

ハワイ巨大海底地滑り調査航海(KR98-8 & 9)で採取されたコアの年代

金松 敏也*¹

Gary McMURTRY*² Emilio HERRERO-BERVER*²

オアフ島北方の2つの地滑りヌーアヌー地滑りとワイラウ地滑りの発生時期を特定するために、KR98-08の航海中にピストンコアリングが行われた。これらのコアの古地磁気解析をしたところいくつかの磁極の変化が観察された。3本のコアともブルン-松山境界(0.78Ma)以前には堆積速度が速く、それ以前は遅い傾向がみられる。P-1, P-3コアに見られる火山碎屑層は古地磁気層序から両者とも1Ma前後の年代と推定され、同時に供給された碎屑物であることを示唆している。またP-2コアに見られる火山碎屑層は1.77-1.95Maの磁極中にありP-1, P-3コアより古い時代のものと考えられる。これらのタービダイトの年代はオアフ島北方の2つの地滑り体の発生年代を解くうえで重要である。

キーワード：ヌーアヌー地滑り，ワイラウ地滑り，ピストンコアリング，古地磁気解析，火山碎屑層

Paleomagnetic stratigraphy on sediment cores, recovered around Hawaiian Giant Submarine Landslides

Toshiya KANAMATSU*³

Gary McMURTRY*⁴ Emilio HERRERO-BERVERA*⁴

To understand the timing and emplacement processes of giant Hawaiian submarine land slides, especially around Oahu island, piston corings were performed on the abyssal plain in the front of landslides. Three cores contain reversals and excursions of geomagnetic field, as revealed by marked changes in the inclination, declination and intensity profiles. Preliminary ages assigned to the polarity events yield sedimentation rate. Sedimentation rates are relatively fast prior to the Brunhes-Matuyama boundary. On the other hand, slower rates afterward. A volcanoclastic turbidite layer is recovered in each core, which suggests emplacement of a giant landslide. Ages of turbidities in cores are estimated to approx. 1 Ma BP in cores P-1 and P-3, and > 1.8 Ma BP in core P-2.

Key words : Nauanu submarine landslide, Wailau Submarine landslidem, Piston coring, Paleomagnetism, Volcanoclastic layer

* 1 海洋科学技術センター

* 2 SOEST ハワイ大学

* 3 Deep Sea Research Department JAMSTEC

* 4 School of Ocean and Earth Science and Technology (SOEST), University of Hawaii

1. はじめに

1998年の8月24日から9月19日にかけて海洋科学技術センターの深海調査研究船「かいれい」および無人探査機「かいこう」によりオアフ島・ハワイ島周辺の調査が行われた(KR98-08&9)。この航海では1)オアフ島北方の巨大海底地滑り体ヌーアヌー地滑りとオアフ島北方のクーラウ火山の下部火山体の調査、2)ハワイ島南方の地滑り体；ヒリナスランプの調査、3)ハワイホットスポットで最も若いハワイ島南方のロイヒ海山において地形調査、地球物理観測、岩石・堆積物の採取、無人探査機による海底の目視観察、岩石採取がおこなわれた。

ハワイ諸島周辺海域には海底地滑り体が分布していることが1960年代より知られていたが、(Moore,1964)1980年代前半の米国経済排他的領域のサイドスキャンソナーを使ったのマッピングによりハワイ諸島周辺には20km以上の巨大海底地滑りが70近くあることが分かった(Moore et al., 1994など)この航海の期間に海底地滑り体の崩壊のタイミングおよび移動様式を知るために調査海域周辺の6地点でピストンコアリングをおこなった(図1)。特に海底地滑りと同時に起こると考えられるタービダイト層を

地滑り体から数百km離れた地点で採取した(図2)。本稿においては、このうち特にオアフ島北方で採取されたコアの年代を決定する磁気データについて紹介したい。

2. 採取されたコアの概要(図3)

