

琵琶湖北湖における 全層循環の考察について

1

琵琶湖開発総合管理所

○環境課 大平

環境課長 柳生

環境課 村井

0. 目次

- 1. はじめに
- 2. 琵琶湖および水質観測の概要
- 3. 本プレゼンテーションの目的
- 4. 近年の事例
- 5. 要因の考察
- 6. 結論・今後の展望

1. はじめに

- ▶ 琵琶湖北湖は毎年冬季に全層循環と呼ばれる現象が発生
- ▶ しかし**2018,2019年度と連続で発生せず**
(全層循環の不全は、**1979年の観測以来初めて**の状況。しかもそれが2年連続する!!)

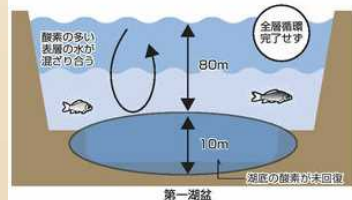
地域

「琵琶湖の深呼吸」全層循環、今年も確認されず 暖冬影響か

2020年4月2日 8:00



琵琶湖の現状のイメージ図



滋賀県は1日、琵琶湖で酸素を多く含む表層の水が下層の水と混ざり合う「全層循環」が、昨冬に続いて今冬も確認されなかったと発表した。暖冬の影響とみられるが、水中の酸素濃度は昨年より回復傾向といい、県は「生態系への大きな影響はなく、今後も調査を続けたい」としている。

琵琶湖の現状のイメージ図

新聞記事でも大きく取り上げられ、滋賀県知事も記者発表で強い懸念を表明している

全層循環とは

- 表層の湖水温が冬季に向かうに従って低下し、低温を保つ湖底と温度差(密度差)がなくなってすべての層の湖水が循環する現象。
- 北湖湖底に酸素を供給するなど、生態系にとって重要な現象。
- 別名:琵琶湖の深呼吸

2. 琵琶湖および水質観測の概要

2.1 琵琶湖北湖の概要

北湖:

- 平均水深40m
- 最大水深100m超
- 季節的に水温躍層の形成と破壊を繰り返す

南湖:

- 平均水深 4m
- 季節的な水温躍層の形成は見られず



2. 琵琶湖および水質観測の概要

2.2 安曇川沖総合自動観測所

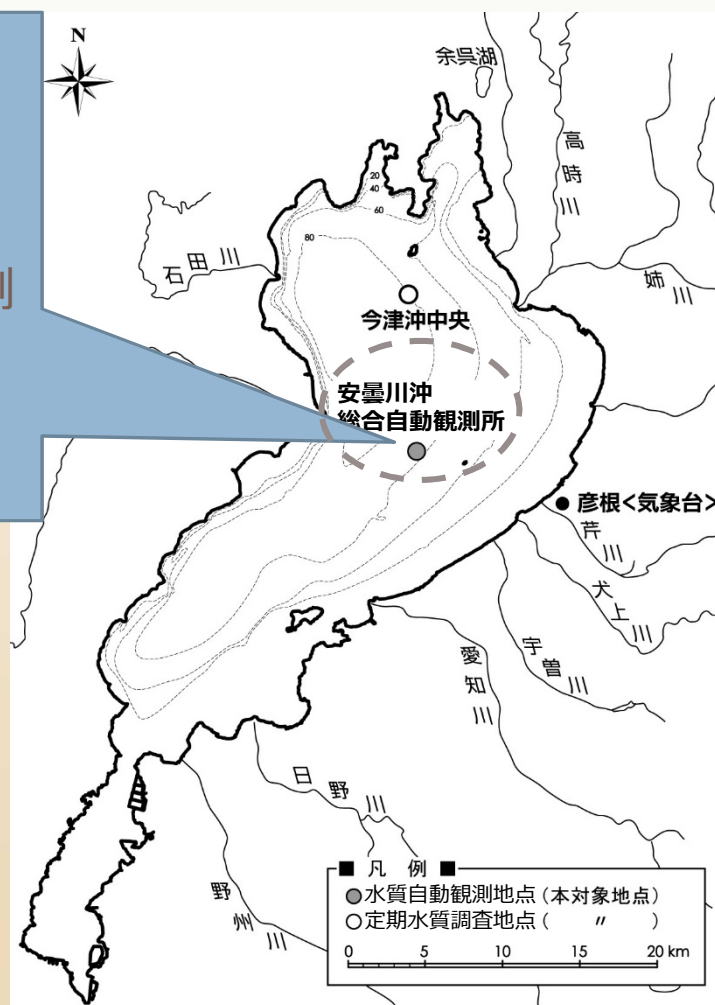
安曇川沖総合自動観測所:

- ・水資源機構所有
- ・最大水深約60m
- ・毎正時に表層(水温・DOなど)の計測
- ・6時間ごとに各層(水深5~60m)の計測
- ・データは川の防災情報(国交省)などでリアルタイム公開中

水没式センサー



安曇川沖総合自動観測所概要図

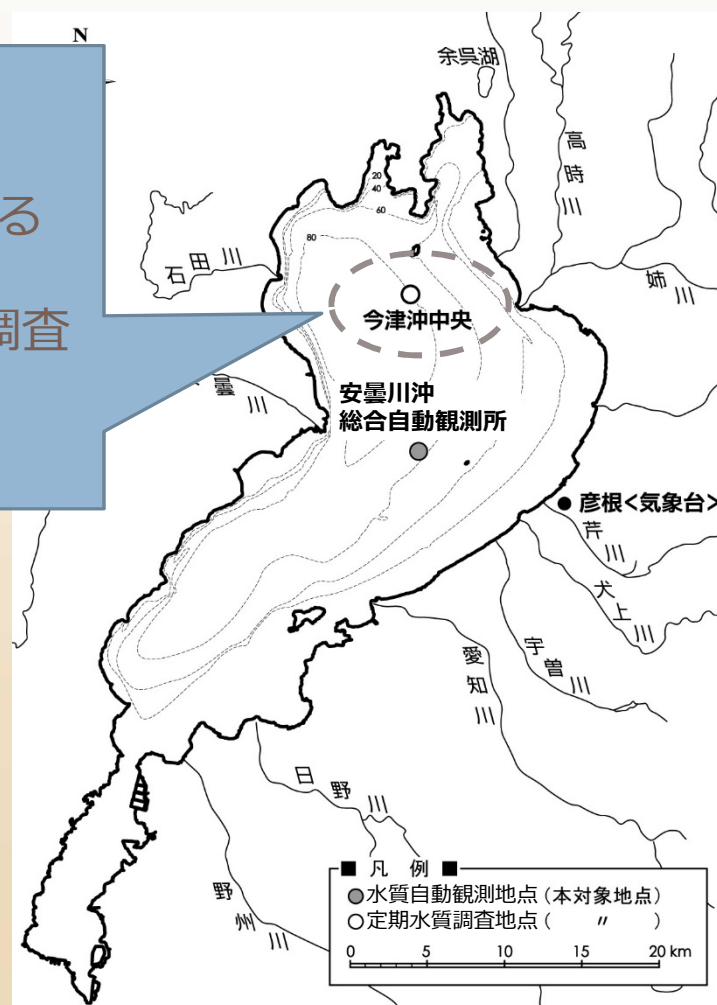


2. 琵琶湖および水質観測の概要

2.3 今津沖中央

今津沖中央:

