

兵庫県淡路島南部における湊一本庄断層付近の第四系ボーリング調査 Reports of coring surveys on Quaternary sediment around the Minato-Honjo Fault in southern part of Awajishima Island, Hyogo Prefecture.

中谷是崇^{1*}・羽田裕貴¹・水野清秀¹・中島 礼¹

NAKATANI Koretaka^{1*}, HANEDA Yuki¹, MIZUNO Kiyohide¹ and NAKASHIMA Rei¹

Abstract: The Minato-Honjo Fault, which is supposed to have branched off from the Median Tectonic Line Fault Zone, is inferred to run across the southern part of Awajishima Island, Hyogo Prefecture in NE-SW to N-S direction. However, there is no evidence to confirm an existence of the central and southern parts of the fault. In this study, we conducted two coring surveys (GS-AMN-1, GS-AMN-2) across eastern and western sides of inferred position of the Minato-Honjo Fault in the Ama area, the southern Awajishima Island to confirm the existence and reveal an activity history of the fault. On the basis of sedimentary facies and AMS radiocarbon analyses, we divided the GS-AMN-1 and GS-AMN-2 into 6 and 7 sedimentary units, respectively. The 30 m-long GS-AMN-1, drilled at the western side, is composed of the basement rock corresponding to the Cretaceous Izumi Group, and alluvium in ascending order. The basement of the alluvium occurs at 25 m depth. On the other hand, the 47.35 m-long GS-AMN-2, drilled at the eastern side, is composed of the Pliocene Osaka Group, and alluvium deposits in ascending order. The basement of the alluvium deposits occurs at 6.80 m depth. Therefore, because we did not identify same key sedimentary beds, corresponding to the middle to higher terrace deposits, in either of sites, it is difficult to discuss existence and the activity history of the Minato-Honjo Fault. In the future, it needs to conduct seismic reflection survey and to collect the existing drilling data to confirm position and amount of activity of the Minato-Honjo Fault.

Keywords: Awajishima Island, Quaternary, Osaka Group, Izumi Group, Radiocarbon dating, Minato-Honjo Fault

1. はじめに

産業技術総合研究所地質調査総合センターでは、令和2年度から重点課題「沿岸域の地質・活断層調査」プロジェクトとして紀伊水道沿岸域の調査を実施している。本報告はそのうちのサブテーマである「平野域の地質調査」の一つとして実施した兵庫県南あわじ市南部における第四系ボーリング調査の概報である。

紀伊水道の北部には中央構造線活断層系が通過しており、徳島平野の北縁部から淡路島の南端部を経てさらに和歌山平野の北縁部に続く(岡田・東郷編,2000)。徳島平野や和歌山平野の形成史は中央構造線の活動と密接に関係すると考えられる。一方、徳島側と和歌山側での中央構造線活断層系の活動度や活動履歴は異なるとされ、淡路島南端部も別の活動区と考えられている(たとえば地震調査研究推進本部地震調査委員会,2017)。しかし、これらの活断層(セグメント)境界がどのようになっているのかは、これまで正確に示されていない。

水野ほか(1996)は、鳴門海峡において、中央構造線

の北側に活断層の可能性があるリニアメントを示し、それが淡路島南西部に位置する南北方向の湊一本庄断層(兵庫県,1961)に湾曲しながら連続する可能性を示した。湊一本庄断層については、その北部で活断層研究会(1991)や岡田ほか(2014)は西側隆起の飯山寺断層を図示しているが、水野・吉岡(1996)は反射法探査結果から断層中央部では西側隆起と東側隆起の2本の断層(撓曲)が存在している可能性を示した。一方、南部(阿万地区)では、東側に段丘や鮮新-更新統大阪層群(水野,1993)が分布し、西側には沖積低地が広がっていることから、東側が相対的に隆起する断層が存在する可能性が考えられるが、反射法探査やボーリング調査が推定断層の位置より西側のみしか実施されなかった(水野・吉岡,1996)ため、断層の存在は不明のままであった。

そこで本研究では、湊一本庄断層が通過すると考えられる最南端の南あわじ市阿万地区において断層通過予想位置の西側及び東側各1地点でボーリング調査を実施し、地下での地層の分布状況などから、間に断層が推定できるか、あるいは隆起・沈降地域に当たるのか、

*Corresponding author: NAKATANI, K., Central 7, 1-1-1 Higashi, Tsukuba, Ibaraki 305-8567, Japan. E-mail: k.nakatani@aist.go.jp

1 産業技術総合研究所 地質調査総合センター 地質情報研究部門 (AIST, Geological Survey of Japan, Research Institute of Geology and Geoinformation)

検討を行った。

2. 淡路島南西部の地質概説

淡路島は、六甲山地の延長に当たる北東-南西方向の脊梁山地と、和泉山脈の西方延長にあたるほぼ東西方向の諭鶴羽山地を主体とする隆起地帯である。同島は明石海峡、紀淡海峡及び鳴門海峡を挟んで本州及び四国に接しているその東西方向には沈降域である大阪湾及び播磨灘が広がっている。淡路島の南方には主に三波川帯変成岩類からなる沼島があり、淡路島と沼島の間中央構造線が分布する。諭鶴羽山地は西へはそのまま四国の讃岐山地に真つすぐ繋がるわけではなく、南北走向の湊一本庄断層によって北西側の西淡山地と分断され、その間に北方に開いた三原低地が広がる(田中,1984)。

諭鶴羽山地や西淡山地は、白亜紀の砂岩、泥岩、礫岩を主体とする和泉層群から主として構成され、西淡山地北部には、白亜紀の泉南流紋岩類も小規模に分布する。淡路島の脊梁山地には、白亜紀の花崗岩類が分布し、ごく小規模に頽家変成岩類も分布する(牧本ほか,1995)。これらの基盤岩分布は鮮新-更新統や段丘堆積物・沖積層を構成する礫の種類に基づいて古地理を推定する際に大変参考になる。

淡路島に分布する鮮新-更新統は大阪層群に含まれており、中部地域では、下位の愛宕層と上位の五色浜層に区分され、すべて淡水成の地層で、その年代は挟在する火山灰層の対比や大型植物化石から3 Ma 以前から1.3 Ma 前後までと推定されている(岡・寒川,1981;水野,1993)。五色浜層には、中央構造線より南に分布する三波川帯の結晶片岩礫が多量に含まれていて、どのルートを通して結晶片岩が供給されたのか、注目される(水野,2018)。淡路島南端部に分布する大阪層群は油谷層と呼ばれ、やはり結晶片岩礫を多量に含んでいるが、植物化石に基づくと3 Ma 前後の年代と推定され、五色浜層より古い地層と考えられている(Momohara and Mizuno, 1999;水野,2018)。段丘堆積物は、三原低地の南東部に扇状地状に広がっているほか、西淡山地の周辺部に点在しており、特に西海岸沿いには海岸段丘と思われるものがみられるが、その年代については明らかになっていない。三原低地や南端部の阿万西町付近の低地を構成する沖積層には、貝化石を含む海成層が認められている(水野・吉岡,1996など)。

湊一本庄断層(兵庫県,1961)に属する断層は、北部では西側隆起の活断層、飯山寺断層で(岡田ほか,2014)、大阪層群の急傾斜帯や段丘堆積物を変位させる小断層露頭がみられる(水野・吉岡,1996)。それより南では、変位地形は不明瞭で、断層の通過位置は明らかではな

い。ただし、ところにより低位段丘や和泉層群の孤立丘が散在するなど奇妙な地質分布が見られる(第1図B)。

3. 試料と方法

3.1 ボーリング地点と掘削調査

兵庫県南あわじ市阿万西町にて、湊一本庄断層が推定される場所を挟んで、計2本のオールコアボーリング(GS-AMN-1, GS-AMN-2)を行った(第1図C)。両コアは直線距離にして約600 m 離れている。GS-AMN-1 と GS-AMN-2 地点はともに沖積低地上に位置し、両地点は低地として連続している。しかしこれらの地点よりやや北の護法院(第1図C)付近には和泉層群から構成される台地が北東-南西方向に延びており、その西縁はさらに北まで比較的直線的にのび、空中写真判読によると、中位段丘くらいとみられる小規模な段丘面が西縁にそって点在する。この段丘面は、西側の沖積低地の縁辺台地～丘陵には見られない。こうした地形的な特徴から、この台地の西縁付近に西落ちの断層が存在するのではないかと予想した。ただし、現地調査結果では、この段丘面上に堆積物は観察されず、侵食段丘面の可能性が高い。一方、護法院付近の台地上の標高10 m～15 m には、中位または高位と考えられるやや開析を受けた段丘面がみられ、その構成層は厚さ5 m～10 m ほどで、和泉層群の大礫～中礫サイズの砂岩の亜角～亜円礫を主体とし、結晶片岩や石英の中礫サイズの亜円礫を少量含んでいる。この特徴的な礫種組成を示す堆積物あるいはその他の時期の段丘堆積物が、GS-AMN-1 あるいはGS-AMN-2 地点の地下に確認できれば、どちらかのサイトが相対的に沈降しているかどうか評価できると期待した。

ボーリングコアはニタコンサルタント株式会社によって、孔径は86 mm で、ロータリー式ボーリング工法で掘削された。GS-AMN-1 は北緯34°12'43.709", 東経134°43'32.225", 孔口標高T.P.=0.75 m で掘削された。掘削長は30.00 m である。GS-AMN-2 は北緯34°12'33.693", 東経134°43'52.346", 孔口標高T.P.=3.37 m で掘削された。掘削長は47.35 m である。コア外径は73 mm である。

