

# 千葉県流山市中ノ坪第Ⅱ遺跡製錬炉出土砂鉄の採取地推定

小林 昂 博

## はじめに

千葉県流山市中ノ坪第Ⅱ遺跡製錬炉出土砂鉄の採取地推定を行うため、比較資料としてまずは関東平野随一の流域をもつ利根川と更新世後半に火山岩を多く噴出した成層火山である赤城山の砂鉄分布調査を行い、地点ごとに砂鉄およびその周辺に散在する岩石を収集し、本遺跡出土砂鉄との形状比較を行った。また運搬にかかる力量等の要素と合わせ採取地を推定した。

## 1 中ノ坪第Ⅱ遺跡と県内古代製鉄遺跡出土砂鉄の概要(第1・2図)

千葉県流山市に所在する中ノ坪第Ⅱ遺跡は、標高10m～13mの台地上に立地し、常陸川(現利根川)へと続く浅い谷を挟んだ対岸に所在する中ノ坪第Ⅰ遺跡とともに8世紀初頭に比定される製鉄遺跡である。中ノ坪第Ⅰ遺跡からは竪穴住居跡10軒が検出され、これら住居跡からは、土師器、須恵器片とともに多量の小割にされた鉄滓が出土した。中ノ坪第Ⅱ遺跡では台地南緩斜面に掘り込まれた製錬炉1基が検出された。炉は、深さ70cm、内径65cmの隅丸方形の竪形炉で、炉体上部は欠損し、炉底には薄く粘土を張り付けたのち空焼き(防湿作業)を行った上で炉壁を構築している。炉壁は4回の補修を行っている。炉の前面には約3m四方の前庭部が設けられ、砂鉄25kg、木炭168g、鉄滓31kg、炉壁26kgを採取している<sup>1)</sup>。

千葉県内の古代製鉄遺跡から出土する砂鉄の化学分析結果をみるとTiO<sub>2</sub>値5%～20%内の資料が多く、これらは安山岩起源の塩基性砂鉄とされる。塩基性砂鉄は、やや赤みを呈することから赤目砂鉄ともいわれる<sup>2)</sup>。塩基性(赤目)砂鉄は、磁鉄鉱とチタン鉄鉱の固溶体であると考えられ、磁鉄鉱に格子状のチタン鉄鉱を伴うウィドマン組織を成す特徴を持つとされる。砂鉄の大部分は、火成岩を構成する副成分として岩石中に存在する鉄鉱石(磁鉄鉱・チタン鉄鉱)が自然の営力作用により母岩から分離したものであり、河海等の運搬による研磨作用によってその外形を変化させる<sup>3)</sup>。中ノ坪第Ⅱ遺跡から南西へ約2.5km、江戸川に面する台

地上に所在する富士見台第Ⅱ遺跡C地点は、8世紀初頭に比定される製鉄遺跡であり、住居跡10軒、製錬炉1基、炭窯6基を検出し、1号製錬炉からは砂鉄、鉄滓など製鉄関連遺物が多く出土した。出土砂鉄の分析ではTiO<sub>2</sub>値11%、粒径0.3mm以下のわずかに荒い形状を呈し、旧利根川周辺で採取された砂鉄の可能性が高いとされる<sup>4)</sup>。

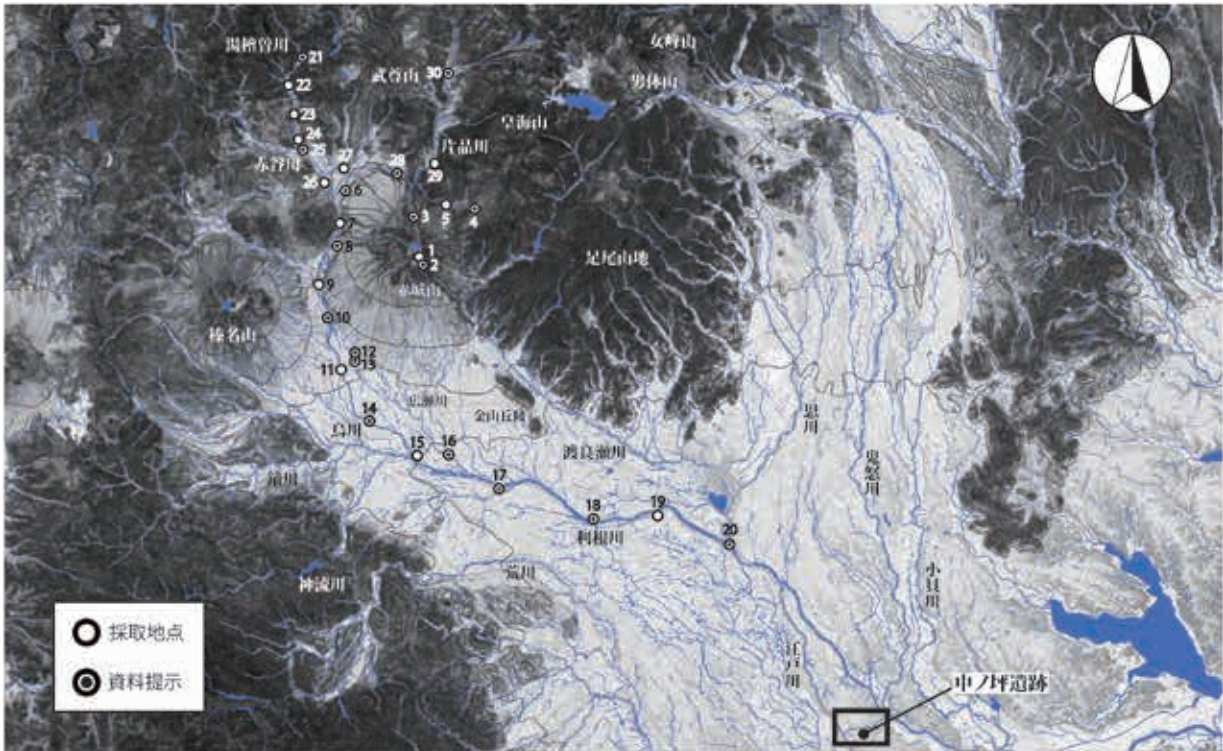
## 2 流山市中ノ坪第Ⅱ遺跡製錬炉出土砂鉄(第3図)

中ノ坪第Ⅱ遺跡製錬炉は、神野氏の分類によるB2類、炉後背部を斜面内に掘り込む半地下式竪形の製鉄炉である。7世紀後半に出現した箱形炉に代わり8世紀初頭から関東地方において隆盛する炉形である<sup>5)</sup>。出土砂鉄粒は、不整形でやや角が落ち丸みを帯びる。色調は灰色で粒径は0.3mm以下が多い<sup>6)</sup>。光沢をもつ正八面体形の磁鉄鉱粒がわずかに混じる。造岩鉱物は、丸みを帯びた玉髓粒が少量目立つ。製鉄に使用しただけあって不純物の混じりが少ないようにみえる。また球体状の粒も混じっておりこれらが溶固した塊もみられた。