- ・滋賀県調査船により調査
- ・今津沖第一湖盆とも呼ばれる
- ・最大水深約90m
- ・ほぼ月2回の頻度で深度別調査
- ・データは滋賀県環境白書で公開



3. 本プレゼンテーションの目的

- ▶ 自動観測所：観測頻度高い、移動できない
- ▶ 調査船：機動的な観測、観測頻度に制約



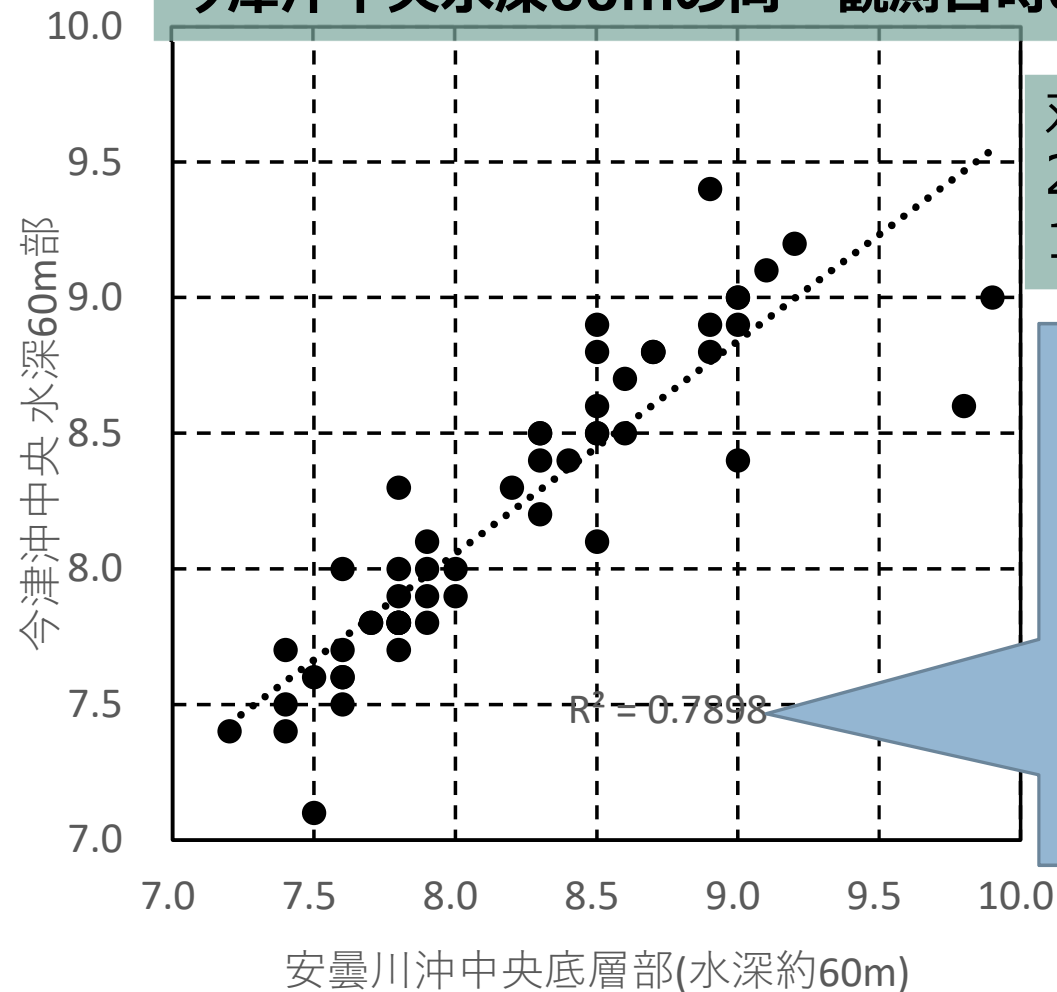
- ▶ 両者のデータを結びつけることができれば琵琶湖北湖全体の分析において有用



- ▶ 安曇川沖と今津沖の全層循環(底層DO回復)の状況を考察する

3. 本プレゼンテーションの目的

安曇川沖中央底層部(水深約60m)と
今津沖中央水深60mの同一観測日時の水温の相関



対象期間:
2016~20年,
1~3月,9~12月

決定係数
 $R^2=0.7898$
相関係数
 $R=0.8887$ (強い相関)
→今津沖中央水深
60mと安曇川沖中央
底層部は良好な相関
をもつ

4. 近年の事例

- ▶ 4.1 2016～2017年
(典型的な全層循環の発生年)
- ▶ 4.2 2018～2019年
(全層循環不全年)
- ▶ 4.3 2006～2020年 底層DO回復時期比較

4.1 2016~2017年 (典型的な全層循環の発生年) 今津沖中央(調査船による月2回の観測)

