
水草繁茂に係る要因分析等検討会
検討のまとめ

水草繁茂に係る要因分析等検討会

目次

1. はじめに	1
1.1. 水草検討会の設置主旨	1
1.2. 検討会委員等構成	1
1.3. 検討会の実施状況	2
2. 水草繁茂の変遷と現状	3
3. 水草繁茂による悪影響（課題）	4
4. 水草繁茂の要因	6
4.1. 水草繁茂要因のまとめ	6
4.2. 水草繁茂に関する要因の経年変化	10
5. 水草の当面の管理	14
5.1 水草管理の基本的な考え方	14
5.2 水草管理の取組みの方法	14

1. はじめに

1.1. 水草検討会の設置主旨

近年、琵琶湖、特に南湖を中心に水草が大量に繁茂し、自然環境の大きな変化により、住民生活や漁業をはじめとする産業へ著しい支障が生じている。

水草の繁茂状況、繁茂要因などについては、これまで様々な調査検討が行われ、また、これに対する対応も関係機関によりさまざまな観点から行われてきたところであるが、こうした水草の繁茂の影響が近年大きな問題となっていることから、当面（今後5年程度）の対応策を早急に検討する必要がある。

このため、これまでの知見をもとに、学識者により、水草の産業・生活・自然環境へ与える影響、繁茂の要因、水草の当面の管理方法などを早急に評価、検討し、関係機関による当面の対策に活かすことを目的として、滋賀県および国土交通省において水草繁茂に係る要因分析等検討会（以下「検討会」という。）を設置した。

1.2. 検討会委員等構成

区分	所属	役職	氏名	備考
委員	神戸大学大学院	教授	角野 康郎	座長
	滋賀県立大学	准教授	浜端 悦治	副座長
	滋賀県琵琶湖環境科学研究センター	部門長	西野麻知子	
	滋賀県琵琶湖博物館	専門学芸員	芳賀 裕樹	
	三重大学大学院	教授	原田 泰志	
	京都大学防災研究所水資源環境センター	教授	堀 智晴	
幹事	国土交通省近畿地方整備局河川環境課			
	滋賀県琵琶湖環境部琵琶湖再生課			
	滋賀県琵琶湖環境部自然環境保全課			
	滋賀県土木交通部河港課			
	滋賀県農政水産部水産課			
	滋賀県琵琶湖環境科学研究センター			
オブザーバー	滋賀県漁業協同組合連合会			
	(独)水資源機構琵琶湖開発総合管理所			
事務局	滋賀県琵琶湖環境部水政課			
	国土交通省琵琶湖河川事務所			

1.3. 検討会の実施状況

検討会の実施状況を表 1-1 に示した。検討会は 5 回実施され、(1) 琵琶湖における水草繁茂が産業・生活・自然環境に与える影響、(2) 水草の繁茂要因、(3) 水草の当面の管理方法について検討を行った。

表 1-1 水草検討会の実施状況

回次	日時	概要
第 1 回検討会	2008 年 7 月 28 日	(1) 「水草繁茂に係る要因分析等検討会」の設置・進め方等について (2) 琵琶湖（南湖）の水草に係るこれまでの知見について ① 水草の被害状況と評価について ② 水草に対するこれまでの取り組みについて ③ 水草繁茂の要因について (3) 琵琶湖（南湖）における水草繁茂が産業・生活・環境へ与える影響について (4) 水草の繁茂要因について (5) その他
第 2 回検討会	2008 年 8 月 21 日	(1) 水草の現状、被害状況、評価について (2) 水草繁茂の要因について (3) その他
第 3 回検討会	2008 年 9 月 25 日	(1) 水草繁茂要因のまとめについて (2) 水草の功罪のまとめについて (3) 水草対策の実施の整理と評価について (4) その他
第 4 回検討会	2008 年 11 月 12 日	(1) 水草繁茂要因のまとめについて (2) 水草繁茂による悪影響のまとめについて (3) 当面の水草管理について (4) 検討会まとめ（案）について (5) その他
第 5 回検討会	2008 年 12 月 3 日	(1) 検討会のまとめ（案）について (2) その他

※各検討会での資料は別添資料 1 のとおり

2. 水草繁茂の変遷と現状

琵琶湖、特に南湖における水草の繁茂状況については、既存の文献や調査結果から、分布域の減少～回復～大量繁茂までの変遷がある程度把握されている。

1930～50年代の南湖には水草がほぼ中央部まで繁茂し、その面積は20～30 km²程度と推定されているが、南湖の富栄養化が進行した1960年代に南湖中央部を中心に激減した。その後、1990年代前半まで低水準であったが、1994年の湖水以降に増加に転じ、2000年頃では30 km²程度となり、1930～50年代の水準を超えた。2000年以降はさらに増加して南湖全域にまで繁茂を広げ、2002年には40 km²を超えた。2003～2007年は41 km²～44 km²となり、ほぼ横ばいとなっている。南湖全体の水草の現存量は、1936年は3900トン（乾燥重量）だったが1964年には11トンまで減少し、以後1985年までは230～1300トンで推移した（1986年から1994年は観測データなし）。1994年以降は水草の現存量も増加に転じ、1995年に2500トン、2001年に6500トン、2002年以降は約1万トンと過去最大になっている。

