

四国東部の南部黒瀬川帯上部三畳系寒谷層と坂州不整合：
層序，堆積相，フォーナ

石田啓祐^a・岡本治香^a・辻野泰之^b・中尾賢一^b・香西 武^c・HIRSCH Francis^c

^a 徳島大学総合科学部自然システム学科，〒770-8502 徳島市南常三島町 1-1,
ishidak@ias.tokushima-u.ac.jp

^b 徳島県立博物館，〒770-8070 徳島市八万町向寺山文化の森総合公園

^c 鳴門教育大学自然系地学教室，〒772-8502 鳴門市高島 748

Upper Triassic Sabudani Formation and Sakashu Unconformity of
the South Kurosegawa Terrane, East Shikoku:
stratigraphy, sedimentary facies and faunas

Keisuke ISHIDA^a, Haruka OKAMOTO^a, Yasuyuki TSUJINO^b, Ken-ichi NAKAO^b,
Takeshi KOZAI^c and Francis HIRSCH^c

^a *Laboratory of Geology, Faculty of Integrated Arts and Sciences, University of Tokushima, 1-1*

Minamijosanjima, Tokushima 770-8502, Japan. e-mail: ishidak@ias.tokushima-u.ac.jp

^b *Tokushima Prefectural Museum, Bunka-no-mori Park, Tokushima 770-8070, Japan*

^c *Laboratory of Geosciences, Faculty of Science Education, Naruto University of Education, 748 Takashima,
Naruto 772-8502, Japan*

Abstract

The Sakashu Unconformity, a representative unconformity between Late Permian accretionary complex and Late Triassic shallow-marine sediments in the South Kurosegawa Terrane, has investigated in stratigraphy, sedimentary facies, allochthonous and autochthonous faunas with the view point of post-accretional environmental changes. The accretion mélange of the Hisone Group, basement of the unconformity, yields Late Permian radiolarians. The lower member of the Upper Triassic Sabudani Formation is associated with two types of debris flows. One contains blocks of pelagic chert, carbonates, and greestones. The other is composed of mylonitized granitic breccias and fragments. The latter probably derived from the Mitaki Granites (400+ Ma) of the Kurosegawa Tectonic Zone that form the substratum of the Silurian limestone. The basal middle member of the Sabudani Formation contains huge blocks of weathered limestone/chert that yields late Early Permian conodont fauna (*M. bisseli* - *S. whitei* Zone). The hummocky cross-stratification in the middle member of the Sabudani Formation indicates a lower off-shore facies. Existence of the Permian conodont-bearing huge eroded limestone/chert blocks, and early Late Permian radiolarians in chert pebbles of the hummocky cross-stratified lag sediments suggests probable derivation of the conglomerates from the blocks in the Permian accretionary complexes. The Triassic mollusk fauna of the middle and upper members of the Sabudani Formation is correlative with the Carnian (-Norian) Kochigatani bivalve-fauna in the clastic facies of the Kurosegawa Terrane (Outer Zone of SW Japan) as well as with the Mine and Nabae groups, Primorye, Zabaikal and NE Siberia. From a paleobiogeographic point of view, the bivalve-fauna of the clastic sand- and marlstone Kochigatani facies is regarded to differ from that of the carbonate Tethyan facies in the South Chichibu Jurassic Accretionary Terrane.

Keywords: stratigraphy, sedimentary facies, Permo-Triassic unconformity, hummocky cross-stratification, molluscus, provenance, reworked fauna, conodont, radiolarians, Kurosegawa Terrane, Outer Zone of SW Japan.

1. はじめに

南部黒瀬川帯（坂州帯）の上部三畳系寒谷層（下部川内ヶ谷垂層群相当）は、木沢村坂州の寒谷川沿いおよび坂州木頭川合流点の限られた範囲に東西に分布する(図1・図2)。

寒谷層は下位の上部ペルム系檜曾根層群を不整合に覆い（坂州不整合：市川ほか，1953），上位はジュラ系の坂州層群広瀬層によって不整合に覆われている（図3；石田・香西：2003，2004）。

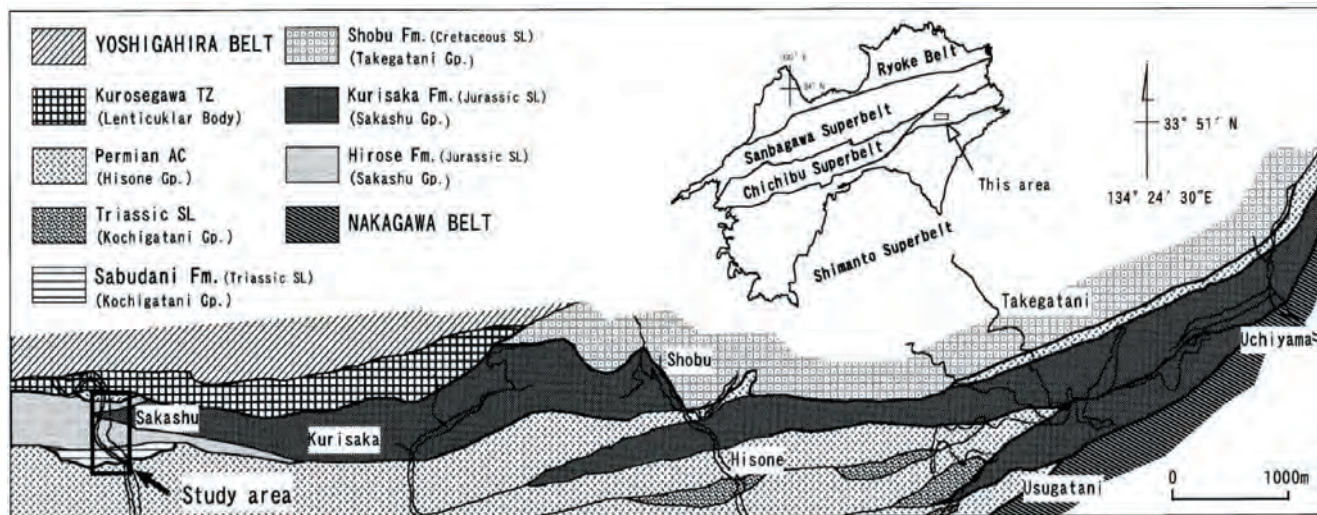


図1. 地質概略と坂州不整合位置図。

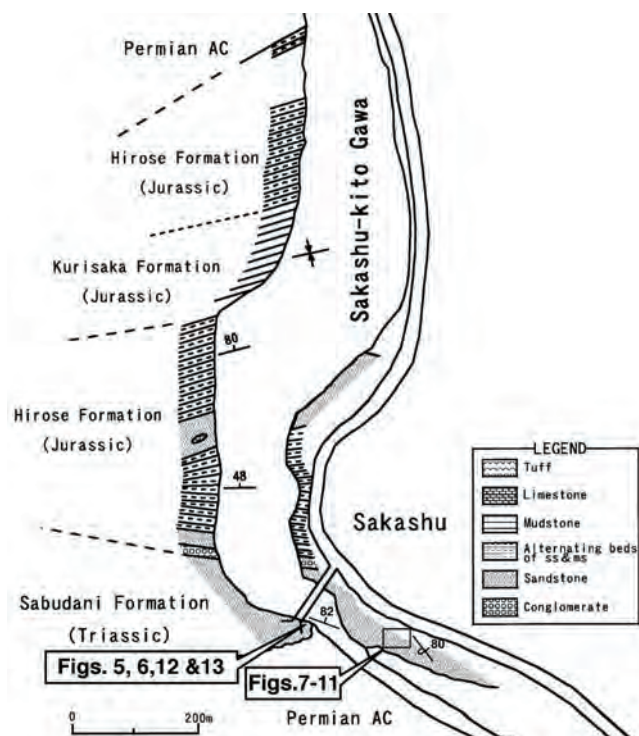


図2. 坂州不整合付近の岩相図。

坂州不整合は、南部黒瀬川帯（坂州帯）のペルム紀後期付加コンプレックスを上部三畳系の陸棚浅海相が不整合に覆う西南日本外帯では数少ないペルム/三畳系の不整合露頭である（石田・香西，2003）。筆者らは南部黒瀬川帯のペルム紀付加体形成～三畳紀浅海相への一連の環境変化を目的として調査を行っている。

