

ワカサギ等大量死の考察

長野県環境部水大気環境課

【原因】

7/18夜の強風で湖底までの鉛直混合が起こり、その後安定しない（成層が形成されない）状態が続いた。7/26の6時頃に水深約3mまでの鉛直混合が始まり、日中に水温が上がらず、3m以深への鉛直混合が徐々に進むとともに、植物プランクトンの減少で表層への酸素供給量が減ったことなどにより、湖全体で溶存酸素量が低下し7/275時頃の急激な溶存酸素（DO）濃度の低下につながったと想定される。このDOの低下が、ワカサギ等の大量死の大きな要因と考えられる。

【溶存酸素濃度の低下の原因】

○鉛直混合の可能性（信州大学 山岳科学研究所の湖心でのモニタリングデータを基に考察）

- 7/18の夜から、湖心の水深5mの水温及びDOが上昇し始めている。この上昇の数時間前には風速9m/sを超える北西方向からの風が吹いている。この強風により湖心で7/18の夜に湖底近くまで鉛直混合したことが想定される。（図-1）

（参考）

平成22年度に諏訪建設事務所が行った「諏訪湖の貧酸素調査結果」では、風速6~9m/sで深層DO濃度の一時的上昇が観測され、風速のピークから3~4時間の遅れが観察されたと報告されている。また、信州大学工学部の木村昌嗣氏の卒業論文では、風速が5m/sを超えると貧酸素状態が解消される頻度が高くなる旨の考察がある。

- その後、ワカサギ大量死が発生する7/26まで水深5mのDOは上下を繰り返し、安定しない（成層が形成されない）状態が続いている。安定しなかった要因として、7/21以降の上層と下層の水温差が小さかったこと、風速4m/sを超える風が毎夜吹いたことなどが考えられる。
- 7/26朝に表層のDOは7mg/L程度まで下がり、下層も貧酸素塊が形成されつつある。7/26の6時頃から水深3m程度までの鉛直混合が始まり（水深3mの水温、DOの上昇から推測）、水深3mと表層（水深0.5m,1.5m）の水温及びDOがほぼ一致した7/2612~15時に水深約3mまでの鉛直混合が完全に行われた。
- その後、7/26の気温低下や降雨、日照が無かったことにより水温が上がらなかったことで3m以深への鉛直混合が徐々に進み下層の貧酸素塊との混合が行われたこと、植物プランクトンの減少で光合成による酸素供給量が減り表層のDOが低下したことにより湖全体の溶存酸素量が低下したことが7/275時頃の急激なDOの低下につながったと想定される。（A）
- しかし、死亡魚発見時（7/267時前後）と湖心で急激なDO低下がみられた時間（7/275時）には1日程度のタイムラグが生じている。

○タイムラグが生じた原因

当初は岡谷市湊沖などで局所的に貧酸素域が拡大（すす水？垂直混合？水変わり？）し、上記（A）のとおり湖心で貧酸素状態となるまでに、1日程度要したか？

局所的に貧酸素域が拡大したことについて

●「すす水」の発生の可能性は低い

- 死亡魚発見日を含む前3日間の風向は、東南東から南南東の風が約7割となっている。かつて諏訪湖で発生したいわゆる「すす水」が諏訪湖全域で発生したとすれば、風上の諏訪市豊田沖、上川沖付近で被害が出るはずであるが、風下の岡谷市湊沖で死亡魚が確認されていることから、「すす水」が諏訪湖全域で発生した可能性は低い。（図-6）
- 水産試験場諏訪支場の情報によれば、岡谷市湊沖は「すす水」が起きやすい場所といわれている。釜口水門付近（湖の西側の極小的な場所）で「すす水」が発生し、風上となる岡谷市湊沖でワカサギが死亡したことも原因として考えたが、以下の理由により局所的にも「すす水」が発生した可能性は低い。

- 7/26に水産試験場諏訪支場が行った定点におけるDO調査では、上層のDOが高く、下層のDOが低く、上下層の入れ替えが見られない。（図-8）
- 第一発見者の話では、過去に「すす水」が発生した際は、沿岸部にエビが集まり、エビの飛び跳ねが見られたが、7/26はそのような状態はみられず、エビの死亡も確認されていない。

●「水変り」の可能性？

- 7/29のプランクトン調査の結果、植物プランクトンの減少が確認された。事故発生時、透明度が上がったのはこの影響と考えられ、また、7/27,28に日照があるにもかかわらず表層のDOが上がっていない（図-2）のは、植物プランクトンの減少により光合成が十分行われず酸素供給量が少なくなったためと考えられる。（図-7）
- この植物プランクトンの減少の原因として、①水温低下により植物プランクトンが中層へ沈みこんだこと、②動物プランクトンによる摂食（いわゆる「水変り」）、③供給塩類（主にりん）の減少などが考えられるが、①は7/29のプランクトン調査で上層、下層の細胞数に大きな差がみられないことから原因ではないと考えられる。②、③については、動物プランクトン調査や事故発生時における岡谷市湊沖での水質調査を行っていないため、特定することは困難である。

委員からいただいた意見

資料2

【豊田委員】

原因に記載の「日中に水温が上がらず、3m以深への鉛直混合が徐々に進む」の「垂直混合」は、物理的にいうと「混合」ではなく「表層からの放熱に伴う対流」と思われる。

【豊田委員】

7/26の早朝にワカサギが死んでいた件については、躍層界面の傾き（内部セイシュ）によって局所的に貧酸素したかもしれないと思いますが、検証できるデータがあるわけでもないので、あくまで推測の域です。

【宮原委員】

斃死時の湖水の混合状態の目安として水温を見ていただくと、26日昼以降、0.5から3mまではほぼ同じ水温ですが、DOが下がった27日朝においても、3mと5mの水温は異なり、「底層の貧酸素水塊が表層水と徐々に混合し、全層で溶存酸素が低下した」と説明して良いか疑問に思います。

当日のワカサギの様子からすると「酸欠」が原因の斃死と思いますが、今回、異常と思うのは、溶存酸素があるのに酸欠になったことです。私は、どのようなしくみなのか見当がつかません。

そこで、魚を専門とする方にお聞きしたら良いと思うのですが、溶存酸素があっても魚が酸欠状態になった前例はありませんか？たとえば、エラに何かが詰まったことで、酸欠状態になるとか。

最近読んだ本では、「ブラックバスは酸素濃度の低下に弱い」とありましたが、実際、死んだブラックバスが見つかっていないことから、上記のような可能性も考えてみたらいかかと思えます。

【水産試験場諏訪支場】

可能性としては考えられますが、今回の場合は、ワカサギの魚病検査の段階でエラに大量の細菌や寄生虫を含めて異物の付着は認められず、粘液の異常分泌（エラに問題があるときによく見られる状態）もありませんでした。エラの異常による死亡とは考えにくいと見えています。

【武居委員】

『植物プランクトンの減少で光合成による酸素供給量が減り』は、ここで短時間（短時間）に生じたわけではなく、本年を通しての状況だと思います。本年の場合、《貧酸素水塊》という概念で見えてしまうと、表層は通常の良い状態だったという誤解を招く懸念があります。基本的に本年の諏訪湖の溶存酸素は、植物プランクトンの動向と関連して、全体として厳しかったのではないのでしょうか。

観測値に見る7月下旬の表層のDO低下は鉛直混合の結果によるもの大きいと思いますが、本年は春からアオコ構成種（アナベナやミクロキスチス等、酸素を多量に放出できる種類）の植物プランクトンが少なく、湖全体として例年に比べ溶存酸素量が低下していた、ということではないのでしょうか。加えて、表層に蟻集しやすい鞭毛藻類が赤潮状態を作り、それが死滅分解され表層の酸素を消費したことがプランクトン調査から見えないでしょうか。

