

**琵琶湖湖岸域の環境情報G I S化と湖岸生態系
修復のガイドラインの構築
調査・研究実績報告書**

滋賀県琵琶湖環境科学研究所 西野麻知子

要旨

1. 琵琶湖湖岸について、古地図や地形図、航空写真を GIS 化して重ね合わせ、明治時代からの湖岸線変化を 1 枚の地図にすることで、湖岸のどの地域が大きく変遷したかを明らかにした。琵琶湖岸と内湖ごとに水面面積変化を比較したところ、北湖では内湖の面積減少が、南湖では南湖本湖の減少が著しいことが明らかになった。南湖の湖岸線は地域差が大きく、南岸は 1960・70 年代、東岸は 1980・90 年代に大きく変化したことが示され、その理由として、明治時代以降の琵琶湖の平均水位の低下、埋め立てや湖岸整備に関連した人為的改変が最も大きな要因と考えた。
2. 琵琶湖岸を 5km ごと 44 区間に分け、砂浜湖岸の変遷をみたところ、砂浜は長期的に減少傾向にある一方、愛知川河口周辺(区間 17-18)など一部で増加している地域があることがわかった。
3. 現地踏査による土地条件と上記で地形図の変化から、湖東の野洲川下流での地形変化を調べたところ、明治と昭和中期の間で烏丸半島など湖岸線の前進が顕著な場所があったこと、1960 年前後までは湖岸にヨシ帯が多く、湖と周囲の水田が繋がる水郷景観がみられてが、1965 年以降、ほ場整備、埋め立て、湖岸堤建設で湖岸地形が大きく変化したことが示されて。
4. 琵琶湖の湖岸植生を代表する海浜植物、氾濫原性植物等の希少植物の分布と地形変化との関係解析を行ったところ、海浜植物は砂浜湖岸に分布するが、南湖ではビーチとして管理されている箇所以外は全く残っていないこと、北湖西岸では、砂浜の減少した 2 地域で砂浜植物が激減しつつあり、養浜のあり方の検討が必要であることがわかった。氾濫原性植物は、植生湖岸のうち、本来の湿性植物群集が成立している湖岸のみに生育しており、人工的に植栽されたヨシ帯湖岸にはほとんど生育していないことがわかった。一方、地形変化が大きかった地域の中に、河港デルタ等で、自然に湿地植生が成立した地域にはこれら希少植物が生育していることも分かった。これらの結果から、琵琶湖岸の様々な地域で行われてきたヨシの人工植栽は、必ずしも在来の植物群集を豊かにしていないことが示された。
5. 地形変化が大きかった湖岸中、砂浜の増加が顕著だった愛知川河口周辺で詳細調査を行い、湖岸線変化は、江戸時代(1805 年)、明治時代(1890 年代)以降、洗堰設置以降の平均水位の低下、愛知川からの土砂堆積による湖岸の伸展期 (~1948 年)、砂利採取や上流のダム建設や河川改修により進展が停滞した時期 (1967 年~) に分けられた。
6. 古文書調査から、現在砂浜が広がっている愛知川右岸は、明治時代はヨシなどの植生が繁茂しており、砂浜湖岸に変わったのは 1950 年代以降であることが分かった。現在、右岸側の湖岸に海浜植物、左岸の堤内地のごく一部に浮葉植物が生育するが、養浜により 1970 年代の海浜植物が消失したり、公園整備で自然植生が成立できない環境が見られた。
7. これらの結果に他の調査で得られた結果も加え、湖岸環境修復の基本的考え方を示し、湖岸 9 地域について、各地域の生物群集の現状および保全の現状と課題を整理した。

目次

はじめに（西野）

1. GISによる琵琶湖湖岸の長期的地形変遷の把握（東）

1. 1. 明治時代以降の地形変遷（東）

1. 2. 古地図からみた砂浜分布の変遷（辰己→東）

1. 3. 近年の地形変遷（東）

2. 土地条件からみた琵琶湖湖岸の地形環境の特性把握（辰己）

2. 1. 湖岸地形の類型化（辰己）

2. 2. 湖岸地形の変遷（辰己）

3. 湖岸の希少植物種のホットスポットと地形変化との関係（金子）

3. 1. 海浜・海岸性植物の特徴とホットスポット

3. 2. 沼澤原生植物（原野の植物）の特徴とホットスポット

3. 3. 希少植物の分布と湖岸環境および地形変遷との関係

4. 詳細スタディ（辰己）

4. 1 愛知川河口域における地形変遷（辰己）

4. 1. 1 愛知川下流平野の地形

4. 1. 2 愛知川河口部における近世以降の地形変化

4. 1. 3 近年の愛知川河口域・新海浜の変化

4. 1. 4 愛知川河口域周辺の希少植物分布と地形変化の関係（金子）

5. 湖岸の水辺環境修復のためのガイドライン（西野）

5. 1. 琵琶湖湖岸の特性からみた類型化（辰己）

5. 1. 1 湖岸地形の類型化と人工湖岸

5. 1. 1 最近の湖岸地形の変化

5. 2. 湖岸生態系修復の基本的考え方（西野）

5. 3. 湖岸9地域における湖岸地形と類型および植生、鳥類、底生動物との関係の整理とそれに基づく今後の保全の方向性（西野）

（付録）収集整備したG I S情報の一覧図および出力図の例（東、金子）

（括弧内は執筆者名）

はじめに

日本最大の湖沼である琵琶湖は、古代湖として固有種をはじめとする豊かな生物多様性を擁するとともに、京都、大阪を含めた近畿1400万人にとって生活・農業・工業用水を提供する水源として、社会的にも極めて重要な湖である。

近年、琵琶湖では、流入河川の水質や流域下水道の整備率が向上したこともあり、湖水の窒素、リン濃度はともに低下し、水質は改善傾向にある。その一方で、オオクチバス、ブルーギル等の外来魚やミズヒマワリ、ナガエツルノゲイトウなど環境省の特定外来生物が増加し、在来魚類の漁獲量が著しく減少するなど、湖の生態系には大きな変化が見られている。これらの変化は沿岸部で顕著である。とくに水域と陸域の移行帯である湖岸域では、内湖の干拓や琵琶湖総合開発事業に伴う湖岸堤の建設などで地形改変が著しいが、在来魚介類の主な減少要因の一つとして、湖岸や河川の地形改変が指摘されており（西野, 2009）、地形改変と生態系変化との間には密接な関係があると推察される。

しかし、琵琶湖岸の劣化の現状や生態系の健全性評価について、総延長約235kmにものぼる湖岸全域を詳細に解析した研究は皆無に等しい。その理由として、湖岸地形などの地理的情報や生物の分布情報を重ね合わせて解析するための適切なツールが存在しなかつたことが挙げられる。近年、GIS技術の普及により、これらの地理的情報を重ね合わせ、容易に解析することが可能となってきた。

本研究では、湖岸の地形変遷と生物の分布情報をGISを用いて一元化して解析し、それをもとに、湖岸生態系修復のガイドライン作りを行った。研究の方法は、以下のとおりである。まず、①作成年代の異なる地形図や撮影年代の異なる航空写真を、GISを用いて解析する。②現地調査により、GISでは把握できない地形変遷の実態を詳細に調査することで、地形の変遷プロセスを具体的に把握する。③湖岸の地形変化にとくに敏感であると考えられる湖岸植生について現地調査を行い、絶滅危惧種などの分布と地形変化との関係を解析した。あわせて、水辺環境修復のための基本的考え方を示し、琵琶湖環境科学研究中心で整備中のヨシ帯や鳥類、ペントスなどの分布に関するGISデータ解析結果を重ね合わせ、今後の保全の方向性を示した。

1. GISによる琵琶湖湖岸の長期的地形変遷の把握（東）

琵琶湖の湖岸域は、デルタ、低湿地、内湖などの様々な湖岸地形要素からなり、湖岸の景観は、砂浜、岩石、抽水植物帯など多様性に富み、多様な生物を育む場である。

一方、湖岸域は、昔から人々の生活の場として利用され、改変されてきた。特に、近年、干拓、埋め立て、湖岸堤整備などによってその環境は大きく変化してきたが、それについての定量的な解析は十分に行われていない。例えば、湖岸域に数多くの内湖が存在していた時代の琵琶湖の面積については、明治時代以降（1868年～）、 699.96 km^2 から 721.46 km^2 まで様々な値が公表されている（西野、2005）。このようなことからも、琵琶湖と内湖の地形変遷を定量的に把握することが重要である。

また、2007年に実施された辰巳（2008）による琵琶湖湖岸の土地条件調査結果を、砂浜湖岸、山地湖岸、抽水植物帯等の植生湖岸、人工湖岸、水面に類型区分化し、それらの湖岸長の占める割合をGIS（地理情報システム）で計測した結果は、それぞれ30%、17%、15%、37%、1%であった。湖岸の改変が進んだ現在においても、砂浜湖岸が30%占めていることは、国内では珍しく大規模な湖成デルタが発達する琵琶湖が本来もっていた主要な湖岸地形要素が砂浜であることを示している。しかし、砂浜地形は、直接的な改変を受けなかつた場合でも、土砂供給や運搬過程等の周辺環境の変化によっても影響を受けやすい地形である。これに関連して、近年、琵琶湖岸では砂浜が浸食され、やせ衰える浜欠け現象が生じていることが社会問題となっているため、砂浜湖岸の変遷を理解することも重要である。

本章では、GISを用いて調べた明治時代以降の地形変遷、砂浜分布の変遷および近年の人工湖岸化の状況に関する結果を示す。

1. 1. 明治時代以降の地形変遷（東）

1. 1. 1. 方法

湖辺地形に関するGISデータを作成するために用いた元資料は表1-1に示すとおりである。①の明治時代後期の地図は、近代的測量方法によりわが国で最初に整備された地図「2万分の1正式図」である。ここでは、その復刻出版である「正式二万分一地形図集成（柏書房）」を用いた。②の1920年代、④の1960年代の地図としては、国土地理院の旧版2

表1-1 利用した地図および航空写真

地図の種類	測量(撮影)期間	地図・写真的枚数	RMSEの平均値 (湖辺部分の地図のみ)
①2万分の1正式図	1892-1909	38	5.7m
②2万5千分の1地形図	1920-1922	19	3.2m
③米軍撮影の航空写真	1947-1952	223	-
④2万5千分の1地形図	1967-1971	21	1.5m
⑤2万5千分の1数値地図	1993-1999	40	-

万5千分の1地形図を用いた。②は、1枚の地図区画（比良山）が欠落していたため、この地域だけ①の地図で代用した。これらの紙媒体の地図資料の中から琵琶湖周辺の地図を選び出し、スキャナーにより画像データ化したのち、2次多項式による幾何補正を行い位置合わせした。もっとも新しい時代（1990年代）の⑤の地図データは、国土地理院の数値地図25000（地図画像）を用いた。④の1940年代のデータとしては、東（2004）において作成された米軍撮影のオルソ航空写真画像データを用いた。

次に、水域分布の時代変化を調べるために、これらのGISデータ化した地図および航空写真画像データを用いて、琵琶湖本湖および内湖に関するポリゴンデータを作成した。ここで内湖データとは、幾何補正の誤差を無視できる空間スケールを有し、形状が比較的塊状を呈し、かつ琵琶湖本湖と水路などで明瞭につながっているものを「内湖」と定め、その領域を表すポリゴンGISデータを作成した。

1. 1. 2. 古地図の幾何補正の方法についての課題

古い時代の地図である表1の①および②の幾何補正においては、現代地図上での位置に対応づけるために設定するGCP（地上基準点）の選び方が補正の精度に大きく影響した。これは、戦後の土地利用の著しい変化により両時代で変化していない道路や住宅地などを抽出しづらく、GCPの位置精度が低くなりやすいからである。古い時代の地図と位置合わせするためのGCPとしては、神社や仏閣などの位置が考えられるが、これら地物はその敷地を含めると比較的空間スケールが大きいため、中縮尺の2万分の1や2万5千分の1の地図では、点を基準として合わせるのが難しい面がある。

そこで、対象地域の土地利用特性に着目してGCPを選定した。琵琶湖の湖辺地域の多くは、今も昔も広大な農地が広がっており、農村集落の形態が現在でもよく残っている場所が少なくない。このような農地に点在する農村集落内の町並みは、昔から現在まであまり

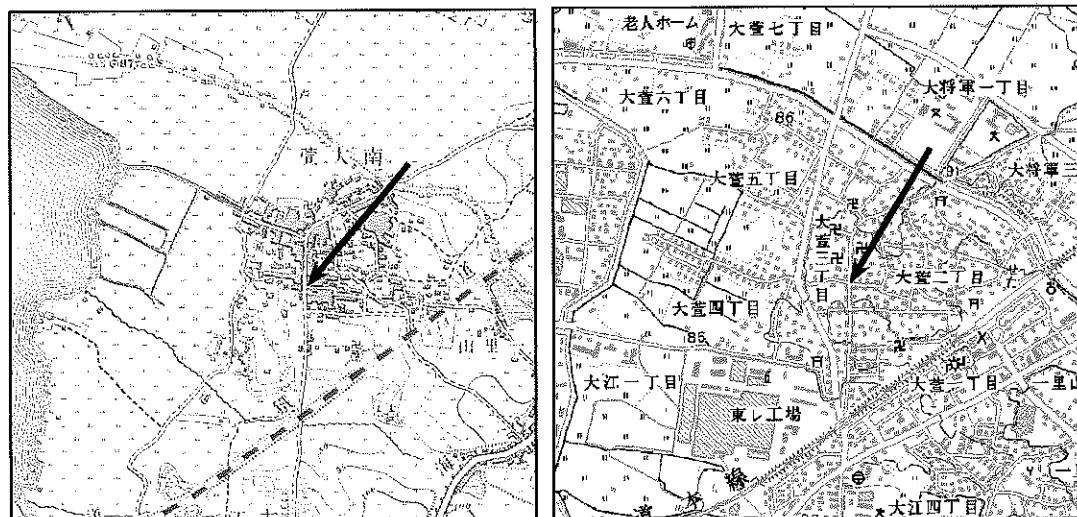


図1-1 明治時代後期と1990年代の地図データにおけるGCP設定の例

明治時代後期の地図データ（左図）は柏書房出版の正式二万分一地形図集成を、1990年代の地図データ（右図）は国土地理院発行の数値地図25000（地図画像）を用いた。

大きく変化していないだろうと仮定し、農村集落内の狭い道路などを目標物にして基準点を選定するようにした。明治時代後期と1990年代の地図データにおいて、そのような場所にGCPを設定した例を図1に示す。また、図1-2は、明治時代後期の地図上で設定した複数のGCPの位置を示した例である。湖辺に広がる農地域に散在する農村集落内の道路交差点などを中心にしてGCPを設定している。このようにして幾何補正して作成した地図データと現在の湖岸線を重ね合わせた結果を図1-3に示す。明治時代後期と1990年代湖岸線の位置は、湖（琵琶湖南湖）の西岸側ではほとんど同じであるが、東岸では、全体的に著しく変化していたことがわかる。

ここで、元データが紙媒体である地図の幾何補正を行った結果の精度を、各時代の地図の2乗平均平方根誤差（RMSE）の平均値を用いて評価することにする。表1-1の中に示したRMSEの値を見ると、古い地図データほどRMSEが大きいが、もっとも大きい①の明治時代の地図において数m程度であったため、比較的精度よく幾何補正できたと考えられる。

1. 1. 3. 結果と考察

このようにして作成した幾何補正後の地図画像データの例として、幾何補正後の①の各地図をつなぎ合わせた琵琶湖周辺のモザイク合成地図画像データを図1-4に示す。これは、他の時代の地図画像データを同一の地理的座標空間に配置することができるGISデータの一つであるため、これらを用いて湖岸線や水域分布の空間的变化について定量的解析を行うことができるデータである。

特に、もっとも古い時代の明治時代後期のモザイク合成地図画像データ上に、現在の湖

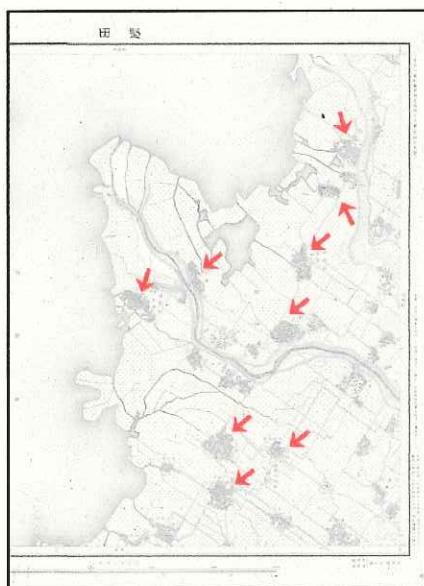


図1-2 明治時代後期の地図上で設定した複数のGCPの位置の例
地図データは柏書房出版の正式二万分一地形図集成を用いた。

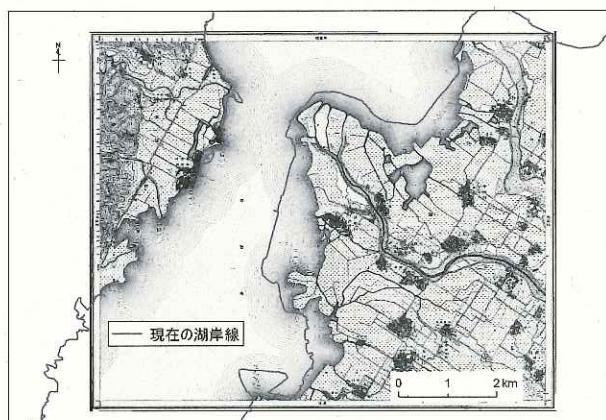


図1-3 明治時代後期の地図上で設定した複数のGCPの位置の例
地図データは柏書房出版の正式二万分一地形図集成を用いた。

岸線を重ねてみると、どのような場所で湖岸線の位置が変化したかがわかる。湖岸線の位置の変化および後述の内湖の分布変化を示した琵琶湖全域の地域別図は付録に示すが、ここでは、もっとも変化が大きかった地域の1つである琵琶湖南湖についてのそれを図1-5に示す。南湖の湖岸では、100年スケールでみると特に東岸と南岸で大きく湖岸線の位置が変化している。この変化の分布は、特に河口域とは無関係に変化しているように見える。したがって、これらの変化は、デルタの形成に関連した自然的な地形変化ではないことを示唆している。

湖岸線位置の変化要因の1つとしては、現在の琵琶湖の平均水位が明治時代後期に比べて約1m低下しているため、遠浅の場所では陸化し水田などに開墾されていったことがあげられる。しかしながら、1.3章で示すように現在の湖岸の改変状況分布と対照させると、人工湖岸化に関係している場所がほとんどであった。つまり、埋立てや湖岸堤整備等に関連した人為的改変が南湖の東岸と南岸の湖岸線変化のもっとも大きな要因だと考えられる。

次に、各時代における琵琶湖および内湖の地理的分布を図1-6に示す。図を見ると、明治時代後期の1890年代から近年の1990年代末までに内湖が著しく減少していく様子がわかる。主要な内湖の個数を調べると、北湖の湖辺では1890年代末で80個、1990年代末で38個と半数以下になっていた。一方、南湖の湖辺では、1890年代末で5個、1990年代末で12個と、近年の個数のほうが多くなっていた。南湖の湖辺における個数の増加は、湖岸

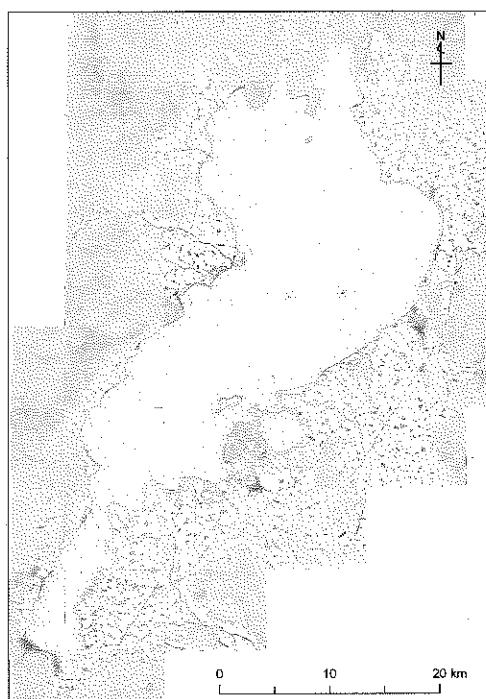


図1-4 明治時代後期の幾何補正した地図
画像データのモザイク合成図
地図データは柏書房出版の正式二
万分一地形図集成を用いた。



図1-5 明治時代後期の地図画像データ上
への現在湖岸線位置の重ね合わせ
地図データは柏書房出版の正式二
万分一地形図集成を用いた。

堤の建設などによって本湖と隔てられたことにより新たな小水域が人工的に生じたことを反映した結果だと考えられる。

琵琶湖本湖および内湖の面積がどのように変化したかを見るため、明治時代後期から近年までの本湖と内湖の水域面積の変化を図1-7に、同面積の変化率を図1-8に示す。これを見ると、明治時代後期から近年までに本湖(琵琶湖)、内湖ともに面積が減少しているが、内湖の面積減少率が著しく、近年までに、明治時代後期から約85%の面積が消失した。時代別では、1940年代末以降の減少が顕著であり、干拓の影響だと考えられる。つまり、水域面積の増減という点からすると、内湖という浅水域における湖岸環境の変化が著しかったといえる。

また、水域を北湖と南湖に分けて変化をみると、北湖における明治時代後期から現在までの面積変化は、内湖面積の減少が本湖の面積減少より大きかった。大部分の内湖は北湖周辺に分布していたため、北湖の湖岸変化は、内湖の変化によって特徴づけられている側

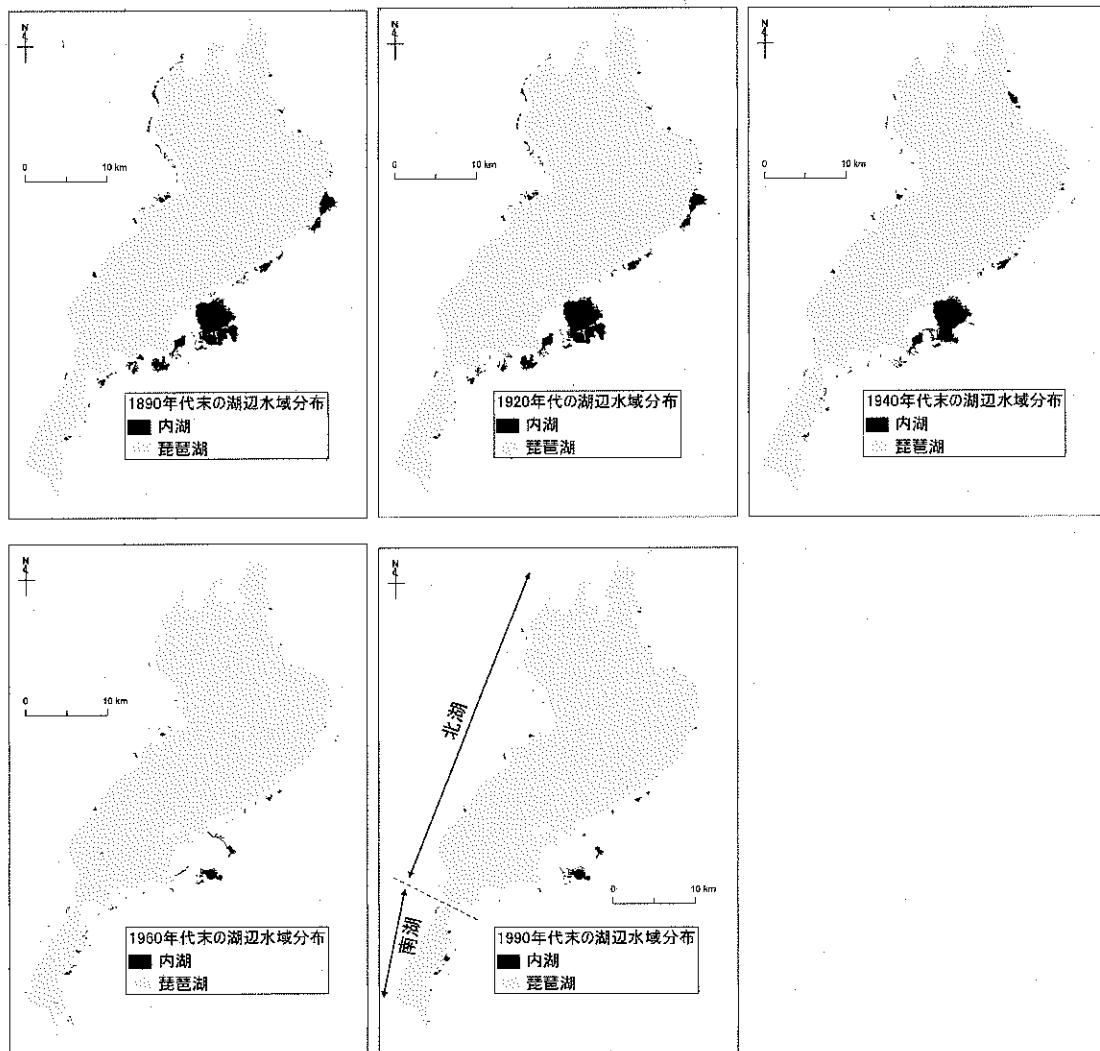


図1-6 明治時代後期から近年までにおける本湖と内湖の分布の変化

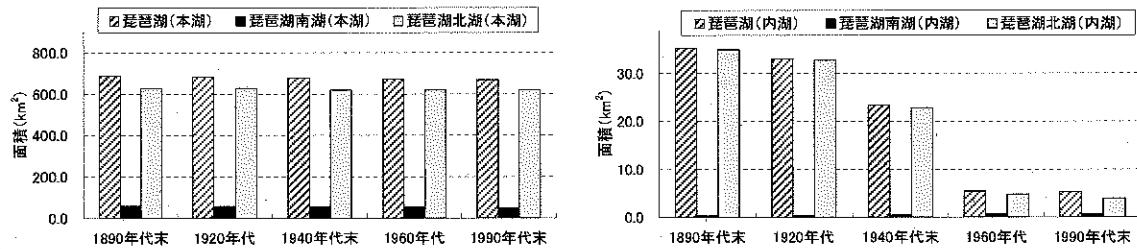


図 1-7 明治時代後期から近年までの本湖と内湖の水域面積変化

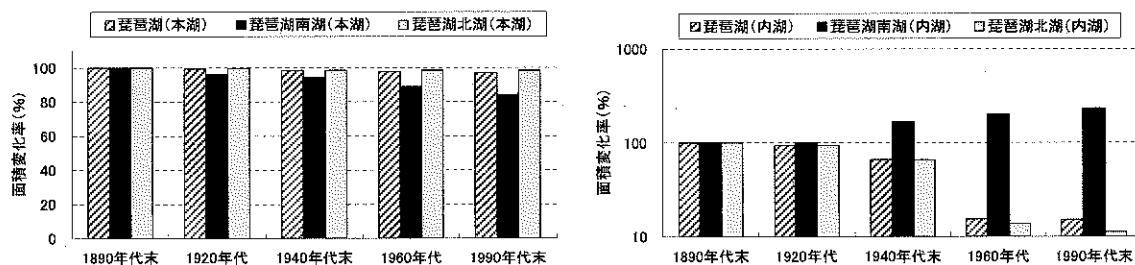


図 1-8 明治時代後期から近年までの本湖と内湖の水域面積変化率

面がある。それに対し、面積が小さい南湖では本湖面積の減少が著しい。南湖の本湖は、明治時代後期の面積から約 15% 減少していた。図 4 をみると、その減少率は 1960 年代以降やや大きいことがわかる。一方、南湖周辺の内湖については、湖岸堤の建設などにともなって新たに人工的な内湖が造られた結果、明治時代後期より面積が増加していた。つまり、南湖では、1960 年代以降の埋め立て、湖岸堤整備により本湖が改変され面積が小さくなつた一方で、湖岸堤などが一部で本湖と区切られた水域を生み出していた。

このようにみていくと、琵琶湖の湖岸は、地理的、構造的に一様に人為的変化を受けたのではないことがよくわかる。北湖では、干拓などによる内湖の消失が湖岸の変化を特徴づけるのに対し、南湖では、本湖に対する埋め立てと湖岸堤整備による影響が湖岸の変化を特徴づけたといえる。

1. 2. 古地図からみた砂浜分布の変遷(辰巳、東)

1. 2. 1. 方法

過去の琵琶湖湖岸の砂浜分布を、1.1 章で作成した地図画像データの地図記号を判読することで把握した。表 1-1 の中で用いた地図画像データは、1920 年代の②、1960 年代の④および 1990 年代の⑤である。図 1-9 に例示するように、GIS を用いて各時代における地図上で砂浜を表す地図記号が描かれた部分とそうでない部分を区別するための属性データをもつ湖岸ラインデータを作成した。

この方法の問題点としては、現実世界の状況をある種の基準で単純化して表していることになるが、その単純化が各時代にまったく同一の基準でなされているかどうか確認する

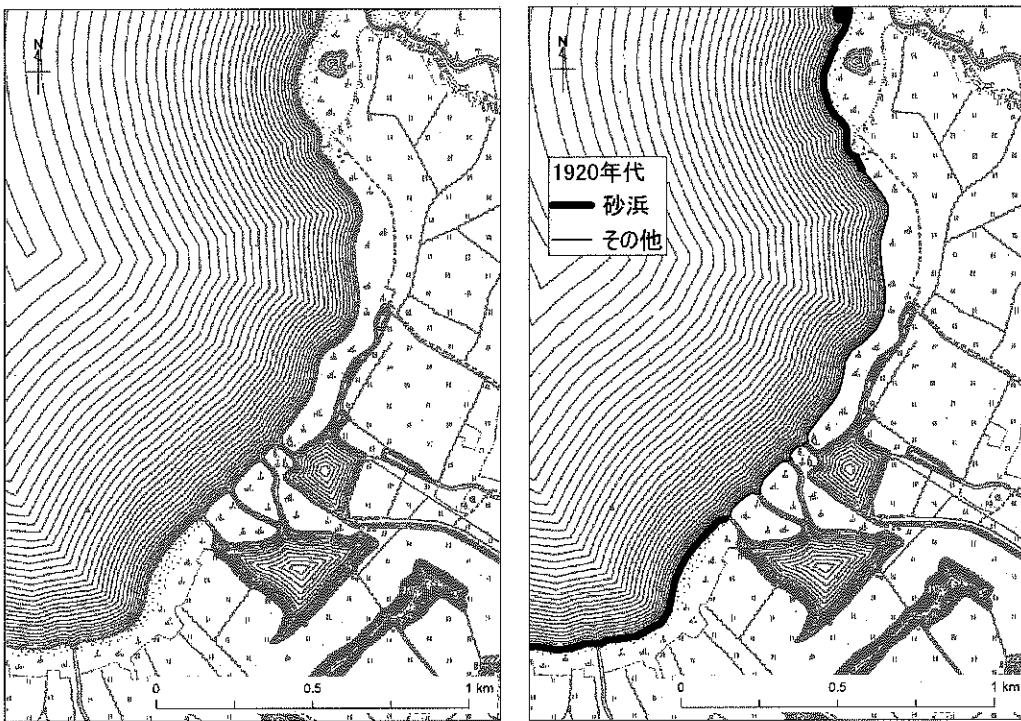


図 1-9 1920 年代の地図に表された砂地の地図記号が見られる湖岸の例(右図)と、それを区分するラインデータが描かれた例(左図)
地図データは国土地理院発行の旧版 2 万 5 千分の 1 地形図を用いた。