3.2 ボーリングコアの処理

採取したコアはX線CT画像の撮影後(第2図)、ワイヤー及びスパチュラを用いて縦方向に半割した。その後、断面の写真を撮影し、(第2図)、粒度、色調、含有物などの記載(第3図)、粒度組成、微化石分析、火山灰分析、放射性炭素(¹⁴C)年代測定用の試料採取を行った。ワイヤー及びスパチュラで半割できない硬



第 1 図 研究对象地域位置図。

A) 対象地域概略位置図。

B) 淡路島南西部の地質概略図。基図は 20 万分の 1 シームレス地質図，産業技術総合研究所（2015）を一部修正。中央構造線断層帯の位置は活断層データベース，産業技術総合研究所（2021）を参照。

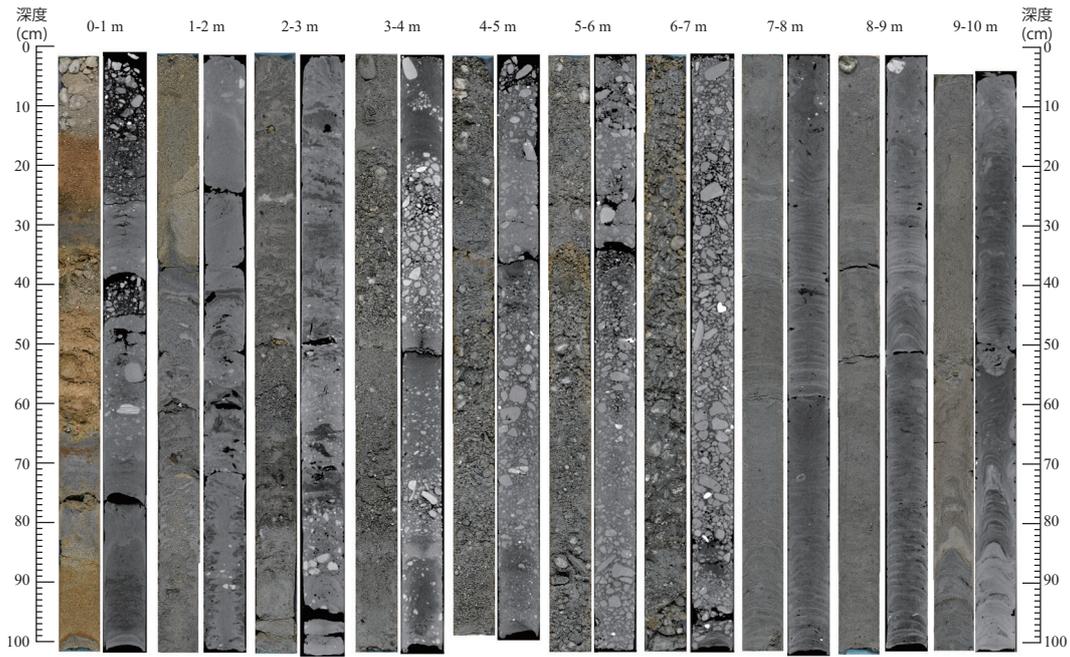
C) GS-AMN-1 及び GS-AMN-2 のボーリング地点。基図は国土地理院の地理院地図を使用。B-7、B-8 は水野・吉岡（1996）が解析したボーリングコアの掘削地点を示す。黒線は第 6 図における地質断面図の側線を示す。

Fig. 1 Location map of the study area.

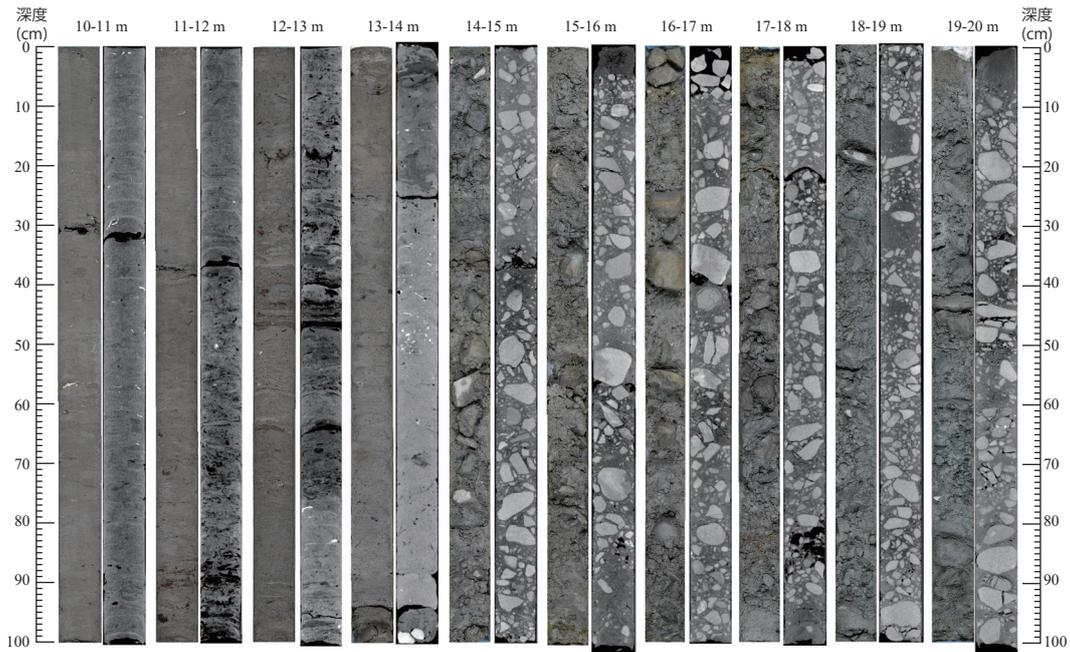
A) Index map around the study area.

B) Geological map of the southwestern part of the Awajishima Island, modified from the 1:200,000 seamless geological map (Geological Survey of Japan, AIST, 2015). Position of Median Tectonic Line fault zone is referenced to active fault database of Japan (Geological Survey of Japan, AIST, 2021).

C) Locality of sedimentary cores, used in this report. The base map is GSI Maps in homepage of Geospatial Information Authority of Japan. Red closed circles are drilling sites of the GS-AMN-1 and GS-AMN-2. Gray closed circles are drilling sites of the B-7 and B-8 cores analyzed by Mizuno and Yoshioka (1996). Black solid line indicates the locality of the geological cross section in Fig. 6.



