

令和 4 年 度

新潟市衛生環境研究所年報

(調査研究編)

第 47 号

Annual Report

of

Niigata City Institute of Public Health and Environment

新潟市衛生環境研究所

NIIGATA CITY INSTITUTE OF PUBLIC HEALTH AND ENVIRONMENT

目次

調査研究報告

(衛生科学室)

- 1 新潟市における 2022/23 シーズンのインフルエンザウイルス検出状況について ----- P1
- 2 iSPE[®]- HILIC カートリッジを用いたテトロドトキシン分析法の検討について ----- P6
- 3 指定着色料の効率的検査法について ----- P12

(環境科学室)

- 4 新潟市沿岸海域公共用水域常時監視点における有機物指標項目及び関連する栄養塩類について ----- P17
- 5 新潟市沿岸海域における水質汚濁要因調査 (2022年度) ----- P26
- 6 弁天橋における溶存有機物の特性評価 ----- P40

ノート

- 1 下水中の新型コロナウイルスのモニタリング手法について ----- P47
- 2 ノロウイルス検出キットを用いた検査迅速化の検討について ----- P50
- 3 カルバペネム耐性腸内細菌目細菌における AmpC 遺伝子の保有状況の実態調査 ----- P51
- 4 大根圃場における農地土壌等の調査 ----- P52

新潟市における 2022/23 シーズンのインフルエンザウイルス検出状況について

衛生科学室 池田 彩理・高橋 優里絵・北 弘美

概 要

新潟市における 2022/23 シーズンのインフルエンザは、2023 年 1 月第 1 週に 1 医療機関あたりの患者報告数が 1.00 を超え流行開始となり、4 月にピークを迎え、6 月に 1.00 を下回った。この推移は新型コロナウイルス感染症流行以前の状況とは異なっていた。

シーズンを通して A/H3 亜型が検出され、分離ウイルス 44 株の HI 試験による抗原性解析では、すべてワクチン株と抗原性類似株であることを確認した。また、抗インフルエンザ薬剤耐性サーベイランスでは、H275Y 変異株 1 株を検出した。

1 はじめに

冬季を中心に流行するインフルエンザウイルスは、呼吸器系疾患の原因となる病原体のひとつであり、国立感染症研究所（以下「感染研」）が主体となったサーベイランスが行われている。全国地方衛生研究所により分離されたウイルスについて、総合的に遺伝子系統樹解析や抗原性解析等が行われ、順次情報が還元されている。当所においても感染症発生動向調査の一環として採取された検体について毎シーズンサーベイランスを実施している。

当市では、新型コロナウイルス感染症が流行していた過去 2 シーズンの定点当たり報告数は、0.00 ～ 0.07 の範囲で推移し、例年の流行期において報告数の増加を認めることはなかったが、約 3 年ぶりに流行がみられた 2022/23 シーズン発生動向と分離状況について報告する。

2 2022/23 シーズン患者発生状況

全国における 2022/23 シーズンのインフルエンザは、2022 年第 51 週（12 月 19 日～）に 1.24 となり、流行開始の指標である 1.00 を上回った。第 6 週（2 月 6 日～）に 12.91 となりピークを迎え、以降は穏やかに減少したものの、1.00 を下回ることなく推移した。¹⁾

当市では 2023 年第 1 週（1 月 2 日～）に 3.33 となり、2020 年第 10 週以来 146 週ぶりに 1.00 を超え、流行開始となった。その後、流行は拡大し、2023 年第 10 週（3 月 6 日～）で注意報レベルの 10 を超え、第 16 週（4 月 17 日～）にシーズン最大の 28.08 となりピークを迎えた。その後、警報レベルに達することはなく、徐々に下降を続け、第 24 週（6 月 12 日～）に一度 1.00 を下回ったが、その後 0.08 ～1.21 の範囲で推移した。

2019/20 シーズンと比較し、流行開始が 8 週、収束が 12 週遅く、この動向は新潟県の推移と類似していた。また、全国の推移と比較し、定点当たり報告数が高く、ピークとなる時期も異なっていた。（図 1）

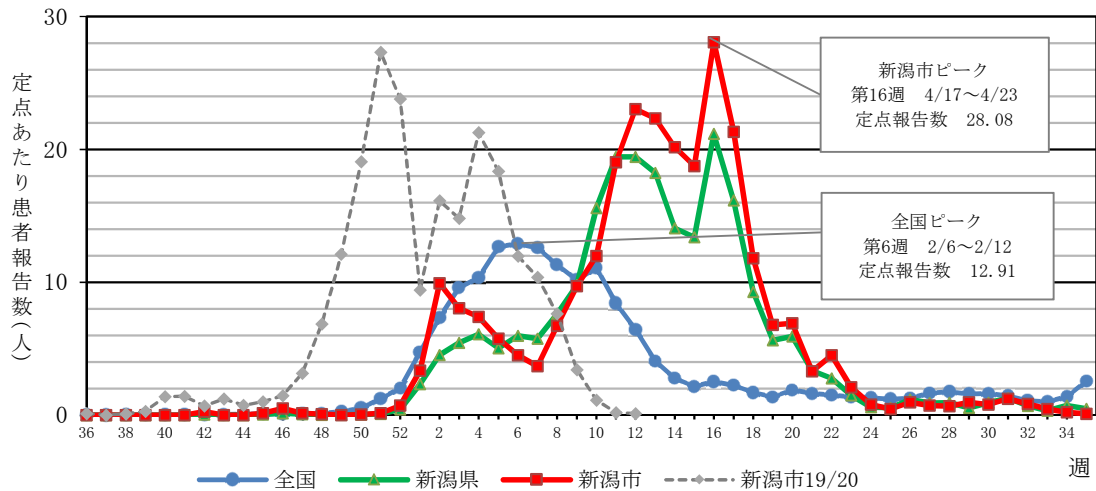


図1 2022/23 シーズンインフルエンザウイルス定点患者報告数(全国・新潟県・新潟市)^{2) 3)}

3 病原体サーベイランス

3.1 材料

2022年9月から2023年8月までに、病原体定点医療機関等2施設でインフルエンザあるいはインフルエンザ様疾患と診断された患者より採取された咽頭拭い液49件、鼻腔拭い液10件を材料とした。

3.2 方法

3.2.1 インフルエンザウイルスの分離

分離方法は、原則として病原体検出マニュアル「インフルエンザ診断マニュアル(第4版)」⁴⁾(以下「病原体検出マニュアル」)に従って実施した。24穴プレートに4日間単層培養したMDCK細胞、CaCo-2細胞等に臨床検体100 μ Lを接種し、維持培地を用いて5%CO₂、33 $^{\circ}$ Cで培養した。

細胞変性効果が確認された時点で培養上清を回収し、2代目まで継代培養を行った。14日間観察し細胞変性効果が見られなかったものについても同様に2代目まで継代培養を行った。

その後、0.75%モルモット血球を用いて得られた培養上清中のHA(赤血球凝集)活性を測定し、8HA/mL以上のウイルス株について、亜型同定および抗原性解析に進んだ。

3.2.2 分離ウイルスの亜型同定および抗原性解析

HA価が8HA/mL以上得られた分離ウイルス株については、感染研から配布された「2022/23シーズン用インフルエンザウイルス亜型系統同定キット」(以下、同定キット)を用い、赤血球凝集抑制(HI)試験による亜型同定試験を実施した。

HA 価が 8 HA/mL 未満の株については、リアルタイム PCR により亜型を同定した。

3.2.3 抗インフルエンザ薬 耐性マーカー (NA H275Y) の同定

分離された A/H1pdm09 亜型ウイルスについて、感染研から配布された「A/H1N1pdm09 H275Y 耐性株検出法 実験プロトコール (2023 年 5 月 ver.3)」に従って、Taq Man RT-PCR 法によりノイラミニダーゼ阻害薬耐性マーカーである NA 遺伝子上の H275Y 変異の有無を調べた。

3.2.4 抗インフルエンザ薬 耐性マーカー (PA I38X) の同定

分離されたウイルスについて、病原体検出マニュアルに準じ、シーケンス法を用いて、パロキサビル耐性マーカーである PA 遺伝子上の I38X 変異の有無を調べた。

4 結果

4.1 ウイルスの分離検出状況

培養の結果、59 検体中 47 検体からウイルスが分離された。型・亜型別割合は、A/H1pdm09 亜型が 3 株 (6.4%)、A/H3 亜型が 44 株 (93.6%) であった。B/Victoria 系統と B/山形系統は検出されなかった。

(図 2)

検体採取週別のウイルス分離検出数は、流行初期からシーズンを通して A/H3 亜型が検出され、第 28 週以降に A/H1pdm09 亜型が検出され始めた。(図 3)

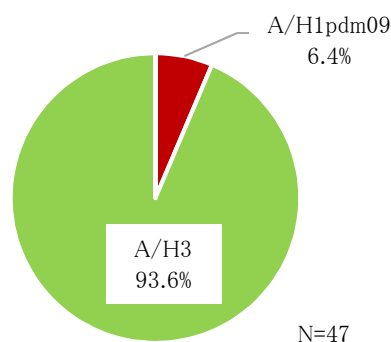


図 2 分離ウイルス亜型割合 (新潟市 2022/23 シーズン)

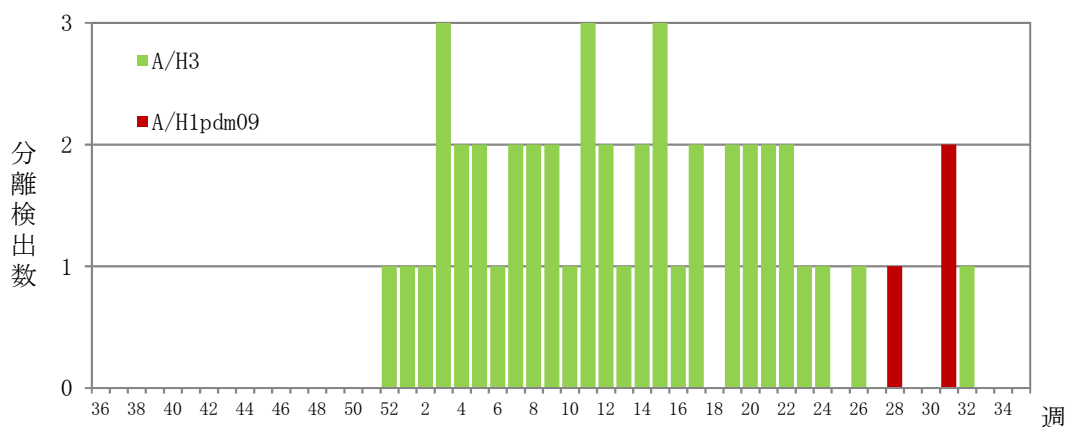


図 3 検体採取週別インフルエンザウイルス分離・検出数 (新潟市 2022/23 シーズン)

4.2 分離ウイルスの抗原性解析

分離株 47 株のうち、HA 価が 8 HA/mL 以上得られた分離株 A/H1pdm09 亜型 1 株、A/H3 亜型 43 株について、同定キットを用いた HI 試験を実施した。

分離株の HI 価をホモ HI 価と比較し、4 倍以内の値を示した株を抗原性類似株、8 倍以上の値を示した株を抗原性変異株と判定した。この結果、8 倍以上の値を示した株はなく、すべて抗原性類似株であった。(図 4)

また、感染研へ分与した A/H1pdm09 亜型 1 株については感染研による HI 試験により、A/H3 亜型 5 株については中和試験により、すべてワクチン株と抗原性が類似していると判定された。

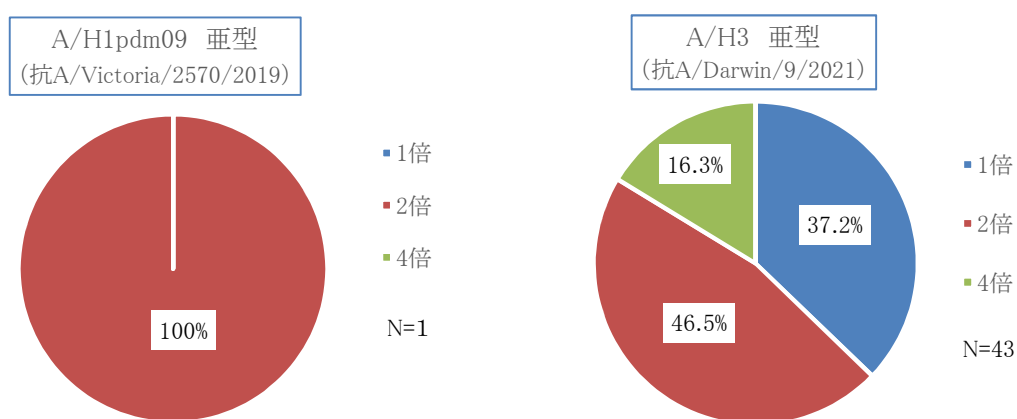


図 4 ホモ HI 価と分離株 HI 価の比較

4.3 抗インフルエンザ薬耐性マーカーの同定

A/H1pdm09 亜型 3 株について、ノイラミニダーゼ阻害薬耐性マーカーである NA 遺伝子上の H275Y 変異の有無を調べた結果、H275Y 耐性変異株 1 株を検出した。この変異株については、感染研での薬剤感受性試験により、オセルタミビル及びペラミビルに対して耐性を示すことが確認された。

一方、PA 遺伝子上の I38X 変異のシーケンス解析では、解析を実施した A/H3 亜型 27 株について変異は確認されなかった。

5 まとめと考察

新潟市における 2022/23 シーズンのインフルエンザ患者の発生状況は、全国の推移と比較し、流行開始と収束とみられる時期はほぼ同じであったが、流行のピークについては、全国が 2 月上旬であったのに対し当市では 10 週遅い 4 月中旬であった。

当所が分離検出したウイルスは、全国の状況と同じく A/H3 亜型が主流であり、HI 試験を実施した 44 株すべてがワクチン株と抗原性が類似していた。

また、感染研が実施した国内 301 株、海外 21 株の HA 遺伝子系統樹解析によると、解析

した A/H3 亜型すべての株がクレード 2 に属し、2023 年 1 月まではサブクレード 2a.3a、2 月以降は 2b が主流となった。1) 当所が感染研へ分与した 1 株（検体採取日：1 月 5 日）はサブクレード 2a.3a、4 株（検体採取日：3 月 12 日～6 月 18 日）はサブクレード 2b であり、検体採取時期とサブクレードが全国の流行状況と一致していた。いずれの 5 株もワクチン株 A/Darwin/9/2021（サブクレード 2a）とサブクレードは異なっていた。

A/H3 亜型ウイルスに関しては、MDCK 細胞での分離効率の低下⁴⁾ やワクチン株と流行株との抗原的乖離⁵⁾ が報告されているが、当所が 2022/23 シーズンに分離した株については、認められなかった。

抗インフルエンザ薬耐性株サーベイランスでは、オセルタミビル耐性 H275Y 変異及びバロキサビル耐性 I38X 変異を有するウイルスの検出は、これまで国内では散発的ではあるが、日本は世界最大の抗インフルエンザ薬使用国であることから、薬剤耐性株の検出状況を迅速に把握することは、公衆衛生上重要である。⁶⁾

当所では、今後も引き続き、感染研が行っているサーベイランスに協力していきたい。

謝辞

検査材料の採取にご協力いただきました医療機関の方々に深謝いたします。

参考文献

- 1) 病原微生物検出情報（月報）Vol.44 No.11（No.525）2023 年 11 月発行
- 2) 厚生労働省 インフルエンザウイルスに関する報道発表資料
https://www.mhlw.go.jp/stf/seisakunitsuite/bunya/kenkou_iryoku/kenkou/kekkaku-kansenshou01/houdou_00006.html
- 3) 新潟市:新潟市感染症情報（週報）
https://www.city.niigata.lg.jp/iryoku/kenko/yobou_kansen/400kansen/0403shuho_1.html
- 4) 国立感染症研究所 病原体検出マニュアル インフルエンザ診断マニュアル（第 4 版）
平成 30 年 12 月
- 5) 病原微生物検出情報（月報）Vol.41 No.11（No.489）2020 年 11 月発行
- 6) 抗インフルエンザ薬耐性株サーベイランス（2023 年 10 月 12 日現在）
<https://www.niid.go.jp/niid/ja/influ-resist/>

iSPE®-HILIC カートリッジを用いたテトロドトキシン分析法の検討について

衛生科学室 食品担当 松田 哲明・伊藤 千代子・池乗 敬昭

概 要

当所における有毒成分テトロドトキシン（以下「TTX」とする）の検査法は平成 29 年度年報「LC/MS/MS を用いたテトロドトキシンの迅速検査法検討」¹⁾で報告しているが、患者尿を想定した人工尿を用いた評価では塩類によるイオン化阻害の影響が大きく低回収率であった。

そこで分析用のカラムと同じく両性イオン基を結合したポリマー基材の親水性相互作用クロマトグラフィーカートリッジ（HILIC カートリッジ）を用いた精製方法を検討した。精製工程における TTX 調製液、カートリッジのコンディショニング、負荷後の洗浄及び溶出液の溶媒条件を検討し、標準溶液と同程度のピーク強度を得られた。

1. はじめに

TTX の LC-MS/MS などを用いた理化学的試験法の事例は多く報告されている。その中でヒトの尿・血清中の塩類除去のため両性イオン基を結合したポリマー基材の親水性相互作用クロマトグラフィーカートリッジを用いて精製する方法の事例報告²⁾を参考とし、精製工程に関する諸条件を標準液とのピーク強度比較により検討した。

2. 方 法

(1) 試薬等

標準原液：TTX 標準品（和光純薬工業(株)製）1mg を水で溶解し 10mL とした。

その他の試薬：試薬類は、酢酸及び酢酸アンモニウム溶液は HPLC 用をその他は LC/MS 用を使用した。

HILIC カートリッジ：HILICON 社製 iSPE®-HILIC SPE カートリッジ 500mg/6mL

(2) 測定条件

使用機種：Waters Xevo TQD LC 部 ACQUITY UPLC-H Class

カラム：Waters：ACQUITY UPLC BEH HILIC (粒径 1.7 μm 2.1×100 mm)

測定条件は検討の結果、表 1-1、1-2、1-3 とした。

論値の 1/2 のピークが確認されたが、追加で溶出液を通してピークは確認されなかった。

これは、調製液の酢酸アンモニウムにより TTX が溶出されにくいと考えられたため、溶出液または洗浄液の溶媒比率を段階的に変更し、それぞれに溶出してくる液のピークを次のように確認した。(図 3-2)

①溶出液の検討：溶出液を調製するメタノールに水を徐々に加え、90%、80%…10%メタノール溶液でそれぞれ溶出液を調製した。

2%酢酸 in 90%メタノールで溶出、脱液したのち、同じカラムで 80%…10%メタノールを用いて調製した 2%酢酸入りの溶出液で順に溶出、脱液を繰り返し、得た溶出液の TTX ピークを確認した。

その結果、90%メタノールのみ理論値のピークの 1/2 程度のピークが確認されたが、これ以外はピークが認められなかった。これは、当初の溶出液と溶出割合が同じであることから、濃縮乾固の時間の短い 2%酢酸メタノールを溶出液とした。

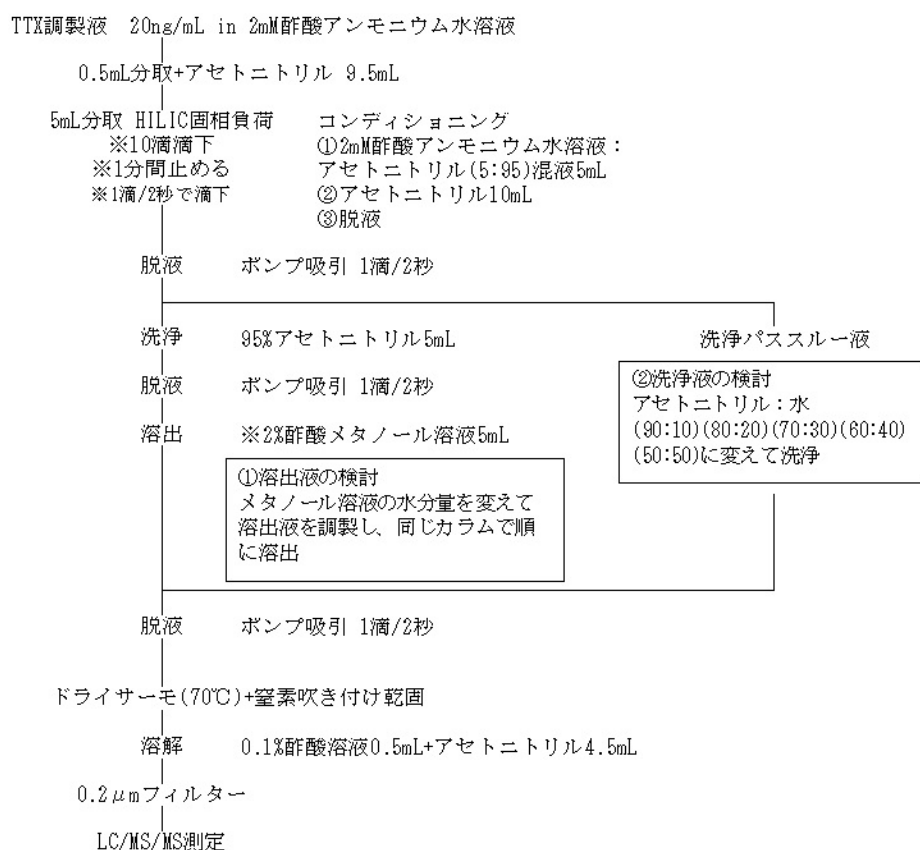


図 3-2 溶出液及び洗浄液の検討フロー

②洗浄液の検討：アセトニトリルに水を加え、アセトニトリル：水(90:10)、(80:20)、(70:30)、(60:40)、(50:50)の順に、続けて固相吸着後の洗浄を行い、洗浄液中にパススルーする TTX ピークの有無を確認した。