ことができない点である。砂地と表されている場所でも、詳細には植生のある箇所が混じっていたりすることもありえるが、その場合、どのような基準で単純化しているかがはつきりしない。したがって、本手法で把握する砂浜分布は、ある程度の誤差を含む情報であり、ここでは詳細な解析を避け、琵琶湖全体の概要を把握することとする。

1. 2. 2. 結果と考察

各時代の GIS データ化した地図データから推定した 1920 年代から近年までの 3 時期における砂浜分布を図 1-10 に示す。琵琶湖全体では、時代とともに砂浜の湖岸が減少しているようにみえるが、地域によっては増加も見られ、地域によって変化のしかたが異なっているようにみえる。

そこで、砂浜湖岸の増減の地域による違いをより明らかにするため、琵琶湖湖岸を図 1-11 で示すように約 5km 区間で区切り、3 時期における各区間の砂浜湖岸の線長を求めた(図 1-12a, b, c)。先に述べたように、結果にはある程度の誤差を含むと考えられ、グラフの全体的な特徴から 1960 年代の結果は、過少評価であるかもしれない。この点に注意しながら結果を見るところにする。

南湖湖岸は、どの時代も北湖湖岸に比べて砂浜湖岸よりその他の湖岸が卓越しているが、近年の 1990 年代は、1920 年代や 1960 年代のものより減少あるいは消失している区間が多い。

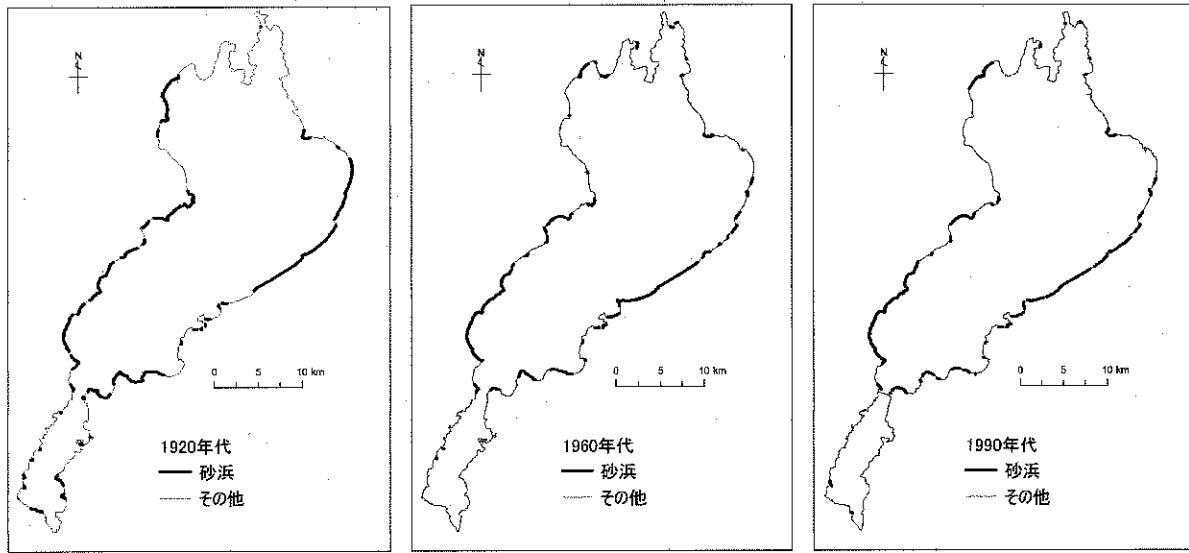


図 1-10 地図画像データから推定した 1920 年代、1960 年代および 1990 年代における砂浜分布

くつか見られる。現在、大規模な市街地が湖岸まで広がっている南岸（区間番号 5、6）や東岸の旧草津川デルタ付近（区間番号 7、8）でも、少なくとも 1920 年代は砂浜湖岸が見られたが、近年は縮小または消失している。その要因としては、自然的な変化ではなく、人為的な湖岸の改変の影響が大きいと考えられる。

北湖湖岸は、砂浜湖岸が卓越する区間がいくつも見られる。その多くは、比較的大きな河川が琵琶湖に流入するデルタ周辺で見られるが、姉川デルタ付近（区間番号 23 から 25）については例外的に砂浜があまり見られない。砂浜が少ない区間番号 26 から 33 にかけて地域は、山地斜面が直接湖岸に接している場所が多い。大河川が位置していないにもかかわらず砂浜が卓越している区間番号 41 から 43 にかけての地域は、湖岸に隣接して急峻な比良山地が位置し、山地からの土砂供給が大

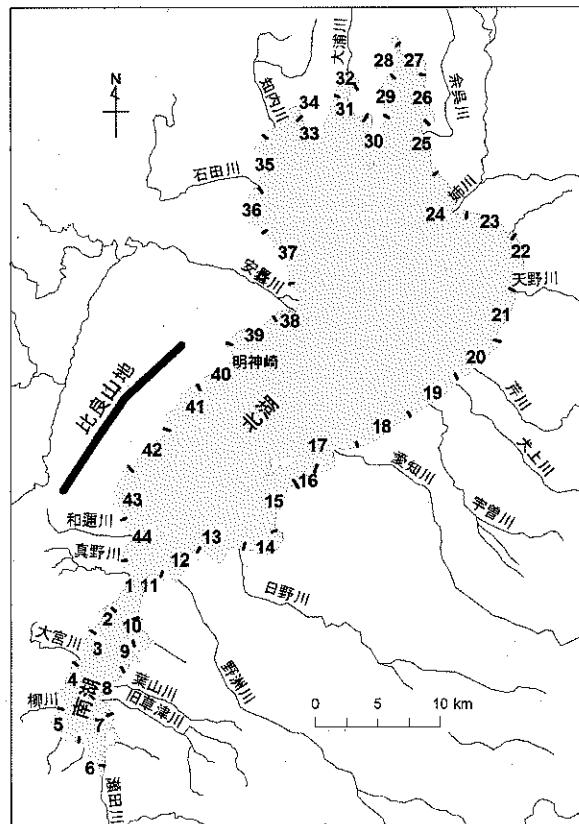


図 1-11 琵琶湖湖岸の区間図

真野川付近を起点に、湖岸を半時計回りに約 5km 間隔で区切り、全部で 44 区間ある。

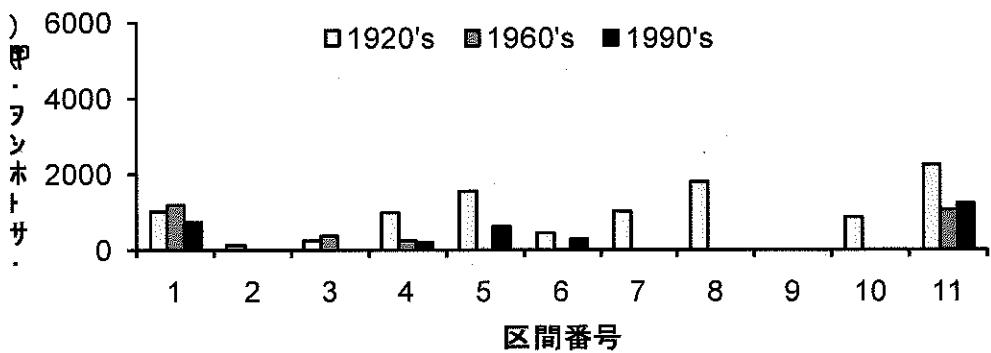


図 1-12a 区間ごとの 1920 年代、1960 年代および 1990 年代における砂浜湖岸の線長(南湖湖岸)

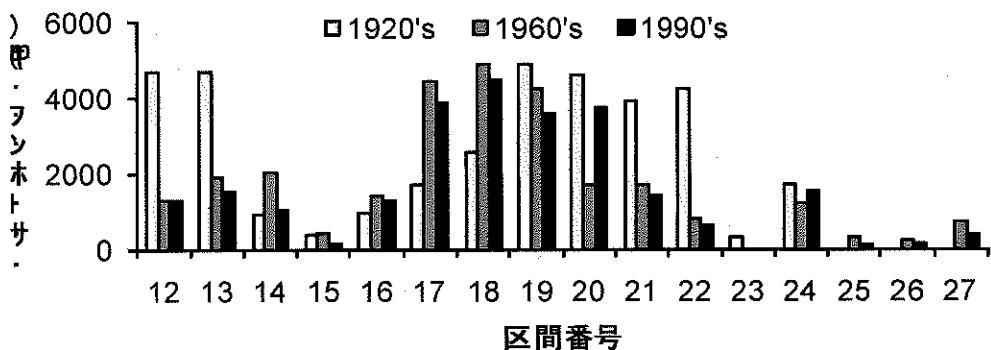


図 1-12b 区間ごとの 1920 年代、1960 年代および 1990 年代における砂浜湖岸の線長(北湖東岸)

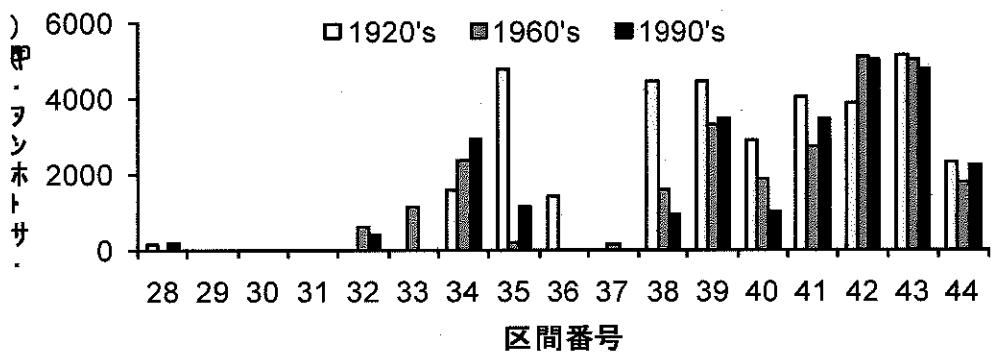


図 1-12c 区間ごとの 1920 年代、1960 年代および 1990 年代における砂浜湖岸の線長(北湖西岸)

きいため山麓に扇状地地形が見られる湖岸域である。

3 時期の砂浜湖岸の変化を見ると、減少している場所もあれば増加している場所もあるのが特徴である。減少している区間は、12～13（野洲川河口から日野川河口周辺）、19～22（宇曾川、犬上川、芹川、天野川河口周辺）、35（石田川河口付近）、38（安曇川河口付近）、

40(明神崎付近)である。増加しているのは17~18(愛知川河口周辺)、34(知内川河口付近)である。近年の1990年代における砂浜分布図上に1920年代以降の砂浜の増減の様子を図1-13に示す。

琵琶湖全体で見た場合、1920年から近年までに多くの砂浜が縮小しているなか、増加している地域があったのは興味深い事実である。特に現在、浜欠けが問題になっている愛知川河口周辺については、長い時間スケールでみた場合は砂浜が増加していたことは、現在起こっている事象とは対照的である。この地域の湖岸環境が長期的にどのように変化してきたかを把握することは、琵琶湖岸の水辺環境修復を検討する上で重要な知見が得られると考えられるため、愛知川河口域を事例として湖岸環境変遷を詳細に調べることとした。その結果は第4章に示している。

1. 3. 近年の地形変遷（東）

2007年に行われた湖岸形態の類型区分に関する調査の精度を高めるための現地調査、航空写真判読および資料調査を本助成研究において行った。その結果を GIS（地理情報システム）データ化して解析した。この湖岸形態の類型分布図と 1. 1. で求めた湖岸線の変化の分布図を対比させて、近年の湖岸地形の変遷の状況を調べた。詳細な分布情報であるため、地域を分けて記述した。地域区分は、湖岸形態の類型区分の琵琶湖全体のマクロな地理的分布特性にもとづき、図 1-11 の 44 の区分をさらに大きくまとめ、図 1-14 に示す A から I の 9 地域に分けた。これらの地域図も含め、第 5 章で湖岸保全の課題と方向性を整理する。

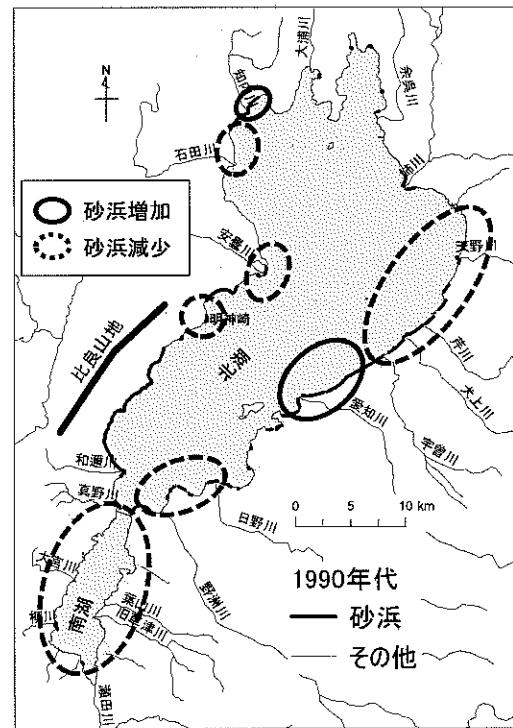


図 1-13 1990 年代における砂浜分布図と
1920 年代以降 1990 年代までの砂
浜の増減

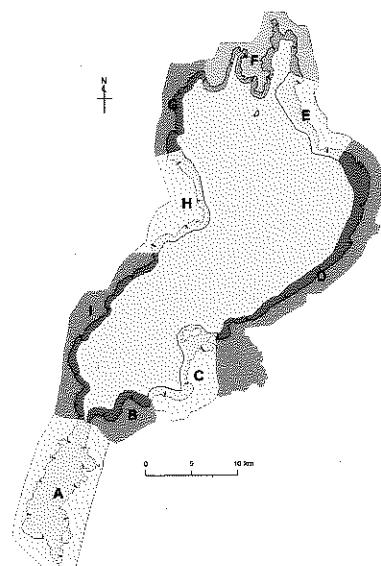


図 1-14 湖岸の 9 地域区分図

付録で示した湖岸形態の類型区分 分布図と湖岸線の変化を地域別に示すための区分

2. 土地条件からみた琵琶湖湖岸の地形環境の特性把握

この章では、現地調査と新旧の大縮尺地形図や航空写真の判読をもとに、琵琶湖湖岸の地形の変化と現在の地形環境を明らかにした。はじめに湖岸地形の類型化を示した。これは1980年代に行った調査による分類で、湖岸の背後の地形も含めた湖岸帯としての分類である。20年以上経過した現在、湖岸各地で大小の地形改変が起こった。2007年には、湖岸全域での土地条件調査（辰巳、2008、琵琶湖環境科学研究所センター報告書）を行い、前回との比較を行った。その成果の一部として前回の類系区分に、湖岸の現況を書き加えた図を全域で作成した。その一部を掲載した。また、湖岸地形は歴史時代を通じて大きく変化した場所が多い。特に地形の変化が大きかった場所として、河川の河口部とその周辺が抽出できた。そこで、野洲川下流での歴史時代における平野の形成と河川の変遷を事例として紹介した。さらに、湖岸部に限定して地形の現状と近年の変化について調べた結果、護岸工事が進み、自然の湖岸から人工的な湖岸への変化が目立っていた。それらの状況を琵琶湖環境科学研究所センターが行った成果を示しながら、解説を加える。

2. 1. 湖岸地形の類型化

表2-1は琵琶湖湖岸全体の湖岸地形の類型とその代表例である。この区分は、20年前に行った調査結果（北澤・辰巳 1990）をもとにして作成したものである。区分の基準は、以下の通りである。

- ① 第1段階として、「山地部」は山地ごとの区分、「平野部」は平野の形成に関与した河川ごとの区分を行う。
- ② 第2段階は「山地部」は山地と崖錐に区分、「平野部」は現河口部、その他の湖岸、人工湖岸に区分した。
- ③ 第3段階では「山地部」は各山地と各崖錐に区分、「平野部」は三角州、氾濫原、扇状地などの平野の特性と、湖岸での砂堆の有無、デルタの形状、人工湖岸などで区分し、湖底地形も考慮した。

この結果、「山地部」は山地をa、崖錐をbにした。平野部は現河口部をc～eの3類型、その他の湖岸をf～kの6類型、人工湖岸をL・Mの2類型に分け、全部で13の類型で湖岸を分けた。

表2-1 湖岸の類型区分（辰巳2008を修正）

	類型	湖岸地形の特徴	代表例
山地部	a	基盤山地が直接湖岸に没する岩石・岩礁湖岸。基盤石は粘板岩、チャート、花崗岩類、流紋岩類が多い。	葛籠尾崎・海津大崎・伊崎・長命寺山
	b	湖岸まで崖錐が達している岩石・砂礫湖岸。	飯浦・菅浦・月出
現在の河口	c	大河川の河口部で、円弧状・尖状のデルタを形成。 幅広い砂堆をもつことが多い。	旧野洲川・愛知川・姉川・安曇川
	d	中小河川の現河口部と旧流路の河口の尖状デルタ。 規模は小さく、砂堆の発達も顕著ではない。	石田川・百瀬川・天神川・際川
	e	小河川の河口部で、明瞭なデルタの突出も少ない。	大浦川・大川
その他の湖岸	f	背後は三角州または氾濫原で、砂堆の規模は小さい。 湖底は緩傾斜である。	赤野井湾・山の下湾・雄琴湾
	g	背後は三角州で、小規模の砂堆が発達。かつては内湖が分布。沈水デルタ・砂州がみられる。	海老江～尾上・新海～柳川・饗庭～深溝
	h	小河川や旧河川の形成したデルタ。砂堆が発達し、一部で閉塞された内湖が分布する。	堅田・近江白浜～萩ノ浜・近江舞子
	i	背後は氾濫原またはデルタで砂堆が発達し、小規模な湿地（かつての内湖）が分布することが多い。	マイアミ菖蒲浜・新保浜～貫川内湖
	j	内湖干拓地の湖岸。閉塞する小規模な砂堆が分布するが、未発達の場所もある。	早崎内湖・入江内湖・津田内湖
	k	背後が氾濫原や扇状地で、湖岸部には砂堆の発達が微弱である。小河川が流入していることが多い。	下阪本・ビワコマリーナ付近・小野周辺
	L	人工湖岸のうち、大規模な埋立地や公園・港が建設された場所。	大津市街地・木浜人工島・矢橋帰帆島
人工湖岸	M	人工湖岸のうち、かつての湖中に湖岸堤が建設された場所や旧湖岸の部分的な盛土や埋立によるもの。	野洲川河口・朝妻筑摩・長浜鐘紡町

1990年当時の類型別の距離の比率（全長 219.5 km）を以下に示す。

- ・山地部 50.75 km ; 23.12% (a : 19.02%、b : 4.10%)、
- ・現河口部 44.00 km ; 20.04%
(c : 10.59%、d : 8.77%、e : 0.68%)、
- ・その他の湖岸 96.50 km ; 43.97%
(f : 15.38%、g : 5.81%、h : 7.97%、i : 5.01%、
j : 6.04%、k : 3.76%)
- ・人工湖岸 28.25 km ; 12.87% (L : 6.95%、M : 5.92%)

タイプ別で最も長いのは、a の山地で湖岸全体の 20%近くを占めている。これは湖北山地が入り込んだリアス式湖岸になっているためである。

次いで長いのは、その他の湖岸のうち、f の湾の部分で、南湖の山の下湾や雄琴湾、赤野井湾の湾入部分の湖岸線となっている。また、大きな河川の河口部のデルタが全体の 10%余りを占めている。一方、人工湖岸は全体で約 13%であった。

2. 2. 湖岸地形の変遷

現地調査と古い地形図の読み取りにより、河川の河口やその周辺での地形や土地利用の変遷について調べた。その結果、野洲川下流とその周辺では次のような地形変化があつたことが判明した。図 2-2 には野洲川下流平野の地形分類図と、地形帯区分図を示した。このうち地形帯の区分では、古いものから、扇状地 I 面 (F I)、デルタ I 面 (D I)、扇状地 II 面 (F II) となり、新しいものは現在の河川沿いの自然堤防帶 (N L) と蛇行原 (M) である。この図をもとに、野洲川下流平野の変遷をまとめると以下のようになる。

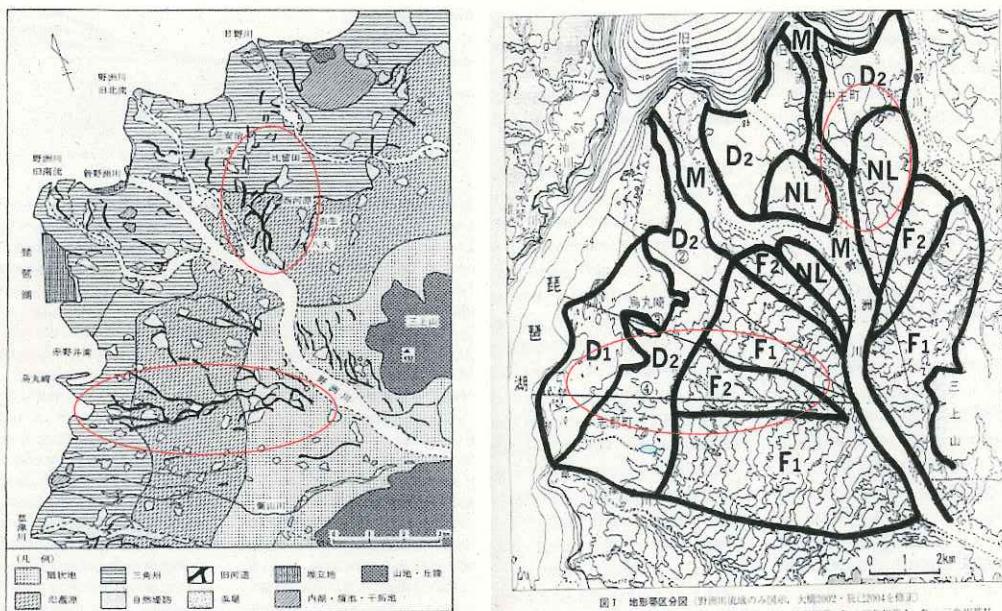


図2-1 野洲川下流平野の地形分類図(左)、地形帯区分図(右) (辰巳 2004 を修正)

- ① 縄文時代前期を中心に、湖水面の低下した時期が続き、左岸側の烏丸半島沖や、志那町沖に沈水デルタが形成される。
- ② 古墳時代以降は、流路が北側に変遷し、右岸側に自然堤防が発達する。
- ③ 中世の湖岸線は現在よりも1~2km内陸にあり、吉川、幸津川などには港があった。
- ④ 野洲川北流の堤防構築時期は14世紀から17世紀初めまでの短期間であったことが旧北流堤防での発掘調査で指摘されている。その後、近世以降は堤防の構築によって、河川堆積物が河口部のデルタに集中し、デルタの先端が湖中に延び、湖岸線も前進する。
- ⑤ 明治中期の地形図と昭和中期の地形図や航空写真(1940年代後半)を比べると、烏丸半島の形成などの湖岸の前進が顕著な場所が多い。これは、南郷洗堰の建設によって湖面水位が低下したことにより、①で形成された沈水デルタの一部が陸化したこともその要因の一つに考えられる。
- ⑥ 1960年前後(昭和30年代)頃までは、湖岸にヨシ帯も多く、湖と周囲の水田がつながる水郷景観が見られた。
- ⑦ 1965年(昭和40年)以降は、圃場整備、琵琶湖総合開発による湖岸堤の建設、埋立地の増加で湖岸が大きく改変された。

- ⑧ 1979年に野洲川の付け替え、2002年に草津川の付け替えが完成し、河口の位置が大きく変化した。

上記のような変化は琵琶湖全体でほぼ同じ時期に発生している。このため、古代から中世までの湖岸と、近世以降の大河川下流部での湖岸の変化には大きなものがある。これは連続した堤防の構築技術の進歩が、河道を固定させ、上流から運ばれた土砂が河口付近に堆積し、デルタの前進が見られたためである。上記の野洲川の旧北流・旧南流をはじめ、安曇川、姉川、愛知川においても平野内に多くの旧流路跡が見られ、それらの多くが中世の始め頃までのものである。したがって、湖岸の変化を考える場合、平野部の湖岸地形の原形は、中世以降に作られたものとして考えたい。

河道が固定された後は、近世においては大きな改変はなかったが、次に湖岸の変化をもたらしたのは、1905年（明治38）年の南郷洗堰の建設による湖面水位の低下である（図2-3参照）。

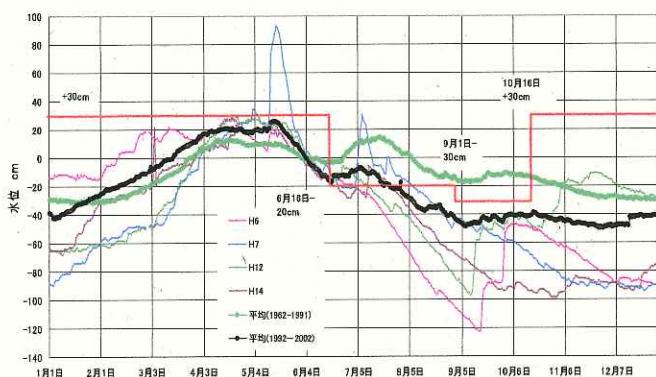


図2-2 瀬田川洗堰操作規則制定以前（緑太線：1962-1991）および以後（黒太線1991-2002）の水位変化（西野、2009）。オレンジ色の線は、瀬田川洗堰操作規則。

洗堰建設前と比べると、1930年代までは50~60cmの低下であったが、1950年代からは80cm近くになり、遠浅の湖底が干上がるが多くなった。その代表例として、前記の野洲川左岸の鳥丸半等とその周辺や、姉川河口の北岸（早崎から延勝寺にかけて）があげられる。

また、水位の低下と安定は内湖の干拓を容易にした。干拓は第2次大戦前後から始まり、1971年には大半の工事が完了した。さらに、琵琶湖大橋の建設（1964年）に伴い、橋の東詰には大規模な埋立地も造成された。これらにより、湖岸の形状が大きく変化した場所が多い（図2-4、図2-5参照）。

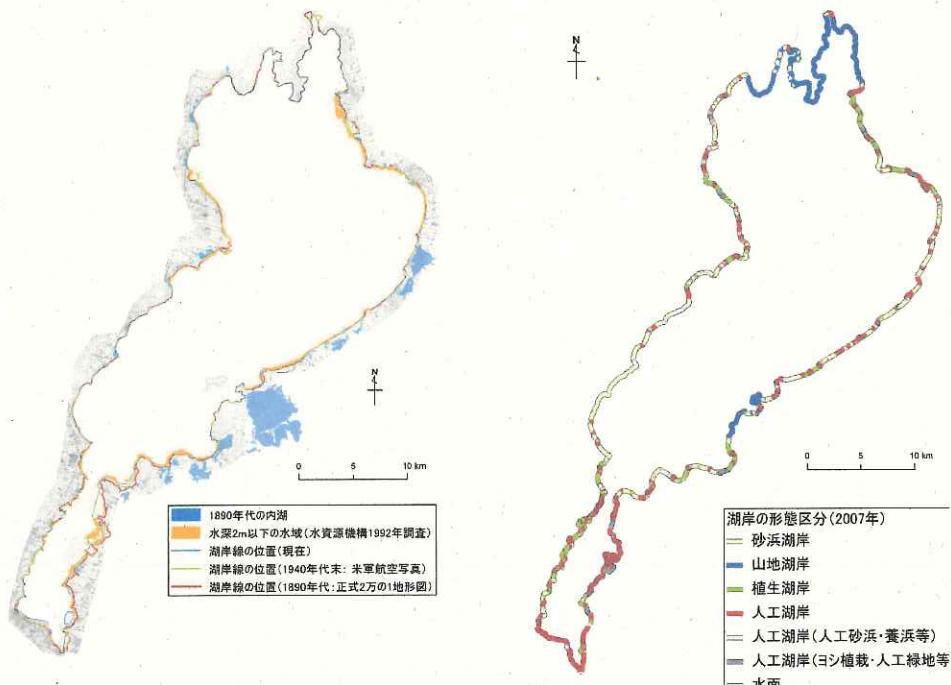


図2-3 琵琶湖全体の湖岸線の変化図

図2-4 現在の湖岸類型

近年の大きな改変は、1970年以降は、琵琶湖総合開発の関連工事に湖岸堤・湖岸道路の建設、港の新設・修復工事、人工島の建設等である。この結果、コンクリートで固められた湖岸や、石積みの人工湖岸が目立つようになった。図2-5のように、湖中に建設された湖岸道路もあり、新たに人造内湖が形成された例もある（守山市木浜南部など）。

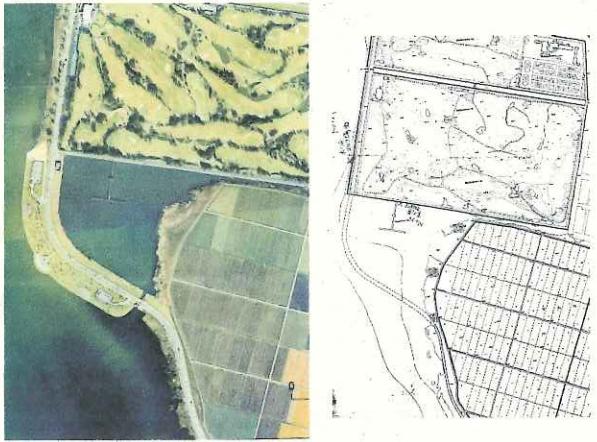


図 2-5 木浜南部の埋立地・人工湖岸・内湖

この結果、現在の湖岸に占める人工湖岸の比率は 1989 年の調査時の 2 倍の約 30% になった。

特に南湖においては人工湖岸が 57% を占めている。さらに瀬田川を境にした東岸と西岸を比較すると東岸での変化が大きく、66% が人工的湖岸になった。これは、東岸で前記の埋立地や湖岸堤が造成された箇所が多かったためである（図 2-6 参照）。