琵琶湖の水草は、現在33種程度（車軸藻類含む）が生育していると考えられている（水機構, 2006）。それらの中には琵琶湖・淀川水系の固有種とされるネジレモやサンニンモ、外来種のコカナダモ、オオカナダモ、ハゴロモモ等が含まれる。1936年の調査結果（山口, 1938）によると、この頃の南湖にはネジレモ、コウガイモといったロゼット型や、イバラモといった背丈の高くない水草が多かったと報告されている。その後、1961年に初めて外来種のコカナダモが、1969年にオオカナダモが琵琶湖で確認された（生嶋・蒲谷, 1965、Miura, 1980）。1970年代半ばにはオオカナダモが620トンまで増加し、南湖の水草現存量の93%を占めた（谷水・三浦, 1976）。1990年代にはコカナダモが増加し

（Hamabata, 1997）、水草増加開始直後の1995年には1100トンに達した（滋賀県水産試験場, 1998）。1995年以降はオオカナダモが再び増加し、同時に、在来種であるセンニンモ、クロモ、マツモ、ホザキノフサモも増加した。比較的水草が豊富だった1930年代との比較では、ロゼット型の背の低い水草に代わって、長い茎を持つ背の高い種の増加が目立つ。

※参考文献は、別添資料2のとおり

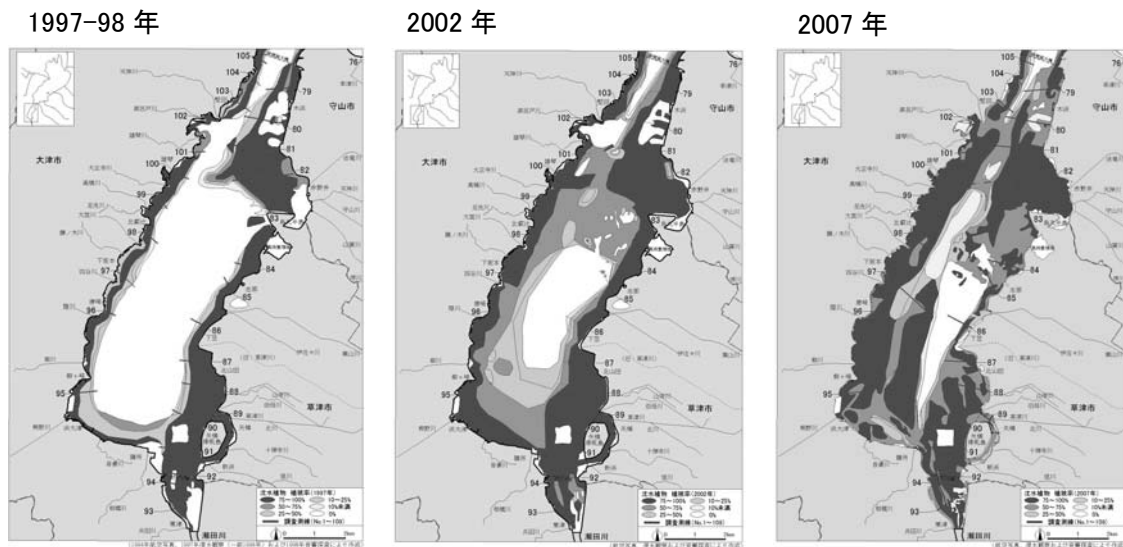
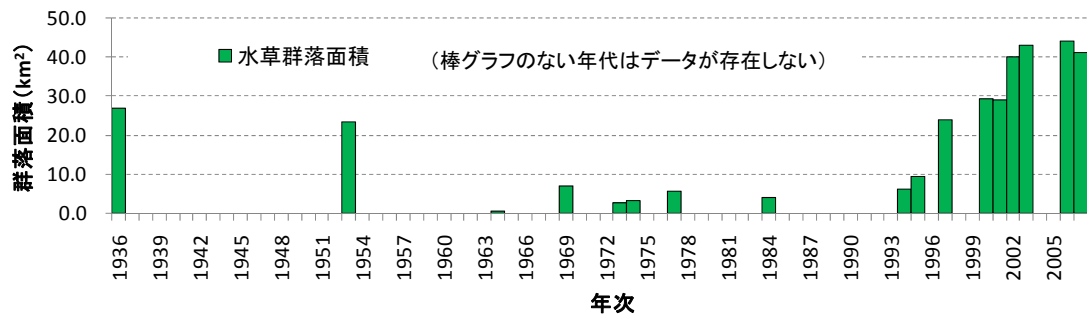


図 2-1 南湖の群落面積の変化（水草分布図は水資源機構調査結果）

3. 水草繁茂による悪影響（課題）

適度な水草繁茂は、魚類等の産卵や発育、生息の場となり、水質の浄化にも寄与するなど、重要な役割を担っている。しかし、現在の南湖における水草の大量繁茂は、従来の自然環境や生態系を大きく変貌させ、また漁業や船舶航行の障害、腐敗に伴う臭気の発生など人間活動にも支障を出しており、様々な形で悪影響が発生して、大きな問題となっている。これまでに指摘された水草繁茂による悪影響を表 3-1 に示した。

