

# 霞ヶ浦の恵みを 生態系サービスとして考えよう



茨城県霞ヶ浦環境科学センター  
首席研究調整監 桑名美恵子



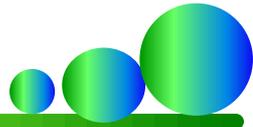


あなたは、  
霞ヶ浦といわれたら、  
何を思い浮かべますか？



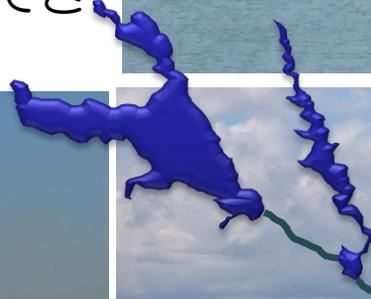


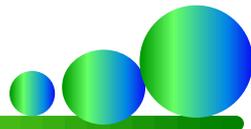
# はじめに



茨城県の東南部に位置する霞ヶ浦は、霞ヶ浦（西浦）、北浦および常陸利根川の3水域からなり、面積は約220km<sup>2</sup>と琵琶湖に次いで日本で2番目に大きい湖です。

霞ヶ浦は、水道用水をはじめとする水資源の安定的な確保に重要な役割を果たし、豊かな水産資源を育み、水郷筑波国定公園の一部として良好な景観を構成するなど、古くから人々に多様な恩恵をもたらしてきたかけがえのない貴重な資産です。





# 生態系サービスとは

「生態系サービス」という言葉は、「生物多様性の保全」とともに広く使われるようになった言葉です。生態系とは、言い換えれば自然のことであり、私たちの生活や文化、暮らしは、食料や水の供給、気候の安定など、生態系から得られる恵みによって支えられています。これらの自然の恵み、恩恵のことを、「生態系サービス」と呼んでいます。

## 4つの生態系サービス

生態系サービスは、4つに分類して考えるとわかりやすくなります。

### 基盤サービス

水や土壌、酸素、窒素やりんなどの栄養塩類など、生命の源や存在基盤になるとともに、光合成によって二酸化炭素と水から、有機物を合成し、それらの循環を通じて生態系を構成させます。

- ・魚や鳥、植物などの生息場所 など

### 文化的サービス

信仰や慣習など、各地域の固有な文化は、生態系と深く結びついています。また、絵画などの芸術にも自然は深い影響を与えています。

- ・帆引船などの観光資源
- ・水上スポーツ、釣り
- ・歴史的遺産、食文化
- ・野鳥の観察場所 など

### 供給サービス

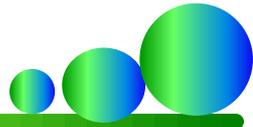
私たちの生活に必要な不可欠な食料や水の供給機能があります。

- ・水道、農業、工業用水などの水資源
- ・ワカサギなどの水産資源 など

### 調整サービス

空気の浄化や植物による二酸化炭素の吸収により、気候を安定化する機能などがあります。

- ・気候の安定化
- ・水資源の安定化 など



私たちは、霞ヶ浦から様々な「恩恵＝恵み」を受け取っています。

「霞ヶ浦の様々な恵み」を

「生態系サービス」として考えるということは、

◇4つの生態系サービスに分類して、指標を整理することができます。

◇指標ごとの享受量を把握することができます。

さらに、

◇種々の恵みを、貨幣価値に換算することで、

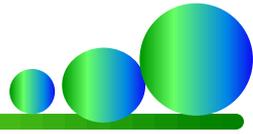
経済的な価値を明確化することができます。

これらのことは、

霞ヶ浦の恵みの価値を再認識することにつながると考えています。



# 生態系サービスの「サービス」とは



人類は地球上の自然環境のなかで進化してきましたし、そのなかで社会を発達させてきました。現在の自然環境が突然なくなってしまうたり、大きく変化してしまったら、たいへん困ったことになります。人間が現在の生活を維持していくために、生態系が果たしているさまざまな機能はなくてはならないものです。生態系の機能のうち、とくに人間がその恩恵に浴しているものを生態系サービスと呼びます。

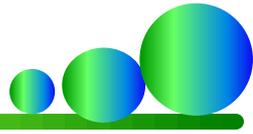
生態系サービスの“サービス”は経済学用語を借りたものです。経済学では、お金を払って得ることができるもののうち、形がなくて保存したり運んだりできないものを“サービス”と呼びます。ただし、生態系サービスというときには、海の漁業資源や森林の植物資源（木材や薬用植物など）といった、物質的な実体があるものも含めて呼ぶことが多いようです。

生態系のサービスは、お金を払って得ているものではありませんが、それが失われてしまうと人間にとって大きな損失となります。

※国立環境研究所ニュースVol.21 No.3（平成14年（2002）8月）  
「環境問題基礎知識「生態系機能と生態系サービス」竹中明夫」より抜粋



# 生態系サービスの（経済）評価



世界では、日本では、

## ◆2005年（平成17年）：ミレニアム生態系評価報告書

- 国連の主唱により2001年から2005年にかけて行われた、地球規模での生物多様性及び生態系の保全と持続可能な利用に関する科学的な総合評価の世界で初めての取り組み
- 世界中の研究者約1,300人が参画して実施
- 生物多様性は生態系が提供する生態系サービスの基盤であり、生態系サービスを**4つの機能**に分類し、その豊かさが人間の福利に大きな関係のあることを示した。

（平成19年版 環境／循環白書（環境省、平成19年6月5日公表）より）

## ◆2010年（平成22年）：生態系と生物多様性の経済学（TEEB）報告書

- 2007年にドイツ・ポツダム G8+5 環境大臣会合で、TEEBプロジェクトが提唱され、2010年10月に愛知県名古屋市で開催された「生物多様性条約COP10」で報告書が公表された。
- 生態系サービスを経済的に評価し「自然」の重要性の認識に役立てようとするもの。
- すべての人々が「自然」の価値を認識し、自らの意思決定や行動に反映させる社会を目指し、「自然」の価値を経済的に可視化することの有効性をうたっている。

（パンフレット「価値ある自然 生態系と生物多様性の経済学：TEEBの紹介」（環境省、平成24年3月）より）

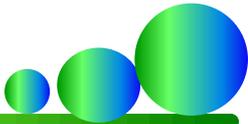
## ◆2016年（平成28年）：生物多様性及び生態系サービスの総合評価報告書

- 2014年～2016年にかけて行われた日本における過去50年間の生物多様性及び生態系サービスの推移等の評価
- 日本の生物多様性及び生態系サービスの多くは減少または横ばいとされた。

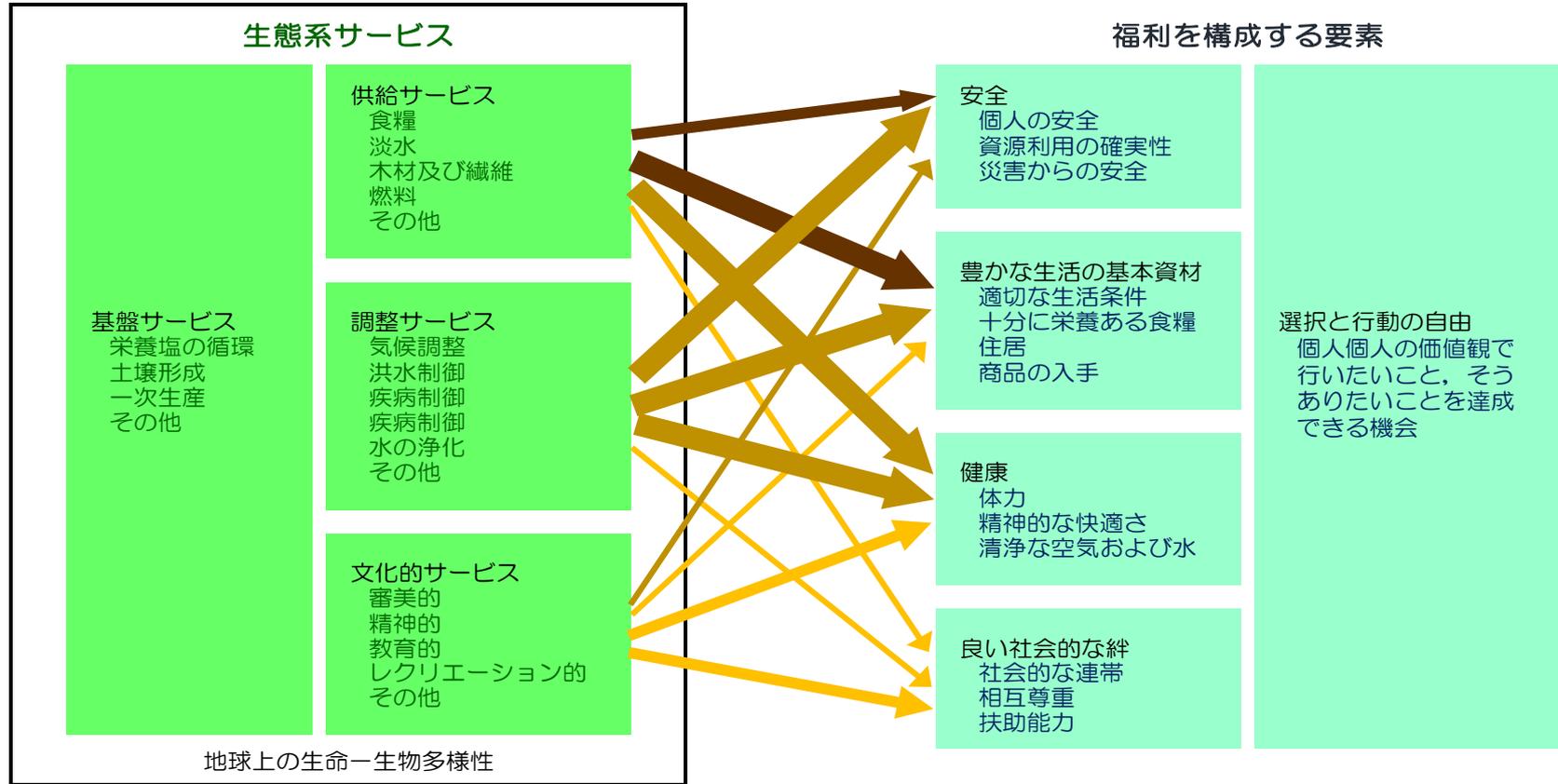
（環境省HP「生物多様性及び生態系サービスの総合評価に関する検討会 報告書」より）



# 生態系サービスの4つの機能と人間の福利の関係



生態系サービスと人間の福利の関係



矢印の色：社会経済因子による仲介の可能性



矢印の幅：生態系サービスと人間の福利との間の関連の強さ



出典：ミレニアム生態系評価報告書



# 霞ヶ浦の生態系サービスの経済評価に関する研究

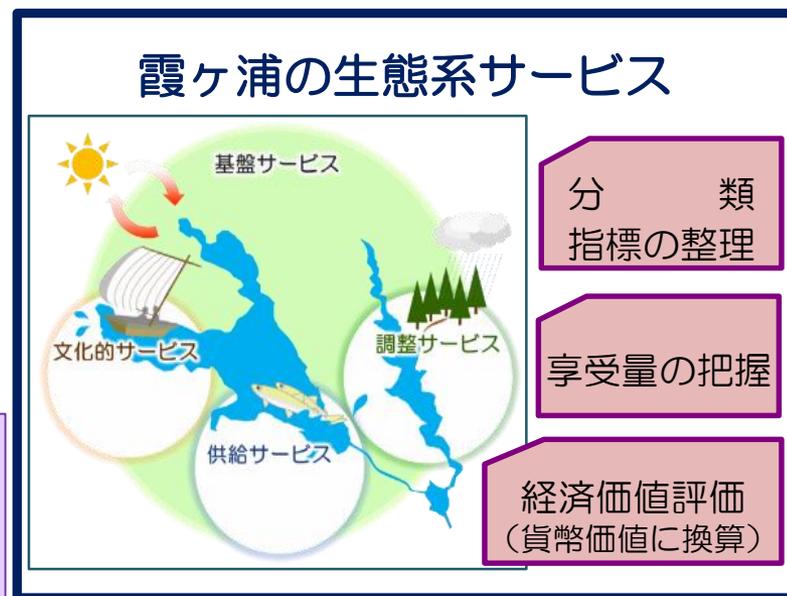
霞ヶ浦環境科学センターでは、2018年に茨城県で開催された第17回世界湖沼会議のテーマが「人と湖沼の共生ー持続可能な生態系サービスを目指してー」に決定したことを契機として、本研究を国立環境研究所との共同研究として行いました。これは、霞ヶ浦が有する多様な生態系サービスの価値について試算することを目指した、国内湖沼で初めての取り組みです。

この研究では、霞ヶ浦の生態系サービスから、供給・調整・文化的・基盤サービスの計25の指標を選び、その享受量の推移を整理し、経済的価値を算出しました。

## 目的

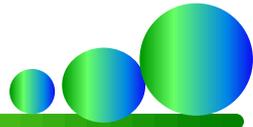
- 霞ヶ浦の生態系サービスの明確化  
霞ヶ浦からの恩恵を認識するために霞ヶ浦の生態系サービス（恩恵）と享受量を明らかにしました。
- 霞ヶ浦の生態系サービスの経済的な価値の明確化  
自然の恵みは様々ですが、貨幣価値に統一することで、自然の恵みの価値を認識することができます。

※本講演資料の享受量の推移の図は、北村他「霞ヶ浦の生態系サービスの享受量の変遷及び代替法による経済評価」（応用生態工学23巻1号、2020）、及び本研究に係る報告書等をもとに、一部改変・加筆して掲載しています。





# 霞ヶ浦と世界湖沼会議



茨城県では、霞ヶ浦を舞台に、2回の世界湖沼会議を開催しました。

## ◎第6回世界湖沼会議（霞ヶ浦 1995）

テーマ：人と湖沼の調和 — 持続可能な湖沼と貯水池の利用をめざして

⇒「霞ヶ浦宣言」の発信

「我々は、湖の音に耳をかたむけ、人々、なかんづく女性と子供の声、また、科学の英知に深い注意を払おうではないか。さらに、過去の教訓に学んで将来の過ちを回避し、未来へのビジョンを描き、恒久的な持続性を達成することを期待する。」（抜粋）

## ◎第17回世界湖沼会議（いばらき霞ヶ浦2018）

テーマ：人と湖沼の共生 — 持続可能な生態系サービスを目指して —

⇒「いばらき霞ヶ浦宣言」の発信

「生態系サービスを衡平に享受すること」、「生態系サービスを次世代に引き継ぐこと」（抜粋）

## ●世界湖沼会議とは

世界湖沼会議（World Lake Conference）は、1984年（昭和59年）に滋賀県の提唱により琵琶湖で開催された「世界湖沼環境会議」の後身として、世界各地で開催されている国際会議です。

