

# 宍道湖における アオコ発生条件の解析

水環境科 佐藤紗知子

## 1. はじめに

### 宍道湖におけるアオコの発生状況

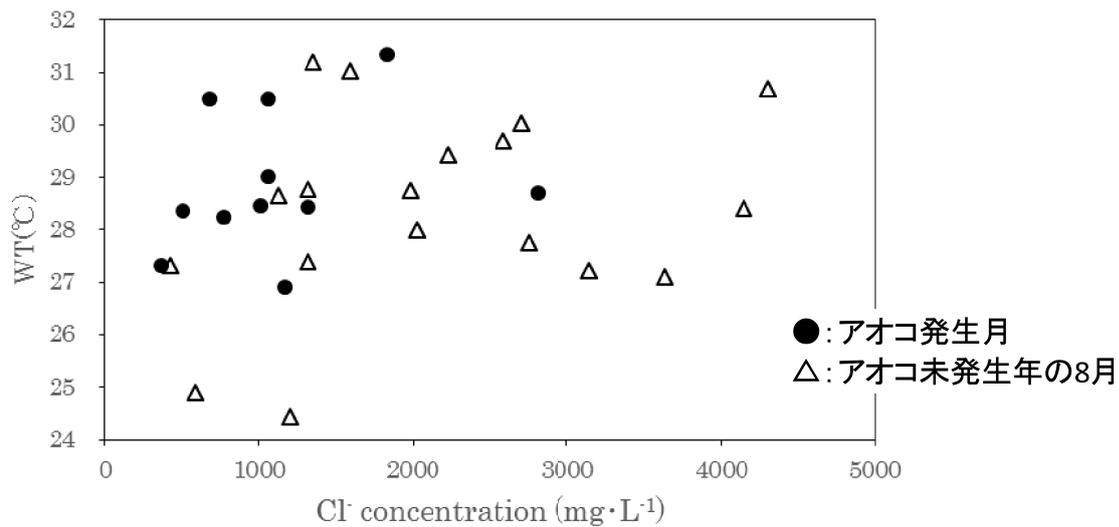
| 年度   | 発生月 |
|------|-----|
| 1985 | 8   |
| 1986 | 8   |
| 1988 | 8   |
| 1989 | 8   |
| 1990 | 9   |
| 1997 | 9   |
| 1998 | 7   |
| 2006 | 8   |
| 2010 | 8   |
| 2011 | 8   |
| 2012 | 8   |

1984～2014年のアオコ発生月

→ 8月に集中している。



- 「夏季に塩化物イオン濃度が低下し，日照により水温が高くなるとアオコが発生する」と報告されている。



- ・アオコが発生する具体的な塩化物イオン濃度，水温，日照条件等は明確にされていない。
- ・栄養塩濃度との関係についても詳しく調べられていない。

3

## 2. 方法

### DATA

期間：1984～2012年(※)

- アオコの発生状況の記録
- 水温
- 塩化物イオン濃度
- 栄養塩濃度 (NO<sub>3</sub>-N, PO<sub>4</sub>-P)
- 日照時間→気象庁HP
- 斐伊川流量→国土交通省出雲河川事務所

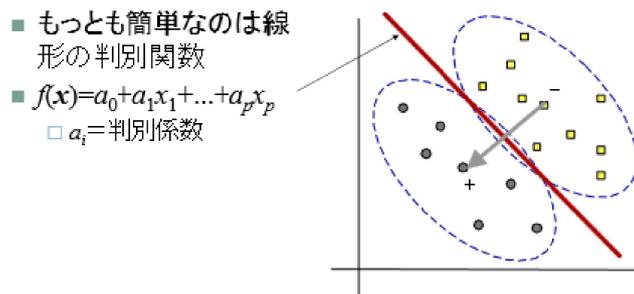
当研究所の  
各月データ

※2012年までしか斐伊川流量データがないため

# 判別分析

統計パッケージSPSS (ver.11, IBM社)

- すでに分類がわかっているものがある時に、
- (1) 分類の目安となる変数と関数を求める
  - (2) 新たな物を分類する



2次元の場合

5

## 3. 結果①

### 🌸 判別分析1 🌸

独立変数→起点月を含む過去4ヶ月の各月のDATA

- 水温
- 塩化物イオン濃度
- 栄養塩濃度 (NO<sub>3</sub>-N, PO<sub>4</sub>-P)
- 日照時間
- 斐伊川流量

「起点月」

アオコが発生した年はその発生した月、  
発生しなかった年は8月

表1-1 標準化正準判別関数

| 変数                | 影響の強さ  |
|-------------------|--------|
| 起点月の1ヶ月前の水溫       | 0.677  |
| 起点月の塩化物イオン濃度      | -0.676 |
| 起点月の2ヶ月前の塩化物イオン濃度 | -0.619 |



・ 起点月の1ヶ月前の水溫  
 ・ 起点月の塩化物イオン濃度  
 がアオコ発生の判別に同程度寄与している

$Z1 = -0.000784(\text{起点月の塩化物イオン濃度})$   
 $-0.000733(\text{起点月の2か月前の塩化物イオン濃度})$   
 $+0.338(\text{起点月の1か月前の水溫}) - 5.91$

表2-1 1984～2012年の起点月のZ1

| 年度   | 観測結果 | 分析1     | 年度       | 観測結果 | 分析1      |
|------|------|---------|----------|------|----------|
| 1984 | -    | 1.05(*) | 2000     | -    | -1.55    |
| 1985 | +    | 1.40    | 2001     | -    | -0.05    |
| 1986 | +    | 2.60    | 2002     | -    | -0.87    |
| 1987 | -    | -0.24   | 2003     | -    | 1.29(*)  |
| 1988 | +    | 1.40    | 2004     | -    | -0.75    |
| 1989 | +    | 1.61    | 2005     | -    | -2.18    |
| 1990 | +    | 1.02    | 2006     | +    | 1.02     |
| 1991 | -    | -1.19   | 2007     | -    | -2.84    |
| 1992 | -    | -2.18   | 2008     | -    | -1.56    |
| 1993 | -    | -0.23   | 2009     | -    | -0.06    |
| 1994 | -    | -1.23   | 2010     | +    | 0.96     |
| 1995 | -    | -0.05   | 2011     | +    | 2.10     |
| 1996 | -    | -0.94   | 2012     | +    | -0.08(*) |
| 1997 | +    | 1.74    | 正確性      |      | 89.7%    |
| 1998 | +    | 0.67    | +: 発生    |      |          |
| 1999 | -    | -1.78   | -: 未発生   |      |          |
|      |      |         | (*): 誤判定 |      |          |

## 判別分析1 から 判別分析2 へ

- 起点月の1か月前の水温の影響が大きい
- 起点月と起点月の1ヶ月前の塩化物イオン濃度の相関が高い ( $r=0.78$ )



独立変数として

起点月の塩化物イオン濃度

→起点月の1か月前の塩化物イオン濃度  
を用いてアオコ発生の予測可能なのでは

9

## 3. 結果②

### ✿判別分析2✿

独立変数→ 起点月の1ヶ月前の水温  
起点月の1ヶ月前の塩化物イオン濃度  
起点月の2ヶ月前の塩化物イオン濃度

表1-2 標準化正準判別関数

| 変数                | 影響の強さ  |
|-------------------|--------|
| 起点月の1ヶ月前の水温       | 0.728  |
| 起点月の1ヶ月前の塩化物イオン濃度 | -0.697 |
| 起点月の2ヶ月前の塩化物イオン濃度 | -0.387 |

10

Z2=-0.000908(起点月の1か月前の塩化物イオン濃度)  
 -0.000498(起点月の2か月前の塩化物イオン濃度)  
 +0.346(起点月の1か月前の水温)-6.37

表2-2 1984～2012年の起点月のZ2

| 年度   | 観測結果 | 分析2     | 年度   | 観測結果 | 分析2      |
|------|------|---------|------|------|----------|
| 1984 | -    | 1.42(*) | 2000 | -    | -0.74    |
| 1985 | +    | 1.51    | 2001 | -    | 0.02(*)  |
| 1986 | +    | 2.58    | 2002 | -    | -0.65    |
| 1987 | -    | -0.44   | 2003 | -    | 0.39(*)  |
| 1988 | +    | 1.46    | 2004 | -    | -0.13    |
| 1989 | +    | 1.75    | 2005 | -    | -1.78    |
| 1990 | +    | 1.74    | 2006 | +    | 0.28     |
| 1991 | -    | -0.85   | 2007 | -    | -3.82    |
| 1992 | -    | -1.42   | 2008 | -    | -0.77    |
| 1993 | -    | -0.09   | 2009 | -    | -1.12    |
| 1994 | -    | -0.81   | 2010 | +    | 0.61     |
| 1995 | -    | -0.21   | 2011 | +    | 1.86     |
| 1996 | -    | -0.96   | 2012 | +    | -0.48(*) |
| 1997 | +    | 0.95    |      |      |          |
| 1998 | +    | 0.66    |      |      |          |
| 1999 | -    | -1.46   |      |      |          |
|      |      |         |      | 正確性  | 86.2%    |

