

中環審第 1312 号

令和 6 年 4 月 18 日

環境大臣

伊藤 信太郎 殿

中央環境審議会

会長 高村 ゆかり

( 公 印 省 略 )

底層溶存酸素量に係る環境基準の水域類型の指定について（第 3 次答申）

平成 29 年 10 月 23 日付け諮問第 470 号により中央環境審議会に対してなされた「底層溶存酸素量に係る環境基準の水域類型の指定について（諮問）」については、別添のとおりとすることが適当であるとの結論を得たので、答申する。

別添

底層溶存酸素量に係る  
環境基準の水域類型の指定について  
( 第 3 次 答 申 )

令和6年4月

中央環境審議会

## 1. はじめに

環境基本法に基づく水質汚濁に係る環境基準のうち、生活環境の保全に関する環境基準（生活環境項目環境基準）は昭和46年に設定され、現在湖沼では9項目、海域では10項目が定められている。底層溶存酸素量については、「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。以下「平成27年答申」という。）を受け、平成28年3月に生活環境項目環境基準に位置付けられた。

平成27年答申において底層溶存酸素量に関する類型指定の方向性並びに監視及び評価方法に関する基本的な事項が示され、その後、平成28年に、底層溶存酸素量に関する評価方法等について中央環境審議会水環境部会生活環境項目環境基準専門委員会において審議した結果が、平成28年11月の中央環境審議会水環境部会に「底層溶存酸素量及び沿岸透明度の評価方法等について」として報告された。

その後、中央環境審議会水環境・土壌農薬部会に底層溶存酸素量類型指定専門委員会が設置され、令和3年7月に中央環境審議会より、水域類型指定の基本的事項及び国が類型指定を行う水域のうち東京湾及び琵琶湖の水域類型の指定についてまとめた「底層溶存酸素量に関する環境基準の水域類型の指定について（答申）」（令和3年7月中央環境審議会。以下「令和3年答申」という。）、続いて令和4年10月の伊勢湾及び大阪湾の水域類型の指定についてまとめた「底層溶存酸素量に関する環境基準の水域類型の指定について（第2次答申）」（令和4年10月中央環境審議会。以下「令和4年答申」という。）による答申がなされた。

本報告は、令和3年答申、令和4年答申に引き続き、国が類型指定を行う水域<sup>※1</sup>のうち、利根川水系の常陸利根川（常陸利根川（全域））、利根川水系の北浦（北浦（全域（鰯川を含む。））、利根川水系の霞ヶ浦（霞ヶ浦（全域））の水域類型の指定について検討を行ったので、ここに報告する。

なお、各水域は利根川水系の常陸利根川（常陸利根川（全域））は常陸利根川、利根川水系の北浦（北浦（全域（鰯川を含む。））は北浦、利根川水系の霞ヶ浦（霞ヶ浦（全域））は霞ヶ浦という。

※1：「環境基準に係る水域及び地域の指定の事務に関する政令」（平成5年政令第371号）及び河川及び湖沼が該当する水質汚濁に係る環境基準の水域類型の指定に関する件」（平成21年環境省告示第14号）

## 2. 常陸利根川、北浦、霞ヶ浦における水域類型の指定について

常陸利根川、北浦、霞ヶ浦の水域類型の指定について、各水域別の検討結果は以下のとおりである。

### 1) 保全対象種の観点・水域の特徴の観点

#### ア) 水域特性の情報整理

##### i) 既存の類型指定に関する情報

##### ii) 水質の状況

- ・アオコの発生状況
- ・水質測定結果
- ・排出負荷量
- ・底層溶存酸素量の分布

##### iii) 底質の状況

- ・底質の種類

##### iv) 水域の構造等に関する情報

- ・湖底の地形（水深）
- ・水流
- ・干拓の変遷

##### v) 水域の利用に関する情報

- ・港湾施設
- ・水浴場
- ・国立公園区域

##### vi) 水生植物の存在状況

##### vii) 水産等に関する情報

- ・漁獲量の経年変化
- ・保護水面及び禁止区域の設定状況
- ・主要水産物の漁場
- ・霞ヶ浦の利水状況
- ・工業用水の取水口位置
- ・植物プランクトン量



イ) 水生生物の生息状況等の把握

既存資料の収集や地域関係者へのヒアリング等により、幅広く水生生物の状況を把握した結果、常陸利根川、北浦、霞ヶ浦に生息する水生生物は、魚類 81 分類群、甲殻類 10 種、軟体動物のうち、巻貝類が 43 種、二枚貝類が 23 種の計 157 分類群であった。

ロ) 生態特性を考慮した検討対象種の抽出

上記イ)の種のうち、令和 3 年答申の表 1「検討対象種設定のための生態特性」に該当する検討対象種は、魚類 36 分類群、甲殻類 5 種、軟体動物（貝類）13 種とした。

ハ) 保全対象種の設定

保全対象種として相応しいかどうかについて、以下の判断項目に基づき、地域関係者の様々な意見を踏まえ、表 1 に示す種を常陸利根川、北浦、霞ヶ浦における保全対象種と設定した。

- ・当該水域に関する計画等で保全を図るべき種として掲げられている種
- ・霞ヶ浦<sup>※1</sup>において貧酸素化する時期（5－10 月）に再生産を行う種
- ・霞ヶ浦<sup>※1</sup>において貧酸素の影響を受けているという知見が存在する種
- ・主要な漁獲対象種
- ・地域の食文化からみて重要な種
- ・親水性（釣り等）の観点からみて重要な種
- ・物質循環の保全（水質浄化）において重要な種
- ・地域関係者が必要としている種

※1：ここでは常陸利根川、北浦、霞ヶ浦の 3 水域をまとめて「霞ヶ浦」と表記している。

表 1 常陸利根川、北浦、霞ヶ浦における保全対象種

分類群	保全対象種	判断項目							地域関係者が必要としている	満たした判断項目の数(①～⑦の判断項目を対象とする)	保全対象種に選定	総合評価
		計画等	貧酸素影響の受けやすさ		水産利用、地域の食文化、親水利用			その他の事項				
		①計画等で保全を図るべき種とされている	②霞ヶ浦において、貧酸素化が著しい時期(5-10月)に再生産を行う	③霞ヶ浦において貧酸素の影響を受けている	④主要な漁獲対象種	⑤地域の食文化からみて重要	⑥親水性からみて重要	⑦物質循環の保全(水質浄化)において重要				
魚類	ニホンウナギ			●	●	●	●		○	4	○	4個以上の判断項目に適合することから保全対象種に選定した。
	コイ		●	●	●	●	●		○	5	○	4個以上の判断項目に適合することから保全対象種に選定した。
	キンブナ		●	●	●	●	●		○	4	○	4個以上の判断項目に適合することから保全対象種に選定した。
	ギンブナ		●	●	●	●	●		○	5	○	4個以上の判断項目に適合することから保全対象種に選定した。
	アカヒレタビラ		●			●	●		○	3	○	適合する判断項目は4個に満たないが、地域関係者により保全が必要とされていることから保全対象種に選定した。
	ワカサギ			●	◎	●	●		○	4	○	4個以上の判断項目に適合することから保全対象種に選定した。
	シラウオ			●	◎	●			○	3	○	適合する判断項目は4個に満たないが、地域関係者により保全が必要とされていることから保全対象種に選定した。
	ジュズカケハゼ			●	◎	●			○	3	○	適合する判断項目は4個に満たないが、地域関係者により保全が必要とされていることから保全対象種に選定した。
	アシシロハゼ		●	●	◎	●			○	4	○	4個以上の判断項目に適合することから保全対象種に選定した。
	ヌマチチブ		●	●	◎	●			○	4	○	4個以上の判断項目に適合することから保全対象種に選定した。
	ウキゴリ			●	◎	●			○	3	○	適合する判断項目は4個に満たないが、地域関係者により保全が必要とされていることから保全対象種に選定した。
旧トウヨシノボリ類			●	◎	●			○	3	○	適合する判断項目は4個に満たないが、地域関係者により保全が必要とされていることから保全対象種に選定した。	
甲殻類	イサザアミ				●	●			○	2	○	適合する判断項目は4個に満たないが、地域関係者により保全が必要とされていることから保全対象種に選定した。
	テナガエビ			●	◎	●			○	3	○	適合する判断項目は4個に満たないが、地域関係者により保全が必要とされていることから保全対象種に選定した。
	モクズガニ				●	●			○	2	○	適合する判断項目は4個に満たないが、地域関係者により保全が必要とされていることから保全対象種に選定した。
軟体動物	イシガイ		●				●		○	2	○	適合する判断項目は4個に満たないが、地域関係者により保全が必要とされていることから保全対象種に選定した。
	ドブガイ属		●				●		○	2	○	適合する判断項目は4個に満たないが、地域関係者により保全が必要とされていることから保全対象種に選定した。

注 1) 表中の判断項目「④主要な漁獲対象種」のうち、「◎」で示している種は、「霞ヶ浦において、水産上の有用な目標種として設定している」と指摘があった種を示す。  
 2) 表中では常陸利根川、北浦、霞ヶ浦の3水域をまとめて「霞ヶ浦」と表記している。

わ) 保全対象種における底層溶存酸素量の目標値の設定

令和3年答申の「2. (2) 1) わ) 保全対象種における底層溶存酸素量の種別目標値の設定」の図2及び図3に基づき、表2に示すとおり、各保全対象種の代表種の種別目標値を設定した。

表2 保全対象種の種別目標値及び類型

種名	発育段階	設定フロー番号	種別目標値と類型	
			種別目標値	類型
ニホンウナギ	生息	①	2mg/L	生物3
	再生産	—	設定しない（再生産が海域で行われるため）	
コイ	生息	①	3mg/L	生物2
	再生産	③	3mg/L	生物2
キンブナ	生息	①	2mg/L	生物3
	再生産	③	3mg/L	生物2
ギンブナ	生息	①	2mg/L	生物3
	再生産	③	3mg/L	生物2
アカヒレタビラ	生息	①	2mg/L	生物3
	再生産	③	3mg/L	生物2
ワカサギ	生息	③	3mg/L	生物2
	再生産	③	4mg/L	生物1
シラウオ	生息	③	3mg/L	生物2
	再生産	③	4mg/L	生物1
アシンロハゼ	生息	①	2mg/L	生物3
	再生産	③	3mg/L	生物2
ヌマチチブ	生息	②	2mg/L	生物3
	再生産	③	3mg/L	生物2
ジュズカケハゼ	生息	①	2mg/L	生物3
	再生産	③	3mg/L	生物2
ウキゴリ	生息	①	2mg/L	生物3
	再生産	③	3mg/L	生物2
トウヨシノボリ類	生息	②	2mg/L	生物3
	再生産	③	3mg/L	生物2
イサザアミ	生息	①	3mg/L	生物2
	再生産	⑥	4mg/L	生物1
モクスガニ	生息	①	2mg/L	生物3
	再生産	—	設定しない（再生産が海域で行われるため）	
テナガエビ	生息	⑤	3mg/L	生物2
	再生産	⑥	4mg/L	生物1
イシガイ	生息	①	2mg/L	生物3
	再生産	⑥	2mg/L	生物3
トブガイ属	生息	①	2mg/L	生物3
	再生産	⑥	2mg/L	生物3

備考：設定フロー番号は、令和3年答申の「2. (2) 1) わ) 保全対象種における底層溶存酸素量の種別目標値の設定」の図2及び図3に対応している。

か) 保全対象種の生息域及び再生産の場の設定

常陸利根川、北浦、霞ヶ浦の保全対象種の生息域及び再生産の場は、各保全対象種の生態特性（生息又は再生産に適した水深、底質（泥、砂、礫等））に係る知見、地域関係者からの情報を踏まえて設定した。

き) 保全対象範囲の重ね合わせ

保全対象種 17 種の生息域及び再生産の場を重ね合わせた保全対象範囲は図 1 に示すとおりである。重ね合わせの前の各保全対象種の保全対象範囲は資料編のとおりである。

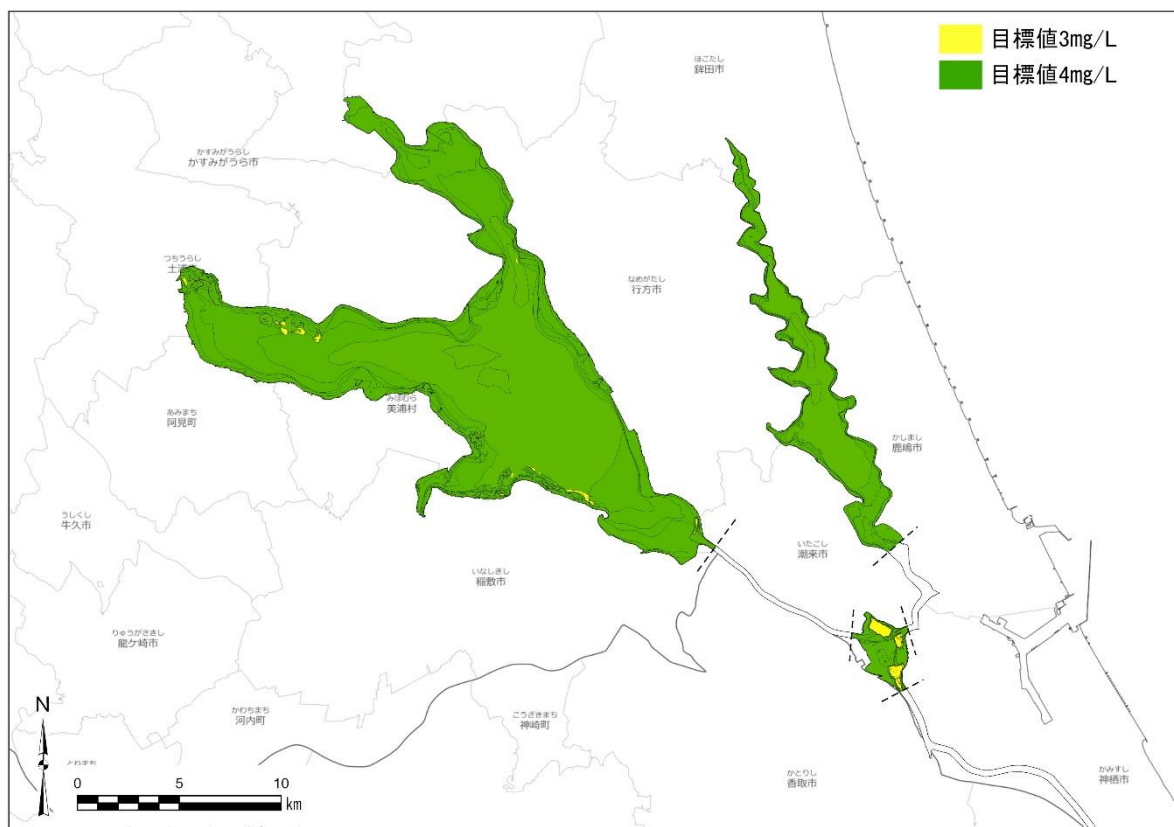


図 1 常陸利根川、北浦、霞ヶ浦の保全対象範囲の重ね合わせ

## ク) 水域の特徴に関する考慮事項

### i) 底層溶存酸素量の状況

底層溶存酸素量について、昭和 52 年度から現在にかけて、年間最低値が 4mg/L 未満になる年度があるものの、常に 4mg/L 未満になる調査地点はない。

過去の底層溶存酸素量の状況について、水質が良い状況（例えば、COD が低い）の時期の測定結果はない。

北浦、霞ヶ浦の水深 5m 以深では、6 月～9 月において底層溶存酸素量が減少する時期には、風速が弱い時に日成層が形成されやすい特性があるが、風速が強くなると、底層溶存酸素量に回復傾向がみられた。

### ii) 底生生物の状況

底層溶存酸素量の状況から推定すると、底生生物への影響が局所的及び限定的であると考えられることから、無生物域を解消する範囲は設定しない。

### iii) 水の交換が悪い水域

常陸利根川、北浦、霞ヶ浦において、埋立てや漁港等の施設により閉鎖的で水の交換が悪いと推測される水域は局所的に存在する。しかし、既存の環境基準の類型指定では局所的に類型指定している水域は設定されていないことから、底層溶存酸素量においても局所的な類型指定の設定はしない。

常陸利根川、北浦、霞ヶ浦では、底層が構造上貧酸素化しやすくなっている範囲であって、その利水等の目的で、水生生物が生息できる場の保全・再生を図る必要がないと判断される範囲は存在していないと考え、この観点からの設定除外範囲は設定されない。

## 2) 類型指定の検討結果

「2-1 1)キ)保全対象範囲の重ね合わせ」の検討結果と「2-1 1)ク)水域の特徴に関する考慮事項」の情報に基づいて、常陸利根川、北浦、霞ヶ浦の類型指定を検討した結果を図 3 に示す。類型指定の考え方は以下のとおりである。

地域関係者及び有識者の意見を聴く中で、水深の深い水域は浅い水域と比べ、底層溶存酸素量が低下する傾向があるものの、こうした水域の特徴が考慮されていないこと、また基準達成の現実性の観点から、霞ヶ浦全域を生物 1 類型で指定することには反対の意見があった。しかし、6 月～9 月において底層溶存酸素量が減少する時期では風速が弱い時に日成層が形成されやすい特性があるものの、風速が強くなると底層溶存酸素量に回復傾向がみられたことから、溶存酸素量は、水温の鉛直分布と風速の変化によるが、常に低くなるわけではなく、また、過去の水質が良い時期の底層溶存酸素量の測定結果がなく水域の特徴の考慮が現時点で技術的に困難である。このため、底層溶存酸素量が水生生物の生息環境や再生産の場の保全のために新たに導入した基準であることに鑑み、類型指定（案）の設定では水域の特徴に関する観点からの特別な考慮は行わず、霞ヶ浦全域を生物 1 類型で指定することとした。

今後、霞ヶ浦の水環境改善に向けて、現時点で考慮していない霞ヶ浦の水域の特徴に関する調査、研究を含め必要な対策を検討、推進することが求められる。

### 【常陸利根川】

対象水域は、保全対象範囲の重ね合わせ結果において局所的に生物 2 類型が存在するものの、他の水域は生物 1 類型であることから、目標値の類型（生物 1 類型）とする。

### 【北浦】

対象水域は、保全対象範囲の重ね合わせの結果、おおむね生物 1 類型であること、その中に生物 2 類型が存在しているが一体の水域として保全を図ることが適切であることから、まとめて高い側の目標値の類型（生物 1 類型）とする。

### 【霞ヶ浦】

対象水域は、保全対象範囲の重ね合わせの結果、おおむね生物 1 類型であること、その中に生物 2 類型が存在しているが一体の水域として保全を図ることが適切であることから、まとめて高い側の目標値の類型（生物 1 類型）とする。

また、霞ヶ浦と常陸利根川にかけての水域、北浦と常陸利根川にかけての鰯川及び常陸利根川から波崎（補助点）にかけての水域は、水深が複雑であるが、常陸利根川、北浦、霞ヶ浦との水域の連続性から生物 1 類型とする。



底層溶存酸素量に関する霞ヶ浦（西浦・北浦・常陸利根川）の  
類型指定検討結果

－ 目 次 －

1. 保全対象種の観点・水域の特徴の観点	1
1.1 水域特性の情報整理	1
1.1.1 既存の類型指定に関する情報	1
(1) 水域区分及び環境基準点	1
(2) 類型指定時の設定根拠と利用目的	2
(3) 類型指定時から変化していると考えられる場合の現在の水域の利用目的	4
1.1.2 水質の状況	5
(1) アオコの発生状況	5
(2) 水質測定結果	7
(3) 排出負荷量	26
(4) 底層溶存酸素量の分布	29
1.1.3 底質の状況	54
1.1.4 水域の構造等に関する情報	55
(1) 湖底の地形（水深）	55
(2) 水流	56
(3) 干拓の変遷	57
1.1.5 水域の利用に関する情報	58
(1) 港湾施設	58
(2) 水浴場	61
(3) 国立公園区域	61
1.1.6 水生植物の存在状況	62
1.1.7 水産等に関する情報	62
(1) 漁獲量の経年変化	62
(2) 保護水面及び禁止区域の設定状況	64
(3) 主要水産物の漁場	65
(4) 霞ヶ浦の利水状況	65
(5) 工業用水の取水口位置	66
(6) 植物プランクトン量	67
1.2 水生生物の生息状況等の把握	69
1.3 生態特性を考慮した検討対象種の抽出（霞ヶ浦）	73
1.4 保全対象種の設定	75
1.5 保全対象種における底層溶存酸素量の目標値の設定	88
1.5.1 保全対象種の目標値の設定	88



(1)	ニホンウナギ	91
(2)	コイ	91
(3)	キンブナ	91
(4)	ギンブナ	91
(5)	アカヒレタビラ	91
(6)	ワカサギ	91
(7)	シラウオ	92
(8)	アシシロハゼ	92
(9)	ヌマチチブ	92
(10)	ジュズカケハゼ	93
(11)	ウキゴリ	93
(12)	トウヨシノボリ類	94
(13)	イサザアミ	94
(14)	モクズガニ	94
(15)	テナガエビ	95
(16)	イシガイ	95
(17)	ドブガイ属	96
1.5.2	霞ヶ浦に生息する底生動物の貧酸素耐性 (参考)	101
1.6	保全対象種の生息域及び再生産の場の設定	110
(1)	ニホンウナギ	112
(2)	コイ	113
(3)	キンブナ	114
(4)	ギンブナ	115
(5)	アカヒレタビラ	116
(6)	ワカサギ	117
(7)	シラウオ	118
(8)	アシシロハゼ	119
(9)	ヌマチチブ	120
(10)	ジュズカケハゼ	121
(11)	ウキゴリ	122
(12)	トウヨシノボリ類	123
(13)	イサザアミ	124
(14)	モクズガニ	125
(15)	テナガエビ	126
(16)	イシガイ	127
(17)	ドブガイ属	128
1.7	保全対象範囲の重ね合わせ	129
2.	水域の特徴に関する考慮事項	130

2.1 底層溶存酸素量の状況.....	130
2.2 底生生物の状況(生物3類型(2mg/L以上)のうち無生物域を解消する範囲について) .....	131
2.3 水の交換が悪い範囲等について.....	131
3. 霞ヶ浦(西浦・北浦・常陸利根川)の類型指定の設定結果(案).....	132
4. 参考資料.....	135
4.1 霞ヶ浦(西浦・北浦・常陸利根川)の水質に関する主な法令、対策、計画等の変遷	135
4.2 霞ヶ浦における湖沼水質保全対策.....	136
4.3 湖沼における水質改善対策.....	138



# 1. 保全対象種の観点・水域の特徴の観点

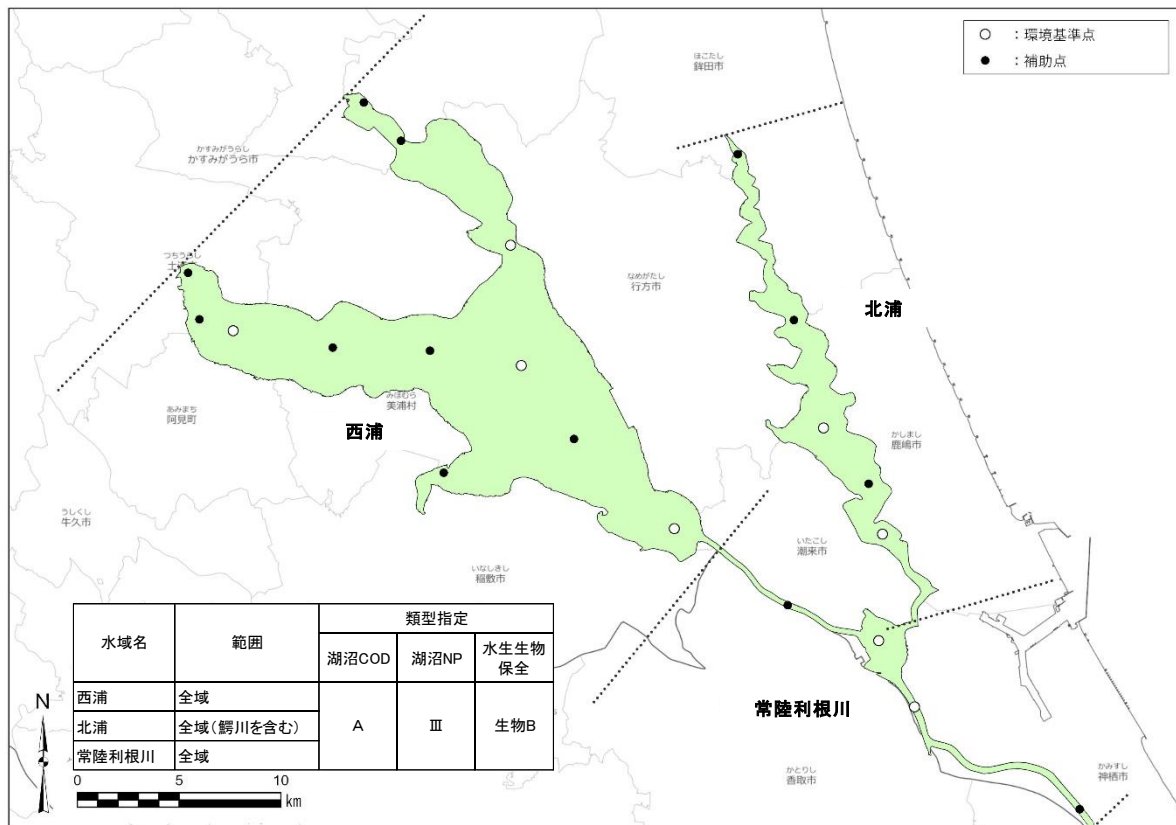
## 1.1 水域特性の情報整理

### 1.1.1 既存の類型指定に関する情報

#### (1) 水域区分及び環境基準点

霞ヶ浦（西浦・北浦・常陸利根川）において「4. 参考資料 4.1」のとおり既存の環境基準の類型を指定しており、類型指定区域区分及び環境基準点は図 1.1 に示すとおりである。

なお、霞ヶ浦における COD 等の環境基準点と全窒素・全燐の環境基準点は同じである。



資料：環境省水・大気環境局水環境課 水生生物の保全に係る環境基準の類型指定について(第2次報告案) 別紙2 付属資料(9) 平成20年2月より作成<sup>1)</sup>

図 1.1 水質汚濁に係る環境基準の類型指定状況 (COD、全窒素、全燐、水生生物保全)

## (2) 類型指定時の設定根拠と利用目的

霞ヶ浦における COD 等の環境基準の類型別利用目的の適応性と設定根拠は表 1.1 に、全窒素・全燐における環境基準の類型別利用目的の適応性と設定根拠は表 1.2 に、水生生物の保全に係る水質環境基準の類型指定の適応性と設定根拠は表 1.3 に示すとおりである。

表 1.1 COD における環境基準の類型別利用目的の適応性と設定根拠

類型	利用目的の適応性	霞ヶ浦における類型設定根拠
AA	水道 1 級 水産 1 級 自然環境保全 及び A 以下の欄に掲げるもの	該当なし
A	水道 2、3 級 水産 2 級 水浴 及び B 以下の欄に掲げるもの	<p>基本的な考え方</p> <p>西浦、北浦はその利用目的から湖沼 A の水質が要求される。現状水質をみると COD 値 3.5～4.9mg/L (昭和 46 年 9 月～47 年 3 月の調査結果) となっている。</p> <p>汚濁負荷量は現在の上乗せ条例による規制 (昭和 47 年 1 月 1 日施行) 及び畜舎排水の規制 (県の上乗せ規制) により、昭和 50 年には西浦水域において約 2 割減、北浦水域では現状維持となる。</p> <p>したがって、昭和 50 年における予想水質は西浦水域では 3.4mg/L、北浦水域で 4.3mg/L となり、湖沼 A (COD 値 3mg/L) を満足するためには、西浦で 14%、北浦で 34% の負荷の削減が必要となる。</p> <p>このような状況から工場排水等についてはより厳しい排水の規制及び下水道整備の促進等の施策を講ずることにより、達成することとする。</p>
B	水産 3 級 工業用水 1 級 農業用水 及び C の欄に掲げるもの	該当なし
C	工業用水 2 級 環境保全	該当なし

注) COD 等の利用目的の適応性の内容は以下のとおりである。

1. 自然環境保全：自然探勝等の環境保全
2. 水道 1 級：ろ過等による簡易な浄水操作を行うもの  
水道 2、3 級：沈殿ろ過等による通常の浄水操作、又は、前処理等を伴う高度の浄水操作を行うもの
3. 水産 1 級：ヒメマス等貧栄養湖型の水域の水産生物用並びに水産 2 級及び水産 3 級の水産生物用  
水産 2 級：サケ科魚類及びアユ等貧栄養湖型の水域の水産生物用並びに水産 3 級の水産生物用  
水産 3 級：コイ、フナ等富栄養湖型の水域の水産生物用
4. 工業用水 1 級：沈殿等による通常の浄水操作を行うもの  
工業用水 2 級：薬品注入等による高度の浄水操作、又は、特殊な浄水操作を行うもの
5. 環境保全：国民の日常生活 (沿岸の遊歩等を含む。) において不快感を生じない限度
6. 常陸利根川について：常陸利根川水域については、利用目的からは河川 B (BOD 値 3mg/L) 以上の水質が要求されるが、現状水質をみると BOD 値 2.9～3.4mg/L で、ややこれを超えている。  
昭和 50 年における推定負荷量から推定される予想水質は 4.0mg/L となる。しかし、常陸利根川については、西浦、北浦の水質の影響を受けるので、西浦、北浦が湖沼 A を達成した場合には、常陸利根川も河川 A が達成し得ると推定されるので、河川 A とする。

資料：「公共用水域が該当する水質汚濁に係る環境基準の水域類型の指定にあたっての基本的考え方」昭和 47 年 9 月環境庁水質保全局<sup>2)</sup>より作成

表 1.2 全窒素・全燐における環境基準の類型別利用目的の適応性と設定根拠

類型	利用目的の適応性	霞ヶ浦における類型設定根拠
I	自然環境保全 及びII以下の欄に掲げるもの	該当なし
II	水道1、2、3級（特殊なものを除く。） 水産1種 水浴 及びIII以下の欄に掲げるもの	該当なし
III	水道3級 及びIVの欄に掲げるもの	霞ヶ浦の主たる水域利用は水道（特殊な処理を行うもの）、水産等であることから、全窒素、全りんに係る環境基準は3水域とも類型III（全窒素0.4mg/L以下、全りん0.03mg/L以下）をあてはめるものとする。 なお、西浦の現状水質は全窒素が類型Vを超え、全りんが類型IVと類型Vの間にあり、北浦、常陸利根川の水質は全窒素、全りんともに類型IVと類型Vの間にある。
IV	水産2種 及びVの欄に掲げるもの	該当なし
V	水産3種 工業用水 農業用水 環境保全	該当なし

注) 全窒素及び全燐の利用目的の適応性の内容は以下のとおりである。

1. 自然環境保全：自然探勝等の環境保全
2. 水道1級：ろ過等による簡易な浄水操作を行うもの  
水道2級：沈殿ろ過等による通常の浄水操作を行うもの  
水道3級：前処理等を伴う高度の浄水操作を行うもの（「特殊なもの」とは、臭気物質の除去が可能な特殊な浄水操作を行うものをいう。）
3. 水産1種：サケ科魚類及びアユ等の水産生物用並びに水産2種及び水産3種の水産生物用  
水産2種：ワカサギ等の水産生物用及び水産3種の水産生物用  
水産3種：コイ、フナ等の水産生物用
4. 環境保全：国民の日常生活（沿岸の遊歩等を含む。）において不快感を生じない限度

資料：「霞ヶ浦の全窒素、全りんに係る環境基準の類型指定についての考え方」環境省資料<sup>3)</sup>より作成

表 1.3 水生生物の保全に係る水質環境基準の類型指定の適応性と設定根拠

類型	水生生物の生息状況の適応性	霞ヶ浦における類型設定根拠
生物 A	イワナ、サケマス等比較的低温域を好む水生生物及びこれらの餌生物が生息する水域	該当なし
生物特 A	生物 A の水域のうち、生物 A の欄に掲げる水生生物の産卵場（繁殖場）又は幼稚仔の生育場として特に保全が必要な水域	該当なし
生物 B	コイ、フナ等比較的高温域を好む水生生物及びこれらの餌生物が生息する水域	<p>西浦、北浦及び常陸利根川については、水温分布や生息状況に係る当該区域に関する情報を踏まえると、温水性の魚介類の生息する水域と考えられる。</p> <p>西浦においては、水産資源保護法に基づく保護水面が、ワカサギを対象としてかすみがうら市及び美浦村に設定されている。そのほか、漁獲対象となる主要な魚種のうち西浦を産卵場、生育場とする魚種として、コイ、キンブナ、シラウオがあげられる。</p> <p>北浦においては、水産資源保護法に基づく保護水面が、ワカサギを対象として行方市及び鹿嶋市に設定されている。そのほか、漁獲対象となる主要な魚種のうち北浦を産卵場生育場とする魚種として、コイ、キンブナ、シラウオがあげられる。</p>
生物特 B	生物 A 又は生物 B の水域のうち、生物 B の欄に掲げる水生生物の産卵場（繁殖場）又は幼稚仔の生育場として特に保全が必要な水域	該当なし

資料：水生生物の保全に係る水質環境基準の類型指定について（第 2 次報告）（平成 20 年 6 月、中央環境審議会水環境部会 水生生物保全環境基準類型指定専門委員会）より<sup>4)</sup>作成

### （3）類型指定時から変化していると考えられる場合の現在の水域の利用目的

霞ヶ浦における現在の水域の利用目的を調べた結果、類型指定時から変化していなかった。

## 1.1.2 水質の状況

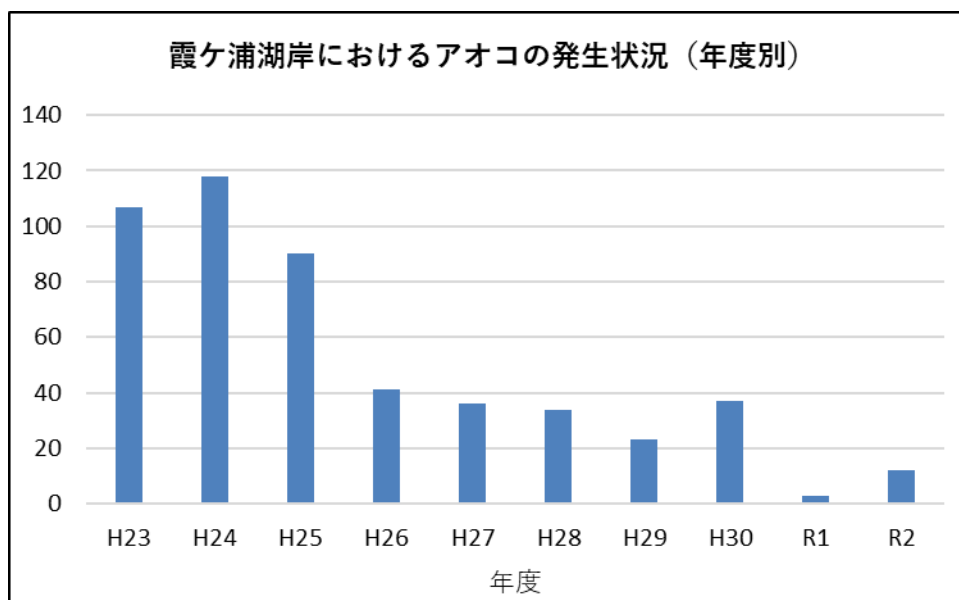
### (1) アオコの発生状況

アオコの発生状況は、表 1.4、図 1.2 及び図 1.3 に示すとおりである。経年変化を見ると平成 24 年度以降は発生回数が減少傾向にあり、平成 27 年度以降は 40 回以下、令和元年以降は 20 回以下である。月別で確認すると主に 7～8 月にかけて発生回数がピークとなっている。

表 1.4 霞ヶ浦湖岸におけるアオコの発生状況

年度	5月	6月	7月	8月	9月	10月	計
平成 23 年度	0	15	29	31	27	5	107
平成 24 年度	1	21	23	31	30	12	118
平成 25 年度	0	4	24	27	24	11	90
平成 26 年度	0	17	16	8	0	0	41
平成 27 年度	0	12	15	9	0	0	36
平成 28 年度	0	4	17	13	0	0	34
平成 29 年度	0	0	12	11	0	0	23
平成 30 年度	0	1	8	15	11	2	37
令和元年度	0	0	0	3	0	0	3
令和 2 年度	0	0	2	8	2	0	12

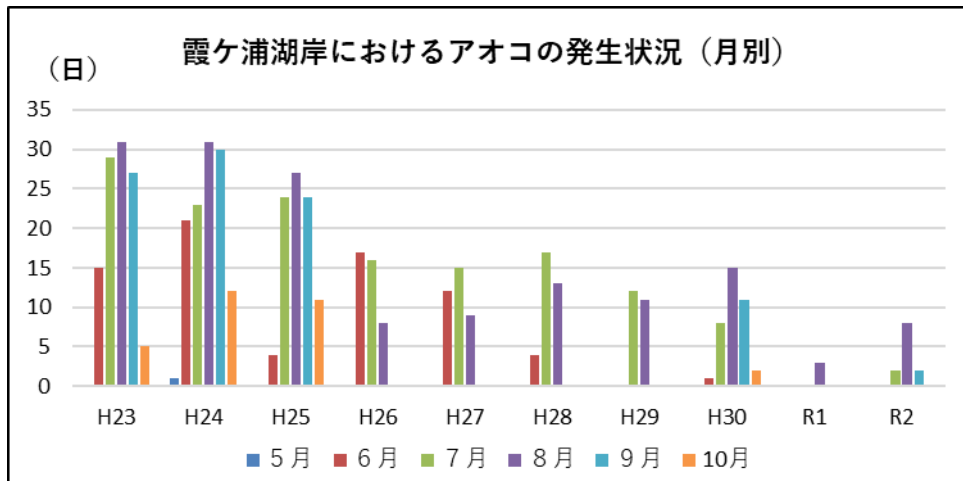
資料：「平成 30 年度のアオコ発生状況」及び「令和 3 年度のアオコ発生状況」茨城県資料<sup>5)</sup>より



資料：「平成 30 年度のアオコ発生状況」及び「令和 3 年度のアオコ発生状況」茨城県資料<sup>5)</sup>より

図 1.2 霞ヶ浦湖岸におけるアオコの発生状況（年度別）





資料：「平成 30 年度のアオコ発生状況」及び「令和 3 年度のアオコ発生状況」茨城県資料<sup>5)</sup>より

図 1.3 霞ヶ浦湖岸におけるアオコの発生状況 (月別)

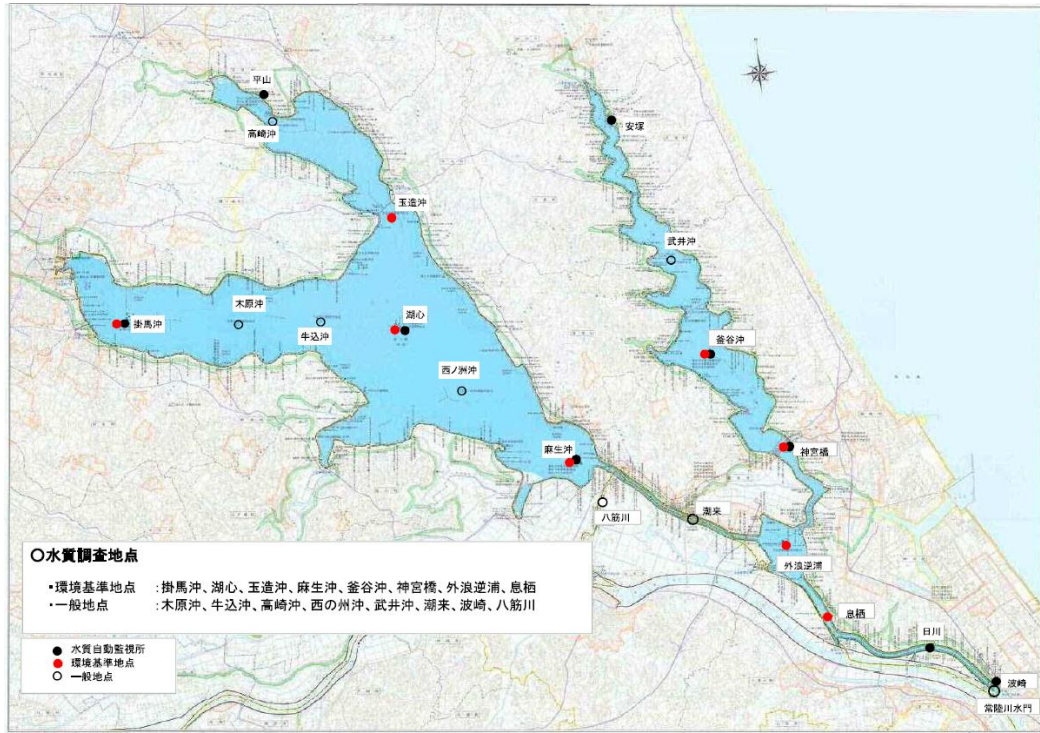
## (2) 水質測定結果

霞ヶ浦における昭和 47 年度（1972 年度）～令和 2 年度（2020 年度）の COD、全窒素及び全燐の年平均値等の経年変化はそれぞれ図 1.5～図 1.8 に、平成 30 年度（2018 年度）～令和 2 年度（2020 年度）の COD、全窒素及び全燐の月別の推移はそれぞれ図 1.9～図 1.11（測定地点：図 1.4）に示すとおりである。

環境基準についてみると、COD(75%値)、全窒素及び全燐の全ての項目が西浦、北浦及び常陸利根川の全水域において昭和 47 年度（1972 年度）～令和 2 年度（2020 年度）の期間で一度も達成できていない。

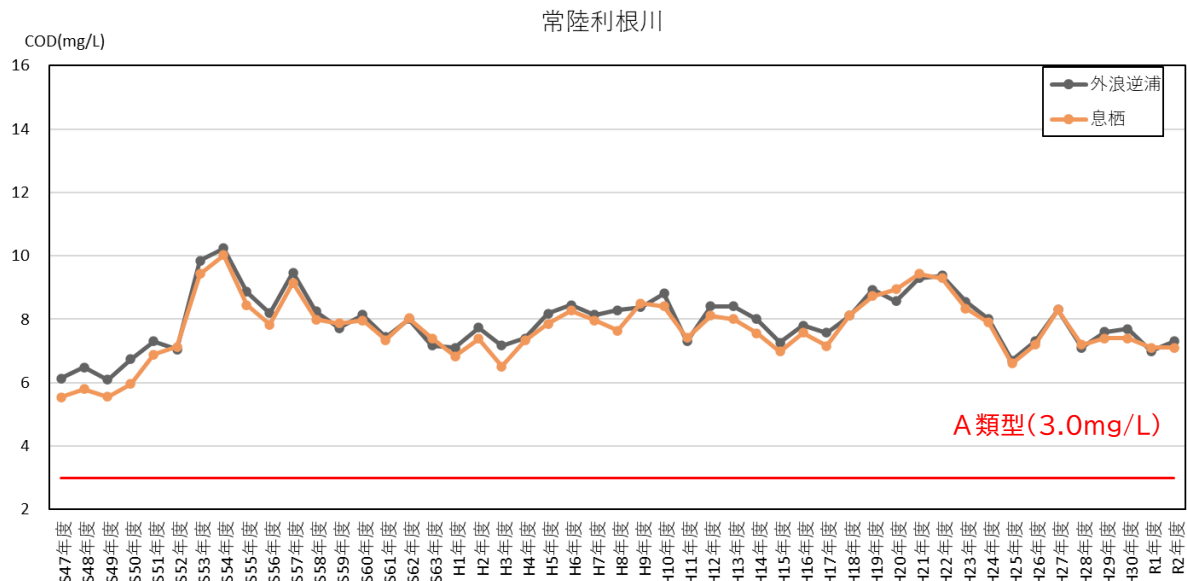
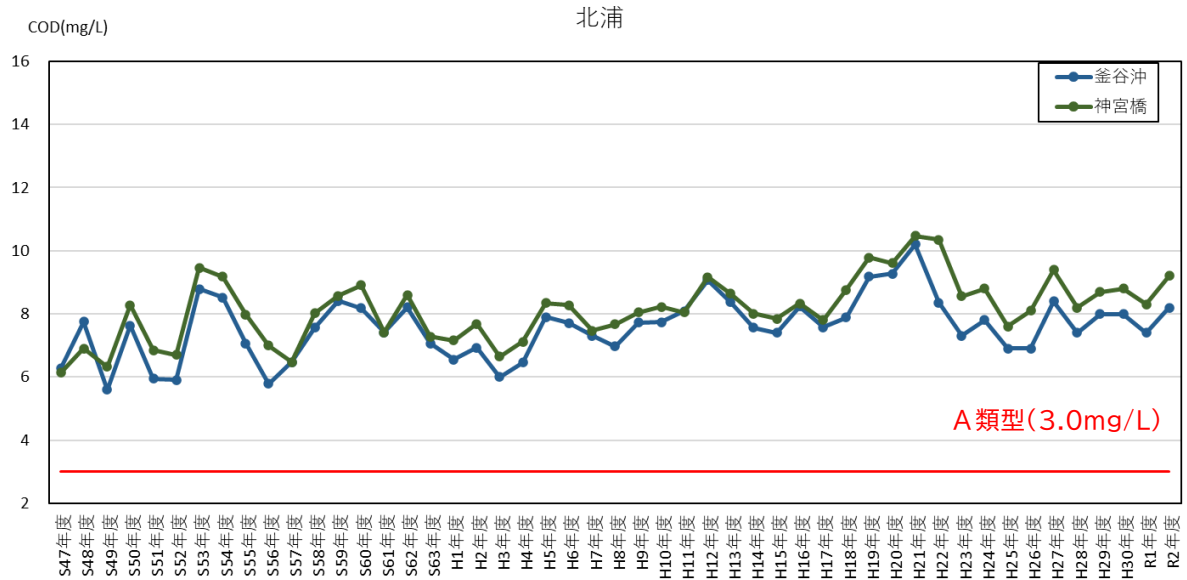
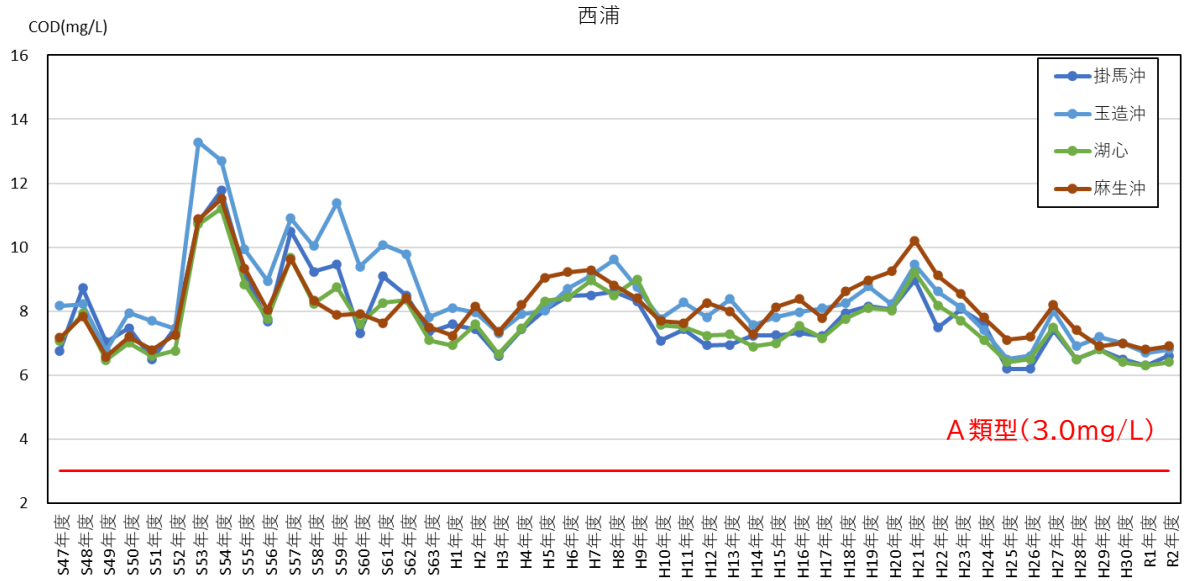
地点別の年平均値で経年変化をみると、COD（図 1.5）は、昭和 50 年度後半から 8.0mg/L 前後で推移している。近年は北浦がやや高く、常陸利根川、西浦は 7mg/L 程度で推移している。全窒素（図 1.7）については、常陸利根川は凡そ 0.6mg/L～1.0mg/L で推移している。西浦は平成 20 年度頃まで概ね横ばいで推移しているが、平成 20 年度以降、減少傾向である。北浦は平成 8 年度まで概ね横ばいで推移しているが、平成 8 年度以降、増加傾向である。全燐（図 1.8）については、西浦は昭和 60 年度以降、平成 15 年度付近まで上昇傾向にあり、その後低下傾向を示したが、平成 24 年度以降再び微増傾向で推移している。北浦は平成 20 年度まで上昇傾向でその後減少したが、平成 29 年度以降再び上昇傾向である。

平成 30 年度（2018 年度）～令和 2 年度（2020 年度）の月別の推移について、COD（図 1.9）は 5～10mg/L で推移しており大きな季節変動は見られなかった。全窒素（図 1.10）について、西浦、常陸利根川では増加・減少を繰り返しているものの概ね横ばいであるのに対し、北浦は夏季に低く、冬季に高くなる傾向がみられた。全燐（図 1.11）については、西浦、北浦及び常陸利根川の全水域において 1～9 月で増加、9 月～12 月にかけて減少する傾向がみられた。



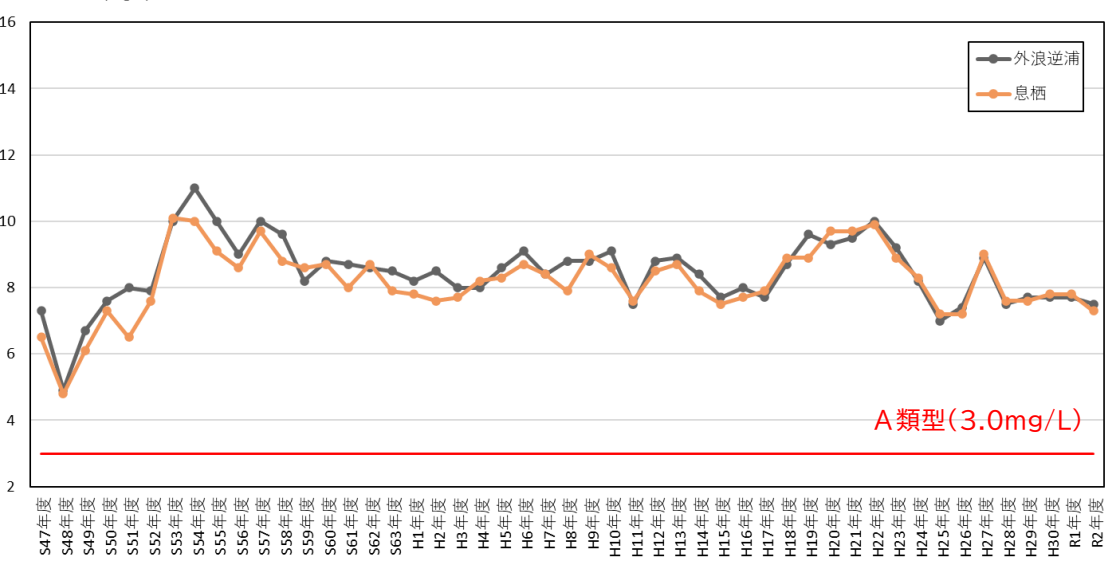
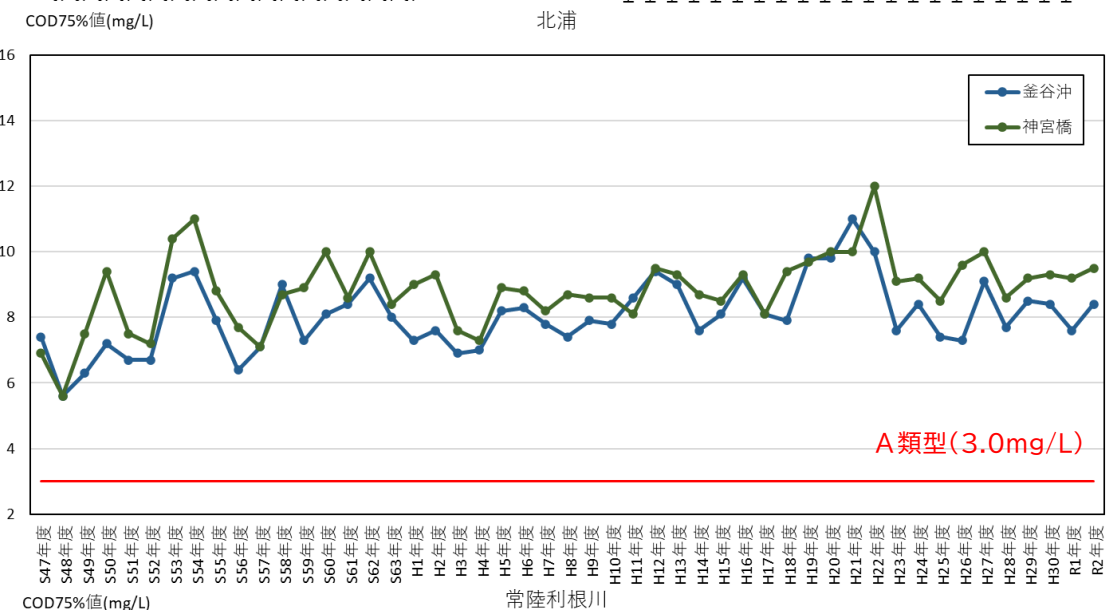
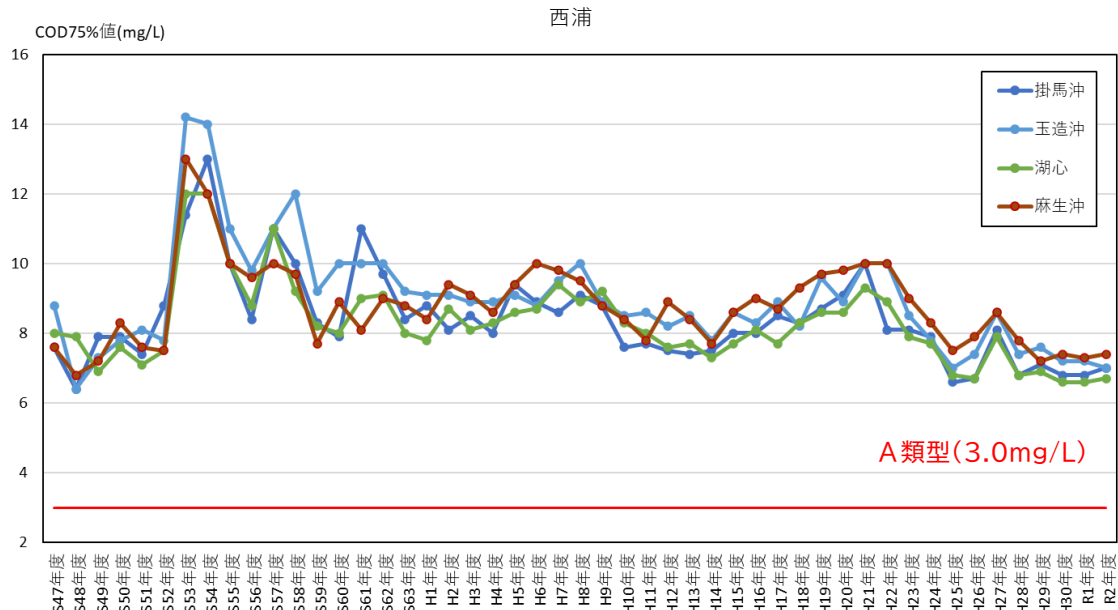
資料：国土交通省関東地方整備局霞ヶ浦河川事務所 平成 29 年度霞ヶ浦利水者懇談会 記者発表資料<sup>6)</sup>

図 1.4 霞ヶ浦における水質調査地点



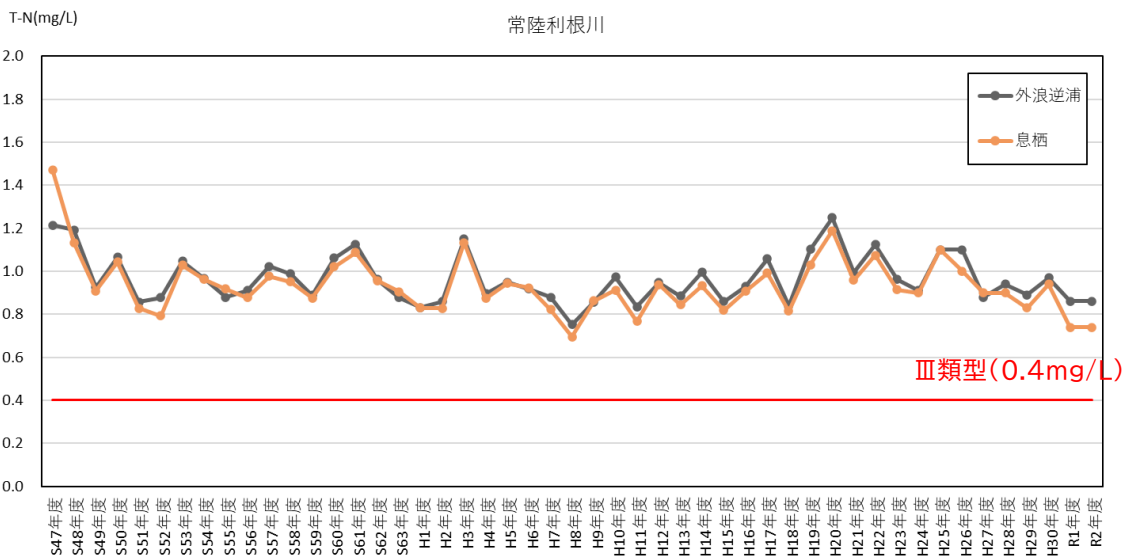
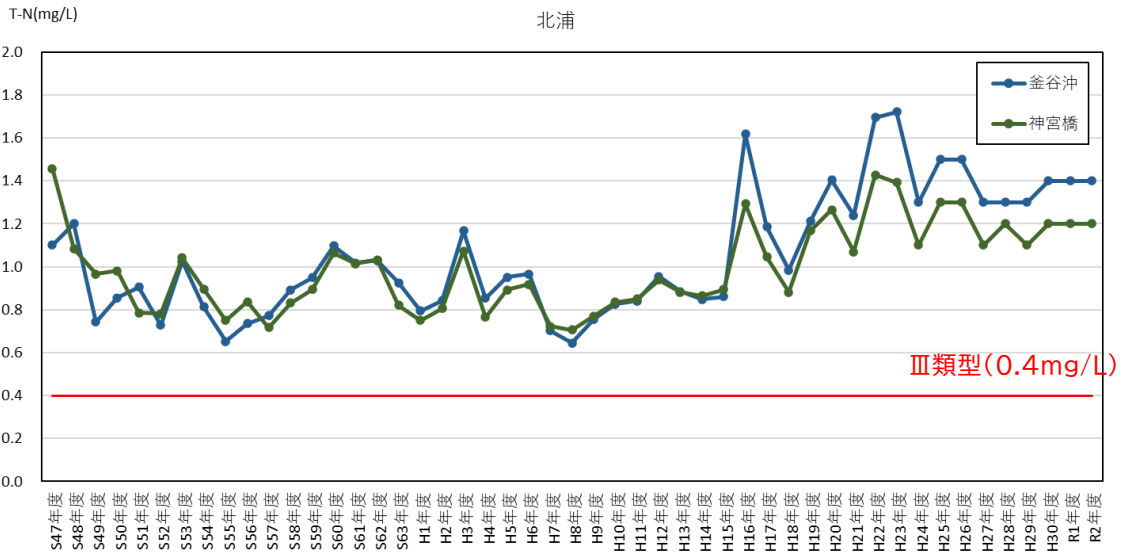
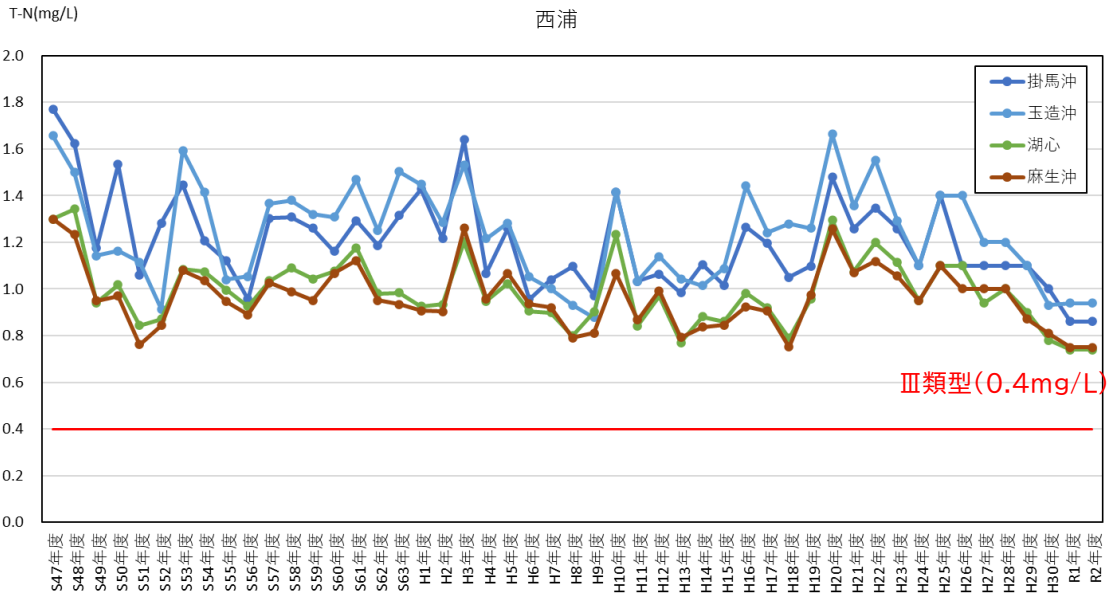
資料：茨城県 公共用水域の水質等測定結果<sup>7)</sup>より作成

