

科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成 25 年 8 月 29 日現在

機関番号：32206

研究種目：若手研究 B

研究期間：2010～2012

課題番号：22700847

研究課題名（和文）筋骨格ストレスマーカーから探る縄文時代人の生活史

研究課題名（英文）Life History of the Jomon People Reconstructed from Musculoskeletal Stress Markers (MSMs)

研究代表者

瀧川 渉 (TAKIGAWA WATARU)

国際医療福祉大学・保健医療学部・講師

研究者番号：90323005

研究成果の概要（和文）：

筋骨格ストレスマーカー（MSM）15 項目の進行状況について独自の基準を設定し、次のような研究成果を得た。①多くの項目において年齢と MSM スコアの間には有意な正の相関が確認された。②縄文人 5 地域集団間の比較では、男性の方が女性よりも MSM の出現状況において地域的な変異が大きいことが示唆された。③弥生人 3 地域集団を比較すると、北部九州弥生人は縄文人集団と異なる一方で、種子島弥生人は縄文人集団に類似する様相を示した。

研究成果の概要（英文）：

In present study on musculoskeletal stress marker (MSM), the author arranged original criteria and obtained the following results: 1) Many MSMs had significant positive correlation between age and score. 2) Comparisons among the 5 Jomon regional groups suggested that MSMs variation of the males were larger than those of females. 3) Comparisons among the 3 Yayoi groups showed that MSM patterns of North Kyushu Yayoi were different from those of the Jomon groups whereas those of Tanegashima Yayoi were similar to those of the Jomon groups.

交付決定額

(金額単位：円)

| | 直接経費 | 間接経費 | 合計 |
|---------|----------|---------|----------|
| 2010 年度 | 500,000 | 150,000 | 650,000 |
| 2011 年度 | 500,000 | 150,000 | 650,000 |
| 2012 年度 | 500,000 | 150,000 | 650,000 |
| 年度 | | | |
| 年度 | | | |
| 総計 | 1500,000 | 450,000 | 1950,000 |

研究分野：総合領域

科研費の分科・細目：文化財科学・文化財科学

キーワード：縄文時代人骨、筋骨格ストレスマーカー（MSM）、四肢骨形態、筋・腱付着部

科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

1. 研究開始当初の背景

縄文人の身体形質に関する研究は、従来地域差ないし地域間変異という視点から、頭蓋や歯冠の計測的特徴および形態小変異、推定身長などに基づいて盛んに論じられてきた。研究代表者の瀧川も、先行研究で四肢骨の計測的特徴に着目し、縄文人の地域間変異を男女別に検討したことがある。その結果では、縄文人の四肢骨は多くの計測項目において地域間分散が現代日本人よりも大きく、特に骨幹部の断面示数で有意な地域差が多く、計測値を基に地域間のマハラノビス距離を求めると、縄文人は男女とも現代日本人より地域間の距離が大きくなる傾向にあることが判明した。このことから、四肢骨の計測的特徴に関しては、縄文人は現代日本人よりも地域間変異が大きく、この背景には遺伝的な側面よりもむしろ環境要因として生前の食性や居住環境、生業活動等の地域差といった点が大きく関与すると考察するに至った。

他方、四肢骨の非計測的特徴としては、現代日本人において特定の特徴に着目した報告例が散見されるが、縄文人では踵面への出現状況に関する検討が行われた程度にすぎない。また、四肢骨の関節面に認められる変形性関節炎の分析が一部の地域や遺跡で実施されたことがあったが、様々な部位を念頭に置いた地域間ないし遺跡間の相違について体系的な調査は行われていなかった。そこで、四肢骨の非計測的特徴のうち、筋や腱の付着部に折々観察される筋骨格ストレスマーカー（musculoskeletal stress marker: 略称MSM）に着目し、その出現頻度の状況を把握することで、当時の生業活動や日常生活習慣の様相を考察し、集団間・時代間の比較によってその相違や変遷を明らかにすべく開始されたのが本研究であった。このMSMに着目した研究は、北米やヨーロッパ、中東などで近年盛んに実施されており、遺跡間や墓群間、時代間などの比較を行うことで、その出現状況における相違の意味がそれぞれ検討されるに至っている。

