

---

---

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 km<sup>2</sup>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 km<sup>2</sup>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 km<sup>2</sup>を超えた。2003～2007年は41 km<sup>2</sup>～44 km<sup>2</sup>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

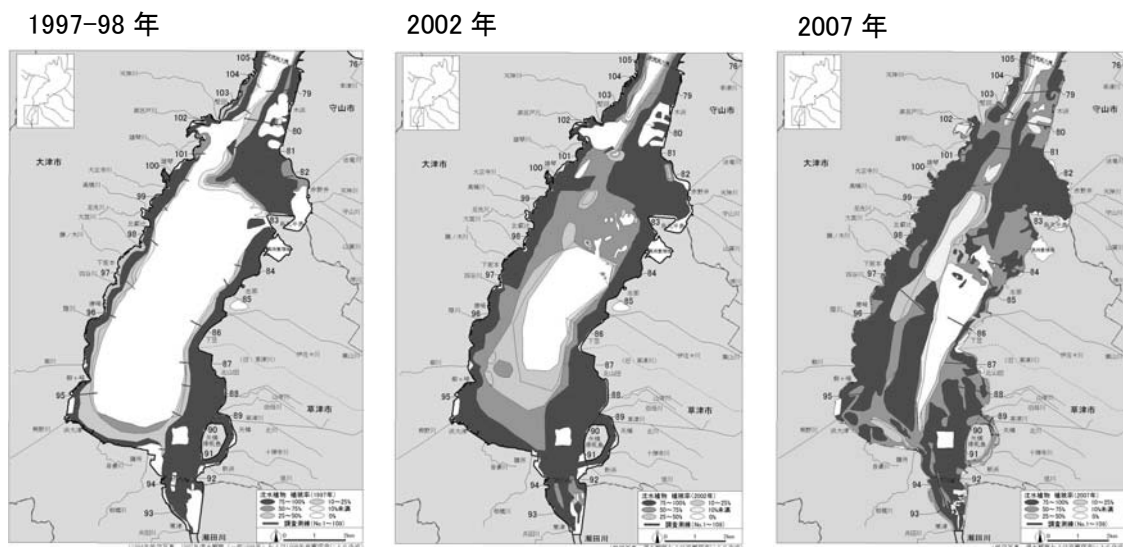
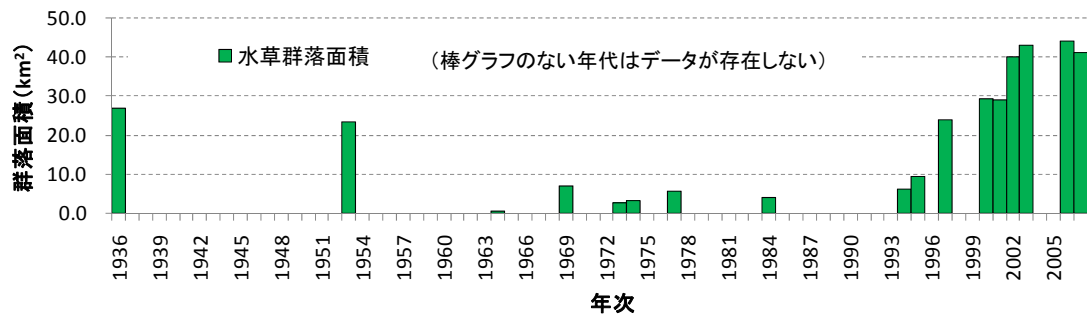


図 2-1 南湖の群落面積の変化（水草分布図は水資源機構調査結果）

### 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"> <li>・水草が異常繁茂すると漁船の航行に支障をきたす（夏季）</li> <li>・エビタツベや刺網、貝曳き網が操業できない（夏季）</li> <li>・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）</li> </ul>
	漁場の減少（魚類）	<ul style="list-style-type: none"> <li>・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）</li> <li>・水草群落はブルーギル等の隠れ家となる（春季～秋季）</li> </ul>
	漁場の減少（貝類）	<ul style="list-style-type: none"> <li>・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）</li> <li>・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）</li> </ul>
	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"> <li>・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）</li> </ul>
生活への悪影響	臭気の発生	<ul style="list-style-type: none"> <li>・漂着した水草の腐敗により悪臭が発生する</li> </ul>
	景観の悪化	<ul style="list-style-type: none"> <li>・湖岸に漂着・堆積して腐敗した水草が景観を悪化させる</li> <li>・成長した水草が湖面を広く覆う</li> </ul>
	琵琶湖疏水・取水施設の機能障害	<ul style="list-style-type: none"> <li>・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</li> </ul>
	レクリエーション的価値の低下	<ul style="list-style-type: none"> <li>・切れ藻・流れ藻が湖岸に漂着・堆積して腐敗する</li> <li>・成長した水草が湖面を広く覆う</li> </ul>
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"> <li>・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</li> </ul>
	湖底の泥化の進行	<ul style="list-style-type: none"> <li>・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</li> <li>・枯死した水草が堆積し、湖底の腐泥化が起こる</li> </ul>
	栄養塩の回帰	<ul style="list-style-type: none"> <li>・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）</li> </ul>
	湖内水の流通障害	<ul style="list-style-type: none"> <li>・水草の繁茂により湖水が停滞する</li> </ul>
	生態系への影響	<ul style="list-style-type: none"> <li>・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。</li> </ul>

## 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。

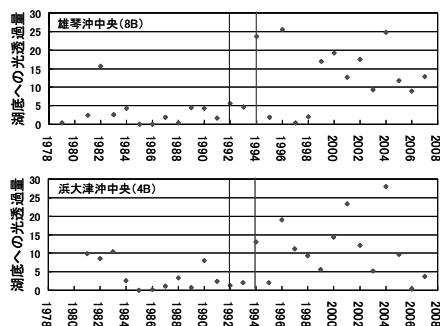


図 4-1 7月の湖底への光透過量の推移  
(第2回検討会資料8、図5より)

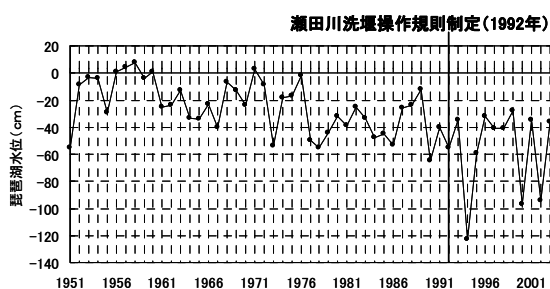


図 4-2 9月の琵琶湖最低水位の推移  
(第3回検討会資料6、図2より)

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。

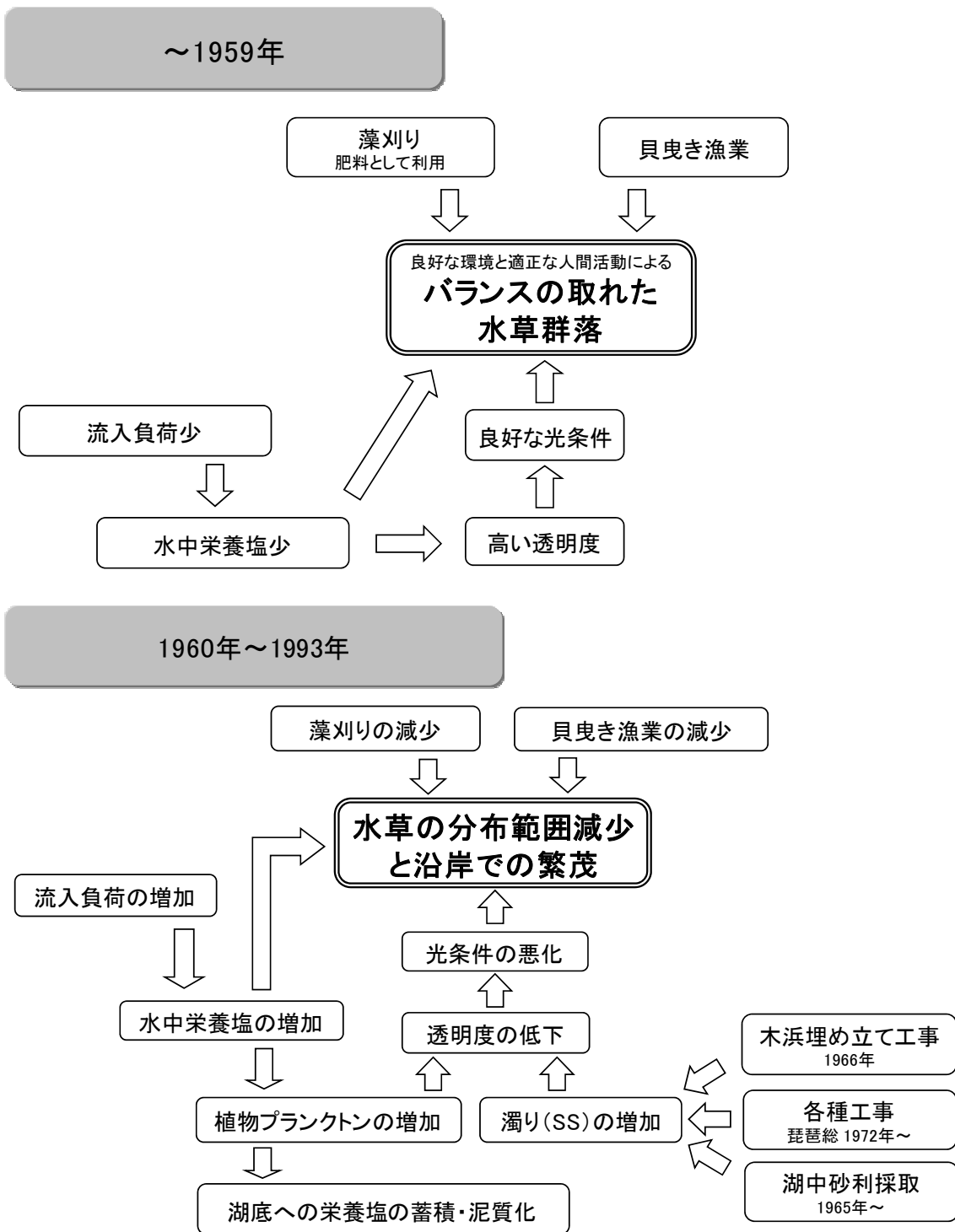


図 4-3 水草繁茂要因フロー (1)

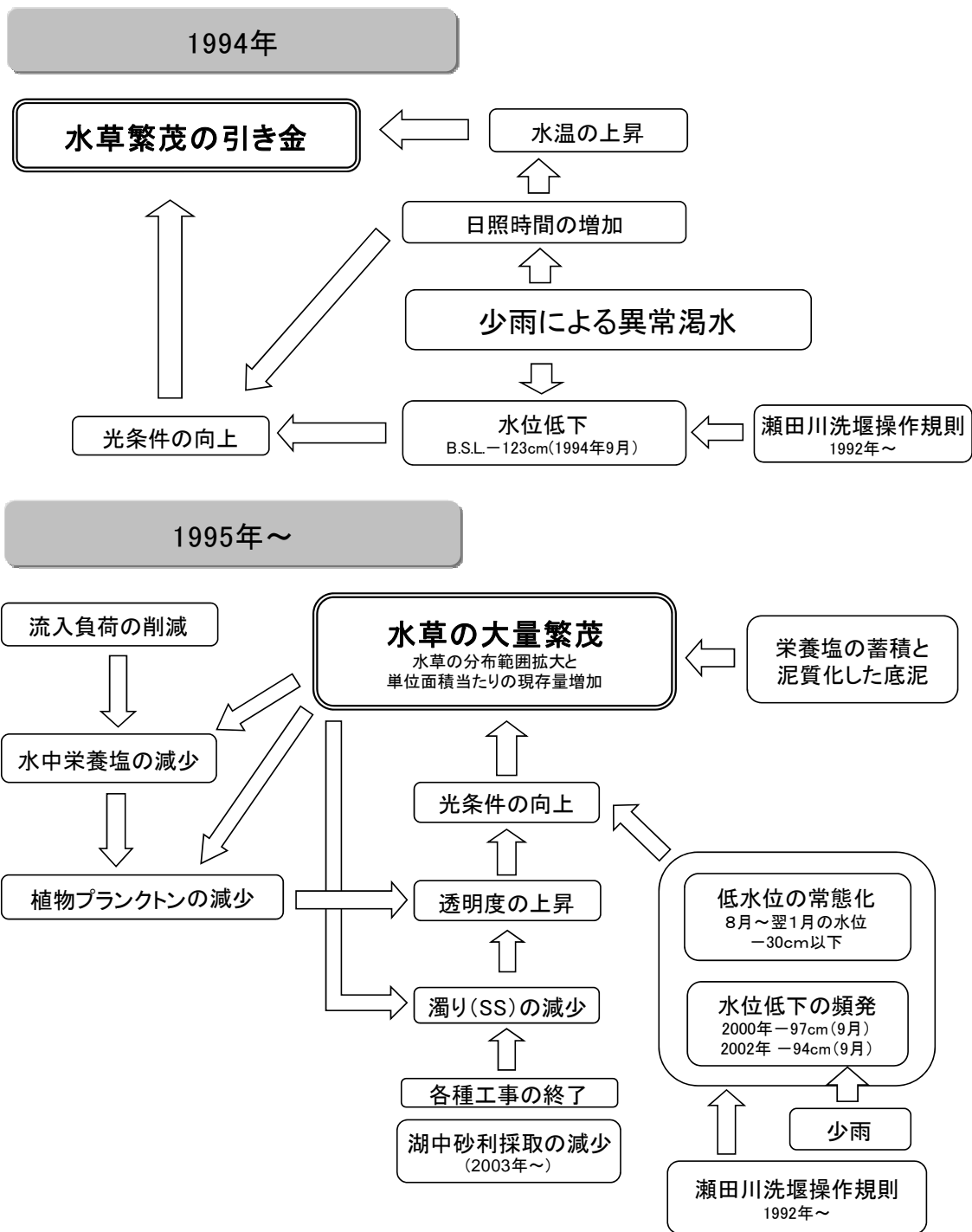


図 4-4 水草繁茂要因フロー (2)

