

浜名湖の湖岸付近の生態系と塩分・作用波浪の関係

宇多高明*・ 奈木邦夫**・高橋成行***
入江光一郎****・牧嶋正身*****・大堀裕子*****

1. ま え が き

汽水域には、最近、その水質浄化能力の大きさが注目されている干潟や、沿岸漁業における水産重要種の稚魚の生育場として知られるアマモ場が形成されることも多い。したがって、汽水域は非常に生産性が高い水域であると言える。しかし、その場所の多くが人間活動の盛んな地域と隣接しているため、沿岸開発に伴う大きな負荷を受けて富栄養化が進みやすい場所でもある。このようなことから、汽水域の環境を保持することは重要な課題である。

浜名湖は汽水域環境としてわが国有数の規模を有し、その生産性は非常に高いが、複雑な湖岸形状を有するために湖奥部では近年水質悪化が進んでいる。筆者ら(1997, 1999)は浜名湖の湖奥に位置する猪鼻湖を対象として、湖内の生物活動とそれに及ぼす風波の作用について検討し、周辺域の水質が悪いにもかかわらず舌状浅瀬などの周辺で活発な生物活動があることを明らかにした。本研究は、猪鼻湖で行った研究を浜名湖全体に発展させ、より広域で、かつ外洋水との海水交換度が高い浜名湖全体における湖岸付近の生態系と塩分や波浪作用の関係について現地実測をもとに考察した。

2. 浜名湖の地形・地質

浜名湖は水面積約 74 km²、湖岸延長約 141 km、最大水深約 17 m で、湖口部の通称「今切口」と呼ばれる水路で太平洋とつながっている汽水湖である(図-1 参照)。湖の形状は複雑で、4 つの枝湾(引佐細江湖、猪鼻湖、松見ヶ浦、庄内湖)を有し、水深が湖奥部で大きく、湖口部で浅いという地形特性を持つことから、湖内に流入した水が滞留しやすい閉鎖性の高い水域である。湖北部では水深が最大 12 m と大きいのにに対し、南部は水深 4 m 以浅であり、潮汐の影響も強く受け、比較的規模の大きな干潟が残されている場所もある。

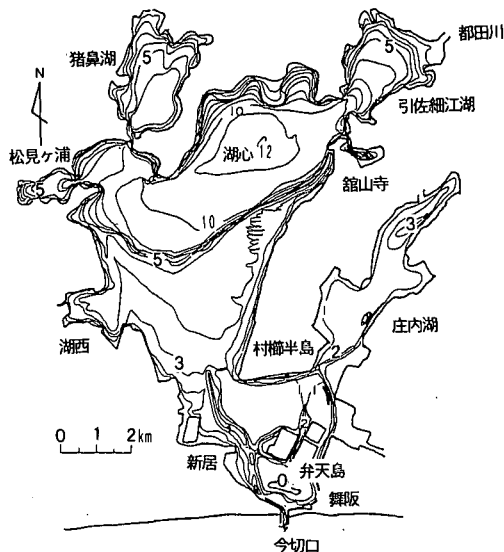


図-1 浜名湖の湖底地形

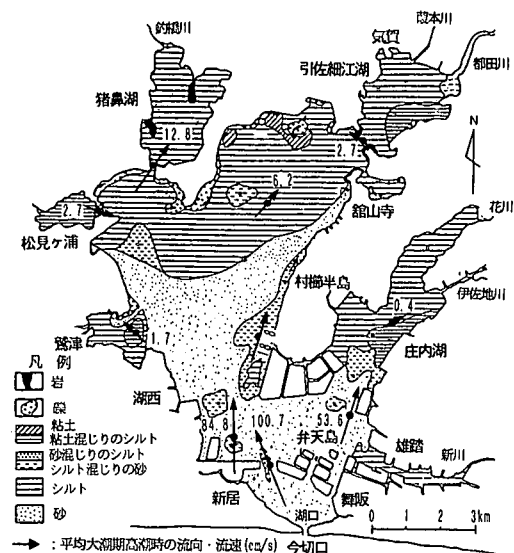
3. 湖底底質、流況、水質の関係

図-2 には浜名湖の底質分布と高潮時における湖内の流況図を示す。これによると流速の大きい浜名湖西部および南部の湖底は広く砂で覆われているのに対し、浜名湖北部や東部、さらには 4 つの枝湾ではシルトの堆積が著しく、湖内の底質は流況とよく対応している。

