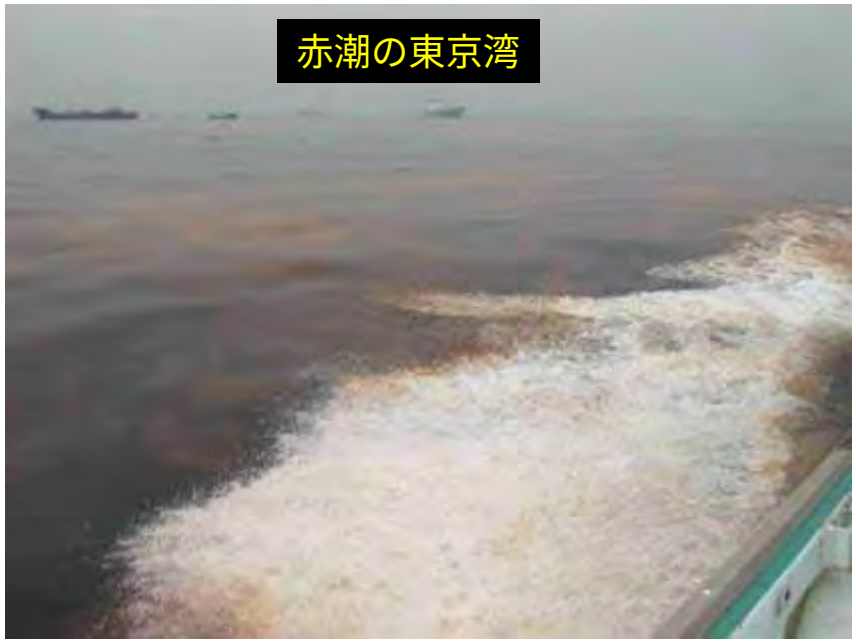
平成２１年１２月４日　平成２１年度公開研究発表会

# 東京湾の水環境問題について



（財）東京都環境整備公社　東京都環境科学研究所
調査研究科　安藤 晴夫

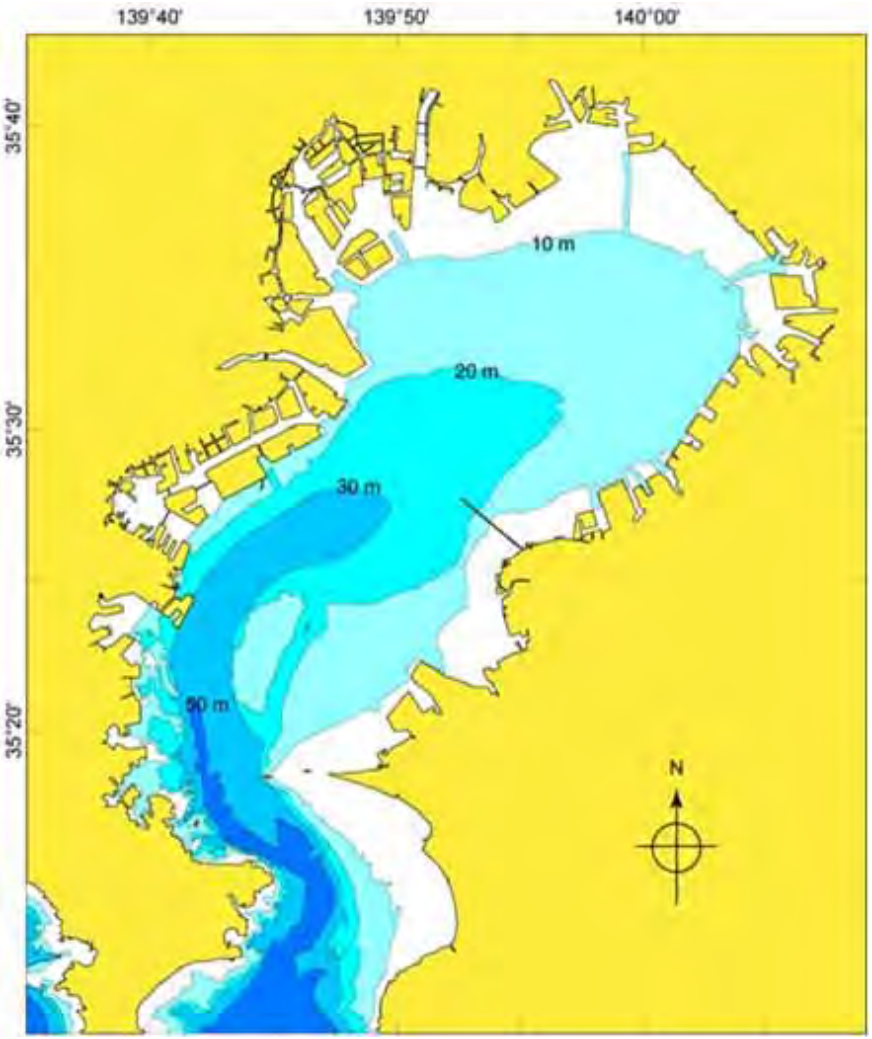
# 東京都の行政目標「１０年後の東京」

## 親水性豊かな水辺空間をつくり出す
## 東京湾の水質改善

# 本日の発表内容

１　東京湾の概要・水質指標
２　河川及び東京湾の水環境の現状
３　水生生物の生息状況から見た水環境
４　まとめ

# 東京湾の水域区分・水深分布




東京都内湾の面積は東京内湾の約1/10
東京内湾は平均水深約15mの浅い海

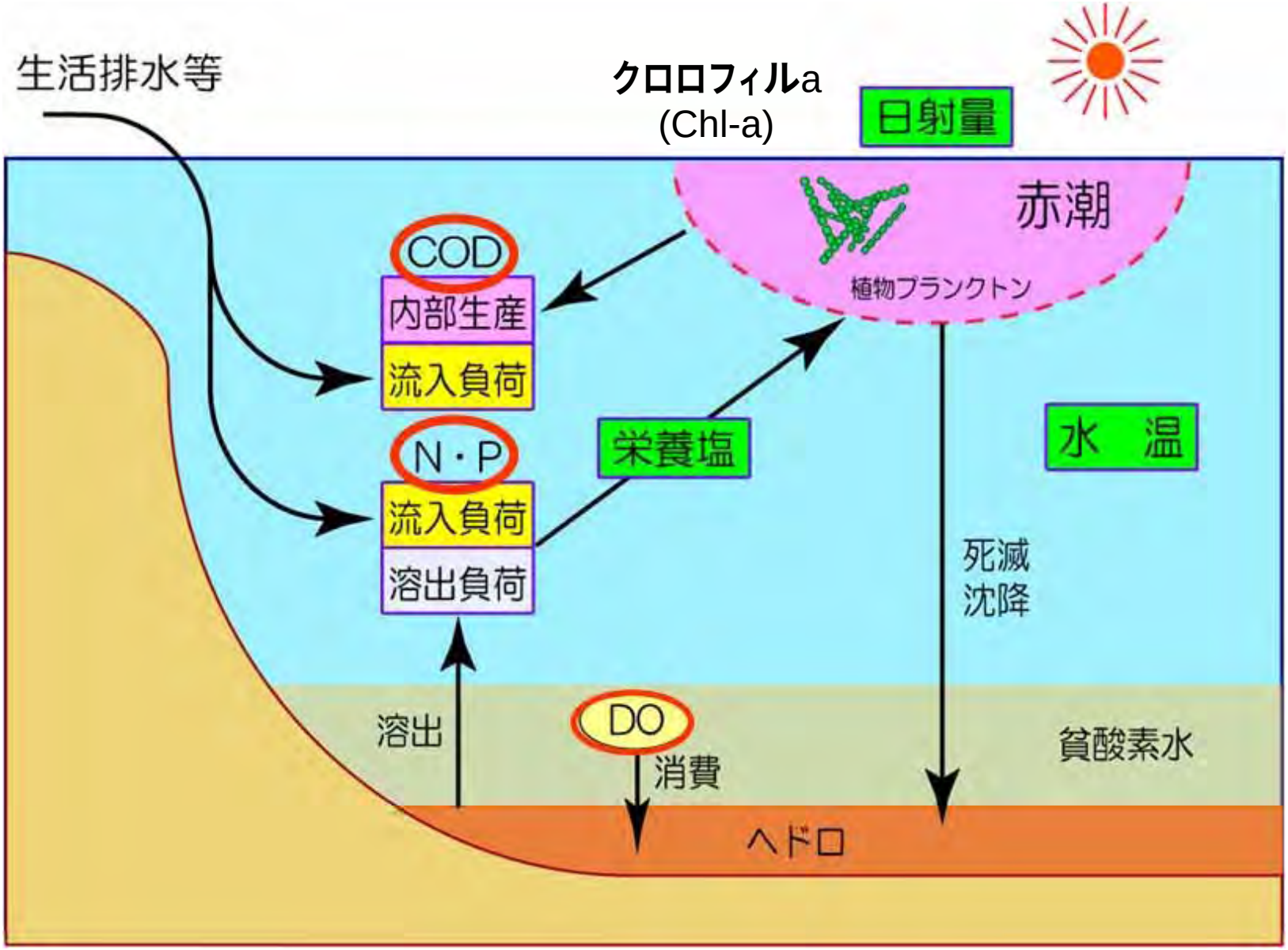
# 流入負荷の影響が大きい東京都沿岸

下水処理水の日平均放流量（万m³/日）

平成19年度データ　/　出典：東京湾環境マップ（国総研）

主要河川及び放流量の多い下水処理施設が、東京都の沿岸海域に集中し、淡水流入量の50%以上はこの海域に流入。

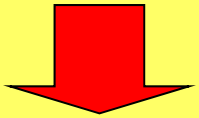
# 水質汚濁の関連指標


生活排水等
クロロフィルa
(Chl-a)
日射量
赤潮
植物プランクトン
COD
内部生産
流入負荷
N・P
流入負荷
溶出負荷
栄養塩
水　温
死滅
沈降
溶出
DO
消費
貧酸素水
ヘドロ

