

V. 과학기술

1. 한국 과학기술의 형성
2. 고구려의 과학과 기술
3. 백제의 과학과 기술
4. 신라의 과학과 기술

V. 과학기술

1. 한국 과학기술의 형성

기원전 1천년경 한반도 지역에 청동기 문화가 출현했다. 그것은 매우 세련된 비파모양 청동검을 돌거푸집으로 부어만드는 수준 높은 기술과, 표면을 잘 갈아서 반들반들하게 한 갈색 계통의 민무늬토기를 구어 만드는 기술을 바탕으로 이루어진 새로운 기술 문화였다. 비파모양 청동검은 지금의 중국 동북지방 요녕지역을 비롯하여 한반도의 여러 지역에서 만들어진 한국 고유의 청동기로, 중국의 청동기와는 확실히 구별된다. 중국과는 다른 기술의 흐름을 담은 것이다. 우리는 그것이 중국의 과학문명과 다른 북방계 문화의 영향에 의하여 발전한 비교적 수준이 높은 기술에 의한 것이라고 생각하고 있다. 그 토착기술의 전통 위에 한국인은 중국의 과학과 기술을 받아들였다. 그리고 한국인은 중국의 그것을 언제나 한국적인 것으로 변용하고 개량하려는 노력을 기울여 더욱 새로운 한국의 기술 모델을 만들어 내려고 시도했다.

비파모양 청동검들과 함께 출토되는 여러 청동기들은 이러한 사실을 말해주고 있다. 청동검과 청동거울로 대표되는 한국 모델의 청동기들은 중국의 청동기와는 다른 계통의 기술에 의해서 만들어진 것이다. 비파모양 청동검에 이어서 출현한 한국형 청동검, 2개의 꼭지가 달린 굽은 줄무늬 청동거울과 가는 줄무늬 청동거울은 한국에 독특한 청동기이다. 중국에서는 거의 찾아볼 수 없는 이 독특한 형식의 청동검과 청동거울은 한국의 청동기 기술자들이 뛰어난 디자인 감각과 세련된 제작기술을 가지고 있었음을 말하는 것이다. 그 청동기들은 청동기시대 지배자들의 권력의 상징물로서 또 종교적인 의식에 쓰는 儀器로서 손색이 없는 작품이었다. 그리고 그것들은 단번에 중국의 청동기 기술과 같은 수준으로 뛰어 오른 기술혁신의 소산이었다. 이것들은

청동방울과 함께 일본에 건너가서 그 기술이 이식되었고,神器로서 종교적 상징물로 존중되었다.

청동기 기술에서 한국의 청동기시대의 기술자들이 개발한 것이 2가지 있다. 하나는 돌거푸집의 기술이고 다른 하나는 청동 합금기술이다. 한국의 청동기시대 유적에서는 많은 돌거푸집들이 출토되고 있다. 그것들은 활석과 사암으로 만든 것이 대부분이고 진흙거푸집은 지금까지 거의 발견되지 않고 있다. 돌거푸집에 의한 주조기술이 주류를 이루고 있는 것이다. 돌거푸집의 재료는 거의 모두가 활석(고돌)으로 만든 것이었는데, 그것은 가장 이상적인 돌거푸집이다. 중국에서 많이 사용된 진흙거푸집은 한국에서는 비교적 적게 사용된 것 같다.

한국의 청동기술이 중국의 그것과 다른 계통의 기술이라는 또 다른 사실은 청동기의 합금 성분에서도 나타나고 있다. 중국 청동기의 주성분은 구리·주석·납이다. 그런데 한국인이 만든 청동기에는 초기의 것부터 구리·주석·납으로 된 청동기와 함께 아연-청동 합금으로 된 것들이 나타나고 있다. 장식용이나 의식용으로 쓰는 청동기를 황금빛으로 빛나게 하기 위해서 구리·주석·납에 아연을 섞는 기술을 개발한 것이다. 아연-청동 합금으로 된 청동기는 중국에서는 한나라 때에 이르기까지 발견되고 있지 않다. 기술적인 어려움 때문에 중국에서는 개발되지 않았던 합금기술을 한국의 청동기 기술자들은 그들의 필요에 따라서 발전시키고 있었다.¹⁾ 한국의 과학기술이 형성되고 있었던 것이다.

한국의 청동기 기술은 기원전 4세기경에 최고의 수준에 도달하고 있었다. 한반도의 여러 곳에서 발견되고 있는 많은 잔줄무늬 청동거울은 그 기술이 믿기 어려울 정도에까지 이르고 있었음을 보여주는 제품들이다. 그 중의 하나, 지금 숭실대학교 박물관에 보존되어 있는 잔줄무늬 청동거울은 특히 주목할만한 뛰어난 작품이다.

직경 21cm의 이 청동거울에는 0.3mm 간격의 가는 평행선이 1만3천 개가 그려져 있는데, 그 선들은 수많은 동심원과 그 원들을 등분하여 생긴 직4각

1) 全相運, <韓國古代金屬技術의 科學史的 研究>(《傳統科學》1-1, 1983), 9~27쪽.

형과 정4각형, 그리고 3각형들이 정확하게 제도되어 있다. 이와 비슷한 잔줄 무늬 청동거울은 한국에는 많이 남아 있지만, 일본을 제외한 다른 지역에서는 발견된 일이 없다. 이 청동거울은 또 그러한 기막히게 정교하고 멋있는 디자인을 거푸집으로 부어내는 고도의 기술에 도달하고 있었다는 사실에서 우리의 주목을 끌기에 충분하다.

돌거푸집에 의한 주조기술은 기원전 3세기경에 전개된 한국의 독자적 모델의 무쇠도끼 주조기술로 이어지고 있다. 이 시기에 한반도 지역에서는 많은 무쇠도끼들이 같은 크기의 돌거푸집을 써서 대량으로 주조되었다. 한국의 제철 주조기술은 돌거푸집에 의한 청동기 주조기술과 이어진다. 한국의 제철 기술자들은 거기에 중국의 선진 제철기술을 수용하여 한국인의 철기기술을 개발해 나갔다. 돌거푸집으로 부어만든 규격화된 한국의 무쇠도끼들과 강철에 가까운 큰 칼들, 그리고 대량 생산된 철제 농기구들의 출현은 한국인의 제철기술이 훌륭히 전개되고 있었음을 보여주는 것이다.

한국의 제철기술은 초기 철기시대부터 시우쇠와 무쇠, 그리고 강철의 세 가지 철을 다 만들 수 있는 기술 수준에 도달하고 있었다. 이것이 지금까지의 기술고고학적 연구로 정리할 수 있는 우리의 생각이다. 그런데 한국의 철기시대는 기원전 5~4세기에 중국의 철기문화가 들어오면서 형성되었다는 것이 일반적인 설이다. 그러나 다른 한편, 금속기술사적 입장에서 볼 때 한국의 제철기술은 고도로 앞선 수준에 도달하고 있었던 한국의 청동기술이 그대로 이어져서 현지의 원료를 가지고 이루어질 수 있었다고 해도 별로 무리가 없을 것이다. 초기 철기시대의 유물들이 출토되는 유적들이 철광석의 산지이거나 조선 초기 지리지에 나오는 철의 산지와 같은 지역이라는 사실은 그러한 가능성과 연결되는 기술적 배경이다.²⁾

이러한 기술적 바탕이 다져지고 있던 한국의 철기기술에 중국의 철기문화가 유입되었다. 한국인은 그 새로운 금속문화를 수용하여 한국인의 제철기술

2) 이 문제는 앞으로 고고화학적 분석과 기술고고학적 연구에 의해서 구명되어야 할 과제이다. 지금까지의 관련 연구는 전상운·윤동석·이남규·奥野正男(오쿠노)과 북한 학자들 등의 논저들이 있으나, 분명한 결론에 도달할 만치 충분한 자료들이 나와있지 않다. 한국의 사철과 갈철광에 대한 기술고고학적 분석 연구가 더 축적되고 진전되어야 할 것이다.

을 발전시키고, 한국의 철기문화를 재창조해냈다. 원삼국시대의 발달된 제철 기술과 철기문화는 그렇게 해서 형성된 것이다. 그리고 이 금속기술은 고구려·백제·가야 그리고 신라에 그대로 계승되어 그 기술이 높은 수준에서 전개될 수 있게 했다.

2. 고구려의 과학과 기술

1) 하늘의 과학

(1) 천문도를 만들다

조선시대 태조 4년(1395)에 만들어 오석에 새긴 천문도인 「天象列次分野之圖」에는 그것을 만들게 된 유래를 쓴 글이 있다. 權近이 쓴 이 글에 의하면, 이 천문도는 고구려 천문도를 바탕으로 해서 제작된 것이다.³⁾

고구려에는 천문도 석본이 있었는데, 그것이 고구려가 망할 때, 전란을 겪으면서 대동강물에 빠져 버렸다는 것이다. 天象列次分野地圖는 그 인본 한 장이 남아서 전해진 것을 가지고 별자리의 위치를 교정하여 만들었다고 했다. 이 기록에 의하면 태조 4년 천문도의 별자리 그림은, 세차에 의한 오차를 새로운 관측에 따라 교정하였을 뿐이므로 고구려 때 작성한 별자리 그림을 사실상 그대로 보여주는 것이다. 여기에는 290개의 별자리에 1,467개의 별이 그 밝기에 따라 크기가 다르게 그려져 있다. 북극을 중심으로 한 天球에 별자리들이 제 위치에 정확하게 표시되어 있고, 赤道圓·黃道圓·北極圓과 함께 經度線도 명시되어 있고 은하계도 그려져 있다.

이 별자리 그림이 고구려의 독자적인 관측에 의한 것이었는지를 알 수 있

3) 덕수궁 궁중 유물 전시관에 보존된 天象列次分野之圖(가로 122.7cm, 세로 211cm)에 권근이 쓴 명문이 새겨져 있다. 이 천문도에 대해서는 지금까지 몇 학자의 연구논문이 있다. 최근에 나일성 교수가 발표한 논문은 그것들을 종합한 것이다(나일성, <「天象列次分野之圖」와 각석 600주년 기념 복원>, 《東方學志》 93, 1996, 41~132쪽).

는 자료는 아직 없다. 그런데 이 별자리 그림은 중국 삼국(222~238)의 三家星圖에 나타난 283자리 1,465개의 별과 그 수가 거의 일치한다. 아마도 그것과 관련이 있을 것 같다. 그리고 중국에서 陳卓이 삼가성도에 의해서 처음으로 천문도를 만든 것이 310년이므로, 고구려의 천문도와 이들 중국 천문도와 관련을 짓는다면, 4세기 후반까지에는 진탁의 천문도가 고구려에 전해졌으리라 생각할 수 있다.

물론 고구려의 독자적인 관측에 의한 별자리의 그림이나 별에 대한 천문학적 지식이 있었다고 생각하는 것은 매우 자연스럽다. 그래서 진탁의 천문도와 같은 중국의 최신 천문학 지식이 더 쉽고 정확하게 고구려 천문학자들에게 받아들여질 수 있었을 것이다.