植物プランクトン調査結果の詳細（種別のデータ、この3年分くらい、最低でも2年分の比較）を示してほしい。 ⇒【資料3-2】

【沖野委員】

「水替り」は「水変り」ではないでしょうか。前者は水体が入れ替わる意味で、水産では水色が変わる、という意味で「水変り」を使っているかと思えます。過去の文献でも「水変り」を使っています。⇒ご指摘のとおりです。「水替り」を「水変り」に修正しました。

【沖野委員】

動物プランクトンの「捕食」は「摂食」だと思いますが、動物プランクトンの内容にはミジンコのような甲殻類だけではなく、ワムシ類、原生動物も含まれています。その他に溶藻菌類、水カビなどもあり、今回の例ではこちらの方が容疑が濃いかもしれません。

⇒「摂食」とするのが適当と考え、「捕食」を「摂食」に修正しました。

【武居委員】

『特定することは困難』であっても原因としての可能性を否定することもできません。

『動物プランクトンによる捕食＝水替り』とすることは短絡的すぎるのでは。栄養塩類の枯渇、溶藻性のプランクトンやバクテリアの増加（上下混合で底泥等下層からの供給なども絡みますが）などに加え、下層の貧酸素で溶出してきたアンモニアや亜硝酸によるプランクトンの斃死などの可能性はないでしょうか。

【宮原委員】

植物プランクトン（いけす業者の話では藍藻（アオコ）が主体）が減ったのは、おそらく25日の夜以降です。光合成の様子からすると、ほぼ1日で急に減った感じがします。

その減少は、動物プランクトンによる捕食（水替わり）だけでなく、湖水中での微生物による分解も考えられますね。（8月に見られた白い塊のように、ただし、この際はワカサギの斃死なし）

7月19日の通報時、水試からいただいた現場の水を観察した時、ペリディニウムや、泳ぎ回るクリプトモナスが多く見られました。

ワカサギの耐性では、昨年8月26日の例（図11）をお示しになっていますが、その横の図10の8月16日では、図11よりも溶存酸素濃度が低下しており、5mg/Lなら大丈夫というのは不適切に思います。図10に従うのであれば、3mgでも大丈夫であり、矛盾が生じてしまいます。

- ・植物プランクトンは自らの光合成により酸素をつくるため、貧酸素により減少することはないと専門家から意見をいただいている。
- ・6,7月のプランクトン調査結果を昨年同期と比較すると総細胞数の減少がみられ、特に7月は半分程度となっている。また、例年6,7月は藍藻類の割合が大きくなるが、今年は湖心の下層で珪藻類の割合が増え、6月は珪藻類が藍藻類を上回っている。
- ・7/29のプランクトン調査で淡水赤潮の原因生物として知られている *Peridinium* (ペリディニウム) の増加が見られた。増加のピークがいつであったのか不明であり、増加と大量死との関係は不明。
- ・第一発見者の話 (参考)
 - 「水変り」は毎年度8~9月にかけて発生し、6~7月にも発生することがある。今年水変りの規模が大きかったと感じた。
 - 北西の風が3,4日続くと、釜口水門方面から茶色(赤茶色)の水が湖心方面に向かって広がることもある。茶色の水は下から湧いてくるような感じ。
 - 今年は茶色の水の発生が6月から3~4回発生し、発生後1~2日で消えた。7/19にも茶色の水を確認。→数時間後に水産試験場に連絡があり現場確認したが確認できなかった。
 - 茶色の水の発生は最近5,6年生じており、冬にも発生している。

●局所的発生

- ・7/30に行った諏訪湖全域の溶存酸素分布調査において、湊沖でDOの低い場所がみられた。8/12に行った同調査では湊沖のDOの低い場所は小さくなっていった。7/30に確認した湊沖の低DOは貧酸素の水塊が残留していたことも考えられる。(図-3)
- ・しかし、平成21年8月に諏訪建設事務所で行ったDO分布調査でも、同水域付近において貧酸素状態がみられていることから、上記を局所的発生の理由にすることは難しい。(図-4)

○ワカサギの耐性

- ・ワカサギの生息に必要なDOは現時点で確認できていないが、魚介類に生理的変化を引き起こす**臨界濃度**は**3.0mg/L (3.0mg/L=4.3mg/L)**とされている(水産用水基準,2012版)。環境省が底層DOを環境基準項目に追加した際の参考資料には、タロモコ3.0mg/L、カマツカ2.3mg/L、コイ2.1mg/L、ウナギ1.6mg/L、スズエビ1.4mg/Lなどが貧酸素耐性評価値として示されている。
- ・7/275時の湖心でのDOは、上層及び下層で3.0mg/Lを下回り、中層(3m)は3.5mg/Lであった。この状態で死亡が発生したとするならば、3.5mg/Lはワカサギにとって厳しい濃度であることも考えられる。昨年8月26日に上下混合が生じた際はDOが約5mg/Lであった(図-11)。この時、ワカサギの死亡といった被害報告はないため、DOが5mg/Lあればワカサギの生息に影響はないとも考えられる。(回遊魚のため他の場所に逃げたことも考えられる)
- ・ワカサギの生存可能な上限水温は、霞ヶ浦や宍道湖でワカサギの大量死があった際に行われた調査研究結果によれば、霞ヶ浦では29℃、宍道湖では30℃との報告がある。今回の事故発生時の水温は表層で25℃程度であり、水温が死亡につながった可能性は少ないと考えられる。
- ・急激な溶存酸素の低下や水温の変化など、これまでに諏訪湖で見られなかった環境が生じたことによりワカサギにストレスを与えた可能性も考えられる。
- ・水産試験場が行った魚体検査では、外観上異常なく、病気等による死亡ではないとみられる。

○有害物質による影響の可能性

- ・H28.8の水質常時監視で湖心の底層から砒素が環境基準値(0.01mg/L)を超える0.012mg/Lが検出された。生息環境が異なるものの、砒素の環境基準を毎年達成していない蓼科湖においてワカサギの被害報告はないため、砒素による影響はないと考えられる。(図-12)
- ・また、砒素以外の項目で異常は見られず、貧酸素により濃度が高くなる底層のりん酸態りんやアンモニア性窒素も例年と同程度であった。(硫化水素の測定は未実施)(図-12)
- ・信州大学が行った7/28,29の調査では、全層でアンモニア性窒素が高くなっている。(図-13)
- ・7/27に行った砥川及び横川河口での水質検査で異常はなかった。

○過去の事例との比較

- ・昨年8月16日5時頃に全層が貧酸素状態となったことがあったが(図-10)、この日の日中の日照や気温上昇により数時間後には成層が形成され死亡魚の発生などの被害の報告はない。このときは局所的に全層が貧酸素状態になり、ワカサギは貧酸素でない水域に逃げ込んだことも考えられる。今回は成層が形成されるまでの時間が長かったことが影響している可能性もある。

○釜口水門からの放流量、湖面水位

- ・平成28年7月の釜口水門からの日平均放流量は13.06m³/sで、前年同月の20.22 m³/sと比べ放流量は少なくなっている。湖水位はいずれの年も0.70~0.75m(湖心の標高758.045mを0とした水位)であり、昨年度との違いはみられない。(図-5)

○下水道終末処理場の放流量、放流水質

- ・7月の放流量は99,263m³/日(H26 92,233m³/日)、放流水質はCOD 4.3mg/L(同4.7mg/L)、T-N 7.2mg/L(同7.8mg/L)、T-P 0.39mg/L(同0.38mg/L)、水温24.8℃(H26.7.9 23.0℃)と大差はない。(平成26年度の値は「諏訪湖流域下水道維持管理年報」による)

