

Data Files (Appendix 4): 宮田和周・中田健太郎・柴田正輝・長田充弘・永野裕二・大藤 茂・中山健太郎・安里開士・中谷大輔・小平将大, 2023, 長崎半島東岸長崎市北浦町の上白亜系層序の再定義とその地質年代学的意義. 地質雑, **129** [Miyata, K., Nakada, K., Shibata, M., Nagata, M., Nagano, Y., Otoh, S., Nakayama, K., Asato, K., Nakatani, D. and Kodaira, S., 2023, Redefining of the Upper Cretaceous stratigraphy on the eastern coast of the Nagasaki Peninsula (Kitaura, Nagasaki City), northwestern Kyushu, Japan, and its geochronological significance. *J. Geol. Soc. Japan*, **129**]

Appendix 4. 三ツ瀬層の層序に関する疑義と混乱 [Question and confusion on the stratigraphy of the Mitsuse Formation]

三ツ瀬層の層序に関する疑義と混乱

Question and confusion on the stratigraphy of the Mitsuse Formation

宮田和周・長田充弘・大藤 茂

Kazunori Miyata, Mitsuhiro Nagata and Shigeru Otoh

1. はじめに

長崎北浦層と三ツ瀬層の層序関係を解明するには多くの課題があるが、結論から述べれば、筆者らは1) 長崎北浦層の赤崎ノ鼻砂岩泥岩部層に相当する海成層は、三ツ瀬層の模式地である端島炭鉱内のみに存在するか、三ツ瀬層には無い、2) 座頭浜礫質砂岩泥岩部層は三ツ瀬層の下部（後述の香焼＋三ツ瀬層の下部層）に岩相上の類似から対比できると思われるが、共に模式地（端島炭鉱内）の三ツ瀬層とは異なる、3) 三ツ瀬層は端島炭鉱内の限られた層位にのみ適応される地層と考えられるが、閉山により模式地が失われ、その層序学的再定義か不使用が検討されるべきと考える。以下にこの考えを過去の研究に沿って三ツ瀬層の層序学的疑義を解説する。なお三ツ瀬層の名称は、端島炭鉱の地下から延びる水平坑道「三ツ瀬探炭坑道」（坑道の位置は本論文の Figure 1 を参照）に由来し、端島から南西へ約 3 km の岩礁地帯である「三ツ瀬」（Fig. 1）に三ツ瀬層は存在しない（広川・水野, 1962）。

三ツ瀬層を提唱した日隈(1963)に地層の読み表記はないが、日隈が参画する文献(Matsuo, 1967)に従い、「みつせそう」の読みが正式と考える。一方で、「みつぜそう」と読む複数の文献がある（例えば, Kamada, 1973, 1991；松井ほか, 1989；近藤・菊池, 2010；宮田ほか, 2014, 2016 など）。さらに上位の古第三系“香焼層”は、現在の地名の読み「こうやぎ」を採用していない Matsushita (1949b) の読み「こうやきそう」と、「こうやぎそう」と読む多くの文献がある（例えば, 広川・水野, 1962；Mizuno, 1964；Matsuo, 1968；Kamada, 1991 な

ど).

2. 香焼+三ツ瀬層の概説

長崎半島の西側に位置する高島炭田では、古第三系の高島層群二子島層の直下であり、野母崎層や野母変斑れい岩複合岩体などを不整合に覆う地層に対し、当初“赤崎層”（長尾，1927a），後に赤崎層群“香焼層”と命名された（松下，1949a）．それら古第三系の基底層として提唱された“赤崎層”ないし，“香焼層”は、赤色泥岩（慣例的に紫赤色とも称される）を挟在する特徴があり、長崎半島西海岸部（北東の小ヶ倉付近から、南西の高浜町におよぶ）、半島西方の香焼島、蔭ノ尾島（両島共に1960年代の埋め立てで長崎半島に連結）、高島そばの飛島などの島嶼に分布し、高浜町では不整合面が観察できるとされる（長尾，1927a）．化石の産出は長尾（1927a）にも松下（1949a）にも記述が無い．その後、日隈（1963）の報告までに、“赤崎層”ないし“香焼層”は坂倉（1953）、高橋・小原（1955）、小原（1960）、広川・水野（1962）などによって調査された．広川・水野（1962）は松下（1949a）の層序区分を引用し、高島炭鉱（高島）や香焼炭鉱（香焼島）の坑内、および香焼島北方の神の島付近に分布する“香焼層”の上部から、始新世と考えられる汽水ないし浅海棲種の軟体動物化石を報告した（Mizuno, 1964）．

