

猪苗代湖北部の音波探査による磐梯火山起源の岩屑なだれ堆積物の分布

須藤 茂* 山元孝広**

SUTO Shigeru and YAMAMOTO Takahiro (1997) Bandai volcano debris avalanche deposit in the northern part of Lake Inawashiro, northeast Japan, revealed by sonic prospecting. *Bull. Geol. Surv. Japan*, vol. 48(6), p. 347-353, 6figs.

Abstract: Sonic prospecting was carried out in the northern part of the Lake Inawashiro in northeast Japan, to reveal topographic and geologic features of lake deposits, including a debris avalanche deposit thought to be derived from Bandai volcano. Bathymetric sounder, side scan sonar, and Uniboom prospecting show the distribution of the Okinajima Debris Avalanche Deposit in the northwest corner of the study area. The diameter of the hummocky hills in the Okinajima Debris Avalanche Deposit in the lake vary from 100 to 300m, and the relative heights from 6 to 14m. The concentration of hummocky hills in the lake is lower than on land. Hummocky hills in the lake are surrounded by well stratified sandy to muddy deposits, with thicknesses up to 5m. The main part of the Okinajima Debris Avalanche Deposit flowed toward the west on land. The study area in the lake bounds the east and south of the deposit. No reflection data is available from the unconsolidated sediments in the northernmost part of the lake, that is south of the Bandai volcano. It is considered to be composed of a coarse-grained flood deposit or a gas rich layer. A well stratified 30m thick layer was found in the central part of the lake.

要 旨

磐梯火山の南方に位置する猪苗代湖北部で音波探査等の湖底調査を行い、以下の事実を明らかにした。湖の北西端の約2km×2kmの範囲には翁島岩屑なだれ堆積物が流れ山の微地形をよく保存して分布している。これは翁島岩屑なだれ堆積物の南東の末端部に相当する。湖底の流れ山の直径は100-300m、比高は6-14mで、表面は岩塊で覆われている。流れ山の周囲の低地には最大厚さ5mの成層堆積物が分布している。湖の中央部の成層堆積物の厚さは約30mである。

1. はじめに

福島県の磐梯山は1888年の噴火で知られるように、大きな火山災害をもたらした火山である。地質調査所では、火山地域の土砂災害のモデル火山としてこの磐梯火山を取り上げ、他の研究機関と共同して、科学技術庁振興調整費により、「火山地域における土砂災害予測手法の開発に関する国際共同研究」を行った。平成2年度から4年度の第1期では1888年噴出物を取り上げ、土砂到達範囲と堆積様式に関する研究の一環として、堆積物のトレンチ調査、比抵抗映像法調査、桧原湖中の1888年岩屑なだれ堆積物の調査等を行った。このうち、桧原湖の湖底探

査では、それまで明瞭でなかった1888年岩屑なだれ堆積物の分布範囲と微地形の実態を明らかにした(川辺ほか, 1993)。平成5, 6年度の第2期では、それより古い磐梯火山の岩屑なだれ堆積物の調査を行った。調査内容は、堆積物のトレンチ調査及び試錐調査、猪苗代湖の湖底調査等である。

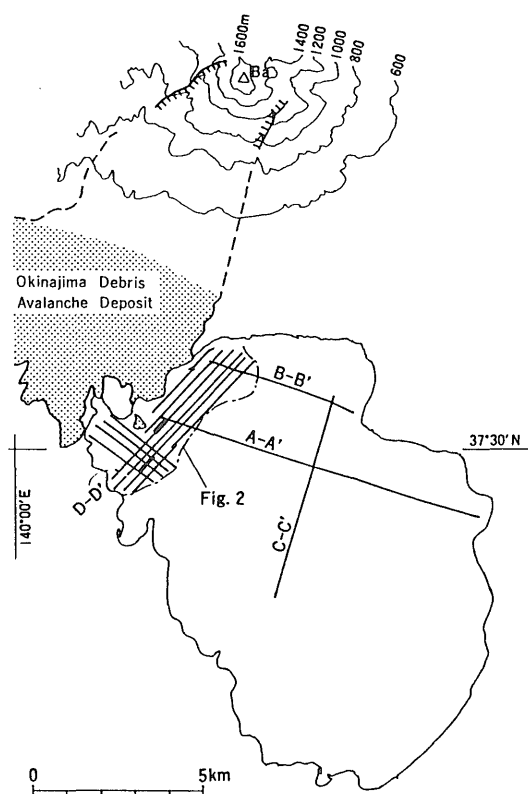
湖底調査には、直接肉眼で観察しにくいという短所はあるが、陸上の堆積物調査と比べて、調査対象が植生に覆われていないこと、浸食による地形変化の影響を受けていないこと、機器を使用することにより広域の均質なデータを得ることができると、特に垂直方向の探査については陸上で行うよりも良好なデータを容易に得られることなどの長所がある。

