

沿岸部における10万年オーダーの地殻変動の評価技術

：累積地殻変動量が比較的小さいと考えられる場の事例

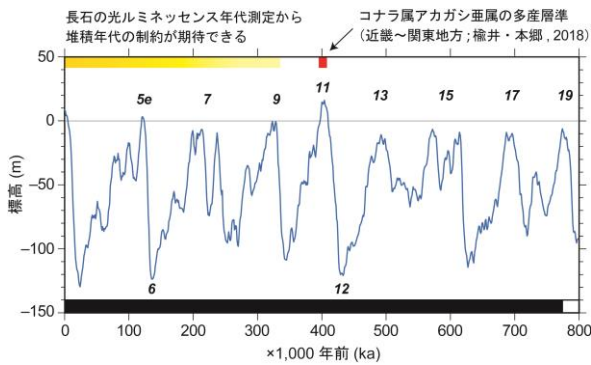
日本原子力研究開発機構 核燃料・バックエンド研究開発部門 東濃地科学センター 地層科学研究所 ネオテクトニクス研究グループ¹

東京大学大学院 新領域創成科学研究科²

小松 哲也¹, 須貝俊彦²

1. 地質環境の長期安定性評価に必要な10万年オーダーでの「地殻変動の一様継続性」の評価

[東京大学との共同研究]



中期～後期更新世の氷河性海水準変動

数字は海洋酸素同位体ステージ (MIS). Spratt & Lisiecki (2016)のデータから作成。

● 研究開発課題

地質環境の長期安定性評価において欠かすことのできないデータの一つが10万年オーダーの地殻変動量である。しかし、沿岸部の地殻変動が比較的小さい場において10万年オーダーの地殻変動量を把握することは難しく、そのための調査方針・技術が示されてこなかった。

【難しさの理由】 隆起運動が穏やかである場では、海成段丘が分化しにくい旧汀線地形が保存されにくく、沈降運動が穏やかである場では、堆積空間の形成速度も長期間を平均した場合には遅くなるため地層が長期にわたって連続的に保存される確率が低い。

● 課題解決のポイント

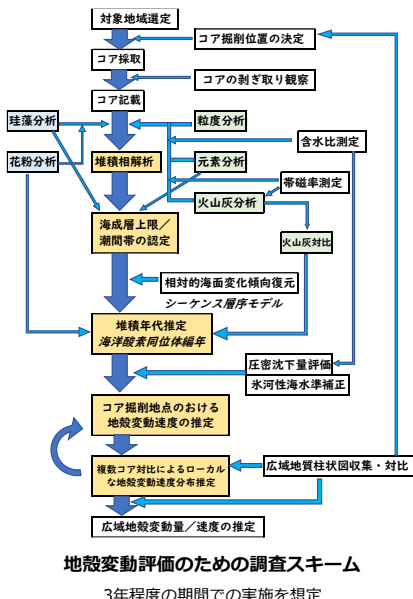
氷期と間氷期の海水準の差異（振幅）に着目すると、MIS 12からMIS 11にかけて（約40万年前）と、MIS 6からMIS 5にかけて（約10万年前）の海面上昇量が他の時期と比べて大きい。これらの時期に広範囲に海成層が堆積し、海成段丘面が形成されたと考えられる。よって、隆起・沈降運動が比較的小さい場であっても、MIS 11とMIS 5の地形・地層の分布をもとに、当時の海面高度（相対的海水準）を復元できる可能性が高い。復元した両時代の相対的海水準から地殻変動速度を推定し、その結果を比較することで、10万年オーダーの長期的な地殻変動のペースを診断・評価する。

2. 調査方法

氷河性海水準変動に応じた対象地域全体の

地史を総合的に観る視点が不可欠

- ① 事前に広域の既存地質柱状図を収集・分析し、地下構造の大枠を予測。
- ② 海進・海退シーケンスを岩相対比可能な間隔で、堆積物の卓越運搬方向（例えば、海退期の延長川の流下方向）の数か所で群列掘削調査。
- ③ 各コアを独立に、多面的・総合的に観察・分析し、堆積相解析を実施。
薄層であっても海成層を確実に認定し、海面上昇期から高海水準期にかけてのどの時期に堆積した地層であるかどうかを識別するとともに、その堆積年代を推定して、MISと対比することが大事。
- ④ コア間の対比を行い、③を再検討するとともに、①との関係性を俯瞰的に検討。

