

철의 실크로드

임 경 순*

* 포항공과대학교

우리 인간은 철을 언제 처음으로 만났던가? 연인들 사이의 첫 만남은 두 사람의 일생을 통해 잊을 수 없는 깊은 기억으로 남게 되지만, 안타깝게도 인간과 철과의 첫 만남은 확실한 기원을 찾기가 어렵다. 어두운 밤하늘을 쏟아내듯 가로 질러 지나가는 운석은 대부분 철로 이루어져 있다. 인간은 바로 이 운석을 통해 처음으로 순수한 철과 만날 수 있었다. 수메르인들은 철을 안바(an-bar)라고 불렀는데, 이것은 '하늘'과 '불'을 상징하는 말이었다. 인간이 철을 처음 만났을 때 그들은 철을 '천상계의 번개', '천상계의 금속', 혹은 '별의 금속'이라고 불렀다. 철은 아주 희귀한 금속의 형태로 처음 인간에게 다가왔고, 대부분 아주 특별한 제의적인 용도로 쓰였다.

인간과 철의 첫 만남

인간이 운석을 언제 처음 발견했는지 말하는 무의미하다. 아주 오랜 옛날 구석기인들도 하늘에서 떨어진 운석 속에서 운철을 발견했을 것이고, 아마도 그것을 가지고 특별한 용도로 사용했을 가능성은 얼마든지 있다. 철기 시대를 경험하지 못했던 마야, 잉카, 아스테카 사람들도 운석을 이용해서 철로 된 칼을 제의용으로 사용했으며, 중국에서도 은나라 때 운철을 가공해서 사용한 흔적이 남아 있다.

인간이 지상계 철을 특정한 용도로 사용한 증거는 서기전 3천년 경까지 올라간다. 이라크의 샤가 바자(Chagar Bazar) 지방에서 서기전 3천년에서 2천7백년 경으로 추정되는 층에서 제련된 형태의 철 덩어리가 발견되었다. 지상계 철을 제련하여 도구로 사용한 흔적은 서기전 2천7백년에 처음으로 발견되었다. 오늘날의 바그다드 근처인 텔 아스마(Tell Asmar)에서는 당시에 사용된 철로 만든 단검과 칼날이 발견되었다.

인류 역사상 가장 오래된 문명인 수메르 도시 국가와 아카디아 도시국가에서는 쇠를 경제적인 목적으로 이용했다는 기록은 나타나 있지 않다. 하지만 서기전 1천8백년 경에 존재했던 유프라테스 강 근처의 바빌로니아 도시 마리에서는 철을 경제적으로 이용한 기록이 나타나고 있다. 당시 철은 보석류로 취급을 받아 아주 값진 물건이었다. 같은 시기에 근처의 도시 국가에서 나온 문헌에서는 철로 된 반지에 대한 기록이 적혀 있으며, 쇠로 만든 화살촉에 대한 언급도 나타나 있다. 바빌로니아에서 철은 은의 8배 이상의 가치가 있었던 것으로 추정된다.

서기전 3천년부터 철을 제련해서 도구를 만들기 시작한 인류는 서기전 2천년경에 이르면 상당히 진보된 야금 기술을 습득하게 되었다. 바로 이 시기부터 우리 인류는 철기 시대를 본격적으로 맞이하게 되었던 것이다.

히타이트 제국과 철기시대의 도래

인류가 청동기 시대를 거쳐 철을 도구로 사용하는 철기 시대로 진입하게 만드는 데 가장 커다란 획을 긋는 고대국가는 히타이트(Hittite)였다. 인류가 최초로 만든 철기는 쇠를 녹여 만든 것이 아니라, 쇠와 불순물이 섞여 있는 스폰지 형태의 덩어리를 달구어서 해머로 단조해서 만든 것이었다. 이런 방법으로 도구를 만드는 방법은 히타이트인들에 의해 처음으로 창안되었다. 고대 아나톨리아 지방에는 철 광상이 풍부하게 분포되어 있었다. 히타이트 제국은 하티(Hatti)를 중심으로 해서 메소포타미아에서 시리아, 팔레스타인에 걸쳐 있던 고대 제국이었던 때문에 인간이 철을 발견한 아주 오래 전부터 철을 도구로 사용하고 있었다. 서기전 15세기 경에 메소포타미아, 시리아, 소아시아에 인간이 만든 철기가 등장하지만, 히

타이트의 하티에서는 이미 서기전 18세기 경에 사용한 철기가 발견되고 있다.

히타이트에서 처음에 철은 금보다 5배나 비쌌으며, 은보다 40배나 값진 물건이었다. 즉 초기에는 철이 너무 값진 물건이었기 때문에, 무기나 도구로 만들어질 수 없었다. 무기나 도구로 만든 것은 서기전 14세기 경이며, 서기전 12세기 경에 와서야 단검의 형태로 철기가 만들어졌다.

히타이트 제국은 서기전 2천년경부터 시작해서 성장하다가 서기전 1,600년경부터 1,200년경까지 메소포타미아 지역을 지배했다. 서기전 1,300년 경 당시 히타이트 제국은 쇠를 녹여 야금하는 기술을 거의 독점적으로 보유하고 있었다. 당시 히타이트 사람들은 아주 광폭하고 싸움을 잘하는 것으로 평평이 나있었는데, 이집트인들은 히타이트 사람들을 야만인으로 간주했다.

