

島原半島北部の唐比低地における湿地堆積物の形成過程
Formation process of swamp sediments of the Karako Lowland
in northern Shimabara Peninsula, Western Japan

中西利典^{1*}・奥野 充²・山崎圭二³・ホン ワン⁴・藤田奈津子⁵・中村俊夫⁶・
堀川義之⁷・佐藤鋭一⁸・木村治夫⁹・堤 浩之¹⁰

Toshimichi Nakanishi^{1*}, Mitsuru Okuno², Keiji Yamasaki³, Wan Hong⁴, Natsuko Fujita⁵, Toshio Nakamura⁶,
Yoshiyuki Horikawa⁷, Eiichi Sato⁸, Haruo Kimura⁹, Hiroyuki Tsutsumi¹⁰

¹ふじのくに地球環境史ミュージアム・²福岡大学理学部・³日鉄鉱コンサルタント・
⁴韓国地質資源研究院・⁵日本原子力開発研究機構・⁶名古屋大学宇宙地球環境研究所・
⁷西日本技術開発・⁸北海道教育大学旭川校・⁹電力中央研究所・¹⁰同志社大学理工学部

¹ Museum of Natural and Environmental History, Shizuoka, Suruga-ku, Shizuoka 422-8017, Japan.

² Faculty of Science, Fukuoka University, Jonan-ku, Fukuoka 814-0180, Japan.

³ Nittetsu Mining Consultants Co., Ltd., Igisu, Iizuka 820-0053, Japan.

⁴ Korea Institute of Geoscience and Mineral Resources, Yuseong-gu, Daejeon 305-350, Korea Rep.

⁵ Tono Geoscience Center, Japan Atomic Energy Agency, Izumi-cho, Toki 509-5102, Japan.

⁶ ISEE, Nagoya University, Chikusa, Nagoya 464-8601, Japan.

⁷ West Japan Engineering Consultats, Inc., Chuo-ku, Fukuoka 810-0004, Japan.

⁸ Asahikawa Campus, Hokkaido University of Education, Hokumon-cho, Asahikawa 070-8621, Japan.

⁹ Central Research Institute of Electric Power Industry, Abiko, Abiko 270-1194, Japan.

¹⁰ Faculty of Science and Engineering, Doshisha University, Tataramiyadani, Kyotanabe 610-0394, Japan.

*Corresponding author. E-mail: toshimichi1_nakanishi@pref.shizuoka.lg.jp

Abstract

The Karako lowland, located about 13 km west of the Unzen Volcano, has thick bog sediments consisting of peat and mud layers. These sediments are expected to record the activity history of the Chijiwa fault and Unzen Volcano. To detect those histories with high accuracy, we obtained several sediment cores and conducted radiocarbon (¹⁴C) dating with AMS. The results were compared with ground penetrating radar cross-sections to examine the formation process of the wetland deposits.

Keywords: swamp sediments; radiocarbon; active fault; core analysis; ground penetrating radar

1. はじめに

島原半島の付け根に位置する長崎県諫早市森山町の唐比低地は、東西方向に延びる中央部の海拔が+0.2 m程度の沿岸低湿地である(図1A)。この低地は、海岸に標高6~9 mの礫洲が発達しており、東西方向に最大1.5 km、南北方向に最大0.8 km程度の広さを持つ(図1B)。低地北縁部には雲仙岳の北部から西方へと伸びる正断層である千々右断層(堤, 1989; 長崎県, 2004; 松岡ほか, 2004; 堤ほか, 2015)が伏在しており、断層線の延長に沿って唐比川が東流している。低地の深度11 m以浅には泥炭層や泥層からなる湿地堆積物がボーリング調査(長崎県, 2004; 松岡ほか, 1990, 1996; 松岡・竹村, 1993; 長