고구려가 天象列次分野地圖에서 보는 것 같은 규격화된 천문도의 원형을 가진 시기는, 진탁의 천문도가 나타난 이후, 그러니까 4세기 후반경이라고 생각된다. 그렇지만 이 별자리 그림의 성립 시기에 대해서는 몇 가지 다른 견해가 있다.⁴⁾ 3세기경으로 그 관측 연대를 추정하기도 하고, 5세기말에서 6세기 초, 또는 6세기로 보기도 한다. 이 시기에 고구려에서 육안으로 보이는 거의 모든 별들이 망라된 정확한 별자리 그림을 제작했다는 사실은 고구려 천문학의 수준을 가늠하는 데 중요한 자료가 된다.

고구려 천문학의 별자리에 대한 또 다른 확실한 지식은 고구려의 여러 고분에 벽화로 남아있는 그림들 속의 해와 달, 그리고 별을 사실적으로 그린 이른바 日月星辰圖에 의해서도 확인할 수 있다. 춤추는 여인들의 그림으로 유명한 무용총 주실 천정의 해와 달, 그리고 별자리 그림은 그 좋은 보기의 하나이다. 여기에는 별들을 원으로 그리고, 그 원들을 3줄의 선으로 이어서 별자리를 그려 놓고 있다. 별자리를 그린 이러한 수법은 별들을 이어놓은 선이 3줄이라는 것이 다를 뿐, 천상열차분야지도의 별자리 그림과 기본적으로

4) 천상열차분야지도의 도설에 써어 있는 내용을 가지고 계산한 결과는 대체로 4세기보다 앞선 시기로 추정되고 있다. 북한학자들은 춘추분점의 위치를 가지고 세차를 보정하여 3세기경으로 관측 연대를 추정하고 있다. 또 최근의 한 연구 결과는 도설에 나와 있는 춘추분점 이외에 28수 거극도, 28수 적도수도 등을 세차와 고유운동을 보전하여 그 관측 연대를 B.C.1세기~A.D.1세기로 계산하기도 했다.

같은 것이다.

무용총 천정에 그려진 별자리 그림은 28수 중의 주요한 7개의 별자리를 상당히 충실히 나타냈다.⁵⁾ 또 眞坡里 1호분에는 금으로 그려 넣은 90개의 별이 그려져 있는데, 그 화려한 별자리 그림은 우리의 눈길을 끈다. 이와 거의 같은 별자리 그림은 각저총 주실 천정에서도 찾아볼 수 있다. 또 해방 후에 발견된 여러 고구려 고분과, 일본에서 발견된 高松塚 고분의 별자리 그림에서 우리는 그 별자리 그림들이 매우 정확한 천체 관측에 의해서 작성된 별자리 그림을 바탕으로 해서 그려지고 있었음을 확신하게 된다.

(2) 천문관측제도와 활동

《삼국사기》와 《삼국유사》에는 단편적이고 부분적이기는 하지만, 고구려의 천문 관측 기록들이 남아 있다. 11회의 일식 기록과, 10회의 혜성 기록, 그리고 11회에 이르는 그 밖의 천체 현상들의 기록이 그것이다. 이 천체 관측 기록들은 고구려의 기록들에서 옮긴 것으로 생각되고 있다.⁶⁾ 고구려의 천체 관측 기관과 관측제도가 어떠했는지 알 수 있는 기록은 없다. 그런데 고구려의 관측 기록 중에는 영류왕 23년(640) 9월 “해에 빛발이 없다가 3일이 지나 서야 다시 밝았다”는 태양 흑점이라고도 여겨지는 태양 표면의 이변과, 양원왕 11년(555) 11월 30일 “태백성이 낮에 보였다”는 기사와 같이 고구려의 독자적 관측 기록의 존재가 분명한 주목할 만 한 것이 나타나고 있다.⁷⁾ 그러

5) 예컨대, 中村清兄, 〈高句麗時代の古墳について—その星象壁畫の考察を中心として〉(《考古學論叢》, 東京, 1937)은 고구려 고분의 별자리 그림에 대해서 잘 분석해 놓았다.

6) 지금까지 몇 사람의 일본 학자들은 고구려의 천체 관측 기록들이 《삼국사기》를 편찬하면서 김부식이 중국의 기록에서 옮겨 넣었을 것이라고 주장하고 있다. 예컨대 飯島忠夫가 1926년에 《東洋學報》에 쓴 논문 〈三國時代の日食記事について〉와 齋藤國治가 1990년에 쓴 《古天文學の道》의 12장 〈新羅・百濟・高句麗の天文記録〉 등이 그렇다. 이러한 주장에 대해서 박성래는 1980년에 《傳統科學》 제1집에 쓴 논문 〈韓國의 災異와 災異觀〉에서 그 잘못을 지적하고 반론을 제기했다.

7) 《三國史記》 권 20, 고구려본기 8, 영류왕 23년 9월.

齋藤은 위의 책, 214쪽에서 금성의 관측 조건을 들어 고구려의 독자적 관측 기록의 존재를 인정하고 주목할만한 것이라고 했다.

한 독자적인 관측 기록의 존재는, 고구려에 국가적인 천체 관측 기관과 시설이 있었고 거기 소속된 천문 관리가 활동하고 있었기 때문이다. 日者라는 관직명은 천문 관측과 관련된 관리중의 하나였을 것이다.⁸⁾

천체 관측 활동은 천문대를 중심으로 행해졌다. 고구려 천문대의 유적이거나 유물은 남아 있지 않으나, 조선 초의 두 지리지에는 그 때까지 그 유적이 있었음을 말해주고 있다. 《세종실록》의 지리지에는 평양부에 침성대가 있다고 기록하고 있고, 《동국여지승람》에는 “침성대의 유적이 평양부의 남쪽 3리에 있다”고 기록하고 있다.⁹⁾ 평양에 천문대를 세운 것은 5세기쯤이었을 것이다.¹⁰⁾ 돌을 쌓고 위에 난간을 두른 관측대였을 것이라고 생각된다.

고구려의 역법은 중국의 천문 역법의 영향을 받아서 이루어졌을 것이다. 영류왕 7년(624)에 당에 曆書를 구한 일이 있다는 기록은¹¹⁾ 고구려의 역법이 중국의 그것과 같았으리라는 강력한 시사를 준다. 그 역서는 당에서 쓰인 傳仁均의 戊寅曆이었을 것이다.¹²⁾ 고구려는 1년의 길이를 중국에서와 같이 365 1/4 일로 계산했을 것이고, 1년을 24절기 12개월로 나누었다. 그리고 時制는 중국의 그것과 같은 12시 100각의 제도였다. 시간의 측정에는 해시계와 물시계가 사용되었을 것이지만, 그 기록이나 유물은 남아 있지 않다.

(3) 기상 관측

천체 관측과 함께 기상 관측도 꾸준히 계속되었다. 《삼국사기》의 기록은 그 중에서 특별히 큰 사건이라고 생각된 것들만이 남아있는 것이지만, 원래의 기록은 조금 더 많았을 것이다. 《삼국사기》의 기록들은 災異나 異變에 속

8) 洪以燮, 《朝鮮科學史》(正音社, 1946), 42쪽.

9) 《世宗實錄》 권 154, 평안도 평양부.

《東國輿地勝覽》 권 51, 평안도 평양부, 고직.

10) 全相運, 〈高句麗의 科學과 技術, 그 研究現況과 課題〉(《東方學志》 49집, 1985), 274쪽.

11) 《三國史記》 권 20, 고구려본기 8, 영류왕 7년.

12) 물론 역법의 도입이나 역서를 중국 것을 그대로 썼다는 말과 반드시 같은 것은 아니다. 그러나 현재로서는 그 시기에 고구려가 독자적인 역법을 썼다고 생각하기는 어렵고, 다만 그 뒤 어느 시기에 고구려에서 독자적인 역서를 만들어 썼을지도 모른다.

하는 것들이다. 여기서 보면 고구려의 천문관측자들은 강우와 강설현상, 바람의 강도와 방향, 구름, 기온, 지진, 해와 달의 무리, 안개, 서리, 무지개 등에 대한 관측을 하고, 그 중 특이한 것은 기록으로 남겼다. 그 기록들은 고구려시대의 한국 기후 환경을 이해하는 데 매우 중요한 자료로 평가된다.

2) 산업기술 및 생활과학

(1) 고구려척과 축조기술

7세기경에 일본에서 쓰인 자(尺) 중에 고마척(高麗尺)이라는 것이 있다. 35cm~36.3cm크기로 환산되고 있는 이 자는 각종 건축에 많이 쓰인 자로서 고마(高麗), 즉 고구려에서 건너간 고구려자이다.¹³⁾ 그러나 한국의 문헌이나 자료에서는 高句麗尺이라는 자는 아직 알려진 것이 없다. 고구려의 기술자가 고대 일본에 가지고 가서 건축이나 그 밖의 길이를 잴 때 쓰게 되면서 정착한 것이 아닌가 추측된다.

그런데 이 사실은 매우 중요한 의미를 가진다. 고구려가 중국과는 다른 독자적인 자를 가졌다는 것이 되기 때문이다. 도량형 제도와 그 기본이 되는 길이의 단위로서의 척도는 국가의 표준기기로써 제정되는 것이다. 고구려 자의 존재는 고구려 도량형 제도가 나름대로 잡혀 있었다는 사실을 확인하게 하는 중요한 실마리가 된다.

이 고구려척이 일본에 건너가서 고대 일본의 건축 및 축조물 조성의 척도로 널리 사용되었다. 고구려의 건축 기술자가 가지고 간 것이었으리라고 생각된다. 일본의 고대 가람 배치와 건축의 기본형식에서 고구려적인 것이 발견되는 사실과 고구려척과는 기술적으로 바로 이어지고, 그것은 고구려 기술의 중요한 단면을 기록 이상으로 우리에게 전해주고 있다.

고구려의 건축 및 축조기술은 궁궐과 성곽 및 무덤 등에서 그 양상을 가늠할 수 있다. 유적과 유물에서 미루어 볼 때, 우리는 그 설계와 시공이 높

13) 全相運, 앞의 글(1985), 277~279쪽.

尹張燮, 《韓國의 建築》(1996), 71쪽 참조.

은 기술 수준에 있었음을 알 수 있다. 특히 장안성과 국내성, 장군총과 같은 유물에서 볼 수 있는 고구려의 축조기술은 훌륭했다. 또 궁전과 사찰의 건축 기술은 거대한 규모의 집터들과 여러 고분의 벽화에 그려진 건물의 그림들, 유적들에서 발견되는 벽돌과 기와들과 석재들, 그리고 그 밖의 건축자재들에서 그 발전된 모습을 짐작할 수 있다.

고구려의 성곽 축조기술은 중국 성곽의 축석 양식과 다른 축조법을 발전시켰다. 돌을 대강 다듬어, 큼직큼직한 석재는 아래에 놓고 위로 올라가면서 크기를 줄이고 조금씩 뒤로 물러가면서 쌓아 부드러운 곡선이 되게 하는 축석기법이였다. 그것은 견고하고 축조하기 쉽고 자연미가 있으며 성곽으로서의 기능이 떨어지지 않는 설계 시공기술이었다. 그 기술은 백제로 계승되고, 고려와 조선으로 이어져 한국 성곽의 주류가 되었다.

(2) 금속기술

고구려의 금속기술은 청동기와 철기시대 금속기술자들의 첨단기술을 이어받아 일찍부터 높은 수준으로 전개되고 있었다. 고구려의 여러 유적에서 출토되는 청동기와 철기, 그리고 정교한 금 장식품들과 화려한 금도금 마구들은 그것을 말해주는 것이다.

