

第18章 琵琶湖

1. 琵琶湖の概況

琵琶湖は大阪湾の上流部に位置し、貯水量、面積ともに日本で最大の湖である（図18-1）。その水は下流部での水利用も考慮に入ると、滋賀県、京都府、大阪府、兵庫県など近畿地方に住むおよそ1400万人の人々に利用されている。

琵琶湖の面積は670 km²で滋賀県の全面積（4017km²）の約6分の1を占め、貯水量は275億m³である（表18-1）。琵琶湖は南北に長く直線距離で63.5 kmあり、東西の幅は最も広いところで22.8kmある。南端から約16kmの所で最も狭くなり（幅約1.35 km）そこでくびれる形になっている。その付近を境に北側を「北湖」、南側を「南湖」と呼んでいる。この地点には現在「琵琶湖大橋」がかかっている。北湖は琵琶湖の91.5%の面積を占め、平均水深は約43m（最大水深104m）である。一方、南湖の平均水深は4m（最大水深8m）と浅い。海底地形は図18-2に示すように、北湖の西側で深くなっている。貯水量は北湖が273億m³、南湖が2億m³と北湖の貯水量が圧倒的に大きく、南湖の貯水量は琵琶湖全体の1%にも満たない。

琵琶湖には大中約460の河川が流入しているが、流出する自然河川は南湖の南端から流れ出る瀬田川ただ1河川のみである。この瀬田川は、宇治川、淀川と名前を変えて大阪湾に流れ出ている。瀬田川には、南郷洗堰があり、琵琶湖からの放水量と琵琶湖の水位を調整している。また、もう一つの琵琶湖からの水の出口として琵琶湖疎水がある。これは、京都への都市用水供給および発電用水供給のために建設された人工水路であり、明治23年（1890年）に第一疎水が完成し、その後さらに水需用増大に対応するため第二疎水が明治45年（1912年）に建設された（取水量は合計で23.65m³/s）。

琵琶湖の集水域面積は3848km²で、滋賀県の93%を占め（図18-3）、ほぼ滋賀県の県域に一致している。集水域の地形は図18-4に示すように、東岸部は平野が多くなだらかな地形であるが、西岸部

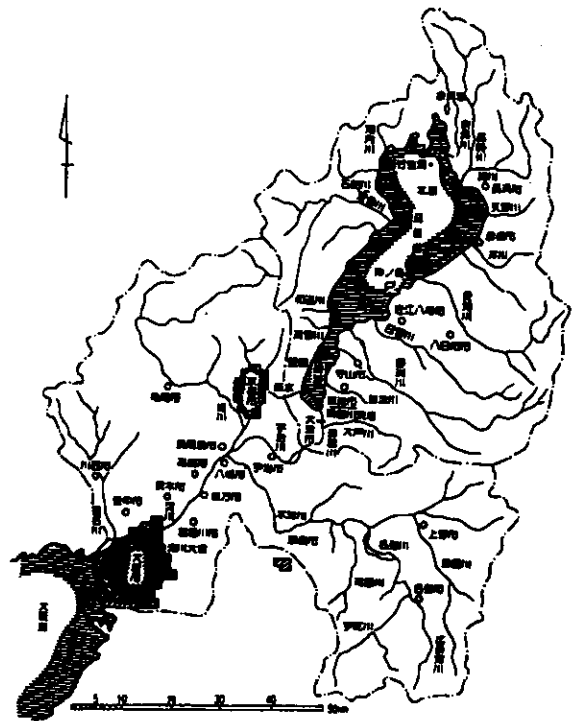


図18-1 琵琶湖・淀川流域図¹⁾

表18-1 琵琶湖の諸元²⁾

滋賀県の面積	4,017km ²
琵琶湖の集水域	3,174km ²
琵琶湖の面積	670km ² (北湖:南湖=11:1)
琵琶湖の長さ	63.49km
琵琶湖の最大幅	22.80km
琵琶湖のまわり	235.20km
最も深いところ	103.58m
平均の深さ	41.20m
貯水量	275億m ³ (北湖273億m ³ 、南湖2億m ³)
北湖の平均の深さ	約43m
南湖の平均の深さ	約4m

（「滋賀の環境 水質編」平成7年10月より）

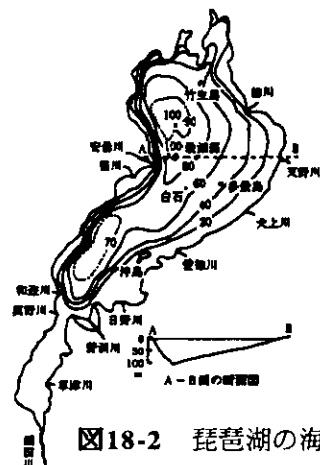
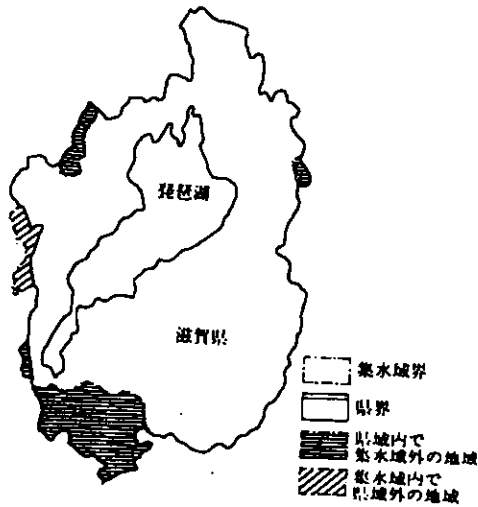


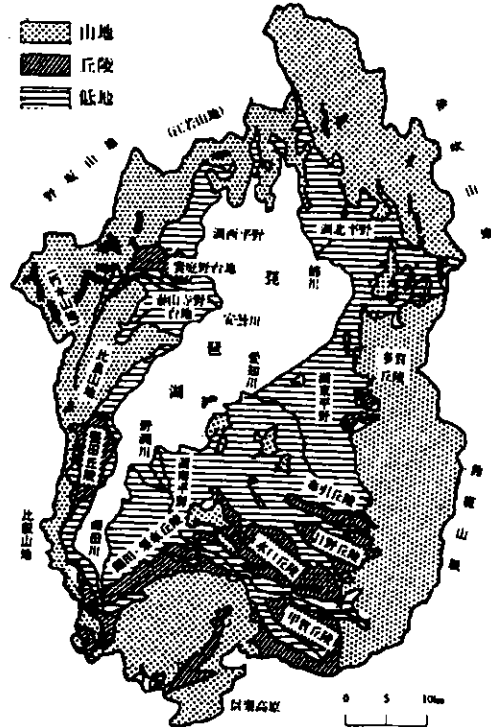
図18-2 琵琶湖の海底地形²⁾



資料：滋賀県琵琶湖研究所、総合研究開発機構
共編「世界湖沼データブック」(1984年)

図18-3 滋賀県境界と琵琶湖集水域の比較³⁾

滋賀県の地形図



資料：「滋賀県百科辞典」

図18-4 滋賀県の地形³⁾

は山が湖岸に迫っており平野は狭い。特に南東部の集水域面積は広く、野洲川、日野川、愛知川の3大河川が流れている。琵琶湖を含む滋賀県の土地利用状況は図18-5に示すように、林野が約50%を占め最も多く、耕地が約15%、市街地、道路、水路等のその他の土地が17%を占める。琵琶湖自体は滋賀県の全面積の約17%を占める。

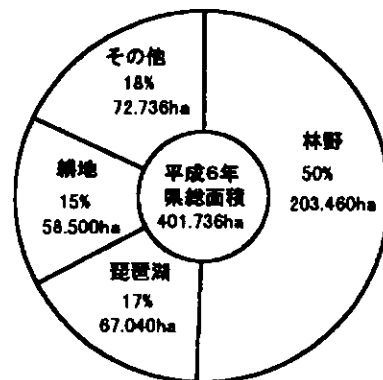
降水量は表18-2に示すように、琵琶湖の北部で多く、南部で少ない傾向にある。北部で降水量が多いのは冬季に雪が降るためである。

2. 琵琶湖の水利用と水資源開発

2.1 水位の変化と制御

琵琶湖の水位の変遷を図18-6に示す。先に述べたように琵琶湖の出口は自然河川としては瀬田川のみであり、昔は川幅も狭く川底も浅かったため水の疎通能力が小さく、ひとたび洪水が起きると長い期間に渡って琵琶湖の沿岸が浸水し、大きな被害をもたらしてきた。特に、明治29年(1896年)の大雨の際には水

位が3.8mに達し、低地では280日程度浸水したままという被害が生じた。この大洪水を契機に瀬田川の改修工事が本格的に進められることになり、明治38年(1905年)には旧南郷洗堰が完成し、その後、



(農林水産省「平成6年耕地面積調査」

「1990年世界農林業センサス林業地域調査」)

図18-5 滋賀県の土地利用の概況²⁾

表18-2 琵琶湖集水域の月降水量(1931~1960年平均)³⁾

地域	月	(単位:mm)												
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	年
湖北	木之本	216	147	129	133	138	204	219	147	207	145	138	205	2,028
湖東	彦根	115	105	116	124	128	202	206	136	192	129	92	99	1,644
湖西	今津	189	166	134	136	141	210	220	134	206	139	127	167	1,989
湖南	大津	56	73	115	152	160	255	229	164	198	133	87	56	1,678
	大津	43	57	96	125	121	192	179	117	169	122	80	51	1,352

資料：気象庁「全国降水量」

昭和36年（1961年）には新南郷洗堰が建設された。この洗堰の水門操作により、洪水の調整や放水量の調整が可能となり、その後の水位は低く抑えられ、大雨により浸水することは少なくなった。

2.2 水利用の変化

琵琶湖・淀川水系の水利用の実態は図18-7及び表18-3に示す。琵琶湖では農業用水として利用される量が多いが、京都に導水されている琵琶湖疎水や下流の淀川では上水に利用されるものが多い。また、琵琶湖・淀川水系における水の使用量は、水系内の人口増加や産業の発展に伴い増加しており、特に水道用水の増加が著しい（図18-8）。昭和47年（1972年）から平成4年にかけて農業用水量の増加が大きい。これは表18-3に示すように滋賀県内での取水量増加が影響しているものと思われる。この滋賀県内での農業用水量の増加は、「琵琶湖総合開発計画」（後述）で水位が低下した場合に対応するために建設された琵琶湖沿岸部の逆水かんがい施設（農業用水を琵琶湖からポンプアップして水田に供給するかんがい施設）による取水量増加が影響しているものと考えられる。

2.3 琵琶湖総合開発計画

戦後の高度経済成長期における近畿圏での急速な水需用の伸びに対応するため、国では「琵琶湖総合開発特別措置法」を昭和47年（1972年）に制定し、40m³/sの水を新たに開発することを目的に「琵琶湖総合開発計画」を策定した。この琵琶湖総合開発計画は阪神地域の水需用に答えるための水資源

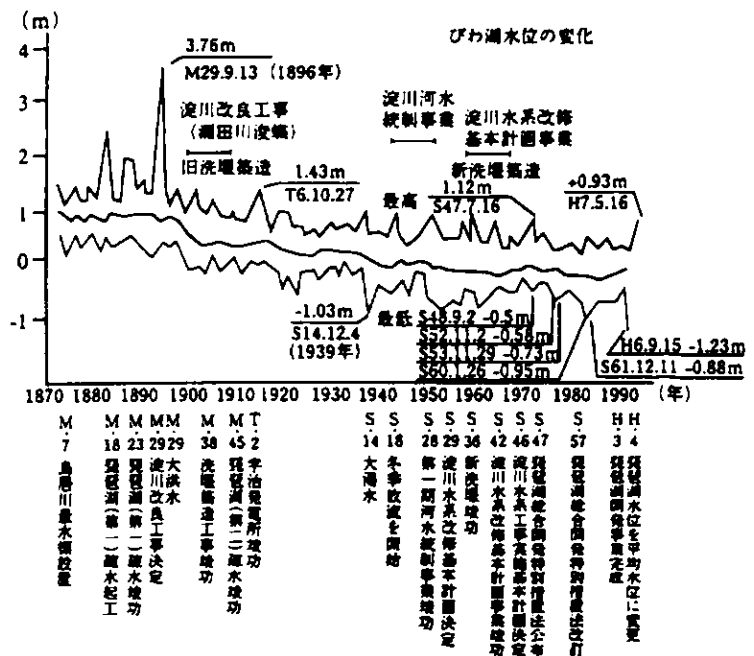


図18-6 琵琶湖の水位の変化²⁾

「琵琶湖総合開発計画」（後述）で水位が低下した場合に対応するために建設された琵琶湖沿岸部の逆水かんがい施設（農業用水を琵琶湖からポンプアップして水田に供給するかんがい施設）による取水量増加が影響しているものと考えられる。

(単位は全てm³/s)

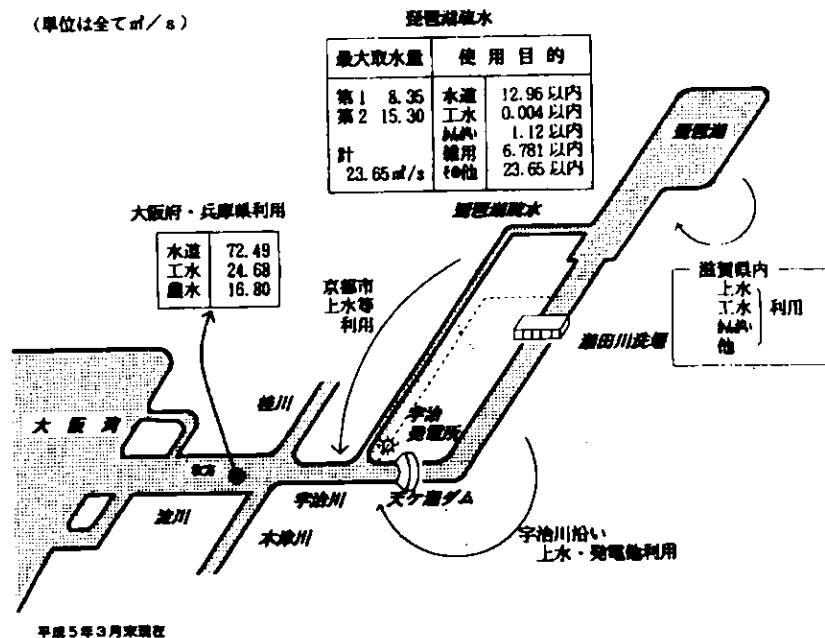


図18-7 琵琶湖・淀川水系の水利用の概況¹⁾

表18-3 琵琶湖の水の利用水量 (m³/s)

