부를 사용하여 그림자를 얻었다. 영부는 바늘구멍 투영장치로써, Needham et al.(1986)은 대규표 영부의 구조를 연구하였고, 이용삼 등(2006)은 그 작동원리를 연구하였다. 바늘구멍을 통과한 표 그림자와 횡량 그림자의 변화를 살펴보기 위해, 그림 5와 같이 바늘구멍 투영 실험을 수행하였다. 이 실험에서 사용한 바늘구멍 투영장치는 4 ~ 6 cm 직경의 한쪽 면이 열려 있는 불투명 플라스틱 원통을 재료로 사용하였다. 원통의 단면 중앙에 지름 약 1 mm의 바늘구멍을 뚫었다. 수작업으로 바늘구멍 투영장치를 움직여 그림 5와 같은 그림자 상을 얻었다.

그림 5(a)는 표 그림자의 바늘구멍 투영 실험이고, (b)는 횡량 그림자에 대한 실험이다. 각각 바늘구멍 투영 모습을 왼쪽에 나타내었고, 이 때 나타난 그림자 상의 확대 그림을 오른쪽에 나타내었다.

그림 5(b)를 보자. 오른쪽의 확대 그림에는 마치 두 개의 태양 상으로 나타난 것처럼 보인다. 그러나 실제로는 바늘구멍을 통과한 태양의 상이 타원으로 나타나고, 그 상 안에 검은 횡량 그림자가 보이는 것이다. 이 때 태양과 횡량 그림자의 상은 역상이다. 태양 고도 46°일 때, 바늘구멍을 통과한 태양의 상은 약 1분(分 = 2 mm) 남짓으로 밝게 보이고, 이에 대해 횡량의 그림자는 1 mm 이하의 검은 선으로 보인다.

바늘구멍을 통과한 횡량 그림자가 약 1 mm 이하의 선 굵기를 가지는 것은 매우 의미심장하다. 소규표의 관측기록 최저 단위가 분(分)이기 때문이다. 분 단위의 기록이 신뢰성을 가지려면 적어도 그 이하 크기의 측정

단위를 가져야 한다. 이러한 관점에서 약 1 mm 이하의 횡량 그림자는 소규표 기록의 측정 단위로 매우 적합하다고 볼 수 있다.

반면 그림 5(a)의 표 그림자를 보자. 이 경우에는 표의 경계를 확정할 수 있는 태양의 상을 얻을 수 없다. 그림 5(a)는 위와 아래의 그림으로 나눌 수 있는데, 모두 표 그림자의 상이다. 바늘구멍을 미세하게 움직였을 때 나타나는 표 그림자의 상은 그림자의 세기의 변화만을 보이고 있는데, 그 경향은 그림 4(b) 표 그림자의 세기의 변화와 유사하다.

표 그림자는 그림 5(a)와 같이 바늘구멍을 통과시켜도 태양의 상을 얻을 수 없다. 「원사」는 ‘표(表) 끝 그림자는 태양 상변의 빛이다’라고 지적하고 있다. 즉 표 그림자는 태양의 상을 모두 가린 것이다. 「원사」의 기록이 맞다면, 그림 5(a)와 같이 표 그림자는 바늘구멍에 통과시켜도 태양의 상을 얻을 수 없고, 그림 4(b)처럼 그림자 세기가 변하는 모습으로 관측되는 것이다.

그림 5(b)의 바늘구멍으로 투영된 횡량 그림자도 미시적으로는 회절상이 나타나지만, 일정한 굵기를 가진 횡량 그림자 자체가 측정 대상이므로 회절상의 영향이 크지 않다. 반면 그림 5(a)의 표 그림자는 측정 조건상 바늘구멍 투영 방법이 적절해 보이지 않는다.

바늘구멍 투영 실험을 통해 다음의 사실들을 밝힐 수 있다. 첫째, 바늘구멍 투영장치는 횡량 그림자에 유효하나, 표 그림자에는 효력을 가지지 않는다. 둘째, 바늘구멍을 통과시킨 횡량 그림자는 약 1 mm 이하의 굵기를 가지며, 이는 「명종실록」 소규표 관측기록의 측정 단위로 적합하다.

#### 4.3. 세종 소규표의 횡량과 영부

「명종실록」의 대·소규표 관측기록을 통해, 소규표의 그림자 관측의 정밀도가 대규표의 것보다 결코 뒤지지 않는다는 것을 알 수 있었다. 이러한 관측기록의 특성으로부터 소규표는 대규표의 관측 정밀도를 반영하는 관측기술을 수용하고, 이를 실현하기 위해 대규표가 가지는 구조적 특징이나 측정을 위한 부속 관측장비를 소규표에도 적용했을 것으로 추론하였다.

4.2절에서 대규표는 구조적 측면에서 원(元)대의 40척 규표에서 설명한 횡량을 가지고 있었으며, 장비적 측면에서 영부를 사용하고 있었다. 4.3절에서 8척 표(表)의 표 그림자와 횡량 그림자 비교 실험을 통해, 바늘구멍 투영장치를 통과한 횡량 그림자가 「명종실록」의 소규표 관측기록처럼 그림자길이의 측정 대상으로 적합하다는 사실을 알 수 있었다.

소규표가 가져야 할 관측기술적 원리와 4.2절과 4.3절의 사실로부터 우리는 ‘대규표처럼 소규표도 횡량이 설치되었고, 영부를 사용했다’고 추론할 수 있다.

