中部ジュラ系～下部白亜系相馬中村層群の層序と化石*

Stratigraphy and fossils of the middle Jurassic to lower Cretaceous Somanakamura Group

竹谷陽二郎¹ 遲沢壮一²

Yojiro Taketani¹
and Soichi Osozawa²

2013年2月16日受付.

2013年6月23日受理.

*日本地質学会第120年学術大会(2013年・仙台)
巡検(E班)案内書

¹ 福島県立博物館
Fukushima Museum, Aizuwakamatsu 965-0807,
Japan

² 東北大学大学院理学研究科地学専攻
Department of Earth Sciences, Graduate School of
Science, Tohoku University, Sendai, 980-8578
Japan

Corresponding author: Y. Taketani,
taketani.youziro@we07.fk.ed.jp

概要

福島県太平洋岸北部の相馬市から南相馬市にかけての丘陵地帯に、中部ジュラ系～最下部白亜系の相馬中村層群が分布する。本層群は南部北上帯に属し、浅海性堆積物と河川堆積物が交互に繰り返しており、環境変化が大きい沿岸相を示す堆積物である。本層群は、かねてよりジュラ紀の軟体動物や植物化石の産地として知られていたが、最近、析窪層からソテツ類など、中ノ沢層からアンモナイト、穿孔性二枚貝、甲殻類など、小山田層からアンモナイトなど、新種の発見が相次いでおり、本邦におけるジュラ紀～白亜紀の重要な化石産地として再認識されている。本巡検では、本層群中、粟津層、中ノ沢層、富沢層および小山田層の代表的な岩相を示す露頭を観察し、特に海生動物化石の産出状態を見る。最後に南相馬市博物館を訪れ、展示されている本層群のタイプ標本を観察する。

Key Words

中部ジュラ系～最下部白亜系、相馬中村層群、粟津層、中ノ沢層、富沢層、小山田層、海生動物化石
middle Jurassic to lowermost Cretaceous, Somanakamura Group, Awazu Formation, Nakanosawa Formation, Tomizawa Formation, Koyamada Formation, marine fauna

地形図

1:25000 「相馬中村」「磐城鹿島」「原町」

見学コース

8:00 JR 仙台駅前発(バス)→相馬市→南相馬市鹿島区→南相馬市博物館→18:00 JR 仙台駅解散

見学地点

- Stop 1 (37°47'51" N, 140°52'43" E) 相馬市北沢. 粟津層の泥質岩と含有化石
- Stop 2 (37°44'58" N, 140°54'2" E) 相馬市富沢. 中ノ沢層館ノ沢砂岩部層と小池石灰岩部層の境界部の岩相と含有化石
- Stop 3 (37°43'59" N, 140°54'34" E) 南相馬市鹿島区御山. 富沢層の炭質頁岩に富む頁岩
- Stop 4A (37°42'47" N, 140°54'56" E) 南相馬市鹿島区小山田林道. 富沢層の砂岩頁岩互層と極粗粒砂岩
- Stop 4B (37°42'39" N, 140°55'7" E) 南相馬市鹿島区小山田林道. 小山田層中部の層相
- Stop 5 (37°42'20" N, 140°55'14" E) 南相馬市鹿島区馬沢. 小山田層の層相と含有化石
- Stop 6 (37°41'13" N, 140°55'0" E) 南相馬市鹿島区小池館ノ沢林道. 中ノ沢層小池石灰岩部層の岩相と含有化石
- Stop 7 (37°37'24" N, 140°57'47" E) 南相馬市博物館. 相馬中村層群産のタイプ標本他の展示観覧

第1図 見学地点位置図（国土地理院の1:200,000地勢図「福島」より作成）。双葉断層（実線）と破線の間に相馬中村層群（鹿狼山層を含む）の分布範囲。
Fig. 1. Map showing the location of stops during the fieldtrip; the area between the solid (Futaba Fault) and dotted lines indicates areas of outcropping Somanakura Group and Karozan Formation units. Map created from the 1:200,000 scale “Fukushima” regional map, published by the Geographical Survey Institute (GSI).

はじめに

阿武隈山地東縁部には、化石の発見によりジュラ系の地層の存在が明治時代より“相馬中生層”として知られていた（山下, 1896, 1898）。特にアンモナイトは、1920年代の後半から1930年代の初頭にかけて、そのいくつかが正式に記載されている（Shimizu, 1927, 1930, 1931）。報告されたアンモナイトのうち *Perispinctes* 類に基づいて産出層（小池石灰岩）の年代はジュラ紀最後期の Tithonian と考えられた。その後小池石灰岩以外にもジュラ紀アンモナイトや二枚貝類が発見されるようになり、正谷（1950）および Masatani and Tamura（1959）は全体の層序をまとめ相馬層群と命名した。相馬層群の名は後に第三系の地層にすでに使われていることが分かり、相馬中村層群と改名された（Mori 1963）。

Sato（1961a, b）は白亜紀初期 Berriasian のアンモナイトを日本各地から記載し、白亜紀初期の地層が我が国にも存在することを明らかにしたが、その中には相馬中村層群最上部からのものも含まれていた。同じく Sato（1962）は、相馬中村

層群産のアンモナイトは上部ジュラ系のものが中心であるが、Bajocian～Bathonian の中部ジュラ系のものが存在することを示した。したがって相馬中村層群はジュラ紀中期～白亜紀初期にまたがることが明らかになった。

しかしながら、全体として相馬中村層群のアンモナイトは三陸海岸、飛騨地方、中国地方などの古典的なジュラ系のものに比べると、その種類数も個体数も乏しく、層位学的な興味のほかには古生物学的、生層位学的な意義はやや少ないものと思われていた。

近年地元のアマチュア研究グループである相馬中村層群研究会やいわき自然史研究会の活発な活動により、多種類の保存状態の良いアンモナイトが収集された。また常磐自動車道の延長工事に伴い相馬中村層群の良好な露頭が出現し、新たに多数のアンモナイトが採集された。収集した標本の中には、これまで知られていなかったものや新種をたてるに十分なほど保存のよいものも含まれており、それらは随時記載・報告された（佐藤ほか, 2005, 2010, 2011; Sato and Taketani, 2008）。この結果、相馬中村層群産のアンモナイトの群集の

構成は極めて充実したものになった。

一方、相馬中村層群からはシダ、ソテツ、ベネチテス、球果類などジュラ紀頌石型の植物化石が多産し分類学的研究がなされてきた（大石, 1934; Oishi, 1940; Kimura and Ohana, 1988a, 1988b）。最近では、新たに得られた豊富な標本をもとに、ソテツ類などの新種が報告されている（Takimoto et al., 1997, 2008; 大花・滝本, 2008）。このほか、爬虫類、甲殻類、軟体動物など新種を含めた発見が相次いでいる。これらはアンモナイトと同様、相馬中村層群研究会による収集で、保存状態の良好な多数の標本が得られたことに起因している。

本層群はジュラ紀中期～白亜紀前期の浅海生および陸生の古生物の分類、古生態を研究するには絶好のフィールドと言えよう。また、本層群の化石はテチス～太平洋地域に属する化石群集が中心であり、本層群を含めた南部北上帯中生界の堆積場や古環境を考える上で重要な地域である。

相馬中村層群の地質概説

相馬中村層群（Mori, 1963 命名）は、ジュラ紀中期～白亜紀初期の堆積層であり、相馬市から南相馬市にかけての阿武隈山地東縁部に、東西 3～4 km、南北 27 km で南北に細長い分布をもつ（第 1, 2 図）。相馬中村層群主要部の地質図を第 3 図に示す。本層群の西縁は、双葉断層を境に白亜紀花崗岩類や新第三紀の地層と接し、東縁は新第三紀の地層に不整合で覆われる。本層群は大局的に南北方向の軸をもつ背斜構造を有しており、背斜軸は双葉断層に平行である。本層群は、下位より栗津層・山上層・栃窪層・中ノ沢層・富沢層・小山田層からなり、整合で累重する。全層厚は 2300 m ほどある（柳沢ほか, 1996）。主に砂岩や頁岩などの碎屑岩類からなり、海成層と陸成層が繰り返している。産出化石と層相から、栗津層・山上層・中ノ沢層および小山田層が海成層で、栃窪層・富沢層が陸成層であると考えられる。それぞれの地層の年代は、産出する化石、特にアンモナイトにより、第 4 図に

第 2 図 相馬中村層群の分布域。広川ほか編（1978）をもとに改作。1. 阿武隈山地東縁部の古生界 2. 阿武隈山地東縁部の中生界 3. 足尾帯の堆積岩類 4. 中・古生代の火成岩・変成岩類

Fig. 2. Map showing the distribution of the Somanakamura Group adapted from Hirokawa et al. (1978). 1 = Paleozoic units within the eastern margin of the Abukuma mountains. 2 = Mesozoic units within the eastern margin of the Abukuma mountains. 3 = Ashio Belt sedimentary rock. 4 = Paleozoic and Mesozoic age igneous and metamorphic rock.

