

令和 6 年 6 月 13 日現在

機関番号：15201

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2021～2023

課題番号：21K00989

研究課題名（和文）元素・DNA分析による土坑用途の研究-考古学・人類学・民俗学と自然科学の融合-

研究課題名（英文）Study of the use of the pit by an elementary analysis and the DNA analysis

研究代表者

渡邊 正巳（WATANABE, Masami）

島根大学・エスチュアリー研究センター・客員研究員

研究者番号：80626276

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,200,000円

研究成果の概要（和文）：埋葬施設における遺骸痕跡を確かめる手法の開発として、埋葬施設内でのP・C・N濃度測定による濃度分布図の作成と、ヒトDNAの検出に取り組んだ。研究期間を通じ、大島2遺跡をはじめとする13遺跡において試料を採取し（あるいは御提供を受け）、5遺跡でP・C・N濃度測定を終え、成果を公表した。この結果、P・C・N濃度分布が埋葬施設に侵入する植物（地下茎）と、堆積物粒子の粒度分布に影響を受けることが明らかになった。ヒトDNA分析は3遺跡で分析を終えた。成果は未公表であるが、有意な量でのヒトDNAの検出はできなかった。

研究成果の学術的意義や社会的意義

酸性土壌の多い我が国では、「墓」に「遺骸」が残存することはまれである。このため、古墳などの埋葬施設に付随した土坑などについて、それが「墓」であるか否かの判断は、考古学はもとより人類学、民俗学の見地から大きな課題であった。

土坑内での「遺骸」痕跡を明らかにする手法確立のため、大島2遺跡ほかで検出された土坑などを対象に、P・C・N濃度分布と土壌DNA分析を行った。この結果、P・C・N濃度分布が、粒度組成と、侵入する植物（地下茎）の影響を受けやすいことが明らかになった。一方、有意な量でのヒトDNAの検出はできなかった。今回の成果を受け、条件を変えた試料採取と同時に分析項目の検討が必要となった。

研究成果の概要（英文）：We are developing technologies for detecting vestiges of dead bodies in burial remains. One approach involves generating a distribution map to illustrate the density of phosphorus and carbon and nitrogen levels in the soil. Another method involves the human DNA in soil. During the investigation period, we collected many samples from 13 sites, including the Oshima 2 site. We measured the P, C, and N densities at five sites. The results revealed that the distributions of P density and C/N changed with the roots invading the burial site and the particle size of the sediment. Furthermore, we performed human DNA analysis at these three sites. However, a significant quantity of human DNA is yet to be detected.

研究分野：地質考古学

キーワード：PCN分析 DNA分析 埋葬施設 遺骸痕跡 粒度組成（分析）

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

古墳、墳丘墓などの埋葬施設に付随した土坑(あるいは一般的な土坑群)について、それが「墓」であるか否かの判断は、考古学はもとより人類学、民俗学の見地から大きな課題である。酸性土壌の多い我が国で、これらの土坑に遺骸が残存することはごくまれであり、「遺骸」の存在を確かめるために、古くから様々な手法が開発されてきた。

現在までに用いられてきた最も一般的な方法は、P 濃度、あるいは Ca 濃度の測定であった。その手法は、土坑内の数試料と土坑近辺の数試料を対象に行った P、Ca 濃度の比較から、相対的に P、Ca 濃度が高いと埋葬施設、低いと異なると判断するものである。P、Ca 濃度分析の手法は、土壌中の P、Ca 濃度を測定するという極めて単純で容易なものである。ただし Ca は、土壌中の平均濃度 1.7% と Si、Al、Fe に次いで多く含まれている。また、肥料として P、Ca が土壌に付加されるなど、「遺骸」と無関係な事例でも高濃度を示すことが知られている。しかし、これらの事象に対する有効な検証がされないまま、この手法が当たり前のようになられてきた。また、P、Ca の測定には一度で多元素が測定できる蛍光 X 線分析などの簡易で安価な手法が用いられることが多いようである。しかし試料調整において濃度の偏りが懸念されることや、分析精度の面から分析手法が問題視される事例が散見されていた。

