

<報 文>

新潟市沿岸海域における水質の現状と 汚濁要因について*

松田哲明**・真田和衛**・立川正幸**・小林秀昭**

キーワード ①新潟市 ②沿岸海域 ③水質 ④COD ⑤河川水

要 旨

新潟市沿岸海域では、平成12年頃から化学的酸素要求量（以下、CODという。）で環境基準を達成できない地点が多く見られるようになってきた。そこで、新潟市では、その原因を探るため、河川水の影響という観点から表層と中層をそれぞれ個別に調査してきた。さらに、平成24年からは、鉛直方向への広がりを探るため下層についても調査を始めた。また、平成25年からは、内部生産の観点から植物プランクトンに注目し、クロロフィルaについても調査を行った。

その結果、直接的には、河川水の影響が大きいものの、中層や下層でもCODの上昇が見られる地点があること等がわかった。

1. はじめに

東京湾や瀬戸内海などの閉鎖性海域と言われるところでは、30年以上前から有機物による汚濁や栄養塩類の流入等により富栄養化が発生し、CODの水質総量規制や窒素、リンなどの排水規制を行うなど様々な対策がとられてきた¹⁾。このような閉鎖性海域は、地形的に湾状になっているため海水の交換が行われにくく、水質汚濁や富栄養化が起りやすいと言われるが、新潟市沿岸海域は、湾状ではなく、日本海に対して海岸が広がっており、閉鎖性海域には該当しない。

この新潟市沿岸海域では、昭和50年より水質汚濁防止法に基づき環境基準監視を実施している。河川や湖沼を含め、環境基準の達成率を見ると、河川及び湖沼では、全地点またはほとんどの地点で達成しているが、海域では高い時で90%程度、低い時では30%程度とその変動が大きくなっている。特に平成12年から平成17年と平成22年で海域での環境基準の達成率が低くなった。このため、新潟市沿岸海域のCOD等について、継続して調査を実施しているが、平成21年から3年間の調査では、その原因として河川水の影響がみられること、及び表層だけでなく中層の一部でも汚濁がみられたことを報告してきた²⁾。

これらの結果を受けて、平成24年からはこれまでの表層、中層にあわせて下層についてもCODや塩化物イオン

の測定を開始した。さらに平成25年からは、クロロフィルaの測定を行っており、これらの結果から近年の新潟市沿岸海域の水質と汚濁の要因について考察したので報告する。

2. 新潟市沿岸海域のCODの現状

新潟市沿岸の海域では公共用水域の水質測定地点として基準点、補助点あわせて9地点が設けられている。西側から弥彦・米山海域（弥彦地先）No. 3, No. 2, No. 1, その東側に新潟海域（甲水域）No. 1, No. 3と新潟海域（乙水域）No. 4があり、信濃川河口を越えた東側に新潟海域（丙水域）No. 7, 新潟海域（乙水域）No. 6, 新潟海域（甲水域）No. 10がある。これらの地点を図1に示した。また、新潟海域（甲水域）No. 10の東側近くには、新潟県が測定を行っている新潟海域（甲水域）No. 11や新潟海域（新潟東港）No. 15, No. 16の地点もある。なお、公共用水域の水質汚濁に係る環境基準は、9地点のうち新潟海域No. 7のみB類型に指定されており、CODの基準値は3.0mg/Lであり、その他の8地点はA類型でCODの基準値が2.0mg/Lとなっている。

新潟市沿岸海域の9地点について、環境基準監視のため行っている公共用水域水質測定結果のうち平成11年から平成27年までのCOD値(75%値)を表1に示した³⁾。

*Survey on Current Situation and Pollution factors of Coastal Seawater Quality in Niigata City

**Tetsuaki MATSUDA, Kazuei SANADA, Masayuki TACHIKAWA, Hideaki KOBAYASHI (新潟市衛生環境研究所) Niigata City Institute of Public Health and Environment