第3図 相馬中村層群主要部の地質図 佐藤ほか(2005)より. 柳沢ほか(1996)を一部修正・改作.

Fig. 3. Geological map of the main outcropping area of the Somanakamura Group; map is after Sato et al. (2005), and is partly modified from Yanagisawa et al. (1996).

示したように考えられている (Sato and Taketani, 2008).

1. 粟津層 (正谷, 1950 命名)

相馬市粟津西方を模式地とし, 山上, 小野西方のほか, 初野西方に分布する. 時代未詳の鹿狼山層を不整合に覆うと推定される. 鹿狼山層は, 相馬市初野から北方の鹿狼山周辺に分布する. 細～中粒の塊状または成層砂岩を主とし, 岩相的には南部北上山地の中・下部三畳系の稲井層群に類似することが指摘されている (柳沢ほか, 1996). しかし, 砂岩の鉱物・岩片組成に若干の相違があり (滝沢, 1977), 両層の対比には疑問が残る. 粟津層は模式地で約 280m の厚さをもつ (柳沢ほか, 1996).

本層は黒色の砂質頁岩を主体とする. 下部に礫岩層があ

り, 粗～中粒砂岩を経て頁岩に至る. 模式地付近で, アンモナイトの *Bigotites* sp. (Sato, 1962) と, *Latitrigonia pyramidalis*, *Vaugonia awazuensis*, *Chlamys awazuensis* などの二枚貝化石が産している (Kobayashi and Tamura, 1957; Masatani and Tamura, 1959; Hayami, 1961). 産出したアンモナイトから, 本層はジュラ紀中期の Bajocian から Bathonian の時代を示すとされている (Sato, 1962).

2. 山上層 (Masatani and Tamura, 1959 命名. 正谷, 1950 の須萱砂岩層に同じ)

相馬市山上の宇多川河床を模式地とし, 粟津から銭上平西方まで狭い範囲に分布する. 粟津層の砂質頁岩を整合に覆う. 層厚は約 250 m である (柳沢ほか, 1996).

PERIOD	EPOCH	AGE	Ma	FORMATION		THICKNESS (m)	FACIES	FOSSIL
CRET.	Early	Valanginian	140.2	Somanakamura Group	Koyamada F.	50-120	shale tuffaceous sandst. tuff fine sandstone	Radiolaria Ammonoidea, Bivalvia
		Berriasian						Bivalvia, Gastropoda Ammonoidea, Nautiloidea
JURASSIC	Late	Tithonian	145.5		Tomizawa F.	400	very coarse sandst. intercalating shale	Filicales, Bennettitales, Equisetales
		Kimmeridgian	150.8		Nakano-sawa F.	230	limestone	Anthozoa, Echinoidea, Crinoidea, Brachiopoda
			155.6		Tatenosawa Sandstone Member		calcareous sandst. coarse to fine sandst.	Ammonoidea Bivalvia, Gastropoda Crustacea, Reptilia
		Oxfordian	161.2		Tochikubo F.	350-500	alternation of sandst. and shale	Lycopodiales, Equisetales, Filicales, Cycadales, Bennettitales
	Middle	Callovian	164.7		Yamagami F.	250	medium to coarse sandstone	Bivalvia
		Bathonian	167.7		Awazu F.	280	sandy shale sandstone conglomerate	Ammonoidea Bivalvia
		Bajocian						

第4図 相馬中村層群の層序と年代。地質年代値は Ogg et al. (2008) に基づく。

Fig. 4. Stratigraphy and ages of formations within the Somanakamura Group; isotopic ages are after Ogg et al. (2008).

本層は、成層した砂岩を主とする。粟津層の砂質頁岩から、砂岩の薄層を頻繁に挟む頁岩を経て本層の砂岩に移化する。砂岩は下部が中粒砂岩で上部に向かい粗粒となる。砂岩中にはしばしば斜交層理が認められ、波浪の影響が及ぶ浅い海底に堆積して形成された地層と考えられる。

正谷(1950), Kobayashi and Tamura(1955), Kobayashi (1957) および Masatani and Tamura (1959) は、本層の基底部と中上部から、*Latitrigonia unicarinata*, *Ibotrigonia masatanii*, *Scaphotrigonia somensis*, *Nipponitrigonia sagawai*, *Myophorella sugayensis* などのサンカクガイ化石を報告、記載している。また、Hayami (1961) は、本層から *Isognomon* sp., *Plagiostoma* aff. *subcardiiforme*, *Liostrea* sp., *Lopha* sp., *Mesolinga masatanii*, *Fimbria somensis*, *Pronoella sugayensis* という二枚貝化石を報告している。本層の年代は、上下位の地層の年代よりジュラ紀中期の Callovian と推定される。

3. 栃窪層（正谷, 1950 命名）

南相馬市鹿島区小山田西方の沢を模式地とし、北は相馬市宇多川中流から、南は南相馬市原町区押釜まで南北に連続して分布する。本層は、相馬中村層群の背斜構造の中軸部を占めて広く分布している。層厚は模式地で 500 m (正谷, 1950) あるいは 350 m (Mori, 1963) であるが、褶曲や断層により地層が繰り返しており、正確な層厚は算定がむずかしい。

本層は細粒～極細粒砂岩と頁岩の互層、および層理の比較的發展した中～細粒砂岩を主とし、塊状の粗粒砂岩を含む。互層中の砂岩にはしばしば平行葉理が発達する。頁岩は灰緑色～暗灰色で炭層や植物化石を含む。一般的に、本層は下部に粗粒砂岩、中部に細粒砂岩と頁岩の互層、上部に中～細粒砂岩が優勢である。栃窪層からは植物化石が産するが海生の動物化石の報告はない。このことと上述の岩相から、本層は、河川や湖沼および氾濫原など陸上で堆積したものと思わ

れる (Takizawa, 1985)。柳沢ほか (1996) は本層の垂直的な岩相の変化から、本層下部から上方に向けて、網目状および蛇行型河川成相→湖沼相および沖積低平地の氾濫原相→蛇行型河川成相→河口を含む沿岸成相へと推移した、すなわち沈降性の沖積平野における上流域から下流域への堆積環境の変化を示していると推定している。

砂岩・頁岩互層中の頁岩に植物化石が多産する層準があり、そこから、ヒカゲノカズラ類、トクサ類、シダ類、シダ種子類、ソテツ類、ベネチテス類、球果類など 40 種近い種類が報告されている (大石, 1934; Oishi, 1940; Kimura and Ohana, 1988a, b; Takimoto et al., 1997, 2008; 大花・滝本, 2008)。栃窪層から見つかっている植物化石は、日本の太平洋岸に沿った岩手県から高知県を経て熊本県に到るまでの、ジュラ紀後期～白亜紀前期の地層から産する植物群と共通した特徴をもっており、領石型植物群と呼ばれている。その分布は、日本の太平洋側のほか、ロシアの沿海州南部、中国南部および東南アジアに及んでいる。領石型植物群を構成する植物の外形・細胞組織・構造から判断して、この植物群は、年間を通してかなり長い乾季のある熱帯～亜熱帯地域の気候のもとで生育した植物群であったと考えられている (木村ほか, 1996)。

植物化石の他に、南相馬市鹿島区小山田西方に露出する本層頁岩の層理面上に、獣脚類や獣脚類のコエルロサウルス類と思われる恐竜の足跡および爬虫類の足跡などの生痕化石が発見されている (高橋・平, 1996, 1997; 高橋ほか, 2009)。

栃窪層の二つ下位の粟津層から、ジュラ紀中期の Bajocian から Bathonian の時代を示すアンモナイト、後述する上位の中ノ沢層からジュラ紀後期の Kimmeridgian から Tithonian を示すアンモナイト化石の報告があることから、栃窪層の堆積年代は概ねジュラ紀後期の Oxfordian と推定される (Masatani

and Tamura, 1959).