## 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 km<sup>2</sup>、1953 年には 23.4 km<sup>2</sup>の記録があり、南湖に 20～30 km<sup>2</sup>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 km<sup>2</sup>～9.4 km<sup>2</sup>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 km<sup>2</sup>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 km<sup>2</sup>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。

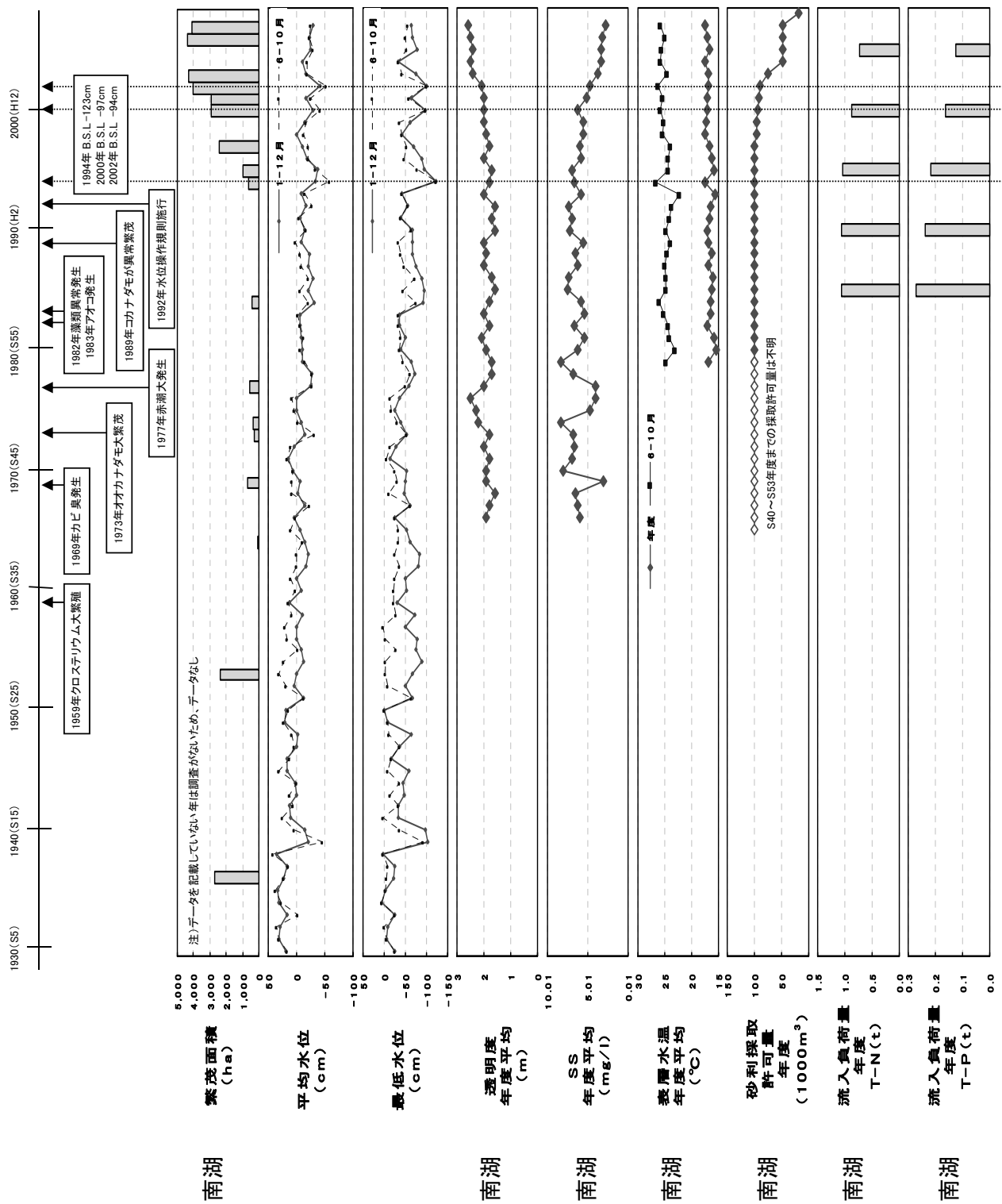
#### (5) 1995年以降

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 km<sup>2</sup>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 km<sup>2</sup>～44 km<sup>2</sup>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。



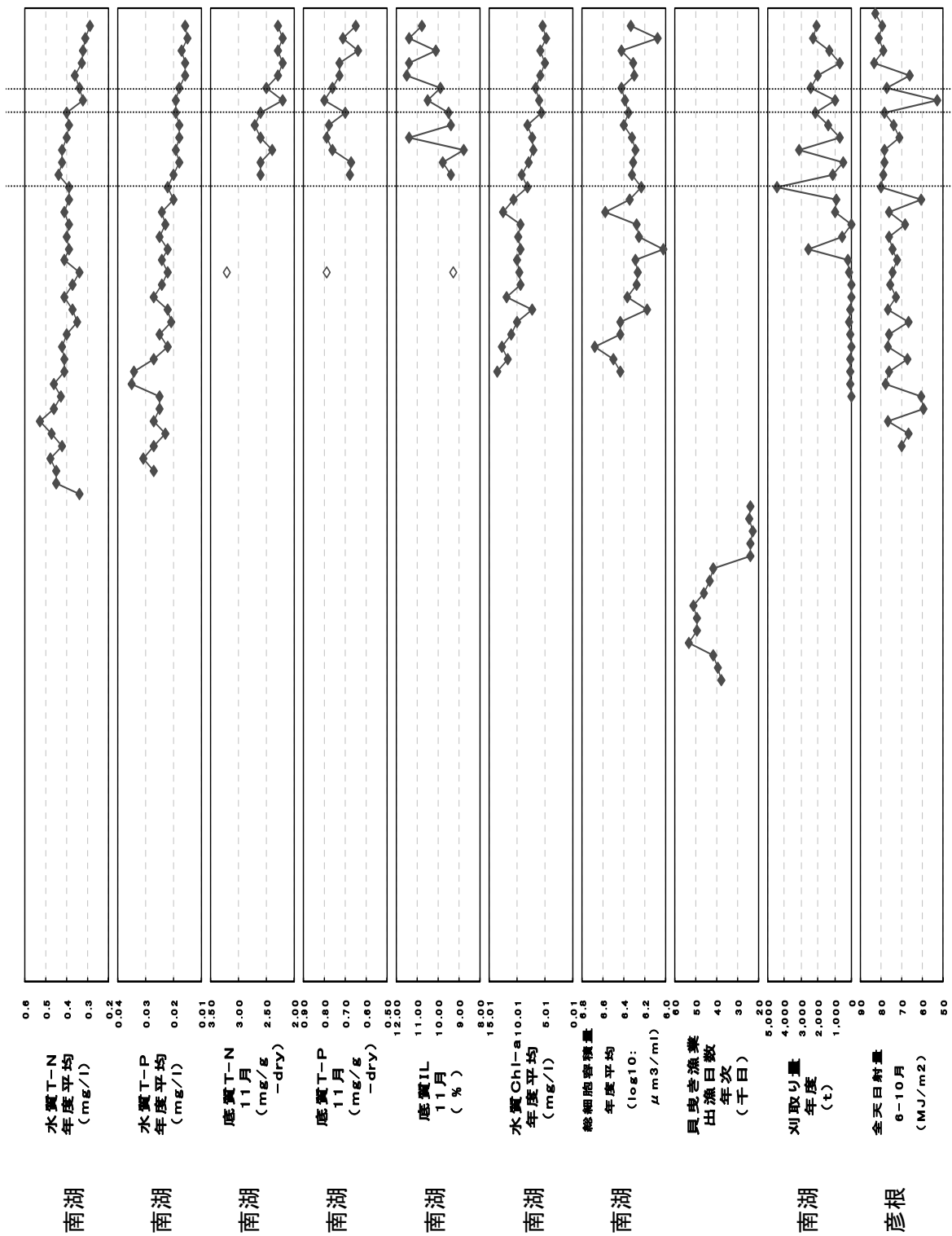


図 4-5 水草繁茂に関する要因の経年変化

## 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 km<sup>2</sup>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"> <li>・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。</li> <li>・④は事業開始年度までに把握することとする。</li> <li>・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。</li> </ul>
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

水草繁茂に係る要因分析等検討会

検討のまとめ

**別添資料**

別添資料 1	1
別添資料 2	2
別添資料 3	3
別添資料 4	7
別添資料 5	14

## 水草繁茂に係る要因分析等検討会(資料リスト)

開催回数	資料番号	資料名	作成者
第1回		水草繁茂に係る要因分析等検討会設置要綱	
	資料1	水草繁茂に係る要因分析検討会	滋賀県、国土交通省琵琶湖河川事務所
	資料2	水草繁茂に係る要因分析検討会(水草資料編)	滋賀県、国土交通省琵琶湖河川事務所
	資料3	水草繁茂と水位変動との関係性について	国土交通省琵琶湖河川事務所
	資料4	水草の異常繁茂による漁業への影響と対応	滋賀県漁業共同組合連合会
第2回	資料5	水位低下が南湖の水草繁茂に及ぼす影響について	滋賀県農政水産部水産課
	資料1	水草繁茂最新状況(2007.9)	琵琶湖博物館 芳賀委員
	資料2	溶存酸素濃度の分布	琵琶湖環境科学研究センター
	資料3	瀬田川洗堰放流量と植物プランクトンの変化	琵琶湖環境科学研究センター
	資料4	南湖漁獲高の推移	滋賀県漁業共同組合連合会
	資料5	南湖の魚類の状況	滋賀県農政水産部水産課
	資料6	各機関水草除去の状況	滋賀県自然環境保全課・水産課・琵琶湖河川事務所
	資料7	南湖の水草制御に関するシミュレーション	琵琶湖博物館 芳賀委員
	資料8	南湖の水草の異常繁茂の要因	滋賀県農政水産部水産課
	資料9	水草繁茂の水位変動との関連	国土交通省琵琶湖河川事務所
第3回	資料1	南湖漁獲量の推移	滋賀県漁業共同組合連合会
	資料2	瀬田川放流量と植物プランクトンの変化(2)	琵琶湖環境科学研究センター
	資料3	瀬田川における水位、流量、植物プランクトン相の変化	琵琶湖環境科学研究センター
	資料4	琵琶湖に流入する汚濁負荷量の経年変化	滋賀県琵琶湖再生課
	資料5	代かき濁水の湖岸水質への影響(赤野井湾での観測事例)	琵琶湖環境科学研究センター
	資料6	最近の沈水植物の分布範囲の拡大	滋賀県農政水産部水産課
	資料7	水草繁茂に関する参考資料について(資料)	国土交通省琵琶湖河川事務所
	資料8	氾濫原湖沼における水位変動の減少によって引き起こされた水生植物の遷移	滋賀県立大学 浜端委員
	資料9	南湖における水草の増殖要因の資料と委員等の意見	滋賀県、国土交通省琵琶湖河川事務所
	資料10	南湖における水草の功罪とその機能に関する資料と委員等の意見	滋賀県、国土交通省琵琶湖河川事務所
	資料11	水草除去の実施状況一覧表	滋賀県、国土交通省琵琶湖河川事務所
	資料12	南湖水草繁茂状況の調査結果	国土交通省琵琶湖河川事務所
	資料13	水草の根こそぎ除去試験について	滋賀県琵琶湖環境部自然環境保全課
	資料14	H19年度貝曳き網漁具等を用いた湖底耕耘による漁場改善技術開発事業(水産庁委託)概要	滋賀県農政水産部水産課
第4回	資料1	南湖における水草の繁茂要因についての委員等の意見	滋賀県、国土交通省琵琶湖河川事務所
	資料2	南湖における水草繁茂における悪影響等に関する資料と委員等の意見	滋賀県、国土交通省琵琶湖河川事務所
	資料3	当面の水草管理目標(案)	滋賀県、国土交通省琵琶湖河川事務所
	資料4	水草繁茂に係る要因分析等検討会検討結果まとめ(案)	滋賀県、国土交通省琵琶湖河川事務所
	資料5	第4回水草検討会への提出資料(原田泰志委員)	三重大学原田委員
第5回	資料1	水草繁茂に係る要因分析等検討会検討結果まとめ(案)	滋賀県、国土交通省琵琶湖河川事務所