坂州橋西岸の不整合露頭を含むルートは、市川ほか（1953）によってその詳細が報告された。市川ほか（1953）は、この坂州不整合の調査結果をもとに、西南日本では内帯の”秋吉造山”（小林，1941）で代表される古生代末/中生代初の地殻変動が、外帯にも及んでいたことを論じた。現在のプレート運動論の視点に立てば、坂州不整合は「黒瀬川帯の付加体形成に伴い、上部ペルム系の付加コンプレックスが隆起・浸食された後、浅海～前弧海盆堆積相へと変化し、上部三畳系の浅海性堆積物とが不整合関係で接している露頭」として説明されている（石田・香西，2003）。

このように、坂州不整合は西南日本外帯の古生代末～中生代初頭の構造運動とそれに伴う堆積環境変化を考察する上で、数少ない重要な露頭である。しかしながら市川ほか（1953）以降、石田（1987）による予察的な報告以外に、新たな手法による不整合の検証や、堆積相、微化石フォーナ等の報告は、系統的には行われていないことから、本調査では、浅海堆積相の解析手法を用いて、坂州橋下流に見る寒谷層の層序と

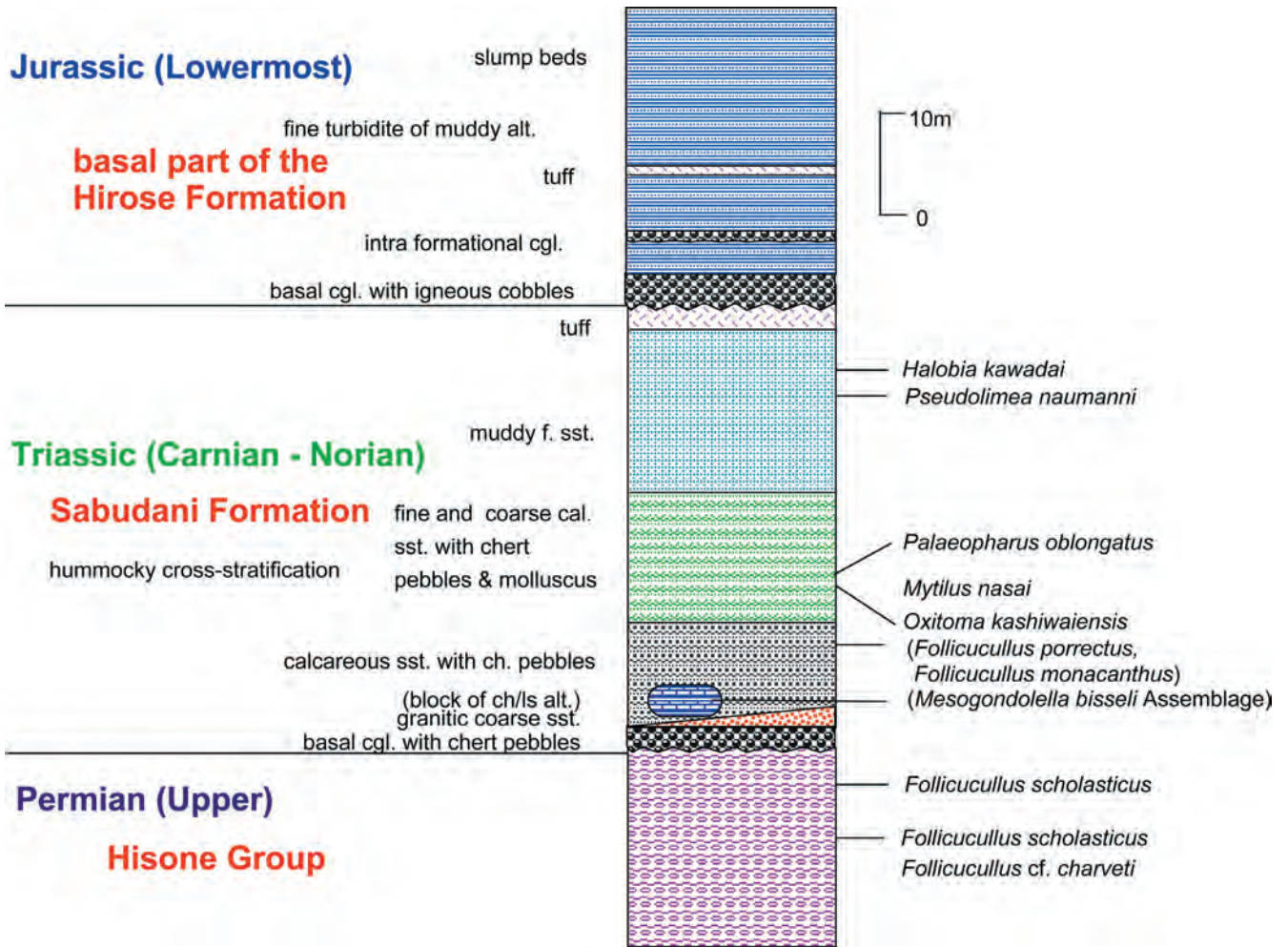


図3. 坂州木頭川沿いの寒谷層柱状図 (石田・香西, 2003, 2004 より改訂)。

堆積相の解明を試みた。また坂州不整合における基盤岩の浸食と寒谷層に含まれる粗粒碎屑物の後背地の関連を解明することは、坂州不整合の意義を明確にすることでもあることから、寒谷層の粗粒碎屑物の微化石年代や岩石学的特徴を検討した。

2. 層序と岩層

2-1. 檜曾根層群

檜曾根層群 (平山ほか, 1956) は坂州橋下流の東岸に露出しており、付加体メランジュ相を示している。劈開の著しい泥質基質に、砂岩塊を主として、チャート、凝灰岩の岩片や延性流動によりペースト状に変形した酸性凝灰岩薄層を伴う。当露頭では泥岩優勢の砂岩泥岩互層からの断片化が観察でき、延性流動しながらも残存する層理面の走向は、不整合付近ではN65-70°Wで、50-70°N傾斜である。泥質基質およびペースト状の酸性凝灰岩からは、*Follicucullus* cf. *charveti*, *F. porrectus*, *F. scholasticus* などのペルム紀後期の放散虫が産する (図4)。

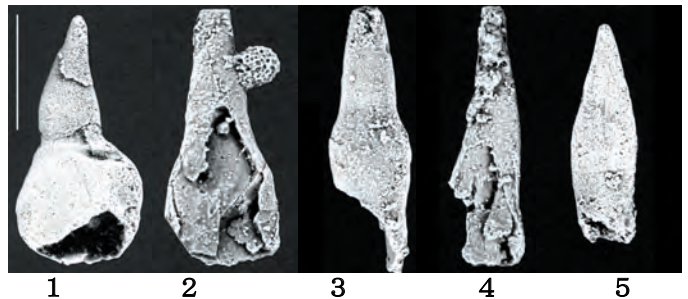


図4. 坂州不整合直下の檜曾根層群泥質岩より産する放散虫。スケールは0.1mm。1: *Follicucullus charveti* Caridroit & De Wever; 2-3: *Follicucullus porrectus* Rudenko; 4-5: *Follicucullus scholasticus* Ormiston & Babcock.

