

横浜港の赤潮対策について

米本 豊

1. はじめに

閉鎖性水域である東京湾は、栄養塩の入れ替えが十分ではない。東京湾内の横浜港では、尚、入れ替えが悪くその影響を受け、赤潮の発生の原因の一つとなっている。栄養塩である N・P などの除去は、高度処理を行っている下水処理場の割合が高くなっているため良化している。しかし、富栄養化の観点から見ると、栄養塩の負荷としては、平成 26 年頃から低下が見られていないので十分な低下ではないように思われる。一般に栄養塩が多いとその他の条件にもより爆発的に赤潮生物が増殖し赤潮の発生となる。図-1 に最近までの赤潮発生回数を示した。図中、横浜港推定値とは、クロロフィル 50($\mu\text{g/l}$)以上の時を赤潮発生とした場合である。この結果、東京湾（参考 東京湾水質調査報告書—東京湾自治体環境保全会議）としては低下傾向であるが、横浜港では、最近、多い状態であり低下が見られていない状況である。

今回、赤潮の状況を把握し、その対策の一手段として今まで発表した赤潮発生予測式をまとめ、温度の測定だけによる方法を再考案した。また、赤潮発生の一因である堆積が横浜港の幾つかの水質測定地点で見られたので考察した。そして、りんの処理に於ける低減の方法の一つである有機酸の添加方法についての考察も行ったので報告する。

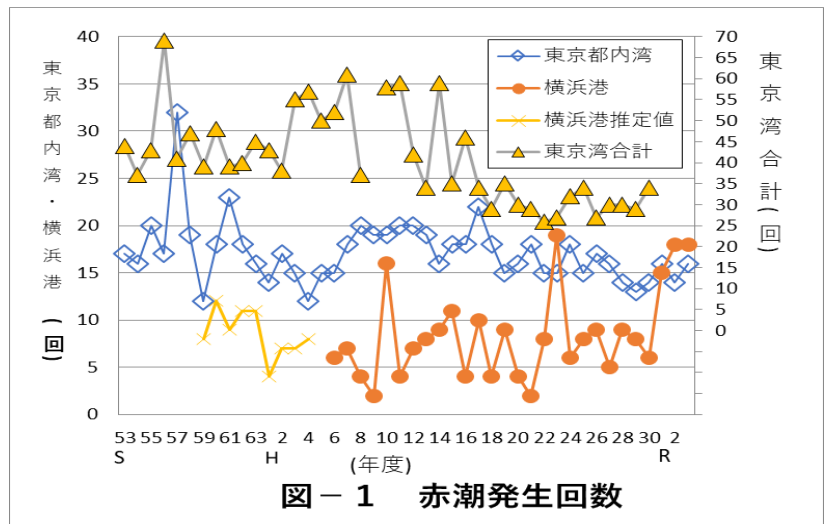


図-1 赤潮発生回数

2. 赤潮発生の概要と状況

赤潮発生予測式を求めるにあたり、データとして、気象衛星ひまわり 8 号により観測した JAXA の海面水温とクロロフィル α 濃度、そして、神奈川県水質調査年表、神奈川県公共用水域及び地下水の水質測定結果等を使用した。

衛星で観測した 10 時の海面水温(式の作成では、表層水温を使用)と相関があった項目のそれぞれの関係より赤潮発生のしやすさを求めた前式¹⁾ (60 回下水道研究発表会発表) と 10:00 のクロロフィル α 濃度