【参考文献】

- 生嶋功・蒲谷肇（1965）：琵琶湖に野生化したコカナダモ. 植物研究雑誌, 40:57-64.
- 滋賀県水産試験場（1998）：平成7年度琵琶湖沿岸帯調査報告書, 滋賀県.
- 谷水久利雄・三浦泰蔵（1976）：びわ湖における沈水植物群集に関する研究 1. 南湖における侵入種オオカナダモの分布と生産能. 生理生態, 17: 283-290.
- Hamabata, E. (1997): Distribution, Stand Structure and Yearly Biomass Fluctuation of *Elodea nuttallii*, an Alien Species in Lake Biwa. Studies of Submerged Macrophyte Communities in Lake Biwa (3)-. Jpn. J. Limnol., 58:173-190.
- Miura, T. (1980) : An introduction to Limnology of Lake Biwa.
- (独)水資源機構琵琶湖開発総合管理所（2006）：琵琶湖沈水植物図説, 滋賀県.
- 山口久直（1938）：琵琶湖南部に於ける高等水生植物の生態分布. 生態学研究, 4: 17-26.

南湖における水草繁茂における悪影響等に関する資料と委員等の意見

第一回検討会、第二回検討会、第三回検討会、第四回検討会、第五回検討会

影響項目	影響小項目	影響理由	根拠(出典)	委員・幹事・オブザーバーの意見
漁獲障害	漁獲漁業への障害	<p>夏の最盛期には、水面20cmほど盛り上がった港湾では船の出入りに大変困る。オオカナダモ、コカナダモの繁殖しているところの大方の声であった。</p> <p>漁業上、網などの漁具にひっかかりたり、漁場(特に貝類)が少なくなる。港湾では船の入出港に差し支える。</p>	<p>永井かな:水草類の分布と生態。琵琶湖水生植物実態調査報告書、1-32,1975年。</p> <p>建設省琵琶湖工事事務所:水草地帯の環境と生物。1974年8月に採取された琵琶湖の水草について。琵琶湖生物調査報告書(第2報)、1975年。</p>	<p>南湖全域を漁場とする貝曳き網、あるいは小糸網は水草でほとんど操業できない。</p> <p>漁場に行くのに這回りをする、水草がスクリーンに絡まる、漁具に水草が絡まる、放流量の増大で水草の引っ掛かったエリが倒壊する、などの影響が多発している。</p>
	水草が異常繁殖すると漁船の航行に支障をきたすほか、エビタツベや刺網、貝曳き網が操業できず、エリ等の操業にも著しい障害となる場合がある(夏季)	<p>西の湖での水草繁茂量は156.75g/m<sup>2</sup>であったが、実際の貝曳網漁では、数十kgの水草が貝曳網の爪に絡んだ時点で爪が砂に届かなくなり、その後は漁業が出来なくなる。こう考えるとこの量は貝曳網漁に十分支障を及ぼす繁茂量であることがわかる。</p>	<p>西森克浩・上野世司:彦根市松原地先の琵琶湖に設置した区画内の水草調査。平成12年度滋賀県水産試験場事業報告。66-67,2001年。</p>	<p>水草の影響で南湖はだめになった。平成6年以前の水草の状況に戻してほしい。</p>
	漂流した水草はエリや刺網等に付着し、著しい障害となる場合がある(～秋季)	<p>エリ等の漁具周辺に繁茂し、漁業に著しい支障が生じる場合、刈り取り事業を行っている。</p> <p>入江、内湾の場合や湊の周辺などにオオカナダモやヒシなどが密生して大群落をつくり、航行や漁労に支障がある場合には、それらを計画的に刈取ることは必要なことである。</p> <p>コカナダモは1990年に大発生して以来、毎初夏に湖面に流れ藻となって大量に浮遊するようになり、琵琶湖を水源とする水道事業や、漁業などに被害をもたらしている。</p>	<p>滋賀県琵琶湖環境部自然環境保全課:平成16年度水草の根こそぎ除去調査報告書。27pp,2005年。</p> <p>桜井善雄:水草類が琵琶湖の水質に及ぼす影響について。琵琶湖水生植物実態調査報告書。33-44,1975年。</p> <p>河原豊:水草セルロース繊維の分離・精製-琵琶湖(湖沼)の浄化をめざして-Eco industry,4(10),15-18,1999年。</p>	<p>刺し網は水草で置く場所がない。</p> <p>水草が繁茂すると水草を除去してから貝をとらないといけない。</p>
漁場の減少(魚類)	<p>漁業上、網などの漁具にひっかかりたり、漁場(特に貝類)が少なくなる。港湾では船の入出港に差し支える。</p> <p>水草の異常繁殖により、魚類等の生息空間の物理的減少を招いていると考えられる(夏季～秋季)</p> <p>水草群落は本来、漁獲対象のコイ科在来魚の繁殖場としても機能するが、外来魚の優占する現在の南湖では、オオクチバス等の隠れ家となり、摂餌成功率が上昇するなど、肉食性外来魚にとって生息しやすい環境を提供していると考えられる(春季～秋季)</p>	<p>建設省琵琶湖工事事務所:水草地帯の環境と生物。1974年8月に採取された琵琶湖の水草について。琵琶湖生物調査報告書(第2報)、1975年。</p>	<p>水草のせいでは南湖の温水性魚類の産卵繁殖場としての機能が全くなかった。</p> <p>外来魚が生息することにより、在来魚類あるいは在来のエビにとって水草の存在がマイナスになっているかどうかはきちんと押さえる必要がある。</p> <p>一般的に水草があるところでない外来魚はいない。特に南湖に水草が多いために外来魚(ブルーギル)が多い。</p> <p>水草が増えて今のところ得をしているのはブルーギルだけではないか、あとは北湖の一部でタナゴが得をしているくらいではないか。水草が繁茂するから外来魚が増えるというのは論理展開としてそのように言い切れるのか、外来魚が一定の割合以上に増えたために在来魚が水草で卵が産めない状態になっていると考えた方が自然ではないか。在来魚の繁殖と外来魚の繁殖と水草の繁茂との関係という形で水産課の方で整理してもらいたい。漁獲量の減少で水草がどれくらい絡んでいるかは意見の分かれるところ。整理が必要である。ブルーギルの漁獲量と水草と水位も含めた簡単なグラフを作ってほしい。水草がないとき魚がとれていたからといって、水草をとれば魚がとれるようになると思えるのか。水草が増えたことによりブルーギルのすみかになっている。水草の繁茂の現状は、魚の立場から見れば、外来魚がいるからさらにそれが問題になっているという面もあるし、現実には魚が減っていることがあるという観点から見れば、不健全と言わざるを得ないということもある。</p> <p>魚の側面から見ると、現実には漁獲量が減っている。ただその場合、外来魚の問題と水草の問題、両方あるので、一応それを明快に2つに分けることは難しいということはある。</p> <p>水草があることは外来魚を利することになって、その関係からまたさらに在来魚が減っているというようなことがあるとすると、外来魚が一切いなければ今くらい水草があってもよかったという可能性もあるのかもしれない。ちょっとはっきりしたことは言えない。</p>	
漁場の減少(貝類)	<p>漁業上、網などの漁具にひっかかりたり、漁場(特に貝類)が少なくなる。</p> <p>水草に対する住民の声として、水底のシジミを採取するときに邪魔になる。</p> <p>真珠漁場として重要な西の湖では、水草の異常繁殖が漁場悪化の大きな原因になっていると考えられる。</p> <p>近年、琵琶湖では水草が大量繁殖し、シジミ漁場の悪化や船舶の航行困難など、多くの問題が発生している。</p>	<p>森下郁子:水草地帯の環境と生物。琵琶湖水生植物調査報告書(第2報)。38-45,1975年。</p> <p>永井かな:水草類の分布と生態。琵琶湖水生植物実態調査報告書、1-32,1975年。</p> <p>井戸本純一:西の湖における水草の現状と対策研究。平成16年度滋賀県水産試験場事業報告。26,2005年。</p> <p>金辻宏明:琵琶湖に生息する魚類の水草に対する嗜好性。平成12年度滋賀県水産試験場事業報告。68-69,2001年。</p>	<p>水草が枯れて堆積している。漁業もさることながら南湖が大変なことになる。</p> <p>操作規則前の90年の時点でも琵琶湖の南湖ではほとんど貝の漁獲はなかったのではないかと、南湖漁獲量の推移についてもわかる資料を示してほしい。</p> <p>少なくとも80年代には南湖でシジミはとれるような状況にはなかったのではないかと。</p> <p>水草で南湖のドブガイはほとんどいなくなった。</p> <p>水位操作規則より以前にセタジミはあんまりとれなくなったのか。セタジミはS50くらい以降からほとんど減滅し、水草がこんなに生えた段階でいい状況である。</p>	

