

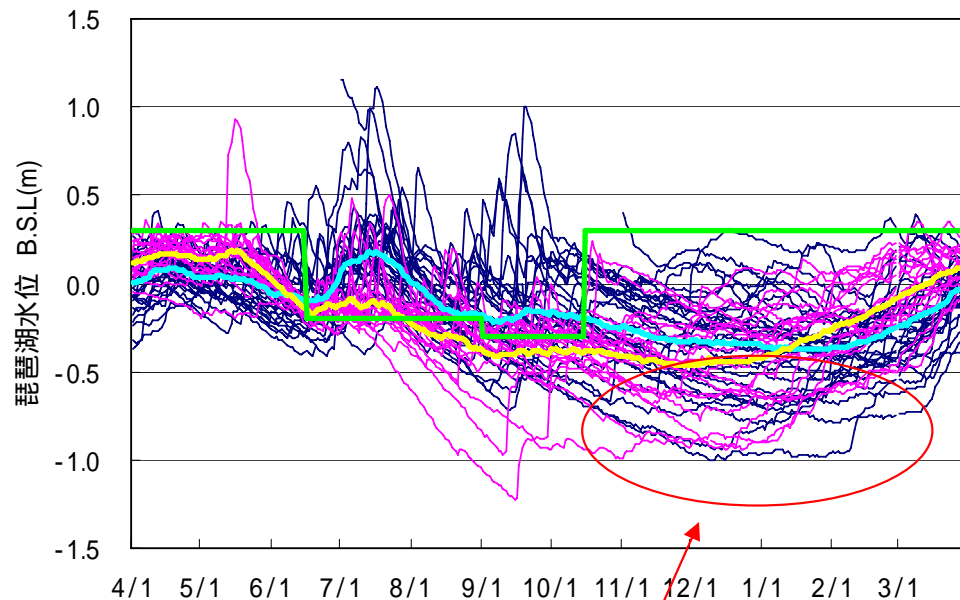
長期的水位低下が生態系へ及ぼす影響と 今後のモニタリング計画について

琵琶湖河川事務所

1. 琵琶湖の水位に関わる課題

平成4年度に瀬田川洗堰操作規則が制定され、琵琶湖水位の変化が琵琶湖の生態系に大きな影響が生じているとの指摘がある。

降雨後の急激な水位低下
移行期における急速な水位低下
洪水期(7月頃)の水位変化の今と昔
長期的な水位低下・水位低下の頻発

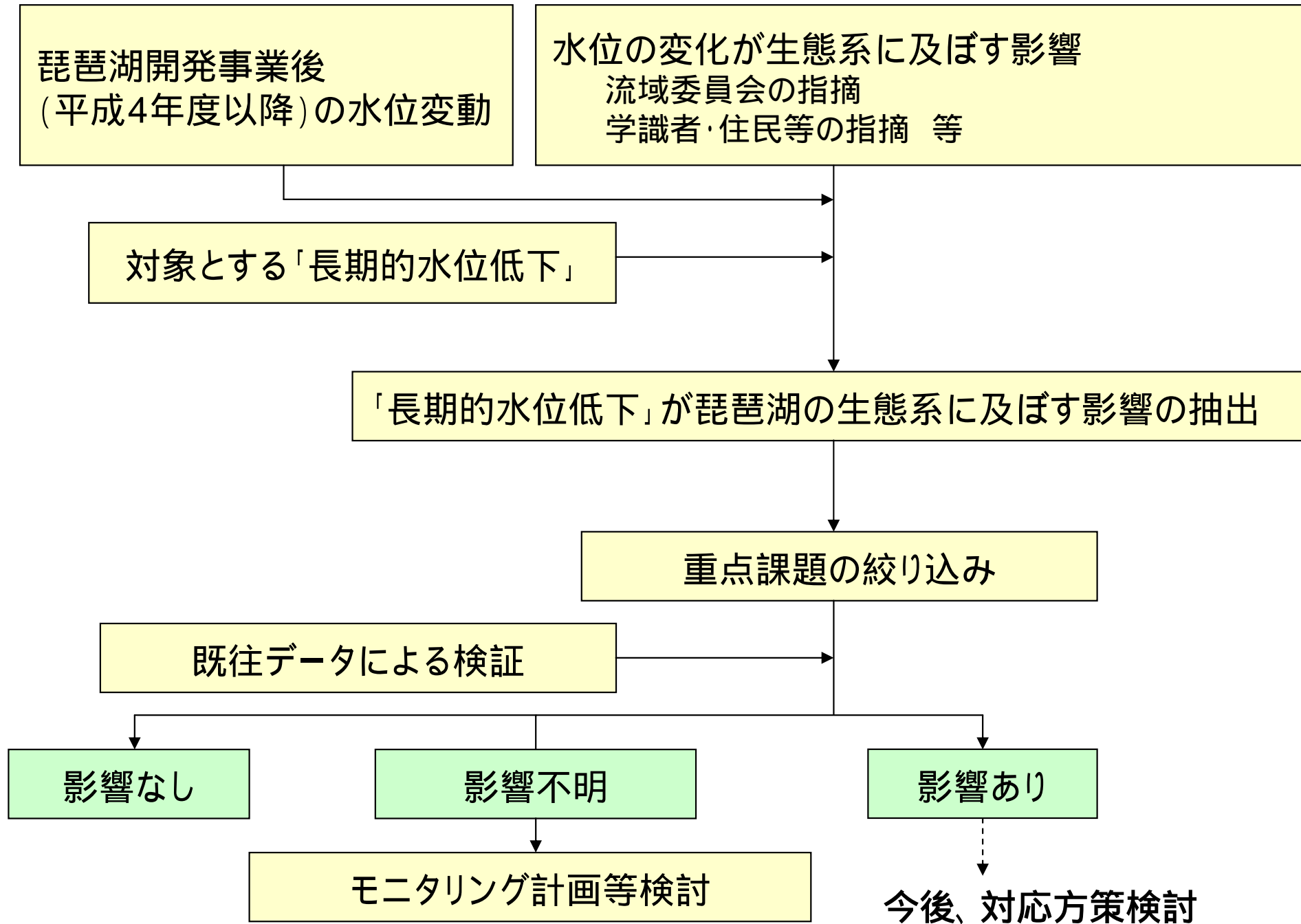


- 昭和36～平成03年度 (31年間)
- 平成04～平成22年度 (19年間)
- 昭和36～平成03年度平均
- 平成04～平成22年度平均
- 常時満水位・制限水位

