

## 26 北海道における水質汚濁に関する研究

### 第1報 音更川の汚濁の実態とその自浄能について

北海道立衛生研究所

井上 勝弘 安藤 和夫  
千葉 善昭

#### 緒 言

河川に汚水が流入した場合、受入れ河川の水質が清浄であれば、流入汚水は希釈され、その中の沈降性物質は、河床に沈澱し、水中の汚濁物質の濃度は減少する。このような物理的な作用の他に、汚水中の有機性汚濁物質は生物学的な分解を受ける。

一般に、これらの作用を総称して、河川の自浄作用と呼んでいるが、この作用力の大小すなわち、浄化能力の強弱は、それぞれの河川の状態により、また、汚濁物質の種類やその性質によつて、当然異つて来る。

現在、公共用水の汚濁防止が叫ばれているが、公共用水の汚濁を防止し、水資源としての河川水を有効に利用するためには、個々の河川の自然浄化能力についての十分な智識が必要であろう。

著者らは、北海道内の汚濁河川の実態を調査しているが、今回は、澱粉工場の廃水を唯一の汚染源とする音更川の汚濁の実態を精査し、併せて、同河川の浄化能力について検討を加えたので、ここに報告する。

#### 調査の概要

##### 1 対象河川について

対象河川として、前記の如く音更川を撰んだ。この理由は、1) この河川の汚濁源が、澱粉工場の廃水のみであること、2) 一定の地点で汚染を受けてから、かなり下流まで他の汚染を受けず、汚濁物質の河川中での変化を追求するのに良い条件をそなえていたこと3)。比較的、小さな河川であつて、試料の採取や、流速、流量の測定が容易であること。などを挙げる事が出来る。

##### 2 調査年月日

調査を行なつたのは、昭和39年秋、澱粉工場操業直前から直後まで、すなわち、9月から12月にかけてである。

##### 3 調査方法

予め、河川の流速を測定し、数ヶ所の観測地点を定め、実際の調査を行なう場合の参考とした。

調査時は、流量、流速を実測するとともに定められた観測地の河川水を右岸、中央、左岸と別けて、定時刻に採取した。実際には24時間の間、2時間置きに採水を行なつたが、資料の解析には、その一部の成績を用いた。試料は、

速やかに実験室に持帰り分析に供した。

##### 4 試料水の分析

試料水の分析は、日本工業規格、工業用水試験方法 JIS KO101-(1960)及び工場排水試験方法 JIS KO102-(1964)によつた。

#### 調査成績

##### 1 音更川の概要

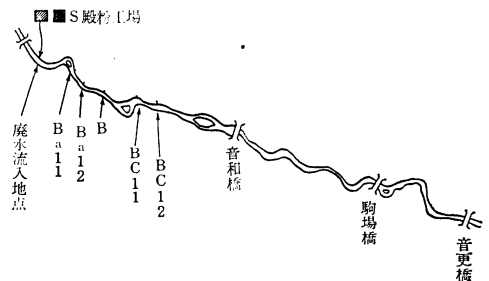
音更川は、大雪山系の中腹にある糠平湖を水源にし、山間を流下して、十勝川に至り、帯広市内で十勝川と合流している。河川の全長は約50km、水深は平均して0.7m前後、流速は0.6~0.7m/sec、調査時の流量は、廃水流入前で5~7m<sup>3</sup>/secであつた。

河床は、殆んど砂礫である。この河川の中流に、年産850,000俵、日産12,000俵の馬鈴薯を処理して、澱粉を製造する工場があり、原料とする馬鈴薯の収穫期である9月から3~4ヶ月間、操業を行なう。この工場の操業期間中、この工場の廃水が、音更川に流入し河川水を汚染する。

##### 2 調査水域の概略

調査水域は、第1図に示す様に、工場廃液が、音更川に流入する地点から、音更橋に至る20kmの間で、その間に計10ヶ所の観測(採水)地点を設定した。

第1図 音更川の略図



観測地点間の距離及び廃水が流入後、その廃水の水塊が流下した場合の各観測地点に到着すると推定される時間を第1表に示す。

調査水域の流速は、各調査時毎に実測されたが、すべて0.6~0.7m/secの範囲にあり、水塊の到着推定時間は、第1表の値を用いた。

第1表 調査水域間の距離及び流下時間

観測(採水)地	路	離 (km)	同一水塊の到着時間 (min)
工場上流		-0.25	-6.5
工場廃水流入地		0	0
Ba-1		0.5	13.0
Ba-2		1.0	25.0
B		2.0	51.0
Bc-1		3.0	76.9
Bc-2		4.0	102.5
音和橋		7.5	192.2
駒場橋		15.0	384.5
音更橋		20.0	512.6