図 1.5 霞ヶ浦における COD 年平均値の経年変化



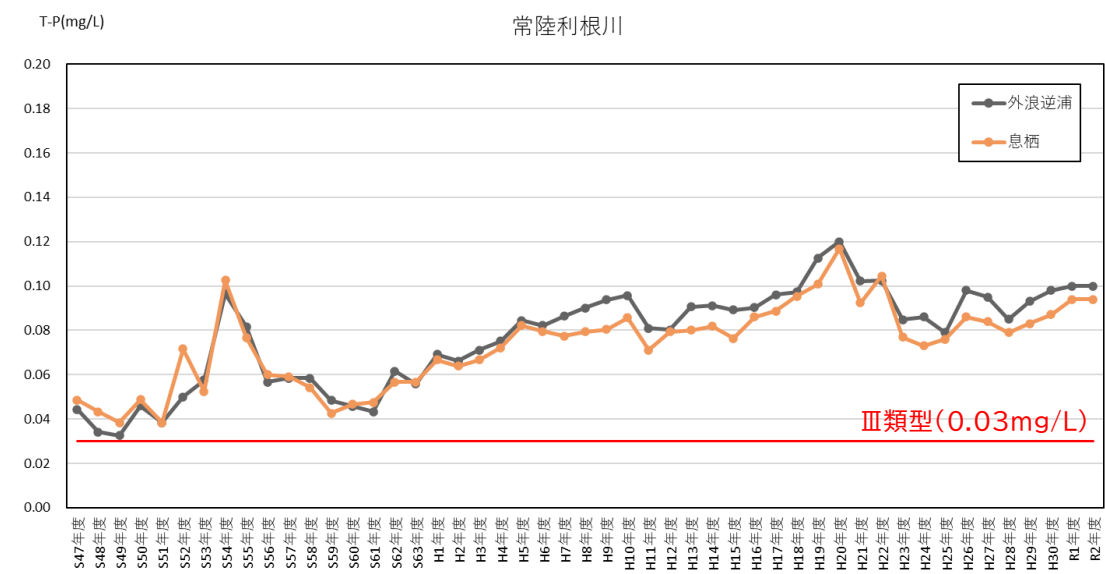
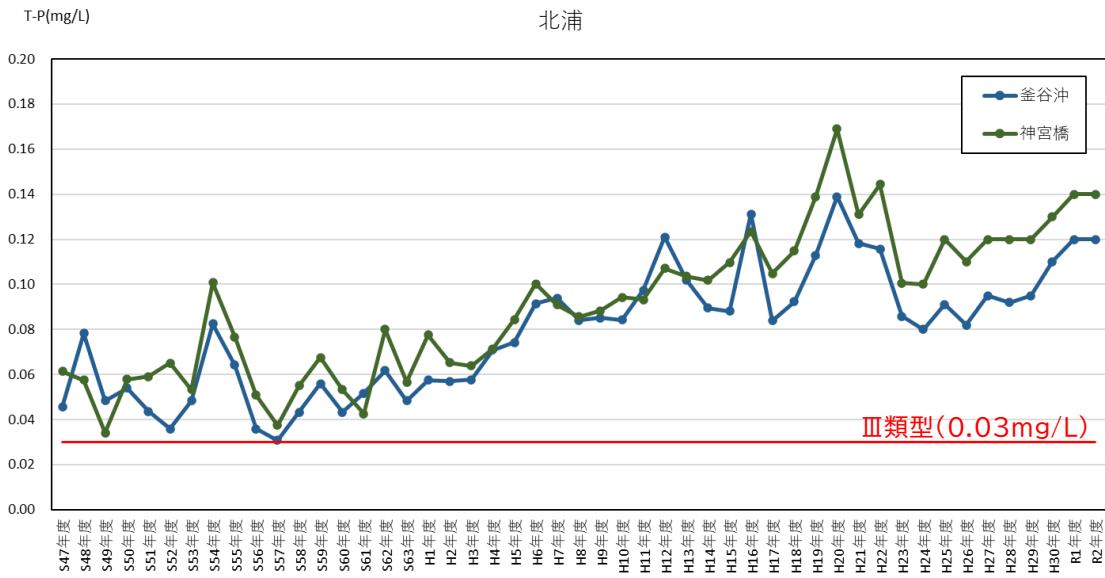
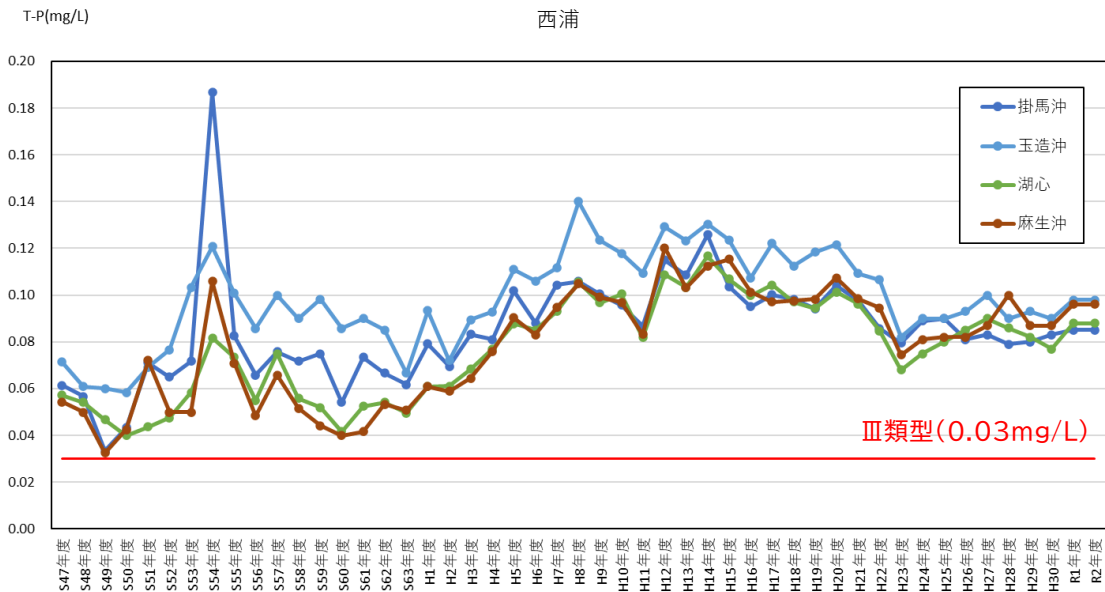
資料：茨城県 公共用水域の水質等測定結果<sup>7)</sup>より作成

図 1.6 霞ヶ浦における COD75%値の経年変化



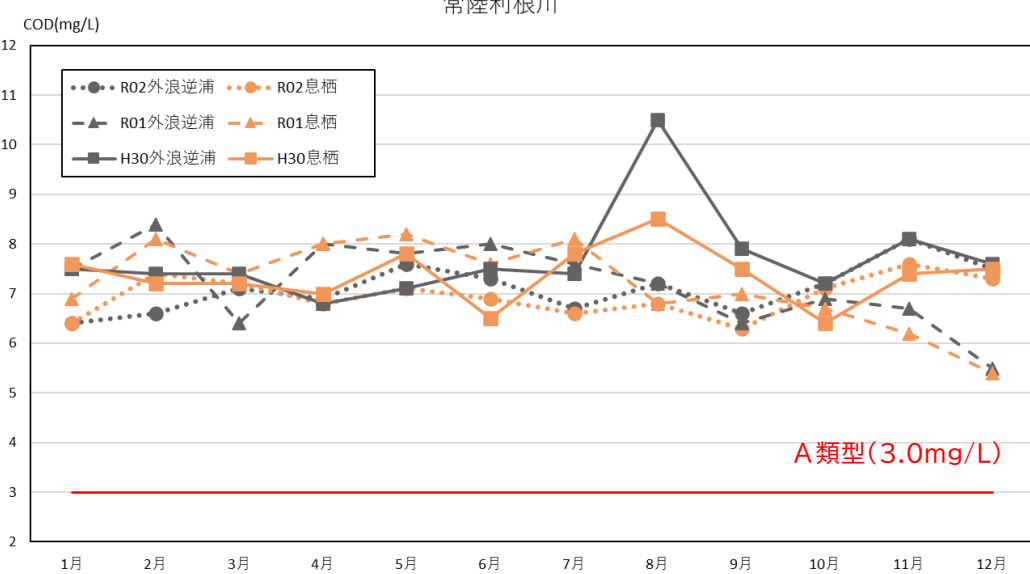
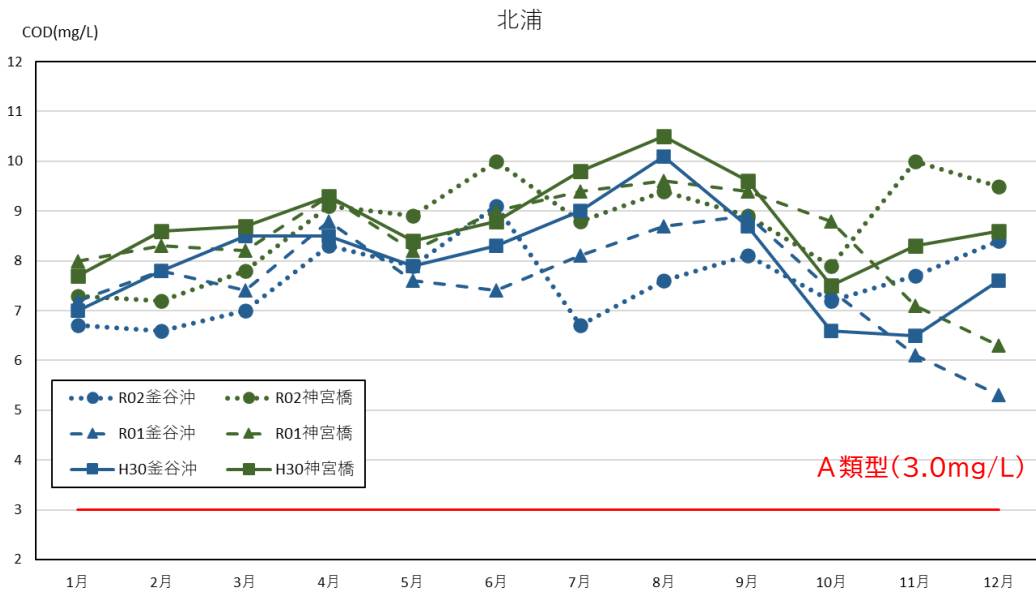
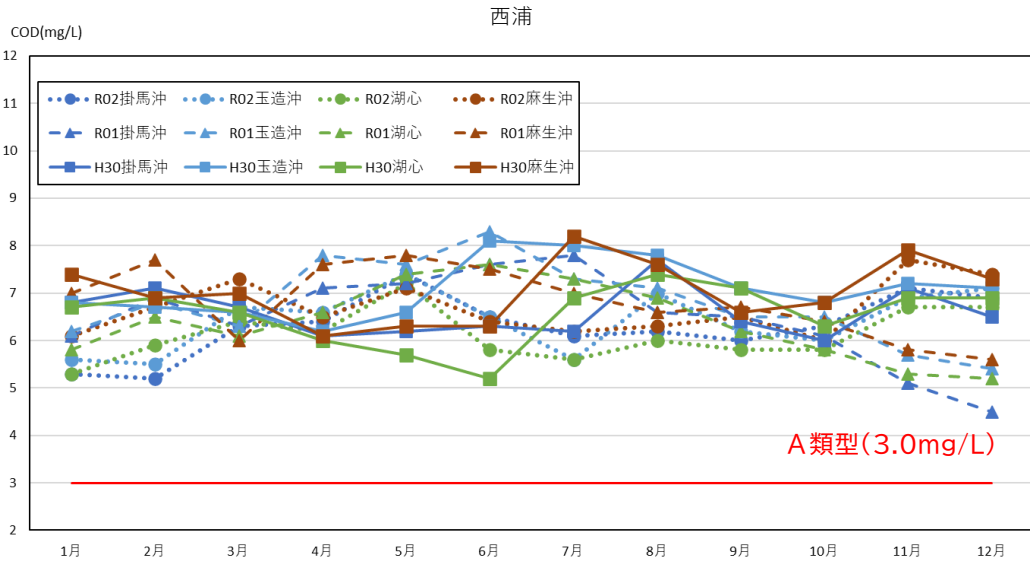
資料：茨城県 公共用水域の水質等測定結果<sup>7)</sup>より作成

図 1.7 霞ヶ浦における全窒素年平均値の経年変化



資料：茨城県 公共用水域の水質等測定結果<sup>7)</sup>より作成

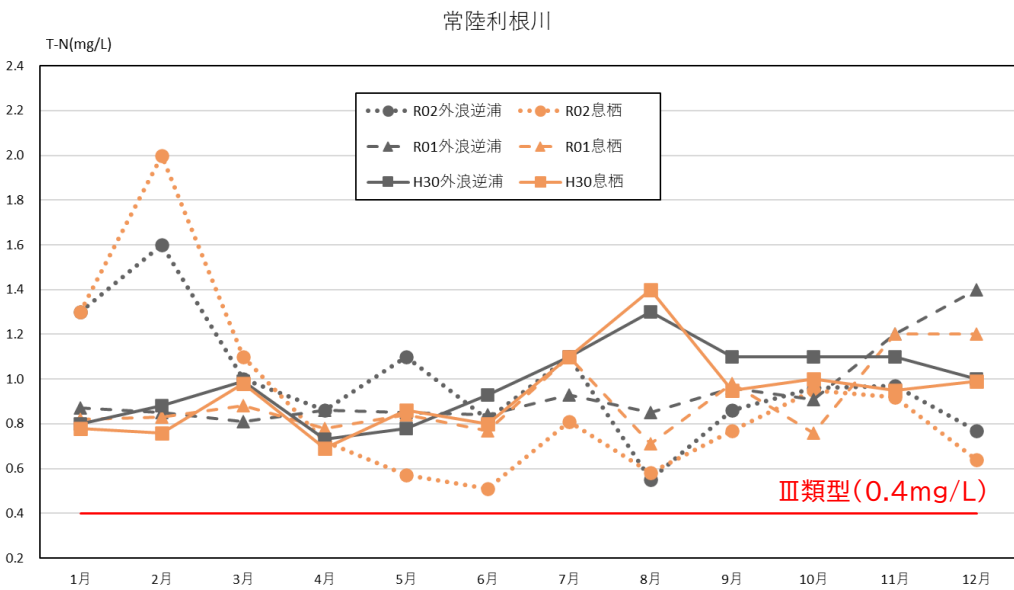
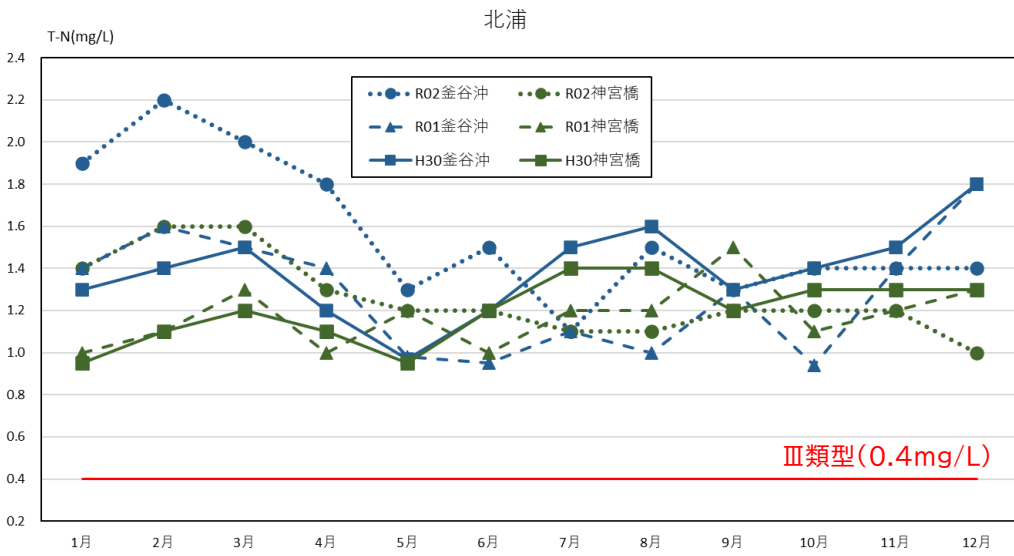
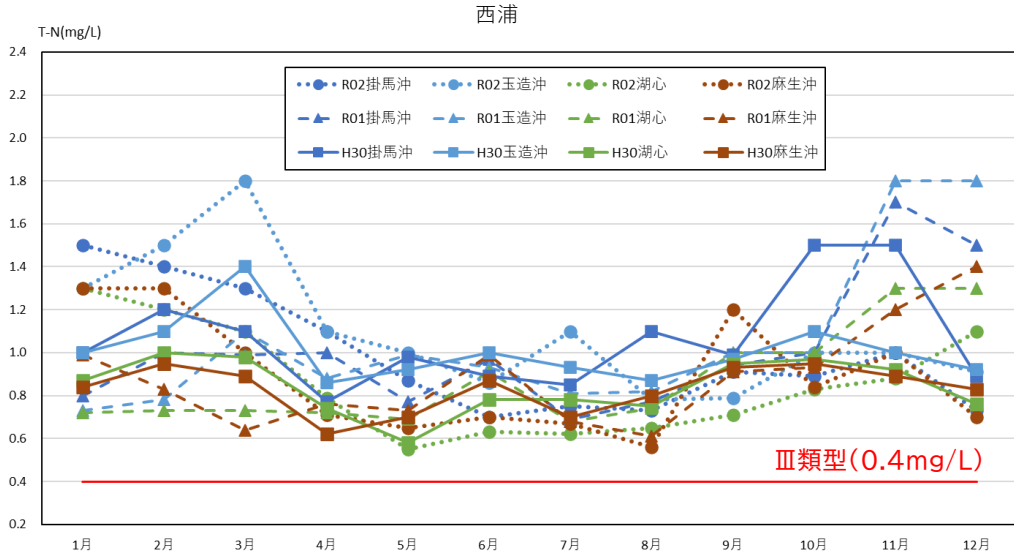
図 1.8 霞ヶ浦における全燐年平均値の経年変化



資料：茨城県 公共用水域の水質等測定結果<sup>7)</sup>より作成

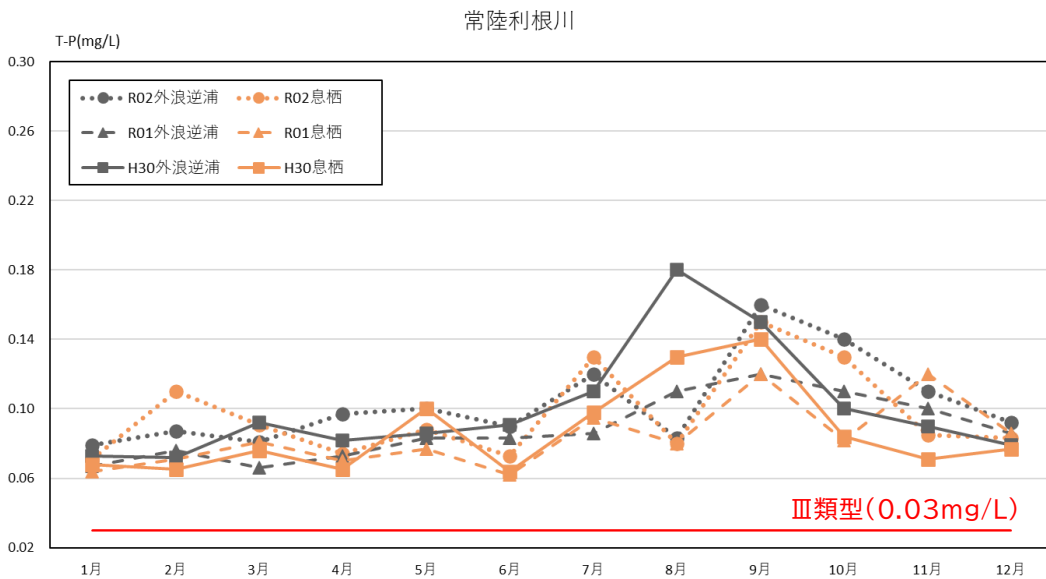
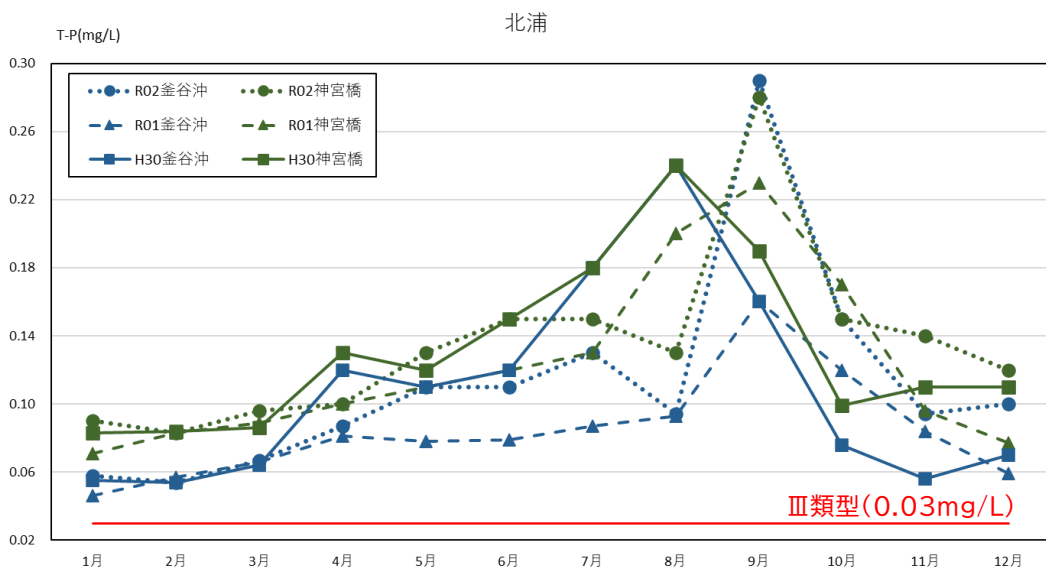
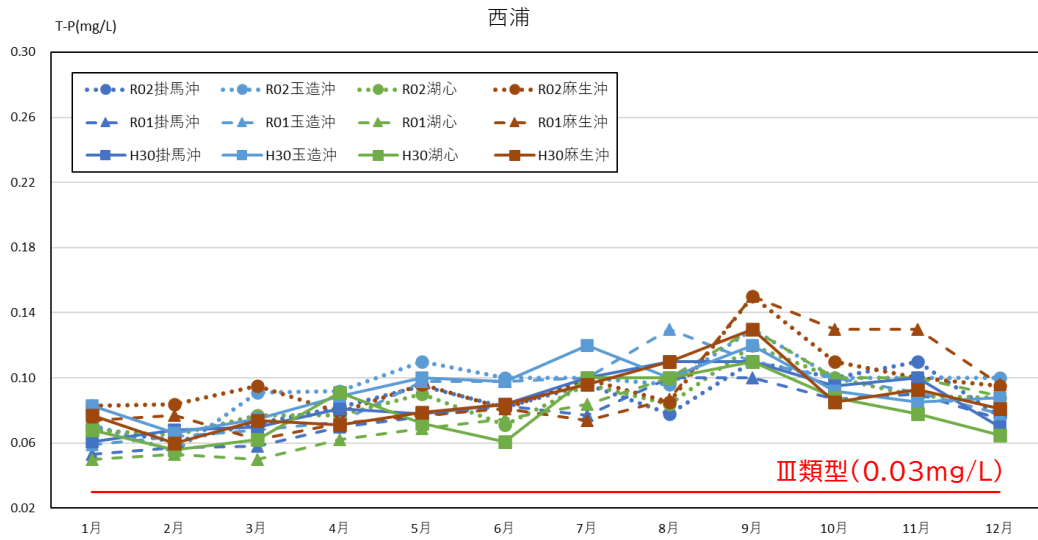
図 1.9 霞ヶ浦における COD の月別の推移





資料：茨城県 公共用水域の水質等測定結果<sup>7)</sup>より作成

図 1.10 霞ヶ浦における全窒素の月別の推移



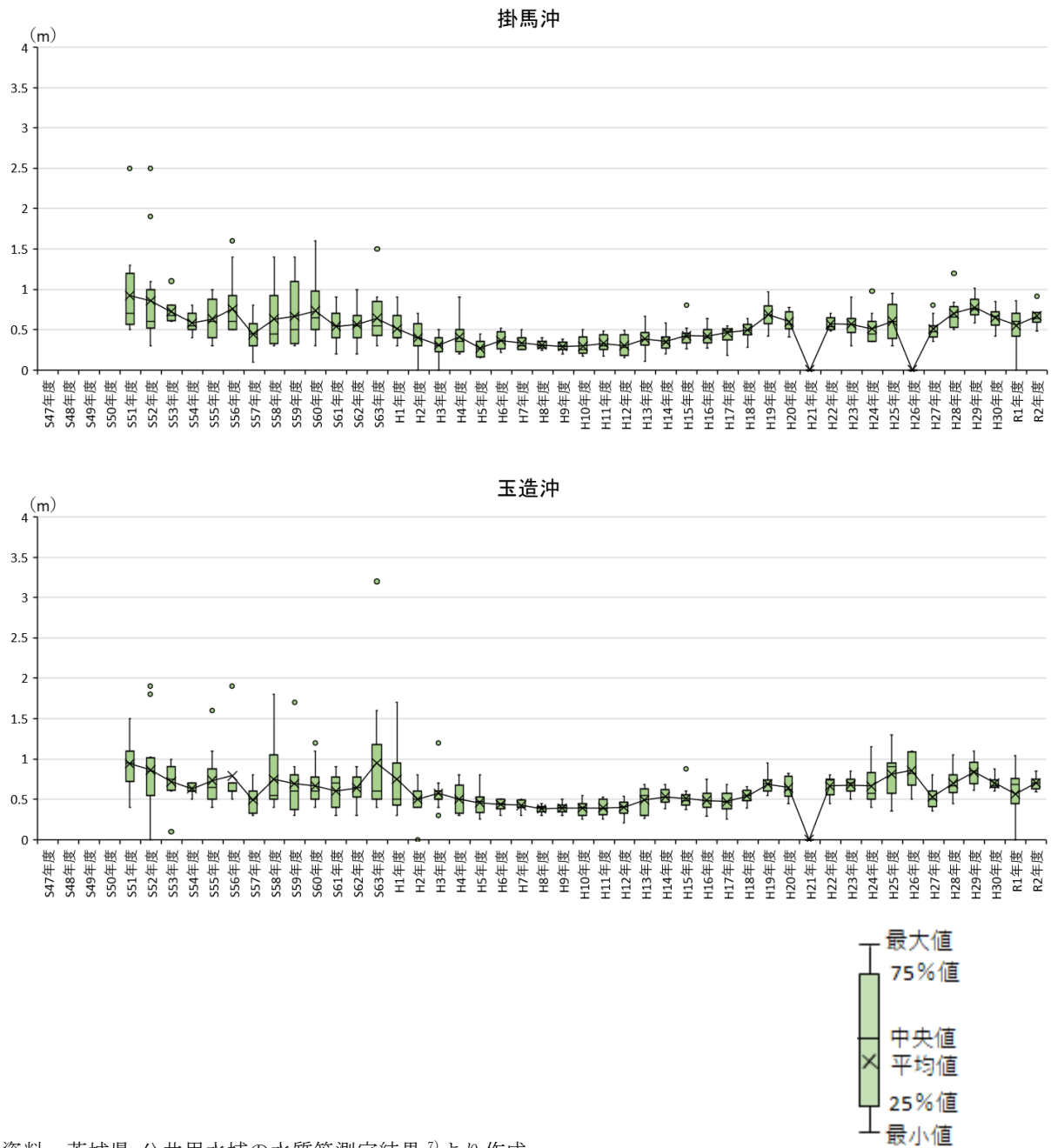
資料：茨城県 公共用水域の水質等測定結果<sup>7)</sup>より作成

図 1.11 霞ヶ浦における全磷の月別の推移

#### i) 透明度の推移

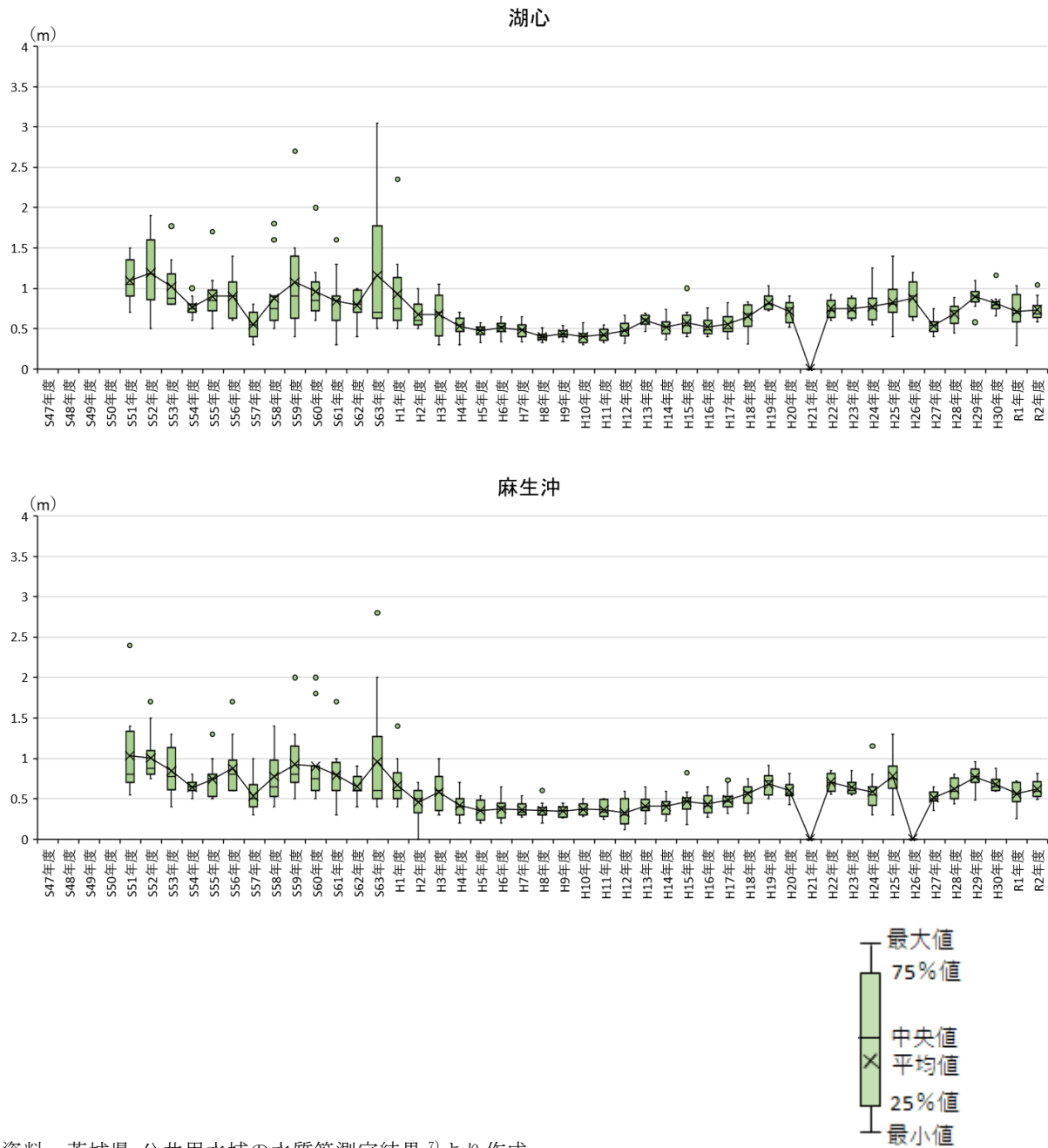
西浦、北浦及び常陸利根川における昭和 51 年度（1976 年度）～令和 2 年度（2020 年度）の透明度の推移は図 1.12～図 1.15 に示すとおりである。

最近 5 年では、すべての測定地点で 0.5～1m 程度で推移している。経年的には、釜谷沖で減少傾向がみられており、その他の地点においては緩やかな減少傾向または横ばいで推移している。



資料：茨城県 公共用水域の水質等測定結果<sup>7)</sup>より作成

図 1.12 西浦における透明度の推移(1)



資料：茨城県 公共用水域の水質等測定結果<sup>7)</sup>より作成

図 1.13 西浦における透明度の推移(2)

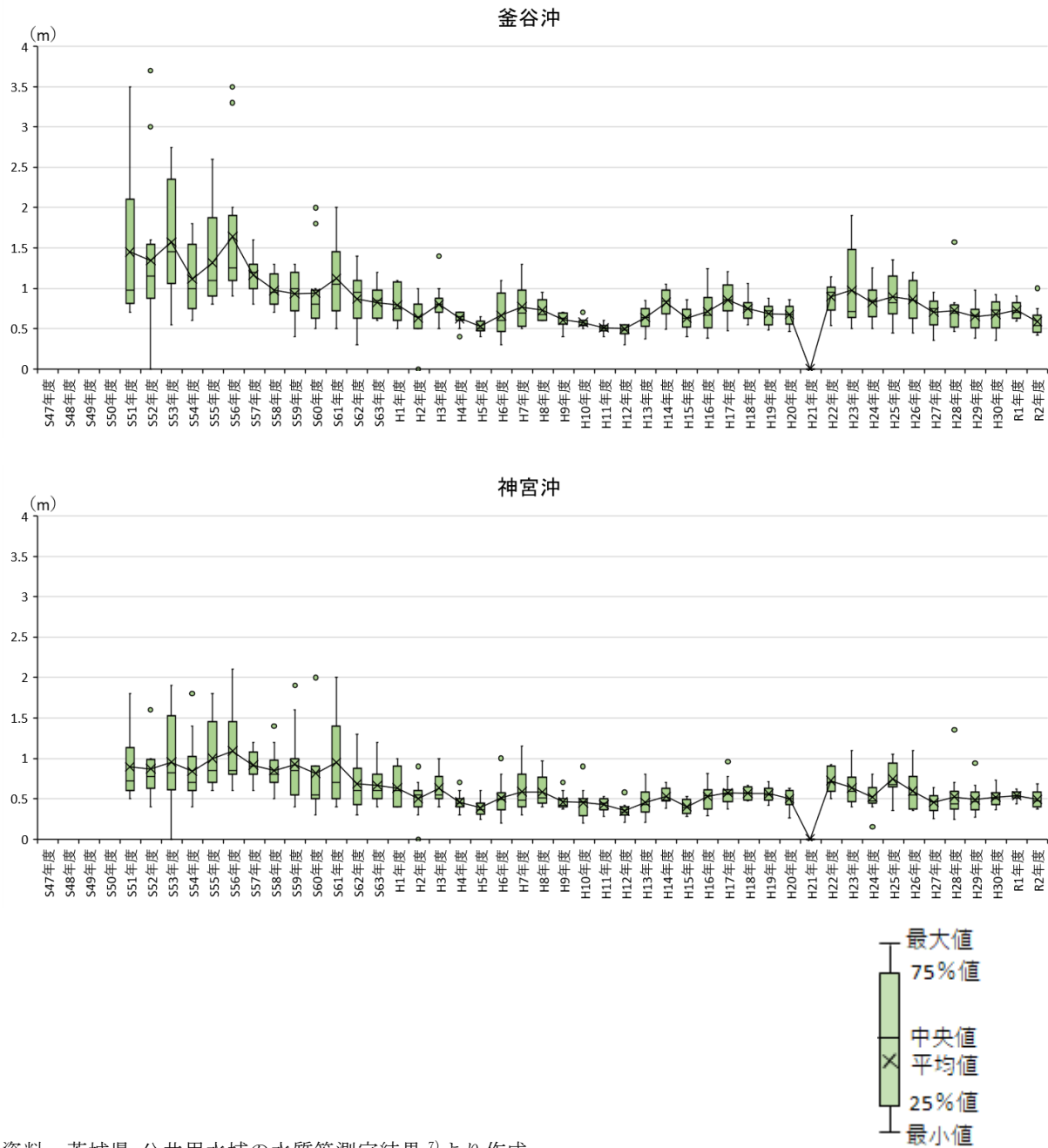
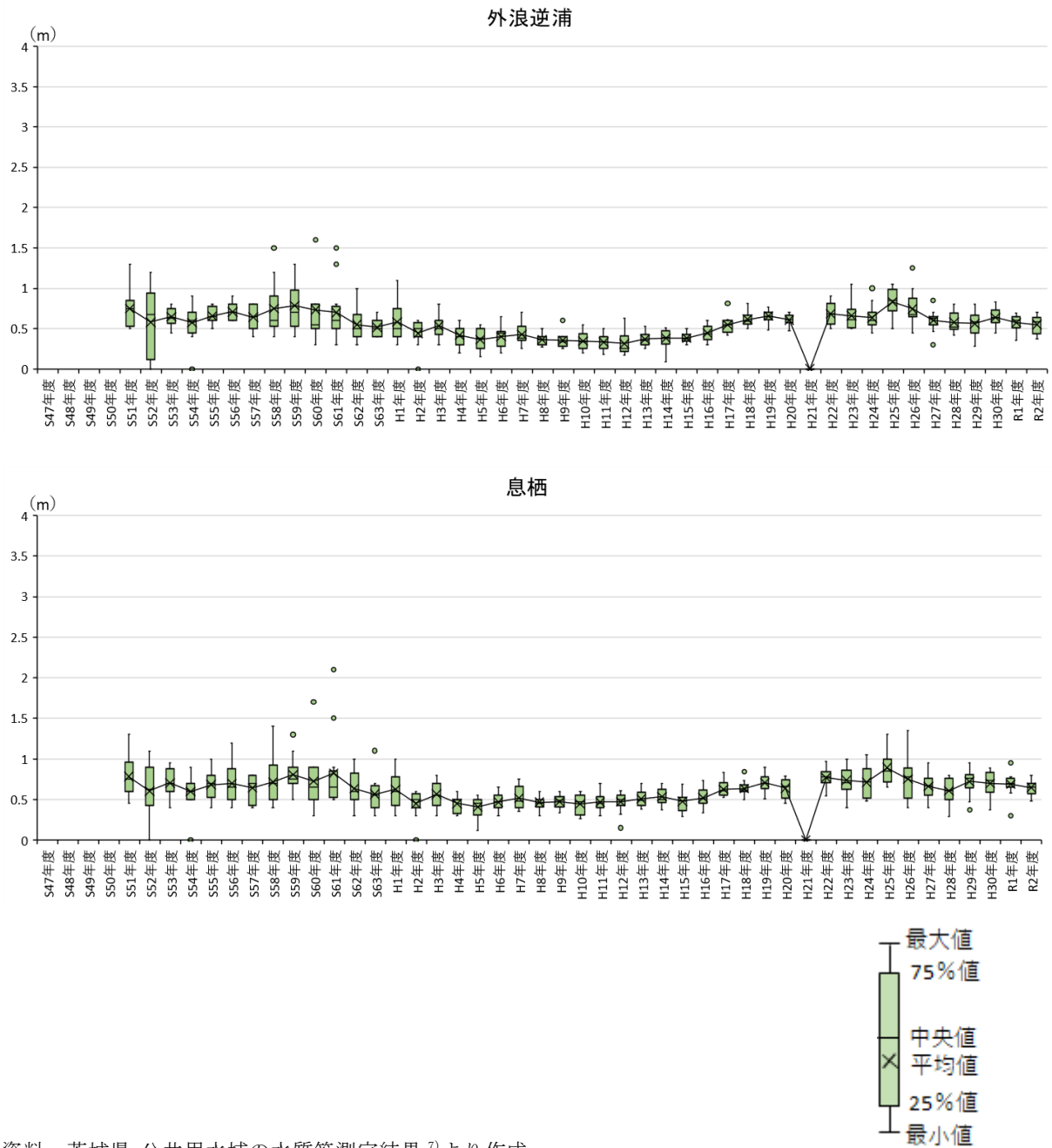


図 1.14 北浦における透明度の推移



資料：茨城県 公共用水域の水質等測定結果<sup>7)</sup>より作成

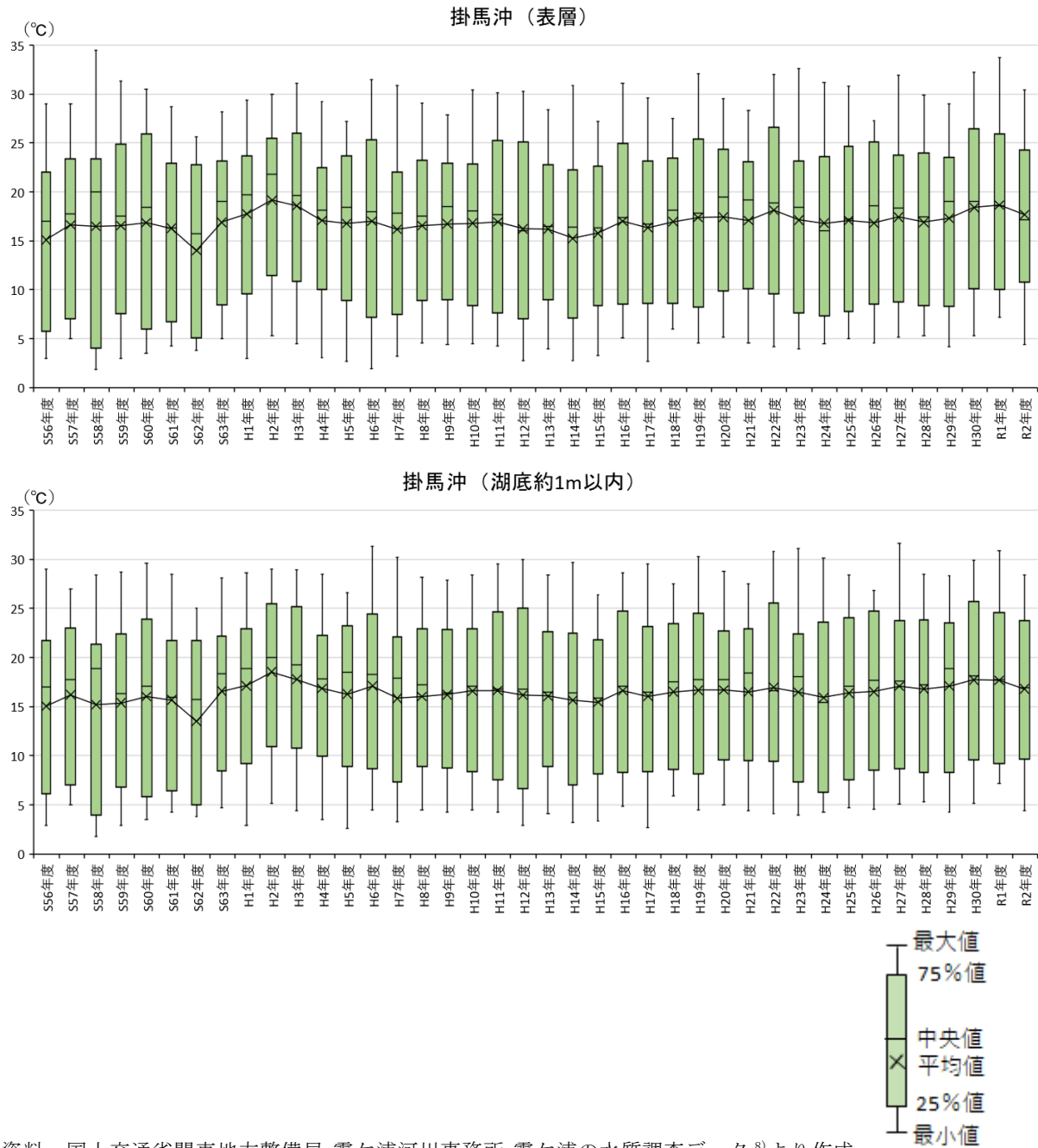
図 1.15 常陸利根川における透明度の推移

## ii) 水温の推移

西浦、北浦及び常陸利根川における昭和 56 年度（1981 年度）～令和 2 年度（2020 年度）の水温の推移は図 1.16～図 1.19 に示すとおりである。

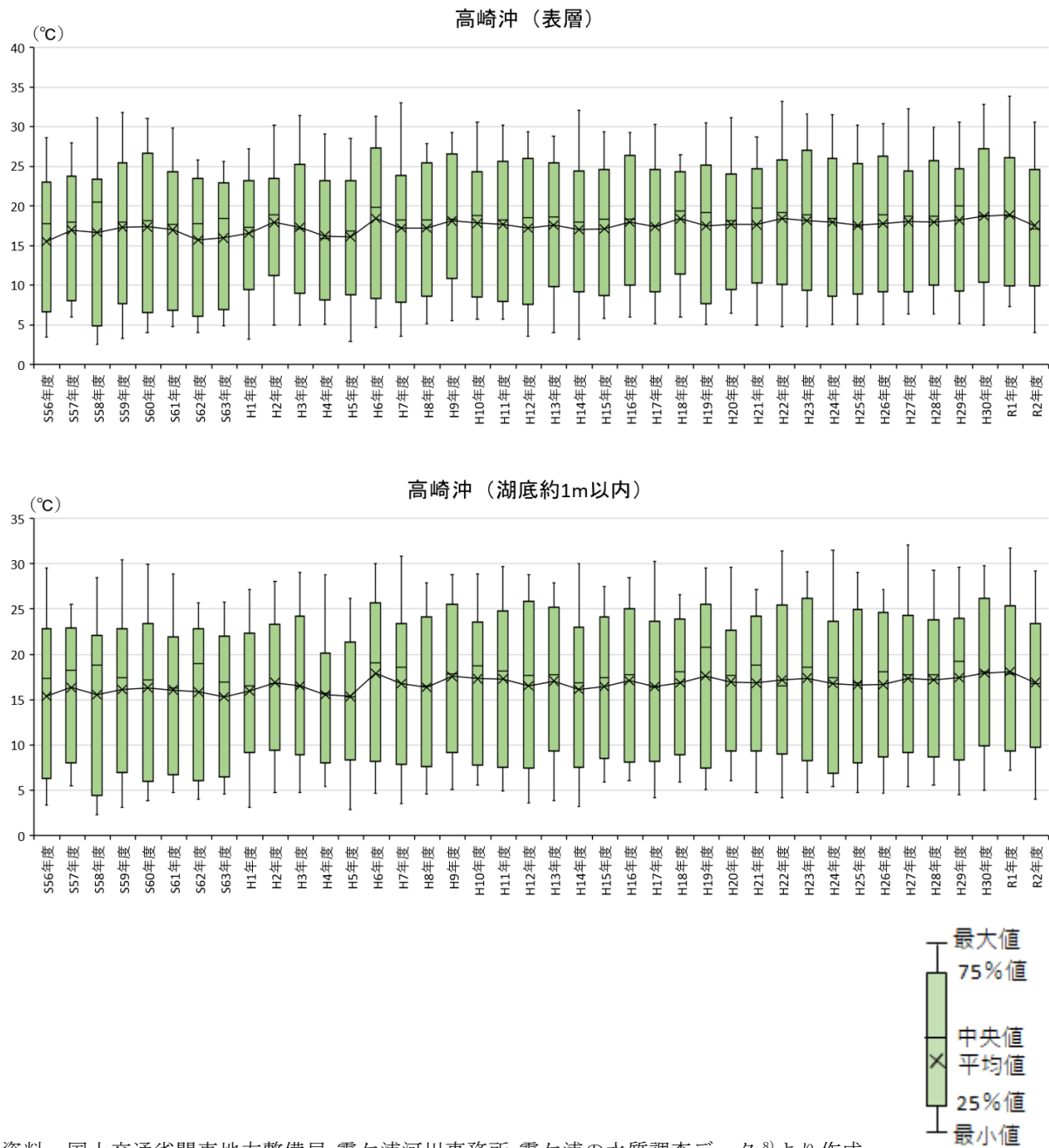
すべての測定地点で水温は 0～30℃程度で推移しており、経年的に大きな増減は見られなかった。





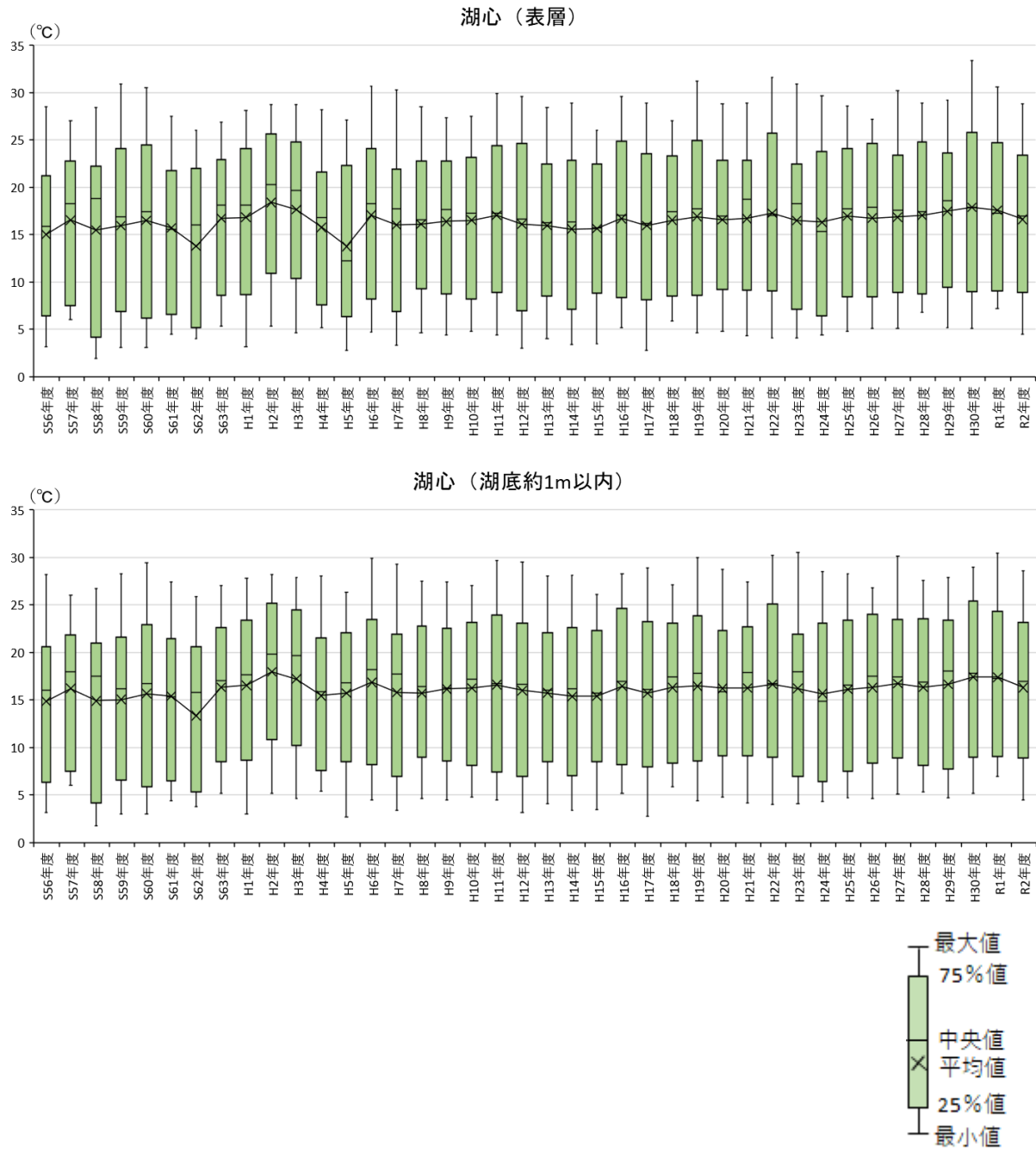
資料：国土交通省関東地方整備局 霞ヶ浦河川事務所 霞ヶ浦の水質調査データ<sup>8)</sup>より作成

図 1.16 掛馬沖における水温の推移



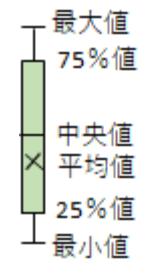
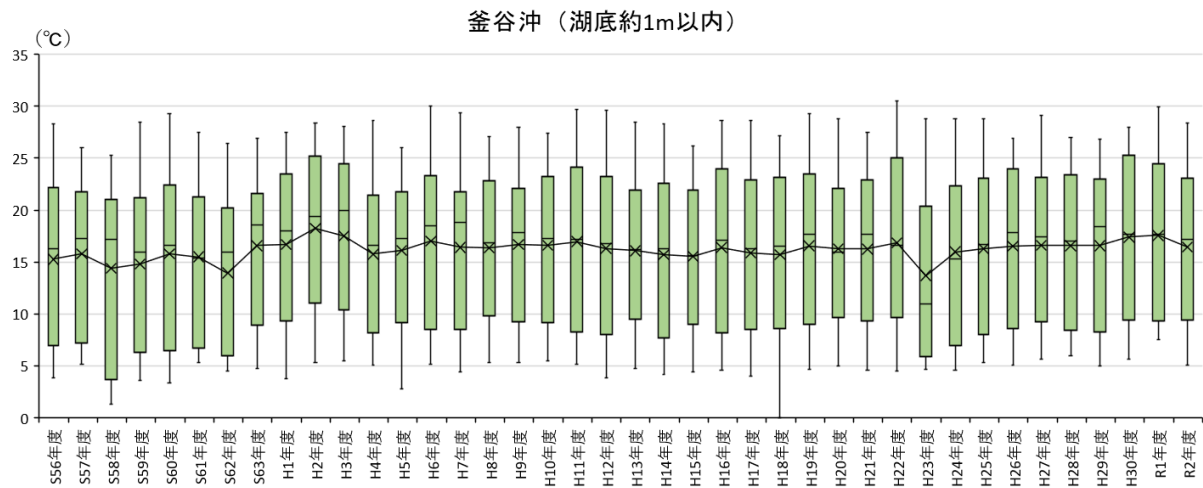
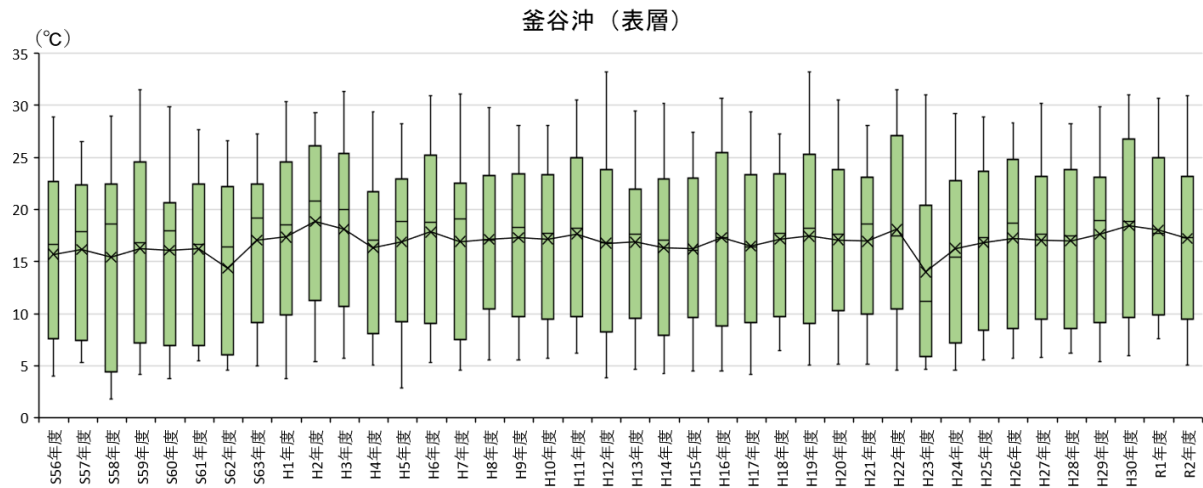
資料：国土交通省関東地方整備局 霞ヶ浦河川事務所 霞ヶ浦の水質調査データ<sup>8)</sup>より作成

図 1.17 高崎沖における水温の推移



資料：国土交通省関東地方整備局 霞ヶ浦河川事務所 霞ヶ浦の水質調査データ<sup>8)</sup>より作成

図 1.18 湖心における水温の推移



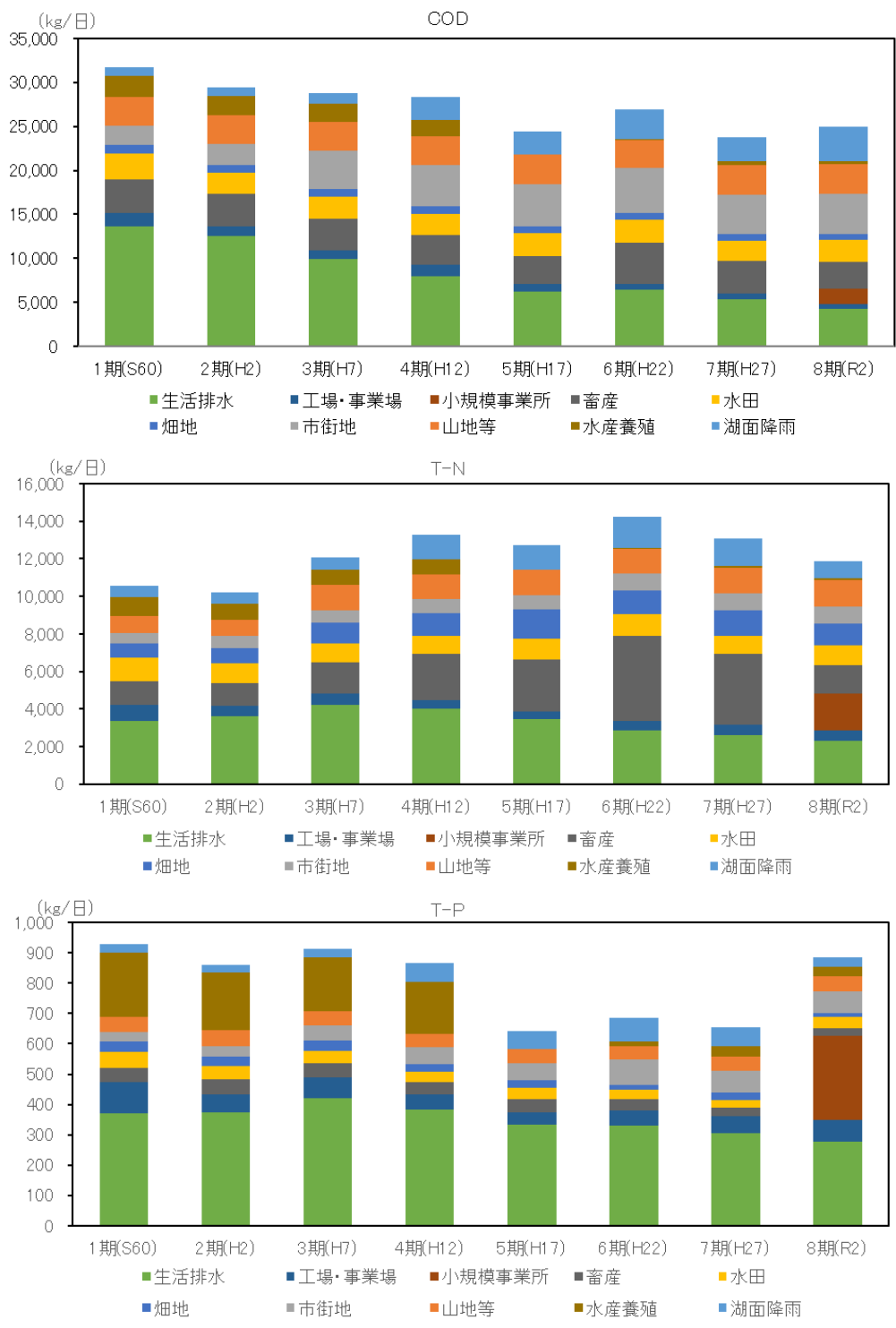
資料：国土交通省関東地方整備局 霞ヶ浦河川事務所 霞ヶ浦の水質調査データ<sup>8)</sup>より作成

図 1.19 釜谷沖における水温の推移

### (3) 排出負荷量

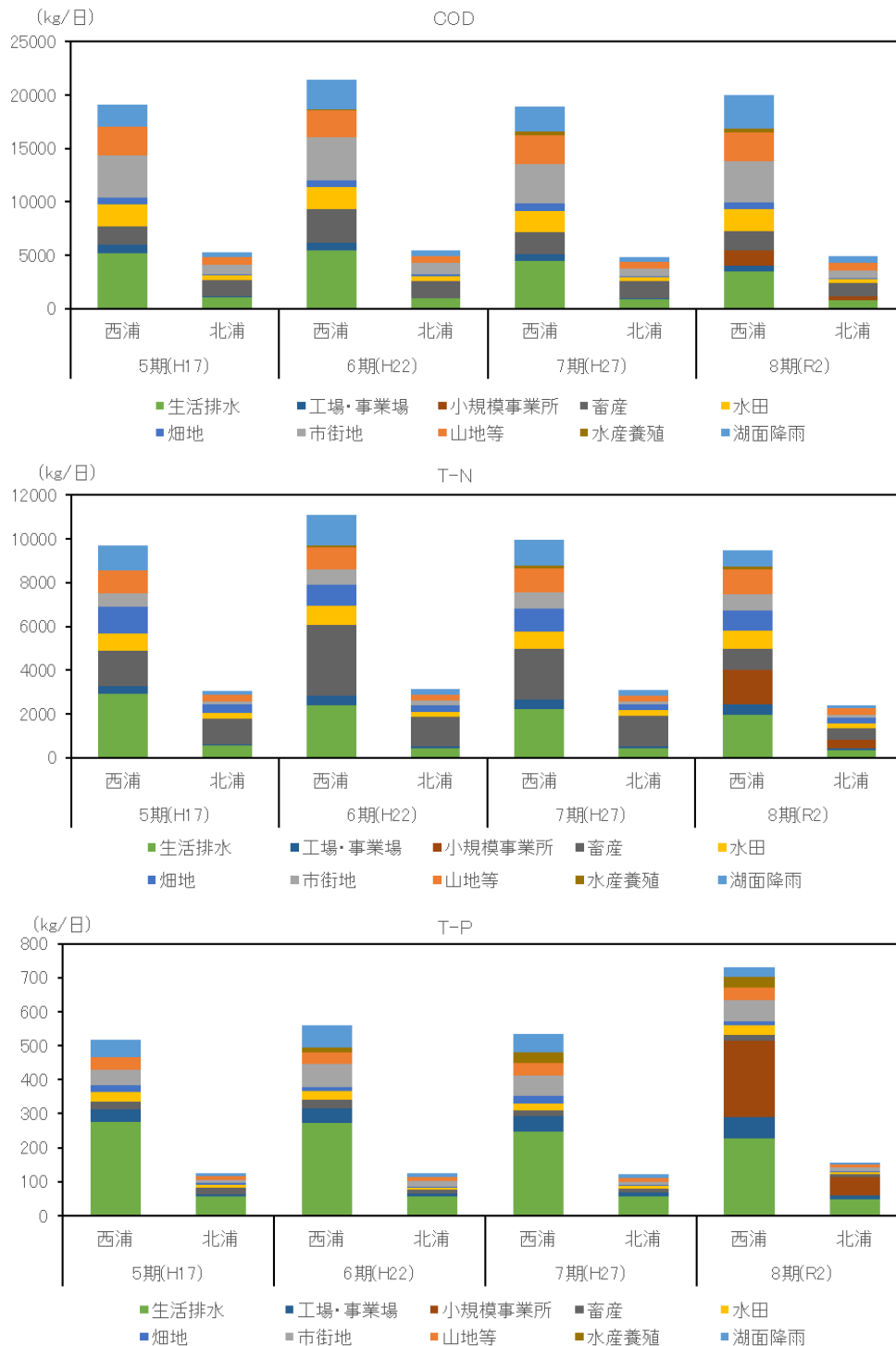
霞ヶ浦に係る湖沼水質保全計画における各期の排出負荷量は図 1.20 に、霞ヶ浦に係る湖沼水質保全計画における西浦及び北浦に関する第 5 期以降の排出負荷量は図 1.21 に示すとおりである。

排出負荷量について、算定方法が期ごとに一部異なるため、比較はできないことに留意が必要である。例えば、第 8 期（令和 2 年度）は霞ヶ浦の一般事業場等を新たに考慮し排出負荷量を算出している。



