



W 기고

## 주석 이야기



동국대학교 의과대학 교수  
임 현 술

인류의 역사는 비금속기인 석기시대와 금속기인 청동기 및 철기 시대로 구분된다. 문명의 시작부터 현재까지 사용하고 있는 구리, 납, 은, 금, 주석, 철, 수은 등 7가지 금속을 고대금속이라고 하며, 인류의 금속 문명의 기반이 되었다.

이 중 주석(朱錫, Tin)은 인류가 광석에서 분리해 낸 오래된 금속으로 원자번호 50번, 원소기호 Sn으로 라틴명인 스탄늄(stannum)에서 유래하였다.

청동기 시대를 이끈 청동은 주석과 구리의 합금으로 생성되었다. 주석은 구리의 우수한 전성과 연성을 잘 살려주면서 단점인 강도를 크게 높여 청동기 시대의 주역이 되었다. 구리에 주석이 17~18% 포함되었을 때 최고의 강도를 가진 청동이 탄생하는데 이렇게 만들어진 단단



한 청동에 감탄한 인류는 돌도끼와 이별을 고하고 청동 도끼와 검을 만들어 청동기 시대를 열었다.

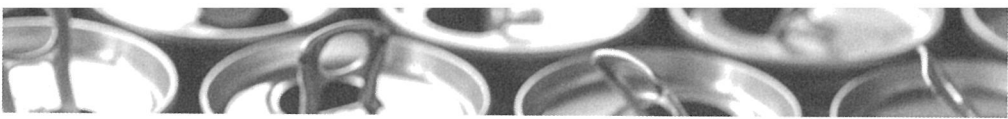
티그리스와 유프라테스 강 사이에 정착한 수메르인이 기원전 4천 년경 구리와 주석을 섞어 사용하기 시작하여 청동기 시대가 시작되었다. 수메르인에 의하여 널리 퍼뜨려진 청동 무기를 들고 온 외부인에 의하여 기원전 2천 년경 수메르 문명의 불꽃도 꺼졌다. 청동기 시대를 연 수메르인은 청동 무기에 굴복한 것이다. 흥하고 망하고 성하고 쇠하는 세상이 이치이거늘 누구를 원만할 것인가?

주석은 어두운 회색빛을 띤 비금속성 형태인  $\alpha$ -주석과 은처럼 반짝이는 금속성의  $\beta$ -주석 두 가지 동소체로 구성되어 있다.  $\beta$ -주석은 치명적 약점이 있는데 영하 13.2°C 아래로 내려가면  $\alpha$ -주석으로 전이 된다. 전이가 되면 전성과 연성도 적어져 압력을 가하면 부서져 가루가 된다. 영하 40.0°C 이하가 되면 빠르게 전이가 진행되어 버린다.

이러한 전이를 주석병 또는 주석 페스트라고 부른다. 금속이 가루가 되어 사라지니 금속에 병명을 붙인 것이다. 주석은 값이 비싸며, 경도가 낮아서 납과 비슷할 정도로 무른데다가 날이 추우면 주석병으로 가루가 되기 때문에 단독으로는 거의 사용되지 않고, 대부분 합금과 화합물의 제조에 사용된다. 다른 금속에 첨가해 합금으로 사용하면 쓸모가 많아져서 다양한 형태로 활용되고 있다. 청동이 대표적이다. 백랍은 또 다른 주석 합금으로 90% 주석에 안티몬, 구리, 비스무트, 납과 같은 금속을 섞어 만든 합금이다. 납 파이프나 전기 도선을 연결하는데 사용하는 뿔납의 성분이다. 원소상태의 주석은 다른 금속 표면에 입히는 보호막으로 사용한다. 대부분 식품 캔은 주석을 입혀 사용한다. 주석의 용도는 뿔납, 도금, 화합물, 청동 및 합금, 유리 등에 사용한다.

