

布田川・日奈久断層帯海域部におけるピストンコア調査

Piston coring survey of the Futagawa-Hinagu Fault Zone, Yatsushiro Sea, southwest Japan

井上直人¹・北田奈緒子¹・越後智雄¹・久保尚大²・一井直宏²・林田 明³・坂本 泉⁴
滝野義幸⁴・楳原京子⁵

Naoto Inoue¹, Naoko Kitada¹, Tomoo Echigo¹, Takahiro. Kubo², Naohiro Kazui²,
Akira Hayashida³, Izumi Sakamoto⁴, Yoshihiro Takino⁴ and Kyoko Kagohara⁵

¹財団法人 地域地盤環境研究所 (Geo-Research Institute, naoto@geor.or.jp)

²川崎地質株式会社 (Kawasaki Geo. Eng. Co. Ltd.)

³同志社大学 理工学部環境システム学科 (Department of Environmental Systems Science, Doshisha University)

⁴東海大学海洋学部海洋地球科学科 (Department of Marine and Earth Science, Tokai University)

⁵活断層・地震研究センター (AIST, Geological Survey of Japan, Active Fault and Earthquake Research Center)

Abstract: The Futagawa-Hinagu Fault Zone, traversing the Yatsushiro Sea in the NE-SW direction, extends from Mt. Aso to the Yatsushiro Sea. The offshore portions of the fault zone lack reliable information on termination of fault-trace, activity and faulting history. We have carried out a paleoseismological piston coring, as a part of the 2010 offshore active fault survey project funded by the Ministry of Education, Culture, Sports, Science and Technology (MEXT). The purpose of the investigation is to clarify the faulting history and activity (average slip rate) of the offshore fault zone. We decided 7 sites for piston coring, based on the results of high-resolution multichannel and ultra-high-resolution single-channel sonic surveys. We got the 7 cores in the Yatsushiro Sea. The piston cores of HG-7-2, HG-8-2 and HG-9-2 were obtained on both sides of the graben structure around the Shirakamiwa where the Kumamoto Prefecture carried out the previous survey. We carried out various kinds of analyses and measurements, including facies, grain size, bulk density, magnetic susceptibility, soft X-ray, tephra and ¹⁴C dating. We intended to clarify faulting history and slip per event of each target fault. Based on the various analyses of piston-cores on the northwestern portion of the Yatsushiro Sea, two paleoseismic events in Holocene period were recognized. The first event was between 1,700-1,520 cal yBP and 270-50 cal yBP. The second event was after 11,100-10,690 cal yBP and before 2,850-2,740 cal yBP.

キーワード: 布田川・日奈久断層帯, 八代海, ピストンコア, 横ずれ断層, 古地震

Keywords: Futagawa-Hinagu Fault Zone, Yatsushiro Sea, piston coring, strike-slip fault, Paleoseismicity

1. はじめに

布田川・日奈久断層帯は、阿蘇外輪山の西側から八代海南部に分布する長大な活断層帯である。主に右横ずれと断層南東側の相対的な隆起を伴い、断層帯南西部では並走する断層によって小規模な地溝帯が形成されている。このうち八代海海底断層群は、断層帯南西部にあたり、北東-南西走向の多数の断層から構成される(第1図)。これまでの調査によれば、海底下の更新統には断層活動に伴った累積的な変位が認められ、一部には完新統の変位も報告されている(第2図)。熊本県(1998)では、芦北町の白神岩より北方約500m地点付近で実施した音波探査断面において変位が認められた。その地点でピストンコア調査が実施されている。得られたピストンコ

アの観察によれば、コアの層相は上位(海底面)から下位にかけて次の通りである(第2図)。I層(第2図の水色の部分)は粘土からなる海成堆積物で、ウニ・貝殻片を僅かに含む。II層(第2図の黄色の部分)はウニ・貝殻片を含む浅海成堆積物、III層(第2図の茶色の部分)は腐植土、IV層(第2図のピンク色の部分)は火山灰混じり砂であった。音波探査断面とピストンコアの結果を総合して、音波探査断面でIIa層より上位は変位が認められず、その下位にみられるIIb層が、くさび状の構造を埋めて断層下盤側にのみ認められる堆積層と解釈された。その結果、断層活動はIII層の堆積が終了した約10,000 yBP以降であり、IIa層の堆積が始まっている3,800 yBPよりは前であったとされた(同位体分別補正を

行った炭素年代値)。

しかし、八代海海底断層群の全体の分布や変位様式、活動履歴などを詳細に検討できる情報は得られていないのが現状である(地震調査研究推進本部, 2002)。そこで、文部科学省が進める平成21年度沿岸海域活断層調査「布田川・日奈久断層帯」で実施された音波探査の結果をもとに、八代海北部(第1図, 第3図)に分布する断層群の活動時期、活動間隔などの活動履歴と平均変位速度の解明を目的として、ピストンコアリングによる試料採取調査を実施した。

2. 調査概要

布田川・日奈久断層の南西部は、八代海海底断層群により構成されており、断層が数条に分かれ小規模な地溝帯を形成している(第3図)。ピストンコアリングによる柱状採泥位置は、既往の文献資料と東海大学によるパラメトリック地層探査装置(SES2000)の探査結果に基づき決定した(楳原ほか, 2011a; 坂本ほか, 2011)。八代海海底断層群の分布が北東へ向かって収斂する芦北町北部沖にHG-7からHG-9を設定した。この場所は熊本県による既存調査地点付近(白神岩, 第3図参照)である。八代海海底断層群の分布が南へ向かって広がる御所浦島沖では、海底付近まで直線的な変位が達している箇所を中心にHG-1からHG-4を設定した。NPOみらい有明・不知火(2005)によれば、設定したピストンコアリング地点の大部分の底質はシルトであるが、HG-1およびHG-2付近の底質は、若干粒度が粗く細粒砂となる傾向にある。第3図に示す計7地点でピストンコアの採取を行った。第1表に採取したコアの諸元を示す。今回はピストンコアラとグラビティコアラの2種類の採泥方法を用いた。ピストンコアラでは5mと4mの採泥管を組み合わせ、インナーチューブには4mの塩ビ管を用いた。グラビティコアラは1mの採泥管をつなぎ、最大7mまでとした。インナーチューブには1mの亚克力管を用いた。HG-1とHG-2ではピストンコアラで採泥を行うことができた。パミスを多く含む火山砕屑物で構成されるHG-3とHG-4ではピストンコアラの採泥管が変形したため、グラビティコアラで試料採取を行った。また、熊本県により調査が行われ、既存情報が得られている白神岩付近では、くさび状の堆積物が最も厚い地点を中心として、その両側も含めた合計3地点で、可能な限り長くコアを採取することを目標とした。最初にグラビティコアラや短めのピストンコアラで掘削を行ってから、最大長のピストンコアラで試料採取を行った。このため、同一地点で2本のコアの採取となった。この後に述べる詳細な分析はHG-1, HG-2, HG-3, HG-4-2, HG-7-2, HG-8-2, HG-9-2に対して行った。

3. 分析

海上で採取したピストンコアは、船上でインナーチューブを1m毎に切断し、ゴム製のコアキャップで両端を密封した後、ビニールフィルムで包み試料の乾燥を防いだ。室内作業では、最初に半割作業を行い、アーカイブ(保存用)コアとワーキング(作業用)コアに分けた。アーカイブコアでは土色計で土色を測定し、観察・写真撮影を行い、再び密封して保管した。

ワーキングコアを用いて帯磁率・単位体積重量・含水率・火山灰などを分析するための試料を採取した。土色測定は10cm間隔、帯磁率は2cm間隔で測定し、単位体積重量および含水率は5cm間隔にサンプリングした試料で測定した。土色は半割直後に、単位体積重量と含水率はワーキングコア解体直後、速やかに試料採取を行い、計測した。

単位体積重量の測定には古地磁気測定用のキューブを用いており、湿潤重量は試料採取直後の重量を指す。これを24時間以上、約80℃で乾燥させた重量を乾燥重量とし、両重量の差を重量変化とみなした。

年代測定は地球科学研究所に依頼し、加速器質量分析計を用いたAMS法(Accelerator Mass Spectrometry法)を用いて測定した。

帯磁率の測定は、半割したボーリングコアにUチャンネル(タテ20mm×ヨコ20mm、長さは最大150cmの溝状のもの)を押し込んで、連続的に棒状コアを採取し、パーティントン社製の帯磁率計を用いて1cm間隔で行った。

火山灰分析は、帯磁率の測定結果や層相観察をもとに、火山灰ガラスの濃集が期待される場所は数十cm間隔で超音波洗浄を行い、火山ガラスが濃集する残渣試料については京都フィッシュントラックに火山灰の同定を依頼した。

X線撮影はアーカイブコアから長さ25cm毎にサンプリングケースに採取し、産業技術総合研究所にて行った。

4. 各コアの分析結果

第2表にAMS炭素年代測定値を示す。表中の年代は同位体分別補正を行った¹⁴C年代(conventional radiocarbon age, yBP)である。火山灰分析において超音波洗浄の結果、火山ガラスが濃集する残渣試料が得られたものの、大部分は異なる起源の火山ガラスが混在する二次堆積のテフラであった。HG-4-2コアの深度1.76~1.97mにおいて、降下層準のATテフラ(26-29ka; 町田・新井, 1992)が確認されたのみである。第4図から第10図に各コアの分析結果を示す。

