

『延喜式』における鉄輸送と鉄製品加工について*

筒 泉 堯**

はじめに

1. 鉄の生産と運搬

2. 鉄の加工技術

おわりに

はじめに

『延喜式』は10世紀初頭の法制を50巻約3,300条に編纂したものであるが、そこに記された事項は多岐にわたっており、産業史史料としても利用しうるところは従前から知られているところである。

生産の進展とともに根幹的な要素として鉄が社会経済に關与する度合いを増してきた時期に編纂された『延喜式』には鉄及び鉄生産に関わる多くの記載を見ることができる。古代律令制時代における鉄及び鉄製品に関して、多くの研究⁽¹⁻⁶⁾がみられる。それらの研究では、古代国家の社会経済あるいは制度と製品及び技術との関連づけにおけるものが多い。しかしながら、鉄素材の運搬や製造技術について具体的に扱った論及は一部にみられるものの主題に付帯して述べられたものである。

* 2006年11月16日受理, 鉄生産, 鉄製品, 鉄輸送, 鉄加工, 延喜式

** 神戸大学大学院自然科学研究科

(1) 飯沼二郎「日本史における犁と鋤」『人文学報』第32号, 1971年, 2~11頁。

(2) 古島敏雄「日本農業技術史」, 時潮社, 1945年, 43~60, 130~133頁。

(3) 鑄方貞享「農具の歴史」(日本歴史新書), 至文堂, 1971年, 58, 59, 93~95頁。

(4) 福田豊彦「文献史料より見た古代の製鉄」, 『古代日本の鉄と社会』, 東京工業大学製鉄史研究会, 平凡社, 1982年, 所収。

(5) 原島礼二「文献にあらわれた鉄」, 『日本古代文化の探究・鉄』, 森浩一編, 社会思想社, 1974年, 所収。

(6) 森浩一, 岸田知子「考古学から見た鉄」, 『日本古代の探究・鉄』, 森浩一編, 社会思想社, 1974年, 所収。

本稿では、『延喜式』の記載を中心に、史書、律令及び物語の記載と合わせ、この時期における鉄の生産から製品にいたる一連の過程を考察して、鉄と鉄製品に関して、製品の構成材料、数量、加工に要する技術等の諸要素を具体的な記述をもとに当時の生産システム、技術の諸状況を明らかにしようとするものである。

1 鉄の生産と運搬

1-1 鉄の生産地

鉄の生産と生産地について『日本書紀』は随所に、それを示している。たとえば、天智天皇9(670)年、「是歳、造_二水碓_一而治鉄。」とあるように製鉄があったことがわかる。⁽⁷⁾ 風土記、たとえば『常陸国風土記』では香島郡の項に始まり、『播磨国風土記』では讃容(佐用)郡、宍粟(宍粟)郡、美養郡、『出雲国風土記』では、飯石郡、仁多郡が記され、『続日本紀』には、近江国浅井郡・高嶋郡の鉄穴について天平宝治6(762)年に「賜_二大師藤原惠美朝臣押勝江国浅井・高嶋_二郡鉄穴各一_一。」とあり、美作国大庭郡、同真嶋郡についても、その記述を見る。⁽⁹⁾ 木簡にも生産地が記されている。それらに記された鉄産地を列挙すれば、常陸国香島(鹿島)郡、能登国、近江国浅井郡、高嶋(高島)郡、美作国大庭郡、英多(英田)郡、真嶋(真島)郡、備前国上道郡、赤坂郡、備中国賀夜(賀陽)郡、備後国沼隅郡、三上郡、伯耆国、出雲国飯石郡、仁多郡、筑前国となり、広範囲な地域にわたっていた。下って12世紀の史料『日本霊異記』⁽¹¹⁾、『今昔物語集』⁽¹²⁾、物語集においても同じ生産地を見ることができ。なお、これら生産地のうち『延喜式』で鉄が調、庸に指定されたところは、美作国、備中国、備後国、伯耆国、筑前国で⁽¹⁵⁾ある。鉄産地は、これらの諸国の中でとりわけ山陰、山陽地方に多く、国の郡名までの詳細

(7) 『日本書紀』、坂本太郎他校注、岩波書店、1993年、375頁。なお、この記載については諸説の分かれるところである。本校注では「水車によってふいごを動かし、治鉄に用いたもの」としているが、福田豊彦氏は「これは鉱石破砕技術によるもの」(前掲(4)、180頁)としている。原島礼二氏は「水車によって“ふいご”を動かし、製鉄を行ったか、あるいは鉱石を細かくするのに使った」(前掲(5)、185頁)としている。筆者は当時の日本における類似の技術から考えれば、この水碓は鉄鉱石の粉砕用か、または鉄の鍛造に用いられたと推測するのが妥当と考えている。

