

熊本県八代平野の地質構成と地質構造

荒牧昭二郎¹・古澤 二²・田中伸廣³・長谷義隆⁴

- (1 熊本地盤研究会 〒 861-8039 熊本県熊本市東区長嶺南 2-7-69)
(2 熊本地盤研究会 〒 861-8001 熊本県熊本市北区武蔵ヶ丘 1-10-8)
(3 熊本地盤研究会 〒 862-0901 熊本県熊本市東区東町 4-17-8-201)
(4 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)

Geologic sequence and structure of the Yatsushiro Plain, Kumamoto Prefecture, Japan

Shojiro Aramaki¹, Wakatsu Furusawa², Nobuhiro Tanaka³ and Yoshitaka Hase⁴

- (1 Kumamoto Ground-water and Geology Research Group, 2-7-69 Nagamineminami, Higashi-ku, Kumamoto City, Kumamoto 861-8039, Japan)
(2 Kumamoto Ground-water and Geology Research Group, 1-10-8 Musashigaoka, Kita-ku, Kumamoto City, Kumamoto 861-8001, Japan)
(3 Kumamoto Ground-water and Geology Research Group, 4-17-8-201 Higashimachi, Higashi-ku, Kumamoto City, Kumamoto 862-0901, Japan)
(4 Goshoura Cretaceous Museum, 4310-5 Goshoura, Goshoura Town, Amakusa City, Kumamoto 866-0313, Japan)

Abstract

The Yatsushiro Plain is situated in the western part of Kyushu Island in southwest Japan, far from the western boundary of the central Kyushu massif. The main topographic feature of the area is that of a cliff created by the Hinagu Fault, and a plain that lies between that cliff and the Yatsushiro Sea further to the west. The stratigraphic sequence of the Yatsushiro Plain is composed of basic rocks and Pleistocene formations. These formations have been clarified as four tephra layers; K-Ah, AT, Aso-4, and Aso-3, as found in many boring cores extracted from the plain. Main geologic features of the region are the Hinagu Faults, as well as geologic tilting.

Keywords: Yatsushiro Plain, K-Ah, AT, Aso-4 Pyroclastic Flow Deposit, Hinagu Faults, tilting

はじめに

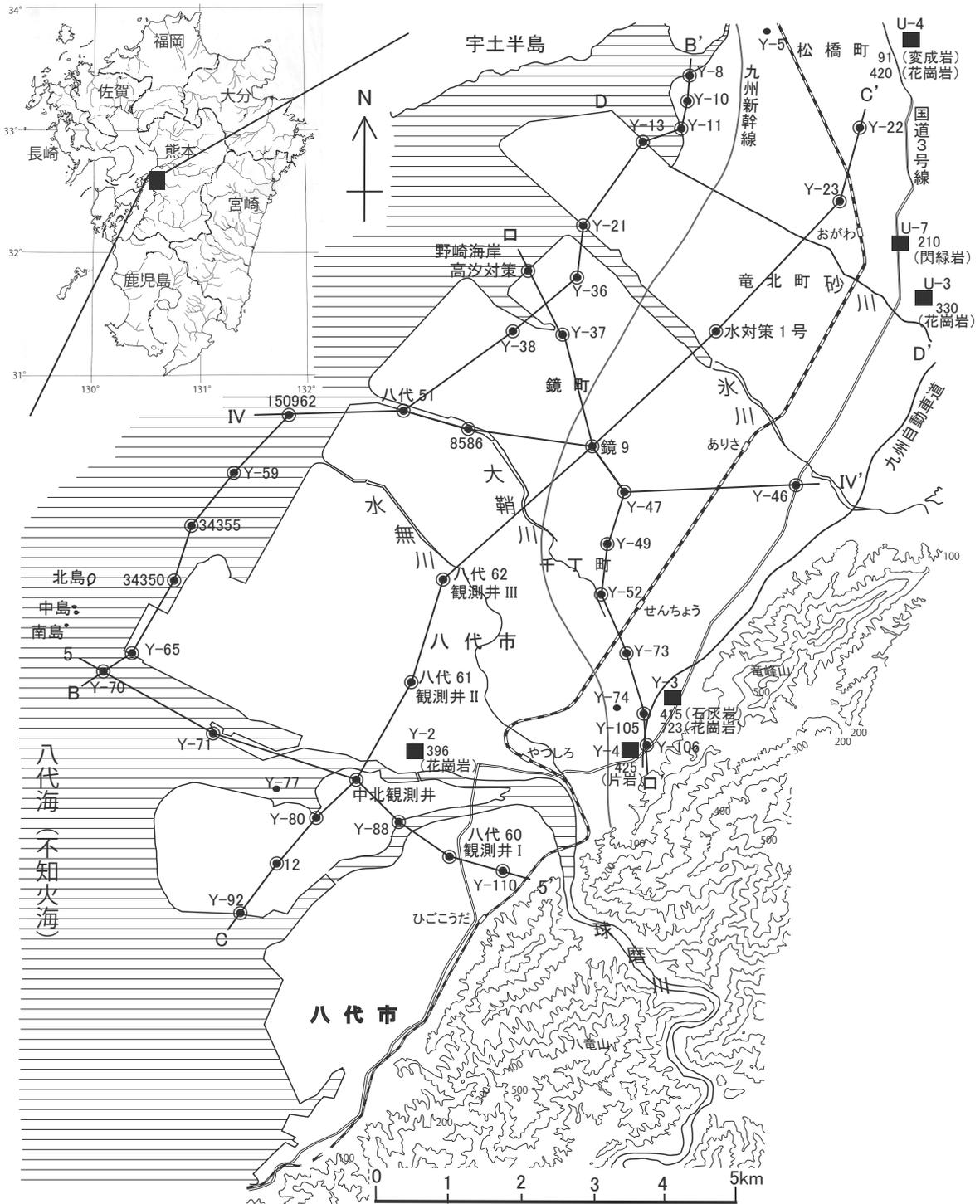
八代平野は熊本県のほぼ中央部にあり、西の八代海（不知火海）に面して、南北約 22 km、東西約 8 km、面積約 230 km²の海岸平野である（図 1）。内湾性の八代海を隔てて対岸に宇土半島および天草諸島を望み、東側は九州中央山地の西端にあたる。八代平野に面する山地西斜面は、直線状の地形的な特徴から大谷（1927）による断層崖との認識があり、日奈久断層崖、日奈久断層の名称が示された。この日奈久断層の北端は布田川断層にまで達しており、南は肥後二見から芦北町田浦の御立岬西端を経て、八代海に没している。このような地形上の特徴からも想定される日奈久断層の断層崖に相当する斜面の西には広く平地が広がる。

九州中央山地に源を發する一級河川の球磨川が河口部に厚い土砂を堆積させて三角州を形成し、また、平野中部には、氷川、砂川、大鞆川などの中小河川が、それぞれ八代海に注いでいる。これに江戸時代以降干拓が施されて平地が広げられ、今の八代平野となっている。なお、八代平野の西部には大島、産島、高島およびその沖合には北島、中島、南島からなる三ツ島、カガ島や小牛瀬、大牛瀬など島状の地形が認められる。

八代平野の西南部に点在するこれらの島状小丘の地質は古生代、中生代の古い基盤岩類からなることが知られる（熊本県地質図編纂委員会、2008）が、八代平野を構成する地層については表層土の