今津沖中央
水温変化表

| | 凡例 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|----------|------|------|-------|------|--------|------|---------|------|---------|------|---------|-----|---------|-----|---------|--|------|--|
| | 7未満 | | 7~8.9 | | 9~10.9 | | 11~12.9 | | 13~14.9 | | 15~16.9 | | 17~18.9 | | 19~20.9 | | 21以上 | |
| | 9月 | | | 10月 | | | 11月 | | | 12月 | | | 1月 | | 2月 | | 3月 | |
| 水面-0.5m | 27.4 | 27.2 | 24.6 | 21.3 | 20.2 | 17.0 | 15.2 | 13.9 | 11.6 | 10.2 | 8.7 | 8.2 | 7.8 | 8.1 | 8.2 | | | |
| 水面-5.0m | 27.3 | 26.8 | 24.6 | 21.3 | 20.2 | 17.0 | 15.2 | 13.6 | 11.5 | 10.2 | 8.7 | 8.2 | 7.8 | 7.9 | 8.2 | | | |
| 水面-10.0m | 27.3 | 26.7 | 24.4 | 21.3 | 20.2 | 16.9 | 15.2 | 13.5 | 11.5 | 10.2 | 8.6 | 8.2 | 7.8 | 7.6 | 7.9 | | | |
| 水面-15.0m | 17.8 | 18.6 | 20.1 | 21.2 | 20.0 | 16.7 | 15.1 | 13.5 | 11.4 | 10.2 | 8.6 | 8.2 | 7.8 | 7.6 | 7.8 | | | |
| 水面-20.0m | 14.0 | 14.4 | 13.6 | 16.0 | 17.0 | 16.5 | 14.9 | 13.5 | 11.3 | 10.2 | 8.6 | 8.2 | 7.8 | 7.6 | 7.7 | | | |
| 水面-30.0m | 10.9 | 10.9 | 10.8 | 10.9 | 10.8 | 11.9 | 13.9 | 11.7 | 11.1 | 10.2 | 8.6 | 8.2 | 7.8 | 7.6 | 7.7 | | | |
| 水面-40.0m | 9.4 | 9.5 | 9.9 | 9.6 | 9.5 | 10.0 | 9.9 | 9.7 | 10.8 | 10.2 | 8.6 | 8.2 | 7.8 | 7.6 | 7.7 | | | |
| 水面-60.0m | 8.4 | 8.5 | 8.5 | 8.6 | 8.5 | 8.9 | 8.9 | 8.7 | 8.8 | 9.4 | 8.6 | 8.2 | 7.8 | 7.6 | 7.7 | | | |
| 水面-80.0m | 8.2 | 8.2 | 8.2 | 8.2 | 8.3 | 8.6 | 8.4 | 8.4 | 8.4 | 8.5 | 8.6 | 8.2 | 7.7 | 7.6 | 7.7 | | | |
| 水底+1.0m | 8.2 | 8.1 | 8.1 | 8.2 | 8.2 | 8.3 | 8.3 | 8.3 | 8.3 | 8.5 | 8.6 | 8.2 | 7.7 | 7.5 | 7.6 | | | |

