八溝山地鶏足山塊の中生界

堀 常 東* 指 田 勝 男**

Mesozoic Strata of the Keisoku Mountain Block in the Yamizo Mountains, Central Japan

Nobuharu HORI* and Katsuo SASHIDA**

Abstract

The Yamizo Mountains consist of four mountain blocks: the Yamizo, Torinoko, Keisoku and Tsukuba Mountain Blocks, from north to south. The northern three mountain blocks are composed mainly of Mesozoic sedimentary rocks such as chert, shale, and sandstone. The sedimentary complex in the Keisoku Mountain Block is subdivided into the following four lithostratigraphic units: the Kasama, Kunimiyama, Takatori, and Ayuta Units based on the lithology and geologic age. The Kasama Unit is composed mainly of alternations of sandstone and shale with a small amount of chert and tuff layers. The Kunimiyama Unit consists of massive sandstone and alternations of sandstone and shale. The Takatori Unit is characterized by the chert-clastic sequence comprising "Toishi-type shale," bedded chert, siliceous shale, and clastic rocks in ascending order. The Ayuta Unit is composed mainly of alternations of sandstone and shale. These units are in fault contact with each other.

Bedded chert of the Takatori Unit yields Middle Triassic to Early Jurassic radiolarians belonging to the *Triassocampe deweveri*, *Triassocampe nova*, *Canoptum triassicum*, *Parahsuum simplum*, and *Hsuum hisuikyense* Assemblages. Middle Jurassic radiolarians, which are comparable to the *Tricolocapsa plicarum* and *Tricolocapsa conexa* Zones, occur from siliceous shale of the Takatori Unit. Late Jurassic radiolarians belonging to the *Tricolocapsa yaoi*, *Mirifusus baileyi* and *Pseudodictyomitra primitiva* Assemblages are obtained from clastic rocks of the Keisoku Mountain Block. Furthermore, late Early Triassic conodont fauna referable to the *Neospathodus homeri* Zone was discriminated from the "Toishi-type shale" of the Takatori Unit.

Based on the lithological and chronological characteristics, Mesozoic sedimentary complex of the Keisoku Mountain Block is correlated to those of the Tamba, Mino and Kiso areas in southwest Japan. Mesozoic strata distributed in the Keisoku Mountain Block is regarded as an accretionary wedges formed mainly by offscrape-accretion during Late Jurassic time.

Key words : chert-clastic sequence, conodont, Jurassic, radiolarians, subduction complex, Yamizo Mountains

キーワード : チャート-碎屑岩シークエンス, コノドント, ジュラ紀, 放散虫, 付加体コンプレックス, 八溝山地

* 筑波大学地球科学研究科

** 筑波大学地球科学系

* Doctoral Program in Geoscience, University of Tsukuba

** Institute of Geoscience, University of Tsukuba

I. はじめに

八溝山地は茨城県と福島県の県境に位置する八溝山から南方に約 60 km にわたり連なる山地で、北から八溝、鷲子、鶏足、および筑波の 4 つの山塊からなる。このうち、花崗岩および変成岩類からなる筑波山塊を除いて、北側の 3 山塊は主に中生代の堆積岩類によって構成されている。これらの堆積岩類はその岩相・時代に基づいて、西南日本内帯の丹波・美濃帯の東方延長とみなされている (図 1)。

かつて、石灰岩中に含まれる紡錘虫化石によりそのほとんどが上部古生界と考えられてきた丹波・美濃帯の堆積岩類は、コノドントや放散虫等の微化石層序の研究の進展により、大部分がジュラ系であることが明らかとなった。さらに、最も新しい地質時代は白亜紀最前期まで若くなることが確認されている (Wakita, 1988a 他)。八溝山地でも 1950 年代までは、茨城県岩瀬町大泉の石灰岩から得られたとされる紡錘虫化石 (藤本・畠山, 1938) によって山地の大部分は上部古生界からなると考えられてきた (例えば, Kawada, 1953)。

その後、三畳紀コノドント (猪郷, 1972; 吉田ほか, 1976)、ジュラ紀アンモナイト (鈴木・佐藤, 1972)、ジュラ紀放散虫化石の報告 (指田ほか, 1982, 他) などにより、八溝山地もほとんどが中生界から構成されていることが明らかとなった (Sashida *et al.*, 1993a)。

しかしながら、八溝山地全域での放散虫やコノドント化石等の微化石層序あるいはプレートテクトニクスに立脚した地質構造の形成モデルに基づいた、層序・構造の詳細かつ総括的な報告は未だ行なわれておらず、丹波・美濃帯の研究に比較してきわめておこなわれているのが実情である。筆者の一人堀は卒業研究以来八溝山地に分布する中生界の研究に従事している。今回、放散虫・コノドント化石を基に鶏足山塊に分布する珪質岩および泥質岩の年代を明らかにし、併せて鶏足山塊の層序・構造について検討したのでここにその概要を報告する。

II. 研究史と地質概説

八溝山地の包括的な地質学的研究は Kawada (1953) によりはじめて行なわれた。彼は八溝山

図 1 位置図。

(A) 西南日本内帯中・古生界堆積岩コンプレックスの分布。(B) 八溝山地鶏足山塊の位置。

Fig. 1 Index maps showing distribution of Paleozoic and Mesozoic sedimentary complexes of the Inner Zone of Southwest Japan (A) and location of the Yamizo Mountains (B).

地の地層を鶏足、鷲子、八溝の3層群に分け、このうち鶏足山塊に分布する鶏足層群を、産出する紡錘虫化石などにより上部石炭系からペルム系とした。その後、Kanomata (1961) により再調査がなされ、鶏足層群は古生界の笠間層群と中生界の八溝層群とに2分された。Kanomata (1961) は薄片中の放散虫化石について、現在ではその生層序学的な意味のない百分率法を用い、八溝山地に広く分布する八溝層群の年代をジュラ紀と推定した。その後、猪郷 (1972) によって鶏足山塊北東部に分布するチャートから三畳紀コノドント化石が、また鈴木・佐藤 (1972) により栃木県益子町大平の黒色頁岩から後期ジュラ紀 Oxfordian のアンモナイトが報告され、鶏足山塊に三畳系およびジュラ系が分布することが明らかになった。1980年代に入り、八溝山地においても最新手法を用いた放散虫化石の研究成果により、広い地域にジュラ系が分布することが確認された (指田ほか、

1982; Sashida *et al.*, 1982, 1993a)。層序・構造の研究に関して、笠井 (1978, 1981) は八溝山地に広く逆転層の存在を確認し、逆転層は横臥褶曲の逆転部に相当し、その底面を衝上断層で断たれたものであると考えた。また、Aono (1985) や佐藤ほか (1987) は、重力すべり堆積機構を八溝山地の中生界に適用し、走向方向によく連続するチャート層などの異地性岩塊の存在について議論している。

鶏足山塊には主として砂岩、頁岩、チャートが分布し、一部に凝灰岩、礫岩、玄武岩および石灰岩を挟在する。通産省資源エネルギー庁 (1990) は鶏足山塊に分布する中生界を八溝層群と総称し、岩相および産出化石により、下位より高取層、鮎田層、笠間層および国見山層の4累層に区分した。高取層と鮎田層、笠間層と国見山層はそれぞれ整合で、断層を境に笠間層が鮎田層の上位に重なるとしている。本研究では区分した地質体の名称に

図 2 鶏足山塊の地質図。

1. チャート, 2. 砂岩頁岩互層, 3. 頁岩, 4. 石灰岩, 5. 走向・傾斜, 6. 第三系, 7. 花崗岩, 8. 凝灰岩, 9. 断層

Fig. 2 Geologic map of the Keisoku Mountain Block.