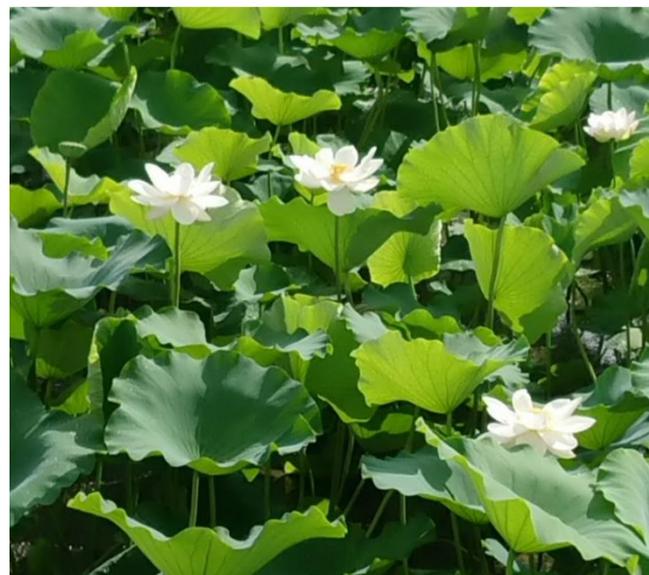
会議は、公益財団法人国際湖沼環境委員会（ILEC）と開催国の団体等との共催で、概ね2年ごとに開催されています。これまで、日本を始め、米国、中国など11カ国で開催されてきました。

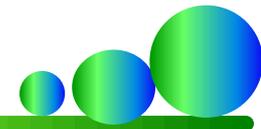
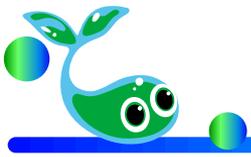
茨城県の次は、2021年11月に、メキシコで開催（コロナ禍のためオンライン開催）されています。

第17回世界湖沼会議「霞ヶ浦セッション」  
私たちが霞ヶ浦から受けている「生態系サービス」を  
念頭において、「霞ヶ浦の未来像について」討議しました。



# 霞ヶ浦の 生態系サービス





# 霞ヶ浦の生態系サービス



## 基盤サービス

供給、調整、文化的サービスの基盤となるサービス

生物多様性



## 調整サービス

気候や水質、洪水などを調整するサービス

気候の調整

- ・自然災害の防護
- ・水の調整
- ・気候の調整

## 文化的サービス

地域の固有な文化によってもたらされるサービス

観光帆引き船



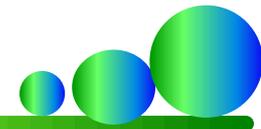
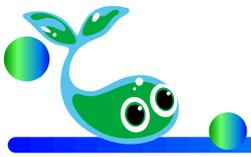
景観、観光・レクリエーション  
 伝統芸能・伝統工芸  
 宗教・祭り、教育

## 供給サービス

食糧や水、原材料などを供給するサービス

食糧・原材料・水供給





# 霞ヶ浦の生態系サービスの構成

生態系サービスのフロー※を生み出すためには、様々な資本が必要

※霞ヶ浦という自然資本が、どのように生態系サービスと関係しているのか、人間の福利にどう影響しているのかをフローとして示しています。



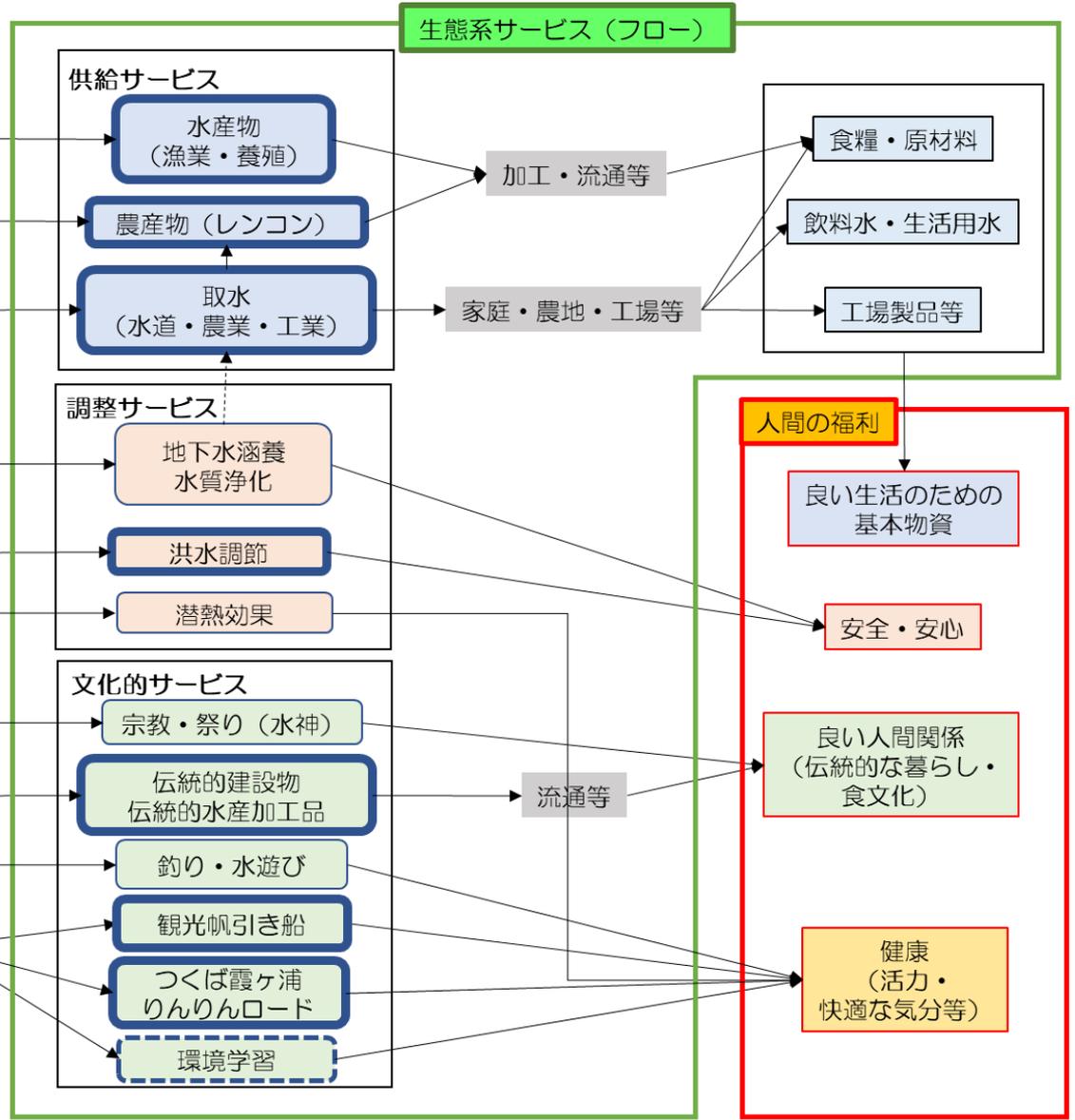
基盤サービス

生物多様性 (植物・魚・鳥)

人工資本：インフラ（構造物等の高額な資本投入）を介して得られる項目

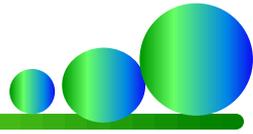
人的資本：人材を介して得られる項目

自然資本：生物や植物等の自然から直接得られる項目





# 供給サービスの指標



## 食糧や水、原材料などを供給するサービス

### ◇水供給

- 水道用水、農業用水、工業用水

### ◇食料・原材料の供給

- 水産物（漁業）：ワカサギやシラウオ、エビ類などの水産資源
- 水産物（養殖）：コイ、淡水真珠など
- 農産物の生産：沿岸域で生産されるレンコン



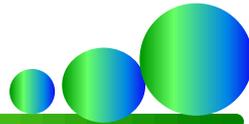
魚（シラウオ）



水道水



# 供給サービス（水の供給）



## ◆ 霞ヶ浦開発事業

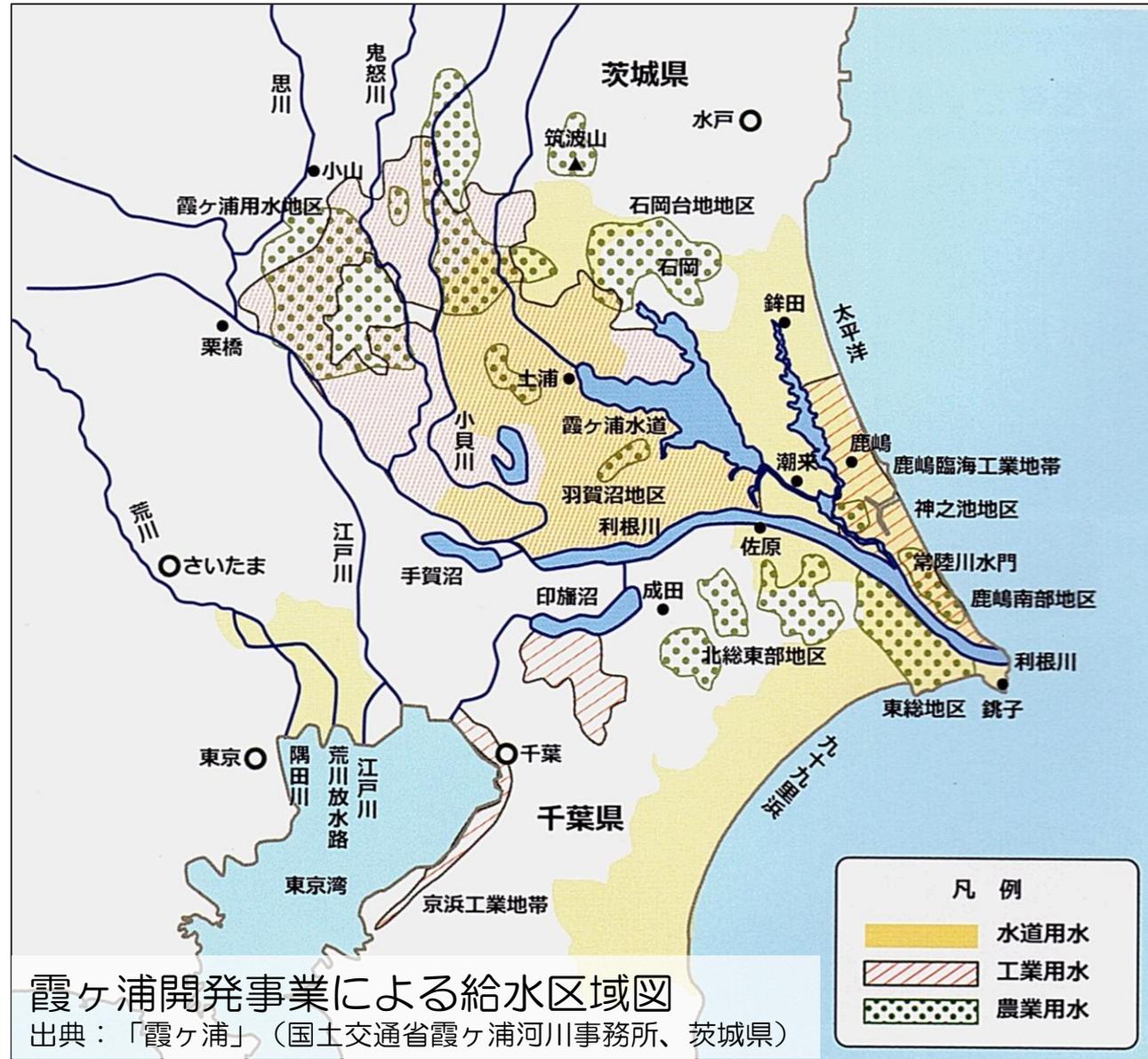
（霞ヶ浦の利水と治水）

洪水や塩害からくらしを守り、増大する水需要に対応するために計画された事業で、昭和45年に工事を開始し、平成8年に完成しました。

堤防の高さY.P.+3mの湖岸堤を建設、整備を行うことにより、住民を洪水から守るとともに、新たに、毎秒約43m<sup>3</sup>の水が利用できるようになりました。

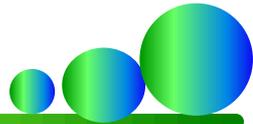
利水としては、水道用水、工業用水および農業用水を供給しています。

茨城県では、水道用水及び工業用水を、茨城県企業局の浄水場を經由して供給しています。





# 供給サービス（水供給；水道用水）



## ◇ 茨城県企業局の水道用水供給事業の概要

名称	県南広域 水道用水 供給事業	鹿行広域 水道用水 供給事業	県西広域 水道用水 供給事業	県中央広域 水道用水 供給事業
給水対象 市町村等	7市町村1企業団 (7市町村1企業団)	5市 (5市)	13市町 (13市町)	10市町村1企業団 (10市町村1企業団)
1日最大給 水量 (m <sup>3</sup> )	306,075 (306,075)	108,000 (108,000)	80,000 (80,000)	78,000 (240,000)
取水河川等	霞ヶ浦 地下水 利根川	北浦 鱒川	霞ヶ浦 鬼怒川 利根川	那珂川 涸沼川
計画給水人口 (人)	661,500	293,680	570,211	931,300

- 「給水対象市町村等」は令和元年5月現在の給水市町村等、  
○は計画。土浦市は県南広域及び県西広域の2事業に含まれる。かすみがうら市及び石岡市は県西広域及び県中央広域の2事業に含まれる。
- 「1日最大給水量」は令和元年5月現在の施設能力、○は計画。

約152万人の人々に  
水道用水を供給し、  
私たちの生活を支えています。

霞ヶ浦を水源とする浄水場

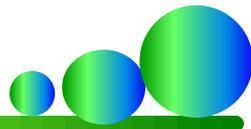
○浄水場



※出典：茨城県企業局HP資料（茨城県水道水供給事業給水区域）（一部加筆）



# 供給サービス（水供給；工業用水）



## ◇ 茨城県企業局の工業用水道事業の概要

名称	那珂川 工業用 水道事業	鹿島 工業用 水道事業	県南西 広域工業用 水道事業	県央広域 工業用 水道事業
給水対象 市町村等	2市 (2市)	2市 (2市)	16市町 (21市町村)	3市村 (7市町村)
1日最大給 水量 (m <sup>3</sup> )	76,680 (76,680)	885,000 (960,000)	125,000 (165,000)	46,000 (62,000)
取水河川等	那珂川	北浦 鱈川 地下水	霞ヶ浦 小貝川	那珂川