P-1 コアは巨大地滑りブロックと考えられるタスカルーサ海山山頂の平坦面、水深3012mにおいてピストンコアリングを行った。P-2 コアはオアフ島北方で陸より300kmの地点の深海平原において、水深4199.5mの地点で行った。P-3コアについてはオアフ島北方深海平原、陸より200km離れた水深4323mの地点で行った(表1, 図3)。P-1 コアは全長692.5cmの黄色-茶色の石灰質なシルト-泥層と黒色火山碎屑層からなる。シルト-泥は多くのガラスの他にナノプランクトンや有孔虫、放散虫、珪藻といった生物片を含んでいる。シルト-泥の構造はほとんど変化を示さなかったが表層から表層から40-98cmにおいて帯磁率は砂層同様に顕著に高かった。これはこの層準には火山性碎屑物が含まれていてことを示唆している。また火山碎屑層の下位(472-692.5cm)にあるシルト層はフローインである。

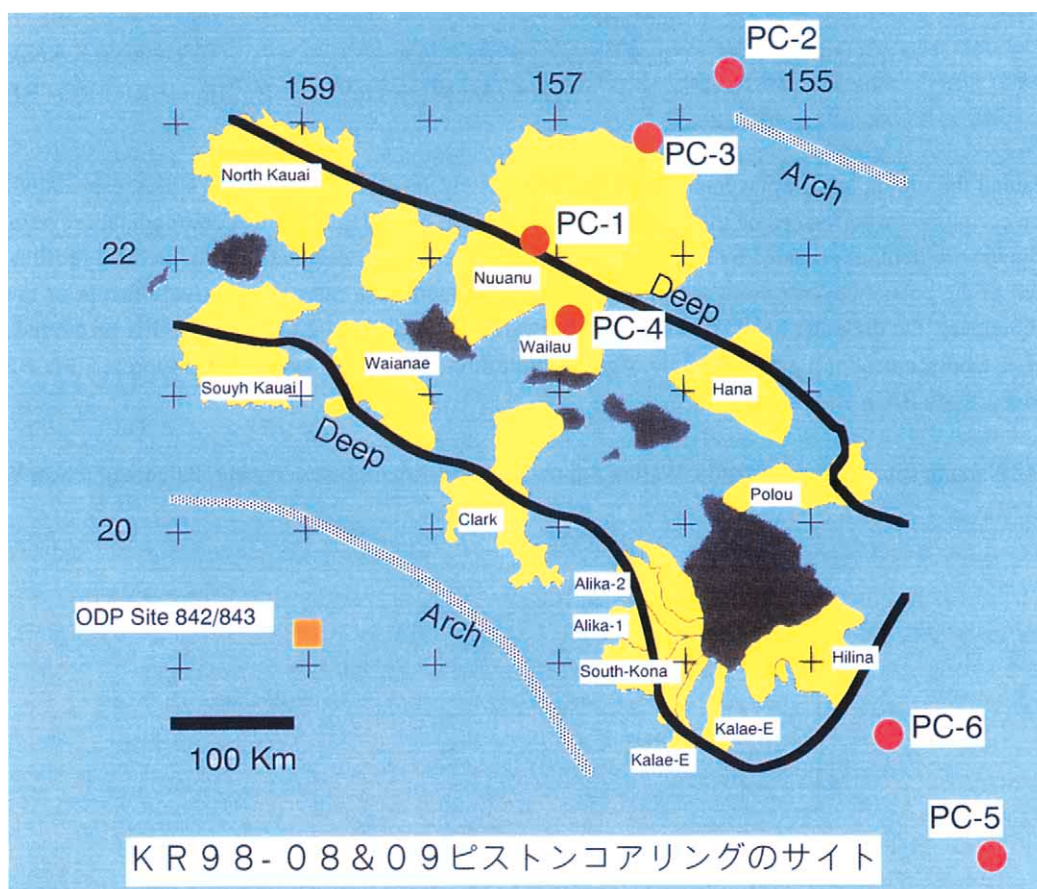


図1 KR98-08&09ピストンコアリングのサイト(赤丸)とハワイ諸島周辺の地滑り体の分布(黄色で示した)
Fig.1 Red solid circle: Piston coring sites during KR98-08 & 09. Solid orange square: OPD sites 842 and 843