注) 平成4年3月までの琵琶湖水位は、現行の琵琶湖水位と同じ5地点の平均水位を示した。

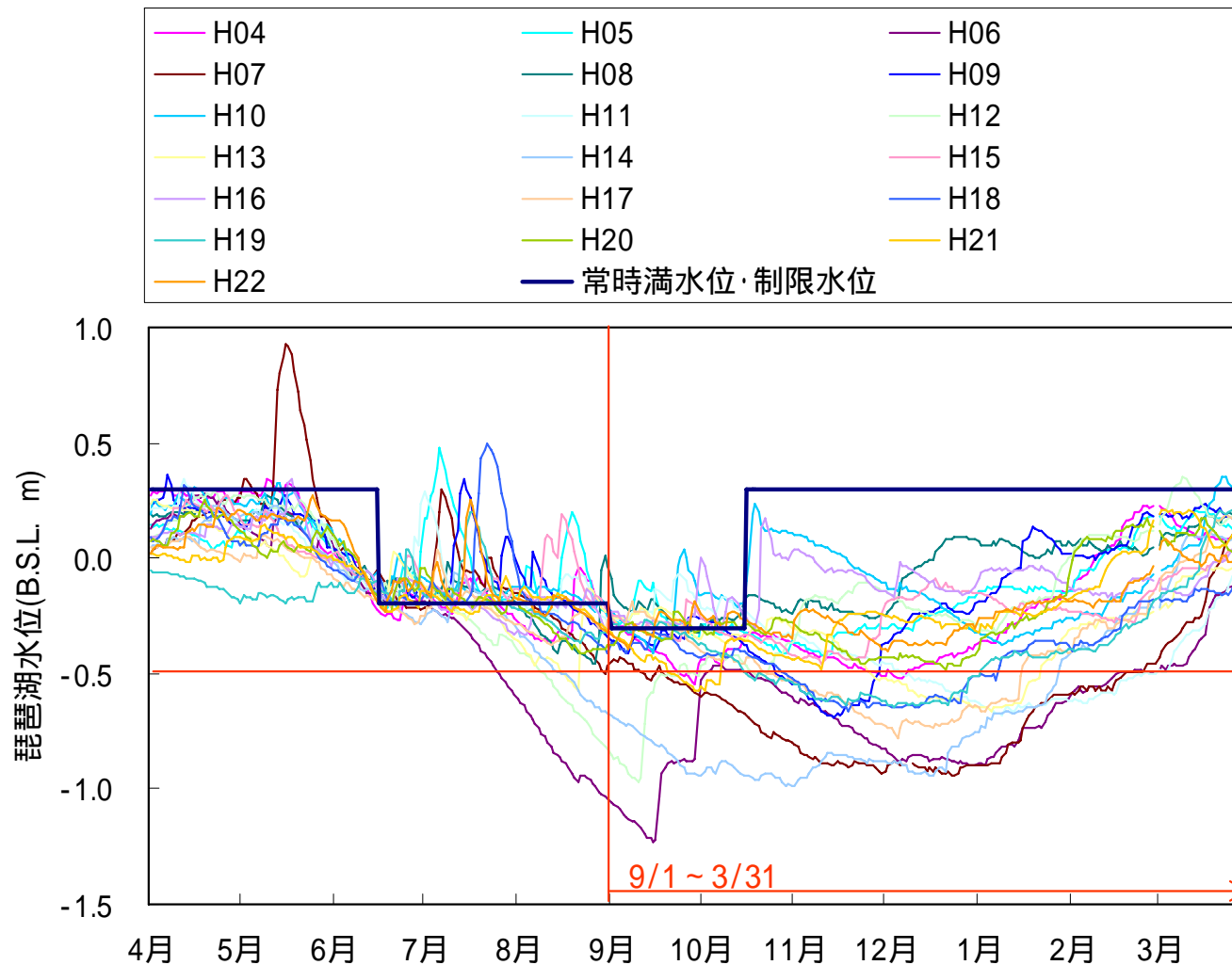
長期的な水位低下・
水位低下の頻発

2. 長期的水位低下の影響の検証手順



2.1 対象とする「長期的水位低下」

「頻発化が予想されるBSL-30cm(制限水位) ~ BSL-90cmまでの水位について、20cmピッチ (BSL-50cm, BSL-70cm, BSL-90cm) の水位」で検討を実施する。



2.2 水位の変化が生態系に及ぼす影響および 「長期的水位低下」が琵琶湖の生態系に及ぼす影響の抽出

流域委員会、学識者、住民等によるこれまでの指摘を網羅的に整理し、**長期的水位変化**によるとされているものとそれ以外とに分類した。

その結果、長期的水位変化による影響を受ける可能性がある事象として、**イサザの産卵、ヨシ帯を利用する魚類の生息・成育、アユ・ビワマスの河川との移動、浅所の底生動物の干出、沈水植物・糸状藻類の繁茂**が挙げられた。

生物群	項目	考えられる事象	水位変動の分類
魚類	コイ科魚類	冠水ヨシ帯を産卵場や仔稚魚の成育場として利用しており、冠水ヨシ帯面積が減少すると、産卵・成育が制限される。	洪水期の水位変化の今と昔
		ヨシ帯に産み付けられた魚卵（ホンモロコ、コイ、フナ類）やヨシ帯奥部の溜りでふ化した仔稚魚（コイ、フナ類）が干出等により死亡	急激な水位低下
	イサザの産卵	長期間におよぶ水位低下により湖岸の水質浄化機能が劣化したことが、湖岸の礫に産卵する固有魚種イサザの卵の死亡率を高める。	長期的な水位低下
	アユ・ビワマスの河川との移動	河口部の分断により河川へのアユの産卵遡上・仔魚の降下、ビワマスの産卵遡上ができない。	長期的な水位低下
	ヨシ帯を利用する魚類の生息・成育	秋口の水位低下により冠水ヨシ帯を利用する種の生息・成育場が縮小する。	長期的な水位低下

生物群	項目	考えられる事象	水位変動の分類
底生動物	浅所の貝類の干出	夏期に水位が低下すると、強い日差しで干出した湖底が異常な高温となるため、逃げ遅れた多くの水生動物は生き残ることができない。特に、傾斜の緩い場所や、局在する岩石や礫底に生息しているカワニナ類をはじめとする巻貝類に大きな影響があると考えられる。	長期的な水位低下
		低水位が短期間に繰り返し生じていることも、湖岸の生物群集にダメージを与える	長期的な水位低下(頻発化)
	その他底生動物の干出	岩石湖岸に生息する河川性水生昆虫(ビワコエグリトビケラ、シロタニガワカゲロウ、マルヒラタドロムシ等)が著しい水位低下による生息水域の干出等により減少していると考えられる。夏期に水位が低く維持されるようになり、また年間の水位変動幅が小さくなり、波浪等による湖岸の攪乱頻度が低下したことも懸念される。(ビワヨゴレイトミミズ・ビワカマカ・ナリタヨコエビ)	長期的な水位低下
沈水植物	沈水植物の繁茂	H6年に生じた夏期の水位低下で南湖の透明度が上昇し、沈水植物の光環境が好転し、沈水植物が生育し始め、その後水位が低下する度に生育面積が増加	長期的な水位低下(頻発化)
		水位低下による水鳥の捕食圧の増大	長期的な水位低下
湖岸植物	ヨシ帯	不明。植栽が行われているにも関わらず、増加していない。	-
		(利用)冬場の高水位によりヨシ刈りができない	(冬期の高水位)
	浮葉植物	不明。原野(氾濫原)の植物の生育環境の悪化も懸念されるが、詳細な調査は行われていない。かつて不定期に起こった自然攪乱がなくなり、安定環境に生育する多種との競争からも、減少してきていると考えられる(アサザ、ヤガミスゲ、ツルスゲ等)。	(攪乱頻度の変化)
	糸状藻類の繁茂	長期間におよぶ水位低下により湖岸の水質浄化機能が劣化したことが、湖岸で糸状藻類を増加させた	長期的な水位低下
鳥類	水鳥	冬期の高水位時にコハクチョウの湖内での採餌が困難になる。	(冬期の高水位)
(湖岸)	(湖岸)	冬季の高水位により波浪の影響で浜欠けが生じる	(冬期の高水位)

