

## 島田市牛尾山の地層とノジュールの産出層準

メタデータ	言語: jpn 出版者: 公開日: 2018-11-27 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: 佐藤, 弘幸 メールアドレス: 所属:
URL	<a href="https://doi.org/10.14945/00026039">https://doi.org/10.14945/00026039</a>

# 島田市牛尾山の地層とノジュールの産出層準

佐藤 弘 幸

## 1. はじめに

筆者は、島田市牛尾のノジュールを産出する露頭（以下、牛尾露頭と称する）を観察する機会を、静岡県地学会による調査（平成28年8月5日）と静岡県地学会主催の巡検会（12月12日）の2回にわたって得た。この露頭は大井川の河道狭窄部を拡幅する工事により出現したもので、工事の進展によって失われてしまう運命にある。露頭の岩相や構造、ノジュールの産出層準を記録に残すことは極めて重要と考え、露頭を記載し報告する。なお、平成29年3月現在、下部が2mほど掘り下げられており、この部分は観察可能であるが、上部は盛土がなされ観察できなくなっている。

## 2. 付近の地質構造

島田市牛尾山付近は瀬戸川層群（杉山, 1988, 1995; 杉山ほか, 2010）の分布域にあたる。瀬戸川層群は、4800万～2200万年前に形成された地層で、北西方で下位の三倉層群と断層で接し、南東方で上位の大井川層群とも断層、一部不整合で接している。また、三笠層群・掛川層群には不整合によって覆われる。杉山ほか（2010）の地質図によれば、島田市相賀から大井川を超えた対岸まで、砂岩泥岩互層や黒色泥岩からなるユニットが北北東-南南西の走向で帯状に分布している（図1）。また、千葉山周辺には、玄武岩溶岩や火砕岩も分布しており、これらの地層は前期中新世に、プレート境界陸側に付加された付加体堆積物と解されている（図1; 坂本ほか, 1993; 狩野・村松, 2003; 杉山ほか, 2010）。



図1. 島田市牛尾周辺の地質図。杉山ら（2010）を簡略化して作成。牛尾付近以外の段丘堆積物は省略している。

## 3. 牛尾露頭の概要と岩相および走行・傾斜・構造

以下、露頭の概要を示し、瀬戸川層群については岩相や構造を記載する。

### (1) 露頭の概要

牛尾露頭は北西－南東方向を向いており、幅 90m・高さ 55m の大露頭である。

まず、図 2 に露頭写真を示す。瀬戸川層群相当の地層は、ユニット I～ユニット III の 3 つに分けられる。ユニット I は露頭北西側（向かって右側）の白色部で比較的粗粒な砂岩と礫岩を中心とする地層であり、ユニット II は中央部の灰色から黒色部分の泥質岩（砂岩のブロックなどを含む）地層、ユニット III は南東側（向かって左側）の白色部が比較的粗粒な砂岩、礫岩を中心とする地層である。切土された水平面にも露頭の延長が見られる。水平面を観察するとユニット I、II、III の各々の境界は、かなり入り組んでいるものの、ほぼ北北東－南南西方向の走向を示しており、牛尾露頭では地層の走向とほぼ直交する断面を観察しているものとみられる。

また、露頭の頂部の褐色部分は直接観察できなかったが、その色調や岩相を遠望した範囲では段丘礫と考えられる。また、南東側の斜面に黒色の黒ボク様の模様と茶褐色の堆積物がみられる。斜面を覆っていることから、崖錐と考えられる。これらの地層はいずれも後期更新世以降の堆積物であり今回は検討対象にしていない。



図 2. 牛尾露頭 ユニット I～III が瀬戸川層群にあたる。  
写真提供：国土交通省静岡河川事務所島田出張所。

### (2) 牛尾露頭における瀬戸川層群の岩相・走行・傾斜・構造

まず露頭にあらわれる地層の層相を確認し、各場所で走向・傾斜の測定を試みた。以下のデータは、露頭下部数 m の範囲のデータである。ここに示す走向・傾斜は砂層と泥層境界部分や劈開のリニアメントを測定したものであり、地層そのものでなく、スラストなどの断層や劈開面の走向・傾斜を測定している可能性がある。