Submarine Land slide

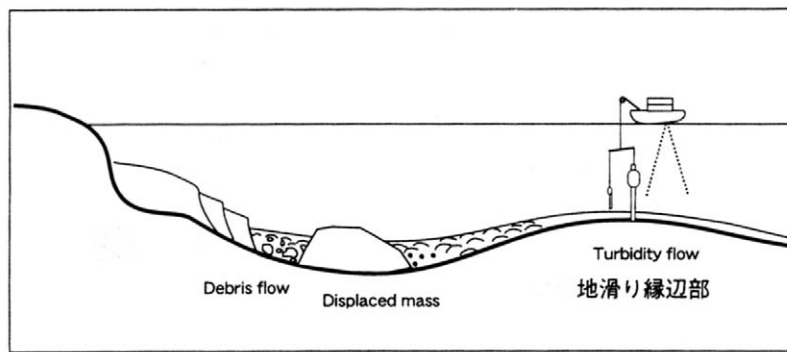


図2 地滑り体におけるピストンコアリング位置の概念図

Fig.2 Schematic strategy of piston coring to recover sediments induced by landslides.

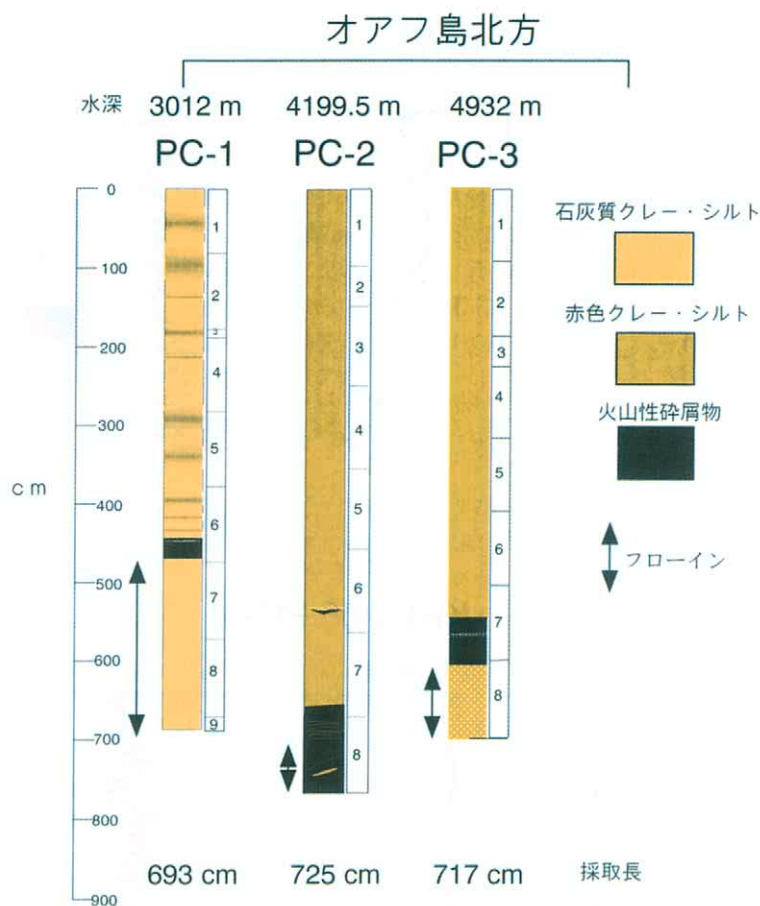


図3 オアフ島北方で採取された3本のコアの岩相

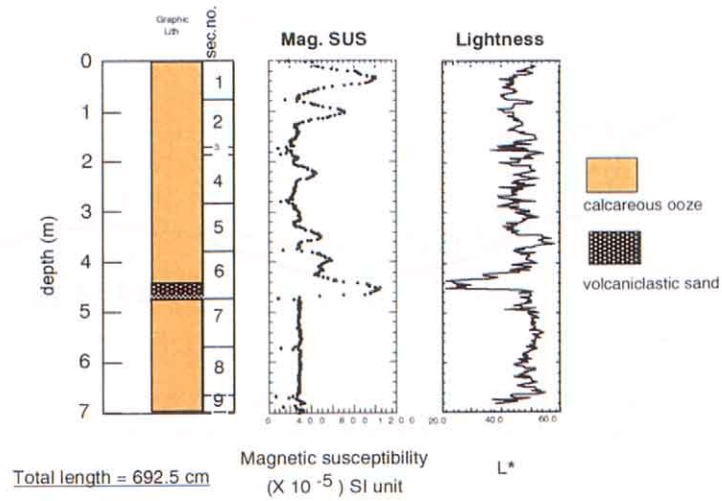
Fig.3 Schematic columnars obtained in the northeast of the Oahu Island