図-3 には湖内の 12 定点での公共用水域水質測定結果の中から COD, T-P の 2 項目の水平分布(1996~1998 年度の平均値)を示す。これによると、砂で覆われている浜名湖西部および南部の測点は、北部や東部さらには 4 つの枝湾の測点に比較して値が低く、全体としては底質と水質もよく対応していることがわかる。

全 12 定点のうち、湖の中央付近にある新所と湖心の 2 定点付近では、湖奥部と比較して T-P が低めであるものの、COD は高めとなっている。この理由として、これら 2 定点は、湖底底質がシルトと砂の境界域に位置していることから、両者の推移帯としての特徴が表れたことによると考えられる。

* 正会員 工博 国土交通省国土技術政策総合研究所研究総務官
** 静岡県河川企画室
*** 静岡県浜松土木事務所企画検査課
**** 正会員 三洋テクノマリン(株)プロジェクト開発部
***** 三洋テクノマリン(株)プロジェクト開発部



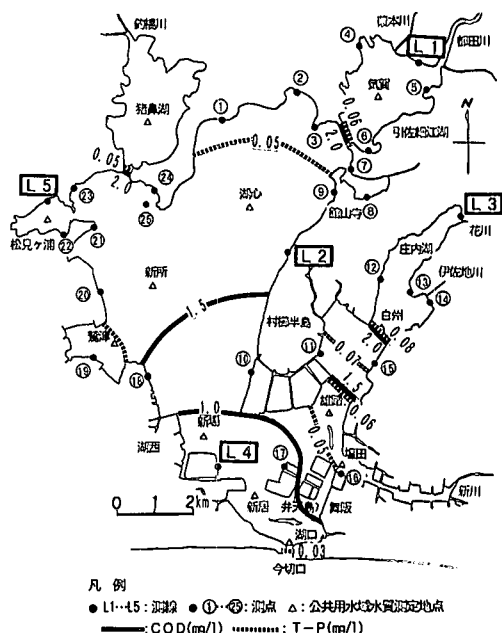
図一 浜名湖の底質と流況

4. 湖内の生物生息状況に関する現地観測

これらの知見をもとに、湖内の生物分布状況を調査し、湖全体の類型区分を実施するとともに、どのような非生物的要因が湖の生物分布に影響しているかを検討するための現地調査を実施した。

2000年4月18日～22日、図一3の5測線(L1～L5)上において底質状況、底生生物の生息状況等を調べるために水深約4mまでの潜水目視観察を行った。各測線の底生生物の生息状況については、測線上を約1m幅で区切り、底生生物の被度の変化点(基点からの距離)を記録した。被度は宇多ら(1999)と同様、1m四方の中で底生生物が「多い(3/4以上)」、「やや多い(1/2程度)」、「少ない(1/4程度)」、「稀(1/10以下)」の4階級に区分した。また、各測線の汀線と水深2mで25×25cmのコドラート内の底泥を採取し、1mm目のフルイで選別し底生生物を採集した。岩盤上ではコドラート内の付着生物を剥離採集した。採集した底生生物は種の同定、個体数の計数、湿重量の測定を行った。なお、水が濁り被度の観察ができない測点では、測線上に地点を設定し、コドラート内の底生生物を採集した。さらに汀線付近の塩分、CODを測定した。上記測線における調査に加えて、浜名湖全域に25測点(図一3参照)を設け、汀線付近の地形、底質状況(岩、礫、砂、泥)、生物被度の調査を行った。

