山縣 毅* : 滋賀県彦根東部地域の美濃帯ジュラ系チャート中の深海成石灰岩の礫岩

Takeshi Yamagata* : Deep-water limestone-conglomerate in Jurassic chert of the Mino terrane,
 East Hikone, Shiga Prefecture, central Japan

Key words : deep-water limestone, limestone-conglomerate, debris-flow deposits, Jurassic, Mino terrane

はじめに 現世の遠洋地域の深海底には、主に生物の遺骸からなる軟泥が堆積している。この軟泥は、その組成により石灰質軟泥(主に有孔虫軟泥)と珪質軟泥(放射虫軟泥、珪藻軟泥など)に分けられる(Berger, 1974)。このうち石灰質軟泥の分布は、炭酸塩補償深度(以下 CCD と略記)を反映しており、一般には CCD 以浅で石灰質軟泥が、CCD 以深で珪質軟泥が堆積することがよく知られている。このような堆積物は、過去の海洋底堆積物が地表に露出している美濃帯にも見ることができる。放射虫軟泥の起源のものとしては、美濃帯に広く分布しているペルム系からジュラ系のチャートがある。これに対し、石灰質軟泥に起源があると思われるものとしては、三畳系のチャートに挟まれる、浅海生物遺骸を含まないミクライト質石灰岩(Kakuwa, 1991; 猪郷・小池, 1975; 脇田, 1984; 大塚ほか, 1986)が知られているだけで、美濃帯には三畳紀以降の石灰質堆積物の報告は今までなかった。

今回、滋賀県彦根市東部地域の美濃帯(Fig. 1)において、ジュラ紀中世のチャートに礫岩として挟在されている深海成石灰岩を確認した。本論では、これらチャート、石灰岩礫岩の産状・時代を報告し、それらの堆積環

境を考察する。

地質概説 本研究地域の美濃帯は、岩相・層序により、彦根層群と、これに衝上する霊仙山層に区分される(宮村ほか, 1976; 宮村ほか(1976)の霊仙山石灰岩層を原山ほか(1989)が霊仙山層に改称)。彦根層群は泥岩、砂岩、チャートからなるジュラ紀のメランジュであり、霊仙山層は石灰岩、玄武岩、チャート、泥岩、砂岩からなる地層である(山縣, 1990)。

Fig. 1. Map showing locality of deep-water limestone-conglomerate, east Hikone, Shiga.

Fig. 2. Field sketch along Serigawa River in Ouri, where lithologic succession consisting of bedded chert, massive chert with limestone-conglomerate and tuff, and interbedded chert and tuff is exposed. Open circles show localities of radiolaria-yielding samples listed in Table 2. Jr : Jurassic radiolaria, Gn : radiolaria belonging to *Guexella nudata* Assemblage.

1991 年 12 月 21 日受付。1992 年 3 月 23 日受理。

* 九州大学教養部地学教室。Department of Earth Science, College of General Education, Kyushu University, Fukuoka 810, Japan.

Fig. 3. Poorly sorted, disorganized, angular and subangular clasts of micritic limestone (ls.), chert (ch.), and siliceous shale (sil. sh.) are set in gray micritic matrix (mtx.). Perpendicular to bedding.

Fig. 4. Thin-section photomicrograph of deep-water limestone-conglomerate containing clasts of radiolarian biomicrite (ls.) and chert (ch.) set in micritic matrix (mtx.) with sand-grained debris of sparry calcite (cal.). Both of limestone clasts and micritic matrix contain thin-shelled bivalves and radiolarian remains. Cross-polarized light. Sample R 982 shown in Fig. 2.

チャートの産状 今回報告する深海成石灰岩の礫岩は、彦根市男鬼^{おうり}の芹川沿いに露出する霊仙山層のチャートに挟まれる (Figs. 1, 2). 下位から、層状チャート、石灰岩礫岩・凝灰岩を挟在する塊状チャート、チャートと凝灰岩の互層の順に重なる。

層状チャート: 暗灰色を呈し、数 cm の厚さで成層する。粘土質葉理をほとんど挟まない。鏡下では、多数の放散虫化石が認められる。石英細脈、スタイロライトが発達する。