1. chert, 2. alternation of sandstone and shale, 3. shale, 4. limestone, 5. dip and strike, 6. Tertiary formations, 7. granite, 8. tuff, 9. fault

図 3 鶏足山塊の地質断面図。
凡例は図 2 と同様。

Fig. 3 Geologic profiles of the Keisoku Mountain Block.
Legends are the same as in Fig. 2.

図 4 鶏足山塊の各ユニットにおける地質柱状図。

1. 砂岩, 2. 砂岩頁岩互層, 3. 頁岩, 4. 珪質頁岩, 5. チャート, 6. “砥石型頁岩”,
7. 石灰岩, 8. 凝灰岩, 9. 火山岩

Fig. 4 Generalized columnar sections of each unit in the Keisoku Mountain Block.
1. sandstone, 2. alternation of sandstone and shale, 3. shale, 4. siliceous shale,
5. chert, 6. “Toishi-type shale”, 7. limestone, 8. tuff, 9. volcanic rock

表 1 高取ユニットのチャートより産する放散虫化石。
試料採取地点は図2に示す。

Table 1 List of radiolarians from chert samples from the Takatori Unit.
Sample localities are shown in Fig. 2. X: present, -: absent.

Radiolarian species	Sample localities		4	5	6	10	12	13	15	16	17	18	19	20	22	24	25	27	28	29	30	31	32	33
<i>Bagonum</i> sp.			-	-	-	-	-	-	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Bernoullius</i> sp.			-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-	-	-	-	-	-
<i>Canophum triassicum</i> Yao			-	-	-	-	-	-	-	-	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-	-
<i>Canophum</i> sp.			-	-	-	-	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-	-	-	-
<i>Capnodoce</i> sp.			-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-	-	-	-	-
<i>Capnuchosphaera</i> sp.			-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-
<i>Eptingium manfredi</i> Dumitrica			-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-	-	-	-	-	-	-
<i>Eucyrtis</i> sp.			-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-	-	-	-
<i>Katroma</i> sp.			-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-	-
<i>Livarella</i> sp.			-	-	-	-	-	-	-	-	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-	-
<i>Napora</i> sp.			-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-	-	-	-	-	-
<i>Parahsuum simplum</i> Yao			-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-	-	-	-	-	X	-	-	-	-	-	-
<i>Parahsuum</i> sp.			-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-	-	X	-	-	-
<i>Pentactinocarpus</i> sp.			-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Praeconocaryomma</i> sp.			-	-	-	-	-	-	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Pseudostylosphaera japonica</i> (Nakaseko and Nishimura)			-	-	-	-	-	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X
<i>Pseudostylosphaera</i> sp.			-	X	X	-	-	-	-	-	-	-	X	X	-	X	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Snichocapsa</i> sp.			-	-	-	-	-	-	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Syringocapsa</i> sp.			-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-	-	-	-
<i>Triassocampe deweveri</i> (Nakaseko and Nishimura)			-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X
<i>Triassocampe</i> (?) <i>annulata</i> (Nakaseko and Nishimura)			-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Triassocampe</i> sp.			X	-	-	X	-	X	-	X	-	-	X	X	X	-	-	-	X	-	-	-	-	X
<i>Xipha pessagnoii</i> (Nakaseko and Nishimura)			-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-

関しては、その分布域がほぼ同じであることから通産省資源エネルギー庁（1990）による名称を用いることにした。ただし、地質区分に関しては、通産省資源エネルギー庁（1990）とは異なる観点による区分なので、本論では“層”ではなく“ユニット”の名称を用いた。“ユニット”とは、ある特徴的な岩相・年代・構造をもった一まとまりの地質体である（Wakita, 1988b）。後述するように、鶏足山塊に分布する中生界にも丹波-美濃帯と同様の構造が見られ、その構成岩類も類似することから、本地域の中生界においても“整然と積み重なった地層”というイメージをもつ“層”ではなく“ユニット”という語を用いるのが適当であると考えられる。鶏足山塊における各ユニットは東から西へ、笠間ユニット、国見山ユニット、高取ユニットおよび鮎田ユニットの順で配列し、それぞれ北西に傾斜する断層で接する。また、放散虫化石によれば各ユニットの上限の年代は後期ジュラ紀後期であるが、砂岩の優勢な国見山ユニットにおいては放散虫の保存が悪く詳細な年代決定には至っていない。地層の走向は北東-南西方向

で、北西に傾斜する。各ユニットについては次章で述べる。なお、鶏足山塊の地質図および断面図を図2および図3に示す。

III. 各ユニットの記載

各ユニットの模式柱状図を図4に、また、各ユニットの分布と放散虫化石産出地点を図5に、そのリストおよび産出化石を表1～2および図8～9にそれぞれ示す。

1) 笠間ユニット

〈概要〉本ユニットはチャート、凝灰岩を挟む砂岩・頁岩互層および淡緑色頁岩からなる。

〈分布〉本ユニットは水戸市谷津町金山付近および木葉下町藤井川ダム付近から安渡にかけての藤井川流域に模式的に分布する。本ユニットの分布は第三系による被覆や笠間周辺に露出する花崗岩類の貫入により調査地域の南東端部に限られる。

〈岩相〉本ユニットは模式地では下位より、レンズ状の砂岩を含む淡緑色頁岩、青緑色チャート、赤紫色凝灰岩、淡緑色頁岩、砂岩・頁岩互層および塊状砂岩と重なる。砂岩・頁岩互層中には地質

表 2 頁岩より産する放散虫化石.

Ka: 笠間ユニット, Ku: 国見山ユニット, Ta: 高取ユニット, Ay: 鮎田ユニット. 試料採取地点は図 2 に示す.

Table 2 List of radiolarians from shale samples. Ka: Kasama Unit, Ku: Kunimiyama Unit, Ta: Takatori Unit, Ay: Ayuta Unit. Sample localities are shown in Fig. 2. X: present, -: absent.

Radiolarian species	Sample localities															
	Formations															
	Ka	Ta	Ta	Ta	Ay	Ay	Ta	Ay	Ta	Ay	Ta	Ay	Ta	Ay	Ta	Ku
<i>Angulobracchia</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X
<i>Archaeodictyonira apiara</i> (Rüst)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X
<i>Archaeodictyonira broweri</i> (Tan Sin Hok)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X
<i>Archaeodictyonira minoensis</i> (Mizutani)	X	-	-	X	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X
<i>Archaeodictyonira</i> sp.	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Archaeospongoprunum imlayi</i> Pessagno	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X
<i>Cinguloturris carpaica</i> Dumitrica	X	X	-	-	-	-	-	-	X	-	X	X	-	-	-	X
<i>Cinguloturris</i> sp.	-	X	-	-	X	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X
<i>Eucyrtidellum ptyctum</i> (Riedel and Sanfilippo)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X
<i>Eucyrtidellum</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X
<i>Eucyrtidellum</i> ? sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-	-	-	-	-	-	X
<i>Gongylothorax favosus</i> Dumitrica	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X
<i>Hsuum</i> sp.	X	X	-	-	X	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X
<i>Mirifusus mediodilatatus</i> (Rüst)	-	X	-	-	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X
<i>Orbiculiforma</i> (?) <i>kanayamaensis</i> Mizutani	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X
<i>Orbiculiforma</i> (?) sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X
<i>Pantanelium</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X
<i>Paronaella</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X
<i>Parvicingula mashioensis</i> Mizutani	-	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X
<i>Parvicingula</i> sp.	-	X	-	X	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X
<i>Podobursa</i> sp.	-	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X
<i>Praeconocoryomma</i> sp.	-	-	-	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X
<i>Pronunuma japonicus</i> Matsuoka and Yao	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X
<i>Pseudodictyonira okamurai</i> Mizutani	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X
<i>Pseudodictyonira primitiva</i> Matsuoka and Yao	-	-	-	X	-	-	-	-	X	-	X	-	-	-	-	X
<i>Pseudodictyonira</i> sp.	X	-	X	-	X	X	-	-	X	-	X	-	-	-	-	X
<i>Ristola altissima</i> (Rüst)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X
<i>Sethocapsa pseudouterculus</i> Aita	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X
<i>Sethocapsa</i> sp.	-	X	X	X	X	X	-	-	X	-	X	X	X	-	-	X
<i>Solenotryma</i> (?) <i>ichikawai</i> Matsuoka and Yao	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X
<i>Stichocapsa</i> sp.	-	-	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X
<i>Tricolocapsa yaai</i> Matsuoka	-	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X
<i>Tricolocapsa</i> sp.	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Tripocystia blakei</i> Pessagno	-	-	-	X	-	-	-	-	X	-	-	-	-	-	-	X
<i>Trirabus</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X
<i>Williredellum carpathicum</i> Dumitrica	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X
<i>Williredellum crystallinum</i> Dumitrica	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X
<i>Xitus gifuensis</i> Mizutani	-	-	-	-	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X
<i>Xitus</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X
<i>Zhamoidellum ovum</i> Dumitrica	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X
<i>Zhamoidellum</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X