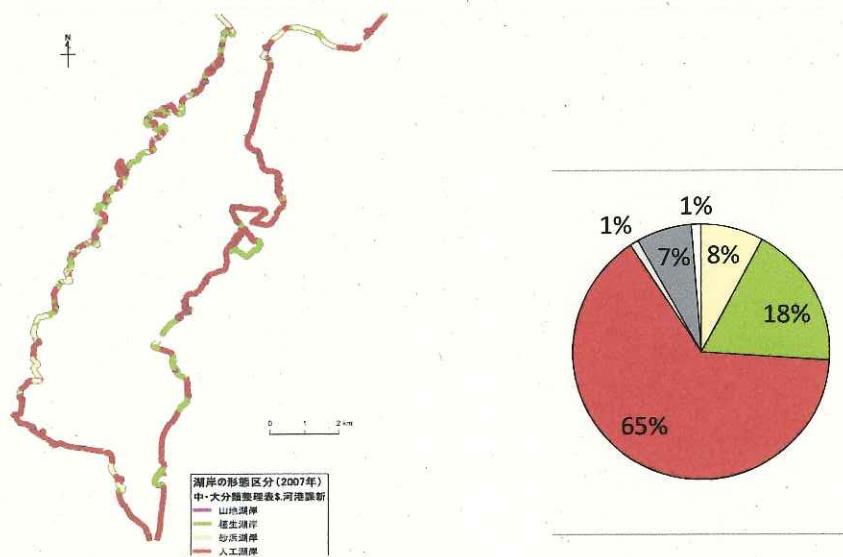


図 2-6 南湖の湖岸類型と割合



湖岸際まで民有地の宅地、
工場敷地、マリーナ等が立地



湖岸堤で整備された湖岸

写真：国土交通省琵琶湖河川事務所撮影(2003年)

図2-7 南湖の東岸と西岸の航空写真

3. 湖岸の希少植物種のホットスポットと地形変化との関係

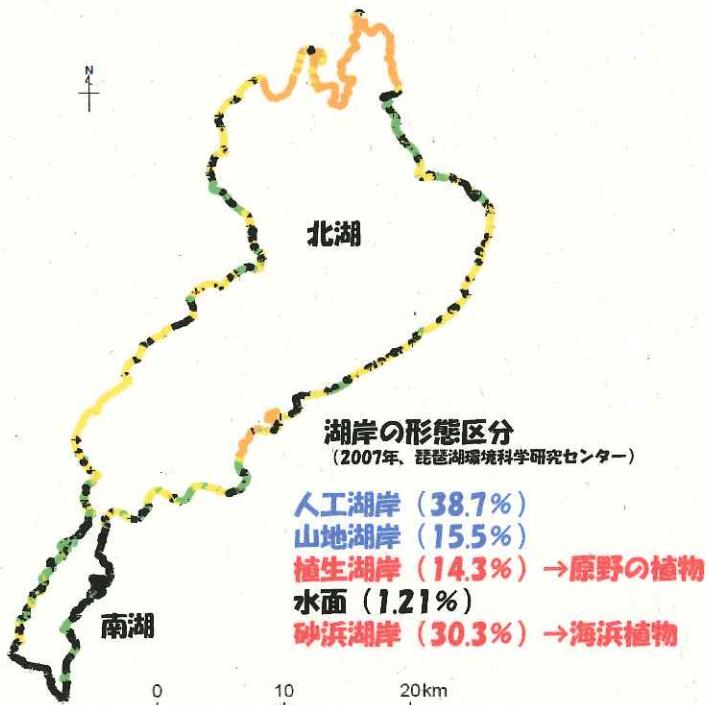
琵琶湖岸でみられる多種多様な植物種は、琵琶湖の多様な湖岸環境に応じた生態系の多様さがもたらしたものである（図3-1参照）。

琵琶湖湖岸域の植物相は、古代湖の長い歴史性、国内最大の大湖沼による気候の緩和化、複雑で多様な湖岸環境の発達等により、

- 1) 海岸から隔離された淡水湖の広大な砂浜環境に海浜・海岸性の植物種が多く見られる。
 - 2) 大規模河川流域特有の広大な氾濫原環境に湿生の「原野の植物」が多く見られる。
 - 3) 最終氷期に避難地であった可能性が高く、寒地性植物の遺存的な隔離分布が見られる。
 - 4) 固有種の沈水植物2種を含む多様な水生植物が生育している。
 - 5) 海岸性・暖温帯生樹種であるタブノキが内陸に分布する。
- 等の特色が見られ、学術上の価値も極めて高いが、その多くが絶滅の危機にある希少種であり、湖岸生態系管理において生物多様性を保全する際、配慮が欠かせない要素である。

本研究の目的は、このような希少植物の分布と、湖岸形態の変遷およびそれに伴う湖岸植生の変化との間に、どのような関係があるかを解析することである。対象は、本来水域からの洪水や波浪による搅乱を強く頻繁に受ける環境に適応進化してきた生物であり、そのような搅乱に依存して存続している植物種群である1) 海浜・海岸性植物、および、2) 多様な水湿地性植物の中でも「原野の植物」と呼ばれる種群（以下、「原野の植物」と記す）として、分布調査を実施した。これらの植物種群は湖岸域の地形変化に特に敏感であると考えられる。

図3-1 湖岸の形態区分
湖岸の3割を超す砂浜湖岸と
竹生島等を含む山地湖岸が
海浜・海岸性植物を育んできた。
また、広大な氾濫原を失った
現在は15%にも満たないが、
湖国の原風景とも言える抽水
植物群落が「原野の植物」の
宝庫となってきた。



3. 1. 海浜・海岸性植物の特徴とホットスポット

琵琶湖岸における植物相の特徴の中でも、特に注目に値するのは、琵琶湖が海岸線から遠く離れた内陸の淡水湖であるにもかかわらず、海浜や海岸に見られる植物が複数生育していることである。このような内陸部の湖沼で海浜植物が生育する例は他に類がない。

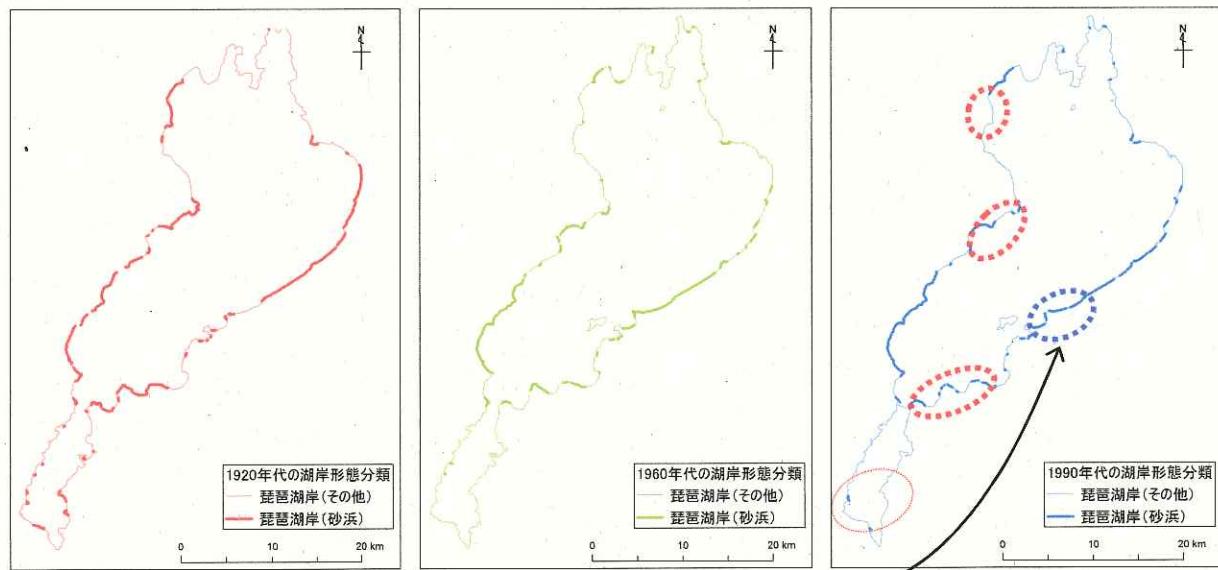
琵琶湖は水域が長期間に渡って存在したため、隔離水域に適応して生態的・形態的に独自の進化を遂げた生物の固有種が多く存在する。内陸の琵琶湖岸に生息する海浜性・海岸性植物についても、近年の分子系統地理学的研究から、海岸の同種のものとは異なる独特的な遺伝系統、遺伝構造、生理生態特性を持つことが、ハマエンドウ（大槻・金子ほか、投稿中）、ハマヒルガオ（野田・瀬戸口ほか、投稿中）、タブノキ（金子・前迫ほか、未発表）等で明らかにされてきている。これらは長期間にわたって内陸の湖辺域に隔離されてきた陸封型異質遺伝系統であると考えられ、準固有種的な扱いが望ましく、系統保存を図るべき極めて重要な存在と言える。

琵琶湖岸には、北湖西岸の比良山麓や鴨川デルタ～海津周辺、北湖東岸の野洲川河口～彦根市域などを中心に、広大な砂浜環境が見られる（図 3-1）。砂浜湖岸の割合は全湖岸長の 3 割以上にも上り、人工湖岸に次いで高い比率を占めている。琵琶湖岸に生育している代表的な海浜・海岸性の植物は、表 1 のとおりで、この他にも、クロマツ、ユズリハ、モッコク（ツバキ科）、イスノキ（マンサク科）等の海岸性植物が生育している。

表1 琵琶湖における代表的な海浜・海岸性植物

科名	和名(学名)
ヒルガオ科 (Convolvulaceae)	ハマヒルガオ (<i>Calystegia soldanella</i> (L.) R.Br.)
マメ科 (Leguminosae)	ハマエンドウ (<i>Lathyrus japonicus</i> Willd.)
アブラナ科 (Brassicaceae)	タチスズシロソウ (<i>Arabidopsis kamchatica</i> (DC.) K.Shimizu et Kudoh subsp. <i>kawasakiana</i> (Makino) K.Shimizu et Kudoh)
	ハマダイコン (<i>Raphanus sativus</i> L. var. <i>hortensis</i> Backer f. <i>rappanistroides</i> Makino)
ナデシコ科 (Callyophryaceae)	ハマナデシコ (<i>Dianthus japonicus</i> Thunb.)
ハマミズナ科 (Aizoaceae)	ツルナ (<i>Tetragonia tetragonoides</i> (Pall.) Kuntze)
カヤツリグサ科 (Cyperaceae)	シオクグ (<i>Carex scabrifolia</i> Steud.)
クマツヅラ科 (Verbenaceae)	ハマゴウ (<i>Vitex rotundifolia</i> L.f.)
クスノキ科 (Lauraceae)	タブノキ (<i>Machilus thunbergii</i> Siebold et Zucc.)

これら海浜植物の分布と砂浜環境の関係を解析するため、琵琶湖湖岸域全域における分布状況を調査し、得られた分布情報（緯度経度、群落サイズ等）を GIS データ化した。また、ArcGIS (ArcView9.3.1) を用いて、海浜植物と湖岸形態や湖岸植物群集とのオーバーレイ解析を行った（3. 3 参照）。ここでは、琵琶湖岸全体での湖岸形態との位置的な関係を概観するため、以下に、図 3-2、3-3 を示した。

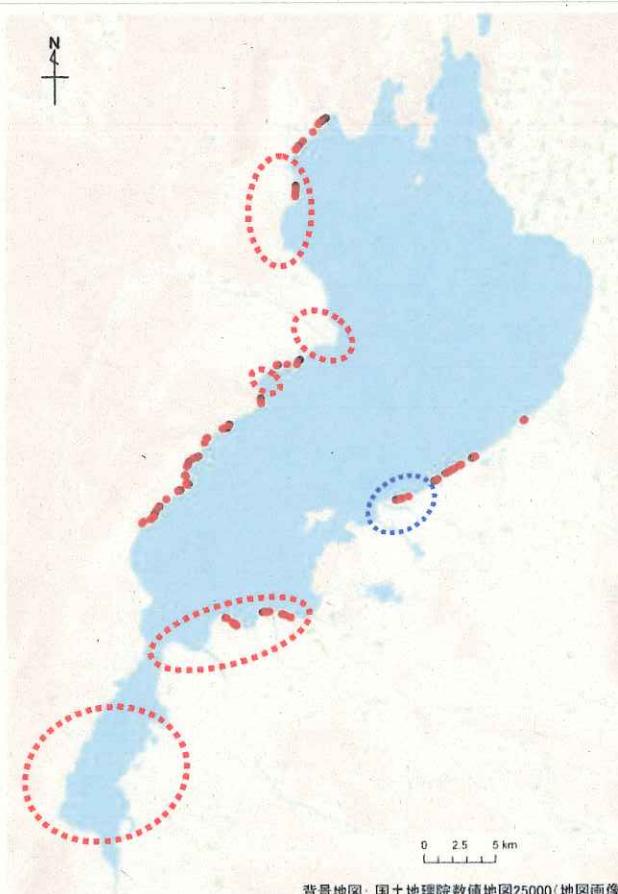


1920年代の地図では、河口周辺
は植生帯(ヨシなど)多い

砂浜減少地域

砂浜増加地域

図3-2 琵琶湖岸における砂浜湖岸の推移



←図3-3 砂浜植物（海浜・海岸性植物のうち、砂浜に生育する種のみ）の分布地点

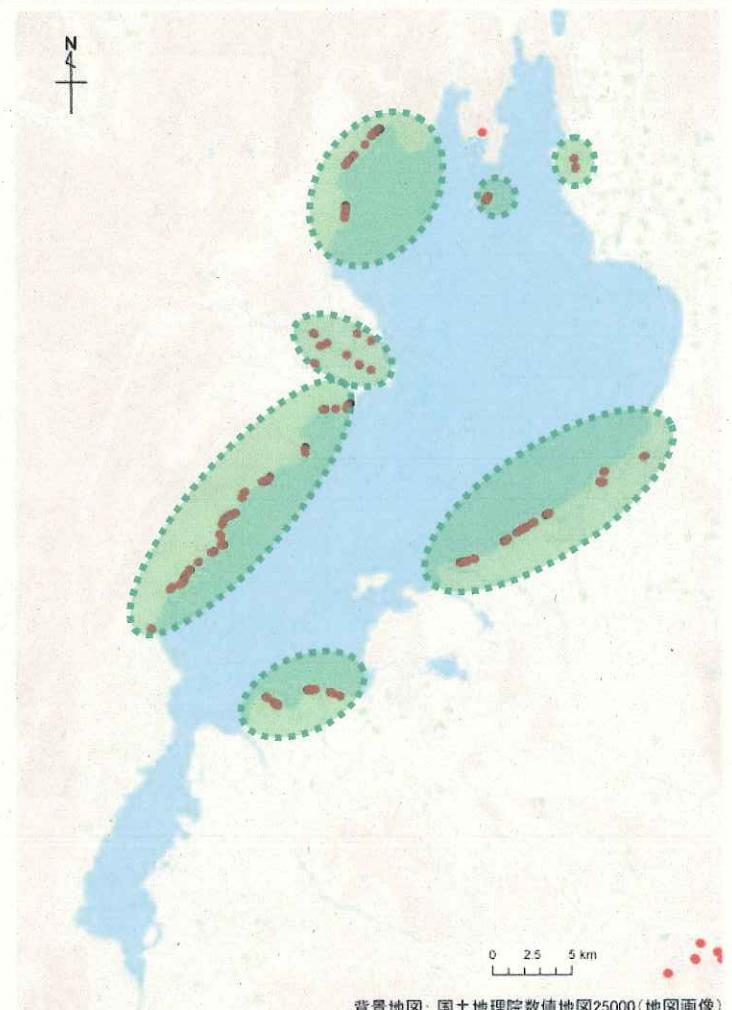
図3-2、3-3を比較すると、ビーチとして管理されている箇所以外は残っていない南湖では、砂浜植物は全く確認できず、砂浜植物の生育環境が喪失したものと考えられる。北湖では、西岸で砂浜の減少した2地域で砂浜植物が激減しつつあることが分かっており、養浜のあり方の検討と残存集団の保護が重要である。一方、北湖東岸では、民家の保護やレジャー施設のための養浜による人工砂浜が増えており、海浜植物の生育に配慮した管理が望まれる。

また、分布調査結果から、タブノキ等も含めた海浜・海岸性植物が比較的多く生育ないし残存しており、砂浜環境の管理のあり方によっては生育可能である地域も含めた箇所が、図3-4に示した緑のエリアである。これらの地区は、「海浜・海岸性植物のホットスポット」と位置づけることができる。

北湖西岸では、北部の海津～今津地域、安曇川デルタ、安曇川デルタ～今宿地域で、生育状況の良い箇所が多く、特に保護の重要度が高い。安曇川デルタは、大きな河川の河口部で、尖状デルタを形成し、幅広い砂堆を持つタイプの河口である。また、海津～今津地域と安曇川デルタ～今宿地域は、砂堆が発達し、砂浜と松林が多く、水泳場等になっているタイプの河口間湖岸である。

北湖東岸では、愛知川河口～彦根地域と野洲川河口～白鳥川河口地域で、これら2地域も、砂堆が発達し、砂浜と松林が多く、水泳場等になっているタイプの河口間湖岸である。人工砂浜における海浜植物の保全管理のあり方が課題である。

南湖には現在分布が見られないが、過去の砂浜環境の復元が望まれる。



背景地図：国土地理院数値地図25000(地図画像)

図3-4 海浜・海岸性植物のホットスポット

3. 2. 沼澤原性植物（原野の植物）の特徴とホットスポット

琵琶湖湖岸域の植物相における顕著な特徴の一つが、沼澤原性の植物、「原野の植物」の存在である。特に洪水等の擾乱に依存性の高い生活史を持つ植物種群であり、図3-8に示した多年生植物の例のように、擾乱が起こることによって初めて世代更新と集団の存続が保障される種が多い。そのため、これらの植物群は、変動し続ける湿地環境でしか生きのびられず、種の存続には大規模な湿地環境が不可欠である。

洪水等の擾乱後には、モザイク状に、さまざまな立地が出現する。洪水や増水の規模や強度や頻度によって、日当たりの良い浅瀬で砂地の場所もできれば、低湿地状の泥地の場所も形成される。沼澤原性の植物は、それぞれの種が、このようなさまざまな立地環境が空間的にも時間的にも変動している中で、たまたま形成されるそれぞれの種に適した場所だけで更新を行っている。そのため、さまざまな立地環境を提供できないほど、沼澤原域の規模が縮小してしまうだけで、個々の種が存続できなくなってしまうことから、流域の洪水対策によって沼澤原域の規模が極度に縮小している現在、存続基盤が非常な脆弱な種群とされており、多くの種が100年ないし3世代後等に高い絶滅確率を持ち、絶滅が危惧されている。

かつての琵琶湖周辺には、洪水帶（低地）に多くの内湖やクリークが存在していたことが分かっており、このような水域から陸域（冠水域、沼澤原）にわたる移行帶は生物多様性が高く、少なくとも100年前までの琵琶湖は、周辺の広大な湿地環境によって、豊富な沼澤原性植物群を育んできたと考えられている。

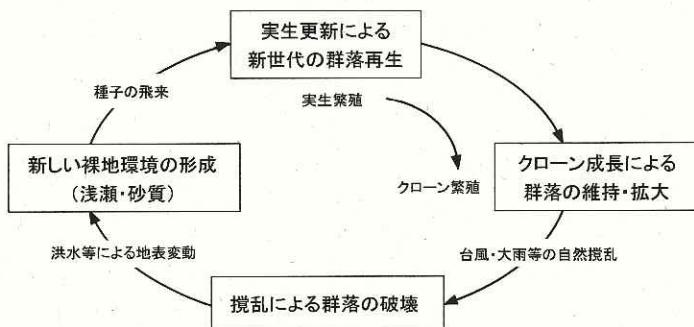


図3-5 多年生沼澤原性植物の更新模式図



図3-6 記録のある過去最大の沼澤原域

琵琶湖岸に生育する代表的な「原野の植物」を表2に示した。

表2 琵琶湖における代表的な原野の植物

科名	和名(学名)
カヤツリグサ科 (Cyperaceae)	ヤガミスゲ (<i>Carex maackii</i> Maxim.)
	ウマスゲ (<i>Carex idzuroei</i> Franch. et Savat.)
	ツルスゲ (<i>Carex pseudocuraica</i> F. Schmidt)
	オニナルコスゲ (<i>Carex vesicaria</i> L.)
タコノアシ科 (Penthoraceae)	タコノアシ (<i>Penthorum chinense</i> Pers.)
トウダイグサ科 (Euphorbiaceae)	ノウルシ (<i>Euphorbia adenochlora</i> C. Morren et Decne.)
タデ科 (Polygonaceae)	ヤナギヌカボ (<i>Persicaria foliosa</i> (H. Lindb.) Kitag. var. <i>paludicola</i> (Makino) H. Hara)
	ナガバノウナギツカミ (<i>Persicaria hastatosagittata</i> (Makino) Nakai)
	サデクサ (<i>Persicaria maackiana</i> (Regel) Nakai)
	ヌカボタデ (<i>Persicaria taquetii</i> (H. Lév.) Koidz.)
サクラソウ科 (Primulaceae)	ノダイオウ (<i>Rumex longifolius</i> DC.)
	ヤナギトラノオ (<i>Lysimachia thyrsiflora</i> L.)
キヨウチクトウ科 (Apocynaceae)	コバノカモメヅル (<i>Vincetoxicum sub lanceolatum</i> (Miq.) Maxim.)
シソ科 (Lamiaceae)	ミヅコウジュ (<i>Salvia plebeia</i> R. Br.)
ナス科 (Solanaceae)	オオマルバノホロシ (<i>Solanum megacarpum</i> Koidz.)
セリ科 (Umbelliferae)	ドクゼリ (<i>Cicuta virosa</i> L.)
キク科 (Compositae)	シロバナタカアザミ (<i>Cirsium pendulum</i> Fisch. ex DC. var. <i>albiflorum</i> Makino)

本研究では、氾濫原植物の分布と地形変化との関係を解析するため、これらの種について分布調査を実施し、分布情報（緯度経度、群落サイズ等）をGISデータ化した。調査結果から、図3-10に示した緑のエリアは、特に多くの氾濫原性植物種群が生育する「原野の植物のホットスポット」と位置づけることができる。西の湖は、特に希少なツルスゲ・ヤナギトラノオ等を含む多くの希少種が確認されているので含めた（藤井・金子、2007）。

北湖西岸では、月出地区、浜分沼、貫川南湖を含む海津～今津地域、針江地域、金丸川河口地域、北湖東岸では、塩津、早崎、海老江～今西、八木浜を含む長浜地域、曾根沼、犬上川河口を含む彦根地域、西の湖を中心とする地域が挙げられる。また、南湖では、中庄、苗鹿・木の岡等、中小河川の河口部に発達する小規模で砂堆の発達が微弱な尖状・円弧状デルタに残存的に残っている箇所や、人為改変を受けていない湖岸域で植生遷移の進行と共に変化した箇所が挙げられる。

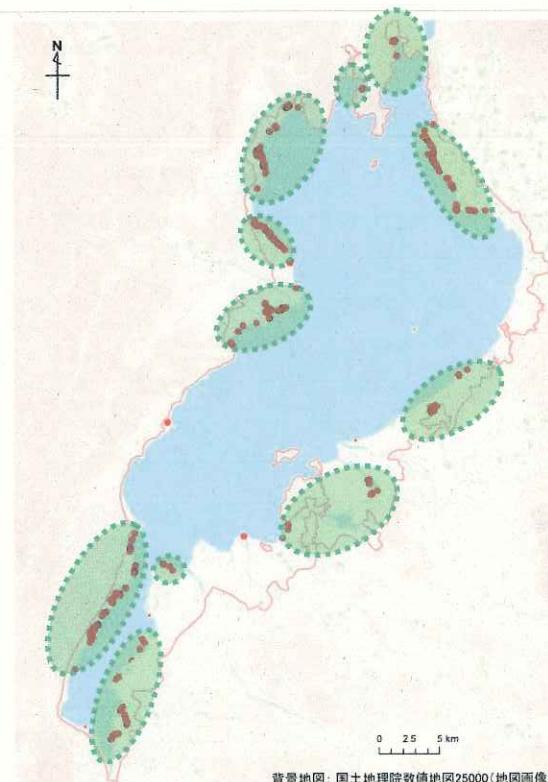


図3-7 「原野の植物」のホットスポット
赤線のエリアは図3-6に示した氾濫原域。

3. 3. 希少植物の分布と湖岸環境および地形変遷との関係

海浜植物および氾濫原性植物等希少植物の分布と湖岸環境および地形変遷との関係を解析するため、GIS データ化した希少植物種の各分布地点、各植物群集の各分布エリア、各湖岸形態類型区分の各範囲について、ArcGIS (ArcView9.3.1) を用いて、オーバーレイ解析を行った。それらの解析結果に基づき、現在、希少植物が分布している地点が、どのような湖岸環境であるかについて、全湖岸を 9 地域に分割し、地域毎に解析した。また、典型的な地形変遷の事例を示し、地形変遷のタイプについて考察した。ここでは、南湖地域の事例を報告する。

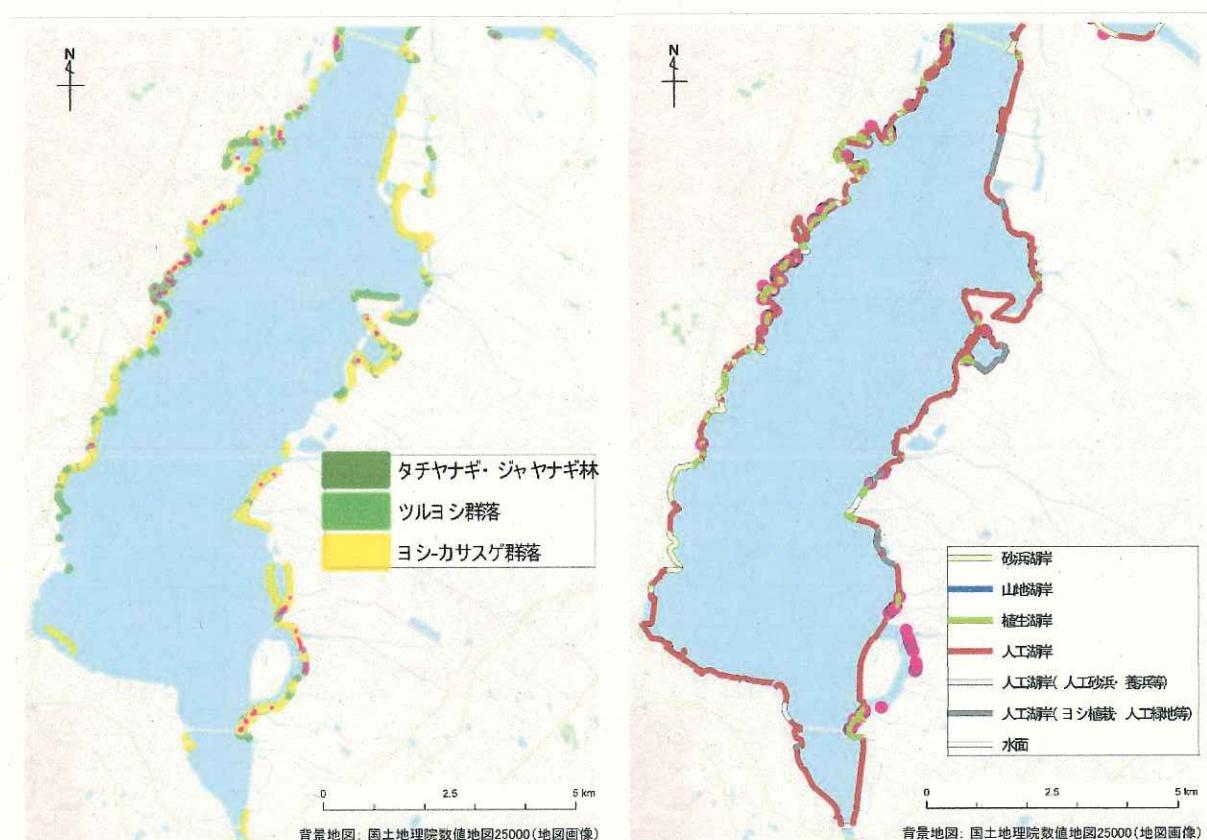


図 3-8 希少植物の分布と湖岸植生（左）および湖岸形態区分（右）

- 1) 希少植物は限られた植生湖岸に分布している

図 3-8 に、希少植物の分布と湖岸植生区分を重ねた図、および希少植物の分布と湖岸形態区分を重ねた図を示した。図 3-9 左図のとおり、南湖地域には自然湖岸が 26% しか残っておらず、植生湖岸は 18% しか存在しない。図 3-9 右図からは、希少植物の 78% はその限られた植生湖岸に生育していることが分かる。

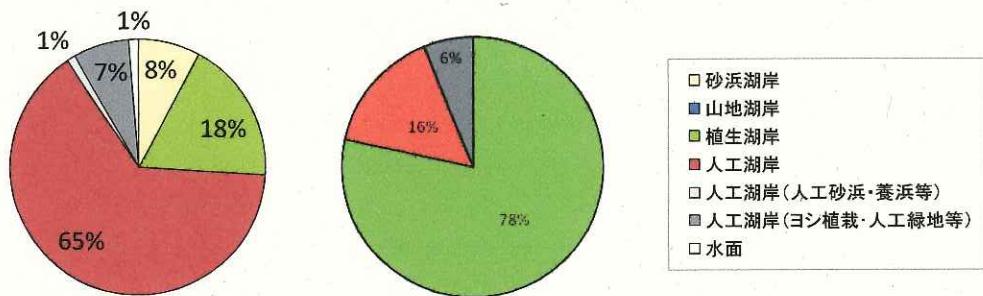


図3-9 南湖全湖岸（左）および希少植物分布地点（右）における湖岸形態の比率

2) 希少植物は限られた在来湿生植物群集内に生育している

図3-10 左図のとおり、南湖地域は、面積比で約半分の44%が公園や植栽林等の人工緑地になっている。さらに、面積比で18%を侵略的な外来植物群落で占められている。一方、湿生植物群集は人為植栽されたヨシを含めても合計で37%しか存在しない。しかし、図3-10右図のとおり、希少植物の8割はその限られた本来の湿生植物群集内に生育していることが分かる。

また、図3-8左図のとおり、南湖地域東岸ではヨシの人工植栽が盛んに実施されており、植栽由来を含めたヨシ群落が多く分布しているが、人為改変の少ない西岸には、ヨシ-カサスゲ群集だけでなく、琵琶湖本湖本来の湿生植物群集であるツルヨシ群集、タチヤナギ-ジヤナギ群集も多く残されている。希少植物分布地点の約半数（45%）はタチヤナギ-ジヤナギ群集の中に存在しており、31%のヨシ-カサスゲ群集を上回っている（図3-10右図）。南湖地域の希少植物の8割が本来の湿生植物群集（タチヤナギ-ジヤナギ群集、ヨシ-カサスゲ群集、ウキアガラ-マコモ群集）に分布しており、人工緑地には殆ど分布しない（図3-10右図）。