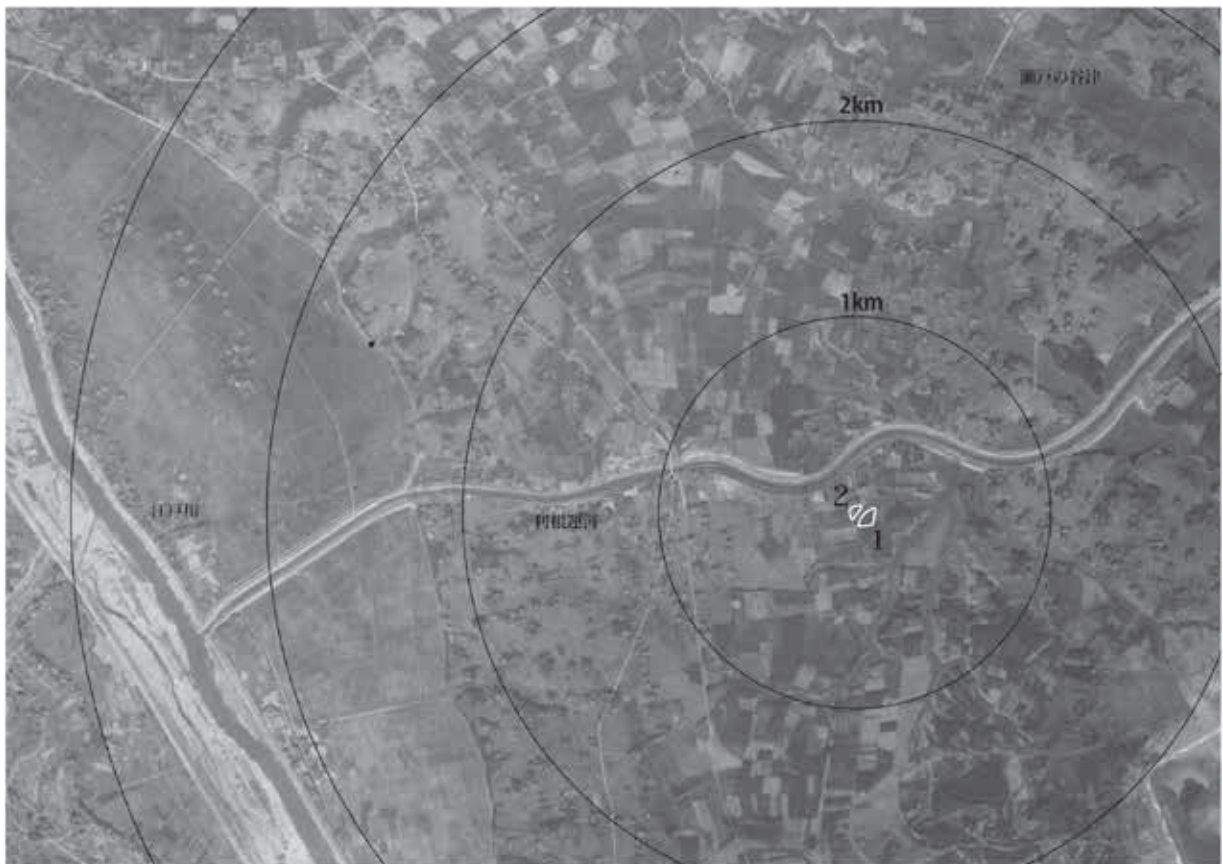
## 3 比較資料砂鉄の採取について

**採取域** 比較資料とした砂鉄の採取域は、赤城山山頂から山麓、利根川上流域(源流部～八斗島)と中流域(八斗島～渡良瀬川合流地点)までとした<sup>7)</sup>。採取にあたり古代の利根川流域を念頭においたため、利根川上流域においては前橋台地における桃ノ木川→広瀬川→現利根川への変流過程を考慮し、中流域では元和7(1621)年の赤堀川開削による利根川東遷後の流域を除き採取を行った<sup>8)</sup>。

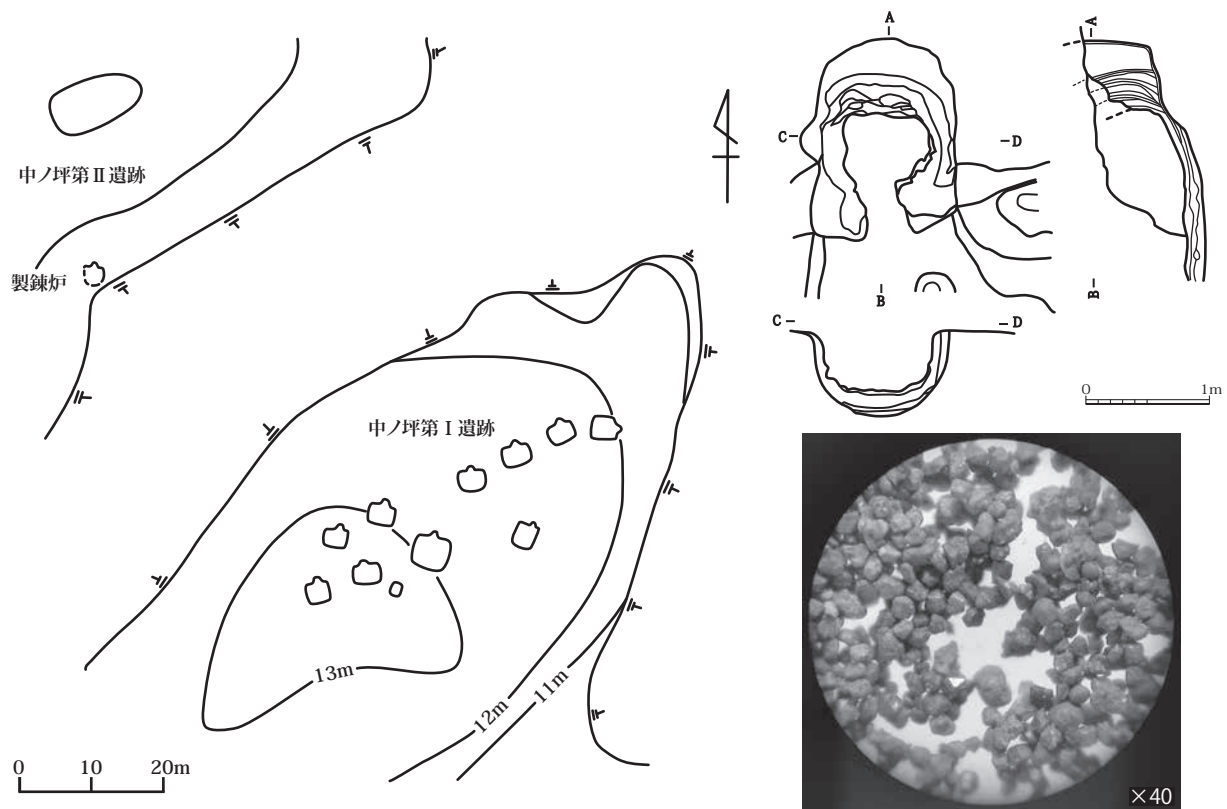
**採取** 川岸に沈殿している砂鉄とその周辺に散在する礫を約25cm四方範囲で採取した<sup>9)</sup>。採取地点は、基本的にあまり障害がなく徒歩によりたどり着ける地点を選んだ。赤城山南麓など河川沿いが護岸により切り立つなど立ち入れない場所については採取を断念した。また、利根川最上流域の湯檜曾川合流地点より奥利根湖周辺の調査は、雨による河川の増水と国道63号線沿



第1図 砂鉄採取地点と中ノ坪遺跡位置図(国土地理院 地理院地図Vectorを引用)



