

横浜港の赤潮発生

米本 豊

1. はじめに

東京湾の水質について最近の10年間を調べると、CODは濃度変化が無く、りん・窒素は平成25年頃まで低下傾向がはっきり見られていたが、その後のりんの低下は停滞気味である。負荷による影響で起こる赤潮の発生は、昭和57年にピークがあり、平成5年～15年に50回/年程度となっている。最近減少傾向となっているが、近年の発生回数は横這い状態である。発生原因の一つである負荷の主な原因は下水処理場からの放流に起因する為もあり、横浜市では下水処理に前向きに取り組んできた。しかし、東京湾内である横浜港の赤潮発生も同様な状態で、負荷以外の他の原因も関係すると思われる。

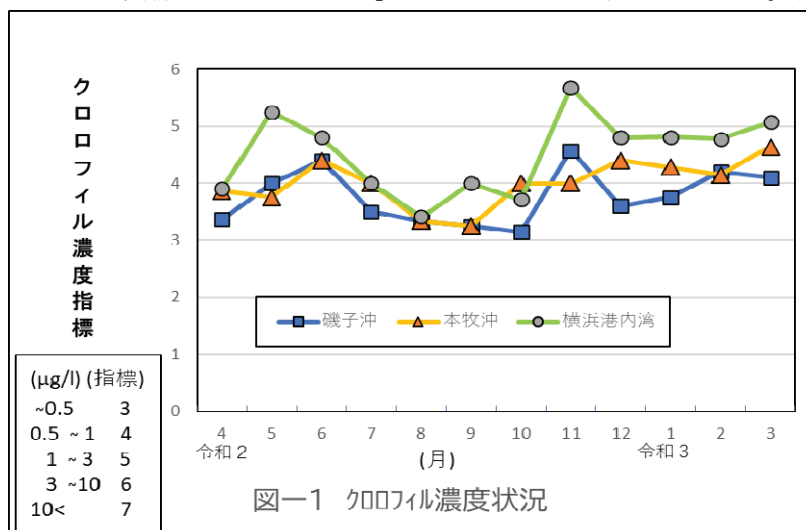
前回、第57回下水道研究発表会で「横浜市に於ける赤潮発生について」を発表した。しかし、コロナウィルスの影響で十分な説明が出来なかった事もあった為、今回は、前回の補足を含めて追加発表する事とした。また、今回は、気象衛星の観測によるクロロフィル濃度から得られる指標を考案して示した。その結果、気象観測衛星データによる横浜港内湾の濃度が高い為、この原因を考察した。そして、横浜港内に流入する大岡川で発生する赤潮が赤潮発生の一因子である水温の影響を表すと思われるので、写真で写した赤潮発生状況を数値化し、若干の知見を得られたので報告する。

2. 横浜市の赤潮発生状況等

今回、気象衛星によるクロロフィル濃度を観測したデータを提供しているTellusの結果をまとめ直して使用した。期間は、令和2年4月から令和3年3月とした。気象衛星のデータとして、「ひまわり」より「しきさい」のデータの方が詳細であるが、測定値のまとめの関係から「ひまわり」のデータを使用する事とした。使用時刻は、横浜港内湾の環境基準測定地点の調査の時刻が午前10時前後であることと午後の予測の関係から10時00～59分の値とした。日により曇りの時が多い場合がある為、月のおおよその値として平均値で示した。

各測定箇所で見られたクロロフィル濃度は、横浜市環境科学研究所の文献^{1) 2)}を参考として簡易な表示にするため0.1~100 ($\mu\text{g/l}$)を5段階に変更して図-1に示した。海洋の栄養区分では、10($\mu\text{g/l}$)以下が富栄養域で区分されるため参考とした。

図-1から表示した箇所は、6月頃に少し高くなったが、その後9月頃まで低くなり、本牧沖では10月頃から高くなり、11月に磯子沖、横浜港内湾が高くなった。横浜港内湾が比較的に高いが、全般的に過去より低い値となっている様だ。考察でもう少し詳しく述べるが、前回は発表した図³⁾から、赤潮発生回数が多かった年以降は発生回数が少なくなる傾向がみられている。平成31(令和元)年度は、クロロフィル濃度状況から