+: 発生  
 -: 未発生  
 (\*): 誤判定

11

直近のデータによる検証

表3 2013, 2014年の7, 8, 9月のZ1およびZ2

| 年度   | 月 | 観測結果 | 分析1     | 分析2   |
|------|---|------|---------|-------|
| 2013 | 7 | -    | -3.09   | -3.82 |
|      | 8 | -    | -2.30   | -1.73 |
|      | 9 | -    | -0.48   | -0.85 |
| 2014 | 7 | -    | -0.64   | -0.72 |
|      | 8 | -    | -0.87   | -0.62 |
|      | 9 | -    | 0.73(*) | -0.25 |
| 正確性  |   |      | 83%     | 100%  |

|           |       |       |
|-----------|-------|-------|
| 1984～2012 | 分析1   | 分析2   |
| 正確性       | 26/29 | 25/29 |

起点月の塩化物イオン濃度



起点月の1か月前の塩化物イオン濃度  
 を用いることができる。

12

## 4. まとめ

- ① 1ヶ月前の水温が高く、発生月及び2ヶ月前の塩化物イオン濃度が低いとアオコが発生する傾向がある。
  
- ② アオコの発生を1ヶ月前の水質データを用いて高確率で判別できた。

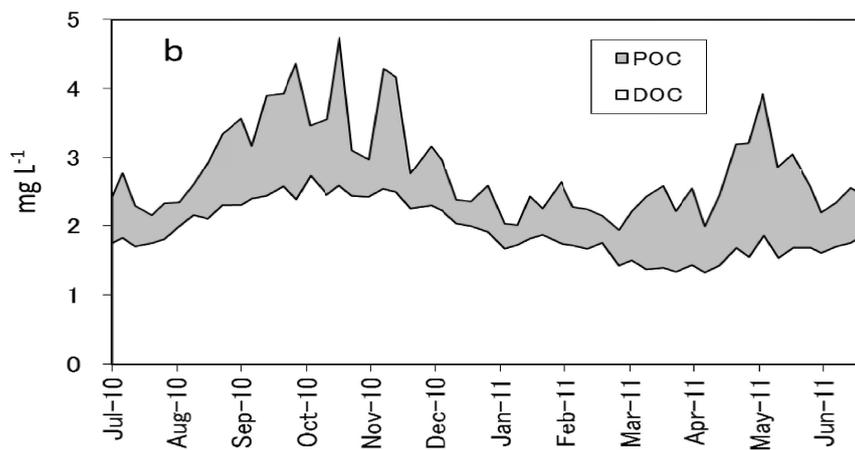
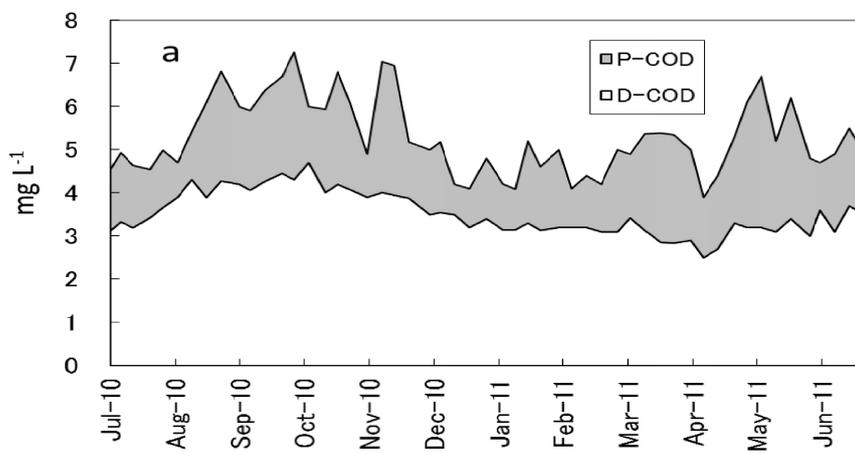


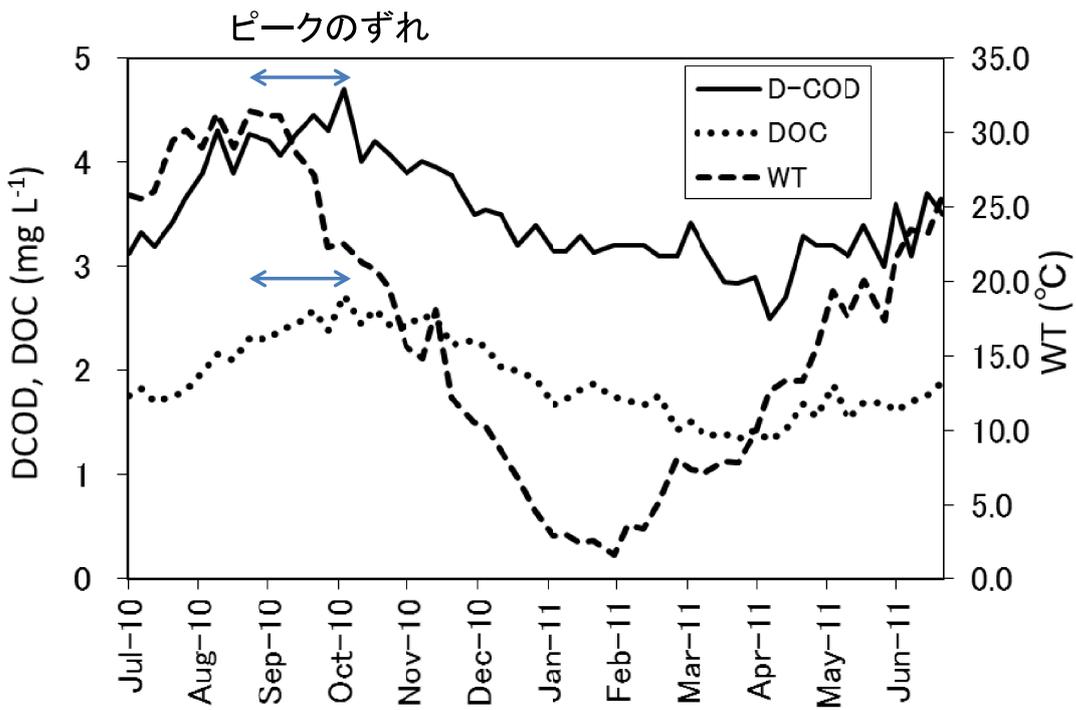
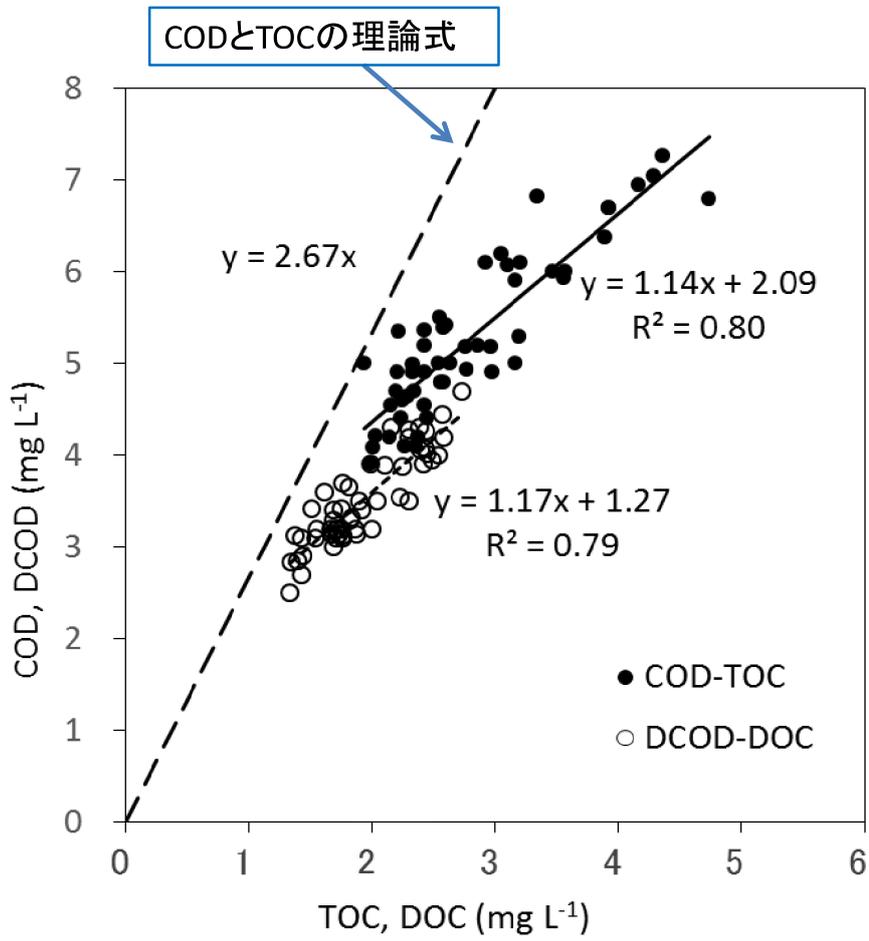
## 宍道湖におけるD-COD及びDOCと 水温との関係

はじめに

宍道湖毎週調査結果から、D-COD及びDOCと水温が  
どのような関係を持つのか解析を行った。

|           | Unit               | Maximum | Minimum | Average | Median |
|-----------|--------------------|---------|---------|---------|--------|
| COD       | mg L <sup>-1</sup> | 7.3     | 3.9     | 5.3     | 5.0    |
| D-COD     | mg L <sup>-1</sup> | 4.7     | 2.5     | 3.5     | 3.4    |
| P-COD     | mg L <sup>-1</sup> | 3.5     | 0.7     | 1.8     | 1.8    |
| D-COD/COD |                    | 0.83    | 0.46    | 0.67    | 0.67   |
| P-COD/COD |                    | 0.52    | 0.17    | 0.33    | 0.33   |
| TOC       | mg L <sup>-1</sup> | 4.7     | 1.9     | 2.8     | 2.6    |
| DOC       | mg L <sup>-1</sup> | 2.7     | 1.3     | 1.9     | 1.8    |
| POC       | mg L <sup>-1</sup> | 2.2     | 0.3     | 0.9     | 0.7    |
| DOC/TOC   |                    | 0.86    | 0.47    | 0.70    | 0.72   |
| POC/TOC   |                    | 0.53    | 0.14    | 0.30    | 0.28   |



