連載企画（環境問題と表面科学 ④）

東京湾のモニタリング

飯 村 晃

千葉県環境研究センター 水質環境研究室 室長
〒261-0005 千葉県千葉市美浜区稲毛海岸 3 丁目 5-1

(2015 年 1 月 15 日受理)

Monitoring of the Tokyo Bay

Akira IIMURA

Environmental Water Laboratory, Chiba Prefectural
Environmental Research Center, 3-5-1 Inagekaigan,
Mihama-ku, Chiba 261-0005

(Received January 15, 2015)

1. 背 景

「東京湾」は三浦半島南東端の釧崎（神奈川県三浦市）と房総半島南西部の洲崎（千葉県館山市）を結ぶ線から北の海域のことをさす（Fig. 1）。観音崎と富津岬を結んだ線より内側を内湾，外側を外湾と呼び内湾を狭義の東京湾とすることもある。東京湾の流域には 2800 万人の人が住んでおり，日本全体の人口の 5 分の 1 に当たる。つまり，東京湾には日本中の汚れの 5 分の 1 が流れ込んでいるということになる。

2. 東京湾の水質—現状と課題—

東京湾の水質改善のために多くの努力が重ねられてきた。下水道を普及させ，工場については総量規制や，富栄養化対策として窒素・りんを規制するようになった。この結果，Fig. 2¹⁾に示すように，工場や家庭で発生する汚れの量は着実に減らすことができた。

東京湾内湾中央部（Fig. 1 中の St8）の水質について，海域の汚れを表す指標として一般的に用いられている COD（化学的酸素要求量：水中の有機物が多いほど高くなる）の推移を見てみると，1980 年頃と較べてわずかに下がってはいるものの，流域で発生する汚濁負荷の減少に見合ったほどの低下は見られていない（Fig. 3）。このことは，海の汚れには流域から流入する有機物だけでなく海の中で生成する有機物，すなわち植物プランクトンの増殖が重要な役割を担っていることを物語ってい

Fig. 1. (color online). Tokyo Bay (Area and a Research Point in this Report (St8)).

Fig. 2. (color online). Changes in Pollution load into Tokyo Bay.

Fig. 3. (color online). Changes in COD on St8 in Tokyo Bay.

る。東京湾の COD を低下させるためにはプランクトン発生を抑制することが必要で，そのためには植物プランクトンの肥料となる窒素，りんなどの栄養塩類を減らしていかなければならない。

家庭や工場，下水処理場からの排水が流入し，海水中の窒素やりんなどの栄養塩類が増加（富栄養化）すると赤潮が発生しやすくなる。富栄養化によって大量に発生した植物プランクトンは底層に沈んで分解される。このときに酸素を消費し，底層水中の酸素がなくなっていく。夏季には表層の海水が温められ，上層に水温が高く

Fig. 4. (color online). Water Quality Vertical Profile of St8 in Tokyo Bay Before and After Blue-Tide.

Temp : Temperature, Sal : Salinity, DO : Dissolved Oxygen, ORP : Oxidation-Reduction Potential.

塩分の低い水が、下層には水温が低く塩分が高い水がたまると。上下層の密度差が大きくなり、上下の水が混合しにくくなるため、下層には酸素のなくなった水が蓄積してくる（貧酸素水塊）。そのような状況のときに北東の風が吹くと、北東から南西に広がっている東京湾の形状から、表層の水が沖に流されて、底層にあった貧酸素水塊が沿岸部にせり上がってくる（湧昇）。こうなると沿岸近くに棲む魚類やアサリなどの貝類は生存が脅かされることになる。また、このとき底層海水中で硫酸イオンが還元されて生じていた硫化物、多硫化物イオンなどが酸化されて単体のイオウを生じ、そのイオウの微粒子が海面近くに分散するため海水が青白く見えることがある。この現象を青潮と呼び、東京湾の水環境において最大の課題となっている。

3. 青潮に挑む—深度別水質モニタリング—

青潮の発生を予測するには、東京湾内の下層水の状態をモニターしておく必要がある。千葉県では水質調査船「きよすみ」により東京湾の調査を行っている。船から水質測定装置を海中に降ろし、深度別の水質を測定する。圧力センサーで水深を測り、同時に水温、pH、塩分、電気伝導度、溶存酸素濃度（DO）、濁度、クロロフィル、酸化還元電位（ORP）、光量子を測定して鉛直方向の水質プロファイルを描くことができる。

千葉県沿岸で大規模な青潮が発生した2012年9月～10月²⁾の、沿岸部の青潮発生前後のSt8 (Fig.1 参照)における鉛直プロファイルの変化をFig.4に示した。ちなみにSt8では青潮は観測されていない。湾奥沿岸部で青潮が観測される9月23日の5日前、9月18日にはDOがほぼゼロ、ORPがマイナスの水塊が水深12 m以下に蓄積していることがわかる。青潮が発生し継続中の

9月25日にはSt8においてはORPがマイナスの水塊の層が薄くなり、海底近くにだけ見られている。沿岸部に移動し青潮をもたらしていたと思われる。そして青潮が解消（10月1日）した後の10月3日には低酸素、低ORPの水塊は完全に消滅していた。DOやORP以外の項目も底層近くまで変化が少なく、海水の鉛直混合が起こっていることがわかる。

4. 展 望

東京湾では徐々にではあるが水質の改善が進み、赤潮の発生も減ってきているが、下層の貧酸素水塊が解消するには至っていない。また、水質は改善したもの、これまで東京湾では見られなかった有害、有毒なプランクトンの出現など、新たな懸念も出てきている。今後も水質だけでなく気象、生物などを含めた幅広い視点からのモニタリングが重要になってくる。

水質のモニタリングに限っても、水質測定器のセンサーは電極表面の反応を利用したものが多く、表面科学の成果が活かされている。これまでの東京湾のモニタリングは表面科学の進歩なくしては成り立たなかったといえよう。さらに今後、より緻密なモニタリングを進めるためにも、また、新たな課題として浮上してきた有害プランクトンの研究においても、藻類の培養技術への応用などを通じて、表面科学の発展に期待するものである。

文 献

- 1) 東京湾再生会議: http://www1.kaiho.mlit.go.jp/KANKYO/TB_Renaissance/index.html
- 2) 飯村 晃, 横山智子, 小林広茂: 千葉県環境研究センター年報 12, (2012). <http://www.pref.chiba.lg.jp/wit/suishitsu/report/documents/ar2012suishitsu006.pdf>