影響項目	影響小項目	影響理由	根拠(出典)	委員・幹事・オブザーバーの意見
船舶の航行障害	漂流する水草によるウォータージェットやエンジン/冷却水取水口に詰まること、スクリーに絡むことなどで、推力低下、エンジン温度上昇、エンジン停止などが発生する可能性がある	・1994年以降、琵琶湖南湖の沈水植物が在来種を中心として急激に増加しており、船舶の航行を妨げる。岸に漂着して悪臭を放つなどの問題を引き起こすに至っている。 ・入江、内湾の場合や湊の周辺などにオオカナダモやヒシなどが密生して大群落をつくり、航行や漁釣に支障がある場合には、それらを計画的に刈取することは必要なことである。 ・沈水植物の増加は船舶の運行障害や湖岸への漂着・腐敗による悪臭などさまざまな問題を引き起こしている。 ・漁船や観光船などの航行に支障が生じる場合、刈り取り事業を行っている。	根拠(出典) 建設省琵琶湖工事事務所:水草地帯の環境と生物、1974年8月に採取された琵琶湖の水草について、琵琶湖生物調査報告書(第2報)、1975年 大塚泰介・桑原謙典・芳賀裕樹:琵琶湖南湖における沈水植物群落の分布および現存量魚群探知機を用いた推定、陸水学雑誌、65、13-20、2004年。 桜井善雄:水草類が琵琶湖の水質に及ぼす影響について、琵琶湖水生植物実態調査報告書33-44、1975年。 中里亮治・土谷卓・村松充:琵琶湖南湖における貝奥たよる沈水植物の除去が底生動物群集におよぼす影響に関する研究-特にユスリカ群集について-、茨城大学広域水圏センター年報6、25-26、2003年。 滋賀県琵琶湖環境部自然環境保全課:平成16年度水草の根こそぎ除去調査報告書27pp、2005年。	委員・幹事:オブザーバーの意見 漂着する場合やスクリーに絡まる場合、冷却水の給水口から吸い込んでしまうような被害で関係する水草の種類は全部同じなのか。 スクリーに絡まるのはササバモとホザキノフサモである。両方も水面近くに葉っぱが来て茎が大きくて密生する。エンジンのフィルターに詰まるのはクロモと綿状になる糸状緑藻である。
	生活への悪影響	・近年のように水草の繁茂する夏に湖面水位が低下すると、ふだんは水面下に隠れている沈水植物が水面に近付くことになり、船舶の航行に支障をきたすし、波浪の影響を受けて切れやすくなり多くの水草が湖岸に漂着し景観としても見苦しく、さらに高温で分解し臭いを放ち不快感を感じさせてしまう。特に両氏の方から水草不要論が多いようだ。 ・オオカナダモは水中で異常に繁殖すると、船の走行の邪魔になったり、流れ藻になって岸に打ちよせ、腐って悪臭を発する。 ・南湖の下坂本、堅田や琵琶湖大橋の湖岸よりの水草や糸状緑藻にかび臭が感じられるものがあった。 ・湖岸近くのあるゆる種類の水草にわたって、かび臭のある付着物が認められた。 ・湖辺の人家周辺において、浮かび上がった水草が腐敗し、悪臭を放つような場合、刈り取り事業を行っている。 ・一部北湖湖岸を含む南湖全域にわたる付着藻類の調査を行い、付着性藍藻類のほかにもオオカナダモ、クロモ等の水草にも強いカビ臭があることを認めた。	浜瑞悦治:琵琶湖における夏の濁水と湖岸植生面積の変化 2000年の濁水調査から、滋賀県琵琶湖研究所所報、20、134-145、2003年。 滋賀県:湖南中部浄化センター中間水路水環境改善調査業務委託報告書1-90、2006年。 喜多理:沿岸部の水草、琵琶湖生物調査報告書(第1報)、64-65、1973年。 滋賀県琵琶湖環境部自然環境保全課:平成16年度水草の根こそぎ除去調査報告書27pp、2005年。 梶正一・服部和夫:琵琶湖湖岸の付着藻類のかび臭、水道協会雑誌、473、52、1974年。	
景観の低下	・景観を害する。都市化地域の声。 ・景観が悪くなる。 ・夏場には富栄養化が進み、水草の発生により景観的にも好ましくない状況が生じており、臭気も発生も懸念されている。 ・いわゆる流れ藻として湖岸に漂着した水草の腐敗による悪臭・景観悪化に対するよりいっそうの対策が求められている。 ・夏の水草の繁茂状況によっては、船舶の航行障害や悪臭、景観悪化などの支障をきたすことがあります。 ・特に著しく景観を損ねている場合に刈り取り事業や漂着した水草の収集・除去を行っている。	永井かな:水草類の分布と生態、琵琶湖水生植物実態調査報告書1-32、1973年。 建設省琵琶湖工事事務所:水草地帯の環境と生物、1974年8月に採取された琵琶湖の水草について、琵琶湖生物調査報告書(第2報)、1975年。 滋賀県:湖南中部浄化センター中間水路水環境改善調査業務委託報告書1-90、2006年。 岡本高弘・一瀬論・藤原直樹ら:琵琶湖南湖沿岸帯沈水植物(水草)帯における水質形成機構に関する調査結果について、滋賀県立衛生環境センター所報、39、82-87、2004年。 石田勉:水草の新たな有効利用について、(滋賀県造園技術者協議会機関紙)、24(3)、90号、9-10、2006年。 滋賀県琵琶湖環境部自然環境保全課:平成16年度水草の根こそぎ除去調査報告書27pp、2005年。		
	琵琶湖疏水・取水施設の機能障害	・コカナダモは1990年に大発生して以来、毎初夏に湖面に流れ藻となって大量に浮遊するようになり、琵琶湖を水源とする水道事業や、漁業などに被害をもたらしている。 ・琵琶湖疏水の藻除け柵に水草(流れ藻・切れ藻)が付着し、取水口スクリーンに藻が付着する可能性がある	河原豊:水草セルロース繊維の分離・精製-琵琶湖(湖沼)の浄化をめざして-Eco industry、4(10)、15-18、1999年。	どこで被害が起こっているか1つの地図にプロットしてほしい、一元化できないか、
レクリエーション的価値の低下	・レクリエーションの場としての価値の減少 ・水泳場やイベント等の機能を損なう場合、刈り取り事業を行っている。	建設省琵琶湖工事事務所:水草地帯の環境と生物、1974年8月に採取された琵琶湖の水草について、琵琶湖生物調査報告書(第2報)、1975年。 滋賀県琵琶湖環境部自然環境保全課:平成16年度水草の根こそぎ除去調査報告書27pp、2005年。		

影響項目	影響小項目	影響理由	根拠(出典)	委員・幹事・オブザーバーの意見
湖沼環境への影響	湖底直上の溶存酸素濃度の低下(夜間・低層)	・琵琶湖のような広い湖では水温の低下が少なく、水温の高低差による湖水の循環は起こりにくい。風による湖水の攪拌と内部振動による湖流によって、水草地帯が形成される水深5m付近へは酸素の供給が十分行われる。しかし、水深0～2mの水域の水草地帯では湖水の循環は行われず、湖底での溶存酸素は失われる一方である。 ・2000年に西の湖の水草繁茂域で調査した結果によると、底層の溶存酸素は夕方～深夜まで過飽和状態にあり、最低84%(7.1mg/l)までしか減少しなかった。 ・水草地帯では、水草が繁茂すると底の方から溶存酸素がだんだん少なくなり、無酸素の層が厚くなれば、稚魚の生育を阻止するという危険性も持っている。 ・2003年に大津市におの浜で行った調査では、水草の根こそぎ除去を行った区域の湖底では溶存酸素濃度が高く、未除去区では低い結果となり、両者に有意な差が認められた。根こそぎ除去が、局所的な酸素濃度の低下を緩和する上では有効な方法であることが示唆された。 ・湖底直上の溶存酸素飽和度が50%未満となった地点が広い範囲に分布した。また、オオカナダモ、ホザキノフサモ、センニンモの現存量の増加が湖底直上の溶存酸素濃度の低下に関連することを明らかにした。	根拠(出典) 建設省琵琶湖工事事務所:水草地帯の環境と生物、1974年8月に採取された琵琶湖の水草について、琵琶湖生物調査報告書(第2報):1975年。 西森克浩:西の湖における水草繁茂水域の底層の溶存酸素、平成12年度滋賀県水産試験場事業報告24-25,1999年。 森下郁子:水草類が魚類・プランクトンに及ぼす影響について、琵琶湖水生植物実態調査報告書45-63,1975年。 滋賀県琵琶湖環境部自然環境保全課:平成16年度水草の根こそぎ除去調査報告書27pp,2006年。 芳賀祐樹、芦谷美奈子ら:琵琶湖南湖における湖底直上の溶存酸素濃度と沈水植物群落現存量の関係について、陸水学雑誌Vol.67,2006年.No.1pp.23-27。	委員・幹事・オブザーバーの意見 特に南湖のどの場所でも溶存酸素が減少しているかについてデータを示してほしい。 溶存酸素が減るのは昼間でもそうなの。水草が繁茂しているところでは下側の水が冷たく、そこで水が止まって酸素がなくなっているようだ。上部は過飽和でなので、巻貝は逃げられるが二枚貝は逃げられないだろう。シジミとタテボシガイは酸欠が2か月続くと全滅する。 溶存酸素濃度の分布と水草の現存量の分布等を比較すると今後どういふ場所を効率的に刈り取っていったらいいのヒントになるのではないかと。 水草の多いところでは溶存酸素が少ないという関係は得られるが、溶存酸素が少ないからといって必ずしも水草が多いという関係はない。 オオカナダモがあると酸素が低下しやすいという傾向がみられた。
	湖底の泥化の進行	x x 沈水植物の繁茂により底泥の堆積速度が速まると考えられる	・水草地帯はエビやフナを増殖にあずかる一方、湖水を長い間、停滞させて、湖底には無酸素の層さえつくる。そこで好気性のバクテリアによる有機物の正常な分解による湖水の浄化作用はもはや行われず、嫌気性のバクテリアが繁殖して溶存酸素の減少を招く恐れがある。 ・西の湖ではS62夏期より水草の異常繁茂によって、湖内の水の流通障害、懸濁物質、植物プランクトンなどの浮遊や発生を制御など、特に真珠漁業に大きな影響を与えるに至っている。	浜浦悦治:琵琶湖における夏の濁水と湖岸植生面積の変化 2000年の濁水調査から、滋賀県琵琶湖研究所報20,134-145,2003年。 滋賀県:湖南中部浄化センター中間水路水環境改善調査業務委託報告書1-90,2006年。
湖内水の流通阻害	沈水植物の繁茂により湖水が停滞する可能性がある	・水草地帯はエビやフナを増殖にあずかる一方、湖水を長い間、停滞させて、湖底には無酸素の層さえつくる。そこで好気性のバクテリアによる有機物の正常な分解による湖水の浄化作用はもはや行われず、嫌気性のバクテリアが繁殖して溶存酸素の減少を招く恐れがある。 ・西の湖ではS62夏期より水草の異常繁茂によって、湖内の水の流通障害、懸濁物質、植物プランクトンなどの浮遊や発生を制御など、特に真珠漁業に大きな影響を与えるに至っている。	森下郁子:水草地帯の環境と生物 琵琶湖生物調査報告書(第2報):38-45,1975年。 的場:西の湖水草繁茂状況調査、昭和62年度単年度試験研究調査結果、10-11,1988年。	
生態系への影響	水草の異常繁茂により、魚類等の生息空間の物理的減少を招いていると考えられる(夏季～秋季) 水草群落は本来、漁獲対象のヨコエビ科在来魚の繁殖場としても機能するが、外来魚の優占する現在の南湖では、オオクチバス等の隠れ家となり、損傷成功率が上昇するなど、肉食性外来魚にとって生息しやすい環境を提供していると考えられる(春季～秋季) 水草が異常繁茂し、目類が生息しにくい環境にあると考えられる(周年)	・西の湖ではS62夏期より水草の異常繁茂によって、湖内の水の流通障害、懸濁物質、植物プランクトンなどの浮遊や発生を制御など、特に真珠漁業に大きな影響を与えるに至っている。 ・水草が繁茂すると光合成により昼間の溶存酸素量が過飽和となり、夜間は水草の呼吸などにより溶存酸素量が減少すると思われる。夜間の酸素不足による真珠母貝への影響が心配された。 ・今回の調査では、溶存酸素量はそれほど減少しなかった。 ・近年、県内の主要な淡水真珠養殖漁場である西の湖では、水草の大繁茂による餌不足によって、真珠母貝の成長不良や死亡がみられるようになっている。 西森克浩:西の湖における水草繁茂水域の底層の溶存酸素、平成12年度滋賀県水産試験場事業報告24-25,1999年。 西森克浩:幡野真隆:西の湖の水草現存量の推移、平成15年度滋賀県水産試験場事業報告22-23,2004年。 西森克浩:西の湖の水草現存量の推移、平成14年度滋賀県水産試験場事業報告48-49,2003年。	水草のせいでも南湖の温水性魚類の産卵繁殖場としての機能が全くなかった。 外来魚が生息することにより、在来魚類あるいは在来のエビにとって水草の存在がマイナスになっているかどうかはきちんと押さえる必要がある。 一般的に水草があるところでないといふと外来魚(ブルーギル)が多い。水草が増えて今のところ得をしているのはブルーギルだけではないか。あとは北湖の一部でタナゴが得をしているくらいではないか。	