表1 新潟市沿岸海域におけるCOD75%値の推移
(平成11年から平成27年まで、網掛けは基準超過) 単位: mg/L

| No. | 弥彦・米山海域 | | | 新潟海域 | | | | | |
|-----|---------|-----|-----|------|-----|-----|-----|-----|-----|
| | 1 | 2 | 3 | 1 | 3 | 4 | 6 | 7 | 10 |
| 基準 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 3 | 2 |
| H11 | 1.0 | 0.9 | --- | 1.9 | 1.5 | 1.9 | 2.0 | 2.5 | 2.6 |
| H12 | 1.9 | 1.1 | --- | 2.2 | 2.6 | 2.8 | 3.4 | 3.5 | 3.4 |
| H13 | 1.1 | 0.8 | --- | 2.1 | 1.8 | 1.8 | 2.2 | 2.0 | 2.9 |
| H14 | 1.9 | 1.7 | --- | 2.3 | 2.2 | 2.8 | 3.1 | 3.4 | 2.8 |
| H15 | 1.3 | 1.4 | --- | 2.3 | 2.2 | 1.9 | 2.9 | 2.9 | 2.8 |
| H16 | 1.4 | 1.2 | 1.3 | 3.2 | 3.1 | 3.1 | 3.2 | 3.0 | 3.5 |
| H17 | 1.3 | 1.5 | 1.6 | 2.7 | 2.3 | 2.6 | 3.8 | 3.6 | 3.5 |
| H18 | 2.2 | 1.6 | 1.6 | 2.0 | 1.6 | 2.3 | 2.5 | 2.5 | 2.2 |
| H19 | 1.7 | 1.5 | 1.5 | 1.6 | 1.7 | 1.6 | 1.9 | 1.8 | 2.2 |
| H20 | 1.1 | 1.1 | 1.3 | 1.6 | 1.6 | 1.6 | 2.2 | 1.9 | 2.7 |
| H21 | 1.5 | 1.4 | 1.5 | 1.7 | 1.5 | 1.5 | 1.9 | 2.0 | 2.4 |
| H22 | 1.9 | 1.9 | 1.7 | 2.1 | 2.2 | 2.4 | 2.2 | 2.2 | 2.2 |
| H23 | 1.9 | 1.8 | 1.5 | 1.9 | 1.8 | 2.1 | 2.2 | 2.3 | 2.3 |
| H24 | 1.5 | 1.3 | 1.6 | 1.6 | 1.7 | 1.5 | 2.3 | 2.1 | 2.3 |
| H25 | 1.6 | 1.8 | 1.7 | 1.8 | 1.5 | 1.6 | 1.7 | 2.1 | 2.6 |
| H26 | 1.6 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1.6 | 2.4 | 2.2 | 2.5 |
| H27 | 2.0 | 1.9 | 1.8 | 1.7 | 1.6 | 1.6 | 2.6 | 2.6 | 2.4 |

