

## 地質野外実習プログラムの考察とその成果 — 地層の観察方法に着目して —

吉 富 健 一 ・ 山 崎 博 史 ・ 林 武 広  
(2010年12月3日受理)

### Consideration of a Field Observation Program and the Accomplishment Focusing on Observing Method of Sedimentary rocks

Kenichi YOSHIDOMI, Hirofumi YAMASAKI and Takehiro HAYASHI

**Abstract.** Newly version of Ministry's official guidelines for schoolteaching includes a learning unit about the stratum in the science field. It's requested that students understand and learn sedimentary rocks through field observation, both of elementary school and junior high school. But as igneous rocks are widely distributed in Hiroshima Prefecture, It is not easy to go to the outdoors to see sedimentary rocks. We looked for the most suitable visiting spot, and tried to make a new field observation program of focusing on observing method of sedimentary rocks.

#### 1. はじめに

新学習指導要領においては、小学校5学年の理科「生命・地球」の単元において“流水の働きによる侵食・運搬・堆積作用を理解すること”，6学年において“様々な大きさの碎屑物が層を作っていることについて理解すること（文部科学省，2008a）”とある。また，理科学習においては“実感を伴った理解を図り，科学的な見方や考え方を養うとともに，野外に出掛け地域の自然に親しむ活動や体験的な活動を多く取り入れること（文部科学省，2008a）”が求められている。

中学校理科の「大地の成り立ちと変化」の単元においては，“野外観察などを行い，観察記録を基に，地層のでき方を考察し，重なり方や広がり方についての規則性を見いだすとともに，地層とその中の化石を手掛かりとして過去の環境と地質年代を推定すること（文部科学省，2008b）”が求められている。

ところが現状において，教員養成系の大学生は講義を通して写真や映像資料などで，露頭（野外において地層や岩石が露出した場所）に見られる縞々のものが地層だと，漠然とした知識として学

習しているものの，実際に野外で露頭の前に立った際に，資料の柱状図や岩相の記載を元に層序区分を行うことや，地層の広がり，傾斜や断層による変位，侵食による地形を立体的に捉えることが困難な場合が少なくない。

将来，現場において野外学習を指導することが想定される教員養成系の大学生には，野外における地層の学習において，何を見，何を学ぶべきか最低限知っておくことが必要と考えられるにもかかわらず，残念ながら広島県では，深成岩や火山岩などからなる火成岩や，変成岩が広く分布しており，いわゆる“地層”として観察することができる陸棚相の堆積岩が分布している場所は，県北部の三次・庄原地域に限られる。

県北に分布する備北層群は，新第三紀と呼ばれる時代に浅い海に堆積した地層であり，固結度が低く岩石というより砂や泥の状態に近いため，自然斜面では露頭になりにくく，道路工事や宅地造成などの人工改変地が発生した場合にしか側方に連続的に観察することができない。しかも，前述の通り固結度の低さゆえに崩壊しやすく，すぐに斜面の保護工や植生に覆われるため，定期的に見

学を行う場所としては向いていない。

そこで本論では、教員養成系の大学生に対する地層観察に主眼をおいた地質野外実習プログラムとして、最適と思われる場所を検討するとともに、観察できる地質現象と対応する学習内容、およびその成果についてまとめた。

## 2. 見学地の検討

一般に、大学生を対象とした野外実習プログラムでは時間的な制約や金銭的な問題、安全面への配慮などもあるため、地層の見学場所として求められる条件としては、

- 海岸沿いなどで連続的に堆積岩が露出し、地層の上下方向の変化が露頭で観察できること
- 交通・連絡の利便性がよく、日帰りで見学できる距離であること
- 多人数で見学・移動するため、見学ルート、トイレや駐車場等が整備されてこと

などが挙げられ、見学場所はこれらの条件を満たす場所に限定される。

広島県では、図1に示すように好条件で露頭を観察できる可能性の高い県南部の海岸線一帯には、火成岩が広く分布しており、地層を見学することができない。これに対し、日本海側では島根県の浜田市から鳥取県の米子市にかけて、海岸に