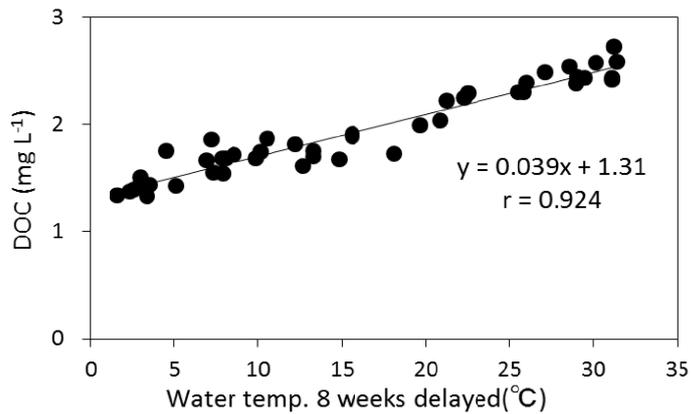
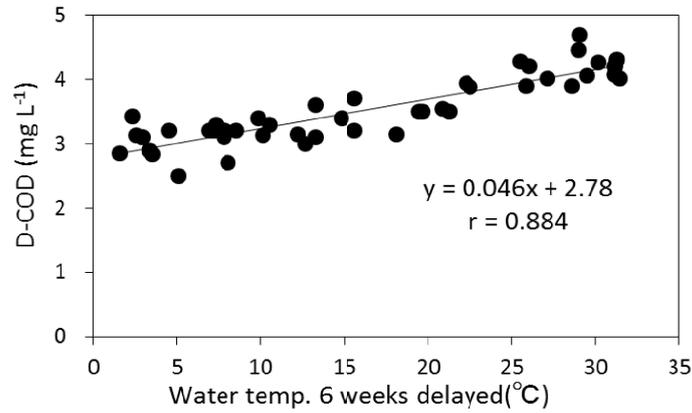
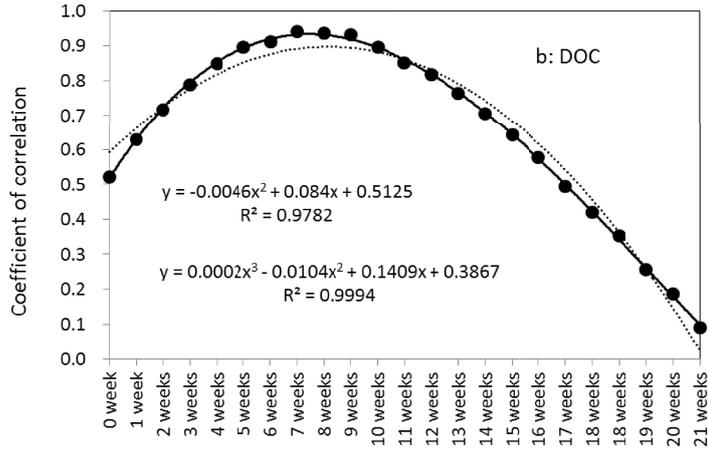
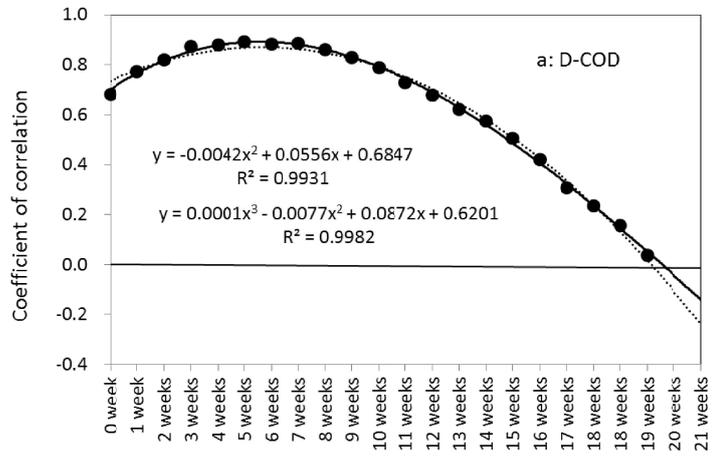


水温を1週ずつずらして行き、  
D-COD及びDOCと水温の相関  
をグラフ化した。  
3次式で良い相関が得られた。

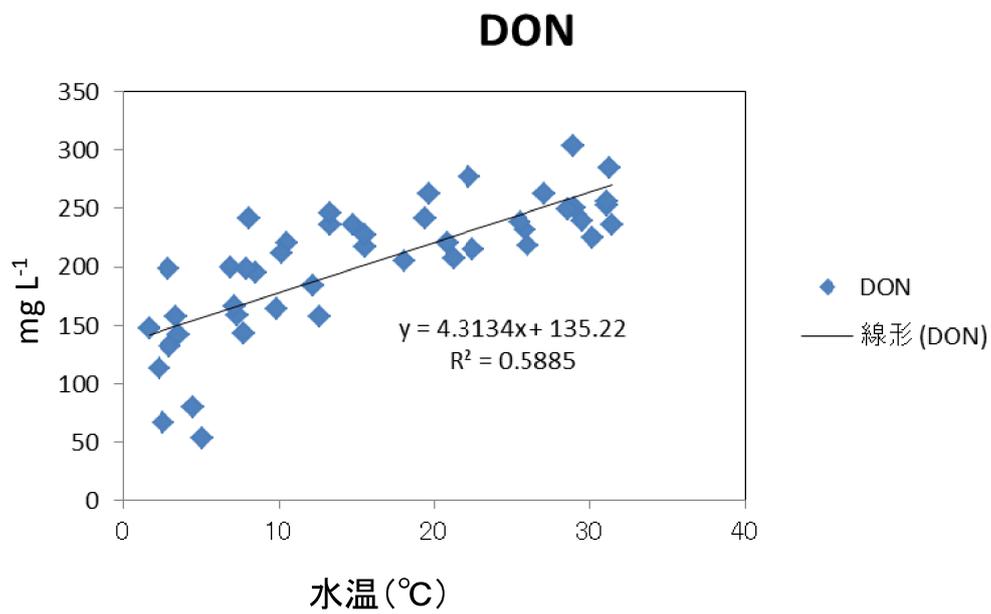
極値

D-COD: 6.4週(45日)

DOC : 8.4週(59日)



参考までに



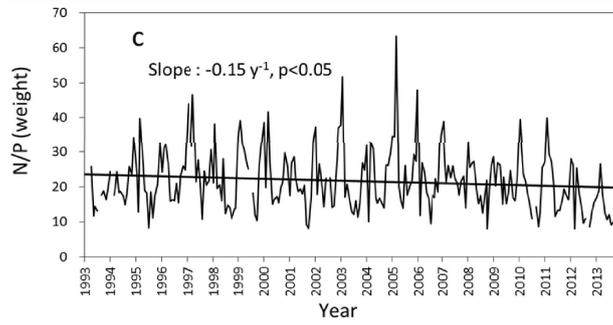
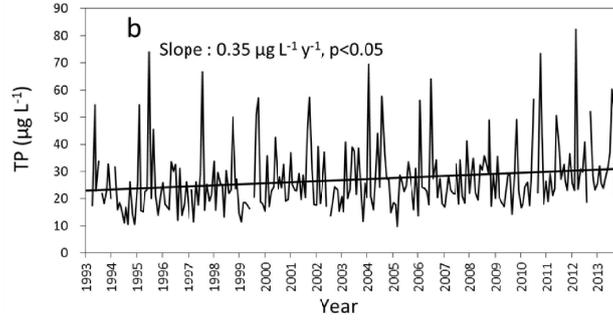
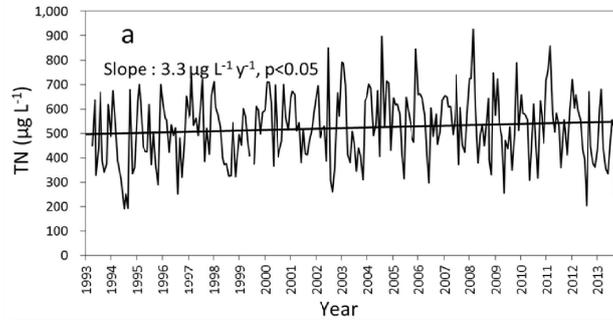