年	昭和55年 (1980)	平成2年推定値 (1990)	平成4年 (1992)
地域	滋賀県 (琵琶湖からの直接取水量)	滋賀県 (琵琶湖からの直接取水量)	琵琶湖下流部での取水も含めた 琵琶湖水に対する水利権量
水運用水	2.2	4.3	43.6
工業用水	1.0	1.5	18.9
農業用水**	10.0	39.0	76.2
合計	13.2	44.8	138.7
出典	(4)	(4)	(5)

(注1) 発電用の取水量は除く
(注2) 農業用水の取水量は夏期かんがい期平均値を使用

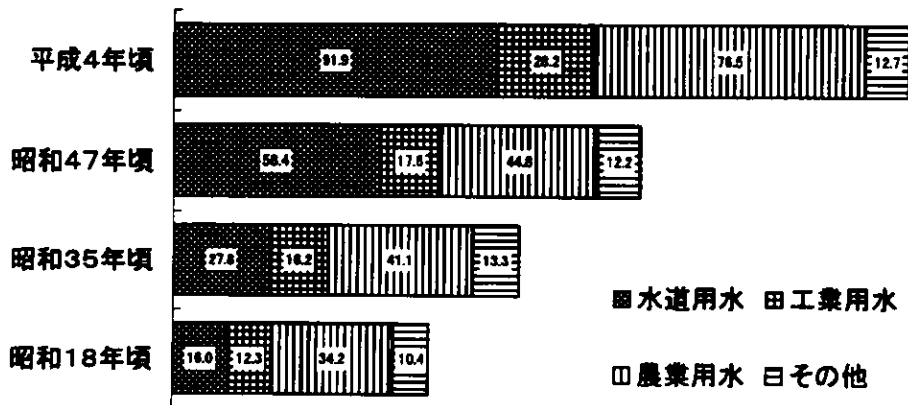


図18-8 琵琶湖・淀川水系の水利用の変化⁶⁾

開発が主目的であるが、下流にこれだけの水量を新たに供給するためには、琵琶湖の水位が時期によっては低下する(10年に1回程度は基準水位に対して-1.5m程度低下することが予測された)ことを覚悟しなければならず、琵琶湖を多方面に利用している滋賀県民の生活に影響が出ることが予測された。このような下流の阪神地域の要求と上流の琵琶湖周辺地域の要求とをいかにバランスを取りながら調整を進めていくかが、この琵琶湖総合開発計画の策定にあたっては最も難しい問題となった。この問題解決のため、琵琶湖総合開発では次のような工夫が行われた⁴⁾。

- (1) 水資源開発事業の実施による不利益を補う意味で、琵琶湖とその周辺の住民の福祉増進に必要な地域整備事業と水資源開発事業を一体として実施した。
- (2) 水資源開発事業と地域整備事業を一体として実施するには膨大な経費が必要となり、地元に必要な負担がかかることから、地元地方公共団体の財政負担を軽減するため、国と水を利用する下流の地方公共団体に財政的な協力を求める制度を確立した。
- (3) 水資源開発と地域整備事業が、近畿圏の健全な発展に寄与する広域的事業であり、国家的事業であることから、これを一つの総合計画とし、滋賀県知事が原案を作成し内閣総理大臣がこれを決定するとした。つまり、滋賀県と国とが一体となって計画を策定する形とした。

このような仕組みを作ることで、琵琶湖総合開発は、滋賀県と下流府県、国の三者が、琵琶湖の水資源開発と湖周辺の地域整備を協力して推進することになった。

図18-9に琵琶湖総合開発事業の概要を示した。その内容は、保全、治水、利水の3つに分かれている。これらの事業は25年間に渡って実施され平成9年3月(1997年3月)に終了した。

この25年の間、琵琶湖総合開発事業は順調に進んだわけではなく、様々な問題に直面した。この事業は当初は水資源開発に重点が置かれ、琵琶湖の水質保全や生態系保全への配慮が欠けているのではないかとの批判が、生態学者や有識者から出され、開発差止めを要求する訴訟が起った。14年間にもわたる裁判の結果（平成元年3月、1989年3月結審）、琵琶湖総合開発が琵琶湖の水質に悪影響を及ぼしていることは、立証することが現時点では困難であるとの理由から、開発は続けられることになった。しかし、裁判の過程で、琵琶湖の水質と開発事業の因果関係について、様々な角度から検討、議論が行われ、開発と環境保全の両立の難しさと大切さについて、行政および県民が真剣に考える機会となった。また、このような議論がきっかけとなり、琵琶湖総合開発計画の内容が見直され、水質保全のための事業にも重点がおかれることになった。

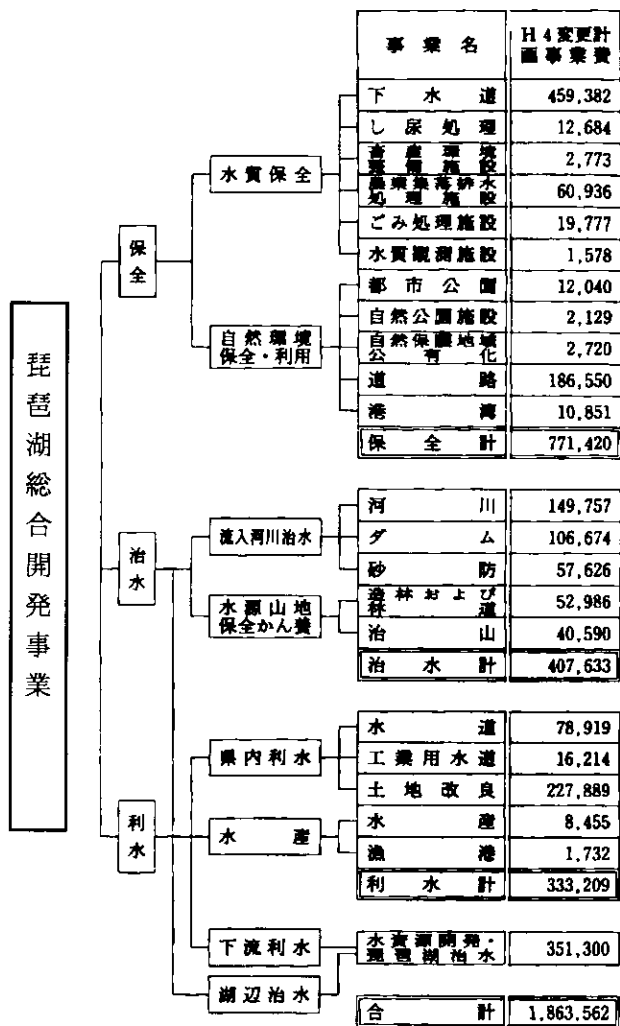


図18-9 琵琶湖総合開発事業の概要⁷⁾（事業費単位：百万円）

3. 琵琶湖の水質の変化と現状

3.1 水質の変化

琵琶湖は、昭和10年代頃（1930年代頃）までは貧栄養湖に分類される水質レベルにあり、北湖では10mを越える透明度が観測されていた。しかし、昭和30年代以降、琵琶湖に流れ込む汚濁物質が増え、南湖を中心に水質悪化が進行し、昭和46～47年頃に悪化のピークを示した（図18-10）。その後、一時的に回復したもののそれ以降改善傾向ははっきりみられず横這い状態にある。利水障害としては、昭和35年頃から上水道の浄水場での濾過障害が見られるようになり、昭和45年頃から水道水の異臭味が発生するようになった（図18-11）。また、昭和52年からはウログレナによる淡水赤潮が主に北湖で発生するようになり、昭和58年からは南湖沿岸でアオコが発生するようになった（表18-4）。一方、琵琶湖での漁獲量の変化は図18-12に示すとおり、貝類、特にシジミの漁獲量が近年減少しており、水質や底質の悪化が原因ではないかと懸念されている。しかし、その因果関係は解明されていない。

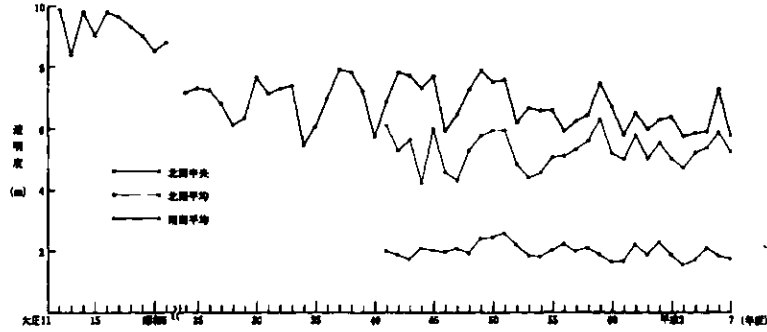
COD、T-N、T-Pの昭和45年以降（1970年以降）の変化を図18-13に示す。南湖のBODとりんについては、やや減少する傾向がみられるが、北湖のCOD、T-Nについてはやや増加する傾向がみられる。

表18-4 琵琶湖における淡水赤潮とアオコの発生状況⁸⁾

年 度	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	元 2	3	4	5	6	7	8	
淡水赤潮 (水域数)	5 (9)	16 (2)	17 (2)	4 (1)	9 (3)	7 (8)	4 (8)	5 (5)	8 (10)	0 (0)	4 (7)	4 (3)	4 (4)	5 (10)	1 (1)	3 (3)	1 (1)	3 (5)	1 (8)	5 (7)
アオコ	-	-	-	-	-	-	1	0	1	1	13	15	1	12	2	2	3	31	26	4

注) 黒欄発生日数を示す。() は発生水域数を示す。

■ 透明度経年変化



■ 琵琶湖に現れた現象

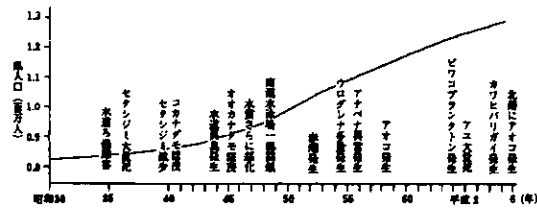


図47 透明度の経年変化と琵琶湖に現れた現象
 (透明度経年変化: 「琵琶湖の環境 水質編」より)
 (琵琶湖に現れた現象: 「豊かな暮らしを未来へ」より)

図18-10 透明度の変化と琵琶湖で現れた主な現象²⁾

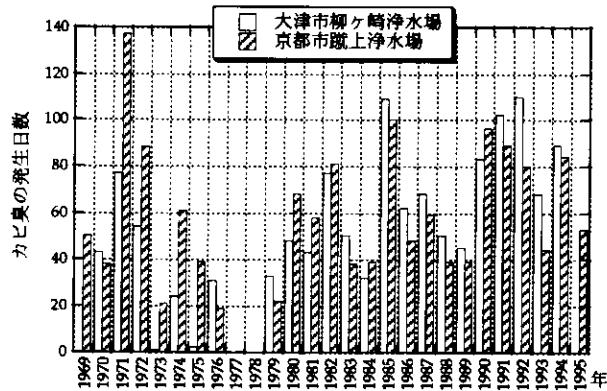


図18-11 浄水場でのカビ臭の発生状況 (資料5から作成)

