

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 6月 7日現在

機関番号：82617

研究種目：基盤研究（B）一般

研究期間：2010～2012

課題番号：22370088

研究課題名（和文） 形態と遺伝子から解明する近世アイヌ集団の起源と成立史

研究課題名（英文） Clarification of the origin and population history of the modern Ainu through morphological and genetic analysis

研究代表者

篠田 謙一（Shinoda Ken-ichi）

国立科学博物館・人類研究部・グループ長

研究者番号：30131923

研究成果の概要（和文）：

近世アイヌ人骨 122 体を対象としてDNAを抽出し、ミトコンドリアDNAの解析を行った。最終的に 100 体からDNA情報を取得し、アイヌ集団の成立の歴史の解明を試みた。解析の結果は、北海道のアイヌ集団は在来の縄文人の集団にオホーツク文化人を經由したシベリア集団の遺伝子が流入して構成されたというシナリオを支持した。また同時に行った頭蓋形態小変異の研究でも、アイヌは北海道の祖先集団に由来するものの、オホーツク人との間の遺伝的な交流を持っていた可能性が示された。

研究成果の概要（英文）：

To assess the genetic affinities and the process of the formation of the modern Ainu population, 122 skeletal samples were analyzed using ancient DNA analysis techniques. We retrieved the mitochondrial DNA (mtDNA) sequences and coding region information from 100 remains. Our results indicate that the Siberian input on the Ainu significantly affected their genetic structure, and that the Okhotsk people might be the main source of Siberian mtDNA in the Ainu. These views were also confirmed by an analysis based on nonmetric cranial traits of the Hokkaido Ainu. The core physical makeup of the Hokkaido Ainu was derived from the ancestral population in Hokkaido, the Okhotsk people are considered to have exerted a certain amount of genetic influence on the ethnogenesis of the Hokkaido Ainu.

交付決定額

（金額単位：円）

| | 直接経費 | 間接経費 | 合計 |
|------|-----------|-----------|------------|
| 22年度 | 3,300,000 | 990,000 | 4,290,000 |
| 23年度 | 2,900,000 | 870,000 | 3,770,000 |
| 24年度 | 2,000,000 | 600,000 | 2,600,000 |
| 年度 | | | |
| 年度 | | | |
| 総計 | 8,200,000 | 2,460,000 | 10,660,000 |

研究分野：生物学

科研費の分科・細目：人類学・自然人類学

キーワード：アイヌ・DNA分析・形質人類学・系統・成立史

1. 研究開始当初の背景

近年の分子生物学の発展は、これまで化石や考古学的な証拠に頼っていた人類の起源

や拡散に関する研究分野に、数多くの知見を付け加えている。しかしながら、現代人集団を対象とした研究からは、現在の集団間の生

物学的な距離や系統関係は類推できるが、過去における疫病の流行や武力による衝突、集団間の移住や混血などといった、地域に限定された短期間の人口動態の変化を検出することは難しい。したがって、限定された地域における集団の変遷史を明らかにするためには、現代人集団の解析のみならず、同地域の古代集団が持っていた遺伝的な特徴を明らかにする必要がある。

アイヌ集団に関してはこれまでも数多くの形態学的・遺伝学的な調査研究がなされてきた。その中で、アイヌは日本列島の基層集団の一つである縄文人との類縁性が認められ、彼らは縄文人の遺伝的影響を強く残した集団ではないかという仮説が提唱されている。ただしこれまで行われた遺伝的な解析については、本土日本人との接触の影響を強く受けた現代人を対象としているため、アイヌが本来持っていた遺伝的な特徴を捉えているとは言い難い。一方、近年の分子生物学の発展によって、古人骨由来のDNAの解析が可能になっており、江戸時代以前のアイヌ人骨を用いれば、彼らが過去に持っていた遺伝学的な特徴を明らかにすることも可能である。本研究は、このような技術的な進歩をもとに、これまで形態学的な研究のみによって追求されてきたアイヌ集団の人類学的な研究を更に深化させることを意図して計画された。

2. 研究の目的

北海道の先住民集団であるアイヌの形成史は、日本列島集団の形成を考える上でも重要で、近世アイヌ人骨についてはこれまでも多くの形態学的な調査研究がなされてきた。しかし現在に至るまで、近世アイヌ人骨を対象とした集団遺伝学的な研究は存在せず、その遺伝学的な実体については知られていない。そこで本研究では、明治以降の混血の影響を受けていない近世アイヌ人骨の形態および遺伝学的な研究を統合し、未だその実像が明確ではないアイヌ集団の成立史を明らかにすることを目的とした。