その結果、(90:10) 及び (80:20) では TTX ピークが確認されず、(70:30)、(60:40)及び

(50:50)では TTX ピークが確認された。なお、(80:20)に見られたピークは定量イオン(320>302)と確認イオン(302>162)の比が TTX 標準品と異なっていたことから、夾雑ピークと考えられた。洗浄液としては、より水分量の多いアセトニトリル:水(80:20)を採用した。
(図 3-3、図 3-4、図 3-5)

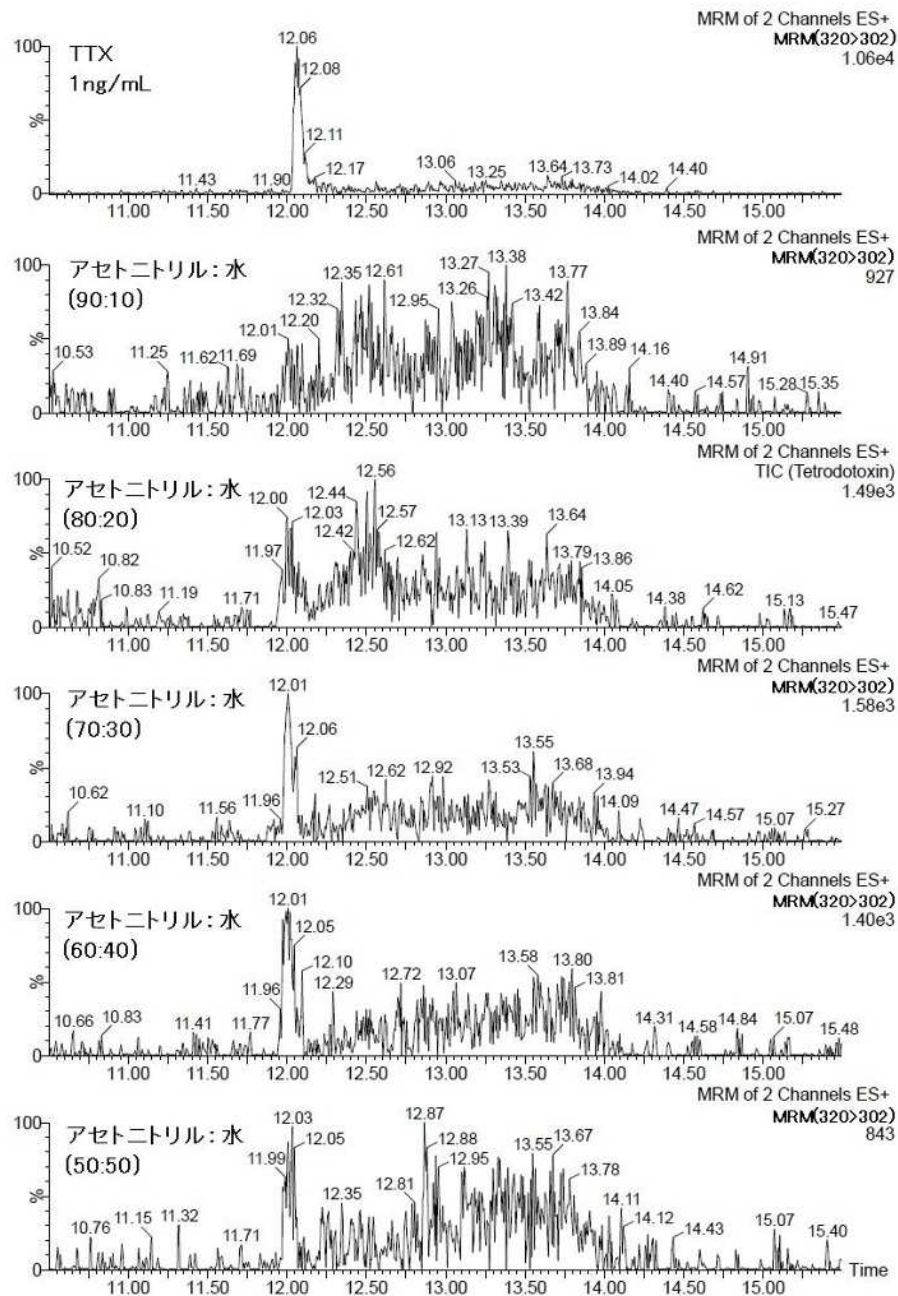


図 3-3 洗浄液の検討 水分量とパススルーの関係 クロマトグラム

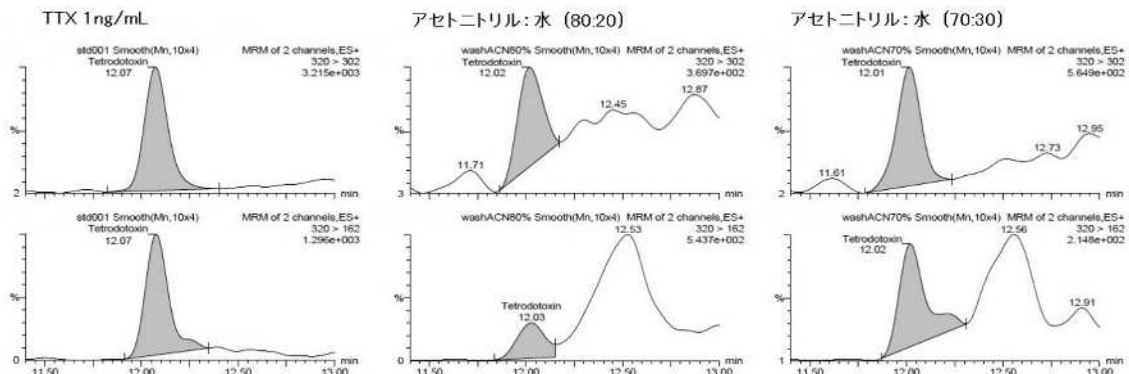


図 3-4 洗浄液中にパススルーした TTX の同定

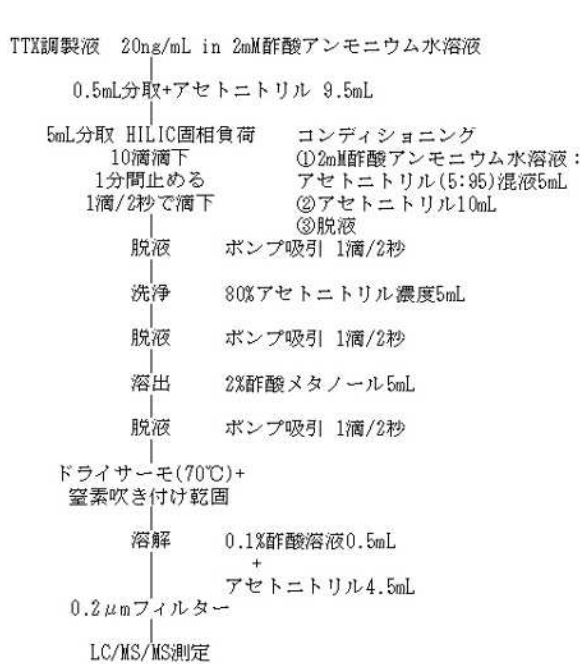


図 3-5 溶出液及び洗浄液の
検討後の精製フロー

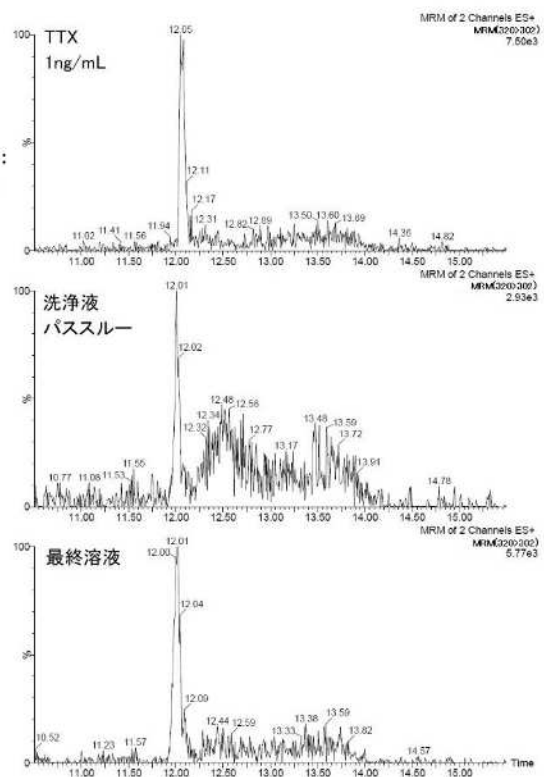


図 3-6 洗浄液パススルーと最終溶液の
クロマトグラム

その結果、最終溶液のピークが理論値の 70%強確認され、TTX と同定できた。また、固相パススルー及び洗浄液パススルーにはピークは確認されなかった。なお、洗浄液パススルーに見られたピークは定量イオン(320>302)と確認イオン(302>162)の比が TTX 標準品と異なったため、夾雑物質のピークと考えられた。(図 3-6、図 3-7)

このことから洗浄による TTX の流出の可能性は少なく、最終溶液が理論値のピーク強度に近づいたと考えられる。

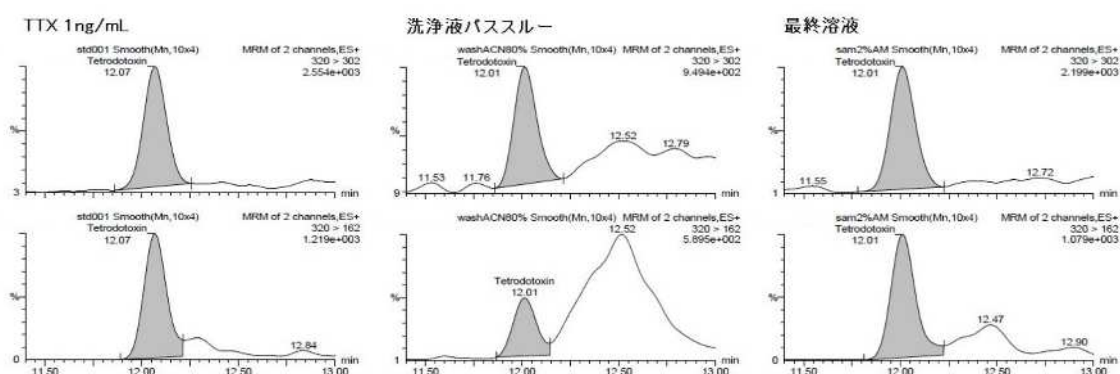


図 3-7 洗浄液中パススルー及び最終溶液の TTX の同定

4. まとめ

過去に行われた LC/MS/MS による TTX の迅速検査法の検討では、患者尿を想定した人工尿を用いた評価で塩類による阻害により回収率が低い結果となっていた。そのため、塩類を除去するため、両性イオン基を結合したポリマー基材の親水性相互作用クロマトグラフィーカートリッジである iSPE®-HILIC を用いた精製方法を検討することとなった。

当初 TTX2%酢酸溶液を調製液として精製を試みたが、TTX が保持されなかったため 2mM 酢酸アンモニウム水溶液で行うこととした。塩類により TTX の保持が阻害されていたが、洗浄液をアセトニトリル：水(80:20)の割合に調整することで TTX を保持させることができた。

今後はこの精製条件で TTX を添加した人工尿に適用できるかを確認する。

文献

1) LC/MS/MS を用いたテトロドトキシンの迅速検査法検討

(平成 29 年度新潟市衛生環境研究所年報 42 小池 敬信・北 弘美)

2) 親水性相互作用クロマトグラフィーを用いた LC/MS/MS によるテトロドトキシンの分析

(平成 18 年度福岡市保健環境研究所報 32 赤木浩一・畑野和広)

指定着色料の効率的検査法について

衛生科学室 食品担当 伊藤 千代子

概 要

当所では、食品中の食用タール色素の検査を「第2版 食品中の食品添加物分析法」（以下「公定法」）のポリアミド抽出精製—高速液体クロマトグラフィーで行っており、放置時間を含めて、通常結果確認まで1週間程度を要する。

検査時間の短縮を図るため、令和2年度の調査研究¹⁾で、高速液体クロマトグラフィーの測定溶液が1検体あたり2種類（水及び50%エタノール）であったものを、50%メタノール溶液1種類に変更できることを確認した。今年度は抽出操作を改良し、時間短縮を検討したところ、結果確認まで3日間で行うことが可能となった。この方法での添加回収率は22.4%~94.3%であり、定性試験として精度管理上問題はなかった。また、市販の着色料含有検体を用いた現行法に対する抽出率は76.0~114.5%であった。

1 はじめに

食品添加物である着色料は、食品の色合いをよくするため様々な食品に使われている。食品への使用が許可されている12種類のタール色素のうち、当所では、青色2号を除く11項目を検査対象とし、公定法で分析を行っている。結果は定性試験として取り扱い、添加回収試験で10%未満の項目は精度管理上、成績から除外している。

公定法では、赤色3号、赤色104号及び赤色105号が最終溶液の水溶液で、また、黄色4号及び赤色2号が50%エタノール溶液で検出されにくいため、2種類の試験溶液（水及び50%エタノール）で測定を行っている。令和2年度の調査研究において測定溶液をエタノールからメタノールに変更し検討したところ、50%メタノール溶液1種類で精度よく測定できることを確認した。

今回、更なる検査時間短縮のため、抽出時には振とう機を用い、ポリアミドへの吸着時にはスターラーを用いることとした。また、試料を半量にし、試薬等のスケールも2分の1として実施した場合の回収率及び検査時間を現行法と比較した。

2 方 法

(1) 試 料

着色料不使用：厚焼き玉子、ウインナー

着色料使用：かまぼこ（赤色106号）、伊達巻（黄色4号）、煮豆（赤色102号、赤色105号）、大根漬（赤色102号）、ドライマンゴー（黄色4号、黄色5号）

(2) 試薬及び標準品

1) 標準品

黄色 4 号 (タートラジン: 以下、「Y4」)、黄色 5 号 (サンセットエロー: 以下、「Y5」)、赤色 2 号 (ボルドーS: 以下、「R2」)、赤色 102 号 (ニューコクシン: 以下、「R102」)、赤色 104 号 (フロキシシン B: 以下、「R104」)、赤色 105 号 (ローズベンガル: 以下、「R105」)、赤色 106 号 (アシッドレッド 52: 以下、「R106」) は富士フイルム和光純薬株式会社製を使用した。

青色 1 号 (ブリリアントブルー: 以下、「B1」)、緑色 3 号 (ファストグリーン: 以下、「G3」)、赤色 3 号 (エリスロシン: 以下、「R3」) は関東化学株式会社製を使用した。

赤色 40 号 (アルラレッド AC: 以下、「R40」) は東京化成株式会社製を使用した。

2) 標準原液

各標準品 25.0 mg を正確に量り、水を加えて溶かし 50mL とした。

3) 混合標準溶液

各標準原液を正確に 5mL ずつ採り、水を加えて 100mL とした。

4) 抽出液および溶出液

1%アンモニア・エタノール混液 (4:6)

5) その他の試薬

ポリアミド C-100 はカラムクロマトグラフ用、メタノール、アセトニトリルは HPLC 用、エタノール、25%アンモニア水、酢酸、酢酸アンモニウムは特級品を用いた。

(3) 装置及び測定条件

1) 装置

高速液体クロマトグラフ (Waters 社製 e2695)

2) 測定条件

カラム TSKgel ODS-80ST (4.6×150nm、5µm)

カラム温度 40°C

移動相 A 0.01M 酢酸アンモニウム

移動相 B アセトニトリル

グラジエント A/B 95/5 (0min) →50/50 (30min) →95/5 (45min)

注入量 20µL

検出波長 450nm : Y4、Y5

520nm : R2、R3、R40、R102、R103、R104、R105、R106

620nm : G3、B1

(4) 添加回収試験

試料に 5µg/g となるよう混合標準液を加え、30 分放置後、試験を行った。

(5) 試験溶液の調製

現行法に対して、検討法 1 及び検討法 2 では抽出時に振とう機及びスターラーを用いた。また、検討法 2 では、試料を半量としたことで、スケールを 2 分の 1 に、精製時には濃縮管で受け、窒素吹付濃縮とした。なお、最終測定溶液は 50%メタノールに統一した。

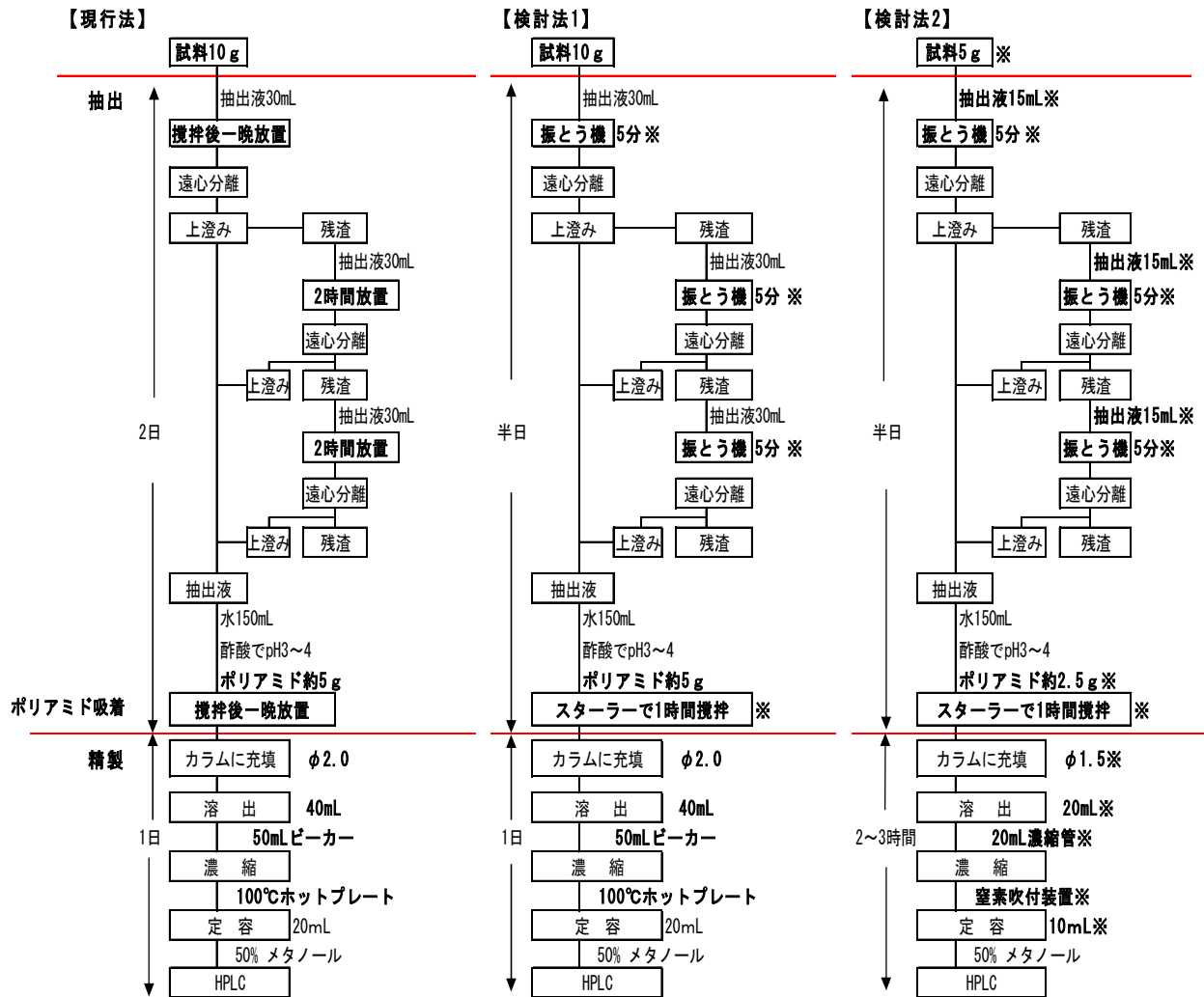


図1 試験溶液の調製方法

※現行法から変更

3 結果及び考察

(1) 抽出及びポリアミド吸着方法の検討 (検討法 1)