○「給水区域」は令和元年5月現在の給水済市町村、( )は計画  
 ○「1日最大給水量」は令和元年5月現在の施設能力、( )は計画

筑波研究学園都市や  
 鹿島臨海工業地帯などの工場に  
 工業用水を供給し、  
 産業の発展に寄与しています。

霞ヶ浦を水源とする浄水場

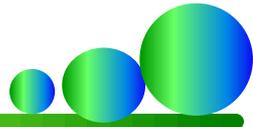
○浄水場



※出典：茨城県企業局HP資料（茨城県工業用水道事業給水区域）（一部加筆）



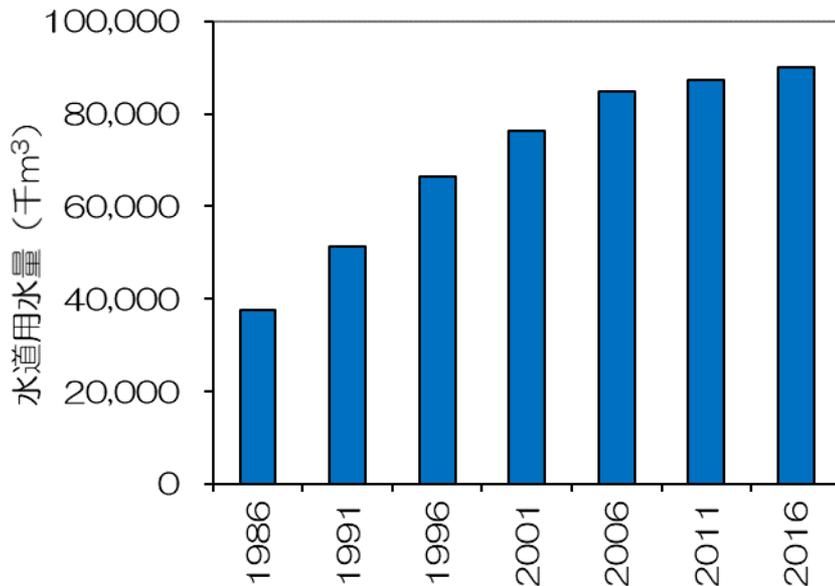
# 享受量の推移（供給サービス：水の供給）



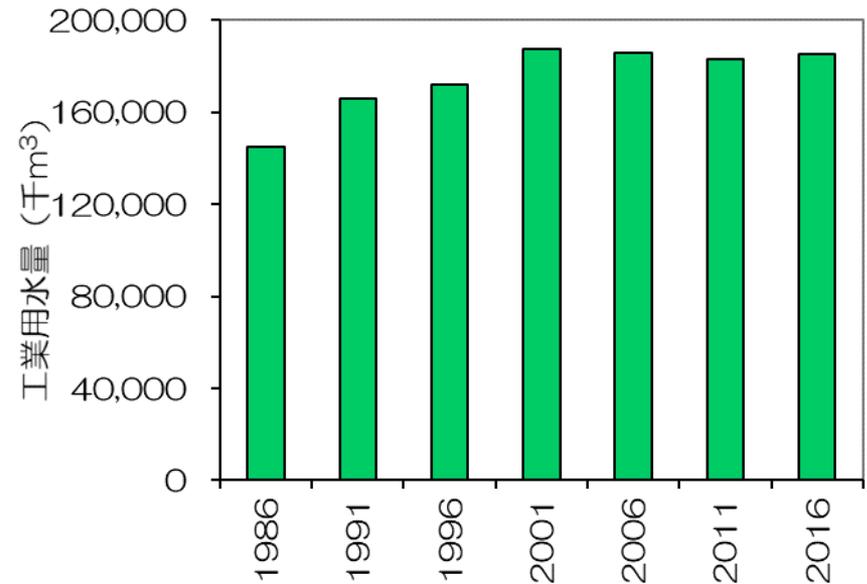
## ◇ 水道用水・工業用水の霞ヶ浦からの取水量の推移

水道用水の取水量は、増加傾向です。

工業用水の取水量は増加傾向でしたが、近年は横ばいとなっています。



霞ヶ浦からの水道用水量の推移

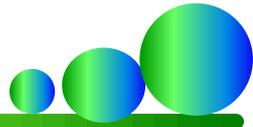


霞ヶ浦からの工業用水量の推移

出典：「霞ヶ浦に係る湖沼水質保全計画資料」



# 供給サービス（食料・原材料の供給）



## ◇ 水産物（漁業）

霞ヶ浦からは、様々な水産物が食料として得られています。

### 平成30年度漁獲量

（霞ヶ浦（西浦）と北浦の合計）

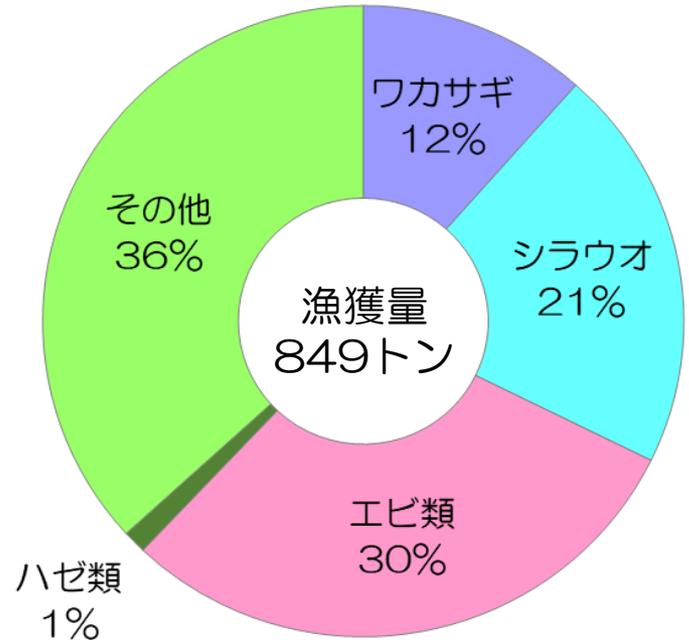
ワカサギ 98トン（全国4位）

シラウオ 176トン（全国2位）

エビ類 253トン（全国1位）

※コイ養殖 茨城県 1,063トン（全国1位）

（コイの霞ヶ浦・北浦の生産量は未公表）



霞ヶ浦・北浦の漁獲量の魚種別割合  
平成30年度（2018年度）



ワカサギ

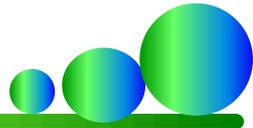


シラウオ

出典：「霞ヶ浦北浦の水産」  
（令和2年10月）  
（茨城県霞ヶ浦北浦水産事務所）

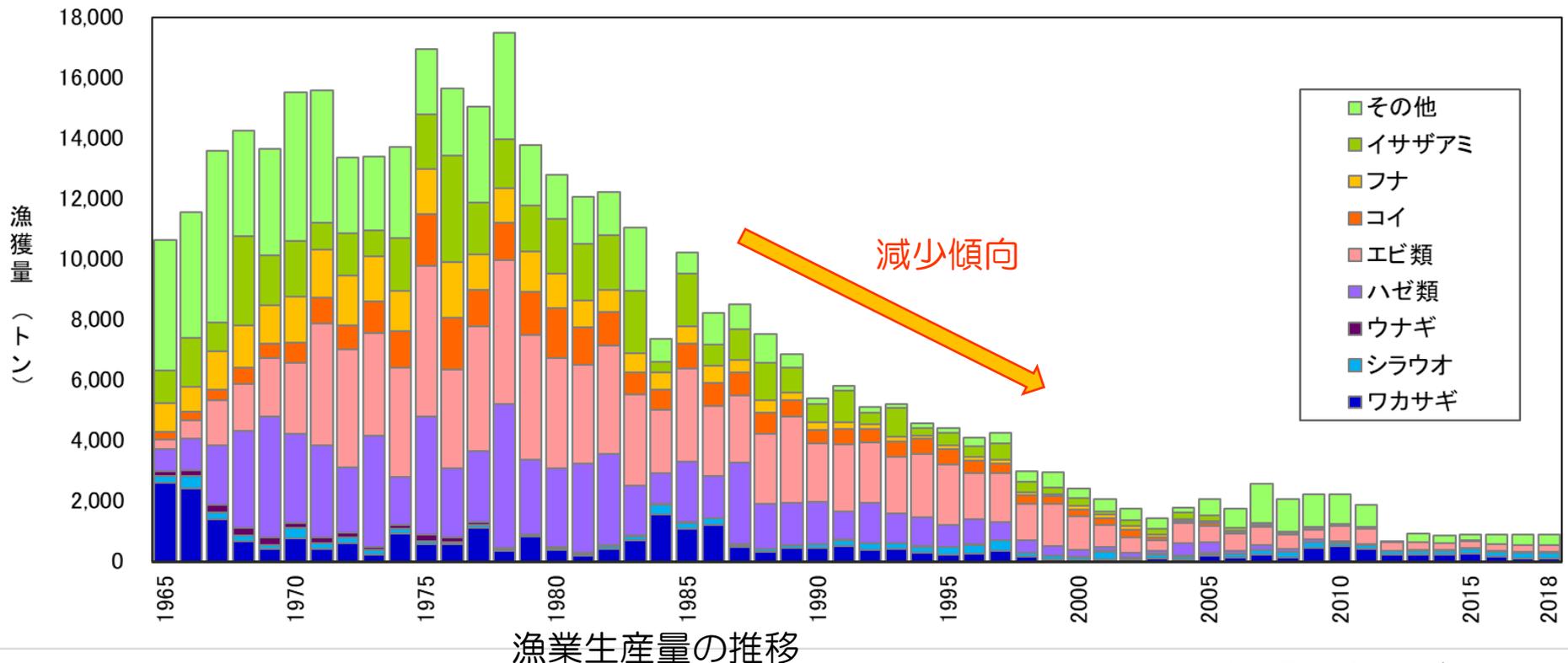


# 供給サービス（食料・原材料の供給）



## ◇ 水産物（漁業）

霞ヶ浦はワカサギ、シラウオ、ハゼ類、エビ類などの漁業が古くから盛んに行われてきました。漁業生産量は1978年（昭和53年）にピークに達し、17,487トン記録したものの、その後徐々に減少しています。

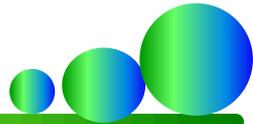


出典：漁獲量データは「漁業・養殖業生産統計（農林水産省）」

※2007年からイサザアミはその他に分類されています。



# 供給サービス（食料・原材料の供給）



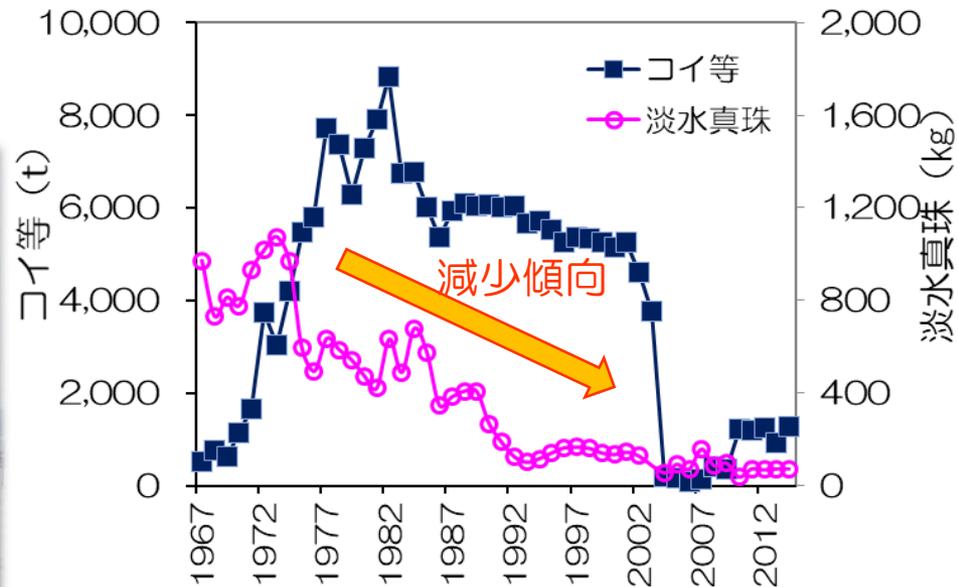
## ◇ 内水面養殖生産量

霞ヶ浦の代表的な養殖物としては、淡水真珠とコイがあります。  
 淡水真珠生産量は1974年頃、  
 コイ等の養殖生産量は1982年にピークを迎え、  
 その後両方とも減少しました。  
 特に、コイについては2003年にコイヘルペスが発生し、生産を中止したため、それ以降の生産量が回復していません。