3. 研究の方法

札幌医科大学および北海道伊達市噴火湾文化研究所に所蔵されている近世アイヌ人骨の臼歯の歯髄からDNAを抽出し、PCR法を用いてミトコンドリアDNAのD-loop領域およびcoding領域を増幅し、配列決定を行った。これによって得られたDNAデータを用いて、アイヌの集団内および集団間の遺伝的な近縁性を検証した。また頭骨の計測値と小変異の出現頻度データから同様の検討を行い、双方の知見を比較検討して、その整合性を確認した。更に近隣の他集団との比較を通して、アイヌ集団の成立史や集団としての特徴を

明らかにした。

DNA抽出の方法は、現在のところサンプルからもっとも効率よくDNAを回収し、更に後のPCR反応の阻害物質を排除できるとされているシリカマトリックスにDNAを吸着させる手法を用いた。実際には市販のDNA回収キットのプロトコールに独自の改良を加えた方法を用いている。

抽出したDNAをテンプレートとして、ミトコンドリアDNAのD-loop領域における塩基配列多型を解析した。我々のこれまでの研究により、北海道および東北の縄文人には、N9bやD1a、G1bなど、D-loop領域の解析のみではハプログループを正確に決定できない系統が高頻度で観察されることがわかっている。そこで、ハプログループを特徴付けているミトコンドリアDNAのcoding領域の1塩基多型 (Single Nucleotide Polymorphisms; SNPs)についても併せて解析した。D-loop領域の塩基配列については、領域中特に多型性の高い、hypervariable segment (HVS) IおよびIIについて、互いにオーバーラップする長さ140~194 bpのPCR産物が得られるプライマーを用いてDNAをPCR法により増幅し、得られた各PCR産物の塩基配列をダイレクトシーケンス法により決定して、HVS IおよびIIの塩基配列を決定した。

DNAを採取した個体を中心に、頭蓋小変異22項目を調査し、その頻度データをもとに、これまで報告されている近隣集団との比較を行った。

4. 研究成果

札幌医科大学および伊達市噴火湾文化研究所が所蔵する近世アイヌ人骨122体を対象とした分析の結果、100体からDNA情報を得ることが出来た。その結果、近世アイヌ集団から13種類のハプログループを検出したが、最も多かったのは、オホーツク文化人に高頻度で見いだされているハプログループYだった(31%)。それに続いて北海道の縄文人に高頻度で見られるN9bが検出され(19%)、それ以外は北方系の先住民集団に多いG1b、A4、Zなどが検出された。一方、本土日本人に特徴的なD4も10%を越える頻度で存在し、更に南方の要素と考えられるB4、F1b、N9aなども頻度は少ないものの存在を確認できた。

これまでの研究で、北海道の縄文人にハプログループYが存在せず、主体をなすのはN9bであること、これに対し、オホーツク集団には高頻度でYが存在することが知られている。従ってこの結果は、北海道のアイヌ集団は在来の縄文人の集団にオホーツク文化人が流入して構成されたというシナリオを支持している。ただし、本土日本からの遺伝子流入も無視できないことも明らかとな

り、現代のアイヌ集団との比較によって、明治期以降の本土日本の影響も無視できないことが判明した。

また同時に行った頭蓋形態小変異 9 項目を指標にした、北海道集団（縄文／続縄文人・アイヌ・オホーツク人）とサハリンアイヌ・アムール川下流域集団・バイカル新石器時代人などと比較研究では、北海道アイヌの祖先集団とオホーツク人は、これまで想定されていた以上に、活発な文化的・遺伝的交流を行っていた可能性が示され、遺伝子分析の結果を支持することになった。

