

# 河川における COD 及び含有イオンに 関する 研究

—— 相模川, 野川 ——

龍 谷 光 三・岡 野 正 三

Study on COD and few Ions in the Rivers  
(the Sagami River, the No River)

Mitsuzo RYUTANI and Shozo OKANO

## Abstract

COD, chlorine ion ( $\text{Cl}^-$ ) and ammoniac nitrogen ( $\text{NH}_4\text{-N}$ ) were measured on the Sagami River that flowed about the central part in Kanagawa and the No River that was a branch of the Tama River which was the source of city water in Tokyo.

This report were examined with speciality of the Sagami River and the No River.

Flow velocity was measured in the Sagami River. As the result, it was found that each concentration of COD,  $\text{Cl}^-$  and  $\text{NH}_4\text{-N}$  was much affected by flow velocity.

## 1. 緒 論

産業界における成長は、国民の生活の増進に役立つものであることはもちろんのことである。しかし、この生産過程は一方において、公害を発生し、生活環境を大きく害することが多い。この公害の中には、水質汚染、大気汚染、土壌汚染、その他が法的にも規制されている。

当研究室の関連研究においては「水質」を採り上げ、東京湾の汚染状態を研究し、また、水銀汚染に重点をおいた研究も発表されている<sup>1)</sup>。

本研究は、神奈川県中央にある相模川、また、東京都の多摩川の支流である野川について COD、塩素イオン ( $\text{Cl}^-$ ) 及びアンモニア性窒素 ( $\text{NH}_4\text{-N}$ ) の3項目を中心に実験研究したものである。

## 2. 採水地について

### 2.1 相模川, 野川について

相模川と野川、及びその周辺の概略は Fig. 1 のよう

である。

この図に示されているように、相模川は、相模湖の水を水源とし、津久井湖を経て神奈川県のはほぼ中央部を流れ、相模湾に放流されている河川である。

また、野川は、水源が湧水として発し、多摩川に合流している河川である。合流する多摩川の主なる水源は奥多摩湖に発し、下流に向かって約2/3の地点より東京都と、神奈川県境界線上を流れ、東京湾に放流されている。

### 2.2 採水地点について

本実験研究における、相模川と野川の各採水地は Fig. 2, 3 に示すとおりである。

相模川における採水地は Fig. 2 に示す如く、国道246号線の新相模大橋 $\oplus$ 地点である。また、野川の採水地は Fig. 3 に示す地点で、この点の下流約8kmで多摩川に合流している。

## 3. 測定方法

### 3.1 流量について

COD,  $\text{Cl}^-$  及び  $\text{NH}_4\text{-N}$  などの値は河川の流量に影

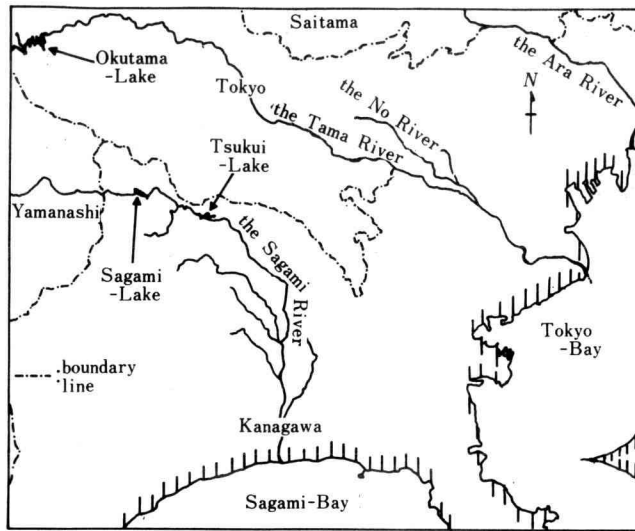


Fig. 1. The Sagami River and the No River.

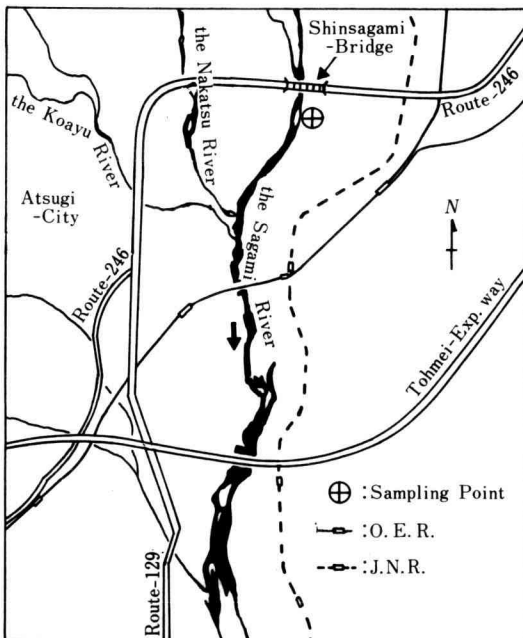


Fig. 2. Sampling Point of the Sagami River.