湖口部を除く浜名湖湖岸では、水域が広いために風波の作用も著しい。浜名湖近傍の浜松測候所の観測結果によると、年間を通しての最多風向はWNW, Wである。また日最大風速時の風向もWNW, W, WSW方向が卓越している。このことから浜名湖では主として東岸で強



図一3 調査測線、公共用水域水質測定地点および水質分布

い波浪作用を受ける。本研究では、宇多ら(1999)と同様にして、各測線の波浪強度を表す指標として年間の積算波高を求めた。

波浪推算は、風向・風速と吹送距離を与えてSMB法によって行った。推算には1999年の観測結果より日最大風速と風向(WNW, W, WSW, E)を選び、各測線毎、日別に算出した。算出された積算波高と底生生物の出現状況の関係を調べた。

5. 調査結果

測線調査を実施した5測線の湖岸形状等について述べる。これらの測線位置は図一3に示した通りであるが、比較的、清浄な水域に位置しているのがL4であり、L1とL3は汚濁域に該当する。さらに、L2とL5は2水域の間域と位置付けられる。

L1は引佐細工湖の最奥部に位置するため波浪の作用を受けにくく、また、近傍に都田川、菟本川が流入している。図一4が調査結果であるが、湖岸線には直立護岸と捨石工がある。湖底は水深2m程度より沖合で平坦となっている。底生生物は汀線部の捨石に多く見られ、マガキ、タマキビガイをはじめ貝類が多く、海藻類はアオサが多い。その沖のシルトで覆われた浅い水域には海藻類のオゴノリが30～60%の被度で広く分布しているのがこの測線の特徴である。

図一5は測線L2での調査結果である。背後地は畑地・山林として利用され、湖岸沿いには道路、自転車道が通っている。湖岸には直立護岸・捨石がある。海底勾配は緩

やかで沖合 400 m 付近でも水深は 3 m 程度である。また底質は砂質である。汀線部の捨石にはタマキビガイが多いほか、コウロエンカワヒバリガイ、カリガネエガイ、フジツボ類等の測線では見られない多様な付着動物が見られる。汀線部での海藻類は少なく、アオサ、アオノリ、オゴノリ類が見られる。汀線の沖合は砂質で、オゴノリ帯とアマモ帯の海藻藻類の分布が見られ、比較的豊富な生物群を有している。この測線の付近は、浜名湖でも魚介類の生産性が高い場所とされており、クルマエビ漁やアサリ漁等の漁業が行われている。

測線 L3 の観測結果を図-6 に示す。練石積み護岸があり、水深は浅く 1 m 以浅であって、シルトが広く堆積している。また護岸から 40 m までは人工干潟が造成されており泥質となっている。底生生物は、干出した人工干潟ではアオサ、アオノリ類やオゴノリがわずかに観察されたのみである。測線上の杵取りによる定性的観察によれば、人工干潟での主な生息種は *Polydora* sp.、ヤマトスピオ、イトミミズ等の環形動物、カワグチツボ、ウミゴマツボ、ホトトギスガイ、コウロエンカワヒバリガイ等の貝類であったが、天然干潟と比較して出現量は少な

かった。また、沖合の天然干潟では、シオカラトンボのヤゴが確認され、河川の影響を受けていることが分かった。出現種の多くは汚濁に強い種である。

測線 L4 でも直立護岸と捨石がある(図-7)。護岸から 10~45 m では水深が約 1.5 m と他より深く、シルト混じりの砂となっている。護岸から 45 m より沖合は水深 0.5 m 以浅で、砂が広く覆っており干潮時に干出す所がある。また上げ潮・下げ潮時は潮流が速く、0.2 m/s 程度になる。汀線部の捨石にはアオサ類、アオノリ類等の海藻類が生育しているが、底生生物は少なくホトトギスガイ等の貝類がわずかに見られるのみである。アマモは沖合の砂地を中心に広く分布し、特に捨石の前面や沖合 40~70 m には被度 50% の高い比率で密生しているのがこの測線の特徴である。底生生物の被度は小さく、アサリ等の貝類、エビカニ類、ウニ類が生息している。