【武居委員】

「貧酸素の水に遭遇することで、直接的に、直ちに、減少することはありません」の意味でしょうか。有光層であれば光合成は可能ですが、日周移動等の手段を持っていない種類では貧酸素水に閉じ込められれば呼吸が困難となり、斃死までの時間はそう短くはないでしょうが、死滅することも考えられます。

【武居委員】

本年の藍藻類の種類、量を詳しく見ていく必要があるのではないのでしょうか。これまでの *Peridinium* (ペリディニウム) の出現状況はどうだったのでしょうか。

【武居委員】

第一発見者の話の中の『茶色の水』の意味するところがそれぞれの時期で異なるのではないのでしょうか。淡水赤潮状態と珪藻のブルームの状態を混同していないのでしょうか。下から湧いてくる茶色の水は下層に沈んだ珪藻の巻き上がりも考えられます。

『最近5,6年発生し、冬にも』も含め、鞭毛藻類と珪藻類の推移動向を検証してみる必要があると思います。

3項目目の今年の場合の色は、釜口水門からの放流水の色を見た限りでは茶色よりも黄色に近い色では(時期は確かではないですが、何回か目視しています)。

水産試験場が確認した時の調査項目・結果は。

⇒7/19,21に各日湖内2地点で水深1mおきに溶存酸素濃度を測定【資料3-3】

【武居委員】

有害物質による影響の可能性はないと捉えられる記述になっていますが、例年と同程度の測定値であったから異常が見られないとするのはいかがでしょうか。

水産用水基準では、アンモニア性窒素0.01mg/L、亜硝酸性窒素0.03mg/L、砒素0.01mg/Lとされており、魚への毒性の強さ及び信州大学の事後の調査結果で全層でアンモニア性窒素が高くなっていたことを考慮すると、有害物質による影響の可能性は排除できないのではないのでしょうか。直近の測定データが得られていないのであくまでも推測の域を出ないが、それだからこそ可能性のある事項を排除することはできないと考えます。

底層の貧酸素とともに夏~秋期にアンモニア性窒素が高くなる(下層のみならず表層でも)ことが常態化していることは水質常時監視データでも明らかです。

全般をとおしての基本的な疑問ですが、遊泳性の魚であるワカサギがなぜ逃避できなかったのでしょうか。過去、平成23年7月に流入河川へ溯上しているし、スス水発生時のエビですら貧酸素水に追われて岸へ逃避します。DO以外にも原因があったのではないかとの疑念は消えません。

【山室委員】

『今回は成層が形成されるまでの時間が長かったことが影響している可能性もある』について、成層がゆっくり形成されたのであれば、ワカサギは周辺の貧酸素水が来ないところに逃げる余裕が十分にあって、表層で呼吸して生き延びるのではないかと思います。なぜ、成層がゆっくり形成されるとへい死につながるのでしょうか。

【武居委員】

『今回は成層が形成されるまでの時間が長かったことが影響している可能性もある』について、どのようなメカニズムで大量斃死が生じたかと推定できるのか、意味がよくわかりません。

【山室委員】

今回死亡したワカサギの量は諏訪湖のワカサギの何パーセントくらいなのでしょう。

⇒H23~27年度の8月のワカサギ資源量(平均尾数)(水産試験場の魚群探知機による調査結果)は約5,500万尾となっており、今年8,9月に行った調査では約1,000万尾(過去の平均尾数5,550万尾の約15%)となっています。

【武居委員】

(大量死後及び今後の対応について)

①事例発生後、通常の定期観測以外にどのような調査対応を取られたのか。また、その結果は?

・湖内の酸素濃度の状況はどうだったのか?断面図は?

(3次元詳細データでなくても東西・南北両断面の結果を少なくとも旬別に測定することで速やかな状況把握ができる。所要時間は半日、結果まとめを含めても1日。)