4.1 HG-1 (第4図)

深度4 mまでの上部は砂を挟む有機質粘土がみられた。深度4 m以上の下部は粗粒砂で構成される。湿潤・乾燥重量と帯磁率が調和的な変化を示している。これに対して、重量変化とb*値が調和的な変化を示し、湿潤・乾燥重量、帯磁率とは逆相関の変化を呈する。深度2 mまで湿潤・乾燥重量と帯磁率が増加している。これは、下位に向かって粗粒化している影響と思われる。一方、重量変化、L*、b*値は減少傾向にある。湿潤・乾燥重量と帯磁率には大きく3つの山がみられる。深度3.18 mでATテフラとK-Ahテフラ(7.3ka; 町田・新井, 1992)が混在する二次堆積テフラがみられ、深度3 mの下部にみられる帯磁率のピークに相当する。HG-1の炭素年代はいずれも10,000 yBP前後の値しか得られなかった。

4.2 HG-2 (第5図)

コア上部は層厚1 mほどの貝殻混じりの細粒砂がみられた。深度1 m以深では大部分が有機質粘土となる。湿潤・乾燥重量と帯磁率が調和的な変化を示している。これに対して、重量変化とb*が調和的な変化を示し、湿潤・乾燥重量、帯磁率とは逆相関の変化を呈す。帯磁率は深度3 m以浅では大きく、3 m以深では小さい傾向にある。深度3.5 m付近に帯磁率のピークがみられる。この部分からは二次堆積のATテフラが確認された。上部の砂層中から得られた葉から1,920±40 yBPの炭素年代が得られているが、深度1 m付近で9,000 yBPを超える炭素年代を示す。

4.3 HG-3 (第6図)

この地点ではグラビティーコアラーでも2 m程度しか試料採取できなかった。基本的に火山灰質の粗粒砂で構成される。このコアからは年代測定用の試料は得られなかった。帯磁率は下部に向かって増加する傾向にある。これに対して、湿潤重量や乾燥重量には、明瞭な変化がみられない。

4.4 HG-4-2 (第7図)

最上部70 cmにみられる貝殻片を多く含むシルト層を除き、HG-3と同様に基本的に火山灰質の粗粒砂で構成される。深度0.8 mより下部では、厚さ3 cmから6 cm程度のパミス濃集層が数枚確認され、このようなパミスの濃集層はHG-3ではみられなかった。パミスの濃集層の間は、下方粗粒化の堆積構造を示す。帯磁率はHG-3と異なり、上部が高く、下部では一旦減少して再び増加するといった弓形の変化を示す。湿潤重量や乾燥重量も類似した変化を示す。上部のシルト層から採取した植物片から650 yBPの炭素年代が得られた。

4.5 HG-7-2 (第8図)

主に有機質のシルトからなり、部分的に砂層を挟む。帯磁率は深度1 mに向かって増加した後、一旦減少して、下部では高い値を示す。湿潤・乾燥重量は帯磁率と同様な傾向を示す。上部のシルト～粘土層中の土壌の炭素年代測定値は2,340±40 yBPから9,480±50 yBPとばらついた値を示し、次に述べるHG-8-2やHG-9-2と比較して海底面に近い地層であっても古い炭素年代を示す。

4.6 HG-8-2 (第9図)

深度6 m付近で砂層を挟む以外、上部は貝殻片を含むシルト、下部は有機質シルトで構成される。深度5 mに向かって、湿潤・乾燥重量は微増している。重量変化とb*値は微減して、L*、a*値には大きな変化は見られない。帯磁率は一旦減少した後、弓形の変化を示す。これまでのコアに比べて、均質度が高いと思われる。上部のシルト層から採取した貝殻の炭素年代は1,300 yBPより新しい年代を示すが、下部では10,000 yBPを超える古い年代を示す。

4.7 HG-9-2 (第10図)

HG-8-2と同様の層相を呈する。帯磁率をはじめとして、湿潤・乾燥重量などもHG-8-2と同様な変化を示している。また、上部のシルト層に含まれる貝殻の炭素年代は1,000 yBPより新しい年代を示し、下部では10,000 yBP前後の古い年代を示す。

5. 対比

5.1 コア間の対比

コア間の対比は、最初に層相・年代測定結果および帯磁率の大局的な変化を基本に対比の枠組みを作り、次に湿潤・乾燥重量、土色、帯磁率を詳細に検討して、値の変化率が変わるころなど同様な変化を示す箇所に着目して検討した。HG-3およびHG-4-2間に対比線を同定できるだけの情報が得られなかったため対比を行っていない。最終的には帯磁率の変化(第11, 12図)を基準にして対比を行った。

HG-7-2, HG8-2, HG9-2の間では、L1およびL2を対比した。L1はHG-8-2, HG-9-2の下部において有機質粘土～シルトに変化する部分で、帯磁率や重量変化にも大きな変化がみられる。L2は有機質粘土層上部の砂層下部とした。

HG-1, HG-2の間では、深度1 mから2 m付近の帯磁率が高い部分の上部をL4とした。帯磁率の変化をさらに下部にみていくと、一旦減少し、深度3 m以深の有機質粘土中でピークを示す。このピークをL3とした。L3のピークにおいて、HG-1ではATテフラとK-Ahテフラ、HG-2ではATテフラの二次堆積物が確認されている。

HG-8-2 と HG-9-2 において、L1 と L2 間の帯磁率の変化をみると、HG-9-2 では若干の増減を伴うが、上部は低く下部は高い 2 つの部分に分けられる。HG-8-2 では、L2 の直下に幅の広い 2 つのピークが認められる。HG-9-2 ではそのような幅の広いピークはみられない。そこで、この部分を Event A とした。HG-9-2 で最上部から L2 までみると、深度 2 m 付近の砂層で帯磁率のピークを示す。一方、HG-8-2 でも同様な傾向を示すが、砂層上部の深度 5 m 付近で一旦減少して増加する部分がみられる。Event A ほど明瞭ではないが、この部分を Event B とした。HG-1 と HG-2 の帯磁率において、L3 と L4 の間を比較すると、HG-1 では高い部分と低い部分に分かれるが、HG-2 ではその間にやや高い部分がみられる。HG-2 側のこの帯磁率の変化を Event C とした。

5.2 解釈および音波探査結果との関係

帯磁率の変化を中心としたコア間の対比で得られた Event A～Event C の解釈を行うために、SES2000 断面（坂本ほか，2011）およびブーマー断面（楳原ほか，2011b）との比較を行った。炭素年代に関して、これ以降同位体分別補正炭素年代（conventional radiocarbon age ; yBP）に加えて、Intcal04（Reimer *et al.*, 2004）を用いた暦年較正後の年代（cal yBP）を併記する。

5.2.1 八代海海底断層群北東部（HG7-2, HG8-2, HG9-2）

第 13 図に HG-7-2, HG-8-2, HG-9-2 の帯磁率および SES2000 の A-10 断面（坂本ほか，2011）と比較した結果を示す。SES2000 断面において、浅部で明瞭な内部構造がみられない部分はシルトに相当している。コア間の対比で見いだされた Event A, B のうち、Event A の部分ではくさび状に落ち込み、堆積層が厚くなる部分に相当する。Event B 付近では全体的に反射面が乏しく、どの程度浅い部分まで断層構造が認められるか不明である。そこで、楳原ほか(2011b)によるブーマーの GSY-18a 断面の解釈結果（R1～R3）を第 13 図に示す。GSY-18a 断面（楳原ほか，2011b）の解釈では、FA-1 断層により R1 は 5 m 程度、R2 は FA-1 断層により 2 m 程度の上下変位が認められた。R3 は浸食面であり、断層変位は認められない。このことから、R1 以後～R2 以前に Event I, R2 以後～R3 以前に Event II が推定された。コア間の対比で見いだされた Event A は R1 と R2 との間に、Event B は R2 と R3 の間にあり、FA-1 断層近傍に位置している。したがって横ずれ断層の引きずりに伴うイベント堆積物と考えられる。そこで、Event A を Event I, Event B を Event II と考えると、Event II の発生時期はその上下の年代値から 1,680±40 yBP (1,700～1,520 cal yBP) 以後、530±40 yBP (270～50 または 30～0 cal yBP) 以前と推定される。下限の年代値は貝以外

の試料から得られた年代値を採用した。Event I の発生時期はその上下の年代値から 9,540±40 yBP (11,100～10,690 cal yBP) 以後、660±40 yBP (2,850～2,740 cal yBP) 以前と推定される。年代値は貝以外の試料から得られた年代値を採用した。

5.2.2 八代海海底断層群南西部（HG-1, HG-2）

第 14 図に HG-1 および HG-2 の帯磁率および SES2000 の L-9 断面（坂本ほか，2011）と比較した結果を示す。コア間の対比で得られた対比線と対応する反射面を見いだすことはできなかった。楳原ほか（2011b）によるブーマーの GSY-5 断面の解釈結果（R8～R9）を第 14 図に示す。楳原ほか（2011b）によれば、HG-1 と HG-2 の間には FA-5 断層が認められており、R8 に 2 m 弱の上下変位を生じさせている。Event C の下面は R8 に相当している。R9 と R8 の間の反射面を詳しく見ると、FA-5 断層により変位を受けた反射面の最上面が Event C 上面に相当する。一方、この反射層は HG-1 ではかなり薄層化している。したがって、Event C は R8 以後～R9 以前の FA-5 断層活動によるイベント堆積物で、ブーマーの GSY-5 断面で推定された Event III に対応すると思われる。Event C を Event III と考えると、Event III の発生時期は、その上下の炭素年代に基づく 10,020±50 yBP (11,760～11,270 cal yBP) 以後、1,920±40 yBP (1,940～1,810 cal yBP) 以前と推定される。ただし、年代測定試料の違いにより、特に HG-1 側では年代の逆転が多く見られ、真の堆積年代を示していない可能性がある。一方、HG-1 において L3 よりも下部に K-Ah が含まれていることから、Event III が K-Ah 降下以後である可能性もある。その場合の Event III の発生時期は K-Ah 降下以後（7.3 ka）、1,920±40 yBP (1,940～1,810 cal yBP) 以前と推定される。