このほか土壌中に残存する脂肪酸から、人間、それ以外のほ乳類あるいは植物の種類までも明らかにするという手法が開発・実用化されたが(中野, 1989 など)、旧石器捏造問題によりこの手法に対する問題点が一挙に噴出した(例えば、捏造石器からナウマンゾウやオオツノシカの脂肪酸が検出されたとする事例。)

近年、土壌中に残存する DNA から人間、それ以外のほ乳類あるいは植物の種類までも明らかにするという手法が開発されつつあるが、実用化の途上である。また現状で費用対効果を考えた場合、DNA 分析は 1 試料の分析単価が高く、実用化には時間を要すると考えられる。

このような状況を踏まえ、安価で確実な分析手法の早期確立が待たれていた。

2. 研究の目的

古墳、墳丘墓などの埋葬施設に付随した土坑(あるいは一般的な土坑、土坑群)について、それが「墓」であるか否かの判断手法を確立する。また外的要因として、安価な手法を早期に確立することが求められている。

従来行われていた P、Ca 濃度分析が「点」で行われていたことに対し、本研究は「点」の集まりである「面(あるいは線)」での分析を基本としている。「点(対象試料)」と「点(比較試料)」の相対的な差異ではなく、狭い範囲での濃度分布を図化することによって内的要因(遺骸)と外的要因(肥料、や植物による擾乱)を可視化する。

更に生物の種類(あるいは部位)により構成する C、N 濃度比(C/N)が異なる事実(Bowen, 1979)を用いて土壌中の P の起源を推定することで、土坑に「遺骸」が存在したことを証明する手法を開発し、一般に広めることを目的とした。

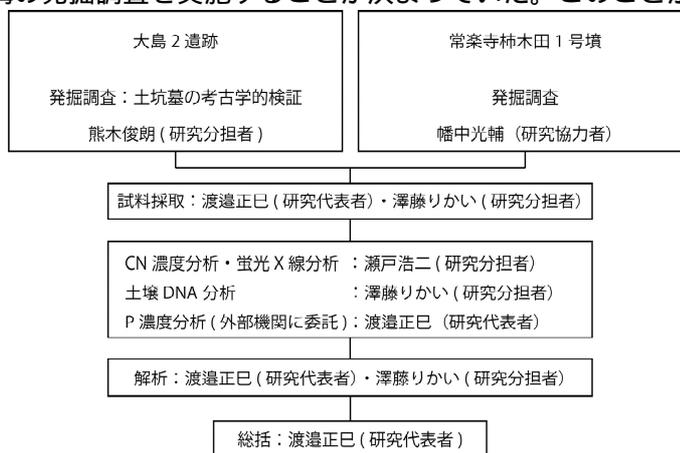
3. 研究の方法

第 1 図に今回の研究体制を示す。

本研究初年度には、出雲市に於いて 3 つの主体部(土坑墓)を持つ常楽寺柿木田 1 号墳の調査が調査協力者(幡中光輔)により実施されることが決まっていた。また、北海道北見市で研究分担者(熊木俊朗)により調査が継続されている大島 2 遺跡では本研究初年度に、以前の調査で発見されていた土坑墓の可能性のある遺構の発掘調査を実施することが決まっていた。このことから、初年度には、この 2 遺跡を対象とした採取採取を行った。

初年度内にはこのほか、研究代表者(渡邊正巳)、研究分担者(澤藤りかい)のネットワークにより、出雲国府跡(島根県松江市)、博労町遺跡(鳥取県米子市)、山地古墳(島根県出雲市)、中西遺跡(奈良県御所市)、京都府下所在遺跡(京都府)において試料採取を行った。

2 年度、3 年度には、中尾遺跡(鳥取県倉吉市)、結西谷 1 号墳(島根県出雲市)、結西谷 2 号墳(島根県出雲市)、大島遺跡(大阪府藤井寺市)、宮地遺跡 4 次調査(熊本県熊本市)、