금제품의 제작기술은 특히 우수하여 북방 다른 민족의 수준을 능가했다고 평가되고 있다.¹⁴⁾ 6세기 중국의 유명한 박물학서인 《本草經集註》에는 고구려의 금은 잘 정련되어 복용할 수 있다고 적혀 있다. 고구려 금 정련기술의 우수함을 확인해주는 귀절이다.

철의 생산은 동아시아의 강대국 중의 하나였던 고구려에서는 매우 중요한 국가적 산업이었다. 고구려에는 비교적 풍부한 철광석의 산지들이 많았다. 그래서 일찍부터 철의 기술이 발달했다. 출토된 철제품들 중에서 튼튼한 무기·갑옷·마구·생산 도구 등은 그 질이 매우 우수하다. 고구려의 무덤에 그려진 장수와 병사들이 사용한 여러 가지 무기들, 칼과 창, 활과 화살촉, 갑옷과 투구, 그리고 철제 마차 장식은 철의 생산과 그 기술과 연결된다. 특히

14) 최무장, 《고구려 고고학》(민음사, 1995), 784~785쪽.

오회분 4호 및 5호묘에 그려진 철을 단련하는 기술자의 그림과 수레바퀴를 제작하는 기술자의 그림은 첨단기술 제품을 생산하는 창조적 활동의 중요성을 상징하는 것으로 주목할 만하다. 창조적 생산기술의 현장을 생생하게 전하는 귀중한 자료이다.

고구려 무덤 벽화의 그림은 한국 과학기술의 역사에서 둘도 없는 현장 그림으로, 그 역동적이고도 화려한 색채와 섬세한 내용은 문헌으로 전해지지 않는 고구려 과학기술의 모습을 정확하게 증언하고 있다. 이와 관련하여 최무장은 “금속제품은 冶鐵·冶銅·연금·도금술·무기제조가 포함된다. 그리고 공구 제조와 금·은기 제조도 상당한 부분을 차지하였다”고 말하면서, “고구려가 자체적인 야금술과 금속제조업을 가지고 있었다는 것을 충분히 설명해 준다”고 했다.¹⁵⁾ 철을 단련하는 기술자의 모습과 수레바퀴를 제작하는 기술자의 모습이 매우 사실적으로 그려진 것은, 고구려에서 이 두 첨단기술이 얼마나 중요시되었는가를 말해주는 자료가 되는 것이다.

철의 생산과 질이 좋은 철제품의 제조는, 고구려의 튼튼한 무기·갑옷·마구·생산도구 등에서 나타나듯이, 고구려의 국력이 바탕이 된다는 점에서 국가적으로 힘을 기울인 사업이었다. 철제 무기들과 마구는 특히 발달하였는데, 고구려의 마구는 백제·신라·가야에 큰 영향을 끼쳤고, 그 제조기술은 철의 기술과도 이어졌을 것이다. 쇠붙이로 된 많은 마구와 금도금 마구 장식들은 고구려의 금속기술에서 매우 주목할 만한 제품들이다. 그리고 그 기술은 일본에도 영향을 주었다.

고구려 금속기술자들은 또 하나 중요한 기술을 개발했다. 아말감 도금법의 개발이 그것이다. 고구려의 유적에서는 많은 금도금 제품들이 출토되고 있다. 금도금은 아말감 도금법으로 처리된 것이 많은데,¹⁶⁾ 그 기술이 성립된 시기는 출토된 무덤들의 조성 연대로 보아 대체로 3~4세기 무렵이었을 것으로 생각된다.

금속기술에서 또 하나, 광물성 안료의 제조기술이 있다. 고구려의 벽화 무덤들에는 화려하고 대담한 스케일의 그림들이 그려져 있다. 그 그림 물감의

15) 최무장, 위의 책, 784~786쪽.

16) 최무장, 위의 책, 887쪽.

재료는 정제된 광물성 안료이다. 최소한 10종류가 넘는 그 안료들은 양과 질에서 매우 뛰어난 제조기술로 만들어진 것이다. 막대한 양의 광물성 안료와 잘 정제된 원료들을 고구려 금속기술자들은 고도의 화학기술로 추출해 냈다. 4세기까지 고구려는 다양한 광물성 그림 물감들을 개발해 낸 것이다.

(3) 연단술

고구려의 煉丹術은 5세기에 도교와 함께 들어온 불로장생의 약을 만들려는 노력에서부터 시작되었다.¹⁷⁾ 고구려 무덤의 하나인 우현리 대묘의 현실에는 그 화려하고 숙달된 색채와 아름다운 선을 구사한 벽화로 유명한 날으는 선녀의 모습을 그린 그림이 있다. 선녀는 왼손에 약 그릇을 들고 오른손으로 불로장생의 靈芝를 채취하고 있다. 이 그림은 흔히 연단술의 신선사상을 상징하는 것으로 알려지고 있다. 우현리 대묘가 6세기말에서 7세기초에 만들어졌다고 보고 있으니, 이 무덤의 벽화는 그 시기의 고구려에 신선사상 또는 仙道 등으로 표현되는 불로장생의 術, 또는 연단술이 있었음을 잘 나타내고 있는 것이다.

사실 고구려의 연단술은 일찍부터 중국에 잘 알려져 있었다. 중국의 연단술과 융합된 약물학적 지식을 담은 대표적인 本草書의 하나인 陶弘景의 《神農本草經集註》에는 11종의 고구려산 의약재가 소개되어 있다. 그 중에서 특히 인삼과 금가루는 연단술과 관련되어 주목할 만하다. 도홍경은 금가루는 유독하여 정련되지 않은 것을 먹으면 죽지만, 고구려의 금가루는 잘 정련되어 먹을 수 있다고 했다. 인삼과 금가루에 대한 이 기록은 6세기 이전의 고구려 연단술의 한 측면을 보여주는 중요한 자료이다. 인삼과 금가루는 고구려에서 찾아낸 불로장생의 선약이었다. 고구려의 연단술과 선약은 처음부터 인삼과 관련되어 있었던 것 같다. 우현리 대묘의 선녀가 영약을 채취하고 약다리는 그릇을 가진 모습의 그림에서 영약은 인삼을 상징하고 있는 것 같다.

고구려의 금가루가 잘 정련되어 먹을 수 있다는 도홍경의 평가는 6세기초

17) 고구려의 연단술은 5세기 이전에 이미 존재하던 민간 신앙이나 사상 속에서도 전개되고 있었을지도 모른다. 《삼국유사》나 《삼국사기》에 나타난 몇 가지 설화는 한민족에 옛부터 내려오는 신선 사상과도 관련된 것이라는 견해가 있다.

의 고구려 연단술의 수준을 말하는 중요한 자료이다. 6세기 이후 도교의 사상적 영향은 점차로 확대되었다. 624년과 643년에는 당에서 道士가 직접와서 道經을 전파하였다. 이 시기에 葛洪의 《肘後備集方》과 陶弘景의 《神農本草經集註》가 고구려에 들어왔으리라고 믿어진다. 또 갈홍의 《抱朴子》가 미친 영향도 컸으리라고 짐작된다. 이 무렵 고구려의 여러 무덤에 그려진 달을 상징하는 두꺼비의 그림은 달에 대한 不死의 관념을 나타낸 것으로서 죽은 자의 영생을 축원하는 불로장생 사상의 영향일 것이다.¹⁸⁾

(4) 도구와 기계장치

7세기 초, 고구려는 비교적 규모가 큰 연자맷돌을 쓰고 있었다. 잘 알려진 것처럼 曇徴이라는 중이 610년에 일본에 건너가서 礪磑 즉 연자맷돌을 만들었다는 《日本書紀》의 기사로 확인된다. 그것이 물레바퀴로 움직이는 장치인지 畜力으로 움직이는 연자매인지는 확실하지 않으나, 고구려에서는 물레바퀴를 동력으로 하는 연자매와 연자방아가 대체로 5~6세기경에는 쓰이고 있었을 것이다. 4세기 중엽의 안악 제3호분의 방앗간 그림과 5세기경의 무덤들에 그려진 수레의 그림은 그 기술 수준을 보여주고 있다. 고구려에서는 쌀보다 조와 밀이 많이 경작되고 있었으므로 탈곡 제분용 방아와 연자매의 동력으로서 물레바퀴가 보급되었으리라고 생각된다.

고구려는 그 넓은 땅을 주로 육로를 이용해야 했기 때문에 일찍부터 교통 운송 수단으로 수레가 이용되었다. 우차와 마차가 제작된 것이다. 견고하고 경쾌하며 넉넉한 짐을 실을 수 있는 수레의 제작과 힘센 가축이 끌기에 알맞는 수레장치의 개량은 중요한 기술의 영역이었다.

여러 무덤에서 발굴된 수레의 부품들과 4세기 후반에서 5세기 전반의 무덤들에 그려진 수레의 그림들과 수레바퀴 제조기술자의 그림은 그 시기 고구려의 수레 제작기술이 높은 수준에 있었음을 나타내고 있다. 가장 완전한 옛 수레의 모습은 무용총 벽화에 그려진 소가 끄는 수레와 오피분 5호분 벽화에 그려진 수레바퀴에서 볼 수 있다. 이 아름다운 그림은 5세기경의 고구

18) 金斗鐘, 《韓國醫學史》(탐구당, 1966), 34쪽.

려 수레가 훌륭하게 사실적으로 묘사되어 있어, 우리에게 그 시기의 수레와 명예를 생생하게 보여주고 있다. 그리고 수레바퀴는 철판을 테두리에 씌운 이른바 쇠바퀴가 등장하고 있었음을 나타내고 있다.

고구려 사람들은 옷감을 어떻게 짖으며 원료가 무엇인가, 물감은 어떻게 만들었는가. 고구려 무덤의 벽화에는 많은 사람들이 등장하고, 그들이 입은 옷은 색깔과 모양이 다양하다. 문헌에 의하면, 고구려에서는 오색 비단과 푸른색·붉은 색 및 흰색의 모직물 등의 고급직물이 생산되었다. 고구려 사람들의 옷감은 비단·명주·삼베·가죽 등이었다. 대안리 1호분에 그려져 있는 베짜는 여인의 그림은 유명하지만, 너무 간결해서 그것으로 고구려의 직조기나 그 기술을 헤아리기는 어렵다.¹⁹⁾

안악 제3호분에는 고구려 사람들의 생활 과학의 모습을 보여주는 훌륭한 그림들이 그려져 있다. 외양간·차고·방앗간·부엌·우물 등 4세기 중엽의 고구려인의 일상생활과 주거시설을 생생하게 그려 놓았다. 그것은 어떤 기록에 못지 않는 정확한 살아 있는 고구려 생활과학의 자료로서 아주 중요하다. 우물가의 정경에서는 우물의 모양과 옆에 놓인 물항아리들, 그리고 특히 우물에서 물을 길어 올리는 지레장치가 주목을 끈다. 이런 장치는 조선시대에도 널리 쓰인 드레의 원형이다. 똑같은 지레장치는 곡식을 탈곡하는 데 쓰인 발방아에서도 찾아볼 수 있다. 확라고 씌어 있는 그림에서 두 사람이 발방아로 작업을 하고 있는 장면은 조선시대의 그것과 똑같다. 4세기에 이미 이러한 장치들이 쓰이고 있었던 것이다.

