

東太平洋海膨南緯 18° 付近における 自然地震活動

海宝 由佳*¹ 西澤あずさ*² 岸本 清行*³ 藤岡換太郎*¹

東太平洋海膨南部での海底地震観測により、海嶺軸直下での、拡大過程に起因する微小地震活動やマグマ活動に関連した減衰波形が観測された。観測は、6~7 台の海底地震計を用いて、「よこすか」「しんかい 6500」による MODE '94 航海の LEG3, LEG4 において、科学技術庁振興調整費「海嶺におけるエネルギー・物質フラックスの解明に関する調査」の一環として行われた。

微小地震は、クラックやグラブの形成に関連、減衰波形はマグマ活動に起因すると見られ、これらの波形は、海嶺の活動度の指標として今後行われる海嶺での長期モニタリングの有用なデータとなりうる。

キーワード：MODE '94, EPR, OBS, 微小地震, 減衰波形

Seismic Experiments across the Fastest Spreading Center, Southern East Pacific Rise 18° S

Yuka KAIHO*⁴ Azusa NISHIZAWA*⁵ Kiyoyuki KISIMOTO*⁶
Kantaro FUJIOKA*⁴

Six OBSHs (Ocean Bottom Seismometer with Hydrophone) were deployed at the southern East Pacific Rise crestal area where is the fastest spreading center in the world in order to estimate the depth of the axial magma chamber, determine the crustal structure and observe seismicity which detects beneath the ridge crest. 5 OBSHs were arrayed across the ridge axis at 18°06'S and one OBSH was deployed at 18°11'S. This area is characterized by wide and smooth rise crest, no megaplume activity and AMC reflector.

More than 400 natural earthquakes were recorded for more than two weeks by this system which means high seismic activity related magmatism, hydrothermal activity and tectonism under the ridge crest of the axial part of the spreading center. Many earthquakes were not observed by multiple OBSHs. This evidence indicates that the earthquake is small and occurs just beneath the OBSH and that is a local earthquake.

* 1 海洋科学技術センター深海研究部

* 2 海上保安庁水路部

* 3 地質調査所海洋地質部

* 4 Deep Sea Research Department, Japan Marine Science and Technology Center

* 5 Hydrographic Department, Maritime Safety Agency

* 6 Marine Geology Department, Geological Survey of Japan

Mainly these earthquakes were observed by OBSH which was deployed on 18°06'S ridge axis. Many of earthquake have short S-P time, about 0.4 sec. Some waveform were characterized by very narrow band and to attenuate exponentially.

Key word : MODE '94, EPR, OBS, Microearthquake, Exponential attenuate waveform

1. はじめに

東太平洋海膨 (EPR, East Pacific Rise) 南部は、地球上で最も拡大速度の速い海嶺である。この東太平洋海膨南部において、海嶺の活動度を調査する目的で 1994 年 9 月～11 月に自然地震及び人工地震の観測を行った。これは、「よこすか」「しんかい 6500」による MODE '94 航海の LEG 3, LEG 4 において、科学技術庁振興調整費「海嶺におけるエネルギー・物質フラックスの解明に関する調査」の一環として行われた。ここでは、自然地震について述べる。

2. 観測

海嶺での観測では、海底地震計で捉えることのできる地面の動きや (上下動と水平動 2 成分) 水中音波は、日本近海等の沈み込み帯で見られるような「自然地震」の概念だけでは理解できない。ハワイ等の活火山にみられるようなマグマの移動に伴う火山性微動、クラック形成のための微小地震、海嶺特有のものとして熱水噴出に伴

う音波、そしてグラーベン形成等に伴う断層性の地震 (微小地震) 等が期待される (図 1)。

上記航海の LEG 3, LEG 4 においてそれぞれ海底地震計 6～7 台を設置し、エアガンによる屈折法構造探査と自然地震の観測を行った。調査海域は、拡大速度が早く、熱水ブルームの活動が活発な南緯 18° 付近 (図 2)、セグメント中央の 18°06' 付近と 18°22' の OSC (重複拡大軸) である。

18°06' 付近では、海嶺軸に直交する測線上に約 5 マイル間隔で 5 台、18°11' 付近の海嶺軸上に 1 台の海底地震計を設置し、観測期間は約 3 週間であった。

