

自己浮上式海底観測機器の回収の安定性

Improvements of recovery rates of Pop-up ocean bottom instruments

島村 英紀 [1], 村井 芳夫 [2], 西村 裕一 [3]

Hideki Shimamura [1], Yoshio Murai [1], Yuichi Nishimura [2]

[1] 北大・理・地震火山研究センター, [2] 北大・理・地震火山研究観測センター, [3] 北大・理・地震火山センタ

[1] Institute of Seismology and Volcanology, Hokkaido Univ., [2] Inst. Seismology and Volcanology, Hokkaido Univ.

海底に設置する地球物理学や地球化学に用いる自己浮上式の観測機器の共通の問題点は、回収率の改善にある。つまり観測の成否の鍵を握っているのは回収である。近年は超音波を使ったトランスポンダーによって、海底に設置した機器と音響通信を行って浮上指令を与えて浮上させる手法が一般的になったが、ときとして、回収不可能な事例が起きる。しかも、回収できなかった場合にはデータや機器そのものを失うばかりではなく、その失敗例から教訓を学ぶわけにはいかないのが困る。このため、海底地震計を例にして、回収率の改善のために行ってきたさまざまな工夫をレビューし、最近の改善例について具体的に述べる。

海底で使う地球物理学や地球化学の観測に用いる機器は、観測したい現場に行き、そこで必要なデータ（またはサンプル）だけを集めて、観測終了後は機器ごとデータ（またはサンプル）を回収する仕組みになっていることが多い。この種の機器を自由落下式、あるいは自己浮上式(Pop-Up式)機器という。ただし、海底ケーブル式海底地震計やドリリングで掘った孔内に設置する機器のように、予算が潤沢で準備期間も十分用意できる少数の例外はある。この例外的な観測は、もちろん科学のために重要なものだ。しかし本稿で述べるような、機動性があるのが最大の特長であるPop-Up式の仕組みは、「例外」があくまで数も設置場所も限られてしまううえ、設置するまでに年単位の時間を要する以上、今後、その重要性が増しこそすれ、減ることはない、極めて重要な科学的な手段である。つまりこの二つは相補的なものなのである。

日本に限らず世界中で、歴史上、あらゆる試行錯誤を経た結果、近年は超音波を使ったトランスポンダーによって、海底にある機器と音響通信を行って、機器に浮上指令を与えて浮上させる回収方式が一般的になった。なおトランスポンダーでは、海底でのノイズ環境、送受話器のサイズ、海中での超音波減衰量の周波数依存性などを勘案した結果、10KHz前後の周波数を使うことが普通になっている。ところが、自己浮上式の観測機器の共通の問題点は、回収率の改善にある。つまり観測の成否の鍵を握っているのは回収である。現在でも、ときとして、回収不可能な事例がある。しかも、回収できなかった場合にはデータや機器そのものを失うばかりではなく、どの要素が悪くて失敗したのか、その失敗例から教訓を学べず、それゆえ失敗を分析することによって進歩するわけにはいかないのが、この種の機器開発ではもっとも困ることである。

なお、最近では機器を海底に設置したままで、記録したデータを超音波を使って回収することが試みられている。このため、「データごと」失うことはなくなった装置もある。しかし、これは究極的な解決策にはなりにくい。というのは、近い将来には、データだけ回収すれば、機器は回収しなくてもいいほど、つまり気象ゾンデのように機器が安く作れるようになるとも考えにくいからである。なお、観測に要する手段が特殊だったり、特別な環境（たとえば北極海の氷原下の海底で地下構造探査を行うとき）でデータを得なければならないときにはこの手法は必要である。もちろん、海底傾斜計のように、いったん設置した状態を変えないままでデータを取得したい用途や、定期的にデータを回収したい用途には、それぞれの意味では適している観測法ではある。

また、はじめに述べたように、限られた費用で（そのうえしばしば多点観測が必要なために）複数の機器を製作しなければならないという研究上の制約、また設備の整った観測船が利用できない環境（小型漁船、外国船、ときにはヘリコプター）で使用しなければならない実務上の制約から、機器の大きさや重さに制約もある。このため、技術としてはすでに適用可能である十分なfail-safe策（たとえば旅客機の信頼性を上げている技術である、重要な回路や部品の多重化など）を採用できないことがほとんどである。

海底で使う観測機器には、機器開発上、それぞれに固有の問題（たとえば、海底地震計の場合には必要な周波数帯域で、海底とのカップリングが十分に良好な必要があり、流速計などで用いられているreleaserを使えない。また海底磁力計などでは、非磁性の構成部品を使わねばならないなど）はあるが、回収については共通の問題を持っている。それゆえ、さまざまな研究分野での経験を生かしたり交流したりしながら、機器を改善していくことが重要である。また、海底での設置期間を従来よりも長くしたい観測も増えつつあり、このために新しい技術（たとえば超長寿命の電池）や対策（たとえば深海性海底堆積物への埋没対策や金属部分の腐食対策）も必要になっている。

本発表では、回収率の改善のために歴史的に行ってきたさまざまな工夫をレビューし、最近の改善例について具体的に述べる。とくに、昨年来北海道大学で採用した時限装置を内蔵したトランスポンダーについて、その

北極海や日本海での実験例、得失などを報告する。時限装置は回収率の改善や機器の将来的な改良（不具合の発見）に顕著な効果があったが、一方では（当初から予測されたことではあったが）船の行動を制約してしまう。機器の信頼性や、それぞれの観測の重要性と、この種の煩わしさや欠点とのtrade offが必要であろう。