沿って新第三紀の地層が分布しており(a)の条件に当てはまる。

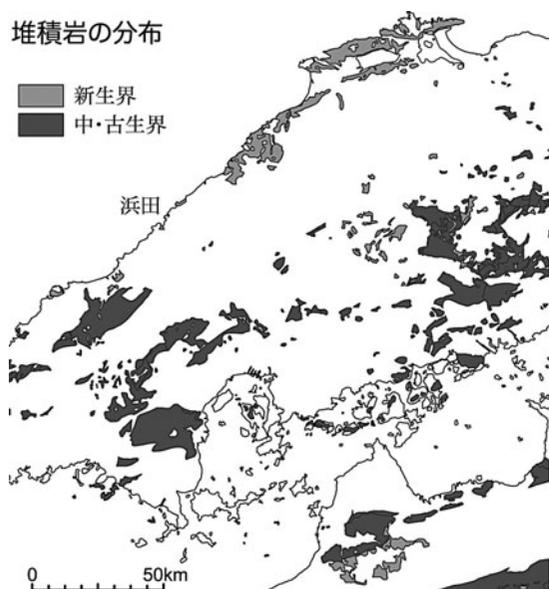
中国地方の下一中部中新統（中新世に堆積した地層）は、隠岐群島を含む日本海沿岸部と中国山地の広い範囲に分布している。

なかでも島根県の日本海沿岸部に分布する中新統は、島根県江津市以東のグリーンタフ地域に属すものと、浜田市から山口県萩市にかけて分布するものに大きく2分される。前者は、おもに陸～海成の堆積物からなり、多種多様かつ大量の火山岩を伴うのに対し、後者は海成の中部中新統を主体とする。いずれにしてもこれら堆積岩は、新生代に入ってからの日本海の形成と中国山地の隆起という大きな地質学的イベントが記録された重要な鍵を握る地層であるといえる。

新第三系が分布する地域のなかでも浜田市は、浜田自動車道が整備されており、比較的広島からアクセスしやすい(b)の条件にあてはまる。実際、サービスエリアで一度休憩をとった場合でも、大学を出発して2時間後には現地に降り立つことが可能である。

浜田市北部、国分町唐鐘海岸に位置する石見畳ヶ浦は、約49,000m<sup>2</sup>の波食棚が広がり、高さ約25mの見事な礫岩・砂岩の海食崖や幾つもの断層がみられる（浜田市HP）。これは1872年に発生し

堆積岩の分布



火成岩/変成岩の分布



図1 広島県周辺に分布する堆積岩と火成岩/変成岩  
(国土交通省国土調査課の50万分の1表層地質図のGISデータを利用)

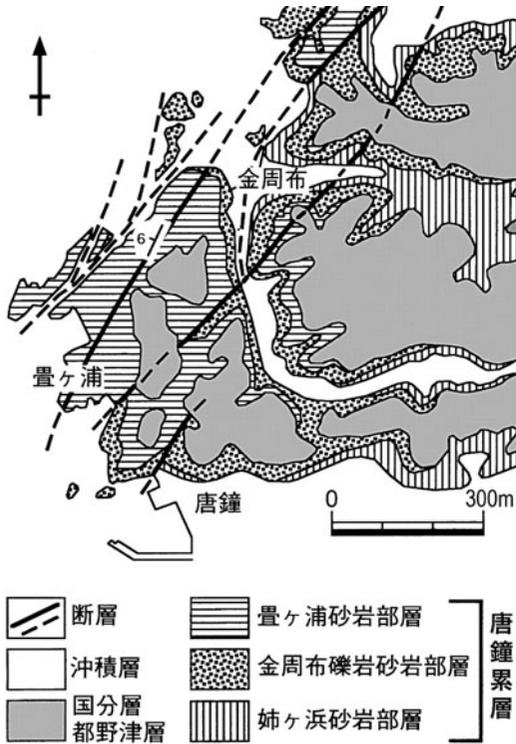


図2 畳ヶ浦周辺の地質図（中条・前島，2000を改変）

た浜田地震によって国分海岸一帯が隆起し、現在みられるような千畳敷（海食棚）と断崖（海食崖）が融合した景観となったものとされている（島根県HP）。地質学的に大変貴重であるとして、国指定の天然記念部として指定されていることもあって、見学ルートおよび歩道が整備されているなど(c)の条件にあてはまり、地層を学習するための野外実習を行う見学ルートとして大変適しているとの結論にいたった。