谷ほか, 2007; Fukumoto, 2011; 山内ほか, 2015; 中西ほか, 2017) によって確認され、淡水生~汽水-海生の珪藻化石の産出が報告されている(長崎県, 2004; Fukumoto, 2011; 山内ほか, 2015)。こうした沿岸低地に発達した湿地堆積物は、ほぼ水平に形成されてきたと考えられるので(阪口, 1974)、過去の断層活動や火山噴火史を精度良く記録していると期待される(de Lange & Lowe, 1990)。本稿では、千々石断層の西側延長にあたる低地北西部において3地点でコア試料(図1のSGP1~3)の岩相、火山灰(テフラ)、放射性炭素(^{14}C)年代値の分析結果を記載して湿地堆積物の形成過程を検討する。また、これらの掘削地点に隣接した測線IMK1の地中レーダ探査結果(中西ほか, 2017)を紹介して、調査地域の約800 m東方の既存の群列ボーリング調査での堆積曲線(長崎県, 2004)と対比する。

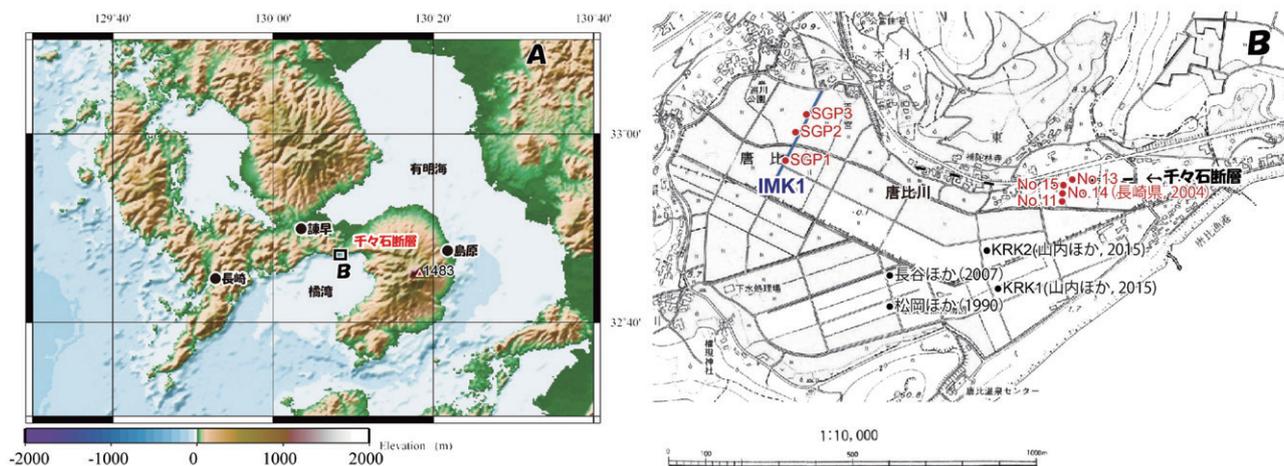


図1 調査地域位置図

- A: 唐比低地周辺の標高段彩陰影図。国土地理院の50 m DEMおよび海陸統合250 m DEM (岸本, 2000) を基にしてGMT (Wessel & Smith, 1998) で作成した。
- B: ボーリングコア掘削地点と地中レーダ探査測線。基図は森山町発行の1:10,000の地形図。

2. ボーリングコアの採取と年代測定

唐比低地の北西部において千々石断層が伏在していると予想される唐比川を挟んだ測線上でSGP1~3の合計3本のボーリングコア試料を採取した。深度3 mまでの掘削作業はエンジン打撃式採土機(パーカッション採土器:大起理化学工業株式会社DIK-121E)を用い、それ以深はピートサンプラー(フラップオーガー:大起理化学工業株式会社DIK-107A)を用いた。掘進長はSGP1およびSGP3コアが深さ5.5 mで、SGP2コアが深さ4.0 mであった。これらのコア掘削地点を結んだ道路上で水準測量を行い、地表面の標高差を測定した。採取したコア試料を福岡大学に持ち帰り、半裁して岩相を記載した。また、断層の沈降側と隆起側に位置するSGP3およびSGP1コアから葉や種子などの植物片のうち保存状態のよい16試料を選定して、超音波洗浄機で泥分を除去した後で、酸-アルカリ-酸処理を行って汚染を除去した。その際、上位から伸長する根は試料として選定しないように配慮した。その残渣を用いて、韓国地質資源研究院(KIGAM)および福岡大学理学部地球圏科学科において水素還元法でグラフアイト試料を調製した。KIGAMでは自動還元処理装置(Hong et al., 2010a)を用いて調製した。それらをKIGAM、日本原子力研究開発機構東濃地科学センター(JAT)および名古屋大学宇宙地球環境研究所(NUTA2)でプレス処理して、各機関の加速器質量分析(AMS)システム(Hong et al., 2010b; Saito-Kokubu et al., 2019; Nakamura et al., 2000)を用いて ^{14}C 年代値と $\delta^{13}\text{C}$ 値を測定した。同位体分別補正にはAMSで測定された $\delta^{13}\text{C}$ 値を用いた。年代値を暦年較正する際にはCalib7.10(Stuiver et al., 2017)およびINTCAL13(Reimer et al., 2013)を用いた。

