

地域素材を活用した地学の学習 (7)

— 東広島市大芝島の高田流紋岩中にみられるスランプ構造 —

山崎 博史・江頭 佑治¹

(2014年10月2日受理)

Geoscience Teaching Using Local Geological Materials (7) :
Slump Structures in the Cretaceous Takada Rhyolites Distributed in Oshiba Jima Island,
Higashi-hiroshima, SW Japan

Hirofumi Yamasaki and Yuji Eto¹

Abstract: In this paper, internal structure of slump beds distributed in Oshiba Jima Island, Higashi-hiroshima were described from a viewpoint of their form, and were considered in the context of teaching materials. The Oshiba Jima Island consists mainly of the H7 Rhyolite Member of Haigamine Formation of Cretaceous Takada Rhyolites. The slump beds were found out from the mudstone and tuffaceous sandstone intercalated with welded tuff beds of the H7 Rhyolite Member. The form of asymmetric slump folds and thrusts on an outcrop are not difficult to describe. When used in combination of some analogue experiments, morphological characteristics of the slump beds have the potential to be a learning tool to improve the understanding of geologic structures.

Key words: Higashi-hiroshima, Oshiba Jima Island, Takada rhyolites, slump beds, teaching materials

キーワード：東広島、大芝島、高田流紋岩、スランプ層、教材

1. はじめに

中学校指導要領第2分野の(2)大地の成り立ちと変化では、『大地の活動の様子や身近な岩石、地層、地形などの観察を通して、地表に見られる様々な事物・現象を大地の変化と関連付けて理解させ、大地の変化についての認識を深める。』と、また、ア 火山と地震 (イ) 地震の伝わり方と地球内部の動きの項では、地震に伴う土地の変化の様子を理解することと記述されている。また高等学校指導要領解説理科編「地学基礎」の内容の取り扱いにおいては、イ 移り変わる地球 (ア) 地層の形成と地質構造に関して、「地層や岩石の観察を行い、褶曲、断層、不整合なども扱うこと。」

と述べられている。

地層を大地の変化と関連付けて観察しようとする時、褶曲や断層運動により傾斜した地層は水平層に比べて扱い易い素材と考えられる。なぜなら、本来地層は水平に堆積しており、堆積後の何らかの変動を地層の傾斜量や断面形態などにより実感できるからである。

東広島市およびその周辺には中生代火成岩類(広島花崗岩および高田流紋岩)が広く分布している(東元ほか, 1985, 松浦, 2001など)。そのため、この地域では、傾斜した地層が観察できる場所は多くなく、そのような地層を教材化した例も乏しい。本研究では、傾斜した地層が観察できる、東広島市安芸津町大芝島に見られる高田流紋岩中に挟在する堆積岩類中のスランプ構造を記載し、その地学教材としての可能性を検討する

