

銅の話

令和2年11月8日(日) 10:00~11:30

元別子銅山文化遺産課長 坪井利一郎

1. はじめに

神保町の古書店で、仲田進一著「銅のはなし」(日本規格協会)と中村直勝・和田忠朝監修「銅ものがたり」(株式会社アグネ)を手取る。銅について多岐にわたって書かれていて、社会科で青銅時代と大仏建立くらいを教科書で読んで、理科で釘に銅線を巻いて電磁石実験をした程度であった。ほとんど知っていると言える項目がなかった。

別子銅山記念図書館の開架の棚を見ても、かつて読んだ藤野明著「銅の文化史」(新潮選書)だけが、「銅の」で始まる本であった。開架の棚にあるのは「金属」で始まる本の類で、銅については数ページ書かれているだけであった。別子銅山コーナーの棚には、寄贈した村上隆著「金銀銅の日本史」(岩波新書)があり、石見銀山の学術的意義の意義づけをする中からの記述であるが、意外と銅にふれている。石見、佐渡、別子で金銀銅サミットの開催を2巡した関係からだろうか。

別子銅山の鉱山としての歴史に関して、別子銅山を読む講座で語って来たが、含銅硫化鉄鉱から抽出した銅そのものについては話してこなかったことに気が付く。人類最古の有用金属である銅の知識と技術は、金・銀についてよりもはるかに重要であり、鉄発見以前の古代冶金術のあらゆる主要な段階は、銅の歴史において概観されている。銅は鉄と並んで、人間が使っている金属材料としては、ざっと1万年に及ぶ最古参のものでありながら、銅とはどんなものかと聞かれると、全く答えられない。とりあえず銅について綴ってみる。

2. 銅の発見

紀元前8000年頃、銅鉱床に銅が自然銅という特別な状態で地表に出ているのを、新石器時代人が偶然に発見したであろうと言われている。最初は骨や石や木のように加工を試みたがなかなか難しかった。やがて石には無い銅の展延性を利用して、最初はピンやキリのような小さなものを作った。やがてハンマー、ナイフなどの生活用品を好む形にたたき出すことが出来、石器に比べて銅の加工硬化性によってより鋭く、より長持ちする刃が得られた。耐食性がある素材としては石よりも高く評価された。

紀元前6000年以降、キャンプ・ファイヤーで溶かして希望する形のものを作る鑄造技術を発見している。焚火の温度は600℃~700℃なので銅そのものは1085℃以下では溶けないので、谷風などの自然現象が偶然に重なったとしか考えられない。更に、銅は岩石に含まれていることを偶然に発見し、火と炭を用いて銅の酸化物である鉱石から取り出すようになる。

紀元前5000年頃、エジプトの墓から銅製の武器や用具が発見されている。エジプトのいくつかの壺は1100℃～1200℃の高温で焼かれているので、完全焼成陶器を作った文明は鉱石の還元を可能とする装置も所有していたことが分かる。

紀元前3800年頃、シナイ半島においてスネフル王によって銅鉱石が採掘された記録が発見されている。

紀元前3000年頃、地中海のキプロス島で多量の銅が産出された。始めはキプロスの鉱石と呼ばれていた。cyprium、cyprium、cuprumと呼ばれて行き、英語のcopperの語源である。化学記号のCuもこのラテン語の最初の2文字を取った。

中国での銅の使用の開始は紀元前2500年頃からと言われている。漢字で銅という文字が現れたのは、紀元前240年頃、中国最古の事典の「説文解字」に、「銅は金へんに同というつくりからできている。」とのみ出ている。それまでには甲骨文字の中には無く、戦国時代になってやっと銅の字が現れる。管子の地数篇には、「銅を出す山が467山、鉄を出す山が3609山ある。」と書かれている。そして、金銀銅の3種類の金属を総称して金と総称し、必要に応じて、黄金、白金、赤金と称して区別していた。

日本では、弥生時代（紀元前300年～300年）の前半は、金石併用期にあたり、朝鮮半島を通して中国から輸入された青銅器と鉄器が使われた。

※古代の5原色は、語尾に「い」が付く。空の色合いから出てくる。青は青空、白は雲、赤・黄は朝焼け・夕焼け、黒は夜。なお、緑も青に含む。(青菜と言うように)