## 宍道湖における二枚貝漁業による 水質浄化機能

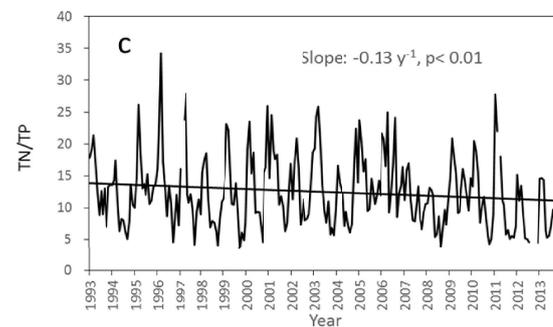
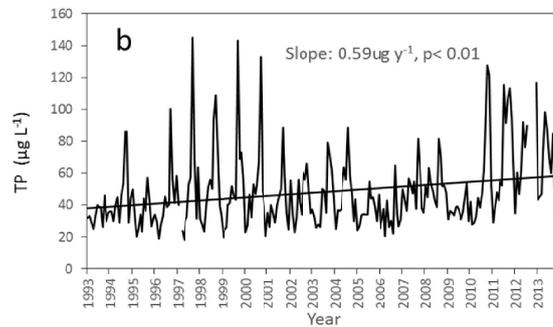
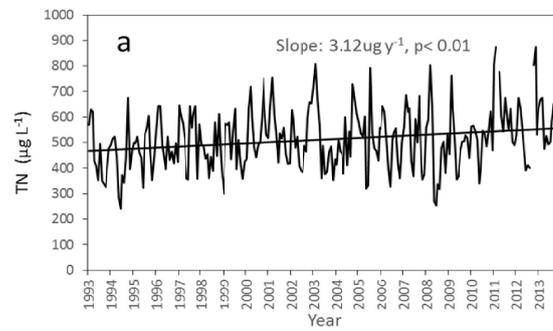
はじめに

ヤマトシジミのリン含有量を分析し、宍道湖のTN/TP比の長期傾向にどのような影響を与えているのかを明らかにする。またTN/TP比が低下傾向にあった場合に、宍道湖の水質に対してシジミ漁獲量の減少がどのように影響しているのかを明らかにすることを試みた。さらに宍道湖のTN・TP濃度がどのような因子によって決まっているのかを様々な因子を用いて重回帰分析を行って解析した。

# 斐伊川



# 宍道湖



|         | Weight (g) | Conc. (mg L <sup>-1</sup> ) | CV(%) n=5 | P content (Pmg g <sup>-1</sup> ) |
|---------|------------|-----------------------------|-----------|----------------------------------|
| Shell 1 | 2.68       | 1.113                       | 4.5       | 0.104                            |
| shell 2 | 3.07       | 0.889                       | 4.6       | 0.072                            |
| Shell 3 | 2.32       | 0.971                       | 6.5       | 0.105                            |
| Shell 4 | 2.77       | 0.753                       | 6.7       | 0.068                            |
| Shell 5 | 3.11       | 1.072                       | 3.2       | 0.086                            |
| Average | 2.79       | 0.960                       | 5.1       | 0.087                            |
| Flesh 1 | 0.0345     | 0.380                       | 3.6       | 11.05                            |
| Flesh 2 | 0.0352     | 0.370                       | 5.0       | 10.54                            |
| Flesh 3 | 0.0424     | 0.416                       | 7.7       | 9.82                             |
| Flesh 4 | 0.0396     | 0.404                       | 3.2       | 10.23                            |
| Flesh 5 | 0.0373     | 0.374                       | 3.9       | 10.02                            |
| Average | 0.0378     | 0.389                       | 4.7       | 10.33                            |

### ヤマトシジミのリン含有量

ヤマトシジミ1gのうち、殻の重量割合が79.6%、身の重量割合が20.4%であった。ヤマトシジミの身の湿重1gあたりのリン含有量は、水分が86.1%なので身の乾燥重量当たりのリン含有量が $10.33\text{mg} \times (100 - 86.1)/100 = 1.44\text{mg}$ となる。この結果より、ヤマトシジミ1gあたりのリンの含有量は

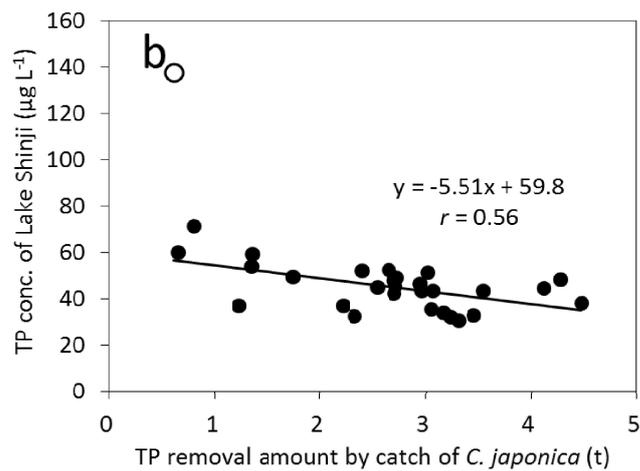
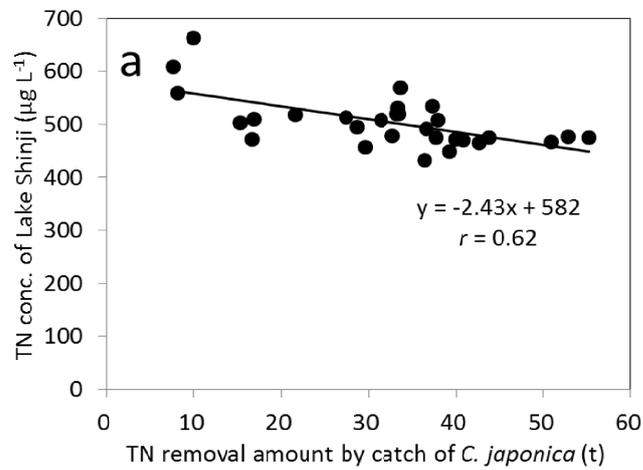
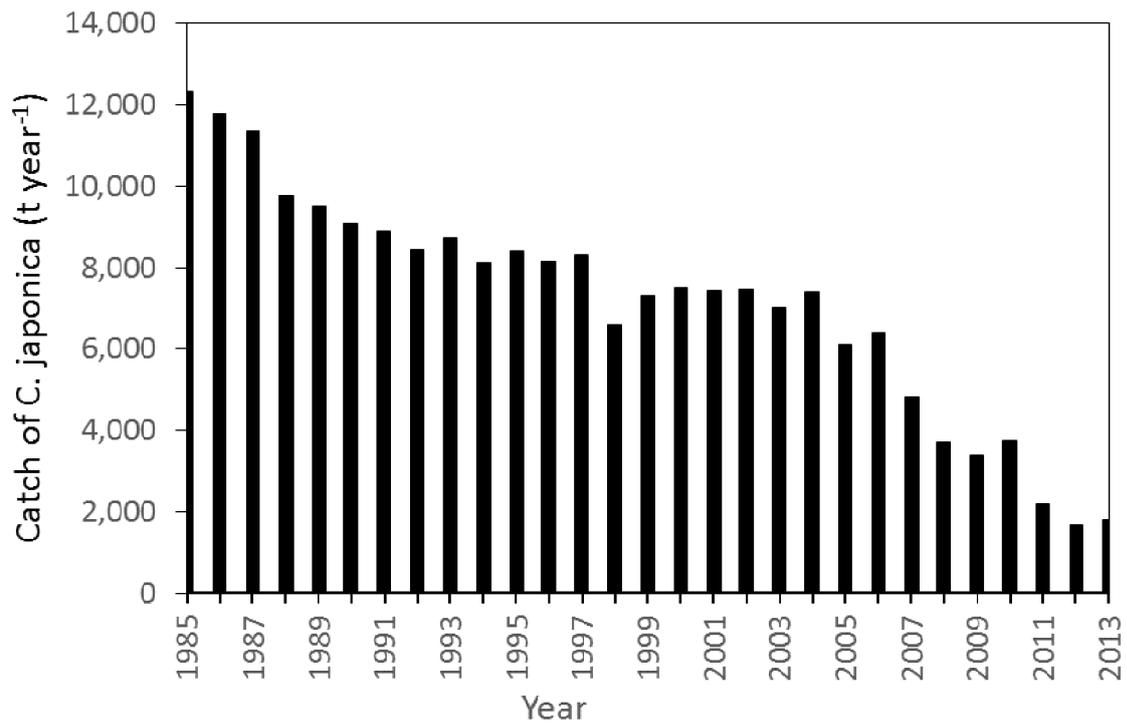
殻： $0.0087\% \times 79.6\%/10 = 0.069\text{mg}$

身： $10.33\text{mg} \times 13.9\%/100 \times 20.4\%/100 = 0.293\text{mg}$

合計： $0.362\text{mg}$

1gのヤマトシジミの窒素含有量は殻(重量80.5%)が0.2%、身(重量19.5%)が1.47%であるため、殻のTNが1.61mg、身のTNが2.87mgで、合計4.48mgであった。