(8) 『日本古典文学全集』植垣節也校注・訳、小学館、1997年、所収、396頁。香島郡の項に「慶雲元年、国司姦女朝臣、率_二鍛佐備大磨等、採_二若松浜之鉄_一、以造_レ劔之。自_レ此以南、至_二輕野里若松浜_一之間、可_二卅余里_一、此皆松山。伏苓・伏神、毎_レ年掘之。其若松浦、即常陸・下総二国之堺。安是湖之所_レ有沙鉄、造_レ劔大利。然為_二香島之神山_一、不_レ得_二輒入伐_レ松穿_レ鉄也。」とあり、香島郡の若松浜に鉄が産し劔を造ったことが記されている。このように郡の項に鉄産出地域の記述があり、『播磨国風土記』では76頁の讃容郡の項に「(前略)今有_二讃容町田_一也。即鹿放山、号_二鹿庭山_一、々四面有_二二十二谷_一。皆有_レ生_レ鉄也。(後略)」とあり、鉄の産する地域が記され、84、86、96頁に宍粟郡、120頁に美養郡が記され、『出雲国風土記』では242、246、247頁に飯石郡、250～252頁に仁多郡の各地域が記されている。

(9) 『新日本古典文学大系』14巻、青木和夫他校注、岩波書店、1992年、所収、402、404頁。

(10) 奈良文化財研究所『奈良文化財研究所木簡情報』、2004年。

(11) 『日本古典文学全集』6巻、田中祝夫校注、小学館、1975年、所収、293頁。

(12) 『新日本古典文学大系』37巻、森正人校注、岩波書店、1996年、所収、65頁。

(13) 『新日本古典文学大系』42巻、三木紀人他校注、岩波書店、1993年、所収、109、110頁。

(14) 『新訂増補国史大系』12巻、黒板勝美編、吉川弘文館、1999年、所収、80頁。

(15) 『校訂 延喜式』、皇典講究所全国神職会校訂、臨川書店、復刻版、1992年、所収、819～849頁。

な記録が示されていること、美作国、播磨国の諸郡が相対的に多数を占めていたことが注目される。

1-2 鉄及び鉄製品の運搬

鉄そして、鋏などの鉄製品が、調、庸、交易物資や建設資材として運搬されていた。丁（人頭税を負担する21才から60才までの健康な男子）1人当たりの負担量が『養老律令』⁽¹⁶⁾「賦役令」に示され、その後の『延喜式』「主計式上」には「凡諸国輸調。（中略）鉄二廷。（中略）。鋏三口。」及び「凡諸国輸庸（中略）。自餘雜物准レ此。輸ニ二分調之一⁽¹⁷⁾。」とあり、諸国の調は丁1人分が鉄では2廷、鋏では3口であり、庸は調の半量の負担であった。政府から指定された品物の人数分の数量が諸国から京へ期限内に運ばれた。

運搬には人力、畜力、車、船そして桴という手段があったが、鉄をはじめ、銅、土類、瓦類、材木、石材また米には運搬の手段ごとに積載量、運搬経路、運賃の公定歩合などが定められていた。諸国から陸路で馬により調、庸物などを京へ運ぶ場合の状況を、例えば備後国では、「主計式上」によると「備後国 行程上十一日。下六日。調（中略）。自余輸ニ絹鉄鉄塩⁽¹⁸⁾。庸（中略）。自余輸ニ米塩鉄⁽¹⁹⁾。（後略）」とあり、「主計式上」の「諸国ニ運漕雜物⁽¹⁹⁾功賃。」には「備後国陸路卅三束」とあり、運賃が1駄当たり稻33束で、「右運漕。功賃並依ニ前件⁽²⁰⁾。其路粮者。各准レ程給。上人日米二升。塩二勺。下人減レ半⁽²⁰⁾」というように、運搬日数や運賃、運搬者への賃金が定められていた。

鉄の運搬量についての記載は、『延喜式』「主税式上」にあり「凡一駄荷率（中略）。銅一百斤。鉄卅廷。鋏七十口。」⁽²¹⁾と、畜力による運搬について記されている。すなわち馬1頭当たり荷量が鉄では30廷としている。「廷」は鉄素材の単位で、「主計式上」に「三斤五兩為レ廷⁽²²⁾」とあり、また1斤は「雑令」に「十六兩為レ斤⁽²³⁾」とあるように、鉄30廷の重量は99.4斤で、約60kgである。「木工式」によれば「一駄荷率」を「車載」に対し「駄減ニ三分之二⁽²⁴⁾」としており、車では馬の3倍の積載量となっている。したがって「車載」での運搬は鉄90廷、298斤、ほぼ180kgとなる。

人力による鉄そのものの運搬について触れている記載は見当たらないが、「木工式」に「人

鉄、鋏が調、庸として次の5カ国に規定されていた。調鉄、調鋏及び庸鋏が、伯耆国、備中国、筑前国に、調鉄、庸鉄、調鋏及び庸鋏が、備後国に、また調鉄と調鋏が美作国というようである。

