

新潟大学災害・復興科学研究所
共同研究報告書

巨大地震に伴う湖底斜面崩壊と流動・堆積プロセスの解明

研究代表者氏名 山崎 新太郎¹⁾
研究分担者氏名 長橋 良隆²⁾
研究分担者氏名 片岡 香子³⁾

1) 北見工業大学・工学部社会環境工学科 2) 福島大学・共生システム理工学類 3) 新潟大学災害・復興科学研究所

研究要旨

本研究は、2011年の東北地方太平洋沖地震時に震度6弱を観測した福島県猪苗代湖において、地震時の湖内の崩壊や地形の変化を明らかにすることを目的とし、湖底地形と底質の調査を行った。高性能魚群探知機による地形調査では、猪苗代湖の北東部で長さ1.3km程度の比較的新しい巨岩の散乱した地形が認められた。SBP (Sub-Bottom Profiler) を用いた地層探査では、重力流や湖底地すべりの堆積物の存在を直接的には示さないものの、湖心部から南西側にかけて表層部での音響の散乱の大きい場所があることが判明した。また、重力式コアラーを用いて、表層50cm程度までの湖底堆積物を採取し、通常の湖底で堆積する縞状粘土とは岩相や粒径、化学組成の特徴が異なるいくつかのイベント層を見いだした。2011年は地震のほか豪雨もあったため、本研究で明らかになった地形や音響断面および堆積物の特徴とこれらイベントとの関連性を今後も精査する必要がある。

A. 研究目的

2011年3月の東北地方太平洋沖地震により、内陸は大きな地震動を計測したが、湖底における斜面崩壊やそれにともなう地形の変化や混濁流の有無については、これまで検討がない。本研究は、高性能魚群探知機とSBP (Sub-Bottom Profiler) 地層探査装置、重力式コアラーを用いて2011年3月の地震時に震度6弱を観測し、湖水の濁りが目撃された福島県猪苗代湖(最大水深94m)において湖底地形と底質の調査を行うことで、崩壊地の場所や規模、形態、崩壊量、堆積物の特徴を明らかにすること、また湖底下不安定環境の解明と崩壊の発生—流動—堆積の全体像を探り、そこから他の湖底崩壊でも一般化しうるモデルを構築することを目的とする。

B. 研究方法

地形及び地質の研究手法として2種類の音響探査装置を用いた。一つは、筆者の一人である山崎が開発した高性能魚群探知機を応用した方法で

あり、これにより455kHz音響周波数を用いて水深100m程度までの高解像度の湖底画像を取得する方法である。もう一つは3.5kHz音響周波数を用いたSBP (Sub-Bottom Profiler) 地層探査装置で、これにより湖底下の音響地質構造の取得を可能にした。

湖底堆積物は、福島大学所有の重力式コアサンプラーを用いて、猪苗代湖の北部(2015-P1)、湖心部(2015-P2)、南部(2015-P3)の3地点において採取した。これらのコア試料を室内で半割し、堆積物の観察を行い、層相や堆積構造、粒度の鉛直方向への変化を記載した。さらに、福島大学所有の走査型X線分析顕微鏡(ホリバ製XGT-7200V)を用いて、連続的に化学組成分析を行った。また、粒度分析には、新潟大学所有のレーザ回折式粒度分布測定装置(Malvern製マスターサイザー3000)を用いた。

これら地形探査・音響探査および湖底コア堆積物との比較から、地震動に由来する崩壊地形や堆積物の抽出を試みる。

C. 結果

地形調査において、猪苗代湖の北東部で長さ 1.3km 程度の比較的新しい巨岩の散乱した地形が認められた。この地形は比較的規模の大きな湖底地すべりと考えられ、重要な発見である。

地層探査においては、前述した湖北東部の湖底地すべり様の地形だけでなく湖全域を横断するように探査を行い、これにより約 26m に及ぶ湖底堆積物を湖心部において確認できた。一方で、湖心部では音響の散乱が大きな領域も確認でき、表層直下の層が視認できない領域も存在していた。この範囲は湖心部から南西方向へ広範囲に広がっていた。