4. 中ノ沢層 (徳永・大塚, 1930 命名, 正谷, 1950 再定義)

相馬市富沢西方の中ノ沢を模式地とし, 相馬中村層群の背斜の東西両翼部に分布する。下位の析窪層を整合で覆うが, 一部断層で接する。層厚は模式地で 230 m である (柳沢ほか, 1996)。本層は主部の館ノ沢砂岩部層と上部の小池石灰岩部層に区分される。館ノ沢砂岩部層の最上部は石灰質となり, 小池石灰岩部層に漸移する。

(1) 館ノ沢砂岩部層 (柳沢ほか, 1996 命名) 粗粒砂岩を主とし細粒～中粒砂岩を挟む。一般に, 下部と上部に優白色の粗粒砂岩, 中部に層理の発達した細～中粒砂岩が優勢である。最上部は泥質な砂岩が発達し, 次第に石灰質となり, 上位の小池石灰岩部層に移化する。本部層は浅海に棲む動物化石を豊富に含み, 粗粒の堆積物を主とすることから, 水流の速い浅海に堆積した地層と考えられる。

なお, 正谷 (1950) は, 中ノ沢層を, 下部の砂岩・頁岩層, 中部の粗粒砂岩層, 上部の小池石灰岩層に区分し, さらに下部を下位より, リマ砂岩頁岩層 (1a) と三角介層状中粒砂岩層 (1b), 中部を黄白色アルコース粗粒砂岩層 (2a) と暗灰色砂岩および石灰質砂岩層 (2b) に区分した。そして 2a の粗粒砂岩を除く各層より貝類およびアンモナイト化石を報告した。

(2) 小池石灰岩部層 (正谷, 1950 命名の小池石灰岩) 一般に泥分など不純物の多い暗灰色の石灰岩である。相馬中村層群の背斜東翼部に特に発達し, 模式地では 50 m 前後の厚さをもつ。南北方向によく連続しその延長は 25 km 以上に及ぶが, 南方に向かって薄くなる。背斜西翼部ではさらに薄く 10 m 以下の厚さをもつに過ぎない。このほか, 相馬中村層群の西縁を限る双葉断層に沿って, 南北に細長く分布する。双葉断層沿いの本部層の石灰岩は, 一般に再結晶して白色を呈する。本部層は, 西南日本外帯に連続して分布する, 上部ジュラ系～下部白亜系の鳥巢式石灰岩と岩相がよく似ている。

江口・庄司 (1965) によれば, この石灰岩は, 下部にオーライト, 上部にマイクライトとスパライトが互層する石灰岩の堆積サイクルが, 5 回繰り返しており, 流れの速い海峡に接したバンクのような条件から, 静かな礁湖のような状態への変化を周期的に繰り返したと考えた。森野 (1992) は, 小池石灰岩の中に 6 つの堆積相を識別し, 上部にミクライト質石灰岩が卓越する傾向があり, 上方に向かってエネルギーレベルの低い環境に移り変わっていく過程が認められるとした, さらに, 堆積相の水平変化から南に陸域が存在する堆積環境を推定した。

(3) 海生動物化石 中ノ沢層からは豊富な海生動物化石が報告されている。Sato (1962) は, 日本のジュラ紀アンモナイトをまとめた中で, 本層のアンモナイト化石産出層準として, 下位より A2, A3, A4 の 3 層準を認定し, A2 を正谷 (1950) のリマ砂岩頁岩層 (1a) に, A3 を石灰質砂岩層 (2b) に, A4 を小池石灰岩層に, それぞれ対応させた。本層からは, Shimizu (1927, 1930, 1931), 徳永・大塚 (1930), Kobayashi (1935), 正谷 (1950), Sato (1962), 佐藤ほか

(2005, 2010), Sato and Taketani (2008), 佐藤・御前 (2010) により多種のアンモナイトが報告されている。Sato and Taketani (2008) は, それらの分類上の位置を再検討し, *Holcophylloceras* sp., *Haploceras* sp., *Hybonoticerias* sp., *Aulacosphinctoides tairai*, *Subdichotomoceras chisatoi*, *Taramelliceras* sp., *Aspidoceras* sp. が主要な産出種とした。このうち *Aulacosphinctoides tairai* と *Subdichotomoceras chisatoi* は Sato and Taketani (2008) により新種とされたもので, 中ノ沢層から産出するアンモナイトの個体数の中でかなりの割合を占める。アンモナイトはすべてテチス地域を含んだ太平洋地域に共通する種類である。

本層からはサンカクガイを始め豊富な二枚貝化石が記載, 報告されている (田村, 1959; Tamura, 1959, 1960a, b, c; Masatani and Tamura, 1959)。田村 (1959) は, 本層中の二枚貝化石の産出層準を 4 帯識別している。下部の 2 帯は館ノ沢砂岩部層中のもので, その上位の第 3 帯は館ノ沢砂岩部層から小池石灰岩への移行部の石灰質砂岩, 最上位の第 4 帯は小池石灰岩およびその挟みの泥灰岩である。Haga and Kase (2011) は中ノ沢層から発見されたニオガイ上科の穿孔性二枚貝を新種 *Opertochasma somensis* として報告した。ジュラ紀のニオガイ上科の体化石としては環太平洋地域からの初記録である (芳賀ほか, 2012)。佐野ほか (2010) は, 小池石灰岩部層から発見された大型で三角形の外形を示す厚い方解石稜柱層のみからなる殻を持つ二枚貝を, ハボウキガイ科に属する *Trichites* であるとした。*Trichites* はヨーロッパ区～エチオピア区などテチス海に特有の要素と考えられてきたが, 中ノ沢層からの産出は, この属が後期ジュラ紀には西太平洋域にまで分布を広げていたことを示している。腹足類では, ネリネアと呼ばれる大型で殻の内部に非常に凹凸の多い部屋をもつ種類が, 特に小池石灰岩から多産している (Shikama and Yui, 1973; 森野, 1989)。

六放サンゴ・層孔虫などの腔腸動物化石が小池石灰岩に多数含まれており, 特に六放サンゴについては記載報告がある (Eguchi, 1951; Mori, 1963)。Mori (1963) は小池石灰岩に含まれるサンゴ化石がほとんど破片の状態で産することから, 別の場所で生息していたものが死後運ばれて堆積したものと考えた。ただ, 小池石灰岩から見つかっているサンゴはほとんどサンゴ礁をつくる種類とされており, 規模はともかく, 近くにサンゴ礁が存在していた可能性は高いと思われる。

腕足類は, *Terebulatula*, *Terebulatularia*, *Rhynconella* の各属が, 小池石灰岩を中心に見つかる (正谷, 1950; Mori, 1963)。

中ノ沢層館ノ沢砂岩部層最上部の石灰質砂岩から Kato et al. (2010, 2011) はザリガニ類 2 種のハサミ (*Eryma*? sp., *Protaxius* sp.) およびエビとカニの背甲 (*Glyphea* sp., *Planoprosopon kashimaensis*) と, 世界最大級の甲殻類のハサミのツメ (*Enoplocyrtia*? sp.) を報告した。このうち新種となった *Planoprosopon kashimaensis* は, ヨーロッパのテチス地域のジュラ紀後期の種類とたいへんよく似ており, ジュラ紀後期には, テチス生物地理区のカニが環太平洋地域西部にまで生息範囲を広げたことを示している。