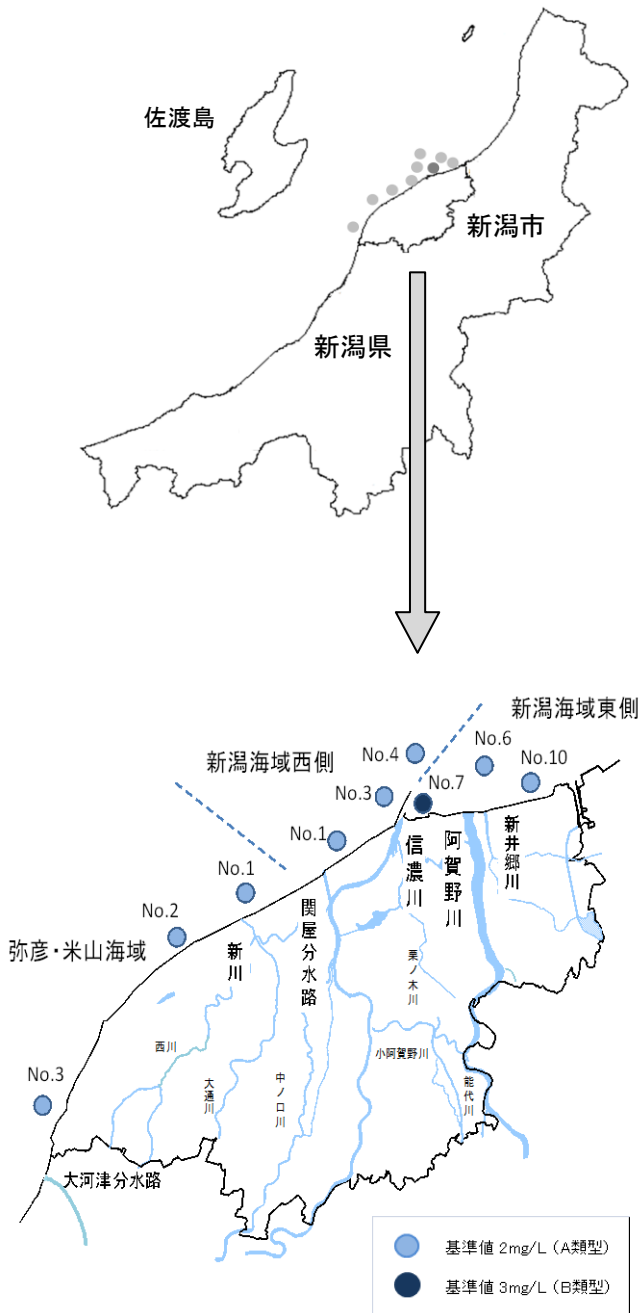


図1 新潟市沿岸海域測定地点

なお、新潟市沿岸海域で行っている公共用水域水質測定では、毎年4月から10月までの期間中に6回の測定を行っているが、荒天等により測定が行えなかった月もある。

表1のとおり新潟海域では、平成12年から17年と平成22年で環境基準の超過が多くみられた。また、地点ごとに見ると、新潟海域No. 10は毎年、新潟海域No. 6でもほぼ毎年基準超過となっている。新潟海域No. 7では、CODがNo. 6と同程度のことが多いがB類型で基準値が高いため、基準の超過は少ない。新潟海域No. 1, No. 3, No. 4の3地点は、年によって状況が異なり、平成12年から17年で基準超過

が多かった。最近では平成22年で3地点とも基準超過となったが、その後、基準超過はほとんどない。弥彦・米山海域では、これまでにほとんど基準の超過はないものの、近年では基準値に近い値となっている。

これらのことから、新潟市沿岸海域の9地点は、CODの値が比較的高いまま推移している地点の新潟海域No. 6, No. 7, No. 10 (以下、新潟海域東側という。), CODの値が年によって変動している地点の新潟海域No. 1, No. 3, No. 4 (以下、新潟海域西側という。), CODの値が比較的低く推移している地点の弥彦・米山海域No. 1, No. 2, No. 3 (以下、弥彦・米山海域という。)の3つのグループに分けて考えることができる。

また、新潟市沿岸海域には、いくつもの河川が流れ込んでいる。新潟海域東側には、信濃川、阿賀野川、新井郷川があり、新潟海域西側には、信濃川の関屋分水路がある。また、弥彦・米山海域には、新川があり、弥彦・米山海域No. 3の南側約10kmには信濃川の大河津分水路が流れ込んでいる。なお、この周辺の海流は、対馬海流等の影響を受けて南西から北東に流れていることが多く⁴⁾、河川水は、河口の西側より東側に大きく影響を与えると考えられる。