¹熊本グリーンホテル

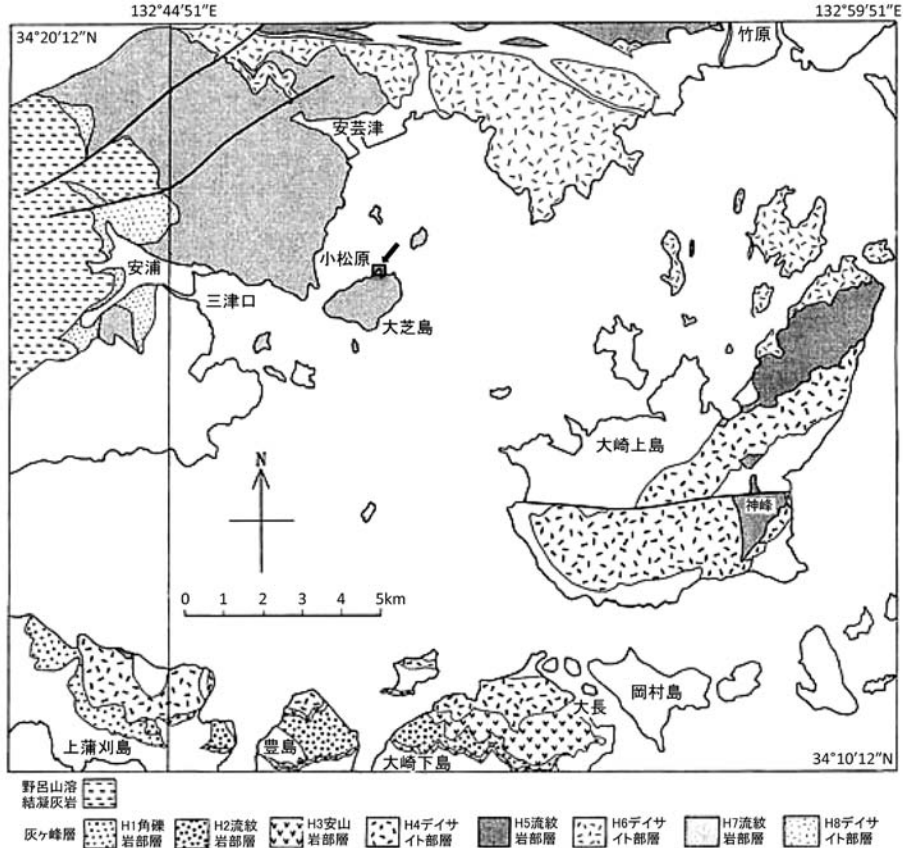


図1 安芸津地域における高田流紋岩の分布図（鈴木ほか，2009を一部改変）
調査地域（図2）は矢印で示した枠内に当たる。

ことを目的とした。なお、本研究は、筆者の一人江頭の卒業研究を基にその後の検討結果を加えたものである。

2. 東広島市南部安芸津地域の地質概要

調査地域の安芸津町大芝島のある安芸津地域には、主として後期白亜紀火山岩である高田流紋岩が分布している（図1）。高田流紋岩は流紋岩～安山岩質の火砕流堆積物を主体とした陸上火山岩であり（鈴木ほか，2009）、安芸津地域では、下位の灰ヶ峰層と上位の野呂山溶結凝灰岩に2分される（松浦，2001）。このうち灰ヶ峰層は8部層に細分され、下位から、H1角礫岩部層、H2流紋岩部層、H3安山岩部層、H4デイサイト部層、H5流紋岩部層、H6デイサイト部層、H7流紋岩部層、H8デイサイト部層と呼ばれる。灰ヶ峰層と野呂山溶結凝灰岩の内部構造は調和的であり、東北東～西南西方向に長軸をもち、北または南に10～20°程度傾

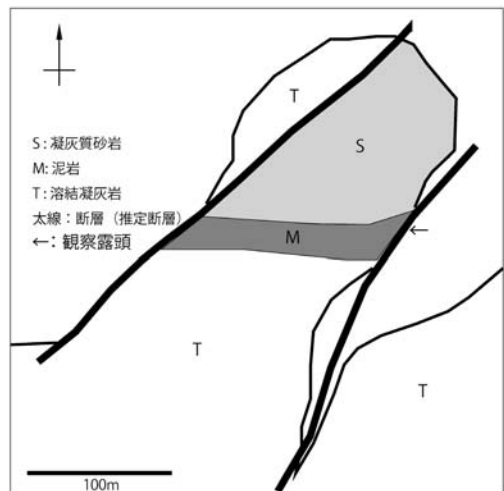


図2 調査地域の地質図

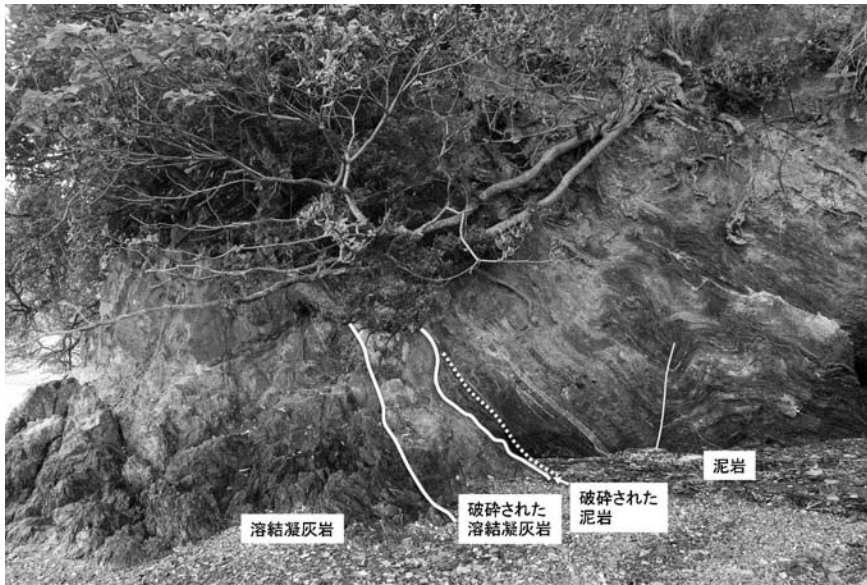


図3 観察露頭の状況 (スケールは1m)