2.3 重点課題の絞り込み

長期的な水位低下により悪影響が及ぶと考えられた事象のうち、今後の改善策を検討していく上で、重点的に取り組むべき課題を下記の視点から選定した。

- (1)長期的な水位低下の影響を大きく受けると考えられる事象
- (2)長期的な水位低下の影響が直接的に及ぶと考えられる事象

その結果、重点課題として以下の3課題を選定した。

産卵遡上・仔魚の降下が阻害されることにより、アユ・ビワマス等回遊性魚類が減少する。
湖岸が干出することにより、浅場の貝類等が減少する。
ヨシ帯が干出し、成育場が縮小することにより、ヨシ帯に依存する魚類が減少する。

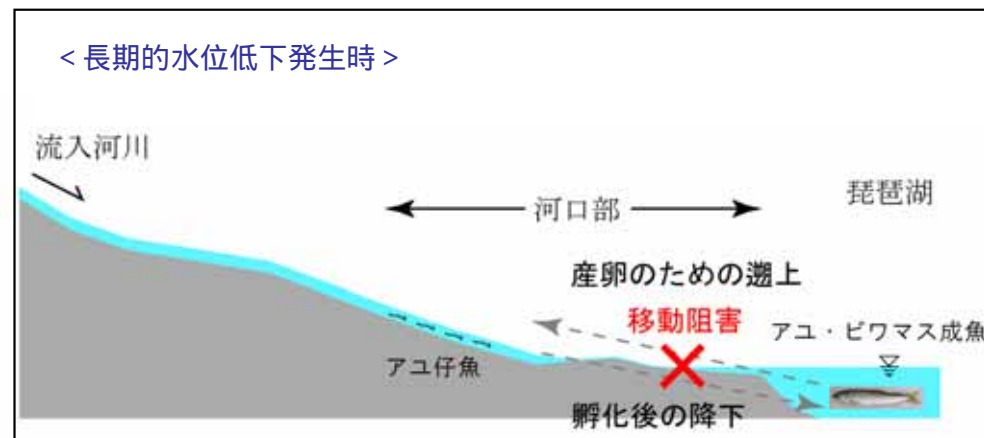
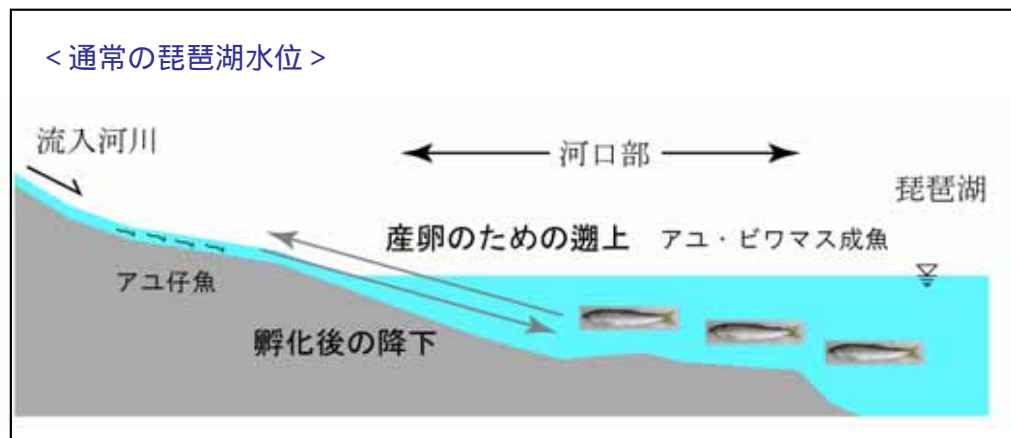
生物群	項目	考えられる事象	絞り込み
魚類	イサザの産卵	長期間におよぶ水位低下により湖岸の水質浄化機能が劣化したことが、湖岸の礫に産卵する固有魚種イサザの卵の死亡率を高める。	水位低下が水質浄化機能に及ぼす影響等複雑なメカニズムが関連している (2)影響が間接的
	アユ・ビワマスの河川との移動	河口部の分断により河川へのアユの産卵遡上・仔魚の降下、ビワマスの産卵遡上ができない。	水位低下により河口部が分断され、産卵場である河川への移動や産卵場からの仔魚の移動が阻害されると、次世代の新規加入が減少する。 (1)影響を大きく受けると考えらえる
	ヨシ帯を利用する魚類の生息・成育	秋口の水位低下により冠水ヨシ帯を利用する種の生息・成育場が縮小する。	ヨシ帯は傾斜が緩やかであるため、水位変動の影響を大きく受ける。ヨシ帯に依存性が高い生物は、ヨシ帯の干出により生息環境が失われる。 (1)影響を大きく受けると考えらえる

生物群	項目	考えられる事象	絞り込み
底生動物	浅所の貝類の干出	<p>夏期に水位が低下すると、強い日差しで干出した湖底が異常な高温となるため、逃げ遅れた多くの水生動物は生き残ることができない。</p> <p>特に、傾斜の緩い場所や、局在する岩石や礫底に生息しているカワナ類をはじめとする巻貝類に大きな影響があると考えられる。また、低水位が短期間に繰り返して生じていることも、湖岸の生物群集にダメージを与える。</p>	<p>貝類は移動能力が小さいため、水位の低下速度に追従できなければ干出し、干出後、長期間に渡って水位が回復しなければ死滅すると考えられる。</p> <p>(1)影響を大きく受けると考えらえる</p>
	その他底生動物の干出	<p>岩石湖岸に生息する河川性水生昆虫が著しい水位低下による生息水域の干出等により減少していると考えられる。</p> <p>夏期に水位が低く維持されるようになり、また年間の水位変動幅が小さくなり、波浪等による湖岸の攪乱頻度が低下したことも懸念される。</p>	<p>貝類と同様の影響があると考えられるため、貝類とあわせて検討する。</p> <p>(1)影響を大きく受けると考えらえる</p>
沈水植物	沈水植物	<p>H6年に生じた夏期の水位低下で南湖の透明度が上昇し、沈水植物の光環境が好転し、沈水植物が生育し始め、その後水位が低下する度に生育面積が増加</p>	<p>(他WGで取り組んでおり、今回は検討の対象としない)</p>
		<p>水位低下による水鳥の捕食圧の増大</p>	<p>水位低下により水鳥の捕食圧は増大するものの、翌年には回復するという調査結果が得られ、また、沈水植物群落はH6年の水位低下をきっかけに繁茂する状態が続いている。</p> <p>(1)影響は小さいと考えられる。</p>
湖岸植物	糸状藻類	<p>長期間におよぶ水位低下により湖岸の水質浄化機能が劣化したことが、湖岸で糸状藻類を増加させた</p>	<p>水位低下が水質浄化機能に及ぼす影響等複雑なメカニズムが関連している。</p> <p>(1)影響が間接的</p>