淡水真珠

※ 2014年の養殖生産量  
 コイ・その他の魚類 1,271 t/年  
 淡水真珠 73 kg/年



コイ等養殖及び淡水真珠生産量の推移

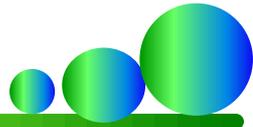
出典：漁業・養殖業生産統計（農林水産省）



コイの養殖施設

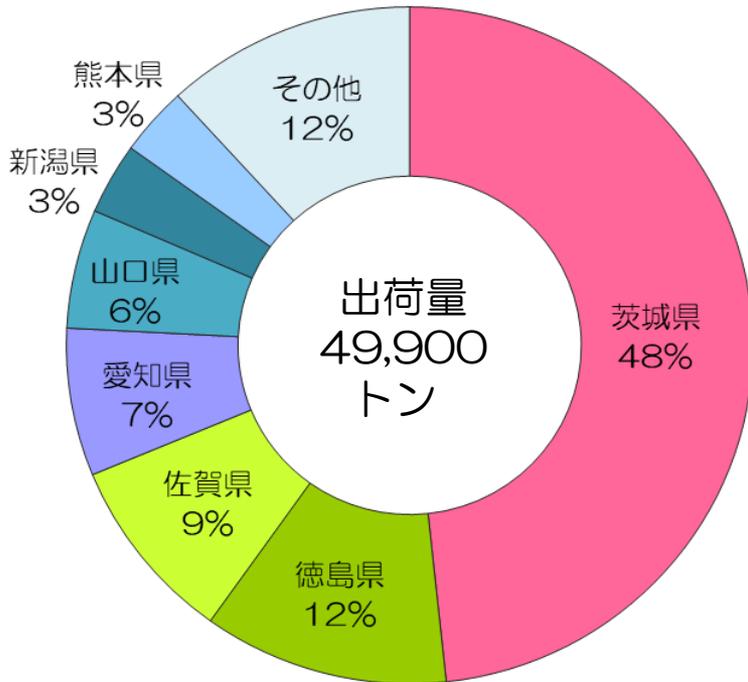


# 供給サービス（食料・原材料の供給）



## ◇ 農産物の供給（レンコン生産量）

茨城県のレンコンの出荷量は、全国第1位です。  
そのほとんどは、霞ヶ浦湖岸の市町村で栽培されています。



全国の出荷量割合（2016）

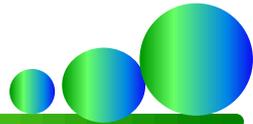
出典：平成28年産野菜生産出荷統計（農林水産省）



夏のハス田と霞ヶ浦  
白い花が主流ですがピンク色の花も見られます。

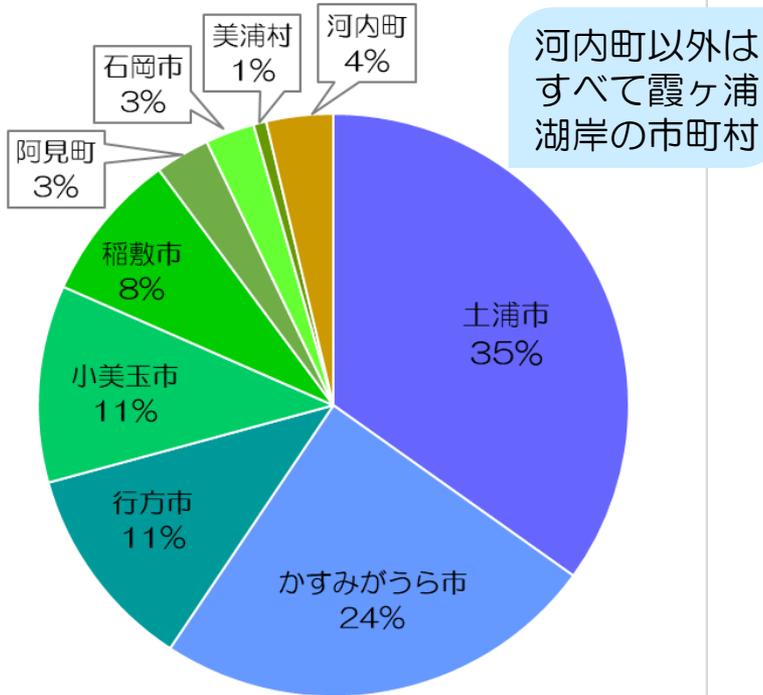


# 供給サービス（食料・原材料の供給）



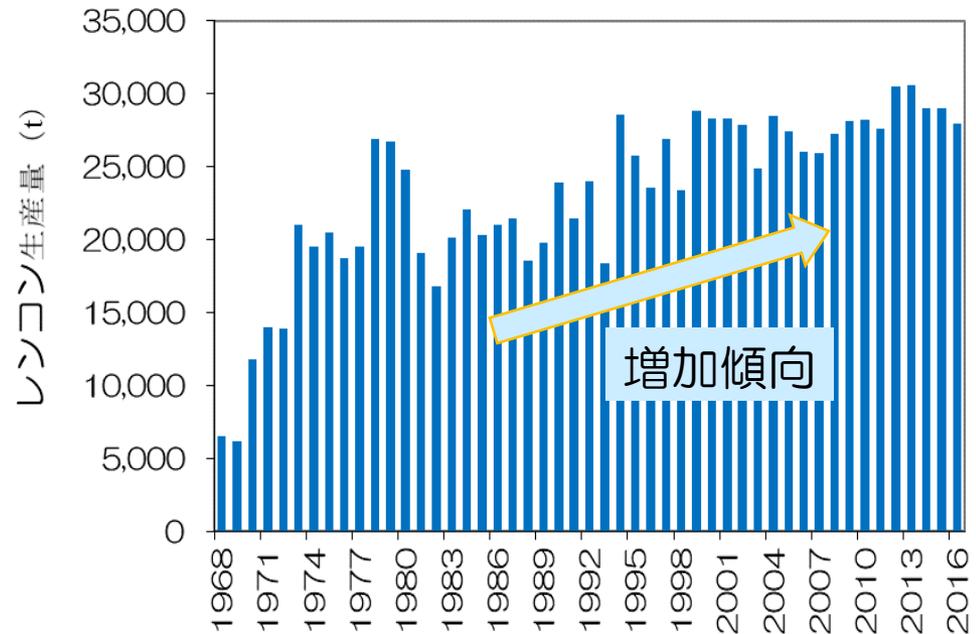
## ◇ 農産物（レンコン）生産量

レンコンは主に霞ヶ浦の湖岸域で生産されており、霞ヶ浦の生態系に大きく依存すると考えられるため、供給サービスの指標としました。



レンコンの県内市町村別出荷量割合（2005）

出典：農林水産統計（農林水産省）



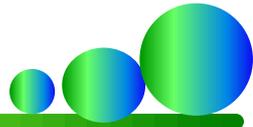
茨城県のレンコン生産量の推移

出典：野菜生産出荷統計（農林水産省）





# 調整サービスの指標



## 気候や水質、洪水などを調整するサービス

### ◇水の調整

- 雨の貯留や地下浸透による水位を調整（⇒洪水の防止）

### ◇水質浄化機能

- 底泥やヨシ群落における脱窒作用による湖水の浄化

### ◇気候の調整

- 水の蒸発による気候の調整

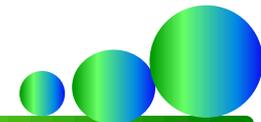
### ◇自然災害の防御

- 堤防整備や常陸川水門の建設による洪水調節機能（治水）





# 享受量の推移（調整サービス；洪水調節）



## ◇ 洪水調節

平成8年（1996年）の堤防の建設完了により治水容量が確保されました。

人工的な建設物により、享受量が増加しています。

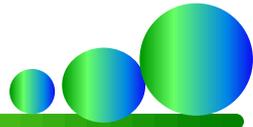


稲敷市内の護岸

霞ヶ浦開発事業による湖岸堤整備位置図  
 出典:「霞ヶ浦開発事業平成28年度フォローアップ定期報告書」  
 (独立行政法人水資源機構)



# 調整サービスの指標



## ◇水の調整

(雨の貯留や地下浸透により水位を調整)

湖沼には降水を地下へと浸透させるなどして緩やかに流下させる機能があります。

## ◇水質浄化機能

(底泥やヨシ群落における脱窒作用による湖水の浄化)

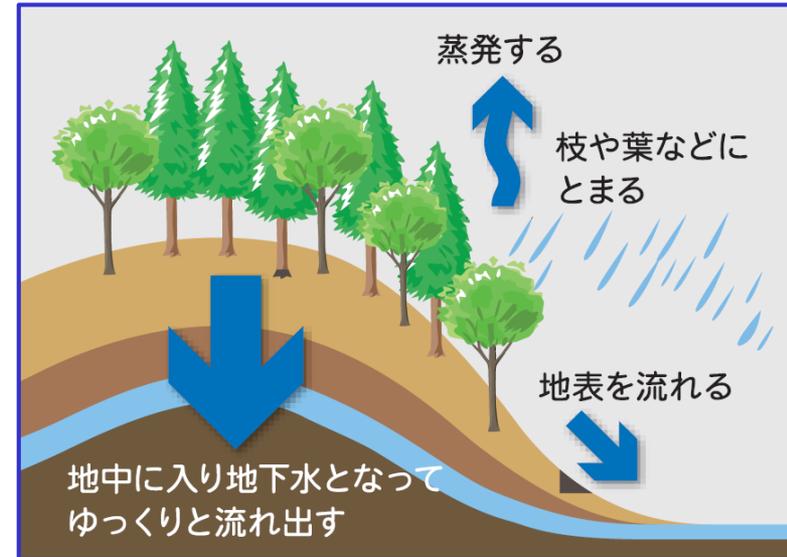
湖沼には、湖底の泥中などにいるバクテリアの働きにより、硝酸の酸素を利用し、窒素を大気中に放出する脱窒現象が生じることにより、窒素を除去する水質浄化機能があります。

ヨシについても同様な水質浄化機能があります。

## ◇気候の調整

(水の蒸発による気候の調整)

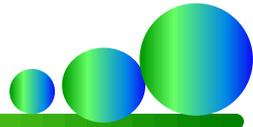
水の蒸発は気温を低下させる(潜熱効果)ことから、湖沼は気候を調節する機能があります。



(参考) 森林の水源かん養機能  
出典: 「茨城の生物多様性戦略」(茨城県)



# 文化的サービスの指標



地域の固有な文化によってもたらされるサービス

- ◇宗教・祭り
  - ・霞ヶ浦湖畔の水神石祠
- ◇教育
  - ・環境学習
- ◇景観、観光、レクリエーション
  - ・水辺での釣りや水遊び
  - ・帆引き船の観光利用、つくば霞ヶ浦りんりんロード
- ◇伝統芸能・伝統工芸
  - ・伝統的な原料（茅葺屋根の屋根材として利用されるヨシ）
  - ・伝統的水産加工品（霞ヶ浦の水産物を用いた佃煮や煮干し、焼き物）

観光帆引き船

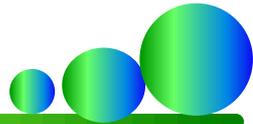


つくば霞ヶ浦りんりんロード



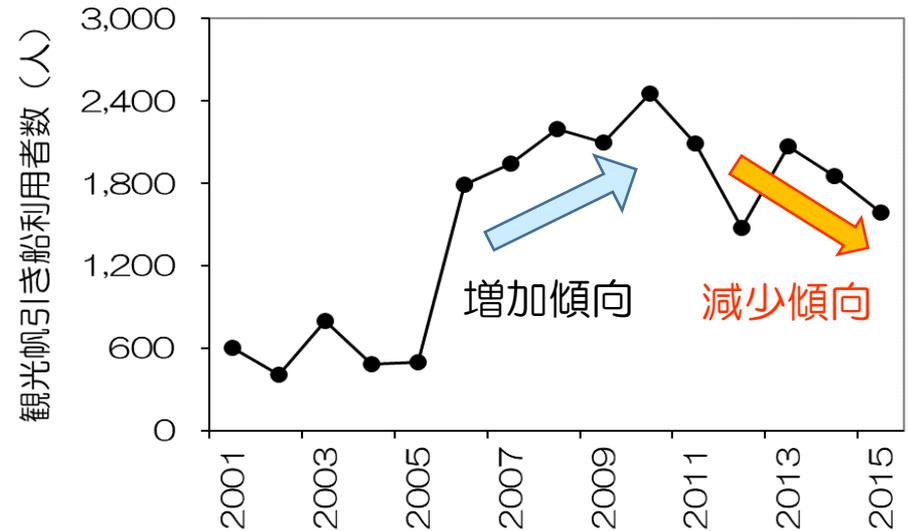


# 享受量の推移（文化的サービス：観光帆引き船）



## ◇ 観光帆引き船（帆引き船を湖上から見学するための遊覧船）

観光帆引き船利用者は、近年は年間2,000人程度（2014年1,850人/年）であり、2001年の操業開始から2010年まで増加していましたが、それ以降はやや減少傾向となっています。

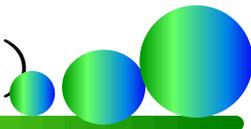


観光帆引き船利用者数の推移  
出典：かすみがうら市・行方市統計資料





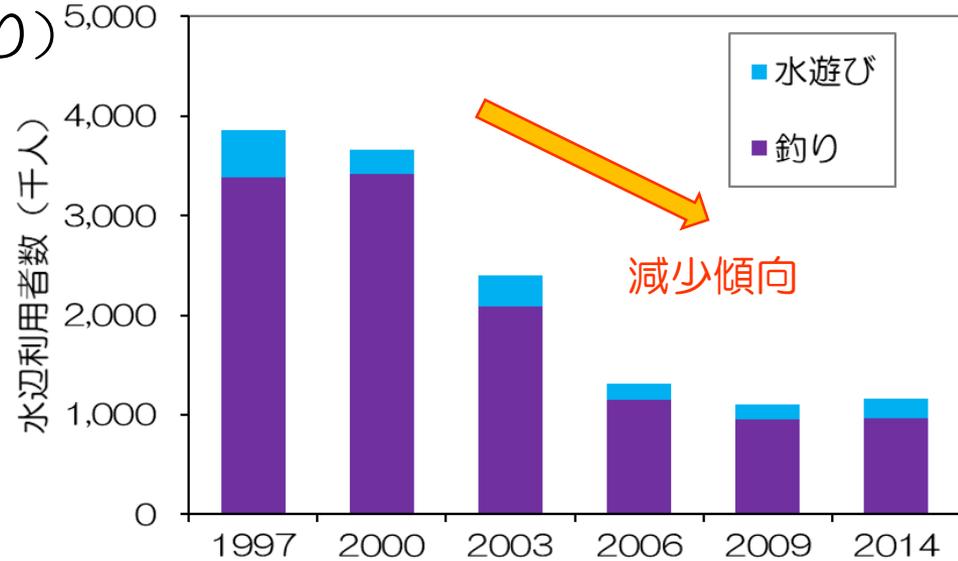
# 享受量の推移（文化的サービス：水辺の利用者数）



## ◇ 水辺の利用者数（水遊び、釣り）

水辺の利用者数については、1997年以降、水遊び、釣りとともに減少しており、特に、釣り利用者が大きく減少しています。

近年は年間1,000千人程度（2014年は釣り 969,000人/年、水遊び利用者数191,000人/年）で推移しています。



水辺利用者数の推移

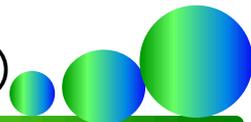
出典：河川水辺の国勢調査（国土交通省）



湖岸での釣り

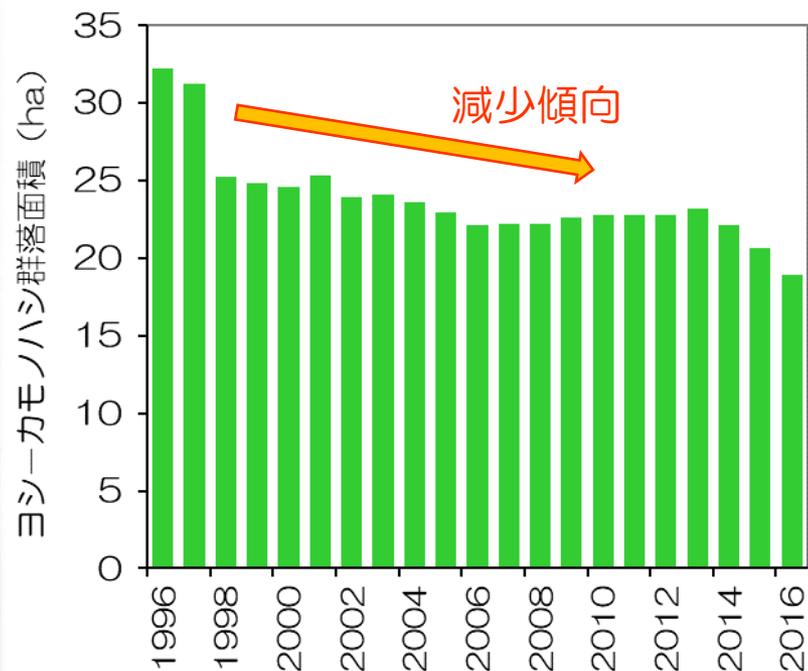


# 享受量の推移（文化的サービス：伝統的建造物）



## ◇ 伝統的建造物（茅葺屋根の原材料）⇒ヨシ群落面積（妙岐の鼻）

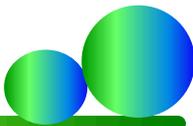
霞ヶ浦湖岸の妙岐ノ鼻地区（稲敷市）のヨシーカモノハシ群落（ヨシの下層にカモノハシが生育する群落）が、高級屋根材の原料（カヤ）の採取地として有名であることから、文化的サービスの評価の指標として、この群落の面積を指標としました。なお、カヤの生産量は明らかにされていません。



