

伊予灘東部海域の中央構造線活断層系の完新世活動性評価 ()
・ 上灘沖海上ボーリングコアの解析結果・

**Holocene activity of the MTL active fault system
in east Iyo-nada, Seto Inland Sea (II)
– results of all-core boring off Kaminada –**

大塚一広¹・七山 太²・三浦健一郎¹・池田倫治³
金山清一³・横山芳春⁴・杉山雄一²・佃 栄吉²

Kazuhiro Otsuka¹, Futoshi Nanayama², Kenichiro Miura¹, Michiharu Ikeda³,
Seiichi Kanayama³, Yoshiharu Yokoyama⁴, Yuichi Sugiyama² and Eikichi Tsukuda²

Abstract: We conducted maritime drilling on both sides of the Kaminadaoki-kita fault of the Median Tectonic Line active fault system in east Iyo-nada, Seto Inland Sea. Two cores, 33m and 25m long, were obtained from the downthrown side and upthrown sides of the fault, respectively. We have recognized more than 10 correlative horizons between the two drilling sites by detailed sedimentary facies analysis, measurement of physical properties such as magnetic susceptibility and wet bulk weight, pollen analysis and volcanic ash analysis. Three seismic events were inferred from abrupt change in altitude difference of the correlative horizons between the two sites. Adding another older event inferred from acoustic survey result (Miura *et al.*, 2001), we have estimated that the Kaminadaoki-kita fault ruptured four times during the Holocene. The sedimentation rate at the two drilling sites was estimated from the ¹⁴C dating data of the cores. The average sedimentation rate at the two sites was about 5 m/ky before 6,000 yBP. Around 6,000 yBP, the rate abruptly went down to 1.2 m/ky on the downthrown side and to 0.4 m/ky on the upthrown side. We calculated the age of each correlative horizons from the sedimentation curves and then estimated the ages of four earthquake events. As a result, it is inferred that the last rupture event on the Kaminadaoki-kita fault occurred during the recent 2,900 years, and older events occurred 3,300-5,100 yBP, 6,600-7,100 yBP and about 10,000 yBP. The average recurrence interval is estimated at 2,500 to 3,300 years.

Key words: Iyo-nada, Median Tectonic Line (MTL) active fault system, Holocene activity, single-channel acoustic survey, segmentation

1. はじめに

中央構造線活断層系(以下, MTL 活断層系と呼ぶ)は,九州東部から紀伊半島中部にかけて,ほぼ東西に分布する大規模な横ずれ活断層であり,複数の活動セグメントに区別されると考えられている(例えば岡田,1992;佃,1996)。このうち,愛媛県北西部の伊予灘の同活断層系については,シングルチャネルやマルチチャネル方式の音波探査が実施されている(緒方,1975;小川ほか,1992;露口ほか,1996;大野ほか,1997など)。しかし,完新世における活動履歴の検討は,高知大学の研究グループによるピストンコアを用いた研究(例えば小川ほか,1992)以外,実施されていない。また,この研究結果として示されている2,000

¹ 活断層研究センター NEDO 養成技術者 (NEDO fellow at Active Fault Research Center)

² 活断層研究センター (Active Fault Research Center)

³ 株式会社四国総合研究所 (Shikoku Research Institute INC.)

⁴ 茨城大学 (Ibaraki University)

8月13日受付,8月31日受理

年周期の断層活動についても、更なる検証が必要と考えられる。

そこで、活断層研究センターと四国総合研究所は、伊予灘東部海域において高分解能シングルチャネル音波探査を実施し、広域反射面の対比に基づいて、海底活断層の分布状況を把握すると共に、これらの活断層の1万年以降の大まかな活動史を推定した(三浦ほか,2001)。さらに本研究では、伊予灘東部海域において最も明瞭な累積変位が認められる上灘沖北断層(堤ほか,1990)に着目し、断層の上盤側と下盤側において長尺のボーリングコアを採取した。そして、コア試料の高精度解析を実施し、上盤側コアと下盤側コアを精密に対比することにより、上灘沖北断層の完新世活動史をより詳しく解明することを試みた。

2. 調査手法

2.1 コア採取地点の選定およびコアの採取方法

コア採取地点を選定するため、測線間隔の短いソノプロブ探査を実施した。探査測線の設定に当たっては、No. 30 測線(三浦ほか,2001)を参照し、上灘沖北断層の走向に対してほぼ直交する方向(NNW-SSE)に、25m間隔で5 測線(総延長4km)を設定した。その結果、No. 30 測線の50m 東側に位置する No. 30+50E 測線において、a 面(海底面)~1 面(音響基盤面)の12 枚の反射面が確認された。しかも、1 面の上下変位量は約12m に達すると推定されたことから、本測線上において、コアを採取することにした(第1図)。

コアは台船を用いたオールコアボーリング(コア径7.2cm)によって採取し、各孔において音響基盤面(完新統基底)の貫通を目標とした。その結果、断層の下盤側(Site 1)と上盤側(Site 2)において、それぞれ掘削長32.9mと24.5mのコアが採取された(第2図)。また各サイトにおいて、重力式採泥(コア径11cm)を別途実施し、Site 1において4.7m、Site 2において4.5mのコアが得られた。

2.2 コア試料の解析

採取されたコア(以下、上灘コアと呼ぶ)を用いて、堆積年代および堆積環境の推定、断層両側の同一層準の対比、および断層活動が生じた層準と時期の特定を目的として、以下の手順で解析を行なった。

コア記載：上灘コアは研究室に搬入後、半割して写真撮影に供し、基本的に片方の半割コアは観察・保存用、もう一方は試料採取用とした。層相記載の際には軟X線写真も参照し、堆積構造、粒度、色調、生物擾乱、粗粒成分等に留意してcmオーダーで記載を行った。

堆積物物性値測定：古地磁気試料採集用のポリカーボネートキューブ(10cc)を用いて、5cm間隔で1,215個の定量試料を採取し、湿潤重量、乾燥重量、含砂量および帯磁率を測定した。含砂量は、乾燥重量測定後の試料を用い、63 μ mおよび250 μ mの篩で水洗して求めた。なお、重量測定にはmgオーダーまで計測できる島津製作所製の電子天秤を、帯磁率測定にはBartington社製の帯磁率測定装置(Model MS-2)を用いた。

¹⁴C年代測定：AMS(Accelerator Mass Spectrometry)法により、原地性またはこれに近い軟体動物の遺骸40試料(貝,ウニ殻)の年代測定を実施した。得られた¹⁴C年代値は、INTCAL98(Stuiver *et al.*, 1998)を用いて暦年補正し、2の年代幅および1の中央値を求めた。なお、今回分析に使用した試料は全て海成のものであるため、海水のリザーバー効果を考慮すると、数100年オーダーで古めの年代誤差を含んでいる可能性がある。

花粉化石分析：概ね1m間隔で、60試料を採取した。抽出した花粉化石濃集液を封入したプレパラートを作成した後、顕微鏡(400~1000倍)で観察し、検出された花粉化石の種類と数を調べた。

貝化石群集解析：採取した貝化石の種の同定を行い、生息域ごとに群集分帯を行った。

火山灰分析：火山灰の純度が高い4層準から試料を採取し、火山ガラスの形状および屈折率を調べ、広域テフラとの対比を行った。

3. 上灘コアの層相解析結果

Site 1 の深度 30.0m および Site 2 の深度 21.3m から各コア基底にかけては、砂礫層が認められ、一部に大～中礫を伴っている。このうち Site 2 の深度 24.3m 以深には非海成砂が認められ、その上面の浸食面が海進面、浸食面の直上に位置するカキの付着した礫層が海進礫層に相当すると判断された。したがって、深度 24.3m の浸食面より上位の部分が完新統に当たると考えられる(第3図)。

完新統は全体に海成の砂質粘土を主体とし、所々に極細粒砂の薄層を伴うが、総じて塊状に見える。しかし、軟X線写真の観察によると、各種底生生物による生物擾乱が著しいため、堆積構造が破壊されていることが分かる。また、一部に貝殻密集層が特徴的に認められる。

実体鏡およびスミアスライドを用いた鏡下観察の結果、砂質粘土中には貝殻片、ウニの針、有孔虫、貝形虫、海綿の骨針、海生および淡水種の珪藻、火山ガラス、材片が多量に認められた。砂粒子は細粒～極細粒からなり、緑色を帯びた円磨度の低い石英粒子が主体であり、伊予灘沿岸に広く分布する三波川変成帯の緑色片岩起源と推察される。これらは、波浪や潮流によって運搬され堆積域にもたらされたものであろう。

Site 1 の深度 18.5m および Site 2 の深度 10.0m 付近には、火山灰(火山ガラス)の濃集層準が認められた。スミアスライド観察によると、この層準の火山ガラスの純度は極めて高いにも関わらず、重鉱物はほとんど認められないことから、火山灰の堆積時に波浪もしくは潮流によって、比重選別が生じた可能性がある。火山ガラスの形態と屈折率から、この層準の火山ガラスは鬼界アカホヤ(K-Ah)火山灰(約7300年前;福澤,1995)に由来することが判明した(第3図)。