採取した湖底堆積物について、2015-P1 コアは、採取長 53cm、主に明暗縞状の粘土からなるが、深度 8.5~11.1cm と深度 29.1~29.3cm にイベント層が挟まる。2015-P2 コアは、採取長 15cm、深度 1~8cm にイベント層が、それ以深の深度 8~15cm は明暗縞状の粘土からなる。2015-P3 コアは、採取長 24cm、主に明暗縞状の粘土からなるが、深度 0.5~4cm にイベント層が挟まる。

XGT による化学組成分析によると、2015-P1 と 2015-P2 に挟まるイベント層は、明暗縞状の粘土とは異なる特徴を有する。すなわち、1) Al と Mn が高く、Fe と S が低いもの、2) Al と Fe と Mn が低く、S と As が高いものの 2 種類がある。

粒度分析は、コア堆積物からおよそ 5mm ずつ連続的に採取し行った。縞状粘土とイベント層との岩相境界がある場合はそれをまたがないように、間隔を調整し採取した。中央粒径で比較すると、縞状粘土に挟まるイベント層は上下の縞状粘土よりも 1) 粗粒となり正級化する部分を含むもの、2) 細粒となり級化が明瞭に認められないもの、3) 若干粗いが数 μm 程度の違いしかないもの、の 3 パターンが存在する。

D. 考察

湖北東部の規模の大きな地すべりと考えられる地形に関しては、その浅部が陸域からと考えられる堆積物の埋没で平滑になっているため、堆積速度の比較的小さな沖合の部分が埋没を免れ新鮮な地形（ブロック群）として残存しているものと思われる。ブロック群は数センチの幅の物体を

も映し出す 455kHz 音響画像でも、地層探査装置でも堆積物の埋没が確認できないことから、年 0.5mm 程度という堆積速度（湖岸付近ではそれよりさらに早くなると思われる）を考へても数百年以内に発生していた可能性が考えられる。一方で地すべり地形と考えられる地形の浅部は平滑になっており、2011 の地震で形成されたものではなく、また 1966-67 年作成の湖沼図にもその地形思われる高まりの記載があることから少なくともそれよりも以前に形成されたものであろう。今後、水中カメラ撮影など他の調査法から、地形を形成している物質がどのようなものであるか確認する必要がある。また、この規模の地すべりであれば、過去において津波を発生させた可能性が高いため、防災上は、地すべり津波に関しても猪苗代湖では留意するべきであることを示している。

地層探査では、2011 年の地震もしくは豪雨に由来する洪水によって発生したと考えられる重力流または湖底地すべりの堆積物の直接的証拠の発見には至っていないが、前述したように、湖心部から南西側にかけて表層部での音響の散乱の大きい場所があることが判明した。ここでは粗粒の堆積物が音響を散乱させている可能性がある。引き続き地層探査を行い、その追跡を行えば、重力流または地すべり堆積物の給源を知ることができる可能性が高い。

湖底堆積物中のイベント層の層相と化学組成から、2015-P1 と 2015-P2 に挟まるイベント層は、陸域から猪苗代湖内にもたらされたと考えられる。また、2015-P3 に挟まるイベント層の化学組成は、明暗縞状の粘土とはほぼ変わらず、粒径はやや粗いが顕著に異なることから、猪苗代湖内で発生した混濁流の堆積物（タービダイト）の可能性もある。上述の音響探査の結果と比較して考えると、猪苗代湖の湖底堆積物を用いた 2011 年太平洋沖地震による斜面崩壊や湖底タービダイトの検出には、猪苗代湖南部が候補の一つとなる。

E. 結論

猪苗代湖底の北東部では地滑りを示唆する地形が認められ、湖心部から南西側には表層部での音響の散乱の大きい場所がある。また、表層 50cm 程度までの湖底堆積物からは、通常の湖底で堆積する縞状粘土とは岩相や粒径、化学組成の特徴が