이 시기 고구려 상류층의 주거 설비는 매우 기능적이고 효율적으로 배치되고 있었다. 실림살이 공간과 응접실에서 침실에 이르기까지의 여러 방들과 음식을 마련하는 데 필요한 공간들이 근접해 있었고, 수레와 수레를 끄는 소와 말이 있는 공간들이 중요시되고 있었다. 부엌시설도 훌륭하다. 화덕에 걸린 술, 시루의 사용이 확인된다. 가축이 사육되었고, 육고에는 고기가 많이 걸려 있어 음식물이 잘 조리되고 있음을 알 수 있다.

물을 담거나 저장용으로 큰 토기 항아리와 독이 쓰였고, 유약 질그릇 식

19) 朱榮憲, 《高句麗の壁畫古墳》(東京; 學生社, 1972), 83~109쪽.
全相運, 앞의 글(1985), 282쪽.

기들이 사용되었다. 3세기 초 이전에 생겨난 유약을 바른 질그릇 제조기술은 4~5세기경에는 매우 높은 수준에 이르게 되었다. 알칼리질 유약을 입힌 경질토기가 만들어지게 되었고, 대량생산이 가능해졌다. 그래서 5세기경부터는 일반 평민들도 유약 질그릇을 널리 사용할 수 있게 되었다.²⁰⁾ 고구려 경질토기 제조기술이 그만큼 발달한 것이다.

3) 의약학

중국의 대표적인 本草學書의 하나인 《神農本草經集註》에는 11종의 고구려산 의약재가 소개되어 있다. 이 책에는 또 고구려 인삼의 효능과 식물학적 생태에 대해서도 잘 기술하고 있다. 그리고 고구려의 금가루는 잘 정련되어 먹을 수 있다고 한 것은, 그것이 약을 짓는 데도 적합하다는 것을 말한 것이다. 고구려 의약에 대한 이러한 기술은 이 시기에 정리되어 있던 고구려의 의약학 지식의 내용을 엿보게 한다. 또 752년에 완성된 당의 의약서인 《外台秘要方》에는 고구려의 처방인 〈高麗老師方〉이 인용되고 있다. 이것은 고구려 명의의 처방을 뜻하는 것으로, 중국에까지 잘 알려진 고구려의 유명한 의약 처방 또는 의서가 있었음을 확인하게 한다.²¹⁾

그 당시 고구려에는 명의가 많았다. 일본 사료에는 일본에 건너간 고구려 의사들의 이름이 나타나 있다. 장수왕 47년(459)에 일본으로 간 德來는 難波藥師라는 칭호를 얻게 되고 자손대대로 의업에 종사하여 의사의 문벌을 이루었다고 한다. 또 650년의 《日本書記》 기사에는 고구려의 侍醫 毛治가 궁중 의식에 참여한 사람들의 이름 가운데 나타나 있고,²²⁾ 645년의 기사에는 고구려의 학문승에게 침술을 배운 사실이 기술되어 있어 그 당시 고구려에 진보된 침술이 존재하고 있었음을 말해주는 것으로 해석되고 있다.²³⁾

20) 최무장, 앞의 책, 829~833쪽.

21) 三木榮, 《朝鮮醫學史及疾病史》(大阪; 출판사 불명, 1962), 7~8쪽.

22) 金斗鐘, 앞의 책, 56쪽.

23) 三木榮, 앞의 책, 8쪽.

4) 지도의 제작

고구려의 지리학과 지도제작의 지식을 전해주는 기록은 거의 없다. 그렇지만 4세기에서 5세기에 이르는 사이의 고구려 천문학의 수준은 우리에게 고구려의 지리학과 지도제작이 적어도 그와 비슷한 수준에서 전개되고 있었으리라는 생각을 갖게 한다. 고구려의 무덤 벽화 중에서 요동성의 성곽도, 약수리 벽화고분 성곽도, 그리고 용강대묘 성곽도에서 볼 수 있는 도시 지도는 4~5세기 고구려 지도의 모습을 우리에게 보여주는 것이다. 또 628년에는 고구려 사신이 封域圖라는 고구려 지도를 당에 바쳤다고 한다.

무덤들에 그려진 城市들의 지도는, 성내외의 지형, 성시의 구조와 시설, 도로, 성벽과 그 시설, 그리고 누각과 기와집·민가와 같은 건물들이 그려져 있고, 하천과 개울, 산과 도로 등이 적·청·보라·백색 등의 안료를 써서 회화적 수법으로 묘사되고²⁴⁾ 그 수법은 조선시대의 여러 성시들의 회화적 지도와 매우 비슷하여 이런 지도의 초보적인 제작 수법과 형식이 4세기경에 이미 나타나고 있었음을 보여주고 있다. 영류왕 11년(628)의 고구려 전도도 이러한 지도제작 수법으로 그려졌을 것이다. 이 도시 지도들의 제작법은, 3세기 중국의 유명한 지도 제작자인 裴秀가 제시한 지도제작의 6가지 원리가 고구려에도 많은 영향을 주었으리라는 생각을 갖게 한다.

요동성도에는 성곽의 테두리가 정확하게 그려져 있고, 내성과 외성, 그 안의 주요 시설들이 그 상대적 위치가 크기 등과 함께 비교적 성실하게 묘사되어 있다. 그리고 하천과 개울이 어떤 방향으로 어떻게 흐르는지, 그 상대적 크기는 어떤지가 나타나 있고, 성안의 통로와 건물들이 크기와 유형에 따라 묘사되어 있다. 이와 비슷한 수법으로 그려진 성곽도는 약수리 벽화무덤에서도 찾아볼 수 있어서 고구려의 지도제작 수법이 비슷하게 도식화되어 있었던 것으로 보인다. 그러나 이 성시들의 지도만으로는 裴秀의 지도제작의 원리가 실제로 어느 정도로 반영되었는지를 가늠하기는 어렵다.

24) 全相運, 《韓國科學技術史》(正音社, 1976), 298~299쪽.

도성 건축의 측면에서는 尹張燮, 앞의 책, 72~73쪽 참조.

3. 백제의 과학과 기술

1) 천문학과 역산학

별자리에 관한 백제인의 지식은 고구려인에 비견할 만한 수준이었으리라고 생각된다. 그러나 우리는 아직 그러한 사실을 뒷받침할 만한 기록이나 자료를 찾아내지 못하고 있다. 백제의 천문학과 역산학에 관한 기록은 일본에 남아있는 사서인 《日本書紀》에 전해지고 있는 것이 거의 전부라 해도 크게 잘못이 없다. 천문학과 역산학의 전문학자들과 거기에 밝은 학승들이 관련 서적을 가지고 일본에 건너가서 하늘의 과학을 가르쳤다는 사실이 기록된 것이다. 백제 위덕왕 원년(554)에 曆博士 固德王保孫이 일본에 파견되었고, 그 뒤 무왕 3년(602)에 중 觀勒이 曆書와 天文書를 가지고 일본에 건너갔다는 기록이다.²⁵⁾ 또 백제의 천문학자들은 분명히 671년에 설치된 일본 최초의 거대한 물시계의 제작과 시각제도의 제정과 시행에 직접 관여하였고, 675년에 일본에 세워진 천문대인 占星臺의 설립에도 직접 관여하였다.

일본의 천문학과 역산학에 기여한 백제 천문학자들의 역할은 매우 컸던 것으로 알려져 있다.²⁶⁾ 690년에 일본에서 처음으로 시행하게 된 曆法인 元嘉曆과 儀鳳曆에 의한 일본 역서의 제정은 백제의 천문·역산학자들의 전수에 의한 것이었다. 그 시기 일본의 과학과 기술 발전에 백제의 과학자와 기술자들이 정기적으로 파견되어 활동하고 있었던 사실과 일본 천문·역법의 전개에서 나타나는 양상은 거의 일본의 史書들에 의하여 알려지고 있을 뿐이다. 백제의 曆博士 이외에 易博士와 醫博士, 그리고 기술 관련 박사들이 건너간 사실들은 모두 일본의 사서들에 기록되어 있는 것이다.²⁷⁾ 백제는 5세기 이후

25) 《日本書紀》권 19, 22쪽.

S. Nakayama, *Japanese Astronomy, Chinese Background and Western Impact*, Cambridge, Mass., 1969, p.9.

26) Nakayama, 위의 책, pp.9~10.

27) 吉田光邦, 《日本科學史》(東京; 教學研究社, 1987), 72~74쪽.

중국의 원가력을 받아들이어 시행하고 있었다고 전해지고 있다.²⁸⁾ 또 백제 무령왕릉의 묘지명에 나타난 간지와 월일은 백제의 역법의 한 부분을 알 수 있는 매우 드문 자료의 하나이다. 그 간지와 월일의 계산에 근거해서 백제는 원가력을 썼다는 것이 확인되었다.

백제에서의 천문기상 관측은 《삼국사기》의 관측 기록에 의하여 그 대강을 알 수 있다. 물론 그것들은 백제인들이 관측한 일부가 남아 있는 것이다. 《삼국사기》와 《삼국유사》를 편찬할 때 바탕이 된 관측 기록은 더 자세하고 많은 내용을 담고 있었을 것이다. 백제 천문학자의 직접적인 영향하에서 675년에 세워진 일본의 占星台는 백제에서의 천문기상 관측활동의 중심으로서의 백제 천문대의 존재를 밀받침해 주는 것이므로, 늦어도 7세기에는 천문기상 관측이 제도적으로 이루어지고 있었을 것이다. 남아 있는 기록들도 그러한 가능성을 말해준다. 백제는 B.C.14년 7월에서 592년 7월의 606년간에 26회의 일식 기록을 《삼국사기》에는 남기고 있다. 백제 천문학자들은 또 16회의 혜성 관측기록을 비롯하여 16회의 天象의 이변을 관측한 것으로 《삼국사기》는 기록하고 있다. 이 기록들 중에는 백제의 독자적 관측에 의한 것으로 확인된 것들이 많이 포함되어 있다. 이 관측기록들이 《삼국사기》를 편찬할 때 중국의 사서에서 베껴서 끼어 넣은 것이 많다는 일본학자들의 견해들은²⁹⁾ 더 검증되어야 할 것이다. 그리고 《삼국사기》와 《삼국유사》의 천상이변의 기사들은 백제 천문학자들이 실제로 관측한 것 보다 적은 것이라고 생각되고 있다.

백제의 日官部라는 관청에는 천문관측을 맡은 전문직 관료학자들이 소속되어 있었을 것이다. 천문대에는 기본적인 관측기기가 설치되어 있었을 것이고, 시간 측정을 위한 물시계와 해시계가 제작 사용되었을 것이다. 그 제도는 중국의 천문기기의 모델과 거의 같은 것이었으리라고 생각된다.

2) 지리학과 의약학

백제의 지리학과 지도제작에 관한 자료는 알려진 것이 거의 없다. 다만

28) 洪以燮, 앞의 책, 54쪽.

29) 예컨대, 齊藤國治, 《古天文學の道》(東京, 1990), 195~214쪽.

