

相模湖における窒素・リン流入負荷量の実態

○田所正晴（神奈川県環境科学センター）

相模湖は、県民の貴重な水源であるが、窒素が約 1.5mg/L、リンが 0.1mg/L 近くあり、水源湖沼としては強度の富栄養化状態にある。相模湖への窒素・リンの流入負荷量は、上流県での発生が多くを占めるといわれているが、富栄養化の原因として、最近では大気由来の窒素や地質由来のリンなども指摘されている。そこで、相模湖上流域における窒素・リンの負荷量の実態を調査し、汚濁負荷要因について知見を得た。

1 はじめに

相模川は、山梨県の山中湖を源流とし、相模湖・津久井湖のダム湖を経て相模湾に注ぐ。その相模湖は、神奈川県民の貴重な水源であるが、上流から流入する河川水の栄養塩類濃度が高いため、年間平均濃度（上層）は、窒素（T-N）が 1.4 ~ 1.5mg/L、リン（T-P）が 0.085 ~ 0.11mg/L と高く、水道水源湖沼としては強度の富栄養化状態にある。特に、河川流域にもたらされる栄養塩類には、生活排水や農地への施肥など人為的活動によるもののほかに、最近では降雨など大気中からの降下物に含まれる窒素や地質由来のリンなども指摘されている。

このため、相模湖・津久井湖の栄養塩類が高濃度となる汚濁負荷要因を明らかにし、実効性のある水源保全対策を提案することが求められている。

2 目的

相模湖の栄養塩類が高濃度となる汚濁負荷要因を明らかにすることを目的に、2007 年度より相模川上流域における窒素・リンの汚濁負荷量について、実態調査を行ってきた。今回は、このうち相模湖上流域における陸域由来の窒素およびリンの流入負荷量の実態について報告する。

3 調査方法

相模湖上流域の窒素およびリンの汚濁負荷量を把握するため、2007 年～ 2009 年に平常時における本流と主な支流の上下流 42 地点（図 1）、源流域の湧水等を対象に、季節毎に水質・水量の調査を行った。調査項目は、pH、EC、窒素、リン、BOD、COD、無機イオン類などのほか、硝酸イオン中の窒素安定同

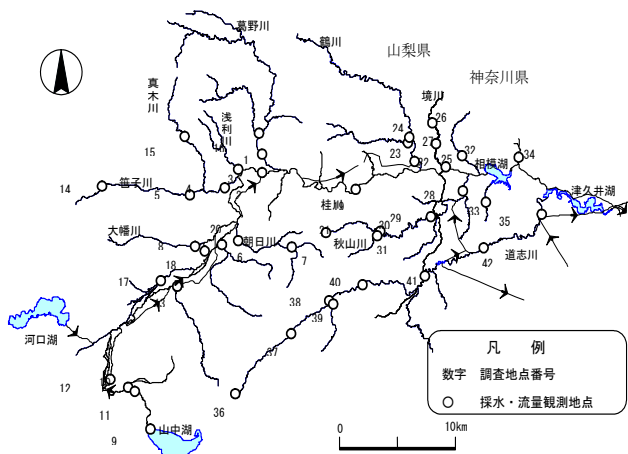


図 1 調査地点図

位体比 ($\delta^{15}\text{N}$) を分析した。

4 結果

4.1 相模川上流域の流れの現状

相模川は山中湖を源流とし、山間部を流下して相模湖へ流入する (図2)。この本流と並行して8カ所の発電所群が存在するが、明見取水口で取水され (最大取水量 $15.7\text{m}^3/\text{s}$)、鹿留発電所に送水されてから桂川橋手前の松留発電所で支流の鶴川へ一気に放水されるまではほとんど導水管で結ばれており、その水量は本流を大きく上回っている。明見取水口の手前には下水処理水 (平均水量 $0.24\text{m}^3/\text{s}$) が流入している。