下にあることから直接見ることはできない。しかし、八代平野にはこれまでに大規模干拓工事や地下水資源開発・保全のための調査（熊本県水資源対策室，1992）などに数多くのボーリングが行われ、その報告もなされている。さらに、深層ボーリングによる井戸調査では、地表から400～500 m下には基盤岩類があり、その上に更新世～完新世の砂礫，粘土，火山噴出物などが厚く累重している

ことが知られている。福岡通商産業局（1980）は、平野の地下を構成する第四紀層を下位から上位に、未区分洪積層，軽石凝灰岩層，島原海湾層，有明粘土層および扇状地礫層に区分している。この調査の目的が八代平野における地下水利用に関することであり、必ずしも地下地質構成の実態を明らかにするものではなかったことで、地下地質構成が明確に把握されているとは言い難い。



■：文部科学省研究開発局（2018）による

図1. 八代平野におけるボーリング地点およびボーリングコア柱状図測線

このように、これまでの調査では、調査目的の範囲に留まる報告が多く、八代平野全体の地下地質構成を詳細に解説したものは見当たらない。しかし、2016年に熊本地震が起こったことで、国や大学などの研究機関において、活断層である日奈久断層帯の活動予測についての報道もあり、今後の防災対策などへの取り組みにとっても、八代平野の地下地質構成を正確に認識しておく必要があると考える。

熊本地盤研究会は2010年に「熊本周辺の地質断面図」を、さらに、2014年に「熊本地域の地質断面図」，2019年には「熊本地域の地質断面図-地下地質と熊本地震-」を刊行して熊本地域の地下地質構成を明らかにしてきた。この手法を用いて、八代平野について有効なボーリングデータに基づき、その地質構成を明らかにすることを試みる。使用されたボーリング資料は地盤情報緊急公開サイトと熊本県地下水観測井である。なお、これまでは八代平野を構成する地層についての明確な記載がなかったことから、本論では構成層の層準と層相を、有明海域で認められている地層（地学団体研究会，1965；長谷・岩内，1996）との対比に基づき、その相当層として記述するに留める。

主要ボーリングコア試料に基づく平野構成層の層序区分

八代平野を構成する地質の層序を表1に示す。

1. 基盤岩類

八代平野の基盤岩類については、国の地震調査委員会の平成29年度の成果報告書によると、八代平野低地部の地下深所には古～中生代の変成岩類、花崗岩、石灰岩などの古い岩石が基盤岩として存在する（図1にボーリングにより確認された地点とその深度を示す）。これらの基盤岩類は、平野東端の日奈久断層崖付近や上記した平野南西部に点在する小丘や八代海に浮かぶ小島において直接観察されるものに相当する。

2. 平野の地質構成

八代平野の地質構成を把握するために有効なボーリングコア柱状図を測線B-B'，C-C'，IV-IV'，5-5' およびロ-ロ'に沿って描き、図2および図3に示した。

1) 地質構成解析のカギ層

八代平野での多くのボーリングコア試料では火

表1. 八代平野の層序表

地質時代	地層名	層相
第四紀 更新世	表層土（干拓土含む）	還元色土砂（酸化色土砂）
	有明粘土層相当層 <K-Ah テフラ>	極めて軟弱なシルト～粘土からなり、腐植物片や貝殻片を含む。礫質層を挟む。暗灰色や暗青色などの還元色。
	島原海湾層相当層 <AT テフラ>	高有機質の粘土層やビート層を有し、砂質層、礫質層を挟む。ATを挟在する。
	段丘砂礫層	直径5～15cmの円～亜円礫の礫層。色調は概して酸化色。
	阿蘇-4火砕流堆積物	灰白～黄褐色で軽石を含む特徴あり。軽石交じり凝灰質砂
	阿蘇-4/3間堆積物	シルト～粘土からなり、腐植物片、貝殻片を含む。礫質層挟む。
	阿蘇-3火砕流堆積物	暗灰色スコリアを含む 軽石交じり凝灰質砂
中生代 ～ 古生代	基盤岩類	変成岩類、花崗岩、石灰岩など

山灰、凝灰質砂、シラスなどと表示されている火山噴出物起源の地層が4層準に認められる。上位2層準については、鬼界アカホヤテフラ（K-Ah）と始良 Tn テフラ（AT）（町田・新井，2003）の可能性が考えられるので、八代郡氷川町（旧竜北町）大字鹿島に於けるボーリングコア試料（熊本県，1988）（図2 C-C' 測線の水対策1号）に挟在する火山灰2層準について株式会社京都フィッシュン・トラックに依頼し、火山ガラスの屈折率測定を実施、表2の結果を得た。すなわち、ボーリングコア水対策1号の深度9.35～9.40 mに挟在する火山灰は鬼界アカホヤテフラ（K-Ah）であり、深度16.65～17.00 mに挟在する火山灰は始良 Tn テフラ（AT）であることが明確になった。

さらに、3番目および4番目の層準のものは阿蘇-4火砕流堆積物（Aso-4）および阿蘇-3火砕流堆積物（Aso-3）であると考えられる。

このうち鬼界アカホヤテフラ（K-Ah）（以下、K-Ahと表記する）、始良 Tn テフラ（AT）（以下、ATと表記する）の2枚は層厚が薄く、軽石や軽石片の包含はない。これらのテフラはボーリングコア柱状図で対比すると連続性に乏しいように見えるが、ボーリングコア試料の記載に書かれていないことも多いと思われる。これらに対し、上から3番目の阿蘇-4火砕流堆積物（Aso-4）（以下、Aso-4と表記する）には必ず軽石やその細片が包含