《삼국사기》와 《삼국유사》에 기술된 지리학 관계 기록들에서 그 내용을 찾아볼 수 있을 뿐이다. 백제의 지리지와 지도가 있었을 것이지만, 지금까지 전해지는 것은 아무것도 없다. 다만 《日本書紀》에는, 602년에 중 관록이 天文地理書を 가지고 일본에 건너와서 書生 24명을 선발하여 가르쳤다는 기사가 나오므로, 그 지리서 중에는 그 당시 중국의 유명한 지리 관련 서적들이 포함되어 있었을 것 같다. 그것들이 백제에서 백제 지리학의 이론을 형성하는 데 크게 영향을 주었을 것이다. 지리적 이론은 지도의 제작과, 도시의 조성 계획 설계, 토지 측량 및 정비 등과도 연결된다. 7~8세기 일본의 도성 경영에 나타난 정연한 도시계획은 백제에서 건너간 기술 과학자들의 지도로 조성되었다. 그것은 백제 지리학과 지도제작 이론의 수준을 보여주는 중요한 자료로 평가되는 것이다. 그리고 이러한 도시 조성 계획과 설계를 밑받침하는 실제적인 지리 이론이 백제의 지리학자에 의해서 체계적으로 정리되었을 가능성이 인정된다. 그러나 그러한 백제 학자들의 지리서는 어떤 형태로도 전해지는 것이 없다.

백제의 의약학 수준은 일찍부터 중국의 여러 史書에서 높이 평가되고 있었다. 6세기의 중국 사서에 의하면 백제에는 藥部라는 의료기관이 있었고, 《日本書紀》에 의하면 554년에 백제의 醫博士와 採藥師가 일본에 건너왔다고 했다. 백제의 약부에는 의박사·채약사와 같은 관직을 가진 의약 전문 관료가 소속되어 있었다고 생각된다.³⁰⁾ 10세기 일본의 유명한 의학서인 《醫心方》에는 《百濟新集方》에서 인용한 2가지 처방이 수록되어 있다. 백제에는 《百濟新集方》이라는 의약서가 존재하고 있었음을 말하는 것이다. 알려진 것은 불과 두 처방뿐이지만 몇 가지 약초의 복합처방으로 나타나 있고 3가지 병명이 적혀 있어, 비록 그것이 민간 요법과도 비슷한 점은 있으나 그 보다는 한발 앞선 백제의 새 처방집임에 틀림없다. 백제의 의사들이 6~7세기 일본에 파견되어 건너가서 일본 의약학을 주도하고 의료체도를 세우는 데 결정적인 역할을 했다. 일본에 전해진 백제 의약학은 아스까(飛鳥)시대 일본 의약학의 형성과 발전에 커다란 영향을 미쳤다.³¹⁾

30) 三木榮, 앞의 책, 9~10쪽. 여기에는 《周書》異域傳, 《隋書》百濟傳, 《北史》東夷傳, 《日本書紀》권 19 등을 인용하여 해설하고 있다.

중국과 일본의 여러 의약서와 문헌들은 훌륭한 약제로 여러 가지 백제산 의약제가 그 효능이 좋다는 사실을 전하고 있다. 중국의 의사들과 의약학자들이 백제의 의약제의 효능을 잘 알고 있었다는 사실은 백제 의약학의 수준을 평가하고 있었음을 의미하는 것이다. 일본에서는 백제의 처방들을 중심으로 한 이른바 「韓醫方」과 약제가 일본 의약학의 바탕이 되었다. 백제의 의약학은 중국 의약학의 영향을 받아 전개되었으나, 백제산 약제를 충분히 활용하여 그들 나름의 경험적 의약처방들을 모아 체계화한 의약학을 발전시키고 있었던 것이다. 인삼과 우황은 그 중에서도 특히 최고의 약제로 중국과 일본에서 존중되었다. 8세기의 일본 本草學의 주류를 이룬 학자들은 대부분 백제에서 건너간 과학기술자들의 후손이었다는 사실에도 유의할 필요가 있다.

3) 산업기술

(1) 농업기술의 혁신

4세기에서 5세기에 이르는 동안에 백제의 농업기술은 고대의 농업 혁명이라고 할 수 있을 정도로 획기적으로 발달하였다. 백제 사람들은 그들 나름의 벼농사 기술을 전개한 것이다. 그들은 중국 華南지방의 앞선 벼농사법에서 머무르지 않고, 華北지방의 발달된 밭농사의 농업기술을 화남지방의 벼농사법에 도입하여 한반도 서남부의 논(水田)농사를 발전시켰다. 벼농사의 전천후화를 위해서 백제 기술자들은 저수·수리시설을 개발하고, 철제 농기구를 개량 보급했다.

백제의 기술자들은 벼농사의 전천후화와 경작지를 확대하기 위하여 독을 쌓아 물을 가두고 도랑을 파서 그 물을 필요할 때 논에 대는 공사를 벌였다. 《삼국사기》에 의하면 비류왕 27년(330)에 김제 땅에 碧骨池가 만들어졌는데 그 둘레가 1천8백보라고 했다. 그러니까 독의 둘레가 2.2km나 되는 큰 인공호수를 만든 것이다. 이러한 저수지나 수리시설은 습지를 이용해서 논을 만

31) 三木榮, 위의 책, 22쪽.
金斗鐘, 앞의 책, 43쪽.

들어 벼농사를 짓게 했다는 다루왕 6년(33)의 기사와 제방을 수리하게 했다는 구수왕 9년(222)의 《삼국사기》 기사로 보아³²⁾ 상당히 오랜 역사를 가지고 있는 것으로 생각된다.

이렇게 해서 백제의 농업은 식량의 주식 곡물이 밭곡식에서 쌀을 위주로 하는 벼농사가 주류를 이루는 혁신적인 전환이 이루어지게 되었다. 논에서의 쌀 경작을 확대하기 위하여 여름 3달에 편중되어 있는 강수량 문제를 극복하는 가장 현실적이고 효율적인 방법이 저수시설과 관개 수리시설을 갖추는 것이라는 가장 중요한 기술적 문제를 정확하게 해결해 낸 것이다.

그리고 백제의 기술자들은 또 하나의 혁신적인 농업기술의 개발에 성공했다. 뛰어난 금속기술을 바탕으로 큰 철제 농기구를 만든 것이다. 호미와 괭이를 주로 쓰던 농업에서 소가 끄는 쟁기를 써서 논밭을 가는 기술로의 획기적인 전환을 이루어냈다. 백제의 기술자들은 쇠로 만든 쟁기의 보급 모양을 백제 땅에 알맞는 보다 효율적인 모습으로 만들어낸 것이다. 호미와 낫 그리고 쇠스랑도 자기네 것을 쇠로 대량 생산하게 되었다. 이렇게 새로운 개량 철제 농기구들이 개발되고 대량으로 보급되면서 백제의 농업생산량은 크게 늘어나게 되었다. 그것은 백제의 농업 기술 혁신이었다.

(2) 토목기술

벼농사를 위한 저수지와 관개 수리시설 기술의 발달은 백제의 토목기술과 맞물리는 것이다. 땅을 파고 높은 둑을 쌓아 많은 물을 가두고 그 물을 물길을 만들어 유수량을 조절하면서 흘러나가게 하여 논에 물을 대는 시설을 설계하고 영조하는 일은 고도의 기술적 문제들이 따르는 사업이었다. 벽골지의 대공사는 그래서 백제의 토목기술을 보여주는 대표적인 사례로 꼽힌다. 백제 기술자들에 의하여 일본에 건설된 저수지들과 제방들도 빼놓을 수 없다. 백제의 토목 기술자들은 수리시설과 연결하여 논의 면적을 크게 확대하는 공사를 벌였다. 최근에 있었던 부여 궁남지 導水路 발굴조사에서 그 기술 수준이 확인되었다.

32) 《三國史記》 권 23, 백제본기 1, 다루왕 및 권 24, 백제본기 2, 구수왕.

백제 산성의 성벽 축조와 교량가설, 대규모의 궁궐과 사찰 영조를 위한 토목공사, 그리고 거대한 미륵사탑과 황룡사 9층탑으로 대표되는 축조 토목공사에서 그 기술 수준이 당시 동아시아 최고의 수준이었음을 보여주고 있다. 특히 6세기 일본에 파견된 백제 기술자들에 의하여 奈良지역에 건설된 대규모의 불교 사원들과 도시 건설 공사의 정연한 구획과 계획성은 높이 평가되고 있다. 藤原京 이후 백제 기술자의 후예들에 의하여 708년에서 710년에 걸쳐 조영된 平城京은 도시 계획의 완성을 보여주는 것으로, 그 정연한 구획과 계획성은 唐의 長安이나 洛陽의 도성에서도 볼 수 없었던 최고의 기술이었다.³³⁾

(3) 금속기술

백제의 금속 공예기술은 일찍부터 주목되어왔다. 백제가 성장한 한강 유역에서 한반도의 서남부에 이르는 지역에서 출토된 청동기와 철기들은 기술적으로 우수한 제품들이다. 백제의 금속기술은 그것을 바탕으로 발전한 것이다. 이 지역에서 출토된 청동기와 그 돌거푸집들, 그리고 철제 농기구들은 백제의 우수한 금속 합금기술과 주조기술, 단련 및 세공기술 전통의 원류가 된 것이었다. 4세기에 들어서면서 백제의 금·은·구리·철 등의 제련, 주조 및 세공기술이 기술적으로 거의 정점에 이르게 되었다. 그 시기의 유물과 기록들은 그러한 사실을 잘 보여주고 있다.

《日本書紀》에 의하면 백제의 근초고왕이 일본 사신에게 鐵鋌 40매를 주었다고 한다. 이 덩이쇠는 최근까지 가야의 유적과 일본 규슈 북부지방의 고대 유적에서 적지 않게 출토되고 있는데, 그것은 철제품을 만드는 원료가 되는 철재로서 비축하기 위하여 만들어 낸 것이라고 생각되고 있다. 그래서 덩이쇠는 일본에 철기의 원료 철재로 대량 수출되어 일본의 철기 문화를 전개하는 바탕이 되었다.

백제의 금속기술을 실증하는 매우 중요한 유물로 七支刀가 있다. 근초고왕 24년(369)에 제조된 것으로 알려진 칠지도는 지금 일본 天理의 이소노가

33) 吉田光邦, 앞의 책, 108쪽. 吉田는 “大陸系の 工人에 의하여 지도되었다”고 말하고 있는데, 대륙계의 공인이란 백제 기술자를 말하는 것이다.

미(石上) 신궁에 보존되어 있다. 75cm길이의 이 철검은 그 뛰어난 철의 단조 기술과 61자의 금상감으로 새겨 넣은 명문, 그리고 사슴뿔을 형상화한 듯한 특이한 디자인 등으로 4세기초의 백제 금속기술의 우수함을 잘 보여주고 있다. 명문에 써여 있는 것처럼 칠지도는 ‘百鍊의 鐵’, 즉 鋼鐵과도 같은 쇠로 만들었다. 글자 그대로 철을 백번 이상 숯불에 달구었다 연단하는 과정을 거쳐 탄소가 조금씩 고루 쇠속으로 스며들게 하는 공법으로 만든 매우 단단한 쇠를 말하는 것이다. 실제로 이런 高炭素鋼과도 같은 쇠붙이는 백제의 몇군데 유적에서 출토된 쇠도끼와 화살촉과 칼과 같은 날카로운 철기들의 화학 분석 결과로 입증되고 있다. 덩이쇠와 칠지도는 그 당시 국가의 富와 첨단기술을 상징하는 철의 생산과 철의 기술을 나타낸다는 점에서 《日本書紀》의 기록과 함께 귀중한 기술 자료이다.³⁴⁾

6세기에서 7세기에 이르는 사이에 백제의 금속기술은 더욱 더 크게 발전하였다. 최근에 발굴된 6세기의 백제 향로는 백제 금속 공예기술을 압권한 대표적 작품으로 평가되고 있다. 그 뛰어난 기술은 중국의 기술을 능가하는 것이라고 말한다. 그것은 칠지도의 제조기술의 전통을 잇는 것이다. 金銅龍鳳蓬萊山香爐라고 이름지어진 높이 64cm, 무게 11.8kg의 금도금 청동향로는 백제 금속기술의 결정이며 금속기술자들이 만들어 낸 최대의 걸작이다.