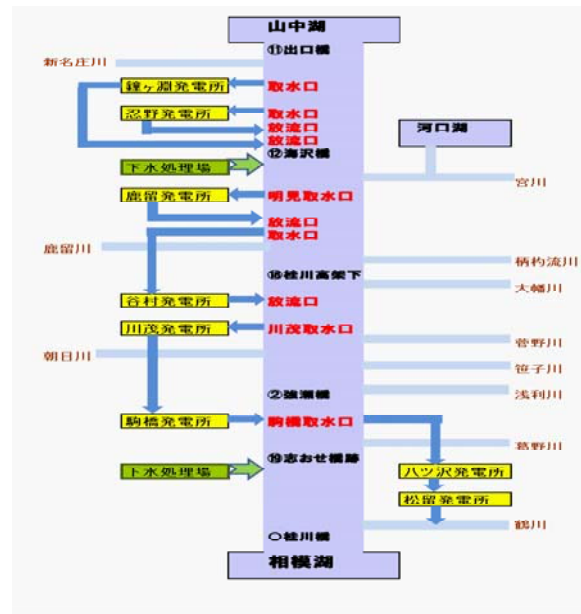


図2 相模川上流域の河川と発電所取水

4.2 相模川上流域の窒素・リン濃度

4.2.1 窒素濃度と窒素安定同位対比

T-N 濃度は、本流・支流のほとんどの地点で年間 2mg/L 以下で安定しており、多くが $1.0 \sim 1.5\text{mg/L}$ の範囲にあった。ただし、境川では $2.5 \sim 4\text{mg/L}$ と高く人為的な汚染が考えられた (図3)。

本流・支流の 20 地点における $\delta^{15}\text{N}$ は、 $-0.2 \sim 7.4 \text{‰}$ の範囲にあり、源流域では平均 6.3‰ と高かったが、流下するにつれ 3‰ 台に低下した。各支流においては、いずれも下流地点の方が大きく、流下する間に人為的汚染を受けていることが示された。笹子川や朝日川の上流地点はいずれも 1‰ 以下で陸水主体の清流であること、境川は $5.2 \sim 6.6 \text{‰}$ と高く、この地域の茶畑で多量に施肥されていることが推測された。

4.2.2 リン濃度

源流近くの忍野八海湧水や宮川は T-P が $0.15 \sim 0.2\text{mg/L}$ 程度と高く、そのほとんどが $\text{PO}_4\text{-P}$ であった。また、笹子川など多くの支流は T-P が 0.04mg/L 以下と低かった (表1)。このため、本

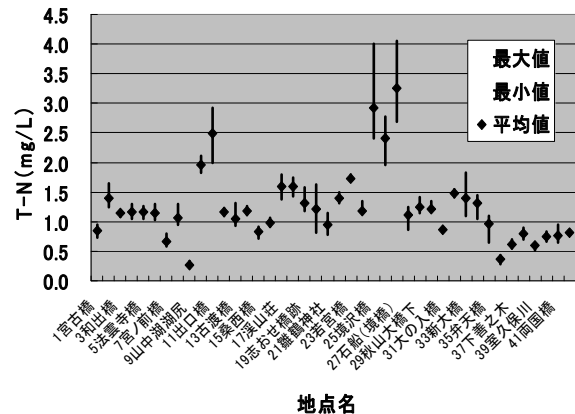


図3 各調査地点におけるT-N濃度 (2007秋季~2008年夏季)

表1 相模川上流域の支川別に見た窒素・リン分析結果例 (2007年秋季) [mg/L]

支川名	T-N	T-P
忍野八海	0.60 ~ 1.69	0.180 ~ 0.210
宮川	1.02 ~ 1.26	0.150 ~ 0.200
笹子川	0.77 ~ 1.19	0.003 ~ 0.013
秋山川	0.89 ~ 1.42	0.006 ~ 0.017
鶴川	1.13 ~ 1.70	0.029 ~ 0.037
境川	2.44 ~ 3.09	0.030 ~ 0.068

流のリン濃度は湧水や支流等が流入する影響により変動し、源流付近では濃度が上昇傾向にあったが、その後は減少傾向を示した。

4.3 相模川上流域の窒素・リン負荷量

4.3.1 窒素負荷量

上流域の本流と支流の調査地点における T-N 負荷量の一例を示した(図4)。本流の T-N 負荷量は、源流域から中流域の強瀬橋地点まで流下する間は概ね増加傾向にあるが、その直後に駒橋発電所放水と本流の取水が併せて導水管に入るため、一旦大きく減少する。