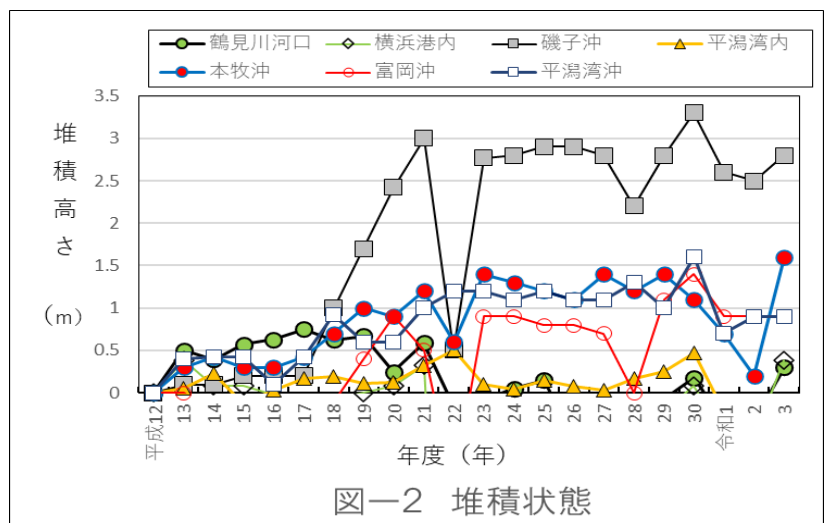
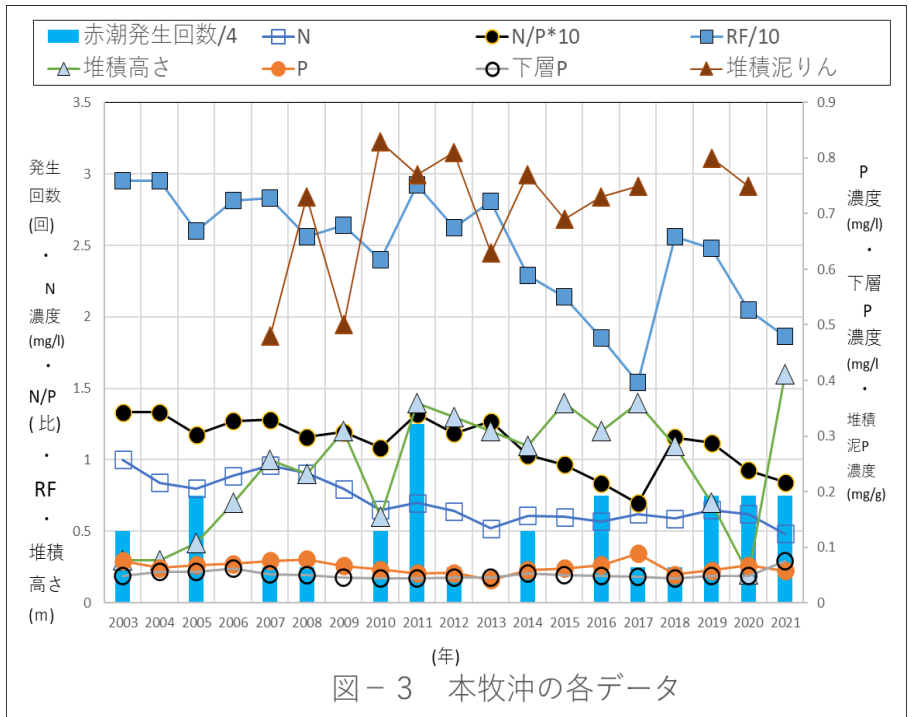


図-2 堆積状態

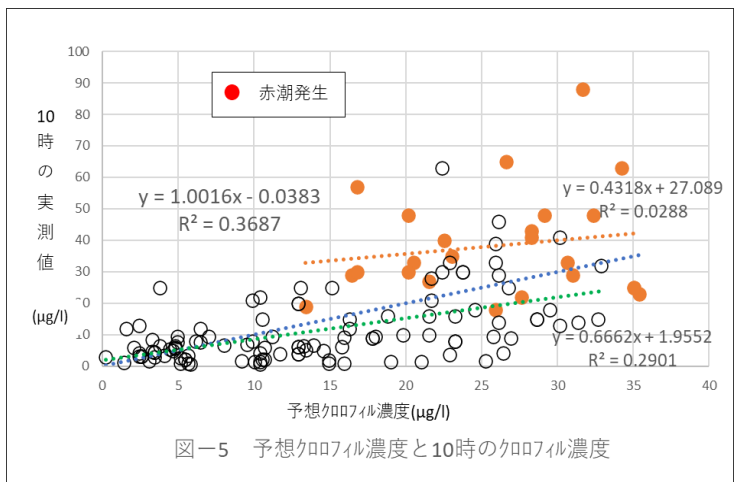
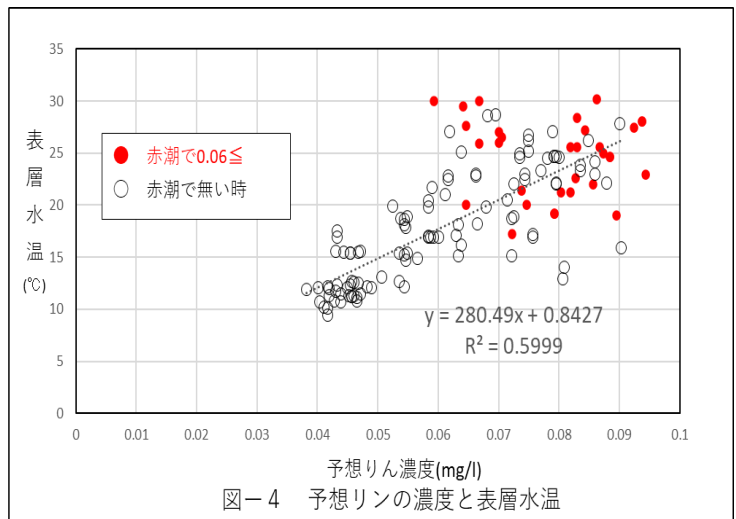
から 15:00 のクロロフィル α 濃度を予想する前々回²⁾ (第 59 回下水道研究発表会発表)の式を統合させて新しく赤潮発生の予測式を作成した。前々回の式で使用したクロロフィル α 濃度は、表層水温から求めた。また、りん濃度による補正が必要であったので、りんの濃度は、表層水温から相関式で求め使用した。したがって、水温からだけによる赤潮の発生のしやすさを求める方法として考案しし赤潮発生の予測式を求めた。

