

山中白亜系東縁部から産する白亜紀放散虫

川村宜央*・指田勝男**

Cretaceous radiolarians from the eastern part of the Sanchu Cretaceous System,
Kanto Mountains, central Japan

KAWAMURA Yoshio* and SASHIDA Katsuo**

Abstract The Sanchu Cretaceous System is one of the forarc sediments within Cretaceous basins which are located in the Chichibu Belt of southwest Japan. The Cretaceous formations in the Sanchu System can be divided into three lithostratigraphic units; the Ishido, Sebayashi, and Sanyama formations, in ascending order.

The Ishido Formation covers unconformably the pre-Cretaceous basement. The formation is composed of sandstone and conglomerate in the lower part and shale in the upper part. Some of the shales contain radiolarians and foraminifers. The Sebayashi Formation conformably overlies the Ishido Formation. The formation is made up of sandstone in the lower part, and alternation of sandstone and shale in the upper part. The lower part of the Sebayashi Formation contains abundant plant fragments. Siltstone bed of the Sanyama Formation unconformably overlies the Sebayashi Formation with the basal conglomerate. Foraminifers often occur from several levels of this formation.

Radiolarians from the upper part of the Ishido Formation indicate that the age of this formation ranges from Aptian to Albion. Foraminifers from the Ishido, Sebayashi and Sanyama formations indicate Early Cretaceous age.

The Cretaceous strata of the Sanchu System are characterized by marine and nonmarine thick cyclic sequences. The lithological character is presumed to be caused by the regression and transgression in Early Cretaceous.

Key words: Cretaceous, Chichibu Belt, radiolaria, foraminifera, Sanchu Cretaceous System

はじめに

関東から九州にかけての西南日本外帯の秩父帯中軸部には、白亜紀の地層が断続的に分布している。この白亜系は年代も岩相も地域により少しずつ異なるが、一般に浅海ないし汽水性の堆積相を有することが知られている（例えば Matsukawa, 1983）。山中白亜系（Matsukawa, 1983）は関東山地におけるこのような白亜系の代表的な層序单元の一つである。秩父帯中軸部における下部白亜系は、関東から九州にいたる広い地域にわたりアンモナイトをはじめとする軟体動物化石を多産する。山中白亜系は、浅海ないし汽水性の化石を多産すること、著しい擾乱を受けた中・古生

層からなる秩父帯のなかにあって地層の初生的な形態が比較的よく保存されていることなどから、古くから層序・地質構造・産出化石・堆積環境等について多くの研究が行われてきた（例えば武井, 1963）。しかしその年代論や堆積環境の復元については主にアンモナイトや二枚貝など大型化石によるものであり、有孔虫や放散虫等の微化石を用いた生層序学的な検討は十分になされていない。今回筆者らは山中白亜系東縁部地域において詳細な地質調査を行い、赤平川および薄川沿いの3地点から年代決定に有効な放散虫化石を得た。その結果、層序、構造および年代論に関していくつかの新知見が得られたので報告する。

研究史

本地域の地質学的な研究は、Harada (1890) により始まる。Yabe *et al.* (1926) は長野県大日向を中心とした地域の白亜系の化石を詳細に報告し、山中白亜系は日本の下部白亜系の標式地の一つとされてきた（Yabe, 1927;

* 筑波大学理工学研究科 Master Program of Science and Technology, University of Tsukuba, Ibaraki, 305-8572, Japan

** 筑波大学生命環境科学研究科 Doctoral Program in Earth Evolution Sciences, Graduate School of Life and Environmental Sciences, University of Tsukuba, Ibaraki, 305-8572, Japan

Matsumoto, ed., 1954).

その後も同地域の化石を中心とした研究は数多く見られる(藤本, 1936; Eguchi, 1951; Nakano, 1957; Tanaka and Shibata, 1961; Tanaka, 1965など)。最近の研究としては武井(1963), Takei(1985), Inoue(1974), 武井ほか(1977), 松川(1977, 1979), Matsukawa(1983), 小泉(1991)等がある。

武井(1963)は、それまで層序区分がなされず詳細が不明であった東半部地域の山中白亜系の層序を研究し、白亜系を下位より石堂層(有田統), 瀬林層(宮古統), 三山層(ギリヤーク統)の3層に区分した。さらに山中白亜系は走向方向に延びる断層により、北列, 中列, 南列の3列に区分され、北列は南上位の同斜構造, 中列は向斜構造, 南列は向斜構造あるいは北方上位の同斜構造を示すとされた。武井ほか(1977)は、武井(1963)の東半部での層序区分と地質構造が西方へも連続すると報告している。さらにTakei(1985)は、山中白亜系全域について、堆積学的な検討も加えたまとめを行っている。

また、松川(1977, 1979), Matsukawa(1983)は産出化石を記載し、軟体動物化石群集を基に石堂層の下位の地層として白井層(高知統)を認定した。さらにMatsukawa(1983)は山中白亜系全域の層序を報告するとともに、産出化石に基づいて堆積環境の考察を行っている。

一方、小泉(1991)は、武井(1963)の層序・構造区分とは完全に異なり、南列は存在するものの、北列と中列とを分ける縦走断層は存在せず、白亜系を下位より、石堂層(Hauterivian-Barremian期), 瀬林層(Aptian期), 橋詰層(Albian期), 石上層(Turonian期), 三山層(Turonian期)とした。

地 質 概 説

山中白亜系は埼玉県秩父地方から長野県佐久地方にかけて、東南東から西北西に幅2~4km, 延長約40kmにわたって狭長に分布している(図1)。山中白亜系の南北には秩父帯北帯の上吉田層, 秩父帯南帯の両神層(松川, 1977)がそれぞれ分布し、山中白亜系は上吉田層および両神層と不整合または断層で接している。また、東西両端部では、それぞれ秩父盆地の新第三系, 佐久地方の新第三系がみられ、山中白亜系とは不整合または断層の関係にある。

山中白亜系は、秩父帯の中軸部に位置し、主に、砂岩泥岩互層からなり、礫岩・塊状砂岩を挟在している。走向はN50~80°Wで、関東山地を構成する地層の一般走向とほぼ一致する。また、地層は60~90°と急傾斜しており、しばしば逆転層が見られる。武井(1963)は白亜系を下位より石堂層, 瀬林層, 三山層の3層に区分した。これらの層

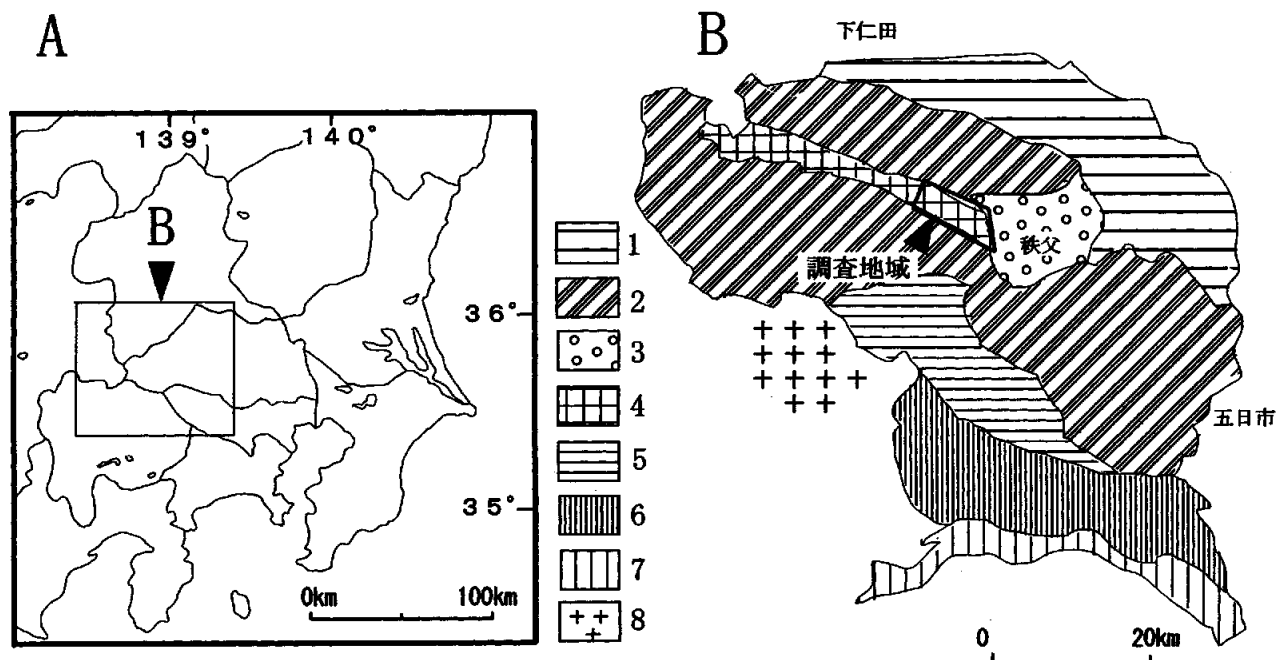


図1. A, 関東山地の位置図。B, 地質概略と調査地域の位置図。1:三波川変成岩類。2:秩父帯中・古生界。3:秩父盆地の新第三系。4:山中白亜系。5:小河内層群。6:小仏層群。7:相模層群。8:花崗岩類。(酒井, 1987を編集)