②今回、直近のデータが得られていなかったことを踏まえ、今後どのような調査体制を取られるのか。

【沖野委員】

水質としてはpHも関係がありそうですが、対応できるデータがないようです。今後のモニタリング項目には必要と思っています。

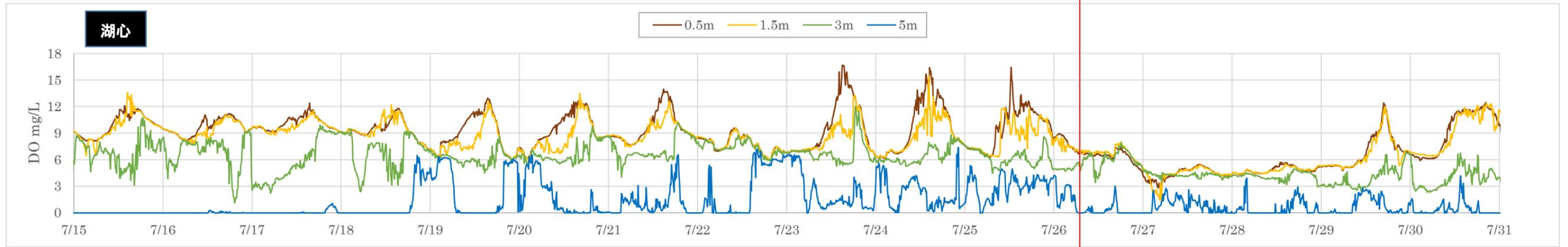
図-1 平成28年7月15日～7月31日

溶存酸素、水温：信州大学 山岳科学研究所 測定データ
気温等気象関係：気象庁 HP データを基に水大気環境課で作成

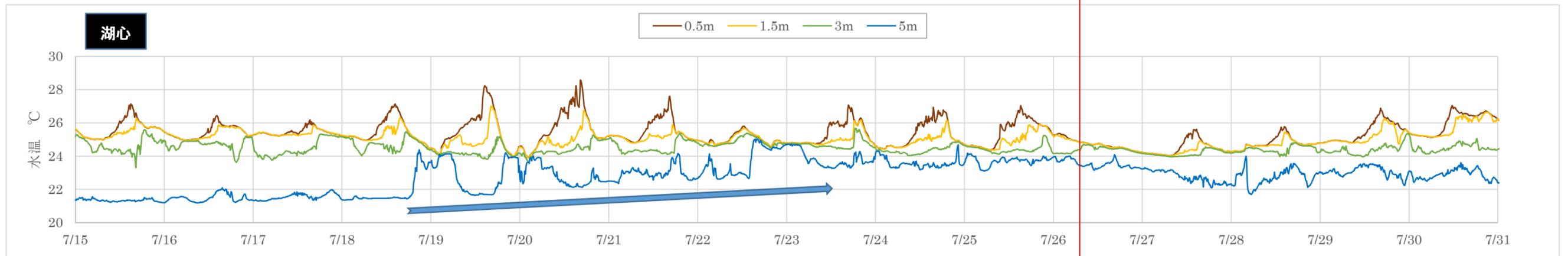
ワカサギ死亡魚発見

7/26 7時前後

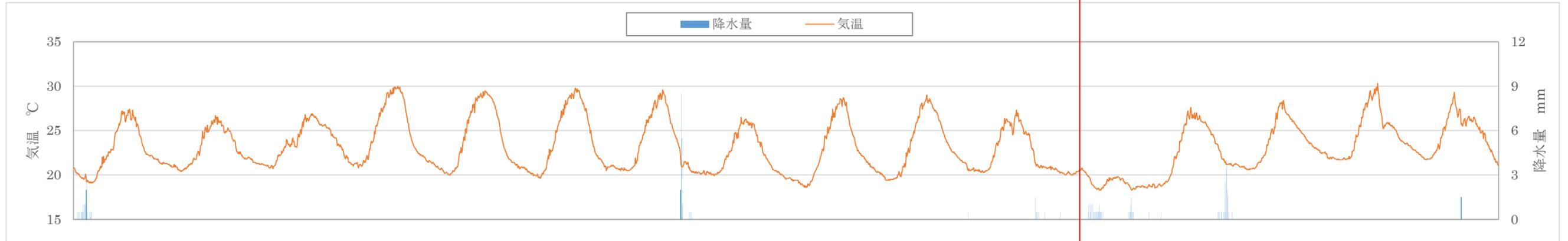
溶存酸素



水温



気温・降水量



風向・風速

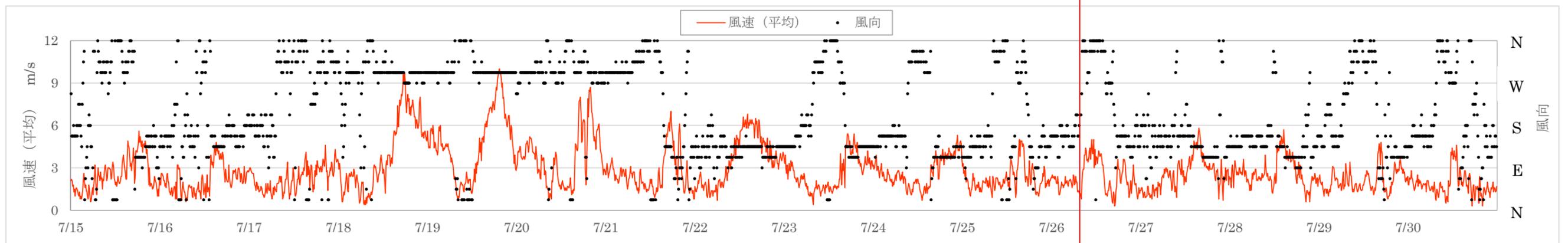
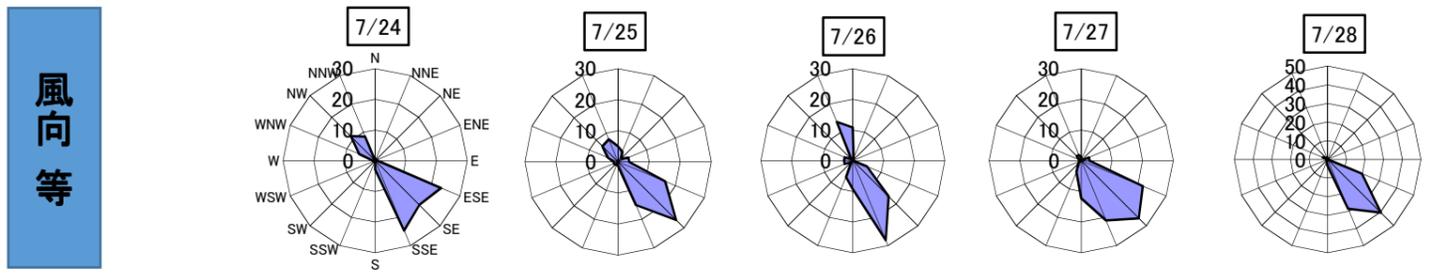
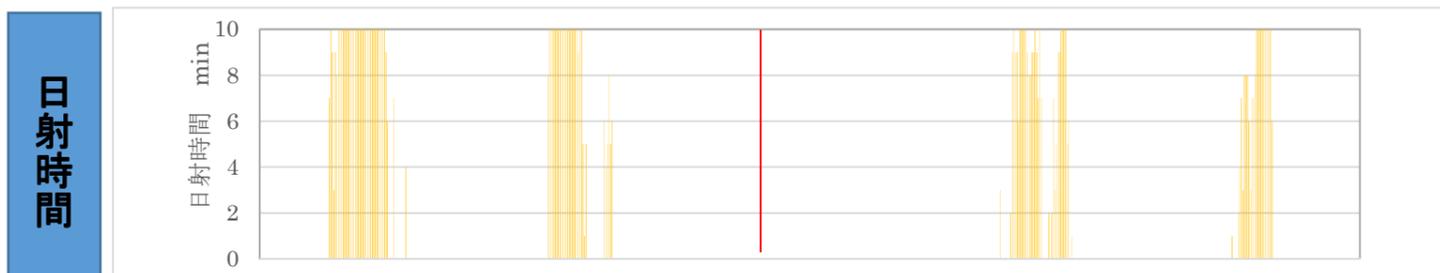
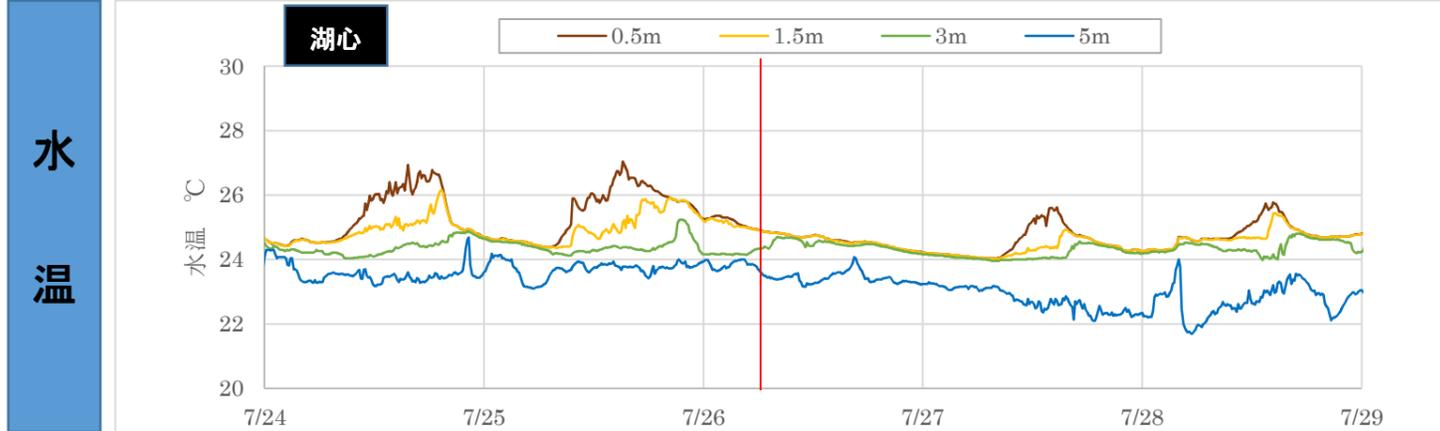
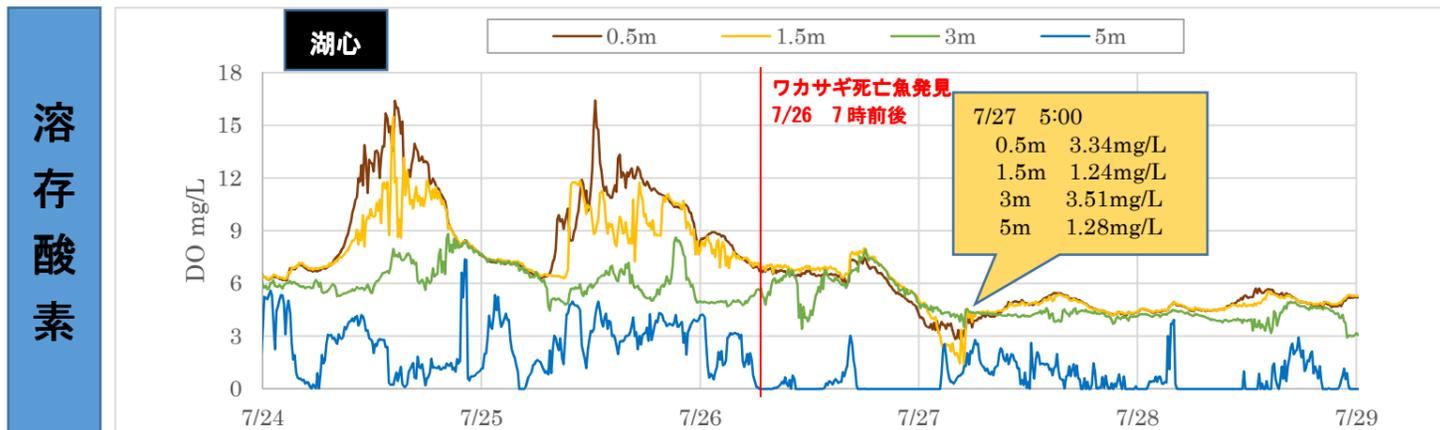