図上では走向方向に 1 km ほど連続するシート状の層状チャート, 長径 5 m 前後の結晶質石灰岩や玄武岩質溶岩の岩塊が含まれる。下位の青緑色チャートと赤紫色凝灰岩は岩入林道入り口付近に露出する。ここでは両者は漸移関係にある。青緑色チャート中には放散虫が多量に含まれるが, 酸処理によって放散虫を個体で取り出すことはできなかった。赤紫色凝灰岩と上位の淡緑色頁岩の接触関係は確認できていない。淡緑色頁岩は一般に塊状であるが部分的に著しい剥理性を帯びている。この頁岩

中には級化構造をもつ砂質や凝灰質の部分もある。砂岩・頁岩互層中に含まれる石灰岩や玄武岩質溶岩は安渡橋周辺で観察できる。ただし, 砂岩・頁岩互層と石灰岩や玄武岩質溶岩の直接の接触関係は観察できていない。玄武岩質溶岩は藤井川の河床に約 50 m にわたり露出する。ここでは塊状溶岩であるが枕状構造を呈する部分もある。安渡橋付近の玄武岩質溶岩の岩石学的特徴は田切・大倉 (1979) により詳しく記載されている。石灰岩は安渡橋から朝房山に至る登山道沿いに小規模に露出する。海ユリの破片がごく稀にみられるが時代決定に有効な化石は得られていない。

〈時代〉木葉下付近に露出する剥理の発達した淡緑色頁岩 (図 5: Loc. 1) から後期ジュラ紀後期の放散虫が得られている。

2) 国見山ユニット

〈概要〉本ユニットは砂岩優勢な砂岩・頁岩互層からなり, 一部にチャートを挟む。東側に分布する笠間ユニットおよび西側に分布する高取ユニットとは北西傾斜の断層で接する。

〈分布〉藤井川上流域および国見山から金山にかけての一带に模式的に分布する。分布域北東部では第三系による被覆や花崗岩類の貫入により本層の露出状況はきわめて悪い。また, 南部では広く花崗岩類の貫入を受け, 著しくホルンフェルス化している。

〈岩相〉本ユニットは砂岩優勢な砂岩・頁岩互層により特徴づけられる。また, 最上部の互層中にはチャートのシート状岩塊が含まれる。砂岩・頁岩互層は笠間市北部の大橋から藤井川に至る登山道沿いにみられるように, 本ユニット下部には部分的に等量互層のところもあるが, ほとんどが砂岩優勢で, 塊状砂岩中に厚さ数 cm~30 cm の黒色頁岩が数枚挟まるというような互層である。塊状砂岩中にも級化層理や斜交層理が観察されることがある。詳しい構造的解析は行なっていないが, 国見山南西方の片倉周辺にある碎石場では本ユニットの砂岩・頁岩互層が断層により著しく変形しているのが観察される。本ユニット中の砂岩は一般に中粒で, 灰色~暗灰色を呈し, 鏡下ではやや円磨された石英, 正長石, 斜長石が認められ, 基質

図 5 微化石産出地点を示す図。

1. チャート, 2. 断層および推定断層, 3. 化石産出地点

Fig. 5 Map showing radiolarian and conodont fossil localities in the Keisoku Mountain Block.
1. chert, 2. fault and inferred fault, 3. fossil locality

の量の少ない、長石質アレナイトに相当する。

〈時代〉砂岩・頁岩互層中の黒色頁岩(図5: Loc. 34)から保存不良ながら後期ジュラ紀後期放散虫化石が得られた。

3) 高取ユニット

〈概要〉本ユニットは下位よりチャート、珪質頁岩、碎屑岩の順に累重するユニットが3~4回繰り返すことで特徴づけられる。チャートの下位には“砥石型頁岩”が介在されることもあり、この特徴はチャート-碎屑岩シーケンス(松岡, 1989)に比較されるものである。本層の西側に分布する鮎田ユニットとは北西傾斜の断層で接する。

〈分布〉鶏足山周辺に模式的に分布する。御前山村相川から栃木県真岡市大手付近まで帯状に分布する。

〈岩相〉本ユニットの基本ユニットである“砥石型頁岩”, チャート, 珪質頁岩, 碎屑岩という完全な層序が一つの連続したルートでは確認されていない。このユニットを構成するそれぞれの堆積

岩類の接触関係を以下に略述する。

岩瀬町北西部の石塚興業採石場内では“砥石型頁岩”とチャートの接触関係が観察される。ここでは“砥石型頁岩”の厚さは約10 mあり、その基底は断層によって断たれ、国見山層の塊状砂岩に接している。また、上部ではチャートの薄層を挟むようになり、層状チャートに漸移する。“砥石型頁岩”は灰色~淡緑色を呈し、層理面に平行な剥理をもち、部分的に黒色頁岩の薄層(厚さ数mm~2 cm)を挟む。鏡下では多量のゴースト状の放散虫やコノドントの破片が含まれているのが認められる(図6-1)。層状チャートは単層が厚さ1~10 cmの珪質部と1 cm以下の泥質部の規則的な互層からなる。色は灰色~暗灰色が一般的であるが、赤色・白色・黒色の部分もある。層状チャートと上位の碎屑岩の関係は真岡市大手の山重興業採石場内(YJセクション)や鶏足山北方の道路沿い(HK1セクション)で観察できる。YJセクションでは、層状チャートが上部では次

図 6 高取ユニットの代表的構成岩類の薄片写真.

1. “砥石型頁岩”, 2. チャート, 3. 珪質頁岩, 4. 頁岩, 5, 6. 砂岩.

1, 2, 4, 5: 単ニコル. 3, 6: 直行ニコル. スケールバーは0.2 mmを示す.

Fig. 6 Thin sectioned photomicrographs of the representative lithology of the Takatori Unit.

1. “Toishi-type shale”, 2. chert, 3. siliceous shale, 4. shale, 5 and 6. sandstone.

1, 2, 4, 5: open nicols. 3, 6: crossed nicols. scale bar=0.2 mm.

図 7 高取ユニットの YJ セクション (A) と HK1 セクション (B) における主な放射虫の化石層序分布。

Fig. 7 Biostratigraphic distribution of selected radiolarian species in YJ section (A) and HK1 section (B) of the Takatori Unit.