注) 排出負荷量算出方法の主な変更は以下のとおりである。  
 第4期：湖面降雨の算出方法を見直し（原単位の変更）  
 第6期：畜産（牛、豚）にこれまで計上していなかった鶏を追加  
 第8期：霞ヶ浦一般事業場等を追加、畜産の原単位（全窒素）の見直し、湖面降雨の算出方法を見直し（原単位の変更）  
 資料：茨城県提供資料<sup>9)</sup>より作成

図 1.20 霞ヶ浦に係る湖沼水質保全計画における各期の排出負荷量 (COD・窒素・りん)



注) 排出負荷量算出方法の主な変更は以下のとおりである。  
 第6期：畜産（牛、豚）にこれまで計上していなかった鶏を追加  
 第8期：霞ヶ浦一般事業場等を追加、畜産の原単位（全窒素）の見直し、湖面降雨の算出方法を見直し（原単位の変更）

資料：霞ヶ浦に係る湖沼水質保全計画の第5期～第8期及び茨城県提供資料<sup>9)</sup>より作成

図 1.21 霞ヶ浦に係る湖沼水質保全計画における西浦及び北浦に関する第5期以降の排出負荷量(COD・窒素・りん)

#### (4) 底層溶存酸素量の分布

##### 1) 公共用水域水質測定結果

霞ヶ浦では、公共用水域水質測定計画に基づき、図 1.22 に示す調査地点で水質調査が行われている。水質調査は茨城県と水資源機構で行われており、水資源機構は国土交通省と共同で調査を行っている。国土交通省の霞ヶ浦河川事務所における霞ヶ浦の水質調査データによると、昭和 52 年から底層溶存酸素量の観測を行っている。

西浦、北浦及び常陸利根川の各地点における底層溶存酸素量の平成 28 年度から令和 2 年度の経年変化は図 1.23～図 1.25 に示すとおりである。また、図 1.26～図 1.28 に西浦、北浦及び常陸利根川の各地点における溶存酸素量の各年度の年間最低値の経年変化を示す。底層溶存酸素量の観測を始めた昭和 52 年度から昭和 54 年度における霞ヶ浦の年間最低値の水平分布図は図 1.29 に示すとおりである。また、図 1.30 に平成 30 年度から令和 2 年度における霞ヶ浦の年間最低値の水平分布図を示す。なお、西浦に位置する「高浜沖」の詳細な観測地点が不明であるため水平分布図には示されていない。

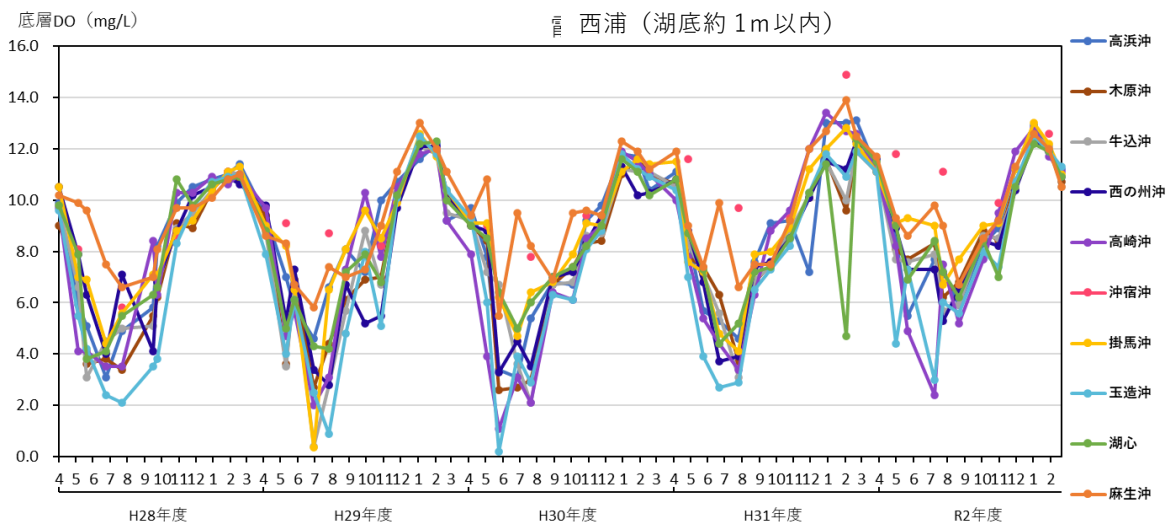
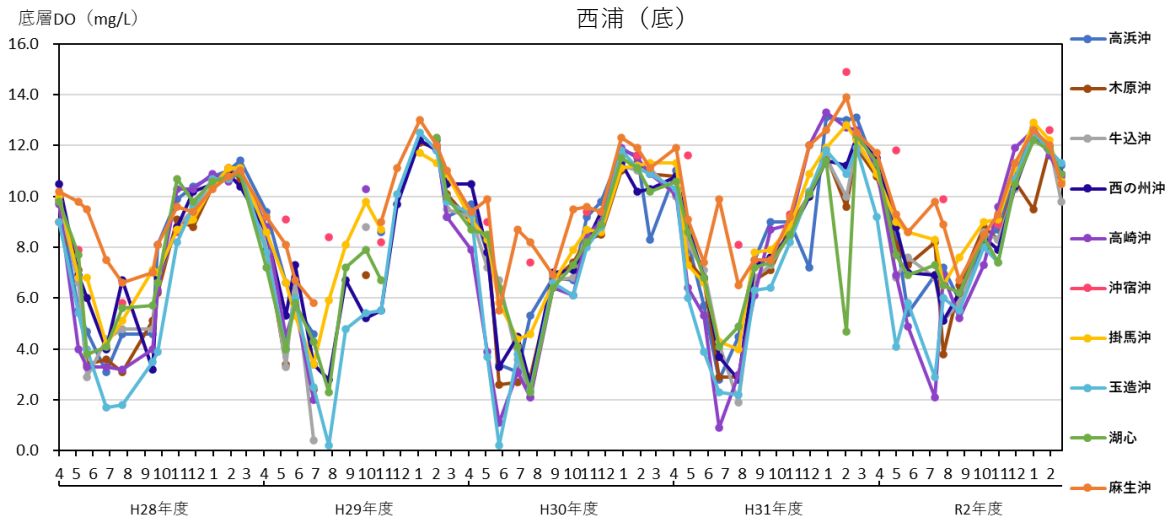
平成 28 年度から令和 2 年度の湖底約 1m 以内の月別の推移では、全ての調査地点ではないが、溶存酸素量が 4mg/L 未満になる調査地点がみられた。昭和 52 年度から令和 2 年度の湖底約 1m 以内の年間最低値の経年変化では、常に 4.0mg/L を下回る地点はなかった。また、水平分布では昭和 54 年度、平成 30 年度、令和元年度に溶存酸素量が 2mg/L 未満の調査地点がみられたが、令和 2 年度では全ての測定地点で 2mg/L 以上であった。なお、底層溶存酸素量の「底」に該当する測定結果は、平成 13 年度前後で傾向が変化していることに留意する必要がある。



資料：独立行政法人水資源機構 第 25 回関東地方ダム等管理フォロー委員会 霞ヶ浦開発事業 定期報告書 平成 28 年 12 月 21 日<sup>10)</sup>より作成

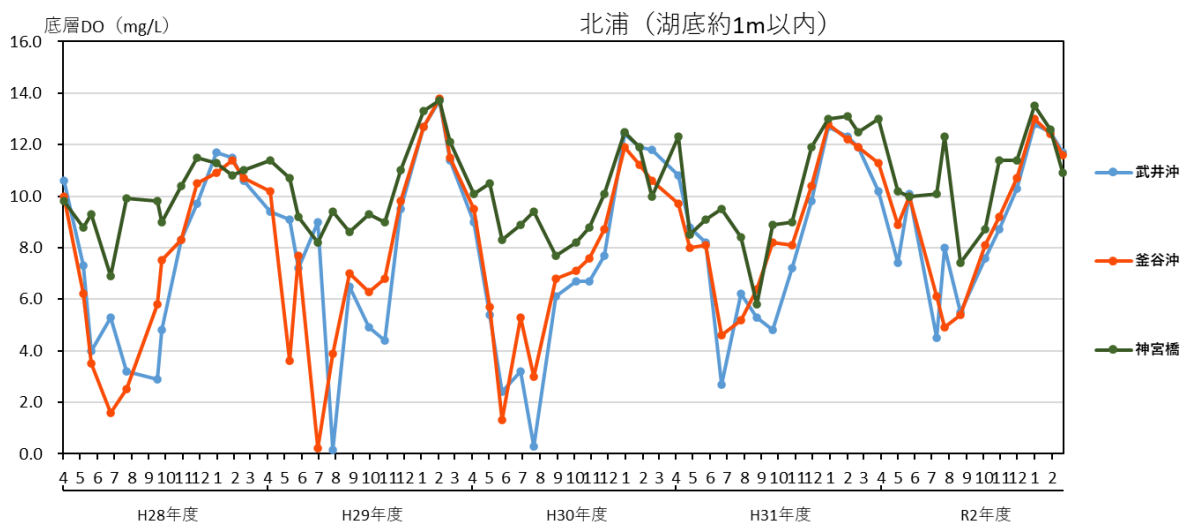
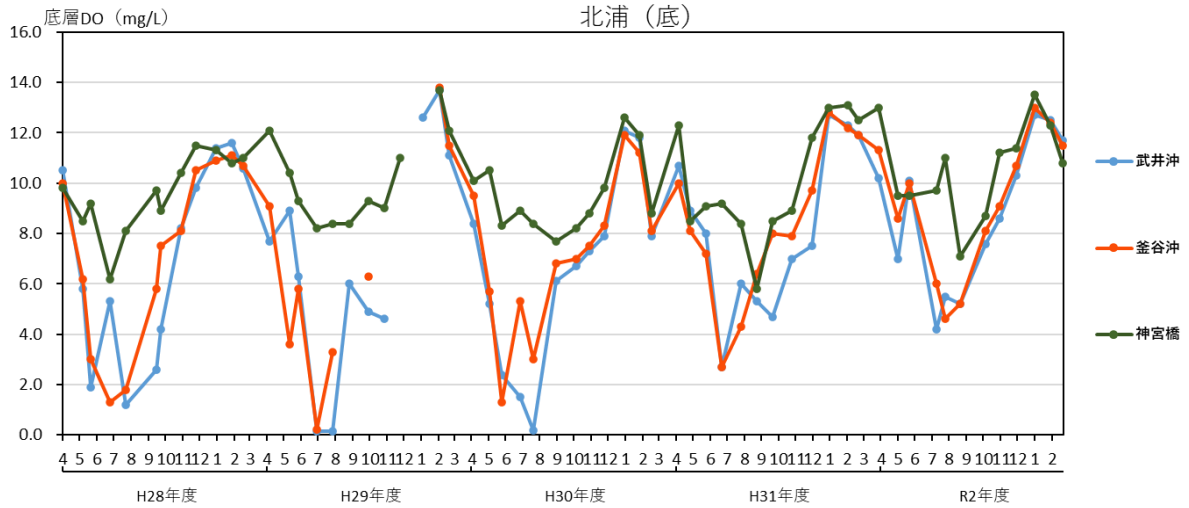
図 1.22 水資源機構と国土交通省による霞ヶ浦の水質調査地点





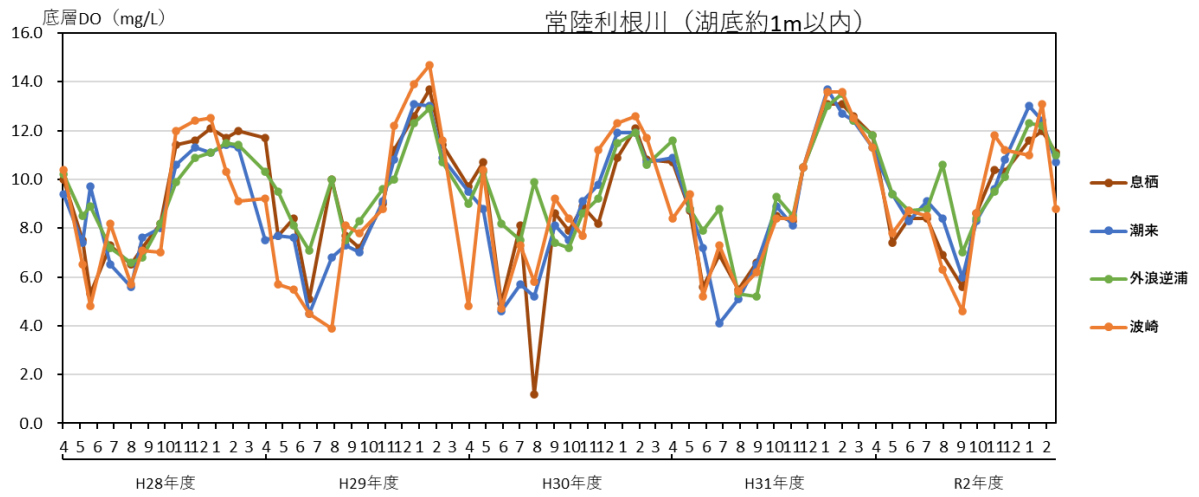
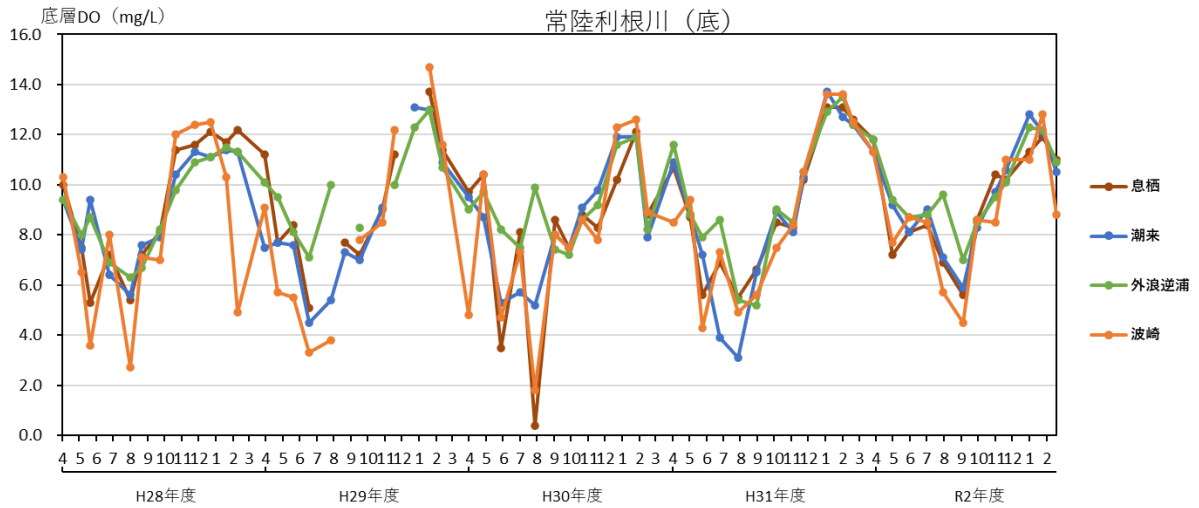
資料：国土交通省関東地方整備局 霞ヶ浦河川事務所 霞ヶ浦の水質調査データ<sup>8)</sup>より作成

図 1.23 西浦における各地点の底層溶存酸素量の月別の推移  
(平成 28 年度～令和 2 年度)



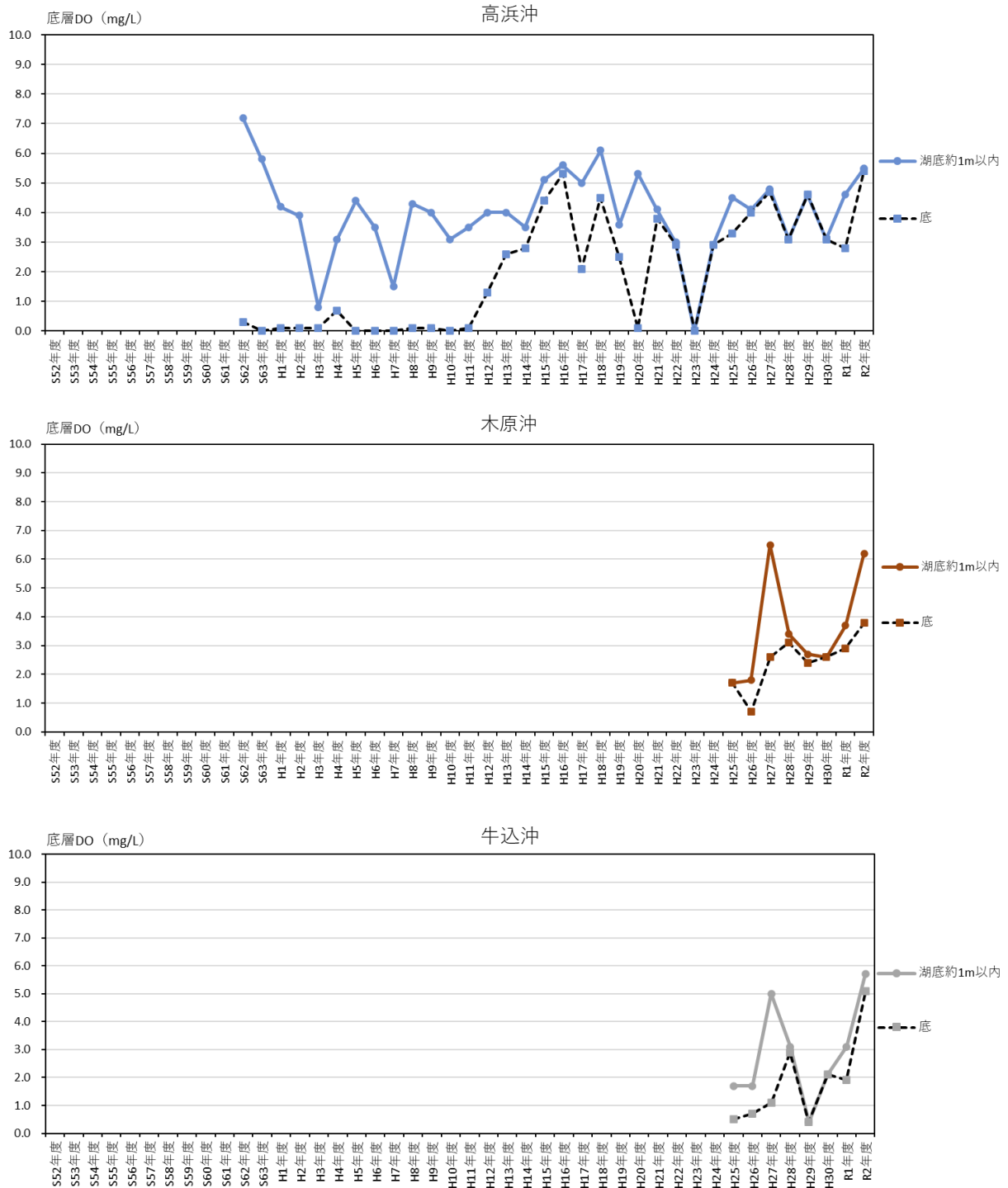
資料：国土交通省関東地方整備局 霞ヶ浦河川事務所 霞ヶ浦の水質調査データ<sup>8)</sup>より作成

図 1.24 北浦における各地点の底層溶存酸素量の月別の推移  
(平成 28 年度～令和 2 年度)



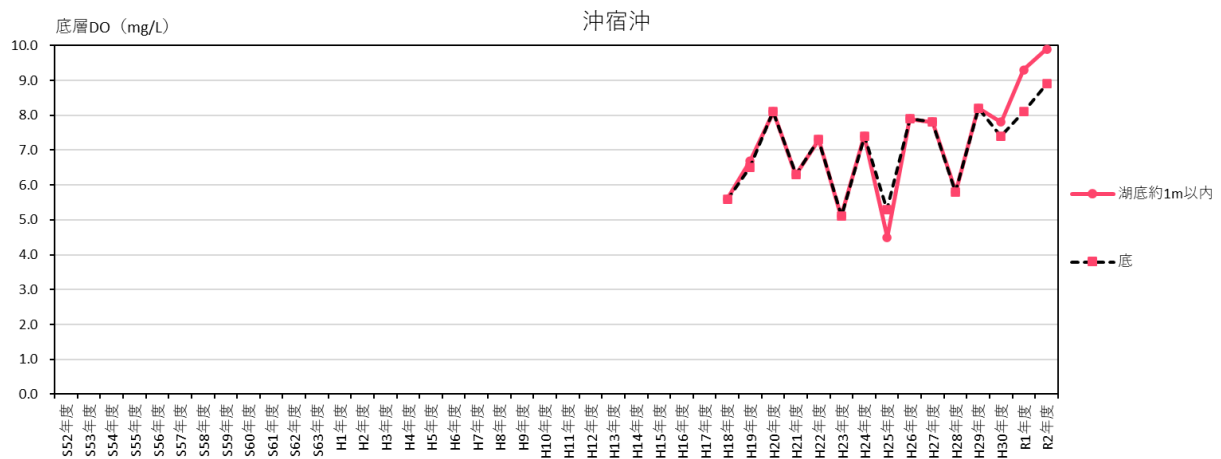
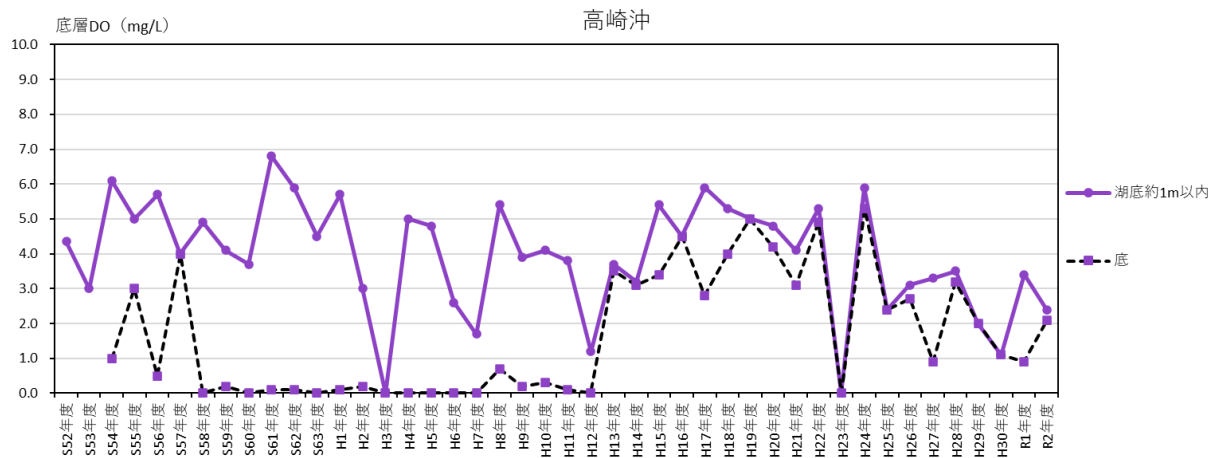
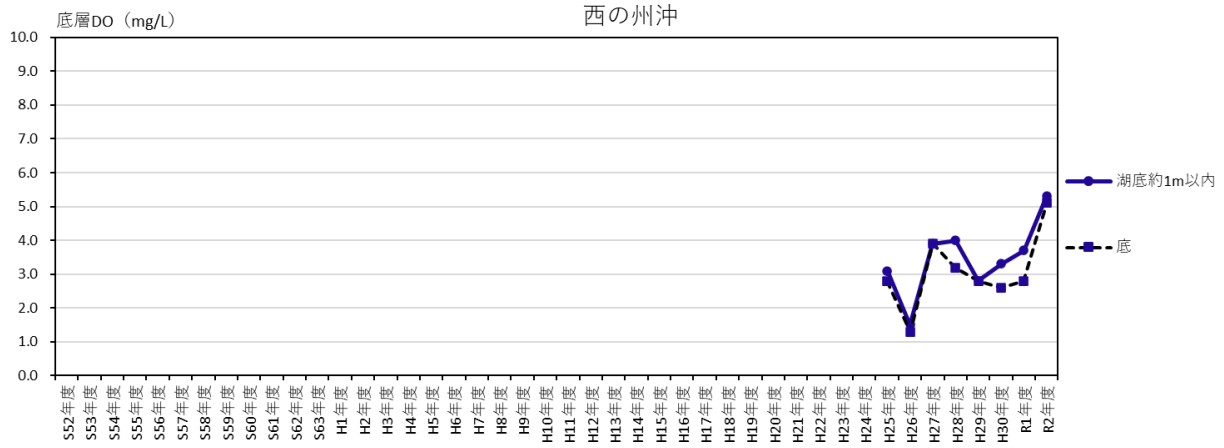
資料：国土交通省関東地方整備局 霞ヶ浦河川事務所 霞ヶ浦の水質調査データ<sup>8)</sup>より作成

図 1.25 常陸利根川における各地点の底層溶存酸素量の月別の推移  
(平成 28 年度～令和 2 年度)



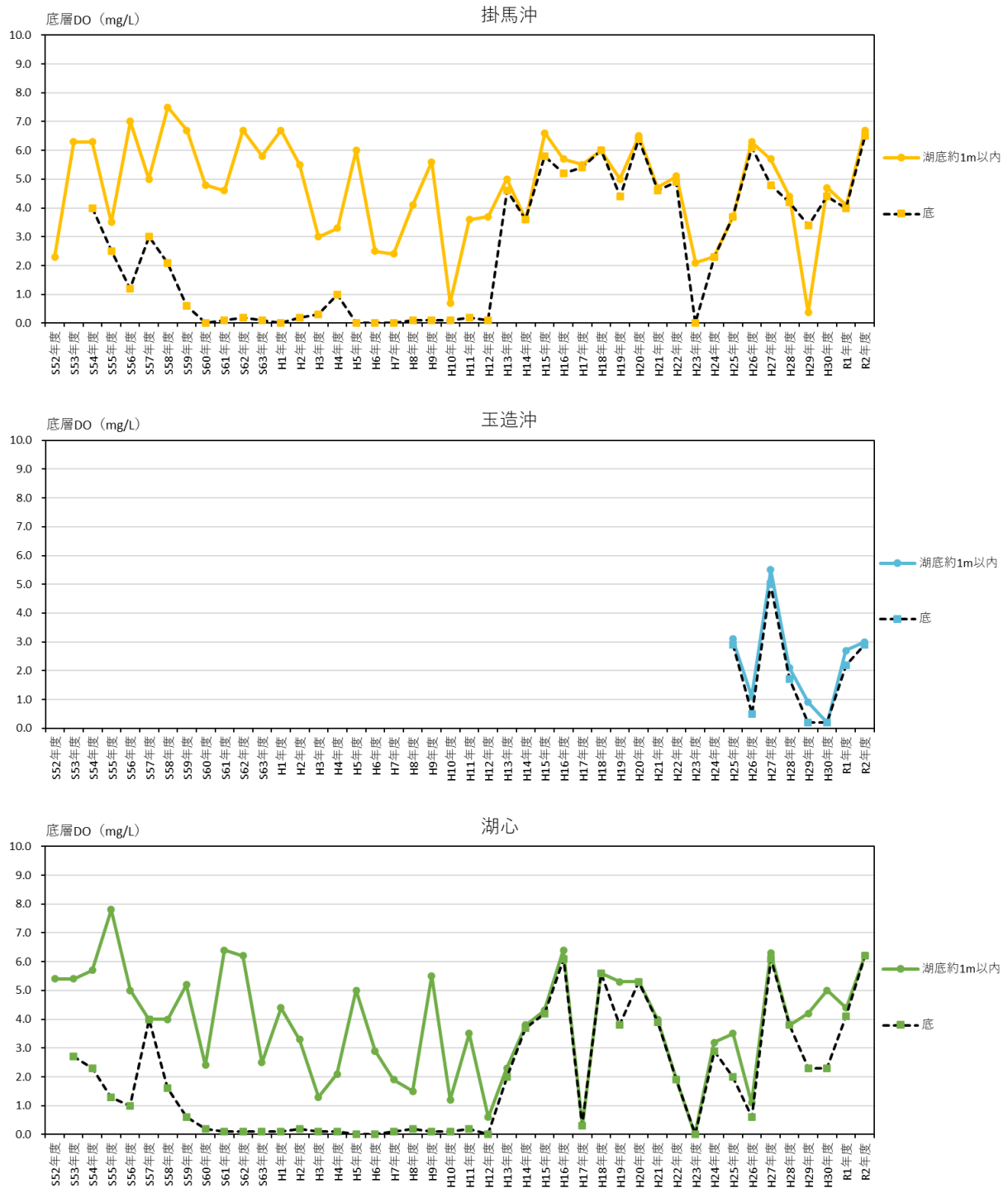
資料：国土交通省関東地方整備局 霞ヶ浦河川事務所 霞ヶ浦の水質調査データ<sup>8)</sup>より作成

図 1.26(1) 西浦の各地点における底層溶存酸素量の年間最低値の経年変化



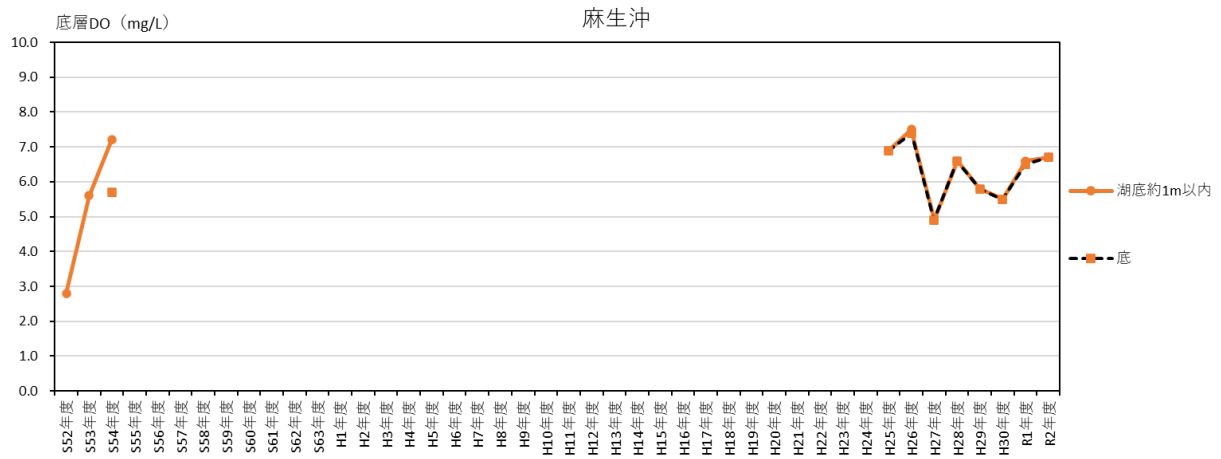
資料：国土交通省関東地方整備局 霞ヶ浦河川事務所 霞ヶ浦の水質調査データ<sup>8)</sup>より作成

図 1.26(2) 西浦の各地点における底層溶存酸素量の年間最低値の経年変化



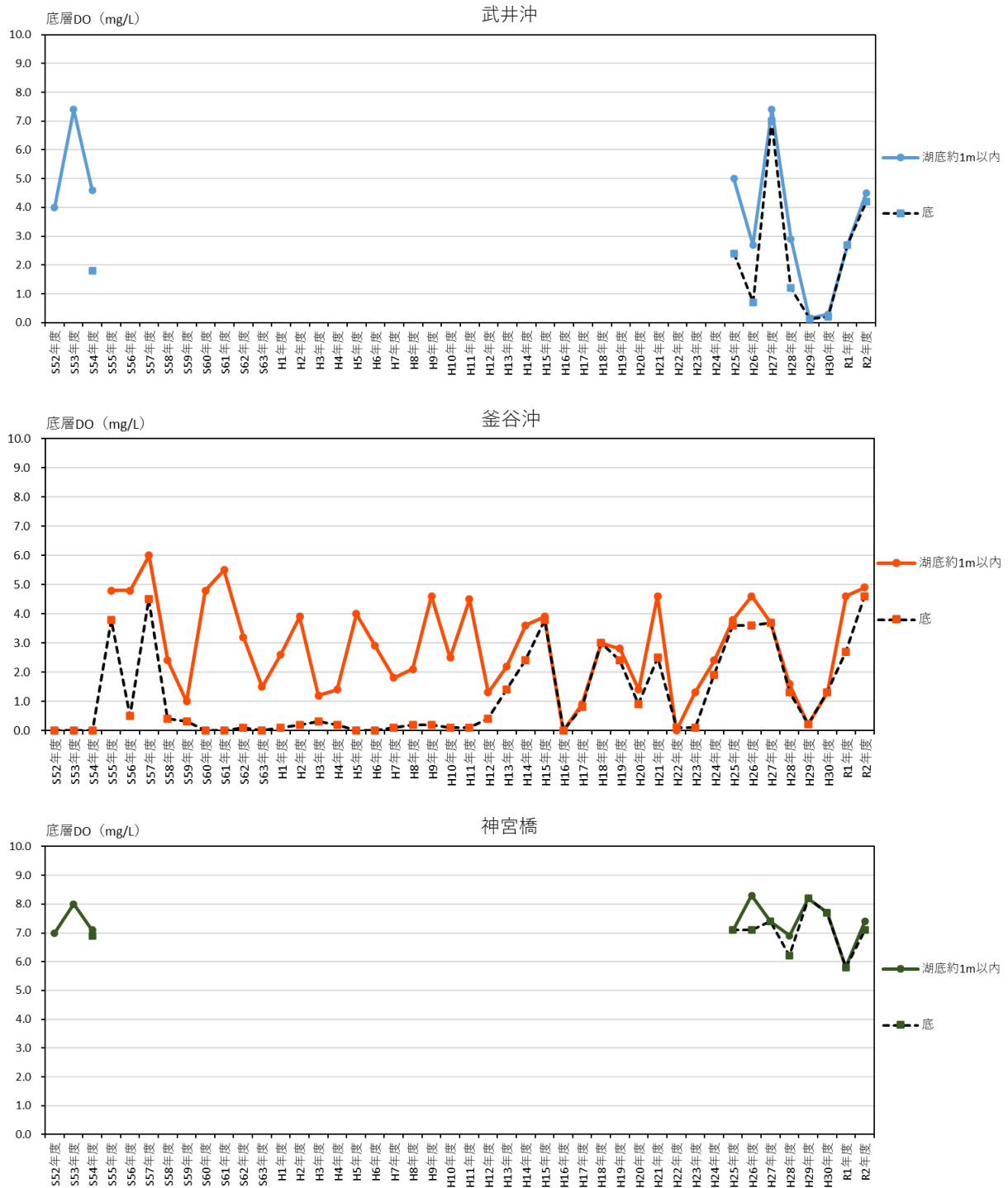
資料：国土交通省関東地方整備局 霞ヶ浦河川事務所 霞ヶ浦の水質調査データ<sup>8)</sup>より作成

図 1.26(3) 西浦の各地点における底層溶存酸素量の年間最低値の経年変化



資料：国土交通省関東地方整備局 霞ヶ浦河川事務所 霞ヶ浦の水質調査データ<sup>8)</sup>より作成

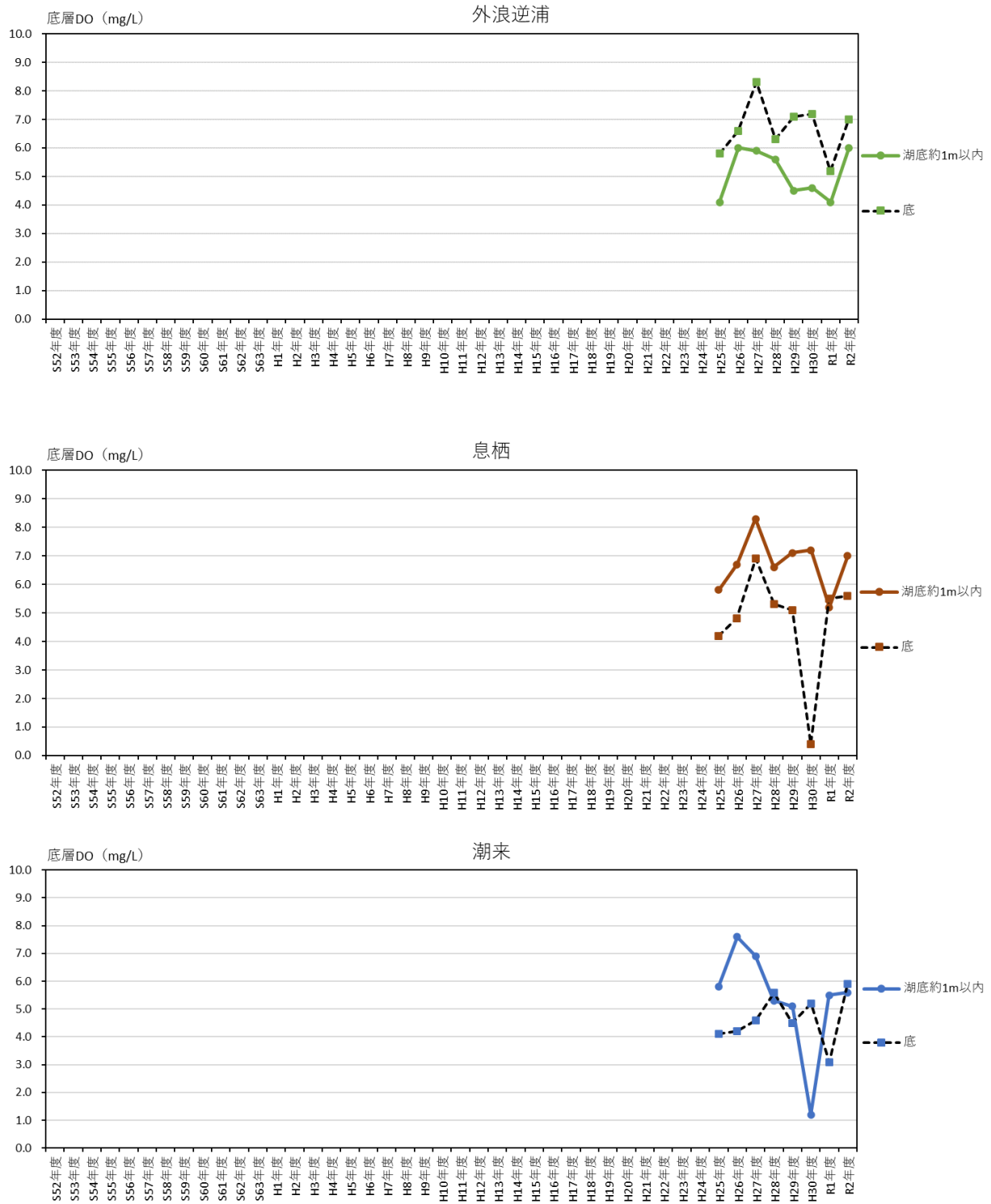
図 1.26(4) 西浦の各地点における底層溶存酸素量の年間最低値の経年変化



資料：国土交通省関東地方整備局 霞ヶ浦河川事務所 霞ヶ浦の水質調査データ<sup>8)</sup>より作成

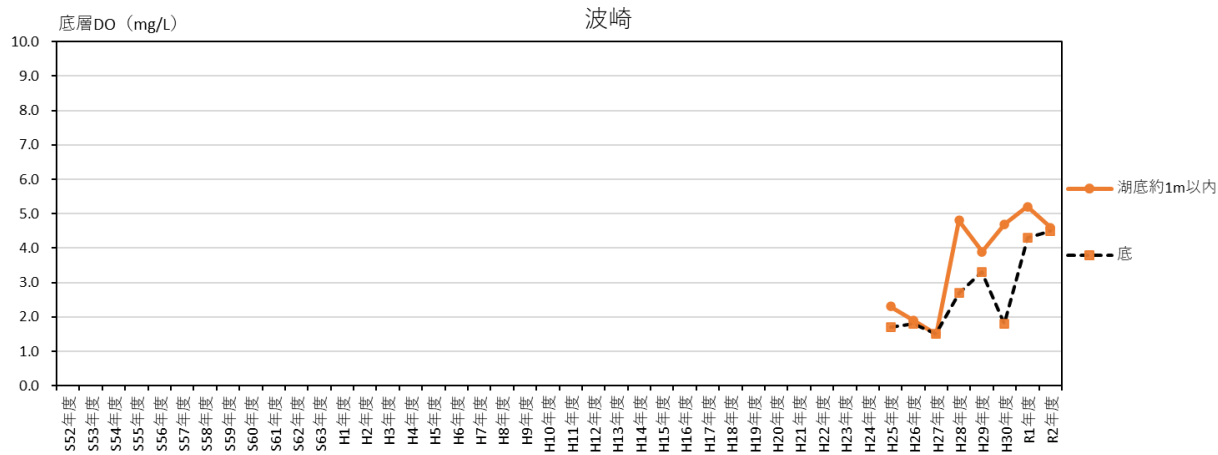
図 1.27 北浦の各地点における底層溶存酸素量の年間最低値の経年変化





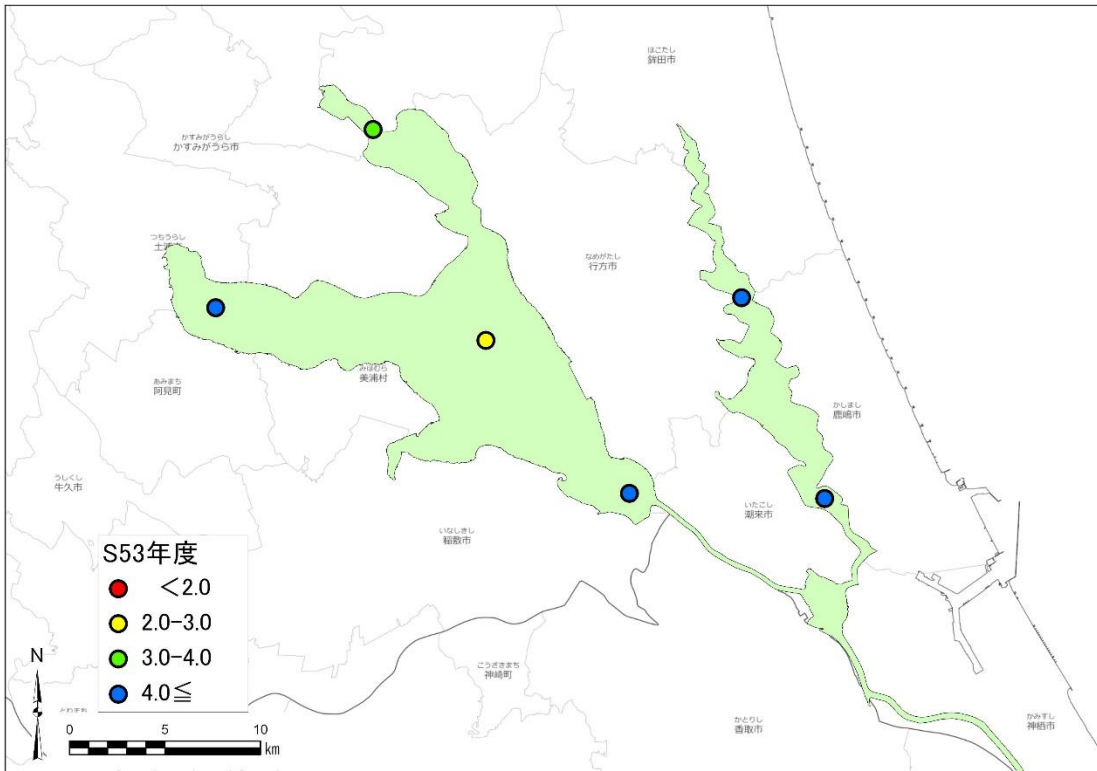
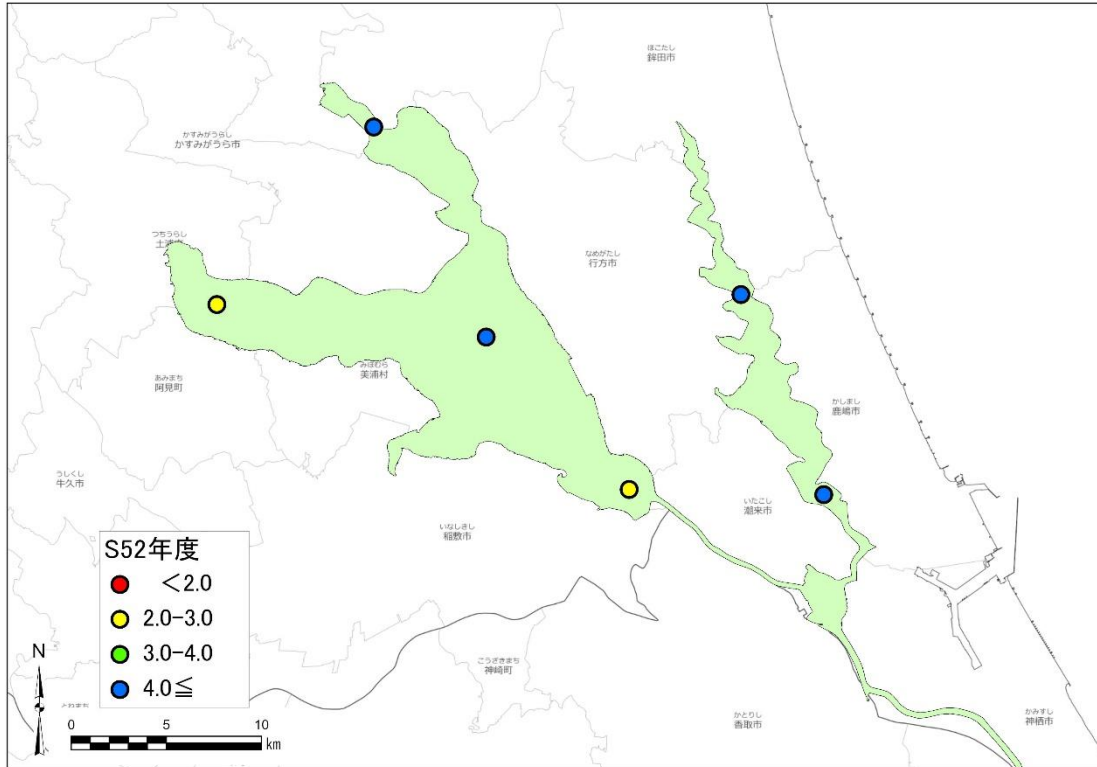
資料：国土交通省関東地方整備局 霞ヶ浦河川事務所 霞ヶ浦の水質調査データ<sup>8)</sup>より作成

図 1.28 (1) 常陸利根川の各地点における底層溶存酸素量の年間最低値の経年変化



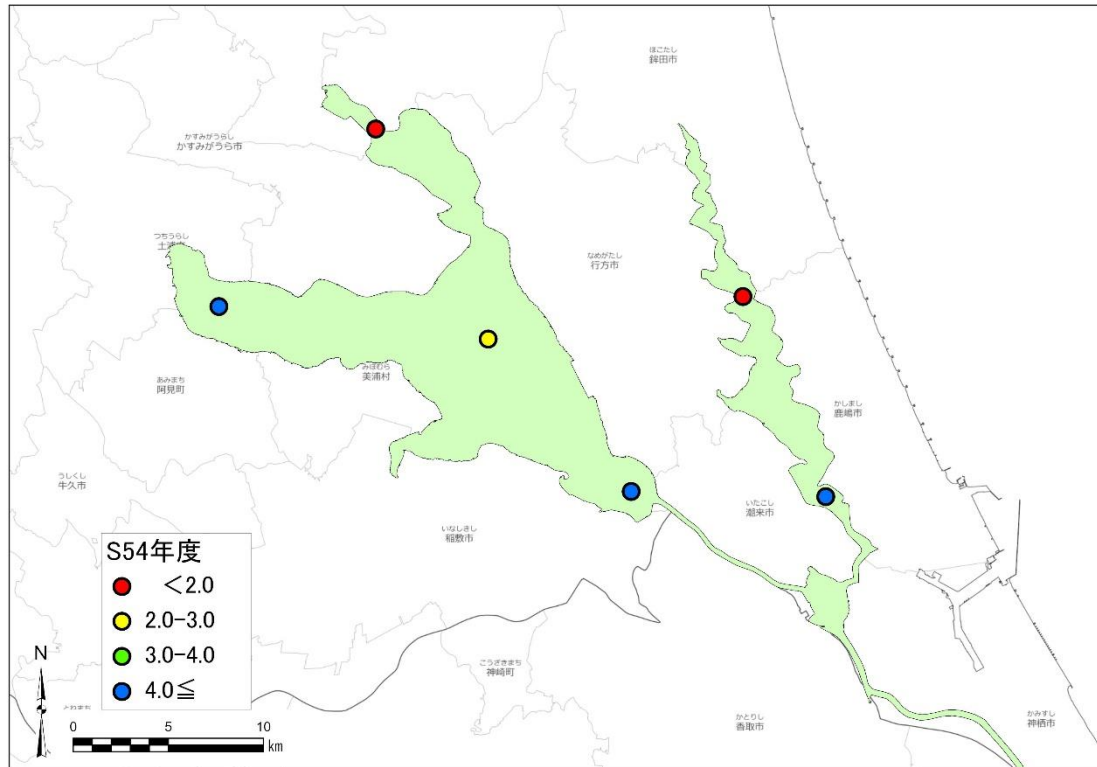
資料：国土交通省関東地方整備局 霞ヶ浦河川事務所 霞ヶ浦の水質調査データ<sup>8)</sup>より作成

図 1.28 (2) 常陸利根川の各地点における底層溶存酸素量の年間最低値の経年変化



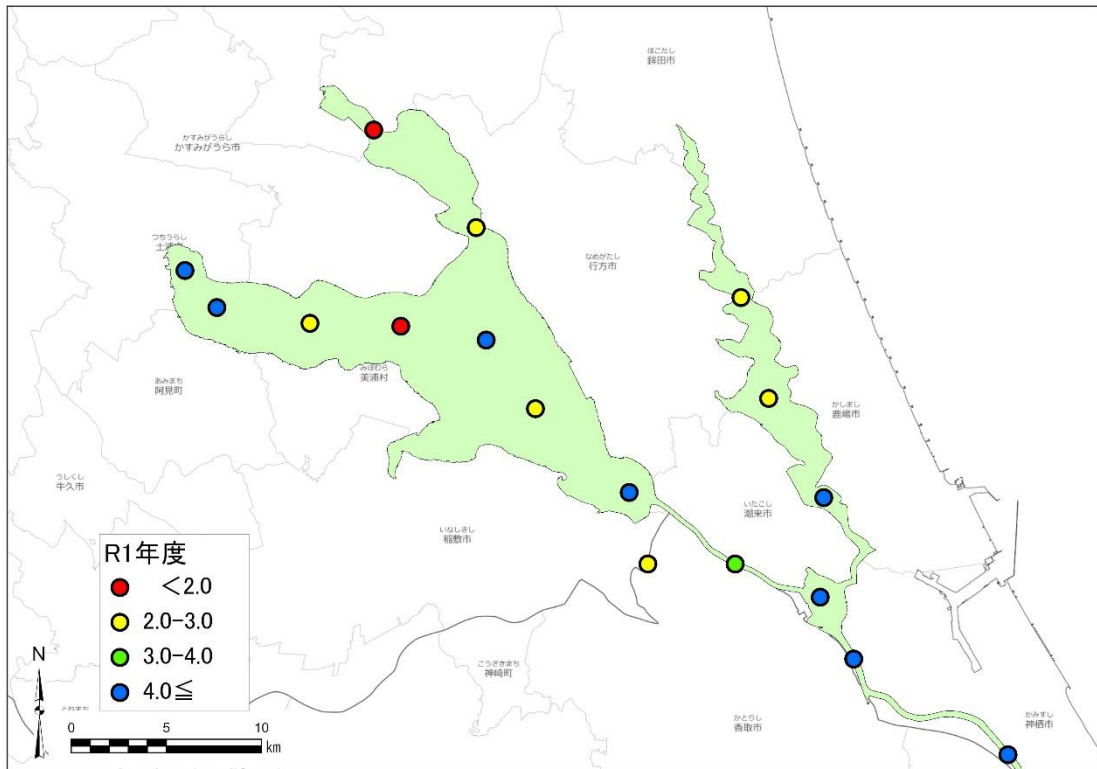
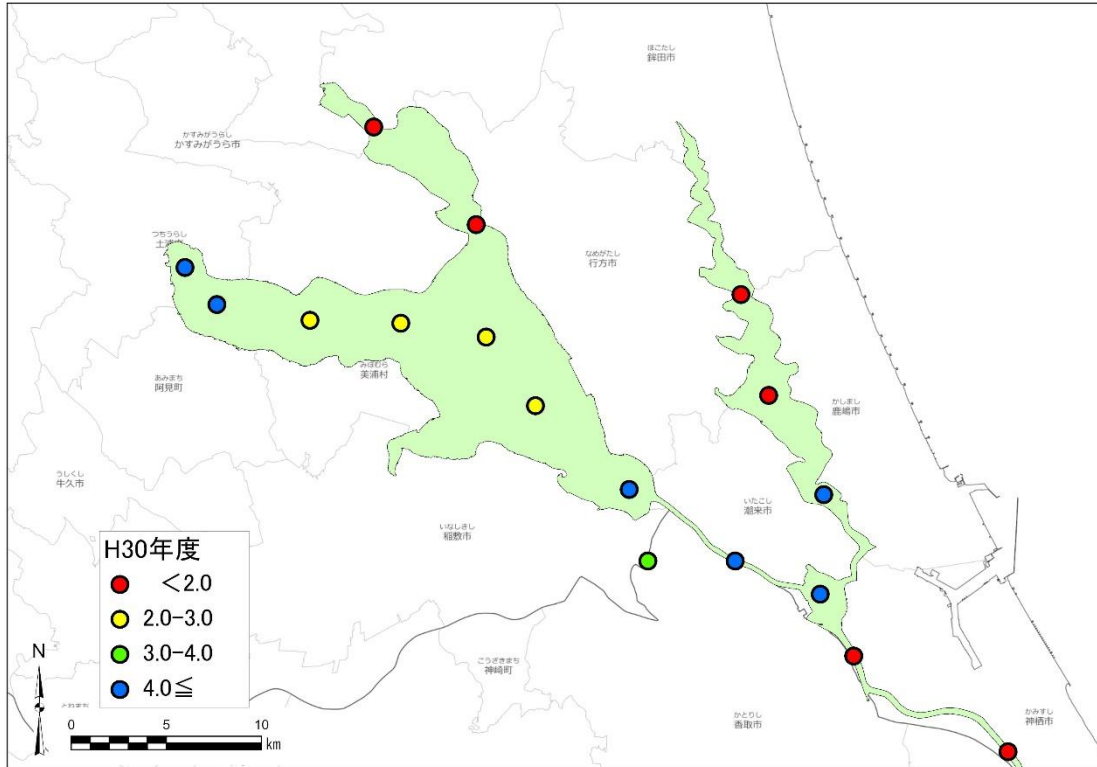
資料：国土交通省関東地方整備局 霞ヶ浦河川事務所 霞ヶ浦の水質調査データ<sup>8)</sup>より作成

図 1.29 (1) 霞ヶ浦における底層溶存酸素量の年間最低値  
(昭和 52、53 年度)



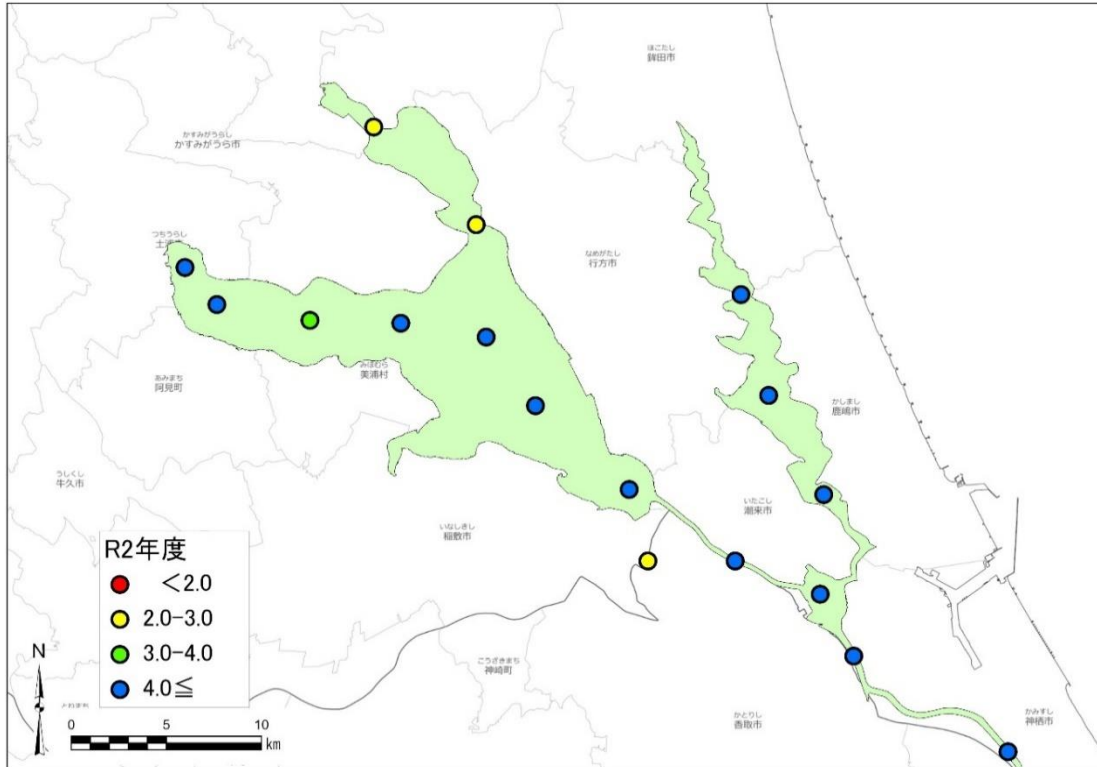
資料：国土交通省関東地方整備局 霞ヶ浦河川事務所 霞ヶ浦の水質調査データ<sup>8)</sup>より作成

図 1.29 (2) 霞ヶ浦における底層溶存酸素量の年間最低値 (昭和 54 年度)



資料：国土交通省関東地方整備局 霞ヶ浦河川事務所 霞ヶ浦の水質調査データ<sup>8)</sup>より作成

図 1.30 (1) 霞ヶ浦における底層溶存酸素量の年間最低値  
(平成 30、令和元年度)



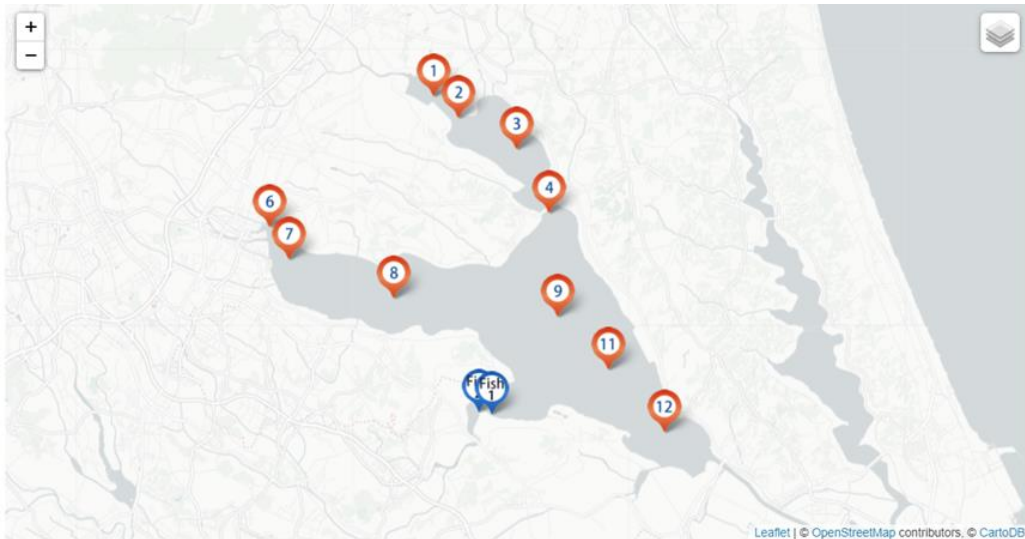
資料：国土交通省関東地方整備局 霞ヶ浦河川事務所 霞ヶ浦の水質調査データ<sup>8)</sup>より作成

図 1.30 (2) 霞ヶ浦における底層溶存酸素量の年間最低値（令和2年度）

国立研究開発法人 国立環境研究所において、図 1.31 に示す測定地点のうち、St. 1、St. 3、St. 7、St. 9 及び St. 12 では昭和 52 (1977) 年度から底層溶存酸素量を測定している。

各測定地点における底層溶存酸素量の平成 28 年度から令和 2 年度の月別の推移は図 1.32、各測定地点における底層溶存酸素量の年間最低値の経年変化は図 1.33 に示すとおりである。

平成 28 年度から令和 2 年度の湖底上 1m 以内の月別の推移では、平成 28 年度は全地点で底層溶存酸素量が 4mg/L 以上であったが、平成 29 年度以降では底層溶存酸素量が 4mg/L 未満になる調査地点がみられた。昭和 52 年度から令和 2 年度の湖底約 1m 以内の年間最低値の経年変化では、常に 4.0mg/L を下回る地点はなかった。なお、湖心付近の St. 9 では湖底直上の検体数は少ないものの、昭和 60～平成 12 年度の公共用水域水質測定結果において、測定層の“底”のような低位で推移する底層溶存酸素量の状況は見られなかった。



【底層溶存酸素量の測定検体数】

年度	SS2年度	SS3年度	SS4年度	SS5年度	SS6年度	SS7年度	SS8年度	SS9年度	S60年度	S61年度	S62年度	S63年度	H1年度	H2年度	H3年度	H4年度	H5年度	H6年度	H7年度	H8年度	H9年度	H10年度
St.1: 湖底上1m以内	10	9	11	12	24	24	11	12	12	10	11	11	12	12	17	15	12	11	12	12	12	12
St.1: 湖底上	2	4	4	2	5	10	7	4	6	6	4	5	4	5	2	5	4	8	12	12	12	12
St.3: 湖底上1m以内	10	9	11	12	24	24	12	12	12	10	11	11	12	12	17	15	12	11	12	12	12	12
St.3: 湖底上	8	6	1	3	10	14	6	3	8	5	3	0	5	4	2	1	2	3	8	12	12	12
St.7: 湖底上1m以内	9	3	8	12	23	24	11	12	12	10	11	10	12	12	16	15	12	9	12	12	12	12
St.7: 湖底上	3	2	3	3	8	14	5	6	9	6	4	3	8	5	2	1	5	2	8	12	12	12
St.9: 湖底上1m以内	9	8	11	11	23	24	12	12	12	10	11	11	12	12	17	16	12	11	12	12	12	12
St.9: 湖底上	4	4	7	5	10	12	6	7	10	8	5	3	4	3	8	6	6	7	8	12	12	12
St.12: 湖底上1m以内	7				23	24	12	12	12	9	11	11	12	11	17	16	12	11	12	12	12	12
St.12: 湖底上	4				6	12	4	6	8	4	1	5	5	6	5	3	4	4	8	12	12	12
年度	H11年度	H12年度	H13年度	H14年度	H15年度	H16年度	H17年度	H18年度	H19年度	H20年度	H21年度	H22年度	H23年度	H24年度	H25年度	H26年度	H27年度	H28年度	H29年度	H30年度	R1年度	R2年度
St.1: 湖底上1m以内	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	11	12	12	12	12	12	12
St.1: 湖底上	12	10	11	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	11	12	12	12	12	12
St.3: 湖底上1m以内	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12
St.3: 湖底上	12	12	11	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	11	12	12
St.7: 湖底上1m以内	12	11	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	11	12
St.7: 湖底上	12	11	11	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	11	12
St.9: 湖底上1m以内	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12
St.9: 湖底上	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12
St.12: 湖底上1m以内	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12
St.12: 湖底上	12	12	11	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12