금속 주석과 주석 산화물, 주석 염들의 유독성은 거의 알려진 바 없다. 일부 주석 화합물들은 독성을 나타내며, 유기주석 화합물들의 일부는 독성이 크다. 미국 정부는 공기 1 m<sup>3</sup>당 주석 화합물 허용 상한치를 2 mg, 유기주석 화합물은 0.1 mg으로 정하고 있다. 주석 캔에 보존된 식품에서 흡수되는 주석의 양은 매우 작아 소비자에게 위험이 되지 않는 것으로 생각하고 있다. 무기주석 화합물은 독성이 낮다. 눈, 코, 목 및 피부를 자극한다. 만성장애는 알려져 있지 않다. 유기주석 화합물은 눈, 점막 및 피부를 자극한다. 화합물의 종류에 따라 독성이 다양하다. 염화모노메틸 주석의 독성은 낮다. 디알킬주석화합물은 피부를 자극하고 간과 담도에 장애를 일으킨다. 디에틸 주석을 과량 먹으면 영구적인 중추신경장애를 일으켜 사망할 수 있다. 삼알킬 및 디부틸주석은 피부에 화상을 입히고 사메틸 및 사에틸주석은 피부 화상, 두통과 구토증이 생긴다. 삼부틸주석화합물은 피부에 심한 화상을 입힌다.

통조림과 식품 캔은 주석을 입혀 사용하는데 이에 대한 역사가 있다. 나폴레옹은 전쟁으로 식량 사정이 악화되자 1804년 방부제를 사용하지 않고 식품을 장기 보존할 수 있는 용기를 현상 공모하였다.



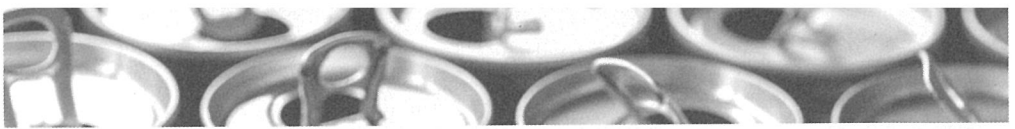
과자 제조기술자였던 니콜라 아페르는 잘게 썬 양배추, 당근 등을 넣은 삼페인 병으로 병조림을 고안했고, 현상 공모에 당선되었고 병조림이 군사식량으로 채택되었다. 아페르의 병조림 만드는 방법은 유리병에 식품을 넣고, 코르크 마개로 느슨하게 막은 다음 끓는 물에 담가서 30~60분가량 가열한 후 뜨거울 때 코르크 마개를 단단히 막는 아주 간단한 방법이었다. 이 방법에 의하여 식품을 조달하게 된 나폴레옹 군대는 여러 전쟁에서 이길 수 있었다. 식품 조리에는 드는 시간을 절약할 수 있었고 식자재를 운반 시 무게가 적게 나가 기동력이 향상되었기 때문이다. 나폴레옹군은 평균 유럽군의 분당 70보의 두 배에 가까운 분당 120보로 이동할 수 있었다. 병조림으로 인하여 나폴레옹은 영국을 제외한 전 유럽을 손에 넣게 되었다.

영국은 나폴레옹보다 한 수 위였다. 유럽에서 나폴레옹이 천하무적이 된 이유가 식품을 보관하는 병조림에 있다는 것을 알고 더 나은 식품을 보존하는 방법을 연구하였다. 영국의 피터 듀런드는 1810년 병조림 대신 양철 판을 용기로 하는 통조림을 특허 출원해 현대 통조림의 기틀을 마련했다. 양철은 철판의 표면에 주석을 도금한 것이다.

영국은 병조림보다 더욱 편리한 통조림을 발명했고, 프랑스군보다 빠른 기동력을 갖게 됐다. 이후 나폴레옹은 워털루 전투에서 영국을 필두로 한 전쟁에서 참패하면서 권력을 잃게 됐다. 양철 판은 유리병 보다 가벼워 영국인은 나폴레옹 군대를 이길 수 있었다. 미국에서는 앨런 테일러가 1847년 기계로 찍어내는 주석 깡통으로 특허를 받았다. 깡통을 밀봉하고 가열한 다음 여는 방법은 지속적으로 발전을 거듭하여 생산 효율성을 증가시키면서 통조림 음식은 점차 안전하고 편리하게 만들어졌다.

주석은 주석병으로 인하여 전쟁의 승패를 가르기도 하였다. 나폴레옹은 주석병으로 러시아와 전쟁에서 패배하였다. 나폴레옹은 1812년 6월에 60만 대군을 이끌고 러시아를 침범하였다. 침범 후 발진티푸스가 유행하기 시작하였다. 군복과 담요를 소독하여야 하지만 전쟁 중에는 그럴 형편이 못되었다. 모스크바에 9월 14일 입성하였으나 모스크바는 폐허로 변해 있어 잔인한 겨울의 굶주림 속에 갇히고 말았다. 러시아 군이 모든 것을 불태우고 후퇴한 것이다. 폐허 속에서 한 달이 넘도록 항복을 기다렸으나 러시아군은 넓은 영토를 발판 삼아 후퇴하니 더 이상 버틸 능력이 없어 10월에 퇴각 결정을 한다. 환자와 시체로 넘쳐나는 임시 병원은 감염원 역할을 하여 프랑스 군대가 지나는 곳마다 발진티푸스가 유행하였다. 퇴각 후 12월이 되자 영하 38°C까지 내려가는 혹한이 시작되었다. 매서운 동장군이 프랑스 군의 사기를 떨어트렸다.