2. 研究の目的

MSMは、四肢骨の筋や腱の付着部において、著しい隆起や陥凹あるいは骨棘の形成といった特徴を呈するものであるが、主に成人骨に観察され、加齢に応じて進行するものと推測されてきた。このような特徴について、その出現の有無と進行の段階を個体ごとに左右別に記録する。縄文人の個体データは、遺跡ないし地域ごとに、男女別・年齢階層別にプールし、MSMの進行段階において男女

間でどのような相違が認められるのか、さらに年齢幅を青～壮年（20～39歳）と熟年（40～59歳）で二分した際に年齢差がどれだけ認められるのかを確認する。そして、このデータを基に、地域・遺跡間でいかなる共通点や相違点が見られるのかを統計学的手法によって詳細に検討してゆく。

この研究では、特に生業や生活習慣等の身体活動による影響が大きいと推測されるMSMに焦点を当てているため、当時の生活史の一端を復元することを目的の一つとしている。予想としては、縄文人全体では地域間ないし遺跡間で、各MSMの進行段階に相違が認められる可能性が高い。また、このMSMが生業における身体活動を一部反映するものであれば、性差に関しては性別分業のようなジェンダーの問題についても間接的な根拠を与える可能性が期待される。年齢差の問題については、特定の遺伝性疾患を除けば加齢変化の一種として理解されうるものである。従って高年齢層ほどMSMは進行段階が高くなるものと予想されるが、時代や地域によっては青～壮年でもかなり高い進行段階に達している可能性もあり、当時の労働条件等との関係性が示唆されるだろう。

3. 研究の方法

この研究では、縄文人資料のデータ収集のため、古人骨資料を保管する複数の研究期間を訪問し作業を進めた。同時に、MSMの加齢変化の問題を確認することと、各種分析を実施する際のコントロール群の設定を期して、現代日本人の解剖学晒骨標本のデータ収集も実施した。対象となるのは、骨端の融合が完了した成人の男女両性であるが、古人骨では老年（60歳以上）の個体が限られているため、20歳以上60歳未満の個体を扱った。

観察対象部位は、上腕骨・橈骨・尺骨・大腿骨・膝蓋骨・脛骨・踵骨である。各骨のうち、特に筋や腱に由来する付着部において発達しやすく、かつ観察しやすいMSM15項目を選択した。その内訳は、上腕骨の大結節稜・小結節稜・三角筋粗面、橈骨の橈骨粗面、尺骨の肘頭・回外筋稜・尺骨粗面、大腿骨の大転子・小転子・殿筋粗面・粗線、膝蓋骨の骨底上面、脛骨のヒラメ筋線・脛骨粗面、踵骨の踵骨隆起である。これらについて、各部の陥凹や隆起、骨棘のサイズや状況に応じて、独自にスコア化の基準を設定し、各個体における状況を進行度に応じて記録していった。

得られたデータは、左右・男女・年齢別に整理され、基礎統計量によってその平均スコアを基に、各集団間で統計学的な有意差が認められるかどうかを検定した。また、主成分

分析を用いて、MSM項目全体における出現状況の類似性を集団間で確認し、各特徴のパターンから、いかなる地域的な傾向が見られるかについても検討した。

なお、検討対象となった縄文人集団は、北海道（礼文島と噴火湾沿岸）、岩手県蝦夷島貝塚、千葉県姥山貝塚、愛知県吉胡貝塚、岡山県津雲貝塚の5集団であり、いずれも各地で相応の標本数を得ることができる遺跡を扱った。コントロール群としては畿内と関東を中心とした現代日本人の解剖晒骨標本を利用した。縄文人集団との比較に際しては、弥生人集団も対象とし、山口県土井ヶ浜遺跡、北部九州（福岡県金隈・永岡・隈西小田遺跡、佐賀県三津永田遺跡）、種子島（鹿児島県広田・鳥の峯遺跡）のデータ収集も実施し、その地域的変異の相違を確認した。



図1 今回の検討で使用した古人骨資料の出土地

4. 研究成果

(1) MSMの加齢変化と時代差

まず、献体記録から死亡年齢が明らかとなっている現代日本人資料を基に、MSM15項目がそれぞれ加齢と相関を持っているかどうかを確認することにした。20代から60代まで10年刻みで5つの年齢階層ごとに左右両側のスコアデータを配分し、各階層の基礎統計量を求めた。その後、Kruskal-Wallis検定によって5つの年齢階層間のスコアの平均値に有意差が認められるか否かを検定した。その結果、男性では回外筋稜以外の全ての項目で、女性では大結節稜・回外筋稜・尺骨粗面を除く項目で有意差が認められた。特に、男女とも年齢に応じて有意にスコアが高くなっていった項目は、上肢で三角筋粗面・橈骨粗面・肘頭、下肢で大転子・粗線・膝蓋骨底・ヒラメ筋線・踵骨粗面が挙げられる。