2.4 既往データによる検証

アユ、ビワマス等回遊性魚類への影響

長期的水位低下に伴う流入河川の河口部の分断により、アユの産卵遡上、仔魚の降下、ビワマスの産卵遡上が阻害されるか？



河口部の詳細な地形や、河口部の分断に関する情報は不明であった。

【課題】

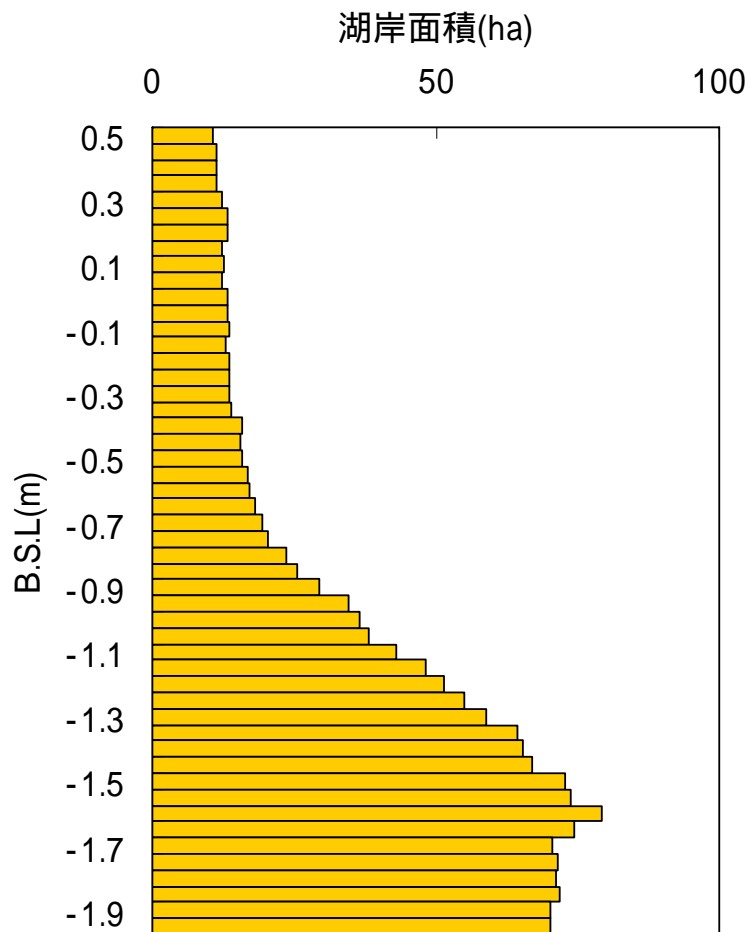
通常の河川水量が確保されていても、琵琶湖水位が低下することにより、河口部で移動の阻害が実際に起きているかどうかを把握する必要がある。

浅場の貝類をはじめとする底生動物への影響

- 1: 長期的水位低下による、湖岸部の干出割合

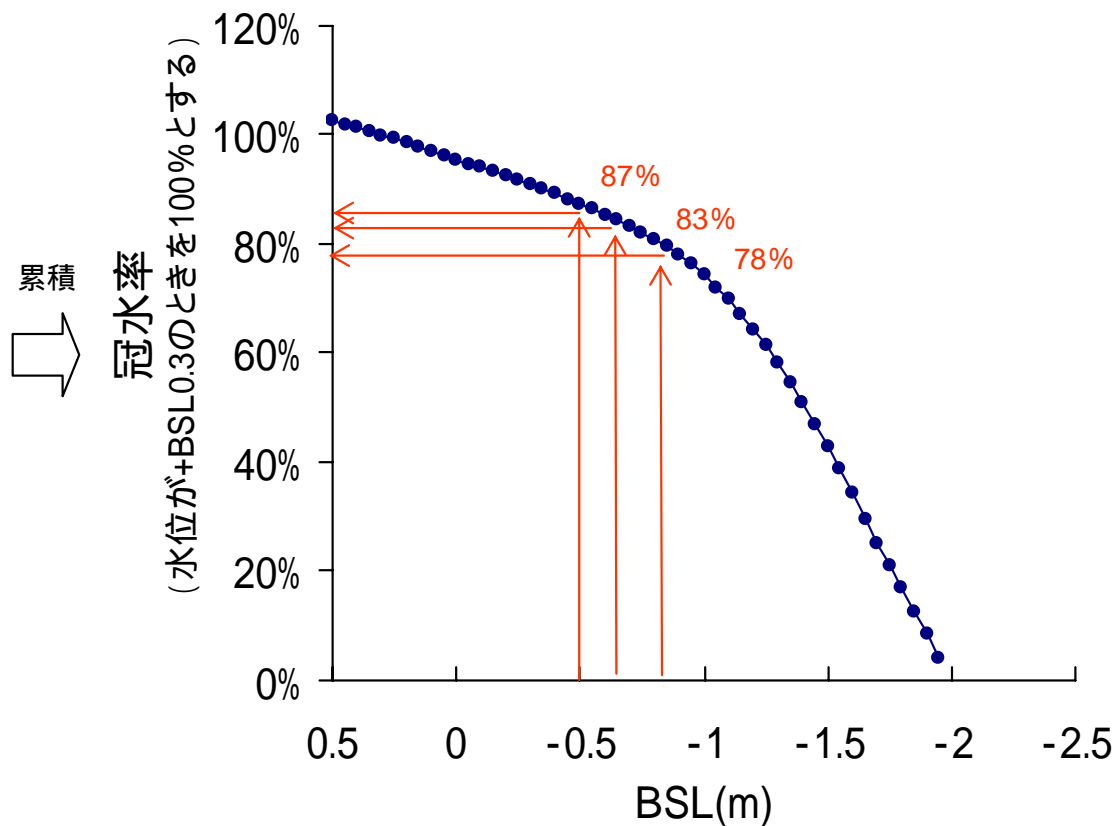
湖岸の面積を標高別に集計した結果から、水位がB.S.L. -0.5mに低下すると、湖岸の冠水率は87%となり、-0.7mでは83%、-0.9mでは78%となった。

湖岸面積の鉛直分布



標高：1992年の水資源機構による深浅測量結果

水位と湖岸冠水率の関係



注) B.S.L.-2.0mまでを「湖岸」とし、水位がB.S.L.+0.3mの冠水率を100%とした。

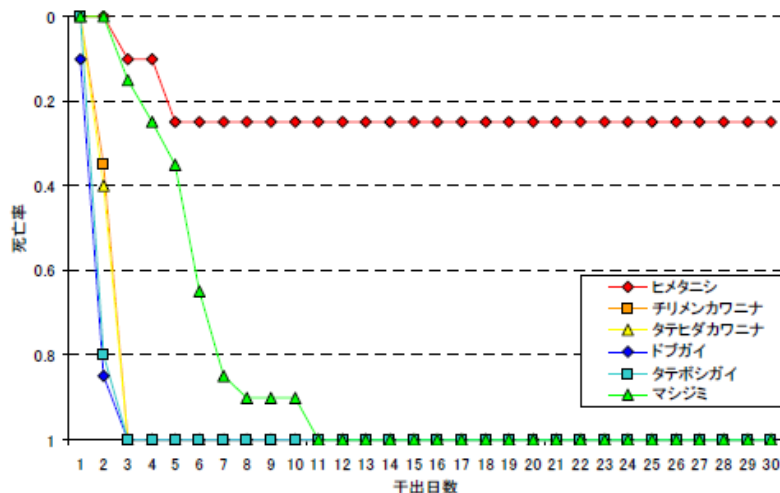
- 2 : 湖岸の干出による貝類の死亡個体数割合

琵琶湖の代表的な貝類で移動・干出耐性実験を行った。

標高別の貝類の密度*と面積から水位低下に伴う琵琶湖全域の貝類の干出個体数を算出し、干出耐性実験の結果を勘案して、平成4～16年度の貝類の死亡個体数を推定した結果、水位低下が大きいほど貝類の死亡個体数割合が多くなり、年最低水位がB.S.L. -0.55mの年（平成4年度）は1.5%であり、-0.69mの年（平成9年度）は2.3%、-0.94mの年（平成7年度）は3.6%であった。