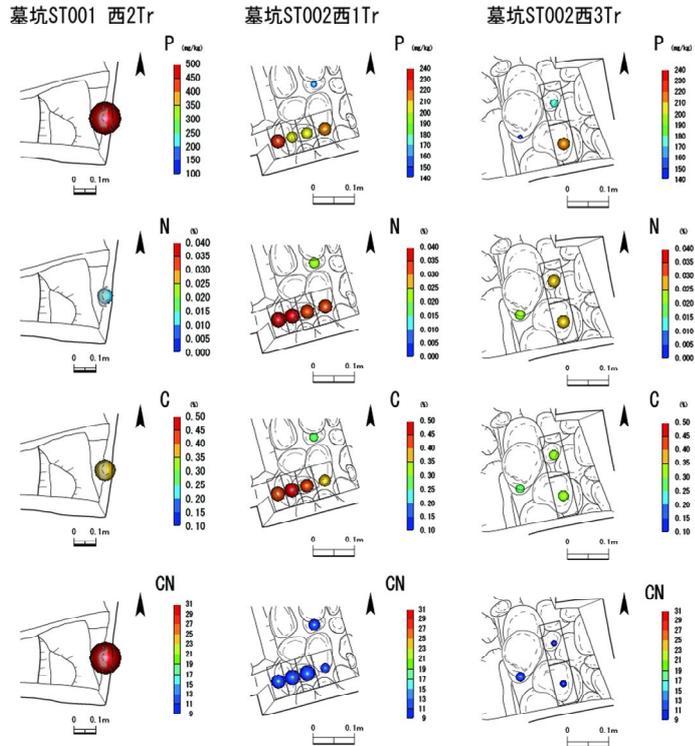
第 1 図 研究体制

長瀬高浜遺跡(鳥取県湯梨浜町), 梶遺跡(山口県柳井市), 亀井北遺跡(大阪府大阪市)において試料採取を行った。

常楽寺柿木田1号墳, 大島2遺跡, 出雲国府跡, 博労町遺跡, 山地古墳, 中西遺跡, 中尾遺跡, 結西谷1号墳で採取した試料について, CN濃度分析, P濃度分析を終えた。これらの内, 常楽寺柿木田1号墳, 山地古墳, 中西遺跡, 中尾遺跡について, 発掘調査報告書で成果を報告した。さらに, 大島2遺跡, 出雲国府跡での分析結果を第71回日本人類学会にて, 博労町遺跡, 常楽寺柿木田1号墳, 山地古墳, 中尾遺跡での分析結果を第77回日本人類学会にて口頭発表を行った。

