

苫小牧市錦岡・樽前地区の小河川の水質について

川	村	静	夫
大	竹	三	義
照	井	文	哉
齊	藤		孝 ^{*1}
奥	山	信	孝 ^{*2}

On the water quality of the streams in Nishikioka and Tarumai area in Tomakomai district.

Shizuo KAWAMURA
Mitsuyoshi ÔTAKE
Fumiya TERUI
Takashi SAITO
Nobutaka OKUYAMA

要 旨

苫小牧市錦岡・樽前地区を流れる五河川につき、1975年4月より1978年3月までの間、水質分析を行い、その水質特性を明らかにした。その結果、別々川、樽前川および覚生川では、塩化物イオン濃度、pH値が錦多峰川および小糸魚川より常に低く、また鉄分濃度は流量の増加にともない直線的に増加することが明らかとなった。

Synopsis

The purpose of the study is the elucidation of the chemical characteristic of the water quality of the streams in Nishikioka and in Tarumai area in Tomakomai district, based on inorganic analysis of the samples taken from April in 1975 to March in 1978.

The results of analysis of water show that concentration of chloride ion and pH value of Koitoi and Nishitapp creek are higher than those of Oppop, Tarumai and Betubetu creek.

And it is shown that iron ion concentration of stream-water inceases linearly, compared with an increase in flow rate.

1. 諸 言

苫小牧市西端より東に向って順に別々川、樽前川、覚生川、錦多峰川および小糸魚川と北から南に流下する河川は、いずれも樽前山腹400m程度の高さに源をもつ延長20km程度の小川である。これらの河川の流域は現在山林、原野、牧場あるいは農地であり、希薄な人口をもつが、将来住宅地あるいはレクリエーション基地として人口増が

みこまれている。この地域において将来都市化が進行すると、生活排水あるいは廃棄物等により、これら河川の水質汚濁も考えられ、現在の状況を把握しておくことは人為的汚染の発生機構、汚染の濃淡等を考察する上で重要である。我々は昭和50年4月より調査を開始、現在に至っているが、50年度より52年度まで得た結果をまとめて報告する。

* 1, 2 苫小牧市役所 環境部環境保全課

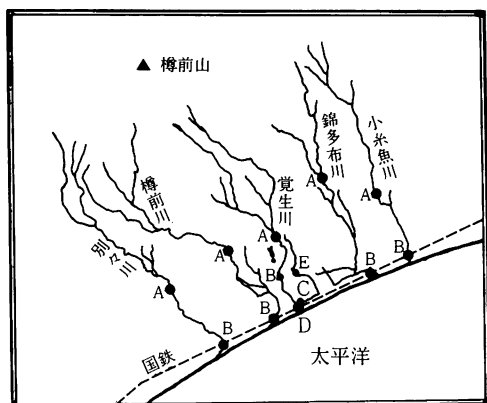


図-1 採水地点

2. 測定項目, 方法および採水地点

測定項目は水温, pH, 導電率, S.S, pH 4.8 アルカリ度, 化学的酸素要求量 (COD), 生物化学的酸素要求量 (BOD), 塩化物イオン濃度, 溶存酸素濃度 (DO), 全リン濃度, アンモニアイオン濃度, 亜硝酸イオン濃度, カルシウムイオン濃度, マグネシウムイオン濃度, 硬度, 全鉄濃度, 二価鉄濃度および三価鉄濃度であるが, ここでは pH, COD, 塩化物イオンおよび鉄の結果について述べる。

方法は日本分析化学会北海道支部編「新版水の分析」(1971年)および APHA, AWWA, WPCF 編 Standard methods for the examination of water and wastewater (1971) に準じた。

採水は通常毎月1回各河川, 河口より5~10 kmの地点, 上流 (A点), 海水の影響のない下流 (B点) 覚生川のみD点, 各一個所で行なった。

3. 結果および考察

3-1 pH 値の経月変化

一例として, 1977年4月より1978年3月までの各河川上流における pH 変化を図-2に示す。各河川と錦大沼ではそれぞれ pH 値およびその変動巾は異なっているが, pH 値の経月変化のしかたはきわめてよく似ている。すなわち各河川, 錦大沼とも4, 5, 6月の pH 値は上昇し, 7, 8月に低下, 9, 10, 11月に再び上昇, 12, 1月で低下する。上流A点におけるこの期間での pH の平均値は, 小糸魚川 7.46, 錦多峰川 7.88, 錦大沼 7.35, 覚生川 7.31, 覚生川 E点 7.23, 樽前川 7.24, 別々川 7.14 であり, いずれも7以上の値をもつ。

