

熊本県上天草市大矢野町湯島における 湯島層の層序とフィッション・トラック年代

長谷 義隆¹・鵜飼 宏明¹・香取 祥人¹・檀原 徹²・岩野 英樹²

(1 天草市立御所浦白亜紀資料館 〒866-0313 熊本県天草市御所浦町御所浦 4310-5)
(2 株式会社京都フィッション・トラック 〒603-8832 京都市北区大宮南田尻町 44-4)

Stratigraphy and Fission-track age of the Yushima Formation of the Yushima Island in Ohyano Town, Kamiyamakusa City, Kumamoto Prefecture

Yoshitaka Hase¹, Hiroaki Ugai¹, Yoshito Kandori¹, Tohru Danhara²
and Hideki Iwano²

(1 Goshoura Cretaceous Museum, 4310-5 Goshoura, Goshoura Town, Amakusa City, Kumamoto 866-0313,
Japan)
(2 Kyoto Fission-Track Co. Ltd., 44-4 Minamitajiri-cho, Omiya Kita-ku, Kyoto 603-8832, Japan)

Abstract

The Quaternary sediments with shallow marine shell fossils of Yushima Island in Ohyano Town, Kamiyamakusa City were researched and presented at a conference of the west branch of the Geological Congress of Japan by Imanishi and Hayashi in 1963. Though they named the sediments the Yushima Formation, they did not give a description of the formation in any reports. Therefore we will describe the characteristics of the Yushima Formation in this paper. We also carried out a fission track and the U-Pb age analyses using a tuff sample from the middle part of the Yushima Formation and showed the ages at $0.7\pm 0.3\text{Ma}$ and $1.26\pm 0.14\text{Ma}$ respectively. Our study concludes that the Yushima Formation accumulated under a shallow marine environment at about 1Ma.

キーワード: 湯島層, FT 年代

はじめに

熊本県上天草市大矢野町湯島は天草諸島と長崎県島原半島の間にある有明海上に浮かび, 大矢野町江樋戸港から約 9 km, 周囲約 3.5 km, 標高約 100 m の平坦面をもつテーブル状をした島である (図 1). 湯島は別名 '談合島' と言われ, キリシタン禁制の江戸時代, 幕府への抗議に立ち上がった '天草島原の乱' の折, 総大将天草四郎時貞らがこの湯島で談合した, との言い伝えがある.

湯島の地質についての研究は, 林 (1960) による天草における新第三紀層からの化石珪藻群の報告に始まる. 林 (1960) では「下島北西部の茂木根, 佐伊津, 御領付近と上島の西海岸, 湯島, 大矢野の名砂連海岸」にある「新第三紀層」を「一括して本渡層 (Hondo formation) とし, 岩相の相異により三部層に分割」,

「湯島部層 (Yushima member), 茂木根部層 (Mogine member), 佐伊津部層 (Saitsu member)」とした. 今

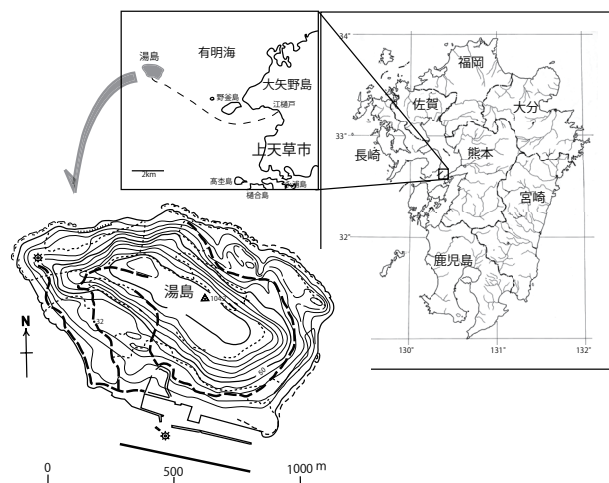


図 1. 湯島の位置図

西・林 (1963) は「湯島の地質」について学会発表した。その内容についての記述は残されていない。大塚 (1970) は有明海域の更新世～完新世の層序を整理し、湯島については大矢野島に分布する諏訪原層の相当層であるとした。また、中尾 (1989) は湯島の貝化石を調べ、島原半島に分布する口ノ津層群北有馬層 (大塚, 1966) にあたるとし、さらに中尾 (2011) では、貝化石を含む地層を長谷・岩内 (1993) に基づき湯島層と呼んだ。その長谷・岩内 (1993) では今西・林 (1963) および今西の私信により「湯島層」が示されたが、「湯島層」の正式な定義はなされていない。