(16) 『日本思想体系』3巻、井上光貞校注、岩波書店、1976年、所収、249頁。

(17) 前掲(15)、819頁。

(18) 前掲、844頁。

(19) 前掲、919頁。

(20) 前掲、920頁。

(21) 前掲、920頁。

(22) 前掲、819頁。

(23) 前掲(16)、475頁。

(24) 前掲(15)、1094頁。

擔」について「(前略) 為ニ一担一。若応レ准レ積者。大六十斤為ニ一担一。」⁽²⁵⁾とある。ここでの「大」についてみれば、『養老律令』『雑令』には度量衡の単位として銀、銅、穀を「大」、それ以外の物資を「小」とした二通りの区分で、「小」の3倍が「大」として用いられてきたが、⁽²⁶⁾『延喜式』の「雑式」では「凡度量権者。官私悉用レ大。」とあり、ほとんどの物資に大が用いられた。⁽²⁷⁾なお、「主計式上」にも「斤兩並大」との注記があり⁽²⁸⁾『延喜式』では大が通常の単位として用いられていたことが確認できる。前掲の引用部分に続き「白土。赤土各三斗。砂二斗五升。」と容積でもって記されているが、重量は密度及び含水比により相当の幅をもっている。いま、土、砂の容積比重を1.1から1.8g/cm³⁽²⁹⁾とすれば、20~32kgなわち33~54斤となる。「大六十斤」は、上限を六十と定めたものではないかと推測されるのである。

「車載」による運搬について、「木工式」に「白土三石三斗。(中略) 各載ニ一兩一。」⁽³⁰⁾とあり、「人担」での白土三斗と対比ができ、車1両に積載できる量は11倍であるが、「人担」と「車載」の両者に記載された瓦類等他の共通の物品について比率をみればほぼ10倍となる。

いうまでもなく「木工式」における記述は建設資材を輸調、輸庸として運搬する場合についてのものであるが、これを人力による規定運搬量60斤を鉄の運搬に拡張してみれば、鉄18廷に相当する。しかし、「車載」量から与えられる「人担」量は、上述のように「人担」量は「車載」量の1/10となっているので、鉄9廷となり半分である。前述のように土の運搬量について容積比重の幅から33~54斤としたが、この下方をとれば値としてはほぼ近い値となる。かかる考察からも「大六十斤」が上限を示したものと見ることができよう。

なお、前項で引用した「諸国運漕雑物功賃」によれば馬での運搬荷率を基本にした記述であり、海路での運搬は米を対象とした記述で、例えば播磨国からの海路では「(前略)。但挾一人。水手二人漕ニ米五十石一。」⁽³¹⁾とあり、また「雑式」でも「凡大宰貢ニ綿穀一船者。択擇ニ買勝載二百五十石以上。三百以下一。」⁽³²⁾とあり綿や穀を対象にした記述であるため、鉄の運搬量を推し量るのは難しい。また、「木工式」では川での桴による材木運搬の「桴載」についての記述があるが、鉄の場合の運搬量などの検討及び考察ができないのでここでは取りあげない。

以上の結果から、ここで輸調、庸輸などの運搬のイメージとして例えば輸調として鉄を指定されていた諸国のひとつである美作国から京への鉄を山陽道の陸路により馬で運搬する場合を

(25) 前掲, 1093頁。

(26) 前掲(16), 475頁。「凡度量地。量ニ銀銅穀一者。皆用レ大。此外。官私悉用ニ小者一。」⁽²⁵⁾「凡度量。 (中略)。權衡。(中略)。三兩為ニ大兩一兩一。」⁽²⁶⁾小の3倍の量を大とする基準になっている。

(27) 前掲(15), 1392頁。「凡度量権者。官私悉用レ大。但測ニ晷景一合ニ湯藥一則用ニ小者一。」とあり、ほとんどの物資には「大」が使用されたが湯薬の計量には「小」の単位が用いられた。

(28) 前掲, 821頁。「凡諸国輸調。(中略)。已上斤兩並大。下条亦同。」とある。

(29) 久保慶三郎他編『土木工学事典』, 朝倉書店, 1980年, 80頁。砂粘土から砂にわたる各種土の容積比重は1.1~1.8g/cm³の広範囲にある。当時の令大斛1斗が近代斛では0.405斗となるので、土3斗~砂2.5斗の重量は20~32kgすなわち33~54斤となる。

