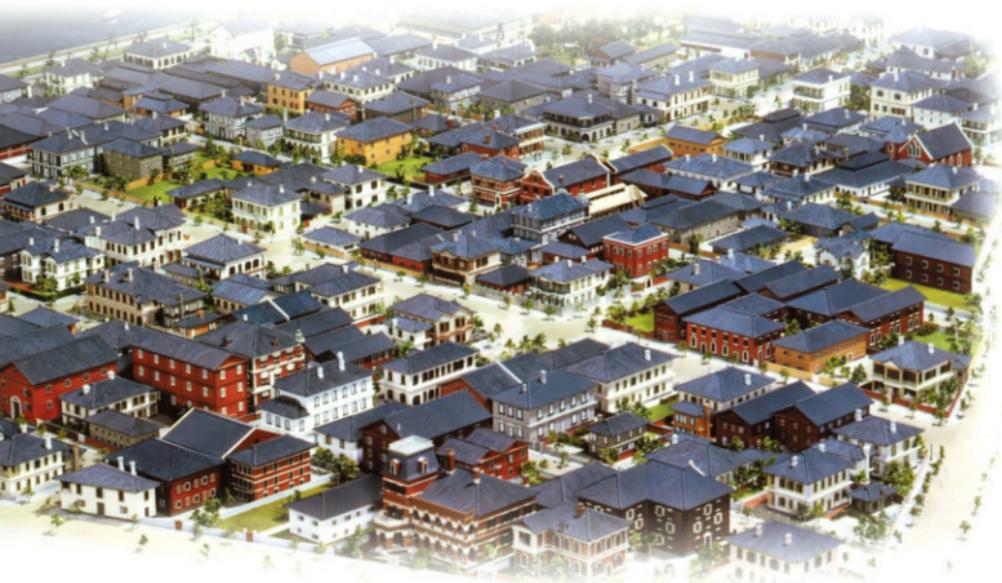


旧神戶外人居留地遺跡

発掘調査報告書



2011

神戸市教育委員会

旧神戸外国人居留地遺跡
発掘調査報告書

2011

神戸市教育委員会

序

旧神戸外国人居留地は、神戸の歴史を語る上で欠くことのできない地であり、現在も神戸市民にとって日常的に重要な場所でもあります。しかしそれ以上に日本の近代史において大きな役割を果してきた地でもあります。

今回初めて発掘調査によって、居留地貿易の実態の一部が明らかになり、今日に続く神戸経済の大きな転換の証を垣間見ることができました。また、初めて市内で地震による津波の痕跡が実証されたことは、今後の都市計画や防災計画にとって貴重な事実を提供することができました。

こうした成果が、今後の旧居留地の活性化や、市民の歴史意識に寄与し、活用されることを祈念すると共に、今回の発掘調査にご理解とご協力をいただいた多くの関係機関や諸氏に感謝します。

神戸市教育委員会 教育長 橋口 秀志



図1 調査地点位置図

例言

1. 本書は仮称神戸市危機管理センター建設に伴う旧神戸外国人居留地遺跡の発掘調査報告書です。
2. 兵庫県神戸市中央区江戸町97、98に所在します。
3. 神戸市危機管理室から発掘調査の依頼を受けた神戸市教育委員会が、財團法人神戸市体育協会に委託し、平成21年12月2日から翌年2月2日まで現地調査を行い、平成21年12月25日と26日に現地説明会を実施しました。
4. 調査体制
神戸市文化財審議会委員 史跡・考古部会 工藤普通 和田晴吾 建築部会 安田作 山岸常人 有村桂子
清水重敦 教育委員会事務局 教育長 橋口秀志 総務部長 井川博 社会教育部長 大寺直秀
教育委員会参事(文化財課長事務取扱) 柏木一孝 文化財課主幹 渡辺伸行 墓藏文化財指導係長 丸山潔
埋蔵文化財調査係長 千種浩 文化財課主査 丹治原明 同主査 安田滋 同主査 斎木巖
調査担当 阿部功(平成21年度は神戸市体育協会) 整理担当 黒山恭正 保存科学担当 中村大介
平成21年度神戸市体育協会 会長 表孟宏 常務理事 穂弘四郎 総務課長 赤沢徹
5. 調査及び本書の作成は、千種、斎木、阿部が行い、現地の写真撮影は丸山によるものです。
6. 現地での堆積状況の観察には同志社大学 増田富士雄氏の教示を得て、考古学及び建築史による教示は文化財審議会委員および広島大学 水田恵氏から頂き、本書に増田富士雄・谷口丰輔氏、水田恵氏からの手稿を掲載させて頂きました。
7. 本書に掲載した遺物写真は、西大寺フォトによるものです。遺構の写真測量はGEOソリューションにより実施しました。花粉分析、プラント・オパール分析、年代測定についてはパレオ・ラボによるものです。コンクリート等の分析は鴻池組技術研究所で実施しましたがデータの一部は割愛しました。それぞれの成果を本書作成者が編集し、掲載しています。
8. 現地の調査及び本書の作成については、上記以外に以下の機関、諸氏から多大な教示と支援を得ました(敬称略5音順)。
石原左内 稲原昭嘉 神戸市危機管理室 神戸市都市計画総局建築技術部 神戸市中央図書館 神戸市立博物館 静岡市経済局 田井玲子 兵庫県教育委員会 ヘリヤ商会 山口後夫 横浜開港資料館
9. 今回の発掘調査による記録類は、神戸市埋蔵文化財センターで保管しています。
10. 表紙のデザインは、神戸市立博物館所蔵の旧神戸外国人居留地模型(明治時代)の写真を用いたものです。

目次

第Ⅰ章 調査の経過	1
第Ⅱ章 歴史的環境と地理的環境	2
1. 歴史的環境	2
2. 地理的環境	4
3. 旧神戸外国人居留地遺跡で観察された江戸時代の振動流(津波)堆積物	9
第Ⅲ章 遺構と遺物	16
1. 基本層序	16
2. 居留地返還以降 a. III期 b. II期	16
3. 居留地時代の遺構 a. I期の遺構 b. I期の遺構の材質調査 c. I期の遺物 1. 煉瓦 2. 金属器	21
4. 旧神戸外国人居留地遺跡I期の遺構の復元的考察	63
第Ⅳ章まとめ	73
1. 変遷 2. 明治時代の神戸港からの茶の輸出	73

第Ⅰ章 調査の経過

今回の調査は、神戸市危機管理センター建設工事に伴って行っています。調査地は市庁舎3号館西側に隣接し、3号館別館用地として使用されていました。建設工事に先立ち、平成21年10月28日、市庁舎3号館別館解体に伴い試掘調査を行なった結果、旧神戸外国人居留地に関連するものと考えられる建物跡の一部が確認されました。この結果を受けて、遺構が残存している306mについて、平成21年12月1日から平成22年2月2日まで発掘調査を実施しました。

調査区は、試掘調査により確認された建物跡を中心に4分割し、北東側から時計回りにI～IV区として、記録・遺物の取り上げを行なっています。なお、I・IV区で検出された東西方向のコンクリート基礎が、調査区東側へさらに延びることが判明したため、調査区を東側へ拡張し、この範囲を東側拡張区としました。

調査の記録として、4×5版フィルムによる写真撮影と、クレーンによる写真測量を2回行い、そのほかに断面図などを作成しています。その他に、基本土層断面の土層転写を行っています。

基本土層については、調査区の西端で南北に断ち割りトレーナーを設定し、部分的には標高約50cmの湧水点までの観察を行いました。なお、この堆積の調査については、増田先生に現地指導をいただきました。

調査成果を公開するために、現地説明会を開催しました。ビジネス街でもあるため平日と週休日の2回開催し、平成22年12月25日(金)13時から15時に290人、翌26日(土)13時から15時に237人の参加があり、関心の高さが窺えました。の中には、お茶やヘリヤ商会の関係者も訪れていました。

現地調査終了後、I期を中心とした煉瓦を取り上げ、刻印の有無や計測作業を行いました。瓦については埋蔵文化財センターで洗浄、復元作業を行い、金属器についてはX線撮影などの保存科学作業を行っています。この他に、採取した試料については、植生調査、材質調査をそれぞれの専門機関に依頼しました。また、II・III期の建物については関係諸機関等に聞き取りなどを行いました。



写真1 現地説明会



写真2 調査地周辺

第Ⅱ章 歴史的環境と地理的環境

1. 歴史的環境

アメリカ合衆国のペリー提督来航以降、特に活発になった諸外国からの貿易に関する要求、その背景にあった欧米諸国との対アジア政策とそれを牽引する貿易商、さらに国内幕藩体制と朝廷の軋みの中で、開港、開市の場として外国人居留地は設置されることになりました。1858年（安政5年）の日米修好通商条約をはじめとする通商条約に基づき、外国人に借地権を与え、治外法権のもとで商業活動を認めました。兵庫開港は横浜開港の5年後と取り決められていました。翌年には箱館（函館）、神奈川（横浜）、長崎が開港しましたが、兵庫開港については京に近いことから朝廷が難色を示し、攘夷運動の高揚を理由に、とりあえず5年間延長し1868年（慶應3年）に繰り延べされました。1863年（文久3年）から翌年にかけて和田岬砲台や舞子砲台が築かれ、特にこの間は、天皇、幕府将軍の交代など諸事件が起きた緊迫した不安定な時期です。

開港地は、外国商人にとって貿易を行う上で、既存の国内商業拠点を押さえざるための重要な港でした。当然、港湾条件なども重要な要素だったようです。1868年、神戸と共に新潟、川口（大阪）が開港、開市しています。函館、新潟は定住する外国人が少なかったため、旧市街地の中で雑居する形になっています。神戸開港の地は、当初兵庫の港に予定されていましたが、神戸に変更されています。横浜も同様に当初は神奈川の港が予定されていましたが、少し西の場所に変更になり内と山下の地に新たな街が計画されました。共に当時繁榮していた既存の港から、少し離れた場所に新たな港湾施設と居住区を築いています。地元住民と外国人の摩擦を極力避けようとした意図が滲み出ています。実際に神戸事件などが発生していますが、民間レベルでも商習慣や生活習慣の違いから様々な問題が生じていたようです。

神戸の居留地造成を命ぜられたのは大阪奉行の柴田剛中です。開港の3ヶ月前に漸く造成工事に着手し、開港式典から半年を過ぎた1868年6月末に完成しています。居留地造成と平行して、外国人との摩擦を避けるために、当時の基幹ルートであった西国街道を居留地から迂回させるために、石屋川左岸から北上し六甲山中を経由する徳川道の整備をしています。

9月には第1回目の競売が行われ、1873年（明治6年）までに4回行われ、126区画の永代賃借地権が売却されました。

神戸外国人居留地は、東が生田川、西は鰐川まで、北は西国街道から南は海岸までと定められました。イギリス人土木技師J・W・ハート（John William Hart）が1870年（明治3年）7月に作成した計画図と1872年の計画図が現存しており、126区画に整然と区画された地番や、生田川堤防跡を利用して設置されたレクリエーショングランド（現在の東遊園地）や、海岸沿いのプロムナード、下水道流路、歩道、街灯など計画的な街づくりが窺われます。しかし、居留地内ですべての生活ができる環境にはなかったため、周辺に住居として借家をするか、新築することになります。現在の北野の異人館は、こうして形成されたものです。西側に接する雑居地も発展し、南京町として現在に至っています。また外国人のための墓地も必要になり、生田川の対岸の小野浜に定められました。このように居留地と港を核とした新しい街が、それまで繁栄していた既存の街の東側に忽然と誕生しました。

当初は混乱の続く情勢の中、日本人と外国人とのトラブルを避けるために設置された外国人居留地ですが、両者の商業活動を通じて交流の場としての側面もあり、西洋文化を吸収する窓口となっていました。し

かし、一方では、外国人居留地には不平等条約の基、日本の主権の及ばない領事裁判権が認められているなどの諸問題も存在していましたが、神戸では他の居留地を参考にして、居留地会議による自治が比較的順調に遂行され、「極東のモデル居留地」と評されることもありました。

居留地返還に向けて明治政府は、条約改正交渉に着手し、1894年（明治27年）7月にはイギリスとの間に日英通商航海条約を締結。以後各国とも新たな条約を結び、念願の不平等条約の改正を遂げました。1899年（明治32年）7月17日に外国人居留地は日本に返還され、神戸外国人居留地も歴史の幕を閉じました。外国人貿易商にとっては関税などの優位性が失われたことによって、日本を離れる会社や、国内の鉄道等の整備により新たな貿易拠点を求めて流動化が加速しました。その後、関東大震災で横浜の旧居留地が打撃を受けると、横浜の外国人貿易商の多くが神戸と東京にその拠点を移し、横浜港の利用が長期間にわたって大きく減じることもありました。このように、返還後は経済的発展による淘汰、国内資本の直接参入や災害による流動化、第2次世界大戦の神戸空襲などにより、旧居留地時代の建物のほとんどは失われ、現在では、「旧神戸居留地十五番館」（国指定重要文化財、明治14年（1881）頃建設）が唯一現存するのみです。

このように街区の中は、それぞれの時代を反映した建物に建て替えられていますが、街区や地名はほとんど残され、多くの建物や関係した人物のモニュメントとともに、市民や観光に訪れる人々に往時の面影を伝えています。北野地区の異人館街とともに、神戸の歴史を語る上で欠くことのできない歴史遺産の1つです。

開港を契機として近代港湾都市として発展を始めますが、その前提として、奈良時代以降の大輪田の泊の港湾整備、平安時代の福原京（和田京）の遷都計画、江戸時代の国内流通拠点としての兵庫津の活況などそれ以前の港湾都市としての歴史が挙げられます。さらに弥生時代の初期水稻農耕や古墳時代の渡来系や他地域からの遺物の伝播など大阪湾西端に位置する六甲山南麓地域が、瀬戸内海を介する物流拠点の重要な地域であったことがこれまでの市内の遺跡の発掘調査から明らかになってきています。このような歴史の中で居留地が誕生しています。



写真3 居留地計画図 1870年（明治3年）

2. 地理的環境

居留地が設定されたのは、旧生田川の右岸の河口地に近い場所です。この水系は、六甲山系のはば中央に位置し、摩耶山の背後の榎谷付近から発し、布引の滝を経て、現在のフラワーロードを南流していました。1871年（明治4年）に居留地への氾濫を防ぐために、現在の位置に付け替えが行われました。地質図によると、新幹線新神戸駅の下に断層が東西に走り、その南側には大阪層群が段丘上に見られ、基盤層の六甲閃緑岩と凝灰岩を含む大阪層群の砂礫が、生田川の河川堆積物であることがわかります。

この地から北西方向の旧生田川の対岸に位置する雲井遺跡では、縄文時代早期に先行する土石流が、南北方向に残っています。こうした扇状地上の氾濫によって小規模な埋没河川が形成されています。また、旧生田川の両岸には運ばれてきた砂礫によって自然堤防が形成され、河口部の両側には汀線に並行する砂堆が幾重か埋没していると予想されます。失われた地層が存在した可能性もありますが、今回の地点では、増田氏の原稿にあるように、少なくとも江戸時代以降の扇状地の末端の堆積と、津波による堆積が認められ、その直上に居留地の建物が築かれています。縄文時代の海進や、地震による液状化などの痕跡は、認められませんでした。

北西側に位置する生田神社は、奈良時代以降その位置を変えておらず、その地下には、弥生時代、古墳時代に集落が営まれた生田遺跡があることから、少なくとも西側への生田川本流の氾濫はここまで及んでいなかったようです。北東側の雲井遺跡にも生田川そのものの痕跡が認められないことから、旧生田川は縄文時代以降、明治時代初めまでおおよそフラワーロードの道幅の中で流れていたことがわかります。

幕末から明治時代の初め、六甲山についてハゲ山であったという記述や写真、絵画が伝えられ、一般的に引用されています。しかし、どの範囲がどの程度のハゲ山であったのか、詳しくはわかっていません。確かに1895年（明治28年）砂防事業として山腹工事が行われ、1902年（明治35年）からは本格的な砂防植林が始まっています。

山林の荒廃は、江戸時代を通じて、台風や地震などの自然災害と、人口増による食糧獲得が、森林資源や河川への人為的圧迫を強め、さらにそのことが原因で飢饉を発生し、その対応・対策が当時の幕府や各藩の為政者にとって大きな課題となっていました。

六甲山南麓でも、江戸時代に入ると、それまでの里山としての機能だけでなく、地場産業として成長した酒造業の燃料材の供給、花崗岩の石材採取、都賀川、住吉川を中心とした水車を利用した菜種油搾り、精米、そうめん粉づくりなど新たな利用が急増しました。産業利用であったため、地元消費量を超える生産が前提となっており、入会地では植生再生サイクルを超えるスピードで、山野の利用が行われていたことが推定できます。そこが、植生を貧弱化させ、自然災害への抵抗力

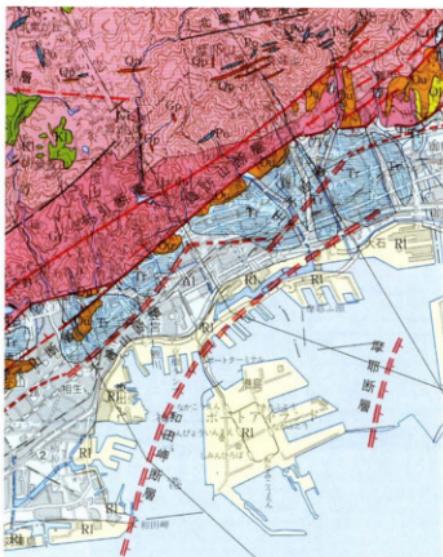


図2 地質図「兵庫の地質」2003 兵庫県地質図解説書・地質編

が弱まり、さらにハゲ山化が進行したとも考えられます。しかし、植生は単純ではなく、目的別に伐採種は特定されており、対象外の成長の早い樹種が優先していた可能性があります。

1995年の阪神・淡路地震においても、六甲山地で約700箇所のがけ崩れがあり、その後の雨でさらに広がり、新たながけ崩れがおきています。江戸時代の後半に頻発した地震や大雨でも同様に、六甲山が大きなダメージを受けていたと推定できます。

これまでの六甲南麓の遺跡での花粉分析は、ほとんどが鎌倉時代までの試料に限られています。また鎌倉時代以降の良好な試料は乏しく、その限られた分析でマツ属の優先が卓越化する結果から、鎌倉時代以降2次林化が進行するとおおむね理解されています。しかし、有効な分析試料が少ないと、主要な照葉樹であると現植生から推定されるクスノキが花粉分析では検証できることから、鎌倉時代以降特に江戸時代から明治時代初めについての六甲南麓の植生分布は、単にマツ属の優先とすることはできません。京都盆地周辺も江戸時代にハゲ山化が進んだことが、文献や書画から知られています。ともにマツ属以外の樹種や、草本を含めて垂直分布の検討が必要です。2次林化とはげ山化には、共通要因とは別の要因もあるのでしょうか。

今回、花粉分析とプラント・オパールによって、この地での居留地建設以前の植生復元を試みましたが、土壤中から検出されたこれらの微化石の量が少なく、十分に説得力のある結果にはなりませんでした。詳細は別項の通りで、本来的に産出量が少なかったことを反映しているとすると、畑作などの生産活動が行われていた可能性が低かった土地であったことが頗推できます。堆積状況を合わせると、木本よりも草本が優位な河口付近の砂堆、もしくは砂堆間の浅い窪地であったと考えられます。

a. 花粉化石分析調査

森 将志（バレオ・ラボ）

1. はじめに

当時の古植生を検討する目的で花粉分析用の試料が採取された。以下に試料について行った花粉分析結果と考察を示す。

2. 試料と分析方法

試料は、お茶の再製工場にあった、かまどの痕跡と考えられる遺構の下の堆積層から採取された、灰オリーブ色のやや泥質な細粒砂である。この試料から次の手順で花粉化石を抽出した。

試料（湿重量約3g）を遠沈管にとり、10%水酸化カリウム溶液を加え昼夜放置する。水洗後46%フッ化水素酸溶液を加え1時間放置する。水洗後、比重分離（比重2.1に調整した臭化亜鉛溶液を加え遠心分離）を行い、浮遊物を回収し水洗する。水洗後、酢酸処理を行い、続いてアセトトリシス処理（無水酢酸9：濃硫酸1の割合の混酸を加え10分間湯煎）を行う。水洗後、残渣にグリセリンを滴下し保存用とする。検鏡はこの残渣より適宜プレバラートを作製して行った。作製したプレバラートは全面を検鏡し、その間に現れる花粉・胞子を全て数えた。なお、試料から产出した花粉化石の分類群ごとの単体標本（PLC.128～132）はバレオ・ラボに保管されている。

3. 分析結果

分析した試料には花粉化石はほとんど残っていなかったが、検出された花粉・胞子の分類群数は樹木花粉

3、草本花粉7、シダ植物胞子2の総計12である。これらの花粉・胞子の一覧表を表1に示した。表においてハイフン(–)で結んだ分類群はそれらの分類群間の区別が困難なものを示す。なお、あまりにも産出花粉数が少ないと、分布図は示していない。

産出した樹木花粉は、コウヤマキ属、コナラ属コナラ亜属、クリ属-シイノキ属などがあり、草本花粉では、ガマ属、イネ科、カヤツリグサ科、アカザ科-ヒユ科、ヨモギ属、キク亜科、タンボボ亜科がある。胞子では単条型胞子、三条型胞子がある。

4. 察考

花粉粒の大きさは様々であるが、一般的に直径0.02mm~0.06mmの範囲に入るものが多い。一方、泥粒子の粒径は1/16mm以下であり、花粉粒とほぼ同じ大きさである。よって、植物から散布された花粉粒は、陸域や水域に落下した場合、泥などの微細粒子と同じような挙動を示すと思われる。実際の花粉分析において、砂よりもシルトや粘土といった細粒堆積物の方が花粉化石を抽出しやすい。今回分析した試料は泥質な部分もあるものの、砂を主体としており、砂と花粉は堆積環境における挙動が異なるため、砂を主体とした本試料には流失等により、もともと花粉化石が入っていないかったものと思われる。このようなことから今回の試料においてはコナラ属コナラ亜属、タンボボ亜科、イネ科などの僅かな産出にとどまったとみられ、産出花粉化石数が極端に少ないため、この結果から当時の植生について述べることはできない。

表1 産出花粉化石一覧表

学名	和名	
樹木		
<i>Sciadopitys</i>	コウヤマキ属	1
<i>Quercus subgen. Lepidobalanus</i>	コナラ属コナラ亜属	4
<i>Castanea-Castanopsis</i>	クリ属-シイノキ属	1
草本		
<i>Typha</i>	ガマ属	1
Gramineae	イネ科	5
Cyperaceae	カヤツリグサ科	2
Chenopodiaceae-Amaranthaceae	アカザ科-ヒユ科	1
<i>Artemisia</i>	ヨモギ属	1
Tubuliflorae	キク亜科	1
Liguliflorae	タンボボ亜科	6
シダ植物		
Monolet type spore	単条型胞子	4
Trilete type spore	三条型胞子	2
Arboreal pollen	樹木花粉	6
Nonarboreal pollen	草本花粉	17
Spores	シダ植物胞子	6
Total Pollen&Spores	花粉・胞子総数	29
Unknown pollen	不明花粉	4

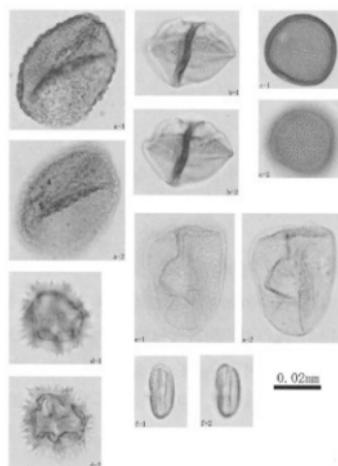


写真4 花粉化石

- a.コウヤマキ属(PLC.132)
- b.イネ科(PLC.128)
- c.ガマ属(PLC.133)
- d.タンボボ亜科(PLC.129)
- e.カヤツリグサ科(PLC.130)
- f.クリ属-シイノキ属(PLC.134)

b. プラント・オパール分析調査

米田 恭子(バレオ・ラボ)

1. はじめに

ここでは調査区の西壁より採取された土壤試料について、イネ科植生について検討する目的でプラント・オパール分析を行なった。以下に、分析の結果および考察を記す。

2. 試料と方法

試料は、西壁より採取された試料No.1、No.2の2点である。試料No.1は西壁最上位層にあたる標高2.1m弱の地点から採取された疊混じりの砂である。試料No.2は標高1.5m弱の地点より採取された雲母混じりの砂質シルトである。

プラント・オパール分析は上記した2試料について、下記に示した手順にしたがって行なった。

秤量した試料を乾燥後再び秤量する(絶対乾燥重量測定)。別に試料約1g(秤量)をトールビーカーにとり、約0.02gのガラスピーブ(直径約0.04mm)を加える。これに30%の過酸化水素水を約20~30cc加え、脱有機物処理を行う。処理後、水を加え、超音波モジナイザーによる試料の分散後、沈降法により0.01mm以下の粒子を除去する。この残渣よりグリセリンを用いて適宜プレパラートを作製し、検鏡した。同定および計数は機動細胞珪酸体に由来するプラント・オパールについてガラスピーブが300個に達するまで行なった。

3. 觀察の結果

同定・計数された各植物のプラント・オパール個数とガラスピーブ個数の比率から試料1g当りの各プラント・オパール個数を求め(表2)、これらの分布を図3に示した。以下に示す各分類群のプラント・オパール個数は試料1g当りの検出個数である。

表2 試料1g当りのプラント・オパール個数

試料番号	イネ(個/g)	ネザサ節型(個/g)	クマザサ属型(個/g)	他のタケ亜科(個/g)	シバ属(個/g)	キビ族(個/g)	ウシクサ族(個/g)	不明植物珪酸体(個/g)
1	2,000	3,000	0	0	1,000	0	3,000	3,000
2	0	15,900	1,200	1,200	0	7,300	0	4,900

検鏡の結果、試料No.1からイネのプラント・オパールが2,000個体検出された。両試料から検出されたネザサ節型は、試料No.2では約16,000個体、試料No.1では3,000個体が得られた。キビ族は、試料No.2で7,300個体が観察された。その他クマザサ属型、他のタケ亜科(ネザサ節型やクマザサ属型と異なるタイプのタケ亜科)、シバ属、ウシクサ族、不明の植物珪酸体が検出された。

4. 考察

プラント・オパール分析の結果、標高1.5m弱地点(試料No.2)からは、ネザサ節型のプラント・オパールが多く検出された。このことから、ケネザサやゴキタケといったネザサ節型のササ類が、試料採取地周辺に広がっていたと思われる森林の林縁部などの、日のあたる開けたところに生育を広げていたと思われる。また、スズタケ、ミヤコザサなどのクマザサ属型のササ類は、森林の下草的存在として分布していたと推察される。他のタケ亜科については、メダケ属と似た形態を有していると思われるが、詳しい同定には至ってお

らす不明である。キビ族については、アワ、ヒエ、キビといった栽培種によるものか、エノコログサ、スズメノヒエ、イヌビエなどの雑草類によるものか、現時点においてはプラント・オパールの形態による分類が難しく不明である。

標高2.1m弱地点（試料No.1）については、プラント・オパールの検出数が少ないという結果であった。その要因としては、試料No.1が粒子の粗い砂であったため、雨水等に流されるなどした結果、プラント・オパールの検出個数が少なくなった可能性が考えられる。このように遺存状況の悪い中でも、イネは試料1g当たり約2,000個体が得られている。イネについては、プラント・オパールが試料1g当たり5,000個以上検出された地点から推定された水田址の分布範囲と、実際の発掘調査成果とがよく対応する結果が得られており（藤原、1984）、稲作の検証に際しては、この5,000個を日安に、さらにプラント・オパールの産出状態や遺構の状況をふまえて判断がなされている。標高2.1m弱地点からは、検出個数は少ないながらも試料1g当たり2,000個体のイネが検出しており、試料採取地において稲作が行なわれていた可能性はあるように思われる。また一方で、試料採取地周辺で稲作が行なわれていた場所から、プラント・オパールが流されるなどして移動してきた可能性もあげられるため、本地点における稲作についてはさらに検討が必要と考える。