고대 이집트에서는 투탄카문 시대를 전후해서 철기의 존재를 알고 있었던 것으로 보인다. 하지만 투탄카문 무덤에 있는 철로 만들어진 단검은 히타이트에서 만들어진 것으로 보아야 타당하다. 서기전 1300년 경 이집트의 강력한 파라오였던 람세스 2세는 히타이트 왕에게 철을 보내줄 것을 부탁했지만, 히타이트 왕으로부터 냉정하게 거절당했다. 이집트와 히타이트 사이에는 긴장이 고조되어 이집트 람세스 2세와 히타이트의 무알칼리스 왕은 서기전 1299년 오늘날 시리아 근처에서 고대 중동 지역의 최대 격전 가운데 하나인 카데슈(Kadesh) 전투를 치르게 되었다. 람세스 2세는 이 전투에서 자신이 승리했다고 말했지만, 실제로는 무승부로 끝난 전투였다. 16년 뒤 히타이트와 이집트 사이에는 평화 협정이 맺어지게 된다. 이집트에 철기가 전래된 것은 서기전 1200년 경의 람세스 3세 이후의 일이었다.

서기전 1200년 경부터 히타이트 제국은 아나톨리아 남부해안을 따라 밀려들어온 해양 사람들에 의해 멸망하였고, 이후 히타이트 제국에 의해 독점적으로 전해지던 철의 야금 기술은 이집트, 이란을 필두로 해서 전세계로 급속히 퍼져나가 철기의 보편화를 가져왔던 것이다.

철기의 전파

기원전 15세기에서 10세기 사이에 아나톨리아와 이란 지역에서 태동되기 시작한 철기 제조 기술은 그 후 5세기에 걸쳐 아시아, 유럽, 북아프리카 등지로 전파되어 인류를 철기 시대로 이끌었다. 철기가 전파되는 시기는 곧 철기 시대가 도래하는 것을 의미하기 때문에 지역에 따른 전래 시기에 대해서는 많은 국가와 민족들이 관심을 갖고 분석하는 주제이다.

기원전 10세기 이후 철기 기술은 팔레스타인 해안을 따라 급속도로 전파되었다. 페니키아인들도 이때를 전후해서 철기를 소유한 것으로 추정되며 그들은 철기를 지중해 서부 지역과 북아프리카 연안에 있던 카르타고까지 전파시켰다. 이곳을 통해 철기는 아프리카 나이지리아로 전파된 것으로 추정되며, 이곳에서 기원전 400년에서 300년 사이에 철기시대 노크 문화를 형성한다. 한편 그리스에는 기원전 9세기에 철기가 전파된 것으로 추정되며 그리스를 통해 이집트도 철기를 마침내 소유하게 된다. 수단에서는 기원전 2세기 철 야금 기술이 시작되었고 곧 이디오피아 지역에도 철기가 퍼졌다. 중앙 아프리카와 동아프리카는 서기 500년 나이지리아로부터 반투족이 들어오면서 철기를 사용할 수 있게 되었고, 서기 1000년경에는 아프리카 남단인 남아프리카에도 철기가 전파된다.

한편 유럽에서는 그리스와 아나톨리아의 영향을 받아 이탈리아와 스페인에서 일찍부터 철기를 사용되었다. 중부 유럽은 기원전 8세기경부터 단조로 만든 철이 사용되기 시작했으며, 기원전 500년 경에는 섬나라인 영국까지 철기가 전파됐다. 유럽의 전기 철기시대(기원전 750-450년)의 철 기술을 담당했던 사람들은 아드리아 해의 동부지역에서는 일리리아인, 피레네에서 남부 독일에 이르는 지역에서는 켈트(Celt)인, 그리고 이탈리아에서는 빌라노바인과 에트루스커인 등이었다. 지중해 북부지방의 후기 철기시대(기원전 450-250년)의 문화는 주로 켈트족이 담당했다.

동쪽으로 간 철기는 우선 이란을 거쳐 인도로 전파되었다. 또한 기원전 8세기경부터 흑해 북방 연안에도 쇠의 야금술이 전파되어 이 지방에 스

키타이 문화라는 기마 유목문화를 꽃 피우게 된다. 스키타이 유목 민족에 전파된 철기문화는 그 뒤 중앙아시아를 거쳐 중국과 우리나라에 전파되었다. 당시 중국의 북부 지방과 우리나라는 모두 같은 동이 문화권에 속해 있었기 때문에 이 지역의 철기 문화를 놓고 중국이 먼저냐 우리나라가 먼저냐를 따지는 것은 의미가 없다. 결국 북한의 무산 지역 등을 비롯한 여러 고고학적 증거와 당시의 정황으로 미루어 보아 우리나라는 중국과 거의 비슷한 시기이거나 적어도 기원전 4세기경부터는 철을 사용하기 시작했다고 할 수 있다.

강철의 원조: 인도의 우츠 강철

탄소의 함량이 0.6%에서 2% 사이인 강철은 적절한 연성을 가져 압연에 편리할 뿐 아니라, 강도가 높아 무기 및 공구, 생활용품으로 광범위하게 쓰이고 있다. 명검을 만드는 데 필수적이었던 강철 제조 기술은 예로부터 장인들에 의해 비밀리에 전수되어왔다. 강철 가운데 가장 오래된 것으로는 고대 그리스 철학자 아리스토텔레스도 알고 있었던 인도의 우츠(Wootz) 강철을 들 수 있다. 우츠 강철은 탄소의 함량이 약 1.6% 정도인 탄소강의 일종이다. 이 강철의 작은 주괴를 해머질하여 얇은 박판으로 만들면 표면에서 탈탄 작용이 일어나게 된다. 즉 탄소가 강철 내부로 퍼지지 않는 섭씨 700도 정도의 낮은 온도에서 이들 박판들은 접합시키면 칼을 만들 때 필요한 형태의 조직 구조를 지니게 된다.

이 우츠 강철은 기원전 350년경에 제조되기 시작했다. 고대부터 아주 높은 명성을 지녔던 이 강철은 상당히 최근에 이르기까지 인도 북부 산간 오지 사람들에 의해서 제조되었다. 이 강철은 인도에서만 사용된 것이 아니라 아라비아, 시리아, 페르시아, 러시아, 심지어는 동아시아에까지 수출되었다. 유럽인들이 인도에 도착했을 때, 인도의 골콘드 왕국에서는 그때까지도 이 우츠 강철을 만들고 있었다. 카베르니에가 묘사한 바에 의하면 이것을 무게 600-700그램인 작은 빵 크기의 철괴 형태로 판매했다고 한다. 바로 이곳을 통해서 유럽인에게 우츠 강철의 비밀이 비로소 알려졌다. 물론 이때 유럽인들에게 알려진 방법이 고대 인도의 강철 제조 방법과 동일한 것인지는 분명하지는 않지만, 19세기 당시에 인도인들

은 대략 2가지 방법으로 우츠 강철을 제조하고 있었다.