(30) 前掲(15), 1093, 1094頁。

(31) 前掲, 919頁。

(32) 前掲, 1396頁。

みてみよう。

まず日数についてみると、『延喜式』「主計式上」による輸調の京への往復の日数は「行程上七日。下四日。調（中略）。自餘輸二絹鉄⁽³³⁾。」とあり、上りに7日、下りが4日であった。距離についてみると、『養老律令』「厩牧令」に「凡諸道須置⁽³⁴⁾一駅。」とあり、30里、16kmごとに駅家を設けるとしている。この制度は律令国家を管理、運営するための官庁用に使用された駅馬、伝馬による手段で、駅馬は情報伝達用に、伝馬は使者の送迎用が主な使用目的であった。武部健一氏の踏査結果によれば、美作国から京の九条分岐までの9駅分は約200kmとなり、その駅間隔は最短で10km、最長で22.5kmであった。各駅間を平均すれば⁽³⁵⁾20kmとなっている。『養老律令』「公式令」に「凡工程。馬日七十里。歩五十里。」⁽³⁶⁾によれば、前述の畜力による運搬で示した1日の馬の標準行程は70里（37km）、また人の歩行は標準行程で50里（27km）とあるが、調、庸等の品物を美作国から京まで運搬する法定日数の7日から、1日の行程は28.6km、ほぼ30kmであったことになる。以上により、美作国から京に向けて輸調、輸庸の品物を馬1頭当りに約60kgを荷積みして、1日平均30km弱で7日をかけて運ぶという状況がうかがえる。

鉄の運搬に関わる美作国の事例をみると、『続日本紀』の神亀5（728）年に「太政官奏曰、美作国言、部内大庭・真鳴二郡、一年之内、所⁽³⁷⁾輸庸米八百六十斛。川峻遠、運輸大難、人馬並疲、損費極多。望請、輸⁽³⁷⁾米之重、換⁽³⁷⁾綿・鉄之輕。」とあり、米を運ぶのに川急峻、道のり遠く大変困難で人馬が疲弊し多大な経費がかさむと訴えている。この2郡から庸として米を鉄への変更申請がなされていることについて注目したい。1人の輸庸米は輸調の半分のみ3斗であるので、米860斛を3斗で除した数の2,800余人がこの2郡の庸を納める人数であることがわかる。米860斛は51,600kgであり、美作国から京に向けて輸庸米を馬で運搬する場合では、51,600kgを60kgで除した延べ860頭を要するところが、鉄廷に変更すれば、1人当りの輸庸が鉄1廷、2kgであるので、2,867人分の鉄量、5,734kgを60kgで除した数の延べ96頭でよいことになる。美作国から京への約200kmの行程を7日をかけて運搬する上で、米から鉄への変更申請はもっともなことであった。

2 鉄の加工技術

鉄製品のうちで主要なもののひとつである鉄についてはすでに報告したので、ここでは兵器を中心に述べたうえで加工技術について論じる。

(33) 前掲(15)、843頁。

(34) 前掲(16)、416頁。

(35) 武部健一『完全踏査続古代の道山陰道・山陽道・南海道・西海道』、吉川弘文館、2005年、65頁。

(36) 前掲(16)、406頁。

(37) 『新日本古典文学大系』13巻、岩波書店、1990年、所収、193頁。

(38) 筒泉 堯、堀尾尚志「古代農業史の数量的把握——鉄・鉄製農具を中心として——」、『技術と文明』第27冊、14巻2号、2004年、1～24頁。

2-1 鉄製品

「兵部式」における「諸国器仗」の項に「(前略)伊勢国甲六領。横刀廿口。弓六十張。征箭六十具。胡籬六十具。(中略)日向国甲二領。横刀六口。弓十五張。征箭廿五具。(中略)。右毎年所造具依二前件一。其様仗者。色別一箇附二朝集使⁽³⁹⁾一進之。」とあり、国ごとに甲、横刀、征箭(そや、矢)、胡籬(ころく、矢を入れる用具)といった兵器を所定の数量分、毎年製造して政府に貢進していた。また同項には「凡諸国司造二官器仗一之日。不_レ得_レ造二私器仗一。」とあり、国司に対して官用の兵器を製造する日に、私用の兵器を製造することを禁止していた。このような記述からみると、諸国に国司の管理する工房があり、各地において鉄製兵器の生産が行われていたこと、また諸国ごとに甲では1~6、横刀で3~20、征箭が10~60というようにそれぞれに生産すべき各兵器の数量に差異があるものの、全国での官庁用の年間の生産量はかなりの数であったものと推測しうる。すなわち、兵器の生産を諸国に分担させた「諸国器仗」の制度の記述から各地方には官庁用鉄製兵器の生産拠点があることにより、国司による私用の鉄製武器の生産が行われていて、調や庸など税としての鉄など鉄製品を生産する鉄産出地域だけではなく、全国的な規模で諸国に鉄製品の生産を可能とした産業基盤が存在していたということがわかる。

