

海底マスムーブメントの分類指標等に関する検討（その2）

松四 雄騎*

1. 研究の目的

海底地形の成因とその発達過程を論考することは、地域テクトニクス史の理解や、陸地から海洋への物質の供給・輸送・堆積システムの把握とモデル化、海洋底資源探査、あるいは沿岸における津波ハザードの評価において重要である。特に、多様な形態・規模・頻度で生じる海底マスムーブメントの痕跡を検出し、海域および沿岸域で観測される諸現象との因果的関係を検討することは、津波防災を考えるうえで不可欠となる。

近年海底マスムーブメントの痕跡の判読においては、高い空間解像度の音響測深調査・音波探査による精細な海底地形および浅層構造のデジタルデータが利用できるようになってきた。沿岸域における津波の規模評価を検討するとき、こうした海底地形の判読と定量解析に基づいて、海底マスムーブメントが生じさせる想定津波規模を設定できることが望ましい。本研究では、高精細な海底地形データを用いて、大規模な津波を励起する海底マスムーブメントの痕跡がその海域にどれほど存在するのか、定量的かつ迅速に判別する地形指標を考案することを目的とする。

2. 研究の方法

特定海域において、マルチビーム測深により取得された海底地形データを用いて地形のアナログ判読を行うとともに、海底マスムーブメントに由来すると考えられる地形の特徴と規模について詳細に検討した。海底マスムーブメントの痕跡地形の認定基準は一般化されていないが、ここでは以下の点に着目して判読を行い、マッピングを行った。

- ・馬蹄形状の平面形を有し、上端に急傾斜を示す急崖（崩落崖）が認められる。
- ・崩落崖の下流側に舌状の堆積物あるいは移動土砂の輸送流路が認められ、マスムーブメント現象を考えた場合に矛盾のない位置関係にある。

こうした形態的特徴をもつ地形は広く認められ、海底における物質輸送を担う現象としてのマスムーブメントの普遍性が示唆される。ただし、その規模（平面的広がりや鉛直的厚み）には多様性があり、全てのマスムーブメントが、有意な波高をもつ津波を励起するわけではないという推測も成立する。

次に、判読された海底マスムーブメントの痕跡地形に対し、滑落崖の明瞭さを指標化する方法を考案した。一般に、厚いブロックが、少なくとも始動時にはその形態を保って塊状に滑動する様態のマスムーブメントが生じる際に、津波の波源となる海面変動も大きくなるものと予想される。そこで、滑落崖が遷急線と遷緩線のペアで構成されることに着目し、地形曲率と勾配を掛け合わせた指標（Curvature-Slope Index: CSI）を考える。地形曲率は、遷急線付近で正の値を、遷緩線付近で負の値をそれぞれとる。また、勾配は両者に挟まれた区間で最大となる。よって滑落崖の周縁で、CSIは正負反転し、急勾配部でその変化が強調された空間分布を示すことになる。こうした計算は、設定された測線に沿って算出したCSIに対して1次元的に行っても良いし、地理情報システム上で平面的なラスタ型データに対して2次元的に実行しても良い。このCSIの空間変化を距離で区間積分して、斜面傾斜変換の明瞭度（すなわち滑落崖の顕著さ）を無次元定量化できる。

3. 得られた結果

明瞭な滑落崖をもつ海底マスムーブメントの痕跡地形において、CSIは源頭頂部で有意なシグナルを示し、滑落崖を検出できる指標として有用であることが示された。明瞭な遷急-遷緩ペアによる傾斜変換をもたない侵食斜面と比較して、海底マスムーブメントの痕跡のある場では、CSIに基づく滑

*京都大学・教授

落崖検出が可能であった。また、マスマーブメントの層厚を考慮した新たな指標は、高精細なデータを用いた判読に基づいて算出された移動土塊の体積と相関しており、海底マスマーブメントの発生による津波の規模を想定しうることを確認した。ただし、指標の算出におけるいくつかの課題も明瞭となった。

まず、CSI に基づく滑落崖検出においてノイズとの分別（シグナル判定）に方法的工夫が必要であった。これは、海底マスマーブメントの痕跡地形において、主滑落以外にも、崩壊地内に小規模であるが明瞭な段差地形が存在したり、堆積域に山向きの小崖が形成されたりすることによる。シグナル判定方法として、対象とする測線あるいは平面上において、判定区間/区域の CSI ピーク値とそれ以外の CSI 標準偏差値の比を計算し、このシグナル/ノイズ比に閾値を設けて、検出判定を行うことが考えられる。検出された段差地形に対して、CSI の空間積分を行い、明瞭度に順位をつけて主たる滑落崖の選別を行うこともできる。

次に、ウィンドウサイズが一意に選定し難いという問題があった。これは、地形のスケール多様性を考えると当然ではあるが、指標の値の使用上、特に相互比較や相関解析においては難しい課題となった。対象とした領域の海底地形での測線解析の場合には、ウィンドウサイズを 200 m 程度に設定すると、地形特徴のシグナル/ノイズ比を全体として最大化できることがわかったものの、この一律サイズでは一部の斜面に対する滑落崖検出における CSI の精度・確度が低下してしまう。実用的には、どれほどの規模の地形が検出されるべきか、という視点での決断が必要な部分でもあると考えられる。

今後はこの地形指標計算を地理情報システム上でのラスタ演算により準三次元的に展開する。これにより滑落崖に囲まれたマスマーブメントの範囲の半自動抽出が可能になり、また、側線設定位置に左右されないより客観的な分析が可能になる。また、海底地形指標とマスマーブメントにより発生する津波の規模とを関連付けることも重要な課題となる。