本層からは爬虫類の化石も発見されている。南相馬市鹿島区榎原東方の館ノ沢砂岩部層中部の石灰質中～粗粒砂岩からワニの下顎化石が(高橋・平, 1998)、同部層最上部の石灰質岩からワニ類の歯が(平, 2009)それぞれ報告されている。また、鹿島区小山田西方と榎原東方の同部層上部の中粒砂岩からクビナガリュウのプリオサウルス類とプレシオサウルス類の歯化石が発見されている(高橋ほか, 1998)。

このほか、記載はされていないが、ウミユリ類(Crinoidea)の茎やガク(平ほか, 2012)、ウニ類(Cidaridae)、軟骨魚類*Hybodus*属と*Asteracanthus*属の歯、硬骨魚類*Holosteichthys*上目の歯などが報告されている(鹿島町史編集委員会編, 2001)。

本層から多産する、*Aulacosphinctoides*, *Subdichotomoceras*, *Taramelliceras*, *Hyboniticeras*, *Haploceras*などのアンモナイト化石により、本層はジュラ紀後期のKimmeridgianからTithonianの堆積層であると考えられる(佐藤ほか, 2005; Sato and Taketani, 2008)。Kakizaki et al. (2012)は、全国の鳥巢式石灰岩についてSr同位体を使用した堆積年代を求めたが、小池石灰岩についてはKimmeridgian後期～Tithonian前期という結果となった。この年代はアンモナイトによる年代と調和的である。

5. 富沢層(徳永・大塚, 1930命名, 正谷, 1950およびMasatani and Tamura, 1959再定義)

相馬中村層群の背斜の東西両翼に分布するが、相馬市～南相馬市鹿島区地域においては主として東翼部に、南相馬市原町区地域では西翼部に分布する。下位の中ノ沢層小池石灰岩部層を整合に覆う。層厚は鹿島区小山田付近で400mの厚さをもつ(柳沢ほか, 1996)。

本層は粗粒砂岩を主とし頁岩を挟む。最下部には淡青灰色の中粒で石英に富む砂岩があり、上方に急激に粗粒化する(久保ほか, 1990; 柳沢ほか, 1996)。この石英砂岩はOkami(1969)により詳しく研究されており、南部北上帯の牡鹿-唐桑地方まで延長できる(Takizawa, 1985)。本層の下部は極粗粒～粗粒砂岩が主体で礫岩を挟む。上部は1m以下から数mの単位で頁岩ないし砂質頁岩が挟まれてくる。最上部は再び極粗粒～粗粒砂岩が優勢となる。本層の砂岩は相馬中村層群の中で最も粗粒である。粗粒～極粗粒砂岩は淘汰が悪く、砂粒の円磨度も低い。石英・長石のほか酸性火山岩の岩片を多く含む。砂岩層では上方細粒化の堆積サイクルがしばしば観察できる。礫岩の礫種は、酸性火山岩のほかに石英・チャート・花崗岩・オーソコークタイトなどが含まれる(Okami et al., 1976)。頁岩は、黄灰色、緑灰色、黒色とさまざまな色調を呈し、成層せず塊状のことが多い。

本層は上述の岩相と植物化石を産し海生の化石を産しないことから、酸性火山活動が起こった後背地の急激な隆起と剝削によって形成された河川および氾濫原堆積物と考えられる。

本層から、Masatani and Tamura (1959)により次の植物化石の産出が報告されている。*Coniopteris*? sp., *Equisetites* sp., *Equisetum* sp., *Kirchneria* sp., *Onychiopsis elongata*, *Otozamaites* sp., *Podozamites* sp., *Podozamites lanceolatus*, *Pecopteris* sp.,

Ptillophyllum sp. これらの種類は日本のジュラ紀から白亜紀前期の地層から報告されている。

本層の下位の中ノ沢層がジュラ紀後期のKimmeridgian～Tithonian前期、上位の小山田層が白亜紀前期のBerriasian～Valanginianであることから、本層の堆積年代はTithonian後期であると考えられる。

6. 小山田層(正谷, 1950命名)

南相馬市鹿島区小山田西方を模式地とし、相馬中村層群の背斜の東西両翼に分布する。下位の富沢層から漸移する。背斜東翼では新第三紀層に不整合で覆われ、西翼では双葉断層により限られ上限不明である。層厚は模式地の小山田西方で70～120mである。

本層下部は細粒～中粒の砂岩を主とし、凝灰質の砂岩や頁岩を頻繁に挟む。本層下部に厚さ7～18mのデイサイト質の凝灰岩が挟まれる。本層上部は黒灰色の頁岩を主とし、黒色の珪質頁岩や酸性凝灰岩の薄層を挟む。最上部は再び砂質の岩相となる。

本層下部の細粒砂岩からアンモナイトとオウムガイの産出の報告がある(Yabe, 1943; Sato, 1961a, b; 佐藤ほか, 2005, 2011; Sato and Taketani, 2008)。佐藤ほか(2011)は、それらの分類上の位置を再検討し、*Kilianiceras* sp., *Neocosmoceras akiyamae*, *Berriasella* sp., *Dalmasiceras muneoi*, *Kilianella umazawensis*, *Kilianella* sp., *Thurmanniceras isokusense*の各種が産するとした。このうち、*T. isokusense*は上部の頁岩からも産出している。また、二枚貝化石が下部の砂岩および上部の頁岩から記載されている(田村, 1959; Tamura, 1959, 1960c; Masatani and Tamura, 1959)。さらに、上部の頁岩中から白亜紀古世前期を示唆する放散虫化石が(松岡, 1989)、Berriasian～Valanginianを示す放散虫化石群集が(竹谷, 2013)、それぞれ報告されている。

小山田層の堆積年代は、産出するアンモナイトや放散虫化石により、白亜紀初期のBerriasian～Valanginianと考えられる。小山田層は南部北上山地の牡鹿半島の鮎川層や気仙沼市大島の磯草層と、岩相および産出するアンモナイトが共通している(Takizawa, 1985)。

見学地点

Stop 1 相馬市北沢. 栗津層の泥質岩と含有化石(第5図に位置を示す)

[地形図] 1:25,000「相馬中村」

[位置] 37°47'51" N, 140°52'43" E

[解説] 相馬中村層群最下位の栗津層の主体をなす黒色の砂質頁岩が露出する。砂岩層の挟みはほとんど見られないがやや層状をなす(第6図)。この露頭から、小型のアンモナイト、ベレムナイト、小型の二枚貝や巻貝が得られているが、保存状態が不良で属種は同定できていない。放散虫等の微化石は検出されない。沖合の岩相を示すと思われるが、波浪の静かな内湾底の堆積環境である可能性もある。

第5図 Stop 1の位置図 国土地理院発行 1:25,000 地形図「相馬中村」を使用

Fig. 5. Locality map for Stop 1; the map is the 1:25,000 scale "Somanaka mura" topographic map published by the GSI.

第6図 栗津層の黒色の砂質頁岩 (Stop 1)。

Fig. 6. Photograph showing an example of Awazu Formation black colored sandy shale (Stop 1).

Stop 2 相馬市富沢。中ノ沢層館ノ沢砂岩部層と小池石灰岩部層の境界部の岩相と含有化石 (第7図に位置を示す)

[地形図] 1:25,000「磐城鹿島」

[位置] 37°44'58" N, 140°54'2" E

[解説] 中ノ沢層の小池石灰岩の採石場跡。中ノ沢層館ノ沢砂岩部層上部から小池石灰岩部層が観察できる。館ノ沢砂岩部層の上部は粗粒砂岩から中粒砂岩、泥質砂岩をへてノジュールを含む石灰質砂岩、そして小池石灰岩部層の石灰岩に移化する (第8図)。両部層の境界部を観察すると、ノジュールを含む黒灰色の石灰質砂岩→やや砂質の黒色石灰岩 (厚さ1m) →石英の粒子を含む黒灰色の砂質石灰岩 (厚さ1m) →黒色の石灰質砂岩 (厚さ70cm) →黒色緻密な石灰岩と重なっており、石灰質砂岩から石灰岩に漸移している様子が観察できる (第9図)。ここでの堆積相の変化は、ごく浅い海底から海進が進み、砂粒の供給が少なくなり、同時にサ

第7図 Stop 2, 3の位置図 国土地理院発行 1:25,000 地形図「磐城鹿島」を使用

Fig. 7. Locality map of areas around Stops 2 and 3; the map is the 1:25,000 scale "Iwakikashima" topographic map, published by the GSI.