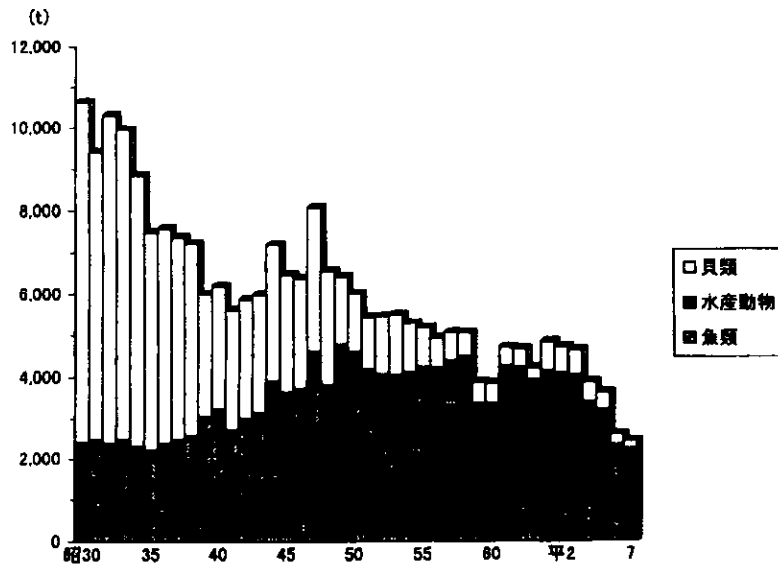


図18-12 琵琶湖における漁獲量の推移⁵⁾

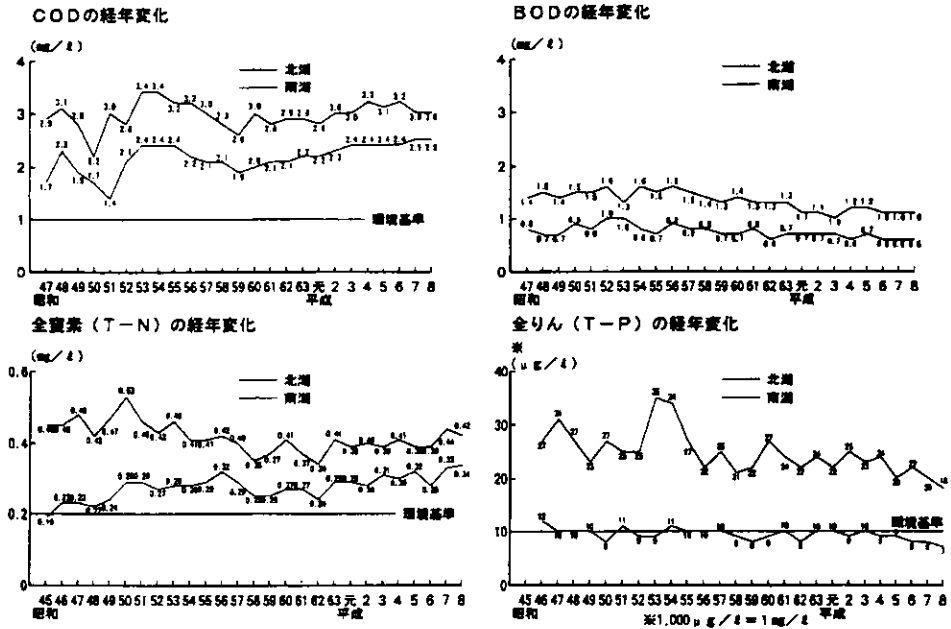


図18-13 琵琶湖の水質の推移⁹⁾

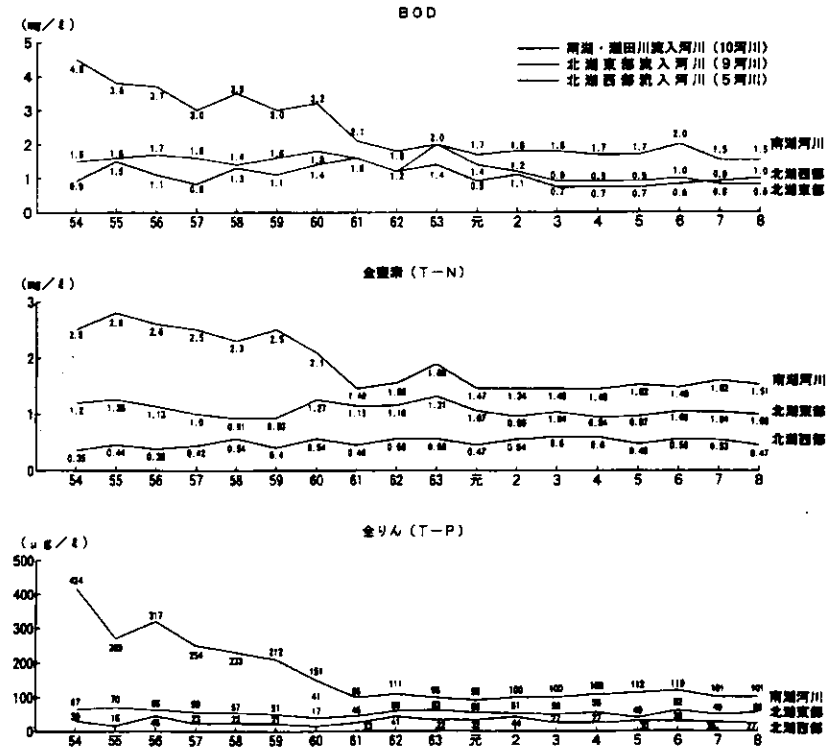


図18-14 琵琶湖流入河川の水質の推移⁹⁾

3.2 流入河川水質の変化

一方、河川水質の変化をみると(図18-14)、南湖流入河川ではBOD、T-N、T-Pとも昭和53年から61年頃にかけて減少する傾向がみられ、後述する種々の水質改善対策の効果が現れたものと考えられる。しかし、北湖流入河川ではBODでは若干減少する傾向がみられるが、その他の項目については明確な傾向はみられない。

3.3 琵琶湖周辺での公害事例³⁾

琵琶湖の水質汚濁によって住民に被害をもたらした最初の事例は昭和3年（1928年）に大津市にある繊維工場の排水によって瀬田川の魚類が大量に弊死したのが最初であった。ついで、昭和35～37年（1960～1962年）に水田除草剤PCP（Pentachloro phenol）によって琵琶湖東南部で魚類、イケチョウ貝に大被害をもたらした。

昭和43年（1968年）には、米原町にあるアンチモン精錬工場の近隣で松の枯死、翌年に養蚕に被害が発生し、昭和45年には健康被害を懸念する住民運動が起こった。そこで、工場は約半月間操業を停止して公害防止施設を整備するなどして地元との和解を図った。また、行政では専門家による対策検討委員会を設置し、排出基準等の検討を行い、条例にアンチモンの排出基準（大気および水質）を盛り込んだ。

昭和45年（1970年）には、琵琶湖下流の宇治川での鵜の弊死問題調査に端を発し、魚類に蓄積したPCBが原因であることが指摘され、その発生源調査が行われた。その結果、草津市および甲賀町のコンデンサー製造工場等が原因であることがわかり、排水処理の改善、汚染土壌、底泥の除去等の対策が行われた。また、昭和47年（1972年）には、国の行政指導もあり工場はPCBの使用を停止した。

その後、産業の発展、人口の増加にともない、水質汚濁問題は県内各地で多発した。水質汚濁に係る苦情件数は昭和45年頃（1970年頃）から増加し始め、昭和48年（1973年）にピークに達し（約400件）、その後はやや減少し、平成8年は237件になっている⁹⁾。

4. 集水域における社会、経済環境の変化と現状

4.1 人口の変化

滋賀県の人口は、明治時代（1868～1912年）、大正時代（1912～1926）、および、昭和10年代まで（1926～1944年）は、60～70万人という安定した人口規模を維持してきた。第二次世界大戦の戦中から終戦直後にかけては、疎開などにより一時的に85万人前後に増加したものの、その後は京阪神等の大都市への人口流出の影響もあり、ゆっくりとした増加にとどまり、昭和40年（1965年）の人口は85万人程度であった。しかし、昭和40年代に入ると、大都市圏の人口は飽和状態となり、人口増加が隣接府県にまで及ぶようになった。滋賀県では、京阪神地区へ通勤する人々のベッドタウン化や滋賀県での工場立地、産業発展に伴い、昭和40年代後半から50年代前半（1970年代）には、年間2万人前後の勢いで人口が増え続けた。この期間の人口増加率は年1.71～2.42%であり、その伸びは全国第5位であった。このような急激な人口増加によって昭和

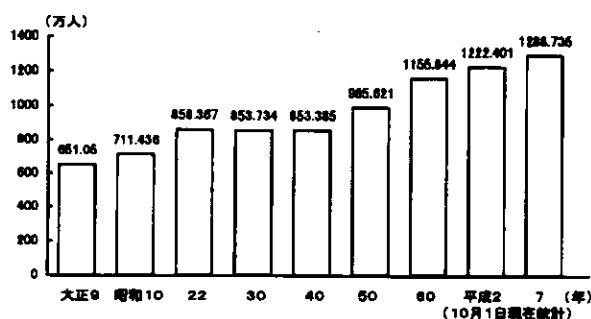


図18-15 滋賀県の人口の推移²⁾

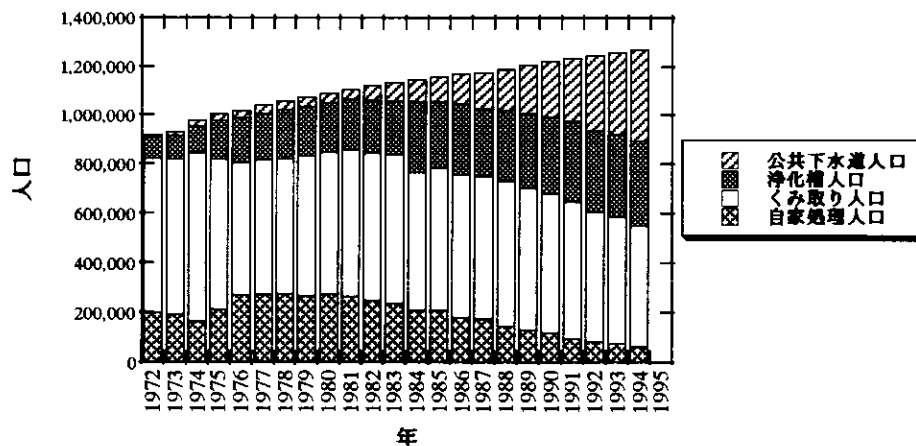


図18-16 滋賀県におけるし尿の処理状況の推移

51年（1976年）には県人口は100万人を超えた。その後は人口増加率はやや減少したものの依然として高い増加率を維持しており、平成7年（1995年）には約127万人となっている（図18-15）。

このような人口増加に対してし尿処理の形態がどのように変化してきたかを図18-16に示す。下水道整備地区の人口は着実に増加している。しかし、一方では滋賀県内の人口自体が増加しているため、下水道未整備地区の人口（浄化槽人口＋くみ取り人口＋自家処理人口）はあまり減少していない結果になっている。

4.2 産業の変化

滋賀県では、古来から農業が産業の中心であった。1910年代頃からは、繊維工業を主とした近代工業の立地が湖岸で進み、その結果、特に人絹では昭和初期には世界有数の生産量をあげることになった。こうした新しい化学工業を発展させる原動力となったのは、琵琶湖の豊富で良質な水と農村の人手であった。また、繊維工業以外にも、第二次世界大戦中には機械工業も発展した。しかし、高度経済成長期以前（1960年代半ば以前）は、立地工場も限られており、滋賀県は農業県とみなされていた。その後、1960年前後には、国道1号、8号線の整備や名神高速道路の開通（昭和39年、1964年）、東海道新幹線の開通（昭和39年、1964年）などの交通基盤の整備が進んだ。こうした交通基盤の整備、および、県の地域開発構想に沿った工業団地の造成等によって、工場立地が急速に進んだ（図18-17）。工場は図18-18に示すように琵琶湖東部に立地するケースが多く、進出企業は主として非用水型の電気機器や機械を中心とした加工組立型産業であった。この時期に滋賀県の産業構造は農業県から内陸工業県へと大きく変容した。産業別就業者数もこのような産業構造の変化を反映した形となり、図18-19に示すように第一次就業者数は大きく減少し、第二次、第三次就業者数は増加した。

工業の発展に伴い工業用水量も増加したが（図18-20）、その増加は回収水量（リサイクルされる水量）の増加によるものであり、河川水、地下水、湖水等から取水して補給する水量（淡水補給水量）は増加しなかった。これは、工業用水の使用量を減らすことによって生産コストを削減しようとしたことと排水量を減少することによって汚濁負荷量を削減する努力を企業が進めたためと考えられる。



資料：滋賀県「湖城白洲」（1989年版）

図18-17 工場立地の推移³⁾

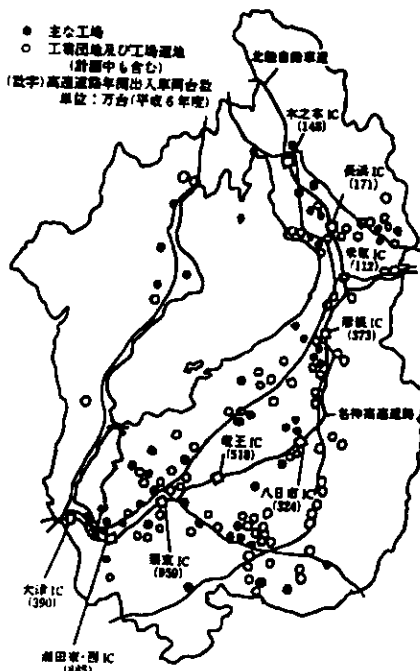


図18-18 滋賀県における主な工場分布と道路²⁾

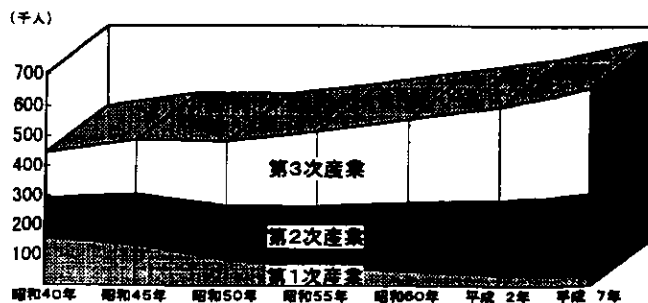


図18-19 滋賀県における産業別就業者数の推移⁵⁾

4.3 農業の変化

農業は昭和40年（1965年）頃以降、工業の発展とは対照的に衰退する一途を辿っており、耕地面積（図18-21）、農家数（図18-22）、就業者数（図18-19）とも減少している。また、農業の兼業化が進み、専業農家は全農家数の約6%（平成7年、1995年）になっている。滋賀県の主な農作物は米であり、耕地面積のうち92%が水田である（平成7年、1995年）。米の収穫量は昭和42年（1967年）の29万トン进行ピークにその後減少し、昭和55年（1980年）以降は20万トン前後で横這い状態で推移している。図18-23に主要農業機械所有台数の変化を示したが、昭和45年から55年にかけて動力田植機とコンバインの所有台数が急増しており、各農家では人手の不足を機械の購入で補っていることがわかる。また、水田での農作業、水管理、および機械化が容易になるように水田の区画整理、湿田の乾田化等を行う「圃場整備事業」が、琵琶湖総合開発事業の一環として県および国の補助事業として進められ、それが農業の機械化を促進させる要因ともなった。

また、圃場整備事業の一環として、農業用水の効率的かつ公平な配分のために、用排水分離工事が行なわれた。用水は上流のダム（頭首工、堰）から水路またはパイプラインでそれぞれの水田に導水される。水田からの排水は用水供給とは別の排水専用水路に流される。湖岸地域では琵琶湖の水をポンプで取水しパイプラインと水路で水田に供給する逆水かんがい施設が整備され、この場合も排水は排水専用水路に流される形になった。このような圃場整備事業は図18-24に示すように、特に昭和45年から昭和60年頃にかけて進捗率が大きく、滋賀県での工業発展の時期とほぼ一致する。

このような圃場整備事業によって、農業に伴う水の動きは大きく変わったと考えられる。つまり、以前は上流の水田で使った水を再度下流の水田で使うという田越し灌漑や反復利用が一般的な水利用形態であったが、現在では用水路あるいはパイプラインから供給された新鮮な水を水田で使用した後、排水専用の水路に流すという形態が

