

学位論文題名

北海道の縄文遺跡から出土した漆塗膜片および
天然アスファルトと擦文遺跡から出土した
ガラス玉の分析に関する研究

学位論文内容の要旨

本研究は、北海道中央部と南西部の縄文遺跡で発見された漆工品の塗膜片および天然アスファルトと北海道東端の中世の遺跡から出土したガラス製品の物理化学的分析により、製品の特性、加工技術を解明し、さらに原材料の産地を同定することによって原材料や製品の移動や流通の経路を解明しようと試みたものである。先史時代から道具や材料の開発は、人間活動の普遍的な活動の一つであり、今日まで連綿と続いている。人類史の一面は材料開発の系譜としてみることもできる。地表下に埋もれた考古遺物の自然科学分析は、この系譜をひも解く作業でもある。

天然の高分子材料として現在も価値の高い漆や自然の石油製品とでも言うべき天然アスファルトが、既に先史時代から活用され、また一定水準の製作・加工技術を必要とするガラス製品も各地の遺跡で出土している。漆工製品や漆工技術は、奈良時代以降に中国から日本に伝えられたとされてきたが、縄文時代(8000~300 B. C.) 早期の遺跡から発掘された。天然アスファルトは、東日本、北日本の広範な地域の縄文遺跡から出土している。ガラス製品は、オホーツク海沿岸地域の中世の遺跡から出土したが、中世の北海道でガラスを製造した痕跡はない。これらの事実は、原材料や製品が活発に移動を繰り返していたことを示し、優れた材料や技術を入手した集団が文化的ポテンシャルを保持して影響力を行使していたことを物語っている。

多様な遺物が数多く発見されるのは縄文時代以降の遺跡であるが、縄文時代の草創期でも10000年前程度であるために、遺跡の基底面は現在の地表面下数10 cmから100 cm程度の浅深度に位置するに過ぎない。このため、ほとんどの遺物は酸性土壌に埋包され、著しい物理化学変化を経ている。また、考古遺物は文化財として扱われ、その取り扱いには各種の制約が伴う。本研究では、これらの制約条件下の自然科学分析で、試料調製や分析法を開発し、分析精度の向上を図ることが随伴した課題となり目的の一つになった。以下に本論文の各章ごとの概要を示す。

第1章は序論であり、考古遺物の自然科学的分析の現状、縄文漆、天然アスファルトおよびガラスの分析の経過、歴史と研究の意義について述べた。

第2章では、北海道中央部の長沼町と恵庭市の縄文遺跡から出土した漆資料が、柔軟で高度な技法によって支えられていることを示した。偏光顕微鏡とEPMAによる観察、分析では、長沼資料は縄文後期の藍胎漆器の破片、恵庭資料は縄文後期の櫛の塗膜破片である。長沼資料の断面は藍胎の繊維質と三層の漆塗膜から成っていて、塗膜の三層は下地層、ベンガラ含有の赤色中塗り層および辰砂含有の赤色上塗り層である。下地層と中塗り層は生漆から成る塗膜で、生漆は流動性が高く藍胎繊維に浸透しやすい。そのために、藍胎内部の空隙では浸透した生漆で充填されている部分もある。さらに、赤色の中塗り材は、下地層にできた隙間や割れ目から藍胎繊維に浸入している。恵庭資料の断面は、生漆と木粉とを混ぜてできた素地と二層の塗膜から成っている。素地の生漆・木

粉混合系物質は、櫛歯を横架材に固定するための塑形材であると思われる。塑形層には大小さまざまな空隙がある。この空隙は、木粉の分解や抜け落ちによって形成されたものであり、その内壁には鉄成分が沈着している。これは、高流動性の赤色漆が浸透したことによるものである。他方、同じ断面内で上塗り材が直接塑形層の上に塗られ、塑形層の欠陥を補っている部分がある。これは、上塗り材が高粘性であり、低質、低粘性の中間塗材が、素地や塑形部へ流失するのを防止する効果があったことを示している。このような塗膜の成層構造は特殊で稀であるが、柔軟で多様な塗膜形成技法が存在した可能性を示唆している。長沼、恵庭両資料の上塗り層には辰砂と銅が検出された。これらの鉱物の探鉱技術や鉱物の整粒技術も存在していた。両製品の背景には相当程度に発達した総合的な漆工技術が存在した可能性が高い。