猪苗代湖北部には磐梯火山の山体崩壊による翁島岩屑なだれ堆積物及び洪水堆積物が分布しているものと考えられていたが(Tanabe, 1960)、その実態は明らかでなかった。猪苗代湖南部では既に湖底堆積物調査のための音波探査が実施されている(井内, 1990)。本研究は、猪苗代湖北部の湖底調査により、翁島岩屑なだれ堆積物及び洪水堆積物の分布及び構造を明らかにする事を目的に行われた。

Keywords: Bandai volcano, Okinajima Debris Avalanche Deposit, Lake Inawashiro, hummocky hill, sonic prospecting

*環境地質部(Environmental Geology Department, GSJ)

**地質部(Geology Department, GSJ)



第1図 調査位置図

猪苗代湖中の実線は測線の位置を示す。Ba：現在の磐梯山頂。等高線も現在のもの。推定部分も含めた陸地部の翁島岩屑なだれ堆積物の分布域を打点部で示す。第2図の範囲は鎖線より北西側。

Fig. 1 Outline of Bandai volcano and Inawashiro-ko (lake) with location of survey lines.

Solid lines indicate the survey routes. Bathymetric sounder and side scan sonar prospecting were carried out for all the survey lines, and Uniboom prospecting was carried out along the survey lines A-A', B-B' and C-C'. Thick part along the line D-D' is shown in Fig.3. Ba: Summit of Bandai volcano at present. Contour lines of Bandai volcano, the collapsed scarp, the distribution of the eastern part of the Okinajima Debris Avalanche Deposit on land and the area which is shown in Fig.2 are shown.

2. 地形及び地質の概況

猪苗代湖は、福島県の中央西部に位置し、南北約13km、東西約11km、最大水深94m、湖面の標高が514mである(第1図)。湖底の地形は、湖岸から緩やかな傾斜が続き、中心部はほとんど平坦である。ただし湖の最北部では、例外的に水深5m以下の浅い棚が湖岸から最大約2kmにわたって広がっている。

今回の調査範囲である猪苗代湖北部は、磐梯火山の南方に位置しているが、火山の山麓斜面が直接湖まで続いているわけではなく、磐梯火山の南麓から湖の北岸に至るまでの2-3kmの間は、平坦である。湖の北東側には長瀬川流域の平地が広がっている。

湖の東側には、川桁断層がほぼ南北方向に走っており、それより東側には、中-下部中新統や花崗閃緑岩が露出し、湖の西側には中-下部中新統が分布している(鈴木・真鍋, 1988)。川桁断層は活断層として認識されているが、湖の西縁を区切る活断層は認められていない(活断層研究会, 1991)。

湖の北西側には細かな起伏に富む丘陵地形が続いている。これは磐梯火山の成長の過程での山体崩壊による翁島岩屑なだれ堆積物(三村, 1988, 山元・須藤, 1996)からなる。翁島岩屑なだれ堆積物に関わる磐梯火山の形成史及び研究史は、山元・須藤(1996)にまとめられている。それによれば、翁島岩屑なだれ堆積物は、磐梯火山の古期山体の南-南西部が約4万年前に崩壊し、流下してできた堆積物である。翁島岩屑なだれ堆積物の分布域の東縁は現在の磐梯山の山頂のほぼ南にあたり、これより西側に現在の磐梯山の山頂の西南西約15km付近まで分布している。またその最大層厚は120m程度、堆積物の体積は、4km³強と推定されている。

堆積物の表面には、独特の流れ山地形が保存されている。特に今回の調査範囲である猪苗代湖北部と磐梯山との間の陸域に分布する翁島岩屑なだれ堆積物の流れ山地形は、直径が500m以上に達する大きいものが多いこと及び流れ山の分布密度が大きく、互いに接していることが多いという特徴を持つ。

