

## 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 5 月 13 日現在

機関番号：24402

研究種目：若手研究（B）

研究期間：2010～2012

課題番号：22710015

研究課題名（和文）

後氷期と間氷期のバイオマス燃焼量の比較—気候変動への人為影響の可能性

研究課題名（英文）

Comparison of biomass burning between in postglacial period and interglacial periods—possibility of the human influence on the climate change

研究代表者

井上 淳（INOUE JUN）

大阪市立大学・大学院理学研究科・講師

研究者番号：90514456

研究成果の概要（和文）：

本研究では、後氷期（約 1 万年前以降）と間氷期のバイオマス燃焼量を明らかにすることを目的に琵琶湖や大阪湾などのボーリングコアについて微粒炭分析（主に微粒炭含有量測定）を行った。その結果、後氷期にあたる酸素同位体ステージ（以下、MIS）1 の堆積物中には他の間氷期の堆積物と比較して多くの微粒炭が認められた。以上のことは、少なくとも近畿地方中央部において、バイオマス燃焼量については、後氷期が他の間氷期と大きく異なっていたことを示唆する。

研究成果の概要（英文）：

We examined charcoal fragments (charcoal concentration and influx) in Middle and Late Pleistocene, and Holocene sediments of Lake Biwa and Osaka Bay to clarify the transition of the biomass-burning amount. The results show that more charcoal fragments are included in postglacial sediments (Holocene sediments) than in other interglacial sediments.

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 | 600,000  | 180,000 | 780,000  |
| 2012 年度 | 500,000  | 150,000 | 650,000  |
| 年度      |          |         |          |
| 年度      |          |         |          |
| 総計      | 1600,000 | 480,000 | 2080,000 |

研究分野：複合新領域

科研費の分科・細目：環境学・環境動態解析

キーワード：後氷期，間氷期，気候変動，人間活動，バイオマス燃焼，微粒炭

## 1. 研究開始当初の背景

過去 100 年間の気温データなどに基づき、近年、地球が急速に温暖化していることが明らかにされており、急速な地球温暖化に伴う

地球システムの激変や海水準の上昇、水陸生態系への影響が危惧されている。こうした 20 世紀半ば以降に観測された温暖化は、産業革命以後の二酸化炭素やメタンガスなどの温

室効果ガスの排出によってもたらされた可能性が非常に高いと考えられている(IPCC第4次報告書)。

近年、Ruddiman(2003)により Early Anthropocene※ Hypothesis (早期人新世仮説) という仮説が提唱された。この仮説によると、約 8000 年前以降の火入れや農耕などの人の活動により温室効果ガスが排出され、数千年間にわたって徐々に温室効果ガスが大気に蓄積された。そしてその結果、ガスの温室効果により本来の地球システムでは氷期にあるべき数千年前～現在が温暖な気候となった。Ruddiman の仮説は、現在の温暖化に対する考え方や取り組みに一石を投じるセンセーショナルな内容であることから専門誌だけでなく、Nature, Scientific America, New Scientists などの一般向け科学雑誌でも大きく取り上げられた。Ruddiman の仮説にはいくつかの批判があるものの検証すべき重要な仮説として多くの気候分野・地球システム関連分野の研究者の関心を集めている。

日本では、特に近畿地方において約1万年頃の堆積物に多くの微粒炭(植物が萌えることにより発生する微細な炭)が多く含まれる事が近年の研究によりわかってきている。これらの微粒炭は、自然発生的な山火事や人為的な火入れによるものと考えられている。約1万年前頃は最終氷期から後氷期へと大まかには温暖化する時期にあたり、こうした植物燃焼の増加は、気候変化やそれに伴う植生変化が一因であると考えられる。しかしながら、すでにこの時期には一定数の人類(縄文人)も日本列島にはいたことから、火入れなどの人間活動がその要因であるとも考えられる。以上のように、1万年前頃に植物燃焼が増加したことが明らかとなっているが、その主要因については不明である。当時の植物燃焼の増加の要因を明らかにすることは、上述した Ruddiman の仮説を検証する上でも重要であると考えられる。

## 2. 研究の目的

後氷期にあたる約1万年前以降の微粒炭量の増加の原因が不明瞭である一因は、これまでの研究の多くが、最終氷期以降のみの堆積物を研究対象としたものであったからである。そこで本研究では、約1万年前以降の後氷期に植物燃焼が増加した要因を明らかに