イネ以外では、ススキやチガヤなどのウシクサ族が、試料採取地周辺の森林の林縁部などの日のあたる開けたところに分布していたと推測される。また、シバ属が道端等の日のあたるやや乾燥した場所で生育していたとみられる。

引用文献 藤原宏志（1984）プラント・オパール分析法とその応用－先史時代の水田址探査－、考古学ジャーナル、227、2-7。

図3 プラント・オパール分布図

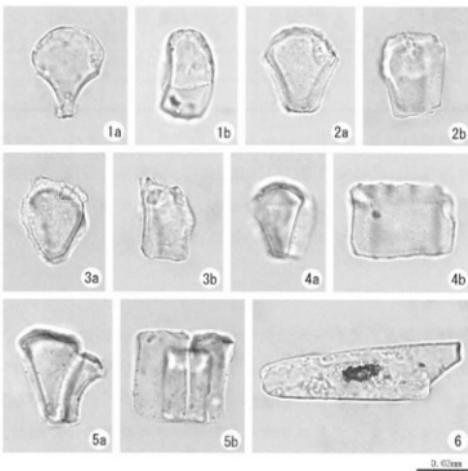


写真5 プラント・オパール

1：イネ（No.1）、2：ネザサ節型（No.2）、3：他のタケア科（No.2）、4：キビ族（No.2）、5：ウシクサ族（No.1）、6：不明植物珪酸体（ポイント型）（No.1）
a：断面、b：側面

3. 旧神戸外国人居留地遺跡で観察された江戸時代の 振動流（津波？）堆積物

増田富士雄・谷口圭輔（同志社大学理工学部）

はじめに

2010年1月、神戸市中央区の「旧神戸外国人居留地遺跡」の発掘調査に伴って出現した地層を観察した。発掘地点は、三宮駅の南、神戸市役所のすぐ西側に位置し、旧生田川沿いの低地にある。ここは1868年（慶應3年）の兵庫開港直後から、旧神戸外国人居留地として多くの外国人が居住していた地域にある。発掘では地表近くで、明治時代の倉庫などの煉瓦建物の基礎が見いだされている。観察した地層はその下位にある厚さ約2.5mの砂層と泥層である。この地層の上部、標高1.7～2.0mにある厚さ約30cmの含細礫砂層は、その岩相や粒度組成、堆積構造や粒子配列から、典型的な振動流（波浪）堆積物であることがわかった。この振動流堆積物は、江戸時代の津波堆積物である可能性が高い。

旧神戸外国人居留地遺跡の位置

旧神戸外国人居留地遺跡は、神戸市JR三の宮の南約500m、神戸市中央区江戸町97-1、97-2及び98-2に位置する（図4）。旧神戸外国人居留地内では、明治時代の下水道が現在も供用されているが、遺構として居留地時代の煉瓦造建物の基礎の一部が発見されたのは、今回の発掘調査が始めてである。この煉瓦造建物は、明治時代の後半に存在したもので、日本茶の輸出に関係した倉庫であったことがわかっている。

調査地点の標高は、約3.5m前後で、田中（1966）の地形区分によれば、旧生田川の天井川帯と自然堤防の高まりのすぐ西側で、この地域で最も新しい扇状地の末端部にあたり、海岸平野（海岸沿いの低地）に位置する（図4）。

観察された地層

観察された地層は、明治時代の建物の立地地盤となっており、露頭の長さは約30mで、標高約-0.5mから+2.0mの厚さ約2.5mの部分である（写真6）。この地層は堆積相から、表層攪乱層、上部粗粒砂層、中・下部砂泥互層の3つに区分できる（写真7）。



図4 調査地点（赤色の地点）。国土地理院発行2万5千分の1地形図「神戸首部」に、田中（1996）の地形分類図による旧生田川の天井川帯と自然堤防、新規扇状地と海岸平野との境界線を加筆。

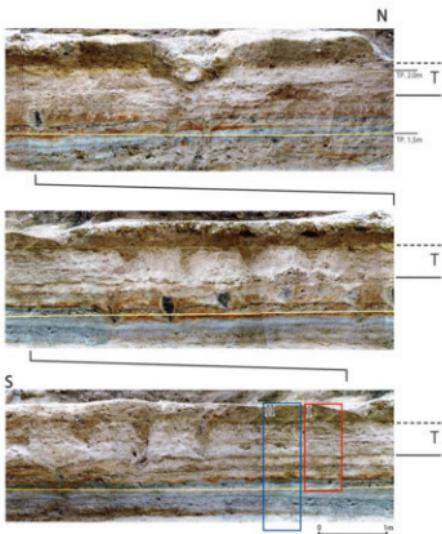


写真6 地層の南北断面。Tは上部粗粒砂層（振動流堆積物）、(I)・(II)は写真2の位置。

するユニットからなる（写真8）。砂層は粗粒、中粒、細粒、極細粒砂からなり、粗い砂の層ほど層厚が大きい。下位から上位に、1) 粗粒砂層（厚さ約35cm以上）、2) 細粒～中粒砂層と泥層との互層（約45cm）、3) 粗粒砂層（約50cm）、4) 細粒砂層と泥層の互層（約65cm）、5) 粗粒～中粒砂層（約20cm）に細分できる（写真2）。砂層の3)と5)はそれぞれ2層で構成され、全体で少なくとも14～15層の逆級化ユニットが認められる。

これらの泥層から砂層への逆級化ユニットは、洪水氾濫からの堆積物の特徴で（増田・伊勢屋、1985；増田、1988；鈴木、2000）、神戸地域でも扇状地河川からの氾濫堆積物として、土石流堆積物などに伴って見られることが報告されている（増田、1999a、1999b、2003、2010）。この砂層には葉理があまり発達しないこと、含泥率（後述）が高いことなど、洪水流中の浮遊物質からの堆積であることを示している。

調査地の地下地質の特徴を、ボーリングデータベース（関西圏地盤情報協議会、2010）から作った地質柱状断面図で、巨視的にみてみる。調査地点を通る縦断面では、上流側（北側）には扇状地性の礫質層が地表から厚さ5m程まで分布するのに対し、下流側で3～6mの砂層や含礫砂層が分布する。さらに、その沖側（南側、調査地から南へ300m～800mの標高—1～—6m）には、現在の大坂湾底の粘土層に連続し、縄文時代の高海面期にこの地域に侵入した内湾底に堆積した海成粘土層（第13海成粘土層、Ma 13）や、それと砂層が混在したと思われる砂泥互層（厚さ2～5m）がみられる。調査地点を通る

表層は厚さ約15cmの含細礫泥質砂層で、人工的に攪乱され平坦化されている（写真7）。

上部粗粒砂層は、厚さ約30cmで、上面は攪乱層に漸移しているので、本来はもう少し厚い可能性がある。この砂層には平行層理が発達し、細粒砂層の薄層や細礫を含む（写真7）。構成粒子は、いわゆる花崗岩類からの“まさ土”で、細礫は長石や花崗岩片からなる。次に述べる中下部砂泥互層中の砂層よりも葉理毎での見かけ上での分級は良い。この上部粗粒砂層が振動流堆積物で、その特徴や形成過程については、次章で述べる。

中下部砂泥互層は、厚さ約215cmで、下部の泥層（多くは粘土層）から砂層に漸移して逆級化

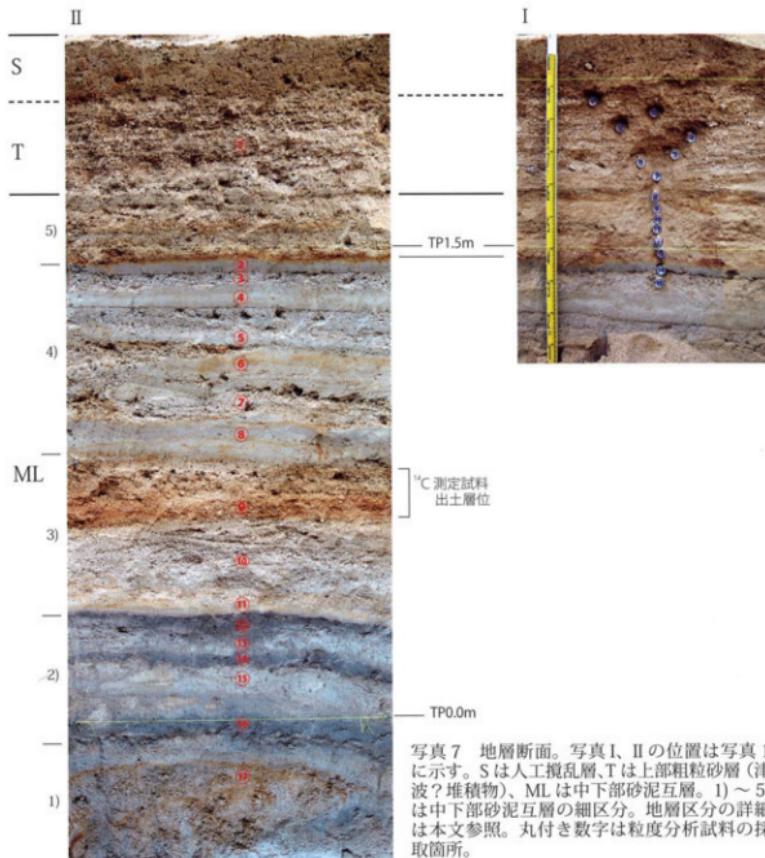


写真7 地層断面。写真I、IIの位置は写真1に示す。Sは人工搅乱層、Tは上部粗粒砂層(津波?堆積物)、MLは中下部砂泥互層。1)～5)は中下部砂泥互層の細区分。地層区分の詳細は本文参照。丸付き数字は粒度分析試料の採取箇所。

横断面では、旧生田川の流路の地下には厚さ15m程の礫層がみられ、表層8～10mの部分ではその東西両方向に（側方に）向かって砂層が次第に多くなる。

地形と同様に堆積物も、調査地付近で、扇状地の末端から海岸低地の海浜や沖浜堆積物あるいは河川三角州堆積物に変化している。すなわち、ここで観察した中下部砂泥互層は、扇状地の末端堆積物における扇状地河川からの氾濫堆積物であるといえる。

振動流堆積物の認定

上部粗粒砂層は、堆積構造や岩相から、典型的な振動流、すなわち波浪のような行き来する流れ（波浪流）で形成されたものであることを強く示している。

上部粗粒砂層が振動流堆積物であることは、まず、この平行層理を構成する粒子の配列

からわかる。それは、この砂層に含まれる細礫や極粗粒砂の粒子が、南北断面でみると正反対の2方向に傾斜した覆瓦状構造（インブリケーション、Imbrication）のクラスターを示す（写真9）ことである。砂層や礫層の平行層理や平行葉理の粒子配列は、流れの上流側に傾斜した覆瓦状構造を示すことが知られている（横川・増田、1990；増田・横川、1992）。



写真8 中下部砂泥互層の洪水氾濫堆積物の逆級化構造。下位から上位へ粘土層から砂層へ漸移するユニットが認められる。写真の横幅は約60cm。

1992）。正反対に傾斜した覆瓦状構造は、アンティデューン（反砂堆）と呼ばれる高領域の強い流れでも上流側に碎波してできる可能性はある（横川・増田、1990；増田、2001）が、この場合は堆積構造が波状になる（Yokokawa et al., 1999; Araya and Masuda, 2001）ことから識別できる。振動流堆積物では、ユニット毎に正反対に傾斜する覆瓦状構造が繰り返すことになる（横川・増田、1988、1990; Yokokawa et al., 1991; 増田、2001）。また、構成粒子が粗粒な場合は引き波が粒子の間で減衰し、打上げ波による海側に傾いた粒子配列だけが卓越することがある（横川・増田、1988）。

この上部粗粒砂層が平行層理で正反対の2方向の覆瓦状構造を示すことは、これが平坦な場所で、打上げ波（寄せ波）と引き波（返し波）のような流れでもって、形成



写真9 上部粗粒砂層にみられる覆瓦状構造（インブリケーション）を示す粒子クラスター。平行層理（葉理）部に発達した正反対に傾斜した粒子が、振動流堆積物であることを示す。灰色に着色した粒子は南から、白色の粒子は北からの流れによって配列したことを示す。写真の横スケールはともに約10cm。



されたものであることを意味している。平行層理の一部が南側（海側）に緩く傾き、せん滅していく部分がある（写真6）ことも、海浜などの振動流から形成される地層の特徴（増田ほか、1995）である。下位の地層（中下部砂泥互層）が氾濫堆積物であることと、扇状地末端から海岸低地への移行地帯という地形的特徴から、通常の海浜などでの波浪からの堆積ではなく、また、振動流であることから高潮でもない。その堆積量が厚さ30cm以上になることから、これは、海岸低地から扇状地末端に突発的に侵入した津波による堆積物と考えるのが妥当だと思われる。一般の波浪（風波）は振動周期が数秒から数10秒であるのに対し、津波は数分から10数分、時には数10分の周期を示す（増田、2004a）。この上部砂層の内部構造（集理）から推定すると、こうした周期の津波が、3～4回週上して形成されたといえよう。

砂層の粒度特性も、上部粗粒砂層が振動流堆積物であることを支持している。沈降式自動粒度分析器で分析した結果（図5）、上部粗粒砂層の粒度組成は、粗粒なのに分級度が

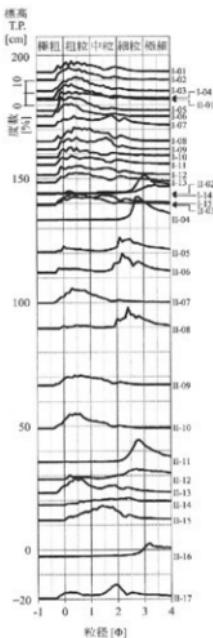


図5 堆積物の粒度分布曲線。横軸の粒径はファイ（ ϕ ）スケール表示、縦軸は重量パーセント。
グラフ右端の数字は試料番号。

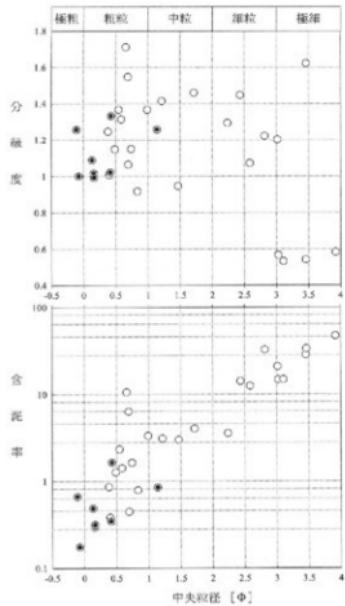


図6 堆積物の粒度特性。中央粒径・分級度ダイアグラムと、中央粒径・含泥率ダイアグラム。二重丸が上部粗粒砂層（振動流堆積物）、丸印は中下部砂泥互層。中央粒径はファイ（ ϕ ）スケール表示で、値が小さいほど大きい。分級度は数値が小さいほど良好。

比較的高く（淘汰が良く）、含泥率が低く、泥を多く含む扇状地での洪水氾濫流ではなく、振動流による淘汰を受けたことを示している。上部粗粒砂層の最上部（fig. 2 の No.I-1）は上位の攪乱層の影響を、また、最下部（No.I-7）は下位の（底面の）氾濫泥層の影響を受けたため、他のものより分級度が低く含泥率もやや高い（図 6）と思われる。すでに述べたようにこの砂層は、見かけの分級も良く、粒子支持で基質がない“透かし砂層”的で（写真 9）、振動流堆積物の特徴を示している。中下部砂泥互層の粗粒砂層には、中粒砂や細粒砂に第 2 のモードがみられることが多いのに対し、上部粗粒砂層ではそれがみられないものが多いことも、流れの中でより強い淘汰を受ける振動流からの堆積であったことを示している。

上部粗粒砂層（津波堆積物？）の堆積年代

上部粗粒砂層の堆積年代は江戸時代である。上部粗粒砂層は、幕末から明治初期の居留地の地表面の下位にある。また、中下部砂泥互層の 3) 粗粒砂層から出土した木片の放射性炭素年代測定法による¹⁴C 年代は 340 年前±20 年で、曆年代は、62% の確率で 1538 年～1635 年の安土桃山時代から江戸時代初期を示している（神戸市教育委員会、2011、本報告書）。従って、この年代値が得られた砂層より標高で 65cm 上位の上部粗粒砂層との間には、少なくとも 8～9 回の逆級化ユニットがみられる。すなわち 8～9 回以上の洪水氾濫があってからの時期の層であることから、上部粗粒砂層は江戸時代のものといえる。

この上部砂層が津波堆積物であるとすると、江戸時代に、神戸の標高 1.7m から 2m に週上した可能性がある津波は、1605 年の慶長地震、1707 年の宝永地震、1854 年の安政南海地震である（力武・竹田、1998；宇津ほか、2010）。どの地震も東海・南海・東南海など南海トラフにおけるフィリピン海プレート境界で発生した地震津波である。放射性炭素年代値と砂層の層準から考えると、慶長地震である可能性は低く、宝永地震と安政南海地震の可能性が高い。宝永地震では大阪湾に津波が押し寄せ被害が大きかったことが、安政南海地震では大阪湾北部に推定波高 2.5m の津波が押し寄せたことが知られている。

おわりに

江戸時代の津波堆積物と思われるものが、神戸三宮の標高 2m 程の場所で見いだされたことを報告した。そして今後、神戸沿岸地域で、こうした堆積物が見いだされる可能性を示したい。

（謝辞）調査の機会を与えていただいた神戸市教育委員会の丸山 潔氏・千種 浩氏に感謝します。

文 献

- Araya, T. and Masuda, F. (2001) Sedimentary structures of antidunes. An overview. *Journal of the Sedimentological Society of Japan*, 53, 1-15.
- 関西圏地盤情報協議会 (2010) 関西圏地盤情報データベース 2010 年度版 CD-ROM.
- 神戸市教育委員会(2009)旧神戸外国人居留地遺跡、旧神戸外国人居留地遺跡現地説明会資料, 4 p.
- 神戸市教育委員会 (2011) 旧神戸外国人居留地遺跡発掘調査報告書 (本報告).
- 増田富士雄 (1988) ダイナミック地層学—古東京湾域の堆積相解析から—. *応用地質*, 29 (4), 312 – 321.
- 増田富士雄 (1999a) ダイナミック地層学—堆積と累重の過程を明らかにする新しい地層学. 深田研ライブラリー, 17, 深田地質研究所, 72p.
- 増田富士雄 (1999b) 北青木遺跡の海浜堆積物. 北青木遺跡発掘調査報告書—第3次調査, 神戸市教育委員会, IV, 66 – 74.
- 増田富士雄 (2003) 神戸市本庄村遺跡で観察された浜堤の形成過程を記録した地層. 本庄村遺跡 第9次発掘調査報告書, 神戸市教育委員会, 55 – 62.
- 増田富士雄 (2010) 地層と土石流堆積物. 雲井遺跡第28次発掘調査報告書, 神戸市教育委員会, 181 – 187.
- 増田富士雄 (編) (2004a) 堆積システムと堆積物, 堆積ショートコース, 日本堆積学会, 517 p.
- 増田富士雄・伊勢屋ふじこ (1985) “逆グレーディング構造”: 自然堤防帶における氾濫原洪水堆積物の示相堆積構造. 堆積学研究会報, 22/23, 108 – 116.
- 増田富士雄 (2001) 波浪堆積構造. 堆積構造入門シリーズ(1), 堆積学研究会(京都), 176 p.
- 増田富士雄・横川美和 (1992) 粒子配列. 大原 降他 (編)「地球環境の復元」朝倉書店, 8章, 245 – 256.
- 増田富士雄・岡崎浩子・横川美和・村越直美・酒井哲弥 (1995) 更新統の海浜堆積物に対する MINI-SEQUENCE STRATIGRAPHY. 地質学論集, 45, 101 – 109.
- 力武常次・竹田厚 (1998) 日本の自然災害. 国会資料編纂会, 637p.
- 鈴木一久 (2000) 洪水氾濫の堆積学. 地団研専報, 48, 地学団体研究会, 69p.
- 田中眞吾 (1966) 1万分の1地形分類図. 地震防災上地条件図(微地形)「三宮」. 国土地理院技術資料 D・1 – No.344, 国土地理院.
- 宇津徳治・嶋 悅三・吉井敏恵・山科健一郎 (2010) 地震の事典. 朝倉書店, 676p.
- 横川美和・増田富士雄(1988)前浜堆積物の粒子配列—茨城県鹿島郡荒野海岸での観察例. 月刊地球, 10(7), 452 – 457.
- 横川美和・増田富士雄 (1990) 流れタイプと粒子配列の関係についての実験的研究. 筑波大学水理実験センター報告, 14, 91 – 98.
- Yokokawa, M., Masuda, F., Sakai, T., Endo, N. and Kubo, Y. (1999) Sedimentary structures generated in upper-flow-regime with sediment supply: Antidune cross-stratification (HCS mimics) in a flume. *Proceeding of International Symposium of Prof. K.O. Emery Commemorative Workshop on Land-Sea Link in Asia*, 83, 409-414.

第Ⅲ章 遺構と遺物

1. 基本層序

調査地の現在の標高は約3.4mで、その約0.7~1.0m下の標高約2.4mで、建物などを検出しています。その間の地層は、戦後の解体等によって改変を受けています。居留地時代に建てられた建物は、灰褐色細砂および灰色細砂の上面に築かれています。この地層から下の地層にはまったく人工物を含まず、標高0mまでは連続して砂が堆積しています。標高0mまで掘削すると湧水が認められました。これらの砂層の堆積については、別項にあるように、旧生田川が運んだ砂と、海岸線側からの振動流により運ばれた砂によって形成されています。のことから、居留地建設以前にこの地に、人工的な構造物がなかったことが窺えます。

検出した建物等はその切り合い関係から、3時期に分けることができます。検出面はほぼ同一面で、それより上層は、各時期と直前の建物建設により削平されており、攪乱された土壌が認められます。

3時期は、建物の基礎の切り合い関係から、その順序がわかり、それを構成する部材の製作年代からおよその建築年代が推定できます。大きくは、居留地返還以降とそれ以前の時期に分けることができます。新しい方からⅢ期、Ⅱ期、Ⅰ期と呼びます。

2. 居留地返還以降

a. Ⅲ期

この時期に属する建物の基礎は、方形のコンクリート基礎、方形の割栗石の基礎です。方形のコンクリート基礎は、調査区の北辺の東西隅の2箇所にあります。西側コンクリート基礎は、直前の解体工事でその上半が除去されていましたが、東側コンクリート基礎はほぼ原形が残されていました。(図7上)

東側コンクリート基礎は、東西2.9m、南北2.5m、深さ2.0m以上で、その頂部にさらに上部に続く一辺約0.8m角の痕跡があります。その痕跡の四隅に煉瓦が1点づつ埋め込まれ、鉄筋が垂直方向に伸びていてから、鉄筋コンクリートの柱が続いていることがわかります。

この二つのコンクリート基礎の南側に、これらと並行する位置に、割栗石基礎1~3があり、さらに割栗石基礎3の南側に割栗石基礎4があります。割栗石基礎2と3はほぼ本来の規模を残しています。いずれの割栗石基礎も、花崗岩の割石を敷き並べておらず、その大きさは拳大から人頭大で、その一部には加工面のある石材があることから、石柱などの建築用石材を再利用していることが窺えます。割石の間とその上面には砂利が充填されており、砂利の上にはコンクリートが打ち込まれていたと考えられます。

同1は、方形窓み1の北辺を煉瓦で塞いだ後に割石を敷き並べていることから、方形窓み1や、北煉瓦積よりも後出することがわかります。また同2も方形窓み2と3の上部を削平しており、方形窓みより後で築かれたことがわかります。さらに同3は、L字型コンクリート基礎の掘方が理まってから築かれていることから、最も新しい時期の構築物であることがわかります。

昭和27年(1952)には、商社の建物がこの地に建てられという記録が残っています。その後、この建物は神戸市の所有となっています。その関係図面による基礎の配置と、今回の割栗石基礎とコンクリート基礎の位置関係が一致することから、これらの基礎は昭和27年(1952)に建築された建物の基礎であったことがわ



写真10　Ⅲ期全景（北から）



写真11　Ⅲ期（北東から）



写真12 Ⅱ期 煉瓦囲い

りました。建物割栗石基礎4の東側にある煉瓦積みの地下室も、図面に記されたボイラー室の位置と一致しています。

b. Ⅱ期

この時期の建物基礎は、南北に長いL字型コンクリート基礎とその上に築かれた煉瓦壁と煉瓦囲いです。
L字型コンクリート基礎

L字型コンクリート基礎の南端は、後の工事で取り除かれているため、本来の規模はわかりませんが、現存では、南北8850cm、幅90cm、厚さ75cmを測ります。北端の東西方向では、西側に90度屈曲し、約250cm伸びて終わっています。北側の側面で見ると西に向かって徐々に薄くなっています。しかし、他の側面は厚さ約5cmの型枠によってほぼ垂直の面となっています。一方、東側は若干伸びて、後のⅢ期の東側方形コンクリートに密着しています。本来はさらに東に伸びていた可能性もあります。

このⅢ期の方形コンクリート基礎の型枠は、L字型基礎の間には認められず、Ⅲ期にL字型基礎の南端壁面を型枠として利用していたと考えられます。しかし、この前後関係は微妙で同時存在も考えられますが、Ⅲ期の関連図面に合致しないことから、方形コンクリート基礎に先行する建造物の基礎と考えます。また、L字型基礎の南北方向は、北側煉瓦敷きや土間の南端を崩して築かれており、これらの後に造られたことがわかります。割栗石基礎3との前後関係もあり、このL字型コンクリート基礎が、Ⅲ期に先行し、かつⅠ期に後出することがわかります。



写真13 Ⅲ期 煉瓦壁体

煉瓦窓い1～3

L字型コンクリート基礎の上に、煉瓦の壁体と煉瓦窓いが3基築かれています。(写真12)。煉瓦窓いの3基はいづれも、南辺は南北のコンクリート基礎に直行しますが、北辺は北に15度広がっています。西辺はほぼ直線上に揃っています。窓いの煉瓦は平の面を上下にし、最大で5段が残されていましたが、本来の高さはわかりません。床面はセメントが塗られていました。煉瓦積みの内面には部分的に煤が付着していますが、床面にはそのような煤の付着は認められず、この中で火を焚いたとは考えられません。また、煉瓦の積み方から考えると、構造的には高さが例えば1mに及ぶようなものではなかったと想定できます。

煉瓦窓い1と2の間と同2と3の間には煉瓦積みの建物壁体が残っています。(写真13)。煉瓦は最大で10段分、高さ約45cmが遺存しており、煉瓦の組積法は、段によって長手面と小口面の両者が交互に外側に現れるいわゆるイギリス積みです。煉瓦窓い2の南半分はこの窓いが造られた後にさらに北側に増設されています。

この壁体の東側面には漆喰状の白色物が塗られていたようですが、幅約10cmで垂直に塗られていらない部分があり、木柱が沿わされていたと思われます。なお、この壁体とコンクリート基礎の間には棟瓦を割ったものが敷かれていました。この棟瓦にはⅠ期北煉瓦積の下層に敷かれていた棟瓦と同様の刻印が見られました。



II 期



III 期

図7 II・III期 平面図 S=1/150

3. 居留地時代の遺構

a. I期の遺構

1期の遺構は、土間とそれを挟んだ南北の煉瓦積、この土間と南北煉瓦積の境に置かれた礎石とその基礎、北煉瓦積の北側に東西に伸びる布基礎、北煉瓦積の下の瓦片敷き、これらの下層に施工された地盤改良（コンクリート基礎層）、さらにその下で打ち込まれた松杭列基礎などによって構成されています。これらが作られていった順に説明していきます。（図9～12）。

松杭列基礎

まず地業として、直径約20cm、長さ約1m（約3尺）の松杭を砂の上に打ち込んでいます。この杭列は、布基礎と、南・北の煉瓦積の下に限られていることから、重量のある壁体や煉瓦の竈の位置をあらかじめ設計図から割り出して、施工していたことがわかります。杭材としては、耐水性に優れかつ調達が比較的容易であった松を用いています。杭そのものは腐食していましたが、その痕跡が明瞭に残っていました。

