

資料編 1 沿岸透明度の概要等

1. 沿岸透明度の概要¹⁾

1.1 目標設定の基本的考え方

1.1.1 水生植物の保全・再生

海藻草類及び沈水植物等の水生植物の生育の場の保全・再生の観点から、維持することが望ましい環境上の条件として、沿岸透明度の目標設定の検討を行う。

1.1.2 親水利用の場の保全

保全対象とする親水利用の目的として、①自然探勝に利用される水域で、自然環境保全上高い透明度が求められる場所における親水利用、②水浴、眺望などの日常的な親水行為（以下、「日常的親水」という。）の対象になる場所における親水利用、に分類される。海域及び湖沼における親水利用として勘案すべき水浴は、水浴場における水浴に限らず、水辺空間とのふれあいの観点から日常生活の中で行われる行為として広くとらえることが適当と考えられる。これらの親水利用の場の保全を目的に、維持することが望ましい環境上の条件として、沿岸透明度の目標設定の検討を行う。

1.2 目標値の設定

1.2.1 水生植物の保全・再生

保全対象となる水生植物に対して、保全する水域ごとに、地域の意見等を踏まえて目標分布下限水深（目標水深）を検討し、保全対象種の生育に必要な透明度を以下の計算式から導出することにより、目標値を設定する。

海藻草類

種名	年間平均透明度と分布下限水深の関係
アマモ	年間平均透明度 = $0.95 \times$ 分布下限水深
アラメ	年間平均透明度 = $0.83 \times$ 分布下限水深
カジメ	年間平均透明度 = $0.64 \times$ 分布下限水深

沈水植物

沈水植物の種類	年間平均透明度と分布下限水深の関係
維管束植物 車軸藻類	年間平均透明度 = $0.64 \times$ 分布下限水深

1) 「水質汚濁に係る生活環境の保全に関する環境基準の見直しについて（答申）」（平成 27 年 12 月、中央環境審議会）

1.2.2 親水利用の場の保全

親水利用については、親水利用行為やこれまでに得られた全国的な知見、当該水域の過去及び現在の透明度等を参考としつつ、水域の利水状況や特性、地域住民等のニーズ等に応じて目標値を設定する。

(1) 自然環境保全に係る沿岸透明度

海域公園地区や湖沼 AA 類型に指定されている湖沼のように清澄な水質を確保すべき水域の透明度は、海域については概ね 10m 程度、湖沼については 6～7 m 程度となっている。

(2) 日常的親水に係る沿岸透明度

水浴については、水浴場水質判定基準を踏まえると、水浴場開設前又は開設期間中における水浴場内の望ましい透明度は「全透（または 1 m 以上）」である。また、水浴場近傍海域の透明度は、平均的には 6 m 程度、最低で 2 m 程度であると考えられる。

眺望については、東京湾の赤潮判定の目安や琵琶湖の淡水赤潮発生時の透明度のデータを勘案すると、少なくとも 1.5m 以上は必要であると考えられる。

全国の公共用水域の透明度とその地点又は近傍における親水利用の関係に係るデータによると、ダイビング及び水中展望については、現在、他の親水利用行為より高い透明度の水域において利用がみられる（湖沼における利用は 11m（1 か所のみ）、海域における利用は平均 8～9 m 程度）。

【参考】水浴場水質判定基準

区分		ふん便性大腸菌群数	油膜の有無	COD	透明度
適	水質 AA	不検出 (検出限界 2 個/100mL)	油膜が認められない	2 mg/L 以下 (湖沼は 3 mg/L 以下)	全透 (または 1 m 以上)
	水質 A	100 個/100mL 以下	油膜が認められない	2 mg/L 以下 (湖沼は 3 mg/L 以下)	全透 (または 1 m 以上)
可	水質 B	400 個/100mL 以下	常時は油膜が認められない	5 mg/L 以下	1 m 未満～ 50cm 以上
	水質 C	1,000 個/100mL 以下	常時は油膜が認められない	8 mg/L 以下	1 m 未満～ 50cm 以上
不適		1,000 個/100mL を超えるもの	常時油膜が認められる	8 mg/L 超	50cm 未満*

注：判定は、同一水浴場に関して得た測定値の平均による。

「不検出」とは、平均値が検出限界未満のことをいう。

透明度（※の部分）に関して、砂の巻き上げによる原因は評価の対象外とすることができる。

出典：「水浴場水質判定基準」（環境省ホームページ）

2. 透視度の活用(参考)

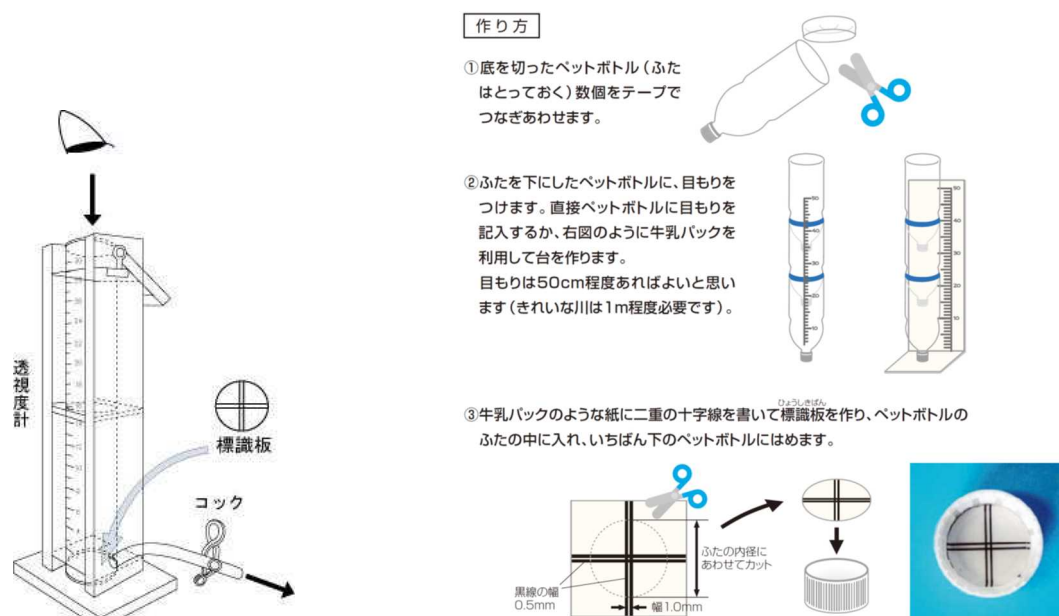
2.1 透視度とは

主に河川や湖沼の調査で用いられる、透明度と同じく水の透明さを表す指標である。

2.2 測定方法

透視度の測定は、市販されている透視度計を用いる方法と、身近な材料を用いて透視度計を製作して測定する方法がある。

測定には、湖沼の場合は主に表層、海域の場合は表層（海面下 0.5m）又は中層（海面下 2 m）で採水した試料水を使用する¹⁾とよい。採水した試料水を透視度計に注ぎ入れ、上からのぞきながら下のコックをゆるめて試料水を抜き、標識板の十字が二重線に見えたところの試料水層の高さを読む。測定結果はセンチメートル（cm）で表示する。



出典：「水の調査の進め方 水循環再生指標調査マニュアル」（平成 25 年 3 月改訂、尾張地域・西三河地域・東三河地域水循環再生地域協議会）

図 2.2 透視度計による測定

図 2.1 ペットボトルを使った透視度計の作り方

2.3 活用方法

沿岸透明度の測定よりも簡易的であることから、地域の方々に水環境の保全に関心を持ってもらうきっかけとして、環境教育などにおける身近な観察方法としての活用が考えられる。なお、沿岸透明度と透視度との相関は水域毎に異なるため、あくまで水環境に関心を持ってもらうための簡易的な測定方法であることに留意して活用する。

1) 「水質調査方法」（昭和 46 年 9 月 30 日付け環水管第 30 号）

資料編 2 平成 28 年度 諏訪湖におけるモデル事業結果

<目次構成>

1. 委員構成及び検討会概要.....	資 2-2
2. 水域の特性の情報整理.....	資 2-3
2.1 透明度の状況.....	資 2-3
2.1.1 経年変化.....	資 2-3
2.1.2 各地点における月別の透明度.....	資 2-4
2.1.3 水質項目間の関係性について.....	資 2-8
2.2 水質の状況.....	資 2-11
2.2.1 環境基準等の達成状況.....	資 2-11
2.2.2 環境基準項目の経年変化.....	資 2-12
2.3 底質及び湖底地形の状況.....	資 2-14
2.4 水域構造及び水域利用状況.....	資 2-15
2.4.1 漁業権の設定状況.....	資 2-15
2.4.2 禁漁区に指定されている水域.....	資 2-15
2.5 既存の環境基準類型に係る情報.....	資 2-16
2.6 諏訪湖に係る湖沼水質保全計画.....	資 2-16
3. 水生植物の保全・再生.....	資 2-17
3.1 水生植物の生育状況等の把握.....	資 2-17
3.1.1 水生植物の分布下限水深.....	資 2-17
3.1.2 水生植物の生育状況.....	資 2-20
3.1.3 希少種について.....	資 2-22
3.2 保全対象とする水生植物の選定（案）.....	資 2-23
3.3 保全対象範囲及び目標分布下限水深並びに目標値（案）の設定.....	資 2-27
4. 親水利用の場の保全.....	資 2-28
4.1 親水利用の行為の把握.....	資 2-28
4.2 親水利用の行為毎の目標値（案）の設定.....	資 2-33
5. 水域あてはめ（案）及び目標値（案）の設定.....	資 2-34
6. 沿岸透明度の目標値（案）及び水域あてはめ（案）の活用方法.....	資 2-41
6.1 沿岸透明度の評価方法について.....	資 2-41
6.2 沿岸透明度の測定地点の設定方法について.....	資 2-44
6.3 監視及び管理等について.....	資 2-49

1. 委員構成及び検討会概要

諏訪湖においては、水域に係る関係者で構成された検討会を全3回開催し、沿岸透明度の目標値及び水域あてはめの検討を行った。検討会の委員構成は表 1.1、検討会の概要は表 1.2 に示すとおりである。

表 1.1 諏訪湖における検討会委員構成

No.	所 属
1	長野県環境部水大気環境課
2	長野県諏訪地方事務所
3	長野県諏訪建設事務所
4	長野県水産試験場諏訪支場
5	信州大学
6	信州大学
7	諏訪湖クラブ
8	国際ソロプチミスト諏訪
9	諏訪湖漁業協同組合
10	諏訪市貸船組合

表 1.2 諏訪湖における検討会の概要

開催回	議事内容
第1回	(1) 沿岸透明度について (2) 本検討会における検討内容 (3) 諏訪湖における情報整理結果及び目標値設定の考え方等について
第2回	(1) 第1回検討会の指摘と対応 (2) 諏訪湖における沿岸透明度の目標値等及び水域あてはめ(案)について
第3回	(1) 第2回検討会の指摘と対応 (2) 諏訪湖における沿岸透明度の目標値等及び水域あてはめ(案)について

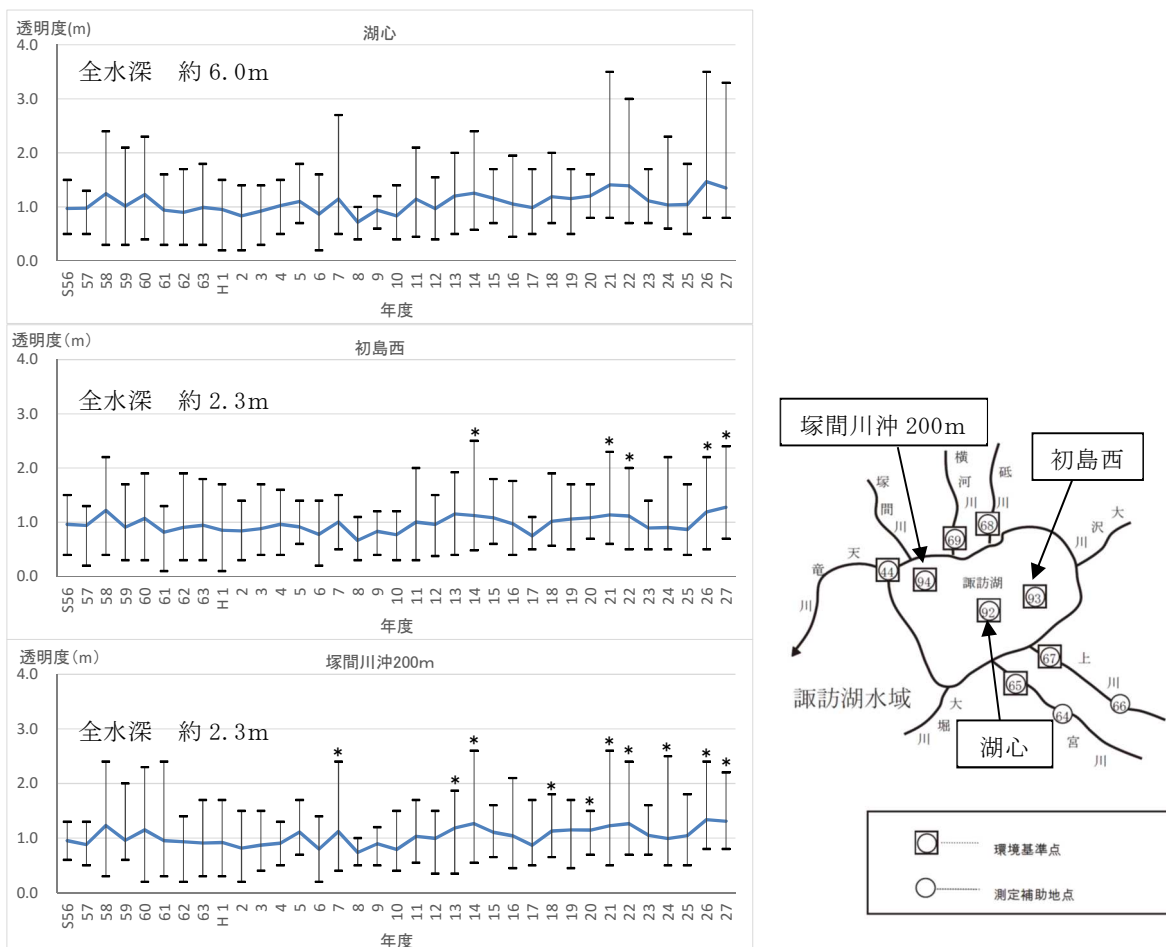
2. 水域の特性の情報整理

2.1 透明度の状況

2.1.1 経年変化

諏訪湖では、公共用水域水質測定計画に基づき、湖心、初島西、塚間川沖 200m の 3 地点において水質調査が行われている。

昭和 56 年度以降の経年変化は図 2.1 に示すとおりで、全地点において近年は上昇傾向にあり、湖心では冬季に 3.0m を超える値も観測されている。また、平成元年度以降、初島西及び塚間川沖 200m においては、全透が観測される回数が増加している。



- 注：1. 各調査地点での日間平均値から算出した年間平均値を示す。(バーは日間平均値の最小値～最大値)
 2. 「*」は当該年度の全観測回のうち、全透（透明度＝全水深）が1回以上観測されたことを示す。なお、昭和 63 年度以前は全水深が記録されていない調査回が存在するため、全透の判定は平成元年度以降を対象とした。
 3. 冬季における湖面の結氷により、平成 2 年度以前、平成 5～7, 12, 14, 19, 22～25 年度には、1 月或いは 2 月が欠測となっている。

- 資料：1. 環境数値データベース（国立環境研究所）
 2. 平成 21～27 年度水質測定結果（長野県）
 3. 平成 27 年度水質測定計画（長野県）

図 2.1 諏訪湖における年間平均透明度の経年変化

2.1.2 各地点における月別の透明度

2.1.1 で示した3地点での年間平均透明度について、各月の透明度の状況は図 2.3～図 2.5 に示すとおりである。また、湖心における平成 25～27 年度の年間平均透明度と月別透明度の推移については、図 2.2 に示すとおりである。

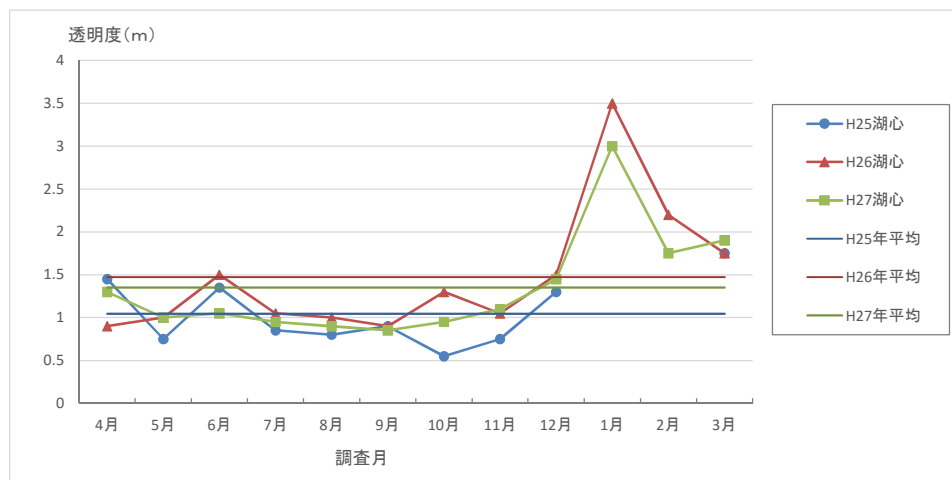
3地点における月別の透明度の特徴としては、夏季から秋季にかけての8～10月は年間平均透明度を下回る年度が多く、冬季の12～2月は年間平均透明度を上回る年度が多い傾向にある。夏季から秋季にかけて、昭和50年代及び60年代と最近5か年の年間平均透明度と月別の透明度の差を比較すると、最近5か年ではその差は小さくなっている。

また、平成 25～27 年度の湖心において、平成 26 年度及び 27 年度は冬季の透明度が年間平均透明度より高くなっているものの、4月～11月の透明度は年間平均透明度より低くなっている。また、平成 26 年度及び 27 年度の月別透明度は、平成 25 年度と比較すると、多くの月で平成 25 年度より高くなっている。

なお、後述の【参考：エビモの生活史】(p. 資 2-26)によると、沈水植物のエビモは、急激に生長を始める時期において湖底に光が必要になることも推測されることから、3月～4月の透明度が重要になると考えられる。そこで、3月及び4月の透明度を確認したところ、透明度の測定結果に幅があるものの、透明度は3月では最大 2.2～3.0m、4月では最大 1.6～2.0mであった(表 2.1 参照)。

表 2.1 諏訪湖の3月及び4月の透明度の状況

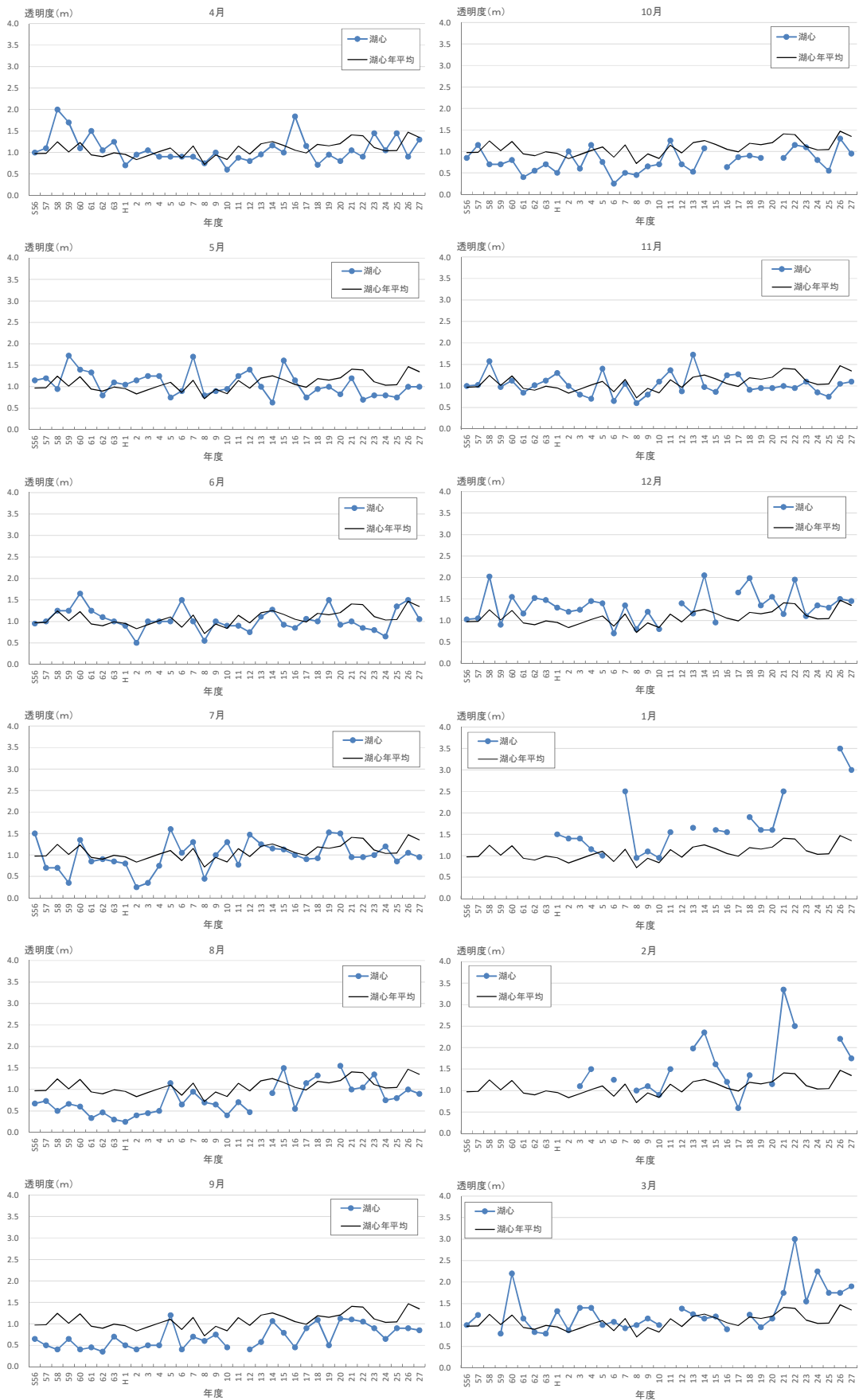
地点名	1981～2015年の 3月の透明度 (m)	1981～2015年の 4月の透明度 (m)
湖心	0.8～3.0	0.6～2.0
初島西	0.6～2.2	0.4～1.6
塚間川沖 200m	0.7～2.3	0.5～2.0



注：平成 25 年度の 1 月及び 2 月は欠測

資料：平成 25～27 年度水質測定結果 (長野県)

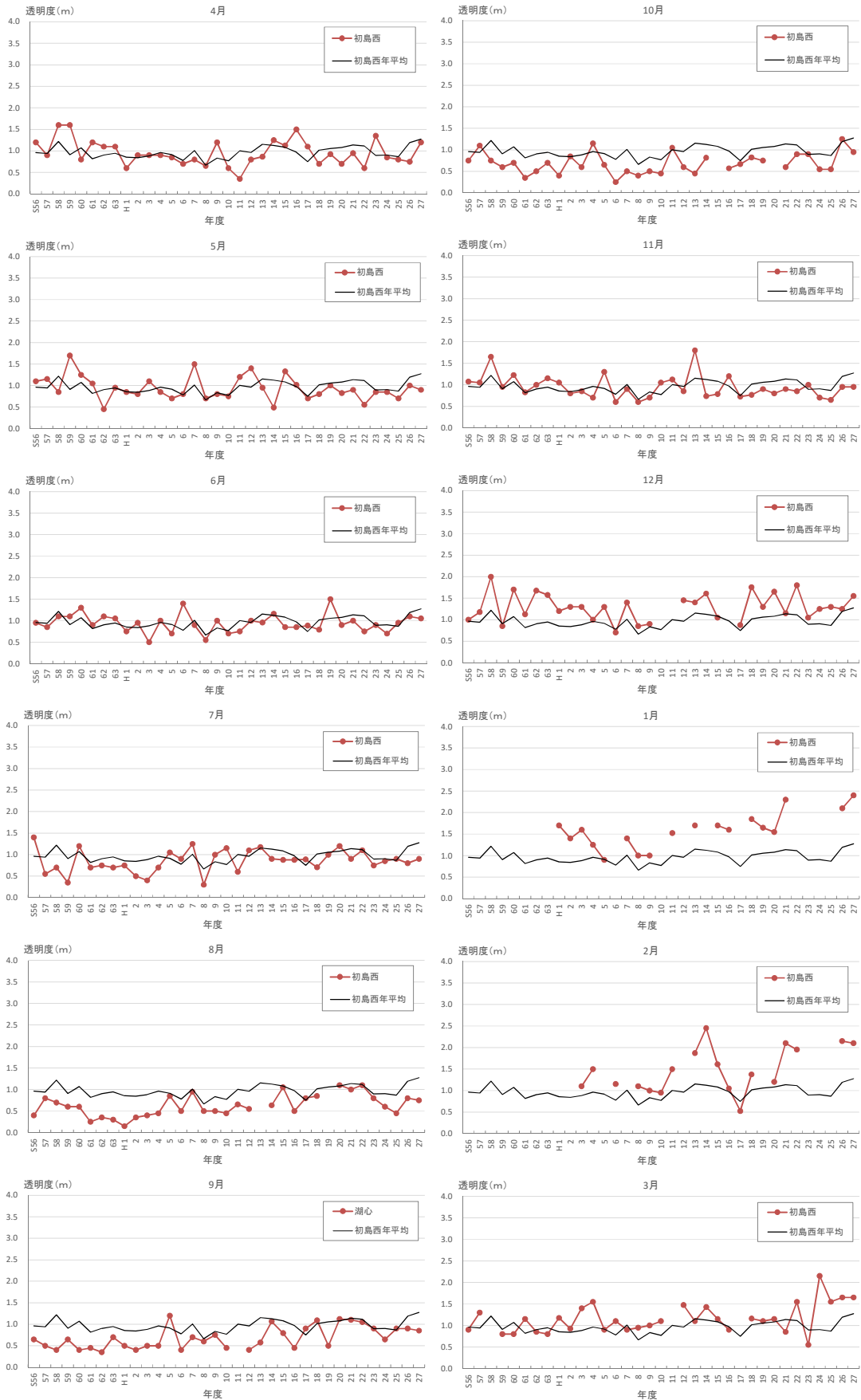
図 2.2 湖心の月別透明度の推移 (平成 25～27 年度)



注：冬季における湖面の結氷により、平成2年度以前、平成5～7, 12, 14, 19, 22～25年度には、1月或いは2月が欠測となっている。

資料：1. 環境数値データベース（国立環境研究所）
2. 平成21～27年度水質測定結果（長野県）

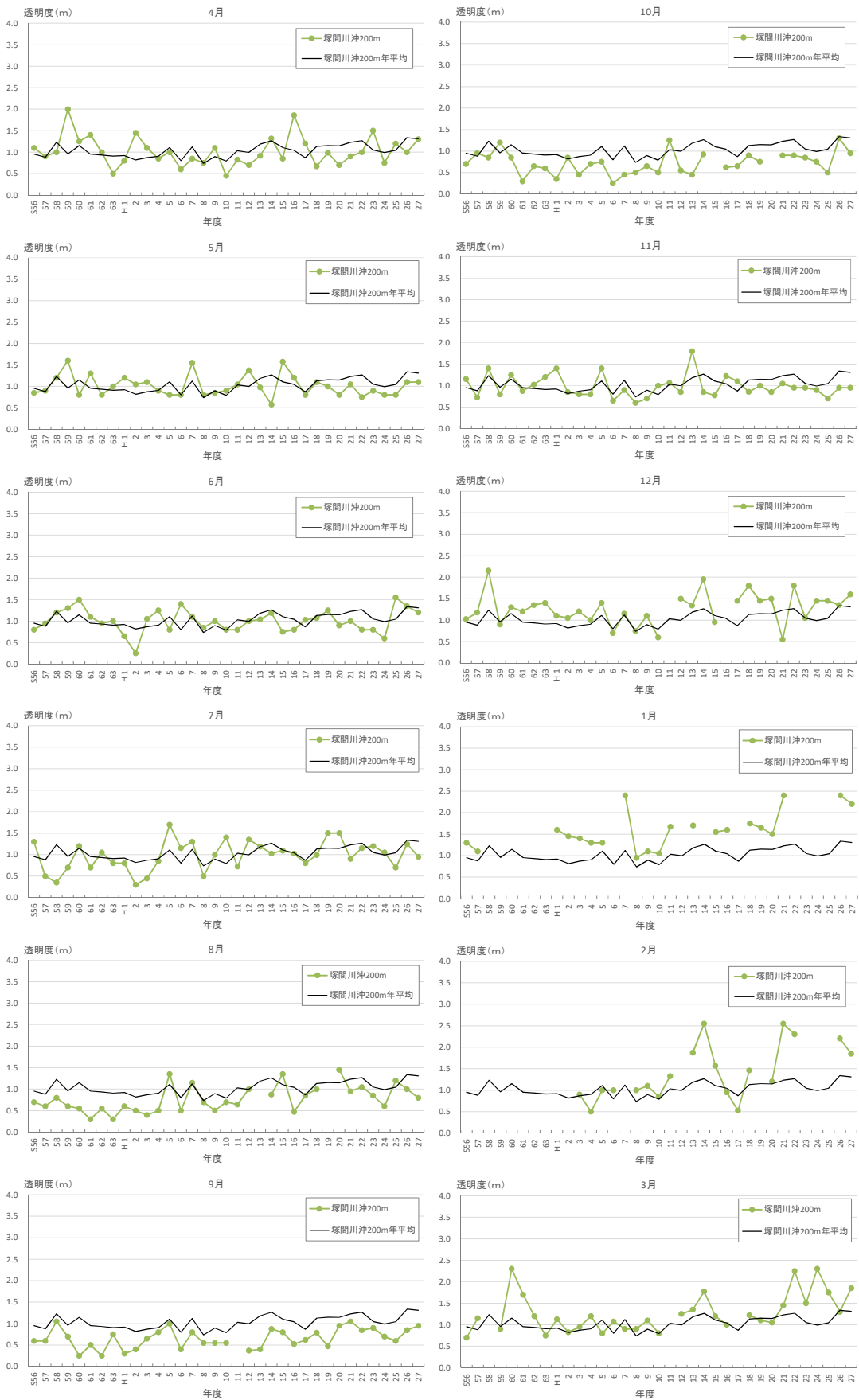
図 2.3 湖心における月別の透明度



注：冬季における湖面の結氷により、平成2年度以前、平成5～7、12、14、19、22～25年度には、1月或いは2月が欠測となっている。

- 資料：1. 環境数値データベース（国立環境研究所）
 2. 平成21～27年度水質測定結果（長野県）

図 2.4 初島西における月別の透明度



注：冬季における湖面の結氷により、平成2年度以前、平成5～7, 12, 14, 19, 22～25年度には、1月或いは2月が欠測となっている。

資料：1. 環境数値データベース（国立環境研究所）
2. 平成21～27年度水質測定結果（長野県）

図 2.5 塚間川沖 200mにおける月別の透明度

2.1.3 水質項目間の関係性について

透明度及び各水質項目との関係性を、信州大学山地水環境教育研究センターによる諏訪湖の定期観測結果より整理した。なお、使用したデータの概要は以下のとおりである。

調査機関	信州大学山地水環境教育研究センター
調査頻度	2002～2011年、結氷期（1、2月）を除く3～12月の原則として隔週
調査地点	諏訪湖湖心（36° 02′ 50″ N、138° 05′ 14″）
水質項目	透明度、SS、クロロフィル a、COD

透明度とSS（浮遊物質量）、クロロフィル a、COD（化学的酸素要求量）との関係について検討した。透明度とSS、クロロフィル a 及び COD との関係は図 2.6 に示すとおりである。また、参考として、SS とクロロフィル a、SS と COD、クロロフィル a と COD の関係も図 2.7 のとおりに整理した。

各水質項目間の相関の程度及び回帰分析結果については、表 2.2 に示すとおりであり、透明度とSS及びクロロフィル a については高い相関又はかなり高い相関があり、SS 及びクロロフィル a が高くなると透明度が下がることが伺える。一方、透明度とCODは中程度の相関となり、SS 及びクロロフィル a ほどの関係はみられなかった。

その他、SS とクロロフィル a は高い相関があり、それに比べてSS と COD、クロロフィル a と COD との相関は低い状況であった。

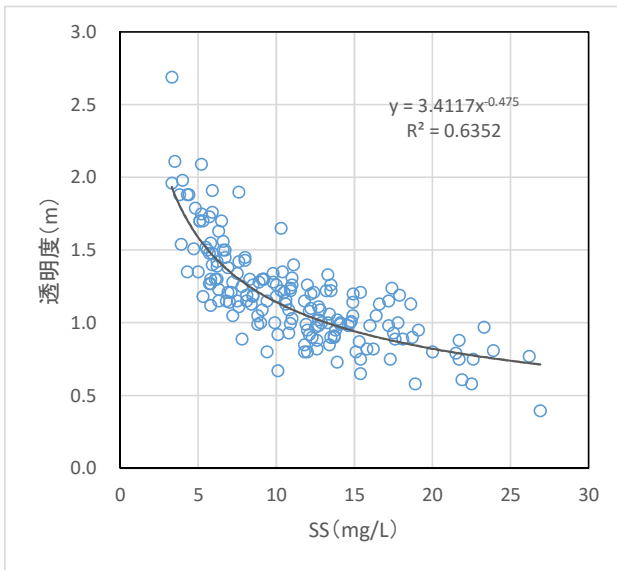
表 2.2 水質項目間の相関

水質項目	相関係数 (r)	相関の程度	回帰分析結果
透明度/SS	-0.797	高い相関	SS、クロロフィル a、COD は透明度の有意な説明変数になる。
透明度/クロロフィル a	-0.676	かなり高い相関	
透明度/COD	-0.402	中程度の相関	
SS/クロロフィル a	0.825	高い相関	クロロフィル a、COD はSSの有意な説明変数になる。
SS/COD	0.417	中程度の相関	
クロロフィル a/COD	0.562	かなり高い相関	COD はクロロフィル a の有意な説明変数になる。

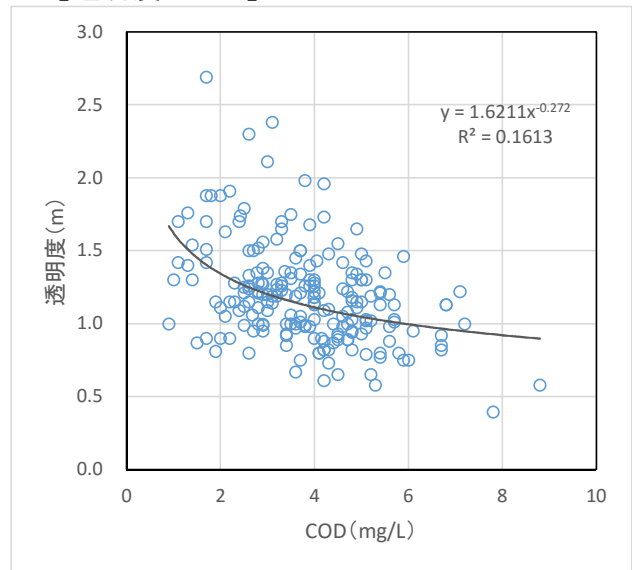
注：1. 網掛け青は負の相関、網掛け赤は正の相関があることを示す。

2. 相関係数の絶対値で、0.4～0.5は中程度の相関、0.5～0.7はかなり高い相関、0.7～1.0は高い相関があると判断される。

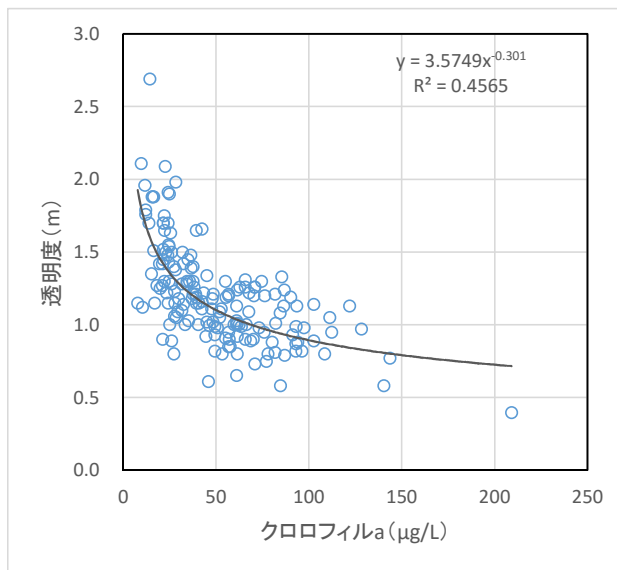
【透明度とSS】



【透明度とCOD】



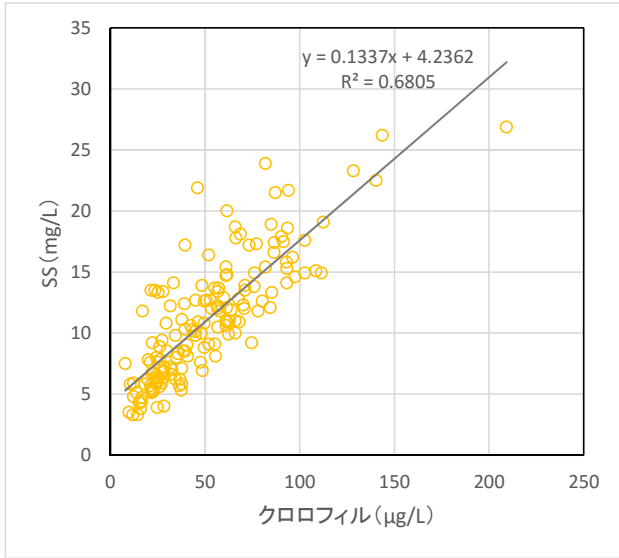
【透明度とクロロフィル a】



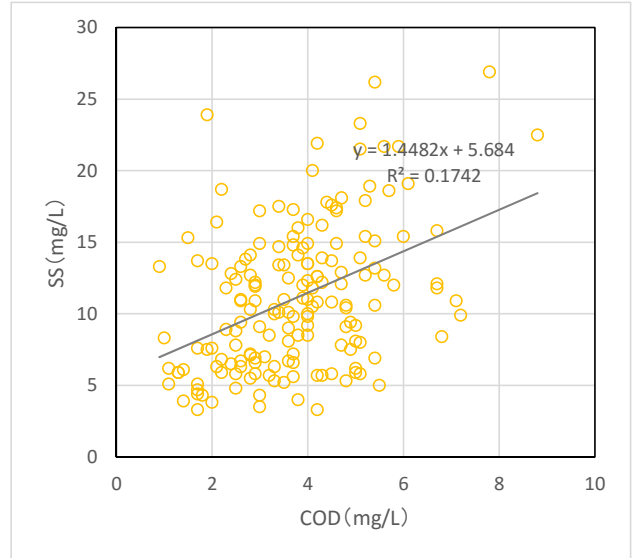
資料：信州大学山地水環境教育研究センター資料より作成

図 2.6 透明度と水質項目間の関係性

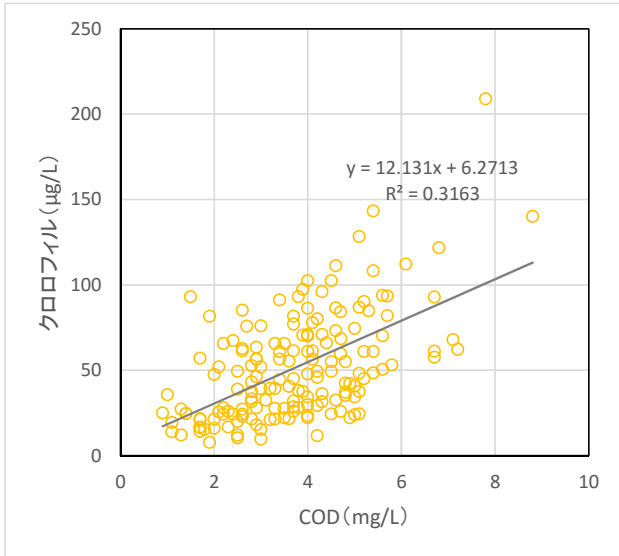
【SS とクロロフィル a】



【SS と COD】



【クロロフィル a と COD】



資料：信州大学山地水環境教育研究センター資料より作成

図 2.7 水質項目間の関係性

2.2 水質の状況

2.2.1 環境基準等の達成状況

諏訪湖では、湖沼水質保全特別措置法に基づく指定湖沼の指定を受け、昭和62年度以降第6期までの湖沼水質保全計画を策定している。その中で、水質環境基準の達成を目途としつつ、各期計画期間内に達成すべき目標として、COD、全窒素（T-N）及び全燐（T-P）について、表2.3のとおり水質目標値を定めている。