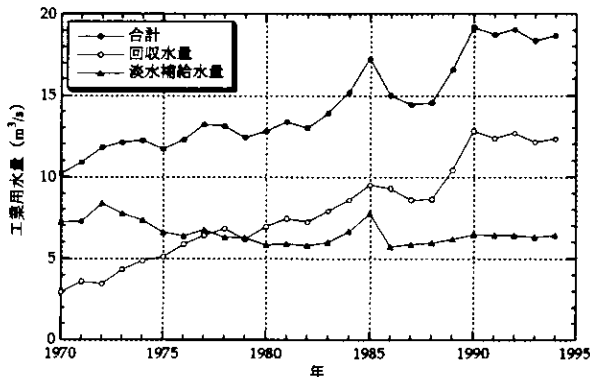


図18-20 滋賀県における工業用水使用量の推移

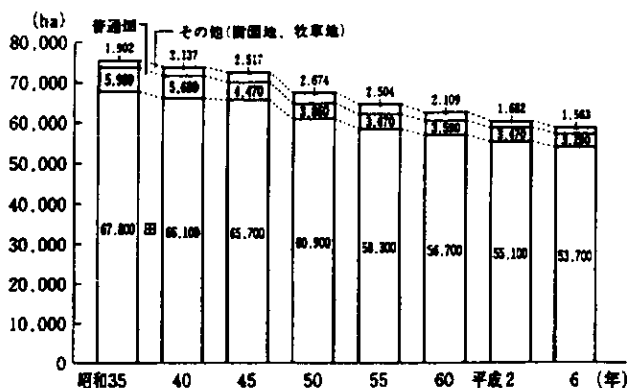


図18-21 滋賀県における耕地面積の推移²⁾

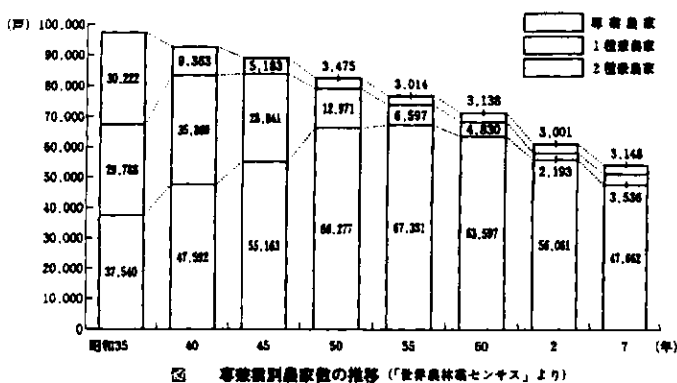


図18-22 滋賀県における専業業別農家数の推移²⁾

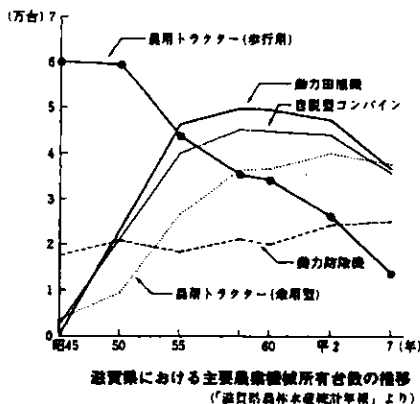


図18-23 滋賀県における主要農業機械保有台数の推移²⁾

増えた。このような水の流れの変化によって、水田から流出した栄養塩は再利用されことなくコンクリート側壁で直線化された水路（滋賀県では水路の底面はできるだけ土のままにするように指導されている）によって一気に琵琶湖に流出していく形に変化したと考えられる（図18-25）。このような農業の水利用形態の変化によって、農地から琵琶湖へ流出する栄養塩量は増加したことが推測される。

4.4 集水域の土地利用および湖岸環境の変化

滋賀県の土地利用状況は産業発展に伴い、昭和40年（1965年）以降、農用地が減少し、それが道路や宅地（工場用地を含む）に転用されるケースが多くみられるようになった（図18-26）。耕地面積は昭和40年（1965年）には73,917haであったものが、平成6年（1994年）には58,553haと15,364haが他に転用された。一方、それ以前の昭和10年代から40年頃にかけては、米の増産のために、湖岸の内湖の干拓・埋め立てが盛んに行われ、延べ2,521haの内湖が埋め立てられた（図18-27）。ヨシ原等の植物帯が広く分布する内湖は、魚類の産卵や稚魚の成育の場として、また、鳥類の生息場としても重要であることが、研究者によって指摘されてきた。

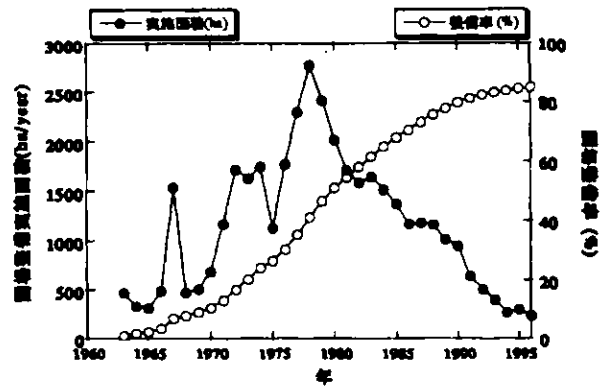


図18-24 滋賀県における圃場整備の推移

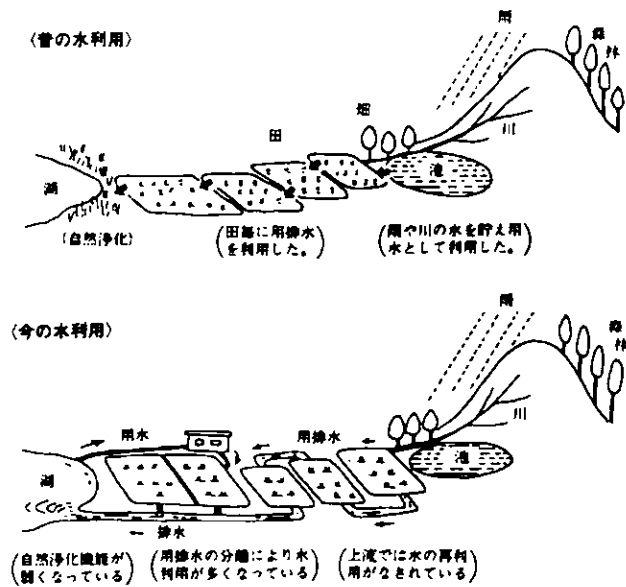
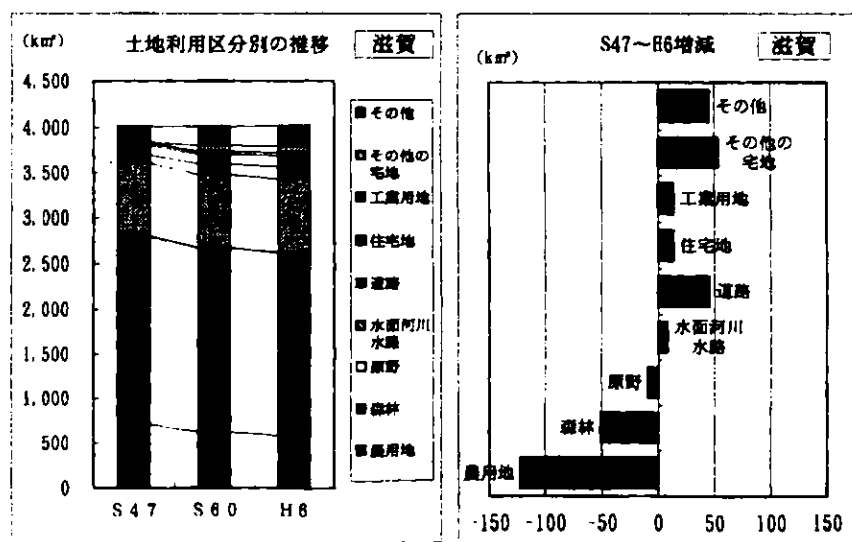


図18-25 農業における水利用形態の歴史的変化¹⁰⁾



資料：滋賀県土地対策課「滋賀県における土地利用の現状と対策」
資料：国土庁土地局「土地白書」

図18-26 滋賀県における土地利用の推移⁵⁾

また、埋め立ては古来から人々に親しまれてきた歴史的景観も損なう結果になった。このような状況を踏まえて、昭和48年（1973年）に滋賀県は埋め立ての基準を設け、原則として埋め立ては認めないこととした。

琵琶湖周辺のヨシ帯の面積は、昭和28年の観測では260haあったものが、平成4年には130haに減少した⁵⁾。これは、内湖の埋め立てによる農地造成や琵琶湖総合開発の一環としての湖岸堤建設などの湖岸での開発の影響と考えられる。しかし、現在は生態系保全および景観保全の観点から滋賀県ではヨシ帯の保全と造成を図っている。

林野面積は昭和40年（1965年）から平成6年（1994年）にかけて約8,600haが減少した。この減少分は、主としてゴルフ場、工場・事業場用地、宅地、道路、土砂の採掘用地に転用されている。

4.5 流入汚濁負荷量の現状

集水域から琵琶湖に流入する負荷量の推算結果（平成7年、1995年時点）を図18-28に示す。COD、T-N負荷量では、点源負荷量（生活系、工場系、畜産系）と面源負荷量（農地系、都市系、森林系、降雨由来、地下水由来）がほぼ半分づつを占めている。一方、T-Pでは、点源負荷量が64%を占め、面源負荷量に比べ大きくなっている。しかし、面源負荷量の推算値については、雨天時流出負荷量などのデータが十分に揃っていない段階での推算であり信頼性は低い¹¹⁾。

5. 琵琶湖富栄養化防止条例

5.1 制定の経緯

滋賀県では、昭和44年（1969年）に制定された「滋賀県公害防止条例」を昭和47年（1972年）に全面改正し、特定施設の横だし、規制項目の横だし、規制基準の上乗せなど、水質汚濁防止法より厳しい規制を実施した。しかし、昭和52年（1977年）5月に琵琶湖北湖西岸で赤潮が発生し、県民に大きな衝撃を与えることとなった。この赤潮の発生を契機に、滋賀県では琵琶湖の富栄養化に少なからぬ影響を及ぼしていると考えられたりんを含む合成洗剤に対する対策検討を積極的に進めることになった。県では、「滋賀県合成洗剤対策委員会」を設置し、消費者、事業者、学識経験者、行政関係者による審議を依頼した。委員会では、りんを含んだ合成洗剤の使用を減らし、環境への影響が比較的小さい石鹼の使用をすすめるべきである旨の提言を行った。この提言を契機に住民運動としての石鹼使用

琵琶湖周辺干拓事業概要

地区名	面積	着工年月	完成年月	事業費
入江内湖	305.4 [※]	19年4月	22年3月	49,713 [※]
松原内湖	73.3	・	・	6,295
小中の湖	342.1	17年8月	・	33,754
水葦内湖	201.3	19年4月	・	101,327
曾根沼	87.0	38年4月	43年3月	341,765
早崎内湖	91.9	39年4月	46年3月	718,579
大中の湖	1,145.0	21年4月	43年3月	3,117,000
津田内湖	119.0	42年4月	46年9月	990,000
その他	156.3			80,227
計	2,521.2			

（滋賀県資料より）

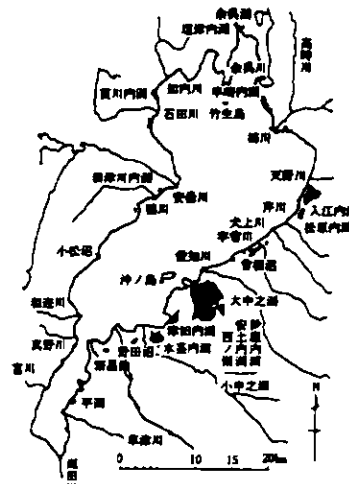
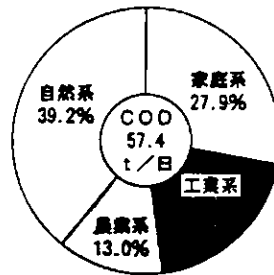
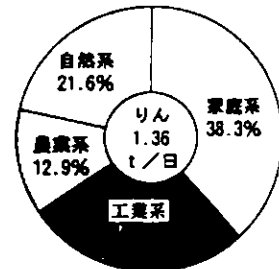
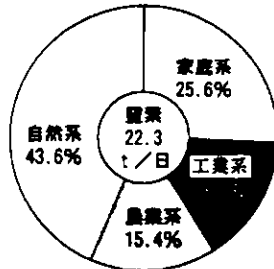


図18-27 琵琶湖周辺の干拓および埋立地²⁾



※) 家庭系とは、家庭の台所、風呂場、便所等、工業系とは、工場、事業場、農業系とは、水田、畑、畜産等、自然系とは、山林、原野、雨等からの汚濁物質の流入の割合を示しています。



（平成7年度実績）

図18-28 琵琶湖に流出する汚濁負荷量の内訳（平成7年度時点）⁸⁾

推進運動はより積極的に展開されるようになり、昭和53年（1978年）に結成された「びわ湖を守る粉石けん使用推進県民運動県連絡会議」には幅広い層から多くの参加者が集まり、県民総ぐるみの住民運動として展開されることとなった。

このような琵琶湖の富栄養化防止に取り組む県民の行動を受けて、昭和54年（1979年）に「滋賀県琵琶湖の富栄養化の防止に関する条例」（通称「琵琶湖条例」）が制定され、翌年に施行された。この条例は、工場排水に対する窒素、りん規制だけでなく、りんを含む

家庭用合成洗剤の使用禁止をも盛り込んだ総合的な富栄養化防止対策をめざす法規制として今までにない画期的なものであった。有りん合成洗剤の使用禁止については、憲法で保証された商業活動の自由を束縛する規制行為であるとして洗剤工業界が反発し訴訟も辞さない態度をとるとともに、滋賀県の条例を批判する大規模なキャンペーンをマスメディアを通じて展開した。しかし、それが換えて県民の反感を買い、洗剤工業界は訴訟に持ち込むことを断念した。滋賀県では粉石けんの購入を促進するため図18-29に示すような補助券を発行し県民に配布するという工夫も行った。

5.2 琵琶湖条例の内容

この条例は琵琶湖の富栄養化防止のための総合的な条例であり、全文では条例の基本的理念として、ものの豊かさや便利さを追求してきた現代文明や生活観を反省し水と人間生活の関わりを見直すことの必要性や、行政、企業、県民の三者が一体となって琵琶湖の保全に取り組むことの必要性が示されている。条例の具体的内容としては、

