

令和 4 年 6 月 20 日現在

機関番号：82626

研究種目：基盤研究(B) (一般)

研究期間：2018～2021

課題番号：18H01294

研究課題名(和文) 関東平野の高分解能OSL年代層序による地殻変動レジームシフトの解明

研究課題名(英文) High-resolution OSL chronology for exploring a regime shift of Quaternary crustal displacement

研究代表者

田村 亨 (Tamura, Toru)

国立研究開発法人産業技術総合研究所・地質調査総合センター・上級主任研究員

研究者番号：10392630

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 12,100,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では主に3つの成果が得られた。1) 関東平野東部の長石OSLについて最適な測定条件や浅海堆積物の余剰線量など、年代値の高精度化に資する成果を得た。2) 関東平野東部の海成段丘は、従来のMIS 5eではなくMIS 5a-cに対比され、当地域の過去10万年間の隆起速度は上方修正された。3) MIS 5の海成層の下位から、MIS 5とMIS 7の間の亜間氷期であるMIS 6dの海成層が見いだされ、そこから得られる過去18万年間の隆起速度の最小値は、上方修正された過去10万年間の速度と同程度であった。このことから沈降から隆起へのレジームシフトは10万年以降ではなくそれ以前であった可能性が高い。

研究成果の学術的意義や社会的意義

世界有数の変動帯である日本列島において第四紀の海成段丘や海成層が記録する地殻変動の様式は、巨大地震履歴の解読に有用である上、放射性廃棄物の処分でも重要な情報となる。本研究は、第四紀の海成段丘や海成層の研究手法として、OSL年代測定とボーリングコアとの組み合わせが有効であることを示した。さらにその適用により、過去数十年間信じられてきた海成段丘の対比が見直され、隆起速度の上方修正が行われた。また、従来ほぼ無視されてきたMIS 6の亜間氷期における地質記録が地殻変動の評価に有用であることが見いだされた。

研究成果の概要(英文)：This study yielded three major findings. 1) Features of feldspar OSL in the Kanto region were investigated to clarify the optimal measurement temperatures and potential residual doses, which then were used for enhancing the accuracy of the OSL ages. 2) OSL dating and tephra analysis revised the correlation of the marine terrace of the eastern Kanto plain as to MIS 5a-c, not MIS 5e as previously considered, revising up the uplift rate of this region over the last 100,000 years. 3) Marine deposits formed in MIS 6d, a major interstadial period between MIS 5 and 7, yielding the minimum uplift over the last 180,000 years, which is comparable with that over the last 100,000 years. This suggests that the inferred tectonic regime shift, from subsidence to uplift, in the Kanto plain is likely to have occurred before 100,000 years ago.

研究分野：地質学

キーワード：OSL年代 第四紀 地殻変動 関東平野 地層

1. 研究開始当初の背景

世界有数の変動帯である日本列島では、地殻変動が国土の地形の特徴に大きく影響している。第四紀地殻変動の様式はテクトニクスの解明につながり、またその痕跡は巨大地震履歴の解説にも有用である。さらに、放射性廃棄物の処分でも、今後 10 万年以上の地殻変動の将来予測が必要である。第四紀の地殻変動をいかに検出し、理解し、そして予測するか、ということは、地球科学のみならず産業や防災といった人類社会における大きな課題である。

第四紀の海成段丘や海成層は、地殻変動の履歴を残す貴重な地形・地質記録である。海成段丘と海成層は約十万年周期の間氷期に海岸平野とその地層として形成される。平野は隆起すれば段丘化し、沈降すれば地下に埋没する。地下に埋没した地形や地層の地質調査は困難を伴うが、段丘地形の観察は比較的容易である。中でも 12 万 5 千年前の最終間氷期（海洋酸素同位体ステージ (MIS) 5e) の段丘は保存が良く、その高さや年代から、日本列島の長期的な隆起速度が見積もられ、地殻変動の将来予測の上で、広域的な地殻変動の安定性を評価する重要な指標となっている。

関東平野には日本最大の第四紀堆積盆と海成段丘が分布するが、それらを形成した地殻変動の解明は古くて新しい問題である。関東平野では近傍で北米・フィリピン海・太平洋の 3 つのプレートが収束する複雑なテクトニクスに加え、第四紀の上総・下総層群の厚い地層が分布することから、様々な地形・地質学研究が行われてきた。そうした従来の研究では、MIS5e 海成段丘面の標高が、関東平野が全体として隆起する一方、相対的な隆起域や沈降域が存在することを示すと、考えられている。この見解は MIS5e 以降の平均としては正しく、第四紀後半の地殻変動像として定着している。一方で、「全体的な隆起が MIS5e 以前から続いている定常的な傾向か？」という疑問に対し、地形学的に明確な答えを得ることはできない。それは、MIS5e よりも古い MIS7 (約 21 万年前) や MIS9 (約 33 万年前) の間氷期に対応する海成段丘が平野西部の大磯丘陵以外では発達せず、明確な証拠を欠くためである。