なお、平成27年度の水質測定結果における目標値の達成状況については、表2.4に示すとおり、COD、T-N、T-Pともに環境基準を達成していない。

表 2.3 湖沼水質保全計画における水質目標値

		第1期	第2期	第3期	第4期	第5期	第6期	環境基準
計画期間		S62-H3	H4-8	H8-13	H14-18	H19-23	H24-28	
水質目標値	COD (75%値)	5.7	5.7	4.9	4.8	4.8	4.8	3
	〃 (年平均値)	4.9	4.8	4.7	4.6	4.6	4.5	—
	T-N (年平均値)	—	1.0	0.75	0.75	0.65	0.65	0.6
	T-P (年平均値)	—	0.072	0.057	0.050	維持・向上	維持・向上	0.05

資料：第1回諏訪湖環境改善に係る専門家による検討の場 資料4-1（平成28年8月、長野県）

表 2.4 諏訪湖における平成27年度水質測定結果

	湖心	初島西	塚間川沖	3地点	環境基準
COD (75%値)	<u>5.6</u>	<u>6.4</u>	<u>5.5</u>	<u>5.5~6.4</u>	3
〃 (年平均値)	4.4	5.0	4.7	4.7	—
T-N (年平均値)	<u>0.83</u>	<u>0.88</u>	<u>0.74</u>	<u>0.74~0.88</u>	0.6
T-P (年平均値)	0.050	<u>0.052</u>	0.045	<u>0.045~0.052</u>	0.05

注：1. 下線は環境基準値を上回っていることを示す。

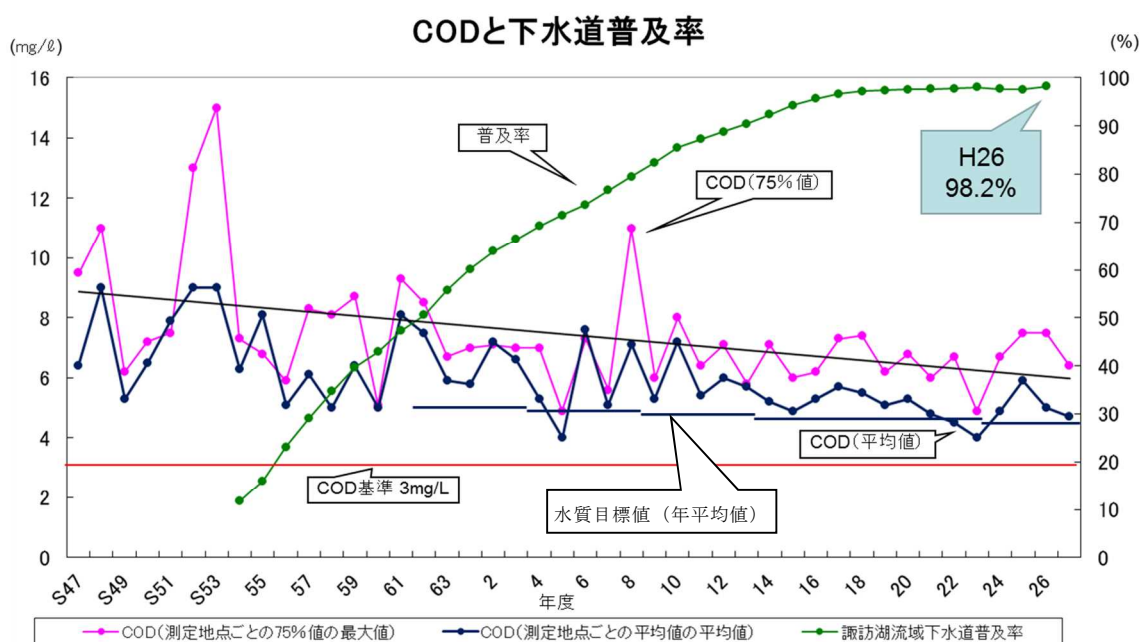
2. 複数の環境基準点を持つ水域における環境基準の達成・未達成は水域内の全ての環境基準点において、環境基準に適合しているか否かで評価するため、諏訪湖はCOD、T-N、T-Pともに環境基準を達成していない。

資料：第1回諏訪湖環境改善に係る専門家による検討の場 資料4-1（平成28年8月、長野県）

2.2.2 環境基準項目の経年変化

諏訪湖における COD、全窒素、全燐の経年変化を、図 2.8～図 2.10 に示す。

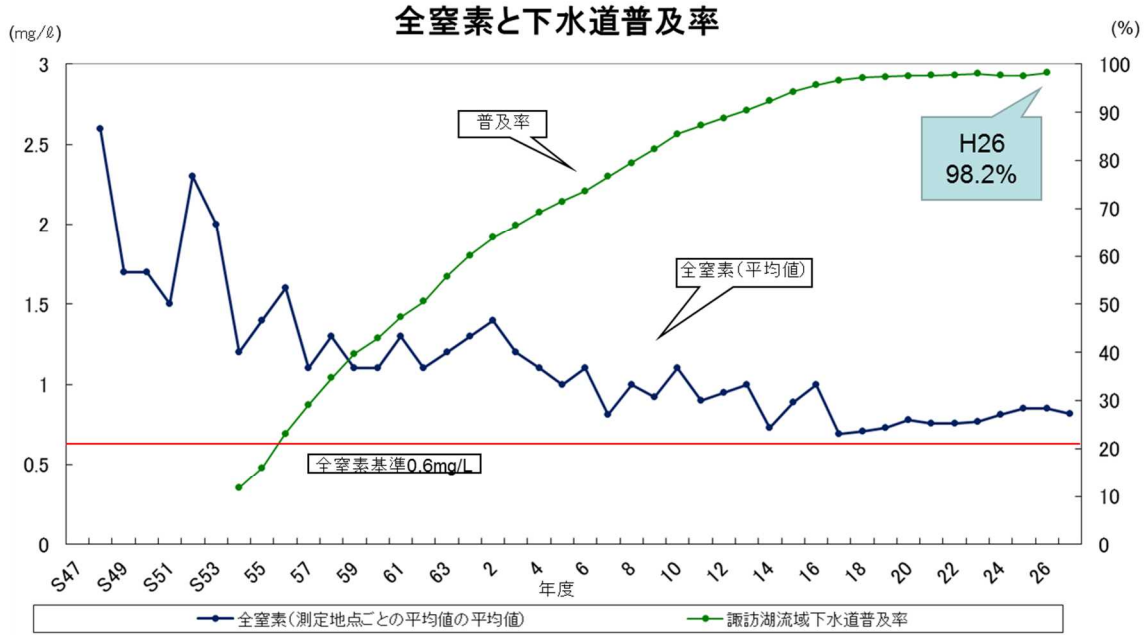
諏訪湖では、昭和 54 (1979) 年に下水道の供用が開始され、その後、平成 9 (1997) 年からは高度処理が始まったことに伴い、負荷量が大きく減少して水質改善が進んでいる。各項目についてみると、COD は減少傾向にあり、全窒素及び全燐は下水道の普及後に急激に減少して、近年は横ばい傾向にある。



データ元: 水質測定結果 長野県(昭和47年度～平成27年度)
現在の処理基準に基づき、平均値及び75%値を再計算

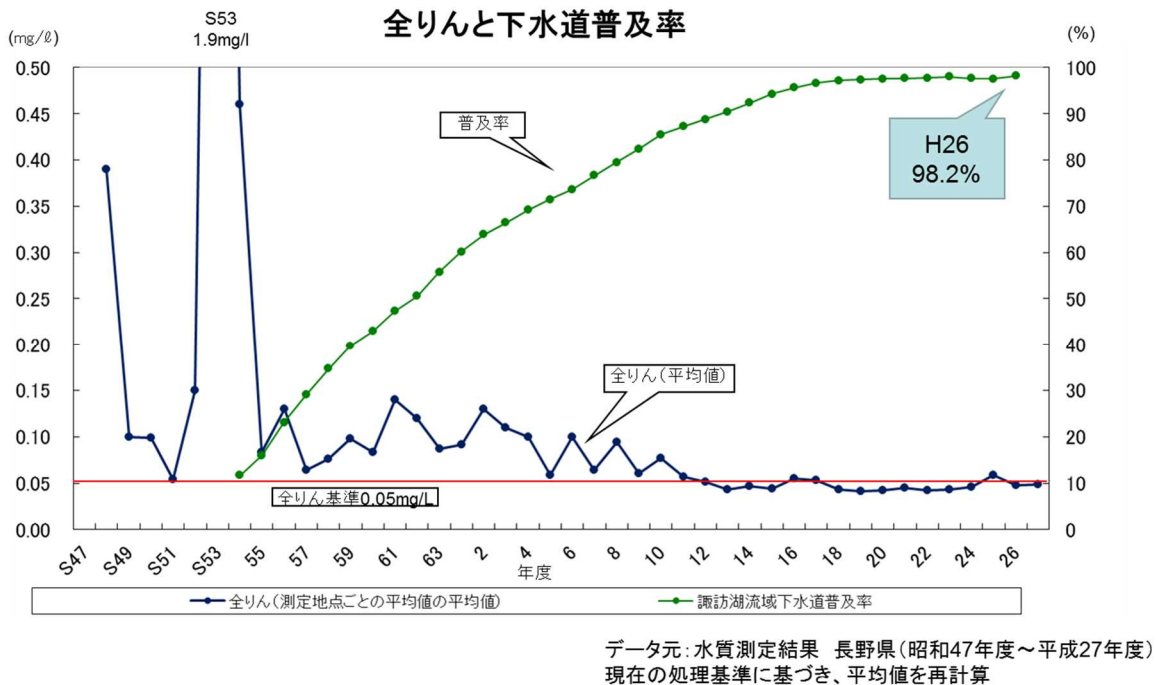
資料: 第1回諏訪湖環境改善に係る専門家による検討の場 資料 4-1 (平成 28 年 8 月、長野県)

図 2.8 諏訪湖の湖心における COD 濃度と下水道普及率の経年変化



資料：第1回諏訪湖環境改善に係る専門家による検討の場 資料 4-1（平成 28 年 8 月、長野県）

図 2.9 諏訪湖の湖心における全窒素濃度と下水道普及率の経年変化

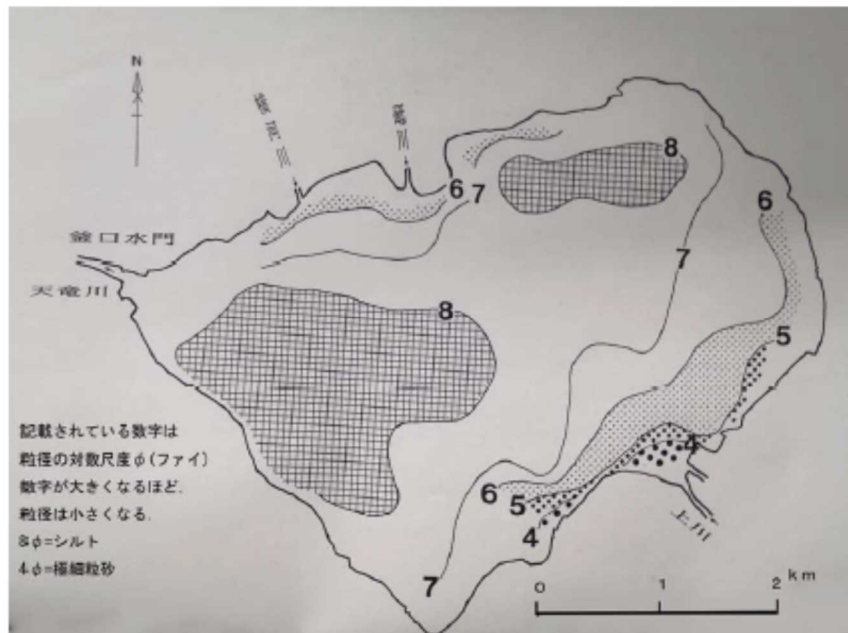


資料：第1回諏訪湖環境改善に係る専門家による検討の場 資料 4-1（平成 28 年 8 月、長野県）

図 2.10 諏訪湖の湖心における全磷濃度と下水道普及率の経年変化

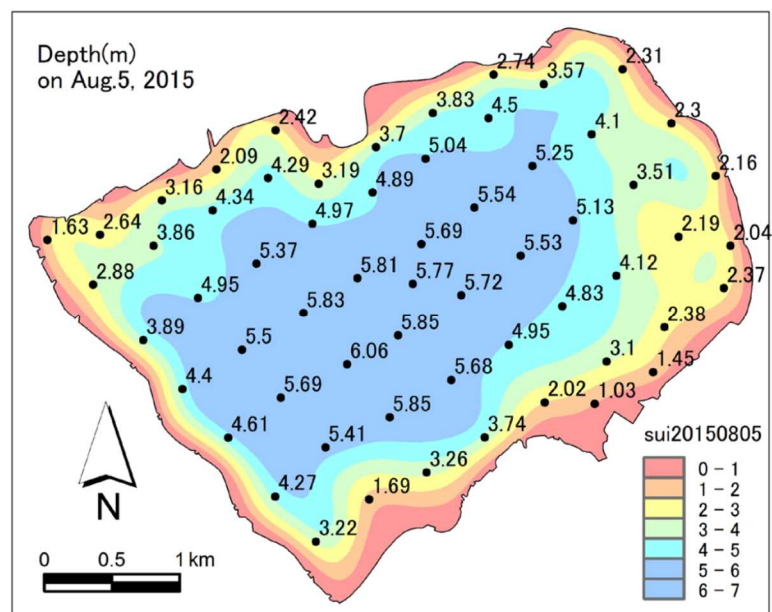
2.3 底質及び湖底地形の状況

諏訪湖の底質の状況を図 2.11、水深図を図 2.12 に示す。水深の比較的深い北東部及び南西部では粒径の小さいシルトが多く、水深の浅い北西部及び南東部では細砂が多い状況となっている。



資料：木村昌嗣（2011）諏訪湖における貧酸素水塊の空間特性の分析、信州大学工学部社会開発工学科卒業論文（武村、1991より引用）

図 2.11 諏訪湖における粒度分布図（中央粒径値による）



資料：柳町晴美ら（2016）2015年夏季における諏訪湖の水平・垂直水質分布、信州大学環境科学年報 38号

図 2.12 諏訪湖の水深（2015年8月5日観測）

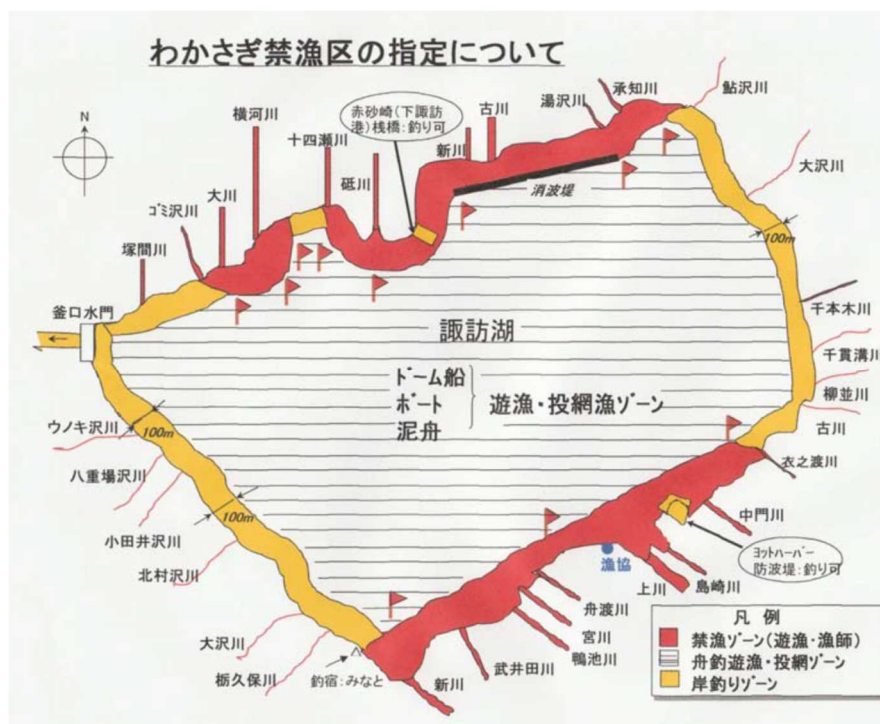
2.4 水域構造及び水域利用状況

2.4.1 漁業権の設定状況

漁業法に基づき設定されている漁業権は、共同漁業権の内共第5号第1種及び第5種共同漁業、区画漁業権の内区第2号第1種区画漁業が、諏訪湖全域において設定されている。

2.4.2 禁漁区に指定されている水域

諏訪湖では、わかさぎの資源確保のため、「諏訪湖のワカサギに係る連絡会議」での決定を基に、禁漁区の指定がなされている。平成28年度については、図2.13に示す範囲が指定され、平成28年10月15日～平成29年5月31日まで表2.5のとおり禁漁することが示されている。



資料：わかさぎ禁漁区の指定について（平成28年10月8日公表、諏訪湖漁業協同組合ホームページ）

図 2.13 諏訪湖におけるわかさぎ禁漁区の指定状況

表 2.5 諏訪湖におけるわかさぎ禁漁状況

釣りの禁漁日	毎週2日（水曜日・木曜日：祭日の場合はその前日）
釣果制限	500g（一人1日当りの上限）
釣時間の制限	午前7時30分から午後3時30分
禁漁区の設定	禁漁区域は平成27年と同様
他の魚	鯉・鮒については規制をしない

2.5 既存の環境基準類型に係る情報

諏訪湖においては、生活環境の保全に関する環境基準について、COD等はA類型、全窒素・全リンはIV類型、水生生物保全環境基準は生物A類型が全域で指定されている。

2.6 諏訪湖に係る湖沼水質保全計画

長野県では、諏訪湖が昭和61年に湖沼水質保全特別措置法に基づく指定湖沼の指定を受けて以降、諏訪湖に係る湖沼水質保全計画を策定し、様々な施策を講じてきた。平成24年度～28年度の5ヵ年を計画期間とした第6期計画では、平成39年度を目途とした長期ビジョン「人と生き物が共存する諏訪湖」の実現に向け、具体的に以下のような環境を目指している。

目指す具体的な姿

諏訪湖が、平成39年度に次のような環境になることを目指します。

(1) 水質・透明度等

- ・湖沼の水質（COD、全窒素、全りん）が環境基準を達成している。
- ・湖水の透明度を指標として導入し目標を達成することにより、透明感を感じられるようになっている。
- ・湖底の貧酸素状態が改善し、魚介類、沈水植物等の水生生物の生息域が拡大している。

(2) 生態系

- ・ヒシ等の特定植物の大量繁茂の制御及び底質の改質により、多種多様な動植物が生育する均衡のとれた生態系が実現している。

(3) 水辺空間

- ・『諏訪湖の水辺整備マスタープラン』により、湖畔が治水、親水、レクリエーション利用、景観等8つの自然環境に配慮したゾーンに整備され、湖畔環境の再生と創造が図られている。
- ・広々とした湖面の風景、山並みの眺めを満喫しながら、ジョギングや散歩が楽しめる。
- ・地域住民及び団体の協働により、諏訪湖の環境美化活動が積極的に行われている。

3. 水生植物の保全・再生

3.1 水生植物の生育状況等の把握

3.1.1 水生植物の分布下限水深^{1,2)}

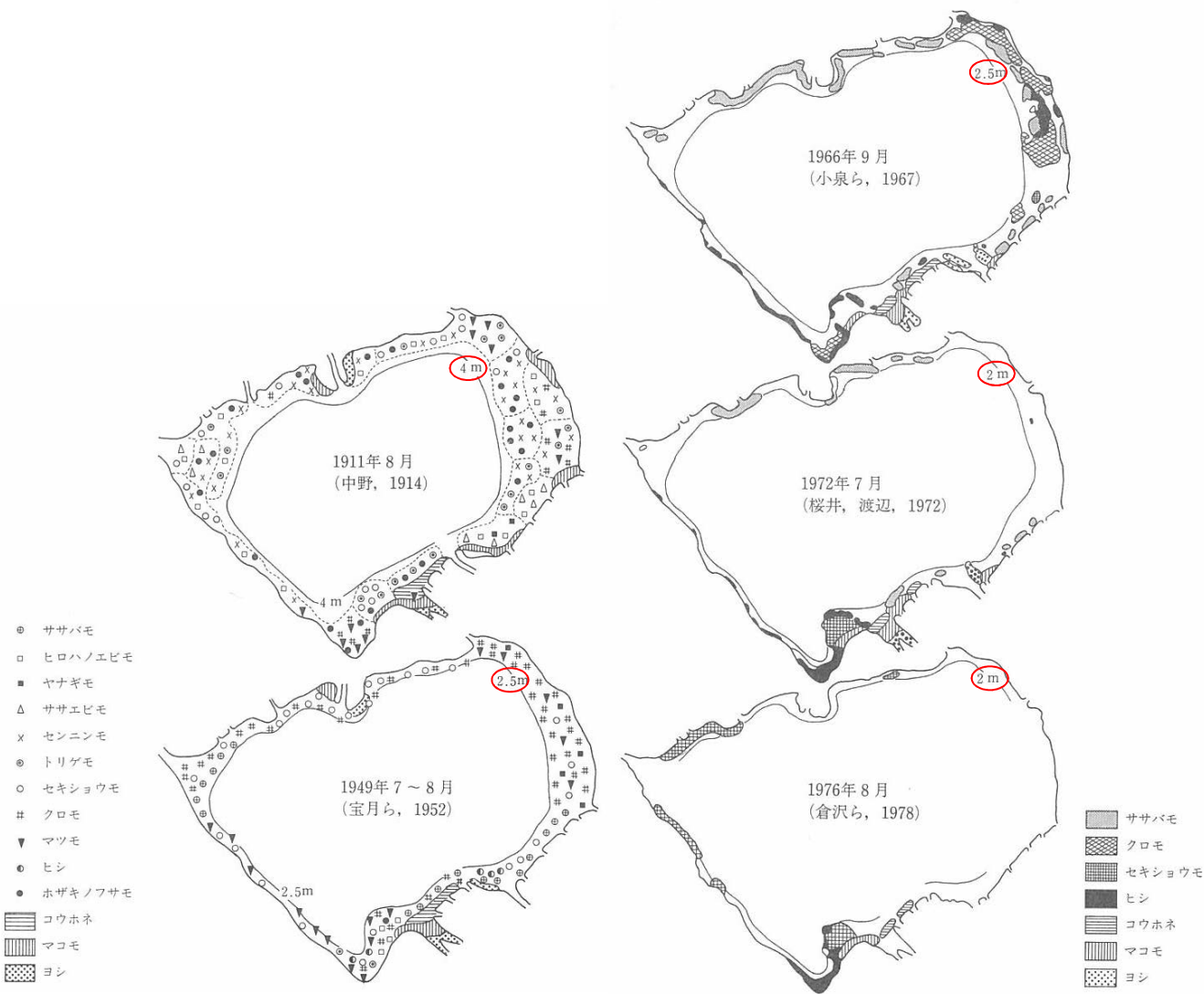
諏訪湖の水生植物については、明治44(1911)年以降、研究者等によって調査報告がなされてきた。それらの記録によると、明治44(1911)年には水生植物の生育限界水深は4m程度までであったが、昭和24(1949)年には2.5m、昭和47(1972)年以降は水深2m以浅まで後退している(図3.1参照)。その原因として考えられるのが、湖の周辺地域からの窒素やリンなどの流入による富栄養化と、その対策として行われた浚渫の影響である。水質悪化の原因として、湖水外部からの外的要因だけでなく、内的要因として底泥による富栄養化が挙げられ、枯死した水生植物もその成因の一つと考えられた。そこで、水生植物の除去と生育の阻止を目的として、昭和44(1969)年度から、水草生育限界に相当する2.5mまで浚渫が行われている。なお、生育限界水深の後退は、富栄養化とともに湖内の透明度が低下したことも原因の一つと考えられている³⁾。

その後は、下水道の供用開始等に伴う水質改善等により、分布域の回復がみられ、長野県水産試験場の諏訪支場で昭和61(1986)年から毎年観測されているエビモの分布状況によれば、年による増減はあるものの、水深3m程度まで分布下限水深が回復している(図3.2参照)。

1) 沖野外輝夫(1990)「諏訪湖ーミクロコスモスの生物」, 八坂書房, pp. 204

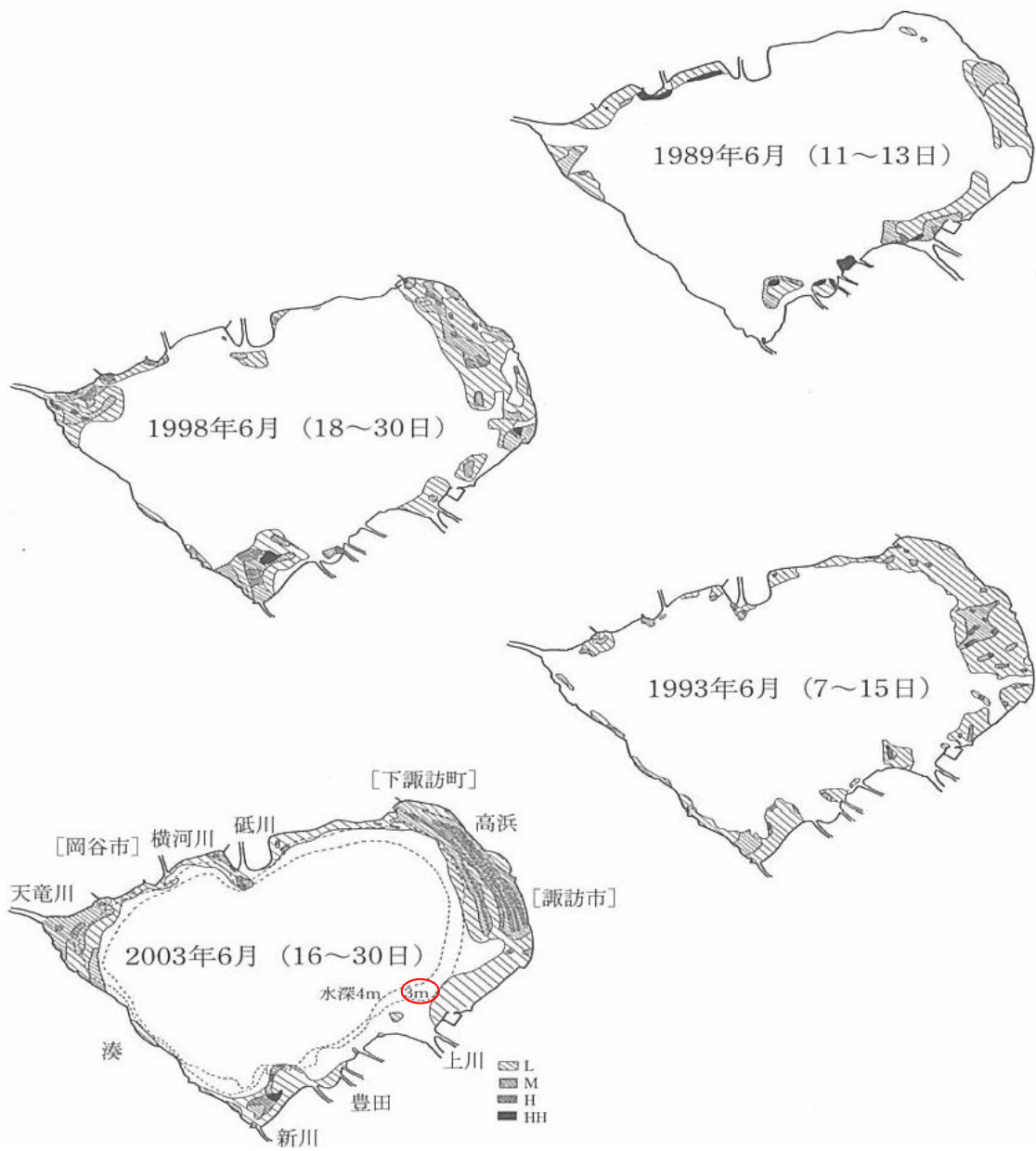
2) 沖野外輝夫、花里孝幸(2005)「アオコが消えた諏訪湖」, 信濃毎日新聞社, pp. 319

3) 花里孝幸(2012)「ミジンコ先生の諏訪湖学」, 地人書館, pp. 220



資料：沖野外輝夫（1990）諏訪湖—マイクロコスモスの生物

図 3.1 諏訪湖における夏季の大型水生植物の分布図の経年変化



注：凡例は株間距離によって区分した密度階級 L:低密度、M:中密度、H:高密度、HH:超高密度
 資料：沖野ら（2005）アオコが消えた諏訪湖

図 3.2 諏訪湖におけるエビモの分布の変遷

3.1.2 水生植物の生育状況

1970年代までの水質悪化や浚渫の影響により、諏訪湖における水生植物の構成及び現存量は大きく変化したが（表 3.1 参照）、その後は水質の改善に伴い、沿岸に水草帯が発達し、平成 18（2006）年には湖面積の 20%を占めるまでに回復した¹⁾。しかし、その多くは浮葉植物のヒシであり、沈水植物が優占していた水質汚濁以前の水草帯とは種組成が大きく異なっている²⁾。

平成 25～27 年において確認された水生植物の分布は、図 3.3 に示すとおりである。ヒシの繁茂が拡大し、それ以外で群落が確認されたのは表 3.2 に示す全 9 種であった。

表 3.1 諏訪湖の水生植物の構成の経年変化

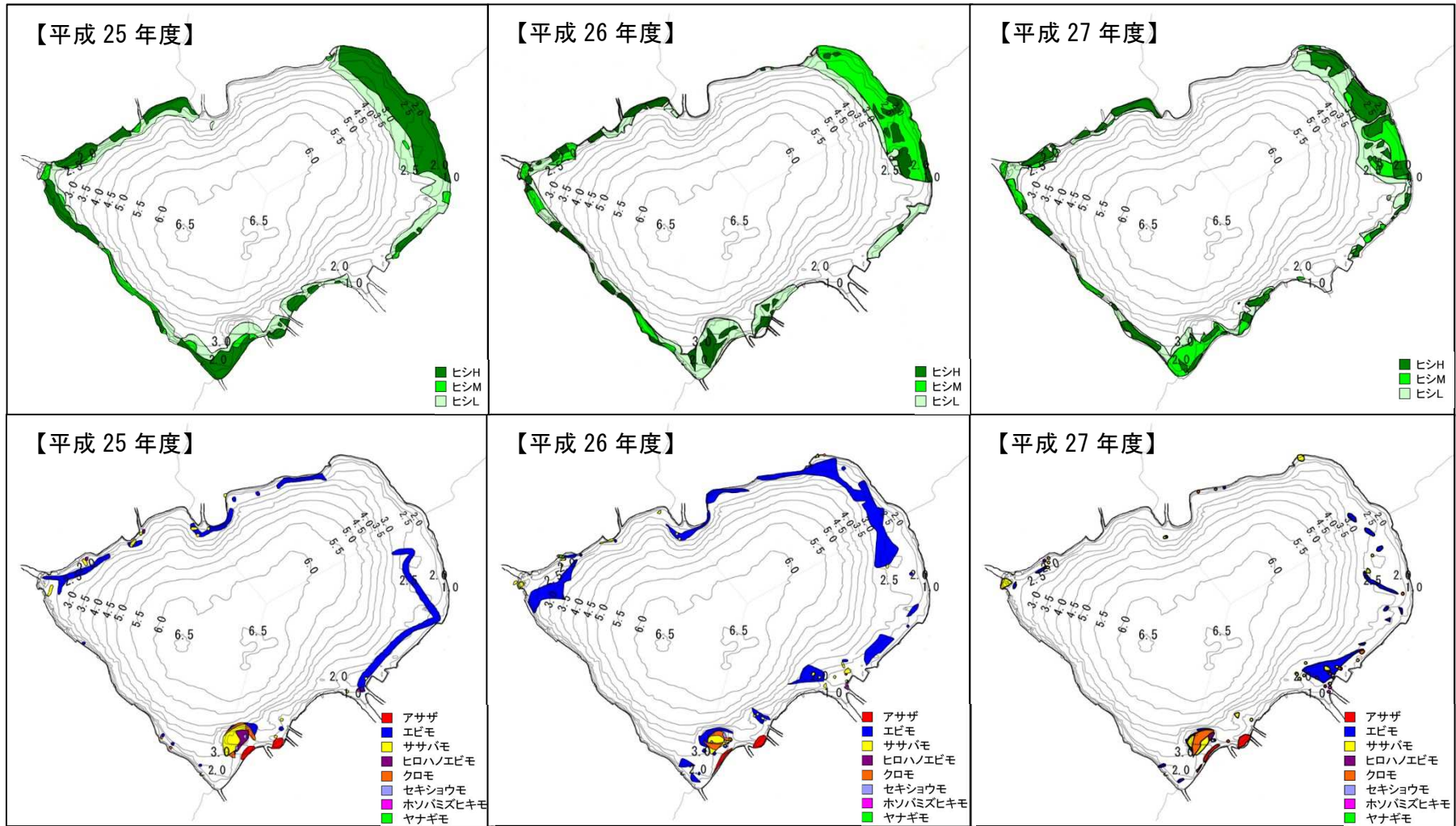
調査時期		1911 年 8 月	1949 年 7, 8 月	1966 年 9 月	1967 年 8 月	1972 年 7 月	1976 年 8 月
構 成 比	沈水性植物(%)	+++	76	45	38	27	16
	浮葉性植物(%)	+	2	32	36	33	76
	抽水性植物(%)	+++	22	22	26	39	8
湖全体の水草量 (生重量 t)		—	1,070	1,960	1,500	1,050	470

資料：倉沢ら（1979）「諏訪湖大型水生植物の分布と現存量の経年変化」諏訪湖水域生態系研究経過報告書第 3 号

1) 佐久間昌孝, 花里孝幸, 沖野外輝夫（2006）諏訪湖における水草の現状(2005-2006 年), 日本陸水学会第 71 回大会講演要旨集, 92
2) 宮原裕一（2007）諏訪湖水草帯における水深の不均一性, 信州大学環境科学年報, 29, 24-28

|| 最大繁茂時期のヒシの分布 ||

|| ヒシ以外の浮葉、沈水植物群落の分布 ||



注：等深線は、「平成 17 年度国補河川浄化に伴う業務委託（測量委託）」（諏訪建設事務所）における「諏訪湖等深図」を基に作成した。
資料：長野県水産試験場諏訪支場提供資料より作成

図 3.3 諏訪湖における大型水生植物の分布図の経年変化

表 3.2 諏訪湖における大型水生植物の種組成の経年変化

分類	平成 25 年	平成 26 年	平成 27 年
沈水植物	エビモ、ササバモ、ヒロハノエビモ、ホソバミズヒキモ、セキショウモ、クロモ	エビモ、ササバモ、ヒロハノエビモ、クロモ、セキショウモ、ホソバミズヒキモ、ヤナギモ	エビモ、ササバモ、ヒロハノエビモ、クロモ、セキショウモ、ホソバミズヒキモ
浮葉植物	ヒシ、アサザ	ヒシ、アサザ	ヒシ、アサザ

注：網掛けをした種（ヤナギモ）は、平成 26 年のみ確認。残りの 9 種は 3 年間共通して確認されたものを示す。

資料：第 2 回諏訪湖環境改善に係る専門家による検討の場 資料 4（平成 28 年 10 月、長野県）より作成

3.1.3 希少種について

諏訪湖に生育する水生植物には、環境省レッドリスト又は長野県版レッドリストにおいて指定されている種が存在する。平成 25～27 年に生育が確認された沈水植物及び浮葉植物についてみると、表 3.3 に示すとおりである。

表 3.3 諏訪湖に生育する水生植物の希少種（平成 25～27 年確認種）

分類	科	種	環境省 RL 注 ¹	長野県 RL 注 ²
沈水植物	ヒルムシロ	ササバモ	—	絶滅危惧 I B 類 (EN)
		エビモ	—	—
		ヒロハノエビモ	—	絶滅危惧 II 類 (VU)
		ヤナギモ	—	絶滅危惧 II 類 (VU)
		ホソバミズヒキモ	—	準絶滅危惧 (NT)
	トチカガミ	セキショウモ	—	絶滅危惧 I B 類 (EN)
		クロモ	—	絶滅危惧 I A 類 (CR)
浮葉植物	ヒシ	ヒシ	—	—
	ミツガシワ	アサザ	準絶滅危惧 (NT)	絶滅危惧 II 類 (VU)