日隈（1963）は、高島炭鉱および端島炭鉱坑内に露出する長尾（1927a）の“赤崎層”から、“白亜紀”の化石の発見をきっかけに、新たに白亜系としての概念を持つ三ツ瀬層を炭鉱坑内の層序に基づいて提唱する．この時、日隈（1963）は新たな古第三系基底層として「香焼層」の名を使用するが、これは松下（1949a）の“香焼層”を改定した提唱かは明記されていない．いずれにせよ、日隈（1963）は“赤崎層”に対して白亜系の概念を持つ三ツ瀬層と、その上位に古第三系基底層としての概念を持つ「香焼層」の名を使用したのが、両者の岩相の類似を理由にその境界は明確にできないとされる（日隈，1963；Miki, 1975；三木・松枝，1978）．白亜系（三ツ瀬層）と古第三系の境界が不明なこと、また三ツ瀬層提唱以前のため“赤崎層”ないし“香焼層”という名称を用いて記述する文献があるため、以下の説明では二子島層直下の地層について両者を区分しない「香焼+三ツ瀬層（Koyaki-Mitsuse formations）」と記述し、説明上の混乱をさける．なお本論文の Figure 1 にはその分布を示し、Figure A6 には香焼+三ツ瀬層の区分の歴史と解釈を示した．Figure A6 の日隈（1963）、山本ほか（1967）、三木・松枝（1978）に白亜系としての概念を持つ地層（三ツ瀬層）が表記されている．

日隈 (1963) の三ツ瀬層提唱以前から、香焼+三ツ瀬層は上中下の三部層に岩相上の区分がされている (Fig. A6 ; 坂倉, 1953 ; 高橋・小原, 1955 ; 小原, 1960 ; 広川・水野, 1962). 各研究者間での層序区分境界は厳密には一致しない. 高橋・小原 (1955) および小原 (1960) によれば、香焼+三ツ瀬層の中部層は礫岩と砂岩の厚層を主とし、上部層は礫質砂岩に礫岩と赤色岩を挟む互層である. 既述のように、上部層からは古第三紀と考えられる海棲および汽水棲種の軟体動物化石が報告され (広川・水野, 1962 ; 日隈, 1963), 上部層を白亜系と疑う文献は見当たらない. すなわち、古第三系 (香焼層) とみるのが一般的とされる (三木, 1981).

香焼+三ツ瀬層の上部層と中部層は香焼島とその北東に位置する蔭ノ尾島にそれぞれ分布し、下部層は長崎半島西海岸沿いで基盤と接して分布するという見解が過去の研究者間でも一致している (Fig. A6). 一般には、香焼+三ツ瀬層は北西～西傾斜の傾向があり、長崎半島西海岸沿いが下位側と解釈される. 下部層の層序は長崎市高浜町周辺でよく観察されるが、そこから北東方向の岳路周辺や小ヶ倉 (Fig. 1) にかけては多くの断層や地層の変形があり、当地の地層がどの層準にあるかを判断する基礎的な情報は少ない.