地 層 各 論

1. 石堂層

〈概要〉本層は、Takei (1985) の北列の石堂層・瀬林層・三山層の一部と中列の石堂層に、小泉 (1991) の瀬林層の一部と橋詰層の一部に相当する。岩相的特徴や構造的な位置から Matsukawa (1983) の石堂層にほぼ相当する。本層は砂岩と黒色頁岩を主体とし、中位に礫岩層を挟む。また、岩相の特徴から下部層および上部層に2分され、その境界は整合である。

〈分布〉本層は中列および南列に分布する。中列には石堂層が、小鹿野町犬木付近から間明平付近にかけて約1kmの幅で狭長に分布している。下部層は北側の秩父帯北帯と断層で接し、上部層は下部層と整合に、その南側に分布している。また、南列には石堂層が、両神村柏沢上流付近から間日影沢上流付近にかけて、南北を縦走断層によって境されて幅約200mで狭長に分布している。縦走断層により、北側は中列の三山層と、南側は秩父帯南帯の両神層と接している。南列の石堂層は露出不良であり、上部層と下部層の層序関係は不明である。

〈岩相〉①下部層：下部層は、主に青灰色の中～粗粒砂岩と暗灰色の頁岩および礫岩で構成される。砂岩層の割合が優勢である。時に単層が10cm前後の頁岩と砂岩が互層を形成する。一般走向はN40～60°Wで、傾斜は60～90°Nである。

砂岩は主に青灰色、中～粗粒で、石質～長石質ワッケである。一般に数10cm～1m単位で成層し、しばしば厚さ数cmの頁岩層を挟む。頁岩は暗灰色～黒色で、砂岩をほと

は縦走する断層により繰り返し分布しており、大綱として北列、中列、南列に分けることができる。地質構造は、北列が南上位の同斜構造、中列が向斜構造、南列が向斜構造あるいは北方上位の同斜構造を示すとした。Matsukawa (1983) は、石堂層の下位に白井層を認定しているが、基本的に武井 (1963) の区分を踏襲している。しかし、Matsukawa (1983) では間物沢以外の地域では、武井 (1963) と地層の認定が著しく異なっている。また、小泉 (1991) は武井 (1963) の層序・構造区分とは完全に異なり、南列は存在するものの、北列と中列とを分ける縦走断層は存在せず、下位より石堂層・瀬林層・橋詰層・石上層・三山層が単一の複向斜構造をなして分布するとした。

筆者らは、山中白亜系を岩相的な特徴により、下位より石堂層・瀬林層・三山層の3層に区分した。従来の地質年代における層序区分との比較を表1に示す。

筆者らと武井 (1963) の層序区分の基本的な違いは以下の通りである。武井 (1963) は、縦走断層により北列と中列にそれぞれ全層が繰り返しているとしている。一方、筆者らは小鹿野町間明平以西で、縦走断層により北列に瀬林層上部層及び三山層が、中列には瀬林層下部層、瀬林層上部層及び三山層が分布しているとした。また、間明平以東では北列と中列を分ける縦走断層は存在せず、下位より石堂層下部層・石堂層上部層・瀬林層下部層・瀬林層上部層・三山層が一連に累重しているものと判断した (図2)。これはMatsukawa (1983) の見解とほぼ一致している。

表1. 層序区分の対比。

山中白亜系の研究対象地域			全域	全域	全域	全域	東半部	東縁部				
研究者			武井(1963)	井上(1974)	松川(1983)	武井(1985)	小泉(1991)	本研究				
上部白亜系	Maastrichtian	ヘトナイ統										
	Campanian											
	Santonian	浦河統										
	Coniacian											
	Turonian	ギリヤーク統							三山層	馬返層	上部三山層	三山層
	Cenomanian											
下部白亜系	Albian	宮古統	瀬林層	瀬林層	三山層	瀬林層	橋詰層	三山層				
	Aptian				瀬林層		瀬林層	瀬林層				
	Barremian	有田統	石堂層	石堂層	石堂層	石堂層	石堂層					
	Hauterivian											
	Valanginian	高知統										
	Berriasian											
上部ジュラ系							南列の地層					

————— 整合 ~~~~~ 不整合 - - - - - 断層

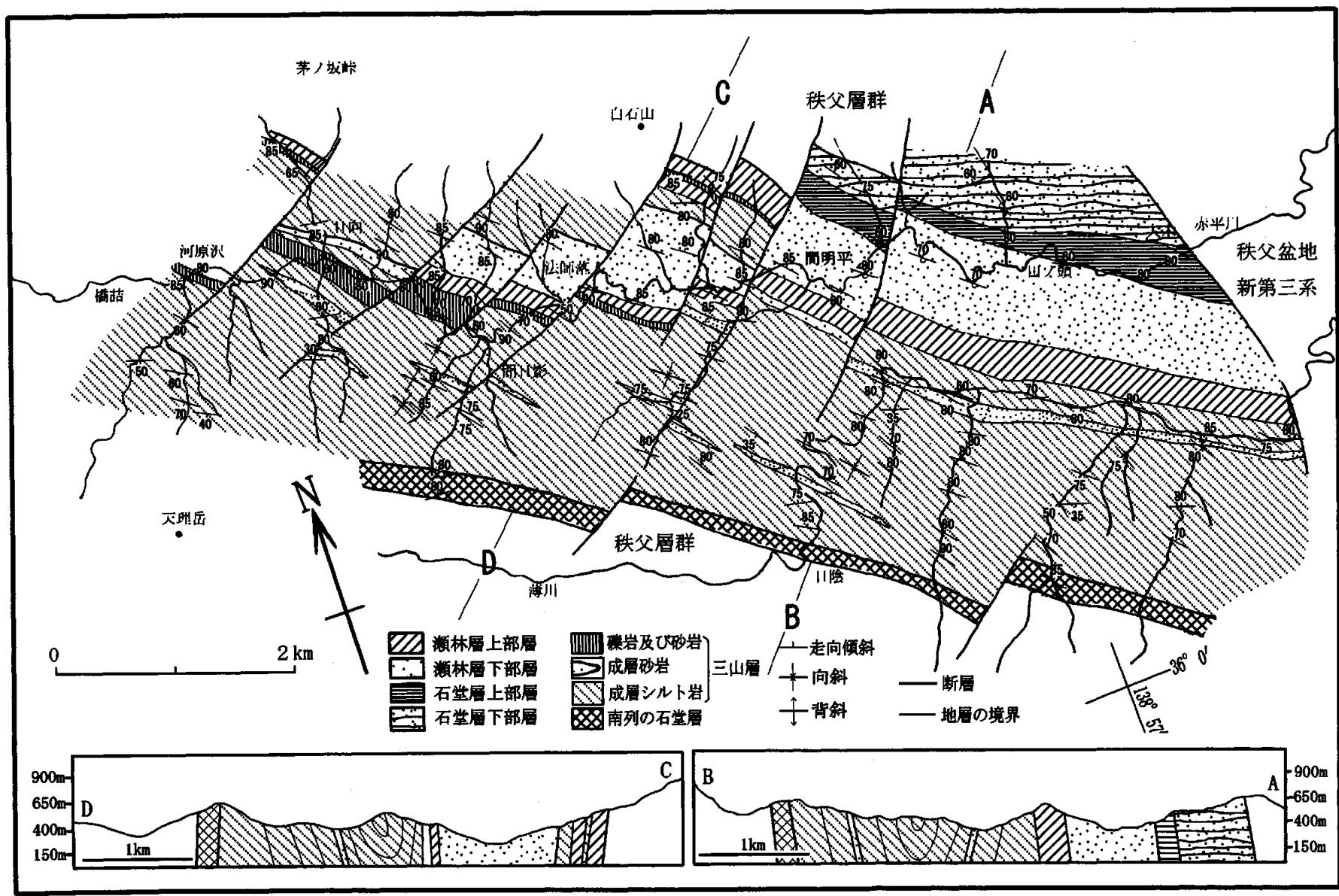


図2. 山中白亜系東縁部の地質図.