なお、水草繁茂による悪影響に関する出典および影響理由、検討会での委員、幹事およびオブザーバーの意見は別添資料 3 に示した。

表 3-1 水草による悪影響のまとめ

影響項目		影響の概要
漁業障害	漁業操業への障害	<ul style="list-style-type: none"> 水草が異常繁茂すると漁船の航行に支障をきたす（夏季） エビタツベや刺網、貝曳き網が操業できない（夏季） 漂流した水草はエリや刺網等に付着し、著しい障害となっている（～秋季）
	漁場の減少（魚類）	<ul style="list-style-type: none"> 水草の大量繁茂により、魚類等の生息空間の物理的減少を招く（夏季～秋季） 水草群落はブルーギル等の隠れ家となる（春季～秋季）
	漁場の減少（貝類）	<ul style="list-style-type: none"> 枯死した水草が堆積した水域では、セタシジミ、ドブガイ等の貝類が生息しにくい環境にある（周年） 水草が障害となって、貝曳き網漁業自体が操業できない（周年）
	漁場環境の悪化	「湖沼環境への悪影響」を参照
船舶の航行障害		<ul style="list-style-type: none"> 水草の吸入やスクリューへの絡まりなどで、エンジン温度の上昇やエンジン停止などが発生する（夏季～秋季）
生活への悪影響	臭気の発生	<ul style="list-style-type: none"> 漂着した水草の腐敗により悪臭が発生する
	景観の悪化	<ul style="list-style-type: none"> 湖岸に漂着・堆積して腐敗した水草が景観を悪化させる 成長した水草が湖面を広く覆う
	琵琶湖疏水・取水施設の機能障害	<ul style="list-style-type: none"> 琵琶湖疏水の藻除け柵に水草（流れ藻・切れ藻）が付着、取水機能が低下化する
	レクリエーション的価値の低下	<ul style="list-style-type: none"> 切れ藻・流れ藻が湖岸に漂着・堆積して腐敗する 成長した水草が湖面を広く覆う
湖沼環境への悪影響	湖底直上の溶存酸素濃度（DO）の低下	<ul style="list-style-type: none"> 水草の現存量が大きな場所では、しばしば底層付近の溶存酸素濃度が低下する
	湖底の泥化の進行	<ul style="list-style-type: none"> 水の疎通が阻害され、微細粒子が沈降して湖底の泥化がすすむ 枯死した水草が堆積し、湖底の腐泥化が起こる
	栄養塩の回帰	<ul style="list-style-type: none"> 枯死分解に伴い環境の悪化と、固定された栄養塩の回帰を招く（秋季～翌夏季）
	湖内水の流通障害	<ul style="list-style-type: none"> 水草の繁茂により湖水が停滞する
	生態系への影響	<ul style="list-style-type: none"> 繁茂しすぎた水草は、ブルーギル等の外来魚の優占に寄与する一方、在来魚の個体数を減少させているおそれがある。セタシジミ、ドブガイ等の二枚貝類については湖底環境の悪化（泥化、貧酸素化）や植物プランクトンの減少によるエサ不足によって、個体数が減少していると考えられる。このように、琵琶湖南湖の生態系は大きく変化し、在来生物の多様性に深刻な影響を及ぼしている可能性がある。

4. 水草繁茂の要因

4.1. 水草繁茂要因のまとめ

南湖における 1990 年代以降の水草大量繁茂の要因は以下のとおりにまとめられる。

1930 年代～1950 年代までの南湖においては、藻刈りや貝曳き漁業が行われ、また水質については人為的な富栄養化は進行せず、透明度は高かったと推察され、良好な環境と適正な人間活動によるバランスの取れた水草の繁茂量であったと考えられる。

1960 年代～1990 年代初期には水草の分布域が減少し、沿岸部に限られていた。この時期には藻刈りや貝曳き漁業が減少する一方で、琵琶湖へ流入する汚濁負荷の増加により琵琶湖の富栄養化が進行し、湖底の泥質化が進んだほか、湖中や湖底への栄養塩の蓄積などが促進され、水草の大量繁茂に至る環境が徐々に形成されていったと考えられる。

このようななか、1992 年に夏期制限水位を定めた瀬田川洗堰操作規則が制定され、これに基づく操作により水草の成長が進む夏季の琵琶湖水位は低く推移するなかで、1994 年 9 月には、少雨により琵琶湖基準水位-123cm に達する記録的な大渇水が発生した。この大渇水に伴い南湖の湖底への光透過量がそれまでの年と比べて著しく増加し（図 4-1）、水草が旺盛に成長したことが翌年以降の水草の分布域の拡大につながったと考えられる。この大渇水の前後では、工事や湖中砂利採取、流入する汚濁負荷等といった水草の繁茂に影響を与える諸条件に大きな変化はないため、今日みられる南湖の水草の分布域の拡大は、1994 年の大渇水が引き金となったと考えるのが妥当である。