### 3. 畳ヶ浦の地質

浜田市北部の畳ヶ浦周辺に分布する唐鐘累層（図2）は、砂岩を主体として礫岩や泥岩を伴う地層で、下位の国府火山岩類を不整合に覆う層厚約200mの陸成～浅海成層である（中条ほか，1993）。貝化石を多産することから多くの層序学的な検討が行われており、中期中新世初期～前期の地層であることが明らかとなっている（大久保，1982；大久保・都留，1981；都留，1983）。下位より唐鐘川泥岩部層、姉ヶ浜砂岩部層、金周布（かなそう）礫岩砂岩部層、畳ヶ浦砂岩部層の4つの部層

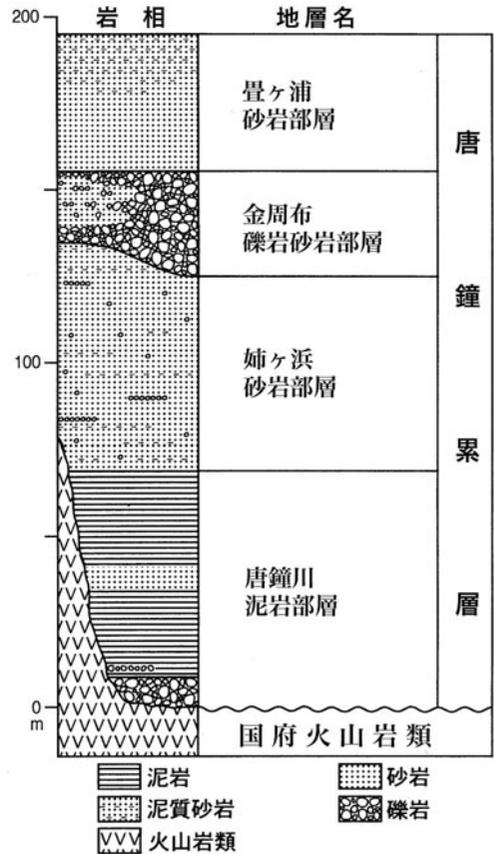


図3 唐鐘累層の層序表（中条・前島，2000を改変）

に区分されている（図3：中条ほか，1993）。今回の見学地である畳ヶ浦から金周布にかけて分布しているのは上部の3部層であり、最下位にあたる唐鐘川泥岩部層は観察することができない。

以下に（中条・前島，2000）をもとに見学ルートで見られる各部層の層序および岩相を示す。

**姉ヶ浜砂岩部層** 下位の唐鐘川泥岩部層を整合に覆い、上位の金周布礫岩砂岩部層により整合に覆われる。層厚約65mで、主に細粒～中粒砂岩からなり、泥質砂岩や礫岩を伴う。姉ヶ浜砂岩部層から化石の産出はさほど多くない。

**金周布礫岩砂岩部層** 下位の姉ヶ浜砂岩部層を整合に覆う、顕著な礫岩・粗粒砂岩からなる地層で、上位の畳ヶ浦砂岩部層により整合に覆われる。本部層はところにより姉ヶ浜砂岩部層を大きく削り込むことがある。層厚は20～30mで、北に向かって薄くなる。

**畳ヶ浦砂岩部層** 貝化石を多産する細粒～中粒砂



図4 姉ヶ浜砂岩部層の露頭



図5 トンネル出口に見られる礫岩露頭

岩・泥質砂岩からなり、全体として上方に細粒化する。下位の金周布礫岩砂岩部層に整合に重なり、層厚の上限は不明であるが、露出する限り約40mある。本部層には40cm程度の大きさの石灰質ノジュールがよく発達している。本部層の下部より多くの化石が産出し、葉理状またはレンズ状に密集していることが多い。

地質構造としては、北東—南西方向の走向で、北西へ5～15°で緩く傾斜する同斜構造を持つが、昼ヶ浦周辺ではほぼ水平の構造をとる。これらの地層を切る北東—南西方向の断層系が発達する。これらの断層はほぼ垂直で、上下方向の変位量は、いずれも20m以下である(中条・前島, 2000)。

#### 4. 学習内容とポイント

- 現地では、地層の学習の中でも、
- ・堆積岩の岩相と堆積構造の観察法
  - ・地層の広がりと分布の認識
  - ・断層による変位

の3点の理解に重点をおき、8箇所の観察地点において、計13の課題を設定した。

学習用の資料を配布し、記載された地点1から8までの地点番号に沿って、その場所で観察すべき事象について測定・観察などを行い、そのまま資料に書き込む方式を採用した。途中、昼食休憩を挟みつつ地点8の金周布に達するまでの所要時間は、およそ4時間半であった。帰路は山側の中国自然歩道を利用して、金周布からは15分程度で漁港まで戻ることができる。また、野外でグループ行動することを通して、将来教員になった際の野外学習における注意点や、安全や環境に対する