妙岐ノ鼻地区におけるヨシ群落面積の推移

出典：平成28年度妙岐の鼻地区環境調査業務報告書





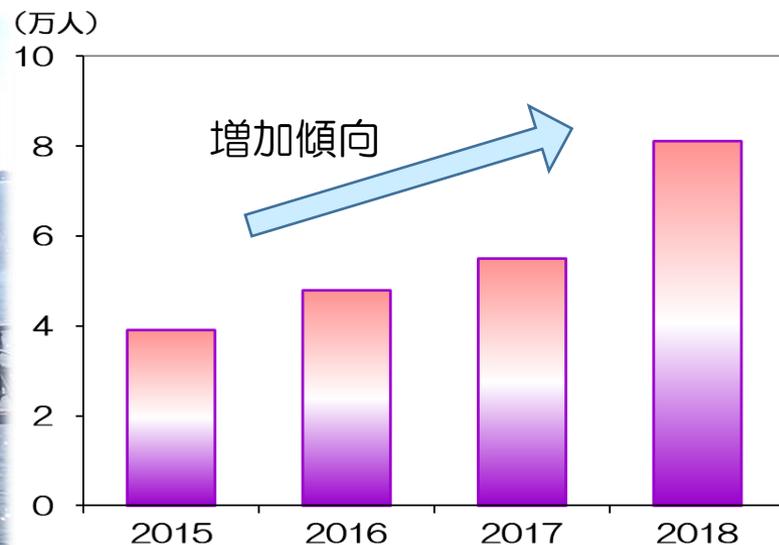
## ◇ つくば霞ヶ浦りんりんロード利用者数

「つくば霞ヶ浦りんりんロード」の名称は、平成28年（2016年）7月15日に決定しました。そして、令和元年（2019年）11月には、琵琶湖を一周する「ビワイチ」、「しまなみ海道サイクリングルート」と並び、ナショナルサイクルルートに選定されています。

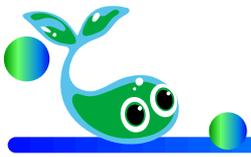
※ナショナルサイクルルートとは、ソフト・ハード両面から一定の水準を満たすルート为国（国土交通省）が指定し、日本を代表し、国内外にPRを行い、サイクルツーリズムを強かに推進していくための制度です。



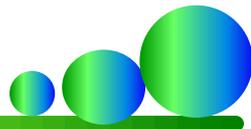
遊覧船に自転車を載せて霞ヶ浦をクルージングできる「霞ヶ浦広域サイクルーズ」も運航しています。



つくば霞ヶ浦りんりんロード利用者数の推移  
出典：国土交通省“GOOD CYCLE JAPAN” HP

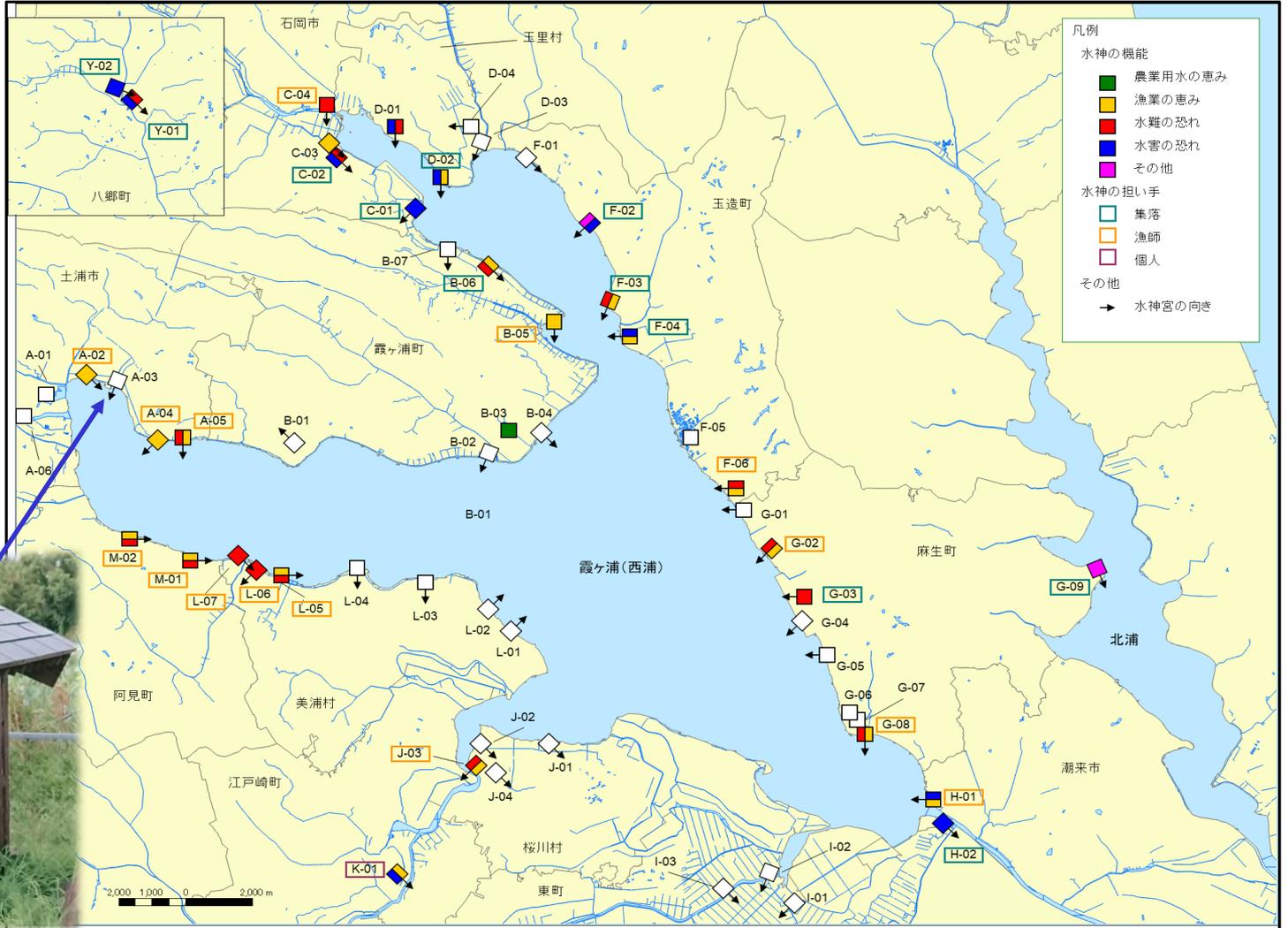


# 文化的サービス（宗教・祭り）



## ◇霞ヶ浦湖畔の水神石祠

一般に生態系は、宗教的・精神的な影響を与えていると考えられています。  
 この図には、平成16年度調査報告書の57箇所を示しています。

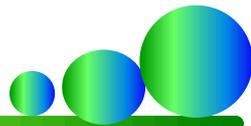


A03 手野の水神さま

出典：平成16年度ミリオンズレイク調査研究事業報告書（筑波大学大学院、鳥越皓之教授、2005）



# 享受量の推移（文化的サービス：伝統的水産加工品）



## ◇ 伝統的水産加工品（⇒ 佃煮等の生産量・生産額）

地域の特産物や独特の加工品は、地域の生態系及びそれを背景とする歴史・文化を特徴づけるものの一つです。

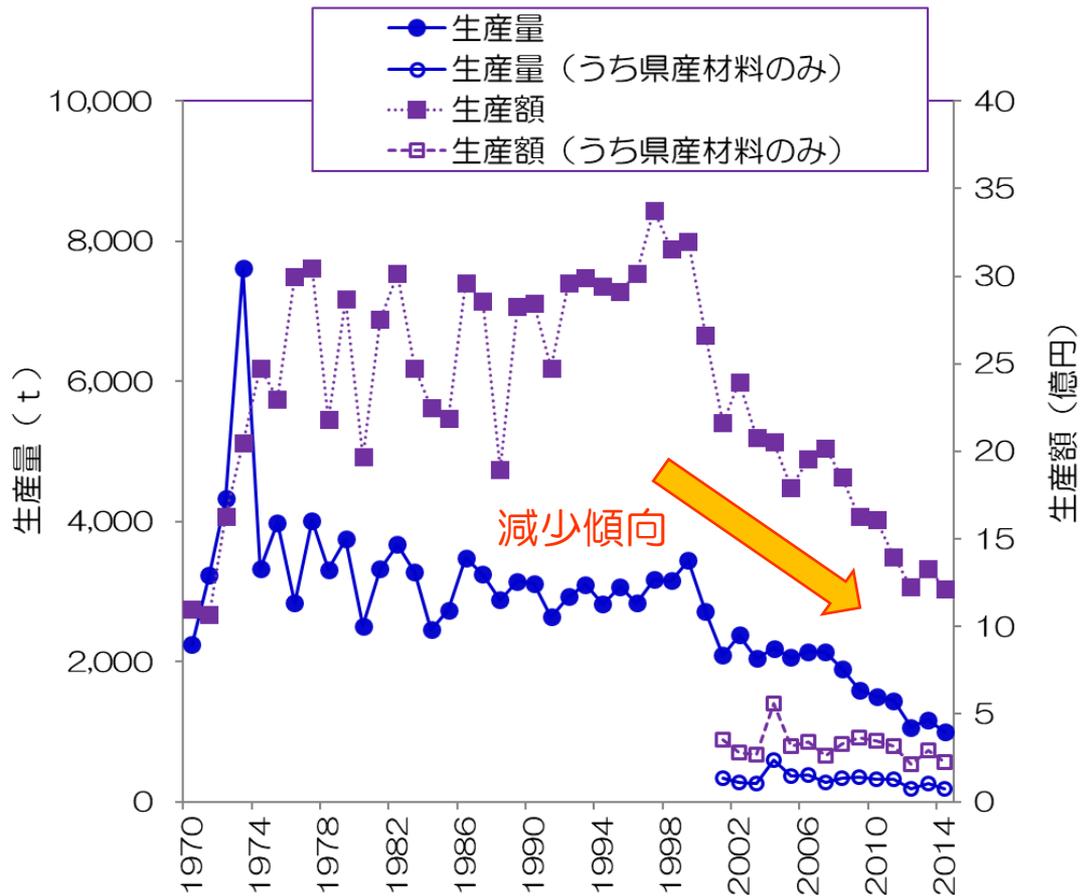
霞ヶ浦では、特産物の一つとして、霞ヶ浦の水産物を用いた佃煮、煮干し、焼き物が製造されており、伝統的水産加工品となっています。

### 参考

2014年の生産量  
県産材料のみの生産量 182 t

### 内訳

わかさぎ	43.1 t
はぜ	6.3 t
あみ	40.6 t
えび	28.8 t
ふな	2.6 t
しらうお	3.8 t



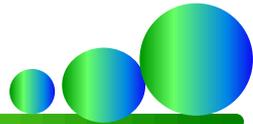
### 佃煮、煮干し、焼き物生産量・生産額の推移

※県産材料のみのデータは、データが公表されている2001年以降のみ算定

(出典：「霞ヶ浦北浦の水産」茨城県霞ヶ浦北浦水産事務所)

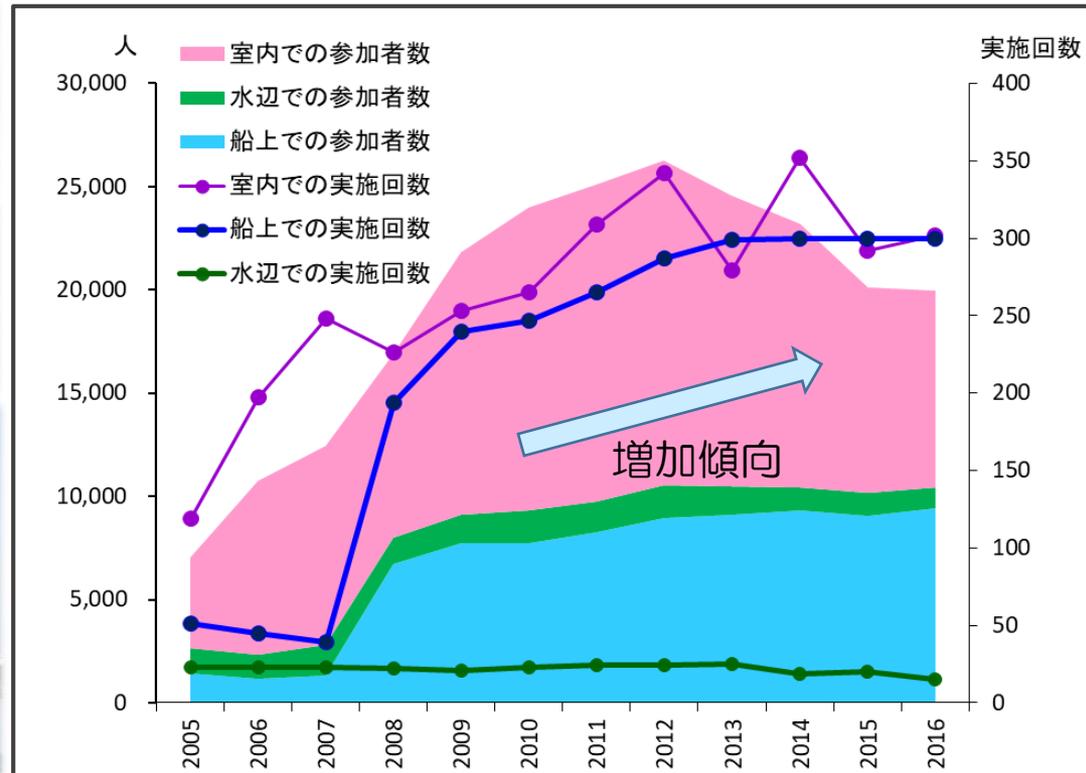


# 享受量の推移（文化的サービス：教育）

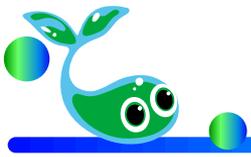


## ◇ 霞ヶ浦を利用または題材とした環境学習等の参加者数 （⇒ 霞ヶ浦環境科学センターで実施した環境学習等の参加者数、実施回数）

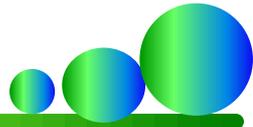
- 船上での体験学習；湖上体験スクール（2008年度～）、湖上実践セミナー（2005～2010年度）
- 水辺での体験学習；霞ヶ浦野外講座、水辺ふれあい事業など
- 室内での環境学習；霞ヶ浦学講座、霞ヶ浦出前講座、研修室での学習など