斜した、開いた向斜構造を呈している。

安芸津町大芝島とその周辺には灰ヶ峰層 H7流紋岩部層が広く厚く分布し、主体となる溶結した火砕岩中に成層した泥岩および凝灰質砂岩を伴う。この泥岩から淡水環境を示唆するカイエビ化石が見出されている(楠見ほか, 1988)。

3. 大芝島のスランプ層

調査地域は大芝島の北東部の小半島であり(図1)、そこでは溶結凝灰岩中に挟在する成層した泥岩および凝灰質砂岩の分布が認められる(図2)。図2の矢印で示される海岸に面した露頭では溶結凝灰岩、泥岩および凝灰質砂岩を良好な状態で観察することが可能である。この場所は楠見ほか(1988)の化石カイエビ類の産出場所の近傍であり、また干潮時には海岸に沿って容易に行くことができるので、児童や生徒の地層観察場所としても適している。

(1) 層序と構造

調査地域には北東-南西に伸張した2本の断層が認められる(図2)。これらの断層に挟まれた部分では、断層を介してそれぞれ溶結凝灰岩と接している泥岩および凝灰質砂岩が分布する。松浦(2001)によれば、この泥岩および凝灰質砂岩は溶結凝灰岩中に挟在する地層である。また、泥岩と凝灰質砂岩は一連の互層をなしているとみなされる。その下部は泥岩が優勢で凝

灰岩または凝灰質砂岩の薄層を伴い、上部ほど凝灰質砂岩が厚層化して優勢となる。本論では、泥岩優勢部を泥岩と、また凝灰質砂岩優勢部を凝灰質砂岩と呼ぶ。

調査地域に分布する地層は、大芝島全体の傾向と同様、北東走向で北西に緩く傾斜した同斜構造に規制されている。しかしながら、南東側の断層付近では急傾斜し、溶結凝灰岩と泥岩の両層が破碎され角礫化している(図3)。また、泥岩および凝灰質砂岩中には、露頭規模の褶曲や断層により著しく変形した部分も認められる。

(2) スランプ層の内部構造と露頭記載

1) スランプ層の内部構造

スランプ層は上下の正常(非擾乱)層の間に挟まれた多様な変形構造を伴う擾乱層である。未固結あるいは半固結堆積物が外部からの影響を受けて、水底の斜面を重力の作用で一団となって滑り落ちることにより形成される。外部からの作用として、地震による振動や液状化あるいは堆積物による過剰な加重等が考えられている。

図4はスランプ層の内部構造の基本的な特徴をまとめたものである。スランプ層の下底はすべり面であり、下位層を侵食している。最下底に層内角礫を伴うことがある。また層内は fault-propagation fold(Suppe and Medwedeff, 1984) と形態的に類似したスランプ褶曲や逆断層により変形している。スランプ褶曲の軸面は堆積物の一団が運動する方向に倒れていることが

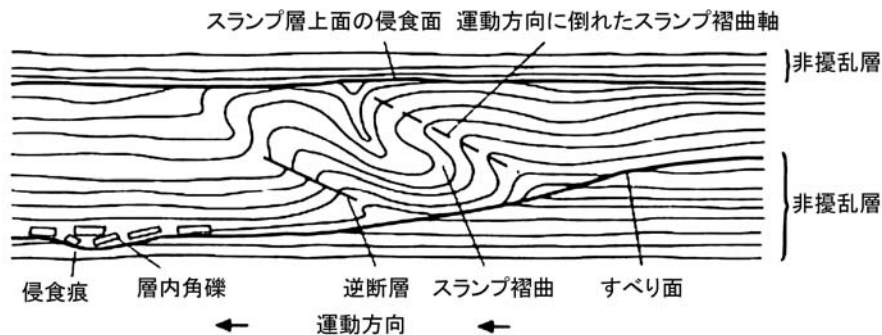


図4 基本的なスランプ層の内部構造 (Stow, 2005の一部を改変)

