

2007年新潟県中越沖地震震源域における海底地形及び変動地形について

泉紀明・長野勝行：海洋調査課 及川光弘：大陸棚調査室 西澤あずさ：技術・国際課
 小野寺健英・伊藤弘志：海洋研究室

Seafloor topography and tectonic relief in the source region of the Niigatoken Chuetsu-oki Earthquake in 2007.

Noriaki IZUMI, Katsuyuki NAGANO : Hydrographic Surveys Division
 Mitsuhiro OIKAWA : Continental Shelf Surveys Office
 Azusa NISHIZAWA : Technology Planning and International Affairs Division
 Kenei ONODERA, Koji ITO : Ocean Research Laboratory

1 はじめに

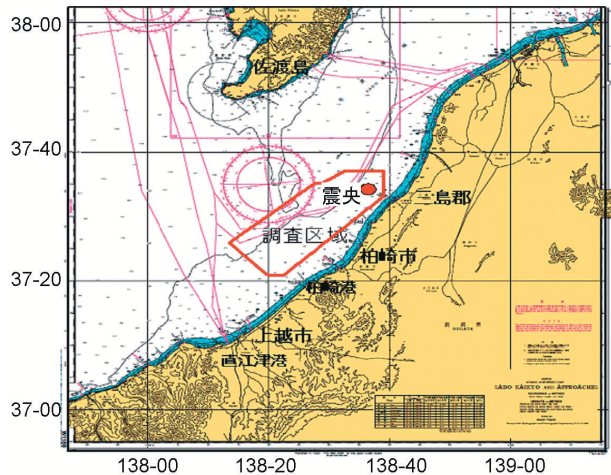
2007年7月16日に新潟県上中越沖の深さ約10 kmを震源とするMj 6.8の平成19年（2007年）新潟県中越沖地震が発生した。新潟県と長野県で最大震度6強を観測，死者14名（総務省消防庁による，2007年10月22日現在）の大きな被害をもたらされた。日本海東縁部では日本海拡大終了後の約300万年前から北西-南東方向で圧縮が始まり，南北性の逆断層や褶曲構造が形成されてきた。この地震の震源域はそういった日本列島東西短縮変形の約半分の量が集中する，ひずみの大きい帯状の地域「新潟-神戸ひずみ集中帯」と呼ばれるエリアの中に存在しており（鷺谷，2007），かねてから指摘されていた日本海東縁部の地震空白域（大竹ほか，2002）において発生したとみられている。

地震調査委員会によれば，発震機構はその余震分布から北西-南東方向に圧力軸を持つ逆断層型であり，断層は南東傾斜とされている。

また，陸上におけるGPS観測や水準測量の結果からは柏崎市の沿岸部で北西方向へ最大17 cmの移動が確認され，柏崎市観音岬を中心に最大約25 cmの隆起と柏崎験潮所で約4 cmの沈降も観測されている。

2 測量船「天洋」による調査

地震後における海底地形の変化及び海底面の変動地形の分布把握のため，地震発生から4日後の7月



第1図 調査区域図

Fig. 1 Location map of the survey area.

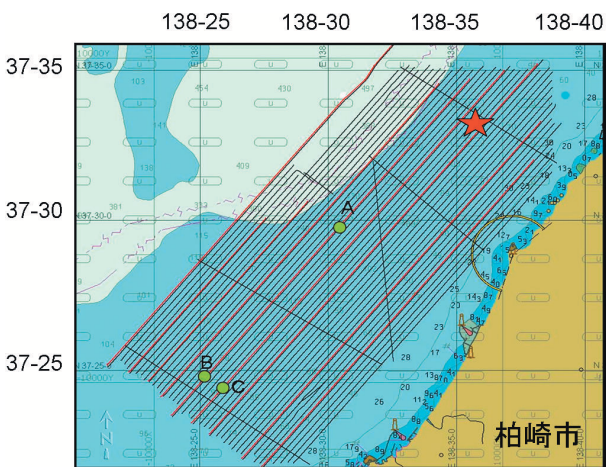
第1表 調査使用機器概要

Table 1 Summary of survey equipment.