ング礁のような高まりが形成されていく過程を現わしていると考えられる。

石灰質砂岩や石灰質砂岩に含まれるノジュールからは、多種の二枚貝 *Grammatodon takiensis*, *Grammatodon densistriatus*, *Radulopecten ogawensis*, *Somapecten kamimanensis*, *Plagiostoma enormicosta*, *Linotrigrionia prima*, *Goniomya nonvscripta*, *Coelastarte ogawensis*, *Astarte kambarensis*, *Astarte somensis*, *Opis torinosuensis*, *Somartica abukumensis* (Masatani and Tamura, 1959) および穿孔性二枚貝 *Opertochasma somensis* (Haga and Kase, 2011; 芳賀ほか, 2012) が報告されている。二枚貝の種名は Hayami (1975) による分類にしたがった。また、アンモナイト *Aulacosphinctoides tairai* の副模式標本や *Haploceras* sp が産出している (Sato and Taketani, 2008)。

Stop 3 南相馬市鹿島区御山。富沢層の炭質物に富む頁岩 (第7図に位置を示す)

[地形図] 1:25,000「磐城鹿島」

[位置] 37°43'59" N, 140°54'34" E

[解説] 富沢層の土砂の採石場。頁岩優勢な1～5m単位の黒灰色頁岩と砂岩の互層よりなる (第10図)。最下部の上方細粒化した砂岩の直下に炭質物に富む黒色の頁岩が見られ、風化すると薄く剥離する (第11図)。この頁岩中にかつて植物化石の密集層が見られたが現在は保存されていない。この露頭から裸子植物ベネチテス類の雌花とされる *Williamsonia* sp. が報告されている (Takimoto et al., 2008)。

第8図 相馬市富沢の中ノ沢に沿った中ノ沢層の地質柱状図 (Stop 2). Sato and Tak tani (2008) より.

Fig. 8. Stratigraphic column for the Nakanosawa Formation exposed along the Nakanosawa River at Tomizawa, Soma City (Stop 2); after Sato and Tak tani (2008).

Stop 4A 南相馬市鹿島区小山田林道。富沢層の砂岩頁岩互層と極粗粒砂岩 (第12図に位置を示す)

[地形図] 1:25,000「磐城鹿島」

[位置] 37°42'47" N, 140°54'56" E

[解説] 富沢層上部が露出。砂岩と頁岩の互層が見られる。砂岩は一般に粗粒で厚さ1m程度の頁岩を頻繁に挟む。第13図に示した露頭では、淘汰の悪い粗粒砂岩→厚さ1mの緑灰色塊状の砂質頁岩→細粒砂岩～粗粒砂岩の上方粗粒化を示す砂岩が観察できる。上部の砂岩の下底には不規則な凹凸面がある。本層中にはこのような砂岩と頁岩のサイクルが頻繁に存在する。地層の上位にむかって林道を南下すると、本層最上部の極粗粒～粗粒砂岩が優勢となる。ここでは径5mm内外の礫が含まれる淘汰の悪い極粗粒砂岩が見られる。富沢層の極粗粒砂岩は相馬中村層群の中で最も粗い。

第9図 相馬市富沢における中ノ沢層の館ノ沢砂岩部層と小池石灰岩部層境界部の石灰質層 (STOP 2).

Fig. 9. Photograph showing calcareous beds at the boundary between Tatenosawa Sandstone and Koike Limestone members of the Nakanosawa Formation in the Tomizawa area, Soma City (Stop 2).

第10図 南相馬市御山の採石場に露出する富沢層の地質柱状図 (Stop 3).

Fig. 10. Stratigraphic column for the Tomizawa Formation exposed in the gravel quarry at Oyama, Minamisoma City (Stop 3).

Stop 4B 南相馬市鹿島区小山田林道。小山田層中部の層相 (第12図に位置を示す)

[地形図] 1:25,000「磐城鹿島」

[位置] 37°42'39" N, 140°55'7" E

[解説] 相馬中村層群最上部の小山田層の中部が露出する。層理が明瞭で、露頭最下部は酸性凝灰岩を挟む凝灰質の細～中粒砂岩からなり、中部は凝灰質の砂岩、最上部は砂質頁岩～珪質頁岩となる (第14図)。最上部の頁岩から放射虫化石が産している (松岡, 1989)。

第 11 図 南相馬市御山の採石場に露出する富沢層の細粒砂岩層と直下の炭質物に富む黒色頁岩。(Stop 3).

Fig. 11. Photograph showing fine-grained sandstone and underlying carbonaceous black shale units of the Tomizawa Formation exposed in the gravel quarry at Oyama, M inamisoma City (Stop 3).

第 12 図 Stop 4A, 4B と 5 の位置図 国土地理院発行 1:25,000 地形図「磐城鹿島」を使用

Fig. 12. Map showing the location of Stops 4A, 4B and 5; the map is the 1:25,000 scale "Iwakikashima" topographic map, published by the GSI.

Stop 5 南相馬市鹿島区馬沢. 小山田層の層相と含有化石 (第 12 図に位置を示す)

[地形図] 1 : 25,000 「磐城鹿島」

[位置] 37° 42' 20" N, 140° 55' 14" E

[解説] Stop 4B の 600 m 南方. 小山田層が連続して露出している (第 14 図). ここでは, 富沢層最上部の緑黄色の頁岩の上に小山田層の細粒の凝灰質砂岩が重なる. 小山田層下部は凝灰質の砂岩や頁岩を頻りに挟む細粒～中粒の砂岩を主とし, 厚さ 7m の緑灰色のデイサイト質凝灰岩が挟まれる (第 15 図). 本層上部は黒灰色の頁岩を主とし, 黒色の珪質頁岩や酸性凝灰岩の薄層を挟む.

第 13 図 南相馬市小山田の小山田林道 (Stop 4A) に露出する富沢層の砂岩と頁岩の互層.

Fig. 13. Photograph showing alternating sandstone and shale layers within the Tomizawa Formation exposed along the Koyamada Forestry Road in Koyamada, M inamisoma City (Stop 4A).

第 14 図 南相馬市小山田の小山田林道 (Stop 4B) および馬沢 (Stop 5) に沿った富沢層上部～小山田層の地質柱状図.

Fig. 14. Stratigraphic columns for the upper part of the Tomizawa Formation and the Koyamada Formation exposed along the Koyamada Forestry Road (Stop 4B) and in the Umazawa area (Stop 5) at Koyamada, M inamisoma City.

第15図 南相馬市小山田の馬沢 (Stop 5) に露出する厚さ7mの小山田層下部のデイサイト質凝灰岩。

Fig. 15. Photograph showing 7 m thick dacitic tuff beds within the lower Koyamada Formation exposed along the Umazawa valley in Koyamada, Minamisoma City (Stop 5).