響されると思われるので、相模川の場合についてのみ測定することにする。しかし現実問題として流量を測定することは困難であるので、流線の断面はあまり変化しないものと仮定し、流量は流速の関数として表し

得るものとし取り扱い、流速の測定をする。

流速を測定するため、本実験研究においては試作水車型流速計を用いる。その概略は Fig. 4 に示してある。この流速計は、水車の羽根の回転数から河川の流速を求めることができる。河川の流速は次式により求められる。

$$\text{(河川の流速)} / \text{(流速計の水車回転数より得る流速)} = 1.165$$

なお、野川については主として湧水のため比較的水量も少なく、測定中大雨に接することもなく常にほぼ一定であったので、流量は測定されていない。

### 3.2 COD, 塩素イオン (Cl<sup>-</sup>) 及びアンモニア性窒素 (NH<sub>4</sub>-N) について

COD, 塩素イオン (Cl<sup>-</sup>) 及びアンモニア性窒素 (NH<sub>4</sub>-N) の測定は JIS K 0102 により行う。

## 4. 測定結果とその検討 (相模川)

### 4.1 流量について

前述の如く流量は流速として表示した。

#### 4.1.1 流速の日変化

流速の日変化を Fig. 5 に示す。この図からわかるように、10月6日から8日までの間では、流速はあまり変化していない。

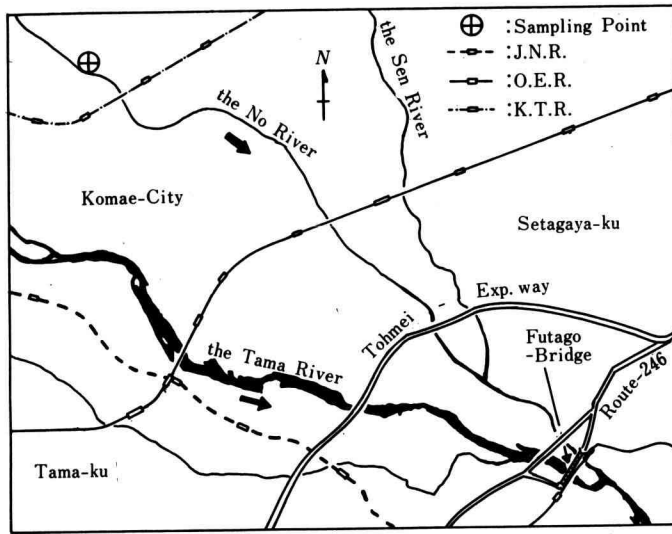


Fig. 3. Sampling Point of the No River.

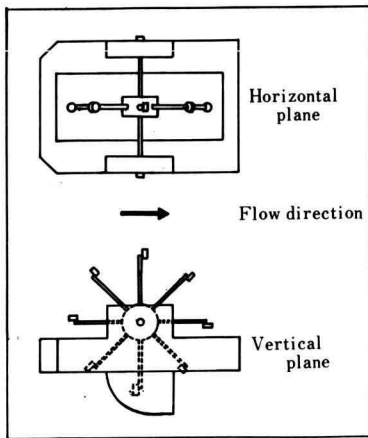


Fig. 4. Trial flow velocimeter.

#### 4.1.2 流速の月変化

日変化の結果と COD 等の採水時刻を考慮し、毎日の採水時刻は 12 時の 1 点のみとした。これらの条件の下での月変化を Fig. 6~8 に示す。これらの結果は 7、9 及び 11 月における値である。

まず、7 月の流速は約 1.9~3.7 km/hr の範囲内で変化し、全体的には、月末に向かい流速は上昇する傾向にある。また、9 月の流速は約 2.2~3.3 km/hr の範囲内で変化し、月間において降下の傾向を示す。さらに、11 月では流速が 7 月及び 9 月に比べてかなり小さい

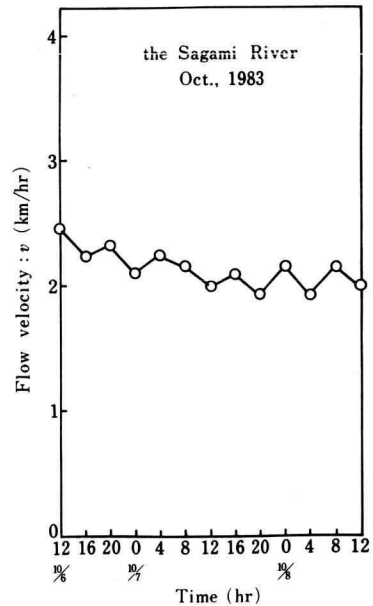


Fig. 5. Flow velocity in the Sagami River.