하늘을 향해 막 날아오르려는 큰 용과 연꽃봉우리, 봉래산의 74개 봉우리와 그 정상에 서서 날개짓하는 봉황의 리얼한 표현을 그대로 청동으로 부어 낸 고도의 주조기술과 솜씨는 백제의 美를 창조적 기술로 구현한 것이다. 이 향로는 밀랍 거푸집으로 부어만들었고, 금도금은 아말감 수은법으로 고르게 잘 입히고 있어서 이 시기 백제의 금속 주조기술과 도금기술의 뛰어난 솜씨를 잘 보여주고 있다.

이 향로의 뛰어난 금속기술은 7세기의 백제 불상인 금동미륵보살반가상(국보 78호)의 제작기술과 맥을 같이한다. 높이 80cm의 이 불상은 머리 부분과 몸체 부분을 따로 주조한 후에 연결 용접하는, 기술적으로 훌륭한 방법을 썼

34) 칠지도의 명문에 그것이 ‘百鍊의 鐵’로 만들어졌다는 것과, “백제국의 서쪽에 谷那 철산이 있다. 그 철산의 철을 캐서 계속 보내겠다”고 했다는 《日本書紀》의 기사는 철의 기술과 관련된 매우 중요한 자료이다.

다. 코발트 60 방사선에 의한 투과 촬영 조사로 그 주조 솜씨가 고도로 발달된 기술이었음을 확인할 수 있었다. 이 불상에서도 볼 수 있는 밀랍 거푸집에 의한 주조기술은 6세기에 일본에 건너가서 불상 주조기술을 지도한 백제의 주조기술자들에 의하여 전수된 그것과 같은 기법이었을 것이다.³⁵⁾ 일본奈良 東大寺의 거대한 청동불상은 백제의 기술자들이 전수한 기술로 그 후손에 의하여 주조된 것이다. 그것은 밀랍 거푸집으로 약 490톤의 청동을 써서 주조된 것으로, 수은 아말감을 이용한 금도금법을 써서 완성한 8세기 최고의 금속기술이 결집된 최대의 불상이었다.³⁶⁾

이러한 금속기술은 백제의 전문 관료기술자 집단에 의하여 개발되고 발전된 고도의 창조적 공예기법에 의하여 이루어진 것이다. 백제에는 최고의 전문기술 교수직을 가진 名匠 제도가 확립되어 있었던 것으로 생각된다. 위덕왕 35년(588)에 일본에 파견된 전문기술자들 중에 鑪鑪博士라는 불탑의 상륜을 주조하는 전문기술 교수가 포함되어 있는 것은,³⁷⁾ 다른 여러 가지 금속기술을 전문으로 하는 기술 교수가 또 있었다고 보아도 무리가 없을 것이다.³⁸⁾

백제의 금속기술에서 또 하나 귀금속 공예기술을 빼놓을 수 없다. 무령왕릉이 발견되면서 백제의 귀금속 공예기술은 새로운 조명을 받게 되었다. 백제 특유의 부드럽고 세련된 디자인이 특히 돋보이는 가공기술과 세공기술이 뛰어난 백제의 아름다움과 기술의 전통을 창조해냈다는 사실이 크게 부각된 것이다. 장식품을 주류로 하는 이 공예품들을 볼 때, 백제의 기술자들은 필요에 의하여 만들어내려는 제품은 어떤 것이라도 훌륭하게 제작할 수 있는 기술 수준에 도달하고 있었다. 금속기술의 첨단 노하우를 가지고 있었던 것이다. 그들은 중국과 고구려의 첨단 금속기술을 도입하고 소화할 수 있는 자기의 기술을 가지고 있어서, 그것들을 적절히 받아들였다. 금속제품은 장식

35) 小林行雄, 《古代の技術》(東京, 1962), 207~208쪽.

36) 吉田光邦, 앞의 책, 97~100쪽. 이 청동불상은 백제의 청동기술이 결집된 작품이다.

37) 《日本書紀》권 21, 崇峻天皇.

38) 聖德大王神鐘에는 그 명문에 鑄鐘博士라는 직책이 새겨져 있다. 종을 주조하는 전문 기술 교수가 있었던 것이다.

강현규 외, 《백제의 역사》(공주, 1995), 67~70쪽 및 302~316쪽.

품 이외에 생활용품과 그릇들이 있고, 불교 사찰용 제품들도 적지 않게 제작되었다. 이들 금속제품들은 적어도 출토된 것으로 볼 때, 기술 수준이 처지는 제품은 눈에 띄지 않는다.

(4) 요업기술

요업기술도 금속기술의 창조적인 발전과 함께 높은 수준에 도달하고 있었다. 흙과 불의 과학이 빚어내는 기술의 흐름이 함께 전개되었기 때문이었을 것이다. 청동과 철의 생산을 바탕으로 한 금속기술과 얹히고 조화된 기술과 고구려의 경질토기의 기술이 한반도 서남지역에서 산출되는 질이 좋은 흙으로 빚어 구어 내던 토기의 기술과 상승하여 백제토기가 만들어진 것이다. 백제토기는, 고구려 토기도 그랬지만, 그 단단함과 그릇의 질감이 토기의 단계를 벗어나 굳은 질그릇(陶器)으로 발전하고 있었다. 4~5세기에 높은 온도에서 그릇을 구어낼 수 있는 터널식 언덕가마(登窯)를 짓는 기술이 개발되면서 백제의 질그릇은 한 단계 높은 수준에 도달하게 된 것이다.

백제의 질그릇 제조기술은 기술 그 자체에서는 고구려와 신라의 그것과 별로 다른 것이 없다. 다만 무령왕릉으로 대표되는 벽돌과 전돌이 보여주는 요업기술은 그것이 6세기초의 제품이라고 생각하기 어려울 정도로 높은 기술수준에 도달하고 있다는 사실이다. 그토록 우아하고 세련된 아름다운 무늬를 벽돌과 전돌에 찍어 구어 내는 기술 또한 매우 훌륭하다. 또 백제의 유적에서 수없이 출토되는 기와의 제조기술도 높은 수준에 도달하고 있다. 수막새 기와들의 아름다운 연꽃무늬의 디자인을 멋있게 살려낸 기와제조 장인들의 솜씨와 기술은 일품이다. 588년에 일본에 건너간 瓦博士가 그 시기 일본의 궁전과 사원들의 장대한 건물·기와·지붕을 영조할 수 있게 한 기술 이전의 과급은 획기적인 것이었다. 飛鳥와 奈良의 궁전과 사원에 이전된 백제의 기술은 우리 나라에는 남아있지 않는 우수한 백제 건축기술을 실증하는 자료이다.³⁹⁾ 거기서 볼 수 있는 거대한 기와들은 백제 요업기술의 유산으로 주목되는 것이다. 전돌 중에서 또 하나 속이 비어 있는 불력과 같은 직사각

39) 吉田光邦, 앞의 책, 80~84쪽 참조.

형의 두꺼운 전(塼)이 만들어졌다. 아마도 벽체를 쌓기 위해서 제조되었을 것으로 생각되는 이 블럭형 전은 뛰어난 기술적 아이디어가 매우 돋보이는 기술 개발의 산물이다.

제철기술과 요업기술이 이어진 흙과 불의 과학을 전개하면서 백제의 기술자들은 유리를 만드는 기술도 개발했다. 백제 고분에서 많이 발견된 여러 가지 유리구슬(관옥)은 백제의 기술자들이 만든 것이다. 최근에 진천 석장리에서 유리구슬과 함께 출토된 유리구슬 거푸집의 발견은 여러 가지 유리구슬이 백제에서 만들어졌다는 사실을 입증하는 것이다. 35mm×27mm크기에 두께가 5~8mm의 이 진흙거푸집 조각에는 지름 7mm 정도의 작은 유리구슬을 성형할 수 있는 9개의 구멍이 있다. 유리구슬은 서남지역의 초기 철기시대 유적인 부여 합송리, 당진 소소리, 공주 봉안리 등에서 주조된 쇠도끼와 함께 출토되어, 기원전 2~3세기에는 유리가 만들어지고 있었다고 생각되고 있다.

그런데 1995년에 보령 평라리 청동기시대 유적에서 출토된 유리구슬이 기원전 5세기에 한반도에서 만들어진 납유리임이 밝혀지면서,⁴⁰⁾ 백제 유리기술의 원류는 상당히 이른 시기부터 찾아볼 수 있게 되었다. 그리고 그 기술이 토착기술로 한반도에서 자생했을 가능성이 크다는 생각을 가질 수 있게 했다. 그러나 그 후, 유리기술의 전개과정을 알 수 있는 유적이나 유물이 매우 단편적으로 나타나고 있을 뿐이다. 그리고 기원전 2~3세기로 건너뛰고 또 그 다음 백제시대에 그 기술이 어떻게 이어지고 발전했는지 정리할 수 있는 자료도 아직 없다.

백제 유리기술의 걸작은 6세기 중엽에 이르러 무령왕릉에서 훌쩍 나타난다. 왕비의 허리 부분에서 한 쌍의 유리 童子像이 발견된 것이다. 높이 2.5cm의 이 동자상은 초록색의 알칼리 유리로, 비슷한 시기의 유물로 한국에서만 발견되는 유리곡옥과 아주 비슷한 재질이다.⁴¹⁾ 이 동자상은 한 눈에 그것이 한국인의 모습을 연상하게 한다. 선을 그어 소박하게 조각한 얼굴 모습, 다소곳한 손과 발의 자세와 몸체의 전체적인 인상이 매우 부드럽다. 백제 유리

40) 최주·이용조·정동찬 외, <기원전 5세기의 保寧郡 平羅里 출토의 유리구슬에 대하여> (《한국전통과학기술학회지》 3 : 1, 1996), 15~32쪽.

41) 李仁淑, 《한국의 古代유리》(, 1993), 48쪽.

工匠의 따뜻한 조각 솜씨를 보여주는 오직 하나밖에 없는 귀중한 작품이다. 6세기의 백제 유리 공장들은 이런 유리제품을 만들어낼 수 있는 기술을 가지고 있었던 것이다.