GS-AMN-1

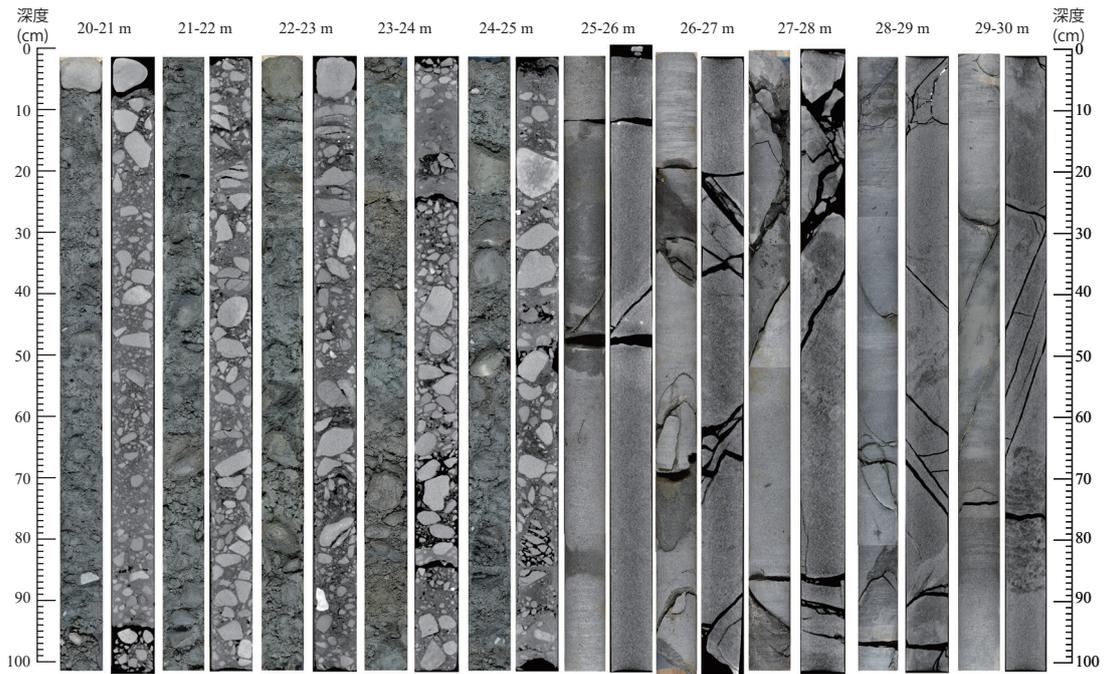


GS-AMN-1

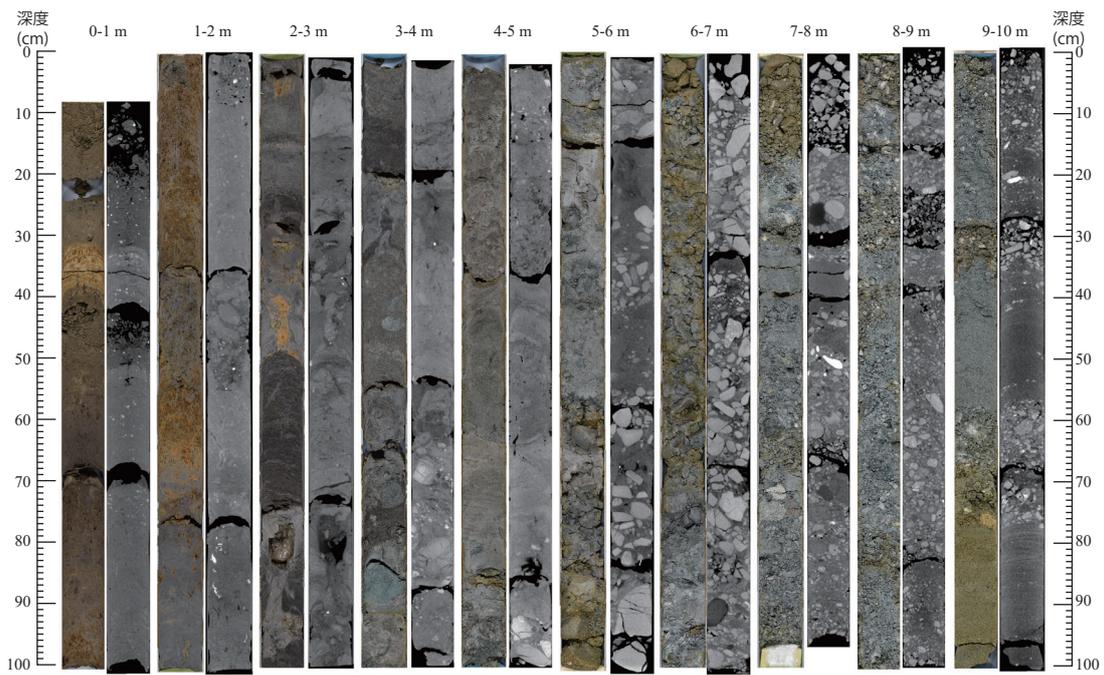
第2図 GS-AMN-1, GS-AMN-2 の断面写真 (左) 及び CT 画像 (右).
 A) GS-AMN-1 (深度 0 m ~ 20 m) .
 B) GS-AMN-1 (深度 20 m ~ 30 m) と GS-AMN-2 (深度 0 m ~ 10 m) .
 C) GS-AMN-2 (深度 10 m ~ 30 m) .
 D) GS-AMN-2 (深度 30 m ~ 47.35 m) .

Fig. 2 Core photographs (left) and CT images (right) of the GS-AMN-1 and GS-AMN-2.
 A) GS-AMN-1 (0 m–20 m depth).
 B) GS-AMN-1 (20 m–30 m depth) and GS-AMN-2 (0 m–10 m depth).
 C) GS-AMN-2 (10 m–30 m depth).
 D) GS-AMN-2 (30 m–47.35 m depth).

兵庫県淡路島南部における湊一本庄断層付近の第四系ボーリング調査



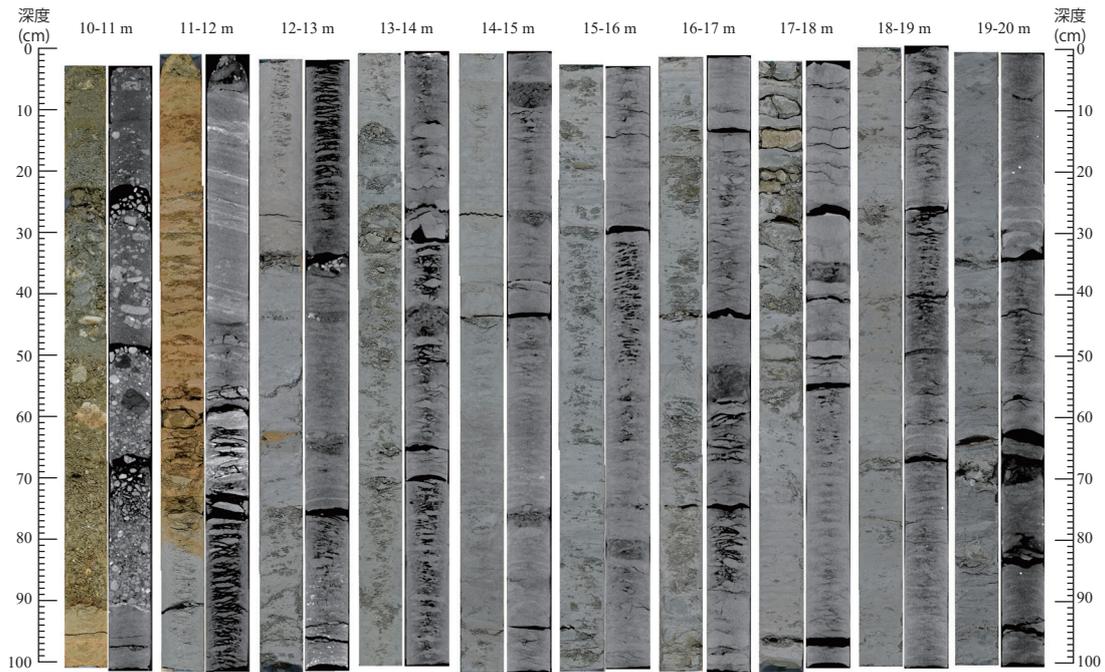
GS-AMN-1



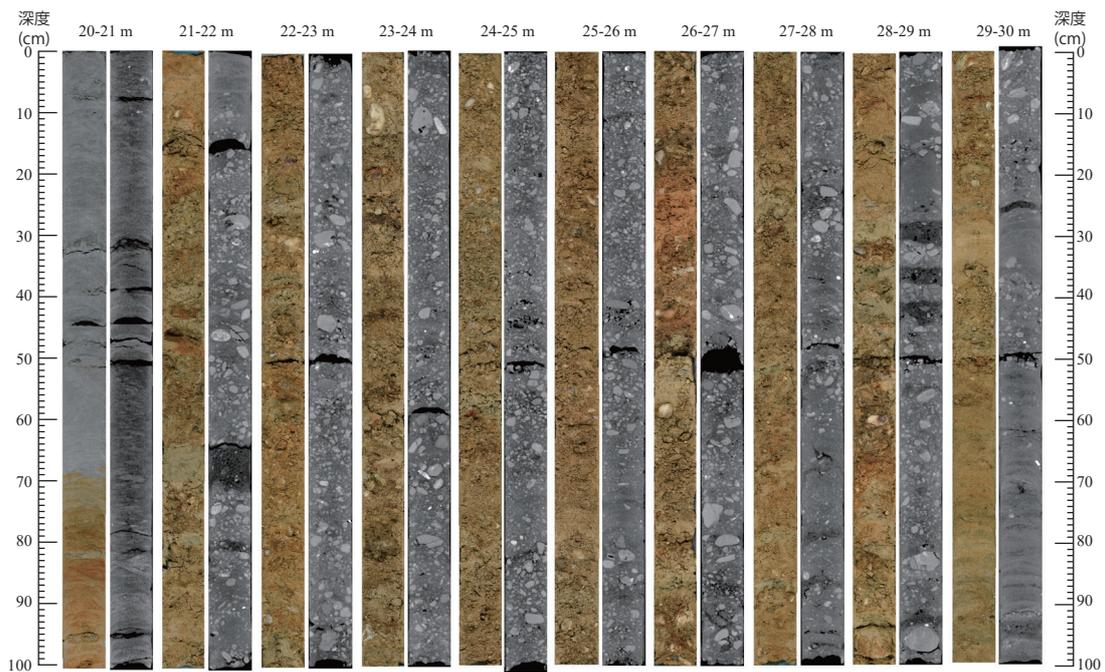
GS-AMN-2

第2図 (続き) .

Fig. 2 (continued) .



