

朝鮮前期의 科學과 技術
—15세기 科學技術史 研究 再論—*

全 相 運
성신여대

Science and Technology in Early Chosŏn Dynasty : History of
Fifteenth Century Science and Technology Revisited

JEON Sang-woon
Sung Shin Women's University

ABSTRACT

Fifteenth century was the most brilliant period in the history of Korean science. Especially remarkable were the creative scientific and technological achievements made during the reigns of T'aejong and Sejong in the first half of the century : the rise of astronomy, calendrical science and agricultural meteorology, the growth of technology, the development of geography, and the establishment of Korean medico-pharmacology. Although a great deal more work needs to be done on many subjects, the results obtained so far have been sufficient to support the view that the Korean achievements during this period surpass—both in quality and in quantity—scientific and technological achievements of any other country of the same period.

Yet, fifteenth century Korean science and technology has not been valued properly in the history of science of the world. This paper tries to correct this situation by reexamining the achievements of Korean science and technology in this period. The paper argues that with these achievements, which fill the gap between the Islamic science and the European modern science, the fifteenth-century should be viewed as the period of Korea in the world history of science.

* 이 논문을 위한 연구는 국사편찬위원회의 연구비 지원을 받아 수행되었으며 그 결과는 약간 다른 형태로 「國史館論叢」 第22輯(1991)에 출판된 바 있다.

서장—15세기 과학사와 세종의 시대

동아시아 문명에서 한국의 역사에 나타나는 과학과 기술은 수용과 창조, 변형과 조화의 전통으로 특징지어진다. 중국의 거대하고 화려한 과학문명은 한국에서 언제나 한국의 전통과학의 커다란 도가니 속에서 용융되어 자기의 거푸집에 부어지곤 했다. 그것은 새 모델을 창조해 냈다. 한국의 자연에 어울리고 그 속에서 오랫동안 살아온 한국인에게 알맞은 모델이었다. 그것은 대개의 경우 중국의 그것보다 작고 섬세했고, 콤팩트했다. 그리고 자연스러운 美的 감각이 뛰어난 것이었다.

조선시대에 이르러 그 과학과 기술은 강한 자주적 성향이 뚜렷해지기 시작한다. 특히 세종 때에 전개된 과학과 기술은 오랜 역사와 전통 속에서 集積된 한국과학을 결산하는 것이었다. 중국과학 뿐만 아니고, 문명의 교류에서 얻어진 모든 지역의 과학문명을 하나로 용융시키는 도가니와도 같았다. 거기서 동아시아 과학문명 안에서의 새로운 모델이 부어 만들어졌다. 세종 때의 조선의 선비 과학기술자들과, 관료 과학기술자들은 자기들의 거푸집을 만든 것이다. 그것은 뚜렷한 개성을 가지고 있었다. 독자적인 과학문화의 전개였다.

세종대 과학·기술문화의 독자적인 전개는 분명히 새로운 발전이었다. 과학·기술문화의 모든 분야에서 이렇게 수준 높은 학문·문화·예술적 성과가 짧은 동안에 이루어진 적은 한국의 역사에 일찌기 없었다. 그것은 조선식의 창조적인 과학·기술 전통의 구축으로 이어졌다. 15세기 전반기의 과학기술사에서 세종 때와 같은 유형의 발전은 다른 어느 지역에서도 찾아볼 수 없는 일로 특히 주목할 만하다.

과학사에 있어서의 15세기는 이른바 중세가 끝나려는 시기이며, 근대과학의 여명이 트려는 시기이다. 그러나 서방 라틴세계 문화의 빛은 아직도 희미하였고, 동방 아랍세계의 찬란했던 빛은 차츰 희미해져서 거의 꺼져가고 있었다. 수천년의 역사를 가진 중국의 거대한 과학기술의 전통은 송·원시대 과학기술의 창조적 발전을 고비로 15세기 전반기에 이르러 명의 과학은 혼돈한 상태에 머무르고 있었다. 이러한 시기에 조선의 과학은 한국의 과학사에서 가장 훌륭한 창조적 발전을 이룩하고 있었던 것이다.¹⁾ 그것은 서방세계는 물론, 아랍세계와 중국의 과학기술 수준을 능가하는 것이었다.

이 시기, 특히 세종 때의 과학기술은 송·원시대의 과학을 모델로 한 경우가 많다. 천문·역법의 과학은 특히 그러했다. 아랍과학의 전통이 15세기의 조선과학 안에서 이어지고 있었던 것이다. 그것은 명나라의 과학에서 별로 배울 것이 없었기 때문이다.²⁾ 「세종실록」을 비롯한 세종 때의 여러 문헌들에는 의도적이라고 생각될만한치의 원의 과학 문헌 등을 모델로 하거나 텍스트로 했음을 굳이 기록한 것 같은 부분이 여러 곳에 나타나고 있다. 그러나 실제로 특정한 분야나 부분에서는 그렇지 않은 경우도 있다. 그렇지만 전체적인 테두리 안에서 바라볼 때, 세종 때의 과학은 원대의 과학에서 많은 영향을 받은 것이 확실하다.

그 원대의 과학은 널리 알려지고 있는 바와 같이 아랍과학의 영향을 직접적으로 가장 많이 받았다. 세종 때의 과학기술이 아랍과학의 꺼져가는 전통을 원대의 과학을 매체로 해서 동방의

1) 全相運, "15世紀 前半期 李朝 科學技術史 序說", 「一山金斗鍾博士稀壽記念論文集」(1966), pp. 317-318; 「세종시대의 과학」(1986), p. 17.

2) 全相運, "明·淸の科學と朝鮮の科學, その交流, 受容と展開", 「中國古代科學史論總篇」(1991), 807-832.

작은 반도에서 새롭게 발전시켰다고 정리해 볼 수 있을 것이다. 그러나 그것은 아랍과학의 경우와 같이 외부 세계에 큰 영향을 미치지 못하고 말았다. 지금까지 외국학자들의 정당한 평가를 받지 못한 요인의 하나를 여기서 찾을 수 있다.

세종대의 과학기술에 대한 평가는 유길준이 「서유견문」에서 단편적인 사례를 가지고 언급한 이후, 1910년에 일본인 기상학자 和田雄治가 처음으로 학문적인 분석을 시도함으로써 제기되기 시작했다. 和田은 「韓國觀測所學術報文」에 측우기의 발명과 자격루에 대한 2개의 논문을 통해서 세종 때의 과학기술을 극찬하였다. 세종 때의 과학기술에 대한 그의 높은 평가는 1917년에 새로 낸 「朝鮮古代觀測記錄調查報告」에서 더욱 구체화되었다. 그의 논문은 세종대 과학기술의 성과에서 자기의 전공 영역인 측우기와 자격루에 머무르고 있지만, 그 속에서 그는 세종대 과학기술을 전반적으로 평가하기를 서슴치 않았다. 외국인, 특히 일본인 학자로서 그의 학문적인 격찬은 주목할 만한 것이다. 그의 높은 평가는 1930년대에 영국 Royal Asiatic Society의 동양학자들에게 커다란 자극을 주었고, 국내에서는 여러 민족주의 사학자들에게 깊은 감명을 주었다.³⁾

1930년대에는 세종 때의 지리학과 인쇄술 등의 발전에 대해서도 일본인 학자들의 높은 평가가 학문적으로 전개되었다. 이러한 평가들에 고무되어 1940년대에는 홍이섭이 한국과학사를 전반적으로 다룬 글들을 쓰면서 세종 때의 과학기술을 처음으로 종합적으로 정리하였다. 그의 선구적인 업적은 그 후 「朝鮮科學史」로 출판되어 한국과학사 연구의 길잡이가 되었다.

1960년대에 이르러 한국과학사 연구의 영역이 크게 확대되면서 조선 초기는 자연히 비중이 커지게 되었다. 김두중과 三木 榮의 의학사 연구, 이춘녕의 농업기술사 연구, 그리고 50년대 후반부터의 인쇄사 연구, 군사기술사 연구 등이 그것이다. 필자의 종합과학사적인 연구도 15세기 조선 초기를 주제로 한 것에서 시작되다시피 했다. 60년대의 성과는 80년대에 이르면서 더욱 확대되었다. 이때에는 과학기술의 모든 분야에서 새로운 연구들이 그 영역을 확대해 나갔다. 수학과 천문·역학·조선기술·군사기술·지리학·박물학과 식품과학 등이 포함되었다.⁴⁾

그러나 조선 초기, 특히 15세기와 세종대 과학기술에 대한 보다 종합적인 연구는 나오지 못했다. 60년대의 연구에서 아직 벗어나지 못하고 있다. 그래서 본 연구는 60년대에서 80년대까지의 성과를 바탕으로 해서 조선 초기의 주요 업적을 다시 조명하고, 15세기 세종대의 과학기술을 중심으로 과학사로서의 흐름을 개관하고 평가하는, 필자 연구의 시론적 작업에 이은 재론으로서 전개한 것이다. 90년대의 한국사 연구는 과학사 분야로서의 폭이 크게 확대되어야 한다. 이 연구는 그 방향을 모색하는 데 도움이 될 수 있을 것이다.

3) 예를 들면, J. Needham, *Science and Civilisation in China*, Vols. 1-5 (Cambridge, 1956-1989)의 여러 곳에서 찾아볼 수 있다.

4) 이와 관련해서는 송상용의 비평적인 연구가 있다. Song Sang-yong, "Studies in the History of Korean Science: A Bibliographical Essay", *Korea Journal* 26(3) (1986). 비슷한 논문이 「震檀學報」, 第五十七號(1984) 200-216. 에도 발표되었다.

I. 새 왕조의 시작

1. 天象列次分野之圖

태조 4년(1395) 12월에 천문도 石刻本이 완성되었다. 새 왕조의 권위의 表象으로서 태조가 오랫동안 갖기를 염원했던 것이다.

조선 천문학의 첫 업적인 이 천문도는 書雲觀의 공식 작품이다. 權近·柳方澤·權仲和 등과 8명의 서운관 관료 천문학자들이 수년 간의 노력 끝에 완성한 것이다. 權近은 그의 저서 『陽村集』에 이 천문도의 제작 경위를 記述하였는데, 그 글은 지금 남아 있는 태조 4년(1395)의 천문도 석각본에 새겨진 것과 꼭 같다.

권근의 글에 의하면 이 천문도는 고려에 전해진 고구려의 천문도를 바탕으로 해서 그린 것이다. 고구려의 천문도 석각본은 원래 평양성에 있었다. 그것은 고구려가 망하면서 전란으로 대동강에 빠져 버렸다. 세월이 지나면서 그 인본도 매우 희귀해졌는데 태조가 즉위한지 얼마 후 그 인본을 바치는 사람이 있어 그것을 바탕으로 해서 새로 천문도를 만들었다. 서운관에서는 새로운 관측에 의해서 星度에 생긴 오차를 교정하여 새 星圖를 그려서 돌에 새겼다. 天象列次分野之圖 석각본이 그것이다.

天象을 12次와 分野에 따라 그린 그림이라는 이 천문도의 표제가 고구려의 전통을 그대로 이은 것인지는 분명치 않으나 중국에서는 찾아볼 수 없는 명칭으로 조선에 독특한 것이다. 별자리 그림에는 1,464개의 별이 그려졌는데, 그것은 중국 삼국(222-238)의 三家星圖에 나타난 283좌 1,465성과 일치한다. 이 천문도에 대한 천문학적 분석 연구는 최근에 李殷晟에 의하여 이루어졌고 그 뒤 朴成桓에 의해서도 시도되었다.⁵⁾

그러니까 天象列次分野之圖는 고구려 천문도의 전통을 바탕으로 한 것으로서 3세기의 星圖에 대한 동아시아 사람들의 지식을 담고 있는 귀중한 자료이다. 이에 대한 「태조실록」의 기사가 없는 것은 이상한 일이다.

그것은 세종 때 만든 천문도를 돌에 새긴 경우도 그렇다. 「증보문헌비고」 권2 의상 1에는 이렇게 써어 있다.

세종 15년(1433)에 新法天文圖를 새겼다. 임금이 고금의 天文圖를 살펴보니 228宿의 距度·12次의 交宮宿度는 하나같이 수시력에서 측정한 바에 의하였으므로, 이들을 정리하여 새 천문도를 만들어 돌에 새겼다. 또 李純之에게 명하여 옛 학자들의 議論과 역대의 제도를 모아서 儀象略漏와 天文曆法 등 여러 책을 만들게 하였다.

그러나 「세종실록」에는 천문도를 만들어 돌에 새졌다는 기사가 없다. 그리고 이 천문도 석각본도 전해지지 않고 있다. 그래서 태조 4년(1395)의 천상열차분야지도의 돌에 새긴 것은 세종 15년(1433)이라고 생각하는 학자도 있다. 그렇지만 「증보문헌비고」의 문장이 나타나고 있는 내용을 해석해 볼 때 그렇게 생각하는 것도 무리가 있는 것 같다. 아무래도 세종 15년(1433)에

5) 李殷晟, “천상열차분야지도의 분석”, 『세종학연구』 1(1986), 63-114; 朴成桓, “太祖의 石刻天文圖와 肅宗의 石刻天文圖와의 比較”, 『東方學志』 54·55·56(1987), 329-357.

또 하나의 새 천문도 석각본이 만들어졌는데 임진왜란과 같은 전란 때 없어졌다고 볼 수밖에 없을 것 같다.

「선조실록」에 의하면 선조 4년(1571)에 120폭의 천문도 인본을 만들었다고 한다.⁶⁾ 그것이 어떤 것인지 잘 알 수가 없다. 목판본일텐데 전해지는 것이 없기 때문이다. 국내에 몇개 남아있는 천상열차분야지도의 조선시대 탁본에 의한 검은색 바탕의 인본은 숙종 때에 복각한 석각본에 의한 것으로 생각되고 있다. 그런데 1980년대 초에 본 일본 天理大 소장의 천상열차분야지도는 목판본이었다. 언뜻 보아서는 숙종대 석각본의 탁본과 같은 형식의 인본과 꼭 같은데, 그것은 바탕이 희고 글씨가 검은 판본이었다. 지금 조사를 더 하고 있지만 天理大 소장 인본은 선조 4년(1571)에 만든 120폭의 목판본 중의 하나가 거의 틀림없다.

그렇다면 그것은 숙종 때 천상열차분야지도 목각본의 원본이 될 수 있다. 「증보문헌비고」에는,

처음에 태조조 올해년(1395, 태조 4)에 정한 바 石鐫天文圖는 경복궁에 있었는데 세월이 오래되자 마멸되었다. 그래서 숙종조에 그 인본을 가지고 다른 돌에 새겨서 관상감에 설치하고...