5.2.3 八代海海底断層群南西部（HG-3, HG4-2）

第 15 図に HG-3 と HG-4-2 の帯磁率および SES2000 の L-9 断面（坂本ほか，2011）と比較して対比を行った結果を示す。ブーマーの GSY-5 断面（楳原ほか，2011b）と比較した結果、コア間に複数のフラワー構造状の断裂が認められるが、コア間の対比線は同定できなかった。

6. まとめ

本調査によって、八代海海底断層群の北部において、過去の地震活動による断層変位を確認し、その活動時期に関して以下のような結果を得た。

八代海海底断層群北東部では、ピストンコア調査で得られたイベント性堆積物の年代と音波探査断面から読み取れるイベント層準との照らしあわせから、1 万年前以降少なくとも 2 回の活動が推定される。ひとつは 1,680±40 yBP (1,700～1,520 cal yBP) 以後、

530±40 yBP (270~50 または 30~0 cal yBP) 以前 (Event B, 楮原ほか, 2011b の Event II に相当), その一つ前は 9,540±40 yBP (11,100~10,690 cal yBP) 以後, 2,660±40 yBP (2,850~2,740 cal yBP) 以前 (Event A, 楮原ほか, 2011b の Event I に相当) である。

八代海海底断層群南部では K-Ah 降下以後 (7.3 ka), 1,920±40 yBP (1,940~1,810 cal yBP) 以前のイベントが確認された (Event C, 楮原ほか, 2011b の Event III に相当)。

しかし, 最新活動時期に関しては, 今回参照したブーマーは SES2000 と比較して浅部での解像度が低く, より高い分解能の対比が望まれる。これに対応したより多くの年代測定結果も必要と思われる。また, いくつかのイベント層が認定されたが, 本断層群は横ずれ成分が卓越するため, 最新活動時期や平均活動間隔の検討に当たっては陸域を含む他の地域の情報と併せて検討する必要がある。

謝辞 本論は文部科学省「沿岸海域における活断層調査」の一環として行った成果の一部である。本調査を進めるにあたり, 熊本県および鹿児島県の関連機関ならびに, 熊本県漁業協同組合連合会の第四部会, 第五・第六部会, 鹿児島県北さつま漁業協同組合, 同県東町漁業協同組合には, ご理解とご協力を賜った。熊本県漁業協同組合連合会, 第四部会関係各位には便宜を図っていただきました。以上の方々や関係機関に対して, 御礼申し上げます。

文 献

NPO みらい有明・不知火・沿岸域センター (2005) 八代海表層堆積物画像データベース。
熊本県 (1998) 「平成 9 年度地震調査研究交付金日奈久断層に関する調査成果報告書」。 pp.180。

坂本 泉・根元謙次・平山亮介・佐野弘弥・関根有花・齋田康平・滝野義幸・藤巻三樹雄・井上直人・北田奈緒子・楮原京子 (2011) 沿岸域活断層調査「布田川・日奈久断層帯」(その 2) パラメトリック式高分解能地層探査結果。2011 年日本地球惑星科学連合大会, HDS029-P02。

地震調査研究推進本部 (2002) 布田川・日奈久断層帯の評価。地震調査研究推進本部 HP, (<http://www.jishin.go.jp/main/chousa/02mayfutagawa/index.htm>)。

町田 洋・新井房夫 (1992) 火山灰アトラスー日本列島とその周辺ー。東京大学出版会, pp.276。

楮原京子・坂本 泉・滝野義幸・井上直人・北田奈緒子・越後智雄 (2011a) 沿岸海域活断層調査「布田川・日奈久断層帯」全体概要と主な成果。2011 年日本地球惑星科学連合大会, HDS029-02。

楮原京子・愛甲崇信・足立幾久・坂本 泉・滝野義幸・井上直人・北田奈緒子 (2011b) 布田川・日奈久断層帯海域部における高分解能マルチチャンネル音波探査。活断層・古地震研究報告, No.11, 273-294。

Reimer, P. J., Baillie, M. G. L., Bard, E., Bayliss, A., Beck, J. W., Bertrand, C. J. H., Blackwell, P. G., Buck, C. E., Burr, G. S., Cutler, K. B., Damon, P. E., Edwards, R. L., Fairbanks, R. G., Friedrich, M., Guilderson, T. P., Hogg, A. G., Hughen, K. A., Kromer, B., McCormac, G., Manning, S., Ramsey, C. B., Reimer, R. W., Remmele, S., Southon, J. R., Stuiver, M., Talamo, S., Taylor, F. W., Van Der Plicht, J. and Weyhenmeyer, C. E. (2004) IntCal04 terrestrial radiocarbon age calibration, 0-26 cal kyBP. Radiocarbon 46, 1029-1058。

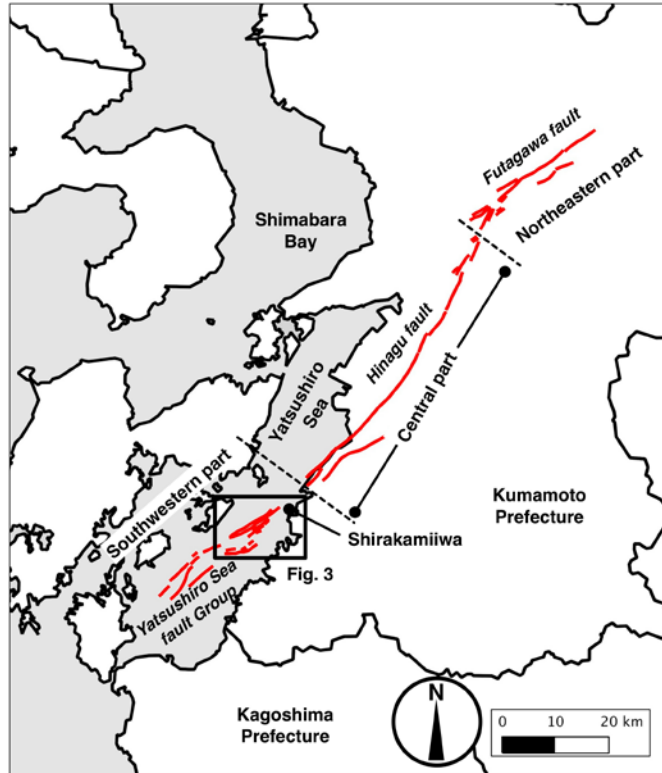
(受付:2011 年 10 月 31 日, 受理:2011 年 11 月 29 日)

第 1 表. ピストンコア調査諸元表 (緯度・経度は世界測地系).
Table 1. Specifications of piston coring.

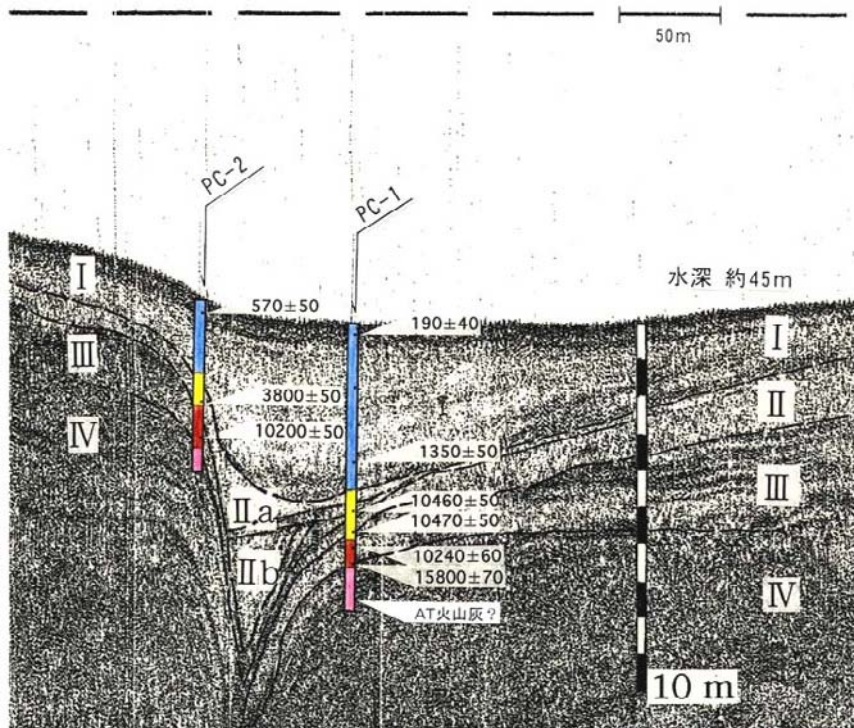
ID	Date	Length of core	Latitude			Longitude			Comment
			°	'	"	°	'	"	
HG-1	2010/10/5	6.52m	32	18	50.021	130	24	29.303	
HG-2	2010/10/5	6.75m	32	18	46.339	130	24	32.933	
HG-3	2010/10/7	2.59m	32	18	21.341	130	24	48.950	Piston deformed
HG-4	2010/10/6	4m	32	18	15.962	130	24	52.318	Piston deformed
HG4-2	2010/10/6	1.96m	32	18	15.782	130	24	52.404	
HG-7	2010/10/7	7m	32	20	9.874	130	26	50.344	Piston deformed
HG7-2	2010/10/8	4.65m	32	20	10.322	130	26	50.796	
HG-8	2010/10/9	12.43m	32	20	4.530	130	27	3.909	
HG8-2	2010/10/9	14.34m	32	20	4.692	130	27	4.229	
HG-9	2010/10/8	4.91m	32	20	1.892	130	27	11.149	
HG9-2	2010/10/9	8.16m	32	20	1.826	130	27	11.721	

第2表. 炭素年代測定結果.
Table 2. Results of ^{14}C radiometric age determination.