値となっており、また、この月間の最低値は 11 日の約 0.7 km/hr となっている。

#### 4.1.3 流速の季節変化

季節による流速の変化をみるため、各月の平均流速を Fig. 9 に示す。同図からわかるように、7 月から 8 月には流速が上昇し、8 月に約 3.3 km/hr とピークを

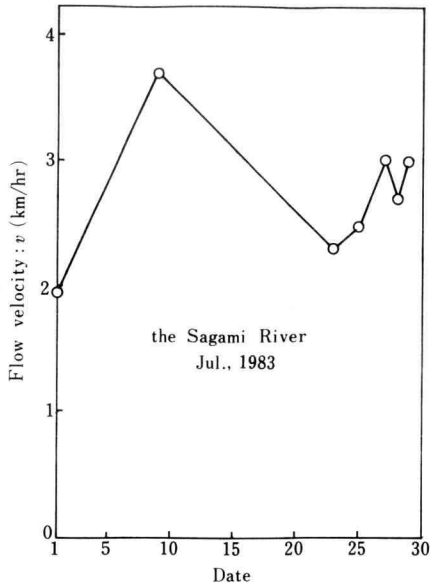


Fig. 6. Flow velocity in the Sagami River.

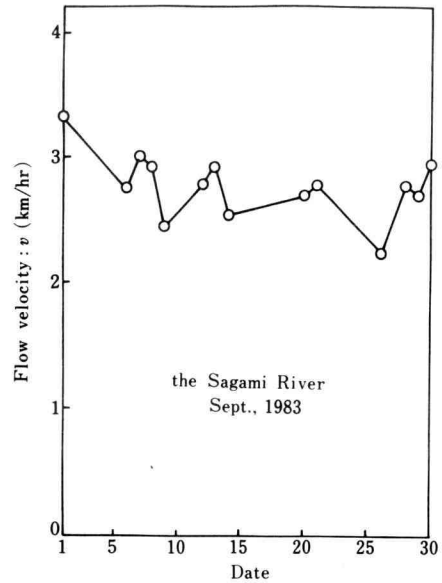


Fig. 7. Flow velocity in the Sagami River.

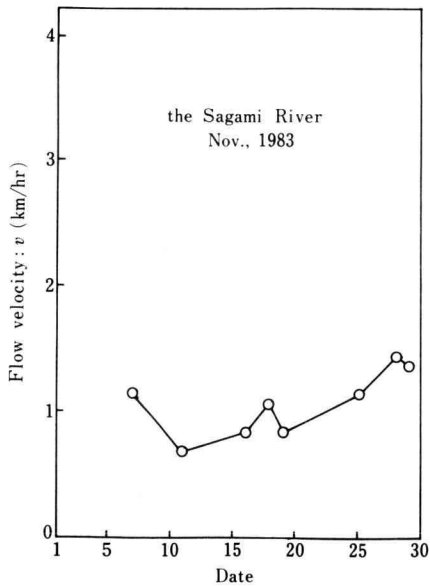


Fig. 8. Flow velocity in the Sagami River.

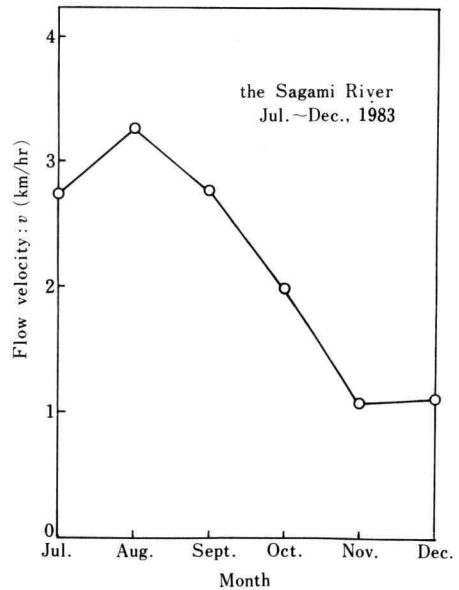


Fig. 9. Flow velocity in the Sagami River.

示す。その後、9月から12月に向かい流速は漸減し、11月及び12月には最低値の約1.1 km/hrを示している。

これらを総合すると、夏の7月及び8月に流量が多

く秋から冬に向かって流量が少なくなり、冬の11月及び12月には夏の1/3程度となっていることがわかる。

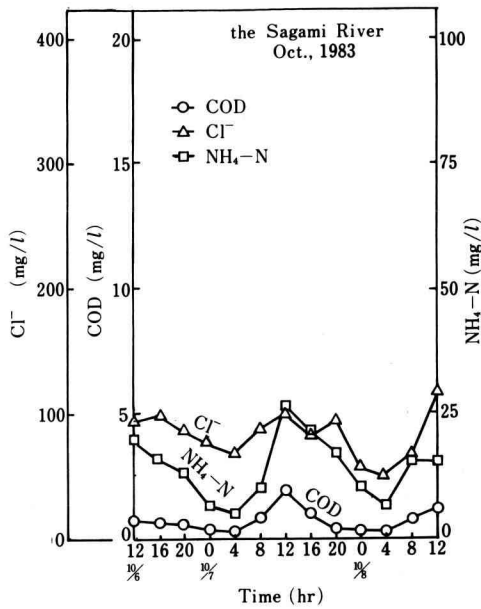


Fig. 10. COD,  $\text{Cl}^-$ , &  $\text{NH}_4\text{-N}$  in the Sagami River.