黄ない 白い 赤い 黒い 青い

黄金=金 白金=銀 赤金=銅 黒金=鉄 青金=鉛

※欽明天皇13年(552)に百済の聖明王が仏教を伝来したことが、(538年が正しいと言われている)日本書紀に「^{しかほとけ}釈迦仏の^{かねのみかたひとはしら}金銅像一軀……」と記述されている。金銅像は銅製の金メッキした仏像である。金銅を「かね」と呼んでいる。

※茶道具の風炉も銅の合金製であるが、「^{からかね}唐金の風炉」と「からかね」と呼ぶ。舶来品は中国からもたらされたので「唐物」と呼ばれ、金属製品は「からかね」と呼ぶ。

3. 日本最古の銅鉱

続日本紀に、「文武天皇2年(698)3月、因幡国、銅を献ず。」と書かれているのが初出である。大規模な鉱脈が発見されたのは慶雲5年(708)武蔵国秩父郡であった。和銅山の麓で大結晶の自然銅鉱石を発見したことを足がかりに、自然銅の大鉱脈が270mの山頂から谷間で2本あることを見つけた。発掘すると純度90%の良質な自然銅であった。最初に発掘された自然銅をご神体として聖明神として祀った。これが聖神社の元になった。朝廷は、慶雲5年を和銅元年と改めた。

銅発見前の古墳から出土する銅器等の材料銅は唐韓から仰いだものである。

4. 鉱床の種類

鉱床とは、地殻中の鉱物の集合体で、利益があるので採掘されるものを言う。

鉱脈鉱床 金属鉱物としては、黄銅鉱、閃亜鉛鉱、錫石が主で、時にタングステンを
を含み、石英を主な脈石としている。兵庫県明延

層状含銅硫化鉄鉱床 鉱石は黄銅鉱、黄鉄鉱のち密な集合体で、そのほか閃亜鉛鉱、
方鉛鉱、磁鉄鉱を伴っているのがふつうである。別子、北海道下川

黒鉱鉱床 銅のほかに金、銀、鉛、亜鉛などの有用金属も多く含んでいる。閃亜鉛
鉱、方鉛鉱、黄銅鉱、四面銅鉱などの細かい粒の集合体で、一般に色が黒
いので昔から「黒物」と呼ばれている。主に閃亜鉛鉱、方鉛鉱から成る者
を「黒鉱」と呼び、黄銅鉱、黄鉄鉱の多い鉱石は「黄鉱」と呼ばれ、石英
のなかに黄銅鉱、黄鉄鉱が混じった鉱石は「珪鉱」と呼ばれる。・
秋田県小坂・花岡・花輪

斑岩銅鉱床 日本には見られず、南・北アメリカのアンデス山脈やロッキー山脈の西
に多数見られる。花崗岩質斑岩の割れ目に黄銅鉱や黄鉄鉱が入りこんで
できたもの。銅の品位は低いが大鉱床をつくる。自然銅が多くでることも
ある。

銅鉱床 砂岩層中に自然銅、赤銅鉱などが鉱染状組まれている。ボリビアのコロ
コロ鉱山、ザイールのカバーベルト

5. 日本の鉱業の芽生え

天智天皇 7 年 (668) 越後国から燃水、燃土が献上される。

天武天皇 2 年 (674) 対馬国から銀が献上される。

持統天皇 5 年 (691) 伊予国から銀 3 斤 8 両 (2. 1 k g) 及び銀鉱 1 籠が献上さ
れる。

文武 2 年 (698) 因幡国、周防国から銅鉱が献上される。

近江国から白礬と鑄が献上される。

伊予国から白錫(しろめ)、錫鉱(すずがね)、白鑛、朱砂、雄
黄が献上される。 ※雄黄=石黄(硫化砒素が主成分の鉱物)

常陸国、備前国、日向国、豊後国から朱砂が献上される。

安芸国、長門国から金青(藍銅鉱)、緑青(孔雀石)が献上
される。

文武 3 年 (699) 下野国から雄黄が献上される。

文武 4 年 (700) 丹波国から錫が献上される。

金の探査命令が陸奥国、対馬国に下される。

大宝元年 (701) 対馬国から金が献上される。

大宝 3 年 (703) 紀伊国から銀が献上される。

慶雲元年 (704)	常陸国、近江国で鉄を産出する。
和銅元年 (708)	武蔵野国から和銅を献上する。年号を和銅とする。
和銅3年 (710)	大宰府から銅銭を献上する。 播磨国から銅銭を献上する。
和銅6年 (713)	三河国から雲母を献上する。 伊勢国から水銀を献上する。 相模国から石硫黄 ^{いおう} を献上する。 信濃国から石硫黄を献上する。 上野国から金青（斑銅鉍）を献上する。 陸奥国から雲母、石イオウを献上する。
靈龜2年 (716)	筑前国で銅を産出する。
天平2年 (730)	周防国で銅を産出する。
天平21年 (749)	陸奥国で金を初めて貢献する。
天平勝宝4年 (752)	東大寺大仏開眼供養