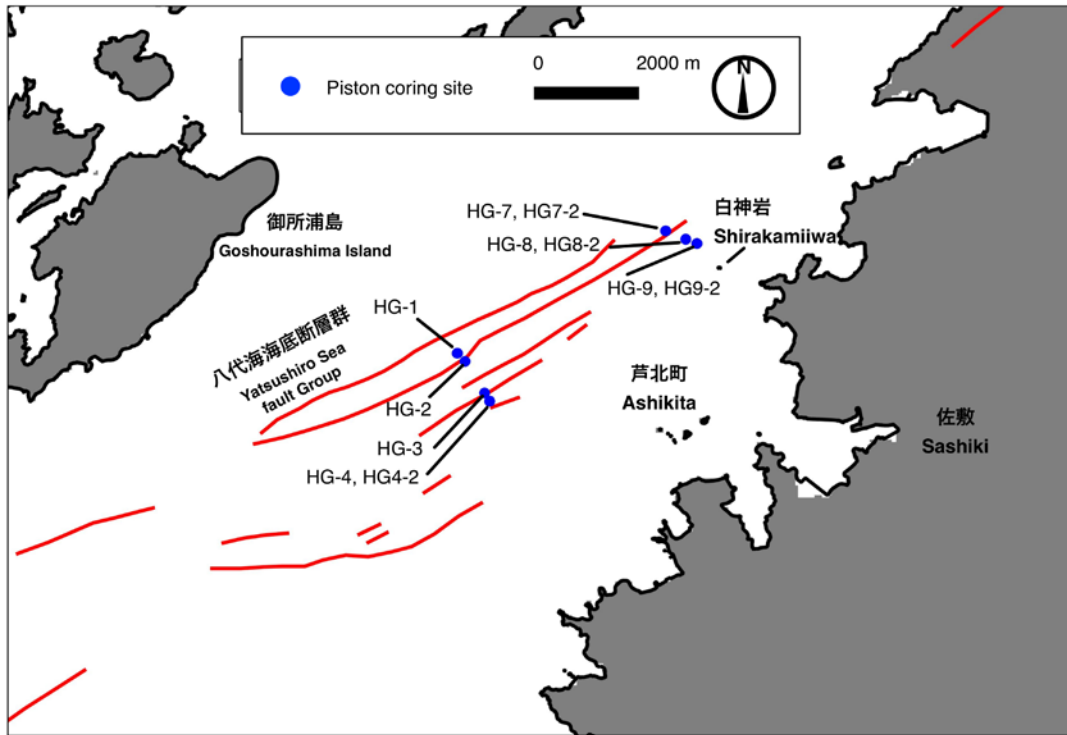
Laboratory ID	Sample ID	type of material	$\delta^{13}\text{C}$ (‰)	conventional radiocarbon age (yr BP 1σ)
	37119 HG1-0045	shell	-4.9	10390 ± 50
	37120 HG1-0076	organic sediment	-22.6	9900 ± 50
	37122 HG1-0250	wood	-27.6	9780 ± 50
	37125 HG2-0048	wood	-27.8	1920 ± 40
	37126 HG2-0085	wood	-14.2	9960 ± 50
	37127 HG2-0127	organic sediment	-23.0	10680 ± 50
	37128 HG2-0175	wood	-13.9	9990 ± 50
	37129 HG2-0197	wood	-13.6	10220 ± 50
	37130 HG2-0243	wood	-24.1	10000 ± 50
	37131 HG2-0275	wood	-27.8	10020 ± 50
	37132 HG2-0335	wood	-27.0	10080 ± 50
	37133 HG2-0391	plant material	-28.0	9900 ± 50
	37134 HG2-0530	wood	-27.7	10430 ± 60
	37135 HG2-0561	organic sediment	-26.0	11860 ± 60
	37136 HG4-2-0040	plant material	-29.0	650 ± 40
	37138 HG7-2-0052	wood	-17.6	9480 ± 50
	37139 HG7-2-0112	wood	-28.2	2340 ± 40
	37298 HG7-2-0147	shell	+0.6	650 ± 40
	37140 HG7-2-0159	organic sediment	-24.4	11040 ± 50
	37299 HG7-2-0189	organic sediment	-23.6	11430 ± 60
	37141 HG7-2-0223	wood	-27.2	9710 ± 50
	37143 HG7-2-0286	wood	-28.7	9860 ± 50
	37145 HG7-2-0359	organic sediment	-23.5	11210 ± 50
	37146 HG7-2-0399	organic sediment	-23.4	10910 ± 50
	37147 HG8-2-0160	shell	-0.5	470 ± 40
	37300 HG8-2-0201	shell	-1.5	530 ± 40
	37148 HG8-2-0398	shell	-0.8	630 ± 40
	37149 HG8-2-0501	shell	-0.5	1050 ± 40
	37302 HG8-2-0530	shell	-0.5	1260 ± 40
	37303 HG8-2-0577	wood	-30.6	1680 ± 40
	37304 HG8-2-0617	wood	-25.9	2660 ± 40
	37150 HG8-2-0637	shell	+1.2	8320 ± 40
	37151 HG8-2-0681	organic sediment	-23.5	11230 ± 50
	37152 HG8-2-0820	wood	-14.0	9530 ± 50
	37153 HG8-2-0981	plant material	-29.3	9540 ± 50
	37154 HG8-2-1015	wood	-26.8	9810 ± 50
	37155 HG8-2-1077	organic sediment	-23.5	11160 ± 60
	37156 HG8-2-1141	organic sediment	-22.8	11170 ± 60
	37305 HG8-2-1261	organic sediment	-23.7	11010 ± 50
	37157 HG8-2-1363	organic sediment	-25.4	10810 ± 50
	37158 HG8-2-1425	wood	-27.8	11350 ± 50
	37160 HG9-2-0091	shell	-0.7	530 ± 40
	37306 HG9-2-0175	shell	-1.1	540 ± 40
	37161 HG9-2-0215	shell	+0.3	1010 ± 40
	37162 HG9-2-0250	charred material	-25.6	3620 ± 40
	37163 HG9-2-0300	organic sediment	-23.8	11150 ± 60
	37164 HG9-2-0380	organic sediment	-23.5	11070 ± 60
	37166 HG9-2-0535	organic sediment	-23.4	11340 ± 60
	37307 HG9-2-0592	organic sediment	-22.9	11260 ± 50
	37168 HG9-2-0738	plant material	-28.1	12960 ± 60
	37169 HG9-2-0816	wood	-28.0	16500 ± 60



第1図. 布田川・日奈久断層帯位置図 (地震調査研究推進本部, 2002). 赤実線は布田川・日奈久断層帯を示す. 黒破線は断層帯の北東部, 中部, 南西部の境界を示す. 黒四角は第3図の範囲を示す.
 Fig. 1. Location map of Futagawa-Hinagu Fault Zone (The Headquarters for Earthquake Research Promotion, 2002). Red solid lines in the figure denote the Futagawa-Hinagu Fault Zone. Black solid lines and dashed lines represent the location of Fig.3 and boundaries of Futagawa-Hinagu Fault Zone, respectively.