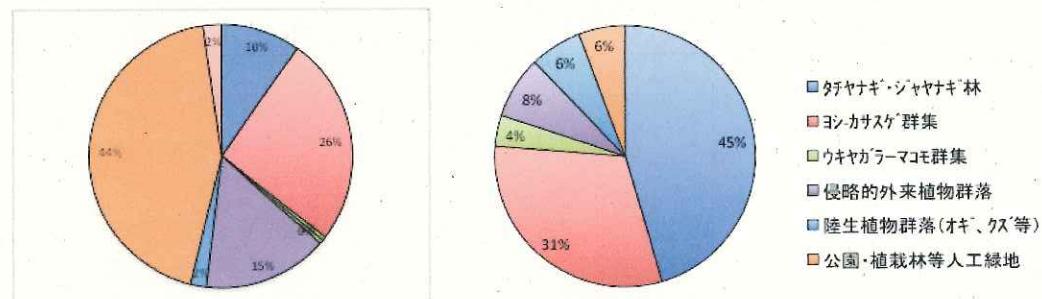


図3-10 南湖全湖岸（左）および希少植物分布地点（右）における湖岸植生の比率

さらに、群落内に生育している平均希少植物種数も、タチヤナギ-ジヤナギ群集で7種、ヨシ-カサスゲ群集で6種、ウキアガラ-マコモ群集で2種であるのに対し、侵略的外来植物群落では1.7種、陸生植物群落（オキ、クズ等）では1.5種、人工緑地では1種である。これらのことから、

本来の湿生植物群集の成立している植生湖岸のみが多様な希少植物の限られた生息地となっていることが分かる。

2) 干陸化に伴う希少植物を含む植物相の変化

南湖地域では、水位低下や洪水攪乱の減少と過度の除草管理等によって、植生遷移が進行している。希少植物分布地点の最近20年間での湖岸植生の変化の内訳を図3-11に示した。希少植物が残されていた場所は、20年前と同じ植物群集が成立していた場所が41%と最も多かった。一方、ほぼ同等の38%の地点ではより地下水位が低く干陸化した立地に成立する陸生の植物群落に推移していた。干陸化した場所に分布していた希少植物にはギノツメ、オオマルバノホシ等が多く、ノウルシ、ドケツリ等の低湿地の植物は見られないことから、希少植物相も、より陸生性の高い植物相に置き換わっているものと推測される。

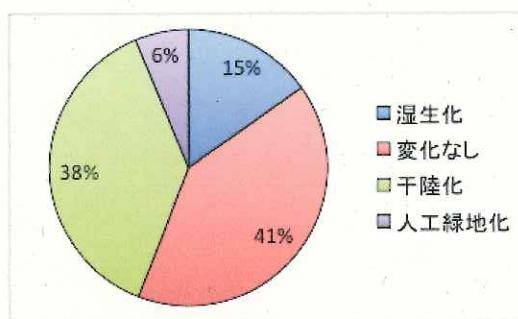


図3-11 希少植物分布地点における湖岸植生の推移傾向の比率

以上のことから、南湖地域における生物多様性保全のためには、遺伝的にも均質で多様性に欠く植栽ヨシを造成することよりも、残された本来の湿生植物群集群(ウキアガラマコモ群集、ツルヨシ群集、ヨシーカサスケ群集、タチヤナギ-ジヤヤカヤ群集等多様な植物群集が混生し、多様な生活場所を多様な生物種に提供し得る生物多様性の高い植生帯)の保護と人為による植生遷移の進行に対する対策が必要である。

<地形変遷事例>

—衣川河口域の120年：河道の付け替えによる河口の湿地環境と氾濫原植物の衰退例—

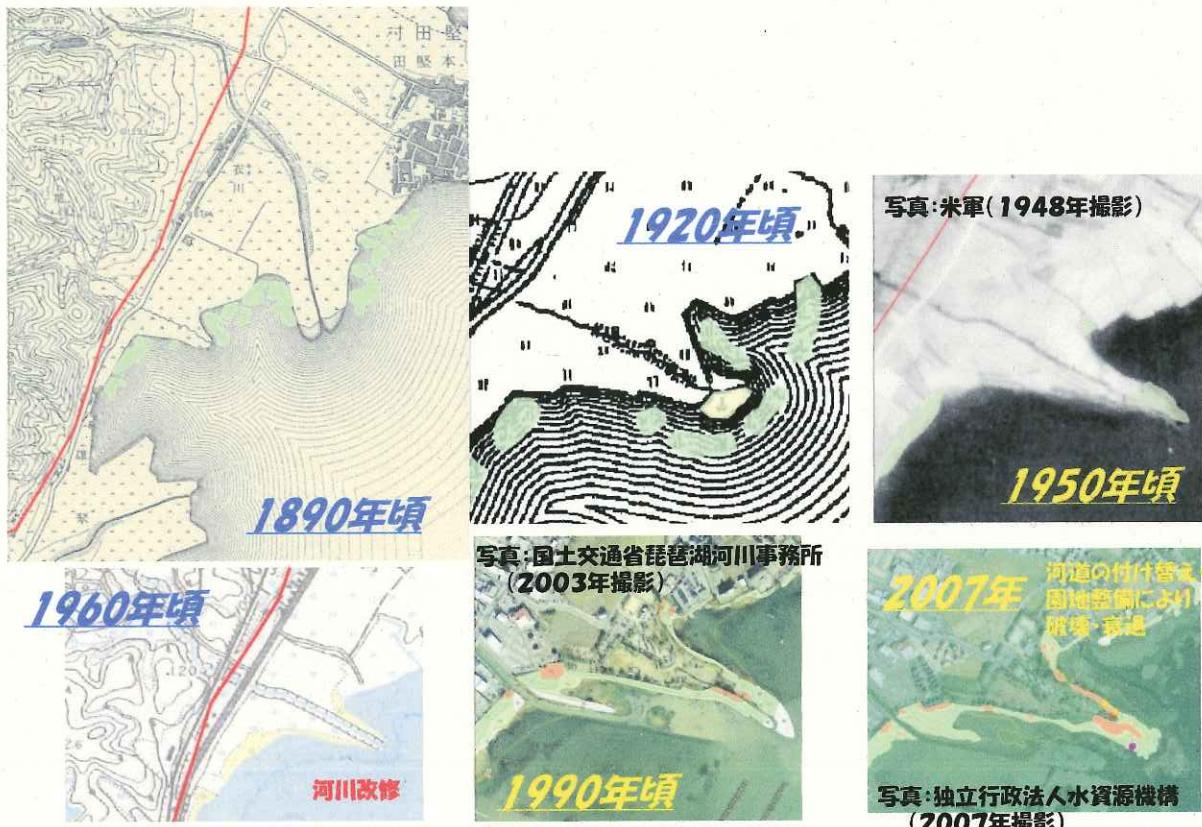


図3-12 1890年頃（上段左）、1920年頃（上段中央）、1950年頃（上段右）、
1960年頃（下段左）、1990年頃（下段中央）、2007年（下段右）の衣川河口域。上段図の緑の
エリアは当時の抽水植物帯を示す箇所、赤線のエリアは図3-6に示した記録上最大の氾濫原域
を示す。下段中央図には2000年の湖岸植生区分、下段右図には2007年の湖岸植生区分と現在
の希少植物の分布地点を示した。

衣川河口域では、1950年代までは塩津湾の岩熊川等と同じように、河口域に砂洲が発達しながら前進し、周辺の低湿地には抽水植物帯が成立していたと推測される。しかし、1960年代に河川改修で護岸が行われ、周辺の低湿地環境では洪水や増水が頻度や規模が減少したものと思われる。さらに、1990年頃までに河道が付け替えられ、元の河口域は都市公園として整備された。園地に湿原ビオトープ（外来水生植物種が植栽されたが、現在は水のポンプアップを止めたため消失）を造成するために、元々の在来の湿生植物群落の上に土が廃棄されて破壊されてしまった。現在は樹林化が進み、水際にわずか数株の多年生湿生植物が残存しているのみである。新たに付け替えられた河道の河口域は浮葉植物の広がる湾内で抽水植物帯の発達は特に見られない。この事例は、河道の付け替えによる旧河口域の湿地環境と氾濫原植物群落の衰退例と考えられ、現在河道の付け替えが行われている塩津湾でも将来同様の衰退が起こると推察される。

4. 詳細スタディ

湖岸の環境変遷を把握するため、事例地域として湖東平野を流れる愛知川下流の河口付近を設定した。そこではまず、地形の変遷と最近の河口域の変化を特に右岸の新海浜地区を取り上げて、江戸時代以降の湖岸線や河口の変化を古地図、旧版地形図、航空写真の判読と現地調査で明らかになったことを、図の掲載とともにまとめた。ついで、河口域とその周辺の内湖付近における砂浜とヨシの分布の関係についてこれまでに判明したことを示した。さらに、愛知川河口域周辺での希少植物分布と地形環境の変化との関係を現地での詳細な植生調査をふまえて考察した。この地域は過去からかなりの地形変化があり、特に最近では人為的な養浜工事や護岸工事も行われ、その結果、希少植物を含む貴重な自然環境が失われつつあり、その保全対策が必要な地域であることが判明した。

4. 1. 愛知川河口域における地形変遷(辰巳)

4. 1. 1. 愛知川下流平野の地形

湖東平野の最大河川である愛知川は、谷口にあたる永源寺高野付近から湖岸まで約20kmに及ぶ長さで平野内を流下し、幅広い開析扇状地（河岸段丘）を形成している（図4-1）。開析扇状地は、琵琶湖周辺の低地段丘の模式地の一つとなっており、右岸では高度130m付近まで、左岸では八日市市街地をのせて西方へ延びている。

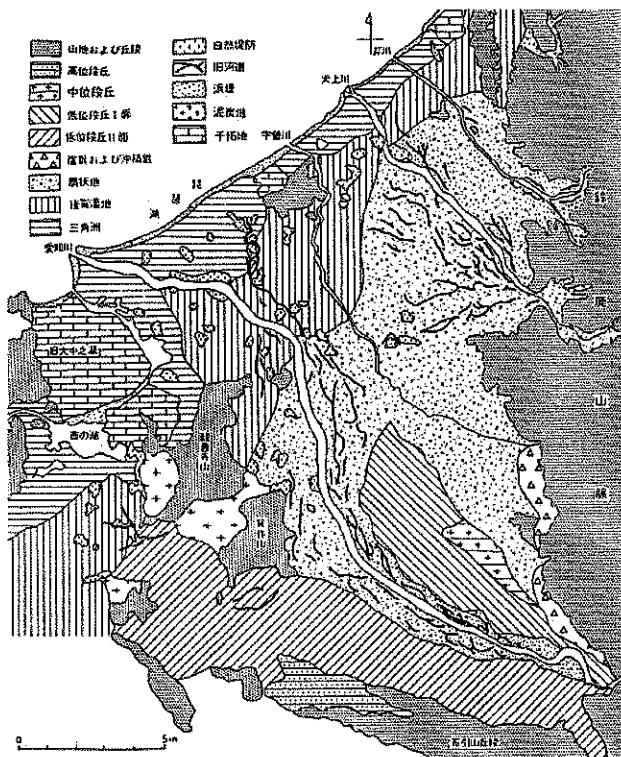


図 4-1 湖東平野の地形分類図(植村善博 1971)

一方、現成の扇状地は中流部で段丘に挟まれた谷底低地から下流に向かって展開し、右岸では段丘面を覆うような形で幅を広げ、北側の犬上川扇状地とは宇曽川の河道を境にして接している。また、左岸では、段丘面が箕作山の南側から観音寺山の南端にまで延び、末端部は日野川の氾濫原に覆われる形になっている。

開析扇状地面の形成時においては、愛知川の主流路が近江八幡の市街地方面へ伸びていたことが、旧河道の分布などから推定される。その後、愛知川は再び流路を箕作山の北側に転じ、下流部に扇状地とそれに続く氾濫原（標高 100～87m）および三角州（87m 以下）を形成していった。

氾濫原から三角州にかけての地形面は、右岸に顕著な旧河道と連続性のある自然堤防が検出でき、その付近が近世までの旧郡界になっていたことも考え合わせると、歴史時代になっても流路の一部であった可能性が高い。また、条里型土地割りも愛知川から犬上川下流の氾濫原を中心に湖岸近くまで復元が可能で、古代以降には大きな地形変化がなかったことを裏付けている。

さらに、湖岸には、芹川河口から愛知川河口までほぼ連続して浜堤が発達し、その前面の湖底も大きな凹凸がなく、河口部を除いて -3m の深さが沖合 100～200m まで続く、遠浅の湖底となっている。現在では湖岸に堅固な堤防が築かれ、人工の護岸の前面が砂浜湖岸となっている。

なお、河川の堆積が及ばなかった埋め戻し部分には、旧大中之湖、西ノ湖、曾根沼などの内湖があった。弥生時代からの遺構が残る大中之湖南遺跡などが分布することや、曾根沼で水没した条里制の遺構があり、荘園が営まれ、それが 15 世紀に沈水したと考えられており、当時の湖水面の状況や、その後の地形変化を知るうえで重要な手掛かりとされている。

4. 1. 2. 愛知川河口部における近世以降の地形変化

愛知川河口部および右岸・左岸側の湖岸は、琵琶湖岸の中でも特に地形変化が著しい地域である。図 4-2 のように伊能図（1805 年測量開始）と現代の航空写真とを重ねると、現在の湖岸線は江戸時代には湖の中だったことが判明する。



図 4-2 GIS データ化した伊能図（1805 年測量開始）と 2003 年航空写真的湖岸線（赤線）

図 4-3 に示した地形図と写真から次の変化が読み取れる。1890 年代と比較すると、1920 年代には河口域の南部で堆積が多く、中州が埋積された。ついで 1948 年までは明治時代より湖岸線が湖側に前進した。特に右岸では 400m も伸びたことがわかる。湖岸線の前進には、明治以降の長期的な水位低下（南郷洗堰による水位調節）が影響している（2-2 参照）。しかし 1967 年には右岸側で砂浜が大きく侵食され、先端の砂堆はやせ衰えた。これは業者によ

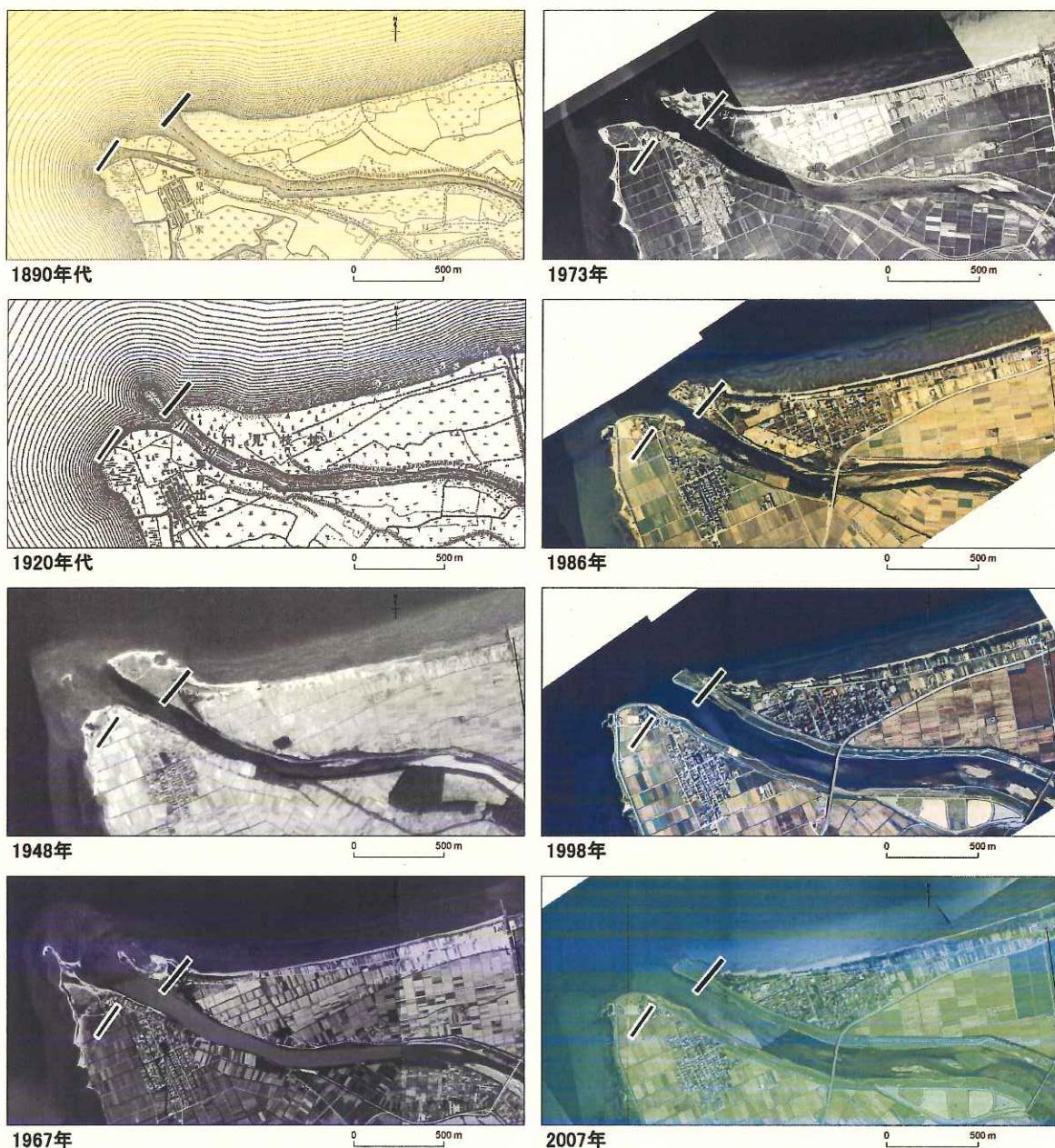


図 4-3 愛知川河口付近における GIS データ化した旧地形図オルソ補正航空写真画像
各図の中の 2 本のバーは 1890 年代地形図における愛知川河口の左岸および右岸の先端部と同じ地理的位置を示している。

る人為的な砂の採取によるものであった。写真の範囲外の南側は、1968年に大中の湖の干拓が完了し、干拓地と湖岸との間には人工堤防が築かれた。1973年以降の写真では湖岸の形状に大きな変化はなかった。ただし愛知川の河道内では、1998年の写真のように、中州がすべて消滅して川幅が広がった。これは、現在見られるような河岸の護岸工事によるもので、河口部は完全な人工湖岸に改変されたことがわかる。

湖岸の土地利用の変化に注目すると、新海浜に教育キャンプ場が開設されたのが1964年で、以後夏場は水泳場として賑わった。また新海浜集落の建設は1973年以降で、一般住宅と企業の保養所が建てられた。それまでは湖岸の浜堤とその背後の平野は畑や水田であった。また、写真から水田の圃場整備も1980年前後に行われたことがわかる。湖岸道路が見られるのは1986年の写真からである。

このように、ここでの湖岸線の変化は、洗堰建設以降の水位低下、愛知川から運ばれた土砂による堆積で湖岸が伸展した時期と、河口付近での砂利採取や上流のダム建設（永源寺ダム、1972年完成）および河川改修等により伸展が停滞した時期に分けられる。また、河口部とその周辺は、琵琶湖総合開発の関連工事等により、最近の20～30年間に人工的な改変が行われた典型的な地域の一つでもあった。

次に、愛知川河口右岸の湖岸の植生変化を調べた。図4-4は、明治時代の彦根市の絵図を転載したが、この絵図からは愛知川河口右岸側は葭地だったことが判明する。ただ当時は、ヨシ、オギ、その他の草も葭地と称していたため、ツルヨシであった可能性もある。また1920年代の地形図には、湖岸に植生が繁茂していることが示され、砂浜湖岸になるのは、1950年代以降であると思われる。その後、前記のように1960年代からは水泳場に利用され、遠浅の湖底ではセタシジミが容易に採取できた。

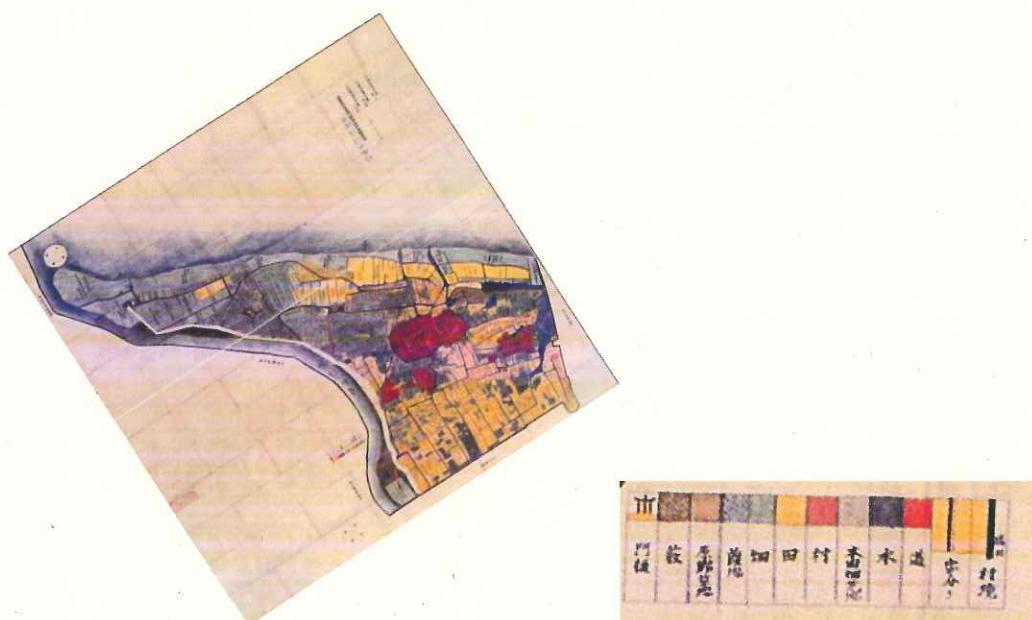


図4-4 明治時代の地引絵図(1873年)

彦根市史編纂室編「彦根 明治の古地図(2001)」より転載

4-1-3 近年の愛知川河口域・新海浜の変化

近年の変化として、湖岸の砂浜が波浪によって侵食される減少＝浜欠けが発生していることである。これは琵琶湖岸の多くの砂浜湖岸で発生しており、砂を入れるなどの対策も講じられている（図4-5参照）。



図4-5 琵琶湖全体での砂浜保全地域（滋賀県河港課資料より）

図4-6は愛知川河口付近のヘリコプターからの写真（2007. 8. 7. 辰巳撮影）である。上空から見ると、愛知川河口付近の景観や植生が明らかになる。

ここでの浜欠けは、右岸の新海浜で発生した。図4-7のように、2010年3月2日には高さ80cmの崖が一夜にして出現した。この時に浜欠けが起こったのは、新たに砂を入れた場所であった。すでに10年以上前から、砂を入れる以前の湖岸でも発生しており、徐々に湖岸が後退していた。その発生要因は琵琶湖の水位の上昇と、湖岸に突きつける北西風による波浪によるとされた。特に北西風の卓越する冬季に洗堰の水位調節により、高い水位を維持させたことが問題とされることもある。また、この地域への愛知川の砂の供給が減少していることも指摘できる。それは上流のダムの建設によって、下流への砂礫の運搬・堆積が減少したことにも影響している。河口付近の湖底での砂利採取や、河岸の人工堤防の構築など的人為的な要因と、波浪のエネルギーと水位の関係等を含めて、原因の究明と対策が急務である。



図4-6a 愛知川河口、遠方は大中の湖干拓地
(2007.8 ヘリコプターより辰巳撮影、以下同じ)



図4-6b 愛知川河口(右側)と新海浜集落



図4-6c 新海浜集落と水泳場



図4-6d 新海浜(右半分が砂を入れた湖岸)



図4-7 新海浜水泳場で発生した「浜欠け」。
高低差0.8メートルほどのところもある(京都新聞 2010年03月14日)

位置 NO.		第1 段階	第2 段階	第3 段階	地形 分類	類型	
80	伊崎山	山地	伊崎	山地	a		砂浜 ※人工石積 ※消波工新設（ヨシ育成のため） ※栗見新田水門新設（昭和63年3月） ※大岡川河口…人工石積 北側に船溜新設
81	その他の湖岸	大中之湖湖岸	一部湖岸堤	j		←大岡川河口	ヨシ群生 砂浜 ※人工的石積 ※河口部…石積（一部草地、コンクリート護岸） ※石積新設
82				c		←愛知川河口	※砂浜増加
83	現河口	愛知川河口	デルタ・砂堆				ヨシ 砂浜 所々ヨシ群生 砂浜
84	愛知川下流低地						
85							
86							
87							
88		新海・柳川漁港	砂堆・沈水砂州	g		←柳川漁港 柳川集落	
89	その他の湖岸	柳川・石寺町	砂堆	f			

位置 NO.	第1 段階	第2 段階	第3 段階	地形 分類	類型	
90				砂堆	f	<p>砂浜 ※テトラポットの前面に砂浜</p>
91			曾根沼干拓地	砂堆	j	<p>※排水路の流路変化</p>
92		その他の湖岸				<p>←石場川河口 ←宇曽川河口 ←漁港</p> <p>砂浜（礫と砂混在） ※河口…砂嘴形成、人工石積により流路変化</p>
93	芹川～犬上川下流低地	宇曽川～八坂		砂堆	f	<p>※テトラポットが石積に変化</p>
94						<p>テトラポット 砂浜 ※人工石 砂利</p>
95		現河口	犬上川河口	デルタ	c	<p>砂浜 ※河口拡大 樹林</p>
96						<p>砂浜 テトラポット ※河口両端に砂堆積</p>
97		その他の湖岸	犬上川～彦根市街地	砂堆	f	<p>コンクリート、テトラポット 砂浜</p>
98						<p>※船着場消滅 コンクリート</p>
99		天野川～彦根市街	人工湖岸	彦根港	埋立地	L
			松原内湖	砂堆	j	

4. 1. 4. 愛知川河口域周辺の希少植物分布と地形変化の関係

下図に、愛知川河口域周辺の希少植物分布を示した。

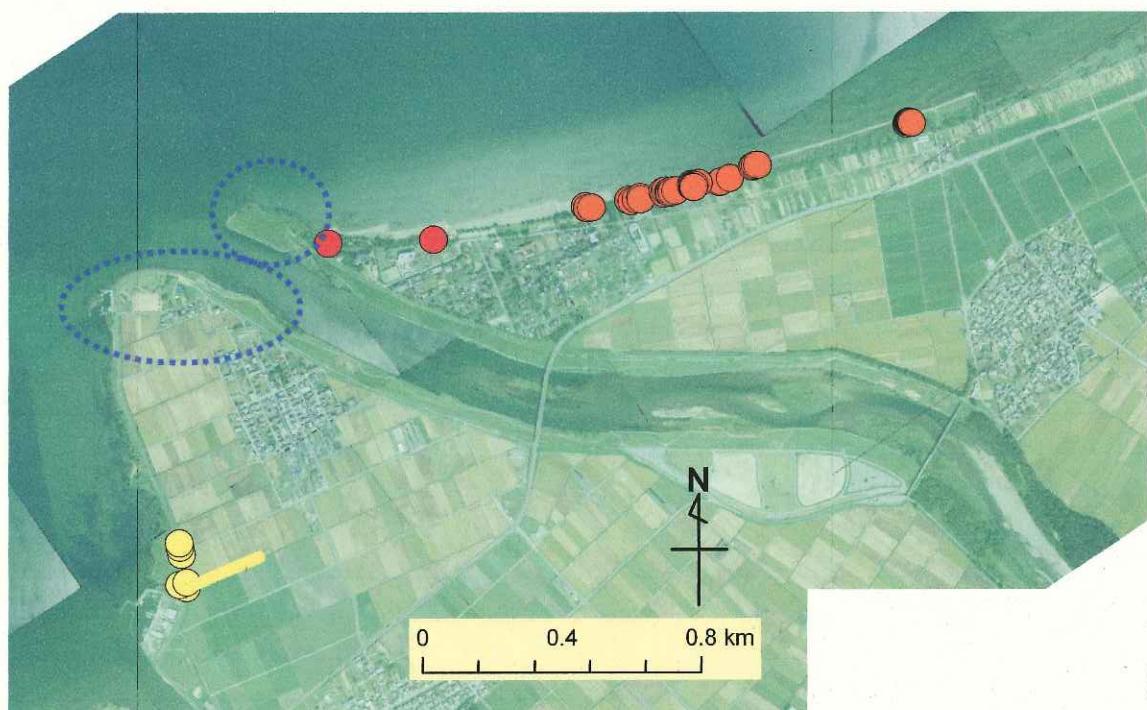


図 4-1 愛知川河口域の希少植物

黄色の○とエリアは浮葉植物、オレンジ色の○は砂浜植物を示し、本調査で分布確認された地点。赤色の○は 1970 年代の砂浜植物の分布確認地点（滋賀県特定植物群落調査報告書より作図）を示す。青色のエリアは本来、原野の植物の生育環境と見られるエリア。

上図の黄色で示された浮葉植物群落は、農水路に残存しているもので、琵琶湖では自然環境下では、最近 20 年の間に消失した種である。また、オレンジの砂浜植物は、浜かけが問題となり、水際前面を養浜している箇所である。1970 年代に砂浜植物が分布していた箇所（滋賀県特定植物群落調査報告書）では、いずれも砂浜帯が失われ、現在は養浜されているが、特定植物群落は消失している。

愛知川河口の地形変遷を見ると、本来は、3. 3. 1. で示した衣川や 3. 6 で示した岩熊川と同じようなタイプと考えられ、前の節でも述べられているように、以前はヨシ原が発達し、原野性の植物が生育していたと見られる。上図でも、青い点線で囲ったエリアは、本来なら原野の植物が成立する環境であったと考えられる。しかし、現在は都市公園的に高度に整備された園地になっており、公園整備によって自然植生が成立できない環境に人为改変されているため、希少植物の分布が見られないものと考えられる。