6. 銅銭

銅銭には悪魔払いの効力があると考えられていた。藤原京建設で西の門跡を発掘すると、壺に入れられた富本銭が出てきた。富本銭は円形に四角の穴があり、天平地方で天地の和合を表しており、表には上下に富本の字を配し、左右に亀甲状に七曜が配されている。陰陽五行の調和が保たれたものである。富本銭の効力で地神祭をしたと考えられている。

また、銅貨を投げるとあらゆる悪魔を掃うことが出来るとも考えられていた。テレビドラマの銭形平治の投げ銭も、悪を捕らえるのに、このヒントとしてあったのではないか。

7. 硬貨の組成

現在用の硬貨は、1円、5円、10円、50円、100円、500円の6種類である。
1円のアルミニウムを除くと銅の合金である。

1円	アルミニウム	
5円	黄銅	(Cu - 40% Zn)
10円	青銅	(Cu - 3% Zn - 2% Sn)
50円	白銅	(Cu - 25% Ni)
100円	白銅	(Cu - 25% Ni)
500円	ニッケル黄銅	(Cu - 20% Zn - 8% Ni)

Zn = 亜鉛

Sn = 錫

Ni = ニッケル

※500円は偽造変造防止のため、2000年から白銅からニッケル黄銅に変

8. 銅の特性

銅には不思議な優れた特性が、数多くある。人類はこれを上手に使いこなしたて来た。情報化社会の先端技術のパートナーは、金に劣らずオールマイティーな銅である。これからも新たな活用を目指していく金属である。

①電気をよく通す

金属の中で、常温では銅は銀の次に電気抵抗が小さいので、電気の良導体である。銅は銀より安価なので電線や電気を通す機器用の素材として、大型発電機の巻線からIC関係の集積回路まで多岐にわたって利用されている。

②熱を伝えやすい

金属の中で、銅は銀の次に熱伝導率が高い。熱伝導の良い容器や鍋はお菓子作りには欠かせないものなので、銅製品が使われている。プロの調理道具は熱効率の良い銅器が使われている。

熱交換器は、加熱を目的としたり、冷却を目的としているもので、身近なところでは冷蔵庫、エアコン、自動車のラジエーターやヒートポンプに利用されている。ヒートポンプは、人工衛星のカプセル内の太陽側は猛烈に熱く、反対側は寒いために温度差の均熱化と宇宙船の地球帰還時に摩擦熱で燃え尽きないように使われている。

東海道新幹線の1本が1500mもあるレールをつくるのに、現場で短いレールを溶接して溶接して仕上げています。この時、溶接部分を熱伝導の良い銅片で囲んで電気溶接する方法を採用しています。（エンクローズ溶接法）

③銅は非磁性

どんな物質も、磁場をかけると磁化される。銅、亜鉛、金、硫黄、ビスマルクは、負の電荷をもった電子のスピンの逆方向で吸収し合うように作用し、原子全体としては、結果として磁気発生がほとんどゼロになっている。鉄、コバルト、ニッケルは強い磁性を示す。

録音テープの編集用のハサミは、非磁性のベリウム銅ハサミが使われる。弱電メーカーでの作業では非磁場ピンセットが使われている。

④豊かな色彩美

有色金属は銅と金だけである。しかも銅には他の金属にはまねのできない黄金合金が作れるという特徴がある。合金色に着色を加えると多種多様の色彩と美しさを持ち、美術工芸、装飾品、建築内外装にと広く利用される。