配慮なども同時に学習することを期待している。

#### 4.1 地点1

昼ヶ浦の千畳敷に通じるトンネルの入口。トンネル上部の崖には、金周布礫岩砂岩部層の礫岩が大規模に露出しているのに対し、山側の露頭にはその下位にあるはずの姉ヶ浜砂岩部層の露頭が露出している。

**課題** 露頭前にある解説板の解説の概要をまとめる。

現地ではまず、トンネル側の崖には波打ち際から崖の上部にいたるまで礫岩が連続的に露出しているのに対し、山側の露頭では、砂岩と礫岩の境界が見えている(図4)ことを確認。地層の走向傾斜はほぼ水平なのに、トンネル側の礫岩が山側の露頭では砂岩に変わっていることを指摘し、その間にどのような地質構造が考えられるかを考察させた。

#### 4.2 地点2

昼ヶ浦の千畳敷に通じるトンネルの途中で、海食洞と交差する所がある。海食洞は金周布礫岩砂岩部層の礫をえぐるように発達しており、ここでは礫岩層を側面だけでなく、底面からも観察することができる。

**課題** 海食洞の伸張方向をクリノメーターで測定する。

現地では、海食洞の一番奥から海側を見通して、クリノメーターで方角を測定し、測定された数値の意味するところの解説と、得られた測定結果を地図へ記載する方法について指導を行った。

### 4.3 地点3

トンネルを抜けると、千畳敷と呼ばれる平坦な地形が広がる。これは海食棚が地震によって隆起して形成されたと考えられている。千畳敷からトンネルの出口方向を見ると、切り立った崖に礫岩や砂岩が観察される。(図5)。

**課題1** 複数の礫岩層が重なっている様子に注意しながらスケッチを行う。

一つの層に見える礫岩でも、詳しく観察すると礫径が変化したり砂岩層を挟んだりして、単層ではなく複数の礫岩が累重して形成されていることを解説するとともに、礫岩の観察する際には、礫と基質の割合、円磨度、成層構造、級化構造などについて注目するよう指導を行った。

**課題2** トンネル上部の礫岩と千畳敷側の海食崖に見られる地層の違いから断層を想定し、ズレのセンスを判断するとともに、推定される断層の走向方向を測定し地図上に記載。

地点1と同様、千畳敷側の海食崖には層状の砂岩が露出しているに対し、トンネル出口側の崖は波打ち際まで礫岩で構成されており、砂岩は崖のはるか上部にしか露出していないことが観察できる。この場合、どのような方向の断層において、どのように変位すれば現在の状況が再現できるかを考察するよう指導した。

### 4.4 地点4

馬の背に向かって歩きながら、海食棚および海食崖の砂岩(畳ヶ浦砂岩部層)を観察する。海食棚上にはキノコのような形をしたノジュールが多数分布しており、ノジュール内やノジュール近辺

に貝化石が含まれている様子を確認する(図6)。

**課題** 海食棚や海食崖に見られるノジュールの分布に規則性はあるだろうか。

海食崖にみられる畳ヶ浦砂岩部層の中に、ノジュールが多く見られる層準とそうでない層準があること、また地層が緩く海側へ傾斜しているため、海食崖側のノジュールの見られる層準が、海食棚上へ立体的に連続することで、海食棚上でキノコ型をしたノジュールが規則正しく並んで見えること説明した。

### 4.5 地点5

平坦な海食棚の沖合に馬の背と呼ばれる地形的な高まりがある(図7)。馬の背の基底部分には、礫岩が露出しており、海食棚を形成している畳ヶ浦砂岩部層の砂岩と異なる。この礫岩は、金周布礫岩部層の最上部と考えられ、それを覆う砂岩は、畳ヶ浦砂岩部層の最下部である。すなわち、ここでは両層の境界部が観察できる。