注：1. 環境省 RL：環境省レッドリスト 2015【植物 I（維管束植物）】

2. 長野県 RL：長野県版レッドリスト（植物編）2014

3.2 保全対象とする水生植物の選定（案）

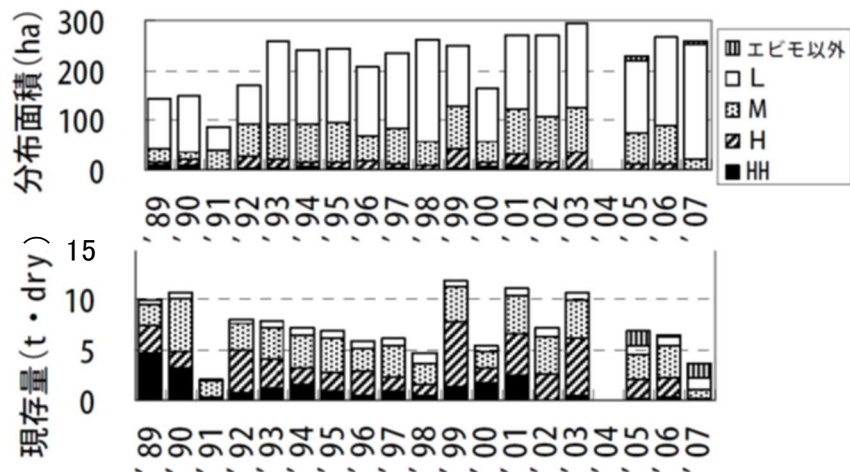
保全対象種の選定の視点としては、以下が考えられる。

- ①現在、過去において、当該水域で生育している（生育していた）種
- ②生態系（魚介類等水生生物の生息・産卵場、物質循環機能等）を支える主要な藻場及び沈水植物群落を形成する種
- ③環境（水質）の浄化に寄与している種
- ④近年の個体数が減少している種
- ⑤主要な水産対象とされている種 等

上記の①～⑤の視点を踏まえ、保全対象とする水生植物の選定を行った。

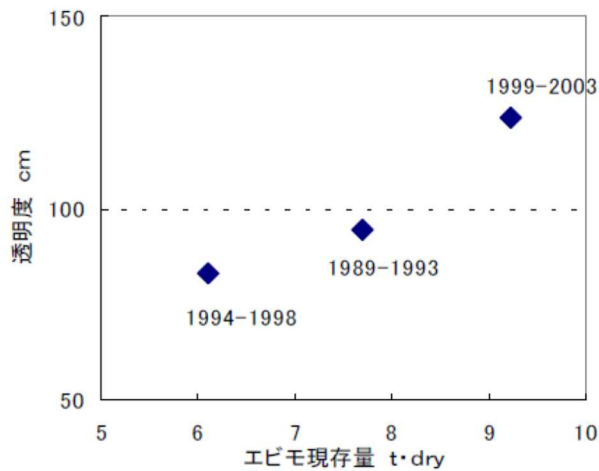
下記の状況から、諏訪湖において、水生植物の保全・再生の観点で沿岸透明度の目標値を設定する場合には、保全対象種として沈水植物のエビモが挙げられる。選定理由は、以下のとおりである。

- ・諏訪湖に生息している沈水植物は、エビモ、ササバモ、ヒロハノエビモ、ホソバミズヒキモ、セキショウモ、クロモが挙げられる（平成 25～27 年度の結果より）。
- ・諏訪湖では、ヨシやマコモなどの抽水植物は明治 44（1911）年の調査時点ですでに一部の沿岸域に生育するのみで、その後は湖岸の整備により生育できる環境が少なくなっており、沈水植物が湖内の生態系において重要な役割を担っている。
- ・沈水植物は水質浄化機能も有しており、諏訪湖では「諏訪湖に係る第 6 期湖沼水質保全計画」（長野県）において、目指す具体的な諏訪湖の姿として、沈水植物などの分布域の拡大を挙げている。
- ・エビモは富栄養な環境を比較的好む種でもあり、1999 年以降、透明度の改善に伴って現存量が増加傾向にあった（図 3.4、図 3.5 参照）。しかし、2005 年以降は図 3.6 に示すように、浮葉植物のヒシが増加するとともに沈水植物は減少傾向にあり、ヒシの分布拡大が沈水植物の分布に影響していることが推察される。なお、ヒシについては、図 3.7 に示すように 2012 年以降も分布面積に顕著な変化はみられていない。
- ・県及び地元関係者の協働によって、湖内で大量に繁茂したヒシの刈り取りを実施し、沈水植物（エビモ等）の保全・再生を行っている。



注：1. 凡例は株間距離によって区分した密度階級 L:低密度、M:中密度、H:高密度、HH:超高密度
 2. 2004年は欠測
 資料：武居薫（2008）諏訪湖のエビモ帯 - 20年間（1989～2008年）の推移、日本陸水学会第73回大会講演要旨集, 2K26

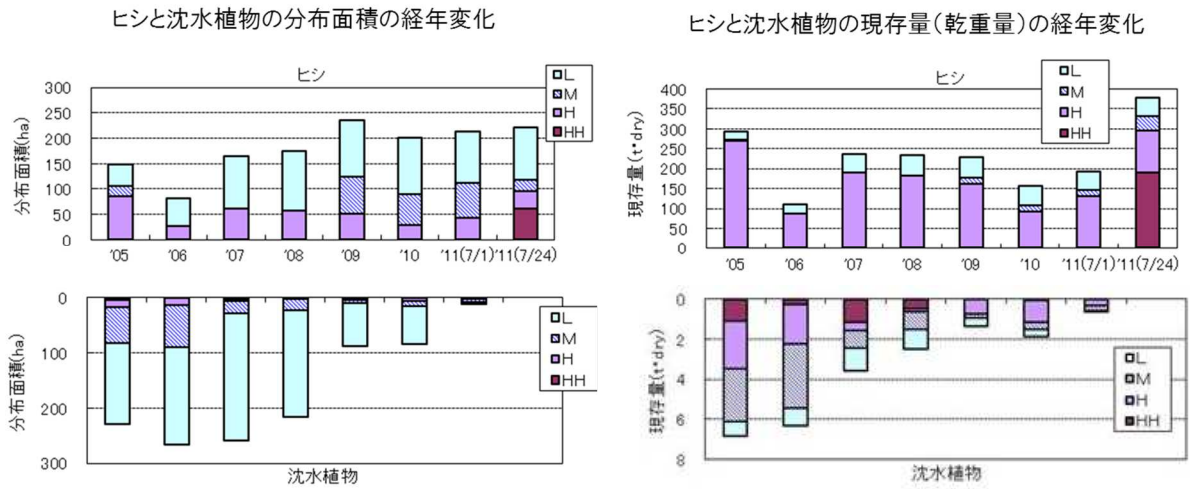
図 3.4 諏訪湖におけるエビモの分布面積及び現存量の推移



注：透明度は、承知川沖のエビモ分布域の定点における毎月の調査結果を基にした、5ヵ年ごとの平均値である。

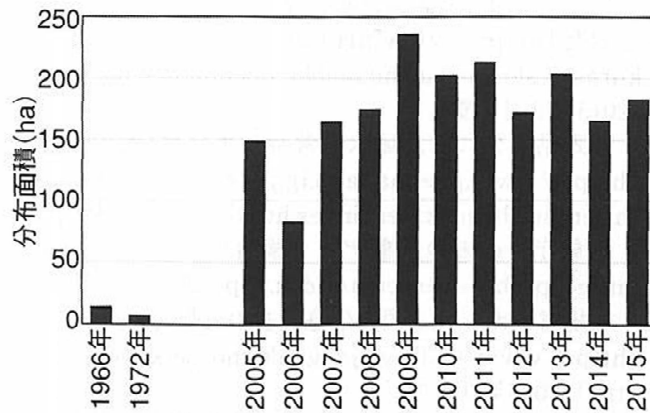
資料：武居薫（2009）諏訪湖における水草の増加及び漁獲量の減少とその要因, 水環境学会誌, Vol. 32, No. 5, pp. 15-17

図 3.5 透明度とエビモ現存量との関連



資料：第1回諏訪湖環境改善に係る専門家による検討の場 資料4-2（平成28年8月、長野県）

図 3.6 諏訪湖におけるヒシと沈水植物の分布面積及び現存量の経年変化



資料：諏訪湖の現状と課題（2016）用水と廃水，58巻1号，pp.61-66

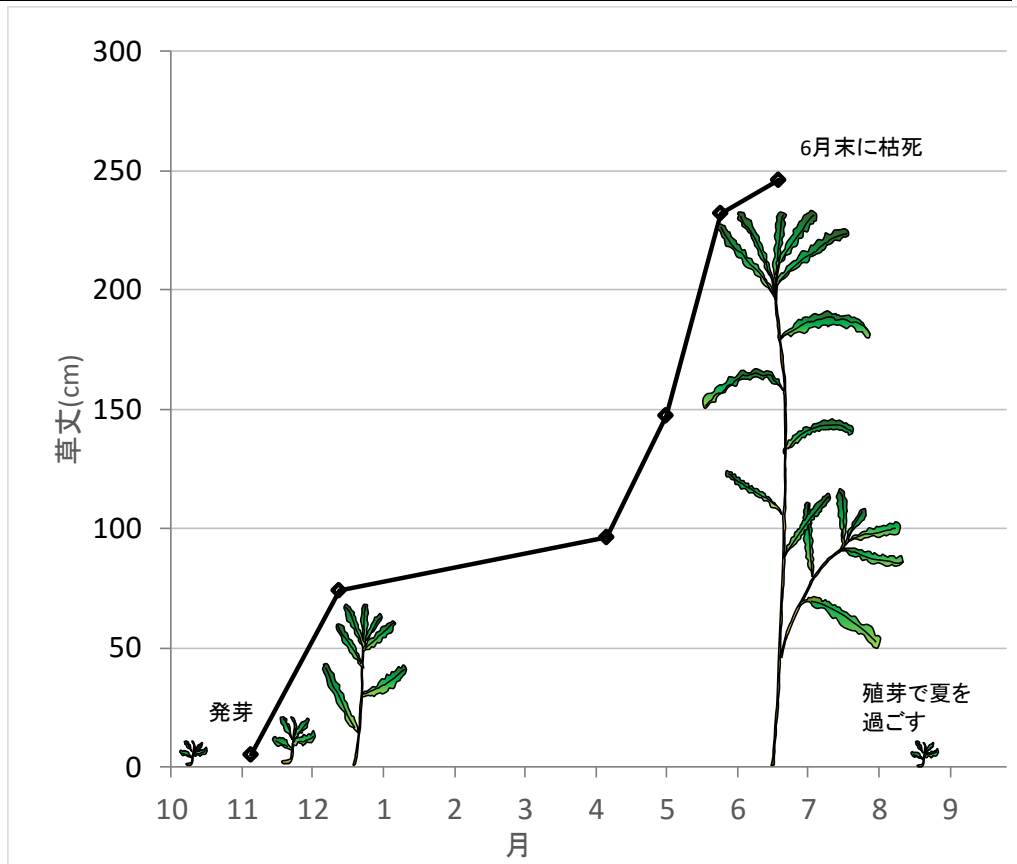
図 3.7 諏訪湖におけるヒシの分布面積の変動

【参考：エビモの生活史】

諏訪湖におけるエビモの生活史は図 3.8 に示すとおりである。

殖芽の発芽は 10 月頃であり、冬季は他の時期に比べ生長速度が遅く、4 月以降に急激に生長する。そして、7 月頃から殖芽の休眠に入る。

成長段階 / 時期	10月	11月	12月	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月
殖芽の発芽	■											
水中茎の伸長		---	---	---	---	---	---	---	---	---		
開花→満開→終花								■	■	■		
殖芽形成								■	■	■		
殖芽の休眠										■	■	■



注：信州大学大学院長田正夫氏の 1982 年修士論文「エビモ (*Potamogeton crispus* L.) 個体群の生長様式と帯状分布」を元に作図した。グラフ中の草丈のプロットは、上記論文に記載されていた水深 2.5m での生長記録を読み取った。

図 3.8 エビモの生活史

3.3 保全対象範囲及び目標分布下限水深並びに目標値（案）の設定

保全対象範囲について、「3.1」に示したように、平成25～27年度のエビモの生育は年による変動が大きく、常に生育している水深は2.0～2.5m程度とみられるものの、水深3.0m程度まで生育している年も確認される。一方、平成25～27年度の年間平均透明度については、湖心で1.0～1.5m、初島西で0.9～1.3m、塚間川沖200mで1.0～1.3mとなっている。

このような状況から、エビモの保全対象範囲及び目標分布下限水深並びに目標値（案）は表3.4に示すような案が考えられる。

表 3.4 エビモの保全対象範囲及び目標分布下限水深並びに目標値（案）

	保全対象範囲及び目標分布下限水深	目標値
案 1	<p>●水深3.0mの水域 目標：水深3.0mの水域に分布すること</p> <p>[考え方]</p> <ul style="list-style-type: none"> エビモの生育範囲（局所的な場合も含む）が、毎年、水深3m程度まで生育している。 このようなことから、水深3.0mの水域において、エビモを含め沈水植物帯が毎年、分布することを目標とする。 	<p>年間平均値 1.3m以上</p> <p>※目標分布下限水深 $3.0\text{m} \times 0.64 = 1.9\text{m}$ となるが、平成25～27年度の諏訪湖の年間平均透明度は、湖心で1.0～1.5m、初島西で0.9～1.3m、塚間川沖200mで1.0～1.3mとなっており、当該期間では水深3m程度まで生育している。したがって、その現状に合わせて1.3m以上とした。</p>
案 2	<p>●水深2.0mの水域 目標：水深2.0mの水域に広く分布すること</p> <p>[考え方]</p> <ul style="list-style-type: none"> エビモの生育範囲は年により消長がみられ、水深2.0mの水域でも限られた範囲にしか生育がみられない年がある。 このようなことから、水深2.0mの水域において、エビモを含め沈水植物帯が毎年、広く分布することを目標とする。 なお、諏訪湖ではこの目標値においても局所的ではあるが、水深3mまで生育は確認されている。 	<p>年間平均値 1.3m以上</p> <p>※目標分布下限水深 $2.0\text{m} \times 0.64$</p>

4. 親水利用の場の保全

4.1 親水利用の行為の把握

親水利用の行為については、答申において以下のような例が示されている。

(親水利用の例)

- ・ 自然環境保全：自然再生活動、環境教育等が行われている。
- ・ 眺望（景観）：景観としての利用がある。
- ・ ダイビング：ダイビング場が存在している。
- ・ 水浴：水浴場が存在している。
- ・ 親水（水遊び）：泳ぐことはしないが、水には触れるといった利用がある（親水公園等）。
- ・ 散策：水には触れないが（触れる可能性はあるが、主たる目的ではない）、周辺を散策するなど、水面を眺めるといった利用がある（キャンプ、サイクリングなども含まれる）。
- ・ 釣り：岸で釣りを行う、又は船を用いて釣りを行う。
- ・ 船：ボート、ヨット、遊覧船等による湖面の利用がある（ボート貸し出し、定期遊覧船の運行がある）。

答申で示された行為を参考とし、諏訪湖において行われている親水利用について、表 4.1 に整理した。なお、各行為に関連する位置情報は、図 4.1 に示す。

表 4.1 諏訪湖における親水利用の行為

行為の種類	内容
自然環境保全	－（国立・国定公園、自然公園などは近接していない）
眺望（景観）	サンセットパーク立石公園、白鳥飛来地
ダイビング	－
水浴	－（現在は行われていない） 【参考情報】 諏訪湖では、明治 45 年から体育運動として水泳が行われていたが、水質の悪化により昭和 33 年に禁止され、昭和 57 年には 24 年ぶりに諏訪湖水泳大会が開催されたが定着しなかった。その後、水質の改善により、平成 12～17 年に水泳大会「およごう諏訪湖」が開催されたが、それ以降、現在まで諏訪湖における水浴は行われていない ¹⁾ 。 なお、水浴場水質判定基準は表 4.2 に示すとおりであり、直近 5 カ年はすべて水浴可の判定（水質 C）となっている。 県では「泳ぎたくなる諏訪湖」を目指して施策を行っている。
親水・散策	湖上噴水、岡谷湖畔公園、花岡公園、赤砂崎公園、みずべ公園、湖畔公園、石彫公園、諏訪湖 1 周ジョギングロード、サイクリングロード等
釣り	わかさぎ他（岸釣り、釣り船：ドーム船・ボート等）
船	遊覧船：諏訪湖観光汽船（1 日 14 便）、諏訪湖園（1 日 8 便） 水陸両用観光バス：日本水陸観光諏訪営業所 湖上スポーツ：ボート競技、ヨット、モーターボート、ウインドサーフィン等

1) 「諏訪湖のあゆみ」（平成 14 年度、諏訪建設事務所）

表 4.2 諏訪湖の水浴場水質判定結果

水浴場水質調査結果

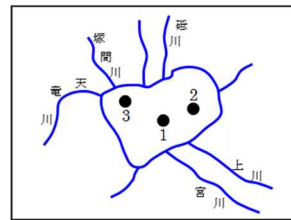
諏訪湖	項目	ふん便性大腸菌群数 (個/100ml)	COD (mg/L)	油膜の有無	透明度 (m)	水浴場 水質判定 基準区分 (平均値評価)
	年度					
諏訪湖	H23	6	6.1	無	0.8	C
	H24	8	6.1	無	0.8	C
	H25	9	7.5	無	0.8	C
	H26	8	6.7	無	1	C
	H27	5	6.8	無	1	C

*判定区分は各調査地点の期間平均値を平均した値で評価

水浴場水質判定基準

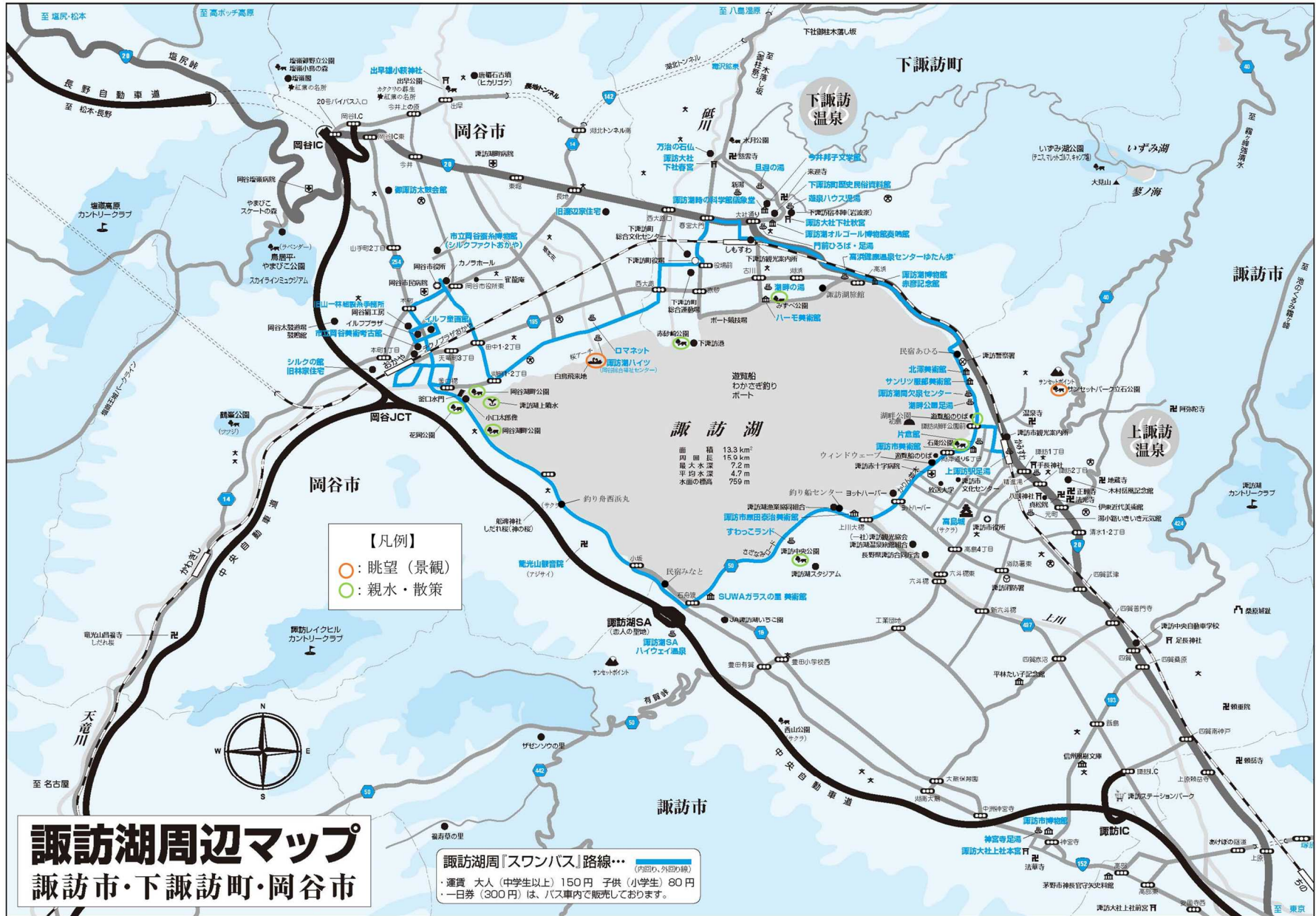
区分	項目	ふん便性大腸菌群数	油膜の有無	COD	透明度
適	水質 AA	不検出 (検出下限:2個/100mL)	油膜が認められない	2 mg/L 以下 (遊溶は3 mg/L 以下)	全透 (1m以上)
	水質 A	100 個/100mL 以下	油膜が認められない	2 mg/L 以下 (遊溶は3 mg/L 以下)	全透 (1m以上)
可	水質 B	400 個/100mL 以下	常時は油膜が認められない	5 mg/L 以下	1m未満 ~50cm 以上
	水質 C	1,000 個/100mL 以下	常時は油膜が認められない	8 mg/L 以下	1m未満 ~50cm 以上
不適		1,000 個/100mL を超えるもの	常時油膜が認められる	8 mg/L 超	50cm 未満

調査地点図



1	諏訪湖 湖心
2	諏訪湖 初島西
3	諏訪湖 塚間川沖200m

資料：第1回諏訪湖環境改善に係る専門家による検討の場 資料4-1（平成28年8月、長野県）

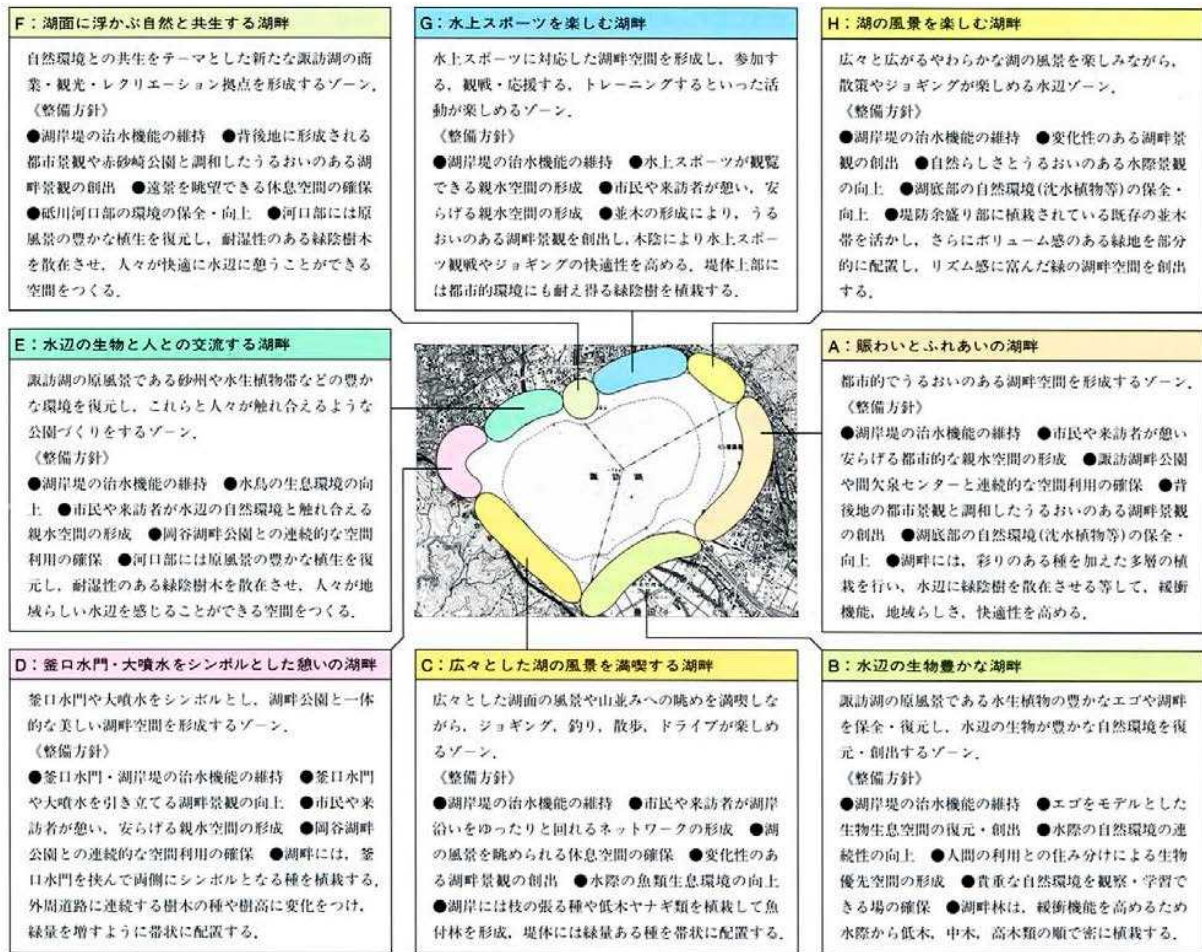


注: 「釣り」及び「船」については、湖全面での利用が行われている。
 資料: 1. 「諏訪湖周辺マップ (諏訪市・下諏訪町・岡谷市)」 (一般社団法人諏訪観光協会)
 2. 「諏訪湖漁業区での釣り場&魚種のご案内」 (諏訪湖漁業協同組合ホームページ)

図 4.1 諏訪湖における親水利用関連マップ

平成7年3月に策定された「諏訪湖の水辺整備マスタープラン」では、昭和30年頃当時の諏訪湖の原風景を参考に、湖畔を治水、親水、レクリエーション利用、景観、自然環境に配慮して、図4.2に示すようなAからHまでの8つのゾーンに区域分けをし、各ゾーンにテーマを設定して環境整備が行われた。

整備状況については図4.3に示すとおりであり、南部のBゾーン「水辺の生物豊かな湖畔」、及びCゾーン「広々とした湖の風景を満喫する湖畔」以外はすでに施工済みとなっている。



資料：株式会社クボタ（1997）URBAN KUBOTA No. 36 特集「諏訪湖」

図 4.2 諏訪湖湖畔のゾーニング図



資料：長野県諏訪建設事務所資料

図 4.3 諏訪湖の水辺整備マスタープランと水辺整備事業について

4.2 親水利用の行為毎の目標値（案）の設定

諏訪湖において行われている親水利用は、眺望（景観）、親水（散策）、釣り、遊覧船等の日常的親水である。「諏訪湖の水辺整備マスタープラン」では諏訪湖の湖畔を治水、親水、レクリエーション利用、景観、自然環境に配慮して、親水空間の環境整備が行われてきた。また、諏訪湖では将来的に水浴場の開設も考えられている。

そこで、諏訪湖の親水利用の場の保全に関する目標値は、日常的親水の観点から設定することが考えられる。過年度の透明度の測定結果より、日常的親水に対する沿岸透明度の目標値（案）としては、以下のような案が想定される。

表 4.3 諏訪湖における親水利用の場の保全に関する目標値（案）

	親水利用行為及び目標値	目標値の根拠
案 1	年間平均値 1.3m以上	2006（平成 18）年度～2015（平成 27）年度の湖心の透明度の 10 年間の平均値 [考え方] ・現状維持（現状非悪化）の観点から、過去 10 年間の透明度の平均値以上の沿岸透明度を目標とする。
案 2	年間平均値 1.0m以上	水浴場水質判定基準を目安 [考え方] ・将来、水浴場の開設を考えているため、水浴場の開設に必要な沿岸透明度を目標とする。

また、対象とする範囲については、眺望（景観）、親水（散策）等の日常的親水は湖畔に面した水域であるものの、釣り、遊覧船、ボート、ヨット等による日常的親水は諏訪湖全体が対象となる。

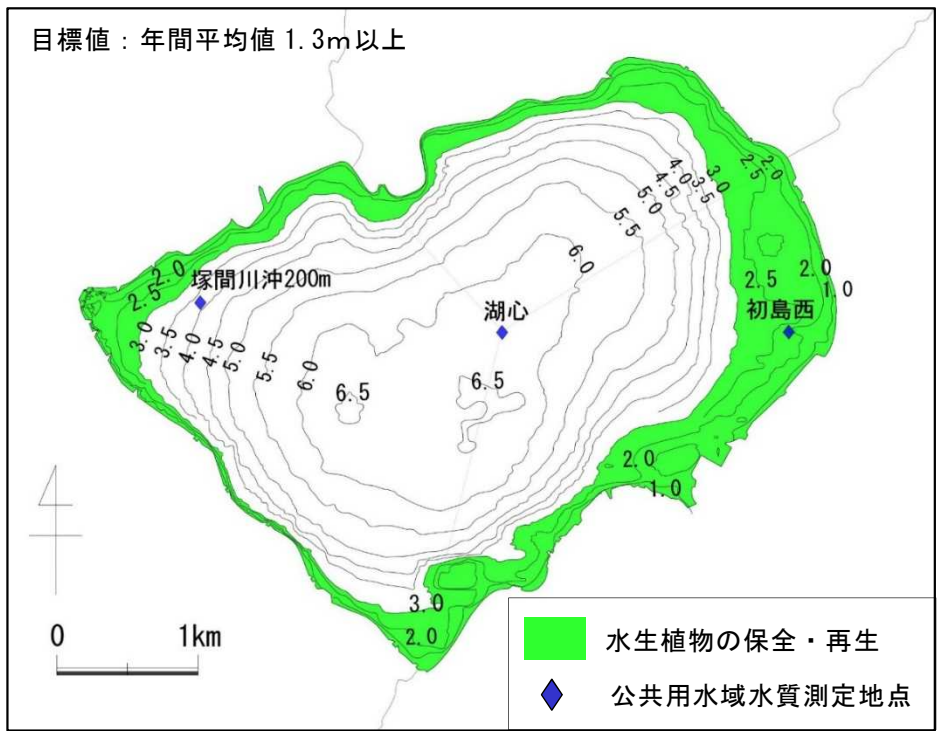
このようなことから、親水利用の場の保全に関する目標値設定の範囲は諏訪湖全域とする。

5. 水域あてはめ（案）及び目標値（案）の設定

「3.3」及び「4.2」を踏まえ、諏訪湖における水域あてはめ（案）を検討した。

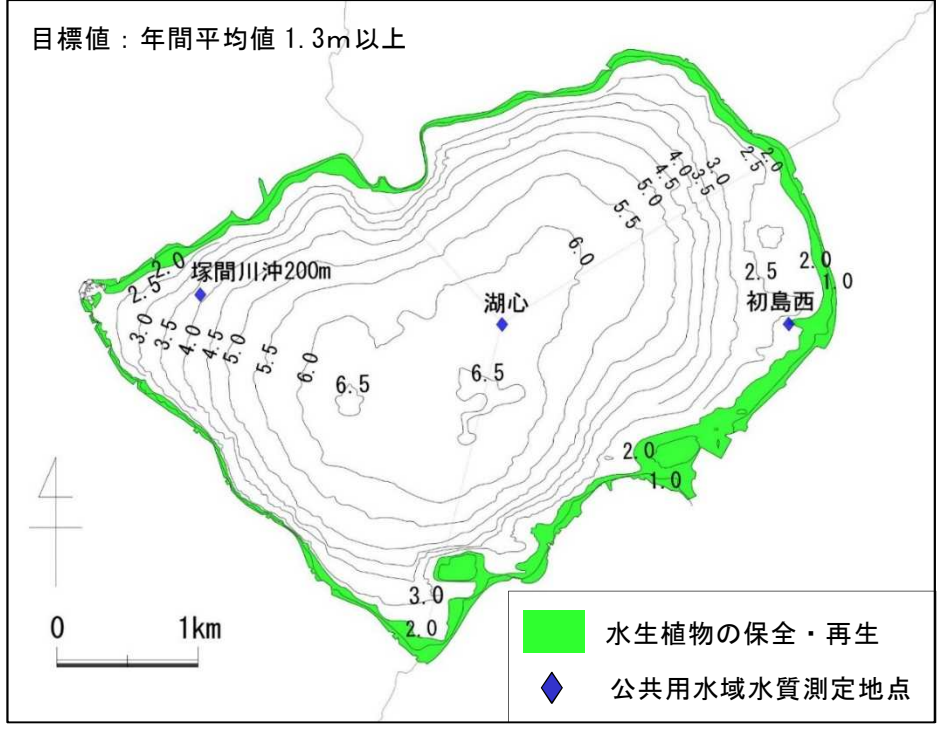
水生植物の保全・再生に関する水域あてはめ（案）は、図 5.1 及び図 5.2 に示すとおりである。なお、参考として、案 1 の水域あてはめ（案）と平成 25～27 年度のヒシ以外の浮葉、沈水植物群落の分布を重ねたものを図 5.3 に示す。

また、親水利用の場の保全に関する水域あてはめ（案）は図 5.4 に示すとおりであり、諏訪湖の沿岸透明度の水域あてはめ（案）は図 5.5～図 5.8 に示すとおりである。



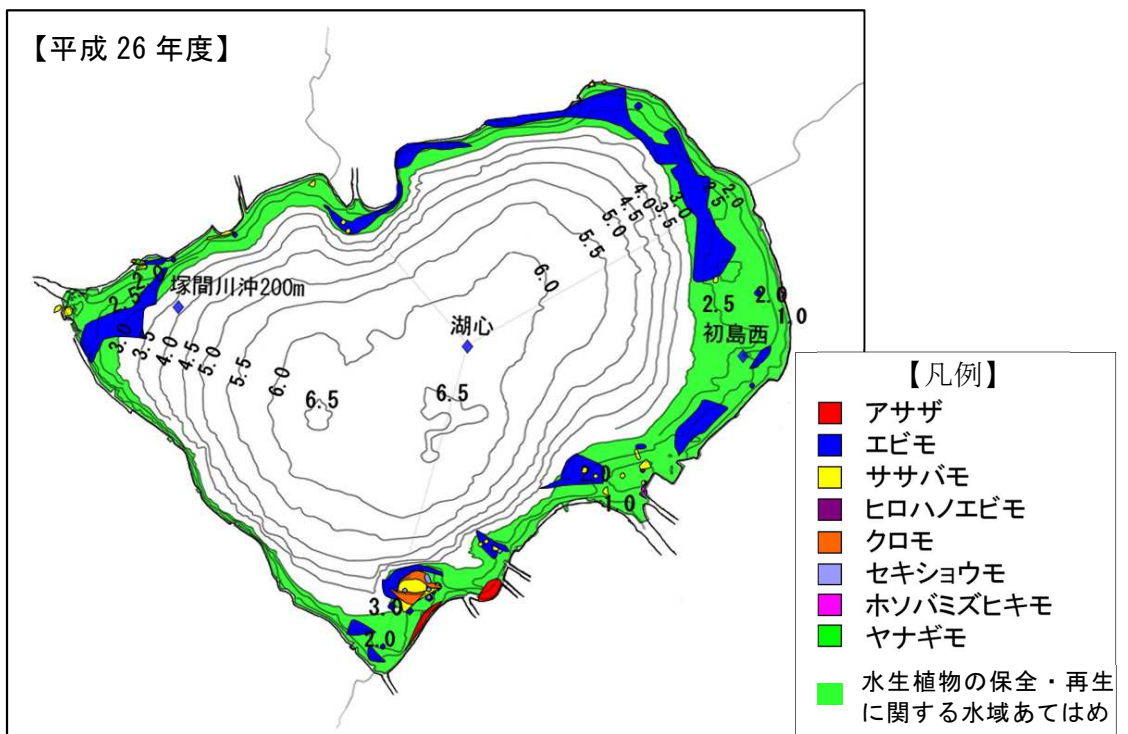
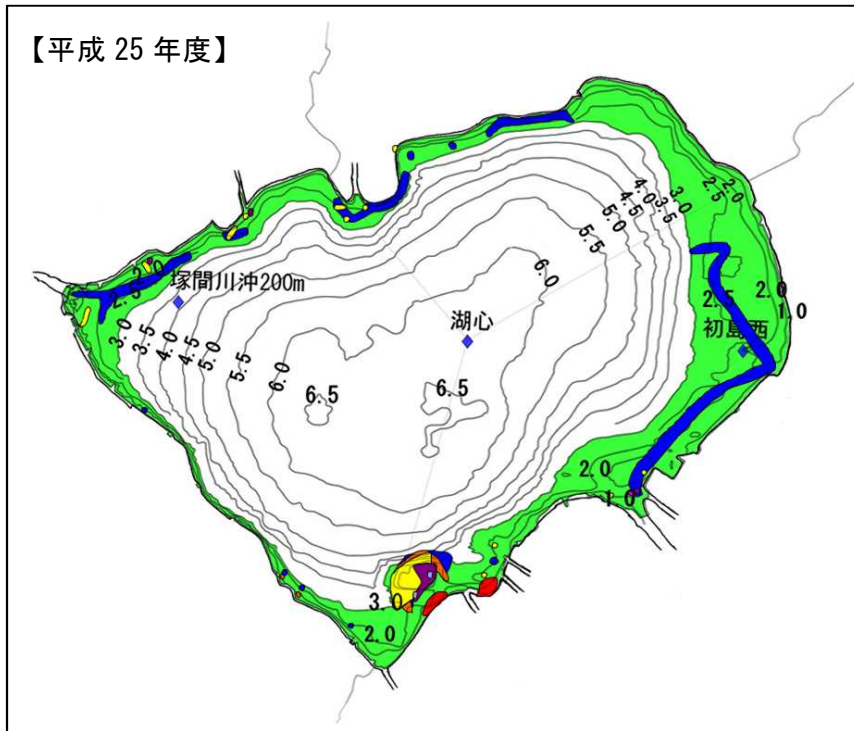
注：1. 等深線は、「平成17年度国補河川浄化に伴う業務委託（測量委託）」（諏訪建設事務所）における「諏訪湖等深図」を基に作成した。
 2. 公共用水域水質測定地点（長野県水質測定計画で示された緯度経度）と実際の採水位置には多少のずれが生じる可能性がある。

図 5.1 水生植物の保全・再生に関する水域あてはめ（案1：水深3.0mまで）



注：1. 等深線は、「平成17年度国補河川浄化に伴う業務委託（測量委託）」（諏訪建設事務所）における「諏訪湖等深図」を基に作成した。
 2. 公共用水域水質測定地点（長野県水質測定計画で示された緯度経度）と実際の採水位置には多少のずれが生じる可能性がある。