猪苗代湖南部の湖底調査結果は、井内(1990)に示されている。それによれば、湖の南東端から中心にかけての測線のほぼ全区間にわたって、層厚約30mの成層堆積物が確認されている。

3. 調査方法

猪苗代湖北部において、湖面を走行する船舶より音響測深による湖底地形調査、サイドスキャンソナーによる湖底面状況調査、および音波探査による湖底堆積物の地質構造調査を行った。測線の位置を第1図に示す。このうち音響測深及び湖底面状況調査は、すべての測線で、音波探査は、第1図のA-A', B-B', C-C'の3測線についてのみそれぞれ実施した。船位は猪苗代湖岸の三角点に設置した基準点から、電波測位機により決定した。

3.1 音響測深による湖底地形調査

千本電気社製音響測深機PDR-120型を使用し、56kmの測線を調査した。水深測定時の音波伝播速度の補正は、メートル繩の先端につり下げた反射板を適当な間隔で降下させ、各深度の反射板からの反射波を記録し、実際の音波伝播速度と仮定音波伝播速度との差を読み取って行

った。水位の補正は、東京電力の猪苗代湖の水位観測結果により補正した。

3.2 サイドスキャンソナーによる湖底面状況調査

EG&G社製サイドスキャンソナーModel 260-BT型を使用し、56kmの測線を調査した。原則として測定レンジを150mに設定し、左右の計300mの範囲を探索した。画像パターンと水深の比較的浅い地域での対照調査により底質を推定した。均質な細粒堆積物は白色-灰白色、礫質な部分は灰色であり、岩塊は黒色と白色のまだら模様のパターンで表わされる。得られた記録から、湖底面上の流れ山の分布、形状、表面構造、堆積物の種類等を区分し、湖底状況図を作成した。

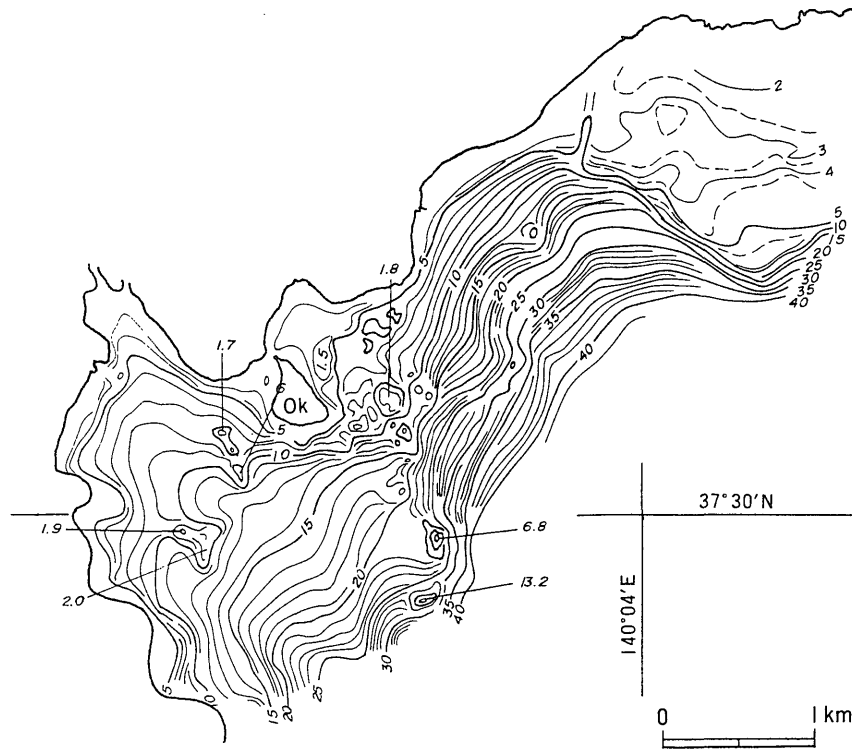
3.3 音波探査による湖底堆積物の地質構造調査

EG&G社製ユニブームModel 1244, 255, 270-1型を使用し、20kmの測線を調査した。ユニブームによる構造探査では、送波器から発信した音圧パルス(音波)を受波器で捉え、受信した波の強弱を記録紙上に濃淡の模様として描き出す。これにより、音波をよく反射する成層堆積物等が確認される。送波器及び受波器は、水面下1m以上沈め、船尾から30-40mの距離で、速度34ノットで曳航した。送波は、3700Vに昇圧した高電圧パルス電流により発生する磁場で金属板をはじくことにより音波を発生させて行った。深度は地層の速度を1.5km/sで一定と仮定して求めた。