また、項目ごとに各個体のスコアと死亡年齢との間でピアソンの相関係数を求めた。得られた相関係数の有意性を確認したところ、男性では大結節稜と回外筋稜以外の項目で、また女性では尺骨粗面と殿筋粗面以外の項目において有意な正の相関を示すことが判

明した。これらの検討によって、MSMのほとんどの項目は、加齢に応じて発達していく性質を持つことが明らかとなった。

さらに、MSMスコアの時代差を見た場合に、年齢階層によって相違が出てくるかどうかを確認することにした。そこで、現代日本人のデータを、古人骨の出土数が多い吉胡貝塚の縄文人と、土井ヶ浜遺跡の弥生人との間で比較することとしたが、先史時代の古人骨では10年幅での年齢推定が困難であり、60歳以上の老年個体も少ないことから、年齢階層を青～壮年(20～39歳)と熟年(40～59歳)に区分してデータを配分した上で検討を実施した。ここで、各項目について年齢階層別に3集団間で一元配置の分散分析を実施したところ、男性では7項目、女性では7項目において共通した有意差が確認された。このことから、MSMスコアは時代によって有意に変化する側面を持つことが指摘された。

なお、各集団において、男女別に年齢階層間で有意差が認められるかどうかを検定したところ、吉胡縄文人と土井ヶ浜弥生人の多くの項目では有意差が認められなかったが、現代日本人ではほとんどの項目で有意差が見られることが示された。先史集団では、集団間比較の際に年齢階層を混合した処理がある程度は可能であるが、現代人集団では年齢差が大きくなるためコントロール群としての利用以外では年齢階層を超えたサンプルの混合は望ましくないと言えよう。

(2) 縄文人のMSMにおける地域間変異

今度は縄文人5集団におけるMSMの各項目における平均スコアを比較し、これを基に各種統計解析を実施し、その地域間変異の様相を確認することとした。

まず、北海道集団は男女とも平均スコアが5集団内で最も高くなる項目が多いことが明らかとなり、縄文人集団の中で最もMSMが発達した人々であることが示された。また、各項目において5集団間で有意差の検定を実施すると、男性では上肢骨のほとんどの項目(特に上腕骨では全ての項目)で有意な地域差が認められるのに対し、下肢の項目ではほとんど有意差がないことが判明した。

さらに縄文人5地域集団における群間分散(地域間分散)を求め、男性と女性の群間分散の比を計算したところ、15項目中10項目で男性の方が女性よりも群間分散が大きくなることが示された。また、畿内現代人を基準として偏差折線を比較すると、男性ではそのジグザグのパターンにかなり地域的なバラつきが見られるが、女性ではいずれの集団にも共通するパターンを示した(図2)。

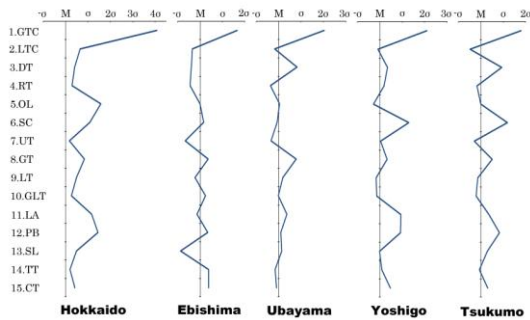


図2 畿内現代人を基準とした際の縄文人5集団の偏差折線比較 (上：男性、下：女性)

縄文人5集団と、現代畿内人をコントロール群に含めた主成分分析を実施し、第一主成分と第二主成分を軸に各集団のプロットを見てみると、男性の場合は3つの分布パターンに分かれて配置されることが示された。この分布のまとまりは、各出土遺跡が位置する緯度とも一致する（津雲・吉胡：北緯30～35度、姥山・蝦島：北緯35～40度、北海道：北緯40～45度）。それに対して、女性の場合は蝦島・北海道・吉胡・津雲が近接してプロットされ、姥山のみが他の4集団から若干離れるという位置関係を示した（図3）。