陸上露頭による下部層については、基底の不整合面を含めて広川・水野 (1962) が、主に上部層と中部層の層序は高橋・小原 (1955) と小原 (1960) が記載したが、これらの報告で香焼+三ツ瀬層の完全な層序は解明できていない. 高浜町周辺の下部層は砂岩、礫岩、炭質分に富む泥岩からなり、赤色岩の挟みはほぼなく、上位二つの部層との識別は容易であることが松下 (1949a) や小原 (1960), 広川・水野 (1962) で記述される. 我々の調査においても、広川・水野 (1962) が示したように下部層は 300 m 以上の層厚があることを確認している. さらに近年、高浜町周辺の下部層が中部カンパニアン階であることを支持する放射年代値の報告 (高地ほか, 2011 ; 長田ほか, 2014 ; 長田ほか, 2022) や、後期白亜紀の脊椎動物化石の産出報告 (宮田ほか, 2011, 2014, 2016 ; 柴田ほか, 2014 ; 藺田ほか, 2014) がある. 高地ほか (2011) によれば、高浜町周辺の下部層の砂岩から得た碎屑性ジルコン U-Pb 年代は、相対存在確率分布図上で最若ピークを構成する最大ピーク位置が 85 Ma 付近であり、そのピークを構成する最若粒子の年代 (年代下限値) は 78 ± 3 Ma であるとした. 長田ほか (2014) は高地ほか (2011) を元とした未公表データから、下部層の堆積年代を 81.2 Ma 以降と推定した. 最近では、長田ほか (2022) が高地ほか (2011) の測定地点にごく近い、高浜町の下部層に挟在される凝灰岩から、 79.85 ± 0.42 Ma (2σ) のジルコン U-Pb 年代値を報告し、中期カンパニアン期の堆積年代はより明確となった. しかしながら、

そこから北東の岳路周辺の三ツ瀬層とされた堆積岩からは、古第三系を支持する約 52 Ma の碎屑性ジルコン U-Pb 年代も報告されており（長田ほか, 2014）、長崎半島西側において上部白亜系と判断できる地層の広がりはまだ明確でない。

ごく最近（本論文の査読修正中）に、吉田ほか（2022）は長崎半島西側の“三ツ瀬層相当層”とした地点（KYG8 と KYG10）から砂岩の碎屑性ジルコン U-Pb 年代を報告した。KYG8（カンパニアン期以降）と KYG10（マーストリヒチアン期以降）は、香焼＋三ツ瀬層の下部層ではあるが、高地ほか（2011）と長田ほか（2022）の年代測定地点とは大きく離れる。KYG8 と KYG10 は、砂岩の碎屑性ジルコン年代であり、それらが白亜系なのか、また古第三系なのかの確証を筆者らは持たない。少なくとも、高地ほか（2011）および長田ほか（2022）が中期カンパニアン期とした年代測定地点の層準付近で、恐竜を含む後期白亜紀の脊椎動物化石の産出を確認した。KYG10 の層準は化石層準よりも上位であり、本論文の結果と矛盾しないが、これらの詳細については別稿としたい。

3. 炭鉱坑内の香焼＋三ツ瀬層の解釈

Figure A6 には日隈（1963）の高島炭鉱および端島炭鉱の坑内調査に基づく層序の概念を炭鉱ごとに分けて表記した。三木・松枝（1978）はその両方の坑内調査のデータを一つにまとめている。日隈（1963）は香焼＋三ツ瀬層を、高島炭鉱の二子立坑（日隈記載当時の深度 950 m）と二子坑底坑道（深度 903～915 m、水平坑道長 3,373 m）、端島炭鉱の三ツ瀬探炭坑道（深度約 340 m、水平坑道約 1,600 m）の観察を主としてその層序を記述した。さらに海上地震波探査による地震波速度の違いや、岩石の堅牢さ、坑内湧水水質、重鉱物分析などから、三ツ瀬層と古第三系（日隈の「香焼層」）との区分を試み、暫定的に三ツ瀬層は層厚が 290～690 m 以上、古第三系の層厚は 157～440 m とした（Fig. A6）。日隈（1963）の観察によれば、既述の香焼＋三ツ瀬層の上部層と中部層は坑道内に露出していたと解釈でき、二子坑底坑道の香焼＋三ツ瀬層の中位に 290 m の礫岩を主とする厚層（中部層と推定される）を記述している。一方、下部層は三ツ瀬層に含まれると概念的には考えられるものの、下部層に関する記述は日隈（1963）にない。高島および端島炭鉱の坑道内で基盤岩も確認されておらず、両炭鉱に下部層が露出していたかも不明である。

白亜系（三ツ瀬層）の根拠は炭鉱内から産した“恐竜”の化石とイノセラムスであるが、前者の鑑定は後に誤りが指摘された。高島炭鉱の二子立坑の坑底付近（深度 917 m 付近：香焼＋三ツ瀬層の上限から 772 m の層準）で発見された骨の化石が、ハドロサウルス科の