露頭北西端のユニット I は、成層している部分があり、走向は N 30° E, 58° 東傾斜であった。層厚

は23mあり、やや風化した黄褐色～褐色の礫岩層および砂岩層を主体とし、一部頁岩層も含まれる。図3 Aに示すように礫岩層は頁岩礫中心で、径2mm～数cmの未固結状態で取り込まれた同時礫である。この礫岩の基質は石英質であった。このユニットには火成岩や火山砕屑岩およびそれらの礫は全くふくまれていなかった。地層全体が完全に成層しているわけではなく、露頭北西側上部では断層を伴って一部は混在岩となっている。また上下判定は十分にできなかったが、級化層理が観察できる部分が1か所あり、南東上位を示した。一般に瀬戸川層群は整然層では北西方向が上位とされていて(杉山, 1995)、今回のデータはこれとは異なっている。ノジュールはこの部分からは全く産しなかった。

断層を介して中央部のユニットIIは頁岩層を主体とした混在層からなる。層厚は54mあり、ノジュールはこの頁岩中に産する。ユニットIIは、さらに①北西部分、②中央部分、③南東部分の3つに細分できる。

①の北西部分は断層や劈開により断片化しながらも、成層する部分が認められる灰色頁岩である(図3 B)。層厚は22mある。断層の走行はN 30°E～10°E、50～55°東傾斜であった。主断層に接する剪断面は、断層に対して時計回り、および反時計回りに25°～35°程度で接するものが多かった。このような角度の剪断面と断層面をもつ断層岩の特徴は付加体中のメランジュに認められている(狩野, 2006)。また図2からわかるように、頁岩層中に下位の砂岩・礫岩部分を取り込んでいる部分や、下位の砂岩礫岩層の割れ目に頁岩が注入されている部分が見られるなど、強い構造変形を被っている。さらに細かくみると、砂層は剪断され、レンズ状や角礫状になって含まれている(図4 A, B)。また角礫状の砂岩礫を含んだ頁岩が、劈開面に沿って方解石脈に貫かれているのも観察された(図4 C)。ノジュールはユニットIとユニットIIの境界から南東側に5～20 mの区間に、幅約15mの範囲で集