個々の鉄製品について、鉄の所要量を見てみよう。長さ2尺4寸の大刀1口には鉄10斤5両、征箭50隻の鉄用に鉄5斤7両を要したことが、そのような兵器を税として納めさせる規定に関して記されている。「兵庫式」に記述されている二季大祚や踐祚大嘗会といった儀式に用いられていた面金(おもかね)⁽⁴¹⁾の寸法は長さ4尺、幅5寸、厚さ1分であったが、1枚当たりほぼ10斤、6kgの鉄を使用していた。また、「兵庫式」に記述されている儀式用の鞍鋒では鉄が3斤5両、金装及び烏装横刀では鉄の所要量が3斤であり⁽⁴²⁾、「木工式」に記述されている供神料の長さ2尺3寸、幅1寸5分の金装大刀及び烏装大刀ではそれぞれ鉄4斤を使用していた⁽⁴³⁾。これら鉄の所要量に対して前述の面金での鉄は2~3倍程度を要していた。

木製の武器にも鉄製品が使われていた。刀鞘用に鉄1斤、楯1枚当たり2寸平釘195本、6寸平釘16本といった鉄釘⁽⁴⁴⁾が使用されていたことをはじめいくつかの記載を「兵庫式」に見ることができる。また、「主税式上」の記述から革の短甲冑1具の製造用には鉄大2斤が使われていた⁽⁴⁵⁾。調度品では木製の椅子、檜の床子などの組み立てに使われた切釘⁽⁴⁶⁾をはじめいくつかの記載を「木工式」に見ることができる。非鉄金属の製品にも鉄が使われている。「内匠式」に記述

(39) 前掲(15), 971~973頁。

(40) 前掲, 908頁。

(41) 前掲, 1385頁。面金は相手の攻撃から顔面を防ぐための用具とみられる。

(42) 前掲, 1385頁。

(43) 前掲, 1080頁。

(44) 前掲, 1385頁。

(45) 前掲, 907頁。

(46) 前掲, 1107頁。

されている口径8寸5分の銀唾壺では銀に加え鉄がほぼ等量、また容量が1斗の白銅酒壺では鉄30%、白銅70%が使われていた。⁽⁴⁷⁾このように、木製や皮製、非鉄金属の製品にも鉄が使用されていたことに留意せねばならない。また、その使用量は決して少なくないのである。

2-2 鉄製品の加工

加工のため上げ得た炉の温度を、鉄そして銅、銀、白銅の加工に関する記述から推定できる。これら素材のなかで明確に鑄造を示す記載が出ているのは銅である。

銅製品の加工について見てみよう。5尺の屏風4帖に用いる肱金は鍛造加工であったが、その屏風に使用する花形釘は鑄造加工されていた。鏡の製作では、熟銅大4斤に、錫を主成分とした鉛との合金である白臈大1斤4両を加えて鑄造している。また、諸印の鑄造にも、内印では熟銅大1斤8両に、白臈大3両及び臈（鉛）大3両を加える記述を見る。⁽⁴⁸⁾鏡の材料として熟銅大4斤、白臈大1斤4両に加え銀大12両の記載があり、銀を溶融していたことがうかがわれる。⁽⁴⁹⁾

以上の記載から、鍛造では銅を加熱していたが、鑄造では他の金属を混ぜて溶融していた。銅の溶融温度の1,083℃に対して、銅に錫、鉛などを加えると溶融温度が200℃低下した900℃程度となり、⁽⁵⁰⁾実際の溶融作業では100℃程度高い温度を要したとして1,000℃程度であったとみられる。⁽⁵¹⁾白銅の融点は、現在のもので成分比が銅80%、ニッケル20%では1,350~1,400℃で、鍛造加工が800℃程度で可能とされている。⁽⁵²⁾当時の白銅の成分比がどのようなものであれ、銅の融点を下回ることはない。また、銀の融点は960度であることから、当時の炉では1,000℃程度の温度が限界であったと考えられる。

熱源の炭として、和炭と「炭」、熬炭（いりずみ）の記載が表れている。和炭は、松、栗などの軟材を原料とする消し炭に近い炭で点火が早く、燃やせば炎の立つ炭質であるが、鉄の鍛造にはもっぱらこの炭が用いられていた。「炭」は堅木で作られ硬質でおこりにくいが火持ちが長く、炊飯等の加熱に用いられるものであり、熬炭は湿気を取り火付をよくした炭である。⁽⁵³⁾ともに銅及び銀の鑄造の記載にこれを見ることが出来る。

鉄製品の鍛造のための炭所要量を、まず工程数が比較的少ないと考えられる釘類について⁽⁵⁴⁾「木工式」は次のように記している。

(47) 前掲, 628頁。

(48) 前掲, 612頁。内印の金属材料の構成比率をみれば熟銅、白臈、臈がそれぞれ80%、10%、10%である。正倉院宝物、北倉の八角鏡を見れば銅約70%、錫約25%、鉛約5%とあり、当時の鑄技術の関連性が見られる。