鳥脚類恐竜である *Nipponosaurus sahalinensis* (当時は「トラコドン」と呼ばれた) の上腕骨に同定されたものの、白亜紀より新しい哺乳類の上腕骨と再鑑定された (岡崎, 1994)。なお、骨化石の産出層準は、二子立坑と二子坑底坑道がつながる深度 915 m 地点の付近であり、高島炭鉱で観察される香焼+三ツ瀬層の最下限層準に近い。すなわち高島炭鉱の坑道に白亜系 (三ツ瀬層) が露出していた根拠は無いよう、その可能性を議論することも難しい。なお、Matsuo (1967) では二子立坑底付近でトクサ (*Equisetum* sp.) を、Matsuo (1968) は同立坑の香焼+三ツ瀬層の上限から 655 m (深度 800 m 地点) の層位でヤシ科の植物化石 *Sabal* sp. を報告している。これら植物化石の層準は日隈 (1963) の記述に基づけば三ツ瀬層とされた位置である。これらは高島炭田の古第三系からも知られる植物化石 (長尾, 1927b) で、Matsuo (1968) は *Sabal* sp. の層準を古第三系として報告した。

一方、端島炭鉱から南東へ延びる三ツ瀬探炭坑道では、日隈 (1963) が層厚 730 m 分の香焼+三ツ瀬層 (日隈の「香焼層」は 440 m, “三ツ瀬層” は 290 m の層厚) を観察している。日隈の記述では、三ツ瀬層は上下を断層で区切られており、上限付近からイノセラムス (*Inoceramus* cf. *amakusensis*) が発見された。なお、長崎半島西側で白亜系の根拠となる海棲種化石の産出報告は日隈 (1963) 以外になく、その分類には見直しが必要であることが三木・松枝 (1978) でも記述されている。しかし、イノセラムスの化石は一個体のみの発見で、後にも詳細な研究報告はなく、その分類も現在の所在も定かではない。イノセラムスの層準の下位には赤色岩層の層準が複数あること (日隈, 1963), Matsuo (1967) がイノセラムスの同層準からトクサ (*Equisetum* sp.) とサンショウモ目 (*Salvinia* 類) の破片状の化石、さらに同坑内の下位の層準から *Salvinia mitsusense* を報告している。すなわち、イノセラムスと湿地や淡水域に生息する植物化石の存在から、三ツ瀬探炭坑道の三ツ瀬層には、海棲軟体動物化石を産する層位の下位に陸成層の層準があると推定できる。なお *Salvinia mitsusense* は三ツ瀬層のみから知られ、他の白亜系からの報告は無い。*Salvinia* 属の報告は高島炭田の古第三系からも知られる (長尾, 1927b ; Matsuo, 1968)。

三木・松枝 (1978) が報告した香焼+三ツ瀬層の層序データには、大きな問題が含まれる。三木・松枝 (1978: Fig. 3) は二子坑底坑道と三ツ瀬探炭坑道のデータを統合した地質柱状図を掲載した。その柱状図は 2000 m を超える層序が記録されているが、過去の高島および端島炭鉱の掘削した層序から判断して、我々は恐らくその縮尺率は誤っている (2 倍の長さにされている) と考える。三木・松枝 (1978) はその柱状図の層序を上中下に三分し、上部を香焼層相当、中部は三ツ瀬層の上半部相当と解釈した。後者は砂岩主体でイノセラム

スの層準を含む。下部は上部と同様に赤色岩を頻繁に挟むうえ，“恐竜”と誤認された骨化石の層準が含まれる（三木・松枝，1978）。高島炭鉱と端島炭鉱の離れた坑道内の層序データを統合することは困難と考えるが，三木・松枝（1978）の柱状図で明確なことは，炭鉱坑内の香焼＋三ツ瀬層の層序には赤色岩層が頻繁に見られることである。長崎半島西側の陸上に露出する基盤岩と接する香焼＋三ツ瀬層の下部層とは岩相が異なり，おそらく下部層は坑内に露出していないのだろう。

