足尾帯葛生地域におけるチャート-碎屑岩シーケンスの復元

Reconstruction of chert-clastic sequence of the Ashio Terrane in the Kuzu area, central Japan

Abstract

鎌田祥仁*

Yoshihito Kamata*

1996年7月16日受付.

1996年12月3日受理.

* 筑波大学地球科学研究科.

Doctoral Program in Geoscience, University of
Tsukuba, Ibaraki 305, Japan

Sedimentary complex, widely distributed in the Kuzu area of the Ashio Mountains, central Japan, is characterized by tectonic repetition of coherent stratigraphic sequence of pelagic to terrigenous sedimentary rocks with huge thrust bodies of limestone and greenstone. This complex is subdivided into three tectonostratigraphic units. Units 1 and 3 are composed of the Triassic to early Late Jurassic chert-clastic sequence which primarily consists of siliceous claystone, bedded chert, siliceous shale, and coarse clastic rocks in ascending order. The primary succession of the chert-clastic sequence was reconstructed by interrelationship of each type of rock and by radiolarian dating. Unit 2 is made up of Middle Permian greenstone and limestone which are attributed to part of seamounts capped by calcareous rocks.

Reconstruction of the chert-clastic sequence contributed to recognition of imbricate structure which was formed by tectonic repetition of the sequences. Each slice does not include commonly all of the reconstructed succession and a part of the succession is excluded. The basal part of the slices commonly consists of siliceous claystone. It is suggested that the siliceous claystone functioned as tectonic discontinuous zone in formative process of the imbricate structure.

Key words: Ashio Terrane, chert-clastic sequence, imbricate structure, primary stratigraphy, radiolaria

はじめに

関東平野の北方に位置する足尾山地には、主に緑色岩類、石灰岩、チャート、碎屑岩からなる堆積岩コンプレックスが広く分布する。その分布域は足尾帯と呼ばれ西南日本内帯の美濃・丹波帯の東方延長と考えられている。特に栃木県葛生町周辺に分布する石灰岩はフズリナ化石を豊富に含み、従来から古生物学的・層序学的研究が数多く行われてきた(渡辺ほか, 1957; 吉田, 1956, 1957; 藤本, 1961 など)。また構造地質学的検討においても、小池ほか(1971)によりペルム系石灰岩および緑色岩類が三畳系チャートに衝上する葛生衝上断層が発見されたのをはじめ、柳本(1973)は大規模な3つの衝上断層による覆瓦構造を提唱している。さらに狩野(1982)、Aono(1985)は露頭規模における変形構造の検討から葛生地域のナッペ構造について重力崩壊による形成プロセスを提唱している。一方、丹波・美濃帯では1970年代のコノドント化石、さらに1980年代からの放散虫化石層序を基礎とした年代論が展開され、種々の堆積岩類の年代が明らかにされてきた。また地質年代の解明に伴って、同帯の堆積岩類の複雑な地質構造や混在様式が判明し、これらの構成岩類は主に堆積岩類からなる堆積岩コンプレックスとしてとらえら

れている。さらに微化石が示す年代と各岩相間の関係から初生的層序の復元がなされ、構成岩類の堆積および形成の場、垂直的岩相変化に表される堆積場の移動と堆積環境の変化、付加年代の特定などが議論されている。これらの研究結果によれば丹波・美濃帯の碎屑岩類のほとんどがジュラ系で、同帯は中期ジュラ紀～最前期白亜紀の付加コンプレックスである(Wakita, 1988; Otsuka, 1988; Nakae, 1992 など)。これに対し足尾帯についてはいくつかの報告例(指田ほか, 1982; Aono, 1985; 荒川, 1986)があるものの、放散虫化石による詳細な年代論および層序・構造地質学的検討例は少なく、足尾帯の堆積岩コンプレックスの年代学的考察は不十分であった。本研究は以上の状況を鑑み足尾山地南東部に分布する堆積岩コンプレックスの形成史を明らかにすることを目的とし、その最初のステップとして調査地域に広く分布するチャートおよび泥質岩の放散虫化石による年代論を中心に検討を行った。その結果、各岩相間の累重関係と放散虫化石が示す年代から、下位より珪質粘土岩→チャート→珪質頁岩→碎屑岩の順で累重する初生的層序を明らかにすることができた。さらにこれまでに柳本(1973)が示した覆瓦構造よりオーダーが小さく下部三畳系珪質粘土岩を下底面として、初生的層序が繰り返す覆瓦構造を明らかにすることができた。

Fig. 1. Index map showing distribution of Inner Zone of southwest Japan (A), and outline of geology of the Ashio Mountains (B). T.T.L.: Tanakura Tectonic Line, I-S.T.L.: Itoigawa-Shizuoka Tectonic Line, M.T.L.: Median Tectonic Line.

本研究を進めるにあたり、筑波大学猪郷久義名誉教授には終始有益なご助言を賜った。筑波大学小川勇二郎教授には粗稿を校閲していただくとともに貴重なご意見を賜った。同大学の指田勝男助教授には野外調査および室内作業等で常にご指導を受け、また粗稿を校閲していただいた。さらに野外調査の際、住友セメント株式会社、吉沢石灰工業株式会社、東京石灰工業株式会社、青木建材工業株式会社、三井松島産業株式会社の多くの方々に便宜をはかっていただいた。以上の方々に厚く御礼申し上げる。

研究史および地質概説

足尾山地に広く分布する足尾帯の堆積岩コンプレックスは、その北部では白亜紀～古第三紀の火山岩類および花崗岩類に貫かれ、西部は赤城山などの第四紀火山岩類によって覆われている (Fig. 1)。このうち南東部に分布する堆積岩コンプレックスは石灰岩、緑色岩類、珪質粘土岩、チャート、珪質頁岩、頁岩、砂岩等からなる (Fig. 2)。これらはその軸が北東-南西方向で南西にプランジした向斜構造を形成し、馬蹄形を呈して分布する。調査地域の一般走向は北西部で北東-南西で南東に傾斜、東部では南-北で西に傾斜、南部で北東-南西で北西に傾斜する。葛生地域の足尾帯についてこれまでに、数多くの地質学的・古生物学的報告が行われた (Fig. 3)。これらのうち石灰岩に含まれるフズリナ化石によって年代を求めた古典的研究でその年代は古生代とされてきた。例えば、藤本 (1961) は葛生地域の堆積岩コンプレックスを下位の栃木層群 (Carboniferous?-Permian) と上位の安蘇層群 (Permian) に区分し、両層群を Fig. 3 のように細分している。またその層序関係をすべて一連整合の堆積物とした。その後、Koike et al. (1970)、小池ほか (1971) は栃木層群中の中妻層のチャートに三畳紀コノドントが含まれる