백제 고분에서 발견되는 珠玉의 재료로는 유리가 많이 쓰이고 있고 그 질도 우수하지만, 백제의 유적에서는 유리그릇이 거의 발견되지 않는다. 백제 사람들이 유리그릇을 만드는 일을 별로 하지 않았는지 잘 알 수가 없다. 다양한 색깔의 아름다운 구슬류의 유리제품은 주로 목걸이와 같은 장신구로 쓰였다. 천연석과 함께 유리구슬은 보석의 일종으로 생각되었고, 금 장식품에 박아 넣어 장식효과를 더하는 데도 쓰였다. 무령왕릉에서 출토된 여러 가지 색깔의 유리구슬들은 알칼리 소다유리 계통의 유리로 만들어진 것으로 보고되어 있다.⁴²⁾ 유리곡옥들은 특히 주목할 만한 것이다. 그것은 진흙 거푸집으로 만든 것이고, 곡옥은 우리 나라에서 만들어진 것을 확인해주는 유물이기 때문이다.

4. 신라의 과학과 기술

1) 하늘의 과학

(1) 첨성대를 세우다

신라는 선덕여왕때에 瞻星臺를 세웠다. 《삼국유사》는 선덕여왕대(632~647)라고 했고, 《세종실록》 지리지에는 선덕여왕 2년(633)이라고 기록하고 있으나, 일반적으로 《동국여지승람》과 《증보문헌비고》에 따라 선덕여왕 16년에 세워진 것으로 알려져 있다.⁴³⁾ 선덕여왕때에 설립된 것은 틀림없을 것이다. 첨성

42) 金元龍・安輝濬, 《韓國美術史》(서울大 出版部, 1993), 93쪽.

李仁淑, 위의 책, 50쪽 및 79~80쪽.

무령왕릉에서 나온 유리구슬 중에서 주황색 구슬과 같은 특이한 것은 인도에서 인도네시아・타일랜드 등 동남아시아 지역의 유리구슬과 이어질 수 있어서 주목된다.

43) 《三國遺事》권 1, 紀異 1 및 《東國輿地勝覽》권 21에는 선덕여왕 때라고만 했다.

대는 지금 경주 반월성의 동북쪽에 우아한 모습 그대로 서있다. 높이가 9.1m, 밑지름이 4.93m, 윗지름이 2.85m, 기단석으로부터 높이 약 4.16m 되는 곳에 거의 정남쪽으로 1번의 길이가 약 1m의 정4각형의 창문이 나 있는 아름다운 석축 천문대이다. 지금 완전한 모습으로 남아 있는 것으로는 세계에서 가장 오래된 천문대이고, 신라 천문관측의 중심이었다. 신라의 천문학은 첨성대로 상징된다. 7세기 신라의 천체 관측활동은 그 만큼 활발했다.

첨성대가 어떤 기능의 천문대였는지는 초기의 기록에는 설명이 없다. 천문대로서의 첨성대에 대한 설명은 조선시대 초의 문헌에서 비로소 찾아볼 수 있다. 《세종실록》 지리지의 간결하면서도 명확한 기사가 그것이다. 그 기사는 첨성대의 위치와 설립 연대, 재질과 크기를 말하고, “그 안이 통해 있어서 사람이 아래위로 오르내리며 천문을 관측한다”라고 설명하고 있다.⁴⁴⁾ 이 설명문은 그 후의 조선시대 문헌들이 거의 그대로 따르고 있어서 세종때 편찬된 지리지의 기사를 인용하고 있음을 알 수 있다. 지리지는 세종때 국가적 과제로 오랜 조사 끝에 편찬된 문헌이므로, 그 당시 사람들이 알고 있었던 첨성대를 제대로 기술하고 있다고 보아도 좋을 것이다.

첨성대에 대해서는 몇 가지 서로 다른 견해가 있다.⁴⁵⁾ 그러나 첨성대가

44) 《世宗實錄》 권 150, 〈지리지〉, 경주부.

《新增東國輿地勝覽》 권 21, 경주.

45) 《韓國學基礎資料選集》 古代篇(韓國精神文化研究院, 1987), 科學技術篇 485쪽에 박성래는 다음과 같이 요약하고 있다.

첨성대에 대해서는 몇 가지 서로 다른 해석이 있다. 첫째는 현대적인 天文臺와 비슷한 것으로 보는 의견이 있다. 이에 의하면 《세종실록》 또는 《동국여지승람》의 기록처럼 가운데 구멍을 통해 천문관이 꼭대기까지 오르내리며 꼭대기 井字石 위에 渾天儀 등을 설치하고 天文을 관측했으리라는 짐작이다. 그러나 첨성대의 내부가 너무 다듬어 지지 않고 좁아서 南向의 창문을 통해 위까지 오르내렸다고 상상하기 어렵게 해준다. 따라서 이 주장은 타당성이 적다는 비판을 받는다. 따라서 오늘날의 天文臺와는 달리 첨성대는 신라의 표준 해시계와 방향표지 시설을 겸한 것이었으리라는 주장도 있다. 또 그 모양이 佛教의 이상인 須彌山을 본 뜬 것이라면서 첨성대는 곧 佛教 信仰의 상징물이었고, 그래서 金富軾의 《삼국사기》에는 제외되었다고 해석할 수도 있다. 또한 첨성대의 건립 위치가 신라의 靈星祭가 실시되던 곳이었을 가능성이 있고 보면 그것은 당시의 農業神인 靈星 숭배와도 관련이 있을 것 같다. 그런데 현재로서 첨성대가 천문대라는 《세종실록》의 〈지리지〉 기사를 잘못된 것이라고 단정할 수 있는 기록이나 설득력이 강한 견해는 아직 나타나지 않고 있다.

천문대였다는 사실은 분명하다. 그 위에서 천문을 관측한 것이다. 그 관측활동이 매일 이루어졌는지는 확실하지 않다. 아마도 천상의 이변이 있을 때, 혼천의와 같은 천문 관측기기를 가지고 또는 육안으로 천체를 관측했을 것이다. 정상의 정4각형의 틀로 둘러싸인 공간은 2~3사람의 관측자가 활동하기에 알맞은 크기이다. 그러나 첨성대의 구조는 관측자가 수시로 오르내리기에는 아무래도 불편하다. 천변이 있을 때, 그리고 필요에 따라서 관측이 행해지는 것이 고대 천문대이므로, 첨성대의 기능도 그렇게 생각할 수 있다.

첨성대는 신라 천문관측 활동의 중심으로서의 상징적인 시설이기도 했다. 어느 방향에서나 똑같은 안정되고 우아한 모양으로 해서, 계절과 태양의 위치에 관계없이 해그림자를 측정할 수 있어 시각과 절기를 확정하는 데 매우 유용했을 것이다. 정상의 정4각형의 틀은 8방위를 거의 정확하게 가리키고 있다. 거의 정남으로 열린 창문은 사람이 사다리를 걸쳐놓고 오르내리는 데 쓰였지만, 춘분과 추분에 태양이 남중할 때 이 창문을 통하여 태양 광선이 바로 대 안의 밑바닥까지 완전히 비칠 수 있는 위치에 열려 있다. 그러니까 동지와 하지에는 창문 아래 부분에서 광선이 완전히 사라지게 되므로, 분점과 지점을 아주 쉽게 알 수 있도록 설계되어 있다. 첨성대는 이렇게 여러 가지 기능을 가진 다목적의 매우 훌륭한 고대 천문대였다.⁴⁶⁾

첨성대의 건립은 신라 천문학 발전을 상징한다. 그것은 신라 천문학의 상징으로서, 그리고 확실한 기록은 남아있지 않지만 신라 천문학을 관장하는 국가 천문기관의 중심적 시설로서 중요한 위치를 차지했을 것이다. 문무왕 14년(674)에 대내마 德福이 唐에서 曆學을 배우고 돌아와, 새 역법으로 바뀌게 되었다는 《삼국사기》의 기사⁴⁷⁾는 역산학의 전문가와 역서를 다루는 국가기관이 있었다는 것을 말해 준다. 그렇지만 그 기구는 아직 백제의 제도와 같이 규모를 갖추고 자리가 잡힌 전문적인 기관으로까지 성장하고 있지 못했을지도 모른다. 천문박사·누각박사와 같은 전문직의 이름이 기록에 나타나는 것은 통일신라에 이르러서이기 때문이다.

46) 全相運, 〈三國 및 統一新羅의 天文儀器〉(《古文化》 3, 1964), 18~22쪽.

47) 《三國史記》 권 7, 신라본기 7, 문무왕 下.

(2) 천문기상 관측

신라에서도 고구려와 백제에서와 같이 천상의 이변에 특히 주목하여 천문 관측이 이루어졌다. 일식과 혜성의 관측이 제일 많이 기록으로 남아 있는 것도 다른 두 나라와 비슷하다. 일식은 《삼국사기》에 기원전 54년 4월에서부터 256년 10월까지 19회의 기록이 나타나고 있는데, 이상하게도 그 후 787년 8월의 기사가 나타나기까지 무려 530년 동안 아무런 기록이 없다. 첨성대가 세워진 이후에도 일식기사가 없다는 것은 《삼국사기》를 편찬할 때 빠졌다고 생각할 수밖에 없다. 그리고 혜성의 기사는 기원전 49년 3월에서부터 668년 4월까지 19회의 기록이 나타나 있다. 이 밖의 천변의 관측도 꾸준히 이루어졌다. 그 기사들은 신라의 천문관측도 고구려와 백제에서와 같이 독자적으로 이루어졌음을 말해주고 있다.

《삼국사기》와 《삼국유사》의 천문기록들은 그것을 편찬할 때 천문관청의 기록이 완전하게 옮겨지지 않아서 불완전하지만, 신라의 천문관측자들이 남겨놓은 귀중한 자료이다.

신라의 천문관측자들은 기상관측도 꾸준히 하고 있었다. 농업과 밀접한 관련이 있었기 때문이다. 《삼국사기》와 《삼국유사》에 보이는 기상의 이변 기사는 그 관측기록 중의 일부이다. 비와 눈, 바람, 그리고 흰무지개가 해와 달에 걸리는 白虹貫日月, 햇무리와 달무리, 지진, 기온 등이 특히 주의깊게 관측되었다. 두 사서에 기록된 관측기사만 해도 결코 적은 분량이 아닌 것을 보면, 신라의 관측자들은 기상 현상에 대해서도 전반적인 관측제도를 세워놓고 규칙적으로 관측하고 기록했을 것으로 생각된다.

2) 의약학

7세기 이전의 신라 의약학은 그것이 어떻게 전개되었는지를 가늠할 수 있는 자료가 거의 없다는 사실을 정리하는 데서 시작할 수밖에 없다. 《日本書紀》와 《古事記》에 의하면, 414년에 신라의 의사 金武가 일본에 건너가서 일본왕의 병을 고쳤다고 한다.⁴⁸⁾ 아마도 이 때 신라의 명의 한사람이 일본에

의약과 의서를 가지고 갔을 것이다. 그는 중국 의학을 학문적으로 그리고 경험적으로 배운 의학자이기도 했을 것이다. 그러나 그 시기 신라에 중국의 의학이 어떤 영향을 주었는지를 알 수 있는 자료를 아직은 찾을 수 없다.

7세기경까지 신라의 의학은 중국 의약학과 신라의 전통 의학, 그리고 도교와 함께 들어온 불로장생의 연단술과 관련된 의학 처방 등이 혼합된 또는 융합된 형태로 전개되고 있었을 것이다. 10세기 일본의 유명한 의약서인 《醫心方》에 인용된 〈新羅法師方〉은 신라의 옛 의학 처방의 원형일 수 있을 것이다. 진흥왕(540~575)은 신선을 많이 숭상했다고 알려져 있는데, 그것은 신라에서의 도교의 사상적 영향과 불로장생과 관련된 연단술의 전개를 생각할 수 있게 하는 것이다.