図-2 平成28年7月24日～7月28日

溶存酸素、水温：信州大学 山岳科学研究所 測定データ
 気温等気象関係：気象庁 HP データを基に水大気環境課で作成



最大瞬間風速(m/S)	8.4	6.4	6.7	9.8	8.8
最大風速時の風向	南東	東南東	北北西	南東	南東
最大風速時刻	22:40、23:30	13:10	11:00	15:50	14:40

図-3 H28.7.30 溶存酸素分布調査

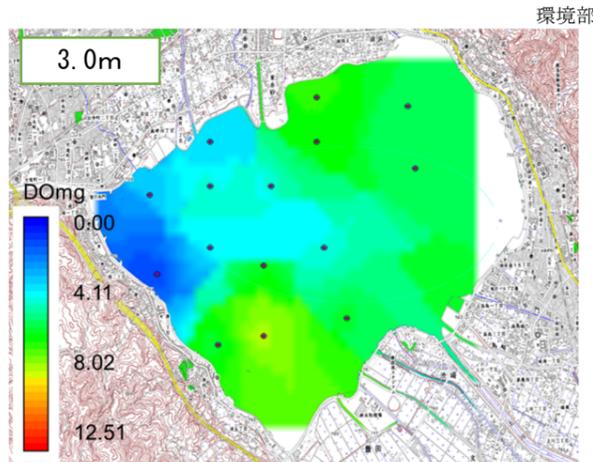


図-4 H21.8.21 溶存酸素分布調査

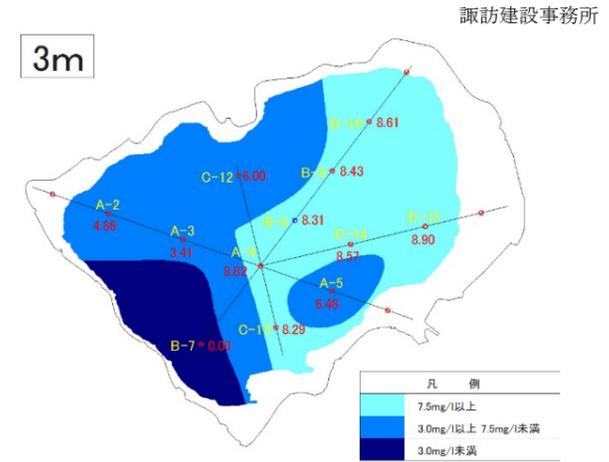


図-5 釜口水門放流量、湖水位



図-6 H28.7.26 死亡魚分布



注) 地点の数値は、図-8、9で示す定点の番号であり、死亡魚数の大小、発見の順序を示すものではない。

図-7 プランクトン調査

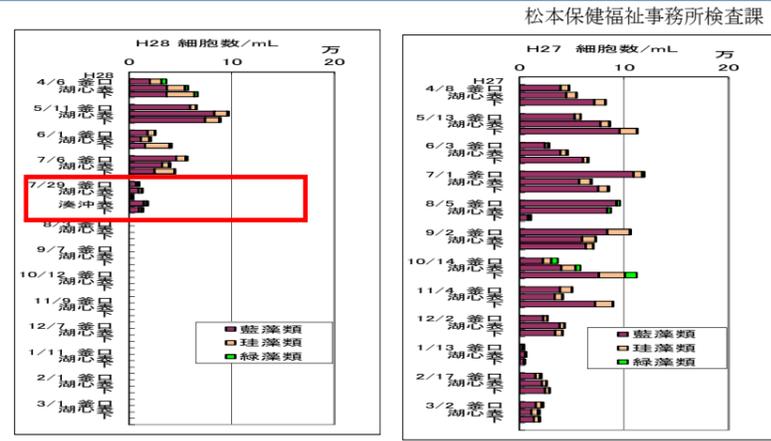


図-8 H28.7.26 9時～11時 定点における水温、DO調査

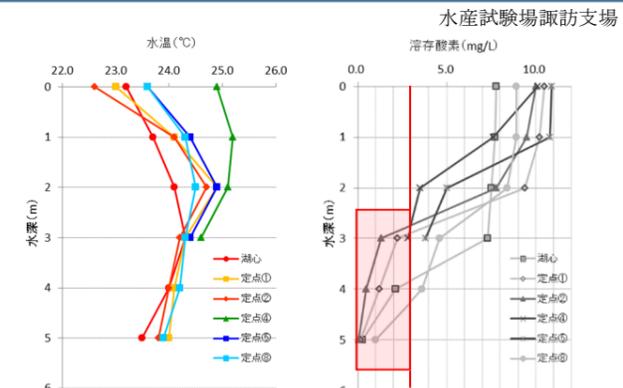


図-9 H28.7.28 定点における水温、DO調査

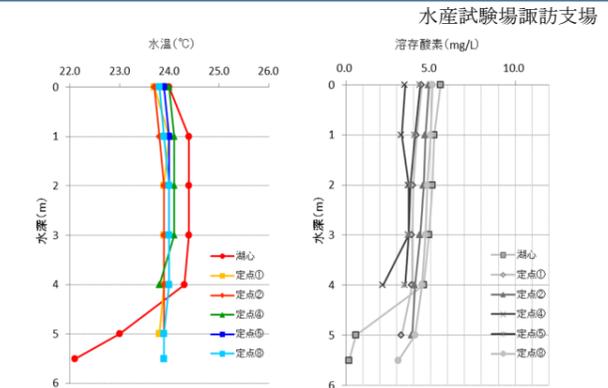
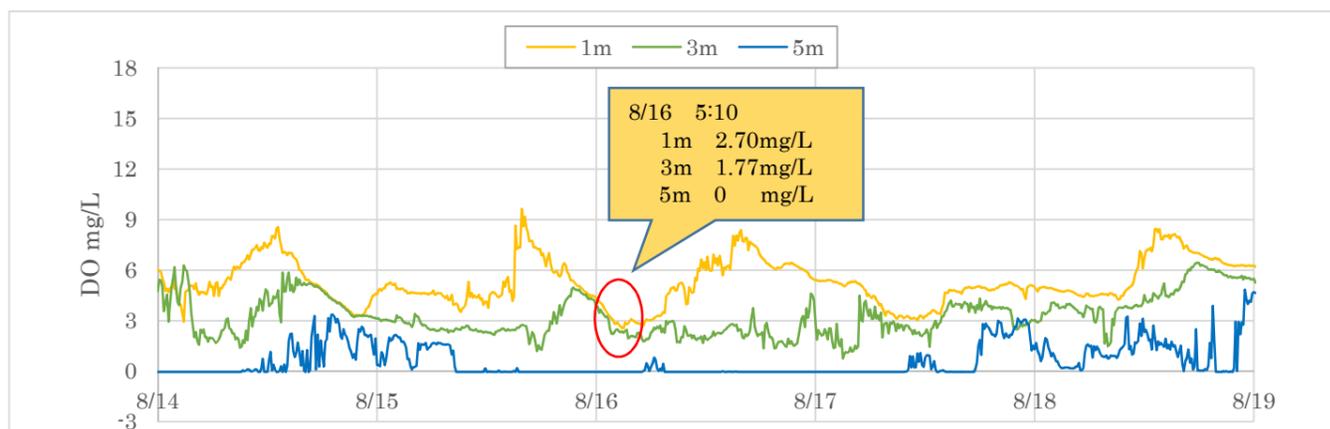