んど挟まず、単独で厚層を成す場合と、厚さ数cmの砂岩層を繰り返し挟む場合とがある。いずれの頁岩も剥離性があり、板状に割れる。礫岩は礫径が2mm~3cm程度のものが多いが、最大20cmに及ぶ。礫形は亜角~亜円礫で、淘汰不良である。礫種はチャートが多く、砂岩などを伴う。基質は主に中~粗粒の砂岩である。

②上部層：上部層は、主に暗灰色ないし黒色の頁岩で構成されている。しばしば厚さ10cm前後の頁岩勝ち砂岩頁岩互層が認められる。下部層とは岩相が漸移的に変化しており、暗灰色ないし黒色の頁岩の量比が多いこと、下部層で最も多く見られる成層砂岩層がほとんど見られないことから区分される。上部層の一般走向はN40~60°Wと下部層と同様で、傾斜は60~90°Nである。上部層の頁岩は、暗灰色から黒色で、剥離性があり板状に割れる。しばしば数cm程度の砂岩層を挟み、頁岩勝ち砂岩頁岩互層を成す。本層最上部にあたる田ノ頭付近の頁岩露頭から次のような Aptian 中期を示す放散虫化石を得た。すなわち *Archaeodictyomitra vulgaris* Pessagno, *Holocryptocanium barbu* Dumitrica, *Triactoma echiodes* Foreman である。砂岩は、主に暗灰色中粒の石質~長石質ワッケである。鏡下では石英が最も多く、構成要素の6~8割を占める。

図3に上部層が模式的に見られる小鹿野町犬木付近の赤平川のルートマップを示す。走向はN40~60°Wで、傾斜は50N~70°Sである。級化による上下判定の結果、地層

の上位はSW方向であると考えられる。このルートは山中白亜系の東端部にあたり、秩父盆地第三系と断層で接する。下位より鱗片状壁開の発達した黒色頁岩が分布し、しばしば5~15cmの砂岩層を挟み、頁岩勝ち砂岩頁岩互層を成している。小断層や露頭規模の褶曲がよく見られる。また、成層砂岩層が中位付近に見られる。放散虫化石および有孔虫化石はSP-1, SP-2の黒色頁岩より得られた。

図4に示すルートには南列に分布する石堂層が模式的に見られる。露出不良であるが、主に塊状の粗粒砂岩、礫岩および黒色頁岩により構成される。走向はN40~90°Wで、傾斜は80°N~60°Sである。砂岩は淡褐色を呈し、粗粒で石質~長石質ワッケである。鏡下では石英が最も多く6~8割を占める。下位では淘汰の悪い礫径1~10cmのチャート亜角礫を主とする礫岩を含み、時に黒色頁岩を挟む。これらの礫は秩父帯南帯から由来したものであると考えられる(松川, 1977)。上位に見られる頁岩は暗灰色~黒色を呈し、放散虫化石を産する。SP-3の頁岩から比較的保存の良い以下の放散虫化石を得た。 *Archaeodictyomitra vulgaris* Pessagno, *Hiscocapsa grutterinki* (Tan), *Thanarla brouweri* (Tan), *Ultrana pora praespinifera* Pessagno。これらの放散虫が示す年代はBarremian最末期~Aptian最初期と考えられる。南側の秩父帯南帯の両神層とは断層で接していると考えられるが、境界付近は露出不良のため、このルートでは確認出来ていない、三山層との境界も露出不良のため

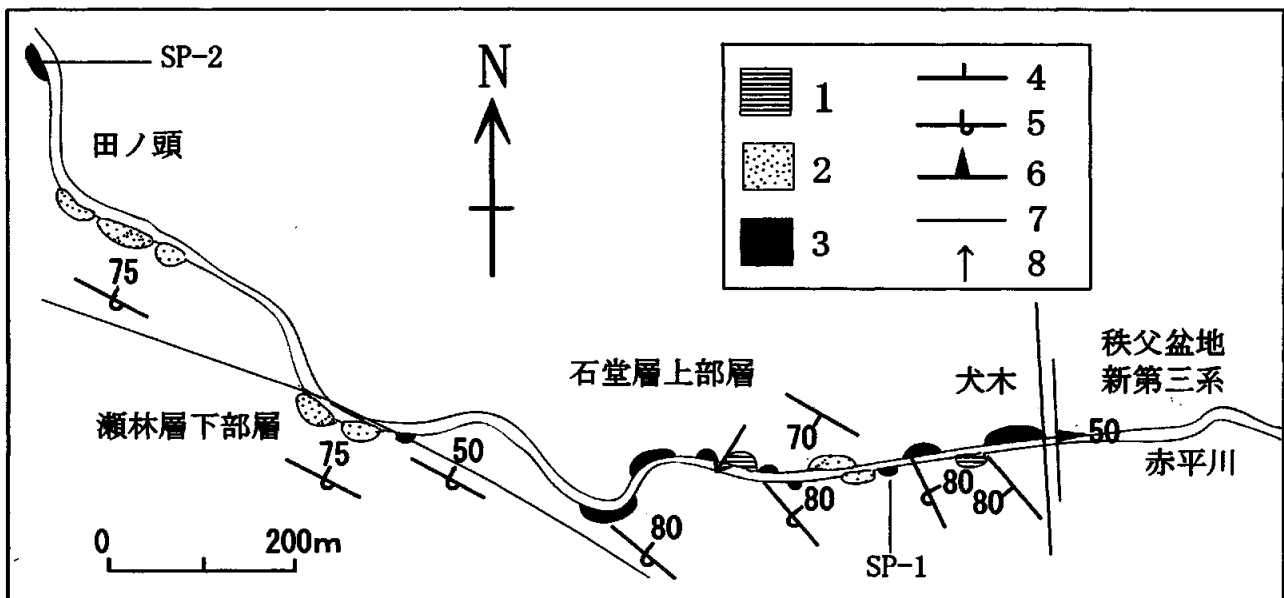


図3. 赤平川沿い田ノ頭付近のルートマップ (ルートマップ1)。1: 頁岩層または頁岩勝ち砂岩頁岩互層。2: 成層砂岩層または砂岩勝ち砂岩頁岩互層。3: 頁岩層。4: 走向傾斜。5: 逆転層。6: 断層。7: 地層の境界。8: 地層の上位。

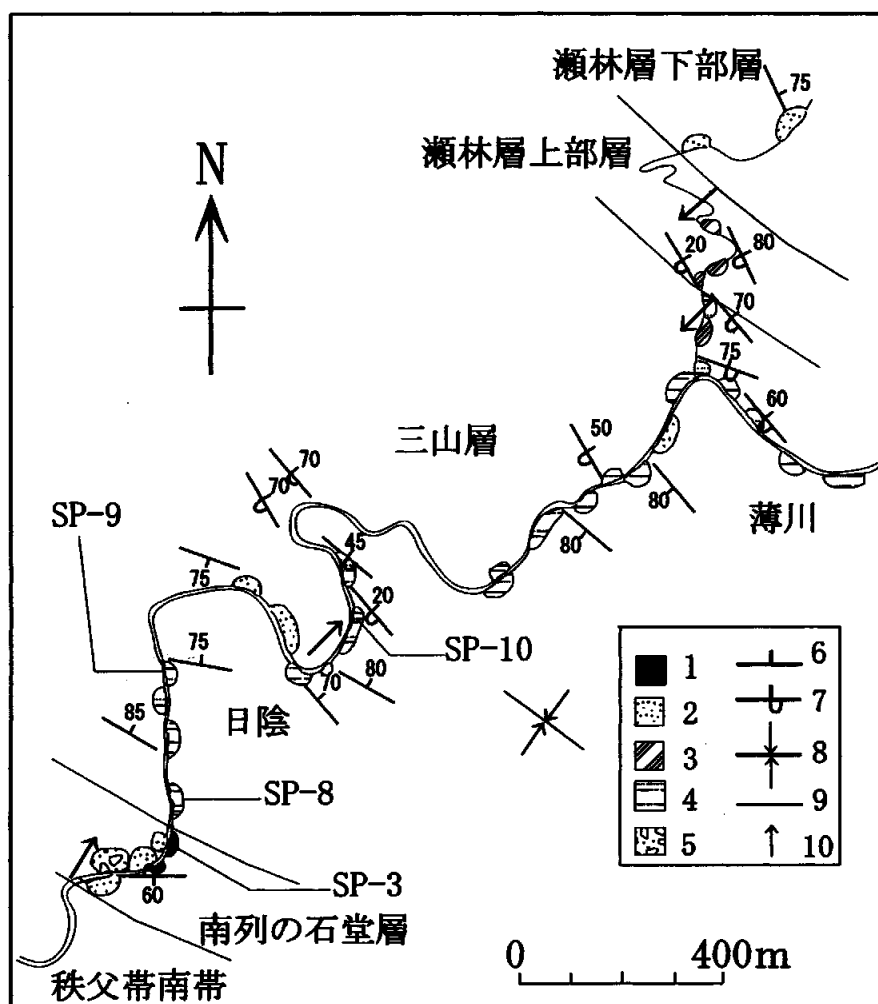


図4. 薄川沿い日陰付近のルートマップ (ルートマップ2). 1:頁岩層. 2:成層砂岩層または砂岩勝ち砂岩頁岩互層. 3:砂岩頁岩等量互層. 4:成層シルト岩. 5:礫岩層. 6:走向傾斜. 7:逆転層. 8:向斜. 9:地層の境界. 10:地層の上位.