試験溶液の調製は、抽出においては一晩放置を行わずに、5分間の振とうで3回抽出し、ポリアミドへの吸着はスターラーで1時間攪拌に変更した。

厚焼き玉子とウインナーの添加回収試験の結果は表1のとおりで、現行法と同等もしくはそれ以上であった。(現行法±5%を同等とした)

また、抽出からポリアミド吸着まで、現行法では2日間かかるところ、検討法1は一晩放置するという工程を2回省略できることから、半日に短縮することができた。

表 1 現行法と検討法1の回収率の比較

		Y4	Y5	R2	R102	R40	R3	R106	R104	R105	G3	B1
厚焼き玉子	現行法	34.4	84.1	34.6	84.4	81.3	50.2	67.5	60.7	22.2	88.7	84.9
	検討法1	34.5	89.7	38.2	91.8	87.4	48.2	73.3	67.3	28.5	93.3	91.2
ウインナー	現行法	34.9	50.4	17.8	50.6	53.6	77.2	66.9	78.2	52.0	89.7	85.3
	検討法1	34.5	88.9	41.6	89.6	89.9	75.2	71.3	80.9	60.1	92.3	89.5

■ :n=3 の平均回収率で5%以上高いもの

(2) 試料および精製方法の検討 (検討法2)

検討法2では、試料を半量の5gとし、試薬は2分の1のスケールで行った。精製は溶出量が20mLとなるため、濃縮管で受け、窒素吹付装置で濃縮した。結果は表2のとおりであった。

表 2 現行法と検討法2の回収率の比較

		Y4	Y5	R2	R102	R40	R3	R106	R104	R105	G3	B1
厚焼き玉子	現行法	34.4	84.1	34.6	84.4	81.3	50.2	67.5	60.7	22.2	88.7	84.9
	検討法2	25.8	90.0	29.4	91.0	86.1	50.0	80.9	63.5	22.4	94.3	90.5
ウインナー	現行法	34.9	50.4	17.8	50.6	53.6	77.2	66.9	78.2	52.0	89.7	85.3
	検討法2	28.9	88.7	34.1	88.7	85.0	68.0	78.8	75.1	49.7	93.5	92.4

■ :n=3 の平均回収率で5%以上高いもの

厚焼き玉子では、Y4及びR2が、ウインナーでは、Y4及びR3が現行法を下回ったが、20%以上の回収率があり、精度管理上問題はなく、その他の項目は同等（現行法と比較して±5%）、もしくはそれ以上の結果であった。

精製後の濃縮は、2～3時間要するところ1時間程度に短縮できた。また、メスフラスコへの移し替えの操作が無くなり、定容操作が簡便となったことから、測定溶液の作成を1日で行うことが可能となった。

(3) 着色料を含有している検体の抽出について

着色料を含有している検体（かまぼこ（R106）、伊達巻（Y4）、煮豆（R102、R105）、大根漬（R102）、ドライマンゴー（Y4、Y5））について、現行法と検討法2を比較した。実際の食品では、添加回収試験よりも検体からの抽出がよくないこともあるため、検討法2では抽出における一晩放置の有無についても検討した。結果は図2のとおりであり、一晩放置を行うことにより、全ての検体において抽出率の改善がみられた。

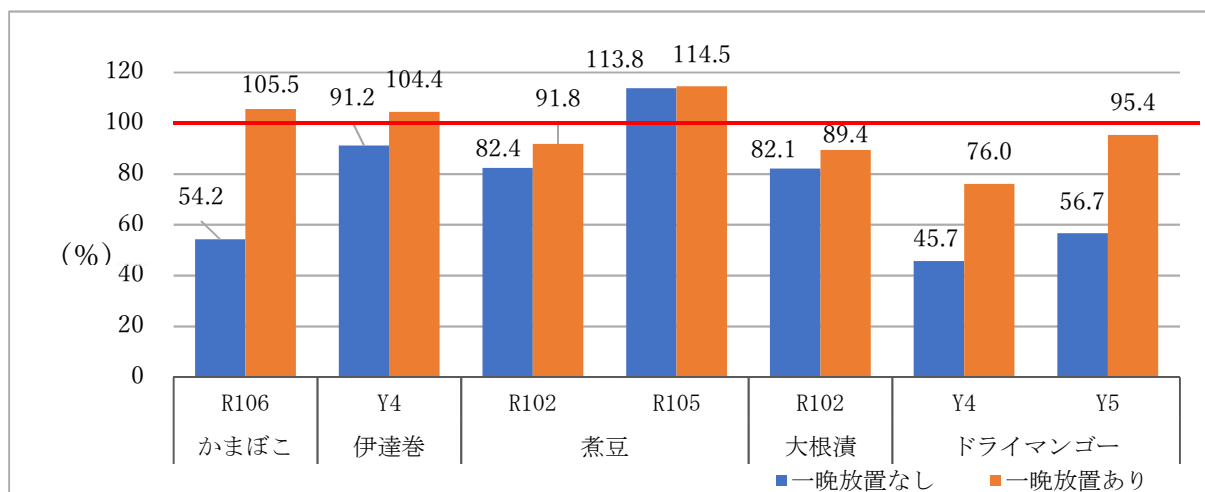


図2 一晩放置の有無の比較(現行法を100とした場合の抽出率) n=1

4 まとめ

着色料検査の時間短縮を目的に検査法を検討した。

抽出時の放置時間を振とう機 5 分間 3 回の抽出に、ポリアミドへの一晩放置による吸着をスターラーによる攪拌 1 時間に変更した。また、試料を半量にすることにより、試薬のスケールを 2 分の 1 とし、濃縮にかかる時間が短縮された。さらに、最終溶出液を 20mL 濃縮管で受けることにより、窒素吹付装置での濃縮が可能となり、メスフラスコに移し替える操作もなく、定容操作が簡便となった。

検討法 2 の添加回収試験では、検体によっては現行法より回収率が劣る項目が一部あったものの(厚焼き玉子: Y4, R2、ウインナー: Y4, R3)、いずれも 20%以上の回収率があり、精度管理上問題はないと思われた。

また、着色料を含有している検体のうち、魚肉練り製品や乾燥果実など、着色料が試料から抽出されにくい食品については、抽出時に一晩浸漬を加えることにより、現行法とほぼ同程度検出することができた。しかし、乾燥果実の一部で同程度に及ばないものもあり、抽出効率を上げるためには、検体を通常より細かく細切する、若しくは、ホモジナイザーによる抽出などの工夫が必要と思われた。

測定溶液の調製を 1 日で行うことが出来るようになり、検査に要する時間が短縮された。また、前回の報告より、最終測定溶液を 2 種類(水と 50%エタノール)から 1 種類(50%メタノール)に変更すると、高速液体クロマトグラフィーによる分析時間は半減できる。これらのことから、公定法による結果確認まで 1 週間程度かかっていたものが、検討法 2 では、3 日間で検査可能となる。

今後、これらの検討法を活用し、効率的に検査を実施していきたい。

文献

- 1) 笹川さゆ理. 指定着色料(11種)の検査法の検討について. 新潟市衛生環境研究所 年報 令和2年度、調査研究編、51

新潟市沿岸海域公共用水域常時監視点における 有機物指標項目及び関連する栄養塩類について

環境科学室 齋藤 真

1 はじめに

新潟市では、水質汚濁防止法に基づき沿岸海域 9 地点について環境基準監視を 4 月から 10 月の期間に 6 回実施している。

近年、全国的に沿岸海域の化学的酸素要求量（COD）上昇や、閉鎖性海域等での底層の溶存酸素量（DO）の低下などが懸念されているが、新潟市沿岸においても、閉鎖性海域ではないものの、COD の環境基準超過や漸増傾向が続いている。この原因を探るため、国立環境研究所とのⅡ型共同研究「沿岸海域における新水質環境基準としての底層溶存酸素（貧酸素水塊）と気候変動の及ぼす影響把握に関する研究(令和2年度から4年度)」に前課題から引き続き参加し、COD と有機物指標及び栄養塩類を測定し、項目間の関係について検討した。また、近年の水質変動について解析を行った。

2 調査地点

調査対象とした海域 2 地点を図 1 に示した。弥彦・米山地先海域（弥彦地先）No.2（以下、弥彦 No.2）付近には常時流入する大きな河川はないが、新潟海域 No.6（以下、新潟 No.6）は阿賀野川河口沖に位置しており、海流（西から東に流れる）により信濃川の影響も受ける可能性がある。水深は弥彦 No.2 で約 13 m、新潟 No.6 で約 19 m であり、両地点ともに COD の環境基準は 2 mg/L である。COD に関しては、新潟 No.6 は若干の低下傾向を示しながらも基準値の超過が多く、弥彦 No.2 は漸増傾向が見られているのが近年の状況である。（図 2）

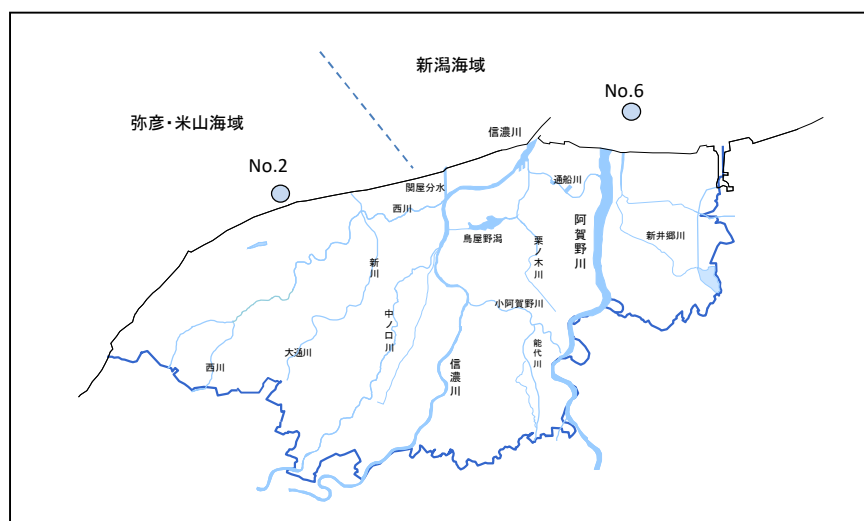


図1 調査地点図

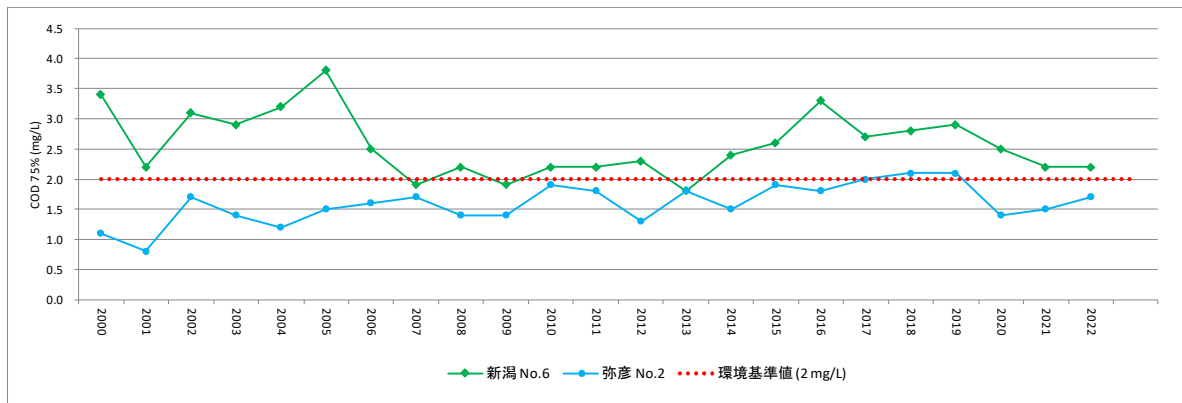


図2 COD75%値の経年推移(2022年度は速報値)

3 有機物指標項目及び栄養塩類の調査について

(1) 調査時期および測定項目について

令和2年度から令和4年度の夏と秋の年2回、計6回採水・調査を行った。

有機物指標項目及び栄養塩類については、採水当日にろ過・分注し、試料水及びフィルタ一類は冷凍処理し国立環境研究所に送付した。測定項目は、溶存性有機炭素(DOC)、懸濁性有機炭素(POC)、クロロフィルa(Chl.a)、溶存性全窒素(DTN)、溶存性全りん(DTP)、硝酸態窒素(NO₃-N)、亜硝酸態窒素(NO₂-N)、アンモニア態窒素(NH₄-N)、溶存性無機窒素(DIN)、りん酸態りん(PO₄-P)、珪酸塩(Dsi)である。分析方法はII型共同研究報告書「茨城県沿岸海域公共用水域常時監視点におけるCODと関連する有機物項目について」(国立環境研究所)¹⁾に記載された方法により、国立環境研究所が実施した。ほか、COD、溶存態COD(D-COD)、塩化物イオン(Cl)については、JIS K 0102により当所で分析を行った。

(2) 各地点の特徴について

今回の調査結果のほか、前課題²⁾の2017年からのデータを加えて解析を行った。

弥彦No.2と新潟No.6のCODについて、溶存態(D-COD)と懸濁態(P-COD)をグラフ(図3)に示した。両地点ともにD-CODの割合が高いが、夏季と秋季の間に明確な違いは認められなかった。CODとしては、特に新潟No.6において夏季に高い傾向が見られた。

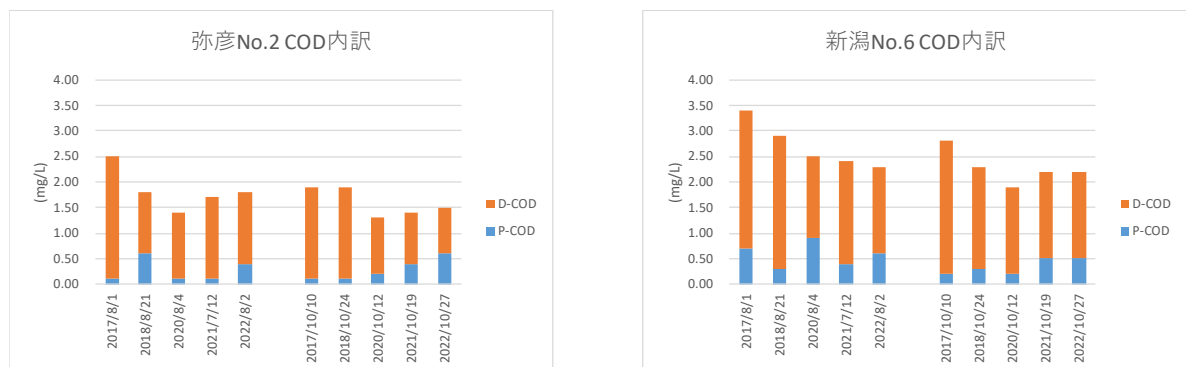


図3 弥彦No.2と新潟No.6のCOD内訳

両地点の P-COD と Chl.a の関係についてグラフ（図 4）に示した。

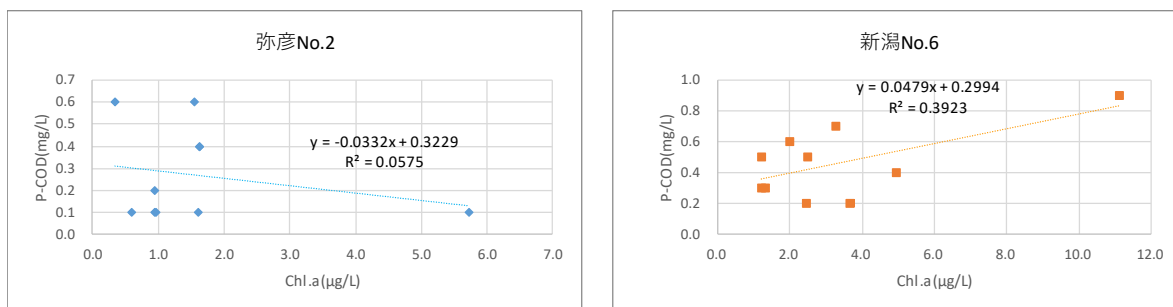


図 4 弥彦 No.2 と新潟 No.6 の P-COD と Chl.a との関係

両地点ともに明確な傾向は見られず、植物プランクトンの増殖による P-COD の増加は明らかではない。新潟 No.6 については弱い正の相関が見て取れるが、1 データの影響が強いため、傾向把握のためにはさらなるデータの蓄積が望まれる。

両地点の D-COD と DOC の関係についてグラフ（図 5）に示した。

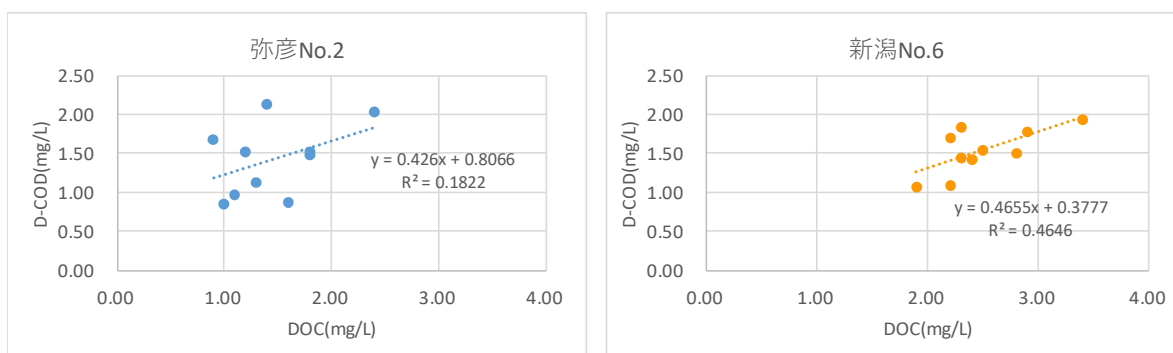
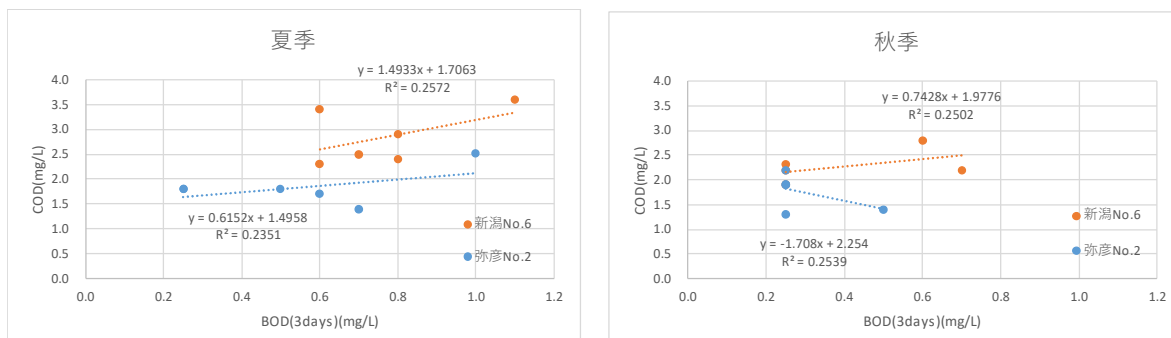


図 5 弥彦 No.2 と新潟 No.6 の DOC と D-COD との関係

両地点ともに前報告と同様の傾向を示した。弥彦 No.2 には正の相関は認められず、D-COD が高いにも関わらず DOC が低い場合が見られることから、炭素以外に由来する成分が COD に寄与していることが考えられた。新潟 No.6 については正の相関がみられ、COD には炭素成分の寄与が大きいことが考えられた。

BOD(3days)と COD の関係を夏季と秋季に分けてグラフ（図 6）に示した。なお、BOD(3days)が定量下限値 (0.5 mg/L) 未満となったものは 0.25 mg/L として処理している。



※2022年の秋季はBOD欠測

図6 BOD(3days)とCODの関係

両地点ともに定量下限値付近の値が多くみられ、COD等との関係を整理するには至らなかった。CODを構成する成分の生物分解性については、長期分解試験等の別の手法の検討が必要と考えられた。

両地点の栄養塩類及びChl.aについてグラフ(図7)に示した。



図7 弥彦No.2と新潟No.6の栄養塩類及びChl.aの推移

新潟No.6は弥彦No.2に比べて有機態、無機態ともに高い結果であった。新潟No.6は流入河川からの豊富な供給があることがその理由と考えられた。

溶解性窒素および溶解性りんとChl.aの関係を見ると、弥彦No.2において、Chl.aの濃度が溶解性PO₄-Pの濃度と連動する様子が伺えることから、溶解性PO₄-Pが植物プランクトンの

