

## 科学研究費助成事業 研究成果報告書

令和元年6月27日現在

機関番号：82406

研究種目：基盤研究(B) (一般)

研究期間：2016～2018

課題番号：16H04853

研究課題名(和文) 元素分析による身元不明遺体の出身地域推定の検討

研究課題名(英文) Estimation of geographic origin based on elementary analysis

研究代表者

染田 英利 (Somedo, Hidetoshi)

防衛医科大学校(医学教育部医学科進学課程及び専門課程、動物実験施設、共同利用研究施設、病院並びに防衛・医学教育部専門課程・助教)

研究者番号：70627695

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 15,100,000円

研究成果の概要(和文)：本研究課題は、同位体比分析と濃度分析を組合わせた元素分析による身元不明遺体の出身地域推定の方法を検討するものである。日本各地、パプアニューギニア及びフィリピンにおいて収集したヒト抜去歯牙を試料として各種元素分析を行い、それをもとに出身地域推定についての検討を行った。その結果、気候、地質及び食習慣の違いを反映したと思われる多様性がヒトにも確認できたものの、現時点では試料数、分析項目数、地域数が限られているため細部の出身地域推定までにはいたらなかった。しかしながら戦没者遺骨鑑定のような特定地域における地元出身者と移入者である日本及び米国出身者の(遺骨)分別には有効であることが示された。

研究成果の学術的意義や社会的意義

現在、厚労省が実施している先の大戦における日本人戦没者の遺骨収容事業では、地元住民、米国戦没者及び日本人戦没者の遺骨混同が、大きな社会問題、国際問題となっており、事業進捗の大きな障壁となっており、その対応が急務となっている。本研究の成果は、この問題への解決策を提示できるものとして期待されている。

研究成果の概要(英文)：The purpose of this research is to develop methods of estimating the area of origin of unidentified remains by elemental analysis combining isotope ratio analysis and concentration analysis. We performed various elemental analyses using clinically extracted teeth collected from patients in various parts of Japan, Papua New Guinea and the Philippines as samples, and based on them, we examined the estimation of the region of origin.

As a result, although the diversity that seems to reflect the difference in climate, geology and food habits has been observed in humans, due to the limited number of samples, analysis items, and the number of areas at present, we have not achieved success in the detailed estimation of the area of origin yet.

However, it has been shown to be effective for separating the locals and migrants in a particular locality, as in the case of recovery of Japanese and American war dead from excavated remains.

研究分野：人類学

キーワード：安定同位体比分析 出身地域推定 戦没者遺骨鑑定

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19、CK - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

大規模災害対処や犯罪捜査等において、遺体の身元確認は重要な課題である。遺体に推定該当者に繋がる情報がない場合、遺体の出身地域の推定が身元確認の端緒となる情報として重要となる。身元不明遺体の出身地域の推定に関しては、これまで分子生物学的方法を用いた推定法が検討されてはいるものの、腐敗等により変性の進んだ遺体には適応できないなど問題を残している。

また、厚労省が実施している先の大戦における日本人戦没者の遺骨収容事業では、地元住民、米国戦没者及び日本人戦没者の遺骨混同が、大きな社会問題、国際問題となっており、事業進捗の大きな障壁となっており、その対応が急務となっている。本研究の成果は、この問題への解決策を提示できるものとして期待されている。これまでの我々の検討において、炭素安定同位体比  $^{13}\text{C}$  において日本出身者を含む東及び東南アジア出身者と米国出身者との弁別が可能であることが示されている(H. Someda, Trial application of oxygen and carbon isotope analysis in tooth enamel for identification of past-war victims for discriminating between Japanese and US soldiers, Forensic science international, 2016)。本研究課題においては、日本人戦没者と地元住民の分別に焦点を絞り検討を行った。

2. 研究の目的

本研究の目的は、分子生物学的方法に比して死後の遺体変性の影響を受けにくいとされる人体硬組織中の元素濃度分析、同位体比分析を組み合わせた元素分析法を確立することで、遺体の身元判明率の向上を図ることである。

