

# 湖底・湖底堆積物の新しい調査法

語り手/井内美郎 = 地質調査所海洋地質部

はじめに

編集 最近では、湖沼の調査にいろいろの音波探査機器が使われるようになって、以前に比べると、湖沼の調査が格段に進展していると聞いております。本日は、その辺のことをお話し頂ければと思います。

井内 私は、もともと海の方の地質調査をしていたのですが、10年ほど前、湖の汚濁の問題がきっかけになって、海の方の調査技術が湖にも使えればということで、湖の調査を始めようになりました。

最初の3年間は、主として霞ヶ浦で湖沼堆積物の調査法の研究をしました。というのは、それまで湖沼域では、湖底堆積物を採取する技術や堆積物の調査法そのものが、まだ確立されている状況ではなかったからです。

それです、湖底表面の状態や湖底堆積物を調べ始めたわけですが、ただこの場合、問題が汚濁物質の堆積や湖底からの再溶出に関連していますから、汚濁が問題になる以前に堆積したいわば正常な堆積物と、汚濁以後に堆積したいわば病的な堆積物とが推定できるようにならないといけない。いいかえれば、表層の新しい時代に堆積した湖底堆積物に焦点をあわせて、それらの堆積年代を明らかにし、それぞれの場所での堆積速度がわかるように調査・研究をすすめることが、1つの目標になっていたわけです。

霞ヶ浦の後は、主に琵琶湖の調査・研究をいたしました。霞ヶ浦については第5章で紹介いたしますので、ここでは主に琵琶湖などで私の行ってきた仕事を中心にお話いたします。

海と湖とでの調査の違い

だいたい海洋調査機器は、1960年代ぐらいから急速に進歩してきたのですが、なかでも音波を利用したいろいろな種類の調査機器の発達が目ざましく、いまでは海底の状況については、たいへん詳しい調査ができるようになりました。音波を利用しますと、音波は砂や泥によって反射の仕方が違いますから、音波を真下に発信させて海底下の堆積物の層厚を知ることができますし、あるいは音波を斜め

に発信させて海底表面の微地形を知ることができます。また魚群探知機と同じように、発信した音波の海底までの往復時間から水深を読み取ることもできるわけです。

こうしたすぐれた調査機器を、湖の調査・研究にも生かそうということで私どもの仕事が始まったわけですが、ただ海と湖では、調査の仕方がだいぶ違います。手近な例でいいますと、海の方は立派な船をどこにでも運航して、大きく重い機器を使って、天候に関係なく調査できます。例えば北海道の沖で調査したいと思えば、調査に適した船を神戸から引っ張っていけばいいわけです。

ところが湖というのは陸域にあるので、海で使っているような立派な船を入れることができません。湖の場合には、その湖で使える船を利用しなければならないわけで、どうしても軽いポータブルな機器が必要になります。海の機器にも、湖の方でそのまま使えるコンパクトなものもありますが、そうでない場合には、海の方の機器を湖の方でも使えるように自分たちでいろいろと工夫します。また海と湖では、水深がまるで違いますし、周囲の条件も異なるので、水域の底を調べる点は同じであっても、湖ではやはり、いろいろと新しいケースにぶつかります。

湖底状況の調査の重要性

湖はいつも水を湛えていて、水も透明ではありませんから、私たちは湖の底がどのような姿をしているのかを見ることができません。従来は、調査の方法がなかったせいもあってこうした湖底表面の状態にはあまり関心が払われていなかったのですが、しかし湖底全域の微地形や泥や砂の分布状態を知らないことには、湖の水理環境や堆積物の挙動を正しく把握することができません。

またそれと同時に重要なのは、湖の底が人為によってどの程度まで、どのように攪乱されているかを知ることなんです。汚濁の進行している湖では、だいたいが周辺地域の開発が進んでいますから、湖底は、多かれ少なかれ人為によって攪乱されています。ですから、

その状況を正しく把握しないことには、汚濁物質が湖底でどのような動きをするかを調べることもできないからです。それで次に、私どもの調査した琵琶湖の南湖の湖底の状況について、少し詳しくお話しします。