環境学習等の参加者数及び実施回数の推移



# 基盤サービスの指標



供給、調整、文化的サービスを支える重要なサービス

## ◇ 生物多様性

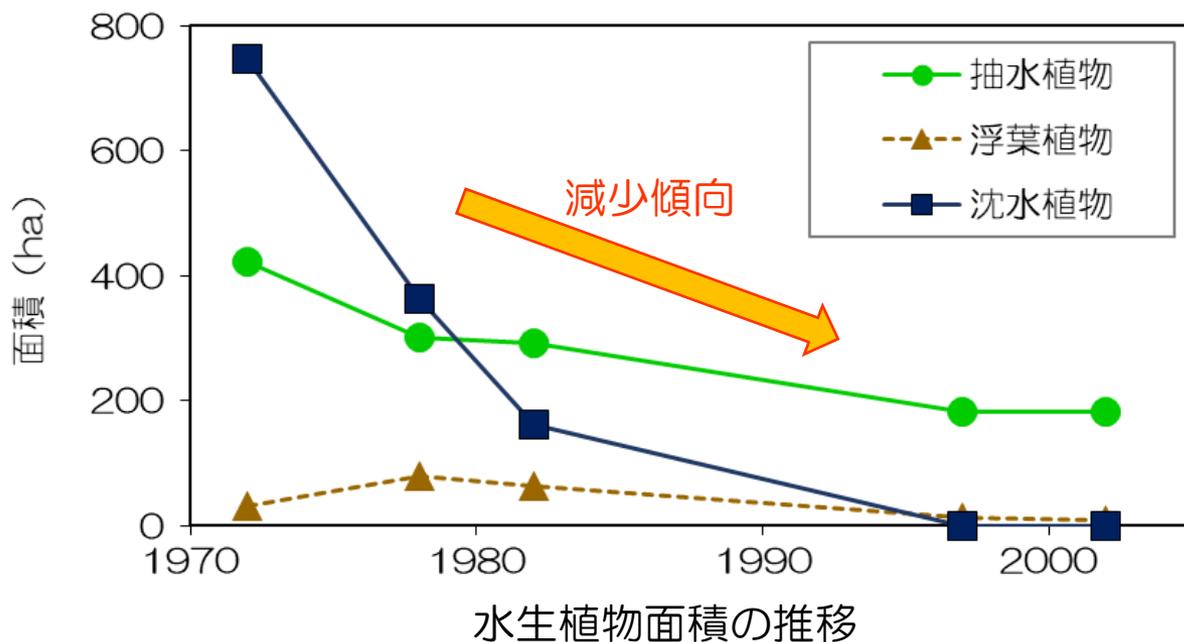
- 魚や野鳥、植物などの生息場所



## ◇ 水生植物の面積

湖水中や水辺に生息する水生植物には、葉や茎を水上に出す抽水植物（ヨシ・マコモなど）、葉を水に浮かべている浮葉植物（ヒシ・アサザなど）、葉や茎が全て水中にある沈水植物（エビモ・クロモなど）などがあります。（「清らかな水のために」より）

抽水植物、浮葉植物および沈水植物は、1970年代以降減少しており、特に、沈水植物は霞ヶ浦湖内でほとんど見られなくなっています。

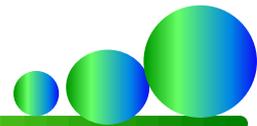


アサザ（浮葉植物）



ヨシ（抽水植物）

出典：データは、Nishihira, J., et al., (2014). Aquatic vascular plants in Japanese lakes. Ecological research, 29(3), 369-369.



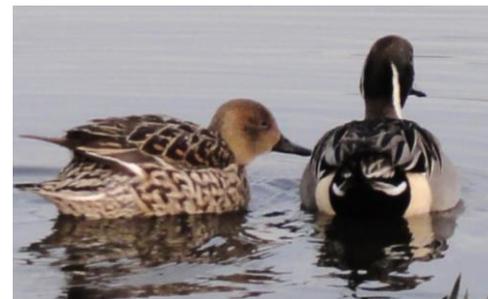
## ◇ 鳥類（カモ類の種数）

霞ヶ浦では、季節によって様々な種類の野鳥を観察することができます。特に冬にはカモ類をはじめとする水鳥が数多く渡来し、マガモやオオハクチョウ、カンムリカイツブリなどを身近に観察できるようになります。

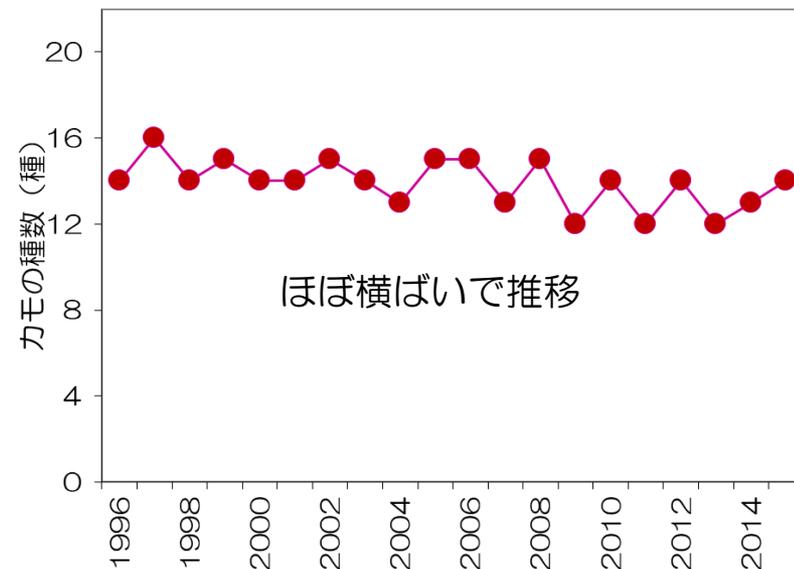
（「清らかな水のために」より）

⇒ カモ類の種数を指標として選定しました。

カモ類は、毎年増減はあるものの、ほぼ14種が確認されています。

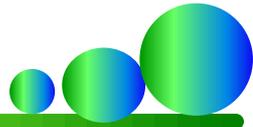


霞ヶ浦の野鳥（土浦市石田付近）



カモ類の種数の推移

出典：データは、「ガンカモ類の生息調査（環境省）」から抽出



## ◇ 魚類（純淡水魚の種類数）

霞ヶ浦は海跡湖であることから海との関連が強く、これまで淡水魚のほか汽水魚、海水魚（海産魚ともよばれる）など約100種類超の魚種が確認されています。よくみられるものは、ワカサギ、シラウオ、ハゼ類、コイ、フナ類のほか、アユも生息しています。また、外来魚のチャネルキャットフィッシュ（アメリカナマズ）、オオクチバス、ハクレン、タイリクバラタナゴ、ブルーギル等が生息しています。（「清らかな水のために」より）

⇒ 基盤サービスの指標としては、純淡水魚類種を指標として選定しました。  
（純淡水魚とは、一生を淡水中で過ごす魚種です。）

純淡水魚類種は、1970年代以降、16種から12種まで減少し、ゼニタナゴ、ギバチ、ホトケドジョウ、シマドジョウが確認されなくなりました。

### ※12種

メダカ、ナマズ、タナゴ、ヤリタナゴ、アカヒレタビラ、ニゴイ、カマツカ、モツゴ、オイカワ、コイ、ドジョウ、フナ類（ギンブナ）

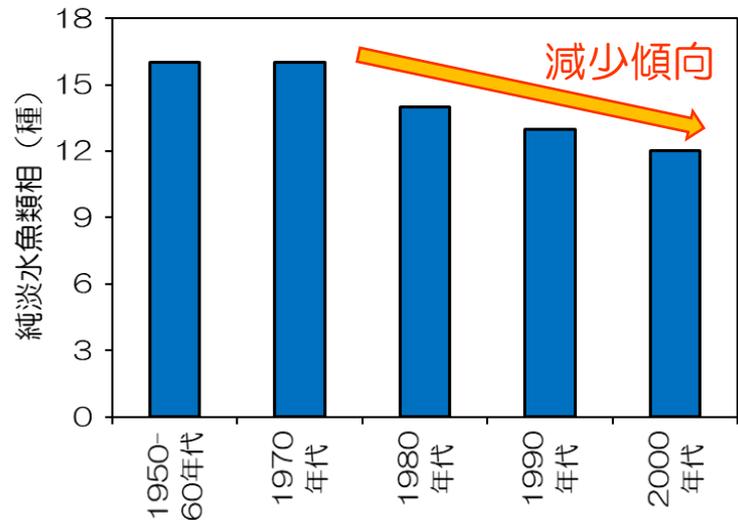
※希少な魚類としては、「河川水辺の国勢調査」（国土交通省）により、2014年度に3種（ウナギ、キンブナ、ミナミメダカ）、1992年度には5種（3種に加えて、タナゴ、アカヒレタビラ）が確認されています。



キンブナ



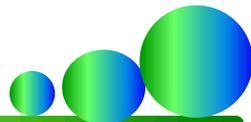
ミナミメダカ



純淡水魚類種の推移



# 霞ヶ浦の生態系サービスの項目と享受量の増減



霞ヶ浦生態系サービスに関する25項目の指標を選定し、1945年から現在までの推移を確認しました。

## 基盤サービス

生物多様性	魚類	↓
	水生植物	↓
	鳥類	→

**増加：**農産物や取水、洪水調節、環境学習、観光帆引き船など  
⇒人間活動を豊かにする項目

**減少：**漁獲や養殖、水辺遊び、魚種や植物など  
⇒生物多様性や人々が霞ヶ浦と触れ合うような項目

## 文化的サービス

景観、観光・レクリエーション	観光帆引き船利用者	↗
	釣り・水遊び	↓
教育	環境学習	↗
伝統芸能・伝統工芸	伝統的建造物 (ヨシ群落面積)	↓
	伝統的水産加工品 (佃煮生産量)	↓
宗教・祭り	水神の数	—
つくば霞ヶ浦りんりんロード		↗

## 調整サービス

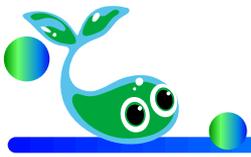
自然災害の防護	洪水調節	↗
気候の調整	潜熱効果	→
水の調整	地下水涵養	→
	水質浄化	—

## 供給サービス

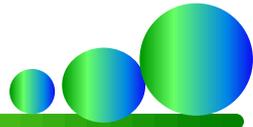
食糧・原材料	漁業	↓
	養殖	↓
	レンコン	↗
水供給	水道用水	↗
	農業用水	↗
	工業用水	↗

(凡例)

過去から現在の傾向 (享受量の増減)	
増加	↗
横ばい	→
減少	↓



# 生態系サービスの経済的な価値の算出方法



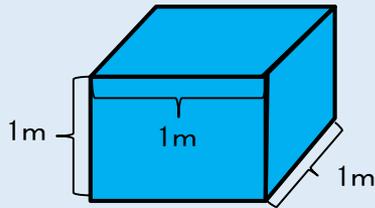
## ◎代替法

- 実際の市場に流通し、市場価格が存在するもので代替することにより算出する方法です。  
⇒供給サービス、調整サービス、文化的サービスに適用して経済価値を算出しました。

<例> 霞ヶ浦の工業用水の価値はいくらか。



霞ヶ浦流域の工業用水単価と霞ヶ浦の工業用水の取水量を  
かけあわせることで価値を算出する



工業用水単価  
(●円/m<sup>3</sup>)

×



霞ヶ浦の工業用水量  
(●m<sup>3</sup>)

=



霞ヶ浦の工業用水の価値  
(●円)

## ◎コンジョイント分析（選択型実験）

- 環境保全策の複数の案を回答者に示し、人々に価値を直接尋ねることで求める手法です。  
代替法では、市場価格がない（市場に流通していない）生物多様性などの生態系サービスは、評価することができないため、全国及び霞ヶ浦流域の市民を対象に、コンジョイント分析のためのアンケート調査を実施して、経済価値を求めました。  
⇒基盤サービスに適用して、経済価値を算出しました。

（今回は希少魚類の回復に対する支払意思額をもとに算出しています。）

# 霞ヶ浦の生態系サービスの増減と経済的価値

霞ヶ浦生態系サービスに関する25項目の指標のうち、市場価格等の情報が得られた14項目について、代替法を用いて、経済価値を算出しました。  
 ※2016年度を基本の年度として、算出しています。

## 基盤サービス

生物多様性	魚類（純淡水魚類種数）	減少	
	水生植物	抽水植物	減少
		浮葉植物	減少
		沈水植物	減少
鳥類（カモの種数）	横ばい		

代替法で求めた経済価値で最も高かったのは、洪水調節でしたが、これは堤防整備や常陸川水門の設置等を行うことによって、生態系サービスが強化された結果です。

## 文化的サービス

景観、観光・レクリエーション	観光帆引き船利用者	増加	0.04
	釣り利用者	減少	—
	水遊び人数	減少	—
教育	環境学習(参加者)	増加	0.7
伝統芸能・伝統工芸	伝統的建造物（茅葺に利用されるヨシ群落面積）	減少	0.06
	伝統的水産加工品（佃煮等）	減少	2.2
宗教・祭り	水神の社数	—	—
つくば霞ヶ浦りんりんロード		増加	—