3 音更川の汚濁負荷について

第2表に調査時の音更川の汚濁負荷状態を示す。

第2表 音更川の汚濁負荷

汚濁源	調査月日	BOD ppm	流量 m <sup>3</sup> /s	BOD負荷量 g/s	負荷割合 %
自然汚濁	39.9.24	0.56	7.0	3.9	1.16
S-工場廃水汚濁	〃	286.00	1.17	334.62	98.84
自然汚濁	39.10.12	0.84	6.9	5.8	2.89
S-工場廃水汚濁	〃	230.00	0.85	196.51	97.11
自然汚濁	39.11.4	1.56	6.2	9.68	3.54
S-工場廃水汚濁	〃	338.00	0.78	263.97	96.45
自然汚濁	39.11.16	1.97	6.14	12.09	5.61
S-工場廃水汚濁	〃	291.00	0.7	203.70	94.39

表に見られる様に、本河川の自然汚濁は極めて小さく、汚濁負荷の殆んどがS澱粉工場の廃水である。

4 音更川における汚濁物質の推移

前記の様に、工場操業期には、200~300ppmのBOD値を示す廃水が、河川水量の1/7~1/8程度流入しているが、これらの廃水中の有機物質は、流下するに従って漸減する。今、この推移をBOD値で示すと第2図の如くである。

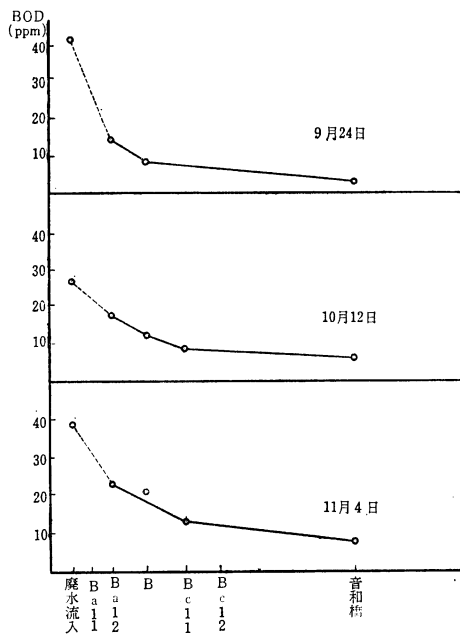
第2図に示した各観測地点のBOD値は、各観測日24時間の実測値を平均した値である。また、廃水流入地点の値は、実測値ではなく、流入する廃水が上流からの河川水で稀釈されたものとして計算した値である。

何故なら、工場廃水は、河川の左岸から流入するが、これが河川水と完全に混合し、水質が均一化するのには、約2km下流のB地点であつたからである。

5 音更川における自然浄化能(減衰係数Ko)の測定について

河川中での有機性汚濁物質の分解については、Streeter-

第2図 河川水中のBOD値の推移



phelps 達の詳細な研究があり、一連の脱酸素反応に基いた基礎式がある。一方、岩井達<sup>2)</sup>は、河川水中での有機性汚濁物質の減少に関する総ての作用を含めた汚濁物質の減衰係数のKo測定について報告している。著者らは、対称河川である音更川について、岩井等の方法によつて、減衰係数Koの値を測定した。減衰係数Koの測定法は、次の式によつて計算された。

Ko: 減退係数

$$Ko = \frac{1}{T} \log \frac{Ba}{Bb} \quad (1/日)$$

Ba: A地点におけるBOD<sub>t</sub>  
 Bb: B地点におけるBOD<sub>t</sub>  
 T: A-B間の流下時間(日)

この測定は、流入汚水と河川水が完全に混合し、河川横断面の汚染物質濃度が略一様になつている条件下で行なわれた。試料は、前記した様に横断面3点を採水してあり、また、2時間置きに採水したので、観測地点間の流下時間を考慮して、資料を集め計算を行なつた。

観測資料は、9月24日、10月12日、11月4日の3回のものをを用いた。その値を第3表に示す。

第3表 音更川の減衰係数Ko(1/日)値

種別	B-音和橋	音和橋-駒場橋	駒場橋-音更橋
9月24日	2.22	2.25	0.22
10月12日	2.35	1.49	0.115
11月4日	2.21	0.86	1.0