上灘コアから産出する貝化石としては、ヨコヤマミミエガイ(*Striarca interplicata*)に代表される内湾泥底群集およびシズクガイ(*Theola lubrica*)に代表される内湾停滞域群集に属する種が多く確認された。特に Site 1 の深度 2.6～3.0m および Site 2 の深度 0.5～0.7m には内湾泥底群集の貝化石密集層が認められ、両サイトの密集層は同じ層準に対比されると判断し、対比基準面 S1 を設定した(第6図)。また、Site 2 の海進面直上においては、マガキ(*Crassostrea gigas*)に代表される内湾潮間帯群集が認められた。

上述の層相区分および貝化石群集の解析結果を参照して、上灘コアを5つの堆積ユニット(Kd-I～Kd-V)に区分した(第6図)。

4. 堆積物物性値によるコア対比

4.1 帯磁率による対比

帯磁率測定の結果、上灘コア全体としては概ね $10 \sim 30 \times 10^{-5}$ (SI) 程度の値を示すことが明らかになった。両コア基底の粗粒部(Site 1: 29.8m 以深, Site 2: 21.3m 以深)では、上方細粒化と並行して、帯磁率が上位に向かって減少している。さらに見かけ含砂量の多い両コアの最上部において、 $50 \sim 70 \times 10^{-5}$ (SI) のピークを示す(第4図)。よって、帯磁率の変動は、上灘コアの含砂量や粒度の垂直変化によって規定されていると推定される。

帯磁率の変動パターンの比較に基づいて、Site 1 と Site 2 の5つの層準を対比し、それぞれ対比基準面 Mag3～Mag7 とした(第4図)。このうち Mag3 は、鬼界アカホヤ火山灰の降灰層準と一致する。

4.2 湿潤重量および乾燥重量による対比

湿潤重量と乾燥重量を測定した結果、両者は相似した変動パターンを示すことが明らかになった(第5図)。この事実は、コア試料の重量のほとんどが堆積物によって占められていることを示している。両コアの基底部から鬼界アカホヤ火山灰降灰層準の上位約1mまでの間では、湿潤・乾燥重量とも増減を繰り返し、これより上位では海底面直下まで重量が次第に

増加している。このような湿潤および乾燥重量の変動は、帯磁率の変動と概ね対応している。

このような湿潤および乾燥重量の変動パターンに基づいて、両サイトの7つの層準を対比し、それぞれ対比基準面 Mt1 ~ Mt7 とした(第5図)。このうち Mt5 は Mag4 と同じ層準であり、Mt7 は Mag7 に対応する。

4.3 含砂重量による対比

含砂重量測定は、Site 1 の深度 0.0 ~ 13.0m および Site 2 の深度 0.0 ~ 6.0m 間(上位区間)と、Site 1 の深度 25.9 ~ 30.2m および Site 2 の深度 18.4 ~ 22.0m 間(下位区間)において実施した(第5図)。なお、合わせて行った実体鏡観察の結果、250 μ m 以上の粒子には海成の生物遺骸が多く含まれており、63 ~ 250 μ m の粒子は主に三波川変成帯の緑色片岩起源の碎屑粒子であった。

下位区間における 250 μ m 以上の粒子の重量は 0.2 ~ 0.7g であり、上位区間と比較して総じて高い。63 ~ 250 μ m の粒子は分析区間の最下部では 0.2g 以上あるが、上位に向かって急激に減少している。

上位区間における 63 ~ 250 μ m の粒子の重量は、この区間の下部では 0.2 ~ 0.7g 程度であるが、上半部では上位に向かって増加し、海底面下 1 ~ 0m では 2 ~ 4g 程度に達する。一方、250 μ m 以上の粒子の重量は、ほぼすべての層準において 0.1g 以下の値を示す。

含砂重量に関しては、上位区間において含砂重量が急激に増加する2つの層準で両サイトの対比が可能と判断し、対比基準面 Sd1 および Sd2 を設定した(第5図)。また、下位区間最下部に認められる含砂重量の上方減少を示す層準は、上述した Mt7 および Mag7 より下位の層準に対応する。

5. 花粉分析結果

Site 1 の 34 試料および Site 2 の 26 試料の分析を行った結果、Site 1 から 58 種類、Site 2 から 59 種類の花粉化石が検出された。そのうち、コナラ(*Quercus*)、ブナ(*Fagus*)などの冷温帯落葉広葉樹類、アカガシ(*Cyclobalanopsis*)、シイノキ(*Castanopsis*)などの暖温帯広葉樹類、ならびにイヌマキ(*Podocarpus*)、ニヨウマツ(*Diploxylon*)、スギ(*Cryptomeria*)などのその他の主要構成要素(タクサ)の消長に基づいて、花粉帯区分を行った。その結果、Site 1 は A ~ H の 8 帯に、Site 2 は G 帯を除く 7 帯に区分された(第6図)。

Site 2 では Site 1 の G 帯に相当する花粉群集が検出されなかったことから、Site 2 ではこの層準が欠如するか、対応する層準の層厚が大きく減少しているものと判断される。その他の花粉帯は、層相、貝化石および堆積物物性値に基づく両サイトの対比と極めて整合的である。

6. 考察

6.1 上灘コアの堆積速度曲線

上述した各対比基準面の年代を特定するため、増田ほか(2000)を参照して、全 40 個の ^{14}C 年代測定データを用いて、両 site の堆積速度曲線を作成した(第7図および第8図)。その際、上灘コアでは内湾成の砂質粘土が卓越すること、ならびに音波探査記録には顕著な堆積の中断を示す構造が認められないことから、この地域の完新統中には大きなダイアステムは存在しないと仮定した。また、スムーズな堆積速度曲線を作成するため、全体的な傾向から著しく若い方へ外れる年代値は測定エラーとして除外し、古い方へ大きく外れているものは再堆積した遺骸の年代値と見なした。

第7図と第8図に示すように、Site 1、Site 2 とともに、概ね 6,000 年前を境として、堆積速度が大きく変化している。即ち、6,000 年前以前には Site 1 で 5.1mm/y、Site 2 で 4.7mm/y であった堆積速度が、6,000 年前以降は Site 1 で 1.2mm/y、Site 2 で 0.4mm/y に大幅に減少している。これは、10,000 ~ 6,000 年前は海進期にあたり、海進に応じて堆積速度が増大したが、そ

れ以降は海水準が概ね停滞し、これに伴って堆積速度が減少したためと解釈される。

6.2 対比基準面の標高差の急変から推定される上灘沖北断層の地震イベント

コア試料解析の結果に基づいて設定された対比基準面の Site 1 ~ Site 2 間の標高差を上位のものから順に記すと、Mt1 : 4.1m, S1 : 4.1 ~ 4.3m, Sd1 : 6.7m, Sd2 : 7.1m, Mt2 : 8.9m, Mt3 : 10.7m, Mt4 : 10.8m, Mag3 (鬼界アカホヤ火山灰降灰層準) : 10.5m, Mt5=Mag4 : 9.6m, Mag5 : 9.4m, Mt6 : 9.6m, Mag6 : 10.2m, Mt7=Mag7 : 10.7m である(第 9 図および第 10 図)。対比基準面の標高差は、全体として、下位のものほど大きくなっており、上灘沖北断層の変位の累積を反映していると考えられる。

対比基準面の標高差の変化を詳しく見ると、標高差が急激に大きく変化するところと、複数の基準面で標高差が概ね等しくなっているところが交互に認められる。前者は断層活動(地震イベント)による標高差の増大(断層変位の発生)を、後者は断層活動と断層活動との間の“平時”の堆積過程を、それぞれ反映していると考えられる。このような考え方に基くと、第 9 図から次の 3 つの地震イベントが推定される。

Ke1 イベント : Mt1 と現海底面との間に推定される地震イベント。S1 と Mt1 の標高差はそれぞれ 4.1m, 4.1 ~ 4.3m とほぼ同じであるのに対して、海底面の標高差は 2m であり、Mt1 と現海底面との間に約 2.1m の標高差の急減が認められることによる。著者らはこれを上灘沖北断層の最新イベントと推定する。堆積速度曲線から見積もられた S1 および Mt1 基準面の年代によると、Ke 1 イベントの発生日代は約 2,900 年前以降と推定される(第 10 図)。

Ke2 イベント : Sd1 とその上位の S1 との間に推定されるイベント。Sd2 と Sd1 の標高差は 7.1m と 6.7m とほぼ同じであるのに対して、S1 の標高差は 4.1 ~ 4.3m であり、この間に約 2.5m の標高差の急減が認められることによる。Ke2 イベントは 3,300 ~ 5,100 年前に発生したと推定され(第 10 図)、小川ほか(1992)の K2 イベントに対応する(第 11 図)。