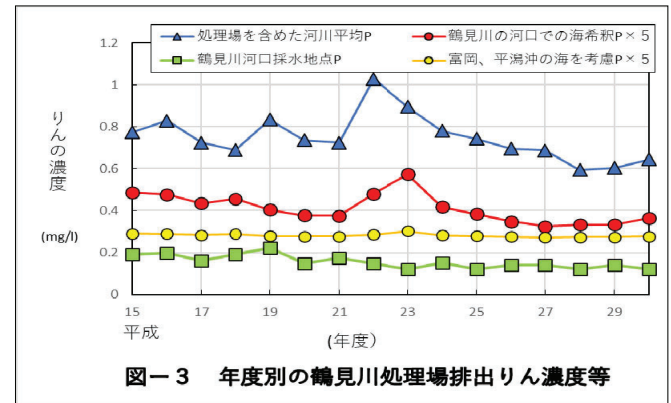
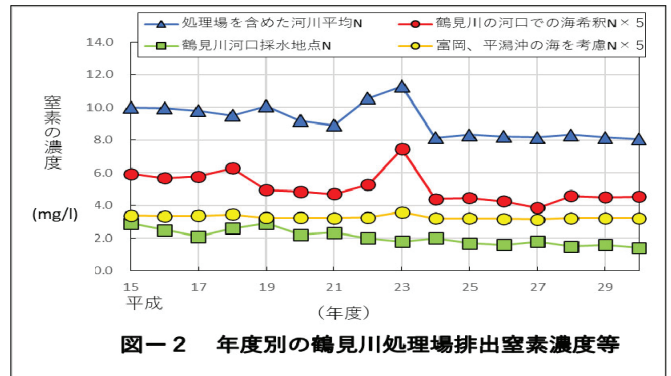
発生回数が多いと思われる結果が得られているのでこの影響を考慮する必要があり、また、水温等の影響も考慮する必要があると思われる。

今回は、りん・窒素の溶出推定濃度のデータ範囲として、下水処理場排水の影響の関係から、横浜港内湾を南本牧ふ頭から川崎市までの境までとしたが、今回は、気象衛星のデータ表示の範囲の関係から、横浜港の水域の類型と一致した本牧ふ頭から川崎市までの境とした。横浜港内湾へ流入する河川は、鶴見川と大岡川、帷子川、入江川が主となる。図一1から横浜港内湾のクロロフィル濃度が一番高い。これは、負荷として流出する下水処理場処理水が鶴見川河口で約6割程度を占めている為と考えられる。そこで、鶴見川河口を調査する事とした。

表一1に鶴見川に流入する下水処理場処理水の濃度から計算した鶴見川河口での濃度を示した。河口での希釈は水と海水の場合で、面積の範囲を採水測定点付近までとした。平均水深を7.5m、海の平均濃度は、下水処理場の影響の少ない富岡沖、平潟沖の濃度を使用した。りん・窒素共に海による希釈では5倍にして、図一2、3に示した。したがって、りん・窒素とも処理場からの排出による計算値より、実際の鶴見川河口測定地点が高い濃度となり、他の要因もある事が示された。これは、一つには、横浜港の海水の入れ替えがしづらい事が挙げられる。表一2に例として一部の箇所の閉鎖度⁴⁾を示した。この結果、横浜港内は入れ替えがしづらい結果である。そして他に、前回発表したヘドロからの溶出がある為と考えられる。そこで、表一3に平成15年～30年までの測定点の水深の変化を示し、図一4に平成15年の水深を基準とした場合の増減の一部の結果を示した。鶴見川河口は、堆積と考えられる影響が減り下がったが、本牧沖・磯子沖が高くなった結果となった。本牧・磯子沖は、湾内から流れて集まった事も考えられる。

表一1 鶴見川の下処理場放流濃度等

年度(平成)	処理場を含めた河川平均N	処理場を含めた河川平均P	鶴見川の河口の海希釈N	鶴見川の河口での海希釈P	富岡、平潟沖の海を考慮N	富岡、平潟沖の海を考慮P	水希釈と海を考慮した希釈の合算N	水希釈と海を考慮した希釈の合算P	鶴見川河口採水地点N	鶴見川河口採水地点P
15	10.0	0.82	1.19	0.097	0.68	0.058	1.9	0.16	2.9	0.19
16	10.0	0.84	1.13	0.095	0.67	0.058	1.8	0.15	2.5	0.2
17	9.8	0.74	1.16	0.087	0.67	0.057	1.8	0.14	2.1	0.16
18	9.5	0.69	1.26	0.091	0.69	0.058	1.9	0.15	2.6	0.19
19	10.1	0.82	0.99	0.081	0.65	0.056	1.6	0.14	2.91	0.222
20	9.2	0.71	0.97	0.075	0.65	0.055	1.6	0.13	2.22	0.149
21	8.9	0.71	0.94	0.075	0.65	0.055	1.6	0.13	2.34	0.173
22	10.6	0.96	1.06	0.096	0.66	0.057	1.7	0.15	1.99	0.147
23	11.3	0.87	1.49	0.115	0.72	0.061	2.2	0.18	1.8	0.12
24	8.1	0.77	0.88	0.083	0.64	0.056	1.5	0.14	2	0.15
25	8.3	0.72	0.89	0.077	0.64	0.056	1.5	0.13	1.7	0.12
26	8.2	0.67	0.85	0.070	0.64	0.055	1.5	0.12	1.6	0.14
27	8.2	0.69	0.77	0.065	0.63	0.054	1.4	0.12	1.8	0.14
28	8.3	0.60	0.92	0.066	0.65	0.055	1.6	0.12	1.5	0.12
29	8.2	0.61	0.90	0.067	0.64	0.055	1.5	0.12	1.6	0.14
30	8.1	0.65	0.91	0.073	0.65	0.055	1.6	0.13	1.4	0.12



