

新潟大学災害・復興科学研究所
共同研究報告書

猪苗代湖 2011 年地震性タービダイトの化学的特徴と構成粒子組成による
崩壊発生場の推定

研究代表者 長橋 良隆¹⁾
研究分担者 片岡 香子²⁾

1) 福島大学共生システム理工学類 2) 新潟大学災害・復興科学研究所

研究要旨

猪苗代湖は福島県のほぼ中央部に位置し、湖面積が東北地方で最も大きい。猪苗代町では 2011 年 3 月 11 日の東北地方太平洋沖地震時に震度 5 強を記録し、猪苗代湖の湖水が濁ったという住民の目撃談もある。本研究では、HR 型不攪乱柱状採泥器を用いて採取した猪苗代湖の湖底堆積物のうち、水深 60 m 以深の 17 地点において確認されている 2011 年地震性混濁流堆積物（タービダイト）を対象に、連続化学組成分析と粒度組成分析を行い、2011 年タービダイトの化学的特性と粒度組成との対応を明らかにした。また、猪苗代湖に流入する主要 3 河川（長瀬川・舟津川・原川）の沖合で、湖底斜面をなす底質（砂）を採取し、その粒子組成と 2011 年タービダイトの基底付近に挟まる砂層の粒子組成を比較した。その結果、猪苗代湖西部に分布する 2011 年タービダイトは原川沖合の斜面からもたらされたこと、猪苗代湖中央部や南部に分布する 2011 年タービダイトは舟津川沖合の斜面からもたらされた可能性があることが明らかになった。

A. 研究目的

福島県中央部に位置する猪苗代湖は、湖面標高 514 m、最大水深 94 m、湖面積 103 km² (国内 4 位) の湖である。猪苗代湖の北にある磐梯山（標高 1816 m）との間には、猪苗代平野が広がる。猪苗代平野にある猪苗代町では、2011 年 3 月 11 日の東北地方太平洋沖地震時に震度 5 強を記録し、猪苗代湖の湖水が濁ったという住民の目撃談もある。また、東京電力福島第一原子力発電所の事故による放射性物質の拡散により、会津若松市の環境放射線量率は、2011 年 3 月 15 日の 14 時に 0.11 μ Sv/h、22 時に 2.39 μ Sv/h のピーク値を観測した（現在は、0.07 μ Sv/h）。

Kataoka and Nagahashi (2019, *Sedimentology*) では、猪苗代湖湖心部で掘削した INW2012 コアに挟まる磐梯火山起源と安達太良火山起源のイベント層を合計 55 層も識別するとともに、最上部のイベント層が 2011 年 3 月 11 日の東北地方太平洋沖地震による湖底タービダイトであることを明らかにした。さらに、2015 年以降、水深 60 m 以

深の 29 地点において（図 1）、HR 型不攪乱柱状採泥器で採取された、採取長 20~40 cm 程度の柱状試料の層相と放射性セシウム (¹³⁴Cs と ¹³⁷Cs) 濃度プロファイルとの関係に基づき、2011 年東北地方太平洋沖地震によるタービダイトが識別され（長橋ほか、2019, 地質学会）、タービダイトをもたらした湖底斜面の崩壊が複数ある可能性が示された（片岡・長橋、2019, 地質学会）。

そこで、本研究では、2015 年以降に採取した猪苗代湖の湖底堆積物の柱状試料を対象に、2011 年タービダイトとその下位のバックグランド（静穏環境の湖底）堆積物の連続化学組成分析と粒度組成分析を行い、2011 年タービダイトの化学的特性と粒度組成との対応を明らかにする。また、長瀬川・舟津川・原川の各主要河川（図 1）の沖合の湖底斜面を構成する底質（砂）を採取し、その砂粒組成と 2011 年タービダイトの基底付近に挟まる砂層の砂粒組成とを比較することで、斜面崩壊の発生場の推定を行う。