Ke3 イベント : Mt3 とその上位の Mt2 との間に推定されるイベント。Mag3, Mt4 および Mt3 の標高差は 10.5 ~ 10.8m とほぼ一定しているのに対して、Mt2 の標高差は 8.9m であり、この間に 1.8m 程度の標高差の急減が認められることによる。この地震イベントは、音波探査記録の解析から反射面 e (Mt3 ~ Mt2 間) と反射面 b (Sd2 の下位) との間に推定されている地震イベント(三浦ほか, 2001)に対応する。Ke3 イベントは 6,600 ~ 7,100 年前に生じたと推定され(第 10 図)、小川ほか(1992)の K3 イベントに対応する。

なお、第 9 図では、Mt2 と Sd2 との間にも、約 1.8m の標高差の減少が認められる。この標高差の減少については、1) Mt2 ~ Sd2 間に別の地震イベントが発生した、2) Ke3 イベント後の断層下盤側における埋積過程を反映している、の 2 つの可能性が考えられる。1) の場合には約千年の間に 2 回の地震イベントが生じたことになり、2) の場合には、Ke3 イベント時の Site 1 ~ Site 2 間の上灘沖北断層の上下変位量が、Ke1 および Ke2 イベント時の変位量の 2 倍程度あったと推定される。著者らは、現時点では、2) の可能性の方が高いと考えており、Mt2 ~ Sd2 間には地震イベントを認定しなかった。Mt2 ~ Sd2 間の標高差の減少については、将来のより詳しい検討を待ちたい。

伊予灘東部海域の音波探査記録の解析からは、かなり高い確度で、反射面 k (Mt7 とほぼ同層準 ~ その直下) と反射面 j (ほぼ Mag5 の層準) との間に、上灘沖北断層の地震イベントが推定されている(三浦ほか, 2001)。一方、上灘コアの解析結果からは、Mt7 の上位の層準には標高差の急激な減少は認められず、地震イベント後の断層下盤側の埋積過程を暗示する標高差の緩やかな減少が見られる(第 9 図)。したがって、今回のコア解析の結果に基づく限り、音波探査記録から推定された完新世初期の地震イベント(Ke4 イベント)は、Mt7 の直下の層準(年代的にはおおよそ 1 万年前に当たる)で発生したものと推定される。

鬼界アカホヤ火山灰降灰層準を挟む Mag5 ~ Mt4 間では、上位に向かって標高差が増加している(第 9 図)。今回のコア解析結果と伊予灘東部海域の音波探査結果(三浦ほか, 2001)を総合すると、この標高差の変化は、Mag4 ~ Mag3 付近の層準では、断層の上盤側での堆積速

度が下盤側での堆積速度を上回っていたために生じたものと推定される。

6.3 四国陸域の MTL 活断層系の活動履歴との比較

伊予灘東部海域の音波探査と上灘コアの試料解析の結果から，上灘沖北断層は完新世に 4 回の活動を行ったと推定され，平均活動間隔は 2,500～3,300 年と見積もられる。

上灘沖北断層の東方に分布する四国陸域の MTL 活断層系の活動履歴は，池田ほか(2000)，愛媛県(2000)，後藤ほか(2001)などによって報告されている。それらによると，伊予断層および本郡断層の最新活動は 13 世紀以降と推定されており，上灘沖北断層の最新イベント(Ke1 イベント)の時期と矛盾しない(第 11 図)。また三浦ほか(2001)は，断層線の分布の連続性から，本郡断層，伊予断層および米湊断層が上灘沖北断層と同一のセグメントをなしている可能性を指摘している。これらのことから，上灘沖北断層が 13 世紀以降に，伊予断層などの四国陸域の活断層と一緒に活動した可能性が考えられる。

しかし，これまでに得られているデータ(第 11 図)では，これらの断層のより古い活動も同時であったかどうかは断定できない。即ち，上灘沖北断層とその東方の四国陸域の活断層が同じ「活動セグメント」をなしているかどうかは，現時点では不明である。今後，四国陸域の活断層について，古い活動の時期をさらに限定する調査を実施することが望まれる。

7. まとめ

- (1) 上灘沖北断層の完新世における活動履歴の解明を目的として，同断層の下盤側の Site 1 と上盤側の Site 2 において，海上ボーリングを実施し，それぞれのサイトで長さ約 33m と約 25m のコアを採取した。
- (2) 採取したコアの層相解析，帯磁率・湿潤重量・含砂量などの堆積物物性値の測定，花粉分析，火山灰分析などを実施し，両サイトのコアの同一層準を指示する対比基準面を 10 面以上設定した。
- (3) これらの対比基準面の両サイト間での高度差の変化から，3 つの地震イベントを推定した。これに，三浦ほか(2001)によって音波探査の結果から推定されたより古い地震イベント 1 つを加え，上灘沖北断層は完新世に 4 回活動したと考えた。
- (4) コア試料の ^{14}C 年代測定データに基づいて，両サイトの堆積速度曲線を作成した。その結果，概ね 6,000 年前以前は両サイトで約 5mm/y の平均堆積速度であったものが，6,000 年前以降は Site 1 で 1.2mm/y，Site 2 では 0.4mm/y に減少していることが分かった。
- (5) 堆積速度曲線から，各対比基準面の年代を見積もり，それらの値からさらに 4 つの地震イベントの年代を推定した。その結果，上灘沖北断層は約 2,900 年前以降に最新の活動を行い，その前は 3,300～5,100 年前，6,600～7,100 年前および約 10,000 年前に活動したと推定された。平均活動間隔は 2,500～3,300 年と見積もられる。

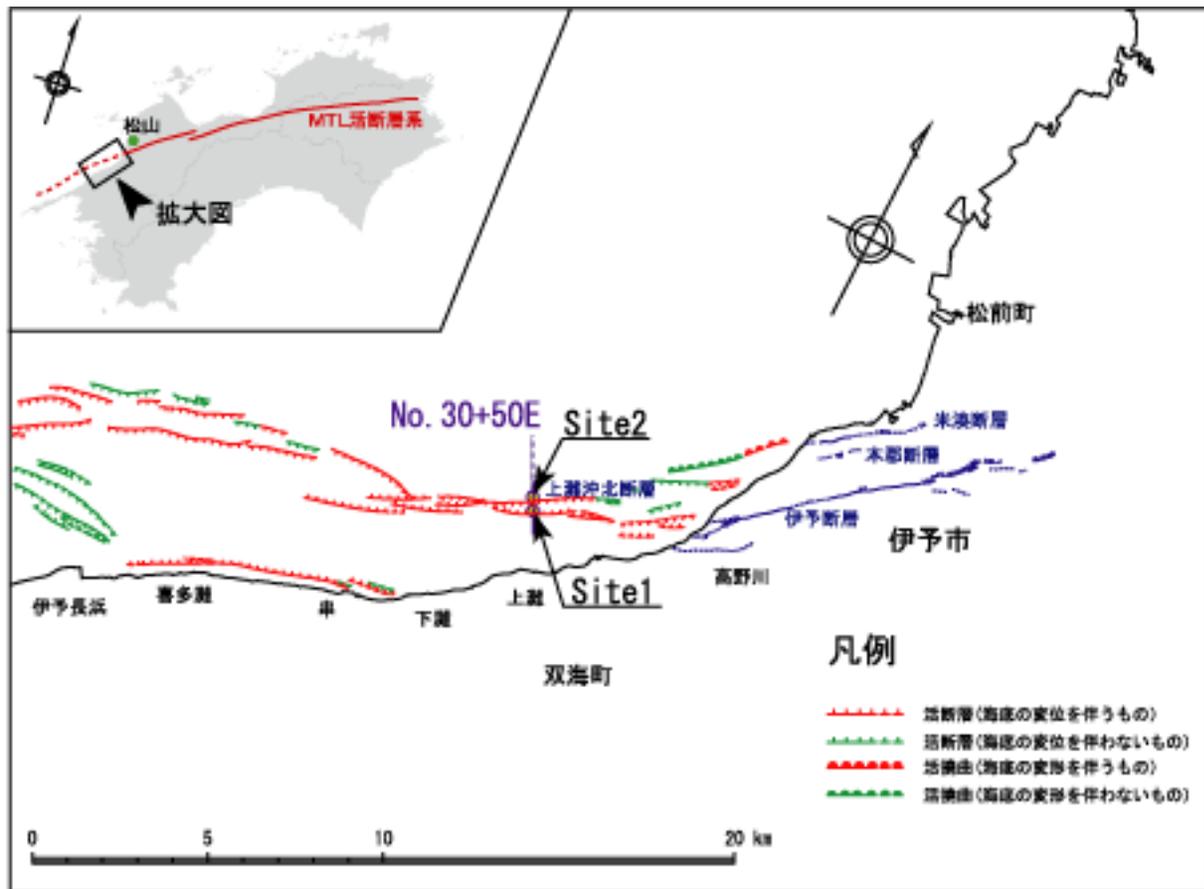
謝 辞

本海上ボーリングを実施するに当たり，川崎地質株式会社の安間 恵氏ならびに山本高司氏には献身的に貢献していただいた。四国電力株式会社の大野裕記氏ならびに小林修二氏，高知大学の岡村眞教授には，本研究に対し多数の建設的なコメントを賜った。愛媛県庁県民環境部，双海町総務課，松山海上保安部田岡 茂氏ならびに上灘漁協の皆さまには，現地作業にあたって多数のご配慮を頂いた。以上の皆さまに，厚く御礼申し上げます。