(49) 前掲, 611頁。

(50) 井形直弘編著『金属材料基礎工学』, 日刊工業新聞社, 1995年, 317頁。銅・錫合金 平衡状態図によれば銅80%、錫20%では溶融温度が銅のみの場合の1,083℃から200℃程度低下している。

(51) 齊藤大吉『金属材料及其加工法』, 丸善, 1937年, 17, 236頁。銅合金の一種であるニッケル・銅合金の場合の鑄造加工の場合に準じれば熔点よりさらに約100℃高い温度を要することが推測できる。

(52) 前掲, 17, 237頁。

(53) 樋口清之『日本木炭史』, 講談社, 1993年, 70~71頁。

(54) 前掲(15), 1088~1089頁。

一尺打合釘一隻料。鉄十四兩。長功五隻。中功四隻。短功三隻。九寸打合釘料。鉄九兩三分。長功七隻。中功五隻。短功四隻。(中略)三寸打合釘料。鉄一兩一分。長功五十隻。中功四十隻。短功三十七隻。二寸吳釘料。鉄三分。長功六十隻。中功五十隻。短功四十隻。一尺平釘頭徑二寸料。鉄一斤三分。長功四隻。中功三隻。短功二隻。(中略)二寸半平釘頭徑八分料。鉄一兩。長功五十隻。中功四十隻。短功三十五隻。七寸丸頭釘料。鉄一斤九兩。長功四隻。中功三隻。短功二隻。釘座徑三寸料。鉄三兩。長功八枚。中功六枚。短功四枚。右雜釘工一人所_レ造依_二前件_一。但錯手者每_二一尺_一釘十隻。九寸十二隻。八寸十五隻。七寸廿隻。六寸廿五隻。五寸卅隻。四寸卅五隻。三寸四十隻。二寸半六十隻。釘座四枚。各充_二一人_一。其鉄三斤五兩充_二和炭一石_一。

大小19種類の釘類について所要鉄量と労力が記されているが、炭については一括して、1石の和炭で3斤5兩の鉄を加工するとある。文脈からすれば大小の釘をとり混ぜた平均値を示していることになり、鉄1斤当たり0.3石である。各寸法の釘ごとに所要炭量を示すものが、「兵庫式」に見ることができる⁽⁵⁵⁾

六寸平釘六十四隻^{桶別十}料。鉄十六斤。和炭五石。工五人。手力五人。二寸平釘七百八十隻^{桶別百九}料。鉄廿四斤六兩。和炭十一石五斗。工十五人。手力十五人。

すなわち、6寸の平釘64本を鉄16斤から作るのに和炭5石、また、2寸の平釘780本に鉄24斤6兩、和炭11石5斗とある。鉄1斤当たり、それぞれ0.31石と0.47石である。2寸の平釘では細く分割するのに工程数が多く、大きな釘よりも多い所要石数となっている。

それでは、「木工式」はどうか。炭の所要量が一括して記されているに過ぎないので上記のような比較はできない。当該引用部分では打合釘では1尺から3寸まで、平釘では1尺から1尺半までの各規格について鉄所要量と1日当たり製作数が記されている。各種の釘1本当たり製造所要時間を製作数の逆数でもって釘1本当たり比所要時間とし、所要鉄量をこの時間で除したものを比時間当たり処理量として求めたものを表1に示す。なお、「長功」とある長、中、短は季節の日長に合わせた加工の専門職人1人1日当たりの製作数を示しているが、ここでは「中功」の製作数について見ることにする。

打合釘と平釘とも、寸法が中の規格において比時間当たり処理量がおおきい、すなわち単位時間あたりに鍛造する鉄重量が大きくなっている。寸法が大きい規格では、1本の熱容量が大きいため加熱に時間を要し処理量は低くなり、一方寸法の小さい規格では切り分けに工数を要するため処理量が低くなることを、これら数値が示している。いま、「兵庫式」に示された平釘6寸と2寸それぞれの鉄1斤当たり所要炭量は0.31石と0.47石であるが、この表に示された比時間当たり処理量とあわせれば、単位時間当たりの炭消費量にそれほど差はないものと推測される。「木工式」において炭の所要量が一括して記されていることを、前述のように文脈