琵琶湖南湖の湖底状況

《サイドスキャンソナーによる調査》

琵琶湖は、いうまでもなく日本で最も大きい淡水湖で、水資源の供給をはじめとして、関西の生活と文化を支え、育んでいるたいへん重要な湖です。ご存知のように、この琵琶湖にも汚濁が広がっているわけですが、とくに琵琶湖大橋から南の、南湖の汚濁が深刻な問題になっています。

湖底の状況を調べるにはサイドスキャンソナーを使います。図1は、この音波探査機で湖底の微地形を調べるときの様子を描いたものです。図のように、調査船は、船尾からロケットのような恰好をしたサイドスキャンソナー曳航体(S)を水中にひいていき、この曳航体が両サイドに音波を送受信して、テレビの画面をつくっていくような形で、湖底表面の姿を図面に記録していきます。

曳航体の記録は、図2のように曳航体から湖底までの部分は湖水層として、また両サイドはゆがんだ形で示されますが、それをコンピューターで処理して、真上からみた平面図が出来上がります。音波を斜めにだしますから湖底の小さな凹凸も記録でき、数10cmの大きさのものまで確認できます。

図1の(A)は、水深や堆積物の層厚を調べる音波探査機からの音波を示したもので、調査船から真下に向けて送受信します。南湖の調査では、アトラス・デソ20という音波探査機を使いました。この探査機は、2つの異なる周波数の音波を同時に送受信し、1つは水深を精密に測定し、他の1つで堆積物の層厚が調べられるからです。こうして調査船は、電波によって船の位置を測りながら、一定の速度で南湖の全域を東から西へと、南北に何十回となく往復して湖底の状況を調べました。

《南湖の湖底状況図》

さて、調査で得られた全ての記録を詳しく解析していきますと、そこには、いくつかの種類の同じ形をした微地形や漁具類が浮かび上がってきます。それらの微地形や漁具類は、音波探査機ではどう記録されているかを示したのが、図3の左ページの記録例です。これらの図で、湖底微地形としてあるのはサイドスキャンソナーの記録、湖底地形断面としてあるのはアトラス・デソ20の記録で、微地形と地形断面とは対応しています。

そして、こうしたそれぞれの微地形がどのような場所に、どのくらいの広さで分布しているかが分かるように、色刷りの図面として編図したのが、図3の琵琶湖南部湖底状況図です。この図の凡例には、それぞれに記号をつけていますから、それらの地形断面は、左ページの記録例に付されている同じ記号のところにみて頂ければ分かります。

《湖岸線の変化》

まず南湖の湖岸線の変化ですが、図には、大正11年と昭和58年の湖岸線を示しました。南湖の湖岸は、この62年間にほとんどの地域で湖水域に向かって前進しています。とくに大津市におの浜と矢崎町、守山市の木浜町などでは、大規模な埋立により、大正時代に比べて湖岸線は300~1,000mも湖水域の中に入っています。

《湖底地形と底質分布》

南湖の湖底地形をみると、西岸では湖棚は狭く、湖底平原へ続く斜面の傾斜も比較的急ですが、それに対して東岸は、全体として傾斜が緩やかで、湖棚と湖底平原とが区別しにくい状態になっています。

湖底平原は、その大部分が水深5mもありませんが、西岸寄りには、それより深い部分が見られます。この凹みは、南北に細長く延びていて、琵琶湖大橋付近で水深7.5mと最も深くなります。

南湖の底質は、こうした湖底地形にほぼ対応して分布します。水深が4mより深い部分の底質は泥あるいは砂まじりの泥で、その分布域は凡例のDおよびCとして示してあります。また湖岸に近い4mより浅い部分には、砂あるいは砂礫が分布します(BおよびA)。

《浚渫跡の地形》

南湖の湖底の大きな特徴は、図を見れば一目で分かるように、東側の非常に広い範囲にわたって湖底が浚渫されていることです。

浚渫跡は、深く掘り下げられた深掘型(E)と、浅く掘り下げられた浅掘型(F)に大別されます。まず浅掘型(F)から述べますと、これは、掘り下げの跡の深さが50cm~1mのもので、ほとんどが深掘型(不規則タイプ)に隣接して分布します。