- (1) 窒素、りに係る工場等からの排水規制
- (2) りんを含む家庭用合成洗剤の使用、販売、贈答の禁止
- (3) 流域下水道を始めとする下水道の整備と窒素とりんに対する処理施設の導入
- (4) 農業用肥料の適正使用管理、家畜糞尿の適正処理、家庭雑排水の処理等である。

5.3 水質目標の考え方

琵琶湖の富栄養化を防止するための窒素、りんの目標水質について、「滋賀県水質審議会」において昭和50年（1975年）当時の知見に基づき様々な見地から検討が行われた。その検討結果の概要は次の通りである¹³⁾。

- (1) 琵琶湖の富栄養化に関係する因子としては、窒素、りん、炭素、ケイ素、鉄、マンガンなどが考えられるが、これらの元素のうちとりわけ窒素、りんが重要である。なかでも、りんが支配的であると考えられる。しかし、南湖の夏季には窒素が藻類の増殖を規定していると考えられることや、琵琶湖での硝酸態窒素濃度が増加していること等から、りんの対策に併せて窒素対策も必要である。
- (2) 既往の研究結果から、富栄養状態に分類される湖の窒素、りん濃度の下限値をまとめると、窒素0.15～0.50mg/l、りん0.010～0.020mg/lであり、一般的には、窒素0.20mg/l、りん0.010～0.020mg/lである。
- (3) 琵琶湖にとって望ましい水質として、CODの環境基準1.0mg/lを想定した場合、そのCOD濃度に対応する窒素、りん濃度は、既往の湖沼の水質データから判断すると、およそ窒素0.10mg/l、りん0.005mg/lと考えられる。しかし、将来的には人口増加や産業発展によって負荷量の増加が予想され、現在の知見・技術では窒素、りん負荷量の大幅な削減は不可能である。そこで、この条例では、CODの環境基準とは別に、富栄養化防止の観点から窒素、りんの目標値を考えることとする。
- (4) 過去における琵琶湖の変遷から見ると、北湖が貧～中栄養の状態であり、底層部の溶存酸素が50%前後に確保されていた昭和40年前後の水質まで回復を図ることが望ましい。この当時の北湖の水

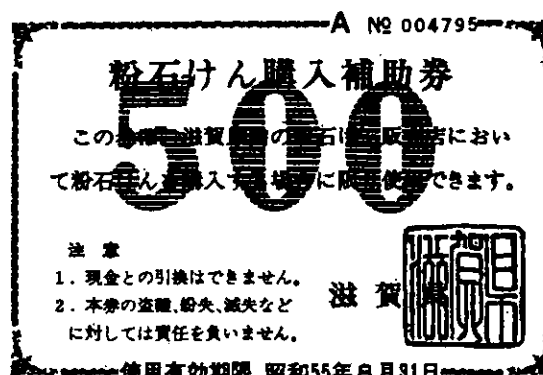


図18-29 粉石けん購入補助券³⁾

質は、窒素0.20mg/l、りん0.010mg/l程度であったと推察される。

(5) 琵琶湖における水利用として最も重要である水道水としての原水確保という意味から、少なくとも異臭味の発生を防止するためには、昭和40年代半ば程度の水質を維持する必要がある。この当時の南湖の水質は、窒素0.25mg/l、りん0.015mg/l程度であったと推察される。

(6) 陸域における発生源からの負荷量の削減実施可能量は、昭和60年の負荷量に対して窒素25%、りん50%前後と考えられ、この削減が実行された場合の昭和60年における予測水質をシミュレーションモデルを用いて推定すると、北湖で窒素0.25~0.26mg/l、りん0.009~0.011mg/l、南湖で窒素0.32~0.33mg/l、りん0.012~0.014mg/lとなった。

以上のような検討結果から、昭和50年を現状として、昭和60年時における窒素、りんの目標（中央部表層の年平均値）を、北湖中央部では窒素0.25mg/l、りん0.010mg/l、南湖中央部では窒素0.30mg/l、りん0.015mg/lとした。

5.4 琵琶湖条例の水質に対する効果

この条例によるりん含有洗剤追放の河川水質に対する影響は大きく、汚濁が進んでいた南湖の河川では顕著にりん濃度が減少した。しかし、図18-14に示したように、琵琶湖のりん濃度の減少に対してはその効果はわずかであった。

5.5 琵琶湖条例の波及効果

この琵琶湖条例制定をきっかけとして、霞ヶ浦がある茨城県を始めとして、日本国内の多くの県、市町村で粉石けん使用推進要綱などが作られ、日本のほとんどの地域で何らかの形で合成洗剤追放の運動が行われることとなった。

一方、洗剤メーカーはその後無りん洗剤を開発し、利便性が粉石けんより優れているため、そのシェアは現在では粉石けんを上回る結果になっている（図18-30）。

また、この条例制定が契機となって、国では昭和56年（1984年）に湖沼水質保全特別措置法が制定され、昭和60年（1985年）には全国の湖沼流域内の工場・事業場排水に対して窒素、りん規制が実施されることになった。

6. 窒素、りんの環境基準

6.1 窒素およびりに係る環境基準の類型指定の考え方

琵琶湖では琵琶湖条例で既に窒素、りんの水質目標が定められていたが、その後、「公害対策基本法」（現在、「環境基本法」）に基づく「水質汚濁に係る環境基準」に湖沼に係る全窒素、全りんの環境基準が追加された（昭和57年、1982年）。これを受けて琵琶湖の窒素、りんの環境基準の類型指定の検討が滋賀県水質審議会で行われることになった（昭和59~60年、1984~85年）。その際に、以下のような考え方にに基づき琵琶湖の環境基準としてII類型（全窒素0.2mg/l、全りん0.001mg/l）が妥当であると判断された¹³⁾。

1) 富栄養化の限界濃度は窒素0.20mg/l、りん0.010mg/lであると考えられ、琵琶湖の富栄養化防止という観点からみれば、この程度に維持されることが妥当であると考えられた。また、この濃度であれば、利水上の影響、障害もあまり問題にならない程度であるものと思われた。琵琶湖の水を上水として利用する場合に、通常の浄水操作により供給するためには、水道2級の水質が維持されなくてはならない。

2) 琵琶湖の水産において最も重要な魚類はアユであるが、このアユの生息にとっては水産1種の水質が保たれることが必要である。

②経年変化

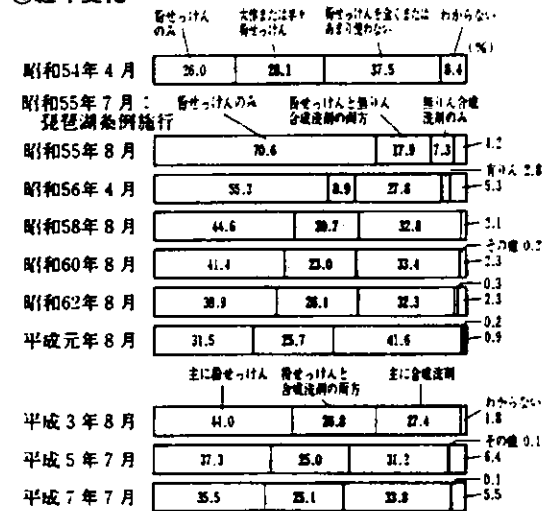


図18-30 滋賀県における洗剤の使用状況²⁾

3) 琵琶湖が良好な水泳場として利用されるためには、Ⅱ類型に保たれるべきであり、窒素0.20mg/l、りん0.010mg/l維持されることが必要である。

4) 環境基準のあてはめを検討していた当時の窒素、りん濃度は、Ⅱ～Ⅲ類型の間に位置しており、その時には経年的に濃度がやや低下する傾向がみられていたことから、Ⅱ類型にあてはめることが妥当と考えられた。

5) 検討当時の現状水質より悪化させない（非悪化原則）。

6. 2 窒素およびりんに係る環境基準点設定の考え方

また、琵琶湖の窒素、りん濃度のモニタリングを行うための環境基準点は下記の考えに基づき設定された¹³⁾。

1) 窒素およびりんに係る環境基準の達成状況は、湖沼の平均的な水質によって判断するのが適当である。そのため、環境基準点は原則として湖沼の中央部に設けるものとされている。

2) 琵琶湖における水質の水平分布を把握するため47定点での詳細調査を行い、その結果から水質の代表点としては、北湖については、今津－長浜中央、安曇川－彦根中央、南比良－長命寺中央の3地点が、また南湖については、唐崎－伊佐々川中央の1地点が、琵琶湖水質を代表する地点として妥当であると判断された。

以上の基準点の設定方法は国の指針に基づくものであるが、滋賀県としてはこの基準点の他に独自に水質モニタリング地点を設置することとした。それは、琵琶湖は広大であり、その利水状況は広範・多岐にわたっており、また、琵琶湖の自然環境保全の観点からも中央部だけのモニタリングでは十分ではないと考えたためである。そこで、陸域からの汚濁に対して鋭敏な沿岸部の調査点での窒素、りん濃度のモニタリングも併せて行うこととした。また、このような沿岸部でのモニタリングを行うことによって、汚濁発生源を推定し、水質保全施策に結びつけることも可能であると考えた。

6. 3 水質予測モデルによる水質目標達成可能性の検討結果

6. 3. 1 目標達成時期の予測¹³⁾

滋賀県水質審議会では、水質シミュレーションモデルによる検討を行い（モデルの構造は第6章参照）、琵琶湖条例に基づく対策のみを継続した場合は、北湖のりん以外については、Ⅱ類型の窒素・りん環境基準の達成は困難であることを予測した（図18-31）。

Ⅱ類型の環境基準を達成するためには、その当時の対策に加えて、さらに窒素・りんを数十%削減する対策が必要であると予測された。このような予測結果から、最終的にⅡ類型の窒素・りん環境基準を達成するためには、かなりの時間を要するものと考えられた。そこで、段階的に暫定目標を設定しつつ水質の改善を図る必要があると判断した。

6. 3. 2 負荷量削減のために当面検討を要する事項¹³⁾

シミュレーション結果から、琵琶湖条例に基づく対策だけでは窒素、りんの環境基準の達成は困難である

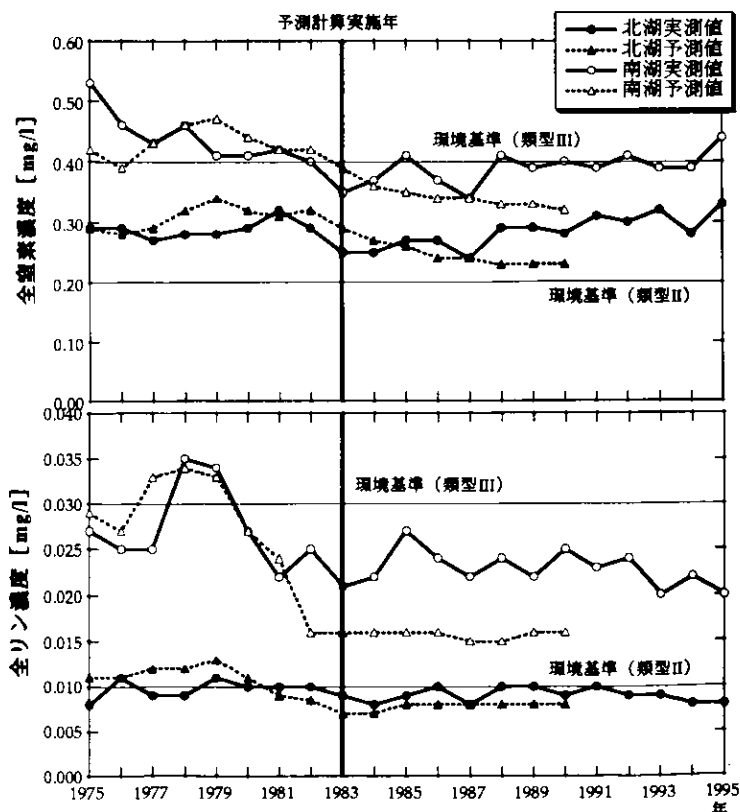


図18-31 水質シミュレーションモデルによる予測結果と実際の水質変化

ことが予測され、さらに効果のある負荷削減対策を検討していかなければならないことが示された。負荷削減のためには当面以下の事項について検討する必要があると考えられた。

- ・下水道整備の積極的な推進
- ・農業集落排水処理施設整備事業の推進
- ・雑排水対策の有効な推進方法の検討
- ・農畜産排水による負荷削減方策の検討
- ・飲食店等未規制事業場からの負荷削減方策の検討
- ・排水基準の適用を受けていない小規模工場等からの負荷削減方策の検討
- ・小規模河川、水路等の堆積物の除去等による琵琶湖への流入汚濁負荷量の削減方策の検討
- ・琵琶湖の底泥からの栄養塩溶出等による負荷量の削減方策の検討
- ・汚濁負荷を減らす生活様式や生産形態の検討、流域での人と水とのかかわり方の見直し
- ・流域での人間生活のあり方を考えるための材料となる環境保全に関する情報の公開、学校教育、啓発

6. 3. 3 当時の水質予測結果の妥当性

図18-31に昭和58年（1983年）時点で予測した水質とその後の実測水質を示した。予測値と実測値では明らかに異なるトレンドを示し、当時のシミュレーション計算に問題があったことを示している。なぜこのようなくい違いが生じてきたのかを客観的に分析し、今後のモデル開発およびモデルパラメータの設定の改良に行かしていく必要がある。

7. 琵琶湖の富栄養化防止対策

現在、琵琶湖の富栄養化対策は、湖沼水質保全特別措置法に基づく湖沼水質保全計画として総括的にまとめられている。その概要は図18-32に示すとおりである。湖沼水質の改善には長期間を要するため、湖沼水質保全計画では5年毎（第1期：1986～90年、第2期：1991～95年、第3期：1996～2000年）に目標を定め、漸次、その目標達成に向けて計画をたて、対策を実施していくことになっている。

7. 1 生活排水対策

生活系の負荷削減対策として滋賀県では、窒素・りん除去可能な高度処理終末処理場を備えた公共下水道の整備に最も力を入れている。平成7年（1995年）における滋賀県総人口に占める下水道処理人口の比率は31.8%であり、農村下水道は4.8%、合併処理浄化槽は9.3%、単独処理浄化槽は13.4%、し尿くみ取りは37.0%、自家処理が3.6%となっている⁹⁾。下水道建設は管渠敷設工事に時間と費用がかかるため、なかなか普及率が上がらないのが現状である。