湯島における林 (1960) の「本渡層」という命名は、すでに長尾 (1922) により天草の古第三紀層に「本渡層群」が付けられており、同じ天草地域で時代の異なる別層準のものと同じ「本渡」という名が用いられることになり、混乱を招きかねないので適切ではない。また、三部層のうち「茂木根部層」と「佐伊津部層」は大塚 (1966) による佐伊津層に整理されている。長谷・岩内 (1993) では湯島層についてその時代を約 80～70 万年前と推定し、佐伊津層とは別層準であることを示した。また、熊本県地質図編纂委員会 (2008) は林 (1960) を引用して「湯島層」としているが、これは林 (1960) の「湯島部層」を基本単位としての地層として取り扱ったことによる。

上記のような経緯を踏まえ、筆者らは、湯島の主要部を構成し、今西の私信で示された「湯島層」の層序的、古生物的性質を明らかにするために 2015 年 4 月から調査を行い、「湯島層」に挟在する凝灰岩についてフィッシュン・トラック年代値を得たので報告するとともに、ここに湯島層を再定義する。なお、湯島層を覆う玄武岩溶岩については、山本ほか (1993) による $0.88 \pm 0.11 \text{ Ma}$ (K-Ar)、横瀬ほか (1999) による $0.82 \pm 0.04 \text{ Ma}$ (K-Ar) の報告がある。

湯島の地質構成の概要

図 2 および図 3 は、ともに今西の私信により提供されたものを基に、今回の調査で修正加筆した地質図および層序を示す。湯島の地質は、島の標高の 8 割に及ぶ高さまで今回再定義する湯島層である。湯島層を覆って標高 80 m 付近から上位段丘礫層となる。上位段丘礫層は厚さ 7～10 m でチャートや変成岩、砂岩、頁岩などの径 2～5 cm の円礫からなる。さらにその上を覆う玄武岩溶岩がある。玄武岩溶岩はかんらん石玄武岩で、湯島の台地状の平坦な現地形を形づくるだけでなく、島の北東部および西部において標高の低い

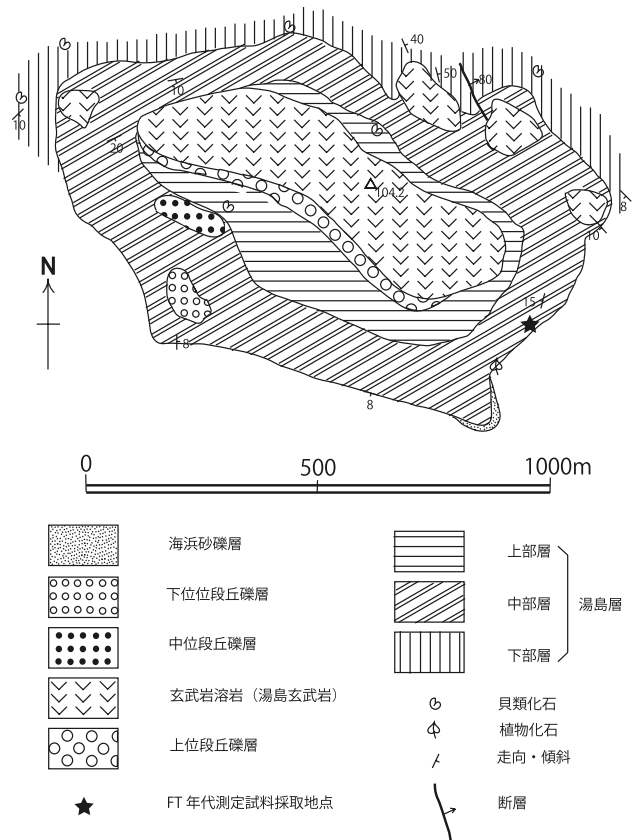


図 2. 湯島の地質図. 今西 (私信) を基に修正加筆

部分にも露出する。

島の中央部の西部で標高 35 m 付近のやや平坦面を構成するのは中位段丘礫層である。径 2～5 cm のチャートや変成岩、砂岩、頁岩などからなる。また、島の南西端の標高 10 m 面を形成するのは下位段丘礫層で、2～5 cm、時に 10 cm 以上の礫を含む。チャート、砂岩、頁岩などの円礫～亜円礫からなる。