4. 調査結果と考察

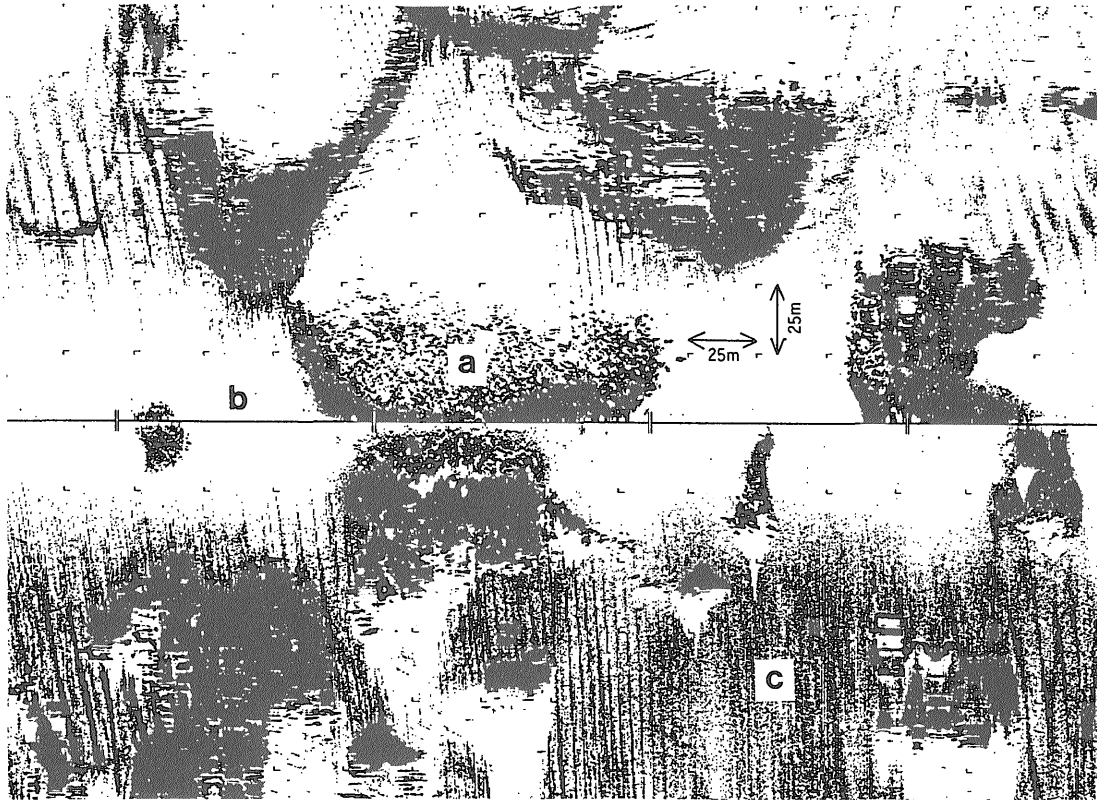
音響測深により得られた湖底地形図を第2図に示す。第2図には、5万分の1の縮尺で作成した図を示した。別に縮尺1万分の1でもより詳細な地形図を作成した。地形図作成作業は、音響測深を比較的密に行った猪苗代湖北西端のみで行った。作図した範囲内では、北東端は水深5m以浅の平坦地、南西部はいくつかの小さな丘状の地形がある緩やかな斜面、両者の間は比較的急な斜面でそれぞれ特徴づけられる。丘状の地形の底径は100-300m、比高は6-14mである。

湖底面状況調査により得られた記録の例を第3図に示す。第3図は第1図に示した測線D-D'の中央よりやや南よりの部分で、緩やかな斜面上の小さな丘状の地形を含む記録である。丘状の地形は岩塊で覆われている。丘状の地形の周囲は平坦で、粗粒-細粒の砂、シルトおよび粘土からなる堆積物が分布している。この丘状の地形の特徴は、桧原湖湖底の磐梯山1888年岩屑なだれ堆積物の調査結果(川辺ほか, 1993)と類似している。また調査域の北側に隣接して、翁島岩屑なだれ堆積物が分布していることから、この丘状の地形は翁島岩屑なだれ堆積物中の流れ山であると判断される。湖底面状況調査によって得られた流れ山の分布を陸上部に分布するものとあわせて第4図に示す。



第2図 猪苗代湖北西端の湖底地形図。等深線の単位はm。

Fig. 2 Bathymetric map around the northwestern margin of Inawashiro-ko (lake), contour interval : 1m.