第2図 中ノ坪遺跡位置拡大図(国土地理院空中写真USA-M44-A-5VV-225を引用)  
1. 中ノ坪第I遺跡 2. 中ノ坪第II遺跡



第3図 中ノ坪第I・II遺跡と製錬炉出土砂鉄(流山市郷土資料館1982をトレース)

いの土砂災害による車道封鎖により断念した。採取後は、水洗、分類し、実体顕微鏡と光学マイクروسコープで観察後、それらの特徴についてまとめた<sup>10)</sup>。

#### 4 比較資料砂鉄(第4～8図)

採取砂鉄の観察結果について資料提示分のみ以下に記載する。なお堆積状況に関しては、流れの緩い川岸に帯状に堆積するが多かったので、特記事項がある場合を除きその記載を省いた。

**No.2 赤城山小沼南側** 粒形はやや丸みのある角をもつ。径は0.2mm以下を主体とする。赤味を帯びた流紋岩が周囲に散在する。

**No.3 赤城川上流** 粒形は不整形で角が目立つ。粒径は0.6mm～0.2mmを主体とする。0.8mm大の磁鉄鉱粒が混じる。周囲には100cm～80cm大の安山岩が多くみられた。

**No.4 新地川** 粒形はやや丸みのある角をもつ。粒径は0.6mm～0.4mmを主体とする。0.7mm～0.6mm大の磁鉄鉱粒が混じる。周囲には100cm～200cm大の安山岩が多くみられた。

**No.6 片品川下流** 粒形はやや丸みのある角をもつ。粒径は0.5mm～0.2mmを主体とする。1mm大粒も若干混じる。周囲からは安山岩、流紋岩、溶結凝灰岩、緑色岩を採取した。70cm～80cm大礫が散在する。

**No.8 沼尾川下流** 川岸に砂鉄が多く堆積しており容易に目視できた。粒形はやや丸みのある角をもつ。粒径は0.5mm～0.3mmを主体とする。0.8mm大の磁鉄鉱粒が少量混じる。周囲からは安山岩を採取した。20cm～30cm大の礫が散在する。

**No.10 利根川(坂東緑地公園)** 粒形は丸みを帯びる。粒径は0.4mm～0.2mmを主体とする。0.7mm～0.5mm大の磁鉄鉱粒が少量混じる。周囲からは安山岩、ドレライト、花崗斑岩、花崗岩、砂岩、泥岩、溶結凝灰岩を採取した。100cm～60cm大礫や20cm以下礫が多く散在する。

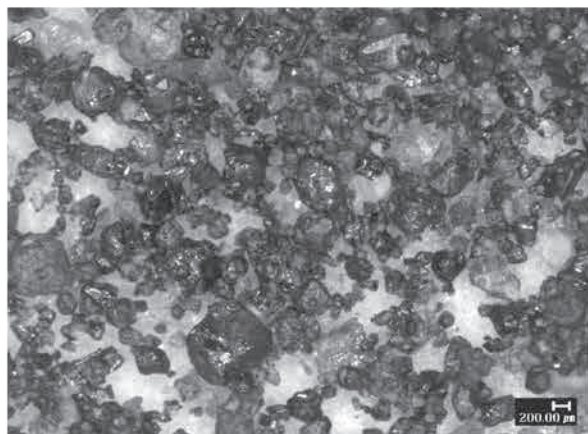
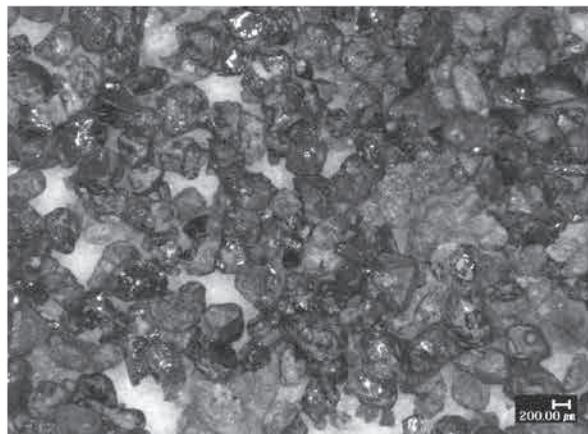
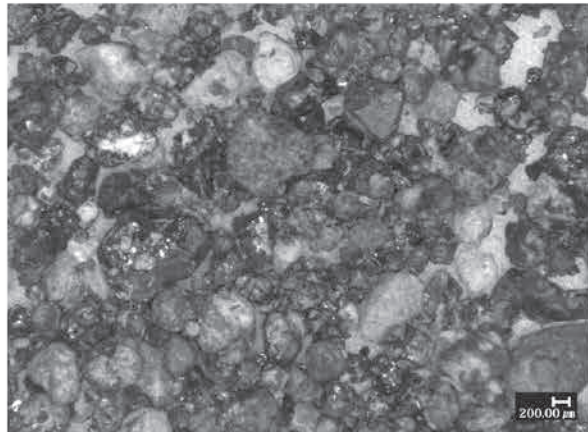
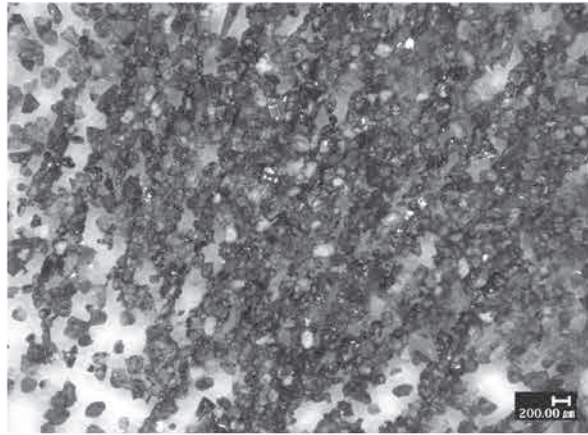
**No.12 赤城白川下流** 粒形は丸みを帯びる。粒径は0.2mm以下を主体とする。10cm以下の礫が散在する。