横浜港内湾の範囲としては、南本牧ふ頭から川崎市の境とした。

気象衛星等による測定では、天気等で限りがあるため、定期的に測定を行うには、測定ブイによる測定が考えられる。りんの測定やクロロフィルα濃度の測定も測定器を組み込めば可能であり、以前、横浜市の環境管理課でも使用していたが、船舶の衝突により壊された。図一1の結果で、横浜港の赤潮発生上昇の原因を調べるため、赤潮発生のしやすさの影響の一つである堆積について、水質測定地点7地点の堆積状態を図一2に示した。この結果、磯子沖、本牧沖、平潟湾沖、富岡沖が堆積傾向であり、この中で、本牧沖の各種データを



図一3（神奈川県水質調査年表・公共用水域及び地下水の水質測定結果・東京湾の底質調査結果より）に示した。これより、窒素は、低下傾向、りんは横這い状態であるが、堆積泥のりん濃度は上昇傾向であった。図中には示していないが、堆積泥の粒度分布は、泥質がやや減少傾向である。砂等だけの堆積では、汚泥中のりん濃度が増加しないため、何等かの要因がある。一般的に明らかな関係は見られなかったが、その中で堆積汚泥りん濃度と赤潮発生回数にやや関係が見受けられた。堆積は、平成17年頃から増えているが、平成22年頃からそれほど増えていない。流れにより、堆積上部が入れ替わっていて、浚渫と同じ表面から、りんが溶出する現象となっている可能性があると思われる。赤潮発生のレドフィールド比は、藻類により適正值があるので、赤潮発生の状況には、これらが関係していると考えられる。堆積物は、湾内から出たものか、近隣の砂ないし砂礫³⁾や河川等から排出されたものか分からない。横浜港内湾ではそれほど堆積が無いが、赤潮発生が多いのは、栄養塩の入れ替えが少ない為と考えられる。



3. 赤潮発生のしやすさの判定について

赤潮発生の予測は、今までに考案した式を統合させて作成した式とした。りん濃度の予測と補正を加えた式とした。そして、前回¹⁾で考案した加算方式とした。図一4に表層水温と予想りん濃度の分布を示した。

りん濃度 0.06(mg/l)以上で赤潮発生が多くなるので、0.06(mg/l)以上で補正を加えた。これらで作成した式より予想した赤潮発生のクロフィルα濃度と10時のクロフィルα濃度の関係を図-5に示した。赤潮発生は、図の上方の方で発生が見られている。図中では、赤潮発生時のみと除いた時と全体的場合を示した。全体としては、 $R^2 = 0.3687$ であった。また、前回の赤潮発生のしやすさの結果と今回考案した結果の比較を表-1に示した。若干ではあるが、前式の結果より良好した結果となった。

4. 考察

りんの除去を高くする一つの方法として、PHA⁴⁾を生成させる有機酸を添加する方法が考えられる。最初沈殿池汚泥を反応タンクに投入する方法があるが、ここでは、他の方法として、堆積させ腐敗させた汚泥の上澄みを添加する方法を、過去のビーカー実験の結果を元に考察した。