下部の細粒砂岩からアンモナイト *Kilianiceras* sp., *Neocosmoceras akiyamae*, *Berriasella* sp., *Dalmasiceras muneoi*, *Kilianella umazawensis*, *Kilianella* sp. が産しており Berriasian の年代を示す (Sato, 1961a, b; 佐藤ほか, 2005; Sato and Taketani, 2008). また, 下部の砂岩から二枚貝 *Grammatodon takiensis*, *Parallelodon* aff. *inflatus*, *Astarte kambarensis*, *Neocrassina* cf. *subdepressa*, *Protocardia tozensis*, *Myophorella orientalis* が, 上部の頁岩から, 上述の *G. takiensis*, *A. kambarensis*, *N. cf. subdepressa*, *P. tozensis* の他に, *Entolium kimurai*, *Corbula?* *globosa*, *Myophorella* sp. が産している (田村, 1959; Tamura, 1959, 1960c; Masatani and Tamura, 1959). 上部の頁岩からは白亜紀古世の前期を示す放散虫化石が産している (松岡, 1989). さらに竹谷 (2013) により, *Acaeniotyle umbilicata*, *Alievium regulare*, *Cecrops* cf. *septemporatus*, *Dicerosaturnalis dicranacanthos*, *Pantanelium squinaboli*, *Cryptamphorella dunitricai*, *Hemicryptocapsa capita*, *Holocryptocanium barbui*, *Obesacapsula verbania*, *Pseudodictyomitra carpatica*, *Sethocapsa* aff. *kaminogoensis*, *Sethocapsa uterculus*, *Sethocapsa?* *zweilii*, *Svinitzium depressum*, *Svinitzium pseudopuga*, *Tethysetta boesii* などの Berriasian ~ Valanginian の年代を示す放散虫化石群集が報告されている。アンモナイトと放散虫化石による年代に矛盾は生じていない。

小山田層上部は頁岩を主とする泥質の岩相と, 放散虫化石

第16図 Stop 6 の位置図 国土地理院発行 1:25,000 地形図「磐城鹿島」を使用

Fig. 16. Map showing the location of Stop 6; base map is the 1:25,000 scale "Iwakikashima" topographic map, published by the GSI.

が産出することから, 沖合の海底に堆積した地層であると推定できる。富沢層の堆積終了後急激に海進が進んだことがわかる。また, 凝灰岩や凝灰質砂岩が含まれることから, 後背地に火山活動があったことがうかがわれる。

Stop 6 南相馬市鹿島区小池館ノ沢林道。中ノ沢層小池石灰岩部層の岩相と含有化石 (第16図に位置を示す)

[地形図] 1:25,000 「磐城鹿島」

[位置] 37°41'13" N, 140°55'0" E

[解説] 館ノ沢林道では栃窪層~中ノ沢層~富沢層が累重している (第17図)。特に中ノ沢層の化石の産地として知られている。ここでは中ノ沢層の小池石灰岩部層の層相と化石の産状を観察する。Stop 2 の富沢と同様に, 館ノ沢砂岩部層最上部の石灰質砂岩から小池石灰岩部層の石灰岩へと漸移しており, 小池石灰岩部層最下部の石灰岩中にも泥岩の挟みが頻繁にある。第18図に示したように, 黒色の石灰岩の上位に, 厚さ40cmの灰色の石灰質泥岩, その上に厚さ50cm程度の比較的硬質で黒灰色のやや砂質な石灰質泥岩, その上位に黒色緻密な石灰岩が重なる。最上位の石灰岩は不規則にうねった泥質堆積物の薄層を頻繁に挟む。

露頭中央部の, 黒灰色のやや砂質な石灰質泥岩とその上位の石灰岩から, *Aulacosphinctoides* sp., *Subdichotomoceras* sp., *Pachysphinctes* sp., *Haploceras* sp., *Hybonoticeras* sp., *Taramellicer* sp. などのアンモナイトや二枚貝が報告されている (正谷, 1950; Sato, 1962; 佐藤ほか, 2005, Sato and Taketani, 2008)。また, 小池石灰岩由来の転石中に, ハボウキガイ科に属する厚い殻を持つ二枚貝 *Trichites* が報告されている (佐野ほか, 2010)。

Stop 7 南相馬市博物館。相馬中村層群産のタイプ標本他の展示観覧 (第19図に位置を示す)

[地形図] 1:25,000 「原町」

第 17 図 南相馬市小池の館ノ沢林道 (Stop 6) に沿った中ノ沢層の地質柱状図。Sato and Taketani (2008) より。

Fig. 17. Stratigraphic column for the Nakanosawa Formation exposed along the Tatenosawa Forestry Road in Koike, Minamisoma City (Stop 6); after Sato and Taketani (2008).

[位置] 37° 37' 24" N, 140° 57' 47" E

[解説] 相双地域では最大の規模を持つ南相馬市立の総合博物館。相馬地域産の歴史、考古等の人文資料、および動植物、化石・岩石等の自然史標本を収蔵・展示している。自然史標本に関しては、生物標本では動物 778 点、植物 10 点、地学標本では化石 (古生代 10 点、中生代 107 点、新生代 114 点)、岩石 7 点を保有している。

南相馬市博物館は 1995 年に建設されており、建物は堅牢で鮮新世の大年寺層からなる丘陵上に立地しており地盤も堅固であるため、2011 年 3 月 11 日に起こった大地震による自館の建物および収蔵庫、展示室での標本の被害はなかった。福島第一原子力発電所の事故による影響もありしばらく閉館したが、2011 年 8 月 9 日には再開館した。ただ正職員は地震発生以降地域の復旧活動に携わっており、2013 年 3 月現在、

第 18 図 南相馬市小池の館ノ沢林道 (Stop 6) における中ノ沢層小池石灰岩部層基底部の化石を含む石灰質層。

Fig. 18. Photograph showing fossiliferous calcareous beds within the basal Koike Limestone Member of the Nakanosawa Formation; these beds are exposed along the Tatenosawa Forestry Road in Koike, Minamisoma City (Stop 6).

第 19 図 南相馬市博物館 (Stop 7) の位置図 国土地理院発行 1:25,000 地形図「原町」を使用

Fig. 19. Map showing the location of the Minamisoma City Museum (Stop 7); base map is the 1:25,000 scale "Haramachi" topographic map published by the GSI.

嘱託職員 2 名のみが学芸業務を担当している。

ここでは、当見学旅行に合わせて南相馬市博物館が開催する特別展において、同館が所蔵する相馬中村層群産の化石標本と、震災後近隣の鹿島歴史民俗資料館から救出し搬入した同層群産化石の完模式標本を中心に観察する。完模式標本は以下の通りである。

柄窪層

ソテツ類

Nilssoniocladus tairae Takimoto, Ohana and Kimura (1997)

Nilssoniocladus japonicus Takimoto, Ohana and Kimura (1997)

所属不明植物

Pelourdea nipponica Takimoto, Ohana, and Kimura (2008)

Taeniopteris somaensis Takimoto, Ohana, and Kimura (2008)

Taeniatus elongatus Takimoto, Ohana, and Kimura (2008)

中ノ沢層

アンモナイト類

Aulacosphinctoides tairai Sato and Taketani (2008)

甲殻類

Planoprosopon kashimaensis Kato, Takahashi and Taira (2010)

小山田層

アンモナイト類

Dalmaniceras muneoi Sato and Taketani (2008)

謝 辞 巡検の事前調査に当たっては、相馬中村層群研究会の八巻安夫氏、荒 好氏、平 宗雄氏、南相馬市博物館の二上文彦氏に御協力いただいた。また、財団法人深田地質研究所の佐藤 正氏および元応用地質株式会社勤務の滝沢文教氏には、原稿に対して適切なお助言をいただいた。以上の方々に深く謝意を表する。