第3章では、遺跡から出土した天然アスファルトの産地同定を成功させたことについて述べた。北海道で出土する天然アスファルトには、産地への帰属が判然としないものが多く、その産地をめぐってはグレイゾーンとなっていた。この問題を解決するために、天然アスファルトが連続的パラフィン成分の混合系であり、その起源原油固有のバイオマーカー組成が保存されていることに着目した。FI-MS測定によって得られたパラフィン成分のトータルイオン質量スペクトルは7種類のパラフィンのスペクトルに分割され、それぞれの強度が求められた。この強度を変数として多変量統計解析の重判別分析がなされた。出土資料41点と油田試料67点に対する分析の結果、起源原油が判別された出土資料の地理的分布が明らかになった。その結果、北海道には秋田県豊川油田、新潟県大入油田およびサハリンに由来する3種類の天然アスファルトが流通したことが判明した。注目されるのは、縄文後期中葉に、新潟県大入産アスファルトが他のアスファルトに先駆けて、礼文島まで約1000 kmに及ぶ長距離移動をしたことである。日本海沿岸の移動ルートがあった可能性がある。3カ所の油田に由来する出土アスファルトは、出土した遺跡の地理的位置、盛行時代ともに重複する部分があり、互いの影響圏は交錯したが、最終的には、縄文後期の石狩低地帯に全てが集合している。この低地帯は、物流の結節点であった可能性を指摘できる。

第4章では、根室半島の擦文時代(800~1300 A. D.)の遺跡から出土したガラス玉56点の化学組成分析に基づくガラス特性、腐食資料の腐食メカニズムおよび腐食資料の鉛同位体比分析による産地推定について論じた。非腐食資料5点は、耐食組成(酸化カルシウムまたは酸化アルミニウム)をもった低鉛高シリカを基本とした高耐久性ガラスであり、腐食資料とは由来が異なる。腐食資料51点は、日本および朝鮮半島で製造されたガラスを含む複数の大陸産ガラスを混合した再溶融ガラスであることが推定される。約3分の2が「鉛-ケイ酸塩」ガラスの再溶融ガラス、17点前後が「石灰-鉛-ケイ酸塩」ガラスの再溶融ガラスである。再溶融後のガラス化技術は稚拙であった。このため、内部応力が緩和しないガラス玉ができ、歪を発生させたと考えられる。歪の発生は酸性土壌水溶液(pH=5.0)中の酸化剤(水素イオン、溶存酸素)による侵食を容易にし、銅成分や鉛成分の選択溶出および拡散を誘発したと考えられる。とりわけガラス網目骨格の一部を担っていた鉛成分の溶出は、網目溶解の直接原因になったと思われる。鉛成分の拡散は指数関数的であることが見出され、濃度変化を追跡できる資料15点の濃度補正が可能となった。これによって、腐食ガラス全体の分類が可能となった。

第5章では、本研究で得られた成果をまとめた。

以上を要約するに、本研究は、古代からの交易品として北海道各地に散在する漆工品、アスファルト、ガラス製品について、その新たな物理化学的分析手法を開発し、産地同定や製法解析を通じて、それらの交易ルートや製造技術およびその伝播ルート等の推定を可能とした。その成果は、縄文時代以降の文化交流、文明形成の過程を考古物理化学的手法によって明らかにするものであり、本邦の考古学研究に多大な寄与をするものである。

学位論文審査の要旨

主 査 教 授 市 川 恒 樹

副 査 教 授 小 笠 原 正 明 (東京農工大学大学

教育センター)