影響項目	影響小項目	影響理由	根拠(出典)	委員・幹事・オブザーバーの意見
	<p data-bbox="276 309 397 360">有用プランクトンが減少すると考えられる</p> <p data-bbox="276 383 397 450">水中の栄養塩を沈水植物が吸収し、植物プランクトンが減少すると考えられる</p>			<p data-bbox="946 309 1390 360">水草が繁茂するから外来魚が増えるというのは論理展開としてそのように言い切れるのか。外来魚が一定の割合以上に増えたために在来魚が水草で卵が産めない状態になっていると考えた方が自然ではないのか。</p> <p data-bbox="946 383 1390 421">在来魚の繁殖と外来魚の繁殖と水草の繁茂との関係という形で水産課の方で整理してもらいたい。</p> <p data-bbox="946 454 1390 506">操作規則前の90年の時点でも琵琶湖の南湖ではほとんど目の漁獲はなかったのではないかと、南湖漁獲量の推移についてもっとわかる資料を示してほしい。</p> <p data-bbox="946 528 1390 566">少なくとも80年代には南湖でシジミはとれるような状況にはなかったのではないかと。</p> <p data-bbox="946 577 1390 616">漁獲量の減少で水草がどれくらい絡んでいるかは意見の分かれるところ。整理が必要である。</p> <p data-bbox="946 627 1390 665">ブルーギルの漁獲量と水草と水位も含めた簡単なグラフを作ってほしい。</p> <p data-bbox="946 676 1390 728">水草がないとき魚がとれていたからといって、水草をとれば魚がとれるようになると思えるのか。</p> <p data-bbox="946 750 1390 788">水草が増えたことによりブルーギルのすみかになっている。</p> <p data-bbox="946 810 1390 862">水草で南湖のドブガイはほとんどいなくなった。水位操作規則より以前にセタシジミはあんまりとれなくなったのか。</p> <p data-bbox="946 884 1390 922">セタシジミはS50くらい以降からほとんど低減し、水草がこんなに生えた段階でいない状況である。</p> <p data-bbox="946 945 1390 983">モロコがふ化して大きくなる段階に動き出す範囲が藻ばかりで、えさとなる動物プランクトンがない。</p> <p data-bbox="946 994 1390 1046">水草の繁茂の現状は、魚の立場からみれば、外来魚がいるからさらにそれが問題になっているという面もあるし、現実には魚が減っていることがあるという観点から見れば、不健全と言わざるを得ないということもある。</p> <p data-bbox="946 1057 1390 1108">魚の側面から見ると、現実には漁獲量が減っている。ただその場合、外来魚の問題と水草の問題、両方あるので、一応それを明快に2つに分けることは難しいということはある。</p> <p data-bbox="946 1131 1390 1182">水草があることは外来魚を利することになって、その関係からまたさらに在来魚が減っているというようなことがあるとすると、外来魚が一切いなければ今くらい水草があってもよかったという可能性もあるのかもしれない、ちょっとはっきりしたことは言えない。</p> <p data-bbox="946 1205 1390 1361">例えば、20年前、水草が全然生えてないときは琵琶湖の真ん中、南湖の真ん中は泥で、そこはアカムシユスリカがいっぱいいた。今はほとんど縮小して、ほとんど絶滅寸前になってしまっている。そのアカムシユスリカはいつ出てきたかという、実はこれは昭和40年代に、73年くらいに急激に南湖が富栄養化したときに出始めた。そういう変化を続けていて、今また水草が生えて変化し続けている。また、ブラックバスとブルーギルがいなければ、恐らく甲殻類だとか在来魚もたくさんいると考えられるが、ああいう大型の魚は水草にほとんど入っていく。だから、水草自体が隠れ家としてほとんど機能していない。そういう状態では甲殻類にとってもいい場所じゃなくなっている。時系列の変化の中で構造が変わってきて、そこで生物も変わってきている。ただ、在来の生物が豊かに生息できるような環境になっているかと言ったら、そうではないということが言える。しかし、それは水草が繁茂したことと外来魚がふえていることと両方でそうになっているわけで、良い悪いを言うのは非常に難しい。</p> <p data-bbox="946 1373 1390 1424">湖沼環境への悪影響と生態系への悪影響というのを分ける必要というのがよく理解できてなかったんで、湖沼環境への悪影響の一つの項目として生物環境への影響という形で入れ込んだ方がいいのではないかと。</p>

南湖における水草の繁茂要因についての委員等の意見

成長の促進、分布の拡大

否定意見

第一回検討会、第二回検討会、第三回検討会、第四回検討会、第五回検討会

要因項目	要因理由	根拠(出典)	委員・幹事・オブザーバー意見
<p><b>1 水位低下による光条件の改善</b></p> <p>水位の低下により沈水植物の受光量が増加すれば、沈水植物の成長が促進される可能性がある。</p> <p>水位の低下によって、より深所まで光が到達すれば、沈水植物の分布が拡大する可能性がある。</p>	<p>(1) 1994年を契機に水草が増えたと思われるが、こうした数年に1度くらいの頻度で夏から秋に低水位になることがあり、これも琵琶湖の水草を増やす要因になっているのではないかと。</p> <p>(2) 芽を出す時期、6月前後の水位はかなり大きいと考えている。在来種の発芽時期である初夏の頃に水位が高いか低いかわいというの、その芽出しの数に影響し、密度や現存量にも影響するのではと考えている。</p> <p>(3) 南湖は、非常に浅い湖盆となっており、3.5mのところ、例えば1.2m水位が下がると、湖底までの距離が非常に短くなり、水草にとっては光条件が改善され、その結果水草の増加が始まったと考えられています。</p> <p>(4) 透明度と水位から水草が生えらるる範囲を推定するモデルを作り、1979年から2004年までの水草が生えらるる範囲を推定した。その結果、1992年や1993年は水草が生えらるる範囲はかなり狭いが1980年代にはずいぶん広い範囲が水草の生えらるる場所になっている。特に1984年はほぼ全域が生えらるる場所になっている。つまり、生えてもいい場所に生えていなかったということ、光が当たらなかったから生えていなかったという前提は少しおかしいのではということになる。</p> <p>(5) 1994年の水位低下時に本当に光がよく当たったのかについても調べた。水位は9月に-1m以上ところまで低下しているが、意外なことにモデルで得た生えらるる範囲は広がっていない、むしろ6-8月より狭くなっている。あの時、南湖は透明度がものすごく下がったが、南湖はアオコが100日以上続いていた。だから透明度がものすごく下がった。水位が下がったけれどもその分を遥かに超えて透明度が悪く、結局は湖底にそれほど光が当たらなかった。</p> <p>(6) 1994年の濁水がきっかけになったというのは否定しないが、きっかけに過ぎなかったのではないかと。光環境だけでは増えるチャンスはあった。2002年までは光環境から予想される生えらるる範囲というのは実際に生えている面積よりずっと広い。水位操作が水草の分布範囲に直接作用したということはない。分布範囲の予測式には水位もパラメータとして入っているが、水位を考慮した場合もなかった場合もほとんど予測される分布範囲は変わらなかった。水位の影響はほとんどなく、透明度の変遷の方が分布を決める主要な要因と考えられる。</p> <p>(7) 水位を高くしたら水草が減るかという検討をモデルで実施したが、夏の水位を+30cmにしても焼け石に水で分布範囲は小さくならなかった。</p>	<p>湖岸生態系保全・修復研究会 2007年「琵琶湖の水草問題の現状と課題」(浜端悦治)</p> <p>湖岸生態系保全・修復研究会 2007年「琵琶湖の水草問題の現状と課題」(浜端悦治)</p> <p>湖岸生態系保全・修復研究会 2007年「琵琶湖の水草問題の現状と課題」(芳賀祐樹)</p> <p>湖岸生態系保全・修復研究会 2007年「琵琶湖の水草問題の現状と課題」(芳賀祐樹)</p> <p>湖岸生態系保全・修復研究会 2007年「琵琶湖の水草問題の現状と課題」(芳賀祐樹)</p>	<p>水位操作規則あるいは異常濁水の年のあたりが1つの引き金になって、それ以降、琵琶湖の中の水草の光条件が大きく変わってしまったのではないかと。</p> <p>92年の操作規則の変化が本当に効いたのかを考えなければいけない。水位操作規則、94年の大濁水はあまり影響していないのではないかと。</p> <p>2000年、2002年の大幅な水位低下が真ん中のほうに水草が進出するのをものすごく助けた可能性がある。</p> <p>戦前と比べると7月の水位は50cmくらい下がっている。このことが水草の分布拡大の原因かもしれない。</p> <p>水位との関係、特に1992年から操作規則が変わったことが影響しているのかどうか、私はいただいた資料だけを読んでもやっぱりよくわからないというのが本音。</p> <p>1994年の濁水を1つのきっかけにして水草がふえ始めたというようなことは一般に言われるが、1994年の出来事、濁水を契機に、少し南湖の生態系が変わってきたという視点もあり得る。生態学で生態系がある意味性質を変えることをレジームシフトというが、そうなるという作用する要因も変わってきて、例えば光条件がどうか栄養塩条件がどうかというようなこと、1つの条件だけで考えていても問題が解決しない。</p> <p>水草対策のオプションとして水位操作もあるのかどうか、</p> <p>最終的なこととしては、流量の増加は植物プランクトンのピークを下げることに寄与しているようであるが、植物プランクトンの現存量が平均的に、平均値として下がるといような結果は今回の解析では見られず、現在のところ、濁水以降水草が増加したほうが寄与しているのではないかと。</p> <p>水位を+100cmまで上げて8月は南湖の半分以上のところには水草が生えてしまう。単純に水位を上げるだけでは水草を制御するのは不可能だろう。結局のところ、透明度が高すぎる。</p> <p>1994年の濁水が契機となって、魚と植物プランクトンが優占するようになり濁った湖沼から、レジームシフトが起こって水草と動物プランクトンが優占するよう湖沼に移ることが起こったのではないかと思う。</p> <p>水草が異常繁茂しているということの現象面については近年水位低下の傾向、そして光条件がよくなっているということは事実であるが、なぜ水草が異常繁茂しているのかというのは、恐らく複合的な要因が絡んでそういうことが起こっているわけであり、今の時点でこれだといふように特定することはできない。</p> <p>琵琶湖の水位について1950年以降2000何年までのデータを7月と8月と9月の月間の最高値と平均値と最低値をプロットしたものをみると、1994年、2000年、2002年の頻度で非常に低い最低値を記録している。1994年以前の何十年かを見ても、このように頻繁に琵琶湖の水位が下がったということがないので、これが琵琶湖の南湖の水草の繁茂の拡大要因になったのではないかと。</p> <p>オランダの研究事例では、水草の遷移は若い氾濫原湖沼においてはその外部に運ばれる、いわゆる多発的遷移みたいなのから、年老的湖沼においては内部的に遷移が進むような自発的遷移へとシフトすると結論づけられている。河川の氾濫原の湖沼を扱った事例であるが、水はけ、栄養塩の蓄積、植物の分散などと、水草の遷移が関係するようである。</p> <p>水位低下による光条件の改善とか透明度の向上というのは、2つとも水草の増殖の対してかなりプラスの働きをしていると思う。</p>