# ＤＯ（溶存酸素量）

## 水環境の健全性を表す指標＊

水中の酸素不足

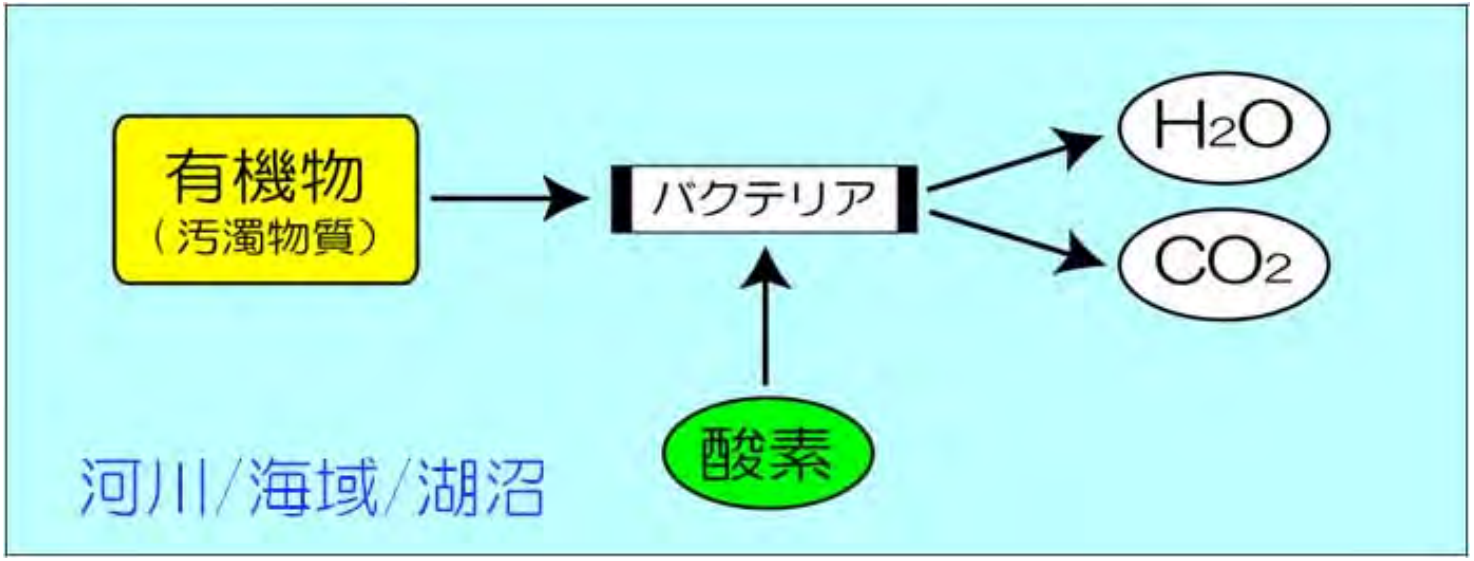


●水生生物の死滅
●有毒ガスの発生

- 水生生物にとっては我々の空気に相当
- ＤＯは値が低い場合が問題
  → 通常、約8mg/Lが最高値（飽和量）

＊有害物質による汚染を除く

# BOD、COD（有機物）




河川：BOD / 海域、湖沼：COD

水の汚れ　＝　水中の酸素を消費するもの

水環境悪化（DOを減少）の原因

（きれいな外洋水でもCODはゼロではない）

# 窒素( Ｎ )・りん( Ｐ )

植物プランクトンの増殖に必須な栄養成分

赤潮発生の原因物質

（ Ｎ・Ｐが高濃度な状態　→　富栄養化状態 ）

# １９７０年代の都内河川

東京都環境局HPより

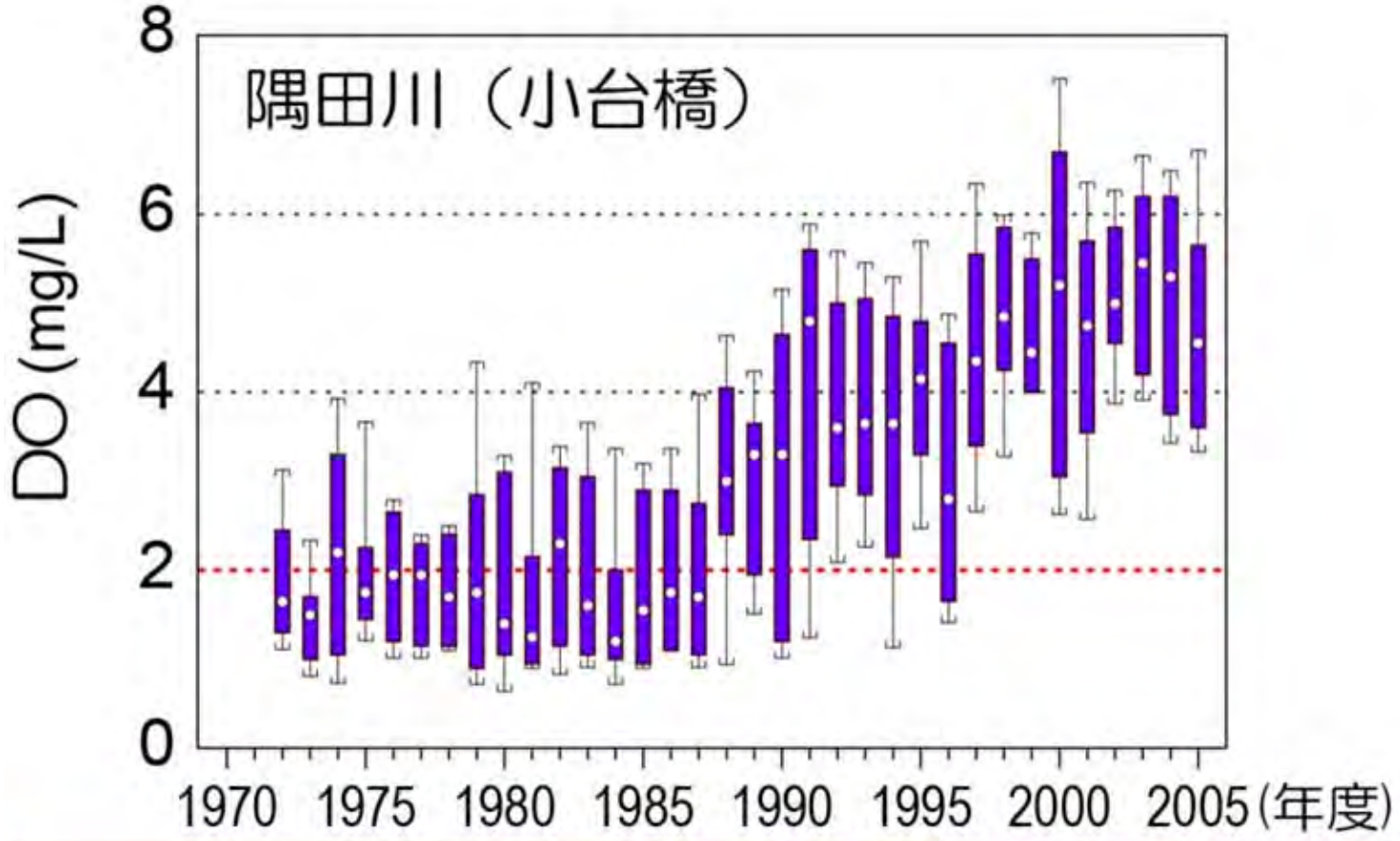
古川

山谷堀

神田川

水質よりも、硫化水素による悪臭や呼吸器疾患などの方が問題になっていた

# 都内河川の水質改善




| 隅田川の水質目標値 | | | |
|---|---|---|---|
| | 1970年 | E類型 | BOD≦10 ppm |
| | 1975年 | D類型 | BOD≦ 8 ppm |
| | 1997年 | C類型 | BOD≦ 5 ppm |

# 東京湾の有機汚濁対策

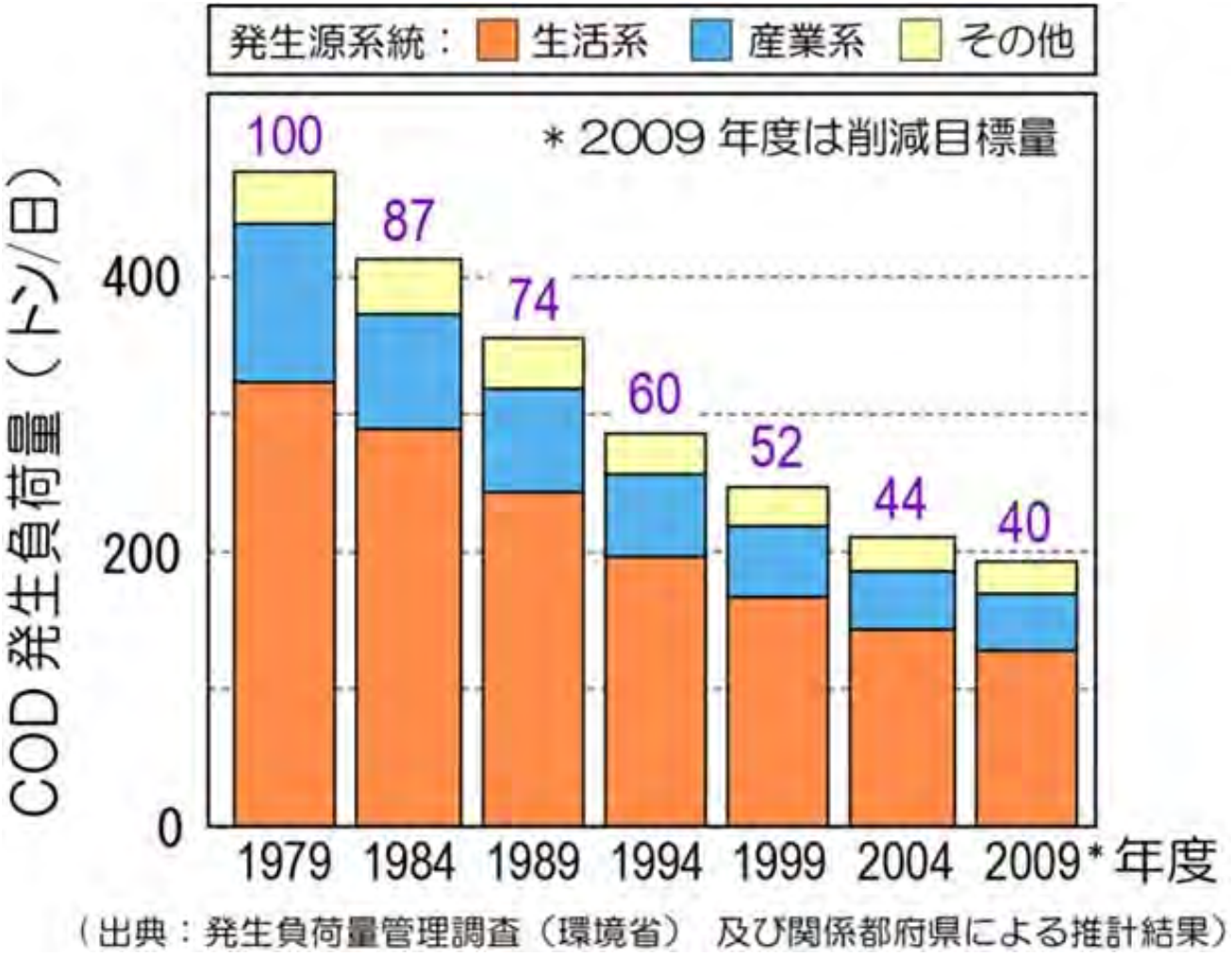
## 東京湾の水質総量規制

- 平成１７年5月に中央環境審議会が「第６次水質総量規制の在り方について」を答申
- 平成１９年9月から新設、平成２１年４月からは既設施設に対して総量規制基準の適用開始
- 現在は、第７次水質総量削減の検討段階

### 水質総量規制制度

- 規制対象項目：ＣＯＤ、窒素(N)、りん(P)
- 東京湾流域：東京都、埼玉県、千葉県、神奈川県
- 国が発生負荷量の目標値を定め、自治体が総量規制基準を策定して、発生源対策を実施