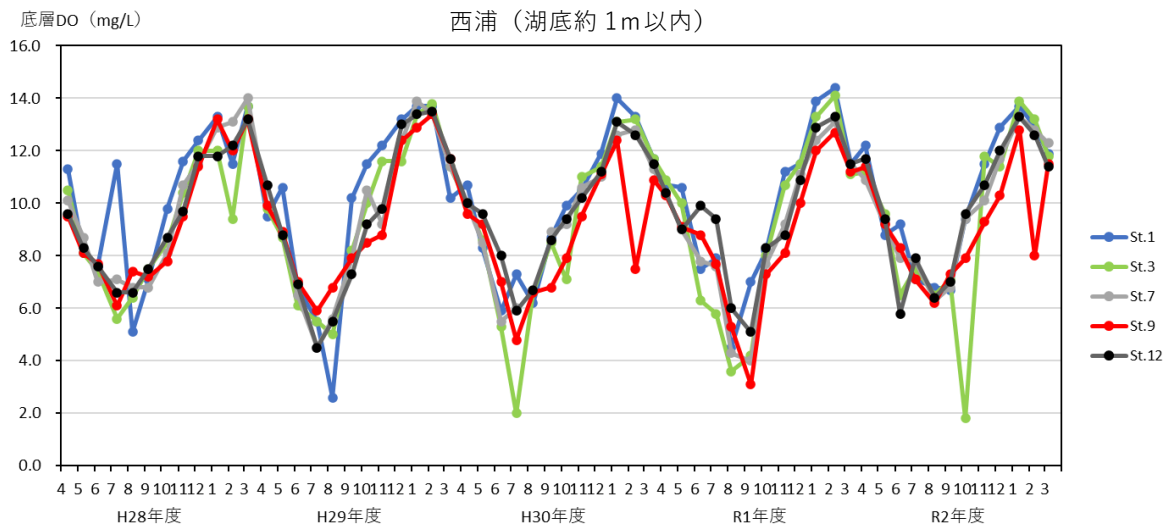
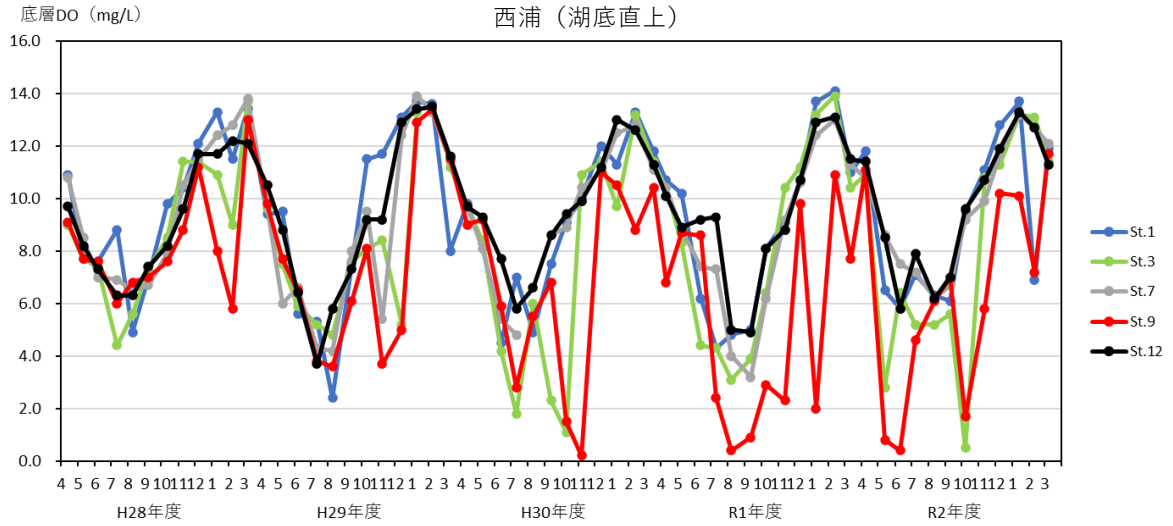
注：1. St. 1、St. 3、St. 7、St. 9 及び St. 12 は昭和 52 (1977) 年度から令和 2 (2020) 年度まで実施しており、他の測定地点は昭和 52 (1977) 年度から昭和 61 (1986) 年度頃まで実施している。

2. 底層溶存酸素量の測定検体数について、湖底直上の赤字は湖底 1m 以内の検体数に対して半数を満たしていない年度である。

資料：国立環境研究所 (2016) 霞ヶ浦データベース、国立環境研究所

<https://db.cger.nies.go.jp/gem/inter/GEMS/database/kasumi/> (2023 年 1 月 4 日閲覧) <sup>1)</sup>より作成

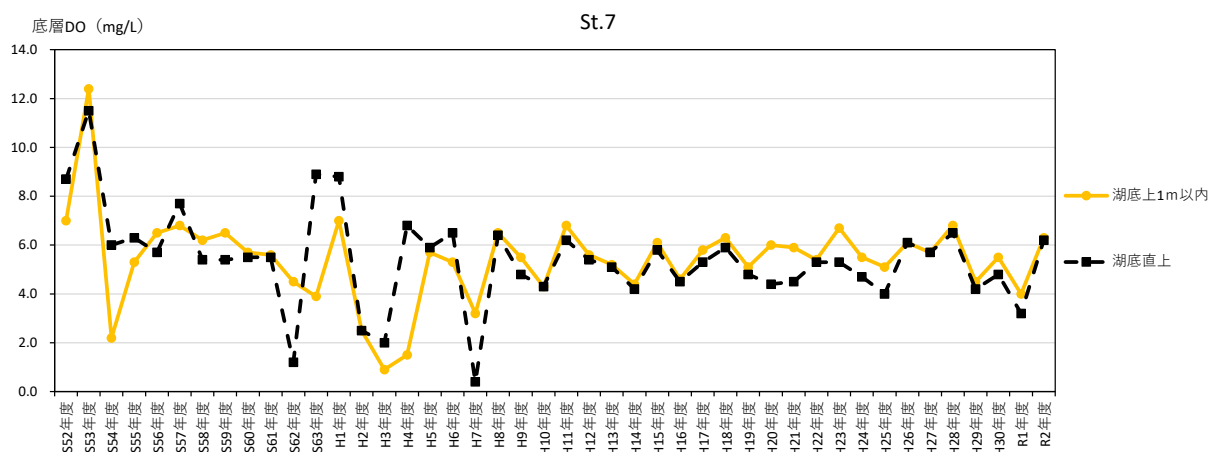
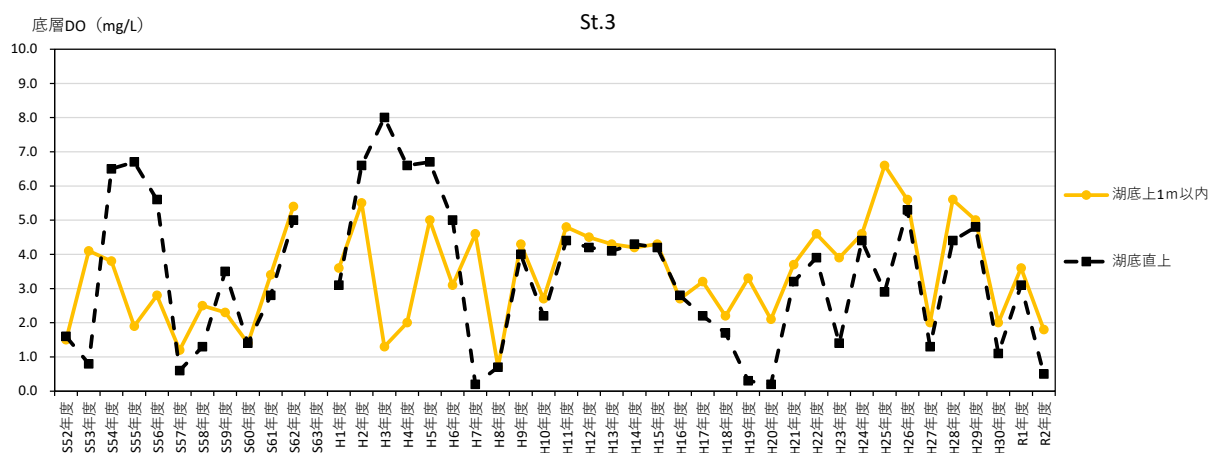
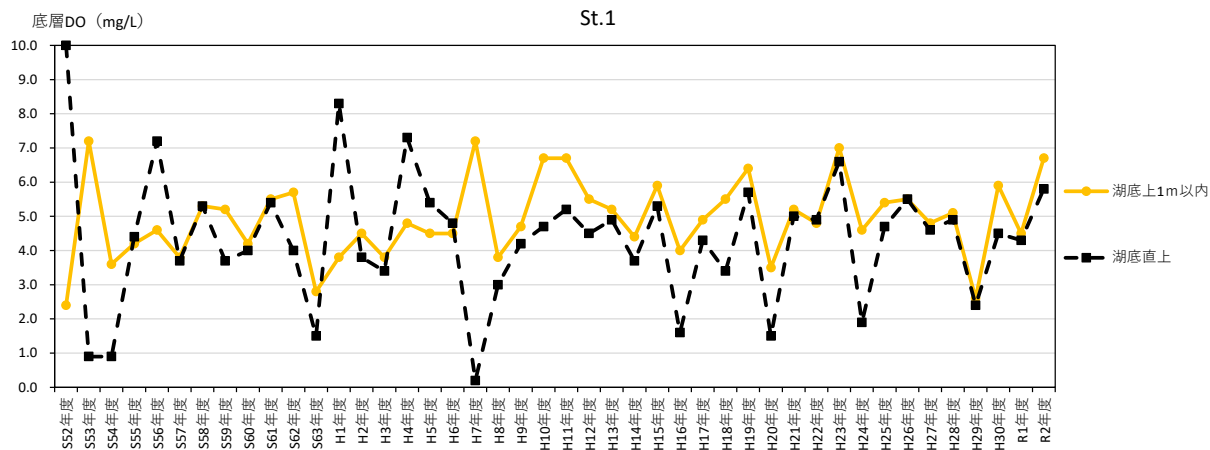
図 1.31 国立環境研究所の底層溶存酸素量測定地点及び測定検体数



資料：国立環境研究所（2016）霞ヶ浦データベース、国立環境研究所  
<https://db.cger.nies.go.jp/gem/inter/GEMS/database/kasumi/>（2023年1月4日閲覧<sup>11)</sup>より作成

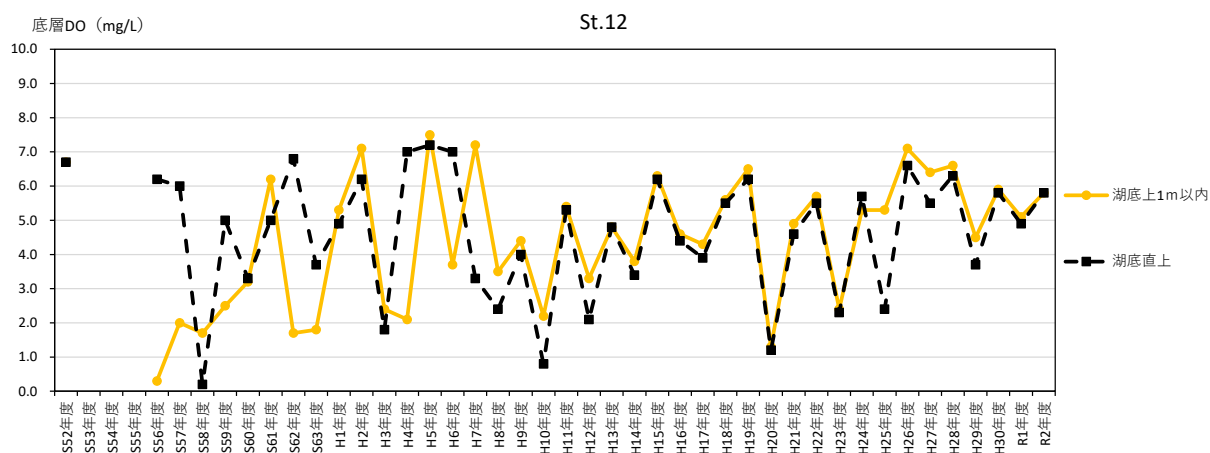
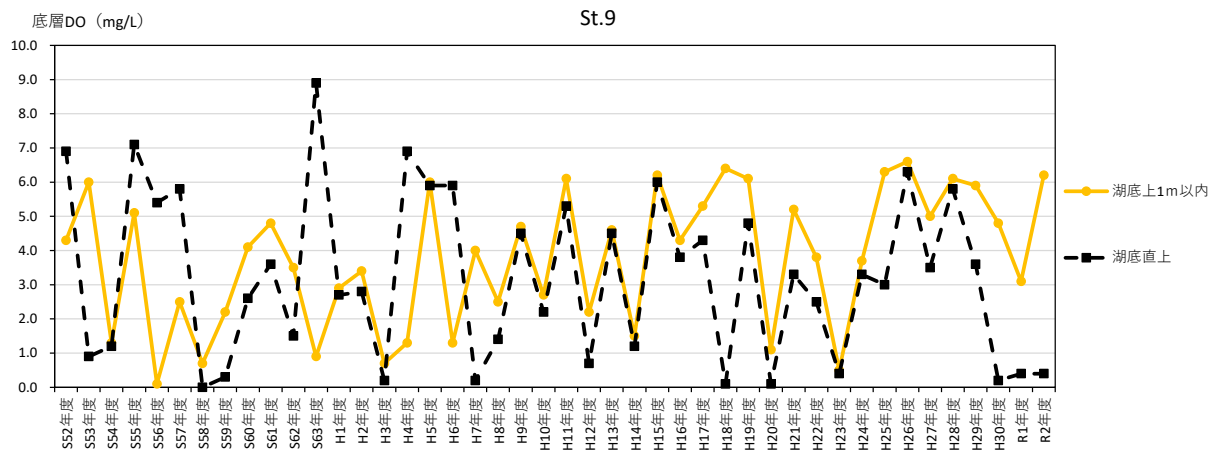
図 1.32 各測定地点の底層溶存酸素量の月別の推移（平成 28 年度～令和 2 年度）





資料：国立環境研究所（2016）霞ヶ浦データベース、国立環境研究所  
<https://db.cger.nies.go.jp/gem/inter/GEMS/database/kasumi/>（2023年1月4日閲覧）<sup>11)</sup>より作成

図 1.33(1) 各測定地点における底層溶解酸素量の年間最低値の経年変化

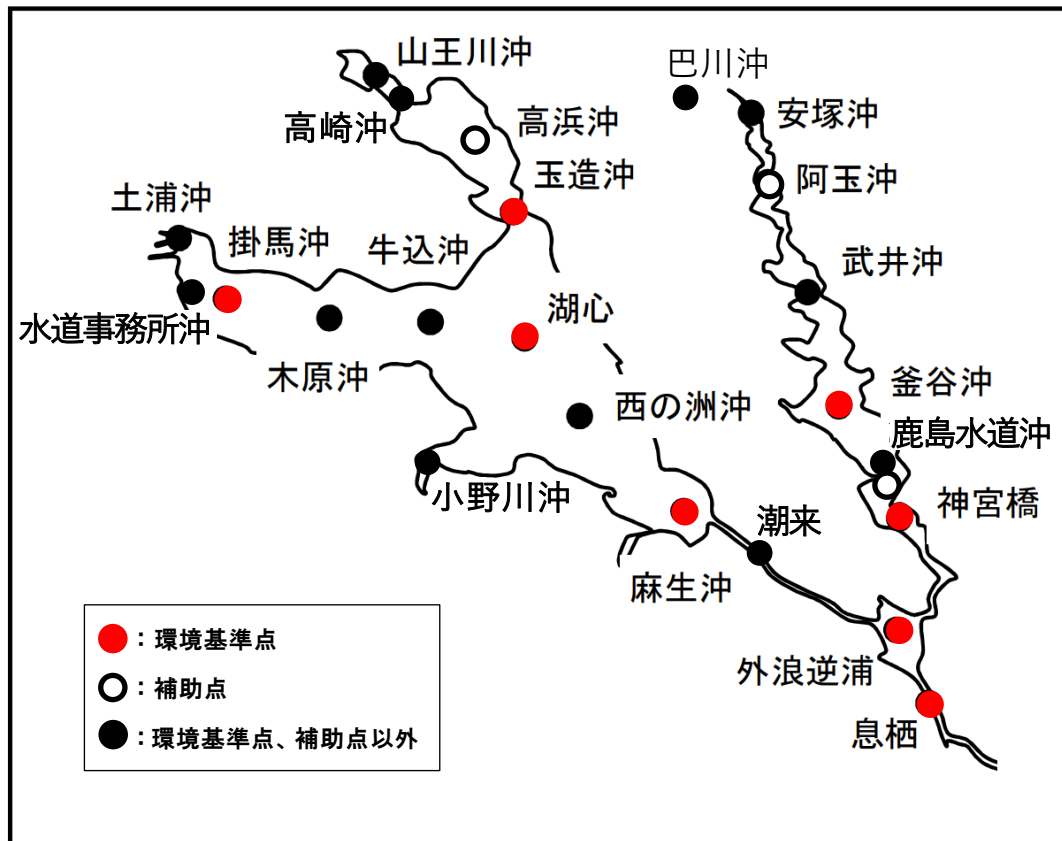


資料：国立環境研究所（2016）霞ヶ浦データベース、国立環境研究所  
<https://db.cger.nies.go.jp/gem/inter/GEMS/database/kasumi/>（2023年1月4日閲覧）<sup>11)</sup>より作成

図 1.33(2) 各測定地点における底層溶存酸素量の年間最低値の経年変化

## 2) 茨城県霞ヶ浦環境科学センター調査

茨城県霞ヶ浦環境科学センターでは、水質汚濁状況の空間的・経時的変動を把握することを目的に図 1.34 に示す調査地点で水質調査が行われている。



資料：茨城県霞ヶ浦環境科学センター年報<sup>12)</sup>より作成

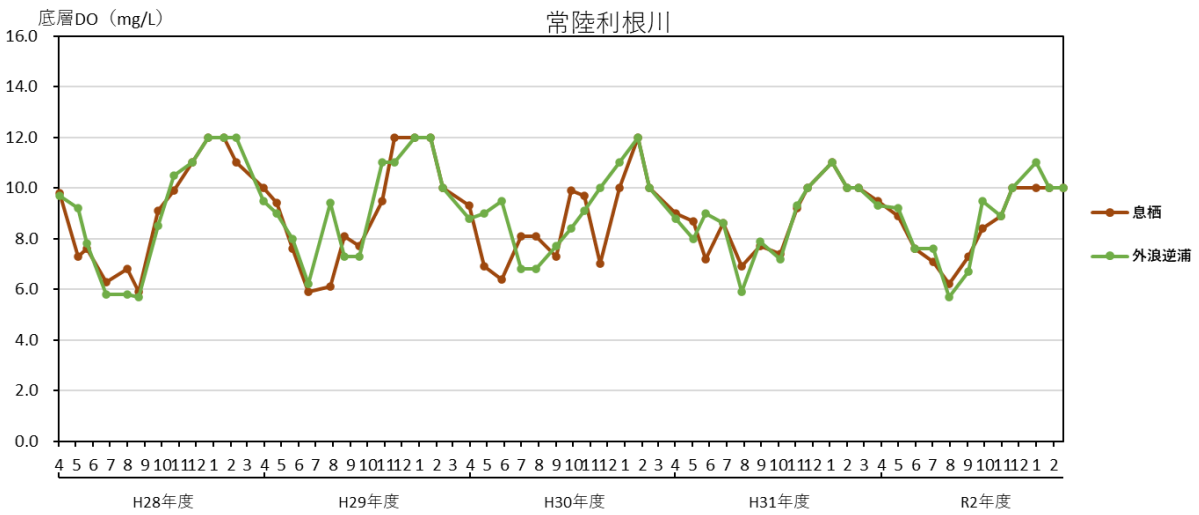
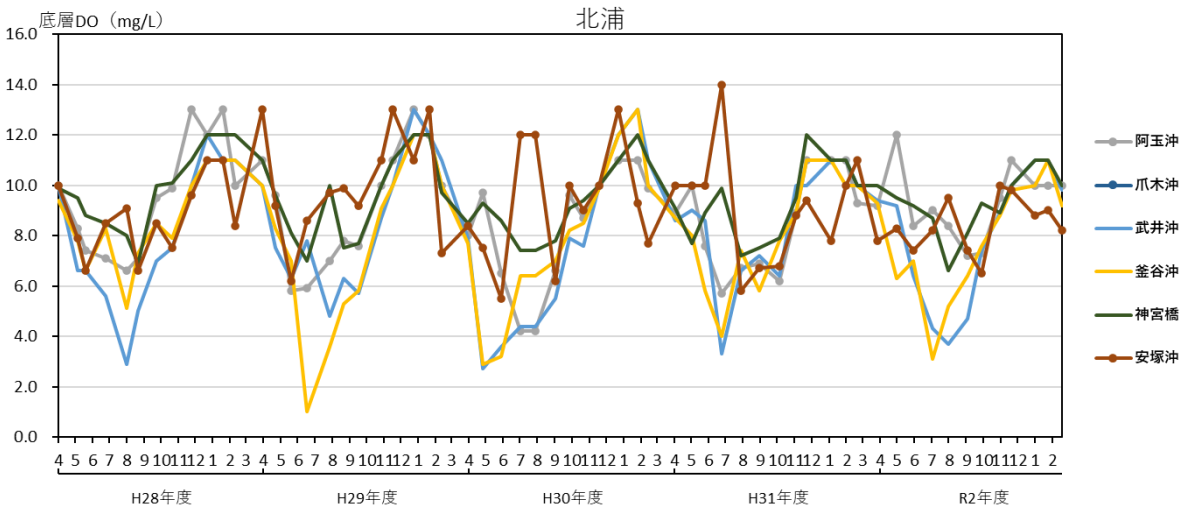
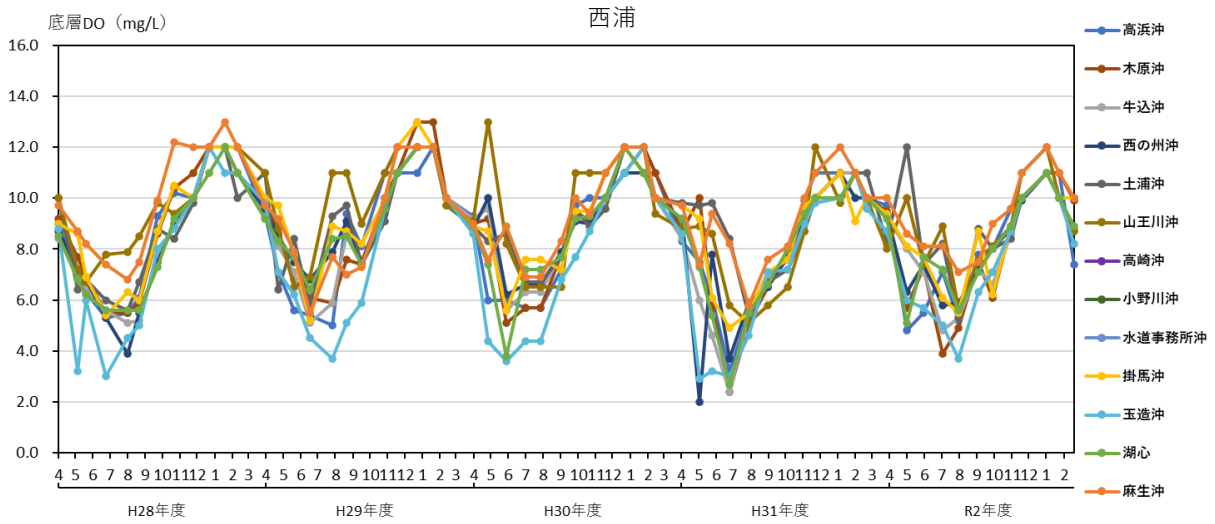
図 1.34 茨城県霞ヶ浦環境科学センターによる霞ヶ浦の水質調査地点

茨城県霞ヶ浦環境科学センターにおける霞ヶ浦の水質調査データによると、平成17年度（2005年度）から環境基準点を含む地点で底層溶存酸素量の観測が行われている。

霞ヶ浦の各地点（湖底直上 0.5m）における底層溶存酸素量の平成28年度（2016年度）から令和2年度（2020年度）の月別の推移は図 1.35 に示すとおりである。霞ヶ浦の各地点（湖底直上 0.5m）における底層溶存酸素量の年間最低値の経年変化は図 1.36 に示すとおりである。

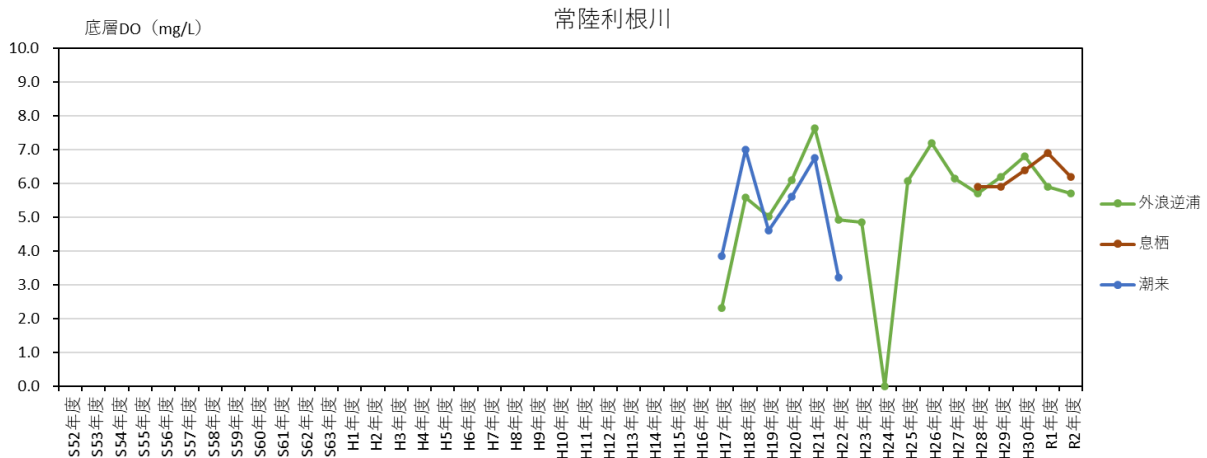
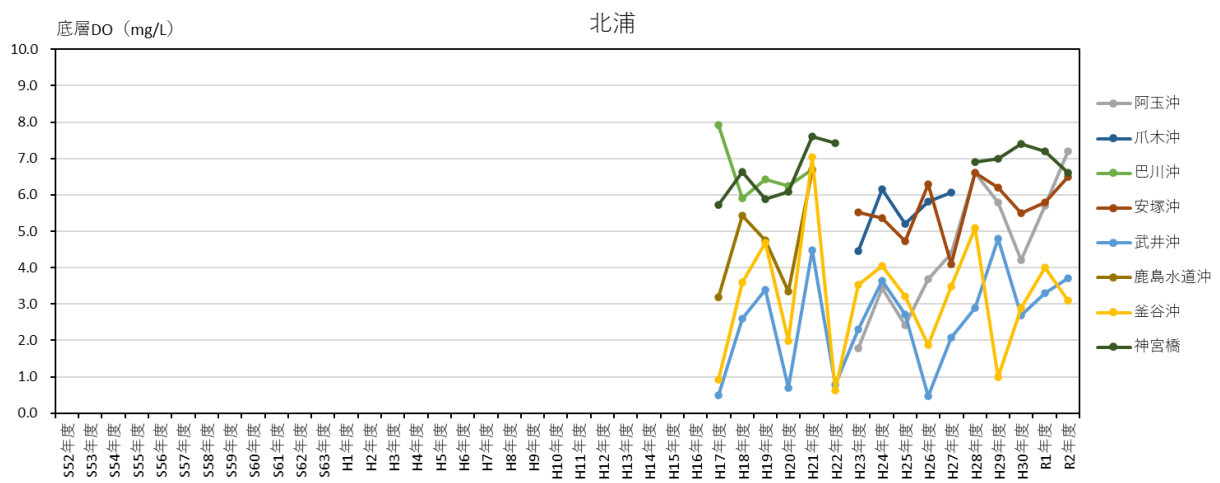
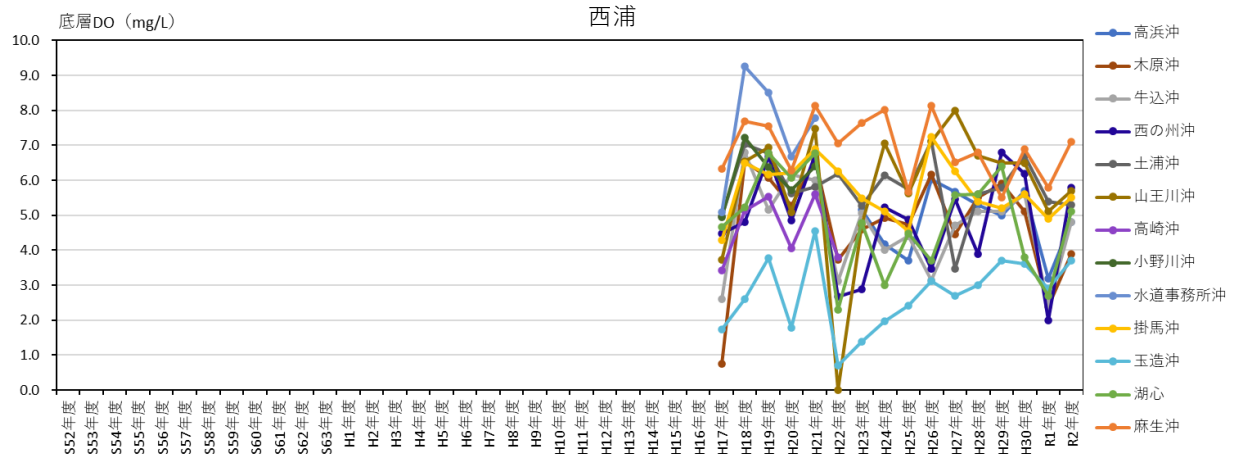
平成28年度から令和2年度の湖底約1m以内の月別の推移では、全ての調査地点ではないが、底層溶存酸素量が4mg/L未滿になる調査地点がみられた。西浦、北浦、常陸利根川では、平成17年度以降、底層溶存酸素量の年間最低値が常に4mg/L未滿で推移する調査地点はなかった。

霞ヶ浦の平成30年度、令和元年度及び令和2年度の底層溶存酸素量の年間最低値の水平分布図は図 1.37、図 1.38 に示すとおりである。平成30年度～令和2年度では、2mg/L未滿の調査地点はなく、西浦の木原沖及び玉造沖、北浦の武井沖及び釜谷沖では周辺の調査地点と比較するとやや低い傾向を示していた。



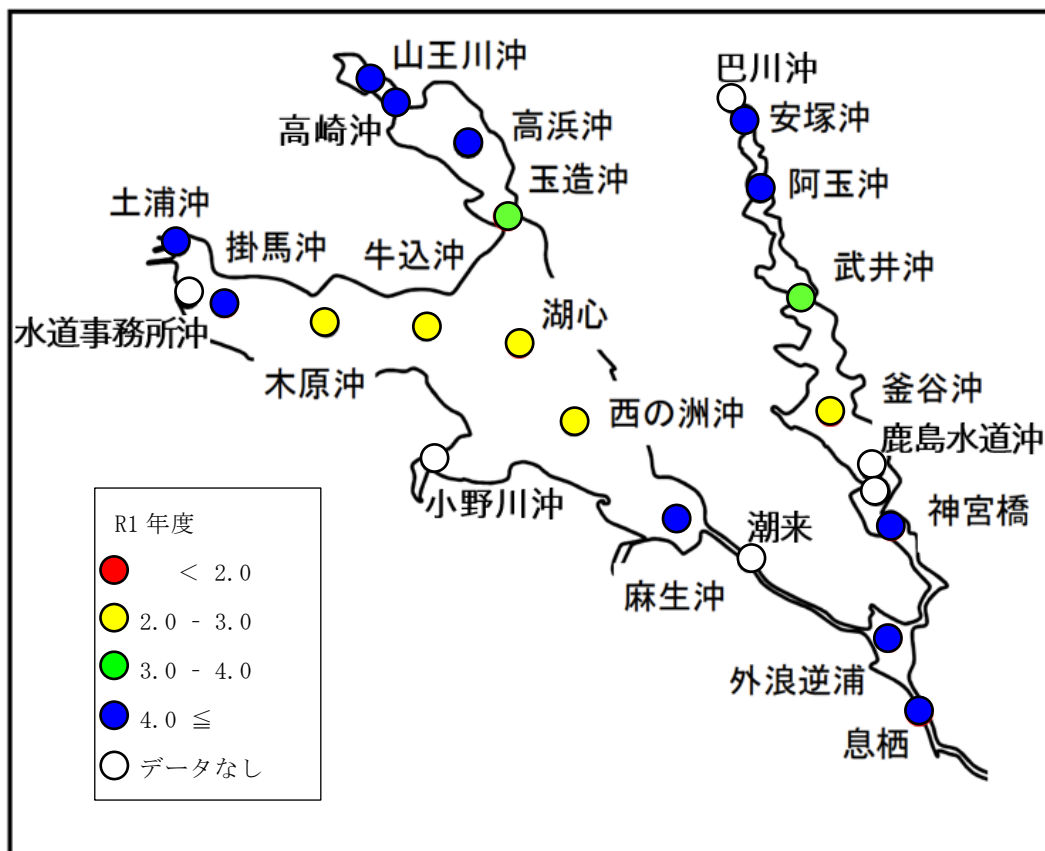
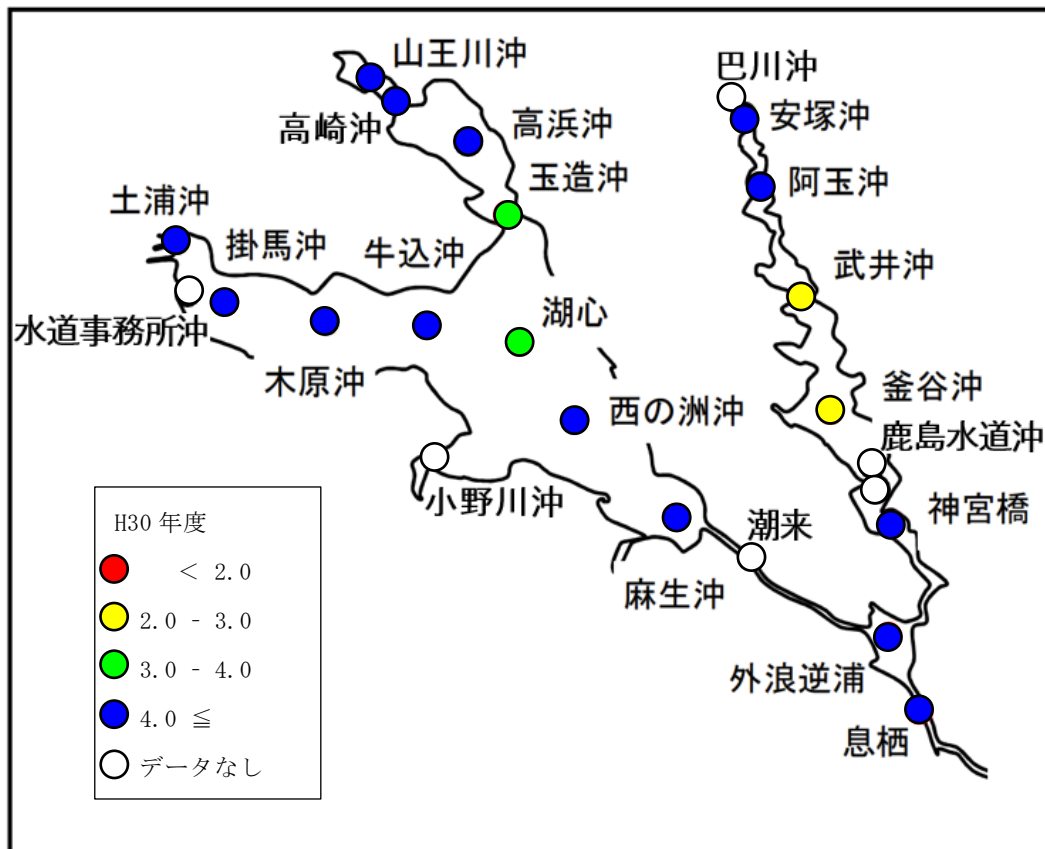
資料：茨城県霞ヶ浦環境科学センター年報<sup>12)</sup>より作成

図 1.35 霞ヶ浦(湖底直上 0.5m)における各地点の底層溶存酸素量の月別の推移  
(平成 28 年度～令和 2 年度)



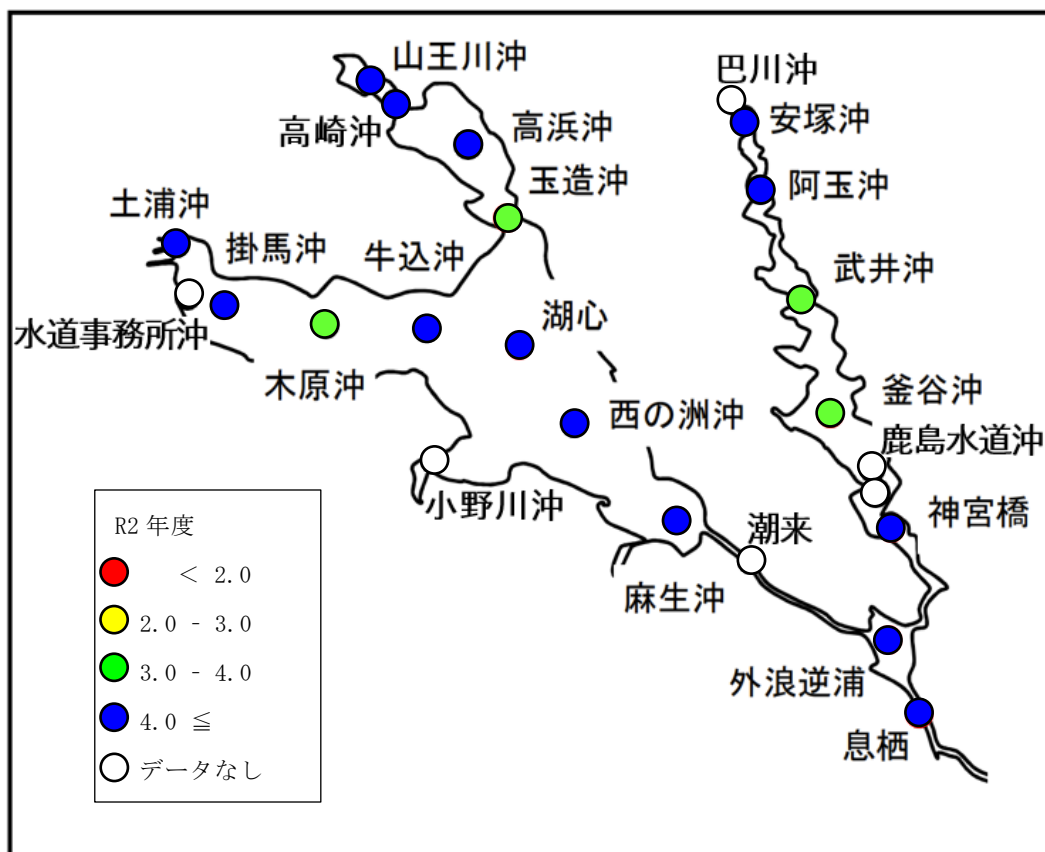
資料：茨城県霞ヶ浦環境科学センター年報<sup>12)</sup>より作成

図 1.36 霞ヶ浦(湖底直上0.5m)の各地点における  
底層溶存酸素量の年間最低値の経年変化



資料：茨城県霞ヶ浦環境科学センター年報<sup>12)</sup>より作成

図 1.37 霞ヶ浦における底層溶存酸素量の年間最低値（平成 30、令和元年度）



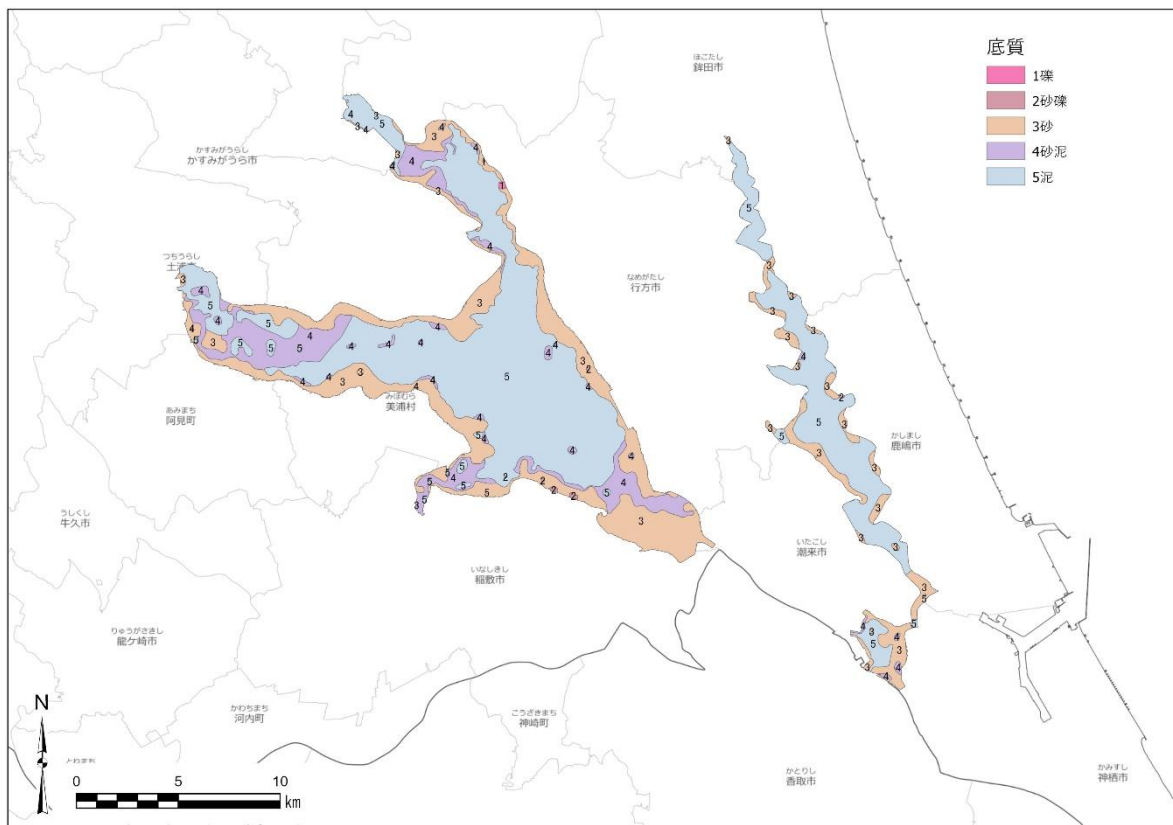
資料：茨城県霞ヶ浦環境科学センター年報<sup>12)</sup>より作成

図 1.38 霞ヶ浦における底層溶存酸素量の年間最低値（令和2年度）



### 1.1.3 底質の状況

霞ヶ浦の底質の状況は図 1.39 に示すとおりである。西浦、北浦では沿岸が砂、その他の部分や湖心には泥が分布している。常陸利根川では東側に砂、西側に泥が分布している。



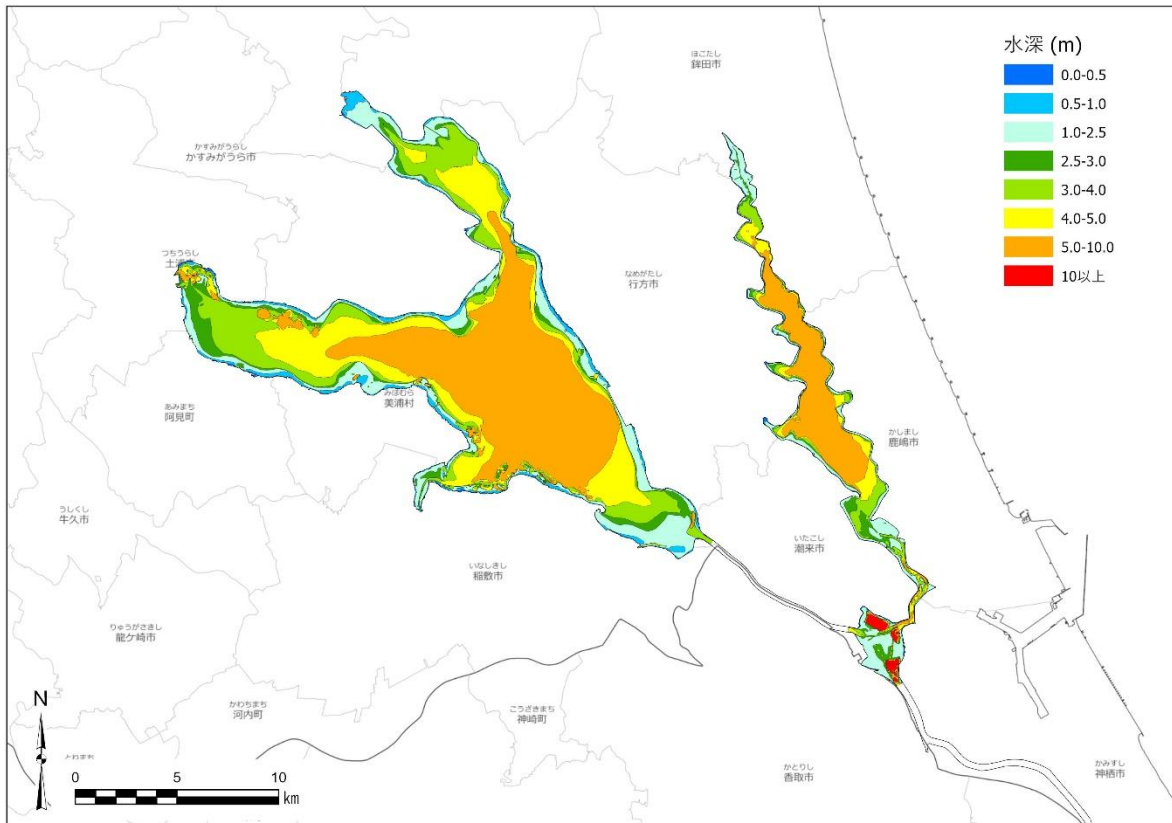
資料：国土交通省 国土地理院 湖沼データ・ダウンロードサービス 霞ヶ浦（昭和 63 年-平成 3 年修正）<sup>13)</sup>  
 国土交通省 国土地理院 湖沼データ・ダウンロードサービス 北浦・外浪逆浦（平成 8 改測）<sup>14)</sup>  
 より作成

図 1.39 霞ヶ浦の底質の状況

## 1.1.4 水域の構造等に関する情報

### (1) 湖底の地形（水深）

霞ヶ浦の水深については、図 1.40 に示すとおりである。

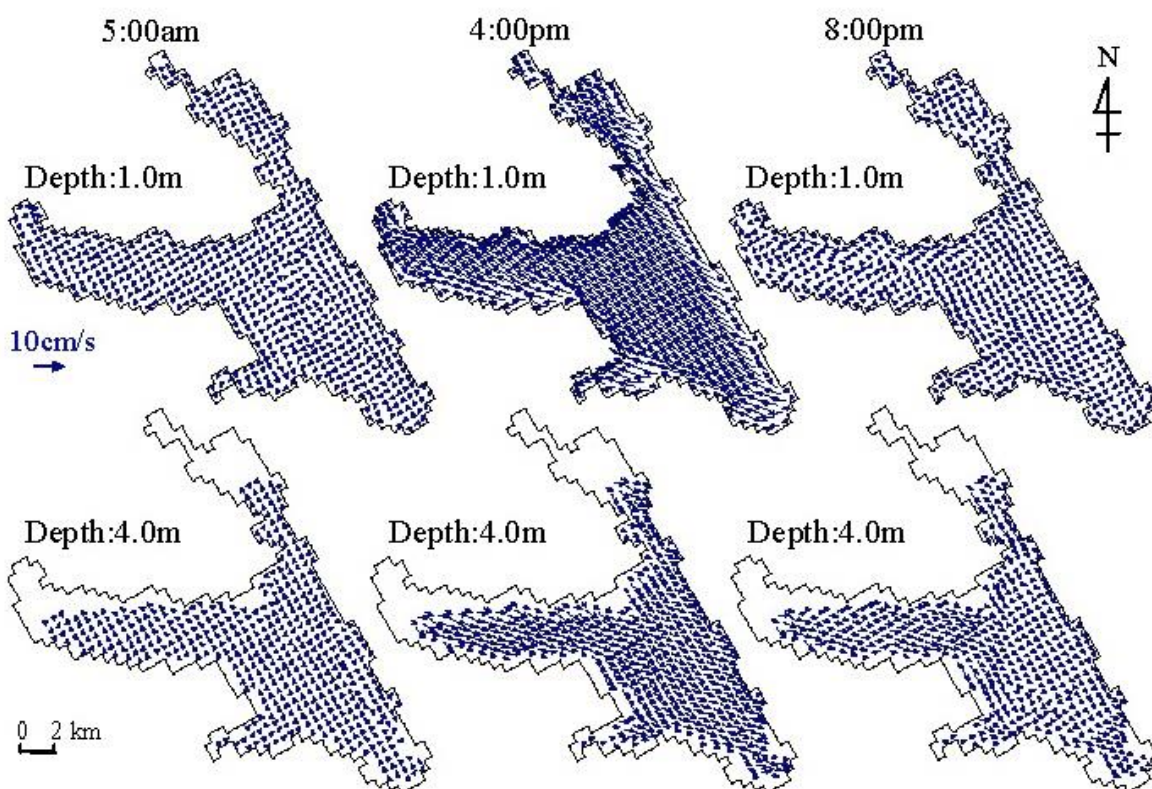


資料：国土交通省 国土地理院 湖沼データ・ダウンロードサービス 霞ヶ浦（昭和 63 年-平成 3 年修正）<sup>13)</sup>  
国土交通省 国土地理院 湖沼データ・ダウンロードサービス 北浦・外浪逆浦（平成 8 改測）<sup>14)</sup>  
より作成

図 1.40 霞ヶ浦における水深

## (2) 水流

霞ヶ浦の湖流は図 1.41 に示すとおりである。湖沼技術研究会の平成 19 年 3 月湖沼における水理・水質管理の技術によると、霞ヶ浦は、主に 2 つの理由から水流の変動が起こるとして図 1.41 の湖流が算出されている。霞ヶ浦は湖面が非常に広く水深が低いため、湖上風による平面的流動が卓越している。また、常陸利根川には潮止め堰出口があり水門の開閉により湖内の水位が変動することで、水流が変動する可能性がある。



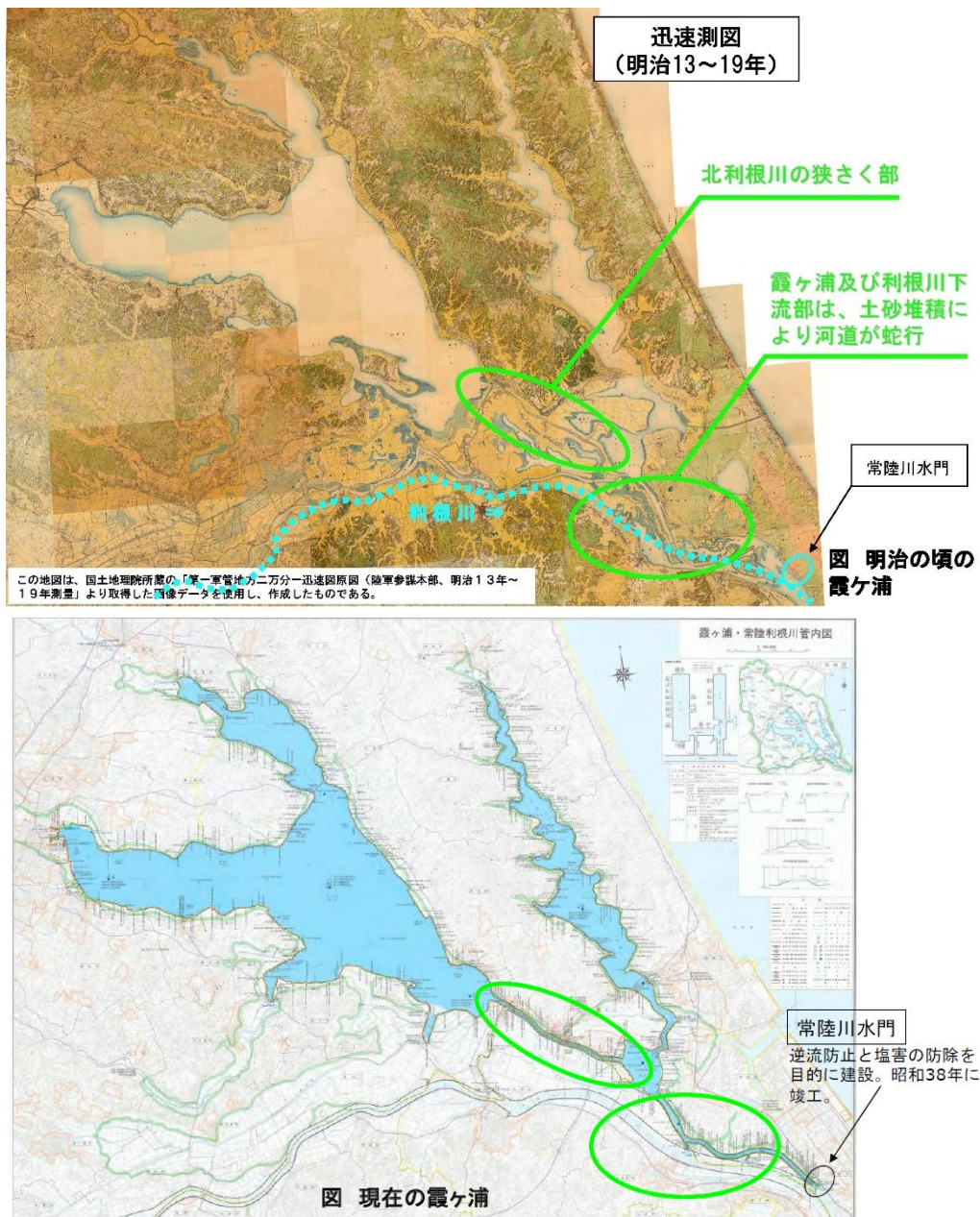
資料：湖沼技術研究会. (2007). 「湖沼における水理・水質管理の技術 第6章 6.4 霞ヶ浦の水理・水質特性」(平成 19 年 3 月)<sup>15)</sup>

図 1.41 霞ヶ浦の湖流（湾口最強時、単位ノット）（左：上げ潮、右：下げ潮）



### (3) 干拓の変遷

霞ヶ浦の埋立の変遷は図 1.42 に示すとおりである。霞ヶ浦では、大正 5 年頃から昭和 48 年までに約 2,500ha が干拓された。



資料：国土交通省 関東地方整備局 霞ヶ浦河川事務所（平成 18 年 12 月）第 2 回霞ヶ浦有識者会議資料<sup>16)</sup>

図 1.42 霞ヶ浦における埋立の変遷

### 1.1.5 水域の利用に関する情報

#### (1) 港湾施設

霞ヶ浦の漁港・港湾は表 1.5 に示すとおりである。霞ヶ浦の漁港、港湾は合計 12 存在し、うち第 1 種漁港は 11、地方港湾は 1 である。この他、船溜が 150 か所整備されている。霞ヶ浦における港湾及び漁港の位置は図 1.43 に、漁業権の設定状況は図 1.44 に示すとおりである。

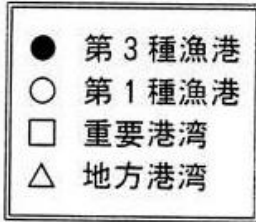
表 1.5 霞ヶ浦の漁港・港湾

種類	漁港・港湾名	指定年月日	管理者	所在地	水域
第 1 種	麻生漁港	S27. 10. 21	県	行方市麻生	西浦
	五町田漁港		市	行方市五町田	
	小高漁港		市	行方市島並	
	荒宿漁港	S27. 10. 21	市	行方市荒宿	
	手賀漁港	S48. 5. 16	市	行方市手賀	
	安中漁港	S27. 10. 21	村	稲敷郡美浦村馬掛	
	木原漁港	S34. 12. 15	村	稲敷郡美浦村木原	
	沖宿漁港	S27. 10. 21	市	土浦市沖宿町	
	牛渡漁港		市	かすみがうら市牛渡	
	志戸崎漁港		市	かすみがうら市坂	
	白浜漁港	S38. 7. 23	市	行方市白浜	
地方港湾	土浦港		県	土浦市	西浦
合計	12 のうち 第 1 種漁港 : 11 地方港湾 : 1				

資料：茨城県農林水産部漁政課 「平成 30 年度 茨城の水産」(平成 29 年 7 月現在)<sup>17)</sup>より作成

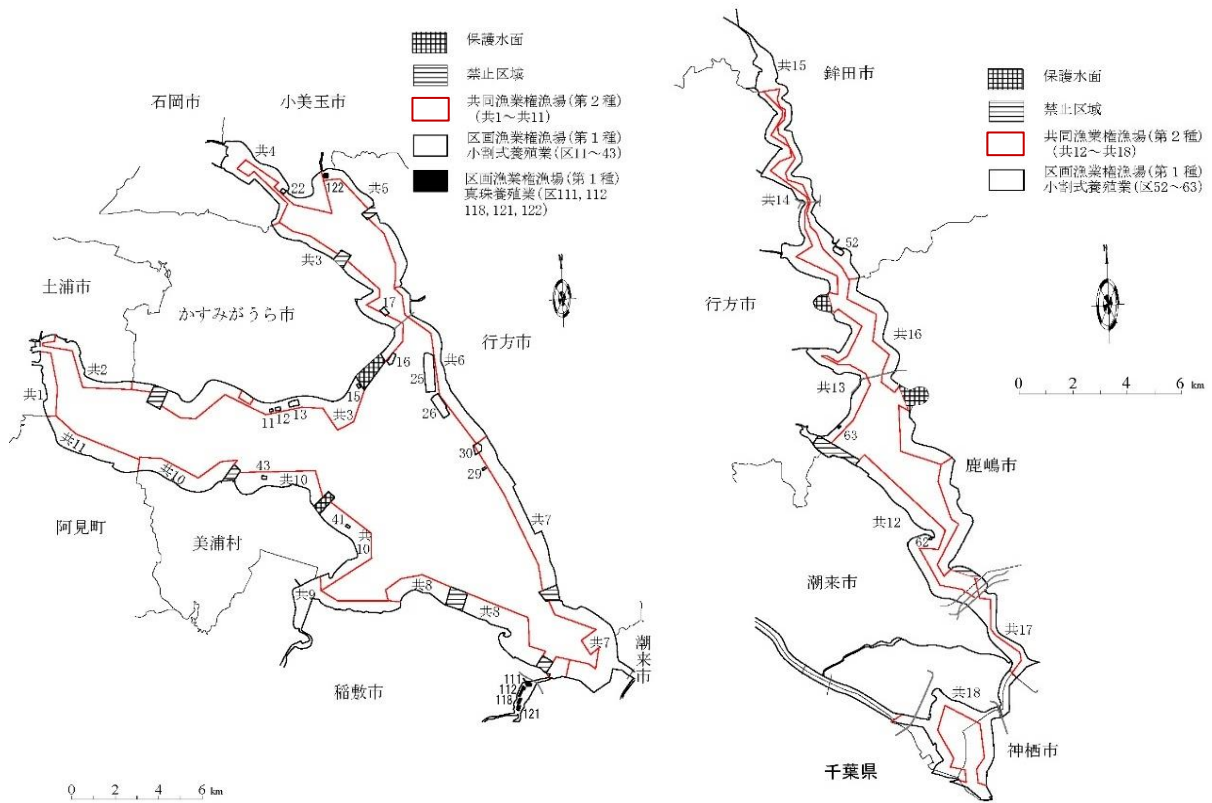
○海面の漁港数 9 港  
 種類区分  
 第1種漁港 4 港  
 第3種漁港 5 港  
 管理者区分  
 県管理漁港 8 港  
 市町村管理漁港 1 港

○海面の重要港湾数 2 港  
 (川尻港, 河原子港は漁業専用港,  
 茨城港大洗港区, 鹿島港は一部漁港区  
 を有する。)