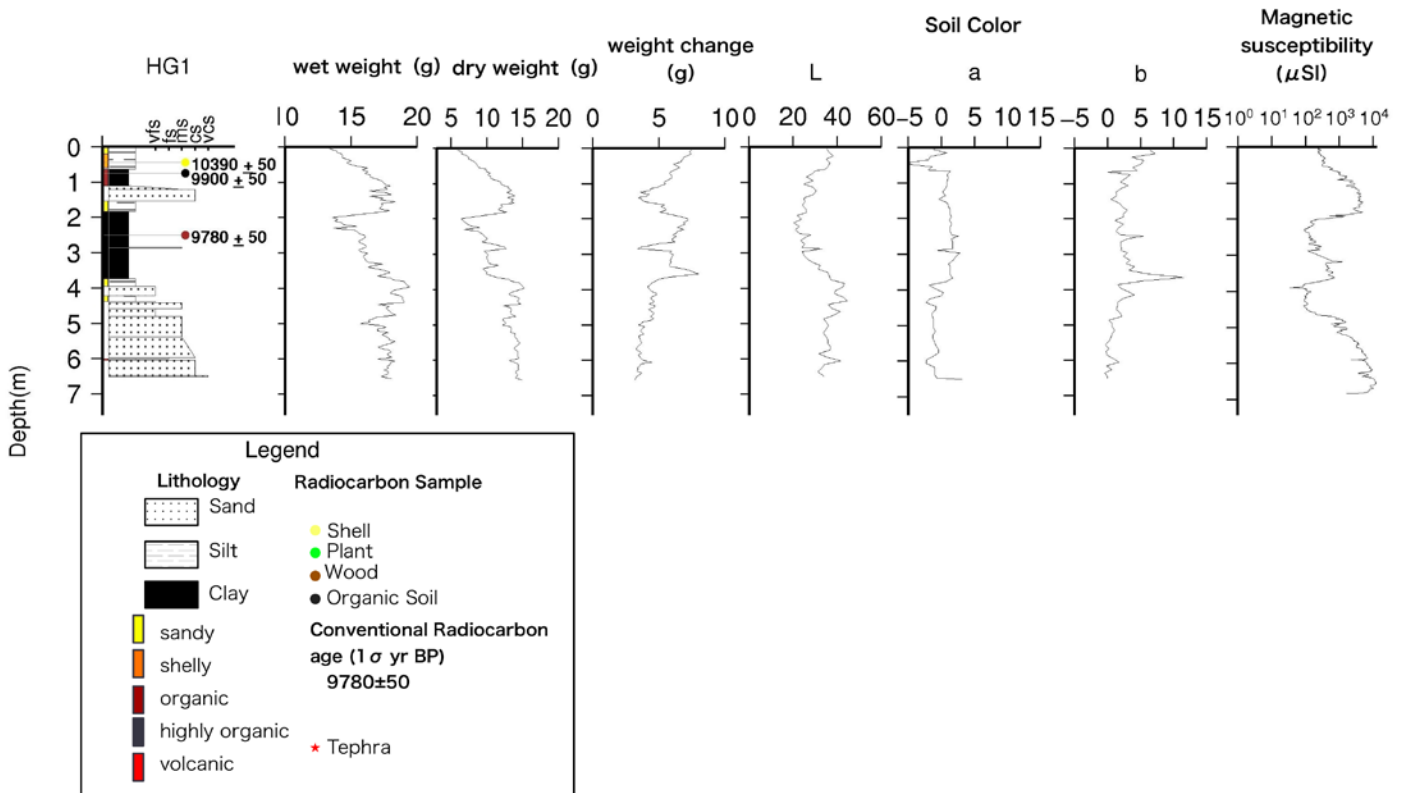


第2図. 既存のピストンコア調査結果 (熊本県, 1998). 図中の数字は同位体分別補正炭素年代 (yBP) を示す. I: 海成層, II: 浅海性堆積物, III: 有機質粘土, IV: 火山灰混じり砂質堆積物.
 Fig. 2. Results of the previous piston coring (Kumamoto Prefecture, 1998). Numerical values in the figure denote conventional radiocarbon age (yBP). I: marine sediments, II: shallow marine deposits, III: organic clay, IV: volcanic sand deposits.

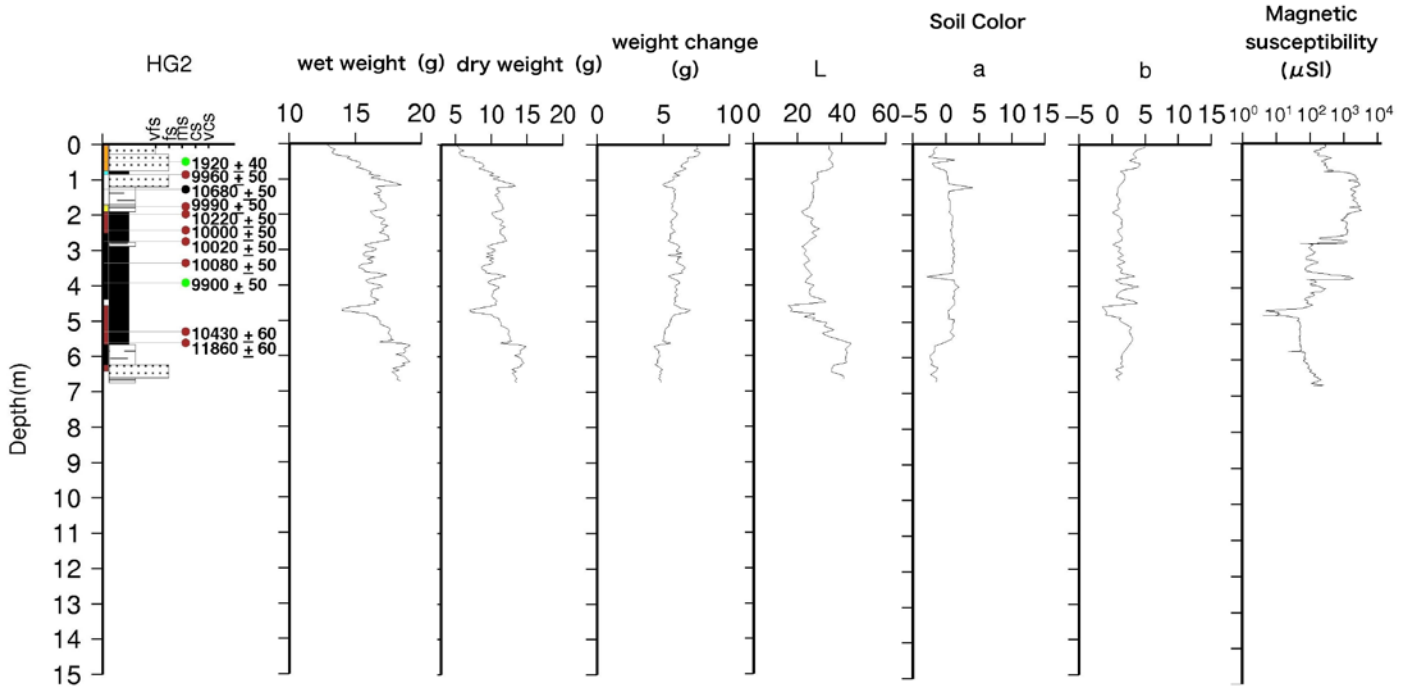


第 3 図. ピストンコア調査地点. 赤実線は布田川・日奈久断層帯（地震調査研究推進本部，2002）を示す. 青丸はピストンコア採取地点を示す.

Fig. 3. Location map of sites of piston coring. Red solid lines and solid blue circles in the figure denote the Futagawa-Hinagu Fault Zone (The Headquarters for Earthquake Research Promotion, 2002) and the locations of the piston coring sites, respectively.

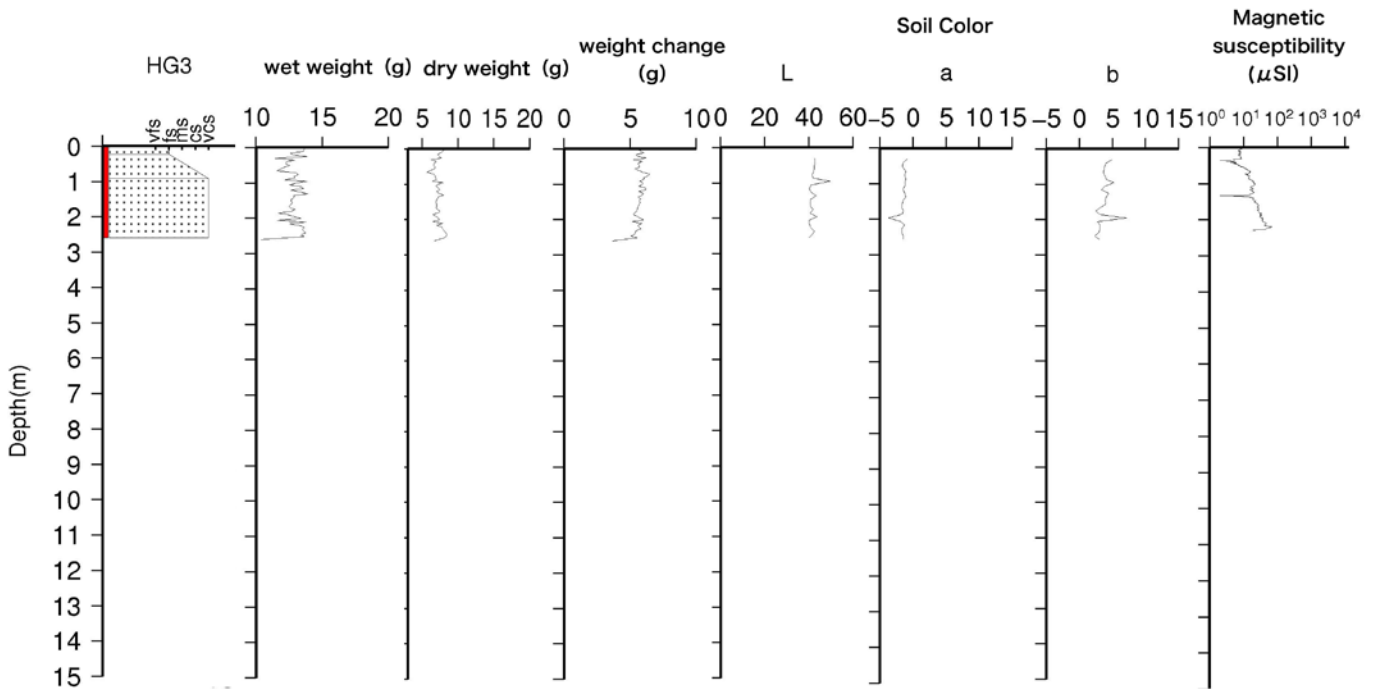


第 4 図. HG-1 ピストンコア調査結果. 柱状図の数字は同位体分別補正炭素年代（conventional radiocarbon age, yBP）. Fig. 4. Results of HG-1 piston core. Numerical values in figure indicate conventional radiocarbon age (yBP).