라고 써어 있다.⁷⁾ 숙종 때의 석각본은 태조 때의 천상열차분야지도 석각본을 바탕으로 해서 만든 목판본을 가지고 새로 새긴 것이 분명하다.

또 「증보문헌비고」에 인용된 權近의 “星圖跋”은 천상열차분야지도 제작 의의를 선명하게 기술한 글로 중요한 문장이다.⁸⁾

천상열차분야지도는 조선시대 천문도를 대표하는 작품이다. 영국 케임브리지 대학의 과학사박물관에 소장되어 있는 18세기 관상감 제작의 천문도 채색병풍은 그것을 보여주는 좋은 보기이다. 거기에는 2가지 천문도가 그려져 있다. 하나는 천상열차분야지도의 성도이고 다른 하나는 범주사 신법천문도와 같은 케글러의 천문도이다. 18세기 조선 관상감의 천문학자들은 이 동·서양의 두 가지 천문도가 그 시기의 대표적인 별자리 그림임을 여기에서 상징적으로 나타내고 있다. 조선시대 천문학자들은 천상열차분야지도의 전통을 하나의 축으로 하고, 중국을 통해서 받아들인 서양 천문도를 또 다른 축으로 삼는 별자리 그림에 대한 인식을 전개하였다.

권근의 “성도발”에 함축된 왕조의 지배자로서의 천문사상은,

공경함을 마음에 두어 위로는 天時를 받들고 아래로는 백성의 일에 힘쓰면, 그 神功이 성대하게 빛나서 마땅히 요·순과 같이 융성하게 될 것

이라는 생각을 가진 것이다. 그러니까 천상열차분야지도는 조선왕조의 그러한 천문사상을 상징하는 것이고, 서양 천문도는 관측천문학적 별자리 그림을 모델로 한 것이라고 생각할 수 있다.

천상열차분야지도의 제작과정에서 별자리의 새로운 관측을 바탕으로 엮었다는 「중성기」는 전해지지 않고 있다. 그리고 그것을 바탕으로 해서 세종 때 새로 엮어진 책이 있는 지도 아직 알려지고 있지 않다.

6) 「宣祖實錄」 권5, p. 6a 및 7a.

7) 「증보문헌비고」 권3, 상위고 2, 의상 2; 유경로·이은성, 역주본, p. 174.

8) 위의 책, pp. 176-177.

2. 混一疆理歷代國都之圖

권근의 『陽村集』은 조선왕조 초에 기록된 또 하나의 중요한 성과를 우리에게 자세히 설명하고 있다. 태종 2년(1402) 6월 경에 완성된 세계지도인 混一疆理歷代國都之圖가 그것이다. 이 지도는 현재 2개의 사본이 일본에 전해지고 있다. 하나는 京都의 龍谷大學에, 다른 하나는 奈良의 天理大學에 있다. 이 지도들에 대한 연구는 최근까지 李燦에 의해서 시도되었다.⁹⁾ 이찬의 연구 이전에 이미 1928년에 小川琢治가, 그리고 1938년에 靑山定雄이, 1966년에 高橋正이 논문을 썼다.¹⁰⁾ 일본 학자들은 중국, 특히 元代의 지리학과 지도의 발달에서 그리고 이슬람 세계지도의 전통을 이은 지도로서 이 세계지도를 다루었다. 그러나 이찬은 조선 초에 기록한 조선 지리학의 중요한 성과의 하나로서 논의를 전개하고 있다.

분명히 이 지도는 14세기 원대의 두 세계지도, 즉 李澤民的 聲教廣被圖(1330년 경 작성)와 清濬의 歷代帝王混一疆理圖(1328~1392)의 두 지도를 합해서 개정한 것이다. 『陽村集』 권2, “歷代帝王混一疆理圖誌”에 설명된 이 세계지도의 작성 과정도 그렇게 말하고 있고, 표제도 ‘혼일강리’라는 표현이 같다. 권근이 이 지도에 대한 글의 제목을 청준의 지도의 표제와 꼭 같은 ‘역대제왕혼일강리도’의 誌라고 한 것을 보면 처음에 이 지도의 표제도 그랬던 것 같다. 실제 지도제작 과정에서 그 일을 해낸 전문학자들, 즉 金士衡·李茂·李藹가 ‘混一疆理歷代國都之圖’라고 바꿨음에 틀림 없다.

혼일강리도는 태종이 즉위한 지 얼마 안돼서 제작되기 시작했다. ‘혼일강리’라는 지도의 표제가 말하듯이 이 지도는 조선왕조의 통치 영역에 대한 생각을 지도에 可視化하고 있다. 그 생각은 기본적으로 태조 때에 천상열차분야지도를 제작할 때의 사상과 맥을 같이하고 있다고 볼 수 있다. 태조 때에 하늘의 지도인 별자리 그림을 만들어 왕조의 성립을 하늘의 뜻에서 설명했고, 그 다음 왕대에는 땅의 그림, 그것도 온 세계와 그 속의 조선 땅을 그려 조선왕조의 위치를 분명히 했다.

일본인 학자들과 중국 과학사 학자들은 중국 지리학을 중심으로 조명했기 때문에 조선 지리학자들이 어떤 사상과 철학을 가지고 이 세계지도를 만들었는지를 보지 못했다. 김사형은 이 지도를 만들기 위해서 정종 1년(1399)에 명나라에서 聲教廣被圖와 歷代帝王混一疆理圖를 가지고 왔다. 그러나 그 지도들에는 서방과 요동의 동쪽 부분이 많이 생략되어 있었다. 그래서 김사형과 이무·이회 등은 다른 자료를 참고로 해서 서방 지역을 개정하고 조선과 일본을 그려넣어 보다 완전한 세계지도를 제작한 것이다. 그러니까 그들은 중국에 있었던 그 때까지의 세계지도, 즉 중화적 세계관에 의한 중국 중심의 세계지도에서 한발 더 나아가 더욱 시야를 넓힌 세계지도를 제작하려고 노력했다. 그러나 거기에도 한계가 있었다. 중화적 세계관에서 완전히 벗어날 수는 없었던 것이다. 그런데도 이 지도는 Needham을 비롯한 여러 학자들이 지적한 바와 같이, 그 시대의 서유럽에서 만든 어느 세계지도보다도 우수하다.

중국대륙 다음으로 조선반도를 크게 그린 것은 주목할 만하다. 이 지도 제작자들은 서방 세계가 한반도보다 훨씬 크다는 것을 알고 있었을 것이다. 그것을 몰라서 그렇게 작게 그린 것이 아니다. 일본을 한반도와는 비교가 안될 정도로 작게 그린 것도 같은 생각이 바탕에 깔려 있었으

9) 李燦, “韓國의 古世界地圖—天下圖와 混一疆理歷代國都之圖에 대하여—”, 『韓國學報』 2(1976), 47-66.

10) 全相運, 『韓國科學技術史』 (정음사, 1976), pp. 307-308 참조.

리라고 믿어진다. 이 지도는 조선 학자들이 제작한 세계지도임을 강하게 나타내려는 의도가 분명히 담긴 작품이다. 새 왕조를 세운 조선의 관료선비들의 기상이 강하게 드러나 있는 세계지도로 주목할 만하다. 그렇다고 이 지도의 지리학적 가치가 손상될 수는 없다. 오히려 그 시대의 지리학 사상을 선명하게 나타내고 있는 지도로 평가해야 할 것이기 때문이다.

혼일강리역대국도지도, 즉 1402년 조선의 세계지도는 몇가지 아랍 지도학의 영향을 받은 흔적이 뚜렷한 것으로 학자들의 주목을 끌고 있었다. 그 중의 하나로 바다의 표시 방법이 있다. 이 지도에서 바다를 파도 무늬의 검은 선으로 나타내고 초록색을 칠한 것 등이 1267년에 북경에 가져왔던 Jamal al-Din의 지구의와 비슷하다는 것이다. 그런데 그 파도 무늬는 똑같은 디자인이 11-12세기의 고려 청동거울에 나타난다. 고려의 범선이 대양을 항해하는 모양을 생동감 있게 표현한 그 거울에는 해와 달이 구름에 떠 있고, 큰 바다짐승이 바다에 있는데 나머지 공간은 파도 무늬로 채워져 있는 것이다. 그러니까 1402년의 세계지도의 파도 무늬는 고려 때부터의 바다를 표현한 디자인을 따랐다는 것을 알 수 있다. 물론 그 고려 청동거울의 파도 무늬가 이슬람 문화의 영향을 받았다고 볼 수는 있으나, 1267년의 Jamal al-Din의 지구의의 영향은 아닐 것이다.

그러나 1402년 조선의 세계지도가 아랍 지도학의 영향을 직접·간접으로 받은 것은 확실하다. 고려의 지도학에서 그러한 영향의 자취를 이어받았을 것이라고 생각되지만, 고려의 지도학에 대한 자료가 거의 없는 형편에서 현재로서는 의약학과 박물학의 분야에서 나타나는 아랍 과학문화의 영향에서 유추할 수 있을 뿐이다. 「고려사」에 나타나는 아랍인과의 교류에서 미루어 볼 때 원나라를 통한 이슬람 과학과의 교류와는 또 다른, 비교적 폭넓은 아랍문물의 영향이 있었던 것으로 생각된다. 고려시대에 이슬람 과학은 세계에서 가장 앞선 높은 수준에 있었기 때문이다. 1402년의 세계지도에서 볼 수 있는 이슬람 과학의 영향은 조선시대 특히 세종대에 나타나는 이슬람과학의 전통과의 연결이 시작되는 첫 케이스가 된다. 그것은 한편으로는 고려과학의 전통과의 연결이라고 할 수도 있다.

3. 癸未字의 구조—금속활자 인쇄술의 재발명

권근의 「양촌집」 “鑄字跋”에는 태종 3년(1403) 2월에 癸未字를 만들게 된 문화사적 배경과 의의를 이렇게 記述하고 있다.

전하가 신하들에게 말씀하시기를, 정치를 하려면 반드시 널리 서적을 읽어 이치를 깨닫고 마음을 바로잡아 修身齊家 治國平天下의 효과를 낼 수 있는 것이다. 우리나라는 중국으로부터는 바다 건너에 있어 중국 서적이 들어오는 것이 드물고 또 판목은 갈라지기 쉽고 힘이 들어 천하의 서적을 모두 인쇄해 내기는 어렵다. 이제 銅으로 글자를 만들어서 서적을 얻을 때마다 印出하여 널리 퍼뜨리면 그 利는 무궁할 것이다.

권근의 이 글에서 우리는 태종이 어떤 생각을 가지고 있었는지 잘 알 수 있다. 태종은 이제 신하들이 유교의 교양을 쌓아 문민정치를 잘 펴나가도록 하는 일이 중요하다고 생각하고 있었다. 그는 양반 관료들의 관심을 학문으로 돌려야 할 필요를 절실하게 느꼈을 것이라고 짐작된다.¹¹⁾

11) 손보기, 「금속활자와 인쇄술」 (세종대왕기념사업회, 1976), p. 180.

책을 널리 읽도록 권장하고 그러기 위해서는 책을 많이 펴내야 하는데, 그 가장 효과적인 방법은 청동활자를 부어만들어서 그것으로 여러 종류의 책을 필요할 때마다 인쇄해 내는 것이라고 했다. 장기적으로 볼 때 크게 유익하다는 생각이다.

권근의 글은 정치를 하려면 유교적 교양을 쌓고 학문에 힘써야 한다는 태종의 생각과 또 태종의 자주적 정신과 거시적 신념을 간명하게 말해주고 있다. 청동활자 인쇄술은 중국에서는 없었던 기술이다. 기술적인 어려움이 많았기 때문이다. 고려에서 그 기술을 발명하여 개발하였지만 규모가 크지 못했고 사찰과 지방 고을에서 다루어지고, 말기로 들면서 차츰 침체되어 있었다. 1392년에 서적원을 두어 금속활자에 의한 인쇄를 국가적인 차원에서 추진하려 했으나 고려가 망함으로써 이루어지지 못했다. 그래서 고려의 청동활자 인쇄기술은 활발히 전개되지 못한 채 왕조의 교체로 단절의 위기에까지 이르고 있었던 것이다.

그래서 태종이 청동활자를 부어만들기를 제안했을 때 대신들은 모두 반대했었다. 그러나 태종은 '強令'했다고 한다.¹²⁾ 태종의 강력한 의지로 새로운 청동활자의 주조사업은 2월 19일부터 시작되었다. 청동활자의 주조 경험이 있는 기술자들이 얼마나 있었는지는 알 수 없으나 조선왕조 정부는 鑄字所를 설치하여 청동활자의 주조와 인쇄를 전담케 하였다. 금속활자 인쇄를 전담하는 강력한 국가적인 기관이 설치되었다는 사실은 커다란 역사적인 의의를 가지는 사건이다. 15세기 초의 기술사에서 그만한 비중을 가지는 업적을 찾아보기 어렵기 때문이다. 기술사에서의 이러한 鑄字所의 위치를 생각할 때, 1403년의 주자소 설치의 새로운 조명을 받아 제대로 평가되어야 할 것이다.

주자소의 설치와 병행하여 그 산하에는 새로운 청동활자 주조를 위한 특별한 조직이 구성되었다. 李稷·閔無疾·朴錫命·李膺 등을 감독관으로 임명하고 姜天震·金莊伋·柳夷·金爲民·朴允英 등이 실지 주조를 관장하도록 한 것이다. 그들은 수개월 동안의 노력 끝에 수십만 자의 청동활자를 만들어냈다. 그것이 癸未字이다. 태종 3년이 癸未年이기 때문에 붙은 이름이다. 이것이 조선 초기 최대 업적의 하나이다. 그리고 계미자의 주조는 금속활자 인쇄기술의 재발명으로 평가되어 마땅하다.

청동활자를 주조하는 방법은 고려 청동활자의 기술을 이은 것으로 생각된다. 成俔의 『慵齋叢話』에 의하면 그것은 海蒲軟泥 즉 해감모래 거꾸집으로 부어만들었다.¹³⁾ 해감모래 거꾸집으로 청동활자를 부어만드는 기술은 한국인의 가장 중요한 기술적 발명의 하나로, 금속활자 인쇄기술 발명에서 근본적인 기술적 문제를 해결한 것이다. 청동활자와 같이 작은 것, 그것도 똑같은 규격의 것을 여러 벌 부어만드는 일은 15세기의 기술로는 매우 어려운 작업이었다. 아무래도 똑같은 크기의 청동활자가 만들어지지 않아서 줄칼로 깎고 다듬어 끝마감을 했지만, 식자해서 조판해보면 틈이 생기거나 줄이 맞지 않아 어려움을 겪었다. 그래서 조판할 때 꿀찌꺼기(黃蠟)를 썼다. 나무활자를 조판할 때와 같은 기술이다.