表1 ピストンコアの採取位置

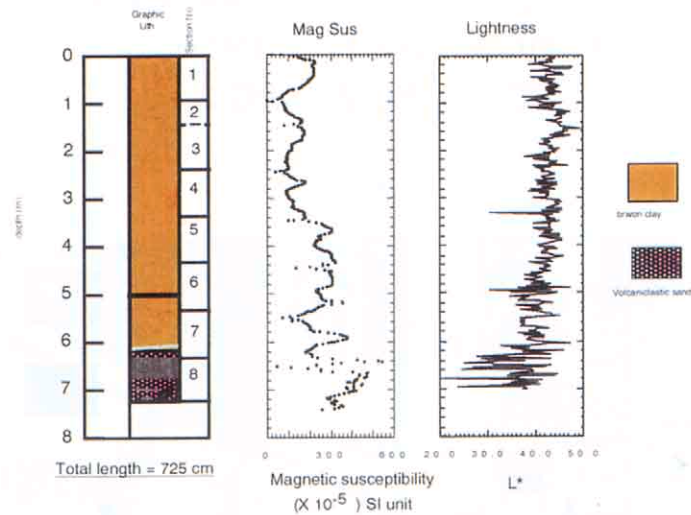
Table.1 Information for piston coring

コア名	採取海域	日付	緯度	経度	水深(m)	パイプ長(m)	採取長(m)
KP98-08 P-1	ハワイ諸島	25-Aug-98	22° 04.78' N	157° 07.68' W	3012	10	6.38
KP98-08 P-2	ハワイ諸島	26-Aug-98	23° 20.21' N	157° 36.78' W	4199	15	7.25
KP98-08 P-3	ハワイ諸島	29-Aug-98	22° 53.06' N	157° 17.49' W	4323	10	7.17

KR98-08 PC-1



KR98-08 PC-2



KR98-08 PC-3

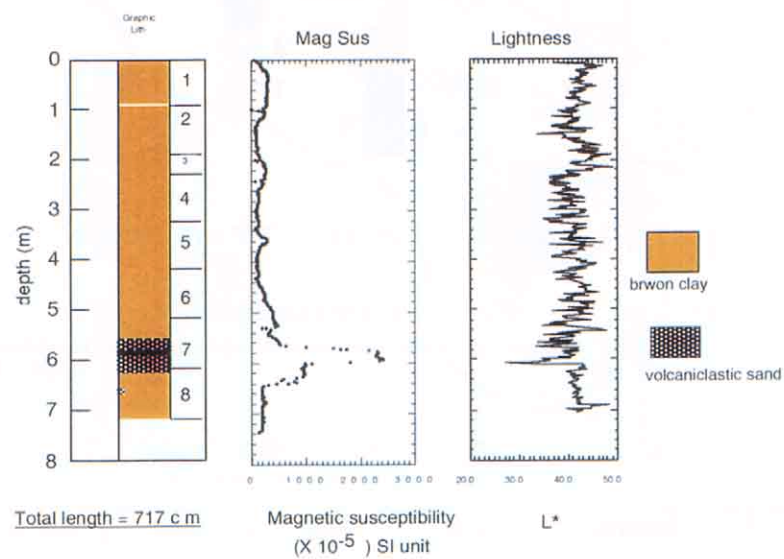


図4 3本のコアの帯磁率および色差データ(船上における測定)
Fig.4 Profiles of magnetic susceptibility and color reflectance of cores

P-2コアは全長725cmの黄色-茶色の粘土-シルトと褐色の火山碎屑層から成る。620cmで固結度の高い褐色の砂層がシャープなコンタクトで出現する。この砂層には多くの火山ガラスが含まれて帯磁率の値もやや上層より高い。また火山碎屑物のパッチが372-376cmと502-510cmに見られ帯磁率も高い。685-725cmの砂層は堆積構造が見られずフローインの可能性が高い。

