多摩川の水質汚濁と窒素，リンの濃度(2) Water Pollution and Nitrogen, Phosphorus in the Tamagawa River (2)

猪口 眞美
(日本工学院専門学校環境工学科)

Masami INOKUCHI
(Department of Environmental Engineering, Nippon Engineering College)

4.2.7 全リン

全リンは羽村堰までは0.02mg/l程度の安定した状態を保っているが、永田橋で0.384mg/lと一時高くなり、その後比較的速やかに回復するものの多摩大橋より下流で流入する支流や排水のために日野橋で一気に濃度は0.602mg/lとピークに達する。その後自浄作用等のため多摩川原橋で0.448mg/lまで低下するものの多摩水道橋で再びもとのレベルに戻ってしまう。日野橋からガス橋までの区間は多摩川原橋を除き、0.6mg/l程度になっている(図16)。ガス橋より下流では海水の影響のため濃度はやや低下するというパターンである。

全リンも全窒素も永田橋と拝島橋、是政橋と多摩川原橋の間に濃度落差がみられる。これらの区間では自浄作用等の効果が現れている。そこで永田橋と拝島橋の全リンと全窒素の差および減少率を比較してみた。全リンは0.384mg/lから0.122mg/lへと65%減少しているのに対し、全窒素は4.54mg/lから3.13mg/lへ31%しか減少しておらず両者の差は大きい。一方、是政橋と多摩川原橋の区間では全リンが0.588mg/lから0.448mg/lへと24%の減少、全窒素は7.19mg/lから5.06mg/lへ29%減少しており両者の差はあまりない。永田橋と拝島橋の間の窒素の減少率はリンと同じくらいあってもよいように思え

るが途中で流入する平井川の全窒素が3.22mg/lと高いために結果的に減少率は低くなっていると推測された。

各調査地点毎の年度平均から、永田橋では1986年以降の急激な低下がよみとれる(図17)。

季節別変化(図18)をみると高いレベルは春期と冬期にあらわれ、秋期と夏期はともに低くなっている。この傾向はCODに類似している。全窒素が冬期に高く、夏期に低くはっきり分かれていたのとは対照的である。窒素とリンの濃度変化が季節によって違いがでるのはどうか。生物による取り込み速度の違いか？季節によって流入負荷が変化するのか？今回の結果だけでは結論づけられなかった。

全窒素と同様に全リンの非汚濁河川の濃度レベルを知るために、前述の資料を基に検討してみると多摩川源流部の平均は0.025mg/l、奥多摩湖流入部の丹波川(多摩川流末)では0.034mg/l、小菅川で0.122mg/lと報告されている。また昭和61年度の奥多摩湖ダム前定点の平均は0.007mg/lである。雨水中の全リンの平均値は0.04mg/lであるという。A類型に属する全国河川の全リン濃度分布を図19に示したがいずれの地域もピークは0.05mg/l以下のところにみられる。これらのことから非汚濁河川の全リンは0.02mg/l～0.05mg/lと推測された。したが

って多摩川上流部の全リンは低いレベルにあるといえる。

図16 全リン平均濃度分布

図18 季節別全リン変化

図17 全リン年度別平均

4.2.8 全窒素と全リンの比(N/P)

植物プランクトンが正常な増殖を示すためには、その体組成に近い比率で窒素とリンがとりこまれる¹⁴⁾。この比率(全窒素と全リンの重量比)は10:1~25:1の範囲にあるといわれる。日本の河川には植物プランクトンは成育しないといわれるので、付着藻類にこれを適用して考えてみる。

多摩川のN/Pの平均値は図20に示されるように、永田橋を除き鑑橋から多摩大橋までは30を越えている。また、これらの地点ではバラツキの大きいことも示されている。これに対し永田橋および日野橋から下流の地点でのN/Pの平均は10から20の範囲にあり、上述した範囲内に含まれる。さらにバラツキも小さい。このことから下流部では付着藻類にとって栄養比率は定常的に望ましい状態にあると考えられる。上流部でバラツキが大きく

なるのは窒素に対してリンが低いことと窒素の変動とリンの変動が対応していないことを表している。

次にN/Pといくつかの項目との間の相関性をみてみた。N/PとDOとの関係は図21に示されるように、DOが9mg/l以下になるとN/Pはつねに25より小さくなるが、10mg/l以上の場合は25を大きく越えることも多くなる傾向がみられた。N/PとBODとの関係では逆にBODの増加に伴いN/Pは一定の幅に収束していることがわかる(図22)。BODが2mg/l以下ではN/Pは25よりも大きくなるケースが多いのに対し、BODが4mg/lを越えるとN/Pは藻類の増殖に適した10から25付近の範囲に安定してくる。N/Pと全リンとの関係を見ると全リンが0.2mg/lを境にして区別される(図23)。すなわち0.2mg/lより濃度が高い場合はN/Pは25より小さくなり、BODのときと同様の範囲に収束される。全窒素の場合はN/Pがつねに25より小さくなるためには7mg/lを越えなくてはならないので、全リンほど敏感ではないといえる。これらのことから多摩川ではBODが4mg/l、全リンでは0.2mg/lを越えるようになると、N/Pは藻類の増殖に適した10から25付近の範囲に収束することがわかった。リンの濃度が0.2mg/lより小さい場合には付着藻類にとって栄養比率はアンバランスになるといえる。