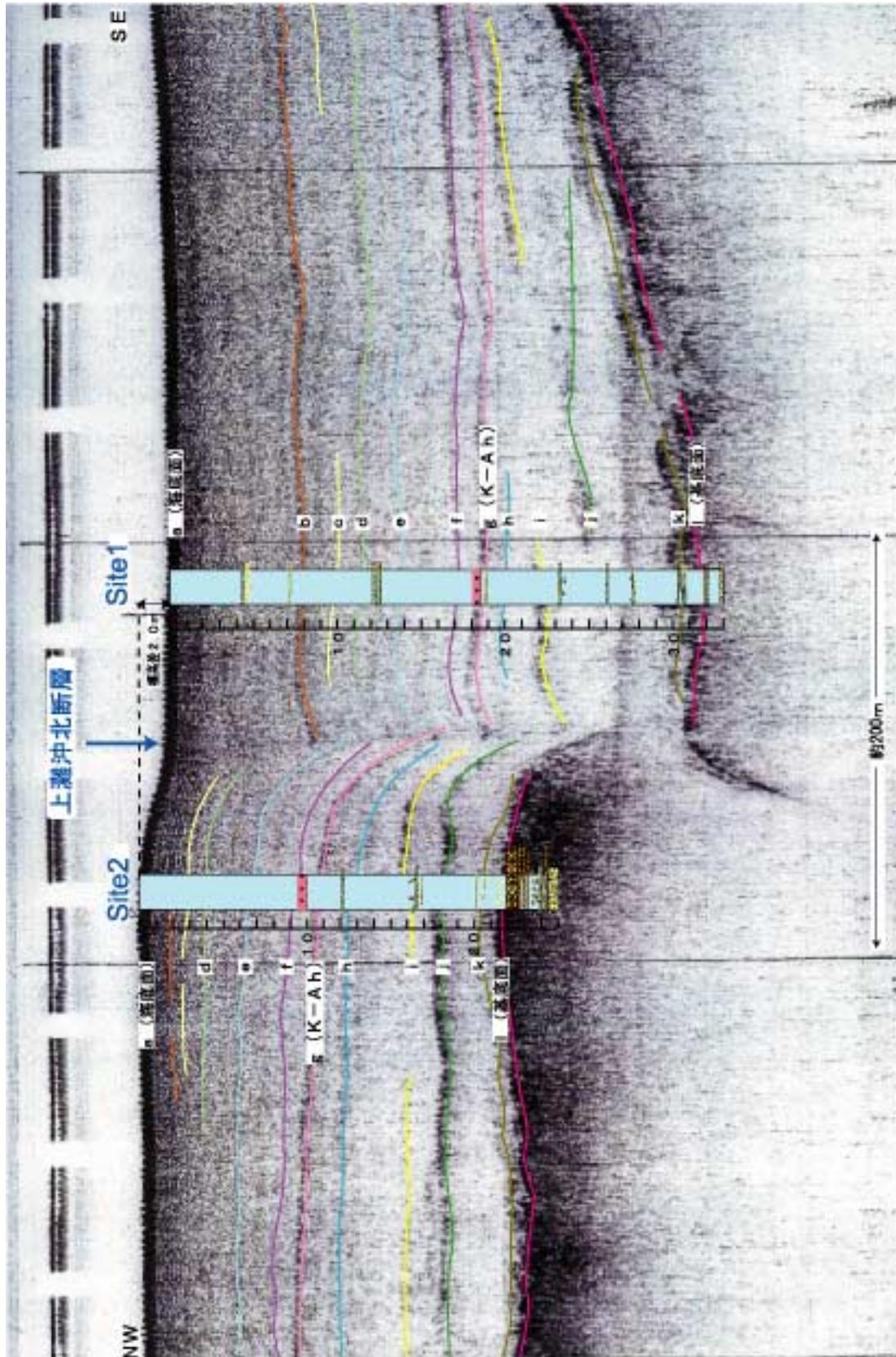
文 献

愛媛県(2000)中央構造線断層帯(愛媛北西部・石鎚山脈北縁・讃岐山脈南縁)に関する調査。第 4 回活断層調査成果報告会予稿集，89-112。
福澤仁之(1995)天然の「時計」・「環境変動検出計」としての湖沼の年縞堆積物。第四紀研

- 究, **34**, 135-149.
- 後藤秀昭・中田 高・堤 浩之・奥村晃史・今泉俊文・中村俊夫・渡辺トキエ (2001) 中央構造線活断層系 (四国) の最新活動時期からみた活断層系の活動集中期. 地震 2, **53**, 205-219.
- 池田倫治・長谷川修一・大野裕記・岡田篤正 (2000) 愛媛県伊予市における中央構造線活断層系本郡断層の活動履歴調査. 日本地震学会講演予稿集 2000 年度秋季大会, C16.
- 増田富士雄・宮原伐折羅・広津淳司・入月俊明・岩淵 洋・吉川周作 (2000) 神戸沖海底コアから推定した完新世の大阪湾の海況変動. 地質学雑誌, **106**, 482-488.
- 三浦健一郎・七山 太・大塚一広・池田倫治・金山清一・長谷川正・杉山雄一・佃 栄吉 (2001) 伊予灘東部海域の中央構造線活断層系の完新世活動性評価 () - シングルチャンネル音波探査の成果 -. 活断層・古地震研究報告, no. 1, 199-214.
- 緒方正彦 (1975) 佐田岬半島北岸海域の地質構造 - 音波探査による海底地質の考察 -. 電力中央研究所報告, 375006.
- 小川光明・岡村 真・島崎邦彦・中田 高・千田 昇・中村俊夫・宮武 隆・前空英明・堤浩之 (1992) 地質学論集, no. 40, 75-97.
- 岡田篤正 (1992) 中央構造線活断層系の活動区の分割試案. 地質学論集, no. 40, 15-30.
- 大野裕記・小林修二・長谷川修一・本莊静光・長谷川正 (1997) 四国北西部伊予灘海域における中央構造線活断層系の深部構造とセグメンテーション. 四国総合研究所研究期報, no. 68, 48-59.
- Stuiver, M., Reimer, P., Bard, E., Beck, J. W., Burr, G. S., Hughen, K. A., Kromer, B., McCormac, G., van der Plicht, J. and Spurk, M. (1998) INTCAL 98 radiocarbon age calibration, 24,000-0 cal BP. *Radiocarbon*, **40**, 1041-1083, 及びインターネット [<http://depts.washington.edu/qil/calib/>] における公開プログラム.
- 佃 栄吉 (1996) 中央構造線活断層系のセグメンテーションと周辺の地質構造. テクトニクスと変成作用 (原 郁夫先生退官記念論文集), 創文, 250-257.
- 堤 浩之・中田 高・小川公明・岡村 真・島崎邦彦 (1990) 伊予灘北東部海底における中央構造線. 活断層研究, no. 8, 49-57.
- 露口耕治・松岡裕美・岡村 真 (1996) 伊予灘における中央構造線系海底活断層の分布とセグメンテーション (演旨). 日本地質学会第 103 年学術大会講演要旨, 364.