第に泥質部が厚くなり、チャートと珪質頁岩の互層をへて珪質頁岩に移化する。また、HK1 セクションでは層状チャートと淡灰色頁岩はシャープな面をもって接する。両セクションにおける岩相の変化と放射虫化石の産出状況を図 7 に示す。一般に珪質頁岩は層理が明瞭であるが、不明瞭で塊状の部分もある。珪質頁岩には放射虫化石が多量に含まれる。YJ セクションではこの珪質頁岩の上位に断層を介して三畳系チャートが重なる。一方、HK1 セクションでは珪質頁岩の上位にやはり放射虫化石を多産する淡緑色の頁岩が重なるが、この地点においては両者は断層関係にある。この淡緑色頁岩は上部では暗灰色を呈し、細粒砂岩の薄層を挟むようになる。頁岩と上位の塊状砂岩との関係は多くの地点で観察されるが、栃木県茂木町並柳峠や茨城県七会村花香月林道では、細粒砂岩の薄層が上位に向かい厚さを増し、黑色頁岩の薄層を挟む塊状砂岩に漸移するのが観察される。御前山村相川や並柳林道周辺に分布する砂岩には

wave ripple が、また、花香月林道沿いにはハンモッキー斜交葉理等が観察され (Masuda *et al.*, 1980), いずれも storm wave base よりも浅い海域での堆積環境が考えられている (例えば, Walker and Flint, 1992)。また、相川周辺にはチャートや頁岩、粗粒砂岩などの長径数 cm に達する角礫を含む粗粒砂岩が露出する。塊状砂岩は灰色～暗灰色を呈する頁岩の岩片を多く含む長石質アレナイトであるが、碎屑粒子は細粒なものから粗粒なものまで多様である。この碎屑岩の中にはかつて笠間町大泉で大規模に採掘されていたような石灰岩のレンズ状岩体が含まれる場合もある。大泉の鉾山に露出する石灰岩は現在では大部分採掘されてしまっているが、筆者らの以前の調査では地質図上で走向方向に 100 m 以上連続するものもみられた。石灰岩は黒色でこの石灰岩より石炭紀後期の紡錘虫化石が報告されている (藤本・畠山, 1938)。また、石灰岩を含む碎屑岩は大部分が黒色の粘板岩で、長径 10 m 前後の砂岩やチャー

1

2

3

4

5

6

7

8

9

11

13

15

17

10

12

14

16

トのレンズ状岩体を含む場合もある。

上述のように、本ユニットは本来は“砥石型頁岩”を基底にもつチャート-碎屑岩シーケンスからなる層序ユニットが、後述のように陸域に付加されたときにスライス化したものと思われる。

〈時代〉“砥石型頁岩”から前期三疊紀後期のコノドント化石が、チャートより中期三疊紀～前期ジュラ紀までの放散虫が、珪質頁岩から中期ジュラ紀の放散虫が、また頁岩より後期ジュラ紀の放散虫化石が得られている。

4) 鮎田ユニット

〈概要〉本ユニットは主として砂岩・頁岩互層および淡緑色頁岩からなり、一部にチャートを挟む。

〈分布〉七ヶ村鮎田川上流域に模式的に分布する。御前山村桧山付近～益子町小泉付近にかけて分布する。第三系の被覆により御前山村上伊勢畑と益子町七井を結ぶ線より北西方では本ユニットの分布は確認できない。

〈岩相〉本ユニットの見かけ下部には淡緑色頁岩が発達する。この頁岩は他の累層でみられる同色の頁岩と同じ特徴をもつ。この頁岩の上位には砂岩・頁岩互層が重なるが、互層部は10 m以下の厚さで、上位の塊状砂岩に移り変わる。砂岩は互層部、塊状部とも細～粗粒で灰色～暗灰色を呈する。鏡下での特徴は笠間ユニットの砂岩とほぼ同様である。

〈年代〉茂木町の砂岩・頁岩互層の黒色頁岩より後期ジュラ紀 Oxfordian を示すアンモナイト

Kranaosphinctes matsushimai (Yokoyama) が鈴木・佐藤 (1972) により報告されている。本ユニット下部の淡緑色頁岩から後期ジュラ紀後期の放散虫化石が得られており、本ユニット内に断層による地層の繰り返しのある存在やアンモナイトあるいはアンモナイトを含む地層の外來起源が考えられる。

IV. 放散虫化石と砥石型頁岩中のコノドント化石

筆者らは鶏足山塊の泥質岩・珪質岩の年代を決定すべく、1,000 を超える試料採取を試みた。放散虫化石の保存は一般に悪く、年代決定された試料は200前後にすぎない。これまで、八溝山地鶏足山塊からは具体的な三疊紀の放散虫化石の報告はなく、また、ジュラ紀あるいは後期ジュラ紀放散虫についてもその産出地点が図示されたのみであった (指田ほか, 1982)。ここでは鶏足山塊から得られた放散虫動物群について構成種・年代が明らかなものを略述するとともに、高取ユニット中の砥石型頁岩から得られたコノドント化石についても述べる。なお、放散虫の年代論については主に、Yao (1982), Yoshida (1986), Sashida *et al.* (1993b), Matsuoka and Yao (1986), Hori (1990) および Matsuoka (1995) によった。

1) 三疊紀放散虫

三疊紀放散虫は高取ユニットのチャート層からのみ識別されている。種名まで決定できる放散虫

図 8 鶏足山塊から得られた前期三疊紀後期コノドントおよび中期三疊紀～前期ジュラ紀前期放散虫化石。
Fig. 8 Late Early Triassic conodonts and Middle Triassic to early Early Jurassic radiolarians from the Keisoku Mountain Block.

- 1, 2. *Neospathodus homeri* (Bender). ×100, HK-Tol.
3. *Neospathodus* cf. *Ns. homeri* (Bender). ×100, HK-Tol.
4. *Neohindeodella benderi* (Kozur and Mostler). ×100, HK-Tol.
- 5-7. *Neohindeodella aequiramosa* Kozur and Mostler. ×100, HK-Tol.
8. *Neohindeodella* cf. *Nh. triassica* (Müller). ×100, HK-Tol.
- 9, 11. *Triassocampe deweveri* (Nakaseko and Nishimura). 9: ×200, Loc. 20, 11: ×300, Loc. 33.
10. *Triassocampe* (?) *annulata* (Nakaseko and Nishimura). ×200, Loc. 20.
12. *Eptingium manfredi* Dumitrica. ×200, Loc. 25.
13. *Pseudostylosphaera japonica* (Nakaseko and Nishimura). ×200, Loc. 33.
14. *Xipha pessagno* (Nakaseko and Nishimura). ×300, Loc. 32.
15. *Canoptum triassicum* Yao. ×300, Loc. 31.
16. *Livarella* sp. ×150, Loc. 31.
17. *Parahsuum simplum* Yao. ×300, Loc. 27.

