

戦後日本における都市化にともなう湖沼環境の変貌

平井 幸弘

(愛媛大学教育学部地理学研究室)

(平成4年10月12日受理)

Environmental changes of the lakes caused by the urbanization after the World War II in Japan

Yukihiro HIRAI

Department of Geography, Faculty of Education,

Ehime University

3, Bunkyoucho, Matsuyama City, Ehime, 790 Japan

(Received October 12, 1992)

After the World War II the urban areas in Japan have widely expanded here and there, and the urban structure and urban functions have highly developed rapidly. While this rapid urbanization, many kinds of environmental changes have been brought about in and around the cities. The author discussed and pointed out the environmental changes at the lakes in the vicinity of the big cities from the following five points of view.

(1) Large-scale reclamations were planned and carried out until the end of the 1960's at Lake Biwa, Lake Kasumigaura, Lake Kitaura, Lake Hachirogata and so on, in order to produce the provisions sufficiently. But now they are faced to hard conditions by the changeover of the agricultural policy at 1970, i.e. the reduction of the paddy fields. So some old reclaimed lands are used for the residential area or for the urban facilities on the one hand, and some ten *ha* lands are reclaimed newly for the city development in many places on the other hand.

(2) The flood control at Lake Kasumigaura and Lake Biwa have been almost completed by the end of the 1960's. But recently at some lakes, such as Lake Abashiri, severe floods came to occur repeatedly. Because the lake water level at the flooding raised higher, as the river improvement have developed and the urbanization of the drainage area have advanced.

(3) In the 1970's a large-scale water resources development was planned and started at Lake Kasumigaura, Lake Biwa and Lake Ogawara respectively to cope with the increasing water demand for the neighboring big cities. Through these big developments the continuous littoral banks were built along the lake shorelines, and the water level will be controlled artificially like just as a man-made dam to store up and use the water resources efficiently. The aquatic plants communities which play very important parts in the ecosystem of the lake have gradually diminished and vanished because of the widely land transformation and the

construction of the littoral banks. And more serious damages to the environment at the littoral zone will be brought about, when the water level are changed frequently.

(4) Since around at 1970, the urbanization has progressed rapidly, and also agriculture and stock raising have been promoted at the drainage area of each lake basin. At the same time the fish and shells farming in the lake have started widely. Consequently the water pollution became a serious problem, in the 1970's at many lakes. The water quality hardly improved through the 1980's.

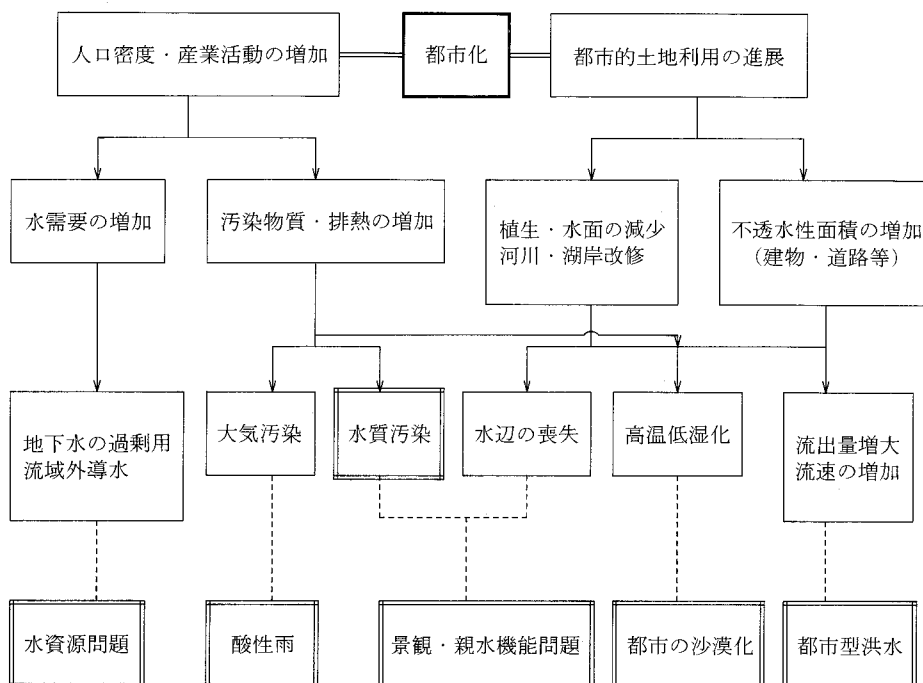
(5) Almost all the lakeshore, except those of the lakes in the Hokkaido and the Tohoku districts, have been artificialized by the construction of the littoral bank, aquatic parks and parking lots, yacht harbors and fishery ports in the 1980's. The landscape of the lakeshore has changed into artificial and unpleasant view with no vegetations.

Key words : lake environment, urbanization, water resources development, water pollution, artificial landscape

I. はじめに

わが国では、戦後とくに1960年代のいわゆる高度経済成長期、およびオイルショック後の1980年代を経て、首都圏をはじめとする都市域への人口や産業活動の集中が起こり、都市域の拡大、都市内部の構造・機能の高度化などが著しく進んだ。それにもなると、都市およびその周辺地域では、気候・水文環境、動植物の生態系、地形環境、自然災害などの自然環境も大きく変貌した。本稿では、このうち都市化にともなう水環境の変化・水問題について、とくに湖沼を研究対象として取り上げ、都市化にともなう湖沼環境の変貌について論ずる。

まず都市化にともなう、一般的にどのような水環境の問題が発生しているか、都市化にともなう諸現象をいくつかの項目に整理して、第1図にまとめた。吉越(1986)は、M. J. Hall(1984)のフローチャートを示して、地域・流域が都市化されることによって3つの主要な水問題、すなわち水資源、水質汚濁コントロール、洪水コントロールが問題となると指摘している。このうち「水資源問題」については富山(1974)・山崎編(1981)・嶋津(1991)などに、「水質汚染」については加藤(1973)・森下(1977)・中西(1990)などに、また「都市型洪水」については高橋(1971, 1988)・大熊(1988)などに詳しい。近年はこれらに加え、都市域における水辺の喪失にともなう親水機能・水辺景観の問題も様々に取り上げられるようになってきた(三木, 1984; 本谷, 1987; 桜井, 1991など)。また、都市域では地下水の過剰揚水や不透水性の地表面の増加によって、表層土壌水や表層地下水がかなり不足し、植生や水面も少ないために、都市の表面からの蒸発散が都市化以前に比べてかなり減少している。そして都市域での生産・消費活動にともなう排熱の激増、大気汚染による温室効果等によって気温が上昇し、都市域では高温低湿化いわば沙漠化が進行している(福岡, 1992, p78-86)。さらに、工場や車から排出される硫黄酸化物(SO_x)や窒素酸化物(NO_x)などの大気汚染物質によって、雨や雪、霧などが酸性化し、都市およびその周辺ではいわゆる酸性雨問題も発生している(福岡, 1992, p93-101)。



第1図 都市化ともなう水環境問題

本稿では、都市化と湖沼環境の変貌を主題としたが、その変貌過程においては第1図中のとくに水資源、水質汚染、景観・親水機能問題が深く関わっている。

湖沼は、人類によって古くから様々に利用されてきた。とくに平野に位置する湖では、その湖岸低地や湖底に、縄文・弥生時代からの遺跡が数多く見られ、湖沼は魚介類獲得の場として重要な地位を占めていた。現在でも牡蠣やホタテ、魚類の養殖などをふくめ、多くの湖沼で内水面漁業が続けられている。しかし、戦後から現在に至る都市化の進展によって、第2図に示されるような大都市近郊の平野に位置する湖沼は、その姿形だけでなく湖沼のもっている価値が大きく変質し、現代社会においてますます重要な意味を持つに至った。

表1に湖沼環境関連年表として、左側に戦後の主要な関連する法律・条例を、右側に湖沼の開発事例などを整理した。この年表を通覧すると、時代によって人間の湖沼への関わり方が異なっており、戦後の湖沼環境の変貌を論じるには、表1の右端に太字で示した5つの視点から考察することが有用と考える。

そこで第II章では、戦後から1960年代にかけて琵琶湖や霞ヶ浦・北浦、八郎潟などを対象として行われた大規模な湖沼干拓の経過と、都市化に関連し現在の干拓地が抱える問題について論じる。

本稿で対象とする都市近郊の平野に位置する湖沼では、明治期以降主として沿岸での洪水防衛を目的とした一連の治水工事が行われてきた。霞ヶ浦や琵琶湖など大都市に近接する湖沼では、基本的な治水工事は1960年代までにはひととおり完成する。しかし近年、地方での都市化の進展によって、いくつかの湖沼で新たな治水対策が必要となっている。一方湖沼での利水として、1970年代以降増大する都市域での水需要に対処するために、首都圏における霞ヶ浦開発や近畿圏における琵琶湖総合開発など、湖沼の「総合開発」が開始される。第III章では、おも

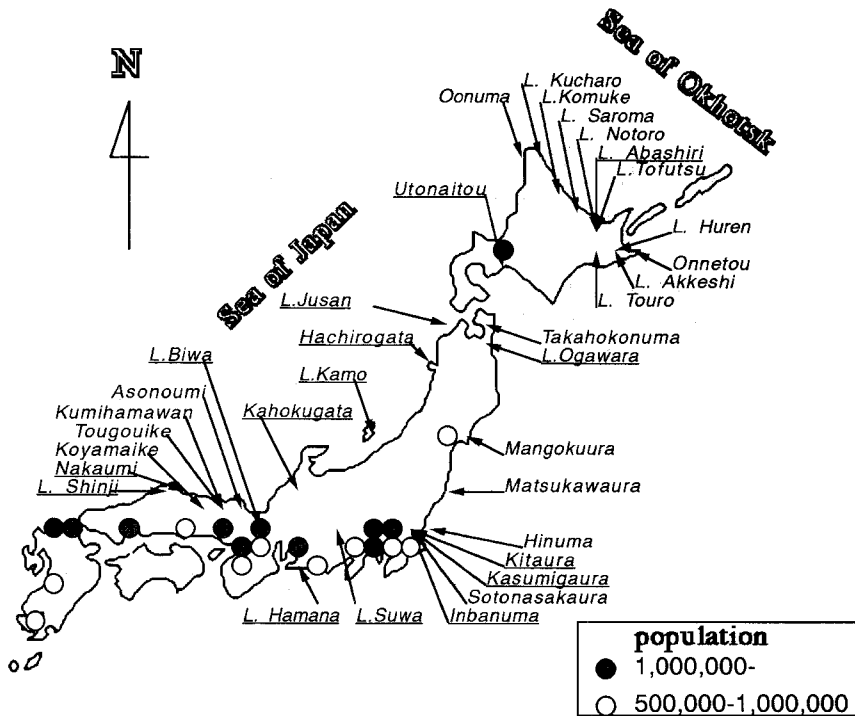
表1 戦後日本の湖沼に関連する法律・

西暦	法律・条例	干拓・埋立	治水・利水
1928 1932 1939 1941	農地開発法	鱒川干拓(～'41) 霞ヶ浦野田奈川干拓(～'52) 霞ヶ浦江戸崎入干拓(～'56)	
1946 1947 1948 1949 1950 1955 1956 1957 1958 1959 1960	東京都工場公害防止条例 国土総合開発法 大阪府公害防止条例 福岡県公害防止条例 特定多目的ダム法、利根川総合開発法 水質保全法、工場排水規制法、水道法	琵琶湖大中ノ湖干拓(～'68) 〔霞ヶ浦新島(～'63) 余郷入干拓(～'66)〕 見島湾干拓(～'56) 八郎瀉干拓(174.3km ² :～'64) 東京湾夢の島ゴミ埋立開始 北浦延方干拓(～'66) 霞ヶ浦西ノ州干拓(～'66)	霞ヶ浦放水路事業 (塩害発生)
1961 1963 1964 1966 1967 1968 1970	水資源開発促進法、同公団法 河川法 公害対策基本法 水質汚濁防止法、米の生産調整	中海干拓・淡水化事業開始 河北瀉干拓(14.2km ² :～'71) ポートアイランド埋立開始(～'81)	瀬田川洗堰完成 常陸川水門完成
1971 1972 1973 1974 1975 1978 1979 1980	ラムサール条約採択('75発効) 水質汚染に係わる環境規準設定 琵琶湖総合開発特別措置法(～'92) 滋賀県自然環境保全条例 水源地域対策特別措置法 瀬戸内海環境保全臨時措置法 瀬戸内海環境保全特別措置法 琵琶湖富栄養化防止条例制定 ラムサール条約加入(釧路湿原を登録)	六甲アイランド埋立開始(～'92)	利根川河口堰完成 霞ヶ浦開発事業開始 加茂湖水質改善事業 琵琶湖総合開発事業開始 中海中浦水門完成 常陸川水門完全閉鎖 小川原湖総合開発事業開始 霞ヶ浦用水事業開始
1981 1982 1983 1984 1985 1986 1987 1988 1989 1990 1991 1992 1993	霞ヶ浦富栄養化防止条例制定 湖沼の窒素・磷の環境規準決定 湖沼水質保全特別措置法(湖沼法) 滋賀県風景条例制定 湖沼法指定湖沼(琵琶湖・霞ヶ浦・手賀沼・印旛沼・諏訪湖・見島湖) ラムサール条約登録湖沼(伊豆沼・内沼) 総合保養地整備法(リゾート法) 湖沼法指定湖沼(宍道湖・中海) 水質汚濁防止法改正(ハイテク・家庭排水規制)	関西新空港埋立開始(～'91) 中海干拓・淡水化事業中止	霞ヶ浦導水事業開始 北千葉導水事業開始