こと、出流層の下底に衝上断層が存在することから、この地域の地層が衝上断層により繰り返していることを指摘した。柳本 (1973) も衝上岩体の重なり合う構造を明らかにしているが、会沢層の砕屑岩類を三畳紀とするなどその年代論には多くの問題が含まれる。また特に葛生地域のナッペ構造について狩野 (1982)、Aono (1985) は露頭規模における変形構造の検討から重力崩壊による形成史を提唱している。最近筆者は放散虫化石層序と Tectonostratigraphy を用いて広く足尾山地南部の層序・構造の検討を行っている (Kamata, 1996)。今回報告する地域は足尾山地の南東部の栃木県安蘇群葛生町、田沼町を中心とした地域で、筆者 (Kamata, 1996) の葛生コンプレックスの分布域に相当する。

今回筆者は岩相や放散虫化石が示す年代、構造をもとに葛生コンプレックス (Kamata, 1996) を 3 つの tectonostratigraphic unit に細分した。各ユニットは層理面にほぼ平行な断層によって接し、馬蹄形の外側から内側に、ユニット 1, 2, 3 の順に分布する (Fig. 4)。ユニット 1 は下部三畳系～上部ジュラ系下部のチャート-砕屑岩シーケンス、ユニット 2 はペルム系の炭酸塩岩類・緑色岩類、ユニット 3 は下部三畳系～上部ジュラ系下部のチャート-砕屑岩シーケンスから構成される。

各ユニットの記載

(1) ユニット 1

＜概要＞ ユニット 1 は藤本 (1961) の中妻層および会沢層に、Iijima et al. (1989) で autochthon とされた地層に相当し、砂岩、砂岩頁岩互層、チャートを主体とし珪質頁岩、珪質粘土岩、頁岩を伴う。本ユニットは調査地域において構造的最低位を占め、北部および東部から南部まで大きく弧状を呈して分布する。見かけの厚さは北部で約 1,000 m、北東部、南部で約 2,000 m に達する。

＜見かけの層序＞ 本ユニットの下部は砂岩頁岩互層と側方への連続性のよいチャート、中部は塊状もしくは厚く成層した砂岩、上部は砂岩頁岩互層が卓越する (Fig. 5)。チャートには珪質粘土岩、珪質頁岩が伴われることが多い。上部の砂岩頁岩互層には灰色または灰緑色のシルト質頁岩を伴う。

＜岩相＞

砂岩、砂岩頁岩互層；厚く成層する砂岩は灰～暗灰色の中粒砂岩で平行葉理がしばしばみられる。この砂岩は単結晶石英が卓越するアレナイトで、石英の分級度ならびに円磨度が低い。一方頁岩と互層する砂岩は灰～暗灰色の中～粗粒砂岩で平行葉理、斜交葉理、荷重痕などの堆積構造が頻繁にみられる。さらに単層の下部に頁岩のパッチを含むものもみられる。鏡下では前述の砂岩と同様に単結晶石英が卓越するアレナイトで、一部は石英の分級度がよい。互層をなす頁岩は一般に砂質で暗灰～黒色、暗緑色を呈する。この頁岩は白雲母片に富み、層理面に平行もしくは緩く斜交する直径 2-3 mm の管状の生痕化石を含む。

チャート；チャートは見かけの厚さ 10～100 m で走向方向に数 km 連続する。これらは灰～暗灰～黒色を呈し、単層の厚さは 3～5 cm で数 mm の珪質泥岩の薄層 (フィルム) を挟

Fig. 2. Geologic map and profiles of the three tectonostratigraphic units of the Kuzu area. Legends, 1 : sandstone, 2 : alternation of sandstone and shale, 3 : siliceous shale, 4 : chert, 5 : siliceous claystone, 6 : limestone, 7 : greenstone, 8 : strike and dip, 9 : fault.

む。また波長 50~200 cm の小褶曲や層理面にはほぼ平行な小断層が発達している。

珪質粘土岩；チャートに付随する珪質粘土岩は新鮮な部分は灰緑色または灰色を、風化した部分は褐色もしくは黄褐色を呈している。一般に層厚が数 cm の明瞭な層理を呈し、有機物に富んだ黒色珪質粘土岩と互層することもあり。鏡下では主に微晶質石英粒子や粘土鉱物からなり、薄層状の黒色の

有機物や自形を呈した黄鉄鉱などが含まれる。この珪質粘土岩はシルトサイズより大きい碎屑粒子を含まないことや、弱い剥離面をもつなどの岩石学的特徴から Imoto (1984) の“砥石型頁岩”に相当する。なお鎌田 (1995) で報告された前期三畳紀の放散虫化石を含む黒色チャート、黒色珪質粘土岩は、本ユニットに含まれる。

珪質頁岩；珪質頁岩は淡灰色、緑灰色を示す。単層数 cm

	Yoshida (1956, 57)	Watanabe et al. (1956)	Fujimoto(1961) Hatori (1965)		Koike et al. (1971) Yanagimoto (1973)		This study	
Carboniferous - Permian	Mikagura F.	Ashikaga G.	Aso G.	Mikagura F.	Triassic	Mikagura F.	Permian to Late Jurassic sedimentary complex	UNIT 3
	Maki F.			Maki F.		Maki F.		
	Adoyama F.			Adoyama F.		Adoyama F.		
	Nabeyama F.	Kuzu G.		Nabeyama F.	Permian	Nabeyama F.		UNIT 2
				Karasawa M.				
				Hanetsuru M.				
				Yamasuge M.				
				Izuru F.		Izuru F.		
	Aisawa F.		Tochigi G.	Aisawa F.	Triassic	Aisawa F.		UNIT 1
		Nakatsuma F.	Nakatsuma F.					

Fig. 3. Stratigraphic correlation of the Kuzu area. Abbreviation, G : Group, F : Formation. Thin line : conformity ; thick line : fault contact.

Fig. 4. Outline map showing division of units and the route of the columnar sections (Fig. 5).