銅を添加元素として色分けすると5色になる。

丹銅 銅-亜鉛合金で、赤味がかった黄銅

黄銅 銅-亜鉛合金で、黄色を呈し「しんちゅう」と呼ばれている

青銅 銅-錫合金で、ブロンズのこと

白銅 銅-ニッケル合金で、白色でややピンク気味

洋白 銅-ニッケル-亜鉛合金で、銀色を呈し「洋銀」と呼ばれる

建築の着色仕上げ

緑青 表面に化合物を発生させて発色させる。さびさせる。

硫化いぶし 黒色や紫がかった黒色の酸化被膜をつくり経年変化させる。

- 塗料 塗料を吹き付ける。もともとはさび止めで始めた。
- 器物の着色仕上げ（日本式着色法）
- 黄金色 けしめっきとは、アマルガム鍍金で、電気鍍金以前の方法である。水銀に金を溶かして金アマルガムをつくり、塗布して加熱し、水銀を蒸発させて金を固着させる方法である。
- 銅赤色 緑青、丹礬、明礬とを見ずに混ぜ、煮沸してこの中に漬ける。銅地は最初は柿色になり、次第に赤味を増していく。
- いぶし色 銅器の肌を硬礬で荒して下地を調整し、丹礬酢につけて下色をつくる。次に、銅器を温めてから藁や杉葉を燃やしていぶす。
より一層黒色を求める場合には、硬礬打ちで地肌を調整してから片脳油で薄めた生漆を塗布し、半乾きになったところで、油煙の中でいぶす。
- 青緑色 銅器を湿気の多い所に放置しておくで緑青が生じる。着色液を使用する方法としては、青銅地金の屑をよく焼いて脱脂し、これに食塩を混ぜ、それに煮沸した酢をかけて数日間放置して着色液をつくる。着色液を銅鍋で温め、銅器にかける。一日に数回かけては陰干しにして、数日間繰り返す。最後にエボタ蠟で艶出しをする。
- 朱銅色 銅器を磨き、表面に糠味噌をつけて焼くと、酸化第一道の赤と酸化第二銅の黒の被膜ができる。これを微粉の研磨材で磨く。黒の酸化第二銅の下に赤の酸化第一銅が有るので、求める赤色が出てきたところで、炭の粉を布につけて地肌を整える。次に、丹礬酢につけ、赤い斑点が浮き出てきたところで、水洗いして「おはぐろ」掃きをする。
- 宣徳色 銅器の地肌が仕上がったところで、下地用の丹礬に漬ける。下地がついたところで水洗いする。次に、丹礬を少量溶かした水液を50℃に温め、この中に漬けて直ぐに取り出し、益をふき取って、炭火の上で加熱する。これを反復する。望みの色合いになったところで、「おはぐろ」掃きで基調を整える。
- 煮色 銅鍋の中に着色液を入れ、益を加熱して子の中に銅器を入れて着色する。
- 加熱色 銅他の鍛金製を100℃～380℃で加熱する。橙黄色から紅色まで発色させれる。油脂をつけると模様が得られる。

⑤優れた防食性

銅は空気中の酸素と反応して、酸化銅の薄い皮膜で覆われると酸化を防いでくれる。銅及び銅合金は、海水に対して大変耐食性が高いので、古来船舶用にはいろいろと使われてきた。KS銅はヒ素を微量に含み、耐海水性が強くて重宝された。土壌に対しても耐食性が高いので、鉄器は錆びて出土するのに対して、銅器や青銅器は原型を保ったまま出土する。

⑥低温に強い

銅の結晶構造は、面心立方格子なので低温に強い。-269℃で電気抵抗がゼロに

なる超電導性を有効利用する、超電動線を埋め込む丈夫な支持体として動画使われている。

⑦合金の相性が高い

金属はなじめる同志で合金化を図る。銅は本来の持ち味に強さ等の性質改善として、相性のよい金属を1つないしそれ以上選んで、数多くの合金をつくる。

銅合金二元相図は4タイプ 黄銅型・青銅型・共晶形・全率固溶型

⑧容易なメッキ、ハンダ付け

銅・銅合金は、一般的に純度が高く、よく固溶されており、気質であるのでメッキ加工は比較的容易である。

母材を溶融しないで、ろうを用いて結合する方法を「ろう付け」という。ろう材の用融点が450℃より高いと「硬ろう」、450℃より低いと「軟ろう」といい、一般には「はんだ」と呼んでいる。はんだは一般的には、錫-鉛合金である。