3. 研究の方法

国内外の歯科医療機関の協力のもと、治療上の理由で抜去となった歯牙の収集を行うとともに、生年月日、性別、食習慣及び0歳から18歳までの居住地域についてのアンケートを行い試料とした。この際、提供者(患者)には、研究の内容について説明を行ったうえで同意が得られたことを前提とした。

これらの歯牙について、炭素、窒素、酸素、硫黄、ストロンチウム等の安定同位体比及び各種元素の含有濃度を計測し、地域別のデータベースを作成し、これをもとに出身地域推定、出身地域別分別について統計学的な検討を行った。

4. 研究成果

(1) 日本国内におけるヒト歯牙エナメル質炭酸塩中の酸素安定同位体比  $^{18}\text{O}$  の状況

気候の違いを反映するとされる酸素安定同位体比  $^{18}\text{O}$  については、日本列島の緯度に比例して低くなる傾向を示した(図1)。これは降水にみられる緯度効果(高緯度地域ほど同位体比が低くなる)が飲料水を通じてヒトにも反映しているものと考えられる。

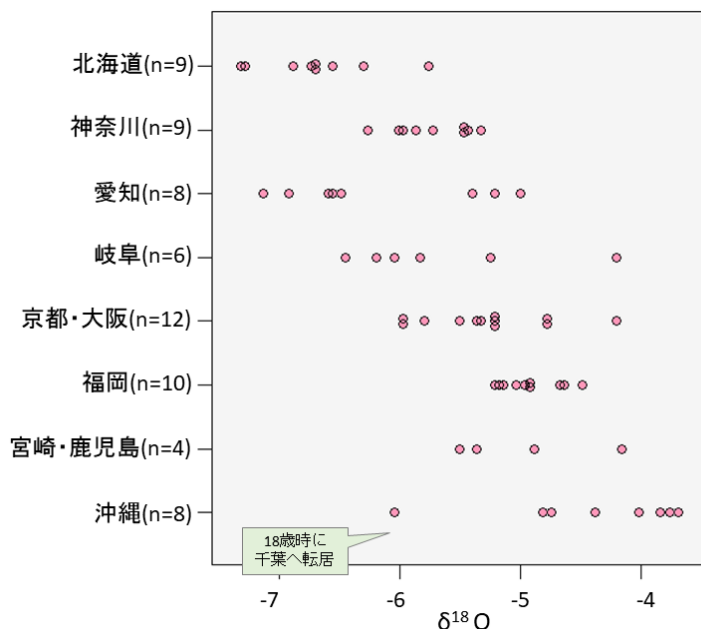


図1 日本国内における歯エナメル質炭酸塩中の酸素同位体比  $\delta^{18}\text{O}$  の分布状況

(2) 日本各地におけるヒト歯牙(エナメル質アパタイト)中に含まれるストロンチウム安定同位体比  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$  の状況

日本人歯牙エナメル質中の  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$  同位体比は、海水中の値(0.70918)を基準とすると、東日本及び南九州で相対的に低く、西日本で相対的に高い傾向が見られた(図2)。この

傾向は、その程度は非常に弱いものの青山ら（2017）の日本列島の地質の影響を受けた土壌水のストロンチウム同位体比（ $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ ）と同様の傾向がみられた（図2）。日本人歯牙エナメル質中の $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ は、海水（海産物）由来のストロンチウムに土壌由来のストロンチウムの影響が加わったものであると考えられる。