ここに示されたKoの値は、岩井達によつて測定された淀川中流部の減衰係数Ko=0.75(1/日)、或は、洞沢達<sup>3)</sup>

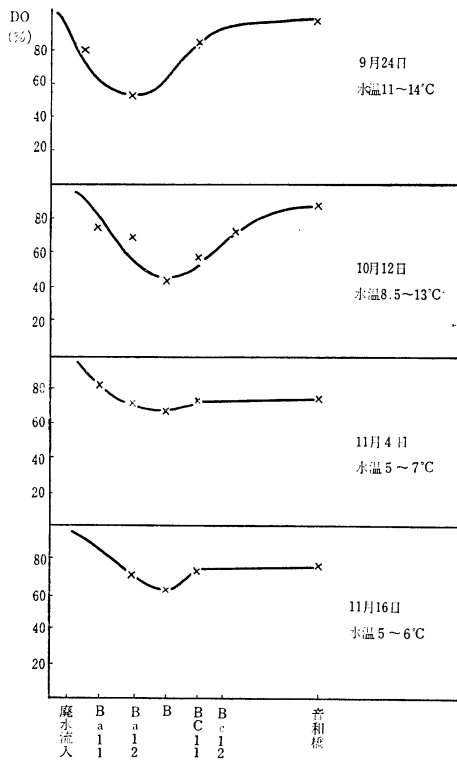
によつて行なわれた石狩川上流部の脱酸素恒数 $K=0.26\sim 0.38$  (l/日)、丹保等<sup>4)</sup>によつて計算された石狩川の浄化恒数 $K=0.57\sim 1.68$  (l/日)などに比して、極めて高い値を示していた。

6 音更川における溶存酸素垂下曲線の作成

この曲線は、生物化学的自浄作用による酸素消費、再曝気による酸素供給、水棲植物による酸素産出など、河川水中の溶存酸素量を支配する総ての作用が合成された結果を表わしている<sup>5)</sup>。故に、河川の自浄作用の能力を検討するには、最も基本的な分布曲線といえる。

今、実測値を元として、各調査時の音更川の溶存酸素垂下曲線を示すと、第3図の様になる。

第3図 溶存酸素垂下曲線



図からも明らかな様に、音更川の河川水は工場の廃水の流入を受ける前は、十分な酸素を含んでおり、その酸素飽和度は100%に近い。併しながら、一度、廃水の流入を受けると河川水中に溶存する酸素は、忽ちに消費され、その流程の2~4kmの地点で、溶存酸素量は、最少の値を示す。すなわち、臨界点は、廃水流入後60~100分の地点にある。その後は、型の如く溶存酸素量は増加し、20km下流で殆んど回復する。

また、図からも明らかな様に、水温の低下と共に溶存酸素量の低下は鈍るが、その回復もおそく、なだらかなカーブを画く。これは、生物の活性が温度によつて低下したことを示している。

7 微生物相について

音更川は、水深が比較的浅く、かつ、河床に砂礫が多く、みずわたゝの発生に適しているため、河川の汚濁に伴つて、著しいみずわたゝの生育が認められた。これらの詳細については、別報<sup>6)</sup>に述べるが、各観測時の全調査域の河床に生育しているみずわたゝの総量を概算すると、第4表の様になる。

第4表 音更川のみずわたゝ生育量

調査月日	みずわたゝ生育量 (湿菌体cc)	調査月日	みずわたゝ生育量 (湿菌体cc)
9. 24	10,020	11. 4	120,000
10. 12	81,000	11. 16	28,000

表に示す様に、澱粉工場廃水が、音更川に流入してから約10日目で、約10m<sup>3</sup>が、また20日間で80m<sup>3</sup>、40日間で120m<sup>3</sup>のみずわたゝが繁殖していた。

この数字を基礎として、1日当りのみずわたゝの生産量を計算すると、廃水流入後、10日間では、1日約1m<sup>3</sup>が、9月24日~10月12日の間には、1日約4m<sup>3</sup>、更に10月12日~11月4日の間では、1日約2m<sup>3</sup>が生産されていることとなる。

この調査期間の間、河床に生育したみずわたゝの或る部分は、当然、小さな断片となつて下流に流下するから、1日当りの生産量は、更に大きな値となるであろう。

また、この表から判る様に、水温の低下した11月には、僅か、12日間で、総みずわたゝの量は、激減している。若し、この期間に新たなきみずわたゝの生産が行なわれなかつたと仮定した場合でも、1日約7~8m<sup>3</sup>のみずわたゝの菌体が下流に流失していることとなる(尚、本項のみずわたゝの菌学的研究については、他の報告を参照<sup>6)</sup>)。

考 察

前項まで、著者らは、澱粉工場廃水の流入によつて汚染された音更川の汚濁の実態と汚濁物質の推移について述べて来た。

これらの調査結果から、澱粉工場廃水による河川の汚濁について、2、3の考察を述べて見たい。

現在、北海道内には、多くの澱粉工場があり、秋から冬にかけて、一斉に操業を行なっている。これらの工場の廃水は、一度、沈澱池に貯溜され、或る程度処理されてから河川に放流することになっている。併しながら、廃水処理場としての沈澱池の効果は、実際には、極めて低いものであつて、廃水の多くは殆んど無処理のまま河川に放流されると考えて良い。これらの廃水の流入によつて生ずる河川の汚濁は、その時期が、丁度、道内のさけ、ますの産卵期と合致するため大きな問題となる訳である。