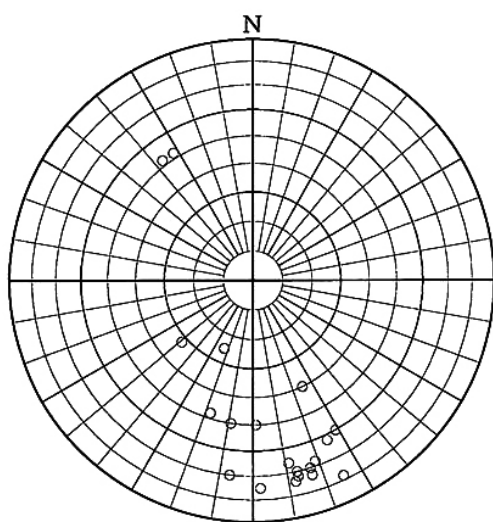


図5 褶曲軸面の極のポイントダイアグラム (シュミットネット下半球投影)

多く、スランプ褶曲は全体として非対称な断面形態を示す。

これら層内の変形構造の形態的特徴から、スランプ層の運動方向を推定することができる。

観察露頭(図2)では、泥岩および凝灰質砂岩は、溶結凝灰岩と接する断層の近傍では60°程度の急傾斜を示すが、その断層から離れると傾斜量は20°程度となり、大芝島全体の傾向と一致するようになる。また、泥岩部分を主体に露頭規模の褶曲構造が認められる(図3)。これら小褶曲は、地層の膨縮を伴いながら層面すべり断層と密接に関連して形成されて複雑な形態を呈している。その多くは fault-propagation fold に類似した非対称な形態を示し、褶曲軸面は北傾斜のものが卓越する(図5)。また、露頭で観察される小断層は主に逆断層であり、断層面が泥岩の層理面と一

致する部分と傾斜が急になる部分とが組み合わさった形態を呈している。逆断層の走向傾斜は褶曲軸面の走向傾斜と調和的であり、走向は東北東を示し、傾斜方向も北向きが卓越している。また、これらの逆断層により地層の短縮・厚層化が認められる(図6)。

上述した観察露頭に見られる小褶曲や小断層の特徴として、以下の点が指摘される。特に泥岩で顕著に認められること、凝灰質砂岩ではその出現頻度は上位ほど少なくなること、泥岩や凝灰質砂岩を挟む溶結凝灰岩にはその影響が及んでいないこと、および断層と褶曲が密接に伴って認められることである。これらの特徴はスランプ層の内部構造(図4)と類似している。また、小褶曲や小断層を伴う泥岩および凝灰質砂岩が正常層と接する下底と上面のすべり面・侵食面は未確認であるが、これら小褶曲や小断層は北西に緩く傾斜した同斜構造をなす全体的な地質構造とは非調和である。以上のことから、観察露頭に見られる泥岩および凝灰質砂岩は、水中に堆積した泥や凝灰質砂が固化しないうちに形成されたスランプ層であると判断される。また、そのすべり方向は、褶曲軸面の形態から大凡北→南と推論される。

4. 教材としてのスランプ層

高等学校「地学基礎」では地質構造として褶曲と断層が扱われる。その中で、地質構造が形成された要因として、プレートの動きに伴う地殻変動が取り上げられている(例えば、磯崎・江里口編, 2011)。ここでは、アルプス山脈やヒマラヤ山脈あるいは日本列島を構成する地層や岩石の変形、すなわち非常に大規模な地質構造が例として挙げられている。大規模な地質構造の全体像を映像や図を用いて把握することは、生徒にダイナミックな地殻変動を印象づけることに有効であると考えられる。しかし一方で、地質構造の規模の考慮を欠



図6 fault-propagation foldに類似の褶曲と逆断層
太線と細線はそれぞれ断層と層理を示す。

いた場合、露頭で観察した傾斜層や断層の成因を直接プレートの動きに関連づけるなど、飛躍した考察を行うことが危惧される。

露頭で観察される地層の累重関係や地質構造は、堆積物の堆積過程および堆積後現在までに受けてきた様々な作用の結果と見なされる。この結果からその形成過程とそれに伴う大地の変化を時間軸に沿って理解するためには、地層に刻まれた地質イベントを識別し、また、その前後関係を明らかにすることが必要となる。その際、いくつかの地質スキル（geological skills: Dodic and Orion, 2003）を活用することになる。大芝島のスランプ層を対象とした時、現在主義的思考（Actualistic thinking）と呼ばれる地質スキルに関わるアナロジーを褶曲形態に適用して、褶曲の形成過程を考察する教材としての活用が考えられる。