関東平野の全体的な隆起傾向はいつから始まったのだろうか？ MIS5e 以前の海成層（下総層群）が地下に厚く堆積することから、関東平野がより長期では隆起平野ではなく沈降堆積盆であったことは確実である。もしかすると関東平野の地殻変動レジームは、MIS5e よりもかなり後に転換を迎えたのかもしれない。このレジームシフトが数万年前に起こったとすると、それ以降の隆起速度はこれまで考えられていたよりも大幅に大きく、MIS5e 以降の平均から現在を理解し将来を予測するといった従来の考え方には大きな問題が生じることになる。

2. 研究の目的

本研究の目的は、関東平野の全体的な隆起傾向が始まった時期を特定し、過去数十万年間の地殻変動像を明らかにすることである。最終間氷期の海成段丘面の分布に依拠する従来の地殻変動像に対して、本研究では OSL 年代測定を軸に地質・年代学の研究手法を総動員した調査研究から独自に見直しを行い、万年から十万年スケールでの時間変化を定量的にとらえ、地殻変動メカニズムの理解と将来予測の向上につなげる。関東平野においては MIS5e より前の海成段丘が発達しないことが長期的な地殻変動を検討する上での妨げとなってきた。本研究では、逆にこの点に光をあてることで、新たに長期的な地殻変動について重要な情報を提示し、関東平野における従来の第四紀地殻変動像を刷新する。

3. 研究の方法

本研究では、関東平野東部における MIS11 以降の海成層の構造から地殻変動履歴を検討した。この地域を選んだ理由は、この地域が比較的単純な東西圧縮場で地殻変動のレジームシフトをモデル化しやすいためである。MIS5e 海成段丘面の標高分布によると、関東平野は中央部と東京湾の 2 つの沈降部があり、太平洋側が隆起している。平野南部では、近傍の相模トラフでのフィリピン海プレートの沈み込みと伊豆弧の衝突の影響により、房総・三浦半島側（南東および南西側）が隆起し、複雑な地殻変動履歴を経ている。一方で北部は相模トラフからは遠く、MIS5e 以降の全体の隆起と太平洋岸のより大きな隆起のみが特徴である。関東平野北部の地質断面は、単調な隆起や沈降の海岸の断面) と異なり、海岸付近で MIS5e 以降の隆起量が大きく、MIS11 以降のどこかの時点で沈降から隆起に転じたことが推測される。しかしながら、平野北部地域では、1) 各間氷期に対比される海成層の構造と、2) MIS5c, 5a 以降の海成層の分布が不明である。これら 2 つのトピックは、地殻変動が沈降から隆起へとレジームシフトしたタイミングと密接に関係する。本研究では、それぞれについて以下のように取り組んだ。

1) OSL 年代を軸に MIS11 以降の各間氷期に形成された海成層の構造を明らかにし、長期的な地層記録の中でレジームシフトの痕跡を検討した。関東平野中央部の地下で認められる各間氷期の海成層の北東部への対比は行われていない。その主な理由は、火山灰層に乏しく、また MIS5e 以前の地層の露出が悪いためである。これらの問題を解決するために、2 地点での深さ 80 m のボーリングコア掘削、OSL 年代測定を行った。カリ長石粒子の pIRIR 法は 2008 年に提唱された

OSL 年代測定法の一つで、約 50 万年前までの堆積年代を、5~10%の誤差により求めることができる。この手法によりボーリングコアと周辺の露頭で観察される約 40 万年前の MIS11 までの地層を連続的に高分解能で年代測定し、各間氷期の地層ユニットを区分する。さらに堆積相と珪藻・貝化石群集から堆積環境を明らかにし、シーケンス層序区分を行った。

2) MIS5c および 5a の海成層の存在を確かめ、隆起開始時期の精密な特定と地殻変動速度の定量化を行った。MIS5c と 5a (10, 8 万年前) の亜間氷期の海水準は MIS5e よりも大幅に低いため、これらの時代の海成層が MIS5e の海成層に近い標高に存在すれば、MIS5e 以降も沈降が続いていたことになる。そこで海側縁辺部の露頭とボーリングコアにおいて、OSL 年代に加えて示準火山灰層と、堆積相、珪藻・貝化石群集から、これらの海成層を検出した。さらに、アイソスタティックな海面変動を数値計算から求め、地層に記録された海面変動と比較し、この地域での隆起・沈降速度を定量的に求めた。

