

# 한국 로봇기술의 뿌리를 찾아서

본고에서는 현재까지 알려진 기술 전반에 대한 해설과  
더불어, 로봇의 3요소인 센서, 제어, 구동측면에 대한 고찰,  
그리고 놀이문화에 연계된 콘텐츠 면에서  
우리의 뿌리에 대해 개설하고자 한다.



■ 이호길\*, 김홍석\*, 김진오\*\*  
(\*한국생산기술연구원, \*\*광운대학교)

## 1. 서 론

인류역사 이래 인물화, 인체조각과 인형을 만들어온 것은 주술적 신앙적 목적만이 아니라 인간자신에 대한 관심의 발로이다. 특히, 움직이는 인형 즉 자동인형의 제작은 로봇의 기원으로서 고대의 많은 자동장치발명과 더불어 화제가 되고 있다[1].

서구인들은 서양의 자동인형이 가장 선구적 로봇기술이라고 인식하며 로봇기술은 곧 서양의 기술이라는 생각이 지배적이다. 일본 또한 19세기 차 나르는 자동인형을 앞세워 로봇기술의 원류임을 자처하면서 로봇에 대한 문화적 접목을 시도하고 있다. 한국도 로봇을 미래의 먹거리로 주목하고 있는 가운데, 이에 지지 않는 기술과 문화가 이미 존재하였다는 것을 재조명할 필요가 있다.

그러나 한국은 이민족에 의한 많은 전란과 무관심으로 기록과 증거가 거의 멀실된 상태이라 그 기술적 뿌리를 찾기가 매우 힘들다[2]. 이런 가운데 최근 건국대 남문현 교수 등의 노력으로 로봇기술이 집적된 물시계 '자격루'가 복원된 것은 우리의 기술뿌리를 찾는 중요한 계기가 되었다고 여겨진다[3,4]. 본고에서는 현재까지 알려진 기술 전반에 대한 해설과 더불어, 로봇의 3요소인 센서, 제어, 구동측면에 대한 고찰, 그리고 놀이문화에 연계된 콘텐츠 면에서 우리의 뿌리에 대해 개설하고자 한다.

## 2. 고대 로봇관련 기술

현대에 이르러 우리가 새로 발명한 것으로 착각하고 있는 기술이 많으나 사실 상당 부분은 현대에 들어 재발견된 것이다. 고대의 기술은 현대인이 인식하고 있는 것보다 훨씬 뛰어나다. 이집트 알렉산드리아에서 1세기경(AD62년?) 출생한 헤론(Heron)은 기중기, 자동문, 자동인형, 자동판매기, 증기터빈(aeolipile), 수력, 공압장치 등 100여종을 설계한 것으로 기록되어 있다. 예를 들어 그가 발명한 자동판매기는 동전을 넣으면 저렛대가 작동하여 비누를 내주고, 동시에 수세식변기와 유사한 원리로 세면대에 물이 나오도록 하는 장치로서 센서, 제어, 구동의 요소가 잘 갖추어진 실용적 자동장치이다.

움직이는 인형에 관한 기록은 그리스시대부터 전해오지만, 대체로 끈과 활차를 이용한 단순기구로 추정되며, 동력원에 대해서는 전해오지 않는다. 16세기 네오나르도 다빈치는 톱니기어와 스프링태엽을 갖춘 사자인형을 스케치하였는데 실제보행이 가능한 것으로 현대 로봇장난감에 준하는 기술이라고 보인다[1].

가장 정교한 자동로봇은 1206년에 알자자리(Al Jazari)가 발명한 물시계이다. 기본원리는 15세기 세종때 발명한 자격루와 유사하며, 중국을 거쳐 자격루에 영향을 준 것으로 추정된다.



사진 1. 1206년 알자자리(al-jazari)설계의 물시계 복원 런던 과학박물관 1976년

한편, 동양에서는 중국, 한국, 일본 등 동양 상호간 기술 교류가 빈번하여 모든 기술의 원류를 확보한 기술문화권을 형성하였다. 일찍이 중국은 전국시대부터 제철기술, 회전축 등의 부품 가공기술을 위시하여, 기구메커니즘, 도르래 등 자동장치의 기본원리를 깨닫고 있었으며[13], 신라는 사거리가 월등한 쇠뇌제작기술, 나침반의 기본인 자석을 중국에 제공하며, 또 8세기 국내 최초의 자동기계 '만불산(萬佛山)'을 당나라 선물하기도 하였다. 만불산은 천여개의 승려 인형이 스스로 움직이다가 바람이 불면 종이 울리며 절을 하는 자동기계로서 한국, 중국 양쪽 기록에 남아있다[7,8].