ヤマトシジミのTN/TP比は12.4と計算された。



|      | TN conc. of Lake Shinji | Removal of TN by catch (t) | Annual TN load of Riv. Hii | TP conc. of Lake Shinji | Removal of TP by catch (t) | Annual TP load of Riv. Hii | Chloride ion conc of Lake Shinji | Annual TN release (t) | Annual TP release (t) | Water temp. of Lake Shinji (bottom) |
|------|-------------------------|----------------------------|----------------------------|-------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------------|-----------------------|-----------------------|-------------------------------------|
| 1985 | 476                     | 55.2                       | 1283                       | 38.4                    | 3.62                       | 82.1                       | 1797                             | 89.2                  | 32.3                  | 15.8                                |
| 1986 | 477                     | 52.7                       | 798                        | 48.3                    | 3.46                       | 47.6                       | 1862                             | 307.5                 | 45.1                  | 16.1                                |
| 1987 | 468                     | 50.8                       | 788                        | 44.8                    | 3.34                       | 44.6                       | 2200                             | 200.0                 | 27.0                  | 17.1                                |
| 1988 | 476                     | 43.7                       | 814                        | 43.5                    | 2.87                       | 45.5                       | 1769                             | 142.3                 | 32.6                  | 16.6                                |
| 1989 | 465                     | 42.6                       | 1140                       | 32.9                    | 2.79                       | 70.1                       | 1149                             | 299.3                 | 28.5                  | 16.7                                |
| 1990 | 471                     | 40.8                       | 905                        | 30.8                    | 2.68                       | 52.1                       | 1425                             | 487.6                 | 22.7                  | 17.1                                |
| 1991 | 472                     | 39.9                       | 924                        | 32.4                    | 2.62                       | 53.5                       | 1090                             | 55.4                  | 10.9                  | 16.9                                |
| 1992 | 509                     | 37.9                       | 653                        | 43.4                    | 2.48                       | 35.1                       | 2409                             | 108.4                 | 29.1                  | 16.6                                |
| 1993 | 449                     | 39.1                       | 1380                       | 33.9                    | 2.57                       | 84.8                       | 1483                             | 106.7                 | 4.4                   | 15.5                                |
| 1994 | 432                     | 36.3                       | 667                        | 46.8                    | 2.38                       | 35.1                       | 2891                             | 114.6                 | 40.4                  | 17.4                                |
| 1995 | 475                     | 37.6                       | 909                        | 35.5                    | 2.47                       | 51.3                       | 2225                             | 58.8                  | 12.9                  | 15.7                                |
| 1996 | 493                     | 36.5                       | 846                        | 43.7                    | 2.40                       | 46.2                       | 2194                             | 91.5                  | 39.1                  | 15.9                                |
| 1997 | 536                     | 37.2                       | 1485                       | 51.3                    | 2.44                       | 94.2                       | 1474                             | 198.6                 | 62.0                  | 16.9                                |
| 1998 | 458                     | 29.6                       | 1225                       | 52.4                    | 1.94                       | 72.5                       | 1203                             | 1.4                   | 36.7                  | 17.6                                |
| 1999 | 478                     | 32.7                       | 1203                       | 52.8                    | 2.15                       | 69.5                       | 2330                             | 51.9                  | 59.9                  | 17.2                                |
| 2000 | 569                     | 33.6                       | 974                        | 49.2                    | 2.21                       | 55.3                       | 2815                             | 179.9                 | 65.4                  | 17.1                                |
| 2001 | 532                     | 33.3                       | 869                        | 42.5                    | 2.18                       | 45.6                       | 1755                             | 371.1                 | 40.7                  | 16.2                                |
| 2002 | 521                     | 33.4                       | 948                        | 45.3                    | 2.19                       | 50.1                       | 2315                             | 258.2                 | 42.3                  | 15.9                                |
| 2003 | 509                     | 31.4                       | 1313                       | 45.0                    | 2.06                       | 75.0                       | 1399                             | 26.4                  | 29.0                  | 16.1                                |
| 2004 | 520                     | 33.2                       | 1153                       | 48.1                    | 2.18                       | 66.7                       | 2110                             | 134.0                 | 36.5                  | 16.7                                |
| 2005 | 513                     | 27.3                       | 930                        | 37.1                    | 1.79                       | 50.3                       | 2150                             | 172.1                 | 5.2                   | 15.9                                |
| 2006 | 495                     | 28.6                       | 1587                       | 32.7                    | 1.88                       | 104.1                      | 1529                             | 84.8                  | 22.5                  | 15.9                                |
| 2007 | 518                     | 21.5                       | 775                        | 49.8                    | 1.41                       | 41.5                       | 2996                             | 193.2                 | 39.8                  | 16.8                                |
| 2008 | 472                     | 16.6                       | 816                        | 54.0                    | 1.09                       | 41.8                       | 2718                             | 173.8                 | 42.7                  | 15.7                                |
| 2009 | 504                     | 15.2                       | 1128                       | 37.1                    | 1.00                       | 65.6                       | 2058                             | 76.4                  | 11.0                  | 15.9                                |
| 2010 | 510                     | 16.7                       | 1095                       | 59.2                    | 1.10                       | 61.8                       | 1822                             | 46.8                  | 52.8                  | 16.5                                |
| 2011 | 664                     | 9.9                        | 1667                       | 71.4                    | 0.65                       | 107.8                      | 1215                             | 194.2                 | 47.8                  | 15.9                                |
| 2013 | 560                     | 8.1                        | 702                        | 60.3                    | 0.53                       | 39.6                       | 2816                             | 149.7                 | 38.8                  | 16.5                                |

## 重回帰分析

従属変数を宍道湖TN濃度、独立変数をそれ以外として重回帰分析を行ったところ、漁獲による窒素持ち出し量以外は採用されず、次式が得られた。

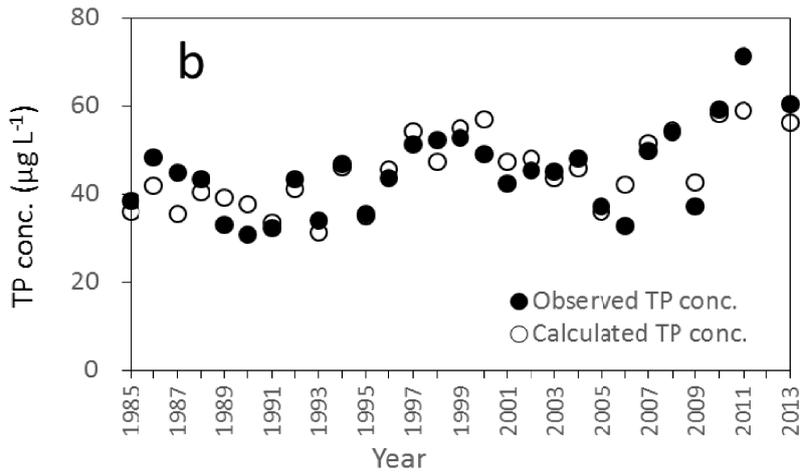
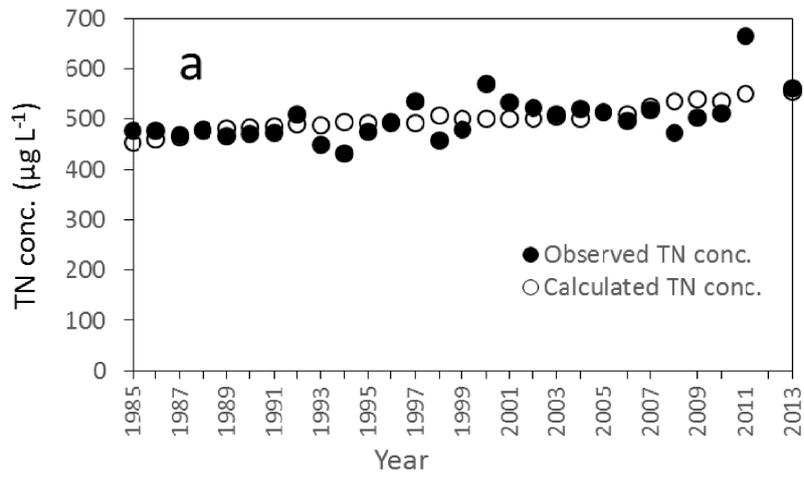
$$(\text{宍道湖TN濃度 } (\mu\text{g L}^{-1})) = 571 - 2.13 \times (\text{漁獲による窒素持ち出し量}(t))$$

この回帰式の寄与率 $R^2$ は0.313であり、このことからTN変動の約31%が説明できる。妥当性の検討を行ったところ、 $p < 0.01$ であった。また、他の変数とは有意な相関が見られなかった( $P > 0.05$ )。

従属変数をTP、独立変数をそれ以外として重回帰分析を行ったところ、次の式が得られた。

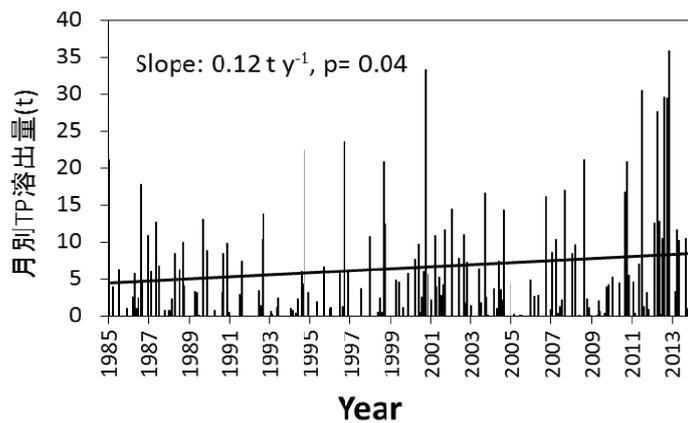
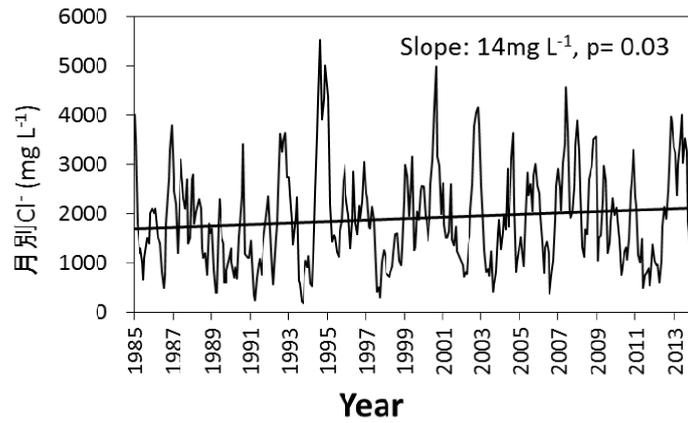
$$(\text{宍道湖TP濃度 } (\mu\text{g L}^{-1})) = 44.2 + 0.386 \times (\text{TP年間溶出量}(t)) - 5.71 \times (\text{漁獲によるリン持ち出し量}(t))$$