の産出はきわめて稀であるが、12 地点のサンプルから中期三畳紀の放散虫が、5 地点の試料から後期三畳紀の放散虫が識別された。

(1) 中期三畳紀放散虫

Loc. 13, 20, 25, および 33 (図 5) の試料からはそれぞれ *Pseudostylosphaera japonica* (Nakaseko and Nishimura), *Triassocampe? annulata* (Nakaseko and Nishimura), *Eptingium manfredi* Dumitrica, *Triassocampe deweveri* (Nakaseko and Nishimura) が得られた。それぞれの放散虫の層序学的な生存期間についてはまだ不明の点が少なくない (Sashida *et al.*, 1993b) が、これらの種は Yao (1982) による Ladinian を示す *Triassocampe deweveri* 群集の特徴種である。また、種名まで決定できないが、形態的な特徴から、Loc. 4, 5, 6, 10, 16, 22, 24, および 28 (図 5) の試料も中期三畳紀を示すと考えられる。

(2) 後期三畳紀放散虫

Loc. 19 および 32 (図 5) の試料から *Xipha pessagno* (Nakaseko and Nishimura) が得られた。本種の産出レンジは比較的短く (Carnian から Norian 中期: Blome, 1984), Yao (1982) の Carnian~Norian を示す *Triassocampe nova*

群集の特徴種である。

Loc. 17 および 31 (図 5) の試料から、*Canoptum triassicum* Yao および *Livarella* sp. が得られた。前者は Yao (1982) の中期 Norian~Rhaetian の *Canoptum triassicum* 群集の特徴種であり、後者は、最後期三畳紀 (Rhaetian) の代表的属である (Yoshida, 1986; Carter, 1993)。

2) ジュラ紀放散虫

前期ジュラ紀放散虫は高取ユニットのチャート層のみから得られている。中期ジュラ紀放散虫はチャートの直上に重なる珪質頁岩から、また後期ジュラ紀放散虫は淡緑色の頁岩から産出する。

(1) 前期ジュラ紀放散虫

Loc. 18 および 27 (図 5) の試料からは *Parahsuum simplum* Yao が識別された。本種は Yao (1982) の *Parahsuum simplum* 群集の特徴種であるが、産出レンジが比較的長く (Hettangian から Toarcian: Hori, 1990), 共存する放散虫の資料が少ないことから詳細な年代決定はできない。

HK1 セクション (試料番号 HK1-29-33) および YJ セクション (試料番号 YJ A-C) からは *Hsuum hisuikyense* Isozaki and Matsuda, *H. matsukai* Isozaki and Matsuda 等が得られて

図 9 鶏足山塊から得られた前期ジュラ紀後期~最後期ジュラ紀放散虫化石。

Fig. 9 Late Early Jurassic to latest Jurassic radiolarians from the Keisoku Mountain Block.

- 1, 2. *Hsuum hisuikyense* Isozaki and Matsuda. 1: $\times 200$, YJA, 2: $\times 200$ HK1-29.
3. *Hsuum* (?) *matsukai* Isozaki and Matsuda. $\times 200$ HK1-30.
- 4, 5. *Tricolocapsa conexa* Matsuoka. 4: $\times 450$, HK1-39, 5: $\times 450$, YJL.
- 6, 7. *Tricolocapsa plicarum* Yao. 6: $\times 300$, YJD, 7: $\times 300$, HK1-37.
8. *Tricolocapsa tetragona* Matsuoka. $\times 450$, HK1-38.
9. *Williriedellum* sp. A sensu Matsuoka. $\times 450$, YJL.
10. *Hsuum maxwelli* Pessagno. $\times 300$, YJJ.
11. *Stichocapsa robusta* Matsuoka. $\times 300$, HK1-40.
12. *Tricolocapsa yaoi* Matsuoka. $\times 450$, HK1-44.
- 13, 14. *Cinguloturris carpatica* Dumitrica. 13: $\times 300$, HK1-45, 14: $\times 300$, Loc. 26.
15. *Xitus gifuensis* Mizutani. $\times 300$, Loc. 26.
- 16, 17. *Pseudodictyomitra primitiva* Matsuoka and Yao. 16: $\times 300$, Loc. 26, 17: $\times 300$, Loc. 26.
18. *Solenotryma* (?) *ichikawai* Matsuoka and Yao. $\times 200$, Loc. 26.
19. *Parvicingula mashitaensis* Mizutani. $\times 300$, Loc. 26.
20. *Mirifusus mediodilatatus* (Rüst). $\times 150$, Loc. 26.
21. *Protunuma japonicus* Matsuoka and Yao. $\times 300$, Loc. 26.
22. *Archaeodictyomitra minoensis* (Mizutani). $\times 300$, Loc. 26.
23. *Orbiculiforma* (?) *kanayamaensis* Mizutani. $\times 200$, Loc. 26.
24. *Pseudodictyomitra okamurai* Mizutani. $\times 200$, Loc. 26.
25. *Ristola altissima* (Rüst). $\times 200$, Loc. 26.

いる。これらの種は Aalenian~Bajocian を示す *Hsuum hisuikyoense* 群集 (八尾, 1986) の特徴種である。ただしこれらの放散虫は両セクションとも中期ジュラ紀の示準種である *Tricolocapsa plicarum* Yao と共存しないことからその年代は Aalenian と考えられる。

(2) 中期ジュラ紀放散虫

前述の YJ セクションのチャートの上に重なる、チャートと珪質頁岩の互層から *Tricolocapsa plicarum* Yao および *T. ? cfr. fusiformis* Yao が得られた。これらの種は Matsuoka and Yao (1986) の Bajocian を示す *Tricolocapsa plicarum* 帯の特徴種である。このチャートと珪質頁岩の互層の上に灰色珪質頁岩が整合で重なる。この珪質頁岩には *Tricolocapsa plicarum*, *T. conexa* Matsuoka, *Hsuum maxwelli* Pessagno, *Stichocapsa robusta* Matsuoka および *Protunuma* sp. 等が含まれる。これらの種は Matsuoka and Yao (1986) の *Tricolocapsa conexa* 帯を特徴づける種であり、年代的には Bathonian~Callovian を示すと考えられる。

HK1 セクションの珪質頁岩 (HK1-34-43) からは YJ セクション同様 *Tricolocapsa plicarum* 帯および *T. conexa* 帯を特徴づける放散虫が得られている。

(3) 後期ジュラ紀放散虫

HK1 セクションの頁岩 (HK1-44, 45) からは *Cinguloturris carpatica* Dumitrica, *Tricolocapsa yaoi* Matsuoka などが得られた。この2種は Matsuoka (1986) により設定された *Tricolocapsa yaoi* 群集の代表的構成種である。

Loc. 3 (図5) の試料からは *Mirifusus mediodilatatus* (Rüst), *Parvicingula mashitaensis* Mizutani, および *T. yaoi* 等が得られた。これらは水谷 (1981) が Tithonian 初期の放散虫群集として設定した *Mirifusus baileyi* 群集の構成種である。

Loc. 8, 11, 21, および 26 (図5) の試料には Matsuoka (1995) の *Pseudodictyomitra primitiva* 帯に相当する放散虫が含まれている。特に、Loc. 26 の試料には鶏足山塊としては比較的保存

良好な *Protunuma japonicus* Matsuoka and Yao, *Solenotryma ? ichikawai* Matsuoka and Yao, *Archaeodictyomitra apiara* (Rüst) 等 *Pseudodictyomitra primitiva* 帯を特徴づける多数の放散虫が得られた。

3) 砥石型頁岩中のコノドント化石

高取ユニット中の HK-TO1 (図5) から採取された砥石型頁岩には多数のコノドントが含まれる。これらのコノドントは岩石試料上では壊れていることが多く、岩石表面上の化石のみを実体顕微鏡を用い観察・撮影した (図8-1~8)。識別されたコノドントには以下のような種が含まれる。*Neospathodus homeri* (Bender), *Ns. cfr. homeri* (Bender), *Ns. sp.*, *Neohindeodella aequiramosa* Kozur and Moster, *Nh. benderi* (Kozur and Moster), および *Nh. cfr. triassica* (Müller) 等である。これらのコノドントは Koike (1981) の *Neospathodus homeri* 帯に含まれる種である。また、Sashida *et al.* (1992) により足尾山地から報告された“砥石型頁岩”中のコノドント群集ときわめてよく類似する。Sashida *et al.* (1992) はそれぞれの種のレンジを検討し、このコノドント群集の示す年代を前期三畳紀 Spathian 後期とした。