또 물시계 누각(漏刻)은 전한을 거쳐 수·당시대에 발전한 것으로 백제는 6세기경에, 신라는 8세기 성덕왕, 일본은 천지천황(天智天皇)11때 누각박사를 두고 시간을 측정한 것으로 기록되어 있다. 이때의 누각모습이 일본에 전해지고 있다. 고려시대 물시계의 기록은 없지만 관직이 있는 것을 보아 누각을 이용한 시간측정이 이루어 졌으며 조선시대 세종때 부터는 표준시로서 자격루, 옥루를 설치 운용하였다고 한다[3,4].

놀이대상 움직이는 인형은 서양과 같이 끈으로 관절을 움직이도록 한 간단한 장치가 일반적이다. 한국에는 사지를 끈으로 작동하는 고려시대의 만석중, 조선 중기에 완성된 것으로 보이는 꼭두각시놀이가 있다. 한국인형극은 대체로 재담을 통한 청중과의 교감에 초점이 있는 듯하며, 콘텐츠중심이고 기구적 정교함은 떨어진다.

한편 일본은 19세기 서양학문의 영향을 받아 톱니 메커니즘을 활용한 자동인형을 개발하였고, 이를 이용하여 녹차를 나르게 하여 여홍을 즐겼다. 또한 같은 시기 오사카에서는 분리쿠(文樂)

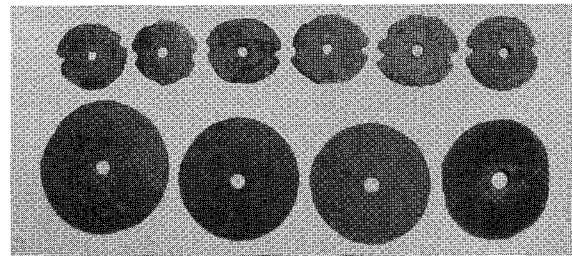


사진 2. 방추차의 구멍가공, 청동기시대, 국립김해박물관

인형과 같이 인간이 조작하는 정교한 인형극도 발전하였다.

### 3. 고대 한국 기술기반

주나라가 세력이 약화되어 전국시대가 시작되자, 연나라는 왕을 호칭하고 고조선도 덩달아 왕을 호칭하며 연나라 공격을 논의하였다는 기록이 있다[8]. 이미 고조선은 중국강대국과 어깨를 겨룰 정도로 강력한 세력으로 성장하였고, BC108년 한무제의 고조선 공략은 1년이상 치열한 공방전이 되었다. 남월(베트남)공략은 순식간에 성공하지만, 강력한 철제무기류로 무장한 한나라 군사에 맞서 고조선이 그렇게 버틴 것은 그만한 무기기술의 존재를 암시하고 있다.

또 '삼국지'에 의하면 마한에서는 비단, 배, 소금을, 변한은 철을 생산하여 낙랑·진한·왜까지도 공급하는 등, 동양권 교역이 활발하여 중국의 선진기술도 한반도에 파급되었음을 알 수 있다. 변한의 철은 철광석을 800~1200°C로 가열하여 일차 해면상의 철을 얻고, 이것을 두드리고 담금질하여 강철편(鐵劍)으로 만든 것으로, 농기구보다 날카로운 무기류에 적합한 철로 보인다. 철을 녹이려면 용광로와 공기를 공급하는 풀무가 필수적인데 김해지역에서 송풍관의 파편이 출토되고 있는 점으로 미루어 벌브를 갖춘 풀무제작기술이 있었다고 보인다.

#### 3.1 가공기술

한반도는 신석기시대에서부터 돌과 옥을 조개 연마하여 형태를 만들고, 구멍을 가공하는 기술이 발전하였다.