～10 cm で層状チャートのように明瞭な層理面をもつことが多く、半波長数 m の閉じた褶曲もしばしばみられる。鏡下では粘土鉱物、微晶質石英粒子を主体として、円磨度の低い碎屑性石英粒子、長石類、雲母類、さらにジルコンなどの重鉱物を含むことが観察される。珪質頁岩は一般に保存良好な放散虫化石を含む。また一部には酸性凝灰岩の薄層を挟む。

頁岩；頁岩は灰緑色、暗灰緑色を呈し、砂岩と互層する頁岩に比較して鱗片状もしくはスレート状劈開の発達が著しい。灰緑色を呈するものはシルト質なものが多く一般に塊状を呈するが、破断した砂岩頁岩互層中に長径数 m のブロックとして挟在するものもある。以上のほかに分布が狭く地質図上には表現していないが混在岩も認められる。この混在岩は直径数 cm の円礫を含む含礫頁岩を基質として、長径数 10 cm～数 m のチャートやチャート角礫岩のブロックを含んで

Fig. 5. Lithologic columnar sections of the Kuzu area. Route of these sections are shown in Fig. 4.

いる。

＜産出化石＞ 調査地域のチャート、珪質頁岩および頁岩の試料から放散虫化石の抽出を試みた。その結果、約 200 個

Fig. 6. Map showing localities of radiolarian bearing rocks of study area.

の試料から 200 種以上の放散虫化石を識別し, Matsuoka et al. (1994), Sugiyama (1992), Yao (1982) などによる放散虫化石群集の年代論に基づいて地質年代を検討した。放散虫化石のリストを Tables 1, 2, 3 に, 産出地点を Fig. 6 に示す。

チャートからは, Yao (1982) の *Triassocampe deweveri* 群集, *T. nova* 群集, *Canoptum triassicum* 群集, *Parahsuum simplum* 群集, および *P. (?) grande* 群集 (Hori, 1990), *Unuma echinatus* 群集に相当する放散虫化石が得られている (Tables 1, 2, 3 の Unit 1)。これらの群集の年代は Matsuoka et al. (1994) によって示されており, それに基づく三畳紀中世後期 (Ladinian) ~ ジュラ紀中世中期 (Bathonian 前期) と考えられる。珪質粘土岩の年代は互層する黒色チャートから *Parentactinia nakatsugawaensis* 群集 (Sugiyama, 1992) の特徴種が報告されており (鎌田, 1995), 三畳紀古世後期と考えられる。珪質頁岩には *U. echinatus* 群集 (IZW-31, 32, SPS-02) と *Guxella nudata* 群集 (SPS-04) の特徴種が含まれ, その堆積年代はジュラ紀中世の Bajocian ~ Callovian 前期 (Matsuoka et al., 1994) と考えられる。砂岩頁岩互層の黒色頁岩 (AOKI-09) からは *G. nudata* 群集の特徴種が得られていることから, その堆積年代はジュラ紀中世の Bathonian 後期 ~ Callovian 前期 (Matsuoka et al., 1994), シルト質の灰緑色頁岩 (IZW-20,

30, 42) からは, 松岡・八尾 (1981) の *Gongylothorax sakawaensis*-*Sthichocapsa naradaniensis* 群集に相当する放散虫化石が得られていることからその年代はジュラ紀中世後期 (Callovian 後期) ~ ジュラ紀新世前期 (Oxfordian 前期) と考えられる (Fig. 7)。

(2) ユニット 2

〈概要〉 本ユニットは主に藤本 (1961) の出流層, 鍋山層に相当する緑色岩類, 石灰岩, および苦灰岩から構成される。またペルム系石灰岩を不整合で覆う三畳系礫質石灰岩 (長網層: Iijima et al., 1989) やさらにその上位を覆う珪質頁岩が卓越する唐沢層 (Iijima et al., 1989) を含む。

〈層序〉 本ユニットはペルム系の緑色岩類とその上位に重なる炭酸塩岩類からなり (Fig. 5), 最上部に層厚 10 m 以下の三畳系礫質石灰岩および中部ジュラ系珪質頁岩によって覆われる。炭酸塩岩類はいわゆる鍋山石灰岩と呼ばれ, 吉田 (1956, 1957), 藤本 (1961) によって下部から成層した暗灰色石灰岩の山菅石灰岩部層, 灰色 ~ 暗灰色, 微晶質, 塊状苦灰岩からなる羽鶴苦灰岩部層, 灰白色 ~ 灰色で塊状石灰岩からなる唐沢石灰岩部層の三部層に細分されている。

〈岩相〉

緑色岩; 緑色岩類は塊状溶岩, 枕状溶岩, 凝灰岩からなり, 塊状のものは緑色 ~ 暗緑色または赤紫色を呈する。枕状溶岩

Table 2. List of Late Triassic to Early Jurassic radiolarians obtained from the study area.

Locality number		Unit 1							Unit 3																	
		KCH-03	NKS-05	NKS-06	NKS-07	TNK-12	HOS-06	HOS-07	KK-06	KK-07	KK-04	KK-09	KK-12	KK-13	KK-14	KK-19	KK-16	KK-15	KG-05	KD-01	KHS-02	TA-14	TA-26	TA-28	TA-31	KNR-07
Radiolarian species	Lithology	ch	ch	ch	ch	ch	ch	ch	ch	ch	ch	ch	ch	ch	ch	ch	ch	ch	ch	ch	ch	ch	ch	ch	ch	ch
<i>Triassocampe nova</i>		+	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-
<i>T. cf. immaturum</i>		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>T. sp.</i>		+	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Capnodoce. cf. sarisa</i>		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>C. cf. anapetes</i>		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>C. cf. fragilis</i>		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>C. sp.</i>		+	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Spongosaturnalis</i> sp.		-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	+	+	-	+	+
<i>Canesium lentum</i>		-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>C. sp.</i>		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+	-
<i>Capnuchosphaera schenki</i>		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>C. cf. theloides</i>		-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>C. cf. tricornis</i>		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>C. cf. lea</i>		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>C. sp.</i>		-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Livarella longus</i>		-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>L. gifuensis</i>		-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>L. densiporata</i>		-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-
<i>L. validus</i>		-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>L. sp.</i>		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Betraccium deweveri</i>		-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>B. sp.</i>		-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Acanthocircus</i> sp.		-	+	+	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	+
<i>Veghicyclia austriaca</i>		-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-
<i>Canoptum triassicum</i>		-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>C. rugosum</i>		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>C. sp.</i>		-	-	-	-	+	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Gorgansium gongyloideum</i>		-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>G. sp.</i>		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-
<i>Syringocapsa coliforme</i>		-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-
<i>S. sp.</i>		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-
<i>Napora cf. nipponica</i>		-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-
<i>N. sp.</i>		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-
<i>Pantanelium sincerum</i>		-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>P. cf. klause</i>		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>P. cf. cumshewaense</i>		-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>P. sp.</i>		-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-
<i>Higumastra laxa</i>		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Lantus sixi</i>		-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-
<i>Parahsuum simplum</i>		-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	+
<i>P. longiconicum</i>		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+
<i>P. cf. transiense</i>		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>P. (?) grande</i>		-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+
<i>P. ovale</i>		-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+
<i>P. sp.</i>		-	-	-	+	+	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+	-	-	-	-	+
<i>Hsuum cf. matsukoi</i>		-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>H. cf. minoratum</i>		-	-	-	-	+	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+
<i>H. sp.</i>		-	-	-	-	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-	-	-	+	+	-
<i>Protopsium</i> sp.		-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+
<i>Trillius elkhornensis</i>		-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Zartus jurassicus</i>		-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Parvicingula gigantocornis</i>		-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Homoeoparonaella cf. elegans</i>		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>H. sp.</i>		-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Paronaella cf. pygmaea</i>		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>P. cf. kotura</i>		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-
<i>P. sp.</i>		-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+	-	-	-	-	+