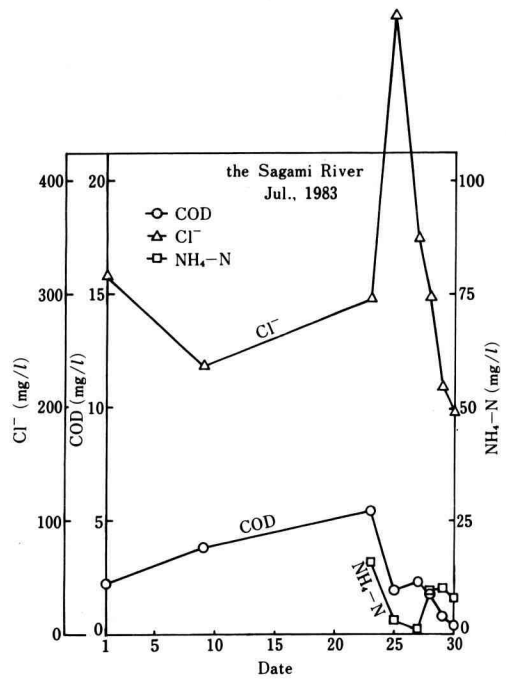


Fig. 11. COD,  $\text{Cl}^-$ , &  $\text{NH}_4\text{-N}$  in the Sagami River (Jul.).

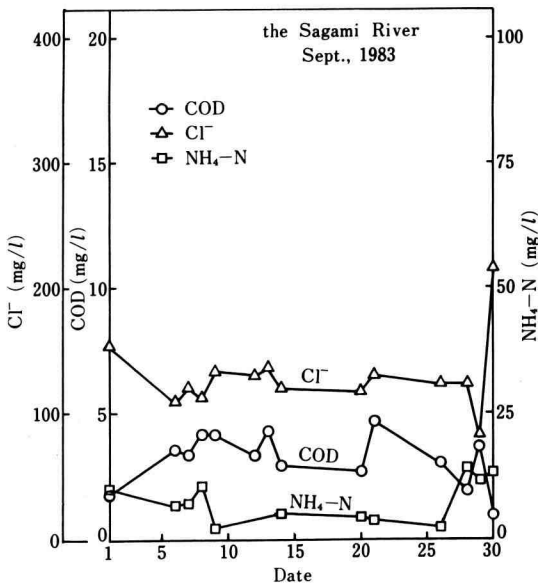


Fig. 12. COD,  $\text{Cl}^-$ , &  $\text{NH}_4\text{-N}$  in the Sagami River (Sept.).

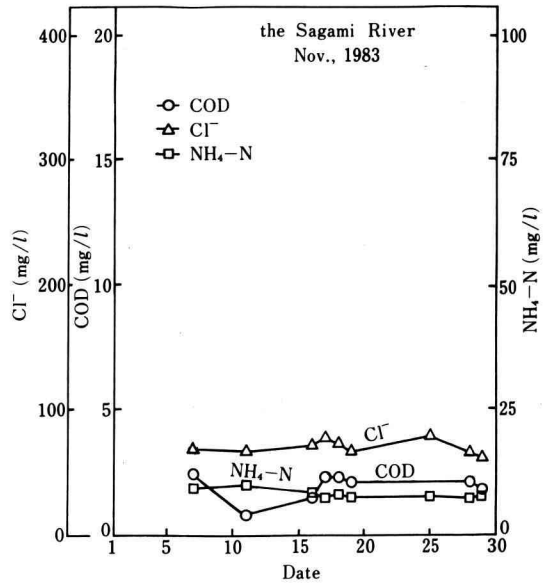


Fig. 13. COD,  $\text{Cl}^-$ , &  $\text{NH}_4\text{-N}$  in the Sagami River (Nov.).

## 4.2. COD, Cl<sup>-</sup> 及び NH<sub>4</sub>-N について

### 4.2.1. COD, Cl<sup>-</sup> 及び NH<sub>4</sub>-N の日変化

COD, Cl<sup>-</sup> 及び NH<sub>4</sub>-N の日変化の一例を Fig. 10 に示す。同図から日変化をみると、CODは0.2~2 mg/lの範囲内で変化している。これらは、10月6日の12時から10月7日の4時にかけてCODの値が徐々に減少し、7日の4時から12時まで急激な増加を示し、7日の12時にピークとなっている。7日、12時にピークを示した後20時まで減少している。その後、8日の4時までほぼ一定の値を示し、再び12時まで増加している。全体的にみるとCODの値は、12時にピークをもって変化していることがわかる。これは気温、水温変化、その他に影響されているものと推定される。なお、ピーク値の大きさを比較すると、7日、8日、6日の順となっている。

また、Cl<sup>-</sup>は、Fig. 10から50~110 mg/lの範囲内で変化している。10月6日の12時から10月7日の4時まで濃度は減少し、その後、12時まで増加し、7日のピークとなっている。12時から20時まであまり変化を呈していないが、その後10月8日の4時まで減少して最小値をとり、10月8日の4時から12時まで再び増加している。この場合も、CODの場合と同様に12時頃に最大値をとり、4時頃に最小値をもつ変化となっている。