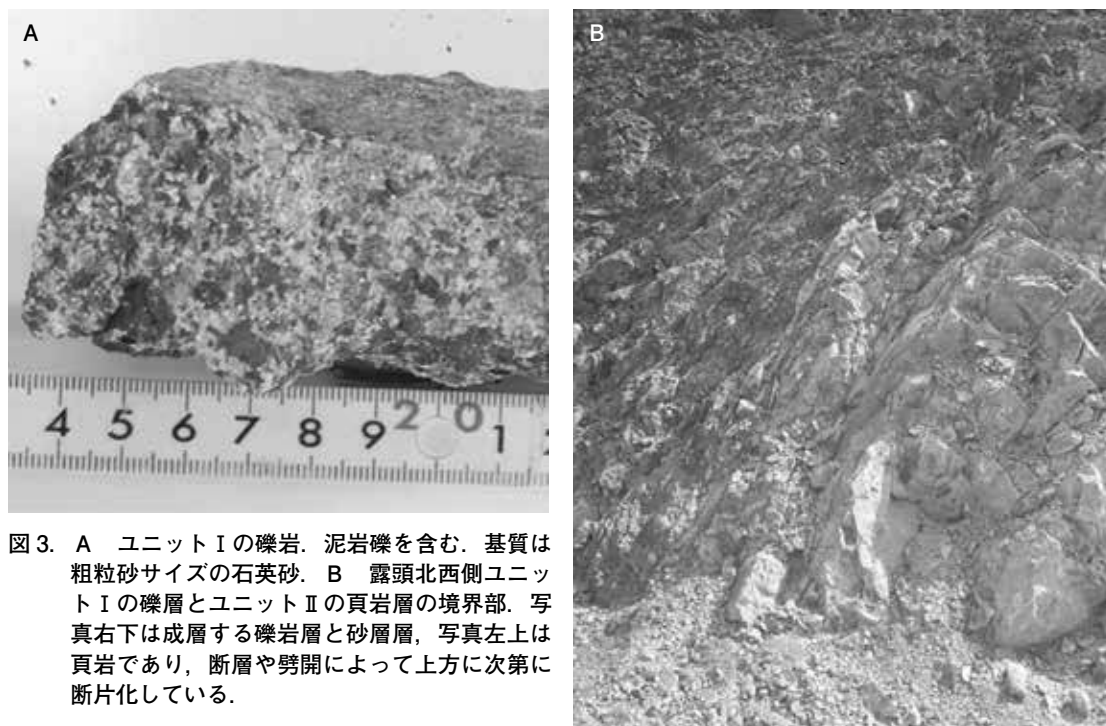


図3. A ユニットIの礫岩。泥岩礫を含む。基質は粗粒砂サイズの石英砂。B 露頭北西側ユニットIの礫層とユニットIIの頁岩層の境界部。写真右下は成層する礫岩層と砂層層、写真左上は頁岩であり、断層や劈開によって上方に次第に断片化している。