塊状チャート: 暗灰色または淡緑灰色の放散虫チャートである。層状チャートに比べると粘土質であるが、粗粒な陸源性の粒子は含まない。マンガン方解石 (Mn : Ca = 1 : 6.7) が、チャートやその中の放散虫化石を置換して生成していることがある。このような部分では、マンガ

ン方解石の細脈やノジュール (0.04-0.06 mm 程度の大きさ) が認められる。

チャートと凝灰岩の互層: 淡緑灰色の放散虫チャートと珪質凝灰岩が、数 cm の厚さで互層する。凝灰岩は、淡緑色で、結晶質である。その基質は、細粒な粘土鉱物に変質している。0.05-0.2 mm 程度の大きさの単結晶石英、黒雲母の結晶を多量に含み、多結晶石英・斜長石・アルカリ長石粒子も認められる。単結晶石英には、風成粒子と考えられる非常に円磨度のよいものがある。また、0.1-0.2 mm 程度の大きさのチャート岩片や放散虫化石も含まれている。

石灰岩礫岩の産状 石灰岩礫岩層は、塊状チャート中に 6 層準認められた。層厚はいずれも 15 cm 以下で、レンズ状の形態をしている。上下のチャートとの岩相的な漸移関係は認められない。

この石灰岩礫岩は、多量の石灰岩の礫を含み、非常に少量ではあるがチャート、珪質頁岩の礫も認められる (Figs. 3, 4). どの礫も分級はよくない。これらの礫は、ミクライト質の基質で支持されている。級化構造などの堆積構造はまったく認められない。

石灰岩・チャート・珪質頁岩の礫: 石灰岩礫の大きさは 3 cm 以下でさまざまである。形は角柱状から亜平盤状と変化に富むが、どの礫もやや円磨されている。放散虫化石と浮遊生薄殻二枚貝片を多量に含む均質な lime-mudstone からなる。チャート礫は、白色で、1 cm 以下の大きさの角礫として含まれる。珪質頁岩礫は、淡緑色で、非常に不規則な外形をもつ。

基質: 灰色を呈する。石灰岩礫に比べて、粗粒 (シルトサイズ以上) で、淘汰の悪いミクライトからなる。0.1 mm 程度の大きさの方解石の粒子も認められる。放散虫化石と浮遊生薄殻二枚貝の遺骸を多量に含み、非常に少量ではあるが 1 mm 程度の大きさのウミユリ破片も認められる。スタイロライトが、ミクライト質基質の内部および石灰岩礫との境界に発達する (Fig. 4).

時代 層状チャート、塊状チャート、凝灰岩および石灰岩礫岩のミクライト質基質から、時代決定に有効な放散虫化石が得られた (Table 1; Fig. 5). いずれの試料も、*Eucyrtidiellum* sp. cf. *E. unumaense* Yao を産出することから、中部ジュラ系から上部ジュラ系下部に対比される。特に、塊状チャートから得た R977, 979, 984 の放散虫化石は、*Tricolocapsa conexa* Matsuoka, *T. plicarum* Yao, *Eucyrtidiellum* cf. *E. unumaense* Yao などの放散虫を含むことから、Callovian から Oxfordian の時代を示す *Guexella nudata* 群集 (八尾, 1986) に属すると考えられる。

Table 1. List of Jurassic radiolaria from chert, tuff, and micritic matrix of limestone-conglomerate (cgl.).

Lithology	chert									tuff	cgl.
Sample No.	R 977	R 978	R 979	R 981	R 983	R 984	R 985	R 986	R 989	R 991	R 982
Radiolarians											
<i>Archaeodictyomitra</i> spp.	*		*				*		*		
<i>Dictyomitrella</i> spp.	*			*							*
<i>Eucyrtidiellum</i> spp.	*		*	*	*	*	*	*	*	*	*
<i>E. sp. cf. E. unumaense</i> Yao	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
<i>Foremanina</i> sp.			*	*	*		*			*	
<i>Hsuum</i> spp.	*		*		*	*	*			*	
<i>Parahsuum</i> spp.		*		*	*	*	*	*			
<i>Parvicingula</i> spp.	*										
<i>Protunuma</i> sp.			*	*				*			
<i>Sethocapsa</i> sp.	*										
<i>Tricolocapsa</i> spp.		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
<i>T. conexa</i> Matsuoka	*		*			*					
<i>T. plicarum</i> Yao	*		*	*		*					