TP年間溶出量の標準偏回帰係数は0.651、漁獲によるリン持ち出し量は-0.466であり、TP年間溶出量のほうが上回っていたため、TP年間溶出量のほうがより寄与している。この回帰式の寄与率 $R^2$ は0.725であり、このことからTP変動の約73%が説明できる。妥当性の検討を行ったところ、 $p < 0.001$ でありこの回帰式の妥当性が有意に示された。以上のことから、TN・TP濃度は漁獲量との相関が見られることが示された。



### 宍道湖のTN/TP比の低下理由

- 塩化物イオン濃度の有意な上昇
- TP溶出量の増加



## 宍道湖における数値シミュレーション進行状況

港湾空港技術研究所 井上 徹教

### 1. 計算概要

港湾空港技術研究所では、これまで内湾において適用してきた低次生態系数値シミュレーションモデル(通称：伊勢湾シミュレーター)を用いて、宍道湖における流動場の計算を試みてきた。計算の概要については以下の通り。

- ・ 上流側境界には、斐伊川の流量を宍道湖全体の集水面積で換算した値と水温を与える。
- ・ 下流側境界には、大橋川での水温と塩分の鉛直分布を与える。
- ・ 気象条件は、宍道湖湖心のデータを優先的に使用し、不足するデータは松江气象台のデータを使用する。
- ・ 計算メッシュは、水平方向 200m、鉛直方向 10 cm (図1 参照)。

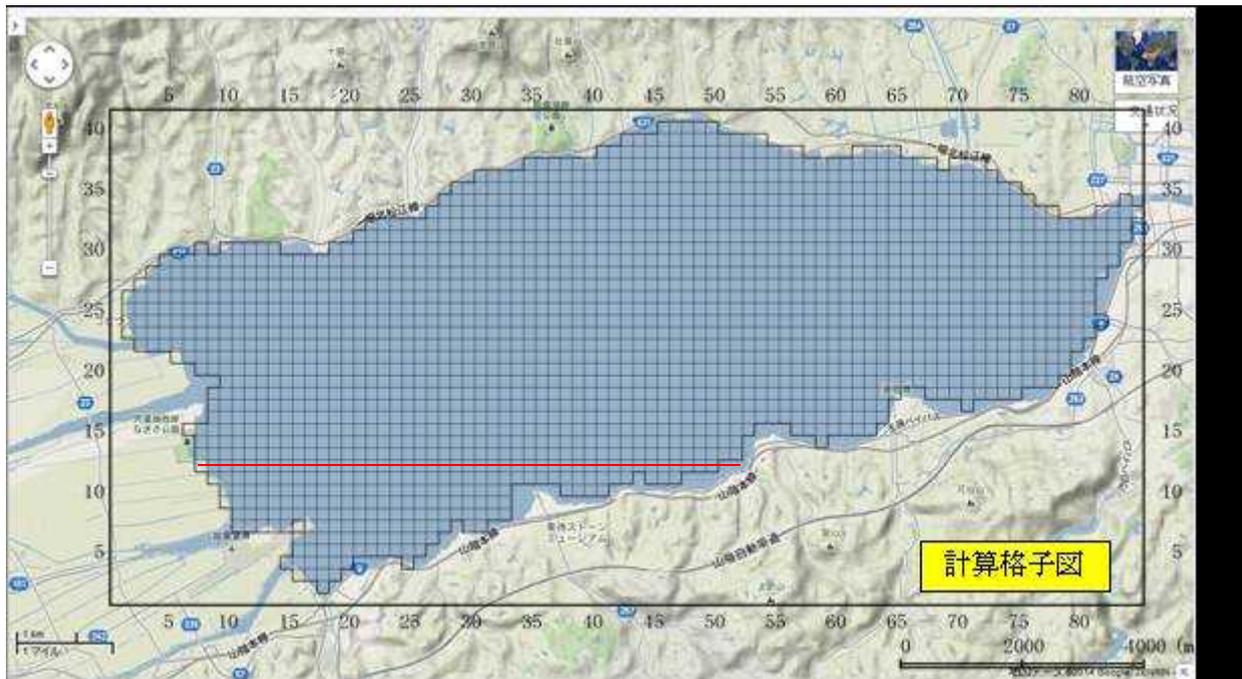


図1 計算格子図

### 2. 今年度の作業内容

2012年9月19日に宍道湖西岸において発生した青潮は、台風1216号に起因する強い西風の影響であると考えられるが、青潮が大規模化した要因として前日にみられた新たな塩水侵入が大きく影響している可能性が指摘されている(菅原、私信)。今年度は、上記時期の宍道湖底層塩水塊の挙動を数値シミュレーションにより再現するとともに、新たな塩水侵入の有無により塩水塊の遡上がどの程度影響を受けるのかについて、数値実験により検討した。

まず予備計算として2012年1月1日0時から、初期条件を全格子で水温4.4、塩分7.8 psuとして、同9月10日0時までの計算を行った。これを以下の計算での初期条件として用いる。次に、再現計算として9月10日0時から9月21日0時までの計算を行った。加えて、数値実験として9月17日17時以降にみられた大橋川での塩分上昇を強制的に排除した入力ファイルを用いて同様の計算を行った(図2参照)。

計算結果の一例として、図1の赤線で示す鉛直断面内の塩分分布の様子を図3および図4に示す。図3は再現計算の結果、図4は塩水侵入を強制的に排除した数値実験の結果である。両図とも西風による底層塩水塊の西方への移動が確認されるが、再現計算(図3)では水表面付近まで高塩分水塊の湧昇がみられるのに対し、数値実験(図4)では高塩分水塊は水深2.5 m程度までの遡上にとどまっている。この差が生じた原因については、塩水塊が西方に移動した際に、塩水塊の規模が大きいほど湖心への復元力が小さくなり、湧昇が容易になるためと考えている。