사진 2는 실을 뽑을 때 쓰였던 방추차와 그물추로서 기계식 드릴 회전장치로 구멍가공을 하였다는 것을 알 수 있다. 20~30mm길이의 대롱옥도 매끈하게 구멍 가공하였고, 수정 등 경도가 높은 재료도 가공하여 팔찌, 목거리 등 장신구를 만들었다. 중국에는 이미 은시대의 구멍가공장치가 알려져 있다. 원삼국시대에 회전걸삭은 일반적인 기술로 자리 잡은 것으로 추정

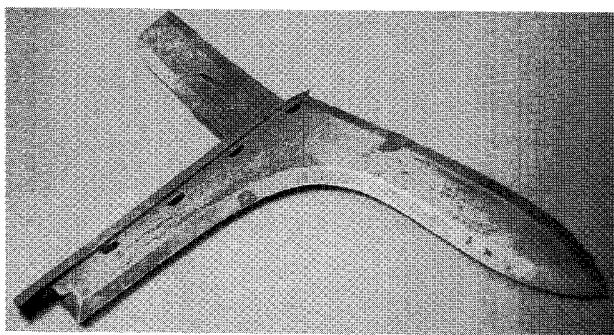
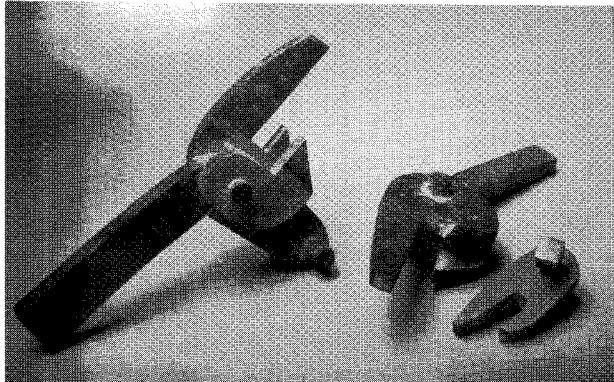


사진 3. 정밀가공한 기계부품 쇠뇌의 방아쇠와 둉과 정밀한 부품주조와 가공, 크롬도금으로 마치 현대에 제조한 듯, 2200년전의 물건으로 보기 어렵다. 진시황릉 출토[10]

된다.

기원전 3세기 진시황때 도량형기의 표준체정으로 무기류 마구 등 부품의 규격화가 이루어졌고 양산가공 화살촉의 경우 오차가 mm-order이내를 유지하는 등 획기적인 기술발전이 이루어졌다. 아직 이 시대에 대응하는 국내산 출토품은 없지만 훨씬 후대인 한사군시대를 경험한 한반도이고, 중국에서도 감탄한 신라의 쇠뇌, 수·당나라 대군과 맞선 고구려의 수준으로 보아 양산 병장기류의 유물발견이 기대된다. 원삼국시대에는 금속류에 비해 가공이 용이한 목재, 괴혁 등의 판재, 봉재, 각재가공은 물론, 이시기 출토되는 철제 마구류로 미루어보아 각종기구의 정밀금속부품 가공이 가능하였다고 보인다.

### 3.2 구동메커니즘

기계장치의 구동은 동력원, 동력을 전달하는 메커니즘기술이 필요하다. 고대기계류의 동력원은 대부분이 인력 또는 소, 말 등 가축이 주류로서 수레나 베틀, 충차 등 공성기구가, 수력을 이용하는 것으로는 수차, 물시계, 풍력은 주로 범선이 고대의 주요기계이다.

수레는 중국 주시대부터 일찍이 사용된 점으로 미루어보아,

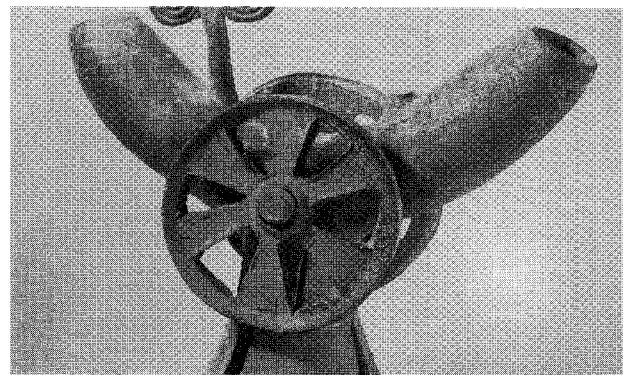


사진 4. 수레바퀴형토기, 5세기, 국립김해박물관

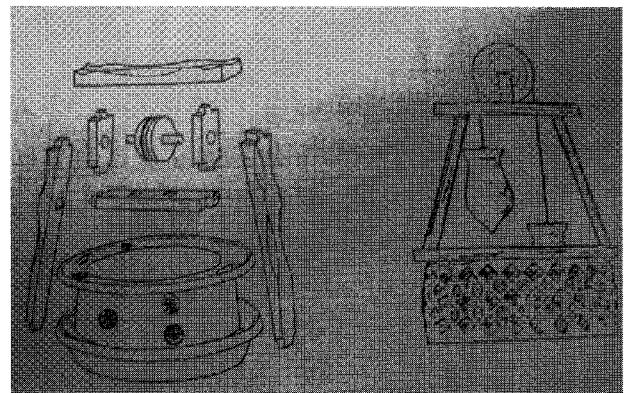


사진 5. 우물과 도르래, 전한(13)

적어도 고조선시대에는 한반도에도 수레가 도입되었다고 추정된다. 한편 기록상에서는 438년 백성에게 우차 제작법을 가르치고, 487년 우역을 설치하고 역로를 수리하였다고 한다[6].