계미자의 경우 조판한 활자들이, 조판한 활자에 먹을 칠하고 종이를 놓고 밀어서 인쇄를 할 때마다 흔들려서, 하루에 불과 큰 종이 몇 장밖에 못찍어 낼 정도로 능률이 떨어지는 인쇄량에 머물렀다. 그리고 인본도 목판으로 찍은 것처럼 반듯하고 깨끗하지 못했다. 활자의 주조기술이 150년 전 고려의 초기 청동활자의 그것에 머무르고 있었기 때문이다.¹⁴⁾

12) 『태종실록』 권5, p. 7a.

13) 예를 들면 손보기, 앞의 책, pp. 120-126.

14) 全相運, 앞의 책(주 10), p. 194 참조.

그러나 계미자에 의한 인쇄기술의 전개는 분명히 또 하나의 새로운 시작이었다. 그리고 그것으로 인쇄해 펴낸 책들이 역사와 유교 서적들이었다는 사실은 인쇄기술이 종교적 경전의 반포의 틀에서 벗어나서 지식의 전달 매체로서의 중요성이 선명하게 부각되고 있다는 점에 유의하게 된다. 그것은 태종이 계미자를 부어만들 때 가졌던 의지가 그대로 반영되고 있다. 조선왕조의 문민정치를 펴나가는 데 청동활자 인쇄기술은 중요한 역할을 하게 된 것이다.

II. 세종대 天文·曆學의 전개

1. 天文儀器의 제작

1) 簡儀臺를 세우다

세종 14년(1432) 가을 7월, 세종은 경연에 나아가 '曆象의 이치를 토론'하는 자리를 자주 가지고 있었다. 거기서 세종은 예문관 제학 정인지에게 이런 말을 했다. “경은 이미 曆算에 관계되는 제조이니, 대제학 鄭招와 함께 古典을 연구하여 (천문) 관측기계를 만들어서 관측을 할 수 있도록 대비하라.” 그러기 위해서 먼저 簡儀를 만들고, 그것으로 北極出地度를 결정하도록 했다.¹⁵⁾ 이제 일련의 천문관측 기기를 만들자는 것이다. 그리하여 李葦과 蔣英實이 工役을 감독하여 진행된 대규모의 천문의기 제작 사업은 7년 후인 세종 20년(1438)에 훌륭하게 끝났다. 이 때 5가지 관측기기가 완성되었는데, 첫째 大簡儀와 小簡儀, 둘째 渾儀·渾象, 셋째 懸珠日晷·天平日晷·定南日晷·仰釜日晷 등의 해시계들, 넷째 日星定時儀, 다섯째 自擊漏였다.¹⁶⁾ 「증보문헌비고」에 이렇게 다섯 가지로 정리해 놓은 것은 간결하게 요약한 점에서는 좋으나, 「세종실록」 권77에 보이는 金墩의 '序와 銘'을 인용한 글에서,

渾儀·渾象·圭表·簡儀 등과 自擊漏·小簡儀·仰釜·天平·懸珠日晷 등의 器를 빠짐없이 제작하였다.

는 부분과 비교할 때 규표가 빠진 것을 알 수 있다.

경연에서 세종과의 논의로 추진된 천문 관측기기의 제작 사업은 곧 착수되었다. 먼저 大簡儀가 완성되었다. 그래서 세종 15년(1433)에는 그것을 설치하고 관측 활동의 중심이 될 簡儀臺를 쌓기 시작했다. 호조판서 安純이 명을 받아 경복궁 경희루 북쪽에 축조한 간의대는 높이 31자(약 6.5m), 길이 47자(약 9.9m), 너비 32자(약 6.7m)의 화강석 관측대였다. 대 위에는 돌난간이 둘러졌다. 그러니까 지금 창경궁에 있는 조선 중기의 관천대가 이 대간의대를 축소한 모양이라고 생각하면 될 것이다.

거기에 먼저 大簡儀가 설치되었다. 그리고 간의대의 서쪽에 圭表를 세우고, 圭表의 서쪽에 작은 집을 지어 渾儀와 渾象을 설치했다. 간의대에는 또 正方案을 간의의 남쪽에 펴놓았다. 이것이 간의대와 거기에 설치된 관측기기들이다. 김돈의 글에 먼저 “혼의·혼상·규표·간의 등

15) 「세종실록」 권77, p. 9a.

16) 「증보문헌비고」 권2, 의상 1.

과"라고 쓴 것은 간의대에 설치된 天文儀器와 그밖에 또 만든 기기를 구별해서 나타낸 것이다. 그래서 이들 두 기사는 각각 나름대로의 주관에 의해서 씌어진 것임을 알 수 있다.

대간의 元의 郭守敬이 만든 제도에 따른 것이라고 「증보문헌비고」에는 쓰고 있으나 실제로는 같지 않다. 이어서 씌어있는 소간의에 대한 자세한 설명은 그 사실을 밀받침하고 있다.¹⁷⁾ 간의의 제도가 郭守敬이 만든 간의의 원리에 의한 것임을 말한 것이라고 해석해야 할 것이다. 「세종실록」의 기사에서 鄭招가 소간의에 대해서 지은 글은 그것을 분명히 말해 주고 있다. "그는 李穡·鄭招·鄭麟趾 등에게 작은 간의를 만들도록 명하니, 비록 옛 제도에 말미암았으나 실은 새 법에서 나왔다." 간의를 만든 정초 자신이 지은 글에서 "실은 새 법에서 나왔다"고 밝히고 있는 것이다. 간의는 혼천의를 실제 관측에서 편리하게 간소화한 것인데, 세종 때에 이천·정초 등이 만든 간의는 그것을 더 간소화한 것이다. 그 구조는 「세종실록」을 비롯한 조선시대의 여러 문헌에 자세히 설명되어 있다.

세종 때 천문 관측에서 가장 기본적인 기기는 대간의와 소간의였다. 경복궁에 관측대로 간의대를 축조하고 대간의를 설치한 것은 그 사실을 말해준다. 그리고 2개의 소간의는 세종이 쉽게 관측에 임할 수 있음을 상징적으로 나타내기 위해서 千秋殿 서쪽에 하나를 설치하고 다른 하나는 書雲觀에 설치해서 실제 관측에 쓸 수 있게 한 것도 그런 것이다. 간의대에 높이 40척이나 되는 거대한 규표를 설치한 것은 1년의 길이를 소수점 이하 5자리까지 정확하게 측정하고 특히 동지점을 비롯한 24절기를 정확하게 측정하여 曆書를 만드는 데 가장 주요한 기기로 하기 위해서였을 것이다. 혼의와 혼상은 간의와 규표에 의한 실제 관측 및 측정 결과가 눈으로 볼 수 있는 천체운행을 재현하는 기기와 비교되는 전시적 역할에서 유용했을 것이다. 「세종실록」에 세종 15년(1433) 6월에 정초·朴堧·金鎭 등이 만들었다는 혼천의, 그리고 그해 8월에 정초·이천·정인지·金鎭 등에 의하여 완성되었다는 혼천의¹⁸⁾ 중의 하나가 여기 설치되었을 것이다. 이 두 혼천의의 기사는 같은 것이 두 번 기록되었을 가능성도 생각해 볼 수 있다.

간의대 설립 이후 조선왕조의 천문 관측은 어느 때보다도 활발해졌다. 書雲觀의 천문관료학자들은 매일 밤낮으로 교대해서 관측에 임하는 일이 점차 제도화되어 근대적인 관측제도가 확립되었다. 「書雲觀志」에 씌어 있는 관측제도와 관측기록의 작성방법과 보고제도가 확립된 것은 이때부터였다고 생각된다. 간의대는 세종 20년(1438) 3월부터 서운관이 주관하여 매일 밤 5명씩 관리가 교대로 관측에 임하게 됨으로써 관측대로서의 실질적인 기능이 발휘되었다.¹⁹⁾

간의대는 세종 때에 창설된 이후 여러번 보수되면서 조선의 중앙천문대로서 서운관에 의하여 그 기능이 활발히 발휘되었다. 15세기 전반기에 이렇게 규모가 큰 천문대에서 끊임없이 관측이 계속된 것은 다른 나라에서는 찾아볼 수 없는 일이었다. 그래서 간의대는 동양에서 가장 규모가 큰, 그리고 완벽한 관측 제도에 의하여 움직이는 천문대로서 평가되는 것이다.

간의대와 거기 설치된 주요 관측기기인 간의·규표·혼천의는 13세기에 元의 郭守敬에 의하여 만들어졌던 관측기기의 영향을 받은 것이다. 郭守敬의 관측기기 중에는 이슬람 천문관측 儀器를 본떠서 만든 것이 적지 않다. 그러므로 간의대와 그 주요시설은 중국과 이슬람 천문학의 영향과 전통적 요소들이 함께 들어 있는 것이었다고 말할 수 있다. 13세기까지 세계에서 가장 앞섰던

17) 위와 같음.

18) 全相運, 앞의 책(주 10), p. 84.

19) 全相運, 앞의 책(주 1), p. 25.

문명권인 이슬람 세계와 중국 대륙의 과학전통이 세종 때 조선의 과학기술 속에 도가니 속에서처럼 용융되어 간 것이다. 세종대의 과학기술을 동아시아 과학의 도가니라고 표현하는 것은 이 때문이다.

2) 渾天時計를 만들다

『세종실록』 세종 15년(1433) 6월 9일의 기사에는 대제학 정초를 비롯해서 朴堧·金鑣 등에 의하여 渾天儀가 제작되었다는 기록이 있다. 이것은 그 해 8월에 鄭招·李葦·鄭麟趾·金鑣 등이 혼천의를 바쳤다는 『세종실록』 권61의 기사와 함께 한국의 옛 문헌에 나타나는 혼천의에 대한 첫기록이다. 신라시대나 고려시대에도 혼천의가 제작되었을 가능성은 충분히 인정되지만 그 기록은 아직 발견되지 않아서 단정짓기 어렵다.

세종 15년(1433)에 제작한 혼천의에 대하여 『세종실록』 권77에 간략한 설명이 있다.

表의 서쪽에 작은 집(小閣)을 세우고 渾儀와 渾象을 놓았는데, 혼의는 동쪽에 있고 혼상은 서쪽에 있다

고 했고, 이어서 그것은 “吳氏書纂에 실린 글에 ‘의해 나무에 칠을 하여’ 만들었다고 했다. 吳氏는 元의 유학자 吳澄을 가리키는 것이므로, 이 혼천의의 제도는 元代의 그것과 연결된다. 또 혼상은 그 둘레가 10척 8촌 6푼이라고 했으므로 약 72.6cm의 직경을 가진 것이었다. 이것은 이 기기의 크기를 알 수 있게 하는 결정적인 자료로 매우 중요한 수치이다. 그리고 또 하나 중요한 사실이 있다. “물을 이용하여 기계가 움직이는 정교함은 숨겨져서 보이지 아니한다”라는 끝부분의 설명이 그것이다. 그러니까 이 혼천의는 혼상이 연결된 ‘水激式’ 혼천시계인 것이다. 그것은 작은 집(小閣) 안에 설치된 전시용 혼천시계였다.

이 혼천시계는 조선왕조에서는 처음으로 만들어진 정밀기계장치의 하나이다. 그러나 『세종실록』의 문장은 짧고 간결하며 매우 담담하다. 조금도 힘들게 만든 것 같은 느낌이 없다. 다시 말해서 혼천시계를 만드는 일은 기술적으로나 이론적으로나 별로 어려움이 없다는 인상이다. 세종 때의 과학기술 수준이 그만큼 정밀 기계는 어렵지 않게 만들 수 있었다는 것이다.

세종은 그 혼천의를 보고 세자에게 명하여 李葦에게 그 제도에 대하여 질문하게 하였고, 간의대에 직접 나가서 정초·정인지·김빈 등과 더불어 혼천의의 제도에 대하여 배우고, 간의에 의한 실제 관측과 함께 비교하면서 그 원리를 익혔다고 한다.²⁰⁾ 이것은 혼천의가 간의대에 부설되어 어떤 식으로 관측에 활용되었는가를 잘 말해주는 자료이다.

3) 仰釜日晷와 해시계들

세종 16년(1434) 10월 2일 仰釜日晷가 만들어졌다.²¹⁾ 이에 대한 『세종실록』의 기사는 해시계 제작 설치에 대한 한국 최초의 공식 기록이다. 거기 인용된 金墩의 仰釜日晷銘에 의하면, 청동으로 만들고 술과 같은 모양을 하고 있으며, 『元史』에 기재된 郭守敬의 法에 따라 만든 것이다. 이것은 조선 최초의 공중시계로 종묘 남쪽과 혜정교 가에 설치되었는데 글을 모르는 민중들도 시간을 볼 수 있도록 時神을 그려 넣었다. 그래서 누구나 쉽게 볼 수 있게 서울의 중심가에

20) 『세종실록』 권61, 15년 8월 辛卯.

21) 『세종실록』 권66, p. 1a, 16년 10월 2일.

설치된 것이다.

仰釜日晷는 「元史」天文志의 仰儀의 항에 보이는 郭守敬의 법에 의하여 제작되었다고 했다. 이 기사를 지금까지 양부일구가 郭守敬의 양의를 모방하여 만든 것이라고 해석하는 사람들이 있었다. ‘郭守敬의 법에 의하여’라는 표현은, 「元史」天文志에 기록되어 있는 仰儀의 원리를 참고했다는 뜻으로 해석해야 할 것이다. 실제로 郭守敬의 仰儀는 양부일구와는 같지 않다.²²⁾

양부일구는 동아시아에서 만든 해시계 중에서는 아마도 제일 큰 것이었다고 생각된다. 지금 파고다 공원에 남아있는 성종 때 양부일구를 설치했던 돌대(石臺)는 양부일구의 크기를 가늠하는 자료가 된다.²³⁾ 그리고 이 해시계는 동아시아 최초의 공중시계였다. 중국 문화권의 전통사회에서 시계는 오랫동안 국가의 철저한 통제 하에 있었고, 민중이 가까이에서 직접 볼 수 있는 그런 것이 아니었다. 민중은 관에서 알려주는 시간을 알면 되는 것이지 자기가 알고 싶을 때 직접 측정해서 아는 데는 전혀 익숙하지 않았다. 그런 것은 권위있고 높은 자리에 있는 사람이나 할 수 있는 특권과도 같은 것이었기 때문이다. 그런데 김돈은 그의 글에서 “이로부터 백성도 이것을 만들 줄 알게 되었다”고 썼다.