表一2 各内湾等の閉鎖度

閉鎖度	
横浜港内	2.7
東京湾	1.8
伊勢湾	1.1
瀬戸内海	1.1
浜名湖	1.15
有明海	6.5
函館湾	0.96

そこで、溜まったヘドロからの溶出の影響をみるため、窒素とりんの比を図-5に示した。この結果、図示した採水箇所では比率が低くなり、特に本牧沖・磯子沖の変化が大きかった。これは、前回発表した様に堆積すると主にりんの溶出がある為と考えられる。鶴見川河口は比率があまり低くない。これは、鶴見川では下水処理場が市内で4か所、他都市で3か所あり、処理場排水量が多く、窒素割合が高いからと考えられる。

また、図-4より、浚渫が比較的多い為とも考えられる。そして、横浜港内は流速が小さく入れ替えが少ない事が考えられる。しかし、両採水地点では堆積が減った為、溶出は少なくなるが、比率は下がり傾向なので、影響はまだあると思われる。

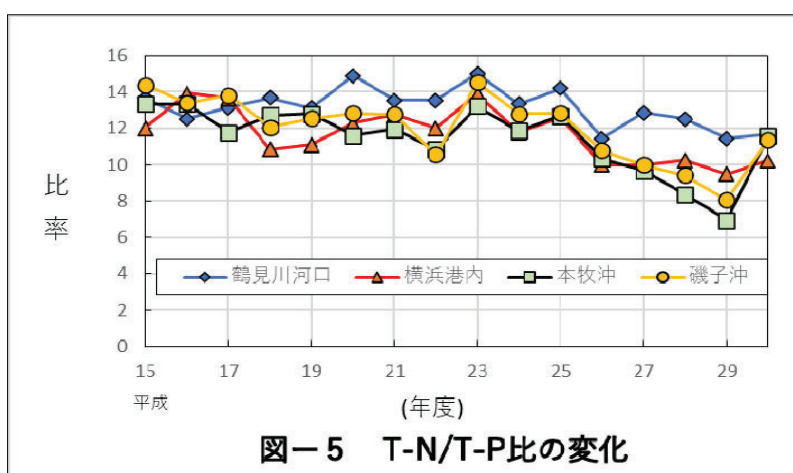
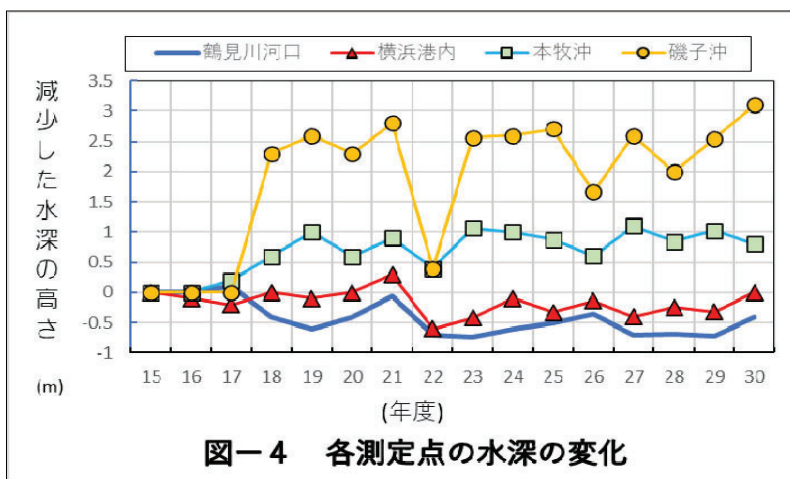
3. 考察

まとめると、赤潮発生の原因として、鶴見川河口では下水処理場からの負荷と入れ替えと堆積、横浜港内では流速が遅く入れ替えが少ない事と、大岡川、帷子川からの堆積の影響もあると思われる。前回では、ヘドロからの溶出の場合として、りん 0.48(mg/l)～0.96(mg/l) (溶存酸素低濃度時)³⁾とした。これは、りんの場合、堆積上1mまでとした時の1cm ずつの全ての平均は、0.24(mg/l)であるが、水温等による溶出効果も考慮して計算した濃度である。今回の場合もこの溶出濃度が影響していると考えられる。前回から低溶存酸素状態では、窒素 1.0～2.0(mg/l)・りん 0.48～0.96(mg/l)の溶出推定結果が得られているので、ヘドロからのりん・窒素等の溶出は、場所や状況によっては影響が大きいと考えられる。