・マルチビーム測深機 型式: SEA BEAM 1180 (SEA BEAM社) 使用周波数: 180kHz ビーム数 : 126 測深幅 : 153° 最大水深 : 600m	・サイドスキャンソナー 型式: KLEIN SYSTEM5400 (KLEIN社) 使用周波数: 455kHz 耐圧 : 200m スワ幅 : 最大300m 最大解像度: 7.5 × 10cm
--	--

20日から7月24日にかけて、測量船「天洋」により調査を実施した。海底地形調査にはマルチビーム音響測深器を、海底面調査にはサイドスキャンソナーを使用した。区域は第1図に示す新潟県柏崎市沖を中心とする海域である。

調査測線を第2図で示す。測線方向は北東-南西方向を主測線とした。黒線がマルチビーム測深機による調査測線で、測線間隔は300 m、赤線はサイドスキャンソナーによる調査測線で測線間隔は1200 mである。



第2図 調査測線図。黒線は海底地形調査を行った測線、赤線は海底面調査測線。星印は本震の震央を示し、緑の点は第10-12図のサイドスキャン画像の位置を表す。

Fig. 2 Position of survey lines. Black and red lines are the multi-beam and sidescan sonar survey lines, respectively. Red star shows the epicenter of the main shock and green solid circles indicate positions of the sidescan images shown in Fig.10-Fig.12.

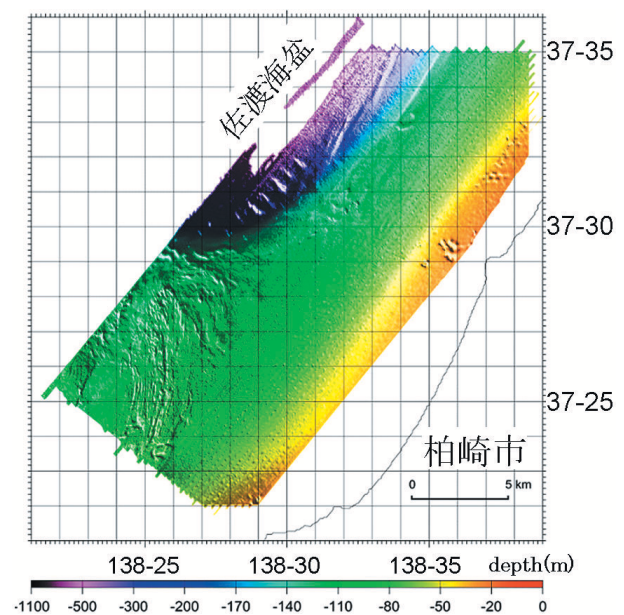
3.1 海底地形の調査結果

調査区域は新潟県柏崎市沖の水深約20~480 mに至る海域である。陸岸から水深約140~160 mまでは岸線と平行に緩やかな傾斜で深くなる陸棚が広がっている。秋田から新潟沖においては陸棚外縁水深は約140 m程度で、外縁に接して広く平坦面が分布しており(岩淵, 1968), 約2万年前の海水準低下期に形成されたと考えられている。

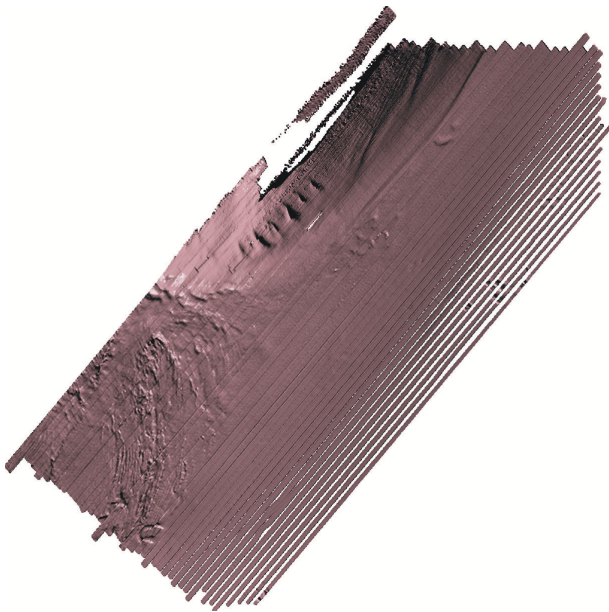
この陸棚から、北西部では谷筋を伴う急傾斜が存在し、佐渡海盆へと続いている。谷筋は急斜面の南側に多く見られ、海域北部では顕著でない。また、