図 5.2 水生植物の保全・再生に関する水域あてはめ（案2：水深2.0mまで）

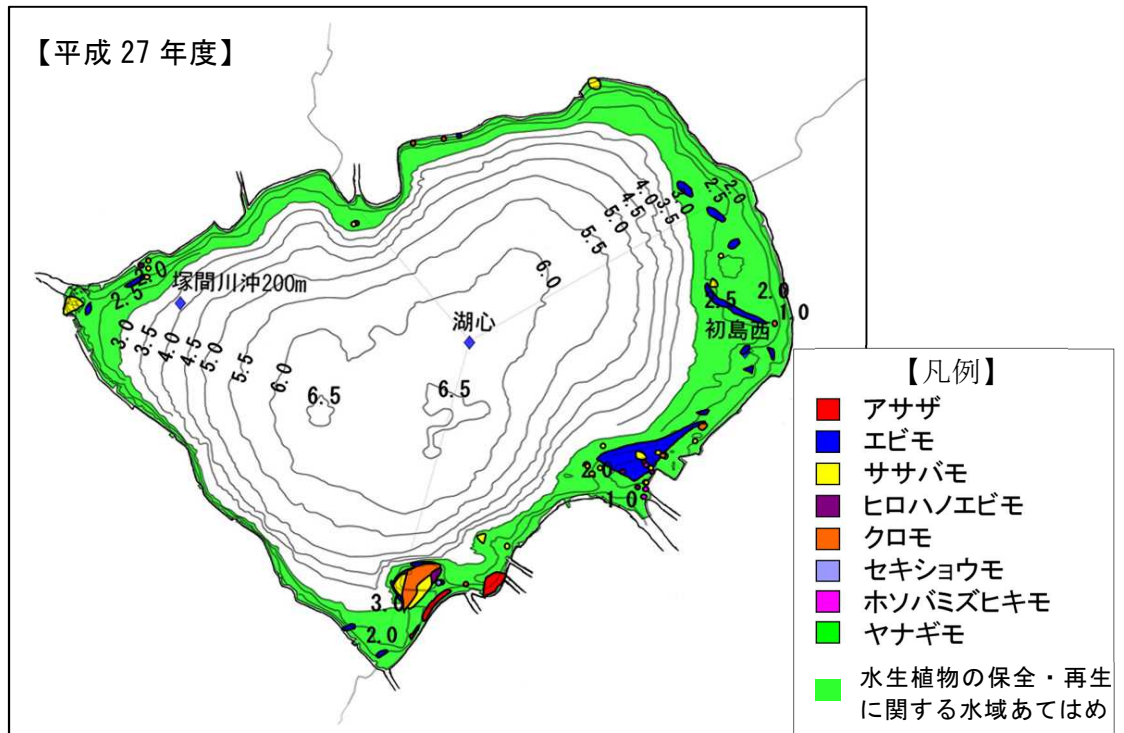


注：1. 等深線は、「平成 17 年度国補河川浄化に伴う業務委託（測量委託）」（諏訪建設事務所）における「諏訪湖等深図」を基に作成した。

2. 公共用水域水質測定地点（長野県水質測定計画で示された緯度経度）と実際の採水位置には多少のずれが生じる可能性がある。

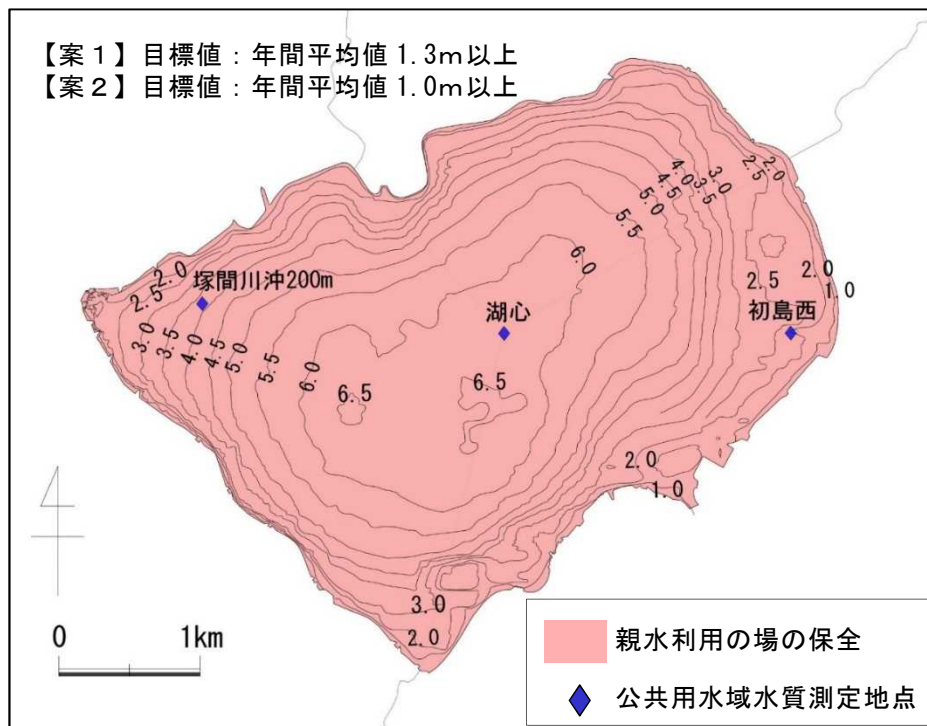
資料：長野県水産試験場諏訪支場提供資料より作成

図 5.3(1) 水生植物の保全・再生に関する水域あてはめ（案 1）と水生植物分布状況の重ね合わせ



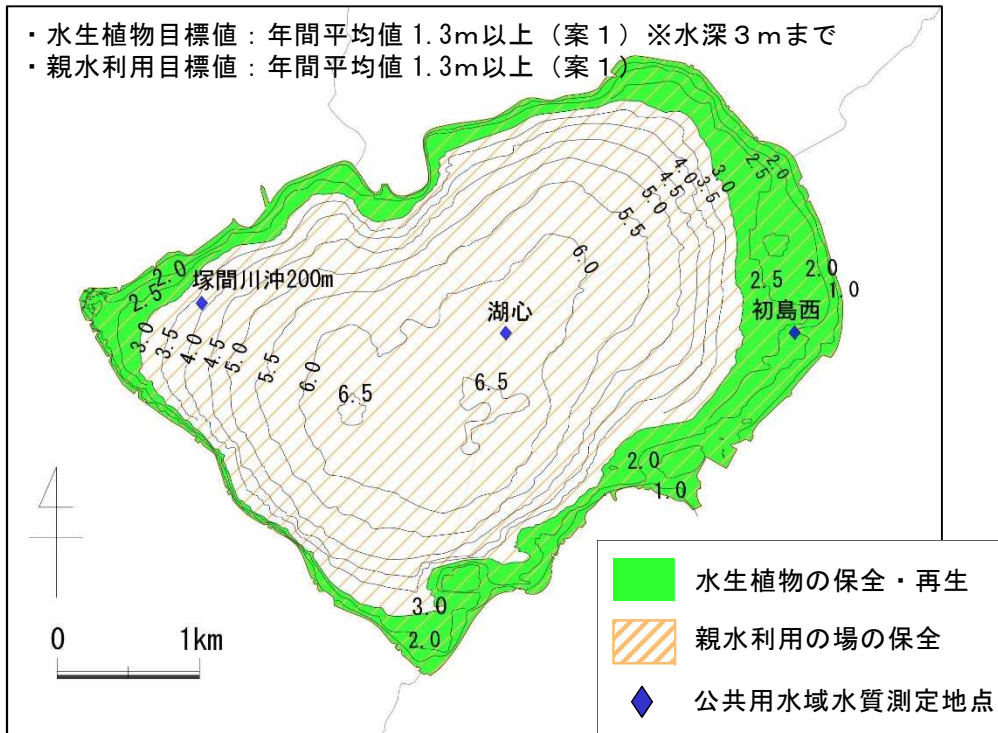
注：1. 等深線は、「平成 17 年度国補河川浄化に伴う業務委託（測量委託）」（諏訪建設事務所）における「諏訪湖等深図」を基に作成した。
 2. 公共用水域水質測定地点（長野県水質測定計画で示された緯度経度）と実際の採水位置には多少のずれが生じる可能性がある。
 資料：長野県水産試験場諏訪支場提供資料より作成

図 5.3(2) 水生植物の保全・再生に関する水域あてはめ（案 1）と水生植物分布状況の重ね合わせ



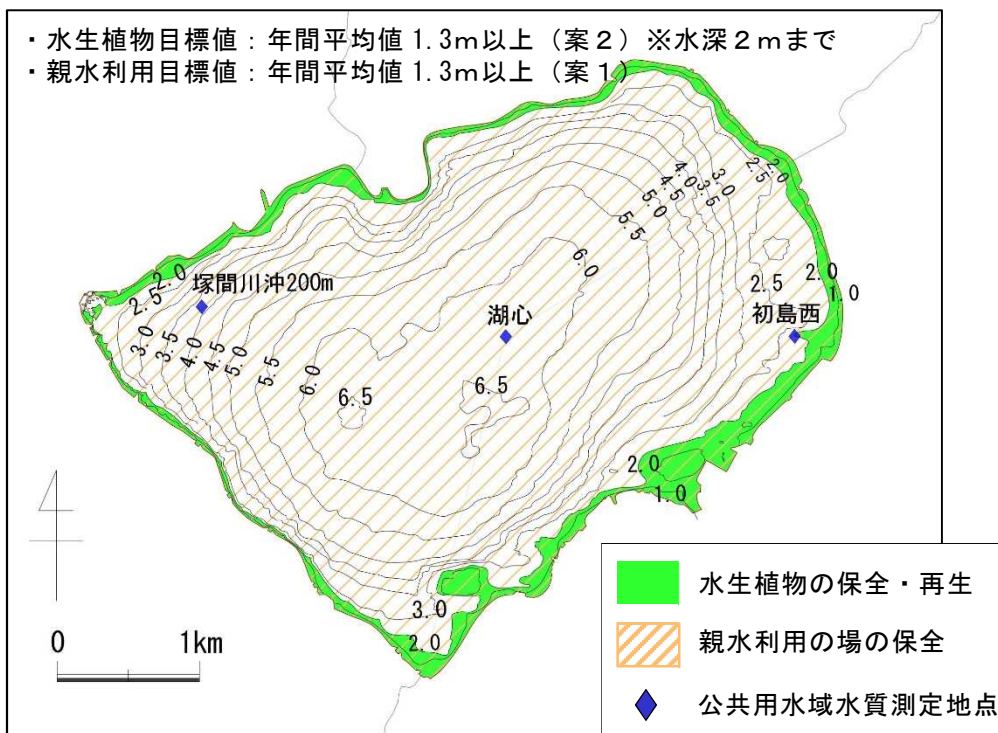
注：1. 等深線は、「平成 17 年度国補河川浄化に伴う業務委託（測量委託）」（諏訪建設事務所）における「諏訪湖等深図」を基に作成した。
 2. 公共用水域水質測定地点（長野県水質測定計画で示された緯度経度）と実際の採水位置には多少のずれが生じる可能性がある。

図 5.4 親水利用の場の保全に関する水域あてはめ（案 1, 2）



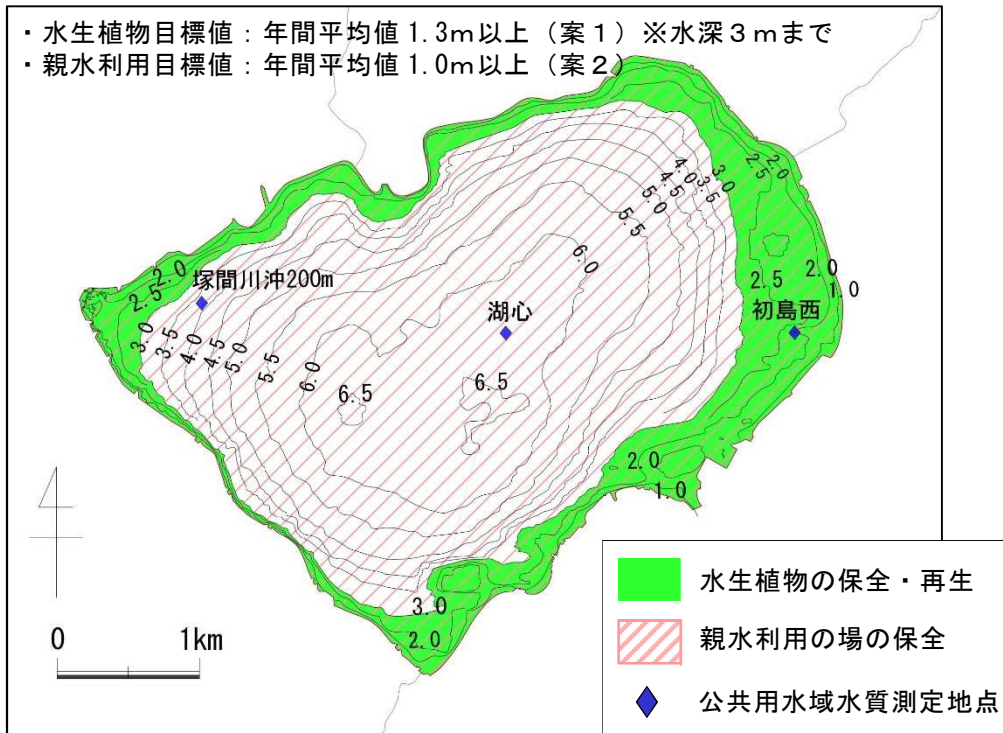
注：1. 等深線は、「平成17年度国補河川浄化に伴う業務委託（測量委託）」（諏訪建設事務所）における「諏訪湖等深図」を基に作成した。
 2. 公共用水域水質測定地点（長野県水質測定計画で示された緯度経度）と実際の採水位置には多少のずれが生じる可能性がある。

図 5.5 諏訪湖の沿岸透明度の水域あてはめ（案1）



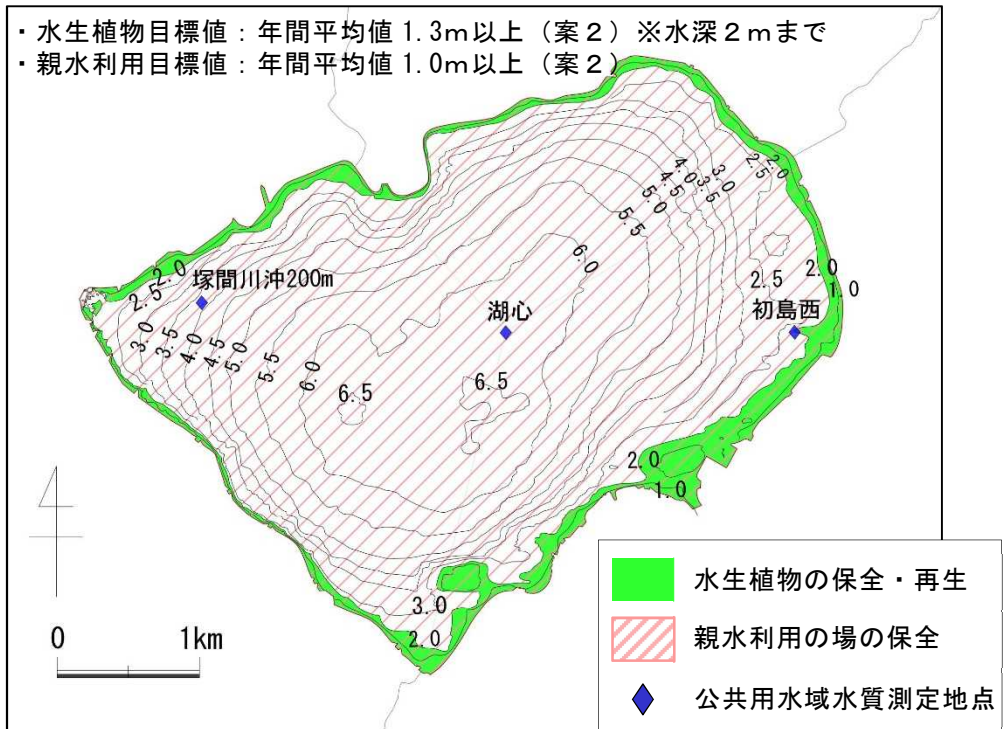
注：1. 等深線は、「平成17年度国補河川浄化に伴う業務委託（測量委託）」（諏訪建設事務所）における「諏訪湖等深図」を基に作成した。
 2. 公共用水域水質測定地点（長野県水質測定計画で示された緯度経度）と実際の採水位置には多少のずれが生じる可能性がある。

図 5.6 諏訪湖の沿岸透明度の水域あてはめ（案2）



注：1. 等深線は、「平成 17 年度国補河川浄化に伴う業務委託（測量委託）」（諏訪建設事務所）における「諏訪湖等深図」を基に作成した。
 2. 公共用水域水質測定地点（長野県水質測定計画で示された緯度経度）と実際の採水位置には多少のずれが生じる可能性がある。

図 5.7 諏訪湖の沿岸透明度の水域あてはめ（案3）

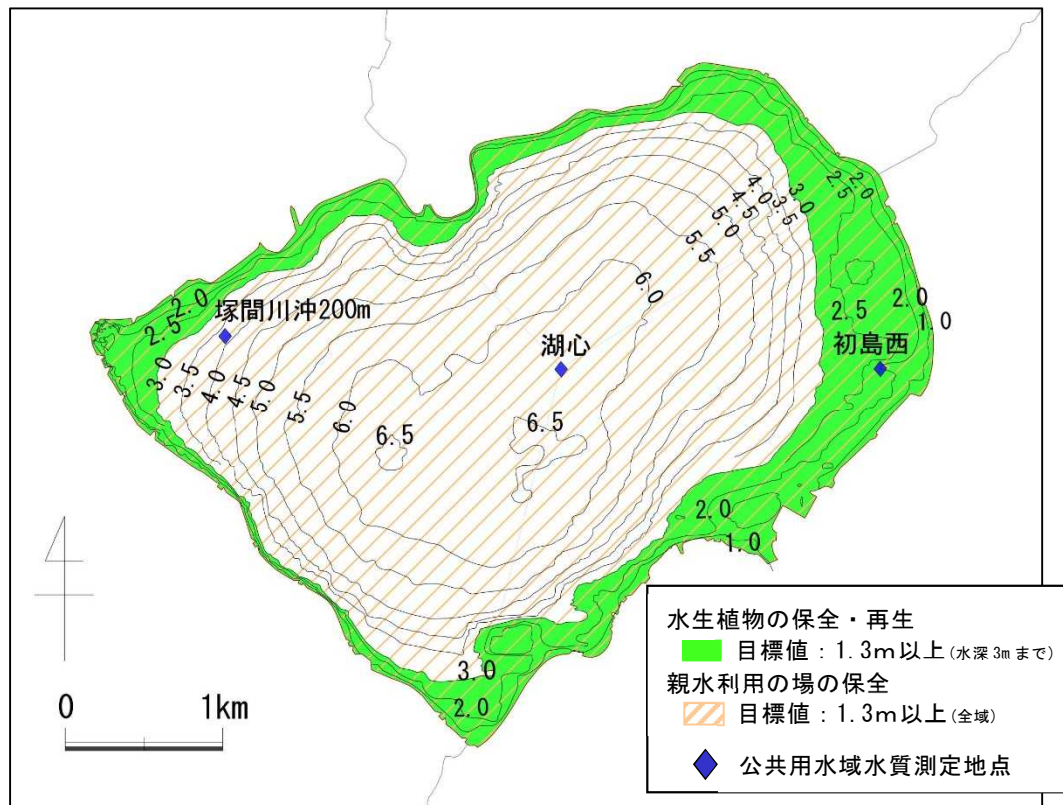


注：1. 等深線は、「平成 17 年度国補河川浄化に伴う業務委託（測量委託）」（諏訪建設事務所）における「諏訪湖等深図」を基に作成した。
 2. 公共用水域水質測定地点（長野県水質測定計画で示された緯度経度）と実際の採水位置には多少のずれが生じる可能性がある。

図 5.8 諏訪湖の沿岸透明度の水域あてはめ（案4）

《検討結果》

諏訪湖における沿岸透明度の目標値（案）及び水域あてはめ（案）については、湖面積が小さく湖水混合がよいこと、管理がしやすいことから、一律の目標値にすることが妥当であるという意見等が挙げられた。また、水生植物の分布域及び水質の現状維持及び改善を目指す目標値としても 1.3m 以上は妥当であるという意見等も踏まえ、全 3 回の検討会における議論の結果、水生植物のあてはめ案 1 及び親水利用のあてはめ案 1 を踏まえた水域あてはめ案（図 5.9）が適当とされた。



- 注：1. 等深線は、「平成 17 年度国補河川浄化に伴う業務委託（測量委託）」（諏訪建設事務所）における「諏訪湖等深図」を基に作成した。
2. 公共用水域水質測定地点（長野県水質測定計画で示された緯度経度）と実際の採水位置には多少のずれが生じる可能性がある。

図 5.9 諏訪湖における沿岸透明度の水域あてはめ（案）

6. 沿岸透明度の目標値（案）及び水域あてはめ（案）の活用方法

6.1 沿岸透明度の評価方法について

沿岸透明度の評価方法については、平成 28 年 11 月 1 日の第 42 回中央環境審議会水環境部会における報告で、以下の内容が示されている。

II. 沿岸透明度について

1. 沿岸透明度の評価方法の検討

(1) 沿岸透明度の年間における評価値の取り扱い

答申において、沿岸透明度は年間平均値により評価することが適当である旨記載されているが、水域によっては、月によって測定回数が異なる場合も考えられる。この場合、単純に測定結果の数値の合計を測定回数で割ると、季節変動が大きい水域においては、測定回数の多い時期の結果がより反映されることになる。このため、このような場合には、同一の月における測定結果を平均して月平均値を算出※し、その月平均値を平均して年平均値を算出することが適当と考えられる。

※同一月に複数回測定した場合、それぞれの値は[(月の日数) / (測定回数)]日分を代表する値となる（例：月 2 回測定の場合は、30 日 / 2 回測定 = 15 日分を代表する）。同一の月における測定結果を平均し月平均値とすることで、上記の考えに基づく平均値を得ることができる。

(2) 沿岸透明度の達成評価の方法

水生植物の保全・再生の観点からの沿岸透明度の目標値は、透明度の年間平均値と分布下限水深に関する文献から導いたものである。

そのため、水生植物の保全・再生の観点で水域あてはめ（環境基準の類型あてはめと同様の考え方の水域）した水域において測定地点が複数設定されている場合、それぞれの測定地点で目標値を達成することにより、水域あてはめした水域全体として水生植物の保全・再生に必要な光量が確保されることが考えられる。この考え方は、水生生物の保全に係る環境基準と同じ考え方である。

一方、底層溶存酸素量のように、個体群の維持が可能である限り、すべての水域で透明度の目標値を上回る必要がないとも考えられるため、底層溶存酸素量の評価方法において想定したように達成率での評価も考えられる。

親水利用の場の保全の観点からの沿岸透明度の目標値は、親水利用の内容、水域の利水状況や特性、地域住民等のニーズ等に応じて、各地域の幅広い関係者の意見等を踏まえて設定される。

その設定内容によっては、すべての測定地点が目標値を達成しないと、親水利用の場の保全が図れないとは限らず、親水利用の内容に応じて各水域におい

て適切な評価方法（例えば期間限定の親水利用の場に対しては、その期間、その場だけで評価する等）を設定することが考えられる。

しかし、水生植物の保全・再生の観点との整合、他の水域との比較等を考慮し、水生植物の保全・再生の観点の評価方法と同様に行うことも考えられる。

以上のことから、沿岸透明度の評価方法は、水域あてはめした水域に測定地点を複数設定している場合、すべての測定地点の沿岸透明度が、目標値に適合したときに、当該水域が目標値を達成しているものと判断する考え、又は、水域あてはめした水域に測定地点を複数設定している場合、目標値に適合している測定地点数の割合で評価する考えの二つのパターンの評価を想定している。

なお、目標値設定の考え方を踏まえ、水域毎に適切な評価方法を設定することが必要である。

以上のことから、沿岸透明度の評価方法は、表 6.1 に示す 2 つの案が想定され、同表に記載の特徴と留意点を踏まえて、諏訪湖においてどのような評価方法が望ましいか検討する必要がある。

表 6.1 沿岸透明度の評価方法、特徴及び留意点

案	特徴	留意点
<p>【案 1】 すべての測定地点の沿岸透明度が目標値に適合したとき達成と評価</p>	<ul style="list-style-type: none"> 水生植物の保全ためには、水域内の全ての地点で適合している必要があるとの考え方に基づくものである。 現行の環境基準（COD、BOD 及び水生生物保全環境基準）と同様な評価方法である。 	<ul style="list-style-type: none"> 一部の地点で達成している地点があったとしても水域の達成状況としては、適合していないとの評価となり、厳しい評価となることが想定される。 水域内の全ての地点で達成しないと、水域としては達成とならないことから、水質の改善状況が評価として現れにくい。
<p>【案 2】 目標値に適合している測定地点数の割合で評価</p>	<ul style="list-style-type: none"> 全ての測定地点で目標値を満足しなくても、水生植物の個体群の維持は可能であるとの考え方に基づくものである。 保全対象種の生育状況をより適切に評価できる方法とも考えられる。 	<ul style="list-style-type: none"> 現行の環境基準の評価方法とは異なる。

ここで、平成 23～27 年度の公共用水域水質測定地点の湖心、初島西及び塚間川沖 200mの透明度の測定結果を用いて、案 1 と案 2 で評価を行った。その結果は表 6.2 に示すとおりである。

評価結果について、水生植物に対しては、案 1 は平成 27 年度のみ達成、案 2 は平成 26 年度が 50%、平成 27 年度が 100%、その他の年度が 0 %であった。また、親水利用に対しては、案 1 は平成 27 年度のみ達成、案 2 は平成 27 年度が 67%、平成 27 年度が 100%、その他の年度が 0 %であった。

表 6.2 諏訪湖における案 1 及び案 2 による評価結果

測定地点/年度			平成23年度	平成24年度	平成25年度	平成26年度	平成27年度
湖心			1.1	1.0	1.0	1.5	1.4
初島西			0.9	0.9	0.9	1.2	1.3
塚間川沖200m			1.1	1.0	1.0	1.3	1.3
目標値の 適合状況	水生植物 1.3m以上	初島西	×	×	×	×	○
		塚間川沖200m	×	×	×	○	○
	親水利用 1.3m以上	湖心	×	×	×	○	○
		初島西	×	×	×	×	○
水生植物 評価結果							
案1の評価結果		1.3m以上	×	×	×	×	○
案2の評価結果		1.3m以上	0%	0%	0%	50%	100%
親水利用 評価結果							
案1の評価結果		1.3m以上	×	×	×	×	○
案2の評価結果		1.3m以上	0%	0%	0%	67%	100%

注：目標値の適合状況は、水生植物（エビモ）の保全・再生の目標値（案）の案 1（1.3m以上）、親水利用の目標値（案）の案 1（1.3m以上）を用いて評価した。

6.2 沿岸透明度の測定地点の設定方法について

測定地点の設定方法については、平成 28 年 11 月 1 日の第 42 回中央環境審議会水環境部会における報告で、以下の内容が示されている。

2. 沿岸透明度の測定地点の設定方法

答申を踏まえ、測定地点の設定方法は、以下の事項を考慮して設定する。

【水生植物の保全・再生の観点】

- 1) 測定地点は、保全対象種の生育している場（又は再生させたい場）の水域又はその近傍に設定する。測定地点は、目標値より深い水深の箇所に設定することを基本とする。
- 2) 水域の特性上、測定地点を目標値より深い水深の箇所に設定することができない場合、年間平均値は水深以上とはならないため適切な評価ができない（例えば、12 回の測定結果のうち、11 回全透（沿岸透明度は目標値（水深より）より高い）であり、1 回水深より浅い沿岸透明度の場合、年間平均値は目標値を下回る。）ことを考慮する。その際には、沿岸透明度が海底又は湖底まで見える（全透）、又は、全透未満の測定結果を記録することに加え、必要に応じて水生植物の生育状況（生育水深）を記録する。なお、水生植物の生育状況の記録では、水上からの目視等により確認できない場合等、状況によってはダイバーによる確認も検討する。
- 3) 現行の環境基準点及び補助点の活用も検討する。なお、沿岸域については沖合もしくは湖心周辺と比べて透明度が低い場合があり、沿岸域の評価を湖心側の環境基準点により行う場合には、環境基準点における測定結果をそのまま用いると適切に評価できない場合があることを踏まえ、測定結果の取り扱いに留意すること。

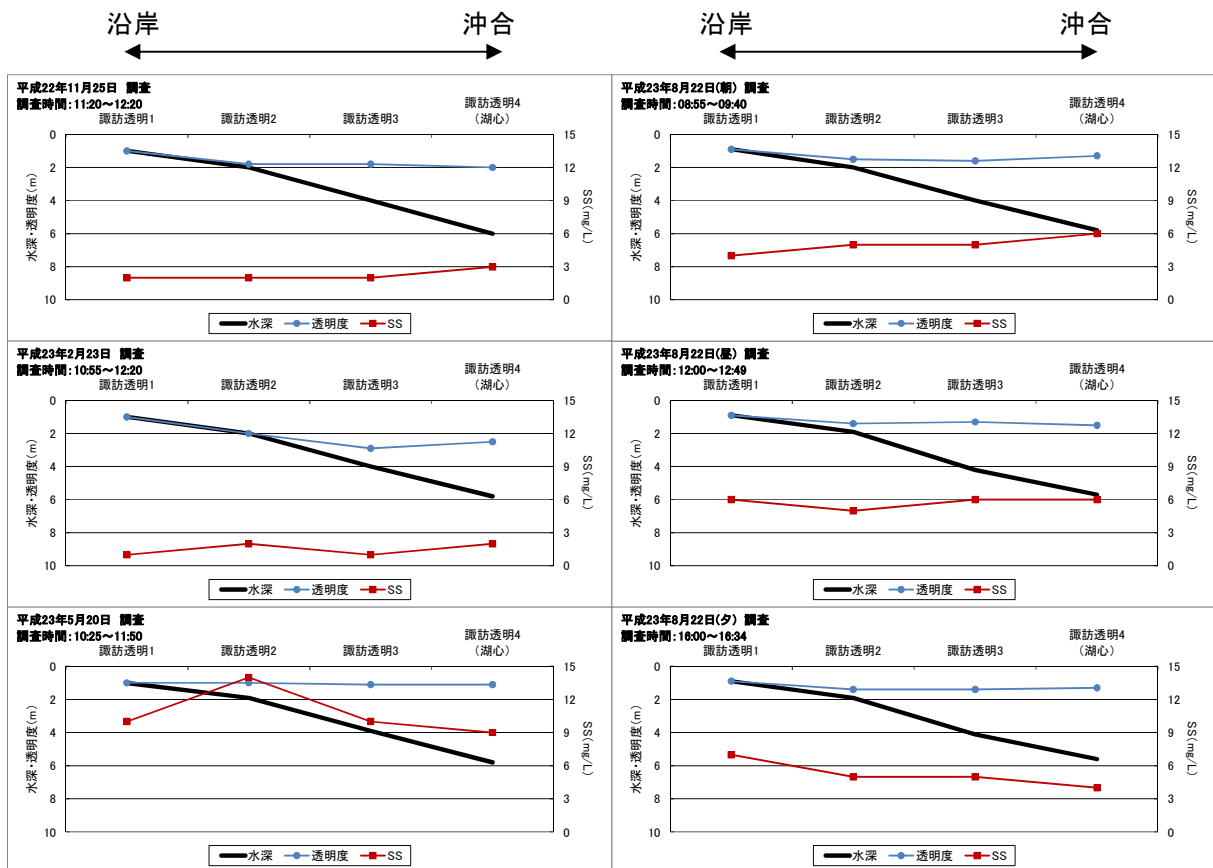
【親水利用の場の保全の観点】

- 1) 測定地点は、親水利用行為が行われている水域又はその近傍に設定する。測定地点は、目標値より深い水深の箇所に設定することを基本とする。
- 2) 水域の特性上、測定地点を目標値より深い水深の箇所に設定することができない場合、沿岸透明度が海底又は湖底まで見える（全透）、又は、全透未満の測定結果を記録する。
- 3) 現行の環境基準点及び補助点の活用も検討する。なお、沿岸域については沖合もしくは湖心周辺と比べて透明度が低い場合があり、沿岸域の評価を湖心側の環境基準点により行う場合には、環境基準点における測定結果をそのまま用いると適切に評価できない場合があることを踏まえ、測定結果の取り扱いに留意すること。

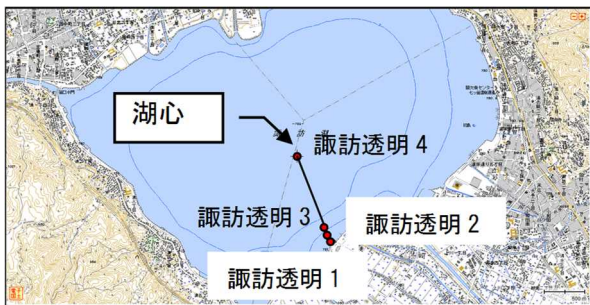
なお、沿岸域の透明度と近傍の環境基準点の透明度との関係については、既往調査において、沿岸から沖合（環境基準点）に向けての透明度の測定が行われている。その結果、沿岸域から環境基準点（湖心）まで概ね同程度の透明度であった（図 6.1 参照）。

また、水産試験場諏訪支場の定期調査では、湖心及び高浜沿岸において月 1 回、同日に透明度の測定が行われており、2 地点間の透明度の差は 1 割程度であり、概ね同程度であった（図 6.2 参照）。加えて、公共用水域水質測定地点の湖心と初島西及び塚間川沖 200m において同様の比較を行ったが、高浜沿岸と同様の傾向であった（図 6.3 参照）。

以上のことから、諏訪湖における沿岸透明度の測定地点としては、既存の環境基準点が活用できる可能性も考えられる。



注：1. 水深と透明度が一致している箇所は全透（透明度板が着底）を表す。
 2. 濁度、SSの測定層は表層0.5mである。

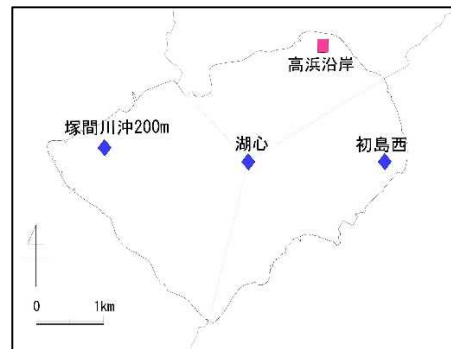
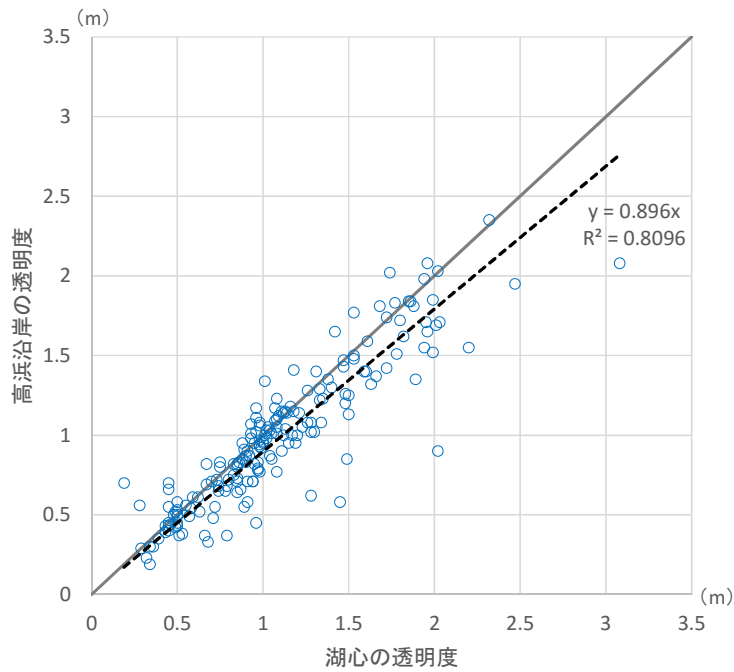


注：透明度の調査地点は、環境基準点の湖心と陸地（すわっこランド）を結ぶ直線上に、原則として陸から5m、10m及び100m離れた地点並びに湖心の4地点とする。

資料：「平成23年度下層D0・透明度を用いた水質環境調査検討業務」（平成24年3月環境省請負業務）

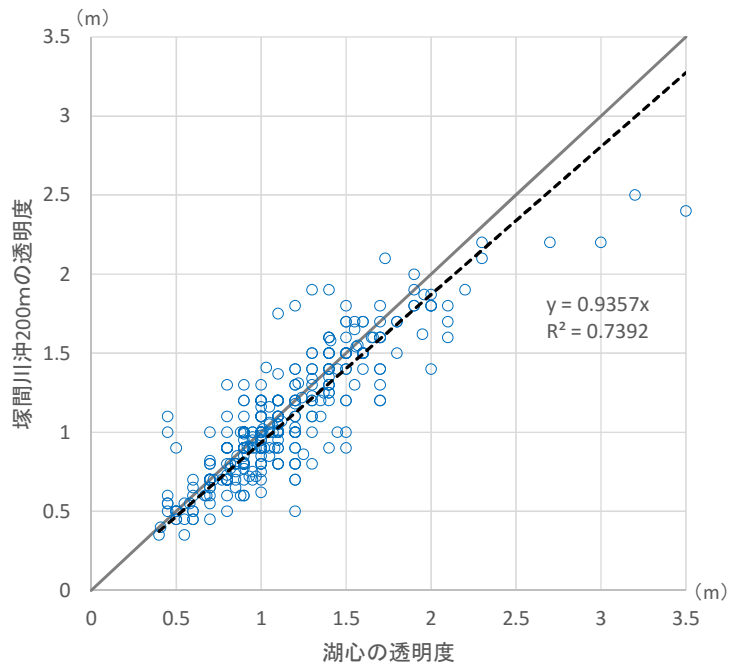
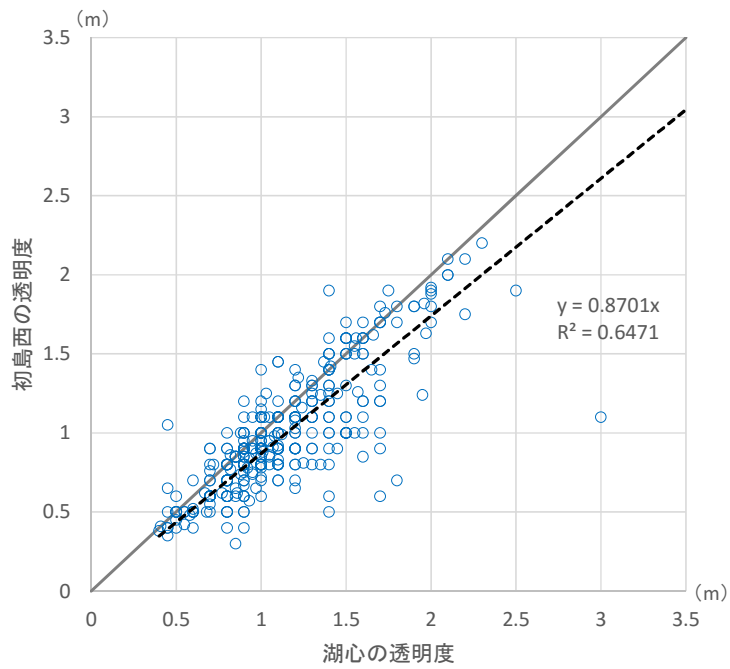
図 6.1 諏訪湖における環境基準点と岸側との透明度の関係