18°22' 付近では、OSC に約 2.5 マイル間隔で放射上に 7 台の海底地震計を設置した。地震計の観測期間は 12 日から 17 日間であった。

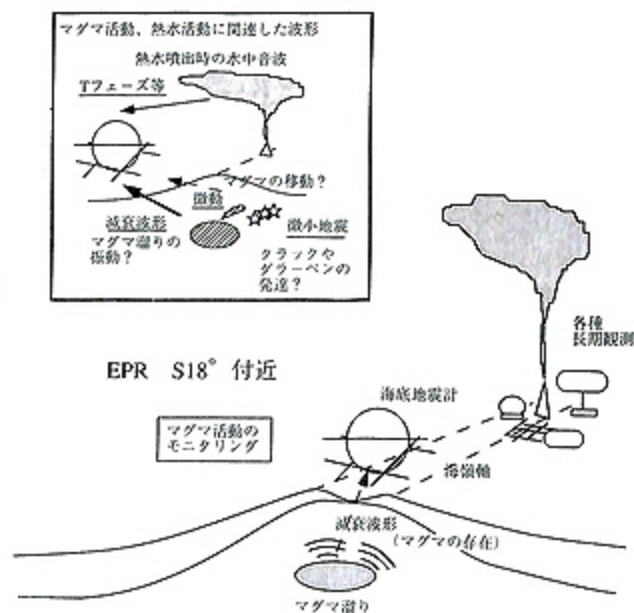


図 1 EPR S18° 付近で期待されるマグマ活動、熱水活動に関連した波形。上部枠内には、マグマ活動、熱水活動に関連した波形の例を示す。下部の図は、そのうち EPR S18° 付近で観測実績のある波形の説明である

Fig. 1 Schematic figure of seismic source at EPR S18°.

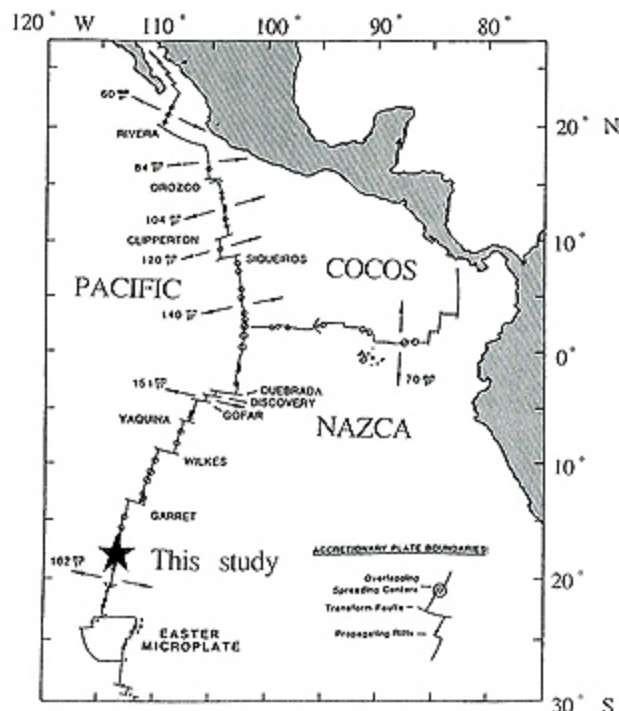


図 2 観測実施海域。調査海域は、拡大速度が早く、熱水ブルームの活動が活発な南緯 18° 付近である。海嶺軸の図は、Macdonald et al. (1988) による

Fig. 2 Location map of observation area.

3. 結 果

自然地震は、LEG 3 の海嶺軸上の海底地震計に微小な地震が多数と、いくつかの特異な減衰波形が記録されていた (図 3)。LEG 4 ではほとんど減衰波形のみが観測された。減衰波形は、卓越周波数数 Hz の単純な波形で、地震波特有的の後続波形が見られない。やや低周波の地震や減衰波形は、主に観測期間の中間から後半に見られ、まとまって発生するような傾向があった。