最後に、赤潮の自然発生の一因子である水温の影響等を見る為、横浜港内に流入する大岡川の赤潮発生状況を図-6に示した。判定を行った時間は1週間に一度、10～12時頃とした。判定は、上記の環境科学研究所の文献^{1) 2)}を参考に、写真の発色を5段階に分け一か月の平均で表した。この結果、平成31(令和元)年では、6月に高い値となった。令和2年の5月は測定していない。

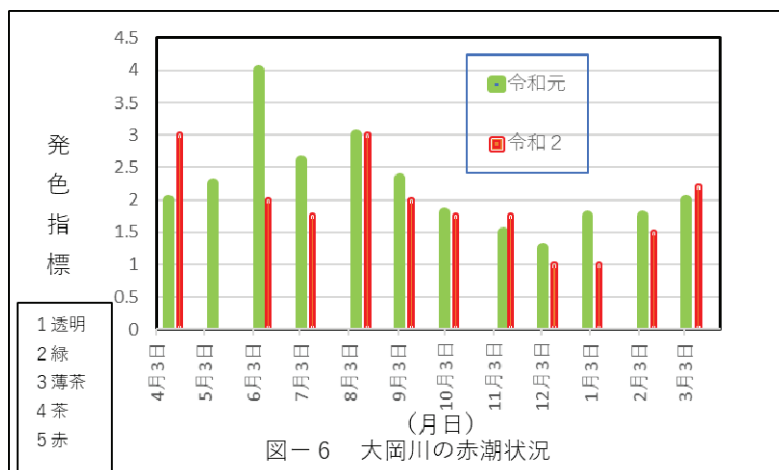
表-3 各測定点の水深の変化(m)

年度	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
鶴見川河口先	7.1	7.1	7	7.5	7.7	7.5	7.16	7.8	7.8	7.7	7.6	7.5	7.8	7.8	7.8	7.5
横浜港内	11	11.1	11.2	11	11.1	11	10.7	11.6	11.4	11.1	11.3	11.1	11.4	11.2	11.3	11
磯子沖	14.8	14.8	14.8	12.5	12.2	12.5	12	14.4	12.2	12.2	12.1	13.1	12.2	12.8	12.3	11.7
平潟湾内	3.4	3.2	3.1	3.1	3.2	3.1	2.96	2.75	3.2	3.2	3.1	3.1	3.2	3.1	3.0	2.8
本牧沖	27.2	27.2	27	26.6	26.2	26.6	26.3	26.8	26.1	26.2	26.3	26.6	26.1	26.4	26.2	26.4
富岡沖	15.2	15.3	15.1	13.9	13.9	13.9	14.3	15.5	14.0	13.9	14.0	14.5	14.1	14.8	13.8	13.4
平潟湾沖	20	20.4	20	19.9	19.4	19.9	19.5	19.4	19.4	19.4	19.4	19.5	19.4	19.2	19.6	18.9



また、令和2年の6、7月が低かったのは、前述の赤潮発生回数の多い年の後の数年間では、発生回数の多い時に堆積汚泥からの溶出塩量が多く放出するため、溶出量が少なくなるからと考えられる。これらから横浜港の赤潮発生の対策として、下水処理場排水のより高度な処理水放流の推進と適切な浚渫を行う必要があると考えられる。また、対処としては、横浜港内湾に監視所を設置し、赤潮の発生を予測して対策をする方法や現行の監視所の強化等が重要と考えられる。

横浜市も運営するのは人であり、考え方により方向性も変わるが、後に補修が可能である。しかし、生物は一度絶滅すると復活しない為、人類は生物の生命を守る大事な位置にある。したがって、生物の存続を遵守する事も、われわれの重要な使命であると思われる。



4. まとめ

- ①気象衛星によるクロロフィル濃度の測定から横浜港内湾等での赤潮発生状況を示した。
- ②栄養塩の発生原因として下水処理水からの場合の推定値を示した。
- ③横浜港内に流入する大岡川での赤潮発生状況を示した。

参考文献

- 1) 横浜市における赤潮調査について 横浜市環境科学研究所 堀麻衣子他 2018
- 2) 横浜市沿岸域の赤潮発生状況 横浜市環境科学研究所報 第42号 市川竜也他 2018
- 3) 横浜市に於ける赤潮発生について 第57回下水道研究発表会講演集 米本 豊 2020
- 4) 横浜の自然環境
日本の閉鎖性海域 (88 海域) 環境ガイドブック環境省