文献⁵⁾で濃縮汚泥を一週間腐らせた場合に有機酸濃度が約3000(mg/l)ほどとなる机上実験結果が得られている。この場合、濃縮汚泥の濃度・性状・成分内容により有機酸の発生濃度は異なってくる。実際に最初沈殿池に堆積させた場合の結果では、嫌気状態が不十分となるため、ビーカー実験の1/6程度の有機酸濃度であった。有機酸の主要成分としては、酢酸であった。図-6⁶⁾より、有機酸の中で酢酸の濃度が25(mg/l)あれば、十分な濃度と考えられるので、有機酸濃度が約500(mg/l)の場合1/20の量の添加で良いことになる。したがって、水量100,000m³で5000m³の添加量となる。7日間腐らせて蓄積量5000m³で、有機酸濃度が約500(mg/l)の場合、りん除去したいピーク時の3時間に1/20の量の添加をすると約8日間程度添加できることになる。堆積容量や場所の設定により、これらの状況は異なってくるが、最初沈殿池での場合では、硫化水素の対策や堆積汚泥の引き抜き濃度の高いポンプ等の設置が必要になってくる。ポンプについては、高濃度でも可能な上部から吸引する方法も考えられ、攪拌も水中ポンプ等が考えられる。

高度処理以上の良化は、膨大な費用が掛かる。しかし、幾ら掛けようとも現在では下等な生物でも死んだら生き返らず事が出来ない事を見据えて、高等動物であるからこそ出来る事を行う必要があると思う。そして、現在、環境管理部門等が主に対策している環境問題も含め、日本が直面している諸問題の幾つかは世界的な問題でもあるので、連携して取り組む必要もあると思う。

参考文献

- 1) 横浜港に於ける赤潮発生の予測 米本 豊 第60回下水道研究発表会講演集 2023 p442-444
- 2) 横浜港の赤潮発生予測について 米本 豊 第59回下水道研究発表会講演集 2022 p385-387
- 3) 横浜市中心部の地形と地質:大岡川低地と帷子川低地を中心に 松原 彰子 慶応技術大学日吉紀要.社会学.No27.2016
- 4) 活性汚泥一時貯蔵物質 PHA の実態調査および活性汚泥処理における挙動について 坂本 俊彦 工藤 優子 第52回下水道研究発表会講演集 2015 p872-874
- 5) 硝化抑制物質の検索 米本 豊 広澤 昭一 第41回下水道研究発表会講演集 2004, p1020-1022
- 6) 有機酸による細胞内蓄積有機物について 米本 豊 福田 好史 他 第45回下水道研究発表会講演集 2008 p938-940

問い合わせ 045-892-3204

表-1 各データのまとめ

赤潮発生予想判定値	抽出した実赤潮回数	赤潮判定回数	実発生回数(32回)との比較	判定回数中の割合
80以上	20	38	0.62	0.53
70以上	23	53	0.72	0.43
60以上	26	58	0.81	0.45
50以上	28	61	0.88	0.46
今回117以上	28	51	0.88	0.55

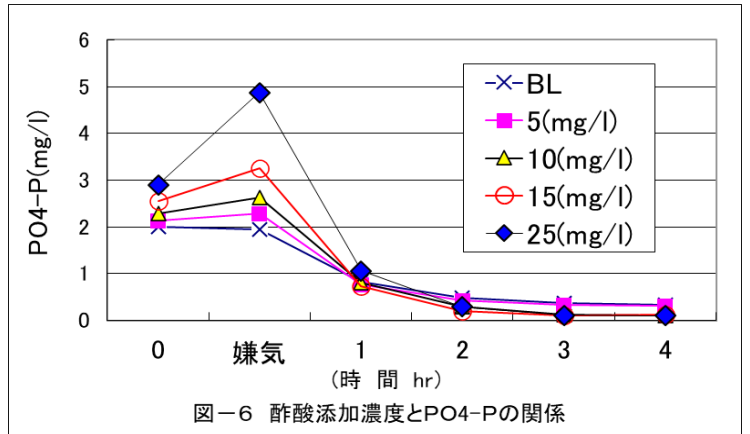


図-6 酢酸添加濃度とPO4-Pの関係