GS-AMN-2

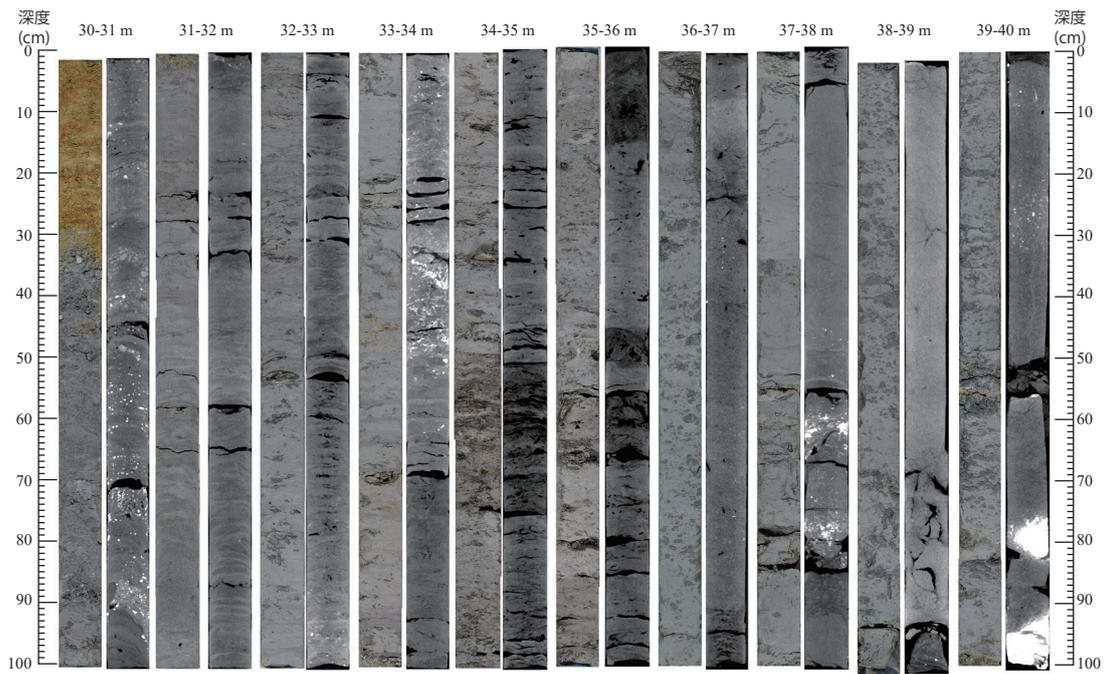


GS-AMN-2

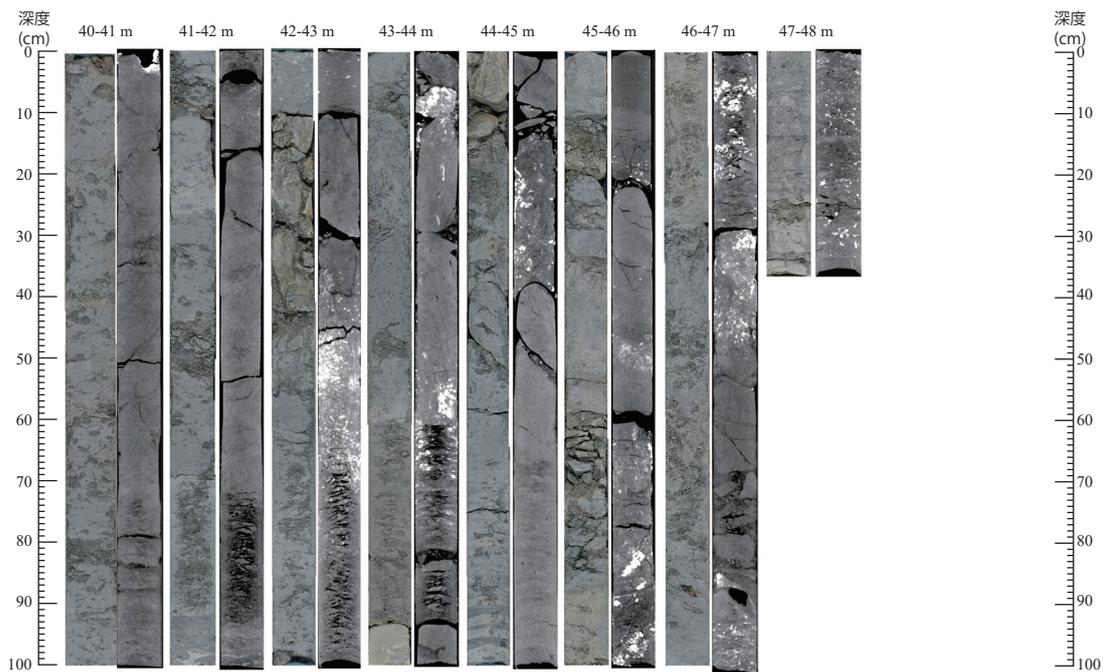
第2図 (続き).

Fig. 2 (continued).

兵庫県淡路島南部における湊一本庄断層付近の第四系ボーリング調査



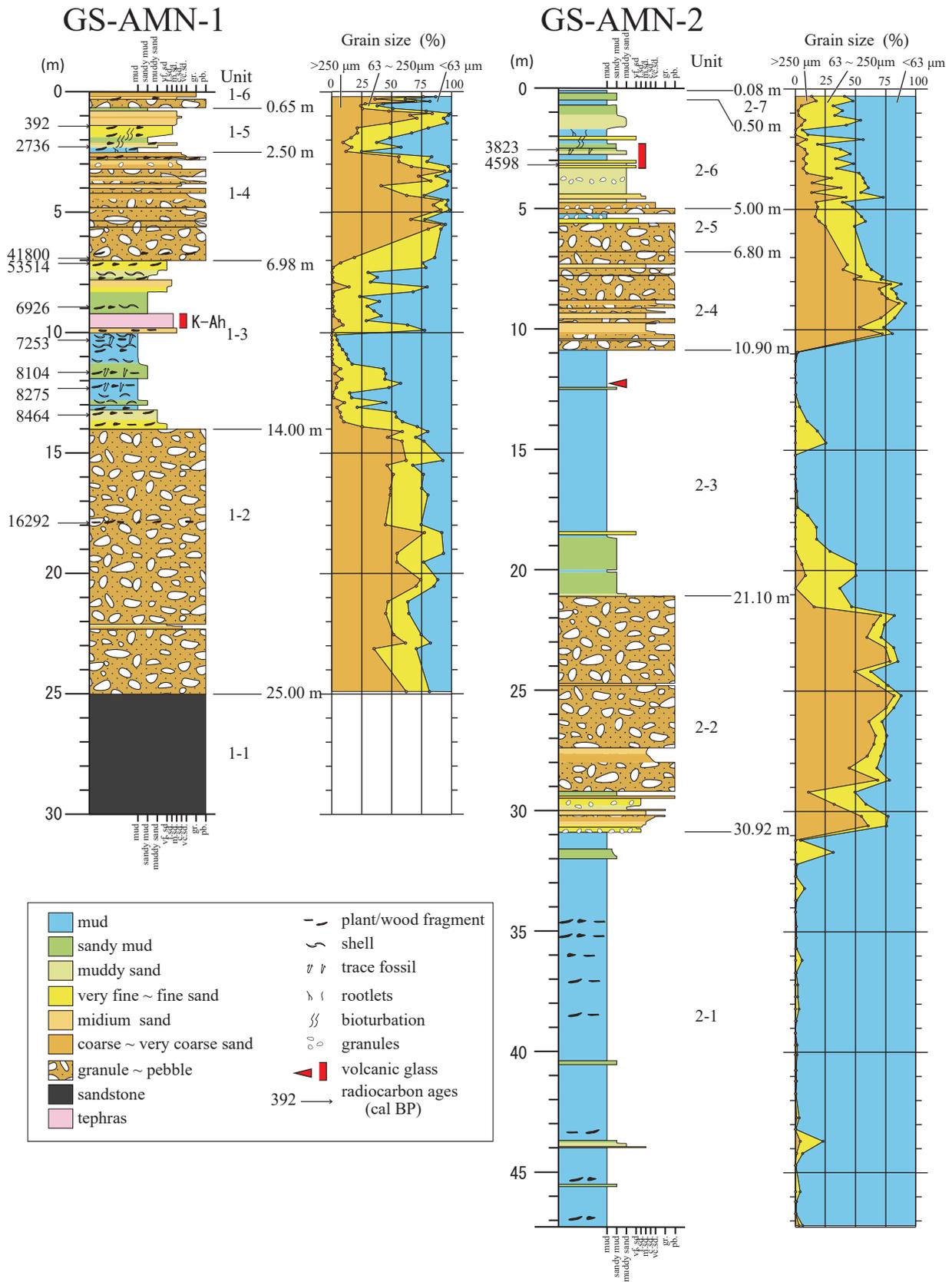
GS-AMN-2



GS-AMN-2

第2図 (続き) .

Fig. 2 (continued) .



第3図 GS-AMN-1及びGS-AMN-2の地質柱状図と粒度組成.

Fig. 3 Geological column and grain size of the GS-AMN-1 and GS-AMN-2.

質なコアについては、コア表面の写真撮影と層相記載を行なった。

3.3 放射性炭素 (^{14}C) 年代測定

AMS 法による放射性炭素年代測定を株式会社加速器分析研究所に依頼して実施した。試料は GS-AMN-1 中に含まれる植物片 1 試料、木片 7 試料、貝殻片 2 試料を対象とした。年代測定結果は Oxcalv4 較正プログラム (Ramsey, 2009) を使用して暦年較正年代を算出した。暦年校正のためのデータセットとして、陸域試料には IntCal20 (Reimer *et al*, 2020) を、大気中の二酸化炭素とは由来の異なる炭素を含むと考えられる海域試料には Marine20 較正年代 (Heaton *et al*, 2020) を用いた。暦年校正を施した ^{14}C 年代は、cal BP として表した。

3.4 火山灰分析

GS-AMN-1 及び GS-AMN-2 に含まれる火山ガラスの形状、屈折率と化学成分組成を検討した。試料は目視で確認された火山灰層や泥質岩層中に含まれる火山ガラスを対象とした。試料を水洗し、極細粒～細粒砂サイズにふるい分けした後、残渣に対して偏光顕微鏡観察を行い、火山ガラスの有無を確認し、形状分類を行った。火山ガラスの形状分類は岸・宮脇 (1996) に従った。十分な量の火山ガラスが含まれる試料に対して、温度変化型測定装置 MAIOT (古澤地質製) を用いて、ガラス粒子 30 粒程度の屈折率を測定した。一部試料については火山ガラスの主成分化学組成分析及び微量成分化学組成分析を株式会社古澤地質に依頼し、それぞれエネルギー分散型 X 線マイクロアナライザー (EDX)、レーザーアブレーション ICP 質量分析装置 (LA-ICP-MS; 古澤, 2017) を用いて測定された。試料の測定試料数は 15 粒である。

3.5 貝化石

コア試料から採取した貝化石の同定とその生息環境に基づく堆積環境の推定を行った。各貝化石の生息環境は奥谷 (2000) を参考にした。

4. ボーリングコアの層相と解釈

ボーリングコアはその粒度、色調、固結度、侵食面の有無などでユニットに区分し、GS-AMN-1 を 6 ユニット、GS-AMN-2 を 7 ユニットに区分した。以降はユニットごとに層相を説明する。