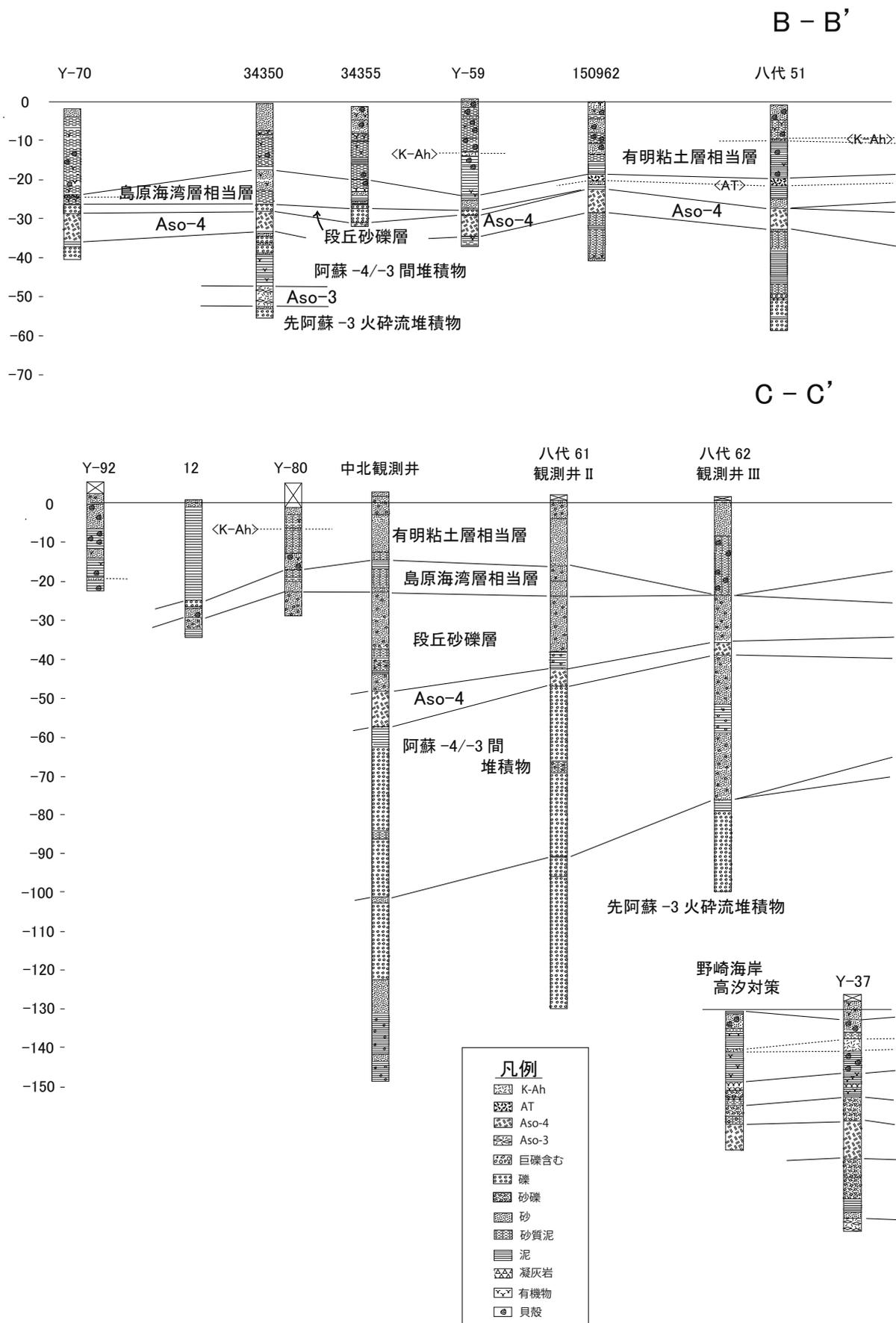
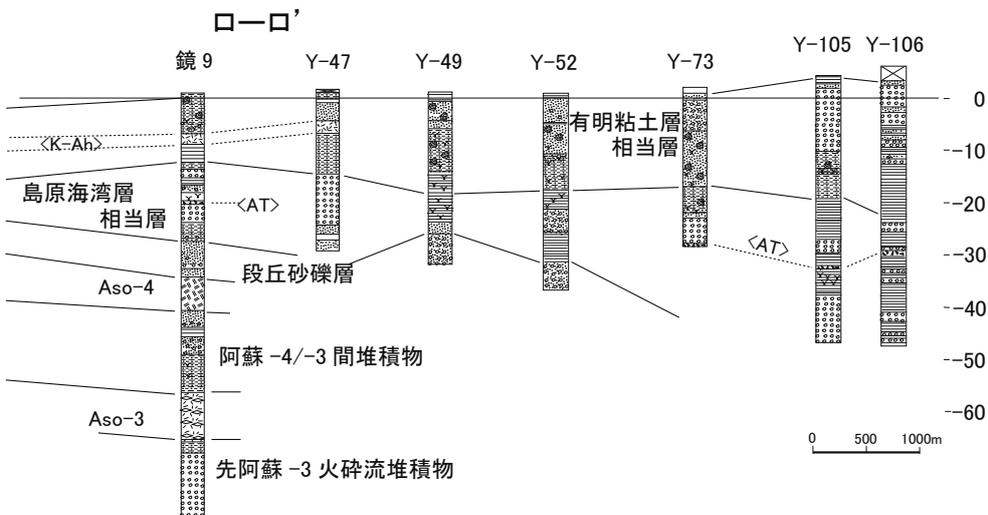
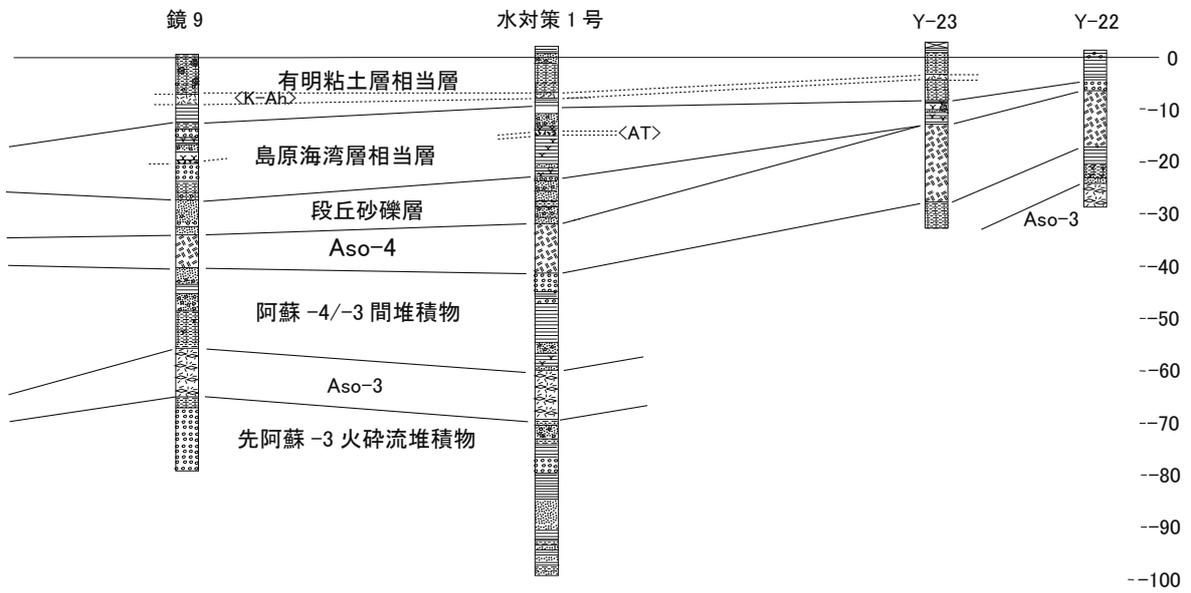
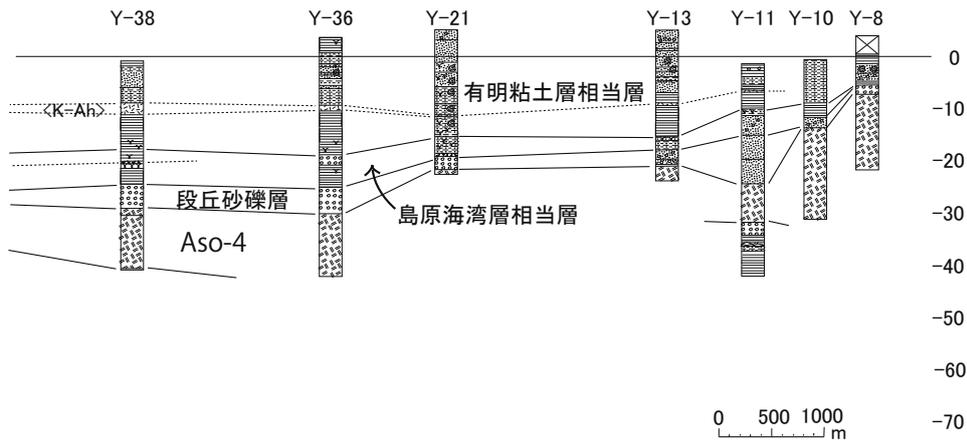