# 東京湾流域のＣＯＤ発生負荷量の推移



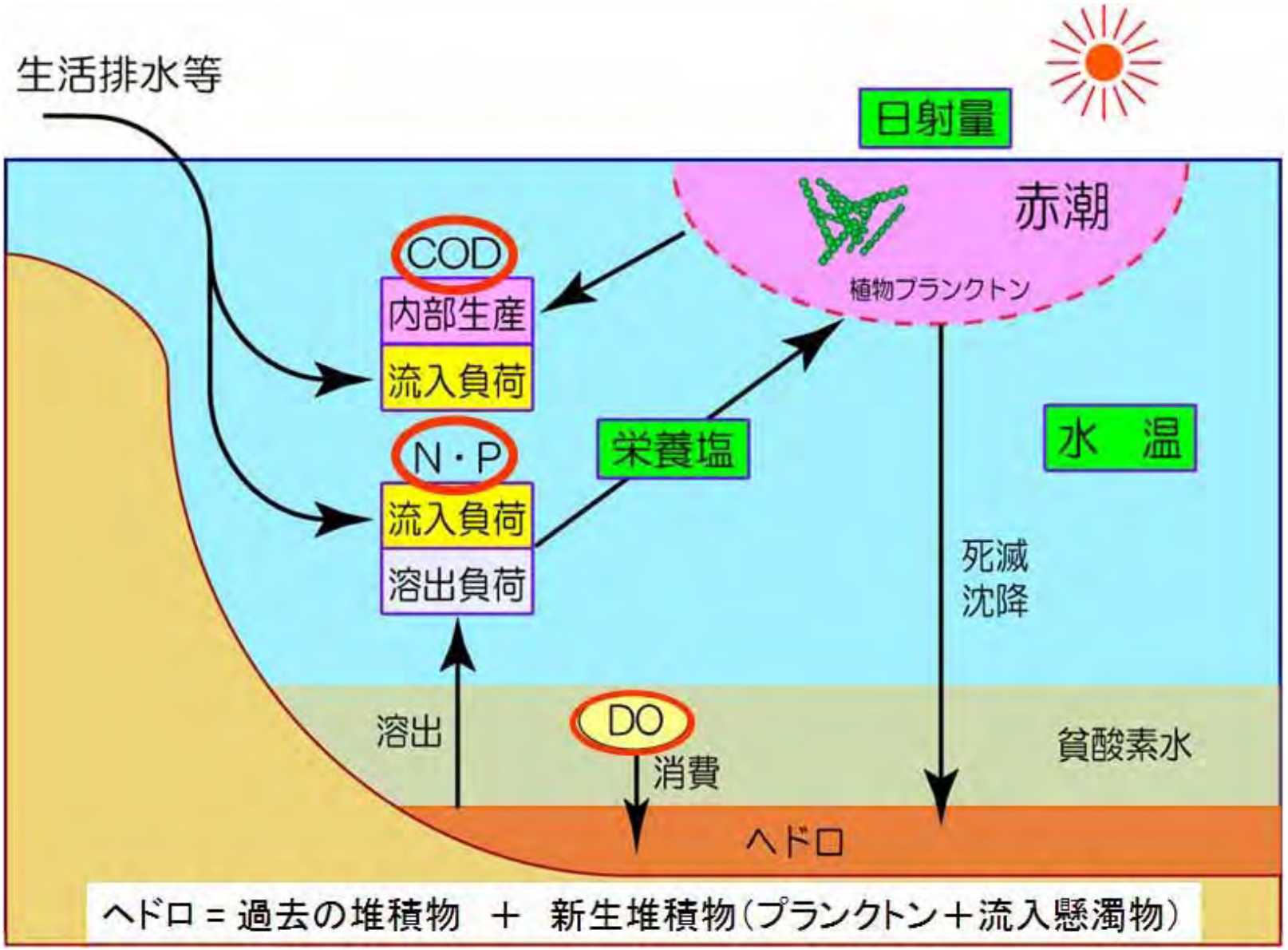

（出典：発生負荷量管理調査（環境省）　及び関係都府県による推計結果）

ＣＯＤの負荷量は、３０年間で1/2以下に

# 東京湾流域のN・P発生負荷量の推移

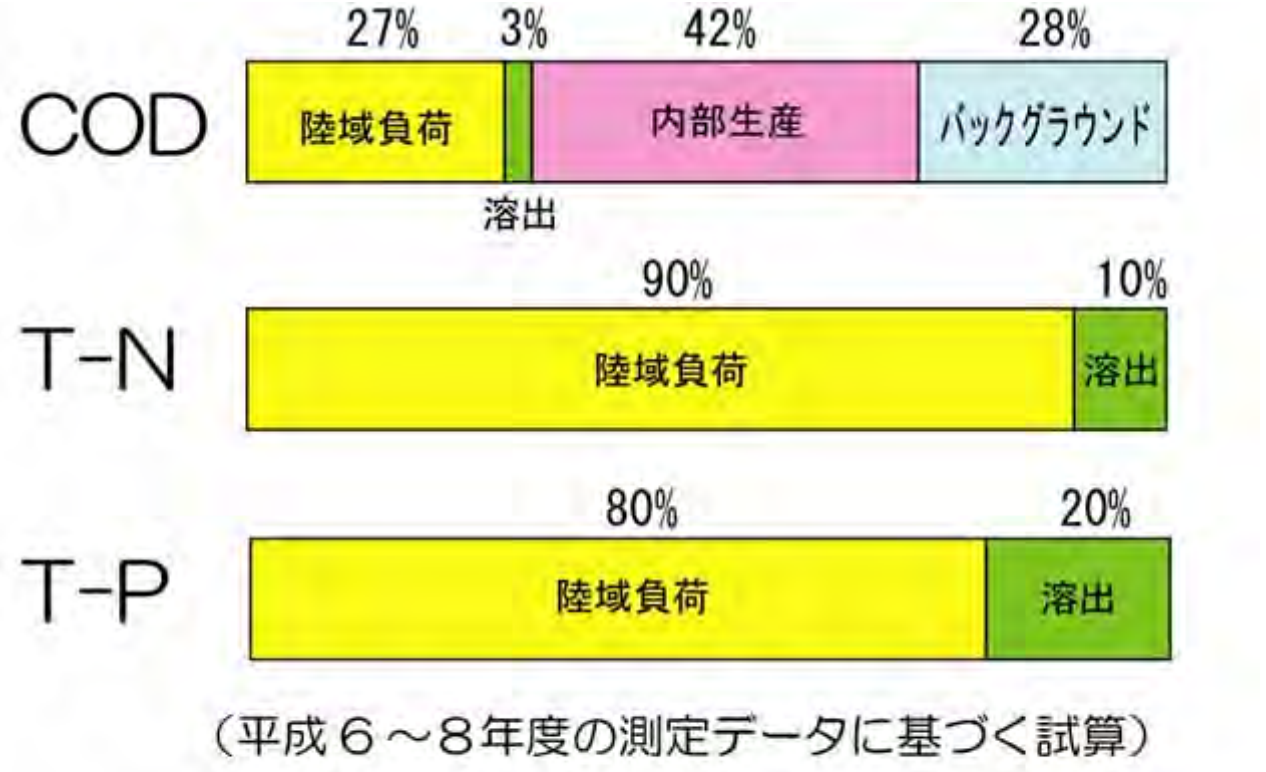
30年間で：
窒素（N）：約1/2
りん（P）：約1/3

# 東京湾の水質汚濁の仕組み



東京湾における

# ＣＯＤの寄与度及びＮ・Ｐ負荷割合




出典：平成 11 年中環審水質部会総量規制専門委員会（第二回）資料

ＣＯＤ：内部生産（赤潮プランクトン）の寄与度が大きい
Ｎ・Ｐ：陸域負荷が大きいが、溶出も無視できない

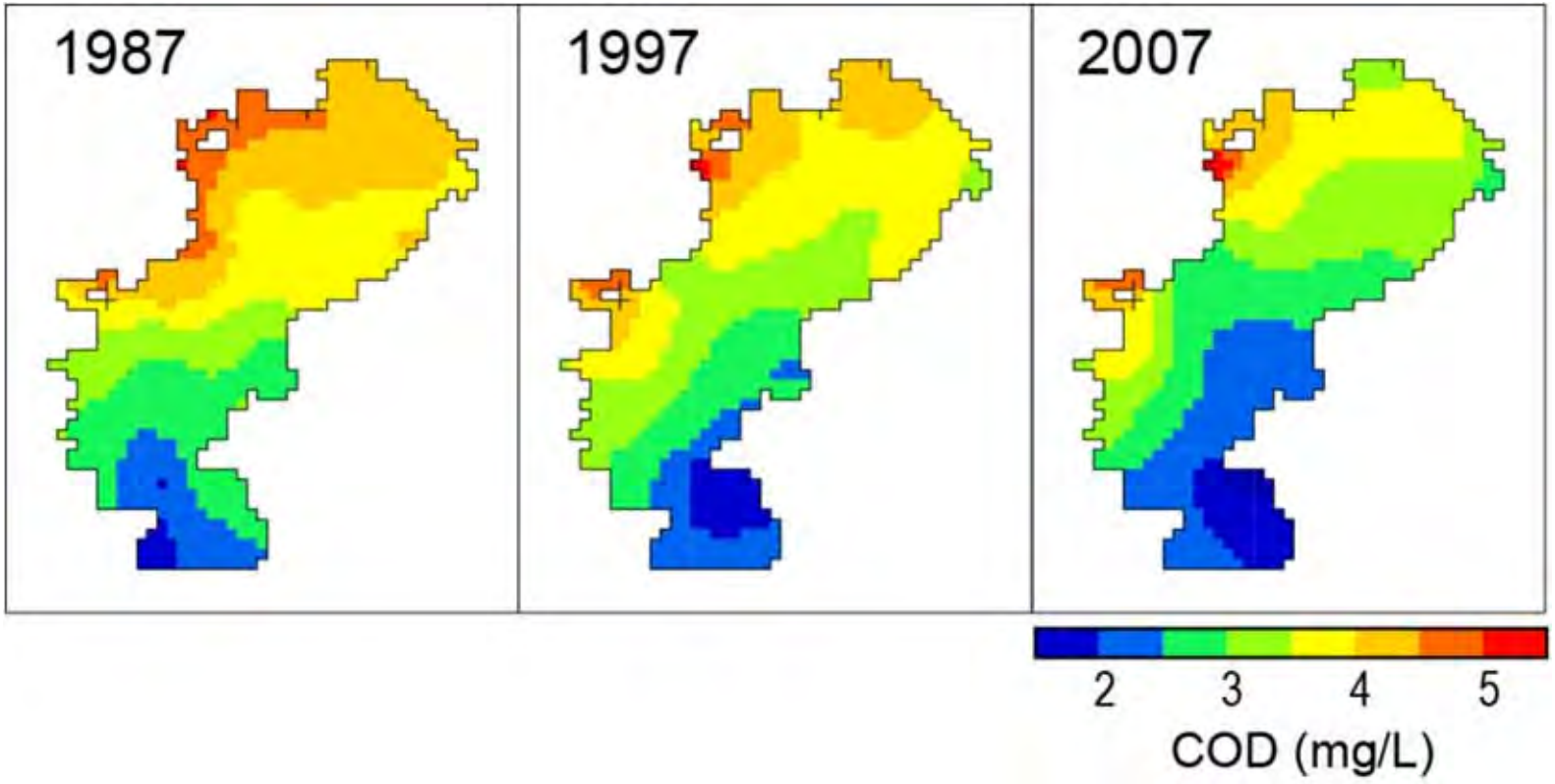
# 東京湾の水質の変遷

平面分布図は季節調整法により求めた
トレンド成分（年平均値に相当）を作図

（共同研究：統計数理研究所 柏木宣久教授）

# ＣＯＤ（上層）の長期変化

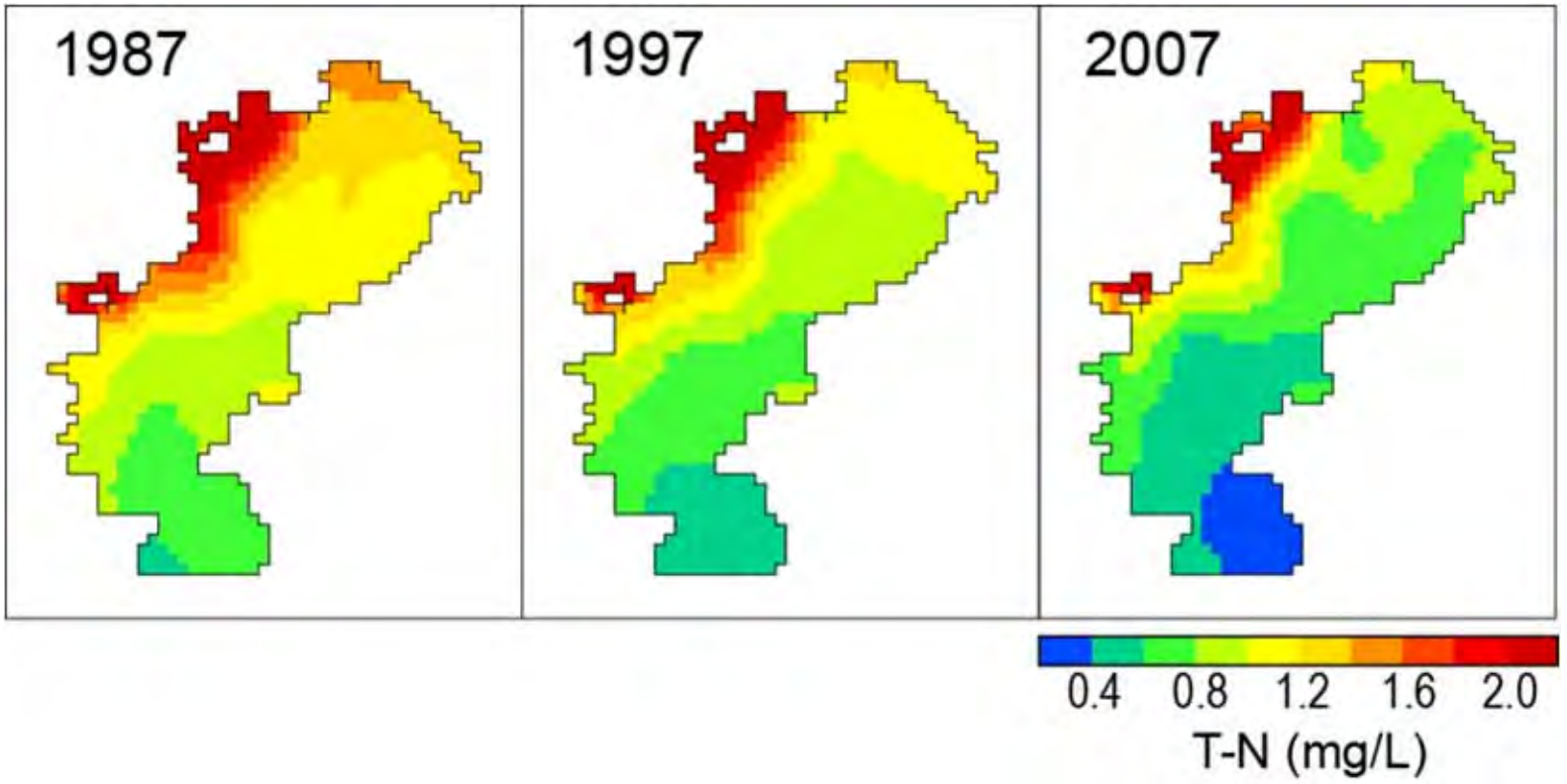
[ **環境基準**(mg/L)：A≦2, B≦3, C≦8 ]




東京都と横浜市の一部水域を除き、
ＣＯＤ濃度は全体的に低下傾向

# 窒素（上層）の長期変化

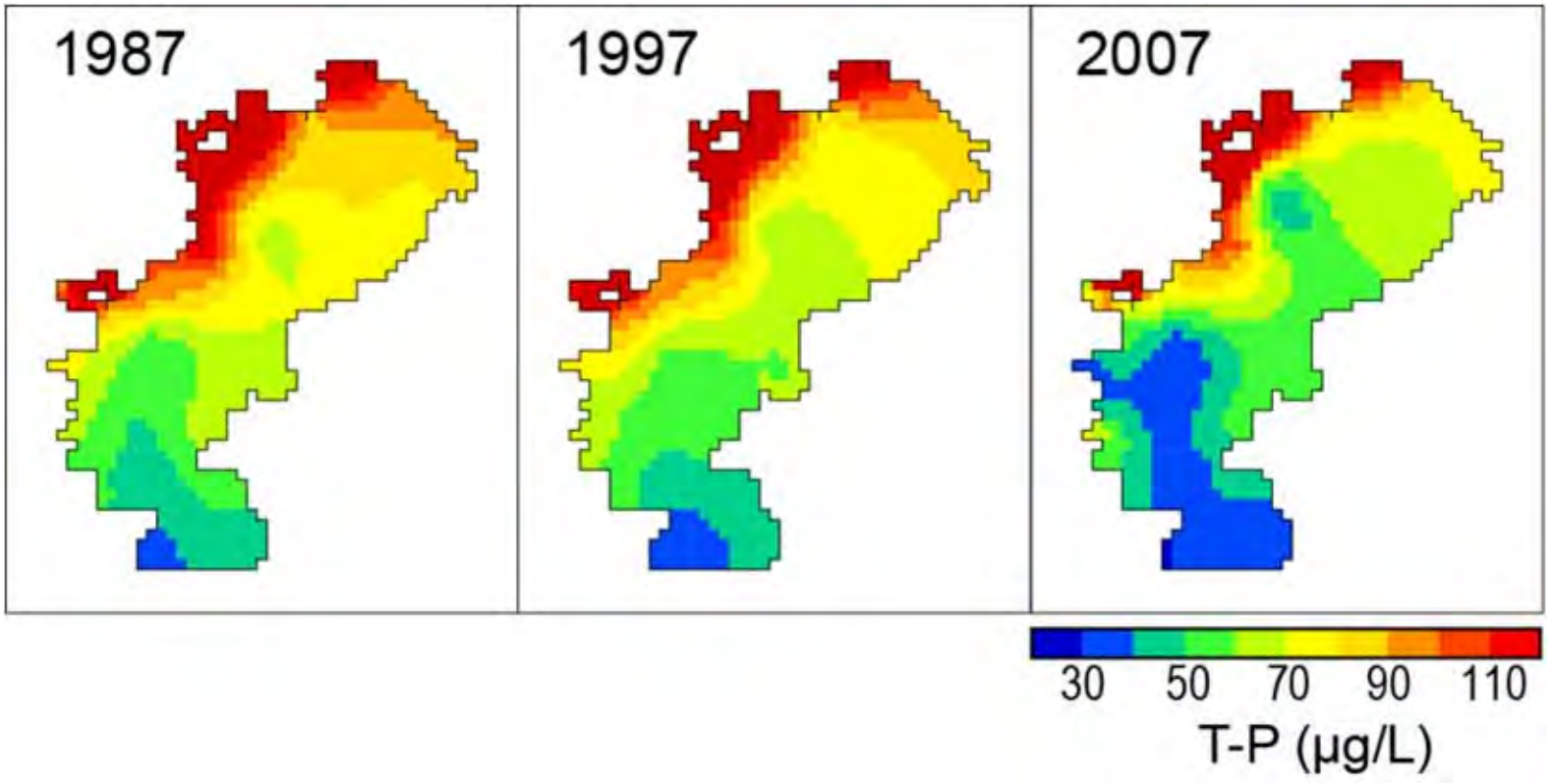
[ **環境基準**(mg/L)：**Ⅰ**≦0.2, **Ⅱ**≦0.3, **Ⅲ**≦0.6, **Ⅳ**≦1.0 ]




湾最奥部から西岸沿い：高濃度域が継続
東岸寄りの水域：低濃度域が北上

# りん（上層）の長期変化

[ **環境基準**(μg/L)：**Ⅰ**≦20, **Ⅱ**≦30, **Ⅲ**≦50, **Ⅳ**≦90 ]




湾最奥部から西岸沿い：高濃度域が継続
東岸寄りの水域：低濃度域が北上

# ＤＯと水生生物

溶存酸素量の目標値
「２００５年版水産用水基準」

ＤＯ＝約２mg/L ：
水生生物が生息できるために必要な溶存酸素量

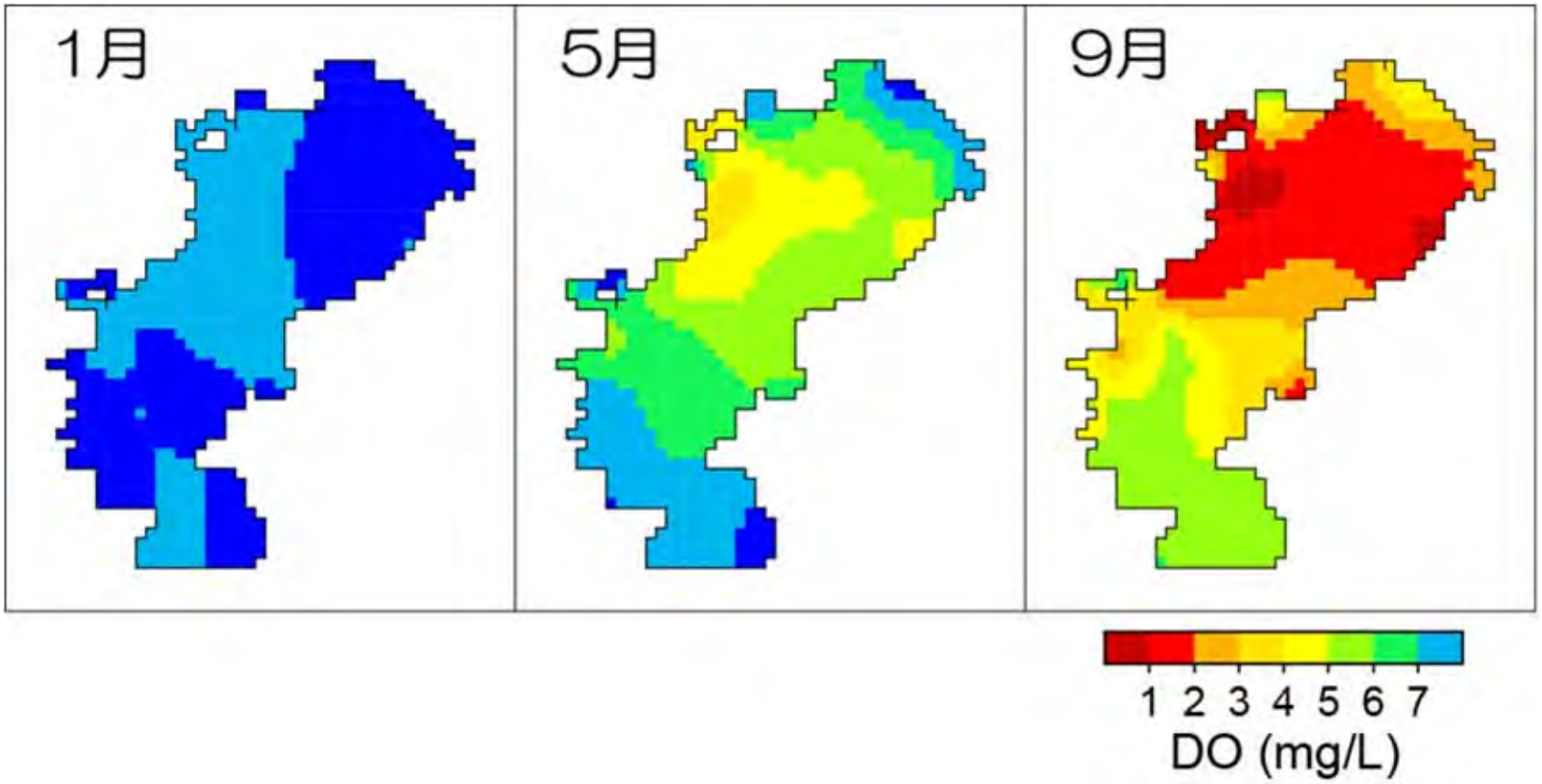
ＤＯ＝約４mg/L ：
内湾漁場の夏季底層において最低限維持しなければならない溶存酸素量