(55) 前掲, 1385頁。

『延喜式』における鉄輸送と鉄製品加工について（筒泉）

表1 各種釘の製造における所要鉄量と生産指数

打合釘				平釘				
規格	比所要時間	所要鉄量	比時間当たり 処 理 量	規格		比所要時間	所要鉄量	比時間当たり 処 理 量
				長さ	頭径			
1尺	0.25	0.88斤	3.5斤	1尺	2寸	0.33	1.0斤	3.0斤
9寸	0.20	0.61	3.1	9寸	1.8	0.20	0.84	4.2
8	0.10	0.45	4.5	8	1.7	0.17	0.84	5.0
7	0.067	0.44	6.6	7	1.5	0.083	0.56	6.7
6	0.043	0.39	9.1	6	1.4	0.067	0.48	7.2
5	0.040	0.20	5.0	5	1.2	0.050	0.31	6.2
4	0.033	0.13	4.0	4	1.1	0.040	0.20	5.0
3	0.025	0.078	3.1	3	1	0.033	0.17	5.1
				2.5	0.8	0.025	0.063	2.5

どおり受け取ってよいものと考えられる。

なお、「木工式」と「兵庫式」に共通に記載されている釘としては6寸の平釘のみであるが、1本当たり鉄所要量はそれぞれ0.48斤と0.25斤であり、規格そのものが異なっているものと思われるので比較は行わないこととする。

刃長5寸の割瓜刀子では堅鉄大6斤4両、和炭3石が、鞍鋒8本に鉄26斤8両、和炭12石が用いられた。⁽⁵⁶⁾鉄1斤当たり、それぞれ0.48石と0.45石で差異はないが、大きな釘に比べて多いのは刃部の成型に工程を重ねるためであろう。釘や刃類に比べて明らかに工程数が多い馬具の場合をみると、鉄の総量が3延半に対して和炭10石を要している。その内訳は、鉄1延のくつわに炭3石（0.90石/斤）、2延半の鐙に7石（0.8石/斤）であった。⁽⁵⁷⁾形状が複雑な物になるにつれ多くの工程数を要し和炭を多く使用したことが炭の所要量から確認できる。

鉄の鍛造が、当時の金属加工においてそれがどのような位置付けになるのかを、炭の所要量を介して非鉄金属の加工と比較的に考察しておきたい。『延喜式』に表れた、各種金属、各種製品ごとの金属使用重量当たり炭所要量を見てみよう。

銅の脇金は屏風の開閉のための蝶板であるが、この鍛造に銅1斤当たり1.0から1.6石、管金及び筋金は1.0石/斤となっている。⁽⁵⁸⁾銀製品では、箸や匙が0.5から1.2石/斤に対し加工工程が増すであろう飯笥や盃は1.7から1.8石/斤となっている。白銅では皿つきの杓が6.4石/斤ととび抜けて多いが、炉、箸や酒壺などは1.3から2.0石/斤と銀のそれとほとんど差異はない。鉄の製品が1.0石/斤以下となっているのと比べると、当然のこととはいえ延性に富む銅ある

(56) 前掲, 1385頁。

(57) 前掲, 1375頁。

(58) 前掲, 619頁及び625頁。

いは銀の加工の状況がそのまま現れている。

『養老律令』では鍛造を担当した「鍛冶司」に職工である「鍛部」が20人、補助者である「使部」が16人、鑄造を担当した「典鑄司」に職工である「雑工部」10人と「使部」10人が記されているが、『延喜式』にはそれぞれの人数が一切記されていない。しかし、鉄に限らず銅、銀とも鍛造製品の種類が圧倒的に多く、鑄造は銅のみで屏風用飾り釘や鏡、印として現れているのみである。『養老律令』の段階に比べると、鍛造関係の職人の数は相対的に多くなっているものと推測されるのである。

なお、鉄の鑄造そのものの記載は『延喜式』に見られないが、「凶書式」の「春秋二季御売読糸経装束」の項に「盧舍那仏并脇侍菩薩像一龕。(中略)盛花料鉄磬一枚。」⁽⁵⁹⁾とあり、儀式用に用いられた打楽器の鉄磬(てつけい)の記載を見る。『養老律令』に鉄の鑄造の職掌を「典鑄司」としていることや、正倉院の鉄磬に関する奈良国立文化財研究所論文誌⁽⁶⁰⁾また中野政樹氏による調査から、⁽⁶¹⁾『延喜式』におけるこれが鑄造品であることは明白であるが、その記載が限定的事であることは、鉄の鑄造が当時ではごく特殊なものではあったことを示していよう。

おわりに

『延喜式』に記載がない鋏、鎌などの製作における加工に関して推考しておきたい。素材鉄からの切開、加熱、鍛打、屈曲などの作業を、前項で述べた鉄の使用量の比較的多い1尺の打合釘、1尺の平釘、7寸の丸頭釘、鋸などの加工や刀子、戟鋒類の製作における所要量に準拠して、和炭の所要量は鋏1丁あたり0.3石～0.31石、鎌1丁あたり0.45石～0.5石の範囲であったであろうと推測できる。