副 査 教 授 金 野 英 隆

副 査 助 教 授 小 泉 均

学位論文題名

北海道の縄文遺跡から出土した漆塗膜片および 天然アスファルトと擦文遺跡から出土した ガラス玉の分析に関する研究

本研究は、北海道中央部と南西部の縄文遺跡で発見された漆工品の塗膜片および天然アスファルトと北海道東端の中世の遺跡から出土したガラス製品の物理化学的分析により、製品の特性、加工技術を解明し、さらに原材料の産地を同定することによって原材料や製品の移動や流通の経路を解明しようと試みたものである。

先史時代から道具や材料の開発は、人間活動の普遍的な活動の一つであり、今日まで連綿と続いている。人類史の一面は材料開発の系譜としてみることもできる。地表下に埋もれた考古遺物の自然科学分析は、この系譜をひも解く作業でもある。

天然の高分子材料として現在も価値の高い漆や自然の石油製品とでも言うべき天然アスファルトが、既に先史時代から活用され、また一定水準の製作・加工技術を必要とするガラス製品も各地の遺跡で出土している。漆工製品や漆工技術は、奈良時代以降に中国から日本に伝えられたとされてきたが、縄文時代(8000~300 B. C.) 早期の遺跡から発掘された。天然アスファルトは、東日本、北日本の広範な地域の縄文遺跡から出土している。ガラス製品は、オホーツク海沿岸地域の中世の遺跡から出土したが、中世の北海道でガラスを製造した痕跡はない。これらの事実は、原材料や製品が活発に移動を繰り返していたことを示し、優れた材料や技術を入手した集団が文化的ポテンシャルを保持して影響力を行使していたことを物語っている。

多様な遺物が数多く発見されるのは縄文時代以降の遺跡であるが、縄文時代の草創期でも10000年前程度であるために、遺跡の基底面は現在の地表面下数10 cmから100 cm程度の浅深度に位置するに過ぎない。このため、ほとんどの遺物は酸性土壌に埋包され、著しい物理化学変化を経ている。また、考古遺物は文化財として扱われ、その取り扱いには各種の制約が伴う。本研究では、これらの制約条件下の自然科学分析で、試料調製や分析法を開発し、分析精度の向上を図ることが随伴した課題となり目的の一つになった。以下に本論文の各章ごとの概要を示す。

第1章は序論であり、考古遺物の自然科学的分析の現状、縄文漆、天然アスファルトおよびガラスの分析の経過、歴史と研究の意義について述べた。

第2章では、北海道中央部の長沼町と恵庭市の縄文遺跡から出土した漆資料が、柔軟で高度な技法によって支えられていることを示した。偏光顕微鏡とEPMAによる観察、分析では、長沼資料は縄文後期の藍胎漆器の破片、恵庭資料は縄文後期の櫛の塗膜破片である。長沼資料の断面は藍胎

の繊維質と三層の漆塗膜から成っていて、塗膜の三層は下地層、ベンガラ含有の赤色中塗り層および辰砂含有の赤色上塗り層である。下地層と中塗り層は生漆から成る塗膜で、生漆は流動性が高く藍胎繊維に浸透しやすい。そのために、藍胎内部の空隙では浸透した生漆で充填されている部分もある。さらに、赤色の中塗り材は、下地層にできた隙間や割れ目から藍胎繊維に浸入している。恵庭試料の断面は、生漆と木粉とを混ぜてできた素地と二層の塗膜から成っている。素地の生漆・木粉混合系物質は、櫛歯を横架材に固定するための塑形材であると思われる。塑形層には大小さまざまな空隙がある。この空隙は、木粉の分解や抜け落ちによって形成されたものであり、その内壁には鉄成分が沈着している。これは、高流動性の赤色漆が浸透したことによるものである。他方、同じ断面内で上塗り材が直接塑形層の上に塗られ、塑形層の欠陥を補っている部分がある。これは、上塗り材が高粘性であり、低質、低粘性の中間塗材が、素地や塑形部へ流失するのを防止する効果があったことを示している。このような塗膜の成層構造は特殊で稀であるが、柔軟で多様な塗膜形成技法が存在した可能性を示唆している。長沼、恵庭両試料の上塗り層には辰砂と銅が検出された。これらの鋳物の探鋳技術や鋳物の整粒技術も存在していた。両製品の背景には相当程度に発達した総合的な漆工技術が存在した可能性が高い。