첫 번째 방법은 연철과 목재를 도가니에 넣고 용해된 강철 주괴가 만들어질 때까지 가열하는 것이다. 이것을 살렘 과정이라고 하는 데, 이렇게 해서 만들어진 강철의 탄소 함량은 약 1.6% 정도이며, 주괴는 상대적으로 조야하지만 화학적으로는 균일한 시멘타이트와 펄라이크 구조를 지니게 된다. 다른 방법은 히데라바드 지방에서 사용된 것이다. 우선 화강암이 풍화되어 생긴 내화 점토에 쌀겨를 섞어 도가니를 만든다. 그 다음 도가니 안에 목탄이나 목재를 넣지 않은 상태에서 도가니를 원형 목탄로 안에 넣고 위에서 아래 방향으로 4개의 풀무를 이용해 바람을 보내어 24시간 가열한다. 탄화 과정은 도가니의 외벽을 통해 일어나는 데, 탄소의 함량은 최대 0.8%까지 이르게 된다. 이 방법은 중국 등지에서도 사용된 방법과도 유사한 것이다.

인도에서 유래된 우츠 강철은 동서 기술 교류의 핵심 도시였던 시리아의 다마스쿠스(Damascus)로 유입되었다. 다마스쿠스에서는 이미 서기 300년부터 우츠 강철을 이용해 다양한 도구를 만든 것으로 알려지고 있는데, 이것이 유럽인들에게 명성을 날리던 다마스쿠스 강이다. 결국 우츠 강철은 이 다마스쿠스 강이라는 이름으로 십자군 원정 때 서방으로 전파되어 스페인의 톨레도 강의 원조가 되었다. 중세를 통해서 톨레도 강은 칼을 비롯한 수많은 값비싼 도구를 만드는 중요한 원자재 노릇을 하며 중세 사회를 크게 변화시켰다.

중세를 변화시킨 다마스쿠스 강철

중세의 무사들에게 우수한 칼은 자신의 생명과도 같았다. 예리하고 강인한 칼날을 만드는 방법을 아는 것은 곧 부강한 나라를 만드는 첩경이었다. 산업사회가 도래하기 이전에 세계 도처에서는 저마다 다양한 방식으로 강한 칼날을 만드는 탄소강 제조 공법을 비밀리에 전수하고 있었다. 중세를 통해서 가장 널리 알려진 칼날의 재료는 동서 기술 교류의 핵심 도시였던 시리아의 다마스쿠스(Damascus) 강철이었다. 이 강철은 무엇보다도 탁월한 칼날을 자랑하는 도신을 만드는 데 요긴하게 쓰였다.

다마스쿠스 강철의 기원은 인도의 우츠(wootz) 강철이다. 물론 인도에서 만들어진 강철이 순수하게 인도에서 발전된 것인지 아니면 중국의 도가니 방법에 의해서 만들어져서 인도로 전파된 것인지에 대해서는 아직도 학자들 사이에 의견이 분분하다. 아날 학파의 거두 페르낭 브로델의 『물질문명과 자본주의』라는 방대한 책에는 철이 인류의 물질 문명, 특히 자본주의 발전에 미친 영향에 대해 다양한 측면에서 다루어지고 있다. 이 책에서 브로델은 알리 마자헤리의 연구를 바탕으로 해서 우츠 강철과 다마스쿠스 강에 얽힌 이야기를 다음과 같이 묘사하고 있다. 알리 마자헤리는 9-11세기의 아랍과 페르시아 사료와 그 이전 시대의 중국 사료에 근거한 논문을 통해서 인도에서 생산된 강철의 기원이 중국이라는 가설을 주장했다. 그는 사브르(sabre)가 도가니에서 주조한 아시아 강철이라고 전제 한 뒤, 다마스쿠스 강철로 만든 사브르 검이 아시아를 관통하여 투르키스탄에 전해졌고, 스키타이의 정복을 증개로 하여 인도, 페르시아, 이슬람 국가들, 그리고 모스크바 공국에 보급되었다는 환상적인 초원의 역사를 재현하였다. 사산조 페르시아가 로마군에게 승리를 거둔 것도 로마군이 거친 유럽 강철로 만든 검으로 무장한 반면 페르시아 기병은 이보다 훨씬 우수한 품질을 자랑하는 다마스쿠스 강철로 만든 사브르 사용했기 때문이라고 한다. 결국 중세 초기에 아시아의 유목민 부족이 로마를 비롯한 전 유럽을 파죽지세로 휩쓸고 지나갈 수 있었던 것은 중국의 도가니 방법에 기원을 둔 다마스쿠스 강철로 만든 사브르 검 덕분이었다.

아시아에서 도가니 방법으로 만들어진 고품질의 특수 탄소강은 유럽인들에게 다마스쿠스 강철로 알려졌고, 페르시아에서는 물결무늬의 강철이라는 뜻의 풀라드 조헤르데르(poulad jauherder), 러시아에서는 블라트(boulat), 영국에서는 인도의 이름인 우츠라고 불려졌다. 다마스쿠스 강철에 물결 무늬가 있는 이유는 도가니 속에서 냉각하는 동안 대단히 단단한 철의 탄화물의 결정체인 시멘타이트가 작은 흰색 관 형태로 드러났기 때문이었다. 19세기 초반 몇 십년 동안 서구의 많은 학자들과 러시아의 금속학자들은 이 신비의 강철이 지닌 비밀에 대해 열정적으로 연구했고, 이들의 연구가 바탕이 되어 오늘날의 금속조직학

이 탄생하게 되었던 것이다.