NH<sub>4</sub>-Nは、Fig. 10から5~26 mg/lの範囲内でCl<sup>-</sup>と同様な変化を示している。また、10月6日から8日の3日間にわたっての最高値、最低値がほぼ同じ時刻に生じている。

相模川の日変化を全体的にみると、COD, Cl<sup>-</sup> 及び NH<sub>4</sub>-Nはいずれも4時に最低値を示し、12時に最高値を示している。また、COD, Cl<sup>-</sup> 及び NH<sub>4</sub>-Nのいずれも午前中の濃度増加率は午後濃度減少率より大きくなっている。これら各値の変化は食事による家庭雑排水の影響と考えられる。この食事時間のうち、朝食は各家庭がほぼ同一時間帯に行われ、夕食は比較的時間帯として長いものと考えられる。

### 4.2.2 COD, Cl<sup>-</sup> 及び NH<sub>4</sub>-N の月変化

日変化の結果より、各測定値が最大値を示す12時を採水時刻として、月変化を求めた。7, 9及び11月の月変化をFig. 11~13に示す。

これらの結果から、7月の場合のCODは0.3~5.3 mg/l, Cl<sup>-</sup>は190~530 mg/l, NH<sub>4</sub>-Nは1~17 mg/lと、各値ともかなり大きな変動を呈している。とくに

Cl<sup>-</sup>は、全体的に濃度が高いことがわかる。これに対し、9月の月変化はあまり大きくなく、Cl<sup>-</sup>は7月の場合の約1/2の値となっている。また、11月の場合は、COD, Cl<sup>-</sup> 及び NH<sub>4</sub>-Nともに9月よりさらに小さい値となり、その変化も小さい。

### 4.2.3 COD, Cl<sup>-</sup> 及び NH<sub>4</sub>-N の季節変化

相模川の月変化の平均値をFig. 14に示す。この場合、CODは、7月から9月の間は約2.5~3 mg/lの値で変化している。その後、10月に約1 mg/lに減少するが、12月に向かい夏に近い値となっている。Cl<sup>-</sup>は7月の約300 mg/lから12月の約40 mg/lに漸減している。またNH<sub>4</sub>-NはCODと同様、8月に11 mg/lのピークを示しているが、12月には、3 mg/lまで減少している。

これらの値を総合すると、COD, Cl<sup>-</sup> 及び NH<sub>4</sub>-Nに対する流量、すなわち流速の影響は季節の変化と深いつながりがあると考えられる。これらの関係をFig. 15~17に示す。

まず、CODと流速の関係はFig. 15のとおりであり、この関係は下に凸型の曲線で示される。この変化は流速が約1.7 km/hrにて最低値を示している。この値より流速が小さいとき水量が少なくなり、CODの濃度は大となり、この値より大きいときは、上流よりCODに影響する物質を多く攪拌しながら流下させるために、COD濃度が大きくなると考えられる。なお、流速が大となるとCODの値はバラついてくる。

つぎに、Cl<sup>-</sup>と流速の関係をFig. 16に示すが、流速が増加するとともに測定値も増加している。これはCODの場合と同様に、流速が大となると、攪拌効果が增大するためと考えられる。

さらに、NH<sub>4</sub>-Nと流速の関係をFig. 17に示す。これもCl<sup>-</sup>と同様に、流速の増加に伴い測定値も増加する傾向にあると思われる。

以上のことから、CODは、流速が遅い場合水量が少なくなるため、相対的に大きな値を示し、逆に流速が速くなると、流水周辺の有機物が攪拌され、各々の値が増加するものと考えられる。

また、Cl<sup>-</sup>は流速が遅い場合、水中の塩素化合物は強く攪拌されずに、小さい値を示し、流速が増加すると、流水周辺の塩素化合物が攪拌され、その値は次第に増加するものと考えられる。

さらに、NH<sub>4</sub>-NはCODとCl<sup>-</sup>の場合が合成されたようで、流速が小さいとその値は小さく、流速が大きくなるとその値は大きくなる。しかし、流速が大き

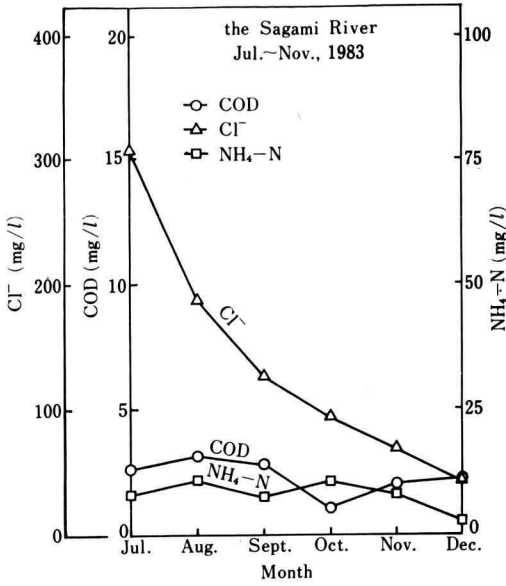


Fig. 14. COD, Cl<sup>-</sup>, & NH<sub>4</sub>-N in the Sagami River.