増殖に関する制限因子である可能性がある。

弥彦 No.2 においては図 4 の通り、Chl.a の P-COD に対する寄与は明らかではなく、また COD に占める P-COD の割合も高くない（図 3）ことから、近年の COD 漸増傾向に対しての溶解性 PO₄-P の寄与は大きくないと考えられた。

新潟 No.6 は、弥彦 No.2 に比べて溶解性窒素、りんともに高く、特に NO₃-N、PO₄-P が高くなっており、枯渇している様子は見られない。これら栄養塩類と Chl.a に明確な関係は見られないことから、植物プランクトンの増殖に関しては他の要因が制限因子となっていると考えられる。新潟 No.6 の Chl.a は弥彦 No.2 に比べて高いものの、Chl.a の P-COD に対する寄与は明らかではなく（図 4）、また COD に占める P-COD の割合も高くない（図 3）ことから、近年の COD の変動に対しての植物プランクトンの寄与は大きくないと考えられた。

両地点の Cl 濃度（図 8）を示した。

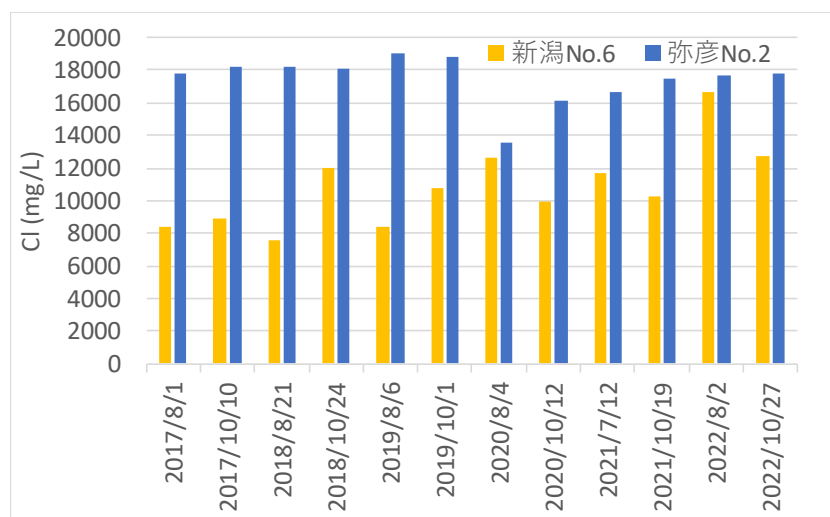


図 8 弥彦 No.2 と新潟 No.6 の Cl 濃度

弥彦 No.2 は 2020 年 8 月に Cl の低下が見られるが、他の調査日には目立った低下は認められなかった。新潟 No.6 は、弥彦 No.2 と比較して Cl の大幅な低下が見られ、またその程度もバラつきがあり、河川水の流入状況が異なる様子であった。新潟 No.6 の近年の COD 変動は、流入河川の水質や流入割合の変動による影響が大きいと考えられた。

4 弥彦 No.2 の長期水質変動解析について

(1) COD の変動要因について

新潟 No.6 の変動は、流入する河川水の影響が大きいと考えられるため、ここでは弥彦 No.2 の変動要因を中心に解析を行った。図 3 に示した通り、夏季に COD が高めとなる傾向が見られたことから、2000 年から 2022 年の期間で、その年の 4 月の結果を 1 とした場合の各調査月の比を算出し、月別に比毎の現れる頻度の割合を集計した（図 9）。夏季を中心に COD の上昇が見られる頻度が高い結果であった。また、10 月も比較的高い値となる割合が大きいことから、今後は季節間の違いを検討するには 4 月と 9 月を比較するのが適切と考えられた。

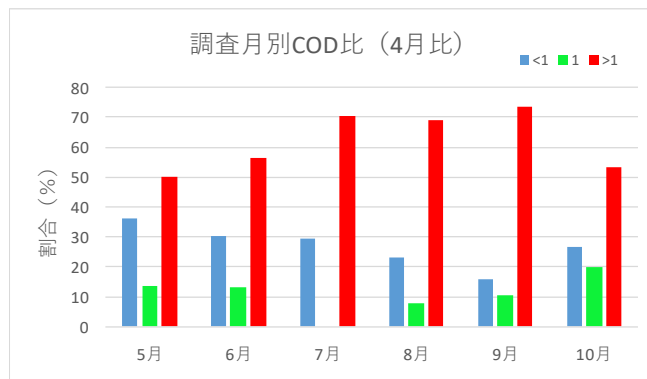


図9 弥彦 No.2 の COD 推移(4月比)

同期間における調査月別の推移(図10)を示した。年により調査月が変更となる場合があり、グラフの途切れる点がある。いずれの調査月も増加傾向を示しているが、特に7月と9月に特にその傾向が強く見られた。夏季を中心としたCODの強い増加傾向が、近年のCODの漸増傾向の主たる原因と考えられた。

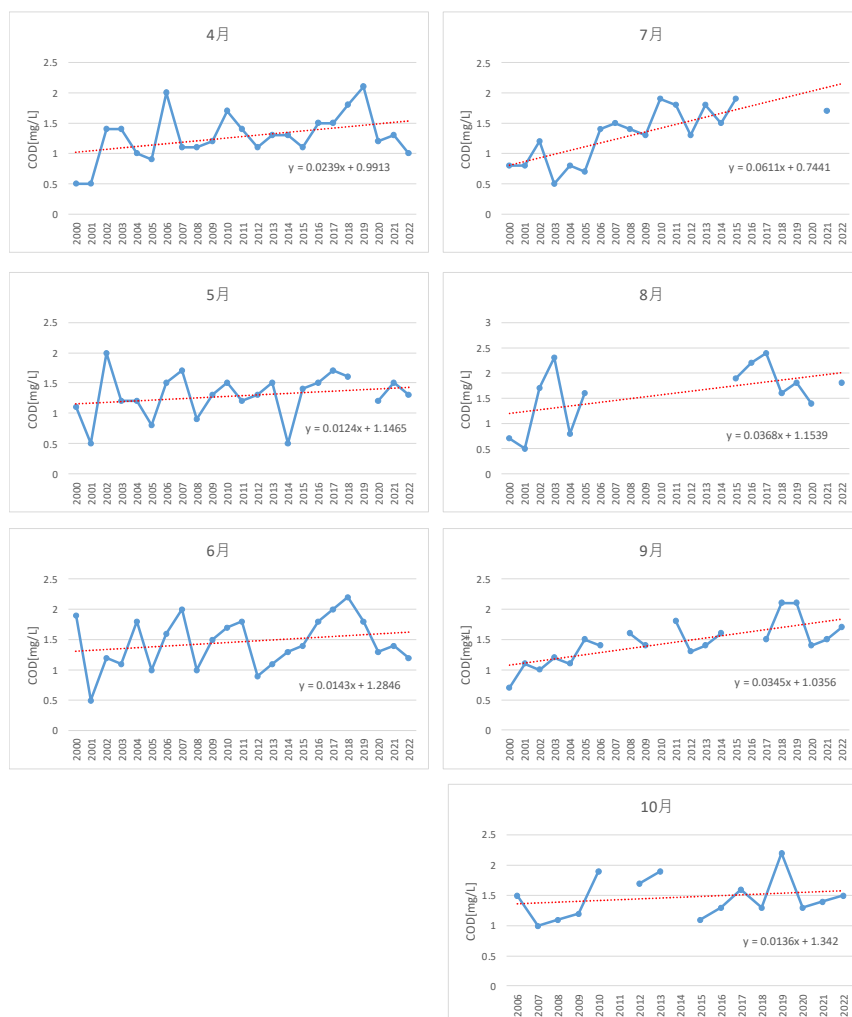


図10 弥彦 No.2 の調査月別 COD 推移

同期間における水温の推移（図 11）をみると、7月に若干の増加傾向が伺えるが9月には低下の傾向も見られる。COD の増加傾向との関連は明らかではないが、今後も注視していく。



図 11 弥彦 No.2 の月別水温の推移

(2) CI の低下について

弥彦 No.2 の CI は図 8 の通り 16000 mg/L から 18000 mg/L の範囲となっているが、2020 年 8 月に顕著に低下が見られた。2000 年から 2022 年の期間の CI のデータ (N=132) を整理した結果、中央値(18300 mg/L)に比べて顕著に低いデータが 8 つあり、その範囲は 11900 mg/L から 15700 mg/L であった。これらは四分位法では外れ値となる値であった。ここから、通常ではない CI の低下、つまり不規則な陸水の流入があるということが示唆された。データ数が少ないため COD との関係など詳細な解析は困難であったが、2020 年 8 月 4 日に CI が 13600 mg/L となった際、Dsi が特徴的に高かった (図 12)。

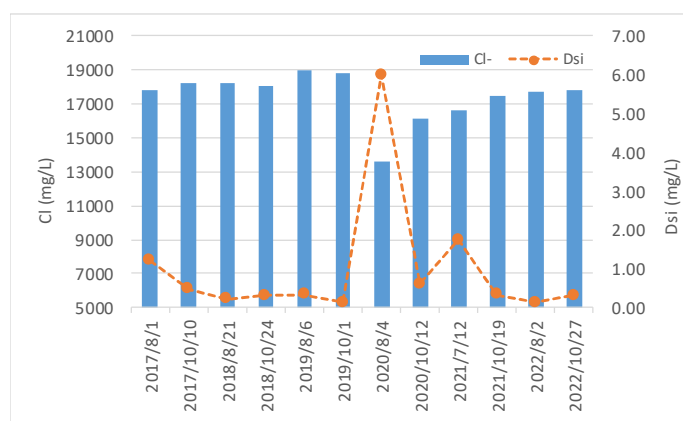


図 12 弥彦 No.2 の CI と Dsi 濃度の推移

弥彦 No.2 近傍に常時流入する大きな河川はないが、西南に洪水対策等のために整備された放水路がある。この放水路は新潟市西蒲区周辺の雨水等を直接海に排出するもので、放流口のすぐ近傍に弥彦 No.3 が位置している（図 13）。2000 年から 2022 年の期間の弥彦 No.3 の Cl（N=109）を整理した結果、弥彦 No.2 と同様に顕著に低いデータがより多く見られ（図 14）、その平均値は弥彦 No.2 と比較して有意(p<0.05)に低く、陸水の影響をより強く受けていると考えられた。



図 13 弥彦 No.2 と No.3 および放流口の位置図

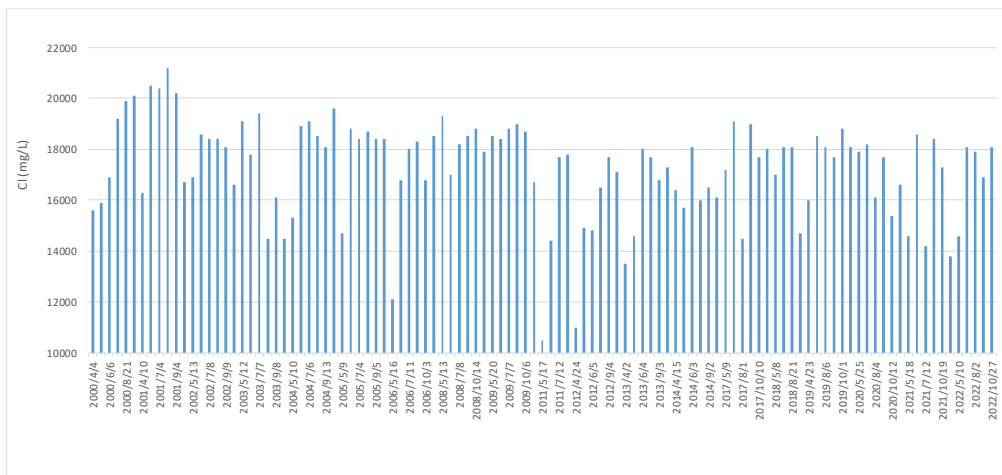


図 14 弥彦 No.3 の Cl 濃度

5 まとめと今後の展開

新潟県沿岸海域の 2 地点について、COD の基準値超過と漸増傾向の原因を探るため、有機物指標及び関連する栄養塩類等の調査を行い、これまでの測定結果を加えた解析を行った。その結果、以下のことが分かった。

- ・ 弥彦 No.2、新潟 No.6 とともに、COD に占める割合は D-COD が多く、P-COD および Chl.a の COD への寄与は大きくはない。
- ・ D-COD と COD の関係から、新潟 No.6 においては D-COD は炭素成分の寄与が大きいと見られたが、弥彦 No.2 においては炭素以外の成分の寄与があるものと見られた。
- ・ 弥彦 No.2、新潟 No.6 とともに、BOD(3days)の値が低く、COD との関係は明らかではなかった。今後は BOD の静置期間を延長するなどの工夫が必要と考えられた。

- ・栄養塩類については、弥彦 No.2 に比べて新潟 No.6 は豊富であり、河川からの供給が考えられた。Chl.a との関係を見ると、弥彦 No.2 においては PO₄-P が植物プランクトン増殖の制限因子となっている様子が伺えた。
- ・新潟 No.6 の Cl から、河川の流入は常にあるにせよ、その流入割合は大きく変動していることがわかり、この変動が近年の COD の変動に大きく寄与していると考えられた。
- ・弥彦 No.2 の月別の水質変動解析から、7月の COD の上昇が顕著であることがわかった。
- ・弥彦 No.2 においては不規則な Cl の低下がみられたことから、近傍の放水路からの不規則の排水の影響が考えられた。

新潟県は7月を中心に降水量が多く³⁾、近年では1時間降水量が50 mmを超える雨の発生回数が増えていると見られている⁴⁾。悪天候時等に海域へ放流する放水路が、弥彦 No.3、No.2 の不規則の Cl の低下や、弥彦 No.2 の7月を中心とした COD の増加傾向に影響している可能性が考えられる。その放流水の水質や水量などについては不明な部分が多いため、今後実態について調査していきたい。また、その影響の有無については、より西南に位置する弥彦 No.4 の状況等を加味して評価する必要があると思われた。

6 参考資料

- 1) 「茨城県沿岸海域公共用水域常時監視点における COD と関連する有機物項目について」
独立行政法人 国立環境研究所 牧 秀明，平成 26 年度～平成 28 年度，Ⅱ型共同研究報告書
- 2) 「新潟県内沿岸海域公共用水域常時監視点における有機物指標項目及び関連する栄養塩類について」
新潟市衛生環境研究所 藤田 裕美，松田 哲明，平成 29 年度～令和元年度，Ⅱ型共同研究報告書
- 3) 新潟地方気象台ホームページ 新潟県の大雨
<http://www.data.jma.go.jp/niigata/menu/bousai/heavyrain.html>
令和 5 年 3 月 2 日閲覧
- 4) 新潟県の気候変動 「日本の気候変動 2020」(文部科学省・気象庁)に基づく地域の観測・予測情報リーフレット 令和 4 年 3 月 新潟地方気象台・東京管区気象台

新潟市沿岸海域における水質汚濁要因調査（2022 年度）

環境科学室 高橋昌臣

概 要

新潟市では 2009 年度より海域の汚濁要因調査を実施してきた。新潟海域は 2005 年度頃までは COD が上昇傾向であり、その後低下に転じたものの、近年はほぼ横ばいである。弥彦・米山地先海域（弥彦地先）は、2020 年度以降は環境基準を達成している。

2022 年度の調査では、新潟海域 No.6、10 の COD 年間 75%値は環境基準(2mg/L)を超過した。また、新潟海域 No.1、3、4、7 及び弥彦・米山地先海域 No.1～3 は環境基準を達成した。

環境基準を超過した新潟海域 No.6、10 について、詳細に調査したところ、これまでと同様に河川水や植物プランクトンの影響が確認された。近年では、COD が上昇するときの原因を確認するために内部生産量の推計を行っており、2022 年度も内部生産による COD の増加が確認された。

1 はじめに

新潟市では、新潟県が定める水質測定計画¹⁾に基づき、水質汚濁防止法第 15 条第 1 項に規定する水質測定を実施してきた。

1975 年度から 2022 年度までの海域調査全地点における COD 年間 75%値の推移を図 1 に示した。2000～2006 年度にかけて COD が高い状況が続いた時期があり、その状況を受け、2009 年度から海域の汚濁要因調査を開始し、これまで継続してきたところである。

以下、これまでの水質測定結果を踏まえ、2022 年度に行った調査結果について報告する。なお、以降、調査地点の表記においては、新潟海域を「新潟」、弥彦・米山地先海域（弥彦地先）を「弥彦」と略記する。

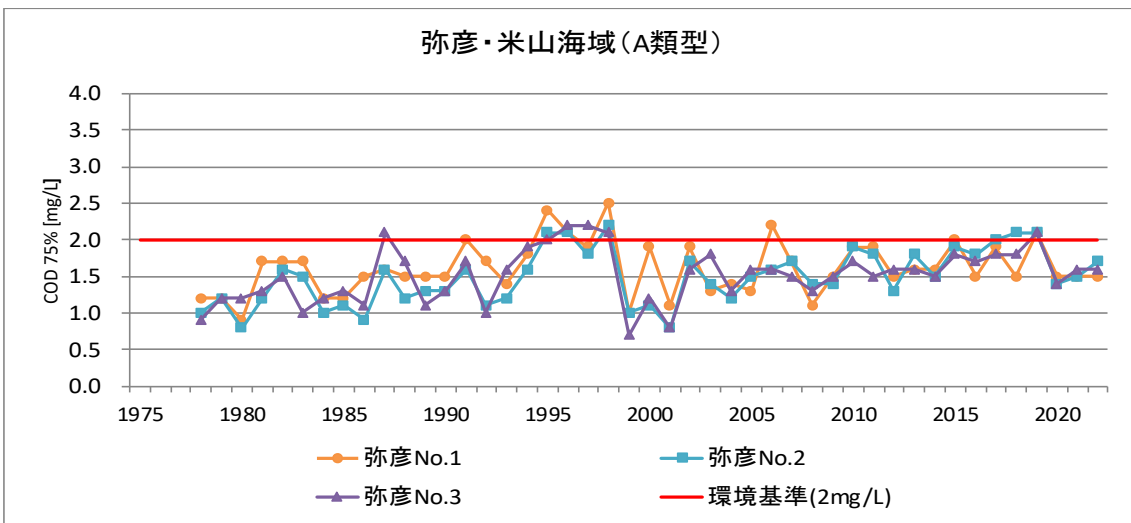
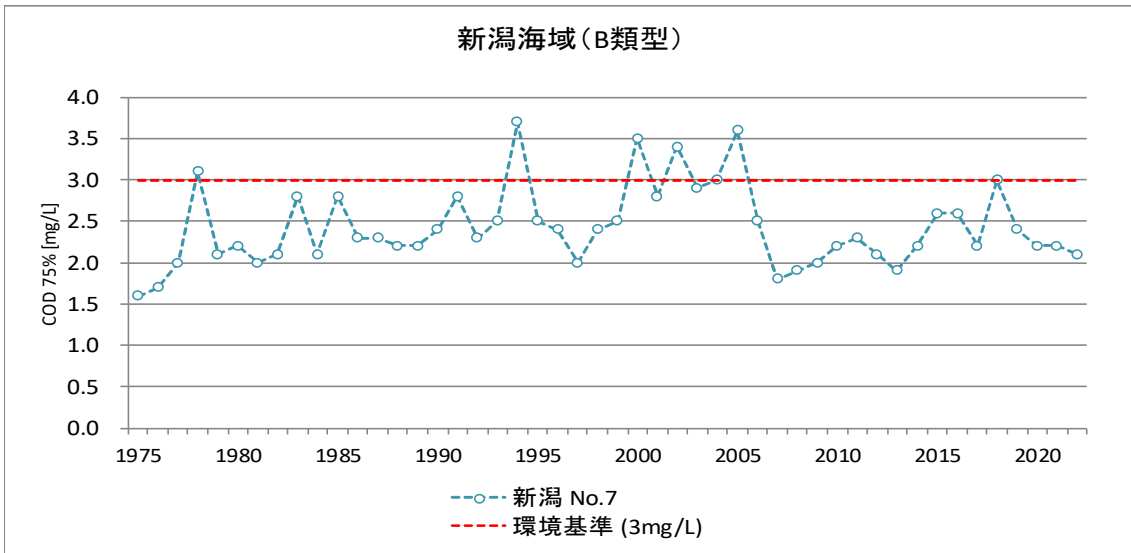
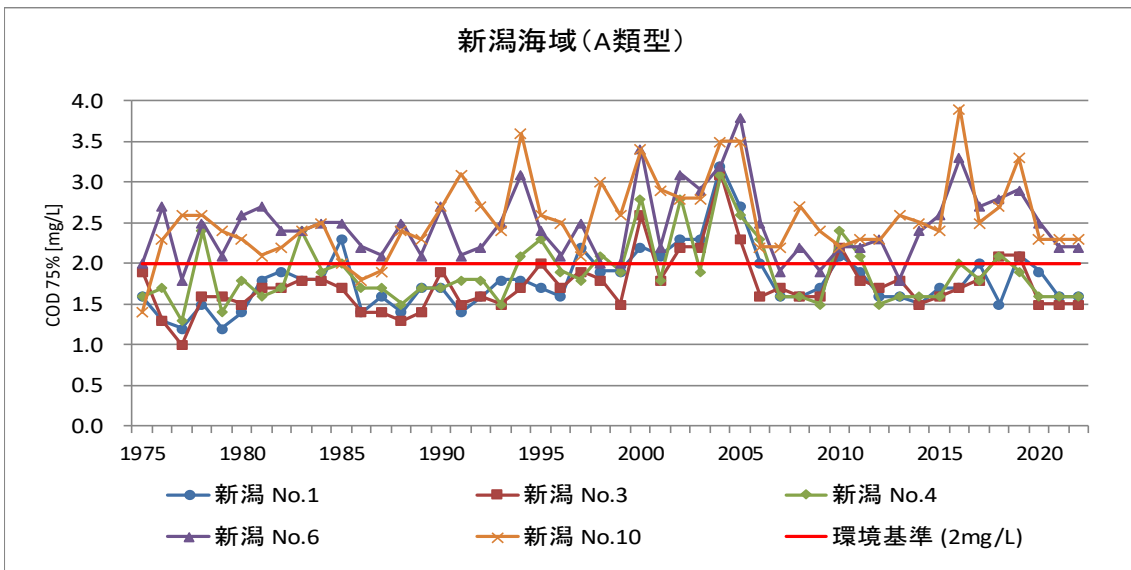