3) 산업기술

(1) 농업기술

가야의 우수한 철제 농기구 제작기술을 이어받은 신라의 농업은 3~4세기부터 벼농사가 많이 보급되는 단계에 이르고 있었다. 그리고 4~5세기까지 보리를 주작물로 하는 밭농사도 계속 확대되어 갔다. 조와 콩도 많이 재배되었다. 소를 농사짓는 데 쓰도록 국가가 정책적으로 권장한 것도 이 시기였다. 실제로보다 늦은 기록이지만, 438년에 우차를 만들어 쓰는 방법을 가르쳤고, 502년에 밭갈이에 소를 이용하기 시작했다는 《삼국사기》의 기사들은 이 사실을 뒷바침하는 것이다.⁴⁸⁾ 이 때 만든 우차는 쇠를 부품으로 쓰게 한 것으로 질이 좋은 얇은 쇠판을 바퀴에 씌우고 바퀴축에도 쇠를 이용하는 개량된 구조였을 것이다. 밭갈이에 쇠로 만든 큰 쟁기를 소가 끌게 하는 경작 방식은 노동력과 생산성을 크게 향상시킨 획기적인 발전이었다. 대규모의 수리 공사도 정책적으로 추진되었다. 농업을 국가가 정책적으로 장려하고 철제 농기구의 보급에 힘써 농업기술의 새로운 발전을 이룩할 수 있는 발판을 마련하였다.

48) 金斗鐘, 앞의 책, 50쪽.

三木榮, 앞의 책, 25쪽 참조.

49) 李春寧, 《韓國農業史》(民音社, 1989), 38~42쪽 참조.

(2) 금속기술

신라의 금속기술은 철의 기술을 바탕으로 한 가야의 앞선 금속기술이 이어져 전개되었다. 가야의 제철기술은 덩이쇠로 상징된다. 그것은 철기시대의 권력과 부를 나타내는 첨단기술을 집약한 제품으로 한국의 독특한 유물이다.

가야문화는 철기의 생산과 새로운 경질토기의 생산으로 특징지어진다. 그것은 중국과는 조금 다른 기술문화였다. 금으로 만든 장식품들은 미적 감각이 풍부하고 세련된 디자인과 정교한 제작 기법이 특히 두드러진 훌륭한 작품이다. 소박하고 간결하면서도 우아한 가야의 금관은, 금·은·청동의 장신구들과 함께 가야문화의 높은 금속기술 수준을 나타내는 것이다. 그리고 튼튼하면서도 호화로운 철제 갑옷과 투구는 제철기술의 압권이었다. 가야의 금속기술은 그 시기 동아시아의 선진 첨단기술이었다.

이 가야의 선진 첨단기술은 신라의 기술자들에 의해서 잘 계승되었다. 신라의 금속기술은 화려한 금·은 제품과 아름다운 청동그릇으로 대표된다. 신라 고분에서 출토된 많은 금속제품들은 신라의 조형미와 높은 기술의 조화가 이루어낸 것이다. 특히 순금제품은 가장 주목을 끈다. 고분에서 출토된 여러 금관들은 순금으로 만든 것과 청동에 금도금한 것이 있는데, 고구려나 백제와는 형식이 다른 독특한 모양이 돋보인다. 그것은 신라문화가 가지는 북방적 요소를 뚜렷하게 느끼게 한다.⁵⁰⁾ 청동그릇은 5~6세기의 고분과 유적에서 여러 가지가 출토되었는데, 그 중에서 합과 대접은 중요한 유물이다. 가야지역의 출토품 중에서도 비슷한 것이 보이고, 가야와 신라 토기 그릇에도 비슷한 그릇모양이 있는 것으로 보아 이러한 그릇은 그 시기 한국인의 식기로 많이 쓰인 것 같다. 청동제 합과 대접은 통일신라시대에 이르면서 차츰 대량으로 만들어져서 한국인의 식기로 자리를 잡게 되었다. 놋그릇 또는 鎳器로 조선시대 한국인의 대표적 식기로 발전한 이 청동그릇은 구리와 주석, 납을 주성분으로 하는 동아시아의 일반적 청동합금이 아닌 구리와 주석만의 청동합금으로 만들어진 것이 그 특징이다. 조선시대에 놋이라고 불리운 이 청동그릇은 페르시아의 청동그릇과 같은 유형이라는 점에서 신라 문화에

50) 金元龍·安輝濬, 앞의 책, 123쪽.

나타나는 북방적 요소와 함께 우리의 주목을 끄는 것이다. 뚝대접과 뚝함은 물레를 써서 질그릇을 성형하는 가공기술을 청동기에 응용하여 정교하게 주조하고 깎아서 만들어낸 금속그릇이었다.

가야에서 발전하여 신라로 이어진 첨단 금속기술 중에 또 하나 철의 단조기술이 있다. 신라의 금속기술자들은 농기구를 대량 생산하는 데서 그치지 않고 우수한 철제 공구를 만드는 한 차원 높은 기술을 개발했다. 도끼와 칼에서 망치와 끌과 대패, 그리고 톱의 제작이 그것이었다. 강하고 예리한 철제 공구의 제작은 신라의 토목 건축 기술에 혁신적인 변화를 가져왔다. 6세기 후반부터 시작된 신라의 대사찰과 석탑의 건립은 우수한 철제 공구의 개발 제작으로 가능해진 것이다.

(3) 요업기술

가야에서 크게 발전한 우수한 질그릇 제조기술은 신라로 이어져 더욱 발전하였다. 3~4세기에 이르면서 가야와 신라의 질그릇은 경질토기로의 기술혁신을 하게 된 것이다.⁵¹⁾ 가야토기와 신라토기는 정선된 흙으로 빚어 1,000°C 이상의 고온에서 구어내고 물레로 성형한, 기술적으로 완성된 질그릇이다. 유약은 바르지 않았으나 태토 중의 유리질이 녹아 나오거나 가마 안에서 재가 날아 붙어 잿물을 뿌린 것 같이 되는, 말하자면 자연유가 부분적으로 입혀지는 경우가 많다. 그것은 토기라기 보다는 잿물을 제대로 입히면 그대로 자기가 될 수 있는 그런 그릇이다. 그래서 가야토기와 신라토기는 토기로서는 더 이상 새로운 기술이 나올 것이 없었고, 4세기에서 5세기를 지나면서 그릇 모양이 달라지고 새로워지는 조형기술의 발전이 있었다.

질그릇 제조기술의 발전은 기와와 전돌의 제조기술로 이어졌다. 기와의 기술은 6세기부터 7세기 전반에 이르기까지 백제의 기술적 영향을 크게 받았다. 6세기 후반부터 시작된 대규모의 사찰 건조는 신라의 기와 제조기술의 발전과 연결된다. 이 시기의 유적에서 발견되는 기와들은 회백색의 소성 온도가 높은 우수한 품질이다. 이렇게 6세기에서 7세기에 이르면서 신라의 요

51) 金元龍・安輝濬, 위의 책, 130~134쪽 註에서 인용한 저서와 논문들은 토기에 관한 대표적인 연구들이다.

업기술은 최고의 기술수준에까지 이르게 되었다. 황룡사터에서 발견된 높이 180cm가 넘는 거대한 망새는 그 압권이다.

신라에서 특히 발달한 요업기술의 산물에서 유리를 빼놓을 수 없다. 유리구슬이 대량으로 만들어졌는데, 4세기 이후의 무덤들에서는 유리 곱은옥도 적지 않게 출토되고 있다. 이러한 유리구슬과 곱은옥은 목걸이로 가장 많이 쓰였고, 귀걸이나 금관의 장식으로도 쓰였다. 유리구슬과 곱은옥은 비취나 수정·마노·호박과 같은 옥류와는 또 다른 다양한 색깔과 유리의 질감으로 고대인의 장식품으로서 매우 귀중한 것이었다. 신라의 유리기술자들은 유리 곱은옥을 만들어내는 그들 나름의 유리 공예기술을 개발한 것 같다. 금관총에서만도 130여 개의 유리 곱은옥이 발굴된 것은 5세기 후반 경에는 그 제조기술이 완숙했음을 말하는 것이다.

많은 유리 곱은옥을 만드는 유리 공예기술이 축적되면서, 숙련된 신라의 유리기술자들은 유리그릇을 만들어내는 공예기술에서 부드러운 아름다움을 낼 수 있는 단계에까지 이르게 되었다. 서역에서 들어온 아름다운 유리그릇에 자극되어 그들의 축적된 유리 공예기술을 가지고 만들어 낸 유리그릇들이 5~6세기의 신라 왕족의 무덤들에서 발굴되고 있다. 4세기 후반에서 5세기 말까지의 신라의 큰 무덤에서만 발견되는 서역의 화려한 유리제품들이 어떤 경로로 신라까지 들어오게 되었는지를 밝히는 것과 함께 신라의 유리기술은 그 기술 문화의 성격을 해명하는 데 중요한 과제로 남아 있는 것이다. 신라의 고분에서 출토된 유리그릇이 그 시기의 동아시아의 여러 나라들 중에서 중국과 일본보다도 더 많이 그리고 더 훌륭한 것들이라는 사실에 유의할 필요가 있다.

신라의 유리공예 기술자들은 서역에서 들어 온 유리그릇을 보고, 그들이 축적한 유리기술의 노하우를 가지고 신라의 유리그릇을 만들어 냈다. 4세기 후반 무렵부터 5세기초에는 구경이 10cm가 넘는 비교적 큰 유리그릇도 만들 수 있게 되었다. 98호 고분 남분과 북분에서 발견된 감색 유리대접과 담록색 유리잔은 신라의 유리기술자들이 만든 대표적 유리그릇이다. 그 한국적인 그릇 모양과 장식을 하지 않은 단순한 디자인이 돋보이는 멋있는 작품이다. 비슷한 유리잔은 5~6세기 무렵의 안계리 4호분에서도 발견되었다. 이러한 유

리그릇들은 납유리로 만들어졌으리라고 생각된다.⁵²⁾ 그리고 신라에서는 칼륨 유리와 알칼리 소다 유리구슬도 만들었다.

(4) 그 밖의 기술

신라에서는 겨울에 얼음을 채취하여 저장하였다가 여름철에 그 얼음을 활용하였다. 식품을 저장하고 음식을 차게 하는 데, 그리고 더위를 식히거나 체온을 내리게 하는 데 얼음은 매우 유용하게 쓰였다. 지증왕 6년(505)에 처음으로 얼음을 저장하여 쓰게 하였다고 하는데,⁵³⁾ 얼음을 저장하기 위해서 氷庫를 축조했고, 얼음에 관한 일을 관장하는 기관으로 氷庫典이 있었다.

5세기말에서 6세기초에는 경주에 시장이 개설되었다. 시장에서는 각종 공산품과 농산물이 교환되었을 것이다. 시장은 산업기술 제품의 생산을 자극하고 생산된 제품의 유통에 기여했을 것이다.

〈全相運〉

52) 李仁淑, 앞의 책, 61~67쪽.

98호분에서 출토된 유리그릇 파편의 성분 분석에서 납유리임이 확인되었다.

53) 《三國史記》 권 4, 신라본기 4, 지증왕 6년.