ＤＯについては、年平均値による評価は無意味
（貧酸素水塊の発生頻度が問題）

⬇

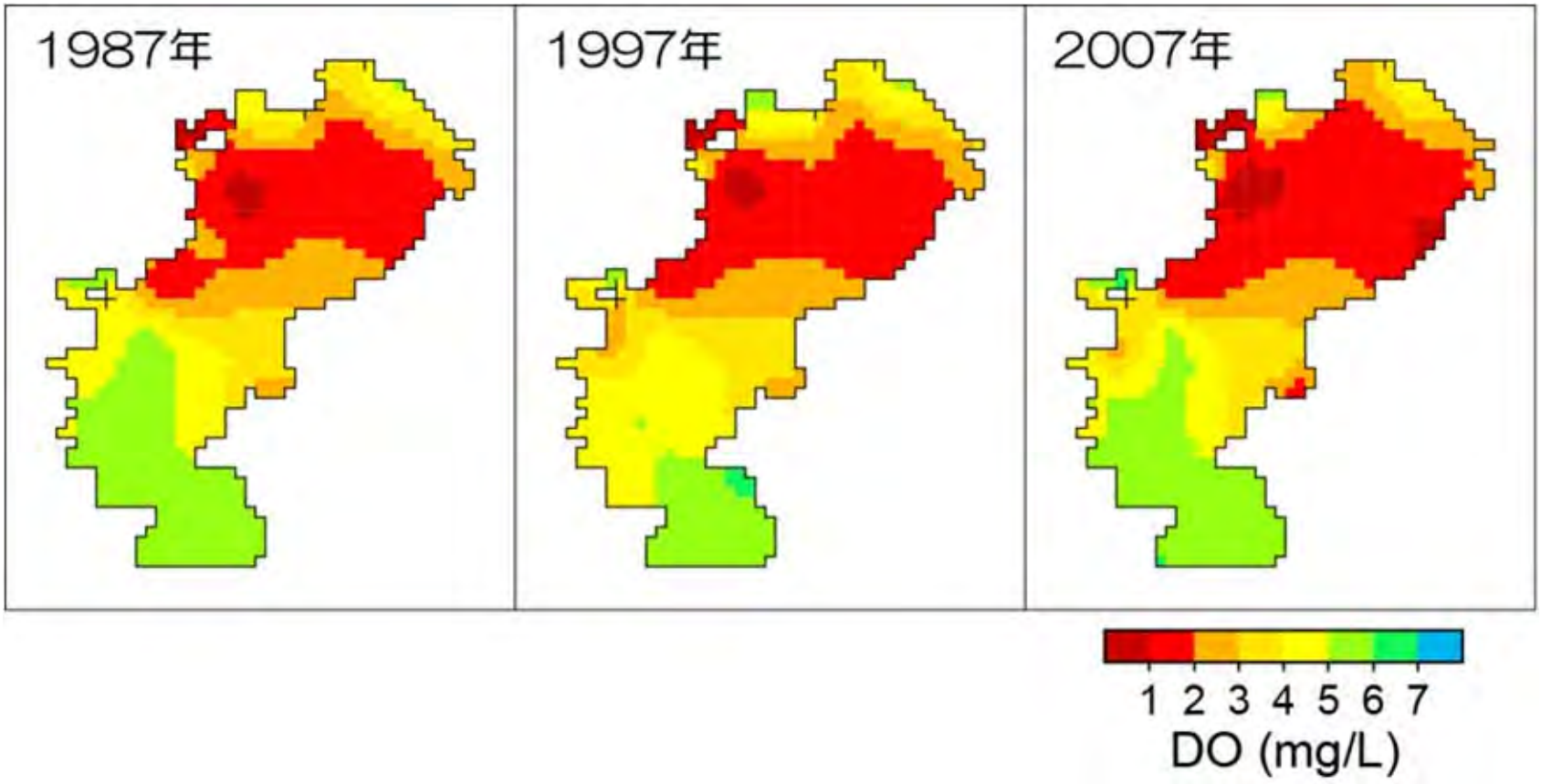
最も貧酸素化する９月の状況を経年的に比較

# 下層ＤＯの季節変化



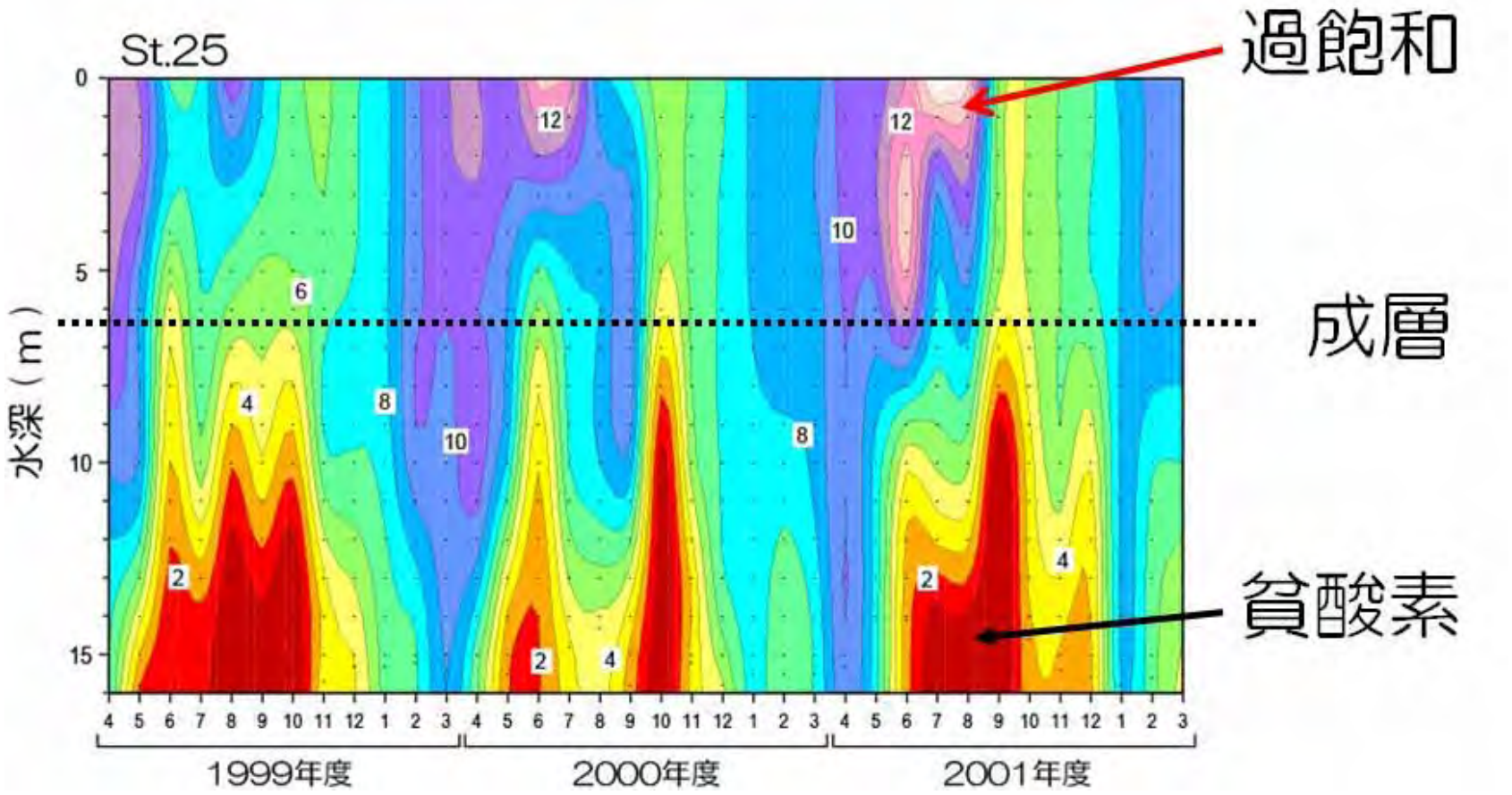

９月には、湾奥部のほぼ全域が生物の生息できない状況（ＤＯ≦2mg/L：赤で示された領域）になる。

# ９月下層のＤＯ平面分布の経年変化




９月の状況を経年的に比較：
今日まで改善傾向は認められない
→　生物の生息が困難な状況が継続

# ＤＯ鉛直分布の季節変化

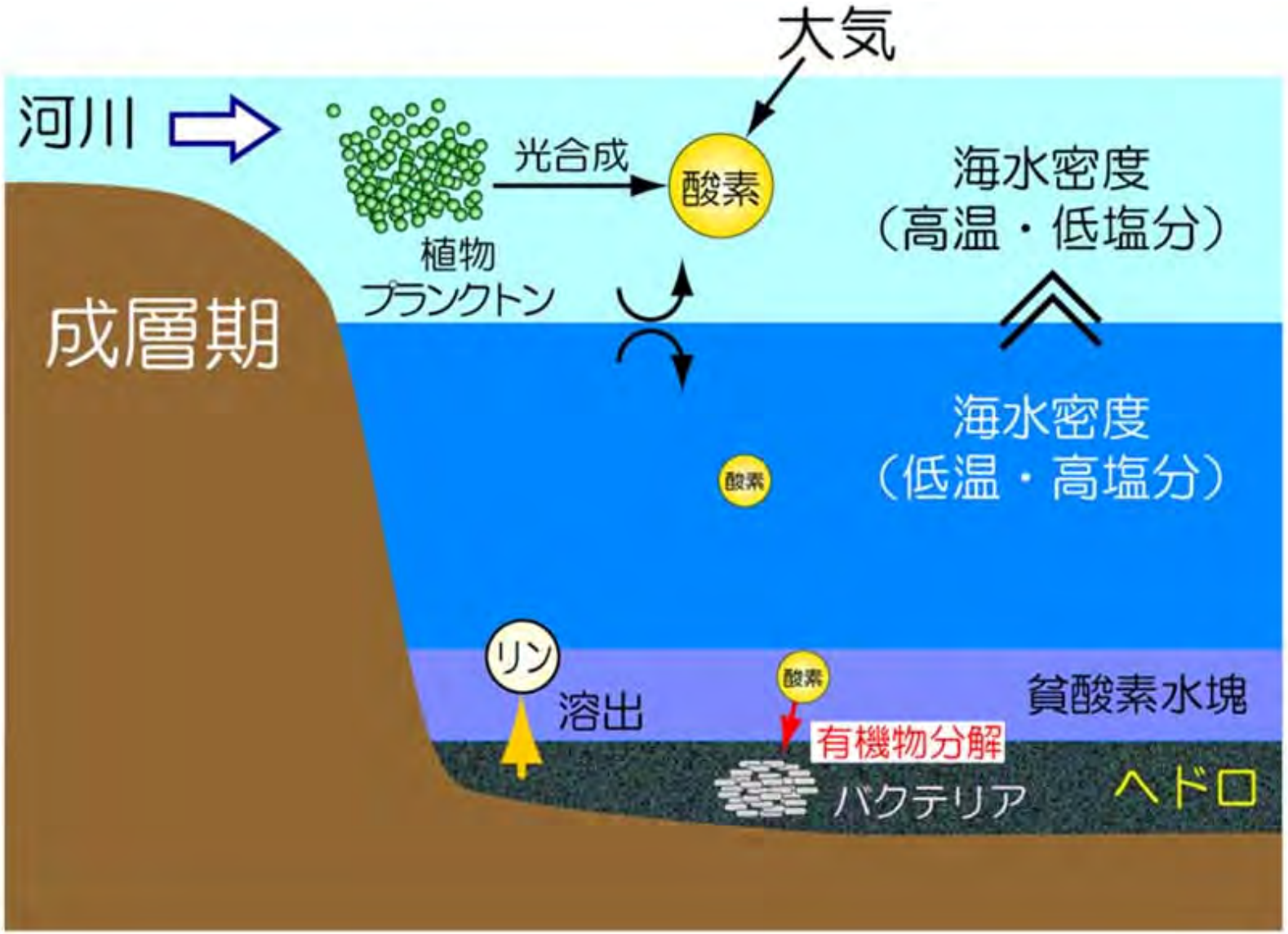



6月～9月頃の東京湾　→　密度成層

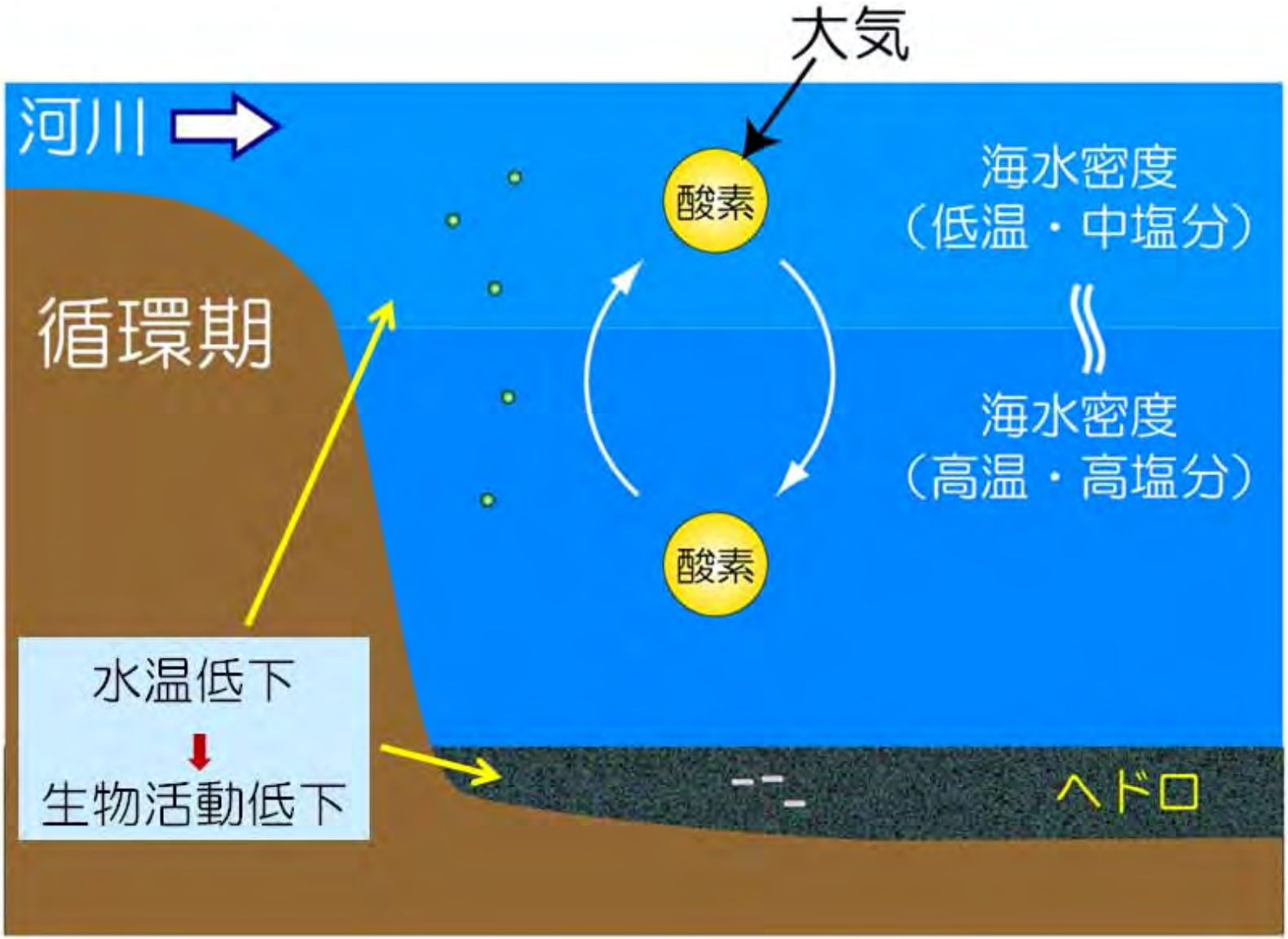
海面付近：ＤＯ過飽和（赤潮プランクトンの光合成）

海底付近：ＤＯ貧酸素（バクテリアによるヘドロの分解）

# 東京湾内の溶存酸素の挙動（夏）



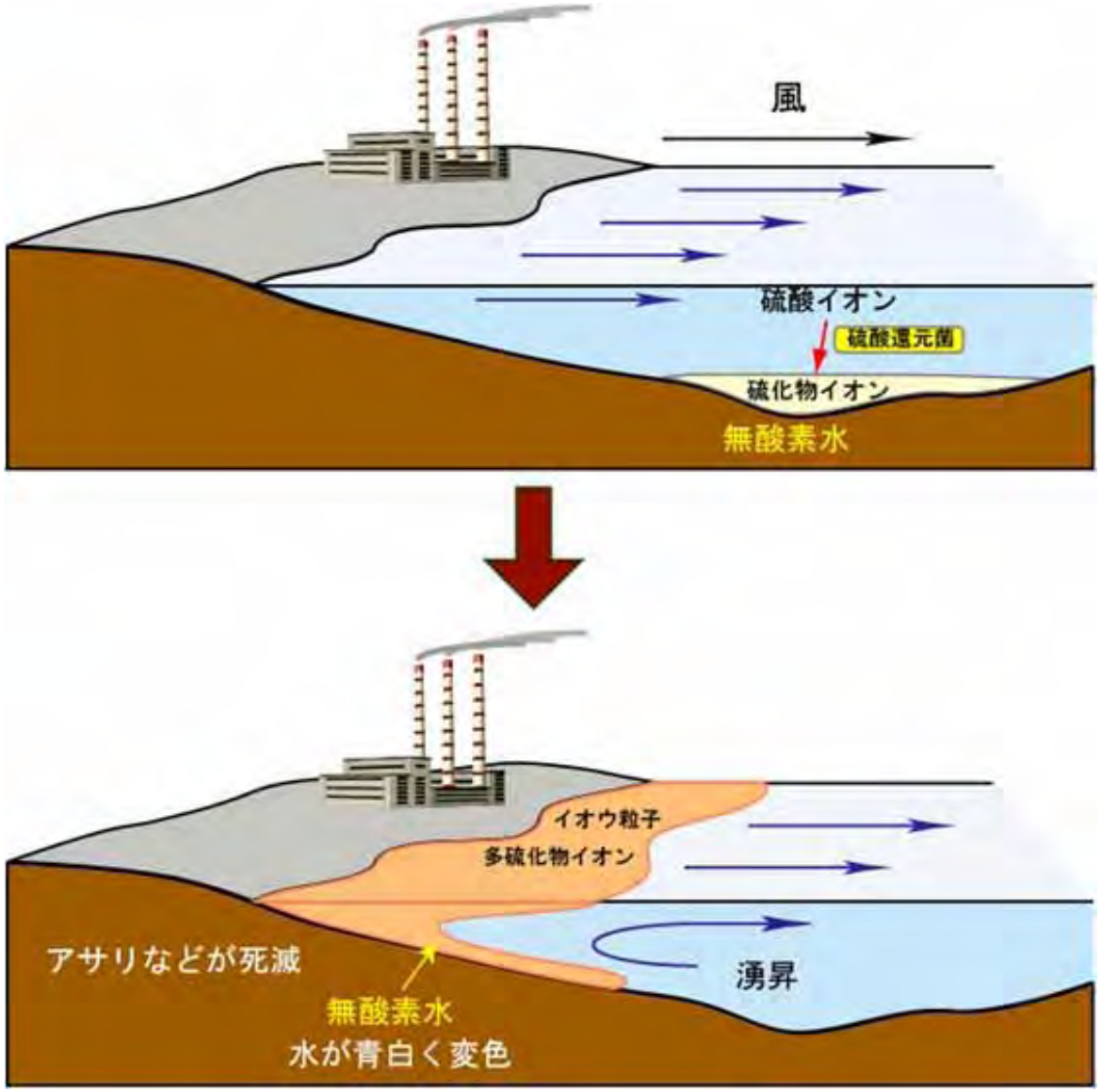
# 東京湾内の溶存酸素の挙動（冬）



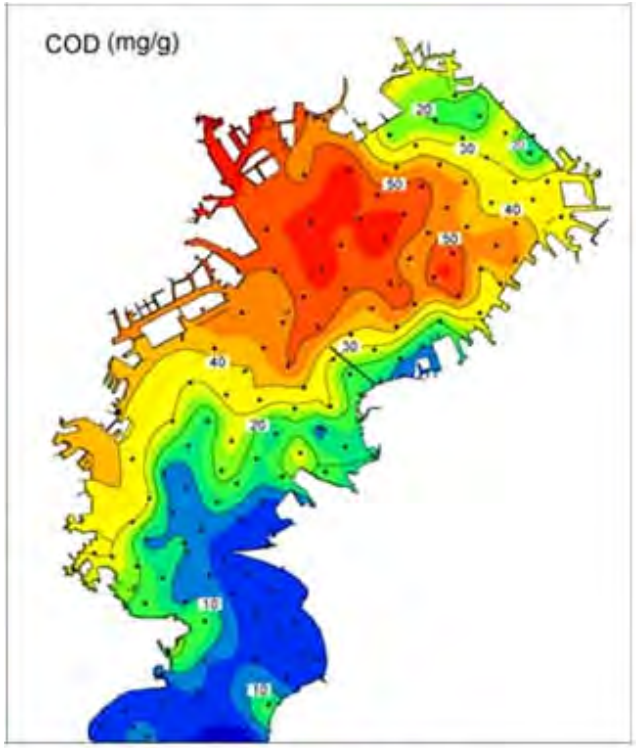