前節と一部重複するが、以下に、愛知川河口域の過去 120 年間における変遷を図示した。

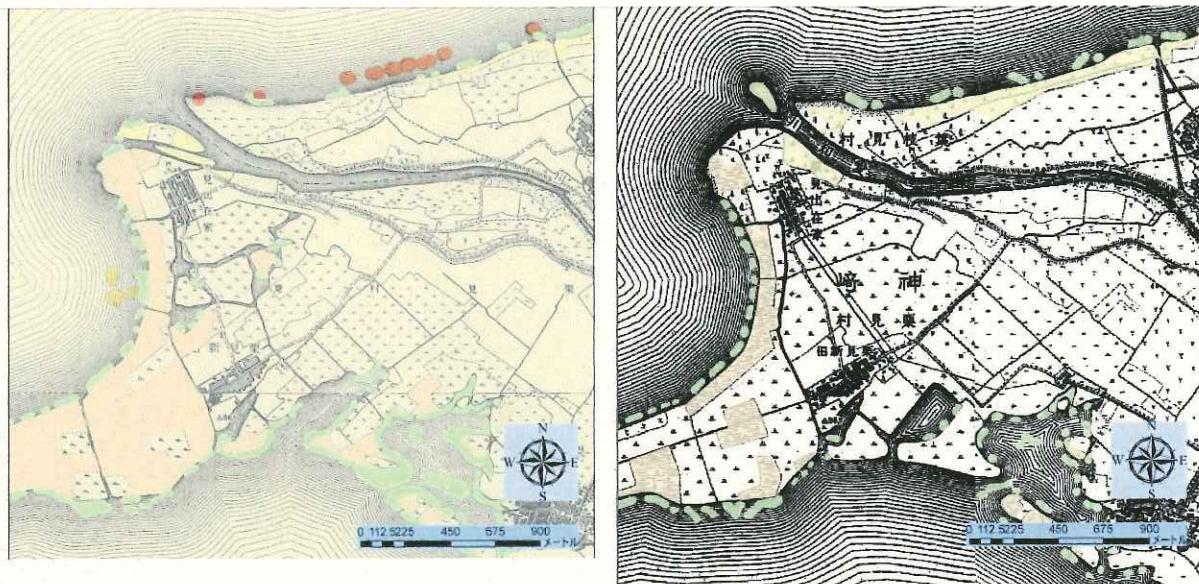


図 4-2 1890 年頃（左）と 1920 年頃（右）の河口域
緑・黄色・オレンジのエリアは当時のヨシ地、草地、湿地と見られる箇所を示す。
左図には図 4-1 の希少植物分布地点を重ねて示した。



図 4-3 1950 年頃（左）と 1960 年頃（右）の河口域。
緑・黄色・オレンジのエリアは当時のヨシ地、草地、湿地と見られる箇所を示す。
右図には図 4-1 の希少植物分布地点を重ねて示した。

愛知川から運ばれた土砂による堆積が進んでいた時代には、河口域に湿地環境が形成され、ヨシ原や氾濫原性の植物、原野の植物が生育していたであろうと推測される。その後1950年代、1960年代の河川改修、圃場整備、湖岸緑地の整備等といった人為改変と、上流のダム等による土砂供給の減少が原因となって、河口域の湿地環境と氾濫原性の植物が衰退したと考えられる。

5 湖岸の水辺環境修復のためのガイドライン

水辺は陸域と水域の境界にある地域である。そのため、陸域と水域の両方から影響を受け、人とのかかわりが最も大きい場でもある。

湖にすむ生物の多くは、はるか遠くの沖合や深い湖底ではなく、水辺の浅い水域にすんでいる。湖岸の地形や風波などの物理環境は、水鳥や魚類、沈水植物をはじめ、湖岸にすむ多くの生物の生息、生育に影響を与えている。

本章では、これまでの調査結果をもとに、地形や湖岸類型と植生、水鳥、底生動物との関係解析をもとに、琵琶湖岸を9類型に分け、各地域での保全の課題と方向性について整理した。

5. 1. 琵琶湖湖岸の特性からみた類型化

5. 1. 1 湖岸地形の類型化と人工湖岸

すでに述べたように、現在の湖岸について、類型区分を行った結果、自然的湖岸と人工的湖岸を合わせての39類型に形態分類がなされた。それらを大きく分類すると5つにまとめることができ、これが基本となって各分野で使われている。人工的湖岸と自然的湖岸の割合を見ると、全域で人工的要素のある湖岸が31%、南湖だけでは57%、北湖は23%となっている。しかしながら、南湖では、東岸が66%、西岸が50%と東岸での比率が高い。西岸の人口湖岸は、南湖南部の大津市街地の人工湖岸を含んだ数字で、西岸中部から北部では人工湖岸の比率がそれほど高くはない。

南湖での湖岸線の変化については2. 1で述べたが、東岸は湖岸道路（湖岸堤）の建設にともなって整備された場所が卓越する。その事例としては、湖岸堤の前面に前浜の公園（湖岸緑地）が整備された草津市志那町などや、湖中に湖岸道路が走り、新たな湖岸と人造内湖が形成された守山市木浜南部の釣り池、それに埋立地（木浜）、人工島（矢橋帰帆島）などである。さらに鳥丸半島、赤野井湾の整備・改修が行われた。これに対し西岸の人工湖岸は、南部の大津市街地の埋立地に集中している。中部や北部では湖岸近くまで宅地・工場等が立地し、マリーナなどのレジャー施設の設置によるものが多い。また、山の下湾や雄琴湾などの入り組んだ内湾もあり、ヨシの群生地などの自然湖岸が目立つ場所も多い。

一方、北湖での人工改変は琵琶湖総合開発の関連工事によるものが大半である。そのうち東岸では、1985年までに、野洲川河口、長命寺港、曾根沼、彦根港などが新設または整備された。西岸では新旭浜などがすでに整備されていた。その後、湖岸道路が各地で建設され、水辺の景観が一新した。東岸では琵琶湖大橋東詰から野洲川、日野川下流を経て長命寺港まで、愛知川河口から彦根市街地まで、さらに、米原市の湖岸全域から天野川河口、長浜市街地、姉川河口を経て長浜市尾上付近まで延びた。西岸では、海津から今津までと、安曇川デルタの湖岸全域に湖岸道路が開通した。湖東ではさざなみ街道、湖西では風車街道などの愛称もつけられ、湖岸のレジャー、ドライブに欠かせない存在となった。こうしてかつて琵琶湖と一体となっていた湖岸低地の水郷景観が大きく改変された。

5. 1. 2 最近の湖岸地形の変化

最近の湖岸における自然的変化の事例として次のような事項があげられる

① 堆砂の多い湖岸：背後の山地からの河口部へ砂の堆積の増加による

例：真野川・和邇川・など比叡・比良山地からの河川付近、堆砂による水深の低下と
水草の繁茂

② 堆砂の減少している湖岸：河川の付け替え、河口護岸、水量の調節などによる

例：旧草津川河口付近、野洲川河口付近、愛知川河口付近

③ 浜欠けの発生している湖岸：冬季の湖面上昇と風、河川の土砂供給減少などによる

例：彦根市新海浜、野洲市菖蒲浜、長浜市南浜、高島市萩の浜など

一方、近年の人為的改変としては、港湾の整備、河川の河口部の改修、護岸整備などがあるが、琵琶湖総合開発の関連工事に比べると小規模・短期間の事業となっている。

今後の課題としては、上記の最近の地形変化の要因を究明することが急務である。また、改変された湖岸に中には、自然状態を意識した石積湖岸や、整備後20年以上になり、自然に近い状態に戻りつつある湖岸や、ヨシの植栽等で自然に近い状態に戻すことを試みている湖岸もある。このような湖岸の実態を注意深く観察し、新たな改変によって貴重な自然が失われないようにしたい。

5. 2 湖岸生態系修復の基本的考え方

琵琶湖を特徴づけているのは、多様な湖岸景観である。これらの景観は、後背地の地形（陸側が山であるか、平野であるか）、琵琶湖に流入していた大小 500 本以上の河川や水路によって運ばれた土砂、波浪や潮流による湖内での土砂移動、および湖辺に生育した抽水植物（ヨシ帯）によって形づくられている。

このような琵琶湖岸を特徴づけている要因の一つが、強い波浪エネルギーである。図 5-1 に示すように、琵琶湖東岸では強い北西風が打ち寄せる。その作用で砂浜が形成され、維持され、また浜堤が形成され、その陸側に内湖を形成する主要因の一つとなってきた。強い波浪が打ちよせることが、琵琶湖の湖岸景観や湖岸生態系を維持していく上で極めて重要な要素となっている。いわば、琵琶湖を大湖沼ならしめている要因こそが、強い波浪エネルギーであると言える。波浪によって湖辺に水の流れができ、風波で洗われることで、海浜植物が生育し、河川性の水生昆虫や固有カワニナ類が生息できる環境、いいかえると湖辺の搅乱環境が維持されてきたのではないだろうか。いわば、河川における中規模の洪水環境が、琵琶湖では、風波による搅乱で維持されてきたと考えられる。琵琶湖の沿岸域全域に固有カワニナ類が生息し、岩石湖岸や砂浜湖岸など、多様な湖岸環境に適応して分布している。特に波浪の強い北湖東岸には固有のホソマキカワニナが生息し、北湖北部の岩石湖岸には河川性水生昆虫類が多く生息する。これら多様な底生動物群集が維持されるには、波によって常に洗われ、時に出水に見舞われるような搅乱環境が不可欠であると推測される。

しかし、琵琶湖の水位は長期的に低下傾向にあり、特に 1992 年に瀬田川洗堰操作規則が制定されて以降、琵琶湖の水位は夏季に低く維持され、かつ水位変動幅が小さく安定化する傾向となり、かつてのような搅乱環境が失われつつある。近年の温暖化影響も加わって、波浪エネルギーが小さくなることで、浅い水域で水が滞留しやすくなり、外来植物のアザラやスズメノヒエ類の繁茂を促していると考えられる。洪水被害を防ぎつつ、生態系に配慮した水位操作はどうあるべきかが、琵琶湖保全の鍵をにぎっているといってよい。

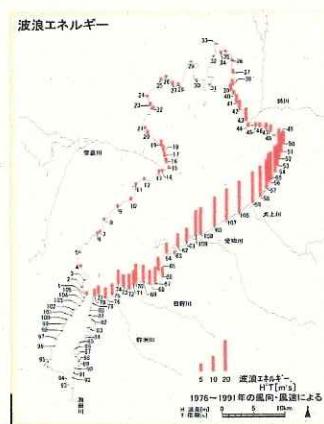


図 5-1 琵琶湖岸における波浪エネルギーの強さ(水機構、

2002)

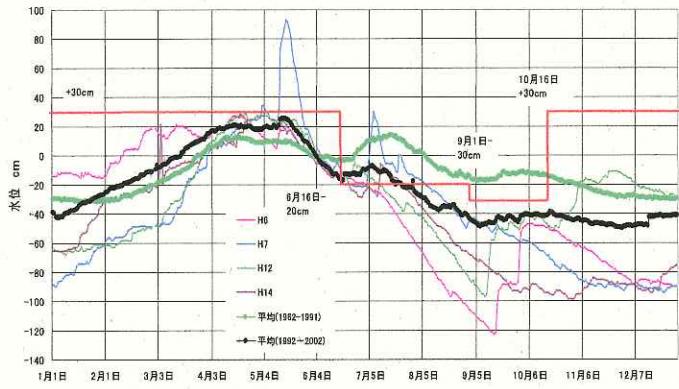


図 5-2 瀬田川洗堰操作規則制定以前(緑太線: 1962-1991)および以後(黒太線 1991-2002)の水位変化(西野、2009) オレンジ色の線は、瀬田川洗堰操作規則

琵琶湖を特徴づけているもう一つの存在は、周辺に広がる「内湖」である。第1章で示した明治時代の琵琶湖とその周辺水域の分布図からわかるように、多くの内湖は琵琶湖と接し、琵琶湖水位が上がると、琵琶湖と一体の水体となり、水位が下がると、琵琶湖とはある程度独立した水域が内湖だった。水辺にすむ生物の多くは琵琶湖と内湖の両方を生息の場としていた。成因からも、生物分布からも、本来、内湖は琵琶湖の一部であり、琵琶湖と切り離して考えることはできない存在だった。

ただ、琵琶湖の湖岸景観は山地(岩石)、砂浜、植生湖岸と多様だが、現在の内湖でみられる景観は、人工湖岸を除けば、抽水植物(ヨシ帯)がほとんどである。いいかえると、内湖は琵琶湖周辺の湿地帯として位置づけられる。大部分の内湖が干拓によって消失した現在でも、琵琶湖周辺のヨシ帯面積の約60%が内湖に集中している事実が、そのことを裏付けている。残り40%のヨシ帯が琵琶湖本湖と流入河川の河口部に広がっている。

したがって、琵琶湖の湖岸を保全するにあたっては、波浪の影響が強い大湖沼としての琵琶湖と、風波の影響が小さい内湖的環境の両方を維持していく必要がある。しかしながら、これまでの湖岸管理のあり方は、ともすれば琵琶湖本湖そのものを内湖的な環境、あるいは人が管理しやすい環境に変えようとする動きが少なくなかった。例えばヨシの植栽にしても、波浪の影響を弱めるために消波堤を建設した後、陸側にヨシを植栽する事例が多く、消波堤によって風波が弱まった水辺には、往々にして、外来植物のアゾラやチクゴスズメノヒエが繁茂する事例がみられた。

今後は、琵琶湖本湖は波浪エネルギーの大きな大湖沼であることを前提として、できるだけ自然の形成作用を生かすような形で、内湖とは別の環境を維持していく方向に舵を切っていくことが、眞の意味で、琵琶湖本来の生態系を取り戻すことにつながると考えられる。

5. 3 湖岸 9 地域における湖岸地形と類型および植生、鳥類、底生動物との関係の整理とそれに基づく今後の保全の方向性

前節では、琵琶湖全体の湖岸生態系の修復の基本的考え方について述べたが、各々の湖岸のかかえる課題は様々で、地域特性に応じた課題の整理が必要となる。

本研究では、明治以降の地形変化と山地湖岸、砂浜湖岸、植生湖岸、人工湖岸など湖岸類型を行い、現在の湖岸の状況を明らかにしてきた。ここでは、これまで述べてきた解析をもとに、湖岸地形および湖岸類型と、抽水植物帯、沈水植物、鳥類、底生動物などの分布との関係について GIS を用いてマップオーバーレイを行って解析を試みた。総延長約 220km* の琵琶湖岸を、地理的特性にもとづいて 9 地域（図 5-3-1）に区分し、各地域ごとに地形変遷および湖岸類型の特性を示すとともに、植生、鳥類、底生動物との関係を整理した。

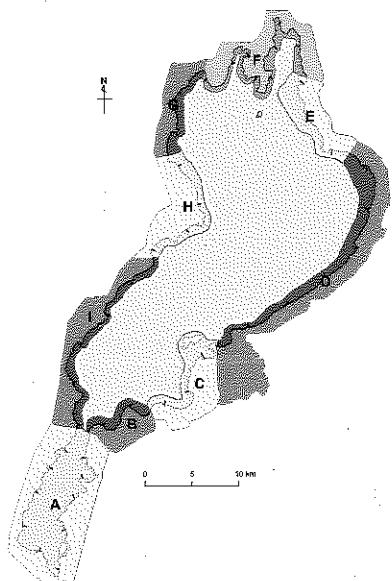


図 5-3-1 湖岸の 9 地域区分図 (図 1-14 と同じ図)

A : 南湖 (区間 1-11)、B 琵琶湖大橋東詰～菖蒲浜 (区間 11-13)、C 佐波江～伊崎 (区間 13-16)、D 愛知川河口～長浜 (区間 17-23)、E 姉川デルタ (区間 23-26)、F 湖北山地湖岸 (区間 26-34)、G 海津～今津 (区間 34-36)、H 安曇川デルタ (区間 36-40)、I 湖西 (明神崎～琵琶湖大橋西詰) (区間 40-44, 1)

*本研究では、琵琶湖岸の南端を JR 東海道鉄橋までとしている。そのため、湖岸線の総延長は、南端を瀬田川までとして求めた 235km (滋賀県、2007) より短くなっている。

2. 湖岸形態の類型区分布図と湖岸線の変化

A 南湖(区間1-11)

湖岸線と形態(現状と変遷)

南湖の面積は、琵琶湖全体の1/11分の1に過ぎないが、湖岸線の総延長では実に4分の1を占め、また9地域中、人工湖岸の割合が73%と最も高い地域である。

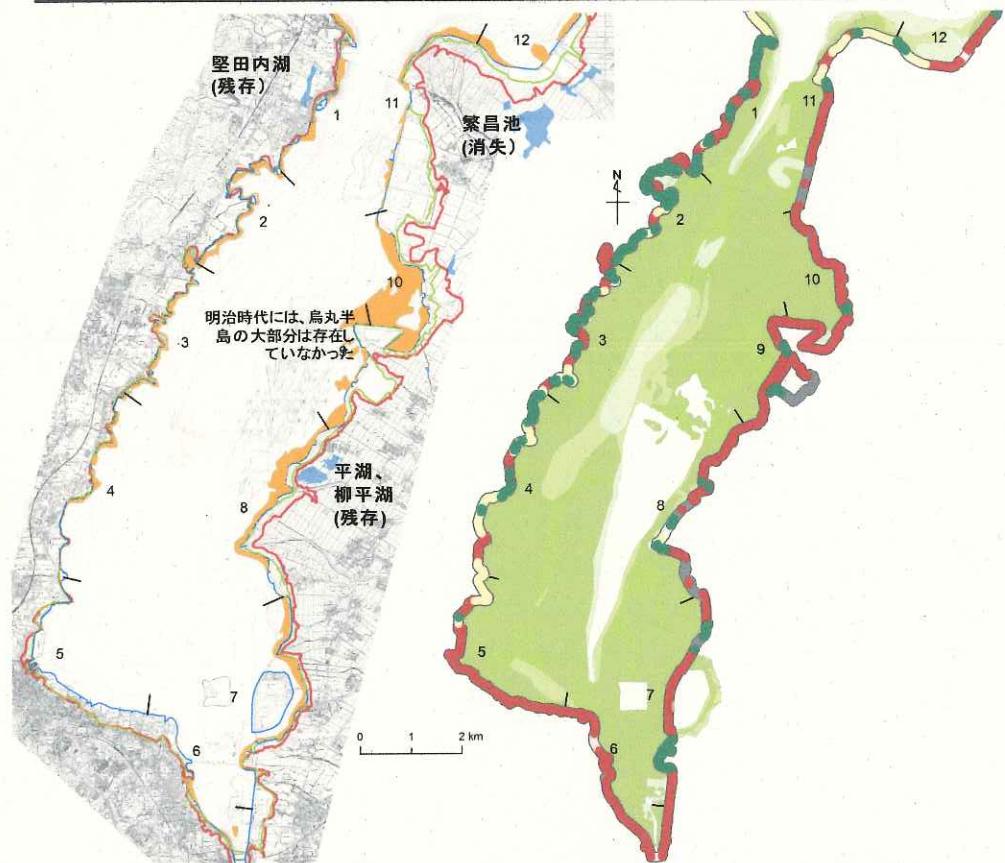
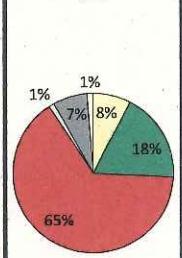
明治時代、昭和20年代、現在の湖岸線の変化をみると、西岸の湖岸地形は大きく変わっていないのに対し、南岸と東岸では大きく変化した(図A-1)。南岸の変化は、おもに1960-70年代の埋め立て、東岸の変化は、おもに1980-90年代初頭の湖岸堤建設による。

- ・西岸南部の大津市街地の湖岸は1958~1968年に埋め立てられ、ほとんどが人工湖岸になった。990年以降、新たに大津港から瀬田川右岸までが、遊歩道のある公園として整備された(コンクリートと石積み護岸が多い)。

- ・東岸は、琵琶湖大橋(1964年完成)に伴い木浜に人工島が作られた。その後、矢橋帰帆島(1980年完成)、1980年以降の湖岸堤と前浜の建設などで地形改変が大きかった。鳥丸半島には、1996年琵琶湖博物館が開設した。

- ・西岸では、湖岸の地形変化は明治時代と比べても比較的小さい。ただ湖岸近くまで民有地があり、工場や住宅地として比較的古くから人工湖岸化が進んだ。

各湖岸類型の割合 (%)



図A-1(左) 明治時代、1948年頃、現在の南湖の湖岸線の変化および水深2m以下の水域

図A-2(右) 現在(2007年)の湖岸類型と沈水植物の分布(2007年)
数字は区間番号

湖岸線	1890年代の内湖	水深2m以下の水域(水資源機構1992年調査)				
水域	湖岸線の位置(現在)	湖岸線の位置(1940年代末:米軍航空写真)				
湖岸類型	□砂浜湖岸	■山地湖岸	△植生湖岸	■人工湖岸(人工砂浜・養浜等)	□人工湖岸(ヨシ植栽・人工緑地等)	□水面

背景の等深線図(1992年)および湖岸地図は独立行政法人水資源機構琵琶湖開発総合管理所提供的図面を用いた。

A：南湖（区間 1-11）

植生

南湖西岸の北側には絶滅危惧種など希少な植物が多く生育し、南湖の中では比較的豊かな種多様性が維持されている。東岸では、かつて湖岸だったヨシ帯に生育する。しかし、新たに建設された人工前浜は、自然に配慮した石積み人工湖岸の割合が高いものの、水辺の希少植物は全く生育していない。地形変化の大きかった南岸にも、希少植物は生育していない（図A-4、図A-5参照）。

- ・西岸南部の大津市市街地の湖岸には水辺の希少植物は生育していない。
- ・東岸では、近年の地形変化の大きかった地域には希少植物は生育せず、かつてのヨシ帯湖岸だった地域に生育している。
- ・地形変化の少なかった西岸には、水辺の希少植物が残っているところが多い。
- ・東岸を中心にホテイアオイが分布拡大し、東岸および南岸の一部に侵略的外来種ミズヒマワリが侵入している。
- ・南湖の約8割以上が沈水植物群落に覆われているとされているが、中央部は群落も疎でまた群落高も低い。
- ・主要種はセンニンモ、クロモ、マツモ、オオカナダモである。
- ・西岸側にはマツモやセンニンモの大群落が分布し、東岸側にはササバモの群落が見られる。
- ・瀬田川の西岸側にはコウガイモの比較的大きな群落が見られる。
- ・コカナダモは1994年の大渋水以降減少していたが、近年北側で増加傾向が見られる。

【保全の現状】

- ・東岸の鳥丸半島（ブロック10）はヨシ条例保護地区、西岸のブロック1-3と東岸のブロック7-11の一部は保全地域と普通地域に指定されている。
- ・分布拡大の懸念がある特定外来植物ミズヒマワリについては、2007年から初期駆除を行っており、駆除継続が必要。

水鳥

南湖では、カツブリなど潜水採魚食性の水鳥が減少し、潜水底生生物採食性のホシハジロなどや潜水水草採食性のオオバンなどが増加した。

- ・南湖全域、特に東岸で、水草採食カモ類、潜水水草採食カモ類（オオバン等）、潜水底生生物採食カモ類（ホシハジロ等）が増加し、夜間陸上採食カモ類（マガモ等）や潜水魚食水鳥（カツブリ等）が減少している。草津市志那ではコハクチョウの越冬個体数が増加傾向にある。
- ・レジャー利用との関係で、木浜～鳥丸半島では水鳥の活動に影響が出ていた。

底生動物

- ・1950年代頃の南湖には、北湖の岩石湖岸に生息するシロタニガワカゲロウやフタツメカワゲラと思われる種が生息していたが、1980年代にはみられなくなった。ただ1980年代には、固有種のオウミガイをはじめ、多くの在来種が生息していた。
- ・2006年からの調査で、1980年代に南湖沿岸に広く生息していたオウミガイ、在来種のシリナガマダラカゲロウ、トウヨウモンカゲロウ、ヒメカゲロウ、固有種ナリタヨコエビは激減したことがわかった。
- ・また南湖岸全域で外来種のサカマキガイ、アメリカナミウズムシ、フロリダマミズヨコエビが増加した。
- ・南湖岸全域で沈水植物帶に生息するウスグロヒメエリユスリカ、コナユスリカ属の1種、ヨドミツヤユスリカの3種が優占し、種の多様性が乏しくなった。一方、植物プランクトンが多く、泥質の湖底を好むアカムシユスリカやオオエスリカは激減したことがわかった。
- ・これらの変化には、水位変動幅の縮小による搅乱頻度の低下、およびそれと関連した沈水植物繁茂による湖底の貧酸素化や底質の変化が影響していると考えられる。

保全の現状

- ・ブロック1、2、4、5、11の一部は、レジャー規制条例の生活環境保全地域に指定されている。

保全の課題と方向性

南湖では沈水植物が繁茂し、水辺でも外来の浮葉、抽水植物が繁茂しており、水の滞留とそれに伴う湖底の貧酸素水域の解消が課題の一つとなっている。また人工湖岸がほとんどを占めており、在来生物の生息環境として、ほとんど機能していないところも課題である。

・西岸とかつての東岸の一部のヨシ帯に水辺の希少植物が生育し、その保全が今後の課題。

・底生動物については、水位変動幅を大きくするなど湖岸の搅乱頻度を高めること、および水草の刈り取り、湖外への持ち出しなどによる貧酸素水域の解消や底質の改善が課題である。

・沈水植物の繁茂が湖岸での水の滞留を促進し、ホテイアオイなど熱帯性植物の繁茂の遠因となっている。水草の刈り取りを毎年行う必要がある。ただ、沈水植物の根こそぎ刈り取りに伴い、コカナダモ・オオカナダモなどの外来種の分布拡大促進について、数年に渡ってモニタリングする必要がある。

・浅水域には固有種ネジレモやコウガイモなどの希少沈水植物種が残存しており、沈水植物の刈り取りには注意が必要である。また工事などにあたっては保護対策をとる必要がある。

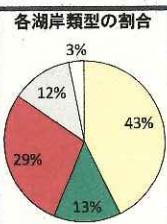
・抽水植物帶面積が大きく、水鳥の数も多いブロック7-9には規制がなく、水鳥保全のための検討が必要。

B 琵琶湖大橋東詰～菖蒲浜（区間11-13）



湖岸線と形態（現状と変遷）

- 砂浜湖岸がほぼ半分（43%）、植生湖岸が13%を占める。また人工湖岸が41%と、北湖で湖岸線の変化が大きかった地域の一つで、うち12%は人工砂浜（養浜）である。変化の要因は、中主野田沼内湖の干拓、野洲川からの土砂運搬、その後の野洲川付け替え工事による土砂移動の変化および湖岸堤の建設などである。
- 北湖で1940年以降、湖岸線の変化が大きかった地域の一つである。野田沼（中主）内湖の干拓（1951年完成）、野洲川の付け替え工事（1979年完成）によって新野洲川河口が作られ、連続した湖岸堤（1980年代）が建設された。これらにより、コンクリート、テトラボットの人工湖岸が増加した。
- 河川としての機能を失った旧野洲川の北流と南流の河口付近では、土砂の堆積が減少し、砂浜の後退が起こっている。



湖岸線、
水域 [1890年代の内湖 水深2m以下の水域 (水資源機構1992年調査)
湖岸線の位置 (現在) 湖岸線の位置 (1940年代末: 米軍航空写真) 湖岸線の位置 (1890年代: 正式2万の1地形図)
湖岸類型 □ 砂浜湖岸 ■ 山地湖岸 □ 植生湖岸 □ 人工湖岸 (人工砂浜・養浜等) □ 人工湖岸 (ヨシ植栽・人工緑地等) □ 口水面

背景の等深線図(1992年)および湖岸地図は独立行政法人水資源機構琵琶湖開発総合管理所提供の図面を用いた。

B 琵琶湖大橋東詰～菖蒲浜（区間 11-13）

植生

- ・希少植物は、干拓地周辺には生育せず、土砂堆積がみられる旧野洲川北流、南龍河口に生育する。
- ・人工護岸が増加している。以前はツルヨシ群集が優占していたが、ショッピングセンターなど湖岸域の開発が進み、湖岸植生そのものが減少している。
- ・旧野洲川の流路を中心に外来植物のホティアオイやチクゴスズメノヒエの繁茂が著しい。
- ・野洲川新川によって供給される土砂が堆積する河口付近には在来種のオオササエビモ・ヒロハノエビモなどの希少な沈水植物が多く分布する。
- ・野洲川から菖蒲浜に向かうに伴って波浪が強くなるため、大群落は見られないものの、ネジレモなど貧栄養の底質でも生育する種が分布する。

【保全の現状】

- ・ブロック12の一部は、ヨシ群落保全条例の保護地域、ブロック13の一部（旧野洲川河口（北流））も普通地域に指定されている。

水鳥

- ・浅水域は平均的にあるが、冬の風波が強く、ヨシ群落面積が小さい。
- ・沈水植物もやや少なく、越冬水鳥類は平均程度の分布である。
- ・ヨシ群落営巣水鳥の規模は小さい。
- ・野洲川河口では、水鳥類は全般的に増加傾向にあり、コハクチョウの越冬も見られる。

底生動物

- ・砂浜湖岸には、固有種のホソマキカワニナが生息する。本種は、砂質の湖底に生息するが、近年、他の地域と同様に沈水植物の植被率が増加傾向にあり、本州の生息に影響を与えており。沈水植物繁茂要因の一つとして、水位操作による水位の安定化が考えられる。

その他の保全の現状

- ・ブロック12、13の一部は、レジャー条例の生活環境保全地域に指定されている。

保全の課題と方向性

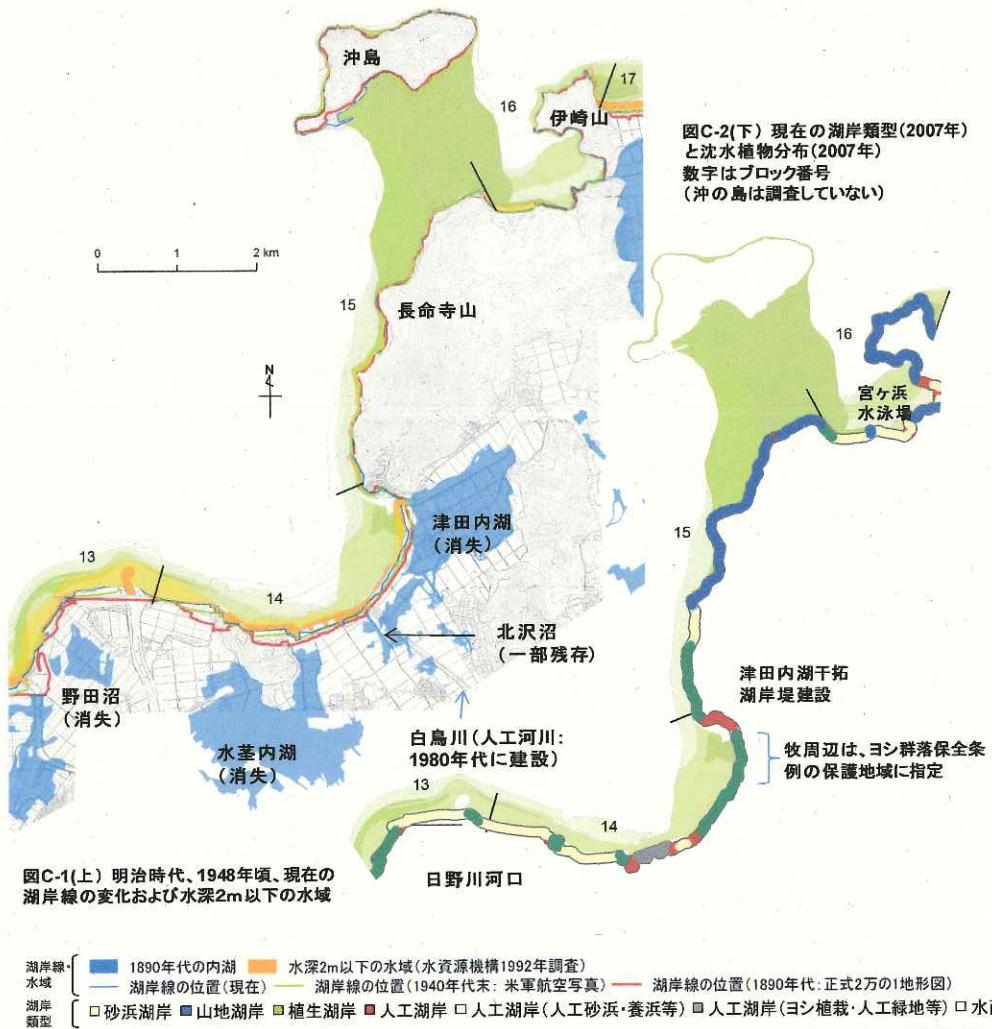
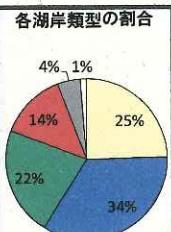
- ・北湖の中では湖岸地形の変遷が最も大きかつた地域の一つであり、
- ・固有種ホソマキカワニナの保全には、夏期に水位上昇を含む自然の水位変動を回復する必要がある。
- ・野洲川河口の保全が重要である

