

南知多町豊浜坂井地先の師崎層群に見られる変形荷重痕

Deformed lord-structures in the Toyohama Formation of the Miocene Morozaki Group at the Toyohama Sakai seashore in Minamichita-town, Chita Peninsula, central Japan

名古屋高校地球科学部・名古屋中学校自然科学部

(Nagoya Senior high School Earth Science Club and Nagoya Junior High School Natural Science Club)

牧野航大(Kouta Makino)・足立健人(Kento Adachi)・堀越健太郎(Horikoshi Kentaro)・鈴木凜士(Suzuki Rinto)

要旨

知多半島南知多町豊浜坂井地先の干潮時のみ観察できる海食崖で師崎層群豊浜層より変形荷重痕を見いだした。荷重痕の変形は、堆積当地層が北東側に傾いていたことを示唆する。観察地点が内海断層から550mほど北東側であるため、観察地点から見て内海断層と反対側に沈降する堆積盆の中心が存在したことになる。また、リップルマークとクロスラミナから、荷重痕上部に載る砂岩を堆積させた古水流は北西から南東を示し、内海断層の延長方向に沿った方向であったことがわかる。

「荷重痕 (lord structures, lord casts)」とは

密度が小さくやわらかい地層の上に密度が大きい地層が重ると、地層の境界面(層理面)に凹凸が生じる場合がある。密度の大きい地層が、密度の小さい地層にたれ下がっている部分を「荷重痕」とよぶ。G.Owen(2003)に詳しい。

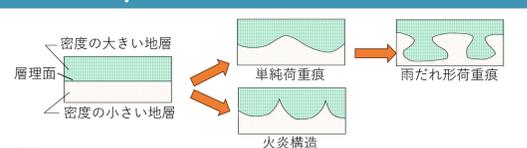


Fig.1.Explanation of lord-structures.

研究動機

フィールドワークは楽しい。名古屋中学校・名古屋高校理科室には先輩たちが1970年代に豊浜から採取した化石が保管されている。名古屋高校地球科学部・名古屋中学校自然科学部では、2019年から毎年、師崎層群の露出する海岸の調査を行っている。2023年3月より豊浜坂井地先の沖側海食崖の調査を行っていた。2024年6月8日の調査中に、堀越・鈴木が荷重痕の変形に興味を持った。前中学部長の牧野と現中学部長の足立が追加調査して、上位と中位の荷重痕が鍵層になると考えたため、豊浜坂井地先の柱状図と合わせて発表・報告することにした。

調査地点

調査地点 愛知県知多郡南知多町大字豊浜坂井地先の公共海岸 (北緯34° 42' 45.71", 東経136° 54' 39.44") ☆印

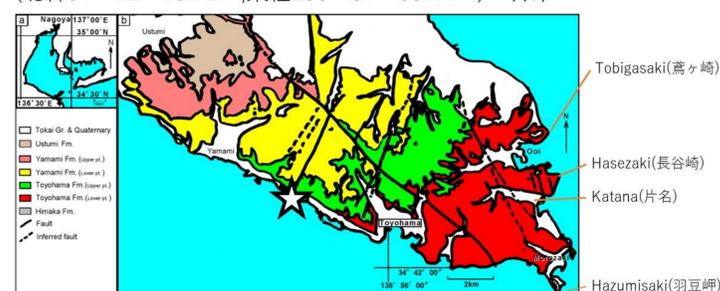


Fig.2. (a) Index map of Chita peninsula. Black rectangle shows the inset area in (b). (b) Geological Map of the southeast part of Minami-chita town(modified from Kondo & Kimura 1987). The studied outcrop is located at the Toyohama Sakai seashore in the Toyohama area(☆:34.712696° N,136.910956° E).

※ 地震調査研究推進本部(2005)によると、調査地点(☆印)付近の海岸を走る国道の約1km沖には内海断層が併走している。

注目した地層

調査地域周辺には師崎層群が分布し、その地質時代は18Ma-15Maとされている(近藤・木村,1987)。調査地域は村宮他(2020)のstop 3にあたり、村宮他(2020)は、下部豊浜層の上部が分布しているとしている。

豊浜坂井の地先の海岸で、地元で「島」と呼ばれている部分の沖側に発達する高さ1.6mほどの海食崖の下方に露出する泥岩の上に重なる砂岩・凝灰岩からなる75cm厚の砂質岩の地層とその上部に15cm厚の泥岩を挟み載る40cm厚のクロスラミナの発達する砂岩、合わせて130cm分が今回注目した地層である。