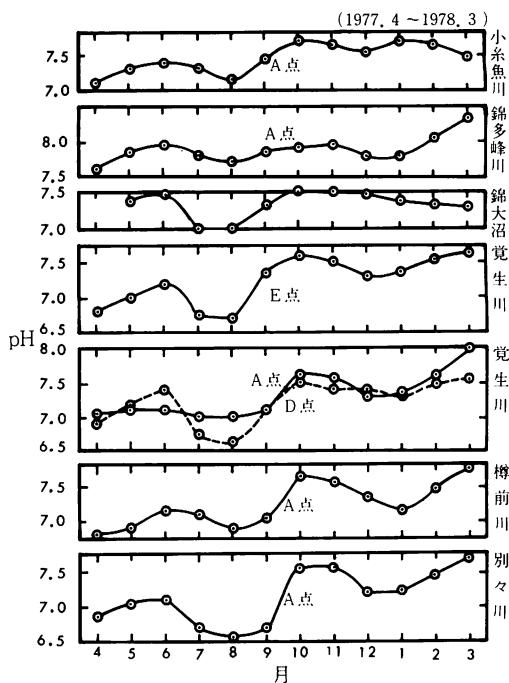


図-2 pH の経月変化 (1977. 4 ~ 1978. 3)

pH の平均値が最も高い河川は錦多峰川であり, 7.88の値を有する。また最も低い値をもつのは別々川であり7.14の値である。そして河川的位置が西から東へ行くにしたがい, すなわち別々川 < 樽前川 < 覚生川 < 錦多峰川の順に pH の平均値が増加し, 小糸魚川で低下する。

3-2 塩化物イオン濃度の経月変化

一例として1977年4月より1978年3月までの間の, 別々川 (A点, B点), 樽前川 (A点), 錦多峰川 (A点, B点) および小糸魚川 (A点, B点) における塩化物イオン濃度の変化を図-3に示す。いずれの河川とも4月から7月にかけて塩化物イオン濃度が高く (図に示していないが, 覚生川も同様である) 8月に急減する。また11月と1月に濃度がやや増す。

河川により濃度の高低, 濃度の変動巾に大小はあるが, 塩化物イオン濃度の経月変化のしかたはよく似ている。

上流A点における塩化物イオン濃度のこの期間の平均値は, 別々川 2.9 ppm, 樽前川 2.9 ppm, 覚生川 3.6 ppm, 錦大沼 3.7 ppm, 錦多峰川 25.8 ppm および小糸魚川 10.6 ppm であり, 河川について濃度の低い順から高い順に並べると, 小糸魚川を除き, 丁度地図で西から東へ河川を並べてい