農村部の集落では、農村集落排水処理施設（農村下水道）が建設されている。この施設が整備された箇所は平成9年（1997年）3月で195地区になっている。この施設での窒素、りん除去率は、公共下水道に比べると低いが、小型の合併処理浄化槽に比べると高く、最近では技術の進歩によって徐々に除去率が高くなってきている。また、一般に工場排水の流入がないため、汚泥をコンポスト化し農地還元等を行うことも可能であり、農村部には適した処理方法といえる。しかし、実際にはコンポスト化には多額のコストがかかるため、汚泥のコンポスト化を実施しているのは滋賀県内ではびわ町のみである（平成9年、1997年時点）。

合併処理浄化槽は、単独処理浄化槽に比べ有機物の除去率が高い点で優れているが、現時点ではまだ窒素、りんを低コストで除去する技術は確立されておらず、富栄養化防止の観点では不十分な処理装置である。しかし、これまで垂れ流していた雑排水を処理するという面では、BODやCODの負荷削減に結びつくことは確かであり、滋賀県では平成9年（1997年）に合併処理浄化槽の設置を促進する条例を施行した。この条例によって下水道計画区域以外の地域、および、下水道計画区域であっても下水道整備が長期間期待できない地域では、家を新築あるいはトイレを水洗化する場合には合併処理浄化槽の設置が義務づけられた。

くみ取り便所にし尿を貯め、定期的にバキュームカーで収集・運搬し、し尿処理施設で処理するという方法は、日本独自の処理方式であるが、し尿処理施設の窒素、りん除去技術の進歩によって高い

琵琶湖水質保全計画の体系

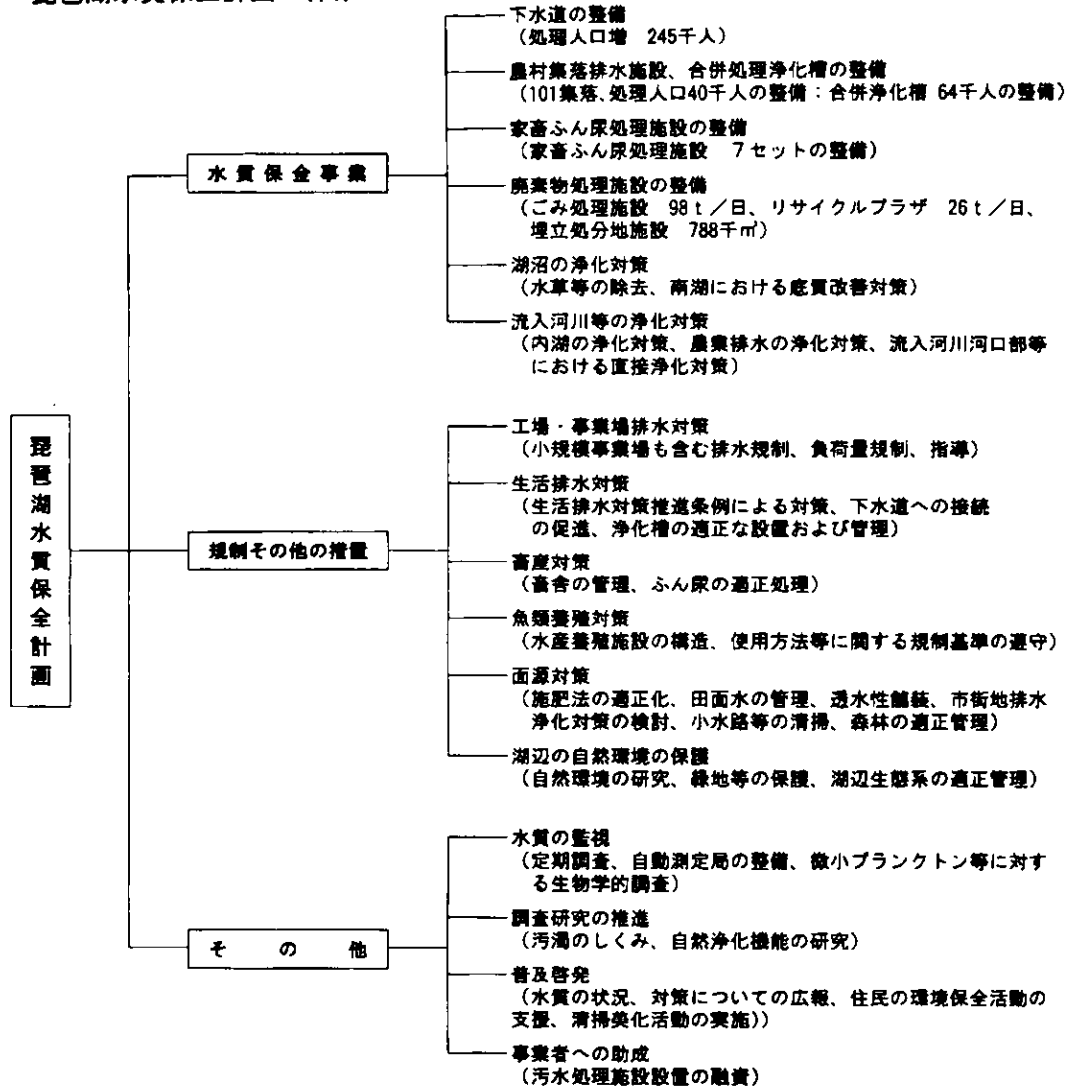


図18-32 琵琶湖水質保全計画の概要¹⁴⁾

除去率が実現されており、生活面では多少不便（不快）であるが、富栄養化防止の観点では、優れたし尿処理形態である。しかし、現実にはトイレの水洗化を希望する人が多く、下水道が当面整備される見込みのない地域ではし尿処理浄化槽に変更するケースが多い。

生活排水対策としてはこれらの他に、各家庭でできる取り組みがある。例えば、水の節水、フィルターによる調理くずの台所での捕捉、食用油の適切な処理、洗剤の適正な使用などである。これらの取り組みは県民それぞれの意識に委ねられており、行政はパンプレットの配布、自治会での取り組みの支援等を通して広報・啓発活動を行っている。

7.2 窒素、りん排水規制

7.2.1 排水基準と規制対象規模

工場、事業場の排水に対する滋賀県の規制基準を表18-4に示す⁹⁾。滋賀県では上乘せ条例により国が定めた基準より厳しくしている。また、国では規制対象となる排水量規模を50m³/日としているが、滋賀県では10m³/日以上とし、小規模排水事業場に対しても規制を行っている（平成8年、1996年7月施行）。この小規模排水事業場対策の策定の経緯を以下に示す^{15)~18)}。

7.2.2 規制対象とする事業場の排水量規模の根拠

水質汚濁防止法の総量規制地域において、汚水・廃水等の処理方法などを報告させる対象とされて

いる小規模事業場の排水量規模が10m³/日相当とされていることや、これまで滋賀県では処理対象人員51人（概ね排水量10m³/日）を超える開発が行われる場合には合併処理浄化槽の設置を指導してきたことなど生活排水対策との均衡を考慮し、排水基準を適用すべき小規模排水事業場の規模を日平均排水量10m³/日とした。

ただし、すべての事業場が規制対象となるのではなく、特定施設として指定された施設が設置されている事業場（特定事業場）のみが規制対象となる。例えば、養魚場や公衆浴場などは特定施設に指定されていないため排水量の大小に関わらず規制対象とはならない。また、床面積が法律で定められた規模より小さい飲食店は、排水量が実際には大きくても規制対象とはならない。

図18-33に排水量規模別特定事業場の内訳を示したが、規制対象排水量のすそ下げ（30から10m³/日へ）、および、規制対象となる特定施設の追加（飲食店、病院、し尿浄化槽等の規制対象規模の拡大）を行った結果、新たに特定事業場となった事業場は1627施設であり全体の事業場数に占める割合は37.4%である。一方、特定事業場の排水量の内訳をみると、10～30m³/日の小規模事業場からの排水量が全体の排水量に占める割合は小さい。

7. 2. 3 排水基準設定にあたっての基本的考え方

(1) 既設、新設の区分

既設事業場に対しては、二次処理相当程度の施設で処理した場合の基準を設定し、新設事業場に対しては、新たな汚濁負荷の増加を抑制する観点からより厳しい基準とした。なお、上乘せ排水基準値は、いかなる時点でも基準値を超えることを認めない最大値規制を原則とした。

(2) 製造業に係る排水基準

原則として、業種ごとの排水特性に応じた処理施設を設置させるものとし、排水基準は業種別の排水処理の実態に基づき設定された。既設の事業場の排水基準は、業種別の平均的な処理水質を算定し、この値から最大値を推定して基準値とした。この換算は、水質汚濁防止法の一律基準における日間平均値と最大値の比を参考にし、COD、BODについては、平均値の1.25～1.5倍、窒素、りんについては、平均値の2倍とした。また、新設の事業場については、窒素については、処理前の平均的な原水濃度に対して50%の除去が可能であるとみなし、りんについては、安定した処理濃度が1mg/lとな

表18-4 滋賀県における排水基準（単位：mg/l）⁹⁾

業種区分	排水量m ³ /日	BOD		COD		SS	窒素含有量	りん含有量	
		既設	新設	既設	新設				
製造業	食料品製造業	10～30	100	60	100	60	90		
		30～50	70	50	70	50	90		
		50～1000	50	40	50	40	70		
		1000以上	40	30	40	30	70		
	弁当製造業	10～30	90	30	90	30	90		
		30～50	70	30	70	30	90		
		50～1000	50	30	50	30	70		
		1000以上	40	30	40	30	70		
	織造業	10～30	80	60	80	60	90		
		30～50	60	50	60	50	90		
		50～1000	50	40	50	40	70		
		1000以上	40	30	40	30	70		
化学工業	10～30	70	40	70	40	90			
	30～50	40	30	40	30	90			
	50～1000	30	20	30	20	70			
	1000以上	20	15	20	15	70			
ゼラチン製造業	10～30	70	40	70	40	90			
	30～50	50	40	50	40	90			
	50～1000	40	30	40	30	70			
	1000以上	30	20	30	20	70			
その他の製造業	10～30	70	40	70	40	90			
	30～50	40	30	40	30	90			
	50～1000	30	20	30	20	70			
	1000以上	20	15	20	15	70			
その他の施設等	畜産施設	10以上	120	120	120	120	150		
		し尿処理施設	10以上	30	20	30	20	70	
	下水道終末処理施設	10以上	20	20	20	20	70		
		10以上	60	20	60	20	60		
	し尿浄化槽	51人～100人	30	20	30	20	60		
		101人～200人	30	20	30	20	60		
		201人～500人	20	20	20	20	60		
		501人以上	20	20	20	20	60		
		10～30	90	30	90	30	90		
	その他の事業場	30～50	70	30	70	30	90		
		50～1000	50	30	50	30	70		
		1000以上	40	30	40	30	70		
10～30		60	45	8	6				
畜産施設	10以上	80	45	25	15				
	し尿処理施設	10以上	20	10	2	1			
	下水道終末処理施設	10～3000	20	20	1	0.5			
		3000以上	20	15	1	0.5			
し尿浄化槽	10以上	60	45	8	6				
	51人～100人	60	40	8	5				
	101人～200人	60	40	8	5				
	201人～500人	60	40	8	5				
	501人以上	25	20	5	5				
その他の事業場	10～30	60	45	8	6				
	30～50	30	25	5	4				
	50～1000	25	20	5	3				
	1000以上	20	20	3	2				

備考：基準値は最大値。ただし、し尿処理施設、下水道終末処理施設、し尿浄化槽は日間平均値。

る施設を前提として処理水質を求め、それを最大値に換算して基準値とした。

(3) サービス業に係る排水基準

飲食店、旅館などのサービス業では、新設の事業場の場合は基本的にBOD20mg/l構造の合併処理浄化槽で排水処理させるものとして、その処理水平均濃度の1.5倍を排水基準とした。また、既設の事業所の場合は、BOD60mg/l構造以上の性能の合併処理浄化槽で処理されていることを想定し、その処理水平均濃度の1.5倍を基準値とした。

7.2.4 小規模排水事業場の規制による負荷削減見込み量

小規模排水事業場に係る規制の拡大によって見込まれる負荷削減量の琵琶湖流入全負荷量に対する割合は、CODで5%、窒素で1%、りんで2%程度と見込まれ、全体の負荷量に対する割合としては小さい。しかし、残された負荷削減対策の中では大きいものであり、地域的な水環境の改善にとっては効果があるものと考えられた。また、この規制によって下水道への接続が促進されるという副次的効果もあると考えられる。

7.2.5 排水処理施設改善のための低利融資制度

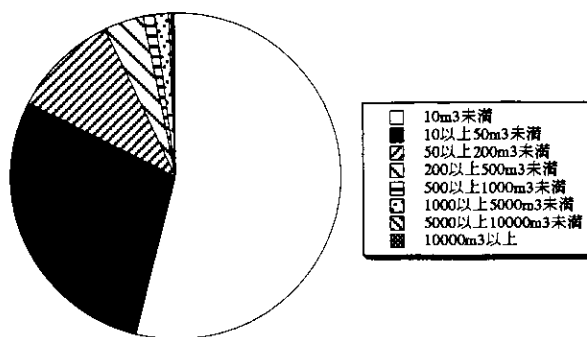
小規模排水事業場には、経営規模が小さく、直ちに排水基準に適合するための排水処理施設改善を求めることが困難な場合も多いと予想されることから、排水基準の適用に際しては、改善猶予期間の設定や資金的な支援などの配慮が必要である。そのため滋賀県では処理施設改善のための時限的な低利融資制度を新たに設けている。また、行政によるきめ細かな現場指導を徹底し、事業者が事前に対応措置を講じられるよう支援している。

参考に、滋賀県の調査では、小規模事業場の排水処理設備費は、1m³当たり70~150万円程度であり、10m³/日の処理能力の施設ではおよそ1500万円の設備費となっている。また、電気代、汚泥処理費等の維持管理費は、1月当たり8~15万円となっている。1500万円の融資を受けた場合の返済金は(15年償還、無利子として)は1月当たり約8万円であるので、1月当たりの負担金は維持管理費を合わせると16~23万円程度になる。