C 佐波江～伊崎(区間13-16)



湖岸線と形態(現状と変遷)

- ・山地湖岸(34%)、植生湖岸(22%)、砂浜湖岸(25%)と、多様な湖岸がほぼ均等に分布し、山地湖岸は北側、植生湖岸と砂浜湖岸は主に南側に広がる。人工湖岸の割合は18%である。湖岸線の変化が大きかった湖岸は、かつての津田内湖や水茎内湖の琵琶湖側の開口部(おもに白鳥川河口)である。
- ・西側の日野川河口付近では砂浜が発達している。
- ・主な地形変化は、水茎内湖の干拓(1947年完成)、津田内湖(1971年完成)および湖岸堤建設(1980年代後半)による。
- ・白鳥川は、1980年代に人工的に作られた河川である。
- ・白鳥川河口から長命寺川河口まではヨシと樹林のある湖岸が連続する。
- ・北側は長命寺山・伊崎山の山塊が直接湖岸に接し、岩石湖岸となる。その一部に宮ヶ浜水泳場などの砂浜が点在する。



背景の等深線図(1992年)および湖岸地図は独立行政法人水資源機構琵琶湖開発総合管理所提供の図面を用いた。

C 佐波江～伊崎（区間 13-16）

植生

- ・戦後からクロマツの人工植栽が進んでおり、人工浜の造成も行われている。自然性のツルヨシが減少し、一年生の外来草本植生が占めている。
 - ・希少植物は、植生湖岸、砂浜湖岸の一部に生育するが、山地（岩石）湖岸には乏しい。
 - ・**沖島**と宮ヶ浜の間の沖島水道は、水深が 7m より浅く、かつ北西風の島影となるため、沈水植物が広く分布する。特にクロモ、ヒロハノエビモ、オオササビモ、ネジレモ等の在来種が混合群落を構成している。
- 【保全の現状】
- ・牧周辺（ブロック14）のヨシ群落は、ヨシ群落保全条例の保護地域、ブロック17の一部は普通地域に指定されている。

水鳥

- ・浅水域がやや狭く、冬の波が強い。ヨシ群落面積は小さいが、防波堤のある牧（ブロック14）付近はやや大きいヨシ群落があり、このヨシ群落に多くの水鳥が営巣している。
- ・越冬水鳥類は、1989年は**沖島**と宮ヶ浜の沈水植物の大繁茂に対応した分布がみられたが、2007年は少なかった。原因は不明。
- ・ブロック16の伊崎半島の国有林にカワウの集団営巣地がある。

底生動物

- ・砂浜湖岸の一部の水深 1-3 m の湖底には、固有種のホソマキカワニナが生息する。
- ・砂浜湖岸の一部に外来シジミ類が生息する。
- ・長命寺山が落ち込む山地（岩石）湖岸と**沖島**には、固有種のビワコエグリトビケラや河川性のシロタニガワカゲロウ、マルヒラタドロムシ、フタツメカワグラが生息しているが、20年前に比べて生息密度が激減している。これには、水位操作やそれに伴う潮流や上砂移動の変化、**沈水植物の植被率の増加など**による水の滞留、およびレストラン等湖辺のレジャー施設による地形改変や排水等の影響が関係していると考えられる。

その他保全の現状

- ・伊崎半島のカワウは滋賀森林管理所を中心に管理計画が実施されている。

保全の課題と方向性

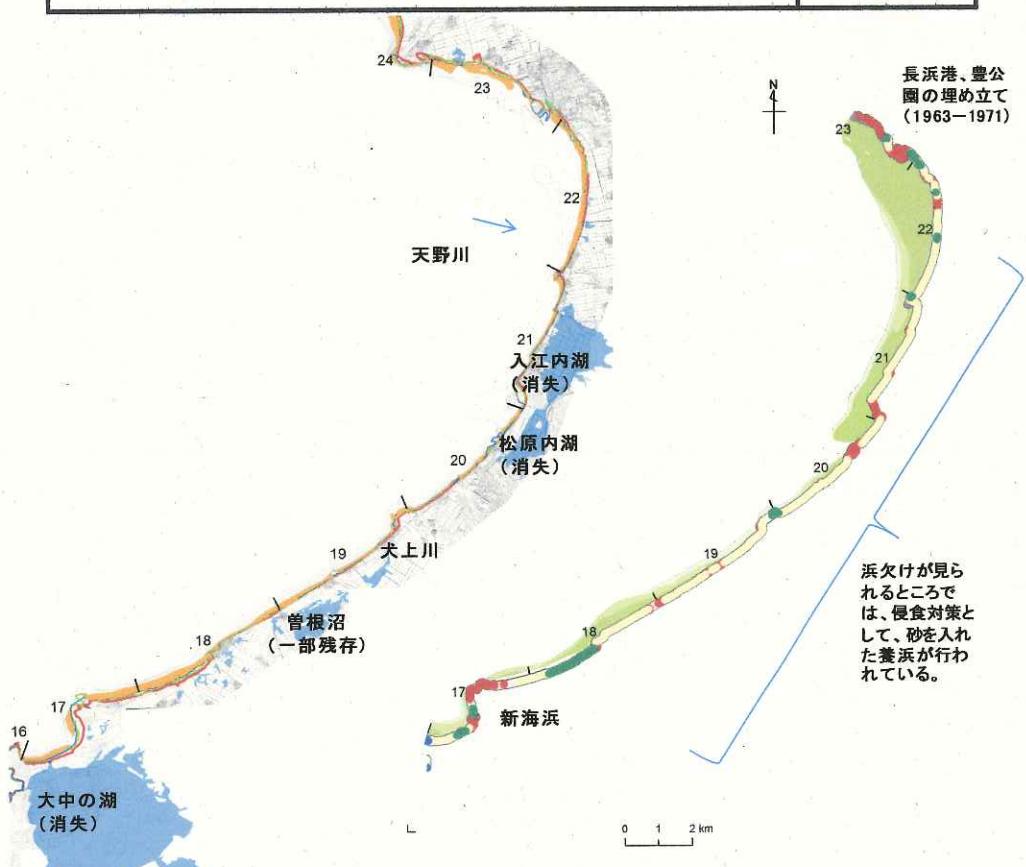
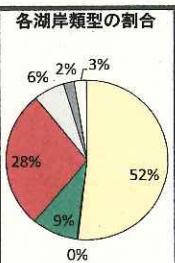
- ・**沖島**水道の浅水域には多くの在来の沈水植物が生育しており保護地域の設定も考慮すべきである。グラスボートの観光船による沈水植物群落の観察も環境教育の一環として計画すべきである。
- ・河川河口部の浚渫にあたっては事前・事後調査を行い、保護対策を取る必要がある。
- ・北側の山地湖岸特有の固有カワニナ類、河川性昆虫類の保全には、生物活性の高い夏期に水位上昇を含む水位変動を生じさせることが不可欠であり、水位操作規則の見直しが必要である。
 - ・牧付近のヨシ群落は営巣水鳥の観点から保全が重要である。
 - ・**沖島**と宮ヶ浜の沈水植物を利用する水鳥が越冬しないか注目が必要である。

D 愛知川河口～長浜(区間17-23)



湖岸線と形態（現状と変遷）

- 砂浜湖岸が半数（52%）を占め、山地湖岸（0%）と植生湖岸（9%）は少ない。人工湖岸の割合は36%とやや高く、うち6%が人工砂浜、2%が人工植栽ヨシ帯である。
- 南側は、琵琶湖岸のなかで波浪エネルギーが最も大きい地域で、内陸側に多くの内湖が点在する地域でもある。浜欠け現象がみられ、新海浜と磯では、養浜が行われている。
- 平滑な湖岸線が続き、湖岸における波浪エネルギーが最も大きい地域で、愛知川河口北岸などの砂浜で浜欠け現象がしばしば見られる（詳細図参照）。
- 河川の河口部以外では湖岸線の変化が少ない地域である。
- 人工湖岸は、河口部と港、集落を守る護岸、彦根市街地およびホテル施設周辺と長浜市街地の埋立地などに分布する。



背景の等深線図(1992年)および湖岸地図は独立行政法人水資源機構琵琶湖開発総合管理所提供的図面を用いた。

D 愛知川河口～長浜（区間 17-23）

植生

- ・水辺の希少植物は南側の植生湖岸および砂浜湖岸に生育するが、北側には少ない。
- ・波浪の強い地域であり、湖岸道路も湖浜に迫り、湖岸砂浜の幅が狭く、植生の発達が悪い。
- ・南側は北西風の波浪の影響が強く、沈水植物の分布は少ない。しかし愛知川や犬上川などの河口部上流側の波浪が抑えられる水域にはネジレモ、ヒロハノエビモ、オオササエビモ、クロモ、ホソバミズヒキモなどの在来種の生育が見られる。
- ・天の川河口付近から北西風の波浪が弱くなるため、沈水植物が次第に分布し始める。長浜に近づくにつれてさらに波浪が小さくなり、底泥が増加する。沈水植物が分布し始める地域ではヒロハノエビモやオオササエビモなどが出現し、長浜近くではクロモやセンニンモなどが大群落を構成し、コウガイモも多く分布する。
- ・愛知川河口デルタ付近の捷水路には、琵琶湖岸で唯一のアザザの分布が見られる。またその付近の内湖にはガガブタの分布も見られる。

【保全の現状】

- ・ブロック18、23の一部はヨシ条例の保護地域、ブロック17、22、23の一部は普通地域に指定されている。

水鳥

- ・浅水域が普通にあるが、一部区間を除き冬の波が特に強い。沈水植物は波が強い区間は少なく、弱い区間が多い。ヨシ群落面積は一部を除くと極めて少ない。越冬水鳥類は、これらの特性と対応して分布する。
- ・ブロック17、22、23の水鳥は比較的多い。他の区間は少なく、ヨシ群落があっても営巣水鳥は少ない。
- ・北側で潜水水草採食水鳥（オオバン）の増加が著しい。
- ・南側（愛知川河口）で潜水底生生物採食カモ類も増加傾向にある。

底生動物

- ・砂浜湖岸の一部に固有種ビワコシロカゲロウが生息する
- ・米原市磯周辺には固有種フトマキカワニナが生息するが、近年激減しており、特に水深1m以浅の水域では、確認されていない。その理由として、1994年の記録的低水位をはじめ、夏期に著しい低水位が頻発化したこと、生息水域が干出したり、水温が上昇したことなどが考えられる。

その他保全の現状

- ・ブロック17-21はレジャー条例の生活保護区域に指定されている。

保全の課題と方向性

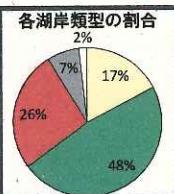
- ・河口部の浚渫にあたっては事前・事後調査をするとともに、希少種の保護対策を取る必要がある。
- ・堤水路や内湖にのこる希少種のアザザやガガブタの保護指定が必要である。
- ・固有カワニナ類の保全には、生物活性の高い夏期に水位上昇を含む水位変動を生じさせることが不可欠であり、水位操作規則の見直しが必要である。
- ・ブロック22、23は越冬水鳥がそれなりに多いが、レジャー規制は全くされていない。規模の小さいヨシ群落の保全がそれなりに大切である。

E 姉川デルタ（区間23-26）



湖岸線と形態（現状と変遷）

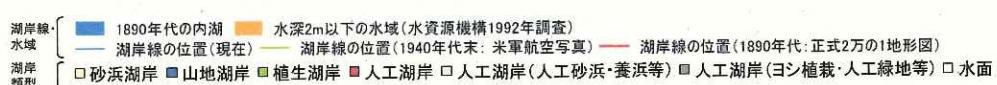
- 琵琶湖で最も遠浅の水域で、湖岸のほぼ半数（48%）を植生湖岸、砂浜湖岸が17%を占める一方、人工湖岸の割合が33%と比較的高い。うち7%が自然のヨシ帯の前面に人工的に植栽されたヨシ帯である。
- 地形変化が大きかったのは早崎内湖周辺および北側の尾上～片山間で、早崎内湖干拓（1971年完成）、湖岸堤の建設（1980年代後半）による。
- 早崎内湖干拓地の湖側には、自然の植生湖岸の前面に人工植栽ヨシ帯が広がる。



図E-1 明治時代、1948年頃、現在の湖岸線の変化および水深2m以下の水域

図E-2(上) 現在(2007年)の湖岸類型と沈水植物の分布(2007年)
数字は区間番号

0 1 2 km



背景の等深線図（1992年）および湖岸地図は独立行政法人水資源機構琵琶湖開発総合管理所提供的図面を用いた。

E 姉川デルタ（区間 23-26）

植生

- ・植生湖岸には、湿地性の希少植物が極めて多く生育する。
- ・ヨシの人工植栽が大規模に行われているが、この地域は本来ツルヨシの生育の場と考えられる。ヨシ人工植栽地を中心に外来植物のチクゴスズメノヒエ、アゾラ類の繁茂が著しい。その他、ヒシやマコモなど沿沢地に多い植物の繁茂も多い。
- ・海老江地先にはとくにネジレモ、コウガイモ、オオトリゲモ、ヒロハノエビモなど希少となっている在来種が多く見られる。
- ・オニビシの群落も見られる。

【保全の現状】

- ・この地域の抽水植物群落、ヨシ群落保全条例の保護地区に指定されている。

水鳥

- ・琵琶湖で最も多くの水鳥が越冬する地域(特にブロック25の湖北水鳥センター前)である。
- ・潜水水草採食水鳥(オオバン)の密度が極めて高く潜水底生生物採食カモ類が多い。浅水域が多く、波もそれほど強くなく、ヨシ群落や沈水植物群落の規模も大きいためであろう。
- ・大面積のヨシ群落があり、営巣水鳥も多く、またツバメの集団壠地も毎年できる。

【保全の現状】

- ・啓発のための湖北湿地・野鳥センターがり、活動の拠点となっている。
- ・琵琶湖で冬季に最も水鳥類が多く生息する地域であり、水鳥のためのレジャー規制が一部区間(ブロック25)に設定されている。

底生動物

- ・早崎周辺で、固有種のビワコシロカゲロウが生息していたが、2006年以降全く確認されていない。その理由として、沈水植物の繁茂や人工ヨシ植栽地の湖側に消波堤が設置されたことで水が滞留し、外来的アゾラやチクゴスズメノヒエが繁茂して、湖底の貧酸素化や底質変化が生じたことが考えられる。
- ・人工ヨシ植栽地の陸側の内湖化した水面では、外来的カワリヌマエビ属が多く生息する。その一方で、コイ科仔稚魚も確認されており、在来魚の繁殖環境としては機能していると考えられる。

保全の課題と方向性

- ・植生湖岸には、湿地性の希少植物が極めて多く生育するため、たとえ自然再生を目的とする事業であっても、生息地保全については細心の注意が必要である。
- ・外来植物の生育を抑えるためには、人工ヨシ植栽地の消波堤を撤去して、琵琶湖本来の湖岸に戻すべきである。
 - ・海老江地先を始めとする姉川デルタの浅水域には多くの在来の沈水植物が生育しており保護地域の設定も考慮すべきである。
 - ・琵琶湖で冬季に最も水鳥類が多く生息する地域であり、レジャー利用にあたっては注意が必要である。

F 湖北山地湖岸（区間26-34）



湖岸線と形態（現状と変遷）

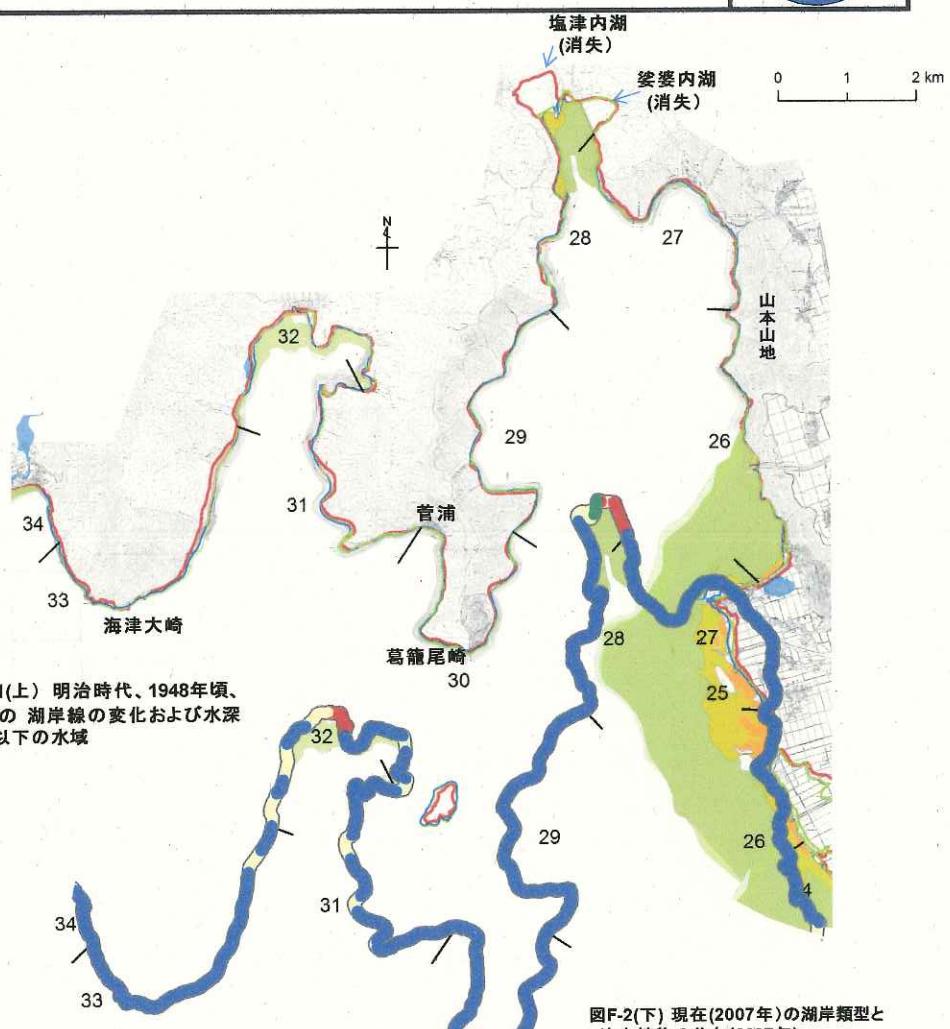
山地（岩石）湖岸がほとんど（86%）を占め、一部に砂浜湖岸（10%）が分布する。植生湖岸（1%）は塩津湾奥部に、人工湖岸（3%）は大浦湾奥部、塩津湾奥部（東部）にみられる。
 ・山本山地、葛籠尾崎、海津大崎の山地が湖に没する出入りの多い湖岸である。
 ・山地湖岸では、湖岸線の変化はほとんどないが、大浦湾の西岸（陸側）でオートキャンプ場などの建設がすすんだ。
 ・地形変化が大きかったのは塩津湾の塩津内湖干拓地（1951年）、姿婆内湖干拓地（1963年）で、塩津大川から運ばれた土砂によっても湖岸線が前進した。



塩津内湖
(消失)

姿婆内湖
(消失)

0 1 2 km



湖岸線：■ 1890年代の内湖 ■ 水深2m以下の水域（水資源機構1992年調査）
 水域 ■ 湖岸線の位置（現在） ■ 湖岸線の位置（1940年代末：米軍航空写真） ■ 湖岸線の位置（1890年代：正式2万の1地形図）
 湖岸類型 □ 砂浜湖岸 ■ 山地湖岸 □ 植生湖岸 ■ 人工湖岸（人工砂浜・養浜等） □ 人工湖岸（ヨシ植栽・人工緑地等） □ 水面

背景の等深線図（1992年）および湖岸地図は独立行政法人水資源機構琵琶湖開発総合管理所提供の図面を用いた。

F 湖北山地湖岸（区間 26・34）

植生

- ・岩石湖岸でツルヨシとハンノキが優占するが、湖岸道路が迫る塩津湾の東岸では、ツルヨシが原稿傾向にある（図 F-6）。
- ・塩津湾の奥に、湿地性のコウホネなど希少植物が生育する。塩津大川沼線で大規模な開発がなく、拙水植物帯がよく発達、保全されてきたためと考えられる。最近では、アゾラ類の繁茂も目立ち、今後の環境維持が課題である。
- ・塩津湾等の湾奥部を除くと、多くは礫湖岸であるので、沈水植物は多くないが、固有種の一つであるサンネンモの生育が見られる貴重な水域である。

水鳥

- ・波の影響は少ないが、山が迫り浅水域が狭く、沈水植物がやや豊富な区間（ブロック26, 28）を除くと越冬水鳥数は少ない。
- ・ブロック26は水鳥が増加傾向にある。オオワシやオジロワシなどの希少猛禽類が越冬している。
- ・塩津湾（ブロック28）はオオヒシクイの越冬地の一部だったが近年越冬数が減少している。
- ・葛籠尾崎（ブロック29・30）では2010年より竹生島のカワウの営巣地が拡大している。ヨシ群落の分布は少なく、ヨシ群落における営巣水鳥の規模は小さい。

底生動物

- ・山地湖岸の底質は、人頭大的礫で、河川性水生昆虫や固有カワニナ類が多く生息する
- ・河川性のタイリククロスジヘビトンボやトゲエラカゲロウ属が唯一生息する山地湖岸である。
- ・シロタニガワカゲロウ、フタツメカワガラ、マルヒラタカゲロウなど河川性の水生昆虫、および固有種のビワコエグリトビケラ、ヤマトカワニナ、オオウラカワニナが多く生息していたが、2006年以降、水深1m以浅での生息密度が激減した。特に、固有種オオウラカワニナは、近年、全く確認されていない。
- ・水深1m以浅の湖底の礫上に多量に糸状藻類が付着しており、固有カワニナ類や河川性水生昆虫の餌となる小型の付着藻類が生育できない状況となっている。
- ・密度減少の要因として、1994年の記録的低水位、およびその後の夏期の低水位による生息場所の干出や水温上昇、および水位の安定化に伴うと考えられる沈水植物の植被率増加、糸状藻類の増加などが考えられる。

保全の課題と方向性

- ・琵琶湖の中で良好な自然環境が保全されている地域であり、これ以上の開発は止めるべきである。
- ・固有種のサンネンモが残る地域の保護対策が必要である。
- ・飯浦、大浦周辺では、レジャー施設が建設、拡張され、湖岸への排水の流入や工事による土砂流入が懸念され、何らかの規制が必要である。
- ・山地湖岸特有の固有カワニナ類、河川性昆虫類の保全には、生物活性の高い夏期に水位上昇を含む水位変動を生じさせることが不可欠であり、水位操作の見直しが必要である。
- ・湖岸の園地では、管理のため、草刈りや樹木の消毒が行われていることがある。しかし羽化した水生昆虫成虫の休息場である湖辺の樹木への殺虫剤散布は、昆虫を殺すため、羽化期である4-8月および11月は控える必要がある。
- ・葛籠尾崎のカワウは竹生島のカワウと連携した管理方針が必要とされる。

G 海津～今津（区間34-36）



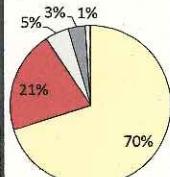
湖岸線と形態（現状と変遷）

明治時代には、湖岸線の陸側に浜分沼、貫川内湖、今津沼など多くの内湖が点在していた。現在は、砂浜湖岸がほとんど（70%）だが、人工湖岸の割合（29%）も比較的高い。人工湖岸の5%は人工砂浜（養浜）、3%が人工ヨシ植栽である。

湖岸の地形は急深で、風波はそれほど強くない。

- ・全体として砂浜海岸が卓越する地域で、石田川河口北側などで小礫の混ざっている海岸もある。
- ・海津の湖岸では、集落を守る石垣が江戸時代に築かれている。
- ・北から高木浜、知内浜、今津浜などの水泳場があり、中庄浜の浜堤には、保養所が多く建っている。
- ・人工湖岸は河口付近と港のコンクリート護岸が目立つ程度である。
- ・百瀬川河口南側では小規模な浜欠け現象が見られる。

各湖岸類型の割合



背景の等深線図(1992年)および湖岸地図は独立行政法人水資源機構琵琶湖開発総合管理所提供の図面を用いた。

G 海津～今津（区間 34・36）

植生

- ・スミレ、ハタザオ、ハマヒルガオなどの海浜植物が多く生育する。
 - ・春季には、ハマダイコンとカラシナが一齊開花する。
 - ・マキノ町地先の水深4m前後の水域はオウシャジクモの群落がまだ残存している貴重な場所となっている。
 - ・この地域の湧水が流入している内湖では、琵琶湖とその集水域で唯一のオヒルムシロの分布が見られる。
- 【保全の現状】
- ・貫川内湖の湖岸はヨシの群生・育成地域となっている。

水鳥

- ・冬の波は弱い。浅水域や南になるにつれて広くなり、それに対応するようにヨシ群落や沈水植物の面積も広くなり、越冬水鳥数も多く分布する。一番南側の地域Fとの境界付近は、ヨシ群落面積も大きく、多くの水鳥が営巣している。潜水底生生物採食カモ類は増加傾向にある。南側では潜水水草採食水鳥（オオバン）の増加が著しく、カイツブリの減少が目立つ。

底生動物

- ・今津浜などの礫浜湖岸には河川性のアシグロタニガワカゲロウが生息するが、2006年以降、密度の減少が大きい。

保全の課題と方向性

- ・海浜植物の保全が必要である。
- ・マキノ町地先の安定的にオウシャジクモ群落が見られる水域、琵琶湖付近で唯一分布が確認されているオヒルムシロ自生地について保護地指定をする必要がある。
- ・越冬水鳥のための保全が重要であるが、湖岸の生活に配慮したレジャー規制はされている。ヨシ群落営巣水鳥の保全については隣接のH地域参照。

H 安曇川デルタ（区間36-40）



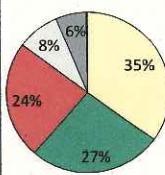
湖岸線と形態（現状と変遷）

全体に、明治時代に比べて湖岸線が湖側に前進している。
現在の湖岸は、砂浜湖岸が優占し（35%）、植生湖岸（27%）も多い。人工湖岸は38%と、北湖のなかでは比較的多い。うち8%は人工砂浜、6%は人工ヨシ植栽地である。

安曇川河口の北側に植生湖岸、南側には砂浜湖岸が広がる。

- 地形変化が特に大きかった地域は、安曇川河口北側の湖岸に作られた前浜の園地と、安曇川河口部、松の木内湖周辺、乙女が池周辺である。
- 安曇川南流河口の砂堆は大きく湖側に前進したが、これは上流からの土砂運搬が南流に集中したための地形変化と考えられる。
- 松の木内湖周辺の人工湖岸は、内湖干拓・道路建設および港の改修に伴うものである。
- 乙女が池の琵琶湖岸側の人工湖岸は国道161号線のバイパス工事による。
- 点在する人工湖岸は、港の改修・新設や、小河川の放水路に伴うものが多い。
- 萩の浜水泳場では、南側で浜欠けが慢性化している。

各湖岸類型の割合



背景の等深線図(1992年)および湖岸地図は独立行政法人水資源機構琵琶湖開発総合管理所提供の図面を用いた。

H. 安曇川デルタ（区間 36-40）

植生

- ・北側のヨシ帯に湿地性の希少植物が多く生育するが、人工湖岸には生育していない。安曇川河口にもあまり生育していない。
 - ・安曇川河口には、ヨシやヤナギ輪が多いが、安曇川河川敷もツルヨシで占められる礫質の河川であり、湖岸一帯はツルヨシが占める。
 - ・安曇川の河口部ではツルヨシが減少し、ヨシが増加している他、外来植物のチクゴスズメノヒエやヒレタガボウの繁茂が著しく、マダケの地区林も拡大している。
 - ・沖合の砂地の浅水域にはヒロハノエビモ、オオササエビモなど在来の沈水植物が多く分布する
- 【保全の現状】
- ・針江浜のヨシ帯は、ヨシ群落保全条例の保護地区に、その他の 6 地域も保全地域に指定されている。

水鳥

- ・波の強さは弱く浅水域もやや広く、ヨシ帯や沈水植物の分布が比較的多く越冬水鳥は平均的に分布する。大きな規模のヨシ群落があり営巣水鳥が多く、ツバメの集団ねぐらも確認されている。
- ・安曇川河口で潜水底生物採食カモ類は増加傾向にあり、ブロック36の新旭水鳥観察センター前では潜水草採食水鳥（オオバン）の増加が著しい。一方、カイツブリの減少が目立つ。

底生動物

- ・安曇川河口付近周辺には、固有種タテジワカワニナが生息するが、生息密度が極めて低く、絶滅が危惧される。

保全の課題と方向性

- ・北側のヨシ帯には湿地性希少植物が生育しており、ヨシの植栽にあたっては注意が必要。
- ・姉川と並び安曇川デルタ周辺には在来の沈水植物が多く分布するので、保護地域の指定を考えるべきである。
- ・ツバメの集団ねぐらとなるまとまったヨシ群落の保全が重要である。啓発の核となる新旭水鳥センター付近を中心に水鳥の保全が特に必要である。生活配慮でのレジャー規制区间があるが拡張の検討が必要。