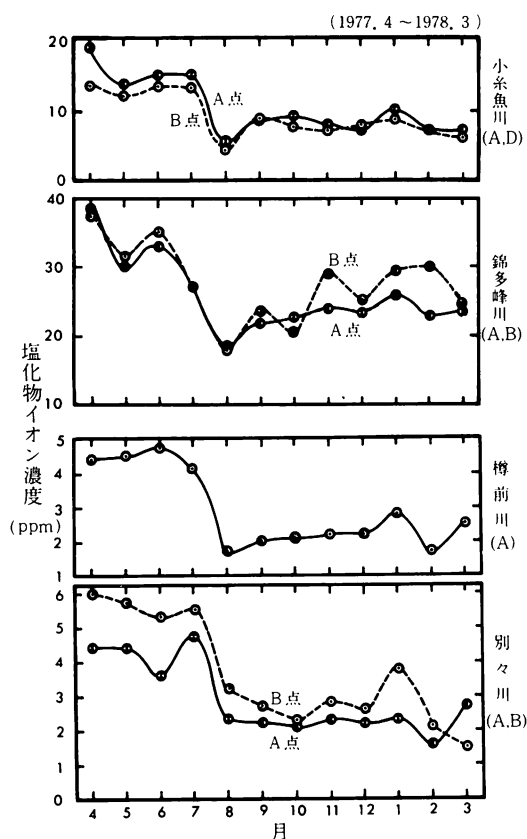


図-3 塩化物イオン濃度の経月変化

るのと同じである。この傾向は、前述の pH と同様であって、またアルカリ度、導電率にも云える。

小林¹⁾によれば北海道 22 河川の塩化物イオン濃度の平均値は 9.0 ppm、日本全国 225 河川の平均値では 5.8 ppm であり、また三宅²⁾の求めた日本の平均値 7.1 ppm と比較すると、別々川、樽前川、覚生川の上流および錦大沼では、北海道の平均値あるいは日本の平均値よりやや低い値をもつが、これはむしろ普通の河川の塩化物濃度である。一方錦多峰川、小糸魚川では高い値を有し、これは異常であると考えねばならない。

流域の地質条件もほぼ等しく、人為的汚染のない上流において小糸魚川と錦多峰川が高い値を有するのは、さらに上流に高濃度の塩化物イオンを含む泉源があるからであろう。

ところで下流の塩化物イオン濃度は、この期間の平均値、別々川 B 点 3.6 ppm、樽前川 B 点 11.35 ppm、覚生川 D 点 5.38 ppm、錦多峰川 B 点 27.5 ppm、小糸魚川 B 点 9.3 ppm と小糸魚川を除き、下流では増加している。特に樽前川において塩化

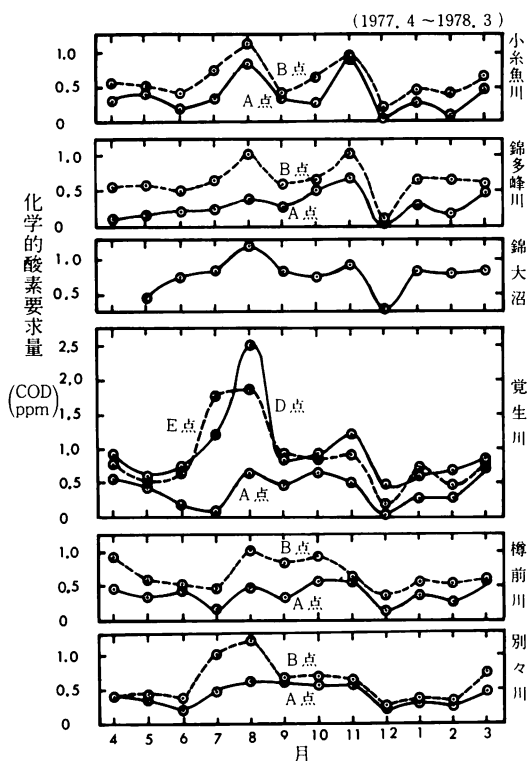


図-4 諸河川の COD 経月変化
(1977. 4 ~ 1978. 3)

物イオン濃度の増加が著しい。

3-3 COD の経月変化

一例として 1977 年 4 月より 1978 年 3 月までの COD の経月変化を図-4 に示す。各河川により COD 値の大きさとその変動巾は異なっているが、COD の変化の様子は錦大沼および五つの河川を通してきわめてよく似ている。すなわち 4, 5, 6 月とはほぼ同じ数値を保ち、水温の高くなる夏季の 7, 8 月になると COD 値は増加する。特にこの増加は覚生川 D 点において著しいが、これはトキト沼、マッカ沼の二つの沼から流出する小川の COD 増加のためである。

9 月になると減少するが、11 月に少し増加し、12 月にはどの水系も最低値を示した。

水温の高い夏季に COD 値が高いのは生物活動が激しくなり生産や分解がより活発に行なわれるためであり、11 月に増加したのは急激な落葉や水草等の枯死のため一時的に COD 成分が増加するのであろう。

さて、COD 値はこの五河川ともに上流より下流

において増大している。すなわち、この期間の平均値と比較すると、別々川A点で0.41 ppmがB点で0.59 ppmに上昇、樽前川ではA点0.39 ppmがB点0.67 ppmに、覚生川ではA点0.40 ppmがD点で0.99 ppmに、錦多峰川ではA点0.28 ppmがB点0.63 ppmに、小糸魚川ではA点0.37 ppmがB点0.59 ppmにとそれぞれ上流より下流にいたるとCOD値は増加する。この増加するCOD成分は特定の集中的な汚染源がないので周囲の自然環境から入り込むのである。