表1 SGP1およびSGP3コアのAMS放射性炭素年代値

| Core | Depth (m) | | | Altitude (m) | Material | ¹⁴ C age (BP) | | Calibrated age (cal BP) | | Laboratory code |
|------|-----------|--------|-------|--------------|-----------------|--------------------------|-------|-------------------------|------|------------------|
| | top | bottom | mid | | | mid | error | young | old | |
| SGP1 | 0.75 | 0.76 | 0.755 | 1.495 | Plant fragments | 1240 | 120 | 927 | 1375 | NUTA2-25667 |
| SGP1 | 1.20 | 1.21 | 1.205 | 1.045 | Plant fragments | 2320 | 30 | 2210 | 2360 | NUTA2-25668 |
| SGP1 | - | - | 1.78 | 0.47 | Plant fragments | 2960 | 40 | 3000 | 3228 | KIGAM- OTg160194 |
| SGP1 | 2.10 | 2.11 | 2.105 | 0.145 | Plant fragments | 3380 | 50 | 3479 | 3817 | JAT-13987 |
| SGP1 | 2.77 | 2.78 | 2.775 | -0.525 | Leaves | 4140 | 30 | 4550 | 4821 | NUTA2-25669 |
| SGP1 | - | - | 3.5 | -1.25 | Plant fragments | 4390 | 40 | 4852 | 5257 | KIGAM- OTg160195 |
| SGP1 | 3.97 | 3.98 | 3.975 | -1.725 | Plant fragments | 4690 | 60 | 5312 | 5581 | JAT-13988 |
| SGP1 | 4.75 | 4.77 | 4.76 | -2.51 | Plant fragments | 4730 | 40 | 5325 | 5584 | KIGAM- OTg160196 |
| SGP1 | 5.30 | 5.31 | 5.305 | -3.055 | Plant fragments | 5130 | 40 | 5749 | 5987 | KIGAM- OTg160197 |
| SGP3 | 0.95 | 0.97 | 0.96 | 1.29 | Plant fragments | 1940 | 50 | 1741 | 1997 | JAT-13989 |
| SGP3 | 1.34 | 1.35 | 1.345 | 0.905 | Plant fragments | 2320 | 30 | 2210 | 2360 | NUTA2-25670 |
| SGP3 | 1.88 | 1.89 | 1.885 | 0.365 | Leaves | 3630 | 50 | 3832 | 4090 | JAT-13990 |
| SGP3 | 2.81 | 2.82 | 2.815 | -0.565 | Plant fragments | 4140 | 30 | 4570 | 4822 | NUTA2-25671 |
| SGP3 | 3.71 | 3.72 | 3.715 | -1.465 | Plant fragments | 4740 | 40 | 5326 | 5585 | JAT-13991 |
| SGP3 | - | - | 4.65 | -2.40 | Leaves | 4950 | 30 | 5605 | 5734 | NUTA2-25672 |
| SGP3 | 5.47 | 5.49 | 5.48 | -3.23 | Plant fragments | 5740 | 40 | 6437 | 6651 | JAT-13992 |