ch: chert, ss: siliceous shale, sh: shale.

(Fig. 5). 下部および上部を構成するチャート中には珪質粘土岩, 珪質頁岩, 頁岩が挟在するがその層厚数 m と薄く, 側方への連続性は乏しい。また本ユニット分布域の東部と北西部には石灰岩の小岩塊の分布が認められる。これらは藤本 (1961) の唐沢石灰岩部層に相当し, 塊状または厚く成層した灰白色石灰岩もしくは苦灰岩からなる。

<岩相>

チャート; 下部, 上部に卓越するチャート層は単層の厚さ 1~10 cm で, 灰色, 暗灰色, 黒色, 赤色, 緑灰色と様々な色調を呈し, 半波長数 10 cm の層内褶曲, 層理面にはほぼ平行な断層面をもつ小断層が頻繁にみられる。チャートの下位には厚さ数 m の珪質粘土岩を伴う。

珪質粘土岩; 珪質粘土岩は厚さ数 cm の暗緑色部と黒色部

が規則的に繰り返す縞状珪質粘土岩で, 上位のチャートへはチャート-珪質粘土岩互層部を介して漸移する。鏡下では極細粒の隠微晶質石英と粘土鉱物からなり, シルトサイズおよびそれより大きい粒子は放散虫化石を除いて全く含まれていないことから“砥石型頁岩” (Imoto, 1984) に相当する。珪質粘土岩の一部には放散虫化石または海綿骨針が密集する。珪質粘土岩の下底部は常に剪断帯を形成する。

珪質頁岩; 珪質頁岩の多くは緑灰色を呈して, 明瞭な層理を示す。成層する珪質頁岩は単層 2 cm~6 cm でより珪質な部分と泥質な部分が互層する。これらは粘土鉱物を主体として, 円磨度の低い石英, アルバイト双晶を示す斜長石, ジルコンなどを含む。また保存良好の放散虫化石を多量に含む。

砂岩, 砂岩頁岩互層; 塊状砂岩および互層の砂岩は灰色~

Table 3. List of Middle to Late Jurassic radiolarians obtained from the study area.

Locality number		Unit 1										Unit 2										Unit 3																
		KS-01	KS-02	DI-06	IZW-31	IZW-32	SPS-02	SPS-04	SPS-06	AOKI-09	IZW-30	IZW-20	HNK-30	IZW-42	YZK-02	YZK-13	YZK-14	YZK-15	YZK-10	YZK-12	YZK-16	YZK-17	YZK-21	YZK-22	ES-05	KNB-50	KNB-53	KD-05	KNB-15	OMS-03	KOM-08	TA-12	KNB-13	KNB-34	KNB-54	KNB-57	KOM-04	KOM-05
Radiolarian species	Lithology	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Tricolocapsa ruesti</i>		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
<i>T. (?) fusiformis</i>		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
<i>T. plicarum</i>		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
<i>T. conexa</i>		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
<i>T. tetragona</i>		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
<i>T. cf. yaoi</i>		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
<i>T. latusicostata</i>		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
<i>T. sp.</i>		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
<i>Williriedellum</i> sp. A group		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
<i>Eucyrtidellum unumaense</i>		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
<i>E. pustulatum</i>		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
<i>E. semifactum</i>		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
<i>E. cf. ptyctum</i>		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
<i>E. sp.</i>		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
<i>Hsuun parasolense</i>		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
<i>H. cf. maxwelli</i>		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
<i>H. sp.</i>		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
<i>P. dhimenaense</i>		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
<i>P. sp.</i>		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
<i>Stichocapsa japonica</i>		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
<i>S. convexa</i>		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
<i>S. robusta</i>		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
<i>S. cf. naradaniensis</i>		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
<i>S. sp.</i>		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
<i>Sethocapsa cf. funatoensis</i>		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
<i>Cyrtocapsa mastoidea</i>		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
<i>Ristola</i> (?) cf. <i>turpicula</i>		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
<i>Archaeodictyomitra</i> sp.		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
<i>Thanarla</i> (?) sp.		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
<i>Protunuma fusiformis</i>		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
<i>P. japonicus</i>		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
<i>P. sp.</i>		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
<i>Unuma</i> cf. <i>typicus</i>		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
<i>U. sp.</i>		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
<i>Pantanellium browni</i>		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
<i>P. latum</i>		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
<i>P. sp.</i>		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
<i>P. (?)</i> sp.		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
<i>Canutus</i> cf. <i>giganteus</i>		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
<i>Praeconocaryomma</i> cf. <i>mamillaria</i>		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
<i>Paronaella</i> sp.		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
<i>Dictyomitrella</i> (?) <i>kamoensis</i>		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
<i>D. sp.</i>		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
<i>Stylocapsa</i> (?) <i>spiralis</i>		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
<i>S. sp.</i>		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
<i>Gongylothorax</i> cf. <i>sakawaensis</i>		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	

ch: chert, ss: siliceous shale, sh: shale.