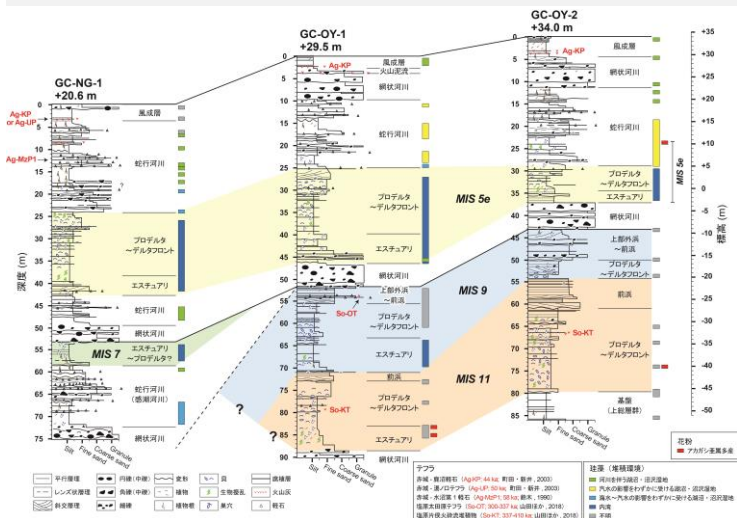


地殻変動評価のための調査スキーム

3年程度の期間での実施を想定

4. 堆積相解析

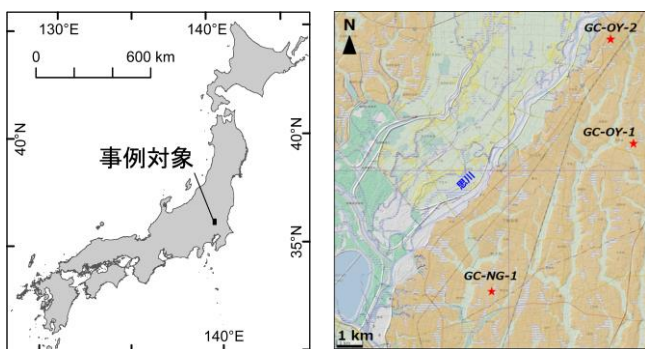
海進の規模の違いや、氷期に河谷が穿たれ、間氷期に谷が埋積される、いわゆるcut & fillが繰り返されてきた可能性を考慮すると、類似した深度に埋没する海成層であっても同じ間氷期に堆積したと限らない。この点に留意し、MIS 11, 9, 7, 5eの海成層を認定。



地質柱状図と層序対比案
分析結果の一部を本発表用にまとめ、MIS 11, 9, 7, 5eの海成層を着色表示。GC-OY-1とGC-OY-2から、MIS 11, 9, 5eにデルタが発達していたことが伺える。

3. 事例対象地域（関東平野）

- 約40万年前を境に「浅海底と低地が繰り返される時代」となり、約10万年前を境に「丘陵化時代」に進化（須貝ほか, 2013）。
- Tajikara (2000)の図から最近約10万年の隆起量が、ゼロに近いことが読み取れる。
- 河床からの比高8～15 mの河成段丘面上でボーリングコアの掘削。



ボーリングコアの掘削地点

右図は、背景図に治水地形分類図（国土地理院, 2007）を使用し、地理院タイルを用いて作成。★が掘削地点、橙色が段丘面を示す。

5. 地殻変動の診断

過去40万年間の地殻変動速度を40万年間平均、33万年間平均、12万年間平均でそれぞれ追跡すると、GC-OY-1地点では地殻変動が過去40万年間、一様・一定というわけではなく、約10万年オーダーで沈降が徐々に鈍化していると診断される。

GC-OY-2			
対象	旧汀線高度 (m)	隆起・沈降量 (m)	隆起・沈降速度 (mm/yr)
MIS 5e	5	-2.5 ± 1.5	-0.02 ± 0.01
MIS 9	-9	-18	-0.06
MIS 11	-20	-29.5 ± 3.5	-0.07 ± 0.01

GC-OY-1			
対象	旧汀線高度 (m)	隆起・沈降量 (m)	隆起・沈降速度 (mm/yr)
MIS 5e	4.5	-3.0 ± 1.5	-0.02 ± 0.01
MIS 9	-22.5	-31.5	-0.1
MIS 11	-41.5	-51.0 ± 3.5	-0.13 ± 0.01

GC-NG-1			
対象	旧汀線高度 (m)	隆起・沈降量 (m)	隆起・沈降速度 (mm/yr)
MIS 5e	-3.4	-10.9 ± 1.5	-0.09 ± 0.01

MISの時代と海水準の設定条件

MIS	時代 (x1,000年前)	海水準 (m)
5e	119~126	6~9
9	315~331	9
11	399~408	6~13

Spratt & Lisiecki (2016)に拠る。

● 方法

旧汀線高度：デルタフロント相ないしは前浜相の上面高度を採用
隆起・沈降量 = 旧汀線高度 - 海水準
隆起・沈降速度 = 隆起・沈降量 / MISの時代

謝辞：ボーリングコアの掘削調査では（株）地圏総合コンサルタント、珪藻分析では（株）パレオ・ラボ、花粉分析では（有）アルプス調査所、X線CTスキャン観察では電力中央研究所、コアの分析では中西利典博士（ふじのくに地球環境史ミュージアム）にご助力賜った。記して深く感謝いたします。本報告は、経済産業省資源エネルギー庁委託事業「平成30年度～令和2年度高レベル放射性廃棄物等の地層処分に関する技術開発事業（地質環境長期安定性評価技術高度化開発）」（JPJ007597）の成果の一部である。

引用文献：国土地理院（2007）治水地形分類図，更新版（平成19年度から）。日本第四紀学会編（1987）日本第四紀地図，東京大学出版会。町田・新井（2003）新編火山灰アトラス，東京大学出版会。楢井・本郷（2018）第四紀研究，vol. 57, 143-155. Spratt & Lisiecki (2016) Climate of the Past, vol. 12, 1079-1092. 須貝ほか（2013）地学雑誌，vol. 122, 921-948. 鈴木（1990）地学雑誌，vol. 99, 60-75. Tajikara (2000) Proceedings of the Hokudan International Symposium and School on Active Faulting: Active Fault Research for the New Millenium, 503-505. 山田ほか（2018）地質学雑誌，vol. 124, 837-855.