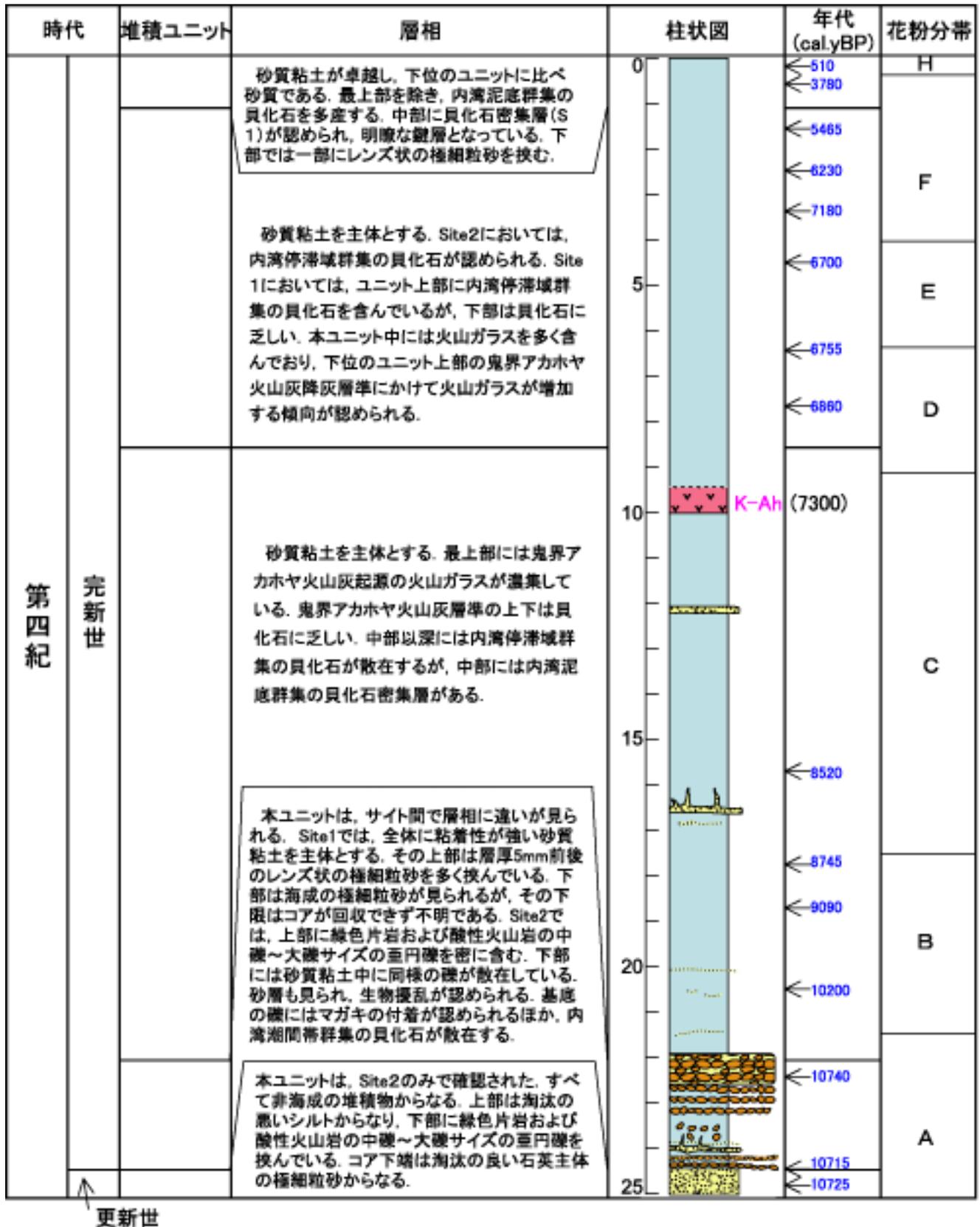


第1図. 伊予灘東部海域における中央構造線活断層系の分布 (三浦ほか, 2001) とソノプローブ音波探査測線 (No. 30+50E) および上灘沖海上ボーリングの掘削地点 (Site 1, Site 2) .
 Fig. 1. Distribution of the MTL active fault system in east Iyo-nada (Miura et al., 2001), and locations of an acoustic survey line (No. 30+50E) and two boreholes (Site 1 and Site 2).



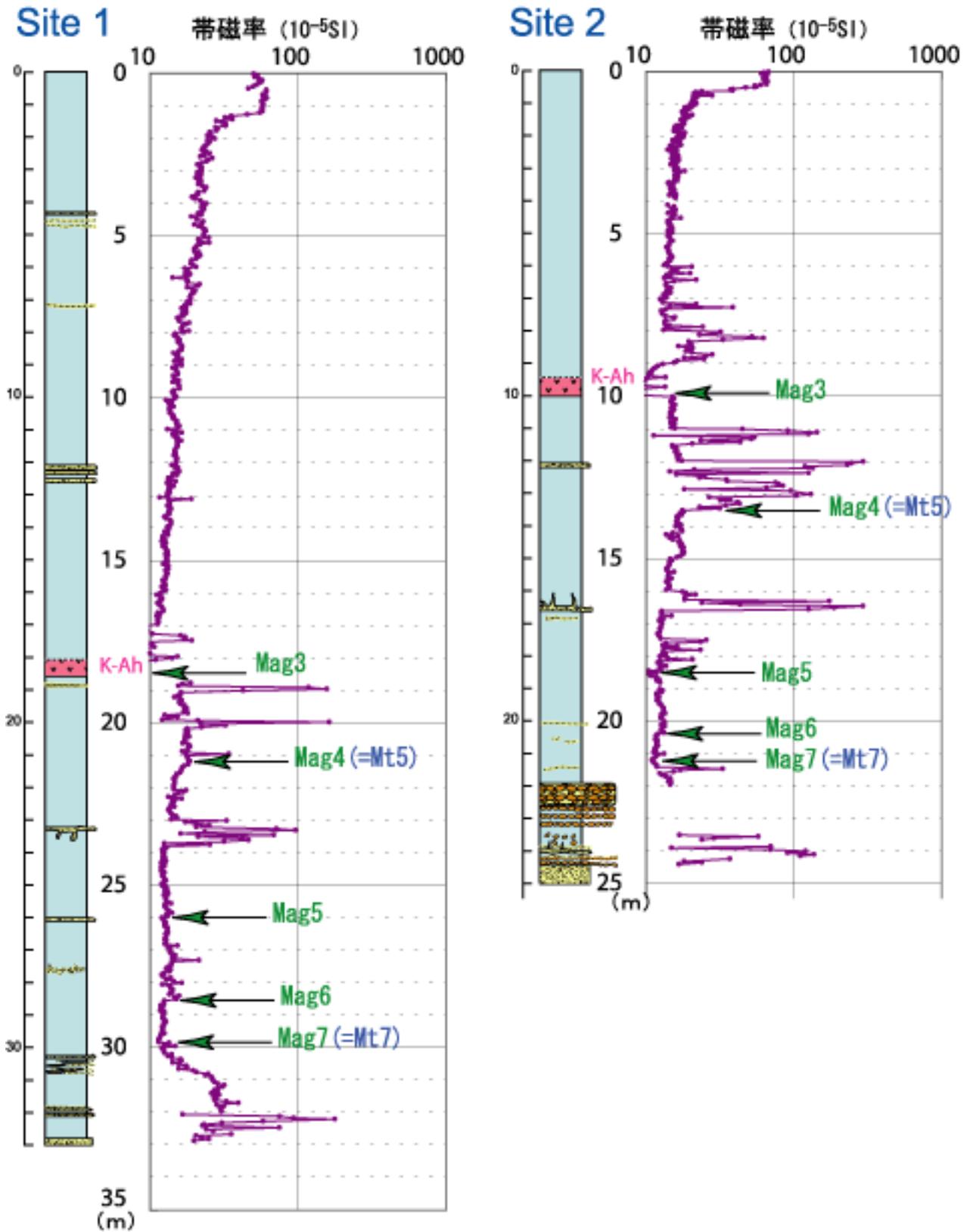
第2図. No. 30+50E測線の音響断面上に投影されたSite 1およびSite 2コアの柱状図。
音響反射面 (a-1) は三浦ほか (2001) による。柱状図の凡例は第3図参照。

Fig. 2. Sedimentary columns of the Site 1 and Site 2 cores projected on the acoustic profile of No. 30+50E line across the Kaminadaoki-kita fault.