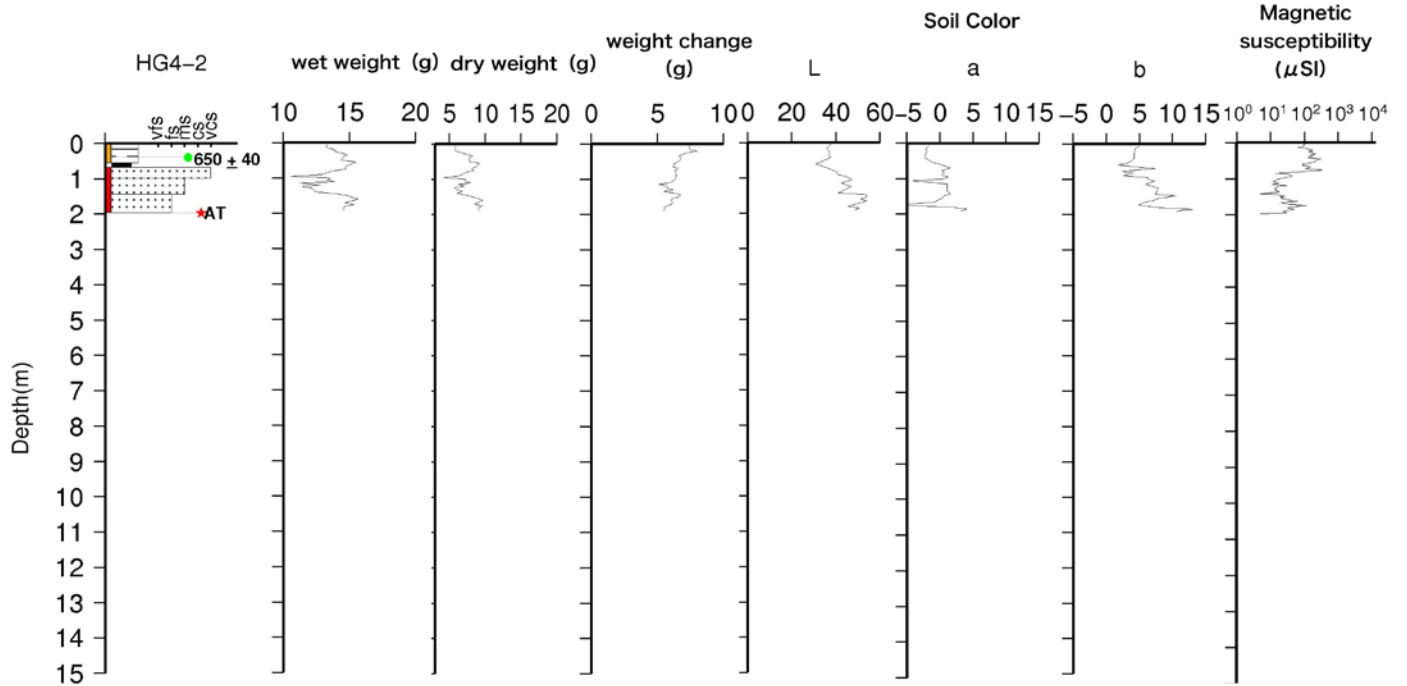
第5図. HG-2 ピストンコア調査結果. 柱状図の数字は同位体分別補正炭素年代 (conventional radiocarbon age, yBP). 凡例は第4図参照.

Fig. 5. Results of HG-2 piston core. Numerical values in figure indicate conventional radiocarbon age (yBP).



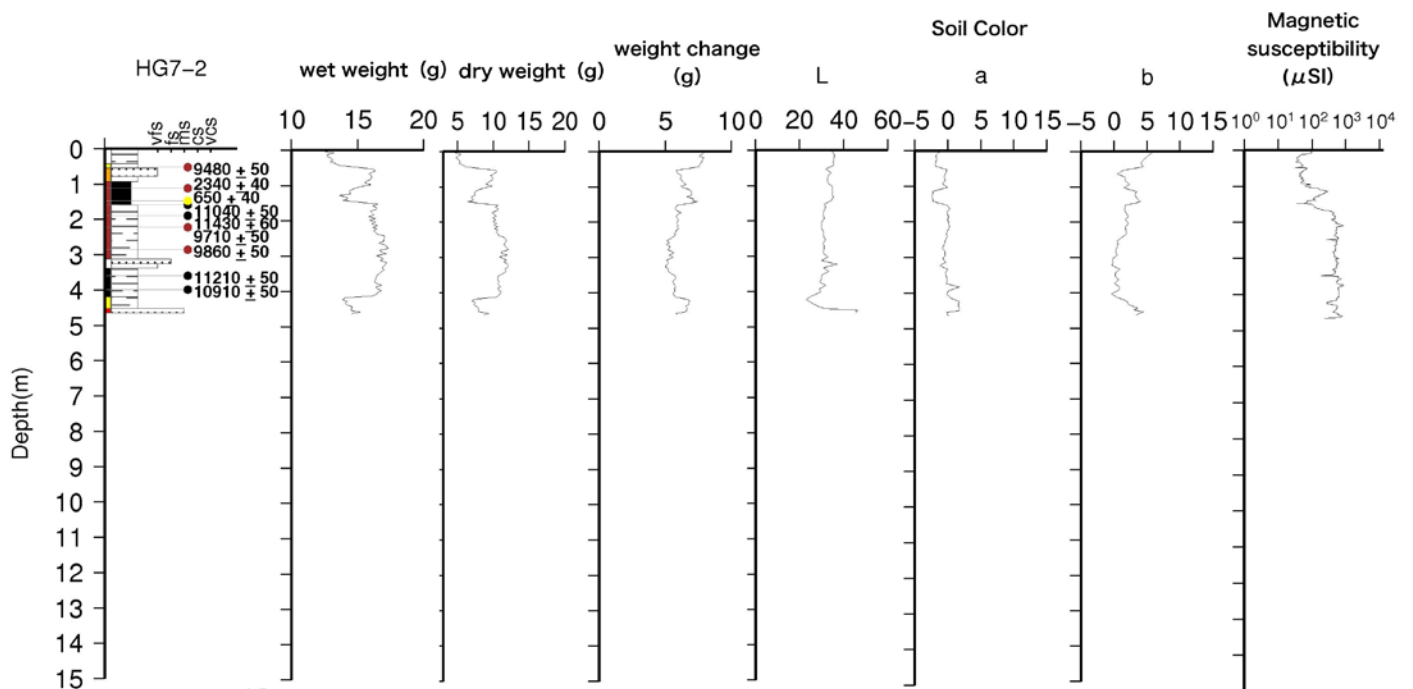
第6図. HG-3 ピストンコア調査結果. 柱状図の数字は同位体分別補正炭素年代 (conventional radiocarbon age, yBP). 凡例は第4図参照.

Fig. 6. Results of HG-3 piston core. Numerical values in figure indicate conventional radiocarbon age (yBP).



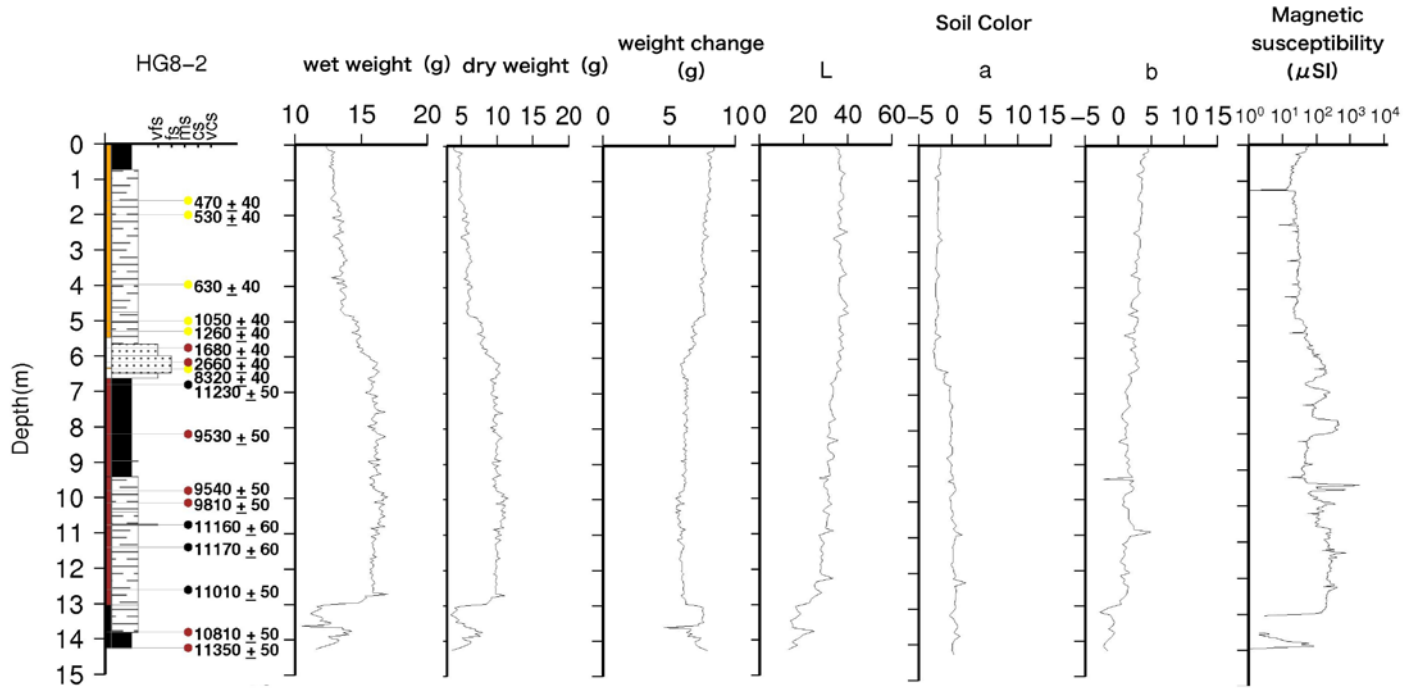
第 7 図. HG-4-2 ピストンコア調査結果. 柱状図の数字は同位体分別補正炭素年代 (conventional radiocarbon age, yBP). 凡例は第 4 図参照.

Fig. 7. Results of HG-4-2 piston core. Numerical values in figure indicate conventional radiocarbon age (yBP).