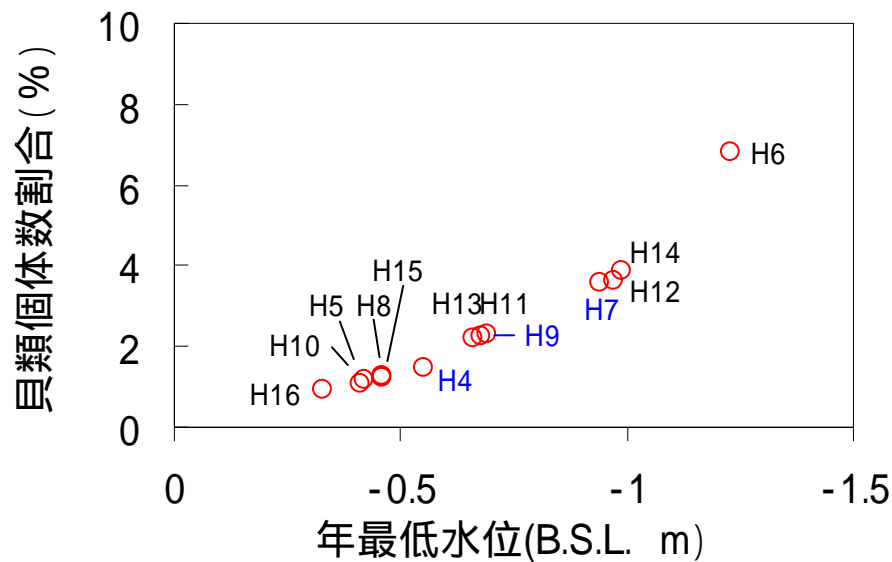
*) 貝類の個体数、種組成は毎年同じものとして、水位のみを変動させて死亡個体数を推定した。

貝類死亡率



第6回水陸移行帯WG資料より引用（平成17年度）

年最低水位と貝類死亡個体数割合（推定値）との関係

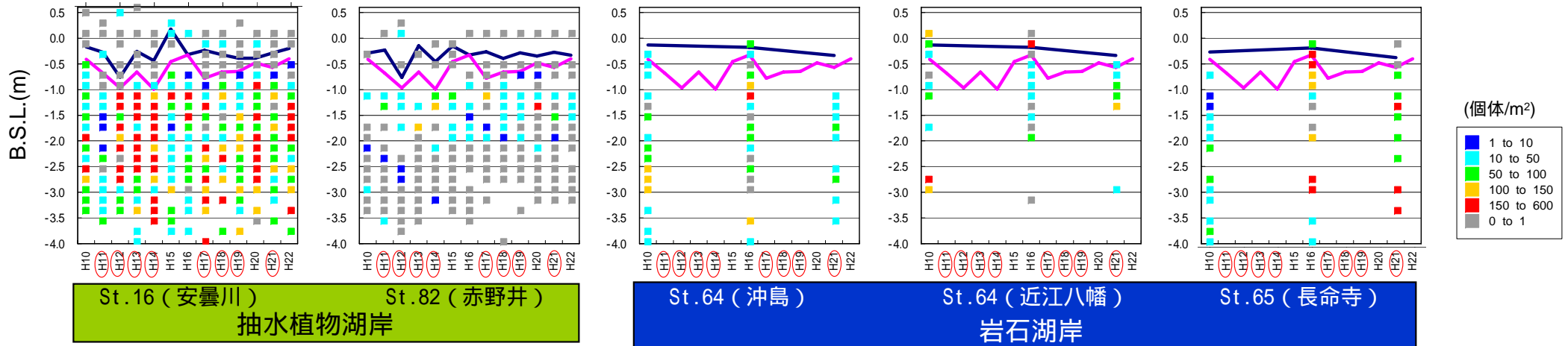


第6回水陸移行帯WG資料より作成（平成17年度）
B.S.L.-7mまでの貝類の出現個体数を100%とした。

- 3: 長期的水位低下により、貝類等底生動物は減少するか？

代表的な湖岸において、岸沖方向の測線に沿って、底生動物を定量採取するモニタリング調査が平成10年度以降夏季に実施されている。影響を大きく受ける可能性が指摘されている抽水植物湖岸や岩石湖岸における貝類等は、B.S.L.-1m以深にも分布が確認されており、長期的水位低下による大きな変化はみられなかった。

【ビワカワニナ属個体数】



(独) 水資源機構調査結果より作成

【まとめ】

標高別の琵琶湖面積、貝類の分布密度および干出耐性実験結果から、水位変動に伴う貝類の死亡個体数割合を推定した結果、年最低水位がB.S.L. -0.5m ~ -0.9m程度の年には数%の貝類が干出死すると推定された。

定量的なモニタリング調査が行われている平成10年度以降は、長期的水位低下による貝類の大きな変化はみられなかった。

【課題】

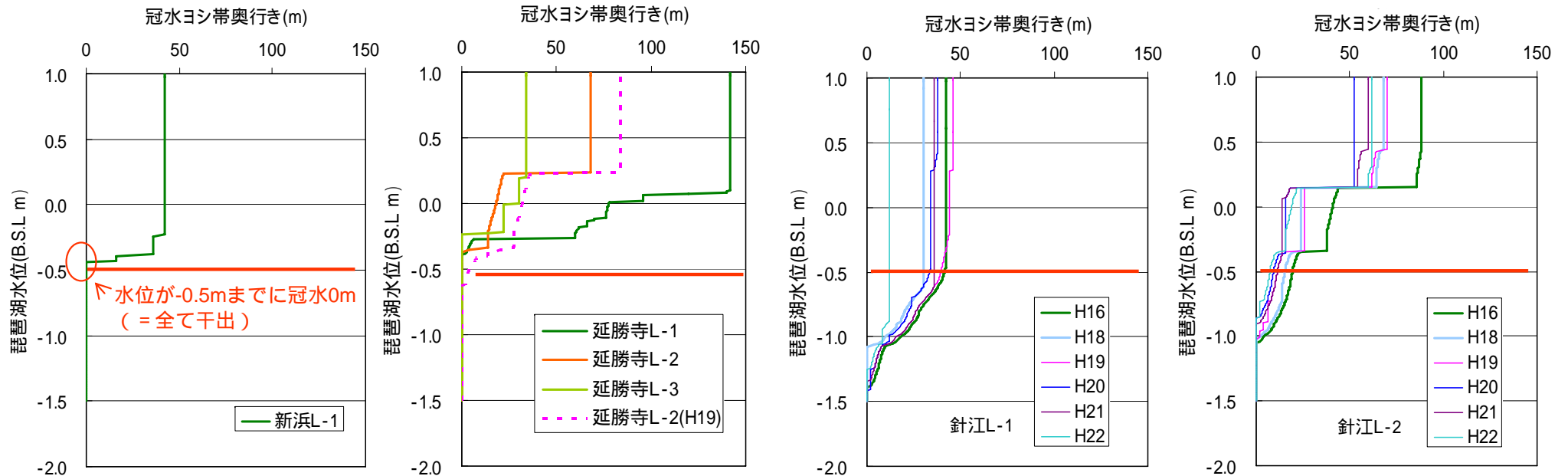
今後、長期的な水位低下の頻発により、浅場の貝類等底生動物に影響が現れてくるかどうかを把握するため、モニタリングを継続する必要がある。