1994 年以降、南湖では植物プランクトンの減少と琵琶湖開発事業の終了に伴う濁水の減少により透明度が上昇する中で、水草の分布範囲が徐々に拡大していった。植物プランクトンの減少は、この間、湖水中の栄養塩濃度に大きな変化がないため富栄養化対策の進行だけでは説明できず、水草繁茂そのものが植物プランクトンの減少を引き起こしたと考えるのが妥当である。水草の分布範囲の拡大は、水草が増えることで透明度が上昇して湖底の光条件が向上し、これにより水草の分布がさらに拡大するというスパイラルが形成されたためと考えられる。

また、夏期の低水位が常態化する中、特に 2000 年と 2002 年の夏季には例年に比べ大幅な水位低下に見舞われたこと（図 4-2）なども、水草の分布範囲を拡大させた要因となったと考えられる。

さらに、今日の南湖では、1930 年代～1950 年代に比べて、水草の分布範囲が拡大したのに加えて、単位面積当たりの水草の現存量が多い。これは、1994 年の大渇水以前に富栄養化した状態が長く続いていたことで、湖底の泥質化や底泥への栄養塩の蓄積などが進行し、水草が成長しやすい環境が整っていたためと考えられる。

以上により、現在の南湖における水草の大量繁茂の要因は、瀬田川洗堰操作規則によって夏季の水位が低く維持されたことに加え、少雨による渇水が発生したこと、透明度の上昇に伴う光条件の向上、水質の変化、底質の変化など複合的であると考えられる。

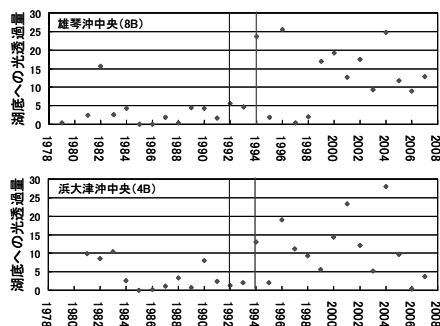


図 4-1 7月の湖底への光透過量の推移
(第2回検討会資料8、図5より)

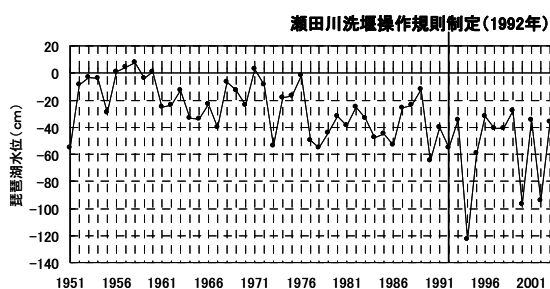


図 4-2 9月の琵琶湖最低水位の推移
(第3回検討会資料6、図2より)

水草繁茂の要因のまとめについて、各要因の関係を示したフローを図4-3～図4-4に示した。また、水草繁茂の要因に関する出典および要因理由、検討会での委員、幹事およびオブザーバーの意見を別添資料4に示した。