# 海底の貧酸素水塊は青潮発生につながり水生生物に大きな被害を及ぼす

場　所　：　東京湾の北東部（湾奥千葉県側）
時　期　：　８～９月の北東風時
日　数　：　１０～２０日/年
被　害　：　二枚貝等の死滅

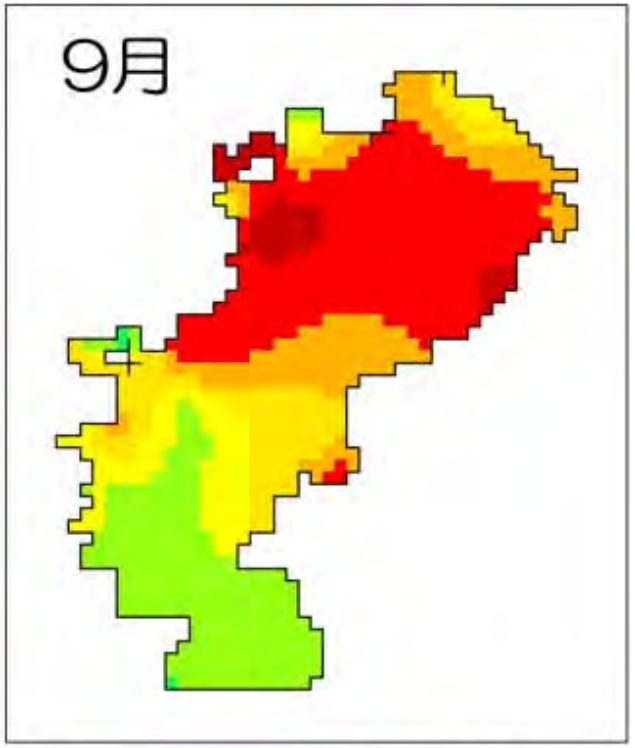
# 青潮発生のメカニズム


風
硫酸イオン
硫酸還元菌
硫化物イオン
無酸素水
イオウ粒子
多硫化物イオン
アサリなどが死滅
湧昇
無酸素水
水が青白く変色

# 底質の有機汚濁と貧酸素化



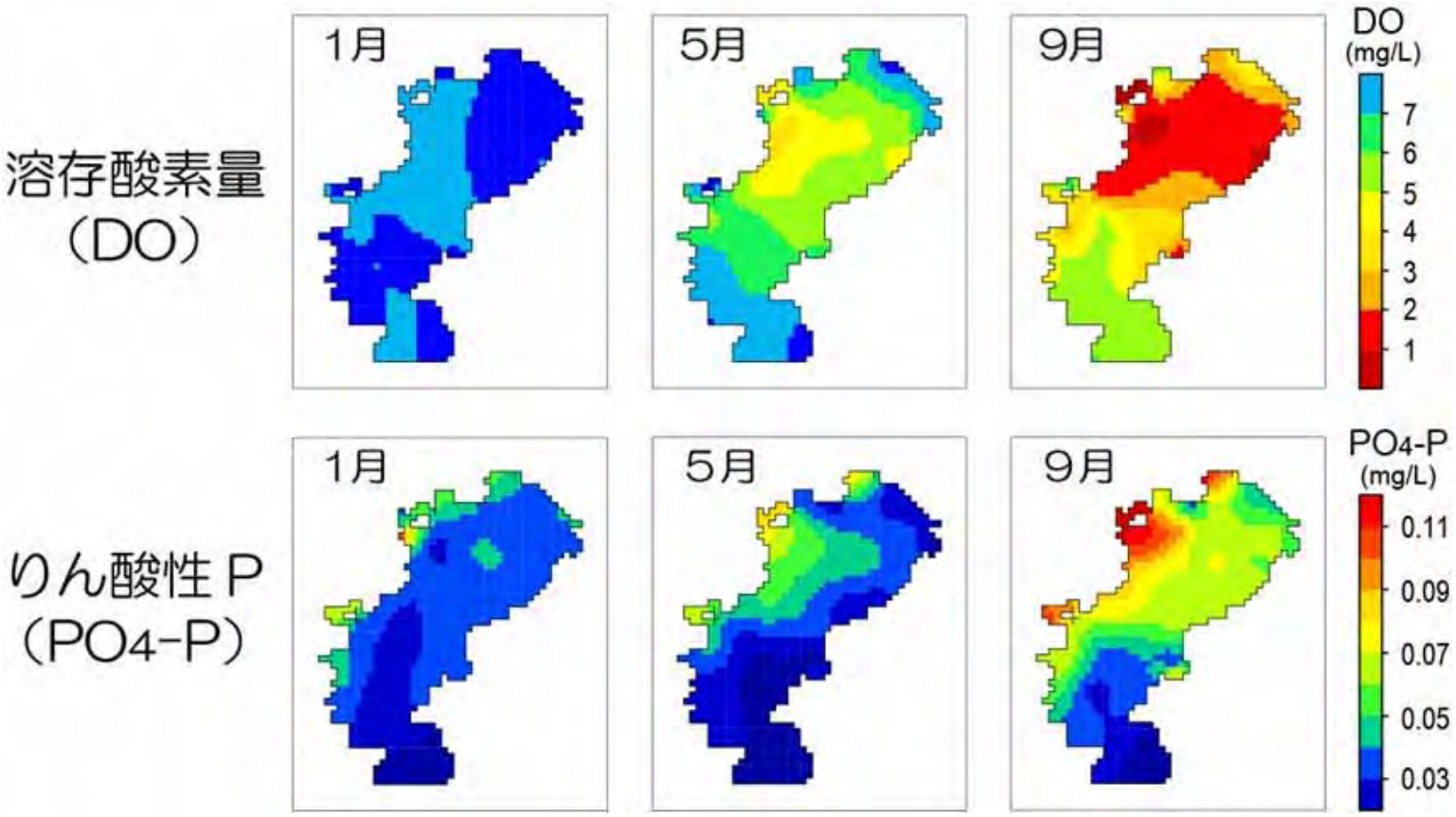

底質のCOD
（1981：水産庁）




9月下層のDO分布
（水質測定データ）

東京都の沿岸海域（荒川、隅田川、多摩川河口）から
広がる底質の有機物濃度の高い水域が貧酸素化しやすい

# 貧酸素化の水質への影響




底層水の貧酸素化 → りん濃度の上昇

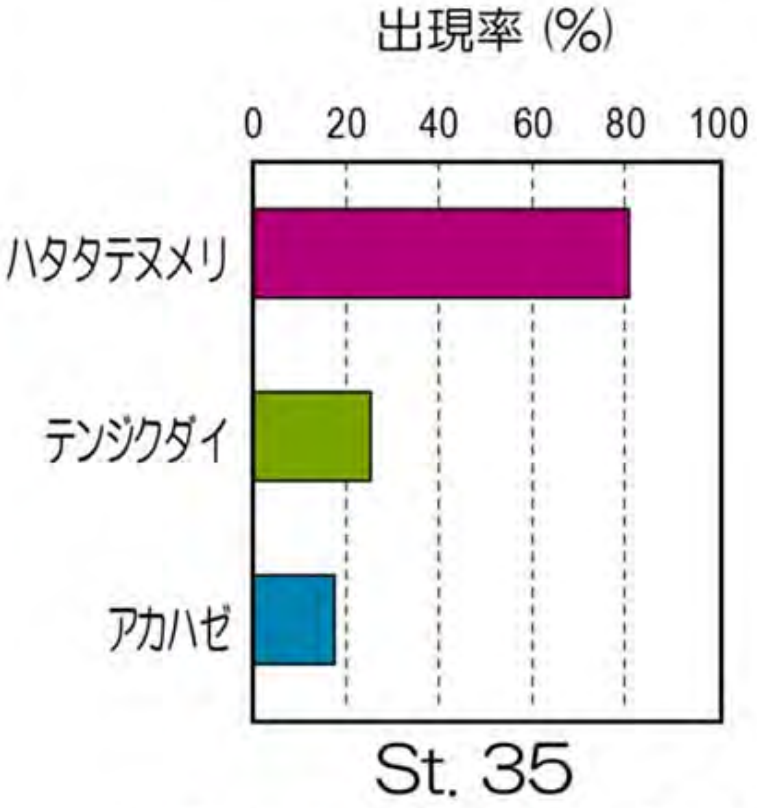
貧酸素化すると栄養塩が底泥から水中に溶出する

水生生物の生息状況

# 東京湾の魚類調査

沖合：ビームトロール（小型底引き網）調査
魚類だけでなく、捕獲されたその他の底生生物も計数

# 内湾部で出現率の高い魚種




St. 35

出現率 = 100*出現回数/調査回数