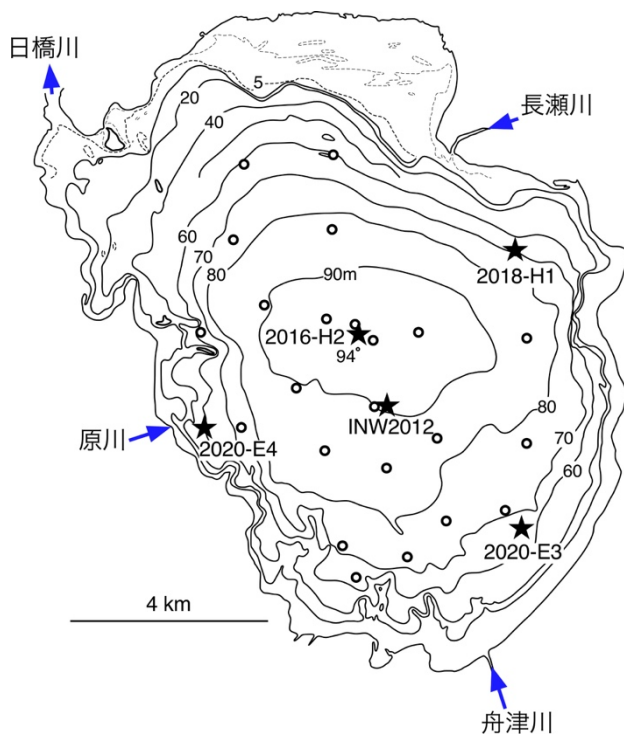


図1 HRコア採取位置(丸印)と本論で報告するコアの採取位置(星印)

B. 研究方法

水深60 m以深の17地点において識別した2011年タービダイトは、湖底堆積物の最上部に位置する。2011年タービダイトは、灰色を呈し、バックグランド堆積物(明暗縞状の粘土質シルト)よりもやや粗いシルトを主体とし、全体に水生植物の細根を含むことから識別される。また、基底部に1層あるいは2層の極細粒砂の薄層を挟むこと、この砂層上位の塊状部は緩やかな正級化構造が認められることがある。

連続化学組成分析は、福島大学所有のマイクロXRF分析装置(堀場製作所, XGT-7200V)を用いて行った。分析は、管電圧50 kV、管電流1 mA(最大)、真空雰囲気下、0.6 mmステップ(プローブ径1.2 mm)で行った。粒度分析は、新潟大学所有のレーザー回折式粒度分布測定装置(マルバーン・パナリティカル, マスターサイザー3000)を用いて行った。

C. 研究結果

1. タービダイトの化学組成と粒度組成

ここでは典型的な2011年タービダイトの分析例として、猪苗代湖の湖心部で採取した2016-H2

コア(採取長29.3 cm, 水深94 m)について記述する(図2)。2016-H2コアは、下部(深度27.0~29.3 cm)の黑色粘土質シルトからなるバックグランド堆積物と上部(深度0.0~27.0 cm)の2011年タービダイトからなる。2011年タービダイトは、下位より順に、0.5 cmの砂層(細粒砂から極細粒砂に級化)、層厚0.2 cmの極細粒砂混じりシルト、層厚0.3 cmの極細粒砂、層厚3 cmの灰色極細粒砂混じりシルト~シルト(水生植物の細根を多く含む)、層厚23 cmの灰色シルト(水生植物の細根を含む)からなる。

2011年タービダイトの2枚の砂層部の化学組成は、バックグランド堆積物に対して、 $\text{SiO}_2 \cdot \text{CaO}$ が顕著に高くなり、 $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$ が低くなる(図2)。砂層の上位塊状部は、 CaO が緩やかに減少し、その後はほぼ一定の値となる。また、 $\text{SiO}_2 \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot \text{SO}_3 \cdot \text{MnO}$ は基底部の砂層直上からほぼ一定の値となる。粒度組成における砂・シルト・粘土画分の含有率(%)をみると(図2)、2011年タービダイト基底部下位の砂層の砂含有率は約79%、上位の砂層のそれは約52%である。この砂層上位の2011年タービダイトの塊状部の砂含有率は、約50%から約17%へと緩やかに減少し、その後は約11%~約14%の幅でほぼ一定となる。