測線 L5 (図-8) では、直立護岸の前面に礫浜がある。汀線付近は礫で覆われ、水深約 0.5 m からは砂礫となる。また水深 4 m 以深では海底勾配が緩やかになる。汀線付近ではウミナナやケヤリが多く見られ、沖合にはマガキ、ホヤが多い。海藻類は少なく、アオサ類やオゴノ

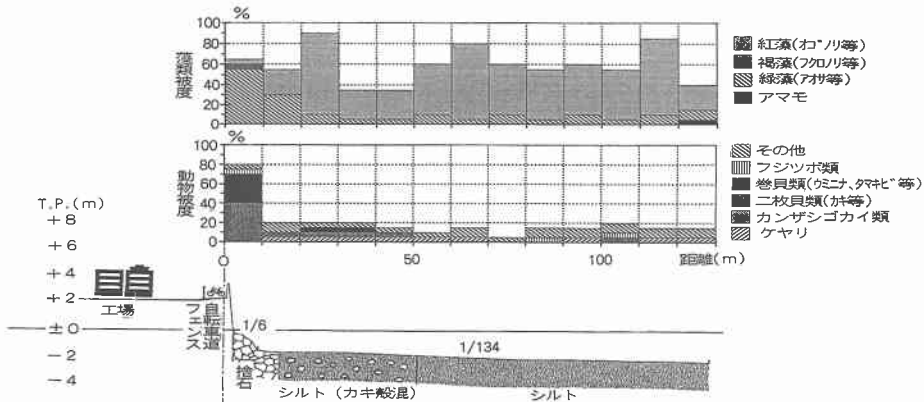


図-4 測線 L1 の湖岸の状況、底質、生物被度の岸沖分布

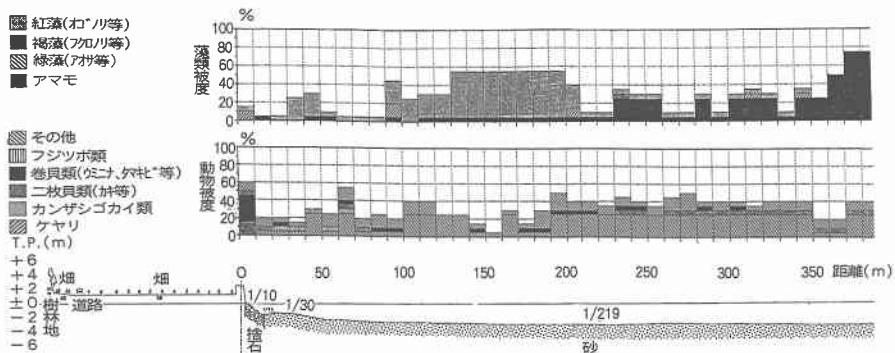
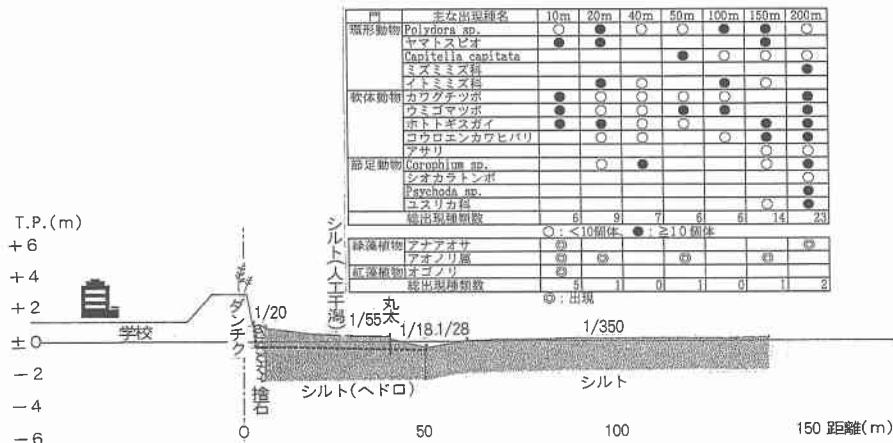
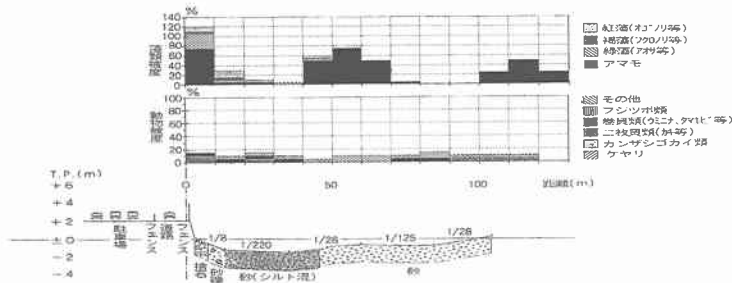