捕獲される魚種が限られ、捕獲数も非常に少ない（他の地点も同様）

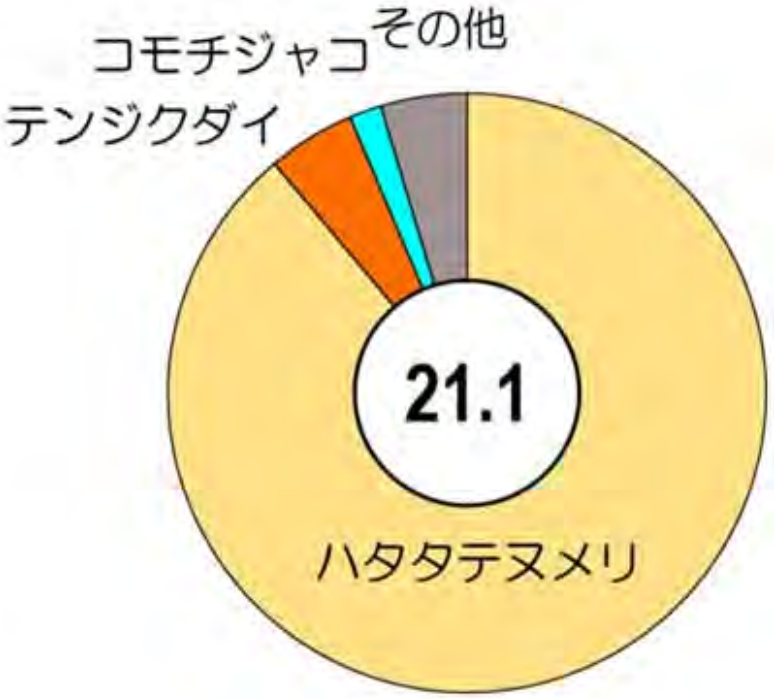
ハタタテヌメリ

# 生息する底生魚の多様性喪失

● St.35以外の地点でも同様に、ハタタテヌメリが圧倒的に多く、上位３魚種で総個体数の90%以上に達した。

● 東京都内湾は、貧酸素化に強い一部の魚種しか生息し難い状況にあると考えられる。

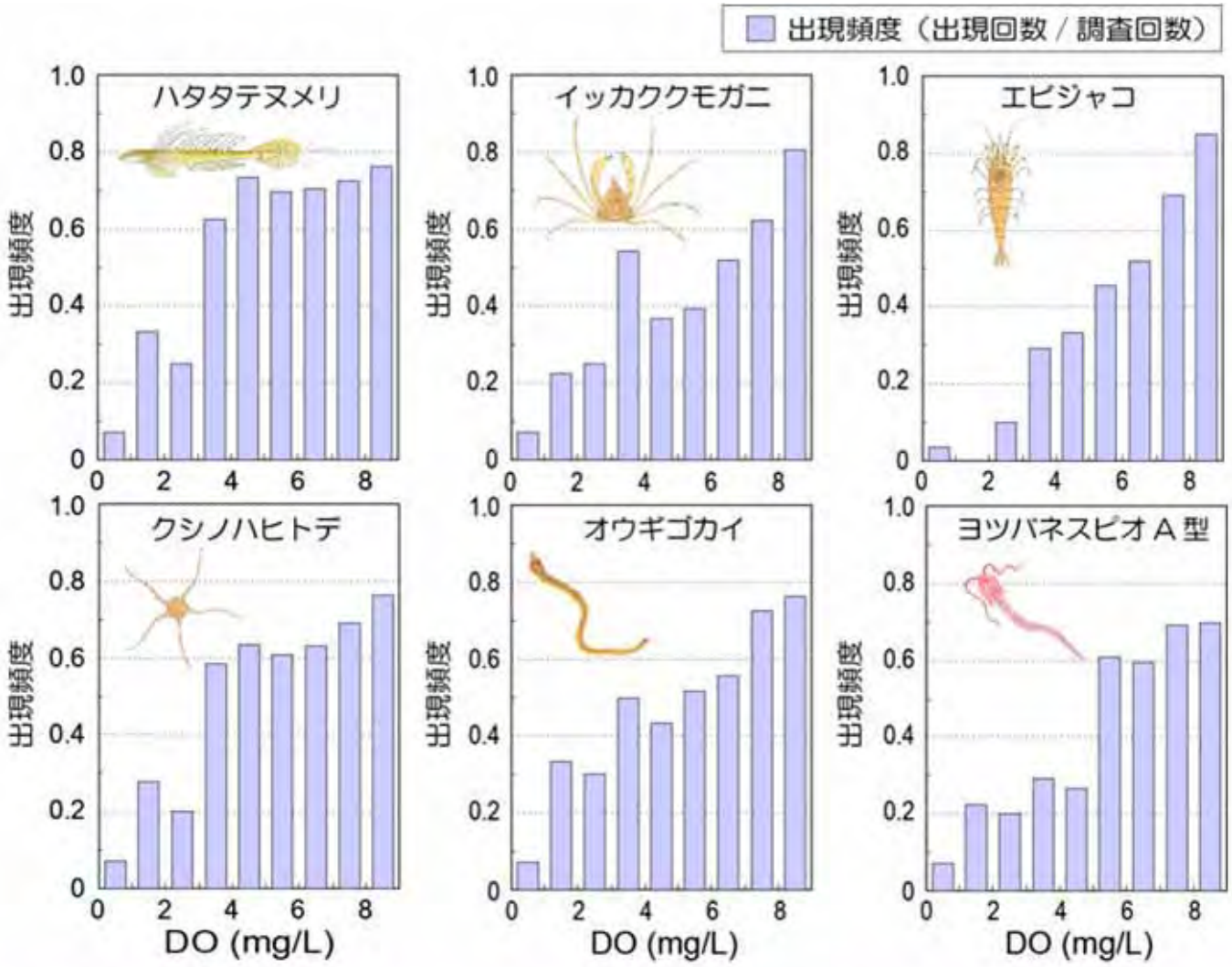
テンジクダイ




St.35

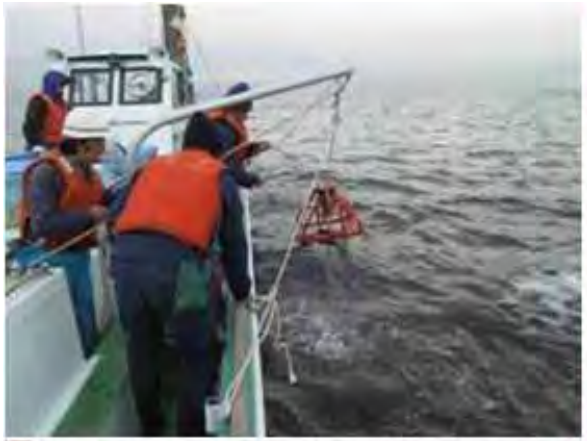
円内の数値（21.1尾）
調査１回当たりの平均捕獲数
＝ 総個体数／調査回数

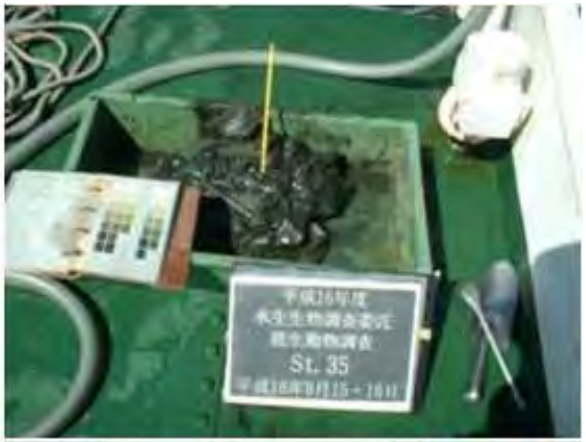
# 調査時のＤＯと主要生物種の出現頻度

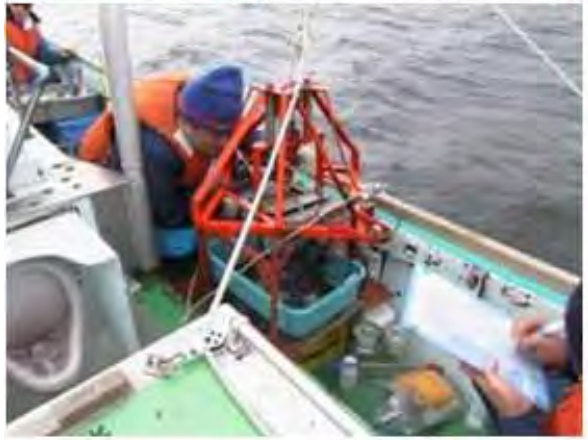



DOが低くなるにつれて出現頻度が下がる傾向

# 東京都の底生生物調査

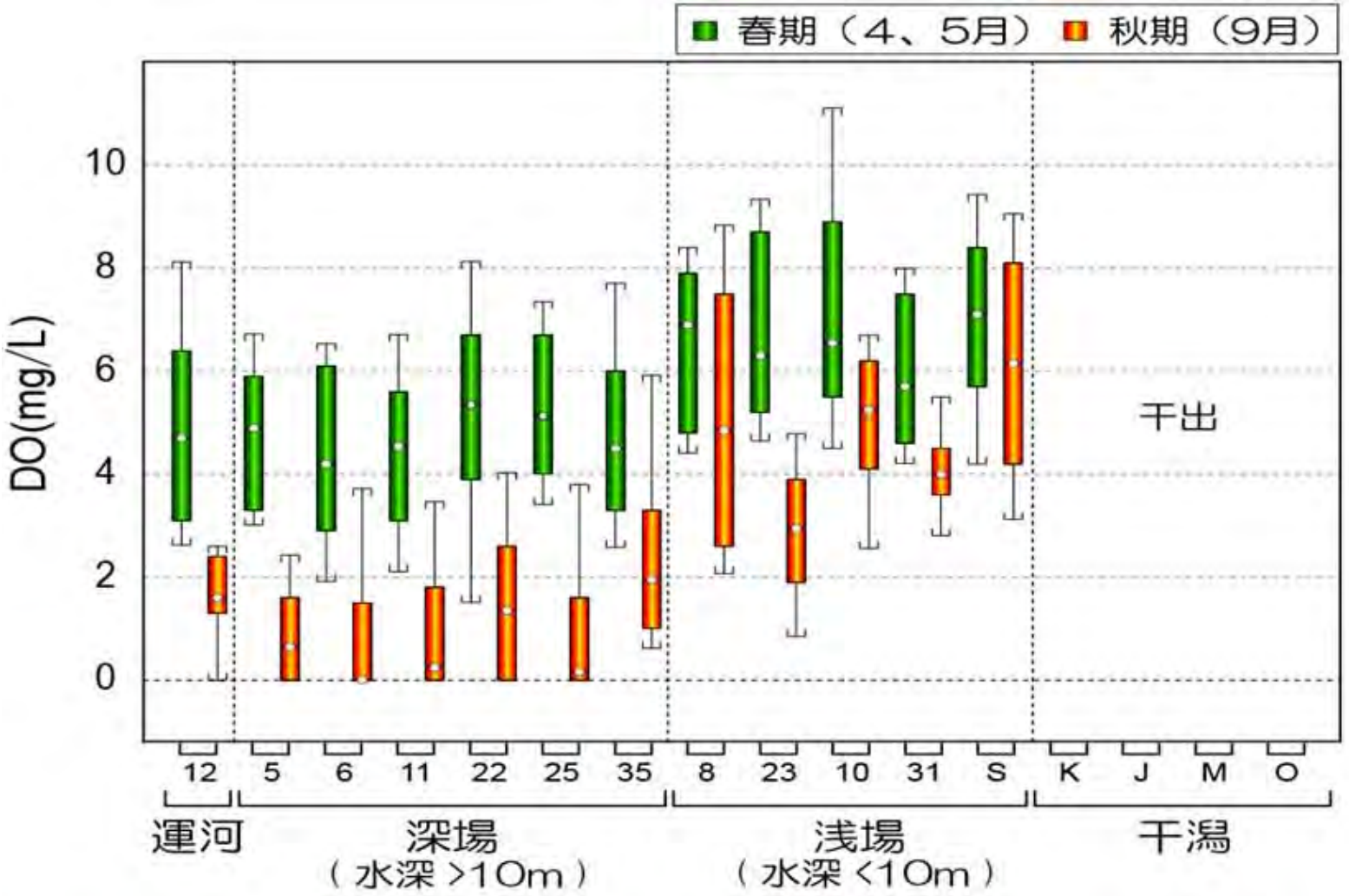




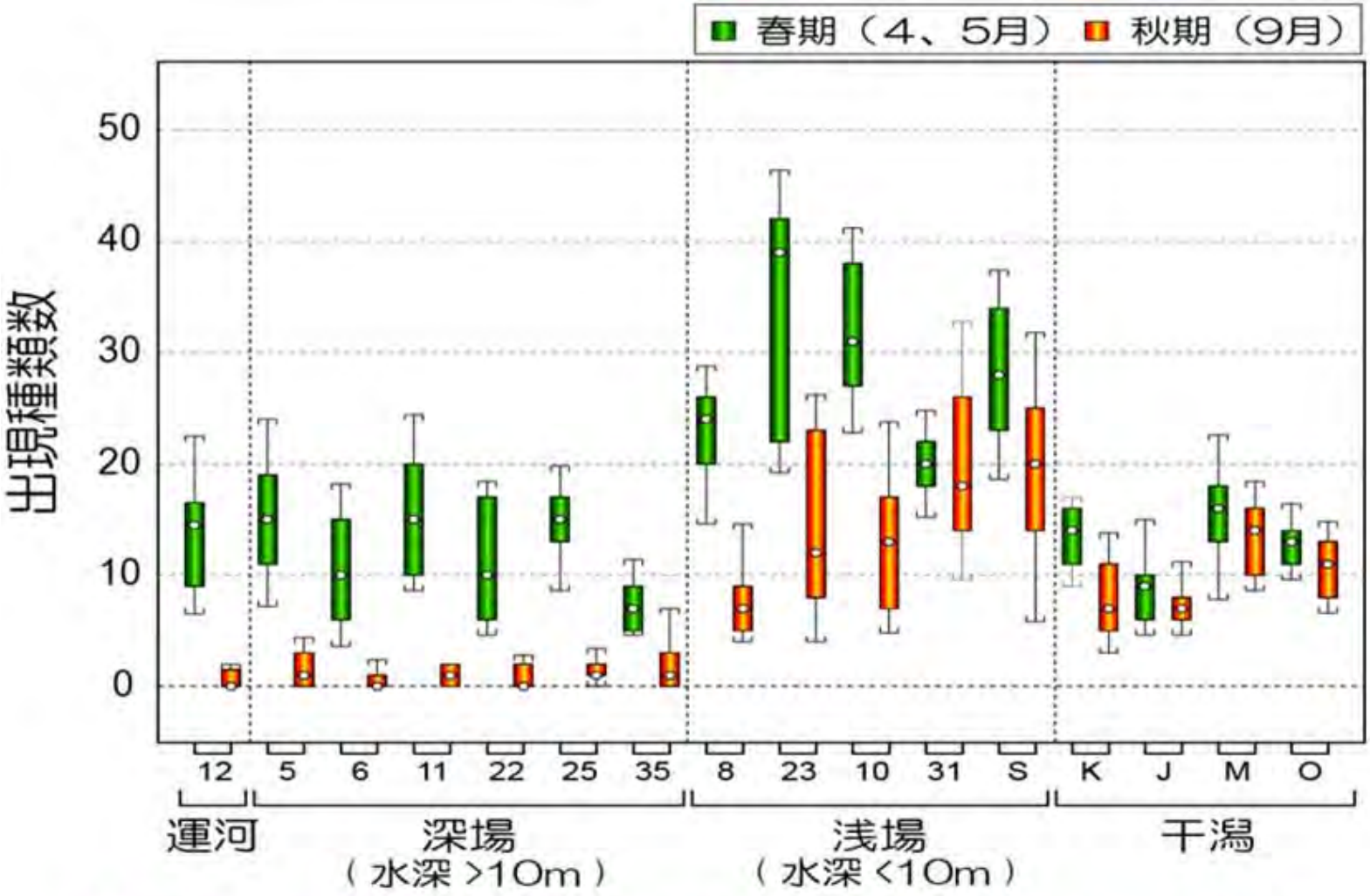
春・秋の年２回、底泥を採取し、その中に含まれる底生生物の種類数、個体数、湿重量を計測