2-2. 寒谷層

寒谷層は層厚約 50~75m あり、主に砂岩と礫岩で構成される。地層の走向は北西-南東方向で、北へ 80~90°に急傾斜または、地層が逆転しているところも見られる(図2)。地層には小規模な断層が数多く見られ、また露頭が散在的に分布す

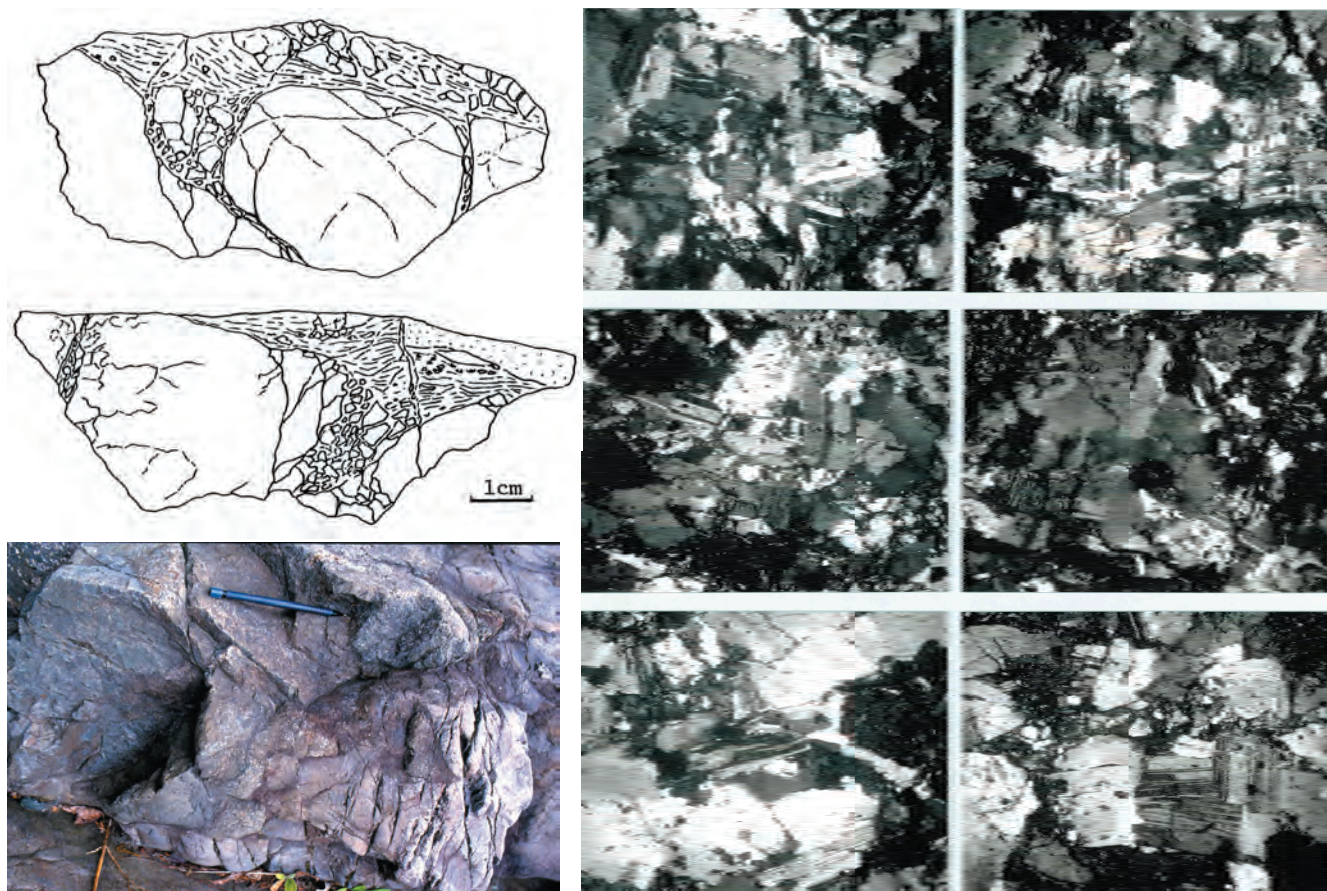


図5. 寒谷層下部層の花崗岩質砂礫岩，切断面スッチと偏光顕微鏡写真（左上より右下へ A-F）. 写真の横幅は約2 mm. クロスニコル.

るため，すべての層準を連続的に確認することはできない．しかしながら，坂州橋西岸河床の不整合露頭と東岸下流においては，不整合と寒谷層各層準の代表的な岩相が比較的広い研磨面で露出しており，堆積構造などが観察できる．以下の記述は，これらの露頭での観察によるものである．

下部層：寒谷層の基底層は，ペルム系檜曾根層群のメランジュ岩相を傾斜不整合に覆う．寒谷橋西岸の壁面下部では，基底層は層厚 20～30cm の砂泥基質の細中礫岩層で構成され，不整合の起伏のある浸食面を覆う．礫種はチャート，緑色岩，砂岩等の重円礫で構成される．

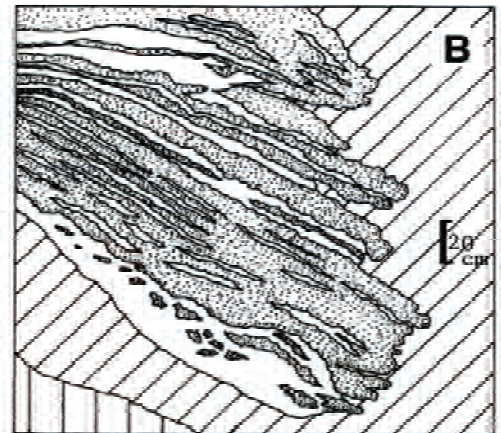
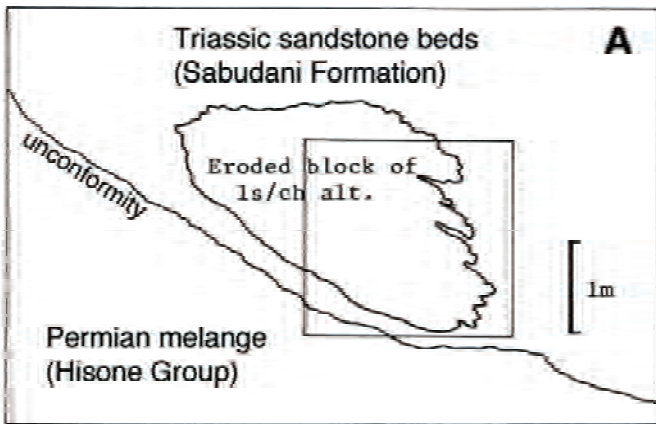
下部層には基底礫岩層のほかに，花崗岩質砂礫岩と含石灰岩角礫岩の2種類の土石流堆積物が見られる．花崗岩質砂礫岩は西岸河床で見られ，檜曾根層群のメランジュと寒谷層中部層砂岩層との間に層厚約2mで挟在する（図3）．

花崗岩質砂礫岩と中部層砂岩境界の層理面は走向 N75°～EW で，38° N 傾斜である．この堆積物は，基質と岩塊や岩片がほぼ同質で，一見，暗緑色を帯びた岩塊混じりの不均質な花崗岩質粗粒砂岩である（図5）．基質支持型で，ラミナやインブリケーション，級化などの堆積構