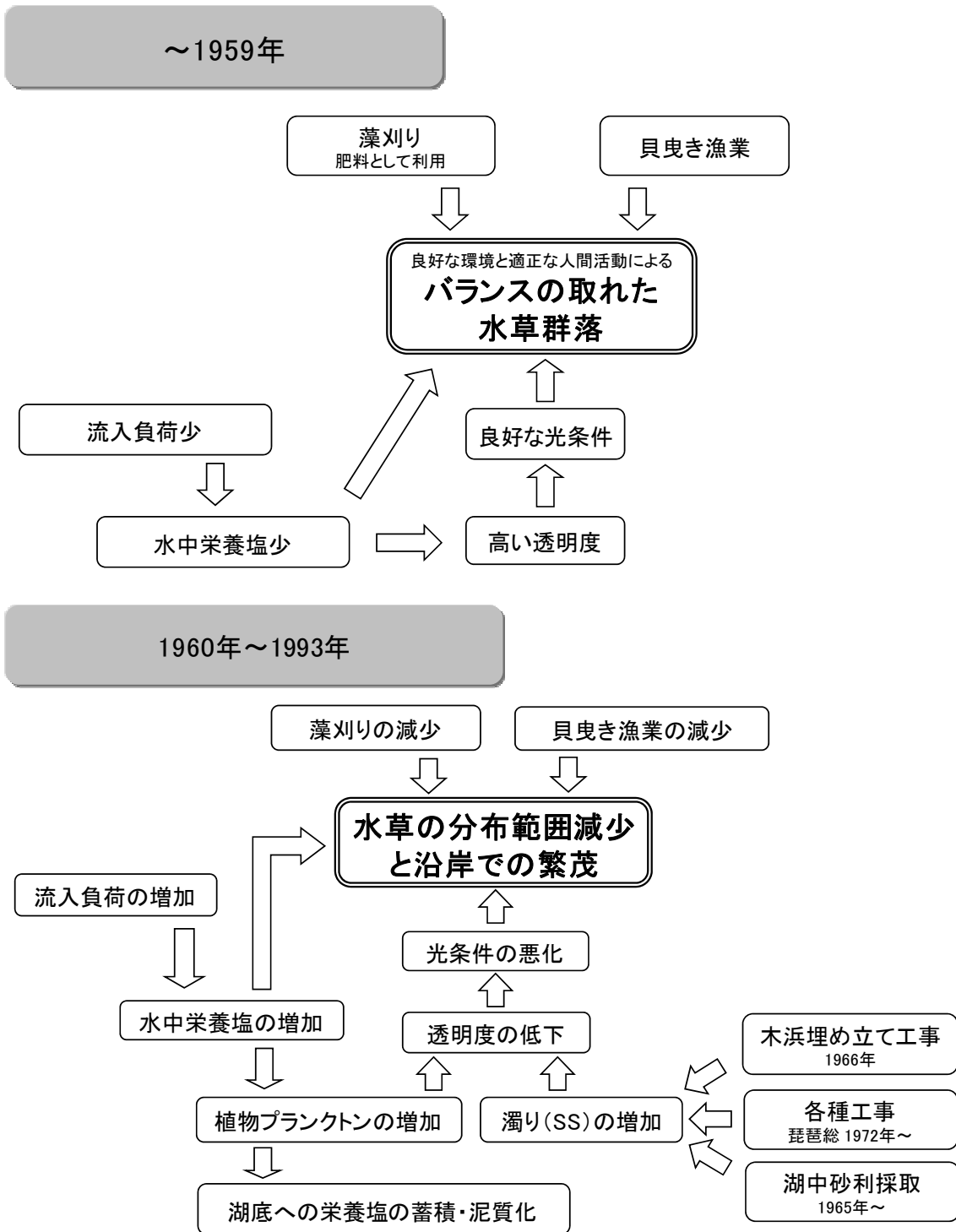


図 4-3 水草繁茂要因フロー (1)

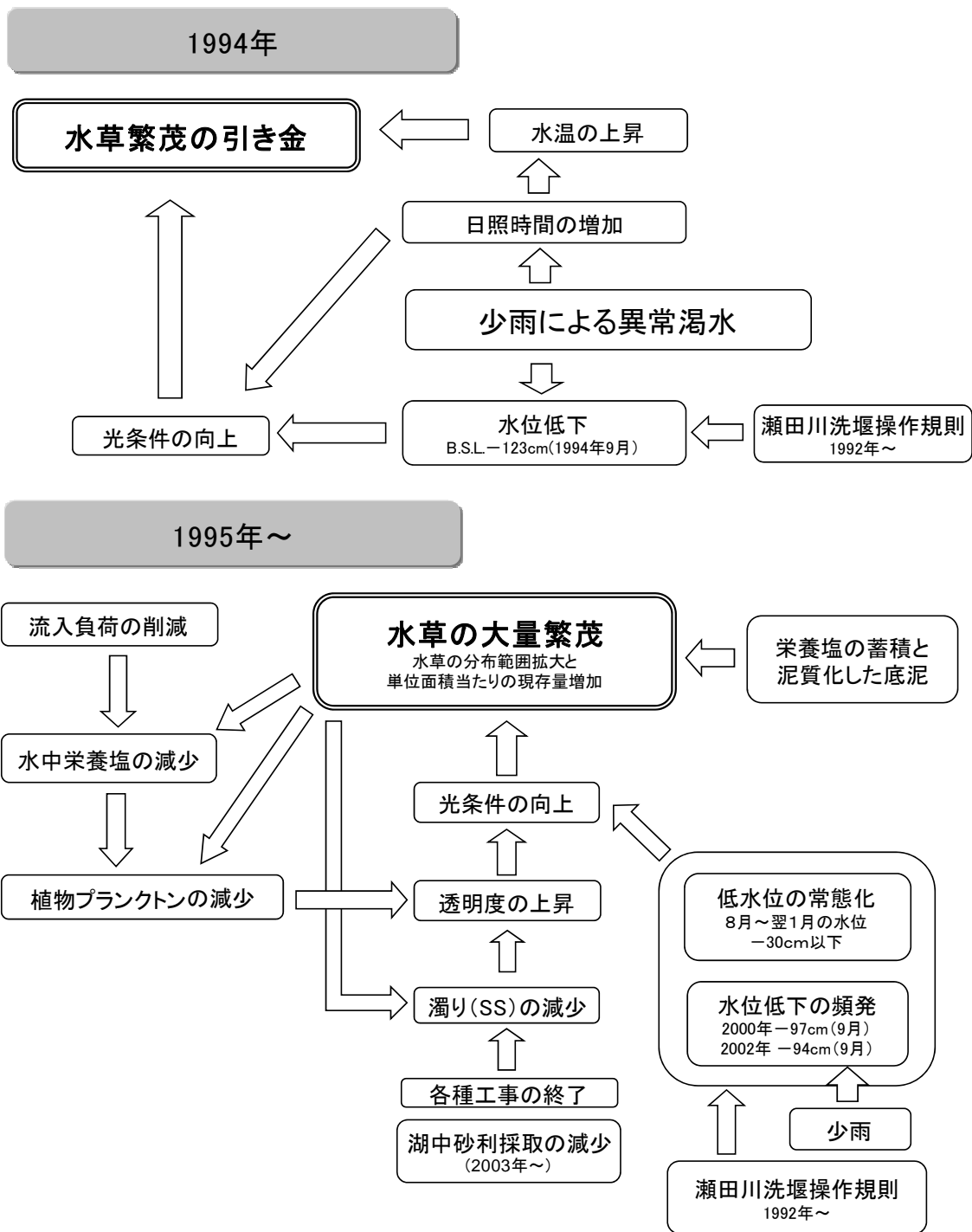


図 4-4 水草繁茂要因フロー (2)