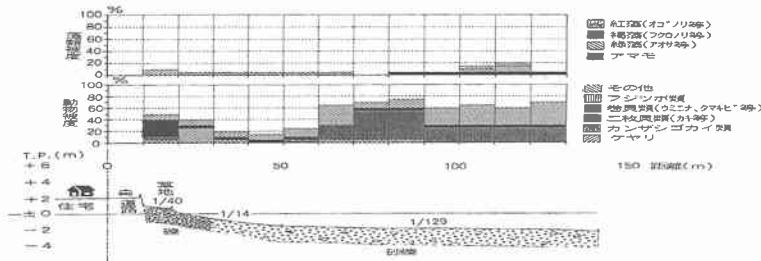
図-5 測線 L2 の湖岸の状況、底質、生物被度の岸沖分布



図一6 測線 L3 の湖岸の状況、底質、生物被度の岸沖分布



図一7 測線 L4 の湖岸の状況、底質、生物被度の岸沖分布



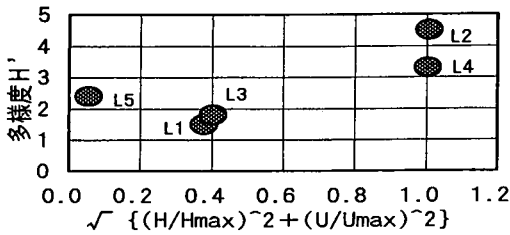
図一8 測線 L5 の湖岸の状況、底質、生物被度の岸沖分布

リ等が生育するほか、護岸から 80 m より沖合にはアマモが分布している。

以上を要約すれば、閉鎖性が小さな場所に位置する L2, L4 ではアマモが高い密度で繁茂しているのに対し、浜名湖東部の入江に位置する L1, L3 では出現しないかまたはほとんどみられず、水質が悪化していることとよい対応が見られた。また、オゴノリは、L1 と L2 で多く出現が確認され、アマモの分布地とは異なっていた。一方、L5 にも沖合 80 m よりアマモの出現が連続的に確認

表一 各測線の多様度 H' の値

区分	測線 No.	多様度 H'
湖奥部	L1	1.5
	L3	1.8
推移部	L5	2.4
湖南部	L2	4.5
	L4	3.3



H: 測線の積算波高, Hmax: 最大の積算波高
U: 測線の流速, Umax: 最大の流速

図-9 積算波高・流速と多様度との関係

されるとともに、特に、沖合部を中心にマガキやホヤ類などの動物が出現し、他の測線とは異なった生物組成となっていた。

6. 考 察

各測線での観察結果をもとに、測線の類型区分を試みるため、汀線部と水深2mでの25cm×25cmのコドラート内で採集した試料の出現動物の分析結果を用いて、Shannon-Weaver関数による多様度 H' を算出し、表-1に示す。これにより、5測線の生物生息状況を比較すると、 H' の値からは、湖奥部の測線グループL1とL3と湖南部に位置するL2、L4のグループ、さらに西岸の推移帯であるL5の3グループに分類できることがわかった。図-9には、それぞれ積算波高・流速の最大値で基準化して合成した指標 $((H/H_{max})^2 + (U/U_{max})^2)^{1/2}$ と多様度の関係を示すが、ここでも調査を実施した5測線の多様度は3つのグループに類型区分される。