造や礫の規則的なファブリックは全く見られないことから，土石流堆積物と見なされる．花崗岩質岩塊は，鏡下ではアルバイト双晶が顕著な斜長石と石英から成り，有色鉱物は緑泥石に変質している（図5）．基質（図5：A-D）は花崗岩質礫（図5：E，F）と同質の岩片や鉱物片と緑泥石からなり，岩片や礫に比べると自形の鉱物粒子が少ないことと，緑泥石化した部分が多いこと以外は，肉眼でも鏡下でも，基質と岩片の境界の区別が困難な場合が多い（図5）．また，この花崗岩質礫や岩片の鏡下での特徴は，斜長石には双晶の折れ曲がり（図5：A，B，D，E），また石英粒子には波動消光が著しいことである（図5：C，D）．これらの特徴は，黒瀬川構造帯の三滝火成岩類を構成する花崗閃緑岩～その圧砕岩（ミロナイト）に見られる鉱物粒子の変形と特徴が一致する．この花崗岩質砂礫岩は側方への連続に乏しい．

含石灰岩角礫岩は，石灰岩の小～中角礫の他に，砂岩，チャート，緑色岩類の岩片を主として構成される．基質はチャートや緑色岩類の細片を主として緑色を帯びており，最大径が1m以下の砂岩礫が混在する．含石灰岩礫岩は層厚約3mあり，花崗岩質砂礫岩よりは下流側のほぼ同層準（檜曾根層群メランジュと寒谷層中部層砂岩層との間）に分布する．

中部層：中部層は主に極細粒～細粒砂で構成され，時折，粗粒な砂岩層や礫岩層をはさむ．地層は上位に向かってやや細粒化の傾向を示す．



dotted: chert, blank: limestone



中部層の基底部は層厚約 10 m のやや石灰質な塊状砂岩で構成され、少量ながらチャート、砂岩、緑色岩からなる細円礫が混じる。坂州橋西岸壁の坂州不整合露頭では、基底礫岩の上位に中部層基底部の石灰質砂岩層が連続しており、石灰岩・チャート互層からなる残留巨礫（長径 2 m）が伴う（図 6: A）。この石灰岩・チャート互層岩塊には、再堆積以前に形成された溶食形態がみられ、互層の石灰岩部分のみが溶食されている（図 6: B、写真）。同様の溶食形態を持つ石灰岩・チャート互層岩塊は、坂州木頭川の流路内に見られる基盤岩中にも散在しており、下部層の花崗岩質砂礫岩層の上位に位置する（図 3）。この石灰岩・チャート互層岩塊からはペルム紀前期後半のコノドント群集が産する（後述）。中部層の下半部は中粒砂～細礫で構成され、2 枚の礫岩層が特徴的に挟まれる。坂州橋東岸

図 6. 寒谷層中部層砂岩基底部に残留する石灰岩・チャート互層岩塊の溶食形態。坂州橋西岸の坂州不整合露頭。A: 石灰岩・チャート互層岩塊の輪郭 B: 石灰岩層が溶食された互層部。