## 調整サービス

自然災害の防護	洪水調節（治水容量）	増加	670.0
気候の調整	潜熱効果（蒸発散量）	横ばい	—
水の調整	地下水涵養	横ばい	37.7
	水質浄化（底泥による脱窒）	—	41.5
	水質浄化（ヨシによる浄化）	—	1.7

## 供給サービス

食糧・原材料	漁業生産量	減少	5.0
	養殖(コイ等)	減少	3.1
	レンコン	増加	141.0
水供給	水道用水	増加	36.6
	工業用水	増加	82.3
	農業用水	増加	195.4

享受量の増減  
 増加  
 横ばい  
 減少

数字は、代替法で求めた経済価値（億円/年）



基盤サービス

166億円/年

※2016年分  
について試算

コンジョイント分析

評価手法によって  
金額は異なります。  
(合算はできません。)

代替法

文化的サービス

3億円/年

調整サービス

751億円/年

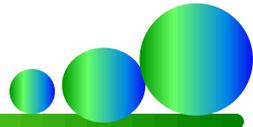
供給サービス

463億円/年

代替法から求めた  
経済的な価値は、  
少なくとも  
年間 **1217億円**  
になると試算されました。



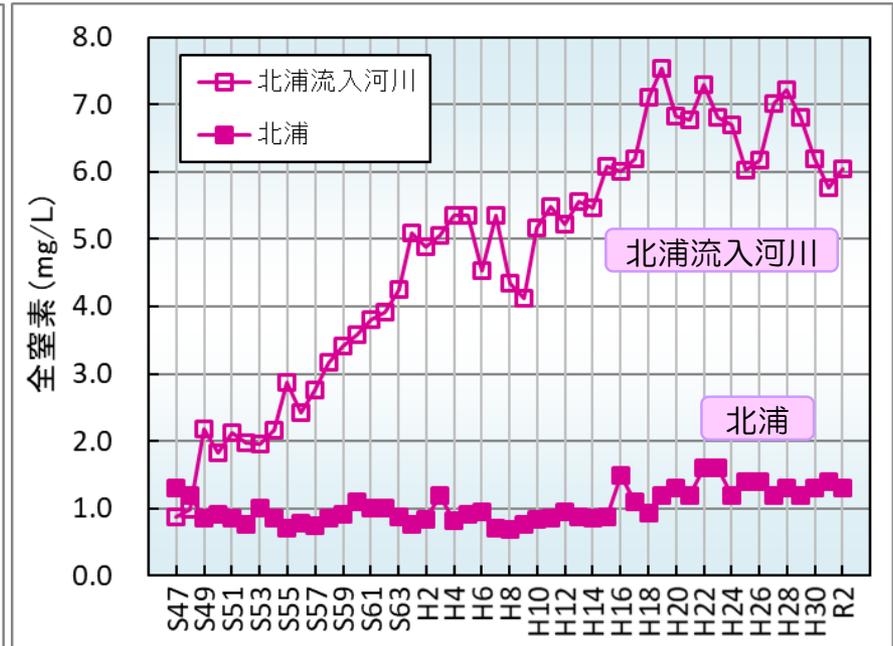
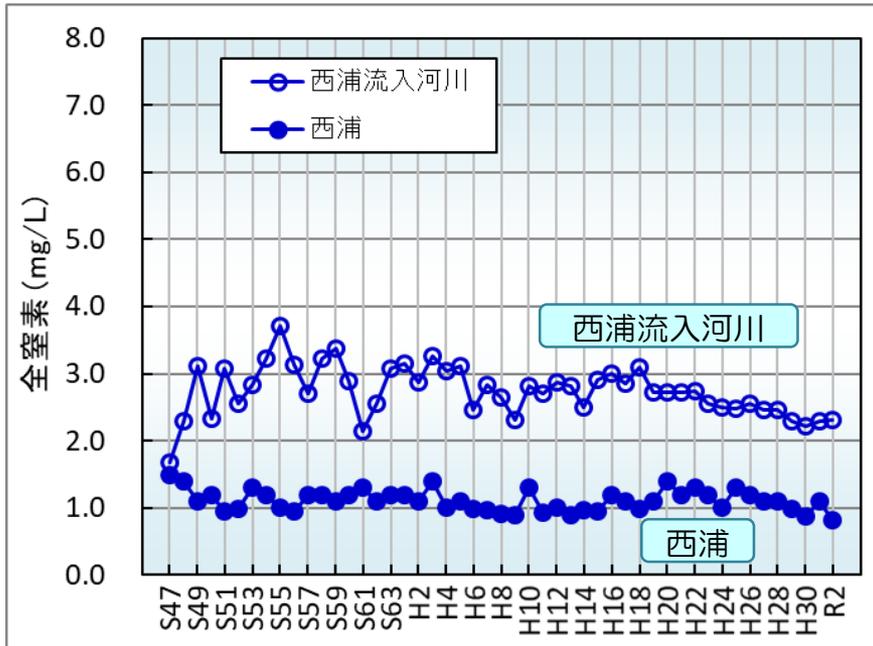
# 代替法で経済的価値を求めるときの課題



## 霞ヶ浦の水質浄化機能と水質

霞ヶ浦湖水の窒素濃度は、流入河川よりも低い値となっています。

特に、北浦流入河川の窒素濃度は、近年6mg/L前後と、西浦流入河川の2mg/L程度と比較して約3倍の濃度となっていますが、湖内の水質は、西浦（4地点の平均）の約1mg/Lと比較して、北浦湖内（2地点の平均）も1.2mg/L程度と大きな差はなくなっています。



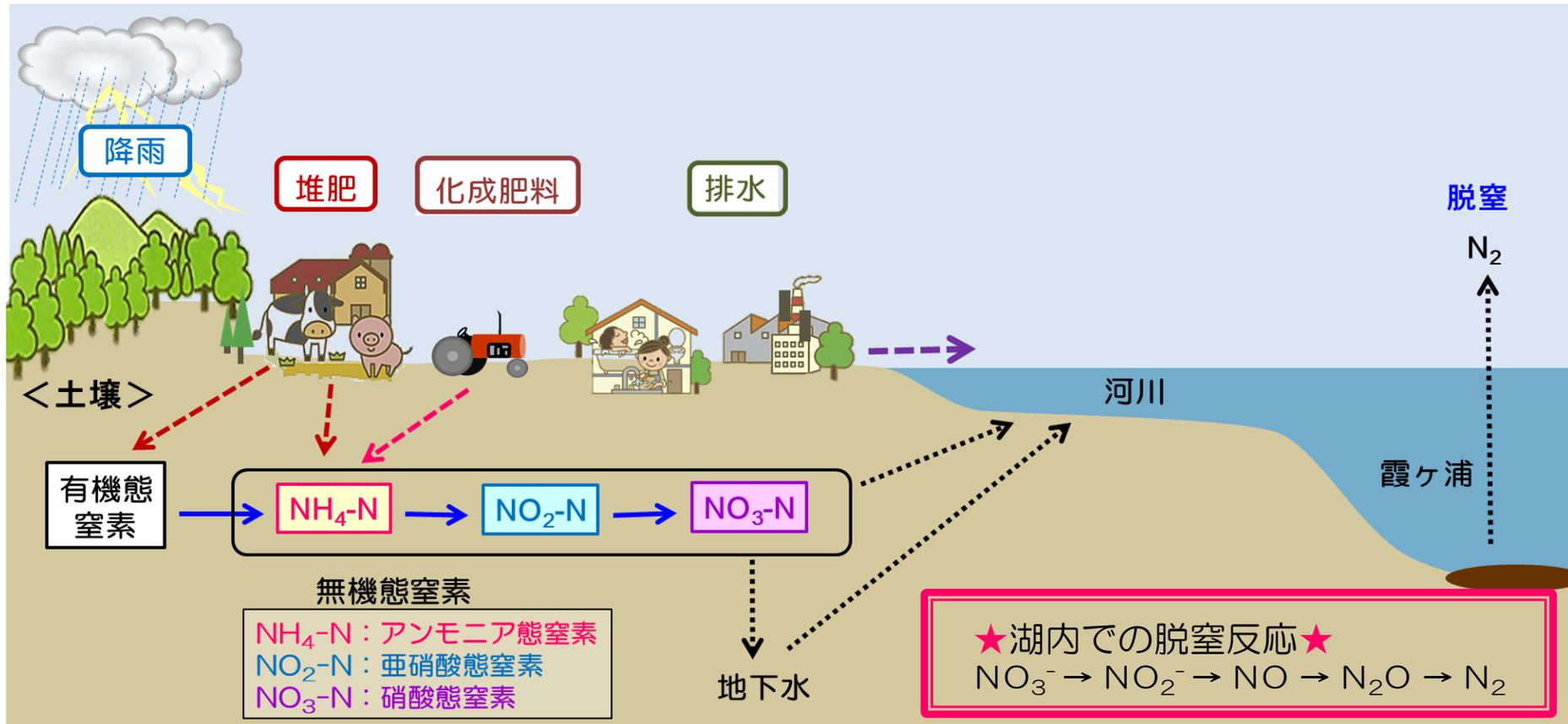
霞ヶ浦とその流入河川の窒素濃度の推移

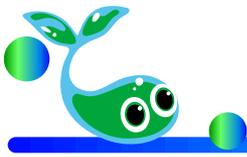
(公共用水域の水質調査結果より)

# 代替法で経済的価値を求めるときの課題

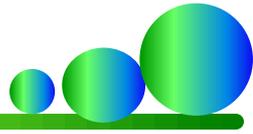
## ◆そもそも、脱窒とは？

河川水中に含まれる窒素の成分の1つである硝酸イオンが、湖内に入ると、脱窒菌と呼ばれる細菌の作用により、気体の窒素に変換されて大気中へ放出されます。  
⇒この現象を「脱窒（現象）」と呼んでおり、自然の持つ浄化の1つです。





# 代替法で経済的価値を求めるときの課題

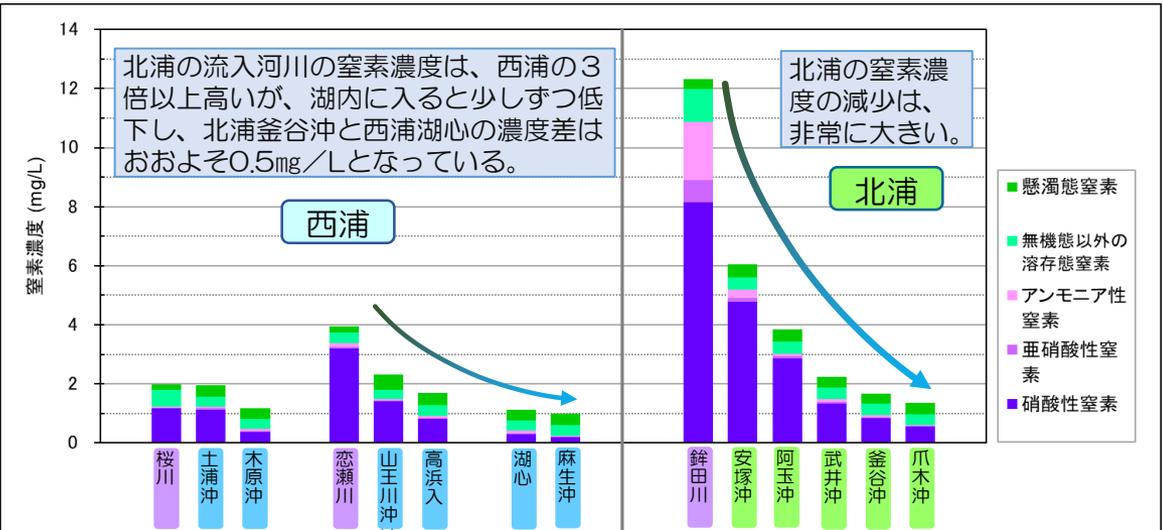
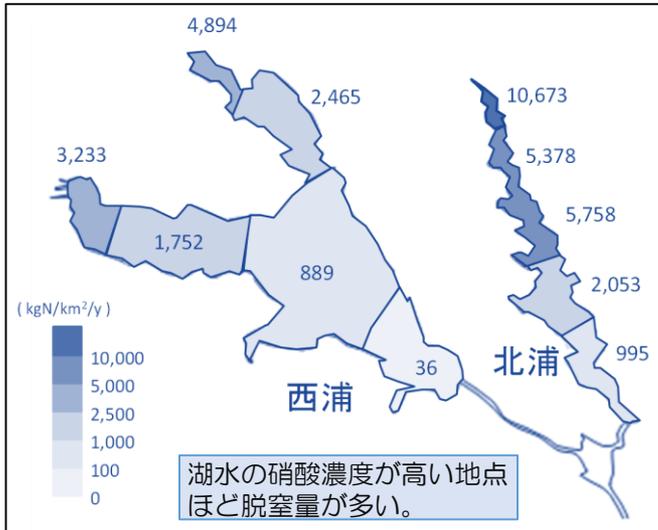
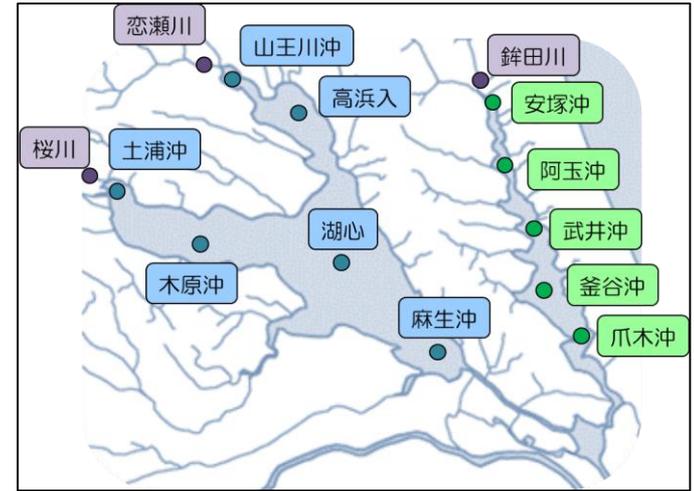