3. 調査方法

1) 調査時期は以下のとおり新潟県公共用水域水質測定計画の日程にあわせて行った。なお、平成26年10月1日は、悪天候により採水ができなかったため、調査

は行っていない。

平成25年4月～10月（8月を除く）月1回計6回

平成26年4月～9月（8月を除く）月1回計5回

平成27年4月～10月（9月を除く）月1回計6回

- 2) 調査地点は、新潟市沿岸海域9地点（新潟海域6地点及び弥彦・米山海域3地点）とした。
- 3) 試料について、公共用水域の水質測定では、表層と中層（海面から3m）を1:1で混合した海水としているが、本調査のために表層、中層、下層（海底から1m）ごとの海水も別途採水し、それぞれについても調査を行った。
- 4) 測定項目は、年によっても若干異なるが、COD、塩化物イオン、クロロフィルa、溶存酸素量（以下、DOという。）とした。

4. 結果及び考察

4.1 近年のCODの状況

図2に平成25年から平成27年までの3か年のCODの状況を年ごとに表層、中層、下層別に示した。弥彦・米山海域では、多くの場合で下層のCODは低く、変動も小さく汚濁は見られない。また、表層と中層では、平成25年と平成26年で一時的にCODがやや高い時があったが、それでも2mg/Lを下回っている。平成27年は、夏季に表層及び中層でCODの上昇がみられ、表層では2mg/Lを超える値となった。そのため、環境基準の超過はなかったものの平成27年はCOD75%値が環境基準に近い値となっている。

新潟海域西側でも、下層のCODは低く、変動は小さく汚濁は見られない。平成25年と26年は、表層と中層でもCODの上昇はほとんどなかった。平成27年では、表層、中層ともに夏季にCODが高くなり、2mg/Lを超える状況だったが、その上昇も一時的なものであった。このように新潟海域西側は、弥彦・米山海域と似たような傾向であった。

新潟海域東側は、年や場所により状況が異なり、明確な傾向はない。下層のCODは、比較的低いことが多いが、平成26年6月や平成27年10月等では他の月と比べて明らかに高くなっており、一時的な汚濁が見られた。中層のCODは、4月、5月頃には比較的安く安定しているが、平成26年6月、9月や平成27年8月等で高い値となっている。表層のCODは、6月から9月にかけて高くなることが多いが、4月や5月で高くなっている時もある。表層のCODは、低い

汚濁は見られない。また、表層と中層では、平成25年と平成26年で一時的にCODがやや高い時があったが、それでも2mg/Lを下回っている。平成27年は、夏季に表層及び中層でCODの上昇がみられ、表層では2mg/Lを超える値となった。そのため、環境基準の超過はなかったものの平成27年はCOD75%値が環境基準に近い値となっている。

