

東京湾への淡水・栄養塩・有機物供給量の経年変化

東京理科大学 二瓶 泰雄

1. はじめに

富栄養化問題を抱える東京湾の水質改善対策として、下水道整備や水質総量規制を始めとする様々な陸域環境負荷対策が行われている。原単位法による解析結果によると、上記の対策効果を反映して、流入負荷は年々減少していると報告されている。しかしながら、東京湾の水質環境は近年明確には改善されておらず、水質濃度は横ばい傾向となっている。さらに、未だに赤潮や青潮が頻発しており、下層水の貧酸素化は拡大しつつある。上述した「湾への流入負荷量は減少している」という結果をもたらした原単位法には、高負荷となる出水時の影響が正確に考慮されておらず、また負荷量の季節変化が取り扱えない、などという問題点があり、原単位法による流入負荷評価結果には疑問が残る。本研究では、主要河川における出水時流入負荷データを用いて、東京湾流域全体からの流入負荷の経年変化を把握する。

2. 東京湾への流入状況

東京湾の流域面積は約 7,000km² である。湾奥部及び西部には、大河川である江戸川、荒川、中川、隅田川、多摩川、鶴見川が流入する。これらの主要流入河川における流域面積の総和は、流域全体の約 8 割に相当する。公共用水域水質測定が行われているのは、上記の主要 6 河川を含む 26 河川である。図 1 には、これら 26 河川における河口部（公共用水域水質測定点の最下流部）を丸印で示す。後述する流入負荷量算定には、公共用水域データが存在する河口の負荷量を各河川の結果とする。下水処理場としては、流域内の処理場のうち東京湾に直接放流するものが 28 箇所存在する。その位置は、図 1 中の△印で示す。下水道整備率は流域全体で 86% に達し、全国平均（70%）を上回る。

東京湾への流入源としては、河川や下水処理場に加えて、事業場や降水、地下水が考えられる。このうち地下水を経由する淡水供給量や負荷量の実測データは皆無であるため、地下水についてはここでは取り扱わない。そのため、以下では、流入源として、河川・下水処理場・事業場・降水を取り扱う。

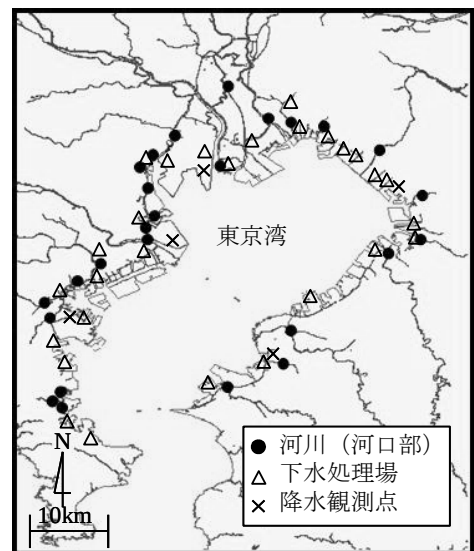


図 1 東京湾流入河川河口部と下水処理場、降水観測点位置

3. 結果と考察

（1）淡水供給量の特徴

流域から湾への淡水供給量を把握するために、河川、下水処理場、事業場、降水の淡水供給量とその総和の経年変化を図 2 に示す。ここでは、1990～2007 年における年平均値を対象としている。また、図中には、流域平均の年降水量も合わせて表示している。淡水供給量の合計値は 401～637m³/s となっており、概ね雨量の増減と対応して変動している。淡水供給量の内訳としては、河川は 287～499m³/s、下水処理場は 46～56m³/s、事業場は 31m³/s、降水は 33～61m³/s となっている。上記の期間全体における平均値をそれぞれ算出し、総和に対する各淡水供給量の割合を算出した結果、河川では 75.5%、下水処理場では 10.5%、事業場では 6.4%、降水では 9.2% となっている。このように、河川からの淡水供給量が約 75% となり大部分を占めているが、一方で河川以外からの淡水供給も有意である。