暗灰色の中粒砂岩で、分級度が悪く、円磨度の低い石英が卓越するアレナイトである。互層する頁岩は暗緑色または黒色を呈し、暗緑色を呈するものは直径2mm以下の雲母片を含むことが多い。互層の砂岩の一部には層厚30cmほどの層間礫岩層が挟在する。礫種は直径数cmのチャートがほとんどで、礫岩層中に不明瞭な級化構造もみられる。中部の塊状砂岩にはチャートの角礫が密集する層準がある。この角礫岩は層厚50cm以下で、多くは砂岩に漸移し、側方への連続性は乏しい。角礫粒子は長径2, 3mm～数cmのチャートが卓越し、頁岩、砂岩等もわずかに含まれる。基質は上位および下位の砂岩と同じ石英、長石類の碎屑物からなり、角礫粒子はグレインサポートを呈している。

頁岩; 頁岩は灰緑色を呈した塊状シルト質頁岩とスレート劈開の発達する黒色頁岩とがある。前者は保存良好の放散虫化石を多く含む。後者の一部は下部ジュラ系チャートや砂岩層のブロックを含む混在岩相を呈するがその分布は極めて小さい。

<産出化石> 本ユニットのチャートからは、*Triassocampe deweveri* 群集、*T. nova* 群集、*Parahsuun*

simplum 群集 (Yao, 1982) に相当する放散虫化石群集が得られている (Tables 1, 2 の Unit 3)。これらの放散虫の示す年代は、三疊紀中世後期 (Ladinian)～ジュラ紀古世前期 (Pliensbachian) である (Mastuoka et al., 1994)。珪質頁岩 (ES-05, KNB-50, 53, 54, 57) からは、*U. echinatus* 群集、*G. nudata* 群集に相当する化石が得られており、ジュラ紀中世 (Bajocian-Callovian 前期) である。さらにシルト質頁岩 (KOM-04, 05) は、*G. nudata* 群集の特徴種と *G. sakawaensis*-*S. naradaniensis* 群集 (松岡・八尾, 1981) の特徴種を産出することからジュラ紀中世後期 (Bathonian 後期)～ジュラ紀新世前期 (Oxfordian 前期) と考えられる (Fig. 7)。本ユニットの炭酸塩岩類からは Morikawa and Horiguchi (1956), 吉田 (1956, 1957) によって中期ペルム紀のフズリナ化石が報告されている。

ユニット 1, 3 における初生的層序の復元とその形成過程

(1) 初生的層序の復元

これまでに記述したようにユニット 1, 3 は砂岩、砂岩頁岩互層、頁岩などの碎屑岩と、珪質粘土岩、珪質頁岩、チャー

Fig. 7. Primary succession of units of the study area. Rad. Assem. zones : radiolarian assemblages zones. Abbreviations of assemblage zones, Pn : *Parentactinia nakatsugawaensis*, Td : *Triassocampe deweveri*, Tn : *Triassocampe nova*, Ct : *Canoptum triassicum*, Ps : *Parahsuum simplum*, Mh : *Mesosaturnalis hexagonus*, Pg : *Parahsuum (?) grande*, Hh : *Hsuum hisuikyoense*, Ue : *Unuma echinatus*, Gn : *Guexella nudata*, G-S : *Gongylothorax sakawaensis*-*Stichocapsa naradaniensis*.

トなどの珪質岩を主な構成岩類とする。この構成岩類の野外における随伴関係に着目すると、見かけ下位から珪質粘土岩、チャート、珪質頁岩、頁岩および碎屑岩層という岩相単位の配列の繰り返しが認められる。以下にルートマップに示した各岩相の随伴関係と放散虫化石が示す年代について述べる。

Fig. 8 は調査地域の北西部の詳細な地質図で、この周辺では岩相の繰り返しや側方への連続性が良く観察できる。この地質図の中の Fig. 9 (ユニット 1 の分布域に相当) における珪質粘土岩→チャート、チャート→珪質頁岩、珪質頁岩→碎屑岩の累重関係について述べる。この付近の一般走向・傾斜

は N60°E, SE60°-70° でどちらも安定している。Fig. 9 の Loc. A では黒色珪質粘土岩→暗灰色チャートの累重関係が認められる。黒色珪質粘土岩は全体的に剪断されており鱗片状劈開が発達している。黒色珪質粘土岩の上部は長径 2~5 cm ほどのレンズ状のチャートを挟む。黒色珪質粘土岩中に挟まれるチャートは上部ほどその量比が増加しており、さらにその上位で層状チャートに移化する。下位の黒色珪質粘土岩からは放散虫化石が得られなかったが、その岩相は鎌田 (1995) の前期三畳紀放散虫化石を含む黒色珪質粘土岩に類似する。黒色珪質粘土岩の上位のチャート (HOS-09) は三畳紀中世 (*T. deweveri* 群集) に相当する放散虫化石を含む。チャートの上部の HOS-06, 07 からはジュラ紀古世を示す *P. simplum* 群集に相当する放散虫化石が得られている。さらに Loc. B ではチャートから珪質頁岩への整合的な累重関係が観察できる。上位の珪質頁岩は灰色で明瞭な層理面を呈し、チャートと珪質頁岩の互層部分を介して整合的にチャートの上位に累重する。

Loc. D ではチャート→珪質頁岩→頁岩→砂岩の累重関係が明瞭に示されている (Figs. 9, 10)。最下位のチャートはチャートと珪質頁岩の互層部をへて珪質頁岩に漸移する。チャートの最上部および互層部分には砂岩岩脈が貫入している。珪質頁岩の下部は単層 10-30 cm の明瞭な層理面を示すが上位に向かって単層の厚さが増す。珪質頁岩の上部の層厚は 100 cm ほどで、層理面に緩く斜交する劈開が発達する。また珪質頁岩の下部には厚さ 5 cm ほどの凝灰岩層が数枚挟在する。珪質頁岩から頁岩へは整合関係で後者が前者の上位に漸移的に移化し、その境界は不明瞭である。頁岩とその上位の砂岩は軽微な滑り面で境される。頁岩の直上の砂岩はチャート岩片に富む白色粗粒砂岩で数 cm~30 cm の厚さで成層する。砂岩層の一部は pabble サイズの黒色頁岩、チャート岩片を含む礫岩層を挟む。この砂岩の上位にさらに暗灰色細粒~中粒砂岩が累重する。このルートから得られた放散虫化石は保存状態が悪く明確に時代決定を行うことができないが、最下位のチャート (CCS-06) からは *Archaeodictyomitra* sp., *Hsuum* sp. が、珪質頁岩層 (CCS-11, 12, 13, 14) より、*Archaeodictyomitra* sp., *Hsuum* sp., *Gorgansium* sp. が得られた。Loc. C から得られた化石による年代も考え合わせると、本ルートは下部ジュラ系チャートから中部ジュラ系およびそれ以降の珪質頁岩→頁岩→砂岩層の整合関係を示している。Fig. 9 に示した Loc. A から Loc. D における岩相間の累重関係および産出化石が示す年代から下部三畳系珪質粘土岩→中部三畳系から下部ジュラ系チャート→中部ジュラ系珪質粘土岩→中期ジュラ紀以降の頁岩および碎屑岩の初生的累重関係が復元された (Fig. 10)。

(2) 初生的層序の堆積場

最近の DSDP などの資料によると、現在の海溝には海洋地殻を基底として下位より遠洋性珪質岩、半遠洋性泥質岩、タービダイトが累重する上方粗粒化のシーケンスが認められる (Moore and Karig, 1976; Moore et al., 1982)。また Lash (1985) はこのような上方粗粒化を示すシーケンスは、過去の海溝充填堆積物の指標になると指摘し、この垂直

Fig. 8. Detailed geologic map of the Shiraiwa area of the northwestern part of the study area showing the areas of Figs. 9 and 11.