3-4 流量と鉄分との相関

例として覚生川支流のトキト沼・マッカ沼より流出し地点E、Cを経て覚生川本流と合流する延長約5 kmの排水溝および小糸魚川における1976年9月より1977年2月までのFe分と流量に関して述べる。

覚生川本流のD点および支流排水溝のE点における流量の経月変化は図-5に示すようであって、本流D点では9月から11月にかけて増大し、この間の最大値は $0.68 \text{ m}^3/\text{sec}$ (11月16日)であり、冬季に入ると減少し2月17日には $0.26 \text{ m}^3/\text{sec}$ であった。冬期間の流量は大よそ $0.3 \text{ m}^3/\text{sec}$ 程度と思われる。覚生川本流では上流のA点において某工場が工業用水として取水しているが、これは年間を通じて一定の量であろうから、その分の水量が加わったとしても曲線の形としては変わらず、流量軸にそって平行移動するだけである。これに対して、支流排水溝のE点では9月より2月にかけてほぼ一定の流量であって $0.1 \text{ m}^3/\text{sec}$ 程度である。

一方小糸魚川下流のB点の流量の経月変化を図-6に示すが、前述の覚生川D点における流量

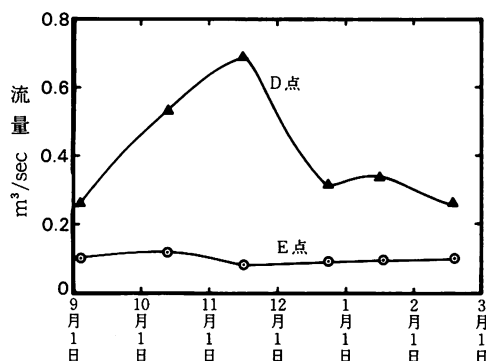


図-5 覚生川支流排水溝の流量変化
(1976. 9 ~ 1977. 3)

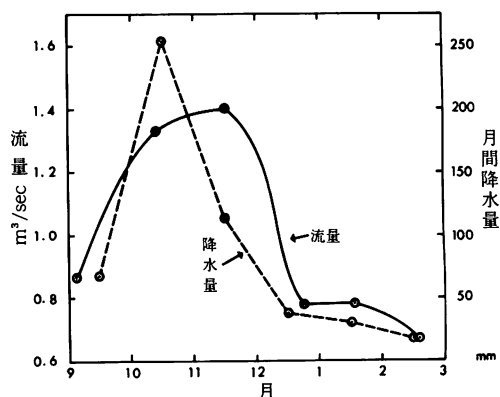


図-6 小糸魚川B点の流量および月間降水量の経月変化
(1976. 9 ~ 1977. 3)

変化と同様に流量は9月から11月にかけて増大し、冬季に入ると減少する。この小糸魚川の流量変化のありさまは覚生川の地点Dでの流量変化の様子と酷似している。

さて、一般に河川の水は結局のところ、雨・雪等降水にその起源があるので、覚生川、小糸魚川の流量変化と苫小牧地方の月間降水量の変化を比較してみる。

図-6の破線で示した曲線は苫小牧測候所調べによる月間降水量の経月変化である。例えば、9月中の降水合計量162.0 mmを9月半ばに目盛ってこの図を作成した。この曲線と図-5および図-6の流量変化曲線をみくらべると覚生川支流の排水溝点Eの流量変化を除いては、降水量の増減と流量の増減がよく一致することがわかる。すなわち、例えば9月、10月の降水量が多いと10月、11月の流量が増加し、11月に降水量が減少す

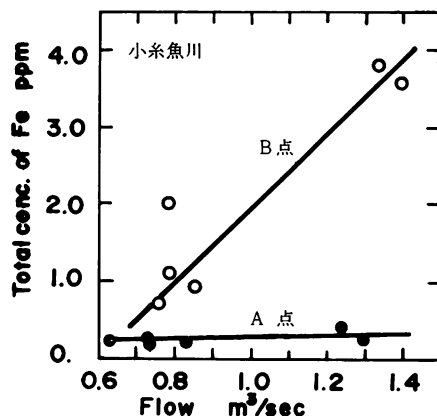


図-7 全鉄濃度と流量との関係
(1976. 9 ~ 1977. 3)