資料：茨城県農林水産部漁政課 「平成30年度 茨城の水産」(平成29年7月現在)<sup>17)</sup>

図 1.43 霞ヶ浦における港湾及び漁港の位置



資料：茨城県農林水産部漁政課 「平成30年度 茨城の水産」(平成29年7月現在)<sup>17)</sup>

図 1.44 霞ヶ浦における漁場図



## (2) 水浴場

霞ヶ浦には水浴場がない。

## (3) 国立公園区域

霞ヶ浦における国立公園区域等は図 1.45 に示すとおりである。霞ヶ浦には、国立公園区域はなく、西浦、常陸利根川および北浦の一部にかけて国立公園区域がある。



資料：「環境アセスメントデータベース EADAS (イーダス)」<sup>18)</sup>より作成

図 1.45 霞ヶ浦における国立公園区域等



### 1.1.6 水生植物の存在状況

霞ヶ浦における平成 14 年の湖岸植生の分布は図 1.46 に示すとおりである。



資料：国土交通省関東地方整備局霞ヶ浦河川事務所「湖岸植生他の保全再生に関する手引き素案」（平成 22 年 1 月）<sup>19)</sup>

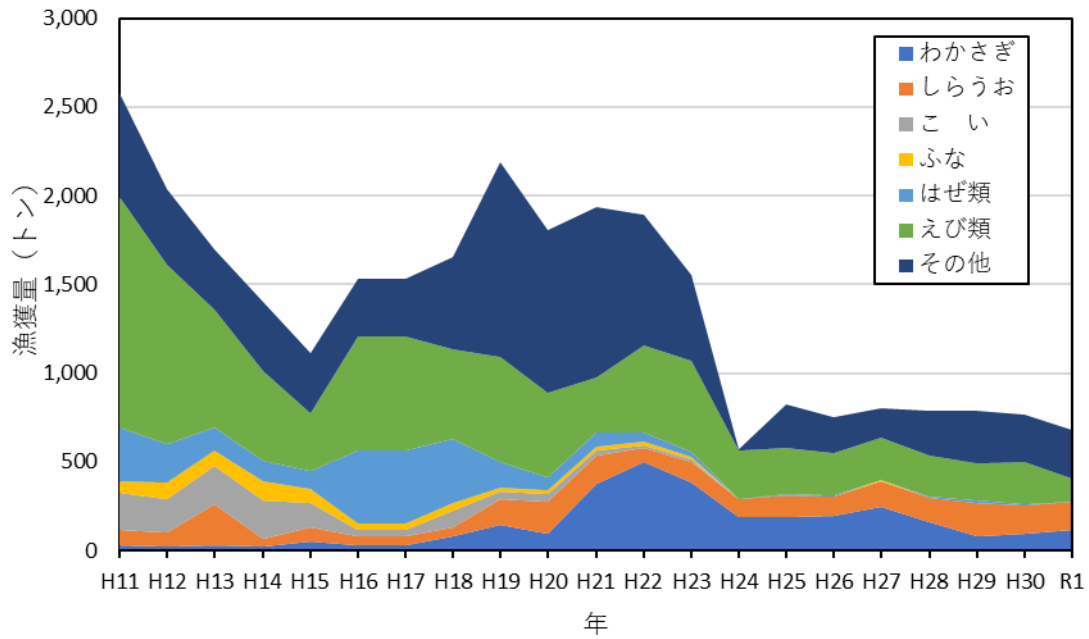
図 1.46 霞ヶ浦における平成 14 年の湖岸植生の分布

### 1.1.7 水産等に関する情報

#### (1) 漁獲量の経年変化

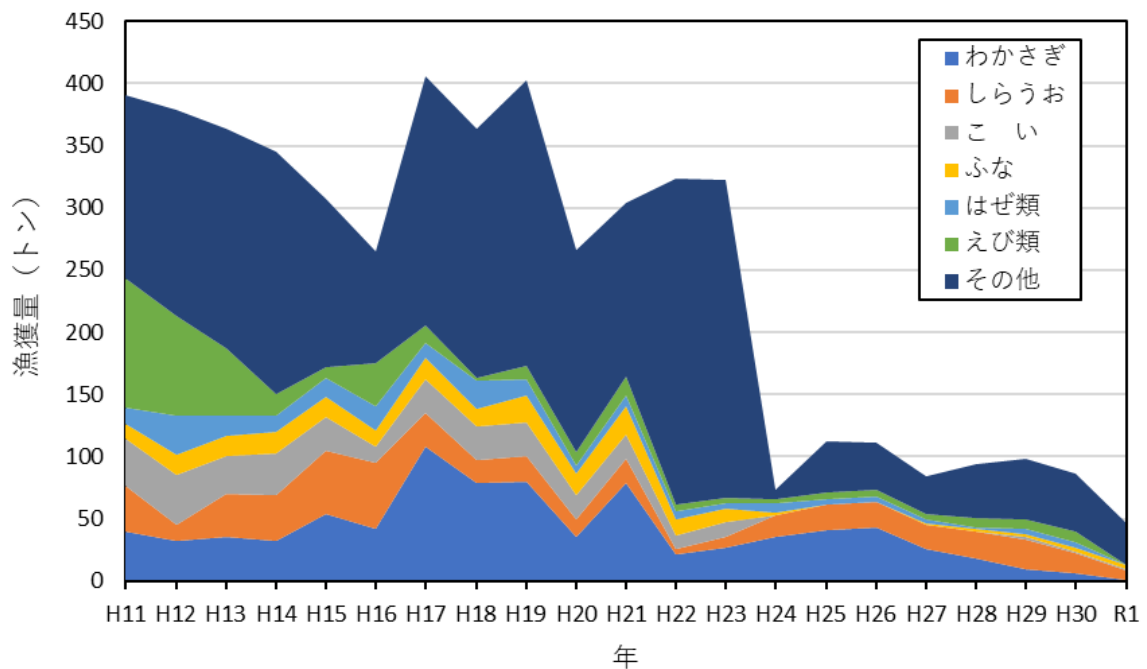
霞ヶ浦の漁獲量の推移は図 1.47 に示すとおりである。平成 11 年～平成 23 年まで 1,000 トン以上で推移していたが、平成 24 年（2012 年）以降、1,000 トンを下回っている。

北浦の漁獲量の推移は図 1.48 に示すとおりである。平成 11 年（1999 年）～平成 23 年（2011 年まで）250 トン以上で推移していたが、平成 24 年（2012 年）以降、150 トンを下回っている。



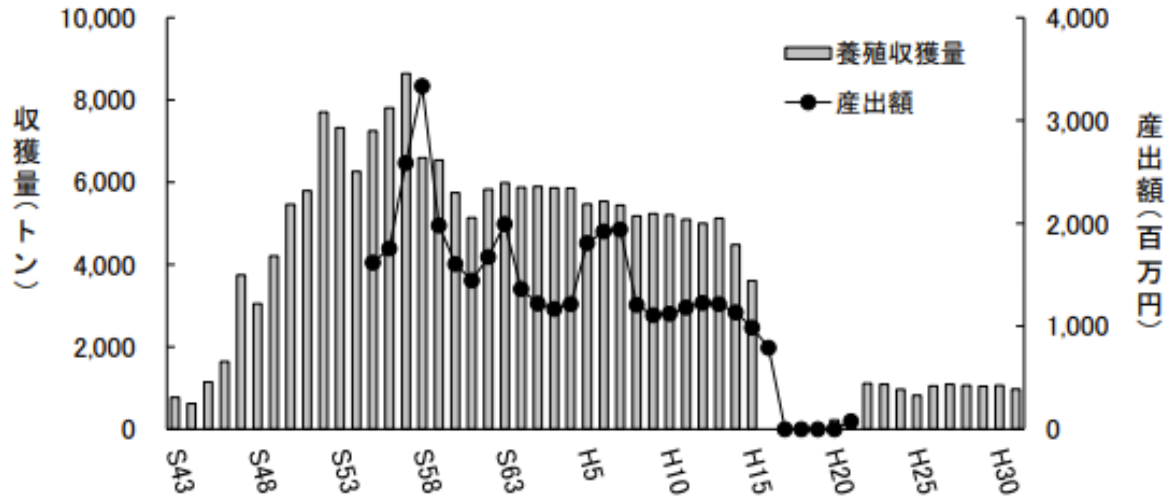
資料：「平成 16 年～平成 24 年茨城県統計年鑑」及び「平成 31～令和 2 年(2019～2020 年) 関東農林水産統計年報」<sup>20)</sup>より作成

図 1.47 霞ヶ浦の漁業生産量の推移（平成 11 年～令和元年）



資料：「平成 16 年～平成 24 年茨城県統計年鑑」及び「平成 31～令和 2 年(2019～2020 年) 関東農林水産統計年報」<sup>20)</sup>より作成

図 1.48 北浦の漁業生産量の推移（平成 11 年～令和元年）

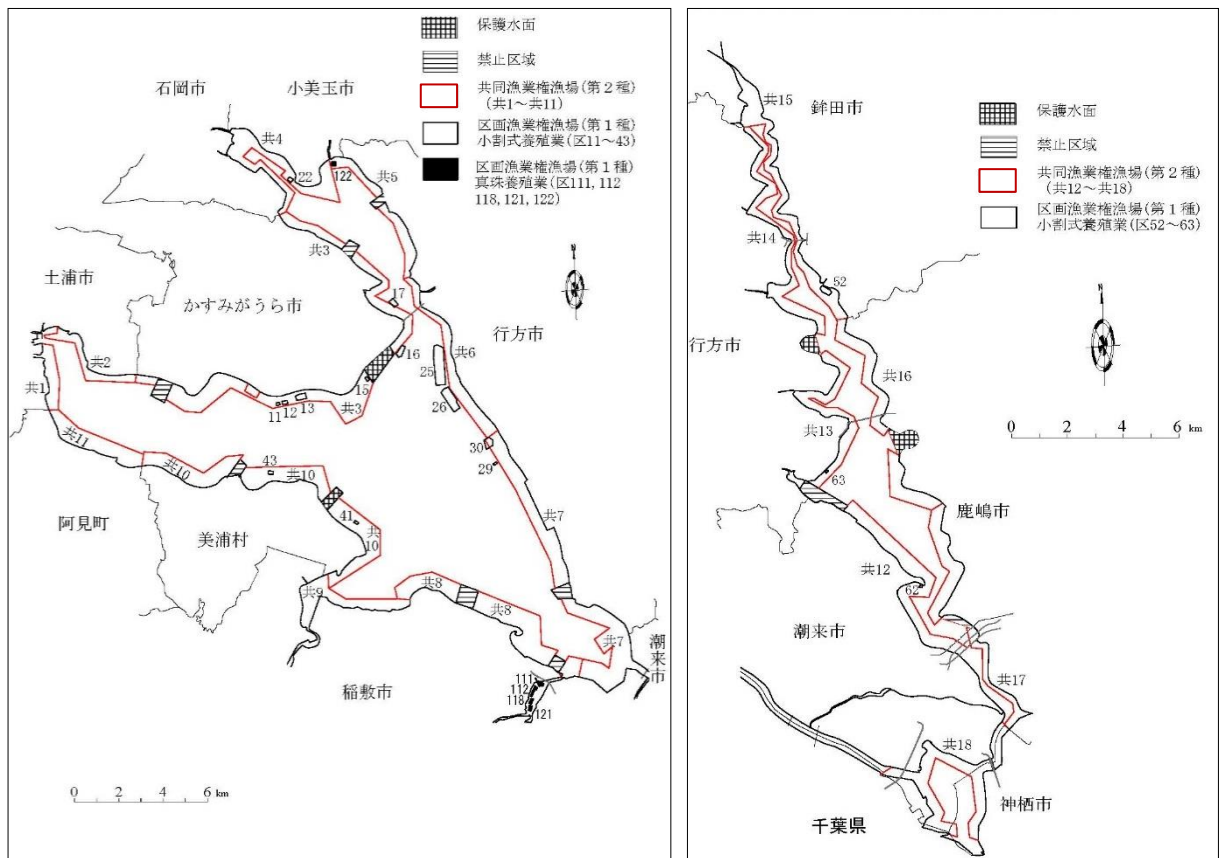


資料：茨城県「茨城の水産」<sup>21)</sup>

図 1.49 北浦のこい養殖の収穫量と産出額の推移

(2) 保護水面及び禁止区域の設定状況

霞ヶ浦の保護水面及び禁止区域設定状況は図 1.50 に示すとおりである。



資料：茨城県農林水産部漁政課 「平成 29 年度 茨城の水産」(平成 29 年 1 月現在)<sup>22)</sup>より作成

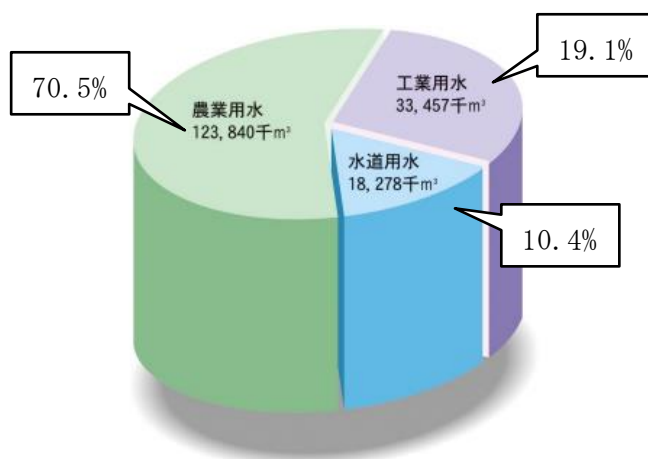
図 1.50 霞ヶ浦における水産資源保護法の保護水面及び禁止区域設定状況

### (3) 主要水産物の漁場

霞ヶ浦における主要水産物の漁場は、一部の保護水面や禁止区域を除きほぼ全域となっている。なお、霞ヶ浦における漁業権漁場図は図 1.50 に示すとおりである。

### (4) 霞ヶ浦の利水状況

霞ヶ浦の水は農業用水、水道用水、工業用水として茨城県西南部へ供給されている。各用水の年間計画取水量は農業用水 123,840 千 m<sup>3</sup>、工業用水 33,457 千 m<sup>3</sup>、水道用水 18,278 千 m<sup>3</sup>であり、農業用水としての利用が全体の約 7 割を占めている。

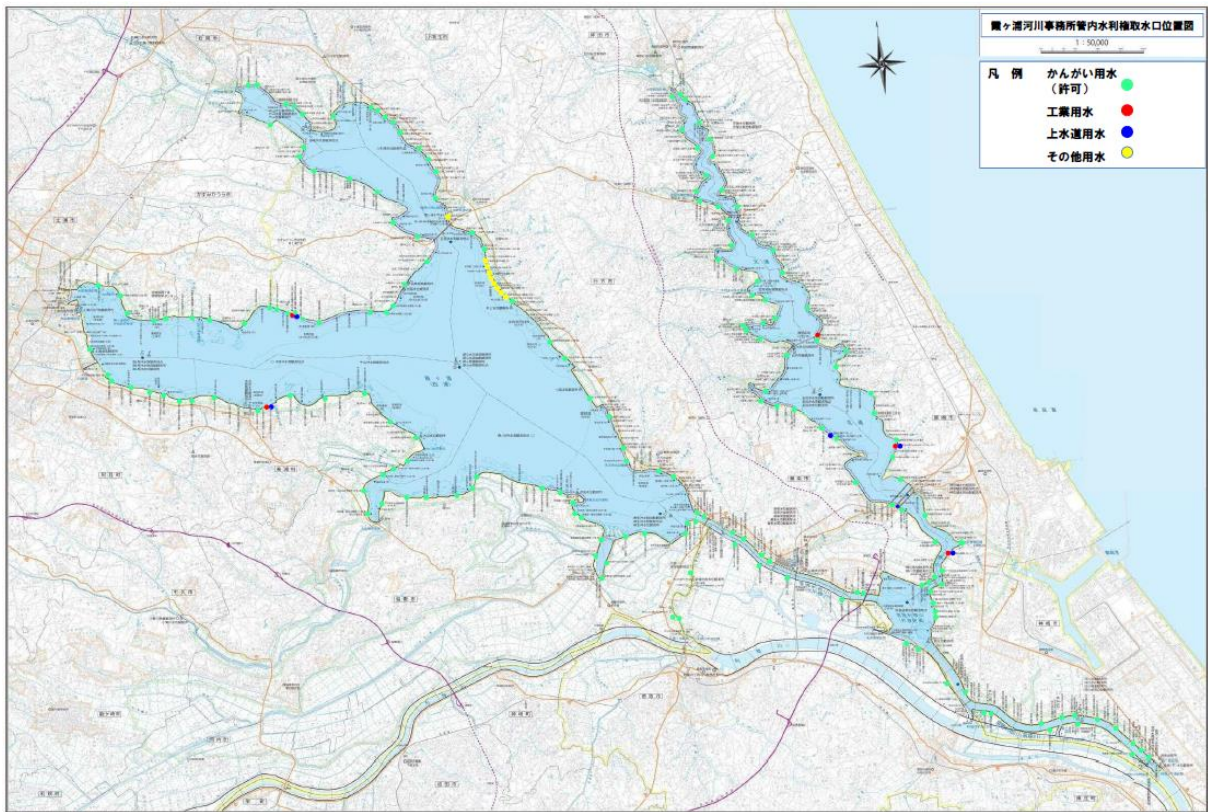


資料：独立行政法人水資源機構霞ヶ浦用水管理所「霞ヶ浦用水ガイド」より作成

図 1.51 霞ヶ浦における各揚水の年間計画取水量

### (5) 工業用水の取水口位置

霞ヶ浦の工業用水の取水口位置は図 1.52 に示すとおりである。

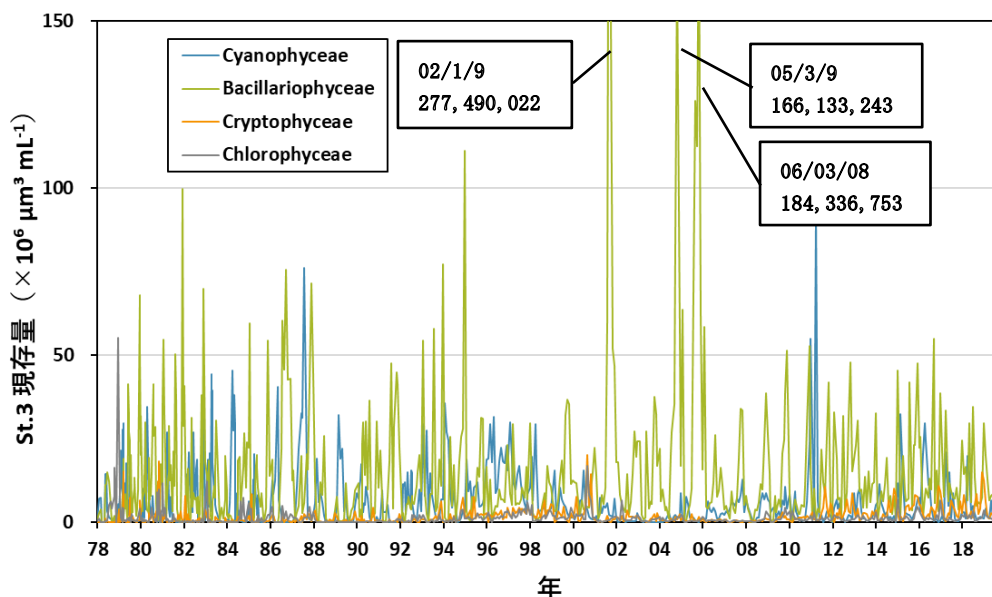


資料：国土交通省関東地方整備局霞ヶ浦河川事務所 平成 29 年度霞ヶ浦利水者懇談会 記者発表資料<sup>6)</sup>

図 1.52 霞ヶ浦河川事務所管内水利権取水口位置図

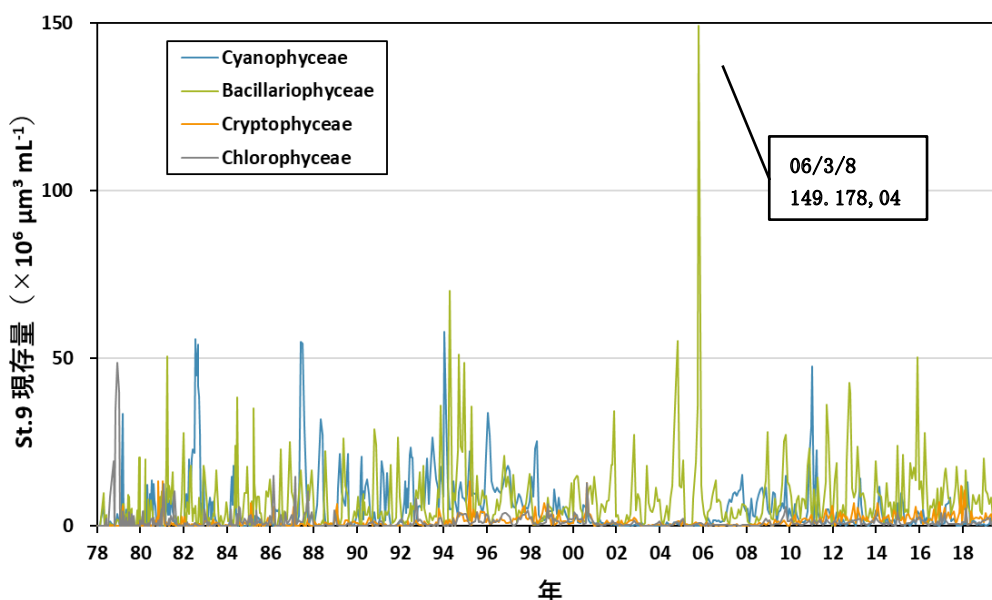
## (6) 植物プランクトン量

西浦における 1978 年～2019 年の植物プランクトン量の経年変化は図 1.53 及び図 1.54 に示すとおりである。国立環境研究所では西浦の St.3 及び St.9 で測定を行っている。St.3 において  $50 \times 10^6 \mu\text{m}^3/\text{mL}$  以上が頻出しているが、St.9 では概ね  $50 \times 10^6 \mu\text{m}^3/\text{mL}$  以下で推移している（調査地点：図 1.55 参照）。



資料：国立環境研究所「霞ヶ浦データベース」<sup>23)</sup>より作成

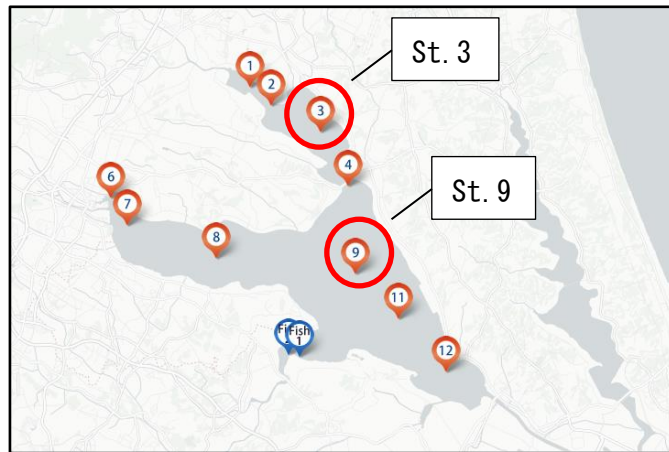
図 1.53 西浦(St.3)における長期水質変動（植物プランクトンの変化）



資料：国立環境研究所「霞ヶ浦データベース」<sup>23)</sup>より作成

図 1.54 西浦(St.9)における長期水質変動（植物プランクトンの変化）





資料：国立環境研究所「霞ヶ浦データベース」<sup>23)</sup>より作成

図 1.55 西浦における長期水質変動（植物プランクトンの変化）の調査地点

## 1.2 水生生物の生息状況等の把握

霞ヶ浦に生息する魚介類の抽出にあたっては、地域住民にとって身近な種であり、かつ溶存酸素量の基準値導出の際に参考とされた貧酸素耐性評価値の知見が主に魚類、甲殻類並びに軟体動物（貝類）に係るものであることから、その対象を魚類、甲殻類、軟体動物（貝類）とした。具体的には表 1.6 に示す資料にもとづきそのリストを作成した。

霞ヶ浦では、国や水産試験場によって魚類相調査が行われている。今回は、霞ヶ浦の魚類相を調査した研究論文である「霞ヶ浦と北浦における湖岸帯の魚類相とハゼ類の分布域・漁獲量. (小沼、1983.)」<sup>24)</sup>および「茨城県北浦のヨシ帯と護岸帯での魚類群集構造の比較. (碓井ら、2014.)」<sup>25)</sup>を生息する魚介類の把握に用いた。加えて、霞ヶ浦の魚類の生息状況が網羅的に記載されている文献として「平成調査 新・霞ヶ浦の魚たち」<sup>26)</sup>を霞ヶ浦に生息する魚介類の把握に用いた。

また、上記に加え、「河川水辺の国勢調査」<sup>27)</sup>および「霞ヶ浦データベース」<sup>28)</sup>の魚類、底生生物のデータを加えた。「河川水辺の国勢調査」<sup>27)</sup>は、霞ヶ浦では5年ごとに国土交通省によって大規模な水生生物調査が行われている。今回は直近2回分（魚類については、平成21年度（2009年度）、平成26年度（2014年度）、底生生物については平成22年度（2010年度）、平成27年度（2015年度））の調査で出現している種を整理し、霞ヶ浦に生息する魚介類の把握に用いた。

「霞ヶ浦データベース」<sup>28)</sup>について、国立環境研究所が西浦の定点において魚類相調査を実施し、データを整理して公開している。今回はそのうち、平成17年度（2005年度）～平成28年度（2016年度）の魚類相のデータを用いた。

次に、これらの文献に掲載のない漁獲対象種を抽出するため、平成27年度（2015年度）～平成28年度（2016年度）の茨城農林水産統計年報<sup>29)</sup>に掲載のある魚介類を追加した。

また、これらの資料から作成したリストを地域関係者に提示した結果、表 1.7 に示す指摘を受けた。これらの指摘を地域関係者の意見としてリストに反映した。

最終的な霞ヶ浦における水生生物のリストは表 1.8 に示すとおりである。

また、霞ヶ浦の保全対象種の候補として何が挙げられるかについて、漁業、食文化および親水性等の観点から意見を伺った。

なお、把握した魚介類については、貴重種や外来種に該当するかの確認を行った。

整理された水生生物は、魚類70分類群、甲殻類6種、軟体動物のうち、巻貝類が9種、二枚貝類が9分類群の計94分類群であった。



表 1.6 霞ヶ浦に生息する魚介類の把握のために用いた情報

	資料名	発行者（発行年）	掲載情報
①	霞ヶ浦と北浦における湖岸帯の魚類相とハゼ類の分布域・漁獲量 <sup>24)</sup>	小沼洋司. (1983). 茨城県内水紙調査研究報告. 20, 15-23.	霞ヶ浦及び北浦において確認された魚類
②	茨城県北浦のヨシ帯と護岸帯での魚類群集構造の比較 <sup>25)</sup>	碓井星二, 加納光樹, & 佐野光彦. (2014). 日本水産学会誌, 80(5), 741-752.	北浦における魚類の採集状況
③	平成調査 新・霞ヶ浦の魚たち <sup>26)</sup>	霞ヶ浦市民協会 (2007)	霞ヶ浦において確認された魚類に関する情報
④	河川環境データベース (魚類) <sup>27)</sup>	<a href="http://mizukoku.nilim.go.jp/ksnkankyo/">http://mizukoku.nilim.go.jp/ksnkankyo/</a> (2009、2014)	霞ヶ浦において実施された河川水辺の国勢調査の結果 (魚類)
⑤	河川環境データベース (底生生物) <sup>27)</sup>	<a href="http://mizukoku.nilim.go.jp/ksnkankyo/">http://mizukoku.nilim.go.jp/ksnkankyo/</a> (2010、2015)	霞ヶ浦において実施された河川水辺の国勢調査の結果 (底生生物)
⑥	霞ヶ浦データベース <sup>28)</sup>	国立環境研究所 ( <a href="http://db.cger.nies.go.jp/gem/inter/GEMS/database/kasumi/">http://db.cger.nies.go.jp/gem/inter/GEMS/database/kasumi/</a> ) (2005～2016)	霞ヶ浦において実施された魚類相調査の結果
⑦	茨城農林水産統計年報 <sup>29)</sup>	農林水産省 (2015～2016)	西浦、北浦における漁獲対象種の種名および漁獲量
⑧	地域関係者の意見	ヒアリングで得た地域関係者の意見	霞ヶ浦における重要種、外来種などの情報

表 1.7 霞ヶ浦の水生生物リストの出現種に関する  
指摘一覧

霞ヶ浦の水生生物リストに関する指摘	
1	生息する種としてイサザアミを加えるべきである。霞ヶ浦の重要な漁獲対象種である。
2	ナマズは霞ヶ浦では国内外来種とされている。
3	ヌマムツは霞ヶ浦では国内外来種とされている。
4	ゴクラクハゼに関しては、1979年から報告が全く無く、当該水域では絶滅したものである。





### 1.3 生態特性を考慮した検討対象種の抽出（霞ヶ浦）

前述の表 1.8 でリストアップされた種のうち、底層溶存酸素量の低下の影響を受ける可能性のある種として、霞ヶ浦の底層に依存した生活史を持つ種を抽出し、これを検討対象種とした。

なお、霞ヶ浦周辺の流入河川を主な生息域とする種については、この生態特性に該当しないものとした。

また、ゲンゴロウブナについては、国内外来種ではあるが、地域関係者から「ゲンゴロウブナは国内外来種ではあるが、漁業者、釣り人にとっては重要な種である。」との意見があったことから、検討対象種に加えた。同様にモツゴについても、国内外来種ではあるが、地域関係者から「モツゴについては、国内外来種であるが、霞ヶ浦において、佃煮の材料などとして比較利用されている。」との意見があったことから、検討対象種に加えた。

この結果、魚類 36 分類群、甲殻類 5 種、軟体動物（貝類）13 分類群が検討対象種となった。

霞ヶ浦における検討対象種の種数は表 1.9 に、検討対象種の一覧は表 1.10 に示すとおりである。

表 1.9 霞ヶ浦における検討対象種の種数

分類	検討対象種の種数
魚類	36
甲殻類	5
軟体動物（貝類）	13
計	54

霞ヶ浦の検討対象種に関する指摘	
1	ゲンゴロウブナは国内外来種であるが、漁業者、釣り人にとっては重要な種である。
2	モツゴについては、国内外来種であるが、霞ヶ浦において、佃煮の材料などとして比較利用されている。

表 1.10 霞ヶ浦における検討対象種

No.	区分	分類群(亜種などを含む)	No.	区分	分類群(亜種などを含む)
1	魚類	ニホンウナギ	1	巻貝類	ヒメタニシ
2		コイ	2		マメタニシ
3		ゲンゴロウブナ	3		モノアラガイ
4		キンブナ	4		ヒラマキミズマイマイ
5		ギンブナ	5		トウキョウヒラマキガイ
6		ヤリタナゴ	6		ヒロマキミズマイマイ
7		タナゴ	7		カワコザラガイ
8		アカヒレタビラ	1	二枚貝類	カラスガイ
9		ゼニタナゴ	2		イケチョウガイ
10		オイカワ	3		ヨコハマシジラガイ
11		マルタ	4		イシガイ
12		ウグイ	5		ドブガイ属
13		モツゴ	6		ヤマトシジミ
14		カマツカ			
15	ニゴイ				
16	ドジョウ				
17	シマドジョウ				
18	ギバチ				
19	ワカサギ				
20	アユ				
21	シラウオ				
22	ミナミメダカ				
23	クルマサヨリ				
24	イトヨ (日本海型)				
25	ボラ				
26	メナダ				
27	カワアナゴ				
28	スミウキゴリ				
29	ウキゴリ				
30	ジュズカケハゼ				
31	マハゼ				
32	アシシロハゼ				
33	ヨシノボリ属				
34	旧トウヨシノボリ類				
35	ヌマチチブ				
36	チチブ				
1	甲殻類	イサザアミ			
2		テナガエビ			
3		スジエビ			
4		クロベンケイガニ			
5		モクズガニ			

## 1.4 保全対象種の設定

保全対象種として相応しいかどうかの判断に用いた判断項目（選定条件）は、以下のとおりである。この判断項目に基づき、地域関係者の様々な意見を取り入れ、保全対象種を設定した。地域関係者の意見は表 1.19、表 1.20 に示す。これら地域関係者の意見は、各判断項目の「2018 年度ヒアリング」、「2022 年度第 1 回検討会」の項における根拠資料として用いた。

### ① 当該水域に関する計画等で保全を図るべき種として掲げられている種

霞ヶ浦に関連する計画として、「利根川水系霞ヶ浦河川整備計画」<sup>35)</sup>が挙げられ、広域的に動植物の生息可能な場を保全する必要性が記載されている。しかし、特定の水生動物を保全する旨は記載されていない。このため、本判断項目について、霞ヶ浦においては、該当する種がないものと判断した。

### ② 霞ヶ浦において貧酸素化する時期（5-10 月）に再生産を行う種

霞ヶ浦が貧酸素化する 5-10 月の期間にのみ再生産を行う種について印を付けた。各検討対象種の産卵期と一覧を表 1.11 および表 1.12 に示す。

表 1.11 霞ヶ浦の検討対象種の再生産期（魚類）

分類群	種名	再生産期	判定	参考文献
魚類	ニホンウナギ	4-12月		1)
	コイ	4-7月	●	4)
	ゲンゴロウブナ	3-6月		4)
	キンブナ	3-6月	●	4)
	ギンブナ	3-6月	●	4)
	ヤリタナゴ	4-8月	●	4)
	タナゴ	4-6月	●	4)
	アカヒレタビラ	4-7月	●	4)
	ゼニタナゴ	9-11月		4)
	オイカワ	5-8月	●	4)
	マルタ	3-5月	●	5)
	ウグイ	3-5月	●	5)
	モツゴ	4-7月	●	4)
	カマツカ	4-7月	●	4)
	ニゴイ	4-7月	●	4)
	ドジョウ	6-7月	●	4)
	シマドジョウ	4-8月	●	4)
	ギバチ	6-8月	●	4)
	ワカサギ	1-3月		5)
	アユ	10-11月		5)
	シラウオ	2-5月		4)
	ミナミメダカ	4-8月		4)
	クルマサヨリ	5-8月	●	5)
	イトヨ(日本海型)	3-5月		4)
	ボラ	10-1月		4)
	メナダ	3-5月		4)
	カワアナゴ	7-8月	●	5)
	スミウキゴリ	12-3月		7)
	ウキゴリ	3-5月		4)
	ジュズカケハゼ	3-5月		4)
	マハゼ	1-5月		4)
	アンシロハゼ	5-9月	●	4)
	ヨシノボリ属	不明	-	-
	旧トウヨシノボリ類	4-9月		5)
ヌマチチブ	5-8月	●	8)	
チチブ	5-9月	●	7)	

表 1.12 霞ヶ浦の検討対象種の再生産期（甲殻類、軟体動物（貝類））

分類群	種名	再生産期	判定	参考文献
甲殻類	イサザアミ	3-10月		3)
	テナガエビ	4-9月		6)
	スジエビ	3-8月		6)
	クロベンケイガニ	6-9月	●	6)
	モクズガニ	9-3月		6)
巻貝類	ヒメタニシ	6-8月	●	6)
	マメタニシ	不明	—	—
	モノアラガイ	6-10月	●	6)
	ヒラマキミズマイマイ	不明	—	—
	トウキョウヒラマキガイ	不明	—	—
	ヒロマキミズマイマイ	不明	—	—
	カワコザラガイ	不明	—	—
二枚貝類	カラスガイ	不明	—	—
	イケチョウガイ	不明	—	—
	ヨコハマシジラガイ	不明	—	—
	イシガイ	3-8月		6)
	ドブガイ属	3-8月		6)
	ヤマトシジミ	7-9月	●	2)

再生産期に関する参考文献

- 1) 川那部浩哉, 水野信彦, 細谷和海編. (2004). 山溪カラー名鑑 日本の淡水魚 改訂版. 山と溪谷社.<sup>36)</sup>
- 2) 中村幹男. (2011). 我が国の水産業「やまとしじみ」. 日本水産資源保護協会.<sup>37)</sup>
- 3) 村野正昭. (1963). イサザアミ, *Neomysis intermedia* CZERNIAWSKY の漁業生物学的研究. 水産増殖, 11(3), 149-158.<sup>38)</sup>
- 4) 細谷和海. (2015). 山溪ハンディ図鑑 15・日本の淡水魚. 山と溪谷社.<sup>39)</sup>
- 5) 宮地伝三郎, 川那部浩哉, 水野信彦. (1976). 原色日本淡水魚類図鑑 全改訂新版. 保育社.<sup>40)</sup>
- 6) 奥田重俊, 柴田敏隆, 島谷幸宏, 水野信彦, 矢島稔, 山岸哲. (1996). 川の生物図典. 財) リバーフロント整備センター.<sup>41)</sup>
- 7) 中坊徹次編. (2018). 日本魚類館. 小学館.<sup>42)</sup>
- 8) Takahashi, D. (2008). Life-history variation in relation to nest site abundance in males of the freshwater goby *Tridentiger brevispinis*. Ecology of Freshwater Fish, 17(1), 71-77.<sup>43)</sup>

③ 霞ヶ浦において貧酸素の影響を受けているという知見が存在する種

「1988年に霞ヶ浦北浦で発生した酸素欠乏について」<sup>44)</sup>において、死亡、減少及び生息域の縮小等の原因が、霞ヶ浦の貧酸素によるとされている種に印を付けた。

また、地域関係者のヒアリングや検討会において、貧酸素の発生によって死亡、減少及び生息域の縮小等の影響を受けているとされた種にも印をつけた。

各検討対象種の本判断項目への適合状況を表 1.13 示す。

表 1.13 検討対象種における判断項目の適合状況の一覧（貧酸素の影響）

分類群	和名	霞ヶ浦において貧酸素の影響を受けている			判定
		2018年度 ヒアリング	2022年度 第1回検討会	文献情報	
魚類	ニホンウナギ	●			●
	コイ	●		●	●
	ゲンゴロウブナ			●	●
	キンブナ			●	●
	ギンブナ			●	●
	ヤリタナゴ				
	タナゴ				
	アカヒレタビラ				
	ゼニタナゴ				
	オイカワ				
	マルタ				
	ウグイ				
	モツゴ				
	カマツカ				
	ニゴイ				
	ドジョウ				
	シマドジョウ				
	ギバチ				
	ワカサギ	●			●
	アユ				
	シラウオ			●	●
	ミナミメダカ				
	クルメサヨリ				
	イトヨ(日本海型)				
	ボラ				
	メナダ				
	カワアナゴ			●	●
	スミウキゴリ			●	●
	ウキゴリ			●	●
	ジュズカケハゼ			●	●
マハゼ			●	●	
アシシロハゼ			●	●	
ヨシノボリ属			●	●	
旧トウヨシノボリ類			●	●	
ヌマチチブ			●	●	
チチブ			●	●	
甲殻類	イサザアミ				
	テナガエビ	●		●	●
	スジエビ				
	クロベンケイガニ				
	モクスガニ				
巻貝類	ヒメタニシ				
	マメタニシ				
	モノアラガイ				
	ヒロマキミズマイマイ				
	トウキョウヒロマキガイ				
	ヒロマキミズマイマイ				
	カワコザラガイ				
二枚貝類	カラスガイ				
	イケチョウガイ				
	ヨコハマシジラガイ				
	イシガイ				
	ドブガイ属				
	ヤマトシジミ			●	●

④ 主要な漁獲対象種

水産業に関する統計情報を収録した茨城農林水産統計年報<sup>29)</sup>における、内水面漁業生産統計に種名が記載されている種に印をつけた。

また、地域関係者へのヒアリングや検討会において、主要な漁獲対象種であるとされた種にも印をつけた。なお、ヤマトシジミについては「主要な漁獲対象種ではない」という地域関係者の意見があったことから、対象外とした。

各検討対象種の本判断項目への適合状況を表 1.13 示す。



表 1.14 霞ヶ浦の漁獲対象種に関する指摘

霞ヶ浦の漁獲対象種に関する指摘	
1	ヤマトシジミは霞ヶ浦では漁獲、食文化の観点からみてさほど重要ではない。湖内に生息しているのは放流個体であり、再生産はしていない。漁獲もほとんどされていない。
2	行政的に細かく種を設定している計画や方針はないが、水産上の有用な目標種として、ワカサギ、シラウオ、テナガエビ、ハゼ類を設定している。

表 1.15 検討対象種と判断項目の適合状況の一覧（主要な漁獲対象種）

分類群	和名	主要な漁獲対象種			判定
		2018年度 ヒアリング	2022年度 第1回検討会	文献情報	
魚類	ニホンウナギ	●	●	●	●
	コイ	●	●	●	●
	ゲンゴロウブナ	●	●		●
	キンブナ	●		●	●
	ギンブナ	●		●	●
	ヤリタナゴ				
	タナゴ				
	アカヒレタビラ				
	ゼニタナゴ				
	オイカワ			●	●
	マルタ			●	●
	ウグイ			●	●
	モツゴ	●			●
	カマツカ				
	ニゴイ				
	ドジョウ				
	シマドジョウ				
	ギバチ				
	ワカサギ	●	◎	●	●
	アユ			●	●
	シラウオ	●	◎	●	●
	ミナミメダカ				
	クルメサヨリ	●	●		●
	イトヨ(日本海型)				
	ボラ				
	メナダ				
	カワアナゴ				
	スミウキゴリ				
	ウキゴリ	●	◎		●
	ジュズカケハゼ	●	◎		●
	マハゼ				
	アジシロハゼ	●	◎		●
ヨシノボリ属					
旧トウヨシノボリ類	●	◎		●	
ヌマチチブ	●	◎		●	
チチブ					
甲殻類	イサザアミ	●	●		●
	テナガエビ	●	◎		●
	スジエビ				
	クロベンケイガニ				
	モクズガニ		●		●
巻貝類	ヒメタニシ				
	マメタニシ				
	モノアラガイ				
	ヒロマキミズマイマイ				
	トウキョウヒロマキガイ				
	ヒロマキミズマイマイ				
	カワコザラガイ				
二枚貝類	カラスガイ				
	イケチョウガイ	●			●
	ヨコハマシジラガイ				
	イシガイ				
	ドブガイ属				
	ヤマトシジミ	※		●	

⑤ 地域の食文化からみて重要な種

「霞ヶ浦・北浦の恵み」<sup>45)</sup>、森田(1988)<sup>46)</sup>、霞ヶ浦情報センター(1994)<sup>47)</sup>、「霞ヶ浦北浦水産振興協議会ホームページ」<sup>34)</sup>、萩原、熊谷(2007)<sup>26)</sup>において、地域の食文化から見て重要であるとして種名が記載されている種に印を付けた。

また、地域関係者のヒアリングや検討会において、地域の食文化から見て重要であるとされた種にも印をつけた。

各検討対象種の本判断項目への適合状況を表 1.16 示す。

表 1.16 検討対象種と判断項目の適合状況の一覧（地域の食文化）

分類群	和名	地域の食文化から見て重要			判定
		2018年度 ヒアリング	2022年度 第1回検討会	文献情報	
魚類	ニホンウナギ			●	●
	ヨイ			●	●
	ゲンゴロウフナ			●	●
	キンブナ			●	●
	ギンブナ			●	●
	ヤリタナゴ				
	タナゴ			●	●
	アカヒレタビラ			●	●
	ゼニタナゴ				
	オイカワ				
	マルタ				
	ウグイ				
	モツゴ			●	●
	カマツカ				
	ニゴイ			●	●
	ドジョウ			●	●
	シマドジョウ				
	ギバチ				
	ワカサギ			●	●
	アユ				
	シラウオ			●	●
	ミナミメダカ				
	クルマサヨリ	●			●
	イトヨ(日本海型)				
	ボラ				
	メナダ				
	カワアナゴ				
	スミウキゴリ				
	ウキゴリ			●	●
	ジュズカケハゼ			●	●
	マハゼ				
	アシシロハゼ			●	●
	ヨシノボリ属				
旧トウヨシノボリ類			●	●	
ヌマチチブ			●	●	
チチブ					
甲殻類	イサザアミ	●			●
	テナガエビ			●	●
	スジエビ			●	●
	クロベンケイガニ				
	モクズガニ		●		●
巻貝類	ヒメタニシ			●	●
	マメタニシ			●	●
	モノアラガイ				
	ヒロマキミズマイマイ				
	トウキョウヒロマキガイ				
	ヒロマキミズマイマイ				
	カワコザラガイ				
二枚貝類	カラスガイ			●	●
	イケチョウガイ				
	ヨコハマシジラガイ				
	イシガイ				
	ドブガイ属				
	ヤマトシジミ				

⑥ 親水利用（釣り等）の観点からみて重要な種

「釣りの魚」<sup>48)</sup>、霞ヶ浦情報センター(1994)<sup>47)</sup>、萩原、熊谷(2007)<sup>26)</sup>において、釣りの対象として種名が記載されている種に印を付けた。

また、地域関係者のヒアリングや検討会において、親水利用の観点からみて重要であるとされた種にも印をつけた。

各検討対象種の本判断項目への適合状況を表 1.17 示す。

表 1.17 検討対象種と判断項目の適合状況の一覧（親水利用）

分類群	和名	親水性からみて重要			判定
		2018年度 ヒアリング	2022年度 第一回検討会	文献情報	
魚類	ニホンウナギ			●	●
	コイ			●	●
	ゲンゴロウフナ	●		●	●
	キンブナ				
	ギンブナ			●	●
	ヤリタナゴ			●	●
	タナゴ			●	●
	アカヒレタビラ			●	●
	ゼニタナゴ			●	●
	オイカフ			●	●
	マルタ				
	ウグイ			●	●
	モツゴ				
	カマツカ				
	ニゴイ				
	ドジョウ				
	シマドジョウ				
	ギバチ				
	ワカサギ			●	●
	アユ			●	●
	シラウオ				
	ミナミメダカ				
	クルマサヨリ				
	イトヨ(日本海型)				
	ボラ				
	メナダ				
	カワアナゴ				
	スミウキゴリ				
	ウキゴリ				
	ジュズカケハゼ				
	マハゼ			●	●
	アシシロハゼ				
	ヨシノボリ属				
旧トウヨシノボリ類					
ヌマチチブ					
チチブ					
甲殻類	イサザアミ				
	テナガエビ				
	スジエビ				
	クロベンケイガニ				
	モクズガニ				
巻貝類	ヒメタニシ				
	マメタニシ				
	モノアラガイ				
	ヒラマキミズマイマイ				
	トウキョウヒラマキガイ				
	ヒロマキミズマイマイ				
	カワコザラガイ				
二枚貝類	カラスガイ				
	イケチョウガイ				
	ヨコハマシジラガイ				
	イシガイ				
	ドブガイ属				
	ヤマトシジミ				

⑦物質循環の保全（水質浄化）において重要な種

霞ヶ浦内の水質浄化において、濾過食性生物として特に重要であると考えられる二枚貝類は、物質循環の保全（水質浄化）において重要と考えられることから、印を付けた。

上記の判断項目への適合状況および地域関係者の意見の整理結果は表 1.19 および表 1.20 に示すとおりである。

上記の結果を踏まえた、保全対象種は表 1.22 に示すとおりである。

表 1.18 保全対象種設定のプロセスに関する指摘（2022 年度第 1 回検討会）

保全対象種設定のプロセスに関する指摘	
1	基本的にはエビデンスがあるものを絞り込み、かつ、保全対象種が他湖沼と比べて多いため、同じ分類群のなかで生態が似たものが複数挙げられている場合には、理由に基づいて削っていく方向が良いだろう。単に保全対象種が多いと真に大切なものがぼやけてしまうという視点もある。
2	保全対象種の選定について科学的な情報・知識に基づいて整理する必要があると感じる。
3	基本的には生態が似たものが複数ある場合は絞り込むことに賛同する。一方、主要な水産有用種として認識されるものは、生態が似ていても、保全対象種として残したほうが良いのではないか。
4	伊勢湾では、「生息域から見た保全対象種のグループ化」→「代表種の選定」という段階を設けた。そのような段階を設ける必要があるのか、ないのか、まずは決めないといけないように思う。（必要性は少ないと感じている）
5	代表種に関しては、貧酸素耐性値や生息域（水深、底泥等）に関する情報が必要となる。似たような種についての情報を利用することもあるが、情報の有無もいずれ考えていかなければならない。淡水生物種について、こうした情報があるもの、ないものの整理も必要である。

表 1.19 霞ヶ浦の検討対象種に関する関係者意見(2018年度)

分類群	種	各委員からのご指摘
魚類	ニホンウナギ	<ul style="list-style-type: none"> <li>茨城県産のウナギは特に脂ののりが良いとされ、高値で取引される重要な漁獲対象種である。</li> <li>延縄にかかったウナギが貧酸素で死んでいると思われる。</li> </ul>
	コイ	<ul style="list-style-type: none"> <li>元々、国外外来種であるが、霞ヶ浦の主要な漁獲対象種である。</li> <li>霞ヶ浦では養殖も盛んである。</li> </ul>
	ゲンゴロウブナ	<ul style="list-style-type: none"> <li>国内外来種であるが、漁業者、遊漁者の立場からすると重要な種であり、保全するべきと考える。</li> </ul>
	ギンブナ	<ul style="list-style-type: none"> <li>霞ヶ浦の重要な漁獲対象種である。</li> </ul>
	キンブナ	<ul style="list-style-type: none"> <li>霞ヶ浦は、貴重なキンブナの大産地であり、保全対象種にすべきと考える。</li> </ul>
	アカヒレタビラ	<ul style="list-style-type: none"> <li>霞ヶ浦ではタナゴ類が激減しているが、この種はまだ湖内に生息が確認出来る。よって、保全するべきと考える。</li> </ul>
	モツゴ	<ul style="list-style-type: none"> <li>霞ヶ浦では、佃煮の原料などとして漁獲されており、保全対象種に加えても良いと思う。</li> </ul>
	ワカサギ	<ul style="list-style-type: none"> <li>元々、国内在来種であるが、霞ヶ浦の重要な漁獲対象種であり、保全対象種とするべきである。</li> <li>漁獲する際に、群れが底付近におらず、表層～中層を泳いでいるなど、貧酸素の影響を感じることもある。</li> </ul>
	シラウオ	<ul style="list-style-type: none"> <li>霞ヶ浦を特徴付ける重要な漁獲対象種である。</li> <li>霞ヶ浦では比較的表層を利用するが、近年底質に潜る姿が観察されるなど、底層との関連が深いものと明らかになってきている。</li> </ul>
	クルメサヨリ	<ul style="list-style-type: none"> <li>近年減少してしまったが、霞ヶ浦においてかつては重要な漁獲対象種であった。</li> <li>かつての霞ヶ浦周辺ではつみれが珍重されており、食文化の観点から見ても非常に重要であることから保全対象種とすべき。</li> </ul>
	アシシロハゼ	<ul style="list-style-type: none"> <li>霞ヶ浦でハゼ類は重要な漁獲対象である。</li> <li>霞ヶ浦では、ハゼ類を「ごろ」と呼び、煮干しや佃煮などにする。食文化の観点からも重要なため、保全対象種とすべきである。</li> </ul>
	ヌマチチブ	<ul style="list-style-type: none"> <li>霞ヶ浦で漁獲されるハゼの中で、ヌマチチブは特に重要。</li> <li>霞ヶ浦では、ハゼ類を「ごろ」と呼び、煮干しや佃煮などにする。食文化の観点からも重要なため、保全対象種とすべきである。</li> </ul>
	旧トウヨシノボリ類	<ul style="list-style-type: none"> <li>霞ヶ浦でハゼ類は重要な漁獲対象である。</li> <li>霞ヶ浦では、ハゼ類を「ごろ」と呼び、煮干しや佃煮などにする。食文化の観点からも重要なため、保全対象種とすべきである。</li> </ul>
	ウキゴリ	<ul style="list-style-type: none"> <li>霞ヶ浦でハゼ類は重要な漁獲対象である。</li> <li>霞ヶ浦では、ハゼ類を「ごろ」と呼び、煮干しや佃煮などにする。食文化の観点からも重要なため、保全対象種とすべきである。</li> </ul>
ジュズカケハゼ	<ul style="list-style-type: none"> <li>霞ヶ浦でハゼ類は重要な漁獲対象である。</li> <li>霞ヶ浦では、ハゼ類を「ごろ」と呼び、煮干しや佃煮などにする。食文化の観点からも重要なため、保全対象種とすべきである。</li> </ul>	
甲殻類	イサザアミ	<ul style="list-style-type: none"> <li>霞ヶ浦の主要な漁獲対象種である。</li> <li>漁獲量は比較的多く、佃煮の原料になるなど、食文化の観点からも見ても重要である。</li> </ul>
	テナガエビ	<ul style="list-style-type: none"> <li>霞ヶ浦の重要な漁獲対象種である。食文化の観点からも非常に重要な種である。</li> <li>最近では貧酸素の影響を受けているとみられることから、保全対象種とすべきである。</li> </ul>
軟体動物(貝類)	ヒメタニシ	<ul style="list-style-type: none"> <li>霞ヶ浦において主要な漁獲対象という訳では無いが、現在も一定数以上が生息しており、モニタリングに適していると考えられる。</li> </ul>
	イシガイ	<ul style="list-style-type: none"> <li>霞ヶ浦において、主要な漁獲対象種ではないが、タナゴ類の産卵床になるなど、生態学的に重要な位置づけを占める種であり、保全すべきである。</li> </ul>

表 1.20(1) 霞ヶ浦の検討対象種に関する関係者意見(2022 年度第 1 回検討会)

分類群	種	各委員からのご指摘
魚類	ニホンウナギ	<ul style="list-style-type: none"> <li>水産有用種かつ絶滅危惧種であるため保全対象種に含めるべきである。</li> </ul>
	コイ	<ul style="list-style-type: none"> <li>琵琶湖においては科学的知見に基づいて飼育型を除いて在来型として選定していることや社会的にコイの外来種としての認知度が高まっていることを鑑みると、「養殖ゴイ」といった呼称で表記したほうが良いのではないかと。あるいは、注釈をつけるなどの工夫が必要である。</li> <li>霞ヶ浦に生息するコイの大半は外来系統か交雑種である。含める際は、注釈をつけたほうが良い。コイは貧酸素に関する文献が多いことが予想されるが、コイを選定したばかりに貧酸素の基準値が緩くならないよう注意が必要である。</li> <li>漁業では積極的に獲っていないが、養殖では重要な種である。</li> </ul>
	ゲンゴロウブナ	<ul style="list-style-type: none"> <li>ギンブナ、キンブナと生態が似ている琵琶湖由来の釣魚・養殖魚、フナ類 2 種が挙げられている中で、ゲンゴロウブナまで保全対象種として挙げる理由は認められないように思う。ギンブナ、キンブナを守ればおのずと本種も保全される。</li> <li>水産有用種との認識もあるが、積極的に漁獲はしていない。保全対象種としては、優先度は高くないと考えられる。</li> </ul>
	ギンブナ	<ul style="list-style-type: none"> <li>水産有用種のため保全対象種に含めるべきである。</li> </ul>
	キンブナ	<ul style="list-style-type: none"> <li>絶滅危惧種のため保全対象種に含めるべきである。</li> </ul>
	アカヒレタビラ	<ul style="list-style-type: none"> <li>絶滅危惧種、釣魚のため保全対象種に含めるべきである。</li> </ul>
	モツゴ	<ul style="list-style-type: none"> <li>貧酸素耐性があるため保全対象種に含めなくても良い。ザコの佃煮の材料として利用されるが、低酸素環境下での普通種で、当該地域の保全対象種というイメージはない。また、湖内よりも貧酸素の堤脚水路に多く生息している。なお、タモロコについても国内外来種で河川や水路の流水域に多い種である。</li> </ul>
	ウグイ	<ul style="list-style-type: none"> <li>代表的な霞ヶ浦の魚で底生も利用する。比較的大型のため酸素要求量も大きいのではないかと。水産有用魚でも絶滅危惧種でもないが、生態系の中で何かしらの機能を担っていると考えられる。保全対象種として中程度の優先度があると考えられる。</li> </ul>
	ニゴイ	<ul style="list-style-type: none"> <li>ニゴイとウグイ（北浦で採れるウグイはほぼマルタ）は割と底の方を泳いでおり、ニゴイは河川産卵、マルタは汽水域との繋がりに関わる種かつ河川産卵という視点では、保全対象種の候補になり得る。しかし、霞ヶ浦においてあまり象徴的ではないと思われるため、エビデンスの他、一般の方や漁業者目線で保全対象種とするか否かを考えるべきかもしれない。</li> <li>水産有用種ではないため、今後絞り込みを行うのであれば保全対象種に含めなくても良いのではないかと。</li> </ul>
	ドジョウ	<ul style="list-style-type: none"> <li>霞ヶ浦小野川河口の古渡で漁獲物調査を続けているが、2006 年、2008 年に、湖内でドジョウが採集されている。現在の状況は不明だが、底生魚であり環境省の準絶滅危惧種でもあることから、保全対象種に含めても良いと思われる。</li> <li>霞ヶ浦流域の水田や農業水路、小河川に生息しているが、湖内ではだいぶ稀である。周辺で見られるのは、ほとんどが外来系統であり、低酸素に非常に強いいため、保全対象種に含めるかは要検討である。大阪市博の松井さんと中島先生が形態での見分け方を確立しているが、それに従うと、在来系統で重要種にあたるものはほぼ採れていない。</li> <li>稀に採捕されるかもしれないが、基本は湖内に生息しないことから保全対象種に含めなくても良いのではないかと。（又は残しても良い）</li> </ul>
	ワカサギ	<ul style="list-style-type: none"> <li>水産有用種のため保全対象種に含めるべきである。</li> <li>ワカサギの④主要な漁獲対象種の欄を黒丸にすること。霞ヶ浦ではワカサギ、シラウオ、テナガエビが漁業者にとって一番重要な魚種であり、関係者の意見の欄ではワカサギは「非常に重要な種である」という記載がある。</li> </ul>
	シラウオ	<ul style="list-style-type: none"> <li>水産有用種のため保全対象種に含めるべきである。</li> <li>シラウオの④主要な漁獲対象種の欄を黒丸にすること。霞ヶ浦ではワカサギ、シラウオ、テナガエビが漁業者にとって一番重要な魚種であり、関係者の意見の欄ではシラウオは「非常に重要な種である」という記載がある。</li> </ul>

表 1.20(2) 霞ヶ浦の検討対象種に関する関係者意見(2022年度第1回検討会)

分類群	種	各委員からのご指摘
魚類	クルマサヨリ	<ul style="list-style-type: none"> <li>準絶滅危惧種だが、表層遊泳性であり溶存酸素量の多寡と出現特性との関係は見極めにくいと思われるため保全対象種に含めなくても良い。</li> <li>水産有用種との認識もあるが、積極的に漁獲はしていない。今後絞り込みを行うのであれば保全対象種に含めなくても良いのではないか。(又は残しても良い)。</li> </ul>
	アシシロハゼ	<ul style="list-style-type: none"> <li>本種は汽水魚が陸封されたものである。また、他の小型ハゼ類と比べて認知度が低く、秋季のごた煮干しに混じる程度のため保全対象種に含めなくても良い。</li> <li>魚類のウキゴリからヌマチチブまでの5種は通称ゴロと言われハゼ類で佃煮の原料となる。関係者の意見の欄でもこの5種については主要な漁獲対象種と整理をされているため、黒丸とすべきである。</li> </ul>
	ヌマチチブ	<ul style="list-style-type: none"> <li>かつてのゴロの佃煮の主原料であり、貧酸素の影響で減っている可能性あるため保全対象種に含めるべきである。</li> <li>ハゼ類について、いずれも漁業対象種として重要である可能性があり、5種全てを残すべきかもしれない。</li> <li>魚類のウキゴリからヌマチチブまでの5種は通称ゴロと言われハゼ類で佃煮の原料となる。関係者の意見の欄でもこの5種については主要な漁獲対象種と整理をされているため、黒丸とすべきである。</li> <li>主要な漁獲対象種であるヌマチチブと地域によって春先や初夏に漁獲されているウキゴリやトウヨシノボリ類の重要度は高いと考えられる。</li> </ul>
	旧トウヨシノボリ類	<ul style="list-style-type: none"> <li>流入河川に生息する種であり、湖内では沖合底層を仔魚期に利用するのみで、稚魚期には岸際に移動し河川へと遡上していく。湖内では種レベルでの同定も困難で、指標や保全対象にはなりづらい。よって、保全対象種に含めなくても良い。なお、生活史の特性上、貧酸素の時期とは重ならないが、終盤は重なる可能性がある。</li> <li>ハゼ類について、いずれも漁業対象種として重要である可能性があり、5種全てを残すべきかもしれない。</li> <li>主要な水産有用種として認識されるものは、生態が似ていても保全対象種として残したほうが良いと考える。5月頃など時期によっては漁獲の主要種となることがある。</li> <li>魚類のウキゴリからヌマチチブまでの5種は通称ゴロと言われハゼ類で佃煮の原料となる。関係者の意見の欄でもこの5種については主要な漁獲対象種と整理をされているため、黒丸とすべきである。</li> <li>主要な漁獲対象種であるヌマチチブと地域によって春先や初夏に漁獲されているウキゴリやトウヨシノボリ類の重要度は高いと考えられる。</li> </ul>
	ウキゴリ	<ul style="list-style-type: none"> <li>繁殖期は春であり、ゴロの佃煮の材料に少し混じる程度のため保全対象には適さないのではないか。なお、生活史の特性上、貧酸素の時期とは重ならないが、終盤は重なる可能性がある。</li> <li>ハゼ類について、いずれも漁業対象種として重要である可能性があり、5種全てを残すべきかもしれない。</li> <li>主要な水産有用種として認識されるものは、生態が似ていても保全対象種として残したほうが良いと考える。ウキゴリは、5月頃など時期によっては漁獲の主要種となることがある。</li> <li>魚類のウキゴリからヌマチチブまでの5種は通称ゴロと言われハゼ類で佃煮の原料となる。関係者の意見の欄でもこの5種については主要な漁獲対象種と整理をされているため、黒丸とすべきである。</li> </ul>
	ジュズカケハゼ	<ul style="list-style-type: none"> <li>絶滅危惧種であり、ゴロの佃煮でも使われていたが現在は激減している。よって、保全対象種に加えるべきである。</li> <li>ハゼ類について、いずれも漁業対象種として重要である可能性があり、5種全てを残すべきかもしれない。</li> <li>魚類のウキゴリからヌマチチブまでの5種は通称ゴロと言われハゼ類で佃煮の原料となる。関係者の意見の欄でもこの5種については主要な漁獲対象種と整理をされているため、黒丸とすべきである。</li> </ul>

表 1.20(3) 霞ヶ浦の検討対象種に関する関係者意見(2022年度第1回検討会)

分類群	種	各委員からのご指摘
甲殻類	イサザアミ	<ul style="list-style-type: none"> <li>水産有用種であり、貧酸素にもあまり耐性がなさそうである。よって、保全対象種に含めるべきである。</li> <li>保全対象種に含めることに賛成である。機能的にもユニークな種であり、魚類生産を支える上でも重要な種だと考えられる。</li> </ul>
	テナガエビ	<ul style="list-style-type: none"> <li>テナガエビの④主要な漁獲対象種の欄を黒丸にすること。霞ヶ浦ではワカサギ、シラウオ、テナガエビが漁業者にとって一番重要な魚種であり、関係者の意見の欄ではテナガエビは「非常に重要な種である」という記載がある。</li> <li>水産有用種であり、貧酸素にも弱いというエビデンスがあるため保全対象種に含めるべきである。</li> </ul>
	モクズガニ	<ul style="list-style-type: none"> <li>霞ヶ浦でちらほら獲れる。茨城県の準絶滅危惧種であり、エビ類や二枚貝とも生態が異なる。外来系統も侵入しているのだろうか。</li> <li>海跡湖らしい種であることやエビ類等とも生態が異なることから保全対象種に含めても良いと思われる。潮来周辺では苗代ガニと言われて、一時、特産品開発も行われていた。地元も保全したい種ということになる。</li> <li>有用水産種であることから、保全対象種に含めることに賛同である。</li> </ul>
軟体動物(貝類)	ヒメタニシ	<ul style="list-style-type: none"> <li>周辺水路に多い種であり、あえて湖内の保全対象種にしなくても良いと思われる。外来であると指摘する貝類研究者もいらっしゃるため、保全対象種に含める場合は工夫が必要である。</li> </ul>
	イシガイ	<ul style="list-style-type: none"> <li>イシガイは2010年代にほぼ取れなくなっており、その代わりに産卵母貝としてドブガイ類が生息し利用されている。ドブガイ類を保全対象種に入れていただきたい。</li> <li>水産試験場内水面支場内でも同様の意見がでた。</li> <li>イシガイは湖内ではもう採れず、ドブガイ類のみがわずかに生息しているといった状態である(例えば、萩原(2017))。イシガイの方が貧酸素にはより脆弱な印象のため、基準を厳しめに設定できる可能性がある。</li> </ul>
	ドブガイ属	<ul style="list-style-type: none"> <li>イシガイは生息数が激減している状況だが、ドブガイ類とともに保全対象種に入れたままで良いと思われる。文献で調べていく際に、イシガイとドブガイ類のどちらの情報があるのか不明であり、網羅する点でも2種含めて良い。</li> <li>ドブガイ類、イシガイ両方対象種とすることに賛同である。</li> </ul>