図 2. 測線 B-B'、C-C' およびローロ 'のボーリングコア柱状図



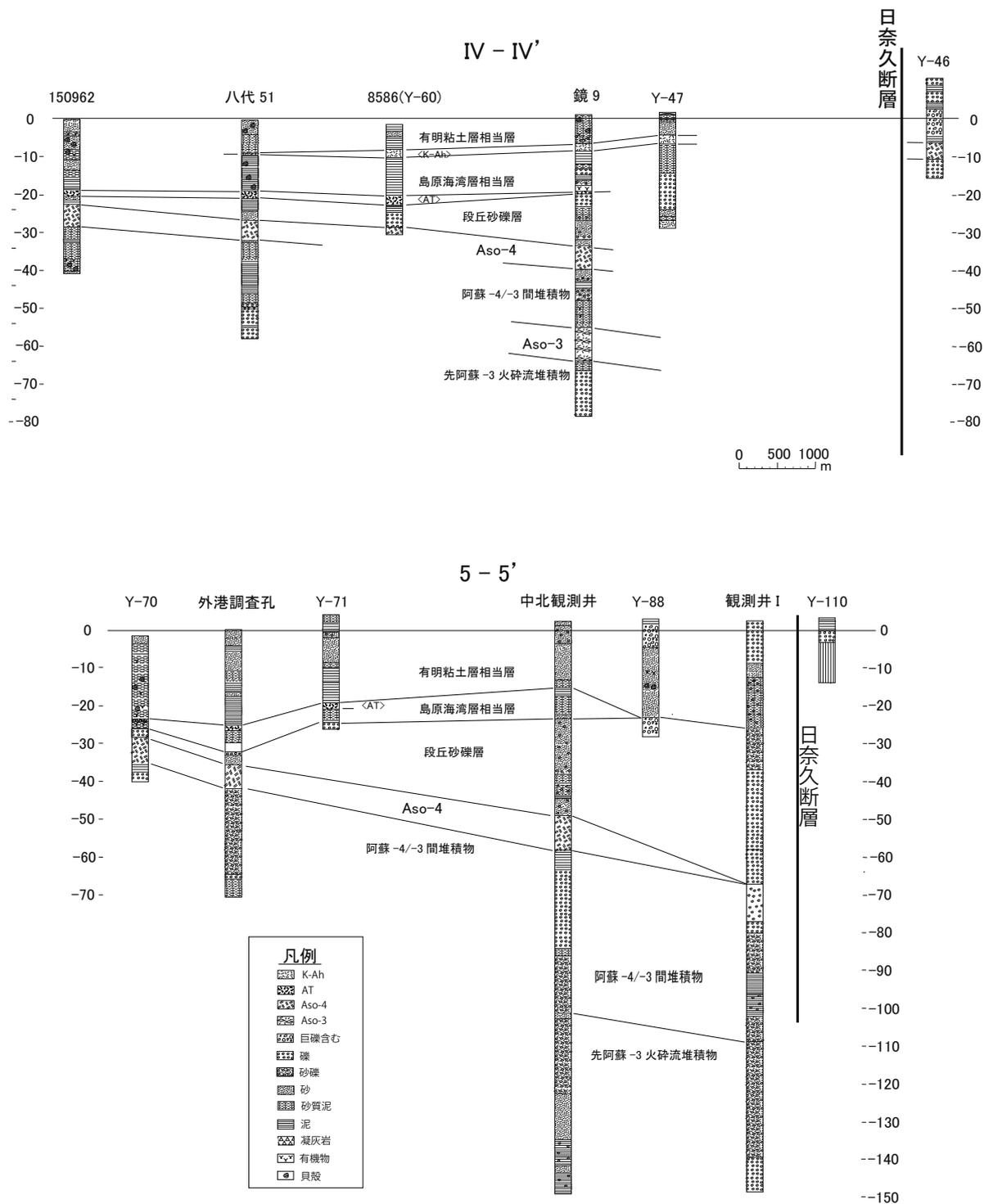


図3. 測線IV-IV' および5-5' のボーリングコア柱状図

表2 八代郡氷川町大字鹿島に於ける火山灰層中の火山ガラスの屈折率測定結果

試料名	深度 (m)	屈折率範囲		屈折率 平均値	測定個数	屈折率最頻値	火山ガラス 形態*	テフラ名**
		最小	最大					
R1	GL-9.35-9.40	1.4980	1.5002	1.4991	2	1.511	H,T,C	AT?
		1.5098	1.5157	1.5119	60		H>T,C	K-Ah
		1.5178	1.5195	1.5187	3		H,T,C	
		1.5382	1.5424	1.5403	2		T	
R2	GL-16.90-16.95	1.4970	1.5009	1.4992	60	1.500	H>T,C>lt	AT
		1.5063	1.5063	1.5063	1			

* 火山ガラスの形態 吉川 (1976) による H:扁平型 C:中間型 T:多孔質型 lt:不規則型

** テフラ名 AT:始良 Tn テフラ K-Ah:鬼界アカホヤテフラ

されているので識別が容易である。ボーリング深度が深いものについては、Aso-4 より下位層準に阿蘇-3 火砕流堆積物 (Aso-3) (以下、Aso-3 と表記する) が認められるものがある (図2, 図3の鏡9および水対策1号など)。

ボーリングコア柱状図におけるこれらの凝灰質物の認定および対比を行うことで、八代平野の地質構成がより明確に把握できる。

2) カギ層となる火山灰質および凝灰質層の記載

① K-Ah

K-Ah はシラス, 二次シラス, 岩粉状微細砂, 火山灰質細砂などと記述され, 色調は灰白, 白灰, 黄灰など明るい色合いである。コア試料を指先につまみ, 光に当ててルーペで観察すると, バブルウオール型の火山ガラスがよく見える。暗灰色や青灰色の軟弱な有明粘土層相当層中において識別し易い。

K-Ah の層厚は最も厚いもので 7.7 m (Y-77) の記録があるが, これほどの厚さになることがあるかは疑問である。軟弱な粘土層 (有明粘土層相当層) 中に挟在するが, 概して 1 m 以下の薄い層である。層厚が 3 m 以上に達するようなどころでは腐植物片や貝殻片を含むことが多く, 二次的な再堆積の様相を呈している。また, N 値が 0 ~ 1 の軟弱な粘土層中において N=2 ~ 4 を示す。

② AT

AT はボーリングコア柱状図の記載ではシラス, 凝灰質砂, 火山灰質砂のように上で述べた K-Ah と同じような記載がなされる。火山噴出物としての表示が多く, 色調も灰色, 灰白, 黄灰, 褐灰な

ど淡い色合いで暗灰色~黒灰色の有機質土の中にあつて, 識別し易い。厚さは最大 3.4 m (Y-74) を示すが 1 m 以下が多い。薄いのは 0.15 ~ 0.30 m の記録もある。層厚が薄く, 連続して追跡することはできにくい。島原海湾層相当層上部の高有機質粘土やピート層に伴うことで, 火山灰などの記述がなくても, その層準を推定することができる場合がある。