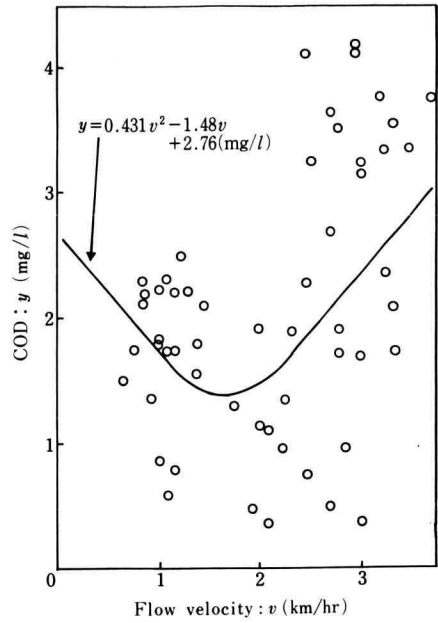


Fig. 15. COD vs. flow velocity.

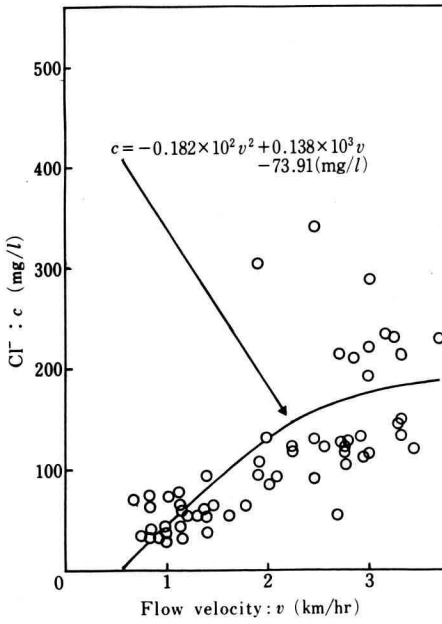


Fig. 16. Cl<sup>-</sup> vs. flow velocity.

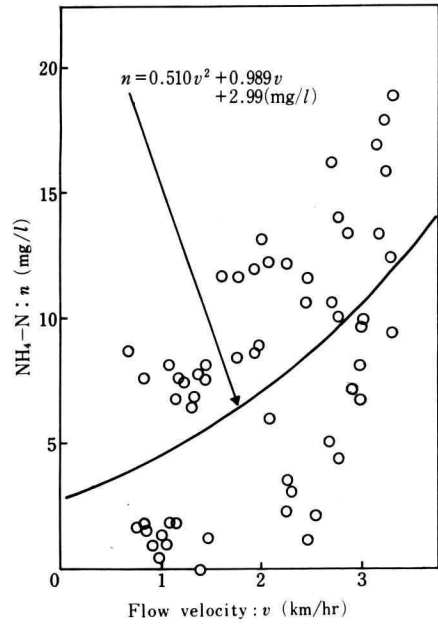


Fig. 17. NH<sub>4</sub>-N vs. flow velocity.

なると、COD の場合の如く、平均的には値が大きくなるが、測定値は分散している。

5. 測定結果とその検討 (野川)

5.1 COD, Cl<sup>-</sup> 及び NH<sub>4</sub>-N について

5.1.1 COD, Cl<sup>-</sup> 及び NH<sub>4</sub>-N の日変化

野川の日変化(Sept. 5)を Fig. 18 に示す。同図から、COD は 9.7~18.5 mg/l の範囲内で変化している。10時から13時にわたりやや減少し、その後急激に増加している。

また、Cl<sup>-</sup> は 85.4~213.4 mg/l の範囲内で変化している。これは10時から11時30分にかけて徐々に増加し、それ以降13時まで急激に減少している。しかし、さらにそのあとは幾分増加している。

NH<sub>4</sub>-N は 20.5~41.7 mg/l の範囲内で変化している。10時から11時30分にかけて増加し、それ以後13時まで急激に減少しているが、それからは漸減の形である。全体的にみると、NH<sub>4</sub>-N は COD と異なり、Cl<sup>-</sup> と似た変化がみられる。

これらの現象は、野川が主として湧水のため水量が少なく、その影響によるものと考えられる。

5.1.2 COD, Cl<sup>-</sup> 及び NH<sub>4</sub>-N の月変化

野川については生活排水による影響が大きく、1日

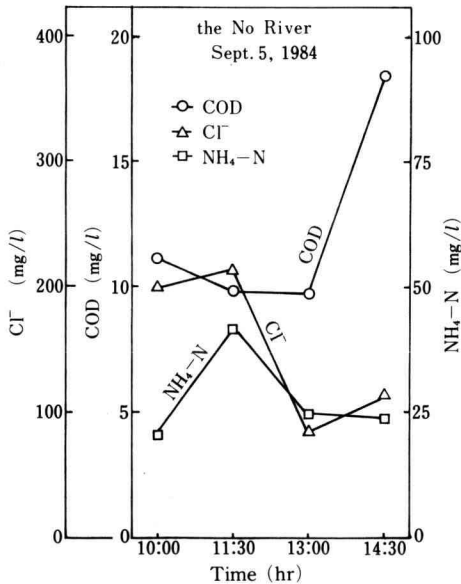


Fig. 18. COD, Cl<sup>-</sup>, & NH<sub>4</sub>-N in the No River.