図-10 平成27年8月14日～8月18日

溶存酸素、水温：信州大学 山岳科学研究所 測定データ
 気温等気象関係：気象庁 HP データを基に水大気環境課で作成

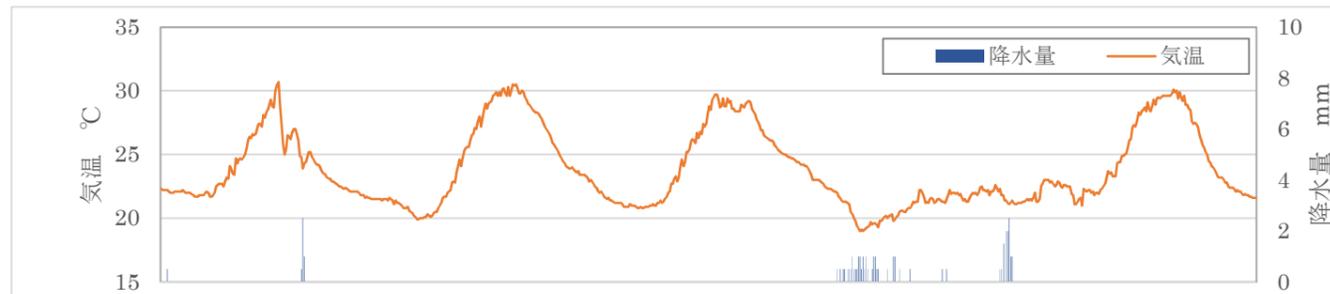
溶存酸素



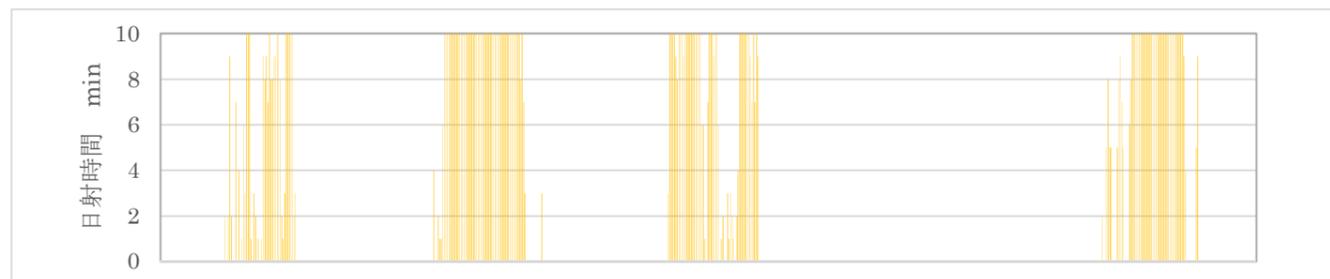
水温



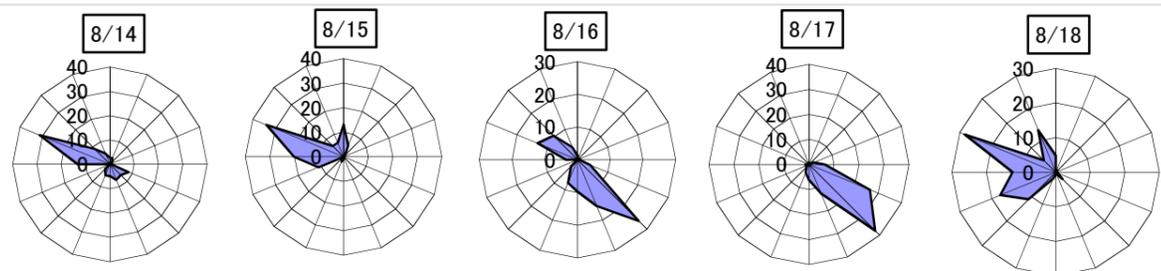
気温・降水量



日射時間



風向等

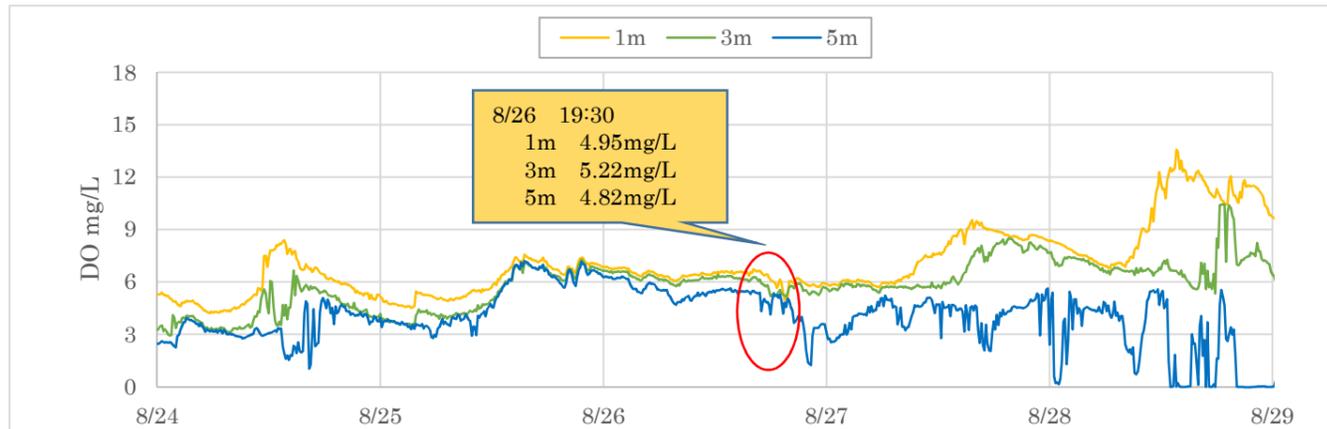


最大瞬間風速(m/S)	11.5	8.7	8.8	10.5	10.3
最大風速時の風向	西北西	西北西	南東	東南東	北西
最大風速時刻	13:30	19:00	17:30	7:00	18:50