するため、後氷期とそれ以前の堆積物、特に間氷期の堆積物に含まれる微粒炭量を測定、比較することを研究目的とした。

## 3. 研究の方法

約50万年前以降に堆積した大阪湾堆積物、琵琶湖堆積物の内、間氷期である MIS1, 5, 7, 9, 11 期に相当する堆積物について微粒炭分析を行った。琵琶湖堆積物は、2008年に琵琶湖で掘削された BIW-08B コア試料(「琵琶湖堆積物の高精度マルチスケール解析-過去15万年間の気候・地殻変動」科学研究費基盤研究(A)19204050, 研究代表者 竹村恵二により掘削)を用いた。狭在される火山灰層の年代(竹村ほか, 2010)に基づき MIS1, 5, 7, 9, 11 に相当する層準の試料を分析に用いた。大阪湾堆積物には、神戸沖で掘削された K1 コアを用いた。吉川・三田村(1999)に基づき、MIS5, 7, 9, 11 に相当する海成粘土層 Ma12, Ma11, Ma10, Ma9 層について分析を行った。なお、これらと比較する目的で他の湖沼堆積物についても分析を行った。

## 4. 研究成果

まず、本研究を進める前段階として、これまでの日本での炭化物粒子の研究に関するレビューと問題点を学術論文としてまとめた(井上・北瀬, 2012)。

実際の研究を進めるにあたって、本研究では、大きな堆積盆の堆積物を研究対象としているため、100  $\mu\text{m}$  以上の Macroscopic charcoal は、ほとんど認められなかった。このため、研究対象を Microscopic charcoal に限定した。Microscopic charcoal の分析法に関しては、従来、花粉分析の方法により作成したプレパラートを用いた光学顕微鏡による分析が一般に行われている。しかしながら、この方法ではしばしば微粒炭とそれ以外のものを混同することがあった。こうした問題点を解決するため、本研究を進めるにあたって分析手法の開発に着手した。その結果、薬品処理後の試料をフィルターで濾過し、残渣を金属顕微鏡により観察する手法を開発した。これにより厳密な微粒炭の認定ができると共に、微粒炭の構造などが把握でき、今後、燃焼物の特定を可能にすると考えられる。開発した研究手法については2012年度日本地質学会で発表した。

琵琶湖堆積物の微粒炭分析の結果、

MIS5, 7, 9 の堆積物中では、多くの微粒炭は含まれず、MIS1 の微粒炭のみに多く含まれることが明らかとなった。琵琶湖南湖の高島沖コアの微粒炭分析結果では、MIS1 で多くの微粒炭が含まれ、MIS2～ MIS5 までの堆積物には微粒炭が少ないことが報告されており（井上ほか, 2001 ; Hayashi et al., 2011), こうした結果と本研究の結果は、MIS1 にのみ微粒炭が非常に多く含まれる点で類似する。このことは、MIS1 に認められる微粒炭量の増加が、琵琶湖の北湖・南湖問わず認められることを示唆する。また、MIS1 以前の温暖期には微粒炭量の増加は北湖でも南湖でも認められないことがわかった。以上のことから、琵琶湖周辺で MIS1 にのみ微粒炭量の沈積量・生産量が著しく増加したことが考えられ、これは同時期において少なくとも琵琶湖周辺では植物燃焼が増加したことを示唆するものと考えられる。

大阪湾で掘削された MIS5, 7, 9, 11 に相当する海成粘土層 Ma12, Ma11, Ma10, Ma9 層各層中の微粒炭は、それぞれの層での若干の微粒炭量の違いや各層中での微粒炭の増減傾向が認められたが、その量は琵琶湖堆積物の MIS1 のものと比較して、著しく少なく、琵琶湖堆積物の MIS1 とその他の間氷期の堆積物の微粒炭量の違いと比較すると、その変動は小さい。

以上の琵琶湖堆積物と大阪湾堆積物の分析結果から、MIS5, 7, 9, 11 間の微粒炭量の変動や違いは少なく、またその含有量は全体的に少ないことが明らかになった。これに対し、MIS1 の堆積物には微粒炭が多く含まれる。以上のことは MIS5, 7, 9, 11 (間氷期) の植物燃焼量は少なく、MIS1 (後氷期) のみ植物燃焼が増加した可能性を示唆する。本研究の結果は、近畿地方北部～中部の限られた範囲であるため、今後こうした現象がどこまで認められるかを明らかにする必要があるだろう。また、こうした後氷期の微粒炭量の増加の要因として井上ほか(2001)が火入れや山焼きなど人為的なものである可能性を指摘しているが、今後更なる研究が必要であるだろう。なお、研究代表者らは、微粒炭量増加の要因となりうる山焼きの歴史について、現在も山焼きが行われている奈良県曾爾高原や兵庫県砥峰高原を調査地域として堆積物の調査・分析を行ったが、山焼きの開始時期は、曾爾高原で千数百年前、砥峰高原で数百年前

まで遡る可能性があることを指摘している (Inoue et al., 2012; Okunaka et al., 2012).