水深220~300 mに谷頭を持ち、斜面とはほぼ直交する北西方向へ谷筋を形成している。谷の下部は調査海域外へと続くためはっきりしないが、読み取れる範囲の地形からは今回の地震に伴った地滑り等が発生した跡は見られない。また、海域北部の佐渡海盆へと続く斜面上には北北東-南南西方向に畝状の高まりが少なくとも2条存在している(第5図)。この高まりは斜面を横切っていることから斜面形成後に形成されたと考えられ、また埋積や浸食が見られないことから比較的新しい時代の構造地形であると推察される。

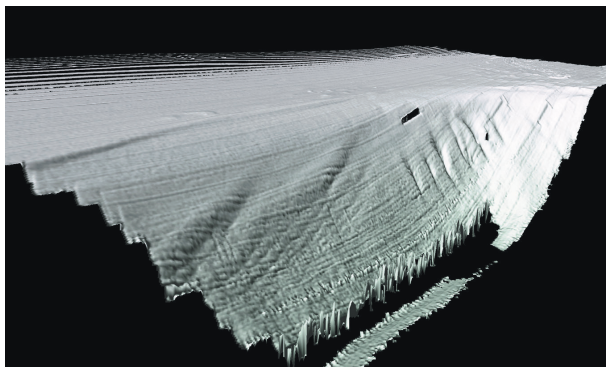
海域南西部には南西端を中心とする弧状の皺がよった地形(ケスタ地形)が広がっている。皺の走向は南-北から南南西-北北東方向であり、この方向は地質調査所による海底地質図に記載された、米山-小木隆起帯に存在する褶曲構造の軸方向と調和的である。ケスタ状の地形は一般的に緩傾斜の硬軟互層において浸食が行われた際に、軟岩が選択的に浸食された場合などに見られることが多いとされる。水深約120 mまでにおいて顕著に見られることから、更新世の海水準低下時において浸食活動が行われ、削り取られた褶曲構造の断面の跡と考えられ、線状に表れている方向を層理面とみると、地層の走向方向を示していると考えられる。



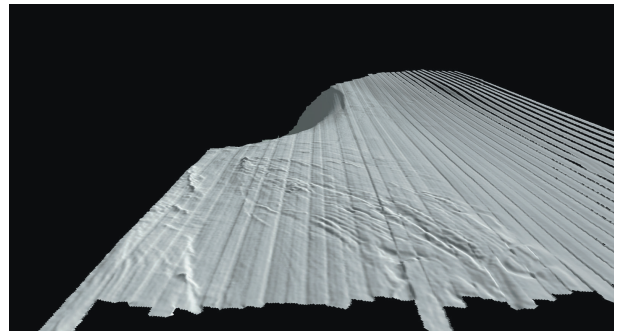
第3図 海底地形図
Fig. 3 Submarine topographic features.



第4図 海底地形陰影図。深さを10倍に表現した。
Fig. 4 Shaded bathymetric map. Vertical exaggeration of the depth is ten.



第5図 北方向から見た海底地形陰影図。深さを10倍に表現した。
Fig. 5 Shaded bathymetric map. The view point is from north. Vertical exaggeration of the depth is ten.

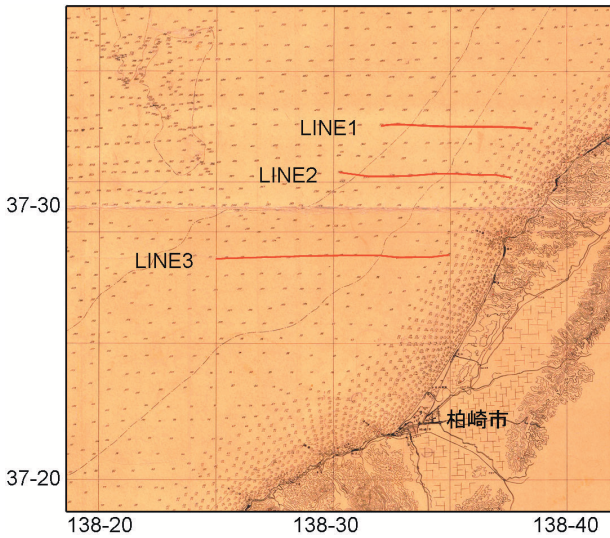


第6図 南西方向から見た海底地形陰影図。深さを10倍に表現した。
Fig. 6 Shaded bathymetric map. The view point is from southwest. Vertical exaggeration of the depth is ten.