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 16 件）

- ① 篠田謙一、安達登、DNA が語る「日本人への旅」の複眼的視点、岩波「科学」、査読無し、80, 2010, 368-372
- ② DODO, Y., and SAWADA, J. Supraorbital foramen and hypoglossal canal bridging revisited: their worldwide frequency distribution. *Anthropological Science*, 査読有り、118, 2010, 65-71, DOI: 10.1537/ase.090622
- ③ Sato T, Dodo Y. et al. (10 名 9 番目) Polymorphisms and allele frequencies of the ABO blood group gene among the Jomon, Epi-Jomon and Okhotsk people in Hokkaido, northern Japan, revealed by ancient DNA analysis, *Journal of Human Genetics*, 査読有り、55, 2010, 691-696, doi:10.1038/jhg.2010.90.
- ④ FUKUMOTO, I. and KONDO, O. Three-dimensional craniofacial variation and occlusal wear severity among inhabitants of Hokkaido: comparisons of Okhotsk culture people and the Ainu. *Anthropological Science*, 査読あり、118, 2010, 161-172, DOI: 10.1537/ase.091222.
- ⑤ Adachi, N., Shinoda, K., Umetsu, K. et al. (8 名中 1-3 番目) Mitochondrial DNA Analysis of Hokkaido Jomon Skeletons: Remnants of Archaic Maternal Lineages at the Southwestern Edge of Former Beringia, *American Journal of Physical Anthropology*, 査読有り、146, 2011, 346-360, DOI: 10.1002/ajpa.21561.
- ⑥ Kazuta, H., Dodo, Y. et al., (7 名中 3 番目), Genotype frequencies of the ABCC11 gene in 2000-3000-year-old human bones from the Epi-Jomon and Jomon sites in Hokkaido, Japan. *Anthropological Science*, 査読有り、119, 2011, 81-86, DOI: 10.1537/ase.100416.
- ⑦ Yuasa, I., Umetsu, K., at al. (9 名中 8 番目) Distribution of OCA2*481THr and OCA2615Arg, associated with hypopigmentation, in several additional populations. *Legal Medicine*, 査読あり、13, 2011, 215-217
- ⑧ 篠田謙一, DNA による日本人の形成 - ミトコンドリア DNA と Y 染色体 -, 季刊考古学、査読無し、118, 2011, 79-84
- ⑨ 百々幸雄, 川久保善智, 澤田純明, 石田肇、頭蓋の形態小変異からみたアイヌとその隣人たち I. 東アジア・北東アジアにおける北海道アイヌの人類学的位置、*Anthropological Science (Japanese Series)*、査読有り、120, 2012, 1-13, 10.1537/asj.120607.
- ⑩ 百々幸雄, 川久保善智, 澤田純明, 頭蓋の形態小変異からみたアイヌとその隣人たち II. アイヌの地域差、*Anthropological Science (Japanese Series)*、査読有り、120, 2012, 135-149, 10.1537/asj.120818.
- ⑪ 百々幸雄, 川久保善智, 澤田純明, 石田肇、頭蓋の形態小変異からみたアイヌとその隣人たち III. 隣接集団との親疎関係、*Anthropological Science (Japanese Series)*、査読有り、121, 2013, In Press. 10.1537/asj.121212.
- ⑫ Shinoda, K., Kakuda, T., Doi, N., Mitochondrial DNA polymorphisms in late Shell midden period skeletal remains excavated from two archaeological sites in Okinawa. *Bull. Natn. Sci. Mus., Tokyo*, 査読有り、38, 2012, 51-61.
- ⑬ 篠田謙一、古 DNA の解析手法 - 古人骨を中心に -, 考古学ジャーナル、査読無し、633, 2012, 9-13.
- ⑭ 安達登、古人骨の DNA 解析、考古学ジャーナル、査読無し、633, 2012, 14-18.
- ⑮ Adachi, N., et al. (5 名中 1 番目)、Mitochondrial DNA Analysis of the Human Skeleton of the Initial Jomon Phase Excavated at the Yugura Cave Site, Nagano, Japan. *Anthropological Science*, 査読有り、(in press)
- ⑯ Jinam T, Umetsu, K., et al. (20 名中 6 番目)、The history of human populations in the Japanese Archipelago inferred from genome-wide SNP data with a special reference to the Ainu and the Ryukyuan populations. *Journal of*

Human Genetics, 査読有り、57, 2012, 787-795. 10.1038/jhg.

〔学会発表〕(計 16 件)