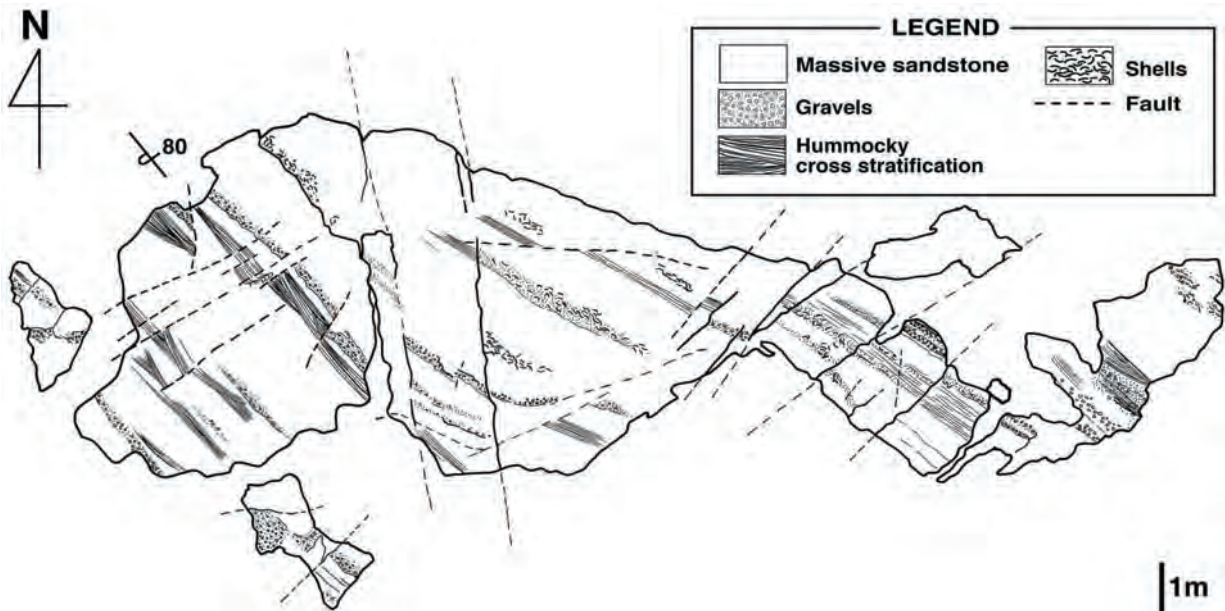


図 7. 寒谷層中部層のハンモック状斜交層理露頭。坂州橋東岸下流。

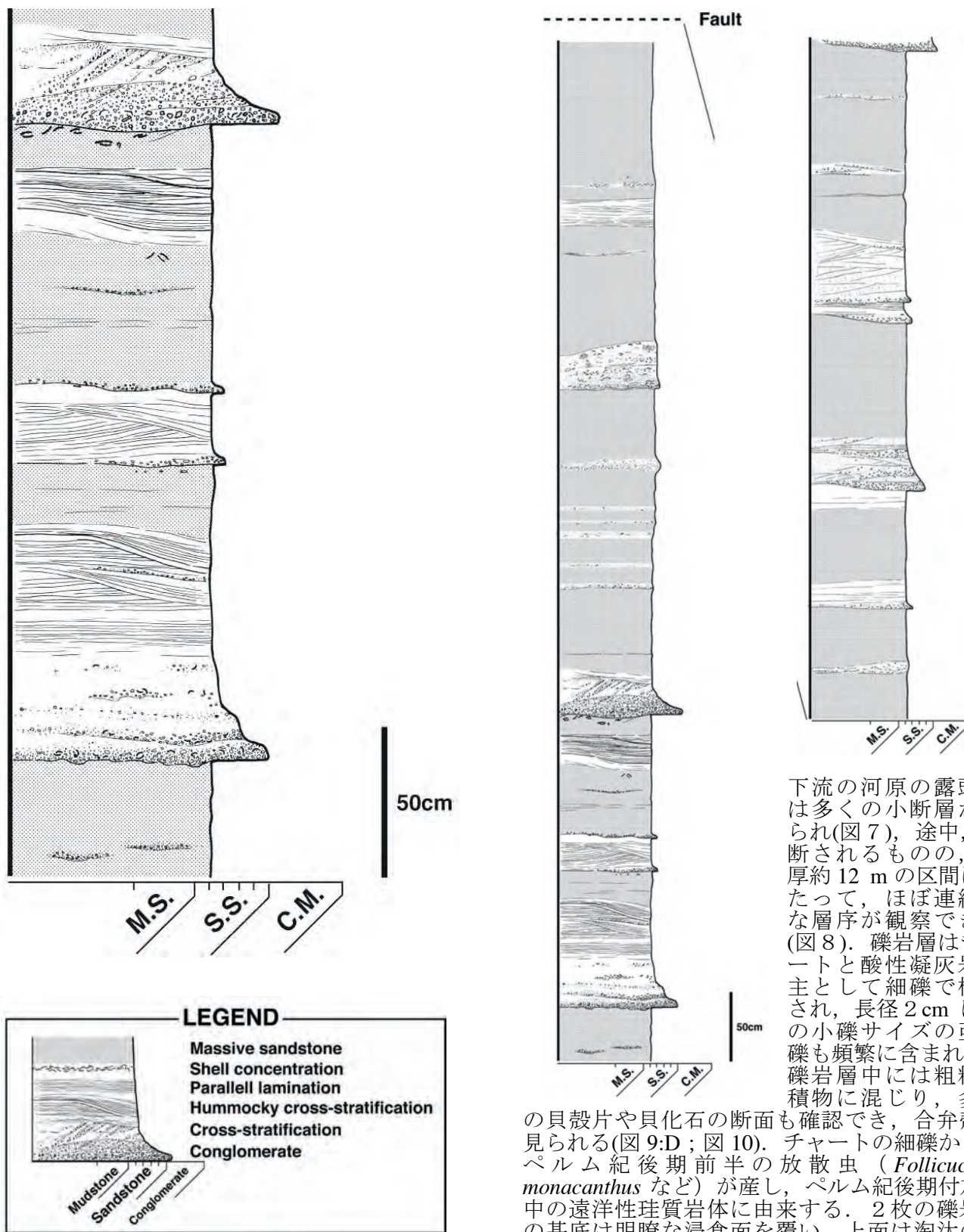


図8. 寒谷層中部層の堆積様式を示す柱状図。寒谷橋東岸下流。左側の柱状図は中央下部の拡大。

下流の河原の露頭には多くの小断層がみられ(図7), 途中, 分断されるものの, 層厚約 12 m の区間にわたって, ほぼ連続的な層序が観察できる(図8). 礫岩層はチャートと酸性凝灰岩の主として細礫で構成され, 長径 2 cm ほどの小礫サイズの亜円礫も頻繁に含まれる. 礫岩層中には粗粒堆積物に混じり, 多数の貝殻片や貝化石の断面も確認でき, 合弁殻も見られる(図9:D; 図10). チャートの細礫からはペルム紀後期前半の放散虫 (*Follicuculus monacanthus* など) が産し, ペルム紀後期付加体中の遠洋性珪質岩体に由来する. 2枚の礫岩層の基底は明瞭な浸食面を覆い, 上面は淘汰の良い砂岩へと移行し, 上方細粒化を示す. 2枚の礫岩層の間にはさまれる淘汰の良い極細粒~細粒砂岩部分ではハンモック状斜交層理が発達し, 平行葉理を伴う(図9:A,B). 礫岩層上部の粗粒砂

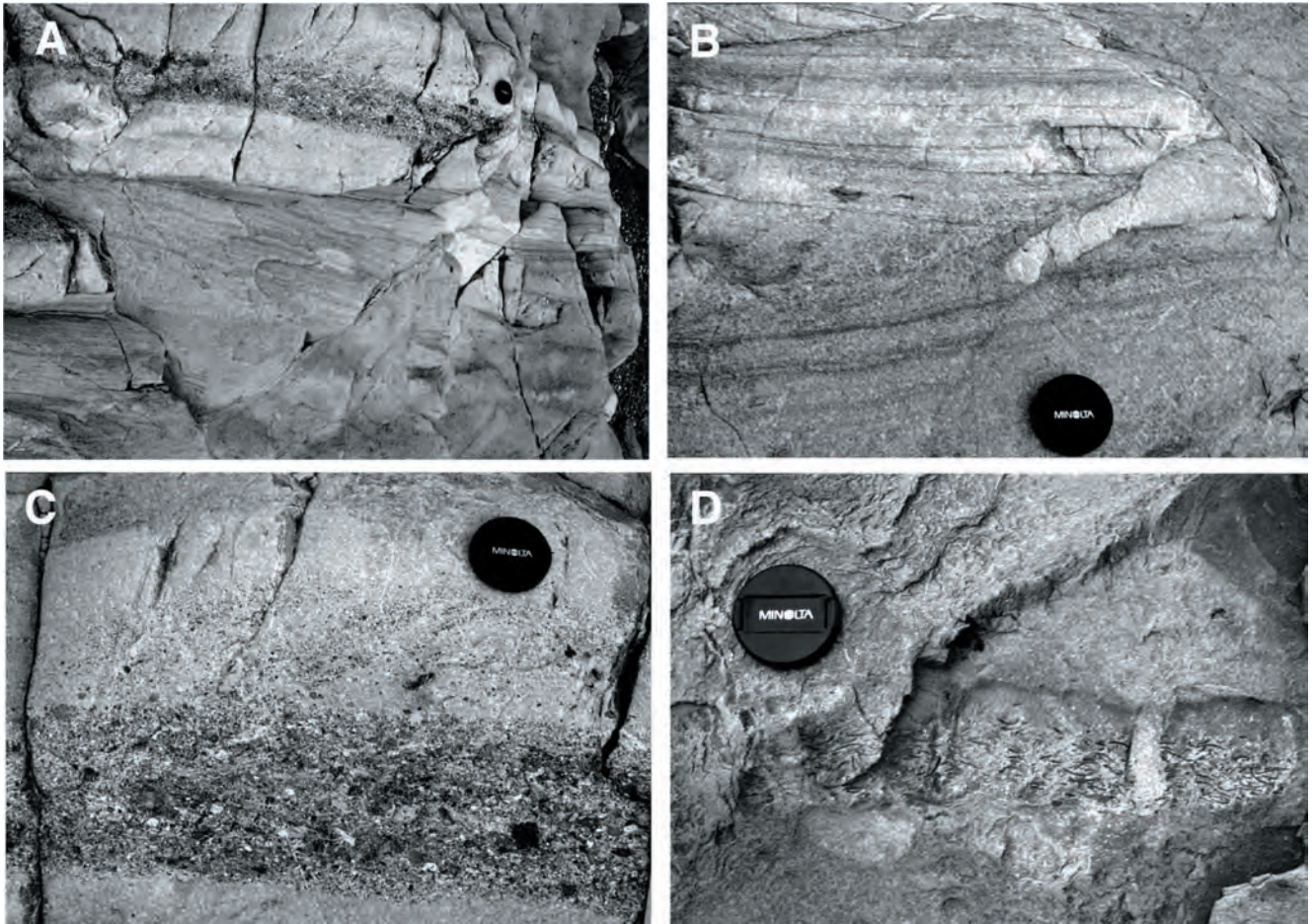


図 9. 寒谷層中部層細粒砂岩層に見られるハンモック状斜交層理と平行葉理および細礫と貝殻片を主とするラグ堆積物. A: 細粒砂岩中のハンモック状斜交層理 B: ハンモック状斜交層理の拡大 C: 礫層中の大型斜交層理 D: 砂岩中で塊状に密集する貝化石

図 10. 寒谷層中部層細粒砂岩層に挟在する細礫と貝殻片を主とするラグ堆積物.



岩からなる部分では、大型斜交層理の発達も見られた(図 9: C).