的岩相変化は堆積場が遠洋域から、陸源性堆積物が供給される海溝付近へ移動することによるとしている。

小論によって葛生地域のユニット 1, 3 で復元された初生の層序は、下位から (1) 灰緑色および黒色珪質粘土岩, (2) 層状チャート, (3) 灰色もしくは灰緑色珪質頁岩, そして (4) 頁岩, 砂岩の碎屑岩類から構成されることが明らかになった (Figs. 7, 10). この初生の層序の岩相の垂直的变化は上方粗粒化を示し, 西南日本で広く認められるチャート-碎屑岩シーケンスに相当する. 松岡 (1984) および大塚 (1985) は西南日本のジュラ紀付加体においてこの初生の層序を記載し, その岩相の垂直的变化は海洋プレートの水平移動による堆積場の移動が原因であるとしている. したがって, チャート-碎屑岩シーケンスからなる本地域の堆積岩コンプレックスの堆積場は海洋プレート上で, その垂直的岩相変化は堆積場が遠洋域から半遠洋域を経て, 海溝に移動したことによる。

ところで (1) は下部三畳系で, (2) の三畳系～下部ジュラ系

チャートの下位を占めるがその下限および上限の年代や詳細な層序など, まだ不明な点が多い. これは後述するように下部三畳系珪質粘土岩が付加過程の際に選択的に構造的な不連続面を形成するために本来の層序を保存していることがまれであることやその多くが放散虫化石を含まないことによる。

(3) 珪質粘土岩を下底部とする覆瓦構造

これまでに述べたように本地域の地質構造について柳本 (1973) は大規模な衝上岩体からなる覆瓦構造を明らかにしているが, 小論で明らかにされた下部三畳系～上部ジュラ系の初生の層序の岩相配列に着目すると, ユニット 1, 3 はさらにオーダーの小さい初生の層序のスラストシートの繰り返しで特徴付けられる. これはすでに述べた珪質粘土岩→チャート→珪質頁岩→碎屑岩からなる初生の層序を構成する各岩相が構造的に繰り返すことで表される. この構造的繰り返しにおいて, これまでに化石の産出順序から逆転層はみられず, 地層は常に正常層を保っている. つまり Fig. 8 の場合, 南東方向が上位で南東に傾斜するスラストによって境される北西

Fig. 9. Route maps showing mode of occurrence of primary succession and radiolarians of the northwestern part of the study area. 1 : siliceous claystone, 2 : chert, 3 : siliceous shale, 4 : shale, 5 : sandstone and shale. 6 : strike and dip of bedding plane and/or slaty cleavage, 7 : strike and dip of fault plane, 8 : conformable lithological transition.

フェルゲンツの覆瓦構造である。この覆瓦構造を境する断層の走向、傾斜は調査地域の一般走向に調和的で、北部では北東-南西走向で南東傾斜、南部では北東-南西走向で北東に傾斜する。本来、初生的層序を構成する各岩相は漸移的、整合的累重関係にあるが、実際に野外においては珪質粘土岩から碎屑岩まですべてが初生的累重関係を保持していることは極くまれである。多くの場合は各岩相間に軽微な断層が認められ、また一部の岩相が欠如する。以下に Fig. 8 の中の Fig. 11 で示した地域を例に述べる。各ルートにおいて下部(碎屑岩層卓越部)は暗緑色、灰緑色頁岩および暗灰色砂岩で構成され、その上位(シーケンス 1, 2)を珪質粘土岩、チャートおよび珪質頁岩が占める。下部(碎屑岩層卓越部)とシーケンス 1 の珪質粘土岩の直接の接触面を示す露頭は発見していないがシーケンス 1 の珪質粘土岩の下底部には剪断帯が認められる。上部のシーケンス 1, 2 の珪質粘土岩、チャート、珪質頁岩は一部の岩相を欠いた繰り返しの構造を呈している。

ルート B では珪質粘土岩→チャート→珪質頁岩という累重が 2 回認められる。いずれの場合も、チャート→珪質頁岩の漸移関係(矢印)が認められる。ルート C でも同様に 2 つのシーケンスが認められる。以上の観察事実から、スラストシートの繰り返しの多くが珪質粘土岩を下底部としている。

調査地域において珪質粘土岩は下位に露出する岩相と常に断層関係にあり、鱗片状劈開が発達している。西南日本のジュラ紀付加体の美濃帯や秩父帯においてもチャート-碎屑岩シーケンスのスラストシートで構成される覆瓦構造が広く知られ、それらの地域でも下部三畳系珪質粘土岩が各スラストシートの下底部を形成することが報告されている(松岡, 1984; Kimura and Hori, 1993 など)。特に Kimura and Hori (1993) は詳細な構造解析と生層序学的データから美濃帯犬山地域のチャート-碎屑岩シーケンスが繰り返す地質構造の形成史を復元し、下部三畳系珪質粘土岩が付加過程においてデコルマ面として機能したことを指摘している。また、

Fig. 10. Columnar sections from Loc. A to D of Fig. 9 and occurrence of radiolarians showing the primary succession of rocks of Units 1 and 3. Legends from 1 to 5 are the same to Fig. 9, 6: conformable lithological transition, 7: fault.

Fig. 11. Columnar sections showing the stratigraphic relation among siliceous claystone, chert, siliceous shale and clastic rocks. Locations of routes (A to D) are shown in Fig. 8. Legends are the same as Fig. 10.