수레는 회전축과 부싱베어링 그리고 원형의 바퀴와 무게와 충격을 분배하는 바퀴살의 제작 등 기계요소기술이 요구된다. 성을 공격하는 포차, 베틀 등의 제작을 통해, 지렛대, 캠기구와 도르래 등 동력전달기구의 거의 모든 요소기술이 5세기경에는 확립된 것으로 보인다. 그러나 톱니바퀴와 같은 동력전달장치가 사용되었다는 증거는 아직 보이지 않는다.

활과 쇠뇌는 활대의 스프링복원력을 이용한다. 고구려의 단궁은 길이가 짧고 비거리가 우수한 것으로 유명하였다. 558년 진홍왕은 쇠뇌를 제작 성위에 설치하였고, 661년 고구려와 신라의 북한산성 전투에서 돌 포차와 비차(전차), 쇠뇌가 사용되었다. 669년 당나라는 자석과 1천보가 나가는 쇠뇌기술이전을 요구, 자석 2상자를 바치고 장인 구진천을 보내 쇠뇌를 제작시켰다는 기록[6]을 보아, 당시 한반도는 작고 강력한 스프링을 설계하는 최고의 기술을 보유하고 있었다고 할 수 있다.

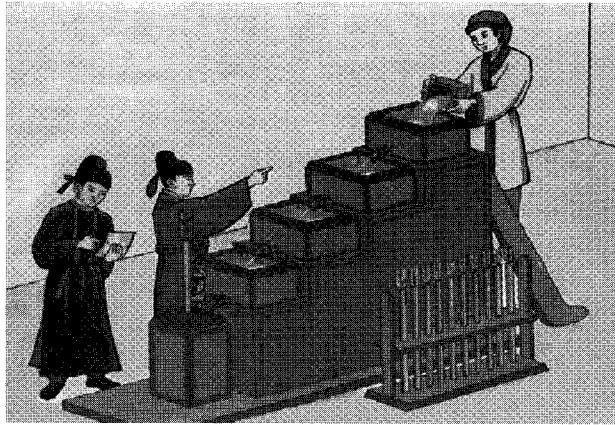


그림 1. 신라 누각 상상도. 누호 4개와 전호 1개(5)

#### 4. 고대 로봇기술

시각을 재기위한 물시계는 고대 첨단기술의 집합체로서 자동 제어기술이 적용되고 있었다. 고대의 시계는 해시계가 가장 앞서지만 주야에 걸쳐 시각을 낼 수 있는 것은 물시계뿐이다. 초기 물시계는 물통 밑에 작은 구멍을 뚫고 물이 새어나갈 때의 수면의 높이를 측정하는 형태이었다. 그러나 이 시계는 물이 줄어듬에 따라 수압이 변하므로 정밀한 시간계측이 어려웠다. 이에 다수의 누호(구멍 뚫린 통)를 시리얼로 연결하여 수량을 일정하게 유지, 전호(물받이 통)에 담아 그 높이를 측정하는 방식이 개발되었다. 수나라를 거쳐, 665년경 당나라 여재(呂才)가 완성한 누각(漏刻)은 717년 신라 성덕왕 때 도입하였고, 749년 경덕왕은 6명의 누각박사를 임명, 시각을 측정하였다고 전해진다.

로봇의 요소기술은 센싱, 제어, 구동으로, 물시계는 제어 센싱의 기술을, 조선세종 때의 자격루는 구동기술인 시보장치를 더해 로봇의 기술이 완성되었다고 보인다.

##### 4.1 제어기술

물시계의 제어목표는 시간당 일정한 수량을 공급하는 것이고 제어변수로는 누호의 수와 그 형태이다. 신라시대의 누호는 그림 1과 같이 상자형으로 4개 전호가 1개로서 구성되었다. KISTI 제공 실험자료[5]에 의하면, 그림 2와 같이 가장 위의 1누호 수위변화량이 가장 심하며, 4시간 간격으로 물을 보충해준 것이고, 2누호, 3누호로 갈수록 수의 변화가 완만해지며, 4누호에서는 일정한 물의 양이 전호로 흘러 들어가게 된다. 가장 아래의 선분은 일정하게 증가하고 있는 물의 양이다.