4.2. 水草繁茂に関する要因の経年変化

水草繁茂に関する要因の経年変化を以下に示し、グラフを図 4-5 に示した。

(1) 1950 年代まで

水草の繁茂面積は 1936 年には 27.0 km²、1953 年には 23.4 km²の記録があり、南湖に 20～30 km²の範囲で水草が繁茂していたと考えられる。

1937～1938 年に肥料として利用のために藻刈りがされていたとの記述があり、少なくともこの時期までは藻刈りが実施されていた。動力船による貝曳きについては 1950 年代には多数操業がされていた記録が残されており、1950 年代以前も無動力船により操業されていたと推察される。また、水質については、1950 年代後半までは清澄であったとされている。年間の平均水位は、B. S. L-21cm～+35cm と変動はあるものの、B. S. L±0cm 以上であることが多かった。

(2) 1960 年代～1970 年代

水草の繁茂面積は 1964 年から 1977 年の間に数回の調査結果があり、0.6 km²～9.4 km²の範囲内で変動している。このことから、この時期は 1950 年代までに比べて繁茂面積が減少していたと考えられる。

1960 年代前半からは流入負荷が増大し、琵琶湖の富栄養化が進行した時期であった。

1960 年代～1970 年代の透明度は 1.6m～2.5m (この時期の平均は 1.9m) で推移しており、水中の全窒素および全りん濃度は、この時期以降と比較すると高い水準にあった。

年間平均水位は B. S. L-26cm～+15cm で変動し、平均水位は B. S. L-7cm であった。

(3) 1980 年代～1993 年

水草の繁茂面積調査は 1983 年の 1 回のみであるが、その結果によると 3.9 km²であり、1960 年代～1970 年代に引き続き低い水準にあったと考えられる。

富栄養化防止条例等による汚濁負荷削減対策の推進により、この時期には水中の全窒素や全りんの濃度が 1960 年代～1970 年代より低い水準となった。しかし、透明度は 1.6m～2.1m (この時期の平均は 1.8m) と 1960 年代～1970 年代と同程度の値で推移した。年間平均水位は、B. S. L-31cm～-6cm で変動し、平均水位は B. S. L-15cm であった。

1992 年に瀬田川洗堰操作規則が制定され、規則に沿った水位操作が開始された。

(4) 1994年

水草の繁茂面積は6.2 km²であり、1984年の調査結果の約1.6倍であった。

この年は少雨の影響を受け、9月には水位がB. S. L-123cmとなり、観測史上最も低い水位を記録した。この著しい水位低下が、湖底への光透過量を著しく増加させたため、南湖全域へ水草の繁茂域を広げるきっかけとなったものと考えられる。また、年間平均水位はB. S. L-34cmであった。