2. 砂粒組成

長瀬川河口沖(2018-H1コア・水深70 m)の砂粒組成は、斜長石・石英・白色岩片・赤褐色水酸化物被膜粒子と有色鉱物(斜方輝石・単斜輝石>雲母)からなる。舟津川河口沖(2020-E3コア・水深67 m)の砂粒組成は、斜長石・石英・白色岩片・黄色あるいは赤褐色水酸化物被膜粒子と有色鉱物(雲母>斜方輝石・単斜輝石)からなる。原川河口沖(2020-E4コア・水深59 m)の砂粒組成は、斜長石・石英・火山ガラス・白色岩片・黄色水酸化物被膜粒子と有色鉱物(斜方輝石・ホルンブレンド・単斜輝石)からなる。

猪苗代湖の湖心部・東部・南部の2011年タービダイト基底部の砂粒組成は、斜長石・石英・白色岩片・赤褐色水酸化物被膜粒子と有色鉱物(雲母>斜方輝石・単斜輝石)からなる。猪苗代湖西部の2011年タービダイト基底部の砂粒組成は、斜長石・石英・火山ガラス・白色岩片・黄色水酸化物被膜粒子と有色鉱物(斜方輝石・ホルンブレンド・単斜輝石)からなる。

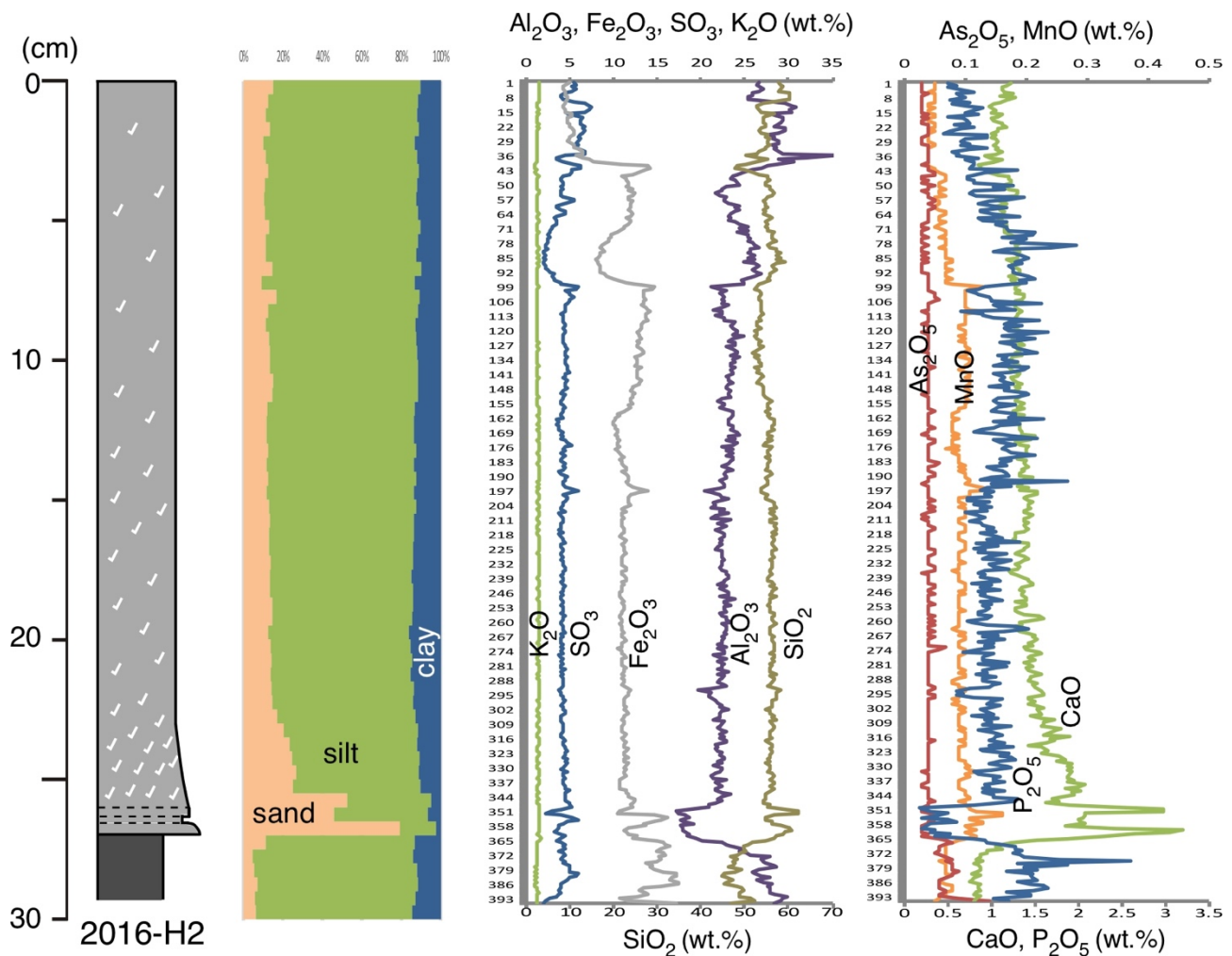


図2 2016-H2コアの柱状図と粒度組成・化学組成の鉛直変化

D. 考察

2016-H2 コアの 2011 年タービダイト基底部の砂層において、 SiO_2 が高くなることは石英の含有を、 CaO が高くなることは単斜輝石の含有を反映していると考えられる。タービダイト上部の塊状部は、 CaO が緩やかに減少し、その後はほぼ一定の値となる。この CaO の斬減は、粒度組成における砂含有率の減少と対応していると考えられる (図 2)。他の地点の連続化学組成分析と併せて、2011 年タービダイトの化学的特徴を述べると、2011 年タービダイト基底部の砂層では $\text{SiO}_2 \cdot \text{CaO}$ が顕著に高くなる。また、 $\text{SiO}_2 \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot \text{SO}_3 \cdot \text{CaO}$ の含有量の鉛直プロファイルを見ると、バックグラウンド堆積物の含有量変化が大きいものに対して、2011 年タービダイト上部の塊状部は含有量の変化に乏しいことが特徴である (図 2)。以上述べた 2011 年タービダイトの化学的特徴は、いずれの地点においても基本的に共通しており、地点による化学的特徴の相違は見いだせない。

