

## ケーブル式海底地震計の環境ノイズ低減のための試み

海洋科学技術センター 正会員 松本 浩幸  
 海洋科学技術センター 川口 勝義  
 海洋科学技術センター 三ヶ田 均

### 1. はじめに

海洋科学技術センター（JAMSTEC）では、1999年に釧路・十勝沖に海底地震総合観測システム2号機を敷設して長期観測を続けている<sup>1)</sup>。図-1に示すように、釧路観測システムはケーブル全長240kmあり、その中にインライン型海底地震計3台、およびインライン型津波計2台を含んでいる。海底地震計には、日本航空電子工業社製サーボ型加速度センサーJA-5III Aが使用され、図-2に示すように、加速度センサーが直交3成分方向に取り付けられている。

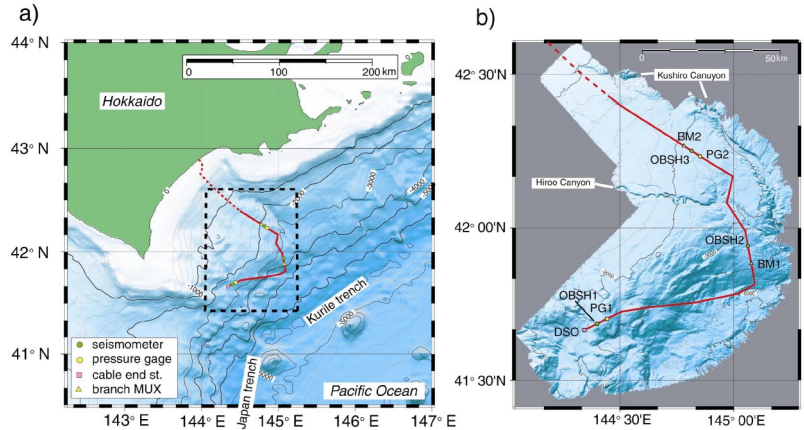


図-1 釧路・十勝沖海底地震総合システムのケーブルルート図

釧路・十勝沖の海底表面は低密度の未固結堆積物で覆われており、その海底面にそのまま設置された地震計は外乱の影響から海中特有の脈動ノイズを持つ。その帯域は周波数0.1~2Hzに跨がり、パワースペクトル密度で0.2Hzに $10^{-9}(\text{m}/\text{sec}^2)^2/\text{Hz}$ 程度のピークを持つ。脈動ノイズの一部は、潮汐や表面波、底層流などに起因すると考えられ、このノイズを除去もしくは低減することができれば、観測精度の向上が期待できる。

2002年に実施したKR02-07「かいいい」航海、およびKY02-07「かしよう」航海では、海底面に設置された地震計の受ける環境ノイズの低減を検討するため、海底堆積物を吸引し海底に溝を作成する埋設装置を用いて、海底地震計の地中埋設作業を実施した。ここでは、地震計埋設作業の概要と地震計埋設前後で脈動のノイズレベルについてデータ解析した結果を報告する。

### 2. 海底地震計埋設の概要

地震計埋設装置は、駆動源となるポンプユニット、アクチュエータ、ホースから構成される。無人探査機（ROV）に地震計埋設装置を搭載し、図-3に示すように海底地震計付近に着底して海底面に設置された地震計の地中埋設作業を実施した。吸引装置により海底地震計付近に深さ50~80cm、長さ5m程度の溝を掘り、ROVに取り付けられたマニピレータで耐圧容器に格納された海底地震計を溝に落とし込む作業を行った。その後、再び溝を埋め戻した。1サイトあたり約6時間の潜航で海底地震計の地中埋設作業は完了した。

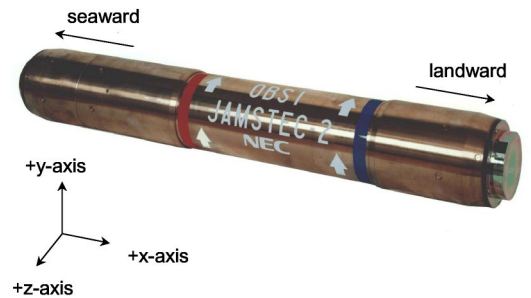


図-2 釧路観測システムの海底地震計

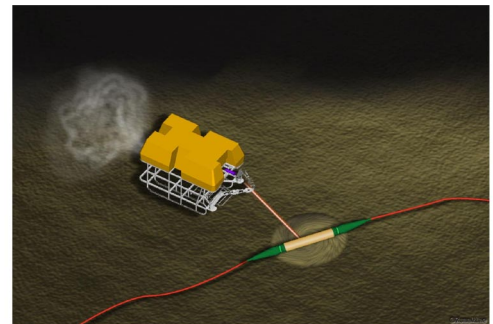


図-3 海底地震計埋設作業のイメージ図

**Key Words:** deep-sea observatory off Kushiro, ocean-bottom seismograph, micro-seismic noise, suction system  
 〒237-0061 横須賀市夏島町 2-15 海洋科学技術センター 深海研究部