確認出来ていない。

〈層厚〉地質断面図から判断する限りにおいては、下部層の層厚は約600m、上部層の層厚は600mと見積もられる。

〈年代〉後述のように、上部層の頁岩から産出した放射虫化石により、前期白亜紀 Barremian 最末期～ Aptian 中期である。

2. 瀬林層

〈概要〉本層は、武井 (1963) および Matsukawa (1983) の区分における瀬林層にはほぼ相当する。両者には分布・岩相・層序関係・堆積環境において意見の異なる点がある。筆者らは分布・岩相・層序関係から Matsukawa (1983) における瀬林層とはほぼ一致すると考え、名称はこれを踏襲する。

本層は暗灰～白色の砂岩を主体とし、頁岩、砂岩頁岩互

層及び礫岩から成る。また、岩相の特徴から下部層および上部層に2分され、その境界は整合である。

〈分布〉本層は山中白亜系の北列と中列の2帯に分かれて帯状に分布する。

中列には、小鹿野町赤谷付近から日向および日影付近にかけて、約1kmの幅を有し分布する。石堂層上部層の南側に位置し、一部断層で境される。西方に行くにしたがって分布幅が狭くなる傾向がある。また、北列には小鹿野町大指から日向沢上流付近にかけて、約300mの幅を有し狭長に分布する。北側の秩父帯北帯とは断層で境される。

〈岩相〉①下部層：本層は暗灰～白色の砂岩を主体とし、しばしば頁岩層を挟む。一般層向はN40～60°Wで、傾斜は70～90°である。

砂岩は全般的に暗灰～白色を呈し、中粒～細粒の石質～長石質ワッケである。1m前後の単位で成層し、しばしば

頁岩の薄層を挟む。一般に層理は不明瞭である。鏡下では、石英や長石を多く含み、黒雲母も比較的多く認められる。本層中の頁岩は黒色を呈し、植物化石をしばしば含むが、保存状態は悪く断片化する。また、本層最上部付近にあたる砂岩勝ち砂岩頁岩互層の頁岩から、有孔虫化石を得た。有孔虫は保存不良のため十分な鑑定はできないが、*Hedbergella cf. gorbachikae* Longoria を識別した、これらの有孔虫が示す年代はAptian後期であると考えられる。

②上部層：本層は、前述の下部層の上位に整合で重なり、5~15cmの砂岩頁岩等量互層で構成される。一般走向はN30~50°Wで、傾斜は80°N~80°Sである。地層は北上位をしめす。

本層には、級化や平行葉理および斜交葉理などの堆積構造が見られ、地層の上下判定に役立つ。頁岩の薄片観察では生物擾乱が認められた。また、本層の頁岩中から有孔虫化石が得られた、有孔虫は保存不良のため十分な鑑定はできないが、*Dentalina* sp., *Haplophragmoides* sp. を識別した。これらの有孔虫は前期白亜紀を示すと考えられる。

〈層厚〉地質断面図から判断する限りにおいては、下部層の層厚は550m、上部層の層厚は150mと見積もられる。

〈年代〉後述のように、頁岩から産出した有孔虫化石により、Aptian後期である。

3. 三山層

〈概要〉本層は岩相的特徴や構造的位相から武井(1963)およびMatsukawa (1983)の三山層に相当する。名称はこれを踏襲する。

本層は、暗灰色のシルト岩および砂岩、礫岩より構成される。主に成層シルト岩から成り、しばしば各10cm前後の単位の砂岩頁岩互層を挟む。最下部付近には礫岩を含む砂岩層が存在し、下位の瀬林層を不整合に覆っている、また、中位に成層砂岩層を挟む。

〈分布〉本層は、山中白亜系において、北列と中列の2帯に分かれて分布する。中列には、小鹿野町大平から河原沢にかけて幅約2kmを有して分布し、瀬林層上部層とは不整合の関係でその南側に分布する。また、複向斜構造を成している。北列には、小鹿野町黒竹付近から日向沢にかけて約400mの幅で分布する。

〈岩層〉本層は、成層シルト岩および単層10cm前後の砂岩頁岩互層が大部分を占める。一般走向はN40~60°Wで、傾斜は70°N~70°Sである。

シルト岩は暗灰色で、層理面が発達する場合がある。貝化石片を含むが、保存不良である。鏡下観察では葉理が確認できる。砂岩頁岩互層は級化が見られる。また本層のさまざまな層準の頁岩より有孔虫化石が得られた。保存不良のため十分な鑑定はできないが、*Haplophragmoides* sp.,

Glomospina sp., *Invaltina* sp., *Gyroidina* sp., *Astacolus* sp., *Cibicides* sp., *Oolina* ? sp., *Dentalina* ? sp. を識別した。これらの有孔虫は前期白亜紀を示すと考えられる。本層最下部付近には礫岩層が存在し、下位の瀬林層を不整合に覆っている。厚さは約30mで、成層砂岩層に漸移する。礫岩は礫径1~20cmのチャート、砂岩、花崗岩、石灰岩などの礫を含み、淘汰不良である。砂岩は1m前後の単位で成層し、しばしば薄い頁岩を挟む。

〈層厚〉地質断面図から判断する限りにおいては、三山層の層厚は700m以上と考えられる。

〈年代〉後述のように、頁岩から産出した有孔虫化石から前期白亜紀であると考えられる。

放散虫化石と年代

筆者らは、約120の地点から採集した頁岩から放散虫化石の抽出を行い、中列の石堂層上部層および南列に分布する石堂層に相当する1地点の頁岩から年代決定に有効な放散虫化石を得ることができた。今回産出した放散虫化石のリストを表2に、産出地点を図5に示す。

中列の石堂層上部層からは、小鹿野町犬木付近の赤平川沿いの頁岩勝ち砂岩頁岩互層の露頭 (SP-1) および、田ノ頭付近の頁岩勝ち砂岩頁岩互層露頭 (SP-2) の頁岩から、年代決定に有効な放散虫化石が得られた。なお、年代決定に際してはO'Dogherty (1994) によるUAZoneと、Pessagno (1977) を基本として用いる。

SP-1は、単層の層厚が5~15cmの頁岩勝ち砂岩頁岩互層のうちの暗灰色~黒色の頁岩で、*Holocryptocanium geysersense* Pessagno などが得られ、その年代は前期白亜紀と考えられる (寺岡・栗本, 1986)。

SP-2は、時に厚さ5~20cm程度の砂岩層を挟む頁岩層のうちの暗灰色~黒色の頁岩で、以下のような比較的保存良好な前期白亜紀の放散虫を含む。*Archaeodictyomitra vulgaris* Pessagno, *A. sliteri* Pessagno, *A. cf. simplex* Pessagno, *Pseudodictyomitra lodogaensis* Pessagno, *Thanarla pulchra* (Squinabol), *Stichomitra* aff. *asymbatos* Foreman, *Amphipyndax conicus* Nakaseko and Nishimura, *A. stocki* (Campbell and Clark), *Cryptamphorella sphaerica* (White), *Acaeniotyle ? glebulosa* Foreman, *Triactoma echiodes* Foreman, *Squinabollum fossilis* (Squinabol), *Holocryptocanium barbui* Dumitrica, *Hemicryptocapsa tuberosa* (Dumitrica) 等である。このうち *A. vulgaris* の生存期間はValanginian後期~Aptianと考えられている (Pessagno, 1977)。*P. lodogaensis* はO'Dogherty (1994) のUAZone 4-9 (Aptian中期~後期) の産出レンジを示している。これらの放散虫の示す年代は、Aptian中期と考えられる。

表2. 山中白亜系石堂層頁岩から産した放散虫のリスト (X印は産出を示す).

Is-U: 石堂層上部層. Is: 南列の石堂層.

Formation	Is-U	Is-U	Is
Radiolarian species \ Sample number	SP-1	SP-2	SP-3
<i>Arcaedictyomitra vulgaris</i> Pessagno		x	x
<i>Arcaedictyomitra sliteri</i> Pessagno		x	
<i>Arcaedictyomitra cf. simplex</i> Pessagno		x	
<i>Arcaedictyomitra</i> sp.		x	x
<i>Pseudodictyomitra lodogaensis</i> Pessagno		x	
<i>Pseudodictyomitra hornatissimas</i> (Squinabol)			x
<i>Pseudodictyomitra</i> sp.		x	x
<i>Thanarla pulchra</i> (Squinabol)		x	x
<i>Thanarla brouweri</i> (Tan)			x
<i>Thanarla cf. lacrimula</i> (Foreman)			x
<i>Stichomitra</i> aff. <i>asymbatos</i> Foreman		x	
<i>Stichomitra mediocris</i> (Tan)			x
<i>Stichomitra</i> sp.		x	x
<i>Xitus</i> ? sp.		x	
<i>Amphipyndax conicus</i> Nakaseko and Nishimura		x	
<i>Amphipyndax stocki</i> (Campbell and Clark)		x	x
<i>Eucyris</i> ? sp.		x	
<i>Cryptamphorella sphaerica</i> (White)		x	
<i>Cryptamphorella clivosa</i> (Aliev)			x
<i>Cryptamphorella</i> sp.		x	x
<i>Praeconocaryomma</i> sp.		x	x
<i>Triactoma echiodes</i> Foreman		x	
<i>Triactoma hybum</i> Foreman			x
<i>Triactoma</i> sp.			x
<i>Acaeniotyle diaphorogona</i> Foreman			x
<i>Acaeniotyle ? glebulosa</i> Foreman		x	
<i>Archaeospongoprunum tehamaensis</i> Pessagno			x
<i>Archaeospongoprunum</i> sp.		x	x
<i>Godia</i> sp.		x	
<i>Stichocapsa</i> sp.		x	
<i>Squinabolium fossilis</i> (Squinabol)		x	
<i>Phaseliforma</i> ? sp.		x	
<i>Obesacapsula</i> sp.		x	
<i>Diacanthocapsa</i> ? sp.		x	
<i>Hemicryptocapsa tuberosa</i> (Dumitrica)		x	
<i>Crucella gavalai</i> O'Dogherty			x
<i>Crucella</i> sp.			x
<i>Rhopalosyringium</i> sp.			x
<i>Hiscocapsa asseni</i> (Tan)			x
<i>Hiscocapsa grutterinki</i> (Tan)			x
<i>Hiscocapsa</i> sp.			x
<i>Holocryptocapsa hindei</i> Tan			x
<i>Podobursa typica</i> (Rüst)			x
<i>Dictyomitra communis</i> (Squinabol)			x
<i>Turbocapsula</i> sp.			x
<i>Ultranapora praespinifera</i> Pessagno			x
<i>Alievium</i> sp.			x
<i>Holocryptocanium geysersensis</i> Pessagno	x		
<i>Holocryptocanium barbui</i> Dumitrica		x	
<i>Nassellaria</i> gen. et sp. indet.	x		
<i>Spumellaria</i> gen. et sp. indet.		x	x