누호는 결국 현대적 의미의 피드퍼워드 적분보상제어기로서

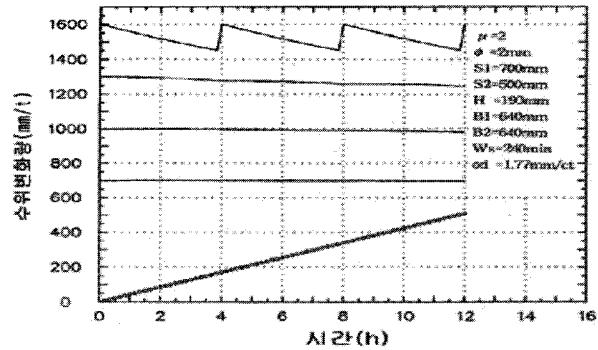
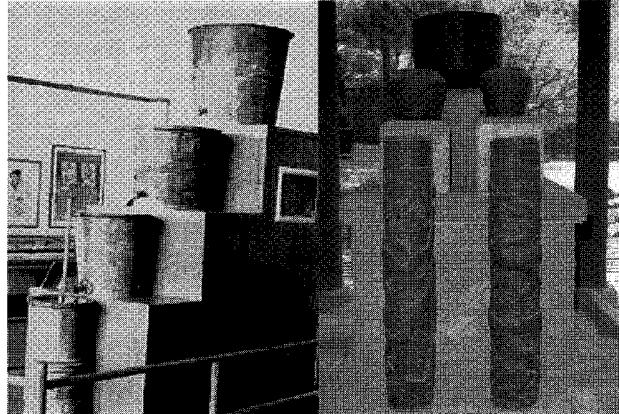


그림 2. 각 누호의 수위변화 실험, KISTI

사진 6. (좌) 누각 중국 원나라 (1316년), 중국역사박물관  
(우) 보루각 자격루, 조선 중종 (1536년)

경험적으로 정밀한 제어기가 실현되었음을 증명하고 있다. 세종때 장영실의 자격루는 누호가 4각에서 원뿔대형으로, 중종때는 누호의 개수를 줄인 것으로 추정되어 제어기술의 발전면모를 엿볼 수 있다.

##### 4.2 센싱기술

누호에서 조절된 일정수량이 전호에 흘러 모이면 부전(浮箭 부표막대)이 부력으로 떠올라 수위높이를 시간으로 환산 측정하도록 하였다. 부전은 하루를 12시 100각으로 등분하여 시각(時刻)을 세긴 장대로서 기온의 변화 계절의 변화에 맞추어 길이를 다양하게 제작하였다. 세종시대 자격루 부전은 인간에 의해 계측되는 것이 아니라 부력에 의한 위치 힘으로 작은 쇠구슬을 움직이도록 하여, 자동시보를 할 수 있도록 발전되었다.

##### 4.3 구동기술

자격루를 보면, 전호속의 부전이 떠올라 일정 높이에 도달하

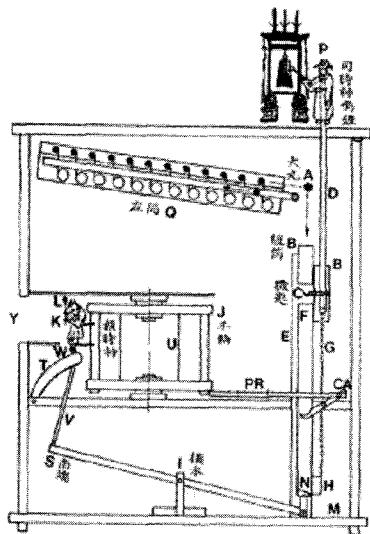


그림 3. 자격루 시보장치 (남문현, “한국의 물시계”)



사진 8. 백제금동용봉봉래산항로 부여 능산리 고분출토  
(74개의 산, 5인의 악사(樂土), 다수의 인물과 동물, 봉황 연꽃 등 조각된 불교 색채가 가미된 높이 64cm의 6세기 작품으로, 8세기 제작된 만불산 형상 추정에 도움이 될 것으로 판단됨.)