図1 全地点のCOD年間75%値

2 調査方法

(1) 調査期間及び頻度

2022年4月～10月（7月を除く。）の月1回

(2) 試料採取

水質測定計画に基づく海水の調査日程に合わせて試料採取を行った。なお、新潟 No.6、10 及び弥彦 No.2 に関しては、表層（海表0m）、中層（海表+3m）、下層（海底+1m）の層別の試料採取も行った。また、流入河川の状況把握のため同採取期日に河川水（表層）についても試料採取を行った。調査地点は図2に示すとおりである。

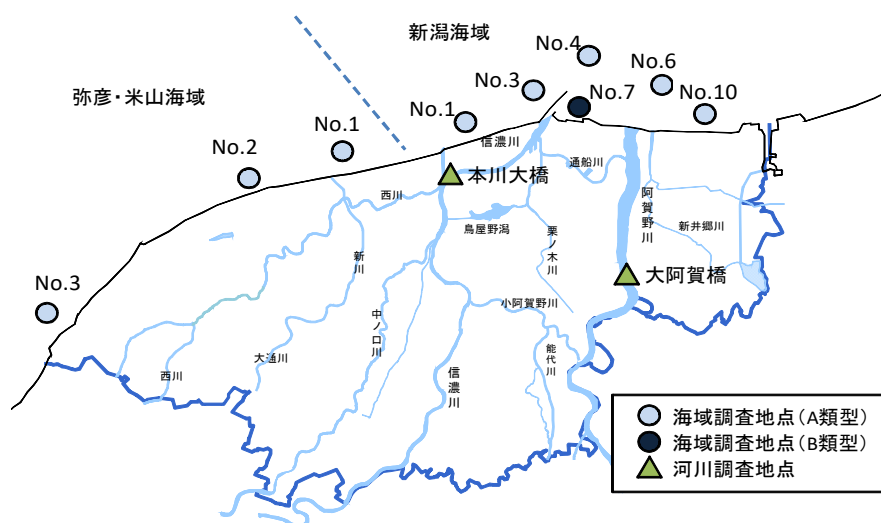


図2 海域及び河川の調査地点図

(3) 調査項目

水質測定計画に定める測定項目に加え、表1に示す内容についても調査した。

表1 本調査で追加実施した調査内容(○印は実施項目)

項目		水温	電気伝導率	塩化物イオン	クロロフィルa	COD	全窒素	全りん	溶存態COD	硝酸亜硝酸態窒素	リン酸態リン	BOD	溶存酸素
新潟海域	(乙水域) No.6	混合物	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
		表層	—	○	○	—	○	○	○	—	—	—	—
		中層	—	○	○	—	○	○	○	—	—	—	—
		下層	○	○	○	—	○	○	○	—	—	—	○
	(甲水域) No.10	混合物	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
		表層	—	○	○	—	○	○	○	—	—	—	—
		中層	—	○	○	—	○	○	○	—	—	—	—
		下層	○	○	○	—	○	○	○	—	—	—	○
弥彦米山地先海域	(弥彦地先) No.2	混合物	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
		表層	—	○	○	—	○	○	○	—	—	—	—
		中層	—	○	○	—	○	○	○	—	—	—	—
		下層	○	○	○	—	○	○	○	—	—	—	○
流入河川	阿賀野川	大阿賀橋	○	○	—	○	○	○	—	○	○	○	
	信濃川	本川大橋	○	○	—	○	○	○	—	○	○	○	

3 結果と考察

(1) 2022年度の測定結果

2022年度のCODの結果を表2に示した。測定結果の詳細は付録を参照のこと。

今年度は、弥彦No.3を除く全地点で8月が年間で最も高い値であった。

前年と同様に、新潟No.6、10の2地点が環境基準(2mg/L)を超過し、他7地点は環境基準を達成した。(表2)

表2 COD測定結果 (単位 mg/L)

	類型 (基準値)	4月5日	5月10日	6月14日	8月2日	9月6日	10月27日	2022年度 75%値	<参考> 2021年度 75%値
新潟No.1	A (2)	1.2	1.6	1.5	2.0	1.6	1.2	1.6	1.6
新潟No.3		1.0	1.5	1.4	1.8	1.5	1.3	1.5	1.5
新潟No.4		1.0	1.3	0.9	1.8	1.6	1.4	1.6	1.6
新潟No.6		1.2	1.4	1.6	2.3	1.8	2.2	2.2	2.2
新潟No.7	B(3)	1.4	1.7	1.7	2.4	2.1	1.9	2.1	2.2
新潟No.10	A (2)	1.4	1.5	2.2	2.7	2.3	1.9	2.3	2.3
弥彦No.1		1.3	1.5	1.2	1.9	1.4	1.4	1.5	1.5
弥彦No.2		1.0	1.3	1.2	1.8	1.7	1.5	1.7	1.5
弥彦No.3		1.1	1.4	1.2	1.6	1.8	1.5	1.6	1.6

(色付き背景は基準値を超過したもの)

(2) 流入河川の影響について

新潟No.6、10は環境基準を超過し、近年はこの状況が続いていることから、ここではこの2地点に焦点をあて、弥彦No.2と比較し考察した。

2022年度における各地点の層別の塩化物イオン濃度を図3に示した。

平成29年度既報²⁾のとおり、新潟No.6、10においては表層で塩化物イオン濃度の低下、すなわち河川水の流入による影響がみられる。

一方、流入河川のない弥彦No.2の表層は中層や下層と変わらず、高い濃度で推移した。

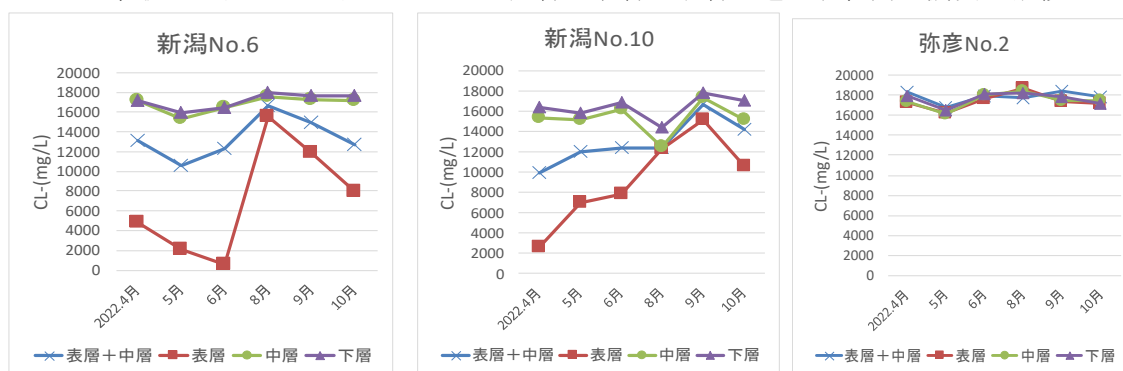


図3 層別の塩化物イオン濃度

図 4 に、各地点における COD を示した。No.6、10 については同日に採水した流入河川の COD を重ねて示した。

新潟 No.6、10 について、表層の COD は、流入河川の影響を受け、中層や下層より高濃度で推移した。

流入河川の COD は 2.0~3.8mg/L で、特に 6、8、9 月に高く、新潟 No.6、10 の表層及び表層+中層 COD の押し上げていると考えられる。

弥彦 No.2 について、前記 2 地点と比較し、層別の COD に大差が見られない傾向であった。

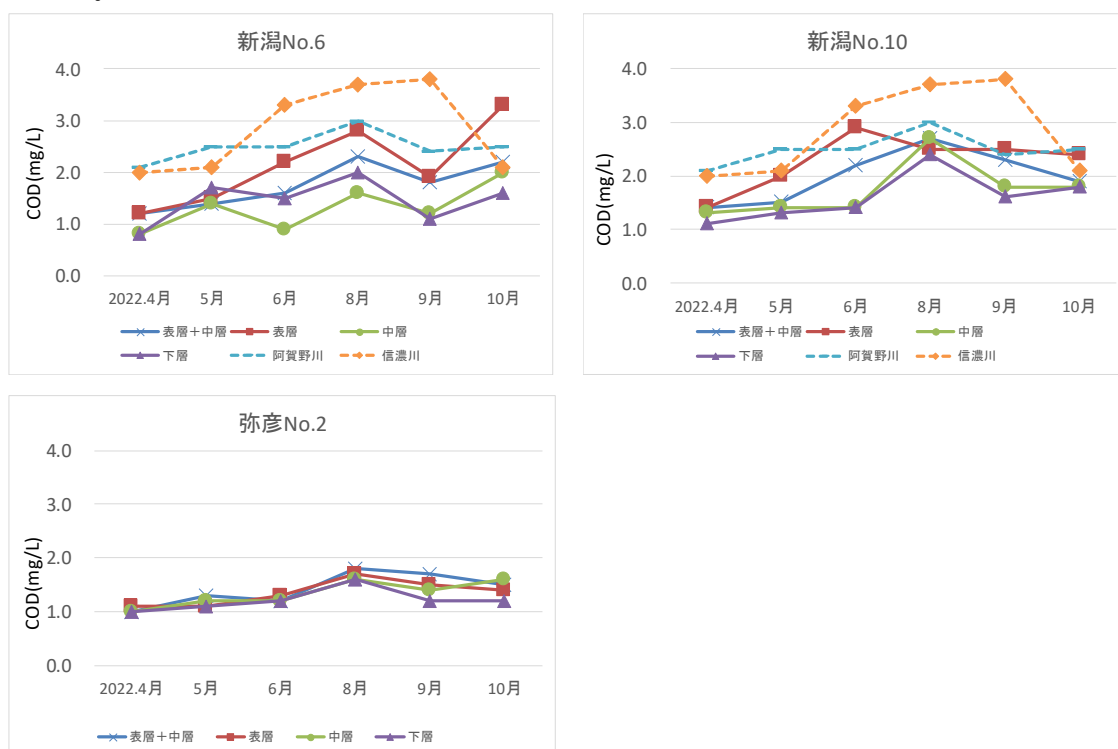


図 4 層別及び流入河川の COD

層別に測定した塩化物イオン濃度と全窒素濃度の関係を図 5 に示した。

新潟 No.10 は塩化物イオンと全窒素濃度に高い負の相関がみられた。新潟 No.6 は、新潟 No.10 と概ね同様の傾向が見られたが、10 月に全窒素濃度が顕著に高かった。負の相関については、河川水の流入量が多く海水中の塩化物濃度が低下したときに、河川水由来の窒素分が多く流入し濃度が高まる、という関係性が推察される。

一方、常時流入する河川が無い弥彦 No.2 は大きな変動はみられなかった。また、全りんは全窒素と同様の傾向を示した。(詳細は付録の調査項目を参照。)

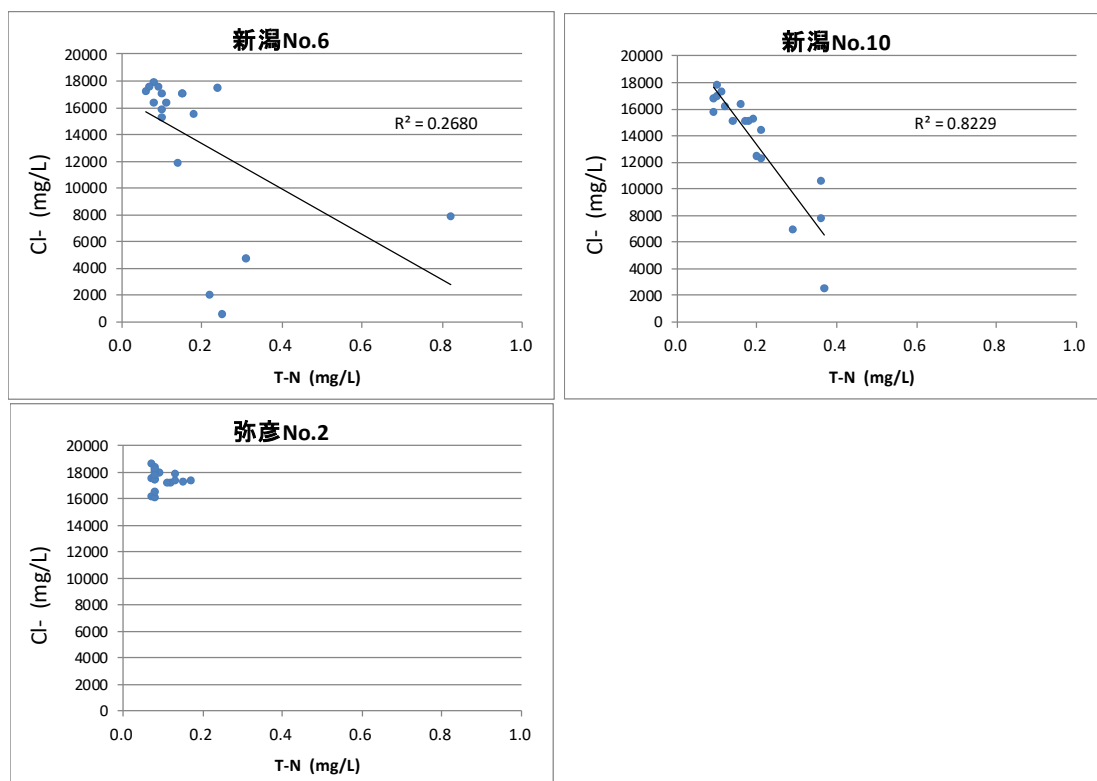


図5 塩化物イオン濃度と全窒素濃度の関係

新潟 No.6、10、弥彦 No.2（表層+中層）COD と Chl.a の関係を図6に示した。河川流入の影響が大きい新潟 No.6、10のCODとChl.aは平成29年度既報で述べたとおり、正の相関がみられた。

なお、弥彦 No.2のCODとChl.aに相関はみられなかった。

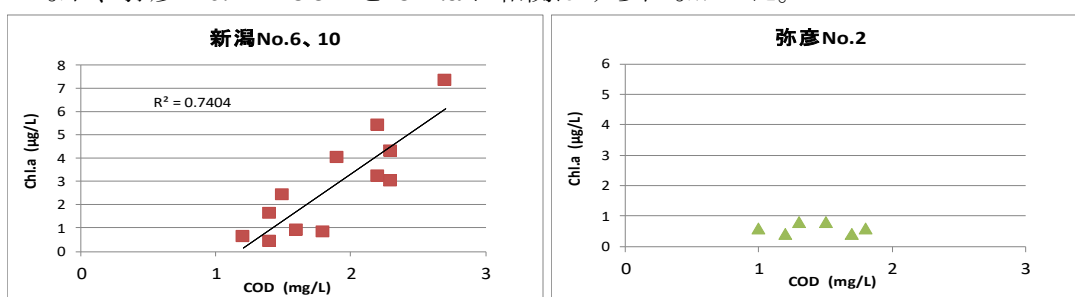


図6 CODとChl.aの関係

新潟 No.6、10 及び弥彦 No.2 は表層+中層の、信濃川及び阿賀野川は表層の Chl.a を図 7 に示した。

新潟 No.10 は、河川水の値と同調して上下し、高い値を示すことが多い傾向であった。

弥彦 No.2 は、採水期間を通じて安定して推移していた。

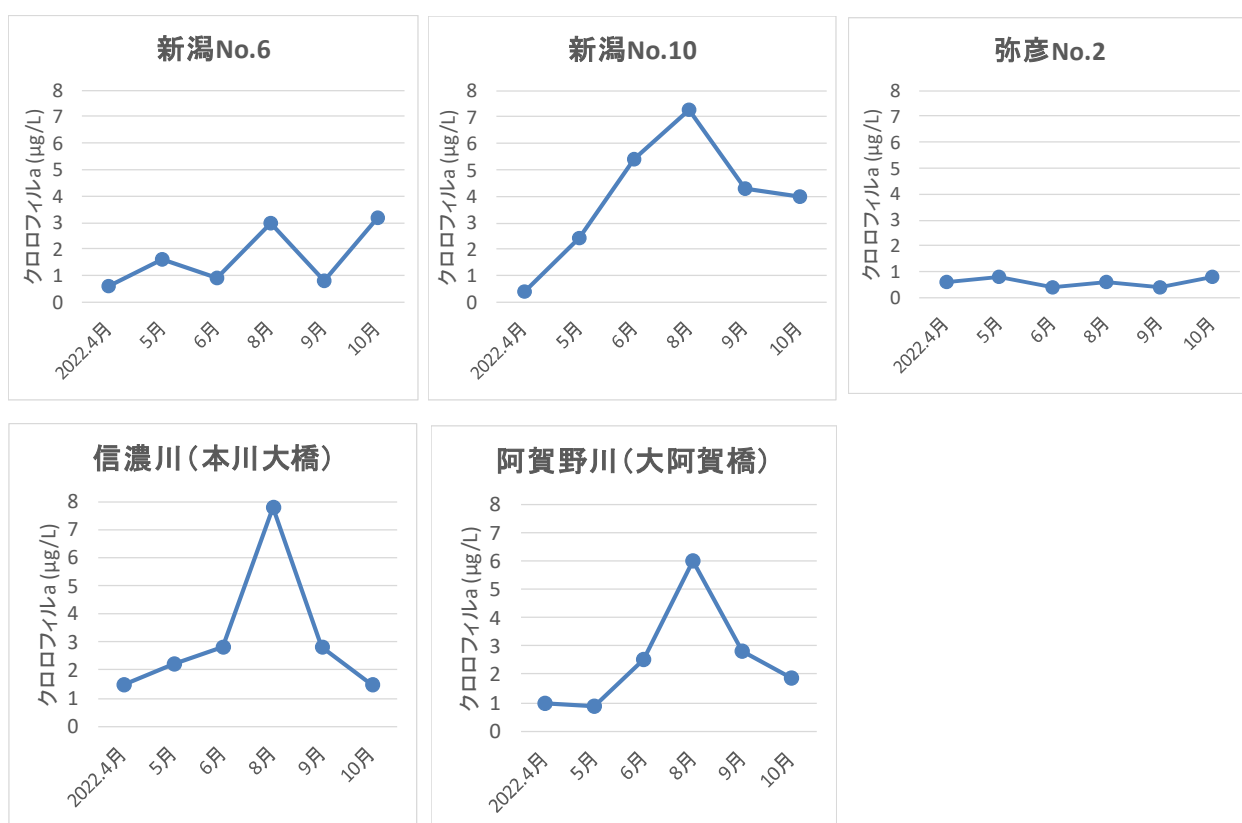


図 7 新潟 No.6、10、弥彦 No.2 及び河川水の Chl.a

(3) 内部生産量等の推計

平成 30 年度既報³⁾にある内部生産量の推計方法に基づき、新潟 No.6、10 の内部生産量等の割合を推計した。河川水の流入がない弥彦 No.2 の結果をみると、表層、中層、下層に COD、T-N の値に大きな違いがないことから、No.6、10 においても下層のデータを「海本来の値（河川水の流入が無い場合の値）」にとらえ、推計を行った。なお、表層で生産された物質が中層を通り越えて下層への移動はないものとしている。推計法の概要は以下のとおりである。

- ① 電気伝導率及び塩化物イオンの平均より検体における海水および河川水の割合を算出

- ② 全窒素濃度より、河川水中の阿賀野川、信濃川の割合を算出
- ③ 上記①②から、検体 COD の、海水由来、河川由来(阿賀野川、信濃川)を算出
- ④ 実測値と③の合計値との差を内部生産量とする