4. 結論

三ツ瀬層は端島炭鉱内の限られた層位にのみ適用される地層と解釈される。閉山のため模式地が失われており，層序学的再定義か不使用が検討されるべきである。長崎北浦層の座頭浜礫質砂岩泥岩部層は岩相上の類似から香焼＋三ツ瀬層の下部層に対比できると思われるが，下部層は，模式地（端島炭鉱内）の三ツ瀬層と岩相的に異なると考えられる。炭鉱坑内の三ツ瀬層は下部層の年代よりも若く，中期カンパニアン期，もしくはそれ以降の地層となるのかは分からない。また，長崎北浦層の赤崎ノ鼻砂岩泥岩部層（上部サントニアン階～下部カンパニアン階の範囲）に相当する海成層が端島炭鉱内の三ツ瀬層の層序にあるのか，炭鉱が閉山された現在においてはその検証は不可能である。もちろん，香焼層においても改定は必要だが，その課題は多い。

5. 文献

日隈四郎，1963，高島地区における白亜紀層について。九州炭鉱技術連盟会誌，**16**, 436–442.

[Hinokuma, S., 1963, On the Cretaceous sediments in the Takashima district. *J. Coal Min. Eng. Assoc. Kyushu*, **16**, 436–442.]*

広川 治・水野篤行，1962，肥前高島付野母崎（5 万分の 1 地質図幅）。地質調査所，33p.

[Hirokawa, O. and Mizuno, A., 1962, *Hizentakashima Including Nomozaki*. Explanatory Text of the Geological Map of Japan, Scale 1:50,000, Geol. Surv. Japan, 33p.]

Kamada, Y., 1973, New Eocene marine mollusca from the Takashima Coal-field, Nagasaki Prefecture, Kyushu. *Tohoku Univ. Sci. Rep., 2nd Ser. (Geol.), Spec. Vol.*, **6**, 235–240.

Kamada, Y., 1991, Paleogene molluscan assemblages of the Takashima Coal-Field, Nagasaki Prefecture, northwest Kyushu, Japan. In Kotaka, T., Dickins, J. M., McKenzie, K. G., Mori, K., Ogasawara, K. and Stanley, G. D. Jr. eds., *Proceedings of International Symposium of Shallow*

Tethys 3, Saito Ho-on Kai, 257–265.

近藤康生・菊池直樹, 2010, 九州中軸帯の白亜系. 日本地質学会編, 日本地方地質誌 8, 九州・沖縄地方, 朝倉書店, 229–240. [Kondo, Y. and Kikuchi, N., 2010, The Cretaceous deposits in the Kyushu axial zone. In Geological Society of Japan, ed., *Regional Geology of Japan, Vol. 8, Kyushu Region*, Asakura Publ., 229–240.]*

高地吉一・大藤 茂・小原北士・折橋裕二・宮田和周・下條将徳, 2011, 長崎変成岩類および隣接する地質單元からの新たなウランー鉛ジルコン年代. 日本地質学会第 118 年学術大会講演要旨, 39. [Kouchi, Y., Otoh, S., Obara, H., Orihashi, Y., Miyata, K. and Shimojo, M., 2011, U–Pb geochronology of Nagasaki metamorphic rocks and surrounding geologic units in northern Kyushu, West Japan. *118th Annu. Meet. Geol. Soc. Japan, Abstr.*, 39.]

松井和典・須田芳朗・広島俊男, 1989, 20 万分の 1 地質図, 長崎 (第 2 版). 地質調査所. [Matsui, K., Yoshio, S. and Hiroshima, T., 1989, *1:200,000 Geological Map of Japan, Nagasaki (2nd ed.)*. Geol. Surv. Japan.]

Matsuo, H., 1967, A Cretaceous *Salvinia* from the Hashima Is. (Gunkan-jima), outside of the Nagasaki Harbour, West Kyûshû, Japan. *Trans. Proc. Palaeont. Soc. Japan N.S.*, **66**, 49–55.

Matsuo, H., 1968, Palaeogene floras of northwestern Kyûshû, part I: the Takashima flora. *Ann. Sci. Kanazawa Univ.*, **4**, 15–89.

松下久道, 1949a, 九州北部に於ける古第三系の層序学的研究. 九州大理研報 (地質学之部), **3**, 1–57. [Matsushita, H., 1949a, Stratigraphical study of the Paleogene in northern Kyushu. *Sci. Rep. Fac. Sci. Kyushu Univ., Geol.*, **3**, 1–57.]*

Matsushita, H., 1949b, A summary of the Palaeogene stratigraphy of northern Kyushu. *Mem. Fac. Sci. Kyushu Univ., Ser. D, Geol.*, **3**, 91–107.