지금까지 소규표에서 횡량의 존재 여부에 관한 논의는 「명종실록」 대·소규표 관측기록 중 태양의 관측에 대한 것이었다. 달의 관측기록도 태양의 것만큼 대·소규표의 관측적 상관성이 높다. 「명종실록」에는 2회의 달 그림자 관측기록이 있다. 1548년 「명종실록」의 소규표 관측기록에서 달 그림자의 측정 단위를 1/2분[分半 = 1 mm]까지 기록하고 있다. 1/2분 기록은 동지 때 태양 그림자보다 더 정밀한 측정값으로 소규표를 이용하여 상당히 정밀한 달그림자를 관측할 수 있다는 것을 반증하고 있다. 다만 달 그림자 관측에서, 태양 그림자처럼 영부를 사용했는지 또는 「원사」 천문지에 기록된 규례를 사용했는지를 규명하기 위해서는 향후 지속적인 연구가 필요하다.

### 5. 결론

「명종실록」의 대규표와 소규표 관측기록을 통해 조선 전기에 두 종류의 규표가 존재했다는 사실은 널리 알려져 있었다. 그 중 대규표는 「세종실록」 간의대기에 40척 규표임을 밝히고 있어 그 제작시기와 설치장소를 쉽게 추적할 수 있었다. 그러나 소규표는 「명종실록」 이전 기록에 언급되지 않아 누가 언제 처음 제작하였는지 알려져 있지 않았다.

이러한 소규표는 「세조실록」 총서에서 언급한 규표로 추정되는데, 이를 제작한 사람은 세종이었다. 세종은 소규표를 1440년(세종 22)에 제작하였으며, 「명종실록」의 대·소규표 그림자길이를 비교해 보았을 때, 소규표는 8척 규표였다. 그러나 제작 당시 소규표의 설치 장소는 정확히 알 수 없다. 다만 1443년(세종 25) 간의대가 신무문 서쪽으로 이전된 후에는 간의대 주변에 소규표가 설치된 것으로 추정되며, 후에 「명종실록」에 소규표의 관측이 기록으로 남게 된 것으로 보인다.

소규표는 대규표만큼 관측기록의 정밀도가 높게 평가되는데, 두 규표의 그림자길이를 분석함으로써 소규표의 구조적 특징의 일부를 추론할 수 있었다. 대규표는 원(元)대 규표의 관측기술적 특징인 횡량과 영부를 채용하였다. 소규표의 그림자 실험을 통해, 소규표도 횡량과 영부를 적용하였을 것으로 추론되었다. 대·소규표의 관측기술은 태양 그림자뿐만 아니라 달 그림자를 측정함으로써 관측의 대상과 시간 범위를 확장시켰다.

이러한 추론이 맞다면, 소규표는 횡량을 가진 8척 규표라고 정의할 수 있다. 조선은 명(明)보다 먼저 천문 관측기기 개발을 시작하여, 1433년(세종 15)에 간의대를 건설하고, 1432 ~ 1438년(세종 14 ~ 20)에 의상구루의 각종 관측기기를 제작하였다. 이러한 관점에서 1440년에 제작된 소규표는 세종이 대규표에서 얻은 기술개발의 경험을 충분히 활용하여 이를 완성한 것이라고 보여진다. 소규표는 횡량을 설치한 8척 규표의 관측기록을

남기게 한 처음이자 마지막 시도였을 것으로 여겨진다.

### 참고 문헌

- 나일성, 박성래, 전상운, 남문현, 1992, 과학기술문화재 복원 기초조사 및 설계용역 보고서, 연세대학교 천문대
- 나일성, 박성래, 이용삼, 정장해, 김천휘, 정남해, 박경규, 1994, 과학문화재 간의 복원 설계용역 보고서, 문화재관리국
- 나일성, 정장해, 원유한, 이용삼, 김천휘, 윤명진, 김명희, 나사라, 이충욱, 1995, 축소 제작한 세종의 규표, 세종조 과학기구 규표 복원제작 연구보고서, 세종대왕 유적관리소
- 남문현, 1995, 한국의 물시계 - 자격루와 제어계측공학의 역사, 건국대학교출판부, 서울, pp.269-304
- 남문현, 2008, 간의대(簡儀臺)의 어제와 오늘: 경복궁 과학기술 문화재의 복원과 활용, 고궁문화, 2, 86
- 민병희, 이기원, 안영숙, 이용삼, 2010, 조선시대 관상감과 관천대의 위치 변화에 대한 연구, 천문학논총, 25, 141
- 이용삼, 1996, 世宗代 簡儀의 構造와 使用法, 동방학지, 93, 159
- 이용삼, 정장해, 김천휘, 김상혁, 2006, 조선의 세종시대 규표(圭表)의 원리와 구조, 한국우주과학회지, 23, 289
- 이은성, 1985, 역법의 원리분석, 정음사, 서울, pp.15-17
- 정연식, 2010, 조선시대 관상감 觀天臺와 경주 瞻星臺의 입지조건 비교, 한국고대사연구, 60, 309
- 한국천문연구원, 2010, 2011 역서, 남산당(서울), pp.117
- 홍순민, 1996, 朝鮮王朝 宮闕 經營과 兩闕體制의 변천, 서울대학교 박사학위논문
- 潘鼐, 2005, 彩圖本 中國古天文儀器史, 山西教育出版社 (太原) pp.46-62
- Needham, J., LU, G -D., Combridge, J. H., & Major, J. S., 1986, The Hall of Heavenly Records-Korean Astronomical Instruments and Clocks 1380-1780, Cambridge University Press (Great Britian), pp.70-74
- Kaplan, G. H., 2005, The IAU Resolutions on Astronomical Reference Systems, Time Scales, and Earth Rotation Models, USNO Circular No. 179, (U.S. Naval Observatory Washinton, D.C.), p.44