相模湖手前の桂川橋では、本流に鶴川と松留発電所の放水が合流するため負荷量も急増する。2008年夏季における桂川橋地点での窒素負荷量の内訳を推算した結果、松留発電所からの放水量は約 20m³/s で、合流後流量の約 70% を占めていた。合流後の総窒素負荷量は 3920kg-N/日で、このうち松留発電所からは本流の 5 倍以上となる 2960kg-N/日で全体の 75% を占めた(図5、6)。

4.3.2 リン負荷量

本流でリン負荷量が高い地点は、桂川高架下、強瀬橋であった。下流側の志おせ橋跡で負荷が低くなるのは、前述したように発電所の取水によるものと考えられた。支流で T-P の負荷量が高いのは、T-P 濃度の高い宮川や柄杓流川であった。

なお、窒素同様に桂川橋における発電所放水等合流後のリン負荷量を算出すると 297kg-P/日で、このうち松留発電所からは本流の 10 倍以上となる 262kg-P/日で全体の 88% を占めた。これは、発電所放水が取水後ほとんど河川の自浄作用を受けずに導水管の中を流れており、リン濃度が上流域近くの高濃度のまま変化せず放水されるためと考えられる(図7、8)。

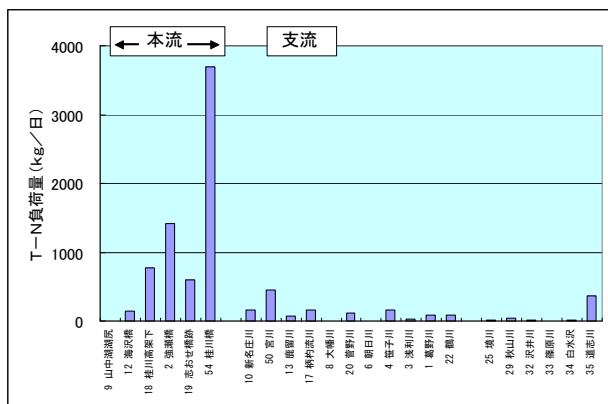


図4 相模川本流と支流の各調査地点における T-N 負荷量 (2007年冬季)

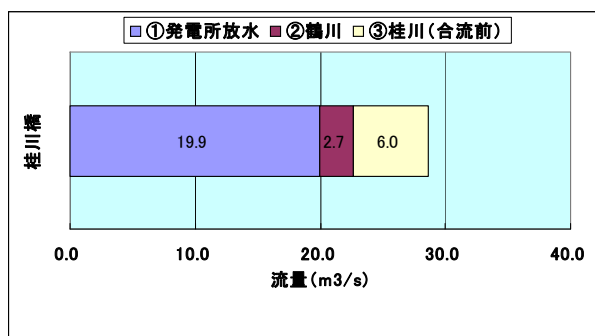


図5 桂川橋合流前の各地点の流量 (2008夏季)

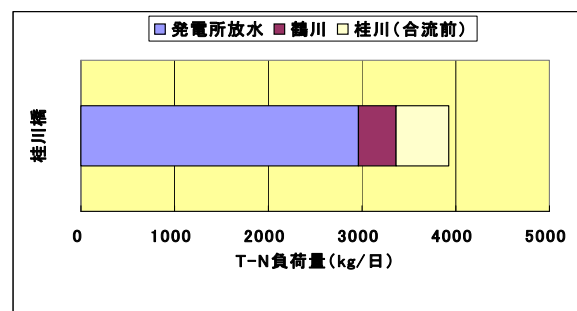


図6 桂川橋における T-N 負荷量の内訳例 (2008夏季)

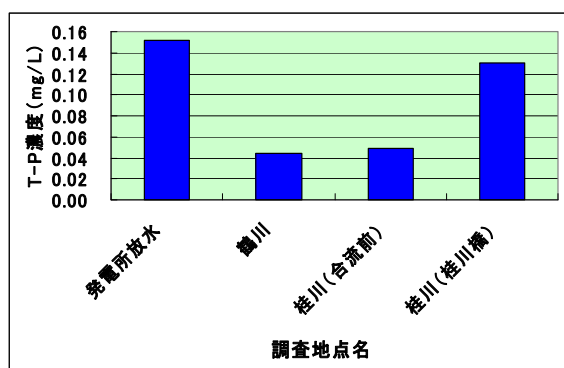


図7 桂川橋合流前の各地点のT-P濃度 (2008夏季)