⑨延ばし易く加工性よし

展延性の王者は金で、2番目が銀、銅は3番目である。銅は常温・高温で加工に優れているが、銅合金は必ずしもそうはいかない。伝統工芸の一つに鍮起銅器がある。

1枚の銅板を焼きなましたり、鍮で打ち延ばしたりして、継ぎ目のない作品を作り上げる。一般に鍛金技術と呼ばれている。

9. 銅資源はどれくらいあるのか

1924年にアメリカの地球科学者のF. W. クラークが、地球の表層にある93の科学元素平均存在率をリストアップした。クラーク数と呼ばれているものである。96年前の数値であるが、大まかに把握できる。銅は26位。

グループ1 1%以上(%)	グループ2 1%以下(ppm)	グループ3 1%以下(ppm)
順位	順位	順位
1 O 酸素 46.20	9 Ti チタン 4700	24 Ni ニッケル 75
2 Si 珪素 28.15	10 P 燐 1010	25 Zn 亜鉛 60
3 Al アルミニウム 8.23	11 Mn マンガン 950	26 Cu 銅 55
4 Fe 鉄 4.83	12 H 水素 700	31 N 窒素 20
5 Ca カルシウム 4.15	16 S 硫黄 260	33 Co コバルト 20
6 Na ナトリウム 2.36	17 C 炭素 220	35 Pb 鉛 15
7 K カリウム 2.33	18 Cl 塩素 200	51 Sn 錫 2
8 Mg マグネシウム 2.19	22 Cr クロム 100	

10. 和銅

17世紀の日本は世界屈指の産銅国であった。アジアでは日本のほかは産出が少なく、インドに小さな銅山がいくつかあったけれども、掘ったり止めたりしていた。ペルシアで

は17世紀中ごろに北部のシルワンで銅山が開発されたが、鉱床はさほど豊かではなかった。中国は雲南に膨大な埋蔵量を持っていたが、開発は18世紀になってからであった。ヨーロッパではスウェーデンが最大の産出国で、13世紀に採掘を始めたファルン銅山は18世紀に入っても盛んに稼働した。次いでハンガリー、ノルウェー、ドイツなどが産銅国であった。スペインはローマ時代らの産銅国であったが、山は既に枯れていた。イギリスが産銅国として頭角を現すのは18世紀中期になってからである。

日本は、出羽の阿仁、陸奥の尾去沢、備中の吉岡、伊予の別子など、立派な銅山を持っていて産銅量は豊富であった。

日本銅は東南アジアでのオランダ東インド会社の貿易を支えた。やがてインド、ペルシア、アラビアへと広まる。アムステルダムへは元和9年(1623)に入る。日本銅が出始めたのを警戒してスウェーデンはアムステルダムの銅市場へ計画輸出に切り替える。明暦3年(1657)スウェーデンはデンマークと戦争になると銅市場へは多くを輸出しなくなる。アダムスミスは「国富論」第1篇第11章第2節で「日本の銅価格は、ヨーロッパの銅山の銅価格に対して、必ず何等か影響を持っている」と述べている。

1.1. 楠公銅像

皇居外苑の南東部に、毅然として駿馬を駆ける楠正成の銅像がある。明治33年(1900)に住友家が別子銅山開坑二百年を記念して、宮内省に献納の手続きをとって別子の産銅で鑄造して建立したものである。当時の東京美術学校教授の高村光雲以下の労作である。

苦勞したのは正成の容貌であった。世の中に正成の肖像は二十数枚あって、湊川神社をはじめとして寺社に所蔵されているものがみな神像と称していた。これらを対照比較したが、なかなか結論が得られず、正史の中の正成の性質を調べてその清純な精神を象徴するような木彫を試作し、史家、考証家の意見を参考にして取捨選択し、苦心の末によく原型が出来上がった。

甲冑はいとう佩刀なども多くの遺物中特に志貴山の重宝として伝えたものを参考に、鑑刀家の今村長賀氏の指導を受けて綿密に作り上げた。また馬も美術学校の後藤貞行教授が日本種の良馬中、系統の最も正しいとれたものを標本とした。最後の鑄造には美術学校の岡崎雪声教授が主として当たった。

台座の背面にある献納文は文学博士の重野安繹氏の線文である。発願か10年の歳月を経て明治33年7月に完了した。

1.2. 金属活字

世界で最初の金属活字が現れたのは、13世紀のはじめの朝鮮においてであった。高麗王朝は1097年に鑄錢官ちゅうせんかんを設置して海東通宝、三韓通宝、東国通宝等の有文貨錢を鑄造した。その後を受けて現れたのが金属活字であった。1234年に李奎報が書いた「古今詳定礼文」の序文に、金属活字で印刷されたとある。しかし、「はじめて」とは書いていないから、以前から金属活字が使用されていたことが推定できる。1450年のヨハ