調査機関	長野県水産試験場諏訪支場
調査頻度	1999～2016年の月1回 ※基本的に結氷期（1, 2月）を除く
調査地点	湖心、高浜沿岸
検体数	183 検体 (高浜沿岸が全透の場合は除外した。)



資料：長野県水産試験場諏訪支場提供データより作成

図 6.2 湖心及び高浜沿岸の透明度の関係



注：初島西及び塚間川沖200mで全透が観測された際の結果は除外した。

資料：1. 環境数値データベース（国立環境研究所）

2. 平成21～27年度水質測定結果（長野県）

図 6.3 湖心と初島西及び塚間川沖200mの透明度の関係（1999～2015年度）

6.3 監視及び管理等について

沿岸透明度の目標値（案）の設定及び水域あてはめ（案）を行った後、沿岸透明度の監視及び管理体制を検討する必要がある。現時点で想定される監視及び管理内容は以下のとおりである。これらの内容については、今後、関係機関等での調整が必要となる。

- 沿岸透明度に対する測定地点の検討

（既存の環境基準点及び補助点と水域あてはめ範囲（沿岸）での透明度の関係性に関する調査を含む）

- 沿岸透明度の測定及び測定結果の管理並びに測定結果の評価（目標値との比較）及び公表を実施する機関の検討

また、以下の事項が今後の課題としてあげられる。

- 沈水植物の保全・再生のための対策の必要性の検討

沈水植物の保全・再生を実施するためには、現状の沈水植物の生育環境、生育範囲の変動要因等を把握する必要がある。そのためには、関係者及び関係機関が調査研究を行い、情報を共有しながら沈水植物の保全・再生に向けた対策検討を行うことも必要である。

- 設定後の運用方法について

目標値（案）及び水域あてはめ（案）の設定後、必要に応じて適宜見直しを実施することが想定される。

資料編 3 平成 28 年度 小浜湾におけるモデル事業結果

<目次構成>

1. 委員構成及び検討会概要.....	資 3-2
2. 水域の特性の情報整理.....	資 3-3
2.1 透明度の状況.....	資 3-3
2.2 水質の状況.....	資 3-7
2.2.1 COD、T-N、T-P、DO について.....	資 3-7
2.2.2 水温について.....	資 3-10
2.2.3 北川からの SS 流入量について.....	資 3-11
2.3 底質及び海底地形の状況.....	資 3-12
2.4 水域構造及び水域利用状況.....	資 3-13
2.4.1 港湾等施設.....	資 3-13
2.4.2 漁業権の設定状況.....	資 3-13
2.5 既存の環境基準類型に係る情報.....	資 3-13
2.6 小浜湾に係る各種計画.....	資 3-14
2.6.1 福井県環境基本計画.....	資 3-14
2.6.2 小浜市環境基本計画.....	資 3-14
2.6.3 おおい町環境基本計画.....	資 3-14
2.6.4 小浜市海のまちづくり計画.....	資 3-14
3. 水生植物の保全・再生.....	資 3-16
3.1 水生植物の生育状況等の把握.....	資 3-16
3.2 保全対象とする水生植物の選定（案）.....	資 3-21
3.3 保全対象範囲及び目標分布下限水深並びに目標値（案）の設定.....	資 3-26
4. 親水利用の場の保全.....	資 3-27
4.1 親水利用の行為の把握.....	資 3-27
4.2 親水利用の行為毎の目標値（案）の設定.....	資 3-30
5. 水域あてはめ（案）及び目標値（案）の設定.....	資 3-31
6. 沿岸透明度の目標値（案）及び水域あてはめ（案）の活用方法.....	資 3-37
6.1 沿岸透明度の目標値（案）及び水域あてはめ（案）の活用と設定後の検討事項.....	資 3-37
6.2 測定方法に関する検討事項.....	資 3-38
6.2.1 測定地点の設定について.....	資 3-38
6.2.2 測定頻度の設定について.....	資 3-40
6.2.3 実施主体の検討について.....	資 3-40
6.3 評価等に関する検討事項.....	資 3-41
6.3.1 評価方法の設定.....	資 3-41
6.3.2 測定結果の管理、公表方法の検討について.....	資 3-44
6.3.3 実施主体の設定について.....	資 3-44
6.4 その他の課題について.....	資 3-45

1. 委員構成及び検討会概要

小浜湾においては、水域に係る関係者で構成された検討会を開催し、沿岸透明度の目標値及び水域あてはめの検討を行った。委員及びオブザーバーの構成は表 1.1、検討会の概要は表 1.2 に示すとおりである。

表 1.1 小浜湾における検討会委員及びオブザーバー構成

<委員>

No.	所 属
1	福井県安全環境部環境政策課
2	福井県農林水産部水産課
3	福井県土木部港湾空港課
4	小浜市産業部農林水産課
5	おおい町農林水産振興課
6	福井県立大学
7	福井県立大学
8	福井県立若狭高等学校
9	一般社団法人うみから
10	小浜市漁業協同組合
11	一般社団法人若狭湾観光連盟

<オブザーバー>

No.	所 属
1	国土交通省北陸地方整備局敦賀港湾事務所
2	国土交通省近畿地方整備局福井河川国道事務所
3	小浜市民生部環境衛生課

表 1.2 小浜湾における検討会概要

開催回	議事内容
第1回	(1) 沿岸透明度について (2) 本検討会における検討内容 (3) 小浜湾における情報整理結果及び目標値設定の考え方等について
第2回	(1) 第1回検討会の指摘と対応 (2) 小浜湾における沿岸透明度の目標値等及び水域あてはめ（案）について
第3回	(1) 第2回検討会の指摘と対応 (2) 小浜湾における沿岸透明度の目標値等及び水域あてはめ（案）について

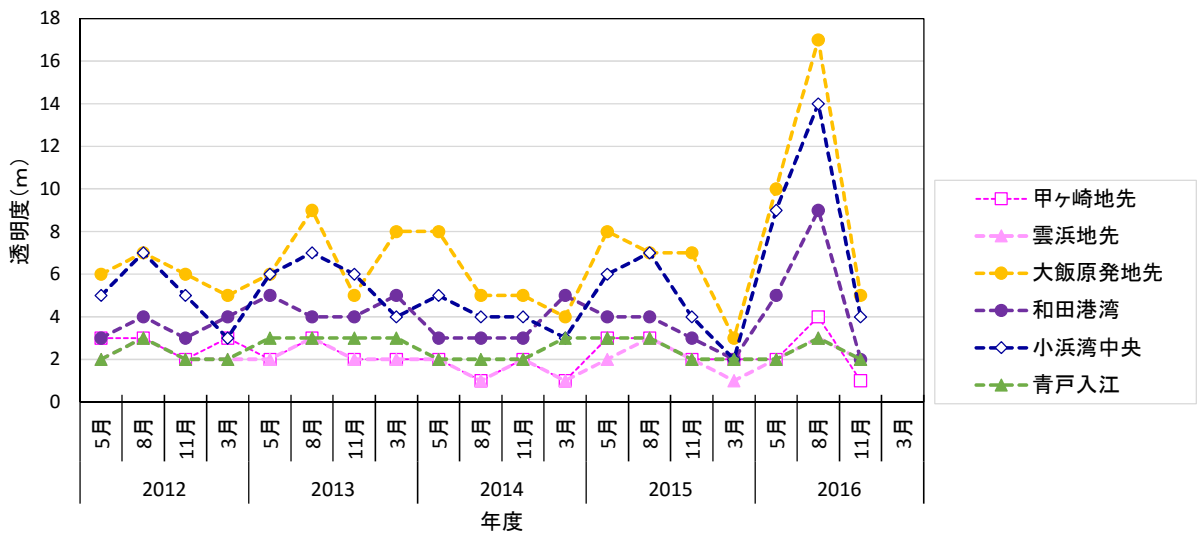
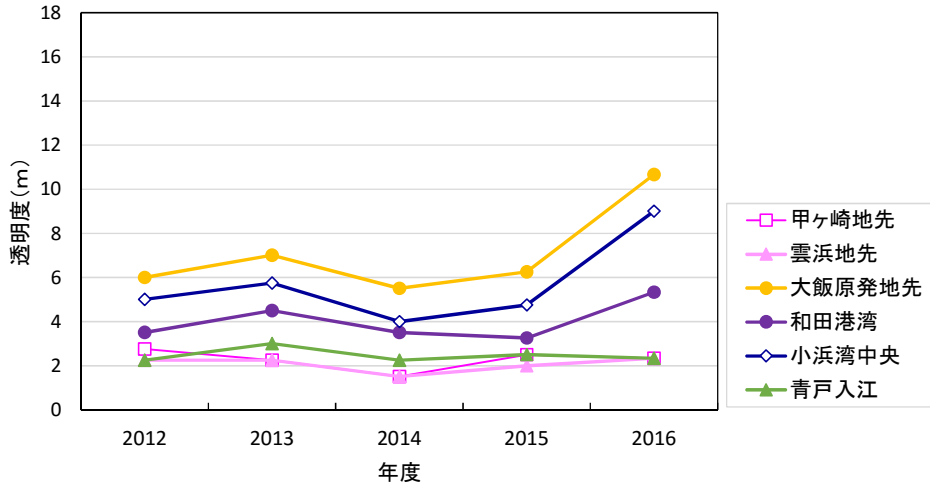
2. 水域の特性の情報整理

2.1 透明度の状況

小浜湾では、公共用水域水質測定計画に基づき、甲ヶ崎地先、雲浜地先、大飯原発地先、和田港湾、小浜湾中央、青戸入江の6地点において水質調査を行っており、透明度については年4回（5、8、11、3月）実施している。

平成24年度以降の透明度の年間平均値及び月別の測定値の推移は、図2.1に示すとおりである。年平均値については、平成27年度までは全地点とも概ね横ばい傾向にあるが、平成28年度は湾口及び湾中に位置する地点（和田港湾、小浜湾中央、大飯原発地先）で高くなっている。また、月別の測定値からは、3月又は11月に低く、5月又は8月に高くなる季節変動が確認できる。

なお、1970年代の透明度については図2.2～図2.4に示すとおりであり、分布の傾向としては、湾口付近で高く、北川・南川河口域及び青戸入江・阿納尻で低くなっている。また、盛夏（8月）には、初夏（6月）及び秋（10月）と比較して湾全体で高くなっており、近年の季節変動と大きな変化はみられない。



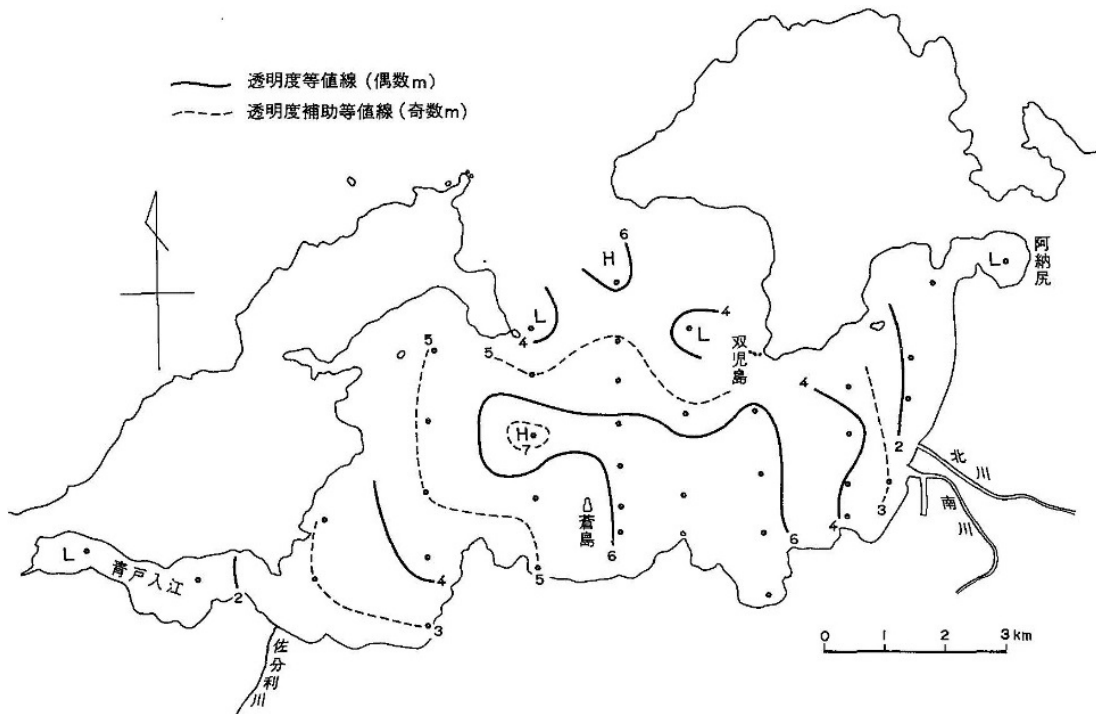
注：1. 年間平均値は、年4回（5月、8月、11月、3月）の測定結果の平均を示す。なお、平成28年度については、5月、8月及び11月の平均となっている。

2. 平成28年8月の甲ヶ崎地先及び雲浜地先は、全透（透明度＝全水深、海底まで見える状態）であった。

資料：福井県提供データより作成

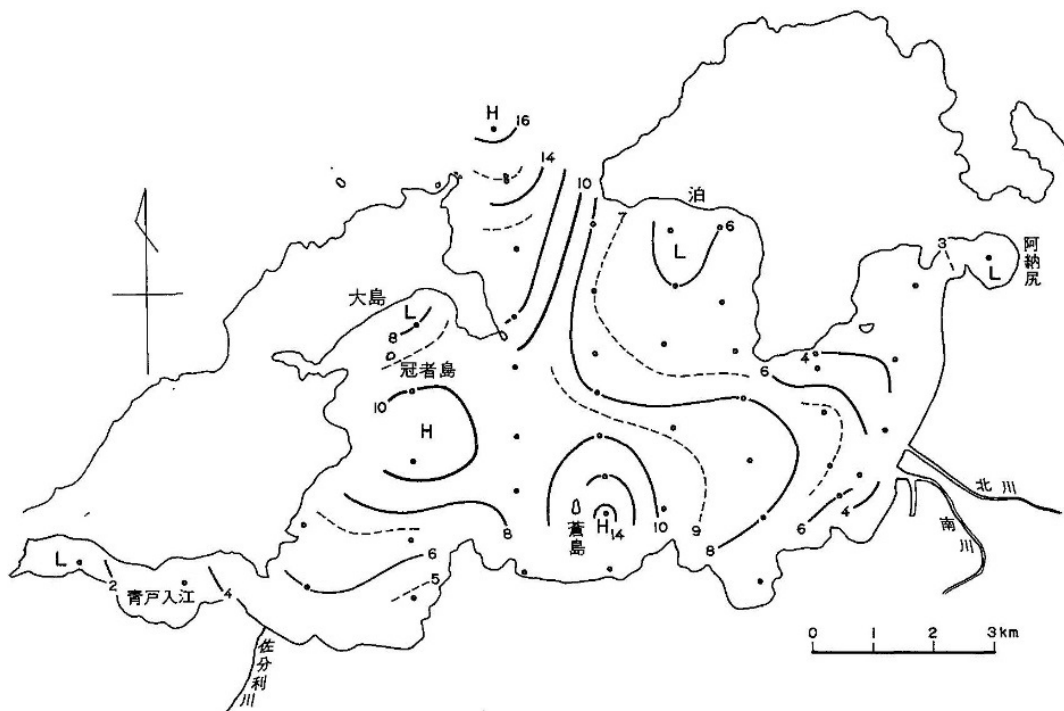
図 2.1 2012(平成24)～2016(平成28)年度の小浜湾における透明度の推移

(上：年間平均値、下：月別測定値)



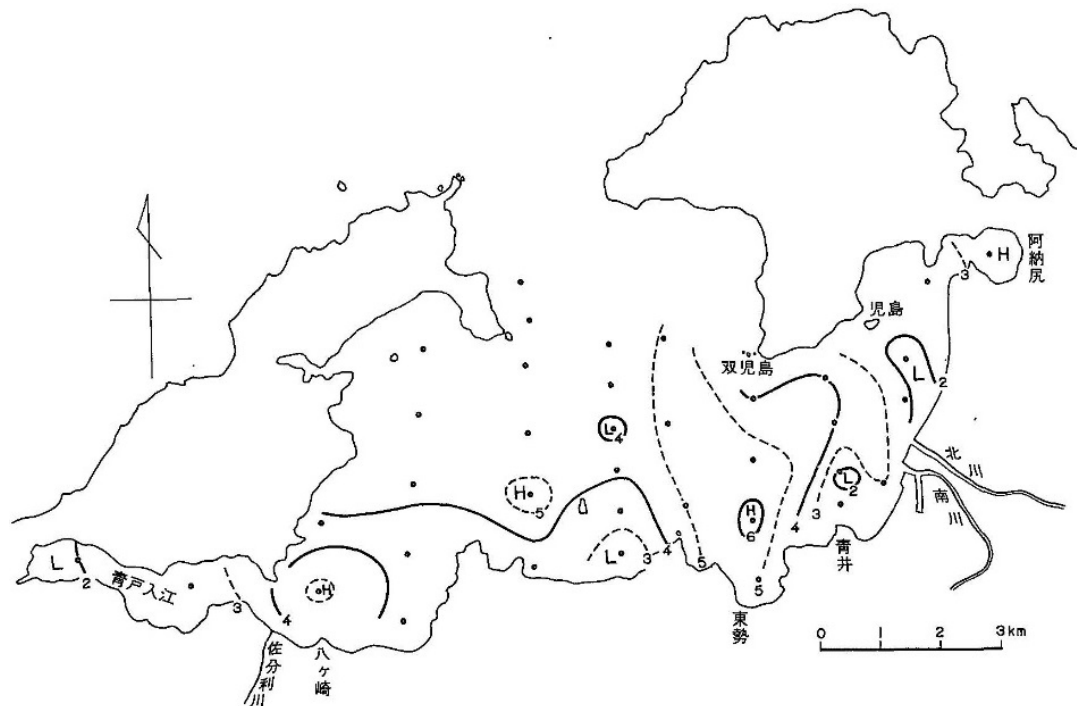
資料：磯部一洋, 相原輝雄 (1976) 福井県小浜湾の海況について, 地質調査所月報, 第 27 卷, 第 1 号, p. 1-14

図 2.2 小浜湾初夏型海況の透明度分布図 (1972 年 6 月)



資料：磯部一洋, 相原輝雄 (1976) 福井県小浜湾の海況について, 地質調査所月報, 第 27 卷, 第 1 号, p. 1-14

図 2.3 小浜湾盛夏型海況の透明度分布図 (1973 年 8 月)



資料：磯部一洋, 相原輝雄 (1976) 福井県小浜湾の海況について, 地質調査所月報, 第 27 卷, 第 1 号, p. 1-14

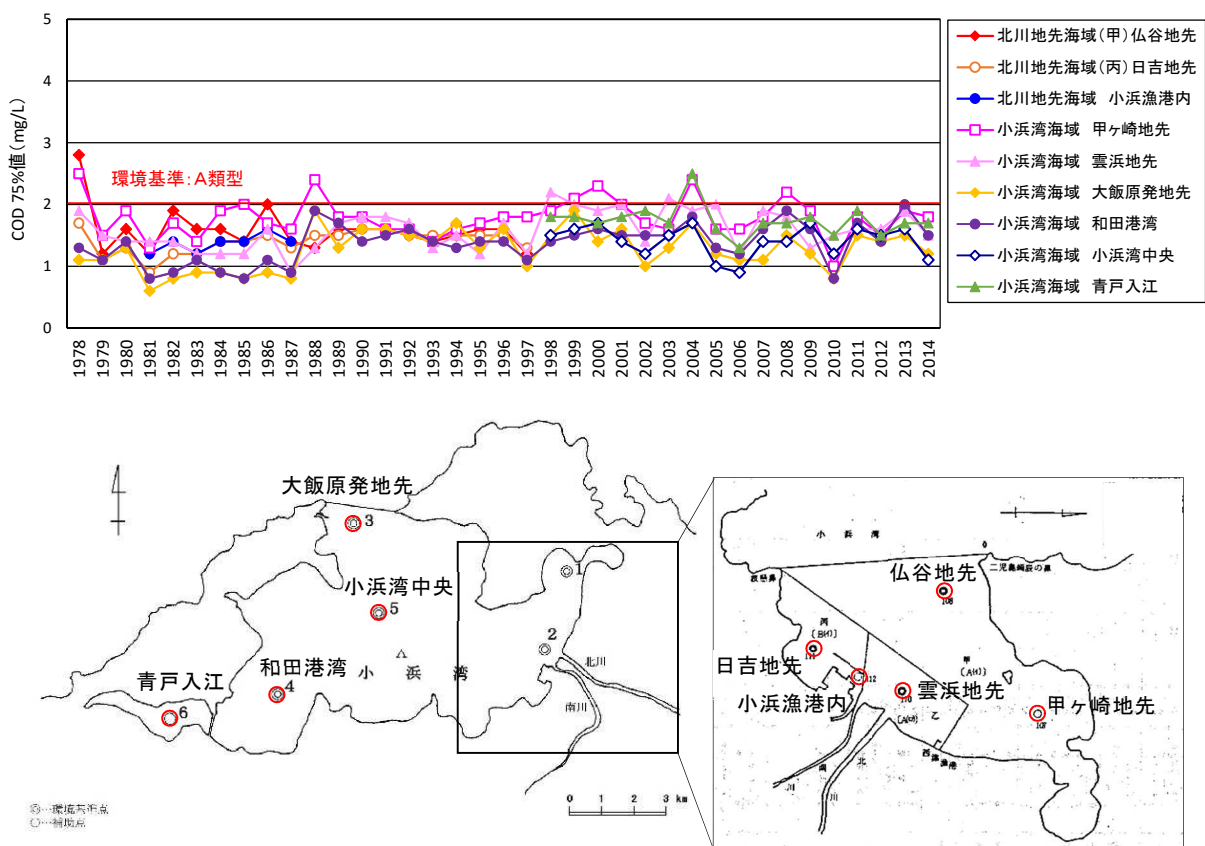
図 2.4 小浜湾秋型海況の透明度分布図 (1971 年 10 月)

2.2 水質の状況

2.2.1 COD、T-N、T-P、D0 について

小浜湾における COD（化学的酸素要求量）、全窒素（T-N）、全磷（T-P）、溶存酸素量（D0）の経年変化を、図 2.5～図 2.7 に示す。なお、北川地先海域の調査地点については、現在調査は実施されていない。

COD については、ほぼ横ばいであり、全窒素及び全磷については、横ばい又はわずかに減少傾向がみられる。また、溶存酸素量については、年最低値はわずかに増加傾向がみられるが、年平均値は概ね横ばいとなっている。

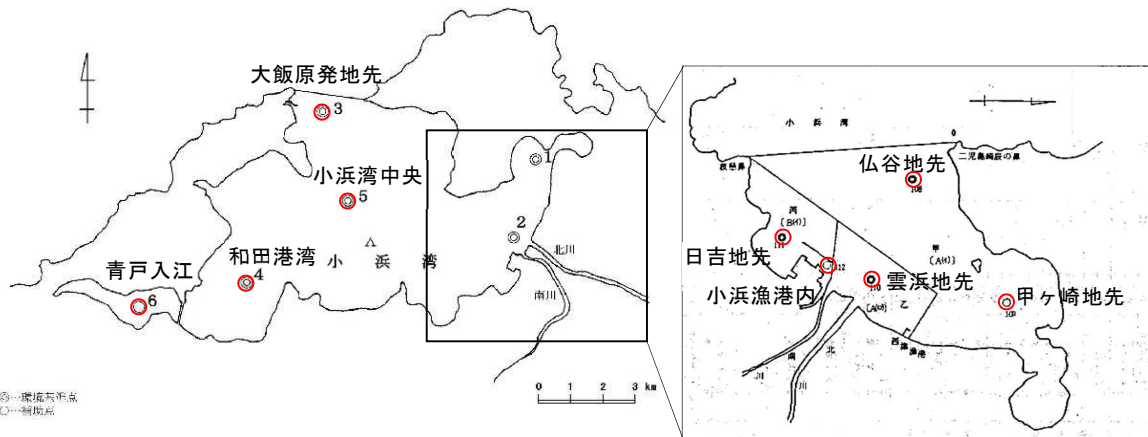
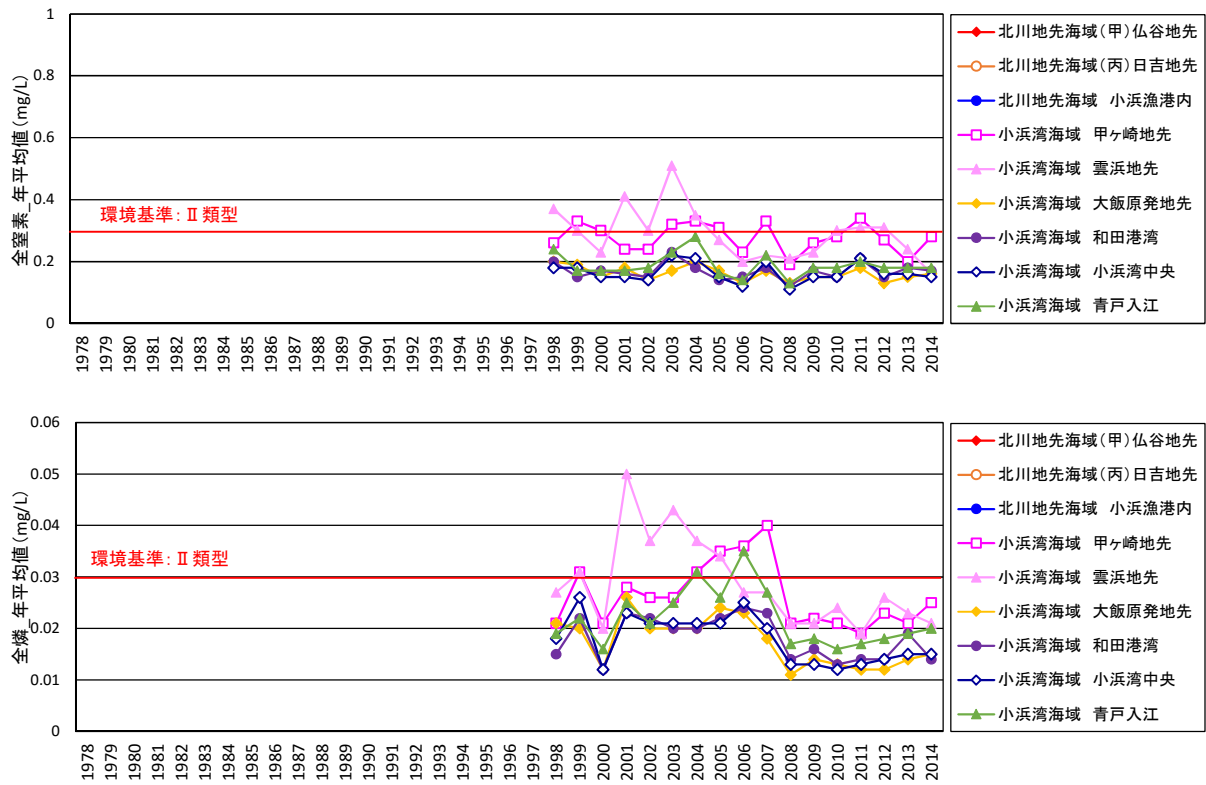


注：1. 表層採水による検体の測定値である。

2. 小浜湾海域の COD の環境基準類型は A 類型、基準値は 2 mg/L 以下である。

資料：昭和 53～平成 26 年度公共用水域及び地下水の水質の測定結果報告書（福井県）より作成

図 2.5 小浜湾における COD の経年変化

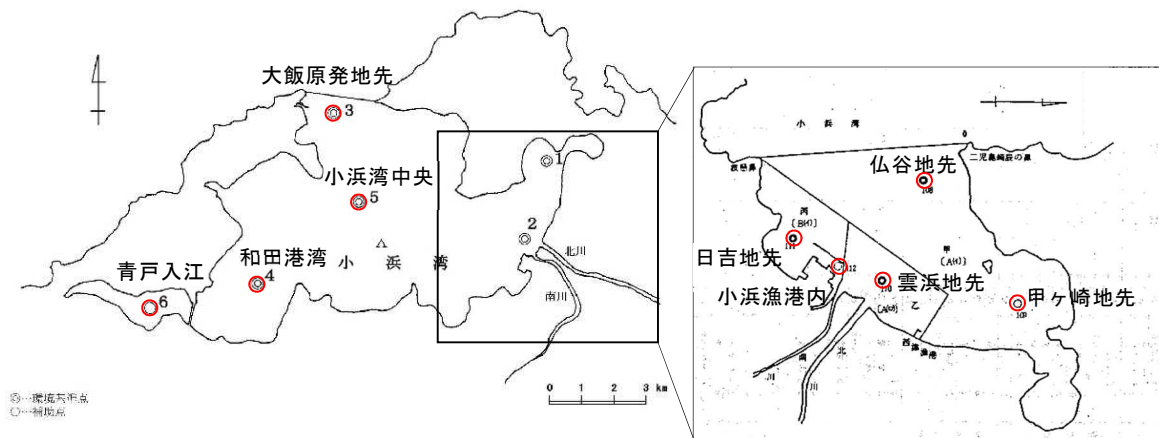
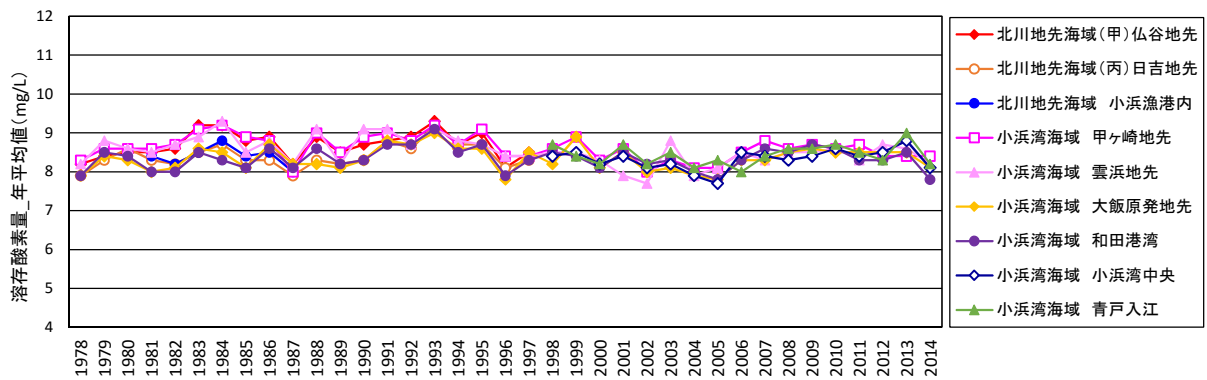
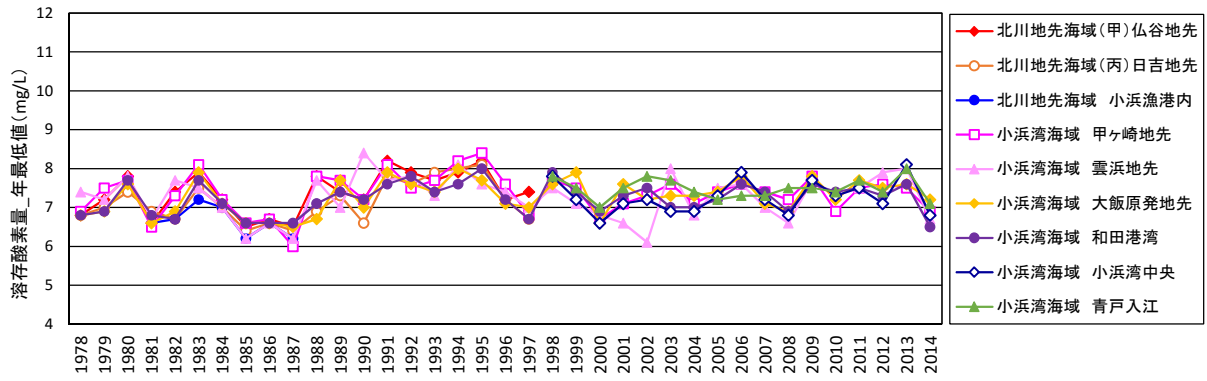


注：1. 表層採水による検体の測定値である。

2. 小浜湾海域の全窒素・全磷の環境基準類型はⅡ類型、基準値は全窒素が 0.3mg/L 以下、全磷が 0.03mg/L 以下である。

資料：昭和 53～平成 26 年度公共用水域及び地下水の水質の測定結果報告書（福井県）より作成

図 2.6 小浜湾における全窒素及び全磷の経年変化（上：全窒素、下：全磷）



注：表層採水による検体の測定値である。

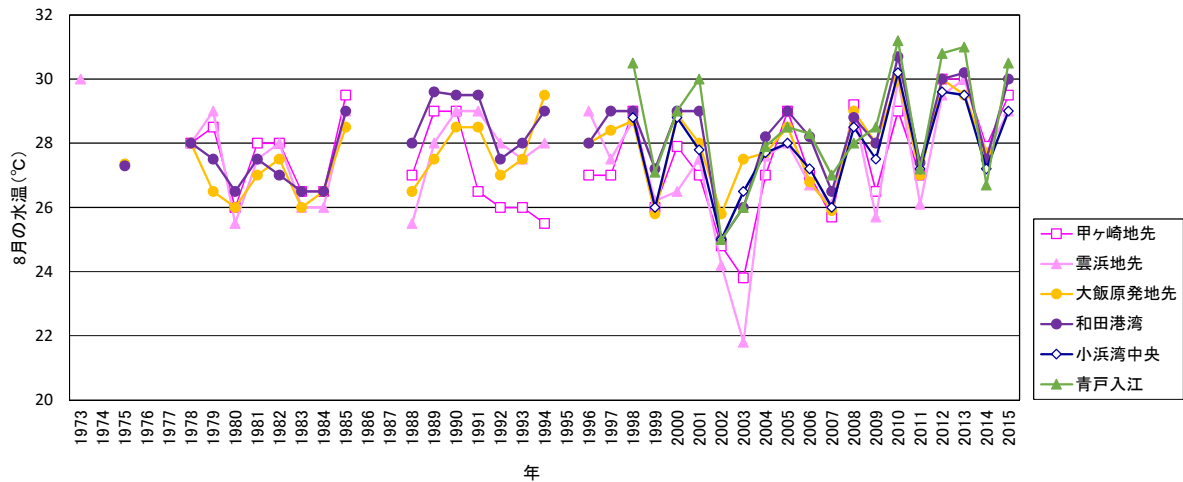
資料：昭和 53～平成 26 年度公共用水域及び地下水の水質の測定結果報告書（福井県）より作成

図 2.7 小浜湾における溶存酸素量の経年変化（上：年最低値、下：年平均値）

2.2.2 水温について

小浜湾内における8月の水温の経年変化を、現在も調査が継続されている公共用水域水質常時監視調査地点について整理した（図 2.8 参照）。

年によって変動はあるものの、2010年以降は30℃を超える地点が増えており、各地点ともに近年は上昇傾向にあることが推測される。



注：1974、1976、1977、1986、1987、1995年については、8月に調査を実施していないため欠測とした。
資料：「公共用水域水質常時監視調査結果」（福井県）

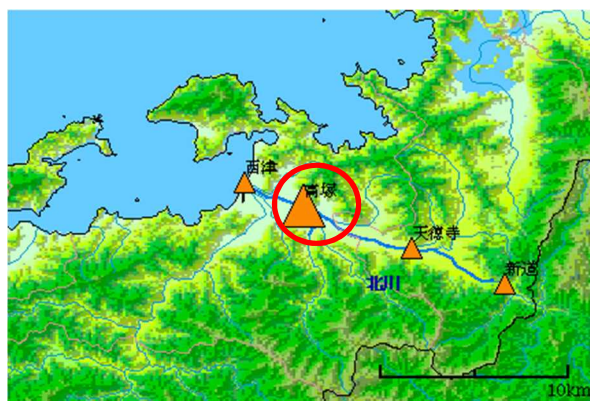
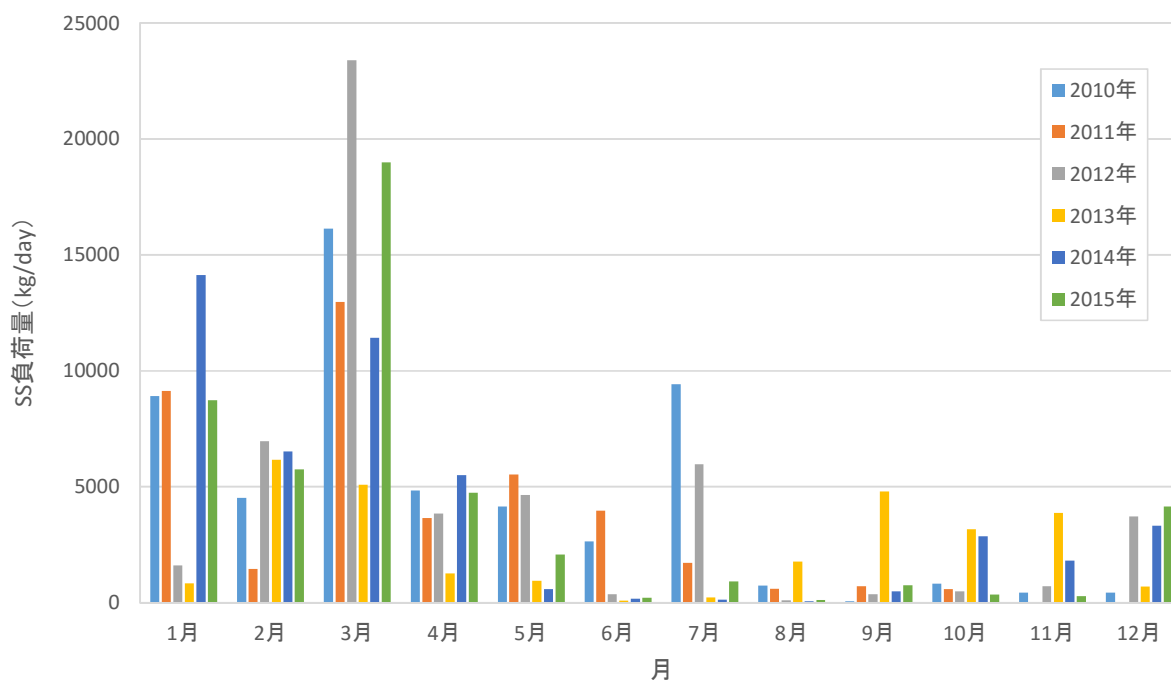
図 2.8 1973年度以降の小浜湾における水温の推移