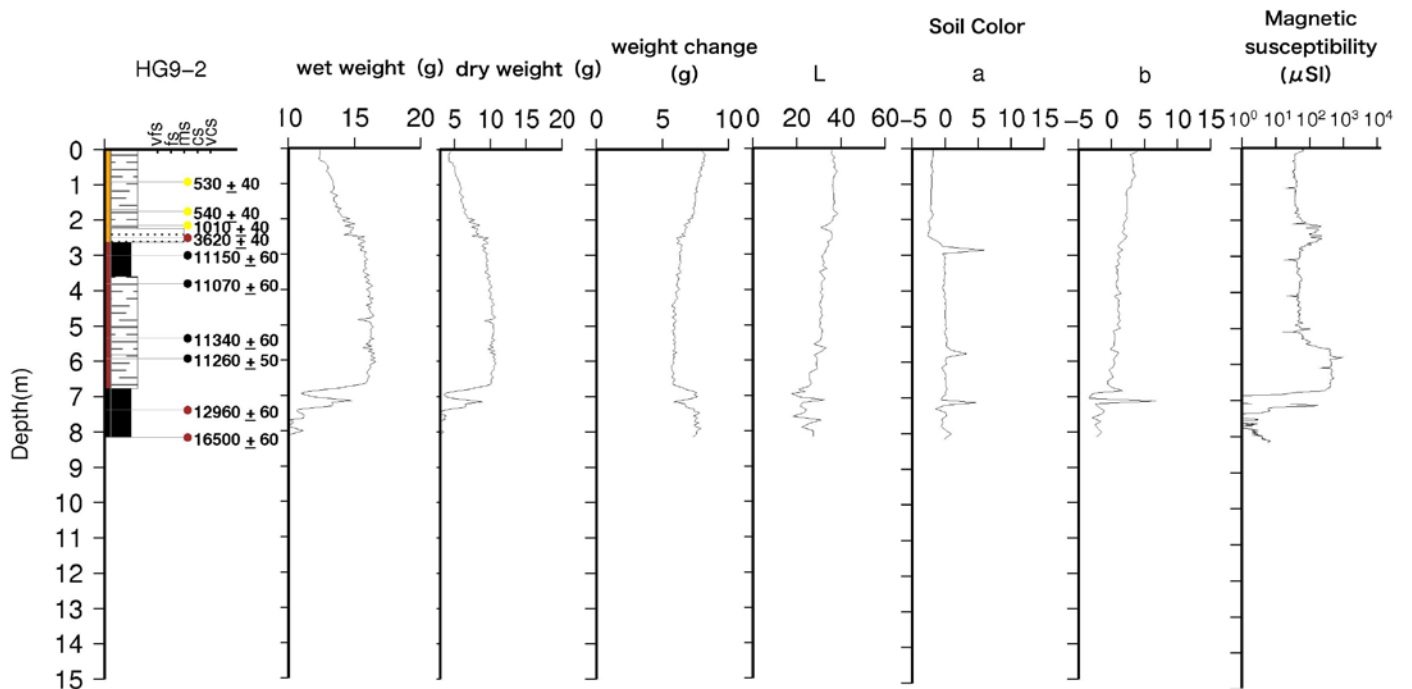
第 8 図. HG-7-2 ピストンコア調査結果. 柱状図の数字は同位体分別補正炭素年代 (conventional radiocarbon age, yBP). 凡例は第 4 図参照.

Fig. 8. Results of HG-7-2 piston core. Numerical values in figure indicate conventional radiocarbon age (yBP).



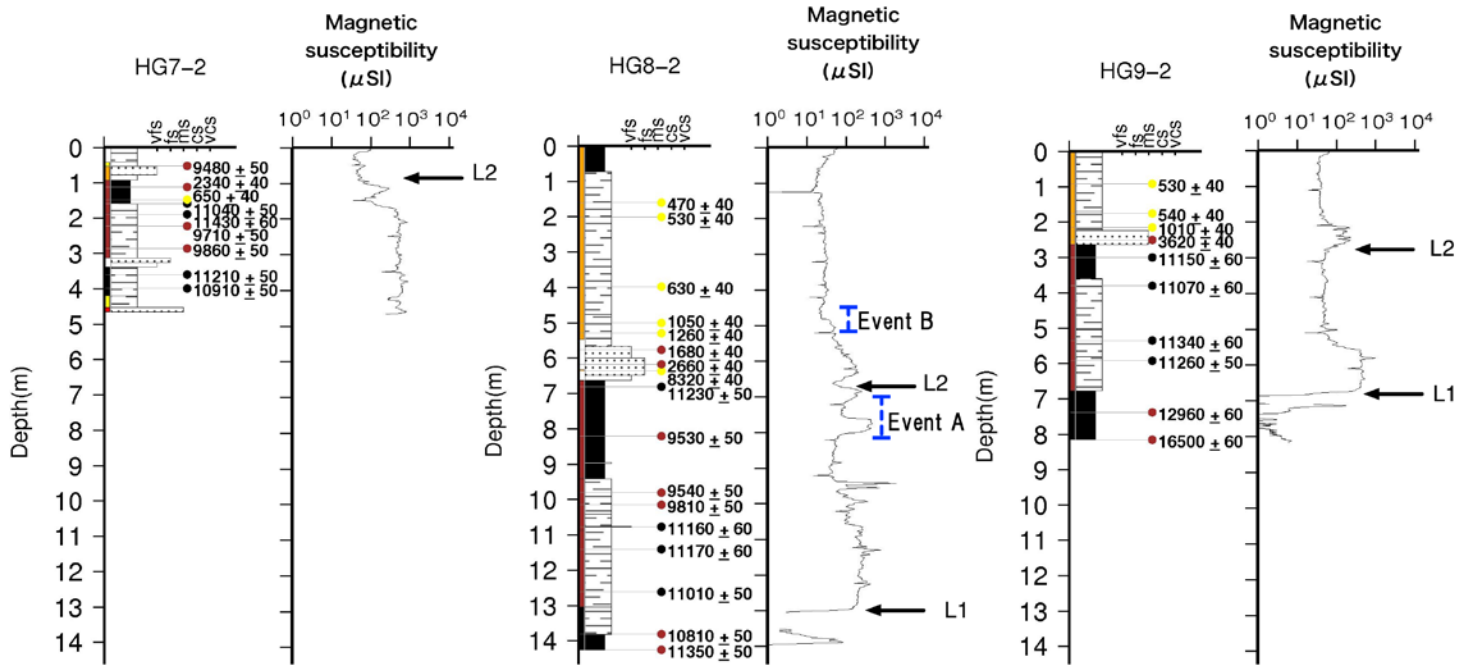
第9図. HG-8-2 ピストンコア調査結果. 柱状図の数字は同位体分別補正炭素年代 (conventional radiocarbon age, yBP). 凡例は第4図参照.

Fig. 9. Results of HG-8-2 piston core. Numerical values in figure indicate conventional radiocarbon age (yBP).



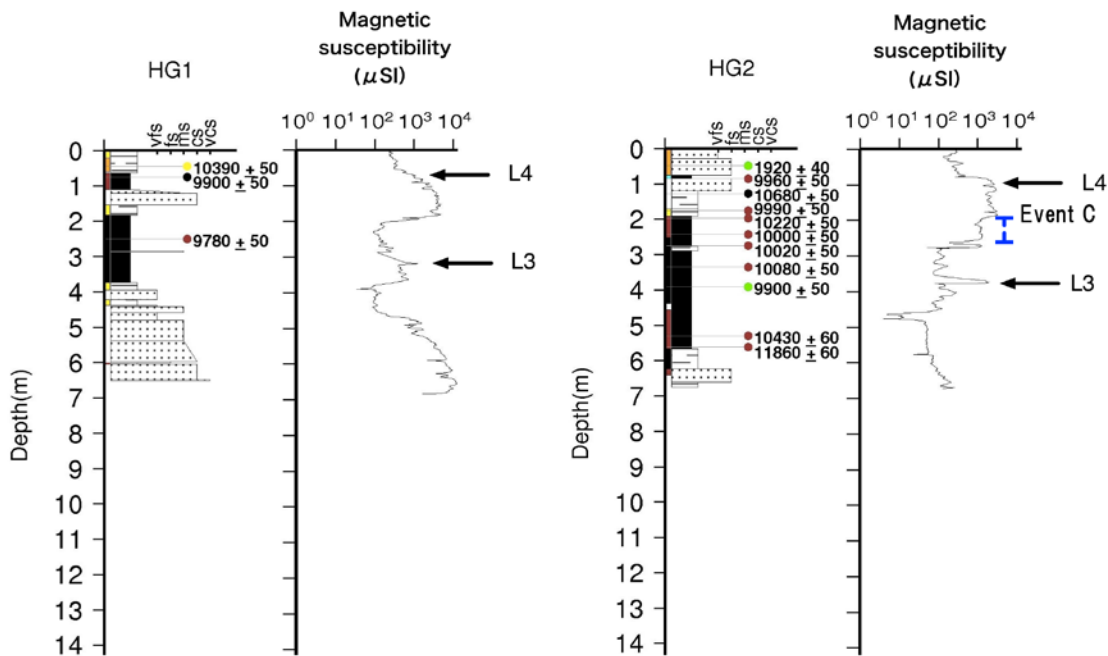
第10図. HG-9-2 ピストンコア調査結果. 柱状図の数字は同位体分別補正炭素年代 (conventional radiocarbon age, yBP). 凡例は第4図参照.

Fig. 10. Results of HG-9-2 piston core. Numerical values in figure indicate conventional radiocarbon age (yBP).