南側と北側の布基礎の下では、約120cmの中を3列に、それぞれ東西方向に約90cm間隔で千鳥状に配置して打ち込んでいます。南・北の煉瓦積の下に打たれた杭の間隔は、布基礎の下の杭列の幅より若干広く、横辺角度は布基礎よりも緩やかで、横辺間隔も約100～120cmの間隔で打ち込んでいます。（写真14・図12）

コンクリート基礎層

松杭を打ち込んだ後、次に土間を挟んだ南・北の煉瓦積の範囲にのみ、セメントを結合材とした基礎を作っています。この基礎は、肉眼的にはコンクリートには見えない程にセメントの量が少なく、逆にたくさんの方を骨材として混ぜています。土間の下ではその厚みは約10cm程度ですが、南と北の煉瓦積の下は約20cmから30cmとさらに厚くしています。直径30mm以上の大型の砾もみられます。松杭の範囲と同様に、重い煉瓦造の構造物に耐えることを目的としていたことがわかります。（図11）。

北煉瓦積

東西の両端は後世の搅乱によって乱されているため、本来の規模はわかりませんが、南北は、2.9mであったことがわかります。高さは、最大で約35cm、煉瓦最大5段分が残っていました。土間に面した南辺の西半



写真14 松杭基礎



写真15 松杭基礎断面



写真16 I期北煉瓦積遺構1段目



写真17 I期全景(北から)



写真18 I期 北煉瓦積 方形窯み1

分の最下段では、煉瓦の長手面を上下にして並べていますが、その他は平の面を上下にし、基本的には最下段と2段目は長手を南北方向積み上げ、それより上段は交互に方向を変えています。しかし、トンネル状の空洞が交差するため、その周辺では寸法を調整するために積み方が変化しています。(写真16)。

この煉瓦積には3箇所の煤の付着部分があります。その1つは帯状の煤です。煉瓦積南邊から北に約0.4m離れて、土間に平行にして、炭化物が最下段の煉瓦の上面に帯状に付着しています。その幅は約0.36m(約1尺)で、この部分は煉瓦の方向が異なっており、長手を東西方向に3枚分置いています。長さは約640cm確認しています。煉瓦の方向を変えていることから、この部分をトンネル状に空洞にすることが計画されていたことがわかります。この煤痕跡から直交して土間に向かって煤痕跡が続き、その部分の煉瓦が土間に傾斜するように加工されていたことから、土間側にも灰等の掻き出し部があったと推定できます。このトンネルは少なくとも煉瓦2段分以上の高さがあります。煤と灰の堆積が約5cm程度残っていた部分もありました。

もう1つは方形の火所です。床面および壁面に煤が残っていました。最下段の煉瓦の上面を底面として、北辺に3箇所方形の窯みがあります。それぞれに内寸南北117cm(約3.6尺)、東西77cm(約3.3尺)を測り、北側に開口しています。深さは現存で煉瓦4段分が残っていました。方形窯み1と2の間隔は約190cm(約6尺)、方形窯み2と3の間隔も約180cm(約6尺)を測ります。それぞれの方形窯みの間には北側に約18cmの幅約80cmの突出部があります。これらの方形窯みの北側の除く3方向の床面の煉瓦には、墨壺による墨付けの黒色の線が標されており、この線に基づいて窯みの壁が積み上げられています。方形窯み1ではその開口部の北端の煉瓦が北側に向かって傾斜しており、掻き出し易いようになっています。(写真18)。

3箇所目は方形窯み1と2の北側の突出した部分に、北辺から土間並行の帯状煤痕に向かって帯状に延びています。この部分も先の帯状煤痕と同様に、周辺の煉瓦とその方向が異なり、帯状煤の部分だけ煉瓦を長



写真19 I期 北煉瓦積 東西帶状煤痕跡



写真20 I期 北煉瓦積 瓦敷き基礎

手面方向に置いています。このため、土間と平行する煤痕よりも、煉瓦厚さ1枚と小口幅1枚分高くなっています。この部分もトンネル状の空洞が造られていたと推定できます。この北端部分に2本のL字型の鉄棒が煉瓦積の中に埋め込まれていました。(写真27)。

北煉瓦積は、コンクリート基礎に直接積みはじめたのではなく、その間に棟瓦を敷き詰めた層があります。瓦敷は、土間側から敷きはじめており、土間に並行した約50cm程度の部分は、大きな破片を用いて丁寧に敷き詰められていますが、北側にいくほどにやや乱雑になり、北端では破片は小さく、南辺ほどではないですが、端辺を意識して並べています。(図8・写真20)。瓦片の間には消石灰を主な結合材とするモルタルで充填し、硬化させています。モルタルは搅拌が十分ではなく、炭酸化が進行した白色系塊が所々に見られました。それでも破損した瓦を再利用し、固定するのに十分な効果があったようです。

南煉瓦積

土間の南側に、東西370cm、南北200cmの範囲で高さ3段分が残っていました。全体の煉瓦の積み方は北煉瓦積と同様ですが、土間と接する部分は異なり、長手を東西方向とし、平の面を上にする部分と長手面を上にする部分があります。

土間に並行して約36cm幅で、東西方向に帯状に煤が付着しており、この部分の煉瓦3列は平の面を上にしています。この両側に面する南北の煉瓦各1列は、長手面を上にして溝状に並べ、共に長軸を東西方向に積んでいます。この帯状煤の上に煉瓦で閉塞していた部分があり、改修されたことが窺えます。南東の端で、方形窪みの一部があり、北西角から北辺と西辺の40cm前後が残っていました。北煉瓦積と同様に床と壁には



写真21　Ⅰ期　南・北煉瓦積と土間の基礎断面



写真22　Ⅰ期　南・北磚石と土間の基礎断面



写真23 I期 南・北煉瓦積と土間の基礎断面

煤が付着しており、その中には5~10cm程度の黒色塊がありました。分析調査の結果、これは石炭であることがわかりました。なお、北煉瓦積の煤も、同様の調査で石炭由来のものであることがわかりましたので、合計4箇所の方形窪み、3箇所の帯状煤痕跡は、主に石炭を燃焼させたことによって生じたものであったと想定できます。(Ⅲ章3. b)。

土間

北の煉瓦積の間にあり、その幅は南北225cm前後で、長さは東西720cmが残っています。全体に煤が付着し、平坦で均質な状態ですが、数箇所で割れています。材質調査の結果、表面の厚さ約1cmは消石灰を結合材とし、細かな粒度で篩われた砂粒を骨材とした三和土(タキ)で丁寧に仕上げられています。砂粒は花崗岩と凝灰岩を起源とするもので、旧生田川から採取したもののようにです。土間の東端付近に直径2mm程の鉢状の金属線が約20本打ち込まれていました。これらは、何らかの設備を取り付けていた痕跡と考えられます。



図8 瓦敷き基礎

礎石

土間には3基の礎石が据えられています。いずれも花崗岩で造られており、1辺約33×34cm、高さ約30cmのおおよそ1尺角の方形です。これらの礎石の下には、コンクリート製台座が据えられています。礎石を設置する前に型枠を作り、コンクリートを打ち込んだようです。この台座は一辺76cm、高さ12～15cmで、硬化後に台座上部を少し穿って窪ませて高さを調整し、礎石を据えてコンクリートで固定しています。礎石には、そのための水平方向の墨壺による割付線が残っています。

礎石間の距離は、礎石1と2の間が真々で南北220cm、礎石1と3の間が東西南220cmです。礎石1の上には、約半分が炭化した柱材が原位置のまま残っていました。材質調査の結果、スギ材であることがわかっています。残されていた状況から芯持ちの角材であったようです。

礎石はいずれも土間と煉瓦積の境に設置されていますが、礎石2の南半分には煉瓦が積まれていたことから、当初は礎石2の上にも直接柱が据えてありました。その後柱の付け替えなどの改修が行われたようです。



写真24 I期 布基礎（東から）

布基礎

北煉瓦積の北辺から北に約120cm離れた位置を中心として東西方向に布基礎が延びています。その位置は、北杭列の上に重なります。布基礎の幅は約54cmで深さは約50cmです。長さ4400cmが搅乱を受けながら残っていました。

材質はセメントを結合材とし、骨材には花崗岩類と凝灰岩類の円礫の砂を使用しています。この砂利の種類からは、旧生田川近傍で採取した可能性が高いことがわかります。最大15mm程度の粗骨材の砂礫も含みますが、セメントと砂利を混ぜたいわゆるコンクリート製の基礎と言えます。部分的にその断面をみると、おおよそ3層構造で中心部分が最も礫が少なく、下層が最も礫の含有が多いように見えます。このことから、両側に型枠を用いておおよそ3回程度に分けてコンクリートを流し込んだと推定できます。

下層には煉瓦積の下層の杭列よりも密に打ち込んだ杭列があり、その上に厚さ50cmのコンクリートを設置していることから、この上部に煉瓦積よりも重量物が築かれていたと考えられます。さらにこの幅から考えると、本来はこの上に建物の壁体が築かれていたと推定することができます。



写真25 I期 南煉瓦積み 磁石2



写真26 I期 北煉瓦積最下段

写真27 I期 北煉瓦積南北帯状煤痕跡とL字状鉄製品

煉瓦敷

布基礎と北煉瓦積の間には、煉瓦が矢羽根状に敷かれていました。布基礎沿いと北煉瓦積に接する一部にしか残ってませんでしたが、大半の煉瓦のない部分でも、コンクリート基礎層の上面が平坦ではないことから、この部分には、北煉瓦積の煉瓦竈が完成したのちに、煉瓦が敷かれたと推定できます。

建物の復元

以上1期の遺構を総合的に検討し、古写真などを参考することによって、水田氏による復元案が作成されています。(第Ⅲ章4図31~35)。その復元によると、建物桁行合計14間25.2m、梁間合計5間10m、内部の壁の高さ約3.5m、壁は木骨石造、屋根は棟瓦葺きの東西方向の建物になります。江戸町通に面した西側の壁の中央には出入り口があり、さらに南と北の壁の中央にも扉があります。

その内部は、西側出入り口からつづく中央の土間と、南北の出入り口からつづく直交の土間によって、4つに分割されます。4つの区画には煉瓦造の竈が築かれ、それぞれの竈と南北の壁の間の床には煉瓦が敷かれています。東西方向の土間と煉瓦竈の境には合計8本の柱が立てられています。

煉瓦造の竈は、北煉瓦積遺構を基準にすると、2段式の竈であったと復元することができます。竈には14個の鉄の釜が取り付けてあり、その下のトンネル状の空洞から加熱されます。この並走する2段の空洞から、さらに直交するトンネルが取り付き、その先には排気用の煙突が付けられています。このように緩やかに加熱された釜の中で茶葉を再加熱し、乾燥や色付け等の再製工程を行う、茶再製場と考えられます。

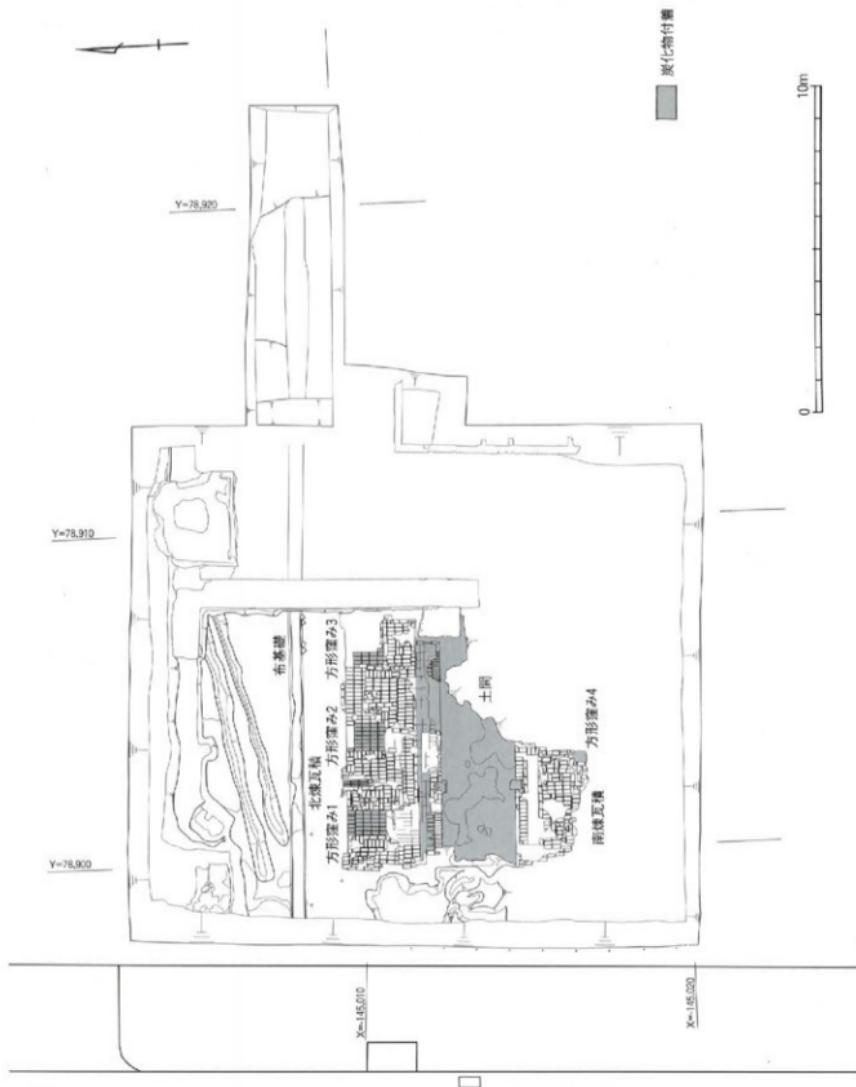
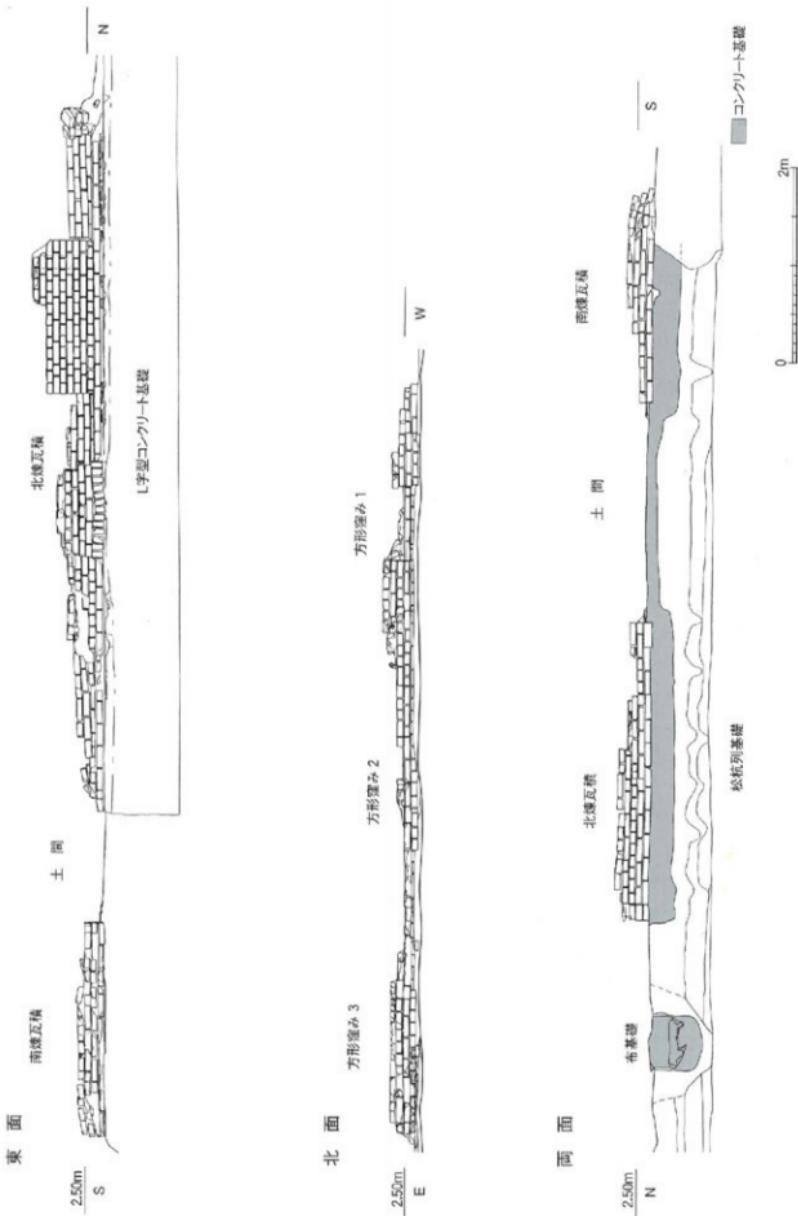


図9 I期 平面図



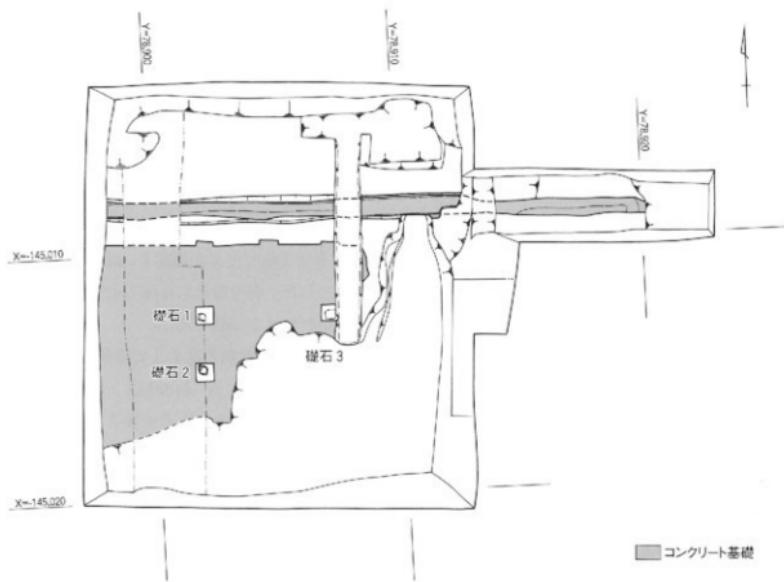


図11 コンクリート基礎層施工範囲図

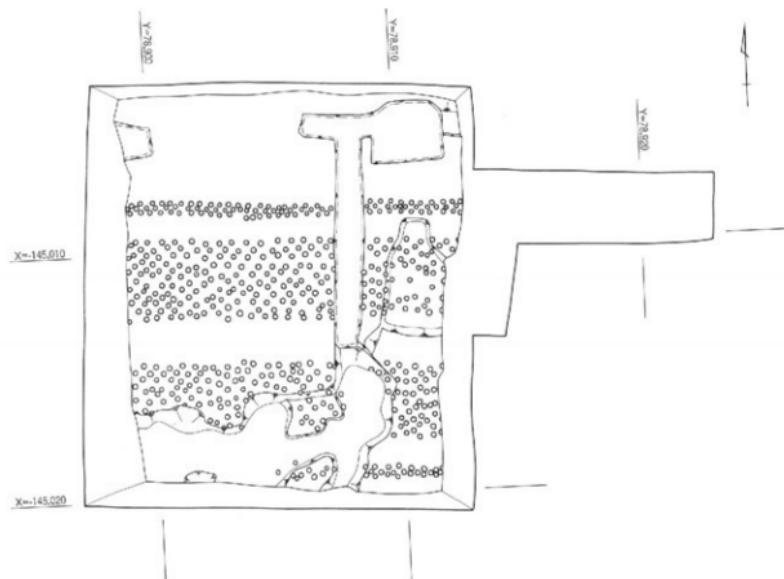


図12 松杭列基礎平面図

b. I期の遺構の材質調査

I期の遺構を構成しているのは、煉瓦、煉瓦目地、モルタル、コンクリート、石材、木杭、煤、などです。これらの材質を調べることによって、当時の工法や技術などを知ることができます。

通常、セメントと呼んでいるものは、石灰岩を焼いて消石灰の微粉末を作り、粘土と混ぜて高温で焼き、再び粉末にいたもので、普通ポルトランドセメントと分類されているものです。普通ポルトランドセメントはイギリス人によってその製造工程が考案され、1842年に特許がとられています。その後、建築材料として世界中で利用され、日本では1875年（明治8年）に東京深川の官営工場で生産が始まり、品質の向上と安定化を目指して湿式・乾式などの生産方法の改良が加えられてきました。明治時代には輸入セメントと共に利用されてきましたが、当時、貴重な建築資材であったことには変わりはありません。

ポルトランドセメントは、水分と反応し硬化します。このように水や樹脂と反応して硬化するものとして、石膏や石灰なども広い意味ではセメントに分類されます。このセメントに砂（細骨材）と水を混ぜて反応させたものがモルタルです。つまり、モルタルには普通ポルトランドセメントによるモルタルの他に、石膏モルタルや石灰モルタルなどがあります。石灰モルタル（lime mortar）は消石灰と砂を水で練り合わせたもので、煉瓦積みの目地に使われます。さらにこれに糊や植物性のスサなどを混ぜたものを日本では漆喰と呼び、古代から壁画の下地や寺院、宮殿の建築の化粧材料として利用してきました。貝類などの動物系の石灰または石灰岩を原料にする場合があります。また、基本材料は漆喰と同様に砂と消石灰を水で練って作りますが、その比率は異なるものを、三和土、叩きなどと呼び、主に床の仕上げ工法として用いられてきました。

ポルトランドセメントのモルタルに、さらに礫（直径約10mm以上）を混ぜたものをコンクリートと呼んでいます。コンクリートは、セメントの含有比率や礫や砂の大きさや量、水の量によって硬化後の状態は大きく変わります。

洋風建築の導入によって、これまでの消石灰を原材料とする漆喰系の結合材（セメント）だけでなく、普通ポルトランドセメントを結合材（セメント）とするモルタルやコンクリートが新たに建築材料として用いられることになります。現地で採取したこうした広義のセメント系試料をいくつかの方法で分析調査し、その材質を調査しています。

杭材については、樹種同定の手法により材質を判定しています。また煤については、燃料材とあわせて炭素の年代測定を行いその起因を判定しています。



写真28 I期 南煉瓦積直下の目地と基礎

1. 消石灰系及びセメント系試料の材質調査

山本俊夫 高馬崇 高松誠（株式会社 鴻池組 技術研究所）

1. 調査試料

材料分析は、神戸市教育委員会より送られてきた試料を、採取場所、種類ごとに整理し、表3に示す通り、モルタル系4種類、コンクリート系2種類の計6種類に分類して分析を行った。なお、区画内コンクリート床（R1036/R1043）の断面は、写真29に示す通り4層で構成され、最上層（第1層目）から順に、1（Y）|黄色層|、2（G）|灰色層|、3（W）|白色層|、4（B）|褐色層|に分類して分析を行った。

表3 分析試料一覧表

材種	所属時期	採取場所	試料名称	遺物番号
モルタル	明治	北煉瓦敷き	煉瓦最下段目地	R1030-1, R1030-2, R1030-3 R1030-4, R1030-5, R1030-6
	明治	土間	上間床タタキ	R1031-1, R1031-2
	大正	煉瓦区画1	1・2段目間の目地	R1038
	大正	煉瓦区画3	区画内コンクリート床	R1036, R1043
コンクリート	明治	壁基礎	基礎中層セメント	R1068-1, R1068-2, R1068-3 ※R1068-2：基礎中央セメント
	明治	土間	土間下基礎	R1069, R1069-2, R1003

※) 神戸市教育委員会より送付の資料一覧表を参照した

2. 調査方法

2. 1 目視・顕微鏡観察

1) スサ等の有無の調査

モルタル系4種類の分析試料の破断面を、マイクロスコープ（倍率：100倍）を使用して観察し、スサ等の混入の有無を確認した。

2) 骨材の岩種・鉱物の調査

分析試料から取り出した骨材（ふるい分け試験後の骨材）を目視観察し、使用された骨材の岩種の同定を行った。また、分析試料の薄片を作製し、偏光顕微鏡を使用して鉱物の種類を同定した。

2. 2 使用骨材の粒度分布

分析試料から取り出した使用骨材について、JIS A 1102「骨材のふるい分け試験方法」に準じ、骨材の粒度分布を調査した。ふるい分け試験用の試料は、分析試料をそれぞれ希塩酸溶液に浸漬し、セメントベースト分を酸溶解させたのち、溶液をろ過、洗浄、乾燥して得られた骨材とした。

2. 3 結合材の化学成分分析 (ICP)

分析試料の組成分析として、結合材（セメント等）の化学成分の割合を分析した。分析では、セメント協会コンクリート専門委員会報告F-18「硬化コンクリートの配合推定に関する共同試験報告」に準拠し、105 μmの全量通過するまで粉碎した試料を希塩酸（1+100）に浸漬させて水和物成分を溶解後、ろ過した滤液に含まれるSi, Al, Fe, Ca, Mg, SO₄の濃度をプラズマ発光分光分析 (ICP) 装置により測定し、分析試料に含まれる元素の割合を求めた。

2. 4 粉末X線回折分析 (XRD)

試料中に含まれる骨材を除いた結合材等のマトリックス部分の無機結晶物（鉱物）を、X線回折法により同定を行った。X線回折法は、X線が結晶によって回折されることを利用し、物質を構成している結晶形をなした化合物などを同定する有力な手段として用いられる分析方法である。

2. 5 走査型電子顕微鏡 (SEM) + エネルギー分散型X線分光分析 (EDAX)

電子顕微鏡による試料表面の形態観察、さらに、骨材を除いた結合材等のマトリックス部分の無機化合物の元素分析を行った。走査型電子顕微鏡は、きわめて細く絞られた電子線で試料表面を二次元的に走査し、試料の表面近くで発生する二次電子を収集し、映像化する装置である。また、X線マイクロアナライザーは、物質の表面に照射する電流密度を高くし、微小領域から試料構成元素に固有の波長をもつ特性X線を発生させる。これを分光し、それぞれの波長や強度を測定し元素分析を行う。

3. 調査結果及び考察

3. 1 目視・顕微鏡観察

1) スサ等の有無の調査

モルタル系分析試料4種類の破断面のマイクロスコープ（100倍率）による撮影画像を、写真29に示す。

マイクロスコープを使用した観察結果より、

- ・4種類全ての試料において、スサ等の纖維状物質の混入は確認されなかった。
- ・R1038（1・2段目間の目地）は、他と比較して風化による脆弱化が進み、泥分の混入が確認された。
- ・断面が4層のR1043（区画内コンクリート床）において、4層目のR1043_4(B)（写真29.1.4(4)）は、R1031（土間床タタキ、写真29.1.2）と鉱物の種類や粒形が類似しているものと判断され、さらに施工時期（R1043は大正期、R1031は明治期）を考慮すると、同一材料と推定される。

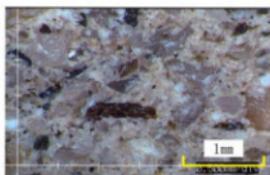


写真29.1 R1030画像 (100倍)

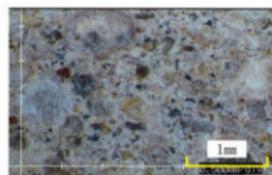


写真29.2 R1031画像 (100倍)

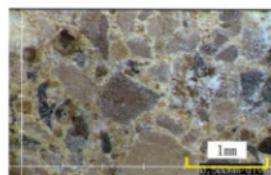


写真29.3 R1043_1 (Y) 1層目

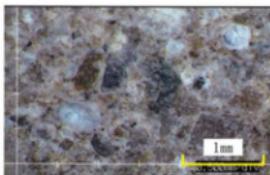


写真29.4 R1043_2 (G) 2層目

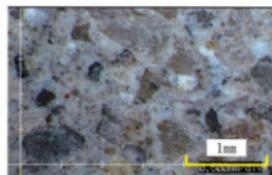


写真29.5 3R1043_3 (W) 3層目

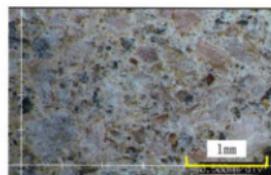


写真29.6 3R1043_4 (B) 4層目

写真29 試料断面拡大写真 (100倍)

2) 骨材の岩種・鉱物の目視判別

コンクリート系分析試料のR1068（基礎中層セメント）、R1069（土間下基礎）を希塩酸に浸漬し、結合材を溶解して取り出した骨材のうち、5mm以上の骨材の岩種判定を行った。表4及び図13に骨材の岩種と粒度別に見た岩種の種別割合（重量百分率）を示す。