# 底生生物調査地点のＤＯ



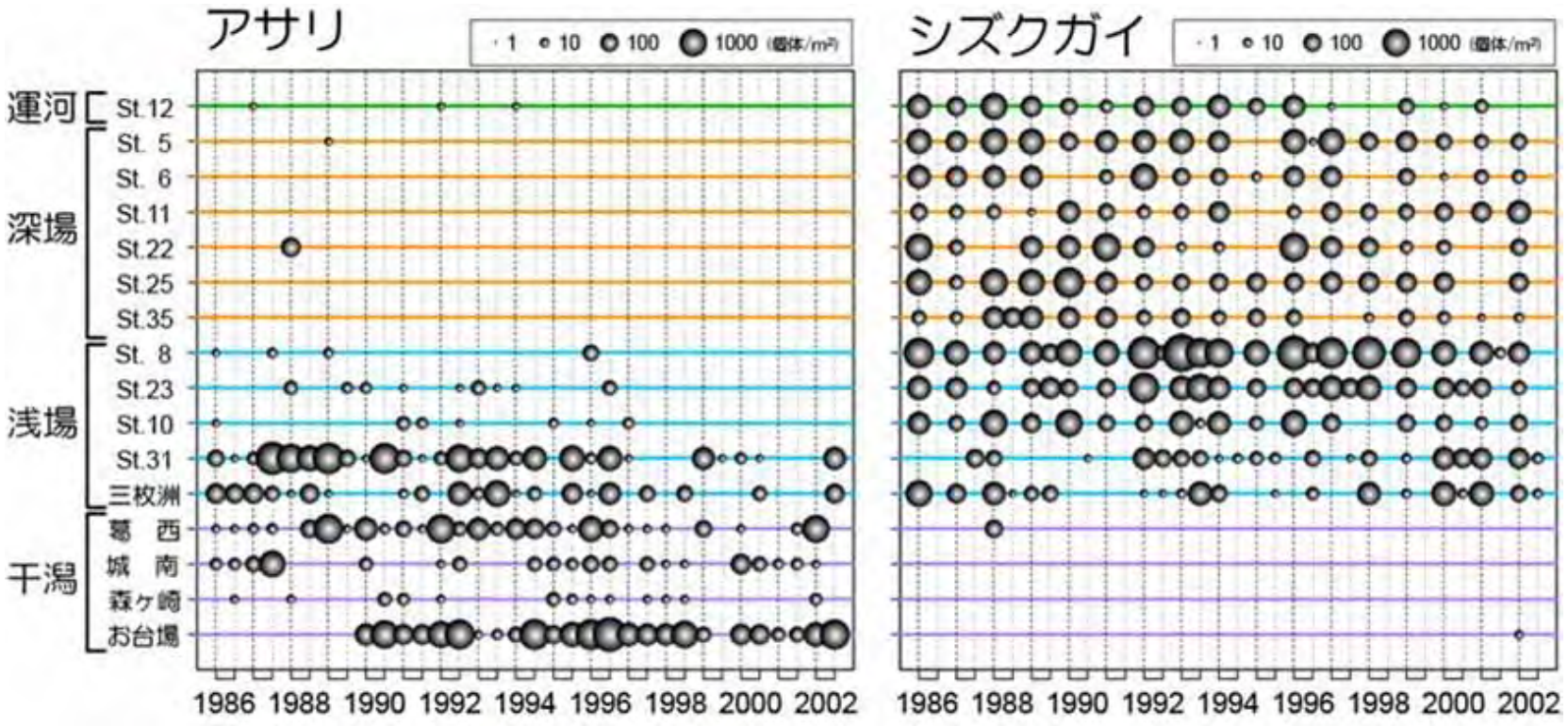

深場では、各地点とも秋には貧酸素化（DO≦2mg/L）

# 底生生物の出現種類数




- 運河、深場は秋期に種類数が著しく減少（貧酸素化の影響）
- 浅場は、干潟よりも生物の種類が多い（浅場の重要性）

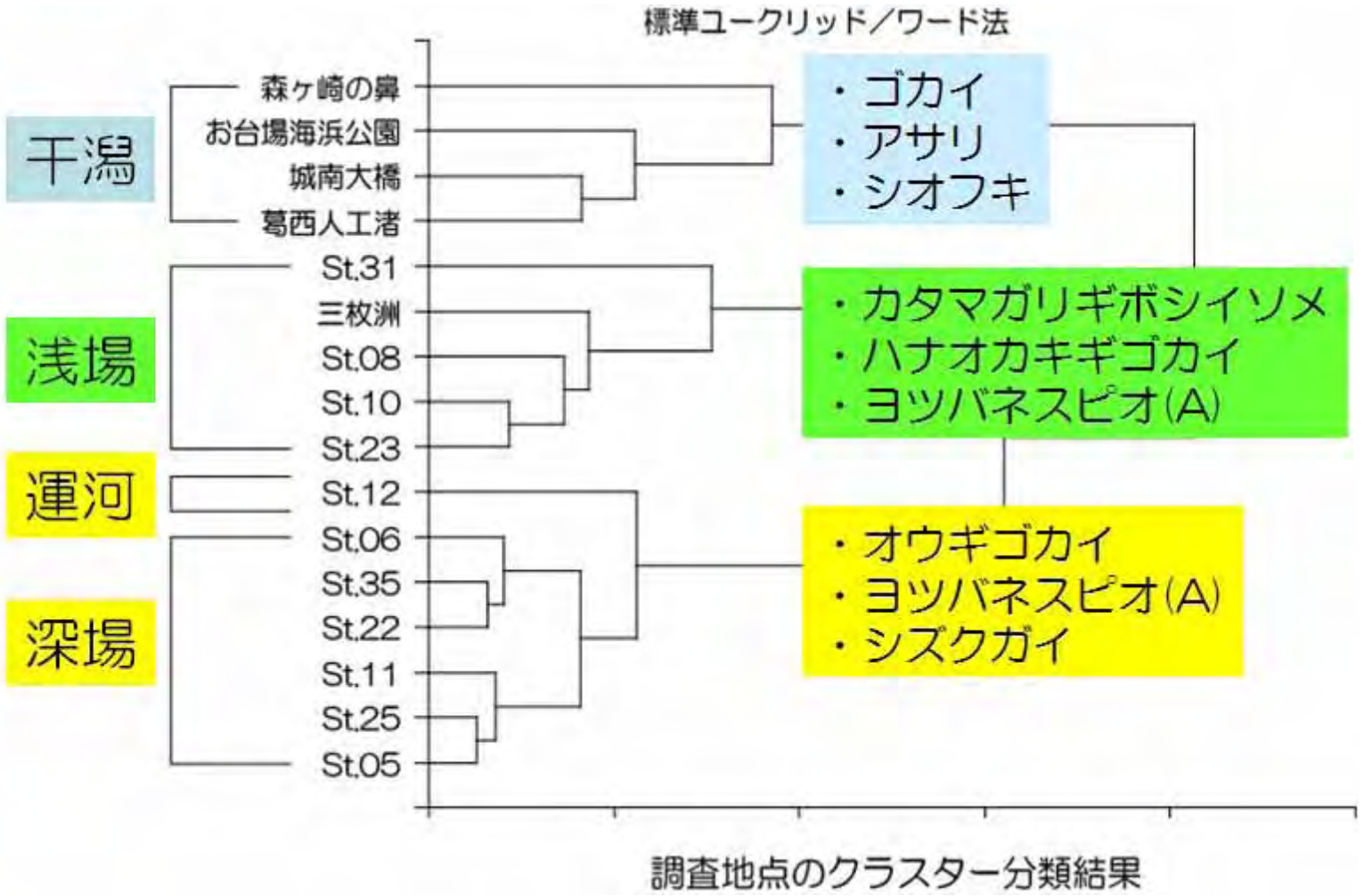
# 生物種ごとの出現状況（個体数）




●アサリ：
河口域の浅場(St.３１、三枚洲)と干潟によく出現する。

●シズクガイ：
運河や深場では、貧酸素化する秋にはほとんど出現しないが、春には回復する。干潟には、ほとんど出現しない。

# 出現する生物が似た地点を分類




干潟、浅場など同じ水域に分類された各地点では、似た生物種が生息していることを示している。

# 各水域場の機能

機能の健全な維持：光と溶存酸素が重要

## 干潟

・水質浄化機能
・有機物の湾外への除去
（人や鳥による）
・親水性

## 浅場

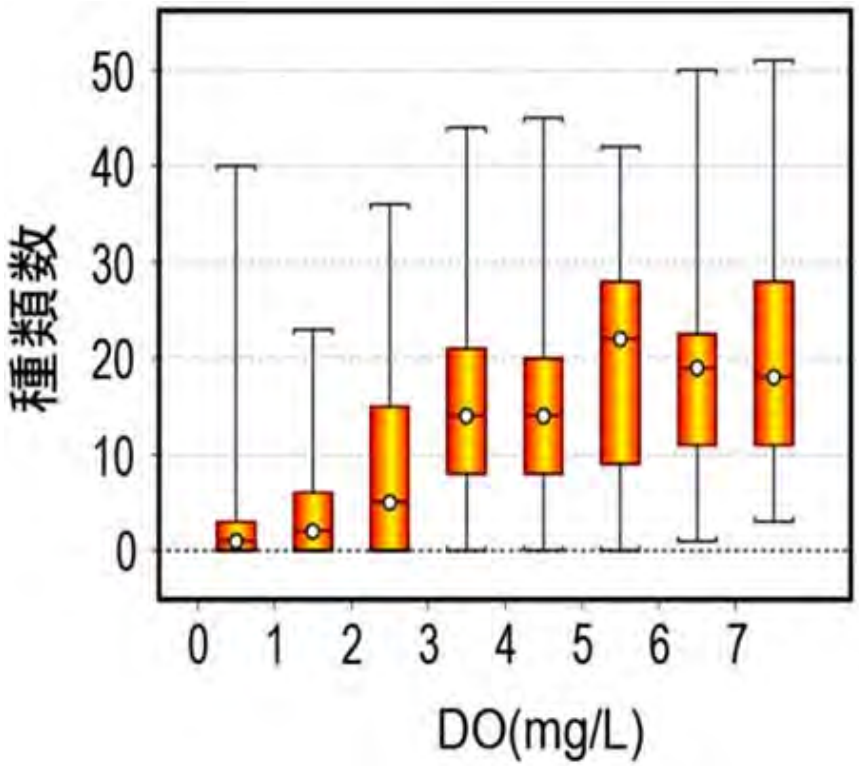
・大型藻類（アマモ等）
・光合成による酸素供給
・多様な生物の再生産

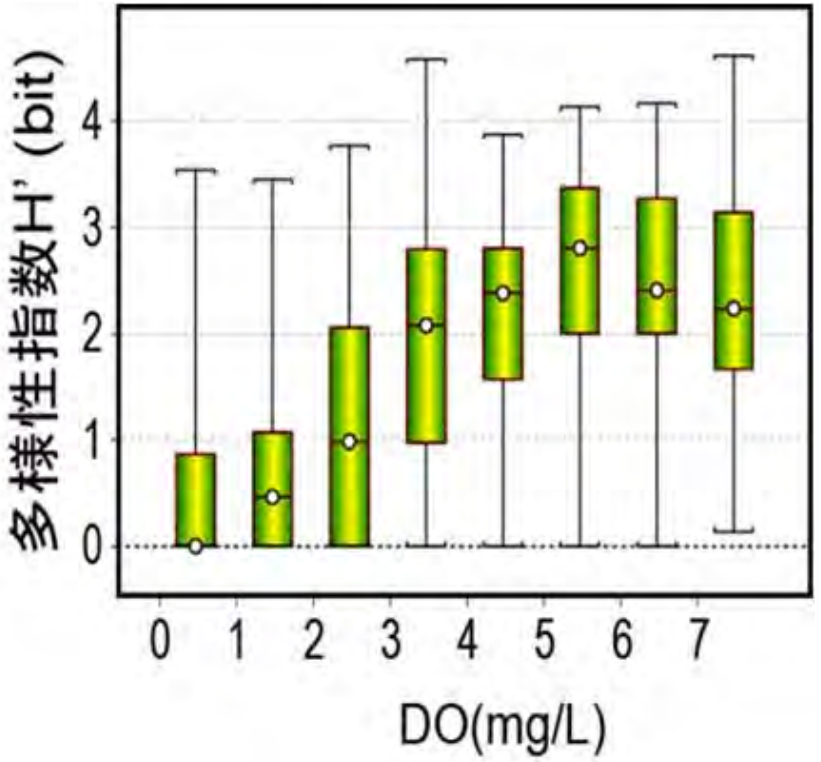
## 深場

・ハゼ等の越冬場所
・大型魚類の生息
・外洋との接点