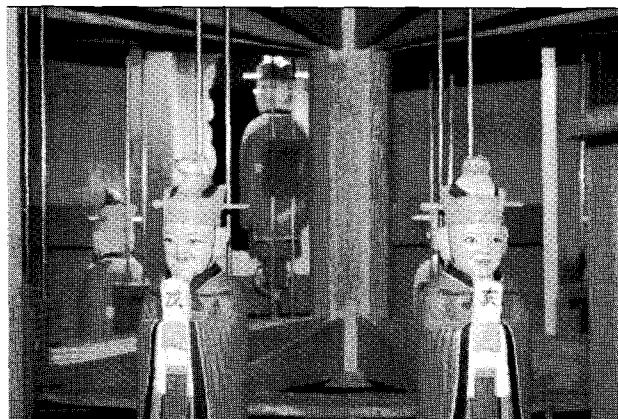


사진 7. 자격루의 목인 남문현교수 복원

면 격발장치를 건드려 쇠구슬이 굴러 내리고 그 쇠구슬은 다른 장치들을 건드려서 각 인형은 자동으로 복을 치거나, 종 또는 징을 두드리게 된다.

결국 자격루의 동력원은 부력과 중력에너지이다. 부력에 의해 떠오른 부전의 작은 에너지로 쇠구슬을 움직이고, 중력 낙하 시킴으로서 큰 에너지를 얻어 구동력 전달을 위한 지렛대, 캠 기구 등 구동메커니즘을 통해 목각인형의 이동과, 팔 관절운동을 유발하여 악기를 타격시킨다.

구체적 구동방법설명을 위해 “한국의 물시계[3]” 내용을 아래 단락에 인용하였다.

그림 3 큰 구슬(A)이 통로를 지나 아래로 떨어지면 단통(B)을 지나 숟가락 모양의 격발장치인 기시(C)를 젓혀, 여기에 연결된

기구의 한 쪽 끝(D)이 통으로부터 올라와 목인(P)의 팔뚝을 작동시켜 종을 친다. 동시에 격발장치 기시(C)와 연결된 쇠줄은 원기둥(E)에 부착된 통(F)의 밑 부분에 설치된 작은 문짝(H)을 위로 당겨주어 앞서 횡목의 복단(N)을 누르고 있는 쇠공(M)이 밖으로 빠져나가게 된다. 이에 따라 횡목의 납단(S)이 낮아지고 시각을 알리는 팻말을 든 인형(K)이 밑으로 내려오게 된다.

자격루를 완성한 장영실은 더 정교한 시계 겸 천문장치 ‘옥루’를 제작하였다. 시각과 더불어 천체 운동까지도 자동적으로 표현하며, 농사짓는 농부모습, 방울을 들고 나타나는 선녀모습을 비롯하여 여러 움직이는 자동인형이 장착된 장치였다. 세종은 경회루 연못 동쪽 ‘흠경각’을 세워 이 장치를 그 안에 설치했다고 하나, 구동메커니즘과 실상에 대해서는 아직 연구가 미흡한 상태이다. 이러한 사례들은 한국도 15세기경 고도의 로봇기술을 구현하고 있었다는 명백한 증거이다.

#### 4.4 수수께끼 로봇 “만불산”

자격루, 옥루를 국내 로봇기술의 대표사례로 들었지만, 실제 이에 앞선 로봇의 기록이 있다. 삼국유사기록을 요약하면 다음과 같다.

764년경 경덕왕(景德王)은 공장에게 명하여 침향목대위에 높이 1장(丈: 사람 키 높이)의 가산(假山)을 제작, 금과 익으로 바위와 동굴(洞窟), 산천(山川) 벌, 나비, 새, 누각(樓閣) · 대전(臺殿) · 당사(堂舍)를 만들었다. 그 속에 조그만 만불(萬佛)을 모셔놓았기 때문에 만불산(萬佛山)이라고 했다. 앞에는 돌아다니는 스님인형이 1,000여개가 있고, 아래에는 3개의 자금종(紫金鐘)과 고래 모양의 타종 방망이가 있다.

바람이 불면 벌과 나비가 활활 날고 제비와 참새가 춤을 추니, 얼핏 보아서는 참인지 거짓인지分辨할 수가 없다. 또 종이 울면 돌아다니던 스님들이 모두 엎드려 머리를 땅에 대고 절한다. 만불산이 이루어지자 사신을 당나라에 보내서 바치니, 당 황제

대종(代宗)은 “신라의 교묘한 기술은 하늘이 만든 것이지 사람의 기술이 아니다.”라고 하며 승려들에게 명하여 내도장(內道場)에서 만불산에 예배하도록 하였다.