7.3 公害防止協定

公害防止協定は、企業と住民あるいは市町村との間で、法とは別に、排水基準の強化や立入調査権等を規定した協定書を取り交わし、公害防止を図っていく方法である。この方法は法律の対象となっていない事項に対する規制や立入検査の権限がない市町村にとっては有効であり、昭和39年の横浜市での事例を最初として、全国的に普及した。滋賀県における公害防止協定は、**図18-34**に示すように、昭和48年(1973年)をピーク(230件)として、その前後に多数締結されている。

規模別特定事業場数の内訳
(総事業所数5,897)



規模別排水量の内訳
(総排水量1,121,690m³/日)

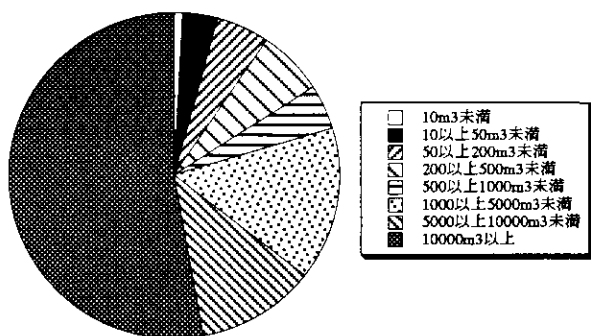


図18-33 滋賀県における特定事業場の数と規模
(平成9年3月)⁹⁾

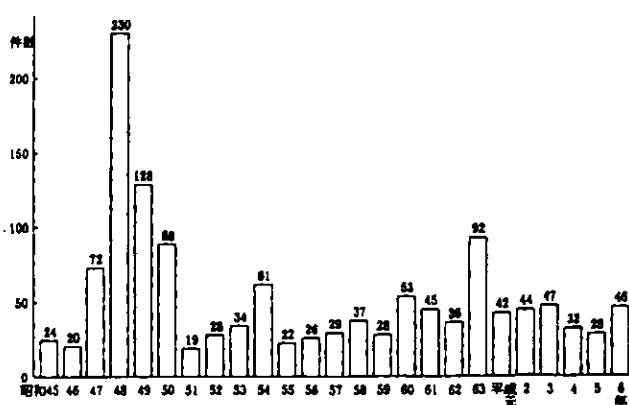


図18-34 公害防止協定の新規締結件数の推移¹⁹⁾

公害防止協定の形式は、協定書と覚え書きからなっているのが一般的で、協定書には立ち入り調査権、操業停止命令、損害賠償等の各企業に共通する条項を規定し、覚え書きでは、各企業別に水質・大気などの具体的な基準値を定めている。その内容は、基準値については公害法令より厳しい値を、基準項目については、公害関連法令に含まれていない項目で、その地域で公害問題を引き起こしている項目が含まれている場合が多い。協定締結の時期は立地時と操業開始以降とに分けられるが、後者の方が多い。

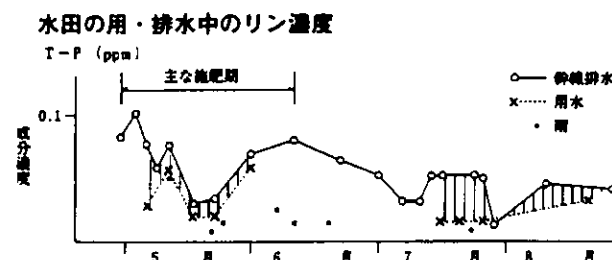
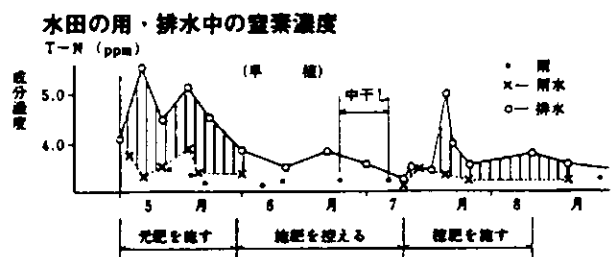
このような協定は企業にとっては一見メリットが少ないように思えるが、次のような効果があったことが企業から報告されている³⁾。

- (1) 行政との対話生まれ、お互いの理解ができるようになった。
- (2) 地域住民の信頼が得られるようになった。
- (3) 行政が紛争の窓口になってくれることもある。
- (4) 廃水処理施設の導入等公害防止の設備投資の理由が明確になった。
- (5) 従業員の公害防止意識が向上した。

7.4 農業系負荷対策

水田や畑からの汚濁負荷は面源負荷（ノンポイントソース）と呼ばれるが、この面源負荷については、まだデータの蓄積が少なく、その経年変化や湖沼水質への影響はよくわかっていないのが現状である¹⁾。

琵琶湖では昭和52年（1977年）5月に大規模な赤潮が発生し、これを契機として琵琶湖条例の制定が一気に進められることになったが、一方では、この年以降毎年発生を繰り返す赤潮の原因究明のための調査研究が続けられ、昭和56年（1981年）に提出された「琵琶湖プランクトン異常発生調査団」（代表・門田元京大教授）の報告書では農業排水もその原因の一つとして可能性があることが指摘されている²⁾。琵琶湖での赤潮の発生時期は4月下旬から6月初旬にかけてであるが⁸⁾、4月下旬から5月初旬にかけて県内の水田では一斉に代かき・田植えが行われ、それに伴い栄養塩が流出する（図18-35）。



〔「クリーン&リサイクリング農業」滋賀県より〕

図18-35 水田の用排水中の窒素、りん濃度の季節変化²⁾

その栄養塩流出と水温上昇が相乗作用と

なって赤潮の発生を促している可能性が考えられる。水田は江戸時代以前からあったのになぜ最近になって赤潮が発生するようになったのかという疑問があるが、これには圃場整備に伴う用・排水分離、用水供給のパイプライン化、排水路の直線化・コンクリート化が影響しているのではないと思われる。ただし、赤潮の発生には農業の影響だけでなく集水域の人口増加や産業発展にともなう栄養塩負荷量の増加が影響していることも否定できない。

滋賀県では、琵琶湖条例の制定を受けて農業からの汚濁負荷量の削減を図るため「クリーン&リサイクル農業」が農林水産部によって推進されてきた。その内容は下記のようなものである²⁾。

- 1) 施肥量の削減……元肥重点施肥から追肥重点施肥へ
- 2) 施肥方法の改良……全層施肥の普及、施肥田植機の普及
- 3) 土壌管理の適正化
- 4) 水管理の適正化……かけ流しの抑制
- 5) 代かき時の濁水流出防止

施肥量の削減については、この施策によって1割削減されたとしている。また、平成8年度には新しく「みずずまし構想」という農業系負荷削減計画が策定され事業が開始されつつある²²⁾。この構想では、水質および生態系の保全を考慮した農業の方向性を打ち出しており、次のような施策に重点が置かれている。

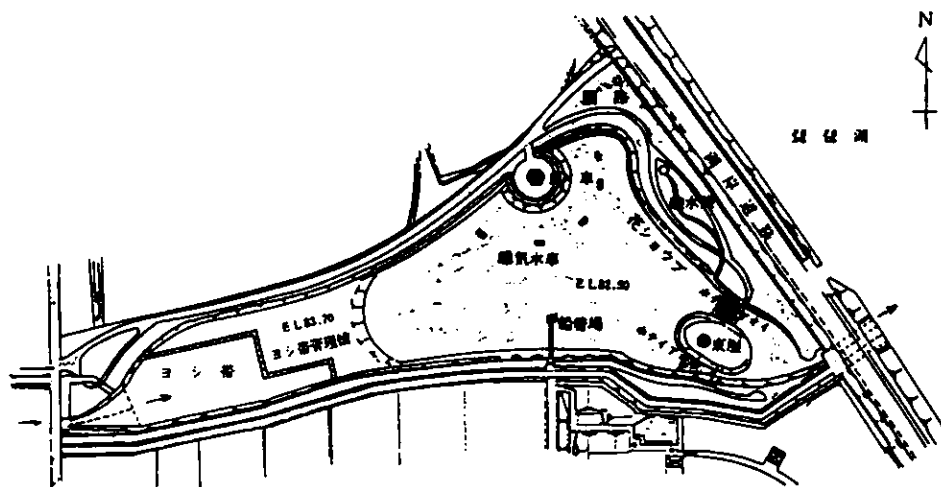


図18-36 水質浄化もねらった整備内湖の例（新旭町菅沼）¹³⁾

1) 琵琶湖の水質保全および生態系保全に結びつく対策を積極的に実施する。特に、自然浄化機能を利用した浄化方法を積極的に取り入れる。例えば、逆水かんがい区域での循環かんがいの促進、農業用水の反復利用の促進、内湖・ため池・湿地の整備、造成による水質浄化の促進など。

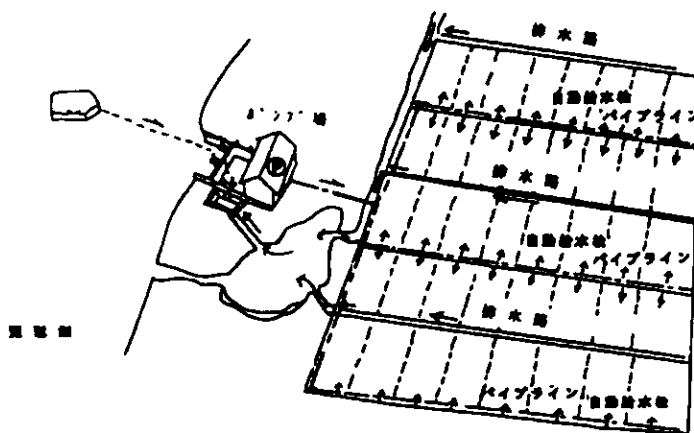


図18-37 循環かんがい施設の概観²⁴⁾

2) 対象地域の自然環境（生態系）に調和した対策を実施する。例えば、ため池、湿地等を利用した水質浄化。

3) 対象地域の社会環境（景観、歴史、住民の要望等）に調和した対策を実施する。例えば、親水性護岸の農業用排水路

4) 地域の住民、農家、団体（企業）と行政とが協力して対策に取り組む。例えば、ため池や湿地の維持管理。

5) 水質浄化施設で発生する汚泥等の派生物のリサイクルを図る。

すでに、滋賀県内では内湖を利用した浄化施設（図18-36）や循環灌漑施設（図18-37）がいくつか建設されている。そのうち一部の内湖で水質浄化効果を調査した結果を表18-5に示す。CODでは除去率はマイナスになっているものが多いが、これは内湖で植物プランクトンが増殖しているためと推定される。T-N、T-Pでは除去率はプラスとなっている場合が多いが、いずれにしてもばらつきが大きく、今後さらに調査データを増やし、除去率に及ぼす影響因子について詳しく検討していく必要がある。

7.5 その他の陸域での対策

水路浄化法などの自然浄化機能を利用した浄化施設が最近各地で建設されているが、汚泥の引き抜きや酸素の補給などの維持管理を適正に行わなければ水質浄化は期待できない²⁵⁾。内湖を利用した浄化施設においても、堆積汚泥の定期的浚渫や水生植物の刈り取りなどの維持管理方法の確立、および、維持管理をする人の確保、体制づくりが重要な検討課題であろう。

陸域での水質保全対策として、森林の保全も重要である。森林は栄養塩類を貯蔵する機能を持って

表18-5 内湖における水質測定結果

		COD			SS			T-N			T-P		
		流入	流出	除去率	流入	流出	除去率	流入	流出	除去率	流入	流出	除去率
		(mg/l)	(mg/l)	(%)	(mg/l)	(mg/l)	(%)	(mg/l)	(mg/l)	(%)	(mg/l)	(mg/l)	(%)
貫川内湖	代かき期	6.97	5.53	20.7	44.37	16.50	62.8	1.28	1.14	9.5	0.20	0.16	20.0
	普通期	3.40	3.50	-2.9	8.07	3.73	53.8	0.80	0.68	15.0	0.08	0.04	33.3
	弃湖期	2.50	3.20	-28.0	9.00	5.43	39.7	0.70	0.57	18.8	0.04	0.04	0.0
	平均	4.29	4.08	-3.4	20.48	8.55	52.1	0.92	0.80	14.4	0.10	0.08	17.8
曹湖	代かき期	4.35	4.48	-3.0	16.35	10.73	34.4	0.84	0.81	3.8	0.13	0.11	15.4
	普通期	3.25	4.43	-36.3	8.92	8.85	1.0	0.65	0.65	0.0	0.11	0.10	9.1
	弃湖期	2.03	3.23	-59.1	3.70	11.28	-204.9	0.61	0.61	0.0	0.08	0.10	-66.7
	平均	3.21	4.05	-32.8	8.99	9.82	-56.5	0.70	0.69	1.2	0.10	0.10	-14.1
野田沼	代かき期	3.43	4.20	-22.4	33.55	18.03	52.2	1.01	0.73	27.7	0.25	0.14	44.0
	普通期	3.64	4.66	-21.4	11.58	11.28	2.8	0.95	0.87	8.4	0.25	0.17	32.0
	弃湖期	2.00	2.50	-25.0	4.48	8.65	-93.1	0.79	0.62	21.5	0.14	0.12	14.3
	平均	3.09	3.79	-22.9	16.54	11.99	-12.8	0.92	0.74	19.2	0.21	0.14	30.1

(備考) (1) 月一回程度の調査の平均値。流入流出口が複数の場合はその平均値。

(2) 曹湖 (1986-90年度の5年間の平均値)

(3) 貫川内湖 (1988-90年度の3年間の平均値)

(4) 野田沼 (1992,91年度の2年間の平均値)

(出典) 滋賀県農村整備課資料。一部改変。

おり、森林を保全することは琵琶湖への栄養塩の流出量を少なくすることに結びつくと考えられる。

7.6 湖岸、湖内での対策

7.6.1 南湖水質改善事業

アオコの発生などの水質の悪化が著しい琵琶湖の南湖について、水質改善対策の検討、実施にあたり必要なデータを得るために、昭和63年(1988年)から南湖を対象に底質の状況、水の華、水質等の詳細な調査を行うとともに、底泥浚渫による底質改善、ヨシ原を利用した水質浄化事業等の各種パイロット事業を行い、その実施可能性や効果を検討している。