③ Aso-4

八代平野では 1 つのボーリングコアで K-Ah および AT 層準が認められる場合, 上位から 3 番目にくるのが Aso-4 である可能性が高い。

Aso-4 は角閃石結晶が認められることのある軽石を含むことで特徴づけられる。主体は凝灰質砂 (火山ガラス質砂) であり, ボーリングコア柱状図の地層名は軽石交じり凝灰質砂と記載されていることが多い。色調は灰白, 褐灰, 灰褐, 黄褐など比較的淡い色合いの記述である。なお, ボーリングコア柱状図の Aso-4 に対応するものの記載の中にはスコリアの混入と表記されていることがあるが, スコリアを含むのはこの地域では Aso-3 の特徴であることから, この記載では灰色~暗灰色の軽石礫をスコリアと記したか, 二次的に取り込まれたものと考えられる。

④ Aso-3

Aso-3 は八代平野北部の 9 地点で確認されている。確認の根拠は Aso-4 と判定した地層の下位にあつて, 若干固結した粘土, シルト層, 礫質層を間に介して出現する軽石交じり凝灰質砂 (暗灰色を呈する), あるいはスコリアを含む凝灰質砂の記

述があることである。

Aso-3 の分布はボーリング地点の鏡 9 より北部に連続していると推測される。南部ではボーリング地点 34350 にも認められているが、これは大島の西脇にあって、大島を形成する基盤岩類の西側斜面に侵食を免れて残った状態を示すのであろう。

3) 模式的柱状図

八代平野の代表的なボーリングコア試料の観察を鏡町大字両出の鏡町民ランド内にある鏡 9 (ボーリング長 80 m, 標高 +0.8 m) で行った。図 4 に鏡 9 のボーリングコア柱状図を示す。

鏡 9 ボーリングコアでは、深度 0.4 m ~ 13.3 m 間が有明粘土層相当層、13.3 m ~ 28.00 m までが島原海湾層相当層、28.00 m ~ 34.4 m 間が段丘砂礫層、34.4 m ~ 40.9 m 間が阿蘇-4 火砕流堆積物 (Aso-4)、40.9 m ~ 56.15 m 間が阿蘇-4/-3 間堆積物 (御幸層相当層)、56.15 m ~ 65.4 m 間が阿蘇-3 火砕流堆積物 (Aso-3)、65.4 m ~ 80 m 間が阿蘇-3 火砕流堆積物以前の地層 (先阿蘇-3 火砕流堆積物と表記する) である。

有明粘土層相当層中には上述した K-Ah (7.7 m ~ 9.8 m) が、また、島原海湾層相当層には AT (20.4 m ~ 20.75 m) が認められる。したがって、火山灰質および凝灰質層 4 枚が認められる。

4) 各層の記載

① 先阿蘇-3 火砕流堆積物

熊本地域においては、先阿蘇火山岩類の後で、阿蘇火砕流堆積物以前の堆積物として益城層群 (熊本地盤研究会, 2019) が知られている。阿蘇火砕流噴火の間には、阿蘇-2/-1 間堆積物、阿蘇-3/-2 間堆積物および阿蘇-4/-3 間堆積物が知られている。八代平野でのボーリングコア試料で Aso-3 が 9 地点 (図 1: Y-3, Y-4, Y-5, Y-11, Y-22, Y-37, 34350, 水対策 1 号, 鏡 9) で認められており、さらにその下位層に達しているのは 4 地点 (同 Y-11, 34350, 水対策 1 号, 鏡 9) である。ここでは阿蘇-2 火砕流堆積物や阿蘇-1 火砕流堆積物は認められない。これらの古い火砕流堆積物は八代平野地域には分布しないと考えられる。

ここで取り上げたボーリングコア試料での Aso-3 より下位層の最大の厚さは水対策 1 号の 28.7 m+ である。主としてシルト~粘土などの細粒物であり、有機物や貝殻片の混入がある。礫質の層を 2~3 枚挟在するが、厚さ 2 m ~ 3 m で、柱状図で

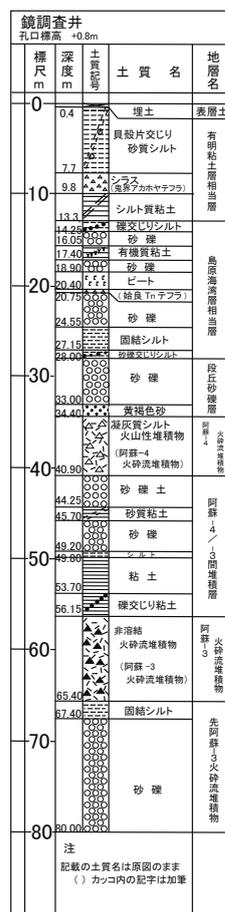


図 4. 鏡 9 調査井の柱状図と地層区分

の記載の多くはいずれも粘土がちであり、分級度の低い砂礫層である。シルト~粘土は固結したものが認められ (同 Y-11, 鏡 9, 水対策 1 号), セメンテーションの進んだ地層である。なお、C-C' 断面の観測井 II, III および中北観測井では厚い砂礫層となっている。これはこの地域では当時の球磨川からの流入が多い地域に当たっていたことによると思われる。

② 阿蘇-4/-3 間堆積物 (御幸層相当層)

阿蘇-4/-3 間堆積物は主として粘土~シルトの細粒土からなる。間に挟まれる粗粒土層中には腐植物片, 貝殻片を含む。本堆積物の厚さが確認されたところでは 0.9 m (Y-5) から 18.7 m (水対策 1 号) である。厚く堆積するところでは、2~3 層準に礫質層を挟む。細粒土層はボーリングコア試料の記載では半固結, または固結とあり, 若干固結していることを示している。特に Aso-4 直下にある細粒土層は固結していることが多い。

ボーリング深度の深い観測井 I, II, III および中北観測井では, 最大深度 150 m まで到っても Aso-3 の記載がなく, Aso-4 より下は厚い砂礫層で, 薄い粘土質層が 2~3 層準に挟在する。この厚い礫質

層の所属は明確ではないが、Aso-3 が分布する地域での先阿蘇-3 火砕流堆積物とは層相が異なり、厚い礫質層であることで、Aso-3 形成後、侵食により Aso-3 が削剥された後に、当時の球磨川から運びだされた砂礫が厚く埋積したことによるものと考えられる。

③ 段丘砂礫層

本地域の段丘砂礫層としたものは、Aso-4 の直上にある礫質層で、直径 5 cm ~ 15 cm の円~亜円礫を含む。粘土の混入する部分が多い。色調は概して褐灰色~灰褐色で、酸化色を呈する。

④ 島原海湾層相当層

島原海湾層相当層は高有機質の粘土層やPEAT層を有することがあり、若干固結する。有機物を含む粘土や砂質層は礫質層を挟むが、礫は円磨度が高く、礫径は 2 cm ~ 5 cm 以下と小さく、段丘砂礫層とは区別しやすい。また色調は暗灰色、暗青灰色など還元色を示す。最下位に礫層がくると段丘砂礫層との区別が困難であるが、色調、礫径、円磨度が区別の目安となる。