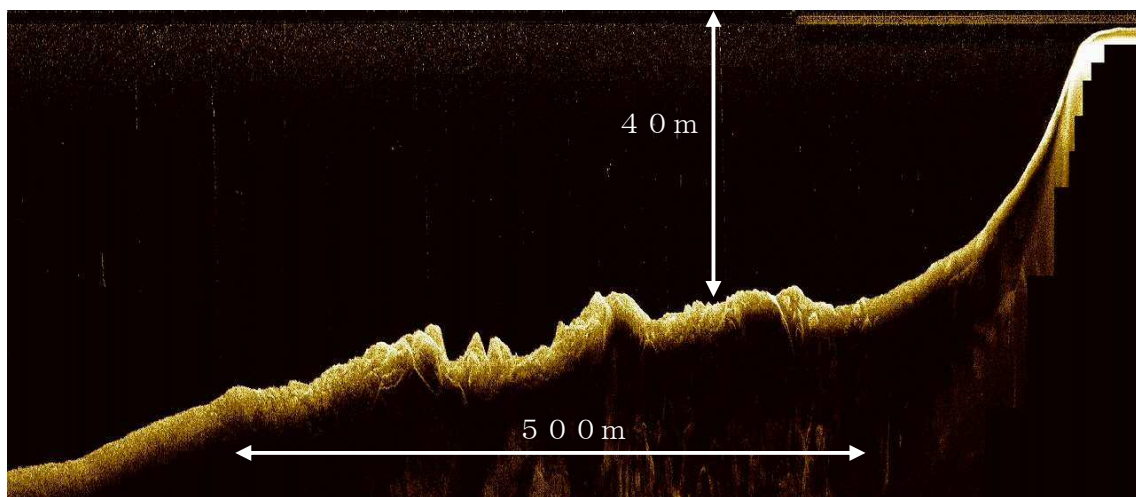
異なるいくつかのイベント層を見いだした。今後、地形や音響断面、堆積物の特徴とイベント層の成因も含め、これらの関連性を追求する。

F. 研究発表

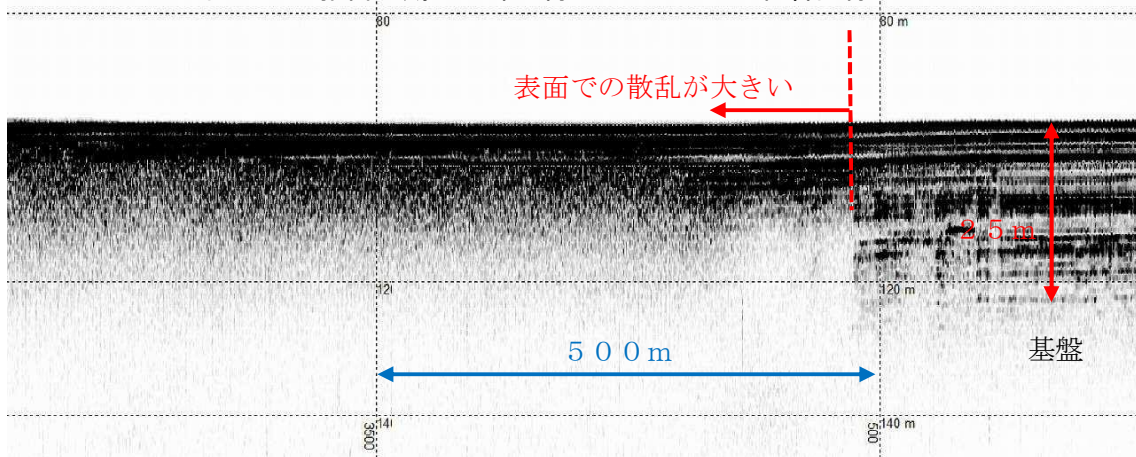
なし

G. 知的財産権の出願・登録状況（予定を含む）

なし



図－1 猪苗代湖北西部で得られた 455 kHz 音響画像



図－2 猪苗代湖湖心部で得られた地層探査画像