第3図 サイドスキャンソナーによる湖底面状況調査により得られた記録の例
第1図中の測線D-D'の中央よりやや南寄りの太い線で示した範囲を示す。調査船は図の中央を右から左に走航した。
a) 表面が岩塊からなる流れ山, b) 粘土-細粒砂, c) 粗粒砂-礫。

Fig. 3 Topographic features of the hummocky hills along the survey line D-D', revealed by side scan sonar prospecting. Location is shown as thick line in Fig.1. Trace of the ship was from right to left.
a) Blocky surface hummocky hill, b) silt and fine sand, c) coarse sand and gravel.

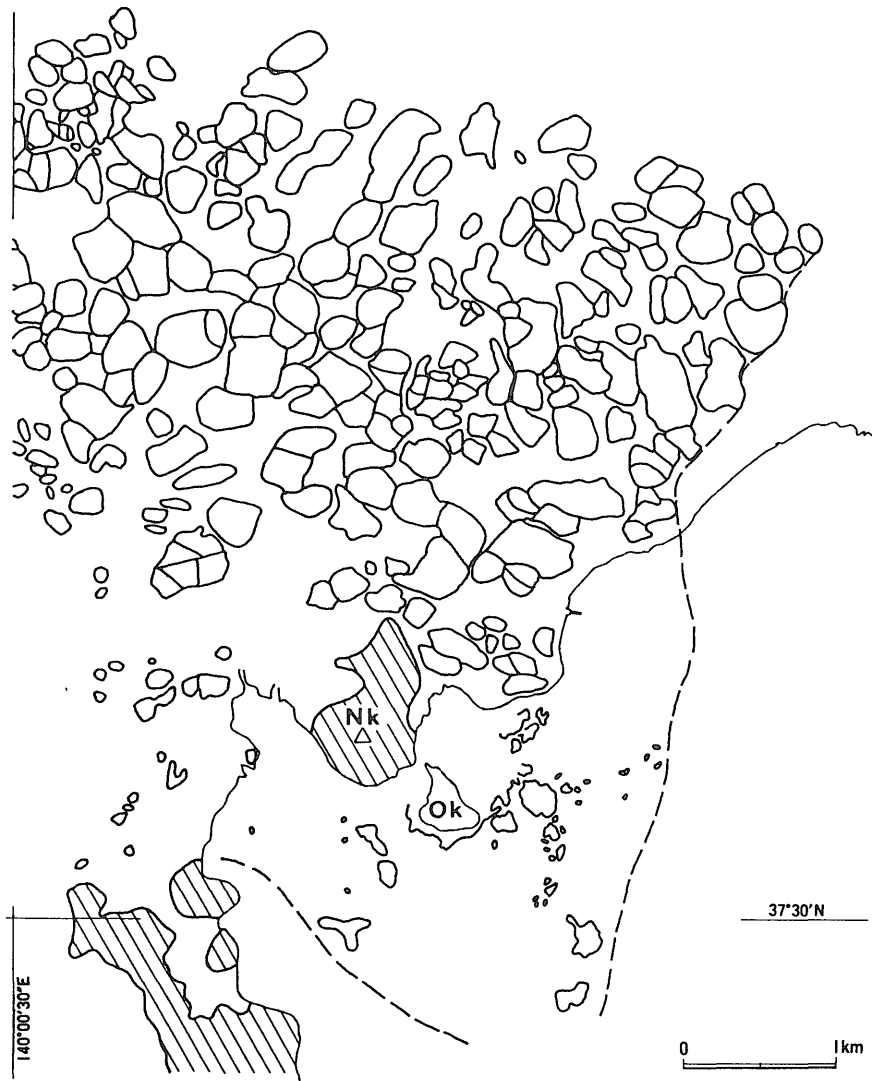
音波探査により得られた記録の例を第5図に、全測線の概略図を第6図に示す。第5図a)はA-A'測線の西端付近に位置し、翁島岩屑なだれ堆積物の分布域の東縁を横切る部分である。ここでは湖底から厚さ数mの成層堆積物が認められるが、それより下には明瞭な反射層は認められない。この下位層の表面は起伏に富んでおり、その一部が湖底に露出しているところでは、湖底面状況調査によって得られた流れ山の分布域と一致している。したがってこの下位層は、翁島岩屑なだれ堆積物と判断される。