2.2.3 北川からのSS流入量について

小浜湾に流入する一級河川の北川からのSS流入量を算定した結果は、図 2.9 に示すとおりである。

算定結果より、1～3月までのSS流入量が他の月と比べると多く、特に3月に多いことが伺えた。

なお、河口域では、河川から流入するSSは塩水の影響で沈降堆積するため、小浜湾における北川からのSSの流入の影響の度合いについては明らかではない。



注：1. SSの負荷量は、「公共用水域水質常時監視調査結果」（福井県）の高塚橋における各月のSSに、測定日の同地点の日流量を乗じて算出した。

2. 2011年11月及び12月は欠測である。

3. 地図上の赤丸は高塚橋の測定地点（水質及び流量）を示す。

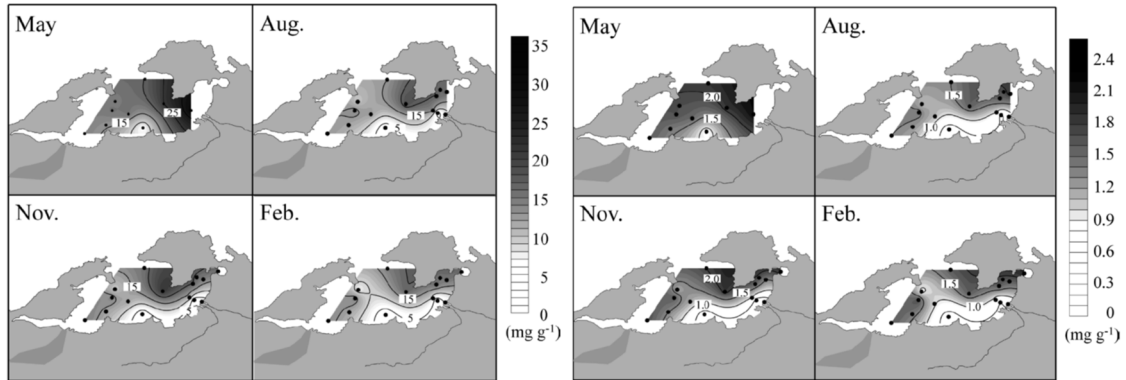
資料：1. 「公共用水域水質常時監視調査結果」（福井県）

2. 「水文水質データベース」（国土交通省）

図 2.9 北川高塚橋におけるSS流入量の算定結果（2010～2015年）

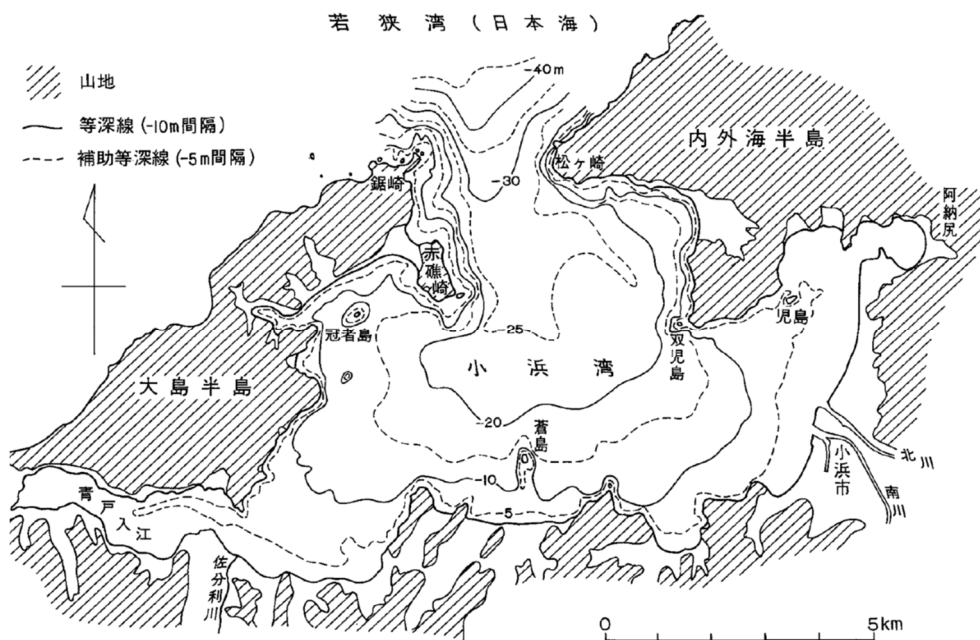
2.3 底質及び海底地形の状況

小浜湾の底質の状況は図 2.10 に示すとおりであり、堆積有機物中の有機炭素及び窒素濃度は、湾西部で $1.5 \sim 18.3 \text{ mgC} \cdot \text{g}^{-1}$ 及び $0.2 \sim 1.9 \text{ mgN} \cdot \text{g}^{-1}$ 、湾東部で $6.3 \sim 32.7 \text{ mgC} \cdot \text{g}^{-1}$ 及び $1.0 \sim 2.4 \text{ mgN} \cdot \text{g}^{-1}$ であり、湾西部より湾東部で高くなっている。また、海底地形図は図 2.11 に示すとおりである。



注：調査は2017年5, 8, 11月及び2008年2月に実施
 資料：佐藤専寿, 杉本亮, 富永修 (2013) 安定同位体比及びC/N比から評価した小浜湾における堆積有機物の起源, 水産海洋研究, 77(1), pp. 1-9

図 2.10 小浜湾における堆積有機物量 (左：有機炭素、右：窒素)



資料：磯部一洋, 相原輝雄 (1976) 福井県小浜湾の海況について, 地質調査所月報, 第27巻, 第1号, p. 1-14

図 2.11 小浜湾の海底地形図

2.4 水域構造及び水域利用状況

2.4.1 港湾等施設

小浜湾内には、内外海漁港、小浜漁港、本郷漁港、犬見漁港、大島漁港の5つの漁港が存在している。なお、内外海漁港については泊及び堅海の2ヶ所の区域、小浜漁港については津島、西津、甲ヶ崎、仏谷の4ヶ所の区域がある。

2.4.2 漁業権の設定状況

漁業法に基づき設定されている漁業権は、小浜湾沿岸全域に共同漁業権が設定されており、区画漁業権が阿納尻、青戸入江、大島漁港付近などに設定されている。

2.5 既存の環境基準類型に係る情報

小浜湾海域においては、生活環境の保全に関する環境基準について、COD等はA類型、全窒素・全リンはII類型が指定されている。

2.6 小浜湾に係る各種計画

小浜湾に関する自治体の上位計画においては、今後の目指す小浜湾の姿及びそれに向けた行政或いは市民の行動が示されている。以下に関連する計画を整理した。

2.6.1 福井県環境基本計画（平成 25 年 11 月策定、計画対象期間：平成 25～29 年度）

重点プロジェクト

里山里海湖の研究・活用プロジェクト

SATOYAMA イニシアティブ国際パートナーシップ第 4 回定例会合を契機に、里山里海湖研究所を設置し、里山里海湖の保全・活用に係る調査研究等を行うことにより、全国に誇れる本県の里山里海湖の魅力を次の世代に伝えていきます。

2.6.2 小浜市環境基本計画（平成 24 年 3 月策定、計画対象期間：平成 24～33 年度）

行政の取組

河川・海の保全

○関係機関との連携のもと、藻場の再生（造成）を推進します。

市民の取組

河川・海の保全

○河川や海岸などの維持管理活動や保全活動に積極的に参加します。

2.6.3 おおい町環境基本計画（平成 22 年 3 月策定、計画対象期間：平成 22～31 年度）

3つの行動計画

行動目標 1 「人づくり」

行動目標 2 「生活環境づくり」

行動目標 3 「自然共生のまちづくり」

海や山、川、里などの豊かな「自然環境」、多くの生き物と共生する「生物多様性」、悠久の歴史の中で培われてきた「歴史・文化資源」を育んでいきます。

2.6.4 小浜市海のまちづくり計画（平成 27 年 4 月策定、計画対象期間：平成 27、28 年度）

小浜市の目指す姿

- ・美しく豊かな自然環境が守られているまち
- ・自然と調和した、持続可能な産業、教育への利活用が図られているまち
- ・市民が愛し、誇りを持つまち

取組の基本的な方向

(1) 沿岸域総合管理に基づく取組みの推進

海だけでなく、山・川・里を沿岸域として総合的に捉え、様々な主体が連携し

て実効性のある取組を行います。

(2) 自然環境の保全

美しいことはもとより、多様な動植物が生息する豊かな自然環境を保全する取組を行います。

(3) 産業・教育の振興

自然の恵みを将来にわたって受け続けることができるよう、自然環境を活かした持続可能な手法で、産業や教育を振興する取組を行います。

(4) 市民参加を通じた郷土愛の醸成

小浜への郷土愛を育むため、行政や関係機関だけでなく、市民との協働による取組を行います。

3. 水生植物の保全・再生

3.1 水生植物の生育状況等の把握

小浜湾では、平成5（1993）～10（1998）年に行われた第5回自然環境保全基礎調査における藻場調査により、沿岸域に多くの藻場が確認されている（図 3.1 参照）。その構成は、アマモ場、ガラモ場、ワカメ場等となっている。

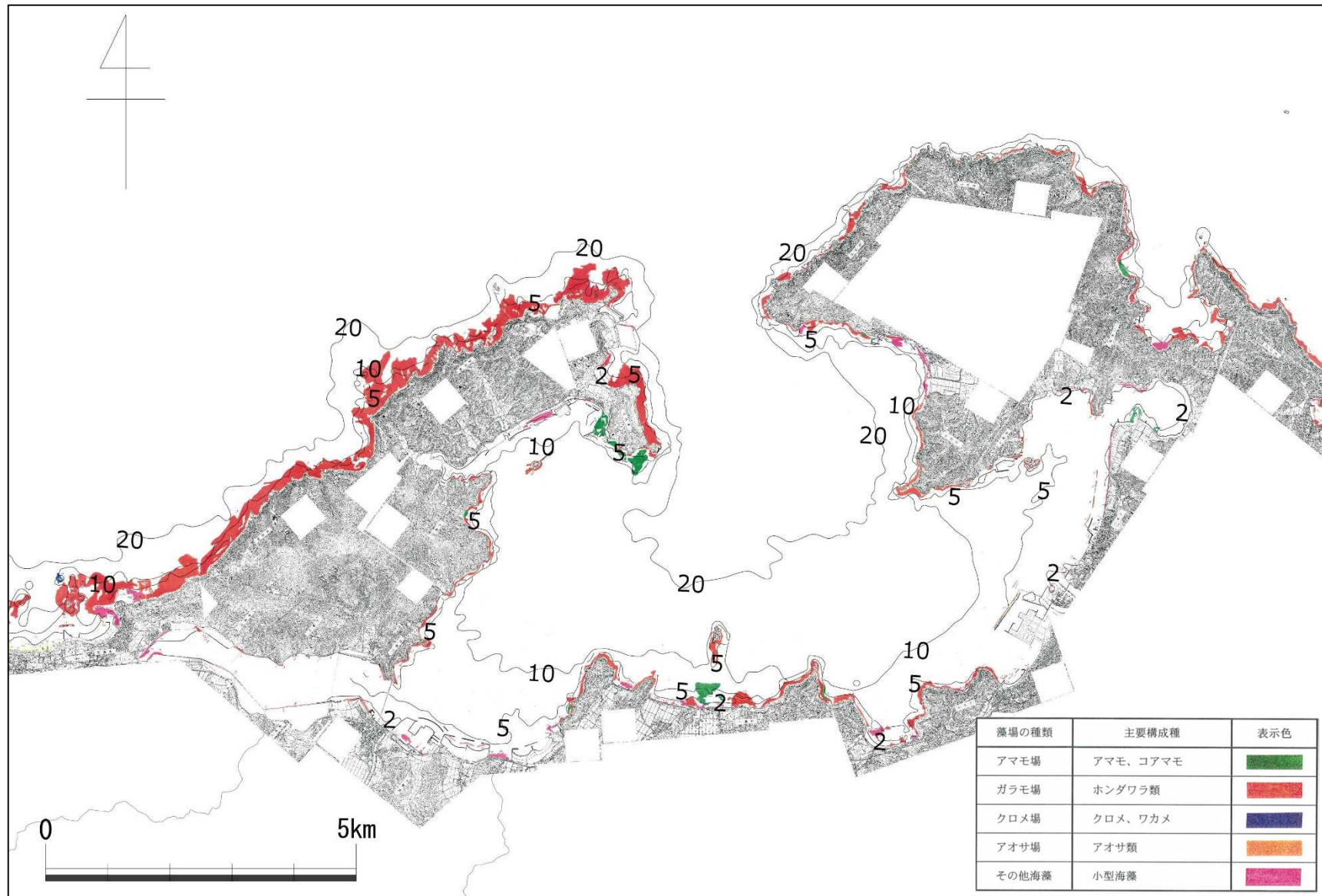
また、平成9年度の藻場分布調査結果は、図 3.2 に示すとおりである。ガラモ場（ホンダワラ類）は、沿岸に広く確認されているが、アマモ場（アマモ、コアマモ）については、蒼島の下、甲ヶ崎周辺、あかぐり海釣り公園周辺等の沿岸の一部にのみ生育している。

なお、おおい町及び小浜市では藻場造成が実施されている。造成の概要は図 3.3 及び図 3.4 に示すとおりである。



注：第5回自然環境保全基礎調査藻場調査（平成5（1993）～平成10（1998）年）による結果
資料：自然環境調査Web-GIS（環境省自然環境局）

図 3.1 小浜湾の藻場分布域（平成5（1993）～10（1998）年）



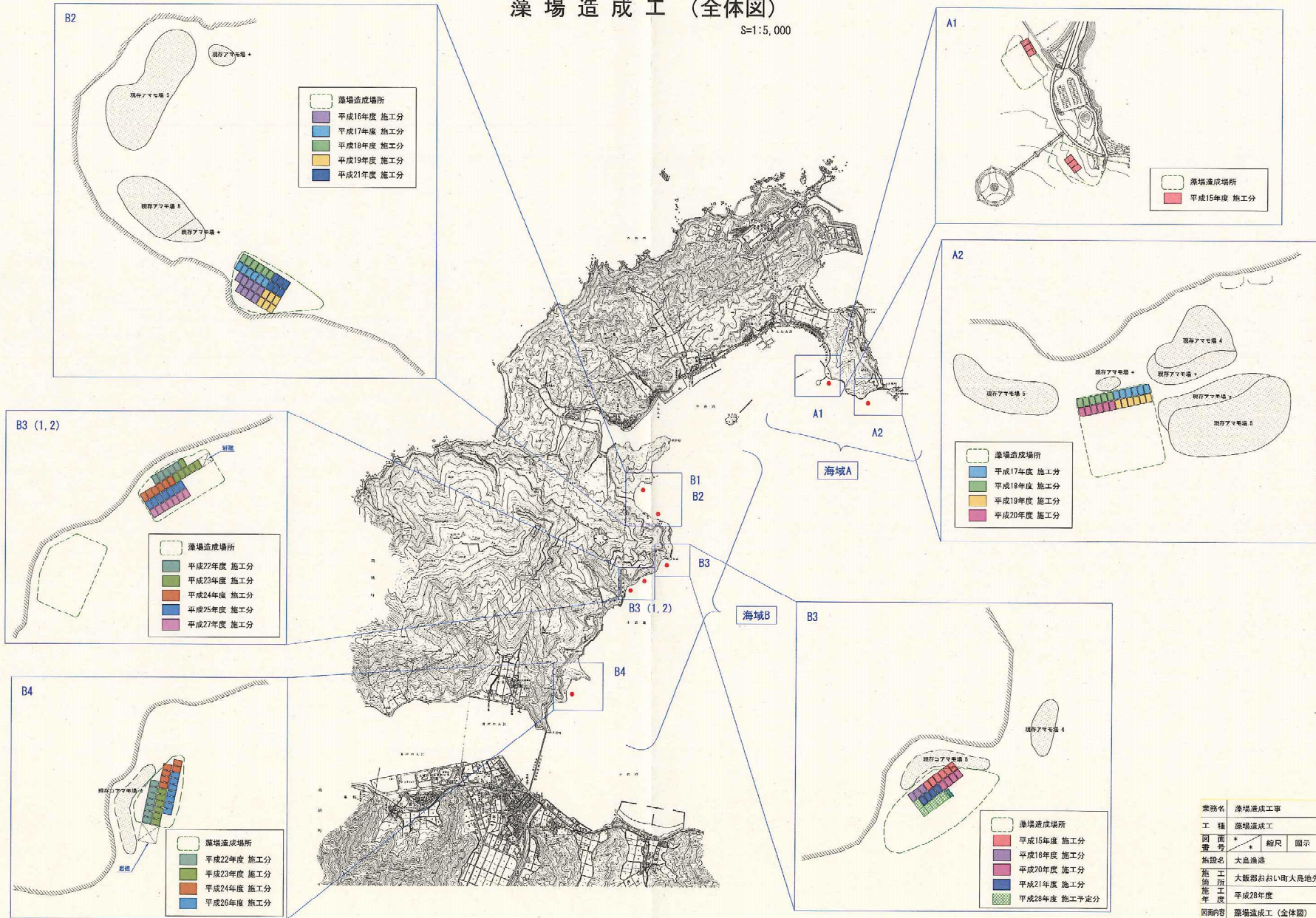
注：等深線は「海図（小浜湾付近）」（平成 21 年 3 月、海上保安庁）を基に作成した。

資料：「平成 9 年度海藻分布調査（沿岸漁場総合整備開発基礎調査）」（平成 10 年 3 月、福井県）より作成

図 3.2 小浜湾周辺の藻場分布状況（平成 9（1997）年度）

藻場造成工（全体図）

S=1:5,000



業務名	藻場造成工事
工種	藻場造成工
図面番号	* 縮尺 図示
施設名	大島漁港
施工所	大飯郡おおい町大島地先
施工年度	平成28年度
図面内容	藻場造成工（全体図）
	福井県おおい町

B1エリアは現存アマモ内とする。

資 3-18

資料：おおい町提供資料

図 3.3 おおい町による藻場造成実施箇所



①	場所	小浜市青井沖
	面積	1,160m ²
	水深	約5～7m
	概要	自然石及びコンクリート漁礁の設置 市、小浜市漁協、(株)イワタの三者協定により、(株)イワタが造成したのち、市へ寄贈した。管理は小浜市漁協が行う。 また、同箇所にて、小浜市豊かな海の森を育てる会が水産多面的機能発揮対策事業を活用し、貝藻くんを設置した。
②	場所	小浜市甲ヶ崎及び仏谷沖
	水深	約2～4m
	概要	ゾステラマットを敷設し、アマモ場の再生を試みている。 水産多面的機能発揮対策事業において、海のゆりかごを育む会が実施している。

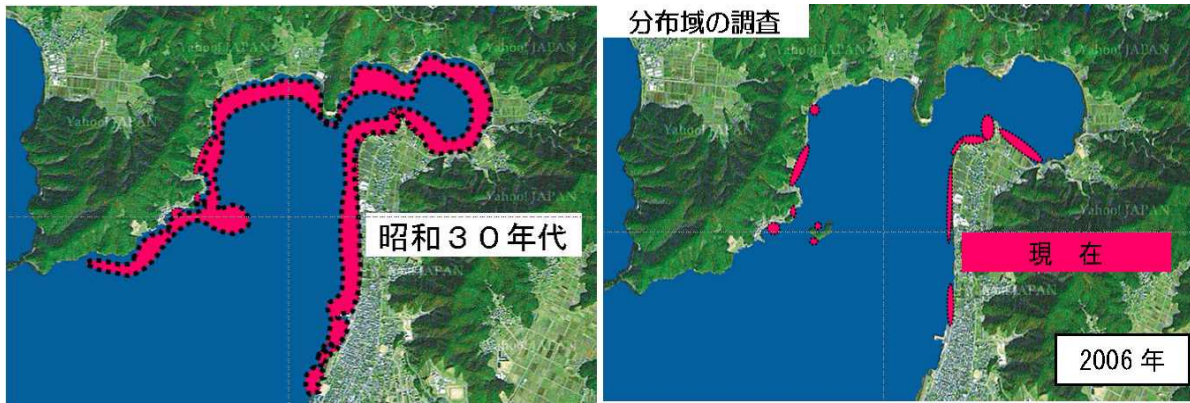
資料：小浜市提供資料より作成

図 3.4 小浜市における藻場造成実施箇所

次に、藻場分布域と海岸線の変遷は、図 3.5 及び図 3.6 に示すとおりである。

小浜水産高校（現若狭高等学校）資料によると、昭和 30 年代は甲ヶ崎及び仏谷の沿岸に広くアマモが生育していたが、2006 年には一部に生育するのみとなっている。

また、小浜湾全体をみると、1947（昭和 22）年頃には約 600ha の藻場が存在していたが、1981（昭和 56）年には約 400ha、1997（平成 9）年には 155ha と減少している。小浜湾では、1970 年頃から沿岸の埋立や海岸線の人工化が進み、それも藻場減少の一因であると考えられる。



資料：小浜水産高校資料

図 3.5 アマモ場の分布範囲の変化

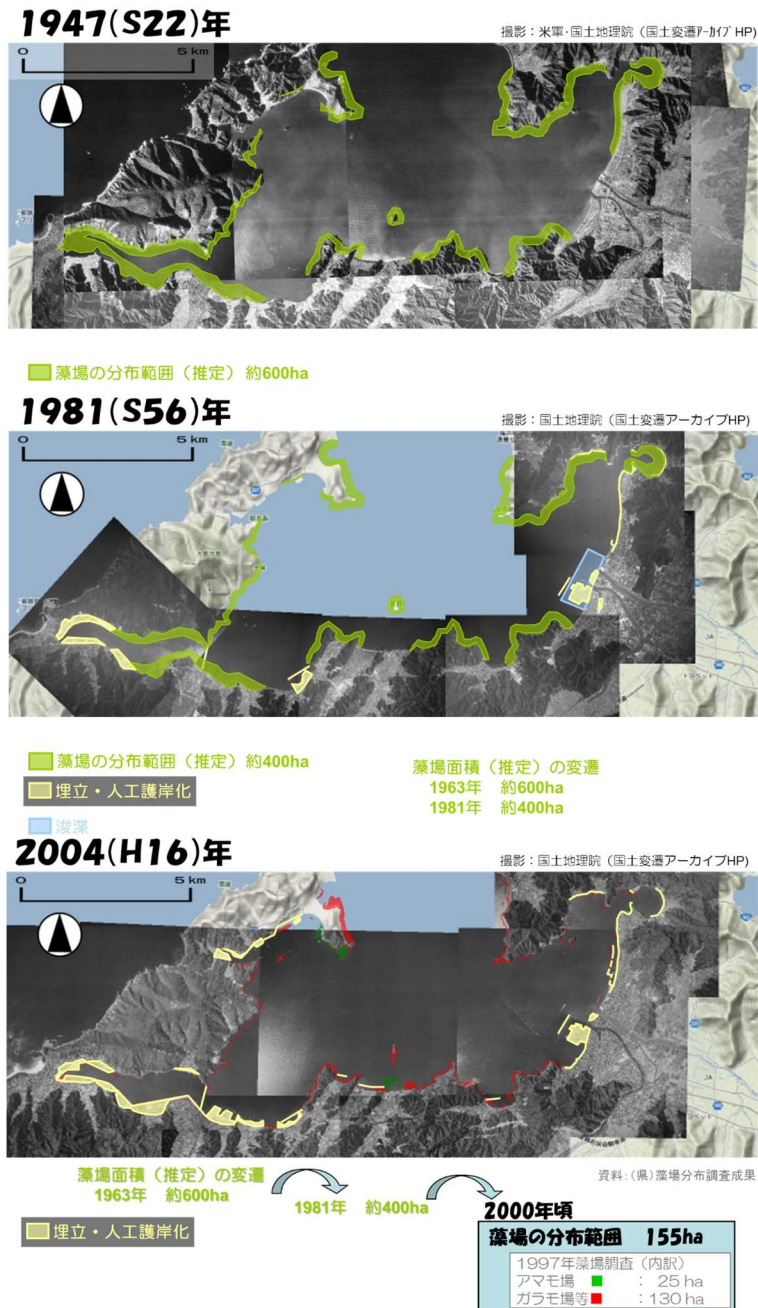


図 3.6 小浜湾の藻場分布域及び海岸線の変遷

3.2 保全対象とする水生植物の選定（案）

保全対象種の選定の視点としては、以下が考えられる。

- ①現在、過去において、当該水域で生育している（生育していた）種
- ②生態系（魚介類等水生生物の生息・産卵場、物質循環機能等）を支える主要な藻場及び沈水植物群落を形成する種
- ③環境（水質）の浄化に寄与している種
- ④近年の個体数が減少している種
- ⑤主要な水産対象とされている種 等

上記の①～⑤の視点を踏まえ、保全対象とする水生植物の選定を行った。下記の状況を踏まえ、小浜湾において、水生植物の保全・再生の観点で沿岸透明度の目標値を設定する場合、保全対象種としてはアマモ及びホンダワラ類が挙げられる。

- ・小浜湾には、アマモ場（アマモ、コアマモ）、ガラモ場（ホンダワラ類）、ワカメ場（ワカメ）等が存在しており、特にガラモ場が湾内沿岸に広く分布している。
- ・小浜湾では、自治体、団体等によりアマモの再生が行われている。
- ・「小浜市環境基本計画」において、藻場の再生（造成）の推進が掲げられている。

なお、アマモの生活史は図 3.7 に、生息環境等は表 3.1 に示すとおりである。葉の長さは1 m近くになり、葉、地下茎、根の3つに区分でき、葉は水中に、地下茎と根は海底に埋入している。アマモ草体には花枝を伸ばし、種子を形成するための生殖株と、花枝を伸ばすことなく地下茎が成長するだけの栄養株の2種類があり、アマモの繁殖方法は種子による繁殖（有性生殖）と地下茎の成長・分岐による繁殖（無性生殖）がみられる。

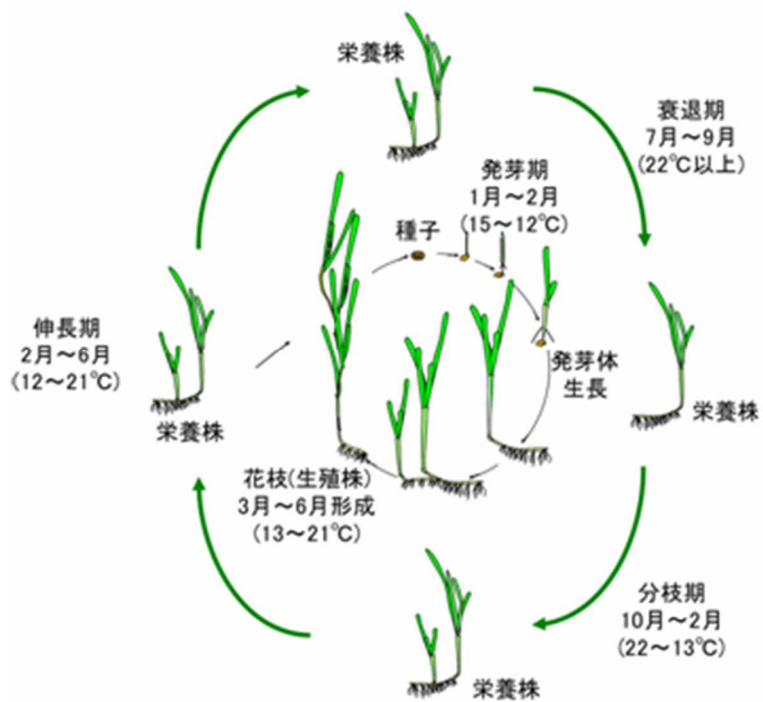
衰退期、繁茂期は海域によって若干異なるが、神奈川県小田和湾では、2月～6月に繁茂期を迎え葉条長が伸長し、6月には種子を放出する。その後、葉は枯れて葉条長は短くなる。種子は12月頃まで休眠し、1月から2月ごろ発芽し成長する¹⁾。

アマモの生育する水深帯は、干出しない低潮線付近から最深部で水深約10m、多くは水深5～6mまでである^{1) 2)}。

また、ホンダワラ類の生活史は図 3.8 に、生息環境等は表 3.2 に示すとおりである。ホンダワラ類は、大きいものでは3m以上に伸長し、付着器、茎、主枝、葉、気胞などに区分できる。春に受精卵が発芽してから1年半の間は生長が遅く、2年目の秋以降急速に成長し、2年目の終わりから3年目の春に成熟して、成熟後は上部が枯れて付着器と茎部だけが残る。繁殖方法としては、卵による繁殖（有性生殖）と茎の成長・分岐による繁殖（無性生殖）がみられる。

1) 環境省(2004)「藻場の復元に関する配慮事項」

2) 川崎保夫ほか(1988) アマモ場造成法に関する研究, 電力中央研究所報告, U-14, pp. 215



種\時期		春	夏	秋	冬
アマモ	生殖株	花枝形成	衰退	種子の発芽	
	栄養株	生長	衰退	分岐	生長

資料：環境省（2004）藻場の復元に関する配慮事項より作成

図 3.7 アマモの生活史（神奈川県小田和湾の例）

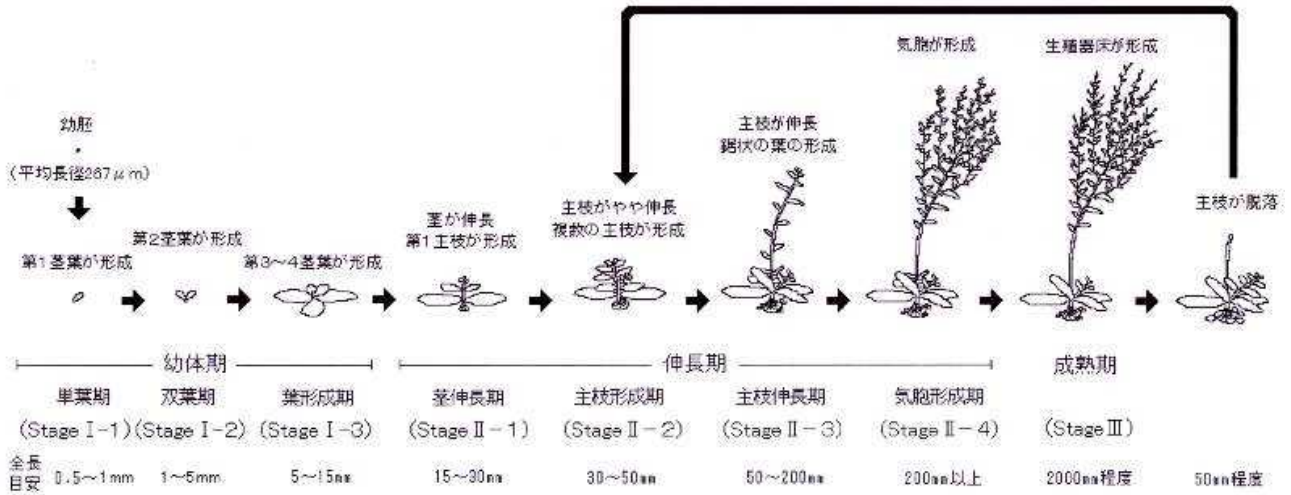
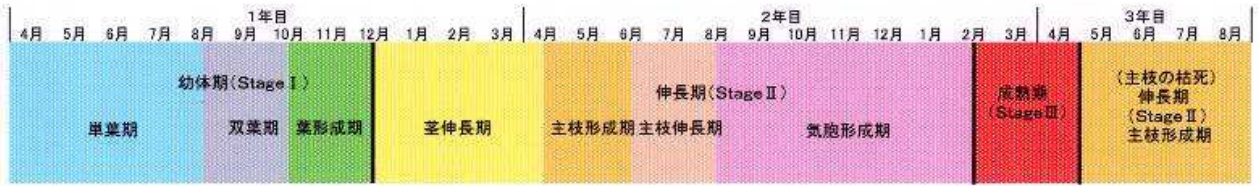
表 3.1 アマモの生育環境等

分布	日本各地沿岸、世界の温帯地方各地沿岸に分布 ¹⁾ 。	
生育環境	水深	低潮時に干出しない場所に生育している。 ²⁾ 低潮線付近から漸深帯の海底の砂中に地下茎ではって生育する ¹⁾ 。 わが国では、干潟域から最深部で水深約 10m、多くは水深 5～6 m まで ³⁾ 。
	透明度	優良なアマモ場が保全されている場所では、年平均の最低値が 2.3m、最小測定値 1.0 m となっている ²⁾ 。
	水温	アマモが生育する水温は南九州以北の海域では特に問題にならないと考えられるが、8月の平均水温が 28℃以下の場所であることが望ましい ²⁾ 。生育地での水温は2月に -2～16℃、8月に 16～28℃である ²⁾ 。
	塩分	生育実験では、種子の発芽で 4 以上、発芽体の生長で 17～34 が適しており、アマモ場造成適地の塩分は 17～34 とされている ²⁾ 。アマモ場実測値は 20～35 が多く、年平均の最低値は 23.7 である ²⁾ 。
	COD	良好なアマモ場では実測値で、年平均 0.5～2.4mg/L、各藻場の最大値は 1.4～7.6mg/L (年平均 2.3mg/L 以下) である ²⁾ 。
	栄養塩類	富栄養海域の実測値は、NH ₄ -N が年平均 5 μg-at/l、最高 36 μg-at/l、DIN が年平均 10 μg-at/l、最高 83 μg-at/l、PO ₄ -P が年平均 0.7 μg-at/l、最高 3 μg-at/l である。富栄養の著しくない海域では、NH ₄ -N が年平均 2 μg-at/l、最高 5 μg-at/l、DIN が年平均 4 μg-at/l、最高 10 μg-at/l、PO ₄ -P が年平均 0.4 μg-at/l、最高 0.9 μg-at/l である ²⁾ 。 アマモ場の海水中の NH ₄ -N の濃度が長期間の年平均値として 10 μg-at/l 以上になると結実率や完熟種子の出現率に影響がある ²⁾ 。
	底質	生育によい底質粒度は、砂泥分が 80～100%、シルト分 30%以下である ²⁾ 。 COD は通常 10mg/g 以下だが、アマモの濃・密生域では 4～8 mg/g 程度である ²⁾ 。 強熱減量は通常 5%以下だが、アマモの濃・密生域では 4.4%以下である ²⁾ 。 硫化物は 1.0mg/g 以下である ²⁾ 。
	流動	アマモ場での実測値は、0～13cm/s (山口県柳井湾)、3.5～6.5cm/s (岡山県牛窓地先) が観測されている ¹⁾ 。 内湾などの波の静かな海に生育する ¹⁾ 。
砂面変動	波浪や潮流によって底質が動き、アマモの地下部が洗われて流出したり、砂に埋まって枯死したりすることがある ²⁾ 。 アマモ場造成適地の掃流力(シールズ数 φ) は 0.08 以下が最適である ²⁾ 。	
生活史	海産種子植物で、花は 3～4 月頃に咲き、種子は 7 月頃にできる。雌雄同株の多年生草本である。アマモ類の群生するところは、アジモ場或いは藻場と呼ばれ、幼魚のよいすみ場である ¹⁾ 。	

1) 千原光雄 (1996) : 学研生物図鑑 海藻、株式会社学習研究社

2) 財団法人港湾空間高度化センター港湾・海域環境研究所 (1998) 「港湾構造物と海藻草類の共生マニュアル」, pp98

3) 環境省 (2004) 「藻場の復元に関する配慮事項」



資料：京都府農林水産技術センター海洋センターホームページ

図 3.8 ホンダワラ類の生活史

表 3.2 ホンダワラ類の生息環境等

分布	三陸沿岸を除いた本州及び九州北部と四国北部の沿岸の岩礁域に分布している ¹⁾ 。	
生育環境	水深	種類によって分布する水深が異なる。例えば、タマハハキモク・アカモク等のガラモ場を構成する種類は比較的波浪に弱く、水深の浅い場所に生育する ²⁾ 。 沖からの波がある程度遮られた、水深1～3mの岩盤や転石上に多く見られる ¹⁾ 。
	水温	岩礁性藻場を構成する海藻は沖縄から北海道まで多くの種類があるので、許容水温の値は種による差が大きい。例えば、アカモクは2月に4～19℃、8月に20～28℃、ヤツマタモクは2月に6～20℃、8月に24～28℃である ²⁾ 。
	塩分	ホンダワラ類の生育に適する塩分の範囲は、種類によって異なるが、24～34である ²⁾ 。
	COD	ホンダワラ類のアカモクの生長に適する年平均CODの上限値は2.2mg/Lである ²⁾ 。
	栄養塩類	ホンダワラ類の藻場が存在する海域での栄養塩濃度の実測値は、アカモク藻場でNH ₄ -N: 0.17～4.57 μg-at/l、DIN: 0.30～7.85 μg-at/l、PO ₄ -P: 0.02～0.92 μg-at/l、ヤツマタモク藻場でNH ₄ -N: 1.39 μg-at/l、DIN: 2.20 μg-at/l、PO ₄ -P: 0.10 μg-at/l、オオバモク藻場でNH ₄ -N: 0.42 μg-at/l、DIN: 3.68 μg-at/l、PO ₄ -P: 0.08 μg-at/lである ²⁾ 。
波浪・流動	①種苗の供給 ²⁾ 基質に固着している成熟した海藻（母藻）から放出された遊走子や幼胚等の種苗は、波浪や流動によってその密度を減少させながら拡散する。また、流れ藻が流されながらも成熟した場合は、その場で種苗を放出し、周辺の藻場と違う種類の新しい藻場が出現することがある。気泡をもち浮力を有するホンダワラ科海藻は特に流れ藻となり、遠くへ運ばれる可能性をもっている。 ②種苗の着生 ²⁾ 発芽した幼胚は大きさが100～300 μm以上あるため、また二次仮根が形成されないと基盤への付着が十分にできにくいという性質のため、あまり大きな水の流れ、動きの影響を受ける場所では幼胚の付着は困難となる。 ③種苗の生育 ²⁾ 一旦着床すると適度な海水流動は配偶体の成熟から幼体の発生までの好適条件となる。	

1) 「ホンダワラの分布と生態」(京都府京都府農林水産技術センター海洋センターホームページ)

2) 財団法人港湾空間高度化センター港湾・海域環境研究所(1998)「港湾構造物と海藻草類の共生マニュアル」, pp98

3.3 保全対象範囲及び目標分布下限水深並びに目標値（案）の設定

保全対象範囲について、「3.1 水生植物の生育状況等の把握」で示したように、現状ではアマモ及びホンダワラ類は生育場所によって2～5m程度の水深に生育していることが伺える。なお、過去には現状よりも広い範囲に生育していたと推測されるが、詳細な情報がないため不明である。

このような状況から、現状を踏まえ、アマモ及びホンダワラ類の保全対象範囲及び目標分布下限水深並びに目標値（案）は表 3.3 に示すような案が考えられる。なお、目標値（案）については、小浜湾ではアマモ及びホンダワラ類が混在して分布していることから、アマモの関係式を適用したものとしている。

表 3.3 アマモ及びホンダワラ類の保全対象範囲及び目標分布下限水深並びに目標値（案）

	保全対象範囲及び目標分布下限水深	目標値
案	<p>●アマモ及びホンダワラ類が生育している水深 2.0m 及び 5.0m の水域 目標：アマモ及びホンダワラ類が生育している水深 2.0m、5.0m の水域において、生育範囲を維持、拡大すること</p> <p>[考え方] ・現状でアマモ及びホンダワラ類が生育している水深 2.0m 及び 5.0m の水域を対象に生育範囲を維持・拡大することを目標とする。</p>	<p>水深 2.0m の水域：年間平均値 2.0m 以上 ※目標分布下限水深 $2.0\text{m} \times 0.95 = 1.9\text{m}$ となるが、湾東側に位置する公共用水域水質測定地点の 2012～2015 年度の年間平均透明度は、甲ヶ崎地先で 2.3m、雲浜地先で 2.0m となっている。したがって、その現状に合わせて 2.0m 以上とした。</p> <p>水深 5.0m の水域：年間平均値 4.8m 以上 ※目標分布下限水深 $5.0\text{m} \times 0.95$</p>