**課題1** 断層の走向を測定し、地図に記載するとともにズレの方向を考える。

砂岩だけで構成される千畳敷に対し、馬の背の基底部分に礫岩が露出しているのは、地層の走向傾斜から考えると、その間に断層が存在することを意味し、その断層に上下方向のズレがあることを説明した。

**課題2** 両層の境界付近を詳しく観察し、砂岩層が海成層である証拠を見出す。

**課題3** 両層の境界付近を詳しく観察し、潮流の影響と考えられる現象を見出す。

金周布礫岩砂岩部層は、堆積構造と堆積物より扇状地の堆積物であると考えられるのに対し、畳

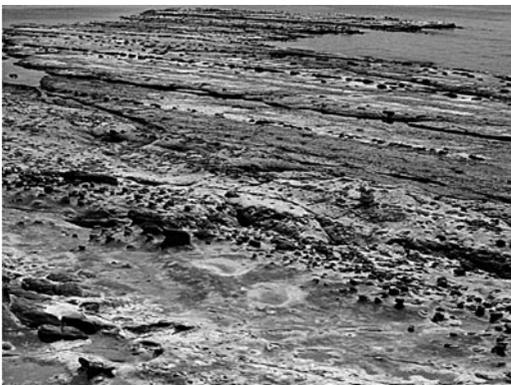


図6 海食棚上に規則正しく分布するノジュール



図7 馬の背

ヶ浦砂岩部層には貝化石が多く含まれることから、下部外浜～内側陸棚の堆積物と解釈されている。すなわち前者は陸上の、後者は海成の堆積物となる。その境界面には海進期に潮流によって堆積物が再移動される様子が記録されていることが期待される。このような海進を記録した面はラビンメント(外浜侵食)面と呼ばれることを説明した。

**課題4** ハンモック状斜交層理を見出し、その特徴を記録する。

畳ヶ浦砂岩部層にはハンモック状斜交層理と呼ばれる、暴浪時の長周期のうねりによって形成された堆積構造が観察される。これらの堆積構造は、晴天時波浪限界深度から暴浪時波浪限界深度の間の深さに形成されるもので、この構造が地層中に残されているということにより、堆積構造の形成後に波浪の影響をうけず、より深い深度へと堆積環境が変化したと推定できることを解説した。

#### 4.6 地点6

海食棚には畳ヶ浦砂岩部層の砂岩が広がっているが、2ヵ所で暗色の火成岩が観察される(図8)。

**課題** 地形図にその場所を記入するとともに、火成岩の産出状況(岩石の特徴、砂岩との接触部の様子、伸張方向)を記録し、砂岩と火成岩の新旧関係を判断する。

火成岩が元々あった所に砂岩が堆積した場合と、砂岩中に火成岩が貫入した場合の構造の違いについて解説を行い、接触部の様子を良く観察するとともに、伸張の方向や、幅について記載を行うよう指導を行った。



図8 火成岩の貫入露頭

#### 4.7 地点7

めがね橋付近でも、馬の背と同様に金周布礫岩部層と畳ヶ浦砂岩部層の境界部の層序とラビンメント(外浜侵食)面を観察できる。畳ヶ浦砂岩部層中には、化石の産状やハンモック状斜交層理をよく観察することができる。ラビンメント面から上部の砂岩層には、海進と海退のサイクルが少なくとも6回識別されており、サイクルの基底部にはフジツボの空や貝殻片が密集して平板状に石灰化している部分も認められる(図9)。

**課題1** 露頭でみられる範囲の柱状図を作成する。

現地において資料の層序表を参考に、ラビンメント面、ハンモック状斜交層理など柱状図に見られる地質構造と、実際に露頭中に見られる現象について対比させつつ同定・確認作業を行い、一つの実地・海退のサイクルで形成される堆積物の厚さや、その繰り返し方について解説を行った。

**課題2** めがね橋付近の断層の伸張方向を測定し、地形図に記録する。

堆積岩中の断層が弱線となって、断層面に沿って海食洞が形成されている。海食洞左側の斜面では上部に位置している礫岩が、海食洞を挟んだ右側の斜面では、数m低い位置に露出しているのが観察されることを確認(図10)。