그리고 양부일구는 그 반구형의 독특한 모양과 24절기를 함께 알 수 있는 구조와 해시계로서의 정확성 등으로 특징지어진다. 또한 그것은 전혀 새로운 모델의 해시계이며, 다른 나라에서는 찾아볼 수 없는 형식이다. 세종 때에 조선에서 개발되어 그후 조선 말까지 5백년 동안이나 이어진 양부일구는 조선의 대표적인 해시계로서 휴대용으로까지 발전하였다.

양부일구에 이어 휴대용 해시계가 제작되었다. 세종 19년(1437) 4월 15일자 「세종실록」 기사에는 3가지 휴대용 해시계에 대한 기록이 있다. 懸珠日晷와 天平日晷, 그리고 定南日晷이다. 현주·천평의 두 해시계는 간단하고 간편하여 휴대에 매우 편리한 구조를 가졌고, 정남일구는 地平環·四游環·窺衡과 時刻半環 및 水準器 등으로 이루어진 매우 정밀한 해시계이다. 이들 3가지 해시계에 대해서는 그 구조가 자세히 설명되어 있다.

이러한 휴대용 해시계의 제작은 양부일구를 “백성도 이것을 만들 줄 알게 되었다”는 김돈의 말에서도 알 수 있듯이 해시계가 널리 제작 사용되는 계기가 되었다. 조선에서 세계의 어느 나라 보다도 해시계를 널리 쓰고 있었다는 사실은 여러가지로 중요한 뜻을 함축하는 것이다. 그러나 해시계의 간편함과 유용함, 그리고 제작하기 쉬웠던 점 등으로 인한 보급의 확대는 결과적으로 기계시계의 발전에 부정적 요인이 된 것도 사실이다.

이들 3가지 해시계와 또 하나 日星定時儀는 세종 때의 천문·기술학자들이 만들어 낸 창의적인 天文觀測機器이다. 이것들은 새로운 모델의 시간 측정기기이다. 일성정시의를는 낮 시간과 함께 밤 시간도 측정할 수 있는 매우 정밀한 시간 측정기기로 정남일구와 함께 그 독창성이 평가되는 중요한 天文儀器이다.

4) 自擊漏와 玉漏

간의대에서의 천체 관측을 위한 관측기기의 제작 사업과 함께 착수된 또 하나의 중요한 천문기기 중에 自擊漏가 있다. 국가의 표준시계를 설치하는 큰 사업이었다. 물론 그 때까지 쓰이던

22) 양부일구의 구조와 해시계로서의 원리 등에 대해서는, 예를 들어 全相運, 앞의 책(주 10), pp. 64-67을 참고하면 된다.

23) 이 돌대에 대해서는 全相運, “李朝時代の 時計製作 小考”, 『郷土서울』 17(1963)을 참고하기 바람.

공식 시간 측정장치로서의 물시계가 있었다. 자격루는 그런 전통적인 물시계를 정밀 자동시보 장치를 가진 자동물시계로 발전시킨 것이다. 그것은 첨단 기술에 의한 시계장치의 기술혁신이었다.

15세기 초에 자동시보 장치를 가진 물시계를 만들 수 있는 나라는 몇 없었다. 표준시계로 실용하고 있던 자동물시계는 거의 없었다. 그런데 조선왕조는 국가의 표준시계로 세종 16년(1434) 6월에 자격루를 만들어 7월 1일부터 공식적으로 쓰기 시작한 것이다. 세종 14년(1432)에 천문의기 제작 사업의 일환으로 계획 착수되어 2년 남짓 걸렸다.

「세종실록」은 그 제작자를 蔣英實이라고 했고, 공동설계 제작자는 김빈이었다. 장영실은 자동물시계와 천문관측기기를 연구하기 위해서 세종 3년(1421)에 중국에 파견되었었다. 세종 6년(1424)에 만든 청동제 물시계는 그가 중국에서 연구한 기술이 반영되었을 것이다. 그는 다음해 경복궁 서운관의 보루각에 설치된 이 물시계를 관장하는 實僉知로 제수되면서 자동물시계에 대한 연구에 보다 전념할 수 있었을 것이다.²⁴⁾

「세종실록」에 장영실이 아니고는 그렇게 복잡하고 정밀한 자동시보 장치를 설계 제작할 수 없었을 것이라고 하면서 그를 칭찬하는 기사가 써어있는 것은, 자격루 제작에 대한 장영실의 공로를 높이 평가하고 있었음을 반영한 것이다. 그것은 자격루가 고도의 정밀기술이 필요한 장치로 이루어져 있어서 그 당시의 기술로 만들기가 결코 쉽지 않았기 때문이었다. 또 거기에는 元代의 자동시보 물시계에서는 찾아 볼 수 없는 여러가지 독창적인 기술적 특성이 들어 있음을 조선시대의 여러 문헌들이 시사하고 있다.

자격루에 관한 최근의 연구들은²⁵⁾ 그 기술적인 창조성을 밝혀내고 있다. 지렛대와 공의 낙하를 이용한 시보장치의 정밀기계의 작동 구성은 특히 독창적인 아이디어와 기술적인 특성이 두드러진다. 이것들은 이슬람과 元代의 자동물시계의 중요한 특성들을 잘 소화하여 한 걸음 더 앞선 기술에서 창출된 장치들인 것이다. 장영실이 중국에서 연구하는 동안에 얻은 이슬람과 송·원대의 과학기술과 첨단 기계기술의 지식이 새로운 기술 창출의 바탕이 되었으리라고 생각된다.

자격루의 구조에 대해서는 「세종실록」을 비롯한 조선시대의 여러 문헌들에 기술된 것이 거의 모두 알려져 있다. 그 내용은 기본적으로 「세종실록」의 기사와 다른 것이 없다. 그리고 그 내용도 유경로·이은성의 「증보문헌비고」, “상위고” 역주에서 거의 해명이 된 셈이다. 최근에는 자동화 시스템으로서의 제어공학적인 연구에 의한 현대적인 해석이 진전을 보게 되어 그 구조가 기술적으로 보다 명확해지고 있다.

지금까지의 연구를 정리해서 말할 때, 자격루는 장영실·김빈이 만든 자동시보 물시계의 새로운 모델로 여러가지 독창적 기능을 가진 오늘날에 말하는 전형적인 자동화 시스템으로 시각 측정과 시보를 자동적으로 이룩한 정밀 기계장치를 갖춘 물시계라고 할 수 있다. 그것은 15세기 전반기 최고의 기술적 소산이었다. 그리고 여기서도 元의 과학기술, 그리고 元에 들어온 아랍과학의 영향을 뚜렷하게 찾아볼 수 있다는 사실도 유의해야 할 것이다. 세종 때의 과학기술의 성격을 규명하는 데 중요한 논거의 하나가 되기 때문이다.

장영실의 등장은 여기서 특히 돋보인다. 그는 자격루를 성공적으로 만들어 낸 후 또 하나의

24) 全相運, 앞의 책(주 1), pp.44-48.

25) 그 대표적인 연구의 하나로 남문현의 제어공학적인 자동화 시스템으로서의 어프로치를 들 수 있다. 남문현, “世宗朝의 漏刻에 관한 研究”, 「東方學志」 57(1988).

특색있는 자동물시계인 玉漏를 제작했다. 세종의 총애를 받아 大護軍에까지 승진한 궁정 기술학자 장영실은 그 은총에 보답하기 위하여 이 天象時計를 만들어 바친 것이다. 세종 20년(1438) 1월에 완성된 玉漏는 경복궁 千秋殿 서쪽에 지어진 欽敬閣에 설치되었다. 『세종실록』에 기록된 金墩의 「欽敬閣記」에는 그 구조가 비교적 자세히 써어 있다.²⁶

옥루의 동력은 물레바퀴의 회전에 의하여 전달되는 여러 개의 톱니바퀴이다. 이 장치는 기본적으로 혼천시계의 그것과 기술적인 공통점이 많다. 이것은 중국에서 송·원시대에 만들어진 혼천의와 세종 15년(1433)에 만들어진 조선의 혼천시계의 기술을 이은 것이다. 여기에 아랍의 자동물시계들에서 유행되었던 司辰과 武士와 그밖의 인형에 의한 시보장치가 연결되었다. 장영실은 그 장치들의 특징을 본떠서 朝鮮化하고, 거기에 태양의 모형을 덧붙이고 산과 들을 형상화한 것이다. 天象時計를 玉漏라고 이름지었다. 임금의 물시계란 뜻일 것이다.

이 궁정시계는 농업국가의 군주가 농촌 歲時를 알 수 있도록 계절에 따른 농업의 전개를 회화화하여 배경에 전시해서 임금이 백성과 함께 있음을 상징한 데에도 그 나름의 의의가 있다. 그러나 옥루는 관측과 관련된 실용적인 장치는 아니다. 보는 이를 ‘경탄케 하는’ 신기한 장치, 시간과 계절에 기막히게 잘 들어맞는 인형과 모형의 움직임은 당시의 첨단기술을 집약한 정밀 장치에 의한 것이었다. “사람의 힘을 조금도 입지 않고 스스로 움직이는” 이 자동장치(automata)는 장영실의 독창적인 아이디어가 「흙정각기」의 기술을 통해서 여러가지로 표현되고 있다.

장영실은 이 천상시계의 설계도를 남겼던 것 같다. 명종 초에 경복궁의 실화로 불타 없어진 것을, 명종 9년(1554)에 朴民獻·朴詠 등이 장영실의 설계도에 의하여 1년 만에 다시 만들어 옛 모습을 재현했다는 기록²⁷⁾은 그 사실을 뒷받침하는 것이다. 그렇다면 세종 때의 여러 천문관측 기기의 설계도도 처음에는 보존되고 있었다고 생각할 수 있다. 그것들과 조선 후기의 것들까지도 남아 있는 것이 없다는 사실은 어떻게 이해해야 할지 모르겠다. 중국과 일본의 경우는 설계도의 원본은 아니라도 사본 또는 인본의 형태로 전해지는 것이 드물지 않은 것과 비교가 된다.

2. 자주적 역법 체계의 확립

고대로부터 동아시아 국가들에서는 曆法은 정치 이념과 강하게 연결되어 있었다. 그래서 역법은 국가의 大典과도 같은 것이었다. 그것은 天의 理法은 천체현상을 통해서 표현된다고 생각되었고, 천체현상 중에서 알아낸 법칙성은 역법으로 체계화되었기 때문이다. 그래서 천체현상 중에서 법칙화될 수 있는 것은 모두 曆法의 대상이 되었다.

정확한 역법을 가지고 있다는 것은 천체현상의 법칙성을 정확히 파악하고 있다는 것이 된다. 天의 理法 즉 하늘의 뜻을 제대로 알고 있는 국가 권력임을 과시하기 위해서는 역법을 바로잡고 그것을 관장해야 했다. 새 왕조가 역법을 왕조의 권위로써 다스리려는 생각은 조선왕조에 있어서도 당연히 제기되었다. 그러나 거기에는 천체관측과 정확한 계산 기술이 따른다. 수준급의 천체관측기기가 확보되고 고도로 훈련된 천문학자들이 있어야 한다. 그것은 세종 15년(1433) 무렵에 이르러 가능하게 되었다. 간의대의 축조를 시작하고 천체관측기기의 제작이 착수되고 학자들의

26) 全相運, 앞의 책(주 1), pp. 48-50.

27) 위의 책, p. 50.

혼련이 일단락되었던 것이다.

「七政算內篇」과 「七政算外篇」의 편찬 사업의 시작은 조선왕조의 역법을 세우려는 국가 권력의 발현 과정에서 마땅히 제기될 과제가 전개된 것이다. 세종 때의 천문학과 수학의 수준이 거기까지 다다른 것이다. 또한 그 편찬 사업은 자주적 역법의 확립을 위한 노력의 발현이었다. 그리고 그것은 국가의 자주성의 지향과도 직접적으로 연결되는 것으로 주목할 만한 진전이었다.

「칠정산내편」은 授時曆을 바탕으로 했다. 수시력은 元代에 만들어진 역법이지만 중국의 전통 역법으로는 가장 정확한 것이었기 때문이다. 「내편」은 그것을 바탕으로 서울에서 관측한 자료에 기초하여 서울의 위도에 따라서 작성되었다. 「세종실록」의 기록에 의하면, 삼각산에서 한성의 北極高度를 측정했는데 그 값은 “漢陽北極出地 三十八度 少與”로 전해지고 있다. 이 ‘少與’는 「증보문헌비고」에 나타나 있는 木簡儀에 의한 측정치 38도 1/4과 비교할 때 1/4에 해당하는 것이 아니고 그보다 훨씬 더 작은 값을 나타내는 것으로 생각된다. 1/10 이하일 가능성이 있다. 38도 1/4은 지금의 도수로 환산하면 37° 41' 76"가 된다.²⁸⁾ 상당히 정확한 측정치였다. 또한 이 달력은 1년의 길이를 365.2425일로 정하고 1달의 길이를 29.530593일로 정해 수시력과 같은 常數를 취하고 있다. 이밖에 행성들의 視運動도 정확히 파악하고 산출한 값을 도입하고 있다.

「칠정산내편」은 수시력을 단순히 한양을 기준으로 해서 대입해 엮은 것이 아니다. 세종 때의 천문·역학자들은 중국 천문학과 曆法 계산의 기본원리와 이론을 완전히 정확하게 소화하고 있었다. 그들은 역법의 기본이 되는 七政 즉 태양과 달 및 5행성들의 복잡한 운동을 정확하게 계산해 낼 수 있었다. 그래서 조선 역법의 기본이 되는 七政의 이론과 계산치를 엮어 「七政算」을 편찬한 것이다.

「七政算外篇」은 칠정산에 대한 밖에서의 이론과 계산을 그 내용으로 한 것이다. 이것은 回回曆을 바탕으로 해서 엮은, 다시 말해서 이슬람 천문·역법의 漢譯本과도 같은 책이다. 역법의 이론과 계산을 전개하는 데 중국의 그것 뿐 아니라 이슬람 천문·역법에 도입된 그밖의 세계의 이론까지도 포괄해서 해내자는 것이다. 물론 明에도 回回曆의 漢譯本이 있었다. 그러나 「칠정산외편」은 그것을 훨씬 능가하는 내용과 체계를 가지고 있는 역법 책이다. 그것은 한문으로 엮어진 이슬람 천문·역법의 가장 훌륭한 책으로 높이 평가할 만하다고 藪內 淸는 나에게 몇 차례 말한 일이 있다. 동아시아에 있어서의 이슬람 천문·역법의 도입을 연구하는데 「칠정산외편」은 가장 중요한 텍스트라는 것이다.