4. 研究成果

本研究では主に 3 つの成果が得られた。1) 関東平野東部の長石 OSL についての最適な測定条件や浅海堆積物の余剰線量。2) 関東平野東部の海成段丘の対比の見直しと過去 10 万年間の隆起速度の見直し。3) MIS 5 の海成層の下位における MIS 6d の海成層の認定と過去 18 万年間の隆起速度の最小値の見積もり。

- 1) 関東平野東部の長石 OSL (pIRIR) について、ボーリングコア GS-HKT-1 の試料に対するプレテスト (ドーブリカバリー、プラトー) を行った所、測定温度 225°C での pIRIR (pIRIR225) 信号が、当地域の年代測定で最適であることが明らかになった。さらに pIRIR 年代の補正に用いるフェーディング率の算出において、試料ごとの個別の値ではなく、ボーリングコアや露頭など地点ごとの試料の平均を用いることが適切であることが明らかとなった。また、千葉県九十九里海岸の現世浅海底堆積物の測定から、pIRIR 年代の過大評価につながる余剰線量の定量を行い、pIRIR225 信号ではおよそ 5000 年程度となることが明らかになった。これらの成果は当地域の pIRIR 年代測定の高精度化に資する。
- 2) 関東平野東部および北東部の海成段丘は従来、全体として MIS5e に対比されてきたが、東部の飯岡台地に加えて北東部の鹿島・行方台地では、最終間氷期中盤から後半の MIS5c および 5a の 2 回の高海面期に形成されたことが、pIRIR 年代と火山灰層から明らかになった。この対比の見直しと、またアイソスタティックな海面変動の数値計算から、飯岡台地では 0.7 m/kyr、鹿島台地では 0.5 m/kyr と、過去 10 万年間の平均隆起速度が上方修正された。
- 3) 行方台地と鹿島台地の地下から、MIS6d の海成層が見いだされた。MIS6d は MIS7 と MIS5 の 2 つの間氷期の間の亜間氷期で、海面はそれらの時代よりも 50m 以上低かったと考えられている。MIS6d 海成層の標高は過去 18 万年間の隆起速度の最小値を与え、それは過去 10 万年間の平均隆起速度と同程度である。このことから、研究開始時に仮説として示された隆起沈降傾向の逆転は、少なくとも 10 万年前以前に起こったと考えられる。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計2件（うち査読付論文 2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 Tamura Toru, Komatsubara Junko, Sugisaki Saiko, Nishida Naohisa	4. 巻 48
2. 論文標題 Residual Dose of K-Feldspar post-IR IrsI of Beach-Shoreface Sands at Kujukuri, Eastern Japan	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Geochronometria	6. 最初と最後の頁 364 ~ 378
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.2478/geochr-2020-0036	査読の有無 有
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 Okazaki Hiroko, Nara Masakazu, Nakazato Hiroomi, Furusawa Akira, Ito Kazumi, Tamura Toru	4. 巻 285
2. 論文標題 Coastal progradation associated with sea-level oscillations in the later phase of the Last Interglacial period, central Japan	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Quaternary Science Reviews	6. 最初と最後の頁 107507 ~ 107507
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.quascirev.2022.107507	査読の有無 有
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 2件 / うち国際学会 0件）

1. 発表者名 田村亨・岡崎浩子・中里裕臣・納谷友規・中島礼
2. 発表標題 関東平野東縁にMIS 5a-c海成段丘は存在するか？
3. 学会等名 日本地球惑星科学連合2019年大会（招待講演）
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 田村亨・納谷友規・中島礼・中澤努・岡崎浩子・中里裕臣・奥野淳一
2. 発表標題 OSL年代層序による関東平野北部の地殻変動レジームシフトの探求
3. 学会等名 日本第四紀学会2018年大会（招待講演）
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 田村亨・岡崎浩子・中里裕臣・納谷友規・中島礼
2. 発表標題 関東平野東縁における最終間氷期海成段丘の再考
3. 学会等名 日本堆積学会2021年大会
4. 発表年 2021年

〔図書〕 計0件

〔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	納谷 友規 (Tomonori Naya) (90549891)	国立研究開発法人産業技術総合研究所・地質調査総合センター・主任研究員 (82626)	
研究分担者	熊代 浩子(岡崎浩子) (Hiroko Kumashiro) (10250135)	千葉県立中央博物館・その他部局等・研究員(移行) (82503)	

	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	中里 裕臣 (Nakazato Hiroomi)		
研究協力者	中島 礼 (Nakashima Rei)		

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
研究協力者	奥野 淳一 (Okuno Jun'ichi)		
研究協力者	清家 弘治 (Seike Koji)		

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