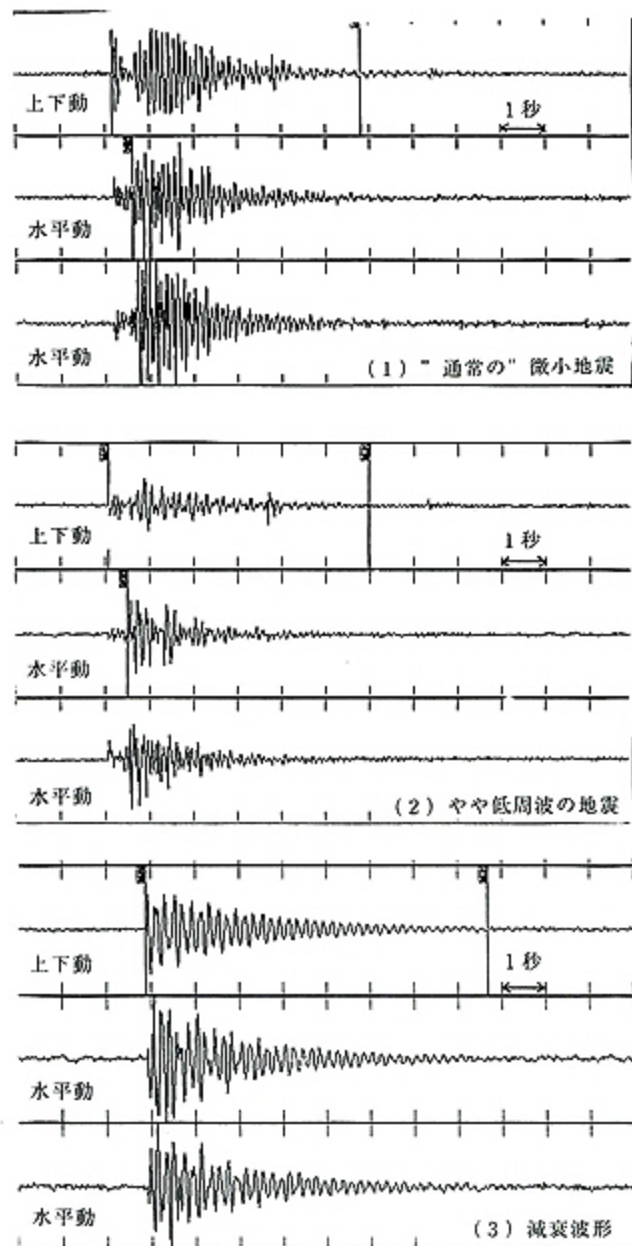


図 3 波形の例。(1) "通常の" 微小地震、(2) やや低周波の地震、(3) 減衰波形

Fig. 3 Examples of seismic wave. (1) "Ordinary" micro-earthquakes, (2) Low frequency microearthquakes, (3) Exponential attenuate waveform.

微小地震は LEG 3 の 3 週間の観測で、400 個前後の活動が確認された。人工地震観測中は欠測となるが、そのほかの観測期間中、活動度に大きな変動は見られなかった。これらの微小な地震のうち、複数の地震計で捉えられたものは数個で、暫定的な震源決定では、震源の位置は海嶺軸付近 (図 4)、深さ 1km 前後であり、海嶺軸直下での浅いローカルな活動である。その他の地震についても、軸上の地震計でのみ大振幅の波形が記録されており、これは軸上の地震計に近く、浅い活動であることを示す。

一部の地震では、大振幅の水中音波とその多重反射が観測された (図 5)。軸部付近の海底には堆積物がほとんどなく、フレッシュな光沢のある溶岩が広がっているため、海底の反射率も高く、海底と海面の間の多重反射波がいつまでも減衰しにくいと思われる。

クラックや断層 (グラaben) の形成などの微小な破壊と考えられる微小地震は、3 週間ほどの観測期間中、比較的時軸上で均等に起こっていた。これに対し、やや低周波や減衰型のイベントはより間欠的に発生していた。

4. 考 察

東太平洋海嶺南部では、海嶺での活発な海底火山活動を示唆する大規模な熱水プルームが観測されている。また、海嶺軸に沿う浅いマグマ溜まりが反射法探査 (Detrick et al., 1993) から報告されている。よって、これらの微小な地震は、海底直下のマグマや熱水の移動や、それに伴うクラックの形成との関連が考えられる。

減衰波形は、卓越周波数数 Hz の、単一周波数の単純な減衰波形とも見える波形で、地震波特有的の後続波形が見られない。また、直交 3 成分とも同様な振幅変化をす

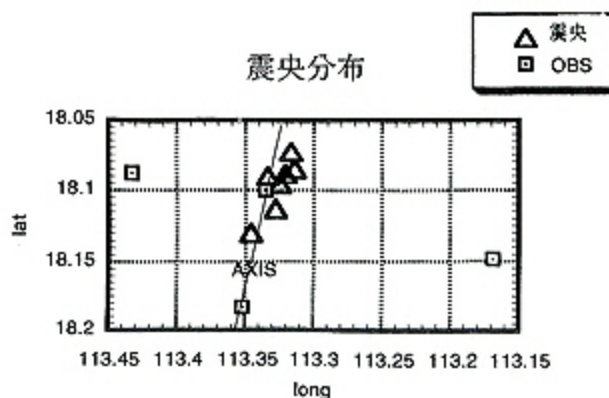


図 4 暫定的な震央分布。このほかの多くの地震は軸上の地震計のみに記録され、他の地震計には波が到達していない
Fig. 4 Temporary epicenter distribution.