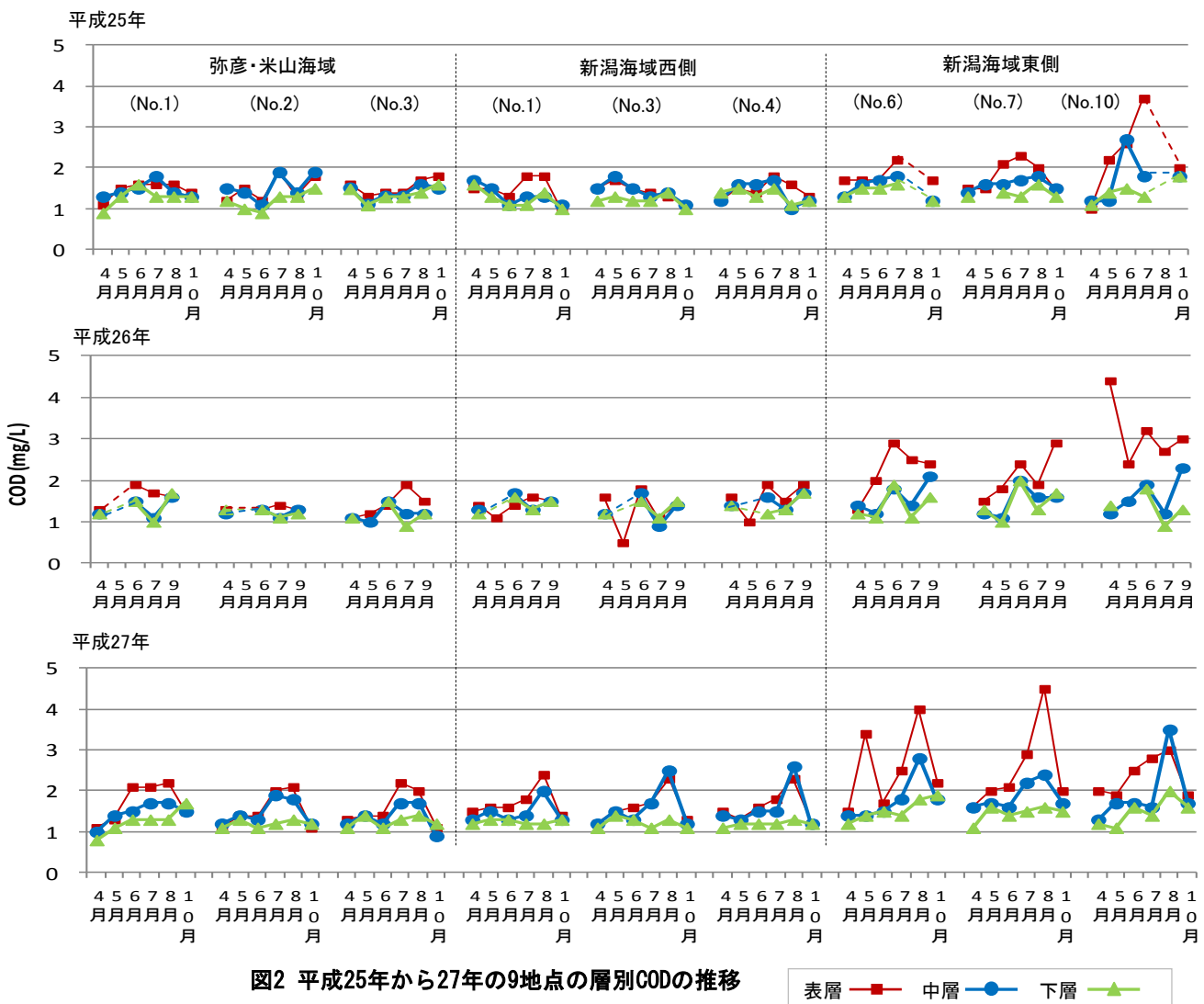


図2 平成25年から27年の9地点の層別CODの推移

表層 —■— 中層 —●— 下層 —▲—

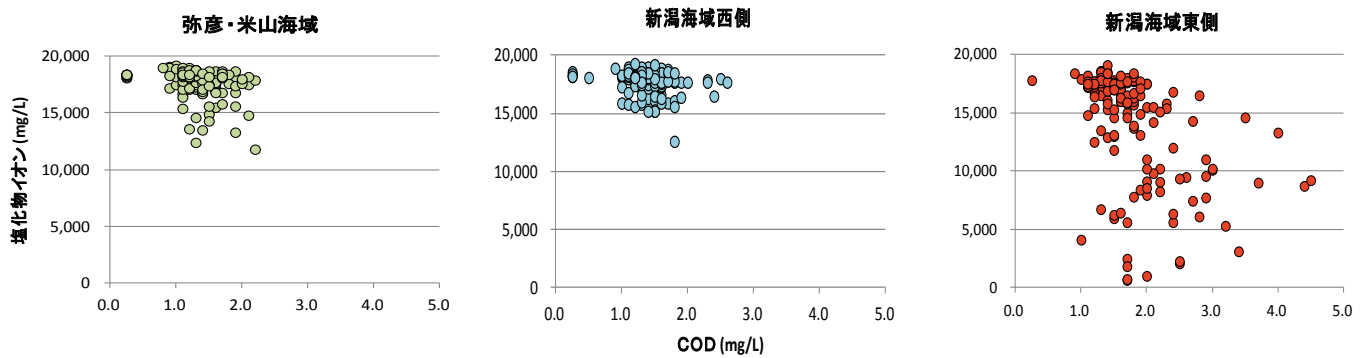


図3 平成25年から27年のCODと塩化物イオンの関係

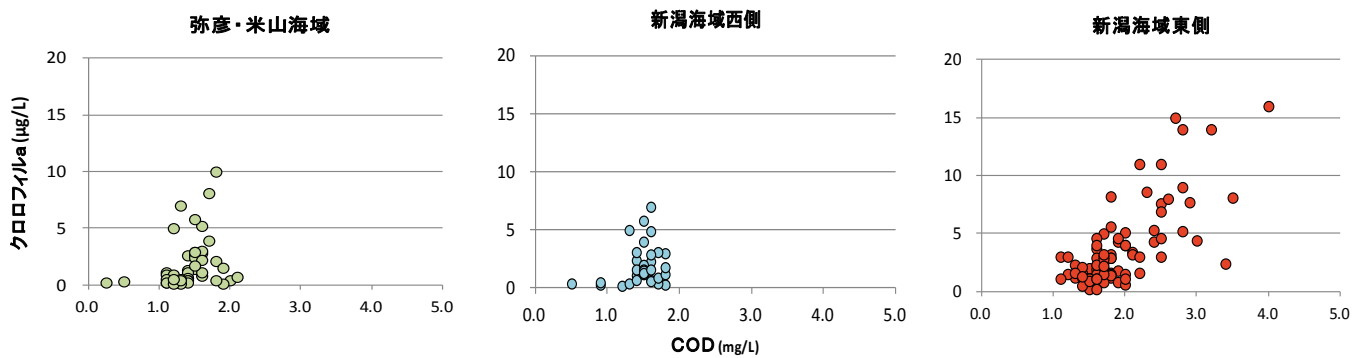


図4 平成25年から27年のCODとクロロフィルaの関係

時には1mg/Lに近いこともあるが、高い時には4mg/Lを超える状況で、同じ年の同じ地点でも月により非常に変動が大きいことがある。公共用水域水質測定でCODが環境基準を超えた時の層別のCODを見ると、表層のみ高かった時、表層と中層が高かった時及び表層、中層、下層ともに高くなった時もあり、汚濁の広がり方は一様ではなかった。

4.2 CODと河川水の関係

新潟市沿岸海域には、全国でも有数の大きな河川である信濃川、阿賀野川の2つの河川が流れ込んでおり、この他にも多くの川の水が流れ込んでいる。当所で平成23年までに行った調査でも、海域のCODが高かった時には、河川水の影響を受けている可能性があることを報告している。そこで、平成25年以降の測定データのうち、表層、中層、下層の層別に測定したCODと塩化物イオンの関係を図3に示した。一般に海水の塩分は場所によって異なるものの約35‰と言われており、これを塩化物イオンにすると19,400mg/L程度⁵⁾となる。図3から弥彦・米山海域及び新潟海域西側では、多少河川水の影響を受けている時もあるが、ほとんどの場合で塩化物イオンは15,000mg/Lから19,000mg/L程度と河川水の影響は多くない。一方、新潟海域東側では、塩化物イオン濃度が10,000mg/Lを下回る場合も多くみられ、特に低い場合では5,000mg/Lを下回る場合もある。このように、新潟海域東側では、やや広い範囲で汽水域となっており、河川水の影響が大きい

状況にある。

また、図3の新潟海域東側のグラフからは、塩化物イオン濃度が低い時に、CODが2mg/Lを超えることが多くあり、河川水の影響を受けて海のCODが高くなっていることが多い。先に述べたとおり、表層のCODが上昇した時に環境基準を超えることが多いが、その時の表層の水は、半分またはそれ以上が河川水の混ざった水となっており、海に流れ込む河川水の水質が海水の環境基準を超過するかしないかに大きな影響を与えているといえる。