ン・ゲーテンベルグの活字発明に先立つこと2世紀である。

1403年になると書籍院に変わって王室鑄造所が設けられ、銅活字による印刷が盛んにおこなわれた。太宗王は「国を治めるには多くの書を読む必要がある。……世の多くの書物を印刷するには板木では傷み易く困難であるから、銅活字を作って印刷したものを広く配布すれば、大いに利するところであろう。」と教令を発する。これが世にいう「癸活字」の始めであり、銅活字の始めである。これさえも、ヨハン・ゲーテンベルグに先立つこと半世紀である。

1436年ころからは鉛活字が使用される。1519年頃からは真鍮活字も作られる。こうして鉄活字、銅活字、鉛活字、真鍮活字の4種類になった。

13. 鷺の絵の表具

紹鷗、利休が絶賛した名物に、奈良の松屋が所蔵している徐熙筆の鷺の絵がある。松平不昧が千両箱3つ積んでも拒否された軸である。軸の価値が1000貫文するという代物であるが、表具代金が950貫文と言いはやされた。

それは珠光の工夫による。着彩であったから道着の裂で中廻しをめぐらし、金襴などの一文字を抜き、豪華な黄金造りをやめて赤胴として、艶やかな絵を押さえ、落ちつかせた。表具に大きな茶道の指針を示すものと口伝として後の世まで伝えられた。

14. 和同開珎

和同開珎は、わが国で最初の流通貨幣である。和銅元年5月に銀貨が製造され、8月に銅貨が製造された。銀貨は直ぐに廃止となる。後に銀の価値が認識されて再製造となるが、流通面では補完的であった。

和同開珎は、武蔵の国で自然銅が取れて献上されたので年号を慶雲から和銅に改め、銀貨、銅貨の貨幣を製造したのが通説になっている。しかし、和銅と和同は音同一、字画の共通性があるだけであり、和同開珎の創鑄が和銅元年だという確証はない。銅が採れたので銀貨を創るのは一致しない。材料の銀や銅は各地から集められた。「和同」は吉語であるから、「和らいで同じくする」との為政者の壬申の乱後の精神の希求と推測される。

銅貨は、次の万年通宝が製造されるまでの奈良時代の通貨であった。貨幣経済になると旅行をするのに持参した米を持たなくて済む。食事代を貨幣で支払えば済む。この重量的負担は大きかった。現在でもエベレスト登山隊は、シェルパを雇いヤクの背に食糧などの荷物を乗せて運ばざるを得ない。普通の登山でも米持参が続いている。

天平時代(729~748)の和同開珎1文(銅貨)の価値は、現在の米で1升2合に相当。白米1升が600円なので1升2合は720円となる。また当時は1文で酒4合が買えた。酒1升が1800円に相当するので、当時の酒は現在の清酒とほとんど値段は変わらない。

奈良時代には、和同開珎、万年通宝、神功通宝が製造されたが、和同開珎は当初から一貫して物価表示の主役であった。

1 5. 銅の使用例

(1) 黒色火薬

黒色火薬の製造法として、硝石を釜で煮詰めるときに使用する釜は唐銅窯で、鉄釜は不可であった。煮詰めた硝石に灰を入れてむらしてから臼で勢いよく突き交ぜる。出来上がった未乾燥のものを木筒の中に入れ、棒で突き固めた後に木筒を割って取り出す。これを細かく刻む包丁も銅の包丁を使用する。鉄の包丁はこの場合も不可。

(2) 船底被覆

江戸時代に西川如見が描いた紅毛舟の船底には鉄釘が打ち付けていた。林子平が描いたオランダ船の船底は全面鉛で包んでいた。船底にフジツボなどの生物が付着すると船体の推進抵抗が大きくなって、速度が半減する。木造船の場合は、鉛被覆に次いで、銅板被覆となり、最後は現在の亜酸化銅系の油性ペイントとなる。