表 1.21 地域関係者意見を踏まえた霞ヶ浦における保全対象種の選定表

分類群	保全対象種	関係者意見 注1)		選定の優先度	適合する判断項目の数 注2)
		2018年度	2022年度		
魚類	ニホンウナギ	○	○	高	4
	コイ	○	○	高	5
	ゲンゴロウブナ	○	×	低	5
	キンブナ	○	○	高	4
	ギンブナ	○	○	高	5
	アカヒレタビラ	○	○	高	3
	モツゴ	×	×	低	3
	ウグイ	－	△	中	3
	ニゴイ	－	△	中	2
	ドジョウ	－	△	中	2
	ワカサギ	○	○	高	4
	シラウオ	○	○	高	3
	クルマサヨリ	×	×	低	3
	アシシロハゼ	×	○	高	4
	ヌマチチブ	○	○	高	4
	ジュズカケハゼ	○	○	高	3
	ウキゴリ	○	○	高	3
	旧トウヨシノボリ類	○	○	高	3
甲殻類	イサザアミ	○	○	高	2
	テナガエビ	○	○	高	3
	モクズガニ	－	○	高	2
軟体類 (巻貝類)	ヒメタニシ	○	×	低	2
軟体類 (二枚貝類)	イシガイ	○	○	高	2
	ドブガイ属	－	○	高	2

注1: 表中「関係者意見」の凡例について、

○: 保全対象種としてふさわしいと意見を受けている(選定の優先度「高」・黄色網掛け)、

△: 保全対象種としての重要度が高いという意見と低いという意見を両方受けている(選定の優先度「中」・緑色網掛け)

×: 保全対象種としてふさわしくないという意見を受けている(選定の優先度「低」・青色網掛け)

注2: 適合する判断項目の数が4以上の種は赤字で示す。

表 1.22 霞ヶ浦における保全対象種

分類群	保全対象種	判断項目							地域関係者が必要としている	満たした判断項目の数(①～⑦の判断項目を対象とする)	保全対象種に選定	総評価
		計画等	貧酸素影響の受けやすさ	水産利用、地域の食文化、親水利用			その他の事項					
		①計画等で保全を図るべき種とされている	②霞ヶ浦において、貧酸素化が著しい時期(5-10月)に再生産を行う	③霞ヶ浦において貧酸素の影響を受けている	④主要な漁獲対象種	⑤地域の食文化からみて重要	⑥親水性からみて重要	⑦物質循環の保全(水質浄化)において重要				
魚類	ニホンウナギ		●	●	●	●		○	4	○	4個以上の判断項目に適合することから保全対象種に選定した。	
	コイ		●	●	●	●		○	5	○	4個以上の判断項目に適合することから保全対象種に選定した。	
	キンブナ		●	●	●	●		○	4	○	4個以上の判断項目に適合することから保全対象種に選定した。	
	ギンブナ		●	●	●	●		○	5	○	4個以上の判断項目に適合することから保全対象種に選定した。	
	アカヒレタビラ		●			●	●	○	3	○	適合する判断項目は4個に満たないが、地域関係者により保全が必要とされていることから保全対象種に選定した。	
	ワカサギ			●	◎	●	●		○	4	○	4個以上の判断項目に適合することから保全対象種に選定した。
	シラウオ			●	◎	●			○	3	○	適合する判断項目は4個に満たないが、地域関係者により保全が必要とされていることから保全対象種に選定した。
	ジュズカケハゼ			●	◎	●			○	3	○	適合する判断項目は4個に満たないが、地域関係者により保全が必要とされていることから保全対象種に選定した。
	アシシロハゼ		●	●	◎	●			○	4	○	4個以上の判断項目に適合することから保全対象種に選定した。
	ヌマチテブ		●	●	◎	●			○	4	○	4個以上の判断項目に適合することから保全対象種に選定した。
	ウキゴリ			●	◎	●			○	3	○	適合する判断項目は4個に満たないが、地域関係者により保全が必要とされていることから保全対象種に選定した。
旧トウヨシノボリ類			●	◎	●			○	3	○	適合する判断項目は4個に満たないが、地域関係者により保全が必要とされていることから保全対象種に選定した。	
甲殻類	イサザアミ				●	●			○	2	○	適合する判断項目は4個に満たないが、地域関係者により保全が必要とされていることから保全対象種に選定した。
	テナガエビ			●	◎	●			○	3	○	適合する判断項目は4個に満たないが、地域関係者により保全が必要とされていることから保全対象種に選定した。
	モクスガニ				●	●			○	2	○	適合する判断項目は4個に満たないが、地域関係者により保全が必要とされていることから保全対象種に選定した。
軟体動物	イシガイ		●				●		○	2	○	適合する判断項目は4個に満たないが、地域関係者により保全が必要とされていることから保全対象種に選定した。
	ドブガイ属		●				●		○	2	○	適合する判断項目は4個に満たないが、地域関係者により保全が必要とされていることから保全対象種に選定した。

注1) 表中の判断項目「④主要な漁獲対象種」のうち、「◎」で示している種は、「霞ヶ浦において、水産上の有用な目標種として設定している」と指摘があった種を示す。

## 1.5 保全対象種における底層溶存酸素量の目標値の設定

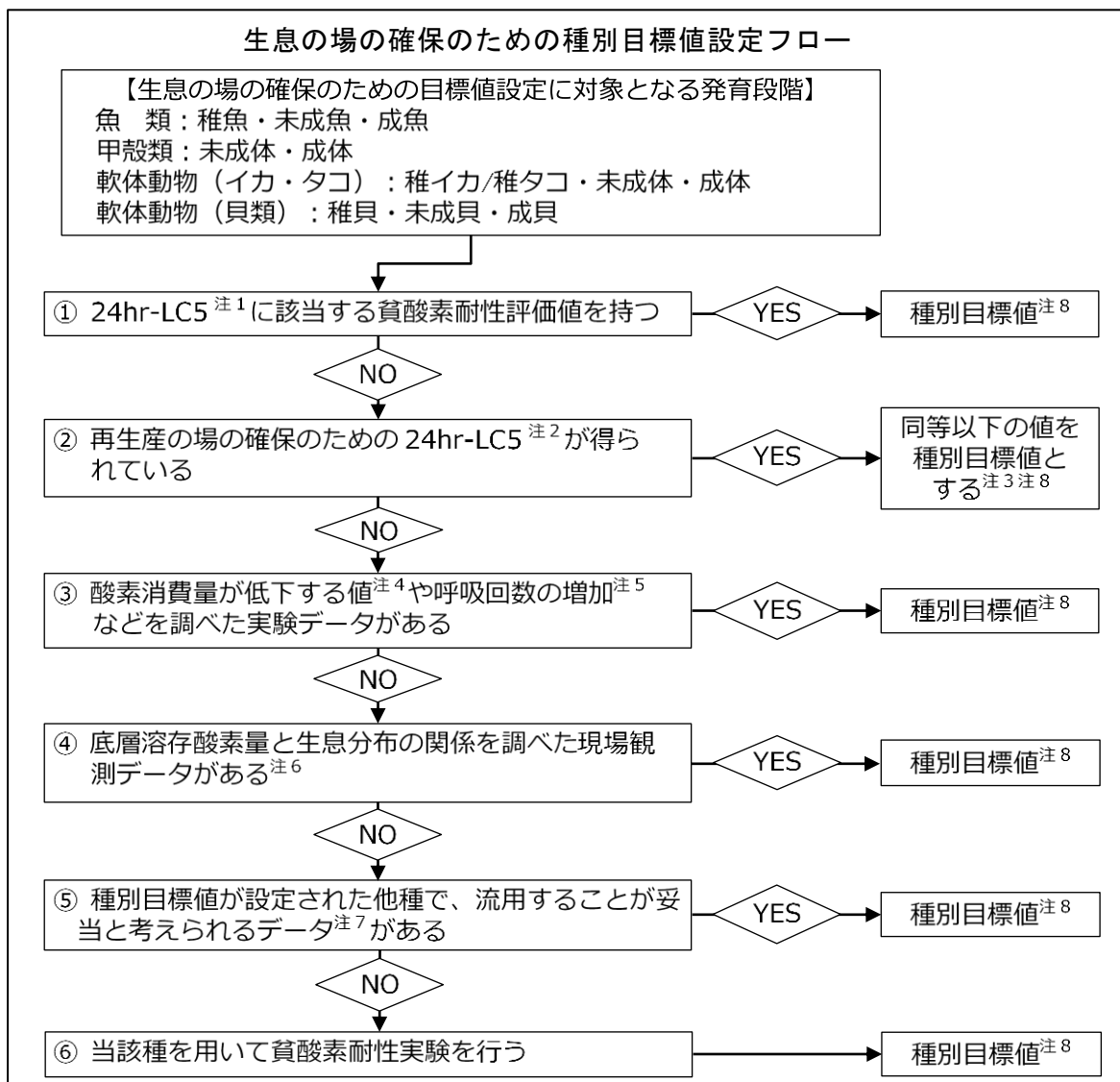
### 1.5.1 保全対象種の目標値の設定

保全対象種における底層溶存酸素量の目標値は、「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）<sup>49)</sup>（以下、答申という。）に記載されている生息段階、若しくは再生産段階の貧酸素耐性評価値に基づくことを基本とした。

なお、保全対象種によっては、貧酸素耐性評価値が得られていないものもあり、この場合は貧酸素耐性に関する水生生物の生理的な知見や、混獲データ・現場観測データ等の活用、地域関係者等の意見を参考にする等、可能な限り科学的知見に基づいて目標値を設定した。

答申に基づいた貧酸素耐性評価値の設定の参考として、2021 年 8 月に環境省より公開された「底層溶存酸素量に関する環境基準の類型指定について（報告案）資料 2 底層溶存酸素量に関する琵琶湖の類型指定検討結果 (<https://www.env.go.jp/press/109471.html>)」<sup>50)</sup>に掲載されている貧酸素耐性評価値の設定方法のフローを、図 1.56 及び図 1.57 に示す。

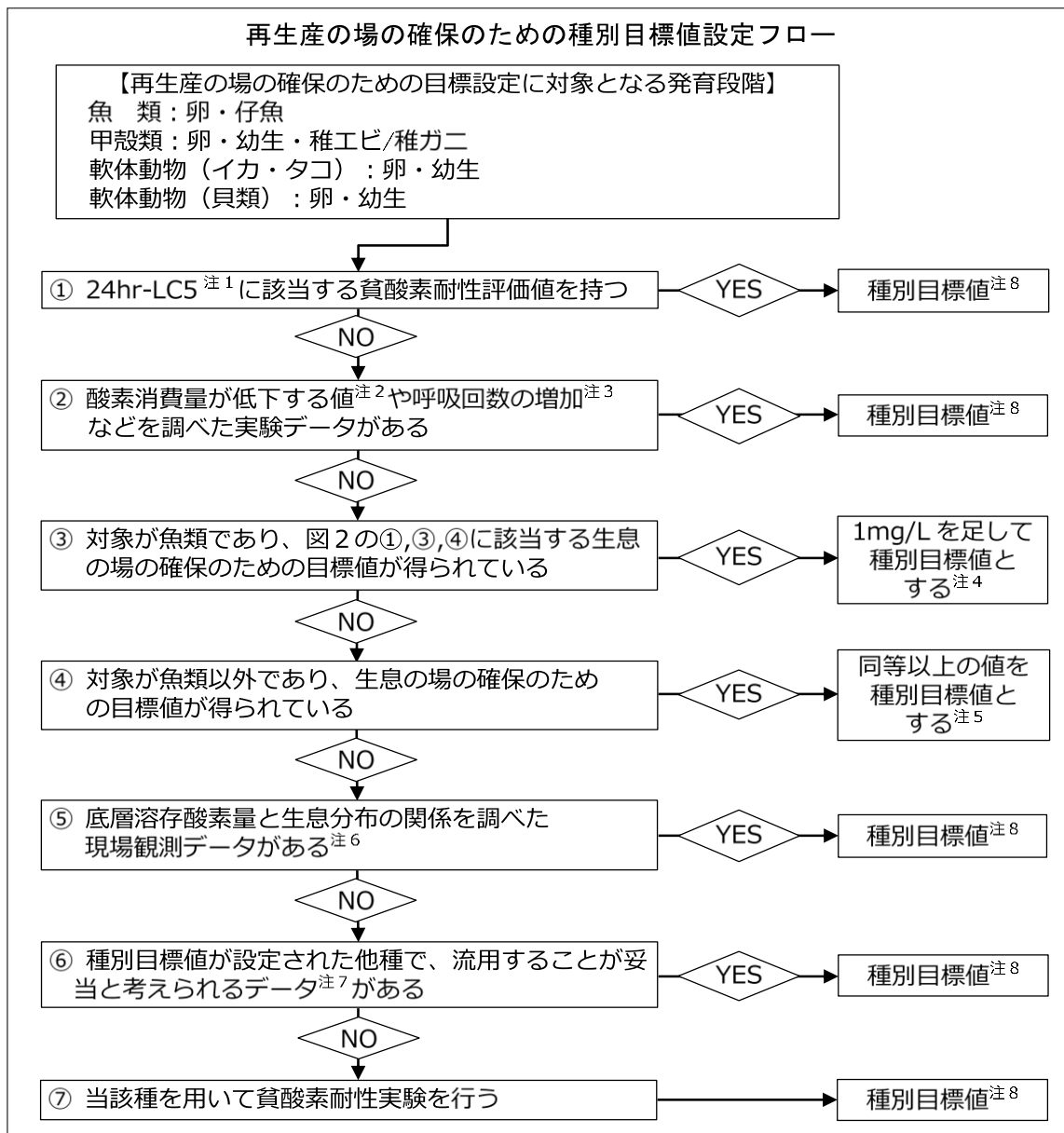
今回の霞ヶ浦の保全対象種の貧酸素耐性評価値の設定においても、基本的には本フローに従った。各保全対象種の貧酸素耐性評価値の設定根拠を「(1) ニホンウナギ」～「(17) ドブガイ属」に、貧酸素耐性評価値、目標値及び類型の一覧を表 1.25 に示す。



- 注：1. 24時間の暴露時間における95%の個体が生存可能な溶存酸素量。詳細は答申7頁を参照。  
 2. 図1.57を参照。  
 3. 設定した目標値の妥当性については、専門家の意見を参考にすること。  
 4. 対象生物が貧酸素条件下に暴露されると、代謝を下げるための生理的な反応として酸素消費量が低下する。  
 5. 溶存酸素が低下しても呼吸回数が増加しない種がみられることから、当該種の生態的特徴が十分に観察された実験データを用いること。  
 6. 検討対象とした湖沼・海域において底層溶存酸素量が4mg/L以下のとなる時期及び場所での現場観測データであること。  
 7. 妥当性について専門家の意見を参考にし、複数ある場合は妥当性の高いものを採用する。例としては、他種と同様な生活史、生態特性を持つ近縁の種に関するデータ等。  
 8. 種別目標値は2mg/L、3mg/L、4mg/Lの3段階とし、2～4mg/Lの間の種別目標値は小数点以下を切り上げる。

図 1.56 生息の場の確保のための種別目標値設定フロー

参考文献：環境省. (2021). 「底層溶存酸素量に関する環境基準の類型指定について（答申）」<sup>50)</sup>



- 注：1. 24時間の暴露時間における95%の個体が生存可能な溶存酸素量。詳細は答申7頁を参照。
2. 対象生物が貧酸素条件下に暴露されると、代謝を下げるための生理的な反応として酸素消費量が低下する。
3. 溶存酸素が低下しても呼吸回数が増加しない種がみられることから、当該種の生態的特徴が十分に観察された実験データを用いること。
4. 本資料「【参考】再生産段階の貧酸素耐性評価値の推定」を参照。なお、生息の場の確保のための目標値と再生産の場の確保のための目標値が同じ値であっても差し支え無いと判断できる知見があれば、1mg/Lを足さなくてもよい。
5. 既往知見を参考にして適切に設定し、設定した目標値の妥当性について専門家に確認すること。
6. 検討対象とした湖沼・海域において底層溶存酸素量が4mg/L以下のとなる時期及び場所での現場観測データであること。
7. 妥当性について専門家の意見を参考にし、複数ある場合は妥当性の高いものを採用する。例としては、他種と同様な生活史、生態特性を持つ近縁の種に関するデータ等。
8. 種別目標値は2mg/L、3mg/L、4mg/Lの3段階とし、2～4mg/Lの間の種別目標値は小数点以下を切り上げる。

図 1.57 再生産の場の確保のための種別目標値設定フロー

参考文献：環境省。(2021)。「底層溶存酸素量に関する環境基準の類型指定について（答申）」<sup>50)</sup>

## (1) ニホンウナギ

ニホンウナギについては、生息段階の貧酸素耐性評価値(1.6mg/L)が得られており(環境省, 2015.)<sup>49)</sup>、この小数点以下を切り上げた整数値(2mg/L)を生息段階の目標値とする。なお、本種は霞ヶ浦では再生産を行わないことから、再生産段階の目標値は設定しない。

## (2) コイ

コイについては、生息段階の目標値(3mg/L)および再生産段階の目標値(3mg/L)が得られている(環境省, 2021.)<sup>51)</sup>ことから、この値を用いた。

## (3) キンブナ

キンブナについては、生息段階の目標値および再生産段階の目標値が得られていないことから、近縁種であるギンブナの目標値(生息段階 2mg/L および再生産段階 3mg/L)を用いることとした。

## (4) ギンブナ

ギンブナについては、生息段階の貧酸素耐性評価値(1.2mg/L)<sup>52)</sup>が得られており、この小数点以下を切り上げた整数値(2mg/L)を生息段階の目標値とする。また、再生産段階の貧酸素耐性評価値に係る知見がないため、生息段階の目標値に1mg/Lを加えた3mg/Lを再生産段階の目標値とする。

## (5) アカヒレタビラ

アカヒレタビラについては、生息段階の貧酸素耐性値が得られていないが、近縁種であるヤリタナゴの貧酸素耐性評価値(1.4mg/L)<sup>60)</sup>が得られており、この小数点以下を切り上げた整数値(2mg/L)を生息段階の目標値とする。また、再生産段階の貧酸素耐性評価値に係る知見がないため、環境省の方法(環境省, 2010.)<sup>60)</sup>に従い、生息段階の目標値に1mg/Lを加えた3mg/Lを再生産段階の目標値とする。

## (6) ワカサギ

ワカサギについては、生息段階の貧酸素耐性値が得られていない。ここで、近縁種である Australian Smelts (*Retropinna semoni*) では、鰓蓋運動が増加する溶存酸素量(2.5mg/L)が知られている(McNeil, D. G., & Closs, G. P., 2007.)<sup>53)</sup>。また、同属の Australian Smelts (*Retropinna retropinna*) では、48hLc-5 値(48時間の間に、実験に使用した魚類の個体数に対して5パーセントが死亡した溶存酸素量)は1.91mg/Lであると報告とされている(Landman et al., 2005.)<sup>54)</sup>。

以上は、海外産近縁種の知見であるが、両種ともにワカサギと同じキュウリウオ目に属する淡水性魚類であること、回遊行動を行い、プランクトンを主な餌料生物とする<sup>55)</sup>ことなどからワカサギに近い生態特性を有する種の貧酸素耐性知見であると推測される。2つの貧酸素耐性に係る実験の結果から、生理的あるいは致死的な急性影響が生じうる溶存酸素量の閾値は、2~3mg/Lの間にあることが推定される。そのため、3mg/Lを生産段階の目標値とする。

また、再生産段階の貧酸素耐性評価値に係る知見も得られていないため、環境省の方法（環境省, 2010.）<sup>60)</sup>に従い、生息段階の目標値に1mg/Lを加えた4mg/Lを再生産段階の目標値とする。

#### (7) シラウオ

シラウオについては、生息段階および再生産段階の貧酸素耐性評価値が得られていない。ここで、北浦における小型底びき網による採集調査<sup>56)</sup>によれば、本種は周年にわたって仔魚から成魚がワカサギと同所的に生息することが確認されている。そのため、生息段階および再生産段階ともにワカサギと同程度の貧酸素耐性があると考え、ワカサギの目標値（生息段階は3mg/L および再生産段階は4mg/L）を用いることとした。

#### (8) アシシロハゼ

アシシロハゼについては、生息段階および再生産段階の貧酸素耐性評価値が得られていないが、近縁種であるマハゼの貧酸素耐性評価値（1.9mg/L）が得られており、この小数点以下を切り上げた整数値（2mg/L）を生息段階の目標値とする。また、再生産段階の貧酸素耐性評価値に係る知見がないため、環境省の方法（環境省, 2010.）<sup>60)</sup>に従い、生息段階の目標値に1mg/Lを加えた3mg/Lを再生産段階の目標値とする。

#### (9) ヌマチチブ

ヌマチチブについては、生息段階および再生産段階の貧酸素耐性評価値が得られていない。ここで、近縁種であるチチブでは、忌避行動が生じる溶存酸素量（1.0mg/L）が知られている<sup>57)</sup>。これは、ただちにヌマチチブの生息に影響を与える濃度ではないが、本知見と、他のハゼ類（アシシロハゼ・ジュズカケハゼ・ウキゴリ）における耐性値の知見を参考とし、最も低い目標値である2mg/Lを生息段階の目標値とする。また、再生産段階の貧酸素耐性評価値に係る知見がないため、環境省の方法（環境省, 2010.）<sup>60)</sup>に従い、生息段階の目標値に1mg/Lを加えた3mg/Lを再生産段階の目標値とする。

## (10) ジュズカケハゼ

ジュズカケハゼについては、生息段階および再生産段階の貧酸素耐性評価値が得られていない。ここで、近縁種であるイサザでは、生息段階の貧酸素耐性値が得られていないが、呼吸活動を下げ、活動に強く制限がかかる溶存酸素濃度 (1.72mg/L:Pc 値) に関する知見が得られている(熊谷, 石川, 2010.)<sup>58)</sup>。この Pc 値は、表 1.23 における「酸素消費量が低下する濃度 (=C 初期限界値: 活動代謝量が低下し始める限界の環境水酸素量)」と同レベルと考えられるため、生息が可能な溶存酸素濃度と考えられる。したがって、この 1.72mg/L を切り上げた 2mg/L をジュズカケハゼの生息段階の目標値とする。

また、再生産段階の貧酸素耐性評価値に係る知見がないため、環境省の方法(環境省, 2010.)<sup>60)</sup>に従い、生息段階の目標値に 1mg/L を加えた 3mg/L を再生産段階の目標値とする。

表 1.23 魚類における溶存酸素量と行動及び生理的变化との関係

溶存酸素量	カテゴリー		レベル
高 ↑ ↓ 低	生存可能範囲	水産学上最も大切な値	A 呼吸振幅臨界値: 呼吸振幅が増大し始める限界の環境水酸素量
			G 呼吸頻度臨界値: 心臓拍動頻度が増大し始める限界の環境水酸素量
			B 動脈血酸素臨界値: 動脈血の酸素含量が低下し始める限界の環境水酸素量
			C 初期限界値: 活動代謝量が低下し始める限界の環境水酸素量
			D 健全臨界値: 摂餌、成長などが正常で健全な生活をするのに必要最小限の環境水酸素量
	短期間しか生存できない範囲	酸素消費量が低下する	H 心拍数臨界値: 心臓拍動頻度が低下し始める限界の環境水酸素量
			J 末期限界値: 標準代謝量が低下し始める限界の環境水酸素量
			L 鼻上げ臨界値: 鼻上げと通称される呼吸困難症状を呈し始める限界の環境水酸素量
			M 平衡維持臨界値: 体の平衡調整ができなくなって横臥あるいは仰臥の姿勢をとり始める限界の環境水酸素量
			N 窒息酸素量: いろいろな程度 of 低酸素の流水中に長時間魚をおいた時、魚が窒息死する限界の環境水酸素量

資料: 「魚類生理. 恒星社厚生閣」(1970、川本信之)<sup>59)</sup>より作成

## (11) ウキゴリ

ウキゴリについては、生息段階および再生産段階の貧酸素耐性評価値が得られていない。ここで、近縁種であるイサザでは、生息段階の貧酸素耐性値が得られていないが、呼吸活動を下げ、活動に強く制限がかかる溶存酸素濃度 (1.72mg/L:Pc 値) に関する知見が得られている(熊谷, 石川, 2010.)<sup>58)</sup>。この Pc 値は、表 1.23 における「酸素消費量が低下する濃度 (=C 初期限界値: 活動代謝量が低下し始める限界の環境水酸素量)」と同レベルと考えられるため、生息が可能な溶存酸素濃度と考えられる。したがって、この 1.72mg/L を切り上げた 2mg/L をウキゴリの生息段階の目標値とする。

また、再生産段階の貧酸素耐性評価値に係る知見がないため、環境省の方法(環境省, 2010.)<sup>60)</sup>に従い、生息段階の目標値に 1mg/L を加えた 3mg/L を再生産段階の目標値とする。



### (12) トウヨシノボリ類

トウヨシノボリ類については、生息段階および再生産段階の貧酸素耐性評価値が得られていない。ここで、近縁種であるチチブでは、忌避行動が生じる溶存酸素量(1.0mg/L)が知られている<sup>57)</sup>。これは、ただちにヌマチチブの生息に影響を与える濃度ではないが、本知見と、他のハゼ類(アシシロハゼ・ジュズカケハゼ・ウキゴリ)における耐性値の知見を参考とし、最も低い目標値である2mg/Lを生息段階の目標値とする。また、再生産段階の貧酸素耐性評価値に係る知見がないため、環境省の方法(環境省, 2010.)<sup>60)</sup>に従い、生息段階の目標値に1mg/Lを加えた3mg/Lを再生産段階の目標値とする。

### (13) イサザアミ

イサザアミについては、水温25℃の条件下における致死限界濃度(2.1mg/L)が知られており<sup>61)</sup>、この値の小数点以下を切り上げた3mg/Lを生息段階の目標値とする。

再生産段階の貧酸素耐性評価値は得られていない。ここで、イサザアミと近縁な甲殻類であるクルマエビおよびヨシエビの生息段階と再生産段階の目標値を比較すると(表1.24)、その差は2mg/Lである。これに従い、イサザアミの再生産段階の目標値は、最も高い目標値である4mg/Lとする。

表 1.24 クルマエビ及びヨシエビの貧酸素耐性評価値、目標値及び類型<sup>49)</sup>

種名	発育段階	貧酸素耐性 評価値 (mg/L)	目標値と類型	
			目標値	類型
クルマエビ	生息	1.2 (24h-LC5)*	2mg/L	生物3
	再生産	3.1 (24h-LC5)*	4mg/L	生物1
ヨシエビ	生息	0.7 (24h-LC5)*	2mg/L	生物3
	再生産	3.2 (24h-LC5)*	4mg/L	生物1

注)「\*」は24時間の暴露時間における95%の個体が生存可能な溶存酸素量。

### (14) モクズガニ

モクズガニについては、生息段階の貧酸素耐性評価値が得られていないが、ごく近縁な海外産種であるチュウゴクモクズガニ(*Eriocheir sinensis*)が、1.0mg/L前後の溶存酸素量の実験区において、24時間以上生存している生理学的実験の結果があり、本種には、貧酸素による24時間以内の急性影響が生じないと考えられる。そのため、閉鎖性海城中長期ビジョン参考資料「底層D0目標値について」(環境

省, 2010)<sup>60)</sup>において最小限確保されていることが望ましい溶存酸素量である、2mg/Lを生息段階の目標値とする。なお、本種は霞ヶ浦では再生産を行わないことから、再生産段階の目標値は設定しない。

#### (15) テナガエビ

テナガエビについては、生息段階の貧酸素耐性評価値が得られていないが、霞ヶ浦の水温を想定して行われた貧酸素耐性に関する実験(富永, 2008.)<sup>71)</sup>では、溶存酸素量が2mg/Lを下回った場合15~20時間以上生存できないとの結果が得られている。また、本実験では、テナガエビの逃避行動や死亡率の上昇が、溶存酸素量が3.0mg/L未満に低下することで誘発されることが示されている。以上のことから、テナガエビが生息するためには、3.0mg/L以上の溶存酸素量が維持されていることが望ましいと考えられることから、3.0mg/Lを生息段階の目標値とする。

また、再生産段階の貧酸素耐性評価値が得られていないが、イサザアミと同様の考え方に従い、テナガエビの再生産段階の目標値は、最も高い目標値である4mg/Lとする。

#### (16) イシガイ

イシガイについては、生息段階の貧酸素耐性評価値が得られていないが、生残率が低下する溶存酸素量および成長率が低下する溶存酸素量(2.0mg/L)が得られている<sup>62)</sup>この知見は急性影響試験の結果ではないものの、本種の生息環境を維持するために必要な溶存酸素量の知見と考えることができるため、2mg/Lを生息段階の目標値とする。

また、再生産段階の貧酸素耐性評価値も同様に得られていない。ここで、イシガイが属するイシガイ目の貝類は、「グロキディウム幼生期」という、魚類に寄生する特殊な幼生期を持ち、これらグロキディウム幼生はハゼ類の成魚(特にチチブ類、ヨシノボリ類)に寄生して成長する。そのため、宿主となるハゼ類と同等の貧酸素耐性を持つと考えられる。今回の検討で挙げられた保全対象種のうち、イシガイ類のグロキディウム幼生が寄生すると想定される種は、ヌマチチブやトウヨシノボリ類であり、それらの生息段階の目標値は2mg/Lである。また、同じイシガイ目に属する近縁種であるホンカワシンジュガイ(*Margaritifera margaritifera*)の着底後の幼貝は、1mg/L前後の溶存酸素量の実験区で、24時間以上生存し、場合によっては9日間程度生存するという生理学的実験の結果があり、本種の再生産段階においては、貧酸素による24時間以内の急性影響が生じないと考えられる。以上の検討結果から、イシガイの再生産段階の目標値を2mg/Lとする。

### (17) ドブガイ属

ドブガイ属については、生息段階および再生産段階の貧酸素耐性評価値が得られていないが、同じイシガイ目に属する近縁種であるイシガイの、生残率が低下する溶存酸素量および成長率が低下する溶存酸素量 (2.0mg/L) が得られている<sup>62)</sup>。この知見は急性影響試験の結果ではないものの、本種の生息環境を維持するために必要な溶存酸素量の知見と考えることができるため、2mg/L を生息段階の目標値とする。

また、再生産段階の貧酸素耐性評価値も同様に得られていない。ここで、ドブガイが属するイシガイ目の貝類は、「グロキディウム幼生期」という、魚類に寄生する特殊な幼生期を持ち、これらグロキディウム幼生はハゼ類の成魚（特にチチブ類、ヨシノボリ類）に寄生して成長する。そのため、宿主となるハゼ類と同等の貧酸素耐性を持つと考えられる。今回の検討で挙げられた保全対象種のうち、イシガイ類のグロキディウム幼生が寄生すると想定される種は、ヌマチチブやトウヨシノボリ類であり、それらの生息段階の目標値は2mg/Lである。また、同じイシガイ目に属する近縁種であるホンカワシンジュガイ (*Margaritifera margaritifera*) の着底後の幼貝は、1mg/L 前後の溶存酸素量の実験区で、24 時間以上生存し、場合によっては9日間程度生存するという生理学的実験の結果があり、本種の再生産段階においては、貧酸素による24時間以内の急性影響が生じないと考えられる。以上の検討結果から、イシガイの再生産段階の目標値を2mg/Lとする。

表 1.25 (1) 保全対象種の目標値及び類型

種名	発育段階	目標値設定の根拠と値		フロー階層*2	出典・理由等	目標値と類型	
		根拠	値 (mg/L)			目標値	類型
ニホンウナギ	生息	貧酸素耐性評価値 (24h-LC5)*1	1.6	①	山元憲一, 平野修, 原洋一, 三代健造. (1988). 淡水産魚類 11 種の低酸素下における鼻上げおよび窒息死. 水産増殖, 36(1), 49-52. <sup>63)</sup>	2mg/L	生物 3
	再生産	-	-	-	再生産が海域で行われるため設定しない。	-	-
コイ	生息	貧酸素耐性評価値 (24h-LC5)*1	2.1	①	山元憲一, 平野修, 原洋一, 三代健造. (1988). 淡水産魚類 11 種の低酸素下における鼻上げおよび窒息死. 水産増殖, 36(1), 49-52. <sup>63)</sup>	3mg/L	生物 2
	再生産	成魚と同等の貧酸素耐性を持つという知見による	3.0	③	鈴木誉士, 永野元, 小林徹, 上野紘一. (2005). RAPD 分析による諏訪湖産フナ属魚類の種・亜種判別およびヨシ帯に出現するフナ仔稚魚の季節変化. 日本水産学会誌, 71(1), 10-15. <sup>64)</sup>	3mg/L	生物 2
ギンブナ	生息	貧酸素耐性評価値 (24h-LC5)*1 (近縁種であるギンブナの知見に準じる)	1.2	①	山元憲一, 平野修, 原洋一, 三代健造. (1988). 淡水産魚類 11 種の低酸素下における鼻上げおよび窒息死. 水産増殖, 36(1), 49-52. <sup>63)</sup>	2mg/L	生物 3
	再生産	生息段階の目標値に +1mg/L	3.0	③	-	3mg/L	生物 2
ギンブナ	生息	貧酸素耐性評価値 (24h-LC5)*1	1.2	①	山元憲一, 平野修, 原洋一, 三代健造. (1988). 淡水産魚類 11 種の低酸素下における鼻上げおよび窒息死. 水産増殖, 36(1), 49-52. <sup>63)</sup>	2mg/L	生物 3
	再生産	生息段階の目標値に +1mg/L	3.0	③	-	3mg/L	生物 2
アカヒレタビラ	生息	貧酸素耐性評価値 (24h-LC5)*1 (近縁種であるヤリタナゴの知見に準じる)	1.4	①	環境省. (2013). 平成 24 年度下層 D0・透明度設定検討及び魚介類調査検討業務報告書. <sup>52)</sup>	2mg/L	生物 3
	再生産	生息段階の目標値に +1mg/L	3.0	③	-	3mg/L	生物 2
ワカサギ	生息	呼吸回数の増加 (海外産近縁種の知見に準じる)	2.5	③	McNeil, D. G., & Closs, G. P. (2007). Behavioural responses of a south-east Australian floodplain fish community to gradual hypoxia. Freshwater Biology, 52(3), 412-420. <sup>53)</sup>	3mg/L	生物 2
		貧酸素耐性評価値 (48h-LC5) (海外産近縁種の知見に準じる)	1.9	①	Landman, M. J., Van Den Heuvel, M. R., & Ling, N. (2005). Relative sensitivities of common freshwater fish and invertebrates to acute hypoxia. <sup>54)</sup>		
	再生産	生息段階の目標値に +1mg/L	4.0	③	-	4mg/L	生物 1
シラウオ	生息	呼吸回数の増加 (霞ヶ浦における生態特性に近いワカサギに準じる)	2.5	③	McNeil, D. G., & Closs, G. P. (2007). Behavioural responses of a south-east Australian floodplain fish community to gradual hypoxia. Freshwater Biology, 52(3), 412-420. <sup>53)</sup>	3mg/L	生物 2
		貧酸素耐性評価値 (48h-LC5) (霞ヶ浦における生態特性に近いワカサギに準じる)	1.9	①	Landman, M. J., Van Den Heuvel, M. R., & Ling, N. (2005). Relative sensitivities of common freshwater fish and invertebrates to acute hypoxia. <sup>54)</sup>		
	再生産	生息段階の目標値に +1mg/L	4.0	③	-	4mg/L	生物 1

注：1. 24 時間の暴露時間における 95%の個体が生存可能な溶存酸素量。詳細は答申を参照。

2. 図 1.56 及び図 1.57 に示す目標値設定フローの、どの階層に準拠したのかを示す。

表 1.25 (2) 保全対象種の目標値及び類型

種名	発育段階	目標値設定の根拠と値		フロー階層*2	出典・理由等	目標値と類型	
		根拠	値 (mg/L)			目標値	類型
アシシロハゼ	生息	貧酸素耐性評価値 (24h-LC5)*1 (近縁種であるマハゼの知見に準じる)	1.9	①	Yamochi, S., Ariyama, H., & Sano, M. (1995). Occurrence and hypoxic tolerance of the juvenile <i>Metapenaeus ensis</i> at the mouth of the Yodo River, Osaka. <i>Fisheries science</i> , 61(3), 391-395. <sup>65)</sup>	2mg/L	生物 3
	再生産	生息段階の目標値に +1mg/L	3.0	③	—	3mg/L	生物 2
ヌマチチブ	生息	忌避行動が生じる溶存酸素量 (近縁種であるチチブの知見に準じる)	1.0	②	上月康則, 平川倫, 竹山佳奈, 松重摩耶, 西上広貴, 岩見和樹, 山中亮一, 宮本一之. 酸素・塩分勾配水槽を用いたチチブの貧酸素応答に関する実験的研究. 土木学会論文集 B3 (海洋開発). 2017. 73(2), I_839-I_844. <sup>66)</sup>	2mg/L	生物 3
	再生産	生息段階の目標値に +1mg/L	3.0	③	—	3mg/L	生物 2
ジュズカケハゼ	生息	貧酸素耐性評価値 (Pc 値) (近縁種であるイサザの知見に準じる)	1.7	①	熊谷道夫, 石川俊之. (2009). 自律型潜水ロボット淡探 (たんたん) による湖底調査. 日本ロボット学会誌, 27(3), 278-281. <sup>67)</sup>	2mg/L	生物 3
	再生産	生息段階の目標値に +1mg/L	3.0	③	—	3mg/L	生物 2
ウキゴリ	生息	貧酸素耐性評価値 (Pc 値) (近縁種であるイサザの知見に準じる)	1.7	①	熊谷道夫, 石川俊之. (2009). 自律型潜水ロボット淡探 (たんたん) による湖底調査. 日本ロボット学会誌, 27(3), 278-281. <sup>67)</sup>	2mg/L	生物 3
	再生産	生息段階の目標値に +1mg/L	3.0	③	—	3mg/L	生物 2
トウシノボリ類	生息	忌避行動が生じる溶存酸素量 (近縁種であるチチブの知見に準じる)	1.0	②	上月康則, 平川倫, 竹山佳奈, 松重摩耶, 西上広貴, 岩見和樹, 山中亮一, 宮本一之. 酸素・塩分勾配水槽を用いたチチブの貧酸素応答に関する実験的研究. 土木学会論文集 B3 (海洋開発). 2017. 73(2), I_839-I_844. <sup>66)</sup>	2mg/L	生物 3
	再生産	生息段階の目標値に +1mg/L	3.0	③	—	3mg/L	生物 2
イサザアミ	生息	致死限界濃度	2.1	①	村野正明(1966): イサザアミの漁業生物学的研究—V. 環境要因に対する適応性. 水産増殖 Vol. 13, No. 4. <sup>61)</sup>	3mg/L	生物 2
	再生産	クルマエビ及びヨシエビにおける生息段階と再生産段階の貧酸素耐性評価値の差より導出	4.0	⑥	環境省. (2014). 魚介類に対する低溶存酸素濃度の急性影響試験結果報告書. <sup>68)</sup> 山田智・蒲原聡・曾根亮太・堀口敏弘・鈴木輝明 (2014) ガザミ ( <i>Portunus trituberculatus</i> ), クルマエビ ( <i>Marsupenaeus japonicus</i> ) およびヨシエビ ( <i>Metapenaeus ensis</i> ) の浮遊幼生に及ぼす貧酸素水の影響, 水産海洋研究, 78(1). <sup>69)</sup>	4mg/L	生物 1

注：1. 24時間の暴露時間における95%の個体が生存可能な溶存酸素量。詳細は答申を参照。

2. 図 1.56 及び図 1.57 に示す目標値設定フローの、どの階層に準拠したのかを示す。

表 1.25 (3) 保全対象種の目標値及び類型

種名	発育段階	目標値設定の根拠と値		フロー階層*2	出典・理由等	目標値と類型	
		根拠	値 (mg/L)			目標値	類型
モクズガニ	生息	24 時間以上生存可能な濃度 (海外産近縁種の知見に準じる)	1.0	①	Zhang, C., Wang, X., He, J., Huang, Y., Huang, Q., Qin, C., ... & Chen, L. (2022). Neural excitotoxicity and the toxic mechanism induced by acute hypoxia in Chinese mitten crab ( <i>Eriocheir sinensis</i> ). <i>Aquatic Toxicology</i> , 245, 106131. <sup>70)</sup>	2mg/L	生物 3
	再生産	-	-	-	再生産が海域で行われるため設定しない。	-	-
テナガエビ	生息	逃避行動や死亡率の上昇が生じる溶存酸素量	3.0	⑤	富永敦. (2008). 親テナガエビが生存可能な溶存酸素量. 茨城県内水試研報. 41, 15-23. <sup>71)</sup>	3mg/L	生物 2
	再生産	クルマエビ及びヨシエビにおける生息段階と再生産段階の貧酸素耐性評価値の差より導出	4.0	⑥	環境省. (2014). 魚介類に対する低溶存酸素濃度の急性影響試験結果報告書. <sup>68)</sup> 山田智・蒲原聡・曾根亮太・堀口敏弘・鈴木輝明 (2014) ガザミ ( <i>Portunus trituberculatus</i> ), クルマエビ ( <i>Marsupenaeus japonicus</i> ) およびヨシエビ ( <i>Metapenaeus ensis</i> ) の浮遊幼生に及ぼす貧酸素水の影響, 水産海洋研究, 78(1). <sup>68)</sup>	4mg/L	生物 1
イシガイ	生息	生存率が低下する溶存酸素量	2.0	①	Negishi, J. N., Sagawa, S., Kayaba, Y., Sanada, S., Kume, M., & Miyashita, T. Mussel responses to flood pulse frequency: the importance of local habitat. <i>Freshwater Biology</i> . 2012. 57(7), 1500-1511. <sup>75)</sup>	2mg/L	生物 3
	再生産	幼生期の寄生性の生態を踏まえ、宿主 (ヌマチチブ、トウヨシノボリ類) と同等の貧酸素耐性をもつと推定	2.0	⑥	-		
		再生産	24 時間以上生存可能な濃度 (海外産近縁種の知見に準じる)	1.3	⑥	Hyvärinen, H. S., Sjöberg, T., Marjomäki, T. J., & Taskinen, J. (2022). Effect of low dissolved oxygen on the viability of juvenile <i>Margaritifera margaritifera</i> : Hypoxia tolerance ex situ. <i>Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems</i> , 32(8), 1393-1400. <sup>72)</sup>	2mg/L

注：1. 24 時間の暴露時間における 95%の個体が生存可能な溶存酸素量。詳細は答申を参照。  
 2. 図 1.56 及び図 1.57 に示す目標値設定フローの、どの階層に準拠したのかを示す。

表 1.25 (4) 保全対象種の目標値及び類型

種名	発育段階	目標値設定の根拠と値		フロー階層*2	出典・理由等	目標値と類型	
		根拠	値 (mg/L)			目標値	類型
トブガイ属	生息	生存率が低下する溶存酸素量	2.0	①	Negishi, J. N., Sagawa, S., Kayaba, Y., Sanada, S., Kume, M., & Miyashita, T. Mussel responses to flood pulse frequency: the importance of local habitat. <i>Freshwater Biology</i> . 2012. 57(7), 1500-1511. <sup>62)</sup>	2mg/L	生物 3
	再生産	幼生期の寄生性の生態を踏まえ、宿主（ヌマチチブ、トウヨシノボリ類）と同等の貧酸素耐性をもつと推定	2.0	⑥	—	2mg/L	生物 3
		24 時間以上生存可能な濃度（海外産近縁種の知見に準じる）	1.3	⑥	Hyvärinen, H. S., Sjöberg, T., Marjomäki, T. J., & Taskinen, J. (2022). Effect of low dissolved oxygen on the viability of juvenile <i>Margaritifera margaritifera</i> : Hypoxia tolerance ex situ. <i>Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems</i> , 32(8), 1393-1400. <sup>72)</sup>		

注：1. 24 時間の暴露時間における 95%の個体が生存可能な溶存酸素量。詳細は答申を参照。

2. 図 1.56 及び図 1.57 に示す目標値設定フローの、どの階層に準拠したのかを示す。

### 1.5.2 霞ヶ浦に生息する底生動物の貧酸素耐性（参考）

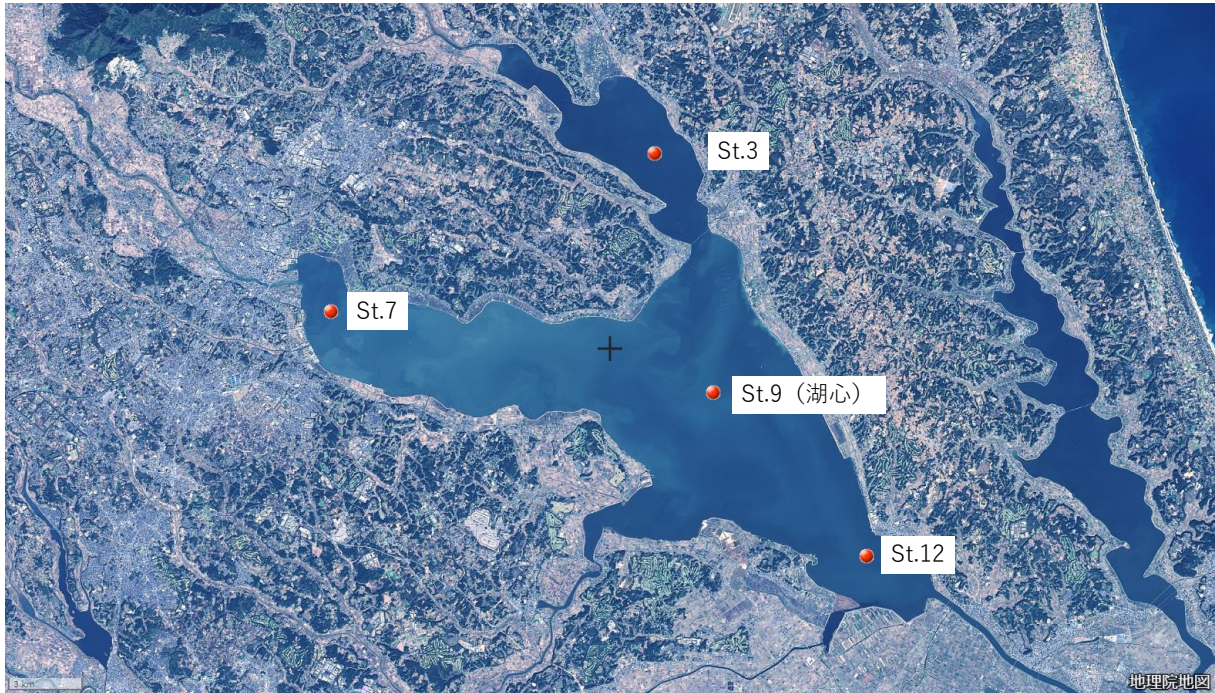
今回の一連の保全対象種に関する検討では、地域住民にとって身近な種であり、かつ溶存酸素量の基準値導出の際に参考とされた貧酸素耐性評価値の知見が主に魚類、甲殻類並びに軟体動物（貝類）に係るものであることから、その対象を魚類、甲殻類、軟体動物（貝類）とした。他方で、水生昆虫類やイトミミズ類といった甲殻類、軟体動物（貝類）以外の底生動物についても、保全対象種の餌生物などとして重要な場合がある。そのため、前段で設定した保全対象種を保全することが可能な溶存酸素量で、魚介類以外の底生動物を同時に保全することが可能か検討した。本検討は、西浦において、国立研究開発法人 国立環境研究所が実施している底生動物の定期調査結果を整理し、西浦の底生動物相の状況を把握した上で、優占的な底生動物の分類群の貧酸素耐性に係る知見を収集して実施した。

本検討では、底生動物調査地点のうち、1983年度から継続的に実施されている4地点についての結果を示す。調査地点は図 1.58、底生動物の平均密度（個体数、湿重量）の変遷は図 1.59～図 1.64 に示すとおりである。なお、底泥は1998年度までは目合0.315mm、2004年度以降は目合0.475mm（1999～2003年度までは不明）で処理している。調査結果をみると、ユスリカ科と貧毛綱が優占していた。個体数で見ると、ユスリカ科は、各地点とも1990年代前半をピークに減少しており、2004年度以降では各地点ともに1,000～2,000個体/m<sup>2</sup>程度で推移している。地点別にみると、St.3及びSt.7ではカスリモンユスリカ及びオオユスリカが多く確認され、St.9及びSt.12ではアカムシユスリカ及びオオユスリカが多く確認されていた。貧毛綱（ミミズ類）は、2000～4000個体/m<sup>2</sup>程度で変遷しているが、時折10000個体/m<sup>2</sup>を超えていた。湿重量で見ると、ユスリカ科については、1980年代には生物量が比較的多く、10000mg/m<sup>2</sup>を超えるような場合がみられるが、2000年代にはこれが顕著に減少し、その後低迷した状態が続いている。貧毛綱については、500～2000mg/m<sup>2</sup>程度で比較的安定して推移している。

続いて、ユスリカ科の貧酸素耐性に関する知見の整理結果を表 1.26 に示す。貧毛綱（ミミズ類）については、非常に広い分類群を含み、特定の種の貧酸素耐性に係る知見の収集が困難であったため、整理の対象外とした。知見収集整理の結果、総じてユスリカ科は貧酸素耐性が強い（底層溶存酸素量2mg/Lでも生息可能）と考えられた。なお、これまでの水域の底層溶存酸素量の類型指定の検討における保全対象種の餌生物の扱いについては、答申の9頁より、「得られた貧酸素耐性評価値等を踏まえると、貧酸素耐性が高い水生生物が生息できる環境であり、また、小型多毛類等が生息でき、無生物域が解消される水域として、底層溶存酸素量2.0mg/L以上を最低限度とすることが考えられる。」となっている。つまり、底層溶存酸素量が2mg/L以上であれば、餌生物となる生物も生存可能とされている。

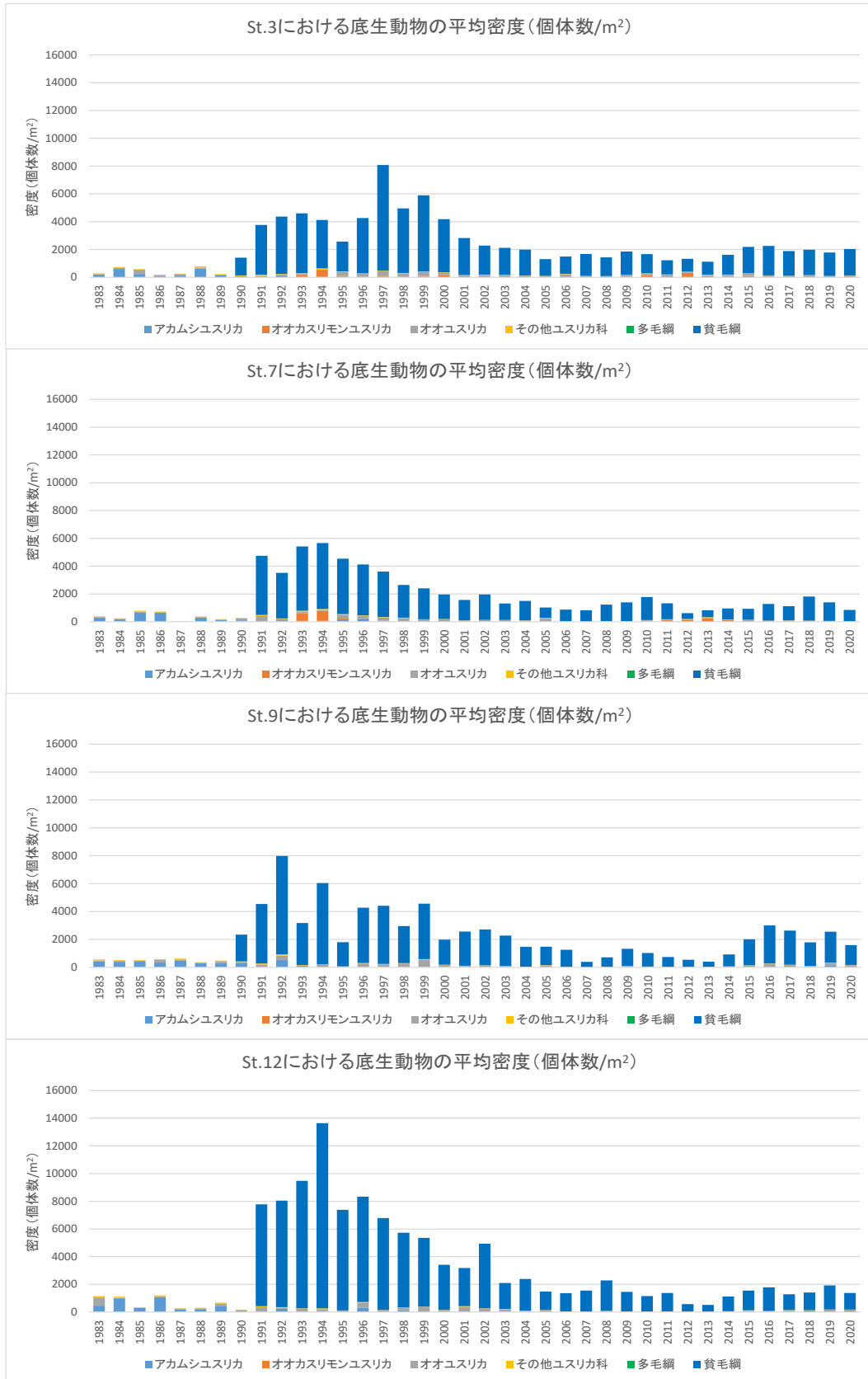
以上のことから、西浦の底生動物は、1.4章で設定した保全対象種の生息、再生産可能な環境基準の類型を設定することで、同時に保全可能であると考えられた。





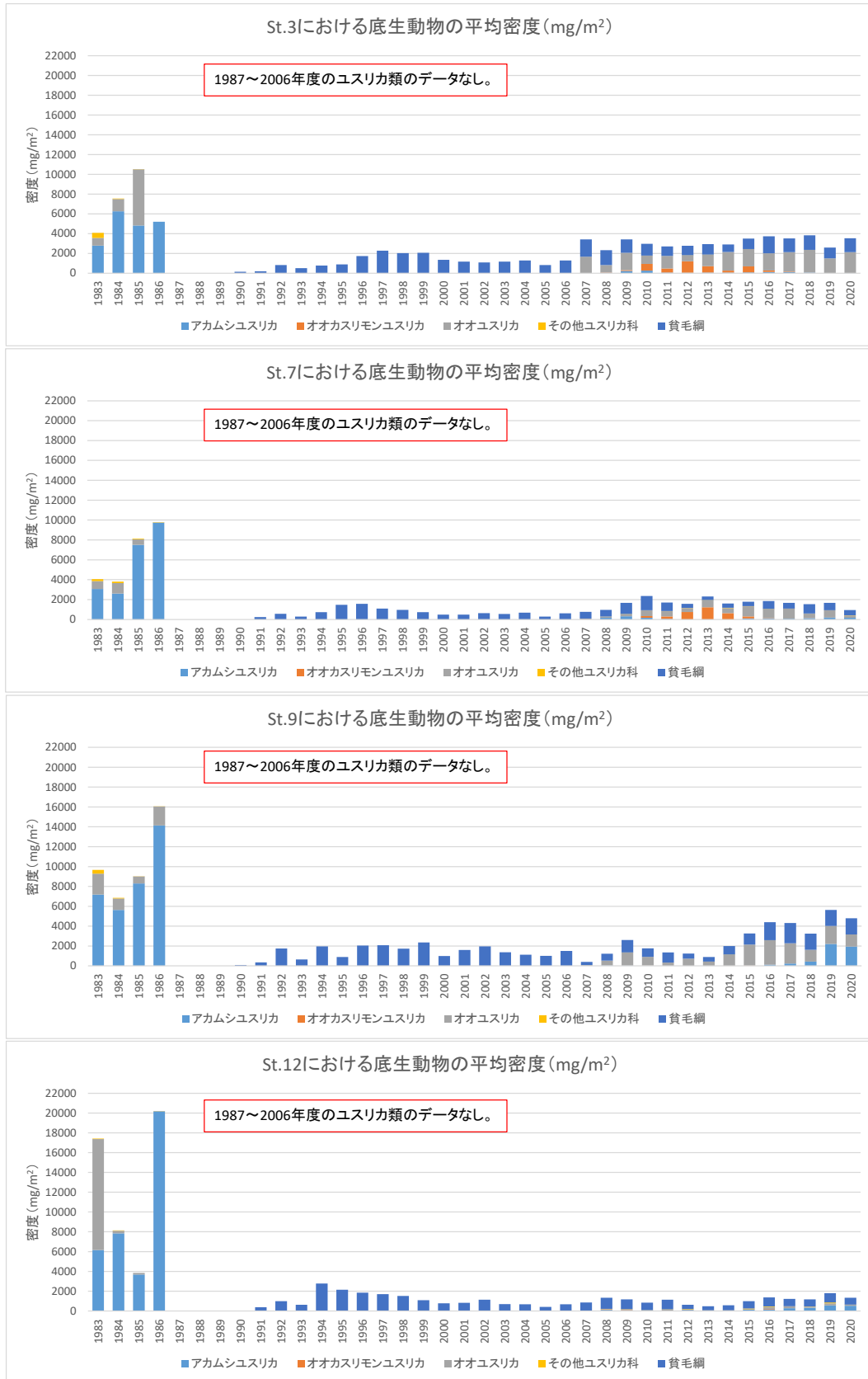
資料：国立環境研究所（2016）霞ヶ浦データベース、国立環境研究所  
<https://db.cger.nies.go.jp/gem/inter/GEMS/database/kasumi/>（2023年1月4日閲覧）<sup>73)</sup>より作成

図 1.58 対象とした底生動物調査地点



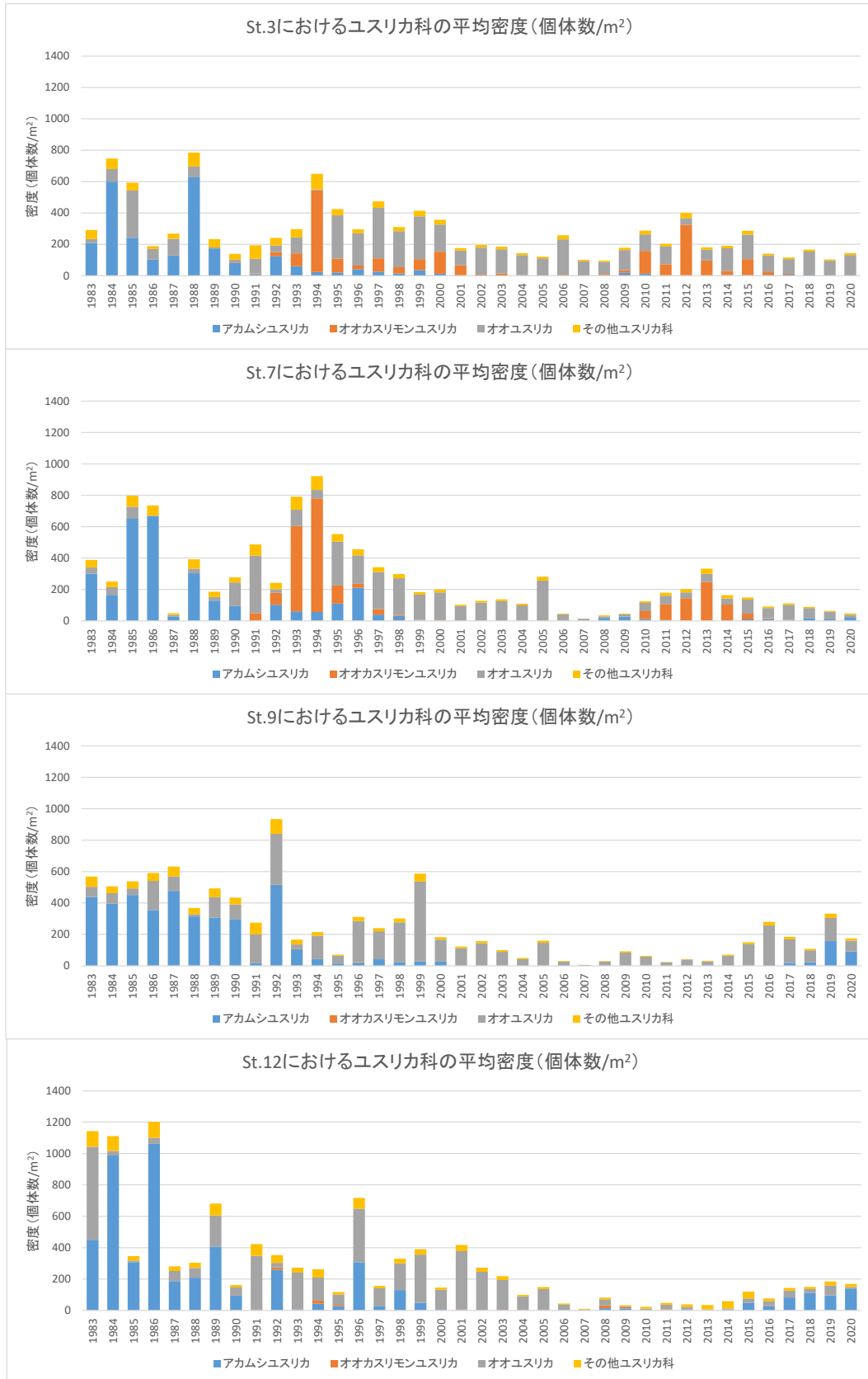
資料：国立環境研究所（2016）霞ヶ浦データベース、国立環境研究所  
<https://db.cger.nies.go.jp/gem/inter/GEMS/database/kasumi/>（2023年1月4日閲覧）<sup>73)</sup>より作成