図 8、9 に両地点の表層+中層 COD 内部生産量の 2017 から 2022 年度の推計値を、図 10、11 に両地点の表層塩化物イオンの 2017 から 2022 年度の数値を示した。

両地点とも、内部生産による COD 上昇が若干見積もられる月があった。上昇分は COD 測定値に対して、新潟 No.6 が 8~25%、新潟 No.10 が 11~26%であった。過去の計算値と併せて見ると、海域 COD 中の内部生産の影響は無視できないものと思われる。

なお、内部生産量のマイナス値が見られるが、この時塩化物イオン濃度が顕著に低かったことから、計算値が実態と一致しなかったものと考えられる。

両地点とも 8、9、10 月において過年度より河川由来の COD がやや低めである。他の月に比べ、8、9、10 月の表層の塩化物イオン濃度が比較的高く、河川水の影響が少なかったことが要因のひとつであると考えられる。

8 月について、海由来の COD が 2 地点とも 2mg/L 前後と高く見積もられた。

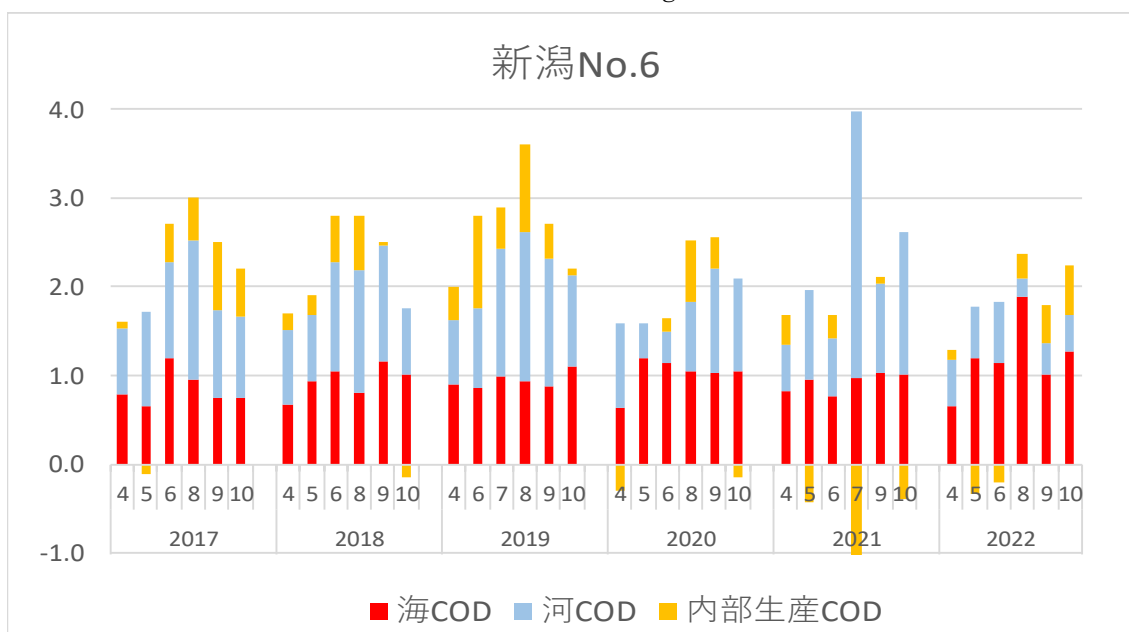


図 8 COD 内訳推計 (新潟 No.6)

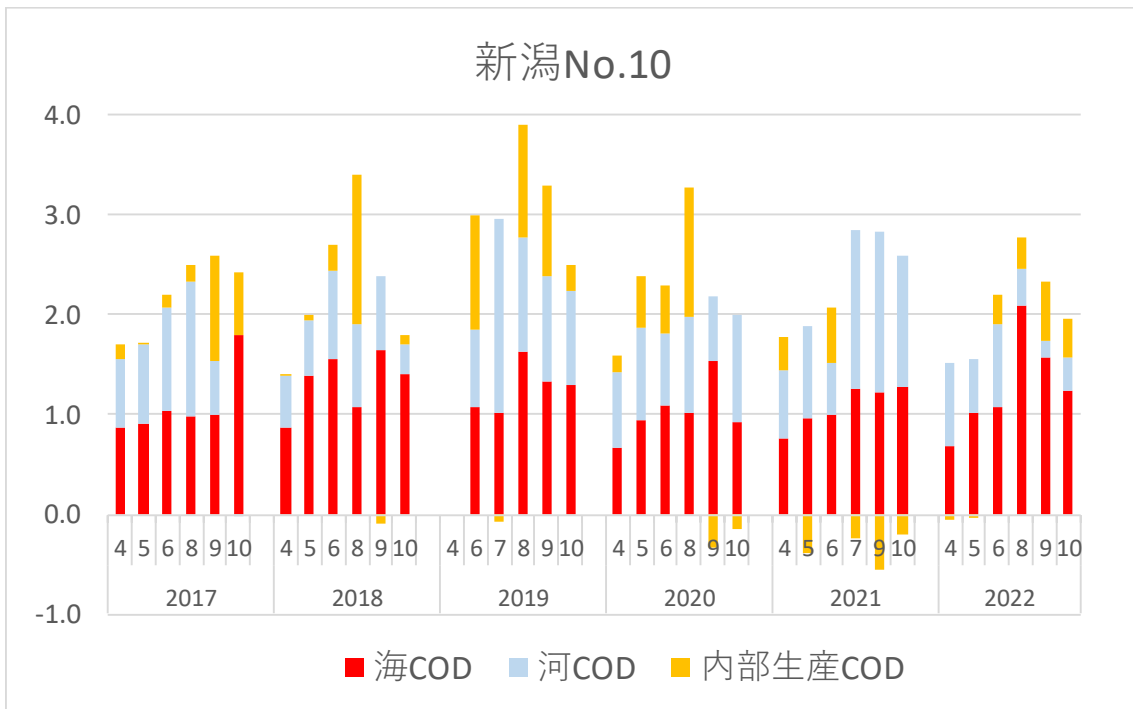


図9 COD内訳推計(新潟No.10)

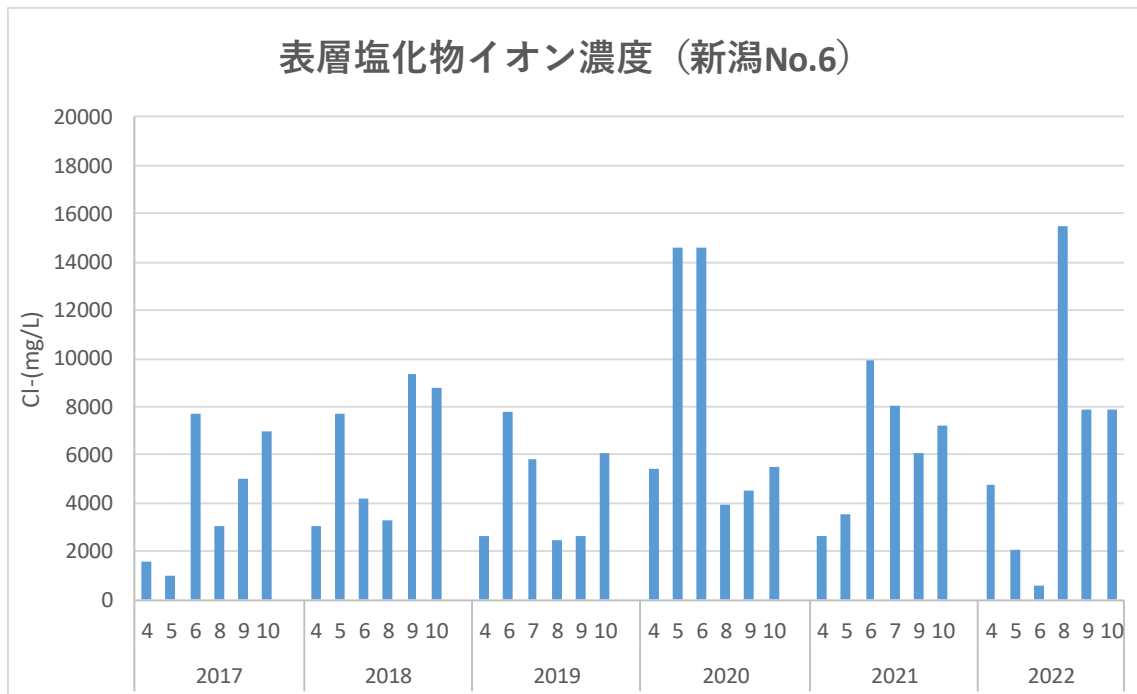


図10 表層塩化物イオン濃度(新潟No.6)

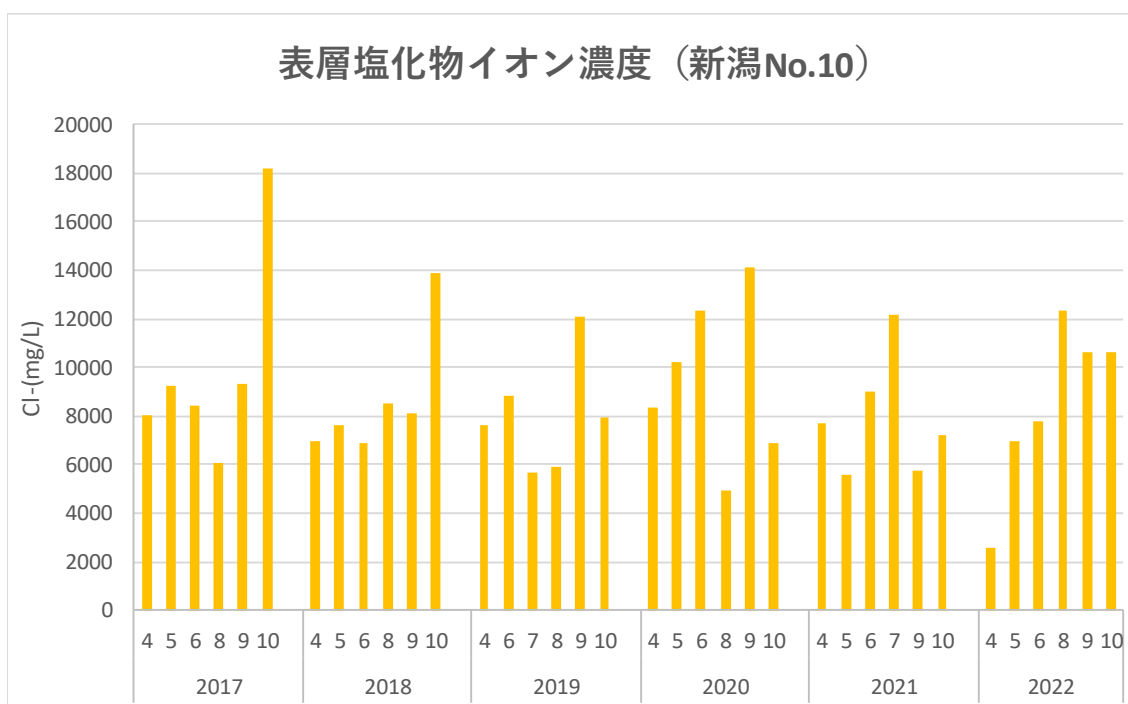


図 11 表層塩化物イオン濃度(新潟 No.10)

4 まとめ

新潟 No.6、10 において COD の年間 75%値は環境基準(2mg/L)を超過した。新潟 No.10 は塩化物イオンと全窒素濃度に高い負の相関がみられた。併せて新潟 No.6、10 の COD と Chl.a は正の相関がみられた。流入河川によってプランクトン自体、もしくは多くの栄養源が供給されていると思われる。この 2 地点は河口に近接していることから、他の地点と比較して流入河川の影響を強く受けていると考えられる。

新潟 No.6、10 における COD の内部生産量等の割合を推計した結果、6、8、9、10 月に内部生産による COD 上昇が若干見積もられた。

弥彦 No.2 において、直近 3 年間は COD が低めであるものの、2019 年までは上昇傾向が見られている。

以上 3 地点について、今後は新たな視点も加味し、解析を進めていきたい。

参考資料

- 1) 新潟県：令和 4 年度 公共用水域及び地下水の水質測定計画
- 2) 新潟市衛生環境研究所：平成 29 年度新潟市衛生環境研究所年報（調査研究編）、42、72-87
- 3) 新潟市衛生環境研究所：平成 30 年度新潟市衛生環境研究所年報（調査研究編）、43、57-72

付 録

環境基準監視（一部を抜粋）

調査地点			COD [mg/L]					
			22/4/5	22/5/10	22/6/14	22/8/2	22/9/6	22/10/27
新潟海域	(甲水域)	No.1	1.2	1.6	1.5	2.0	1.6	1.2
新潟海域	(甲水域)	No.3	1.0	1.5	1.4	1.8	1.5	1.3
新潟海域	(乙水域)	No.4	1.0	1.3	0.9	1.8	1.6	1.4
新潟海域	(乙水域)	No.6	1.2	1.4	1.6	2.3	1.8	2.2
新潟海域	(丙水域)	No.7	1.4	1.7	1.7	2.4	2.1	1.9
新潟海域	(甲水域)	No.10	1.4	1.5	2.2	2.7	2.3	1.9
弥彦・米山海域	(弥彦地先)	No.1	1.3	1.5	1.2	1.9	1.4	1.4
弥彦・米山海域	(弥彦地先)	No.2	1.0	1.3	1.2	1.8	1.7	1.5
弥彦・米山海域	(弥彦地先)	No.3	1.1	1.4	1.2	1.6	1.8	1.5

調査地点			塩化物イオン [mg/L]					
			22/4/5	22/5/10	22/6/14	22/8/2	22/9/6	22/10/27
新潟海域	(甲水域)	No.1	16500	15400	18100	16600	17600	15800
新潟海域	(甲水域)	No.3	16700	16300	18000	17100	17700	17800
新潟海域	(乙水域)	No.4	16800	15800	18200	17100	17500	17500
新潟海域	(乙水域)	No.6	13100	10600	12300	16600	14900	12700
新潟海域	(丙水域)	No.7	13900	13200	15400	15800	14400	14100
新潟海域	(甲水域)	No.10	9870	11980	12400	12400	16700	14200
弥彦・米山海域	(弥彦地先)	No.1	17700	16500	18700	17700	17900	17200
弥彦・米山海域	(弥彦地先)	No.2	18300	16800	17900	17700	18400	17800
弥彦・米山海域	(弥彦地先)	No.3	13800	14600	18100	17900	16900	18100

調査地点			全窒素 [mg/L]					
			22/4/5	22/5/10	22/6/14	22/8/2	22/9/6	22/10/27
新潟海域	(甲水域)	No.1	0.21	0.13	0.09	0.14	0.08	0.16
新潟海域	(甲水域)	No.3	0.17	0.09	0.07	0.10	0.10	0.09
新潟海域	(乙水域)	No.4	0.16	0.09	0.07	0.08	0.09	0.09
新潟海域	(乙水域)	No.6	0.23	0.14	0.15	0.13	0.10	0.42
新潟海域	(丙水域)	No.7	0.27	0.21	0.25	0.16	0.21	0.29
新潟海域	(甲水域)	No.10	0.27	0.18	0.23	0.20	0.12	0.24
弥彦・米山海域	(弥彦地先)	No.1	---	---	---	---	---	---
弥彦・米山海域	(弥彦地先)	No.2	0.13	0.09	0.07	0.07	0.07	0.08
弥彦・米山海域	(弥彦地先)	No.3	---	---	---	---	---	---

調査地点			全リン [mg/L]					
			22/4/5	22/5/10	22/6/14	22/8/2	22/9/6	22/10/27
新潟海域	(甲水域)	No.1	0.014	0.013	0.010	0.013	0.007	0.018
新潟海域	(甲水域)	No.3	0.013	0.009	0.010	0.010	0.007	0.012
新潟海域	(乙水域)	No.4	0.011	0.009	0.011	0.009	0.007	0.014
新潟海域	(乙水域)	No.6	0.013	0.014	0.014	0.019	0.011	0.034
新潟海域	(丙水域)	No.7	0.020	0.020	0.030	0.021	0.024	0.029
新潟海域	(甲水域)	No.10	0.015	0.020	0.026	0.024	0.016	0.020
弥彦・米山海域	(弥彦地先)	No.1	---	---	---	---	---	---
弥彦・米山海域	(弥彦地先)	No.2	0.011	0.009	0.009	0.008	0.009	0.014
弥彦・米山海域	(弥彦地先)	No.3	---	---	---	---	---	---

追加調査項目

調査地点	区分	電気伝導率 [mS/m]					
		22/4/5	22/5/10	22/6/14	22/8/2	22/9/6	22/10/27
新潟海域(乙水域) No.6	混合物	3300	3000	3000	4300	3800	3500
	表層	1500	700	220	4090	3300	2300
	中層	4600	4200	4500	4500	4500	4400
	下層	4600	4300	4400	4500	4500	4400
新潟海域(甲水域) No.10	混合物	2800	3300	3200	3300	4200	3700
	表層	850	2000	2300	3300	4000	3000
	中層	4200	4100	4400	3300	4400	4100
	下層	4500	4300	4600	3800	4400	4400
弥彦米山海域(弥彦地先) No.2	混合物	4700	4400	4700	4500	4400	4500
	表層	4600	4400	4700	4500	4400	4500
	中層	4700	4400	4600	4500	4400	4500
	下層	4800	4500	4700	4500	4400	4500
阿賀野川(大阿賀橋流心)	表層	5	6	6	8	9	9
信濃川(本川大橋流心)	表層	7	7	11	15	12	14

調査地点	区分	塩化物イオン [mg/L]					
		22/4/5	22/5/10	22/6/14	22/8/2	22/9/6	22/10/27
新潟海域(乙水域) No.6	表層	4780	2050	578	15500	11900	7900
	中層	17100	15300	16400	17500	17200	17100
	下層	17100	15900	16400	17900	17600	17600
新潟海域(甲水域) No.10	表層	2560	6990	7780	12300	15100	10600
	中層	15300	15100	16200	12500	17300	15100
	下層	16400	15800	16800	14400	17800	17000
弥彦米山海域(弥彦地先) No.2	表層	17300	16200	17600	18700	17400	17200
	中層	17400	16100	18000	18400	17500	17500
	下層	17900	16500	18100	18200	17800	17200

調査地点	区分	クロロフィルa [µg/L]					
		22/4/5	22/5/10	22/6/14	22/8/2	22/9/6	22/10/27
新潟海域(乙水域) No.6	混合物	0.6	1.6	0.9	3.0	0.8	3.2
新潟海域(甲水域) No.10	混合物	0.4	2.4	5.4	7.3	4.3	4.0
弥彦米山海域(弥彦地先) No.2	混合物	0.6	0.8	0.4	0.6	0.4	0.8
阿賀野川(大阿賀橋流心)	表層	1.0	0.9	2.5	6.0	2.8	1.9
信濃川(本川大橋流心)	表層	1.5	2.2	2.8	7.8	2.8	1.5

調査地点	区分	COD [mg/L]					
		22/4/5	22/5/10	22/6/14	22/8/2	22/9/6	22/10/27
新潟海域(乙水域) No.6	表層	1.2	1.5	2.2	2.8	1.9	3.3
	中層	0.8	1.4	0.9	1.6	1.2	2.0
	下層	0.8	1.7	1.5	2.0	1.1	1.6
新潟海域(甲水域) No.10	表層	1.4	2.0	2.9	2.5	2.5	2.4
	中層	1.3	1.4	1.4	2.7	1.8	1.8
	下層	1.1	1.3	1.4	2.4	1.6	1.8
弥彦米山海域(弥彦地先) No.2	表層	1.1	1.1	1.3	1.7	1.5	1.4
	中層	1.0	1.2	1.2	1.6	1.4	1.6
	下層	1.0	1.1	1.2	1.6	1.2	1.2
阿賀野川(大阿賀橋流心)	表層	2.1	2.5	2.5	3.0	2.4	2.5
信濃川(本川大橋流心)	表層	2.0	2.1	3.3	3.7	3.8	2.1

調査地点	区分	全窒素 [mg/L]					
		22/4/5	22/5/10	22/6/14	22/8/2	22/9/6	22/10/27
新潟海域(乙水域)No.6	表層	0.31	0.22	0.25	0.18	0.14	0.82
	中層	0.15	0.10	0.08	0.24	0.06	0.10
	下層	0.15	0.10	0.11	0.08	0.07	0.09
新潟海域(甲水域)No.10	表層	0.37	0.29	0.36	0.21	0.14	0.36
	中層	0.19	0.18	0.12	0.20	0.11	0.17
	下層	0.16	0.09	0.09	0.21	0.10	0.10
弥彦米山海域(弥彦地先)No.2	表層	0.15	0.07	0.07	0.07	0.17	0.12
	中層	0.13	0.08	0.09	0.08	0.08	0.08
	下層	0.13	0.08	0.08	0.08	0.08	0.11
阿賀野川(大阿賀橋流心)	表層	0.38	0.25	0.27	0.27	0.27	0.33
信濃川(本川大橋流心)	表層	0.61	0.58	0.83	0.95	0.91	0.82