ヨシ帯に依存する魚類への影響

- 1: 琵琶湖水位と冠水ヨシ帯奥行きとの関係

魚類調査を実施しているヨシ帯の標高と奥行きとの測定結果からは、**水位が-0.5m付近のときには大部分が干出する状況にあった。**

代表的なヨシ帯の鉛直分布（琵琶湖水位と冠水ヨシ帯奥行きとの関係）

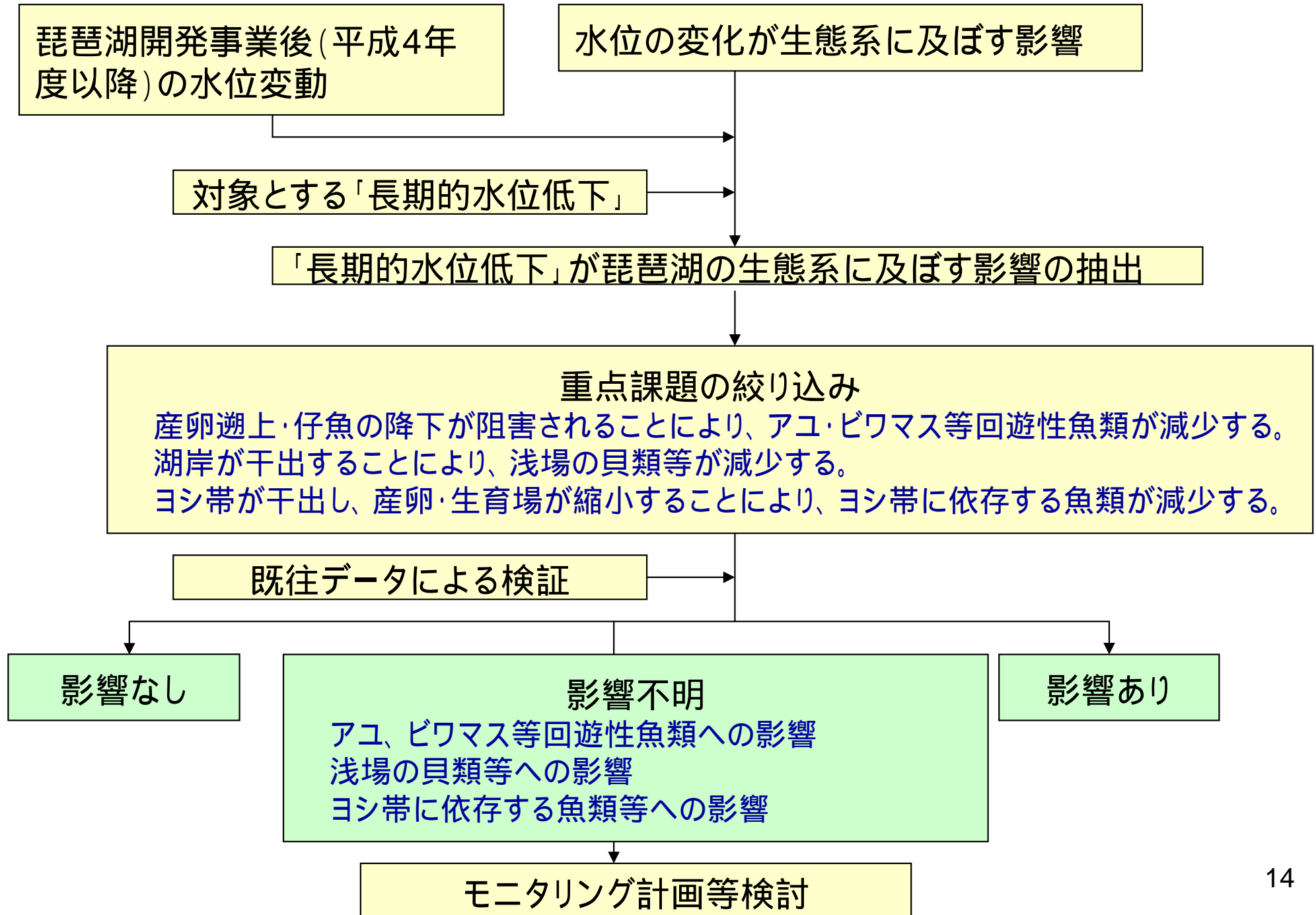


【課題】

琵琶湖水位とヨシ帯の冠水・干出の関係について、一部のヨシ帯の情報しか得られていないため、広域的な実態を現地調査により把握する必要がある。

特に、魚類の利用の観点からは、奥行き情報が重要と考えられる。

2.5 今後の課題



2.6 モニタリング計画等検討(素案)