図 1.59 底生動物の平均密度の経年変化（個体数/m<sup>2</sup>）



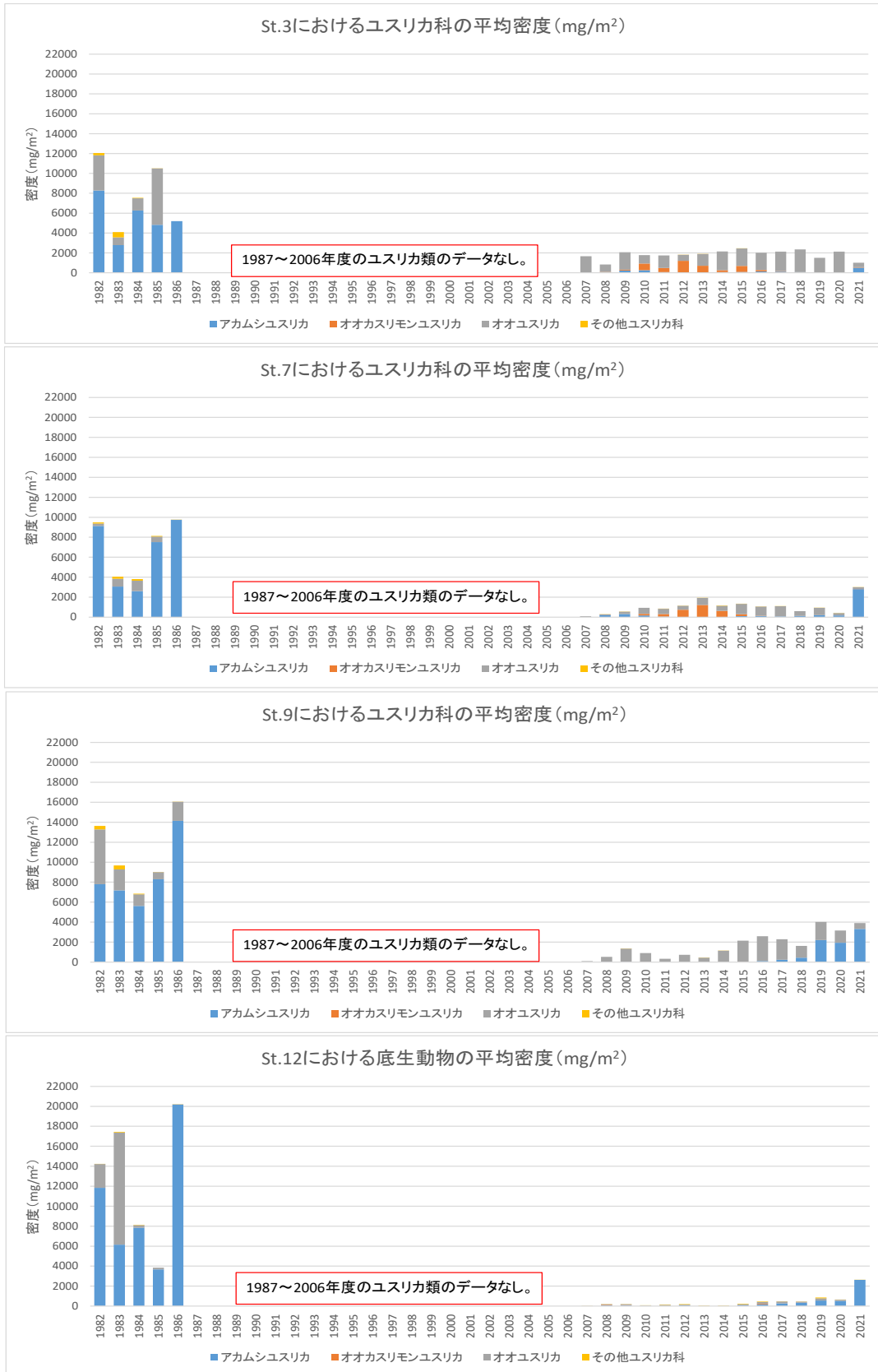
資料：国立環境研究所（2016）霞ヶ浦データベース、国立環境研究所  
<https://db.cger.nies.go.jp/gem/inter/GEMS/database/kasumi/>（2023年1月4日閲覧）<sup>73)</sup>より作成

図 1.60 底生動物の平均密度の経年変化（湿重量）(mg/m<sup>2</sup>)



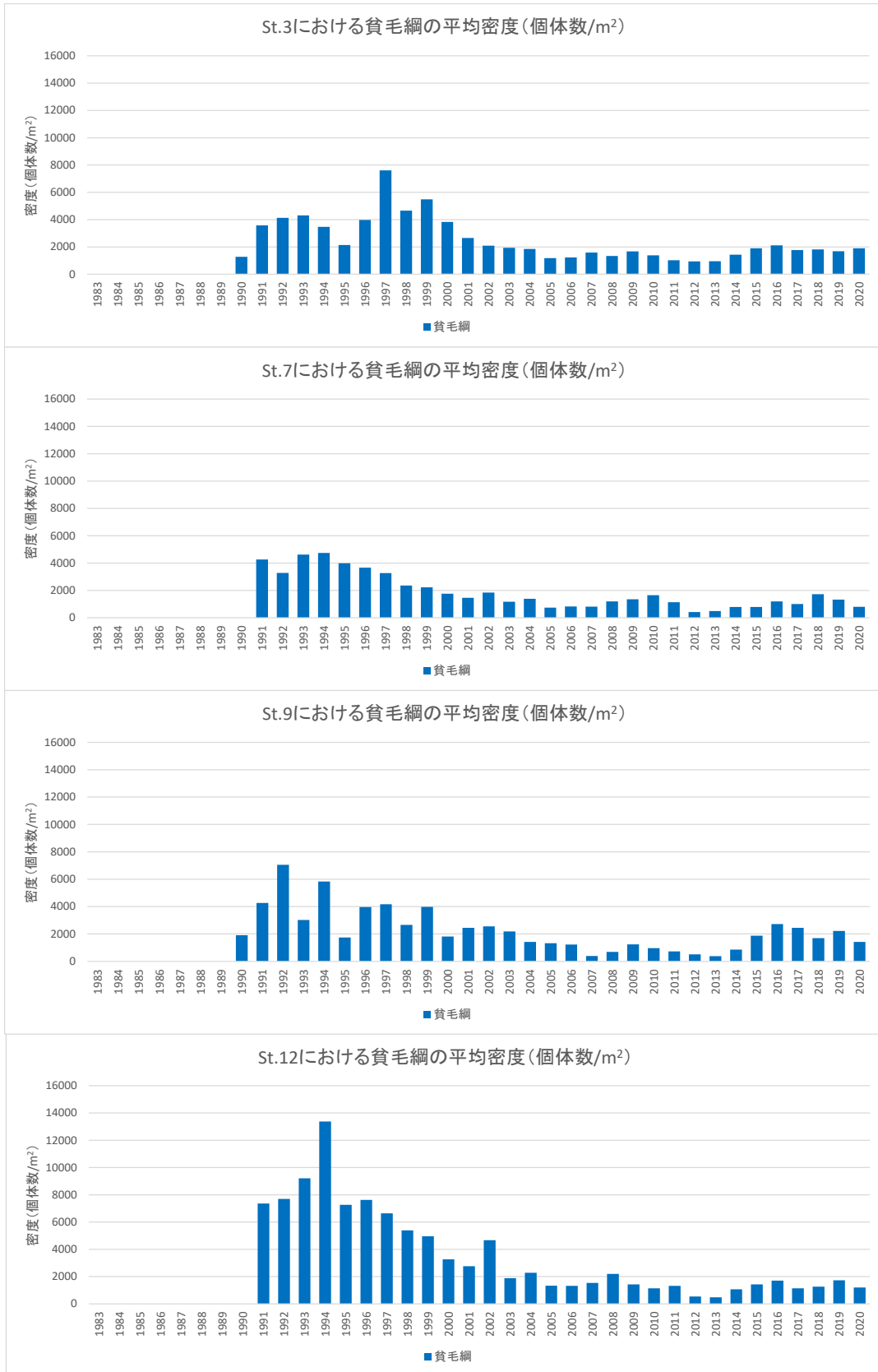
資料：国立環境研究所（2016）霞ヶ浦データベース、国立環境研究所  
<https://db.cger.nies.go.jp/gem/inter/GEMS/database/kasumi/>（2023年1月4日閲覧）<sup>73)</sup>より作成

図 1.61 底生動物（ユスリカ科）の平均密度の経年変化（個体数/m<sup>2</sup>）



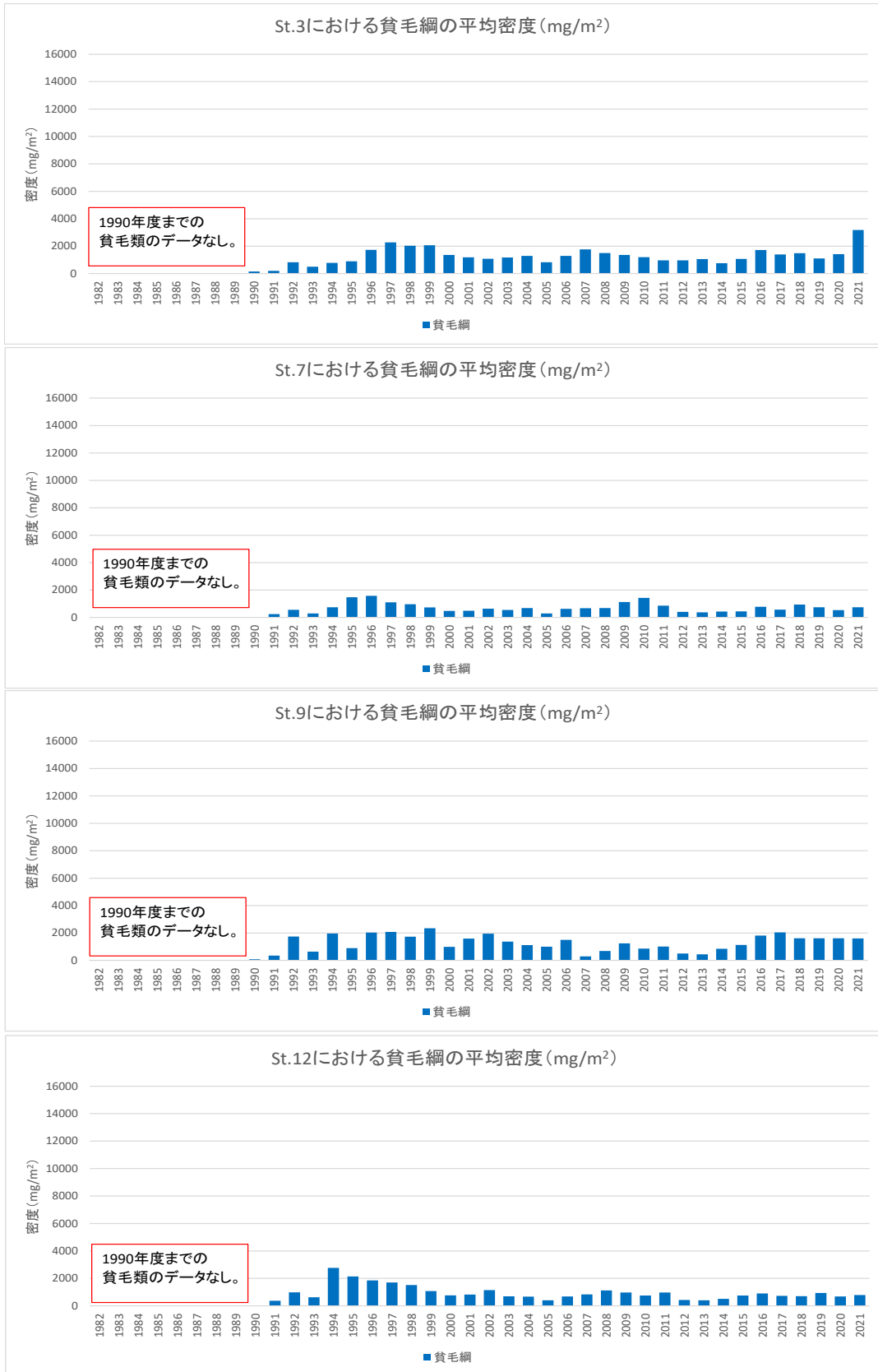
資料：国立環境研究所（2016）霞ヶ浦データベース、国立環境研究所  
<https://db.cger.nies.go.jp/gem/inter/GEMS/database/kasumi/>（2023年1月4日閲覧）<sup>73)</sup>より作成

図 1.62 底生動物(ユスリカ科)の平均密度の経年変化 (湿重量(mg)/m²)



資料：国立環境研究所（2016）霞ヶ浦データベース、国立環境研究所  
<https://db.cger.nies.go.jp/gem/inter/GEMS/database/kasumi/>（2023年1月4日閲覧）<sup>73)</sup>より作成

図 1.63 底生動物（貧毛綱）の平均密度の経年変化（個体数/m<sup>2</sup>）



資料：国立環境研究所（2016）霞ヶ浦データベース、国立環境研究所  
<https://db.cger.nies.go.jp/gem/inter/GEMS/database/kasumi/>（2023年1月4日閲覧）<sup>73)</sup>より作成

図 1.64 底生動物（貧毛綱）の平均密度の経年変化（湿重量  $\text{mg}/\text{m}^2$ ）

表 1. 26 ユスリカ類の貧酸素耐性に関する知見

No.	種名	貧酸素耐性に関する知見	生活史段階	耐性値の種類	参考文献
1	海外産ユスリカ属 <i>Chironomus ramosus</i>	実験条件を溶存酸素量 2 ppm、1 ppm、0.5 ppm、0.25 ppm、0 ppm、水温 25℃とし、それぞれのタンクに 30 匹を格納して 3 回の 24 時間の試験を行った場合に、0.5~2ppm の溶存酸素量では比較的生存率が高いが、0.25ppm 以下の溶存酸素量では急激に生存率が低下した。	幼虫 (再生産段階)	一定時間経過後の生存率	Ronad, A. & Nath, B. B. (2017). Design and Fabrication of a Hypoxia-Inducing Chamber for Simulation Studies in Environmental Bio-monitoring Using Chironomus larvae. Res. Rev. J. Zool. Sci, 5, 45-51. <sup>74)</sup>
2	オオユスリカ <i>Chironomus plumosus</i>	水温が 4℃で無酸素の環境下における Lt-50 は、約 205 日であった。	幼虫 (再生産段階)	Lt-50	Nagell, B., & Landahl, C. C. (1978). Resistance to anoxia of Chironomus plumosus and <i>Chironomus anthracinus</i> (Diptera) larvae. Ecography, 1(4), 333-336. <sup>75)</sup>
3	海外産ユスリカ属 <i>Chironomus anthracinus</i>	水温が 4℃で無酸素の環境下における Lt-50 は、約 100 日であった。	幼虫 (再生産段階)	Lt-50	Nagell, B., & Landahl, C. C. (1978). Resistance to anoxia of Chironomus plumosus and <i>Chironomus anthracinus</i> (Diptera) larvae. Ecography, 1(4), 333-336. <sup>75)</sup>
4	セスジユスリカ <i>Chironomus yoshimatsui</i>	実験開始時に 0.6mg/L であった溶存酸素量を、8 時間経過時で 0.07mg/L、23 時間で 0.03mg/L まで下げ、26 時間目で生存率を確認したところ、実験に用いた個体のうち、90%程度が生存していた。	幼虫 (再生産段階)	一定時間経過後の生存率	大野正彦. (1985). 東京都内におけるユスリカの生態 III. : 善福寺川に生息する 2 種のユスリカ幼虫の酸素欠乏に対する耐性. 日本生態学会誌, 35(1), 103-111. <sup>76)</sup>
5	オオユスリカ <i>Chironomus plumosus</i>	本種の生存に必要な溶存酸素量飽和度は、最低 5%である。	幼虫 (再生産段階)	貧酸素耐性値に関する知見	北川礼澄. (1978). 底生動物相および底層水の溶存酸素飽和度からみたわが国の湖沼の分類. 陸水学雑誌, 39(1), 1-8. <sup>77)</sup>
6	オオユスリカ <i>Chironomus plumosus</i>	2~3mg/L の溶存酸素量の地点で比較的多くの個体が採集されている(本文中に、2mg/L を切るような条件下での観測データは無い)。	幼虫 (再生産段階)	現場観測データ	安野正之, 菅谷芳雄, & 岩熊敏夫. (1979). 霞ヶ浦高浜入の底生動物, 特にオオユスリカとアカムシユスリカの分布と季節変動. 国立公害研究所報告第, (6), 171-184. <sup>78)</sup>
7	海外産ユスリカ属 <i>Chironomus anthracinus</i>	溶存酸素量 3mg/L 程度の条件で影響が見られ始める。溶存酸素量 1mg/L を切ると、個体の活動がみられなくなり、48 時間後には、死亡個体が出る。	幼虫 (再生産段階)	一定時間経過後の生存率	Armitage, P. D., Pinder, L. C., & Cranston, P. S. (Eds.). (2012). The Chironomidae: biology and ecology of non-biting midges. Springer Science & Business Media. <sup>79)</sup>



## 1.6 保全対象種の生息域及び再生産の場の設定

霞ヶ浦の保全対象種（代表種）の生息域及び再生産の場は、各保全対象種の生態特性（生息又は再生産に適した水深、底質（泥、砂、礫等）に係る知見を踏まえて設定した。

保全対象種である 17 種の生態情報は表 1.27 に示すとおりであり、各保全対象種の生息域及び再生産の場は「(1) ニホンウナギ」～「(17) ドブガイ属」に示すとおりである。

表 1.27 霞ヶ浦における保全対象種の生態情報

分類群	保全対象種	類型指定に必要な生態情報						備考
		生息			再生産			
		水深	底質	目標値	水深	底質	目標値	
魚類	ニホンウナギ	30m以浅	泥～岩礁	2mg/L				再生産は海域で行われるため、霞ヶ浦においては類型指定の対象外とする。
	コイ	30m以浅	泥～岩礁※3	3mg/L	2.5 m以浅※3	泥～砂※3	3mg/L	現在の霞ヶ浦に生息しているのは、日本在来系統のコイではないが、産業上重要な種であるため、保全対象種として選定した。
	キンブナ	20m以浅※1	泥～岩礁※3	2mg/L※1	2.5 m以浅※3	泥～砂※3	3mg/L※1	生息水深帯及び貧酸素耐性値は、近縁種であるキンブナのデータ。
	ギンブナ	20m以浅	泥～岩礁※3	2mg/L	2.5 m以浅※3	泥	3mg/L※2	－
	アカヒレタビラ	7 m以浅※3	泥～岩礁	2mg/L※1	2.5 m以浅※3	砂泥～砂礫	3mg/L※1	貧酸素耐性値は、近縁種であるヤリタナゴのデータを参照して設定。 生息段階において遊泳性が高く、いずれの底質でも生息すると推測される。
	ワカサギ	70m以浅	泥～岩礁	3mg/L※1	2.5 m以浅※3	砂～砂礫	4mg/L※1	貧酸素耐性値は、海外産近縁種 (Smelts) のデータ参照して設定。 生息段階において遊泳性が高く、いずれの底質でも生息すると推測される。
	シラウオ	20m以浅※1	泥～岩礁	3mg/L※1	2.5 m以浅※3	砂～砂礫	4mg/L※1	生息水深帯はイシカワシラウオのデータを参考に設定。貧酸素耐性値は、霞ヶ浦で同様の生活史を持つと推定されるワカサギのデータを参照して設定。 生息段階において遊泳性が高く、いずれの底質でも生息すると推測される。
	アシシロハゼ	7 m以浅※3	泥～岩礁※3	2mg/L※1	2.5 m以浅※3	砂礫～礫※3	3mg/L※1	貧酸素耐性は、近縁種であるマハゼのデータを参照して設定。
	ヌマチチブ	7 m以浅※3	泥～岩礁※3	2mg/L※2	2.5 m以浅※3	砂礫～礫※3	2mg/L	貧酸素耐性は、近縁種であるチチブのデータを参照して設定。
	ジュズカケハゼ	7 m以浅※3	泥～岩礁※3	2mg/L※1	4m以浅※1	泥	2mg/L※1	貧酸素耐性は、近縁種であるイサザのデータを参照して設定。再生産の水深帯は、近縁種であるシンジコハゼのデータ。
	ウキゴリ	7 m以浅※3	泥～岩礁※3	2mg/L※1	2.5 m以浅※3	砂礫～礫※3	2mg/L※1	貧酸素耐性は、近縁種であるイサザのデータを参照して設定。
トウヨシノボリ類	7 m以浅※3	泥～岩礁※3	2mg/L	2.5 m以浅※3	砂礫～礫※3	2mg/L	貧酸素耐性は、ハゼ類 (チチブ) のデータを参照して設定。	
甲殻類	イサザアミ	7 m以浅※3	泥～岩礁※3	3mg/L※1	7m以浅※3	泥～岩礁※3	4mg/L※2	貧酸素耐性は、近縁種であるニホンイサザアミのデータを参照して設定。
	モクズガニ	3m以浅	泥～岩礁	2mg/L※1				貧酸素耐性は、近縁種であるチュウゴクモクズガニのデータを参照して設定。 再生産は海域で行われるため、霞ヶ浦においては類型指定の対象外とする。
	テナガエビ	100m以浅	泥～岩礁※3	3mg/L	7m以浅※3	泥～岩礁※3	4mg/L※2	－
軟体類 (二枚貝類)	イシガイ	2.5 m以浅※3	砂泥～砂礫	2mg/L	2.5 m以浅※3	砂泥～砂礫	2mg/L※2	再生産段階の貧酸素耐性は、海外産近縁種のデータを参照して設定。グロキディウムのデータはないため、稚貝のデータを収集した。また、グロキディウム幼生は、ヨシノボリ類の稚魚・成魚に規制して成長するため、これらのハゼ類の「生息段階」と同等の貧酸素耐性を持つものと推測される。
	ドブガイ属	2.5 m以浅※3	砂泥～砂礫※3	2mg/L※2	2.5 m以浅※3	泥～砂礫※3	2mg/L※2	

注1：「※1」は、近縁種の情報等から設定した生態情報。詳細は備考に記載。

注2：「※2」は、生息あるいは再生産のいずれかの貧酸素耐性値値が得られている場合に、答申に記載の方法や他の湖沼で採用した方法をもとに推定された貧酸素耐性値。

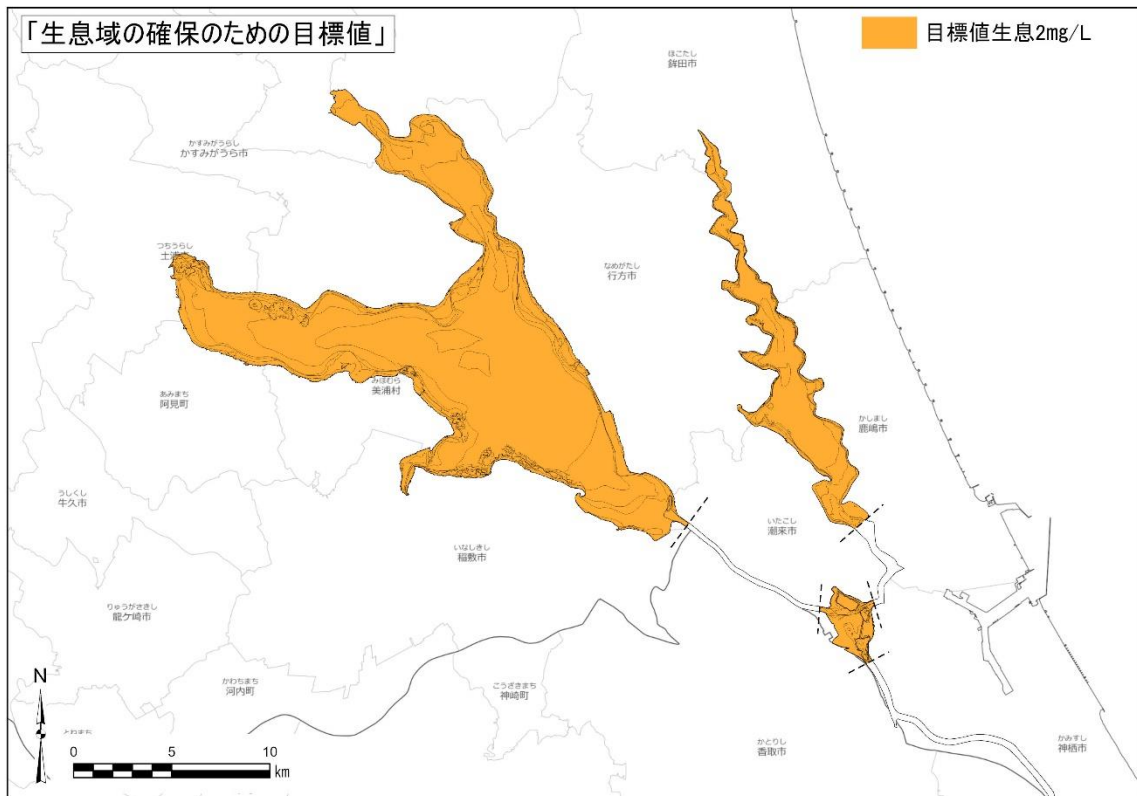
注3：「※3」は、霞ヶ浦における実際の生息状況や生態特性等を踏まえた地域関係者の意見により設定した生態情報を示す。