猪苗代湖西部で採取したコアの 2011 年タービダイト基底部の砂層は、火山ガラスを含むことが大きな特徴である。原川河口沖の 2020-E4 コアでも、火山ガラスを多く含む。猪苗代湖の西の丘陵地には、白河火砕流堆積物が分布しており、この非溶結部の火山ガラスが原川を通じて猪苗代湖に流入した可能性がある。よって、猪苗代湖西部地点の 2011 年タービダイトは、原川河口沖の湖底斜面が崩壊して流下・堆積したと考えられる。一方、猪苗代湖中央部や南部で採取したコアの 2011 年タービダイト基底部の砂層は、いずれの地点においても類似する砂粒組成を有しており、有色鉱物として雲母・斜方輝石・単斜輝石を含む。雲母は長瀬川河口沖の 2018-H1 コアでも、舟津川河口沖の 2020-E3 コアでも含まれるため、崩壊場所の特定にはさらに詳しく砂粒組成の違いについて検討する必要がある。ただし、2011 年タービダイトは、猪苗代湖の湖心部よりも北側に分布が認められる地点は限られているため、湖北部より

も湖南部の湖底斜面が崩壊した可能性の方が高いと考えられる。

E. 結論

本研究では、猪苗代湖表層の湖底堆積物（深度 20～40 cm 程度）を対象に化学組成分析と粒度組成分析を行い、2011 年タービダイトの化学的特徴、それと粒度組成との対応を明らかにした。また、猪苗代湖に流入する長瀬川・舟津川・原川沖合で、湖底斜面をなす底質（砂）を採取し、その粒子組成と 2011 年タービダイトの基底付近に挟まる砂層の粒子組成を比較した。その結果、猪苗代湖西部に分布する 2011 年タービダイトは原川沖合の斜面からもたらされたこと、猪苗代湖中央部や南部に分布する 2011 年タービダイトは舟津川沖合の斜面からもたらされた可能性があることを明らかにした。

F. 研究発表

1. 論文発表

なし。

2. 学会発表

片岡香子・長橋良隆・難波謙二（2020）猪苗代湖の湖底堆積物に見られる 2011 年地震性タービダイトの特徴。日本堆積学会，オンライン大会，2020 年 11 月。

G. 知的財産権の出願・登録状況（予定を含む）

なし。