중세 유럽의 도검

좋은 칼이 되려면 예리하면서도 부러지지 않아야 한다. 강철은 바로 이런 성질을 지니고 있었기 때문에 고금을 통해 칼날과 도신을 만드는 데 주로 사용되었다. 장인들은 서로 다른 경도를 지닌 길고 가느다란 강철과 쇳조각을 해머질을 해서 서로 접착시키고 아주 강한 강철 날을 따로 붙여 도검을 만들었다. 기원전 250년경 유럽의 켈트족은 해머질과 접착에 의해 칼을 만들고 있었다. 뱀의 피부와 같은 무늬를 가진 고품질의 명검을 만들기 위해서는 수많은 해머질과 온도 조절 작업이 필요했다. 옛날 장인들은 온도에 따라 색깔이 변하는 것을 보고 온도 조절 작업을 했기 때문에, 칼을 만드는 작업은 대개 아주 캄캄한 밤에 이루어지는 것이 관례였다. 이리하여 도검 제작은 매우 은밀한 분위기에서 이루어졌으며, 장인들 스스로도 자신들이 마법의 힘을 빌어 명검을 만든다는 생각하기도 했다.

중세에 칼을 만들던 강철은 인과 황의 함량이 적어야 했으며, 이런 순수 목탄 철은 주로 스칸디나비아 나라에서만 생산하고 있었기 때문에 유럽에서는 무척 귀한 물건이었다. 강철을 만드는 가장 간단한 방법은 연철을 높은 온도에서 탄소를 포함한 물질에 담가서 탄화시키는 것이다. 하지만 이렇게 강철을 만들 경우에는 철의 내부와 표면이 균질하지 않게 된다. 더욱 우수한 강철을 만들기 위해서는 이렇게 만든 강철을 잘게 부수고 다시 두들겨서 탄소가 균일하게 퍼지게 만들어야 한다. 이런 방법으로 강철을 만들려면 탄소 첨가 공정과 망치질 공정을 무려 20번 이상 반복해야 했다. 주철에서 탄소를 제거하다가 중간에 중지시켜 적절한 강도를 지닌 강철을 얻는 방법도 사용되었다. 이 방법을 이용할 경우 주철을 수많은 얇은 판이나 봉의 형태로 만들어 정련해야만 했다.

톨레도 강으로 명성을 날리던 스페인의 톨레도에서는 중세 이래로 전통적인 방법으로 칼을 생산해왔다. 톨레도의 전통적인 칼 제조 방법은 1733년까지 지속되다가 19세기에 다시 부활되었다. 여기에서는 내부의 철심에 두 개의 스웨덴

강철 봉을 접착해서 칼을 만들었다. 한 예로 18세기에 만들어진 톨레도 칼은 0.39% 탄소와 0.45% 구리를 포함하고 있었다. 독일 라인란트 지방의 줄링겐 역시 유럽에서 유명한 칼 생산지로는 명성을 날리던 곳이었다. 줄링겐의 장인들은 오목한 표면을 지닌 삼각형 모양의 칼을 고안했는데, 1685년에는 영국에서 독일 장인들을 데려와 이런 종류의 칼을 대량으로 만들기도 했다. 줄링겐의 칼 산업은 오늘날까지도 그 명맥이 이어져 이곳에서 생산된 칼은 아직도 세계적으로 높은 인기를 누리고 있다.

중국의 주철

중국은 서양에 비해 아주 일찍부터 철을 주조하는 방법을 알고 있었다. 서양에서는 14세기에 들어와서야 용해된 상태의 철을 얻을 수 있었지만, 중국은 이미 기원전 5세기 경에 철을 주조하여 사용하였다. 중국의 역사에서 기록에 나타나는 최초의 용광로는 기원전 91년의 것이다. 이 이전에도 출토된 여러 유물에서 얻은 증거로부터 중국에서는 일찍부터 주철이 사용한 것을 알 수 있으며, 특히 1세기 이후에는 철을 주조하는 방법이 광범위하게 확산되었다. 서유럽에서 용광로는 1345년에 처음으로 등장하며, 그 이전에 서양 사람들은 슬래그가 섞여 있는 연한 철 덩어리를 단련하여 사용했다.

중국인들이 서양인들보다 아주 일찍부터 철을 용해해서 사용할 수 있게 된 원인에 대해 정확하게 말하기는 힘들지만, 학자들은 대체로 다음과 같은 요인들을 꼽고 있다. 우선 중국에서는 아주 오랜 옛날부터 금속을 야금하는 데 석탄을 사용했기 때문에 일찍부터 아주 높은 온도를 얻을 수 있었다. 중국인들은 철을 제조하는 데 목탄뿐만 아니라 석탄도 사용했으며, 13세기에 이르면 코크스를 이용해 철광석을 용해하기도 했다. 서양에서 코크스 제철법이 등장한 것은 1627년이었으며, 에이브러햄 다비가 처음으로 콜브룩데일에 코크스를 이용하여 철을 용선하는 공장을 세우는데 성공한 것은 1709년의 일이다.

중국인들이 인이 다량으로 함유되어 있는 철광석을 사용했다는 것도 그들이 쉽게 철을 녹여 주조할 수 있었던 한 요인으로 작용했다. 초기

철기시대에 중국에서 주조된 몇몇 주철 유물에서는 인의 함량이 무려 5-7%에 이른 것도 있다. 이렇게 다량의 인이 함유되어 있는 철광석을 사용했기 때문에 중국인들은 섭씨 1000도 아래에서도 철을 쉽게 용융시킬 수 있었다. 끝으로 중국인들은 아주 우수한 송풍 장치를 사용했고, 이 장치 덕분에 용광로 내의 온도를 아주 높게 유지할 수 있었다. 즉 중국에서는 사람의 힘이나 물레방아 힘으로 움직이는 피스톤을 가지고 풀무를 움직였기 때문에 용광로 안으로 바람을 지속적으로 불어넣어 내부의 온도를 높일 수 있었다. 용광로 내부에서는 도가니에 철광석을 넣고 그 사이에 석탄을 넣어 불을 지폈다. 이렇게 함으로써 연료는 철광석과 직접 닿지는 않았으며, 목탄을 비롯한 다양한 물질을 첨가함으로써 다양한 목적의 철을 생산할 수 있었다.