「칠정산내·외편」의 완성으로 조선의 역법은 완전히 정비되고 자주적 역법 체계가 확립되었다. 여기서 李純之와 金湊의 공헌이 컸다. 그들은 여러가지 천문·역법서들을 저술했다. 서운관의 역법 계산에서 「칠정산내편」이 기본이 되었다. 「大統曆」은 참조 비교하는 데 쓰이게 된 것이다. 이 때부터 「대통력」은 中國曆이라 하고 「칠정산내편」은 本國曆이라고 하게 되었다.

「칠정산내편」과 「칠정산외편」의 연구는 1970년대에 이르러 이은성·유경로·현정준 세 천문학자가 그 역주 사업을 벌임으로써 큰 전기를 맞이했다. 그것은 처음 있는 본격적인 연구였다. 「세종실록」 번역본의 일부로 간행되어 학계에서 크게 주목되지 않은 채로 있지만 그것은 높이 평가할 만한 업적임에 틀림 없다. 지금 미국과 일본의 몇 과학사학자가 공동으로 「수시력」의 영역 사업을 10여년째 계속하고 있다. 이은성·유경로·현정준의 「칠정산」 역주본은 세계에서 처

28) 「증보문헌비고」 국역본, p. 158. 이 계산은 역주자들인 이은성·유경로·현정준이 한 것이다. 숙종 39년(1713)에 측정한 값은 37도 39분 15초이다.

음으로 간행된 동아시아 역법서의 현대어 번역본으로 오히려 외국의 과학사학계에 더 알려진 업적인 것이다.

『칠정산』을 엮어내는 과정에서 이순지와 김담은 여러가지 역법 관련 서적을 저술했다. 「大統曆日通軌」·「交食通軌」·「五星通軌」·「月星五凌犯」·「重修大明曆」·「庚午元曆」 등이 그것이다.

세종 때에 있었던 천문의기의 제작 사업과 역법의 연구와 관련하여 그 전개과정에서 중요한 저술들이 또 있었다. 「諸家曆象集」과 「天文類抄」, 그리고 「交食推步法」 등이다. 이순지가 저술 편찬한 이들 천문학서는 그 후 조선시대 천문학자들과 관료, 그리고 천문학을 배우거나 관심 있는 선비들에게 널리 읽혔다. 서운관과 관상감 관리의 채용시험의 텍스트도 이것들이었다.

이 책들을 저술하는 데 조사된 서적들은 세종 때 천문의상 제작 사업과 역법의 자주적 체계 확립을 위한 사업에서 얻어진 모든 자료들이다. 중국 역대의 正史에서 천문·역법에 관한 志, 한대 이후 송·원대에 이르는 모든 천문학서와 역학서들이 망라되어 체계적으로 인용되어 있다. 이 책들은 조선시대에 여러가지의 刊本으로 판을 거듭했다. 그리고 1980년대에는 영인본으로도 출간되어 조선 천문학 뿐 아니라 중국 천문학 연구의 기초 자료로서 외국에서까지 널리 활용되게 되었다.

Ⅲ. 농업기상학의 성립

1. 측우기의 발명

1) 지금까지의 연구와 異論들

측우기는 1441년(세종 23) 8월에 발명되어 다음해 5월에 제도화되어 전국적인 강우량 측정이 시작되었다. 이것은 세계 최초의 우량계 발명으로 높이 평가되고 있다.

이에 대한 학문적인 첫 논문은 1910년 일본인 천문기상학자 和田雄治에 의해서 발표되었다. 그 당시 韓國觀測所에 근무하던 그는 「증보문헌비고」에서 측우기에 대한 기사를 보고 그 때까지 남아있던 영조 때(1770년)의 측우기와 측우대들을 근거로 우량계는 조선에서 1442년 5월에 처음으로 발명되었다고 밝혔다. 영어와 독일어로도 요약된 그의 논문은 그의 말에 의하면 큰 반응을 불러 일으켰다. 1917년에는 조선총독부 측후소에서 낸 「朝鮮古代觀測記錄調査報告」에 “世宗·英祖 兩朝の測雨器”라는 논문으로 그 동안에 새로 조사된 여러가지 사실들과 함께 측우기 발명을 재확인하고 학문적으로 높이 평가했다.

그 후 1944년과 1946년에 洪以燮은 「朝鮮科學史」에서 和田의 논문과 함께 「세종실록」의 기사를 바탕으로 측우기의 발명을 재확인, 세계 최초의 우량계로 높이 평가했다. 그것은 1956년에 일본인 사학자 田村專之助가 평양에서 출판한 「조선기상학사」에서 최대의 찬사와 함께 조선 사람의 자랑스러운 발명으로 규정되었다.

1963년에 전상운은 일본 과학사학회지인 「科學史研究」에 “李朝時代における降雨量測定法について”란 논문을 발표하였다. 이 논문에서 그는 측우기 발명의 사실과 역사적 의의를, 과학적인 강우량 측정법의 시작과 그것이 전국적인 제도로써 수백 년간 시행되었음을 과학사의 논문으로 이론을 전개했다. 그 때에는 Needham이 그의 *Science and Civilisation in China*의 제3권에

서 세종 때의 측우기 발명이 그 이전에 있었던 중국에서의 우량계의 아이디어와 연관이 있는 듯한 문장의ニュ앙으로 받아들일 수 있는 내용이 있었기 때문에 더욱 분명한 역사적 기록과 사실을 제시할 필요가 있었다. 이에 대해서는 중국과학사의 세계적인 권위자의 또 한 사람인 戴內清도 나와 개인적으로 논의한 일이 있다. 南宋의 秦九韶가 쓴 「數書九章」에 雨量計와 관련된 문제가 있다는 것이다. 나는 「세종실록」에 세종 23년(1441)에서 24년(1442)에 이르는 동안에 측우기를 만드는 과정과 측정제도의 자세한 기록을 내 논문에서 밝혔음을 상기시켰다. 그는 납득했고 조선에서의 독창적 발명임을 인정했으나, 1974년의 「中國の數學」에서 「數書九章」에 나오는 天池盆을 우량계라고 쓰고 있다. 세종 때의 측우기가 그것과는 상관이 없으나, 남송 때에 우량계와 같은 측정기가 있었다는 것은 그것대로 사실인 것으로 보고 있는 것 같다.

1980년대에도 측우기 발명에 대한 한국인의 생각에는 변화가 없었다. 1982년 朴星來는 그의 「한국과학사」에서 측우기 발명의 과학사적 의의를 논하면서 유교적 정치이념과 祈雨에 대한 종교적 배경에 대해서도 논하고 있다. 그리고 1988년에 金聖三은 기상학자로서 측우기 발명의 과정과 과학적 강우량의 측정에 대한 그의 견해를 말하는 논문을 발표했다. 거기서 그는 중국인의 기상관측이 量的計測器의 형태로 발전된 흔적이 없음을 분명히 했다.²⁹⁾

그런데 1980년대에 출판된 몇 가지 중국인의 저술에서 우리는 이상한 경향이 나타나고 있음을 발견하게 된다. 이에 대해서 박성래는 구체적인 사례를 정리해서, 나타나고 있는 문제점을 밝혀 심각한 우려를 표명하고 있다. 박성래에 의하면, 1983년에 대만에서 출판한 「中國科學文明史」에는 이렇게 써어 있다.

명나라 永樂 22년(1424)에는 각 지방에 우량을 보고하라는 명령이 내려졌다. 당시 각 지방에는 朝鮮에 이르기까지 雨量器가 보내져 있었다. 기록에 의하면 明代의 우량기는 원통의 지름이 7치, 높이가 1자 5치였다. 청나라 때의 康熙와 乾隆시대에도 우량기를 보냈다. 지금 조선의 大丘, 仁川 등지에는 乾隆 庚寅年(1770)에 보내준 우량기가 아직도 보존되어 있는데, 모두 황동으로 만들어졌고, 눈금을 새겼으며, 높이는 1자이고 폭은 3치이다. 이것이 지금 남아 있는 것으로 세계에서 가장 오래된 우량기이다. 유럽에서는 1639년까지는 빗물을 용기를 써서 계량한 일은 없었다.

긴 문장을 그대로 인용한 것은 구태여 논평할 필요가 없다고 생각되기 때문에, 따라서 자세한 내용을 그대로 전하는 것이 나을지도 모른다. 역지로 아전인수격인 해석을 하고 있는 것인지 알면서 그렇게 왜곡하고 있는지 도무지 상식적으로는 이해가 되지 않는다. 和田의 논문을 참고로 했음이 분명한데, 그 후 1960년대에서 70년대의 자료들에 의한 변화도 파악하지 못하고 있는 것도 이상한 일이다. 北京의 自然科學史研究所의 활동과도 앞뒤가 맞지 않는다. 이 대만판은 실은 1982년 北京의 科學出版社가 출판한 「中國科學史稿」의 해적판이기 때문이다. 그러니까 처음에 北京 학자들이 그렇게 왜곡한 것이다. 1983년 北京 農業出版社가 출판한 「中國氣象史」에는 「數書九章」에 나오는 天池盆을 13세기의 우량기라고 하고 있고, 세종 때의 측우기에 대해서는 전혀 언급하지 않고 있다. 그런데 책 표지에는 조선시대의 측우대 그림을 설명없이 넣고 있다. 그러니까 北京 학자들은 1980년대부터 측우기의 발명을 중국에서 한 것으로 해석하기 시

29) 김성삼, "측우기 발명의 異說에 대한 고찰", 「韓國氣象學會誌」, 24(1) (1988). 박성래는 1990년에 영국 런던의 과학박물관에 수십 년간 전시되었던 측우기가 전시되고 있지 않은 사실을 확인하고, 이와 관련된 중국인의 저술을 찾아내고 그 왜곡된 사례를 「과학과 기술」 1990년 8월호에 발표했다.

작한 것으로 여겨진다.

사실 北京 학자들의 이런 글은 異論이라고 하기도 어려운 것이다. 그러나 이런 경향에 대해서 학계는 유의해야 할 것이다.

2) 과학적 강우량 측정법의 발명과 제도화

너무도 널리 알려진 사실이기 때문에 여기서 다시 세종 23년(1441) 8월 18일의 「세종실록」 권63의 기사와 세종 24년(1442) 5월 8일의 「세종실록」 권96의 기사들을 부분적이거나 인용하거나 설명할 필요가 없다.

이 역사적인 기록들은 몇 가지 점에서 매우 중요하다. 무엇보다도 세종 23년(1441) 8월의 기사에는 그 때까지 조선에서 어떤 방법으로 강우량이 측정되고 있었는지 잘 나타내고 있다. 그리고 강우량의 측정이 전국적으로 제도화되어 시행되고 있었음을 말하고 있다. 이것은 측우기의 발명 과정을 극명하게 보여주는 내용으로 과학사의 서술에서 가장 극적인 사실을 증언하는 최고의 자료이다. 이 부분만을 읽어도 강우량 측정의 과학적 방법이 창조적으로 전개되어 나가는 역사적 배경과 동기가 분명하게 떠오른다. 움직일 수 없는 독창적 아이디어의 출현이 선명하게 드러나고 있다.

그리고 가을의 첫 기사와 다음해 봄의 기사는 그 때까지 축적된 데이터와 실험적 검토를 근거로 해서 시험적으로 제작된 측우기가 어떻게 조정되어 제도적으로 확정되었는가를 분명하게 설명하고 있다. 강우량을 측정하는 기기를 만들었다는 단순한 사실의 기사화에서 머무르지 않고, 측정 방법의 조직적이고 광범위한 제도화와 보고제도 및 통계기록 보존방법에 이르기까지의 모든 내용이 담겨있는 것이 특히 중요하다. 5월의 기사에는 전 해 8월에 발명된 기기를 개량 확정하면서 그것을 測雨器라고 명명했다는 사실을 분명히 하고 있다. 훌륭한 이름이다.

이 측우기는 길이 1자 5치, 직경 7치의 철제 원통이다. 그리고 고인 빗물은 周尺으로 수심을 측정하여 강우량을 치·푼까지 정확하게 나타내도록 명기하고 있다. 또 관측 일지에는 강우 시간을, 비가 오기 시작한 일시와 그친 일시를 적어 분명하게 하도록 했다. 이 모든 제도는 거의 완벽한 것이다. 15세기 전반기에 이러한 과학적인 기상 측정제도가 전국적으로 시행되었다는 사실은 높이 평가할 만한 일이다.

측우기의 제작은 정조 2년(1782)에 만든 대리석 측우대에 直提學 沈念祖가 撰한 글에서 볼 수 있듯이 “水旱之政을 조심하시고 애쓰셔서” 만든 것이고 비가 오기를 빌고 기다리는 祈雨의 한 儀式을 치르는 것과도 같은 뜻이 있는 것을 간과해서는 안된다. 그러나 그 제작 과정과 아이디어의 창출, 그리고 강우량의 측정법 등은 분명히 과학적인 방법이다. 그리고 그것은 또한 자연 현상을 기기를 써서 수량적으로 측정하려던 과학적 방법의 출현으로 보는 데에는 별로 무리가 없을 것이다.

조선 초의 과학자들은 강수현상의 기기에 의한 수량적인 측정 방법의 또 다른 한 가지로 하천의 수위를 재는 장치를 창안해 냈다. 서울의 한가운대를 흐르는 청계천과 근교에서 가장 큰 강인 한강에 세운 水標가 그것이다. 「세종실록」에는 이 사실도 구체적으로 기술되어 있다. 청계천 馬前橋 서쪽에 세운 수표는 근대적인 하천 水位計 바로 그것이었다. 漢江변의 암석에도 “尺·寸·分을 새긴 標”를 세웠다고 했다. 도시의 중심부를 흐르는 하천의 물과 근교의 큰 강의 수위를 측정함으로써 평소의 수위와 하천의 범람에 대비한 위험 수위, 갈수기의 수위 등을 파악할 수 있게 한 것이다.

측우기에서 머무르지 않고 수표에 의한 측정을 함께 병행했다는 사실은 강수량의 과학적 측정 제도로는 완벽한 것이었다.