島の南東には極小規模の浜があり、厚さ 2 m ほどの海浜砂礫層が分布する。

湯島層の層序と層相

湯島層の層序に関しては今西・林 (1963) による学会発表があったが、その内容についての記載はなく、私信によって地質図および層序が示された (図 2, 図 3)。今回の筆者らの調査は主に海岸に沿って露出する湯島層の化石に関するもので、鶴飼・香取 (2016) による貝類化石および須藤ほか (2018) による珪藻化石の報告がある。なお、現在の湯島においては、海岸以外では湯島層の露頭状況は極めて悪く、層序の検証が困難になっている。そこで、今西の私信により示された地質図と層序に修正を施すことで、湯島層を再定義する。

湯島層の下限は海域に没して不明である。島の西部

時代	地層・岩石名	層厚 (m)	柱状図	岩相		
第 四 紀	完新世	海浜砂礫層	2		砂および礫	
	更	下位段丘礫層	4		2~3cmの円礫および玄武岩大礫よりなるチャート、変成岩、砂岩、安山岩など	
		中位段丘礫層	2+		2~3cmの円礫、チャート、変成岩、砂岩、安山岩など	
		湯島玄武岩	10~20		カンラン石玄武岩	
		上位段丘礫層	7~10		2~3cmの円礫 チャート、変成岩、砂岩、安山岩など	
	新 世	湯 島 層	上部層	20		礫、凝灰質砂およびシルトよりなる厚さ5-18m内外の3輪廻層より形成される 下部より上部に輪廻層は細粒かつ層厚が小さくなる 下部の凝灰質細粒砂岩に海生貝化石が含まれる
			中部層	60		礫、凝灰質砂、シルトよりなり、特にシルト・砂の5-2mの互層が特徴的である また、2~3mの礫層が4枚あり、基底の礫層は下部層の侵食面上にのっている このシルト層には植物化石が含まれ、その上には白色軽石を含む凝灰岩層(*)があり、鍵層となっている
			下部層	10+		青灰色~黄褐色中~粗粒砂およびシルトよりなり、礫層~礫質砂層を挟む 上部に白色凝灰岩層(2-3m)を挟み、その上下の砂層に海生貝化石を産す

*: FT年代測定 ⊕: 貝類化石 ⊕: 植物化石

図3. 湯島の層序. 今西(私信)を基に修正加筆

から北部海岸にかけて分布する下部層、島の中腹部を構成する中部層および島の上部を占める上部層に区分される。

下部層は主として青灰色~黄褐色(風化による)の塊状のシルト岩からなり、中粒~粗粒の砂岩層および礫岩層~礫質砂岩層、凝灰岩を挟む。これらの砂岩層、礫岩層は厚さ1~2mの連続性不規則で大まかな層状構造を示すが、干潮時にのみ露出することから層状構造の実体を把握しにくい。さらにスランプ状の堆積構造が認められる。下部層からは中尾(1989)および鶴飼・香取(2016)により海生の貝類化石の産出が報告されている。その他、生痕化石も頻繁に認められる。下部層の厚さは10m以上である。

中部層は礫岩、凝灰質砂岩、シルト岩よりなり、特にシルトと砂の厚さ2~5mの互層からなる。礫岩層は厚さ2~3mで4層あり、基底の礫岩層は一部下部層の侵食面を覆っている。シルト岩層には植物化石が含まれ、その上には厚さ2~3mの白色軽石を含む凝灰岩層があり鍵層となっている。今回、この凝灰岩(湯島タフ)のFT年代が測定された。中部層の厚さは60mと見積もられる。

上部層は礫岩、凝灰質砂岩およびシルト岩が厚さ5~8mで3回の繰り返しにより形成されている。上部層下部の凝灰質細粒砂岩から海生貝化石が産出する。貝化石については中尾(1989)の報告がある。上部層の厚さは20m程度である。