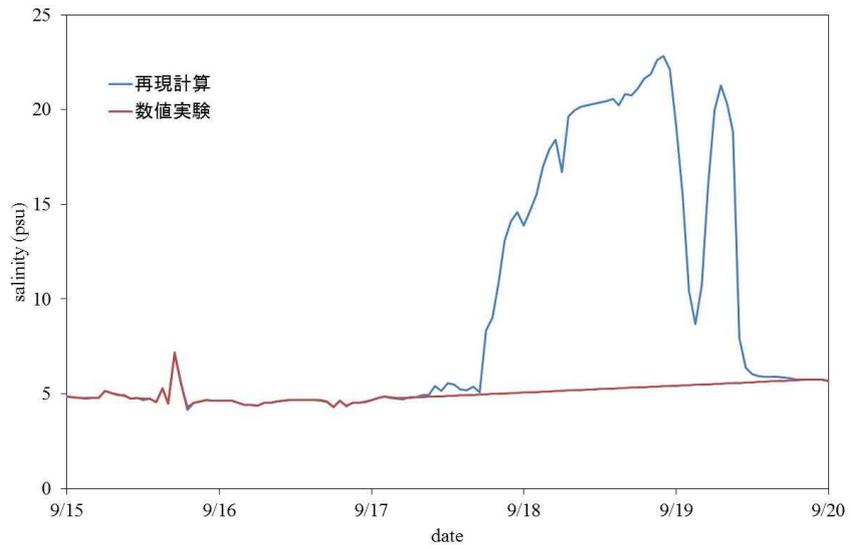


図2 再現計算と数値実験に使用した大橋川での塩分境界条件（水深 285 cm）

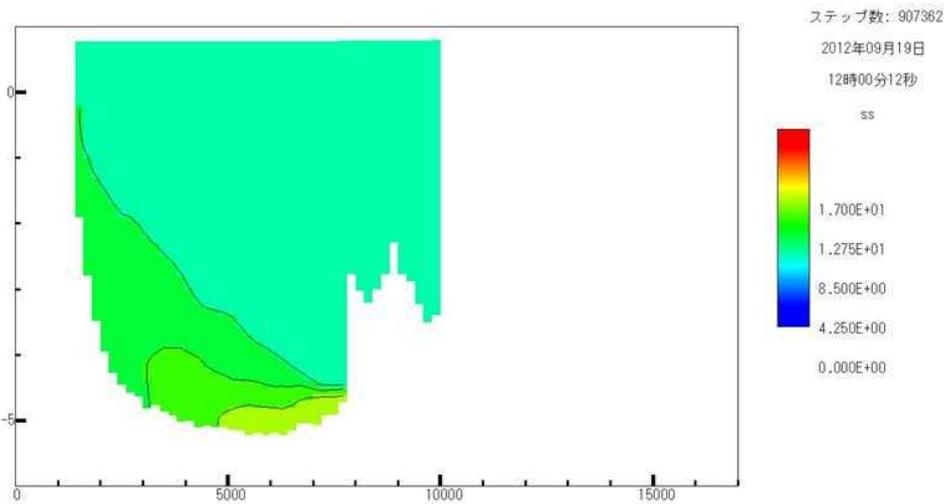


図3 再現計算での塩分分布

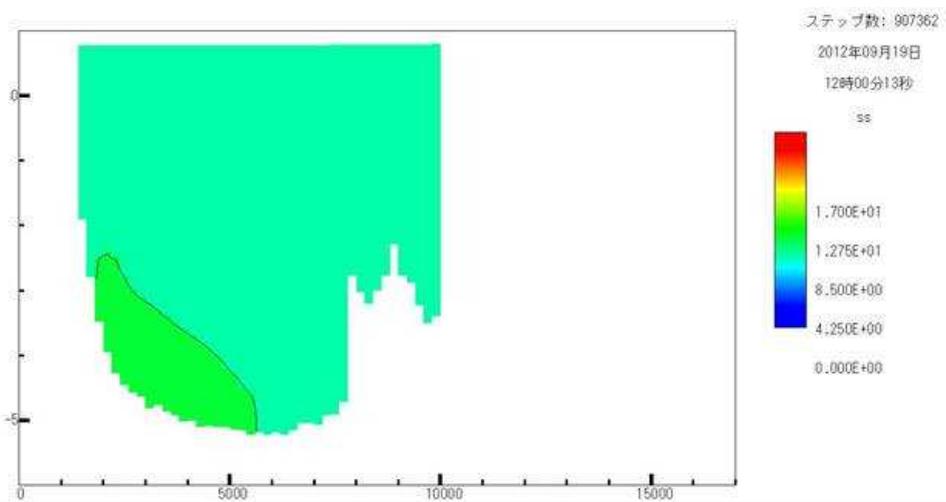


図4 数値実験での塩分分布

### 3. 今後の検討

上記の初歩的な検討により、宍道湖での青潮の大規模化にはある程度の塩水塊の規模が必要になる可能性が見いだされた。今後は以下の考察を行いたい。

- ・2012年の再現計算に粒子追跡法を適用し、初期に存在した硫化物を含む水塊と新たに進入した塩水塊とを区別する。
- ・一般的な数値実験（感度解析）により、塩水塊の湧昇が水表面に達するための風応力や底層での圧力勾配、塩水塊の規模等の物理的な条件の把握、可能であれば指標化。
- ・室内実験により、塩水塊の進入から硫化物溶出までの時間スケール等生化学的な条件の把握。
- ・青潮リスクが生じる塩分の定量化。漁獲対象種の生息環境を踏まえた最適塩分の提案。



## 風による底成層の破壊と再成層化について

島根大学大学院総合理工学研究科

管原庄吾・清家泰

## 1. 目的

2012年9月19日、宍道湖において青潮が発生し、宍道湖生態系に大きな影響を及ぼした。2012年8月下旬に行った硫化水素( $\text{H}_2\text{S} + \text{HS}^-$ )を指標とした水平分布調査の結果から、湖水中の硫化水素の蓄積には、宍道湖特有の現象である底成層の形成が大きく関係していることが明らかとなった。そこで本研究では、夏季の宍道湖湖心における底成層に着目し、底成層の層厚、底成層中硫化水素、栄養塩及び湖底堆積物中硫化水素の追跡調査を行った。

底成層とは密度や物質分布の大きな鉛直勾配が湖底近傍にのみ偏在するような構造のこと (Fig. 1 参照)。

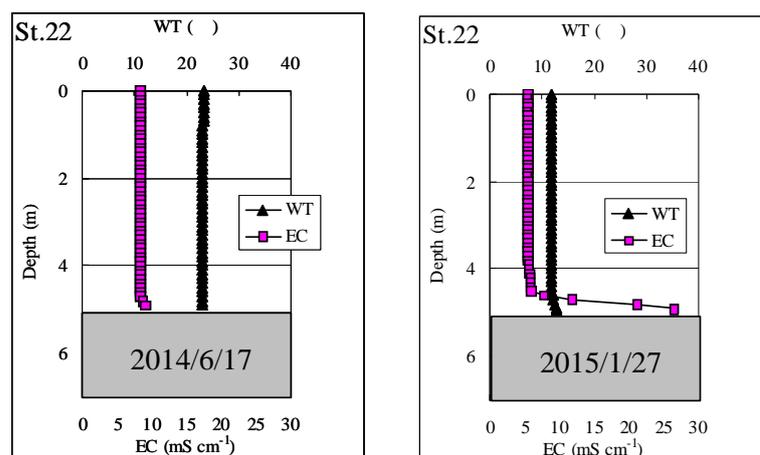


Fig.1 宍道湖湖心の底成層(左: 2014/6/17, 右: 2015/1/27)

## 2. 実験方法

2014年7月から10月にかけて計6回行った。宍道湖湖心において、潜水作業により直径70 mm、長さ1500 mmのアクリルパイプを用いて湖底堆積物ごと湖水を柱状に採取した。得られたコアの堆積物表層を基準として5 cm層毎に分取し、溶存酸素(ウインクラー法; Winkler, 1988; Carpenter, 1965), 塩分(Mohr法; American Public Health Association, 1936), 硫化水素(メチレンブルー法; Cline, 1969), リン酸態リン( $\text{PO}_4^{3-}$ )及び溶存無機態窒素(DIN:  $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{NO}_2^-$ ,  $\text{NO}_3^-$ )を定量した。湖底堆積物試料は、潜水作業により直径50 mm、長さ700 mmのアクリルパイプを用いて堆積物を柱状に採取した。堆積物表層を基準として1 cm または2 cmの層状に切り、湖底堆積物中硫化水素の分析に供した。

### 3. 結果(概要)

底成層の形成に伴い、貧酸素化・無酸素化が進行し湖底からリン、窒素及び硫化水素が溶出した (Fig. 2, Fig. 3)。台風等に起因する強風が観測された後、底成層はみられず、湖底に酸素が供給された。

2012年、2013年及び2014年の5月~10月の宍道湖湖心湖底直上水中 $H_2S$ の経月変化を(Fig. 4-)に示す。底成層が特に発達した2012年8月には最大で21.5 mgS/Lの $H_2S$ が検出された。2013年と2014年の最大値はそれぞれ1.6 mgS/L及び0.26 mgS/Lであり、2012年と比較すると極僅かだった。また、2012~2014年の同時期における湖底堆積物中の $H_2S$ は、2012年には最大で約150 mgS/L検出したものの、2013年と2014年は29 mgS/L及び15 mgS/Lだった(Fig. 4-)。このことから、底成層の破壊は底層への酸素供給のみならず湖底堆積物中の嫌気化に対する抑制効果もあることが示唆された。

本研究から、底成層は台風等に起因する強風によって破壊されることが明らかになったものの、底成層の解消及び底質改善には100%自然の力に頼っているのが現状である。2012年9月19日に発生した青潮は、7月下旬に観測された西風により高塩水が宍道湖に流入し、底成層が発達したことが大きな原因であり、今後の宍道湖保全のためにはその対策が必要と考えられる。