調査手法

2023年3月24日, 2023年3月25日, 2024年3月27日, 2024年3月28日, 2024年6月8日, 2024年6月22日の6日間, 日中の干潮時に沖側の海食崖の下部が水面上に出ている時間帯に現地調査により海食崖の生物に覆われていない部分を採って、露頭の表面に出ている岩石を観察・記録した。白色の粒子, および黒色の自形を示す鉱物粒子を火山噴出物(火山灰)と判定し, それ以外を碎屑物と見なし, 粒径はルーベによる観察で, 体積で50%以上を占める代表的な粒子を選定し, その粒子が1mmの間に何個並べられる大きさであるか見積もり, 記録した。想定した堆積構造は平行葉理, 斜交葉理, その他の葉理, リップルマーク, サンドパイプ, 荷重痕, 火災構造, コンクリーション, であり, それらの堆積構造および化石が認められた場合は記録することにした。

結果(柱状図および荷重痕・堆積構造の分布と様態)

作成した柱状図はfig.3に示したとおり。国道側の海食崖から見つかっているものとは様態の異なる、波長が大きく、変形も大きい荷重痕が沖側の海食崖の3層準より発見された。変形の様態はFig.4に示し、後述する。

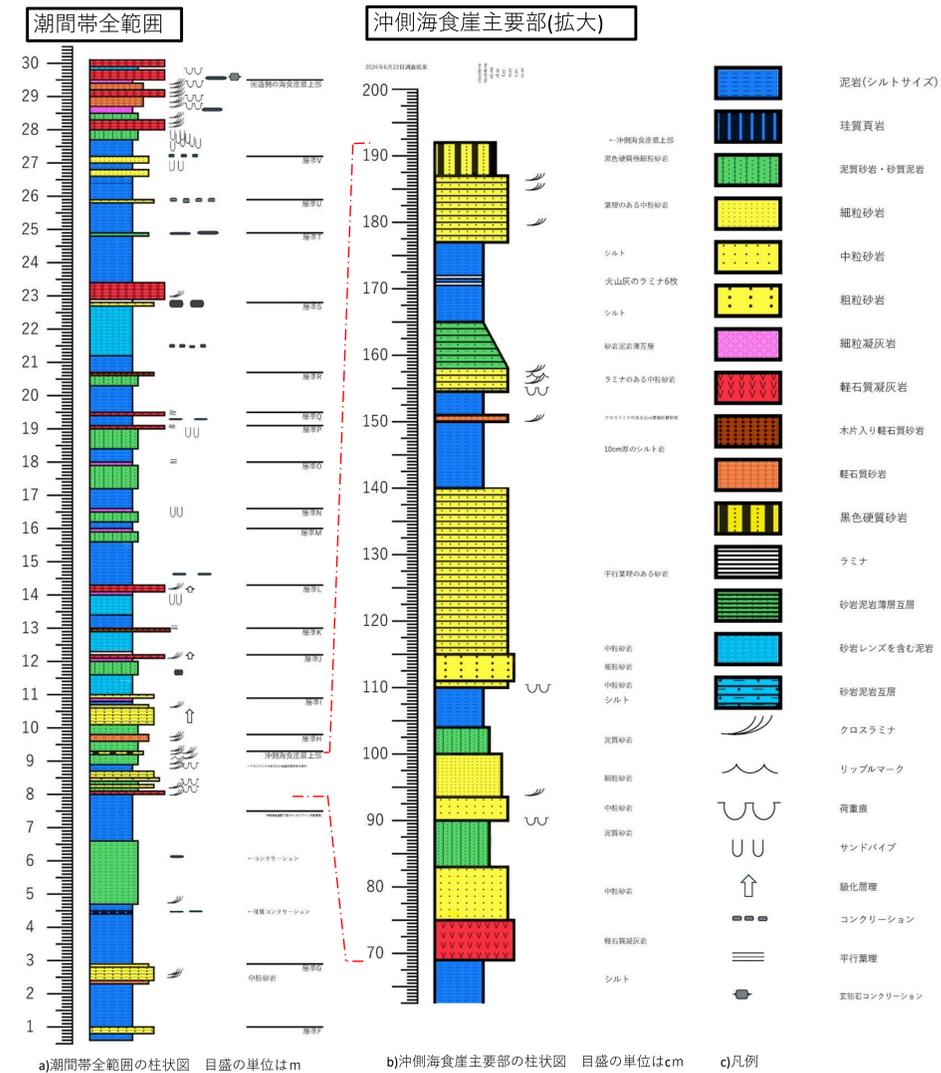
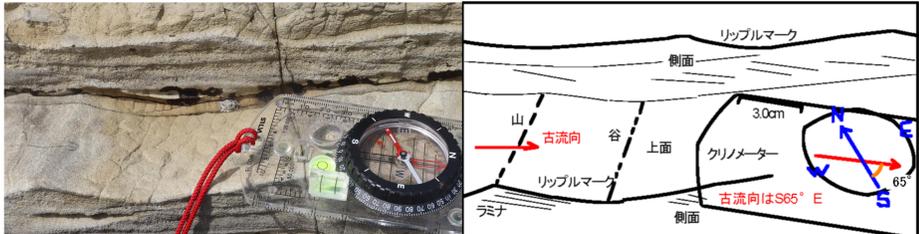
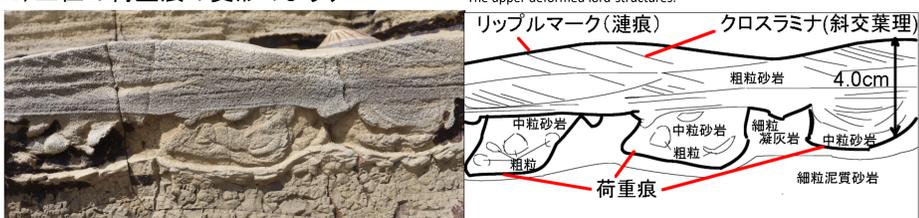