南列に分布する石堂層からは、両神村日陰付近の薄川沿いの露頭 (SP-3) からの頁岩で比較的保存の良い年代決定に有効な放散虫化石が得られた。SP-3は、まれに10cm程度の砂岩層を挟む頁岩勝ち砂岩頁岩互層のうちの暗灰色～黒色の頁岩である。SP-3より、*Arcaedictyomitra vulgaris* Pessagno, *Pseudodictyomitra hornatissima* (Squinabol),

Triactoma hybum Foreman, *Acaeniotyle diaphorogona* Foreman, *Crucella gavalai* O'Dogherty, *Hiscocapsa asseni* (Tan), *Podobursa typica* (Rüst), *Holocryptocapsa hindei* Tan, *Dictyomitra communis* (Squinabol), *Stichomitra mediocris* (Tan), *Amphipyndax stocki* (Campbell and Clark), *Thanarla pulchra* (Squinabol), *T. brouweri* (Tan), *T. cf. lacrimula* (Foreman), *Cryptamphorella clivosa* (Aliev), *Holocryptocanium barbui* Dumitrica, *Hiscocapsa grutterinki* (Tan), *Ultranapora praespinifera* Pessagno, *Archaeospongoprunum tehamaensis* Pessagnoなどが得られた。これらのうち *T. hybum*, *C. clivosa*, *D. communis*, *P. hornatissima* はUAZone 1-7 (Barremian最末期～Aptian中期), *P. typical* はUAZone 1-4 (Barremian最末期～Aptian最初期), *T. cf. lacrimula* はUAZone 1-6 (Barremian最末期～Aptian前期), *H. grutterinki* はUAZone 1-9 (Barremian最末期～Aptian), *Ultranapora praespinifera* はUAZone 1-19 (Barremian最末期～Cenomanian) の産出レンジを示す (O'Dogherty, 1994)。ただしこれらのUA生層序帯はすべて下限が未定である。これらの放散虫化石群集の示す年代はそれぞれの化石種の産出レンジが重複するBarremian最末期～Aptian 最初期ないしはそれ以前であると考えられる。

有孔虫化石と年代

これまでに山中白亜系からは次の3件の有孔虫化石の報告がなされている。すなわち、上川ほか(1988)は群馬県多野郡上野村塩ノ沢から浮遊性有孔虫化石 *Hedbergella planispira* (Tappan) を検出し、その年代をAptian前期～Cenomanian前期とした。Kurihara et al. (1989)は、山中白亜系の主に東縁部地域から底性有孔虫および浮遊性有孔虫を報告し、それらの化石群集の示す年代は前期白亜紀であるとした。また、Sashida et al. (1992)は、山中白亜系中の鳥の巣式石灰岩から有孔虫化石を報告し、その年代をAptian前期とした。筆者らは、約120の地点から頁岩を採集し、そのうち50地点の頁岩から有孔虫化石を得ることができた。しかし、有孔虫化石の保存は悪く、属名まで鑑定された有孔虫化石は石堂層上部層、瀬林層下部層、瀬林層上部層、三山層に相当する16地点からのみ得られた。今回得られた有孔虫化石のリストを表3に、産出地点を図5に示す。

石堂層上部層では、10地点において、いずれも暗灰色～黒色頁岩から有孔虫化石を得た。このうち、図5に示したSP-1とSP-6から *Haplophragmoides* sp., *Pleurostomella* sp., *Cibicides* sp., *Gyroidina* sp., *Lenticulina* ? sp., *Dentalina* sp., *Fronicularia* ? sp.などを識別した。これらの有孔虫の示す年代は前期白亜紀と考えられる。

瀬林層下部層からは、砂岩勝ち砂岩頁岩互層の暗灰色

表3. 山中白亜系頁岩から産した有孔虫のリスト (X印は産出を示す). Is-U: 石堂層上部層, Se-L: 瀬林層下部層, Se-U: 瀬林層上部層, San: 三山層.

Formation	San	San	Is-U	San	San	San	San	San	San	San	San	Se-L	Se-U	Se-L	Se-L	Is-U
Foraminiferal species\Sample number	SP-4	SP-5	SP-6	SP-7	SP-8	SP-9	SP-10	SP-11	SP-12	SP-13	SP-14	SP-15	SP-16	SP-17	SP-18	SP-1
<i>Haplophragmoides</i> sp.	x	x	x				x				x		x		x	
<i>Cibicides</i> sp.				x						x	x		x	x	x	x
<i>Glomospina</i> sp.					x									x		
<i>Invaltina</i> sp.						x								x		
<i>Dentalina</i> sp.							x						x		x	x
<i>Gyroidina</i> sp.							x							x	x	x
<i>Astacolus</i> sp.								x	x						x	
<i>Oolina</i> ? sp.											x					
<i>Globigerina</i> sp.												x				
<i>Pleurostomella</i> sp.															x	x
<i>Hedbergella</i> cf. <i>gorbachikae</i> Longoria															x	
<i>Lenticulina</i> ? sp.															x	x
<i>Marginulina</i> ? sp.															x	
<i>Valvulinera</i> sp.															x	
<i>Trochammina</i> ? sp.															x	
<i>Fronicularia</i> ? sp.																x

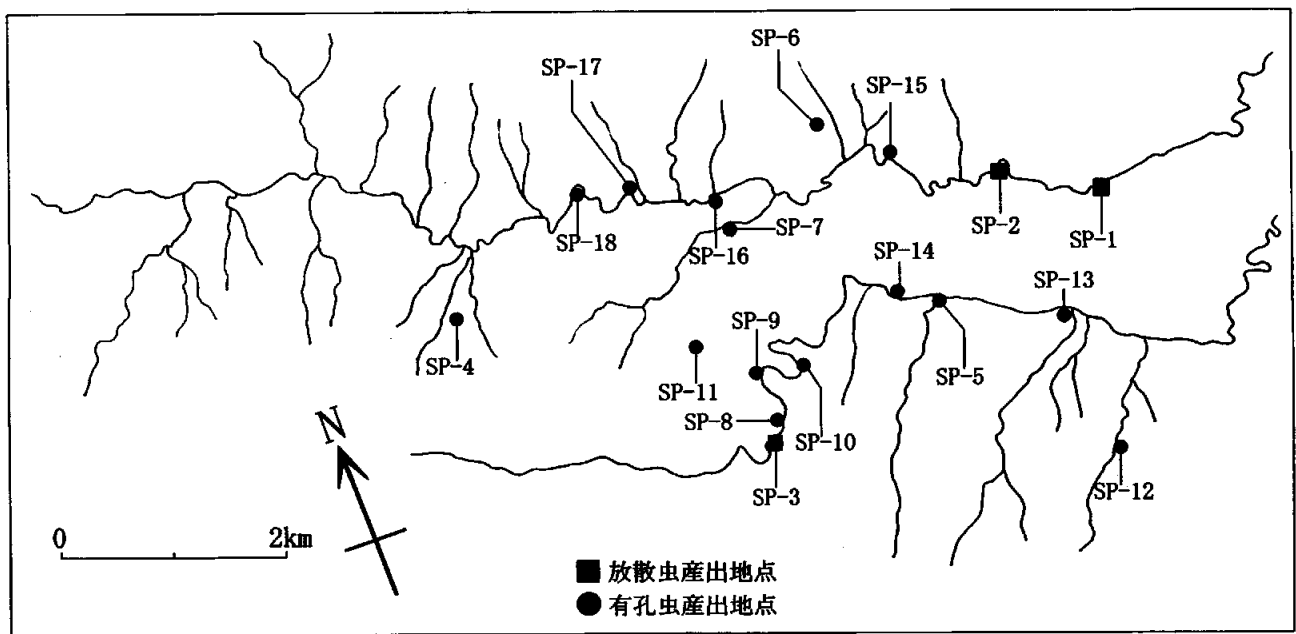


図5. 放散虫および有孔虫の産出地点.