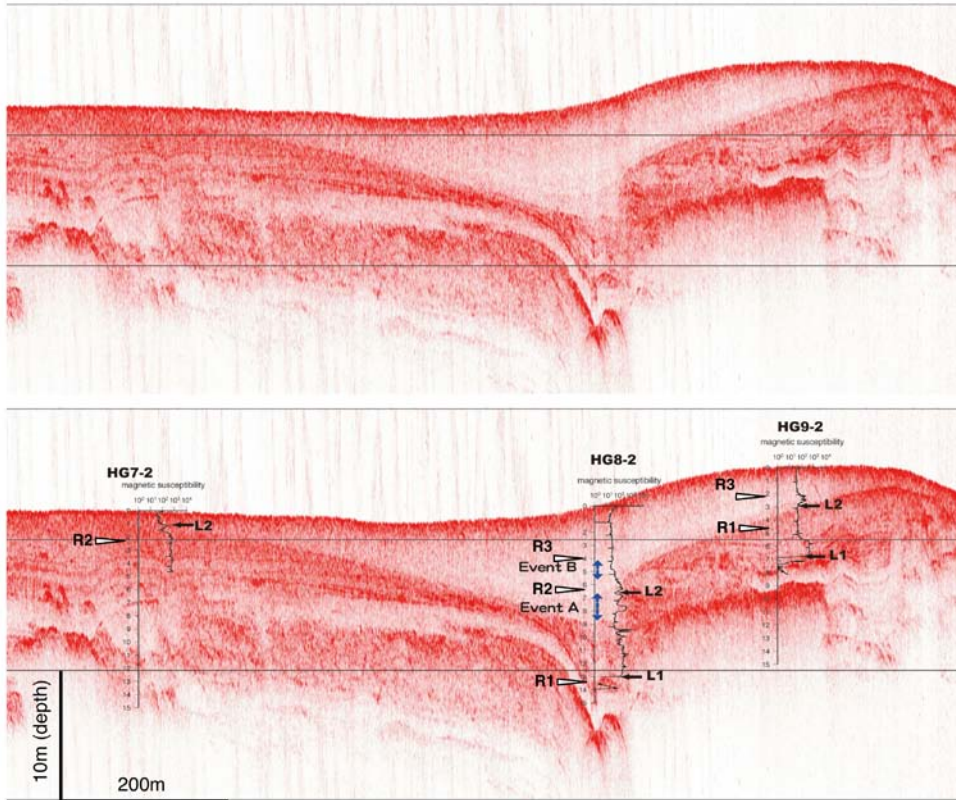
第 11 図. HG-7-2, HG-8-2, HG-9-2 の対比結果. L1 および L2 は対比されたレイヤー. 青破線は推定された Event.

Fig. 11. Susceptibility Relation between piston cores. L1 and L2 in figure denote correlated layers. Blue dashed lines in the figure indicate interpreted event deposit.



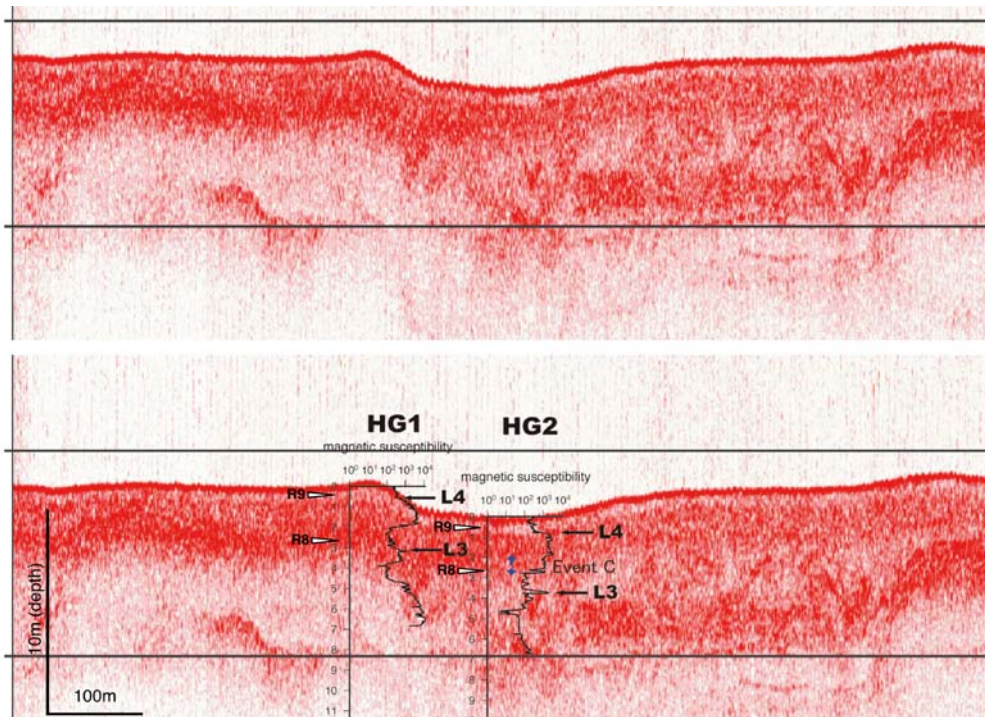
第 12 図. HG-1, HG-2 の対比結果. L3 および L4 は対比されたレイヤー. 青破線は推定された Event.

Fig. 12. Susceptibility Relation between piston cores. L3 and L4 in figure denote correlated layers. Blue dashed lines in the figure indicate interpreted event deposit.



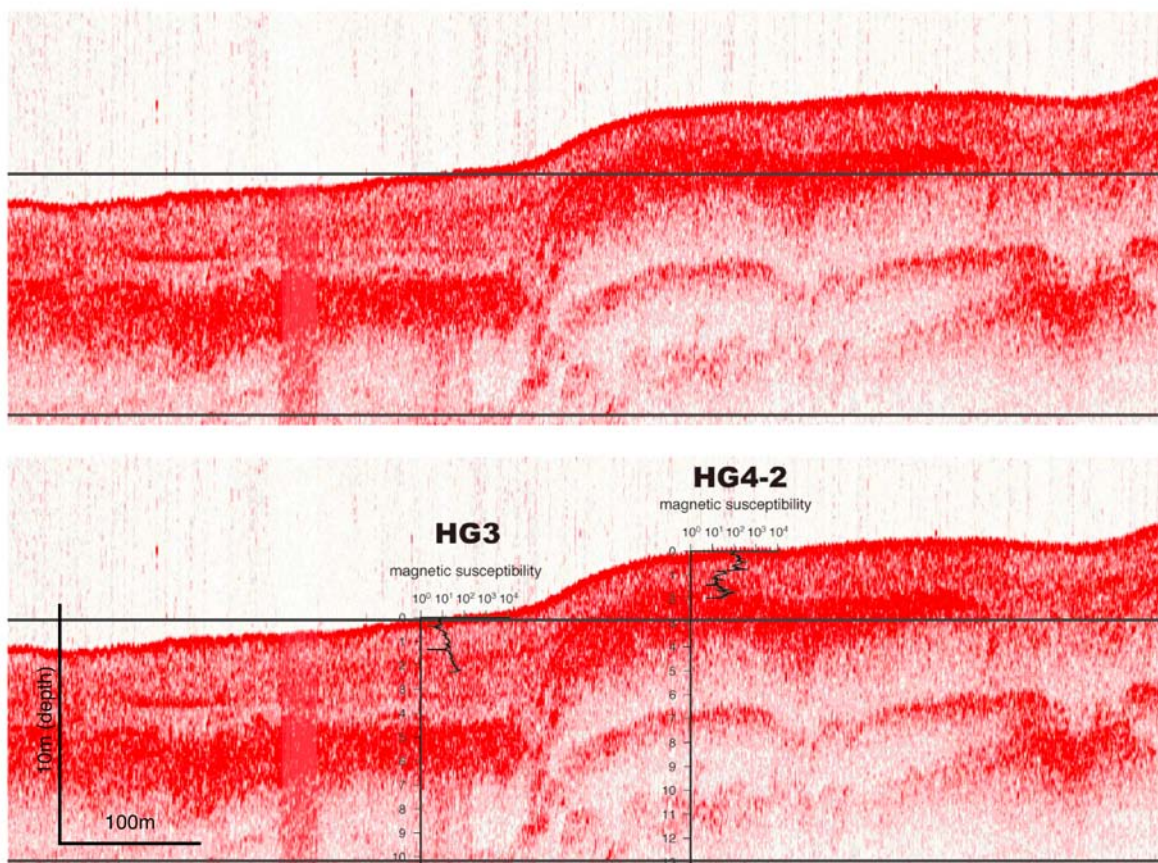
第 13 図. HG-7-2, HG-8-2, HG-9-2 の対比結果と SES2000 断面 (坂本ほか, 2011) との比較. 上:SES2000 の断面. 下:SES2000 の断面に HG-7-2, HG-8-2, HG-9-2 の帯磁率変化と, コア間の対比で得られた対比線 (L1, L2) および Event (Event A, Event B) を示す. また, 楢原ほか (2011b) による GSY-18a 断面の解釈結果 (R1~R3) も示す.

Fig. 13. Comparison between SES2000 Sakamoto *et al.* (2011) and result of interpretation of piston cores of HG-7-2, HG-8-2 and HG-9-2.



第 14 図. HG-1, HG-2 の対比結果と SES2000 断面 (坂本ほか, 2011) との比較. 上:SES2000 の断面. 下:SES2000 の断面に HG-1, HG-2 の帯磁率変化と, コア間の対比で得られた対比線 (L3, L4) および Event (Event C) を示す. また, 楢原ほか (2011b) による GSY-5 断面の解釈結果 (R8~R9) も示す.

Fig. 14. Comparison between SES2000 Sakamoto *et al.* (2011) and result of interpretation of piston cores of HG-1 and HG-2.



第 15 図. HG-3, HG-4-2 と SES2000 断面 (坂本ほか, 2011) との比較. 上: SES2000 の断面.
下: SES2000 の断面に HG-3, HG-4-2 の帯磁率変化を示す.

Fig. 15. Comparison between SES2000 Sakamoto *et al.* (2011) and result of interpretation of piston cores of HG-3 and HG-4-2.