I 湖西（明神崎～琵琶湖大橋西詰）（区間ブロック40-44、1）

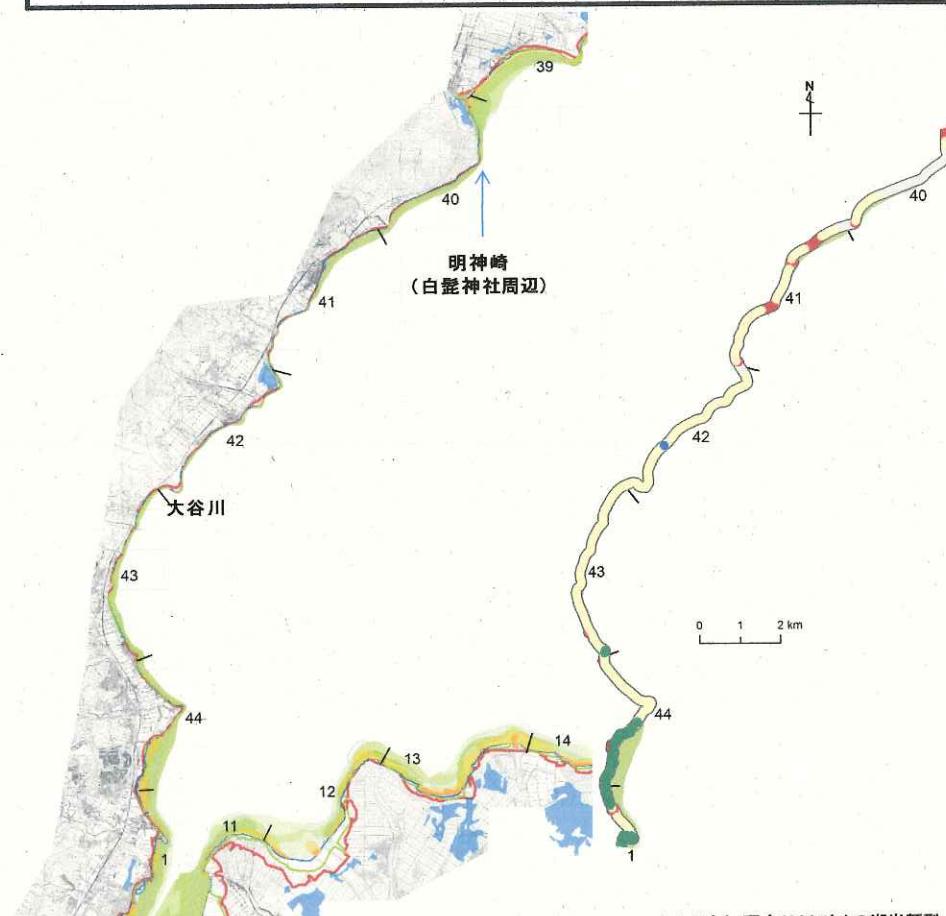
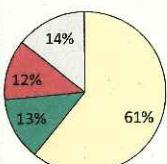


湖岸線と形態（現状と変遷）

明治時代からの湖岸線の変化は比較的小さい。昔ながらの砂浜湖岸が優占（61%）し、一部に植生湖岸（13%）が広がる。人工湖岸は26%で、その半分が人工砂浜（養浜）である。湖岸の土地利用が進み、レジャー施設が多い。

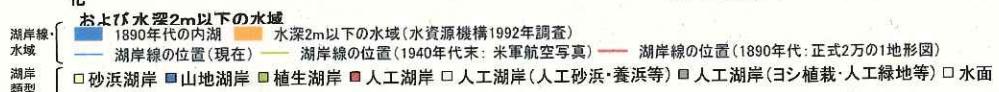
- ・比良山地の花崗岩起源の砂礫の堆積で、北側ほど白砂の砂浜が卓越し、浜堤の発達よい。近江舞子をはじめ、湖岸は水泳場と保養施設に利用されている。
- ・木戸川以南では小磯の湖岸となり、堅田丘陵の迫る湖岸では、ヨシ帯も見られる。
- ・真野川河口南岸では、近年砂堆が大きく伸びている。
- ・全体として、湖岸の土地利用が進み、またマリーナ、保養所、水泳場などレジャー施設の立地が多い。

各湖岸類型の割合



図I-1(左) 明治時代、1948年頃、現在の湖岸線の変化

図I-2(右) 現在(2007年)の湖岸類型
と沈水植物の分布(2007年)
数字は区間番号



背景の等深線図(1992年)および湖岸地図は独立行政法人水資源機構琵琶湖開発総合管理所提供の図面を用いた。

I 湖西（明神崎～琵琶湖大橋西詰）（区間 40-44、1）

植生

- ・砂浜が優占するため、ヨシ帯はもともと少ない（植栽地域が分かるような表示を考える）
- ・近江舞子浜、松の浜などの水泳場の多くは、真砂の砂浜であるため、湖岸の植生は少ない。現在、目立つクロマツも、植栽されたものと考えられる。
- ・砂浜湖岸は、人の利用が多く、植生は少ないが、海浜植物が多い。
- ・風波は強くないが、抽水植物も沈水植物も多くない。
- ・急深の湖岸であるので分布幅は広くはないが、在来種の分布が見られる。
- ・近江舞子沼の地先には比較的広がりのある浅水域があり、オトメフラスコモの生育が見られる。

水鳥

- ・波の影響は弱いが、浅水域・ヨシ群落・沈水植物帯が南側（ブロック44）を除くと少ない。越冬水鳥類は、ブロック44を除くとあまり多くない。ブロック44には、まとまったヨシ群落があり水鳥営巣の場としても重要である。潜水底生生物採食カモ類は増加傾向にある一方、カイツブリの減少が目立つ。

底生動物

- ・明神崎周辺には礫混じりの砂浜が広がり、河川性のアシグロタニガワカゲロウが生息する。

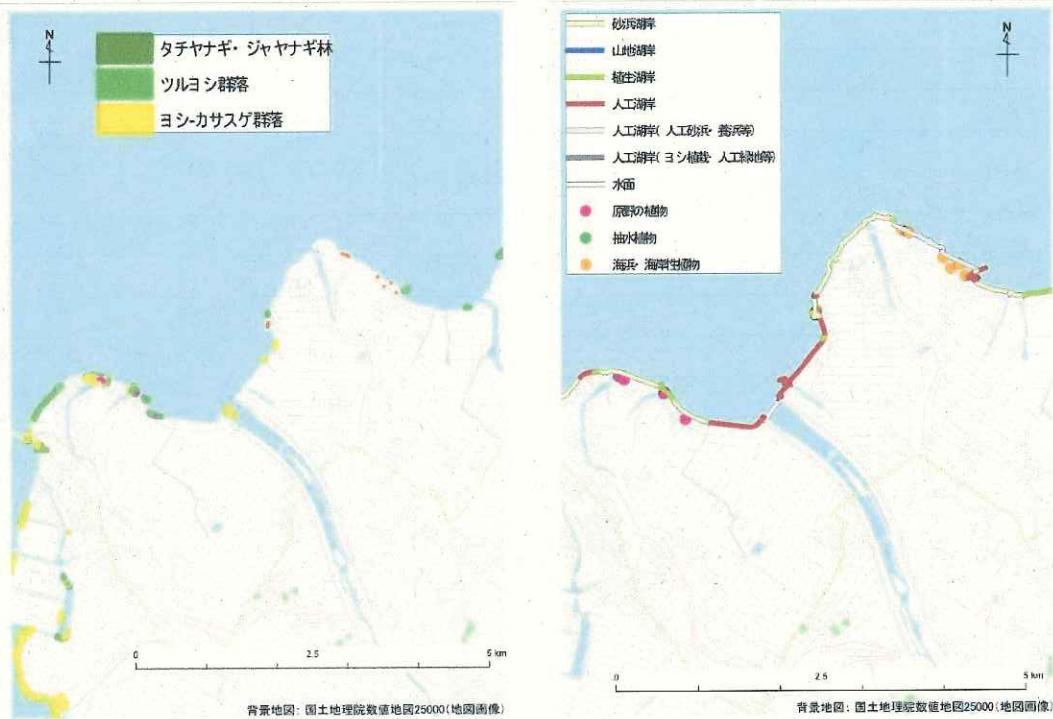
保全の課題と方向性

- ・大きな河川はないが、琵琶湖に流入する河川の河口デルタの付近には在来の群落がみられ、河口付近の保護を考えるべきである。
- ・ブロック44を中心に水鳥保全のためにヨシ群落保全を進め、レジャー規制も必要である。

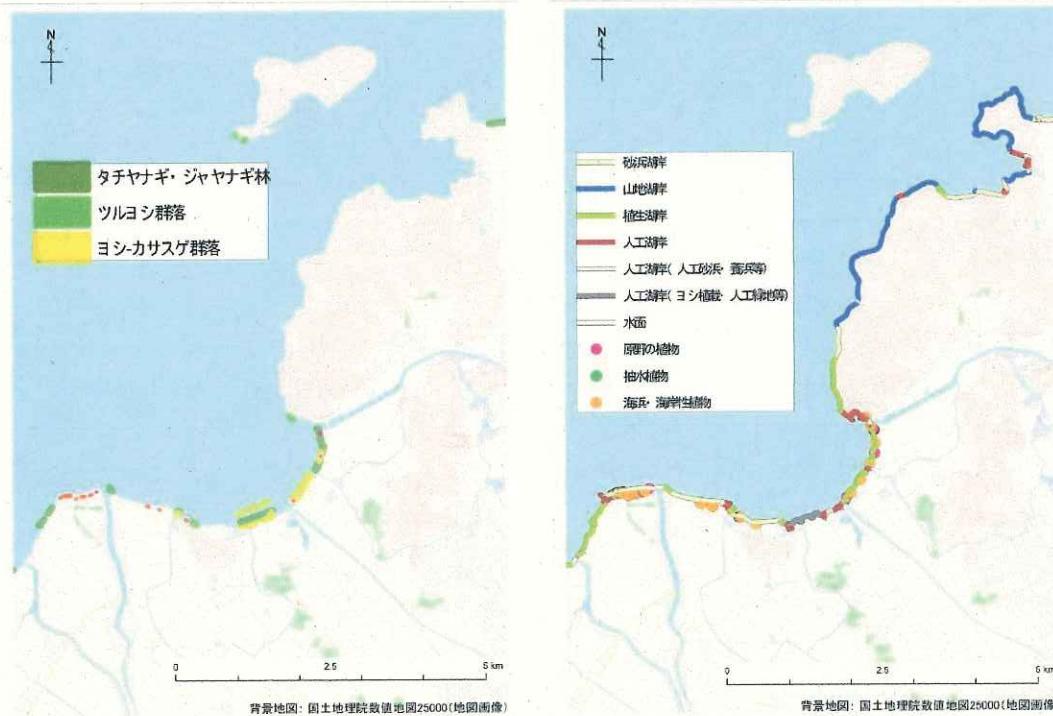
(付録)収集整備したG I S情報の一覧図および出力図の例（東、金子）

●希少植物の分布と湖岸植生（左）および湖岸形態区分（右）の出力図例

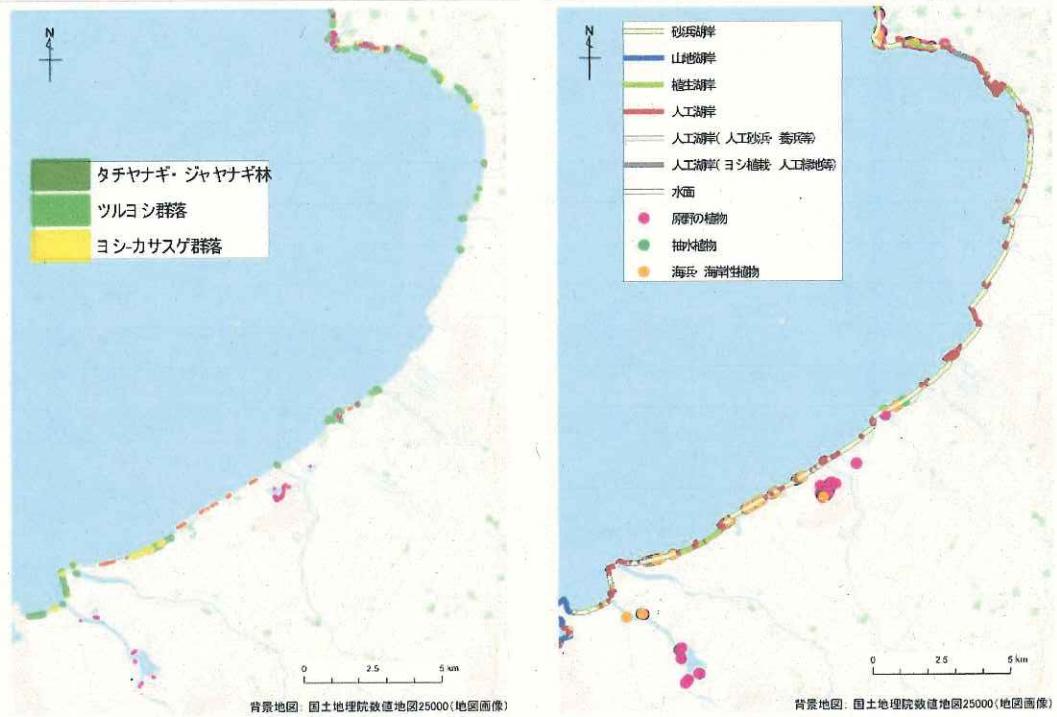
<琵琶湖大橋東詰～菖蒲浜>



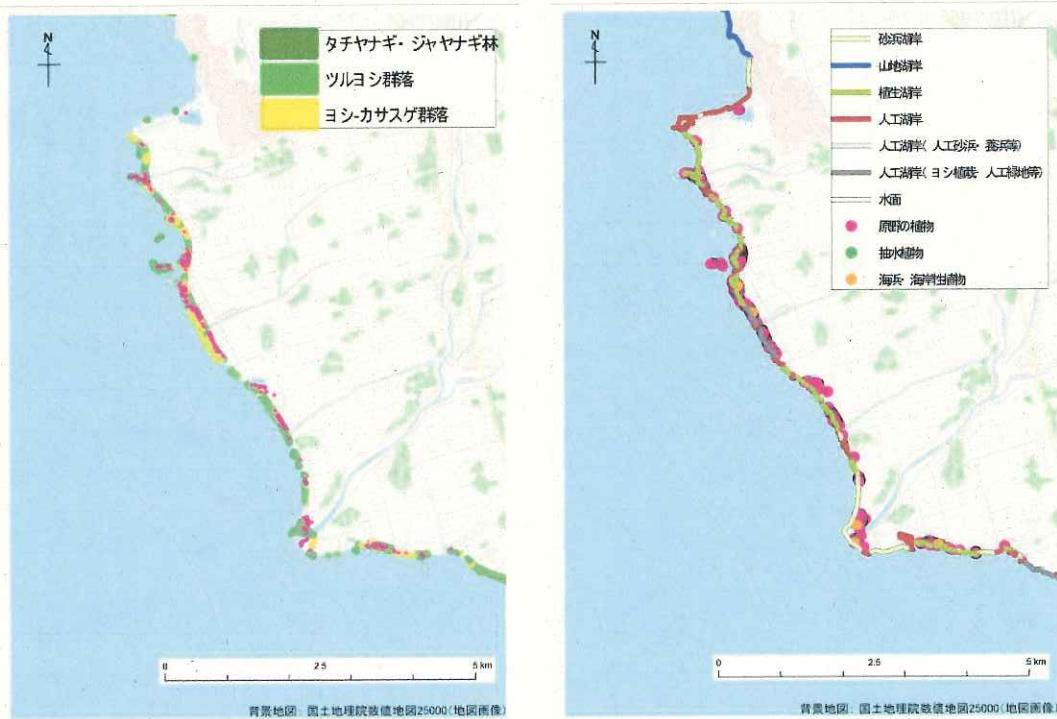
<佐波江～伊崎>



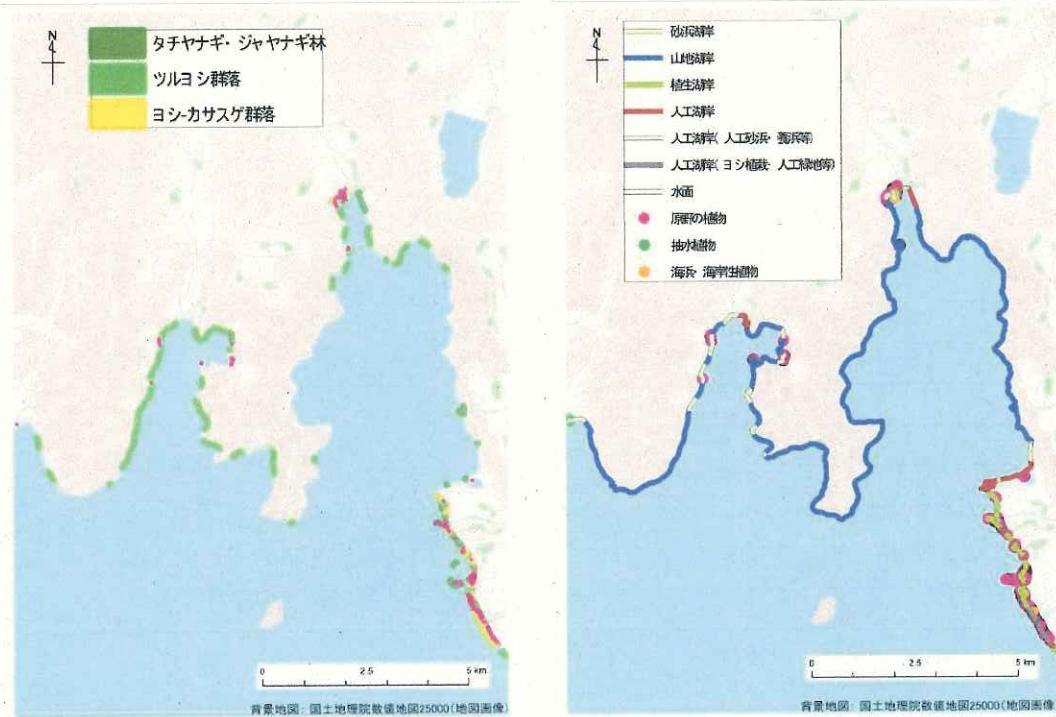
<愛知川河口～彦根>



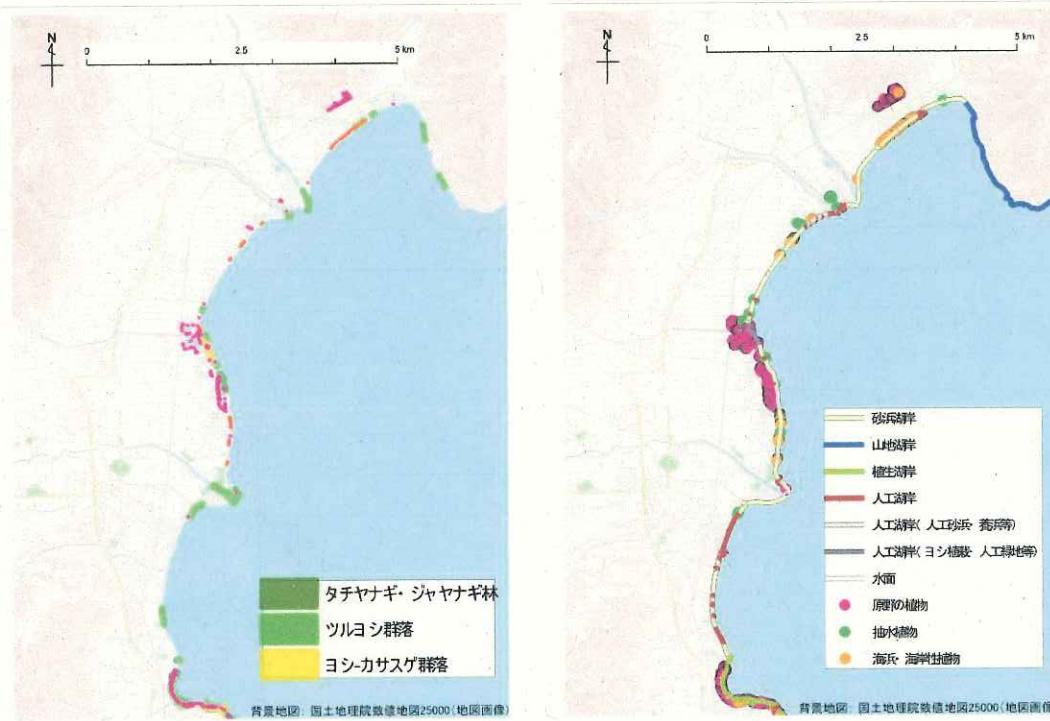
<姉川デルタ～長浜>



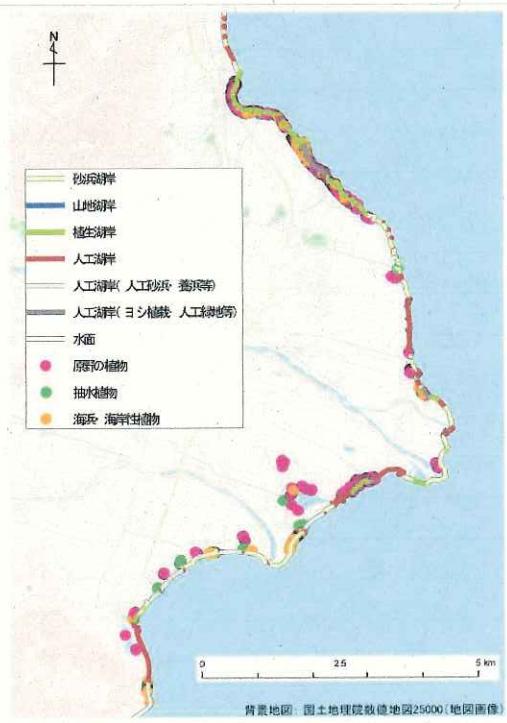
<湖北山地湖岸>



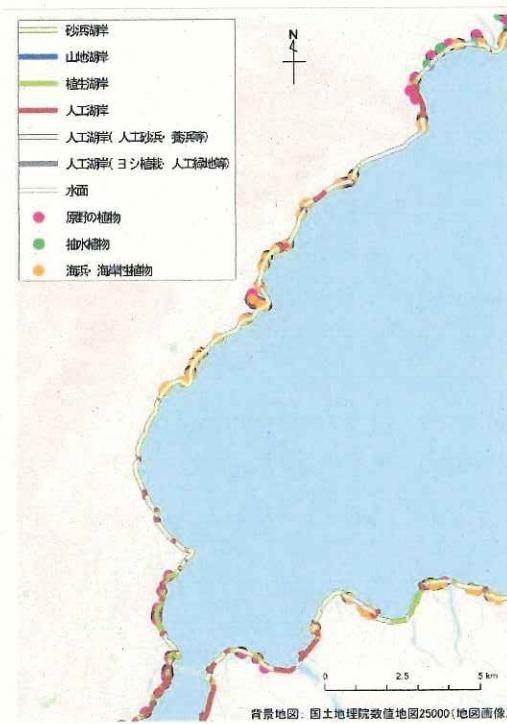
<海津～今津>



<安曇川デルタ>



<湖西（明神崎～琵琶湖大橋西詰）>



●湿生植物群落と希少植物のホットスポットにおける地形変遷事例の出力図例

<曾根沼の120年：貴重植物の残存型ホットスポットの例>



図 1890年頃（上段左）、1920年頃（上段中央）、1950年頃（下段左）、1960年頃（上段右）、2007年（下段右）の曾根沼。1890年頃、1950年頃の図の緑のエリアは当時の抽水植物帯を示す箇所、赤線のエリアは図3-6に示した記録上最大の氾濫原域を示す。1960年頃の図には当時の湿地帯を示す箇所、2007年の図には現在の希少植物の分布地点を示した。

<姉川デルタの120年：貴重植物の残存型ホットスポットを脅かす人為的要因例>



図 1890年頃、1950年頃、1990年頃、2007年の姉川デルタ河口域。1890年頃、1950年頃の図の緑のエリアは当時の抽水植物帯を示す箇所、赤線のエリアは図3-6に示した記録上最大の氾濫原域を示す。1990年頃の図には2000年の湖岸植生区分と現在の希少植物の分布地点、2007年の図には現在の希少植物の分布地点を示した。

< 塩津湾の 120 年 : 発達する河口の湿地環境に依存する「原野の植物」>

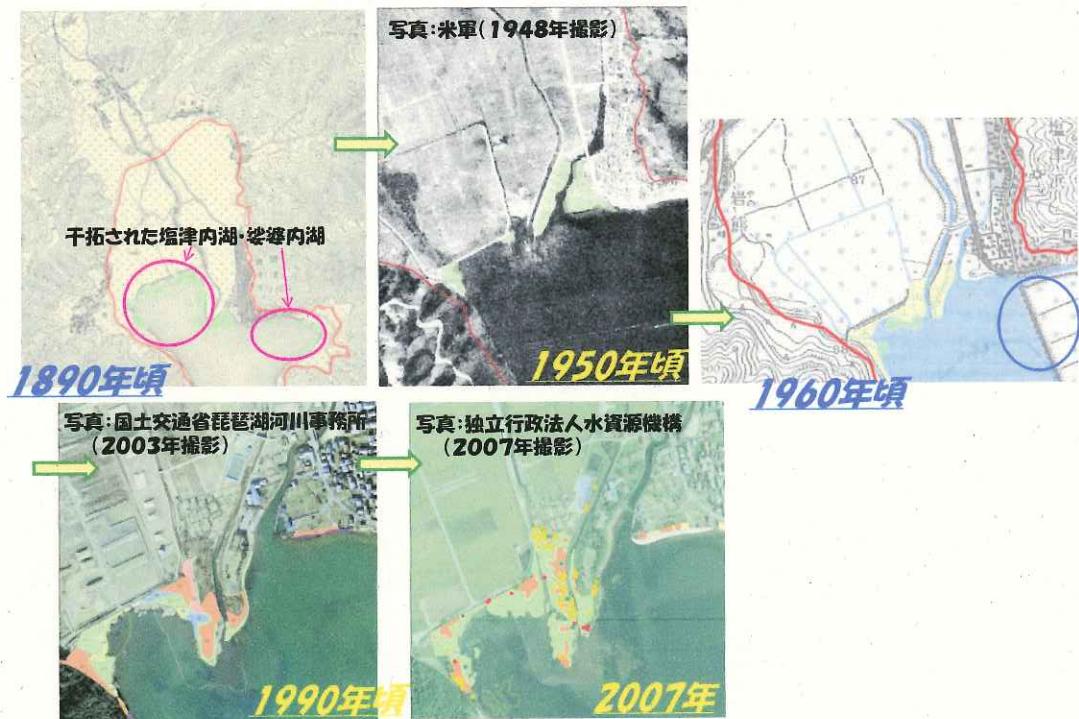


図 1890 年頃（上段左）、1950 年頃（上段中央）、1960 年頃（上段右）、1990 年頃（下段左）、2007 年（下段右）の塩津湾と岩熊川・大川河口域。上段図の緑のエリアは当時の抽水植物帯を示す箇所、赤線のエリアは記録上最大の氾濫原域を示す。下段左図には 2000 年の湖岸植生区分、下段右図には 2007 年の湖岸植生区分と現在の希少植物の分布地点を示した。

< 浜分沼の 120 年 : 貴重植物の残存型ホットスポットを脅かす人為的要因 >

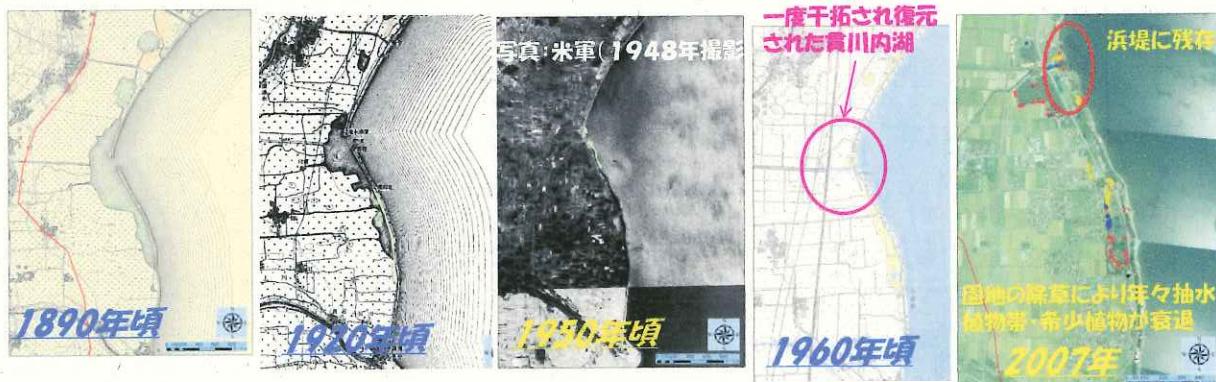


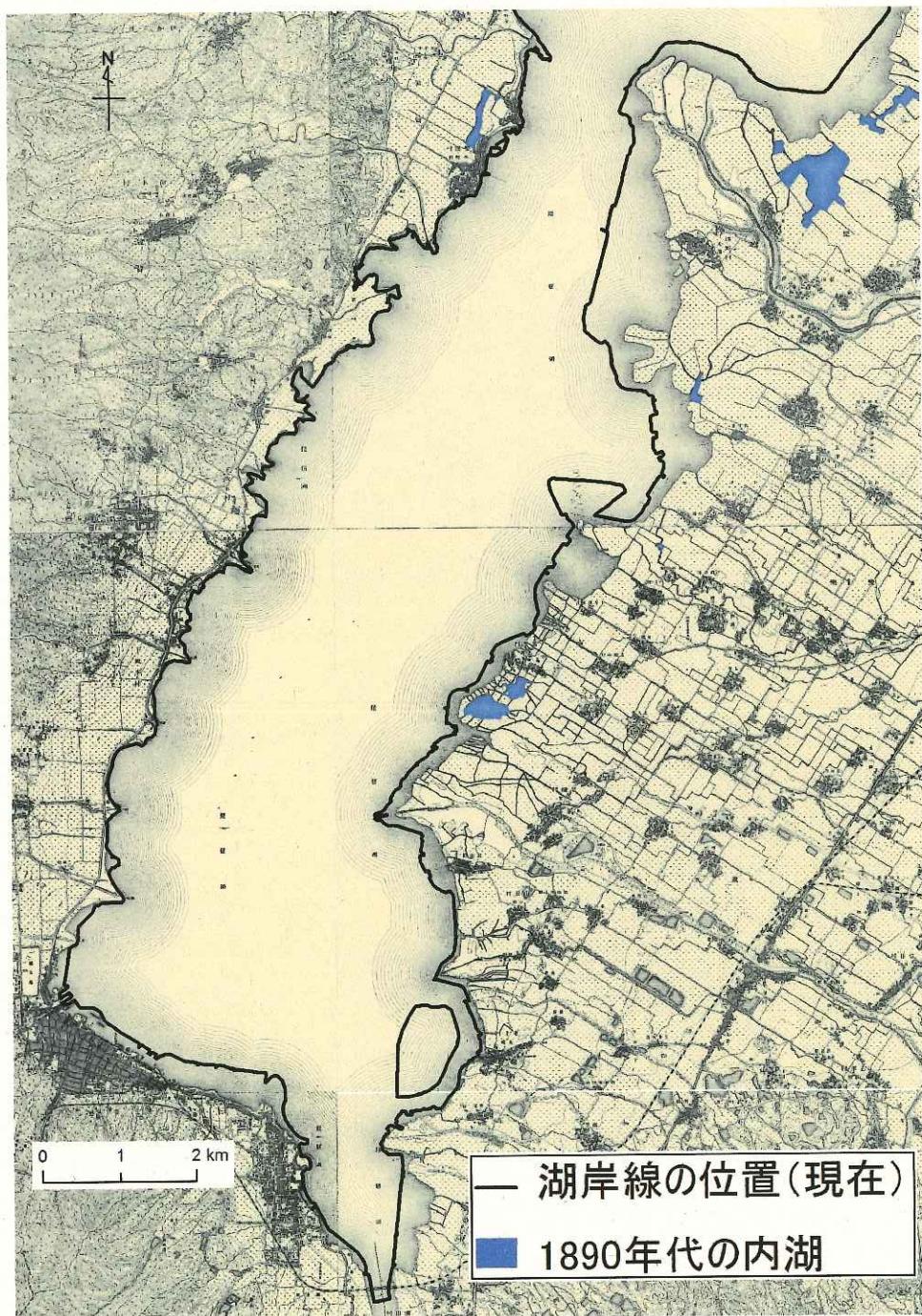
図 1890 年頃、1950 年頃、1990 年頃、2007 年の姉川デルタ河口域。1890 年頃、1950 年頃の図の緑のエリアは当時の抽水植物帯を示す箇所、赤線のエリアは図 3-に示した記録上最大の氾濫原域を示す。1990 年頃の図には 2000 年の湖岸植生区分と現在の希少植物の分布地点、2007 年の図には現在の希少植物の分布地点を示した。

