

氏名	加トウ アサ 菅頭 明日香
学位の種類	博士 (理学)
学位記番号	富理工博甲第 89 号
学位授与年月日	平成 27 年 3 月 24 日
専攻名	地球生命環境科学専攻
学位授与の要件	富山大学学位規則第 3 条第 3 項該当
学位論文題目	磁気物性による遺跡出土の黒曜石・遺物の産地および使用状況の研究
論文審査委員 (主査)	清水 正明 酒井 英男 楠本 成寿 二宮 修二

磁気物性による遺跡出土の黒曜石・遺物の産地および使用状況の研究

Study on the source and usage of obsidians and archaeological artifacts through the investigation of the magnetic properties

地球生命環境科学 専攻
氏名 菅頭 明日香

考古遺物の各種物性には、年代、生産地、被熱状況等の遺物研究の重要な情報が残されているが、考古学や従来の理化学研究では、読みとられていない情報も多い。本研究では、磁気物性による研究を考え、有用性を検討しながら、黒曜石や二次被熱を受けた遺物を対象に研究を行った。以下に得られた成果を示す。

1. 黒曜石製遺物の磁化研究

黒曜石は、国内多くの遺跡から出土し、先史時代のヒトや物資の移動流通を検討する重要な対象である。そして黒曜石製遺物の原産地推定は必須の研究となっており、蛍光 X 線分析を用いて研究が行われているが、各機関の研究結果の共有が難しい等の問題点があり、独立した研究方法が必要とされていた。こうした状況を踏まえて磁気物性による研究を考え、北海道と信州の黒曜石で研究した結果、磁化研究の原産地推定における有用性を明らかにできた。

北海道産黒曜石では、特に帯磁率と磁化強度において産地毎の明確な特徴が得られた。信州産黒曜石では、多くの試料の磁化研究から詳細な分類ができ、蛍光 X 線分析で不明瞭だった産地グループの分類も行えた。更に北海道と富山県の黒曜石遺物の原産地判別に成功し、磁化研究の有効性は実証された。

黒曜石には 1%以内の微量の強磁性鉱物が含まれており、これが磁性の特徴を生じている。磁区は疑似単磁区構造であるので、黒曜石は安定な残留磁化を有し、古地磁気研究も可能とわかった。残留磁化を用いて、原産地推定にも有用な年代推定も行える。また、縄文弥生時代の切断道具であった黒曜石製遺物において注目されていた熱処理の可能性について、磁化の熱実験から被熱を証明することができ、加工説を支持する成果も得られた。

黒曜石に含まれる僅かな磁性鉱物が示す残留磁化や帯磁率は殆ど研究されていなかったが、本研究により、精度良い実験で抽出でき、黒曜石の各種課題での新たな研究手段になると判明した。磁化獲得の機構も含めて、黒曜石の磁化研究は多方面に発展すると考えられる。

2. 磁化による遺物・遺構の使用状況の研究

(1) 漢代の鏡範の研究

東アジアにおける古代銅鏡の発生と発展には中国の製品が大きく関わっており、その技

術伝播は文化交流にも重要な役割を果たしている。特に漢式鏡は当時の日常用品として広く流通しており、年代や文様と共に、製作技術を解明する為の多くの研究が行われている。銅鏡の鑄型である鏡範の研究によるアプローチも重要であるが、鏡範の発見は少なく研究はあまり進捗していない。

中国山東省の臨淄齊国故城より出土した鏡範について磁化研究を行った。その結果、銅鏡製作における鏡範の使用状況や鏡範に原材料の湯が流入されて高温になった過程が復元できた。実験から当時の地磁気強度(約 $30 \mu\text{T}$) も得られ、過去の地磁気変化との対比から鏡範の使用時代は前漢時代前半と求まり、考古学で示唆されていた銅鏡製作年代とも良く合った。鏡範や銅鏡の分野では初めて実施された磁化研究の重要性が明らかにできた。反磁性である銅鏡(銅、鉛の合金)も、微量の強磁性鉱物を含んでおり、鏡範と合わせた新たな磁化研究の展開も期待される。

(2) 焼失竪穴住居

縄文から弥生時代の竪穴住居には、故意に焼失されたと推測されるものが多くある。焼失の要因や過程は古代住居の研究でも重要だが不明な点が多い。富山県内の二つの遺跡で発掘された弥生時代の焼失竪穴住居を研究した結果、上屋根の土は安定な磁化を持ち、多くは 600°C 以上まで加熱されて焼土になっていた。焼土の磁化から得た地磁気年代は考古学の推定と一致し、焼土は屋根から落下後に冷却して地磁気方向に磁化を獲得したとわかった。つまり屋根土は高温で落下したか、落下時に床面が高温で再加熱されたと推定され、従来考えられていた屋根上で焼かれ、冷却後に落下したとの説は考え難いと判断できた。考古学、古建築学で注目される竪穴住居の重要な研究成果となった。

(3) 陶磁器遺物の熱履歴

沖縄県久米島に所在する具志川城跡(国指定)と宇江城跡は、16世紀初頭に中山王の討伐で落城したと推測されていたが、明確な証拠はなかった。

具志川城跡において、城内の石積みに使われていた琉球石灰岩について磁化の熱実験を行った結果、約 300°C までの被熱がわかり、更にその年代は16世紀初めと求まった。宇江城跡から出土した陶磁器の磁化研究では、 $200\sim 300^{\circ}\text{C}$ の二次加熱を受けていることが確認され、同様に16世紀の時代の被熱とわかった。これらの遺跡遺物から復元された熱影響は16世紀初頭の戦禍の火事が原因の可能性が高く、中世の歴史でも重要な研究結果となった。