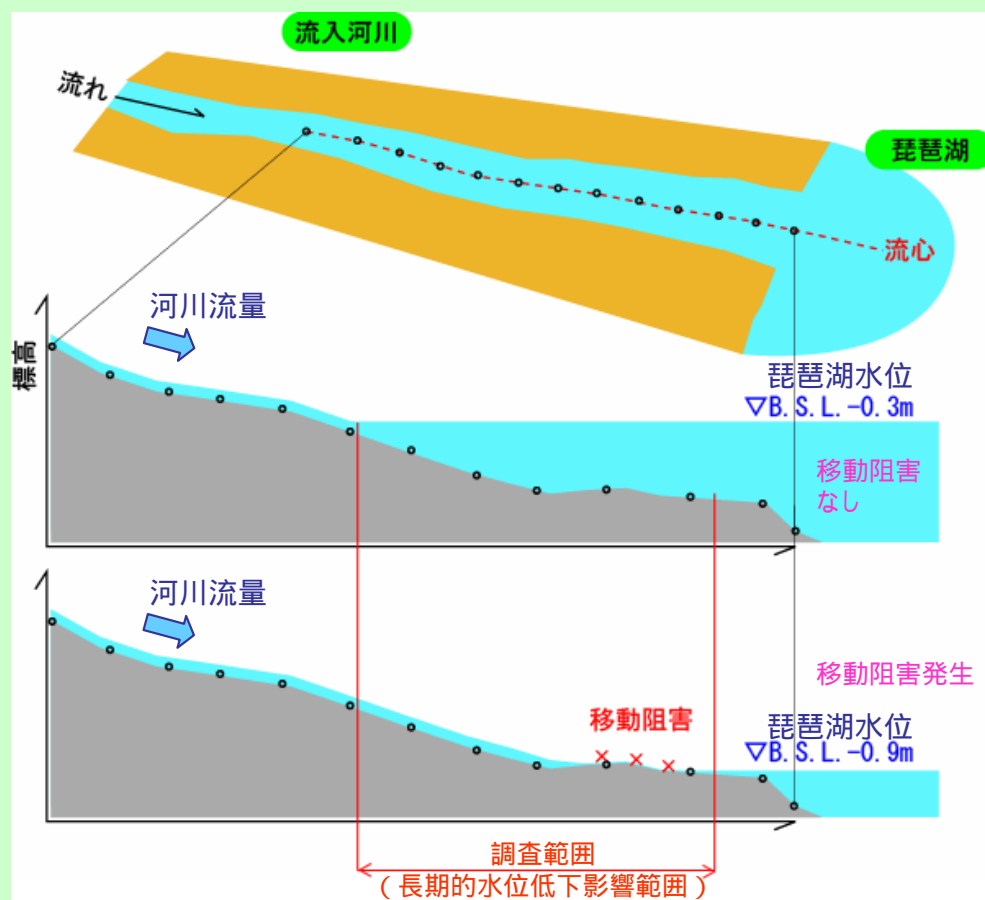
アユ、ビワマス等回遊性魚類について

【現時点で不足している情報】

琵琶湖水位が低下すると、流入河川との移動が阻害されるかどうかを明らかにする必要がある。

回遊性魚類の移動を阻害する琵琶湖水位と河川流量を把握する。

- (1) 流入河川の地形を縦横断測量により把握する。
- (2) 移動阻害要因となる物理条件(水深・流速・水面幅)を現地で測定し、移動阻害の有無を判断する。



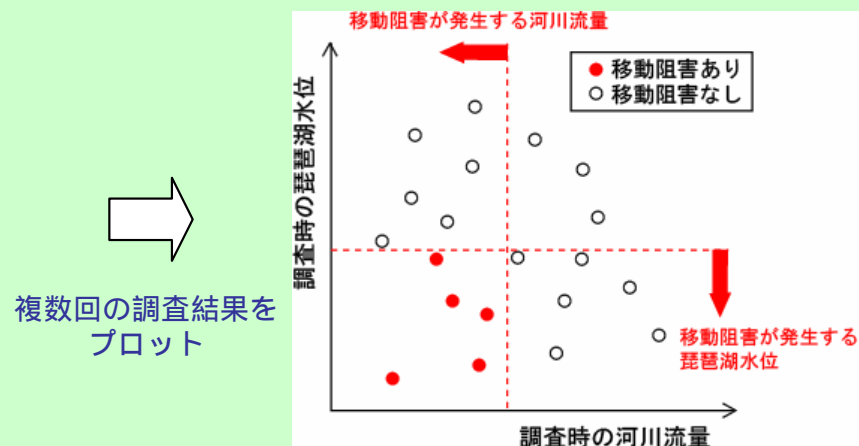
移動阻害の判断基準

移動可能な物理条件			
阻害要因	アユ産卵遡上	アユ仔魚降下 (通水していること)	ビワマス産卵遡上
水深	10cm	> 0 cm	20cm
流速	具体的な値は不明であるため、記録は行うが現時点で判断基準とはしない		
水面幅	具体的な値は不明であるため、記録は行うが現時点で判断基準とはしない		

一般に体高の2倍、但し10cm以上を確保

- (3) 移動阻害が発生する河川流量と琵琶湖水位を把握する。

河川流量は現地調査時にあわせて観測する。



【具体的方法(案)】

<対象河川> アユ、ビワマスの産卵の多い
知内川、石田川、姉川、安曇川の計4河川



(1) 地形の把握

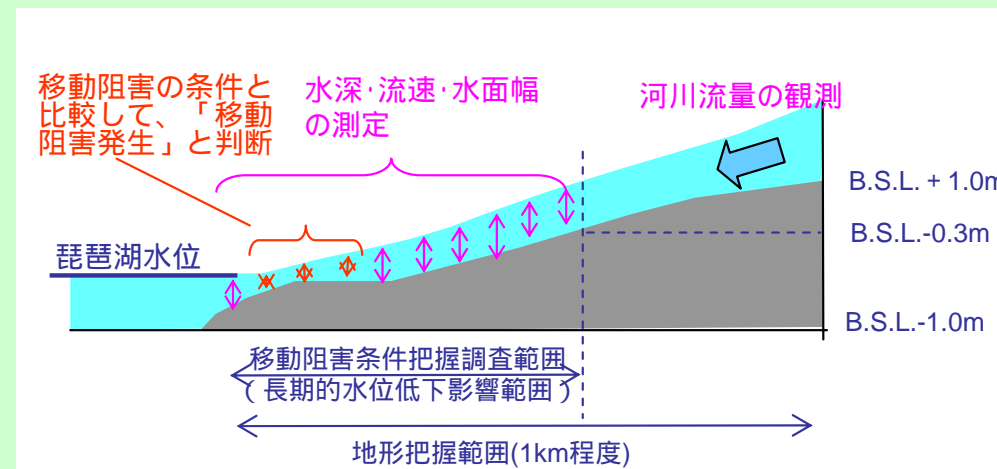
河口部の縦横断測量により地形を把握する。

- <縦断測量> 河口付近 ~ 1km程度 (B.S.L. -1.0 ~ +1.0m程度を含む)
- <横断測量> 200mピッチ (河川の状況に応じて設定) = 5断面

(2) 移動阻害条件把握調査

移動阻害が起きる琵琶湖水位の把握

- <調査項目> 移動阻害要因 (流心の水深、流速、水面幅)
- <測定ピッチ> 20mピッチ (河川の勾配等に応じて設定)
- <調査時期・頻度> 異なる琵琶湖水位の時期
(-0.3、-0.5、-0.7、-0.9m) × 2回* = 計8回
* 異なる河川水位のケースを把握するため



移動阻害が発生する河川流量の把握

- <調査位置> 琵琶湖水位の影響が及ばない箇所 (B.S.L.+1.0m以上) に設定。
- <調査内容> (流量観測) 横断測量、河川水位・流速測定
- <調査頻度> 横断測量は1回、河川水位・流速測定は(2)の調査時に毎回実施。

↓ 長期的水位低下により移動阻害が発生することが明らかになれば・・・

(3) アユ、ビワマスの調査

流入河川の河口部の移動阻害とアユ、ビワマスの関係把握

アユ、ビワマスの産卵数や資源量と琵琶湖の長期的水位低下に伴う移動阻害との関係を把握する必要があるが、現時点では、アユ、ビワマス等のデータは滋賀県水産課による漁獲量および滋賀県水産試験場によるコアユ調査等の資料調査を想定している。

(2)で明らかになった問題の内容によって、必要に応じた現地調査を実施する。

貝類・底生動物について

【現時点で不足している情報】

今後、長期的な水位低下は頻発化が予想されることから、長期的な水位低下の頻発により、浅場の貝類等底生動物に影響が現れてくるかどうかを把握するため、モニタリングを継続する必要がある。