도가니 속에서 철광석이 용해되면서 탄소가 완전히 제거되면 가단주철이 되며, 탄소의 함량을 조절하여 비교적 무른 성질을 지닌 다양한 철제품을 만들 수 있었다. 이렇게 용해된 철을 틀에 부어 쟁기의 보습, 무쇠솥, 철조불상 등 다양한 제품을 만들었던 것이다. 철을 용해해서 철제품을 만드는 기술은 서양에서 18세기에서나 가능한 것이었다. 중국의 제철 산업은 북송시대에 절정기를 이루었다. 하지만 서양에 비해 훨씬 앞서 있었던 중국의 제철기술은 명대에 이르러 더 이상의 발전을 이루지 못하고 정체하고 말았다. 반면에 유럽은 16세기 이후 제철기술을 급속도로 성장시켜 18세기말에 일어난 산업혁명을 통해 세계의 기술을 제패했다.

북송의 철과 중국의 '산업혁명'

중국 역사에서 북송 시대는 그 이전과는 비교로 되지 않을 정도로 철 생산이 급증했던 시기로 오늘날의 기술 혁명에 비견되는 시대였다. 이 시기에 전체적으로는 평화가 계속되었지만, 요나서하 등과 같은 이민족과의 분쟁도 그치지 않았다. 이에 따라 전쟁에 대비하기 위해 많은 병기를 필요로 했으며, 근대적인 무기 체계에 필수적인 화약도 이 시기에 와서 비로소 전쟁에 이용되기 시작했다. 무엇보다도 이 시기에는 철로 제조된 많은 무기와 일상 생활용품이 등장하면서 철 생산이 엄청나게 증가했다. 이런 이유 때문에 하

트웰과 같은 학자들은 북송 시대를 철 생산량이 급증했던 영국의 초기 산업혁명 시대와 외형상 유사함을 간파하고 중국의 '산업혁명' 시기라고 부르기도 한다.

유럽에서는 14세기가 되어서야 액체로 된 선철을 생산할 수 있었지만, 중국에서는 이미 기원전 3세기경에 주철을 사용했다. 중국은 이처럼 오래 전부터 석탄을 이용해서 주철을 만들어 사용했다. 석탄을 이용해서 만든 주철을 탈탄해서 만든 강철보다는 목탄을 이용해서 만든 강철이 훨씬 우수했다. 하지만 중국에서는 전통적으로 목탄 부족 현상에 시달려 왔다. 이런 이유 때문에 질 좋은 강철의 경우에는 서기 5세기에 인도에서 수입하여 사용하기도 했다.

11세기 초 북송에서는 12만 톤의 철이 생산되었다. 이것은 15만에서 18만5천 톤의 철강을 생산한 1700년대 유럽 전체의 철 생산량과 맞먹는 엄청난 양이었다. 이 시기에 북송에서는 36개 이상의 철 생산 공장이 있었던 것으로 추정된다. 한편 철 생산이 증대되면서 목탄의 부족 현상은 더욱 심각해져 갔다. 이 때문에 석탄이 빠른 속도로 목탄을 대체할 수밖에 없었고, 1078년 이후에는 석탄이 철을 생산하는 주 연료가 되었다. 당시에 도가니를 이용해 주철과 강철을 만드는 데에는 역청탄보다는 무연탄이 주로 사용되었다.

철 생산이 급증하면서 목탄을 비롯한 화석연료의 소비량이 엄청나게 증가하였고, 이에 따라 중국의 산림이 빠른 속도로 훼손되어 환경 문제가 심각해졌다. 11세기에 놀라운 성장을 보이던 중국의 야금산업은 12세기 이후 중국 내부의 정치, 사회적 한계로 말미암아 쇠퇴했으며, 결과적으로 목탄의 사용량은 과거에 비해 크게 줄어들었다. 하지만 이미 중국 북부의 숲은 그 훼손 상태가 심해 돌이킬 수 없는 지경에까지 이르렀다. 해마다 우리나라는 중국에서 날아 들어오는 황사 현상으로 고통을 겪고 있다. 황사 현상이 이렇게 심화된 요인 가운데 하나는 북송 시대에 엄청난 규모의 철 생산으로 인해 야기된 산림 황폐가 아직도 복구되지 않고 있기 때문이다. 북송시대에 동아시아에 나타날 가능성이 있었던 낙태된 '산업혁명'을 애석해하기 전에 철 생산이 야기했던 환경 훼손을 먼저 생각하면서 환경 친화적인 철

강 산업의 중요성을 다시 한번 생각해보게 된다.

우리나라 철기의 기원

우리 민족은 오랜 옛날부터 철기를 사용해 온 것으로 유명하다. 동이족은 예로부터 활을 잘 쓰는 민족뿐만이 아니라 철을 잘 다루는 민족으로도 알려져 왔다. 오리엔트의 아나톨리아 지방에서 시작된 철기는 초원을 지배하던 유목 문화를 통해 전세계로 퍼져나갔다. 우리 민족은 본시 유목 생활을 하다가 한반도에 정착한 민족으로 아주 초기부터 철기 문화에 접했다. 남한의 학자들은 중국과의 관계를 고려하여 우리 민족이 철기를 사용한 것을 대략 기원전 4세기경으로 보고 있다. 예를 들어 한국과학기술사 분야의 대표적인 학자인 전상운의 『한국과학기술사』에는 우리나라의 철기 문화가 기원전 4세기경에 시작되었다고 기록되어 있다.