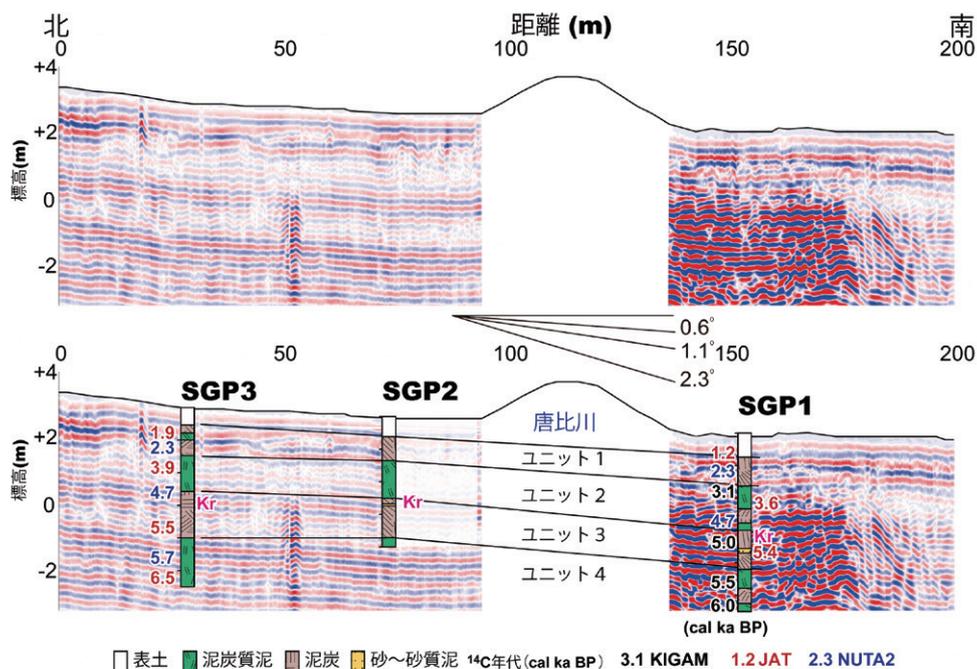


図2 SGP1~3コアの解析結果と測線IMK1における地中レーダ探査結果

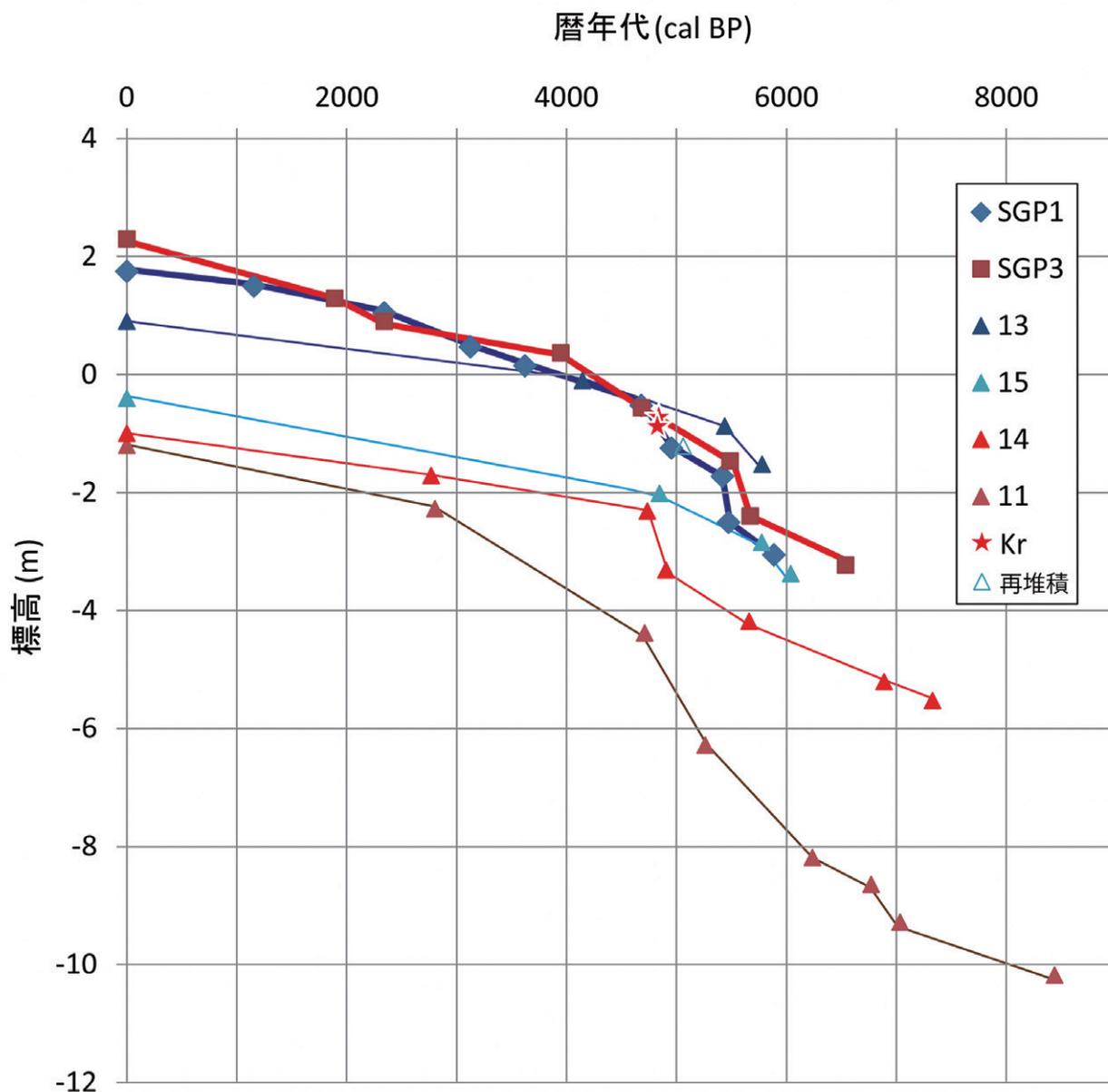


図3 唐比低地北部の千々石断層付近の堆積曲線

3. ボーリング調査および年代測定の結果

SGP1~3コアは最上部の褐色の表土を除くと、ほとんどが未分解の有機物質からなる黒色~褐色の泥炭層とオリーブ褐色の泥炭質泥層の互層からなり、部分的に極細粒砂~粗粒砂層を挟在する(図2)。これらは、泥炭と泥炭質泥の優勢度によって下記の4ユニットに区分される。以下に、それらの層相と¹⁴C年代値(表1)を記載する。

最上部の泥炭優勢のユニット1は、SGP1コアの深度0.7~1.8 m、SGP2コアの深度0.5~1.3 mおよびSGP3コアの深度0.5~1.5 mで構成され、SGP3コアの深度0.75~1.0 mのみが泥質であった。SGP1およびSGP3コアで1.2~2.3 cal ka BPの¹⁴C年代値が得られた。

その下位の泥炭質泥優勢のユニット2は、SGP1コアの深度1.8~3.0 m、SGP2コアの深度1.3~2.6 mおよびSGP3コアの深度1.5~2.6 mでみられ、SGP1コアの深度2.35~2.8 mのみが泥炭質であった。ユニット2からは3.1~4.7 cal ka BPの¹⁴C年代値が得られた。

その下位の泥炭優勢のユニット3は、SGP1コアの深度3.0~5.3 m、SGP2コアの深度2.6~3.7 mおよびSGP3コアの深度2.6~4.0 mで構成され、SGP1コアの深度4.3~4.8 mのみが泥質であった。SGP1コアの

深度3.15~3.24 mおよびSGP2コアの深度2.68 m、SGP3コアの深度2.97 mに灰白色のテフラ層が挟在しており、これらは層位的に唐比火山灰 (Kr: 松岡ほか, 1990, 1996; 松岡・竹村, 1993, 長崎県, 2004) に対比される。ユニット3からは4.7~5.5 cal ka BPの¹⁴C年代値が得られた。