PCN分析を終えたその他遺跡のデータは今後, 各遺跡の発掘調査報告書への掲載を経て, 総合化する予定である。

CN濃度分析, P濃度分析結果を踏まえ, 大島2遺跡, 中西遺跡で土壌DNA分析を実施した。ただしこれらの結果について, 現在未公表である。



第2図 常楽寺柿木田1号墳
第1主体部西側2tr(左)・第2主体部西側1tr(中央)・
第2主体部西側3Tr(右)のPCN分析結果

4. 研究成果

公表済みのCN濃度分析, P濃度分析結果についての概略を以下に示す。

常楽寺柿木田1号墳・山地古墳

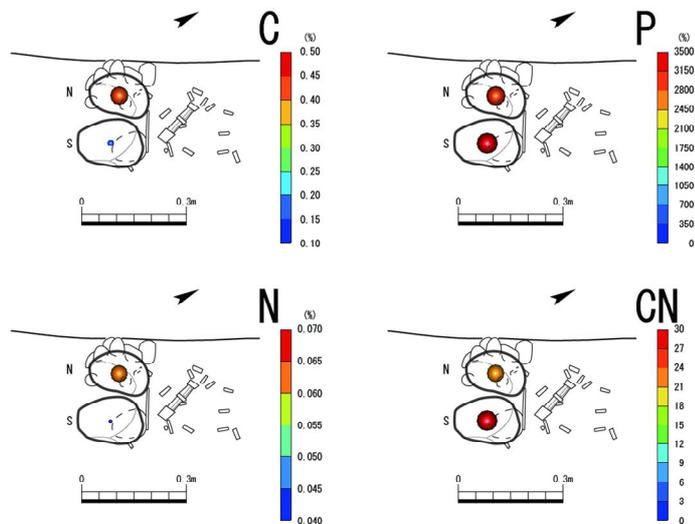
第1主体部の石枕(試料No.JK1-S1), 第2主体部の礫敷マトリックス(試料No.JK2-1~4), 第2主体部の石枕マトリックス(試料No.JK2-6), 及び比較のために行った山地古墳第1埋葬主体の石枕(試料No.YJ1-S1・S2)からPが高濃度で検出された。これらは, 遺体の痕跡を検出したものと考えられる。礫敷マトリックス, 石枕マトリックスではC/N値がやや高かったものの, 木棺の存在を想定すれば, 妥当な値であった。また, 3つの石枕では20~30と高いC/N値を示した。これは出雲市神門横穴墓群第10支群J-5号横穴墓での一方の壁面に密集した根とTOC/TN分布の関係(渡辺, 2021)から, 未確認ながら石枕に根が絡みつき, 高いC/N値を示したものと考えられる。

一方, 第1主体部内部の南北土層の垂直分布では, 有為なP濃度の濃縮傾向を示さなかった。敷土が砂質土に対して粗粒であったことから, 境界部でPが濃縮することなく移動した可能性が指摘され, 更に下位の地山面まで分析する必要があったと考えられる。

中西遺跡

中西遺跡33-2次調査に伴い検出された, 土坑墓, 壺内部でのP濃度, C/N値の分布を調べた結果, いずれの遺構からも人間(あるいは動物)遺骸が存在したと考え得る結果を得た。この結果は, 同手法の一般化を行うための重要な資料と考えられる。

この結果を受け, 甕棺底部から採取した試料を対象とした土壌DNA分析を実施した。この結果, 有意な量のヒト由来DNAは検出されず, 周辺土壌から得られるものと同様な植物由来のDNAが検出されるに止まった。一方, 植物由来のDNAが検出されたことは, 甕棺底部でのC/N



第3図 山地古墳第1埋葬主体のPCN分析結果

値が、想定より高かったことの一因として捉えられる。

中尾遺跡

石枕から得られる TP 値の指標として、山地古墳出土石枕：2970.6mg/Kg、3321.1mg/Kg、出雲市常楽寺柿木田1号墳第1主体部の礫状石枕：457.2mg/Kg の値が得られている。出雲市山地古墳出土石枕は、今回同様に石蓋付きの石棺内部に有り、石枕は埋土に覆われていなかった。一方、常楽寺柿木田1号墳第1主体部出土礫状石枕は埋土に覆われており、埋土からは 180mg/Kg 程度の値が得られていた。したがって、今回の分析結果は、前述の山地古墳出土石枕に比べ低いものの、常楽寺柿木田1号墳第1主体部出土礫状石枕と同程度かやや高い値を示したことになる。ただし、常楽寺柿木田1号墳第1主体部出土礫状石枕とは出土状況が大きく異なり、TP の相対的な高低の判断を行うための石棺上位や周囲の埋土を採取・分析ができなかった。このため得られた TP の絶対値は高いと考えられるが比較対象がなく、遺体痕跡を示唆するものか否かの判断はできなかった。