【具体的方法(案)】

底生動物調査

琵琶湖水位と底生動物との関係の把握

調査地点

抽水植物湖岸（水位低下の影響を大きく受ける可能性がある）、
岩石湖岸（水位低下の影響を大きく受ける可能性がある種が生息）
ほか

調査方法

代表測線において、異なる標高で底生動物を定量採取する。

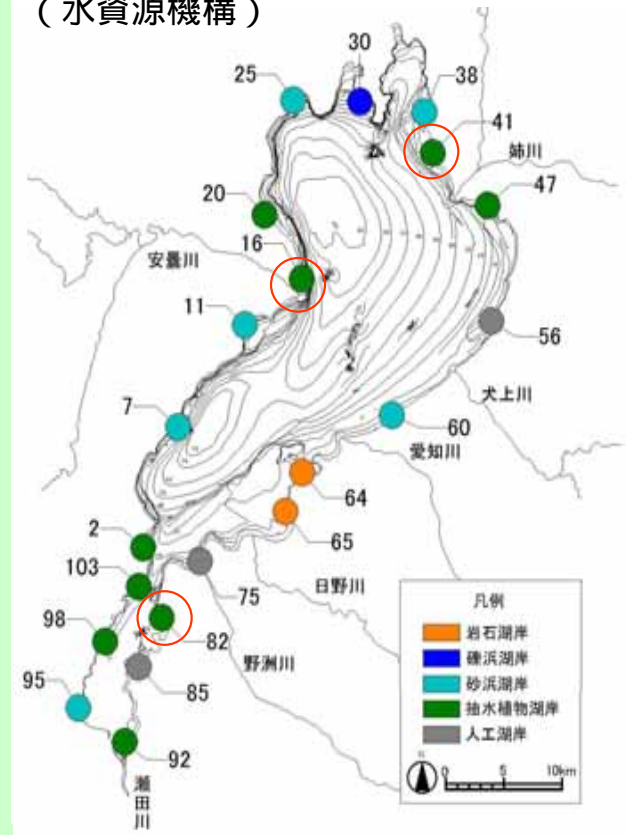
調査時期

底生動物が多く出現する夏季。

平成10年度以降は定量的なモニタリングが実施されていることから、
現行のモニタリングと同様の調査を継続し、水位低下が連続した場合に、
底生動物に変化がみられるかどうかについて検討する。

現行のモニタリング調査は水資源機構が実施しており、今後も同様の
調査内容で継続される計画であるため、水資源機構のデータを活用する
ことを想定している。

現行のモニタリング調査地点
(水資源機構)



：毎年実施
その他：5～6年に1回実施

ヨシ帯に依存する魚類等への影響について

【現時点で不足している情報】

水位とヨシ帯の冠水・干出の関係について、より精度の高い情報が必要。



ヨシ帯を測量し、琵琶湖全域における琵琶湖水位ごとのヨシ帯冠水距離(奥行き)を算出する。

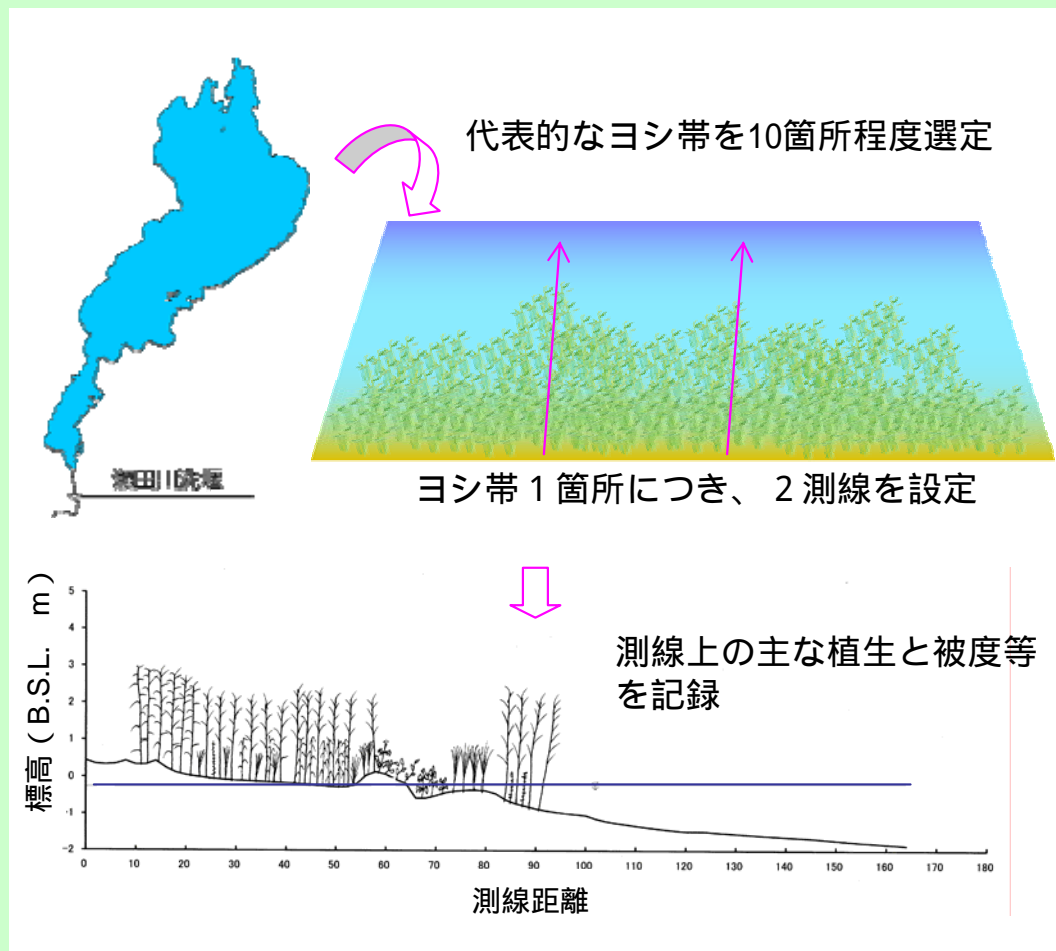
【具体的方法(案)】

琵琶湖湖岸におけるヨシ帯の分布情報を収集し、代表的な地点(天然、人工のヨシ帯を含む)を10箇所程度抽出する。抽出にあたっては、多様な縁辺部標高を含むよう、湖岸が湾入した場所と、沖に面した場所を含むように留意する。また、既往情報より低い地盤にまとまったヨシ帯が存在する可能性がある場所があれば選定する。

抽出した各地点につき横断方向(岸沖方向)に2測線を設け、ヨシ帯内の地盤高を測量する。

測線上では、2mピッチで植被率と主な植生、底質性状、埋没深を記録する。

既往の調査測線とあわせ、琵琶湖水位とヨシ帯の冠水距離(奥行き)を算出する。



【調査地点配置(案)】

湖西

既往調査地点 × 3
(饗庭、針江、勝野)

【測線調査実施想定地点】
天然 × 1箇所程度
人工 × 1箇所程度

湖北 既往調査地点 × 2
(延勝寺)



湖東 既往調査地点 × 1
(津田)

【測線調査実施想定地点】
天然 × 1箇所程度
人工 × 2箇所程度

南湖西岸

既往調査地点 × 1
(雄琴)

【測線調査実施想定地点】
天然 × 2箇所程度

南湖東岸

既往調査地点 × 2
(木浜、新浜)

【測線調査実施想定地点】
天然 × 1箇所程度
人工 × 2箇所程度

- 保護地区
(特に優れたヨシ群落で生態系からも重要な地域)
- 保全地域
(相当規模のヨシ群落を有する地域)
- 普通地域
(保全区域のうち上記以外の地域)