Miki, T., 1975, Formation and development of sedimentary basins during the Paleogene in Amakusa and its adjacent areas, western Kyushu. *Mem. Fac. Sci. Kyushu Univ., Ser. D, Geol.*, **23**, 165–209.

三木 孝, 1981, 西九州古第三紀最下部層の再検討. 九州大理研報 (地質), **14**, 63–71. [Miki, T., 1981, Restudy of the lowest parts of the Paleogene sequences in western Kyushu, Japan. *Sci. Rep. Fac. Sci. Kyushu Univ. Geol.*, **14**, 63–71.]

三木 孝・松枝大治, 1978, 長崎県高島地域の白亜系—古第三系紫赤色岩層について. 九州大理研報 (地質), **13**, 13–21. [Miki, T. and Matsueda, H., 1978, Cretaceous–Paleogene purple red beds in the Takashima district, Nagasaki Prefecture, Japan. *Sci. Rep. Fac. Sci. Kyushu Univ.*

Geol., **13**, 13–21.]

宮田和周・池上直樹・東 洋一・柴田正輝・久保 泰・舩谷達夫.....高木美穂子, 2011, 上部白亜系三ツ瀬層（長崎県長崎市）の脊椎動物化石とその層序学的意義. 日本古生物学会 2011 年年会講演予稿集, 45. [Miyata, K., Ikegami, N., Azuma, Y., Shibata, M., Kubo, T., Masuya, T.,...Takaki, M., 2011, Late Cretaceous vertebrate fossils from the Mitsuzue Formation, Nagasaki City, Nagasaki Prefecture, Japan, and its stratigraphical significance. *2011 Annu. Meet. Paleont. Soc. Japan, Abstr.*, 45.]

宮田和周・久保 泰・東 洋一・長崎市教育委員会, 2016, 長崎市上部白亜系三ツ瀬層の獣脚類の歯について. 日本古生物学会第 165 回例会講演予稿集, 44. [Miyata, K., Kubo, T., Azuma, Y. and Nagasaki City Board of Education, 2016, Theropod dinosaur teeth from the Upper Cretaceous Mitsuzue Formation, Nagasaki City, Japan. *165th Regul. Meet. Paleont. Soc. Japan, Abstr.*, 44.]

宮田和周・柴田正輝・東 洋一・長崎市教育委員会・高地吉一・大藤 茂.....下條将徳, 2014, 長崎県上部白亜系三ツ瀬層の新たな脊椎動物化石と新知見. 日本古生物学会 2014 年年会講演予稿集, 18. [Miyata, K., Shibata, M., Azuma, Y., Nagasaki City Board of Education, Kouchi, Y., Otoh, S.,...Shimojo, M., 2014, New vertebrate fossils from the Upper Cretaceous Mitsuzue Formation, Nagasaki Prefecture, and new insight. *2014 Annu. Meet. Paleont. Soc. Japan, Abstr.*, 18.]

Mizuno, A., 1964, Paleogene and early Neogene molluscan faunae in west Japan. *Rep. Geol. Surv. Japan*, **204**, 1–72.

長尾 巧, 1927a, 九州古第三紀層々序（其九）. 地学雑, **39**, 86–91. [Nagao, T., 1927a, The Palaeogene stratigraphy of Kyushu (Part 9). *J. Geogr. (Chigaku Zasshi)*, **39**, 86–91.]*

長尾 巧, 1927b, 九州古第三紀層々序（其十）. 地学雑, **39**, 139–154. [Nagao, T., 1927b, The Palaeogene stratigraphy of Kyushu (Part 10). *J. Geogr. (Chigaku Zasshi)*, **39**, 139–154.]*

長田充弘・高地吉一・大藤 茂・宮田和周・山本鋼志, 2014, 九州西部長崎（野母）半島の地質（予報）. 日本地質学会第 121 年学術大会講演要旨, 155. [Nagata, M., Kouchi, Y., Otoh, S., Miyata, K. and Yamamoto, K., 2014, Geology of the Nagasaki (Nomo) Peninsula, western Kyushu: a preliminary study. *121st Annu. Meet. Geol. Soc. Japan, Abstr.*, 155.]