表4 R1068、R1069の骨材の岩種判定と粒度別の種別割合（重量百分率）

	岩種	骨材粒度の重量百分率 (%)						total
		30mm	25mm	20mm	15mm	10mm	5mm	
R1068	石英（鉱物粒）	-	-	-	-	17.46	23.74	2.99
	長石（鉱物粒）	-	-	-	-	5.35	1.77	0.91
	花こう岩	-	-	-	-	-	1.8	14.9
	花こう岩類	-	-	-	-	12.12	20.17	18.8
	砂岩	-	-	-	-	15.07	4.88	8.36
	泥岩	-	-	-	-	0	3.13	1.58
	チャート	-	-	-	-	25.77	20.83	20.58
	凝灰岩	-	-	-	100	29.37	47.42	45.86
	その他	-	-	-	-	12.33	-	4.83
合計		100	100	100	100	100	100	100
R1069	石英（鉱物粒）	-	-	-	2.04	14.67	0.32	2.16
	長石（鉱物粒）	-	-	-	4.39	-	1.26	1.34
	花こう岩	-	-	-	8.07	-	37.97	9.85
	花こう岩類	-	-	-	14.49	14.67	39.55	13.35
	砂岩	-	-	19.09	8.9	-	6.66	6.08
	泥岩	-	-	23.65	15.96	19.63	5.62	10.33
	チャート	-	100	57.26	32.86	34.78	28.06	41.23
	凝灰岩	100	-	-	24.54	30.91	18.92	27.97
	その他	-	-	-	3.24	-	1.19	1.05
合計		100	100	100	100	100	100	100

- R1068、R1069ともに、岩種は花こう岩類（花こう岩を起源とする石英、長石の鉱物粒を含む）、砂岩、泥岩、チャート、凝灰岩、に分類される。
- R1068では、凝灰岩が最も多く含まれ、次いでチャート、花こう岩類、R1069では、チャートが最も多く、次いで凝灰岩、花こう岩類の順となる。
- 骨材の粒形は全て丸みを帯びたものとなっており、川砂利を使用している。
- R1030及びR1038の骨材中において、煉瓦の破碎屑が確認された。
- 既往文献*)により、明治20年代においてモルタルの骨材に煉瓦屑を使用していたことが述べられていることから、R1030及びR1038においても意図的に使用したものと推定される。

*) 村松貞次郎：日本近代建築技術史、新建築技術叢書-8、彰国社、pp.111-114、1976.9

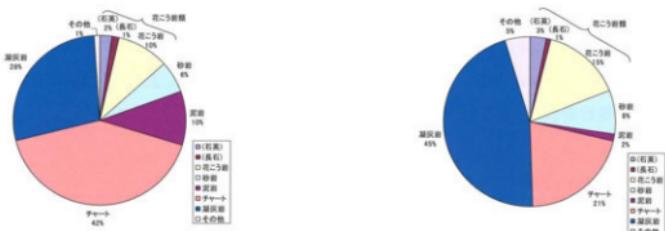


図13 骨材の岩種の種別割合

3) 偏光顕微鏡による観察

モルタル系分析試料より作製した薄片の、偏光顕微鏡写真を写真30に示す。この偏光顕微鏡による観察範囲内で判定した鉱物の種類とその面積比率の分布を表5に示す。

面積比率の分布より、

- 含まれる骨材の主たる構成鉱物は、試料全般的に、石英、長石で占められる。石英や長石は、花こう岩や閃緑岩などの火成岩に主に含まれる造岩鉱物の一つである。また、石英や長石などを含む火山岩が風化・碎屑され堆積した砂岩や泥岩などの堆積岩中にも多く含まれる。
 - 試料中に含まれる長石の多くは風化されている。これは、上述の花こう岩などが風化してできた「マサ」や砂岩などの堆積岩中に含まれる長石に見られる。のことから、火成岩が風化・碎屑したマサ等の碎屑物や堆積岩の細粒分を骨材として使用したと考えられる。
 - 全ての試料で確認された方解石は、炭酸カルシウムの結晶粒として存在している。石灰岩などの岩石から由来したものではなく、結合材(消石灰、セメント)の粒子が炭酸化した可能性が高い。
 - R1038の試料中には、他の試料と比較して長石の割合が多く、石英の割合が少ない。このことからR1038試料の骨材は、他の試料と異なる産地の骨材を使用した可能性が考えられる。
- 写真30より、
- R1043の3層目|R1043_3 (W)・白色層|と4層目|R1043_4 (B)・褐色層|との境界には、鉄サビ色にも似た濃褐色の薄層を挟在しており、3層と4層を明瞭に分けている。
 - 3層目は基質部分に方解石が多く見られ、目視においても白～明灰色を呈している。
 - 4層目は基質部分が風化とみられる褐色を呈しており、目視においても黄～褐色を呈している。

表5 偏光顕微鏡による鉱物の種別と面積比率の分布

	鉱物種別の面積比 (%)					
	石英	長石	方解石	雲母	輝石	その他
R1030	61.14	34.66	3.72	0.48	—	—
R1031	43.18	48.09	6.55	2.18	—	—
R1038	9.89	84.14	2.72	2.94	—	0.31
R1043_1 (Y)	37.86	45.22	5.3	0.72	2.52	8.39
R1043_2 (G)	51.25	45.66	2.5	—	—	0.59
R1043_3 (W)	42.32	53.63	1.7	0.23	1.78	0.34

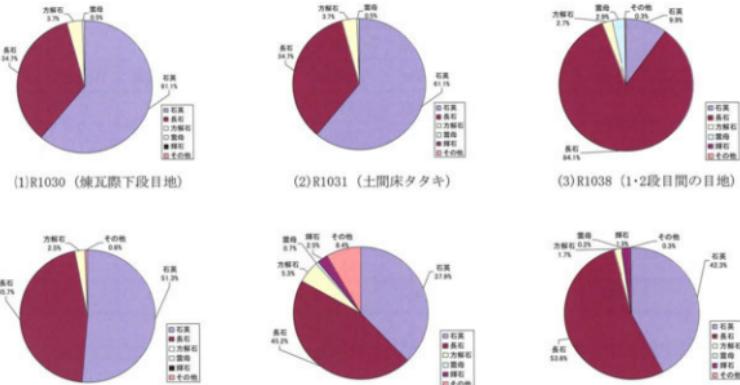


図14 骨材中の鉱物の種別と面積比率

3. 2 粒度分布

分析試料より取り出した骨材の粒度分布の測定結果を表6に示す。また、モルタル系4種類[ただし、R1036 (R1043と同一部材)は第2層(灰色層_G)と第3層(白色層_W)に分けて試験を行った]の細骨材の粒度分布を図15、コンクリート系2種類の粗骨材・細骨材の粒度分布を図16に示す。

粒度分布の測定結果より、

- ・モルタル系の骨材(細骨材)粒度は、R1030(煉瓦最下段目地)が最も粗く(粗粒率F.M.=2.84、最大骨材寸法2.5mm)、R1031(土間床タタキ)は他と比較して微粒分の骨材が多く含まれている。
- ・断面が4層構造のR1036(区画内コンクリート床)では、R1036_2(G)とR1036_3(W)の骨材粒度に差は見られなかった。
- ・コンクリート系の骨材粒度(粗骨材と細骨材の混在)については、R1068(基礎中層セメント)の骨材粒度は、粗骨材と比較して細骨材量の割合が多い傾向にあり、粗骨材の最大寸法は15mmであった。
- ・R1069(土間下基礎)は、骨材最大寸法は30mmであった。

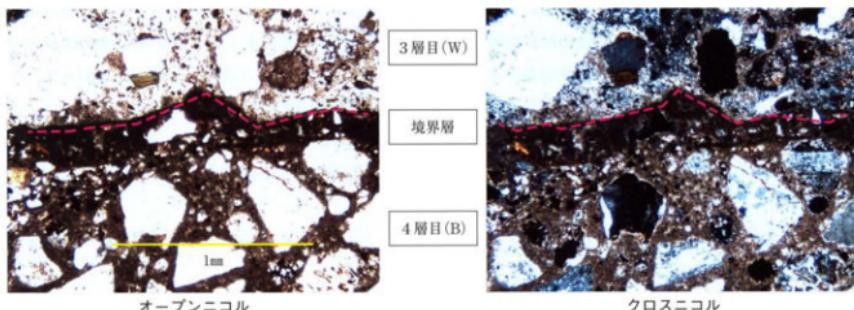


写真30 R1043_3 (W) とR1043_4 (B) の境界部分の薄片化による偏光顕微鏡写真

表6 骨材の粒度分布

	ふるいを通過する骨材の質量百分率 (%)									粗粒率 F.M.
	40mm	20mm	10mm	5mm	2.5mm	1.2mm	0.6mm	0.3mm	0.15mm	
R1030	—	—	—	100	94	64	36	17	6	2.84
R1031	—	—	—	—	100	99	75	23	6	1.98
R1038	—	—	—	—	100	96	57	15	3	2.28
R1036_2 (G)	—	—	—	—	100	95	51	13	2	2.39
R1036_3 (W)	—	—	—	—	100	84	55	26	10	2.25
R1068	—	100	80	60	48	37	25	13	4	4.31
R1069	100	70	45	31	24	19	13	8	3	5.87

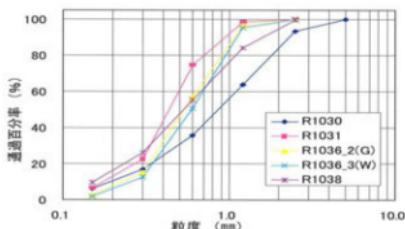


図15 モルタル系4種類の細骨材粒度分布

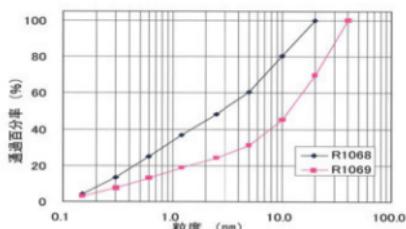


図16 コンクリート系2種類の骨材粒度分布

3. 3 化学成分分析 (ICP)

1) 化学組成

プラズマ発光分光分析 (ICP) による化学成分の分析結果を表7に示す。Insol.は骨材量を、Iglossは結合水量を表すと推定されるため、表7の分析結果をInsol.及び1,000°CのIglossより補正して換算した結合材に対する化学成分の含有割合を表8に示す。参考として、明治・大正時代の普通ポルトランドセメントの化学成分を表9に、表9中のInsol.及びIglossを除いて100%に換算した値を表10に示す。さらに、図16には表8と表10を比較した図を示す。

なお、結合材に対する含有量の算定においては、1+100塩酸により試料中のセメント分のみが溶解するとして計算を行ったが、実際には骨材の鉱物も多少溶解するため、鉱物に多く含まれるAl₂O₃やSiO₂などの成分については、実際の結合材の組成割合よりも若干多く算出されていると考えられる。したがって、一般的のセメントの化学組成との比較は難しいものの、分析結果より以下の特徴が挙げられる。

- ・R1031及びR1038は、CaOが明治・大正時代のセメントの含有量（品種にもよるが、通常65%程度以下）と比較してかなり大きい値である。逆に、SiO₂は明治・大正期で20%程度以上であるのに対してかなり少ない。
- ・R1031及びR1038では、結合材にセメントではなく消石灰 [Ca(OH)₂] のように石灰分の割合が大きな材料が使用されていることが推測される。
- ・R1068_1（基礎中層セメント）及びR1068_2（基礎中層中央セメント）については、ほぼ同一の結合材であり、SiO₂及びAl₂O₃が多くCaOが少ない。これらの試料では結合材にポルトランドセメントだけではな

く、混和材として火山灰のようなボゾラン物質が使用されている可能性が考えられる。

- R1030, R1043_1(Y), R1068_1, R1068_2, R1069では、SO₃の含有量は痕跡量程度の値である。これらの試料で使用されたセメントでは、石膏が添加されていなかったことが推測される。

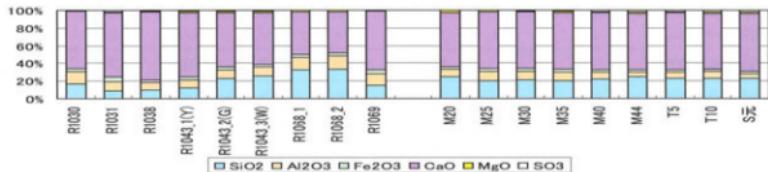


図17 結合材(セメント)の科学成分の割合(%)

表7 分析試料の化学成分の割合(%)

	化学成分(%)								
	Igloss 600°C	Igloss 1000°C	Insol.	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	SO ₃
R1030	4.21	7.78	81.41	1.77	1.5	0.36	6.75	0.1	0.03
R1031	5.58	15.57	61.49	1.91	2.46	1.07	16.34	0.35	0.32
R1038	3.12	7.62	82.39	0.9	0.79	0.26	7.13	0.09	0.11
R1043_1(Y)	6.06	14.87	61.5	2.77	1.96	0.69	16.19	0.41	0.1
R1043_2(G)	12.21	14.22	53.01	6.66	3	0.97	18.26	0.52	0.32
R1043_3(W)	12.74	15.14	56.93	6.8	2.86	0.85	15.78	0.46	0.25
R1068_1	6.87	8.73	73.95	5.29	2.36	0.55	7.97	0.2	0.05
R1068_2	6.28	7.65	77.48	4.52	2	0.5	6.29	0.19	0.05
R1069	4.48	9.77	77.57	1.76	1.58	0.43	7.83	0.12	0.03

* R1068_1: コンクリート基礎中層、R1068_2: コンクリート基礎中層中央

表8 結合材に対する化学成分の含有割合(%)

	化学成分(%)								
	Igloss 600°C	Igloss 1000°C	Insol.	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	
R1030	-	-	-	16.37	13.88	3.33	62.44	0.93	0.28
R1031	-	-	-	8.33	10.72	4.66	71.23	1.53	1.39
R1038	-	-	-	9.01	7.91	2.6	71.37	0.9	1.1
R1043_1(Y)	-	-	-	11.72	8.29	2.92	68.51	1.74	0.42
R1043_2(G)	-	-	-	20.32	9.15	2.96	55.72	1.59	0.98
R1043_3(W)	-	-	-	24.35	10.24	3.04	56.5	1.65	0.9
R1068_1	-	-	-	30.54	13.63	3.18	46.02	1.15	0.29
R1068_2	-	-	-	30.4	13.45	3.36	42.3	1.28	0.34
R1069	-	-	-	13.9	12.48	3.4	61.85	0.95	0.24

表9 明治・大正時代の普通ポルトランドセメントの化学成分(%)

	化学成分(%)							
	Igloss	Insol.	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	SO ₃
明治20年(1887年)	3.2	2.62	22.87	7.89	2.22	56.92	2.83	-
明治25年(1892年)	1.08	1.59	19.54	9.94	3.57	61.6	1.29	-
明治30年(1897年)	2.13	-	20.14	10.12	3.07	62.53	1.36	0.43
明治35年(1902年)	2.12	-	20.12	9.37	3.05	62.82	1.33	0.97
明治40年(1907年)	1.34	-	21.82	7.2	3.04	63.71	1.36	1.32
明治44年(1911年)	2.7	0.2	23.6	5.4	2.4	61.6	1.7	1.6
大正5年(1916年)	2	0.4	21.2	6.4	2.5	61.2	1.2	1.4
大正10年(1921年)	1.7	0.3	22	7.2	2.5	61.4	1.7	1.4
昭和元年(1926年)	1.5	0.4	21.8	5.1	3.1	63.8	1.7	1.4

引用) 小野田セメント㈱創業五十年史、コンクリートの長期耐久性 小樽港百年耐久性試験に学ぶ(長瀬重義)

表10 表3.3.3をInsol.及びIglossを除いた100%換算値

	化学成分(%)							
	Igloss	Insol.	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	SO ₃
明治20年(1887年)	-	-	24.28	8.38	2.36	60.44	3	-
明治25年(1892年)	-	-	20.08	10.21	3.67	63.29	1.33	-
明治30年(1897年)	-	-	20.58	10.34	3.14	63.89	1.39	0.44
明治35年(1902年)	-	-	20.56	9.57	3.12	64.18	1.36	0.99
明治40年(1907年)	-	-	22.12	7.3	3.08	64.58	1.38	1.34
明治44年(1911年)	-	-	25.1	5.7	2.5	65.4	1.8	1.7
大正5年(1916年)	-	-	21.7	6.6	2.6	62.7	1.2	1.4
大正10年(1921年)	-	-	22.4	7.3	2.6	62.7	1.7	1.4
昭和元年(1926年)	-	-	22.2	5.2	3.2	65	1.7	1.4

2) 消石灰の混入について

既往文献^{*)}より、結合材に消石灰が混入されている場合、化学成分中のCaOに対するSiO₂、Al₂O₃、Fe₂O₃の成分比は、セメントの成分比よりもそれぞれ小さくなる。分析試料および明治・大正時代の普通ポルトランドセメントの化学成分より算定した成分比を表14に示す。

*) 中山寅:ニコライ堂建設に使用された70~100年前のモルタルの調査・組成分析調査結果報告、日本建築学会技術報告集、第3号、pp8~13、1996.12

- モルタル系のR1031、R1038及びR1043_1(Y)では、明治・大正時代の成分比と比較して、SiO₂/CaO比は小さいことから、消石灰を使用している可能性が高いことが考えられる。
- モルタル系のR1030では、SiO₂/CaO比はセメントよりもわずかに小さく、Al₂O₃/CaO比は逆に大きい。鉱物中のSiO₂、Al₂O₃は希塩酸により多少溶解していることから、SiO₂/CaO比は実際には小さいものと予測されることから、R1030においても消石灰が使用されているものと推察される。

・コンクリート系のR1068_1及びR1068_2は、 SiO_2/CaO 比、 $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{CaO}$ 比とともにセメントよりかなり大きく、前述と同様に、混和材としてポゾラン物質を使用しているものと推察される。

3) CaOの炭酸化について

炭酸カルシウムは加熱することにより、600°C～900°Cくらいにかけて熱分解 ($\text{CaCO}_3 \rightarrow \text{CaO} + \text{CO}_2$) する。

「セメント協会標準試験方法I-60」を参考に、分析試料の600°Cと1000°CのIg.lossの差は、熱分解によって CO_2 が揮発した量（脱炭酸量）と考え、下式より換算した CaCO_3 （炭酸カルシウム）含有量を表12に示す。

表11 化学成分中のCaOに対する SiO_2 、 Al_2O_3 、 Fe_2O_3 の成分比

	時代	SiO_2/CaO	$\text{Al}_2\text{O}_3/\text{CaO}$	$\text{Fe}_2\text{O}_3/\text{CaO}$
R1030	明治	0.26	0.22	0.05
R1031	明治	0.12	0.15	0.07
R1038	大正	0.13	0.11	0.04
R1043_1(Y)	大正	0.17	0.12	0.04
R1043_2(G)	大正	0.36	0.16	0.05
R1043_3(W)	大正	0.43	0.18	0.05
R1068_1	明治	0.66	0.3	0.07
R1068_2	明治	0.72	0.32	0.08
R1069	明治	0.22	0.2	0.05
明治20年(1887年)	-	0.4	0.14	0.04
明治30年(1897年)	-	0.32	0.16	0.06
明治40年(1907年)	-	0.32	0.16	0.05
大正5年(1916年)	-	0.32	0.15	0.05
昭和元年(1926年)	-	0.34	0.11	0.05

表12 推定される CaCO_3 含有量と炭酸化率

	Ig.lossより推定される CaCO_3 量 (%)	CaCO_3 由来の CaO 量 (%)	試料中の CaO の炭酸化率 (%)
R1030	8.1	4.5	67
R1031	22.7	12.7	78
R1038	10.2	5.7	80
R1043_1(Y)	20	11.2	69
R1043_2(G)	4.6	2.6	14
R1043_3(W)	5.5	3.1	19
R1068_1	4.2	2.4	30
R1068_2	3.1	1.7	28
R1069	12	6.7	86

$$\text{CaCO}_3 \text{含有量} = \text{強熱減量の差} \times (\text{CaCO}_3 \text{分子量} / \text{CO}_2 \text{分子量})$$

また、試料中のカルシウム分は、 CaO 、 CaCO_3 、 Ca(OH)_2 などの化合物で存在していると考えられる。そこで、上式で算定した CaCO_3 に由来する CaO の割合を求め、全試料中の CaO に対する炭酸化した割合（炭酸化率）を算定し、試料の炭酸化（中性化）の程度を推定した結果を表3.3.6に示す。

$$\text{CaCO}_3 \text{に由来する } \text{CaO} \text{ 量} = \text{CaCO}_3 \text{ 含有量} \times (\text{CaO} \text{ 分子量} / \text{CaCO}_3 \text{ 分子量})$$

$$\text{炭酸化率} = (\text{CaCO}_3 \text{ に由来する } \text{CaO} \text{ 量} / \text{CaO} \text{ 分析結果}) \times 100$$

$$\text{CaCO}_3 \text{ 分子量: } 100.09, \text{ CO}_2 \text{ 分子量: } 44.01, \text{ CaO 分子量: } 56.08$$

- ・モルタル系のR1031、R1038、R1043_1(Y)、コンクリート系のR1069では、試料中に含まれる CaO の大部分は CaCO_3 として存在していると考えられることから、炭酸化（中性化）が進行している。
- ・モルタル系のR1043_2、R1043_3、コンクリート系のR1068_1、R1068_2は、炭酸化している CaO の割合が小さいことから、セメント水和物であるカルシウムシリケート水和物 ($x\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$) のような炭酸化物以外の形態で存在していると推測される。

3. 4 粉末X線回折分析(XRD)

骨材を除いた、結合材を含むマトリックス部分の粉末X線回折による分析結果を表13に、各分析試料のX線回折図を巻末にそれぞれ示す。(未掲載)なお、X線回折の分析では、試料中の骨材の影響を最小限にするため $75\mu\text{m}$ 又は $250\mu\text{m}$ の篩に通過する粒度のものを対象とした。

- R1030試料中の白色析出物は、方解石(炭酸カルシウム鉱物、 CaCO_3)の強い回折ピークのみである。これは、モルタル混練り時の搅拌不足により、塊上に残った消石灰が炭酸化したものと推測される。
- $75\mu\text{m}$ 通過のR1030、R1031及びR1038では、方解石の強い回折ピークのほか、石英、長石類が確認され、R1030のみその他でランキン石(珪酸カルシウム鉱物、 $\text{Ca}_3\text{Si}_2\text{O}_7$)のピークが確認された。
- $250\mu\text{m}$ 通過のR1043のうち、第2層[2(G)]と第3層[3(W)]では、方解石のピークが弱い一方、沸石族(ゼオライト)のピークが確認されている。ゼオライトはボゾラン物質の一種で、混和材として使用した可能性が高い。
- また、煉瓦片のR1043_brickにおいても沸石族が確認されているが、これは粘土鉱物の長石が煉瓦の燃焼時に変成して出来たものである。
- R1043_1(Y)及びR1043_4(B)は、方解石、石英、長石類のピークが確認され、第1層[1(Y)]ではやや石英が多く、第4層[4(B)]ではR1031と類似したピークを示す。
- R1068は、方解石、石英、長石類のピークが確認される中、方解石が相対的に少なく、石英の方が多いことから、「3. 3 化学分析(ICP)」において考察したボゾラン物質(火山灰)の使用の可能性を大きく示唆するものである。
- R1069とR1003は回折ピークより同一材料と推測され、方解石の回折ピークが強く、炭酸化が進んでいるものと考えられる。

表13 粉末X線回折(XRD)による分析結果

+++：相対的に多い、++：相対的に中、+：相対的に少、(+):微量、-：検出されず

		試料粒径 篩い調整	方解石 Ca	石英 Q	長石類 F	粘土 鉱物類 Clay	その他	回折図 No. (巻末)
R1030	白色析出物	-	+++	-	-	(+)		図-1
	-	$75\mu\text{m}$ 通過	++	+	+	(+)	ランキン石・Ran 含有(+)	図-2
R1031	-	$75\mu\text{m}$ 通過	+++	+	(+)	(+)		図-3
R1038	-	$75\mu\text{m}$ 通過	+++	++	+	(+)		図-4
R1043_1(Y)	-	$250\mu\text{m}$ 通過	++	+++	+	(+)		図-5
R1043_2(G)	-	$250\mu\text{m}$ 通過	(+)	++	+	(+)	沸石族・Zeo 含有+	図-6
R1043_3(W)	-	$250\mu\text{m}$ 通過	(+)	++	+	(+)	沸石族・Zeo 含有+	図-7
R1043_4(B)	-	$250\mu\text{m}$ 通過	+++	++	+	(+)		図-8
R1043_brick	煉瓦片	全試料	-	+++	-	(+)	沸石族・Zeo 含有+	図-9
R1068	-	$75\mu\text{m}$ 通過	+	++	+	(+)		図-10
R1069	-	$75\mu\text{m}$ 通過	+++	++	+	(+)		図-11
R1003	-	$75\mu\text{m}$ 通過	+++	++	+	(+)		図-12

3. 5 走査型電子顕微鏡 (SEM) + エネルギー分散型X線分光分析 (EDAX)

分析試料のペーストのマトリックス部分について、走査型電子顕微鏡 (SEM) による形態観察と、エネルギー分散型X線分光 (EDAX) による元素分析を行った。また、R1043に付着した煉瓦片についても、前項の「3. 4 粉末X線回折 (XRD)」と同様に元素分析を行った。

各分析試料について3点計測し、元素分析の傾向を調査した結果を表13に、個別の詳細な分析結果は別途未掲載にある。

- ・結合材由来のCaO、混和材あるいは骨材の構成鉱物であるSiO₂、Al₂O₃が検出されている。
- ・一方、各試料とも結果に大きなばらつきが見られる。これは、元素分析を行う範囲が極微小範囲(約0.01mm)であるため、その焦点位置が結合材か細骨材かにより、検出される元素の組成割合が大きく異なるからである。
- ・そのため、結合材を構成する元素の割合は「3. 3 化学分析 (ICP)」の結果と比較すると、必ずしも一致しなかった。

4.まとめ

試料別に、各分析結果より得られた知見を以下に示す。

1) 煉瓦最下段目地 [北煉瓦敷き、明治] R1030

- ・使用された結合材は、普通ポルトランドセメント以外に消石灰を使用している可能性がある。
- ・また、モルタル混練り時の攪拌不足により消石灰が塊上に残存し、それが炭酸化して炭酸化カルシウム(方解石)として析出している。
- ・使用された骨材の構成鉱物は、石英、長石が主体でその他に雲母である。
- ・方解石も確認されているが、これは結合材の消石灰が炭酸化した可能性が高い。
- ・また、煉瓦の破碎屑が確認された。
- ・骨材の最大寸法は2.5mm、粗粒率F.M.は2.84とやや粗目である。

2) 上間床タキ [土間、明治] R1031

- ・使用された結合材は、石灰分の割合が大きいことから消石灰の可能性が高い。
- ・また、炭酸化の進行度合いも大きい。
- ・使用された骨材の構成鉱物は、石英、長石が主体でその他に雲母である。
- ・骨材の最大寸法は1.2mm、粗粒率F.M.は1.98で、粒度は細かい。
- ・マイクロスコープによる目視観察、X線回折分析の回折図から判断し、区画内コンクリート床[R1036/R1043_4 (B)]と同じ基質と判断される。

3) 1・2段目間の目地 [煉瓦区画1、大正] R1038

- ・使用された結合材は、石灰分の割合が大きいことから消石灰の可能性が高い。
- ・また、炭酸化の進行度合いも大きい。
- ・使用された骨材の構成鉱物は、風化した長石が主体である。
- ・また、他の試料と比較し、長石の割合が多く、石英の割合が少ないとから、他の試料と異なる産地の骨材を使用した可能性が考えられる。
- ・R1030と同様に、煉瓦の破碎屑が確認された。
- ・骨材の最大寸法は1.2mm、粗粒率F.M.は2.28である。

4) 区画内コンクリート床〔煉瓦区画3、大正〕R1036、R1043

① 第1層目[R1043_1 (Y)]

- ・使用された結合材は、普通ポルトランドセメントであり、消石灰も一部使用している可能性がある。
- ・また、炭酸化の進行度合いも大きい。
- ・使用された骨材の構成鉱物は、石英、長石が中心で、雲母、輝石などである。