チャートと石灰岩礫岩の堆積環境 石灰岩礫岩の基質および石灰岩礫は、ともにミクライトからなる。それらには放散虫や浮遊生二枚貝が含まれ、きわめてまれに見いだされるウミユリ片を除けば、明確な底生の浅海生生物の遺骸はまったく認められない。また、粗粒な陸源性碎屑粒子も含まれない。以上の事実は、石灰岩礫の源岩および基質の石灰質堆積物が遠洋地域の、しかも、サンゴ・石灰藻などの浅海生生物の生息域より深い海底(200 m 以深)で堆積したことを示している(本論の石灰岩は、この意味で、“深海成”とした)。

一方、このような石灰岩礫岩を含むチャートは、石灰岩礫岩の基質となった石灰質堆積物とはほぼ同時代の堆積物である。しかし、明確な現地性の炭酸塩堆積物を挟まないことから、炭酸塩鉱物粒子が堆積しない環境下で形成されたものであり、しかも石灰岩礫岩の源岩の石灰質堆積物とは同時異相の関係にあったと考えられる。一般に、チャートと深海成石灰岩の堆積は、CCD との関係から、水深により規制される。このために、深海にチャートが、海山山麓などの地形的な高まりに石灰岩が堆積する(Scholle *et al.*, 1983)。したがって、ジュラ紀中世から新世前期の遠洋地域の海洋底には、CCD 以浅の地形的な高まりがあり、この高まりに石灰岩礫岩の礫や基質となった石灰質堆積物が、また、CCD 以深の海洋底には放散虫チャートが堆積していたと考えられる(Fig. 6)。

本論の石灰岩礫岩は、基質支持の組織をもつ。級化構造などの堆積構造はみられず、淘汰不良の礫が乱雑に含まれる。これらの特徴から、この礫岩は、土石流により

Fig. 5. Jurassic radiolarians from chert. Scale bars represent 100 μ m. All sample localities are shown in Fig. 2.

1. *Parvicingula* sp. R 977, 2. *Archaeodictyomitra* sp. R 977, 3. *Hsuum* sp. R 983, 4. *Tricolocapsa conexa* Matsuoka R 977, 5. *T. plicarum* Yao R 979, 6. *Eucyrtidiellum* sp. cf. *E. unumaense* Yao R 977

運搬された堆積物であると考えられる。石灰岩礫岩は、土石流により運搬されたために堆積速度が非常に速く、そのために CCD 以深においても完全に溶解されること

Fig. 6. Reconstructed depositional setting of deep-water limestone, limestone-conglomerate, and chert. Limestone deposited on topographic high above carbonate compensation depth (CCD) was transported onto deeper site where chert accumulated by debris flows.

なく堆積することができたのであろう (Yamamoto *et al.*, 1988). また、この土石流による運搬の過程で、石灰岩礫岩の石灰岩礫が円磨され、チャートや珪質頁岩が同時礫として取り込まれたと考えられる。このように珪質堆積物中に再堆積した石灰質堆積物の例としては、オーストリア、Northern Limestone Alps のジュラ系の Schwarzbjergklamm Breccia がある (Garrison & Fischer, 1978). また、現世の海洋でも、重力流により CCD 以深に再堆積した石灰質堆積物が、大西洋プエルトリコ海溝 (Ericson *et al.*, 1952) や西太平洋パラオ海溝 (Yamamoto *et al.*, 1988) などにおいて確認されている。

石灰岩礫岩の堆積した時代は、これを挟在するチャートの時代から判断するとジュラ紀中世から新世前期と考えられる。この時代は、礫岩の源岩の石灰質堆積物の堆積とほぼ同時代である。CCD 以浅に堆積していた石灰質堆積物は、堆積後ほとんどして石灰岩礫岩として再堆積したと考えられる。

まとめ 彦根東部地域の美濃帯ジュラ系チャート・石灰岩礫岩を考察した結論は、次の 3 点である。

(1) ジュラ紀中世から新世前期の遠洋地域の海洋底には、CCD より浅い地形的な高まりがあり、この高まりに石灰質堆積物が、CCD 以深の海洋底にチャートが堆積していた。