島原海湾層相当層の上部には AT が挟在する。

⑤ 有明粘土層相当層

有明粘土層相当層はシルト~粘土などの細粒土からなり、極めて軟弱な地層である。腐植物片、貝殻細片を含む。ボーリングコア柱状図の土質記載名は粘土、シルト、砂及びその混合度合いで粘土交じりシルト、粘土質シルト、シルト質粘土、シルト交じり砂など多くの組み合わせが表示されている。色調は概して暗灰色、青灰色などの還元色である。

K-Ah がこの層の中部からやや上部に挟在する。その厚さは B-B' 断面、C-C' 断面において 20 cm ~ 25 cm を示し、大きな変化は認められない。

⑥ 表層堆積物 (+干拓)

八代平野の西半分は干拓地であり、ボーリング地点の標高が -1.47 m ~ -0.08 m など、海拔 0 m 以下が多くみられる。ボーリングの記録では 1.0 m ~ 1.5 m 程度を表土と記載されるところが何点かみられる。ボーリング地点の高いところ (Y-21 の +5.15 m, Y-36 の +3.58 m, Y-13 の +4.97 m, Y-8 の +3.9 m など) は堤体盛り土である。

干拓地内のボーリング調査では客土の記載が概ね 1 m 以下であり、水田耕作土に相当する。客土直下の貝殻交じり砂層などは干拓造成地盤なのか、

自然地盤なのかの判断が困難となる。色調の記載が褐色系の酸化色のときは造成地盤と判断し、暗灰色など還元色の場合は自然地盤であると解釈する。

3. 選定された主要ボーリングコア試料による地質断面および地層の性状把握

八代平野の地下地質や地質構造を調べて八代平野がどのような形成過程および環境でできたのかを調べるために主要ボーリングコア試料 (図 2 および図 3) を選定した。八代平野は北東から南西に見られる日奈久断層崖に沿い、南北の長軸が北から 30 度ほど東を向く長方形の形で広がっているため、南西から北東方向の断面線を 2 本 (B-B', C-C'), 北西から南東の方向に 2 本 (IV-IV', 5-5') の断面線、南北方向の断面線 1 本 (ロ-ロ') を設け、地質断面図を作成して地下を立体視できるようにした。

1) 断面線毎の柱状図記載

① B-B' 断面

八代港入り口から宇土半島の付け根の大野川河口までの海岸線に沿ってボーリングコア柱状図を並べて、地層区分を施した地質断面である。断面線の長さは約 14 km、ボーリングコア柱状図の長さは最長 50 m 程度である。断面線の南側には島が存在しており、基盤が露出しているところもある。

K-Ah は標高 -9 m から -13 m の深さに見られ、連続性に乏しくレンズ状になっている。AT は -20 m 付近にはほぼ水平に堆積している。その下の Aso-4 は北側では傾斜しているが、それより南側では -20 m から -30 m の深さを上下している。この断面線では全体的にすべての地層は水平的に堆積したと考えられる。

② C-C' 断面

八代平野の中心部を南北に切った断面線で長さ 21 km、ボーリングコア柱状図の長さは最長 150 m である。K-Ah は標高 -5 m から -10 m の深さにみられ、AT は -15 m から -20 m に見られるが、分布範囲は狭い。Aso-4 の分布は北側では -30 m から -40 m と少し傾斜しているが、南側の中北観測井では急に -50 m と深くなっている。

③ IV-IV' 断面

大鞘川の河口から鏡町を通り宮原町に至る 11.5 km の断面であり、ボーリングコア柱状図の長さは最長 80 m である。図は断面を南から見たもので右

が山側、左が海側である。

この断面図によると K-Ah は標高 -5 m から -10 m の深さに見られ、山側から海側に傾斜している。AT は -20 m 付近にはほぼ水平に堆積している。Aso-4 の上面標高は海側 (150962) では -20.88 m で、八代平野部の中央の観測井 (鏡 9) では -33.6 m となり、山側に傾斜している。図面右側のボーリングコア柱状図 (Y-46) では標高 6.5 m であり、日奈久断層の東側に位置している。Aso-4 の傾斜を求めると両者の距離が 6.75 km であることより、 $(33.6 - 20.88) \text{ m} / 6.75 \text{ km} = 1.884 \times 10^{-3}$ となる。海側 (150962) から日奈久断層までの距離は 11 km であるので、Aso-4 の上面標高の差は $1.884 \times 10^{-3} \times 11 \text{ km} = 20.72 \text{ m}$ となる。ここで堆積時の Aso-4 面が水平とみると Aso-4 の噴出時期は 9 万年前であるから年間の沈下量は $20.72 \text{ m} / 9 \text{ 万年} = 2.3 \times 10^{-4} = 0.23 \text{ mm/y}$ となる。

④ 5-5' 断面

八代港の西防波堤から八代市街地の南を通り、奈良木町に至る 11 km の断面でボーリングコア柱状図の長さは最長 150 m である。この断面ではボーリングコア柱状図を抽出したが地層を判断できるカギ層の火山性堆積物が少なく、多くの地層は砂礫交じりの層からなっている。これはこの付近が球磨川の河口にあたり大量の水で侵食と堆積を繰り返したところである。唯一海岸側のボーリングコア柱状図 (Y-70) と八代市街地の南のボーリング柱状図 (中北観測井) に Aso-4 が見られるので、両者を比較するとその差は 21.44 m 中北観測井が低い。両者の距離は 5.5 km であるので傾斜は 3.9×10^{-3} となり、ボーリングコア柱状図 (Y-70) から日奈久断層までの距離は 8.8 km であるから、その差は 34.3 m となる。これを 9 万年で割ると 0.38 mm/y となる。

⑤ ロ-ロ' 断面

野崎海岸高汐対策から南南東の九州自動車道八代 IC 付近までの約 10 km の断面でボーリング柱状図の長さは最長 80 m である。野崎海岸高汐対策から鏡 9 までは K-Ah と Aso-4、Aso-3 は水平であるがそれより南側では K-Ah は少し浅くなっており、一方 AT は深くなっている傾向が見られるが、途中の柱状図にはその層が示されていない。

2) 地層形成時の堆積環境

ボーリングコア試料に記述された層相に基づい

て、八代平野を構成する地層の堆積環境を考察する。

先阿蘇-3 火砕流堆積物は主としてシルト～粘土などの細粒物であり、有機物や貝殻片が含まれており、砂礫層を挟むことから、比較的穏やかな浅い水域で形成されたものと考えられる。貝殻片の同定は行われていないことから、水域の性格は不明である。

Aso-3 の流入堆積後、かなりの侵食の時期を経て、主としてシルト～粘土からなる細粒堆積物が形成されている。それには有機質物や貝殻片が包有されていることから、熊本地域では阿蘇-4/-3 間堆積物として御幸層があり、八代地域でも御幸層に相当する堆積環境が考えられる。なお御幸層では浅海性の貝類化石を含むことで、浅海域の堆積によって知られており (石坂ほか, 1995)、八代平野においても同様の環境が推定される。なお、部分的には極めて厚い砂礫層の形成があり、そこでは当時の九州中央山地からの多量な供給があったものと考えられる。