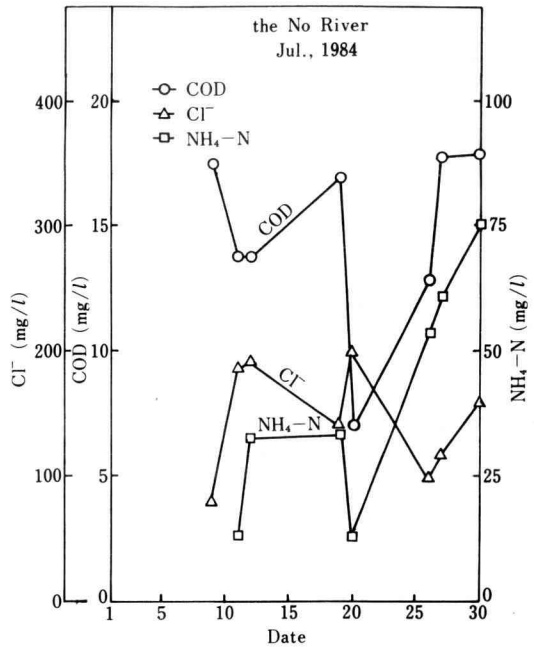


Fig. 19. COD, Cl<sup>-</sup>, & NH<sub>4</sub>-N in the No River (Jul.).

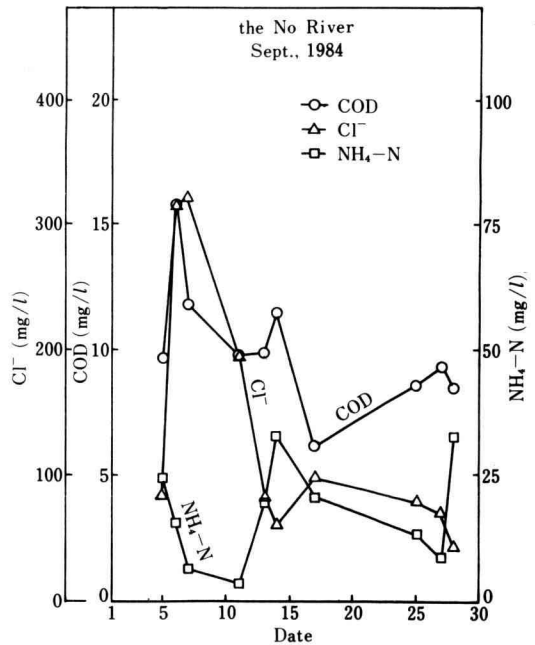
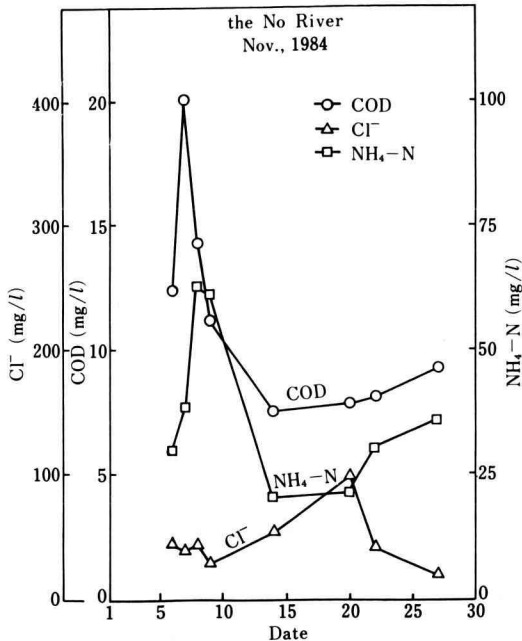
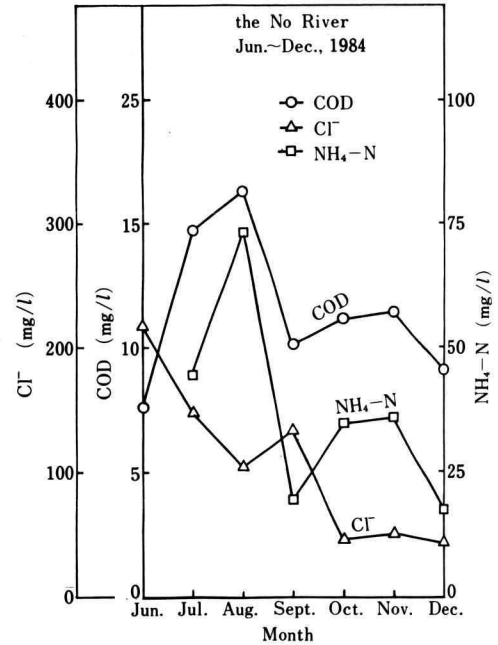


Fig. 20. COD, Cl<sup>-</sup> & NH<sub>4</sub>-N in the No River (Sept.).