下部層と中部層間是一部削剥が認められるものの整合関係にあると判断され、中部層と上部層とは整合で

ある。地質構造については、下部層の走向・傾斜は必ずしも安定しておらず、また断層が認められるものの露頭で観察される変位は2m程度である。

湯島層の凝灰岩(湯島タフ)のFT年代測定

2016年2月19日に採取した湯島層中部層の凝灰岩(通称:湯島タフ)のFTおよびU-Pb年代を測定した。

1) 試料条件

本試料に含まれるジルコン結晶は少量かつ細粒で、色調や結晶外形の多様性から、結果的に5種類以上の多源粒子が混在していることが判明した。その認識の上で、慎重な測定を心掛けた。すなわち、測定に際しては紫色の磨耗結晶や微粒結晶を対象から除外した上で、無色~淡桃色の自形結晶を優先させ、FTとU-Pb法の双方に共通する測定条件を備える粒子を選別した。

2) LA-ICPMS-FT法による年代測定結果

全測定30個の粒子データは異常にばらつき、単一起源でないことが推定される。ばらつきの原因は著しく古い粒子と、逆に若い粒子の混在があることによる。したがって試料の本質的な年代につながる有効な粒子の選別が必要になるが、自発FT数が非常に少ないことで、通常のFT年代値の解析が行えなかった。そのため併行して得られた最若粒子集団13個を、FT年代でも最若集団を兼ねるものとみなして(表1, 図4)、それらの荷重平均をもって測定値0.7±0.3Maとした。ただし、得られた年代値は極めて大きな誤差を有して

いるため、試料の年代値としては1Ma程度との認識に留めるべきものと考えられる。なお、本試料が湯島層を覆う玄武岩の貫入時に熱によるリセットの可能性については、非常に古い年代値を示す粒子が共存することから否定されるものとする。

表1. 湯島タフのジルコンのFTおよびU-Pb年代値リスト

Sample Name : 湯島タフ FT age(Ma)			U-Pb age(Ma)			
Grain Number	Grain age	Error 1σ	²³⁸ U- ²⁰⁶ Pb	Error 2σ	²³⁵ U- ²⁰⁷ Pb	Error 2σ
no.1	0.00	***	25.77 ± 2.70	17.92 ± 10.41		
no.2	0.00	***	1.45 ± 0.80	10.47 ± 10.11		
no.3	0.00	***	0.87 ± 0.51	(0.33) ± #NUM!		
no.4	1.34	1.3	0.80 ± 0.44	1.34 ± 2.69		
no.5	0.00	***	0.89 ± 0.40	(1.20) ± #NUM!		
no.6	0.00	***	0.76 ± 0.41	(2.16) ± #NUM!		
no.7	0.00	***	3.41 ± 1.01	7.19 ± 6.93		
no.8	0.00	***	2.49 ± 0.79	7.42 ± 6.46		
no.9	0.00	***	0.83 ± 0.41	0.22 ± 0.99		
no.10	0.00	***	2.65 ± 1.56	(9.10) ± #NUM!		
no.11	0.00	***	2.78 ± 0.93	1.72 ± 3.44		
no.12	0.00	***	2.37 ± 0.96	9.86 ± 9.31		
no.13	0.00	***	0.96 ± 0.68	(9.52) ± #NUM!		
no.14	0.00	***	1.22 ± 0.75	(0.51) ± #NUM!		
no.15	356.33	58.0	271.82 ± 17.26	257.67 ± 87.42		
no.16	70.48	11.3	264.73 ± 10.22	276.63 ± 50.28		
no.17	97.17	17.9	110.63 ± 6.55	121.78 ± 33.27		
no.18	146.71	22.9	107.42 ± 6.45	97.60 ± 28.92		
no.19	125.05	27.9	111.90 ± 7.25	110.53 ± 34.66		
no.20	45.12	11.4	108.98 ± 5.26	101.24 ± 23.10		
no.21	0.00	***	1.31 ± 0.48	(1.93) ± #NUM!		
no.22	210.60	29.5	207.83 ± 9.32	231.11 ± 48.81		
no.23	3.40	2.0	1.29 ± 0.38	2.80 ± 2.69		
no.24	0.00	***	1.09 ± 0.34	1.70 ± 1.97		
no.25	0.00	***	1.34 ± 0.45	2.81 ± 3.07		
no.26	0.00	***	3.64 ± 0.85	55.09 ± 16.97		
no.27	0.00	***	3.31 ± 0.58	3.75 ± 2.91		
no.28	0.00	***	0.63 ± 0.39	2.62 ± 3.73		
no.29	0.00	***	1.29 ± 0.63	(0.34) ± #NUM!		
no.30	0.00	***	0.66 ± 0.42	0.87 ± 2.25		

