

氏名	釘屋 奈都子
ヨミガナ	クギヤ ナツコ
学位の種類	博士（文化財）
学位記番号	博美第432号
学位授与年月日	平成26年3月25日
学位論文等題目	〈論文〉 室町末期から江戸時代の鎧に用いられた鉄鋼材料の製作と加飾

論文等審査委員

（主査）	東京藝術大学	教授	（美術学部）	永田 和宏
（副査）	東京藝術大学	教授	（美術学部）	桐野 文良
（副査）	東京藝術大学	教授	（美術学部）	稲葉 政満
（副査）	東京藝術大学	教授	（美術学部）	木島 隆康
（副査）	東京藝術大学	准教授	（美術学部）	前田 宏智
（副査）	東京藝術大学	名誉教授		北田 正弘

（論文内容の要旨）

第1章「諸言」で述べるように、日本の鎧は古墳時代にはすでに使用されており、長い歴史を持つ。その歴史の中で鎧は、武器および戦闘方法に合わせて、短甲(たんこう)、挂(けい)甲(こう)、大鎧、当世具足など形式が変遷している。日本の鎧の従来研究は、形式に着目したものが主であり、材料科学的研究は少ない。よって本研究では、室町時代末期から江戸時代に製作されたと推定される鎧を研究対象とし、鎧の基本部品である鋼板や鋼線について、鉄鋼材料や製作方法を明らかにすることを目的とした。また、漆が施されている鎧鋼板の装飾方法を明らかにし、加飾と防食効果について検討した。

第2章「和鉄の鍛接方法—炎中の火花「沸き花」発生を鍛接開始の指標とする和鉄鍛接機構」では、鎧の鋼板や鋼線の素材となる「和鉄」の鍛接機構について調べた。日本古来の製鉄方法であるたたら製鉄により製造した「和鉄」は現代鋼とは性質が異なり、「和鉄」を用いて製作する場合には、「折返し鍛錬」や「積沸かし鍛錬」などの鍛接作業が不可欠となる。そこで、この鍛接作業が「和鉄」を特徴づけると考え、和鉄の鍛接機構について考察した。本研究では、鍛冶工程中に発生する「沸き花」が和鉄を鍛接する際の指標となることに着目し、鍛冶実験を行った。鍛冶工程中に、鍛冶炉の炎が黄色から橙色へ変化するが、これは藁灰と泥から熔融したノロが生成したことを示す。和鉄の鍛接温度は約1300℃であるが、Feの燃焼により鍛接面では1470℃になり和鉄表面が溶解する。脱炭によりCOガス気泡が発生するときの力で、この熔融したFeが微粉末として気泡中に取り込まれ、またCOガスが放出された時にFeが「沸き花」となる。その状態で鍛造することにより、和鉄は接合する。また、鍛接工程で和鉄界面に生成したFeOのノロは鍛造により絞り出されるが、一部は非金属介在物として鍛接面に線状に残留することが明らかになった。

第3章「本研究で用いた室町時代末期から江戸時代の鎧試料」では、対象試料の鎧である草摺(くさずり)(腰の鎧)、籠手(こて)(腕の鎧)、肩(わたがみ)(肩から背中への鎧)、袖(肩の鎧)(各々北田正弘所蔵)と鎖帷子(くさりかたびら)(明珍宗理所蔵)の外観と特徴を述べた。

第4章「小札鋼板の製作方法」では、上述の鎧のうち、草摺の小札鋼板について金属組織観察を行うとともに、和鉄を用いて作製した鋼板を比較試料として考察を行った。小札鋼板の炭素濃度は最小値0.1mass%以下、最大値0.8mass%であり、素材には炭素濃度の低い鋼や、炭素濃度の高い鋼が同時に使用されている。また鋼板には、1種の炭素濃度からなる「丸鍛え」の鋼板や、異なる鋼が積層され鍛接された「合わせ鍛え」の鋼板の2種ある。非金属介在物は鋼板面に平行に線状に分布して観察され、非金属介在物の本数から素材の折り返し鍛錬は1～3回である。硬度上昇や圧縮応力の観測の結果から、鋼板は地金厚さ1mm程度に鍛造された後、焼

なましはされずに、切断、穿孔、整形が行われている。

第5章「籠手、袖、肩上に用いられた鋼板の製作方法」では、籠手、袖、肩上の各部位に用いられた鋼板の金属組織を調べ、以下のことを明らかにした。各部位の鋼板の地金厚さは1mm程度である。鋼板の炭素濃度は最小値0.1mass%以下、最大値0.8mass%であり、1種の炭素濃度からなる鋼板と、複数の炭素濃度からなる鋼板の2種が観察される。中でも籠手には、炭素濃度の低い鋼を用いた「丸鍛え」の鋼板が主に使われている。一方、袖、肩、草摺には「合わせ鍛え」の鋼板が多く用いられる傾向がみられた。

第6章「鎖鋼線の製作方法」では、草摺、籠手、鎖帷子に用いられた鎖鋼線を金属組織学的に解析するとともに、鍛造により鋼線を作製し比較試料として考察を行った。鎖鋼線の平均炭素濃度は0.11mass%から0.40mass%である。非金属介在物の本数から、素材は2回程度の折返し鍛錬が施されている。また金属組織は、鋼線の軸方向に引き伸ばされて観察される。比較試料作製では、鎖鋼線同様の1mmφの線材の製作を鍛造により試みたが、約2mmφまで鍛造した際に、線の中央や先端で亀裂が現れた。比較試料や文献調査の結果から、鎖の製作方法は以下の通りである。まず、鋼板を作り、棒を切り出す。棒は、焼なましを行いながらダイスを用いて線引きを行い、約1mmφの線材にする。線材は鎖の形状に合わせた棒鋼に巻きつけ、鑿で切り、輪にし、鎖に組み上げている。