都市化にともなう湖沼環境の変貌

条例および開発・環境に関する事例

水質汚染	環境保全	湖沼環境の変貌
水俣病保健所へ初報告	地理院湖沼調査開始（'89までに60湖沼） 霞ヶ浦湖沼図完成	湖沼の大規模干拓 工場排水による水質汚染
東京湾汚水・重油で 浅草海苔絶滅 田子ノ浦へドロ公害	東京都公害研究所発足	湖沼の治水→利水
播磨灘赤潮大発生 霞ヶ浦アオコ大発生 琵琶湖赤潮発生	環境庁設置 第1回自然環境保全基礎調査 国立公害研究所発足 第2回自然環境保全基礎調査（湖沼調査は'79）	湖沼の総合開発 生活排水による水質汚染 湖沼の水質悪化
	滋賀県琵琶湖研究所発足 第3回自然環境保全基礎調査（湖沼調査は'85） 第1回世界湖沼会議（琵琶湖：日本） 第2回世界湖沼会議（ヒューロン湖：アメリカ） 国際湖沼環境委員会（ILEC）設立 第3回世界湖沼会議（バラトン湖：ハンガリー） 第4回世界湖沼会議（杭州：中国）	湖沼景観の人工化
	「日本の湖沼アトラス」（国土地理院） 環境と開発に関する国連会議（リオデジャネイロ） 第5回世界湖沼会議（ストレーサ：イタリア）	地球的視野での 湖沼環境・生態系 ・景観の保全



第2図 日本における大都市と琵琶湖, 諏訪湖, 海跡湖 (面積 4 km²以上) の分布
(下線のある湖沼は本文で扱う)

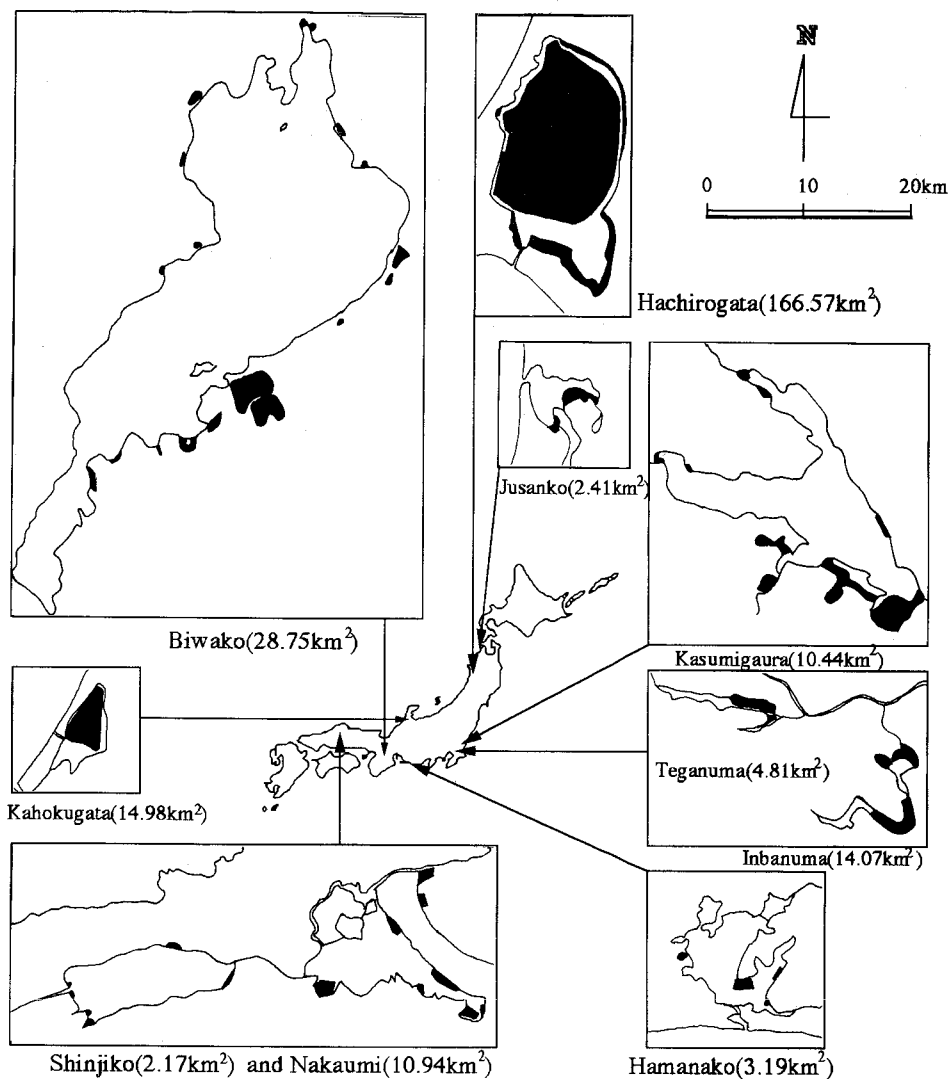
に湖沼における治水について論じ, 第IV章では, 湖沼の「総合開発」について考察する。

1970年代から1980年代になると, 湖の流域における都市化の進展, 農業・畜産業の振興, 湖水域での養殖等によって, おもに生活系・農業排水による湖沼の水質汚染が深刻な問題となってきた. さらに1980年代以降, 霞ヶ浦や琵琶湖など大都市近郊の重要な「水資源」として位置づけられた湖沼では, 湖盆のダム化が進み, そのほかとくに関東以西の平野に位置する湖沼の湖岸でも, 様々な施設の整備等が行われて湖沼景観が人工化している. 第V章では, 1970年代以降の湖沼における水質悪化の経過と現状について論じ, 第VI章では, 近年の湖岸における急激な人工改変と, それにともなう環境変化について考察する。

最後にVII章で, 戦後の都市化にともなう湖沼環境の変貌についてまとめ, これからの地球環境時代における湖沼環境の保全について若干の意見を述べる。

II. 湖沼の大規模干拓

第2次世界大戦以降1960年代にかけて, 我が国ではとくに食糧増産を目的として琵琶湖の内湖や海跡湖など, 平野部に位置し湖盆全体が浅く平坦な湖沼を中心に, 国営や県営の大規模な干拓が進められてきた. 1945年以降1985年までに干拓や埋立が行われた湖沼は, 57湖沼, 総面積約344km²にのぼり (環境庁, 1989, p 60), とくに八郎潟 (166.57km²), 琵琶湖 (28.75km²), 河北潟 (14.98km²), 印旛沼 (14.07km²), 霞ヶ浦 (10.44km²) などの8湖沼では10km²以上の干拓・埋立が行われた (第3図)。



第3図 日本の主な湖沼における1945年～1985年の干拓・埋立地（黒塗部分）
（数値は、環境庁，1989の資料；地図は新旧地形図より平井作成）

このうち、琵琶湖ではかつて40余りの内湖が存在しており、1942年小中ノ湖を最初に10の内湖で干拓が開始され、これらは昭和20年代半ばに完工した。戦後、大中ノ湖の干拓（1145 ha；1946年～1968年）をはじめ5内湖の干拓が進められ、1971年の津田内湖の竣工を最後に、琵琶湖での食糧増産を目的とした干拓の時代は終わった。これら干拓された15内湖の面積は、合計25.21km²で、琵琶湖の総面積の3.7%に達する（「琵琶湖」編集委員会，1983，p 105-106）。

霞ヶ浦では、すでに大正年間までに6地区計627 haの湖面が干拓されてきたが、1941年に制定された「農地開発法」によって浪逆干拓（157 ha）などが、さらに戦後には本新島（572 ha）・余郷入（232 ha）・西の州（165 ha）干拓などの大規模干拓が進められた。これらの干拓事業は1960年代までに竣工し、その結果霞ヶ浦の湖水面積は1945年当時の5.9%、10.44km²縮

小した。

八郎潟（1957年～1964年）や河北潟（1964年～1971年）では、大型機械化、大規模経営によるモデル的農業をめざして、もとの湖水面の約3/4以上という大規模な国営干拓事業が行われた。この他、十三湖、印旛沼、手賀沼、浜名湖、宍道湖、中海など日本のおもな海岸に分布する湖沼では、それぞれ数kmにおよぶ干拓・埋立が行われてきた。

これら湖沼干拓は、当初湖盆を干し上げて農地（水田）を創出するという目的のために進められたが、1967年度からの米の生産過剰を背景に、農林省は1970年に新規開田抑制策を打ち出し、米の生産調整（いわゆる減反政策）が開始された。そのため本来水田耕作を前提として計画されたこれらの干拓地では、現在以下に述べるような土地利用計画の変更や、農業経営上の様々な深刻な問題が生じている。

八郎潟では、1957年から干拓事業に着工し1964年に干陸、面積167km²の大潟村が誕生した。1967年から1970年にかけて580戸、1976年に9戸の合計589戸の農家が入植し、1974年までは1戸10 haの水田を経営した。しかし米の減反政策のもとで、1975年以降は1戸15 haを田畑半々で経営することとなった。干拓地は標高0 m以下で地下水位が高く、また本来水田向きの泥質土は本格的な畑作に向かないため、個々の農家によって生産性の差が大きく、階層分化の進展、破産農家の出現や、収入が安定している米の過剰作付けなど、営農上の問題が噴出している。また、化学肥料の使用による調整池（灌漑用水源）の汚染・富栄養化、連作障害などの様々な問題を抱えている（1984年4月、大潟村企画課での聞き取り；1984年6月4日、同年11月10日、1992年3月28日付朝日新聞；倉田、1991）。

同様に河北潟でも、1964年から約14km²の干拓が始まったが、完成した1971年には新規開田が認められず、干拓地のうち787 haが普通畑、226 haが酪農のための飼料畑、67 haが蓮根畑（実際の作付けは34 ha）という土地利用になった。畑作地では、野菜中心に自立する計画であったが、干拓地であるため排水が悪く、土壌は酸性が強く重粘土質のため畑作が困難で、配分された農地の返上が続出し、未配分地と合わせて未利用地は1988年4月時点で292 haにのぼっている。また、酪農家でも近年の乳価の下落、生産費に占める飼料代の高負担、調整池の水質汚染等によって、経営的努力だけではカバーできない状況にある（1988年4月8日付朝日新聞；1988年8月、営農センターでの聞き取りによる）。

