

## 沈み込み地震発生帯での長期孔内地震・地殻変動観測

## Longterm borehole seismo-geodetic observation in seismogenic zone

# 荒木 英一郎[1], IODP 国内科学掘削推進委員会孔内計測検討ワーキンググループ 篠原 雅尚

# Eiichiro Araki[1], OD21 SAC Downhole Measurement/Monitoring Working Group Shinohara Masanao

[1] JAMSTEC

[1] JAMSTEC

海洋プレート沈み込みに伴う地震発生の物理を理解するためには、どのような観測が必要だろうか？地震発生の物理モデルを考え、制約していく際には、1)発生場の物理条件を規定する、とともに2)そこでの歪み蓄積・解放の過程を地震発生サイクルの中で時空間的にとらえる、ということを行い、それら2つの関係を見ていくことが必要であろう。

プレート沈み込みによる地震の発生場の物理条件を知ることは、地震が地下深くに発生しているため、実際に計測を行うことは不可能であり、地表、海底での観測から推測するより他になかった。しかし、近い将来に始まる統合国際深海掘削計画（IODP）で運用される予定のライザー掘削の可能な深海掘削船「ちきゅう」は、2.5kmの水深から地下7kmの掘削を目標としている。もし、そのような掘削が実現したとすると、その深度は例えば南海トラフでの大地震発生域の上端に達する可能性がある。それは、初めてプレート沈み込みの地震発生場を実際に見ることができることを意味する。また、掘削孔内で長期にわたる観測を行うことで、地震発生の歪み蓄積・解放のプロセスをモニターすることができるかもしれない。そういった状況を踏まえて、どのような場所でどのような観測を行えばよいのか？また、観測を行う際にはどのような問題が考えられるのか？今回、南海トラフの海溝軸～地震発生域を例に、掘削孔内での長期観測、特に地震・地殻変動観測の仮想プランによる検討を行ってみる。

地震発生場の物理条件(1)を規定するのに何を知らなければならないのか。A)地震発生のための応力蓄積はどこで起こっているのか、また、そのような場所のB)物性（温度圧力条件、構成物質の性質）を知りたい。C)地震発生帯での水など流体の存在の有無と存在の仕方（間隙水、または自由に動き回れるのか）は、地震断層でのすべり条件を左右する重要なパラメータである。他には、D)地震発生域やその周囲の散乱体分布は、過去の破壊を考えるのに役立つだろう。次に、そのような場がどのような時空間的な変動を起こすのか(2)は、E)地震のスケーリング、F)地震の分布G)地震メカニズム（破壊の伝搬のしかた）H)地震サイクル全体における、地殻歪み変化および地殻内流体の流動・圧力変化のしかた、というようなパラメータで記述されるだろう。地震・歪み・傾斜・圧力を掘削孔で長期観測すれば、以上の項目をこれまでと比べられないほど詳細に観測することができるだろう。例えば、孔内の地震計アレイ観測（A, D, E, F, G）、地震断層やデコルマン近傍での歪み観測または傾斜計アレイ観測（A, G, H）、圧力計観測（A, B, C, H）などを考えることができる。孔内設置のこれらの測器群は、他の手段に代えられない現場観測の手段としてだけでなく、海底地震計などの海底観測ネットワークを3次元的に拡張するものにとらえることもできる。このことに注意して、大深度掘削孔を掘削する際に必要なパイロットホールを含む複数の掘削孔の利用方法を考えることも重要である。

このような多数の測器を大深度掘削孔に設置して長期観測（地震発生サイクルはとても長い！）を実行する際、様々な技術的問題が露わになるだろう。孔内深部は、2000気圧、250℃という超高温高温環境であり、このような厳しい環境下で1年を越えて長期動作する地震・地殻変動測器は今のところない。測器だけではなく、海底までの伝送路（ケーブル、光ファイバー等）もそれに耐えなければならない。多数の測器からのケーブル数が増える可能性があるが、孔の直径は限られており、また、多チャンネルの測器を駆動する電力供給の方法も大きな問題である。掘削孔は崩壊を防ぐために鉄管（ケーシング）を埋め込み防護するが、一方で歪み計、圧力計には外部の変動を確実に伝達する必要があり、鉄管の地震・地殻変動観測への影響を評価しなければならない。地震計・歪み計等と地殻とのカップリングを考えると、測器は鉄管を含めてセメント埋め殺したいが、一方で圧力計はセメントや泥などのシールは被ってはならない。他に、地震発生場に近づくことで、地震発生時にセンサーに加わる加速度は、10Gにも達する可能性がある。それは、微小変動を観測しながら、大入力でも異常動作しないような測器がより求められるということである。以上述べた問題点は、全体のごく一部であるが、具体的な計画立案を行って早期に問題点を洗い出し、多方面の知識を結集していくことにより解決していくことが求められる。