最下部の泥炭優勢のユニット4は、SGP1コアの深度5.3~5.5 m、SGP2コアの深度3.7~4.0 mおよびSGP3コアの深度4.0~5.5 mで見られる。5.7~6.5 cal ka BPの¹⁴C年代値が得られた。

4. 結論

唐比低地北西部のSGP1およびSGP3コアで得られたすべての¹⁴C年代値は層序関係と矛盾がなく、堆積曲線は5.0~5.5 cal ka BP頃に若干のずれが認められるが概ね一致する結果となった(図3)。これらの堆積曲線は、低地北東部の千々石断層を横断する測線上で掘削された群列ボーリング調査の隆起側(No.13および15)で得られた堆積曲線と整合的であり、沈降側のNo.11および14とは明らかに異なる。したがって、低地北東部の千々石断層の伏在位置はSGP1コアの掘削地点よりも南側であると考えられ、測線IMK1の地中レーダ断面の測線距離180~190の標高+1~2 mの2°以上南傾斜する反射面に相当する可能性がある(図2)。今後、同地点よりも南側でボーリング調査を実施すれば、千々石断層の伏在位置および活動履歴について詳しく検討できると期待される。

謝辞

ボーリングコア掘削地点の地権者の方々には試料採取にあたり便宜を図って頂きました。土木研究所の稲崎富士上席研究員にはエンジン打撃式採土機を借用させて頂きました。地中レーダ探査の際にはStrasbourg大学のMaksim Bano准教授と当時福岡大学の山内卓也氏に手伝って頂きました。今回の調査研究におけるコア掘削を実施するにあたって島原半島ユネスコ世界ジオパークから研究助成(代表者: 堀川義之)を使用した。年代測定の一部は、名古屋大学宇宙地球環境研究所の共同利用・共同研究「加速器質量分析装置等利用(共同利用)」および(独)日本原子力研究開発機構の「施設共用制度」として実施した。この研究の一部に日本学術振興会、科学研究費補助金基盤研究(C)課題番号18K03768を使用した。以上の方々と機関に厚く御礼を申し上げます。

引用文献

- de Lange PJ, Lowe DJ (1990) History of vertical displacement of Kerepehi Fault at Kopouatai bog, Hauraki Lowlands, New Zealand, since c. 10700 years ago. *New Zealand Journal of Geology and Geophysics*, **33**, 277–283.
- Fukumoto Y (2011) Mid-late Holocene paleoenvironment in Karako lowland, western Japan, inferred from diatom analysis. *Quaternary International*, **230**, 115–121.
- 長谷義隆・平城兼寿・梅田一・三宅尚・長岡信治・岡村眞・松末和之(2007) 長崎県橘湾および唐比低地の堆積物による古環境解析. 熊本大学理学部紀要(地球科学), **19**, 1–10.
- Hong W, Park JH, Kim KJ, Woo HJ, Kim JK, Choi HK, Kim GD (2010a) Establishment of chemical preparation methods and development of an automated reduction system for AMS sample preparation at KIGAM. *Radiocarbon*, **52**(3), 1277–1287.
- Hong W, Park JH, Sung KS, Woo HJ, Kim JK, Choi HW, Kim GD (2010b) A new 1MV AMS facility at KIGAM. *Radiocarbon*, **52**(2), 243–251.
- 星住英夫・宇都浩三・渡辺一徳(1995) 雲仙火山の K-Ar 年代測定(続報): 雲仙火山の発達史. 日本火山学会講演要旨集, **1995** (2), 99.
- Hoshizumi H, Uto K, Watanabe K (1999) Geology and eruptive history of Unzen volcano, Shimabara Peninsula, Kyushu, SW Japan. *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, **89**, 81–94.