### 謝辞

本研究は、河川技術研究開発制度地域課題分野(河川生態)「人との相互作用によって持続する汽水湖生態系の構築」(研究代表者：山室真澄)による研究成果の一部である。

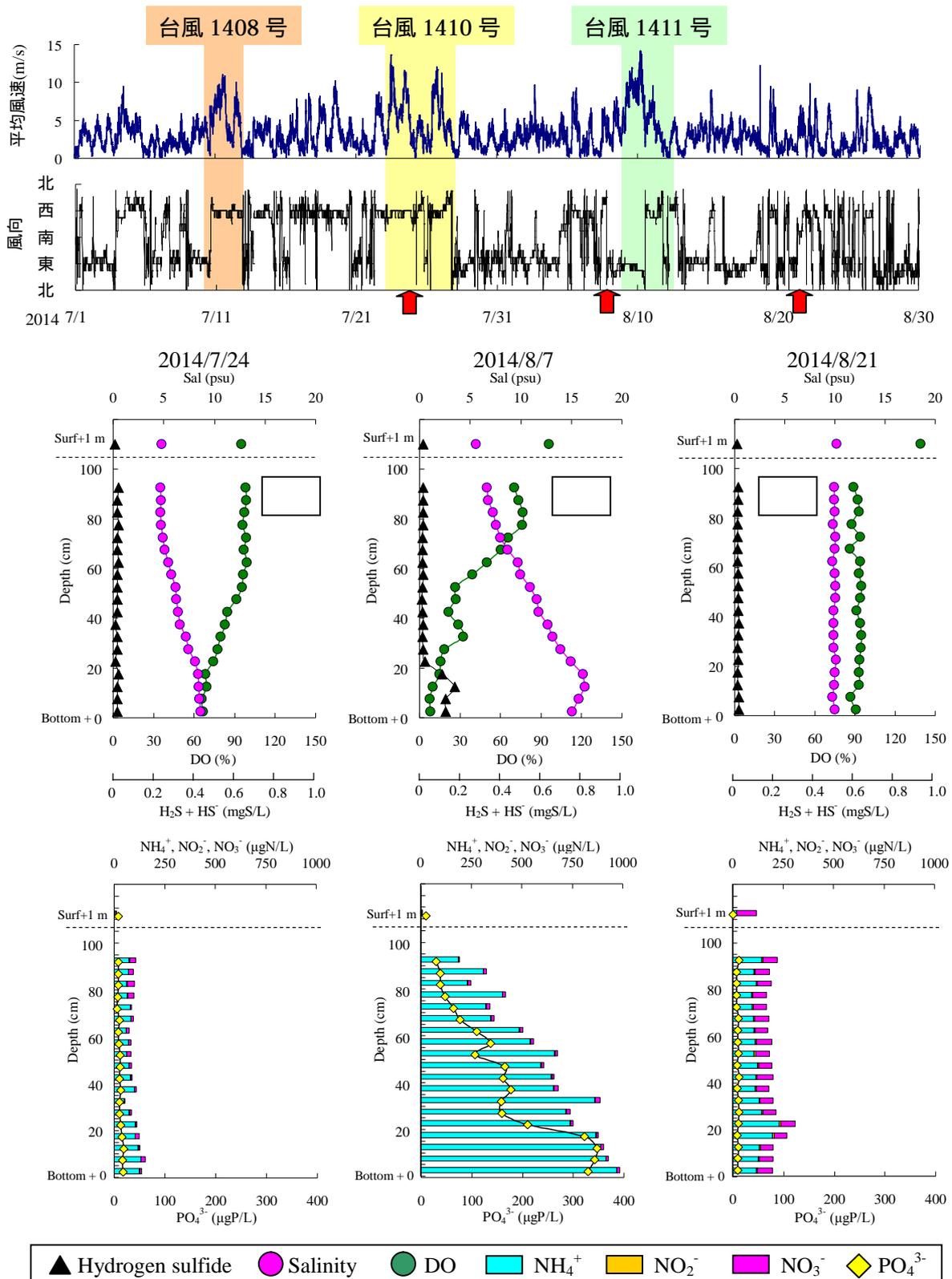


Fig. 2 2014年7~8月の平均風速，風向及び宍道湖湖心における湖底直上水中硫化水素，塩分(Salinity), DO, NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, NO<sub>2</sub><sup>-</sup>, NO<sub>3</sub><sup>-</sup>の鉛直分布

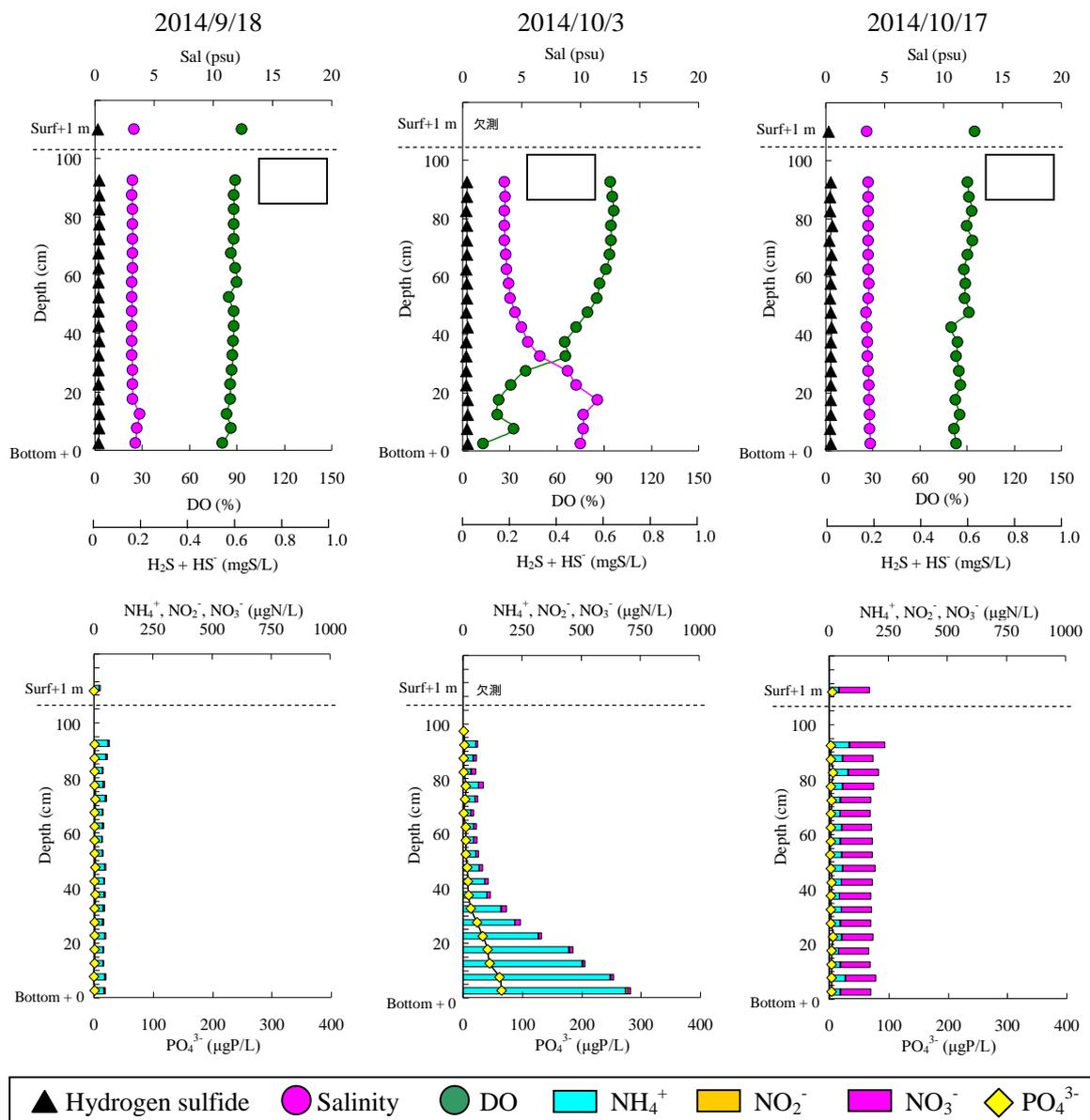
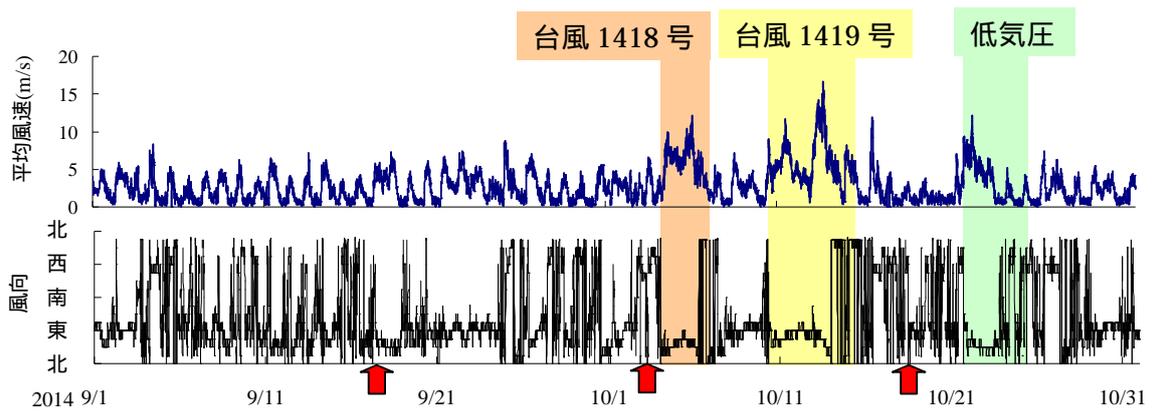
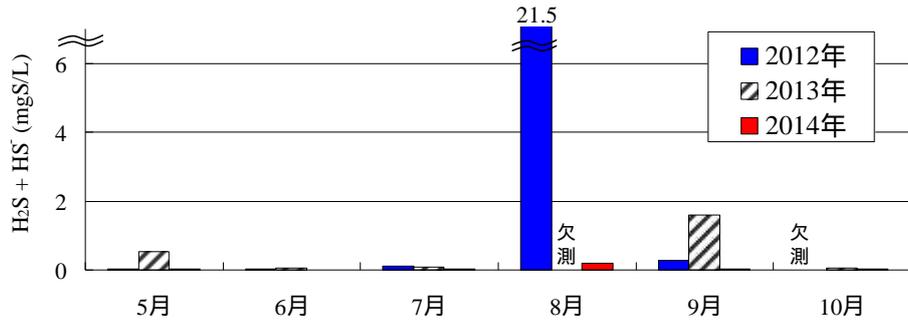


Fig. 3 2014年9月~10月の平均風速、風向及び穴道湖湖心における湖底直上水中硫化水素、塩分(Salinity)、DO、 $\text{NH}_4^+$ 、 $\text{NO}_2^-$ 、 $\text{NO}_3^-$ の鉛直分布

( )



( )

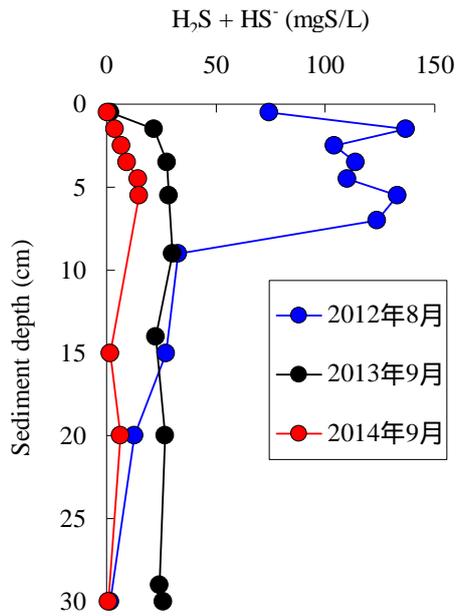


Fig. 4 2012年, 2013年及び2014年の5月~10月の宍道湖湖心直上水中硫化水素濃度( )  
及び堆積物中溶存硫化水素の比較( )