3.2 以前の水深データとの比較

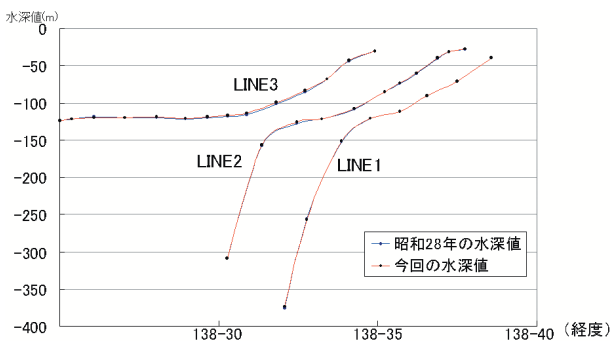
海上保安庁では昭和28年（1953年）にこの海域での測量調査を行っている。このデータは測量原図（佐渡海峡南部）として保管されているが、これより読み取った水深データと同じ位置の今回のデータの比較を行ってみた。昭和28年の測量は錘及び音響測深併用によることから、深度が増すほどその誤差は大きくなると考えられ、そのため水深400 m以浅について比較を行った。

ほぼ東西方向になるよう読み取った昭和28年の水深値と、その場所に該当する今回の25 mメッシュデータ値とをグラフにしたものが第8図である。縦軸がm単位の水深値を示すが、このスケールではほぼ整合していることがわかる。そこで新しい数値から旧の数値を引いた差分表を作成した（第9図）。全体として、新しい測深値の方が浅く出ている傾向が見られる。この結果と今回の地震との関連については今のところ不明である。



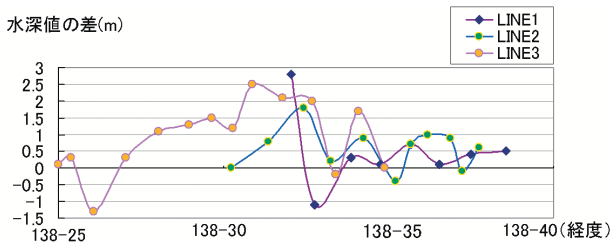
第7図 1953年及び2007年測量の水深比較を行ったもの。赤線が断面位置を示す。

Fig. 7 Comparison of bathymetry between 1953 and 2007 survey. Red lines show position of profiles.



第8図 海底地形断面図

Fig. 8 Bathymetric profiles along the track lines.



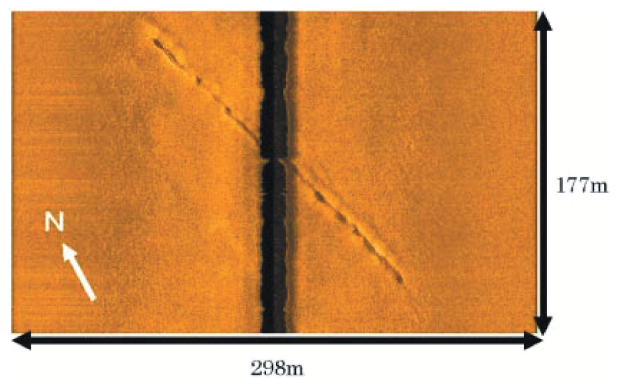
第9図 水深値の差分

Fig. 9 Difference of the depths.

3.3 海底面の調査結果

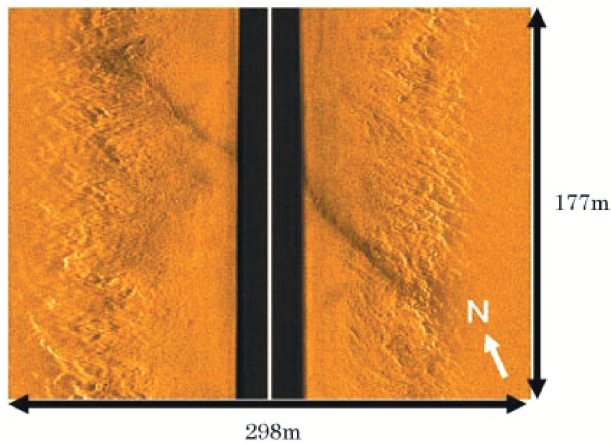
測線上の各点でサイドスキャンソナーにより得られた音響画像の例を第10図から第12図, その位置を第2図に示す。中央の黒い帯はデータの無い測線直下を示している。音響画像は底質が硬い物には強い反射(白色)を示し, 軟らかいものには弱い反射(黒色)を示す。海底に変動を与えるような地震があった場合, 変動前と比べ新しい構造(噴砂, 泥火山, 断層等)ができると考えられ, 反射の違いからその分布を知ることができる。