注4：上記の生態情報の整理には、2012年度に湖沼の漁業者に対して実施した魚類の生息水深帯に関するヒアリングから得られた知見を含む。

注5：貧酸素耐性値の引用元は、表1.25を参照。

(1) ニホンウナギ

ニホンウナギの生息域の目標値は図 1.65 に示すとおりである。



注：ニホンウナギは海域で再生産を行うため、図面は示していない。

図 1.65 ニホンウナギの生息域

## (2) コイ

コイの生息域及び再生産の場及びそれぞれの目標値は図 1.66 に示すとおりである。

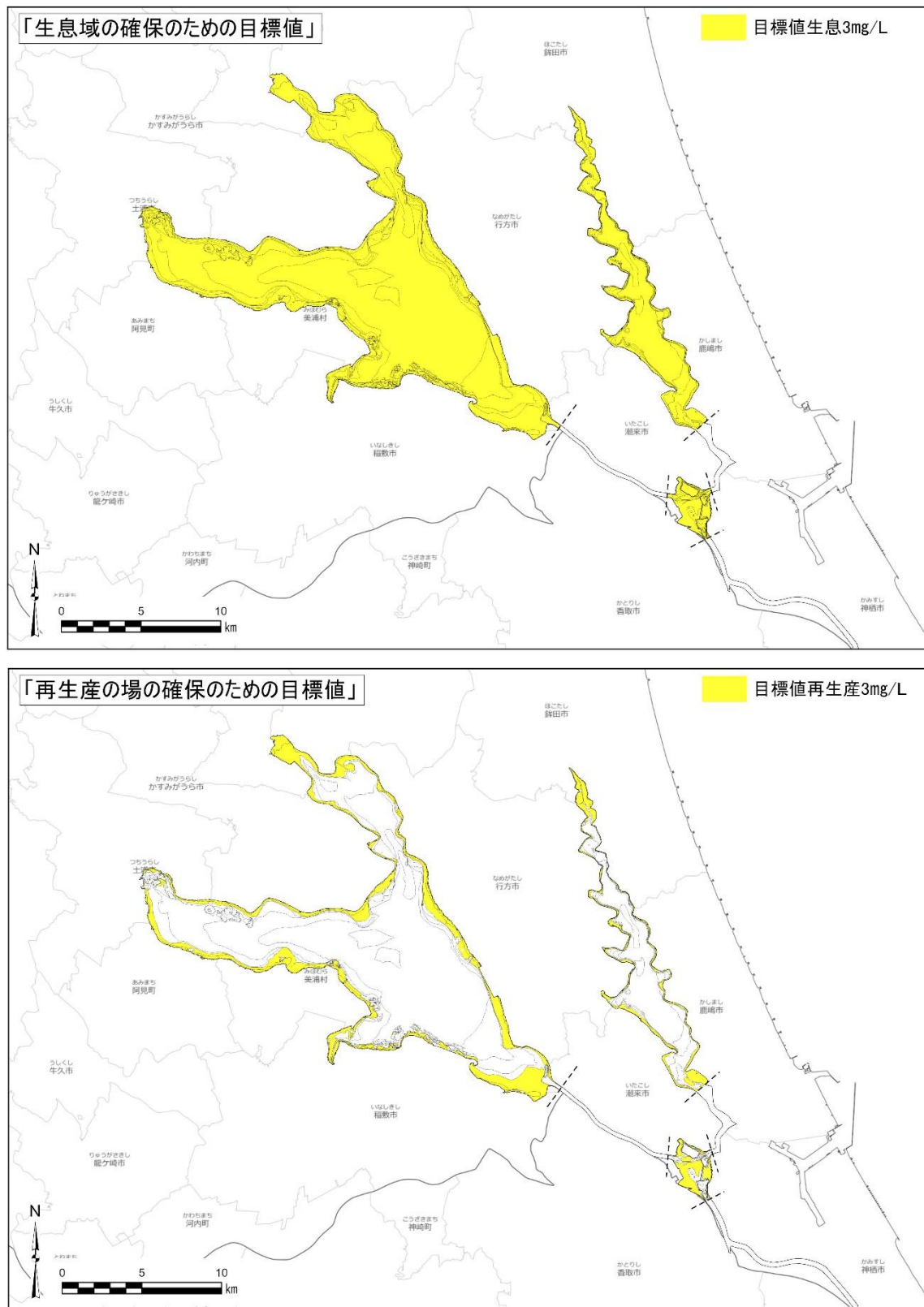


図 1.66 コイの生息域及び再生産の場

### (3) キンブナ

キンブナの生息域及び再生産の場及びそれぞれの目標値は図 1.67 に示すとおりである。

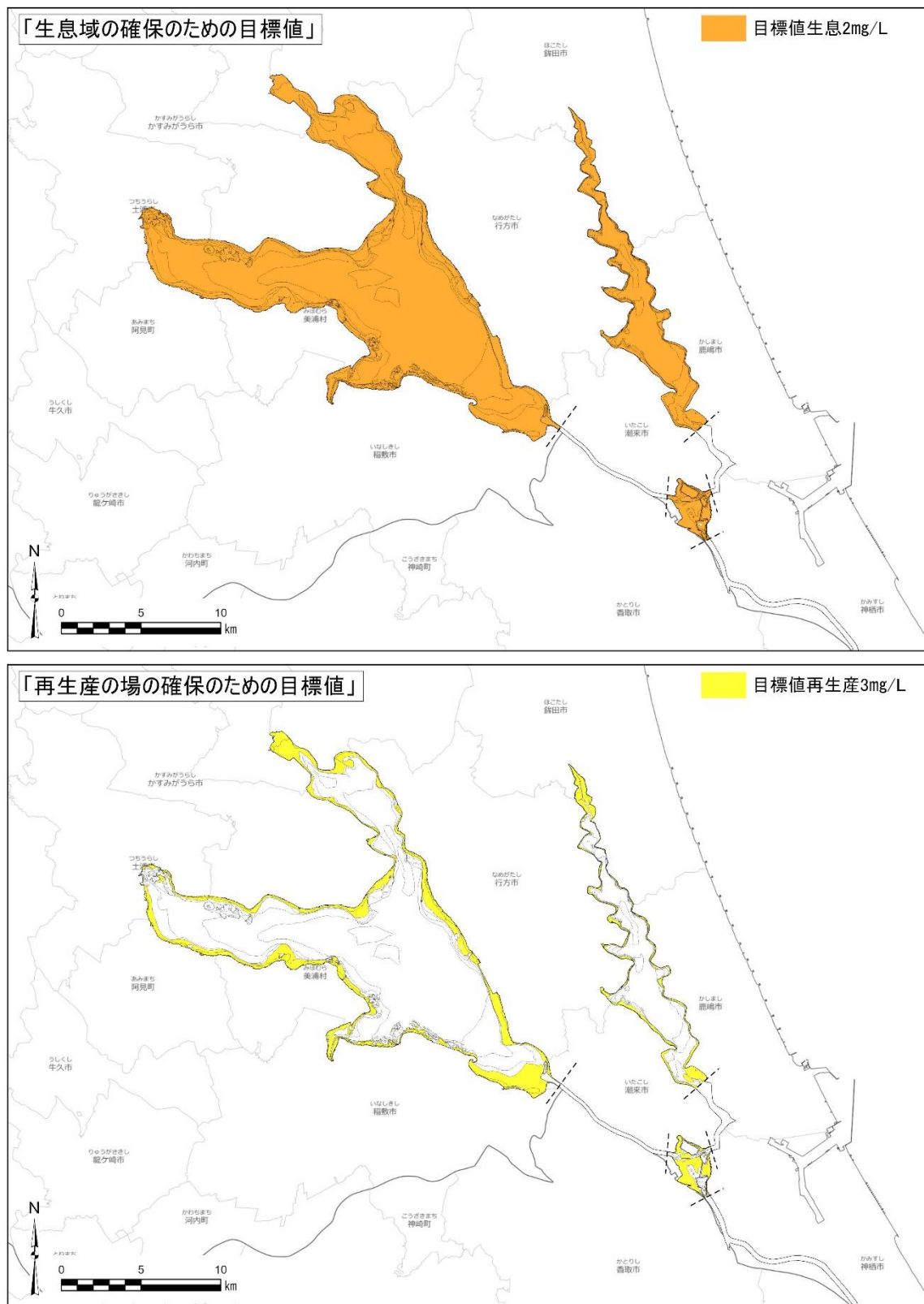


図 1.67 キンブナの生息域及び再生産の場

#### (4) ギンブナ

ギンブナの生息域及び再生産の場及びそれぞれの目標値は図 1.68 に示すとおりである。

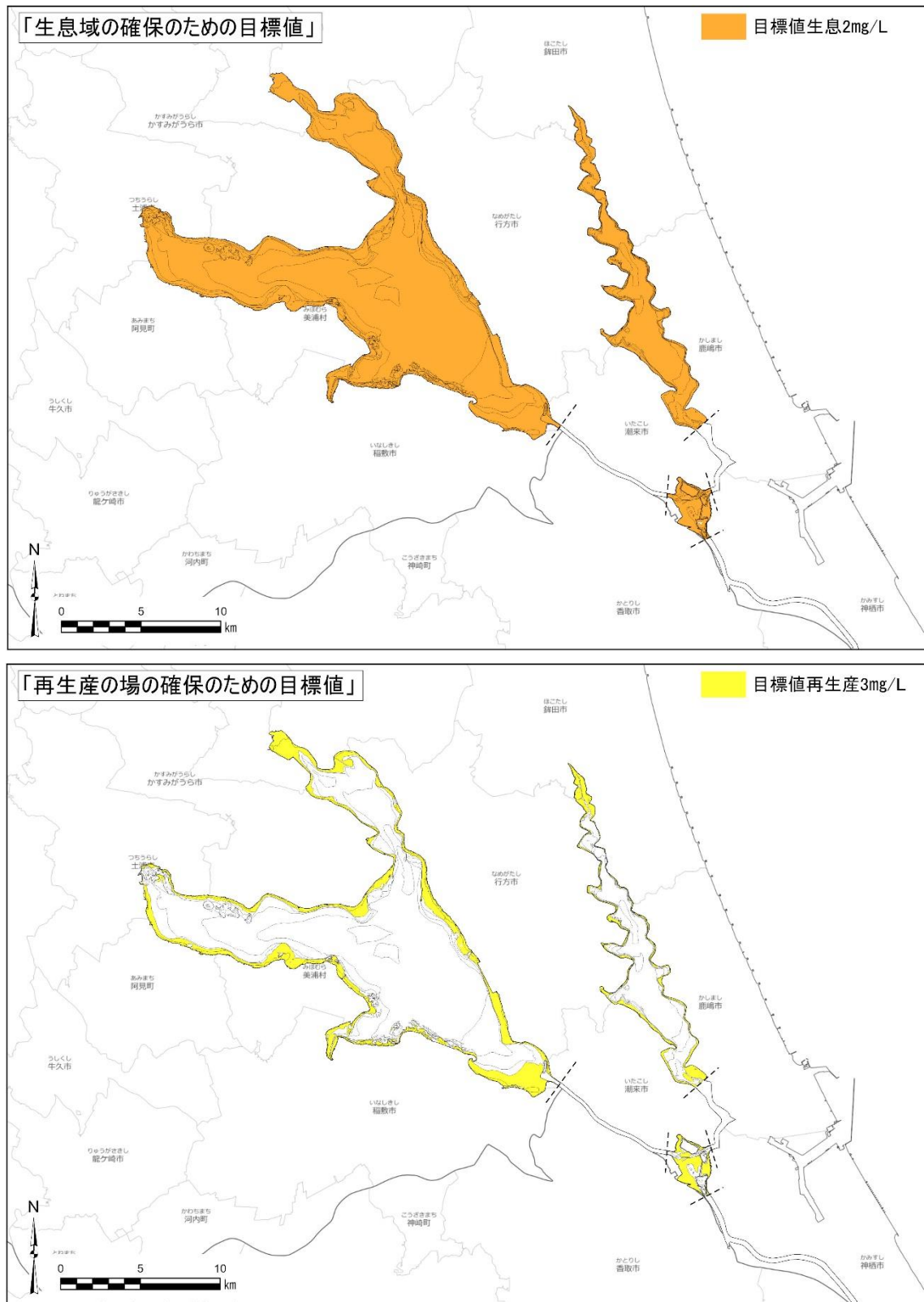


図 1.68 ギンブナの生息域及び再生産の場





## (6) ワカサギ

ワカサギの生息域及び再生産の場及びそれぞれの目標値は図 1.70 に示すとおりである。

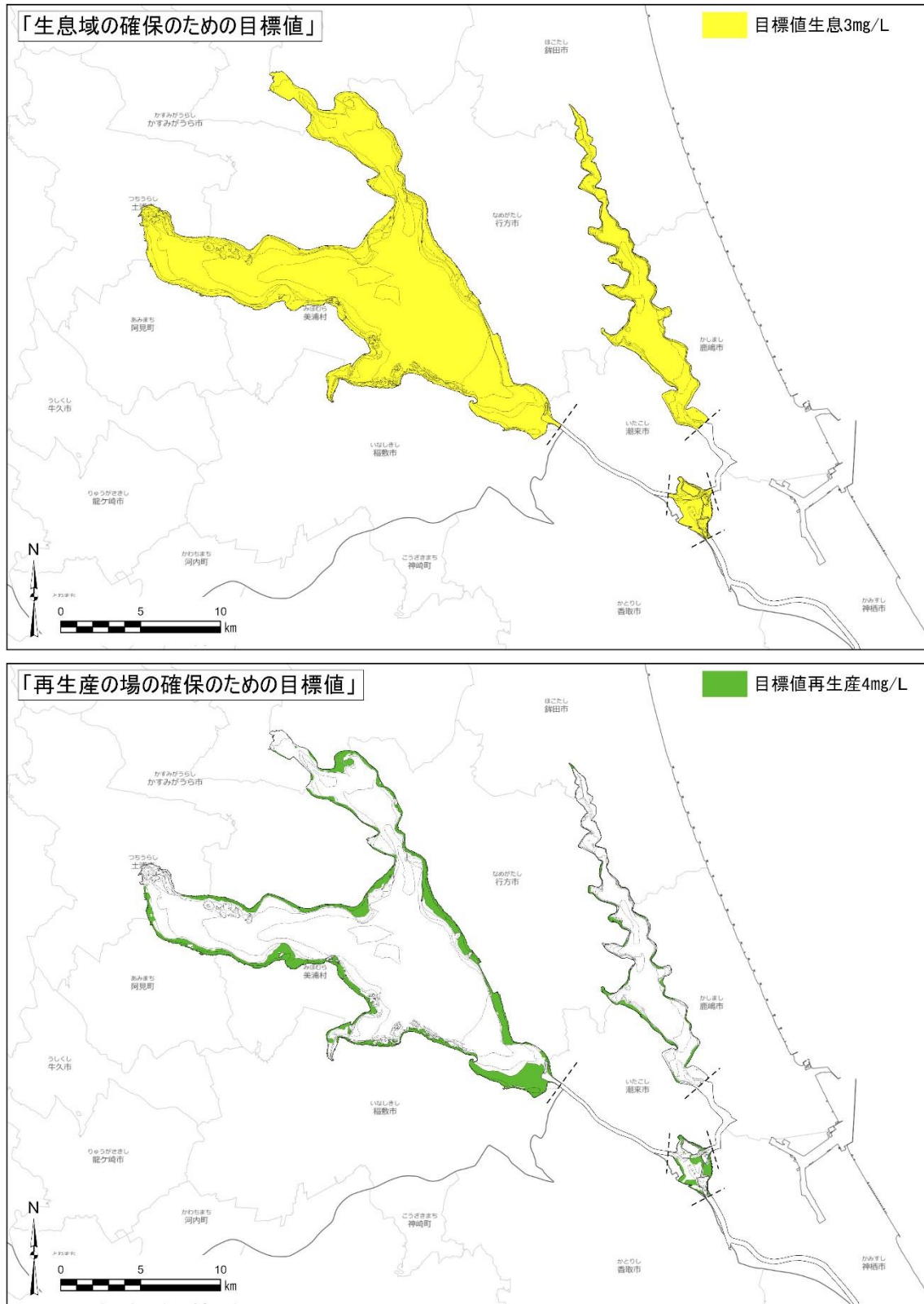


図 1.70 ワカサギの生息域及び再生産の場



## (7) シラウオ

シラウオの生息域及び再生産の場及びそれぞれの目標値は図 1.71 に示すとおりである。

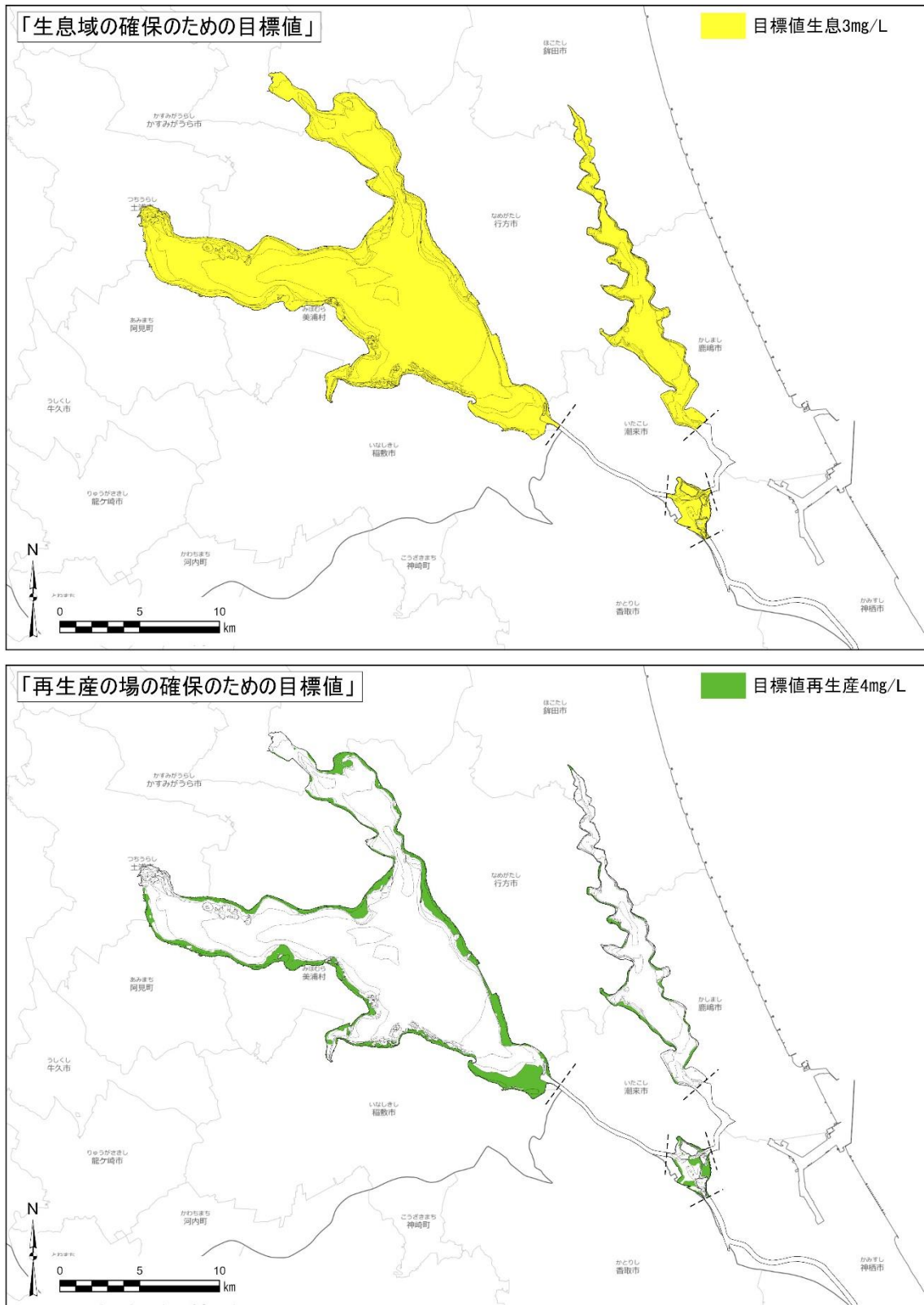


図 1.71 シラウオの生息域及び再生産の場

### (8) アシシロハゼ

アシシロハゼの生息域及び再生産の場及びそれぞれの目標値は図 1.72 に示すとおりである。

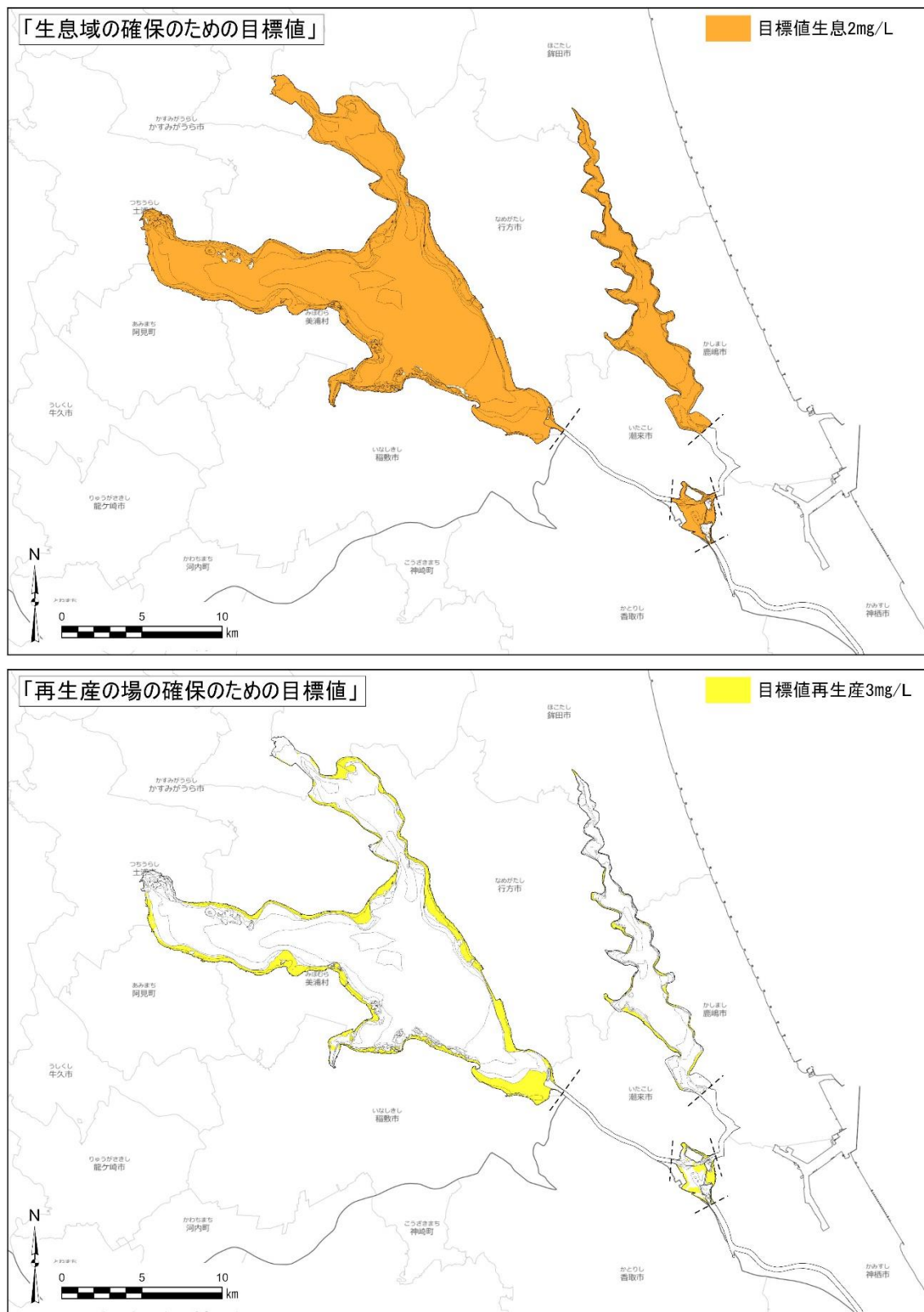


図 1.72 アシシロハゼの生息域及び再生産の場

(9) ヌマチチブ

ヌマチチブの生息域及び再生産の場及びそれぞれの目標値は図 1.73 に示すとおりである。

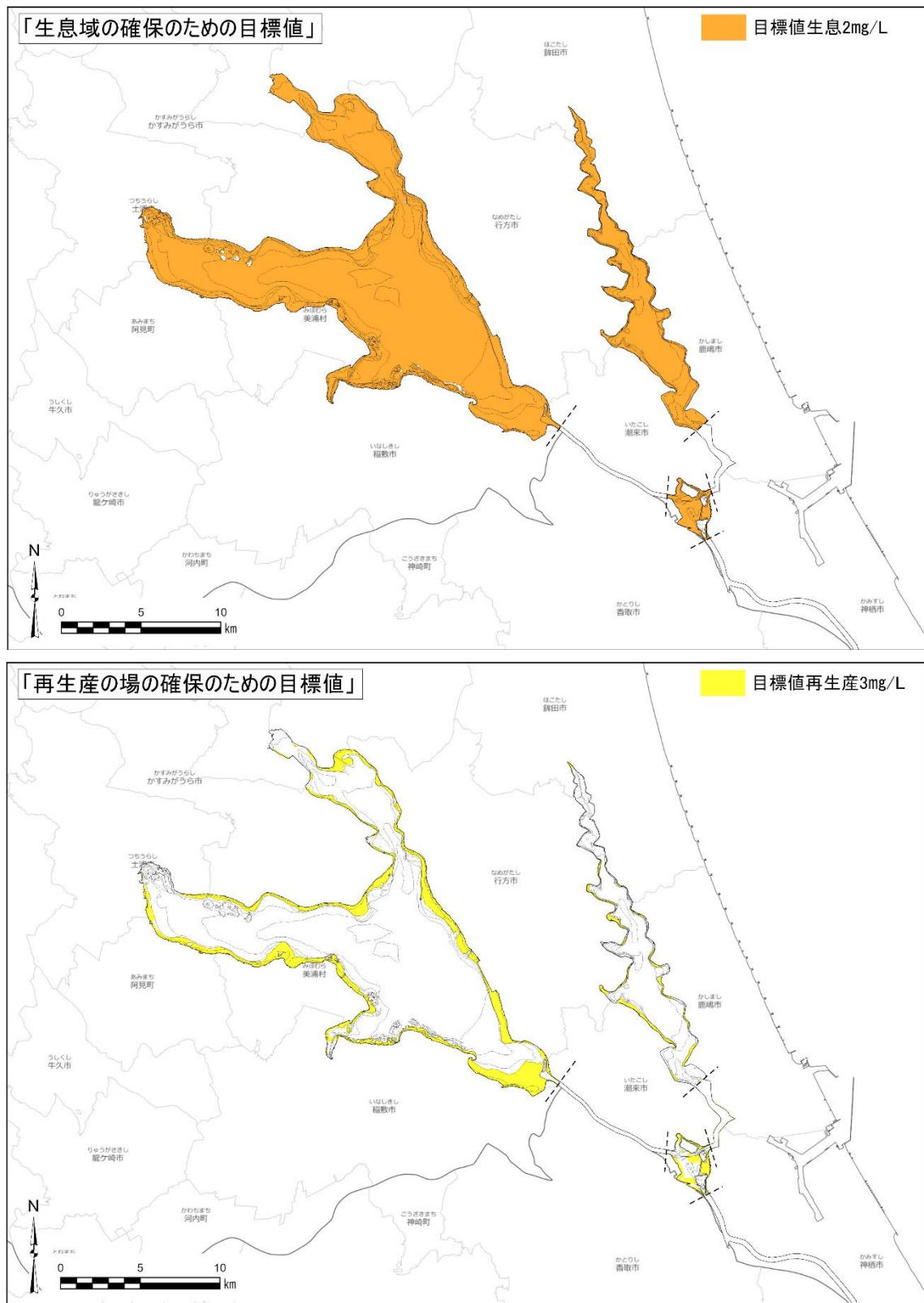


図 1.73 ヌマチチブの生息域及び再生産の場

## (10) ジュズカケハゼ

ジュズカケハゼの生息域及び再生産の場及びそれぞれの目標値は図 1.74 に示すとおりである。

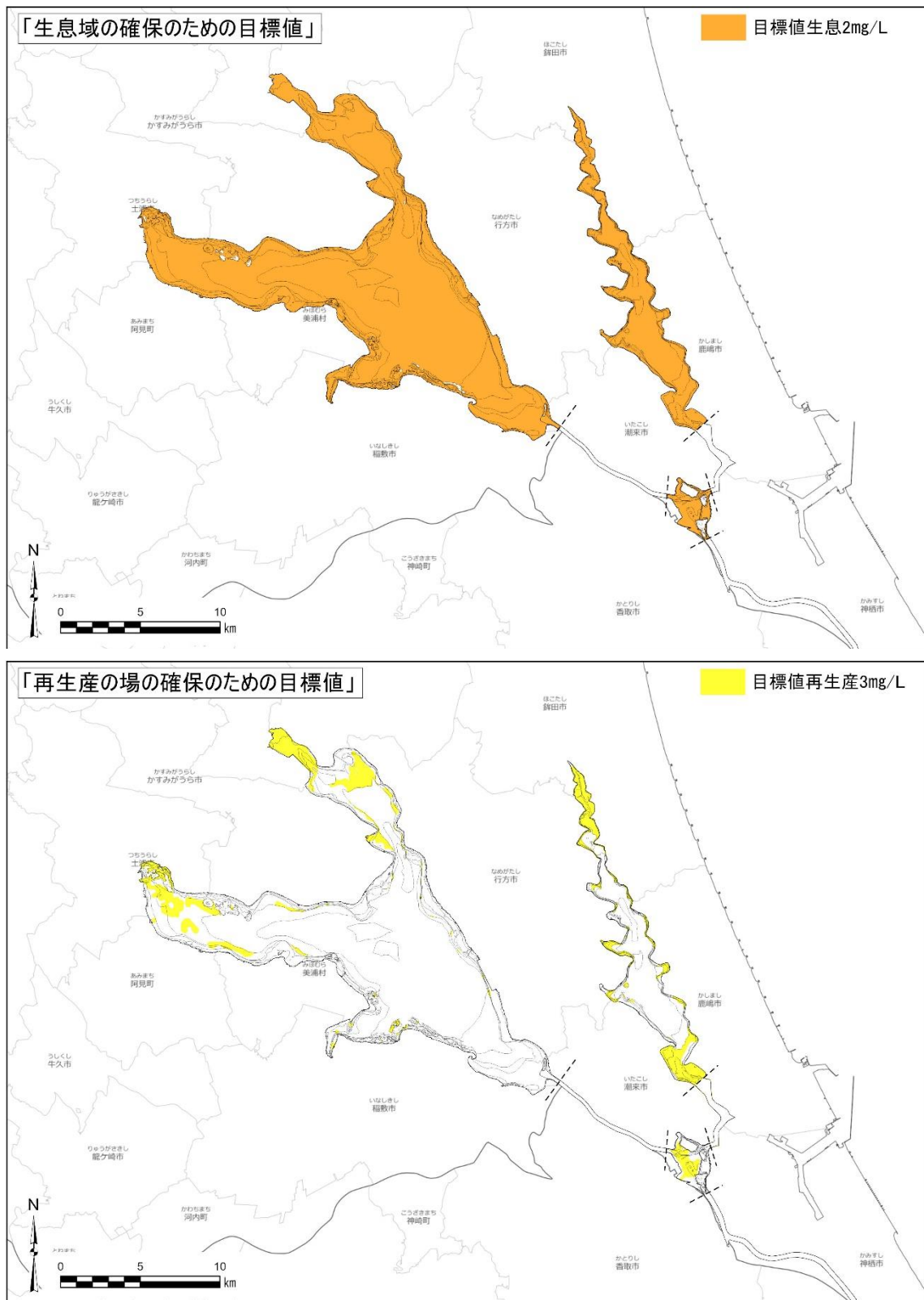


図 1.74 ジュズカケハゼの生息域及び再生産の場



## (11) ウキゴリ

ウキゴリの生息域及び再生産の場及びそれぞれの目標値は図 1.75 に示すとおりである。

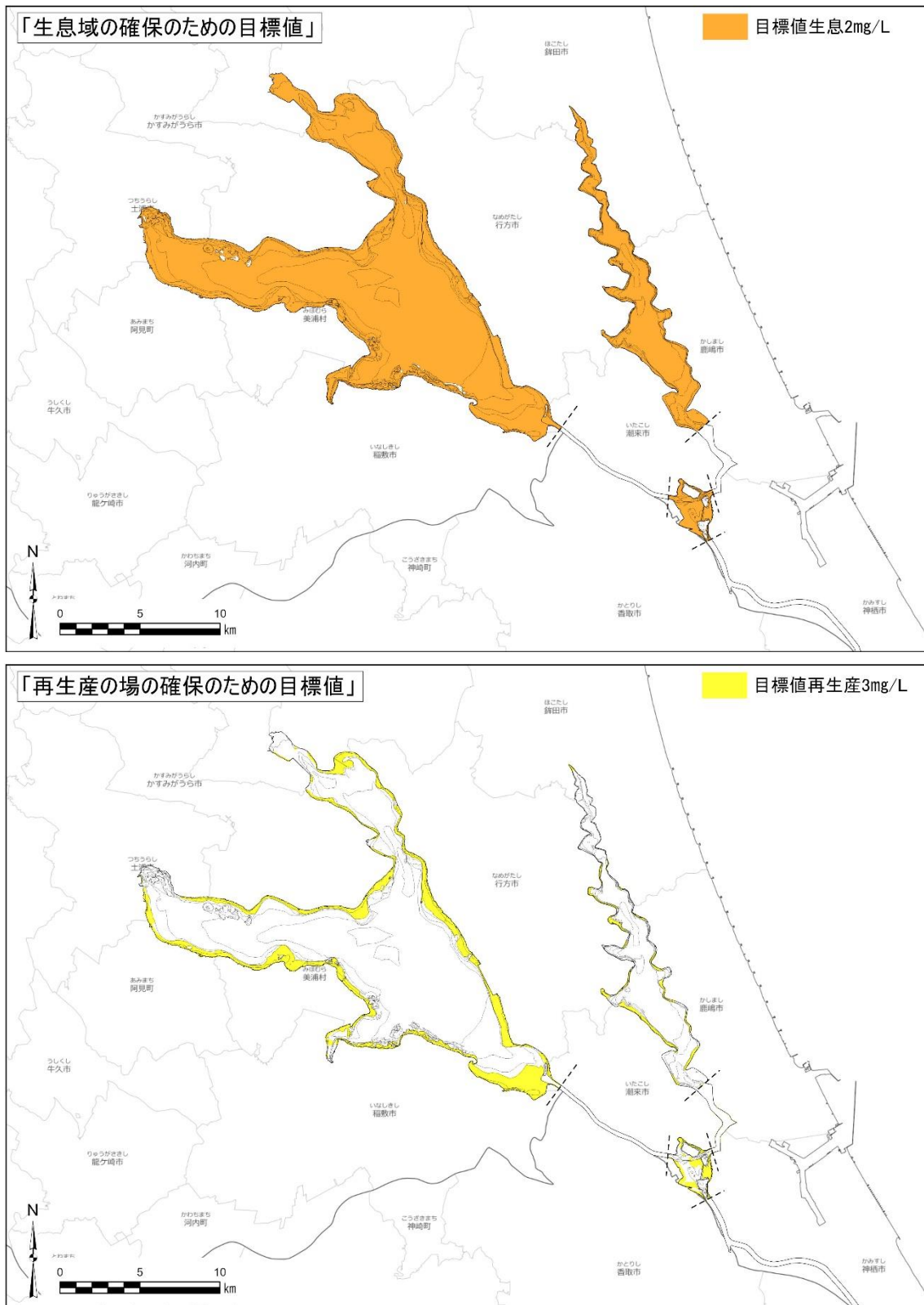


図 1.75 ウキゴリの生息域及び再生産の場

## (12) トウヨシノボリ類

トウヨシノボリ類の生息域及び再生産の場及びそれぞれの目標値は図 1.76 に示すとおりである。

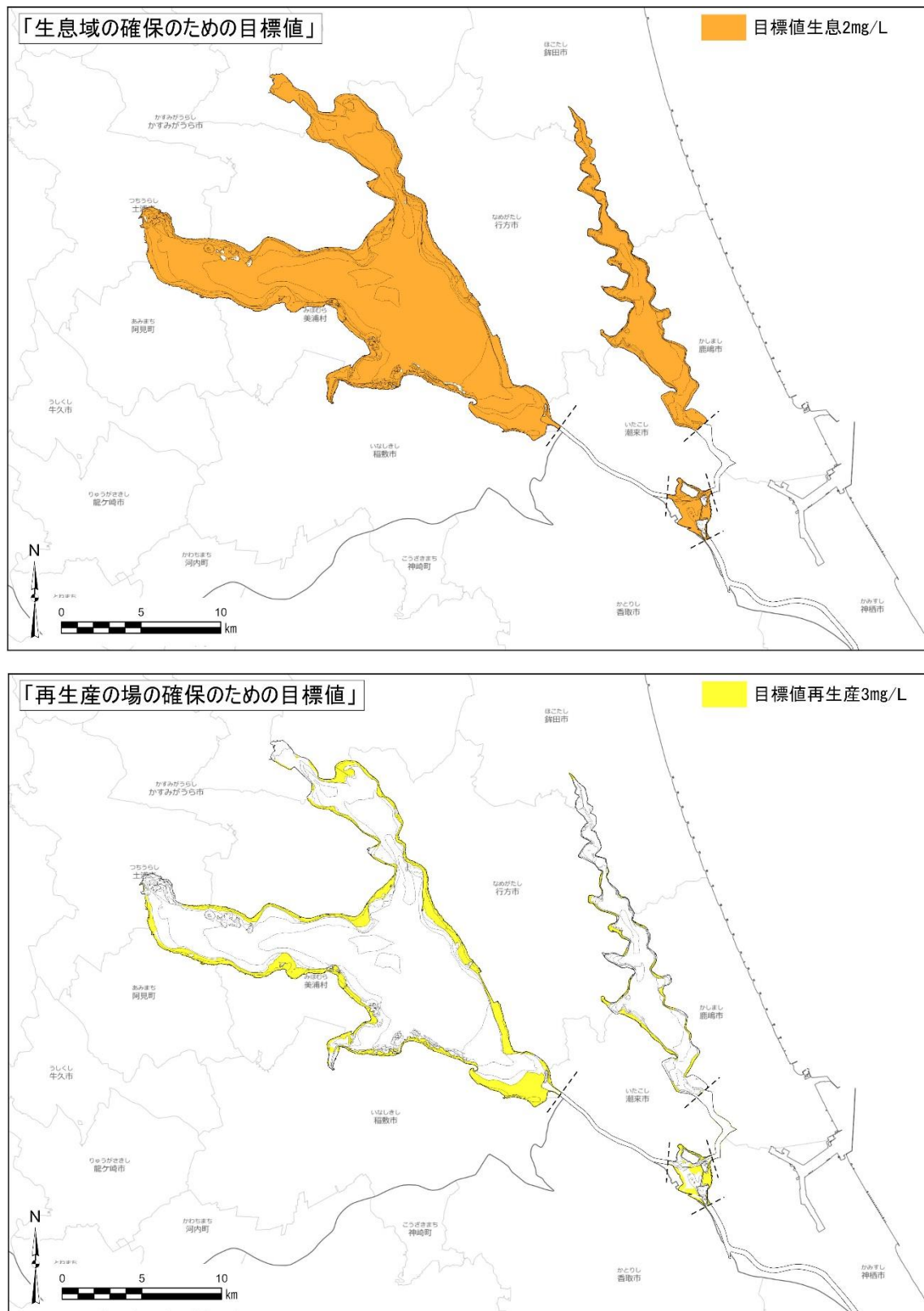


図 1.76 トウヨシノボリ類の生息域及び再生産の場

### (13) イサザアミ

イサザアミの生息域及び再生産の場及びそれぞれの目標値は図 1.77 に示すとおりである。

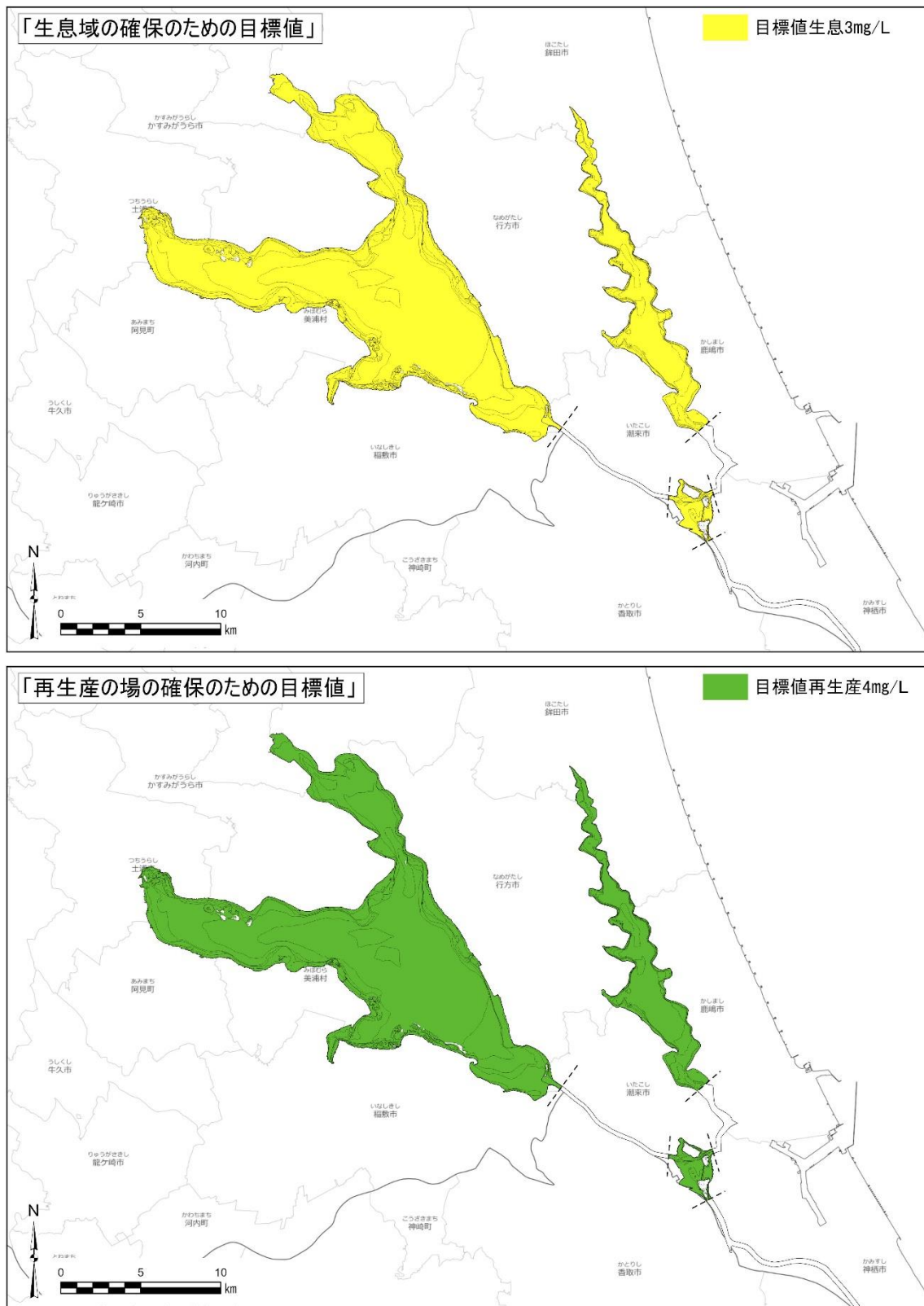


図 1.77 イサザアミの生息域及び再生産の場

#### (14) モクズガニ

モクズガニの生息域の生息域の目標値は図 1.78 に示すとおりである。なお、モクズガニの再生産は海域で行われるため、霞ヶ浦においては設定しない。



図 1.78 モクズガニの生息域



### (15) テナガエビ

テナガエビの生息域及び再生産の場及びそれぞれの目標値は図 1.79 に示すとおりである。

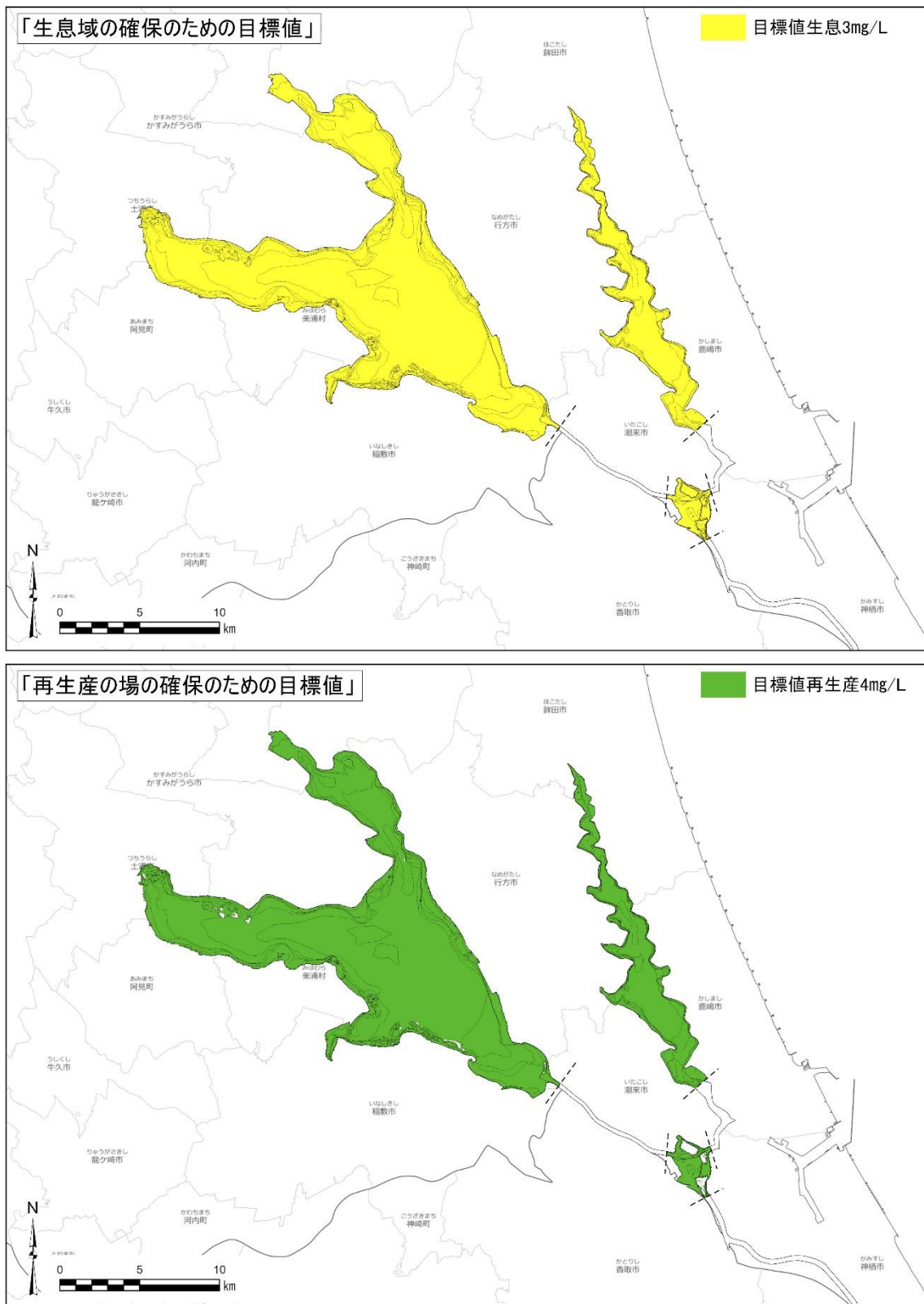


図 1.79 テナガエビの生息域及び再生産の場

## (16) イシガイ

イシガイの生息域及び再生産の場及びそれぞれの目標値は図 1.80 に示すとおりである。

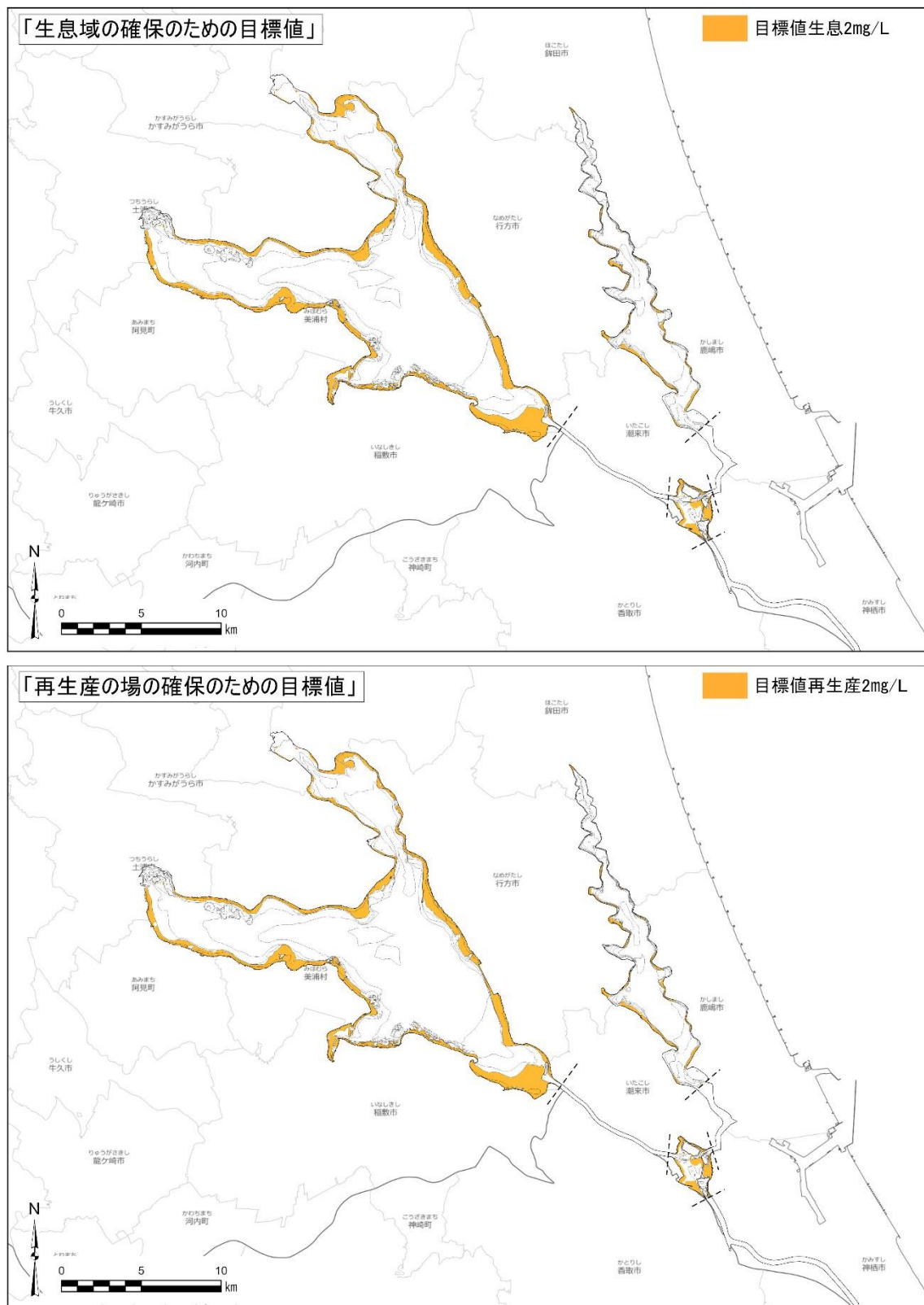


図 1.80 イシガイの生息域及び再生産の場

(17) ドブガイ属

ドブガイ属の生息域及び再生産の場及びそれぞれの目標値は図 1.81 に示すとおりである。

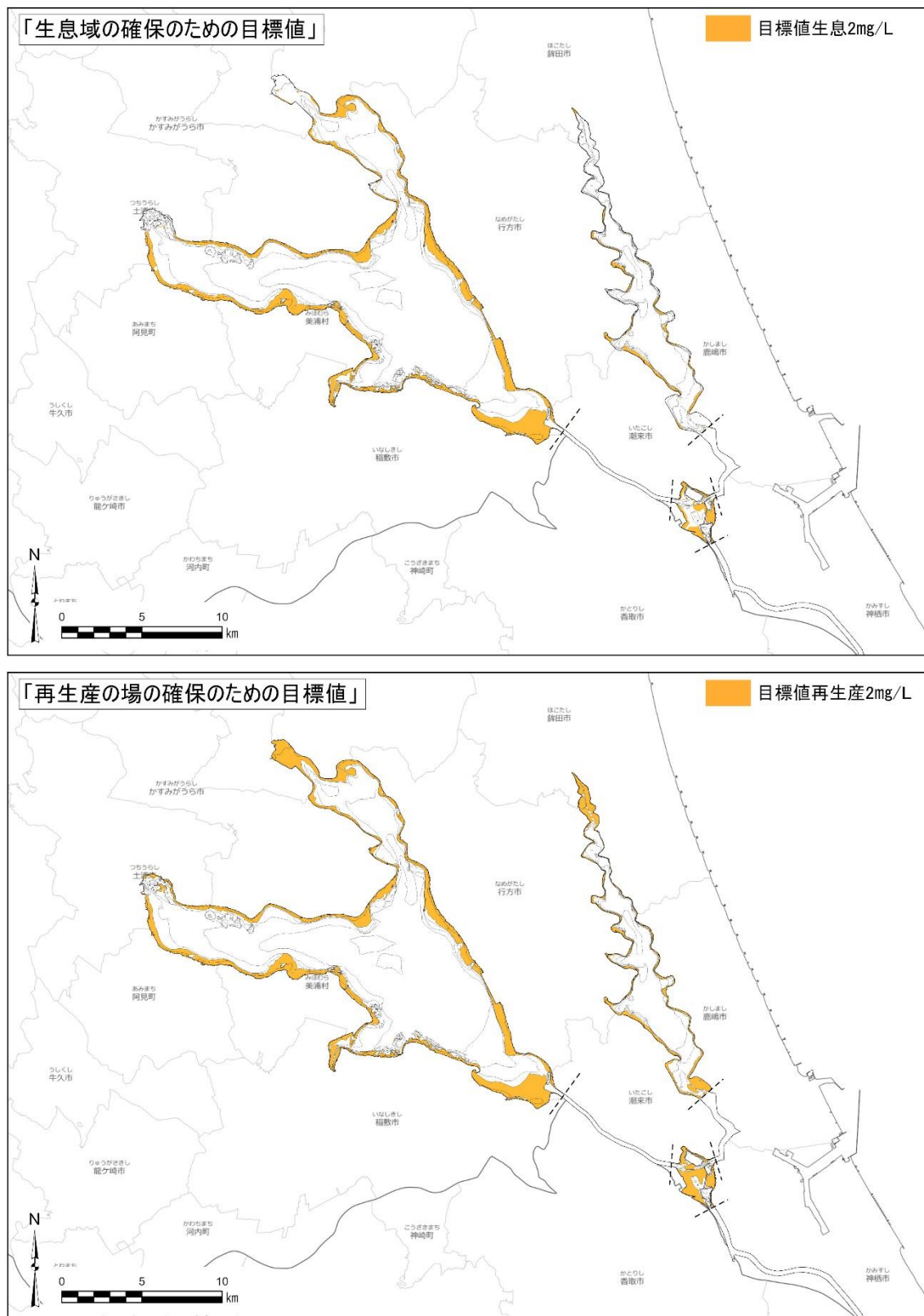


図 1.81 ドブガイ属の生息域及び再生産の場

## 1.7 保全対象範囲の重ね合わせ

保全対象種である 17 種の生息域及び再生産の場を重ね合わせた保全対象範囲は図 1.82 に示すとおりである。

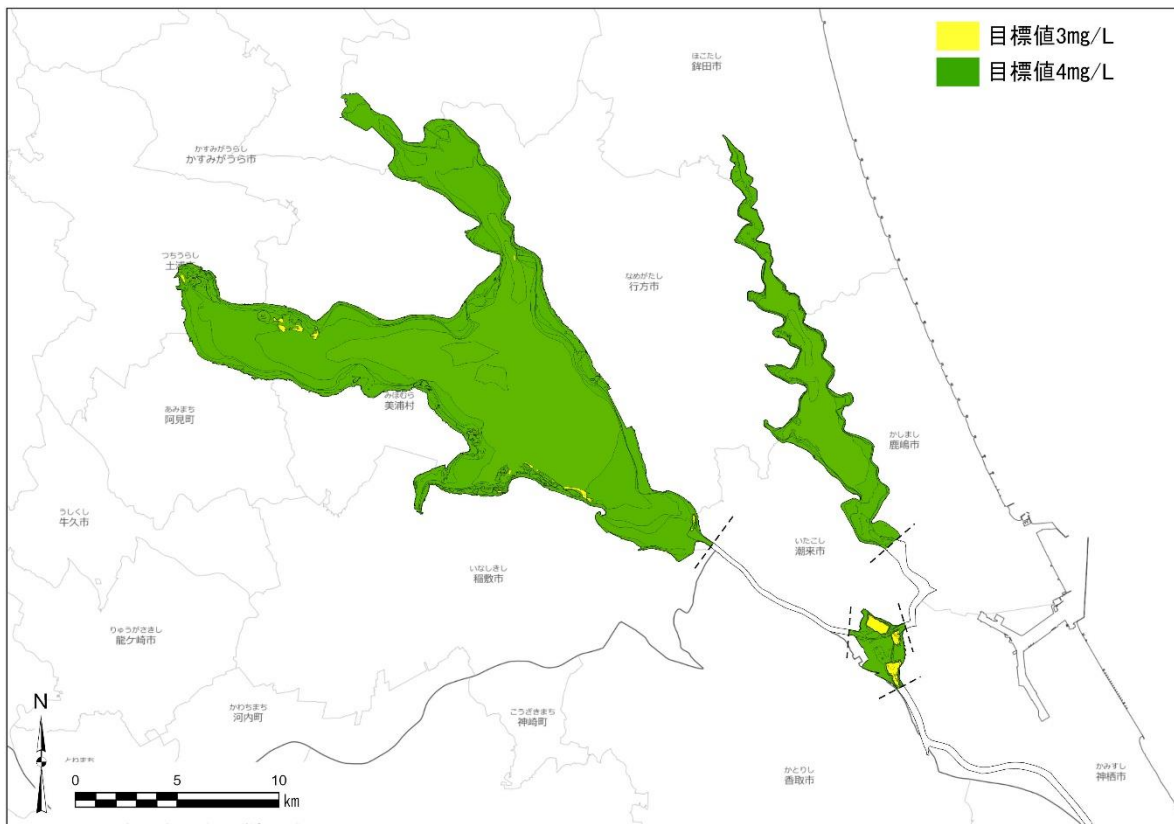


図 1.82 霞ヶ浦の保全対象範囲の重ね合わせ

## 2. 水域の特徴に関する考慮事項

底層溶存酸素量の状況、底生生物の状況、水の交換が悪い範囲等による類型指定の検討に当たっての留意事項は以下のとおりである。

### 2.1 底層溶存酸素量の状況

- 底層溶存酸素量について、「1.1.2 (4) 底層溶存酸素量の分布」に示すように、昭和52年度から現在にかけて、年間最低値が4mg/L未滿になる年度があるものの、常に4mg/L未滿になる調査地点はない(図1.26～図1.28(33～39頁)、図1.33(46～47頁)、図1.36(51頁)参照)。
- 過去の底層溶存酸素量の状況について、水質が良い状況(例えば、CODが低い)の時期の測定結果はない。
- Fukushimaら(2019)<sup>80)</sup>によると、西浦、北浦の14地点における平成17(2005)年～平成28(2016)年の月1回の水質測定において、10月から5月にかけて底層溶存酸素量が2mg/L未滿は観察されてなかった。
- 西浦、北浦の水深5m以深では、6月～9月において底層溶存酸素量が減少する時期には、風速が弱い時に日成層が形成されやすい特性があるが、風速が強くなると底層溶存酸素量に回復傾向がみられた。(Figure4)
- なお、霞ヶ浦は最大水深7m程度であり(外浪逆浦内の一部を除く)、すでに底層溶存酸素量の水域類型を指定している琵琶湖等と比べると全体的に浅い。

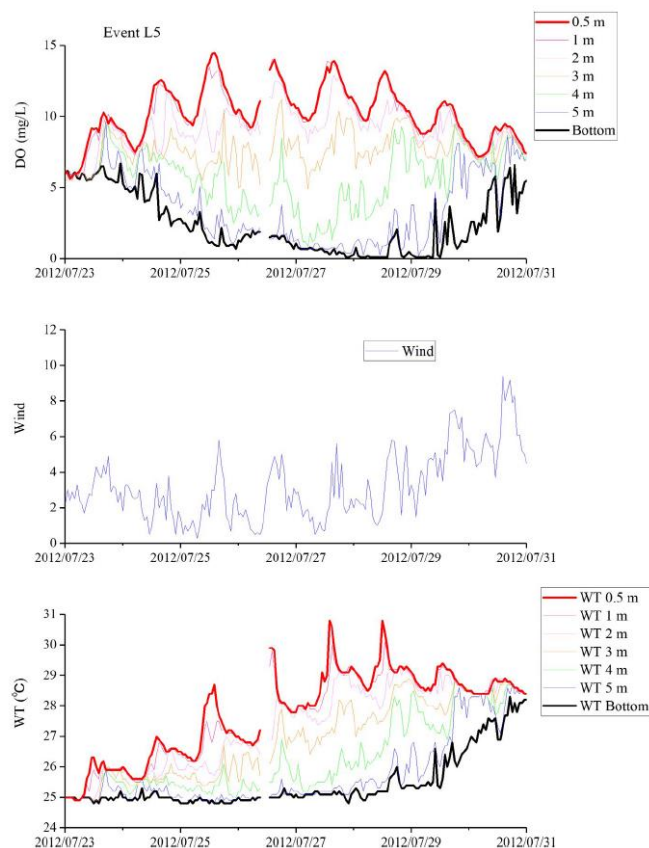


FIGURE 4 Examples of changes in vertical distributions of DO and WT, and wind velocity (L5 in Table 1)

## 2.2 底生生物の状況(生物3類型(2mg/L以上)のうち無生物域を解消する範囲について)

- ・底層溶存酸素量の状況から推定すると、底生生物への影響が局所的及び限定的であると考えられることから、無生物域を解消する範囲は設定しない。

## 2.3 水の交換が悪い範囲等について

- ・霞ヶ浦において埋立てや漁港等の施設により閉鎖的で水の交換が悪いと推測される水域は局所的に存在する。しかし、既存の環境基準の類型指定では局所的に類型指定している水域は設定されていないことから、底層溶存酸素量においても局所的な類型指定の設定はしない。
- ・霞ヶ浦では、底層が構造上貧酸素化しやすくなっている範囲であって、その利水等の目的で、水生生物が生息できる場の保全・再生を図る必要がないと判断される範囲は存在していないと考え、この観点からの設定除外範囲は設定されない。



### 3. 霞ヶ浦（西浦・北浦・常陸利根川）の類型指定の設定結果（案）

上記「1」及び「2」を踏まえ、霞ヶ浦の類型指定を検討した結果（案）は図 3.1 に示すとおりであり、水生生物の保全対象範囲の重ね合わせの結果を基にした。また、水域区分についても検討を行い、その設定理由等は表 3.1 に示すとおりである。

地域関係者及び有識者の意見を聴く中で、水深の深い水域は浅い水域と比べ、底層溶存酸素量が低下する傾向があるものの、こうした水域の特徴が考慮されていないこと、また基準達成の現実性の観点から、霞ヶ浦全域を生物 1 類型で指定することには反対の意見があった。しかし、6 月～9 月において底層溶存酸素量が減少する時期では風速が弱い時に日成層が形成されやすい特性があるものの、風速が強くなると底層溶存酸素量に回復傾向がみられたことから、溶存酸素量は、水温の鉛直分布と風速の変化によるが、常に低くなるわけではなく（図 1.26～図 1.28（33～39 頁）、図 1.33（46～47 頁）、図 1.36（51 頁））、また、過去の水質が良い時期の底層溶存酸素量の測定結果がなく水域の特徴の考慮が現時点で技術的に困難である。このため底層溶存酸素量が水生生物の生息環境や再生産の場の保全のために新たに導入した基準であることに鑑み、類型指定（案）の設定では水域の特徴に関する観点からの特別な考慮は行わず、霞ヶ浦全域を生物 1 類型で指定することとした。

なお、図 1.82 の保全対象範囲の重ね合わせより、「西浦」、「北浦」及び「常陸利根川」の水域には、生物 2 類型の水域が生物 1 類型の水域に点在又は生物 1 類型と生物 2 類型が混在している箇所が存在する。これらの水域については、水環境管理に当たって一体の水域として保全対象範囲の保全を図ることが適当と考えられるため、生物 1 類型としてまとめた水域とした。

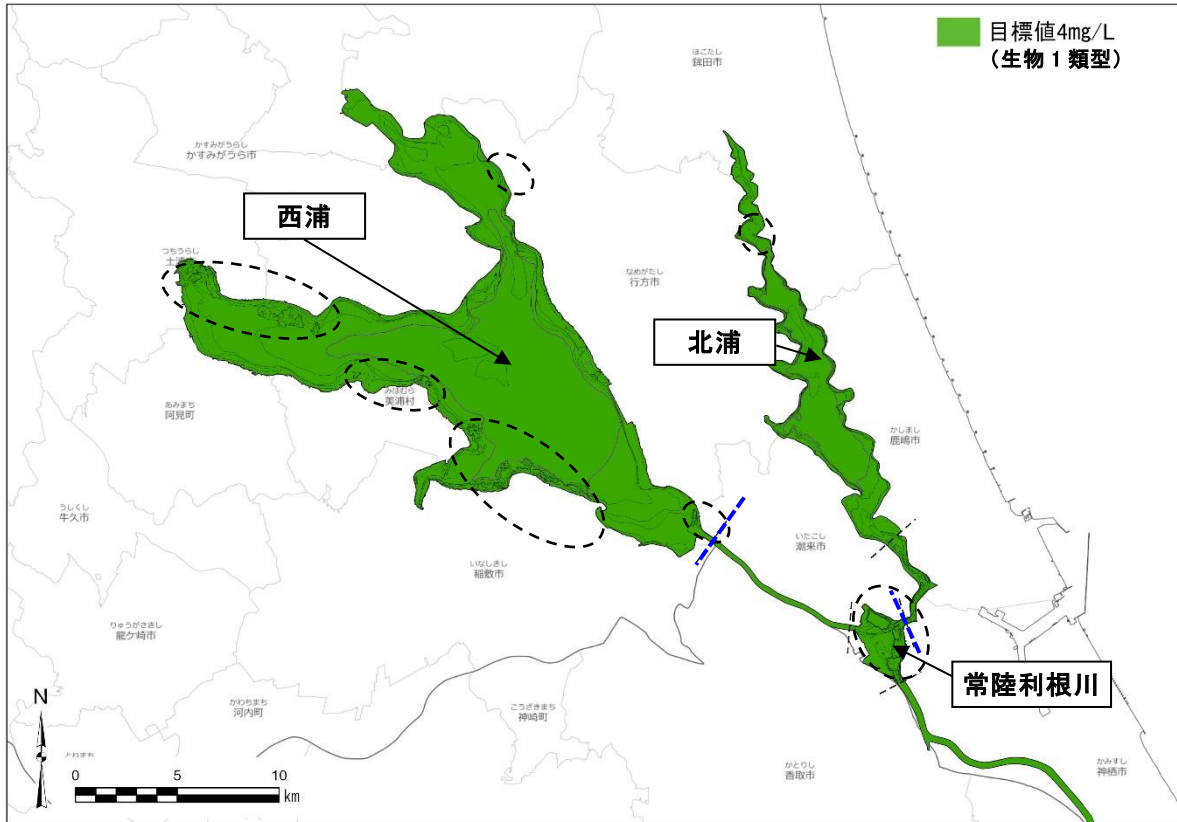
また、西浦と常陸利根川、北浦と常陸利根川及び常陸利根川から波崎（補助点）にかけての水域は、水深が複雑であるが、西浦、北浦及び常陸利根川との水域の連続性から生物 1 類型とする。

今後、霞ヶ浦の水環境改善に向けて、現時点で考慮していない霞ヶ浦の水域の特徴に関する調査、研究を含め、「4. 参考資料 4.2 及び 4.3」で示す霞ヶ浦における水質保全対策や湖沼における水質改善対策のような必要な対策を検討、推進することが求められる。

表 3.1 各水域区分の設定理由等（案）

水域区分（類型等）	設定理由等
<p>西浦 (生物 1 類型：4mg/L 以上)</p> <p>(水域区分の主な設定項目) ・保全対象範囲の重ね合わせを行った結果から、一体の水域として保全する水域</p>	<p><b>【保全対象種の観点】</b></p> <p>・対象水域は、保全対象範囲の重ね合わせの結果、<u>おおむね生物 1 類型</u>であり、<u>その中に生物 2 類型が存在している</u>。</p> <p>●保全対象範囲の重ね合わせ結果においておおむね生物 1 類型であること、その中に生物 2 類型が存在しているが一体の水域として保全を図ることが適当であることから、まとめて高い側の目標値の類型（<u>生物 1 類型</u>）とする。 (環境基準の類型指定の状況)</p> <p>COD 等：<u>A 類型</u>、全窒素及び全リン：<u>Ⅲ類型</u> 水生生物保全環境基準（全亜鉛等）：<u>生物 B 類型</u></p>
<p>北浦 (生物 1 類型：4mg/L 以上)</p> <p>(水域区分の主な設定項目) ・保全対象範囲の重ね合わせを行った結果から、一体の水域として保全する水域</p>	<p><b>【保全対象種の観点】</b></p> <p>・対象水域は、保全対象範囲の重ね合わせの結果、<u>おおむね生物 1 類型</u>であり、<u>その中に生物 2 類型が存在している</u>。</p> <p>●保全対象範囲の重ね合わせ結果においておおむね生物 1 類型であること、その中に生物 2 類型が存在しているが一体の水域として保全を図ることが適当であることから、まとめて高い側の目標値の類型（<u>生物 1 類型</u>）とする。 (環境基準の類型指定の状況)</p> <p>COD 等：<u>A 類型</u>、全窒素及び全リン：<u>Ⅲ類型</u> 水生生物保全環境基準（全亜鉛等）：<u>生物 B 類型</u></p>
<p>常陸利根川 (生物 1 類型：4mg/L 以上)</p> <p>(水域区分の主な設定項目) ・保全対象範囲の重ね合わせを行った結果から、一体の水域として保全する水域</p>	<p><b>【保全対象種の観点】</b></p> <p>・対象水域は、保全対象範囲の重ね合わせの結果、<u>生物 1 類型</u>、<u>局所的に生物 2 類型が存在している</u>。</p> <p>●保全対象範囲の重ね合わせ結果において局所的に生物 2 類型が存在するものの、他の水域は生物 1 類型であることから、目標値の類型（<u>生物 1 類型</u>）とする。 (環境基準の類型指定の状況)</p> <p>COD 等：<u>A 類型</u>、全窒素及び全リン：<u>Ⅲ類型</u> 水生生物保全環境基準（全亜鉛等）：<u>生物 B 類型</u></p>





- 注) 1. 点線の領域は、生物2類型の水域が生物1類型の水域に点在、又は生物1類型と生物2類型が混在している箇所があり、生物1類型としてまとめた水域である。
2. 青点線で区切られた水域は、「西浦」、「北浦」及び「常陸利根川」の区域区分を表す。

図 3.1 霞ヶ浦の類型指定 (案)

#### 4. 参考資料

##### 4.1 霞ヶ浦(西浦・北浦・常陸利根川)の水質に関する主な法令、対策、計画等の変遷

表 4.1 霞ヶ浦(西浦・北浦・常陸利根川)の水質に関する主な法令、対策、計画等

年	主な法令、対策、計画等
1960 (昭和 35)	茨城県総合開発構想の立案
1961 (昭和 36)	茨城県総合振興構想の立案 水資源開発促進法の制定
1963 (昭和 38)	常陸川水門完成
1968 (昭和 43)	建設省(現 国土交通省)が霞ヶ浦開発事業に関する調査を開始
1970 (昭和 45)	水資源開発公団(現 独立行政法人水資源機構)が霞ヶ浦開発事業を引き継ぎ工事開始
1972 (昭和 47)	水質汚濁に係る環境基準《湖沼 A 類型》に指定
1974 (昭和 49)	指定ダム等(指定湖沼水位調整施設)に指定
1975 (昭和 50)	常陸川水門水位調整開始
1982 (昭和 57)	「茨城県霞ヶ浦の富栄養化の防止に関する条例」の施行
1984 (昭和 59)	導水路建設事業着手、霞ヶ浦導水工事事務所発足
1985 (昭和 60)	湖沼水質保全特別措置法に基づく指定湖沼に指定
1986 (昭和 61)	水質汚濁に係る環境基準《湖沼 III 類型》に指定
1996 (平成 8)	霞ヶ浦開発事業の工事完了・管理開始 利根導水路完成
2007 (平成 19)	「茨城県霞ヶ浦の富栄養化の防止に関する条例」を「茨城県霞ヶ浦水質保全条例」に改正
2008 (平成 20)	茨城県が森林湖沼環境税の導入
2009 (平成 21)	水生生物の保全に係る環境基準《生物 B 類型》に指定
2011 (平成 23)	
2025 (令和 7)	

- 資料：1. 「生き生き霞ヶ浦」(独立行政法人水資源機構 利根川下流総合事務所)  
 2. 「霞ヶ浦関連資料」(茨城県 HP) <https://www.pref.ibaraki.jp/kurasu/kankyo-shizen/shizen-seibutsu/kasumigaura/index.html>  
 3. 「霞ヶ浦に係る湖沼水質保全計画(第 8 期)」(令和 4 年 3 月、茨城県・栃木県・千葉県)

より作成

## 4.2 霞ヶ浦における湖沼水質保全対策

霞ヶ浦に係る湖沼水質保全計画(第8期)では、西浦及び北浦における水質保全対策が示されている。

表 4.1 西浦における水質保全対策

項目		水質保全対策
湖沼の水質の保全に資する事業	下水道、農業集落排水施設、浄化槽の整備等	<ul style="list-style-type: none"> <li>・下水道の整備・接続（下水道接続率の向上）</li> <li>・農業集落排水施設の整備・接続（農業集落排水施設接続率の向上）</li> <li>・浄化槽の整備等（高度処理浄化槽の設置促進 等）</li> </ul>
	湖沼等の浄化対策	<ul style="list-style-type: none"> <li>・流入負荷抑制対策（流入河川のうち川尻川、園部川、梶無川に湖内湖浄化施設（ウェットランド）を設置）</li> <li>・生態系の持つ自然浄化機能を活用した浄化対策（既設水生植物帯施設の保全面積の向上、しゅんせつ土を用いた前浜等の湖岸保全）</li> <li>・しゅんせつ（汚濁負荷溶出のモニタリング、しゅんせつ土の農地等への活用）</li> <li>・浄化対策に関する調査研究</li> <li>・浄化用水の導入</li> </ul>
水質の保全のための規制その他の措置	生活排水対策	<ul style="list-style-type: none"> <li>・水環境にやさしいライフスタイルの推進</li> <li>・生活排水対策の重点的な推進</li> </ul>
	工場・事業場排水対策	<ul style="list-style-type: none"> <li>・排水基準遵守の徹底</li> <li>・汚濁負荷量規制の強化</li> </ul>
	畜産に係る対策	<ul style="list-style-type: none"> <li>・畜舎等に係る排水濃度規制及び構造・使用規制</li> <li>・家畜排せつ物の適正な管理と利用</li> <li>・堆肥の広域流通促進</li> </ul>
	漁業に係る対策	<ul style="list-style-type: none"> <li>・未利用魚の回収（窒素、燐の湖外への取り出し）</li> <li>・網いけす養殖の適正な管理と効率的な養殖生産の推進</li> </ul>
	流出水対策	<ul style="list-style-type: none"> <li>・農地対策（適正施肥、水田・レンコン田・畑での取組、排水管理）</li> <li>・市街地対策（道路・雨水排水路の清掃の強化、清掃活動の促進）</li> <li>・流出水対策地区（山王川流域）における重点的な対策の実施</li> </ul>
	緑地の保全その他湖辺の自然環境の保全	<ul style="list-style-type: none"> <li>・森林の保全・整備、創出</li> <li>・湖岸の自然環境の再生・保全</li> </ul>

表 4.2 北浦における水質保全対策

項目		水質保全対策
湖沼の水質の保全に資する事業	下水道、農業集落排水施設、浄化槽の整備等	<ul style="list-style-type: none"> <li>・下水道の整備・接続（下水道接続率の向上）</li> <li>・農業集落排水施設の整備・接続（農業集落排水施設接続率の向上）</li> <li>・浄化槽の整備等（高度処理浄化槽の設置促進 等）</li> </ul>
	湖沼等の浄化対策	<ul style="list-style-type: none"> <li>・流入負荷抑制対策（流入河川のうち武田川、大円寺川に湖内湖浄化施設（ウェットランド）を設置 等）</li> <li>・生態系の持つ自然浄化機能を活用した浄化対策（水生生物植物帯の造成面積の向上、しゅんせつ土を用いた前浜等の湖岸保全）</li> <li>・浄化対策に関する調査研究</li> </ul>
水質の保全のための規制その他の措置	生活排水対策	<ul style="list-style-type: none"> <li>・水環境にやさしいライフスタイルの推進</li> <li>・生活排水対策の重点的な推進</li> </ul>
	工場・事業場排水対策	<ul style="list-style-type: none"> <li>・排水基準遵守の徹底</li> <li>・汚濁負荷量規制の強化</li> </ul>
	畜産に係る対策	<ul style="list-style-type: none"> <li>・畜舎等に係る排水濃度規制及び構造・使用規制</li> <li>・家畜排せつ物の適正な管理と利用</li> <li>・堆肥の広域流通促進</li> </ul>
	漁業に係る対策	<ul style="list-style-type: none"> <li>・未利用魚の回収（窒素、燐の湖外への取り出し）</li> <li>・網いけす養殖の適正な管理と効率的な養殖生産の推進</li> </ul>
	流出水対策	<ul style="list-style-type: none"> <li>・農地対策（適正施肥、水田・レンコン田・畑での取組、排水管理）</li> <li>・市街地対策（道路・雨水排水路の清掃の強化、清掃活動の促進）</li> <li>・流出水対策地区（鉾田川流域）における重点的な対策の実施</li> </ul>
	緑地の保全その他湖辺の自然環境の保全	<ul style="list-style-type: none"> <li>・森林の保全・整備、創出</li> <li>・湖岸の自然環境の再生・保全</li> </ul>

#### 4.3 湖沼における水質改善対策

「湖沼の底層溶存酸素量及び沿岸透明度に関する水質保全対策の手引き」(令和2年3月、環境省水大気環境局水環境課)において、湖沼における底層溶存酸素量改善のための代表的な対策技術例が示されており、その対策は表4.3に示すとおりである。

表 4.3 湖沼における底層溶存酸素量の改善対策技術の例

対策の方針	代表的な対策技術の例
外部負荷の削減	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 特定汚染源対策（下水処理・下水処理の高度化等）</li> <li>・ 非特定汚染源対策</li> <li>・ 土砂流出抑制</li> <li>・ 流入河川の浄化</li> <li>・ 内湖の整備</li> <li>・ 系外放流（富栄養化対策バイパス）</li> <li>・ 流量の増加（取水量の調整、導水等）</li> </ul>
内部負荷の削減	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 底質改善（浚渫、覆砂、底泥の酸化処理、耕耘、フラッシング）</li> <li>・ 湖水の浄化（アオコ回収、湖水のろ過、接触酸化）</li> <li>・ 植物プランクトン発生抑制（混合、遮光等）</li> </ul>
湖水の混合の促進・底層への酸素等の直接供給	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 流量の増加（取水量の調整、導水等）</li> <li>・ 湖水の混合（曝気、散気、水流発生装置等）</li> <li>・ 底層への酸素・空気供給（高濃度酸素水供給装置等）</li> <li>・ 人工的な深掘り跡の埋め戻し</li> <li>・ (汽水湖では塩分調整・海水の導入)</li> </ul>
生態系機能を活用した水質浄化 (他の方針と組み合わせる)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 抽水植物等による浄化とその取り上げ（ヨシ刈り）</li> <li>・ 二枚貝等による浄化とその取り上げ（漁獲の増加）</li> </ul>
水草の過剰な繁茂の抑制	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 水草の刈り取り</li> </ul>

表 4.3 に示す対策のうち、実際に実証した事例を表 4.4 に示すとおりである。

湖水の混合の促進対策は、実証試験では一定の効果が得られていた。

底層への酸素供給対策は、酸素を供給したエリアの周辺では効果がみられたが、湖沼によっては効果範囲が限定的（15m 程度）である事例もあり、効果の程度は湖沼の特性（水深、地形及び水温等）に関連すると考えられる。

水草の過剰な繁茂の抑制対策は、水草の種類、刈取り場所及び刈取り時期によって効果に違いがみられることから、対策実施前に検討し作業方針を決めておく必要がある。

また、「内部負荷の削減対策（覆砂）」は、貧酸素水塊の影響を小さくした可能性はあるが、その効果が対策に起因したものは不明であった。「外部負荷の削減対策」及び「生態系機能を活用した水質浄化対策」については、底層溶存酸素量の改善効果についての事例はみられなかった。

表 4.4(1) 湖沼における底層溶存酸素量改善対策事例

方針	対策	場所	効果	出典
湖水の混合の促進・底層への酸素等の直接供給	溶存酸素の高い表層水を取水し、駆動水ポンプで加圧した駆動水と、エアーコンプレッサーで加圧した空気をオゾン発生装置でオゾン化した圧縮空気を湖底に設置した水流発生装置に送り、水流発生装置内の水流発生部で両者を合わせて、縦方向あるいは横方向に微細気泡混入流を吐出する。	鹿野川ダム湖（上流部） （愛媛県）	機器運転中は4地点中3地点の全層において、水質目標5mg/L以上をほぼ達成していた。実証対象機器の流動促進により、低温の底層水を高温の表層まで上昇させ、成層度が減少していることから、実水域での浄化にあたっては、最深部に設置し流動量をさらに増大させることにより、より早く水温成層を破壊し底層のD0の回復を図ることができる。	環境省ETV事業 <a href="https://www.env.go.jp/policy/etv/field/f04/p3.html">https://www.env.go.jp/policy/etv/field/f04/p3.html</a> <sup>81)</sup>
底層への酸素供給	水中で吸入した水に酸素を溶かし込んで高濃度酸素水を生成し、酸素を供給したい水深に直接吐出する装置である。装置を水中に設置させることから、水圧を活用して効率的に酸素を水に溶解させることができ、装置内は水圧と等しいことから吐出時の減圧発泡がなく、濃度勾配で自然に吐出することができるため、任意の水深の貧酸素水層で、水平方向に水温躍層等を破壊せずに高濃度酸素水を供給することができる。	導入実績 H29 三瓶ダム（島根県） 網走湖（北海道） H28 樽床ダム（広島県） その他多数	運転前は水深約17m以深で貧酸素化していたが、運転後は装置から上流400mの工事用仮締切堤まで高濃度酸素水が広がり、対象水量353,000m <sup>3</sup> を2ヵ月で改善した。溶存酸素濃度は対象水塊全体で10～15mg/Lとなった。 鳥取県、島根県の県境に位置する中海から南東方向へ細長く伸びる米子湾（汽水域）に点在する浚渫窪地で酸素供給実験を実施した。実験エリアは、下層は塩分躍層の形成により貧酸素状態が恒常化し、硫化水素が高濃度に蓄積している場所であったが、対象水塊100,800 m <sup>3</sup> の溶存酸素濃度が10mg/Lまで上昇した。	土木研究所重点普及技術 <a href="https://www.pwri.go.jp/jpn/results/technical/info/kiekiyoukai_r/index.html">https://www.pwri.go.jp/jpn/results/technical/info/kiekiyoukai_r/index.html</a> <sup>82)</sup>
	「八郎湖底層溶存酸素等改善対策検証事業」 大久保湾湖岸または西部承水路湖岸に高濃度酸素水供給装置を設置し、大気中から取り込んだ酸素を溶解させた水（以下、高濃度酸素水）を湖内底層に供給する。	八郎湖調整池の 南東部の大久保湾、西部承水路（秋田県）	<大久保湾> 底層D0の最大値は、試験区で13.1mg/L、対照区で11.8mg/L、平均値は試験区で8.1mg/L、対照区で7.6mg/Lと、それぞれ試験区が1.3mg/L（対照区の12%）、0.5mg/L（対照区の5%）高い結果となった。装置を設置した3年間の7～10月の調査（n=30）では、試験区の底層D0が、5mg/Lを下回ったのは20%、3mg/Lを下回ったのは6.7%であったのに対して、対照区ではそれぞれ34%、14%であり、試験区ではD0が高く維持された。 一方、高濃度酸素水を供給しても、試験区底層でD0が1mg/L台まで低下することが確認された。 <西部承水路> 3年間の高濃度酸素水供給中の調査（n=49）では、対照区の底層D0が4 mg/Lを下回った回数は19回（39%）、試験区では4 mg/Lを下回った回数は1回（2%）であり、試験区において貧酸素状態が抑制された。平成29年度から令和元年度までの、高濃度酸素水供給時における底層D0の最大値は、試験区で最大25.2 mg/L、平均10.1 mg/L、対照区で最大11.0 mg/L、平均5.2 mg/Lと、試験区では対照区と比較して最大値で14.2 mg/L、平均値で4.9 mg/L高くなっていた。	湖沼溶存酸素量及び沿岸透明度改善モデル事業 <sup>83)</sup>

表 4.4(1) 湖沼における底層溶存酸素量改善対策事例

方針	対策	場所	効果	出典
湖水の混合の促進・底層への酸素等の直接供給	<p>底層への酸素供給</p> <p>「湖山池における流動促進装置による底層貧酸素化抑制の実証試験事業」</p> <p>流動促進装置を池の最深部水深約5.9mに導入し、上下水塊の常時攪拌を行うことにより、初夏から秋にかけての塩分成層の破壊と貧酸素化の拡大抑制を図った。流動促進装置及びポンプ技術は、表層部から取水し送水する。ポンプ送水比の約20倍の水流が発生可能であり、発生水流は「整流」で、吐出方向の調整によりヘドロの巻き上げ等を回避できる。理論上は平面方向200m程度まで流速が到達する。送水角度は仰角10度上向きとした。</p>	湖山池（鳥取県）	<p>装置による溶存酸素改善効果は、装置前方15m程度では一時的な溶存酸素の上昇が認められたが、それ以上の離れた地点では確認できなかったことから、限定的な範囲に留まったとの結果であった。この理由として、理論上は200m以上まで緩やかな流れが生じているのだが、底層の酸素消費に対して流動装置の水流による酸素供給が追いついていないためと推察している。塩分躍層については、短期間に完全破壊されるような効果までは確認できなかったが、断定はできないが装置稼働中に塩分躍層が弱まる状況を確認できたとしている。</p>	湖沼溶存酸素量及び沿岸透明度改善モデル事業 <sup>83)</sup>
水草の過剰な繁茂の抑制	<p>水草の刈り取り</p> <p>「宍道湖の水草等の異常繁茂による底層溶存酸素量への影響把握及び効率的な保全対策の検証に係る事業」</p> <p>宍道湖北岸の水草等が異常繁茂する沿岸域（水深約2m）において、等深線に沿うように一定範囲の湖底を定期的に漁具等で掻き、水草等を除去・繁茂抑制した。水草等を除去・繁茂抑制したライン内及びそのライン間に残る水草等の繁茂エリア、水草除去を実施していない水草等の繁茂箇所において、連続測定機器等を用いて底層溶存酸素量等を測定し、対策効果の検証を行った。</p>	宍道湖（島根県）	<p>対象区（水草を除去していない地点E）において底層溶存酸素量が2 mg/L以下まで低下した際に、保全対策区域（水草除去地点）においてはおおむね2 mg/L以上で維持できることが確認できた。</p> <p>なお、保全対策区域（水草除去地点）においても、底層溶存酸素量が2 mg/L以下まで低下することがあることも確認されたが、シオグサによる湖底繁茂やセンサーへの絡みつきの影響が大きいと考えられた。一方、保全対策区域の近傍（水草除去地点近傍）においてはDOの低下がみられた。</p>	湖沼溶存酸素量及び沿岸透明度改善モデル事業 <sup>83)</sup>



## 文献一覧

- 1) 環境省水・大気環境局水環境課. (2008). 水生生物の保全に係る環境基準の類型指定について(第2次報告案)別紙2付属資料(9).平成20年2月.
- 2) 環境庁水質保全局. (1972). 「公共用水域が該当する水質汚濁に係る環境基準の水域類型の指定にあたっての基本的考え方」昭和47年9月.
- 3) 環境省. 「霞ヶ浦の全窒素、全りんに係る環境基準の類型指定についての考え方」.
- 4) 中央環境審議会水環境部会 水生生物保全環境基準類型指定専門委員会. (2008). 水生生物の保全に係る水質環境基準の類型指定について(第2次報告)(平成20年6月).
- 5) 茨城県. (2018, 2021) 「平成30年度のアオコ発生状況」及び「令和3年度のアオコ発生状況」. 茨城県.
- 6) 国土交通省関東地方整備局霞ヶ浦河川事務所. (2017). 平成29年度霞ヶ浦利水者懇談会 記者発表資料.
- 7) 茨城県 公共用水域の水質等測定結果
- 8) 国土交通省関東地方整備局 霞ヶ浦河川事務所 霞ヶ浦の水質調査データ
- 9) 茨城県提供資料
- 10) 独立行政法人水資源機構. (2016). 第25回関東地方ダム等管理フォロー委員会 霞ヶ浦開発事業 定期報告書 平成28年12月21日
- 11) 国立環境研究所. (2016). 霞ヶ浦データベース、国立環境研究所.  
<https://db.cger.nies.go.jp/gem/inter/GEMS/database/kasumi/> (2023年1月4日閲覧)
- 12) 茨城県霞ヶ浦環境科学センター年報
- 13) 国土交通省 国土地理院 湖沼データ・ダウンロードサービス 霞ヶ浦(昭和63年-平成3年修正)
- 14) 国土交通省 国土地理院 湖沼データ・ダウンロードサービス 北浦・外浪逆浦(平成8改測)
- 15) 湖沼技術研究会. (2007). 「湖沼における水理・水質管理の技術 第6章 6.4 霞ヶ浦の水理・水質特性」(平成19年3月).
- 16) 国土交通省 関東地方整備局 霞ヶ浦河川事務所. (2006). (平成18年12月) 第2回霞ヶ浦有識者会議資料.
- 17) 茨城県農林水産部漁政課 「平成30年度 茨城の水産」(平成29年7月現在)
- 18) 「環境アセスメントデータベース EADAS (イーダス)」
- 19) 国土交通省関東地方整備局霞ヶ浦河川事務所. (2010). 「湖岸植生他の保全再生に関する手引き素案」(平成22年1月)
- 20) 茨城県, 農林水産省. (2004~2012, 2019~2020). 「平成16年~平成24年茨城県統計年鑑」及び「平成31~令和2年(2019~2020年) 関東農林水産統計年報」.
- 21) 茨城県「茨城の水産」
- 22) 茨城県農林水産部漁政課 「平成29年度 茨城の水産」(平成29年1月現在)
- 23) 国立環境研究所「霞ヶ浦データベース」
- 24) 小沼洋司. (1983). 霞ヶ浦と北浦における湖岸帯の魚類相とハゼ類の分布域・漁獲量. 茨城県内水紙調査研究報告. 20, 15-23.
- 25) 碓井星二, 加納光樹 & 佐野光彦. (2014). 茨城県北浦のヨシ帯と護岸帯での魚類群集構造の比較. 日本水産学会誌, 80(5), 741-752.
- 26) 萩原富司, 熊谷正裕. (2007). 平成調査 新・霞ヶ浦の魚たち. 霞ヶ浦市民協会.
- 27) 国土交通省. (2007). 河川環境データベース(河川水辺の国勢調査).  
<http://mizukoku.nilim.go.jp/ksnkankyo/>.
- 28) 国立環境研究所. (2017). 霞ヶ浦データベース.  
<http://db.cger.nies.go.jp/gem/inter/GEMS/database/kasumi/>.
- 29) 農林水産省. (2015-2016). 茨城県農林水産統計. 関東農政局編.
- 30) 環境省. (2017). 環境省版レッドリスト(絶滅のおそれのある野生生物の種のリスト).

- 
- <http://www.env.go.jp/press/103881.html>.
- 31) 茨城県. (2016). 茨城県版レッドデータブック〈動物編〉.
  - 32) 環境省. (2014). 生態系被害防止外来種リスト.  
<https://www.env.go.jp/nature/intro/2outline/iaslist.html>.
  - 33) 村上興正, 鷺谷いづみ & 日本生態学会編. (2013). 外来種ハンドブック. 地人書館.
  - 34) 霞ヶ浦北浦水産振興協議会ホームページ.  
<http://www.kasumikita-sinkou.jp/sachi/index.html>. (最終閲覧: 20170327 18:03).
  - 35) 国土環境省関東地方整備局. (2015). 利根川水系霞ヶ浦河川整備計画.
  - 36) 川那部浩哉, 水野信彦編. (2004). 山溪カラー名鑑 日本の淡水魚. 山と溪谷社.
  - 37) 中村幹男. (2011). 我が国の水産業「やまとしじみ」. 日本水産資源保護協会.
  - 38) 村野正昭. (1963). イサザアミ, *Neomysis intermedia* CZERNIAWSKY の漁業生物学的研究. 水産増殖, 11(3), 149-158.
  - 39) 細谷和海. (2015). 山溪ハンディ図鑑 15・日本の淡水魚. 山と溪谷社.
  - 40) 宮地伝三郎, 川那部浩哉 & 水野信彦. (1976). 原色日本淡水魚類図鑑 全改訂新版. 保育社.
  - 41) 奥田重俊, 柴田敏隆, 島谷幸宏, 水野信彦, 矢島稔 & 山岸哲. (1996). 川の生物図典. 財)リバーフロント整備センター.
  - 42) 中坊徹次編. (2018). 日本魚類館. 小学館.
  - 43) Takahashi, D. (2008). Life - history variation in relation to nest site abundance in males of the freshwater goby *Tridentiger brevispinis*. *Ecology of Freshwater Fish*, 17(1), 71-77.
  - 44) 外岡健夫, 浜田篤信. (1990). 1988 年に霞ヶ浦北浦で発生した酸素欠乏について. 茨城県内水面水産試験場調査研究報告, (26), p48-59.
  - 45) 霞ヶ浦北浦水産振興協議会. (2016). 霞ヶ浦・北浦のめぐみ.  
[http://www.kasumikita-sinkou.jp/cgi/pamph/data/doc/1481089016\\_1.pdf](http://www.kasumikita-sinkou.jp/cgi/pamph/data/doc/1481089016_1.pdf)
  - 46) 森田美比. (1988). 霞が浦の風土と食. 人間選書.
  - 47) 霞ヶ浦情報センター研究委員会編. (1994). 霞ヶ浦の魚たち. 霞ヶ浦情報センター
  - 48) 岩井保. (1988). 釣りの魚 (検索入門) . 保育社.
  - 49) 環境省中央環境審議会. (2015). 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) .
  - 50) 環境省中央環境審議会. (2021). 「底層溶存酸素量に関する環境基準の類型指定について (答申)」
  - 51) 環境省中央環境審議会. (2021). 底層溶存酸素量類型指定専門委員会 (第1回) 底層溶存酸素量に関する環境基準の類型指定について (報告案) .
  - 52) 環境省. (2013). 平成 24 年度下層 DO・透明度設定検討及び魚介類調査検討業務報告書.
  - 53) McNeil, D. G., & Closs, G. P. (2007). Behavioural responses of a south - east Australian floodplain fish community to gradual hypoxia. *Freshwater Biology*, 52(3), 412-420.
  - 54) Landman, M. J., Van Den Heuvel, M. R., & Ling, N. (2005). Relative sensitivities of common freshwater fish and invertebrates to acute hypoxia.
  - 55) Fish base.  
<https://www.fishbase.se/Summary/SpeciesSummary.php?id=7539&lang=japanese>
  - 56) 碓井星二, 加納光樹, 荒山和則, 佐野光彦 (2015), 茨城県北浦のヨシ帯における魚類群集構造の季節変化, 日水誌, 81(6), 964-972.
  - 57) 上月康則, 平川倫, 竹山佳奈, 松重摩耶, 西上広貴, 岩見和樹, 山中亮一 & 宮本一之. (2017). 酸素・塩分勾配水槽を用いたチチブの貧酸素応答に関する実験的研究. 土木学会論文集 B3(海洋開発), 73(2), I\_839-I\_844.
  - 58) 熊谷道夫, 石川俊之. (2010). 温暖化が大型淡水湖の循環と生態系に及ぼす影響評価に関する研究. 環境省環境研究総合推進費報告書.
  - 59) 川本信之編. (1970). 魚類生理. 恒星社厚生閣.

- 
- 60) 環境省. (2010). 閉鎖性海域中長期ビジョン参考資料「底層 DO 目標値について」.
- 61) 村野正明. (1966). イサザアミの漁業生物学的研究—V, 環境要因に対する適応性. 水産増殖 Vol. 13, No. 4.
- 62) Negishi, J. N., Sagawa, S., Kayaba, Y., Sanada, S., Kume, M., & Miyashita, T. (2012). Mussel responses to flood pulse frequency: the importance of local habitat. *Freshwater Biology*, 57(7), 1500-1511.
- 63) 山元憲一, 平野修, 原洋一 & 三代健造. (1988). 淡水産魚類 11 種の低酸素下における鼻上げおよび窒息死. 水産増殖, 36(1), 49-52.
- 64) 鈴木誉士, 永野元, 小林徹 & 上野紘一. (2005). RAPD 分析による諏訪湖産フナ属魚類の種・亜種判別およびヨシ帯に出現するフナ仔稚魚の季節変化. 日本水産学会誌, 71(1), 10-15.
- 65) Yamochi, S., Ariyama, H., & Sano, M. (1995). Occurrence and hypoxic tolerance of the juvenile *Metapenaeus ensis* at the mouth of the Yodo River, Osaka. *Fisheries science*, 61(3), 391-395.
- 66) 上月康則, 平川倫, 竹山佳奈, 松重摩耶, 西上広貴, 岩見和樹, 山中亮一 & 宮本一之 (2017). 酸素・塩分勾配水槽を用いたチブの貧酸素応答に関する実験的研究. 土木学会論文集 B3(海洋開発). 2017. 73(2), I\_839-I\_844.
- 67) 熊谷道夫, 石川俊之. (2009). 自律型潜水ロボット淡探(たんたん)による湖底調査. 日本ロボット学会誌, 27(3), 278-281.
- 68) 環境省. (2014). 魚介類に対する低溶存酸素濃度の急性影響試験結果報告書.
- 69) 山田智, 蒲原聡, 曾根亮太, 堀口敏弘 & 鈴木輝明. (2014). ガザミ (*Portunus trituberculatus*), クルマエビ (*Marsupenaeus japonicus*) およびヨシエビ (*Metapenaeus ensis*) の浮遊幼生に及ぼす貧酸素水の影響, 水産海洋研究, 78(1).
- 70) Cong Zhang, Xiaodan Wang, Jiaqi He, Yuxing Huang, Qincheng Huang, Chuanjie Qin, Jianguang Qin & Liqiao Chen. (2022). Neural excitotoxicity and the toxic mechanism induced by acute hypoxia in Chinese mitten crab (*Eriocheir sinensis*). *Aquatic Toxicology*, 245, 106131.
- 71) 富永敦. (2008). 親テナガエビが生存可能な溶存酸素量. 茨城県内水試研報. 41, 15-23.
- 72) Hyvärinen, H. S., Sjöberg, T., Marjomäki, T. J., & Taskinen, J. (2022). Effect of low dissolved oxygen on the viability of juvenile *Margaritifera margaritifera*: Hypoxia tolerance ex situ. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, 32(8), 1393-1400.
- 73) 国立環境研究所 (2016) 霞ヶ浦データベース、国立環境研究所 <https://db.cger.nies.go.jp/gem/inter/GEMS/database/kasumi/> (2023年1月4日閲覧)
- 74) Ronad, A. & Nath, B.B. (2017). Design and Fabrication of a Hypoxia-Inducing Chamber for Simulation Studies in Environmental Bio-monitoring Using Chironomus larvae. *Res. Rev. J. Zool. Sci*, 5, 45-51.
- 75) Nagell, B., & Landahl, C.C. (1978). Resistance to anoxia of *Chironomus plumosus* and *Chironomus anthracinus* (Diptera) larvae. *Ecography*, 1(4), 333-336.
- 76) 大野正彦. (1985). 東京都内におけるユスリカの生態 III. : 善福寺川に生息する 2 種のユスリカ幼虫の酸素欠乏に対する耐性. 日本生態学会誌, 35(1), 103-111.
- 77) 北川礼澄. (1978). 底生動物相および底層水の溶存酸素飽和度からみたわが国の湖沼の分類. 陸水学雑誌, 39(1), 1-8.
- 78) 安野正之, 菅谷芳雄, & 岩熊敏夫. (1979). 霞ヶ浦高浜入の底生動物, 特にオオユスリカとアカムシユスリカの分布と季節変動. 国立公害研究所報告第, (6), 171-184.
- 79) Armitage, P. D., Pinder, L. C., & Cranston, P. S. (Eds.). (2012). *The Chironomidae: biology and ecology of non-biting midges*. Springer Science & Business Media.
- 80) Takehiko Fukushima, Tatsumi Kitamura, Syunsuke Komuro, Keita Nakagawa, Yumi Nagahama, Syunichi Matsumoto, Bunkei Matsushita. (2019). Characteristics of

---

declining dissolved oxygen concentrations in Lakes Kasumigaura and Kitaura, two shallow polymictic eutrophic lakes in Japan. *Lakes & Reservoirs: Science, Policy and Management for Sustainable Use* 24 (4), 314-323

- 81) 環境省 ETV 事業 <https://www.env.go.jp/policy/etv/field/f04/p3.html>
- 82) 土木研究所重点普及技術 [https://www.pwri.go.jp/jpn/results/tec-info/kiekiyoukai\\_r/index.html](https://www.pwri.go.jp/jpn/results/tec-info/kiekiyoukai_r/index.html)
- 83) 湖沼溶存酸素量及び沿岸透明度改善モデル事業