～黒色を呈する頁岩から年代決定に有効な有孔虫化石を得た。主に図5のSP-15, SP-17, SP-18の3地点から得た。SP-18からは, *Pleurostomella* sp., *Hedbergella* cf. *gorbachikae* Longoria, *Haplophragmoides* sp., *Dentalina* sp., *Astacolus* ? sp., *Lenticulina* ? sp., *Marginulina* ? sp., *Gyroidina* sp., *Valvulinera* sp., *Trochammina* ? sp., *Cibicides* ? sp.などを識別した。*H. cf. gorbachikae* Longoriaの産出から瀬林層下部層は, Aptian後期と考えられる。

瀬林層上部層からは, 2地点から有孔虫化石を得た。こ

のうち, 小鹿野町黒竹付近の各5cm程度の等量の砂岩頁岩互層の頁岩 (SP-16) から, *Dentalina* sp., *Haplophragmoides* sp.を識別した。これらの有孔虫から, 正確な年代を決定することはできないが, 前期白亜紀と考えられる。

三山層からは, 29地点から有孔虫化石を得た。成層シルト岩から得られ, 保存は悪いが以下のようなものが得られた。*Haplophragmoides* sp. (SP-4, SP-5, SP-10), *Cibicides* sp. (SP-7, SP-13, SP-14), *Glomospina* sp. (SP-8), *Invaltina* sp. (SP-9), *Dentalina* ? sp. (SP-10), *Gyroidina* sp. (SP-10, SP-

11). *Astacolus* sp. (SP-12), *Oolina* ? sp. (SP-14). これらの有孔虫が示す年代は前期白亜紀と考えられる。

考 察

1. 石堂層より得られた放散虫化石の生層序学的意義

山中白亜系からは、これまでに上川ほか (1988) が山中白亜系西域の群馬県多野郡上野村塩ノ沢北方の暗灰色頁岩からAlbian後期を示すと考えられる放散虫化石群集を報告している。また, Sashida *et al.* (1992) は山中白亜系中の鳥ノ巣式石灰岩から有孔虫化石および放散虫化石を報告している。しかし, 放散虫化石についての報告はこの2編のみであり, 特に山中白亜系東域からの報告はなされていない。

今回, 山中白亜系東縁部から産出した放散虫化石はその構成種から2つの動物群に区分される。

動物群1: 小鹿野町田ノ頭付近の赤平川沿いの中列に分布する石堂層上部層から得られた放散虫化石動物群 (SP-1, SP-2). これまでに22属30種が識別されており, *Amphipyndax conicus* Nakaseko and Nishimura, *A. stocki* (Campbell and Clark), *Archaeodictyomitra simplex* Pessagno, *A. vulgaris* Pessagno, *Thanarla pulchra* (Squinabol), *Holocryptocanium geysersensis* Pessagno, *H. barbui* Dumitrica 等の産出から石田・橋本 (1991) によって検討された四国における秩父帯下部白亜系の *Stichomitra communis* 群集帯に相当すると考えられる。年代はAptian中期であると考えられる。

動物群2: 両神村日陰付近の薄川沿いの南列に分布する石堂層から得られた放散虫化石動物群 (SP-3). 22属31種が識別され, 種のレンジから動物群1よりやや古い年代のものであると考えられる。この試料にはNakaseko and Nishimura (1981) により検討された, 四万十帯の *Acaeniotyle umbilicata-Ultrapanora praespinifera* 群集帯の代表種である *U. praespinifera* Pessagno が含まれている。年代はBarremian最末期~Aptian最初期ないしそれ以前であると考えられる。従来, 石堂層からはアンモナイトなど年代決定に有効な化石が報告されている。松川(1977)は, 石堂層の比較的上部より *Hoplocrioceratites* sp., *Crioceratites* sp. など15属24種のアンモナイトを識別し, その年代をBarremian 後期とした。さらに, 同層の下部より得られたアンモナイトは, Hauterivian 後期~Barremian 前期を示すとし, 下限は Hauterivian 後期まで延びている可能性が指摘されている。今回小鹿野町田ノ頭付近の石堂層の上位の黒色頁岩より放散虫が得られたが, これにより石堂層の上位が Aptian 中期まで達することが明らかとなった。また, 中列に分布する石堂層から得られた放散虫化石群集と南列に分布する石堂層から得られた放散虫化石群集では

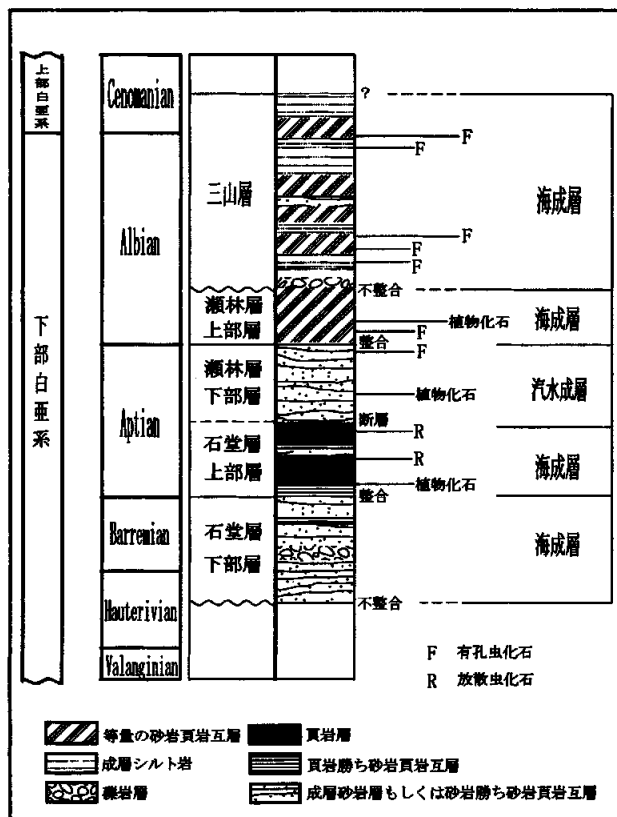


図6. 山中白亜系の模式的な柱状図。

年代や構成種に若干の相違が見られる。九州や四国では下部白亜系は内側から外側へいくつにも帯状になって分布しており (松川・恒岡, 1993), それらは年代の異なる海進により形成されたものであることが明らかとなっている (例えば石田ほか, 1996)。今回得られた結果は九州, 四国で見られるような傾向が本地域においても認められる可能性を示唆している。瀬林層下部層からは, 今回比較的上位よりAptian 後期を示すと考えられる浮遊性有孔虫 *Hedbergella* cf. *gorbachikae* が得られた。さらに瀬林層上部層および三山層からは前期白亜紀を示すと考えられる有孔虫化石群集が得られた。今回の調査を基に作成した山中白亜系の模式的な柱状図を図6に示す。これらの微化石の示す年代は Matsukawa (1983) の大型化石による年代と矛盾しない結果といえる。これまで山中白亜系の層序区分やその地質年代については研究者ごとに意見が異なっており, このような微化石の生層序学的なデータを加えることにより, 層序・年代論に関してさらに厳密な議論が可能になると考えられる。

2. 下部白亜系の放散虫化石を産する他地域との比較

九州の熊本県八代地域の秩父累帯には, 山中白亜系と同様な陸域から浅海域の多様な堆積環境を示す下部白亜系が

広く分布する（柏木ほか，2002）。この下部白亜系は，下位より海浦層，川口層，八竜山層，日奈久層，八代層，および砥用層に区分され（松本・勘米良，1964），これらの累層のうち，川口層は汽水生二枚貝化石を多産し，四国の物部川層群領石層に対比される（松本，1975）。この川口層の中位層準からは，海生二枚貝化石群集が報告されており（Tamura and Nishida, 1989），海生層が存在することが明らかになっている。柏木ほか（2002）は，この海生層から放散虫化石を報告し，その年代をHauterivian前期～後期としている。

筆者らは，本地域の上部石堂層の頁岩から，前述のように，Barremian 後期～Aptian 中期を示すと考えられる放散虫化石を得た。川口層から報告された放散虫化石と，本地域から得られた放散虫化石には，*Holocryptocanium barbui* Dumitrica, *Archaeodictyomitra* sp., *Cryptamphorella* sp., *Hemicryptocapsa* sp., *Praeconocaryomma* sp., *Pseudodictyomitra* sp., *Stichocapsa* sp. など共通種が見られる。両者は前期白亜紀に起きた同一の海進により形成されたと考えられており（松川・恒岡，1993），岩相や化石群集には類似性が見られる。石堂層は，従来から*Pterotrigonia pocilliformis*, *P. hokkaidoana*を伴う海生二枚貝化石から，川口層を整合に覆う八竜山層との対比が可能とされており（松川，1977），川口層は石堂層の下位の層準に当たると考えられる。

小鹿野町田ノ頭付近の赤平川沿いの中列の石堂層上部層から得られた放散虫化石動物群（SP-1, SP-2）は上述のように石田・橋本（1991）によって検討された四国における秩父帯下部白亜系の*Stichomitra communis* 群集帯に相当すると考えられ，四国羽ノ浦丘陵の上部羽ノ浦層に対比可能である。また南列に分布する石堂層は両神村日陰付近の薄川沿いの黒色頁岩から得られた放散虫化石動物群（SP-3）から下部羽ノ浦層もしくは上部羽ノ浦層に相当すると考えられるが，分布域が狭く南北が断層で境されていること，露頭の状況が悪いことなどから層序・構造に不明な点が多く明確なことは言えない。

謝 辞

本研究は川村宜央が平成14年度筑波大学自然科学類卒業論文の一環として行ったものをまとめたものである。本著をまとめるに当たり，徳島大学石田啓祐教授には粗稿を校閲していただき有益なご助言をいただいた。筑波大学生命環境研究科安達修子博士，新潟大学理学部の栗原敏之博士及び筑波大学大学院生命環境科学研究科の上松佐知子氏からは様々な援助をいただいた。以上の方々に厚く感謝の意を表します。