また、『延喜式』に記載されている鉄製品で、内膳司の園圃の牛力による犁の犁先は加工に関する記載がなく、これが官庁以外の工房から調達されたものとして、その加工が鍛造による折り曲げ方法によるものか、あるいは、鑄造加工によるかは断定できないが、鑄造と推測すれば、この種の鑄造鉄製品やまた前項で示した鑄造とされる鉄磬が、その加工にはどの程度の炭を消費したかを推考したい。

当時の素材鉄としては、炭素含有量が0.2～0.3%程度の鋼、炭素含有量が4%程度の銑鉄及び鋼と銑鉄からなり鉄滓が混在して組成が不均一な鉄の3種類⁽⁶²⁾があったと考えられている。なお、銑鉄では鋼に比べると300～400℃程度低い温度で熔融でき、⁽⁶³⁾当時の鋼の融点であるとすれ

(59) 前掲, 512頁。

(60) 奈良国立文化財研究所「長屋王家木簡にみる物名について」, 174頁, 『奈良国立文化財研究所学報』第61冊, 2001年, 所収。

(61) 中野政樹氏「正倉院の鉄磬について」, 『MUSEUM』(東京国立博物館美術誌), No.323, 1978年, 12～17頁。

(62) 佐々木稔編『鉄と銅の生産の歴史—古代から近世初頭にいたる—』, 雄山閣, 2002年, 85頁。

(63) 前掲(51), 177頁。Fe-C系では、炭素の含有量が4.32%では鉄の融点温度1,535℃に対して1,150℃程度まで385℃低下し、炭素含有量4%前後での熔融温度は300～400℃程度の温度降下がある。

ば、鑄造加工は銑鉄を用いて1,200℃前後の温度により行われていたものと推測できる。

銅製品における加工の検討で、鑄造では鍛造に対して炭の所要量がほぼ20%であったことから、鉄の鑄造加工での炭の使用量は鍛造の場合にはかなり少ない比率でよいと推測できる。そこで、上記のことがらからみて鉄の鑄造加工では鍛造の場合に比べてほぼ20%程度と少ない炭の使用量であったと推定しておきたい。

なお、銅の鑄造の場合であるが、727年建造の奈良の大仏では、74万斤の銅に1万7千石の炭を使用したとされており、1斤当たりの炭の石量をみると0.02となる。この大仏がその後の源平合戦で消失し、1182年に再建した時では右手を鑄るのに要した銅が7千～1万斤で炭の量が50～60石で、1斤当たりの使用した炭の石量は0.005～0.009となっている。奈良の場合に比べて約1/2以下となっていて、樋口清之氏は「この炭量の低減は4年余りの間における鑄造技術の進歩によるもの⁽⁶⁴⁾」としているが、技術の内容は不明である。このような技術進歩の要素を解明しつつエネルギーに関連する事項が検討課題として残る。

産業技術の発展をその主要用具の材料としての鉄及び鉄製品を通して通史的に検討しようとする一環として、今回は、古代から中世初期に至るわが国の律令制時代における鉄と鉄製品について『延喜式』を中心にして検討した。この結果から、当時の鉄製品の加工技術面での状況などが把握できた。前回までの検討から、筆者らは古代における鉄の生産量、鉄製農具（鋤）数量とその重量（それぞれ170～220トン、52.3～76千口、107～155トン）と鉄製農具の総鉄製品に対する比率（63～70%）などを推定したが⁽⁶⁵⁾、今後は中世以降、近代にいたる時期における鉄及び鉄製品（産業の中心的役割と有してきた農具を中心に）とその関連技術の展開、普及などの検討を進めてこれらを通史的に明らかにしたい。

〔謝辞〕 本研究に懇篤なるご指導を賜りました神戸大学農学部 堀尾尚志教授に心から感謝申し上げます。

(64) 前掲(53)、82～83頁。大仏の製作に要した銅と炭の使用量の比率を算出した。

(65) 前掲(38)。

Iron Transportation Systems and Methods for the Processing of Iron Tools in the Ancient Japanese Text, “*Engisiki*”

by

Takashi TSUTSUMI

(*Graduate School of Natural Science and Technology, Kobe University*)

“*Engisiki*”, published at the beginning of the 10th Century, contained abundant descriptions about industrial matters. In this text, the governmental systems implemented at the time for the transportation of materials and production of tools are described. Some ancient condition of iron tools production was defined by surveying and discussing the concerned descriptions in “*Engisiki*”. In this article the author uncovered some ancient rules for the production of iron tools by examining the relevant descriptions in “*Engisiki*”. The topics presented in this paper are as follows. The systems in place for the transportation of materials, defined as taxes at the time, are clarified. The specifications, methods of production, and conditions for the processing of various kinds of iron tools in the ancient governmental sector are also clarified. By specifying the energy requirements for the forging of iron, the general situation of the iron manufacturing industry at the time can be understood. By estimating the energy requirements, the situation of the processes of forging and casting iron products can be explained. The results can be applied to the condition of the iron farming tools manufacturing.