一方中海では、2542 haの干拓・埋立、および灌漑用水確保のため1963年から中海・宍道湖の淡水化事業が開始された。しかし、1970年以降の米の生産調整によって、干拓地の一部110 haの工業用地への転用や、農地の土地利用を米作から酪農・養蚕・花卉・野菜等への変更などが計画されながら、工事が続けられた。しかし、1970年以降の干拓地の土地利用をめぐる状況の変化、水質悪化への危惧、景観保全への要求の高まりを背景に、1988年7月に「淡水化試行の延期」という形で、中海の5ヶ所の干拓・埋立地のうち、最大の本庄工区（1689 ha）を残して実質的にこの事業は中止となった。ほぼ完成している本庄工区以外の干拓・埋立地では、営農上の不安や土地の配分値が高いことなどから、入居希望の農家が少なく、揖屋地区（干拓）203 haのうち69 ha（1989年2月まで）、安来地区（干拓）128 haのうち5.5 ha（1989年2月まで）、弓ヶ浜地区（埋立造成）110 haのうち37 ha（1990年2月まで）しか売却されていない（1989年4月11日、1990年8月7日付朝日新聞）。

以上の例のように、現在の干拓地は農業経営上の様々な問題を抱えている。また残存水域は、堤防と防潮水門に囲まれた調整池となり、農地や周辺集落・都市から流入する農業・生活排水

によって水質が悪化し、富栄養化によるアオコの発生などで、農業・都市用水あるいは漁業への影響が懸念されている（倉田，1991；紺野，1991）。

さらに近年は、湖沼周辺の都市化の進展にもなっており、かつて農地として創出された干拓地での都市的な土地利用が行われるようになってきた。例えば、霞ヶ浦土浦入りの藤川干拓地（14 ha；1934年～1949年）は、すでに土浦市の市街化区域に編入され宅地化が進んでいる。また、宍道湖では治水面積が決められているために、出雲空港延長に際し、斐伊川河口左岸のかつての干拓地を削って、その面積分の埋立が行われた（第4図）。これは、湖水面積を減少させないと言う点では評価されるべきであるが、干拓地の都市的土地利用への転用と見ることができる。



第4図 宍道湖西岸の出雲空港延長に際し、治水面積を減らさないために掘削された斐伊川河口左岸の干拓地
（1986年10月、建設省出雲工事事務所撮影、提供）

また、一方で最初から都市的土地利用を目的とした小規模な埋立が、1960年代以降各地の湖沼で進められてきた。個々の埋立面積はおよそ1 km²（100 ha）以下であるが、琵琶湖では1960年から1973年までの間に、守山市木ノ浜（木ノ浜埋立地：124.6 ha）、大津市膳所網町（におの浜埋立地：41.9 ha）、草津市矢橋町沖（湖底浚渫による人工島：67.0 ha）など、合計16件322.2 haの埋立免許が公布された（池見，1982，p 85-91）。これらの埋立地は、港湾・下水処理などの公共施設、公園・ゴルフ場・ヨットハーバーなどの観光施設、住宅・工場用地として利用されている。霞ヶ浦でも、土浦港の港湾整備や天王崎周辺の公園・駐車場造成などによって、湖岸での埋立が行われてきた。

今後、湖沼における大規模な干拓や埋立はきびしく制限されるであろう。しかし、上に述べたような既存の干拓地の都市的土地利用への転用や、都市関連施設建設のための小規模な埋立が進むことが危惧される。

Ⅲ. 湖沼における治水

都市近郊に存在する平野の湖沼は、一般に河川の最下流に位置するため、従来洪水によって湖岸低地が浸水被害を受けることが多く、明治時代以降湖岸堤防の建設、排水河川の浚渫・改修、水門・堰の設置など様々な治水工事が行われてきた。

例えば霞ヶ浦では、江戸時代初期の利根川東遷以来、この湖が利根川洪水時の遊水池的な役割を負わされたため、沿岸では毎年のように洪水に見舞われた。明治以降の主な洪水だけでも、明治2年、3年、4年、11年、18年、23年、25年、29年、31年、35年、39年、40年、43年、大正11年、14年、昭和5年、10年、13年、16年、19年、20年、22年、23年、24年などがあり、霞ヶ浦周辺の農民は雨が降れば水害、照れば干害を被り、「米は3年に1度しかとれない」というような状況であった（茨城大学地域総合研究所，1984，p 92-93）。とくに昭和13年6月の洪水では、最高水位がY.P. +3.34 m（出島水位観測所）に達し、土浦市一帯が浸水した。ま

た、昭和16年7月の洪水は、利根川の洪水が霞ヶ浦に逆流し、湖水位を最高 Y.P. +2.90 m まで上昇させた（建設省霞ヶ浦工事事務所，1989）。

このような洪水常襲地帯に対して、戦後新利根川国営灌漑排水事業（1946年～1960年）として、霞ヶ浦の湖岸堤の築造、排水路と揚排水機の新設による地下水位の低下などがなされた。また、霞ヶ浦からの排水路である常陸利根川・北利根川と、その下流の利根川を浚渫する霞ヶ浦放水路事業（1948年～1962年）も行われた。しかし、この浚渫の結果、洪水の疎通は良くなったが海水が逆流し、1955年から4年間霞ヶ浦沿岸では塩害が発生した。そのため、利根川との合流点から500 m 上流に、逆流防止水門としての常陸川水門が1959年に計画され、1962年完成1963年より使用が開始された。このような一連の湖岸堤の築造や流出河川の浚渫などによって、従来のような水害を被ることは少なくなった。洪水時の湖岸での最高水位も低下し、昭和36年6月・7月に Y.P. +1.96 m, 昭和46年9月に Y.P. +1.91 m, 昭和52年8月に Y.P. +1.84 m, 昭和57年9月に Y.P. +1.80 m, 昭和60年6月・7月に Y.P. +1.89 m, 昭和61年8月に Y.P. +2.05 m とおおむね Y.P. 2 m (T.P. +1.16 m) 以下となった（建設省霞ヶ浦工事事務所，1989）。

このように霞ヶ浦では、明治期から戦後の復興期にかけての一連の治水工事は、1960年代までにはほぼ完成したと見ることができる。そして、1960年代以降は、湖沼開発の重点は沿岸地域の洪水防御から、近隣大都市のための水資源開発へと移っていった。すなわち、昭和30年代（1955年～）になると、日本では各地域において工業・都市用水の需要が急増した。そのため1960年前後から水関係の諸法、とりわけ都市用水関係の利用法すなわち「特定多目的ダム法」、「利根川総合開発法」、「工業用水事業法」、「下水道法」、「水道法」、「水資源開発促進法」、「水資源開発公団法」、「河川法」、「水源地域対策特別措置法」などが、1957年～1973年にかけて相次いで制定・改正されている（山崎編，1981，p9-16；表1，左側）。湖沼でも、それまでの治水に代わり、利水計画が前面に押し出される。例えば、首都圏では1963年に鹿島臨海工業地帯の開発が始まり、また筑波研究学園都市計画が閣議決定され、霞ヶ浦水系（霞ヶ浦・北浦）の水は、これらの工業・都市用水源として期待されるようになった。本来常陸川水門は霞ヶ浦放水路事業の一環をなし、治水および塩害防止を目的とするものであったが、上記のような理由から、1960年代後半以降は工業用水の確保という側面が強くなった（茨城大学農学部霞ヶ浦研究会，1977，p50-57；茨城大学地域総合研究所，1984，p96-98）。事実、鹿島工業用水として、霞ヶ浦水系から第1期工事（1966年～1968年）で60 t /日、第2期工事（1969年～1972年）で30 t /日、第3期工事（1973年～）で30 t /日が取水されている。なお、常陸川水門は1974年1月の利根川異常濁水にともなう霞ヶ浦下流水域での塩害をきっかけに全面閉鎖されて現在に至っている。

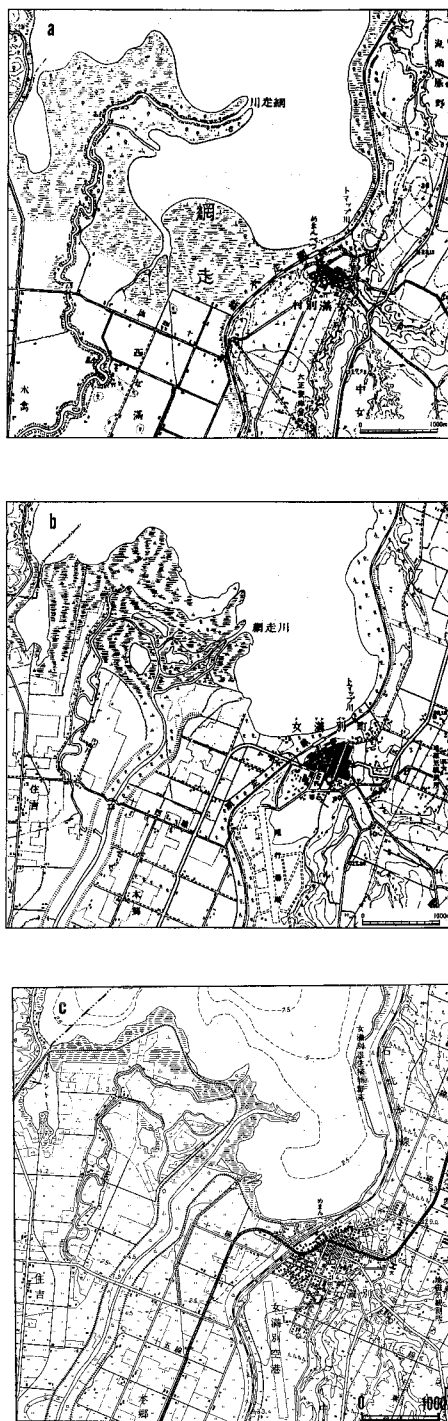
琵琶湖でも治水から利水への展開は、霞ヶ浦とほぼ同様に進行した。すなわち明治時代（瀬田川の洗堰設置前）には浸水面積5000 ha 以上、浸水日数数ヶ月にわたる大水害が何度も発生していた。そのため排水河川である瀬田川の浚渫と、水位調節のための洗堰の設置・改修（1903年～1910年，1933年～1952年，1958年～1967年）などによって、瀬田川の洪水疎通能力は以前の50 t /s から600 t /s に増大し、沿岸での浸水被害は減少してきた。そして、1972年から始まった琵琶湖総合開発事業の中で、瀬田川の疎通能力は河川改修によってさらに800 t /s に高められ、あわせて基準水位+1.40 m の計画高水位に対応する湖岸堤防の建設等が計画・実施された。しかしこの事業は次章で述べるように単に「治水」対策の強化ではなく、水資源開発を主とした「利水」への対応という側面が大きい。

一方、地方にあるいくつかの湖沼では、流入河川の蛇行流路のショートカットによる河道の直線化、護岸・堤防の建設、また上流域での森林の畑地化、宅地化などの土地の高度利用、都市的土地利用の進展によって、流出土砂量の増加、洪水時のピーク流量の増大が見られ、新たな治水対策が必要となっている。

例えば北海道の網走湖では、上流域での畑地開発と河川改修によって流出土砂量が増え、湖に注ぐ網走川の三角州が急速に前進している（第5図）。そのため、湖南東部の女満別沖が閉鎖的水域となって水質が悪化し、河口対岸の湿生植物群落地や湖畔のキャンプ場周辺の環境への影響が懸念されている。また、洪水時のピーク流量も増大し、1975年5月の融雪洪水時には、網走湖湖畔で過去最高の T.P.+2.07 m（川尻）の最大洪水位を記録した。網走湖の平均湖水位は T.P.+0.40 m（昭和28年～56年平均、川尻）であり、しかも季節変化は±10cm以下と非常に安定しているため、湖岸低地では畑作物に大きな被害が生じた（平井，1991 a）。

また石狩川流域でも、山林の伐採や都市化の進展によって、洪水時のピーク流量が増大し、昭和36年、37年、50年、56年に下流域で大規模な洪水氾濫が発生した。この治水対策の1つとして、札幌市東方を北流し石狩川に合流する千歳川に締め切り水門を設け、千歳川の水を新たに設ける放水路によって、南の太平洋側へ放流するという計画が1984年に発表された。この「千歳川放水路」は、苫小牧北東にあるウトナイ湖（ウトナイ湖）の上流部（美々川源流部）を縦断する計画であり、これが実現すると、日本最初のバードサンクチュアリが設けられたウトナイ湖では、湖水位の低下、湖面の縮小、周辺の湿原の消滅など、大規模な環境破壊が危惧される（正富，1987；神山，1988；近藤，1989；小野，1992）。