**No.13 桃ノ木川** 粒形は丸みを帯びる。粒径は0.2mm以下を主体とする。10cm以下の礫が散在する。

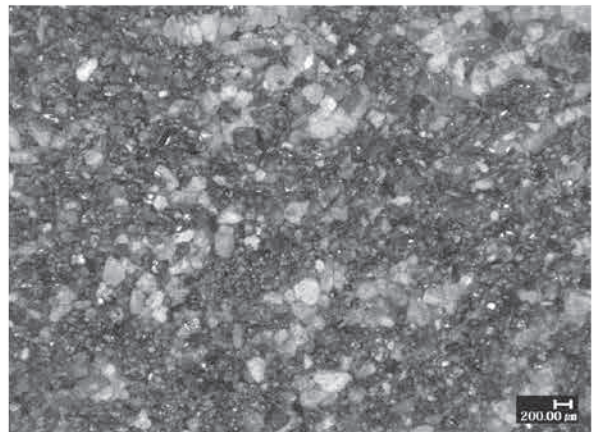
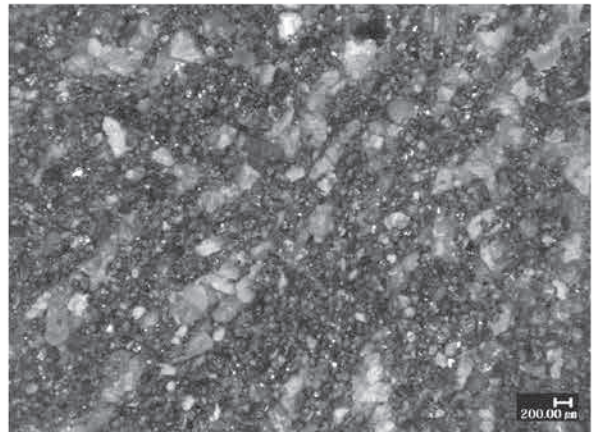
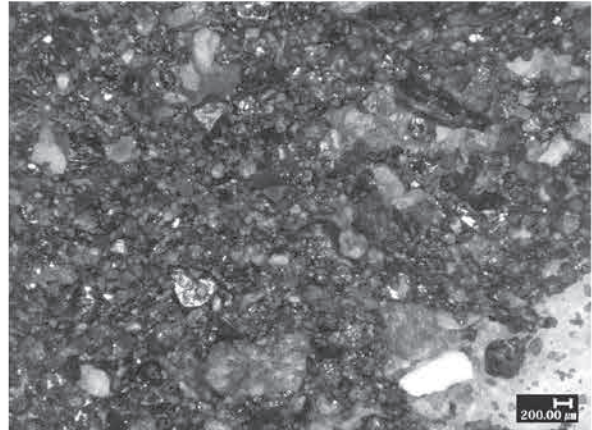
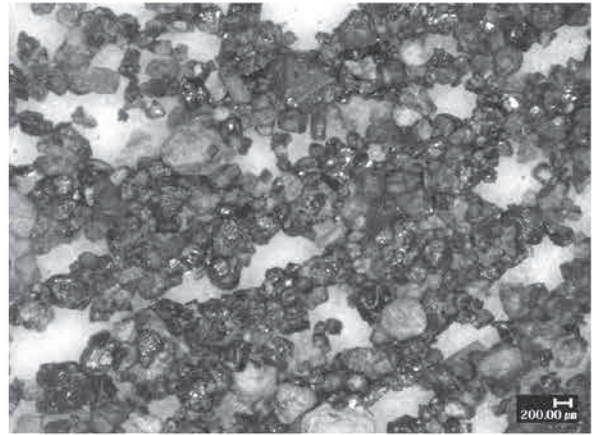
**No.14 利根川(群馬ヘリポート付近)** 粒形は丸みを帯びる。粒径は0.2mm以下を主体とする。0.4mm大の磁鉄鉱粒が少量混じる。周囲からは玄武岩、安山岩、流紋岩、花崗斑岩、閃緑岩、チャート、凝灰岩、緑色凝灰岩を採取した。30cm大礫が多く散在する。

**No.16 粕川** 川岸に砂鉄が多く堆積しているのを目視できた。粒形は丸みを帯びる。粒径は0.2mm以下を主体とする。周囲に礫はほぼみられず砂が多い。

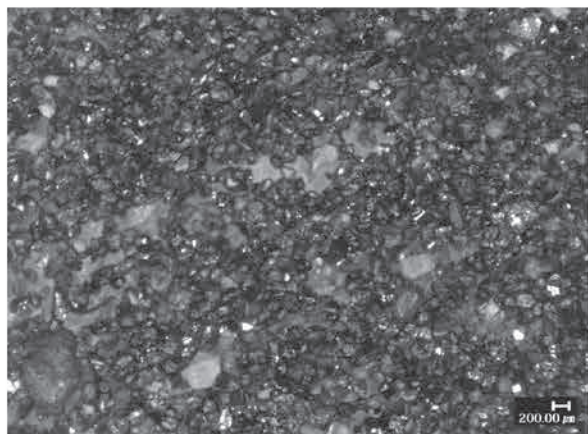
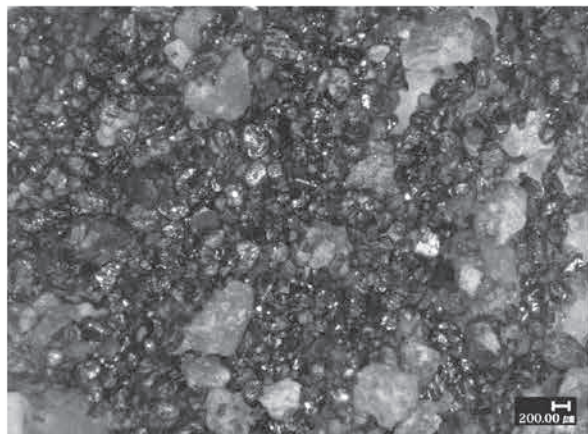
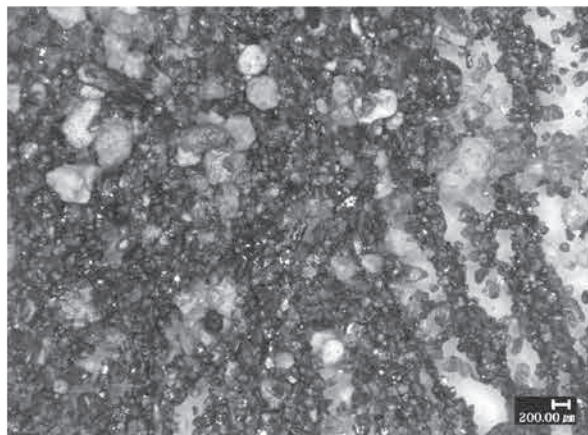
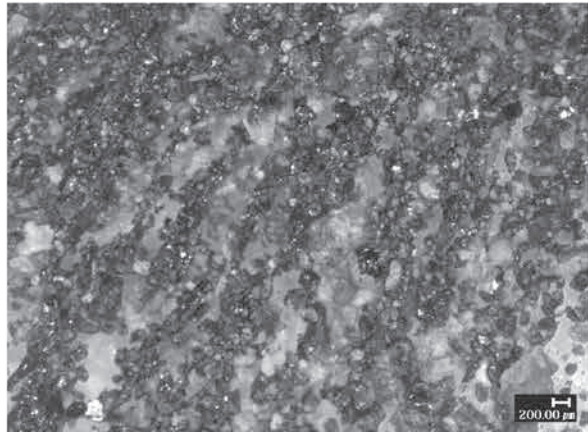
**No.17 利根川(新上武大橋)** 粒形は丸みを帯びる。粒径は0.2mm以下を主体とする。0.3mm～0.4mm大粒も