このほか、こうした微粒炭量の分析結果を Global Paleo Fire Working Group のデータベースに登録し、それを元に、後氷期の世界全体での植物燃焼の増加要因について明らかにした(Daniau et al., 2012).

琵琶湖堆積物などの分析結果については、さらに詳細に氷期の堆積物の分析結果も含めて、学術雑誌などの投稿論文として公表する予定である。

## 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 4 件)

- ①A.-L. Daniau, P. J. Bartlein, S. P. Harrison, I. C. Prentice, S. Brewer, P. Friedlingstein, T. I. Harrison-Prentice, J. Inoue, K. Izumi, J. R. Marlon, S. Mooney, M. J. Power, J. Stevenson, W. Tinner, M. Andrič, J. Atanassova, H. Behling, M. Black, O. Blarquez, K. J. Brown, C. Carcaillet, E. A. Colhoun, D. Colombaroli, B. A. S. Davis, D. D'Costa, J. Dodson, L. Dupont, Z. Eshetu, D. G. Gavin, A. Genries, S. Haberle, D. J. Hallett, G. Hope, S. P. Horn, T. G. Kassa, F. Katamura, L. M. Kennedy, P. Kershaw, S. Krivonogov, C. Long, D. Magri, E. Marinova, G. M. McKenzie, P. I. Moreno, P. Moss, F. H. Neumann, E. Norström, C. Paitre, D. Rius, N. Roberts, G. S. Robinson, N. Sasaki, L. Scott, H. Takahara, V. Terwilliger, F. Thevenon, R. Turner, V. G. Valsecchi, B. Vannière, M. Walsh, N. Williams, and Y. Zhang (2012): Predictability of biomass burning in response to climate changes. *Global Biogeochemical Cycles*, 26, GB4007, doi:10.1029/2011GB004249
- ②Okunaka R., Kawano T. and Inoue J. (2012) : Holocene history of intentional fires and grassland development on the Soni Plateau, Central Japan, reconstructed from phytolith and macroscopic charcoal records within cumulative soils, combined with paleoenvironmental data from mire

sediments. The Holocene, 22, 793-800

③Inoue J., Nishimura R. and Takahara H. (2012) : A 7500-year history of intentional fires and changing vegetation on the Soni Plateau, Central Japan, reconstructed from macroscopic charcoal and pollen records within mire sediment. Quaternary International, 254, 12-17.

④井上 淳・北瀬 (村上) 晶子 (2010) : 湖沼堆積物中の燃焼痕跡物として記録された後氷期の人間活動. 第四紀研究, 49, 173-180.

[学会発表] (計 6 件)

①井上 淳 : 吸引濾過器と金属顕微鏡を用いた効果的な球状炭化粒子 (化石燃料燃焼粒子) 分析法. 日本地質学会, 大阪府立大学, 2012 年 9 月.

②Inoue J., Okunaka R., Nishimura R., Kawano T. and Takahara H. : History of intentional fires and vegetation on the Soni Plateau, Central Japan, reconstructed from palynological records within mire sediment and cumulative soils. IPC-XII/IOPC-VIII, Tokyo, Japan, 29th August 2012.

③井上 淳・井上 弦 : 黒ボク土中の微粒炭と森林火災・火入れ跡から採取した炭の反射率の比較—黒ボク土中の微粒炭の起源とタフノミーについて—. 日本第四紀学会, 東京学芸大学, 2010 年 8 月 20 日.

④井上 淳 : 堆積物中の微粒炭からわかる火災や山焼きの歴史. 地学団体研究会大阪支部記念講演, 2010 年 6 月 20 日.

⑤Okunaka R., Kawano T. and Inoue J. : History of intentional burning and grassland on the Soni Plateau, Central Japan, reconstructed from phytolith and charcoal records in sedimentary soils. Association for Environmental Archaeology Annual Conference, Kyoto, 30th December 2010.

⑥Inoue J., Nishimura R. and Takahara H. : History of intentional fire related to changing vegetation on the Soni Plateau, central Japan, reconstructed from charcoal and pollen records within mire sediment. The Association for Environmental Archaeology Annual Conference, Kyoto, Japan, 30th December

2010.

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

井上 淳 (INOUE JUN)

大阪市立大学・大学院理学研究科・講師

研究者番号 : 90514456

### (2) 研究分担者なし

### (3) 連携研究者なし