4.1 GS-AMN-1

ユニット 1-1 (深度 30.00 m ~ 25.00 m, 標高 -29.25 m ~ -24.25 m)

層相: 非常に硬質な砂岩から構成される。所々に亀裂が入り、亀裂面に粘土を挟むところも見られた。

解釈: ユニット 1-1 は硬質な砂岩からなることから、和泉層群と考えられる。調査地である淡路島南部は和泉層群が分布し、掘削地から北方に約 100 m に標高約 60 m の丘陵を形成する。同様の和泉層群が掘削地地下の基盤を構成していると考えられる。

ユニット 1-2 (深度 25.00 m ~ 14.00 m, 標高 -24.25 m ~ -13.25 m)

層相: 粗粒～極粗粒砂基質の砂礫より構成される。オリブ灰、暗オリブ灰、緑灰色を呈し、礫支持層と基質支持層の互層をなす。礫は亜角～亜円礫で、礫種は主に砂岩礫から構成される。礫径は 50 mm 以上のものが多く含まれ、最大礫径はコア径を超える。深度 17.85 m ~ 17.82 m に植物片が濃集して含まれる。

^{14}C 年代測定値 (第 1 表): 深度 17.85 m ~ 17.82 m に含まれる植物片から、16,199 ~ 16,485 cal BP (中央値: 16,292 cal BP) の年代値が得られた。

解釈: 亜円～亜角礫を主体とする礫質な堆積物から構成されることから、礫質河川堆積物であると考えられる。礫支持層と基質支持層の互層であることから、網状河川堆積物と解釈される (Miall, 1992)。本ユニットからと後述する上位のユニットから得られた ^{14}C 年代から、本ユニットは最終氷期極大期 (LGM) 頃に堆積し、少なくとも 8.4 cal BP 以前に別の堆積環境に変化したと推定される。以上のことから、LGM 頃に海水準が低下した際の形成された開析谷を埋めた沖積層の基底礫層であると考えられる。

ユニット 1-3 (深度 14.00 m ~ 6.98 m, 標高 -13.25 m ~ -6.23 m)

層相: 主に粘土、シルト及び砂質泥などの細粒堆積物から構成される。色調は灰、オリブ黒を呈する。ユニット基底から細粒砂、シルト質砂からシルトへと上方細粒化し、泥粒子の割合が 10.00 m 付近で最も大きくなる。深度 9.00 m から 6.98 m は砂粒子の割合が上方へ増加する。単層は砂質シルトから中粒砂へ逆級化をする砂質層が卓越し、全体として上方粗粒化する。

化石: 植物片、貝殻片が多く含まれ、生痕化石も見られた。深度 12.80 m ~ 12.40 m は特に植物片が濃集する。貝化石は保存状態が良いものから破片状のものまで含まれる。水深 5 m から 150 m に生息するマメウラシマ *Ringicula doliaris*、潮下帯下部から水深約 100 m に生息するヤカドツノガイ *Dentalium (Paradentalium) octangulatum*、潮間帯から水深 30 m に生息するカバザクラ *Nitidorellina iridella*、*Macoma* 類、イトカゲギリ類、ムシロガイ類、クチキレモドキ類が産出した。

第1表 放射性炭素 (¹⁴C) 年代測定値. 暦年較正のためのデータセットは, Intcal20 (Reimer *et al.*, 2020), 及び Marine20 (Heaton *et al.*, 2020) を用いている.

Table 1 Results of radiocarbon (¹⁴C) age. Dataset for calibration to calendar year is Intcal20 (Reimer *et al.*, 2020) and Marine20 (Heaton *et al.*, 2020).

Core	Depth (m)	Material	$\delta^{13}\text{C}$ (‰)	Conventional ¹⁴ C age (yrBP)	Caribrated age (cal BP, 2 σ)	median (cal BP)	Lab No. / Reference
GS-AMN-1	1.41-1.42	wood	-27.80 ± 0.23	303 ± 22	352-448 (72.3%) 300-335 (23.1%)	392	IAAA-212435
GS-AMN-1	2.27	wood	-27.53 ± 0.22	2584 ± 24	2710-2758 (95.4%)	2736	IAAA-212436
GS-AMN-1	6.89	wood	-28.86 ± 0.20	36964 ± 222	41405-42105 (95.4%)	41800	IAAA-212437
GS-AMN-1	7.11-7.13	wood	-29.55 ± 0.25	51024 ± 756	...-52472 (95.4%)	53517	IAAA-212438
GS-AMN-1	8.90-9.00	shell	0.57 ± 0.24	6634 ± 30	6755-7115 (95.4%)	6926	IAAA-212439
GS-AMN-1	10.30-10.33	shell	-1.43 ± 0.22	6935 ± 30	7112-7409 (95.4%)	7253	IAAA-212440
GS-AMN-1	11.69-11.73	wood	-24.55 ± 0.20	7321 ± 32	8030-8182 (95.4%)	8104	IAAA-212441
GS-AMN-1	12.29-12.31	wood	-30.85 ± 0.25	7466 ± 33	8192-8363 (95.4%)	8275	IAAA-212442
GS-AMN-1	13.42-13.43	wood	-29.98 ± 0.23	7682 ± 33	8404-8544 (95.4%)	8464	IAAA-212443
GS-AMN-1	17.82-17.85	plant	-28.71 ± 0.20	13511 ± 47	16199-16485 (95.4%)	16292	IAAA-212444
GS-AMN-2	2.50-2.60	plant	64.13 ± 0.20	3537 ± 26	3813-3900 (49.8%) 3717-3803 (45.6%)	3823	IAAA-220281
GS-AMN-2	3.10-3.20	plant	59.89 ± 0.19	4095 ± 25	4756-4806 (20.0%) 4671-4700 (6.7%) 4520-4650 (66.6%) 4450-4465 (2.2%)	4598	IAAA-220282

¹⁴C年代 (第1表) : 9.00 m ~ 8.90 m の貝殻から 7,115 ~ 6,755 cal BP (中央値 : 6,926 cal BP), 10.33 m ~ 10.30 m の貝殻から 7,409 ~ 7,112 cal BP (中央値 : 7,253 cal BP), 11.73 m ~ 11.69 m の木片から 8,182 ~ 8,030 cal BP (中央値 : 8,104 cal BP), 12.31 m ~ 12.29 m の木片から 8,363 ~ 8,192 cal BP (中央値 : 8,275 cal BP), 13.43 m ~ 13.42 m の木片から 8,544 ~ 8,404 cal BP (中央値 : 8,275 cal BP) の年代値が得られた。また, 7.13 m ~ 7.11 m の木片から検出限界を超える年代値が得られたが, これは再堆積により古い木片が混入したためと考えられる。

火山灰 : 9.82 m ~ 9.20 m に灰オリーブ色を呈する火山灰層が確認された。粒径は細粒砂~中粒砂サイズであり, ほぼ火山ガラスから構成される。火山ガラスはバブルウォール型が卓越する。深度 9.82 m ~ 9.80 m の火山ガラスの屈折率は 1.510 ~ 1.512 であった(第4図)。

解釈 : 本ユニットは泥質堆積物であり, 生痕化石を含むこと, 貝化石を含むことから海成泥層である。松島(1984)によれば, マメウラシマは内湾停滞域群集, ヤカドツノガイは内湾泥底群集に混じって点在するとされている。内湾に生息する貝化石が産出することから, 本ユニットは内湾堆積物であると推定できる。植物片が濃集する層準は, 洪水などにより陸域からの堆積物が供給されたと考えられる。含まれる木片, 貝化石の¹⁴C年代から, 完新世の堆積物である。検出限界を超えた年代値を示した木片は砂層の中に含まれており, 後背地からの流れ込みと考えられる。以上のことから,

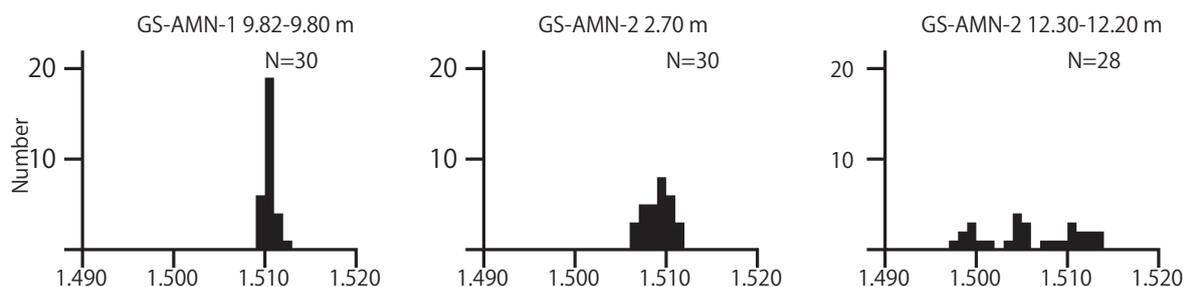
本ユニットは完新世の海進に伴う海成層であると考えられる。下部の上方細粒化, 上部の上方粗粒化は, 海進, 海退に伴う堆積環境の変化を反映している。深度 9.82 m ~ 9.20 m の火山灰層は, 上下の¹⁴C年代を考慮すると, その堆積年代は 6,926 ~ 7,253 cal BP と考えられる。また, その火山ガラスの屈折率を合わせて考えると, この火山灰層は鬼界アカホヤ火山灰 (K-Ah ; 町田・新井, 2003) (噴出年代約 7,303 ~ 7,165 cal BP ; Smith *et al.*, 2013) に対比される。

ユニット 1-4 (深度 6.98 m ~ 2.50 m, 標高 -6.23 m ~ -1.75 m)

層相 : 砂礫から構成される。礫層は礫質支持で, 礫径が 5 mm から最大礫径が 40 mm 程度の角礫~亜円礫からなり, 礫種はチャート, 石英, 砂岩, 結晶片岩礫から構成される。礫層はそれぞれの層厚 30 cm ~ 130 cm で, 基底の中礫から細礫, 砂層へと級化する。ユニット全体として上方細粒化する。深度 6.90 m ~ 6.70 m には植物片が含まれる。下位のユニット 1-3 とは明瞭な侵食面で接する。

¹⁴C年代 (第1表) : 深度 6.89 m の木片から 42,105 ~ 41,405 cal BP (中央値 41,800 cal BP) の年代値が得られた。これは上下の年代値から期待される年代 (6,926 ~ 2,736 cal BP) よりも古い年代値を示しており, 上流からの再堆積の木片を測定したと考えられる。

解釈 : 全体に粗粒な砂礫から構成されるため, 礫質河川堆積物であり, 単層は正級化構造を示し, 全体とし



第4図 GS-AMN-1及びGS-AMN-2の火山ガラスの屈折率(n).