第5図a)の右端付近より東側では成層堆積物の厚さが急に厚くなることから、それより東側の部分については、成層堆積物の下位層は翁島岩屑なだれ堆積物を欠き、より古い地層からなるものと判断される。この断面では、水深30-35m付近が翁島岩屑なだれ堆積物分布域の東縁と推定される。猪苗代湖湖底の翁島岩屑なだれ堆積物の流れ山の分布は、東西、南北とも約2km程度の範囲である。流れ山のうち最南端のものは、翁島の南方約1km地点にあり、その周囲の水深は約30mである。

陸上ではもっぱら浸食作用が卓越し、湖中では堆積作用が卓越したために、現在の陸上と湖中の流れ山の大きさや分布密度には若干の違いが生じているかもしれない。しかしながら、調査地域の北方の陸上部の翁島岩屑なだれ堆積物中の流れ山と比べると、湖中の流れ山の分布密度ははるかに小さく、またその大きさも小さい。これらのことから翁島岩屑なだれ堆積物はこれより東方や南方にも広く分布しているのではなく、今回確認された分布域は翁島岩屑なだれ堆積物の東及び南を区切るものであると結論される。

第5図b)はC-C'測線の南端付近に位置し、最大約30mの成層堆積物の分布が確認された。これは、井内(1990)に示された猪苗代湖南部の湖底調査結果と調和的である。ただし猪苗代湖南部の湖底調査結果ではほぼ全測線にわたって厚さ約30mの成層堆積物の分布が確認されたのに対し、今回の北部での調査では、湖の中央部でのみ厚い成層堆積物が捉えられた。

第5図に示されているように、今回の調査では、測線の大部分で、湖底から数mまでの部分でのみ成層堆積物



第4図 猪苗代湖底及び地表に分布する翁島岩屑なだれ堆積物中の流れ山

Ok: 翁島, Nk: 名倉山. 破線は翁島岩屑なだれ堆積物の分布域を, 斜線域は基盤となる新第三系をそれぞれ示す.