② 第2層目[R1043_2 (G)]

- ・使用された結合材は、普通ポルトランドセメントであるが、混和材としてポゾラン物質であるゼオライトが使用されている。
- ・炭酸化はそれほど進行しておらず、カルシウムシリケート水和物 ($x\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$) のような炭酸化物以外のセメント水和物として存在している。
- ・使用された骨材の構成鉱物は、石英、長石が中心である。
- ・骨材の最大寸法は1.2mm、粗粒率F.M.は2.39である。

③ 第3層目[R1043_3 (W)]

- ・使用された結合材は、普通ポルトランドセメントであるが、R1043_2 (G)と同様に、混和材としてポゾラン物質であるゼオライトが使用されている。
- ・使用された骨材の構成鉱物は、石英、長石が中心で、その他に雲母、輝石がある。
- ・骨材の最大寸法は1.2mm、粗粒率F.M.は2.25である。

④ 第4層目[R1043_4 (B)]

- ・マイクロスコープによる目視観察、X線回折分析のスペクトル図から判断し、土間床タタキ〔土間、明治〕R1031と同じ基質と判断される。

5) 基礎中層セメント〔壁基礎、明治〕R1068

- ・使用された結合材は、R1068_1(基礎中層セメント)及びR1068_2(基礎中層中央セメント)とも同一の結合材で、普通ポルトランドセメントに、混和材として火山灰のようなポゾラン物質が使用されている。
- ・炭酸化はそれほど進行しておらず、カルシウムシリケート水和物 ($x\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$) のような炭酸化物以外のセメント水和物として存在している。
- ・使用された粗骨材の岩種は、花こう岩類(花こう岩を起源とする石英、長石の鉱物粒を含む)、砂岩、泥岩、チャート、凝灰岩で、凝灰岩が最も多く、次いでチャート、花崗岩類である。
- ・骨材の粒形は全て丸みを帯びたものとなっており、川砂利を使用したものと考えられる。
- ・粗骨材の最大寸法は15mm、粗粒率F.M.は4.31で、細骨材の割合が多い。

6) 土間下基礎〔土間、明治〕R1069、R1003

- ・使用された結合材は、R1069、R1003とともに普通ポルトランドセメントである。
- ・炭酸化が大きく進んでいる。
- ・使用された粗骨材の岩種は、R1068と同様に、花こう岩類、砂岩、泥岩、チャート、凝灰岩で、チャートが最も多く、次いで凝灰岩、花崗岩類の順である。
- ・骨材の粒形は全て丸みを帯びたものとなっており、川砂利を使用したものと考えられる。
- ・粗骨材の最大寸法は30mmとかなり大きく、粗粒率F.M.は5.87である。

2. 出土木材の樹種同定

黒沼 保子 (バレオ・ラボ)

1. はじめに

炭化した柱材、基礎杭5本、年代測定試料である植物遺体の樹種同定を行なった。

2. 試料と方法

試料は、炭化した柱材1点(R-1055)、煉瓦下の基礎杭1~5の5点(R-1056~1060)、最下層砂礫から出土した植物遺体1点(R-1063)の合計7試料である。

樹種同定の方法は、生材については剃刀を用いて試料の3断面(横断面・接線断面・放射断面)から切片を採取し、ガムクロラールで封入してプレパラートを作製した。これを光学顕微鏡で観察・同定し、写真撮影を行なった。炭化材については、手あるいはカッターナイフを用いて3断面(横断面・接線断面・放射断面)を割り出し、試料を作製した。直径1cmの真鍮製試料台に試料を両面テープで固定し、銀ペーストを塗布して乾燥させた後、金蒸着して走査型電子顕微鏡(日本電子株式 JSM-5900LV型)を用いて樹種の同定と写真撮影を行なった。

3. 結果

樹種同定の結果、炭化材の柱材はスギ、基礎杭はすべてマツ属複雑管束亞属、植物遺体はヤナギ属であった。結果の一覧を表14に示す。

表14 樹種同定結果一覧

No.	遺物	樹種	備考
R-1055	柱材	スギ	炭化材
R-1056	基礎杭1	マツ属複雑管束亞属	-
R-1057	基礎杭2	マツ属複雑管束亞属	-
R-1058	基礎杭3	マツ属複雑管束亞属	-
R-1059	基礎杭4	マツ属複雑管束亞属	-
R-1060	基礎杭5	マツ属複雑管束亞属	-
R-1063	植物遺体	ヤナギ属	年代測定試料

以下に、同定根拠となった木材組織の特徴を記載し、光学顕微鏡写真および走査型電子顕微鏡写真を図版に示す。

(1) マツ属複雑管束亞属 *Pinus Subgen. Diploxyylon*

マツ科 写真31-1a-1c (R-1060)

仮道管、垂直・水平樹脂道、放射組織、放射仮道管からなる針葉樹である。早材から晩材への移行はやや急で、晩材部は広い。大型の樹脂道を薄壁のエピセリウム細胞

が囲んでいる。分野壁孔は窓状で、放射仮道管の水平壁は内側へ向かって鋸歯状の突起がみられる。

マツ属複雑管束亞属は暖帯から温帯下部に分布する常緑高木で、アカマツとクロマツがある。両者に材質の差はなく、油気が多く強度があり軽性は大である。

(2) スギ *Cryptomeria japonica* (L.f.) D.Don スギ科 写真31-2a-2c (R-1055)

仮道管、放射組織、樹脂細胞からなる針葉樹である。早材から晩材への移行は穏やかで、晩材部の幅は広い。樹脂細胞は主に晩材部に接線状に配列する。分野壁孔は大型のスギ型で、1分野に通常2個並ぶ。

スギは暖帯・温帯下部に生育する。材は比較的軽軟で切削加工は容易、保存性は中庸で、割裂性は大きい。

(3) ヤナギ属 *Salix* ヤナギ科 写真3a-3c (R-1063)

やや小型の道管が単独もしくは数個複合してやや密に散在する散孔材である。道管の穿孔は单一である。放射組織は單列の異性で、道管放射組織間の細胞には円形の壁孔が明瞭に確認できる。

ヤナギ属は暖帯、温帯、寒帯に広く生育する落葉高木または低木で、ケショウヤナギ、コゴメヤナギ、シダレヤナギなど日本では90種程ある。材は全般に軽軟で強度は低いが軽性があり、切削加工は容易である。

4.まとめ

杭を用いた基礎工事は軟弱地盤の沈下を防止するために多く行なわれており、杭に用いられる樹種はアカマツ、ヒノキ、モミ属などの針葉樹の丸太が多い（江戸遺跡研究会、2001）。本遺跡とは地域が異なるが、江戸城周辺の遺跡において杭材が出土しており、千代田区の溜池遺跡や港区の汐留遺跡ではヒノキを中心とする針葉樹、墨田区の横川一丁目遺跡・江東橋二丁目遺跡・錦糸町駅北口遺跡Ⅱではマツ属複雜管束亜属が大部分を占めている。杭材等の土木材に針葉樹を多用する傾向は、近世の江戸の遺跡における他の木製品の樹種組成の傾向とも一致している（松葉、1999）。

針葉樹は全般的に樹脂が多く、水湿によく耐えるものが多い。本遺跡において検出された杭はすべてマツ属複雜管束亜属であった。マツ属複雜管束亜属は陽樹で生長が早いため二次林として分布することも多く、入手しやすい材である。材質も強度・韌性があり、樹脂を豊富に含み水湿に強い。特に水中では保存性が高くなるため土中の使用にも適していることから、選択された可能性も考えられる。

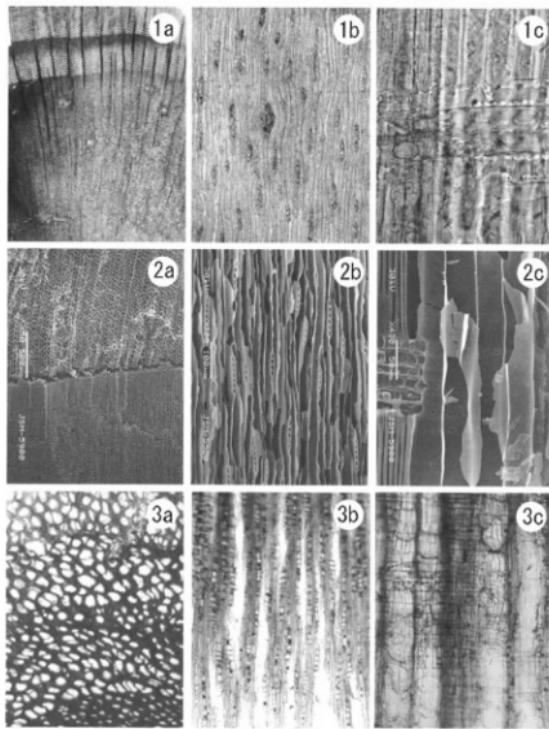


写真31 出土材の顕微鏡写真

1a-1c、マツ属複雜管束亜属 (R-1060)、2a-2c、スギ (R-1055)、3a-3c、ヤナギ属 (R-1063)
a : 横断面 (スケール=1a・3a : 500 μm)、b : 接線断面 (スケール=1b・3b : 200 μm)、
c : 放射断面 (スケール=1c : 50 μm, 3c : 200 μm)

参考引用文献

江戸遺跡研究会 (2001) 図説 江戸考古学研究事典. 92-94. 柏書房.

島地謙・伊東隆夫 (1988) 日本の遺跡出土木製品総覧. 259p. 雄山閣出版.

松葉礼子 (1999) 溜池遺跡・汐留遺跡・墨田区三遺跡の出土木製品から類推される近世江戸城周辺の木材消費. 植生史研究, 7 (2), 59-70.

3. 砂礫層中の木材の放射性炭素年代測定

パレオ・ラボAMS年代測定グループ

伊藤茂・尾崎大真・丹生越子・廣田正史・山形秀樹・小林紘一
Zaur Lomtadze・Ineza Jorjoliani・藤根 久

1. はじめに

旧神戸外国人居留地遺跡は神戸市中央区に所在する。調査では、建物下の自然堆積した上層断面の下層砂礫層中から木材遺体が検出された。ここでは、この木材遺体の加速器質量分析法(AMS法)による放射性炭素年代測定を行った。さらにカマドに隣接して帶状に検出された黒色土の起源を検討するために、加速器質量分析法(AMS法)による¹⁴C濃度測定を行った。なお、カマド内から検出された石炭塊についても測定した。なお、これらの堆植物について、花粉分析、プラント・オパール分析を行っている(花粉分析およびプラント・オパール分析を参照)。

2. 試料と方法

測定試料のひとつは、建物下の土層断面の最下層砂礫層中から検出された木材遺体である。この木材遺体は、長さ5cm、直徑1.3cmからなり、樹種同定によりヤナギ属であった(木材の樹種同定を参照)。もうひとつの測定試料は、カマド内から検出された石炭塊とカマドに隣接して帶状に検出された黒色土である(図版1-1a、2a)。石炭塊の破断面の電子顕微鏡観察では、亀裂は見られるものの特徴的な組織ではなく、スムーズな面であった(写真32-1b)。また、黒色土の破断面の電子顕微鏡観察では、2μm以下の葉片状粒子が集合していた(写真32-2b)。

カマドに隣接して帶状に検出された黒色土は、精製水を加えて超音波洗浄器を用いて分散した後、300ccトールビーカー内で3時間放置した。その後、上澄み液について遠心分離器を用いて回収して測定用の試料とした。

木材遺体試料は、表15に示す調製を行った後、加速器質量分析計(コンパクトAMS:NEC製L5SDII)を用いて測定した。得られた¹⁴C濃度について同位体分別効果の補正を行った後、¹⁴C年代、曆年代を算出した。

表15 測定試料及び処理

測定番号	遺跡データ	試料データ	前処理
PLD-16638	試料No.R-1005	試料の種類: 煤(北帝スス)	処理: 精製水を加えて超音波洗浄器を用いて分散した後、300ccトールビーカー内で3時間放置して、上澄み液を遠心分離器を用いて回収した超音波洗浄、塩・アルカリ・酸洗浄(塩酸:12N、水酸化ナトリウム:0.1N、塩酸:12N)
PLD-16639	試料No.R-1019	試料の種類: 石炭	超音波洗浄 塩・アルカリ・酸洗浄(塩酸:12N、水酸化ナトリウム:1N、塩酸:12N)
PLD-16823	遺跡: 建物下断面 層位: 最下層砂礫層中 試料No.R-1053 性状: 長さ5cm、直徑1.3cm	試料の種類: 生材(ヤナギ属) 試料の年齢: 4年輪+	超音波洗浄 塩・アルカリ・酸洗浄(塩酸:12N、水酸化ナトリウム:1N、塩酸:12N)

3. 結果

表16に、同位体分別効果の補正に用いる炭素同位体比($\delta^{13}\text{C}$)、同位体分別効果の補正を行って曆年較正に用いた年代値、慣用に従って年代値と誤差を丸めて表示した¹⁴C年代、¹⁴C年代を曆年代に較正した年代範囲を、図17・18に曆年較正結果をそれぞれ示す。曆年較正に用いた年代値は下1桁を丸めていない値であり、

今後曆年較正曲線が更新された際にこの年代値を用いて暦年較正を行うために記載した。

^{14}C 年代はAD1950年を基点にして何年前かを示した年代である。 ^{14}C 年代(yrBP)の算出には、 ^{14}C の半減期としてLibbyの半減期5568年を使用した。また、付記した ^{14}C 年代誤差($\pm 1\sigma$)は、測定の統計誤差、標準偏差等に基づいて算出され、試料の ^{14}C 年代がその ^{14}C 年代誤差内に入る確率が68.2%であることを示す。

なお、暦年較正の詳細は以下のとおりである。

暦年較正とは、大気中の ^{14}C 濃度が一定で半減期が5568年として算出された ^{14}C 年代に対し、過去の宇宙線強度や地球磁場の変動による大気中の ^{14}C 濃度の変動、及び半減期の違い(^{14}C の半減期 5730 ± 40 年)を較正して、より実際の年代値に近いものを算出することである。

^{14}C 年代の暦年較正にはOxCal4.1(較正曲線データ:Intcal09)を使用した。なお、 1σ 暦年代範囲は、OxCalの確率法を使用して算出された ^{14}C 年代誤差に相当する68.2%信頼限界の暦年代範囲であり、同様に 2σ 暦年代範囲は95.4%信頼限界の暦年代範囲である。カッコ内の百分率の値は、その範囲内に暦年代が入る確率を意味する。グラフ中の縦軸上の曲線は ^{14}C 年代の確率分布を示し、二重曲線は暦年較正曲線を示す。

表16 放射性炭素年代測定及び暦年較正の結果

測定番号	$\delta^{13}\text{C} (\text{‰})$	pMC値(%)	暦年較正用年代 (yrBP $\pm 1\sigma$)	^{14}C 年代(yrBP $\pm 1\sigma$)	^{14}C 年代を暦年代に較正した年代範囲	
					1σ 暦年代範囲	2σ 暦年代範囲
PLD-16638 試料No.R-1005	-24.01 \pm 0.13	0.715 \pm 0.19	39691 \pm 210	39690 \pm 210	42107BC(68.2%)41556BC	42322BC(95.4%)41282BC
PLD-16639 試料No.R-1019	-23.59 \pm 0.16	0 \pm 0	>52639 \pm 284	>52640 \pm 280	較正曲線範囲外	較正曲線範囲外
PLD-16823 試料No.R-1063	-28.11 \pm 0.19		340 \pm 19	340 \pm 20	1494AD(23.7%)1524AD 1559AD(4.1%)1564AD 1570AD(26.8%)1602AD 1611AD(13.5%)1631AD	1473AD(33.5%)1531AD 1538AD(61.9%)1635AD

4. 考察

木材遺体の測定結果は、同位体分別効果の補正及び暦年較正を行った。その結果、 1σ 暦年代範囲において1494-1524 cal AD (23.7%)、1559-1564 cal AD (4.1%)、1570-1602 cal AD (26.8%)、1614-1631 cal AD (13.5%)、 2σ 暦年代範囲において1473-1531 cal AD (33.5%)、1538-1635 cal AD (61.9%)であった。 2σ 暦年代範囲の確率が高い年代範囲に注目すると、16世紀前半～17世紀前半が多く、15世紀後半～16世紀前半の確率が続く。

測定した結果、カマドから検出された石炭塊(PLD-16639)は、同時に測定したバックグラウンド用の標準試料(IAEA C1)の ^{14}C 年代値52639 \pm 284年より古かった。このことから、この石炭塊は、当然ながらDead Carbon試料(加速器による測定において ^{14}C を含まない試料とされる)であり、石炭であることを裏付けている。

一方、カマドに隣接して帯状に検出された黒色土(PLD-16638)は、石炭塊が示すようなDead Carbon試料ではなく、従って ^{14}C 年代値が39690 \pm 210と計算された。

開港した1868年のpMC値(%)についてIntcal09から98.4pMC(当時のModern Carbonとする)、Dead Carbonを0pMC(%)とすると、混合率はDead Carbon : Modern Carbon = 0.9927 : 0.0073であり、従って0.715pMC(%)になる(表2)。これは、石炭に対して、当時の炭素の汚染が0.73%程度と評価される。

カマドに隣接して帯状に検出された黒色土は、 ^{14}C 年代値が39690 \pm 210と計算されたものの、当時の炭素の汚染を考慮すると石炭に限りなく近いDead Carbon試料と考えられる。

当時の炭素の汚染は、0.73%程度と評価されることから、例えば石炭の火付けに用いた助燃材料の影響が

想定される。この帶状に検出された煤類は、遺構の配置からカマドに付帯する空間（煙道）に堆積した石炭由來の煤類とも考えられる。

参考文献

- Bronk Ramsey, C. (2009) Bayesian Analysis of Radiocarbon dates, Radiocarbon, 51 (1), 337–360.
- 中村俊夫 (2000) 放射性炭素年代測定法の基礎. 日本先史時代の14C年代編集委員会編「日本先史時代の14C年代」: 3–20. 日本第四紀学会.
- Reimer, P.J., Baillie, M.G.L., Bard, E., Bayliss, A., Beck, J.W., Blackwell, P.G., Bronk Ramsey, C., Buck, C.E., Burr, G.S., Edwards, R.L., Friedrich, M., Grootes, P.M., Guilderson, T.P., Hajdas, I., Heaton, T.J., Hogg, A.G., Hughen, K.A., Kaiser, K.F., Kromer, B., McCormac, F.G., Manning, S.W., Reimer, R.W., Richards, D.A., Southon, J.R., Talamo, S., Turney, C.S.M., van der Plicht, J. and Weyhenmeyer C.E. (2009) IntCal09 and Marine09 Radiocarbon Age Calibration Curves, 0–50,000 Years cal BP. Radiocarbon, 51, 1111–1150.

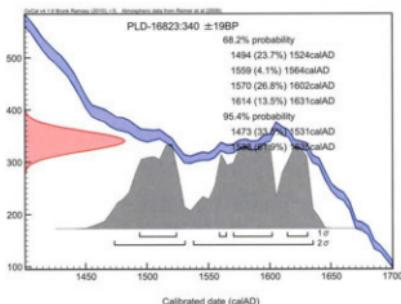


図18 木材遺体（ヤナギ属：R-1063）の暦年較正図

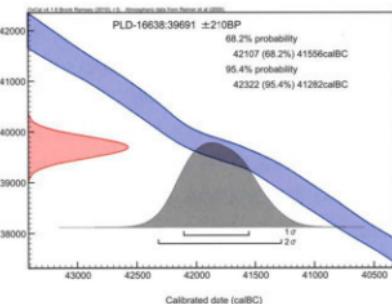


図19 石炭塊の暦年較正図

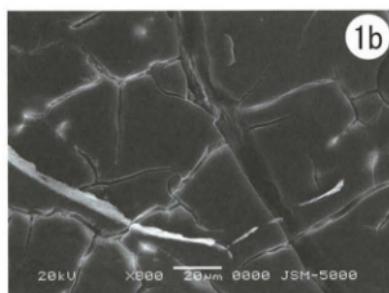
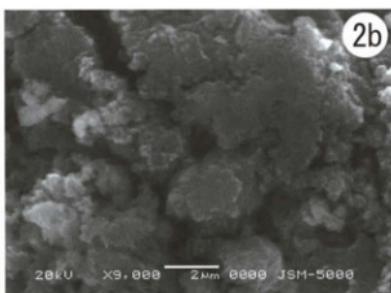


写真32 1b. 石炭塊の破断面の電子顕微鏡写真



2b. 黒色土の破断面の電子顕微鏡写真

C. I期の遺物

ここで遺物としたものは、そのほとんどが遺構を構成する出土品です。煉瓦と瓦、その他に若干の金属品などがあります。

1. 煉瓦

今回の調査で確認した煉瓦はおおよそ2600点です。その大半はI期のものです。II・III期のものは参考として取り扱っています。2563点については、刻印の有無を確認し、その約72%で刻印を確認しました。その内305点については法量の計測を行っています。(表17)

今回出土した煉瓦の詳細を述べる前に、煉瓦の歴史について簡単に紹介しておきます。煉瓦は、現在でも世界中の建物やそれに伴う構造物に利用されていますが、焼き固めていない日干し煉瓦は約4千年前からすでに利用されてきました。日本では、仏教建築が伝わった際に、その基壇などに使われた場が初見とされています。

日本における煉瓦の生産と需要

いわゆる赤煉瓦が日本で生産されるようになるのは、江戸時代の終わり頃、西洋文化の影響を受けて、大型の大砲などの鉄の鋳造品を作る反射炉を築くために、その構造材として耐火煉瓦が必要となり、生産が試みられるようになりました。その後、明治期に入ると都市の不燃化対策としても煉瓦による建築物が多く計画され、その需要は大きくなりました。当初は、瓦屋にその製造を依頼し、試行錯誤が行われたようで、当時は「煉瓦石」「練瓦石」「磚瓦」「煉化石」などと表現されています。明治期の公共関連施設の主流は石造建築で、煉瓦は主に工場や倉庫、橋、水路、トンネルなどで使われていました。1923年(大正12)の関東大震災で煉瓦造建築が大きな被害を受けたことによって、建築の構造は鉄筋コンクリート造に移行していく、建築構造材としての煉瓦はその需要が減少していきます。

煉瓦の規格と種類

煉瓦生産は国内の各地で行われ始めたため、その大きさは地域ごとにばらつきがあり、1924年(大正13年)日本標準規格(JIS)によって、普通煉瓦は長さ21.0cm幅10.0cm厚さ6.0cmに統一されました。煉瓦にはこの普通煉瓦のほかに長さ2分の1の半ますや、幅2分の1の半かんなどの規格があります。普通煉瓦の一番大きな面を「平(ひら)」、次に大きな面を「長手(ながて)」、一番小さい面を「小口(こぐち)」と呼びます。

このような赤煉瓦のほかに、より高温に耐えることができるよう、珪藻土などを原材料の粘土とする耐火煉瓦があります。その色調が白いことから白煉瓦とも呼ばれています。

煉瓦の積み方と成形

煉瓦を積み上げる方法としては、一段毎に長手の段と小口の段を交互に積むイギリス式、オランダ式と、一段の中で長手と小口を交互に横に並べるフランス式があります。フランス式は表情としては美しく明治初期には多く採用されていたようですが、耐震性に劣っていたようです。いずれにせよ煉瓦を積み上げる場合は、長手と小口が表面に見え、平の面は視覚的に見えることはありませんが、敷き並べて使う場合は、平の面が見える場合があります。そのため、製作時には長手と小口の面が美しく見えるよう注意が払われたようです。煉瓦を成形する方法としては、明治時代前半までは主に手抜き成形法が行われ、明治20年代以降から

機械抜き成形技術が開発され導入されています。

手抜き成形法

手抜き成形法とは、作業台の上に煉瓦の長手と小口に相当する部分の木製型枠を置き、その中に原土を押し込み、平となる面の余分な原土を取り除き、すぐに型枠から抜きとる方法です。型枠からの抜き取りを容易にするために、型枠には細かな砂がまぶされていたようです。つまり、一点毎に型枠で成形する方法です。一方、機械式はプレス法を除けば、数個体分を棒状に成形し、平の面をピアノ線により切断する機械で成形する方法です。機械式で成形した煉瓦にはこのピアノ線切断痕が皺状に残るため、容易に判定することができます。手抜き成形法の場合は成形後、半乾燥の状態で両側の平の面の調整を行い、その後すべてではありませんが、刻印が打たれています。さらに乾燥を経て、釜での焼成が行われ、出荷されていきます。

今回確認した煉瓦の表面を観察すると、Ⅱ期以降の平の面には、機械式成形で作られた痕跡である皺が認められるものがありますが、Ⅰ期のものには機械式による皺が認められないことから、手抜き成形で作られたことがわかります。また、長手と小口の面の表面には、離型のための細かな砂が付着していることからも、手抜き成形法であったことが窺えます。

煉瓦の被断面を見ると、型枠に原土を詰め込んだ際の単位が、原土の細かな皺状の縫ぎ目として観察することができます。この縫ぎ目から原土を詰め込むおおよその順序が次のようにありましたことわかれます。まず型枠の中央に原土を置き、最後に四隅に押し込んでいます。(写真42) 長手方向でも小口方向でも同様に見ることができます。このことから、容易に型枠の底側と上面を判断することができます。今回は平の上面をA面、底側をB面と呼びます。

煉瓦の規格の検討

305点の煉瓦の大きさを計測しています。(表17) その内284点はⅠ期、Ⅱ期以降は6点、不明15点です。その寸法をまとめると、長さは最小21.8cm最大24.2cm、平均は23.37cmです。23cm台が79%を占めます。幅は最小10.4cm最大11.6cm、平均は11.12cmで11.0～11.4cmが全体の80%を占めます。厚さは最小4.9cm最大7.5cm平均5.6cm、5.3～5.7cmが全体の78%を占めます。Ⅰ期に限れば、さらにそのばらつきは小さくなり、平均値に近くにまとまります。Ⅰ期の平均値は、長さ23.43cm、幅11.15cm、厚さ5.58cmです。

このようにばらつきが少ないことは、規格がかなり厳密に守られ、品質管理が行き届いていたことを現しています。その平均寸法は、明治期の煉瓦の中では少し大きめの規格であったと言えます。もう少し細かく見ると、長さ×幅つまり平の面の面積と厚さの関係では、2つのグループに分けることができます。Aグループは厚さ5.5センチで面積255～265cm²、Bグループは厚さ5.6cm面積265～270cm²にまとめられます。この違いは型枠が異なっていたことを反映しており、少なくとも2つ以上の複数の型枠によって成形されたことがわかります。(図22)

次に重量からみると、最小1.68kg最大3.42kg平均2.68kgとなりかなりばらつきが出ています。ただしおおよそ2.30～2.90kgの範囲におさまっており、体積とも相関関係にあります。しかし、同じ体積でも0.4～0.6kgの格差があり、このばらつきは、煉瓦原土に混ぜられている砂の量の比率の相違に起因していると推定できます。その他にも粘土そのものの比重の違いや、型枠に原土を詰める際の密度も影響しているのでしょうか。つまり原土の差異と、一人の作業者による個体差、作業者の熟練度による差異を要因として想定することができます。

刻印

I期の北煉瓦積み852点のうち76% 648点に刻印が見られ、完形品に限ると522点のうち85% 443点に刻印があります。I期の刻印は原則的に平のA面に限って押されています。B面に刻印されているのは250点の内1点だけです。その他に、直線的に連打したものや、A面のB面の両方に刻印したものもまれにあります。(図20 写真41)

刻印は煉瓦を作製した会社によってそれぞれ異なった印章が用いられており、製作会社を知ることができます。このような社印としての意味と、製作責任者が印す責任印の2種が知られています。時期によって両者が印される場合と、片方のみの場合、あるいは両者が合体した場合が知られています。

I期の煉瓦に記された刻印は、すべて推定堺煉瓦株式会社の刻印と推定されているものです。5弁状の花弁をモチーフとし、その中央にカタカナか漢字の一文字を配置しているものと、文字のないものがあります。648点中文字が判読できない168点を除くと、フ印が51点コ印とワ印が35点、ナ印とラ印が27点、リ印が26点と表17のようになります。このようにカタカナ49文字、漢字3文字(井、子、久)、△記号1文字が判読できました。市内の他の遺跡でこれまでに確認された推定堺煉瓦株式会社の刻印には、その中央に文字が見られた例はなく、今回の資料は社印と責任者印が合体したものかもしれません。