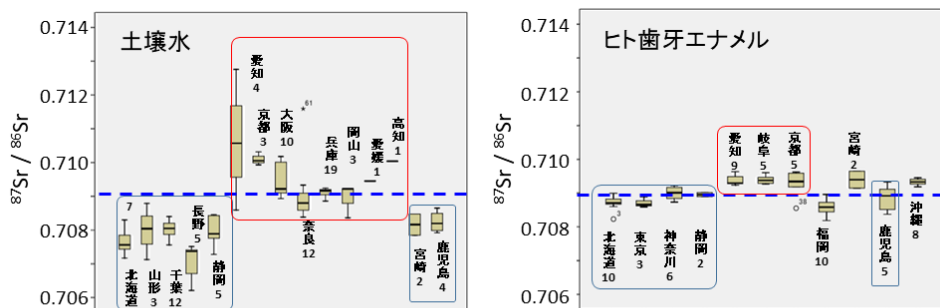


図2 日本各地における土壌(水)\*、ヒト歯牙中のストロンチウム同位体比 $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ の地域特性の比較

\* Keisuke Aoyama, Variation of strontium stable isotope ratios and origins of strontium in Japanese vegetables and comparison with Chinese vegetables, Food Chemistry, 2017から引用

(3) 日本出身者（以下、【日】と表記）とパプアニューギニア出身者（以下、【PNG】と表記）の遺骨分別の検討

分析試料は、日本出身者のものとして、全国各地で収集された抜去歯牙 39 本、PNG 出身者のものとして、同国ブーゲンビル州ブカで収集した歯牙 20 本、同じく東ニューブリテン州ラウルで収集した歯牙 28 本、南ハイランド州メディで収集した歯牙 42 本を用いた。

$^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$  同位体比の平均 $\pm$ S.D.は、それぞれ【日】で $0.7090 \pm 0.000391$ 、【PNG】のものとしてブーゲンビル州ブカで $0.7066 \pm 0.001912$ 、同じく東ニューブリテン州ラウルで $0.7075 \pm 0.001193$ 、南ハイランド州メディで $0.7052 \pm 0.000663$ であった（図3）。

歯牙エナメル質中ストロンチウム同位体比分析による【日】と【PNG】の2群の分別における【日】の正答率は、ブーゲンビル州ブカにおいては94.9%、東ニューブリテン州ラウルにおいては92.3%、南ハイランド州メディにおいては100%となり、パプアニューギニアでは地域ごとの分別成績に差がみられた。これらの結果は、パプアニューギニアの気候、地形が変化に富むこと、部族ごとに生活様式の多様性がみられることが、同位体比に反映しているためと考えられる。パプアニューギニアにおける戦没者遺骨収集での遺骨分別では、地域ごとの判定基準が必要であるとされる。分析対象元素を増やし、多変量解析を行うことで更なる精度向上が見込まれる。

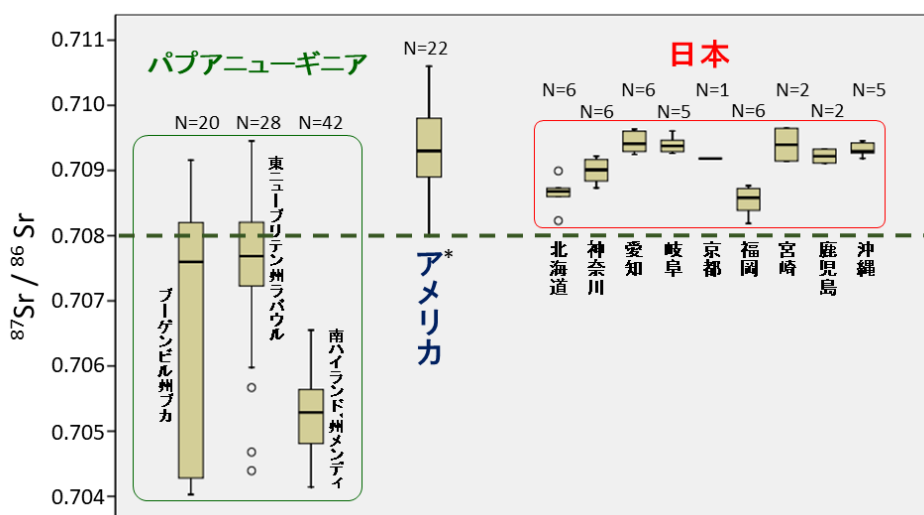


図3 ヒト歯牙エナメル質中のストロンチウム同位体比 $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ の日本、米国\*、パプアニューギニア出身者の比較