全測線のうち、生物群集が質、量とも豊富であったのはL2を中心とした水域である。この測線付近では、補充のために実施した測点調査の結果も含めると、先ず汀線部の捨て石部分ではタマキビやイボニシ、カリガネエガイを中心とした貝類とその基部に生息するハナオカカギゴカイなどの環形動物、さらにはフサゲモクズなどの端脚類により比較的複雑な付着生物群落が形成されている。そして、その沖では、沖合200m付近までは海藻類のオゴノリとその基部の砂の中に生息するミズヒキゴカイやケヤリなどの環形動物、Amphithoe属の端脚類に代表される生物群落が確認された。さらにその沖にはアマモとケヤリを中心とした生物群が続いており、それぞれ組成の異なる生物群落が汀線から沖合まで連続して形成されている。この測線の特徴としては、図-10に示す各

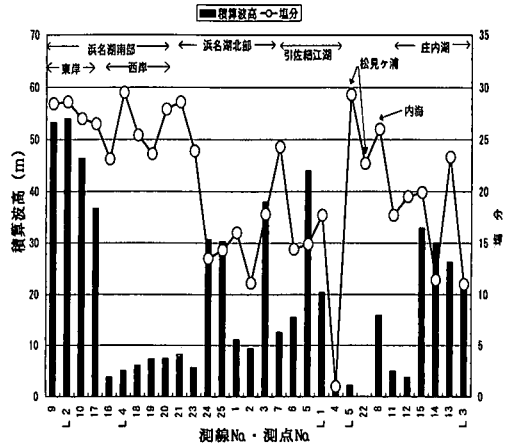


図-10 各測線、測点の積算波高と塩分

測線の積算波高の計算結果からも全測線中最も積算波高が高くなっている。この他にも20cm/s程度の潮流の作用があり、図-10に示すように湖口に近いL4同様に塩分が高く、清浄な外洋水が常に供給される位置的な条件を持っている。

一般的に干潟の浄化能力が高いことは、他の水域に比較してより多様な生物が生息しているためであるとされている。このようなことから、湖岸の浄化能力の大小が、そこに生息している生物の多様性と関連があると考え、浜名湖の場合には、多様性を決定する要素として潮流と湖内で発生した風波の作用が重要なことが明らかになった。これら2つの要素によって水質条件や底質条件、さらには生物の多様性も決定されるので、湖岸整備にあたっては、これら2つの非生物条件を十分考慮することが重要である。

参 考 文 献

- 木元新作 (1976): 動物群集研究法 (多様性と種類構成), 共立出版, p. 71.
- 宇多高明・内田光一・石橋伸夫・入江光一郎・大堀裕子・牧嶋正身 (1999): 猪鼻湖湖岸における生物活動の活発・不活発ゾーンの形成と作用波高の関係, 海岸工学論文集, 第46巻, pp. 1176-1180.
- 宇多高明・入江光一郎・大堀裕子 (1997): 生物指標を利用した猪鼻湖湖心部の舌状浅瀬における海水浄化機能の現地観測, 海岸工学論文集, 第44巻, pp. 436-440.
- 静岡県 (1997): 浜名湖閉鎖性改善調査概要版, pp. 11-13.
- 静岡県 (1999): 平成10年度公共用水域水質測定結果, pp. 298-330.
- 国土地理院 (1966): 1/10,000 湖沼図 浜名湖.