併しながら、一方において、澱粉工場廃水の河川放流について考えた場合、総ての場合が悪い訳ではない。前項において述べた様に河川は、その汚水をその流程において徐々に減少させるという自浄作用を営んでいる。若し、澱粉工場の廃水が河川に流入したとしても、その廃水量に比して、受入れ河川の流量が著しく多量であり、また、その流下水域が長く、しかも、その流程において、河川水が他の産業などに利用されないものであれば、河川の持つている自然浄化作用によつて浄化され、やがては、汚染のない河川水となるであろう。音更川の場合は、十勝川に合流前に自浄作用によつて、汚濁物質の分解が殆んど完成しているので、略々前記の条件にかなつている。

一方、河川の流量に比して、工場廃水の負荷が過剰の場合は、河川水の汚濁は続き、他の産業に影響を与えることとなる。この様な例は、道内でも幾つかの例を見ることが出来る<sup>7)</sup>。

音更川の例を見れば、明らかな様に、酸素の補給さえ十分であれば、澱粉廃水の河川中での分解は比較的速い。音更川の自浄能、すなわち、減衰係数の  $K_0$  値が、非常に高いことは、このことを裏付けしている。

岩井達は、かつて、淀川中流部の減衰係数  $K_0$  の値を測定し、それが、0.75 (1/日) であつたと報告し、洞沢は、パルプ廃水によつて汚染された石狩川の中流部で測定した脱酸素恒数が  $K=0.26\sim 0.38$  (1/日) の範囲であつたと述べている。

また丹保達は、石狩川上流部の自浄力を  $K=0.72\sim 1.68$  (1/日) (6~10月) であつたと述べている。

本調査では、音更川の減衰係数  $K_0$  の値は、上流部で 2.11~2.35 (1/日)、中流部で 0.86~2.2 (1/日) の値を示した。

これは、音更川が、淀川や石狩川に比して、河川の水深が浅く、流速も早く、かつ、河床の石や砂礫によつて、河川水が激しく流動し酸素の供給が著しいことなどが、大きな要因となつているのであろう。

かつて、洞沢<sup>3)</sup>は、日本の河川の自然浄化作用が、諸外国のそれに比して、極めて大である理由として、河床に生育する生物類の役割を指摘している。音更川は、別報<sup>7)</sup>に示す様に、その河床には、多量の水棲藻菌類に属する菌が、 $\text{ミズワタ}$ として生育しているから、彼等が河川水中の有機汚濁物質の分解、ひいては、自浄作用に大きな影響を与えていることも考えられる。

特に、この  $\text{ミズワタ}$  の最大生育地点が、丁度、溶存酸素分布曲線の臨界点と一致していることは、上記の推定を裏付けている。

著者らは、別報において、 $\text{ミズワタ}$  の発生による河川の被害について述べているが、一方において、河川水中の有機物質の減少という点では、彼等の役割を無視することは出来ない。

## 要 旨

本報告は、澱粉工場廃水によつて、汚染された河川の汚濁の実態について述べたものである。

本研究の対象となつた音更川は、その自浄能力が極めて高いため (減衰係数  $K_0=0.86\sim 2.35$ )、上流で負荷された汚濁物質は、約 20km 下流で、殆んど浄化されていた。

この理由は、(1)音更川の酸素供給が十分であること、及び(2)河川中に生育しているおびただしい生物 (*Saprolegnia sp.*) の働きによるものであろう。

## 文 献

- 1) E. B. Phelps Stream Sanitation, John Wiley and Sons, Inc, (1953).
- 2) 岩井、合田、南部、松永：水道協会雑誌，304，29，(1960).
- 3) 洞沢勇：水道協会雑誌，297，53，(1959).
- 4) 丹保、森：北海道大学工学部研究報告，26号，昭36.
- 5) 水利研究所編：水質汚濁調査法，P. 143，(1963).
- 6) 千葉、井上：未発表.
- 7) 井上、安藤、千葉：北海道衛生研究所報告書，水質汚濁に関する調査研究報告，(昭和40年).

## 26 Studies on the Water pollution in Hokkaido Part 1. On the Self-purification of Otofuke river

Katsuhiko Inoue, Kazuo Ando and Yoshiaki Chiba  
(Hokkaido Institute of Public Health)

A survey of water pollution in Otofuke river, which was polluted by waste waters of a starch factory, was carried out during period from September to December, in 1964.

From the data, a measurement of the purification coefficient in this river was made by Iwai method.

As the results, the purification coefficient value in this river was calculated to be within the range of 0.86-2.25 (1/day).

The finding indicate that the degradation of the organic matters in this river occurred rapidly, the effect of the waste waters on the river was slight owing to its self-purification capacity.