（2）ソース別流入負荷量の経年変化（T-P を例に）

次に、東京湾への流入負荷量の長期変動傾向をソース別に調

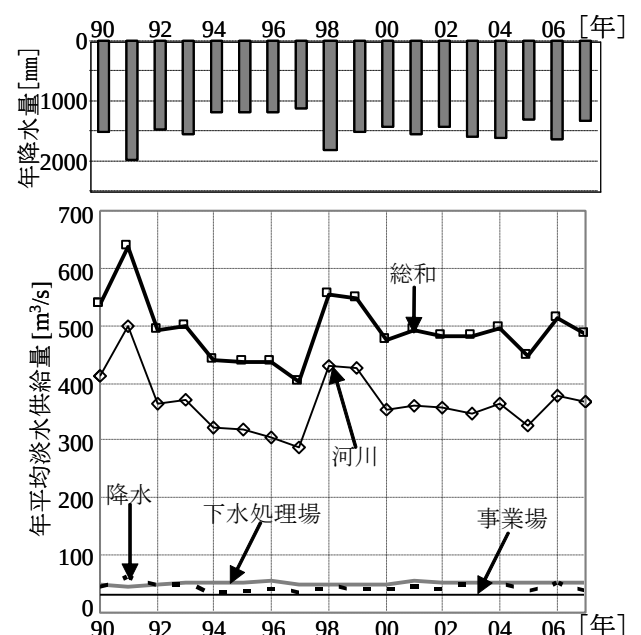


図 2 東京湾流域からの淡水供給量の経年変化

べるために、一例として、1990年から2006年におけるT-P負荷量の経年変化を図3に示す。ここでは、季節別の経年変化特性を見るために、年間平均値と夏期平均（7～9月）の結果を対象とする。年間平均値に着目すると、事業場は6.6～7.7t/day、下水処理場は5.9～7.2t/day、河川（低水時）は4.8～8.0t/day、河川（出水時）は1.5～6.7t/dayである。このように事業場と下水処理場経由の負荷は大きく、負荷量全体に対する寄与率の期間平均値は、事業場では31%、下水処理場では29%となる。両者の寄与率を合わせると60%となり、事業場と下水処理場における流量の寄与率（=17%）を大幅に上回る。一方、河川の負荷量に関する平均寄与率は、低水時では27%、出水時では13%となる。このように低水時では、河川からの負荷よりも事業場や下水処理場からの負荷が大きくなっている。このようなT-P負荷量の年間平均値に関する経年変化特性は、多少の増減はあるものの、概ね漸減傾向となっている。

一方、夏期の負荷量に関しては、冬期や年間値と比べて河川（出水時）が顕著になっている。この結果、全体に対する河川の寄与率は低水時と出水時を合わせて49%に達する。さらに、特筆すべきこととしては、夏期のT-P負荷量に関する経年変化特性は、明確には減少しておらず、全体的には横ばい傾向であり、増加した期間（1998～2001年）すら見られる。このように、季節により、流入負荷の経年変化特性が異なることが確認された。このように、夏期のT-P負荷量の経年変化が減少せず横ばい傾向となる要因としては、出水時における河川経由の負荷量が卓越し、また、出水規模も対象期間内では大きな変化は見られない。そのため、河川（出水時）の負荷量がT-P負荷量の経年変化に大きな影響を与えている。また、低水時における河川経由の負荷に着目すると、夏期の負荷量は冬期ほど減少していない（図省略）。以上より、夏期におけるT-P負荷量が経年的に減少しない要因としては、河川経由の負荷量が出水時・低水時共に維持されたままであることが示唆された。