文 献

- Eguchi, M., 1951. Mesozoic corals of Japan. *Sci. Rep. Tohoku Univ.* [2], 24, 1-96.
- Harada, T., 1890. *Die japanischen Inseln, eine topographisch geologische Übersicht*. 126p., Paul Parey, Berlin.
- 藤本治義, 1936. 関東山地山中地溝帯地方の地質（演旨）。地質雑誌, 43, 487-488.
- Inoue, M., 1974. Geologic structures of the Chichibu terrain in the Kanto mountainous land, Japan. *Jour. Fac. Sci., Univ. Tokyo*, [II], 19, 1-25.
- 石田啓祐・橋本寿夫, 1991. 四国東部秩父累帯下部白亜系の放散虫群集とそのアンモナイトによる年代。徳島大学教養部紀要（自然科学）, 25, 23-63.
- 石田啓祐・橋本寿夫・香西 武, 1996. 四国東部，下部白亜系羽ノ浦層の岩相層序と生層序—その2. 羽ノ浦丘陵下部白亜系の再検討—。徳島大学総合科学部 自然科学研究, 9, 23-47.
- 上川容市・岸田容司郎・海保邦夫・久田健一郎, 1988. 関東山地の山中地溝帯白亜系からの放散虫化石の産出。地質学雑誌, 94, 903-905.
- 柏木健司・田中 均・坂本大輔・高橋 努・一瀬めぐみ, 2002. 九州西部八代地域の川口層から産した白亜紀古世放散虫化石。地球科学, 56, 203-208.
- 小泉 潔, 1991. 山中地溝帯東半部に分布する白亜系の層序と地質構造。地質学雑誌, 97, 799-815.
- Kurihara, K., Matsukawa, M., and Obata, I., 1989. Foraminifera from the Lower Cretaceous of the Sanchu Terrane, Kanto Region, central Japan. *St. Paul's Review of Science*, No. 30, 9-17.
- 松川正樹, 1977. 山中“地溝帯”東域白亜系の地質。地質学雑誌, 83, 115-126.
- 松川正樹, 1979. 山中“地溝帯”の白亜系白井層に関する問題点。地質学雑誌, 85, 1-9.
- Matsukawa, M., 1983. Stratigraphy and sedimentary environments of the Sanchu Cretaceous, Japan. *Memoir of Ehime University, Science, Series D.*, 9, 1-50.
- 松川正樹・恒岡利治, 1993. 西南日本外帯の下部白亜系の堆積環境と古地理—アンモナイトなど軟体動物化石と恐竜に基づく古生物地理からのアプローチ—。地質学論集, no. 42, 151-165.
- Matsumoto, T., ed., 1954. The Cretaceous system in the Japanese Islands. 324p., *Japan. Soc. Promotion Sci. Res., Tokyo*.
- 松本達郎, 1975. 秩父地帯の中生界。松本達郎・野田光男・宮久三千年編，日本地方地質史，九州地方，227-

- 250, 朝倉書店.
- 松本達郎・勘米良亀齡, 1964. 5万分の1地質図幅「日奈久」および同説明書. 地質調査所, 147p.
- Nakano, M., 1957. On the occurrence of *Psilotrionia* in the Cretaceous of the Kwantu mountainous land, Japan. *Jour. Sci. Hiroshima Univ.* [C]2.
- Nakaseko, K., and Nishimura, A., 1981. Upper Jurassic and Cretaceous Radiolaria from the Shimanto Group in Southwest Japan. *Science Report, College of General Education Osaka University*. 30, 133-203.
- O'Dogherty, L., 1994. Biochronology and Paleontology of Mid-Cretaceous Radiolarians from Northern Apennines (Italy) and Betic Cordillera (Spain). *Mémoires de Géologie (Lausanne)*, 21, 1-415.
- Pessagno, E. A., 1977. Lower Cretaceous radiolarian biostratigraphy of the Great Valley sequence and Franciscan Complex, California Coast Ranges. *Cushman Foundation for Foraminiferal Research, spec. Pub.*, no. 15, 1-87.
- 酒井 彰, 1987. 五日市地域の地質. 地域地質研究報告 (5万分の1地質図幅), 地質調査所, 75 p.
- Sashida, K., Igo, H., Adachi, S., and Ito, S., 1992. Foraminifers from the "Torinosu Limestone" embedded in the Isido Formation of the Sanchu Cretaceous System, Kanto Mountains, Central Japan. *Centenary of Japanese Micropaleontology*, K. Ishizaka and T. Saito eds., 273-280.
- 武井硯朔, 1963. 山中地溝帯白亜系東部白亜系の層序と構造, 地質雑, 69, 130-146.
- 武井硯朔・滝沢文教・竹内敏晴・藤原 肇, 1977. 山中地溝帯西域の白亜系. 地質学雑誌, 83, 95-113.
- Takei, K., 1985. Development of the Cretaceous Sedimentary Basin of the Sanchu Graben, Kanto Mountains, Japan. *Journal of Geosciences, Osaka City University*, 28, 1-44.
- Tamura, M., and Nishida, N., 1989. Marine bivalves from Lower Cretaceous Kawaguchi Formation. *Mem Fac Educ Kumamoto Univ, Nat Sci*, no.38: 19-27.
- Tanaka, K., 1965. Cretaceous echinoids from the Sanchu graben, central Japan. *Trans. Proc. Pleont. Soc. Japan, N. S.*, no. 59, 126-142.
- Tanaka, K., and Shibata, M., 1961. A new species of *Aphelaster* from the lower Cretaceous of Japan. *Ibid.*, no. 42, 68-72.
- 寺岡易司・栗本史雄, 1986. 宇和島地域の四万十帯白亜系層序—大型化石と放散虫化石の層序的分布に関連して—, 地調月報, 37, 417-453.
- Yabe, H., Nagao, T. and Shimizu, S., 1926. Cretaceous mollusca from the Sanchu Graben in the Kanto Mountainland, Japan. *Sci. Rep. Tohoku Imp. Univ.*, 4, 33-76.
- Yabe, H., 1927. Cretaceous stratigraphy of the Japanese Islands. *Sci. Rep. Tohoku Imp. Univ.*, Ser. 2, 11, 27-100.

図7. 石堂層から得られた放散虫化石 →

Archaeodictyomitra vulgaris Pessagno, SP-2; 2. *Pseudodictyomitra hornatissims* (Squinabol), SP-3; 3. *Dictyomitra communis* (Squinabol), SP-3; 4. *Archaeodictyomitra sliteri* Pessagno, SP-2; 5. *Pseudodictyomitra lodogaensis* Pessagno, SP-2; 6. *Thanarla pulchra* (Squinabol), SP-3; 7. *Stichomitra mediocris* (Tan), SP-3; 8. *Thanarla* sp. cf. *T. lacrimula* (Foreman), SP-3; 9. *Stichomitra* ? sp., SP-2; 10. *Xitus* ? sp., SP-2; 11. *Amphipyndax conicus* Nakaseko and Nishimura, SP-2; 12. *Stichomitra* aff. *asymbotos* Foreman, SP-2; 13. *Amphipyndax stocki* (Campbell and Clark), SP-2; 14. *Eucyrtis* ? sp., SP-2; 15. *Cryptoamphorella sphaerica* (White), SP-2; 16. *Praeconocaryomma* sp., SP-2; 17. *Holocryptocanium barbui* Dumitrica, SP-2; 18. *Cryptamphorella* cf. *sphaerica* (White), SP-2; 19. *Hiscocapsa* sp., SP-3; 20. *Hiscocapsa grutterinki* (Tan), SP-3; 21. *Hiscocapsa asseni* (Tan), SP-3; 22. *Alievium* sp., SP-3; 23. *Acaeniotyle* ? *glebulosa* Foreman, SP-2; 24. *Triactoma echiodes* Foreman, SP-2; 25. *Arcaeospongoprurum* sp., SP-2; 26. *Arcaeospongoprurum tehamaensis* Pessagno, SP-3. Scale bar=100 μ m; A=1, 4, 10, 12, 16, 17, 23, 25; B=2, 3, 5, 6, 7, 8, 9, 14, 15, 19, 20, 21, 22, 24, 26; C=11, 13, 18