刻印ごとに、305点の体積と重量の関係を見ると、ヌ、ヲ、リの印はほぼ体積と重量が近似しており、同一の型枠、原土、製作者であった可能性があります。しかし、コ印は同様の分布域が2つに分かれています。それぞれ3つの要因が異なっていたことを示しています。またワ印は体積と重量が相関関係にあるものの、最大で長さで9mm、幅4mm、厚さで4mmの差があることから、焼成時の収縮差があるとしても、少なくとも型枠の差異もあったと推定できます。以上の3つのパターンから、刻印は同一の型枠に同じ刻印が押されていたこと、あるいは異なる型枠にも同一の刻印が押されていた場合もあることを想定することができます。

この他に、推定貝塚煉瓦株式会社の刻印のある煉瓦6点がII期の煉瓦問い合わせやIII期の割栗石の塹方から出土しています。旧ハンター住宅に使われていた関西煉瓦株式会社の刻印をもつ煉瓦も出土しています。

描き目

平の面に櫛状の工具で文様状の沈線を描いている煉瓦があります。その目的は平の面に施されていることから、装飾的なものではなく、積み上げる際に目地の食い込みが良くなることを目指したものと考えられます。その描き方には×状、#状、流水状の3種があり、いずれもB面に描かれています。描き目は83点で確認しましたが、その83点中、刻印が確認できたものはすべて推定堺煉瓦株式会社の刻印でした。そのほとんどは北煉瓦積みの上間に接した最下段に集中して使われており、長手方向に2分の1程度に割って、長手面を上に向けて使っています。施工時に意図的に選択したことが窺えます。

凹線状圧痕

I期の煉瓦の多くの平の面には、幅2mm前後の1条の凹線状の溝みが見られます。北煉瓦積み北西部200点中17点不明、痕跡なし37点で、不明を除くと出現率約80%になります。しかし、200点中刻印のない煉瓦29点のうち13点(約45%)には認められないことから、刻印のあるものではさらに出現率が高くなります。(写真36)

この凹線状圧痕はすべて長手にはば並行し、平の面の中央ではなく、長手からおおよそ2cm前後はなれた位置にあります。また、刻印のある平の面ではなく、その反対側の平の面(B面)にあることが特徴です。こ

の凹みの深さは一定ではないことや胎土の砂粒が押しきずられていないことから、ヘラ状の工具で描かれたのではなく、なんらかの圧痕と考えられます。拡大観察すると、単位は明瞭ではありませんが、布などの織物の皺と想定できる部分があります。この圧痕はすべて同一の要因で生じたとは断定できませんが、その断面の状態からおおよそ3つに分類できます。

- (1) 幅約5mm程度の凹線状を呈するが平面的には不連続で、凹線部の中に凸状の皺がある。
- (2) 幅は(1)と同様かそれ以下で平面的には不連続で、(1)と同様に皺があるが、断面はレの字状に断面の片側が平の面に対して直角に近いが、片側は緩やかで、この緩やかな側に布の圧痕が残る場合があります。ほとんどの場合、縁辺部側が直角に近い。
- (3) 幅約1mm程度で断面V字状を呈するが平面的には不連続。

この圧痕はその後にナデによる表面調整を受けています。刻印を打つA面は丁寧にナデによる表面調整を行っていますが、それに比べるとB面の仕上げは雑です。その仕上げの程度によって、(1)→(2)→(3)と変化しているようです。しかし、(1)(2)の例の中には、この痕跡の凹部の傾斜面に直交する方向の条痕を残すものがあり、この痕跡が単独の要因で残されたものではないことを示唆しています。

この圧痕の中で、布による皺の圧痕が生じた要因は、少なくとも半乾燥段階の最終的なナデ調整に先行することから、①型枠の底板に布が貼られていた。②型枠には底板がないが、作業台の上に布が敷かれていた。③型枠から抜いた置台（そのまま乾燥台か）に布が敷かれていた。という想定ができます。しかし、複数の要因も想定されることから、布が介在することはわかりましたが、その要因を特定することはできませんでした。少なくとも、ナデにより完全に消されているものもあることから、意図的に付けようとしたものではないと考えられます。いずれにせよ、この痕跡は製作会社や製作時期を推定する上で重要な指標になると考えられます。

色調

おおよそ、4つの段階に色調を分けることができます。いずれも赤色系ですが、淡い橙色から濃赤褐色を呈しています。この色調の差は焼成時の温度によるものと思われますが、その中には焼成時の色調ではなく、二次的な被熱により濃い赤色になったものもあります。I期の推定煉瓦株式会社製の煉瓦の中でも少なくとも濃淡の2種類があり、濃い色調の煉瓦は重く硬度が高い傾向にあります。平面の大きさは平均値に近いですが、厚みが6cmに近く、重量も2.7kgを超えます。のことから、単に焼成時の窯の中の位置や、偶発的な焼成による色調の差異ではなく、成型時から意図的に製作されていたことが分かります。しかし、色調及び重量と、刻印の中央の文字との相関関係は認められませんでした。

焼成時に重ねて置いた痕跡が、色調の変化として残っているものもあります。特に多く見られるのは、長手面に残っており、この面を天地にして井桁状に窯の中で組み上げていたことがわかります。

その他

通常の方形煉瓦の他に、アーチ部を構成する迫持（せりもち）煉瓦や、組み合わせると円筒状になる煉瓦等も数点見つかっています。また、煉瓦に墨で文字や掛け算の計算をしたものもあります。

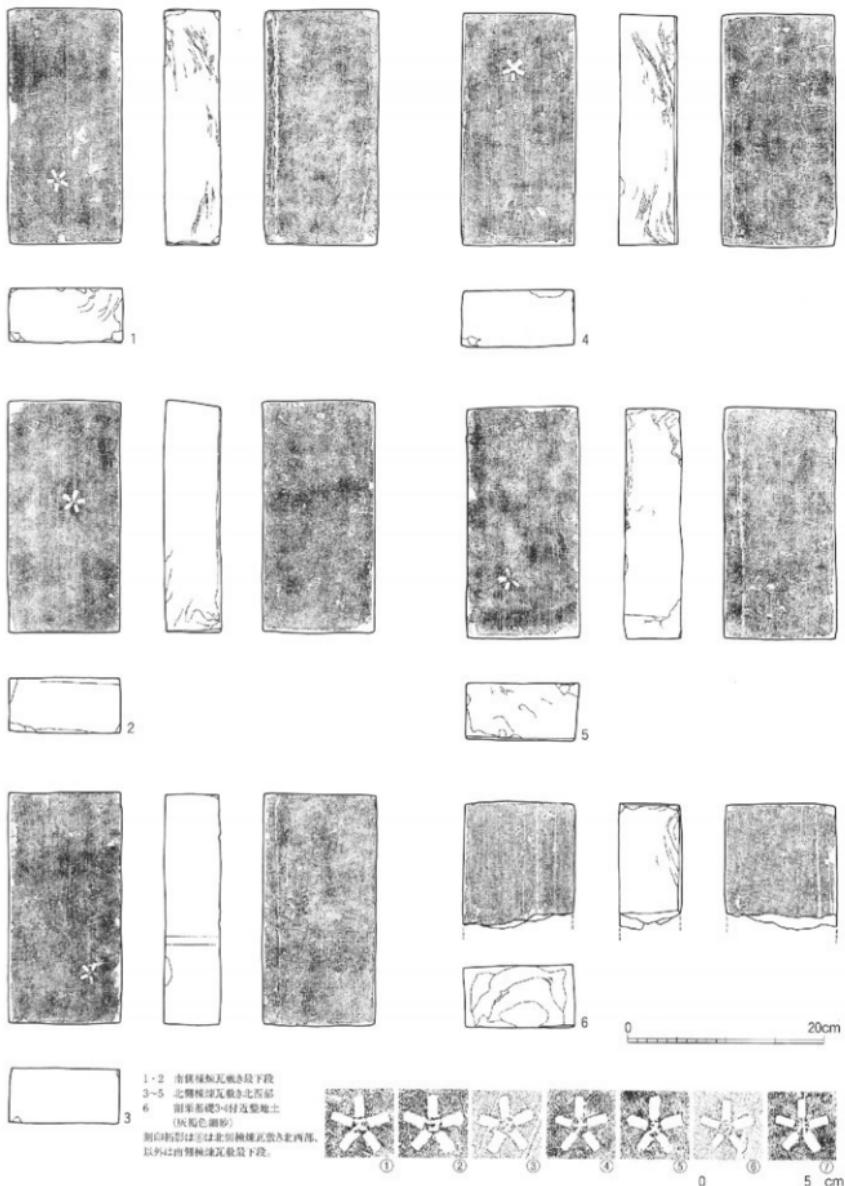


図20 煉瓦実測図



写真33 連打された刻印



写真34 墨書のある煉瓦



写真35 煉瓦A面 刻印



写真36 同左B面



写真37 ハンター邸と同じ刻印の煉瓦

写真38 曲面のある煉瓦



写真39 I・II・III期の煉瓦

写真40 北煉瓦積の基礎に使われた棟瓦

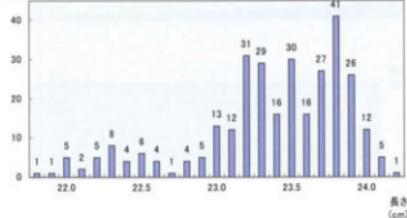
表17 三神戸外国人居留地1次出土煉瓦

煉瓦 No.	時期	刻印	長さ (cm)	幅 (cm)	厚さ (cm)	体積 (kg)	重量 (kg)	煉瓦 No.	時期	刻印	長さ (cm)	幅 (cm)	厚さ (cm)	体積 (kg)	重量 (kg)	
1	9 I期	(推)埠?	23.9	11.4	5.9	1,607.514	2.92	62	82	I期	なし	23.2	11.1	5.9	1,519.368	2.86
2	10 I期	(推)埠ノ	23.8	11.4	5.7	1,546.521	2.90	63	99	I期	(推)埠テ	23.0	10.8	5.6	1,391.040	2.51
3	12 I期	(推)埠?	22.1	10.7	6.1	1,442.467	2.88	64	101	I期	(推)埠コ	23.6	11.2	5.4	1,427.328	2.60
4	13 I期	(推)埠ノ	23.9	10.5	5.6	1,405.320	2.84	65	103	I期	(推)埠?	24.1	11.4	5.6	1,538.544	2.76
5	14 I期	(推)埠ノ	23.8	11.4	5.7	1,546.524	2.60	66	106	I期	(推)埠ア	22.9	11.0	5.2	1,309.880	2.40
6	15 I期	(推)埠メ	23.5	11.1	5.7	1,486.845	2.76	67	109	I期	なし	23.7	11.3	5.5	1,472.955	2.68
7	16 I期	(推)埠?	23.5	11.3	5.5	1,460.525	2.56	68	110	I期	なし	23.7	11.2	5.5	1,459.920	2.68
8	17 I期	なし	21.1	11.6	5.6	1,265.536	2.70	69	115	I期	(推)埠フ	23.5	11.0	5.5	1,421.750	2.68
9	18 I期	(推)埠ワ	23.3	11.1	5.5	1,422.465	2.56	70	116	I期	(推)埠?	23.6	11.2	5.4	1,427.328	2.68
10	20 I期	(推)埠フ	23.8	11.4	5.7	1,546.524	2.72	71	118	I期	(推)埠?	23.0	11.0	5.1	1,290.300	2.36
11	23 I期	(推)埠?	23.8	11.3	5.6	1,506.064	2.70	72	121	I期	(推)埠ヨ	23.4	11.1	5.4	1,402.596	2.56
12	24 I期	(推)埠フ	23.4	11.1	5.3	1,376.622	2.24	73	122	I期	(推)埠ウ	23.6	11.3	5.6	1,493.408	2.66
13	25 I期	(推)埠ス	23.2	11.3	5.7	1,494.312	2.54	74	123	I期	(推)埠コ	23.8	11.2	5.6	1,492.736	2.76
14	26 I期	(推)埠メ	23.2	11.2	5.6	1,453.104	2.54	75	124	I期	(推)埠ハ	24.0	11.4	5.6	1,532.160	2.88
15	27 I期	(推)埠リ	23.5	11.2	5.6	1,473.920	2.56	76	125	I期	(推)埠フ	23.8	11.3	5.6	1,506.664	2.74
16	28 I期	(推)埠ハ	23.3	11.4	5.6	1,487.472	2.66	77	126	I期	なし	23.3	11.4	5.8	1,540.596	2.92
17	29 I期	(推)埠井	23.3	11.0	5.5	1,409.650	2.52	78	127	I期	(推)埠?	23.7	11.3	5.7	1,526.517	2.80
18	32 I期	(推)埠ラ	23.3	11.0	5.6	1,435.280	2.68	79	128	I期	(推)埠ウ	23.8	11.4	5.6	1,519.392	2.64
19	33 1月	(推)埠?	23.2	11.1	5.5	1,416.360	2.50	80	129	I期	(推)埠リ	23.8	11.4	5.6	1,519.392	2.70
20	34 I期	(推)埠?	23.0	11.2	5.4	1,391.040	2.46	81	130	I期	(推)埠ア	23.0	11.0	5.3	1,349.000	2.40
21	35 I期	(推)埠?	23.9	11.3	5.6	1,512.392	2.68	82	131	I期	(推)埠?	23.8	11.2	5.6	1,492.736	2.66
22	36 I期	(推)埠メ	23.5	11.3	5.7	1,513.635	2.70	83	133	I期	(推)埠マ	23.8	11.2	5.7	1,519.392	2.80
23	39 I期	なし	23.8	11.3	5.7	1,532.956	2.80	84	134	I期	(推)埠ウ	23.5	11.1	5.2	1,356.120	2.60
24	40 I期	(推)埠?	24.0	11.3	5.7	1,545.840	2.82	85	136	I期	(推)埠リ	23.8	11.4	5.7	1,546.524	2.86
25	41 I期	なし	23.4	11.2	5.7	1,493.856	2.64	86	139	I期	(推)埠?	23.7	11.3	5.6	1,499.736	2.80
26	42 I期	(推)埠コ	24.0	11.5	5.6	1,545.600	2.72	87	140	I期	(推)埠?	23.7	11.2	5.6	1,486.464	2.84
27	43 I期	(推)埠?	23.3	11.1	5.5	1,422.465	2.56	88	141	I期	なし	23.9	11.4	5.6	1,532.576	2.86
28	44 I期	(推)埠ア	23.3	11.2	5.5	1,435.280	2.54	89	142	I期	なし	23.5	11.2	5.6	1,472.920	2.80
29	45 I期	(推)埠イ	23.2	11.0	5.4	1,378.080	2.40	90	145	I期	(推)埠フ	23.6	11.2	5.6	1,460.192	2.88
30	46 I期	(推)埠ラ	23.2	11.2	5.5	1,429.120	2.58	91	146	I期	(推)埠ヨ	23.5	11.1	5.6	1,460.760	2.80
31	47 I期	(推)埠ク	23.0	11.0	5.4	1,366.200	2.42	92	147	I期	(推)埠?	23.3	11.1	5.3	1,370.739	2.54
32	48 I期	(推)埠ス	23.8	11.2	5.6	1,492.736	2.66	93	148	I期	なし	23.0	10.9	5.4	1,335.780	2.58
33	49 I期	(推)埠ニ	23.5	11.0	5.3	1,370.050	2.62	94	149	I期	(推)埠ハ	22.9	10.8	5.2	1,286.064	2.38
34	50 I期	(推)埠?	23.5	11.2	5.7	1,500.240	2.68	95	150	I期	なし	23.3	11.2	6.0	1,565.760	2.88
35	51 I期	(推)埠コ	23.9	11.4	5.8	1,580.268	2.70	96	151	I期	なし	23.7	11.3	5.7	1,565.617	2.80
36	52 I期	(推)埠?	23.3	11.2	5.4	1,409.184	2.60	97	152	I期	(推)埠?	23.6	11.2	5.6	1,480.192	2.74
37	53 I期	(推)埠?	23.9	11.3	5.6	1,512.392	2.80	98	153	I期	(推)埠?	23.0	11.1	5.6	1,429.860	2.62
38	54 I期	(推)埠コ	23.7	11.5	5.6	1,526.280	2.66	99	154	I期	(推)埠ワ	22.6	10.8	5.5	1,324.040	2.56
39	55 I期	(推)埠?	23.7	11.4	5.7	1,540.026	2.54	100	155	I期	(推)埠エ	22.8	10.7	5.2	1,288.592	2.48
40	56 I期	(推)埠ケ	23.4	11.0	5.3	1,364.220	2.66	101	156	I期	なし	23.2	11.1	5.9	1,519.368	2.91
41	57 I期	(推)埠コ	23.1	11.0	5.6	1,422.960	2.48	102	157	I期	(推)埠リ	23.8	11.4	5.6	1,519.392	2.78
42	58 I期	(推)埠ワ	23.0	11.0	5.3	1,340.900	2.44	103	158	I期	(推)埠ア	23.5	11.1	5.2	1,356.420	2.48
43	59 I期	(推)埠ケ	23.2	11.0	5.3	1,352.560	2.40	104	159	I期	(推)埠ヨ	23.3	11.2	5.6	1,461.376	2.78
44	60 I期	なし	23.9	11.4	5.7	1,553.022	2.86	105	160	I期	(推)埠子	24.0	11.3	5.6	1,518.270	2.78
45	61 I期	(推)埠ロ	23.2	11.0	5.5	1,403.600	2.50	106	171	I期	(推)埠?	24.0	11.4	5.6	1,532.160	2.92
46	63 I期	(推)埠ラ	23.5	11.2	5.6	1,473.920	2.68	107	172	I期	(推)埠?	23.9	11.4	5.7	1,553.022	2.90
47	64 I期	(推)埠ロ	23.2	11.1	5.5	1,416.360	2.58	108	173	I期	(推)埠?	23.4	11.2	5.3	1,389.024	2.58
48	65 I期	(推)埠?	23.6	11.3	5.6	1,493.408	2.74	109	176	I期	(推)埠マ	23.5	11.2	5.6	1,473.920	2.70
49	66 I期	なし	24.0	11.2	5.6	1,505.280	2.76	110	184	I期	(推)埠コ	23.5	11.1	5.4	1,408.590	2.52
50	68 I期	なし	22.9	11.0	5.6	1,410.640	2.60	111	185	I期	(推)埠フ	23.9	11.4	5.6	1,525.776	2.84
51	69 I期	なし	23.7	11.2	5.7	1,513.008	2.72	112	188	I期	(推)埠コ	23.8	11.3	5.6	1,506.064	2.70
52	70 I期	(推)埠子	23.1	11.0	5.6	1,422.960	2.48	113	190	I期	(推)埠?	23.8	11.3	5.6	1,506.064	2.64
53	71 I期	(推)埠?	23.0	11.0	5.5	1,391.500	2.60	114	197	I期	(推)埠ク	23.1	11.0	5.3	1,346.739	2.44
54	72 I期	(推)埠?	23.8	11.3	5.6	1,506.064	2.88	115	200	I期	(推)埠?	23.2	11.0	5.3	1,403.600	2.50
55	73 I期	(推)埠?	23.9	11.3	5.5	1,485.385	2.88	116	201	I期	(推)埠ラ	23.6	11.2	5.6	1,480.192	2.56
56	74 I期	(推)埠?	23.5	11.1	5.6	1,460.760	2.82	117	203	I期	(推)埠?	23.8	11.2	5.7	1,519.392	2.68
57	75 I期	なし	23.3	11.1	5.6	1,448.320	2.76	118	206	I期	なし	23.9	11.3	5.5	1,472.940	2.70
58	76 I期	なし	23.8	11.3	5.4	1,452.276	2.76	119	207	I期	(推)埠ワ	23.5	11.2	5.6	1,473.920	2.70
59	78 I期	(推)埠ソ	23.8	11.3	5.6	1,569.852	2.92	120	208	I期	(推)埠井	23.7	11.2	5.6	1,486.464	2.66
60	79 I期	(推)埠ナ	23.3	11.1	5.6	1,448.328	2.64	121	211	I期	(推)埠リ	23.7	11.3	5.8	1,553.208	2.68
61	81 I期	(推)埠ハ	23.9	11.3	5.6	1,512.392	2.80	122	212	I期	(推)埠ヒ	23.2	11.1	5.4	1,390.608	2.44

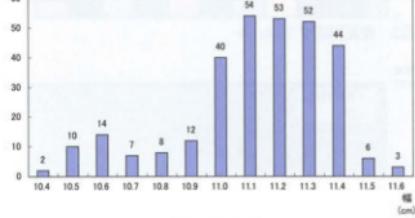
焼瓦 No.	時 期	刻印	長さ (cm)	幅 (cm)	厚さ (cm)	体積 (kg)	重量 (kg)	焼瓦 No.	時 期	刻印	長さ (cm)	幅 (cm)	厚さ (cm)	体積 (kg)	重量 (kg)
123	214	I期 (推) 帯 井	23.9	11.2	5.6	1,499.008	2.66	185	369	I期 な し	22.0	10.5	6.1	1,409.100	2.86
124	221	I期 (推) 帯 ナ	23.7	11.4	5.7	1,540.926	2.68	186	370	I期 (推) 帯 井	22.6	10.7	5.3	1,281.646	2.34
125	222	I期 (推) 帯 フ	24.0	11.3	5.7	1,545.840	2.82	187	373	I期 (推) 帯 ク	23.2	11.0	5.3	1,352.560	2.58
126	224	I期 な し	24.0	11.3	5.4	1,611.480	2.68	188	374	I期 (推) 帯 ク	23.3	11.1	5.3	1,370.739	2.58
127	225	I期 (推) 帯 リ	23.8	11.2	5.5	1,466.080	2.62	189	379	I期 な し	23.7	11.2	5.1	1,333.744	2.58
128	226	I期 (推) 帯 子	23.3	11.0	5.5	1,409.650	2.54	190	380	I期 (推) 帯 ワ	23.8	11.3	5.5	1,479.170	2.82
129	227	I期 (推) 帯 ワ	23.8	11.2	5.5	1,466.080	2.68	191	381	I期 (推) 帯 フ	24.0	11.3	5.5	1,491.600	2.86
130	228	I期 (推) 帯 ワ	24.0	11.4	5.4	1,477.410	2.70	192	382	I期 (推) 帯 フ	23.8	11.3	5.6	1,505.064	2.82
131	233	I期 (推) 帯 ?	23.5	11.3	5.6	1,487.080	2.68	193	385	I期 (推) 帯 ?	22.1	10.6	5.8	1,358.708	2.72
132	234	I期 (推) 帯 フ	23.2	11.0	5.6	1,429.120	2.52	194	386	I期 (推) 帯 マ	23.2	11.0	5.5	1,403.600	2.54
133	235	I期 (推) 帯 フ	23.5	11.2	5.6	1,473.920	2.60	195	387	I期 (推) 帯 ル	23.2	11.1	5.6	1,442.112	2.66
134	236	I期 な し	23.0	11.2	6.1	1,571.360	2.68	196	388	I期 な し	23.7	11.3	5.5	1,472.955	2.78
135	237	I期 な し	22.9	10.9	5.9	1,472.699	2.64	197	390	I期 (推) 帯 チ	23.6	11.3	5.7	1,520.076	2.74
136	238	I期 な し	21.9	10.6	5.9	1,369.626	2.88	198	391	I期 (推) 帯 ヌ	23.2	11.0	5.4	1,378.080	2.52
137	266	I期 (推) 帯 リ	23.8	11.4	5.7	1,546.524	2.74	199	393	I期 (推) 帯 ワ	23.4	11.0	5.6	1,441.440	2.60
138	267	I期 (推) 帯 リ	23.9	11.4	5.7	1,553.022	2.82	200	394	I期 (推) 帯 ラ	23.2	11.1	5.5	1,416.350	2.72
139	269	I期 (推) 帯 ナ	23.6	11.4	5.7	1,533.528	2.76	201	395	I期 な し	21.8	10.5	5.9	1,350.510	2.82
140	270	I期 (推) 帯 ?	23.8	11.3	5.5	1,479.170	2.68	202	404	I期 (推) 帯 リ	23.7	11.4	5.8	1,567.044	2.80
141	271	I期 (推) 帯 ?	23.7	11.3	5.6	1,499.736	2.68	203	412	I期 (推) 帯 ウ	23.7	11.4	5.8	1,567.044	2.88
142	272	I期 な し	23.6	11.2	5.7	1,506.624	2.64	204	413	I期 (推) 帯 ?	23.8	11.3	5.4	1,452.276	2.72
143	273	I期 な し	23.9	11.4	5.7	1,553.022	2.72	205	414	I期 (推) 帯 ル	23.2	10.9	5.4	1,365.552	2.50
144	277	I期 (推) 帯 カ	23.6	11.1	5.5	1,440.780	2.56	206	415	I期 (推) 帯 久	23.4	11.2	5.5	1,441.440	2.68
145	279	I期 な し	23.9	11.3	5.6	1,512.392	2.70	207	416	I期 (推) 帯 ロ	23.1	11.4	5.6	1,435.896	2.52
146	280	I期 (推) 帯 ウ	23.3	11.0	5.5	1,409.650	2.48	208	417	I期 (推) 帯 コ	23.2	11.1	5.4	1,390.668	2.52
147	281	I期 (推) 帯 コ	23.7	11.4	5.7	1,540.026	2.74	209	418	I期 (推) 帯 ワ	23.1	11.3	5.3	1,376.622	2.60
148	282	I期 (推) 帯 コ	23.8	11.4	5.6	1,519.392	2.72	210	419	I期 (推) 帯 ?	23.4	11.2	5.6	1,467.648	2.78
149	283	I期 (推) 帯 ?	23.7	11.2	5.7	1,513.008	2.76	211	420	I期 (推) 帯 レ	23.5	11.1	5.4	1,408.590	2.54
150	285	I期 (推) 帯 ワ	23.5	11.2	5.2	1,368.640	2.58	212	422	I期 (推) 帯 ?	23.1	11.0	5.3	1,316.730	2.52
151	296	I期 (推) 帯 ツ	23.2	11.1	5.5	1,416.360	2.62	213	423	I期 (推) 帯 ョ	23.2	11.0	5.4	1,378.080	2.50
152	297	I期 (推) 帯 フ	23.8	11.3	5.6	1,506.604	2.76	214	425	I期 (推) 帯 ケ	23.0	11.0	5.6	1,416.800	2.52
153	317	I期 (推) 帯 ?	23.9	11.4	5.6	1,523.776	2.78	215	426	I期 (推) 帯 マ	23.4	11.0	5.4	1,389.960	2.64
154	318	I期 な し	23.7	11.3	5.6	1,499.736	2.68	216	427	I期 (推) 帯 ケ	23.5	11.1	5.6	1,460.760	2.68
155	319	I期 (推) 帯 ワ	23.8	11.2	5.2	1,386.112	2.52	217	428	I期 (推) 帯 コ	23.9	11.4	5.4	1,471.284	2.70
156	321	I期 (推) 帯 ワ	23.9	11.4	5.6	1,523.776	2.72	218	429	I期 (推) 帯 コ	23.9	11.5	5.6	1,539.160	2.78
157	322	I期 (推) 帯 ?	24.1	11.3	5.6	1,525.048	2.90	219	435	I期 (推) 帯 プ	22.4	10.6	6.0	1,424.640	2.86
158	323	I期 (推) 帯 ?	23.8	11.2	5.6	1,492.736	2.74	220	440	I期 (推) 帯 ウ	23.8	11.3	5.7	1,452.958	2.78
159	324	I期 (推) 帯 ナ	23.8	11.4	5.6	1,519.392	2.84	221	441	I期 (推) 帯 リ	23.8	11.6	5.6	1,546.048	2.66
160	328	I期 (推) 帯 リ	23.9	11.5	5.7	1,566.645	2.78	222	442	I期 (推) 帯 エ	23.3	11.1	6.2	1,603.506	2.82
161	329	I期 (推) 帯 ?	24.2	11.3	5.7	1,558.722	2.86	223	443	I期 (推) 帯 フ	23.1	11.1	5.5	1,410.255	2.58
162	334	I期 (推) 帯 ハ	23.1	10.9	5.2	1,309.308	2.42	224	444	I期 (推) 帯 ラ	22.5	10.6	6.0	1,431.000	2.84
163	336	I期 (推) 帯 オ	23.1	11.1	5.7	1,499.499	2.62	225	445	I期 (推) 帯 ル	23.3	11.1	5.4	1,396.602	2.56
164	337	I期 (推) 帯 ナ	23.1	10.9	5.1	1,284.129	2.38	226	446	I期 (推) 帯 ヌ	23.4	11.1	5.4	1,402.596	2.46
165	338	I期 (推) 帯 ツ	23.3	11.2	5.5	1,435.280	2.60	227	447	I期 (推) 帯 ナ	23.2	11.0	5.4	1,378.080	2.48
166	339	I期 (推) 帯 ヲ	23.0	11.0	5.3	1,340.900	2.58	228	448	I期 (推) 帯 エ	23.4	11.0	5.5	1,415.700	2.59
167	344	I期 (推) 帯 イ	23.6	11.1	5.6	1,465.976	2.68	229	449	I期 (推) 帯 ?	23.9	11.4	5.7	1,453.022	2.66
168	345	I期 (推) 帯 ケ	23.3	11.1	5.3	1,370.739	2.56	230	450	I期 (推) 帯 ?	23.8	11.4	5.8	1,573.636	2.74
169	346	I期 (推) 帯 ?	23.3	11.1	5.2	1,344.876	2.38	231	451	I期 (推) 帯 イ	23.2	10.9	5.9	1,491.992	2.76
170	347	I期 (推) 帯 フ	24.0	11.3	5.7	1,545.840	2.82	232	452	I期 (推) 帯 プ	23.5	11.1	5.7	1,486.845	2.78
171	348	I期 (推) 帯 リ	22.2	10.6	5.9	1,388.388	2.82	233	456	I期 (推) 帯 子	23.3	11.1	5.6	1,448.328	2.60
172	351	I期 (推) 帯 ?	23.7	11.4	5.6	1,513.008	2.76	234	457	I期 (推) 帯 ケ	23.2	11.0	5.5	1,403.600	2.58
173	352	I期 (推) 帯 リ	23.8	11.4	5.7	1,545.624	2.68	235	458	I期 (推) 帯 ?	23.2	11.0	5.5	1,403.600	2.60
174	355	I期 (推) 帯 ?	23.7	11.3	5.6	1,499.736	2.86	236	470	I期 (推) 帯 ?	22.3	10.6	6.0	1,418.280	2.81
175	356	I期 (推) 帯 ?	22.3	10.5	6.0	1,404.900	2.86	237	472	I期 (推) 帯 イ	23.2	10.9	5.9	1,491.992	2.76
176	358	I期 (推) 帯 ハ	22.8	10.9	5.4	1,342.008	2.44	238	473	I期 (推) 帯 ?	23.5	11.1	5.7	1,486.845	2.68
177	359	I期 (推) 帯 ツ	23.1	11.1	5.3	1,358.973	2.44	239	474	I期 (推) 帯 タ	23.3	11.2	5.6	1,461.376	2.64
178	360	I期 (推) 帯 ?	24.0	11.4	5.7	1,559.520	2.96	240	475	I期 (推) 帯 フ	23.3	11.1	5.5	1,422.465	2.70
179	362	I期 (推) 帯 ?	23.9	11.4	5.5	1,498.530	2.74	241	476	I期 (推) 帯 ヌ	23.3	11.0	5.3	1,358.390	2.42
180	363	I期 (推) 帯 ス	22.5	10.4	6.1	1,427.400	2.84	242	477	I期 (推) 帯 ソ	23.3	11.1	5.3	1,370.739	2.42
181	364	I期 (推) 帯 レ	23.7	11.3	5.4	1,446.174	2.72	243	479	I期 (推) 帯 リ	22.6	10.6	5.8	1,377.152	2.72
182	365	I期 (推) 帯 ?	23.7	11.2	5.6	1,486.464	2.70	244	480	I期 (推) 帯 ク	23.8	11.3	5.5	1,479.170	2.76
183	366	I期 (推) 帯 ?	23.8	11.4	5.6	1,519.392	2.92	245	481	I期 (推) 帯 ケ	23.8	11.3	5.5	1,479.170	2.72
184	368	I期 (推) 帯 サ	23.3	11.1	5.5	1,422.465	2.60	246	483	I期 (推) 帯 ?	23.9	11.4	5.7	1,553.022	2.72