図19 A類型に属する河川の濃度分布
(全リン)

5. まとめ

多摩川の水質汚濁の現況を把握するとともに窒素とリンの濃度特性の基礎的データを取得するために調査を行った。その結果つぎのことが明かになった。

①従前から指摘されている通り、多摩大橋より下流に流入する支川の水質は悪く、本流の水質に与える影響は大きい。また、処理場からの処理水のBODは比較的低いものの処理水量が大きいと負荷量が大きくなるため支川と同様本流の水質に与える影響は大きい。未処理排水のBODは高い。

②平均水温は鉋橋から関戸橋に流下するにつれ次第に上昇している。この傾向はBODやCODなどと似ており、汚濁の進行に伴い水温も上昇している可能性も考えられた。

③多摩川の水質は羽村堰より上流では良好である。しかし日野橋、関戸橋付近で流入する支川や排水のために汚濁は進行する。是政橋から多摩川原橋までの区間では

流入負荷がないので自浄作用等の効果によって水質は若干良くなっている。その後北多摩処理場の処理水や三沢川などの影響を受けて水質は悪化してしまう。

④ 全窒素は冬期に永田橋より下流で濃度が高くなり、夏期に低くなることがわかった。春期と秋期は両者の中間であるという季節変化がみられた。

全リンの場合、高いレベルは春期に現れ、ついで冬期が高く、秋期と夏期に低くなっていた。全窒素と全リンの季節変化の違いは何に起因するのか、今回の調査だけでは結論づけられなかった。

⑤羽村堰より上流部の全窒素の濃度は0.8~0.9mg/l、全リンは0.02mg/l程度であった。非汚濁河川のレベルは全窒素で0.5mg/l程度、全リンは0.02~0.05mg/lと推定された。この値と比較すると多摩川の上流部の全窒素はわずかに高い程度であり、全リンはほぼ同じくらいであると推定された。

⑥全窒素と全リンの重量比(N/P)は、汚濁の進んだ下流部では10~25の範囲に含まれるが、上流部ではN/P

図20 多摩川N/P分布

図21 N/PとDOの関係

N/PとT-Pの関係

図22 N/PとBODの関係

のとりうる範囲は広がっていた。N/Pがコンスタントに25よりも小さい値をとるときのBODは4mg/lより大きい場合で、全リンでは0.2mg/lより大きい場合であった。

謝辞

本研究に際し、日頃ご指導いただいている日本工学院専門学校早川 亮太博士と東京女子体育大学教授福島博博士に深謝する。また、現地調査・分析に協力してくださった横浜市立大学および日本工学院専門学校の学生諸氏に感謝する。

参考文献

- 1) 田中 庸央：都市近郊河川における富栄養化(1)，水処理技術，16(4):345(1975)
- 2) 田中 庸央：都市近郊河川における富栄養化(2)，水処理技術，16(5):435(1975)
- 3) Tezuka, Y., Watanabe, Y., Hayashi, H., Fukunaga, S., Aizaki, M.: Changes in the standing crop of sessile microbes caused by organic pollution of the Tamagawa River, Jap. J. Ecology,

- 24(1):43(1974)
- 4) Aizaki, M.: Seasonal changes in standing crop and production of periphyton in the Tamagawa River, Jap. J. Ecology, 28(2):123(1978)
- 5) 相崎 守弘: 富栄養河川における付着微生物群集の発達にともなう現存量および光合成量の変化, 陸水学雑誌, 41(4):225(1980)
- 6) 小倉 紀雄: 多摩川流域(南浅川)における物質循環とそれに及ぼす人間活動の影響, 陸水学雑誌, 41(3):138(1980)
- 7) 東京都環境保全局: 昭和61年度 公共用水域の水質測定結果 (総括編)
- 8) 門司 正三, 高井 康雄編: 陸水と人間活動p.49, 東京大学出版会, 東京(1984)
- 9) 東京都水道局: 東京都水道局事業年報
- 10) 鷹野 茂夫, 小林 規矩夫, 堤 充紀, 飛田 修作, 沢登 春成, 清水 源治, 高橋 照美, 広瀬 正貴, 中山 昭: 多摩川水系の水質調査結果, 山梨衛公研年報, 28:40(1984)
- 11) 環境庁水質保全局監修: 全国公共用水域水質年鑑, 芙蓉情報センター, 東京(1986)
- 12) 和田 安彦: 河川上流部の自然負荷の定量化とその特性, 用水と廃水, 20(4):438(1978)
- 13) 田淵 俊雄: 降水中の窒素とリン, 水質汚濁研究, 8(8):486(1985)
- 14) Sakamoto, M.: Primary production by Phytoplankton community in some Japanese lakes and its dependence on lake depth, Arch. Hydrobiol., 62(1):1(1966)