남한의 학자들의 주장과는 달리 북한의 학자들은 고조선 시대 출토 유적을 바탕으로 우리 민족이 철기를 사용한 것은 이보다 무려 8세기나 앞선 기원전 12세기라고 주장하고 있다. 북한의 대표적인 우리 민족 과학기술사 저작으로는 과학백과사전종합출판사에서 5권의 책으로 출판한 『조선기술발전사』가 있다. 이 책의 편찬에는 김일성종합대학, 김책공업종합대학, 평양건설건축대학, 원산농업대학, 한덕수경공업대학, 김제원대학, 계룡상대학 등의 교육기관과 기상수문국, 사회과학원 등의 학자, 전문가, 기술자들이 참가했다.

『조선기술발전사』 제 1권 원시고대편에 의하면 기원전 12세기에 조성된 유적인 강동군 송석리 문선당1호돌판무덤에서 순도가 높은 철(C 0.06%, Si 0.18%, S 0.01%, Mn 흔적)로 만든 쇠거울이 출토되었다고 한다. 또한 기원전 7세기 것으로 추정되는 강동군 향목리 1호 고인돌에서는 탄소공구강으로 볼 수 있는 쇠줄칼(C 1%, Si 0.15%)과 쇠활촉이 출토되었다고 한다. 이런 일련의 철기 유물을 바탕으로 북한 학자들은 우리 민족이 기원전 12세기부터 쇠돌을 채취하는 철광업을 시작하였다고 주장하고 있다.

기원전 12세기라면 당시 메소포타미아에서 시리아, 팔레스타인에 걸쳐 있던 고대 제국으로서

철기기술을 독점적으로 보유하고 있던 히타이트 제국이 멸망한 시기이다. 역사가들은 기원전 12세기까지는 철기문화가 아주 제한적으로 쓰이다가 이후 히타이트 제국에 의해 독점되던 철 야금 기술이 이집트, 이란을 필두로 해서 전세계로 급속히 퍼져 철기문화가 보편화된 것으로 보고 있다. 만약 북한 학자들의 주장이 사실이라면 우리 민족은 히타이트 제국 멸망 직후에 광활한 아시아의 초원 지대를 거쳐 철기 문화를 아주 초기에 직접 받아들인 것으로 보아야 한다. 당시의 문화 전파 속도가 과연 어느 정도였는지는 정확하게 알 수는 없지만, 아무튼 이것은 세계 제철기술사상 유래가 없는 엄청난 일이다.

범의구석 유적은 함경북도 무산군 무산읍 서쪽의 두만강가에 자리잡고 있다. 신석기 시대로부터 철기시대 초기에 이르기까지 수천 년간의 역사를 담고 있는 이 유적층 가운데 제5문화층은 기원전 7세기에서 기원전 5세기에 해당하는 문화층이다. 범의구석 유적(5문화층)에서는 쇠도끼, 쇠창, 쇠대패날, 쇠끝 등 적지 않은 철기가 나왔다. 쇠창은 청동기 시대의 버들잎 모양의 흑요석 창끝과 비슷하며 구두칼 모양의 쇠칼도 이전 시기의 점판암으로 만든 칼과 비슷하다. 청동기 시대의 석기를 그대로 모방한 이와 같은 철기의 형태는 이 곳의 유물이 철기 시대에 들어선 초기의 것임을 말해주고 있다. 북한 학자들은 여기서 출토된 쇠도끼는 완전 용융 상태에서 얻어진 선철 주물품이었다고 말하고 있다. 만약 그것이 사실이라면 기원전 6세기를 전후한 시기에 질 좋은 선철제 도끼를 생산했다는 것은 세계 제철 기술사에서도 그야말로 보기 드문 예이다. 중국에서는 기원전 3세기경 선철을 이용해 도구를 만들었으며, 유럽에서는 14세기가 되어서야 액체상의 선철을 이용할 수 있었다.

삼국의 형성과 철기문화

기원전 4,3세기에 연나라에서 사용되던 화폐인 명도전이 강계, 영변, 철산 등 압록강 중류 지방과 서북지방에서 철기 유물과 함께 광범위하게 출토되었다. 연나라 철기의 유입을 말해주는 대표적인 유적으로는 평안북도 위원군 용연동 유적을 들 수 있다. 이곳에서는 철도끼, 철촉, 철창 등과 함께 철낫, 반월형 철도, 철팽이, 철보습 등

의 다양한 철제 농기구가 발견되었다. 명도전과 함께 이 철기 유물은 한반도에 철기가 전파되는 과정에 대한 중요한 고고학적 증거로 평가되고 있다.

한민족의 형성 과정에서 철기 문화는 매우 중요한 의미를 지니고 있다. 즉 한민족이 고대국가를 형성하는 과정은 한반도에 철기가 유입되는 과정과 밀접하게 연결이 되어 있기 때문이다. 우선 고구려의 지배 계층들은 원래 부여 계의 한계파로서 송화강 유역에서 살다가 서기전 4세기 경부터 야철기술을 가지고 남하하여 압록강 유역에 자리를 잡은 부족이었다. 이들은 철기 문화를 바탕으로 해서 대륙과 대항하는 한편 내부적으로는 여러 부족을 통합해서 고구려를 성립시킬 수 있었다.

백제의 지배 계급 역시 고구려와 같이 철기를 사용하던 부여 계의 계파로 알려져 있다. 일본 나라 현의 이시노가미신궁(石上神宮)에는 백제인이 만든 칠지도(七支刀)라는 75cm의 철검이 주신으로 모셔져 있다. 이 칼에는 61자의 명문이 새겨져 있는데, 명문에 의하면 이것은 서기 369년 5월 16일 정오에 백제인들이 왜왕을 위해 후세까지 전하게 하려고 특별히 만든 것이었다고 한다. 이 칠지도는 백제의 야금 기술이 매우 높은 수준이었음을 알려주는 귀중한 유물이다.