水中の全窒素や全りん濃度、透明度は、1980年代～1993年に比べて、大きな変化はみられていない。

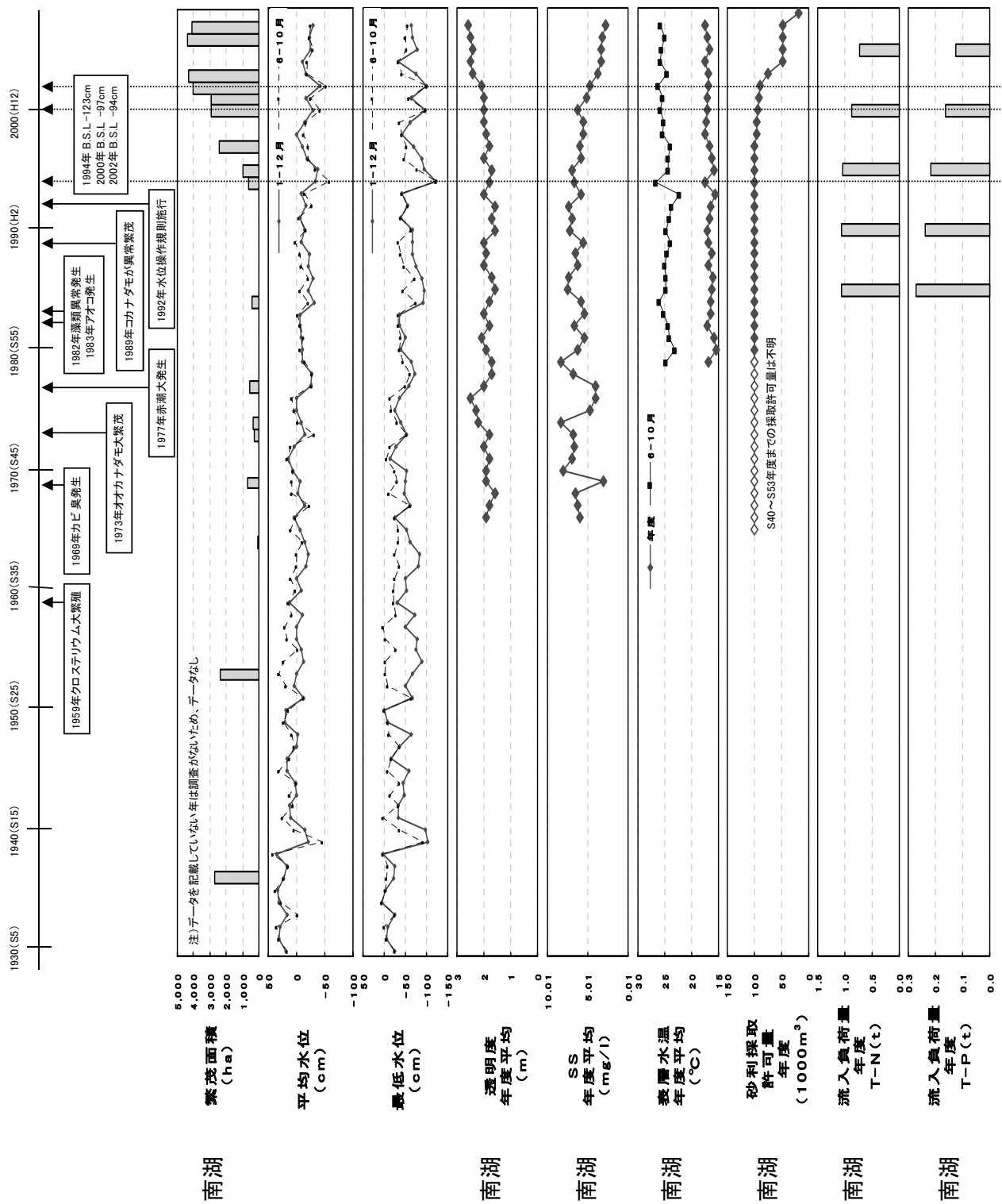
(5) 1995年以降

1994年以降、水草の繁茂面積は増加の傾向を示し、2002年には43 km²となり、南湖の約8割を占めるようになった。それ以降の繁茂面積は40 km²～44 km²で推移している。

1995年以降、水中および底泥中の全窒素や全りん濃度は低下傾向にある。また、1995年以降、南湖の透明度が増加し、2002年以降、一段と増加傾向がみられる。これらの要因としては、下水道の普及や工場等排水規制により全窒素や全りんの流入負荷量が減少したほか、水草が大量に繁茂したことも影響したと考えられる。また、透明度の上昇要因にはchl-aの減少、湖中砂利採集量の減少もあったと考えられる。

年間平均水位はB. S. L-42cm～-1cmで変動し、1995年以降の水位の平均はB. S. L-21cmとなっている。2000年には年間の最低水位がB. S. L-97cmに、2002年には最低水位がB. S. L-94cmとなった。特に2002年の年間平均水位はB. S. L-42cmと、年間平均水位では最低の年となった。