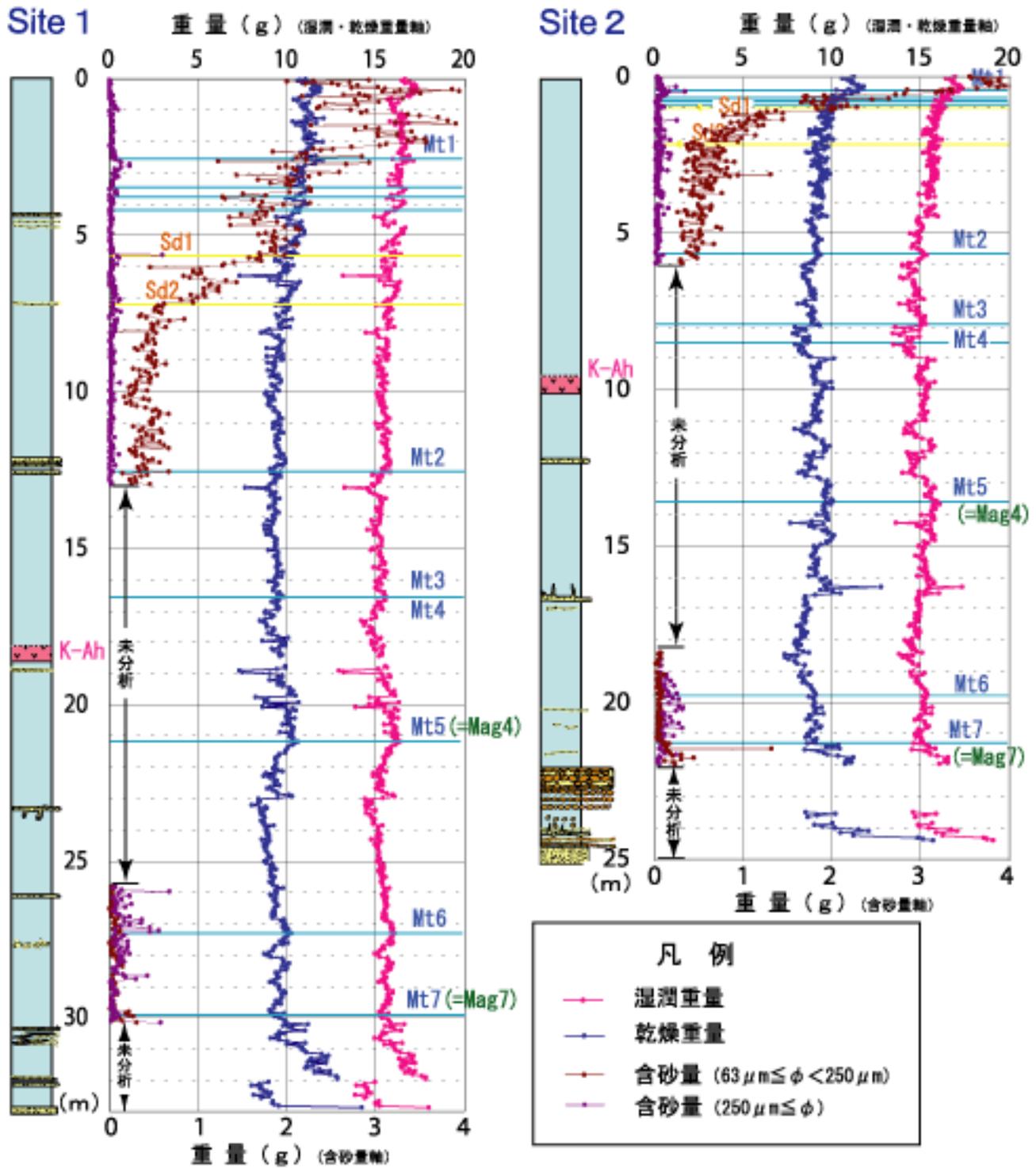


第3図. Site 2コアの層序総括図.

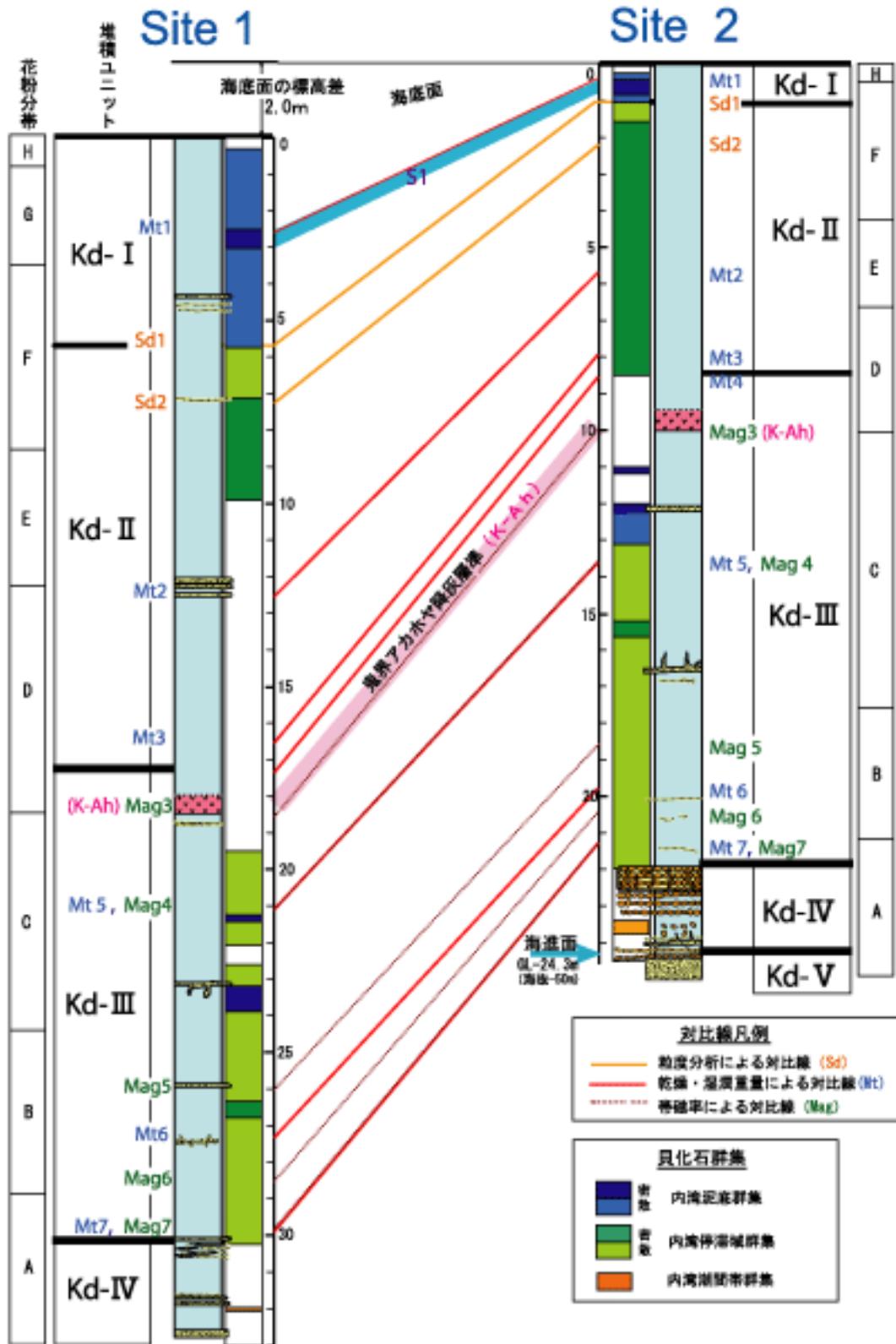
Fig. 3. Stratigraphic summary of the Site 2 core.



第4図. Site 1およびSite 2コアの帯磁率測定結果とこれに基づく対比基準面 (Mag3-Mag7) .
 Fig. 4. Magnetic susceptibility measurement results of the Site 1 and Site 2 cores and correlative horizons (Mag3-Mag7).

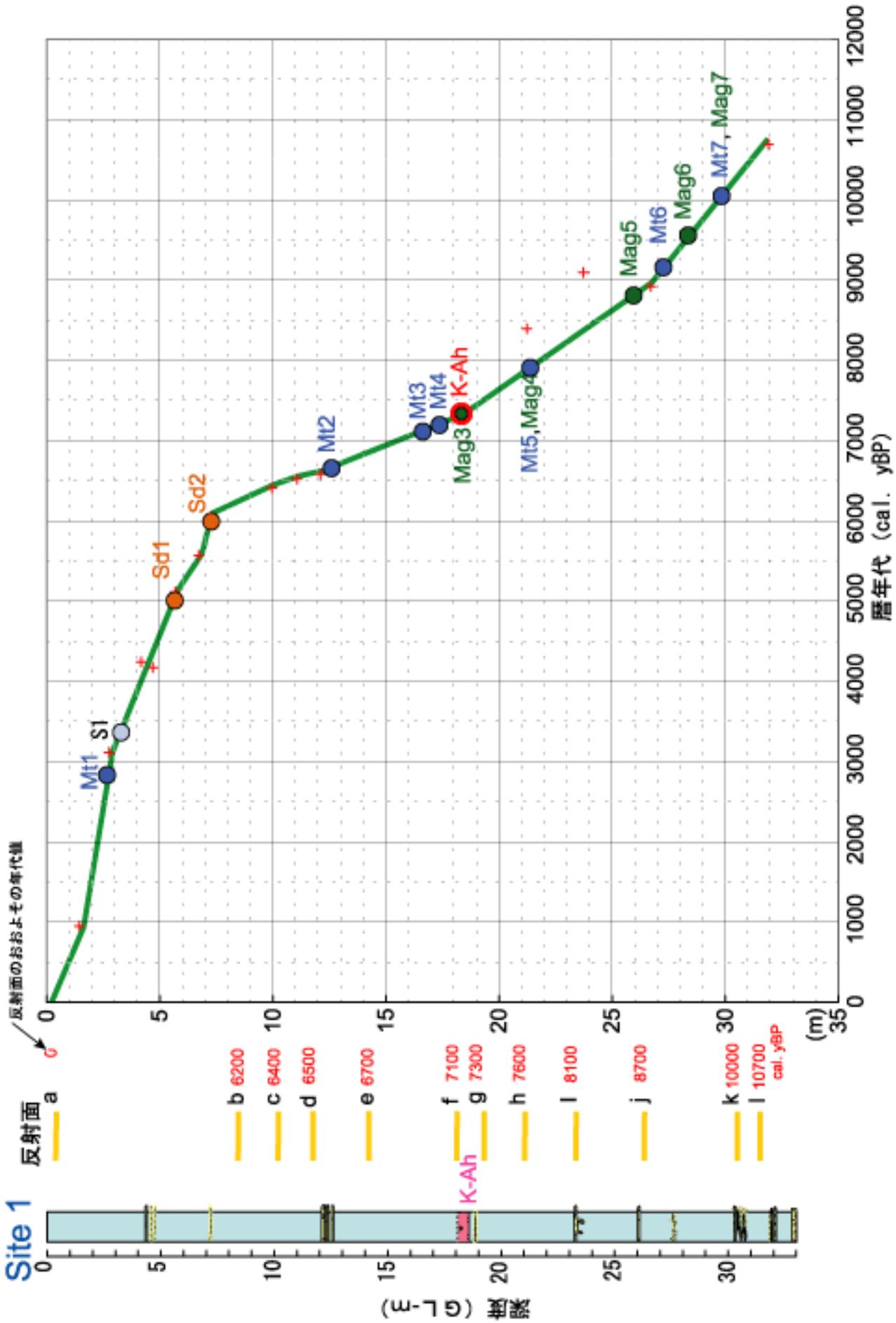


第5図. 湿潤重量, 乾燥重量, 含砂量の測定結果とこれらに基づく対比基準面 (Mt1-Mt-7およびSd1, Sd2).
 Fig. 5. Measurement results of wet bulk weight, dry bulk weight and sand contents of the Site 1 and Site 2 cores and correlative horizons (Mt1-Mt-7; Sd1, Sd2).