以上のように、近年は地方での都市化の進展に伴って、流域の土地条件や降雨の流出条件が著しく変化し、そのために下流域にある湖沼では、新たな洪水・環境問題が顕在化している。



第5図 網走湖における網走川三角州の前進
 a：1924（大正13）年測量
 b：1954（昭和29）年測量
 c：1980（昭和55）年測量

Ⅳ. 湖沼の「総合開発」

1960年代には、昭和30年代（1955年～）からの工業・都市用水の需要の急増を背景に、水資源の開発が盛んに行われた。そしていわゆる経済の高度成長期を経て、首都および近畿都市圏では都市・工業用水の需要がさらに増大し、1970年代になるとその用水確保のために、あいついで霞ヶ浦、琵琶湖の本格的な水資源開発が開始される。また、地方でも工業開発にともなう水資源確保のために、例えばむつ小川原総合開発の一環として、1978年に小川原湖総合開発事業が開始された。

これらの湖沼における開発事業の内容は、従来の主に湖岸沿いの治水・塩害防止、利水を対象とした個別的なものではなく、湖沼の流域全体にわたる様々な事業を含む一種の地域開発である。すなわち、上流域における治山・砂防、河川改修、土地改良、流域下水道の整備、湖岸における堤防・道路・公園・漁港などの整備等が含まれ、そのため一般に「〇〇総合開発」と呼ばれる。以下、霞ヶ浦と琵琶湖および小川原湖における湖沼の「総合開発」の概要と、湖沼環境上の問題点について述べる。

霞ヶ浦開発事業

霞ヶ浦では、1971年水資源開発公団が建設省から事業を継承する形で「霞ヶ浦開発事業」が開始された。この事業の目的は、「霞ヶ浦開発事業に関する事業実施計画」（1971年3月）によると、①天端高 Y.P.+3.10m の湖岸堤を整備し、湖周辺の洪水防除、②霞ヶ浦周辺の農地に対して灌漑期平均16.64 m^3/s の灌漑用水の供給、③茨城・千葉県及び東京都に対し、23.26 m^3/s の都市用水の供給となっている。

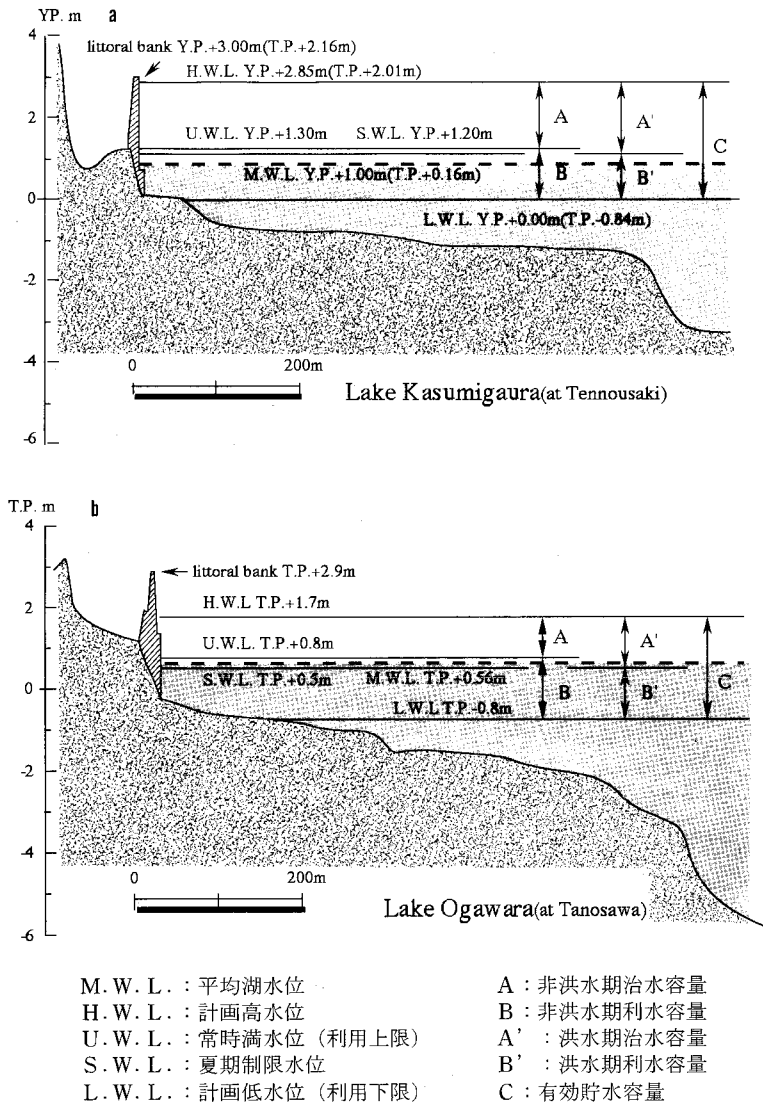
霞ヶ浦開発事業にともなう工事そのものは、湖岸堤や河川改修等に関するものであった。しかし、後述するように1970年代に入って霞ヶ浦の水質は悪化する一方で、茨城県は霞ヶ浦とその周辺地域の自然環境の保全を基調として、水質浄化、周辺の地域整備、環境保全等を総合的に進めるため、「霞ヶ浦総合開発基本計画」を策定し、国の「水源地域対策特別措置法」（1973年10月）を受けて、流域の様々な地域開発も同時に行われるようになった。

また、1974年には茨城県西南域の畑地灌漑および水田補水として、灌漑期平均8.85 m^3/s 、非灌漑期平均1.20 m^3/s の灌漑用水、および0.58 m^3/s の水道用水、1.06 m^3/s の工業用水の供給を目的とした「霞ヶ浦用水計画概要書」がまとめられ、1979年には霞ヶ浦用水事業が開始された。

これらはまとめて霞ヶ浦の「総合開発」と位置づけて考えられるが、ここで次の2点を強調しておかなければならない。まず1つめは、様々な地域開発・整備事業が計画・実施されているが、その主目的は鹿島工業地帯と東京都市圏への都市用水の確保という点である。霞ヶ浦開発事業での新規開発水量40 m^3/s のうち、灌漑用水は16.64 m^3/s であるが、これは灌漑期の平均であるから年平均では半分以下になり、さらに農業用水はかなり還元されることを考慮すると、水資源開発の大部分は都市・工業用水の供給に当てられる（茨城大学地域総合研究所、1984、p118-120）。霞ヶ浦用水事業についても、同様の理由で都市・工業用水は無視できない。

2点めは、湖水位を Y.P.+0.00m から Y.P.+2.85m の間での人為的に約3m弱も変動させ

ることである。開発計画によると、湖水位は洪水時満水位 Y.P.+2.85 m, 常時満水位 Y.P.+1.30 m, 夏期制限水位 Y.P.+1.20 m, 最低水位 Y.P.+0.00 m で、治水については Y.P.+1.20 m から Y.P.+2.85 m までの 3.61 億 m³, 利水は Y.P.+0.00 m から Y.P.+1.30 m までの 2.78 億 m³ となっている (第 6 図 a)。ここで注意すべき重大な点は、Y.P.+0.00 m = T.P.-0.84 m ということである。すなわち霞ヶ浦の一般的な湖岸における地形断面を考慮すると、増水期には湖岸低地での浸水、内水氾濫の可能性、湖岸の挺水植物群落地の侵食等が心配され、また逆に渇水期には湖棚の一部が干上がり、水生植物群落の枯死、魚介・甲殻類の産卵、生育場の破壊等、湖沼の心臓部とも言える湖岸地帯での不可逆的な環境破壊が懸念される。



第 6 図 霞ヶ浦 (上, 第 6 図 a) と、小川原湖 (下, 第 6 図 b) における湖水位の人為的変動と湖水の容量配分

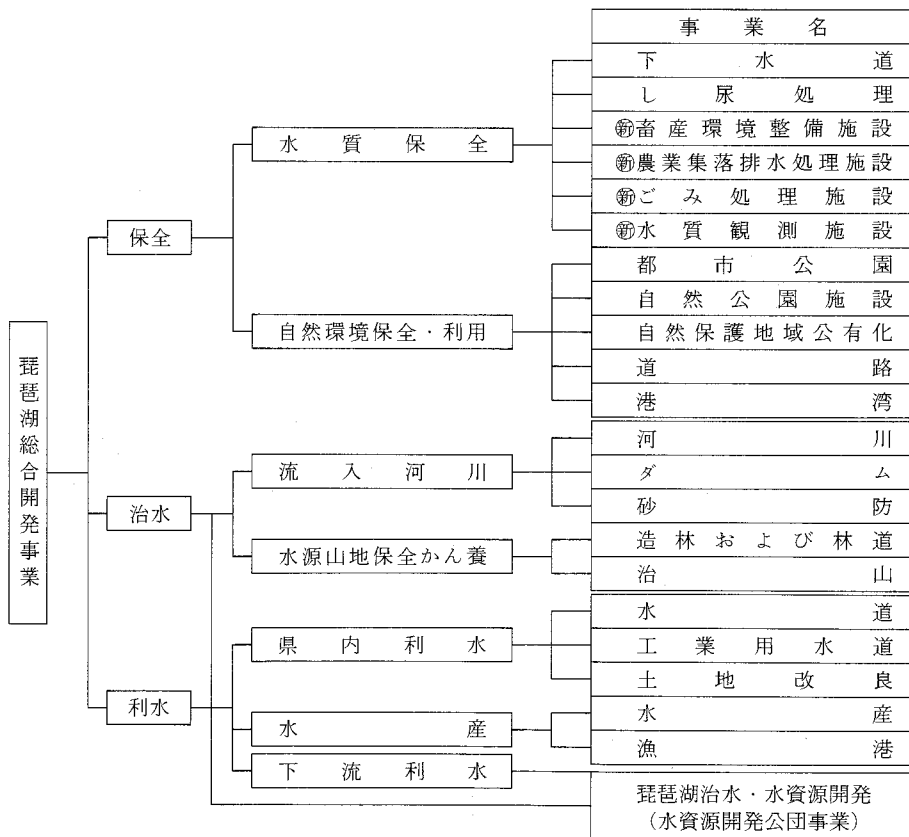
(建設省霞ヶ浦工事事務所, 1989 および建設省高瀬川総合開発工事事務所, 1981 の資料と現地での地形断面測量により作成)

琵琶湖総合開発

琵琶湖では「琵琶湖総合開発特別措置法」(1972年6月)にもとづいて、同年12月に「琵琶湖総合開発計画」(1972年～1992年)が決定され、事業が開始された。この総合開発事業は、表2に示したように保全・治水・利水の3つの目的を掲げ、水源地域である滋賀県内の地域開発も併せて行うものであるが、その主目的は霞ヶ浦の例と同じように、下流の阪神地区への新たな40m³/sの都市用水の供給である。

この事業でも、琵琶湖全周に高さ2.6m、幅15～25mの湖岸堤・湖周道路を建設し、湖水位を基準水位より+1.4m～-1.5mの範囲で人為的に変動させることになっている。湖岸堤・湖周道路は、1992年1月末日にはほぼ完成したが、この建設にともなって琵琶湖の古くからの湖岸景観は一変した。例えば守山市の赤野井湾は、かつては出入りの多い複雑な湖岸線を呈し、水際にはヨシなどの水生植物が繁茂していたが、湖岸堤・道路の建設で湖岸が埋め立てられて単純な線となり、水際の植物群落は人造の浜に変わってしまった(1992年4月16日付、朝日新聞)。長浜市でも、湖周道路の一環として湖岸から沖に最大約100m、合計約7haを埋め立てて、幅約25mの4車線道路や公園をつくる計画があり、そのためにヨシ・ヤナギの群落地3.4haが失われようとしている(1992年2月11日付、朝日新聞)。

表2 琵琶湖総合開発事業の概要(「琵琶湖」編集委員会, 1983, p228より)