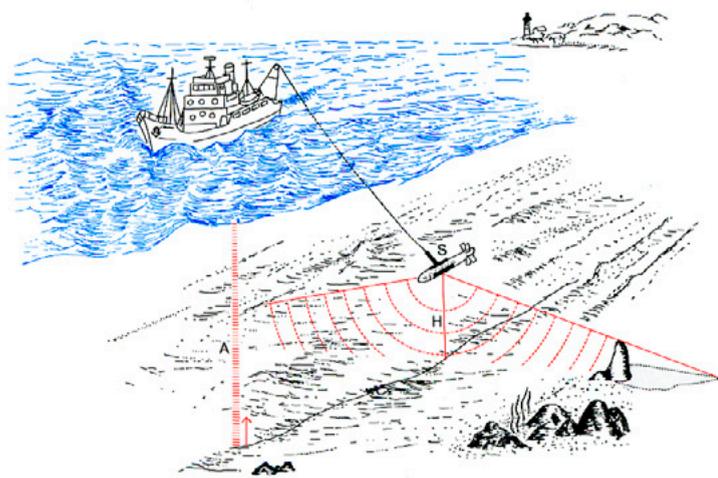
深掘型(E)には、2つのタイプがあります。

1つは、矩形状に掘られているタイプで、これは、湖底から10~11mの深さまで浚渫されています。この浚渫跡は、北東部の守山市木浜町の埋立地の沖と、南東部の浄化センター沖や近江大橋の南北両側にみとめられます。北東部の浚渫跡の北側には、浅掘型の浚渫跡が隣接して分布していますが、これらはいずれも、その東側につくられた埋立地の造成のために浚渫されたものと考えられます。南東部にあるいくつかの矩形状の浚渫跡は、浄化センターや大津市大がや付近の埋立のときのものと推定されます。

深掘型のもう1つは、個々の掘り下げ跡の広さも深さも一様でない不規則タイプのもので、深さは1~5mですが、ただしこのタイプは掘り下げ跡が狭く、尖塔状の掘り残し箇所があるので、音波は、それに遮られて掘り下げ跡の底まで達しません。この浚渫跡は、草津市下寺町沖と志那町沖に、約4km<sup>2</sup>におよぶ広い範囲に分布し、その周辺には隣接して浅掘型の浚渫跡がみとめられます。これは、砂利を採取した跡のもので、調査当時、2隻の浚渫船が作業しているのを見ました。

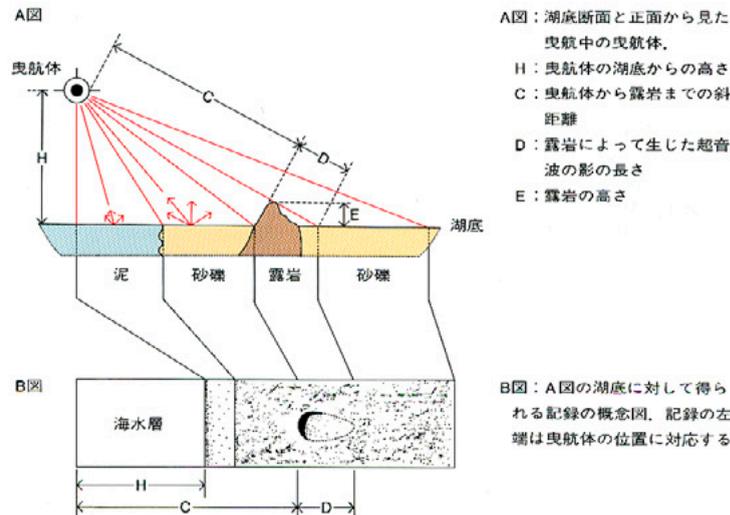
以上のように、南湖の東側の湖底は、非常に広い範囲にわたって、深くあるいは浅く浚渫されています。浚渫域周辺に残されている底質からみますと、浚渫が行われる以前の南湖の東岸沿いには、砂質堆積物の分布する湖棚

図1 - サイドスキャンソナーによる湖底微地形調査の概念図<原図・木下>



S: サイドスキャンソナー曳航体 H: 曳航体の湖底からの高さ A: 音響測深機から送信された超音波

図2 - サイドスキャンソナーによる湖底微地形記録の概念図 <原図・木下>



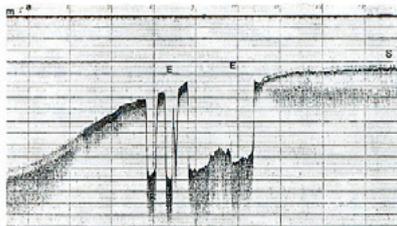
A図: 湖底断面と正面から見た曳航中の曳航体。  
H: 曳航体の湖底からの高さ  
C: 曳航体から露岩までの斜距離  
D: 露岩によって生じた超音波の影の長さ  
E: 露岩の高さ