조선왕조에서 15세기 전반에 있었던 이러한 강우량의 측정 기기의 발명과 과학적 측정제도의 전국적인 시행을, 과학으로서의 농업기상학의 시작으로 규정하려는 뜻이 여기에 있다. '農者天下之大本'을 내세운 유교적 농업국가인 조선왕조에서 농업기상학이 세계의 어느 지역에서보다 일찍이 과학으로서 처음 성립했다는 사실은 의의있는 일이다.

2. 바람의 측정

大風 현상을 災害로서 기록한 것을 우리는 「증보문헌비고」에서 쉽게 찾아 볼 수 있다. 나무가 뽑힐 정도의 바람은 大風이라 불렀고, 기와가 날아갈 정도의 바람은 가장 강한 것으로 폭풍이라고 했다. 대풍과 폭풍은 자연현상에서, 특히 風異로서 기록되었다. 災異로서의 생각이 강했던 것이다.

그런데 다른 한편으로 바람에 대한 농작물과의 관계에 대한 이론도 15세기에는 이미 전개되고 있었다. 姜希孟(1424-1483)의 명저로 널리 알려지고 있는 「衿陽雜錄」에서 風害에 대한 기상학적 이론의 전개를 찾아볼 수 있는 것은 유의할 일이다. 그는 우리나라는 地勢로 보아 바다를 지나서 불어오는 바람은 따뜻하며 雲雨를 만들고 산을 거쳐 오는 바람은 차서 농작물을 손상하며, 풍해 중에서는 동풍에 의한 것이 많다고 했다. 그의 글에는 한국의 자연지리적 이론과 기상학의 이론을 구체적으로 그리고 경험적으로 기술한 부분이 있다. 그의 이론에는 Föhn현상이 이미 전개되고 있다. 이것이 그가 처음으로 발견한 현상은 아닐 것이다. 그가 머무르고 있던 경기지방에서 경험적으로 알려져 있던 사실을 정리한 것이라고 생각된다.

세종 때에 강수량의 측정과 함께 풍향의 측정도 있었으리라고 보여진다. 영조 때에 측우기에 의한 측정제도를 부활·정비할 때, 풍향 측정을 위한 風旗臺도 다시 만들어서 바람깃대(風旗竹)도 세웠다. 그 제도들은 세종 때의 것을 부활시켜 정비한 것이므로 바람깃대에 의한 풍향 관측제도도 세종 때의 그것에 따랐을 것으로 여겨진다. 풍향기에 의한 풍향의 측정이 강희맹이 전개한 이론에서 보이는 것처럼 농사에 미치는 영향에서 볼 때 매우 중요하다는 사실을 인식하고 있었다는 것을 확인하게 된다.

17세기 중엽, 조선 중기의 대표적인 農書로 판을 거듭한 「農家集成」이 세종 때의 「農事直說」·「四時纂要」, 그리고 강희맹의 「衿陽雜錄」으로 구성된 것은, 강희맹의 저서가 갖는 비중을 말해주는 것이다. 그의 농업 이론은 「농사직설」의 경험적 농법과 함께 중요한 농사지침서로 기여한 바 컸다. 강희맹의 「금양잡록」에서 우리는 조선 초기 농업기상학 이론의 한 편린을 찾아보게 된다. 이러한 이론은 그 후 「산림경제」와 「임원십육지」 등에서 점철되고 있음을 발견한다. 이런 자료들의 정리와 체계화가 자연현상의 관찰·측정과 같은 기계적 데이터의 정리와 함께 재구성되어야만 조선 초기의 농업기상학의 모습이 제대로 떠오르게 될 것이다.

IV. 산업기술의 진흥

1. 도량형 제도의 정비

도량형의 제도는 과학·기술·산업의 모든 분야에서 매우 중요한 국가의 표준제도이다. 그것은 국가의 산업기술 및 경제에서 기본이 되는 계량체계의 표준이기 때문이다. 왕조의 산업경제적 기반이 여기서 흔들릴 수 있을 정도이므로 역대 왕조는 도량형의 국가적 통제에 힘쓰지 않을 수 없었다. 그 제도를 정비하고 제대로 통제하는 일은 왕조의 집권적 권력과 직결되는 것이다.

태조 2년(1393)에 周尺의 길이를 교정하여 국가의 표준척을 만들었던 일은 도량형에 대한 인식이 올바름을 나타내는 주목할 만한 조치였다. 그러나 그 척도 교정은 완전한 것이 되지 못했다.

세종 12년(1430)에 도량형의 제도를 근본적으로 확립하려는 논의가 실천으로 옮겨지게 된 것은 새 왕조의 산업경제구조의 개편과도 같은 중요한 사건인 것이다. 이 문제는 지금까지 별로 주목되지 않았고 따라서 이에 대한 과학기술사적 또는 산업기술사적 연구는 물론, 산업경제사적 연구 영역에서도 별로 연구가 진행되지 않았다. 다만 朴興秀가 물리학자로서 표준제도의 연구의 일환으로 외로운 연구를 계속했을 뿐이었다.³⁰⁾

세종 때의 정비 사업은 표준 황종관을 새로 만들어 그것에 따라서 길이와 무게의 표준을 삼는 것을 기본으로 해서 출발했다. 세종 13년(1431)에 이 일은 실천으로 옮겨지게 되었다. 척도의 정비 사업이 완성된 것은 세종 28년(1446) 9월이었다. 黃鍾尺의 길이를 기준으로 營造尺을 만들고 그에 따라 黃鍾尺·禮器尺·周尺·布帛尺 등을 청동으로 주조하여 각 지방 관청에 보내서 표준척으로 삼게 한 것이다. 그리하여 27일에는 새 영조척으로서 斛·斗·升·合의 크기 등 量의 체제를 확정하고, 황종관에 물을 채워 그 중량을 표준으로 무게의 기준을 정해 衡의 제도를 확립했다. 「세종실록」 권113에는 이에 대한 구체적인 내용이 기사화되어 있다.

이 도량형의 제도는 「經國大典」에 그대로 법제화되었다.³¹⁾ 그리고 「세종실록」에 그려진 造禮器尺의 길이는 28.9cm이다. 이것이 그 당시 정비된 尺度の 길이를 알 수 있는 유일한 자료이다. 이 때 만든 청동제 자(尺)들은 남은 것이 하나도 없다. 이것은 오늘 우리에게 있어 조선 초기 도량형 연구의 최대의 어려움으로 나타나고 있는 문제이다. 중국과 일본에서는 일찍부터 도량형 기기의 유물의 조사와 그 同定 작업과 연구가 진행되어 왔다. 그것들이 모두 소수점 이하 1자리 cm까지는 같지 않으나, 조사된 유물들의 수가 비교적 많아서 그 평균치를 내는 데는 큰 어려움이 없다. 그러나 한국의 경우 조선 전기의 정부 공인 도량형기의 유물이 거의 없기 때문에 그 길이와 크기·무게 등을 가늠하는 데 문제가 많다.

「세종실록」 권128, 五禮 吉禮序例에 圖示된 造禮器尺의 길이는 28.9cm이다. 이것으로 환산하면 황종척의 길이는 35.1cm가 되고 주척의 길이는 21.2cm가 된다. 그런데 1960년대에 필자가 덕수궁 유물 금고에서 조사한 조선 중기의 황종척은 34.1cm였다. 그것은 청동제 은상감의 매우 훌륭한 제품이었는데 궁중에서 사용하던 것임에 틀림 없는 것으로 생각되었다. 그러나 그것

30) 박흥수의 연구는 1975년에 일단 정리되어 발표되었다. “李朝尺度에 關한 研究”, “李朝尺度 基準으로서의 現水標의 價値” 등의 논문이 그 예가 된다.

31) 全相運, 앞의 책(주 10), pp. 150-151.

은 세종 때의 조례기척의 그림에서 환산한 값의 황종척과 비교할 때 1cm의 차이가 생긴다. 그래서 잠정적으로 주척은 21cm, 황종척은 34cm~35cm로 계산할 수밖에 없을 것 같다. 이것은 곧 해결해야 할 과제이다. 이것이 정해져야 부피와 무게의 문제도 해답이 나오게 될 것이다.

2. 조선식 청동활자 인쇄술의 완성

1403년 계미자는 단절되었던 고려의 청동활자 인쇄기술을 부활하고, 새로운 인쇄문화 발전의 전기를 이루었다. 그러나 그것은 기술적으로 아주 미숙했다. 13세기의 고려 청동활자의 기술에서 더 나가지 못한 채, 간신히 그 기술을 재현했던 것이다.

새로운 발전은 세종 때에 시작되었다. 태종 때의 절박한 상황에서 한숨을 돌리게 되면서 계미자 인쇄술의 문제점을 개량해야 하겠다는 필요성이 자연스럽게 제기되었다. 사실 그것은 계미자를 만들고 그것으로 인쇄에 들어갔을 때부터 이미 제기되었던 문제였다. 세종 3년(1421) 3월 24일의 「세종실록」은 그 사실을 지적하고 있다. 조선 초의 관료 기술자들은 계미자에서 무엇이 제일 문제인지 잘 알고 있었다. 청동활자의 주조기술이었다.

庚子년의 청동활자 즉 경자자는 활자를 정밀한 규격 제품으로 부어만드는 데 기술적 노력을 경주한 활자였다. 활자와 활판의 크기를 꼭 같게 만들어 내는 일에서 진일보한 것이다. 「세종실록」의 기사는

왕이 친히 연구하여 공조참판 李蕝과 전 소윤 南潁에게 활자와 동판이 서로 맞아 틈이 안생기도록 개주할 것을 명하였다

고 적고 있다. 세종이 어떤 점을 개량해야 할 것인지를 정확하게 알아냈다는 것이다. 그 결과 1행에 21자가 꼭 들어가 맞을 수 있는 치수를 가진 활판을 만들어 조판이 아주 쉬워졌다. 그런즉 황랍을 녹여 부어도 글자가 움직이지 않고 매우 반듯하여 하루에 수십 紙를 인쇄하게 되었다.³²⁾

인쇄기술이 크게 향상된 상황이 생생하게 記述되어 있다. 청동활자들의 네 귀와 몸통 부분이 꼭 들어맞아 황랍을 녹여 부어 고정시키면 글자가 움직이지 않았다는 것이다. 전에는 “황랍을 녹여 부어도”의 「실록」 기사가 녹여 붓지 않아도를 잘못 쓴 것처럼 해석된 적이 있었다. 그렇지 않다는 것을 내가 이미 지적했지만, 황랍으로 활자들의 틈새를 꼭 고정시키는 방법은 그래도 필요했던 것이다. 조선 후기의 청동활자들을 보면 그럴 수밖에 없다는 것을 쉽게 이해할 수 있다.

경자자의 기술은 하루에 종이 20여 장을 인쇄할 수 있을 정도로 능력을 크게 향상시켰다. 이것으로 계미자에서 문제가 되었던 기술적인 어려움은 일단 해결된 셈이다. 그럴 때, 다음 단계로 제기되는 것은 멋있고 아름다운 인쇄물을 만들어 내는 일이다. 훌륭한 字體의 활자를 잘 주조해서 깨끗하게 인쇄된 책을 만들어 보자는 것이다. 그 동안에 축적된 기술로 그 일은 가능성이 충분했다.

세종 16년(1434) 7월에 시작된 새 청동활자 주조사업에는 李蕝을 비롯하여 金敏·金鑣·蔣英實·李世衡·鄭陟·李純之 등이 참여했다고 기록되어 있다. 그 당시 최고의 과학자와 기술학자가

32) 全相運, 앞의 책(주 1), pp. 74~75.

충동원된 것이다. 가장 훌륭한 활자를 만들려는 강한 의지가 참여한 인물들의 이름만 보아도 곧 알 수 있다. 결과는 만족할 만했다. 한 줄에 18자씩 10줄로 반 장이 되어 180자가 조판되니까 한 장에 360자가 들어가게 만들어져서, 인쇄된 책장이 더욱 정연해 보였다. 거기에 부드럽고 풍만한 字體는 아름다움을 더했다.

갑인자의 주조와 조판 기술의 개량으로 조선의 청동활자 인쇄기술은 최고의 수준으로 발전했다. 鑄字所에서 갑인자로 인쇄한 책은 15세기 최고의 아름다움을 자랑하는 우아하고 선명한 인본으로 평가된다. 금속활자로 목판인쇄보다 못지 않은 인본을 만들어 낼 수 있다는 것은 인쇄기술의 완성에 이르렀음을 나타내는 것이다.

조선식 청동활자 인쇄기술은 이렇게 갑인자로서 일단 완성되었다. 그것이 인쇄기의 개량에 의한 기계화로 발전하지 않았던 것은, 세종 때의 서적 수요와 인쇄의 기술적 작업 과정에서 불편함과 비능률을 느끼지 않았기 때문이다. 인쇄기술공의 숙련된 솜씨와 인쇄의 순조로운 작업은 기계화의 필요성을 오히려 멀리했다. 조선식 활판인쇄 기술이 그대로 수백년 동안 아무런 개량 없이 이어진 것은 이렇게 서적의 한정된 수요 이상의 기술 수준에 일찍 도달하고 있었기 때문이었다.

이밖의 기술사적인 여러 문제는 이미 발표한 글에서 논한 바와 같아서³³⁾ 재론할 필요가 없을 것 같다. 다만 한국의 청동활자 인쇄술 발명과 그 발전에 대한 기술사 및 문화사적인 평가가 아직도 세계사의 서술에서 제대로 다루어지고 있지 않고 있는 사실은 유의해야 할 사실이다. 그리고 한국의 금속활자는 청동, 더 정확하게 표현하면 한국청동으로 만들어진 청동활자임을 다시 한번 분명히 강조할 필요가 있다.³⁴⁾

3. 조선식 火砲와 「銃筒膳錄」

14세기 전반기에 元에서 전래된 大砲는 고려 말에 火砲都監의 설치와 火器 제조의 활발한 전개로, 중국에 이어 두번째의 화약과 화약 병기의 생산국으로 특히 일본 해적과의 전투에서 큰 위력을 발휘하였다. 그러나 고려가 망하고 조선왕조가 수립되면서 태조의 소극적인 정책으로 화약과 화기의 제조는 겨우 그 명맥만이 유지되었다.

그러나 태종은 화약 병기의 제조에 적극적이었다. 火藥監造廳의 설치, 火桶의 활발한 제조, 火車의 제조와 火桶軍의 증강 등의 정책을 추진했다. 이 정책은 세종대에도 이어졌다. 이른바 서북변경의 개척이 적극화하면서 火器의 수요가 늘어나고 화약의 생산도 확대되어 화기의 제조를 가속화했다. 이것은 필연적으로 화포의 주조 기술을 향상시켰고 화기의 개량으로 이어지게 되었다.