가야는 한반도의 초기 철기 문화 가운데 가장 융성한 유적을 남겼다. 즉 가야 지역에는 풍부한 철광석이 도처에 산재해 있어서 한반도의 그 어느 지역보다도 제철업이 융성하였으며, 쇠도끼, 쇠창, 쇠화살촉, 철검, 쇠갑옷과 투구 등 다양한 철제 도구를 만들 수 있었던 것이다. 『삼국지』 『위지』 「한전(韓傳)」 변진조(弁辰條)는 가야 지방에서는 철을 매개로 해서 마한, 예, 왜 등과 교역을 해서 많은 이익을 얻었다고 적고 있다. 이것은 당시에 가야가 동아시아에서 아주 부강한 제철 생산국이었다는 것을 말해주고 있다. 또한 금관가야(金官伽倻)를 일본 서기에서는 須那羅 혹은 素那羅라고 부르는 데, 이는 쇠나라(金國)라는 뜻에 해당된다.

신라를 건국하고 지배 계층으로 군림한 김씨 부족도 북방 대륙에서 철기문화를 가지고 들어온

북방계 기마 민족이었다. 신라의 전신은 변진(弁辰)에 속해 있던 사로국(斯盧國)이었는데, 이 나라는 철은 동북아 일대에 공급하던 철 생산국이였다. 신라의 지배 계급이었던 북방 이주민들이 만든 촌 이름은 처음에는 쇠벌(金村)이라고 불렀다가, 점차로 '쇠의 나라'(金國), 그리고 나중에는 신라라는 이름으로 발전한 것이다. 신라를 지칭하는 이름들이었던 사로국, 서라벌(徐那伐), 금성, 월성 등도 모두 쇠와 관련이 있는 지명들이다. 우리말의 쇠는 원래 철(鐵)뿐만이 아니라 금(金)을 포함한 여러 금속을 지칭하는 말이었다는 것으로 추측된다. '쇠의 나라' 사람들이었던 신라인들은 쇠를 아주 중요하게 여겼다. 즉 신라인들은 철(鐵) 뿐만이 아니라 누른 쇠(黃金)도 중요하게 여겨서 많은 쇠와 관련된 유물을 부장품으로 남겼다.

삼국유사와 삼국사기에 기술된 신라의 박혁거세, 석탈해, 김알지의 세 시조 설화는 쇠와 밀접한 관련이 있다. 우선 신라의 지배 씨족의 성이었던 김(金)과 석(昔)도 모두 쇠와 관련이 있다. 삼국유사에 의하면 김알지는 금궤에서 태어났으며, 이 때문에 성을 김(金)이라 하였다고 한다. 삼국유사에 의하면 석탈해(昔脫解)는 용성국에서 태어나 경주 지방으로 이주한 사람이었다. 그는 성안에 들어와서 숫돌과 숫을 묻고 이곳이 오래 전에 자기 땅이라고 주장하는 계략을 써서 다른 사람의 집을 빼앗았다. 이는 신라 땅에 들어온 석탈해가 토착 세력과 싸움을 벌여 땅을 차지한 것으로 해석된다. 주목할 것은 이때 탈해가 자신을 대장장이의 후예임을 자처했다는 것이다. 이것은 성화를 지배하고, 철강을 자유자재로 다루며, 위대하고 신비한 영적 능력을 발휘하는 주술적인 대장장이 샤먼의 종교적 전통과 맥을 같이 하는 것으로서, 석탈해가 철기를 가진 지배자였다는 것을 상징하고 있다. 석(昔)은 쇠라는 뜻이며, 탈해(脫解)는 대장장이라는 뜻의 고어였던 것으로 추정되고 있다. 석탈해가 이끄는 부족은 야금의 성역이었던 월성(月城)과 계림(鷄林)을 중심으로 해서 신라의 지배권을 확립해나갔던 것이다. 쇠는 우리나라 고대 국가 성립에 결정적인 역할을 함으로써 우리 민족이 형성되는 데 커다란 역할을 했다. 또한 '쇠의 나라'였던 신라는 마침내 철기의 우수한 생산력을 바탕으로 해서 삼국 통일의 위업을 달성하게 된다.

철의 사용이 보편화되면서 칼, 농기구 이외에 예술작품에도 철이 이용되기 시작했다. 통일신라 시대부터 고려시대까지 우리나라에서는 수많은 무쇠불상이 주조되었다. 무쇠불상은 금동불보다는 세부 묘사에 정밀성이 떨어지고 유연성이 적으며 또한 조각 기술상 세련된 표현을 하기가 힘이 든다. 하지만 신라인들은 철이 지닌 이런 소재상의 결함을 슬기롭게 극복하고 8세기 무렵부터 아주 뛰어난 무쇠불상들을 제작했다.

충남 서산군 운산면에서 출토되어 현재 국립중앙박물관에 소장되어 있는 8세기의 철조여래좌상(鐵造如來坐像)은 철이 지닌 정밀 주조상의 어려움을 잘 극복하여 무쇠불상을 하나의 뛰어난 예술 작품으로 승화시킨 좋은 예이다. 8세기에 시작된 무쇠불상 제작은 9세기에 이르러 우리나라 무쇠불상 제작에서 그 전성기를 구가했다. 전북 남원 실상사(實相寺)의 장육철조여래좌상(丈六鐵造如來坐像, 보물 41호), 강원도 철원 도피안사(到彼岸寺)의 철조비로사나불좌상(鐵造毘盧舍那坐像, 국보 63호), 전남 장흥 보림사(寶林寺) 철조비로사나불좌상(鐵造毘盧舍那坐像, 국보 117호) 등은 이 시대의 발달된 기술을 보여주는 대표적인 무쇠불상들이다.