文 献

- Eguchi, M., 1951, Mesozoic Hexacorals from Japan. *Sci. Rep. Tohoku Univ., 2nd ser. (Geol.)*, 24, 1-96.
- 江口元起・庄司力偉(Eguchi, M. and Shoji, R.), 1965, 福島県鹿島町付近におけるジュラ系石灰岩の堆積. 地質雑(Jour. Geol. Soc. Japan), 71, 237-246.
- Haga, T. and Kase, T., 2011, *Opertochasma somensis* n. sp. (Bivalvia: Pholadidae) from the Upper Jurassic in Japan: a perspective on pholadoidean early evolution. *Jour. Paleont.*, 85, 478-788.
- 芳賀拓真・平 宗雄・竹谷陽二郎・二上文彦・加瀬友喜(Haga, T., Taira, M., Taketani, Y., Futakami, F. and Kase, T.), 2012, 相馬中村層群の上部ジュラ系から産した世界最古級のニオガイ上科穿孔性二枚貝 *Opertochasma somensis* (オオノガイ目) の産出. 福島県立博物館紀要(Bull. Fukushima Mus.), no. 26, 21-33.
- Hayami, I., 1961, Some Jurassic pelecypods from the Awazu and Yamagami Formations in Northeast Japan. *Trans. Proc. Palaeont. Soc. Japan, N. S.*, no. 43, 117-123.
- Hayami, I., 1975, A systematic survey of the Mesozoic Bivalvia from Japan. *Univ. Museum, Univ. Tokyo, Bull.*, no. 10, 1-249.
- 広川 治ほか編(Hirokawa, O. et al.), 1978, 100 万分の 1 日本地質図 第 2 版(Geological Sheet Map of Japan at 1:1,000,000, 2nd ed.). 地質調査所(Geol. Surv. Japan).
- Kakizaki, Y., Ishikawa, T., Nagaishi, K., Tanimizu, M., Hasegawa, T. and Kano, A., 2012, Strontium isotopic ages of the Torinosu-type limestones (latest Jurassic to earliest Cretaceous, Japan): Implication for biocalcification event in northwestern Palaeo-Pacific. *Jour. Asian Earth Sci.*, 46, 140-149.
- 鹿島町史編集委員会編(History book of Kashima Town editing committee), 2001, 鹿島町史 第 2 巻 資料編 1 自然(History book of Kashima Town, Volume 2, Materials, no. 1, Nature)*. 福島県鹿島町(Kashima Town of Fukushima Prefecture), 676p.
- Kato, H., Takahashi, T. and Taira, M., 2010, Late Jurassic decapod crustaceans from Northeast Japan. *Palaeontology*, 53, 761-770.
- Kato, H., Takahashi, T. and Taira, M., 2011, Additions to macruran decapod crustaceans from the Upper Jurassic of Somanakamura Group, Northeast Japan. *N. Jb. Geol. Palaeont. Abh.*, 260, 185-190.
- Kimura, T. and Ohana, T., 1988a, Late Jurassic plants from the Tochikub Formation (Oxfordian), Somanakamura Group, in the Outer Zone of Northeast Japan. I. *Bull. Natn. Sci. Mus. Tokyo, Ser. C*, 14, 103-133.
- Kimura, T. and Ohana, T., 1988b, Late Jurassic plants from the Tochikub Formation (Oxfordian), Somanakamura Group, in the Outer Zone of Northeast Japan. II. *Bull. Natn. Sci. Mus. Tokyo, Ser. C*, 14, 151-185.
- 木村達明・大花民子・望月美穂子(Kimura, T., Ohana, T. and Mochizuki, M.), 1996, ユーラシア東部の中生代植物地理, および白亜紀植物地理と被子植物の起源・恐竜化石分布域との関連. 月刊地球(Chikyu Monthly), 18, 735-741.
- Kobayashi, T., 1935, Contribution to the Jurassic Torinosu Series of Japan. *Japan. Jour. Geol. Geogr.*, 12, 69-91.
- Kobayashi, T., 1957, *Nipponitrigonia* and *Rutitrigonia* in Japan. *Trans. Proc. Palaeont. Soc. Japan, N. S.*, no. 26, 51-61.
- Kobayashi, T. and Tamura, M., 1955, Studies on the Jurassic trigonians in Japan. Part IV. The Myophorellinae from north Japan. *Japan. Jour. Geol. Geogr.*, 26, 89-103.
- Kobayashi, T. and Tamura, M., 1957, Studies on the Jurassic trigonians in Japan. Part VI. Additional new genera and species of trigonians from the Jurassic of Soma, north Japan. *Japan. Jour. Geol. Geogr.*, 28, 35-41.
- 久保和也・柳沢幸夫・吉岡敏和・山元孝広・滝沢文教(Kub, K., Yanagisawa, Y., Yoshioka, T., Yamamoto, T. and Takazawa, F.), 1990, 地域地質研究報告(5 万分の 1 地質図幅), 原町および大甕地域の地質. (Geology of the Haramachi and Omika District, With Geological Sheet Map at 1:50,000). 地質調査所(Geol. Surv. Japan), 155p.
- 正谷 清(Masatani, K.), 1950, 福島県相馬地方の侏羅系に就いて. 地質雑(Jour. Geol. Soc. Japan), 56, 499-505.
- Masatani, K. and Tamura, M., 1959, A stratigraphic study on the Jurassic Soma Group on the eastern foot of the Abukuma mountains, northeast Japan. *Japan. Jour. Geol. Geogr.*, 30, 245-257.
- 松岡 篤(Matsuoka, A.), 1989, 相馬中村層群小山田層(最下部白亜系)からの放散虫化石. 化石(Fossils), no. 46, 11-16.
- Mori, K., 1963, Geology and Paleontology of the Jurassic Somanakamura Group, Fukushima Prefecture, Japan. *Sci. Rep. Tohoku Univ., 2nd ser. (Geol.)*, 35, 33-65.
- 森野善広(Morino, Y.), 1989, 福島県相馬地域の小池石灰岩におけるネリネア類の産状. 日本ベントス研究会誌(Benthos Res.), no. 37, 83-90.
- 森野善広(Morino, Y.), 1992, 上部ジュラ系小池石灰岩の堆積環境. 堆積研報(Jour. Sediment. Soc. Japan), 37, 122-124.
- Ogg, J. G., Ogg, G. and Gradstein, F. M., 2008, *The Concise Geologic Time Scale*. Cambridge University Press, Cambridge, U.K., 177p.
- 大花民子・滝本秀夫(Ohana, T. and Takimoto, H.), 2008, 福島県南相馬市における常磐自動車道関連工事に伴い産出した中生代ジュラ紀の植物化石に関する研究 報告書(A study of the Jurassic plant fossils yielded in the construction sites of the Joban highway in Minamisoma, Fukushima Prefecture)*. ミュージアムパーク茨城県自然博物館(Ibaraki Nature Museum), 74p.
- 大石三郎(Oishi, S.), 1934, 相馬中生代植物化石層の時代について. 地質雑(Jour. Geol. Soc. Japan), 41, 265-268.
- Oishi, S., 1940, The Mesozoic Floras of Japan. *Jour. Fac. Sci. Hokkaido Imp. Univ., ser. 4*, 5, 123-480.
- Okami, K., 1969, Sedimentary petrographic study of the quartzose