B図: A図の湖底に対して得られる記録の概念図。記録の左端は曳航体の位置に対応する

琵琶湖南部湖底状況図(記録例)



湖底微地形：深掘型(矩形タイプ)浚渫跡の記録例



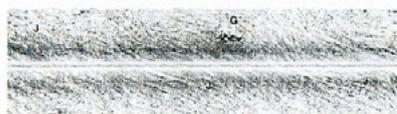
湖底地形断面：深掘型(矩形タイプ)浚渫跡の記録例



湖底微地形：深掘型(不規則タイプ)および浅掘型浚渫跡と線状の凹地形の記録例



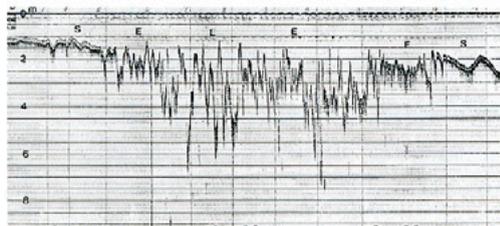
湖底微地形：円形状の網曳き跡の記録例



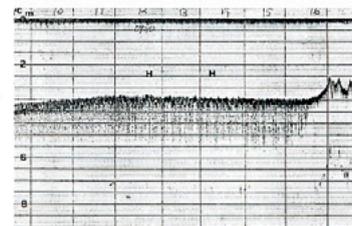
湖底微地形：線状の網曳き跡と小凸地形の記録例



湖底微地形：魚具・エリの記録例



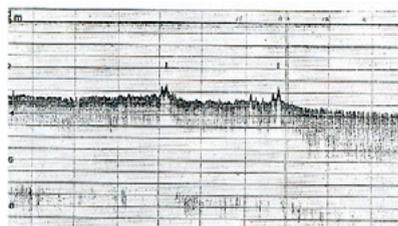
湖底地形断面：深掘型(不規則タイプ)および浅掘型浚渫跡の記録例



湖底地形断面：線状の凹地形の記録例



湖底微地形：礫、砂礫の分布域と線状の凸地形の記録例



湖底地形断面：線状の凸地形の記録例

凡例

〈底質〉

A 礫、砂礫の分布域

D 泥の分布域

〈地形〉

E 浚渫跡(深掘型)

F 浚渫跡(浅掘型)