中部層の上半部は粗粒～極粗粒砂岩層をはさむものの、下半部に比べて全体的に細粒な堆積物によって構成される。主に塊状無層理部からなり、一部の層準に不明瞭な平行葉理や斜交層理が発達する。粗粒砂岩を挟む層準では貝化石が塊状に密集している部分が多くみられる(図 9: D; 図 10).

上部層: 寒谷層の上部層は泥質の細粒砂岩からなり、石灰質ノジュールが伴い、坂州橋橋脚上流側では、最上部の酸性凝灰岩層が、最下部ジュラ系広瀬層の斑状火成岩の中～大円礫が多い基底礫岩によって不整合に覆われる。

3. 産出化石

寒谷層中部層の石灰質砂岩からは、*Chlamys mojsisovicsi*, *Minetrigonia katayamai*, *Oxytoma kashiwaiensis*, *Mytilus nasai*, *Trigonodus*? *hashimotoi*, *Neoschizodus okumominetaniensis*, *Palaeopharus oblongatus* などの二枚貝類が報告されている(市川ほか, 1953; 平山ほか, 1956; Ichikawa, 1954; 図 11). これらは, Carnian を示す. また, 上位層準の細粒砂岩からは, *Chlamys mojsisovicsi*, *Halobia kawadai*, *Tosapekten suzukii*, *Pseudolimea naumanni*, *Trigonulula sakawana* が報告されている(Ichikawa, 1954). これらは, Carnian もしくは Carnian - Norian にレンジをもつものである.

日本から産出する後期三畳紀の二枚貝類は, Tamura (1990) により, 川内ヶ谷動物群と三宝山動物群に大別された. さらに Nakazawa (1991) は碎屑岩相から産出する群集と石灰岩相から産出する群集に区分し, 岩相による群集の違いを論じた. その後, 田村 (1992) はそれらを北西太平洋生物地理区に属する川内ヶ谷二枚貝化石群とテチスと関連する二枚貝化石群集とみなし, 両者が隔絶し異なった生物地理区で形成されたものであることを論じた.

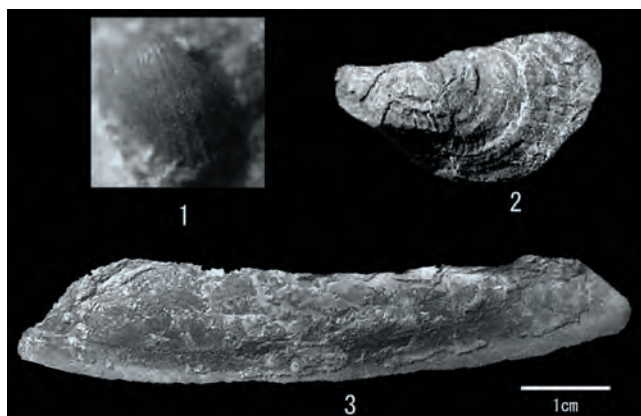


図 11. 寒谷層中部層から産した二枚貝化石. 1: *Oxytoma kashiwaiensis* Kobayashi and Ichikawa, 2: *Halobia* sp., 3: *Palaeopharus oblongatus* (Kobayashi and Ichikawa).

寒谷層下位の石灰質砂岩から産出する *Minetrigonia katayamai* は川内ヶ谷層群, 美祢層群, 難波江層群から知られ, *Chlamys mojsisovicsi* はそれらの他に NE Siberia から知られる. *Mytilus nasai* は川内ヶ谷層群, 難波江層群, NE Siberia, Primorye などから知られ, *Palaeopharus oblongatus* は川内ヶ谷層群, 美祢層群, NE Siberia から知られる(Nakazawa, 1990). 寒谷層上位層準の細粒砂岩から産出する *Halobia kawadai* は川内ヶ谷層群, 美祢層群, 難波江層群, NE Siberia, Primorye, Zabaikal から知られ, *Tosapekten suzukii* は川内ヶ谷層群, 美祢層群, 難波江層群, Northeast Siberia, Primorye から, *Pseudolimea naumanni* は

川内ヶ谷層群, 美祢層群, 難波江層群から知られる(Nakazawa, 1990). これらのことから, 寒谷層の二枚貝類は, 川内ヶ谷二枚貝化石群に対比される.

4. 寒谷層中の残留巨礫のコノドント年代

坂州橋西岸壁の坂州不整合露頭では, 寒谷層中部の砂岩層基底に含まれる溶食形体のある石灰岩・チャート互層岩塊(長径 2m)からは, 保存の良いペルム紀コノドントが多産する. 石灰岩は淡褐灰色のグレインストーンで, 層準によっては, 粒子支持型の石灰質碎屑物に混じって, 散在的に緑色岩類の細亜角~亜円礫が含まれる(図 12).

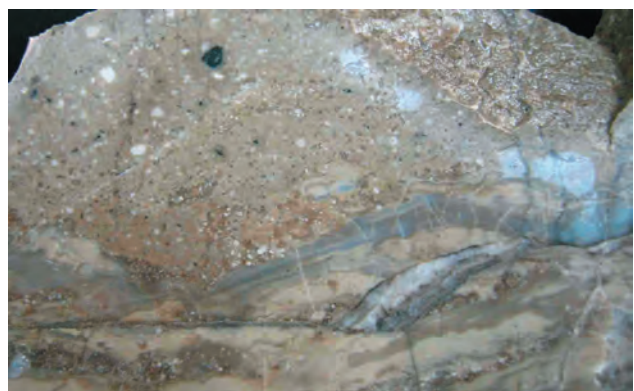
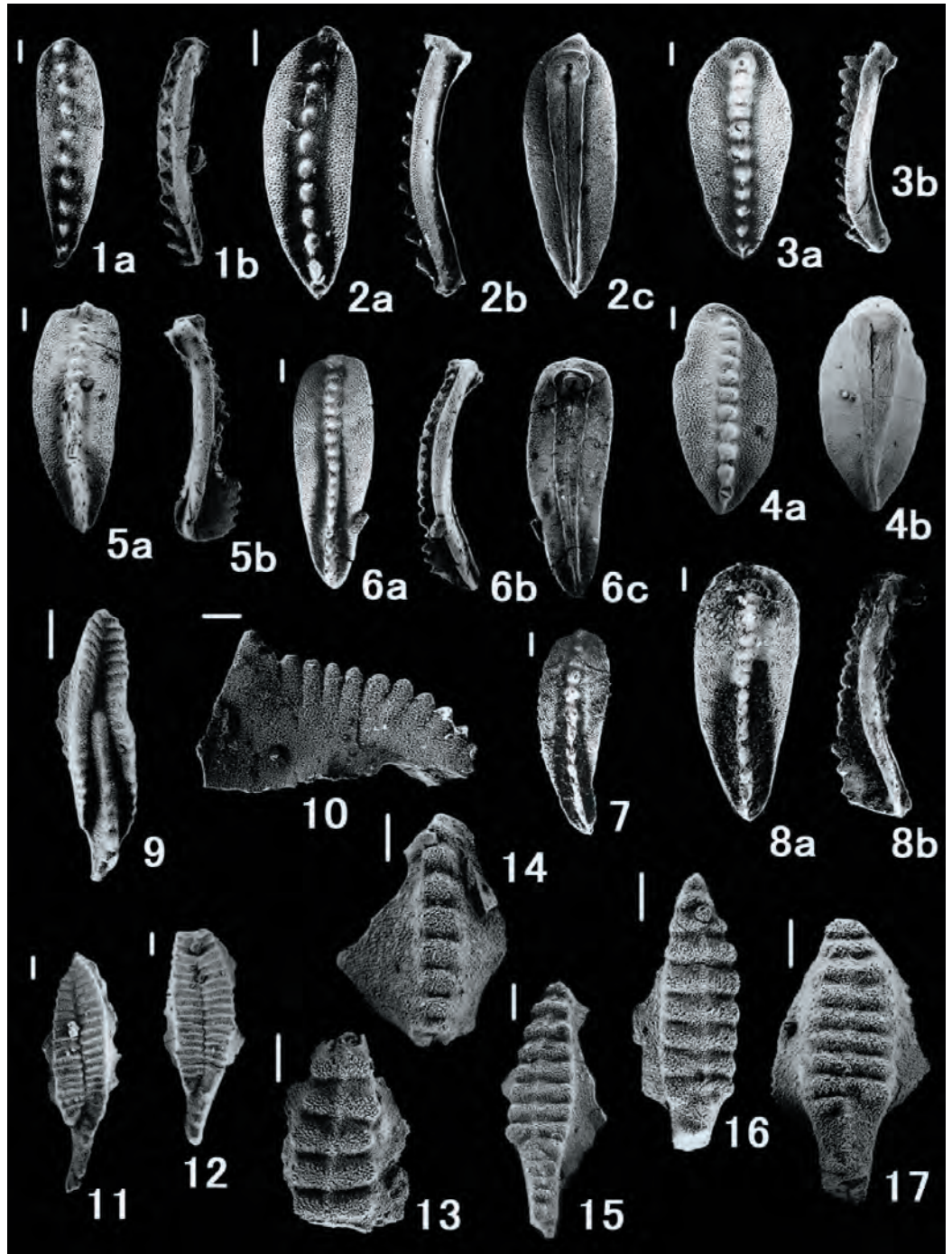