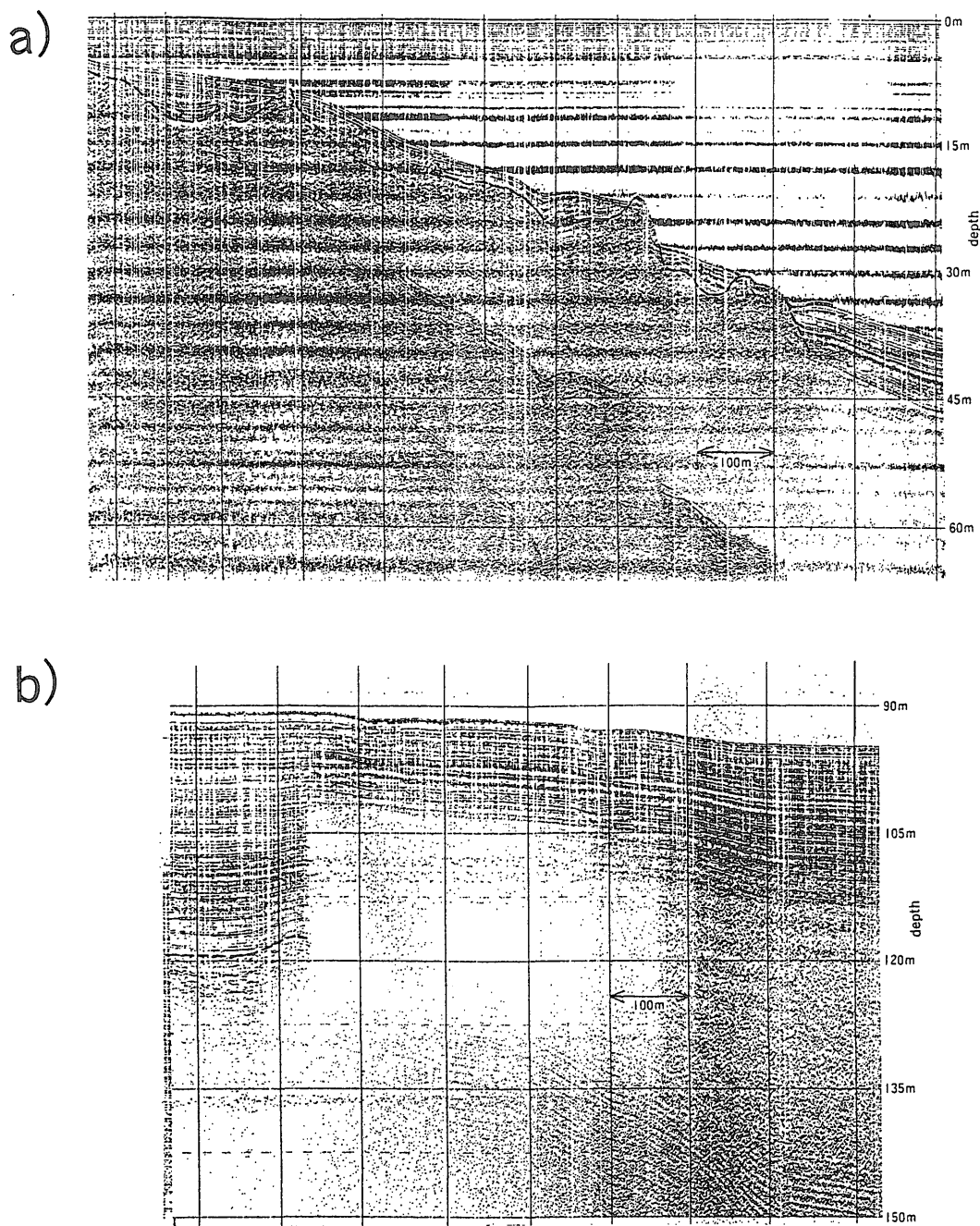
Fig. 4 Sketch map of the hummocky hills in the Okinajima Debris Avalanche Deposit on the floor of Inawashiro-ko, and on the land. Ok: Okina-jima (island), Nk: Nagura-yama (mountain). Broken line and the hatching area illustrate the limit of distribution of the Okinajima Debris Avalanche Deposit and the Tertiary basement respectively.

の反射面が捉えられ, それより下は音波が散乱して明瞭な構造を把握できなかった. この原因としては堆積物中のガス包含層または構成物の粒度の粗い洪水堆積物等の存在が考えられる. 特に測線B-B'は, 水深5mより浅い三角州状の地形を横切る測線であるが, この測線の大部分では良好な厚い成層堆積物の反射面は得られなかった. この三角州は, 山岳地から供給された粒度の粗い土砂の流入で形成された可能性があり, そのような土砂の一部は磐梯火山起源の岩屑なだれ堆積物である可能性もある. 今後試錐等により堆積物の年代を測定して検証する必要がある. 第6図の測線A-A'断面にみられるように, 猪苗代湖の東西の湖岸付近の地形と堆積物の状況は

非対称的である. これは測線東端付近に存在する断層によるものと思われる.

5. まとめ

猪苗代湖北部で地形および音波探査等の湖底調査を行い, 以下の事実を明らかにした. 湖の北西端の約2kmx2kmの範囲には翁島岩屑なだれ堆積物が流れ山の微地形をよく保存して分布している. これは翁島岩屑なだれ堆積物の南東の末端部に相当する. 流れ山の表面は岩塊で覆われている. 流れ山の周囲の低地には最大厚さ5mの成層堆積物が分布している. 湖の中央部の成層堆積物の厚さは約30mである.



第5図 音波探査による記録の例

a) 猪苗代湖北西岸付近，測線A-A'の西端，の音波探査記録。図の右が東。

破線は反射面がよく捉えられた成層堆積物とその下位層である翁島岩屑なだれ堆積物との境界線。本図の右端から約200m付近の翁島岩屑なだれ堆積物からなる高まりが翁島岩屑なだれ堆積物の分布範囲の東端と推定される。