V. 地質構造

南北に連なる八溝山地では、地層は長く伸びた S 字状に配列する。したがって、南部に位置する鶏足山塊では基本的に北東-南西方向の走向をもつ。ただし、山塊の北部ではより北よりの走向をもつようになる (図2)。傾斜は北西方に 30°~60° で、垂直に近い部分もある。

1) 断層

前述のように鶏足山塊の各ユニットは地層面に沿う断層により接している。また、高取ユニットのチャート層の下位には“砥石型頁岩”を伴うことがあり、その下底には常に厚さ数 cm~数 10 cm の破碎部を伴う明瞭な断層が存在する。特に岩瀬町北西部の石塚興業採石場内において観察された国見山ユニットと高取ユニットの境界をなす断層は、幅数 m の破碎帯を伴う。“砥石型頁岩”

を伴わない場合も、チャート層の下底がやはり断層によって切られており、これらの断層によって、チャート-碎屑岩シークエンスからなる層序ユニットが繰り返し出現する。チャート層中にも佐藤ほか(1989)が図示した(佐藤ほか, 1989の図17および19)ように、地層面に沿うものや、地層面に直交あるいは斜交する断層が発達するのが普通である。八溝山地の多くの地点で、碎屑岩中に特徴的な正断層・逆断層が観察され、それらのあるものは地すべりに起因する地層の再移動を示す証拠とされている(Aono, 1985; 佐藤ほか, 1989)。

2) 褶曲

鶏足山塊では筆者らの検討ではチャート層中の褶曲以外あまり顕著に認められない。チャート層中では波長数10 cmから数mの閉じた褶曲が発達し、この褶曲と多数の小断層により長径数cm~数mのブロック化した岩体が含まれる。鶏足山塊の地質構造について笠井(1978, 1981)や滝沢・笠井(1981)は山塊の中央部で正常層と逆転層が平行配列するのが観察されるとして、東側に傾斜した軸をもつ等斜褶曲構造が存在する考えを示した。逆転層はこの等斜褶曲構造の逆転した翼部で、この褶曲構造が逆断層により何回も繰り返しているとした。筆者らは鶏足山塊の碎屑岩中で斜交葉理や級化構造をもとに地層の上下判定を試みたが、結果的には逆転層の存在は数地点で観察されたのみであった。また、逆転層は走向方向に連続することはなく、多くの場合、数mの露頭規模の範囲で確認された。碎屑岩中の逆転層の存在は等斜褶曲を示すというよりは著しく揃断され、ブロック化した碎屑岩の逆転部をみているものと思われる。

VI. 考 察

1) 丹波・美濃および足尾帯との比較

八溝山地にみられる堆積岩類は西南日本内帯丹波・美濃帯や足尾山地にも広く分布することが知られている。これらの堆積岩類については多くの研究者により、層序、構造、年代などに関して様々な研究が行なわれている。ここでは、Nakae(1993)による丹波帯の研究、Wakita(1988b)

およびOtsuka(1988)による美濃帯の研究、そしてKamata(1996)による足尾山地の研究から、八溝山地鶏足山塊中生界との年代・岩相の比較を簡単に試みる。

Nakae(1993)は丹波帯の堆積岩類をその岩相・地質構造の特徴および年代に基づいて、A~Gの7つのコンプレックスに区分した。このうち、コンプレックスGは三畳紀から中期ジュラ紀のチャート、中期ジュラ紀の珪質頁岩、中期ジュラ紀後期から後期ジュラ紀の頁岩など、走向方向に連続する岩塊により特徴づけられる。これらは鶏足山塊の特に、高取ユニット・鮎田ユニットの特徴によく類似するものである。

Wakita(1988b)は美濃帯中央部の堆積岩類について、年代・岩相の特徴から、6つのユニットに区分した。そのうちの金山ユニットは前期三畳紀後期の“砥石型頁岩”，中期三畳紀から中期ジュラ紀のチャートおよび中期ジュラ紀後期から最前期白亜紀の珪質頁岩などの様々な大きさの岩塊を含む後期ジュラ紀から最前期白亜紀の混在岩層とし、その成因の一部を泥ダイアビルとしている。今回の検討では鶏足山塊からは泥ダイアビルを示すような証拠は得られなかったが、年代に関しては最前期白亜紀は除外して金山ユニットに比較できるものである。

Otsuka(1988)は美濃帯東部の堆積岩類を7つのコンプレックスに区分した。このうち、味噌川コンプレックスは砂岩優勢の部分と混在岩層からなる部分からなる。混在岩層は泥質基質中に“砥石型頁岩”チャート、砂岩、石灰岩、緑色岩の岩塊を含み、泥質基質中からは後期ジュラ紀を示す*Mirifusus baileyi*群集の放散虫化石が報告されている。また、経ヶ岳コンプレックスはチャート、石灰岩、緑色岩などを異地性岩塊として含む砂岩および泥岩により特徴づけられる。珪質頁岩や頁岩からは*Mirifusus baileyi*群集に比較される放散虫群集が得られている。異地性岩塊の大きさや量比については鶏足山塊との直接の対比は困難であるが、鶏足山塊の年代に関しては、味噌川および経ヶ岳コンプレックスに比較できるものである。

Kamata (1996) は足尾山地南部に分布する中・古生代堆積岩類を黒保根-桐生、大間々および葛生の3つのコンプレックスに区分した。このうち、“砥石型頁岩”，チャート，頁岩，碎屑岩，石灰岩，緑色岩等からなる構成岩類と同じ地層の構造的な繰り返して特徴づけられる葛生コンプレックスは鶏足山塊中生層と岩層・構造的に比較できる。しかしながら，これらのコンプレックスの最も若い碎屑岩の年代が後期ジュラ紀前期であり，鶏足山塊が後期ジュラ紀後期であることから，年代的には比較できないことになる。

2) 鶏足山塊中生界の形成過程

近年，西南日本内帯・外帯のジュラ系堆積物についてその堆積の場，テクトニクス等について多くの研究が行なわれている（例えば，Wakita, 1988b; Matsuoka, 1992; Isozaki, 1996 など）。これらの研究では，これらの堆積物は海洋プレート上の遠洋～半遠洋性堆積物が海洋プレートが大陸プレートとの収束域に達したときに，陸源堆積物と混在し，陸側に付加された付加体堆積物からなるとされている。また，チャート-碎屑岩からなるシーケンスの繰り返しやメラングジェ堆積物の形成機構も説明できるとされている（例えば，Matsuda and Isozaki, 1991）。

ここでは，今回の検討により明らかとなった鶏足山塊の層序・年代学的資料および地層の特徴から，その地層形成の場・過程について略述する。

鶏足山塊全体の地質から復元される初生層序は，付加体に特徴的な海洋プレート層序の存在や，その繰り返しが見られることから，これらの特徴が顕著である高取ユニットの初生層序に近いものであると判断される。前述のように，チャート，珪質頁岩および碎屑岩からなる高取ユニットは，基本的に下位より前期三畳紀 Spathian 後期の“砥石型頁岩”，中期三畳紀 Ladinian から前期ジュラ紀 Aalenian のチャート，中期ジュラ紀 Bajocian から Callovian の珪質頁岩，後期ジュラ紀 Tithonian の碎屑岩という順に，累重するチャート-碎屑岩シーケンスおよびその繰り返しにより特徴づけられることが明らかになった。Matsuda and Isozaki (1991) によれば，放散虫殻を多量