また琵琶湖総合開発事業として行われた流入河川の河川改修や砂防工事などによって、琵琶湖への土砂流入量が減った。そのため、彦根市新海町の新海浜、野洲郡中主町のあやめ浜・マイアミ浜、滋賀郡志賀町のほうらい浜、高島郡安曇川町の近江白浜などの湖岸では、砂浜の大規模な侵食が進んで湖岸の松などが倒壊するなどの被害が出ている（1992年6月24日付、朝日新聞）。

小川原湖総合開発

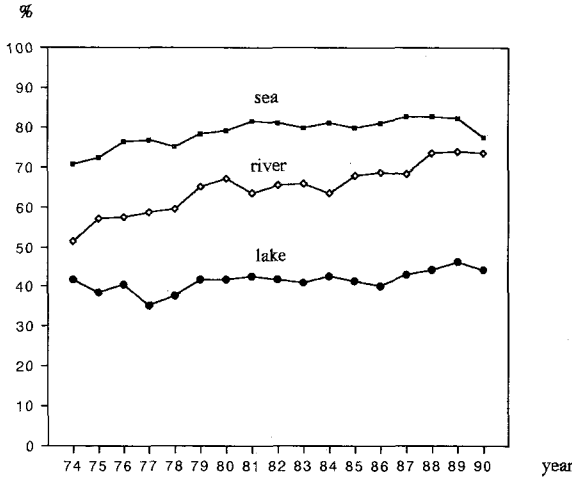
青森県下北半島の付け根に位置する小川原湖では、1978年より小川原湖総合開発事業が開始された。この「総合開発」事業は、①湖岸地域の洪水および高潮被害の軽減、塩害防止、②既得利水の取水安定とあわせ、むつ小川原開発計画にかかわる都市用水、湖周辺地区への新たな水需要増大への対処を目的とし、放水路・河口堰および湖岸堤などの建設が計画されている。すでに治水事業として、洪水時の放水路が小川原湖の湖尻からまっすぐ東に砂丘地帯を掘削して建設されている。そして利水計画として、流出河川である高瀬川および放水路に河口堰を設け、小川原湖を淡水化（塩分濃度200 ppm 以下）し、さらに湖水位を T.P. +0.8 m ~ -0.8 m の範囲で上下させて、水資源を確保することになっている（第6図b）。この事業が完成すれば、湖水の淡水化により小川原湖の生態系は大きく変化するであろう。そして霞ヶ浦や琵琶湖と同様に、湖水位の人為的な変動によって、湖岸ではさらに大きな環境変化に見舞われる。とくに湖水位の最大低下期には、湖に生育する様々な動植物にとって最も重要な生活の場である湖棚の大部分が干上がることが予測され、湖沼の生態系が破壊されかねない（平井、1991b）。

これら湖沼の「総合開発」の目的には、治水や湖岸の既得用水（主として灌漑用水）の安定化、地域の環境保全等が挙げられているが、最大のねらいは近接する地域への都市・工業用水供給にある。そして、いずれの湖沼においても湖岸堤を築いて湖水を有効に貯留し、さらに水位を人為的に上下させて、湖盆を「ダム」のように利用する計画になっている。このような湖沼の「ダム化」は、湖の生態系および景観上、最も重要な部分である湖岸地帯での大きな環境変化を引き起こしており、今後さらに湖全体の環境悪化が危惧される。

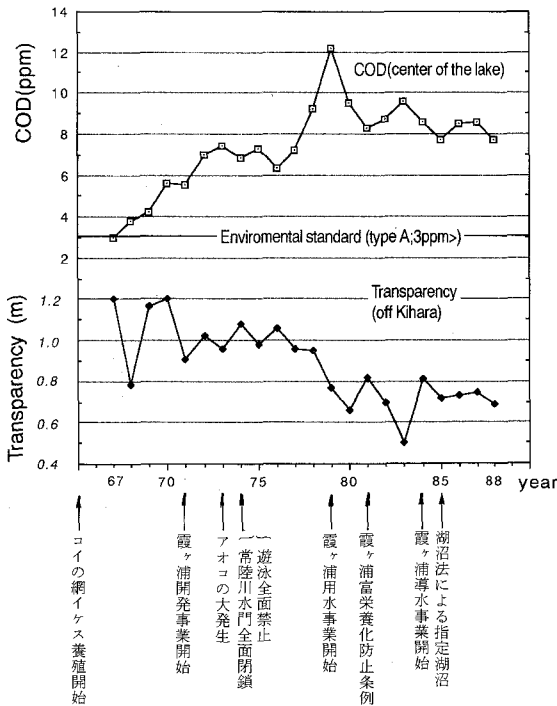
V. 湖沼の水質悪化

1960年代には、工場排水等によって都市域を流れる河川や東京湾、瀬戸内海、水俣湾などの閉鎖性水域での水質汚染が全国的に広がったが、1967年の公害対策基本法、1970年の水質汚濁防止法、1971年の水質汚染に係わる環境基準の設定など一連の法的規制によって、その後工場排水等による河川や沿岸海域での顕著な水質汚染はかなりおさまってきた。しかし一方で、1970年代には生活排水による水質汚染が深刻な問題となってきた。すなわち、1972年には瀬戸内海の播磨灘ではじめて大量の赤潮が発生した。湖沼でも大都市沿岸海域と同様に、湖盆周辺での都市化の進展、農業・畜産の振興、湖水域での養殖等によって、湖水の水質汚染が進行し、1973年には霞ヶ浦でアオコ、1975年には琵琶湖で淡水赤潮（いずれも植物プランクトン）の大発生がおこった。これらに対して滋賀県や茨城県では、国の法令に先立ってそれぞれ琵琶湖富栄養化防止条例（1979年）、霞ヶ浦富栄養化防止条例（1981年）を制定した。

1980年代に入っても湖沼の水質汚染はなかなか改善されず、最近10年間における水質の環境



第7図 生活環境項目に係る水質環境基準の達成率の推移 (1974年～1990年)
 (環境庁, 1992 a の資料を簡素化)
 ※達成率 = 環境基準達成水域数 / 環境基準あてはめ水域数 × 100 (%)
 ※生活環境項目に係る環境基準は, 利用目的に応じて, 海域で3類型, 河川で6類型, 湖沼で4類型設けられている。



第8図 霞ヶ浦における1967年～1988年のCODと透明度の変化
 (建設省霞ヶ浦工事事務所, 1989の資料にもとづいて平井作成)

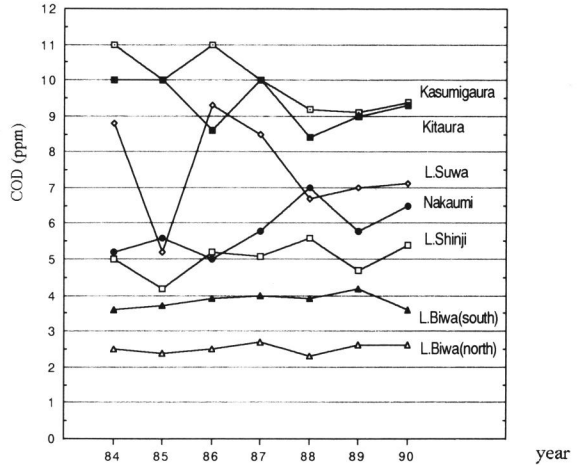
基準の達成率は40数%でしかなく, 海域や河川でのそれぞれの環境基準達成率と比較しても, 著しく低いレベルにとどまっている (第7図). このような状況のもとで, 湖沼の富栄養化に関する全窒素・全磷を対象として, 国は1982年に湖沼の窒素・磷の環境基準を, そして1984年に湖沼水質特別措置法 (湖沼法) を制定した. 従来の水質汚濁防止法は, 基本的には特定の施設を有する工場等の大規模な発生源に対する点的な排水規制であったのに対し, 湖沼法では産業系排水のほか, 生活系排水, 農・畜・水産系の負荷など, 多種多様な汚濁原因それぞれに応じた対策を講じることとなった. そのため, 対処とする湖沼を指定し, 国, 地方自治体, 事業者, 地域住民等それぞれの湖沼および流域の自然的, 社会的条件を踏まえて, 湖沼水質保全計画を策定し, 個々の対策・事業・規制を行うことになっている (水質法令研究会, 1986, p 41-88).

以下, 湖沼法による指定湖沼の中で, 水質汚染が顕著な霞ヶ浦の事例について述べる. 霞ヶ浦の湖岸では, 昭和初期頃まで湖水をお茶や炊事に利用できたと言う. 1960年代前半までは, 霞ヶ浦のCOD (Chemical Oxygen Demand, 化学的酸素要求量: 過マンガン酸カリウムや重クロム酸カリウムなどの酸化剤を用いて水中の被酸化物 (有機性および無機性) を酸化するのに必要な酸素量で, この値が大きければ, 水中に分解され易い有機物が多いことを示す) はおよそ4 ppm以下で, 湖岸には浮島, 麻生, 天王崎などいくつも水泳場があった. しかし, 1960年代後半頃から湖水の汚染が進み, 1973年の夏にはアオコ (主として珪藻のミクロキスティス) が爆発的に発生した. そ

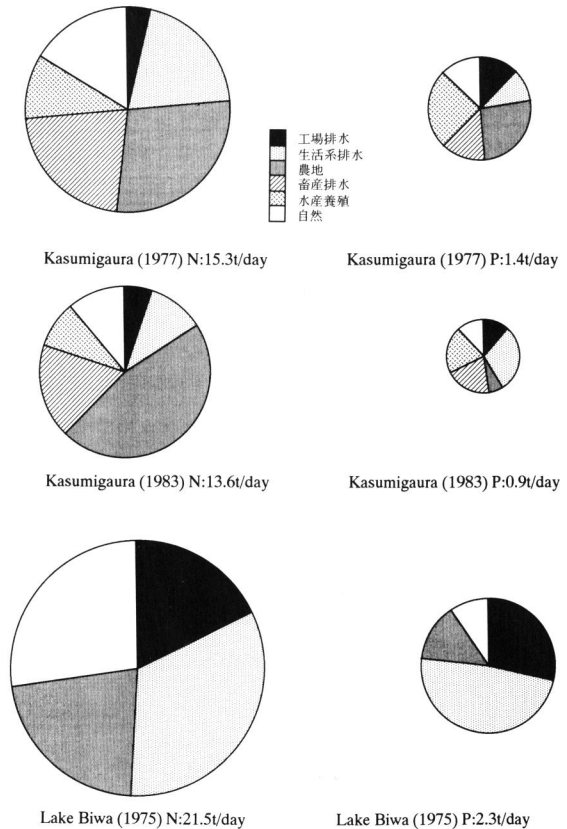
して底層に沈澱した枯死体の微生物による分解にともなって溶存酸素 (DO) が著しく低下し、そのため網イケス全体の約60%の大量の鯉が斃死するという事件が起こった。翌1974年には、冬場の異常渇水・湖岸地帯での塩害をきっかけに常陸川水門が全面閉鎖された。そのころのCOD濃度は、7 ppm前後で推移した。ところが、1978年には9 ppm, 1979年には12 ppmに達し、1980年代には8~9 ppm台となり、湖水の汚濁はいっこうに改善されず、むしろ1970年代に比べて悪化している(第8図上)。透明度も、明治末期~大正初期には年平均約1.7 mであったが、1960年代には1.2 mに、1970年代には1.0 m, そして1980年代には0.7 m前後と急激に低下している(第8図下)。

ほかの都市域に隣接する湖沼でも、先に述べた水質基準や湖沼法の施行にもかかわらず1980年代後半においても、水質は改善されずむしろ徐々に悪化している傾向が認められる(第9図)。水質汚染の指標としてCOD 75%値の推移を見ると、霞ヶ浦・北浦をはじめ諏訪湖、中海・宍道湖では環境基準(いずれも3 ppm)の約1.5~3倍であり、琵琶湖の北部・南部(環境基準は1 ppm)でも水質汚染が進んでいることがわかる。このほか、1990年度のCOD濃度は、印旛沼で10 ppm(環境基準は3 ppm)、手賀沼で19 ppm(同5 ppm)など(環境庁, 1992 b), 水質汚染が深刻な問題となっている。

このような近年の水質汚染・富栄養化の主な原因は、流域における人間活動に起因する窒素(N)や磷(P)などの栄養塩類の流入が増大しているためである。窒素や磷は、おもに工場、生活系、農地(肥料等)、畜産業(家畜の糞尿)、湖面養殖(飼料・糞)などにもなっ