これらのパイロット事業の効果はまだ十分にわかっていないが、底泥を浚渫した後覆砂した場合は底泥からの窒素、リンの溶出は抑えられる結果が出ている²⁶⁾。ヨシ原の浄化効果については実験規模では良い結果が得られているが²⁷⁾、現場での効果を評価できるだけのデータがまだ揃っていない。ため池を利用した雨天時流出水の滞留実験では、データのバラツキが大きい、滞留時間を1日以上にすれば、T-Pについては20~40%程度除去できる結果が得られている。T-Nや溶存態栄養塩については、滞留時間を60時間程度にしても除去は難しいという結果が得られている²⁸⁾。

7.6.2 ヨシ群落保全条例

ヨシ帯は、自然景観の維持、魚類・鳥類の生息場所、湖岸の浸食防止、水質保全等多様

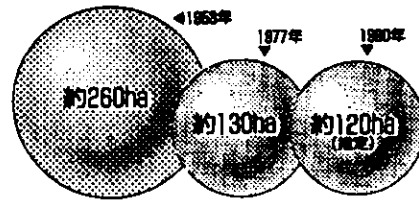


図18-38 ヨシ帯の面積の推移²⁾

ヨシ群落保全区域指定概略図

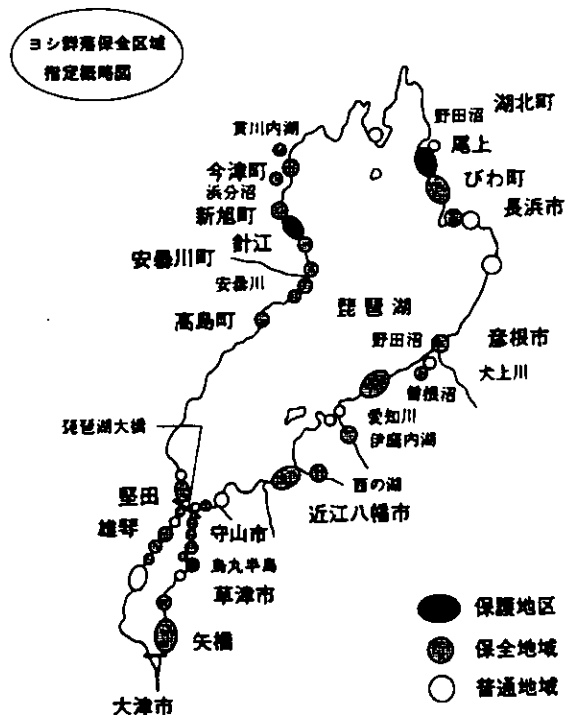


図18-39 ヨシ群落保全条例によるヨシ群落の保全・保護区域²⁹⁾

な機能を有し、豊かな生物相を育み、琵琶湖の環境保全に大きな役割を果たしている。しかし、内湖の埋め立てや湖岸堤の建設によってヨシ群落の面積は減少している（図18-38）。そこで、このような多様な機能を持つヨシ群落を保全するために平成4年（1992年）に「滋賀県琵琶湖のヨシ群落の保全に関する条例」が施行された。

条例では、ヨシ、マコモ、ウキヤガラ、ガマ等の抽水植物とヤナギ類が一体となったものをヨシ群落と定義し、「ヨシを守る」、「ヨシを育てる」、「ヨシを活用する」の3本の柱をその内容としている（29）。

「ヨシを守る」では、琵琶湖や内湖で保全が必要な場所を「ヨシ群落保全区域」に指定しヨシ群落の保全を図る（図18-39）。「ヨシを育てる」では、ヨシ群落の保全およびヨシの増殖のために、ヨシの刈り取りや、消波柵の設置、植栽等を行う。「ヨシを活用する」では、刈り取ったヨシの商品化などの有効利用方法の研究を進め、また、ヨシ群落を利用した環境学習や自然観察会を実施するなどして広く県民にヨシ群落の必要性を啓発していく。

ヨシ原の水質浄化能力については、まだ十分に明らかにされていない。滋賀県水産試験場が現場調査を実施し、その結果をもとにシミュレーションでヨシ帯の浄化能力を評価した結果³⁰⁾によると、窒素の浄化能力が約58 mg/m²/day、リンの浄化能力が約3 mg/m²/dayと見積っている。琵琶湖全体の抽水植物群落の面積を126ha³¹⁾とすると、琵琶湖全体での浄化能力は窒素で73 kg/day、リンで3.8 kg/dayとなる。琵琶湖に流入する総負荷量（1990年推算）は窒素で24.1 t/day、リンで1.7 t/dayであることから、これに対するヨシ等の抽水植物帯による浄化量は、窒素で0.3%、リンで0.2%になる。量的には小さい結果になったが、ヨシ帯の水質浄化機能については、まだ、データの蓄積が不十分であり、さらに調査・研究が必要である。また、ヨシ帯等の水生植物群落は、魚や鳥類など多様な生物を養う機能を持つといわれており、水質浄化機能だけでなくそのような生態系保全機能の評価も重要である。最近の研究でヨシ帯の内部では動物プランクトンの現存量が多く、また、それを餌とするニゴロブナの生育にとって好条件であることが明らかにされている³²⁾。

7.7 その他の対策

7.7.1 調査研究の促進

琵琶湖の水質保全対策を考えるためには、湖内の水質、生物、底質、流況等の自然環境および集水域の自然、社会環境に関する基礎的なデータを蓄積していくことが、非常に大切である。このため、琵琶湖研究所、琵琶湖博物館、衛生環境センター、農業試験場、水産試験場、滋賀県立大学等の試験研究機関で多方面の調査研究が行われている。また、各機関の研究内容の調整や協力を図るため、試験研究機関連絡会議が年2回程度開かれている。

琵琶湖総合開発が進められる中で自然科学及び人文・社会科学を含めた多面的視点から環境保全施策のあり方を総合的に考えるシンクタンク的な機関として琵琶湖研究所が昭和57年（1982年）に設立された。この研究所は琵琶湖に関する情報を一括して収集整理し、琵琶湖に関する情報及び研究成果を行政および一般県民に提供する役割を担っている。その後、滋賀県立大学や琵琶湖博物館が設置され、現在はそれらの機関で共同してその役割を担う形になってきている。

7.7.2 研究成果情報の普及

琵琶湖博物館等の試験研究機関では、セミナー、講演会、研究会等を一般市民を対象に実施しており、研究成果を市民に還元するよう努めている。また、各機関では定期的にニュース、パンフレットを作成、配布し、情報の普及に努めている。

7.7.3 環境教育、環境学習の促進

小学生、中学生、高校生を対象とした琵琶湖の環境に関する副読本を発行し環境教育の教材としている。また、船を活用した学習会や水辺での自然観察会など各種イベントを企画し、環境学習の場を提供している。

7.7.4 行政機構改革

平成9年度（1997年度）から、滋賀県では行政機構改革を行い、環境に関わる部局を統合し「琵琶湖環境部」を創設した。この部は、従来の環境担当部局と下水道担当部局と森林管理担当部局を統合

した部である。農業・水産や水道・衛生関連の環境部局は統合されなかったが、琵琶湖での環境保全施策を効率よく実行していく上で、このような行政機構改革は有効と考えられる。

8. 琵琶湖の水質改善に向けての課題

琵琶湖では、これまで述べたように湖沼水質保全計画に基づき下水道の整備を始めとして様々な対策が実施されてきた。しかし、水質の改善状況は芳しくない。この原因としては、次のようなことが考えられよう。

- (1) 農業等の面源負荷量の算定値が過小評価になっている可能性が高く、点源負荷量が多少削減されたとしても総流入負荷量の変化が小さい可能性があること。
- (2) し尿くみ取りからし尿浄化槽（単独または合併処理）への移行に伴い窒素、りんの入力負荷量が増加している可能性があること。
- (3) ライフスタイルの変化により生活系の負荷量原単位が増加している可能性があること。
- (4) 琵琶湖のように容積の大きい湖沼では、滞留時間が長く（約5年）、流入負荷量の変化が即座には湖沼の水質変化に現れにくいこと。
- (5) 底泥堆積物からの栄養塩溶出に伴う負荷量は、集水域からの流入負荷量が減少したとしても即座には減少しない可能性があること。

このような点についてもさらに科学的分析を進める必要がある。

一方、琵琶湖周辺での人口増加や産業発展が著しい中、水質はそれほど悪化していないと解釈することもできる。このような視点で見ると、これまで実施してきた対策はある程度効果が発揮されていることも事実である。

いずれにしても、水質保全計画でこれまでに実施されてきた排水規制を始めとする法的規制、下水道整備事業、合併処理浄化槽の普及、雑排水対策としての水路浄化施設の建設、湖岸のヨシ帯の保全等の様々な対策の湖沼水質への影響や負荷削減に対する効果を科学的に再度評価し直す必要がある。今後、より効果的な事業を展開していくためには、これまでの経験とデータを有効に活用し科学的分析に基づき効果的対策を見い出していくことが大切である。

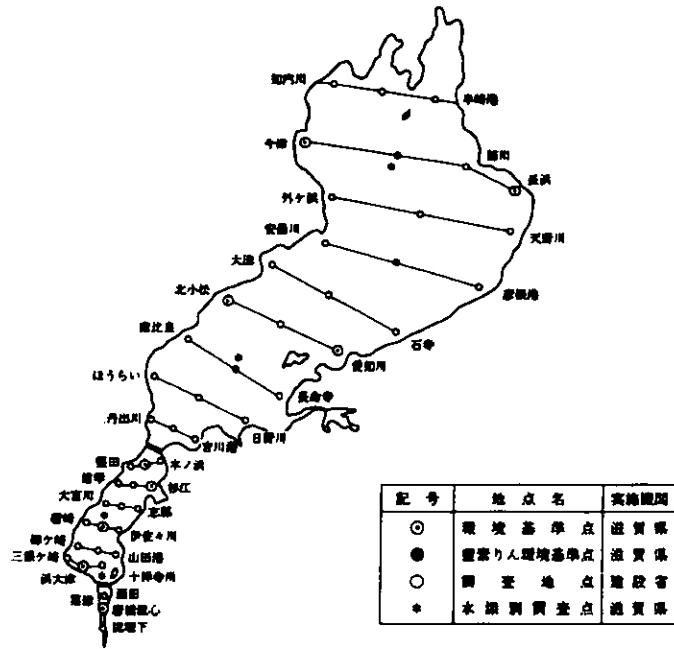
引用文献

- 1) 琵琶湖・淀川水質保全機構（1995）琵琶湖・淀川の水質保全。
- 2) 滋賀県教育委員会、滋賀県生活環境部編集（1997）琵琶湖と自然（四訂版）。
- 3) 国際協力事業団国際協力総合研修所、国際湖沼環境委員会（1990）湖沼環境保全対策および適正技術に関する調査研究。
- 4) 滋賀県（1982）琵琶湖総合開発100問。
- 5) 滋賀県（1997）琵琶湖総合保全整備計画の在り方、平成9年3月。
- 6) 建設省近畿地方建設局琵琶湖工事事務所、水資源開発公団琵琶湖開発総合管理所（1996）水のめぐみ館「アクア琵琶」パンフレット。
- 7) 滋賀県琵琶湖総合開発推進協議会（1995）琵琶湖総合開発。
- 8) 滋賀県琵琶湖環境部（1997）滋賀の環境（平成9年版環境白書の概要）
- 9) 滋賀県（1997）環境白書、平成9年版
- 10) 滋賀県農林部（1980）クリーン&リサイクル農業。
- 11) 大久保卓也（1997）琵琶湖の水質とノンポイント負荷、滋賀県琵琶湖研究所所報、14、16-19。
- 12) 琵琶湖条例の記録編集委員会編集（1983）美しい湖を時代へー琵琶湖条例制定のあゆみとその後ー、ぎょうせい。
- 13) 滋賀県生活環境部（1985）滋賀県水質審議会資料、昭和60年3月。
- 14) 滋賀県生活環境部環境室（1997）滋賀の環境 水質編
- 15) 松居弘吉、深田富美男（1995）琵琶湖流域における小規模排水事業場対策、霞ヶ浦世界湖沼会議資料。

- 1 6) 滋賀県生活環境部 (1992) 滋賀県公害対策審議会水質部会資料、平成4年12月。
- 1 7) 滋賀県生活環境部 (1993) 滋賀県公害対策審議会水質部会資料、平成5年2月。
- 1 8) 滋賀県生活環境部 (1994) 滋賀県公害対策審議会資料、平成6年3月。
- 1 9) 滋賀県 (1996) 平成7年度版環境白書
- 2 0) 琵琶湖・淀川水環境会議編 (1996) よみがえれ琵琶湖・淀川、日経サイエンス社。
- 2 1) 滋賀県生活環境部 (1985) 滋賀県水質審議会資料No.2 (昭和60年3月13日)
- 2 2) 滋賀県農林水産部 (1997) みずずまし構想
- 2 3) 滋賀県農林水産部農村整備課 (1995) 土地改良関連環境保全事業。
- 2 4) 滋賀県農林水産部農村整備課資料 (1996)
- 2 5) 大久保卓也ほか (1995) 数理モデルによる水路浄化法の性能に及ぼす影響因子の検討, 水環境学会誌, 18(2), 121-137.
- 2 6) 鈴木隆夫、森田尚 (1997) 赤野井湾漁場の水質・底質モニタリング調査、平成8年度滋賀県水産試験場事業報告、80-82.
- 2 7) 中川元男ほか (1995) 水性植物による琵琶湖流入河川の浄化実験、環境システム研究、23、382-389.
- 2 8) 滋賀県土木部資料 (1996)
- 2 9) 滋賀県生活環境部環境室 (1994) ヨシ群落保全条例のあらまし。
- 3 0) 日本水産資源保護協会ほか (1996) 湖沼沿岸帯の浄化機能。
- 3 1) 浜端悦治 (1996) 水位低下時に計測された湖岸植生面積、滋賀県琵琶湖研究所所報13。
- 3 2) 藤原公一 (1996) ニゴロブナの発育の場としてのヨシ群落の重要性、第14回琵琶湖研究シンポジウム報告集「農山村地域の生物と生態系保全」。

(資料) 水質測定点 (琵琶湖および流入河川)

琵琶湖・瀬田川水質測定地点図



公共用水域水質調査図

・河川環境基準点及び調査点