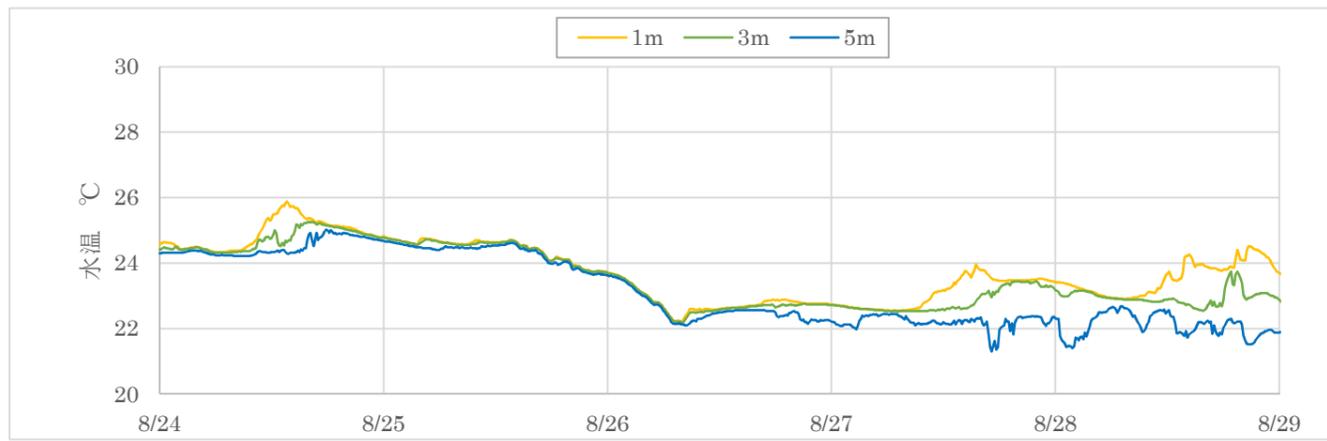
図-11 平成27年8月24日～8月28日

溶存酸素、水温：信州大学 山岳科学研究所 測定データ
 気温等気象関係：気象庁 HP データを基に水大気環境課で作成

溶存酸素



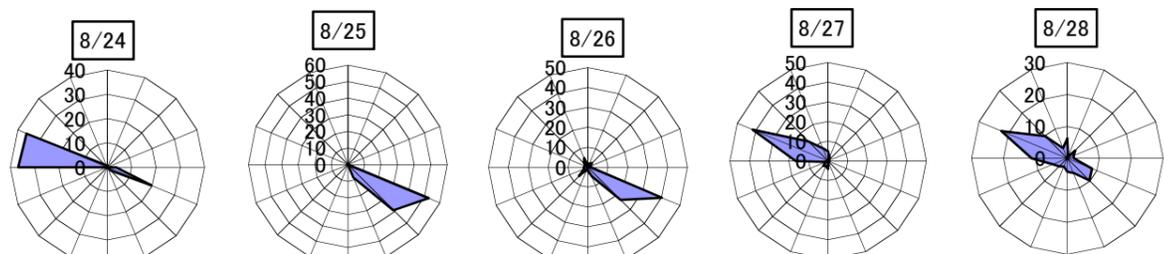
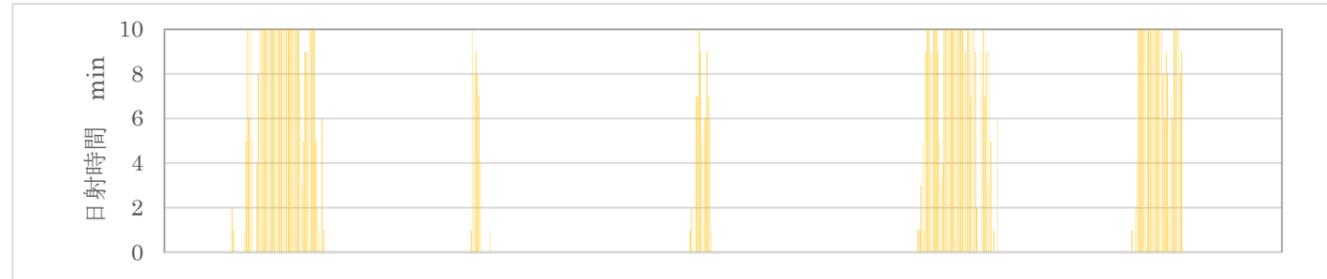
水温



気温・降水量



日射時間



最大瞬間風速(m/S)	11.1	18.5	17.5	6.3	9.2
最大風速時の風向	西北西	南東	南東	西北西	西
最大風速時刻	15:50	19:30	1:10	16:40	14:50

図-12 長野県 水質測定結果（常時監視結果（月1回））（諏訪湖湖心（午前のみ抜粋））

松本保健福祉事務所検査課
諏訪地方事務所環境課

平成28年7～8月

採取項目	07月06日		08月03日	
	07時20分	10時20分	10時35分	10時35分
採取時刻	10時20分	10時20分	10時35分	10時35分
採取位置	上層(表層)	下層	上層(表層)	下層
採取水深 (m)	0.5	5.1	0.5	4.8
天候	晴れ	晴れ	晴れ	晴れ
状況	通常の状況	通常の状況	通常の状況	通常の状況
臭気	なし	なし	なし	なし
色相	淡緑褐色	淡褐色	淡緑褐色	淡緑褐色
気温 (°C)	26.7	26.7	30.3	30.3
水温 (°C)	24.8	20.7	26.0	23.2
流量 (m³/sec)				
全水深 (m)	5.6	5.6	5.3	5.3
透明度 (m)	1.2	1.2	1.3	1.3
pH	9.6	7.3	9.5	7
DO (mg/L)	10	0.7	10	1.5
BOD (mg/L)	3.8		3.8	
COD (mg/L)	5.5	4.1	6.9	4.3
SS (mg/L)	9	21	10	9
大腸菌群数 (MPN/100ml)	1400	24000	13000	49000
全窒素 (mg/L)	0.69	0.72	0.73	1.2
全磷 (mg/L)	0.045	0.075	0.061	0.11
カドミウム (mg/L)			<0.0003	<0.0003
全シアン (mg/L)			<0.1	<0.1
鉛 (mg/L)			<0.005	<0.005
六価クロム (mg/L)			<0.02	<0.02
砒素 (mg/L)	<0.005	<0.005	<0.005	0.012
総水銀 (mg/L)			<0.0005	<0.0005
アルキル水銀 (mg/L)				
PCB (mg/L)			<0.0005	<0.0005
ジクロロメタン (mg/L)			<0.002	<0.002
四塩化炭素 (mg/L)			<0.0002	<0.0002
1,2-ジクロロエタン (mg/L)			<0.0004	<0.0004
1,1-ジクロロエチレン (mg/L)			<0.01	<0.01
シス-1,2-ジクロロエチレン (mg/L)			<0.004	<0.004
1,1,1-トリクロロエタン (mg/L)			<0.0005	<0.0005
1,1,2-トリクロロエタン (mg/L)			<0.0006	<0.0006
トリクロロエチレン (mg/L)			<0.001	<0.001
テトラクロロエチレン (mg/L)			<0.0005	<0.0005
1,3-ジクロロプロペン (mg/L)			<0.0002	<0.0002
チウラム (mg/L)			<0.0006	<0.0006
シマジン (mg/L)			<0.0003	<0.0003
チオベンカルブ (mg/L)			<0.002	<0.002
ベンゼン (mg/L)			<0.001	<0.001
セレン (mg/L)			<0.002	<0.002
硝酸性窒素 (mg/L)	<0.02	0.06	<0.02	<0.02
亜硝酸性窒素 (mg/L)	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02
硝酸性窒素及び亜硝酸性窒素 (mg/L)	<0.04	0.08	<0.04	<0.04
ふっ素 (mg/L)	0.09	0.09	0.1	0.1
ほう素 (mg/L)			0.13	0.13
1,4-ジオキサン (mg/L)			<0.005	<0.005
全亜鉛 (mg/L)			<0.001	<0.001
※1 ノニフェノール (mg/L)				
LAS (mg/L)				
※2 クロロホルム【再掲】 (mg/L)				
フェノール (mg/L)				
ホルムアルデヒド (mg/L)				
4-tert-オクチルフェノール (mg/L)				
アニリン (mg/L)				
2,4-ジクロロフェノール (mg/L)				
陰イオン界面活性剤 (mg/L)				
アンモニア性窒素 (mg/L)	0.04	0.04	<0.02	0.69
塩化物イオン (mg/L)	10	9.9	10	10
濁度 (度)				
クロロフィルa (μg/L)	50	49	71	9.6
溶解性COD (mg/L)	3.9	2.6	3.6	2.9
溶解性窒素 (mg/L)	0.24	0.48	0.32	0.98
リノール酸 (mg/L)	<0.003	0.004	0.006	0.012
透視度 (cm)	58	30	47	64
ふん便性大腸菌群数 (個/100ml)			4	
大腸菌数 (個/100ml)			1	
プレチラクロール (μg/L)				