図 12. 寒谷層中部層砂岩の基底に含まれる石灰岩・チャート互層岩塊の切断面(上: 横幅約 14 cm). グレインストーン部の拡大(下)には緑色岩類をはじめとする岩片が含まれる(文末写真参照).

図 13. 坂州不整合露頭の寒谷層中部層砂岩基底部に含まれる石灰岩・チャート巨礫から産するコノドント。スケールは 0.1mm。1, 2: *Mesogondolella bisselli* (Clark & Behnken, 1971), Pa elements; 1a: oral view; 1b: lateral view; 2a: oral view 2b: lateral view; 2c: aboral view; 3, 4: *Mesogondolella asiatica* (Igo, 1981), Pa elements; 3a: oral view; 3b: lateral view; 4a: oral view; 4b: aboral view; 5, 6: *Mesogondolella intermedia* (Igo, 1981), Pa elements; 5a: oral view; 5b: lateral view; 6a: oral view; 6b: lateral view; 6c: aboral view; 7, 8: *Mesogondolella gujioensis* (Igo, 1981), Pa elements; 7: oral view; 8a: oral view; 8b: lateral view; 9: *Streptognathodus elongatus* Gunnell, 1933, Pa element, oral view; 10: *Hindeodus minutus minutus* (Igo, 1981), Pa element, lateral view; 11, 12: *Neostreptognathodus foliatus* Igo, 1981, Pa elements, oral views; 13-17: *Sweetognathus whitei* (Rhodes, 1963), Pa elements, oral views.



石灰岩部分からは *Mesogondolella bisselli*, *M. asiatica*, *M. intermedia*, *M. gujioensis*, *Neostreptognathodus foliatus*, *Sweetognathus whitei*, *Hindeodus minutus minutus* (いずれも Pa 要素) などからなるコノドント群集が産する (図 13)。この群集は北米ネバダ (Clark & Behnken, 1971), ならびに美濃帯郡上八幡の石灰岩体から産する *M. bisselli* - *S. whitei* 群集帯の群集 (Igo, 1981) に対比され, ペルム紀前期後半の年代を示す。この群集には石炭期末~ペルム紀初期にレンジ

を持つ *Streptognathodus elongatus* が伴うが, 碎屑性の石灰岩であることから, 再堆積要素である可能性が高い。

5. 堆積環境

坂州橋西岸壁の坂州不整合露頭に含まれる石灰岩・チャート互層岩塊 (長径 2 m) には, 溶食形体が見られる (図 6)。この残留礫の溶食形体は, 露頭で礫断面の右側のみに見られること

から、以下のことが推測できる。この岩塊はペルム紀前期の微化石年代を示すことから、本来、寒谷層の基盤岩である黒瀬川帯のペルム紀付加体メランジュ層に含まれていたものや斜面崩壊により形成され、土石流などにより現在の層準付近にもたらされたと考えられる。その後、細粒物質は、波浪の営力で再移動した。その結果、この巨礫は層理面が直立に近い状態（現在溶食形態のある側が地表に近い下向き）で残留し、地表水により石灰岩部分のみが差別的に溶食された。脚部が不安定となった巨礫は、中部層の砂岩を堆積させた海進の際に、最終的には現在の不整合面との関係で見られる状態に転倒し、水中に没し、中部層の砂岩基底部に埋積された（図 14）。

り、浅海成堆積物中で広く知られる。観察された斜交層理はスウェール部が卓越し、泥岩層をほとんどはさまず、癒着状の砂岩が発達することから、比較的浅海の下部外浜域で堆積したと推察できる (Walker & Plint, 1992)。また、礫岩層や粗粒砂岩層中に認められる大型斜交層理もハンモック状斜交層理と同様に波浪の影響で形成されたと考えられる。ストーム時に海底の底質が細粒堆積物でなく、粗粒な場合には、ハンモック状斜交層理に代わって粗粒斜交層理が形成されることから (増田, 2001)、礫岩層や粗粒砂岩層中に見られる大型斜交層理も同様に波浪の影響で形成されたと考えられる。礫岩層中の大型斜交層理の上位には弱いハンモック状斜交層理が観察でき、基底の塊状礫岩から大型斜交層理を経てハンモック状斜交層理への一連の変