Fig. 4 Diagram showing refractive index (n) volcanic glasses in the GS-AMN-1 and GS-AMN-2.

て上方細粒化することから、河川チャネル堆積物であると考えられる。礫種に結晶片岩が含まれることから、大阪層群からの供給が示唆される。後述する上位のユニット1-5が塩水湿地と考えられるので、潮下帯に河川成相が形成されたと考えられる。

ユニット1-5(深度2.50 m～0.65 m, 標高-1.75 m～0.10 m)

層相: 深度2.50 m～1.40 mはオリーブ黒, 黒褐色を呈し, 生物擾乱が発達した砂泥互層となる。植物片, 植物根を含む。深度1.40 m～0.68 mは淘汰の良い中粒砂から構成され, 色調は明黄褐からオリーブ黄を呈する。

¹⁴C年代(第1表): 深度2.27 mの木片から2,758～2,710 cal BP(中央値: 2,736 cal BP), 深度1.42 m～1.41 mの木片で448～330 cal BP(中央値: 392 cal BP)の年代値が得られた。

解釈: 生物擾乱を受けた砂泥互層からなり, 植物片, 植物根を含むことから, 塩水湿地の堆積物の可能性がある。上位の砂層は湿地における河川の影響力が高かった時の堆積物である。

ユニット1-6(深度0.65 m～0.00 m, 標高0.10 m～0.75 m)

層相: 全体に淘汰の悪いシルトと砂礫からなる。堆積構造は認められない。シルトは黄褐色を呈し, 50 mm径の中礫が混じる。

解釈: 掘削地は砂利が敷き詰められ, 駐車場として利用されている。全体に淘汰が悪い層相からなることから, 人工的な埋め土であると考えられる。

4.2 GS-AMN-2

ユニット2-1(深度47.35 m～30.92 m, 標高-43.98 m～-27.55 m)

層相: 塊状粘土層からなる。固結しており, ワイヤで切断出来ない。色調は緑灰からオリーブ灰色を呈し, 材化石を多く含む。

解釈: 材化石を多く含み, 淡水成の粘土層であると考えられる。固結度が高く, 本掘削地点の東方に露出している大阪層群油谷層の粘土層に類似することから, 本ユニットは油谷層に相当すると考えられる。

ユニット2-2(深度30.92 m～21.10 m, 標高-27.55 m～-17.73 m)

層相: 砂層と基質支持礫層の互層からなり, 明黄褐～褐色を呈する。20 mm～30 mm径のよく円磨された亜円礫～円礫が主に含まれ, 最大礫径は60 mmである。基質は中粒砂～極粗粒砂から構成される。礫種はチャート, 石英, 砂岩が主に含まれ, 結晶片岩礫もみられる。

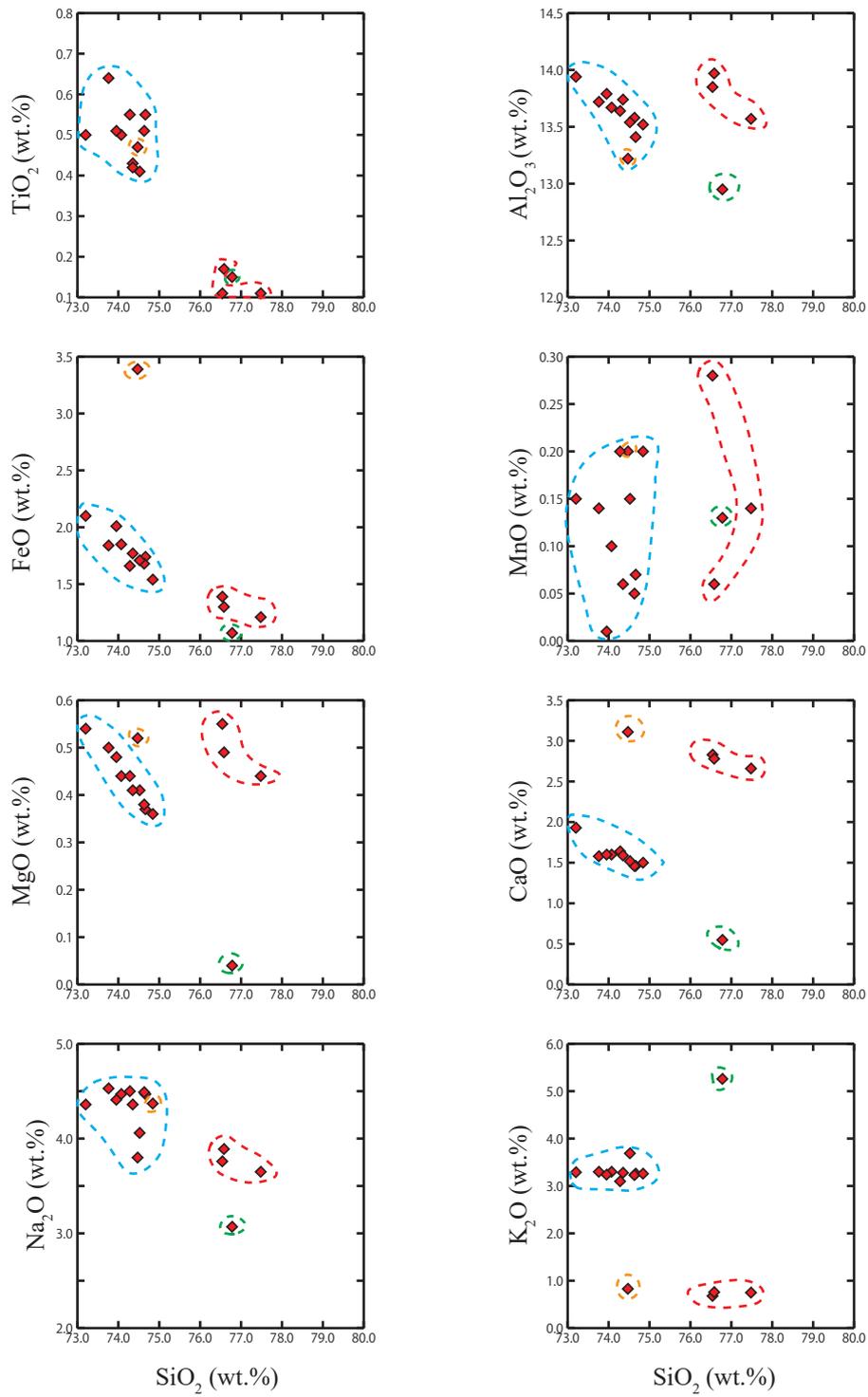
解釈: 円磨された礫層からなることから, 礫質河川堆積物と考えられる。本ユニットは本掘削地点の東方に分布する油谷層の結晶片岩やチャートを多く含む礫層に類似することから, 大阪層群油谷層に対比される。

ユニット2-3(深度21.10 m～10.90 m, 標高-17.73 m～-7.53 m)

層相: 主に塊状の粘土層からなる。固結しており, ワイヤで切断できない。色調はオリーブ灰, 暗オリーブ, 緑灰色を呈する。ユニット2-1と異なり, 材化石は含まれない。深度11.50 m～11.00 m付近の粘土層は葉理が見られ, 見かけ16°程度傾斜している(第2図C)。

火山灰: 深度12.30 m～12.20 mの粘土層中に火山ガラス片が散在していることが確認された。屈折率は $n=1.498 \sim 1.514$ であり, 3つのモードが見られる(第4図)。火山ガラスの主成分化学組成は, TiO_2 が0.5%前後, K_2O が3.2%前後のものと, TiO_2 が0.1%～0.2%, K_2O が0.1%以下の二種類以上が確認された(第2表, 第5図)。以上のことから, GS-AMN-2の12.30 m～12.20 mに含まれる火山ガラスは, 三つ以上の起源をもつ火山ガラスが混合していると考えられる。

解釈: 本ユニットはやや傾斜し, 固結した粘土層であることから, ユニット2-1と同じように大阪層群油谷



第 5 図 GS-AMN-2 の火山ガラスの主成分化学組成 (深度 12.30 m ~ 12.20 m) . 赤, 緑, オレンジ, 水色の点線の領域で, それぞれ特徴的な化学組成を示す.

Fig. 5 Major element components of volcanic glasses in the GS-AMN-2 (12.30 m-12.20 m depth). Red, green, orange and light blue dashed lines indicate characteristic clusters.