第9図 主な6湖沼における1984年~1990年のCOD (75%値) の変化 (環境庁, 1992 a, 1992 bの資料にもとづいて平井作成)



第10図 霞ヶ浦, 琵琶湖における窒素(N)と磷(P)汚染源別流入負荷の割合 (建設省霞ヶ浦工事事務所, 1989; 琵琶湖編集委員会, 1983にもとづいて平井作成)

湖へ排出される。このほか、自然の雨水にも含まれ、また湖底のヘドロからも湖水へ溶出している。

霞ヶ浦では、流域面積の約30%が水田、約25%が畑と農地の割合が高く、湖の沿岸では全国の生産量の約1/4を占める蓮根栽培が行われている。また、茨城県全体で全国第2位（78.6万頭；1988年）の養豚のうち、60.2万頭が流域で飼育され、湖面では5,827ト（1987年）のヨイ養殖が行われている。そのため、霞ヶ浦では、農業、畜産業、養殖にともなう窒素・リンの排出の割合が大きくなっている。また、工場排水や非人為的なものに比較して、生活系からの負荷が大きい（第10図上4つ）。

琵琶湖では、工場、生活系、農業、自然の4分類であるが、窒素・リンとも生活系のしめる割合がきわだって高い（第10図下2つ）。このほか、手賀沼や印旛沼でも、汚染負荷量に占める生活系の割合は、それぞれ77%と63%（いずれも1985年度、環境庁調べ）と非常に大きい（環境庁、1991a, p43）。

以上述べてきたように、近年とくに1970年代後半から1980年代以降、都市近郊の湖沼では水質の悪化が大きな問題となっている。その主な原因は、湖沼周辺や流域での都市化の進展または都市域の拡大にともなう、一方で様々な人間・産業活動の活発化による湖沼へ流入する汚染物質が増大したことによる。また一方で、第IV章で述べたように、水資源開発のための水門・河口堰の設置や、湖岸地帯の水生植物群落地の減少・消失などによって、湖の自浄作用が低下したことによる。

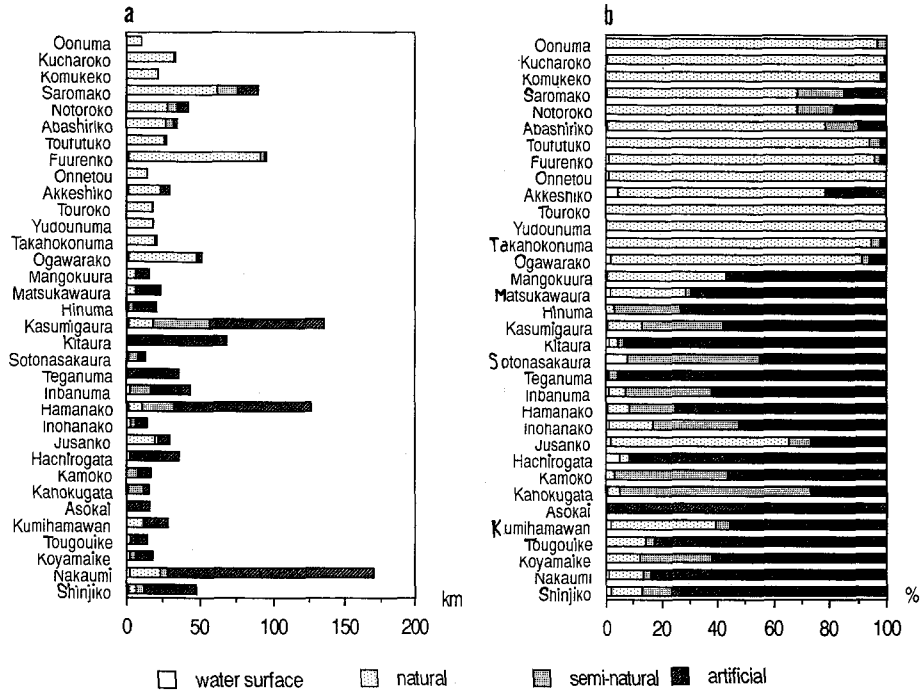
湖沼はもともと閉鎖性の強い水域であって、流入した汚染物質は湖盆内に蓄積され易く、一度汚染された湖水はなかなか元に戻りにくい。今日湖沼の水は、水資源としてますます重要になってきているだけに、これまで汚してきた水を浄化することはもちろん、現在水質が良好な湖沼においても、汚す前にその水質保全に努力することが最重要課題である。

VI. 湖沼景観の人工化

1970年代に始まった霞ヶ浦や琵琶湖の「総合開発」に象徴されるように、主として都市化の進展、都市域の拡大にともなう、湖沼においては水質汚染や生態系の変化など様々な重大な環境変化が引き起こされた。1980年代以降、とくに関東以西の平野に位置する湖沼の湖岸でも、水質汚染や湖岸における湖沼景観の人工化として、湖沼環境の急激な変化が意識されるようになった。このような近年の湖岸における環境変化については、すでに別稿（Hirai, 1992；平井, 1993）で報告したので、ここではその要点を述べる。

第11図（a, b）は、1985年に実施された第3回自然環境保全基礎調査の結果（環境庁, 1989）を利用して、日本における面積4 km²以上の海跡湖34の湖岸の改変状況をまとめたものである。第11図aは湖岸を、水面（流入流出河川の河口部、潟湖の海への開口部等湖岸の存在しない部分）、自然湖岸（水際線とそれに接する陸域約20 m以内が人工によって改変されておらず、自然の状態を保持している湖岸）、半自然湖岸（水際線は自然状態だが、水際線より約20 m以内の陸域に人工構築物が存在する湖岸）、人工湖岸（水際線がコンクリート護岸、矢板などの人工構築物でできている湖岸）の4類型に分けて実測された距離（km）で示したものであり、第11図bではそれぞれの割合を百分率で現した。

第11図aでは、霞ヶ浦、北浦、浜名湖、中海、宍道湖など日本の湖沼の中で面積上位を占め



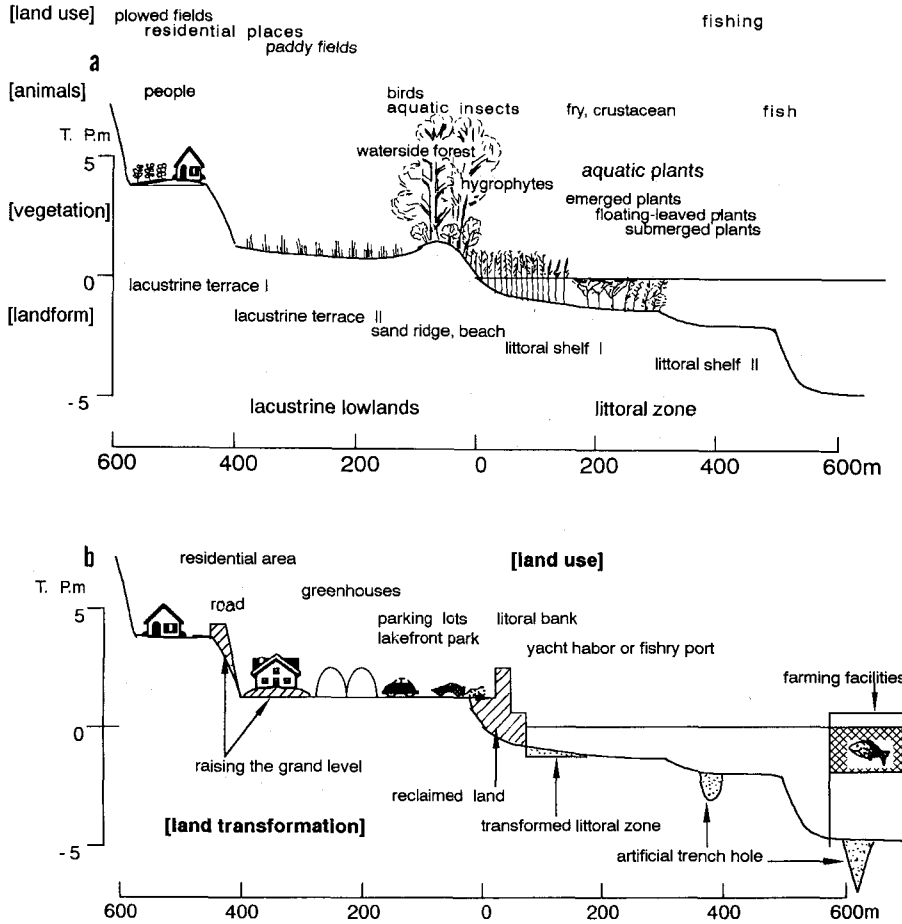
第11図 海跡湖（面積4 km²以上）における湖岸の改変状況（平井，1993より）
 a：類型（水面，自然，半自然，人工）別の湖岸線の実距離（km）
 b：類型（水面，自然，半自然，人工）別の湖岸線の割合（%）

る海跡湖において、湖岸の人工化が顕著に進行していることがわかる。さらに第11図bをみると、北海道の12湖沼および下北半島の鷹架沼・小川原湖、津軽半島の十三湖では自然湖岸が60%~90%以上残されているのに対し、関東地方以西の湖沼ではいずれも人工湖岸の割合が50%を越えている。とくに涸沼・北浦・手賀沼、浜名湖、八郎潟、若狭湾の阿蘇海、山陰の東郷池・中海・宍道湖では、それぞれの湖岸総延長の約80%以上が人工湖岸となっており、自然湖岸は約1割以下しか残されていない。

このような湖岸の人工化の状況は、湖盆を取り巻く湖岸低地の土地利用のあり方と深く関連している。すなわち、人工湖岸の割合が高い湖沼では、農業地や市街地としての土地利用の割合が約70%以上を占める。さらにこれらの湖沼の中でとくに中海、浜名湖、猪鼻湖、涸沼等の湖岸では、1979年時の調査結果と比較して、市街地としての土地利用が急速に進んでいる。

以下では、近年の湖沼景観の顕著な人工化の例として霞ヶ浦について紹介する。霞ヶ浦の湖盆を取り巻く湖岸低地には、標高2~5m、幅100~200mの上位の湖岸段丘と、標高1~2m、幅100~500mの低位の2段の湖岸段丘が分布する。そして湖岸沿いの水深約2m以浅には、幅200m~300mの現成の湖棚が連続して見られ、部分的に水深1.5~3.5mの沈水した湖棚も認められる（第12図）。

このような霞ヶ浦の湖岸では、かつては上位の湖岸段丘が普通畑や住宅地・道路として、また低位の湖岸段丘がおもに水田（一部蓮田）として利用されてきた。そして低位の湖岸段丘の



第12図 霞ヶ浦における湖沼景観の人工化(Hirai, 1992より)

a : 顕著な人工変化がなされる以前の湖岸

b : 土地・水域利用の高度化・効率化にともなって、人工化された湖岸

前縁に発達する砂州や浜堤などには、ヤナギ類に代表される水辺林が発達している所もあった。一方、標高0.5 m以下の湖岸沿いの湿地から水深約1.0 m以浅の湖棚の部分にかけては、ヨシ・マコモ・ガマ・ハマなどの挺水（抽水）植物の群落が連続して発達していた。さらに湖棚の沖側の部分には、ヒシ・ジュンサイ・アサザなどの浮葉植物、そしてクロモ・シャジクモ・オオカナダモなどの沈水植物が生育している（第12図a）。

しかし近年とくに霞ヶ浦開発事業が始まった1970年代以降、土地および水域のより高度な利用のために、湖岸堤の建設、農地・宅地・公園の整備、舟溜り（漁船用）・ヨットハーバーの構築・改修、湖面養殖施設の設置など、人為的な地形改変や施設の構築等が霞ヶ浦の湖岸地帯のいたるところで進められた。（第12図b）。

筆者（平井，1993）は、1984年撮影の1万分の1カラー空中写真を利用して、霞ヶ浦南岸と土浦入り北岸の湖岸地域の延長64.5km（霞ヶ浦の全湖岸線の53%）の部分について、湖岸線に