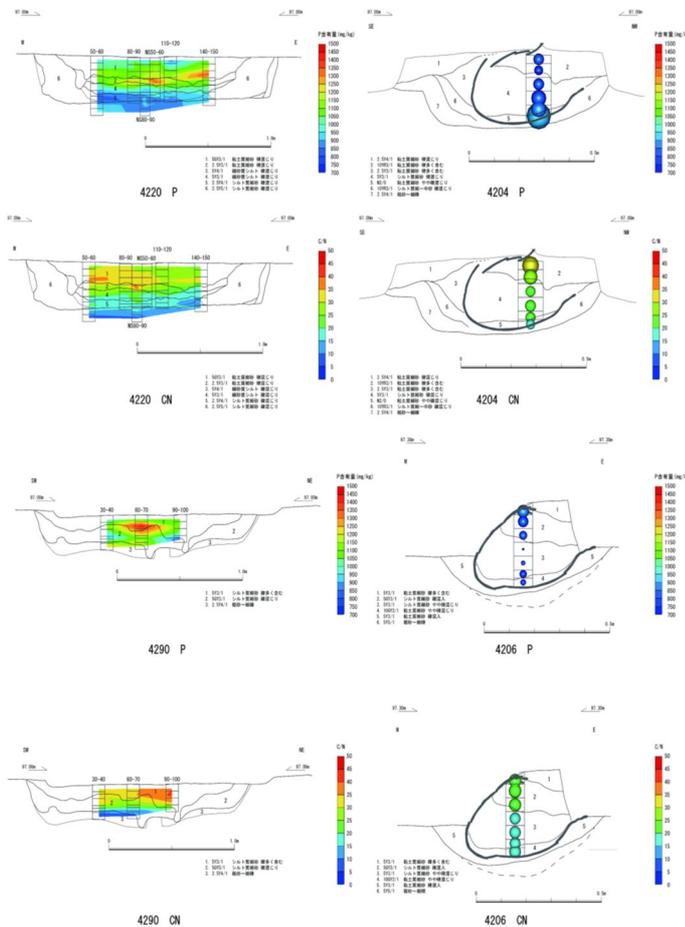
C/N 値について、人間指標の 10 を大きく超える値を示した。同様の傾向は前述の出雲市山地古墳や出雲市常楽寺柿木田1号墳第1主体部出土石枕でも認められ、出雲市神門横穴墓群第10支群J-5号横穴墓での一方の壁面に密集した根と TOC/TN 分布の関係(渡辺, 2021)から、未確認ながら石枕に密着した根に起因すると推定されている。

以上に述べたように、P 濃度分布図から、遺骸痕跡を確認することは可能と考えられる。ただし、全てのケースで可能なわけではなかった。このことは、堆積物粒子(粒度分布)との関係から検討する必要があることが分かった。一方で、裏付けるための C/N 比について、仮説を覆す要因があることが分かってきた。今後、未分析の試料、あるいは新たに採取した試料を対象に研究を続け、上記の点を明確にする必要がある。

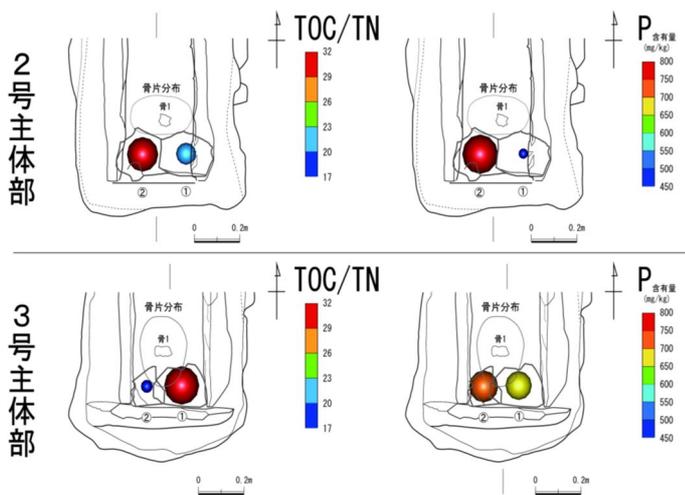
一方で土壌 DNA 分析について、ヒト由来の DNA の検出が想像以上に困難であることが分かってきた。今後、ヒト由来 DNA のタフォノミーの解明を、平行して行う必要がある。