要因項目	要因理由	根拠(出典)	委員・幹事・オブザーバー意見
			<p>はじめからその透明度の向上があったというわけではなく、はじめに水位低下による光条件の改善があって、それから何年かして水草が繁茂してきて、それでその透明度の向上があったという気がしている。</p> <p>1994年に水位が-123cmまで下がったことが水草の繁茂のきっかけになったということでは、特に異論はなかったのではないかと。</p> <p>水位低下による光条件の改善が水草の大繁茂の原因になったことに関しては、科学者として信じてないよということになる。水位低下が原因だとやってしまうと、ほかの要因というのを考える要素を排除してしまうので、慎重にしたい。水位低下がきっかけであることに関しては納得するが、絶対条件ではない。もう1個何かあったに違いない。</p> <p>水位低下だけですべてを説明する、1つの要因ですべてが説明できるということは無理だろうというのは最初から皆さん思っておられるかと思う。引き金になる要因と、何か引き金があればある現象が進むような要因が既にあったのではないかと、例えば、底質の変化なども考えなければならない。</p> <p>時系列的に見ると1994年から急速にふえているように見えることは確かであるし、1994年に極端に水位が低くなり、よ、光が当たったことはまず確実なことである。けれども、そこで何が起ったかはまだ完全に理解できない。例えば、光が当たって、成長が促進されたということであれば、1994年の分布状況は恐らくそれより前と変わってない。エネルギーをためて次の年から頑張るとかというような話では多分ないと思う。だから、時系列的に見ても、定性的に考えてもきっかけとなったという因果関係は理解できるが、きっかけとなって、次にふえるための何が起ったかというのが、自分自身でもはっきり確信を持って、これだというのが思い当たらない。</p> <p>1994年の濁水とそのきっかけについて、様々なものが並行して変わっていく中で、どれでも引き金になり得るような状況であった可能性もある。1つのものに責任を全部押しつけるといのはなかなか難しいけれども、どれも関係していると言わざるを得ない部分もあるのではないかと。</p> <p>非常に浅いところの水位変動が大きくなった-123cm以降、南湖の水草の繁茂と同じように北湖でも浅いところでも増えている。南湖の草津の地点で濁度が上がった。下がったから繁茂したのではなく、琵琶湖全体の浅いところ、いわゆる2m、3m、4mのところでは繁茂してなかったところがびっしり繁茂している。何も南湖だけが水草どうのこうののではなく、北湖の浅いところも全部生えていることから、水位変動後に急激に生えたのではないかとということが漁業者の専らの常識である。</p> <p>2000年、2001年と比べて2002年は水草が一気に増えている。これは2002年の濁水とやっぱり関係があるのではないかとと思われる。2000年の濁水についてはちょっとよくわからないが、やっぱり増えている。94年の少雨による濁水現象以外に水位の低下が頻発するようになったというも入れておく必要があるのかなと思う。</p> <p>-90cm、-80cmの水位低下が頻繁に起こる。それごとに北湖も南湖も水草がどんどん増えている。これは漁業者の中では共通認識であり、水位低下がたまたまのきっかけで富栄養化だけ、底質に栄養塩類がたまっているだけということではちょっと理解できない。</p> <p>北湖と南湖は生態学的な湖盆形状も水質も違う。南湖と同列に論じると問題がなかなか見えにくくなる。</p> <p>北湖については水位が低下したときに水草の生える範囲が広がるという論文が出ている。同じ論文では南湖でどうして水草が増えるか水位ではわからないとなっていて。南湖については恐らく94年の濁水のときに繁茂の引き金が引かれたのだろう。今までにないくらいに水草が増えた原因は泥が肥えているからだと考えると非常に単純になると思う。</p> <p>濁水という言葉が頻繁に出てくるが定義をはっきりさせた方がよい。一般的に取水制限が起った被害が出たりということと濁水調整を行ったことを濁水と呼ぶ。</p> <p>1994年の前後で水草が急に繁茂するようになって、そのきっかけが観測史上最低水位であったというはある程度合意ができていて。ただ、それがすべてかといえそうではなく、例えば多少流入負荷が減っていたとか、日射量も上がっているし、水温も高い、単純に光と温度とかそういうものではなく、それこそレジームシフトでフェイズが変わってしまうことが起ったのだろう。</p> <p>2000年と2002年に水位が下がったことがきっかけになってさらに水草が増えたと言い切れるかどうか、そこは合意しておいたほうがよい。</p> <p>1994年の大濁水が水草の繁茂の引き金になったというのは今までの議論で出ている。水位の低下で光が水底まで入るようになって、沈水植物の生育範囲が増えた。沈水植物が増えると透明度が上昇し、ますます繁茂にとって好条件になったというのが基本的な粗筋で、そこに水位低下が何度か起って、それも沈水植物の繁茂に関係したことは間違いないと思う。</p>
2 透明度の向上	(1) 沈水植物の群落光合成についての数学モデルの派生的な事項として、光合成についての(日)補償深度と透明度の関係がこれまで以上に明瞭なものになった。群落上層部の葉茎の補償深度(Zc)とその時の透明度(Tr)の何倍に当たるかの比率(Zc/Tr)をみると、クロモの7-8月は1.8-0.7、コカナダモは1.6-1.0となった。両者の値の差は小さいが、コカナダモはクロモよりも、より深い水域での生存が保障される。コカナダモが琵琶湖に侵入した当初は、クロモなどの在来種が群落形成にまでいたらなかった深い波の静かな場所に生活圏をみだし、定着していったと推察する。	生嶋功：びわ湖の水生植物の生態研究史。びわ湖とその州水域の環境動態-研究の現状と文献。資料集-81-88,1978年,(7-R1)。	水草が繁茂すると透明度は良くなる。きれいになるとまた水草が繁茂するという悪循環にあると漁業者は考えている。

要因項目	要因理由	根拠(出典)	委員・幹事・オブザーバー意見
<p>透明度の上昇により沈水植物の受光量が増加すれば、沈水植物の成長が促進される可能性がある。</p> <p>透明度の上昇によって、より深所まで光が到達すれば、沈水植物の分布が拡大する可能性がある。</p>	<p>(2) 透明度と水位から水草が生えらるる範囲を推定するモデルを作り、1979年から2004年までの水草が生えらるる範囲を推定した。その結果、1992年や1993年は水草が生えらるる範囲はかなり狭いが1980年代にはずいぶん広い範囲が水草の生えらるる場所になっている。特に1984年はほぼ全域が生えらるる場所になっている。つまり、生えてもいい場所に生えていなかったということで、光が当たらなかったから生えていなかったという前提は少しおかしいのではということになる。</p>	<p>湖岸生態系保全・修復研究会 2007年「琵琶湖の水草問題の現状と課題」(芳賀祐樹)</p>	<p>透明度は南湖の北と南で動きが違うが平均値にしてよいか、</p>
	<p>(3) 1994年の水位低下時に本当に光がよく当たったのかについても調べた。水位は9月に-1m以上とところまで低下しているが、意外なことにモデルで得た生えらるる範囲は広がっていない。むしろ6-8月より狭くなっている。あの時、南湖は透明度がものすごく下がったが、南湖はアオコが100日以上続いていた。だから透明度がものすごく下がった。水位が下がったけれどもその分を遥かに超えて透明度が悪く、結局は湖底にそれほど光が当たらなかった。</p>	<p>湖岸生態系保全・修復研究会 2007年「琵琶湖の水草問題の現状と課題」(芳賀祐樹)</p>	<p>水草が増えること自体で透明度が上がっていくという問題がある。水草が増え始めたということ、水草が増えるということは分けて考える必要がある。</p>
	<p>(4) 1994年9月の水草が生える範囲は狭いかもかもしれないが、それ以前のほかの年と比べたら広がったかもしれないという点について検証したところ、1994年よりも光条件がよい年は結構多いということがわかった。1994年の濁水だけで水草が増え始めた理由は説明できない。確かに94年の濁水が、水草が増え始めるきっかけになった可能性は否定できない。だが、光条件だけを考えると1994年よりも前に水草が増え始められる年はいくらでもあった。</p>	<p>湖岸生態系保全・修復研究会 2007年「琵琶湖の水草問題の現状と課題」(芳賀祐樹)</p>	<p>ひょっとして水位操作規則が変わって南湖の水をどぼと流してしまうので透明度が上がったのではなからうか、この場合、水の高さでなく水を流す勢いと関係する。</p>
	<p>(5) 最近、全国どこの湖沼も水質が改善傾向にあり、かつてはアオコに覆われていた諏訪湖も信じられないほど水草群落に覆われている。琵琶湖でも水質改善が進み、1994年の濁水を契機に水草が増え始めた。</p>	<p>湖岸生態系保全・修復研究会 2007年「琵琶湖の水草問題の現状と課題」(角野康郎)</p>	<p>水草の繁茂に伴い、あるいは流量の増加に伴い透明度も改善されたことから、湖底への光透過量は多く推移して、南湖全域に水草の繁茂が拡大したものと考えられるのではないかと</p>
			<p>流量が増えることによって植物プランクトンが減るとするのは全体の解析では言えている          放流量と植物プランクトンの関係については、現在の資料からは相関があるとは思えない。          透明度が1984～1991年までのレベルまで低い状態であれば、水草の分布面積は南湖の半分まで抑えられる。          2000～2007年は6月になると突然透明度が高くなる。まだ水草が繁茂しない時期なので水草以外の要因かもしれない。          放流量の増大で(南湖の水が)フラッシュアウトしてしまうのであれば何らかの(透明度の)コントロールが可能かもしれない。          浚渫船が稼働しないことが透明度上昇の一要因ではないかと。          現時点でも水草の生えない地帯、薄い地帯が残っている。これは砂利採取による透明度への影響と思われる。          水域面積の30%くらいに水草が繁茂すれば全体の栄養塩を抑制するだろうといわれる。半分以上覆わなくても南湖全体の栄養塩を抑制・吸収して透明度を下げるという効果はあり得る。          南湖の場合、代掻き期の濁水が5月に入り、6月になるとなくなることがある。          5月の透明度が低いのは植物プランクトンのフローラが影響している可能性もあるのではないかと。          1mくらいの透明度を目指すのであれば水草を全部刈り取ってしまえば可能かと思う。          5月から6月にかけてかなり放流をされ、南湖の水が南湖に流れ込んでくると透明度が上がるのではないかと。          透明度が高くないと生育できない水草もあるので、水草の種類も遷移していくのではないかと。          水位操作規則の前で大きく(瀬田川洗堰の放流量が変わった)というようなことはちょっと読みにくい。瀬田川の放流量が水位操作によって増加したというよりも、水草が横から繁茂してしまうことによって、南湖の中央部に結局水が通り抜けられるような細い道ができてしまっただけの滞留時間というのが短くなる。つまり南湖自体の水の動ける容積がすごく小さくなったことが植物プランクトンの減少に影響しているのではないかと。          赤野井湾の場合、代掻き濁水そのものが水草の繁茂に、その透明度に何らかの影響を及ぼしたというのはいささか考えにくい。むしろ6月下旬～7月の降雨に伴う濁度の上昇が影響しているのではないかと。          琵琶湖総合開発事業が昭和47年以降平成4年までが最盛期ということで、様々な工事等が行われていた。かつ、湖南の中部浄化センターの湖底埋め立てや南湖の浚渫の一部で、この一定期間にいろいろ南湖で工事がなされていた。この時期の草津地点の水質自動監視装置では濁度が高い状況があったが、琵琶湖の終了以降、極端に濁度の数値が下がる傾向を示した。これが透明度にも一部影響、向上につながっているのではないかと。          南湖から南湖に透明度の高い水が流れてくることが考えられるが、操作規則前の平均流出量が大体197m<sup>3</sup>/s、制定後は218m<sup>3</sup>/sということで、1割程度増量していた。南湖からの総流入量(試算)では、操作規則前が大体5億2000万、操作規則後が5億6000万m<sup>3</sup>となり、10%程度増加した。操作規則制定後に、より南湖の水が南湖に入って透明度の向上につながったのではないかと。          水位低下による光条件の改善とか透明度の向上というのは、1つとも水草の増殖の対してかなりプラスの働きをしていると思う。          はじめからその透明度の向上があったというわけではなく、はじめに水位低下による光条件の改善があって、それから何年かして水草が繁茂してきて、それでその透明度の向上があったという気がする。</p>