調査地点	区分	全リン [mg/L]					
		22/4/5	22/5/10	22/6/14	22/8/2	22/9/6	22/10/27
新潟海域(乙水域)No.6	表層	0.016	0.018	0.020	0.021	0.015	0.061
	中層	0.009	0.010	0.010	0.008	0.006	0.011
	下層	0.010	0.012	0.012	0.009	0.007	0.012
新潟海域(甲水域)No.10	表層	0.018	0.028	0.036	0.022	0.020	0.025
	中層	0.012	0.012	0.014	0.026	0.014	0.019
	下層	0.010	0.010	0.013	0.026	0.014	0.016
弥彦米山海域(弥彦地先)No.2	表層	0.009	0.009	0.010	0.008	0.010	0.013
	中層	0.009	0.008	0.009	0.009	0.009	0.013
	下層	0.011	0.007	0.009	0.008	0.010	0.012
阿賀野川(大阿賀橋流心)	表層	0.021	0.022	0.021	0.02	0.025	0.019
信濃川(本川大橋流心)	表層	0.028	0.056	0.080	0.09	0.12	0.061

調査地点	区分	溶存態COD [mg/L]					
		22/4/5	22/5/10	22/6/14	22/8/2	22/9/6	22/10/27
新潟海域(乙水域)No.6	混合物	1.2	1.7	1.5	1.7	1.7	1.7
新潟海域(甲水域)No.10	混合物	1.1	1.3	1.8	2.1	1.9	1.3
弥彦米山海域(弥彦地先)No.2	混合物	1.1	0.9	1.0	1.4	1.4	0.9

調査地点	区分	硝酸態-亜硝酸態窒素 [mg/L]					
		22/4/5	22/5/10	22/6/14	22/8/2	22/9/6	22/10/27
新潟海域(乙水域)No.6	混合物	0.10	0.070	0.072	0.027	0.029	0.12
新潟海域(甲水域)No.10	混合物	0.13	0.062	0.077	0.044	0.004	0.11
弥彦米山海域(弥彦地先)No.2	混合物	0.020	0.001	<0.001	0.002	0.004	0.010
阿賀野川(大阿賀橋流心)	表層	0.26	0.16	0.18	0.15	0.17	0.23
信濃川(本川大橋流心)	表層	0.42	0.39	0.61	0.74	0.74	0.66

調査地点	区分	リン酸態リン [mg/L]					
		22/4/5	22/5/10	22/6/14	22/8/2	22/9/6	22/10/27
新潟海域(乙水域)No.6	混合物	0.006	0.003	0.005	0.001	0.002	0.007
新潟海域(甲水域)No.10	混合物	0.006	0.001	0.002	0.001	0.001	0.004
弥彦米山海域(弥彦地先)No.2	混合物	0.005	<0.001	0.003	<0.001	0.001	0.004
阿賀野川(大阿賀橋流心)	表層	0.007	0.006	0.007	0.007	0.010	0.009
信濃川(本川大橋流心)	表層	0.012	0.012	0.031	0.045	0.041	0.030

調査地点	区分	BOD[mg/L]					
		22/4/5	22/5/10	22/6/14	22/8/2	22/9/6	22/10/27
新潟海域(乙水域)No.6	混合物	0.6	<0.5	<0.5	0.6	0.6	---
新潟海域(甲水域)No.10	混合物	0.7	<0.5	1.1	1.0	0.8	---
弥彦米山海域(弥彦地先)No.2	混合物	0.5	<0.5	<0.5	<0.5	0.5	---
阿賀野川(大阿賀橋流心)	表層	<0.5	<0.5	0.5	0.8	0.5	---
信濃川(本川大橋流心)	表層	0.8	<0.5	1.1	0.6	0.7	---

調査地点	区分	水温 [°C]					
		22/4/5	22/5/10	22/6/14	22/8/2	22/9/6	22/10/27
新潟海域(乙水域)No.6	混合物	9.0	14.0	17.5	29.8	27.0	16.5
	下層	11.7	13.7	18.1	27.5	26.2	20.8
新潟海域(甲水域)No.10	混合物	10.0	14.5	19.0	28.5	28.0	16.5
	下層	11.1	14.7	17.9	29.1	27.1	20.8
弥彦米山海域(弥彦地先)No.2	混合物	10.2	15.5	16.0	28.5	26.0	18.0
	下層	10.5	13.3	15.8	27.1	26.0	19.6
阿賀野川(大阿賀橋流心)	表層	7.6	12.2	15.1	26.7	23.3	14.0
信濃川(本川大橋流心)	表層	8.5	13.8	18.4	28.7	24.9	13.3

調査地点	区分	溶存酸素 [mg/L]					
		22/4/5	22/5/10	22/6/14	22/8/2	22/9/6	22/10/27
新潟海域(乙水域)No.6	混合物	11	10	10	7.9	7.1	8.6
	下層	7.7	7.7	6.9	7.5	6.2	6.7
新潟海域(甲水域)No.10	混合物	11	10	9.5	---	7.8	9.0
	下層	8.6	7.7	6.5	7.8	6.7	6.8
弥彦米山海域(弥彦地先)No.2	混合物	9.4	9.4	8.5	7.2	6.7	7.2
	下層	8.3	8.4	8.9	7.3	6.1	7.3

弁天橋における溶存有機物の特性評価

環境科学室 吉田美沙子 坂井香月 齋藤真

概 要

新潟市では、水質汚濁防止法に基づく環境基準監視として、鳥屋野潟の水質調査を実施している。その調査項目である化学的酸素要求量（COD）は、環境基準値 5mg/L 付近で推移していたが、ここ数年では環境基準値を超過するなど、緩やかな上昇傾向にある。このような COD が横ばい、または微増するような事象は鳥屋野潟以外でも琵琶湖をはじめ各地の閉鎖性水域で見受けられ、この原因の一つとして、難分解性溶存有機物（微生物で分解されにくい溶存態の有機物）が挙げられている。

それらを踏まえて、鳥屋野潟において、令和 4 年度より溶存有機物について調査を開始した。その結果、腐植物質に代表される難分解性溶存有機物が、鳥屋野潟の COD に影響を与えることが示唆された。

1 はじめに

新潟市では、新潟県が定める水質測定計画¹⁾に基づき、鳥屋野潟（湖沼 B 類型）の環境監視基準点である弁天橋について月 2 回調査を実施している。戦後の高度経済成長とともに水質は悪化し、水質汚濁の指標である COD は、昭和 55 年度には 14mg/L であったが、工場排水などについての法制度が整備されたことや下水道の普及により水質が徐々に改善し、平成 14 年度には環境基準を達成した（図 1）。

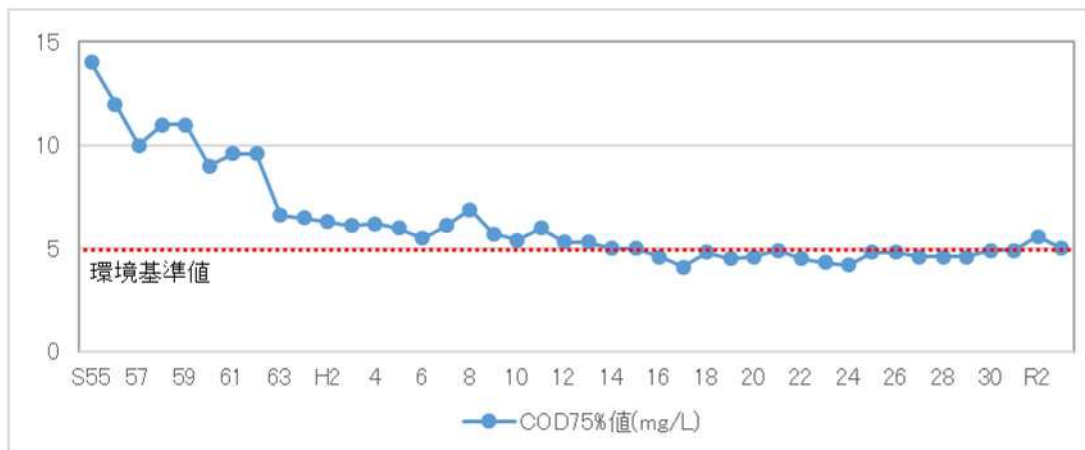


図 1 鳥屋野潟の水質経年変化

その後も流入負荷削減の取り組みは継続されたが、COD は環境基準値の 5mg/L 付近で推移し、ここ数年では環境基準値を超過するなど、平成 23 年度から令和 3 年度の調査においては有意な ($p < 0.05$) 上昇傾向を示した（図 2）。COD が有機物全量を表すのに対し、容易に分解する（易分解性）有機物量を表す生物化学的酸素要求量（BOD）は、同期間において

上昇傾向を示さず横ばいであった。BOD が横ばい、あるいは低減傾向にあるにも関わらず COD が漸増する傾向は、琵琶湖でも生じている²⁾。この原因として、BOD で検出されにくい、つまり微生物で分解されにくい有機物（難分解性有機物）、加えて、湖水 COD のほとんどは溶存態からなることから、難分解性で溶存態の有機物の蓄積が懸念されてきた。難分解性有機物の漸増現象は、霞ヶ浦、印旛沼、十和田湖など他の湖沼でも報告されている²⁾。

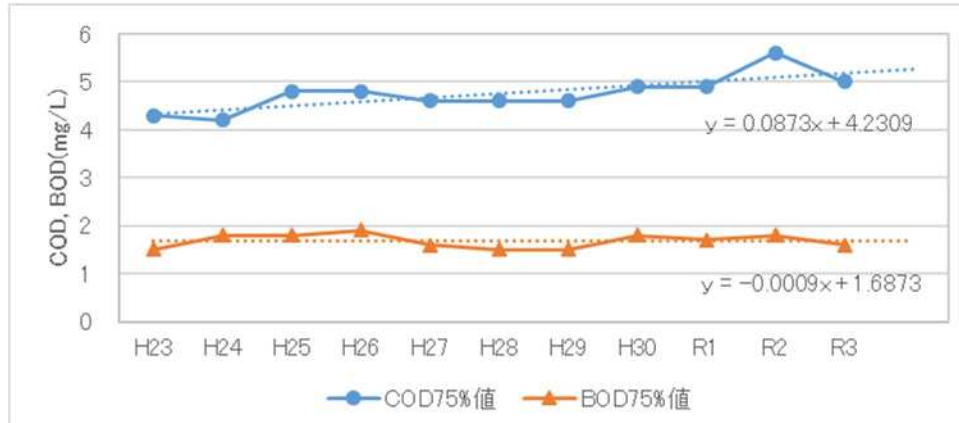


図2 COD、BOD の推移(平成 23-令和 3 年)

これまでの調査から、鳥屋野潟においては COD の約 80%が溶存態であることが分かっており、COD の緩やかな上昇に溶存有機物が影響を与えられと考えること、また環境対策課から難分解性溶存有機物である腐植物質を測定できないかという打診があったことから、令和 4 年度より調査を開始した。

なお、腐植物質は「土壌由来有機物で植物残渣や微生物遺骸から成り、高分子有機酸の混合物で多様性が高い。微生物の利用残渣。」と定義され³⁾、難分解性溶存有機物を大きく 5 つに分画した時に 30~80%を占めるフミン酸やフルボ酸のことである⁴⁾。

2 調査方法

(1) 調査期間及び頻度

2022 年 4 月～2023 年 3 月

月 2 回 (4 月のみ 1 回)

(2) 調査項目及び分析方法

難分解性溶存有機物は多様な物質の集合体であり、100 日間の生分解試験ののち、樹脂吸着分画することで詳細な分析ができるが、試験には時間を要する²⁾。一方で、分光学的特性を用いると個々の物質の同定は難しいが、比較的簡便に溶存有機物の特性を知ることができる。そこで福井県衛生環境研究センターの報告⁵⁾を参考に、以下の各項目について試験を実施した。なお、溶存態については、試料をろ紙 (ADVANTEC GS-25) でろ過したものを検液とした。

(a) COD、BOD、D-COD (溶解性 COD)

環境庁告示第 59 号（昭和 46 年）に基づく方法により測定した。また、D-COD については、ろ過した検液を COD と同様の方法により測定した。

(b) TOC（全有機炭素）、DOC（溶存有機炭素）

JIS K 0102 22.2（2016）に基づき、全有機炭素計（榊島津製作所製 TOC-V CPH）により測定した。

(c) 溶存鉄

上水試験方法に基づき、ICP 質量分析装置（Agilent 社製 7700X）により測定した。

(d) 吸光度

溶存態を、分光光度計（日立製作所 UH-5300）により、波長 254nm で測定した。

(3) 溶存有機物の特性評価

溶存有機物は極めて不均質で多様な物質の集合体であり、個々の物質の同定は極めて難しい状況にあるため、分光学的特性を用いた構成成分の推測が検討されてきた⁶⁾。難分解性溶存有機物の典型とされる腐植物質は、フェノール基やベンゼン-カルボキシル基を持つ化合物や多環芳香族化合物を構成成分とし、その極大波長は 200～290nm にあり、紫外外部吸光度 (UV) と難分解性溶存有機物量には正の相関があるとされる。このことから、本研究では測定波長を 254nm とした。

また、有機物あたりの芳香属性を評価する、単位 DOC あたりの吸光度 (SUVA) は、以下のように定義される。

単位 DOC あたりの吸光度 at 254nm (SUVA₂₅₄)

$$\text{SUVA}_{254} (\text{L}^{-1} \text{mg m}^{-1}) = \text{UV}_{254} (\text{cm}^{-1}) / \text{DOC}(\text{mg/L}) \times 100$$

Poulin ら⁷⁾ は、腐植物質と鉄が錯形成する場合に吸光が増大することで SUVA₂₅₄ が過大評価されることを指摘している。そこで、錯形成する鉄 (III) の 254nm における吸光係数 ϵ 0.0653 cm⁻¹/mg L⁻¹⁷⁾ により、SUVA₂₅₄ を補正した⁸⁾。

単位 DOC あたりの吸光度 at 254nm (SUVA₂₅₄')

$$\text{SUVA}_{254}' (\text{L}^{-1} \text{mg m}^{-1}) = \text{UV}_{254}' (\text{補正後の吸光度}) (\text{cm}^{-1}) / \text{DOC}(\text{mg/L}) \times 100$$

$$\text{UV}_{254}' = \text{UV}(\text{cm}^{-1}) - \text{溶存鉄濃度}(\text{mg/L}^{-1}) \times 0.0653(\text{cm}^{-1}/\text{mg L}^{-1})$$

また、J.L.Weishaar の研究⁹⁾ で、SUVA₂₅₄ は DOC 中の芳香族炭素割合とおおよそ比例関係にあるとされる。

$$\text{DOC 中の芳香族炭素割合}(\%) = 6.52 \times \text{SUVA}_{254}' + 3.63$$

これらを用いて芳香族炭素濃度を求め、溶存有機物の特性を評価した。

$$\text{芳香族炭素濃度}(\text{mg/L}) = \text{DOC} \times \text{DOC 中の芳香族炭素割合}(\%) / 100$$

3 結果と考察

(1) 測定結果

測定結果を表1に示した。

表1 測定結果

採水日	COD (mg/L)	D-COD (mg/L)	BOD (mg/L)	TOC (mg/L)	DOC (mg/L)	溶存鉄 (mg/L)	UV ₂₅₄	SUVA ₂₅₄ '	DOC中の 芳香族炭素 割合(%)	芳香族 炭素濃度 (mg/L)
4/13	3.1	2.4	0.9	1.2	1.1	1.19	0.12	3.6	27	0.30
5/11	4.5	3.2	0.5	1.9	1.5	0.74	0.13	5.3	38	0.57
5/18	4.6	3.7	0.8	1.7	1.5	0.85	0.13	4.9	36	0.52
6/8	6.2	5.1	1.6	3.3	2.6	0.89	0.15	3.5	26	0.70
6/15	6.1	5.0	1.7	2.8	2.5	0.95	0.16	3.7	28	0.71
7/6	4.8	3.5	2.6	2.4	1.9	0.32	0.08	3.1	24	0.46
7/20	5.4	3.9	1.4	2.4	2.0	0.46	0.11	4.1	30	0.59
8/3	5.7	4.6	2.8	2.7	2.4	0.49	0.11	3.3	25	0.60
8/17	5.6	4.6	1.3	2.7	2.5	0.72	0.14	3.8	28	0.70
9/7	4.0	3.4	1.1	1.9	1.7	0.34	0.08	3.5	26	0.44
9/21	7.2	5.2	4.0	2.6	2.7	0.43	0.13	3.6	27	0.75
10/12	3.9	3.4	0.7	2.0	1.7	0.67	0.11	3.6	27	0.47
10/19	5.0	4.1	1.3	2.7	2.2	0.77	0.13	3.6	27	0.59
11/9	3.8	3.2	1.4	1.9	1.6	0.54	0.09	3.6	27	0.43
11/16	8.5	6.8	2.2	3.4	2.8	0.58	0.16	4.4	32	0.90
12/7	5.9	4.9	1.1	2.4	1.8	1.56	0.18	4.2	31	0.57
12/14	7.4	4.3	1.7	2.4	1.6	0.50	0.12	5.3	38	0.62
1/11	4.8	4.0	1.2	2.3	1.8	2.44	0.19	1.5	13	0.24
1/18	4.5	3.6	1.7	2.1	1.6	2.29	0.17	1.2	12	0.19
2/1	5.3	4.3	1.8	2.9	2.3	2.42	0.19	1.2	12	0.27
2/8	4.0	3.4	1.2	2.1	1.4	1.70	0.15	2.6	21	0.29
3/1	5.1	3.9	1.4	2.2	2.1	0.93	0.09	1.6	14	0.29
3/8	3.1	2.4	0.7	1.5	1.1	0.60	0.08	3.5	26	0.30

(2) CODとBODについて

令和4年度のCOD及びBODの測定値を図3に示した。COD 75%値は5.7 mg/Lであり、環境基準値5 mg/Lを超過した。CODとBODは似た挙動を示すが、CODが最大となったときBODは最大とならないなど、異なる点もあることから、BODでは測定されない有機物がCODに影響を及ぼす可能性が示唆された。

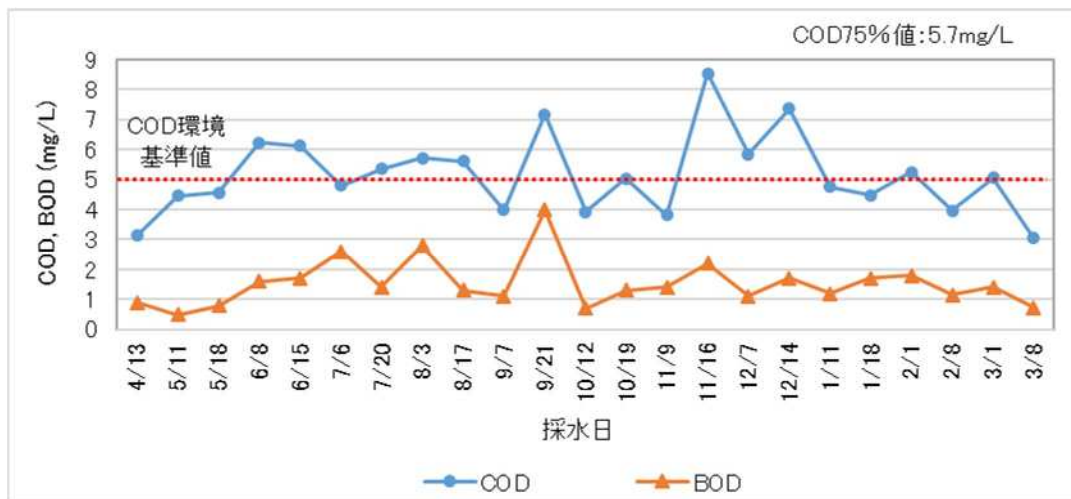


図3 BODとCODの年間変動

(3) TOCとCODについて

TOCとCODの相関関係を図4に、TOCとD-CODの相関関係を図5に示した。TOCとCOD、TOCとD-CODの間には、それぞれ正の相関があったことから、CODやD-CODの構成要素として有機炭素分が占める割合が多いことが示唆された。