煉瓦 No.	時 期	刻 印	長 さ (cm)	幅 (cm)	厚 さ (cm)	体 積	重 量 (kg)	煉瓦 No.	時 期	刻 印	長 さ (cm)	幅 (cm)	厚 さ (cm)	体 積	重 量 (kg)
247	484	I 期 (推) 塚 ?	23.8	11.3	5.8	1,559,852	284	277	2438	I 期 (推) 塚 コ	23.6	11.3	5.5	1,466,740	269
248	485	I 期 (推) 塚 ワ	22.3	10.5	5.7	1,334,655	270	278	2442	I 期 (推) 塚 ヌ	23.3	11.1	5.6	1,448,328	258
249	486	I 期 (推) 塚 イ	23.2	10.9	5.5	1,390,840	254	279	2445	I 期 (推) 塚 ラ	23.4	11.2	5.6	1,467,648	261
250	487	I 期 (推) 塚 ラ	24.1	11.4	5.4	1,483,596	274	280	2447	I 期 (推) 塚 井	23.1	10.8	5.4	1,347,192	232
251	488	I 期 (推) 塚 ?	23.5	11.0	5.6	1,447,600	270	281	2453	I 期 (推) 塚 ナ	23.5	11.1	5.5	1,434,675	248
252	489	I 期 (推) 塚 ?	23.4	11.1	5.5	1,428,570	260	282	2476	I 期 (推) 塚 タ	23.8	11.4	5.4	1,465,128	264
253	490	I 期 (推) 塚 ナ	23.2	11.0	5.5	1,403,600	256	283	2480	I 期 (推) 塚 フ	23.6	11.2	5.6	1,480,192	255
254	491	I 期 (推) 塚 ケ	23.5	11.1	5.5	1,434,675	270	284	2494	I 期 (推) 塚 エ	23.6	11.4	5.8	1,560,432	268
255	492	I 期 (推) 塚 ?	22.3	10.7	5.9	1,407,799	274	285	1068	II 期 (推) 貝塚 なし	22.5	10.9	5.8	1,422,450	284
256	493	I 期 (推) 塚 ケ	23.5	11.1	5.5	1,434,675	268	286	1158	II 期 (推) 塚 ?	23.6	11.3	5.6	1,493,408	274
257	494	I 期 (推) 塚 フ	23.7	11.3	5.5	1,472,955	276	287	1161	II 期 (推) 塚 ト	22.8	10.9	5.9	1,466,268	264
258	495	I 期 (推) 塚 ラ	23.9	11.5	5.6	1,539,160	282	288	1163	II 期 なし	23.4	11.1	5.5	1,428,570	252
259	496	I 期 (推) 塚 ?	23.9	11.2	5.6	1,499,008	286	289	1011	III 期 (推) 貝塚 なし	22.7	10.8	5.9	1,446,444	292
260	497	I 期 (推) 塚 ?	22.5	10.8	6.0	1,458,000	276	290	1379	III 期 なし	22.4	10.6	4.9	1,163,456	168
261	498	I 期 (推) 塚 ホ	23.3	11.2	5.6	1,461,376	258	291	2512	不明 なし	22.4	10.4	5.9	1,374,464	268
262	499	I 期 (推) 塚 子	23.2	11.1	5.4	1,390,608	244	292	2513	不明 (推) 貝塚 なし	22.6	10.9	6.0	1,478,040	286
263	500	I 期 (推) 塚 ケ	23.5	11.1	5.4	1,408,590	266	293	2514	不明 (推) 塚 なし	22.6	10.7	6.0	1,450,920	290
264	516	I 期 なし	22.0	10.5	6.0	1,386,000	276	294	2516	不明 なし	22.0	10.5	5.9	1,362,900	264
265	548	I 期 (推) 塚 ノ	22.2	10.6	5.8	1,364,856	272	295	2518	不明 なし	22.3	10.5	6.2	1,451,730	275
266	554	I 期 (推) 塚 ?	23.1	10.9	5.4	1,359,666	266	296	2519	不明 なし	22.5	10.7	7.5	1,805,625	342
267	945	I 期 (推) 塚 ウ	23.5	11.6	6.2	1,690,120	334	297	2526	不明 なし	23.1	11.0	5.7	1,448,370	264
268	1203	I 期 (推) 塚 フ	23.4	11.1	5.2	1,350,648	252	298	2527	不明 なし	22.2	10.6	5.5	1,294,260	242
269	1224	I 期 (推) 塚 モ	22.3	10.6	6.1	1,441,918	280	299	2533	不明 なし	22.3	10.7	5.3	1,264,633	238
270	1254	I 期 (推) 塚 ミ	24.1	11.5	5.6	1,552,040	274	300	2537	不明 なし	23.0	11.0	6.0	1,518,000	294
271	2132	I 期 なし	23.2	11.1	6.0	1,545,120	286	301	2553	不明 なし	23.2	11.2	6.2	1,611,008	296
272	1293	I 期 (推) 塚 ?	23.5	11.2	5.1	1,342,320	260	302	2561	不明 (推) 貝塚 なし	22.9	11.3	7.4	1,914,898	332
273	2377	I 期 (推) 塚 ハ	22.2	10.5	5.7	1,328,670	270	303	2562	不明 (推) 塚 ホ	22.8	10.8	5.3	1,305,072	242
274	2380	I 期 (推) 塚 ?	22.3	10.6	6.0	1,418,280	285	304	2108	不明 なし	22.0	10.5	7.1	1,640,100	310
275	2381	I 期 なし	22.5	10.8	6.0	1,458,000	287	305	2119	不明 なし	22.0	10.6	7.0	1,632,400	272
276	2388	I 期 (推) 塚 ?	22.2	10.6	5.9	1,388,388	269								

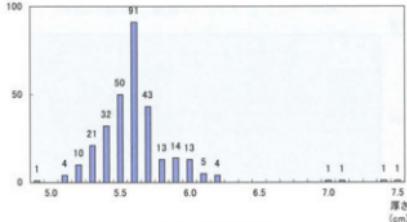
個数



個数



個数



個数

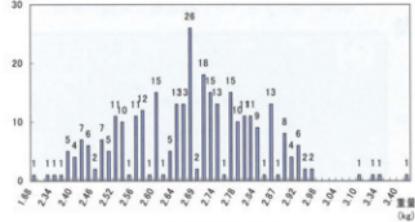


図21 煉瓦法量グラフ

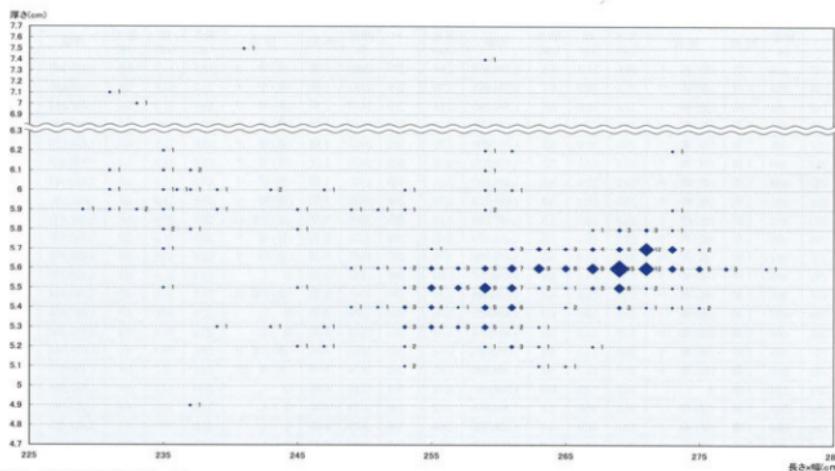


図22 煉瓦法量グラフー2

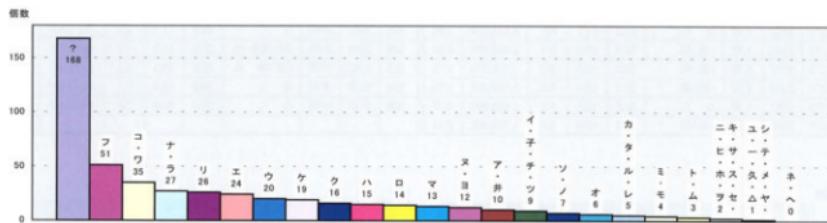


図23 煉瓦刻印グラフー1

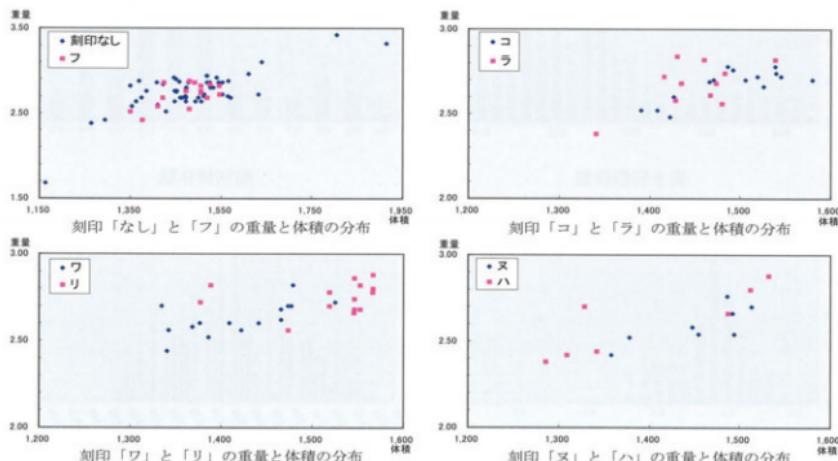


図24 煉瓦刻印グラフー2



写真41 煉瓦刻印写真

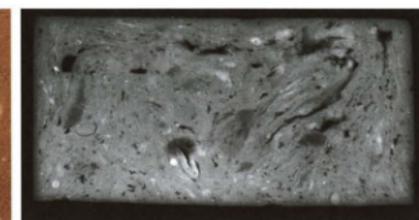


写真42 煉瓦断面X線透過写真

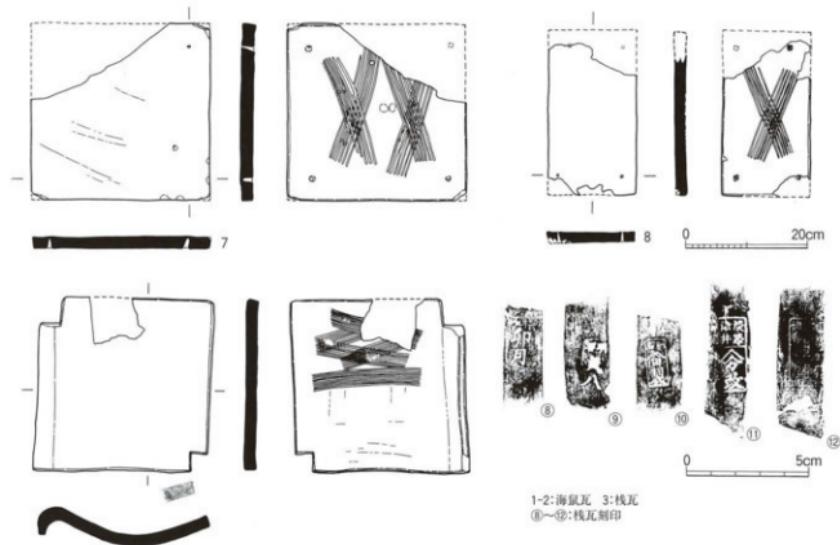


図25 瓦実測図

I期の北煉瓦積の瓦敷き基礎に使われたいた瓦には、海鼠瓦（図25-1・2）と棟瓦（図25-3）の2種類があります。海鼠瓦とは屋根に葺くのではなく、土蔵など壁に埋め込んで使われた瓦です。図25の1は一辺29.0cm、厚さ2.0cmの正方形で、裏面に「×」状の櫛描カキメが2ヶ所あります。2は小形品で現存長25.6cm、横14.4cm、厚さ1.9cmを測り、裏面に「×」状の櫛描カキメを施し、四隅の穿孔が推定できます。今回復元できた海鼠瓦には大・小の2種があり、大形品裏面のカキメは、約5種類が確認できました。

3は面取り棟瓦で縦28.4cm、横28.8cm、厚さ1.9cmの正方形です。左上と右下に切込みを入れ、凸面に「×」2ヶ所と1本の櫛描カキメを施しています。棟瓦のカキメは凸面に多く施され、一部凹面に見られます。刻印は面取り棟瓦の瓦下辺側縁への打刻で、①「明石 卿月」、②「明石 山田製」、③「明石 瓦八」が複数あり、④「淡路津井 山分改」と⑤「津井」を各1点確認しました。①～③は文献から明石市大蔵谷地区的製造が考えられ、④と⑤は南あわじ市津井の製造が考えられます。明石産と津井産の瓦は明治23年（1890）起工の大坂府吹田市旧アサヒビール吹田工場醸造棟に使用例があります。

2. 金属器

L字状鉄製品は、北煉瓦積の南北方向の煤付着煉瓦の両側に、埋め込まれた状態で2点検出されました。L字の長い部分は直径20mmの断面円形、端部には25mm間隔でネジが切られており、短い部分は断面方形に加工されています。表面のサビが皮状に剥離してきており、鍛造による成形品と思われます。水田氏の復元によれば、竈の煙道に取り付く煙突の座金具を固定するものであったと想定されています。(図26)

銅製の櫛が北煉瓦積の方形窓みの北側、コンクリート基礎の直上から出土しています。本来は煉瓦敷きがあった部分で、その煉瓦が取り外された後に残されたものです。そのためⅠ期以降の遺物とは言えますが、Ⅰ期とは断定できません。しかし、再製工場で働いていた女工が、身に着けていた可能性はあります。

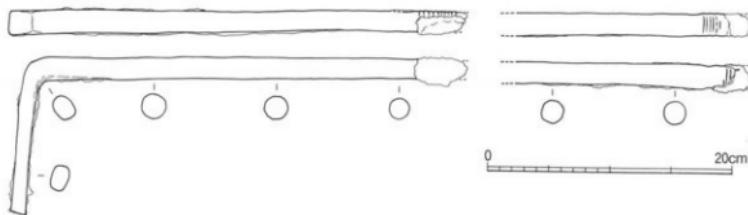


図26 L字状鉄製品



写真43 金属器 写真



写真44 金属器X線透過写真

3. 旧神戸外国人居留地遺跡 I 期遺構の復元的考察

水田 稳（広島大学）

本節では、検出された遺構の痕跡や類例との比較から、97番地I期の遺構について復元的考察を行う。最初に、ジャパン・ディレクトリー (Japan Directory) に記載された各番地の居住者を辿り、97番地の当該遺構の性格を明治30年以降に開設されたヘリヤ商会の茶再製場と考察する。次に、検出されたI期に属する布基礎や礎石の配列から建物の平面形を復元する。そして、建物内部におさまっていた茶再製炉について、遺構の痕跡を確認、類例との照合を行いつつ復元的に検討する。最後に再製炉の規模との関係や、近隣の類例との比較から茶再製場建物の外観、断面構成について復元考察する。

(1) 居留地における遺構の位置と建設年代

旧神戸居留地遺跡の遺構は神戸居留地の東北部、江戸町通りに面した97番地に位置する（図26）。北側には96番地、南側は98番地、そして背後東側には115番地が隣接していた。最初に97番地の遺構の性格を検討するため、外国人居留地の居住者をまとめた人名録、ジャパン・ディレクトリーを辿ることからはじめてみたい（表18参照）。なお、ディレクトリーは毎年1月に発行されるので、その内容は前年12月の状態を示す。神戸の場合、1884（明治17）年版までは所有者のある番地のみをアルファベット順に記載するが、1885（明治18）年版から1907（明治40）年までは1番地から126番地まで全区画について番地順に居住者を記している。

ジャパン・ディレクトリーに97番地の居住者名が記されるのは1885年版以降から1907年版までである。1885年版から1894（明治27）年版まで97番地はH. St. J. BrownのPrivate Residenceで、1895（明治28）年版はこれにE. H. GillのPrivate Residenceが加わる。1896（明治29）年版と1897（明治30）年版は記載がなく、1898（明治31）年版のディレクトリーからHellyer & Co's Godownsと記載される。

97番地で検出されたI期の遺構は、煤けた土間床、煤け面を持つ煉瓦積からみて、住居に属する遺構とは考えにくい。また、遺構の状態からみて当該遺構の年代を大正期以降とも考え難い。1898年以降の所有者であるヘリヤ商会は今日まで続く茶輸出商であり、煤けのある煉瓦積などは、火入れ等による茶の再製と関連付けることができる。これらの点を勘案して、97番地I期の煉瓦積や土間床などをディレクトリーにあるHellyer & Co's Godowns、すなわち、ヘリヤ商会の茶再製場の遺構と考えたい。ディレクトリーに信をおくと、その建設年は1897（明治30）年以降ということになる。なお、ディレクトリーにあるGodownは本来倉庫を意味する語だが、外国人居留地ではTea firing godownなどと、茶再製場を示す場合にも用いられていた。後述するがその類似した外観は倉庫と茶再製場を厳密に区分できない場合もあり、一括してGodownと呼ばれていたのであろう。



図27 神戸居留地地割復元図

1880年(明治13年)版から1912年(明治45年)版のジャバパン・ダイレクトリーに記載された新宿周辺の居住者一覧

	92	96	97	98	99	112	114	115	118
1880 (明13)	-	-	-	-	-	-	-	-	Hunt, Helyer & Co.
1881 (明14)	-	-	-	-	-	-	-	-	Hunt & Co.
1882 (明15)	-	-	-	-	-	-	-	-	Fearon, Low & Co.
1883 (明16)	-	-	-	-	-	-	-	-	Fearon, Low & Co.
1884 O. Smith (明17)	Private Residence	-	-	-	-	-	-	-	Fearon, Low & Co.
1885 (明18)	Unoccupied	H.S.J. Browne, Private residence.							
1886 (明19)	Unoccupied	H.S.J. Browne, Private residence.							
1887 (明20)	Unoccupied	H.S.J. Browne, Private residence.							
1888 (明21)	Helyer & Co.	H.S.J. Browne, Private residence.							
1889 (明22)	Helyer & Co.	H.S.J. Browne, Private residence.							
1890 (明23)	Helyer & Co.	H.S.J. Browne, Private residence.							
1891 (明24)	Helyer & Co.	H.S.J. Browne, Private residence.							
1892 (明25)	Helyer & Co.	H.S.J. Browne, Private residence.							
1893 (明26)	Helyer & Co.	H.S.J. Browne, Private residence.							
1894 (明27)	Helyer & Co.	H.S.J. Browne, Private residence.							
1895 (明28)	Helyer & Co.	H.S.J. Browne, Private Residence. E.H.G.							
1896 (明29)	Helyer & Co.	-	-	-	-	-	-	-	Hunt, Helyer & Co., Belgian Consulate.

	92	95	97	98	99	112	114	115	118
1897 (#30)	Hellyer & Cn.	—	—	Hellyer & Co's Godowns.	A.A. Vanin & Co.	Hellyer & Co's Godowns.	E. Kullmann.	J. Witkowski & Co. Berger & Co. Belgian Consulate.	
1898 (#31)	Hellyer & Co.	E.H. Gill Private Residence	Hellyer & Co's Godowns.	Hellyer & Co's Godowns.	A.A. Vanin & Co.	Hellyer & Co's Godowns.	W. Stoffregen. H. Pittert Residence E. Kullmann. J. Balston. F. Kullmann. J. Balston. Residence.	J. Witkowski & Co. H. Pittert Residence Berger & Co. Belgian Consulate.	
1899 (#32)	Hellyer & Co.	E.H. Gill Residence	Hellyer & Co's Godowns.	Hellyer & Co's Godowns.	A.A. Vanin & Co.	Hellyer & Co's Godowns.	E. Kullmann. J. Balston. E. Kullmann. J. Balston. Residence.	J. Witkowski & Co. H. Pittert Residence Berger & Co.	
1900 (#33)	Hellyer & Co.	E.H. Gill Residence	Hellyer & Co's Godowns.	The American trading Co.	A.A. Vanin & Co.	Hellyer & Co's Godowns.	J. Witkowski & Co. H. Pittert Residence Berger & Co.	J. Witkowski & Co. H. Pittert Residence Berger & Co.	
1901 (#34)	Hellyer & Co.	G. Strauss & Co. G. Strauss & Co's Godowns	Hellyer & Co's Godowns.	The American trading Co.	A.A. Vanin & Co.	Hellyer & Co's Godowns.	—	J. Witkowski & Co. H. Pittert Residence Berger & Co.	
1902 (#35)	Hellyer & Co.	G. Strauss & Co. G. Strauss & Co's Godowns	Hellyer & Co's Godowns.	The American trading Co.	A.A. Vanin & Co.	Hellyer & Co's Godowns.	German Consulate F. Kien Residence	J. Witkowski & Co. H. Pittert Residence	
1903 (#36)	Hellyer & Co.	G. Strauss & Co. G. Strauss & Co's Godowns	Hellyer & Co's Godowns.	The American trading Co.	A.A. Vanin & Co.	Hellyer & Co's Godowns.	German Consulate F. Kien Residence	J. Witkowski & Co. H. Pittert Residence	
1904 (#37)	Hellyer & Co.	G. Strauss & Co. G. Strauss & Co's Godowns	Hellyer & Co's Godowns.	The American trading Co.	—	Hellyer & Co's Godowns.	German Consulate F. Kien Residence	J. Witkowski & Co. H. Pittert Residence	
1905 (#38)	Hellyer & Co.	G. Strauss & Co. G. Strauss & Co's Godowns	Hellyer & Co's Godowns.	The American trading Co.	A. Rock Residence	Hellyer & Co's Godowns.	German Consulate Swiss Consulate F. Kien Residence	J. Witkowski & Co. Lazarus Residence S. Schwoob	
1906 (#39)	Hellyer & Co.	G. Strauss & Co. G. Strauss & Co's Godowns	Hellyer & Co's Godowns.	The American trading Co.	—	Hellyer & Co's Godowns.	German Consulate Swiss Consulate F. Kien Residence	J. Witkowski & Co. Lazarus Residence S. Schwoob	
1907 (#40)	Hellyer & Co.	G. Strauss & Co. G. Strauss & Co's Godowns	Hellyer & Co's Godowns	The American trading Co.	—	Hellyer & Co's Godowns.	German Consulate Swiss Consulate	J. Witkowski & Co. Lazarus Residence	
1908 (#41)	Hellyer & Co.	G. Strauss & Co.	—	—	The American trading Co.	—	—	German Consulate Swiss Consulate	
1909 (#42)	Hellyer & Co.	G. Strauss & Co.	—	—	The American trading Co.	—	—	German Consulate Swiss Consulate	
1910 (#43)	Hellyer & Co.	G. Strauss & Co.	—	—	The American trading Co.	—	—	German Consulate Swiss Consulate	
1911 (#44)	Hellyer & Co.	G. Strauss & Co.	—	—	The American trading Co.	—	—	German Consulate Swiss Consulate	
1912 (#45)	Hellyer & Co.	G. Strauss & Co.	—	—	The American trading Co.	—	—	German Consulate Swiss Consulate	

神戸居留地内におけるヘリヤ商会の地所を確認しておくと、1880（明治13）年版の118番地にハント・ヘリヤ商会（Hunt, Hellyer & Co.）とあるのが初見で、1882年版から1884（明治17）年版まで112番地にハガト商会（Hagart & Co.）とともにヘリヤ商会（Hellyer & Co.）が記載され、1885年版以降はヘリヤ商会のみとなる。1889（明治22）年版ではヘリヤ商会は97番地の向かい、92番地に移転している。98番地と99番地、114番地にはHellyer & Co.'s Godown s となっている（99番地は1898年まで）。97番地の北側に隣接する96番地、そして背後東側に隣接する115番地はヘリヤ商会の地所ではない。