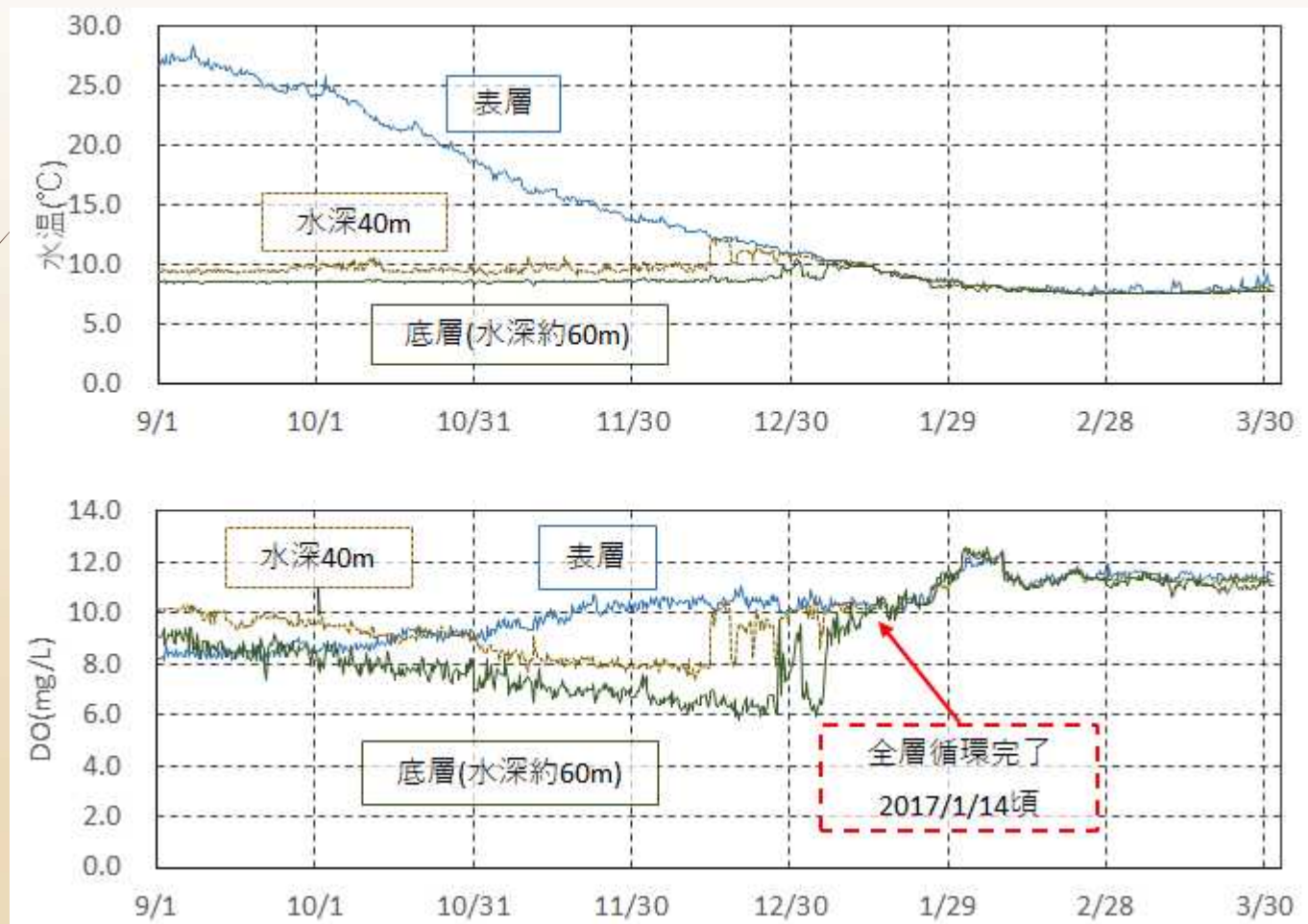
1/26調査時
全層で水温がほぼ一定に

今津沖中央
DO変化表

| | 凡例 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|----------|-----|-----|-------|-----|-------|-----|-------|------|-------|------|-------|------|-------|------|-------|--|---------|--|---------|--|------|--|
| | 2未満 | | 2~3.9 | | 4~4.9 | | 5~5.9 | | 6~6.9 | | 7~7.9 | | 8~8.9 | | 9~9.9 | | 10~10.9 | | 11~11.9 | | 12以上 | |
| | 9月 | | | 10月 | | | 11月 | | | 12月 | | | 1月 | | 2月 | | 3月 | | | | | |
| 水面-0.5m | 8.3 | 8.3 | 8.9 | 9.0 | 9.0 | 9.8 | 10.3 | 11.3 | 10.4 | 10.4 | 10.2 | 10.8 | 11.5 | 11.7 | 11.4 | | | | | | | |
| 水面-5.0m | 8.0 | 8.4 | 8.8 | 9.0 | 9.1 | 9.8 | 10.2 | 11.4 | 10.4 | 10.3 | 10.2 | 10.5 | 10.8 | 11.3 | 11.4 | | | | | | | |
| 水面-10.0m | 8.0 | 8.2 | 8.6 | 9.0 | 9.0 | 9.5 | 10.1 | 11.1 | 10.2 | 10.3 | 10.2 | 10.4 | 10.7 | 11.2 | 11.4 | | | | | | | |
| 水面-15.0m | 7.4 | 8.0 | 6.4 | 9.0 | 8.9 | 9.3 | 10.0 | 11.0 | 9.8 | 10.2 | 10.2 | 10.4 | 10.7 | 10.9 | 11.3 | | | | | | | |
| 水面-20.0m | 6.3 | 6.2 | 6.0 | 5.3 | 7.1 | 9.3 | 9.7 | 10.9 | 9.7 | 10.2 | 10.2 | 10.5 | 10.7 | 10.9 | 11.2 | | | | | | | |
| 水面-30.0m | 7.9 | 7.2 | 7.1 | 6.7 | 6.9 | 6.4 | 8.9 | 8.1 | 9.6 | 10.2 | 10.1 | 10.5 | 10.7 | 10.9 | 11.1 | | | | | | | |
| 水面-40.0m | 8.7 | 8.5 | 7.8 | 8.1 | 8.4 | 7.7 | 6.9 | 7.7 | 9.0 | 10.2 | 10.1 | 10.4 | 10.7 | 10.9 | 11.1 | | | | | | | |
| 水面-60.0m | 7.8 | 7.9 | 8.2 | 8.3 | 7.3 | 7.0 | 7.1 | 6.9 | 6.3 | 6.5 | 10.1 | 10.4 | 10.7 | 10.9 | 11.0 | | | | | | | |
| 水面-80.0m | 4.6 | 4.3 | 5.5 | 6.0 | 5.5 | 5.8 | 5.5 | 5.9 | 5.4 | 4.2 | 10.1 | 10.4 | 10.5 | 10.7 | 11.0 | | | | | | | |
| 水底+1.0m | 3.9 | 3.4 | 2.6 | 3.4 | 4.2 | 4.2 | 3.7 | 4.4 | 3.7 | 3.9 | 10.1 | 10.4 | 10.4 | 10.3 | 10.9 | | | | | | | |

1/26調査時
全層循環確認

4.1 2016～2017年 (典型的な全層循環の発生年) 安曇川沖中央(自動観測所のリアルタイムデータ)



4.2 2018～2019年 (全層循環不全年)

今津沖中央(調査船による月2回の観測)

今津沖中央
水温変化表

| | 凡例 (単位: °C) | | | | | | | | | | | | | |
|----------|-------------|-------|--------|---------|---------|---------|---------|---------|------|-----|-----|-----|-----|-----|
| | 7未満 | 7~8.9 | 9~10.9 | 11~12.9 | 13~14.9 | 15~16.9 | 17~18.9 | 19~20.9 | 21以上 | | | | | |
| | 9月 | | 10月 | | 11月 | | 12月 | | 1月 | | 2月 | | 3月 | |
| 水面-0.5m | 23.9 | 24.1 | 20.9 | 20.5 | 18.5 | 17.0 | 15.2 | 13.2 | 10.8 | 9.7 | 8.8 | 8.5 | 8.5 | 8.8 |
| 水面-5.0m | 23.2 | 23.6 | 20.7 | 20.5 | 18.2 | 17.0 | 15.2 | 13.3 | 10.8 | 9.7 | 8.8 | 8.4 | 8.4 | 8.4 |
| 水面-10.0m | 21.2 | 23.2 | 20.6 | 20.5 | 18.2 | 17.0 | 15.2 | 13.3 | 10.8 | 9.7 | 8.7 | 8.4 | 8.4 | 8.4 |
| 水面-15.0m | 18.4 | 20.2 | 19.8 | 19.9 | 18.2 | 17.0 | 15.2 | 13.2 | 10.8 | 9.7 | 8.7 | 8.4 | 8.4 | 8.4 |
| 水面-20.0m | 17.2 | 17.1 | 18.8 | 17.4 | 18.2 | 17.0 | 15.2 | 13.1 | 10.8 | 9.7 | 8.7 | 8.4 | 8.4 | 8.4 |
| 水面-30.0m | 14.2 | 13.4 | 13.5 | 13.0 | 13.6 | 12.9 | 13.2 | 13.1 | 10.7 | 9.7 | 8.7 | 8.4 | 8.4 | 8.4 |
| 水面-40.0m | 12.0 | 11.0 | 9.5 | 10.5 | 10.2 | 10.1 | 10.3 | 10.0 | 10.7 | 9.7 | 8.7 | 8.4 | 8.4 | 8.4 |
| 水面-60.0m | 8.1 | 8.0 | 7.9 | 7.8 | 7.9 | 8.0 | 7.9 | 7.9 | 8.1 | 8.3 | 8.4 | 8.4 | 8.3 | 8.3 |
| 水面-80.0m | 7.5 | 7.5 | 7.5 | 7.5 | 7.5 | 7.6 | 7.6 | 7.6 | 7.7 | 7.7 | 7.8 | 8.1 | 8.2 | 7.9 |
| 水底+1.0m | 7.5 | 7.5 | 7.5 | 7.5 | 7.5 | 7.5 | 7.5 | 7.5 | 7.6 | 7.6 | 7.7 | 7.8 | 8.0 | 7.9 |