スランプ層の規模は数センチメートルから数キロメートルまでと多様であり一概には言えないが、露頭規模でその地質構造の全体像を把握できる場合も多い。大芝島のスランプ層はその一つと見なされる。ここでは、断層の認定、褶曲の形態把握、走向傾斜の計測などの学習活動が可能である。また、このような基本的な露頭観察結果は、モデル実験と組み合わせることで褶曲・断層の成因を考察するための有効な教材となり得るであろう。

ここでのモデル実験としては、スランプ層形成実験（Peacock, 2006）や逆断層モデル実験（岡本, 2000;

坂本ほか, 2004）などが想定される。前者は、地震による液状化により重力的不安定となった未固結堆積物（砂と泥）が海底地滑りを起こして滑動した結果非対称褶曲が形成されるという実験である。後者は、未固結堆積物（小麦粉やココアパウダー）に側方からの圧縮力を加えることにより逆断層が形成されるというモデル実験であるが、逆断層に伴って褶曲が形成され、いわゆる fault-propagation fold や fault-bend fold (Suppe, 1983) が確認できる。これらの実験結果と露頭観察の結果、とくに褶曲の形態や褶曲と逆断層との位置関係との類似性を比較することにより、地層の変形過程を類推する学習活動を展開することができる。具体的には、前者と組み合わせる場合、スランプ層の形成と地震との関連を考察することにより、地震による土地の変化の理解に繋がる。一方、後者と組み合わせる場合、一般的な地質構造の形成過程の考察に加えて、プレートの沈み込み帯で形成される付加体の構造の理解に展開が可能であると考えられる。

5. まとめ

本研究では、東広島市大芝島で観察される白亜紀高田流紋岩中のスランプ層について、特に形態的特徴を記載した。またこのような露頭規模の変形構造は、モデル実験により地震とそれに伴うスランプ層の発生や断層の発生と褶曲の形成とを関連付けて理解させるこ

とで、地層を大地の変化と関連付けて考察できる教材として活用できる可能性のあることを示した。

広島県南部は、火成岩主体の地質で特徴づけられており、地層関連学習を行うための素材に恵まれているとは言いがたい地域の一つである。そのような地域の素材やその特徴を活かした地層関連学習のための教材開発に関して、本研究が一助となれば幸いである。

【文献】

- Dodic, J. and Orion, N., 2003, Measuring student understanding of Geological time. *Science education*, **87**, 708-731.
- 東元定雄・松浦浩久・水野清秀・河田清雄, 1985, 呉地域の地質. 地域地質研究報告 (5万分の1) 図幅, 地質調査所, 93p.
- 磯崎行雄・江里口良治編, 2011, 文部省検定済教科書 高等学校理科用「地学基礎」, 啓林館, 231p.
- 楠見 久・森山宏一・片山貞昭・入瀬 修・五木田 勉・三好浩之・渡辺和義, 1988, 安芸津町で発見された化石カイエビ類. 安芸津風土記, no. 75, 1-8.
- 松浦浩久, 2001, 三津地域の地質. 地域地質研究報告 (5万分の1 地質図幅), 地質調査所, 58p.
- 岡本義雄, 2000, 小麦粉を用いた断層モデル実験. 大阪と科学教育, no.14, 13-16.
- Peacock, D.C.P., 2006, Analog model for the gravity

sliding of sediments. *Jour. Geoscience Education*, **54**, 550-554.

- 坂本隆彦・藤村輝美・吉田久昭・山崎小夜子・山田志津子・小早川栄子, 2004, ちょっとした地学実験「断層と液状化」. 地学教育と科学運動, **46**, 24-30.
- Stow, D.A.V., 2005, *Sedimentary rocks in the field: A color guide*. CRC Press, NY, 320p.
- Suppe, J., 1983, Geometry and kinematics of fault-bend folding. *American Jour. Sci.*, **283**, 684-721.
- Suppe, J. and Medwedeff, D.A., Fault-propagation folding. *Geol. Soc. Amer. Abstract with programs*, **16**, 670.
- 鈴木盛久・林 武広・松浦浩久, 2009, 広島県安芸津地域. 『日本地方地質誌6 中国地方』, 日本地質学会編, 朝倉書店, 275-276.

【謝辞】

広島大学教育学部4年木村崇志氏には資料整理の補助をしていただいた。シュミットネット投影にはフリーソフト MOLE Stereo ver7.0.0.0 (株式会社地質工学) を使用した。また、本研究の一部に科学研究費補助金基盤研究 (A) 課題番号25242015および同基盤研究 (C) 課題番号26350235を使用した。記してお礼申し上げます。