※1 水生生物保全項目（環境基準）
※2 水生生物保全項目（要監視）

平成27年7～9月

採取項目	07月01日		08月05日		09月02日	
	10時30分	10時30分	10時30分	10時30分	10時25分	10時25分
採取時刻	10時30分	10時30分	10時30分	10時30分	10時25分	10時25分
採取位置	上層(表層)	下層	上層(表層)	下層	上層(表層)	下層
採取水深 (m)	0.5	5.1	0.5	5.1	0.5	5.1
天候	雨	雨	晴れ	晴れ	曇り	曇り
状況	通常の状況	通常の状況	通常の状況	通常の状況	通常の状況	通常の状況
臭気	無臭	無臭	無臭	無臭	無臭	無臭
色相	緑褐色・淡(明)	緑褐色・中	黄緑色・中	黄緑色・中	黄緑色・中	黄緑色・淡(明)
気温 (°C)	17.0	17.0	31.3	31.3	22.3	22.3
水温 (°C)	20.0	19.8	28.9	22.2	21.5	19.3
流量 (m³/sec)						
全水深 (m)	5.6	5.6	5.6	5.6	5.6	5.6
透明度 (m)	0.9	0.9	0.9	0.9	0.8	0.8
pH	9.0	8.5	9.5	7.2	8.9	7.2
DO (mg/L)	9.1	7.2	10	1.1	10	6.3
BOD (mg/L)	3.0		3.7		4.6	
COD (mg/L)	5.8	4.7	8.3	4.4	7.5	3.5
SS (mg/L)	13	11	9	10	16	11
大腸菌群数 (MPN/100ml)	7900	33000	22000	49000	7900	33000
全窒素 (mg/L)	0.85	0.80	0.88	0.99	1.2	1.0
全磷 (mg/L)	0.062	0.054	0.049	0.11	0.075	0.071
カドミウム (mg/L)			<0.0003	<0.0003		
全シアン (mg/L)			<0.1	<0.1		
鉛 (mg/L)			<0.005	<0.005		
六価クロム (mg/L)			<0.02	<0.02		
砒素 (mg/L)	<0.005	<0.005	<0.005	0.008	<0.005	<0.005
総水銀 (mg/L)			<0.0005	<0.0005		
アルキル水銀 (mg/L)						
PCB (mg/L)			<0.0005	<0.0005		
ジクロロメタン (mg/L)			<0.002	<0.002		
四塩化炭素 (mg/L)			<0.0002	<0.0002		
1,2-ジクロロエタン (mg/L)			<0.0004	<0.0004		
1,1-ジクロロエチレン (mg/L)			<0.01	<0.01		
シス-1,2-ジクロロエチレン (mg/L)			<0.004	<0.004		
1,1,1-トリクロロエタン (mg/L)			<0.0005	<0.0005		
1,1,2-トリクロロエタン (mg/L)			<0.0006	<0.0006		
トリクロロエチレン (mg/L)			<0.001	<0.001		
テトラクロロエチレン (mg/L)			<0.0005	<0.0005		
1,3-ジクロロプロペン (mg/L)			<0.0002	<0.0002		
チウラム (mg/L)			<0.0006	<0.0006		
シマジン (mg/L)			<0.0003	<0.0003		
チオベンカルブ (mg/L)			<0.002	<0.002		
ベンゼン (mg/L)			<0.001	<0.001		
セレン (mg/L)			<0.002	<0.002		
硝酸性窒素 (mg/L)	0.10	0.14	<0.02	<0.02	0.21	0.57
亜硝酸性窒素 (mg/L)	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02
硝酸性窒素及び亜硝酸性窒素 (mg/L)	0.12	0.16	<0.04	<0.04	0.23	0.59
ふっ素 (mg/L)	0.09	0.10	0.09	0.08	0.09	0.10
ほう素 (mg/L)			0.11	0.11		
1,4-ジオキサン (mg/L)			<0.005	<0.005		
全亜鉛 (mg/L)			<0.001	0.001		
※1 ノニフェノール (mg/L)			<0.00006	<0.00006		
LAS (mg/L)			<0.0006	<0.0006		
※2 クロロホルム【再掲】 (mg/L)						
フェノール (mg/L)						
ホルムアルデヒド (mg/L)						
4-tert-オクチルフェノール (mg/L)						
アニリン (mg/L)						
2,4-ジクロロフェノール (mg/L)						
陰イオン界面活性剤 (mg/L)						
アンモニア性窒素 (mg/L)	0.02	0.07	<0.02	0.59	<0.02	0.16
塩化物イオン (mg/L)	10	10	10	9.1	9.6	9.2
濁度 (度)						
クロロフィルa (μg/L)	86	67	47	5.9	100	33
溶解性COD (mg/L)	3.2	2.8	4.4	3.0	3.7	2.2
溶解性窒素 (mg/L)	0.35	0.38	0.26	0.70	0.47	0.88
リノール酸 (mg/L)	0.004	0.003	<0.003	0.015	0.004	0.008
透視度 (cm)	44	43	44	48	44	49
ふん便性大腸菌群数 (個/100ml)			<2			
大腸菌数 (個/100ml)			<1			
プレチラクロール (μg/L)						

※1 水生生物保全項目（環境基準）
※2 水生生物保全項目（要監視）

図-13 信州大学 山岳科学研究所 平成28年7月 水質測定結果

信州大学 山岳科学研究所

透明度 cm	5-Jul	8-Jul	15-Jul	19-Jul	20-Jul	28-Jul	29-Jul	2-Aug
	129	108		122	111		201	143

水深 m	5-Jul	8-Jul	15-Jul	19-Jul	20-Jul	28-Jul	29-Jul	2-Aug
0	24.0	26.5	25.6	25.4	25.1	24.4	27.4	25.6
0.5	24.0	26.1	25.6	25.4	25.0	24.5	26.3	25.7
1	24.0	25.8	25.5	25.5	25.2	24.5	25.7	25.7
1.5	24.0	25.5	25.3	25.4	25.0	24.6	25.2	25.8
2	24.0	25.0	25.2	25.3	24.6	24.5	25.0	25.8
2.5	24.0	24.7	25.0	24.2	24.4	24.5	24.9	25.8
3	22.5	24.1	24.5	24.1	24.4	24.5	24.5	25.8
3.5	21.8	23.0	23.7	23.9	24.3	24.4	24.2	25.8
4	21.0	22.5	22.8	23.6	24.1	24.3	24.1	24.3
4.5	20.6	21.6	22.2	23.6	23.8	23.6	23.8	23.4
5	20.4	21.1	21.8	23.5	23.0	22.6	23.8	23.2
5.5	20.3	21.0	21.6	22.8	22.3	21.9	22.5	23.0
直上	20.3		21.3	22.6	22.3	21.8	22.4	22.9

水深 m	5-Jul	8-Jul	15-Jul	19-Jul	20-Jul	28-Jul	29-Jul	2-Aug
0	10.06	10.92	9.66	8.74	8.29	4.59	5.99	8.38
0.5	10.10	11.33	9.66	8.69	8.26	4.53	7.07	8.37
1	10.08	11.49	9.74	8.68	8.15	4.47	7.46	8.36
1.5	10.04	10.91	9.44	8.34	7.37	4.43	7.04	8.30
2	10.01	10.30	9.25	7.69	6.18	4.31	6.22	8.33
2.5	9.87	8.88	8.68	5.00	5.86	4.24	5.15	8.34
3	6.28	7.87	7.23	4.87	5.80	4.15	3.16	8.26
3.5	4.37	4.35	1.83	4.51	5.63	3.97	3.29	8.15
4	1.51	1.90	0.37	3.84	5.33	3.76	2.06	1.67
4.5	0.71	0.34	0.12	3.50	4.63	1.89	2.09	0.15
5	0.17	0.13	0.08	3.05	1.59	0.30	2.08	0.10
5.5	0.13	0.10	0.07	0.13	0.11	0.11	0.09	0.08
直上	0.10		0.05	0.11	0.08	0.07	0.06	0.06

信大調査結果

水深 m	5-Jul	8-Jul	15-Jul	19-Jul	20-Jul	28-Jul	29-Jul	2-Aug