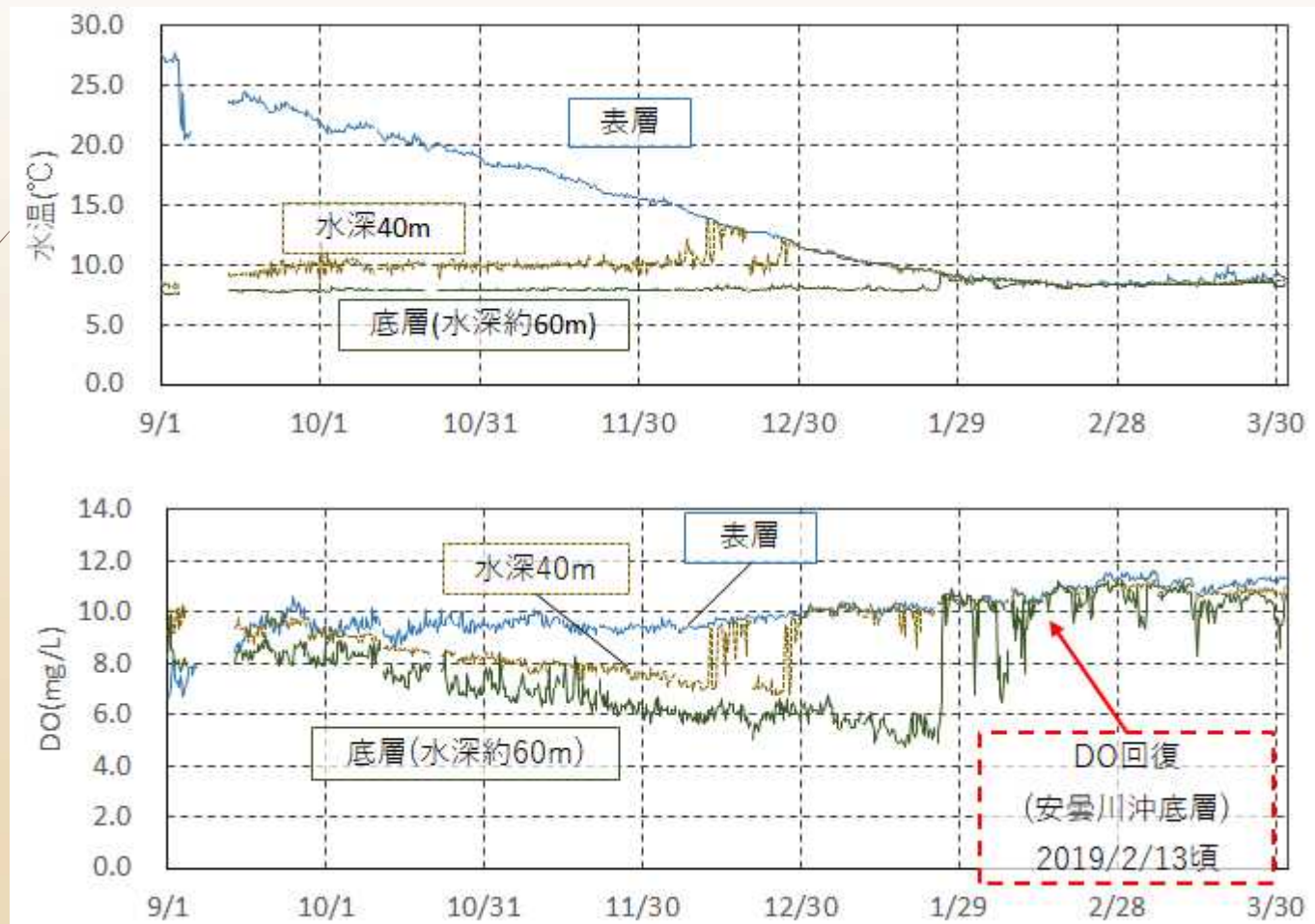
3/8調査時
表層の水温が湖底付近より0.5°C高い

今津沖中央
DO変化表

| | 凡例 (単位: mg/L) | | | | | | | | | | | | | |
|----------|---------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|---------|---------|------|------|------|------|
| | 2未満 | 2~3.9 | 4~4.9 | 5~5.9 | 6~6.9 | 7~7.9 | 8~8.9 | 9~9.9 | 10~10.9 | 11~11.9 | 12以上 | | | |
| | 9月 | | 10月 | | 11月 | | 12月 | | 1月 | | 2月 | | 3月 | |
| 水面-0.5m | 8.1 | 9.2 | 8.4 | 9.0 | 9.8 | 9.3 | 9.3 | 9.7 | 10.2 | 10.3 | 10.6 | 10.4 | 11.0 | 10.9 |
| 水面-5.0m | 7.9 | 9.1 | 8.3 | 9.0 | 9.8 | 9.3 | 9.3 | 9.6 | 10.1 | 10.1 | 10.5 | 10.4 | 11.0 | 10.9 |
| 水面-10.0m | 7.8 | 8.2 | 8.1 | 8.9 | 9.7 | 9.3 | 9.2 | 9.6 | 10.1 | 10.1 | 10.5 | 10.3 | 11.0 | 10.8 |
| 水面-15.0m | 7.7 | 7.1 | 7.6 | 8.1 | 9.6 | 9.3 | 9.1 | 9.6 | 10.1 | 10.1 | 10.5 | 10.3 | 10.9 | 10.8 |
| 水面-20.0m | 7.7 | 7.1 | 7.3 | 6.6 | 9.6 | 9.3 | 9.1 | 9.5 | 10.1 | 10.0 | 10.5 | 10.3 | 10.9 | 10.8 |
| 水面-30.0m | 8.0 | 7.6 | 7.4 | 7.2 | 6.6 | 7.0 | 6.2 | 9.4 | 10.1 | 10.1 | 10.4 | 10.3 | 10.8 | 10.8 |
| 水面-40.0m | 8.1 | 7.7 | 7.8 | 7.5 | 7.0 | 7.1 | 6.7 | 6.5 | 10.0 | 10.1 | 10.5 | 10.3 | 10.8 | 10.8 |
| 水面-60.0m | 7.9 | 8.3 | 7.7 | 7.8 | 7.4 | 7.2 | 5.9 | 6.0 | 5.6 | 6.3 | 7.1 | 10.3 | 10.7 | 10.1 |
| 水面-80.0m | 8.3 | 7.2 | 6.2 | 6.1 | 6.0 | 5.9 | 6.2 | 6.2 | 5.1 | 5.2 | 5.0 | 5.8 | 10.0 | 4.3 |
| 水底+1.0m | 7.3 | 5.8 | 6.1 | 5.2 | 4.3 | 4.0 | 2.5 | 3.6 | 3.4 | 3.5 | 3.6 | 3.6 | 7.6 | 3.3 |

3/8調査時、湖底DOの値が表層の値まで回復せず。
3/18調査時、湖底DOの値が前回より低下。
→全層循環不全を確認。

4.2 2018 ~ 2019年 (全層循環不全年) 安曇川沖中央(自動観測所のリアルタイムデータ)



4.3 2006～2020年 底層DO回復時期比較

| | (前年)12月 | | 1月 | | 2月 | | 3月 | |
|------|---------|---|----|---|----|---|----|---|
| | 前 | 後 | 前 | 後 | 前 | 後 | 前 | 後 |
| 2006 | | △ | ◆ | ● | | | | |
| 2007 | | | | | △ | ◆ | | ● |
| 2008 | | | △ | ◆ | ● | | | |
| 2009 | | | | △ | ◆ | ● | | |
| 2010 | | | △ | ◆ | ● | | | |
| 2011 | | | △ | ◆ | ● | | | |
| 2012 | | | | △ | ◆ | ● | | |
| 2013 | | | △ | ◆ | ● | | | |
| 2014 | | | | △ | ◆ | ● | | |
| 2015 | | | | △ | ◆ | ● | | |
| 2016 | | | | | | △ | ◆ | ● |
| 2017 | | | △ | ◆ | ● | | | |
| 2018 | | △ | ◆ | ● | | | | |
| 2019 | | | | | △ | ◆ | | |
| 2020 | | | | △ | | ◆ | | |

(凡例)

●…今津沖中央底層
(水深約90m)