現世付加体の研究からデコルマ面はある特徴的岩相に発達することが知られており (例えば Moore et al., 1986, 1988), 上下の堆積物との密度・強度のコントラストが生じることでデコルマ面が形成されることが指摘されている (Moore, 1975, 1989). さらにこのデコルマによって剥ぎ取られた上部の地質体が覆瓦構造を呈することが明らかにされている (加賀美, 1983; Westbook et al., 1984; Moore et al., 1990 など). これまで述べてきたように調査地域は明瞭なフェルゲンツをもった覆瓦構造を呈し, その最下部の剪断帯は常に珪質粘土岩から構成される. よって葛生地域において下部三畳系珪質粘土岩が覆瓦構造の造構過程において重要な役割を果たしたことは明らかで, 現世付加体の前縁部で見られるようなデコルマの発達に伴う剥ぎ取り作用が足尾帯の堆積岩コンプレックス中においても行われたことを示唆している.

ま と め

1. 足尾山地南西部葛生地域に分布する堆積岩コンプレックスは, 珪質粘土岩, チャート, 珪質頁岩, 碎屑岩からなるユニット 1, 3 とペルム系緑色岩, 炭酸塩岩類からなるユニット 2 に区分される.
2. 放散虫化石層序に基づく地質年代および各岩相の累重関係からユニット 1, 3 において初生的層序の復元がなされ, これらのユニットが下部三畳系～上部ジュラ系下部のチャート-碎屑岩シーケンスからなることが明らかになった.
3. 初生的層序の復元・認定により, ユニット 1, 3 におい

て初生的層序が構造的に繰り返す覆瓦構造が明らかになり、その下底部の多くが下部三畳系珪質粘土岩で構成されることが明らかになった。

終わりに

調査地域の特色の一つとして巨大なペルム系緑色岩類・炭酸塩岩類の付加がある。丹波・美濃帯において例えば、舟伏山石灰岩、伊吹山石灰岩、霊仙山石灰岩などのように、ペルム系石灰岩はペルム系チャートを伴って分布することが多い。しかし調査地域ではペルム系チャートがまったく露出しておらず、ペルム系緑色岩類および炭酸塩岩類の付加様式は葛生地域の形成史を考えるうえで鍵を握る。狩野(1982)および Aono (1985) は本地域について海底地滑りによる形成史を提唱しているが、オリストストロームのような混在岩相が葛生地域にはほとんど存在しないことや、緑色岩類・炭酸塩岩類の構造的上下を占めるユニット 1, 3 の構成岩類が剥ぎ取り作用を受けたことを示すなど、その形成過程には多くの問題が残される。小論では特に珪質堆積物および頁岩の年代学的データを基に、ユニット 1, 3 の層序・構造について論じてきたが、葛生地域においては、炭酸塩岩類の内部構造の検討や緑色岩類の起源の検討が今後必要と考えられる。

文 献

- Aono, H., 1985, Geologic structure of the Ashio and Yamizo Mountains with special reference to tectonic evolution. *Sci. Rep. Univ. Tsukuba. Sec. B* (Geological Sciences), **6**, 21-57.
- 荒川竜一, 1986, 足尾山地南東部の中・古生界 (I). 栃木県立博紀要, **3**, 1-37.
- コノドント団体研究グループ, 1974, 本邦の二畳系と三畳系の境界におけるコノドントについて. 地球科学, **28**, 86-98.
- 藤本治義, 1961, 5 万分の 1 地質図幅「栃木」同説明書. 地質調査所, 62 p.
- 羽鳥晴文, 1965, 足尾山地南東部の層位学的研究. 地質雑, **71**, 247-256.
- Hori, R., 1990, Lower Jurassic radiolarian zones of SW Japan. *Trans. Proc. Palaeont. Soc. Japan, N.S.*, no. 159, 562-586.
- Igo, Hh., 1981, Permian conodont biostratigraphy of Japan. *Palaeont. Soc. Japan, Speci. Pap.*, no. 24, 1-51.
- Igo, Hy., 1963, Fusulinids from the Nabeyama Formation (Permian), Kuzu, Tochigi Prefecture, Japan. *Mem. Meiji Gakuin Women's Junior Coll.*, **1**, 1-28, pls. 1-10.
- Igo, Hy. and Igo, Hh., 1977, Upper Permian fusulinaceans contained in the pebbles of the basal conglomerate of the Adoyama Formation, Kuzu, Tochigi Prefecture, Japan. *Trans. Proc. Palaeont. Soc. Japan, N.S.*, no. 106, 89-99.
- Iijima, A., Kakuwa, Y. and Matsuda, H., 1989, Silicified wood from the Adoyama Chert, Kuzuh, central Honshu, and its bearing on compaction and depositional environment of radiolarian bedded chert. In Hein, J.R. and Obradovic, J., eds., *Siliceous Deposits of the Tethys and Pacific Region*. Springer-Verlag, New York, 151-168.
- Imoto, N., 1984, Late Paleozoic and Mesozoic cherts in the Tamba Belt, Southwest Japan (Part I). *Bull. Kyoto Univ. Educ., Ser. B*, no. 65, 15-40.
- 加賀美英雄・塩野清治・平 朝彦, 1983, 南海トラフにおけるプレートの沈み込みと付加体の形成. 科学, **53**, 429-438.
- 鎌田祥仁, 1995, 足尾帯葛生地域の黒色珪質頁岩, 黒色チャートから産出する前期三畳紀放射状化石. 化石, **59**, 23-31.
- Kamata, Y., 1996, Tectonostratigraphy of southern part of the Ashio Terrane, central Japan. *Sci. Rep. Univ. Tsukuba, Sec. B* (Geological Sciences), **17**, 71-107.
- 狩野謙一, 1982, 美濃・領家帯の中生層の重力滑動とそれに伴う地質構造. 静岡大地球科学研報, **7**, 9-33.
- Kimura, K. and Hori, R., 1993, Offscraping accretion of Jurassic chert-clastic complexes in the Mino-Tamba Belt, central Japan. *Jour. Struct. Geol.*, **15**, no. 2, 145-161.
- 小林文夫, 1979, 栃木県葛生地域の鍋山石灰岩の岩相と堆積環境について. 地質雑, **85**, 627-642.
- Koike, T., Watanabe, K. and Igo, Hh., 1970, New evidences of Triassic conodont biostratigraphy in Japan. *Jour. Geol. Soc. Japan*, **76**, 267-269.
- 小池敏雄・木下 勤・猪郷久治・滝沢 茂, 1971, 栃木県葛生付近の栃木層群産コノドントと衝上断層の発見. 地質雑, **77**, 221-222.
- Lash, G.G., 1985, Recognition of trench fill in orogenic flysch sequences. *Geology*, **13**, 867-870.
- 松岡 篤, 1984, 高知県西部秩父累帯南帯の斗賀野層群. 地質雑, **90**, 455-477.
- Matsuoka, A., Hori, R., Kuwahara, K., Hiraishi, M., Yao, A. and Ezaki, Y., 1994, Triassic-Jurassic radiolarian-bearing sequences in the Mino Terrane, central Japan. *Guide Book for INTERRAD VII Field Excursion*, 19-61.
- 松岡 篤・八尾 昭, 1981, 高知県佐川地域のジュラ紀放射状化石群集. 日本地質学会関西支部報, **89**, 3-4.
- Moore, J.C., 1975, Selective subduction. *Geology*, **3**, 530-532.
- Moore, J.C., 1989, Tectonics and hydrogeology of accretionary prism: role of the decollement zone. *Jour. Struct. Geol.*, **11**, 95-106.
- Moore, J.C. and Karig, 1976, Sedimentology, structural geology, and tectonics of the Shikoku subduction zone, southwest Japan. *Bull. Geol. Soc. Amer.*, **87**, 1259-1268.
- Moore, J.C., Mascle, A., Taylor, E., Andreieff, P., Alvarez, F., Barnes, R., Beck, C., Behrmann, J., Blanc, G., Brown, K., Clark, M., Dolan, J., Fisher, A., Gieskes, J., Hounsflow, M., Mclellan, P., Moran, K., Ogawa, Y., Sakai, T., Schoonmaker, J., Vrolijk, P., Wilkerns, R. and Williams, C., 1988, Tectonics and hydrogeology of the northern Barbados Ridge: results from Ocean Drilling Program Leg. 110. *Bull. Geol. Soc. Amer.*, **100**, 1578-1593.
- Moore, J.C., Roeske, S., Lundberg, N., Schoonmarker, J., Cowan, D.S., Gonzales, E. and Lucas, S.E., 1986, Scaly fabrics from Deep Sea Drilling Project cores from forearcs. In Moore, J.C., eds., *Structural fabrics in Deep Sea Drilling Project Cores From Forearcs*. Geol. Soc. Amer. Mem., no. 166, 75-88.
- Moore, J.C., Watkins, J.S., Shipley, T.H., MacMillen, K.J., Bachman, S.B. and Lundberg, N., 1982, Geology and tectonic evolution of a juvenile accretionary terrane along a truncated convergent margin: Synthesis of results from Leg 66 of Deep Sea Drilling Project, southern Mexico. *Bull. Geol. Soc. Amer.*, **93**, 847-861.
- Moore, G.F., Shipley, T.H., Stoffa, P.L., Karig, D.E., Taira, A., Kuramoto, S., Tokuyama, H. and Suyehiro, K., 1990, Structure of the Nankai Trough accretionary zone from multichannel seismic reflection data. *Jour. geophys. Res.*, **95**, 8753-8765.
- Morikawa, R. and Horiguchi, M., 1956, *Parafusulina nakamigawai* n. sp. from the Adoyama Formation in the neighborhood of Kuzu City, Tochigi Prefecture. *Saitama Univ. Sci. Rep., Sec. 13*, 2, 261-264.
- Morikawa, R. and Takaoka, T., 1961, Two new species of the *Parafusulina yabei* type from Tomuro, Tochigi Prefecture, Central Japan. *Trans. Proc. Palaeont. Soc. Japan, N.S.*, no. 41, 33-40.
- Nakae, S., 1992, A formative process of the sedimentary complex of the Tamba Terrane in the Wakasa area, Southwest Japan: An example of continuous accretion. *Jour. Geol. Soc. Japan*, **98**, 401-413.
- 大塚 勉, 1985, 長野県美濃帯東北部の中・古生界. 地質雑, **91**, 583-598.
- Otsuka, T., 1988, Paleozoic-Mesozoic sedimentary complex in the