要因項目	要因理由	根拠 (出典)	委員・幹事・オブザーバー意見
			<p>光条件に関しても、底質に関しても、それが繁茂のきっかけになると同時に、逆に繁茂することでまたそれが変化していくという両方の側面がある。これをしっかり認識した上で整理していかないといけない、それほど単純なものではない。</p> <p>濁度が光条件や透明度と非常に密接に関係しているが、1991～1992年頃に南湖の東岸でかなり砂利採取をされて、その影響がランドサットの写真なんかではかなり色濃く写っていた。あのときは、その砂利採取がかなり南湖のSSに影響を与えていたのではないかとというような議論もあったが、水草とSS、あるいは水草と南湖東岸のどこの砂利採取の関係というのも、この水草の増殖要因の中で光条件や透明度と関係して行くのではないかと、自動測定局で濁度、定期的な水質調査でSSをやっているの、そこら辺のデータで一応整理をしておく必要があるだろう。</p> <p>砂利採取の濁度については、掘ったところの近くは濁度が非常に濃い、砂利採取の影響は非常に極端に真っ黒く泥濁りになっているところは、もちろん植物は生えないと思われる。なおかつ、その付近は非常に深いので水草が生えにくいという面があるので、砂利採取の濁度の影響は程度によるのではないかと。</p> <p>砂利採取については、かなり以前から大体10万m<sup>3</sup>ぐらいの湖中の砂利採取が草津のところでされている。1997年ぐらいまで10万、ちょっと下がって2002年ぐらいまで9万ぐらい、ほとんど変わらず、2002年ぐらいまでは大体同量ぐらいでいっているという状況で、そこから砂利採取につきまちは段階的縮小ということでも動いている。そこから2004年に5万ぐらいにガクッと下がり、2008年からは2万m<sup>3</sup>ぐらいまでだんだんと下がっている。ただ水草の繁茂の時期と比べると、水草繁茂した後から下がっているのだから関係はないのではないかと、影響は限定的というところではないかと。</p> <p>2001年の水草分布図の中央部分に水草がないが、これはちょうど浚渫をして濁水が非常に出ているところだけが水草がないという印象を持っている。</p> <p>砂利採取でかなり濁りがあったのがなくなったというのかなりきいているのではないかと、各種工事の減少と独立させて砂利採取量の低下をフローに入れた方がよい。</p> <p>90年代以降に動物プランクトンが増加して植物プランクトンの減少につながったというのは十分に確認されていないのではないかと、事実関係として動物プランクトンが本当に増えているか気になる。増えていたとしてもそれが植物プランクトンの減少につながるのかわからない。</p> <p>砂利採取量が下がってきたのはごく最近で、2004年と2008年にぐくんと落ちている。水草繁茂の時期とあまりにずれているのでこれは関係ないのではないかと。</p> <p>砂利採取そのものではなくて採取に伴う水の濁りが効いているのだと思う。実際、南湖であまり水草が生えていないところと砂利採取をやっているところとかなり地域的に重なっている。少なくとも2000年代の濁りの減少にはある程度砂利採取量の減少が効いているのではないかと。</p> <p>実際に砂利採取を毎年毎年やっているのは非常にピンポイントの部分でしかない。多少拡散するだろうけれどもかなり限定的な範囲と考えている。</p> <p>砂利採取による濁水というのは以前から琵琶湖の中でかなり問題視されていた。我々の方では業者さんに対してそれなりの工夫を求めている。</p> <p>許可量が10万m<sup>3</sup>だという話だが、昔は10万m<sup>3</sup>というものではなかったのではないかと、砂利採取が減って来ているのは事実なので、水草が増えて濁りが広がらなくなったというもあるだろうが、砂利採取の濁りが少なくなって来ている影響もあるだろう。</p> <p>確かに栄養塩の減少というのもあると思うが、1990年代の前半のというのが濁水以前の状況までは透明度は少なくとも上昇していない、むしろ下降している傾向がみられる。</p>
3 水質の富栄養化	<p>沈水植物が植物体から吸収できる湖中の栄養塩濃度が上昇すれば、ある種の沈水植物の成長が促進される可能性がある。</p> <p>(1) 富栄養化するとプランクトンが増加し、透明度の低下がする。ロゼット型沈水植物は光合成器官である葉をその長さ以上に水面に近づけることができないため、透明度の低下により競争に不利となる。コカナダモはプランクトンの少ない冬季に成長するため富栄養化に強い。</p> <p>(2) コカナダモ、オオカナダモ、クロモ、ササバモ、ホザキノフサモ、エビモなどの種はいずれも湖沼の富栄養化の過程の途中段階で現存量を最大にし、その後急速に減少するという道をとる。湖沼の富栄養化の過程で沈水植物の現存量が増加するのは、湖底では泥地化が進み富栄養となつてはいるが、透明度は有茎性の水草が生育できる程度に維持されているという状態の一時期なのである。</p> <p>(3) 富栄養化により湖底にヘドロが堆積し泥質化するため、外来種であるコカナダモ等には有利である。</p> <p>(4) 1994年というのは琵琶湖だけでなく、他の湖でも類似した濁水現象があったはずである。しかし琵琶湖では特に水草の回復が著しかった。琵琶湖自身がその時に置かれていた状況がそれほど富栄養化が進んでおらず、水草が回復できる状況にあったためではないか。</p> <p>(5) 過去の南湖と比較して水草が多い理由としては、(1)琵琶湖(南湖)が昔より富栄養化しているから、(2)沈水植物を刈り取らないから、が考えられる。</p> <p>(6) 琵琶湖南湖で泥質を好む種類が増えていくことから考えると、これらの水草が急に増え始める前に南湖の底質の泥質化が進んでいたのではないかと。</p>	<p>浜端悦治：沈水植物の特性、「河川環境と水辺植物」(奥田重俊ほか編)、ソフトサイエンス社、東京、1996年、71-92)</p> <p>浜端悦治：沈水植物の特性、「河川環境と水辺植物」(奥田重俊ほか編)、ソフトサイエンス社、東京、1996年、71-92、(5-R1)。</p> <p>生嶋功：水草班中間報告、びわ湖生物資源調査団中間報告、313-341、1966年)</p> <p>湖岸生態系保全・修復研究会 2007年「琵琶湖の水草問題の現状と課題」(角野康郎)</p> <p>湖岸生態系保全・修復研究会 2007年「琵琶湖の水草問題の現状と課題」(角野康郎)</p>	<p>富栄養化防止条例ができて水草が繁茂できるまでに栄養塩類が減ったということはないのではないかと、全然室案としては変わっていない。</p> <p>滋賀県の下水道普及率が昭和60年～平成17年にかけて上がってきており、それに合うような形で工業系と家庭系の汚濁負荷量が減ってきている。それにともなって、全体のCOD、トータル窒素、トータルリンの負荷量が減少してきている。</p> <p>ここまで水草が繁茂し過ぎたのは、それ以前の富栄養化のおかげで、底泥が堆積していたとか、プランクトンなり水中の栄養塩類の濃度が高かったということがあって、そういったものが関与して、大繁茂につながったのではないかと。</p>

要因項目	要因理由	根拠(出典)	委員・幹事・オブザーバー意見
<p><b>4 底質(栄養塩の蓄積・泥質等)</b></p> <p>沈水植物が根から吸収できる底泥の栄養塩濃度が上昇すれば、ある種の沈水植物の成長が促進される可能性がある。</p> <p>堆積環境の変化に伴って底質が変化すると、ある種の沈水植物の分布が拡大する可能性がある。</p>	<p>(1) 北湖の代表的な分布パターンを示す地点では、水深が深(底質が泥となる部分にはコカナダモの優占する群落のみならず、浅く底質が礫や砂の場所ではセンニンモヤクロモのような在来種が群落を形成していた。</p> <p>(2) 適当な波浪等、湖水の流れがあるところでは底質が砂地で維持されネジレモなどの在来種の群落に非常に良い状態である</p> <p>(3) 底質の富栄養化は植物プランクトンなどによる内部生産を促進し、それらは湖底の堆積物を増加させ、湖底の泥地化が進行する。こうした底質の場所には、コカナダモのように地下に茎を持たないか、エビモのように地表下深くへはもぐらないタイプの沈水植物が有利である</p> <p>(4) 琵琶湖南湖で泥質を好む種類が増えていることから考えると、これらの水草が急に増え始める前に南湖の底質の泥質化が進んでいたのではないかと</p>	<p>浜端悦治: 琵琶湖の沈水植物群落に関する研究(1) 潜水調査による種組成と分布。日本生態学会誌,41(2),125-139,1991年)。</p> <p>浜端悦治: 琵琶湖の水草の現状とその変化。琵琶湖研究10年の成果と今後の課題,87-106,1993年)</p> <p>浜端悦治: 沈水植物の特性、「河川環境と水辺植物」(奥田重俊ほか編),ソフトサイエンス社,東京,1996年,71-92)</p> <p>湖岸生態系保全・修復研究会 2007年「琵琶湖の水質問題の現状と課題」(角野康郎)</p>	<p>月に最低限1回といった形で耕耘していくことによって水草の一定の抑制効果、また湖底の底質改善効果は確認できる。</p> <p>水草が密に生えているところを耕耘しても効果は出にくい。水産課が耕耘しているところは比較的溶存酸素濃度が高くとも水草が生えており、耕耘により被度が高くなっていないのでうまくいっているようである。これは耕耘の効果なのか、それともとも比較的酸素が高い場所なのかというところは分けて考える必要がある。</p> <p>水草が多いところで溶存酸素が少ないという関係は得られるが、一方溶存酸素が少ないからといって必ずしも水草が多いということはない。</p> <p>オオカナダモがあると酸素が低下しやすしいというのがどうも傾向としてある。</p> <p>南湖の泥のしゅんせつをほとんどしなくなって、特にここ数年それが透明度に影響していると考えられる。</p> <p>オランダの研究事例では、水草の遷移は若い氾濫原湖沼においてはその外部に運ばれる、いわゆる多発的遷移みだいのものから、年老いた湖沼においては内部的に遷移が進むような自発的遷移へとシフトすると結論づけられている。河川の氾濫原の湖沼を扱った事例であるが、水はけ、栄養塩の蓄積、植物の分散などと、水草の遷移が関係するようである。</p> <p>ここまで水草が繁茂し過ぎたのは、それ以前の富栄養化のおかげで、底泥が堆積していたとか、プランクトンなり水中の栄養塩の濃度が高かったということがあって、そういったものが関与して、大繁茂につながったのではないかと</p> <p>光条件に関しても、底質に関しても、それが繁茂のきっかけになると同時に、逆に繁茂することでまたそれが変化していくという両方の側面がある。これをしっかり認識した上で整理しておかないといけないし、それほど単純なものではない。</p> <p>大繁茂の前からずっと南湖の湖底はかなり泥が広がっていた。今、背の高い水草がふえてきているのは、例えば泥質化のような底質の変化が効いているのではないかと</p> <p>水産試験場の調査で1969年と95年の比較すると南湖の湖底で非常に泥質化が進んでいるという結果が出ている。湖底の泥質化も何らかの役割を果たしているのではないかと</p> <p>60-80年代は基本的には湖が富栄養化して水草が生えられなかった時期だと思う。その時は植物プランクトンが大発生して多分その死骸が底泥にたまって湖底の泥質化が進んだ。94年の濁水でたまたま光条件がよくなって、水草が生えられる条件になったときに底質から栄養塩を吸収して大群落を作ったと考えている。必ずしも水草の繁茂した要因は明確ではないが、少なくとも94年がきっかけとなって水草が繁茂した。繁茂した量の多さというのは、それまでの富栄養化の結果、それだけの量が出てしまったということではないかと考えている。</p> <p>-90cm、-80cmの水位低下が頻繁に起こる。それごとに北湖も南湖も水草がどんどん増えている。これは漁業者の中では共通認識であり、水位低下がたまたまきっかけで富栄養化だけ、底質に栄養塩類がたまっているだけということではちょっと理解できない。</p> <p>北湖と南湖は生態学的な湖盆形状も水質も違う。南湖と同列に論じると問題がなかなか見えにくくなる。</p> <p>北湖については水位が低下したときに水草の生える範囲が広がるという論文が出ている。同じ論文では南湖でどうして水草が増えるか水位ではわからないとなっている。南湖については恐らく94年の濁水のときに繁茂の引き金が引かれたのだから、今までにないくらいに水草が増えた原因は泥が肥えているからだと考えると非常に単純になると思う。</p> <p>アカムシユスリカの幼虫は泥の表面で植物プランクトンの死骸など落ちてきたものを食べる。これが1974年から増えだし、大津市内でユスリカ成虫の苦情がものすごく出ていた。この苦情は2000年からほとんど出なくなっている。1972-73年に植物プランクトンの大発生がありそれを餌にアカムシユスリカが大発生した。2000年以降は水草が分布してユスリカの生息できるような湖底がなくなった。底泥にたまったものがあるわけで、それが水草の栄養分となって利用されているひとつの傍証になるのではないかと</p>
<p><b>5 水温の上昇</b></p> <p>水温上昇により、沈水植物の成長に適する水温の期間が延びれば、ある種の沈水植物の成長が促進される可能性がある。</p>	<p>(1) 西の湖の4調査地点では、水温と水草現存量との間に正の相関関係が認められた。水温の上昇によって水草の活性が活発になるとともに、日照量の増加によって、水草の成長が促進されたためと考えられる。</p>	<p>西森克浩: 西の湖の水草現存量と水深・水温の推移。平成13年度滋賀県水産試験場事業報告,34-35,2002年)</p>	<p>水温の上昇による要因については、根拠になっているのが西の湖の実験データである。西の湖は水界が非常に小さくて、水深も非常に浅いわけで、水温は、やっぱり南湖に比べればはるかに上がりやすいし、もちろん下がりやすい。実験データがそのまま野外に転用可能かについては、非常に制御された条件の中のものがある野外に転用可能なのかということと、それなりに面積も容積もあるような南湖にそのまま転用可能かということとをきちんと検証していなければならない。水温の上昇についてはやはり優先順位は低いというふうには考えざるを得ない。その根拠になるようなデータが南湖で出ていけば、それは考慮する必要があるが、非常に浅い水域であるとか、実験的なものについては、少し慎重になったほうがよい。</p> <p>1994年の前後で水草が急に繁茂するようになって、そのきっかけが観測史上最低水位であったというのがある程度合意ができていた。ただ、それがすべてかといえはそうではなく、例えば多少流入負荷が減っていたとか、日射量も上がっているし、水温も高い。単純に光とか温度とかそういうものではなく、それこそレジームシフトでフェーズが変わってしまうことが起こったのだから。</p>