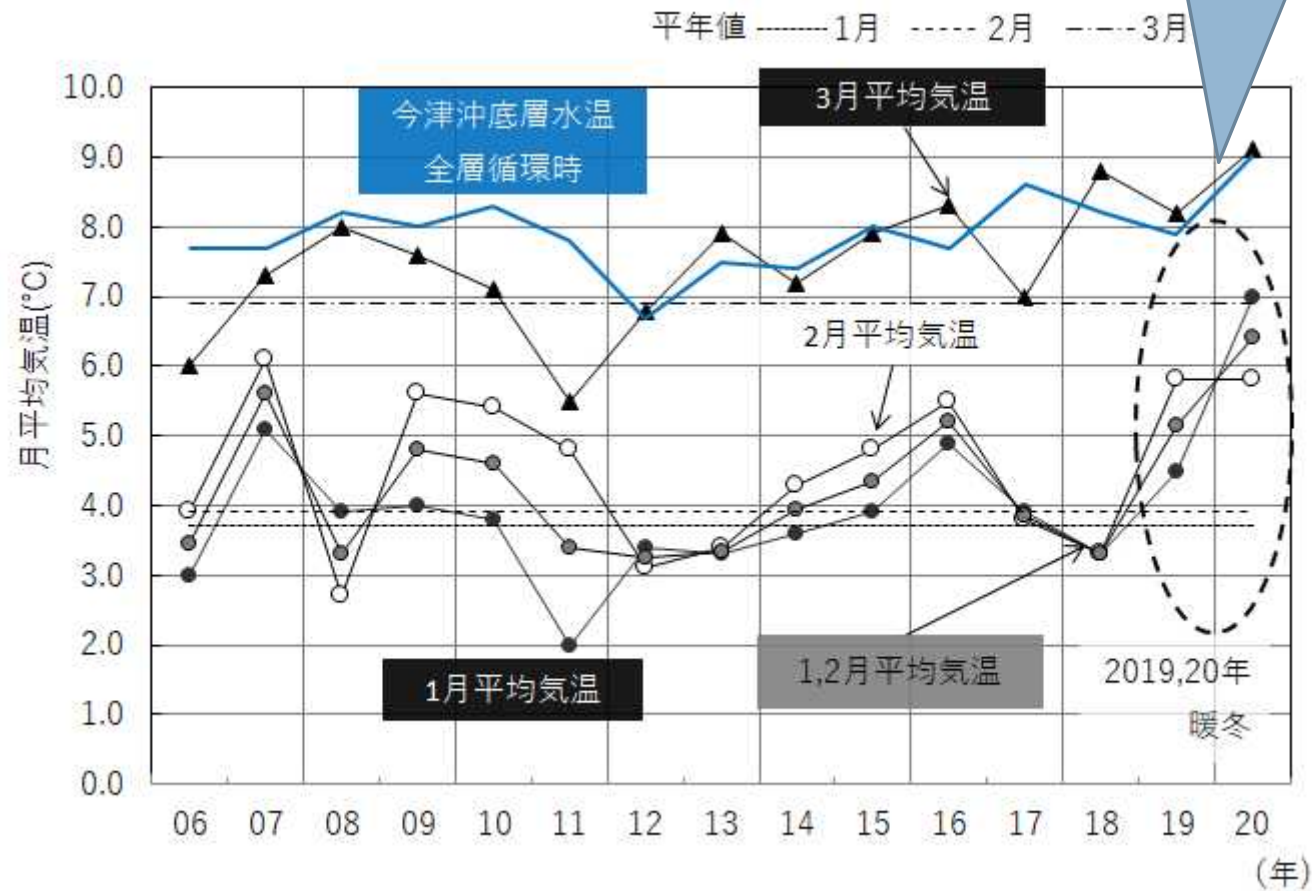
◆…今津沖中央
水深60m

△…安曇川沖中央底層
(水深約60m)

※2019,2020年は、
今津沖中央底層の全
層循環(DOの数値に
より判断)は完全には
確認されなかったた
め、●はなし。

5. 要因の考察

※2019,2020年、全層循環発生せず。DOのピーク値を示した際の水温




5. 要因の考察 (彦根地方気象台の月平均気温の平年値との差)

| 彦根 | | | | | | | | | | | | | | | |
|-------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 平年値からの差(°C) | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 05年度 | 06年度 | 07年度 | 08年度 | 09年度 | 10年度 | 11年度 | 12年度 | 13年度 | 14年度 | 15年度 | 16年度 | 17年度 | 18年度 | 19年度 |
| 4月 | 0.9 | -1.4 | -0.4 | 0.4 | 0.4 | -1.1 | -1.5 | 0.1 | -0.6 | -0.1 | 1.3 | 1.5 | 0.8 | 1.9 | -0.4 |
| 5月 | -0.6 | -0.2 | -0.2 | 0.5 | 0.3 | -0.5 | 0.2 | -0.3 | 0.0 | 0.5 | 2.1 | 1.6 | 1.8 | 0.8 | 1.3 |
| 6月 | 1.7 | 0.2 | 0.4 | -0.5 | 0.6 | 1.0 | 1.6 | -0.1 | 1.3 | 1.7 | 0.2 | 0.6 | -0.4 | 0.8 | 0.7 |
| 7月 | 0.0 | -0.5 | -1.7 | 1.8 | 0.0 | 1.0 | 1.7 | 0.9 | 1.5 | 0.8 | 0.6 | 0.7 | 1.8 | 2.9 | -0.3 |
| 8月 | 0.1 | 1.1 | 0.8 | 0.1 | -0.9 | 2.2 | 1.0 | 1.4 | 1.2 | -0.5 | 0.3 | 1.0 | 0.5 | 1.4 | 1.3 |
| 9月 | 1.3 | -0.2 | 1.9 | -0.2 | -0.6 | 1.8 | 1.1 | 2.1 | 0.3 | -0.6 | -1.1 | 1.4 | -0.5 | -0.4 | 2.2 |
| 10月 | 1.3 | 1.3 | 1.0 | 0.7 | 0.4 | 1.2 | 0.7 | 0.8 | 2.2 | 0.7 | 0.1 | 1.7 | 0.1 | 0.8 | 2.3 |
| 11月 | -0.3 | 1.2 | 0.0 | 0.1 | 0.4 | -0.2 | 1.7 | -0.5 | -0.2 | 0.8 | 2.0 | 0.2 | -1.0 | 1.4 | 1.1 |
| 12月 | -2.8 | 0.9 | 0.9 | 0.5 | 0.5 | 0.7 | -0.3 | -1.4 | -0.3 | -1.2 | 2.3 | 1.1 | -1.3 | 1.3 | 1.4 |
| 1月 | -0.7 | 1.4 | 0.2 | 0.3 | 0.1 | -1.7 | -0.3 | -0.4 | -0.1 | 0.2 | 1.2 | 0.2 | -0.4 | 0.8 | 3.3 |
| 2月 | 0.0 | 2.2 | -1.2 | 1.7 | 1.5 | 0.9 | -0.8 | -0.5 | 0.4 | 0.9 | 1.6 | -0.1 | -0.6 | 1.9 | 1.9 |
| 3月 | -0.9 | 0.4 | 1.1 | 0.7 | 0.2 | -1.4 | -0.1 | 1.0 | 0.3 | 1.0 | 1.4 | 0.1 | 1.9 | 1.3 | 2.2 |
| 今津沖全層循環 | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 1月前半 | 3月後半 | 1月後半 | 2月前半 | 2月前半 | 1月後半 | 2月前半 | 1月後半 | 2月後半 | 1月後半 | 3月前半 | 1月後半 | 1月後半 | なし | なし |