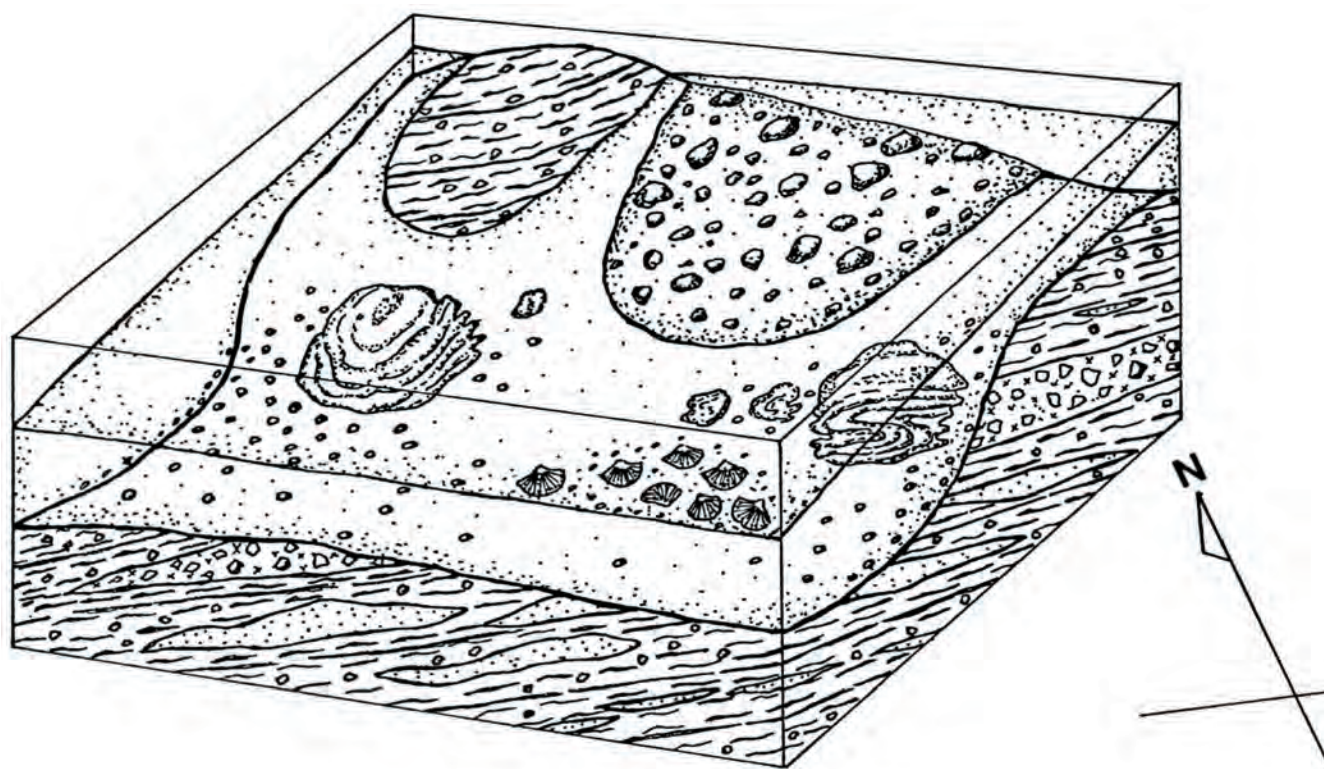


図 14. 寒谷層堆積初期の坂州不整合復元図（上）と現在の坂州不整合露頭（右：坂州橋東岸壁）。

これに先立って、坂州不整合の基盤岩の浸食面には、ペルム紀コンプレックスを構成する遠洋性珪質・石灰質岩体や、黒瀬川構造帯の三滝火成岩類からなる斜面の崩壊等により土石流堆積物がもたらされた。それにより、坂州不整合のペルム紀付加コンプレックスの浸食面の起伏を埋積するように、寒谷層下部層の花崗岩質砂礫岩層や含石灰岩礫岩層が形成された。

寒谷層の中部層は主に細粒な堆積物からなり、ハンモック状斜交層理で特徴づけられる。ハンモック状斜交層理はストーム時などの波浪の影響によって、海底面につくられる堆積構造であ



化を示している。このことはストーム時の強い営力によって、粗粒な砂や礫とともに貝殻片がラグとして堆積し、その後、波の減衰によって粗粒斜交層理ができ、細粒砂が堆積する状況になってハンモック状斜交層理が形成されたと考えられる。このような状況から、中部層はハンモック状斜交層理などの特徴から下部外浜域において堆積したと解釈される。

6. まとめ

- 1) 上部三疊系寒谷層下部層には、坂州不整合のペルム紀付加コンプレックスの浸食面の起伏を埋積するように、花崗岩質砂礫岩層や含石灰岩礫岩層が堆積している。地層や構成物の特徴から、これらの地層は土石流堆積物であり、寒谷層堆積初期に、ペルム紀コンプレックスを構成する遠洋性珪質・石灰質岩体や、黒瀬川構造帯の三滝火成岩類からなる斜面の崩壊等によりもたらされたと推察される。
- 2) 坂州不整合の寒谷層に含まれる石灰岩・チャート互層岩塊は顕著な溶食形態を示す。また石灰岩部分からは多くのコノドントが産出し、ペルム紀前期後半の年代を示す。この礫は中部層堆積時の海進の際、残留巨礫として埋積された。
- 3) 寒谷層中部層に挟在する礫岩層には、多量のチャートや酸性凝灰岩からなる細礫が含まれており、ペルム紀後期前半の放散虫を産することから、黒瀬川帯のペルム紀付加体由来のものと思われる。
- 4) 寒谷層中部層はハンモック状斜交層理などの堆積構造から、下部外浜域において堆積したと解釈される。
- 5) 寒谷層に含まれる多くの軟体動物化石は Carnian もしくは Carnian-Norian にレンジを示している。
- 6) 寒谷層および坂州不整合は、西南日本外帯のペルム紀付加コンプレックスと三疊紀後期浅海相との層序・堆積関係を特徴的に示しており、地史を考察する上で重要な露頭である。

謝 辞

調査に際して、徳島大学総合科学部 吉岡美穂嬢には、試料採集に協力頂いた。記してお礼申し上げます。

文 献

- Clark D. L. and Behnken F. H., 1971. Conodonts and Biostratigraphy of the Permian. *Geological Society of America*, Memoir 127, 415-439.
- 平山 健・山下 昇・須鎗和巳・中川哀三, 1956. 徳島県「剣山図幅」説明書. 徳島県, 1-52.
- Ichikawa, K., 1954. Late Triassic pelecypods from the Kochigatani Group in the Sakuradani and Kito areas, Tokushima Prefecture, Shikoku, Japan - part

1. *Journal of the Institute of Polytechnics, Osaka City University, Series G*, **1** (1), 35-58.
- 市川浩一郎・石井健一・中川哀三・須鎗和巳・山下 昇, 1953. 坂州不整合について. 徳島大学学芸紀要(自然科学), **3**, 61-74.
- Igo Hisah., 1981. Permian conodont biostratigraphy of Japan. *Paleontological Society of Japan, Special Papers* 24, 1-51.
- 石田啓祐, 1987. 坂州不整合に関する 2・3 の知見. 日本地質学会関西支部・西日本支部合同例会講演要旨(徳島大学), 日本地質学会関西支部会報 no. 104, 西日本支部会報 no. 88 合併号, 12.
- 石田啓祐・香西 武, 2003. 四国東部秩父累帯の地帯区分と層序. 徳島大学総合科学部 自然科学研究, **16**, 11-41.
- 石田啓祐・香西 武, 2004. 四国東部の南部黒瀬川帯(坂州帯) 栗坂層と広瀬層(新称)の層序と放散虫年代. 第8回放散虫研究集論文集. 大阪微化石研究会会誌(特別号), no. 13. 135-148.
- 小林貞一, 1941. 日本地方地質誌総論. 朝倉書店, 東京, 353p.
- 増田富士雄, 2001. ハンモック斜交層理とその形成過程. 堆積学研究会(編)「堆積構造入門シリーズ(1) 波浪堆積構造」, 17-159.
- Nakazawa, K., 1991. Mutual relation of Tethys and Japan during Permian and Triassic Time viewed from Bivalve Fossils. *Saito Ho-on Kai Spec. Pub.*, no. 3, 3-20.
- Tamura, M., 1990. The distribution of Japanese Triassic bivalve faunas with special reference to parallel distribution of inner Arcto-Pacific fauna and outer Tethyan fauna in Upper Triassic. In Ichikawa, K., Mizutani, S., Hara, I. Hada, S. and Yao, A. (eds.), *Pre-Cretaceous Terranes of Japan*. IGCP 224 "Pre Jurassic Evolution of East Asia", Osaka, 1990, 347-359.
- 田村 実, 1992. 後期三疊紀の河内ヶ谷二枚貝化石群とテチス二枚貝化石群の対立とその意義. 地質雑, **98**, 979-989
- Walker, R.G. and Plint, A.G., 1992. Wave- and storm-dominated shallow marine systems. In Walker, R.G. and James, N.P. (eds.), *Faciaes Models: Response to sea level change*. Geological Association of Canada, 219-238.