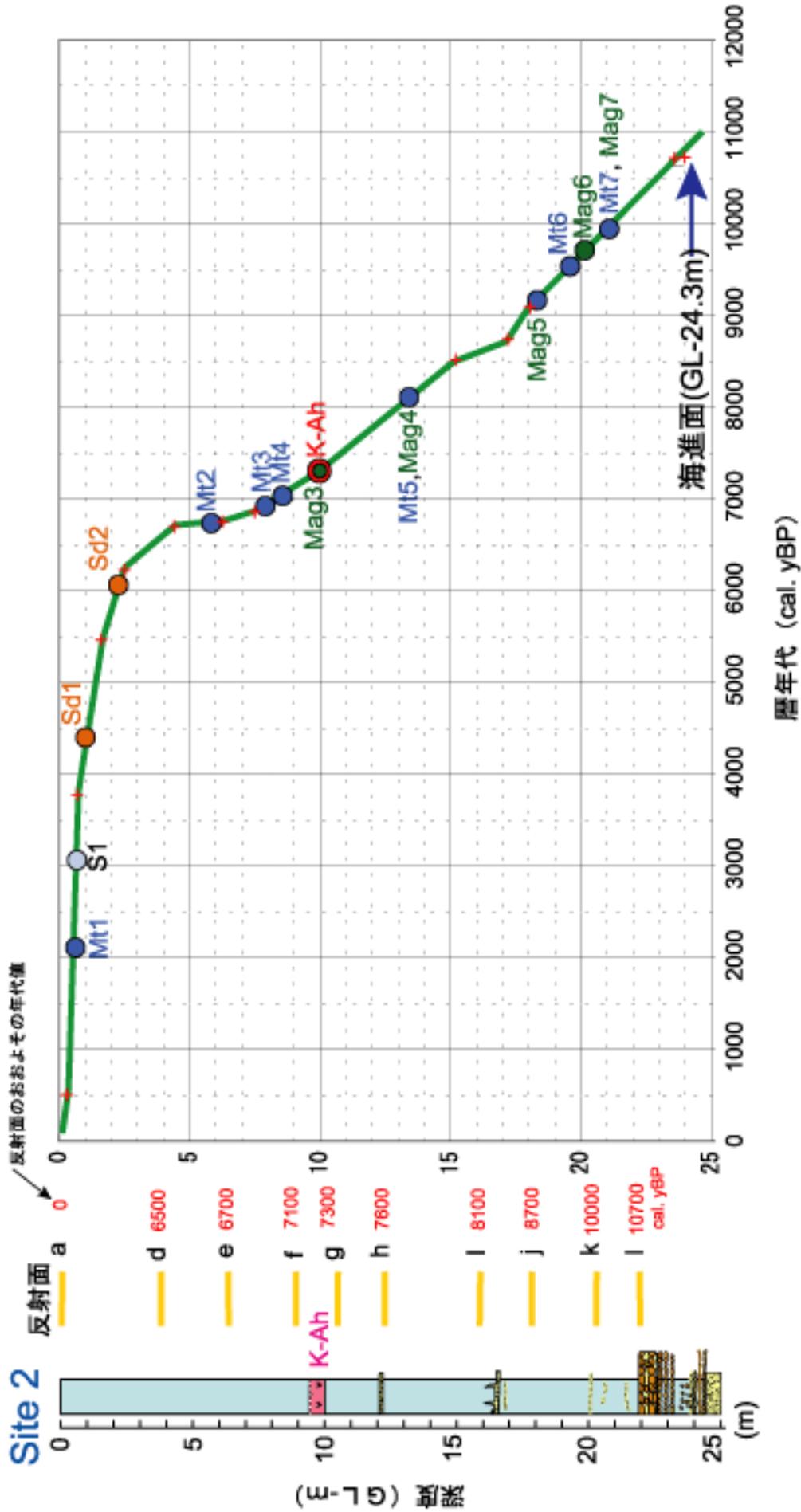
第6図. 層序, 貝化石群集組成, 花粉層序および堆積物物性値の各基準面に基づく Site 1 および Site 2 コアの対比総括図.

Fig. 6. Summarized correlation between the Site 1 and Site 2 cores based on sedimentary stratigraphy, shell assemblage, pollen stratigraphy and physical properties.



第7図. 過去11000年間に於けるSite 1の堆積速度曲線とこれに基づく各対比基準面および音響反射面の推定年代。
赤色の+印は¹⁴C年代値を示す。

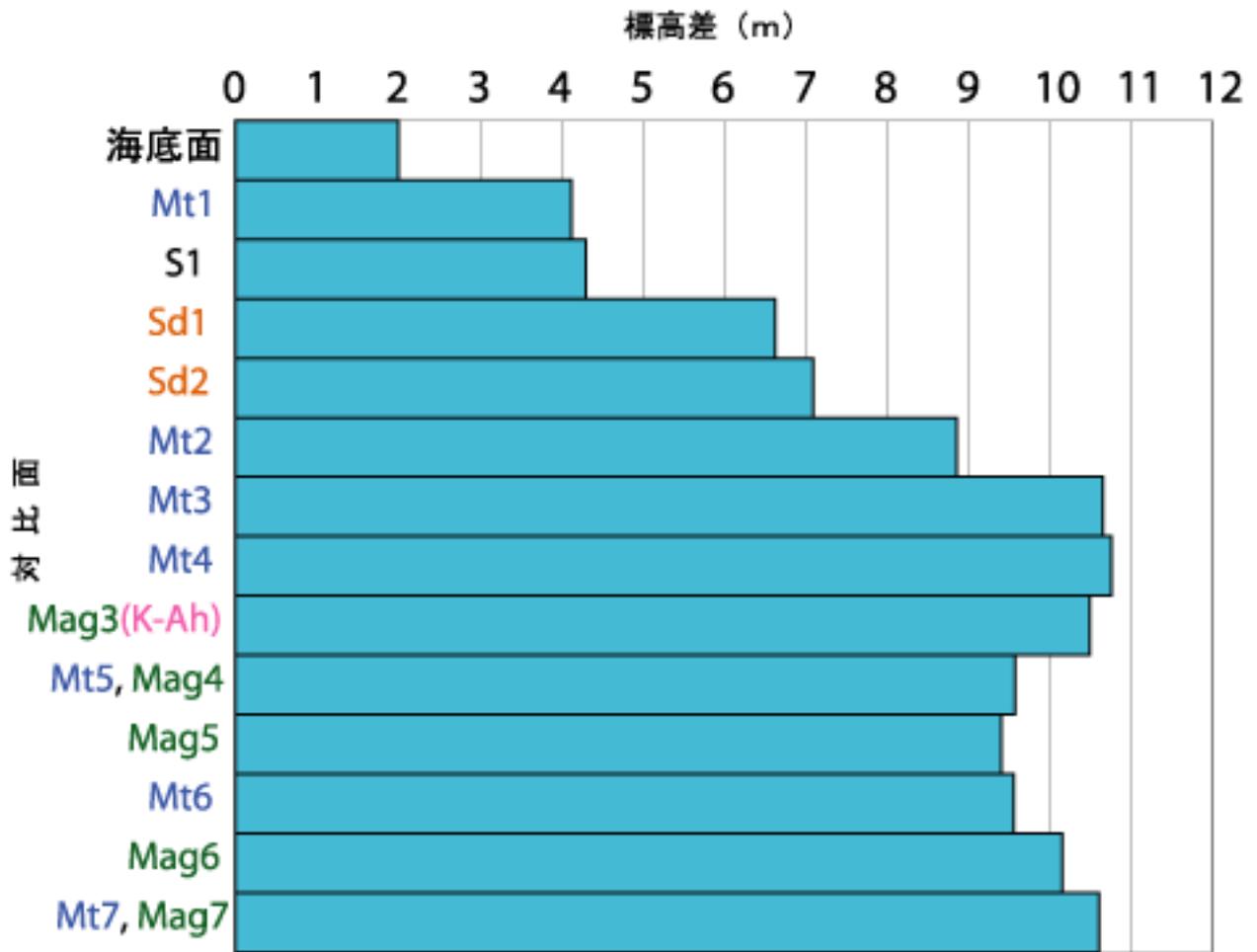
Fig. 7. Sedimentation rate curve of the Site 1 core since 11000 yBP and estimated ages of correlative horizons and acoustic reflectors.