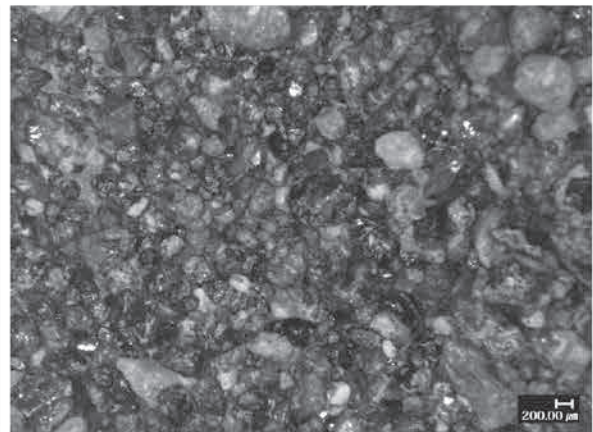
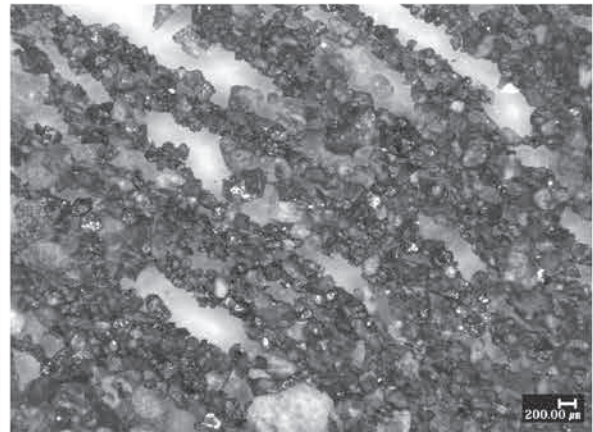
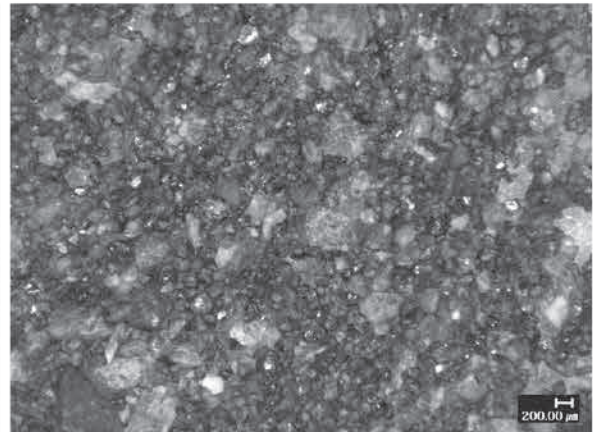
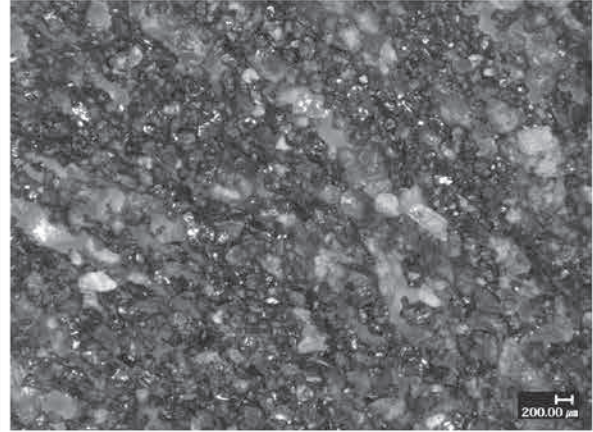
第4図 砂鉄採取地と拡大写真(倍率×50)



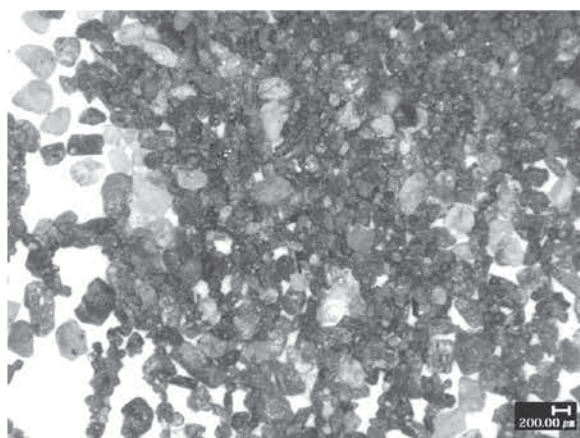
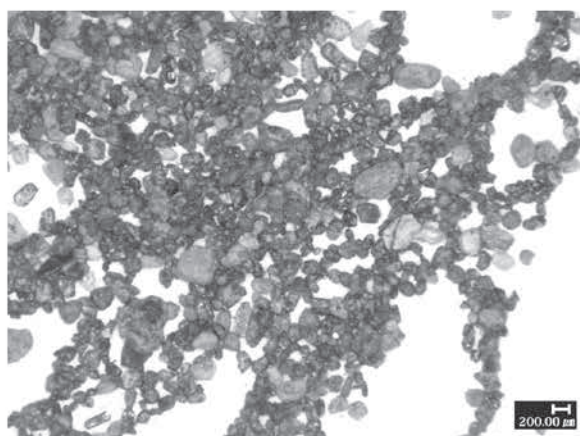
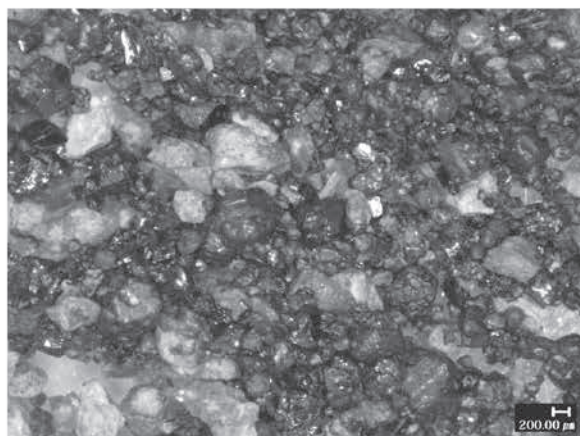
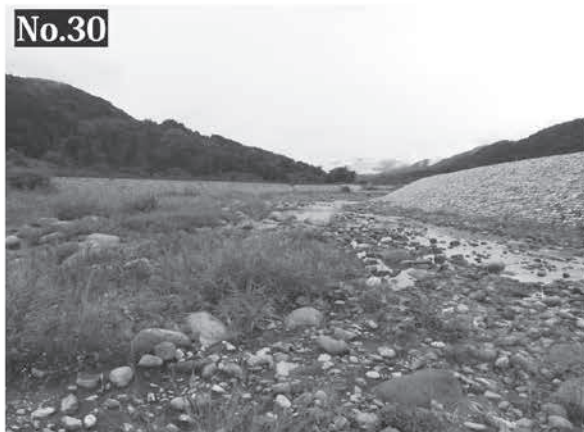
第5図 砂鉄採取地と拡大写真(倍率×50)



第6図 砂鉄採取地と拡大写真(倍率×50)



第7図 砂鉄採取地と拡大写真(倍率×50)



第8図 砂鉄採取地と拡大写真(倍率×50)

少量混じる。周囲からは安山岩、流紋岩、閃緑岩、砂岩、チャート、角閃岩、緑色岩を採取した。30cm～10cm以下の礫が多く散在する。

**No.18 利根大堰** 川岸に砂鉄が多く堆積しているのを目視できた。粒形は丸みを帯びる。粒径は0.2mmを主体とする。0.3mm大粒も少量混じる。周囲からは安山岩、軽石、砂岩、頁岩、チャート、片麻岩を採取した。10cm以下の礫が多く散在する。

**No.20 利根川(渡良瀬川合流地点)** 川岸に多く堆積しているのを目視できた。粒形は丸みを帯びる。粒径

は0.2mmを主体とする。川岸はほぼ砂で構成される。

**No.21 利根川(湯檜曾川合流地点)** 粒形はやや丸みのある角をもつ。粒径は0.2mmを主体とする。0.4mm～0.3mm大粒も少量混じる。周囲からは安山岩、花崗斑岩、軽石、閃緑岩、泥岩、凝灰岩を採取した。30cm～50cm大礫が多く散在する。