P-3コアは主に褐色のシルトから成るが546-620.5cmに厚い火山碎屑層が挟在する。帯磁率のこの層準の値は非常に大きく($\sim 1400 \times 10E-6$)を示しP-1およびP-2コアに比べ桁高い値を示す。また620.5-717cmはフローインである。これらの火山碎屑層のうちP-1の436-472cmとP-3の564-620.5cmの火山碎屑層はタービダイトの構造を持ちハワイ諸島の火山から供給されたことを強く示している。

3. 古地磁気解析

古地磁気解析はハワイ大学のグループと共同でおこなっている。海洋センターにおいては平成11年に整備された超伝導磁力計を使って磁気解析をおこなっている。採取された柱状コアを半割にし1インチX1インチの断面積を持つUチャンネルサンプラーとよばれるサンプラーを使い堆積物を連続的に採取した。サンプルは2cm間隔で測定され各点毎に堆積物の持つ残留磁化の安定性を吟味するため段階交流消磁を施した(図5)。これらのコアの古地磁気解析をしたところいくつかの磁極の変化が認められた。この磁極の変化から考えられる各コアの

磁気変化は、図7のようになり、これをリファレンス(Cande and Kent, 1995)と照合してみると、いくつかの年代層準を決めることができる(Kanamatsu et al., 1998)。P-1コアにおいては、表層から70cm付近Brunhes-Matuyama境界(0.78Ma)が観察され、400cm付近でJaramiloのトップ(0.99Ma)が観察された。P-2コアにおいては、表層から80cm付近にBrunhes-Matuyama境界が観察され、350cm付近でJaramiloのトップが420cm付近でJaramiloのベース(1.07Ma)が、510cm付近でOlduvaiのトップ(1.77Ma)が観察された。P-3コアにおいては、表層から110cm付近でBrunhes-Matuyama境界が観察され、490cm付近でJaramiloのトップが観察された。また各コアMatuyama期の中にP-1は表層から170cmに、P-2コアは140cm付近にP-3コアは200cm付近に非常に短期間の磁極の変化がみられ、Kamikatsura(0.85 Ma)と呼ばれるイベントに相当する可能性が高い。これは一般的に深海平原の堆積速度は数cm/kyr.と非常に遅く、こうした地磁気のイベントは記録されないが、下にのべるようにこのコアのMatuyama期(0.78-0.99Ma)の堆積速度は深海底堆積物としては非常に速いことと整合的である。これらの磁気層序年代から各コアの層厚変化をプロットしてみると、0.78-0.99Maの期間は早く、オアフ島南東のハワイアンアーチの外側で掘削されたODPのコア(地点は図1を参照)にも見られる。その原因については不明であるが、ハワイ島周辺全体に見られる現象である可能性が高い。