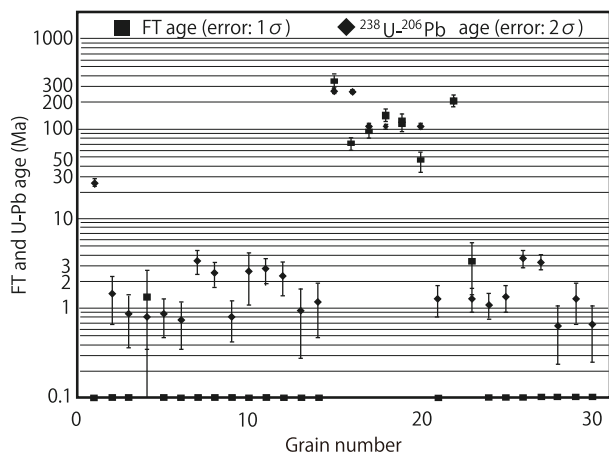


図4. 湯島タフのジルコンのFTおよびU-Pb年代値

3) LA-ICPMS を用いた U-Pb 年代測定結果

コンコダント粒子比率が70%と低いのは²⁰⁷Pbの係数値が少ないために²³⁵U-²⁰⁷Pb年代値が負となりコンコダント粒子から除かれるものが8粒子にも及ぶのが原因である。言い換えると、測定装置の限界に近い、非常に若い年代試料ということができる。その制約の中で上述の検討を行い、0.63-3.41Ma間の13粒子が最若粒子集団を形成するものとして絞り込まれた(表1, 図4)。したがって、それら粒子の荷重平均値をもって年代値1.26±0.14Maが得られた。みかけ上最若粒子集団に属する粒子に大きな差があるように見えるが、1粒子あたりの測定誤差が非常に大きいので、統計的にさらに粒子年代の絞り込みを行うのは妥当ではない。ただし、Nu Plasma2装置などの、より高感度装置を用いれば、より正確な最若粒子集団の絞り込みが可能であるという余地は残されている。

湯島層の年代

年代測定に用いられた湯島層中の凝灰岩には多源によるジルコン粒子が混在し、その中で最若年代粒子による加重平均値としての年代値0.7±0.3Maが得られた(表2)。しかし、年代値に対して測定誤差が大きいことから、湯島層凝灰岩(湯島タフ)の年代については1Ma前後との認識が示された。この年代値は湯島層を覆う湯島玄武岩の山本ほか(1993)による0.88±0.11Ma(K-Ar)や横瀬ほか(1999)による0.82±0.04Ma(K-Ar)の年代値と整合的であり、有明海域地質構成を考える上で重要な情報であると考えられる。

謝辞

今回の研究は天草ジオパークにおける学術調査研究の一環でもあり、調査にあたって天草ジオパーク推進協議会のご理解とご支援を頂いた。2015年4月の現地

表2. 湯島タフのFT年代

試料名	(1) (2)		結晶数 (個)	自発核分裂飛跡		U 総計数		(3), (4)		(5)	(6)	(7), (8), (9)		
	測定 鉱物	測定 方法		ρ_s (cm^{-2})	N_s	ρ_u (cm^{-2})	N_u	U スタンダード計数 ρ_{ustd} ($\times 10^{11} \text{cm}^{-2}$)	相関 係数 r			χ^2 検定 $\text{Pr}(\chi^2)$	ウラン 濃度 (ppm)	年代値 (Ma) Age ± 1σ
湯島タフ	Zr	Ext.S	13	3.15×10^4	4	2.42×10^8	30700	1396	68494	0.719	36	160	0.7±0.3	1.26±0.14
湯島タフ (全粒子)	Zr	Ext.S	30	9.44×10^5	255	2.11×10^8	56933	1396	68494	-0.043	0	140	23.2±1.6	