(付録)収集・整備した地形変遷基礎データ

項目	種類	紙媒体	電子化	GIS データ化
伊能図	地図	○	○	△(愛知川河口地域のみ)
明治正式2万分の1	地図	○	○	○
1920年代2万5千の1	地図	○	○	○
米軍1/43,000 (1940年代末～1950年代)	航空写真	○	○	○
水資源機構(1961年)	航空写真	×	○	△(愛知川河口地域のみ)
国土地理院(1967～1968年)	航空写真	×	○	△(愛知川河口地域のみ)
1960年代末2万5千の1	地図	○	○	○
水資源機構 (1970年12月、1971年3月)	航空写真	×	○	△(愛知川河口地域のみ)
水資源機構 (1973年、1984年、1986年)	航空写真	×	○	△(愛知川河口地域のみ)
水資源機構(1991年)	航空写真	×	○	△(愛知川河口地域のみ)
1990年代2万5千の1	地図	○	○	○
河港課 (1995年、1998年、1999年)	航空写真	×	○	△(愛知川河口地域のみ)
水資源機構(2000年、2002年)	航空写真	×	○	△(愛知川河口地域のみ)
琵琶湖河川事務所(2003年)	航空写真	×	○	○(オルソデータのみ)
水資源機構(2007年9)	航空写真	×	○	○(オルソデータのみ)
湖沼図	地図	○	○	○
旧版湖沼図(南湖木浜埋立前)	地図	○	○	○
等深図(1992年)水資源機構調査	地図	×	○	○

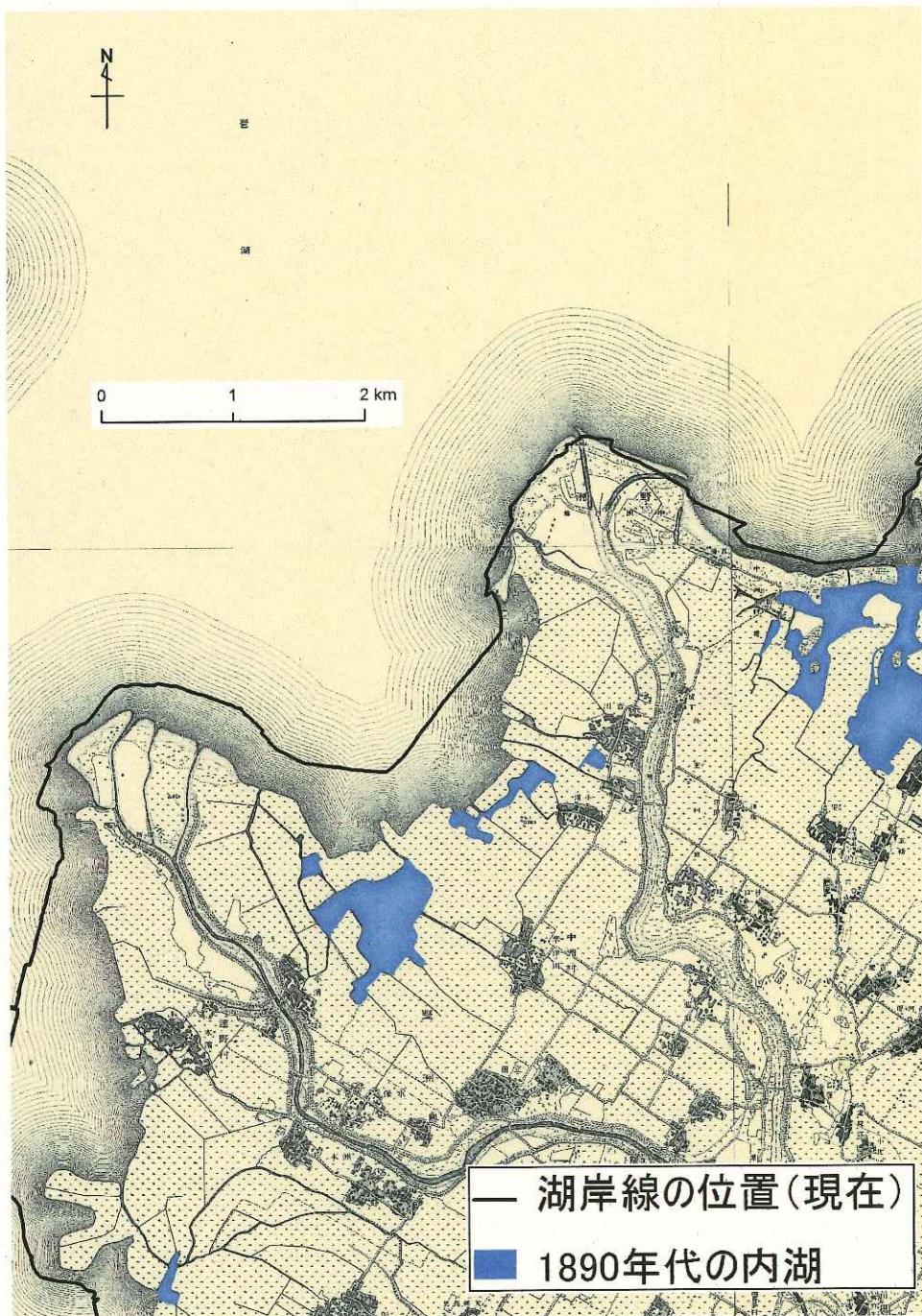
付録

1. 明治時代後期の地図、内湖分布および現在の湖岸線の重ね合わせ図



南湖(区間 A)

地図データは柏書房出版の正式二万分一地形図集成を用いた。



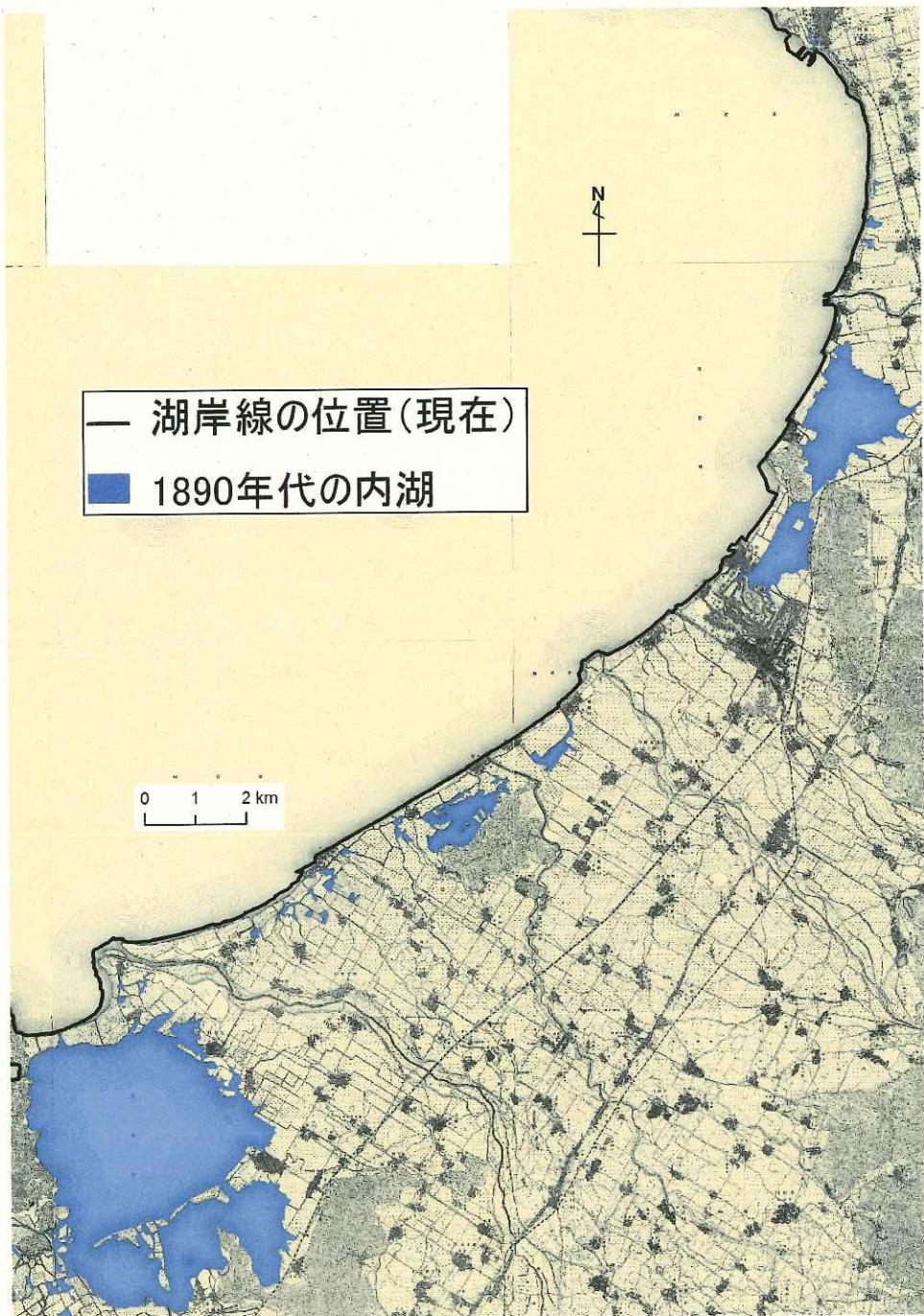
琵琶湖大橋東詰～菖蒲浜(区間B)

地図データは柏書房出版の正式二万分一地形図集成を用いた。



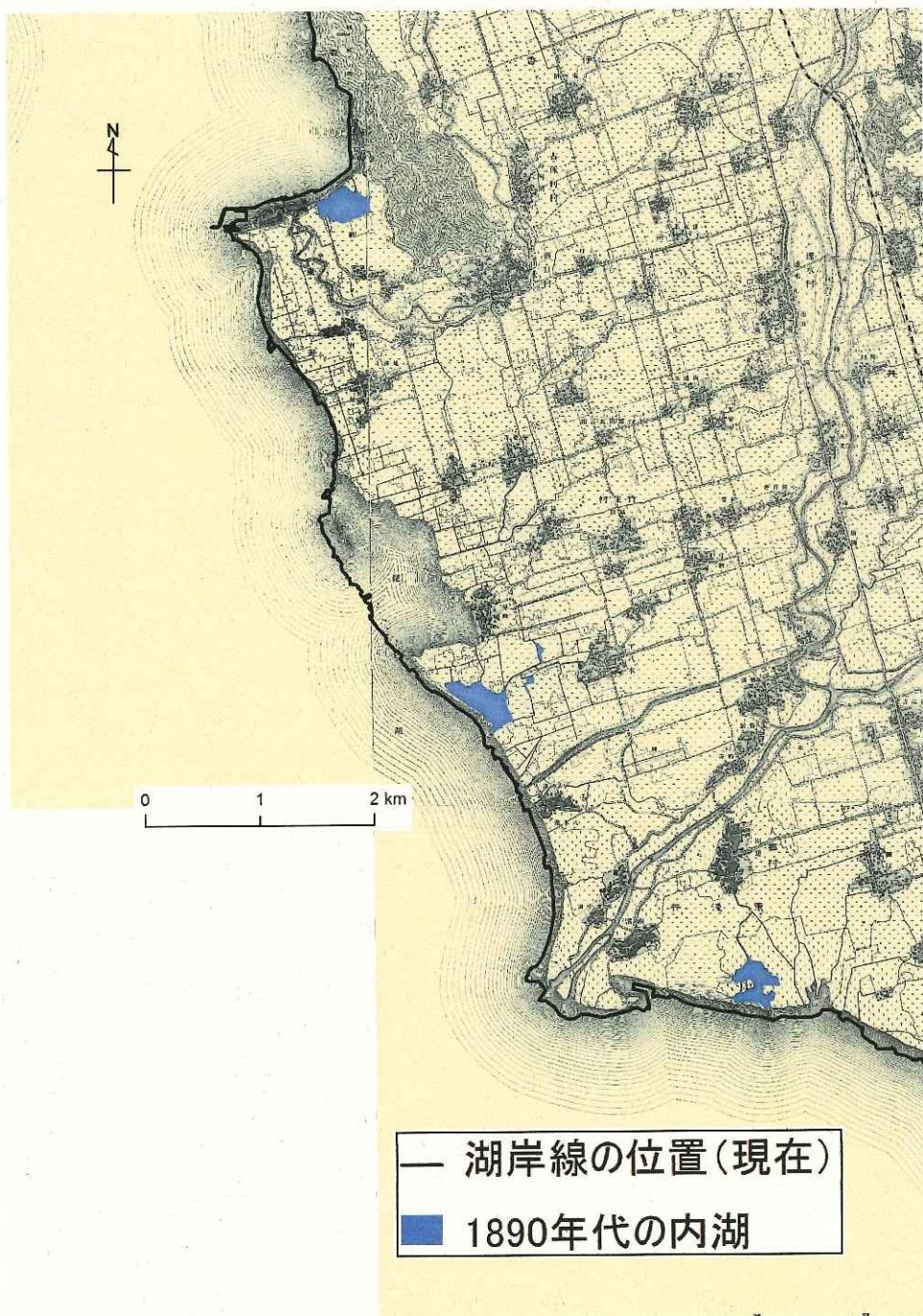
佐波江～伊崎(区間 C)

地図データは柏書房出版の正式二万分一地形図集成を用いた。



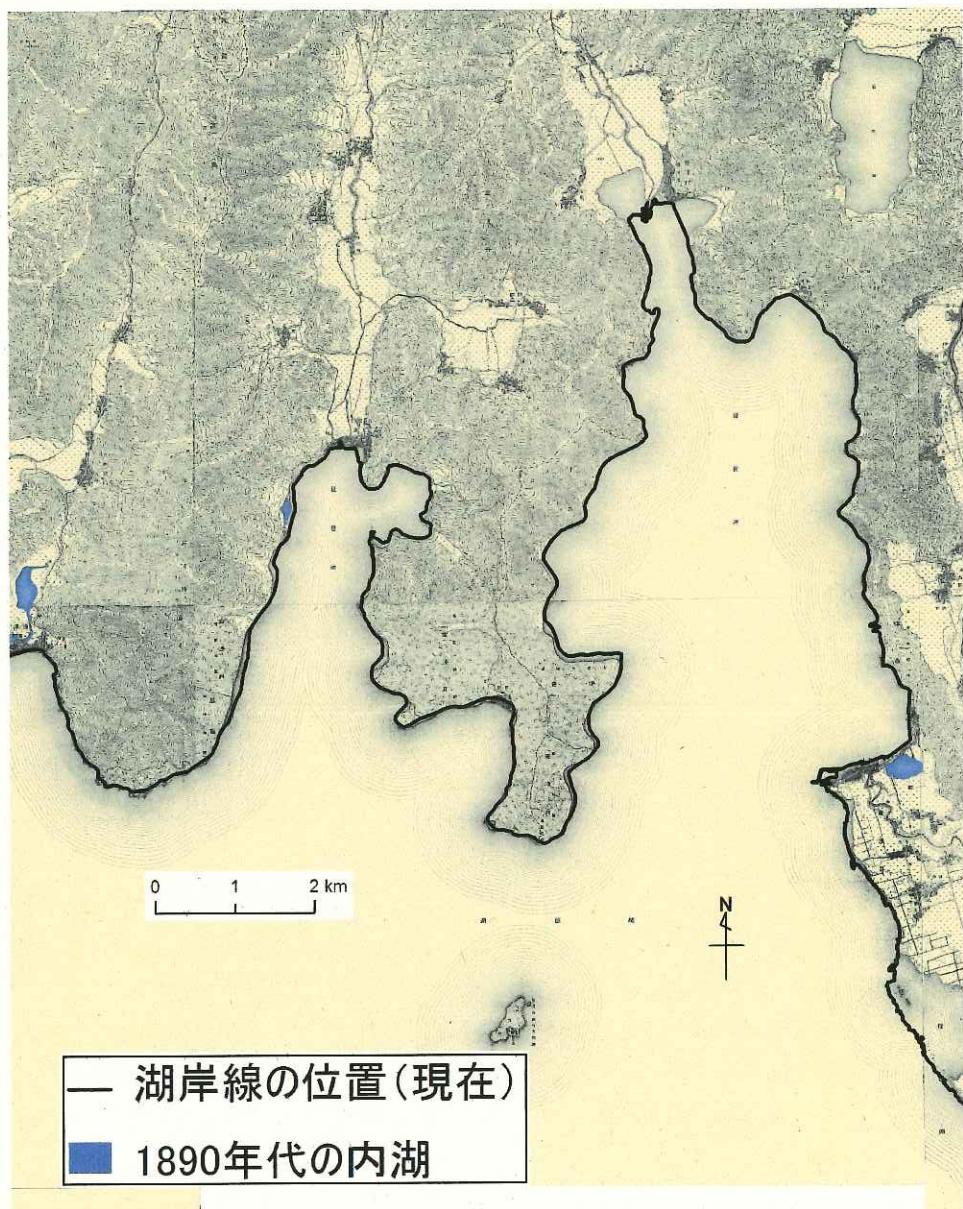
愛知川河口～長浜(区間 D)

地図データは柏書房出版の正式二万分一地形図集成を用いた。



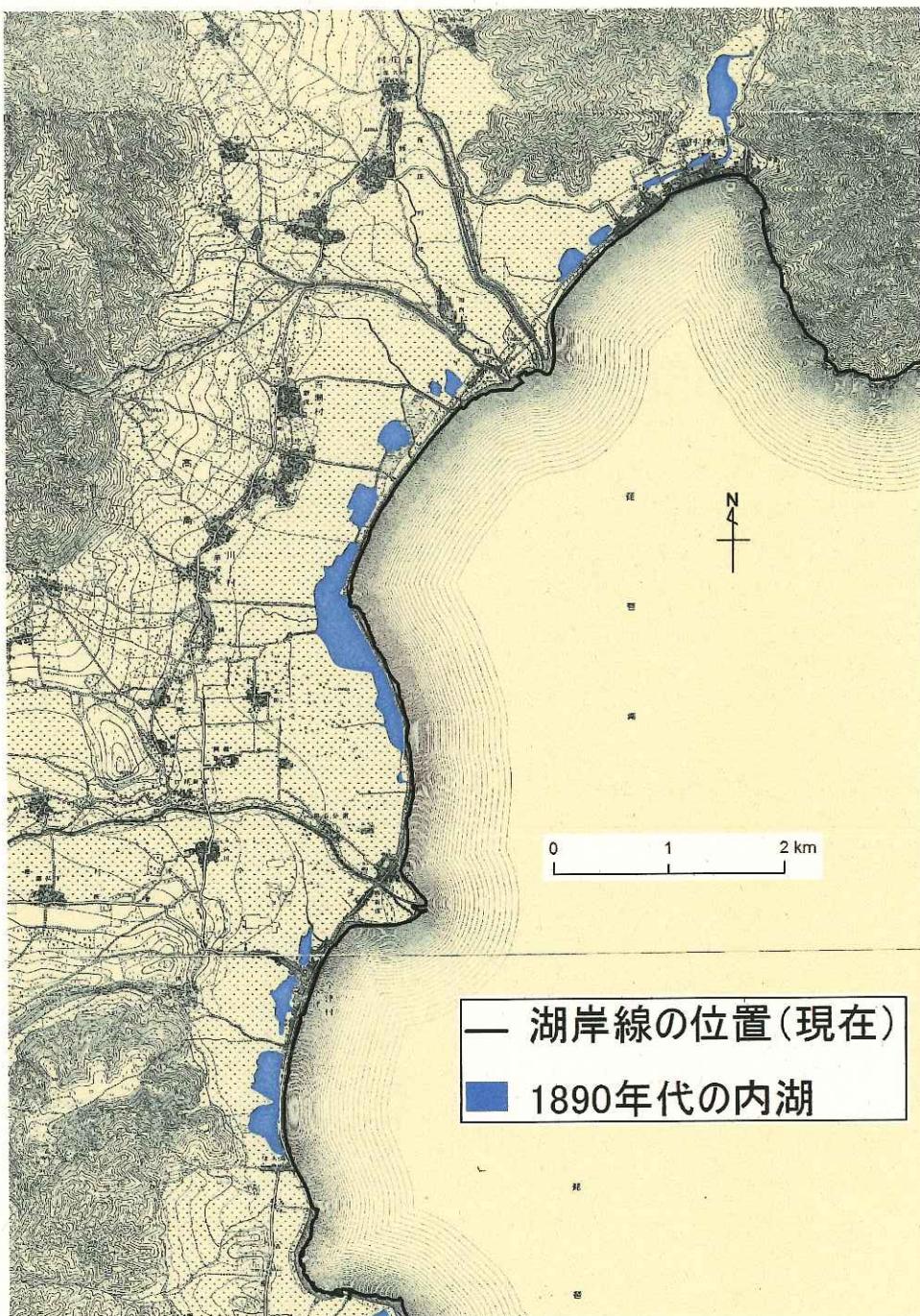
姉川デルタ(区間 E)

地図データは柏書房出版の正式二万分一地形図集成を用いた。



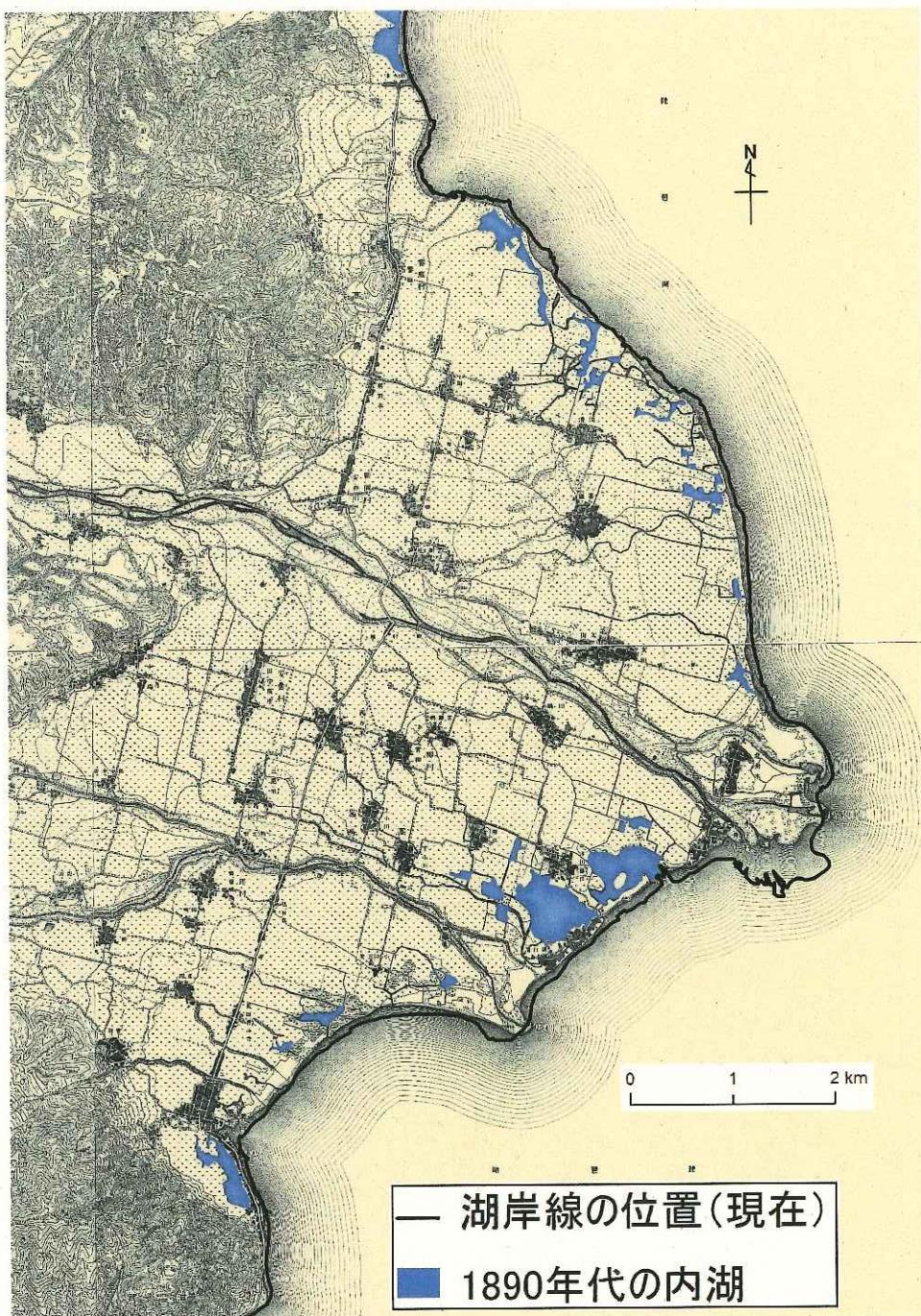
湖北山地湖岸(区間 F)

地図データは柏書房出版の正式二万分一地形図集成を用いた。



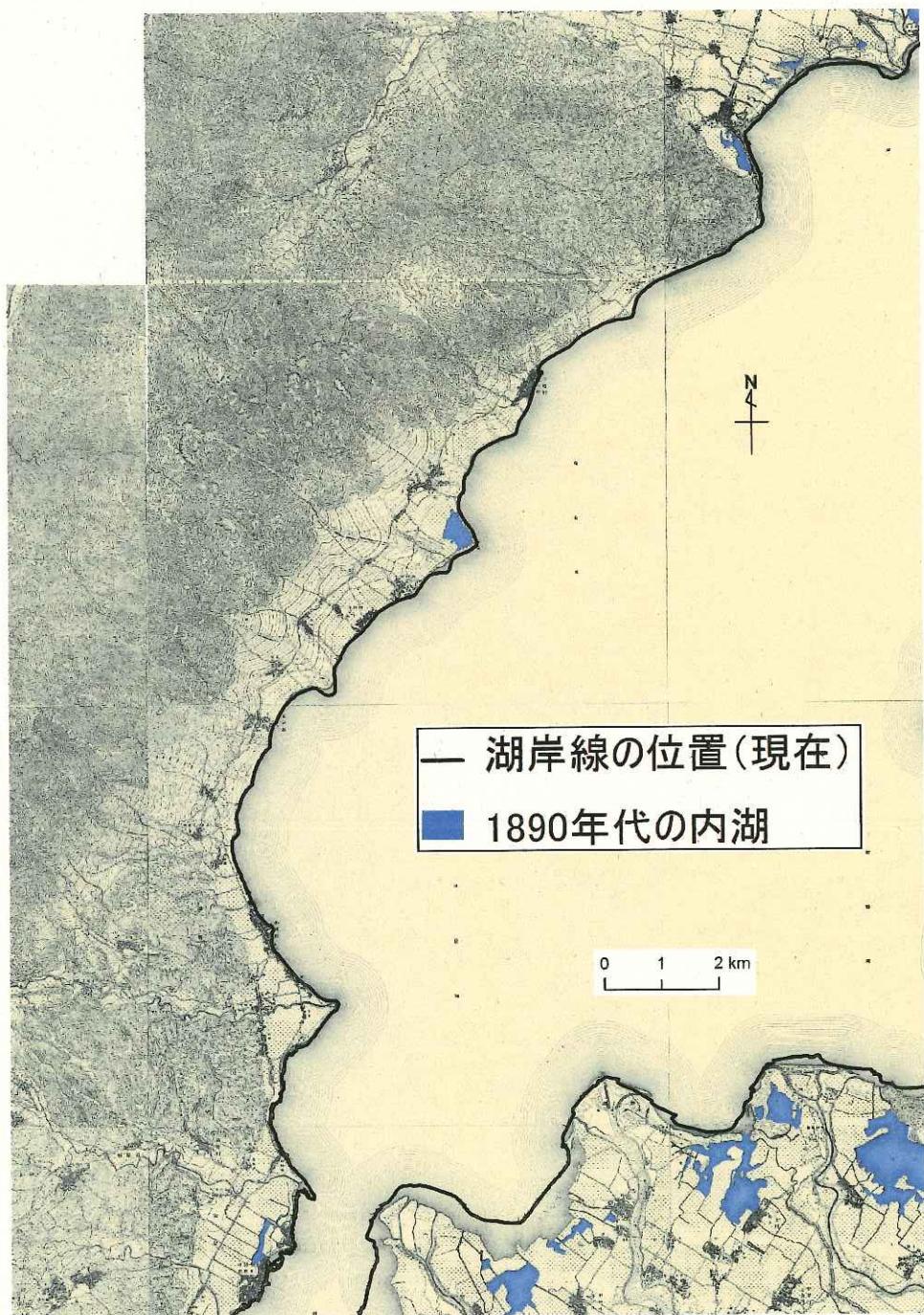
海津～今津(区間 G)

地図データは柏書房出版の正式二万分一地形図集成を用いた。



安曇川デルタ(区間 H)

地図データは柏書房出版の正式二万分一地形図集成を用いた。



湖西(明神崎～琵琶湖大橋西詰)(区間 I)

地図データは柏書房出版の正式二万分一地形図集成を用いた。