KR9808P1S5 18cm

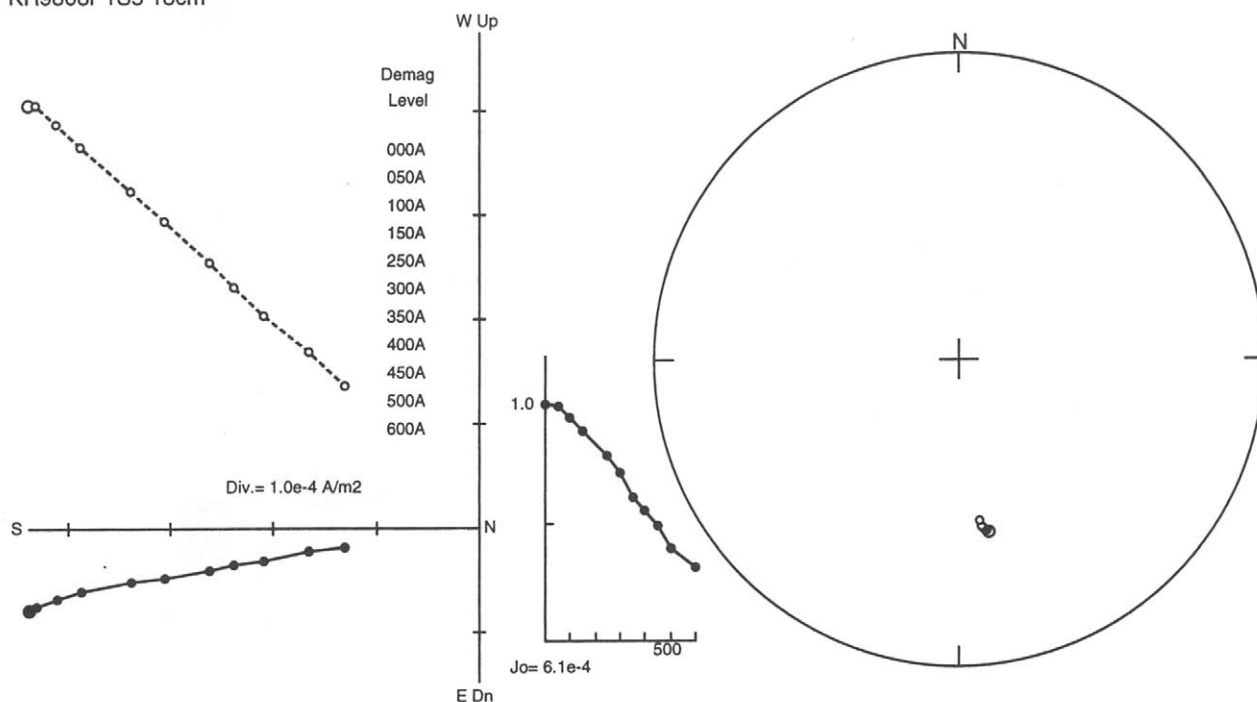


図5 段階交流消磁の結果

Fig.5 Example of end-point plot during step wise AF demagnetization

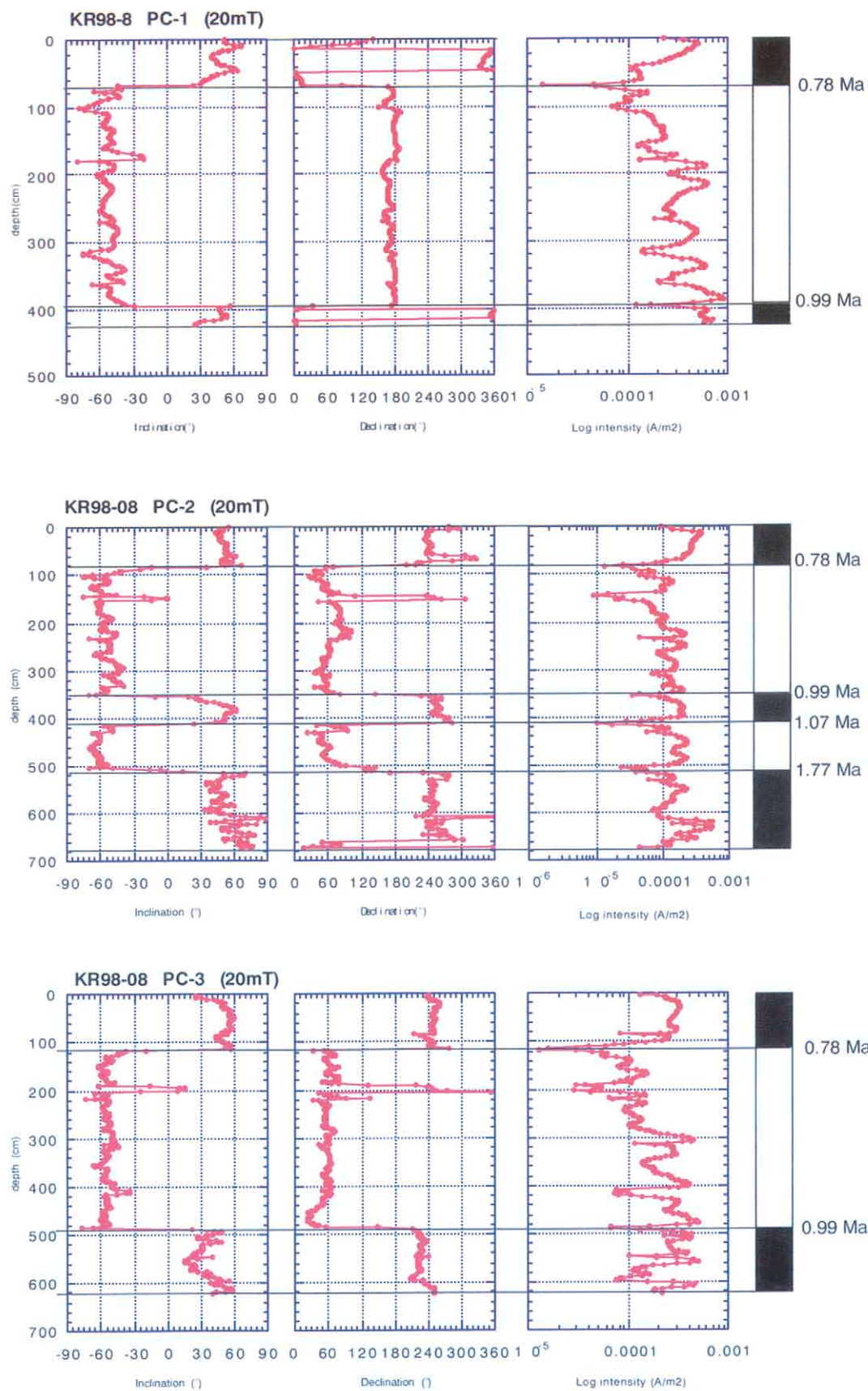


図6 各コアの古地磁気層序

Fig.6 Profiles of declination, inclination and intensity after 20mT AF demagnetization, and polarity of cores.

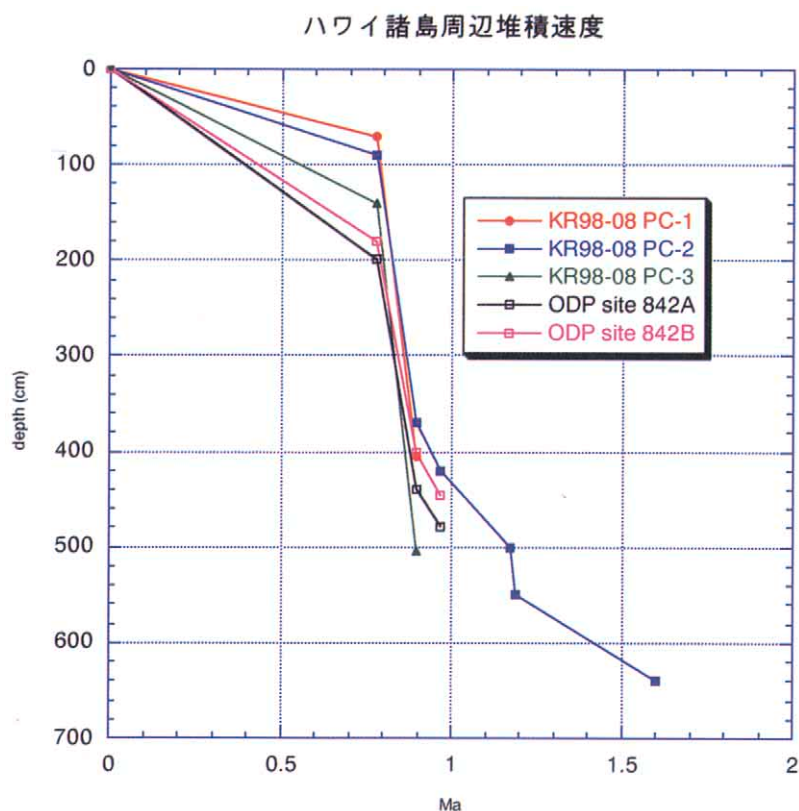


図7 各コアの堆積速度の変化
Fig.7 Sedimentation rate of each core

4. タービダイトの年代論