第3章では、遺跡から出土した天然アスファルトの産地同定を成功させたことについて述べた。北海道で出土する天然アスファルトには、産地への帰属が判然としないものが多く、その産地をめぐってはグレイゾーンとなっていた。この問題を解決するために、天然アスファルトが連続的パラフィン成分の混合系であり、その起源原油固有のバイオマーカー組成が保存されていることに着目した。FI-MS測定によって得られたパラフィン成分のトータルイオン質量スペクトルは7種類のパラフィンのスペクトルに分割され、それぞれの強度が求められた。この強度を変数として多変量統計解析の重判別分析がなされた。出土資料41点と油田試料67点に対する分析の結果、起源原油が判別された出土資料の地理的分布が明らかになった。その結果、北海道には秋田県豊川油田、新潟県大入油田およびサハリンに由来する3種類の天然アスファルトが流通したことが判明した。注目されるのは、縄文後期中葉に、新潟県大入産アスファルトが他のアスファルトに先駆けて、礼文島まで約1000 kmに及ぶ長距離移動をしたことである。日本海沿岸の移動ルートがあった可能性がある。3カ所の油田に由来する出土アスファルトは、出土した遺跡の地理的位置、盛行時代ともに重複する部分があり、互いの影響圏は交錯したが、最終的には、縄文後期の石狩低地帯に全てが集合している。この低地帯は、物流の結節点であった可能性を指摘できる。

第4章では、根室半島の擦文時代(800~1300 A. D.)の遺跡から出土したガラス玉56点の化学組成分析に基づくガラス特性、腐食資料の腐食メカニズムおよび腐食資料の鉛同位体比分析による産地推定について論究した。非腐食資料5点は、耐食組成(酸化カルシウムまたは酸化アルミニウム)をもった低鉛高シリカを基本とした高耐久性ガラスであり、腐食資料とは由来が異なる。腐食資料51点は、日本および朝鮮半島で製造されたガラスを含む複数的大陸産ガラスを混合した再溶融ガラスであることが推定される。約3分の2が「鉛-ケイ酸塩」ガラスの再溶融ガラス、17点前後が「石灰-鉛-ケイ酸塩」ガラスの再溶融ガラスである。再溶融後のガラス化技術は稚拙であった。このため、内部応力が緩和しないガラス玉ができ、歪を発生させたと考えられる。歪の発生は酸性土壌水溶液(pH=5.0)中の酸化剤(水素イオン、溶存酸素)による侵食を容易にし、銅成分や鉛成分の選択溶出および拡散を誘発したと考えられる。とりわけガラス網目骨格の一部を担っていた鉛成分の溶出は、網目溶解の直接原因になったと思われる。この鉛成分の拡散は指数関数的であることが見出され、濃度変化を追跡できる資料15点の濃度補正が可能になった。

第5章では、本研究で得られた成果をまとめた。

以上を要するに、著者は、古代からの交易品として北海道各地に散在する漆工品、アスファルト、ガラス製品について、その新たな物理化学的分析手法を開発し、産地同定や製法解析を通じて、それらの交易ルートや製造技術およびその伝播ルート等の推定を可能とした。その成果は、縄文時代以降の文化交流、文明形成の過程を考古物理化学的手法によって明らかにするものであり、本邦の考古学研究に多大な寄与をするものである。よって著者は、北海道大学博士(工学)の学位を授与される資格あるものと認められる。