\* L.A. Regan, Isotopic Determination of Region of Origin in Modern Peoples: Applications for Identification of US War-Dead from the Vietnam Conflict, DTIC Document, 2006から引用

(4) 日本出身者（以下、【日】と表記）とフィリピン出身者（以下、【比】と表記）の遺骨分別の検討

歯エナメル質中のストロンチウム同位体比 $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ 分析による分別の検討

分析試料は、日本出身者のものとして、全国各地で収集された抜去歯牙 65 本(うち濃度分析を行ったもの 26 本)、【比】のものとして、同国中部のビザヤ諸島バナイ島で収集した歯 45 本(うち濃度分析を行ったもの 30 本)を用いた。歯牙エナメル質の  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$  同位体比の平均  $\pm$  S.D. は、【比】で  $0.7079 \pm 0.00045$  であり、【日】のそれ  $0.7090 \pm 0.00038$  よりも低い値を示した。 $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$  のみによる【日】【比】の分別は、分別値を  $0.70875$  にした場合、【日】の正答率は  $88.5\%$  であった。これに  $^{88}\text{Sr}$  の濃度を加えた分別の正答率は  $92.3\%$  であった(図 4)。フィリピンにおける収集遺骨の地元住民、日本出身者の分別方法としてストロンチウムの同位体比分析と元素濃度分析は有望である。今後、評価する元素の種類を増やし、多変量解析を行うことで更なる精度向上が見込まれる。

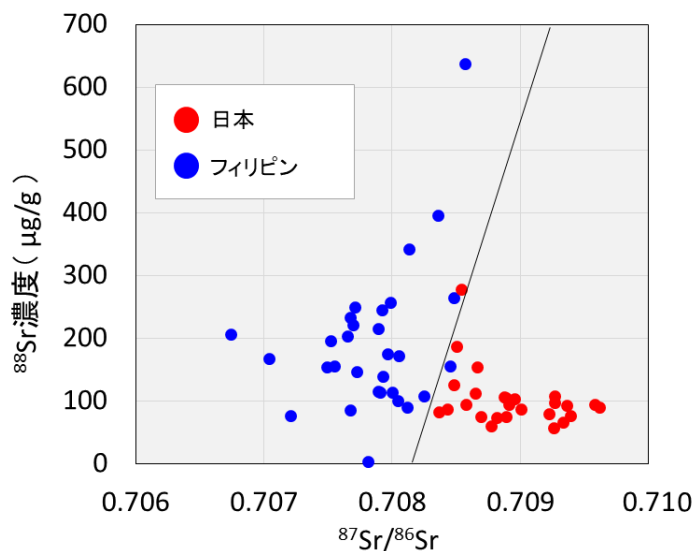


図4 ヒト歯牙エナメル質中のストロンチウム同位体比  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$  及び  $^{88}\text{Sr}$  濃度の日本、フィリピン出身者の分布状況

象牙質コラーゲン中の  $^{13}\text{C}$ 、 $^{15}\text{N}$  および  $^{34}\text{S}$  分析による分別の検討

分析試料は、【日】のものとして、全国の歯科医療施設で収集された抜去歯牙 15 本、【比】のものとして、同国中部のビザヤ諸島バナイ島で収集した歯 13 本を用いた。歯牙象牙質コラーゲン中の炭素、窒素及び硫黄の各安定同位体比(平均値  $\pm$  標準偏差)は、いずれも【日】分布域( $^{13}\text{C}$ :  $-17.6 \pm 0.51\text{‰}$ 、 $^{15}\text{N}$ :  $11.7 \pm 0.6\text{‰}$ 、 $^{34}\text{S}$ :  $5.0 \pm 0.65\text{‰}$ )を【比】分布域( $^{13}\text{C}$ :  $-18.1 \pm 1.4\text{‰}$ 、 $^{15}\text{N}$ :  $11.6 \pm 0.6\text{‰}$ 、 $^{34}\text{S}$ :  $7.5 \pm 3.3\text{‰}$ ) が包含する結果となった(図 5)。【日】と【比】の混合遺骨の分別について  $^{13}\text{C}$ 、 $^{15}\text{N}$  及び  $^{34}\text{S}$  の同位体比を説明変数としたロジスティック回帰分析では、全体で  $85.7\%$  の正答率に留まるものの、判定結果を試料ごとに確率で示せることから、分別法として有効であると考えられた。