G 小凸地形

H 線状の凹地形

I 線状の凸地形

J 線状の網曳跡の多い区域

K 円形状の網曳跡の多い区域

〈漁具・漁業施設・構造物・その他〉

N エリ

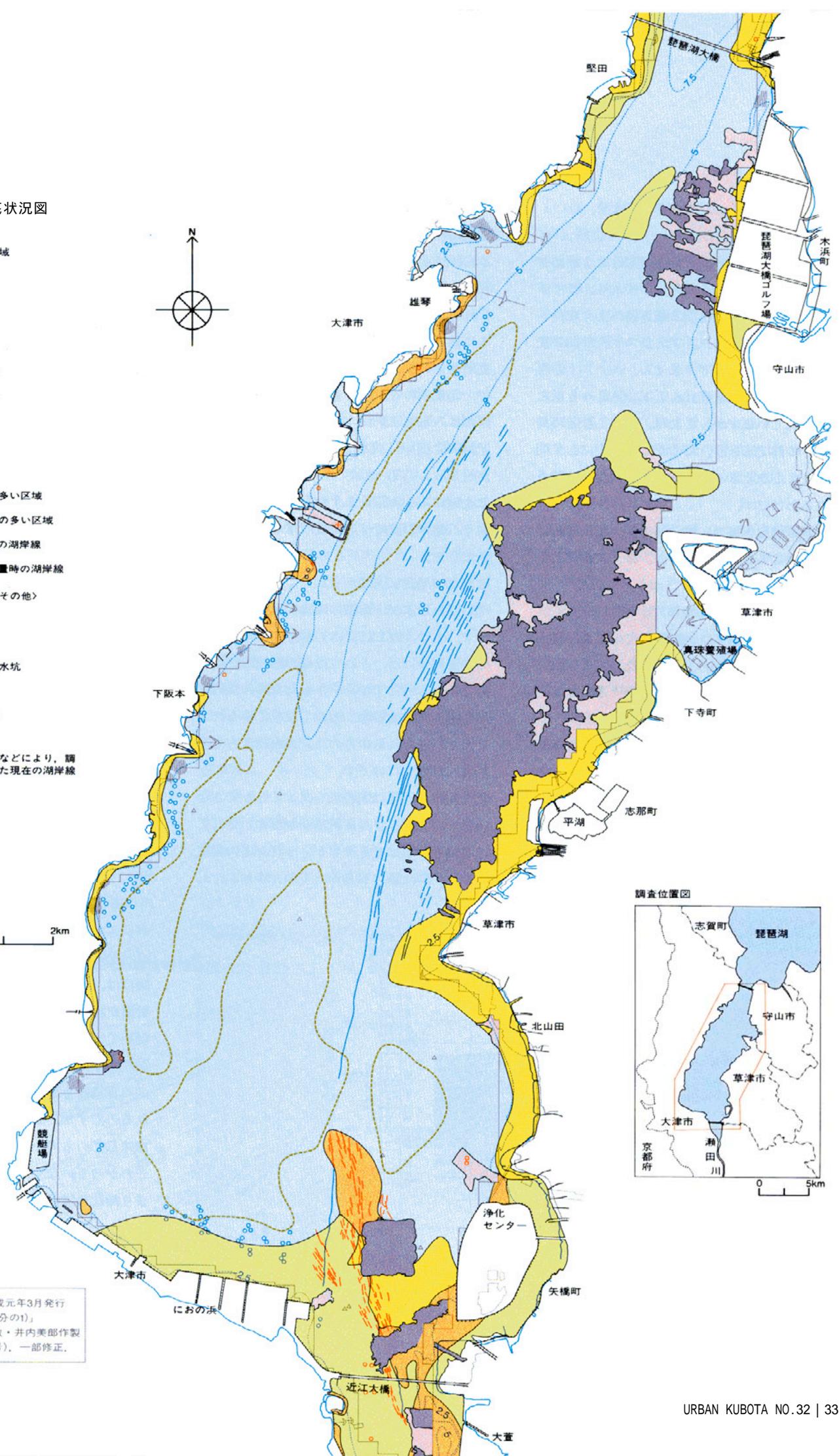
S 水草



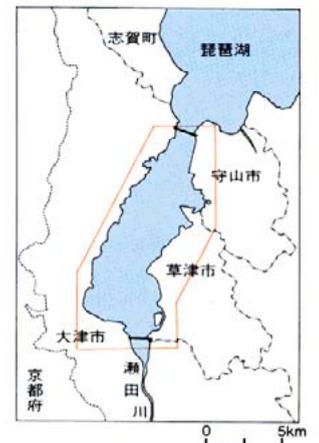
図3 琵琶湖南部湖底状況図

- 〈底質〉
- A 礫・砂礫の分布域
  - B 砂の分布域
  - C 砂泥の分布域
  - D 泥の分布域
- 〈地形〉
- E 浚渫跡(深掘型)
  - F 浚渫跡(浅掘型)
  - G 小凸地形
  - H 線状の凹地形
  - I 線状の凸地形
  - J 線状の網曳跡の多い区域
  - K 円形状の網曳跡の多い区域
  - L 大正11年測量時の湖岸線
  - M 昭和58年修正測量時の湖岸線
- 〈漁具・漁業施設・構造物・その他〉
- N エリ
  - O 養殖施設
  - P 観測塔または採水坑
  - Q 浚渫船
  - R ヨットハーバー
  - T 探査範囲
- 湖岸道路の建設などにより、調査後に改変された現在の湖岸線

0 1 2km



調査位置図



工業技術院地質調査所、平成元年3月発行  
 「琵琶湖南部湖底状況図(1万分の1)」、  
 昭和60年10月調査 村上文敏・井内美都子製  
 を縮小複製(4地調第1335号)、一部修正。