### 3. 海底地震計の環境ノイズ特性

#### (1) 地震計埋設前の脈動ノイズ

地震計埋設前の脈動ノイズを調べるために、一例として海底地震計 OBS1 の非地震時の釧路・十勝沖海底におけるパワースペクトル密度を図-4 に示す。スペクトル計算のために抽出した加速度記録は、日本時間2000年1月6日6時00分から7時00分までのものである。図中の、赤線、緑線、青線は、それぞれ海底地震計の  $x$  成分、 $y$  成分、 $z$  成分を示している。図-4 によると、パワースペクトルは、低周波数帯域では周波数の1乗に比例して減少して、高周波数帯域では周波数の0.5乗に比例して増大する。そして、周波数帯0.1~0.2Hzに見られるピークが、釧路システムが観測した脈動であり、その最大値は0.2Hzに $10^{-9}(\text{m/s}^2)^2/\text{Hz}$ 程度の振幅を持っている。

#### (2) 地震計埋設後の脈動ノイズ

地震計埋設後にセンサーが安定したと思われる地震計埋設から約3ヶ月後の2002年10月26日の4時00分から5時00分までを抽出して、同様にパワースペクトル密度を計算した。地震計埋設後のOBS1のパワースペクトル密度の計算結果を図-4と同様に表示したものを図-5に示す。

地震計埋設前後でのパワースペクトル密度の変化を見ると、埋設後も0.1~0.3Hzに脈動ノイズが見られる。ただし、埋設後のほうが、高周波数側の0.3Hzの脈動ノイズが卓越していることが読みとれる。通常、高周波数帯域のほうが脈動ノイズレベルが高い傾向にある<sup>2)</sup>ことから、これは埋設による海底と海洋とのカップリングを反映したものかもしれない。2Hz以上の高周波数帯域に注目すると、埋設前に存在したピークが埋設後には消滅していることが分かる。この周波数帯域は局所的な脈動ノイズが卓越する周波数帯域であり<sup>2)</sup>、埋設による脈動ノイズレベルの低減が現れている。0.1Hzよりも低周波数帯域で埋設前後で変化がないのは、この周波数帯域では環境ノイズよりもセンサーノイズが卓越している<sup>1)</sup>ためである。

#### 4. おわりに

本研究では、まず2002年に実施したKR02-07航海とKY02-07航海の目的と海底地震計埋設の概要について述べた。そして、海底地震計埋設前後で脈動ノイズの変化について示した。

海底地震計の埋設前後で脈動ノイズの卓越周波数が逆転した。これは海底地震計埋設後に環境ノイズが低減して海底と海水とのカップリングが成立したものと考えられる。また、埋設により高周波数帯域の脈動ノイズの低減も認められた。同様の傾向が釧路システムの残りの2台の海底地震計(OBS2、OBS3)でも認められた。

#### 参考文献

- Hirata, K., M. Aoyagi, H. Mikada, K. Kawaguchi, Y. Kaiho, R. Iwase, S. Morita, I. Fujisawa, H. Sugioka, K. Mitsuzawa, K. Suyehiro, H. Kinoshita, N. Fujiwara, Real-time geophysical measurements on the deep seafloor using submarine cable in the southern Kurile subduction zone, *IEEE J. Ocean. Eng.*, *27*, 170-181, 2002.
- Webb, S. C., Broadband seismology and noise under the ocean, *Rev. Geophys.*, *36*, 105-142, 1998.

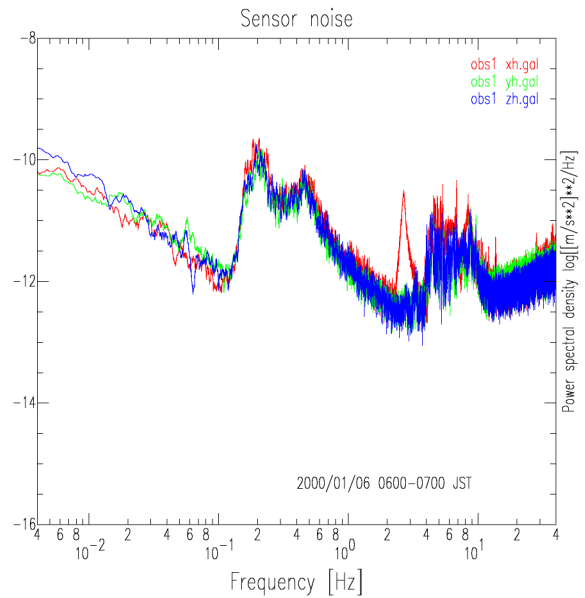


図-4 埋設前のOBS1におけるパワースペクトル

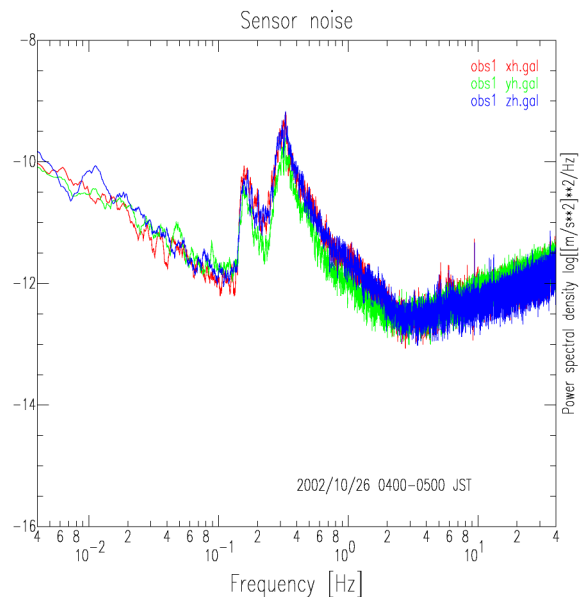


図-5 埋設後のOBS1におけるパワースペクトル