これらの分析結果から、縄文人5集団間におけるMSMの出現状況は、男性の方が女性よりも大きな地域的多様性を持っていたと言える。特に男性の場合は、その居住する地域の地理的および生態的な要因に基づいて展開されたそれぞれの狩猟や漁労といった生業等の身体活動の多様性が、地域差となって反映されやすかったと考えられる。その一方、女性ではいくつかの項目を除いては日々の労働における筋への負荷が男性ほど大きくはなかったため、その地域的変異は男性のそれよりも小さく、限定的なものであったと解釈することができよう。

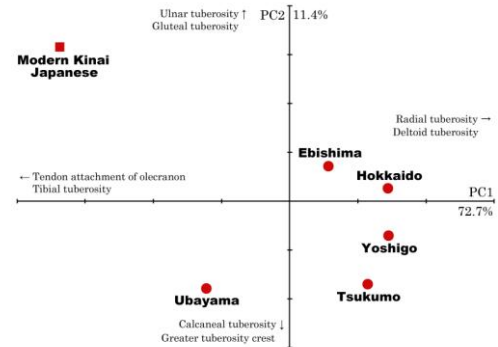
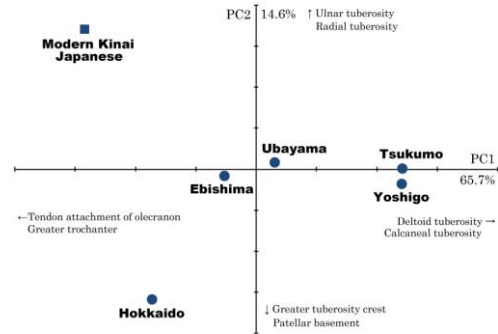


図3 MSM15項目に基づく縄文人5集団の主成分分析結果 (上：男性、下：女性)

(3) 西日本弥生人と縄文人のMSMの相違

縄文人5集団と、西南日本の弥生人3地域集団（北部九州、山口県土井ヶ浜遺跡、種子島）の成人骨においてMSM15項目についての比較検討が実施された。

まず、各弥生人集団と縄文人5集団間でMSMスコア平均値について、二群間の有意差検定が行われた。縄文人5集団との間で有意差が確認された項目数が最も多かったのは北部九州弥生人であった。その項目の多くは上肢骨（上腕骨と尺骨）で、北部九州弥生人はこれらのスコアが有意に小さくなることが示された。

MSMの群間分散（地域間分散）を縄文人5集団と弥生人3集団で男女別に求めたところ、弥生人ではほとんどの項目で地域間分散が男性の方が大きいという結果が出た。また、男性の方が縄文人集団よりも弥生人集団の地域間分散が大きくなる傾向にあることが確認された。

主成分分析により第一主成分と第二主成分から縄文・弥生各集団のプロットを散布図上に表現すると、男女とも縄文人5集団のまとまりと北部九州弥生人の位置関係は隔たったものとなった。土井ヶ浜弥生人は縄文人5集団と北部九州弥生人の中間に、種子島弥生人は縄文人集団に近接する位置関係となった（図4）。

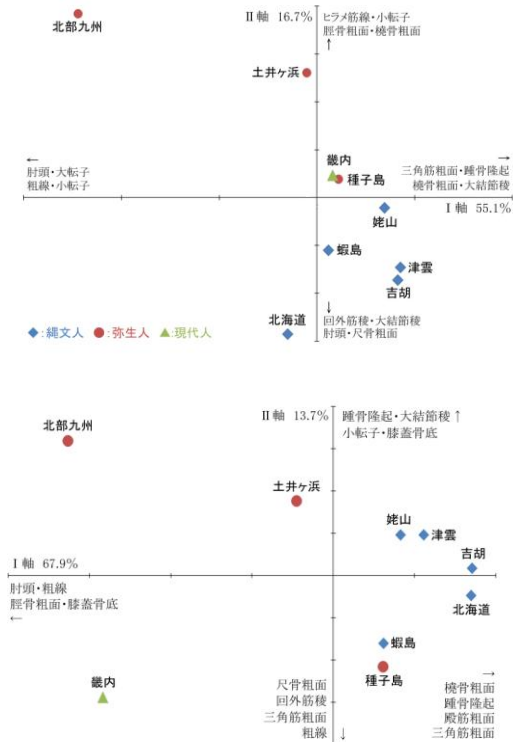


図4 MSM15項目に基づく縄文人と弥生人3集団の主成分分析結果(上:男性、下:女性)