(2) 石灰質堆積物は、土石流により CCD 以深に石灰岩礫岩として再堆積した。

(3) 礫として産するこの石灰岩は、美濃帯ペルム紀の浅海成石灰岩と異なり、浅海生物遺骸を伴わず、より深い環境で堆積した深海成石灰岩と考えられる。

美濃帯に分布する中生代のチャートの堆積場としては、一般に深海底が考えられてきた。しかし、チャートが堆積した海底の地形・変動を実際に示す情報は、今までほとんどなかった。今回報告した石灰岩礫岩は、このジュラ紀の海底が起伏に富み、その一部は CCD より浅く、また、そこでは土石流を引き起こすような地質学的

イベントが起こっていたことを示している。先に挙げた Schwarzbjergklamm Breccia は、断層運動に関連した海底泥流により形成されたと考えられている (Garrison & Fischer, 1978). 本論の石灰岩礫岩も、このような構造運動に伴って形成されたのかも知れない。

謝辞 九州大学理学部地球惑星科学教室の佐野弘好博士には、顕微鏡観察の結果について御助言をいただくとともに、粗稿を読んでいただいた。九州大学教養部地学教室の石田清隆助教授には、EPMA によるマンガン方解石の同定をしていただいた。また、研究費の一部として平成 2 年度九州大学理学部地質学教室・松本達郎教授奨学資金を使用した。以上の方々に、深く感謝する。

文 献

- Berger, W. H., 1974, Deep-sea sedimentation. In Burck, C. A. and Drake, C. L., eds., *The geology of continental margins*, Springer-Verlag Pub., New York, 213-241.
- Ericson, D. B., Ewing, M. and Heezen, B. C., 1952, Turbidity currents and sediments in the North Atlantic. *Bull. Amer. Assoc. Petrol. Geol.*, **36**, 489-511.
- Garrison, R. E. and Fischer, A. G., 1978, Deep-water limestones and radiolarites of the Alpine Jurassic. In Cys, J. M. and Mazzullo, S. J., eds., *Sedimentary Processes: Depositional Processes in Ancient Carbonates*, SEPM Special Publication, no. 14, 192-228.
- 原山 智・宮村 学・吉田史郎・三村弘二・栗本史雄, 1989, 御在所山地の地質。地域地質研究報告(5 万分の 1 地質図幅), 地質調査所, 145 p.
- 猪郷久治・小池敏夫, 1975, 上麻生礫岩の地質時代ならびに美濃山地における三畳紀コノドントの新産出地点。地質雑, **81**, 197-198.
- Kakuwa, Y., 1991, Lithology and petrography of Triassic-Jurassic bedded cherts of the Ashio, Mino and Tamba Belts in Southwest Japan. *Sci. Pap. Coll. Art. and Sci., Univ., Tokyo*, **41**, 7-57.
- 宮村 学・三村弘二・横山卓雄, 1976, 彦根東部地域の地質。地域地質研究報告(5 万分の 1 地質図幅), 地質調査所, 49p.
- 大塚 勉・森清 寿郎・矢野 賢治・大友 幸子・富樫 均, 1986, 領家帯弱変成部の中生界とその未固結時変形—木曾山地北部の例—。地球科学, **40**, 307-321.
- Scholle, A. P., Arthur, A. M. and Ekdale, A. A., 1983, Pelagic environment. In Scholle, A. P., Bebout, D. G. and Moore, C. H., eds., *Carbonate depositional environments*, Mem. Amer. Assoc. Petrol. Geol., no. 33, 621-691.
- 脇田浩二, 1984, 八幡地域の地質。地域地質研究報告(5 万分の 1 地質図幅), 地質調査所, 89p.
- 山縣 毅, 1990, 海山の崩壊堆積物内の変形構造—美濃帯, 彦根東部地域—。日本地質学会第 97 年学術大会演旨, 207.
- Yamamoto, S., Tokuyama, H., Fujioka, K., Takeuchi, A. and Ujiie, H., 1988, Carbonate turbidites deposited on the floor of the Palau Trench. *Marine Geology*, **82**, 217-233.
- 八尾 昭, 1986, 日本のジュラ系放射状化石帯の年代と国際対比。大阪微化石研究会誌, 特別号, no. 7, 63-74.