長田充弘・宮田和周・仁木創太・服部健太郎・平田岳史・大藤 茂, 2022, 長崎半島に分布する上部白亜系三ツ瀬層の年代論. 日本古生物学会第 171 回例会講演予稿集, 18.

- [Nagata, M., Miyata, K., Niki, S., Hattori, K., Hirata, T. and Otoh, S., 2022, Geochronology of the Upper Cretaceous Mitsuse Formation in Nagasaki Peninsula. *171st Regul. Meet. Paleont. Soc. Japan*, *Abstr.*, 18.]
- 小原浄之介, 1960, 高島炭田の重鉱物. 鉱山地質, **10**, 197-209. [Ohara, J., 1960. The heavy minerals of the Takashima Coal Field, Kyūshū, Japan. *Min. Geol.*, **10**, 197-209.]
- 岡崎美彦, 1994, 長崎県高島炭鉱産の化石骨について. 日本古生物学会第 143 回例会講演予稿集, 49. [Okazaki, Y., 1994, On a fossil bone from Takashima Coal Mine, Nagasaki Prefecture. *143rd Regul. Meet. Paleont. Soc. Japan, Abstr.*, 49.]
- 坂倉勝彦, 1953, 高島炭田における海底電気探査について. 鉱山地質, **3**, 95-107. [Sakakura, K., 1953, Submarine electrical prospecting at the Takashima Coal Field, Japan. *Min. Geol.*, **3**, 95-107.]
- 柴田正輝・宮田和周・池上直樹・久保 泰・東 洋一・長崎市教育委員会, 2014, 長崎県長崎市の上部白亜系三ツ瀬層から発見されたハドロサウルス上科鳥脚類の化石について. 日本古生物学会 2014 年年会講演予稿集, 18. [Shibata, M., Miyata, K., Ikegami, N., Kubo, T., Azuma, Y. and Nagasaki City Board of Education, 2014, Hadrosauroid ornithopod fossils from the Upper Cretaceous Mitsuse Formation in Nagasaki City, Nagasaki Prefecture, Japan. *2014 Annu. Meet. Paleont. Soc. Japan, Abstr.*, 18.]
- 藺田哲平・宮田和周・久保 泰・柴田正輝・東 洋一・長崎市教育委員会, 2014, 長崎県上部白亜系三ツ瀬層のスッポン上科カメ類. 日本古生物学会 2014 年年会講演予稿集, 19. [Sonoda, T., Miyata, K., Kubo, T., Shibata, M., Azuma, Y. and Nagasaki City Board of Education, 2014, Trionychoid turtles from the Upper Cretaceous Mitsuse Formation, Nagasaki Prefecture. *2014 Annu. Meet. Paleont. Soc. Japan, Abstr.*, 19.]
- 高橋良平・小原浄之介, 1955, 海底炭田探査の一方法: 高島炭田砂岩のペトログラフィー. 鉱山地質, **5**, 33-47. [Takahashi, R. and Ohara, J., 1955, Neue Methode der geologischen Aufnahme im submarinen Kohlenfelde: petrographische Untersuchung der Sandsteine des Takashima Kohlenfeldes, Nagasaki Präfektur. *Min. Geol.*, **5**, 33-47.]
- 山本栄一・日隈四郎・家坂貞男・有松憲生・二司哲夫, 1967, 高島炭田三ツ瀬および端島沖海域の探査. 鉱山地質, **17**, 200-213. [Yamamoto, E., Hinokuma, S., Iesaka, S., Arimatsu, N. and Nishi, T., 1967, Geological exploration of Mitsuse and Hashima off-shore area in the Takashima Coal Field. *Min. Geol.*, **17**, 200-213.]

吉田 聡・磯崎行雄・中野智仁・堤 之恭, 2022, 西南日本弧白亜紀前弧盆地の西端とその
後背地：長崎・西彼杵半島の上部白亜系・古第三系砂岩の碎屑性ジルコン U–Pb 年代測
定. 地学雑, **131**, 407–425. [Yoshida, S., Isozaki, Y., Nakano, T. and Tsutsumi, Y., 2022, Western
end of Late Cretaceous fore-arc basin and provenance in SW Japan: detrital zircon U–Pb dating
of Upper Cretaceous–Paleogene sandstones in Nagasaki–Nishisonogi Peninsula, Western Kyushu.
J. Geogr. (Chigaku Zasshi), **131**, 407–425.]