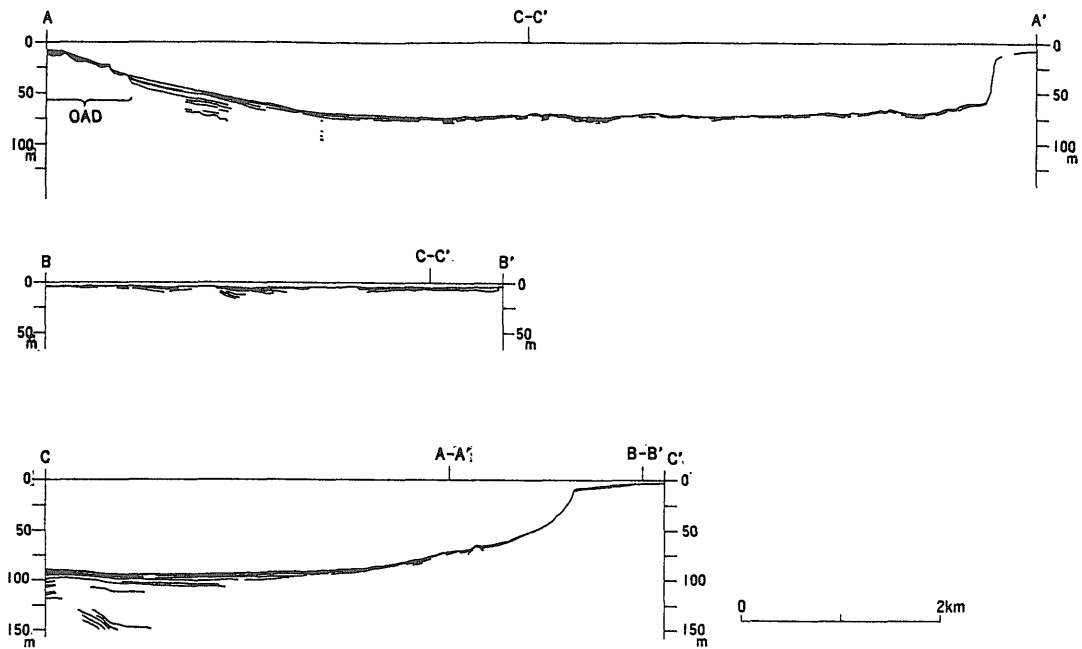
b) 猪苗代湖中央付近，測線C-C'の南端，の音波探査記録。図の右が北。

湖底下約30mの破線は反射面がよく捉えられた成層堆積物とその下位層との境界線。

Fig. 5 Examples of sonic survey profiles.

a) Near the west end of the survey line A-A'. The broken line divides the upper well stratified sediment from the lower Okinajima Debris Avalanche Deposit.

b) The south end (left) of the survey line C-C' near the center of the lake. The broken line, about 30m from the lake bottom divides the upper well stratified sediment from the lower unit.



第6図 音波探査による断面図

測線の位置は、第1図に示してある。垂直方向に10倍拡大してある。反射面がよく捉えられた成層堆積物の概略を示してある。

OAD: 翁島岩屑なだれ堆積物の分布範囲

Fig. 6 Interpreted profiles from the sonic prospecting. Locations of the survey line are shown in Fig.1. The vertical scale is ten times exaggerated.

OAD: Distribution of the Okinajima Debris Avalanche Deposit.

謝辞 本調査を猪苗代湖で実施するに際し、技術的な様々な問題点を当所海洋地質部の井内美郎、環境地質部の遠藤秀典の両氏に教えて頂いた。環境庁磐梯朝日国立公園裏磐梯管理官事務所には調査実施の便宜を計って頂いた。記して謝意を表す。なお、音波探査の現地調査は総合地質調査株式会社によって実施された。

文 献

井内美郎(1990) 猪苗代湖の音波探査記録例。地質学論集, 36, xv.

活断層研究会(1991) 新編日本の活断層, 東京大学出版会, 437p.

川辺禎久・井内美郎・曾屋龍典(1993) 檜原湖湖底の岩屑なだれ堆積物地形。地質学論集, 39, 71-74.

三村弘二(1988) 磐梯火山の地質と活動史。地学雑誌, 97, 279-284.

鈴木敬治・真鍋健一(1988) 磐梯・猫魔火山群と猪苗代湖盆の基盤岩層について。地学雑誌, 97, 263-270.

Tanabe, K. (1960) Geomorphography of the northern half of the Inawashiro basin with relation to the changes of lake level. *Sci. Rept. Tohoku Univ., 7th Ser. (Geography)*, 9, 67-80.

山元孝広・須藤 茂(1996) テフラ層序からみた磐梯火山の噴火活動史。地調月報, 47, 335-359.

(受付: 1997年4月4日; 受理: 1997年5月28日)