（3）原単位法の解析結果との比較

本研究で得られたT-P負荷量の算定結果（以下、本結果と呼ぶ）と、原単位法により得られた負荷解析結果（中央環境審議会、2005）を比較したものを図4に示す。この原単位法による解析結果は、水質総量規制を行う上で基礎資料として示されているものである。また、本結果に関しては、前節と同様に、年間平均値及び夏期、冬期の結果の5年間移動平均したものを表示している。原単位法の解析結果が5年毎に示されているため、本結果もそれに合わせて5年間の移動平均操作を行ったものを採用している。これを見ると、年間平均値については漸減傾向となっており、また、本結果の方が原単位法の解析結果よりも大きい。

本結果における冬期と夏期の流入負荷量に着目すると、夏期における本結果は原単位法の解析結果を上回り、冬期は逆の傾向となっている。また、冬期の負荷量は、経年的に減少しているが、夏期の負荷量は2000年付近に極大値を取るなど単調には減少していない。このように、夏期と冬期では、流入負荷量そのものやその経年変化特性が大きく異なることがT-Pのみならず、図示していないT-N、CODにおいても確認された。特に、夏期の流入負荷量は、冬期の負荷量や原単位法の解析結果を大幅に上回り、かつ、経年的に減少している様子は見られない。

以上より、一般に夏期に発生する赤潮や青潮の発生頻度が経年的に減少しない要因の一つとして、陸域からの流入負荷の削減効果が夏期には現れていないためであると推測される。

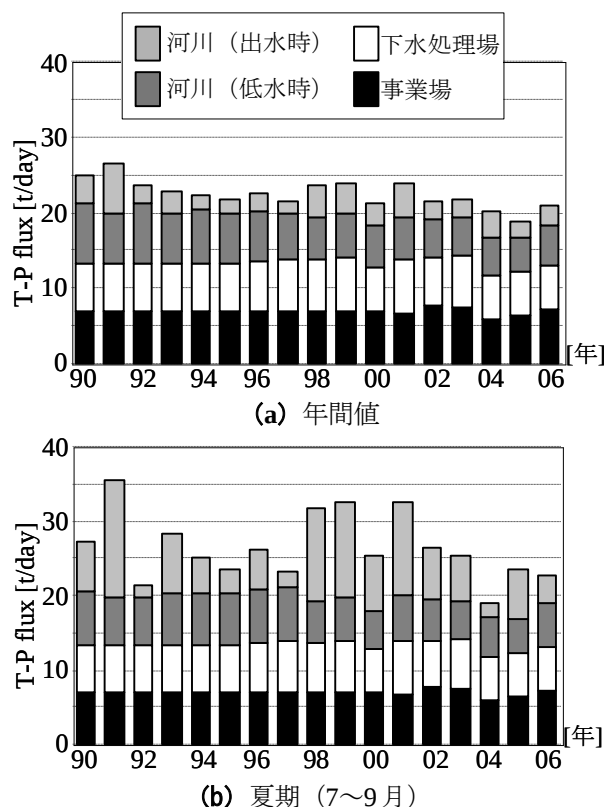


図3 流域からのT-P負荷量の経年変化

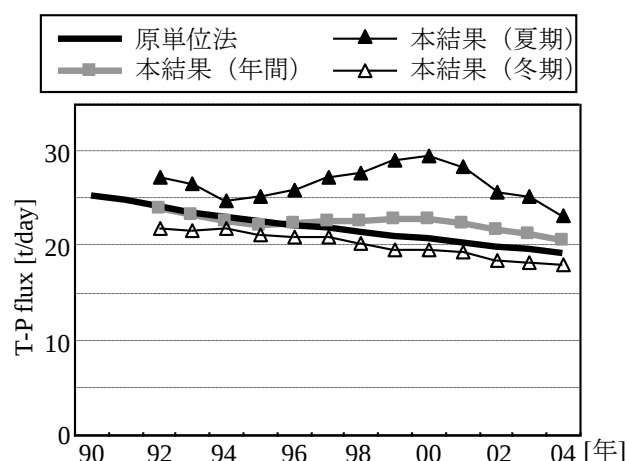


図4 T-P負荷量に関する本結果と原単位法の解析結果の比較（本結果には5年移動平均操作を施している）