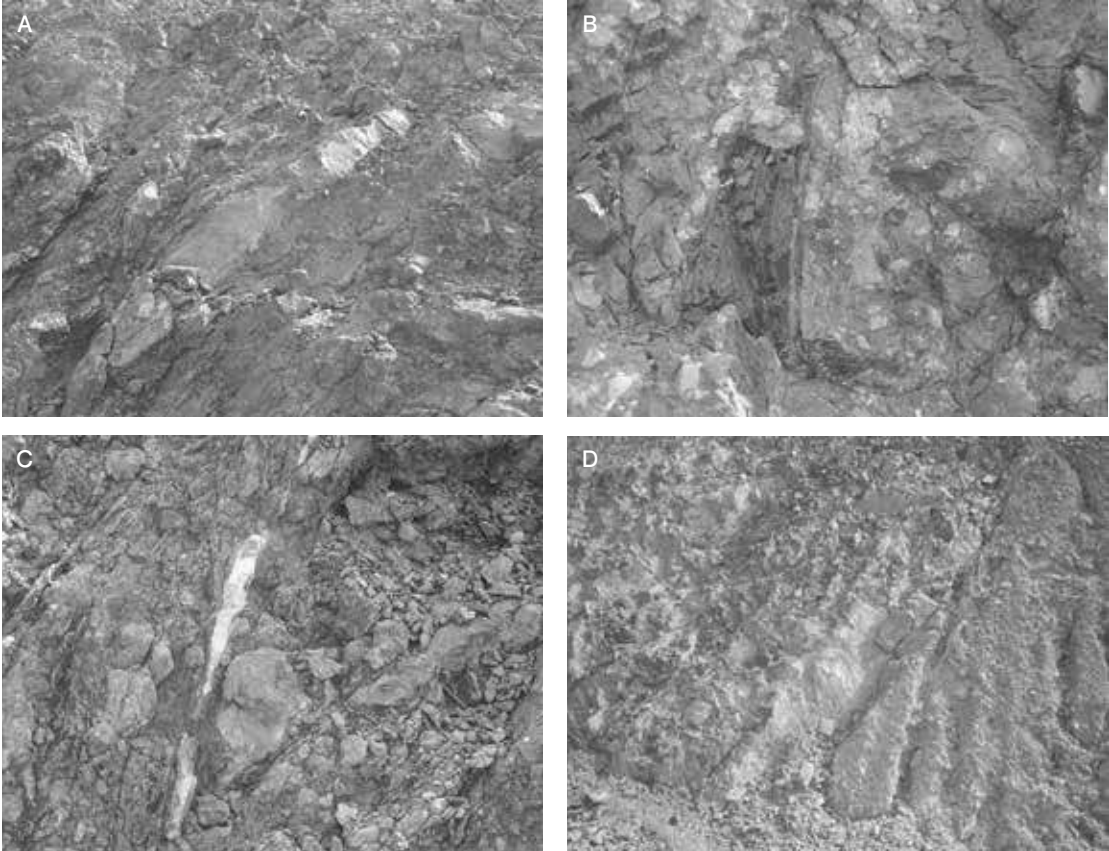


図4. A ユニットⅡ-①の層相. 頁岩中にレンズ状を示す砂層がみられる。  
 B ユニットⅡ-①中の層相. 中央部に直立した頁岩が成層構造を残している. 砂層（灰色）は完全に角礫化している。  
 C ユニットⅡ-①の層相. 頁岩の劈開面に方解石脈がみられた。  
 D ユニットⅡとⅢの境界部. 左側はユニットⅢの砂岩層, 右側はユニットⅡ-③の頁岩層. この部分の頁岩層は激しく破碎されている。

中して産した。

②の頁岩層の中央部分は、構造が破壊されて完全に破碎された暗褐色頁岩で、層厚は2mほどある。砂岩も細かい角礫状になっていた。新鮮な断面ではこの部分が①と③と区別できたが、現在は不明瞭になっている。この部分はまったくノジュールを産しなかった。

③の頁岩層の南東部分は、再び灰色頁岩となり、層厚30mある。断層などで切られながら成層が認められる部分もある。ユニットの走向NS~N10°W, 48~60°東傾斜のものと、N30~40°E 25~32°西傾斜のものがあつた。走向・傾斜は露頭北西側とやや異なっている。図2の写真を見ると、この部分は完全に破碎された頁岩中に取り込まれたブロックのように見え、走向の違いはそのときの変形を表している可能性もある。

この部分には、①部分と同様、頁岩中に角礫状の砂岩を含むが、これに加えて緑色岩もしくは緑色頁岩の礫がわずかに含まれる点が異なっている。ノジュールもわずかに含まれていた。南東側に分布

するユニットⅢの砂岩層との境界は断層であり、この部分の頁岩はかなり強く剪断を受けている (図4D)。

露頭南東部のユニットⅢは、やや粗粒な砂岩と頁岩層で比較的よく成層している。層厚は13mある。地層の走向はN30°E、55°東傾斜であった。頁岩は剪断されている部分が多かった。この部分からもノジュールの産出は全くなかった。

なお、崖錐が露頭上部から南東側にかけて崖にそって下方へおりてきているが、崖錐と砂層の境界は風化を伴うため鮮明でなく、判然としなかった。

#### 4. 牛尾露頭のメランジュ堆積物

メランジュとは様々な種類の岩石が複雑に混じり合った地質体である。2万4千分の1かそれ以下の小スケールの地図上に描ける大きさで、地層としての連続性がなく、細粒の破断された基質の中に様々な大きさ、種類の礫・岩塊を含むような構造をもった地質体をいう (脇田, 1996)。多くは海洋底の海嶺の枕状溶岩、チャートや、マントル物質の斑レイ岩を伴い、深海性の泥岩、頁岩、さらには前弧海盆に堆積したタービダイト性の砂岩、泥岩、礫岩、火砕岩、火山岩がプレートの沈み込みに伴う構造運動によって混在し、雑多な岩石の集合体となる (平, 2004)。千葉山周辺にはこのような層相を示すメランジュ堆積物が存在する (坂本ほか, 1993)。また、このような層相を示す千葉山周辺のメランジュ堆積物中から変マンガンノジュールの産出が報告されている (北里, 1980)。