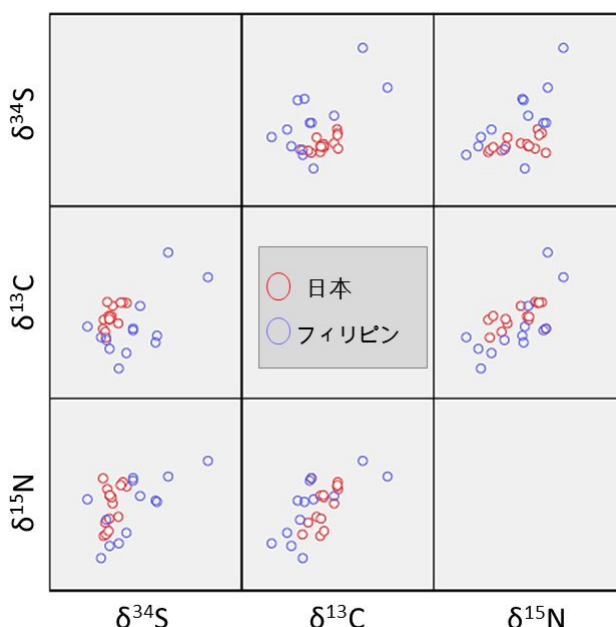


図5 歯牙象牙質コラーゲン中の、炭素  $\delta^{13}\text{C}$ 、窒素  $\delta^{15}\text{N}$ 、硫黄  $\delta^{34}\text{S}$  の各同位体比の日本、フィリピン出身者の分布状況

## (5) 結語

日本各地、パプアニューギニア及びフィリピンにおいて収集したヒト抜去歯牙を試料として各種元素分析を行い、それをもとに出身地域推定についての検討を行った。その結果、気候、地質及び食習慣の違いを反映したと思われる多様性がヒトにも確認できたものの、現時点では試料数、分析項目数、地域数が限られているため細部の出身地域推定までにはいたらなかった。しかしながら戦没者遺骨鑑定のような特定地域における地元民と移入者である日本及び米国出身者の分別には有効であることが示された。

今後さらなる試料数、分析項目数、地域数を増やし基礎データの蓄積を行い、出身地域推定についての検討を行う予定である。

## 5. 主な発表論文等

### 〔雑誌論文〕(計1件)

染田英利、石田肇、戦没者遺骨収集帰還事業と戦没者遺骨同定研究 安定同位体比分析の応用を中心に、生物科学、査読有、Vol.70、2019、166 - 170

### 〔学会発表〕(計8件)

1) 染田 英利(2016), 申 ギチヨル, 中野 孝教, 覚張 隆史, 荒木 義之, 赤井 潤子, 斎藤 めぐみ, 米田 穰, 人体硬組織の同位体比分析による出身国・地域の新規推定法についての検討 - 第3報 フィリピンにおける戦没者遺骨鑑定への応用-, 同位体環境学シンポジウム, 京都

2) 染田 英利(2016), 板橋 仁, 松永 智, 阿部 伸一, 橋本 正次, 同位体比分析による身元不明遺体の出身地域推定の検討 - 日本、アメリカ、フィリピン出身者の分別 -, 日本法歯科医学会, 東京