**No.25 利根川(赤谷川合流地点)** 粒形は不整形でやや丸みのある角をもつ。粒径は0.2mm以下を主体とする。0.4mm～0.3mm大粒も少量混じる。周囲からは玄武岩、安山岩、流紋岩、閃緑岩、砂岩、泥岩、頁岩、チャー



ト、緑色凝灰岩を採取した。80cm～70cm大礫はまばらで60cm～30cm以下礫が多く散在する。

**No.28 片品川(三沢交流広場)** 粒形は不整形で角が目立つ。粒径は0.4mm～0.2mmを主体とする。0.7mm～0.5mm大粒も少量混じる。周囲からは安山岩、砂岩、泥岩、チャート、珪化木を採取した。400cm～300cm大礫や80cm～70cm大礫が多く散在する。中期更新世埋没林(沼田湖成層)の珪化木が目立つ<sup>11)</sup>。

**No.30 片品川(山村広場)** 粒形は不整形でやや丸みのある角をもつ。粒径は0.4mm～0.2mmを主体とする。0.8mm～0.5mm大粒も少量混じる。0.5mm大の磁鉄鉱粒が少量混じる。周囲からは安山岩、ペグマタイト、砂岩、泥岩、凝灰岩、結晶片岩を採取した。50cm～30cm大礫が多く散在する。

赤城山北～北西側および湯檜曾川合流地点～前橋市までの利根川上流域、片品川流域では粒形は、不整形でやや丸みのある角をもつものが多く、粒径は、0.6mm～0.3mmと中流域に比べ粒が大きいものが多い。また0.8mm～0.4mm大の磁鉄鉱粒が少量混じる。前橋市以下の利根川中流域では丸みを帯びる粒形で粒径は0.2mmを主体とする。上～中流域に散在する岩石は、安山岩などの火山岩を主体とし、赤城山周縁部では溶結凝灰岩などの火山砕屑岩も目立つ。利根川上流域(沼田市以北)や片品川上流域では花崗岩などの深成岩がみられた。産総研地質図をみると湯檜曾川や水上周辺には中生代後期白亜紀の閃緑岩帯、新生代新第三紀中新世～鮮新世の花崗閃緑岩帯の存在を確認できる。川岸に辿り着いた時に砂鉄を容易に目視できたのは沼尾川下流と粕川、利根川(新上武大橋)以下の流域であった。

## 5 中ノ坪第Ⅱ遺跡製鉄炉出土砂鉄の採取地推定について(第2・8図、第1表)

砂鉄採取地推定についてまず資料からみると中ノ坪第Ⅱ遺跡製鉄炉出土砂鉄の粒径は0.3mm以下で、粒形はやや丸みのある角をもち、No.17利根川(新上武大橋)以下の流域で採取した砂鉄に類似している。

次に運搬にかかる力量について。人の活動(移動・運搬・掘削作業等)において、その幅を規定する要因の一つはエネルギー代謝量であると考え、浜辺で採取した砂(砂鉄を含む)10ℓ=15kgを実際に運搬し、その消費エネルギー量を計算した<sup>12)</sup>。運搬においては竹製背負子と米袋を用い、当時の路面状況を考慮して歩行負荷の高い砂地を選び、基本補給無しの裸足で行った。一回の移動距離は2km～3kmだが1kmごとの計測を

行った<sup>13)</sup>。結果として、砂15kgを担いで1kmを進むための消費エネルギーは106kcal～152kcalとなった。ここで当時の庶民の1日の食事と摂取kcalの例を挙げると1汁1菜、玄米、ゆでたノビル、海藻汁、塩でその摂取量は407kcalとなり1日に二度食事を行うとすると1日当たり814kcalの摂取量となる<sup>14)</sup>。この摂取量にだけ着目するのであれば、15kgの荷重では1日当たりおおよそ5km～8km内の活動が可能と思われる。天平9(737)年の但馬国正税帳によると長途運送における一夫の荷重は、米五斗=今の米約二斗(30kg)となっており、これを運搬積載基準とするならば移動距離6km内までの活動が可能であったか<sup>15)</sup>。ただ働き手となる正丁(30代とする)の1日の基礎代謝量1530kcalを加えると明らかにエネルギー不足となる<sup>16)</sup>。

8世紀前半における原材料の採取については、養老雑令9国内条「凡国内有下出銅鉄処上。官未採者。聽百姓私採。若納銅鉄。折充庸調者聽。自余非禁処者。山川藪沢之利。公私共之。」<sup>17)</sup>や『常陸国風土記』香島郡項に「慶雲元(704)年國司綏女朝臣率鍛佐備大磨等採若松濱之鐵以造釵之…沙鐵造釵大利然為香島之神山不得輒入伐松穿鐵也」<sup>18)</sup>とあるように国司の関与した官採と百姓私採の存在を窺い知れる。山川藪沢における採掘において百姓の私採を許すが官の採取を優先させること、官採後の私採の禁止と官採以外の地の私採の承認を明示すること、余剰分を調庸として徴収することが挙げられている<sup>19)</sup>。

8世紀前半には官採・私採いずれにしろ採取地として山川藪沢に注目が置かれていることや中ノ坪第Ⅱ遺跡製鉄炉出土砂鉄は、利根川中流域でも群馬県太田市以下の流域の砂鉄に類似し、運搬にかかる力量からみても本遺跡周辺のおおよそ往復6km圏内で採取された可能性が高い<sup>20)</sup>。実際に砂鉄を採取するならば、西3km地点にある江戸川(旧太日川)か周辺に存在する谷津内であったらうか。県内の谷津における砂鉄層の存在としては、例えば千葉県東部の山武郡芝山町に所在する芝山公園内の高谷川へ続く谷津斜面がある。古東京湾海成層中(更新世中期下総層群藪層(Yb3)～木下層か)の砂鉄層と思われ、層厚は30cmほどで灰黒色を呈し視認しやすい<sup>21)</sup>。この層の砂鉄の粒形は、やや丸みのある角をもち、粒径は0.3mm～0.2mmほどである。また中ノ坪第Ⅱ遺跡周辺にも谷津が存在するので試しに踏査を行った。こちらの谷津の多くは宅地造成のための埋め立てや田地利用、荒蕪地となっており、明確な砂鉄層の露頭はみられなかった。ただ本遺跡から北