に含み粗粒な碎屑粒子を含まない遠洋性のチャート，同様に放散虫殻とシルトサイズの碎屑粒子を含む半遠洋性の珪質頁岩，そして粗粒な碎屑岩からなる層序は，チャートの堆積する遠洋域から碎屑岩の堆積する海溝付近への海洋プレート上の堆積場の移動を示すものとした。また，このような上方粗粒化を示すチャート-碎屑岩シーケンス（松岡，1989 など）は海洋プレートが大陸プレートの下に沈み込む際に，海洋プレート上の堆積物が陸側に剥ぎとり-付加される過程で形成され，断層によって同じ層序が何回も繰り返すとされている（例えば，Lash, 1985; Taira *et al.*, 1989; Matsuda and Isozaki, 1991）。さらに，碎屑岩あるいは異なる年代の異地性岩塊を含む碎屑岩は，海洋プレートが海溝付近で沈み込む際の海溝充填堆積物と考えることができる。Kimura and Hori (1993) および鎌田 (1997) は，このようなチャート-碎屑岩シーケンスが覆瓦構造を形成する初期の過程において，“砥石型頁岩”がデコルマ面の機能を果たすことを指摘している。彼らによれば，覆瓦構造の最下部の剪断帯は常に“砥石型頁岩”によって構成される。このような特徴は，前述のように高取ユニットのチャート-碎屑岩シーケンスの最下部をしめる“砥石型頁岩”にも観察されることである。

また，笠間ユニット下部にみられる赤紫凝灰岩・チャート，その上位に重なる淡緑色頁岩-砂岩という上方粗粒化の層序は，高取ユニットほど明瞭ではないが，チャート-碎屑岩シーケンスを示しているといえる。本ユニットの上部の砂岩，碎屑岩中に含まれるチャート，石灰岩，緑色岩のレンズ状岩体は海溝充填堆積物中の異地性堆積物と考えられる。前述のように，高取ユニットの碎屑岩にはその堆積構造から，かなり浅海域で堆積した地層も含まれる。これらの浅海性堆積物が，海溝充填堆積物とともにチャート-碎屑岩シーケンスの最上位を占めていることに関しては，現時点では十分な解釈はできていない。八溝山地には，多くの地点で地滑り様構造の存在が確認されており（Aono, 1985 など），浅海性堆積物が地滑りにより海溝付近に達した可能性があることをも含め，

図 10 西南日本の地体構造を示す図。

1. 丹波-美濃-足尾帯, 2. 西南日本外帯, 3. 超丹波帯, 4. 断層および推定断層, M.T.L.: 中央構造線, I.-S.T.L.: 糸魚川-静岡構造線, T.T.L.: 棚倉構造線

Fig. 10 Map showing the geologic units in Southwest Japan.

1. Tamba-Mino-Ashio Belt, 2. Outer Zone of Southwest Japan, 3. Ultra-Tamba Belt, 4. fault and inferred fault, M.T.L.: Median Tectonic Line, I.-S.T.L.: Itoigawa-Shizuoka Tectonic Line, T.T.L.: Tanakura Tectonic Line

これら浅海性堆積物の存在は八溝山地全域の構造発達史を議論する上で重要な点である。高取ユニットの構造的上位に重なる鮎田ユニット、笠間ユニットの上位に位置する国見山ユニットは基本的に砂岩・頁岩の互層からなり、これらのユニットもチャート-碎屑岩シーケンスの一部をなす海溝充填堆積物と考えることができる。

前述のように、足尾山地の中・古生界堆積岩類の碎屑岩の最も若い年代は後期ジュラ紀前期であり、鶏足山塊のそれより古い。また、足尾山地南東部に分布する葛生コンプレックス (Kamata, 1996) の東端部は北北東-西南西の走向を有し、北西側に傾斜する。さらに、岩相的にもチャート・碎屑岩を主体とすることから、新生代堆積物により被覆されており、直接の比較・検討は困難であるが、足尾山地と八溝山地は一連の地質体と考えられる。構造的低位に位置する八溝山地はより若い碎屑岩からなり、松岡 (1989) や Matsuda and

Isozaki (1991) の付加体形成モデルによれば、足尾山地と八溝山地を形成する付加体堆積物が順次海洋側に付け加わっていくことで解釈できる (例えば, Nakae, 1993; Kamata, 1996)。

3) フッサマグナ以东での内帯中・古生界の配列

酒井ほか (1989) は、群馬県下仁田町周辺に分布する南蛇井層から最後期ジュラ紀～最前期白亜紀の放散虫動物群の産出を報告した。彼等によると、南蛇井層は中央構造線に沿い、内帯南縁部に分布する非変成の中生界からなるとしている。一方、群馬県片品川上流地域には超丹波帯に相当する碎屑岩の産出が報告され、尾名沢層と命名されている (矢野ほか, 1993)。図 10 に示すように、年代・層序・構造地質学的な資料は十分とは言えないが、糸魚川-静岡構造線、棚倉構造線に挟まれた、足尾・八溝山地および尾名沢層、南蛇井層の分布域は北西～南東に向かい、超丹波、丹波・

美濃帯と同様な地層配列を示すことが明らかとなった。

謝 辞

本報告をまとめるにあたり、筑波大学猪郷久義名誉教授には日頃から激励を受け、貴重な意見を賜った。また、山口大学鎌田祥仁博士には有益な議論をしていただいた。筑波大学小崎四郎氏には作図の際にお世話になった。石塚興業株式会社ならびに山重興業株式会社には野外調査の際に便宜を図っていただいた。ここに記して感謝の意を表する。

