

自己浮上式海底観測機器の問題点とその克服

Points to improve Pop-up ocean bottom instruments

島村 英紀[1], 村井 芳夫[2], 西村 裕一[3], 渡邊 智毅[4], 高波 鐵夫[3]

Hideki Shimamura[1], Yoshio Murai[1], Yuichi Nishimura[2], Tomoki Watanabe[3], Tetsuo Takanami[4]

[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・地震火山センター, [4] 北大地震火山センター

[1] Institute of Seismology and Volcanology, Hokkaido Univ., [2] Inst. Seismology and Volcanology, Hokkaido Univ., [3] ISV, Hokkaido Univ., [4] ISV, Hokkaido Univ

海底に設置する地球物理学や地球化学に自己浮上式の観測機器が広く用いられるようになった。これらの観測機器にとっての共通の問題点を洗い出す。例えば観測の成否の鍵を握っているのは回収である。近年は、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だが、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もいかない。海底地震計をはじめ近年の観測機器の例をあげて、自己浮上式の機器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）を自己浮上式として回収する仕組みになっていることが多い。ただし少数の例外があり、海底ケーブル式海底地震計やドリリングをし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ときには、定置型の観測（たとえば海底ケーブル式海底地震計）を行なうこともある。これら「例外」の観測はもちろん科学のために重要なものだが、一方で、機動性があるのが最大の特長である自己浮上式の仕組みも、「例外」があくまで数も設置場所も限られてしまう（うえに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である。

ところが、この自己浮上式の観測機器は、地球科学で使う現場の観測機器としてまだ完璧なものではない。たとえば、不幸にして回収できなかったときには、測器もデータも失うことになる。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（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た）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。

しかし現在でも、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、どの部分が悪くて失敗したのか、その失敗例から教訓を学ばず、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問題になる。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。また音響通信によるデータ回収もデータ転送率（とエラーレート）や電池消耗などの問題が大きい。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（そのうえばしばしば多点観測が必要なために）多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海底との良好な結合が必要な周波数帯域で十分に確保されている必要があり、流速計などで実績のある水中型 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取り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、海底地震計を例にして、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、とくに前回、この種の討論を行なった一昨年合同学会以降の問題点と解決について具体的に

述べる。