Aso-4 流入堆積後、島原海湾層相当層より古い地層の中で、Aso-4 と Aso-3 を除いた地層の多くが茶褐色の砂礫層であることより海岸に近い陸域環境であったと考えられる。島原海湾層相当層はピートや有機物粘土からなり、沼地のような環境下で堆積していて、島原海湾層相当層の上には砂礫層や砂層があり、その上に厚いシルト質粘土や貝殻入り砂質シルト (有明粘土層相当層) がある。このことは海水面が上昇し海成堆積物が形成されたことを示している。

八代平野の地下地質構造

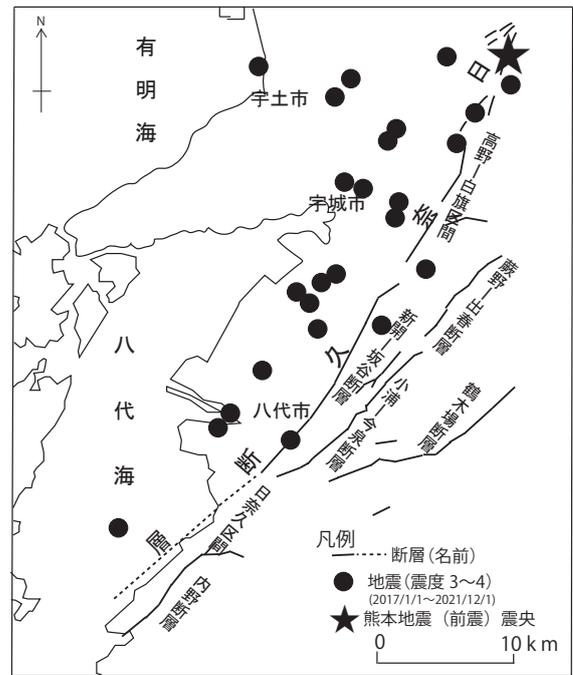
(1) 日奈久断層帯とその周辺の断層

図 5 に日奈久断層を含めて多くの活断層が見られ、これを日奈久断層帯とその周辺の断層として表示されている (地震調査研究推進本部地震調査委員会, 2013)。南から内野断層、小浦-今泉断層、鶴木場断層、新開-坂谷断層と蕨野-出春断層で、いずれの断層も右横ズレ断層である。日奈久断層は北から高野-白旗区間、日奈久区間と八代海区間に分けられる。

2016 年 4 月 14 日 21 時 20 分に日奈久断層の高野-白旗区間の熊本県上益城郡御船町高木付近でマグニチュード (M) 6.5 の地震が発生し (図 5)、震

央からほぼ北 5 km の益城町で震度 7 が観測された。その 2 日後、西に約 4 km の嘉島町下六嘉で M7.3 の地震が発生し、二度の震度 7 によって熊本地域に甚大な被害が生じた。熊本地震については大橋他 (2020) の総括的な解析もあり、日奈久断層中部の日奈久区間では今回の熊本地震に伴う動きは生じていなかったことから、今後この区間にも大きな地震が発生するのではないかと心配されている。専門家の間でも地震の発生時期の予知は困難であるとの見解もあるが、地震予知には対象物について地質情報を多く知ることが大切である。特に地震の発生は活断層の活動によって発生することで、地表面の断層の状態を綿密に観察することにより、断層にかかった応力や温度を推定することができる。断層面を境にして同じ地層がずれている場合は、その変位量や変位方向を知ることができる。また、断層を発生させる力が周辺の地質環境を変化させている証拠が地層の変化として表れる。断層面周辺の地質は数十万年から現在まで続いてきた地震の傷跡をわれわれに教えてくれる唯一の物証であり、これを知ることが地震予知の第一歩である。高野-白旗区間では熊本地震の前震が発生している。この地域の南に娑婆神峠があり、断層面が観察される。千田 (1979) によれば右横ズレの変位量は 12 m から最大 106 m 観察され、変位速度は 0.8 mm/年としている。産業技術総合研究所によるトレンチ調査で高野-白旗区間では約 1500-1200 年前に最新活動、日奈久区間では約 8000-2200 年前に最新活動の記録があり (産業技術総合研究所, 2007)。これに加えて古文書の地震被害の記載は地震の発生周期を知る手立てとなる (表 3)。

この表によれば八代周辺での地震は少なくとも



断層は国土地理院 (2018) 1:25,000 「八代改訂版」「日奈久」地震は気象庁の震度データベース検索による

図 5. 2017 年から 2021 年、八代平野周辺の震度 3～4 地震の震央分布

3 回発生したことになり、この地震の発生が日奈久断層によるとすれば、地震発生の周期は極端に短くなる。地震発生時期の予測にはもっと科学的根拠により進めることが求められる。たとえば地盤内での断層破壊機能の解明や地表面の変位量から地盤内応力増加量の推定などである。熊本地震から半年の 2017 年 1 月 1 日から現在までの八代平野付近の地震発生状況を見ると、震度 3～4 程度の地震が日奈久断層に沿って発生していることが見られる (図 5)。これは熊本地震の余震によるものと考えられ地盤の安定化のために地盤のひずみを調整しているものと推定されるが、地震予知は今のところ困難であるので、防災対策を怠ってはならない。

西暦 (和暦)	地域 (名称)	M	主な被害	文献名
744/6/26 (天平 16/5/12)	八代・天草・芦北	7.0?	雷雨と地震、圧死 40 余、人 1542 余口水をかぶり漂没など	東京大学 地震研究所
1619/5/1 (元和 5/3/17)	肥後・八代	6.0+1/4	麦島城楼頽壊など	同上
1723/12/19 (享保 8/11/22)	肥後・豊後・筑後	6.5	肥後で死者 2 名、負傷者 25 人、家屋倒壊 980 棟	地震本部

表 3. 八代市付近の歴史地震 (村岸・佐竹, 2016 の一部を抜粋)

(2) 想定される傾動運動

B-B' 断面図と C-C' 断面図は日奈久断層に沿った八代平野の海岸側と平野中心部の南北地質断面図である。両断面では地層の少しの変化は見られるが断面線の北側と南側を除けばほぼ水平になっていると思われる。北側の地層が南側の地層に比べて標高の高いところに見られるのは北西から南東に見られる断面によれば地層の傾斜は断層によるものと思われる。

IV-IV' 断面と 5-5' 断面から Aso-4 の変位量を計算すると IV-IV' 断面では 0.23 mm/y, 5-5' 断面では 0.38 mm/y となった。沈下の起点となったボーリング地点の近くには基盤が露出していて地盤が安定していたと考えられることから、この点から山側の日奈久断層に向けて Aso-4 が沈下していることは、八代平野が西から東へ傾動していることを示している。

八代平野地下地質および地質構造を理解し易くするために、層序を把握するカギ層（ここでは K-Ah, AT, Aso-4）の表面標高を図 6 に、その鳥瞰図を図 7 に示した。図から下記の事が読み取れる。

- ア. Aso-4 表面は侵食による谷状の形状はあるものの、全体的に北西から南東への（日奈久断層方向に）傾斜が認められる。
- イ. AT 表面も北西から南東への（日奈久断層方向に）傾斜が認められるが、傾斜は Aso-4 面より緩やかである。
- ウ. K-Ah 表面は球磨川その他の河川による東方から西方に広がる複合三角州の堆積面を覆うように堆積したことを示している。