層中の粘土層と考えられる。

ユニット 2-4 (深度 10.90 m ~ 6.80 m, 標高 -7.53 m ~ -3.43 m)

層相: 砂と砂礫の互層からなる。礫層は暗オリーブから灰オリーブ色を呈し、基底部が礫支持で、上方に向けて基質支持へと遷移する。5 mm ~ 10 mm 径の石英、チャートの垂角~垂円礫を主体とし、結晶片岩礫も少量含まれる。砂層は緑灰色を呈する中粒~粗粒砂からなり、淘汰がよい。

解釈: 主に石英、チャート、結晶片岩から構成されることから、大阪層群の油谷層にあたると思われる。

ユニット 2-5 (深度 6.80 m ~ 5.00 m, 標高 -3.43 m ~ -1.63 m)

層相: 礫支持の砂礫から構成される。オリーブ灰から暗オリーブ色を呈し、砂岩礫を主体とする。最大礫径は 50 mm ほどの中礫の角礫~垂円礫からなる。深度 5.57 m ~ 5.40 m には細粒砂、深度 5.40 m ~ 5.15 m には礫混じりシルトが卓越する。下位のユニット 2-4 とは同じ砂礫層で接し、明瞭な侵食面はなく区別がしづらいが、礫径、礫種の構成が変わる深度をユニット境界とした。

解釈: 淘汰が悪く砂礫質な堆積物から構成されることから、礫質河川層であると考えられる。色調、礫種構成、礫径などがユニット 1-2 に類似することから、ユニット 1-2 と対比できると考えられる。本ユニットは沖積層基底礫層である。

ユニット 2-6 (深度 5.00 m ~ 0.50 m, 標高 -1.63 m ~ 2.87 m)

層相: 灰色、オリーブ黒、黒色を呈するシルト~シルト質砂からなる。深度 5.00 m ~ 4.35 m は灰色を呈する細粒~中粒砂が卓越し、深度 4.35 m ~ 2.50 m はシルト質砂が卓越する。深度 3.90 m ~ 3.40 m は風化した結晶片岩の細礫が多く含まれる。深度 3.20 m ~ 3.10 m, 2.75 m ~ 2.50 m は黒色を呈するやや有機質なシルト質砂が卓越する。また、上位の有機質シルト質砂層には生痕化石のような構造が認められる。深度 2.00 m ~ 0.50 m はシルトからシルト質砂へ逆級化し、植物根が含まれている。1.70 m 付近で色調が黒褐から黄褐へ変化する。深度 1.82 m のシルト層には管状の褐鉄鉱である高師小僧が含まれていた。深度 3.32 m ~ 3.24 m, 2.90 m ~ 2.76 m, 2.50 m ~ 2.40 m には凸状に下位の地層が上位の地層に貫入するような構造がみられたが、これはコア採取時における変形と思われる。

火山灰: 深度 3.30 m ~ 2.30 m の泥質層に火山ガラスが散在していた。火山ガラスはバブルウォール型を主体とし、色付きガラスも少量含まれる。このうち深度 2.70

m の火山ガラスの屈折率は $n=1.507-1.512$ であった (第 4 図)。

¹⁴C 年代 (第 1 表): 深度 3.20 m ~ 3.10 m の植物片から 4,806 ~ 4,450 cal BP (中央値 4,598 cal BP), 深度 2.60 m ~ 2.50 m の植物片から 3,900 ~ 3,717 cal BP (中央値 3,823 cal BP) の年代値が得られた。

解釈: ¹⁴C 年代から、完新世の堆積物である。含まれる火山ガラスの特徴からは火山ガラスは K-Ah 起源と考えられる。不淘汰な岩相からなり、詳細な堆積環境はわからないが、生痕化石のような構造が認められ、また、深度 2.00 m ~ 0.50 m の逆級化シルト~シルト質砂層には高師小僧が含まれており、海成層あるいは氾濫原における堆積物の可能性がある。

ユニット 2-7 (深度 0.50 m ~ 0.08 m, 標高 2.87 m ~ 3.29 m)

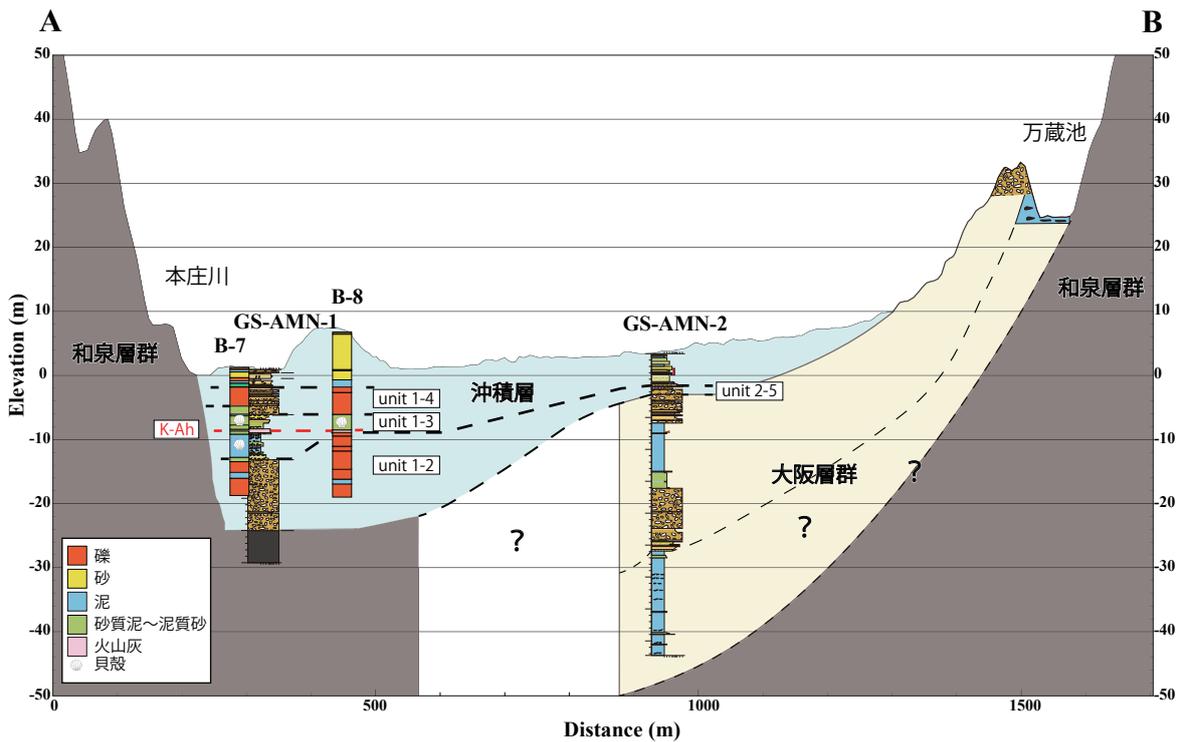
層相: 本ユニットは、黄褐、暗灰黄色を呈するシルト~シルト質砂からなる。全体に不淘汰で、色調は所々変化する。堆積構造は認められず、畑作起源の植物片が混じる。深度 0.08 m 以上はコアが欠落している。

解釈: 本ユニットは人工的な堆積物であると考えられる。掘削地は畑として利用されており、畑作起源の植物片が混じることから、耕作土であると考えられる。

5. ボーリング地点付近の地下地質の推定と課題

阿万地区における地下の地質分布の推定のため、地下断面を作成した (第 6 図の A-B 断面)。断面図の作成には GS-AMN-1, GS-AMN-2 のほかに、水野・吉岡 (1996) で掘削されたボーリングコア B-7, B-8 と反射法地震探査の結果に加え、地表露頭踏査による地層分布も加味して解釈した。

A-B 断面を見ると、沖積層の基底と考えられる層準 (GS-AMN-1 におけるユニット 1-2 基底) は、西側から東に向けて大まかには浅くなると考えられ、水野・吉岡 (1996) による反射法探査断面によると GS-AMN-1 から B-8 地点付近まではほぼ水平であり、その東でやや浅くなる傾向がみられる。さらに東の GS-AMN-2 では、GS-AMN-1 に比べて約 20 m 浅くなって (ユニット 2-5 の基底)、さらに東へせん滅していくと考えられる。この層準は厳密に同時面を示しているかどうかはわからないが、その下位には、段丘堆積物と考えられるものをほとんど挟まず、和泉層群や大阪層群が分布することを考えると、沖積層分布の大まかな特徴とみてよいであろう。大阪層群は GS-AMN-2 地点の東方に露出しており、かつては大阪層群の粘土層を瓦の原料として採掘が行われていた。万蔵池の付近では今でも露頭が残っており、厚い粘土層とその上に重なる結晶片岩礫などを含む砂礫層がみられる。かつて採掘されて



第6図 側線 A-B (第1図 C) における地質断面図。

Fig. 6 Geological cross sections along the A-B line in Fig. 1C.