	要因項目	要因理由	根拠(出典)	委員・幹事・オブザーバー意見
	最高水温が上昇すると、沈水植物の光合成速度が速まり、ある種の沈水植物の成長が促進される可能性がある。			
6	日照時間の増加  日照時間の増加により沈水植物の受光量が増加すれば、沈水植物の成長が促進される可能性がある。	(1) 西の湖の4調査地点では、水温と水草現存量との間に正の相関関係が認められた。水温の上昇によって水草の活性が活発になるとともに、日照量の増加によって、水草の成長が促進されたためと考えられる。 (2) コカナダモに日照時間に関して簡単な実験を行いました。側枝の数は20時間当てた茎から平均3本の側枝を出しました。この実験の結果は、日照時間の増加が密度を増加させる可能性があることを示唆しています。	西森克浩:西の湖の水草現存量と水深・水温の推移.平成13年度滋賀県水産試験場事業報告,34-35,2002年)  浜端悦治:琵琶湖の水草の現状とその変化.琵琶湖研究10年の成果と今後の課題,87-106,1993年)	1994年以前の日照時間と以後の日照時間で変化があったかという点、それも多分あんまりないだろう。1994年の大繁茂のきっかけをつくったときに、晴天日が続いて、それで日照時間が増加したという点に関してはあるのかもしれない。  日照時間の問題は、たまたま1994年に晴天が多くて、それが水草の成長を促したということはいえるだろうけれども、日照時間そのものが経年的に変わってきたわけではないだろう。  潜水調査をしているときに、1993年は南湖についてほとんど水草がなかった状況だった。1994年は6月、7月くらいからどんどん水草がふえてくるという状況になって、8月の末くらいで図に示した水草の分布となった。多分、前年がこれだけの状態であったというよりも、1年か、その半年くらいの間でどんどん増えてこまくなったという感じである。晴天日が続いて日照条件がよくなった影響が大きいのではないかと印象を持っている。  1994年の前後で水草が急に繁茂するようになって、そのきっかけが観測史上最低水位であったというはある程度合意ができていて、ただ、それがすべてかといえそうではなく、例えば多少流入負荷が減っていたとか、日射量も上がっている、水温も高い。単純に光と温度とがそういうものではなく、それこそレジームシフトでフェーズが変わってしまうことが起こったのだろう。
7	除草剤の使用制限  除草剤の使用が制限されるとある種の沈水植物が増加する可能性がある。	(1) 80年代は、(水草が)生えられる可能性があるのに、何ではいえないのだろうかということ。これから言うのはまだ確証が得られていない話で、……一応、原因としては除草剤を疑っています。 (2) 水質あるいは地形的な要因で水草が生育できないような湖を除外し、沿岸帯には水草の群落が成立発達しているのが普通の状態である。それが1960～1970年代になってほぼ全国共通で著しく衰退した。水草群落の衰退は富栄養化が始まる少し前なので、そのころから大量に使用され始めた農薬(特に除草剤)に原因を求める考え方もある。	湖岸生態系保全・修復研究会 2007年『琵琶湖の水草問題の現状と課題』(芳賀祐樹)  湖岸生態系保全・修復研究会 2007年『琵琶湖の水草問題の現状と課題』(角野康郎)	除草剤の残留性、あるいは毒性が減少したのが水草の増える要因になっているのではないかとするのは、割とよく言われている。ただ、それを裏づけるデータがなく、そういう目的で調査をした人がいない。  除草剤については、国のほうもようやく水草と農業の検討を始めているので、今後出てくる話だろう。
8	藻刈りの減少  沈水植物を直接除去する藻刈りや湖底の耕耘が減少すると沈水植物の現存量が増加する可能性がある。	(1) 西の湖で水草が大繁茂するようになった原因として、以前のように貝曳網が操業されなくなったために湖底の耕耘が行われなくなったことなど (2) 過去の南湖と比較して水草が多い理由としては、琵琶湖(南湖)が昔より富栄養化しているから、沈水植物を刈り取らないから、と考えられる。背が高く、密生する水草が増え、背の低い水草が減ったことも考えると、ネジレモやコウガイモ、イバラモがたくさんある景観は里山的に作り出されていたのかもしれない。	西森克浩:西の湖の水草現存量と水深・水温の推移.平成13年度滋賀県水産試験場事業報告,34-35,2002年)  湖岸生態系保全・修復研究会 2007年『琵琶湖の水草問題の現状と課題』(芳賀祐樹)	西の湖でマンガン曳き等を行い、水草の状況も改善できた。努力量をかければ、それに見合っただけ水草を抑えることができる。  貝を曳くことが水草を抑制する効果もあり、漁場が回復すればそれを曳くことで水草がまた抑制される。  水草の刈り取りにより、植生の組成変化がわかるデータがあれば出してほしい。  貝を曳くということは、それ自体が水草を抑制する効果もある。漁場が回復すればそれを曳くことでポジティブなフィードバックがかかるよう目指していく。ただ水草の除去のためだけということではコントロールしていくのは続かない。  漁連から南湖の貝類の漁獲量の話があったが、恐らく平成5年よりも前の、ある程度漁獲のあった状況であっても、努力量としては必ずしも藻が入るのを抑えきれようほどではなかったのではないかと、藻刈りの減少については定量的に評価するということもやってみたらいいのではないかと。  漁獲量は貝も魚も減っている。貝曳きを漁業者の方がやられなくなったことが、水草が広がるのをとめられなかったというところも、水草拡大の要因として加えたほうがいいのではないかと。  藻刈りの減少だと繁茂に対して恐らくポジティブな効果がある。増加であればネガティブな効果があるだろう。その辺を少しはつきりさせる必要がある。

要因項目	要因理由	根拠(出典)	委員・幹事・オブザーバー意見
<p>9 護岸状況(埋立地の造成、琵琶湖大橋建設)(マイナス要因)</p>	<p>(1) 木浜埋立地の造成工事現場およびその下流一帯の水生物群落はなくなった。これに類する被害状況を堅田の大橋の建設時に注目した。下に掲げた表(注:省略)は、濁水がいかに水生植物の光合成を低下させるものであるかを示すもので、切工事は南湖盆および、濁水の北流する北湖盆で大きな悪影響を与えたことは琵琶湖での実例や表9(注:上記と同じ)から十分に推察されることである。</p>	<p>生嶋功:水草班中間報告。びわ湖生物資源調査団中間報告,313-341,1966年)</p>	<p>琵琶湖総合開発事業が昭和47年以降平成4年までが最盛期ということで、様々な工事等が行われていた。かつ、湖南の中部浄化センターの湖底埋め立てや南湖の浚渫の一部で、この一定期間にいろいろ南湖で工事がなされていた。この時期の草津地点の水質自動監視装置では濁度が高い状況があったが、琵琶湖の終了以降、極端に濁度の数値が下がる傾向を示した。これが透明度にも一部影響、向上につながっているのではないかと。</p> <p>護岸状況の変化については、埋め立てると濁水が出て水草がなくなるという話で、裏返すと工事が終わって濁水が出なくなると水草は生えられるという話なので、透明度の上昇のところの一因に入るだろう。草津沖の観測で濁水が減ったという実例も見られた。</p>
<p>10 種子等の拡散</p> <p>沈水植物は種子、殖芽、塊茎、地下茎、走出枝、切れ葉などによって分布域を広げる。</p>	<p>(1) 1994年というのは琵琶湖だけでなく、他の湖でも類似した濁水現象があったはずである。琵琶湖の場合は北湖があり、下流に南湖がある。種子や殖芽などの分散体の供給があり、好天が続き、水位が下がって湖底に届く光の量が増加し、それで南湖では水草帯が回復できたのではないかと。</p>	<p>湖岸生態系保全・修復研究会 2007年「琵琶湖の水草問題の現状と課題」(浜端 悦治)</p>	<p>マンガン曳きをやったときにオオカナダモなどがチップ化し、そこから芽をだすやつが増えることが心配である。データはないかと。</p> <p>オランダの研究事例では、水草の遷移は若い氾濫原湖沼においてはその外部に運ばれる、いわゆる多発的遷移みたいなものから、年老いた湖沼においては内部的に遷移が進むような自発的遷移へとシフトすると結論づけられている。河川の氾濫原の湖沼を扱った事例であるが、水はけ、栄養塩の蓄積、植物の分散などと、水草の遷移が関係するようである。</p>
<p>11 水の流れ</p> <p>水の流れが弱まると流れに弱い沈水植物の成長が促進される可能性がある。</p> <p>水の流れが弱まると流れに弱い沈水植物の分布範囲が拡大する可能性がある。</p>			<p>水の流れも水草の増殖要因の1つに挙がってきてもいいのではないかと。</p> <p>水の流れについては、プランクトンの回転率が上がることによってそのプランクトンの増殖が抑えられ、プランクトンの種類組成が変わったのではないかとという議論をしていた。実際に調べてみると、88年の結果だと、きれいに出来るが、ほかの年だとなかなかきれいに出来ないということで、流れが水草に影響しているというデータというのは、積極的にそれを証明するようなデータというのがあまりなかった。</p> <p>水草が繁茂して流れが弱まり、さらに水草が繁茂してもっと流れが弱まり今のような状況になってきているということも考えられないかと。</p> <p>琵琶湖河川さんのデータを見る限り、湖水の回転率が上がっていることで、水の流れが弱まるのが水草の増加要因になったとはちょっと考えにくい、水草の繁茂によって水の通り道ができて、もっと回転率は上がっている可能性がある。</p>

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

(平成16年度水草の根こそぎ除去調査報告書(滋賀県自然環境保全課)から作成)

区分	貝曳き漁具等による水草基底部からの除去方式	刈り取り専用船による除去方式
概要	<ul style="list-style-type: none"> <li>・貝曳き漁具等を用いた人力による作業</li> <li>・水草の基底部からの除去(刈り残しがある程度残存)</li> <li>・刈り取り専用船による除去方式に比べ、より深いところの水草まで除去が可能</li> <li>・特定の場所での水草の基底部からの除去に効果的</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・刈り取り専用船による機械作業</li> <li>・水草の表層部(水深1.5m)の除去</li> <li>・根こそぎ除去方式に比べ、より広い範囲での機動的な対応が可能</li> <li>・浅くかつ広い範囲の作業</li> <li>・広い水域での水草の表層部の刈り取りに効率的</li> </ul>
対応する障害の種類	<ul style="list-style-type: none"> <li>・湖底からの過剰に繁茂する水草の抑制であり、湖沼環境の悪影響、漁場確保などへの対応</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・表層の除去であり、水面を漂う水草の腐敗による悪臭や景観障害、航行障害などへの対応</li> </ul>
抑制効果	<ul style="list-style-type: none"> <li>・少なくとも翌年春までの抑制効果を確認</li> <li>・一定期間経過後は水草が再び繁茂するため、継続的な取り組みが必要</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・当該シーズンの水草被害への対応</li> <li>・近年は夏季に水草が異常繁茂することが恒常化しており、毎年の対応が必要</li> </ul>
作業の適期	<ul style="list-style-type: none"> <li>・水草が大量に密生しているとマンガワが湖底にまで届かないことも多く、水草が繁茂しているときの作業は困難</li> <li>・シジミ漁期(9月~4月)を始めとする漁期との調整が必要</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・刈り取り専用船の刃先が水深1.5mであり、水草が水面あるいは水面近くまで繁茂した時期での作業</li> </ul>
作業面積	1日・1隻当たり1,000m <sup>2</sup> 程度(水草の繁茂状況により変動)	1日・1隻当たり11,000m <sup>2</sup> 程度(水草の繁茂状況により変動)
環境への影響	<ul style="list-style-type: none"> <li>・大規模な除去による生態系・水質への短期的・長期的な影響については未だ解明されておらず、長期的継続的な調査が引き続き必要</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・これまで長年にわたって実施されてきており、また、水草の表層部(水深1.5m)を除去するだけであるため、琵琶湖の生態系や水質に与える影響について特に懸念すべきものはないものと考えられる</li> </ul>