3) 染田 英利(2016), 覚張 隆史, 赤井 潤子, 橋本 正次, 斎藤 めぐみ, 申 ギチヨル, 陀安 一郎, 小林 靖, 米田 穰, 石田 肇, ヒト歯牙エナメル質中の同位体比分析による戦没者遺骨分別法の検討 第3報 日米及びフィリピン出身者の分別の検討, 日本人類学会, 新潟

4) 染田 英利(2016), Trial application of oxygen, carbon and strontium isotope analysis in tooth enamel for identification of past-war victims for discriminating between Papuan, Japanese and US soldiers, 日本地球惑星科学連合, 千葉

5) 染田 英利(2017), 覚張 隆史, 米田 穰, 申 ギチヨル, 陀安 一郎, 斎藤 めぐみ, 橋本 正次, 小林 靖, 石田 肇, ヒト歯牙エナメル質中の同位体比分析による戦没者遺骨分別法の検討 - 第4報 元素濃度分析を加味した日米及びフィリピン出身者の分別の検討 -, 日本人類学会, 東京

6) 染田 英利(2017), 覚張 隆史, 申 ギチヨル, 陀安 一郎, 斎藤 めぐみ, 小林 靖, 米田 穰, 石田 肇, 人体硬組織の同位体比分析による出身国・地域の新規推定法についての検討 - 第4報 濃度分析を加えた場合の日比戦没者遺骨分別の検討 -, 同位体環境学シンポジウム, 京都

7) 染田英利(2018), 小林靖, 覚張隆史, 申ギチヨル, 陀安一郎, 米田穰, 石田肇, 安定同位体比分析による戦没者遺骨分別法の検討 - 第5報 コラーゲンを試料とした場合の日・米及びフィリピン出身者の分別 -, 日本人類学会, 静岡

8) 染田 英利(2018), 覚張 隆史, 申 基澈, 陀安 一郎, 小林 靖, 米田 穰, 石田 肇, 人体硬組織の同位体比分析による出身国・地域の新規推定法についての検討, - 第5報 コラーゲンを試料とした場合の日・米及びフィリピン出身者の分別 -, 同位体環境学シンポジウム, 京都

### 〔図書〕(計2件)

1) 染田 英利, 自衛隊における法歯科医学分野の研究, 歯界展望, 2016, 128-5, 995 - 996

2) 染田 英利, "歯は生まれ故郷の記憶を刻んだタイムカプセル" 歯の元素分析による戦没者遺骨の日・米・現地住民の分別の試み, 歯界展望, 2017, 129-4, 623 - 626

## 6. 研究組織

### (1) 研究分担者

研究分担者氏名：石田 肇

ローマ字氏名：Ishida Hajime

所属研究機関名：琉球大学

部局名：大学院医学研究科人体解剖学講座

職名：教授

研究者番号(8桁)：70145225

研究分担者氏名：米田 穰  
ローマ字氏名：Yoneda Minoru  
所属研究機関名：東京大学  
部局名：総合研究博物館 放射性炭素年代測定室  
職名：教授  
研究者番号（8桁）：30280712

研究分担者氏名：橋本 正次  
ローマ字氏名：Hashimoto Masatsugu  
所属研究機関名：東京歯科大学  
部局名：法歯・法人類学講座  
職名：教授  
研究者番号（8桁）：50138682

研究分担者氏名：覚張 隆史  
ローマ字氏名：Gakuhari Takashi  
所属研究機関名：金沢大学  
部局名：新学術創成研究機構  
職名：特任助教  
研究者番号（8桁）：70749530

研究分担者氏名：申 基澈  
ローマ字氏名：Shin Ki-Cheol  
所属研究機関名：総合地球環境学研究所  
部局名：研究基盤国際センター  
職名：准教授  
研究者番号（8桁）：50569283

## (2)研究協力者

研究協力者氏名：小林 靖  
ローマ字氏名：Kobayashi Yasushi

研究協力者氏名：陀安 一郎  
ローマ字氏名：Tayasu Ichirou

研究協力者氏名：齋藤 めぐみ  
ローマ字氏名：Saito Megumi

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属されます。