第1表 砂(砂鉄含む)の運搬力量について

| No. | 日付      | 場所    | 気温(°C) | 天候  | 風向  | 風速(m/s) | 移動方位 | 移動距離(km) | 荷重(kg) | 所要時間(分) | 時間換算(時) | 平均速度(km/h) | 歩行速度V(m/s)<br>小数点第2以下切 | 山崎昌廣<br>ほか1990<br>「ヒトの歩行」 | 国立健康・<br>栄養研究所<br>(17028)<br>Met8 | 備考   |
|-----|---------|-------|--------|-----|-----|---------|------|----------|--------|---------|---------|------------|------------------------|---------------------------|-----------------------------------|------|
| 1   | 2020/9  | 九十九里浜 | 24.1   | 小雨  | 北北西 | 0.9     | 南南西  | 1        | 15     | 15:33   | 0.259   | 3.9        | 1.08                   | 108.2                     | 152                               | 裸足   |
| 2   |         | 九十九里浜 | 24.1   | 小雨  | 北北西 | 0.9     | 南南西  | 1        | 15     | 16:21   | 0.272   | 3.7        | 1.02                   | 105.2                     | 160                               | 裸足   |
| 3   |         | 九十九里浜 | 26     | くもり | 北北西 | 0.8     | 南南西  | 1        | 15     | 14:02   | 0.233   | 4.3        | 1.19                   | 111.7                     | 137                               | 裸足   |
| 4   |         | 九十九里浜 | 26     | くもり | 北北西 | 0.8     | 南南西  | 1        | 15     | 15:36   | 0.26    | 3.9        | 1.08                   | 108.8                     | 152                               | 裸足   |
| 5   |         | 九十九里浜 | 26     | くもり | 北北西 | 0.8     | 北北東  | 1        | 15     | 15:57   | 0.265   | 3.8        | 1.05                   | 106.6                     | 155                               | 裸足   |
| 6   | 2020/10 | 九十九里浜 | 27     | くもり | 北西  | 1       | 南南西  | 1        | 15     | 14:42   | 0.245   | 4.1        | 1.13                   | 109.3                     | 144                               | 裸足   |
| 7   |         | 九十九里浜 | 27     | くもり | 北西  | 1       | 南南西  | 1        | 15     | 16:41   | 0.278   | 3.6        | 1                      | 104.9                     | 163                               | 裸足   |
| 8   |         | 九十九里浜 | 27     | くもり | 北西  | 1       | 北北東  | 1        | 15     | 15:15   | 0.254   | 3.9        | 1.08                   | 106.3                     | 149                               | 裸足   |
| 9   | 2020/11 | 九十九里浜 | 25     | くもり | 東   | 1       | 南南西  | 1        | 15     | 15:20   | 0.255   | 3.9        | 1.08                   | 106.7                     | 150                               | 地下足袋 |
| 10  |         | 九十九里浜 | 25     | くもり | 東   | 1       | 南南西  | 1        | 15     | 15:51   | 0.264   | 3.8        | 1.05                   | 106.2                     | 155                               | 地下足袋 |
| 11  |         | 九十九里浜 | 25     | くもり | 東   | 1       | 北北東  | 1        | 15     | 15:41   | 0.261   | 3.8        | 1.05                   | 105                       | 153                               | 地下足袋 |
| 12  |         | 九十九里浜 | 16     | 晴   | 東   | 1.5     | 南南西  | 1        | 15     | 14:09   | 0.235   | 4.3        | 1.19                   | 112.7                     | 138                               | 地下足袋 |
| 13  |         | 九十九里浜 | 16     | 晴   | 東   | 1.5     | 南南西  | 1        | 15     | 16:18   | 0.271   | 3.7        | 1.02                   | 104.8                     | 159                               | 地下足袋 |
| 14  |         | 九十九里浜 | 16     | 晴   | 東   | 1.5     | 北北東  | 1        | 15     | 15:44   | 0.262   | 3.8        | 1.05                   | 105.4                     | 154                               | 地下足袋 |
| 15  | 2020/12 | 九十九里浜 | 16     | 晴   | 東北東 | 1       | 南南西  | 1        | 15     | 15:43   | 0.261   | 3.8        | 1.05                   | 105                       | 153                               | 裸足   |
| 16  |         | 九十九里浜 | 16     | 晴   | 東北東 | 1       | 南南西  | 1        | 15     | 16:02   | 0.267   | 3.8        | 1.05                   | 107.4                     | 157                               | 裸足   |
| 17  |         | 九十九里浜 | 16     | 晴   | 東北東 | 1       | 南南西  | 1        | 15     | 17:20   | 0.288   | 3.5        | 0.97                   | 104.2                     | 169                               | 裸足   |
| 18  |         | 九十九里浜 | 16     | 晴   | 東北東 | 1       | 北北東  | 1        | 15     | 15:16   | 0.254   | 3.9        | 1.08                   | 106.3                     | 149                               | 裸足   |
| 19  |         | 九十九里浜 | 16     | 晴   | 東北東 | 1       | 北北東  | 1        | 15     | 15:41   | 0.261   | 3.8        | 1.05                   | 105                       | 153                               | 裸足   |
| 20  |         | 九十九里浜 | 16     | 晴   | 東北東 | 1       | 北北東  | 1        | 15     | 15:23   | 0.256   | 3.9        | 1.08                   | 107.2                     | 150                               | 裸足   |

東2kmに位置する瀬戸の谷津内には現在も水の湧く谷津頭が残存しており、谷津内の斜面下用水路では砂鉄が若干溜まっているのを確認できた。この砂鉄の粒形は、やや丸みのある角をもち、粒径は0.2mm以下を主体とする。

県内の古代製鉄遺跡における製鉄炉は、河川・谷津に面した斜面地に構築されることが多く、中ノ坪第Ⅱ遺跡の製鉄炉も例外ではない。運搬効率と消費エネルギーを重視するのであれば砂鉄は極力近場で採取できるに越したことはないのであって、芝山公園例のように谷津内に砂鉄層が存在するならばそれが最良の採取地であったと思われる。以上のことを総括すると中ノ坪第Ⅱ遺跡製鉄炉出土砂鉄は、河川に加え近場の谷津内に存在する砂鉄を利用した可能性も高いと思われる。

おわりに

今回は中ノ坪第Ⅱ遺跡製鉄炉出土砂鉄と現利根川上～中流域採取砂鉄との比較および運搬力量から本遺跡出土砂鉄の採取地推定を行った。採取資料については護岸等による河川改変によって当時の粒形状をどこまで反映しているのか不明な点や運搬力量に関しては推測の域をでないなど問題点はあるが、製鉄原料である砂鉄について考古・地質両側面から知見を広げる機会を得た。また岩瀬慶三氏の研究によると1,000℃における砂鉄粒の還元率は、粒の大小による影響が大きいという実験結果があるなど、まだ砂鉄そのものについて

注目していかなければならない点もあることがわかった。今後も県内製鉄遺跡出土砂鉄および県内砂鉄採取地や他水系の調査を継続していきたい。

拙稿を記すにあたり、以下の方々からご指導ご教授を賜りました。末筆ながら深く感謝の意を表します。

小川勝和、小栗信一郎、栗田則久、郷堀英司、高橋直樹、中村昌彦、山岡磨由子、千葉県産業支援技術研究所、千葉県立中央博物館、流山市教育委員会(五十音順、敬称省略)

注

- 1)川根正教 1984『千葉県流山市中ノ坪製鉄遺跡 遺構の保存と活用に関する報告』、流山市郷土資料館1982『シンポジウム 製鉄遺跡東深井中ノ坪をめぐって』、流山市立博物館市史編さん係編2001『流山市史 通史編Ⅰ』
- 2)大澤正己 1982「千葉県下遺跡出土の製鉄関係遺物の分析調査」『千葉県文化財センター研究紀要7』(財)千葉県文化財センター、藤尾慎一郎編1994『国立歴史民俗博物館研究報告第58集』
- 3)岩瀬慶三1942『砂鐵の研究』科学主義工業社
- 4)小栗信一郎「第3章 下総 富士見台第Ⅱ遺跡C地点」『千葉県の歴史 資料編 考古3(奈良～平安時代)』594～599頁、藤尾慎一郎編1994『国立歴史民俗博物館研究報告第58集』
- 5)神野 信 2005「房総半島における古代精錬遺跡」『千葉県文化財センター研究紀要24』(財)千葉県文化財センター305～331頁
- 6)中ノ坪第Ⅱ遺跡製鉄炉出土砂鉄に関しては館内観察のため光学マイクログラフを使用していない。自前の顕微鏡(倍率×40)で観察し、同倍率の他資料と比較した結果、利根川(新上武大橋)以下の流域資料と類似性がみられたのでこれを元