ると12月の流量が減少する。覚生川支流排水溝E点の流量がほぼ一定(図-5)であるのは、トキト沼・マッカ沼に水を集めている流域面積が沼の周囲にかぎられごく小さい上に、沼が一種のダムのような効果をもたらしているためであろう。

図-7は、小糸魚川上流A点および下流B点の流量に対し、その時の全鉄濃度を目盛ったものである。多少測定にバラツキがあるが、直線を引くことができる。上流A点では、全鉄濃度は流量が増加してもほぼ一定の値(平均 0.26 g/m^3)を保つが、下流のB点においては、流量の増加にともなうて濃度は直線的に増加する。すなわち、A点においては鉄の絶対量は、流量に比例して増加し、流量を m^3/sec 、鉄量を g の単位で表わすと比例定数は $0.38 \text{ g} \cdot \text{sec}/\text{m}^3$ となり、またB点においては鉄量は流量の2乗に比例して増加している。

図-7の線A、線Bの間の鉄の濃度差は、A点からB点に至る $1,400 \text{ m}$ 程度を流れる間に入る鉄量であって、A点とB点の間に支流がないので、この鉄量は川の両岸からしみこみ、あるいは洗いだされてくる量である。その量は川の片側の岸 1 m あたり最大 14.0 g/h 、最小 0.4 g/h となり、川全体の海への鉄の流出量は最大 5 g/sec 、最小 0.5 g/sec となる。

図-8は、トキト沼およびマッカ沼から流出する排水溝(覚生川支流)の流程による全鉄濃度の変化を示している。トキト沼からマッカ沼に至る途中を起点とし、これを零 m とする。起点より約 300 m 流れるとマッカ沼よりの水が合流するが、マッカ沼の水に鉄分が少ないので、この合流点では鉄濃度は減少する。この合流点をすき約 2 km 流れると海食崖を通りすぎ(ここをE点とする)低地平野部に入る。マッカ沼よりE点に至る間に

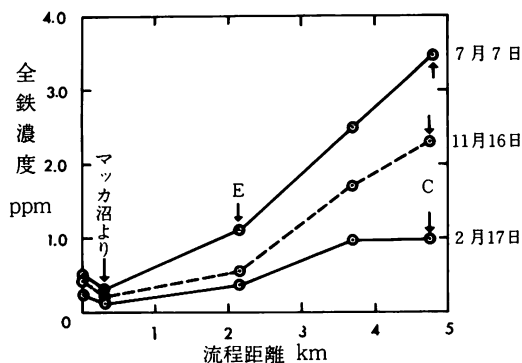


図-8 流程による全鉄の濃度変化
(1976~1977)

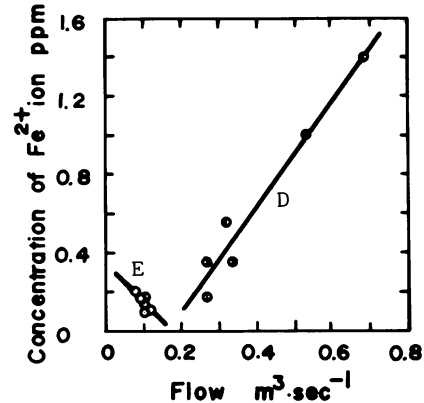


図-9 第1鉄濃度と流量との関係
(覚生川支流) (1976~1977)

も全鉄濃度は増加するが、E点をすぎると全鉄濃度の増加する割合すなわち、濃度/距離の比が増加する。この比は気温の高い時期ほど高く(7月7日)、気温の低い時期(2月17日)には低い。

この排水溝には、地点EよりCにいたる間に川の形として水が入ってこないで、これは地下水あるいは雨等降水が地表を通して排水溝に入ってくる間に相当濃度の高い鉄分を溶かしこんでくると考えねばならない。実際錦岡近辺の土壌を一定量とり蒸留水で浸出すると鉄分が相当溶出する³⁾。降水が雨の形で降り、溶出の反応速度も早い、気温の比較的高い時期に、濃度/距離の比が大きいことは以上のように考えらうなずける。