（2）平面構成

表面が炭化した三和土の南北には幅2.8mほどの煉瓦積の造構が検出されている（煉瓦が面的に敷かれたものではなく、数段ながらも垂直方向に積んで構築されるので、ここでは煉瓦積と呼称しておきたい）。帯状の炭化層、底面や側壁が焼けた跡などからみて、茶の再製に用いた再製炉（窯）の遺構と推測される。この煉瓦積の下方には、瓦を敷きつめた層を介して厚さ300mmほどの普通ポルトランドセメント含む硬質層がある。その下に松杭を多数に打ち込んで煉瓦の構造物を支えていた。北側煉瓦積の北側には、隅で三角形にカットした煉瓦が検出され、背後の床面を煉瓦敷きとしていたらしい。

また、煉瓦積の1mほど北側には、布基礎と考えられる造構が検出されている。大きさは背510mm、幅540mm程度、普通ポルトランドセメント含む硬質層からなり、中央付近にやや堅い部分が認められる。この布基礎の下方には、煉瓦積部分同様に、多数の松杭を打ち込んだ痕跡を検出し、同時期の遺構と考えられる。このように煉瓦積部分同様の入念な基礎工からすると、この布基礎は軸組構造ではなく、組積造の壁体を支持していたのであろう。神戸居留地3番スミス・ベーカー商会、7番コーンズ商会など、初期の外国人居留地の倉庫や茶再製場は内側に木造の軸組を立て、外側を石壁で包んだ、木骨石造建築が多かった。当建築の場合、再製炉の煉瓦積が基礎上に残る一方で、布基礎上に煉瓦が全く残らないことからも煉瓦造とは考えにくい。また、独立基礎の痕跡がないことからすると、腰部を切石積みとした上に土台を廻して側柱を立てていたのかもしれない。布基礎幅510mmからすると、側柱が六寸角程度、石壁厚が一尺強ほどに推定される。

煉瓦積や布基礎を支えている松杭痕はI～IVの調査区全てにおいて4列にわたって検出されている。このことからみると、中央東西方向の土間を挟むように松杭に支えられた煉瓦造の竈が並び、さらにその南北1mほど外側に松杭に支えられた木骨石造の壁体がそれぞれ並行していたと復原される。

煉瓦積と中央土間の境には、330mm×340mmの礎石とコンクリート製台座が3箇所所検出されている。その間隔は南北方向に真々2200mm、東西方向に真々5400mmである。先に復原した東西方向の壁頂を繋ぐ小屋梁を上間両側2本の独立柱で支えていたものと考察される。

では、これらの構成は東西方向にどこまで延びるのであろうか。

西側について、97番地の敷地は江戸町通りに接しているので、この道路境界を超えることはない。礎石中心から江戸町通り境までの距離は約5000mmであり、礎石から西壁までの間隔はこの値以下であろう。

東側について、松杭の痕跡は調査区の東端まで拡がっているが、97番地の東端まで延びるかどうか確認できない。ディレクターによって確認したように、115番地はヘリヤ商会の地所でないので、建物が敷地境界線を越えることはないだろう。そこで礎石の柱間5.4mの倍数をとって敷地幅に収まる建物の最大幅を計算すると、中央に5400mmが3スパン、東側は江戸町通り境まで5000mm、西側も左右対称にして5000mmを最大幅として推定される。

建物の構造は木骨石造と推定しているので、上述の最大寸法と独立柱の位置関係から、梁間、桁行の柱間

寸法を推定すると、桁行が半間を900mmとして中央3間(5400mm)が3スパン、左右端は2.5間(4500mm)で桁行合計14間、梁間では、半間を1000mmとして土間部分を2本の独立柱にそろえて1間(2200mm)、南北両側2間(3990mm)として、梁間合計5間からなる建物平面を復元した。

(3) 茶再製場の復元

茶再製場の機能上、要となるのが再製炉(窯)である。再製炉の規模、形態は建物の形状にも影響を与え、重要な検討対象である。しかしながら、その復元は極めて難しく、下に述べるように類例に乏しい現段階では相当の部分を推測に頼らざるを得ない。多少大胆な推測を交えながらも、今後の研究の踏石とするため、以下復元考察を試みてみたい。

(3-1. 遺構に残る痕跡)

再製炉の遺構と推定される中央土間を挟む南北の煉瓦積は、大きさ $235 \times 110 \times 56$ mmの赤煉瓦、縦横の日地幅9mmによって構築される。煉瓦は全面に用いられ、基礎を除き石材やコンクリートは用いられない。検出された遺構からみて再製炉は全部煉瓦造であったと考えられる。南北の煉瓦積には、3種類の炭化層を有する箇所が検出された。炭化層を残すことからみて、この3箇所は火床と推測されるが、それぞれ異なった形態をみせている。以下3箇所の炭化層の形態および痕跡について列記する。

- ①土間寄りの帯状の煤け：中央土間に近い、幅360mm、煉瓦小口幅3個分のもので、東西方向全部に渡って帶状に残る。炭化部分は平面3枚分のみに残り、それに接した煉瓦は煤けていない。このことから底面に煉瓦3枚を平に積み、両側に壁が立ち上がる細長いトンネル状の火床空間が想定される。また、北煉瓦積のうち、東西の帯状の煤けから土間に向かって延びた帯状の煤けが確認された。灰などを取り出すための開口かもしれない。
- ②南北に開いた窪み：土間北側の煉瓦積では北側、土間南側の煉瓦積では南側に開口を有する煤け面で、開口部の角は斜めに切り落とした煉瓦を用いる。開口から外側に灰を搔きだすような火床だったのだろう。北側煉瓦積には3箇所、南側煉瓦積には1箇所検出され、大きさは東西0.77m(小口幅6個分)、南北1.17m(小口幅9.5個分)、その底面は周囲より煉瓦1~3段分堆む。窪みを開む側壁も底面同様に煤けており、底面積の大きさからみて、当初は火床を開む壁面がさらに立ち上がっていたものと推測される。
- ③張り出し部の煤け：北側煉瓦積のうち、3つの方形窪みの中ほどに残る帯状の煤け面で、幅200mm、煉瓦の背3個分からなる。この煤け面は、方形窪みの底面よりも煉瓦4段分高く、ふたつの窪みの中間、幅960mm(小口幅6.5個分)、出140mm(小口幅1.5個分)ほどの突出部のほぼ中央に位置する。煤け面の両側は煤けの無い煉瓦を平に積んでおり、両側に壁が立ち上がる筒状の空間が推定される。また、煤け面の両側には外側

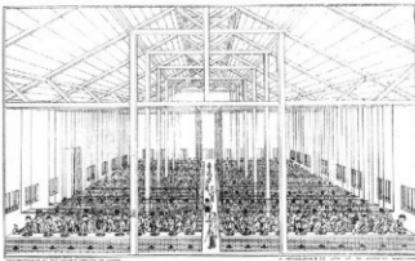


図28 'The preparation of Japan's tea'に掲載された茶再製場

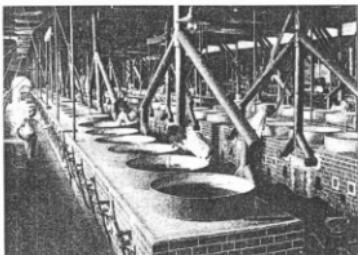


図29 Present day impressions of Japanに掲載された静岡のヘリヤ商会の茶再製場

に向かってL型に曲げた鉄筋が残ることからみて、外側に向かって筒状の空間にかぶさる扉や枠、筒状構造物等を支持していたと思われる。

なお、煤け面も含め再製炉は全て赤煉瓦によって構築され、耐火煉瓦は用いられていない。幕末や明治期の再製炉の古写真等を参照する限り、窓は赤煉瓦で構築され、耐火煉瓦は確認できない。茶の再製に用いられる熱が高温でなかったためであろう。

(3-2. 幕末から明治中期頃までの茶再製場の事例)

幕末や明治中期頃までの外国人居留地の茶再製場にかんして、いくつかその内部の様子を伝える古写真や版画が残されている。そこに写された内部の作業空間や茶再製炉の形態にはいくつかの種類があるようである。

ひとつは、横浜開港資料館編『明治の日本－横浜写真の世界』(有隣堂、1990)、小西四郎・田辯悟『モースの見た日本』(小学館、2005)、Henry Gribble, 'The preparation of Japan's tea' (Transaction of Asiatic society of Japan, vol.12, 1885)などに掲載された茶再製場内部の姿で、トラスなどの小屋組が露出した一室の作業場内部に、幅1mほどの丸鍋をはじめた煉瓦造の窓が複数列並び、各鍋の前に女工たちがひとりづつ立って再製作業をなしている(図28)。窓は煉瓦造、人の腰高ほどの高さがある。漆喰で塗り固めた上面には直径50cmほどの鉄製の丸鍋が、作業者一人につき一基ずつはまっている。その奥行きは1mに満たない。また、作業者の反対側の窓側面に開口があり、そこから燃料や灰を出し入れしている。以上一人一基からなる再製用窓が横に連なって横長の窓を形成し、これが何列も工場内部に並置してある。

次に、W. H. Uker, All about tea (New York : The tea and coffee trade journal company, 1935)、W. H. Morton Cameron, Present day impressions of Japan (London : Globe encyclopedia, 1919)、瀧恭三「静岡縣茶業史」(静岡縣茶業組合連合会議所、1926)などにおいて、日本の茶再製工場として写真が紹介されているもので、小屋組が露出した作業場内部に再製炉が並んでいる(図29)。窓は煉瓦造、人の肩高ほどの高さがあり、漆喰かセメントなどで固めた上面に円形に縁が飛び出した丸鍋がはまっている。その直径は1m超である。この丸鍋が6個ほどならんで1基の窓を形成し、これが、工場の規模に応じて横2列や複数列並んだようである。窓の正面(作業者の立つ側)には鉄製の蓋の付いた開口部、背面には方形の小開口やアーチ型開口のほか、金属製のパイプが窓から出て天井へ延びている。先に見た小さな丸鍋では、鍋1つにつき女工一人が作業していたが、これらの工場では6個の鍋につき作業者は1～2人程度しか見当たらない。このような茶再製炉をAll about teaではHarasaki's labor-saving tea restring pansと紹介しており、背後にパイプを付けたこの窓が、明治30年頃に原崎源作が発明したとされる茶再製炉であったことが分かる。写真から推定される奥行きは1m超ほどである。

(3-3. 類例との比較検討)

さて、今回発掘された茶再製炉の遺構を見ると、幅が3m近くあり、先に古写真などにみた再製炉より倍以上の奥行きがある。また、土間より帯状の煤けと一定間隔で並ぶ方形窓みの位置関係から、再製用の鍋は1列ではなく、2列並んでいたと推測できる。また、窓みの中間、張り出し部の煤けは、その形状やL型の金物を考慮したとき、原崎式の再製炉に見られた排気用の煙突と煙道をあてはめて考えると都合がよい。

先に見た原崎式の再製炉は1列のみのものだが、鍋が2列、階段状に配置された原崎式の再製炉がAll about teaに紹介されている(図30)。手前に入れる肩高ほどの再製炉、さらにその奥に再製炉が配されている。側面の様子を確認でき、手前の窓にはアーチ型の火床、奥の窓にもやや高い位置に煉瓦6段目ほどの位置に

アーチ型の火床が確認される。奥のアーチ型の下に長方形の蓋が見える。再製炉（竈）の高さは手前が1mほど、奥はさらに1m弱ほどの高さがある。

今回の遺構とこの古写真を比べてみると、手前のアーチ型が手前帯状の炭化層、奥の方形窓みは、写真左のアーチ型下の長方形の蓋を比定できるように思われる。今回の遺構で検出された奥の方形窓みの間隔は2m近くあり、方形窓みの上のみに鍋が配置されていたと推定すると鍋どうしの間隔が大きい。このように、方形窓みの上にアーチ型があつて鍋を載せていたとすると都合がよいと思われる。アーチ型の下に一定間隔で方形の窓みが並ぶ場合、窓みの機能を明確にできないが、灰落とし、あるいは奥の鍋と手前の鍋では温度が異なっていて、奥の鍋の熱源を置いたのかもしれない。ただし、写真では長方形の蓋は手前のアーチ型に隣接している。また、遺構の高さ関係から判断すると、排煙用の煙道は土間に近い手前の火床の側面に接続し、先に想定した上段の東西帯状火床の下方を交差していたことになる。背後の火床からは現在は失われた上方に煙道があったのかもしれない。古写真によると、パイプは複数箇所から伸びて1本に集約し、小屋上へ延びていたらしい。

このように類例と遺構とを重ねてみたものの、土間に近い手前の火床から背後の煙道までの距離が長いこと、背後の窓みの機能など、提出した復元案は機能上の問題を抱えた点も少なくない。現段階では再製炉内部の構造について遺構、資料ともきわめて情報が乏しい。今後の資料調査を含めた精査、考究が望まれる。なお、明治25年1月30日の又新日報には、ヘリヤ商会が発明したという機械を紹介する記事があるが、これが原崎式再製炉を改良したものかどうか不明である。

(3-4. 再製炉の配列)

この再製炉（竈）が奥行き方向へいくつ並んでいたかについて、類例を調べる限り、鍋を横方向に5個ないし6個ほど並べていたようである。今回の遺構を調べると、南北煉瓦積みを支える松杭の跡は途中中断することなく、調査区の東端まで広がっている。この松杭の上全てに再製炉が載っていたとすると、類例に無い長さ25mを越えるものとなり、竈側面からの燃料や灰の出し入れ等が困難となる。また、建物への出入り口について、江戸町通りに面した側面1ヶ所のみというのも作業上不便と思われる。

北側の煉瓦積みをみると、東端にわずかに張り出し部の煉瓦積みが確認される。ここから3つの窓みを持つ煉瓦積みがひろがる。ここでは、類例よりやや長いものとなるが、両端に煙道の突出部があつて、方形の火床が3つ、鍋を上下二段に7つづつはめたユニットを復元、両側に通路をとて左右対称に配置した。また、建物へのアクセスを考慮して南北の側壁中央にも出入口を想定した。

(4) 外観・断面構成

平面構成の復元において、両側木骨石造の壁、土間両側2本の柱とそれをつなぐ小屋梁を復元できた。また、再製炉の復元において、その総高さ2mほどと復元した。内部空間高さは最低これより大きなものとなる。この再製炉総高さに鍋への



REFIRING TEA FOR EXPORT IN HARASAKI PANS

図30 All about teaに掲載された二段の再製炉

茶葉の投入等を行うための1.5mほどの余裕をみて、内部空間高さを3.5mほどと推定しておきたい。

建物の屋根形状について、7番コーンス商会、11番メーシー商会、119～124番デラカンブ・マクグレガー商会と、神戸居留地にあった茶再製場は寄棟造の屋根に、同じく寄棟造の越屋根を載せた形状をしたもののが多かった(図31)。葺き材は桟瓦である。

最後に小屋組について、内部の独立柱に小屋梁が載ると推定されるが、桁行方向の柱間が5.4mとなり、若干スパンが広い。柱の大きさやスパンを考慮すると、独立柱の上に小屋梁と交わる中桁が載っていて、この中桁上、スパンの中間ほどにも小屋梁を載せていたと考えたい。また、木割の太い独立柱や、新潟税関石庫(明治2年)や長崎出島の石造倉庫(文久年間および慶応元年)といった木骨石造の類例からみて、小屋組は和小屋組をベースにしたものであろう。復元図では大きめの越屋根を支えるために、2本の独立柱上に、越屋根を直接受ける束を立て、貫で固めた小屋組を想定した。

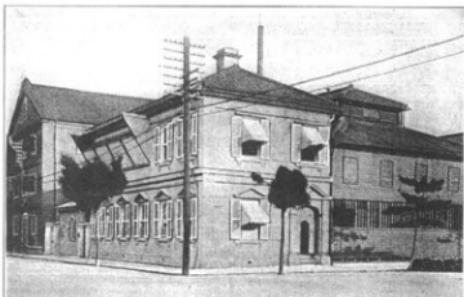


図31 'All about tea'に掲載された11番メーシー商会の茶再製場
(写真右側)

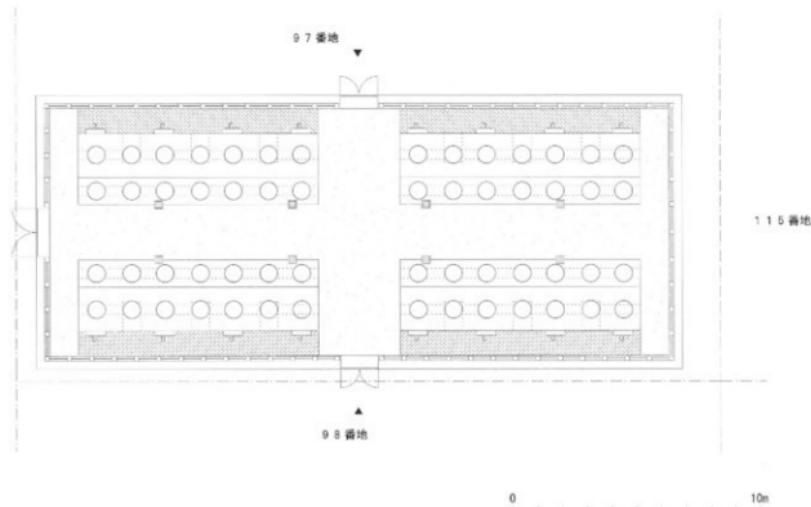


図32 ヘリヤ商会茶再製場 復元平面図 縮尺1:200

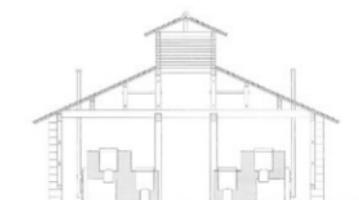


図33 ヘリヤ商会茶再製場 復元断面図 縮尺1:200

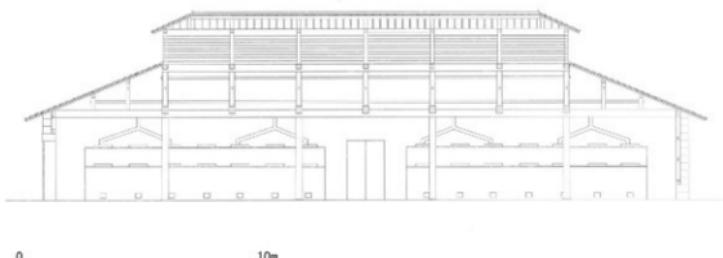


図34 ヘリヤ商会茶再製場 復元梁間平面図 縮尺1:200



図35 ヘリヤ商会茶再製場 復元短手立面図 縮尺1:200

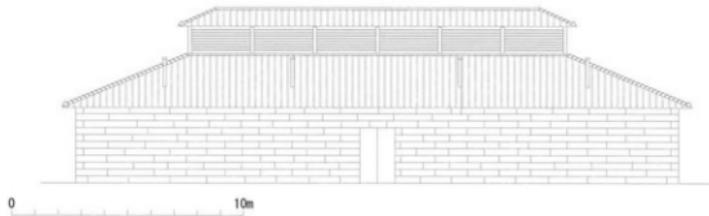


図36 ヘリヤ商会茶再製場 復元長手立面図 縮尺1:200



IV章 まとめ

1. 変遷

今回の旧神戸外国人居留地で初めて行われた発掘調査によって、文献等ではわからなかったことも想定的な情報ですが得ることができました。少なくとも17世紀以降の堆積の上に、津波堆積物が確認できたことは、江戸時代に南海・東南海トラフ近郊での地震によって発生した津波がこの地点まで押し寄せていたを物語っています。この津波は、安政大地震もしくは宝永大地震によるものと推定できます。先の兵庫県南部地震の際には、神戸では多くの地点で液状化現象が発生し甚大な被害を受けました。この震災以前から過去の液状化現象や地滑りの痕跡を発掘調査で確認し、その多くが伏見地震（1596年）によるものであることを推定してきました。今回の調査では、新たに地震による津波が神戸にも押し寄せていたことを初めて確認することができました。その被害の全容を今回の事実確認だけでは推し量ることはできませんが、今後の発掘調査での資料の蓄積を踏まえて、今後の教訓としていく必要があります。

その後の居留地建設以降、3時期の建物の痕跡が確認できました。新しい順にその概略をみていきます。Ⅲ期は昭和27年（1952）に建築された建物の基礎です。この基礎には、大正年間からはじまった鉄筋コンクリートによる工法で築かれています。基礎の底には、花崗岩の再利用を含む削栗石と砂利が敷かれています。Ⅱ期には、大正年間と推定される建物の基礎が築かれています。部分的であるため、規模などは不明ですが、煉瓦造りの一部が残されていました。

Ⅰ期は、記録類と合わせて検討すると、居留地の97番地に相当し、ヘリヤ商会による木骨石造りの建物が建てられ、その内部には煉瓦造りの茶再製炉が築かれており、居留地貿易で輸出品としてお茶を加工していましたことが、裏付けられました。

この地は海岸に近く、旧生田川が運んだ土砂による扇状地の末端に位置しており、脆弱な地盤であったことから、建設に当たっては、杭やコンクリートによる地盤を人念に行っていましたことがわかりました。従来の工法にセメントという新しい建築材料を取り入れながら、一方で棟瓦を再利用して基礎に用いています。セメントに用いた砂や礫は、やはり生田川の河川堆積物や上流の砂礫を骨材としています。

再製炉に用いた煉瓦は、堺煉瓦株式会社で製作されたと推定されるもので、寸法や焼成は安定しており、当時としては質の良い製品です。

いずれの時期の建物も、後世の建物の建設によってその一部が残されているだけですが、その材質や工法はそれぞれの時期の建築技術や建築資材生産・流通を端的に反映しています。このように、かろうじて残されたその一部に、この地に折り重なる歴史の変遷を読み取ることができます。

2. 明治時代の日本茶の輸出

幕末の混乱の中で、開国的具体な国家的な事業として、それまでの対外貿易とは異なる状況が生まれてきました。居留地貿易の始まりです。その初期の主要な交易品の1つに日本茶がありました。その背景には、日本では江戸時代を通じて、需要の高揚と製茶法の改良が相乗し、一定の生産量があったことと、ヨーロッパ諸国がアジアから茶を入手することにより大きな利潤を得ていたこと、その最大の入手国であった清国が政情の不安定に伴い、供給が不透明になったことなど、内外のいくつかの要因が上げられます。

神戸港からの輸出品を見ると、当初は米、茶、など他の開港市場と同様に幕末の国内生産の主製品が輸出

品目の筆頭になっています。しかし、それまでの国内消費を前提とした製法では、長時間の船便による輸送に耐え得る品質の維持は困難であるため、輸出用の再加工が必要になります。その製法は、先行していたインドや香港で行われていた再製法です。これはヨーロッパからの買付商人がアジア各地の貿易拠点で在地の生産組織と共に生み出したものです。日本でも国内生産・流通している茶を輸出用に加工する技術を伝えたのは、買付に来たヨーロッパの商人です。具体的には香港等の茶再製工場の技術者を商人が雇い、治外法権のある居留地で再製工場を作り、产地から買い付けた茶葉を日本人労働者によって輸出用に加工しています。このように殖産政策を奨励した明治政府ですが、茶の輸出用加工には直接には関与できなかったようです。しかし、国内の生産者や商社が商業組合等を結成し、新たな加工法や販路開拓を徐々に実現していきます。神戸でも全国的組織である中央茶業組合と連動して神戸茶業組合が設立されています。また、外国との直接輸出を目指して日本製茶輸出会社などが設立されています。

日本茶の輸出先は当初ヨーロッパを中心でしたが、その他にはアメリカにも輸出されています。今回の見つかったヘリヤ商会で再製された茶は、主にアメリカに輸出されていました。当時アメリカでは、紅茶のように砂糖やミルクを入れて飲まれていたようです。

神戸から輸出される茶は、日本人商社によっておおよそ関西一円で買い付けられていたようです。神戸の居留地でも茶を貿易品目として、再製工場を営んだ会社は多くありますが、今回の発掘調査で明らかになったヘリヤ商会について残された記録をたどるとおおよそ次のようになります。

ヘリヤ商会

- 1867 (K3) フレデリック・ヘリヤ来日 (1849イギリス生れ) 18歳オルト商会入社。
1868 (M1) イギリス人カベベ、ヘリヤ商会などが長崎で茶の買い付けをはじめる。
1869 (M2) オルト社廃業 ハント&ヘリヤ商会創設。
1873 (M5) ヘリヤ商会、神戸に移転。
1874 (M6) ヘリヤ商会 (フレデリック・ヘリヤ、トマス・ヘリヤ兄弟)
1892 (M25) 又新日報「ヘリヤ商会の新発明」2面に記事。
1897 (M30) 92番地ヘリヤ商会 業務製茶輸出。
1899 (M32) 静岡支店開設。
1905 (M38) 92番地ヘリヤ商会 業務製茶輸出。
1917 (T6) 神戸支店、横浜支店の事務所閉鎖。
1919 (T8) 東京日日新聞の記事。「大正7年度、前年度輸出第1位のヘリヤ商会がホイットニー商会に輸出第1位の座を奪われた。」
1941 (S16) 第2次世界大戦のため業務停止。
1947 (S22) 営業再開が認められる。
1972 (S17) 日本法人となる。代表 谷本宏太郎氏 現在も静岡市において茶の輸出を行っている。

又新日報 1892(明治25年) 1月30日

○ヘリヤ商会の新発明 「当港居留地九一二番ヘリヤ商会の主人は製茶を再製する場合に木炭を用ふる代りに石炭を用ひなば人に手数を省き得べしとして数年前よりその工夫をなし居りしが今度石炭焙焼の機械を発明したるを以て本年新茶の時より仮庫の方だけに試用すべしとして日下その枠枠最中なりといふ」

又新日報には、神戸港からの茶の輸出に関する記事が多く掲載されています。

主な参考文献

- 新修 神戸市史 産業経済編Ⅱ 平成12年 神戸市
茶業開拓 明治の發展と多田元吉 1989年 全般社
日本茶輸出百年史 日本茶輸出行年史編纂委員会 昭和34年
日本茶文化大全 ウィリアム・H・ユーカス著/静岡大学 ALL ABOUT TEA 研究会 2006年 編知泉書院
日本煉瓦史の研究 永野 信太郎 1999年 法政大学出版
御影郷古酒蔵群第4次発掘著果並報告書 2007年 神戸市教育委員会
明治工業史建築篇 1929年 工学会明治工業史発行所

報告書抄録

ふりがな	きゅうこうべかいこくじんきよりゅうちいせき はっくつちょうさほうこくしょ							
書名	旧神戸外国人居留地遺跡 発掘調査報告書							
圖書名								
卷次								
シリーズ名								
シリーズ番号								
編著者名	千種 浩(編)・阿部 功							
編著機関	神戸市教育委員会							
所在地	〒650-8570 兵庫県神戸市中央区加納町6丁目5番1号				Tel. 078-322-6480			
発行年	西暦2011年3月31日							
所取遺跡名	所在地	コード		北緯	東經	発掘期間	発掘面積m ²	発掘原因
		市町村	遺跡番号					
旧神戸外国人居留地遺跡	兵庫県神戸市 中央区江戸町 97・98番地	28110	03-62	34度 41分 23秒	135度 11分 40秒	2009.12.1 ~ 2010.1.29	306	記録保存調査
所取遺跡名	種別	主な時代		主な遺構		主な遺物		特記事項
旧神戸外国人居留地遺跡	近代遺跡	江戸時代・明治時代		茶再製場・茶再製炉		煉瓦・瓦・鉄製品		
要約								
江戸時代の津波堆積物を神戸で初めて確認し、さらにその後建設された旧神戸外国人居留地内で居留地貿易としての茶再製場の遺構を初めて確認した。								

Keywords

Foreign Settlements of Kobe site Excavation Tsumani Trace

Refiring Tea for Export Refinery Hellyer & Co.

Abstract

This report is about the excavation of the kobe Foreign Settlements site.

- 97・98 Edomachi-cho Chuo-ku Kobe Hyogo
- The first discovery of a Japanese tea refinery for export built in the Meiji period was made in Kobe.
- This refinery was constructed by Hellyer & Co. for export mainly to the United States.
- This was the first time traces of an Edo-period tsumani in Kobe were uncovered.

旧神戸外国人居留地遺跡 発掘調査報告書

2011年3月31日

発行 神戸市教育委員会文化財課
神戸市中央区加納町6丁目5番1号
TEL 078-322-6480

印刷 デジタルグラフィック株式会社
神戸市中央区介天町1-1
TEL 078-371-7000