これらの理由から、1995年以降は湖底への光条件が向上し、累進的に水草の繁茂しやすい環境が形成されたことから、南湖の全域に水草が繁茂したと考えられる。



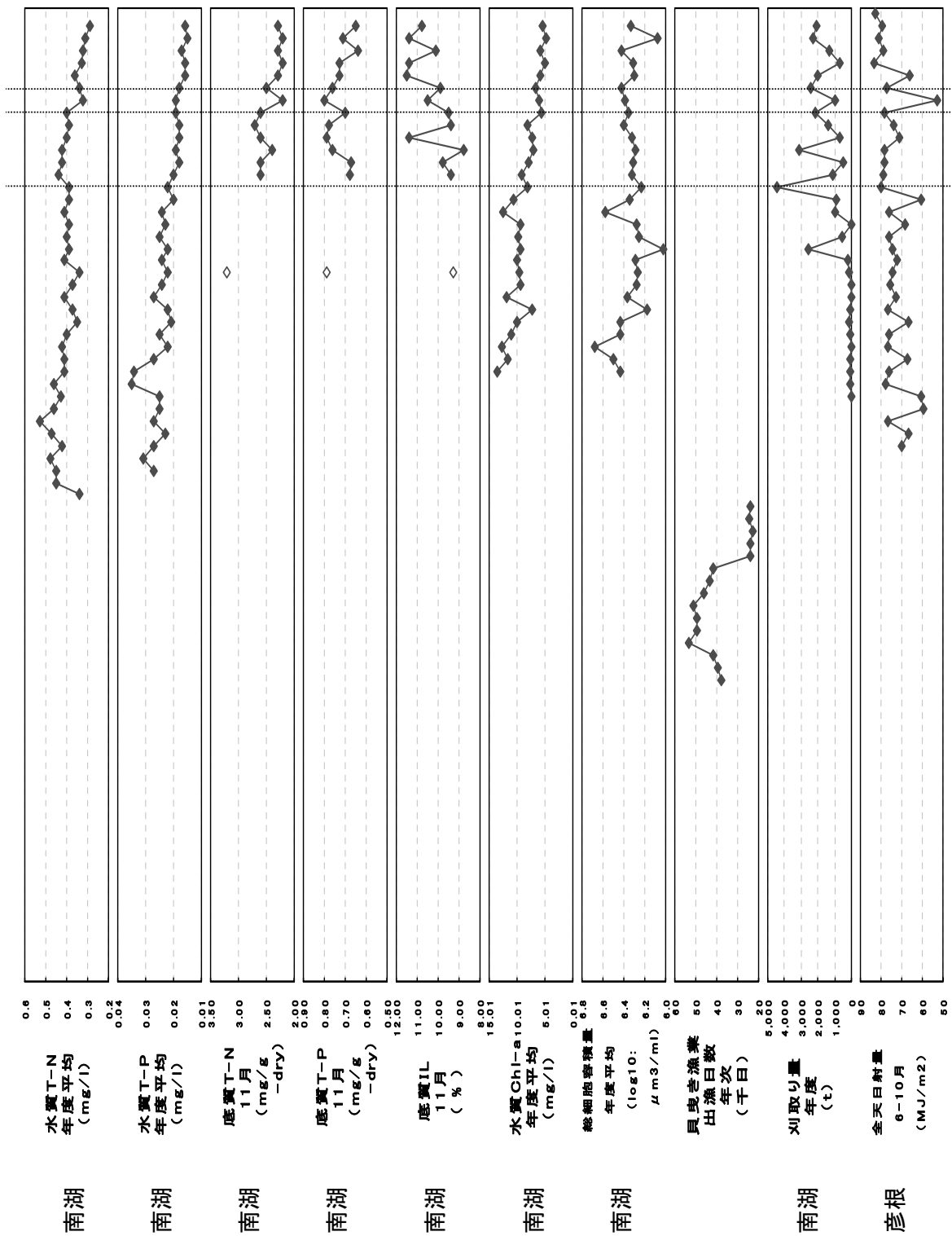


図 4-5 水草繁茂に関する要因の経年変化

5. 水草の当面の管理

5.1 水草管理の基本的な考え方

近年、南湖において水草の大量繁茂が恒常化し、南湖本来の生態系が大きく変貌して、人間活動に対しても様々な悪影響が発生している。水草の大量繁茂による漁業障害、航行障害、生活環境、湖沼環境への悪影響を早急に軽減するために、水草を適正に管理する必要がある。

南湖では、1930年代から1950年代にかけて、水草は20～30 km²程度の一定量が繁茂していたと考えられるが、当時は水産資源が豊富で、漁業活動にも支障はなく、琵琶湖の環境も良好に維持され、人間生活にも影響はなかった。このため、長期的にはこの当時に近い水草の繁茂面積や種組成、現存量が望ましい状態と考えられる。

したがって、南湖における当面（2009～2014年度）の水草の管理は、できる限り望ましい水草繁茂の状態に近づけることとし、まずは水草の繁茂面積を縮小させ、また年間を通じてこの効果が維持されるよう努める。

ただし、刈り取りを行う場合は、オオササエビモやヒロハノセンニンモ、ネジレモ、サンネンモ等の貴重種にダメージを与えたり、水質の汚濁等を招いたりする恐れがあるので、水草植生や水質等の変化に配慮しながら進めなければならない。

さらに、かつて南湖では、ワタカなどの草食性魚類の捕食や貝曳き漁業の操業によって、水草の繁茂は一定抑制されていたと考えられることから、刈り取りに加えて、在来草食性魚類および貝類資源の回復、ならびに貝曳き漁業の復活にも努めることとする。

また、船舶の航行障害や悪臭の発生など、県民生活への影響対策として今日まで実施されている表層の水草刈り取り事業は、状況を確認しつつ継続実施する必要がある。

5.2 水草管理の取組みの方法

当面の水草管理は、まずは水草の繁茂面積を縮小するため、年間を通じて貝曳き漁具等により水草の基底部からの除去を行うこととする。

また、水草の過剰な繁茂を持続的に抑制するとともに、在来草食性魚類や貝類資源を回復させるため、セタシジミの種苗放流やワタカなどの種苗放流などに努めることとする。

船舶の航行障害や悪臭の発生など住民生活への影響の軽減に係るものについては、被害の状況に応じて刈り取り専用船により適時適切に対応するものとする。

また、当面の事業の実施については、国や県等関係機関が連携を密にし、次の事項（表5-1）を把握し、実施場所、実施方法等について適宜必要な見直しをしながら、順応的に行うこととする。また、望ましい状態についても、新たに得られた知見をもとに必要な見直しを適宜行うこととする。

なお、貴重種を保護し、望ましい種組成に近づける観点から、貝曳き漁具等による水草の基底部からの除去のほか、より適切な除去方法を研究開発に努めるものとする。また、関係機関は、事業を通じて得られた新たな知見の共有に努める。

表 5-1 水草刈り取りに際して把握すべき事項

項 目	時 期 等
① 水草群落の面積・現存量・種組成	<ul style="list-style-type: none"> ・①②③は基本的に毎年度、施工前、後に把握し、必要に応じて施工中も把握することとする。 ・④は事業開始年度までに把握することとする。 ・詳細については各事業機関において検討のうえ、把握すべき事項、時期等を定める。
② 在来魚類・底生生物生息状況	
③ 水質・底質	
④ 費用対効果	
⑤ その他必要な事項	

※貝曳き漁具等による水草基底部からの除去方式と刈り取り専用船による除去方式との比較は別添資料 5 のとおり