Fig. 21. COD, Cl<sup>-</sup>, & NH<sub>4</sub>-N in the No River (Nov.).Fig. 22. COD, Cl<sup>-</sup>, & NH<sub>4</sub>-N in the No River.

の生活時間の中央と考えられる日変化の13時測定値をもって月変化を求めることにする。7、9及び11月の月変化の結果をFig. 19～21に示す。これらの結果によれば、7月の場合、CODは約7～18 mg/l、Cl<sup>-</sup>は約80～200 mg/l、NH<sub>4</sub>-Nは約13～75 mg/lの範囲内でおのおの変化している。このうち、変動が大きいのはCODとNH<sub>4</sub>-Nの場合であり、この場合、20日に最低値をとり、その後月末にかけて濃度が急激に増加しており、全体的に変化の傾向が似ている。しかし、Cl<sup>-</sup>は変化しながらも、比較的変動の範囲は狭い。9月の場合、中旬までは7月と同様に各値とも変動はかなり大きい、15日以降月末に向かって変動の度合は小さくなる傾向にある。また、11月の測定結果をみると、COD及びNH<sub>4</sub>-Nは、9月と同様に上旬から中旬までは変動が大きく、それ以後月末に向かって値の変動は小さくなる傾向にある。Cl<sup>-</sup>の場合は全体的に値の変動が小さく、濃度も7、9月に比べて低い。また、COD及びNH<sub>4</sub>-Nは全体的に変化の傾向がよく似ている。

これらの変動も野川が極めて小さい河川であるので、流量による影響が大きいものと考えられる。

### 5.1.3 COD、Cl<sup>-</sup>及びNH<sub>4</sub>-Nの季節変化

野川の月変化の平均値をFig. 22に示す。同図より、

毎月の変化は大きくなっていることがわかる。これらの傾向としては、いずれの値も夏季に高い値を示すが、冬季に向かいそれらの濃度は減少している。しかし、Cl<sup>-</sup>は6月に最高値である218 mg/lを示し、8月までは減少する。以後漸減の傾向にある。

これらを総合すると、夏季には生活排水及び地上有機物の河川への投入などの影響があるが、冬季には雨水も極端に少なくこれらの影響が少なくなるものと思われる。

## 6. 相模川の場合と野川の場合の比較検討

相模川と野川の日変化を比較すると、Fig. 10及び18からCOD、Cl<sup>-</sup>及びNH<sub>4</sub>-Nのいずれも野川の方が全体的に濃度は高くなっている。濃度の差が最も大きいのはCODの場合であり、相模川の約10倍～20倍となり、NH<sub>4</sub>-Nの場合は、約2倍～3倍である。Cl<sup>-</sup>の場合は約1.5倍程度におさまっている。また、各値の最高値は、相模川の場合、12時前後にあり、最低値は4時にある。しかし、野川の場合は最高値の時刻が明らかではないが、最低値のそれが13時頃にある。

このように、相模川と野川の場合に差異が生じてい

るのは、相模川は水源を多く有しており、各支流からの混入も多くある。これに対し、野川は主として湧水から発しており、流量も少ない。このように基礎的な差異から野川の各値が周辺の気候特性、生活条件などにより大きく影響されていると思われる。

### 7. COD 測定に対する $\text{Cl}^-$ の影響<sup>3)</sup>

COD の測定値に対する  $\text{Cl}^-$  の影響をみるため、河川排水に  $\text{Cl}^-$  を添加し、COD の測定値の変動を検討する。これは最初の  $\text{Cl}^-$  含有量を基準として、これに  $\text{Cl}^-$  を加える。まず、初期含有量の約 40 倍まで  $\text{Cl}^-$  を添加すると、COD の値は 70% 増加することがわかる。しかし、それ以上  $\text{Cl}^-$  を添加しても COD の値の変化はほとんどみられない。

この検討についての詳細な実験結果は次の機会を得て報告する。

### 8. 結 論

相模川と野川について、COD、 $\text{Cl}^-$  及び  $\text{NH}_4\text{-N}$  の測定値を求め、日変化、月変化及び季節変化などに対し、検討を加えた。

また、相模川と野川の測定値から、両河川の特殊性

について検討した。

なお、相模川については COD、 $\text{Cl}^-$  及び  $\text{NH}_4\text{-N}$  の値と流量との関係を求めた。

この種の研究は、研究期間を 10 年単位とすべきであるため、本研究はそれの一部の現象を究明したものである。

### 9. 謝 辞

本研究の実験にあたり、御協力を頂き、試作水車型流速計の作製にも当たられた西岡秀雄氏、また小林正美氏に深謝する。

また、野川実験に対し御配慮下さった調布市役所関係各位に深謝する。

### 参 考 文 献

- 1) 小林：「野川における COD 及び含有イオンに関する研究」(1985)。
- 2) 西岡：「相模川における COD 及び含有イオンに関する研究」(1984)。
- 3) 岡野：「本学廃水の COD 測定における  $\text{Cl}^-$  イオンの影響に関する研究」(1983)。