沿う250mの区間ごとに、湖岸低地および沿岸帯における人工改変の強度をそれぞれⅠ、Ⅱ、Ⅲの3段階に分けて5万分の1地形図上に整理し、各改変度ごとの湖岸線の長さを計測した。その結果対象とした湖岸のうち、大規模な干拓・掘削・埋め立てなどの改変度Ⅲの区間が24%を占め、住居地や公園などおもに整地や浅い盛り土をしたような改変度Ⅱの区間が6%、残りの約70%の部分は水田・蓮田など改変度Ⅰであった。一方沿岸帯では、大規模な干拓地・掘削地・埋め立て地（改変度Ⅲ）の区間（24%）のほか、舟溜り・ヨットハーバー、養殖施設などの構築や、堤外地（挺水植物群落地）における蓮田の造成、湖底での砂利採取など改変度Ⅱが認められる区間が44%を占めている。沿岸帯において、各種施設の構築や顕著な地形の改変が認められない改変度Ⅰの区間は、今回調査対象とした湖岸のわずか約30%にすぎないことが明らかになった。そしてこのような湖岸、沿岸帯における様々な人工改変や施設の構築等によって、湖岸の水生植物群落地は、1970年代以降10年以上にわたって急激に減少しており、湖沼景観も人工的なものに変化している。

湖岸の湿生・水生植物群落地は、魚介類の産卵・生育場所であり、また湖の水質の保全・浄化機能をもっている（鈴木, 1963, p 82~84; 小泉, 1971, p 46~52; 桜井ほか, 1973）。すなわち、湖岸地帯は湖沼の生態系・湖沼環境にとって心臓部と言える。また湖岸の湿生・水生植物群落地は、湖を訪れる水鳥の絶好の休息・避難場所でもあり、人間にとっても好ましい水辺景観を提供している（Sakurai, 1990; 桜井, 1990）。このような様々な機能を有する湖岸地帯では、現在都市化にともなって湖岸の人工化が急速に進んでおり、湖沼環境の保全の立場から早急に積極的な対応が求められている。

Ⅶ. 湖沼環境の保全 — 結びにかえて —

本稿では、日本における戦後の都市化にともなう湖沼環境の変遷を、時代を追いながら5つの視点（大規模干拓、治水、「総合開発」、水質悪化、湖沼景観の人工化）から考察した。湖沼は時代を写す「鏡」と言われるが、都市近郊の平野に位置する湖沼は、まさに都市化の直接的・間接的な影響を受けながら大きく変貌し、現在深刻な環境問題に直面している。

霞ヶ浦、琵琶湖、諏訪湖をはじめとする都市近郊の湖沼は、現在では都市への水資源供給地として重要な存在となっている。しかし一方で、それぞれの湖盆周辺および流域の都市化にともなって、多くの湖沼では水質が悪化し水資源としての利水価値が著しく低下して、一部では利水障害も生じている。そのため、各湖沼では水質浄化への様々な試みがなされている。例えば諏訪湖では、流域下水道を整備し1979年秋の終末処理場の稼働開始以後、全窒素、全燐の下限値がそれ以前よりいずれも低下した。湖心でのCOD平均値の年間最大値は、9.5 ppmから6.5 ppm前後と約2/3程度になった（沖野, 1990, p 164-169）。

しかし、霞ヶ浦、琵琶湖、中海・宍道湖のような大湖沼では、このような水質改善の兆しはみられず、湖沼法による指定以後も水質は徐々に悪化している（第9図）。首都圏地域の水瓶として位置づけられた霞ヶ浦では、その水質を強制的に浄化するために、新たな霞ヶ浦導水事業（1984年〜）と呼ばれる大工事も開始された。これは、水戸市を流れる那珂川および利根川下流部と霞ヶ浦とを、それぞれ延長41.5km、2.6kmの導水トンネルによって連結し、豊水期に両河川から霞ヶ浦へ水を導入し水質を浄化しようというものである。このような大事業は莫大な費用がかかるとともに、流域の大幅な変更による新たな環境破壊の可能性が危惧される。

上に紹介したような流域下水道の整備や、浄化用水の導入などいわばハードな対策は、湖沼の規模や水質改善の緊急性によって行わざるを得ない面もあろう。しかし、水質のみならず生態系や景観の再生・維持なども含めたトータルな湖沼環境の保全を目指すには、湖沼の自浄作用や生態系および景観上重要な湖岸地帯の機能を再生し高めることがより重要と考える。そのためには、湖沼の開発・利用に際し、少なくともこれ以上湖岸の湿生・水生植物群落地を減少・消滅させないように配慮すべきである。

霞ヶ浦や琵琶湖では、最近になって湖の自然環境の保全を図るため、新たな親水・修景を目的とした「低高水緑化護岸」・「環境護岸」等を試み始めた（建設省霞ヶ浦工事事務所，1989；リバーフロント整備センター，1992）。これらは従来の垂直コンクリート護岸でなく、ガマ・マコモ・チガヤなどの水生植物による護岸を併用するものである。また、中海の米子市彦名干拓地では、南端部の一部28 haを埋め立てしないで、池（20 ha）とその周囲のヨシ原を残し、水際に泥炭地や草原を設け、チドリ、コアジサシ、コハクチョウ、ガン、カモ等の水鳥の野鳥公園とすることになった（1992年2月11日付，朝日新聞）。一方、スイスやドイツでは、河川改修に際して水辺林の造成をしながら流路を安定化したり、さらに一步進めて以前の河川改修で直線化され単純な構造の川の土手を緩傾斜にし、流れを人為的に蛇行させて淀みと瀬を造り出し、河岸に樹木や湿生・挺水植物を植栽する「近自然工法」が行われている（桜井，1991，p 65-68，p 182-185；1992年10月6日付，朝日新聞）。今後、わが国でも湖沼環境の保全という立場から、積極的にこのような方向で取り組む必要がある。

日本における各湖沼は、古くからその周辺地域の人々との深いかかわりの中で存在してきた。そして都市化による湖沼環境の変貌を、早くからつぶさに観察し環境の悪化に対して行動したのも、それぞれの湖沼周辺の人々であった。しかし本稿で対象とした湖沼は、都市の外部にありながら都市への水資源供給地、あるいは都市住民のレジャーの対象として開発・利用が志向されてきた。故に湖沼の環境保全に関しては、湖岸の住民だけの問題ではなく、都市住民の問題としても取り組まなければならない。従来都市化にともなう自然環境の変化については、おもに都市気候（大気汚染、ヒートアイランドなど）、地盤沈下や地形の改変、生態系（植物・動物）の変化など都市内部の問題として議論されてきた。今後は、湖岸周辺の人々とその湖沼の恩恵を受けている都市住民とがさらに協力して、人間も含む湖沼に関わる生態系全体にとって、それぞれの湖沼の特質を生かしたより持続的な開発・利用のあり方を提起していくことが求められる。

各湖沼に関する自然と人々の暮らしについては、それぞれの地域に住む人によって様々な図書が出版されている。しかし、その多くは地方出版社によるもので、一般の目にはなかなか触れにくい。これらの図書の中には、かつての人々と湖沼の深いかかわりが記録され、また現在の日本の湖沼がおかれている様々な問題点の指摘がなされている。そこで巻末に、筆者が入手した日本の湖沼に関する単行本の一覧表を付し、諸氏の参考に処する。

本稿は、1992年9月20日に開催された文部省科学研究費重点領域「近代化と環境変化」第1回ワークショップ「都市化と環境変化」（横浜市開港記念館）で報告した内容をまとめたものである。同ワークショップでの報告の機会を与えていただいた新井正・田村俊和両先生には、この紙面を借りて感謝いたします。

なお、本研究は1992年度文部省科学研究費重点領域「近代化による環境変化の地理情報システム」（代表者西川治）の一部として行った「海跡湖の湖底・湖岸の微地形分類を基礎とした湖沼環境変遷図の作成とデータベース化」（研究代表者 平井幸弘：No.04209208）の研究成果の一部である。

文 献

- 池見哲司 (1982) : 『水戦争—琵琶湖現代史—』緑風出版, 310 p.
- 茨城大学地域総合研究所 (1984) : 『霞ヶ浦—自然・歴史・社会—』古今書院, 298 p.
- 茨城大学農学部霞ヶ浦研究会 (1977) : 『霞ヶ浦』三共出版, 203 p.
- 大熊 孝 (1988) : 『洪水と治水の河川史』平凡社, 261 p.
- 沖野外輝夫 (1990) : 『諏訪湖—マイクロコスモスの生物—』八坂書房, 204 p.
- 小野有五 (1992) : 『地形学は環境を守れるか? 地形』, 13, 261-281.
- 紘野義夫 (1991) : 『河北潟. 奥田節夫ほか編『空からみる日本の湖沼』丸善, 178-181.
- 加藤 辿 (1973) : 『都市が滅ぼした川』中央公論社, 207 p.
- 神山桂一 (1988) : 『千歳川放水路計画とその問題点. 日本の科学者』, 23 (11), 610-615.
- 環境庁 (1989) : 『日本の湖沼環境』大蔵省印刷局, 196 p.
- 環境庁 (1991 a) : 『平成 3 年版 環境白書 総説』大蔵省印刷局, 242 p.
- 環境庁 (1991 b) : 『平成 3 年版 環境白書 各論』大蔵省印刷局, 353 p.
- 環境庁 (1992 a) : 『平成 4 年版 環境白書 総説』大蔵省印刷局, 394 p.
- 環境庁 (1992 b) : 『平成 4 年版 環境白書 各論』大蔵省印刷局, 387 p.
- 環境庁水質保全局 (1986) : 『湖沼の水質保全—その現状と新しい制度—』地球社, 323 p.
- 倉田 亮 (1991) : 『八郎潟. 奥田節夫ほか編『空からみる日本の湖沼』丸善, 77-79.
- 建設省霞ヶ浦工事事務所 (1989) : パンフレット「霞ヶ浦」, 25 p.
- 建設省高瀬川総合開発工事事務所 (1981) : パンフレット「高瀬川事業概要 小川原湖」
- 小泉清明 (1971) : 『川と湖の生態』共立出版, 168 p.
- 近藤泰年 (1989) : 『だれが大地を壊したか』農山漁村文化協会, 197 p.
- 桜井善雄・林 一六・渡辺義人・天白精子・大橋通成 (1973) : 『霞ヶ浦生物調査報告書—水生植物. 設省霞ヶ浦工事事務所』, 78-148.
- 桜井善雄 (1990) : 『湖岸の自然をよみがえらせる 陸と水のエコトーン. アニマ』, No.220, 31-33.
- 桜井善雄 (1991) : 『水辺の環境学』新日本出版社, 222 p.
- 鈴木静夫 (1963) : 『日本の湖沼—湖沼学入門—』内田老鶴圃新社, 244 ページ.
- 嶋津暉之 (1991) : 『水問題原論』北斗出版, 284 p.
- 島根大学地域分析研究会編 (1982) : 『鯨魚の入海』たたら書房, 211 p.
- 水質法令研究会 (1986) : 『湖沼の水質保全』地球社, 323 p.
- 高橋 裕 (1971) : 『国土の変貌と水害』岩波書店, 216 p.
- 高橋 裕 (1988) : 『都市と水』岩波書店, 215 p.
- 田高昭二 (1978) : 『小川原湖の自然』東奥日報社, 329 ページ.
- 富山和子 (1974) : 『水と緑と土』中央公論社, 188 p.
- 中西準子 (1990) : 『いのちの水』読売新聞社, 227 p.
- 平井幸弘 (1991 a) : 『網走湖. 奥田節夫ほか編『空からみる日本の湖沼』丸善, 18-21.
- 平井幸弘 (1991 b) : 『小川原湖. 奥田節夫ほか編『空からみる日本の湖沼』丸善, 62-66.
- 平井幸弘 (1993) : 『海跡湖の湖岸低地および沿岸帯における環境変化. 地質学論集』, 40, 19-30.
- 「琵琶湖」編集委員会 (1983) : 『琵琶湖 その自然と社会』サンブライツ出版, 271 p.
- 福岡義隆 (1992) : 『人間の尺度の地球環境』古今書院, 156 p.
- 正富宏之 (1987) : 『北辺のバード・サンクチュアリー—ウトナイ沼—. 今西・井上監修『日本の湖沼と溪谷②』ぎょうせい, 79-81.
- 三木和郎 (1984) : 『都市と川』農山漁村文化協会, 219 p.
- 本谷勲編 (1987) : 『都市に泉を—水辺環境の復活—』日本放送出版協会, 229 p.
- 森下郁子 (1977) : 『川の健康診断—清冽な流れを求めて—』日本放送出版協会, 210 p.
- 山崎不二夫編 (1981) : 『水資源を考える—危機の打開—』三共出版, 252 p.
- 吉越昭久 (1986) : 『アーバン・ハイドロロジーの諸相. 谷岡武雄編『人間活動と環境』古今書院, 30-47.
- リバーフロント整備センター (1992) : 『まちと水辺に豊かな自然をⅡ 多自然型川づくりを考える』山海堂, 185 p.