※全層循環が不全となった
2018,2019年度は9月から3月ま
で一貫して月平均気温が平年値
を1度前後上回っていた。

6. 結論・今後の展望

- ➡ ①今津沖中央の底層と水深60m層のDO回復時期は同時であることが多い。
 - ➡ ②安曇川沖中央底層と今津沖中央水深60m層のDO回復時期は半月程度の差であることが多い。
- 
- ➡ 安曇川沖底層のリアルタイムデータは今津沖底層の状況を推測する上でも有用

6. 結論・今後の展望

- 暖冬(1~2月の)2019,2020年に全層循環不全が発生



- 同程度の暖冬は2007,2016年にも発生したが全層循環は完了



- 全層循環が不全となった年は9月から3月まで一貫して気温が平年を上回っていた。
- 今後は、全層循環が不全となる気象条件についてさらなる解析・考察が必要

7. おわりに

琵琶湖センター広報誌

『びわ湖みらい No.08』 2007年10月 P01より

びわ湖みらい

L B E R I N E W S

センターニュース

No.08 2007/10

地球温暖化と琵琶湖

「琵琶湖にも地球温暖化の影響が現実のものとして現れたのではないか。」

7. おわりに

琵琶湖センター広報誌

『びわ湖みらい No.08』 2007年10月(!!) P03より

5 琵琶湖の「異変」が意味するもの

いま、「地球温暖化」が引き金になっていると考えられる現象が世界各地で報告されています。地球温暖化が進むと暖冬の年が多くなると予測されています。

ですから、今年琵琶湖でみられた「異変」が、将来には頻繁におこる可能性があります。このような「異変」がなぜ起こったのか、今後「異変」が頻繁に起こるのか、もしそうなったら湖の生態系にどのような影響があるのか、科学的な裏付けをしっかりとするために、琵琶湖の研究をさらに進めていく必要があります。

[参考] 2016~2017年
 (典型的な全層循環の発生年)
 今津沖中央(調査船による月2回の観測)

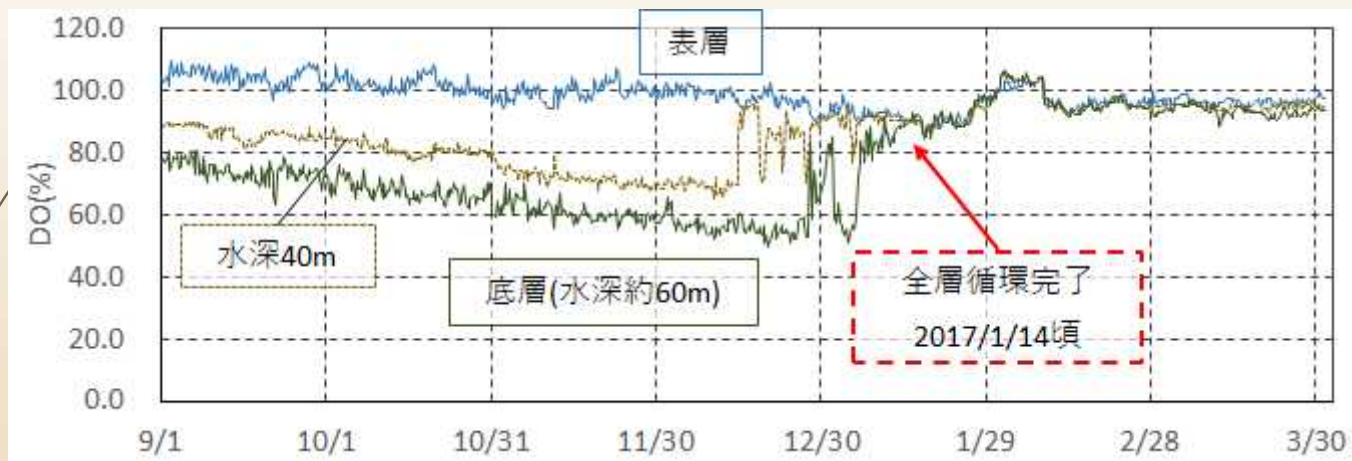
今津沖中央
 DO(%)

凡例

| | 10以下 11~20 21~30 31~40 41~50 51~60 61~70 71~80 81~90 91~100 101以上 (単位: %) | | | | | | | | | | | | | | |
|----------|---|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|----|----|----|----|----|----|----|
| | 9月 | 10月 | | | 11月 | | 12月 | | 1月 | 2月 | | 3月 | | | |
| 水面-0.5m | 105 | 105 | 107 | 102 | 100 | 102 | 102 | 109 | 95 | 93 | 88 | 92 | 97 | 99 | 97 |
| 水面-5.0m | 102 | 104 | 105 | 102 | 100 | 101 | 102 | 110 | 95 | 92 | 88 | 89 | 91 | 95 | 97 |
| 水面-10.0m | 101 | 103 | 104 | 101 | 99 | 99 | 100 | 107 | 93 | 91 | 87 | 89 | 90 | 94 | 96 |
| 水面-15.0m | 78 | 86 | 71 | 101 | 98 | 96 | 99 | 106 | 90 | 91 | 87 | 89 | 90 | 91 | 95 |
| 水面-20.0m | 61 | 60 | 57 | 53 | 73 | 95 | 96 | 105 | 88 | 91 | 87 | 89 | 90 | 91 | 93 |
| 水面-30.0m | 72 | 65 | 64 | 61 | 62 | 60 | 86 | 75 | 87 | 91 | 87 | 89 | 90 | 91 | 93 |
| 水面-40.0m | 76 | 74 | 69 | 71 | 74 | 68 | 61 | 68 | 82 | 91 | 87 | 89 | 90 | 91 | 93 |
| 水面-60.0m | 67 | 68 | 70 | 71 | 63 | 60 | 61 | 59 | 54 | 57 | 87 | 88 | 90 | 91 | 93 |
| 水面-80.0m | 39 | 36 | 47 | 51 | 47 | 50 | 47 | 50 | 46 | 36 | 87 | 89 | 88 | 90 | 92 |
| 水底+1.0m | 33 | 29 | 22 | 29 | 36 | 36 | 32 | 37 | 32 | 34 | 87 | 88 | 87 | 86 | 91 |

[参考] 2016~2017年
(典型的な全層循環の発生年)
安曇川沖中央(自動観測所のリアルタイムデータ)