黒曜石や考古遺物、文化財に含まれる微量の磁性鉱物が示す微弱な残留磁化や磁気物性の研究が、超伝導磁力計等の高感度磁力計と本研究での実験法の改良により可能になった。そして貴重な遺物や文化財の磁化研究から、年代、製作地や産地、使用状況等の、考古学・文化財科学での重要な課題の成果を得ることができた。今後、磁化研究方法の改良と共に、文化財や考古遺物の研究を更に進めることが望まれる。

【学位論文審査の結果の要旨】 地球生命環境科学 2015 年 3 月修了 菅頭明日香

当審査委員会は、申請論文「磁気物性による遺跡出土の黒曜石・遺物の産地および使用状況の研究」を査読し、2015 年 2 月 18 日の学位論文公聴会で精細な質疑応答を行った。以下に審査結果の概要を記す。

考古遺物の各種物性には、年代、生産地、被熱状況等の情報が残されているが、従来の理化学研究では、読みとられていない場合も多い。申請者は、地球電磁気学(岩石磁気)の方法により、考古学や文化財科学における重要資料を研究し、磁気物性に残っている過去の情報を読み出す研究を行った。

黒曜石は、多くの遺跡から出土し、先史時代のヒトや物資の移動の研究でも重要な対象であり、その基本として原産地推定は必須となっている。従来は蛍光 X 線分析による研究が行われているが、各研究機関のデータの共有が困難等の問題があり、独立の研究法が必要となっていた。申請者は、磁気物性を用いる黒曜石(遺物)の研究方法を考へて、国内有数の原産地である北海道と信州の黒曜石に適用した。その結果、北海道産黒曜石では、帯磁率と磁化強度に産地毎の明確な特徴が求められ、また長野県産黒曜石では、蛍光 X 線分析では不明瞭だった産地グループが分類された。そして、北海道内、長野県内と富山県内の遺跡から出土した黒曜石遺物の研究において原産地推定に成功し、磁化研究の有効性を実証した。

黒曜石の磁性は、微量の強磁性粒子が担っているが、申請者は、粒子は疑似単磁区構造であり、安定な磁化を保持できることを明らかにした。それは黒曜石が地磁気研究に利用でき、過去の地磁気の復元や年代の研究も行えることを示している。また、縄文弥生時代にナイフや鎌として使用されていた黒曜石遺物については、一部が、製作過程で熱処理が施されている可能性が学会で議論されていたが、磁化の熱消磁から、熱加工説を証明する結果が得られた。従来、殆ど研究されていなかった黒曜石の微弱な磁化が、申請者の研究により、抽出可能となり、遺跡の黒曜石の新たな研究分野が作られたと言える。

申請者は、他の考古学資料の研究として、古代銅鏡の製作に用いられた鑄型(鏡範)も研究した。銅鏡は、東アジアを中心に広く流通し、製造技術の伝播も含めて文化交流での役割も大きく、歴史学・文化財科学の重要な対象となっている。ただ貴重で分析はなかなか行えず、製造技術には未解明の課題が多い。申請者は、鑄型である鏡範からの研究アプローチを考へた。そして、中国の著名な遺跡から出土した鏡範の磁化研究により、銅鏡が斜め状態で湯(青銅材料)を鏡範へ流し込んだ過程や被熱状況を明らかにした。また、残留磁化から当時の地磁気を復元し、地磁気変化との対比による鏡範の年代推定(前漢時代前半)にも成功する等、銅鏡関連では初めての適用である磁化研究の有用性を明らかにした。成果の公表論文は、アジア鑄造技術史学会の研究奨励賞(平成 26 年度)を受賞している。

申請者は、古代の焼失竪穴住居も研究した。縄文から弥生時代の竪穴住居には故意に焼失されたものと推測されるものが多くある。その焼失の要因や過程は古代建築史の研究としても重要だが、不明な点が多い。富山県内の遺跡で発掘された弥生時代の焼失竪穴住居を研究し、屋根土は安定な磁化を持ち、多くは 600°C 以上まで加熱されていること、磁化から得た年代は考古学の推定と一致し、焼土は屋根から落下後に冷却し地磁気方向に磁化を獲得したことを明らかにした。この結果は、屋根土は屋根で焼かれて、冷却後に落下したとの従来説は難しいことを示しており、考古学・建築学でも重要な成果となった。同内容は、日本情報考古学会の学会誌で公表し、平成 26 年度論文賞を受賞している。

黒曜石や考古遺物、文化財に含まれる微量の磁性鉱物が示す磁気物性の研究が、超伝導磁力計等の高感度磁力計の利用と、それらを駆使する申請者の研究により可能になった。

本論文では、黒曜石や貴重な考古遺物について、磁気物性による独自の研究方法を開発し、考古学、文化財科学、地球電磁気学の分野で重要な成果を得ることに成功した。本論文の研究の今後の活用と発展が期待される。

以上の成果に鑑み、当審査委員会は、本論文が博士の学位を授与するに値するものと認め、合格と判定した。