- に粒径を判断した。
- 7) 利根川の流域区分は利根川百年史編集委員会1987『利根川百年史』の区分に従った。
- 8) 澤口 宏 2015「前橋台地の利根川その2」『群馬県自然史博物館 良好な自然環境を有する地域学術調査報告書』、利根川百年史編集委員会1987『利根川百年史』
- 9) 三田照芳、野村正弘「Ⅱ 利根川・神流川の河川礫調査」『群馬県自然史博物館 自然史調査報告 第4号』を参考に採取を行った。なお単独調査となったため採取量には限度があった。
- 10) 岩石の基礎的な観察方法と分類に関しては千葉県立中央博物館 主任上席研究員 高橋直樹氏と千葉県教育振興財団文化財センター 文化財主事 山岡磨由子氏にご教授いただいた。光学マイクロスコープ観察については千葉県産業支援技術研究所 材料技術室 中村昌彦氏のご協力による。
- 11) 久保誠二ほか2014「群馬県東北部片品川下流に分布する埋没林」『群馬県立自然史博物館研究報告(18)』101～116頁
- 12) 山崎昌廣、佐藤陽彦1990「ヒトの歩行-歩幅,歩調,速度およびエネルギー代謝の観点から-」『人類学雑誌98巻4号』385～401頁。本論文で挙げられた $M=1.5W+2.0(W+L)(L/W)^2+R(W+L)(1.5V^2+0.35VG)$ の式を使用した。M: エネルギー代謝量(watts)、W: 体重(kg)、L: 運搬荷重の重量(kg)、V: 歩行速度(m/秒)、G: 傾斜(%), R: 歩行面係数(トレッドミルは $R=1.0$ )  $1\text{cal}=4.184\text{J}$ 、 $1\text{J}=0.239\text{cal/s}$ として $w=J/s$ より $1\text{kw}=239\text{cal/s}=0.239\text{kcal/s}$ 、 $0.239 \times 3600\text{kcal/h} \approx 860\text{kcal/h}$ 。傾斜は1kmごとに12mほど上昇したので1.2%とし、歩行係数は砂地だったので一応2.0とした。仕事・熱量の単位であるカロリー、ジュール、ワットの定義については総務省管轄の行政情報ポータルサイトe-Govの計量単位令および国立研究開発法人産業技術総合研究所計量標準総合センターの国際単位系(SI)第9版(2019)日本語版を参照した。また、厚生労働省2013『健康づくりのための身体活動基準2013』の消費 $\text{kcal}=1.05 \times (\text{met} \times \text{時間}) \times \text{体重(kg)}$ 式と中江悟司ほか2012『改訂版 身体活動のメッツ(METS)表』国立健康・栄養研究所を用いた計算も行った。
- 13) 背負子については堀川久美子2011「日本における遺跡出土カゴ類の基礎的研究」『植生史研究 第20巻 第1号』3～26頁を参照し、竹製ござ目編みの背負いかごを使用した。かごの耐久不足のため荷重は15kgまでとした。
- 14) 樞原市かしはら探訪ナビ貴族・役人と庶民の食卓(<https://www.city.kashara.nara.jp>)を参照した。
- 15) 澤田吾一 1927『奈良朝時代民政経済の数的研究』富山房および東京大学史料編纂所1987「但馬国正税帳 天平9年G」『正倉院文書目録』1 正集 東京大学出版会、正倉院文書マルチ支援データベースの断簡名: 正集29断簡7、断簡ID: 1002900700000を参照した。
- 16) 厚生労働省 2020『日本人の食事摂取基準(2020年版)』の30～49歳における平均基礎代謝量を参照した。
- 17) 井上光貞ほか 1976『律令 日本思想体系3』岩波書店 476頁
- 18) 中村啓信 2015『風土記 上 現代語訳付き』角川ソフィア文庫 107頁
- 19) 原島礼二 1968「八世紀における鉄の生産と流通」『日本古代社会の基礎構造』未来社 388～443頁、古尾谷知浩2011「文献史料からみた古代の鉄生産・流通と鉄製品の生産」『第14回古代官衙・集落研究会報告書 官衙・集落と鉄』独立行政法人国立文化財機構奈良文化財研究所 167～181頁
- 20) 背負子だけを背負い1km進んだ時の消費カロリーは約93kcalとなった。
- 21) (財)千葉県史料研究財団1997「第2章 第6節 下総台地の地質」『千葉県の自然誌 本編2 千葉県の大地』241～268頁および高橋直樹氏のご教授による。

#### 引用・参考文献

- 穴澤義功 1984「製鉄遺跡からみた鉄生産の展開」『季刊考古学 第8号 特集古代日本の鉄を科学する』雄山閣 47～52頁
- 穴澤義功 1991「各地域の製錬鍛冶遺構と鉄研究の現状 関東地方」『日本古代の鉄生産』たたら研究会 86～99頁
- 糸川道行 2020「奈良・平安時代における東総の集落と郡郷」『研究連絡誌 第83号』(公財)千葉県教育振興財団文化財センター 31～41頁
- 大澤正己 1984「冶金学的見地からみた古代製鉄」『古代を考える36 古代鉄生産の検討』1～54頁
- 桂 敬 1982「砂鉄製錬の原理について」『古代日本の鉄と社会』東京工業大学製鉄史研究会 223～240頁
- 桂 敬 1983「千葉県の製鉄遺跡より出土の鉄滓の化学的研究」『千葉史学 第3号』千葉歴史学会 34～48頁
- 門脇秀典 2020「鉄滓の山から読みとく歴史」『シンポジウム「鉄の道をたどる」予稿集』福島県文化財センター白河館 13～28頁
- 栗原良輔 1973『利根川治水史』崙書房
- 群馬県史編さん委員会 1990『群馬県史 通史編1 原始古代1』
- 澤田吾一 1927『奈良朝時代民政経済の数的研究』富山房
- 潮見 浩 1982『東アジアの初期鉄器文化』吉川弘文館
- 末永雅雄ほか 1978『たたら製鉄とその関連遺跡』(財)観光資源保護財団
- 鈴木瑞穂 2011「分析からみた古代の鉄生産技術について」『第14回古代官衙・集落研究会報告書 官衙・集落と鉄』独立行政法人国立文化財機構奈良文化財研究所 93～119頁
- 長谷川熊彦 1971『わが国原始製鉄の研究に関する論文集』泰生社
- 原島礼二 1968『日本古代社会の基礎構造』未来社
- 東山信治編 2020『鳥根県古代文化センター研究論集 第24集 たたら製鉄の成立過程』鳥根県古代文化センター
- 福田豊彦 1991「文献史学から見た古代の鉄」『日本古代の鉄生産』たたら研究会 17～40頁
- 福田豊彦 1996「文献からみた鉄の生産と流通」『季刊考古学 第57号 特集いま、見えてきた中世の鉄』雄山閣 46～52頁
- 古尾谷知浩 2011「文献史料からみた古代の鉄生産・流通と鉄製品の生産」『第14回古代官衙・集落研究会報告書 官衙・集落と鉄』独立行政法人国立文化財機構奈良文化財研究所 167～181頁