Fig.3. The columnar sections around the deformed lord-structures. 堆積柱状図

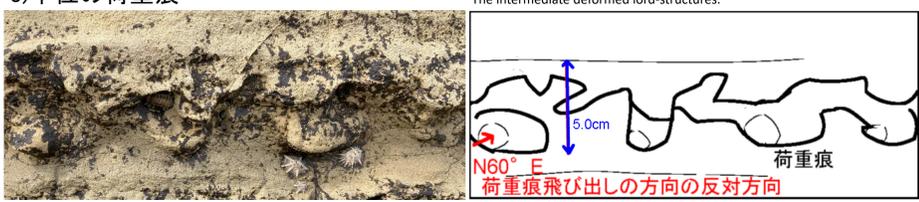
a) 上位の荷重痕直上の斜交葉理・漣痕



b) 上位の荷重痕の変形の様子



c) 中位の荷重痕



d) 下位の荷重痕



Fig.4. The photographs and the sketches of deformed lord-structures and surrounding sedimentary structures.

露頭の壁面が南南西を向いている。上位・中位・下位どの変形荷重痕も左手前に飛び出した部分ができるように変形している。Moretti他(2001)によると、斜面の剪断(せん断)を引き起こすこと)変形によって荷重痕が変形する場合、傾斜方向の反対側に荷重痕が飛び出すように変形する。よって、変形当時の層理面はおおむね北東から東の方向に傾いていたことになる。クリノメータを使ってfig.4c)に示された中位の荷重痕の一番左側の飛び出しを使って傾斜方向を測定したところ、北から60度東の方向に傾いていたという測定結果となった。また、上位の変形荷重痕の直上に見られるリップルマークとその下のクロスラミナから堆積当時の古流向を測定したところ、南から65度東よりの方向という結果になった。

考察

<堆積時の層理面の傾斜方向について>

宮川他(2021)は知多半島南西に存在する内海断層が中新世に半地溝をつくる正断層としてはたらいっていたとし、知多半島地下の基盤上面が内海断層側つまり南西側に傾くモデルを提唱している。我々は、当時内海断層の北東側に堆積した師崎層群が層理面を北東側に傾けていたことを示す堆積構造の変形を発見した。この、基盤と層理面の傾きの不一致は当時の周囲の断層(伊勢湾断層・内海断層)が、北東落ちの正断層としてはたらく、現在知多半島の側は深海となり、断層のある部分に大きな断層崖がつくられていたと考えれば説明できる。すなわち、この地域の堆積物は主として瑞浪方面(北)から混濁流により供給され、混濁流が運搬される途中でコリオリの力と遠心力を受け、断層崖に押しつけられるような運動をしていた。そのため、基盤の高さにかかわらず内海断層近傍の方が堆積物が厚く堆積し、層理面が内海断層から離れた方向に傾斜していたと考える。

<堆積時の古流向について>

宮川他(2021)は師崎層群の後背地を瑞浪層群狭間層としている。北に供給源のある乱泥流は内海断層付近で断層に沿って北西から南東に向かって流れることになり、今回見つけたリップルマークとクロスラミナから推定される古流向と一致する。また、報告した古流向は、林(1987)が豊浜坂井地先から報告した2つの古流向のうち一方と一致する。

<二村(2020)の荷重痕との関係>

二村(2020)は南知多町長谷崎の豊浜層から荷重痕を報告しているが、変形に系統性がなく変形時の層理面に傾斜がなかったとしている。本報告との違いは内海断層からの距離に起因するのではないかと推定している。長谷崎の方が内海断層から離れており、堆積盆中央に近かったと考えている。

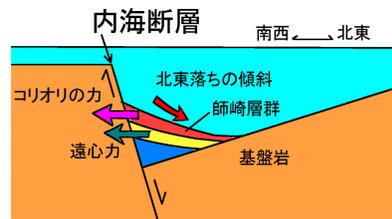


Fig.5. Schematic section of the Utsumi fault and the sedimentary basin at the time of Miocene.