以上の古地磁気層序から各コアに含まれる火山碎屑層の年代はP-1, P-3コアにおいては0.99Maを上限としたJaramillo(0.99-1.07Ma)中に相当しP-1, P-3とも同時に堆積したものと考えられる。またP-2コアに含まれる砂層はOlduvai期(1.77-1.95Ma)に相当しP-1, P-3コアより古い時代のもと考えられる。一方、これらのタービダイトが地滑り体の発生と同時に起こり、もともとクーラウ火山やモロカイ火山を起源賭してと考え、各陸上の火山岩から知られているシールドの年代を見てみると、クーラウ火山が2.5-1.8Ma,モロカイ火山(東モロカイ・西モロカイ)が1.76-1.24Maである(Doel and Dalrymple, 1973, Naughton et al., 1980)。これらの年代を対比するとクーラウ火山のシールド形成後期とモロカイ火山の形成後期にタービダイトの年代が相当するよう見える(図8)。いまのところ火山とタービダイトと地滑り体を直接結ぶ証拠がないので断言できないが、ポストシールド形成期にタービダイトの年代を置くことができるのなら、巨大海底地滑りメカニズムを知るうえでこの年代は重要な鍵となる。今後例えばタービダイトの組成からその供給源が断言できると、この問題は解決できるであろう。