第8図. 過去11000年間に於けるSite 2の堆積速度変化とこれに基づく各対比基準面および音響反射面の推定年代。

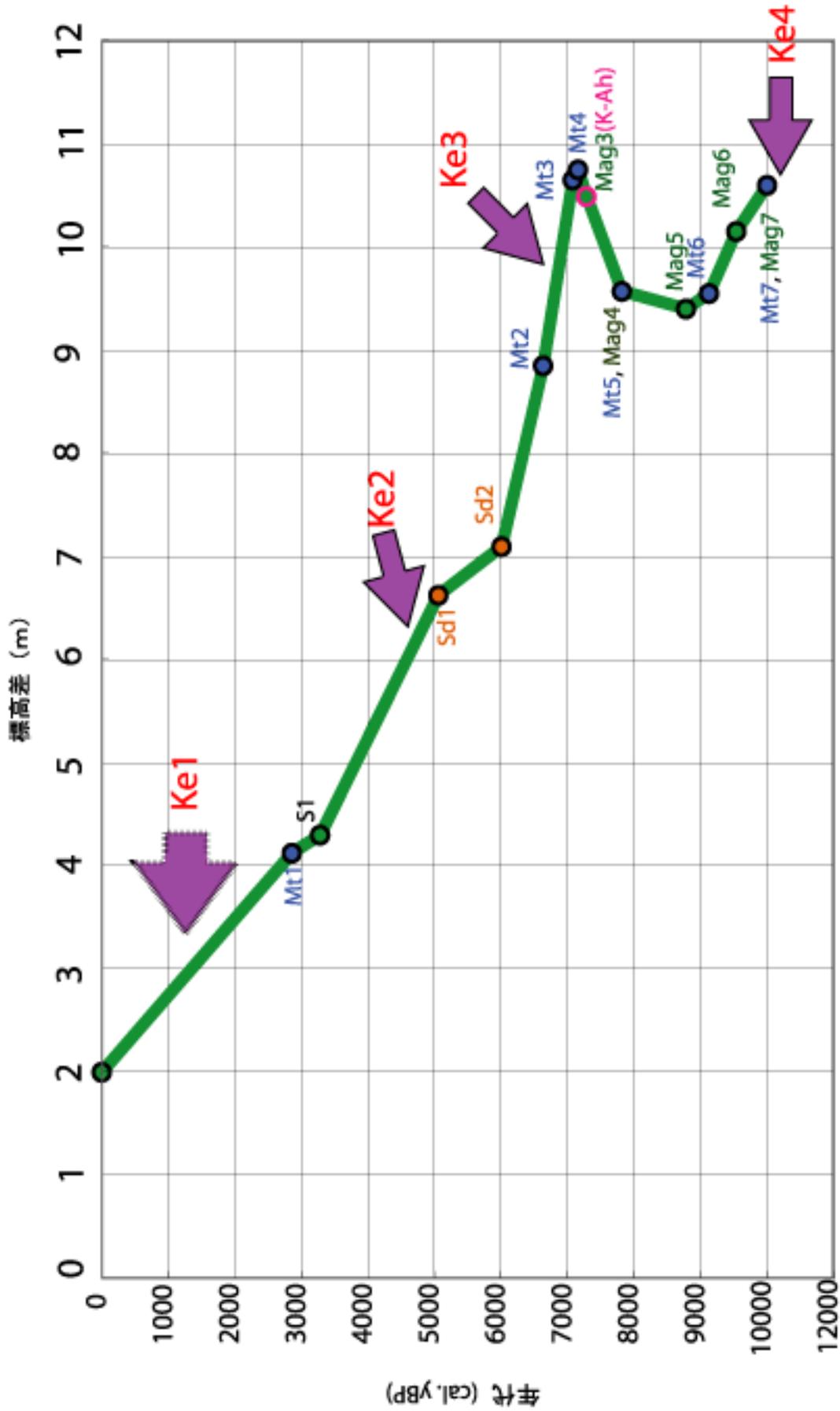
赤色の+印は¹⁴C年代値を示す。

Fig. 8. Sedimentation rate curve of the Site 2 core since 11000 yBP and estimated ages of correlative horizons and acoustic reflectors.



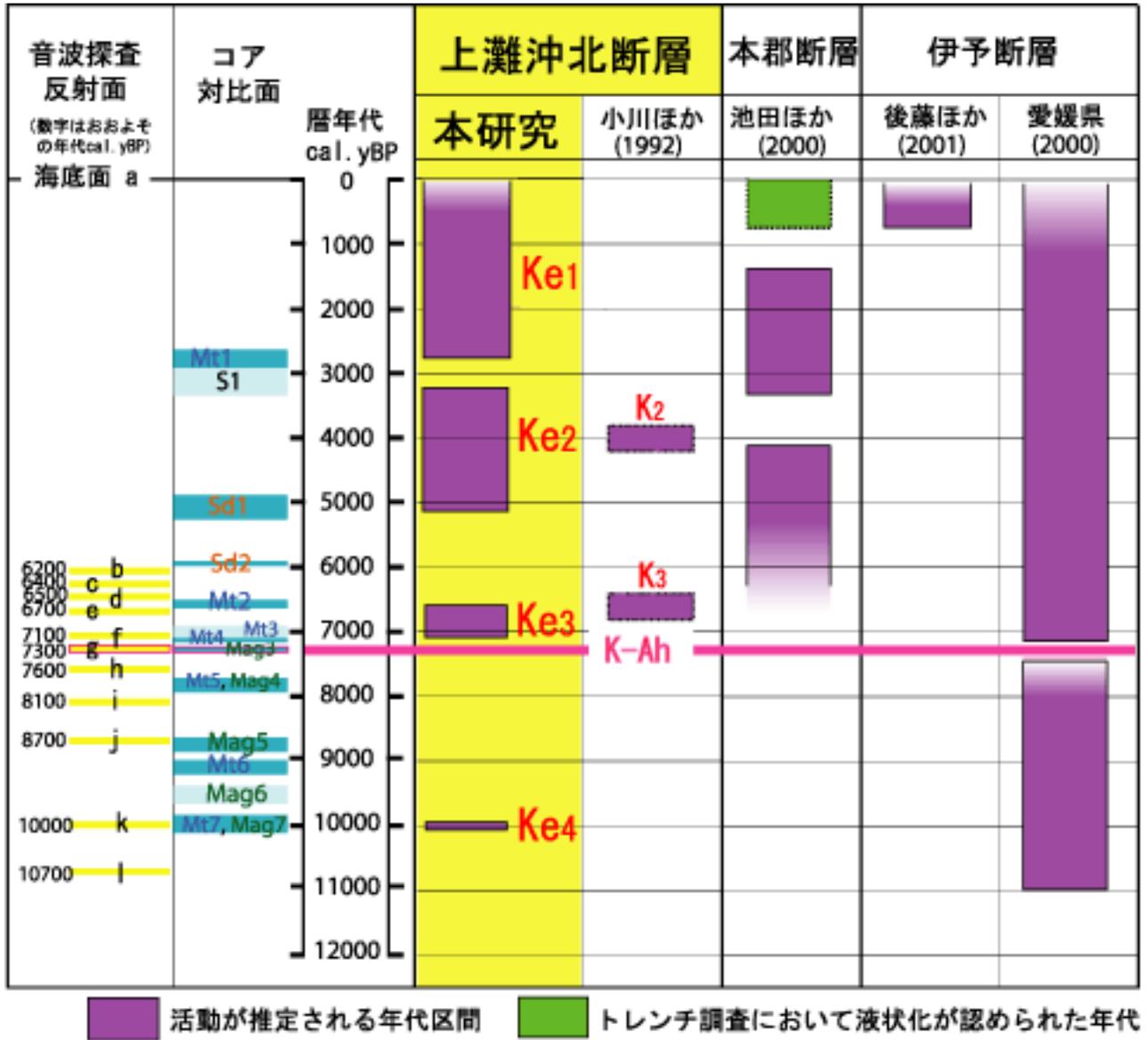
第9図. 各対比基準面の標高差.

Fig. 9. Altitude differences of the correlative horizons between the Site 1 and Site 2 cores.



第10図. 各対比基準面の年代-標高差関係と4つの地震イベント (Ke1-Ke4) の発生時期.

Fig. 10. Age-altitude difference relationship of the correlative horizons and estimated ages of four seismic events (Ke1-Ke4).



第11図. 上灘沖北断層, 本郡断層および伊予断層の完新世活動履歴.

Fig. 11. Summary of Holocene activities of the Kaminadaoki-kita, Hongun and Iyo faults.