安曇川沖中央
DO(%)



[参考] 2018~2019年

(全層循環不全年)

今津沖中央(調査船による月2回の観測)

今津沖中央
DO(%)

凡例

10以下 11~20 21~30 31~40 41~50 51~60 61~70 71~80 81~90 91~100 101以上 (単位: %)

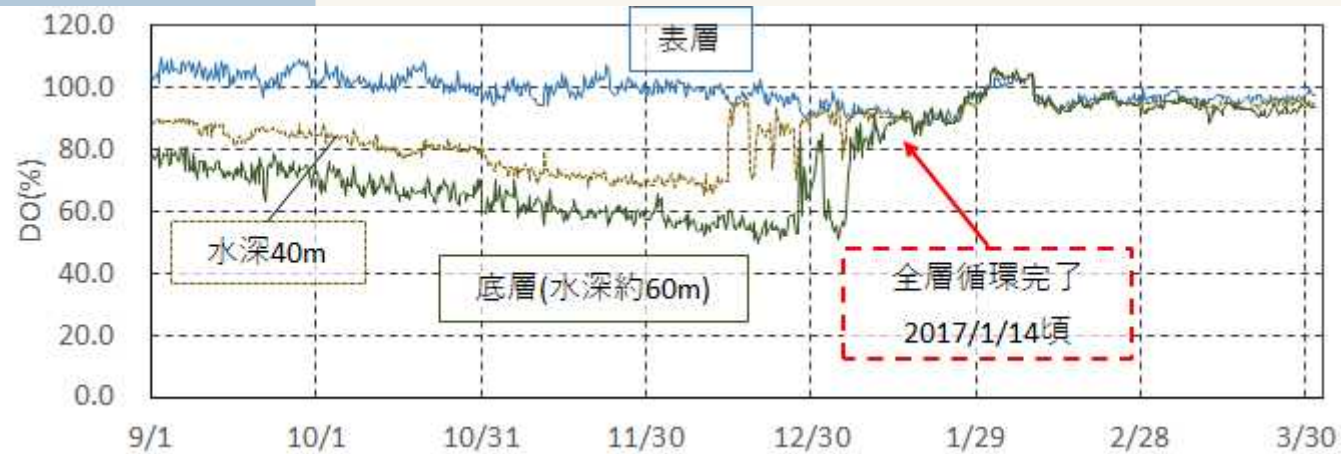
| | 9月 | | 10月 | | 11月 | | 12月 | | 1月 | | 2月 | | 3月 | |
|----------|---------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|----|----|----|----|----|----|----|
| | 水面-0.5m | 96 | 110 | 94 | 100 | 104 | 96 | 93 | 92 | 92 | 91 | 91 | 89 | 94 |
| 水面-5.0m | 93 | 108 | 93 | 100 | 104 | 96 | 93 | 92 | 91 | 89 | 90 | 88 | 94 | 93 |
| 水面-10.0m | 88 | 96 | 90 | 99 | 103 | 96 | 92 | 92 | 91 | 89 | 90 | 88 | 93 | 92 |
| 水面-15.0m | 82 | 79 | 84 | 89 | 102 | 96 | 91 | 92 | 91 | 89 | 90 | 88 | 93 | 92 |
| 水面-20.0m | 80 | 74 | 79 | 69 | 102 | 97 | 90 | 90 | 91 | 88 | 90 | 88 | 93 | 92 |
| 水面-30.0m | 78 | 73 | 71 | 69 | 63 | 66 | 59 | 89 | 91 | 88 | 89 | 88 | 92 | 92 |
| 水面-40.0m | 76 | 70 | 68 | 67 | 63 | 63 | 60 | 57 | 90 | 89 | 90 | 88 | 92 | 92 |
| 水面-60.0m | 67 | 70 | 65 | 65 | 63 | 60 | 50 | 50 | 48 | 54 | 61 | 88 | 91 | 86 |
| 水面-80.0m | 70 | 60 | 52 | 51 | 50 | 49 | 51 | 52 | 43 | 44 | 42 | 49 | 85 | 36 |
| 水底+1.0m | 61 | 48 | 51 | 43 | 36 | 34 | 21 | 30 | 29 | 29 | 30 | 30 | 65 | 28 |

[参考] 2018~2019年

(全層循環不全年)

安曇川沖中央(自動観測所のリアルタイムデータ)

安曇川沖中央
DO(%)



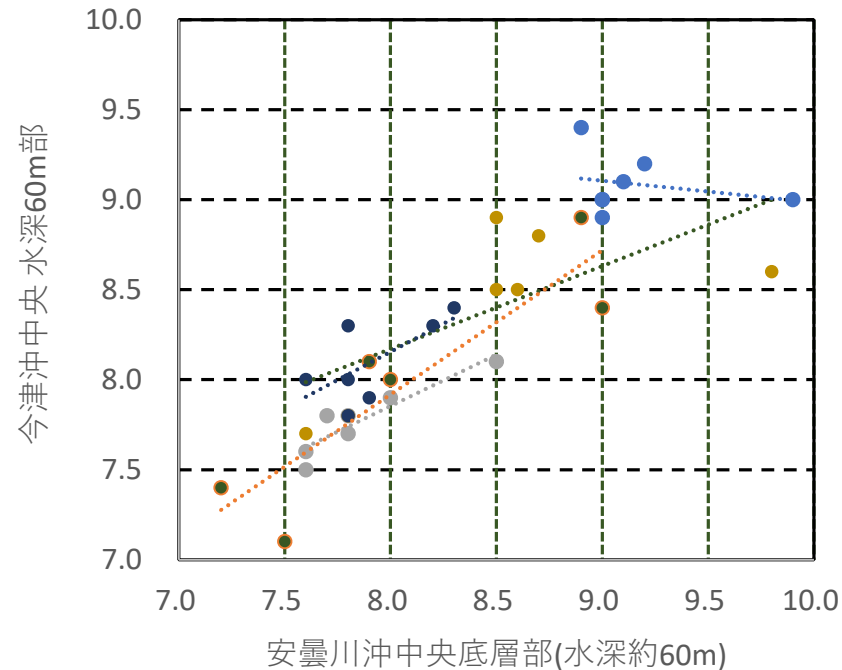
[参考]年ごとの相関グラフ

安曇川沖中央底層部(水深約60m)と 今津沖中央水深60mの同一観測日時の水温の相関

9月~3月底層水温相関表

安曇川沖中央 底層部-今津沖中央 水深60m部

- 2015-2016
- 2016-2017
- 2017-2018
- 2018-2019
- 2019-2020
- 線形 (2015-2016)
- 線形 (2016-2017)
- 線形 (2017-2018)
- 線形 (2018-2019)
- 線形 (2019-2020)



対象期間:
2016~20年,
1~3月,9~12月