6. 図とキャプション

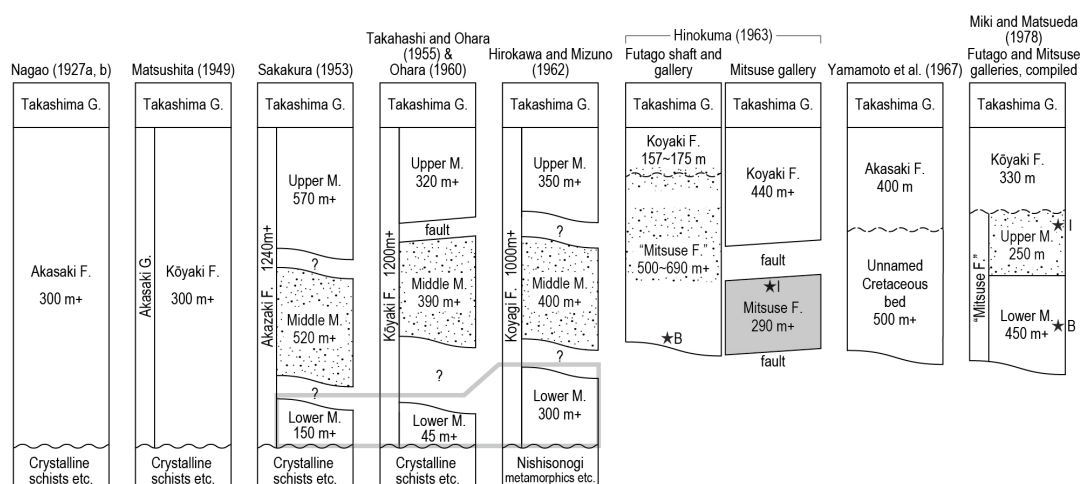


Fig. A6. History of the stratigraphic schemes and interpretations for the Paleogene and Cretaceous strata underlying the Takashima Group (= the Koyaki–Mitsuse formations in the text), on the western coast of Nagasaki Peninsula, northwestern Kyushu, Japan. Abbreviations: F., Formation; G., Group; M., Member. Note that the English name for the basal unit of the Paleogene is different between previous papers (Akasaki, Akazaki, Koyaki and Koyagi), although the name Akasaki and Koyaki are correct. The Akasaki Formation by Nagao (1927a) and Koyaki Formation by Matsushita (1949a) were established as the basal unit of the Paleogene. The lower part subdivided as the “Lower Member” (enclosed section by gray line in Sakakura, 1953; Takahashi and Ohara, 1955; Ohara, 1960; Hirokawa and Mizuno, 1962) is here interpreted as conceptualistic “lower part of the Mitsuse Formation”, which crops out on the western coastal area of the Nagasaki Peninsula and yields Late Cretaceous vertebrate fossils including dinosaur bones in Takahama (Miyata et al., 2011, 2014, 2016; Shibata et al., 2014; Sonoda et al., 2014). The Zatobama Gravelly Sandstone and Mudstone Member of the

Nagasaki Kitaura Formation (not figured here) can be lithologically correlated to the lower part of the Mitsuse Formation. The wavy and wavy dashed lines represent unconformity; the latter is tentative. The dotted area means sedimentary body dominated by gravelly sandstones and conglomerates. The filled stars labeled B and I indicate the fossil horizons of a mammal bone (Paleogene?) previously referred to hadrosaurid dinosaur *Nipponosaurus* and of *Inoceramus* (*Inoceramus* cf. *amakusensis*), respectively (see also Hinokuma, 1963; Okazaki, 1994). The schemes and interpretations of Hinokuma (1963) and Miki and Matsueda (1978) are based only on the data from the shaft and galleries of the Takashima and Hashima Coal Mines, not including the basal part and the basement of the Mitsuse Formation. The Mitsuse Formation established by Hinokuma (1963) is needed to be redefined and might to be attributed for the strata with red beds (gray area) exposed only at the Mitsuse gallery (the type of section), the Hashima Coal Mine.