文 献

- Aono, H. (1985): Geologic structure of the Ashio and Yamizo Mountains with special reference to its tectonic evolution. *Sci. Rep., Inst. Geosci., Univ. Tsukuba, Sec. B*, **6**, 21-57.
- Blome, C.D. (1984): Upper Triassic Radiolaria and radiolarian zonation from western North America. *Bull. Am. Paleont.*, **85**, 1-88.
- Carter, E.S. (1993): Biochronology and Paleontology of uppermost Triassic (Rhaetian) radiolarians, Queen Charlotte Islands, British Columbia, Canada. *Mémoires de Géologie (Lausanne)*, **11**, 1-175.
- 藤本治義・畠山久重 (1938): 茨城県鶏足山塊産上部古生代化石 (予報). 地質学雑誌, **45**, 377-378.
- Hori, R. (1990): Lower Jurassic radiolarian zones of SW Japan. *Trans. Proc. Palaeont. Soc. Japan, N.S.*, **159**, 562-586.
- 猪郷久義 (1972): 新しい示準化石—コノドント—. 地学雑誌, **81**, 142-151.
- Isozaki, Y. (1996): Anatomy and genesis of a subduction-related orogen: A new view of geotectonic subdivision and evolution of the Japanese Islands. *The Island Arc*, **5**, 289-320.
- Kamata, Y. (1996): Tectonostratigraphy of the sedimentary complex in the southern part of the Ashio Terrane, central Japan. *Sci. Rep., Inst. Geosci., Univ. Tsukuba, Sec. B*, **17**, 71-107.
- 鎌田祥仁 (1997): 足尾帯葛生地域におけるチャート—碎屑岩シークエンスの復元. 地質学雑誌, **103**, 343-356.
- Kanomata, N. (1961): The geology of the Yamizo, Torinoko and Toriashi Mountain Blocks and their geologic age. *J. Coll. Art. Sci., Chiba Univ.*, **3**, 351-367.
- 笠井勝美 (1978): 八溝山系の地質構造に関する新知見. 地質学雑誌, **84**, 215-218.
- 笠井勝美 (1981): 八溝山塊の地質構造. 中生代造構作用の研究, **3**, 221-225.
- Kawada, K. (1953): Geological studies on the Yamizo, Torinoko and Toriashi Mountain Blocks and their neighbourhood in the North-eastern Kwanto District. *Sci. Rep., Tokyo Bunrika Daigaku, Sec. C*, **2-15**, 129-219.
- Kimura, K. and Hori, R. (1993): Offscraping accretion of Jurassic chert-clastic complexes in the Mino-Tamba Belt, central Japan. *J. Struct. Geol.*, **15**, 145-161.
- Koike, T. (1981): Biostratigraphy of Triassic conodonts in Japan. *Sci. Rep., Yokohama Natl. Univ., Sec. II*, **28**, 25-42.
- Lash, G.G. (1985): Recognition of trench fill in orogenic flysch sequences. *Geology*, **13**, 867-870.
- Matsuda, T. and Isozaki, Y. (1991): Well-documented travel history of Mesozoic pelagic chert in Japan: From remote ocean to subduction zone. *Tectonics*, **10**, 475-499.
- Masuda, F., Katsura, Y., Sato, T., Aono, H., Makino, Y. and Igo, H. (1980): Shallow marine deposits of Triassic-Jurassic age in the Yamizo and Ashio Mountains, Northern Kanto, Japan. *Ann. Rep., Inst. Geosci., Univ. Tsukuba*, **6**, 62-69.
- Matsuoka, A. (1986): *Tricolocapsa yaoi* Assemblage (Late Jurassic radiolarians) from the Togano Group in Shikoku, Southwest Japan. *J. Geosci., Osaka City Univ.*, **29**, 101-115.
- 松岡 篤 (1989): ジュラ紀テレーンをつなぐ鍵—チャート・碎屑岩シークエンス—. 構造地質 (構造地質研究会誌), **34**, 135-144.
- Matsuoka, A. (1992): Jurassic-Early Cretaceous tectonic evolution of the Southern Chichibu terrane, southwest Japan. *Palaeogeogr., Palaeoclimat., Palaeoecol.*, **96**, 71-88.
- Matsuoka, A. (1995): Middle Jurassic-Lower Cretaceous radiolarian zonation in Japan and the Western Pacific, and age assignments based on the Unitary associations method. *Mémoires de Géologie (Lausanne)*, **23**, 1049-1057.
- Matsuoka, A. and Yao, A. (1986): A newly proposed radiolarian zonation for the Jurassic of Japan. *Marine Micropaleont.*, **11**, 91-105.
- 水谷伸治郎 (1981): 飛騨金山のジュラ紀層について. 瑞浪市化石博物館報告, **8**, 147-190.
- Nakae, S. (1993): Jurassic accretionary complex of the Tamba Terrane, Southwest Japan, and its formative process. *J. Geosci., Osaka City Univ.*, **36**, 15-70.
- Otsuka, T. (1988): Paleozoic-Mesozoic sedimentary complex in the eastern Mino Terrane, Central Japan and its Jurassic tectonism. *J. Geosci., Osaka City Univ.*, **31**, 63-122.

- 酒井 彰・藤森秀彦・竹内圭史・牧本 博・木村克己・高橋秀雄 (1989): 群馬県下仁田町の南蛇井層からジュラ紀放射虫化石の産出とその意義. 日本地質学会第96年学術大会講演要旨, 154.
- 指田勝男・猪郷久治・猪郷久義・滝沢 茂・久田健一郎・柴田知則・塚田邦治・西村はるみ (1982): 関東地方のジュラ系放射虫化石について. 大阪微化石研究会誌, 特別号, 5, 51-66.
- Sashida, K., Igo, Hy., Igo, Hi., Takizawa, S. and Hisada, K. (1982): On the occurrence of Jurassic radiolarians from the Kanto Region and Hida Mountains, central Japan. *Ann. Rep., Inst. Geosci., Univ. Tsukuba*, 8, 74-77.
- Sashida, K., Kamata, Y. and Igo, Hy. (1992): "Toishi-type shale" in the Ashio Mountains, central Japan. *Ann. Rep., Inst. Geosci., Univ. Tsukuba*, 18, 59-66.
- Sashida, K., Igo, Hy. and Sato, T. (1993a): Late Jurassic radiolarians from the Yamizo Mountains. *Ann. Rep., Inst. Geosci., Univ. Tsukuba*, 19, 33-42.
- Sashida, K., Nishimura, H., Igo, H., Kazama, S. and Kamata, Y. (1993b): Triassic radiolarian faunas from Kiso-fukushima, Kiso Mountains, central Japan. *Sci. Rep., Inst. Geosci., Univ. Tsukuba, Sec. B*, 14, 77-97.
- 佐藤 正・指田勝男・青野宏美 (1987): 八溝山地における重力すべり構造とその意義. 地学雑誌, 96, 369-379.
- 佐藤 正・指田勝男・笠井勝美 (1989): 八溝山地の中生界. 日本地質学会第96年学術大会, 見学旅行案内書, 31-54.
- 鈴木陽雄・佐藤 正 (1972): 鶏足山地からジュラ紀菊石の産出. 地質学雑誌, 78, 213-215.
- 田切美智雄・大倉智恵子 (1979): 日立および鶏足山地地域の変火山岩類, 特にそれらの火成活動場と棚倉構造線について. 地質学雑誌, 85, 679-689.
- Taira, A., Tokuyama, H. and Soh, W. (1989): Accretion tectonics and evolution of Japan. In Ben-Avraham, Z. ed.: *The evolution of the Pacific Ocean margins*. Oxford University Press, New York, 100-123.
- 滝沢文教・笠井勝美 (1981): 鶏足山塊の地質構造 (その2). 中生代造構作用の研究, 3, 227-232.
- 通産省資源エネルギー庁 (1990): 平成元年度希少金属鉱物資源の賦存状況調査報告書, 笠間地区. 211p.
- Wakita, K. (1988a): Early Cretaceous melange in the Hida-Kanayama area, central Japan. *Bull. Geol. Surv. Japan*, 39, 367-421.
- Wakita, K. (1988b): Origin of chaotically mixed rock bodies in the Early Jurassic to Early Cretaceous sedimentary complex of the Mino terrane, central Japan. *Bull. Geol. Surv. Japan*, 39, 675-757.
- Walker, R.G. and Plint, A.G. (1992): Wave- and Storm-Dominated Shallow Marine Systems. In Walker, R.G. and James, N.P. eds.: *Facies models*. Geological Association of Canada, 219-238.
- 矢野賢治・石田啓介・双木英人・阪元恵一郎・加藤孝幸 (1993): フォッサマグナ東方における超丹波帯相当層の発見. 日本地質学会第100年学術大会講演要旨, 456.
- Yao, A. (1982): Middle Triassic to Early Jurassic radiolarians from the Inuyama area, Central Japan. *J. Geosci., Osaka City Univ.*, 25, 53-70.
- 八尾 昭 (1986): 日本のジュラ系放射虫化石帯の年代と国際対比. 大阪微化石研究会誌, 特別号, 7, 63-74.
- Yoshida, H. (1986): Upper Triassic to Lower Jurassic radiolarian biostratigraphy in Kagamigahara City, Gifu Prefecture, Central Japan. *J. Earth Sci., Nagoya Univ.*, 34, 1-21.
- 吉田 尚・笠井勝美・青木ちえ (1976): 八溝山系の地質と足尾帯の構造. 地質学論集, 13, 15-24.

(1997年10月2日受付, 1998年4月20日受理)