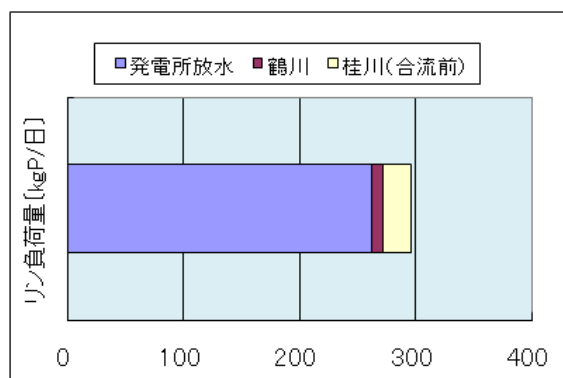


図8 桂川橋におけるリン負荷量の内訳例 (2008夏季)

4.4 下水・し尿処理場からの窒素・リン排出負荷量

相模川上流域には、2カ所の下水処理場（F、K）と3カ所のし尿処理場（FK、OT、UC）があり、処理水が放流されている。

明見取水口手前のF下水処理場（日平均放流水量：約2万 m³/日）から放流される窒素およびリンの負荷量は、同施設の年間データより日平均でそれぞれ約100kg-N/日、約10kg-P/日と推算された。同様にK下水処理場（日平均放流水量：約5千 m³/日）の場合は、それぞれ約60kg-N/日と約8kg-P/日と推算された（図9、10）。一方、し尿処理場の場合は、いずれも下水処理場に比較すると排水量が少なく（日平均約100～300m³/日）、しかも低希釈運転で脱窒処理や凝集処理を行っているため、窒素およびリンの排出負荷量はわずかであった。

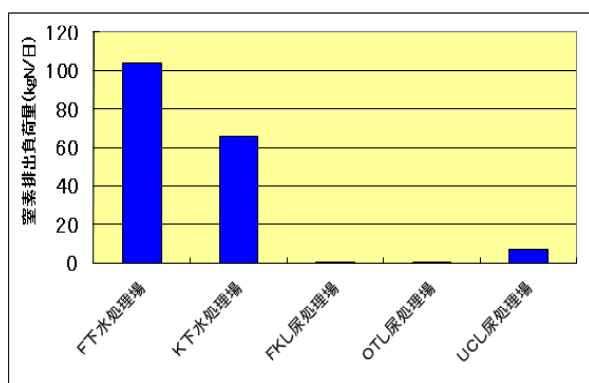


図9 相模湖上流域の下水処理場とし尿処理場の窒素排出負荷量 (H20/21)

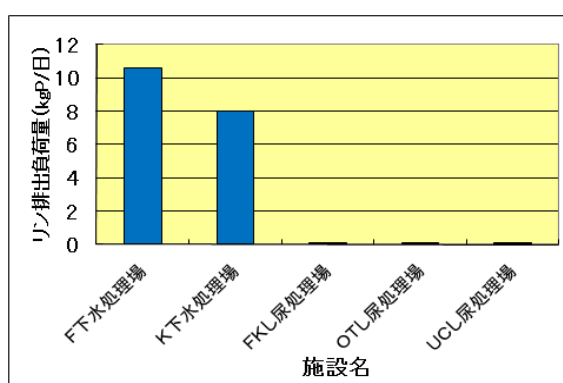


図10 相模湖上流域の下水処理場とし尿処理場のリン排出負荷量 (H20/21)

5 おわりに

相模湖の上流域における窒素・リンの負荷量調査により、各地点における負荷量をはじめ、発電所用水を含めた河川の流れの現状や下水処理場等の排出負荷量を把握した。今後は、これらの汚濁負荷量データを活用して水質保全対策の視点からさらに解析し、水道水源ダム湖の効果的な対策に資するための情報を提供していきたい。