牛尾露頭も雑多な岩石の集合体となっており、その構造からみてメランジュ堆積物と考えられるが、枕状溶岩やカンラン岩をまったく産しない。また火山砕屑岩起源と考えられる緑色岩もしくは緑色頁岩もごくわずかにしか含まれない。主体となるのは角礫状となった砂岩 (細粒～粗粒まで様々) と頁岩である。海洋底層序やその断片を含まないのがこの露頭のメランジュの特徴といえる。このような牛尾露頭の岩相は前弧海盆のタービダイト堆積物を起源とし、それが海溝に落ち込んで構造変形を受け、陸側に付加した堆積体であろうと考える。超塩基性岩が貫入したり、深海底のチャートや枕状溶岩と混じったりすることなく、オリストリスが構造変形を受けたのではなかろうか。この推測が正しいのなら、牛尾露頭から産出するノジュールは千葉山周辺で産出するマンガンノジュールとは異なった要因で生成したのと考えられる。

#### 5. ノジュールの産出層準

牛尾露頭では、ノジュールは頁岩層中から産する (図5)。その直径数cmの小型のものから数10cmのものまで様々である。ノジュールの形態は球形のものほか、やや扁平な円礫もしくは亜円礫状のものもあり、基質はほとんどが細粒砂～粗粒砂の範囲にはいる。図6に牛尾露頭で採集したノジュールの断面を示すが、砂岩を中心にして、表面はメランジュ堆積物の頁岩と角礫化した砂岩礫に覆われている。松本ほか (2017) には、より詳細な記載があり、細粒砂～粗粒砂の基質中に炭酸塩が含まれることを明らかにしている。

ノジュールの産出層準はユニットⅡの①と③の頁岩層中に限られ、砂岩層や礫岩層を中心とするユニットⅠやⅢからは全く産出しなかった。また、完全に剪断された②の頁岩層中からも産しなかつ



図5. ユニットⅡ-①の頁岩層中にみられるノジュール.

た. 一般にノジュールは泥層あるいはシルト岩が堆積するような還元環境下で生成される(長谷川, 2014)とされており, 砂岩と礫岩を主体とするユニットⅠやユニットⅢから産出しないのは自然なことといえる. またユニットⅡの②からも産出しないが, 完全に剪断を受けるような環境ではノジュールとして形態を保持できないのではないかと考えるが, 層厚2mの頁岩層中には, たまたまみつからないだけかも知れない.

牛尾露頭で産するノジュールの表面を装飾する泥や角礫化した砂は, ノジュール内部には認められないこと, 一部の球形ノジュールに, くいちがいを生じているものがあることから, ノジュールはメランジュ中で生成したのではなく, 他の場所で生成したのちに付加体をつくる構造運動を受けて砂岩や頁岩などと混じりあって最終的に混在岩中に定置したものと考えられる.

牛尾露頭から産出するノジュールの形成プロセスを, 現時点で明らかにするのは困難であるが, 海洋底で生成するマンガンノジュールとは成因が異なり, 深海底で長時間かけて生成したものではないように見える. 石灰質ノジュールは極めて短期間(数週~数か月)で形成するという最近の知見(Yoshida et al., 2015)も考え合わせると, 前弧海盆の還元環境下の砂泥底で有機物が核としてノジュールができ, 堆積物が未固結のうちに斜面崩壊に伴って海溝に落ち込むことは充分考えられる.

また, 露頭で観察されるノジュールにはかなり粗粒で, タービダイト砂岩を母岩とし, それが礫となったとしか考えられないようなものもある. しかし, 当時, 赤石山地はまだ大きく隆起しておらず, 河川や浅海域で円磨された礫岩が, 海底谷を流れ下るなどして大量に前弧海盆に大量に貯まってノジュールを形成するというのは考えにくい.

今後, ノジュールのみならず牛尾露頭の岩石についても鏡下での観察や化学分析をおこない, 比較・検討したい. また瀬戸川層群以前に堆積した三倉層群にもタービダイト層が分布している(狩野,



図6. 牛尾露頭で採集されたノジュールの断面. 基質は砂岩で石英脈がみられる. ノジュール表面は頁岩と角礫化した砂岩で装飾されている.

1988; 狩野・村松, 2003) ので, これについても観察, 検討していく中で, ノジュールの生成メカニズムに迫ってみたいと考えている.