세종 7년(1425)의 기록에서 우리는 화포에 탄환을 쓰고 있었음을 알게 된다. 鐵彈子가 등장하고 있는 것이다. 그리고 重火器로 天字銃筒이란 새로운 이름의 화포가 만들어져 쓰이고 있었다. 이것은 중요한 변화이다. 明의 大將軍砲를 그대로 모방하던 것에서 탈피하고 있음을 말하는 것이다. 조선 특유의 형식으로 발전하는 첫 단계가 이미 전개되고 있었다. 그로부터 조선의 화포는 중화기로 큰 것부터 天字銃筒·地字銃筒·玄字銃筒·黃字銃筒이라 부르고, 소화기인 휴대용을 勝字銃筒이라 이름지었다.

33) 위의 책, pp. 76-78.

34) 全相運, “韓國青銅活字 發明의 技術史的 背景”, 『誠信女大研究論文集』 3(1970), pp. 43-54 참조.

또 세종 19년(1437)의 기록에서는 小火燭을 만들면서 그 명칭이 唐小燭이라 하던 것을 唐자를 뺀 小火燭으로 바뀌고 있다. 새로운 자체 모델의 화기들이 계속 개발되고 있는 과정을 여기에서도 엿볼 수 있다. 發火·信砲·小火砲 그리고 그 후에 만들어진 火鞘 등도 새로운 화기였다.

이보다 앞서 세종 14년(1432)에서 15년(1433)에는 태종대 이래의 오랜 숙원이었던 一發多箭法의 화포가 발명되어 실용화의 첫 단계를 거치고 있었다. 화살을 발사하는 화포의 기술이 최고의 수준에까지 이른 것이다. 이것은 조선 화포의 발달에서 하나의 새로운 전기가 되었다.

세종 때의 화기의 개발은 많은 시험제작과 시험발사를 거쳐서 이루어지고 있었다. 그것은 화약 제조기술의 향상과도 연결되었고, 변방 개척을 위한 野人과의 전투에서 화기의 적극적인 활용이 상승되고 있었다. 거기에 정부의 여러가지 정책적인 배려와 위정자의 강력한 추진력이 크게 작용했다. 이것들은 결국 화포의 전면적인 改鑄에 의한 새로운 조선식 화포의 제조로 발전하게 되었다.

세종 27년(1445)의 일이었다. 세종은 군기감에 명하여 冶所를 행궁 옆에 짓게 하고 연구와 실험과 성능 테스트를 거쳐 새로운 설계를 하여 표본을 주조하는 과정을 되풀이하면서 모델을 확정했다. 그것이 개량된 '規式'이었다. 그 규식에 따라서 각 도에서는 지시된 화포를 주조했다. 중앙에서 파견된 화포 주조 감독관은 규식의 철저한 준수를 강력히 독려했다. 이로써 종래의 화포는 모두 폐기되고 전혀 새로운 모델의 규격화된 화포가 주조되었다.

이렇게 규격화된 새 모델의 화포들의 주조법과 화약 사용법을 상세히 기록하고 또 圖示하고, 정확한 규격을 기입해서 편찬한 책이 「銃筒膳錄」이다. 세종 30년(1448)에 간행된 「총통등록」은 이래서 조선 초의 화포를 총결산한 책이라고 평가할 수 있다. 그리고 그것은 그후 조선 화포 제조의 지침서가 되었다. 조선식 화포 모델의 전통이 선 것이다. 「세종실록」 권107에는 이 때에 완성된 화포의 종류와 그 성능에 대해서 기록하고 있다.³⁵⁾

그러나 「총통등록」은 국가의 기밀 문서로 엄중히 단속해서인지 유감스럽게도 그 傳本이 없다. 다만 성종 5년(1474)에 편찬된 「國朝五禮序例」에 나오는 兵器圖說에서 그 편린을 엿볼 수 있을 뿐이다. 그리고 우리는 또 순조 13년(1813)에 훈련도감에서 편집·간행한 「戎垣必備」가 그것을 계승한 책이라고 생각하고 있다.

4. 앞선 농업기술의 전개

조선시대 초까지 한국의 농업은 농민들의 농경기술과 農書가 사실상 분리된 채 전개되고 있었다. 농민은 농서를 읽을 줄 몰랐으나, 士大夫들이 읽고 말하는 농업기술은 반드시 그들이 실제로 경작하는 경험적 농법과는 꼭 들어맞는 것이 아니라는 사실은 알고 있었다. 農書는 중국에서 써어진 것이기 때문이었다. 한국의 자연과 지리적 조건은 중국의 그것과 다르기 때문에 중국의 농서는 농업기술의 이론이며 원리는 될 수 있으나 한국에서의 실제 농업을 전개하는 지침서는 될 수 없었다.

그러한 상황은 조선의 농업기술이 지방에 따라서 많은 낙차를 가진 채로 계속되게 했다. 적절한 농업기술 지침서가 없이 기술이 앞선 지방의 농경법을 뒤진 지방의 농민들에게 가르치기란 쉬운 일이 아니었다. 기술의 교류와 전파가 느린 시대에 보수적인 농민들을 계몽하여 앞선 기술,

35) 全相運, 앞의 책(주 1), p. 86.

새로운 기술을 보급할 수 있는 길은 행정력에 의한 설득력 있는 농업지침서를 가지고 교육하는 것이었다.

한국의 자연과 한국인에 맞는 農書의 필요성은 이래서 당연히 제기될 수밖에 없었다. 醫藥學의 분야에서 이미 13세기 전반기에 고려인에 의한 醫藥書가 저술된 것과 비교할 때, 한국의 농서의 출현이 조선시대 초까지도 없었던 것은 이상한 일이다. 결국 그것도 세종 때에 이루어지게 되었다. 「農事直說」이 출현한 것이다. 세종 11년(1429)의 일이었다. 이것은 역사적인 일이다.

「농사직설」의 서문에는 이 농서의 편찬 의도와 경위 과정 등이 잘 기술되어 있다. 그 서문에 의하면 태종 때에 “옛 농서에서 가장 중요한 사실들을 뽑아 모아서 俗言으로 註를 붙이고 설명을 달아서 板刻 간행”했다고 한다. 그 책은 전해지는 것이 없어서 내용을 알 수가 없으나 분명히 농사의 지침서이다. 그런데 중요한 사실들을 뽑은 옛 농서가 어떤 것인지 확실치는 않으나 아마도 중국 농서였을 것이다. 그러나 「농사직설」의 서문의 수식적인 글로써 해석하지 않더라도, 선행되는 농사지침서가 있었다는 사실은 유의할 만한 일이다.

「농사직설」은 이런 뜻을 바탕으로 해서 편찬되었음은 확실하기 때문이다. 그런 뜻을 이어, “각 지방의 기후 풍토가 다 달라서 곡식을 심고 가꾸는 데 각기 그 고장에 알맞는 방법이 따로 있음으로 옛날 책에 있는 방법과 다 같을 수가 없다”고 해서 한국의 자연과 풍토에 맞는 ‘방법’을 엮은 농서를 보급하게 된 것이다.

「농사직설」의 서문은 그 농서의 편찬 방법에 대해서도 기술하고 있다. 그 지방의 농사를 제일 잘 아는 경험있는 늙은 농부에게 “그 지방의 농토에 알맞는 농사법을 자세히 구체적으로” 물어서 모은 자료들을 바탕으로 ‘더 연구 정리’하여 엮어낸 것이다. 이렇게 이 농서는 실제로 전개되고 있는 농업기술을 바탕으로 실용성을 중시하여 “농사 이외의 다른 말은 섞지 않았고, 되도록 간결하고 또렷하게 엮어서 산과 들에 사는 온 백성들 곧 농민들이 누구나 쉽게 알 수 있도록” 했다는 데 그 특징이 있다. 그래서 이 책은 그 당시의 농사 기술에 관한 과학적인 보고서로서는 더할 수 없이 간단 명료하고 깨끗이 다듬은 책자였다.

세종 19년(1437)에는 재판본을 펴냈다. 그리고 각 지방의 수령들로 하여금 농민들이 이 책에 따라 농사하는 습관을 기르도록 꾸준히 계몽하게 했다. 그러한 노력은 시간이 가면서 차츰 결실을 맺게 되어 농업기술의 향상에 기여했다. 농작물의 종류는 다양해지고 논농사 기술과 농작물을 기르는 기술이 향상되고, 집약재배 농법이 궤도에 오르게 되었다.

「농사직설」은 그 후에도 판을 거듭했다. 그리하여 그것은 조선시대 농학 발전에도 많은 영향을 미쳐 조선 農書의 주축이 되었다.

V. 지리지의 편찬과 실측지도의 제작

1. 팔도지리지

세종 때에 이르러 또 하나 제기된 과제는 왕조가 지배하는 강토를 정확하게 파악하는 일이었다. 이것은 정치적 기반이 공고해지고 문물이 정비되어가는 과정에서 필연적으로 제기되는 문제이다. 地誌와 정확한 지도를 만드는 일은 그래서 자연스럽게 제기된 것으로 보인다. 地誌의

편찬 사업은 세종 6년(1424)에 착수되었다. 그리고 세종 14년(1432)에 그 사업은 「新撰八道地理誌」로서 완성되었다. 착수된 지 8년 만에 끝난 것이다. 처음에 이 일을 卞季良에게 맡겼는데, 끝날 때에 참여한 사람으로 기록된 학자들은 孟思誠·權軫·尹軫·申檣 등이었다.

「新撰八道地理誌」는 그 편찬 과정과 조사된 내용으로 보아서, 그리고 편찬에 소요된 기간으로 미루어 官撰地理誌로서 매우 훌륭한 것이었으리라고 생각된다. 그러나 그 지리지는 남아있지 않다. 다만 세종 7년(1425)에 그 지리지의 편찬 자료로서 엮어진 「慶尙道地理誌」에 의해서 그 내용을 알 수 있을 뿐이다. 「경상도지리지」는 지리지의 편찬을 위해서 지침으로 시달된 조사내용과 양식에 따라서 작성되어 春秋館에 올려보낸 경상도 地誌의 여벌로 경상도 감영에 비치했던 책이다.

「경상도지리지」가 남아있지 않았더라면 「신찬팔도지리지」는 편찬되었다는 사실의 기록만으로 알 뿐, 그 내용의 편린조차도 알 수 없었을 것이다. 그 첫머리에는 禮曹에서 시달한 13가지 조사 항목이 예시되어 있다. 그것은 조선의 인물·자연·경제·지리의 모든 영역을 포함하는 地誌의 대상을 담고 있다.³⁶⁾ 그래서 그 체제와 내용, 간결하고도 자세한 서술형식 등은 15세기 초의 지리지로서 가장 뛰어난 책으로 평가하기에 충분하다. 조선 지리학은 이 地誌의 편찬으로 풍수지리의 테두리를 벗어난 과학으로서의 인문지리학으로 발전하는 첫 단계에 들어서게 된 것이다.

이 지리지에 자연과 인간에 대한 지리적 이론의 전개가 없는 것은 사실이다. 그것은 官撰에 의한 지리지, 그리고 15세기 초의 지리지라는 성격과 한계라는 점도 같이 이해할 때, 세계적인 조명을 받기에 크게 부족하지는 않을 것이다.

그런데 「신찬팔도지리지」가 왜 출판되지 않았는지 알 수 없는 일이다. 그 사본도 지금까지 알려진 것이 없다. 그 하나의 해답을 도출하기 위해서 「세종실록지리지」를 주목할 필요가 있다. 「세종실록지리지」는 「신찬팔도지리지」가 완성된 지 22년 뒤 「세종실록」이 편찬되면서 그 148권에서 155권까지의 사이에 삽입되어 그런 이름이 붙은 “지리지”이다. 그것은 일본인 학자들이 그렇게 부르기 시작해서 그대로 굳어지고 말았다. 「칠정산외편」도 「세종실록」에 들어있지만 책 본래의 제목은 그대로이다. 다른 점이라면 「세종실록」에 들어 있는 “지리지”는 조선 초에 지리지 본래의 책 이름으로 따로 출판된 일이 없었다는 점이다.

「세종실록」이 편찬될 때, “지리지”는 「칠정산내외편」과 함께 세종대에 이룩한 훌륭한 업적으로 여겨졌기 때문에 「세종실록」에 포함되었다. 그러니까 그 “지리지”는 세종 때에 편찬된 지리지인 것이다. “지리지”의 첫머리 부분에 그런 내용이 설명되어 있다. 그러니까 그 “지리지”는 「신찬팔도지리지」에서 22년 사이에 바뀐 부분을 고치고 증보한 것이다. 지리지로서의 정확성을 지키려는 생각이었다. 그렇다면 「세종실록」의 “지리지”는 「지리지」 또는 「신찬팔도지리지」라고 해야 마땅하다. 그것이 그 책의 원래의 제목이다. 「세종실록」을 편찬할 때 그 책을 그저 “지리지”라고 해서 수록했다. 그것을 「세종실록」에 들어있다고 해서 「세종실록지리지」라고 편의상 부르는 것은 그 “지리지” 본래의 독립성을 손상시키는 것이다.

이 「지리지」는 8권 8책으로 이루어져 있다. 각 도를 1권으로 다루어, 지리·역사·사회·경제·문화·군사·산업·교통·종교와 민속에 이르는 분야를 내용으로 했다. 조선의 자연과 인문·경제지리를 종합한 방대하고 체계적인 지리지인 것이다.

이 지리지는 15세기 전반기에 있어서의 지리지의 한 전형이다. 글자 그대로 동아시아의 학자들

36) 위의 책, pp.116-117.

이 생각한 ‘地理의 志’가 어떤 것인지를 잘 보여주고 있다. 여기에는 정확한 사실의 구체적인 기록이 있을 뿐, 지리학의 학문적 이론이나 지리적인 사실의 원인 등의 해명은 없다. 편찬한 그 당시의 조선 지리학자들은 그런 이론적 전개는 ‘地志’에서는 필요하지 않은 것이라는 생각을 가졌을 것으로 생각된다. 그런 이론은 당시에는 오히려 ‘풍수지리’에서 전개되는 것으로 생각했을 것이다.

그래서 이 지리지에 지리적 이론이 없는 것이 15세기 조선 地誌의 한계는 될 수 있어도, 결점으로 보는 것은 적절하지 않다고 생각된다. 지금까지 여러 학자들이 이 지리지를 평가하면서도 지리적인 사실의 나열에서 그친 백과사전적 지리지의 태두리를 벗어나지 못했다고 지적하고 있다. 그러나 바로 그것이 세종 때 지리학자들이 필요로 한 지리지였다는 사실을 간과해서는 안된다. 현대 지리학의 개념을 기본의 자(尺)로 해서 15세기의 지리지를 재지 않는 것이 오늘의 과학사학자들의 생각인 것이다.