4. 親水利用の場の保全

4.1 親水利用の行為の把握

親水利用の行為については、答申において以下のような例が示されている。

(親水利用の例)

- ・ 自然環境保全：自然再生活動、環境教育等が行われている。
- ・ 眺望（景観）：景観としての利用がある。
- ・ ダイビング：ダイビング場が存在している。
- ・ 水浴：水浴場が存在している。
- ・ 親水（水遊び）：泳ぐことはしないが、水には触れるといった利用がある（親水公園等）。
- ・ 散策：水には触れないが（触れる可能性はあるが、主たる目的ではない）、周辺を散策するなど、水面を眺めるといった利用がある（キャンプ、サイクリングなども含まれる）
- ・ 釣り：岸で釣りを行う、又は船を用いて釣りを行う。
- ・ 船：ボート、ヨット、遊覧船等による湖面の利用がある（ボート貸し出し、定期遊覧船の運行がある）。

答申で示された行為を参考とし、小浜湾において行われている親水利用について、表 4.1 に整理した。なお、関連する位置情報を図 4.1 に示す。

表 4.1 小浜湾における親水利用の行為

行為の種類	内容
自然環境保全	若狭湾国定公園
眺望（景観）	蘇洞門（福井ふるさと百景に指定）、近畿自然歩道、小浜公園、若狭総合公園、エンゼルライン等
ダイビング	－（主に湾外で行われている）
水浴	人魚の浜、若狭鯉川シーサイドパーク、長井浜、袖ヶ浜、塩浜
親水・散策	小浜大飯高浜自転車道線（若狭自転車道）、あかぐり海釣り公園、赤磯崎キャンプ場等
釣り	堅海、泊、西津漁港、小浜新港、青戸の入江等
船	遊覧船（蘇洞門めぐり：3～11月）、観光船（青戸クルージング：3～11月）、釣り船



資料：若狭路まるごとマップ（一般社団法人若狭湾観光連盟）

図 4.1 若狭路まるごとマップ（抜粋）

また、小浜湾内における親水利用の行為に関し、観光面で重視されているスポットについて一般社団法人若狭湾観光連盟に聞き取り調査を実施した。その結果は、図 4.2 及び表 4.2 に示すとおりである。

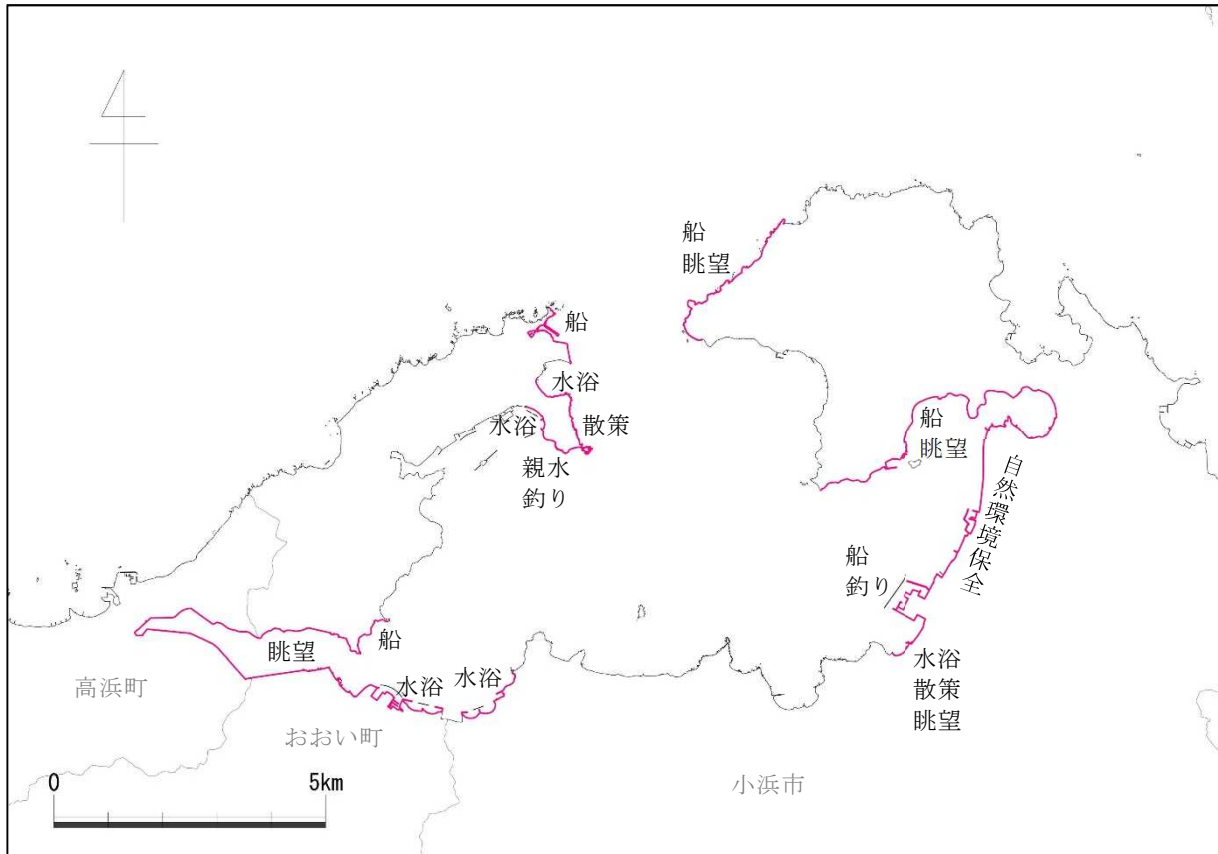


図 4.2 観光面で重視されているスポット

表 4.2 観光面で重視されているスポット一覧

行為の種類	内容
自然環境保全	下竹原周辺
眺望	蘇洞門、甲ヶ崎、小浜公園、うみんぴあ大飯、青戸入江周辺
水浴	人魚の浜、若狭鯉川シーサイドパーク、長井浜、袖ヶ浜、塩浜
親水	あかぐり海釣公園
散策	赤磯崎、小浜公園、うみんぴあ大飯周辺
釣り	小浜港、あかぐり海釣公園
船	蘇洞門、甲ヶ崎、小浜港、犬見崎、鋸崎周辺

4.2 親水利用の行為毎の目標値（案）の設定

小浜湾において行われている親水利用は、眺望（景観）、親水（散策）、釣り、遊覧船等の日常的親水である。なお、「おおい町環境基本計画」では自然環境の保全、「小浜市海のまちづくり計画」でも自然環境の保全が掲げられている。

また、観光面では、海水浴場や自然環境保全、眺望、散策、水浴、釣り、船等に関わるスポットが重視されている。

そこで、小浜湾の親水利用の場の保全に関する目標値（案）は、日常的親水利用の観点に加え、現状の透明度の状況から以下のような案が想定される。

表 4.3 小浜湾における親水利用の場の保全に関する目標値（案）

	親水利用行為及び目標値	目標値の根拠
案1 及び 案2	<ul style="list-style-type: none"> ● 湾口～湾央：年間平均値 5.0m以上 ● 湾東側：年間平均値 2.0m以上 ● 湾西側：年間平均値 2.5m以上 	<p>公共用水域水質測定地点の 2012～2015 年度の透明度の平均値を目安</p> <p>[考え方]</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 湾内に位置する公共用水域水質測定地点の 2012～2015 年度の平均値以上の透明度を維持する。 <p>※湾内の 2012～2015 年度の平均値</p> <p><湾口～湾央></p> <ol style="list-style-type: none"> 1) 大飯原発地先：6.2m 2) 小浜湾中央：4.9m 3) 和田港湾：3.7m <p><湾東側></p> <ol style="list-style-type: none"> 1) 甲ヶ崎地先：2.3m 2) 雲浜地先：2.0m <p><湾西側></p> <ol style="list-style-type: none"> 1) 青戸入江：2.5m <p>案1は沿岸から 1kmまでの範囲、案2は案1のうち観光面で重視されている場に限った範囲とする。</p>

また、対象とする範囲について、小浜湾全域は若狭国定公園の普通地域に属しており、釣り、遊覧船等による日常的親水は小浜湾全域が対象となる。一方、釣り、遊覧船等による日常的親水を除く親水利用は沿岸に面した水域が対象となる。

このようなことから、親水利用の場の保全に関する目標値設定の範囲は沿岸から 1 km とする。

なお、沿岸から 1 km は、「国立公園の公園計画作成要領等について」（昭和 54 年環自計 250 号）における、眺望の観点から海域公園地区の範囲の設定の考え方を参考に設定した。

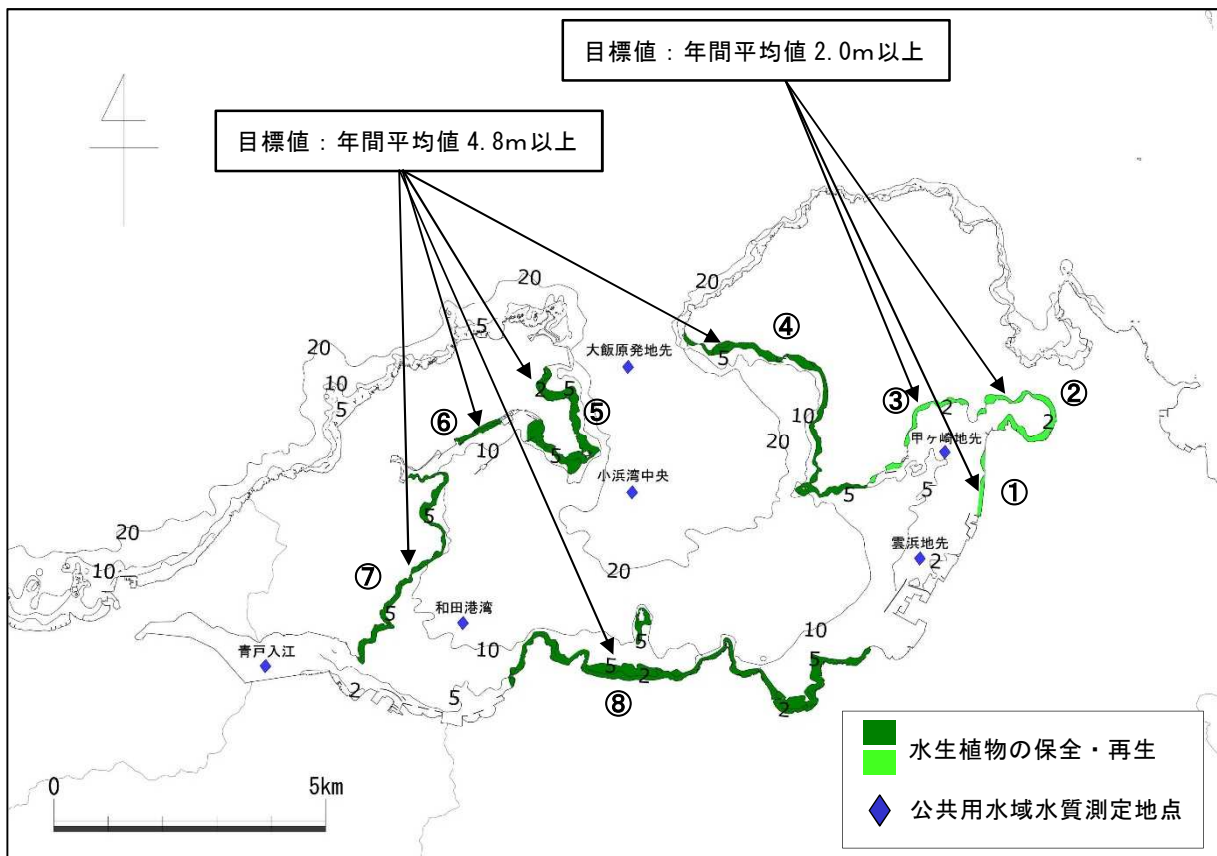
5. 水域あてはめ（案）及び目標値（案）の設定

「3.3」及び「4.2」を踏まえ、小浜湾における水域あてはめ（案）を検討した。

水生植物の保全・再生に関する水域あてはめ（案）は、図 5.1 に示すとおりである。なお、参考として、水域あてはめ（案）と平成9年度の海藻分布状況を重ねたものを図 5.2 に示す。

親水利用の場の保全に関する水域あてはめ（案）は、沿岸から1kmを対象範囲とした案1を図 5.3 に、観光面で重視されている場を対象範囲とした案2を図 5.4 に示す。

そして、小浜湾の沿岸透明度の水域あてはめ（案）について、水生植物のあてはめ案及び親水利用のあてはめ案1を踏まえた案を図 5.5 に、水生植物のあてはめ案及び親水利用のあてはめ案2を踏まえた案を図 5.6 に示す。



注) 水生植物の保全・再生の水域あてはめの根拠は以下のとおりである。

【分布下限水深（目標水深）：2 m、沿岸透明度目標値：年間平均 2.0m以上】

図中①：「平成9年度海藻分布調査」、小浜水産高校提供資料

図中②：「平成9年度海藻分布調査」、小浜市における藻場造成実施箇所、小浜水産高校提供資料

図中③：「平成9年度海藻分布調査」、小浜市における藻場造成実施箇所、小浜水産高校提供資料

【分布下限水深（目標水深）：5 m、沿岸透明度目標値：年間平均 4.8m以上】

図中④：「平成9年度海藻分布調査」

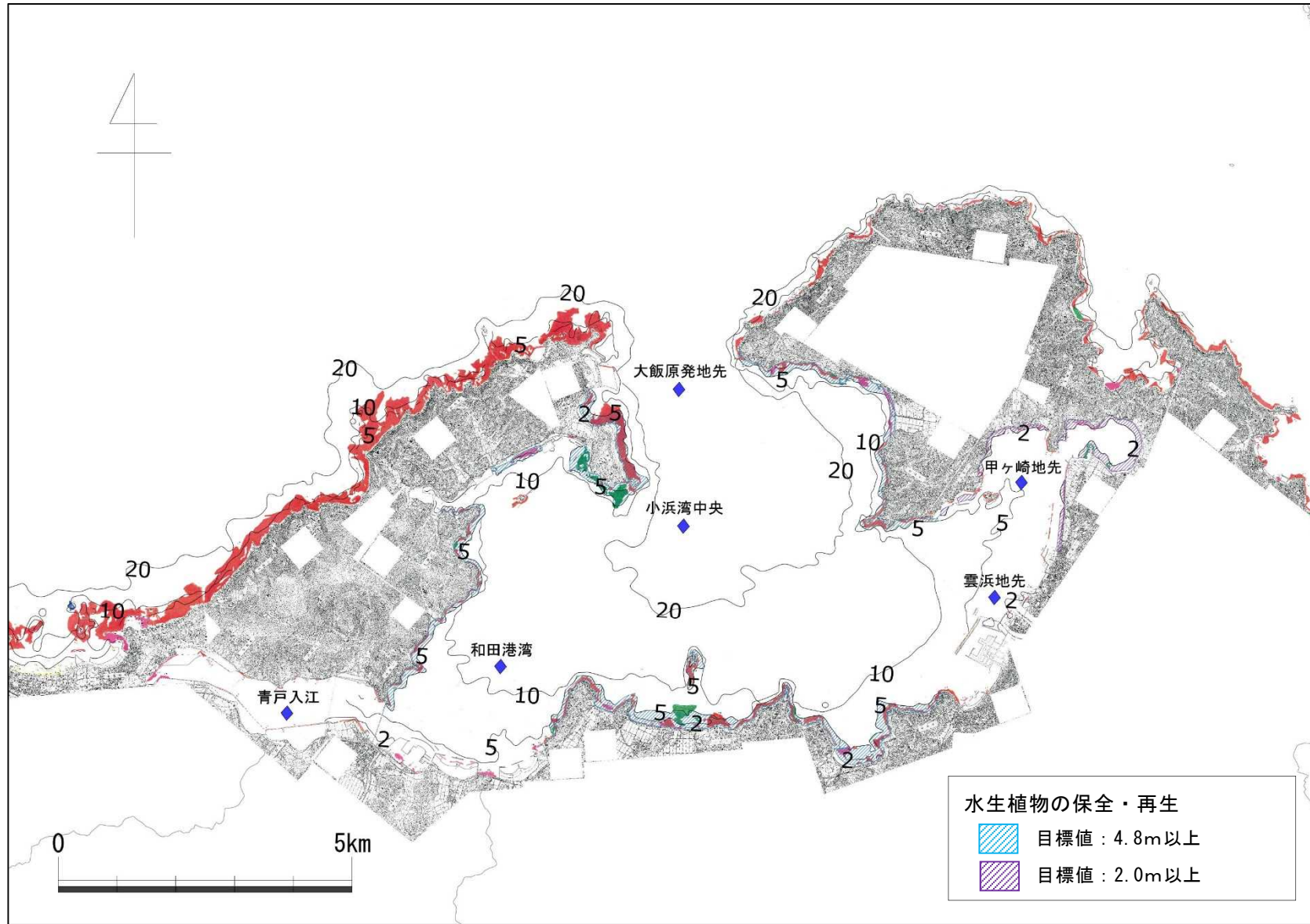
図中⑤：「平成9年度海藻分布調査」、おおい町による藻場造成実施箇所

図中⑥：「平成9年度海藻分布調査」

図中⑦：おおい町による藻場造成実施箇所、おおい町による藻場造成実施箇所

図中⑧：おおい町による藻場造成実施箇所

図 5.1 水生植物の保全・再生に関する水域あてはめ（案）



注：等深線は「海図（小浜湾付近）」（平成 21 年 3 月、海上保安庁）を基に作成した。
 資料：「平成 9 年度海藻分布調査（沿岸漁場総合整備開発基礎調査）」（平成 10 年 3 月、福井県）より作成

図 5.2 水生植物の保全・再生に関する水域あてはめ（案）と海藻分布状況の重ね合わせ

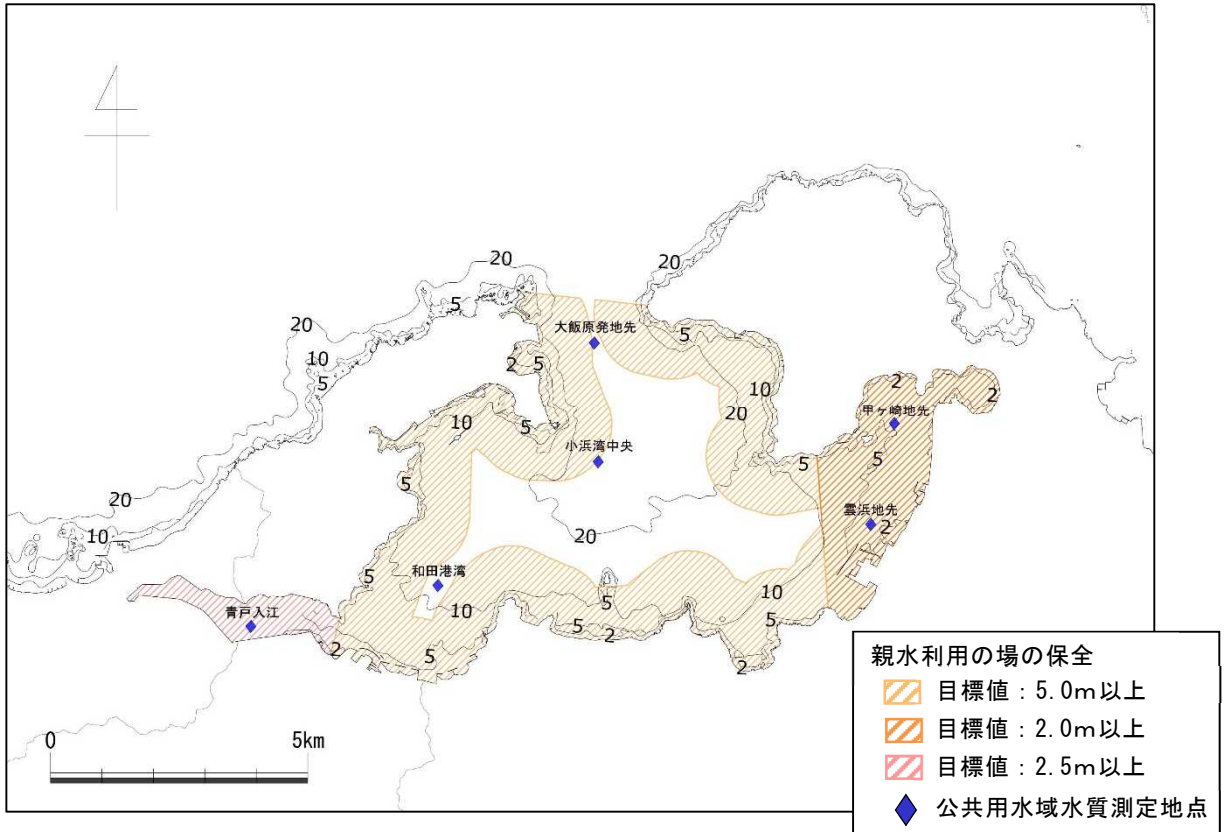


図 5.3 親水利用の場の保全に関する水域あてはめ（案1）

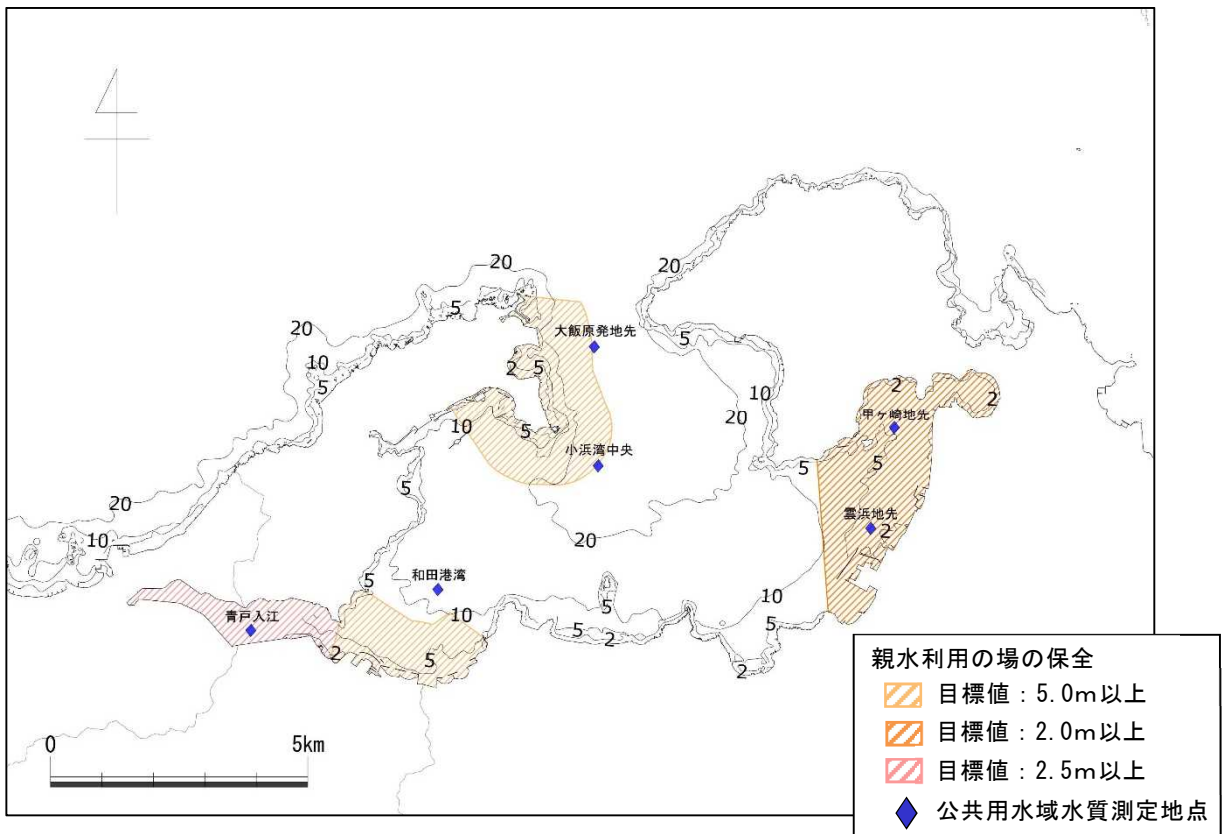


図 5.4 親水利用の場の保全に関する水域あてはめ（案2）

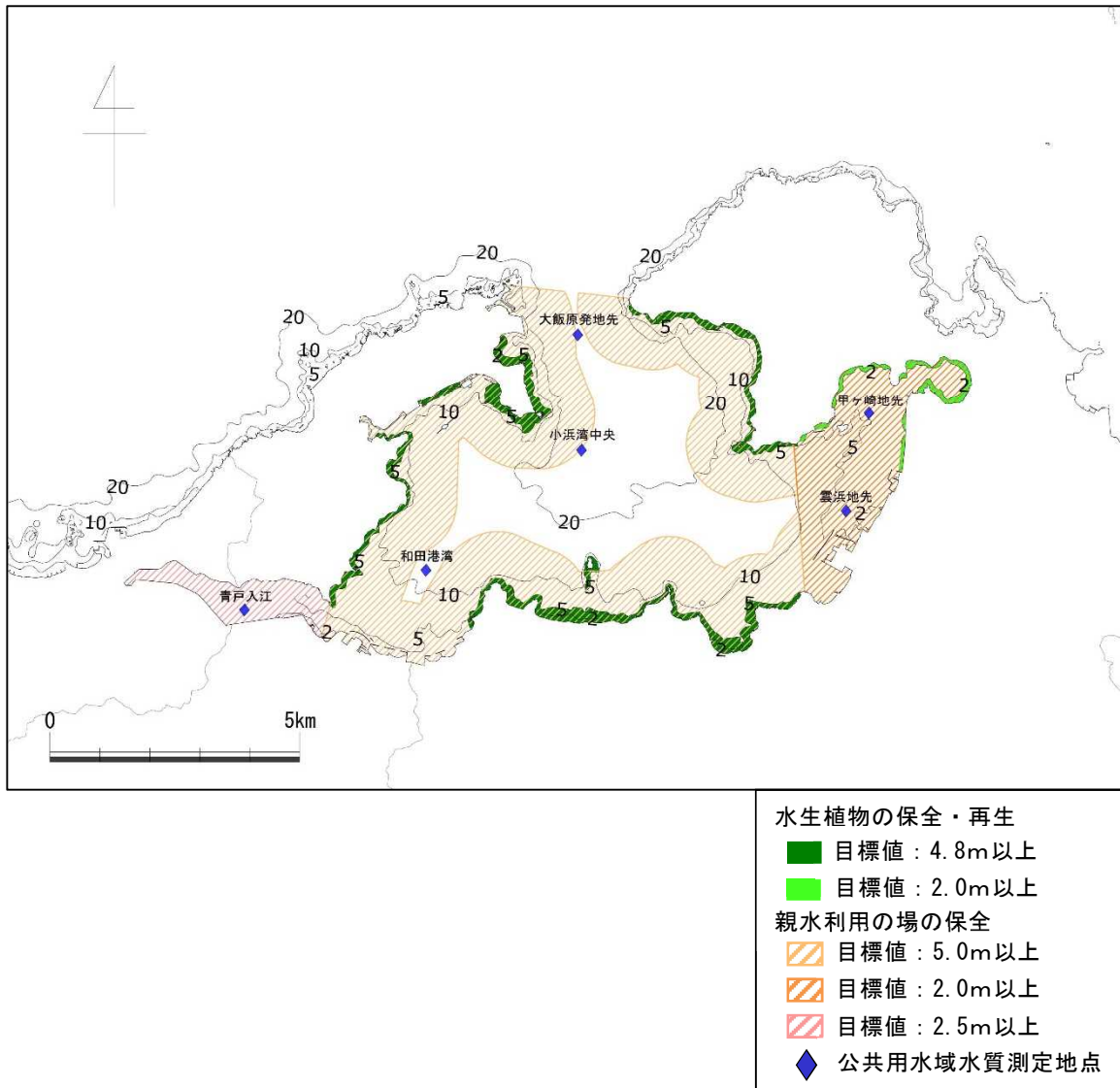


図 5.5 小浜湾の沿岸透明度の水域あてはめ（案1）

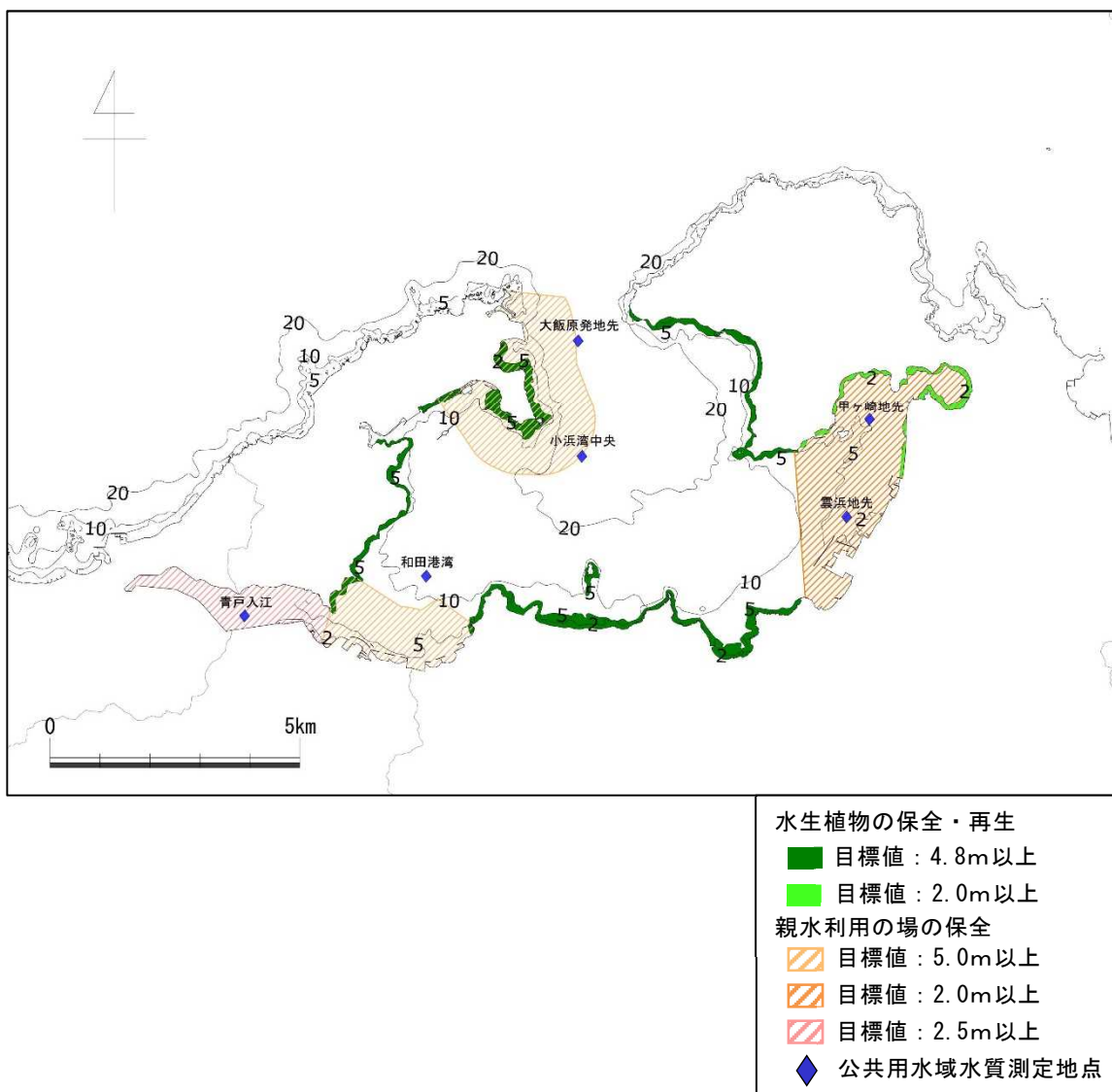


図 5.6 小浜湾の沿岸透明度の水域あてはめ（案2）

《検討結果》

小浜湾における沿岸透明度の目標値（案）及び水域あてはめ（案）については、親水利用は部分的ではなく全域が対象となること、居住地域に接する全ての範囲に目標値設定があることで沿岸住民が沿岸透明度を意識できるのではないかとの意見等を踏まえて、全3回の検討会における議論の結果、水生植物のあてはめ案及び親水利用のあてはめ案1を踏まえた水域あてはめ案（図 5.7）が適当とされた。

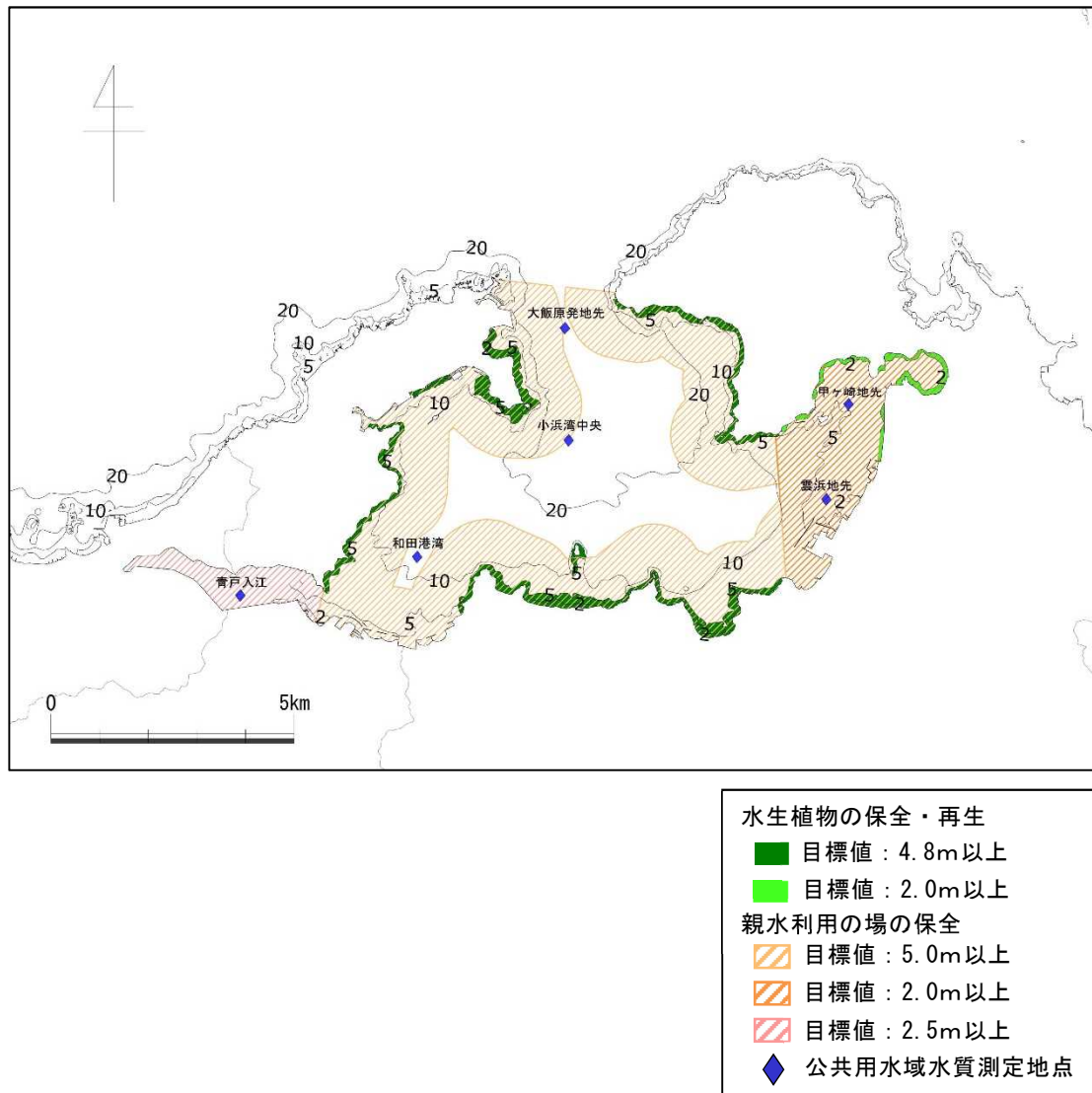


図 5.7 小浜湾の沿岸透明度の水域あてはめ（案）

6. 沿岸透明度の目標値（案）及び水域あてはめ（案）の活用方法

6.1 沿岸透明度の目標値（案）及び水域あてはめ（案）の活用と設定後の検討事項

沿岸透明度の目標値（案）及び水域あてはめ（案）を活用することにより、地域住民の水環境に関する関心が高まるとともに、良好な水環境の実現に向け、地域における水環境保全施策が促進されることが期待される。