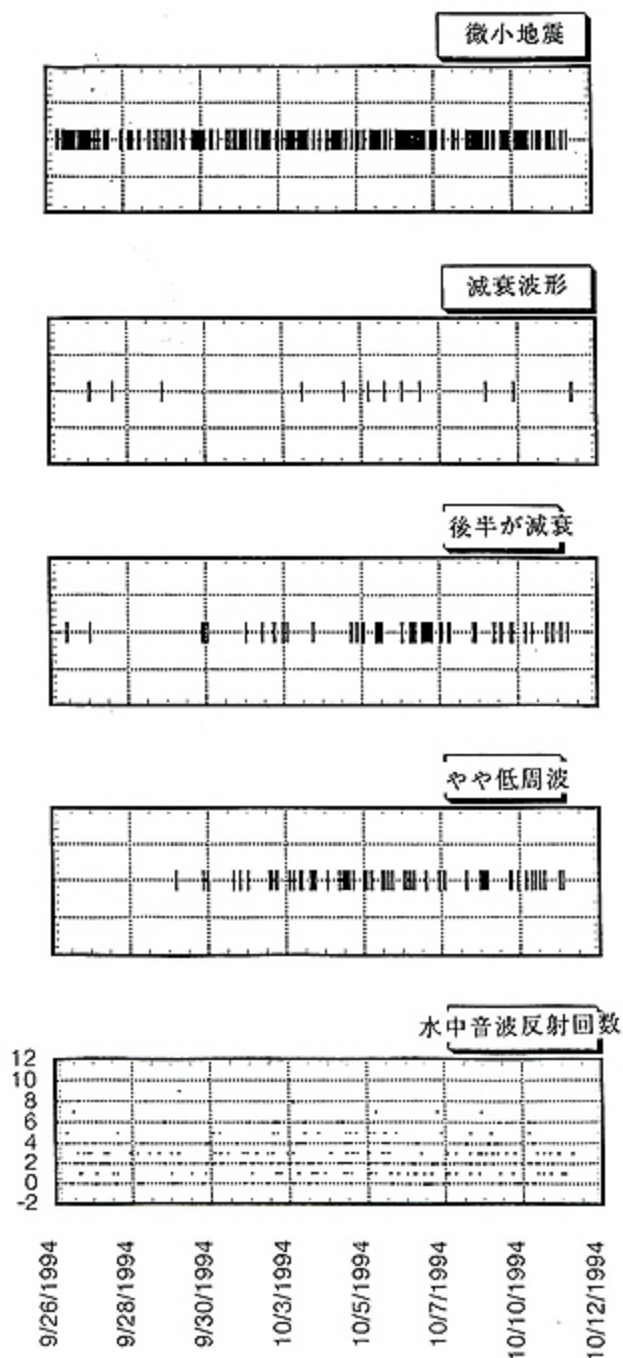


図 5 地震の時系列分布と水中音波に見られる反射波の回数
 Fig. 5 Time series of event and order of multiple reflection wave.

る場合も多い。この特異な波形は、マグマ溜りに関連のある波形として陸上の活火山等から報告されている地震とよく似ている。熊沢ら (1995) などの報告など、マグマ溜りの振動によりこのような波形が励起される可能性が指摘されているこの波形は、マグマ溜りとの関連の可能性があること、微小地震がほとんど見られなかった $18^{\circ}22'OSC$ でも、微小地震活動の活発な $18^{\circ}06'$ でも共通に見られたこと、群発傾向があることから、海嶺の活動度の指標として今後行われるであろう海嶺での長期モニタリングの有用なデータとなりうると考えている。

引用文献

- 西澤あずさ・海宝由佳・岸本清行・篠原雅尚 (1996) : 超高速拡大軸における海洋地殻の地震波速度構造. 月刊地球, 18 (7), 471-477.
- Detrick, R. S., A. J. Harding, G. M. Kent, J. A. Orcutt, J. C. Mutter and P. Buhl (1993) : Seismic structure of the Southern East Pacific Rise. Science, 259, 499-503.
- 熊沢峰夫・熊谷博之・武井康子 (1995) : 励起自己回帰過程の理論と調和振動的地震波解析. 平成 7 年度地震学会秋期大会予稿集.

(原稿受理: 1996 年 7 月 12 日)