引用文献

渡辺正巳(2021) 検出石棺・石床の遺骸痕跡。神門横穴墓群 第10支群 - 十間川防災安全工事に伴う埋蔵文化財発掘調査報告書- 出雲市の文化財報告, 45, 71-78, 出雲市教育委員会, 島根。



第4図 中西遺跡のPCN 分析結果



第5図 中尾遺跡のPCN 分析結果
上段：2号主体部 下段：3号主体部

引用文献
渡辺正巳(2021) 検出石棺・石床の遺骸痕跡。神門横穴墓群 第10支群 - 十間川防災安全工事に伴う埋蔵文化財発掘調査報告書- 出雲市の文化財報告, 45, 71-78, 出雲市教育委員会, 島根。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計3件（うち査読付論文 0件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 1件）

1. 著者名 渡邊正巳	4. 巻 160
2. 論文標題 中尾遺跡第3次調査25号墳2号・3号主体部石枕を対象としたPCN分析	5. 発行年 2024年
3. 雑誌名 中尾遺跡第3次調査報告書・倉吉市文化財調査報告	6. 最初と最後の頁 145、148
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -

1. 著者名 渡邊正巳・瀬戸浩二	4. 巻 -
2. 論文標題 中西遺跡第33-2次調査におけるPCN分析	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 奈良県遺跡調査概報 2021年度（第2分冊）	6. 最初と最後の頁 181-184
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 渡邊正巳・瀬戸浩二	4. 巻 54
2. 論文標題 常楽寺柿木田 1号墳の第 2 主体部におけるPCN分析	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 常楽寺柿木田 1号墳の第1・2主体部におけるPCN分析・常楽寺柿木田 1号墳 主体部の内容確認調査，出雲市の文化財報告	6. 最初と最後の頁 63-70
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

〔学会発表〕 計3件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 0件）

1. 発表者名 渡邊正巳，瀬戸浩二
2. 発表標題 石枕付着土壌のリン濃度と炭素・窒素比-遺跡内検出土坑用途推定の基礎研究
3. 学会等名 第77回 日本人類学会大会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 熊木俊朗, 太田圭, 中村雄紀
2. 発表標題 2023年度北海道北見市大島1遺跡発掘調査報告
3. 学会等名 第23回北アジア調査研究報告会
4. 発表年 2024年

1. 発表者名 渡辺正巳, 瀬戸浩二, 澤藤りかい, 熊木俊朗
2. 発表標題 土坑内でのリンの分布と、炭素・窒素比について-遺跡内検出土坑用途推定の基礎研究
3. 学会等名 第76回日本人類学会大会・第38回日本霊長類学会大会 連合大会
4. 発表年 2023年

〔図書〕 計1件

1. 著者名 <書籍> Holman, L. E., Wang, Y., Sawafuji, R., Epp, L. S., Bohmann, K., & Pedersen, M. W.	4. 発行年 2023年
2. 出版社 Springer International Publishing.	5. 総ページ数 437
3. 書名 Perspectives and Future Developments Within Sedimentary DNA Research. In E. Capo, C. Barouillet, & J. P. Smol (Eds.), Tracking Environmental Change Using Lake Sediments: Volume 6	

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究 分担者	熊木 俊朗 (Kumaki Toshiaki) (20282543)	東京大学・大学院人文社会系研究科(文学部)・教授 (12601)	

6. 研究組織（つづき）

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究分担者	澤藤 りかい (Sawafuji Rikai) (50814612)	総合研究大学院大学・先導科学研究科・日本学術振興会特別 研究員 (CPD) (12702)	
研究分担者	瀬戸 浩二 (Seto Koji) (60252897)	島根大学・学術研究院環境システム科学系・准教授 (15201)	

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究協力者	幡中 光輔 (Hatanaka Kousuke)		出雲市 文化財課

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関		
デンマーク	コペンハーゲン大学		