## 6. まとめ

鳥田市牛尾露頭の地層記載をおこない次の3点が明らかになった.

- ① 牛尾露頭の地層は, 瀬戸川層群の堆積岩(砂岩・頁岩)からなるメラランジェ堆積物である. 近傍の千葉山周辺のメラランジェ堆積物とは異なり海洋地殻の断片を含んでおらず, 前弧海盆の碎屑岩が海溝で混在, 構造変形したものとみられる.
- ② 露頭に見られる瀬戸川層群の地層は, 断層でユニットⅠ: 礫岩・砂岩を中心とする部分(層厚23m), ユニットⅡ: 頁岩を中心とする部分(層厚54m), ユニットⅢ: 砂岩を中心とし部分的に剪断された頁岩を含む部分(層厚13m)に分けられる.
- ③ ノジュールは泥質なユニットⅡの頁岩中に, 幅15mの範囲に集中して産した.

## 謝辞

研究にあたり, 国土交通省静岡河川事務所には露頭調査, 試料採取に便宜をはかっていただいたほか, 図2の露頭全景写真を御提供いただいた. また図3のノジュールの写真は静岡県地学会の青木克顕会員の提供による. 静岡県地学会の松本仁美会員には文献を教えていただき, 議論をしていただいた. 記して感謝の意を表する.

## 参考文献

- 長谷川卓 (2014): 海底環境のタイムカプセル~泥岩中に形成される石灰質ノジュール~. サイエンスネット 数研出版, 50, 2-5.
- 狩野謙一 (1988): 三倉層群. 日本の地質「中部地方Ⅰ」編集委員会編, 日本の地質4 中部地方Ⅰ, 51, 協立出版.
- 狩野謙一・村松 武 (2003): 赤石山地南部の四万十帯. 日本地質学会第101年学術大会見学旅行案内書, 第E班, 67-81.
- 狩野謙一 (2006): VI断層・構造線 傷だらけの中部地方. 日本地質学会編, 日本地方地質誌 中部地方, 112-131, 朝倉書店.
- 松本仁美・楠 賢司・青木克顕・富安輝正・和田秀樹 (2017): 鳥田市牛尾山の瀬戸川層群に産出するノジュールについて(速報). 静岡地学, 115, 9-15.
- 北里 洋 (1980): 瀬戸川層群からの深海性底生有孔虫化石群集. 四万十帯の地質学と古生物学—甲藤次郎教授還暦記念論文集一, 219-225.
- 坂本隆之・小川勇二郎・中田節也 (1993): 瀬戸川付加帯中の緑色岩類の起源とそのテクトニクス上の意義. 地質学雑誌, 99, 9-28.
- 杉山雄一 (1988): 瀬戸川層群. 日本の地質「中部地方Ⅰ」編集委員会編, 日本の地質4 中部地方Ⅰ, 51-53, 協立出版.



- 杉山雄一 (1995) : 赤石山地の瀬戸川帯北部の地質と瀬戸川付加体の形成過程. 地質調査所月報, 46, 177-214.
- 杉山雄一・水野清秀・狩野謙一・村松 武・松田時彦・石塚 治・及川輝樹・高田 亮・荒井晃作・岡村行信・実松建造・高橋正明・尾山洋一・駒澤正夫 (2010) : 20 万分の 1 地質図幅「静岡及び御前崎」(第 2 版), 産業技術総合研究所 地質調査総合センター.
- 平 朝彦 (2004) : 地層の解説 地質学 2. 岩波書店, 441p.
- 脇田浩二 (1996) : 地学団体研究会編 新版地学辞典 平凡社, 1306.
- Yoshida, H., Ujihara, A., Minami, M., Asahara, Y., Katsuta, N., Shirono, S., Maruyama, I., Nishimoto, S. and Metcalfe, R. (2015) : Early post-mortem formation of carbonate concretions around tusk-shells over week-month timescales. Scientific Reports, 5, 14123, DOI:10.1038/srep14123