調査の結果, この海域には直線状や雁行状の様相を示すいくつかの構造が海底面に表れていることがわかった。第10図では北北西-南南東方向に延びる長さ約200mにおよぶ直線状の構造が見られる。第11図においてはもともとあった海底地形構造を北北西-南南東方向に切る構造が存在している。この直線状構造は長さが約200mであり, 変位を伴っていることがうかがえる。第12図では微細な地形の構造, 北東-南西方向に延びる直線状の構造, ぼんやりと黒っぽく帯状に見える北西-南東方向の構造の3つの構造が存在する。直線状の構造は短く分かれ, 雁行状の配列をなしている。その間を帯状の構造が通っている。この構造は周囲より暗く見えることから軟らかい堆積物が集まっている場所と考えられる。微細な地形構造が見られる場所では白く輝く線構造があることから岩石等の露出があるものと思われる。

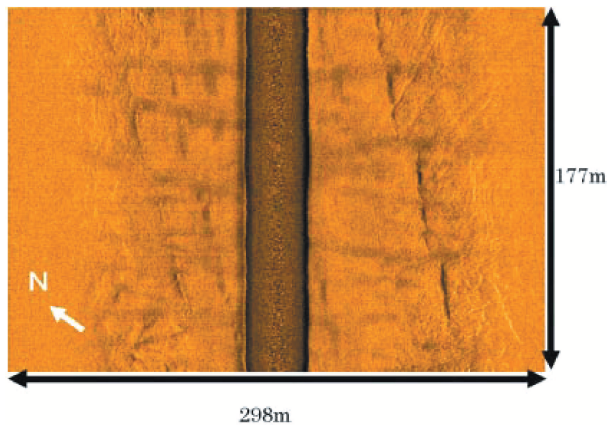


第10図 サイドスキャン画像 (A点)

Fig. 10 Sidescan image (point A).



第11図 サイドスキャン画像 (B点)
Fig. 11 Sidescan image (point B).



第12図 サイドスキャン画像 (C点)
Fig. 12 Sidescan image (point C).

4 まとめ

今回の調査においては、ケスタ地形や佐渡海盆へ続く谷など複雑な地形を明らかにすることができた。また、直線状や雁行状の様相を示すいくつかの構造が海底面に表れていることを見つけることができた。しかしながら、明らかに今回の地震によると断定できる新しい構造や変位を見いだすには未だ至っていない。今後、地形データを精査したうえで過去の測深データとの比較を面的に行いたいと考える。

また、今回の調査海域と陸岸との間の柏崎沖沿岸部において余震が多く発生した。今後、この海域での地形や海底面調査の必要があると考えられる。

5 おわりに

2007年新潟県中越沖地震は被害の大きさに加え、原子力発電所に直接被害を及ぼした地震として世間の注目を集めることとなった。その中で、いち早く現場海域調査を行った成果は地震予知連絡会や地震調査研究推進本部へ報告され、その後の地震調査の基礎資料として活用された。

地震発生後、荒天や観測機器の不調など困難な状況の中、鋭意データ取得に努めていただいた測量船「天洋」乗組員の方々、また、資料整理にあたり多くの御助言を下された関係者の方々に感謝の意を表します。

参 考 文 献

岩淵義郎：日本海南東部の海底地質，東北大地質古生物研報，66，1-76，(1965)。
大竹政和，平朝彦，太田陽子：日本海東縁部の活断層と地震テクトニクス，東京大学出版会(2002)
鷺谷威：「ひずみ集中帯」とは何か，科学，77，1200(2007)
地震調査委員会：第172回地震調査委員会評価文(2007)
地質調査所：佐渡島南方海底地質図(1994)
海上保安庁水路部：佐渡島南方海底地形図(1970)
海上保安庁水路部：佐渡島南方海底地質構造図(1970)
海上保安庁水路部：佐渡海峡南部(1953)