第7章「漆による鎧鋼板の加飾と防食」では、鎧鋼板に施された黒色の塗装部について調べた。結果、鋼板の地金上には、塗料層、下地層、酸化鉄層が積層している。塗料層では、黒漆が1~2回塗布されており、その下には地の粉や砥の粉などの下地が用いられている。塗装が施されている箇所や、黒漆の外観、金粉や黄銅箔の使用から、漆塗布は鋼板の加飾性を向上させるために用いられている。また、下地と漆が塗布されて地金との密着性が良い部分では、地金の腐食が妨げられており、防食効果には地金と下地の密着性が重要であることが明らかになった。

第8章「総括」では 以上の結果を総合し、草摺、籠手、肩、袖および鎖帷子の鋼板や鋼線に用いられている鉄鋼材料や製作方法の特徴をまとめた。また、鋼板に関しては、漆による加飾方法と防食効果についてまとめた。

(総合審査結果の要旨)

本論文は、8章で構成されている。

第1章「緒言」では、我国の甲冑の歴史を概観し、特に火縄銃がもたらされた室町時代末期からは鋼板や鉄鎖が防備上重要な機能を果たしてきたことを述べ、文化財としてその材料学的な研究の重要性を指摘し、本論文の意義を明らかにしている。

第2章「鋼材の鍛接方法」では、我国の鉄鋼材料がたたら製鉄で製造されてきたこと、製造された鋼塊を鋼板や線材にするために折返し鍛錬を行い材質を調整する工程が重要であることを指摘し、鋼を藁灰と泥で覆い加熱して鍛接する方法の原理を明らかにしている。すなわち、鍛接の指標として炎中に現れる「沸き花」に注目し、界面の鉄が燃焼するときの発熱で界面の温度が上がり界面が溶解して鋼と鋼が接触し溶接されることを実証している。

第3章「本研究で用いた室町末期から江戸時代の鎧試料の特徴」では、研究に用いた草摺、籠手、袖、肩および鎖帷子の特徴を詳細に述べ、それらが別々の鎧の部材であること、形式から室町時代末期から江戸時代の鎧に用いられた当世具足であることを明らかにしている。

第4章「小札鋼板の製作方法」では、草摺に用いられている小札鋼板について、厚さが1mm程度であること、0.1から0.3mass%程度の鋼材が用いられており、その中の介在物が主に FeOからなっていること、介在物が細かく分散しているものと、大きく線状に並んでいるものがあることを示し、後者が折返し鍛錬の鍛接面に現れることを実証している。この線状に並んだ介在物から折返し鍛錬が1から3回程度行われていること、残留応力から小札の短手方向に延伸されており、さらに湾曲させた後に焼きなましをしていないことを明らかにし、小札鋼板の製作方法を述べている。

第5章「籠手、袖、肩上に用いられた鋼板の製造方法」では、籠手、袖および肩上に用いられている鋼板に

は1から3回の折返し鍛錬がなされており、籠手では、炭素濃度が0.1mass%以下の低炭素鋼で同じ材質の鋼材から作製した「丸鍛え」で作られており、袖では0.1mass%から少し高め、肩以上では0.1から0.8mass%の高炭素鋼が用いられており、炭素濃度の異なった鋼板を接合する「合わせ鍛え」で作られていること、硬さも袖と肩以上および草摺が籠手より大きく、これらの鋼板が焼きなましされていないことを明らかにしている。これらの特徴から、各部位の鋼材の違いが戦闘における防護方法の違いを反映していると述べている。

第6章「鎖鋼線の製作方法」では、上記部位に用いられている鋼板を繋ぎ合わせる鋼の輪及び鎖帷子に用いられている鋼の輪が、いずれも直径1mm程度の鋼線を用い外径が5から6mmの円あるいは楕円状になっていること、折返し鍛錬は2回程度なされており、炭素濃度が0.11から0.40mass%で、引抜き方向に結晶が線状に伸ばされていることを明らかにしている。さらに江戸後期の線材作製の絵図と当時の規格表から推定して、一定の重さで長さ2尺(約66cm)の鋼材を500℃程度の低温焼きなましと加工率25%の線引きを繰り返して線材を作製したと述べている。

第7章「漆による鎧鋼板の加飾と防食」では、籠手、肩以上、草摺および袖の鋼板に黒漆が使塗布されていること、特に鋼板の表側には地の粉や砥の粉の下地の上に塗布されており光沢を出していること、漆との密着性を高めるため表面を荒く仕上げていることを明らかにし、この漆と鋼板の密着性が防食効果に寄与していると述べている。

第8章「総括」では、以上をまとめ、本研究の保存科学的意義を述べている。

以上要するに、本論文は、室町時代末期から江戸時代の鎧に用いられた鉄板と鋼線の製作方法及びその加飾と防食について材料学的に明らかにしたもので、文化財保存及び伝統技術の復元に貢献するところが大きい、よって博士(文化財)の学位論文として十分な価値があると認められる。