- sandstone of the Tomizawa Formation. *Sci. Rep. Tohoku Univ., 2nd ser. (Geol.)*, 41, 95–108.
- Okami, K., Masuyama, H. and Mori, T., 1976, Eocene pebbles in the eastern terrain of the Abukuma Plateau, Northeast Japan (part 1): The conglomerate of the Jurassic Somanakamura Group. *Jour. Geol. Soc. Japan*, 82, 83–98.
- 佐野晋一・竹谷陽二郎・平 宗雄・八巻安夫・荒 好・森野善広・近藤康生 (Sano, S., Taketani, Y., Taira, M., Yamak, Y., Ara, Y., Morino, Y. and Kondo, Y.), 2010, 上部ジュラ系相馬中村層群中ノ沢層からハボウキガイ科二枚貝 *Trichites* の発見. 福島県立博物館紀要 (*Bull. Fukushima Mus.*), no. 24, 31–40.
- Sato, T., 1961a, La limite jurassico-crétacée dans la stratigraphie japonaise. *Japan. Jour. Geol. Geogr.*, 32, 533–541.
- Sato, T., 1961b, Faune berriasienne et tithonique supérieure nouvellement découverte au Japon. *Japan. Jour. Geol. Geogr.*, 32, 543–551.
- Sato, T., 1962, Études biostratigraphiques des ammonites du jurassique du Japon*. *Mém. Soc. Géol. France, N. S.*, 41, tome 94, 1–122.
- 佐藤 正・御前明洋 (Sato, T. and Misak, A.), 2010, 福島県南相馬市の相馬中村層群から産出した保存の良い *Taramelliceras* sp. (ジュラ紀後期アンモノイド). 北九州市立自然史・歴史博物館研報, A 類 自然史 (*Bull. Kitakyushu Mus. Nat. Hist. Hum. Hist., Ser. A*), 8, 1–7.
- Sato, T. and Taketani, Y., 2008, Late Jurassic to Early Cretaceous ammonite fauna from the Somanakamura Group in Northeast Japan. *Paleont. Res.*, 12, 261–282.
- 佐藤 正・竹谷陽二郎・二上文彦・八巻安夫・栃久保廣恭・荒 好・佐々木英夫・橋本悦雄・石垣 功 (Sato, T., Taketani, Y., Futakami, F., Yamak, Y., Tochikubo, H., Ara, Y., Sasak, H., Hashimoto, E. and Ishigaki, I.), 2010, 南相馬市原町区石神で発見された保存の良い大型標本を含むジュラ紀アンモナイト群集. 福島県立博物館紀要 (*Bull. Fukushima Mus.*), no. 24, 7–30.
- 佐藤 正・竹谷陽二郎・鈴木千里・八巻安夫・平 宗雄・荒 好・相田 優・古川裕司 (Sato, T., Taketani, Y., Suzuki, C., Yamak, Y., Taira, M., Ara, Y., Aita, Y. and Furukawa, Y.), 2005, ジュラ紀-白亜紀の相馬中村層群から新たに採集されたアンモナイト. 福島県立博物館紀要 (*Bull. Fukushima Mus.*), no. 19, 1–41.
- 佐藤 正・竹谷陽二郎・八巻安夫・栃久保廣泰・荒 好・平 宗雄・岸崎晃一郎・二上文彦・田村 翼・松岡 篤 (Sato, T., Taketani, Y., Yamaki, Y., Tochikubo, H., Ara, Y., Taira, M., Kishizaki, K., Futakami, F., Tamura, T. and Matsuoka, A.), 2011, 南相馬市の相馬中村層群小山田層の新産地から採集されたベリアシアン (白亜紀初期) アンモナイトおよびオウムガイ化石群集. 福島県立博物館紀要 (*Bull. Fukushima Mus.*), no. 25, 25–48.
- Shikama, T. and Yui, S., 1973, On some Nerineid Gastropoda in Japan (Preliminary Report). *Sci. Rep. Yokohama National Univ., Section 2*, no. 20, 9–57.
- Shimizu, S., 1927, A Tithonian species of *Perisphinctes* from the Torinosu Limestone of Koike, Province of Iwaki. *Japan. Jour. Geol. Geogr.*, 5, 219–222.
- Shimizu, S., 1930, Notes on Two Tithonian species of *Perisphinctes* from the Torinosu Limestone of Koike, Province of Iwaki. *Japan. Jour. Geol. Geogr.*, 7, 45–48.
- Shimizu, S., 1931, Note on a species of the Tithonian genus *Streblites* from the Torinosu limestone of Koike, Iwaki province. *Japan. Jour. Geol. Geogr.*, 9, 13–15.
- 平 宗雄 (Taira, M.), 2009, 相馬中村層群中ノ沢層より産したワニ目化石. 地学研究 (*Chigaku Kenkyu*), 58, 9–12.
- 平 宗雄・橋本悦雄・八巻安夫 (Taira, M., Hashimoto, E. and Yamaki, Y.), 2012, 南相馬市石神の中ノ沢層産ウミユリ類の根化石. 地学研究 (*Chigaku Kenkyu*), 60, 147–160.
- 高橋紀信・平 宗雄 (Tak hashi, T. and Taira, M.), 1996, 福島県鹿島町柵窪層産恐竜足跡化石. いわき自然史研究 (*Res. Rep. Iwaki Nat. Hist.*), (1996.10.22), 1–4.
- 高橋紀信・平 宗雄 (Tak hashi, T. and Taira, M.), 1997, 鹿島町柵窪層産恐竜足跡化石 (第2報). いわき自然史研究 (*Res. Rep. Iwaki Nat. Hist.*), (1997.11.30), 1–4.
- 高橋紀信・平 宗雄 (Tak hashi, T. and Taira, M.), 1998, 鹿島町中の沢層産ワニ (中鰐類) 化石. いわき自然史研究 (*Res. Rep. Iwaki Nat. Hist.*), (1998.01.15), 1–2.
- 高橋紀信・平 宗雄・山田武人 (Tak hashi, T., Taira, M. and Yamada, T.), 1998, 福島県鹿島町上部ジュラ系長頸竜目歯化石. いわき自然史研究 (*Res. Rep. Iwaki Nat. Hist.*), (1998.01.30), 1–8.
- 高橋紀信・平 宗雄・八巻安夫 (Tak hashi, T., Taira, M. and Yamak, Y.), 2009, 南相馬市信田沢産の生痕化石について. 相馬中村層群研究会誌 (*Res. Assoc. Somanakamura Group Rep.*), 創刊号 (no. 1), 13–21.
- 竹谷陽二郎 (Tak tani, Y.), 2013, 相馬中村層群小山田層から産出した最下部白亜系放散虫化石群集. 福島県立博物館紀要 (*Bull. Fukushima Mus.*), no. 27, 1–24.
- Takimoto, H., Ohana, T. and Kimura, T., 1997, Two new *Nilssoniocladus* species from the Jurassic (Oxfordian) Tochikubo Formation, Northeast Honshu, Japan. *Paleont. Res.*, 1, 180–187.
- Takimoto, H., Ohana, T. and Kimura, T., 2008, New fossil plants from the Upper Jurassic Tochikubo and Tomizawa formations, Somanakamura Group, Fukushima Prefecture, Northeast Japan. *Paleont. Res.*, 12, 129–144.
- 滝沢文教 (Tak zawa, F.), 1977, 南部北上帯中生代堆積盆に関する二三の問題. 地団研専報 (*Monog. Assoc. Geol. Collab. Japan*), no. 20, 61–73.
- Takizawa, F., 1985, Jurassic sedimentation in the South Kitakami Belt, Northeast Japan. *Bull. Geol. Surv. Japan*, 36, 203–320.
- 田村 実 (Tamura, M.), 1959, 相馬ジュラ紀層群産の鳥の巢二枚貝化石群について. 地質雑 (*Jour. Geol. Soc. Japan*), 65, 280–289.
- Tamura, M., 1959, Tardont and Isodont from the Jurassic Soma group in North Japan. *Trans. Proc. Palaeont. Soc. Japan, N. S.*, no. 36, 168–180.
- Tamura, M., 1960a, Upper Jurassic Pteriacea from the Soma Group, Fukushima Prefecture, Japan. *Trans. Proc. Palaeont. Soc. Japan, N. S.*, no. 37, 223–229.
- Tamura, M., 1960b, A note on *Neoburmesia*, a peculiar Jurassic pelecypod, with description of mitilids and myacids from the Upper Jurassic Soma group in Japan. *Trans. Proc. Palaeont. Soc. Japan, N. S.*, no. 38, 275–283.
- Tamura, M., 1960c, Heterodont and other pelecypods from the Upper Jurassic Soma Group, Japan. *Trans. Proc. Palaeont. Soc. Japan, N. S.*, no. 39, 285–292.
- 徳永重康・大塚彌之助 (Tokunaga, S. and Otsuka, Y.), 1930, 相馬中生層に関する新事実について. 地質雑 (*Jour. Geol. Soc. Japan*), 37, 575–592.
- Yabuta, 1943, A Perisphinctoid Ammonite, an Ally of *Parabuliceras* found in the Torinosu series of Zusahara, Soma gun in the Abukuma Mountainland. *Proc. Imp. Acad. Tokyo*, 19, 582–584.
- 山下伝吉 (Yamashita, D.), 1896, 1898, 20 万分の 1 地質図幅 zone 14, col XIII, “FUKUSHIMA” および福島図幅地質説明書 (*Geology of the Fukushima District, With Geological Sheet Map of zone 14, col XIII “Fukushima” at 1:200,000*). 農商務省鉱山局地質課 (Geological Section, Bureau of Mines in Ministry of Agriculture and Commerce), 111p.
- 柳沢幸夫・山元孝広・坂野靖行・田沢純一・吉岡敏和・久保和也・滝沢文教 (Yanagisawa, Y., Yamamoto, T., Sakano, Y., Tazawa, J., Yoshioka, T., Kubo, K. and Takazawa, F.), 1996, 地域地質研究報告 (5 万分の 1 地質図幅), 相馬中村地域の地質 (*Geology of the Somanakamura District, With Geological Sheet Map at 1:50,000*). 地質調査所 (Geol. Surv. Japan), 144p.