結論

・3月~6月にかけての潮が日中大きく引く日を選んで普段海底にある海食崖の露頭の調査を行ったところ、過去の調査では見つけられなかった堆積構造を見つけたことができた。

・北西から南東に延びる内海断層の北東500mの地点の海食崖で師崎層群豊浜層よりN60度Eの方向に層理面が傾斜していたことを示す変形荷重痕を見いだした。これにより、豊浜層堆積時の堆積盆の中心は内海断層の北東500mよりもさらに北東側にあったことがわかる。タービダイトが堆積した当時の古流向は斜面の傾斜方向と斜交するS65度Eで、内海断層に沿って、北西から南東へと向かう流れであった。傾斜方向と流向が大きく斜交する原因は内海断層が急崖をつくっていて、それに沿う流れが卓越しやすい地形であったかと考えられる。

まとめ

3月から6月の日中の潮の引きが大きい日に師崎層群豊浜層の海中露頭を観察することで、地層中に変形荷重痕とクロスラミナ・リップルマークを発見し、地層の堆積当時の層理面の傾斜方向と古水流の方向がほぼ直交しており、内海断層が壁となっており、壁に沿う流れを引き起こしていた可能性を指摘した。

今後の展望

今回の研究はルーベによる地層観察を元に行った。ルーベのみでの観察では岩石の判定が困難なことがあった。持ち帰ったサンプルを切研磨したり、岩石薄片を作って観察することで研究の精度を上げていきたい。

謝辞

地権者の方には観察に配慮いただいた。部活顧問の岡田素彦教諭には現地への引率、観察指導をしていただき、データも一緒にとっていただいた。ポスターのデザインについては上級生からアドバイスいただいた。特に記して感謝する。

文献

吉川 邦之, 谷 健一郎, 金丸 龍夫, 星 博幸, 2021. 中新統 師崎層群の凝灰質砂岩と瑞浪層群の軽石火山礫凝灰岩の地層対比. 日本地質学会学術大会講演要旨第128 学術大会 (2021名古屋オンライン) セッションID: R5-P-9 (DOI https://doi.org/10.14863/geosocabst.2021.0_243)
林 唯一, 1987. 知多半島の中新統師崎層群の堆積時造構造運動. 地質学雑誌, 1987年 96巻 5号 p. 278-293 (DOI https://doi.org/10.5026/jgeography.96.5_278)
地震調査研究推進本部, 2005. 伊勢湾断層帯の評価. https://www.iishin.go.jp/main/chousa/katsudansou_pdf/97_ise-wan.pdf
近藤善教・木村一朗, 1987. 師崎地域の地質・地域地質研究報告 (5万分の1地質図幅). 地質調査所, 93 p. https://www.gsj.jp/data/SOKGM/PDF/GSJ_MAP_G050_11056_1987_D.pdf
宮川 幸夢・岡部 明弥・住田 達哉・大塚 誠, 2021. 知多半島から西三河平野にかけての活断層形状の解明-半地溝の盆地反転による知多半島の形成と1945年三河地震の震源断層-. GSI地質ニュース, Vol.10 No.1p.4-8 https://www.gsj.jp/data/gcn/gsj_vol10_no1_p4-8.pdf
Moretti M, Soria JM, Alfaro P and Walsh N 2001. Asymmetrical soft-sediment deformation structures triggered by rapid sedimentation in turbiditic deposits (Late Miocene, Guadix Basin, Southern Spain). Facies, 44: 283-294.
村宮 悠介・氏原 温・大路 樹生・吉田 英一, 2020. 中新統師崎層群の球状炭酸塩コンクリーションと深海性動物群化石. 地質学雑誌, 2020年 126巻 7号 p. 355-363 (DOI <https://doi.org/10.5575/geosoc.2020.0017>)
二村 光一, 2021. 愛知県知多半島, 中新統師崎層群豊浜層にみられる荷重痕. 地球科学, 2021年 75巻 2号 p. 117-118. (DOI https://doi.org/10.15080/agjchikyukagaku.75.2_117)
G.Owen, 2003. Load structures: gravity-driven sediment mobilization in the shallow subsurface. From: VAN RENSBURG, R., HILLIS, R.R., MALTMAN, A.J. & MORLEY, C.K. (eds) 2003. Geological Society, London, Special Publications, 216, 21-34. 0305-8719/03/215