- eastern Mino Terrane, central Japan and its Jurassic tectonism. *Jour. Geosci. Osaka City Univ.*, **31**, 62-122.
- 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.
- Sugiyama, K., 1992, Lower and Middle Triassic radiolarians from Mt. Kinkazan, Gifu Prefecture, central Japan. *Trans. Proc. Palaeont. Soc. Japan, N. S.*, no. 167, 1180-1223.
- Wakita, K., 1988, 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**, no. 11, 675-757.
- 渡辺武男・向山 広・兼平慶一郎・浜田隆士, 1957, 足尾山地地質図および説明書. 栃木県.
- Westbook, G. K., Mascle, A. and Biju-Duval, B., 1984, Geophysics and structure of the Lesser Antilles forearc. *Init. Reps DSDP*, **78 A**, 23-38.
- 柳本 裕, 1973, 栃木県葛生地域の中・古生層の層序と地質構造の再検討. 地質雑, **79**, 441-451.
- Yao, A., 1982, Middle Triassic to Early Jurassic radiolarians from the Inuyama area, central Japan. *Jour. Geosci. Osaka City Univ.*, **25**, 53-70.
- 吉田三郎, 1956, 栃木県安蘇郡葛生町付近の地質(1). 北海道地質要報, **32**, 1-9.
- 吉田三郎, 1957, 栃木県安蘇郡葛生町付近の地質(2). 北海道地質要報, **33**, 1-5.

(要 旨)

鎌田祥仁, 1997, 足尾帯葛生地域におけるチャート-砕屑岩シーケンスの復元. 地質雑, **103**, 343-356. (Kamata, Y., 1997, Reconstruction of chert-clastic sequence of the Ashio Terrane in the Kuzu area, central Japan. *Jour. Geol. Soc. Japan*, **103**, 343-356.)

足尾山地南東部, 葛生地域の堆積岩コンプレックスにおいて初生的層序を復元するとともに, 初生的層序の構造的繰り返しからなる覆瓦構造を明らかにした. 葛生地域の足尾帯は3つの構造ユニット (Unit 1, 2, 3) に区分される. ユニット1, 3は主に三畳紀~上部ジュラ系下部のチャート-砕屑岩シーケンスから構成され, ユニット2は中部ペルム系緑色岩類および炭酸塩岩類からなる. ユニット1, 3において復元されたチャート-砕屑岩シーケンスはその堆積場が遠洋域から半遠洋域を経て海溝に移動したことを示す海洋プレート層序に相当する. また, この初生的層序の復元によって, 珪質粘土岩を下底部分とするチャート-砕屑岩シーケンスのスラストシートの構造的繰り返しが明らかとなり, その形成過程で珪質粘土岩が構造的不連続面として機能したことが考えられる.