- Hall, M. J. (1984) : "Urban Hydrology" Elsevier Applied Science, London, 229 p.
Hirai, Y. (1992) : Environmental changes at coastal lakes in Japan on the basis of geomorphological land classification and land use. Mem. Fac. Educ. Ehime Univ., 12(2), 31-39.
Sakurai, Y. (1990) Desirability of lake-shore landscape and richness of natural components in littoral ecosystem. Japanese Journal of Limnology, 51, 2, 114-116.

湖沼関係の単行本一覧

著者（発行年）： 「書名」出版社， ページ数.

湖沼全般

- 田中阿歌麿 (1911) : 「湖沼の研究」新潮社, 226 p.
田中阿歌麿 (1927) : 「趣味と伝説 湖沼巡礼」国本社, 322 p.
吉村信吉 (1937) : 「湖沼学」三省堂, 439 p.
田中阿歌麿 (1940) : 「湖」岡倉書房, 257 p.
吉村信吉 (1941) : 「湖沼」誠文堂新光社, 236 p.
太平洋協会 (1943) : 「太平洋の海洋と陸水」岩波書店, 884 p.
西條八束 (1957) : 「湖沼調査法」古今書院, 305 p.
堀江正治ほか (1961) : 「地理6(3)―特集 日本の湖」古今書院,
鈴木静夫 (1963) : 「日本の湖沼―湖沼学入門―」内田老鶴圃新社, 244 p.
堀江正治 (1965) : 「日本の湖―その自然と科学―」日経新書,
斉藤晃吉 (1969) : 「湖沼の干拓」古今書院, 162 p.
小泉清明 (1971) : 「川と湖の生態」共立出版, 168 p.
津田松苗 (1975) : 「日本 湖沼の診断―富栄養化の現状―」共立出版, 232 p.
上野益三 (1977) : 「陸水学史」培風館, 367 p.
堀内清司ほか (1982) : 「地理27(5)―特集 日本の湖沼―」古今書院,
堀内清司ほか (1984) : 「月刊地球6(8)―シンポジウム湖沼学―」海洋出版,
倉沢秀夫・青山莞爾 (1984) : 「湖沼の生物観察ハンドブック 湖沼の生態学入門」東洋館出版社, 372 p.
水質法令研究会 (1986) : 「湖沼の水質保全」地球社, 323 p.
半田暢彦ほか (1987) : 「湖沼調査法」古今書院, 215 p.
今西錦司・井上 靖監修 (1987) : 「日本の湖沼と溪谷」全12巻ぎょうせい, 各巻175 p.
西條八束 (1988) : 「湖は生きている―自伝的研究史―」蒼樹書房, 238 p.
環境庁 (1989) : 「日本の湖沼環境」大蔵省印刷局, 196 p.
環境庁野生生物研究会監修 (1990) : 「湿地への招待 ラムサールハンドブック」ダイヤモンド社, 63 p.
岸 博 (1990) : 「澄んだ湖が帰ってくる」同友館, 230 p.
井内美郎ほか編 (1990) : 「湖沼の成因と環境・地質」日本地質学会, 地質学論集36, 262 p.
建設省国土地理院 (1991) : 「日本の湖沼アトラス」日本地図センター, 68 p.
奥田節夫ほか編 (1991) : 「空からみる日本の湖沼」丸善, 238 p.
西条八束 (1992) : 「小宇宙としての湖」大月書店, 197 p.

サロマ湖

- 中台泰史ほか (1982) : 「オホーツクの湖」オホーツク書房, 95 p.
堀 淳一 (1984) : 「オホーツク 春と秋の心象風景」そしえて, 79 p.

洞爺湖

- 若狭 正 (1975) : 「洞爺湖再見 伝承と史実」室蘭編集出版社, 137 p.

ウトナイトウ

近藤泰年 (1989) : 「だれが大地を壊したか」農山漁村文化協会, 197 p.

宮島沼 (石狩低地湖沼群)

草野貞弘 (1991) : 「雁の郷 宮島沼」北海道テレビ放送, 70 p.

小川原湖

田高昭二 (1978) : 「小川原湖の自然」東奥日報社, 329 p.

十三湖

佐々木孝二 (1988) : 「総合研究 津軽十三湖」北方新社, 152 p.

十和田湖

高橋正志 (1987) : 「写真集 十和田湖の四季」秋田新報社, 96 p.

猪苗代盆地団体研究グループ (1988) : 「磐梯火山と湖の生いたち」文化書房博文社, 164 p.

八郎潟

八郎潟学術調査会 (1965) : 「八郎潟の研究」秋田県教育委員会, 611 p.

荒谷 誠 (1977) : 「消えた湖 八郎潟」山脈出版の会, 30 p.

清水 弟 (1978) : 「大潟村—ジャーナリストのみたモデル農村—」無明社, 155 p.

野尻湖

野尻湖発掘調査団 (1974) : 「象のいた湖 野尻湖発掘ものがたり」新日本新書, 220 p.

群馬県湖沼

五味禮夫 (1971) : 「自然とともに 群馬県湖沼河川の陸水学的研究」煥乎堂, 287 p.

霞ヶ浦・北浦

茨城大学農学部霞ヶ浦研究会 (1977) : 「霞ヶ浦」三共科学選書, 203 p.

坂本 清 (1979) : 「霞ヶ浦の漁労習俗 下巻」筑波書林, 119 p.

坂入正夫 (1980) : 「鳥羽淡海」筑波書林, 78 p.

中村ときお (1981) : 「水郷風土記」筑波書林, 213 p.

土の会 (1982) : 「湖は流れる 霞ヶ浦の水と土と人」三一書房, 305 p.

茨城大学地域総合研究所 (1984) : 「霞ヶ浦—自然・歴史・社会—」古今書院, 300 p.

レイモン・アザディ (1987) : 「霞ヶ浦の魚たち」筑波書林, 95 p.

山口武秀 (1988) : 「霞ヶ浦住民の闘い」筑波書林, 110 p.

森田美比 (1988) : 「霞ヶ浦の風土と食」農山漁村文化協会, 188 p.

読売新聞水戸支局 (1989) : 「霞ヶ浦」筑波書林, 160 p.

常陽新聞社 (1992) : 「全記録 連続シンポジウム『よみがえれ霞ヶ浦』」常陽新聞社, 287 p.

藤沢順一 (1992) : 「霞ヶ浦—清らかな水を求めて—」筑波書林, 121 p.

奥井登美子 (1992) : 「アオコに挑んだ地球市民」北斗出版, 214 p.

松浦茂樹ほか (1992) : 「湖辺の風土と人間—霞ヶ浦」そしえて, 223 p.

手賀沼

三ツ松要 (1981) : 「死の手賀沼から」崙書房, 225 p.

相原正義 (1983) : 「手賀沼100話」崙書房, 218 p.

星野七郎 (1989) : 「手賀沼の詩—水と土と人と—」崙書房, 226 p.

印旛沼

小川 元 (1988) : 「印旛沼周遊記—沼周辺の自然と歴史—」崙書房, 272 p.

飯沼

長命 豊 (1978) : 「飯沼新田開発」筑波書林, 134 p.

芦ノ湖

大木靖衛ほか (1988) : 「箱根の逆さ杉」神奈川新聞社, 183 p.

諏訪湖

沖野外輝夫 (1990) : 「諏訪湖—マイクロコスモスの生物—」八坂書房, 204 p.

北アルプス

大塚 大 (1986) : 「北アルプスの湖沼」山と溪谷社, 196 p.

富士五湖

萱沼英雄ほか (1980) : 「富士五湖風物誌」文一総合出版, 189 p.

浜名湖

神谷昌志 (1985) : 「浜名湖・自然と歴史と文化」明文出版社, 251 p.

琵琶湖

滋賀大学湖沼研究会 (1974) : 「びわ湖Ⅰ 自然をさぐる」三共科学選書, 208 p.

滋賀大学湖沼研究会 (1974) : 「びわ湖Ⅱ 開発のゆくえ」三共科学選書,

地学団体研究会京都支部 (1976) : 「京都五億年の旅」法律文化社, 206 p.

滋賀地学研究会 (1977) : 「生きている化石湖」法律文化社, 223 p.

池見哲司 (1982) : 「水戦争—琵琶湖現代史」緑風出版, 310 p.

「琵琶湖」編集委員会 (1983) : 「琵琶湖 その自然と社会」サンブライト出版, 271 p.

藤岡謙二郎 (1983) : 「琵琶湖・淀川・大和川」大明堂, 226 p.

鳥越皓之・嘉田由紀子 (1984) : 「水と人の環境史」お茶の水書房, 345 p.

堀江正治編 (1988) : 「琵琶湖深層1400 mに秘められた変遷の歴史」同朋舎出版, 284 p.

吉良竜夫 (1990) : 「地球環境のなかの琵琶湖」人文書院, 277 p.

鈴木紀雄 (1990) : 「琵琶湖のほとりから地球を考える」新草出版, 198 p.

岡本 巖 (1992) : 「びわ湖調査ノート」人文書院, 235 p.

中海・宍道湖

島根大学地域分析研究会 (1982) : 「飢字の入海 中海とその干拓淡水化をめぐる」たたら書房, 211 p.

佐藤仁志編 (1985) : 「宍道湖の自然」山陰中央新報社, 179 p.

徳岡隆夫ほか (1986) : 「湖底をさぐる—宍道湖のおいたち—」たたら書房, 32 p.

伊達善夫 (1988) : 「宍道湖・中海とアオコ」たたら書房, 48 p.

三好 昂・徳岡隆夫 (1988) : 「中海・宍道湖—地形・底質・自然史アトラス—」島根大学山陰地域研究総合センター, 115 p.

保母武彦 (1989) : 「よみがえれ湖」同時代社, 264 p.

保母武彦・川上誠一 (1992) : 「宍道湖物語」藤原書店, 246 p.

徳岡隆夫・高安克己 (1992) : 「中海北部(本庄工区)アトラス」島根大学山陰地域研究総合センター, 92 p.

瀬戸内海

津田 覚 (1974) : 「環境科学ライブラリー 瀬戸内海」大日本図書, 246 p.

星野芳郎 (1972) : 「瀬戸内海汚染」岩波書店, 202 p.

星野芳郎 (1977) : 「自然と人間—瀬戸内海に生きる—」岩波書店, 200 p.

朝日新聞大阪本社企画報道室 (1988) : 「瀬戸内海底探査」長征社, 168 p.

児島湾・児島湖

- 進 昌三・吉岡三平（1974）：「岡山の干拓」日本文京出版，182 p.
同前峰雄（1987）：「児島湾」日本文京出版，174 p.
児島湖21県民の会（1991）：「よみがえれ児島湖」山陽新聞社，187 p.

有明海

- 山下弘文（1980）：「干潟を守る一有明海・諫早湾」武蔵野書房，196 p.
光岡 明（1985）：「柳川の水よ，よみがえれ」講談社，191 p.
広松 伝（1987）：「ミミズと河童のよみがえり 柳川掘割から水を考える」河合ブックレット，94 p
山下弘文（1989）：「だれが干潟を守ったか」農山漁村文化協会，260 p.

江津湖

- 清水正元（1984）：「澄んだ湖をつくる 阿蘇山麓からの提言」朝日新聞社，236 p.
吉倉 真（1986）：「江津湖の自然」熊本生物研究所，112 p.