이상의 기록은 한·중 양쪽에 남아있다는 점[7,8], 형상에 대한 묘사와 작동에 대한 설명이 구체적이라는 점 등을 고려할 때 실물을 보고 기록한 것이 아닌가 한다. 그러나 장치원리가 기록에 남지 않은 점이 어렵고, 비기술자에 의한 관찰이기 때문일지 모르겠지만, 풍력에 의한 자동구동부분은 기술적으로 수궁하기 힘든 의문점이 남는다. 시대적 가능성, 기술적 검토가 필요하며 실증이 된다면, 8세기 발명한 만불산으로 우리는 세계 선두의 로봇개발국으로 자랑할 만하다.

## 5. 강렬한 콘텐츠 인형놀이

우리나라에서 가장 오래된 인형은 신라무덤의 부장품인 토우(土偶)이고, 512년 지증왕 때 이사부(異斯夫)가 목우사자를 만들어 우산국을 위협 정복하였다는 것이 최초의 기록이다. 불교문화가 융성하였던 신라, 고구려에도 인형이 발달하였겠지만 “당나라 장수 이적(李勣)이 고구려를 멸망시키고 고려 춤 25곡을 진상하였는데, 8세기에는 그 중 인형이 등장하는 월조이 빈곡(越調夷賓曲)한곡만이 남았다”고 하는 중국 문헌비고 기록이 전부이다. 고려시기에는 팔관회에서 여러 가지 인형을 만들어 관람시켰다는 고려사의 기사가 있다. 만석 중 놀이는 이때 공연되었다는 설이 있는데 이 인형은 팔다리를 끈으로 조작하여 움직이는 형태로서 알려져 있다. 그러나 950년 고려 예종 이래의 금법(禁法)에 의해 인형은 고려후기와 조선초에 걸쳐 점차 혐오스러운 대상으로 전락하였다.

이러한 환경 속에서도 간단히 움직이는 인형을 이용하여 가부장적 가족제도를 풍자하고, 거친 독설을 가미한 강렬한 대사를 엮어 울분을 해소하는 꼬두각시놀이가 등장하였다.

놀이의 기원은 조선중기 정도로 추정이 된다[12]. 이 놀이는 정해진 프로그램이 없이 거친 대사로 관중의 흥취를 자연스럽게 유도함으로서 민중정서에 시원한 카타르시스를 준다.

〈꼭두각시놀이, 박첨지마당, 밀훼〉

〈중략〉

새면 : 옥을 했으면, 무엇이라고 훈계를 했습니까?”

박첨지 : 암반이 지식있게 꾸짖었겠지 상없이 말했겠느냐?

새면 : 그래서?

박첨지 : 네 예미 궁○이와 네 애비 궁○이와 마주 대면 양정구 뚱○멍이 될 놈아! 이렇게 꾸짖었네.

〈중략〉



사진 9. 신라 기마형 토기



사진 10. 꼬두각시인형

사진 11. 분라쿠 인형

꼭두각시놀이에는 박첨지, 꼬두각시(2개) 등 14개의 인형이 사용되고 있다. 대체로 단순구조의 끈 인형으로 막대기 3개로 움직이는 것, 십자형 조종대로 된 것, 막대기 2개로 움직이는 것 등이 있다[12]. 현재 남사당패에 의한 전승공연이 남아있다.

이외 중요무형문화재 발탈놀이가 남아있는데, 허수아비 모양으로 만든 인형의 머리를 달꾼의 발바닥에 쬐우고 팔은 노끈으로 연결하여 당기거나 놓으면서 조종한다.

일본의 인형극 분락구가 정교한 인형을 중심으로 고정된 콘텐츠와 동작표현을 특징으로 한다면, 한국의 인형놀이 인형은 단순하지만 관중과 함께 몰입하는 강렬한 인형극 콘텐츠가 장점이다. 인형이 인간과 흡사하면 할수록 더욱 공포를 느낀다는 ‘uncanny valley’, 또는 인형을싫어하던 조선시대의 습성 때문일지 모르겠으나, 우리인형은 이 난관을 넘는 해학적 모습으로 민중에 다가서 친밀감을 유도하였다고도 할 수 있다.