#### 4.8 地点8

地質図を参照して、対岸の崖には姉ヶ浜砂岩部層、金周布礫岩部層および畳ヶ浦砂岩部層が露出していることを確認する(図11)。

**課題** 断層を確認し、その場所を地形図に記入する。



図9 堆積構造がよく観察できる露頭



図10 断層を挟んだ礫岩の変位



図11 金周布の対岸に見える露頭

対岸の露頭において、本来一続きであるはずの地層が谷を挟んで別の岩相に変わっている様子が観察されることについて確認。地質図と層序表を元に断層の推定される場所と、変位の考察を指導した。

## 5. まとめ

地質野外実習プログラムを通して、実際に生の堆積岩が露出している現地に立って地層、岩相やそれらを変位させている断層を観察した。そうすることで、三次元空間の中で、元来水平に堆積した地層がその後の構造運動によって傾斜し、断層によって変位、その後の侵食により現地地形が形成されるまでの様子を、実感を伴って理解し学習することができたと感じる。

堆積岩の観察方法を知らない状態では何気なくみえるただの海岸の風景であり、切り立った海食崖や平たい海食棚など地形の方に目をうばわれがちである。堆積岩の観察方法を知り、実際に野外において地層を観察することで、沈降・堆積・隆起・断層・風化・侵食などの地質現象について一つ一つ前後関係を明らかにし、何が起こったかを把握することで、地層は大切な地球の日記帳であり、一枚の地層からでも謎解きのように過去を明らかにできることを理解することができるようになる。

一見礫だらけに見える礫岩の中にも注意深く観察すると、礫径の大小や堆積構造などが見られることや、堆積する水深や環境によって堆積構造が異なるようすについては、今まで露頭において実物を見たことが無かった学生がほとんどであっ

た。そのため層序表や柱状図には模式的に記載されている“破片状のフジツボ殻が層状になっている”、“キリガイダマシがレンズ状に密集している”、“ハンモック状斜交層理”や“ノジュール”などの堆積構造や現象について、何を基準に同定を行い、柱状図のどの層準に対比させればよいか困惑するケースが多く見られた。

他にも、地層の走向傾斜は測定できるものの、クリノメーターの使用法を理解していないためか、海食洞の伸張方向を測定するのに困惑するケースや、測定結果をどのように地図に記載してよいかわからないケースなどが見られた。また、地層が断層で変位した際に、どちら側がどの方向に動けば、現在の露頭状況になるのか理解が難しいケースや、海食崖に見られる水平な地層が、海側にゆるく傾斜しているため海食棚上にも再び出現することについて、元々は一続きの一枚の地層であり、波浪による侵食によって現在の地形になっているということが理解しにくいケースなども見られた。

学生の感想としては、断層の変位の大きさを初めて実感したというケースや、観察方法を知らない単なる層にしか見えない地層が、構成粒子や堆積構造に注目することで、海進や海退までも記録していることに驚いた、という意見がみられ、いずれにしても授業で学習してきたことを自分の目で見て実感し、再認識することで大変理解が深まったという意見が多かった。

今後の課題として、柱状図では普遍的に使われている堆積構造や化石密集部等のあいまいな表現が、模式的な柱状図と実際の露頭を対比する場面

において、学生を困惑させているということが明らかになったという点と、方角を測定し地図という二次元上に記載するための概念や、断層変位という三次元に関する概念の学習およびトレーニングを事前に行っておく事の必要性を感じた。

#### 引用文献

浜田市ホームページ, <http://www.city.hamada.shimane.jp/kankou/bunkazai/shitei/kuni/05.html>.  
文部科学省 (2008a) 小学校学習指導要領, p.117.  
文部科学省 (2008b) 中学校学習指導要領, p.132.  
中条武司・中西健史・前島 渉 (1993) 島根県浜田北方の中期中新世唐鐘累層. 地球科学,

47,473-484.

中条武司・前島 渉 (2000) 中新統唐鐘累層. 日本地質学会第107年学術大会見学旅行案内書, 91-101.  
大久保雅弘 (1982) 浜田・豊が浦付近の中新統化石群集. 島根大学理学部紀要, 16,113-123.  
大久保雅弘・都留俊之 (1981) 浜田・唐鐘層の *Pholadomya* と *Vicarya*. 瑞浪市化石博物館研究報告, 8,47-53.  
島根県環境生活部自然環境課ホームページ, <http://www.pref.shimane.lg.jp/shizenkankyo/shun/tatamigaura.html>  
都留俊之 (1983) 島根県浜田市唐鐘層産の中期中新世貝化石群集. 瑞浪市化石博物館研究報告, 10,41-84.