しかし、同じグラフで塩化物イオン濃度が10,000mg/Lを下回り河川水の影響が大きい時でも、CODが1~2mg/Lの範囲内にある場合もあり、新潟海域東側の3地点では河川水の影響を大きく受けていることが多いが、それによってCODが高くなっている時とCODが高くなっていない時がみられる。

今後の調査では、海域の調査時に流入する河川水の水質を調査する必要があると思われる。

4.3 CODとクロロフィルaの関係

多くの閉鎖性海域において、CODが高い状態の一因には、植物プランクトンの増殖による有機汚濁があるとされている。新潟市沿岸海域はいわゆる閉鎖性海域ではないが、CODが環境基準を超過する要因を調査するため、平成25年から植物プランクトンの指標となるクロロフィルaの測定を行っている。平成25年と平成26年は全9地点の混

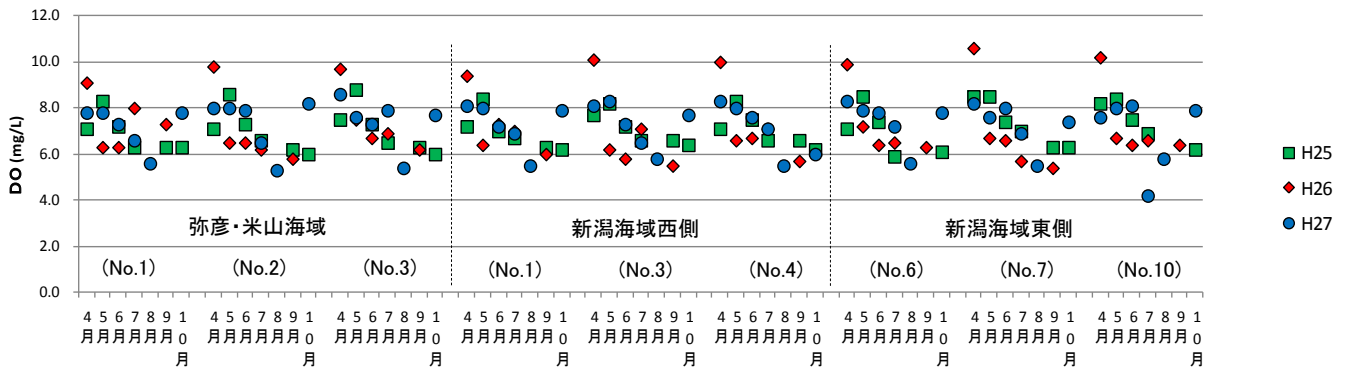


図5 平成25年から27年の下層DOの推移

合試料でクロロフィルaの測定を行い、平成27年からは、新潟海域東側の3地点と弥彦米山海域No.2の4地点で層別にクロロフィルaの測定を行っている。平成25年から27年までに測定したCODとクロロフィルaの関係を弥彦・米山海域、新潟海域西側及び新潟海域東側でまとめたものを図4に示す。ここでは、混合試料の場合は混合試料のCODとクロロフィルaを、層別試料の場合には層別試料のCODとクロロフィルaの関係を示している。

図4から弥彦・米山海域と新潟海域西側で傾向は似ているが、新潟海域東側が他と異なる傾向を示していることがわかる。弥彦・米山海域と新潟海域西側では、CODは1～2mg/Lのことが多く、時折クロロフィルaが5µg/Lを超えることがあるが、その時でもCODが高い傾向は見られない。一方、新潟海域東側では、クロロフィルaが5µg/Lを超える頻度も多く、その時はCODが2mg/Lを超えることが多い。つまり、新潟海域東側では、CODとクロロフィルaで正の相関がみられ、クロロフィルaが上昇している時にはCODの値も高くなっていることが多い。