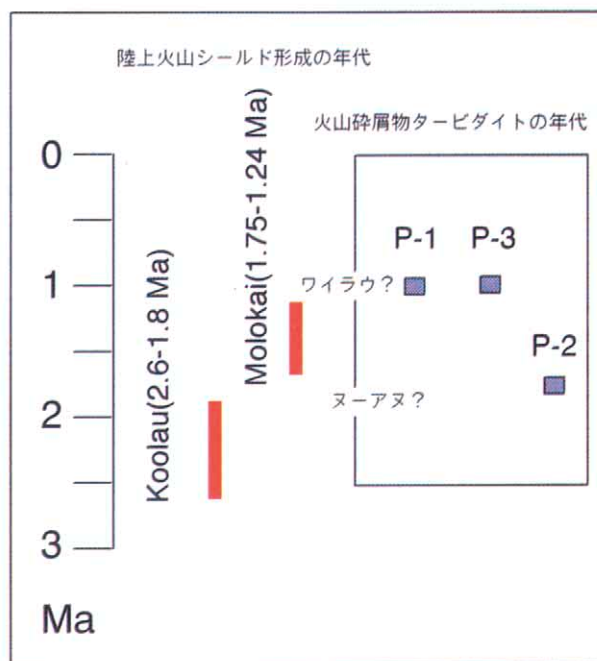


図8 クーラウ火山, モロカイ火山の活動年代とタービダイトの年代

Fig.8 Age of turbidites induced by landslides

謝辞

調査航海KR98-08にあったては「かわいい」船長をはじめとして、日本海洋事業の方々にはお世話になりました。また試料採取、磁気測定にあたっては株式会社マリンワークジャパンの観測支援員の方々にお世話になっています。また調査航海に参加した研究者の方々には、日ごろから議論していただいております。この場を借りてお礼申し上げます。

参考文献

- 1) J. G. Moore, Giant submarine landslide on the Hawaiian ridge, U.S. Geol. Survey Prof. P.D95-D98, 1964
- 2) J. G. Moore, Normark W. R. and Holcomb, R. T., Giant Hawaiian underwater landslides, Science, v. 264(no. 5155): p.46-47, 1994b
- 3) Cande S.C., and Kent D. V., Revised calibration of the geomagnetic polarity time scale for Cretaceous and Cenozoic. J. Geophys. Res., 100:6093-6095, 1995.
- 4) T. Kanamastu, G. McMurtry, and Emilio Herrero-Bervera, Stratigraphy and Sedimentology of the Nuuanu (Oahu) and Wailau (Molokai) Giant Submarine Landslides, Hawaii, Eos Trans. AGU, 98 Fall Meet. Supple. (Abstract), 1998.
- 5) M. Garcia, Pliocene-Pleistocene volcanic sands, Proceedings of the Ocean Drilling Program, Scientific Results, Vol. 136, p53-63.
- 6) J. Naka, R. Tsugaru, T. Danhara, T. Tanaka and K. Fujioka, Sedimentary processes of volcanoclastic sediments, leg 136, Proceedings of the Ocean Drilling Program, Scientific Results, Vol. 136, p85-95.
- 7) R. Doell and B. Dalrymple, 1973, Potassium-argon age and paleomagnetism of Waianae and Koolau Volcanic series, Oahu, Hawaii: Geological survey of American Bullutine, v. 84 p.89-121
- 8) J. Naughton, A. Macdonald and A. Greenberg, 1980, Some additional potassium-argon of Hawaiian rocks: the Maui volcanic complex of Molokai, Maui, Lanai, and Kahoolawe: Journal of Volcanology and Geothermal Research, v. 7, p. 339-355.

(原稿受理：1999年12月17日)