- 岸本清行 (2000) 海陸をあわせた日本周辺のメッシュ地形データの作成: Japan 250m.grd. 地質調査所研究資料集, No. 353, 5p & CD-ROM 2 枚, 地質調査所.
- 小林哲夫・中田節也 (1991) 雲仙火山, 火砕流・岩屑なだれ堆積物の ^{14}C 年代と発達史. 日本火山学会講演要旨集, 1991(2), 140.
- 松岡 暁・堤 浩之・竹村恵二 (2004) 雲仙活断層群の第四紀後期における活動-千々石町におけるトレンチ掘削調査と普賢岳北斜面で確認された断層露頭の解析-. 活断層研究, 24, 199–207.
- 松岡數充・伊藤秀三・竹村恵二・原口 強 (1990) 長崎県唐比低地のボーリング柱状試料. 長崎大学教養部紀要 (自然科学篇), **30**, 575–593.
- 松岡數充・竹村恵二 (1993) 雲仙地溝北縁・千々石断層の過去約6000年間の変位-長崎県唐比低地のボーリング調査結果に基づいて-. 地質学論集, **41**, 43–52.
- 松岡數充・竹村恵二・原口 強 (1996) 西九州橘湾北方唐比低地で採取された柱状試料中の ^{14}C 年代と火山灰. 関東平野, **4**, 117–121.
- 長崎県 (2004) 平成16年度地震関係基礎調査交付金 雲仙活断層群に関する調査. <http://www.hp1039.jishin.go.jp/danso/Nagasaki9/mokuji.htm> (2021年3月20日閲覧)
- Nakamura T, Niu E, Oda H, Ikeda A, Minami M, Takahashi H, Adachi M, Pals L, Gott dang A, Suya N (2000) The HVEE tandetron AMS system at Nagoya University. *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research B*, **172**(1-4), 52–57.
- 中西利典・木村治夫・堀川義之・山崎圭二・堤 浩之・ホンワン・奥野 充 (2017) 島原半島唐比低地の湿地堆積物に記録された千々石断層の完新世の活動. 平成29年度日本応用地質学会九州支部研究発表会論文集, 89–94.
- Reimer PJ, Bard E, Bayliss A, Beck JW, Blackwell PG, Bronk Ramsey C, Buck CE, Cheng H, Edwards RL, Friedrich M, Grootes PM, Guilderson TP, Hafli dason H, Hajdas I, Hatté C, Heaton TJ, Hoffmann DL, Hogg AG, Hughen KA, Kaiser KF, Kromer B, Manning SW, Niu M, Reimer RW, Richards DA, Scott EM, Southon JR, Staff RA, Turney CSM, van der Plicht J (2013) IntCal13 and Marine13 radiocarbon age calibration curves 0–50,000 years cal BP. *Radiocarbon*, **55**(4), 1869–1887.
- 阪口 豊 (1974) 泥炭地の地学-環境の変化を探る-, 329p, 東京大学出版会.
- Saito-Kokubu Y, Fujita N, Miyake M, Watanabe T, Ishizaka C, Okabe N, Ishimaru T, Matsubara A, Nishizawa A, Nishio T, Kato M, Torazawa H, Isozaki N (2019) Current status of JAEA-AMS-TONO in the 20th year. *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research B*, **456**, 271–275.
- Stuiver M, Reimer PJ, Reimer RW (2017) CALIB 7.1 [WWW program] at <http://calib.org>, accessed 2017-9-14.
- 堤 浩之 (1987) 雲仙火山地域の活断層. 活断層研究, 4, 55–64.
- 堤 浩之・石村大輔・岡田真介・熊原康博・楮原京子・千田 昇 (2015) 1:25,000都市圏活断層図「雲仙」, 国土地理院.
- Wessel P, Smith WHF (1998) New, Improved Version of Generic Mapping Tools Released, EOS Trans., AGU, 79, 579.
- 山内卓也・鹿島 薫・山崎圭二・中西利典・奥野 充 (2015) 唐比低地における珪藻分析による環境変動と火山灰. 国際火山噴火史情報研究集会講演要旨集, **2015-1**, 71–72.

日本語要旨

雲仙火山の約13 km西方にある唐比低地には泥炭層や泥層からなる湿地堆積物が厚く分布しており、それらの堆積物には千々石断層や雲仙火山の活動履歴が記録されていることが期待される。それらの履歴を精度よく検知するために、複数本のボーリングコアを掘削して放射性炭素年代値を測定した。それらの結果を地中レーダ探査断面と対比して湿地堆積物の形成過程を検討した。