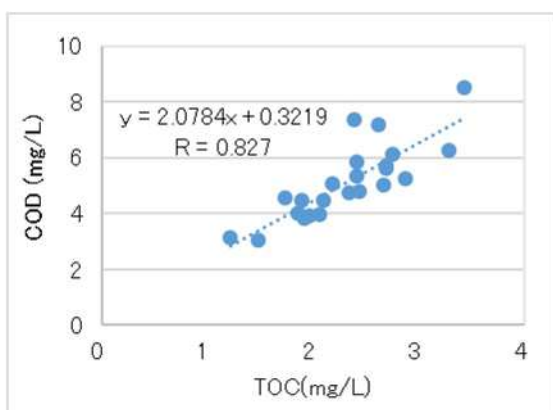


図4 TOCとCODの相関図

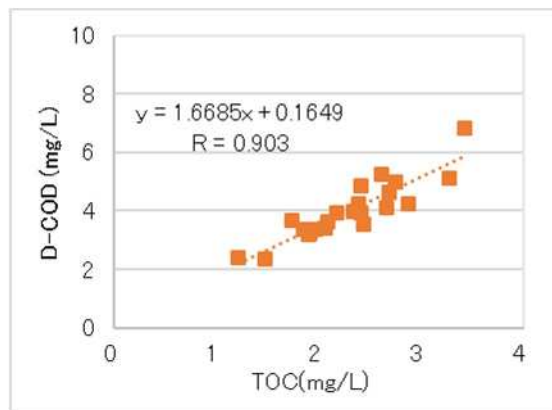


図5 TOCとD-CODの相関図

(4) 芳香族炭素について

算出した芳香族炭素濃度とCOD及びD-CODの相関関係を図6、7に示した。芳香族炭素濃度とCOD及びD-CODの間には正の相関があったことから、COD及びD-CODに対し芳香族炭素が影響を与えることが示唆された。

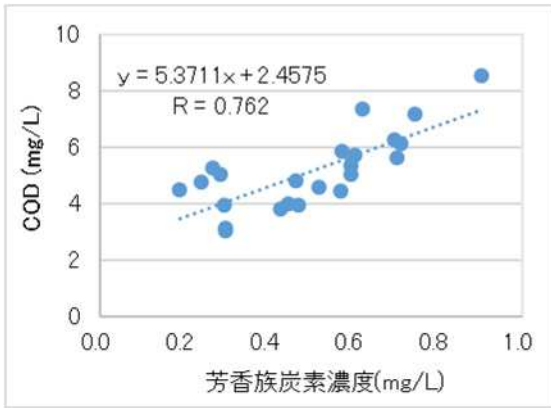


図 6 芳香族炭素濃度と COD の相関図

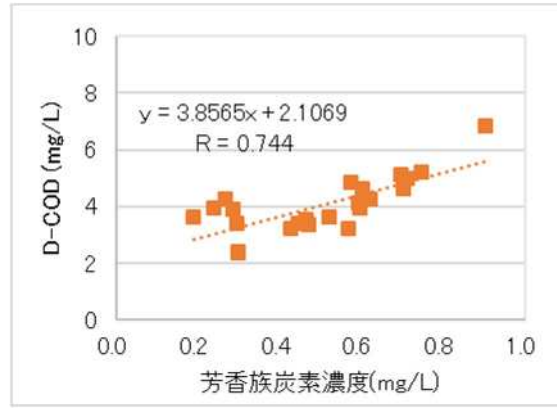


図 7 芳香族炭素濃度と D-COD の相関図

DOC 中の芳香族炭素割合の年間変動を図 8 に、芳香族炭素濃度と COD、D-COD の年間変動を図 9 に示した。DOC 中に占める芳香族炭素割合は約 30%程度と多くはないが、芳香族炭素濃度は COD 及び D-COD と相関があり変動がよく一致した。このことから、芳香族炭素すなわちそれを主要成分とする腐植物質が、COD へ与える影響は大きいと推測される。



図 8 DOC 中の芳香族炭素割合の年間変動

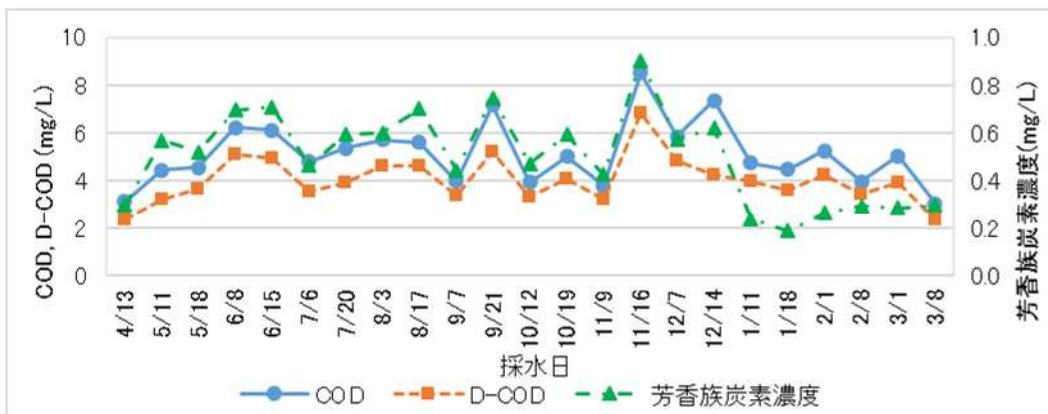


図 9 芳香族炭素濃度と COD、D-COD の年間変動

4 まとめと今後の課題

鳥屋野潟の溶存有機物について調査を実施した。調査の結果、芳香族炭素割合は約 30%程度と大きくはないが、芳香族炭素濃度は COD 及び D-COD と相関があり変動はよく一致した。腐植物質は芳香族炭素を主要成分とすることから、腐植物質が COD に影響を与えることが示唆された。

難分解性溶存有機物は、各地の閉鎖性水域で見受けられる COD が低減しない、または微増する事象の原因の一つとされる。腐植物質は、この難分解性溶存有機物の典型とされることから、鳥屋野潟でも腐植物質に代表される難分解性溶存有機物が COD に影響を与えることが示唆された。

腐植物質は、土壌に特有な有機物であり、鳥屋野潟に流入する排水路の中には農地を通過するものもある。その影響を受け、鳥屋野潟の COD が上昇している可能性も考えられるため、今後は流入排水路水について調査を行う必要があると思われた。

文 献

- 1) 新潟県：令和 4 年度 公共用水域及び地下水の水質測定計画
- 2) 水環境学会誌 研究論文 SR-62-2004：湖沼における有機炭素の物質収支および機能・影響の評価に関する研究（特別研究）平成 13～15 年度
- 3) 朝倉書店：土壤生化学
- 4) 国立環境研究所：環境儀 NO.13 難分解性溶存有機物 湖沼環境研究の新展開
- 5) 福井県衛生環境研究センター：福井県の湖沼における有機物の新たな指標による評価と浄化に関する研究
- 6) 国立環境研究所 国立環境研究所特別研究報告 SR-36-2001：湖沼において増大する難分解性有機物の発生原因と影響評価に関する研究（特別研究）平成 9～11 年度
- 7) Environ. Sci. Technol.48, 10098-10106(2014)：Effects of Iron on optical properties of dissolved organic matter.
- 8) PLOS ONE, February 13(2019)：Iron influence on dissolved color in lakes of the upper great lakes states
- 9) Environ. Sci. Technol., 37, 4702-4708(2003)：Evaluation of Specific Ultraviolet Absorbance as an Indicator of the Reactivity of Dissolved Organic Carbon.

ノート

下水中の新型コロナウイルスのモニタリング手法の検討について

衛生科学室 藤田 裕美

【背景・目的】

新型コロナウイルス（SARS-CoV-2）の感染者は、症状の有無にかかわらず、唾液やふん便にウイルスのRNAを排出することが知られている。したがって、下水中のSARS-CoV-2を調査することで、受診行動や検査数等の影響を受けることなく、無症状者を含めた感染状況を反映する客観的指標が得られることが期待できる。

また、令和5年5月8日より新型コロナウイルス感染症（COVID-19）が5類感染症へ移行し、感染者の把握方法が全数把握から定点把握に変更されたため、データの補完の意味で下水サーベイランスが注目されている。¹⁾

そこで、新潟市内の感染状況の把握や感染症対策への活用のため、下水中のSARS-CoV-2のモニタリング手法を検討した。

【検査手法の検討方法】

下水道管理センターの協力を得て、令和5年3月9日に、市内の処理区（生活排水の流入比率が比較的高い地点）の下水流入水を採水し、次の2種類の核酸抽出方法を比較した。

(1) 下水沈査からの抽出²⁾

下水流入水1Lを4℃で10000g×30分間遠心分離を行い、上清を捨て、下水沈査約1gを回収した。回収した沈査のうち約0.8gからISOIL for RNA（Nippon gene）を用いて核酸抽出を行い、40μLの核酸溶液（RNAのみ）を得た。

(2) 下水流入水からの抽出

下水流入水40mLからWizard® Enviro TNA kit（Promega）を用いて核酸抽出を行い、40μLの核酸溶液（DNAとRNAを両方含む）を得た。

得られた核酸溶液より、SARS-CoV-2の定量はSARS-CoV-2 Detection RT-qPCR Kit for Wastewater（タカラバイオ）を用いて実施し、トウガラシ微斑ウイルス（Pepper mild mottle virus, PMMoV）の検出をプロセスコントロールとした。^{3)、4)}

また試みに、核酸抽出操作及びqPCR時の阻害物質を確認するため、抽出キットの操作の直前に体外診断用医薬品TaqPath SARS-CoV-2リアルタイムPCR検査キット（ライフテックノロジーズジャパン株式会社）に付属のMS2 phaseを内部陽性コントロールとして添加し、回収率の目安とした。

【結果・考察】

表 1 に、下水流入水中の SARS-CoV-2 の検出状況等の抽出方法による差異を示す。表 1 より、下水流入水中の PMMoV の RNA 濃度は抽出方法で差がなかったが、SARS-CoV-2 は抽出方法 (1) が (2) の 10 倍程度となった。これは、SARS-CoV-2 が固形物画分に多いウイルスであることが関連していると思われた。

また、SARS-CoV-2 と完全には挙動が一致しないものの、MS2 phase の回収率は抽出方法 (1) が (2) の 2 倍～5 倍となった。ただし、この回収率には抽出方法 (1) での冷却遠心操作による濃縮過程が含まれていないことを考慮すると、問題とにならない程度の差と思われた。

一方、処理検体の量や作業日数など、検査の迅速性や簡便性については抽出方法 (2) が優れており、抽出過程が短いことにより、操作による数値のばらつきを抑えられることが期待できた。

これらから、SARS-CoV-2 の定量値は抽出方法 (1) の方が高いものの、(2) でも十分な値が得られており、検査の迅速性等も考慮すると、抽出方法 (2) はモニタリングに適していると考えられた。

表 1 下水流入水中の SARS-CoV-2 の検出状況等の抽出方法による差異

抽出方法	(1)	(2)
処理検体	下水沈査 0.5～1.0g (流入水約 1L 相当)	下水流入水 (流入水 40mL)
使用キット	ISOIL for RNA (Nippon gene)	Wizard ® Enviro TNA kit (Promega)
SARS-CoV-2 ※ [copies/L]	10 ⁵	10 ⁴
PMMoV ※ [copies/L]	10 ⁷ ～10 ⁸	10 ⁷ ～10 ⁸
MS2 phase 回収率 [%]	40～50	10～20
作業日数	3 日程度	1 日程度
1 検体当たりの価格 [円]	1200 程度	2500 程度

※ 下水流入水 1L 当たりのウイルスの RNA 濃度換算値

【まとめ】

新潟市内の処理区で下水流入水を採水し、2 種類の抽出方法を比較した。下水沈査から ISOIL for RNA (Nippon gene) で抽出する方法 (抽出方法 (1)) では、下水流入水から Wizard ® Enviro TNA kit (Promega) で抽出する方法 (抽出方法 (2)) と比べて、SARS-CoV-2 の

RNA の抽出効率が高かった。一方で、操作性や検査の迅速性等は抽出方法 (2) が優れており、抽出方法 (2) でも SARS-CoV-2 の十分な定量値が得られていることから、モニタリングには抽出方法 (2) が適していると考えられた。

今後、市内の処理区を選定し、抽出方法 (2) により定期的にモニタリングを実施する予定である。

参考文献

- 1) 厚生労働省：第 75 回厚生科学審議会感染症部会、資料 1-1、令和 5 年 4 月 27 日
- 2) 熊谷遼太、河上麻美代、林真輝、他：都内下水中の新型コロナウイルス検出状況 (2020 年度)、東京健安研七年報、72、73-79、2021.
- 3) 国立感染症研究所：下水中の新型コロナウイルス検出マニュアル (ver. 1.1)、令和 3 年 6 月
- 4) (公社) 日本水環境学会 COVID-19 タスクフォース、(公財) 日本下水道新技術機構：下水中の新型コロナウイルス遺伝子検出マニュアル (2021 年 3 月)

ノート

ノロウイルス検出キットを用いた検査迅速化の検討について

衛生科学室 高橋 優里絵・北 弘美

当所では、食中毒等発生時の検便検査において通知法^{※1}に基づくリアルタイム PCR 法でノロウイルス検査を実施している。本法による操作工程は便懸濁液から核酸抽出、逆転写反応など、検査結果が得られるまで約 5 時間を要する。

一方、ノロウイルスの迅速検査法として、検便懸濁液から直接遺伝子を検出する方法が開発されている。今回、検査法の妥当性および迅速化を確認することを目的に、市販試薬ノロウイルス検便検査キット（製品名 タカラバイオ TaKaRa ノロウイルス GI/GII 検出キット（1 液タイプ）Ver. 2^{※2}）を用いて検査を実施し、通知法と比較した。この結果、検出感度は通知法と概ね同等であることを確認した。また当該キットによる検査の所要時間は約 80 分であった。

※1 「ノロウイルスの検出法について」（平成 15 年 11 月 5 日付け食安監発第 1105001 号別添、最終改正 平成 25 年 10 月 22 日付け食安監発第 1022 第 1 号）

※2 国立感染症研究所の病原体検出マニュアル「ノロウイルス（第 1 版）（令和元年 6 月）」に準拠

ノート

カルバペネム耐性腸内細菌目細菌における AmpC 遺伝子の保有状況の実態調査

衛生科学室 坂井 裕生・岩本 幸

<概要>

当所に搬入されたカルバペネム耐性腸内細菌目細菌（CRE）感染症検体の耐性機序の把握のため、通常行っているカルバペネマーゼ遺伝子の PCR 検査に加え、AmpC 遺伝子 6 種類 (MOX、CIT、DHA、ACC、EBC、FOX) の PCR 検査及びシーケンス解析を行った。

令和 4 年度に搬入された CRE 感染症検体 14 件のうち、バンドが得られた 9 件について、シーケンス解析を行った結果、6 件より EBC 型 AmpC β ラクタマーゼ遺伝子を検出した。

菌種の内訳は、*Klebsiella aerogenes* が 5 株、*Enterobacter croaciae* が 1 株であった。また、*Enterobacter croaciae* は通常検査のカルバペネマーゼ遺伝子 (IMP 型) も陽性であった。

ノート

大根圃場における農地土壌等の調査

環境科学室 青木 幹彦

< 概要 >

令和元年度に発生した西区大根圃場における生育不良の原因を新潟市農業活性化研究センターと共同で令和2年度から毎年調査している。当所では、同センターが調査対象と定めた圃場の土壌及びその圃場で収穫された大根（植物体）について、大根の生育に関係する微量元素等の成分について分析を行った。

令和4年度は、令和元年度に生育不良であった圃場を2つの試験区に分け施肥条件を変えて調査した。また、新たな試みとして葉タバコ栽培後の圃場も調査対象とした。土壌については8月から12月にかけて、作付け前（8月）、生育中（10月）、収穫時（11、12月）の3回サンプリングを行った。

当所で測定実施した土壌における項目は、交換性マンガン、熱水可溶性ほう素、可給態モリブデン、可給態硫黄、銅及び亜鉛。植物体における項目は、N、P、K、Ca、Mg、Fe、S、Cu、Zn、Mn、Mo、Bである。

結果としては、施肥条件を変えて調査した2つの圃場の差はほとんどなかった。土壌において、元年度に生育不良だった圃場と前作葉タバコの圃場を比較すると、熱水可溶性ほう素、可給態硫黄、亜鉛が前作葉タバコ圃場の方が高かった。植物体において、生育不良だった圃場で葉のKの含有が少なく、前作葉タバコの圃場では含有量が高かった。

結果のデータを同センターに報告した。詳細な解析は同センターで行っているところである。

新潟市衛生環境研究所は、SDGs の 4 つのゴール、5 つのターゲットに関連する本市の取組を、科学技術的な側面から支援しています。



ゴール 3 : あらゆる年齢のすべての人々の健康的な生活を確保し、福祉を促進する

ターゲット 3.3 2030 年までに、エイズ、結核、マラリア及び顧みられない熱帯病といった伝染病を根絶するとともに肝炎、水系感染症及びその他の感染症に対処する

ターゲット 3.9 2030 年までに、有害化学物質、ならびに大気、水質及び土壌の汚染による死亡及び疾病の件数を大幅に減少させる



ゴール 6 : すべての人々の水の衛生の利用可能性と持続可能な管理を確保する

ターゲット 6.3 2030 年までに、汚染の減少、投棄廃絶と有害な化学物質や物質の放出の最小化、未処理の排水の割合半減及び再生利用と安全な再利用の世界的規模での大幅な増加させることにより、水質を改善する



ゴール 11 : 包摂的で安全かつ強靱（レジリエント）で持続可能な都市および人間居住を実現する

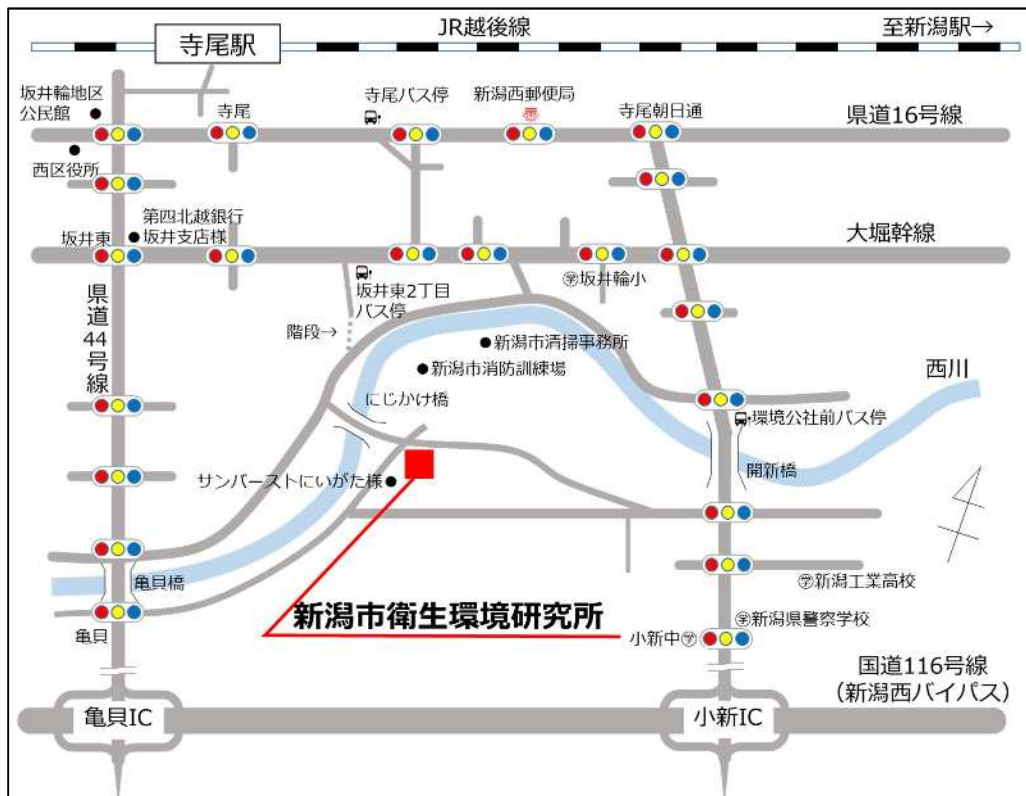
ターゲット 11.6 2030 年までに、大気の質及び一般並びにその他の廃棄物の管理に特別な注意を払うことによるものを含め、都市の一人当たりの環境上の悪影響を軽減する



ゴール 14 : 持続可能な開発のために海洋・海洋資源を保全し、持続可能な形で利用する

ターゲット 14.1 2025 年までに、海洋堆積物や富栄養化を含む、特に陸上活動による汚染など、あらゆる種類の海洋汚染を防止し、大幅に削減する

新潟市衛生環境研究所の案内図



- J R : 越後線寺尾駅（新潟駅から15分）下車，徒歩20分
- バス : J R 新潟駅前より B R T 萬代橋ライン乗車－「青山」下車（乗り換え）
大堀線W 4 乗車－「坂井東2丁目」下車，徒歩7分
- 自家用車:新潟西バイパス 小新インターまたは亀貝インターから 5 分

新潟市衛生環境研究所年報

（調査研究編）

第 4 7 号

令和 4 年度

令和 6 年 3 月 発行

編集・発行

新潟市衛生環境研究所

〒950-2023 新潟市西区小新 2151 番地 1

TEL 025(231)1231

FAX 025(230)5818

e-mail : eisei.rc@city.niigata.lg.jp