沿岸透明度の目標値（案）及び水域あてはめ（案）の設定後の検討事項は、以下のとおり、測定方法に関する検討事項と評価等に関する検討事項に分けられる。

なお、沿岸透明度の評価結果によっては、必要に応じて水質改善対策を検討することが想定される。

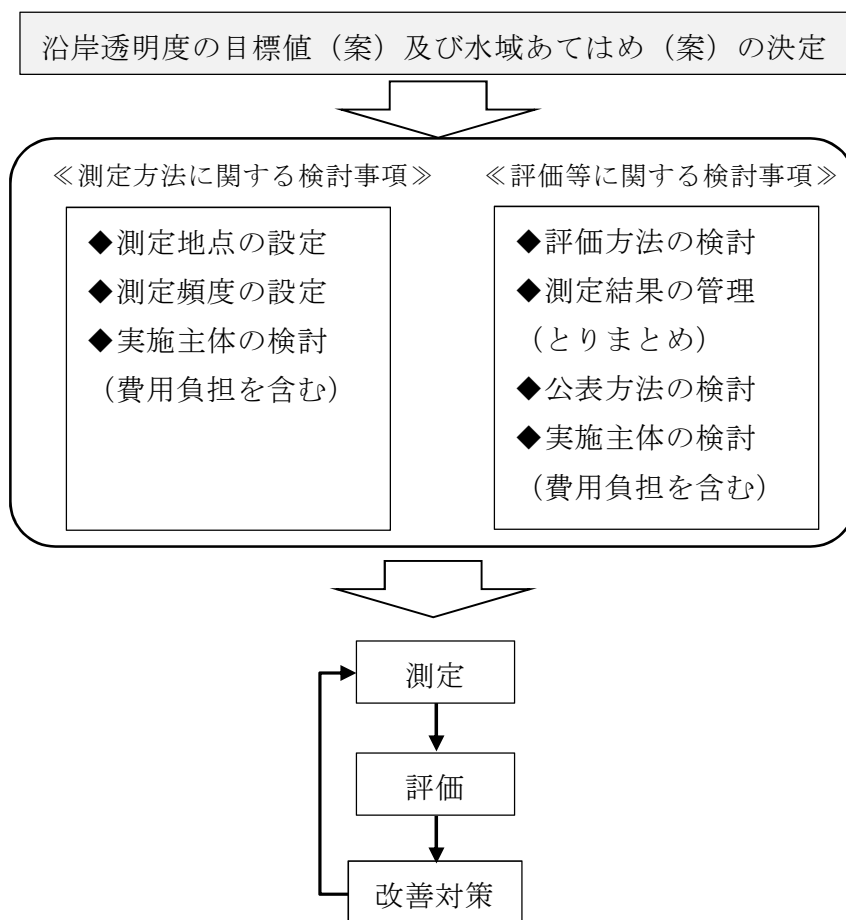


図 6.1 沿岸透明度の目標値（案）及び水域あてはめ（案）の設定後の検討事項

6.2 測定方法に関する検討事項

6.2.1 測定地点の設定について

測定地点の設定については、平成28年11月1日の第42回中央環境審議会水環境部会における報告で、以下の内容が示されている。

2. 沿岸透明度の測定地点の設定方法

答申を踏まえ、測定地点の設定方法は、以下の事項を考慮して設定する。

【水生植物の保全・再生の観点】

- 1) 測定地点は、保全対象種の生育している場（又は再生させたい場）の水域又はその近傍に設定する。測定地点は、目標値より深い水深の箇所に設定することを基本とする。
- 2) 水域の特性上、測定地点を目標値より深い水深の箇所に設定することができない場合、年間平均値は水深以上とはならないため適切な評価ができない（例えば、12回の測定結果のうち、11回全透（沿岸透明度は目標値（水深より）より高い）であり、1回水深より浅い沿岸透明度の場合、年間平均値は目標値を下回る。）ことを考慮する。その際には、沿岸透明度が海底又は湖底まで見える（全透）、又は、全透未満の測定結果を記録することに加え、必要に応じて水生植物の生育状況（生育水深）を記録する。なお、水生植物の生育状況の記録では、水上からの目視等により確認できない場合等、状況によってはダイバーによる確認も検討する。
- 3) 現行の環境基準点及び補助点の活用も検討する。なお、沿岸域については沖合もしくは湖心周辺と比べて透明度が低い場合があり、沿岸域の評価を湖心側の環境基準点により行う場合には、環境基準点における測定結果をそのまま用いると適切に評価できない場合があることを踏まえ、測定結果の取り扱いに留意すること。

【親水利用の場の保全の観点】

- 1) 測定地点は、親水利用行為が行われている水域又はその近傍に設定する。測定地点は、目標値より深い水深の箇所に設定することを基本とする。
- 2) 水域の特性上、測定地点を目標値より深い水深の箇所に設定することができない場合、沿岸透明度が海底又は湖底まで見える（全透）、又は、全透未満の測定結果を記録する。
- 3) 現行の環境基準点及び補助点の活用も検討する。なお、沿岸域については沖合もしくは湖心周辺と比べて透明度が低い場合があり、沿岸域の評価を湖心側の環境基準点により行う場合には、環境基準点における測定結果をそのまま用いると適切に評価できない場合があることを踏まえ、測定結果の取り扱いに留意すること。

沿岸域の透明度と近傍の環境基準点の透明度との関係について検討することを目的として、東京湾において、沿岸から沖合（環境基準点）に向けて行われた透明度の測定結果を見てみる。その結果、沖合では濁度の上昇に伴って若干の透明度の低下が認められるものの、沿岸域から環境基準点（東京透明4）までは概ね同程度の透明度であった（図 6.3 参照）。

したがって、沿岸透明度の測定地点としては、既存の環境基準点及び補助点が活用できる可能性が考えられる。

なお、小浜湾において環境基準点及び補助点を活用する際には、小浜湾においても沿岸域と環境基準点及び補助点の透明度の関係について調査することが適当である。小浜湾内の公共用水域水質測定地点と沿岸からの距離は、表 6.1 に示すとおりである。

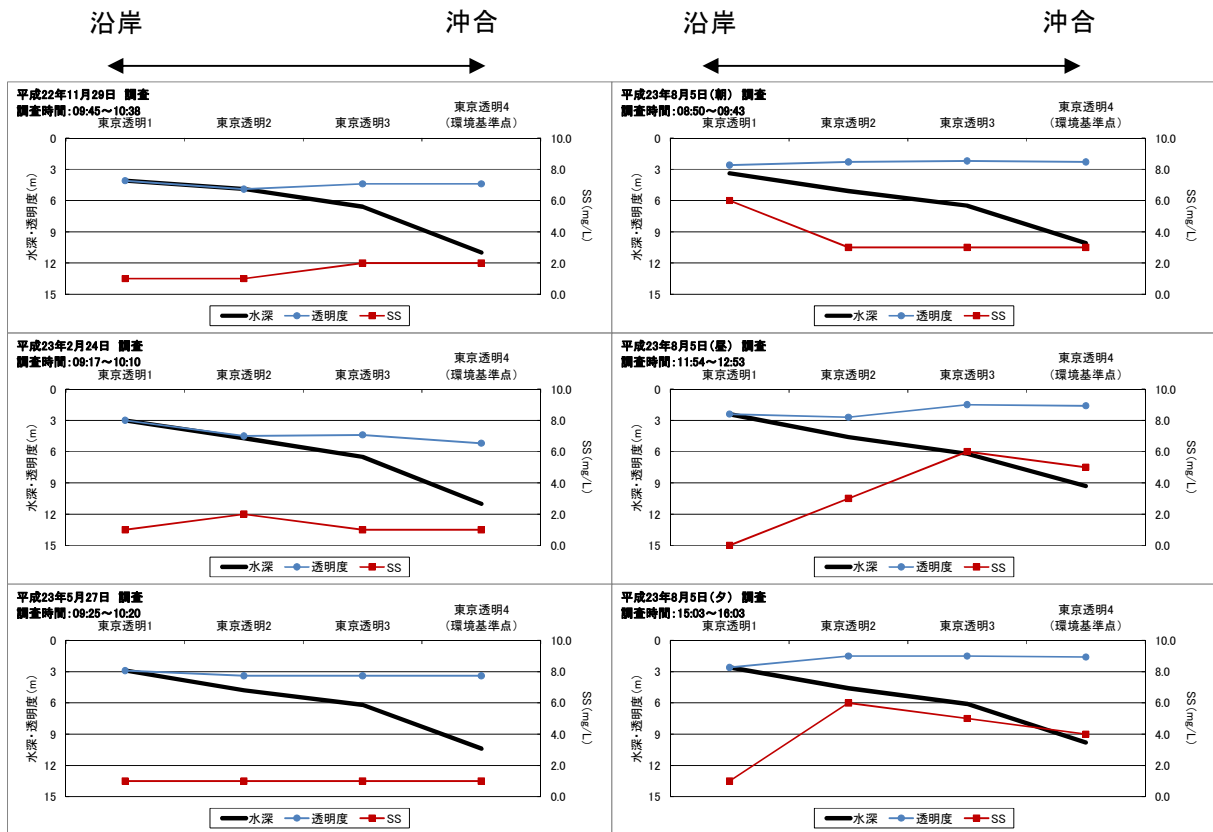
表 6.1 小浜湾内の環境基準点及び補助点と沿岸からの距離

地点名	沿岸からの距離
甲ヶ崎地先	約 700m
雲浜地先	約 500m
大飯原発地先	約 1.0km
和田港湾	約 1.2km
小浜湾中央	約 1.3km
青戸入江	約 250m



資料：「平成 26 年度公共用水域及び地下水の水質の測定結果報告書」（福井県）

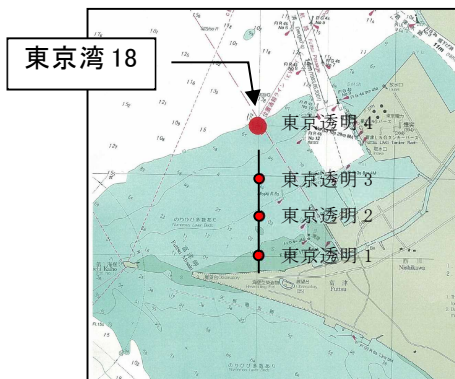
図 6.2 小浜湾内の公共用水域水質測定地点図



注：1. 水深と透明度が一致している箇所は全透（透明度板が着底）を表す。

2. 濁度、SSの測定層は表層0.5mである。

資料：「平成23年度下層D0・透明度を用いた水質環境調査検討業務報告書」（平成23年3月環境省請負業務）



注：透明度の調査地点は、環境基準点の東京湾18と陸地を結ぶ直線上に、原則として水深2m、4m及び6mの地点並びに東京湾18の4地点とする。

図 6.3 東京湾における環境基準点と岸側との透明度の関係

6.2.2 測定頻度の設定について

測定頻度は、答申において、年間を通じ、原則として月1日以上測定することが示されている。ただし、日本海側では冬季の間、荒天により、測定が不可能な時期が多いことから、必要に応じて測定頻度を低くすることが想定される。

6.2.3 実施主体の検討について

測定に関する実施主体については、今後、関係機関等で検討する必要がある。

6.3 評価等に関する検討事項

6.3.1 評価方法の設定

沿岸透明度の評価方法については、平成 28 年 11 月 1 日の第 42 回中央環境審議会水環境部会における報告で、以下の内容が示されている。

II. 沿岸透明度について

1. 沿岸透明度の評価方法の検討

(1) 沿岸透明度の年間における評価値の取り扱い

答申において、沿岸透明度は年間平均値により評価することが適当である旨記載されているが、水域によっては、月によって測定回数が異なる場合も考えられる。この場合、単純に測定結果の数値の合計を測定回数で割ると、季節変動が大きい水域においては、測定回数の多い時期の結果がより反映されることになる。このため、このような場合には、同一の月における測定結果を平均して月平均値を算出^{*}し、その月平均値を平均して年平均値を算出することが適当と考えられる。

※同一月に複数回測定した場合、それぞれの値は[(月の日数) / (測定回数)]日分を代表する値となる(例: 月 2 回測定の場合は、30 日 / 2 回測定 = 15 日分を代表する)。同一の月における測定結果を平均し月平均値とすることで、上記の考えに基づく平均値を得ることができる。

(2) 沿岸透明度の達成評価の方法

水生植物の保全・再生の観点からの沿岸透明度の目標値は、透明度の年間平均値と分布下限水深に関する文献から導いたものである。

そのため、水生植物の保全・再生の観点で水域あてはめ(環境基準の類型あてはめと同様の考え方の水域)した水域において測定地点が複数設定されている場合、それぞれの測定地点で目標値を達成することにより、水域あてはめした水域全体として水生植物の保全・再生に必要な光量が確保されと考えられる。この考え方は、水生生物の保全に係る環境基準と同じ考え方である。

一方、底層溶存酸素量のように、個体群の維持が可能である限り、すべての水域で透明度の目標値を上回る必要がないとも考えられるため、底層溶存酸素量の評価方法において想定したように達成率での評価も考えられる。

親水利用の場の保全の観点からの沿岸透明度の目標値は、親水利用の内容、水域の利水状況や特性、地域住民等のニーズ等に応じて、各地域の幅広い関係者の意見等を踏まえて設定される。

その設定内容によっては、すべての測定地点が目標値を達成しないと、親水利用の場の保全が図れないとは限らず、親水利用の内容に応じて各水域において適切な評価方法(例えば期間限定の親水利用の場に対しては、その期間、そ

の場だけで評価する等)を設定することが考えられる。

しかし、水生植物の保全・再生の観点との整合、他の水域との比較等を考慮し、水生植物の保全・再生の観点の評価方法と同様に行うことも考えられる。

以上のことから、沿岸透明度の評価方法は、水域あてはめした水域に測定地点を複数設定している場合、すべての測定地点の沿岸透明度が、目標値に適合したときに、当該水域が目標値を達成しているものと判断する考え、又は、水域あてはめした水域に測定地点を複数設定している場合、目標値に適合している測定地点数の割合で評価する考えの二つのパターンの評価を想定している。

なお、目標値設定の考え方を踏まえ、水域毎に適切な評価方法を設定することが必要である。

以上のことから、沿岸透明度の評価方法としては、表 6.2 に示す2つの案が想定され、同表に記載の特徴と留意点を踏まえて、小浜湾においてどのような評価方法が望ましいか検討する必要がある。

表 6.2 沿岸透明度の評価方法、特徴及び留意点

案	特徴	留意点
<p>【案1】 すべての測定地点の沿岸透明度が目標値に適合したとき達成と評価</p>	<ul style="list-style-type: none"> 水生植物の保全ためには、水域内の全ての地点で適合している必要があるとの考え方に基づくものである。 現行の環境基準 (COD、BOD 及び水生生物保全環境基準) と同様な評価方法である。 	<ul style="list-style-type: none"> 一部の地点で達成している地点があったとしても水域の達成状況としては、適合していないとの評価となり、厳しい評価となることが想定される。 水域内の全ての地点で達成しないと、水域としては達成とならないことから、水質の改善状況が評価として現れにくい。
<p>【案2】 目標値に適合している測定地点数の割合で評価</p>	<ul style="list-style-type: none"> 全ての測定地点で目標値を満足しなくても、水生植物の個体群の維持は可能であるとの考え方に基づくものである。 保全対象種の生育状況をより適切に評価できる方法とも考えられる。 	<ul style="list-style-type: none"> 現行の環境基準の評価方法とは異なる。

ここで、平成 24～28 年度の公共用水域水質測定地点の透明度の測定結果を用いて、表 6.2 の案 1 と案 2 で評価を行った。その結果は表 6.3 に示すとおりである。

評価結果について、水生植物に対しては以下のような状況であった。

- ・水域あてはめ 2.0m 以上：案 1 は平成 26 年度を除き達成
案 2 は平成 26 年度を除き 100% 達成
- ・水域あてはめ 4.8m 以上：案 1 は平成 28 年度のみ達成
案 2 は平成 26 年度では 33% 達成、平成 24 年度、25 年度、27 年度では 67% 達成、平成 28 年度は 100% 達成

次に、親水利用に対しては以下のような状況であった。

- ・水域あてはめ 2.0m 以上：案 1 は平成 26 年度を除き達成
案 2 は平成 26 年度を除き 100% 達成
- ・水域あてはめ 2.5m 以上：案 1 は平成 25 年度、27 年度は達成
案 2 は平成 25 年度、27 年度は 100% 達成、その他の年度の達成率は 0%
- ・水域あてはめ 5.0m 以上：案 1 は平成 28 年度のみ達成
案 2 は平成 24 年度、25 年度では 67% 達成、平成 26 年度、27 年度では 33% 達成、平成 28 年度は 100% 達成

表 6.3 小浜湾における案1及び案2による評価結果

測定地点/年度			平成24年度	平成25年度	平成26年度	平成27年度	平成28年度
甲ヶ崎地先			2.8	2.3	1.5	2.5	2.3
雲浜地先			2.3	2.3	1.5	2.0	2.3
青戸入江			2.3	3.0	2.3	2.5	2.3
和田港湾			3.5	4.5	3.5	3.3	5.3
小浜湾中央			5.0	5.8	4.0	4.8	9.0
大飯原発地先			6.0	7.0	5.5	6.3	10.7
目標値の適合状況	水生植物 2.0m以上	甲ヶ崎地先	○	○	×	○	○
		雲浜地先	○	○	×	○	○
	水生植物 4.8m以上	和田港湾	×	×	×	×	○
		小浜湾中央	○	○	×	○	○
		大飯原発地先	○	○	○	○	○
	親水利用 2.0m以上	甲ヶ崎地先	○	○	×	○	○
		雲浜地先	○	○	×	○	○
	親水利用 2.5m以上	青戸入江	×	○	×	○	×
	親水利用 5.0m以上	和田港湾	×	×	×	×	○
		小浜湾中央	○	○	×	×	○
大飯原発地先		○	○	○	○	○	
水生植物 評価結果	案1の評価結果	2.0m以上	○	○	×	○	○
		4.8m以上	×	×	×	×	○
	案2の評価結果	2.0m以上	100%	100%	0%	100%	100%
		4.8m以上	67%	67%	33%	67%	100%
親水利用 評価結果	案1の評価結果	2.0m以上	○	○	×	○	○
		2.5m以上	×	○	×	○	×
		5.0m以上	×	×	×	×	○
	案2の評価結果	2.0m以上	100%	100%	0%	100%	100%
		2.5m以上	0%	100%	0%	100%	0%
		5.0m以上	67%	67%	33%	33%	100%

注：1. 平成28年度の年間平均透明度は5、8、11月の平均値であり、他の年度は5、8、11、3月の平均値である。

2. 目標値の適合状況は、水生植物の保全・再生の目標値（案）の案1（2.0m以上、4.8m以上）、親水利用の目標値（案）の案1（2.0m以上、4.8m以上）を用いて評価した。
3. 目標値を設定した水域あてはめ（案）の評価の対象地点は、各水域あてはめ（案）に対して表中に示す地点とした。

6.3.2 測定結果の管理、公表方法の検討について

測定結果の管理、公表方法の設定については、実施する主体の決定後に関係機関等で検討する必要がある。

6.3.3 実施主体の設定について

評価等に関する事項を実施する主体については、今後、関係機関等で検討する必要がある。

6.4 その他の課題について

先述の「6.2」及び「6.3」以外に、現時点の小浜湾における沿岸透明度に関する課題として以下の事項が想定される。

●藻場の保全・再生のための対策検討

藻場（アマモ場及びガラモ場）の保全・再生を実施するためには、現状のアマモ場の生育環境、衰退原因等を把握する必要がある。そのためには、関係者及び関係機関が調査研究を行い、情報を共有しながら藻場の保全・再生に向けた対策の検討を行うことも必要である。

●設定後の運用方法について

目標値（案）及び水域あてはめ（案）の設定後、必要に応じて適宜見直しを実施することが想定される。加えて、達成期間を設けるか否かの検討も必要となる。

資料編 4 車軸藻類の生育水深と透明度との関係について

水生植物の保全・再生の観点での沿岸透明度の算出式について、答申で示された沈水植物の算出式は答申の参考資料にも示されているように、日本国内の維管束植物及び車軸藻類の知見を元に導出されている。

ここでは、答申で用いられた国内既往文献から車軸藻類に関する情報のみを整理し、車軸藻類の算出式を導出した。また、海外既往文献による車軸藻類の透明度と生育水深の関係も整理した。

1. 国内文献における車軸藻類の生育水深と透明度との関係

表 1 国内文献からの車軸藻類の分布下限水深と年間平均透明度の関係一覧

構成種	湖沼名	分布下限水深 (m)	年間平均透明度 (m)	引用文献
シャジクモ	小川原湖	5	3.1	1)
シャジクモ	琵琶湖	8	6.2	2)
カタシャジクモ	十和田湖	13	10.0	3)
カタシャジクモ	十和田湖	16	12.6	4)
ヒメフラスコモ	木崎湖	10.5	6.9	5)
ヒメフラスコモ	十和田湖	14.5	9.8	3)
ヒメフラスコモ	十和田湖	29	12.6	4)
ヒメフラスコモ	十和田湖	24	10.0	3)

注：本情報は、「水質汚濁に係る生活環境の保全に関する環境基準の見直しについて（答申）」（平成 27 年 12 月中央環境審議会）で用いられた国内既往文献から整理した。

【引用文献】

- 1) 浜端悦治（1998）：小川原湖（青森県）における沈水植物の分布状況（要旨）、水草研究報、No. 65、pp1-3
- 2) 独立行政法人 水資源機構琵琶湖開発総合管理所（2009）：琵琶湖沈水植物図説、pp253. および本資料の元となる調査データ（独立行政法人水資源機構琵琶湖開発総合管理所より提供）
- 3) 野原精一、上野隆平、加藤秀男（2001）：十和田湖の水生植物分布の現状と現存量、国立環境研究所報告、第 167 号、pp. 64-74
- 4) 神保忠男（1958）植物生態学的調査研究、青森県、十和田湖環境調査研究報告書.
- 5) 樋口澄男、北野聡、近藤洋一、野崎久義、渡邊信（2005）：木崎湖における車軸藻類の分布（2001～2002）、長野県環境保全研究所研究報告、Vol. 1, pp29-37

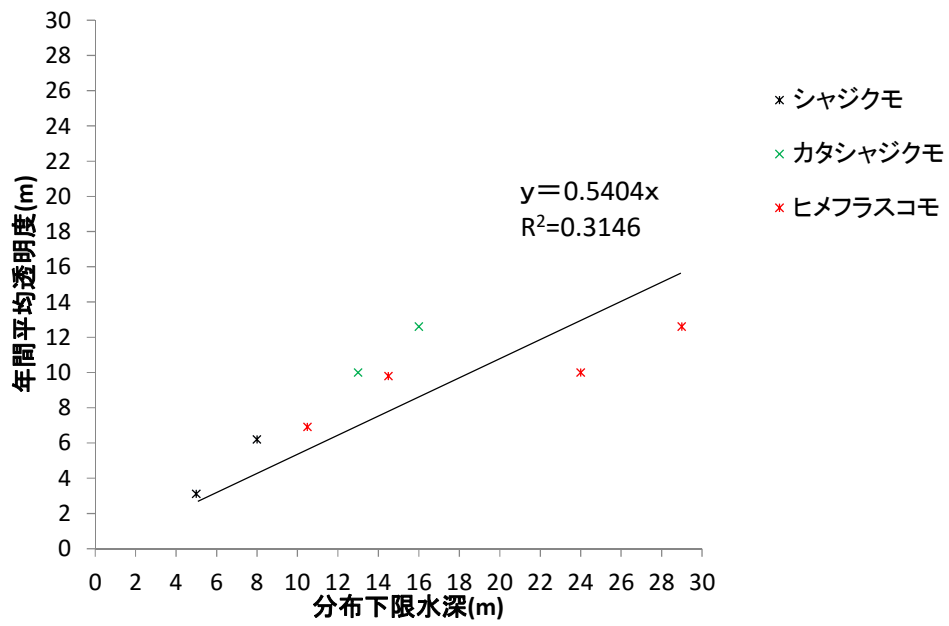


図 1 国内文献における車軸藻類の分布下限水深と年間平均透明度

2. 海外文献における車軸藻類の生育水深と透明度との関係

【引用文献】

Middelboe and Markager(1997).Depth limits and minimum light requirements of freshwater macrophytes. *Freshwater Biology*, 37,553-568.

【概要】

Middelboe & Markager (1997) は、デンマーク及びその他各国の全 153 湖沼を対象に透明度と大型水生植物の最大生育水深のデータを収集し、大型水生植物を蘚苔類 (Bryophytes)、車軸藻類 (Charophytes)、有茎被子植物 (Caulescent angiosperms)、ロゼットタイプ被子植物 (Rosette-type angiosperms)、ミズニラ類 (*Isoetes* spp.) に分類して、最大生育水深 (Maximum colonization depth: Z_c) と透明度 (Secchi disk transparency: Z_s) の関係を整理している。その結果は表 2 及び図 2 に示すとおりであり、車軸藻類については線形モデル及び非線形モデルの式は以下のとおりとなる。

《線形モデル》

$$Z_c = 0.17 + 1.19Z_s$$

$$\rightarrow Z_s = 0.84Z_c - 1.39$$

《非線形モデル》

$$Z_c = \frac{9.9 \times 1.96 \times Z_s}{\sqrt{9.9^2 + (1.96 \times Z_s)^2}} - 0.51$$

線形モデルでは、車軸藻類が 5 グループの中で最も傾きが大きかった。また、非線形モデルでは、5 グループ中、車軸藻類を含めた 4 グループで、透明度 (Z_s) が増加するほど傾きが減少することから、湖沼の透明度が増加するほど最大生育水深と透明度の関係性は弱くなる (透明度が向上しても最大生育水深は深くなりにくくなる) ことが示唆された。また、表 2 に示すように、車軸藻類及び有茎被子植物の非線形モデルの初期傾斜 (a) は他と比べて大きいことから、低い透明度 (Z_s) では最大生育水深がより透明度の影響を受けやすい (透明度の変化に対して最大生育水深の変化の割合が大きい) ことが示唆された。

そして、5 グループの非線形モデルを比較した図 3 から、車軸藻類については透明度 (Z_s) = 2.2~10m において、他のグループと比較して最も高い分布下限水深を示す (同じ透明度であれば車軸藻類が最も深い水深まで分布する) ことが分かった。

表 2 最大生育水深と透明度の関係の変数及び統計値

Table 3 Parameters and statistics for relationships between maximum colonization depth (Z_c) and Secchi disc transparency (Z_s). Parameters for the linear model were calculated by Kendall's robust line-fit method (Sokal & Rohlf, 1995). Parameters in the nonlinear model (eqn 5) were calculated by an iterative Gauss-Newton procedure. Units: Slope and a (dimensionless), intercept, K and Z_m (m). All relationships were significant at the 0.1% level

	Slope or a	Intercept or K	Z_m	n	Range for Z_c	Range for Z_s	Kendall's rank correlation coefficient (linear model) or Pearson's correlation coefficient (nonlinear model)
線形モデル $Z_c = \text{intercept} + \text{slope} * Z_s$							
Bryophytes	0.73	0.56	-	24	0.5-10	0.95-10.8	0.72
車軸藻類 Charophytes	1.19	0.17	-	64	0.25-16.5	0.23-11.5	0.67
Caulscent angiosperms	0.95	0.37	-	70	0.5-9	0.3-11.7	0.58
Rosette-type angiosperms	0.38	0.88	-	25	0.45-6.8	0.78-12	0.64
Isoetes spp.	0.59	0.58	-	26	0.8-6	0.78-11.5	0.45
非線形モデル Nonlinear curve fit eqn 5							
Bryophytes	0.81	0.28	(n.d)†	24	0.5-12	0.95-10.8	0.88
車軸藻類 Charophytes	1.96	-0.51	9.9	64	0.25-16.5	0.23-11.5	0.75
Caulscent angiosperms	2.09	-0.32	6.6	70	0.5-9.0	0.3-11.7	0.74
Rosette-type angiosperms	0.69	0.034	7.06	25	0.45-6.8	0.78-12	0.79
Isoetes spp.	1.37	-0.66	6.09	26	0.8-6	0.78-11.5	0.82

†The data for this group did not approach a saturating value.

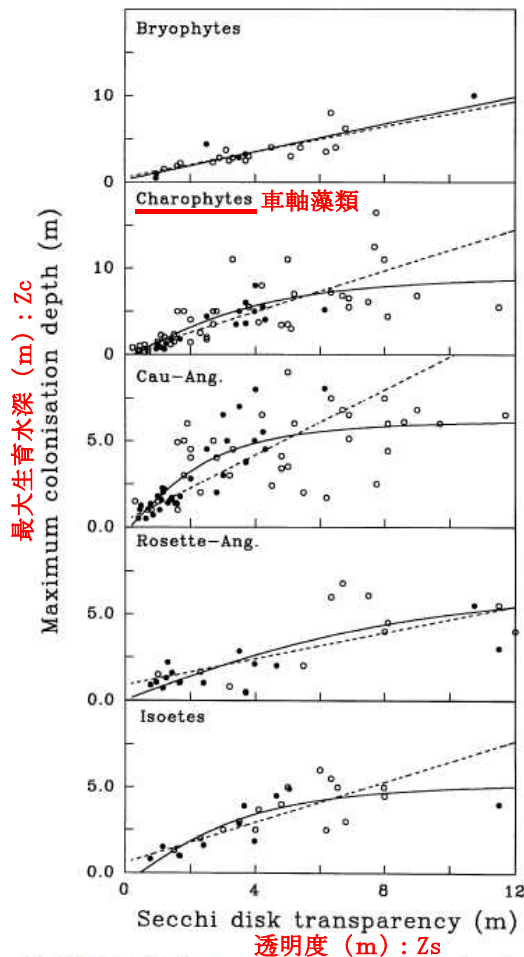


Fig. 2 Relationship between maximum colonization depth and Secchi disc transparency for five groups of submerged macrophytes. (●) Danish data, (○) non-Danish data. Linear model (-----). Nonlinear model according to eqn 5 (—). Parameter values for the lines are given in Table 3. Note the difference in y-axis scale between plots.

図 2 大型水生植物の最大生育水深と透明度の関係

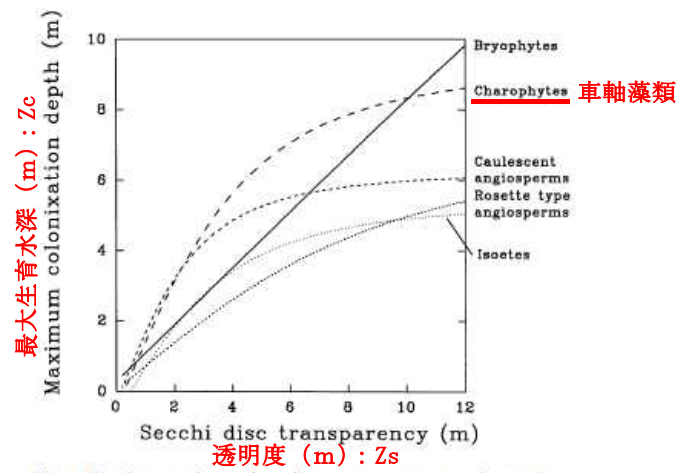


Fig. 4 Nonlinear relationships between maximum colonization depth and Secchi disc transparency calculated from eqn 5 for five groups of macrophytes. Parameter values are given in Table 3.

図3 大型水生植物5グループの最大生育水深と透明度の非線形関係

資料編 5 湖沼における水生植物の大量繁茂による障害への対策について

主に湖沼における水生植物の大量繁茂による障害への直接的な対策としては、刈り取りによる除去が挙げられるが、実施に伴う自治体の費用負担は大きい状況となっている。水草の刈り取りによる効果としては、大量繁茂による課題の解決だけでなく、湖内の栄養塩の系外除去による富栄養化への対策にもつながることが考えられる。自治体等による処理費用の負担軽減につなげるためにも、かつて肥料として利用していたように、各地域において刈り取った水草の様々な利活用に関する取組が行われている。

ここでは琵琶湖における2つの事例を紹介する。

1. 肥料への利活用

琵琶湖沿岸では、かつて水草が広く肥料代わりに利用されていたことから、繁茂した水草を刈り取り、水揚げされた大量の水草からゴミなどを除去した上で堆肥化する取組が実施されている。滋賀県と公益財団法人淡海環境保全財団が共同開発しており、干拓地に搬入した水草を重機で混ぜながら、2～3年かけて発酵させて作っている。

平成24年度からは希望者への無料配布を行っており、地域住民によって畑や花壇等への利用がなされている。



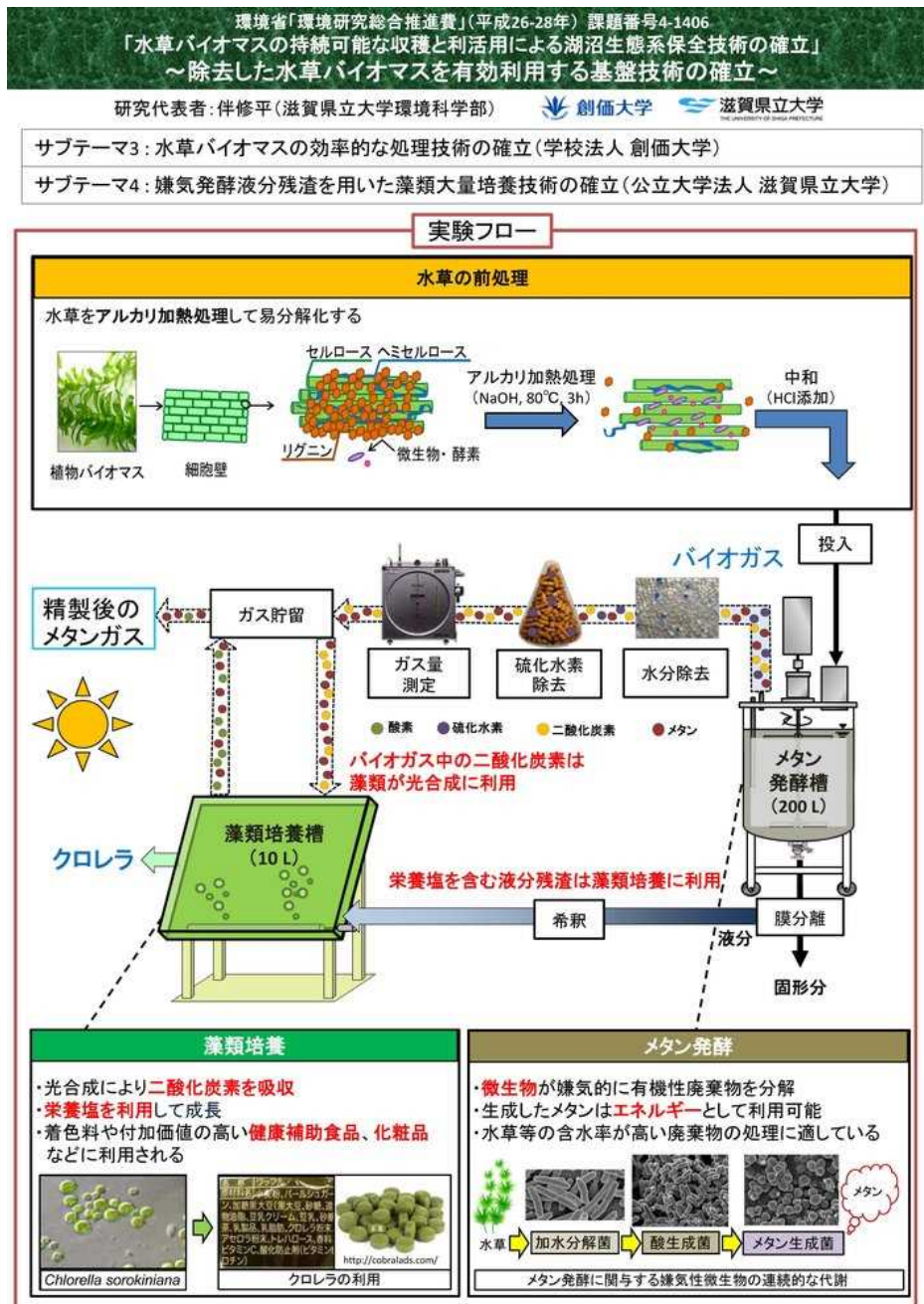
資料：「明日の淡海 Vol. 24 2016. 6」
(公益財団法人淡海環境保全財団)

2. 水草バイオマスの利活用

琵琶湖南湖において大量に繁茂した沈水植物の利活用方法として、滋賀県琵琶湖環境科学研究センター、国立研究開発法人国立環境研究所、創価大学、滋賀県立大学の共同研究により、湖内から除去した水草バイオマスを有効活用する技術が研究された。

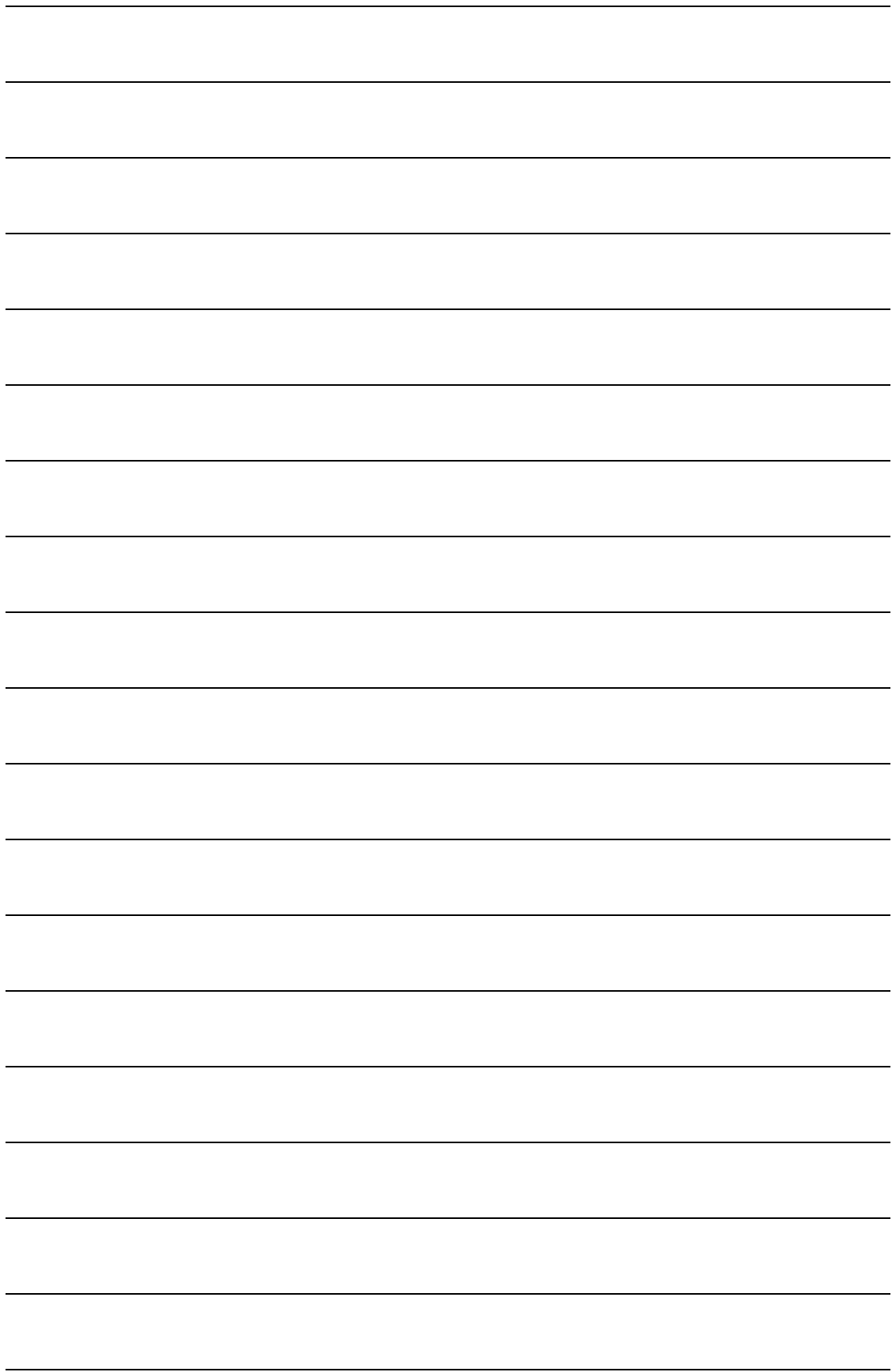
利活用の方法としては、湖内環境を健全に保つための適正量を刈り取り、刈り取った水草バイオマスをメタン発酵でバイオガス化し、排出される液分残渣に含まれる栄養塩を微細藻類バイオマスに変換することによる循環利用である。

今後は、琵琶湖だけでなく、日本の他水域への適用も想定されている。



資料：滋賀県立大学ホームページ

図 2 水草バイオマスの持続可能な収穫と利活用による湖沼生態系保全技術の確立



平成 30 年 7 月

環境省水・大気環境局水環境課

〒100-8975

東京都千代田区霞が関 1 - 2 - 2

中央合同庁舎 5 号館

電話：03-3581-3351（代表）