발해와 철기 문화

고구려인, 말갈족이 주체가 되고 만주 일대의 여러 종족이 합쳐 세운 다민족 국가였던 발해는 고구려 유민인 대조영이 건국한 이래 해동성국(海東盛國)으로 불리며 넓은 만주 지방을 지배하던 국가였다. 8세기부터 10세기에 걸쳐 220년간 융성하던 발해는 높은 문화 수준을 자랑했던 것으로 생각된다. 발해는 중국과 일본의 문헌에 나타난 내용만이 부분적으로 전해질 뿐, 우리나라의 문헌에는 관련 기록조차 거의 없어 우리에게 상당부분 잊혀진 국가였다. 하지만 발해는 통일신라와 함께 우리나라 역사에서 처음으로 남북조 시대의 한 축을 담당했던 나라였다. 특히 발해는 고구려의 발달된 철기 문화를 받아들여 우리 역사상 찬란한 철기 문화를 발전시킨 것으로도 유명하다.

고구려를 계승한다는 의미에서 일본과의 서절을 교환할 때에는 고려(高麗)라는 이름까지 사용

한 바 있는 발해는 고구려의 상무적 전통을 이어 받아 8세기 초엽에는 약 10만여명, 8세기 말에서 9세기 초에는 약 20만명 정도의 상비군을 두고 있었다. 이런 큰 규모의 군사들이 사용할 무기와 갑옷을 만들기 위해 발해는 상당한 양의 철을 생산했던 것으로 여겨진다.

위성(位城)은 발해의 2대 도시인 중경현덕부(中京顯德府)의 속현인데 이곳에서 철을 많이 생산했기 때문에 사람들은 이곳을 철주(鐵州)라고 불렀다. 발해의 제철 산업은 이 위성을 중심으로 번성했다. 연해주의 발해유적에서 발굴된 철기 유물들은 선철과 강철로 만들어졌다. 선철 출토 유물은 가마, 바퀴틀, 보습날, 주철피 등이었으며, 강철 출토 유물은 칼이 주종을 이루었다. 선철은 탄소의 함량이 2.3%에서 4.40%인 백색주철이었는데 주로 목탄을 원료로 해서 생산했다. 강철은 탄소 함량이 0.17%에서 0.63%로서 저, 중, 고탄소강을 모두 포함하고 있으며, 그 가운데에서도 탄소 함량이 0.25-0.6%인 중탄소강이 가장 많은 비중을 차지하고 있다. 중국에서는 송대에 이르러 제철산업이 크게 융성했다. 기록에 의하면 당시 송나라에서는 강하천에서 철광물을 물로 일어 쇠돌과 모래형태의 돌을 갈래내는 발해 시절의 방법을 배웠다고 한다. 이렇게 쇠돌과 사철로부터 얻은 정광으로 선철을 생산했기 때문에 발해는 높은 품질의 철을 생산할 수 있었다.

융성을 거듭하던 발해는 925년 12월말부터 1월초에 걸친 거란의 대대적인 공격을 받고 별다른 저항도 못해보고 갑자기 멸망하고 말았다. 발해가 이렇게 어이없이 멸망한 원인에 대해서는 아직도 분명하게 밝혀지지 않고 있다. 하지만 발해의 제철기술은 당사 동아시아에서 각광을 받을 정도로 아주 높은 수준이었기 때문에 926년 발해를 멸망시킨 거란은 발해의 유민들을 요주(遼州)를 비롯한 거란의 주요 철생산지에 집단으로 이주시켜 제철업에 종사시켰다. 발해는 멸망했지만 그들이 발전시킨 철기문화는 거란, 송, 고려로 전해져 후대의 제철기술 발전에 기여했던 것이다.

근대의 철기 문화

북송시대에 놀라운 성장을 보이던 중국의 야금산업은 12세기 이후 중국 내부의 정치, 사회적

한계로 말미암아 쇠퇴했다. 이후 세계의 제철 산업은 동양이 아닌 서양이 주도하게 되었다. 1709년 에이브러햄 다비가 고안한 코크스를 이용한 용선법은 양질의 철을 생산할 수 있는 기술적 바탕을 만들어 주었으며, 이어 1740년대에는 벤저민 헌츠먼이 도가니 제강법을 창안함으로써 우수한 강철을 과거에 비해 아주 짧은 시간과 저렴한 가격으로 생산할 수 있게 만들어주었다. 또한 1780년대에 헨리 코트가 개발한 새로운 압연기술과 정련기술은 영국의 제철산업에 엄청난 영향을 미치게 된다. 조지프 홀은 공기에 더 많은 산소를 함유하게 만들어 코트의 정련기술을 획기적으로 개량시켰다. '선철 비등법'이라고 불렀던 홀의 이 새로운 정련법으로 만든 양질의 철은 철사, 철봉, 파이프, 레일, 앵글 등 다양한 산업용 자재를 자유롭게 만들 수 있도록 해주었다.

19세기에 중반에 이르러 베세머 제강법과 평로법, 그리고 염기성 제강법이 등장하면서 강철은 세계적으로 보편화되었고, 특히 선박, 철도, 자동차, 무기 등에 강철이 광범위하게 사용되었다. 당시에 영국, 독일, 프랑스, 벨기에, 미국 등 서구 열강들은 자국의 국력을 강철의 생산량으로 저울질했는데, 역사는 이 시기를 '강철의 시기'라고 부르고 있다. 20세기 초부터 세계 철강 산업은 미국이 주도하였다. 하지만 20세기 후반에 이르러 전통적인 평로법에 머물던 미국 철강 산업은 1950년대에 새롭게 개발된 LD 제강법으로 무장한 일본과 한국의 철강 산업에 의해서 추월을 당한다.

인간이 철과 본격적인 동반자적인 관계를 유지하기 시작한 3천년전부터 인간은 철을 이용해 칼, 농기구, 예술품, 선박, 철도, 자동차, 건축물 등 수많은 문명의 이기를 만들어 나갔다. 철은 인간의 삶을 풍요롭게 하고 인류의 문명을 지탱해주는 필수적인 소재였으며, 바로 우리나라는 역사를 통해 철기 문화의 중심에 서 있었다.