ただし、このようなクロロフィルaの上昇は、河川から流れ込んできたクロロフィルaによるものなのか、あるいは、河川から流れ込んだ栄養成分をもとに海で内部生産的に増えたものなのか、今のところは、明確になっていない。今後の調査でこの点も確認していく必要があると思われる。

4.4 下層DOの状況

近年沿岸海域で注目されている問題の一つに貧酸素水塊の発生がある。この貧酸素水塊はそれ自体が水生生物の息を困難にさせる上、生物にとって有害な硫化水素を発生させて水生生物の大量死を引き起こすことがあると言われている⁶⁾。これらを把握するため、最近、底層溶存酸素量が新たに水質汚濁に係る生活環境の保全に関する環境基準に加わり、その状況把握を始めるようになったところである。

新潟市では、海域においては平成24年から下層DOの測

定を行いその状況を把握してきた。平成25年から平成27年までの3年間の状況を図5に示す。この図から、新潟市沿岸海域における下層DOは、4月頃に7～10mg/L程度と高い値であり、夏の7月～9月頃には5.5～8mg/L程度と若干低めの値となっている。平成27年7月の新潟海域No.10では最も低い4.2mg/Lであった。

新しく設定された環境基準は、最も厳しい基準が類型生物1の底層溶存酸素量4.0mg/Lであり、この基準値に近い値はあったものの3年間では全て基準を上回っている。このことから、新潟市沿岸海域では、現在のところ底層で貧酸素水塊が発生するような状況はないものと推測された。

5. まとめ

新潟市沿岸海域の9地点では、一部の地点でCODが環境基準を超過するため、その原因を調査したところ、近年の調査からは次のような結果を得た。

- 1) 新潟市沿岸海域の9地点について、弥彦・米山海域、新潟海域西側及び新潟海域東側の3つのグループに分け、CODの状況をみたところ、環境基準の超過があった新潟海域東側では、主に表層の汚濁によりCODが上昇していたが、中層、下層まで汚濁が及んでいることもあった。
- 2) 新潟海域東側では、塩化物イオン濃度が低い時にCODが高くなることが多く、河川水の影響を大きく受けていると考えられた。
- 3) 新潟海域東側では、他の地点と比較し、クロロフィルaが高くなることが多い。また、クロロフィルaが高い時にCODが高くなることが多く、CODの上昇には、植物プランクトンの影響もあることが推測された。
- 4) 新潟市沿岸海域では、近年の状況からは貧酸素水塊は発生していないと推測された。

新潟市では、今後も新潟市沿岸海域の水質の汚濁について、引き続き調査を行っていくこととしている。

また、国立環境研究所と地方環境研究所等の第Ⅱ型共同研究（沿岸海域環境の物質循環現状把握と変遷解析に関する研究）に当所も参加しているが、これらとあわせて、沿岸海域の汚濁に関する調査を進めていきたい。そして、最終的には新潟市沿岸海域の水質汚濁の原因を明確にし、海域の汚濁を少なくするための対策につなげていきたいと考えている。

6. 引用文献

- 1) 環境省（閉鎖性海域中長期ビジョン策定に係る懇談会）：閉鎖性海域中長期ビジョン, 2010
- 2) 大野耕栄, 斎藤和子, 小林秀昭:新潟市沿岸海域における水質の現状と汚濁調査について. 新潟市衛生環境研究所年報, **36**, 84, 2012
- 3) 新潟県:公共用水域及び地下水の水質測定結果, 1999～2015
- 4) 気象庁HP:海洋の健康診断表(海洋の総合情報)
<http://www.data.jma.go.jp/kaiyou/shindan/index.html>
- 5) 気象庁編:海洋観測指針, 1999
- 6) 中央環境審議会:水質汚濁に係る生活環境の保全に関する環境基準の見直しについて(答申), 2015