「水質汚濁が進行するほど価値が増える」でも、「底泥が窒素濃度を低下させている」ことは明らか

調整サービスの水質浄化について、底泥の脱窒の経済的価値は、底泥による窒素除去量に、下水処理場の処理費用を代替して算出しているため、除去量が増えると経済的な価値が増える結果となっています。しかし、湖水の硝酸濃度が高いほど脱窒量が増加することが報告※されているため、水質汚濁が進行するほど価値が増えるということになり、水環境の改善という点と矛盾してしまうため、今後の検討課題の1つとなっています。

※出典：（図については、著者の了解を得て、一部改変しています。）

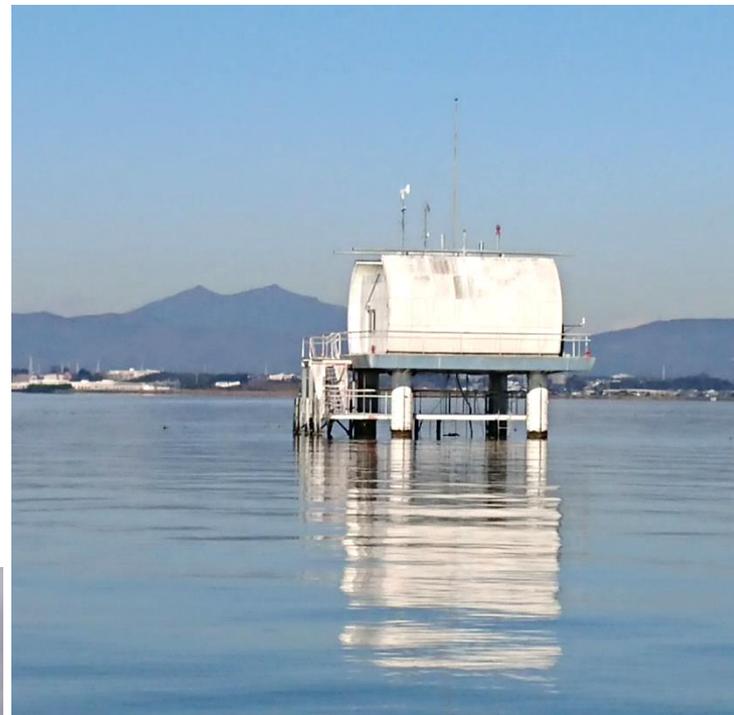
- ①北村立実他（2014）霞ヶ浦底泥における脱窒活性の分布特性及び水温と硝酸イオン濃度の影響。水環境学会誌 37（6）：265-271
- ②北村立実他（2018）霞ヶ浦底泥における脱窒速度の水平・垂直分布と窒素除去量の推計。水環境学会誌 41（6）：213-221



底泥による窒素除去量（湖内1km<sup>2</sup>あたりの1年間の脱窒量）

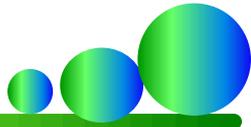
湖水の窒素濃度の変化（湖底上50cm）

# 霞ヶ浦の 生態系サービスの課題

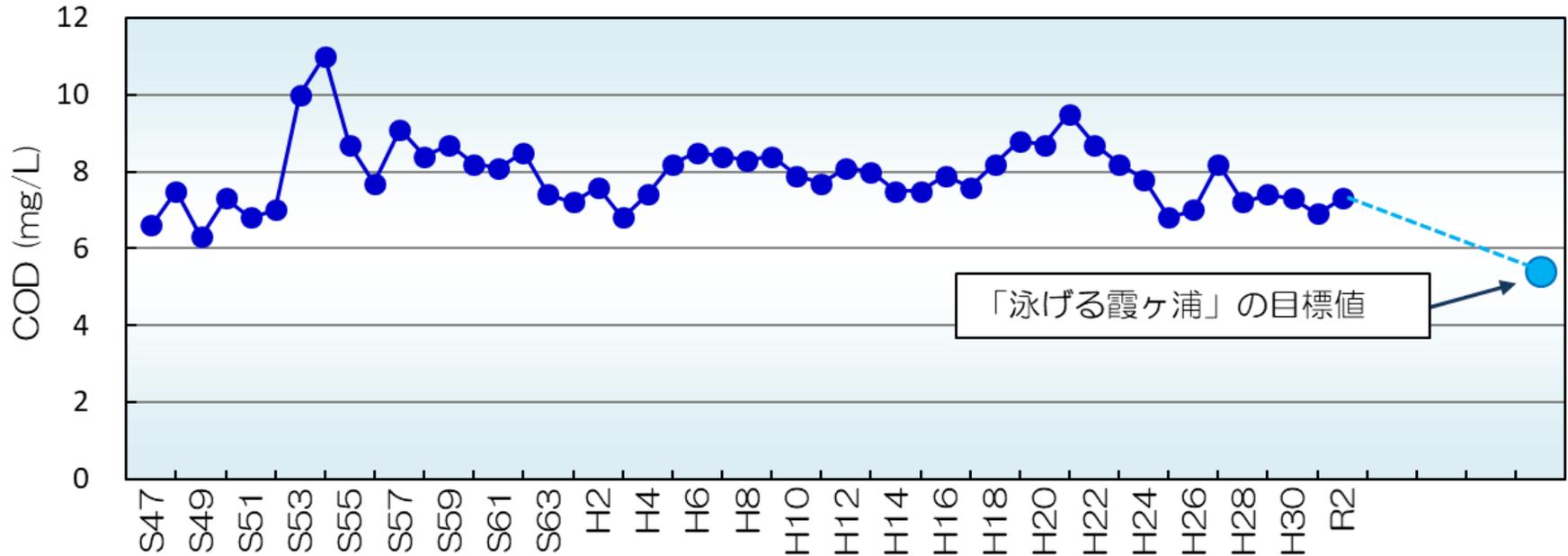




# 霞ヶ浦の生態系サービスの課題

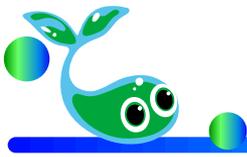


## ● 水質 ⇒ CODという指標でみると？

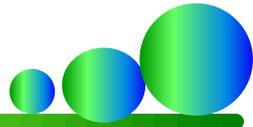


霞ヶ浦の令和2年度のCODは、全水域平均で 7.3 mg/L であり、平成20年度以降、低下傾向はみられているものの、「泳げる霞ヶ浦」の目標※は達成できてはいません。

- ※ 「COD」は、化学的酸素要求量（Chemical Oxygen Demandの略）のことで、水中の有機物を酸化分解するのに必要な酸素の量を重さで表したもので、数値が大きいほど、有機物が多いということになります。主に、湖沼の水質に使用される指標です。
- ※ 霞ヶ浦に係る湖沼水質保全計画（第7期）では、長期ビジョンとして、『「泳げる霞ヶ浦」（霞ヶ浦の湖水浴場がにぎわっていた昭和40年代前半の状況）及び「遊べる河川」を実現するため、第8期計画以降、できる限り早期に全水域の平均値でCOD5mg/L台前半の水質を目指す』こととしています。



# 霞ヶ浦の生態系サービスの課題



## ● 水質

- COD (CODの上昇原因となる植物プランクトンの増殖)
- 窒素とりん (植物プランクトンが増殖するのに必要な栄養素)

影響を与えるものは？



水道水の供給等 ← 浄水施設の追加、浄水費用の増加  
景観、水辺の遊び、植物、動物、・・・

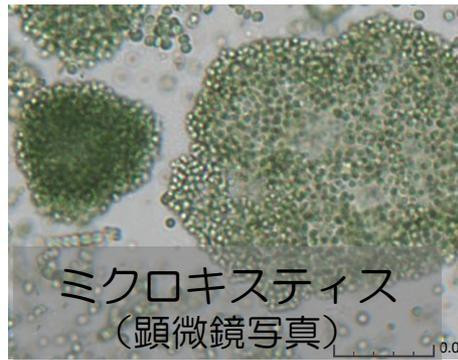
## ▣ 植物プランクトンのうち、特に、霞ヶ浦で問題となる藍藻類

「アオコ」とは、浮遊性藍藻類が増殖して、緑の粉をまいたように湖面に集積する現象です。霞ヶ浦では、ミクロキスティスという藍藻が主な原因になっています。アオコが発生すると、①腐敗による悪臭、②景観の悪化、③利水障害(ろか障害などの原因となる)などが問題となります。

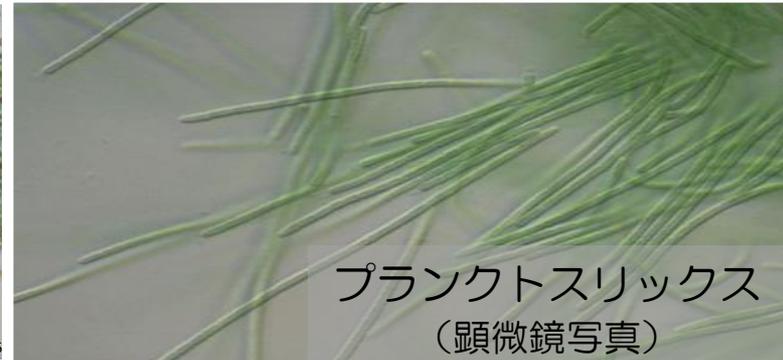
平成21年度のCODは、高い値となりました。この原因はプランクトスリックスという糸状の藍藻が冬季に増殖したことが要因の1つです。プランクトスリックスが増殖すると、①冬季のCOD上昇、②水道水の異臭味(かび臭)などが問題となります。



土浦港に発生したアオコ



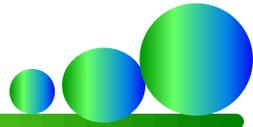
ミクロキスティス  
(顕微鏡写真)



プランクトスリックス  
(顕微鏡写真)



# 霞ヶ浦の生態系サービスの課題



## ◆ゴミの散乱

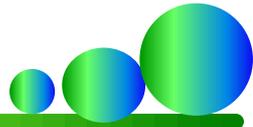
影響を  
与えるものは？

景観、観光  
水質  
植物、動物  
・・・





# 霞ヶ浦の生態系サービスの課題



◆特定外来植物 (⇒駆除できるか?)

◆野鳥によるレンコン食害  
⇔防鳥ネットによる羅網被害



ミズヒマワリ



ハス田の野鳥



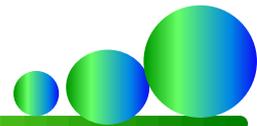
オオバナミズキンバイ



防鳥ネットの中にも入ってしまう野鳥



# 霞ヶ浦のために私たちが行ってきたこと



## ◇ 霞ヶ浦・北浦清掃大作戦

霞ヶ浦問題協議会では、流域市町村で、毎年2回清掃大作戦を実施しています。  
(下の写真は、毎年3月に行われる拠点地区の様子です。)

2019年 稲敷市



2017年、2015年 土浦市



2011年 つくば市

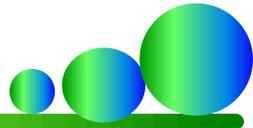


2018年 鹿嶋市





# 霞ヶ浦のために私たちが行ってきたこと



## ◇ 生活排水対策

昭和56年（1981年）には、霞ヶ浦富栄養化防止条例により、りんを含む家庭用合成洗剤の使用や販売が禁止になりました。

台所では、細かいごみを流さないようにするため、目の細かいストレーナーや三角コーナーを設置するか、または、水切りネットを使用することが、呼びかけられています。

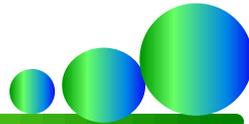


昭和55年6月土浦市内  
無りん洗剤売り場





# 霞ヶ浦のために私たちができること



## ◇ 私たちにできる 浄化対策

これまでも！  
そして、これからも！

まずは、生活排水を、

- 下水道への接続
- 農業集落排水施設への接続
- 高度処理型浄化槽の設置  
(単独浄化槽からの転換)

のいずれかの方法により、  
し尿だけでなく  
生活雑排水も処理します。  
そして、  
私たちの生活から排出される  
汚れを減らすための工夫を、  
できる限り実行します。

「私たちにできる  
霞ヶ浦浄化対策10ヶ条」  
(霞ヶ浦問題協議会)

1 台所では目の細かいストレーナーまたは三角コーナーの設置や水切りネットなどで細かいごみを取り除きましょう。



2 天ぷらなどの廃油はリサイクルの一環として回収を推進しましょう。  
また、回収が困難な場合は使い切るか、新聞紙などにしみ込ませたり、固化剤で固めたりしてごみとして出しましょう。



3 なべや皿の汚れはゴムベラで落としたり、紙でふいてから適量の洗剤で洗いましょう。又はアクリルたわしを利用しましょう。



4 台所の調理くずはコンポストなどで堆肥にして使いましょう。



5 お風呂の残り湯は有効に使いましょう。



6 水路や側溝などを定期的に清掃しましょう。



7 川や湖や側溝にごみを捨てないようにしましょう。



8 庭木や草花、菜園などへの肥料や農薬は使いすぎないようにしましょう。



9 下水道などへの接続や高度処理型浄化槽を設置しましょう。

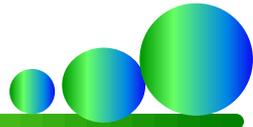


10 浄化槽は定期的に保守点検、清掃、法定検査を実施しましょう。

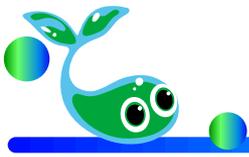




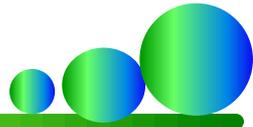
# おわりに



霞ヶ浦の「生態系サービス」に関する25の指標を整理しました。  
霞ヶ浦の恵みは、種々多様です。  
他には、どんなものが考えられるでしょうか？



# おわりに



第17回世界湖沼会議では、

「生態系サービス」を衡平に享受すること、

「生態系サービス」を次世代に引き継ぐこと」

の2つを柱とした「いばらき霞ヶ浦宣言」を、世界に向けて発信しました。

「衡平」とは、「バランスよく」という意味です。

本日の講演が、「生態系サービス」をキーワードとして、私たちが霞ヶ浦からどのような「恵み」を受け取っているのかを再認識し、次世代への引継ぎの方策を“自分ごと”として考えるきっかけになればと思っています。

あなたにとって、  
霞ヶ浦の「恵み」とは  
何ですか？

その「恵み」を、  
将来に引き継ぐために  
あなたは何をしますか？



霞ヶ浦でもこんな風景がみられたらと思っています。



ご清聴ありがとうございました

冬の晴れた日の夕方、霞ヶ浦環境科学センターから見える霞ヶ浦と富士山です。毎日違った表情が見られます。最後にこの素晴らしい風景を、皆様にお届けできたら幸いです。