いた場所をつないでいくと、万蔵池の粘土層層準とつながり、この粘土層が良く連続すると考えられる。万蔵池付近では地層は概して北西へ30°程度傾斜しており、GS-AMN-2 コアでは最下部の厚い粘土層（ユニット2-1）につながる可能性が高い。このような構造は、沖積層が東へ薄くなる構造とおおむね調和的に見える。大阪層群の構造だけからは東側が隆起しているように見える。

水野・吉岡 (1996) による反射法探査では、西側のGS-AMN-1 や B-8 地点の地下にも大阪層群が分布すると推定されていたが、GS-AMN-1 のボーリングの結果を合わせると、少なくとも B-8 地点よりも少し東まで大阪層群は分布せず、標高 -25 m 付近に和泉層群が分布すると考えられる。そうすると、東側の大阪層群と西側の和泉層群が単なる不整合で接するのか、断層で接するのかなど、現在あるボーリング資料あるいは反射探査記録だけでは判断できない。

護法院付近にみられた中位または高位と考えられる段丘堆積物相当層はどちらのボーリングコア中にも見つからなかった。そのため、どちらかの地点が相対的に隆起、あるいは沈降しているかを判断することはできなかった。

湊一本庄断層の存在の有無や地質構造の詳細な解明を行うためには、GS-AMN-2 下部にみられる大阪層群

の厚さ分布が西方でどのように変化するかなど、今後反射法地震探査や既存地下地質資料の収集・解析などによる正確な地下断面の作成が必要になる。

6. その他の課題

大阪層群油谷層の年代については、植物化石に基づいて大まかな推定がされているに過ぎない。ユニット2-3 には、複数の起源の火山ガラスが混在する。油谷層や別地域の上部鮮新統から類似する特徴を有するテフラは報告されていない。特に、後期鮮新世において、 K_2O が 0.1 % 以下の火山ガラスは極めて珍しい。今後、陸上の油谷層や他地域の上部鮮新統で、これらに対比されるテフラを見つける必要がある。一方、GS-AMN-2 の大阪層群油谷層と推定される層準の粘土層に対しては、花粉分析と古地磁気測定を行っている途中である。予察段階ではあるが、古地磁気極性には正帯磁と逆帯磁の層準がみられ、花粉層序と合わせることによって、その年代を明らかにできる可能性がある。

中央構造線に沿った地域に分布する鮮新-更新統は、徳島平野や和歌山平野についてはおよそ 2 Ma ~ 1 Ma 頃ないしはそれより新しい地層が主体をなす (水野, 2018) のに対して、淡路島南端部にはそれらより古い 3 Ma 頃の地層しかないのかどうかは、中央構造線

沿いの堆積盆地形成史や地質構造を考察する上で重要と考えられる。最近、鳴門海峡を挟んで対岸の鳴門市里浦町の海岸（中央構造線よりも北側）に、大阪層群相当層が分布することが確認された（中尾ほか,2022）。この地層と淡路島南端に分布する地層が同じ堆積盆地を構成するものなのかどうか、重要な課題である。

7. まとめ

活断層としての湊一本庄断層の存否及び活動履歴を調査するため、南あわじ市阿万西町にて2本のボーリングコアを掘削した。GS-AMN-1の深度25.00 mより下位は基盤岩である和泉層群から、上位は沖積層からなる。GS-AMN-2は少なくとも基底深度の47.35 mから6.80 mまでは大阪層群からなり、深度6.80 mより上位では沖積層からなる。また、水野・吉岡（1996）は反射法探査断面から阿万西町における大阪層群上面の推定深度は標高-40 mと推定したが、湊一本庄断層推定線より西側で掘削したGS-AMA-1コアでは大阪層群は認められず標高-24.25 mで沖積基底礫層が和泉層群に重なることが明らかになった。今後、湊一本庄断層推定線を跨ぐように反射法地震探査を行うことや既存のボーリング資試料の収集や解析を行うことで、断層の存否あるいは正確な位置の解明を進める必要がある。また、大阪層群が認められたGS-AMN-2コアについては、古地磁気及び花粉分析による年代制約を行うことで、大阪層群の年代精度を向上させ、それを元に中央構造線沿いの鮮新世以降の古地理や地質構造の精度をあげる。

謝辞：コア掘削にあたって、掘削地の地主である奥浜信博氏と斎藤正二氏には土地の使用に関して多大な便宜を図っていただいた。コア観察作業には地質情報研究部門の國本節子氏と筑波大学大学院の諏訪有彩氏にご協力いただいた。ボーリングコアのCT画像は、地質情報研究部門の横井久美氏に撮影していただいた。以上の方々に深く感謝いたします。

文 献

古澤 明 (2017) レーザーアブレーションICP質量分析装置を用いた火山ガラスの分析による十和田カルデラ起源大不動テフラと八戸テフラの識別. 地質学雑誌, **123**, 765-776.

Heaton, T. J, Köhler, P, Butzin, M, Bard, E, Reimer, R W, Austin, W, Ramsey, C B, Grootes, P M, Hughen, K A, Kromer, B, Adkins, J, Burke, A, Cook, M S, Olsen, J and Skinner, L C (2020) Marine20-the marine radiocarbon age calibration curve (0-55,000 cal BP),

Radiocarbon, **62** (4), 779-820.

兵庫県 (1961) 兵庫県地質鉱産図及び同説明書, 兵庫県, 171p.

地震調査研究推進本部地震調査委員会 (2017) 中央構造線活断層帯 (金剛山地穂東縁一由布院) の長期評価 (第二版), 162p.
https://www.jishin.go.jp/main/chousa/katsudansou_pdf/20171219_mtl.pdf (閲覧日: 2022年6月27日)

活断層研究会 (1991) 新編日本の活断層—分布図と資料—, 東京大学出版会, 437p.

岸 清・宮脇理一郎 (1996) 新潟県柏崎平野周辺における鮮新世～更新世の褶曲形成史. 地学雑誌, **105**, 88-112.

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.

牧本 博・利光誠一・高橋 浩・水野清秀・駒澤正夫・志知龍一 (1995) 20万分の1地質図「徳島」. 地質調査所.

松島義章 (1984) 日本列島における後氷期の浅海性貝類群集—特に環境変化に伴うその時間・空間的変遷—. 神奈川県立博物館研究報告 (自然科学), no. 15, 37-109.

Miall, A.D. (1992) Alluvial Deposits. In Walker, R.G. and James, N.P. eds., *Facies Models: response to sea level change*. Geol. Assoc. Canada, 119-142.

水野清秀 (1993) 淡路島. 市原 実編, 大阪層群, 創元社, 127-141.

水野清秀 (2018) 鮮新—更新世堆積盆地の形成史研究とその中での広域テフラの役割. 第四紀研究, **57**, 85-95.

水野清秀・吉岡敏和 (1996) 淡路島南西部, 湊一本庄断層のボーリング, 浅層反射法弾性波探査等による活動調査 (平成7年度活断層調査報告 no. 10). 地質調査所研究資料集, no.234,

水野清秀・吉岡敏和・岡村 眞・松岡裕美 (1996) 淡路島西南部沿岸海域における活断層調査 (平成7年度活断層調査研究報告 no.11). 地質調査研究資料集, no.235, 59p.

Momohara, A. and Mizuno, K. (1999) Habitat of plants in the late Pliocene sedimentary basin on Awaji Island, central Japan. *Japanese Journal of Historical Botany*, **6**, 49-62.

中尾賢一・辻本裕也・大嶋秀明 (2022) 鳴門市里浦町で発見された更新統とその花粉分析. 徳島県立博物館研究報告, no.32, 1-6.

岡 義記・寒川 旭 (1981) 東部瀬戸内堆積区の形成と淡路島の隆起. 地学雑誌, **90**, 393-409.

岡田篤正・東郷正美編 (2000) 近畿の活断層. 東京大

- 学出版会, 395p.
- 岡田篤正・楮原京子・熊原康博・澤 祥・廣内大助 (2014) 1:25,000 都市圏活断層図「鳴門海峡」. 国土地理院技術資料 D1-no.719.
- 奥谷喬司 (2000) 日本近海産貝類図鑑. 東海大学出版会, 平塚, 1382p.
- Ramsey, C. B. (2009) Bayesian analysis of radiocarbon dates. *Radiocarbon*, **51**, 337–360.
- Reimer, P. J., Austin, W. E.N., Baird, E., Bayliss, A., Blackwell, P. G., Bronk Ramsey, C., Butzin, M., Cheng, H., Edwards, R. L., Friedrich, M., Grootes, P. M., Guilderson, T. P., Hajdas, I., Heaton, T. J., Hogg, A. G., Hughen, K. A., Kromer, B., Manning, S. W., Muscheler, R., Palmer, J. G., Pearson, C., van der Plicht, J., Reimer, R. W., Richards, D. A., Scott, E. M., Southon, J. R., Turney, C. S.M., Wacker, L., Adolphi, F., Büntgen, U., Capano, M., Fahrni, S. M., Fogtmann-Schulz, A., Freidrich, R., Köhler, P., Kudsk, S., Miyake, F., Olsen, J., Reinig, F., Sakamoto, M., Sookdeo, A., and Talamo, S. (2020) The IntCal20 Northern Hemisphere radiocarbon age calibration curve (0–55 cal kBP), *Radiocarbon*, **62**, 725–757.
- Smith, V.C., Staff, R.A., Blockley, S.P.E., Ramsey, C.B., Nakagawa, T., Mark, D.F., Takemura, K., Danhara, T. and Suigetsu 2006 Project Members (2013) Identification and correlation of visible tephra in the Lake Suigetsu SG06 sedimentary archive, Japan: chronostratigraphic markers for synchronizing of east Asian/west Pacific palaeoclimatic records across the last 150 ka. *Quaternary Science Reviews*, **67**, 121–137.
- 産業技術総合研究所地質調査総合センター (2015) 20万分の1日本シームレス地質図. <https://gbank.gsj.jp/seamless/>. (閲覧日: 2022年4月30日).
- 産業技術総合研究所地質調査総合センター (2021) 活断層データベース. <https://gbank.gsj.jp/activefault/index>. (閲覧日: 2022年4月30日)
- 田中真吾 (1984) 地形分類. 土地分類基本調査, 5万分の1「由良・鳴門海峡」, 国土調査, 兵庫県, 13–32.