これらの結果に基づいて、以下の三点を指摘することができる。

①北部九州弥生人のMSM出現パターンは明らかに縄文人集団のそれとは異質のものである。特に縄文人集団では上肢の筋利用が盛んであったのに対し、北部九州弥生人では下肢においてその傾向が強かったことが、両集団の相違を決定づけた。

②弥生人3集団のMSMパターンの地域差は、特に男性で縄文人5集団間の差より大きい。これらの3地域の相違は、それぞれ異なる生業活動等に基づく筋運動パターンの多様性を示すものと理解される。

③縄文人でも弥生人でも、女性よりも男性の方がMSMパターンの地域差が大きくなる。男性の方が身体活動においてよりパワフルに筋を使用する傾向にあり、地域的な生業活動の相違がMSMとして反映されやすかったものと考えられる。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計5件)

- ①Suzuki K., Tagigawa W., Tanigawa K., et al. Detection of *Mycobacterium leprae* DNA from archaeological skeletal remains in Japan using whole genome

amplification and polymerase chain reaction. PLoS ONE, 査読有, Vol.5, Issue.8, 2010, e12422, p1-8.

- ②瀧川渉、伊達元成、小杉康、北海道小幌洞窟・岩陰遺跡出土人骨の年代学・形態学的検討、Anthropological Science (J-Series), 査読有、119巻2号、2011、p 49-74

- ③瀧川渉、古微生物学と考古学—その可能性と課題、動物考古学、査読有、第30号、2013、p 443-466

- ④ Tagigawa W., Age changes of musculoskeletal stress markers in modern Japanese and their inter-period comparisons, Anthropological Science, 査読有、投稿中

- ⑤ Tagigawa W., Shindo K., Yoneda M. Temporal changes of cross-section bone mass in human long bones from the prehistoric Jomon to the ancient Nara period in Japan: in comparison with isotopic dietary analysis, Journal of Archaeological Science, 査読有、投稿中

[学会発表] (計7件)

- ①瀧川渉・川久保善智、古人骨からみた東北古代人、第64回日本人類学会大会骨考古学分科会シンポジウム、口頭発表、2010、だて歴史の杜カルチャーセンター

- ②米田穰・瀧川渉・竹中正巳・向井人史、同位体でみた古墳時代から古代の食生態とその地域性、第64回日本人類学会大会骨考古学分科会シンポジウム、口頭発表、2010、だて歴史の杜カルチャーセンター

- ③伊達元成・瀧川渉・小杉康、海洋リザーバー効果を考慮した北海道小幌洞窟・岩陰遺跡出土人骨の年代学的検討、第64回日本人類学会大会、口頭発表、2010、だて歴史の杜カルチャーセンター

- ④瀧川渉、筋骨格ストレスマーカー (MSM) の加齢変化とその時代間比較、第65回日本人類学会大会、ポスター発表、2011、沖縄縄文立博物館・美術館

- ⑤ Tagigawa W., Regional variation of musculoskeletal stress marker (MSM) in the prehistoric Jomon hunter-fisher-gatherers: implications in physical activity pattern of the Paleolithic people in Japan. Dual Symposia of Annual Meeting of Asian Palaeolithic Association and the Modern Human Behavior, ポスター発表、2011、国立科学博物館

- ⑥瀧川渉、進藤薫、米田穰、縄文～奈良時代における古人骨の骨密度と骨塩量の時代変化—同位体食性分析との比較から—、第29回日本文化財科学会大会、口頭発表、2012、京都大学

- ⑦瀧川渉、筋骨格ストレスマーカー(MSM)における弥生人の地域間変異と縄文人との相違、第66回日本人類学会大会、ポスター発表、2012、慶応義塾大学

〔図書〕(計1件)

- ①瀧川渉編、骨考古学と蝦夷・隼人、2012、同成社、pp181.

〔産業財産権〕

- 出願状況(計0件)
○取得状況(計0件)

〔その他〕

ホームページ等 特になし

6. 研究組織

(1) 研究代表者

瀧川 渉 (TAKIGAWA WATARU)
国際医療福祉大学・保健医療学部・講師
研究者番号：90323005