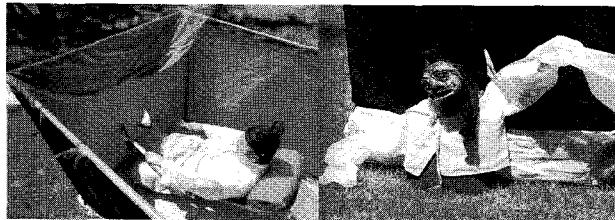


사진12. 발탈인형과 조작

남에게 조정 받는 사람을 꼭두각시, 로봇이라 하듯이 로봇과 자동인형은 동류이다. 향후 로봇은 문화예술과 접목을 시도할 것이며 놀이 콘텐츠가 특히 주목될 것이다. 우리의 전통문화를 계승하여 로봇이 등장하는 로봇놀이로 발전시킬 여지가 많다.

## 6. 결언

한국은 로봇산업 5위의 세계적 위치를 점유하고 있고, 정부도 미래유망산업으로 성장시키려고 많은 투자를 하고 있다. 일반인이나 로봇연구자나 로봇하면 으레 서양의 공학기술을 연상하지 한국전통기술과 연결시키지 않는다. 로봇기술의 뿌리가 한국에 있고 또 잘 할 수 있는 분야라는 자부심을 가질 때, 세계 무대에서의 경쟁력이 확보된다.

로봇기술로서의 만불산, 자격루, 그리고 강렬한 물입형 인형극 콘텐츠는 우리의 자랑할 만한 전통자산이다. 고대자동기술에 대한 지속적 관심과 연구는 우리의 끊어진 기술전통을 찾고 한국적 로봇을 창출할 수 있는 기반으로, 향후 요소기술, 시스템기술, 콘텐츠관점의 보다 치밀한 연구를 기대한다.

## 참고문헌

- [1] 하이테크 고대문명 2부-고대 로봇 공학, HC 고대사, History Channel 방영, 2008
- [2] 박성래, “한국사에도 과학이 있는가”, 교보문고 1998
- [3] 남문현, “한국의 물시계”, 건국대학교 출판부, 1996
- [4] 남문현, “15세기 한국 물시계의 기능적 모델에 관한 연구”, 한국과학기술재단, 보고서, 1987
- [5] [http://vsm.kist.re.kr/astro/ancient/obs\\_instrument/time\\_equip/water\\_timer/2\\_2\\_07.htm](http://vsm.kist.re.kr/astro/ancient/obs_instrument/time_equip/water_timer/2_2_07.htm)

- [6] 이재호역, “삼국사기”, 양현각
- [7] 박봉식, 고경식역, “역해 삼국유사”, 서문문화사
- [8] 司馬遷『史記』, 陳壽『三國志』, 經仁文化社, 影印本
- [9] 『杜陽雜編』卷上, 『欽定四庫全書』1042, p.600.
- [10] 『秦始皇陵 兵馬俑』, 中國陝西旅遊出版社, 2000
- [11] 은성구역, “일본서기”, 정음사, 1988
- [12] 三田村鳶漁, “朴僉知の教へる人形制作過程”, 旅と傳説, 12月 1932
- [13] 허진웅, “중국고대사회” 초판, 지식산업사 1993
- [14] “지능형로봇산업비전과 발전전략”, 보고서, 산자부, 2005
- [15] naver.com 등 다수의 인터넷 자료

### ● 저자 약력



#### 이호길

- 1980년, 한양대학교 기계공학과 졸업
- 1980년~1983년, 현대정공 사원
- 1986년~1989년, 오사카대학 대학원, 로보틱스 석사, 박사
- 1989년~1991년, ASTEM 연구소 주임연구원
- 1991년~현재, 한국생산기술연구원, 로봇종합지원센터장, ICROS 로보틱스 및 응용연구회 회장
- 관심분야 : 로봇지능, 로봇제어



#### 김홍석

- 1980년, 서울대학교 전기공학과 졸업
- 1983년~1987년, KIST 연구원
- 1981년~1990년, 서울대학 대학원, 제어계측 석사, 박사
- 1991년~현재, 한국생산기술연구원, 차세대 성장동력 지능형로봇사업단장
- 관심분야 : 제어이론, 로봇S/W개발환경



#### 김진오

- 1985년, 서울대학과 기계공학과 학사, 석사
- 1992년, CMU, School of Computer Science, Robotics, 박사
- 1992년~1993년, 일본 SECOM, Senior Leader
- 1994년~1998년, 삼성전자 팀장, 그룹장
- 1999년~현재, 광운대학교 정보제어공학과 교수, 성장동력 지능형로봇 실무위원회 위원장, 로봇산업정책포럼 의장
- 관심분야 : 로봇산업전략, 로봇 시스템설계