프랑스 병사들의 군복을 멋지게 빛내주던 은색 주석 단추들이 하나씩 가루가 되어 사라져갔다. 영하 30°C 이하의 추위가 계속되자 주석 단추는 주석병으로 진회색 가루가 되어 떨어져 나간 것이다. 병사들은 무기 대신 추워서 군복을 붙잡고 있어야 했다. 추위, 굶주림, 발진티푸스와 주석병에 의하여 나폴레옹은 몰락하고 러시아는 승리를 쟁취하게 되었다. 60만 명의 프랑스 군사 중에 살아 돌



아은 군사는 4만 명에 불과하였다. 1812년 기상이변은 과학자들에 의하면 엘니뇨 때문이라고 한다. 엘니뇨는 적도 부근의 바다가 더워지면서 온도 상승이 지속되는 현상이다. 뿐만 아니라 엘니뇨는 혹한도 찾아오게 할 수 있다. 자연 현상인 엘니뇨로 혹한이 초래되었고, 혹한으로 주석병에 의한 전투 능력 상실과 굶주림과 동사, 지속된 발진티푸스 발생 등이 혼합하여 프랑스군은 패배할 수밖에 없었다. 러시아의 혹한은 엘니뇨 때문이었으므로 천하의 나폴레옹이 이를 미리 알 수도 없었을 것이다. 그렇다면 나폴레옹의 몰락은 신의 뜻이었을까?

2016년 1월 우리나라에도 혹한이 밀려 왔다. 온난화의 역설로 북극이 더워지자 한파가 밀려왔다. 온난화로 제트기류가 약해지자 북극의 한랭기류인 '플라 보텍스(polar vortex)'가 제트기류를 뚫고 나와 남하하여 우리나라를 덮친 것이다. 플라 보텍스는 북극과 남극을 소용돌이처럼 휘몰아치는 한랭기류로 영하 60℃부터 영하 50℃의 극한 한파를 품고 있다고 한다. 미국 동부와 동유럽도 한파에 시달렸다. 이와 같이 온난화가 되면서도 혹한이 발생하는 것은 과거 역사에서 발생한 것과 마찬가지로 치인가 보다.

주석은 주석병으로 인하여 탐험자를 사망으로 이끌기도 하였다. 노르웨이의 아문젠과 영국의 스콧은 남극점 정복에 경쟁이 붙었다. 스콧은 1912년 1월 17일 남극점에 도달하였지만 아문젠이 이미 한 달 전에 정복한 후였다. 스콧은 살아 돌아가기 위하여 고분 분투하였다. 그러나 음식을 데우고, 체온을 높이고, 얼음을 녹여 식수를 만드는데 사용하기 위하여 가져온 연료가 사라져 버린 것이었다. 등유 보관용으로 제작한 강통의 주입구를 가죽으로 만든 와셔로 잘 막아 두었는데 주입구 자체에 주석이 섞여 있어 계속된 영하의 날씨에  $\beta$ -주석이  $\alpha$ -주석으로 전이되어 주석병으로 인하여 가죽와셔가 헐거워져서 연료가 모두 새어나간 것이다. 체온 유지가 어려워지고, 식량과 식수 부족으로 탐험대 전원이 동사하고 만다. 아문젠 탐험대는 연료 통 주입구를 주석이 아닌 뿔뿔로 철저히 밀봉한 덕으로 혹한의 추위에도 피해를 입지 않았다.

주석은 지표면에 아주 적은 양이 분포한 금속이지만 세계사 속에서 중요한 순간에 큰 역할을 해낸 역사적인 금속이다. 적지만 강한 금속이다. 🍷

#### 참고 문헌

1. 김동환, 배석, 금속의 세계사, 다산북스, 2015
2. 예병일, 세상을 바꾼 전염병, 도서출판 다룬, 2015