- ① 篠田 謙一、アイヌ人骨を巡る最近の状況について、第 63 回日本人類学会大会、2010.10.2、北海道伊達市
- ② 安達登、DNA が明らかにするアイヌの成立史、第 63 回日本人類学会大会、2010.10.2、北海道伊達市
- ③ 近藤修、北海道アイヌの骨考古学：脊椎に残された病変の CT 観察、第 63 回日本人類学会大会、2010.10.2、北海道伊達市
- ④ 安達登（招待講演）、DNA からみた北東日本列島人の成立史、平成 22 年度自然史学会連合講演会、2010.11.28、盛岡市
- ⑤ 篠田 謙一（招待講演）、DNA に刻まれた日本人の歴史、第 52 回日本臨床細胞学会特別講演、2011.5.21、福岡市
- ⑥ Shinoda, K (招待講演) A mitochondrial DNA analysis of Japan's population growth and formation. "Rice and human migration in Asia. The national Institutes for the Humanities International Symposium, 2012.2.19, Kyoto
- ⑦ Kondo O. An application of fourier and wavelet transforms to two-dimensional images: quantification of human vertebral tuberculosis. 2nd International Symposium on Biological Shape Analysis. 2011.7.5 Okinawa
- ⑧ Adachi, N. (招待講演) Remnants of archaic maternal lineages at the southwestern edge of former Beringia: Mitochondrial DNA analysis of Hokkaido Jomon skeletons. The Emergence and Diversity of Modern Human Behavior in Paleolithic Asia. 2011.11.28, Tokyo
- ⑨ 安達 登、北海道縄文・続縄文時代人骨のミトコンドリア DNA 多型解析(第 3 報)、日本 DNA 多型学会第 20 回学術集会、2011.12.1、横浜
- ⑩ 安達 登、サブハプログループレベルでみた東北地方縄文時代人のミトコンドリア DNA、第 95 次日本法医学会総会、2011.6.15、福島
- ⑪ Shinoda, K. (招待講演) Genetic structure of the Japanese and the formation of the Ainu population. The 17th "Science in Japan" Forum. Routes of Indigenous Research. 2012.7.12. Washington D.C. U.S.A.
- ⑫ 篠田謙一（招待講演）DNA が解明する日本人の成り立ち、第 1 回日本小児診療多職種研究会、2012.7.15、北九州市

- ⑬ 安達登、関東地方縄文時代人のミトコンドリア DNA 解析、第 66 回日本人類学会大会、2012.11.2 横浜市
- ⑭ 安達登、DNA が明らかにするアイヌの成立史(第 3 報)、日本 DNA 多型学会第 21 回学術集会、2012.11.8 京都市
- ⑮ Adachi, N., Ethnic derivation of the Hokkaido Ainu inferred from mitochondrial DNA data. 78th SAA meeting, 2013.4.5, Honolulu, Hawaii, USA.
- ⑯ 篠田謙一、DNA が描く人類の拡散と日本人の起源（招待講演）第 37 回日本口蓋裂学会総会・学術集会、2013.5.31、佐賀市

〔図書〕(計 8 件)

- ① 篠田謙一、自然人類学が解明する日本人の起源 -DNA 分析の発展と現在の起源論-、ヨーゼフ・クライナー編「小シーボルトと日本の考古・民族学の黎明」2010、101-116、同成社
- ② 百々幸雄、アイヌと縄文人-日本列島の基層集団。北海道大学アイヌ・先住民研究センター(編)「アイヌ研究の現在と未来」、2010、116-130、北海道大学出版会
- ③ 篠田謙一、地球環境学事典 分担執筆「環境変化と人類の拡散」、2011、410-411、弘文堂
- ④ 篠田謙一、縄文人はどこからきたか？ DNA 研究で見えてきた日本人の成り立ち、北の縄文文化を発信する会・編（北の縄文連続講座・記録集）、2011、6-47、インテリジェント・リンク
- ⑤ Shinoda, K. Mitochondrial DNA of Human Remains at Man Bac (Chapter 9) . In: MAN BAC: The Excavation of a late Neolithic site in northern Vietnam. Vol. II Biological Research. 2011. 123-132. Australian National University E Press
- ⑥ 篠田謙一、DNA からみた中世鎌倉の人々。中條・酒井・石田編「考古学を科学する」第 5 章、2011、245-257、臨川書店
- ⑦ 安達登、市民の考古学第 12 巻・骨考古学と蝦夷・隼人、2012、194。同成社
- ⑧ Kondo O. Biological Shape Analysis. (in press) World Scientific of Singapore.

6. 研究組織

(1) 研究代表者

篠田 謙一 (Shinoda Ken-ichi)
国立科学博物館・人類研究部・グループ長
研究者番号：30131923

(2) 研究分担者

安達 登 (Adachi Noboru)
山梨大学・医学工学総合研究部・教授
研究者番号：60282125
百々 幸雄 (Dodo Yukio)
東北大学・医学研究科・客員教授
研究者番号：50000146
梅津 和夫 (Umetsu Kazuo)
山形大学・医学部・准教授
研究者番号：10091828
近藤 修 (Kondo Osamu)
東京大学・理学研究科・准教授
研究者番号：40244347