おわりに

八代平野の地質構成を主要なボーリングコア試料の記載を基に、阿蘇 -4 火砕流堆積物 (Aso-4)、始良 Tn テフラ (AT)、鬼界アカホヤテフラ (K-Ah) をカギ層として対比することにより把握した。その結果、基盤岩類の上に重なる地層として、下位より先阿蘇 -3 火砕流堆積物、阿蘇 -3 火砕流堆積物 (Aso-3)、阿蘇 -4/-3 火砕流間堆積物、阿蘇 -4 火砕流堆積物 (Aso-4)、段丘砂礫層、島原海湾層相当層、これに挟在する始良 Tn テフラ (AT)、有明粘土層相当層、これに挟在する鬼界アカホヤテフラ (K-Ah) および表層堆積物 (+干拓) からなるこ

とが確認された。さらに、従来の日奈久断層に関する情報を整理し、日奈久断層帯とその周辺の断層を認識した。これについては今後の活動への予知的事象にも言及した。なお、今回解明された地下地質構造から北東-南西向きを軸にし、日奈久断層に向けて南東方向への傾動も認められることが明らかになった。今回の地質層序の整理に基づき、今後調査の精度を挙げることにより、構造運動についてのより詳細な解明も期待される。

引用文献

- 千田 昇 (1979): 日奈久断層の第四紀後期における断層運動. 東北地理, **31** (3), 172-179.
- 地学団体研究会 (1965): 有明・不知火海域の第四系. 地団研専報, **11**, 86p.
- 福岡通商産業局 (1980): 八代平野南部地域地下水利用適正化調査報告書. 259, 60p.
- 長谷義隆・岩内明子 (1996): 熊本平野形成過程についての考察-その1 島原海湾層と有明粘土層の堆積環境-. 熊本大学教養部紀要, 自然科学編, **31**, 73-80.
- 石坂信也・岩崎泰穎・長谷義隆・渡辺一徳・岩内明子・田尻雅則 (1995): 熊本平野地下に分布する最終間氷期の堆積物と平野の沈降速度. 第四紀研究, **34**, 335-344.
- 地震調査研究推進本部地震調査委員会 (2013): 布田川断層帯・日奈久断層帯の評価 (一部改訂). https://www.jishin.go.jp/main/chousa/katsudansou_pdf/93_futagawa_hinagu_2.pdf
- 熊本県 (1988): 竜北地区地質調査ボーリング工事報告書.
- 熊本県地質図編纂委員会 (2008): 熊本県地質図 (10 万分の 1) および説明書. 118p.
- 熊本地盤研究会 (2010): 熊本周辺の地質断面図. 55p.
- 熊本地盤研究会 (2014): 熊本地域の地質断面図. 公益財団法人くまもと地下水財団, 94p.
- 熊本地盤研究会 (2019): 熊本地域の地質断面図-地下地質と熊本地震-. 熊日出版, 114p.
- 熊本県水資源対策室 (1992): 平成 3 年度八代地域地下水基礎調査業務委託報告書. 45p.
- 国土地盤情報センター (2018): 災害復旧支援、地盤情報緊急公開サイト <https://publicweb.ngic.or.jp/emergency-2/>

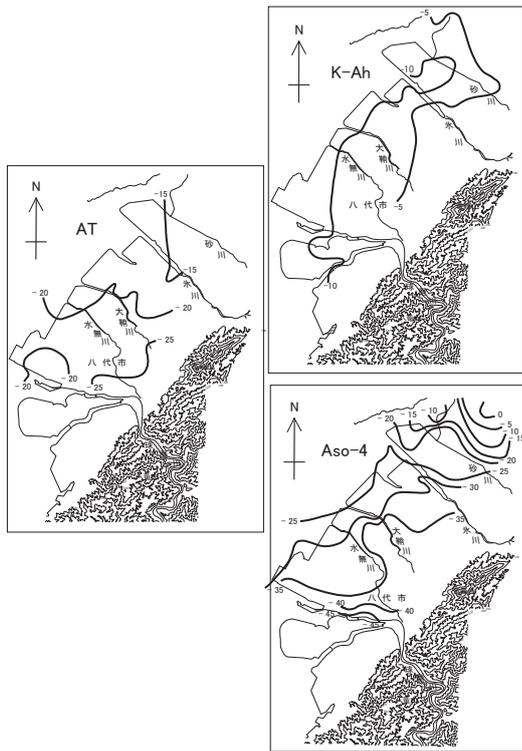


図6. 八代平野におけるK-Ah, AT および Aso-4 の表面深度の等高線図

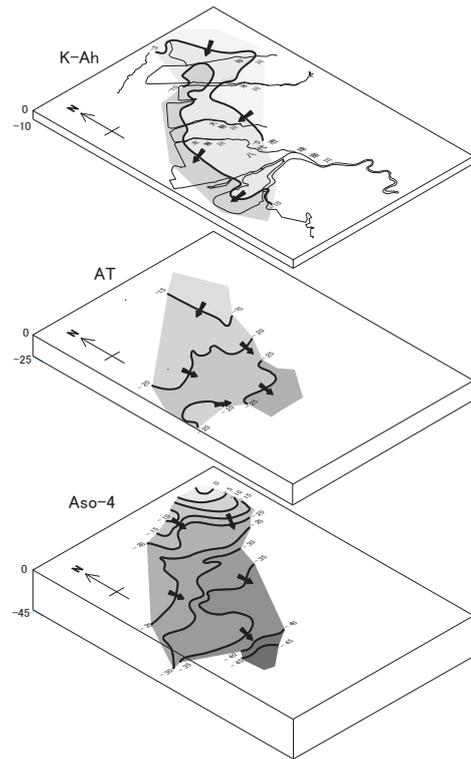


図7. 図6を基にしたK-Ah, AT および Aso-4 の表面の鳥瞰図

国土地理院 (2018): 1:25,000 活断層図「八代 改訂版」日奈久. https://www.gsi.go.jp/bousaichiri/afm_kouhyou201807_siryu4.htm

町田 洋・新井房夫 (2003): 新編火山灰アトラス「日本列島とその周辺」. 東京大学出版会, 336p.

文部科学省研究開発局 (2017): 断層帯周辺における強震動予測の高度化のための研究. 平成 28 年度熊本地震を踏まえた総合的な活断層調査平成 29 年度成果報告書. 283-357.

村岸 純・佐竹健治 (2010): 九州中部地方の歴史地震. http://www1.rcep.dpri.kyoto-u.ac.jp/~kano/shiryokouko/Muragishi+Satake_20160422_for-Web.pdf

大橋聖和・大坪 誠・松本 聡・小林健太・佐藤活志・

西村卓也 (2020): 九州中部の第四紀テクトニクスと 2016 年熊本地震-地質・地震・測地の複眼的視点から-. 地学雑誌, **129**, 565-589.

大谷寿雄 (1927): 熊本懸八代附近球磨紀伊山地の層位と構造 (豫報). 地質学雑誌, **33**(397), 404-423.

産業技術総合研究所 (2007): 布田川・日奈久断層帯の活動性および活動履歴調査.

産業技術総合研究所 (2018): 平成 28 年度熊本地震を踏まえた総合的な活断層調査—平成 29 年度成果報告書. 文部科学省研究開発局, 283-357. https://www.jishin.go.jp/main/chousakenkyuu/kumamoto_sogochousa/h29/h29kumamoto_sogochousa_3_3.pdf

(2021 年 11 月 30 日受理)