(1) 測定鉱物 Zr : ジルコン

(2) 測定方法 : LA-ICP-MS-FT (内部面 : IntS, 外部面 : Ext.S)

(3) ²³⁸U 濃度, U-Pb 年代測定用標準試料 : 91500(Zr), Durango(Ap)

(4) レーザービーム径 : 25 μm

(5) r : ρ_s と ρ_u の相関係数

(6) $\text{Pr}(\chi^2)$: χ^2 値の自由度 (n-1) の χ^2 分布における上側確率 (Galbraith, 1981)

(7) 年代値 : $T = (1/\lambda_D) \cdot \ln[1 + \lambda_D \cdot \epsilon \cdot (\rho_s/\rho_u) \cdot \rho_{ustd}]$ (IntS は $\rho_s \times 1/2$)

(8) 誤差 : $\sigma_T = T \times [1/\sum N_s + 1/\sum N_u + 1/\sum N_{ustd} + (\sigma_\epsilon/\epsilon)^2]^{1/2}$

(9) ²³⁸U の全壊変定数 : $\lambda_D = 1.55125 \times 10^{-10} \text{ yr}^{-1}$

調査には名古屋大学須藤 斎准教授にもご同行頂き、地質解析や試料採取にご協力頂いた。また、長谷は上天草市史編纂に関わって別途湯島の地質調査を行い、その調査にあたっては、上天草市にご支援を頂いた。元熊本大学教授今西 茂先生（故人）には生前、湯島の地質図および層序に関するの情報をご提供頂いた。熊本県博物館ネットワークセンターの黒田 治様および廣田志乃様にはセンター所蔵の今西茂コレクションの閲覧および利用にご配慮頂いた。ご支援、ご協力頂いた方々に心よりお礼申し上げます。

引用文献

- 長谷義隆・岩内明子(1993)：内陸堆積層の分布高度から求めた中部九州地溝内沈降域の変位. 地質学論集, **41**, 53-72.
- 林 行敏(1960)：中部九州における化石珪藻群 IV 天草群島. 地学研究, **11(6)**, 328-332.
- 今西 茂・林 行敏(1963)：湯島の地質. 日本地質学会西日本支部会報, **33**, 1.
- 熊本県地質図編纂委員会(2008)：10万分の1熊本県地質図および説明書. 熊本県. 118p.
- 長尾 巧(1922)：天草の地質略報. 地質学雑誌, **341(29)**, 41-56.
- 中尾賢一(1989)：湯島（有明海）の更新統の貝化石について. 日本古生物学会第138回例会講演予稿集, 24.
- 中尾賢一(2011)：湯島（上天草市）から産出する内湾性貝化石とその意義. 日本古生物学会第160回例会予稿集. B07.
- 大塚裕之(1966)：口ノ津層群の層序および堆積物. 口ノ津層群の地史学的研究-1. 地質学雑誌, **72**, 371-384.
- 大塚裕之(1970)：北西部九州有明海南部地域の更新—最新統の層序学的, 堆積学的研究. 鹿児島大学理学部紀要, **3**, 35-65.
- 須藤 斎・鶴飼宏明・香取祥人・長谷義隆(2018)：湯島に分布する湯島層から産出した珪藻化石による古環境復元. 御所浦白亜紀資料館報, **19**, 7-28.
- 鶴飼宏明・香取祥人(2016)：湯島に分布するいわゆる“湯島層”から産出する貝類化石の報告. 御所浦白亜紀資料館報, **17**, 1-4.
- 山本恭裕・江原幸雄・茂木 透・甲斐辰次・渡辺公一郎(1993)：湯島（有明海）の熱構造調査. 九州大学地熱研究報告, **2**, 69-83.

横瀬久芳・梁島達也・菊池 航・杉山直史・篠原 章・竹内 徹・長尾敬介・小玉一人(1999)：別府—島原地溝帯西部域の過去5百万年間に於ける間欠的火山活動. 岩鉱, **94(9)**, 338-348.

(2018年1月26日受理)