この排水溝E点では、流量の増加にともない第1鉄イオン濃度が減少(図-9)するのは、沼の水が増加すると濃度がうすめられるためであり、覚生川D点で流量の増加にともない第1鉄イオン濃度も増加するのは周囲から鉄が浸出されてくるためである。

以上、小糸魚川および覚生川でみたように下流に流下していくほど鉄分は増加する。他の河川も程度の差こそあれ、似たような状態にある。この鉄分は最初第一鉄イオンとして溶けこむが、熱力学的には $\text{pH } 2$ 以上の中水では第一鉄イオンは $10^{-8.1} \text{ mol dm}^{-3} = 4.4 \times 10^{-4} \text{ ppm}$ 以上になり得ず⁴⁾、水中の溶存酸素のために第二鉄イオンに酸化される。その酸化速度は pH が高いほど速いので^{4,5,6)}、 $\text{pH } 7$ 程度のこれら河川水に第一鉄イオンが認められるのは、絶えず川の両岸から第一鉄イオンが浸出してくるためである。酸化されて第二鉄イオンとなると、水酸化第二鉄の溶解度積が $10^{-38.7}$ なので⁷⁾、第二鉄イオンは $\log [\text{Fe}^{3+}] = 3.3 - 3 \text{ pH}$

だけ存在し、残りは沈殿となるはずであるが、これら河川水中に第二鉄イオンが数 ppm 認められるのは、それ自身で、あるいはまたケイ酸などと多核錯体を作って安定に溶存するからであろう^{4,8)}。

沈殿した水酸化第二鉄は、一部河川底質に入り、一部 SS となって流下するであろう。110℃ で乾燥した SS 中の鉄分は 18.0~10.6% (asFe) 程度であり、これは水分をよくしぼった水酸化第二鉄沈殿の示す鉄含量と同程度の値である。

4. 結 論

i) 苫小牧市錦岡・樽前地区を流れる五つの川はその水中の塩化物イオン濃度の濃淡、pH 値の高低により二つのグループに大別できる。すなわち別々川、樽前川および覚生川では塩化物イオン濃度、pH 値が錦多峰川および小糸魚川より常に低い。これは導電率・硬度・アルカリ度についても云える。

ii) この五つの河川水では海食崖の流れが過ぎるあたりから鉄分が急に増加する。これは鉄分にかぎらず、ここでは述べなかったが、COD、Cl⁻、Mn²⁺ についても同様の現象が観測でき、これが、これら河川水の一つの特徴となる。

iii) 浸出してくる鉄分の起源は明らかではないが、流量と密接な関係があり、流量が増大すると鉄濃度も直線的に増大する。

iv) 流量は、また、降水量にともなって変化する。

5. 謝 辞

本調査にあたり、苫小牧市環境部、佐々木周三、橋本素磊 両課長より種々の御便宜を頂いた。また一部の試料の採取、分析には野田 稔、橘谷浩子、山口 桂、谷 幸政、柄目則幸の各氏の御協力を頂いた。記して感謝の意を表する。

参 考 文 献

- 1) 小林 純：農学研究, **48**, 63 (1960)
- 2) 半谷 高久：水質調査法 P 53 表 3.6 (1960) (丸善) より引用。
- 3) 野田 稔：苫小牧高等専門学校卒業研究論文 (昭和 51 年 3 月)。
- 4) 後藤 克己：産業公害, **10**, 1982, (1974)
- 5) 永山 政一、川村静夫：第 15 回腐食防食討論会講演要旨集 P 220 (1967)。
- 6) 田村 紘基、後藤 克己、永山 政一：色材協会誌 **45**, 629, (1972)。
- 7) W. Feitknecht, P. Schimdlen: "Solubility Constant of Metal oxides, Metal Hydroxides and Metal Hydroxide Salts in Aqueous Solution" Butterworths (1963).
- 8) T. G. Spiro, et al.: J. Am. Chem. Soc., **88**, 2721, (1966)

昭和 54 年 12 月 4 日受理)