『세종실록지리지』는 그 책의 이름에서부터 그 내용과 지리지로서의 체계에 이르기까지 새로이 조명되어야 할 것이다. 중국에서는 宋의 「方輿勝覽」 이후 지지에 시문을 삽입하는 등 지리서로서의 순수성을 잃어가는 경향이 지속되고 있었으나, 세종 때에는 오히려 순수한 지리지가 출현했다는 사실에 유의할 필요가 있다.

2. 鄭陟의 八道地圖

세종 16년(1434)의 준비기간을 거쳐 18년(1436)에 실측 지도의 제작이 시작되었다. 鄭陟이 주도한 이 사업은 함길·평안·황해의 북쪽 3도가 먼저 착수되었는데, 『세종실록』에는 “相地 및 畵工들을 이끌고” 정척이 “산천의 형세를 그리고, 州·郡의 거리를 실측” 했다고 하였다. 실측지도의 제작에 어떤 전문가들이 참가했는가를 잘 말해주는 기록이다. 이렇게 해서 정척의 八道圖가 만들어졌다.

靑山定雄³⁷⁾은 일본의 内閣文庫에 있는 朝鮮國繪圖가 정척의 팔도도일 것 같다고 했다. 필자도 1970년대에 그 지도를 자세히 볼 기회를 가졌는데 그 제작 솜씨가 매우 뛰어난, 상당히 정확한 조선 초기의 지도라고 생각되었다. 그것을 세종 때 정척이 만든 지도의 사본으로 보는 데는 별로 무리가 없을 것 같다. 李燦도 같은 견해를 나타내고 있다. 그런데 이 지도가 정척과 양성지가 세조 9년(1463)에 완성한 東國地圖의 한 사본일 가능성도 전혀 배제할 수는 없을 것 같다. 16세기에 그려진 조선 전도들이 朝鮮國繪圖와 해안선과 지형이 비슷하다는 사실이 그런 가능성을 생각하게도 하기 때문이다.

Ⅵ. 세종대 이후

1. 東國地圖의 제작

정척의 팔도지도는 세종 때에 추진된 실측지도 제작 사업의 결과로 이루어진 것으로 매우 중요

37) 靑山定雄, “李朝における二三の朝鮮全圖について”, 『東方學報』(1939), 143-172.

한 의의를 가지고 있다. 그러나 정확한 실측지도의 제작은 거기서 끝나지 않았다. 2년 남짓한 동안에 그것이 다 이루어질 수가 없었다. 그래서 실측지도의 제작은 그 후에도 꾸준히 계속되었다.

정척은 자신이 완성한 팔도지도 제작 이후 특히 함경도와 평안도의 정확한 지도를 만드는 데도 힘썼다. 문종 1년(1451)에 완성한 兩界地圖는 팔도지도를 보강하는 것이다.

정척과 함께 실측지도의 제작에 새로 참여한 학자는 梁誠之였다. 그들은 단종 1년(1453)에 보다 정확한 실측지도의 제작을 시작했다. 그들은 현지를 답사하여 실측과 지형의 관찰을 다시 했고 자료의 조사를 병행했다. 그 방대한 사업은 10년만에 끝났다. 세조 9년(1463)에 이들은 그 때까지 ‘手草’했던 모든 자료들을 모아서 지도를 그렸다. 6개월이 걸렸다. 그것이 정척·양성지의 東國地圖이다.

東國地圖는 조선 초에 제작된 가장 정확한 실측지도이다. 그것은 李薈의 팔도도와 정척의 팔도지도와 兩界大圖를 바탕으로 하여 새로운 실측 자료를 가지고 다시 제작한 조선 전도라는 점에서 주목할 만한 지도이다. 그러나 그것은 현존하지 않는다. 위에서 지적한 바와 같이 內閣文庫의 朝鮮國繪圖와 관련지어 생각할 때, 東國地圖는 매우 훌륭한 실측지도임에 틀림 없을 것이다. 세종 때로부터 2차에 걸친 전국적인 실측 사업을 바탕으로 해서 이룩했다는 사실은 그렇게 생각할 수 있는 충분한 근거가 될 수 있을 것이다.

영조 때 鄭尙驥의 東國地圖가 새로운 실측에 의하여 제작된 것이 아니고 그 때까지 전해지던 지도들을 자료로 제작한 것으로 미루어 볼 때, 정척·양성지의 동국지도의 정확성은 평가할 만하다고 생각된다. 鄭尙驥 가문에 전해진 자료들이 鄭陟의 가문의 그것과 어떤 관련이 있는 지도 앞으로의 과제로 남게 된다.

2. 양성지의 「八道地理志」와 「東國輿地勝覽」

「세종실록」에 “지리지”를 넣을 때 제기되었던 개정된 지리지 편찬의 필요성은 세조 1년(1455)에 이르러 구체화되었다. 새로 즉위한 세조가 그 일을 의욕적으로 추진하려 했던 것이다. 그러나 그것은 세종 때 지리지의 續撰이었다. 양성지는 그 일을 세종 때에 하던 방법을 그대로 답습하여 전국적인 조사를 실시하게 했다. 그 자료들을 바탕으로 양성지는 예종 1년(1469)부터 본격적인 편찬 사업을 진행하여 9년만인 성종 9년(1478)에 「팔도지리지」를 완성했다.

양성지는 그 지리지에 각 도의 도별 지도를 비롯한 여러가지 지도들을 붙임으로써 보다 완전한 지리지로서의 체제를 갖추었다. 그러나 「팔도지리지」는 현재까지 전해지는 것이 없다. 「大東韻府群玉」 地理書의 목록에 그 서명이 나타나 있는 것을 보면 1590년 경에는 찾아 볼 수 있었던 것도 같다. 「팔도지리지」의 편찬 자료로 엮어진 「慶尙道續撰地理志」는 지리지로서는 거의 완전한 것이라는 평가를 받고 있고, 이 지리지를 옮겨 만든 「東國輿地勝覽」의 地誌쪽의 훌륭한 내용으로 보아 양성지의 「팔도지리지」는 조선 초기 지리서의 결산이라고 할 수 있는 뛰어난 책으로 평가해도 좋을 것이다.

그러나 그것은 인쇄되어 출간되지 못했다. 「東國輿地勝覽」이 계획되면서 그 속에 묻혀 버린 것이다. 세종 때의 「신찬팔도지리지」와 함께 조선 초기의 2대 지리지로 꼽히는 이 두 지리지가 모두 단행본으로 출간되지 못하고, 게다가 傳本 조차도 없는 것은 참으로 애석한 일이 아닐 수 없다.

성종 12년(1481)에 완성된 「東國輿地勝覽」은 양성지의 「팔도지리지」에 徐居正의 「東文選」을 삽입해서 재구성한 것이라고 할 수 있다. 詩文을 地誌에 삽입해서 엮은 지리지는 宋의 「方輿勝覽」과 明의 「大明一統志」 등 중국에서 하나의 유형이 되고 있다. 양성지의 「팔도지리지」가 완성되었을 즈음에 「大明一統志」가 조선에 들어와 그것에 자극되어 「팔도지리지」가 출판되지 않고 시문이 삽입된 지리지로 변질되어 버린 것은 조선 지리학의 발전에서 세종 때의 전통이 단절되고 굴곡된 하나의 보기라고 할 수 있다.

「동국여지승람」은 성종 17년(1486)에 완성되어 다음해에 「新撰東國輿地勝覽」으로 인쇄·출판됨으로써 10년만에 대성하였다.

「동국여지승람」에 대한 평가는 지금까지 필자를 포함해서 여러 학자들이 발표한 글에 더 덧붙일 것이 없다. 그것이 지리지로서의 문제점과 약점은 있으나, 15세기에 있어서의 조선의 최신 정보를 담고 있는 다채로운 내용의 책이라는 장점 또한 소홀히 할 수 없다. 조선시대의 자연지에 대한 연구에서도 가장 좋은 자료임은 물론이다. 그 풍부한 내용에 대한 과학사 또는 박물학적인 재구성과 연구가 병행되어야 할 것이다. 양성지의 「팔도지리지」는 본래의 내용에 최대한 가깝게 재구성해서 지리지로서의 순수한 모습을 재현해서 연구자료로 제공하는 연구도 진행할 필요가 있을 것이다.

3. 「海東諸國紀」

성종 2년(1471)에 申叔舟는 「海東諸國紀」를 저술했다. 일본의 정치와 자연, 그리고 산업과 문화 및 인간 생활에 대해서 직접 보고 경험하고 조사한, 일본에 관한 책이다. 이것은 한국인이 쓴 최초의 체계적인 일본 연구라는 점에서 매우 중요하다. 그 때까지 한국인은 중국과 함께 오랜 이웃으로 가까웠던 일본에 대해서 학문적으로 지적 체계를 세우는 데 소홀했다. 일본에 관해서 정리된 객관적인 자료가 매우 적었다. 그래서 신속주는 일본을 아는 데 필요한 책을 쓴 것이다.

이 책은 성종 때까지 한국인이 일본에 관해 알고 있던 지식의 결실이었다. 거기에는 정확한 지리적 지식과 함께 일본과의 국교를 이루어 나아가는 데 필요한 역사와 문화, 산업과 자원 그리고 풍습에 대한 풍부한 내용이 요령있게 기술되어 있다. 또한 이 책의 첫머리에 붙은 지도들은 조선 초기의 지도를 이해하는 데 중요한 자료가 된다. 그것은 목판으로 간행된 일본만의 지도로는 세계에서 가장 오래된 것으로 중요한 지리적 자료이다.

「해동제국기」는 그 때까지 주로 중국에 관한 문물에만 눈을 돌리고 있던 조선 사대부들에게 일본으로도 시야를 확대하게 하는 데 크게 기여했다. 그리고 그것은 15세기에 있어서 다른 나라에 대한 체계적인 지식을 담은 저술 중에서 매우 돋보이는 책이다.

4. 「衿陽雜錄」

1490년 경, 경기도 시흥에 낙향해 살던 姜希孟은 자신이 직접 경험하고 들은 농사기술을 바탕으로 자기의 견해와 이론을 전개한 책을 써서 「衿陽雜錄」이라 제목을 붙였다. 그것은 세종 때에 나온 官撰農書인 「농사직설」과 같은 성격의 농사지침서가 아닌, 농업을 주제로 해서 쓴 개인의 견해와 이론을 편 저술로 훌륭한 내용을 담은 책이다.

이 책은 경기도의 한 고을이라는 특정한 지역에서의 농경기술과 관련된 문제들에 대해서 쓴

것이지만, 거기에는 그 당시의 앞선 농업기술과 자연현상에 대한 명쾌한 이론이 전개되고 있어 특히 주목되는 뛰어난 저술이다. 성종 23년(1492)에 『농사직설』과 합본되어 간행되었고, 그 후 판을 거듭하여 널리 보급된 것은 이 책이 가지는 중요성이 충분히 인정되고 있었음을 말해주고 있다.

『금양잡록』은 그것이 농사법을 요약해서 기술하거나 지침서와 같은 내용으로 전개한 저술이 아니고, 그 이론을 펴고 자연현상이 농작물에 미치는 영향과 그 원인에 대한 과학적인 이론을 자기의 견해와 함께 쓰고 있는 데서 더욱 돋보이고 있다. 이것은 이 책의 중요한 특색이다. Föhn현상을 이미 파악하고 그 이론을 전개한 것도 그 보기의 하나이다.

이렇게 『금양잡록』은 단순한 농서로서보다는 농작물이라는 특정 식물과 관련된 자연과 인간을 논한 自然誌로서의 특색을 찾아볼 수 있다. 그런 점에서 이 책은 자연지로서 연구되고 평가될 수 있는 개성있는 저서로서도 주목할 만하다.

맺음말

조선 전기의 과학 기술은 15세기를 핵으로 하고 있다. 조선의 15세기는 또 그 전반기에 있었던 세종 때로 집약된다. 세종 때의 31년 동안인 1419년에서 1450년 사이에 이룩한 과학과 기술의 발전은, 그 질과 양에서 한국의 역사에서는 말할 나위도 없고, 동아시아에서 더 나아가 세계사적인 시야에서 볼 때에도 유례가 없는 발자취를 남겼다.

그 연구는 필자가 1960년대에 착수한 이후 몇 가지 글과 책을 썼지만 아직도 그 전모가 선명하게 드러나기에는 요원하기만 하다. 이제 그 동안의 연구에서 얻은, 30년 동안 안고 있던 문제들을 가지고 현황과 과제, 그리고 전망을 해보는 일이 결코 무의미하지 않을 것이라는 생각에서 15세기의 문제들을 재론해 본 것이다.

그러나 아직도 많은 문제들과 과제들이 남아있다는 사실 앞에서 안타까운 마음을 가눌 수 없다. 지난 30년 동안에 분야별로는 수학·천문학·건축·도자기(미술사적인)·농업·의학·군사기술·지리학 등에서 전문가들이 중요한 연구 성과를 간행했다. 그것은 종합과학사를 연구과제로 삼고 있는 필자에게는 큰 기쁨이 아닐 수 없다.

그렇지만 우리에게 아직은 꼭 해결되어야 할 문제들이 많이 남아 있다. 산업기술과 박물학(自然誌 또는 自然學) 분야에서 특히 그렇다. 예를 들어, 도자기 문제만 해도 미술사적인 연구는 상당한 수준에 이르고 있지만 기술사 또는 산업기술사적인 연구는 시작 단계에도 들어서지 못했다. 이것은 큰 문제이다. 생물학과 지질학을 포괄하는 전통과학인 박물학 또는 자연지나 자연학에 관한 연구는 아직 대상으로조차도 인식되지 않고 있는 수준에 머무르고 있다. 그것들을 어느 정도 소화하지 않고는 논의를 떠나갈 수 없어서 이 글에서도 그런 분야는 손을 대지 않고 말았다. 그런 연구가 어느 수준에 이르러야 필자의 15세기 세종대 과학기술사의 연구는 모습을 갖추고 세상에 선을 보일 수 있을 것이다.

끝으로, 1990년대에 들어서면서 한국사연구에서 과학기술사가 차지하는 위상의 중요성이 크게 이해되고 있다는 사실에 고무되고, 역사학의 젊은 전공자들이 착실히 파고드는 경향에서 밝은 미래가 보이고 있다는 사실을 적어 두고자 한다.