(3) 大砲

青銅は溶解温度が鉄よりも低くて作りやすく、また、破裂しても粉々にならないので砲手の危険が少ない利点があった。外洋船に装備しても海水の腐食がない。

この後、砲身材料は青銅より安価な鑄鉄に変わり、19世紀中ごろからは鋼鉄になっていく。

(4) 銃弾・砲弾

鉄砲や大砲の玉は、鉛玉(鉄玉)を筒先から込めていた。銃身、砲身は命中率を高めるために滑腔から螺旋状の溝を施したライフル(施条)へと進歩すると、元込め装填の必要性が出てくる。銃弾(砲弾)も椎の実形の長弾となり、銅合金の柔軟金属が鉛弾の後部に取り付けられた。それは近代銃弾の薬莖装着となる。

1 6. おわりに

金銀は美しく品があり、性質も素直であるから庶民の仰望の的にはなるが、高貴すぎるので平常には使用しない。産額も少なく高価なので身近に置くことはない。鉄はいろいろなところで便利に使うが、とかく錆を出して性質を変えるので、とかく不便を感じる。金銀や鉄に比べて銅は、産額や価格をはじめとして、硬からずしかも柔らかがずのころあい、他の金属と容易に順応する上に、柔らかな色合いはいうにいけない温かい感じがして、実に庶民的である。

仕事で使っているパソコンも銅の塊であり、ポケットの携帯電話も銅が詰まっている小箱である。古代ローマでは富の象徴として銅柱を立てたとの話を現地のガイドから聞いた。一宮神社の一の鳥居も、あかがねの町のシンボルとして石製から銅製に替えている。JR新居浜駅正面には、歓喜坑のモニュメントが銅色に輝き、駅前ロータリーの東には、あかがねミュージアムが町の顔として建設され、文化の殿堂として市民に幅広く活用されている。銅のレジュメを作成することで、雑多ではあるが身の回りにある銅そのものについてようやく知った。

日本の鉱業の芽生え

- 天智天皇 7 年 (668) 越後国から燃水、燃土が献上される。
- 天武天皇 2 年 (674) 対馬国から銀が献上される。
- 持統天皇 5 年 (691) 伊予国から銀 3 斤 8 両 (2. 1 k g) 及び銀鉉 1 籠が献上される。
- 文武 2 年 (698) 因幡国、周防国から銅鉉が献上される。
近江国から白礬と鑄が献上される。
伊予国から白錫(しろめ)、錫鉉(すずがね)、白礬、朱砂、雄黄が献上される。
常陸国、備前国、日向国、豊後国から朱砂が献上される。
安芸国、長門国から金青(藍銅鉉)、緑青(孔雀石)が献上される。
- 文武 3 年 (699) 下野国から雄黄が献上される。
- 文武 4 年 (700) 丹波国から錫が献上される。
金の探査命令が陸奥国、対馬国に下される。
- 大宝元年 (701) 対馬国から金が献上される。
- 大宝 3 年 (703) 紀伊国から銀が献上される。
- 慶雲元年 (704) 常陸国、近江国で鉄を産出する。
- 和銅元年 (708) 武蔵野国から和銅を献上する。年号を和銅とする。
- 和銅 3 年 (710) 大宰府から銅銭を献上する。
播磨国から銅銭を献上する。
- 和銅 6 年 (713) 三河国から雲母を献上する。
伊勢国から水銀を献上する。
相模国から石硫黄を献上する。
信濃国から石硫黄を献上する。
上野国から金青(斑銅鉉)を献上する。
陸奥国から雲母、石イオウを献上する。
- 霊亀 2 年 (716) 筑前国で銅を産出する。
- 天平 2 年 (730) 周防国で銅を産出する。
- 天平 21 年 (749) 陸奥国で金を初めて貢献する。
- 天平勝宝 4 年 (752) 東大寺大仏開眼供養**

鉦山の標高

別子	1 2 8 0 m	大和間符
	1 2 0 3 m	歎喜間符
	1 1 6 0 m	東延
	1 0 9 6 m	代々坑
	1 0 1 2 m	寛永水抜
	9 1 4 m	小足谷水抜
	8 4 0 m	日浦登山口
(佐渡の金北山	1 1 7 2 m)	
釜石・橋野	9 0 0 m	
足尾	7 0 0 m	
尾去沢	5 3 0 m	
石見	4 8 0 m	
日立	4 0 0 m	
鴻之舞	4 0 0 m	
鯛生	4 0 0 m	
小坂	3 5 0 m	
院内	3 5 0 m	
長登	2 8 0 m	
菱刈	2 5 0 m	
佐渡・遊道割戸	1 6 4 m	
阿仁	1 0 0 m	