● 赤潮発生は、海中への光の透過を妨げるため、浅場の海藻等の生育に影響する。また光合成による酸素供給機能も低下させる

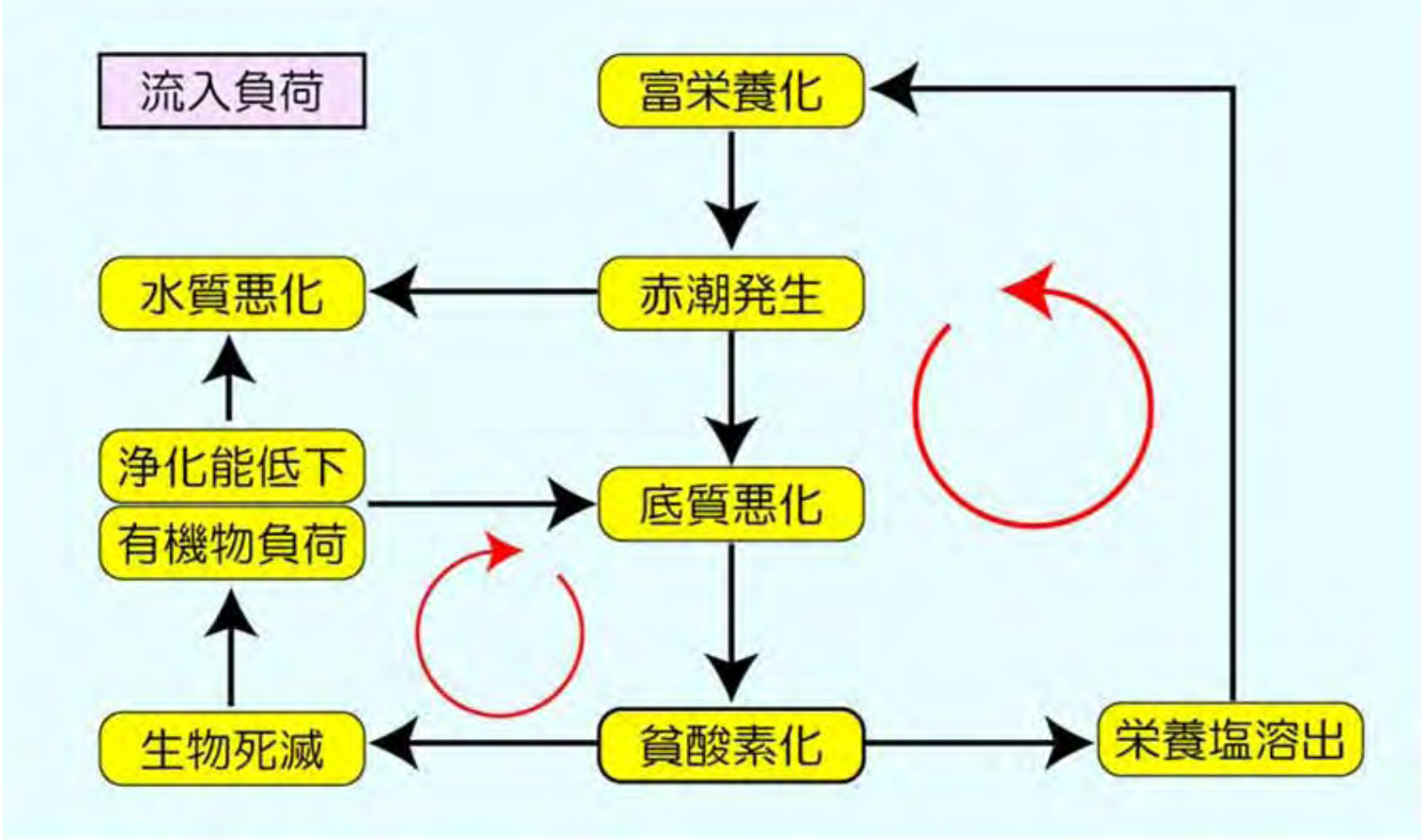
# 調査時のＤＯと底生生物の多様性



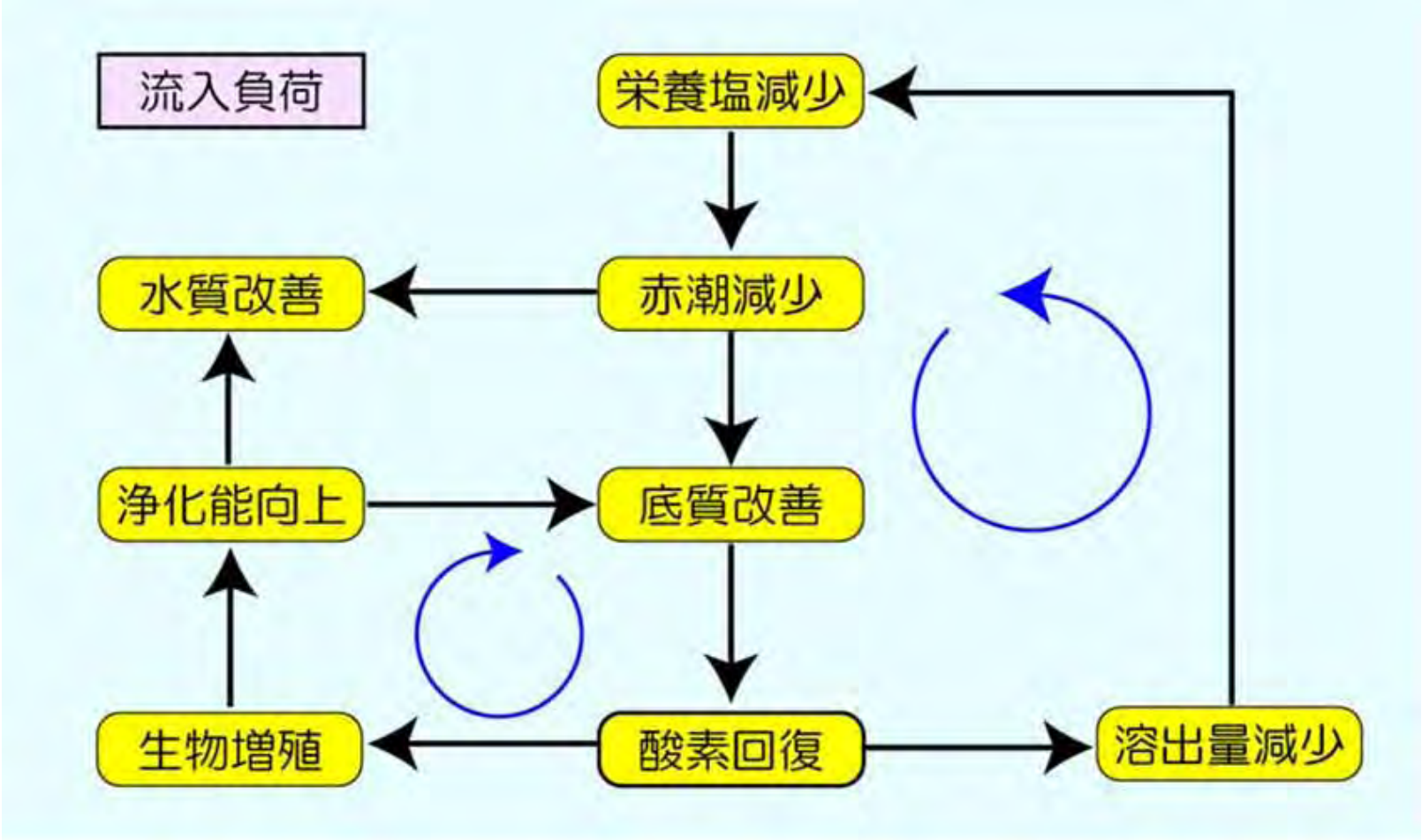

ＤＯが3mg/Lより低くなると種類数及び
多様性指数が低下する傾向が認められた。

# 水質悪化の負のスパイラル




貧酸素化が貧酸素化を強化し、
水質が悪化する連鎖の構造

# 水質改善の正のスパイラル

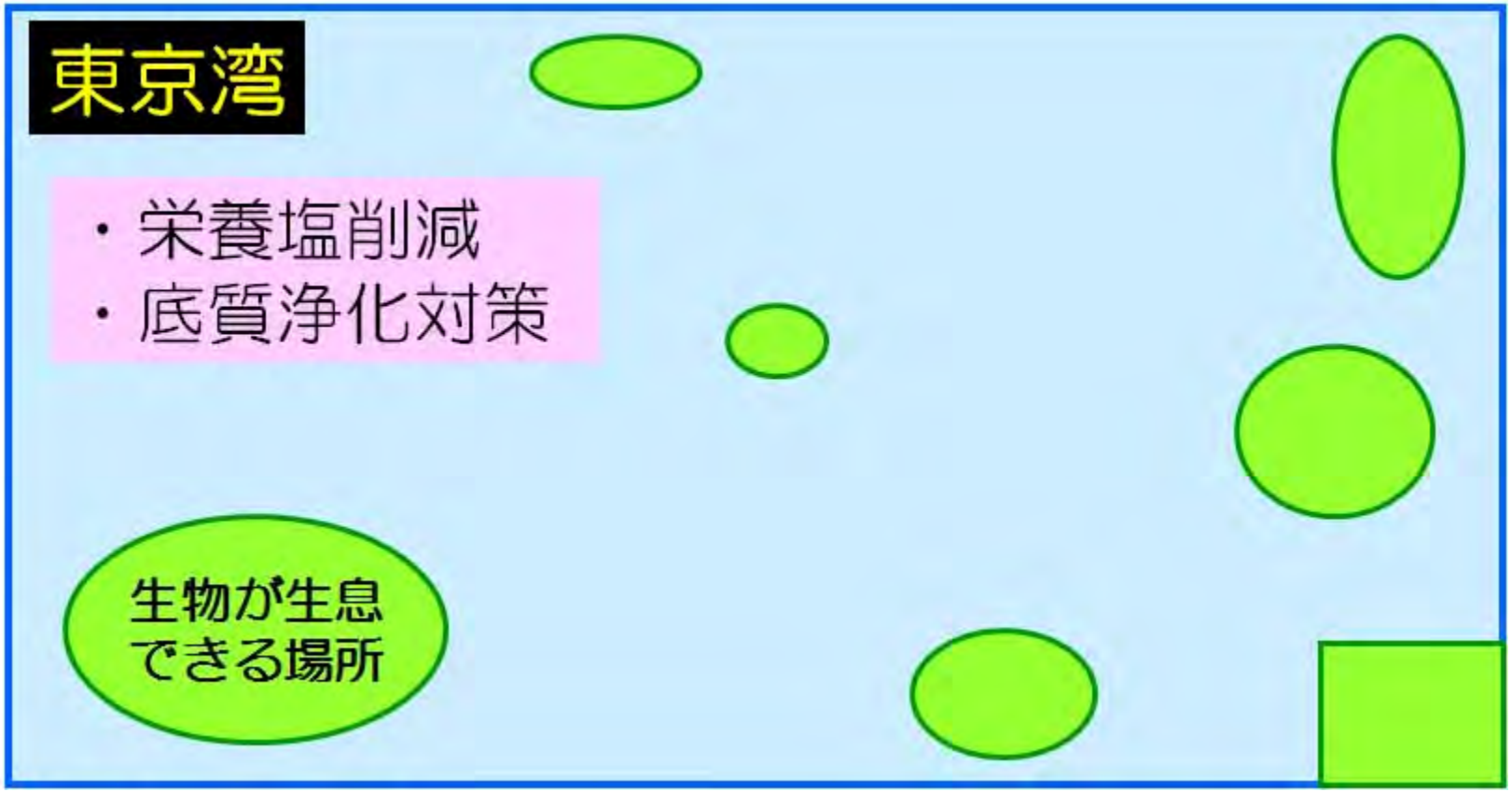



生物浄化能の向上と栄養塩の溶出
抑制により、水質が改善される連鎖の構造

# まとめ

　現在の東京湾が抱える水環境問題は、
水質悪化→底質悪化→生物被害→水質・底質悪化
の連鎖にある。
　しかし、この連鎖を
水質改善→底質改善→生物活動→水質・底質改善
に方向転換できれば、急速に改善に向かう可能性があることも示唆している。
　今後さらに水質改善を進めるためには栄養塩の削減や底質改善のための浚渫などの対策が挙げられるが、水生生物の浄化能力を活用することも不可欠で、水生生物が安定的に生息できる場を少しずつでも拡大していくことが、連鎖を逆転する近道であると考えられる。

# 東京湾の水環境を改善するには




生物が生息できる場所を少しずつ
でも拡大していくことが重要

ご清聴ありがとうございました