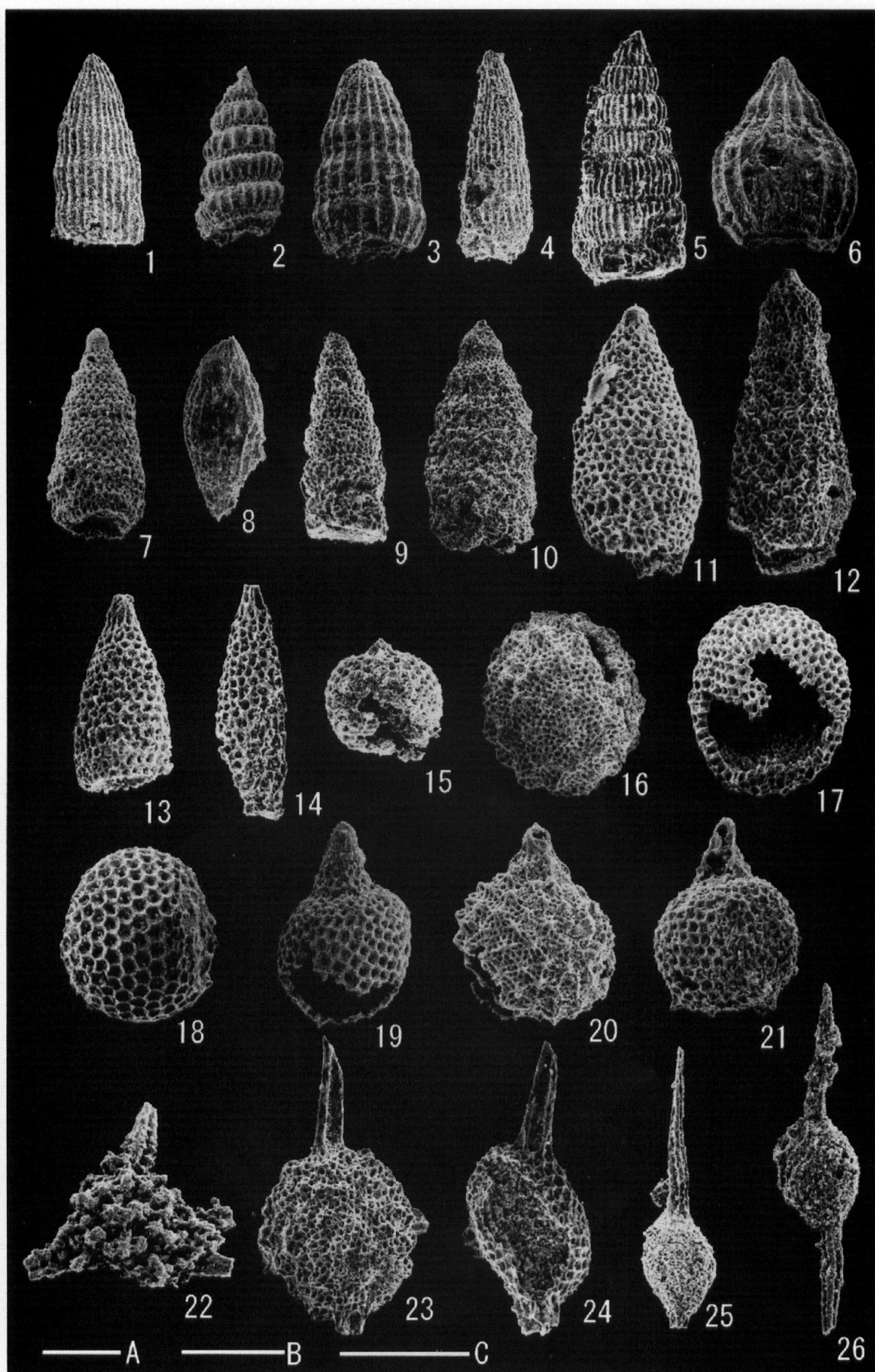


図7

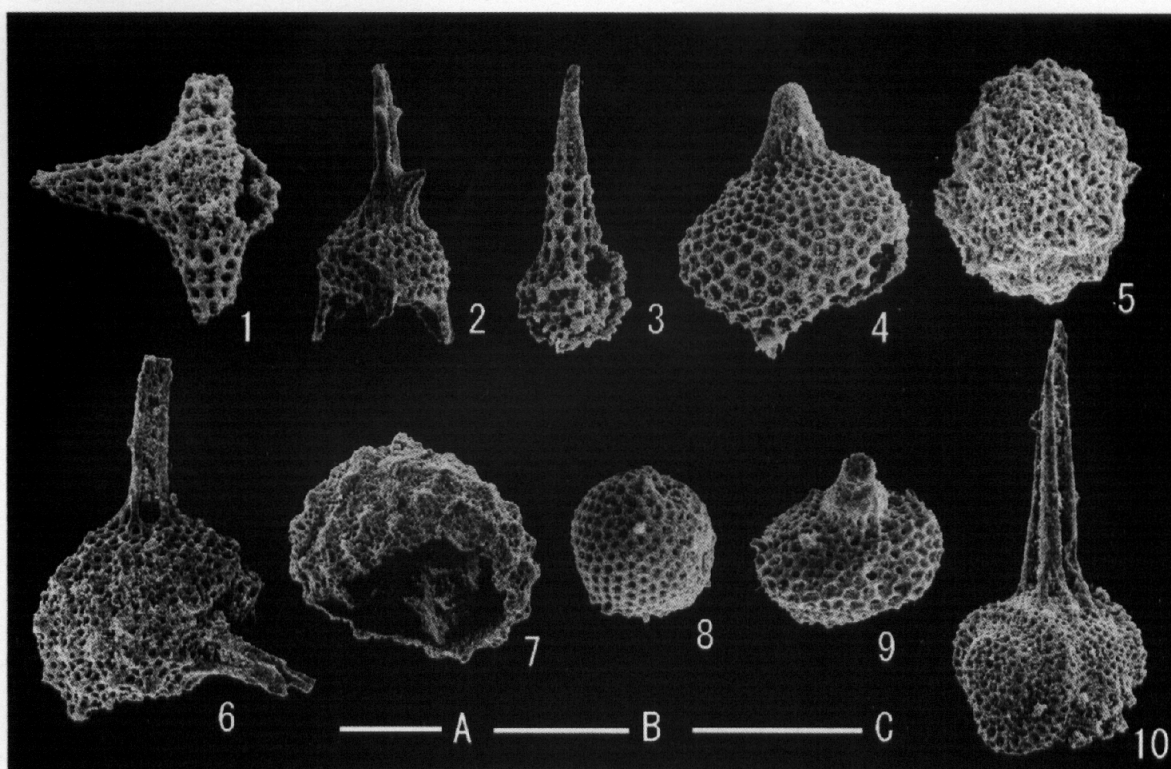


図8. 石堂層から得られた放散虫化石

1. *Crucella gavalai* Dogherty, SP-3; 2. *Ultranapora praespiniifera* Pessagno, SP-3; 3. *Crucella* sp. SP-3; 4. *Podobursa typica* (Rüst), SP-3; 5. *Hemicryptocapsa tuberosa* (Dumitrica), SP-2; 6. *Acaeniotyle diaphorogona* Foreman, SP-3; 7. *Cryptamphorella clivosa* (Aliev), SP-3; 8. *Holocryptocapsa hindei* Tan, SP-3; 9. *Squinabollum fossilis* (Squinabol), SP-2; 10. *Triactoma hybum* Foreman, SP-3. Scale bar=100 μ m; A=6; B=1, 2, 3, 4, 7, 8, 9, 10; C=5

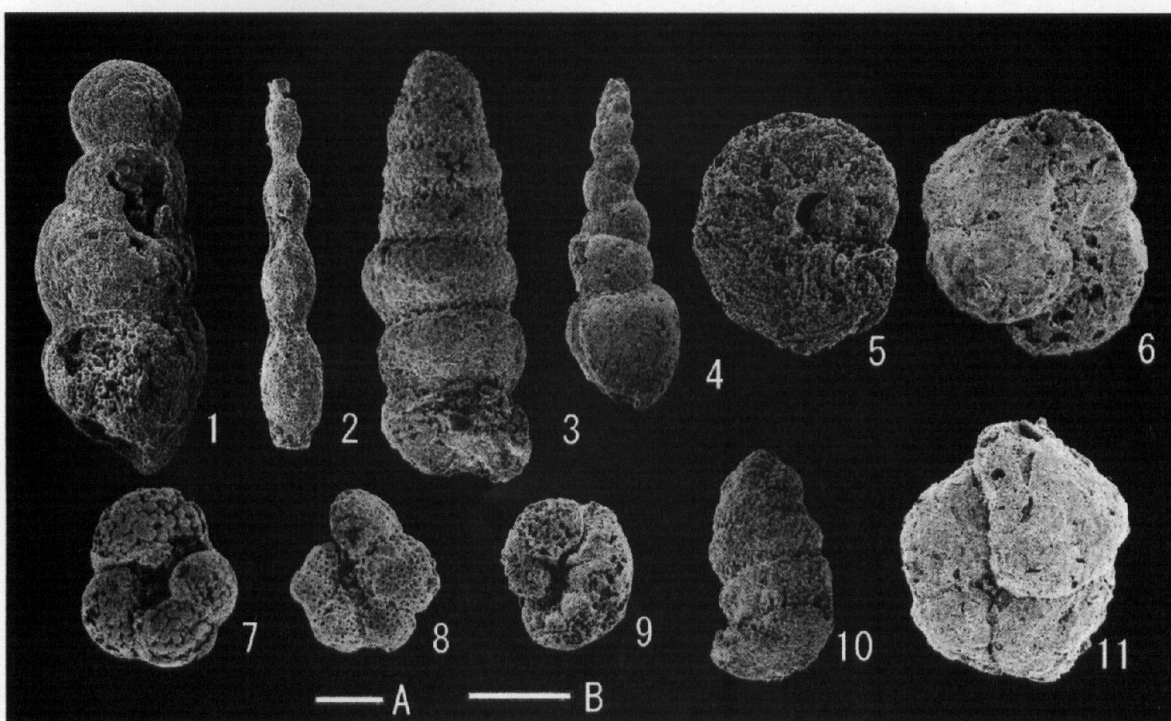


図9. 山中白亜系東部地域から得られた有孔虫化石

1, 2. *Pleurostomella* sp., SP-1; 3, 4. *Dentolina* sp., SP-18; 5. *Cibicides* sp., SP-17; 6. *Gyroidina* sp., SP-11; 7. *Vaivulineria* sp., SP-18; 8. *Hedbergella* cf. *gorbachikae* Longoria, SP-18; 9. *Trochammina* ? sp., SP-18; 10. *Marginulina* ? sp., SP-18; 11. *Haplophragmoides* sp., SP-4. Scale bar=100 μ m; A=1, 2, 3, 4, 6, 9, 10, 11; B=7, 8