

## 7 札幌市の下水放流による市内河水の汚染度についての調査 特にその B.O.D. (Biological Oxygen Demand) の成績について

北海道立衛生研究所(所長 中 村 豊)  
(環境衛生學科長 小 山 良 悟)

北海道立衛生研究所技師 玉 置 俊 夫  
同 井 上 勝 弘

### 緒 言

札幌市の下水は無處理の儘で河川に放流されているが、これ等の河水が下水によりどの程度に汚染されているか、又その汚染度は衛生學上の恕限度から見て如何なる成績を示すかに就いて昭和26年9月10日から昭和27年2月14日の期間に亘つて調査を施行した。

採水検査を行つた河水は圖に示すように市内を流れている 1. 琴似川, 2. 創成川, 3. 伏籠川であるが、創成川が市街地中央を貨流し、多くの下水溝が之に開口して市民の使用した容量の下水を收容しているので、これに重點を置き、琴似川と伏籠川についてはこれと對照の意味で検査を行い、以つて札幌全市の下水による河川の汚染状況を知らんと欲した。

猶お豊平川は水流も豊富であり又流入する下水も少量に過ぎないので今回の調査から除外することにした。

汚染度を知るための検査項目は 1). B.O.D.=Biological oxygen Demand. 2). 水温, 3). pH 4). D.O.=Dissolved oxygen 5). KMnO<sub>4</sub> 消費量, 6). クロール, 7). アンモニア性窒素 8). 亜硝酸性窒素, 9). 硝酸性窒素, 10). 蒸発殘渣, 11). 煙灼殘渣, 12). 浮游物質, 13). 一般細菌數, 14). 大腸菌群數の如き細菌學的検査並びに物理化學的検査である。

特に意を用いたのは B. O. D. であつて、これは河水の汚染度を表示する最も價値ある目標と考えたからである。

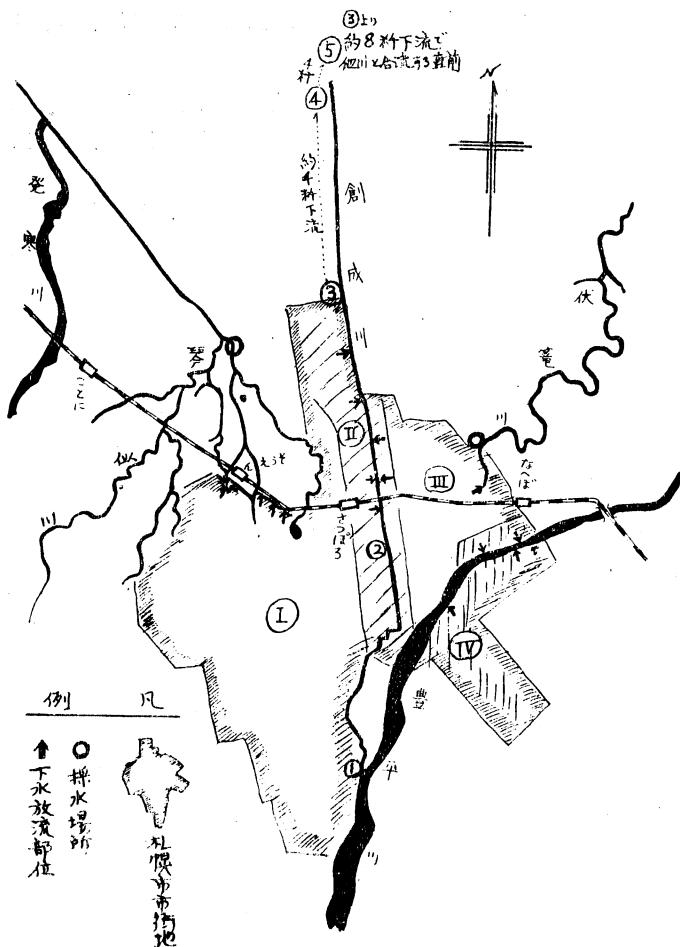
文献を案ざるに創成川の汚染度に就いては北大衛生學教室の石館及び安部兩氏（昭和10年）が始めて年間に亘る調査成績を發表し、物理化學、細菌學的検査を並用し詳細な検索を行い、下流に至る程その汚染度を増すことを認め特に遠藤赤變菌數の相當數が證明され衛生學上憂慮すべき事を指摘している。近年に至つて同教室の山崎氏（昭和24年）も前記報告に準じ（但し細菌學的検査を除く）再び年間を通じ検査を行つてゐる。同氏の報告は主として季節的な變化と時間的な變化とを述べてゐる。

又北大細菌學教室伊藤氏（昭和18年）は創成川の Bacteriophage に就いて検索を行つてゐる。即ち周知の如き Bacteriophage の下水中の存在に注目してこれが下水汚染度を知る標識の一つとなり得るや否やについて検査を行うと共に、同川の水の細菌數を検索している。

### 札幌市に於ける下水の状況

札幌市に於いては、下水溝は相當よく整備されている。即ち市街地各家庭の下水は道路の側溝に集つて入り、これが集まつて、地下の下水管に流れ込み茲に報告せんとする各河川に無處理の儘放

流されているのであつてその略図は第一圖のとおりである。



(I) の地区、最も繁華な地區を除いた札幌市の住宅地域の大部分であつて圖の↑印の地點に於て琴似川に放流されている。

(II) の地区、札幌市に於ける最も繁華な地区で創成川の兩側を占め、圖の↑印地點六ヶ所より創成川に放流されている。

(III) の地区、札幌市の北東地区の大部分で未だに相當空地もあるが工場が多い。この地区の下水は↑印の地點より伏籠川の水源となつてゐる。

(IV) の地区、札幌市の南東地区を占め、人家も相當稠密であり工場もある。この地区の下水は豊平川に放流されている。

#### 各河川の特徴

1. 琴似川、市内2、3の泉水及び河川が水源となり圖示の様に右より2番目の川に下水が放流されている。
2. 創成川、豊平川より水門によつて源水を取り略々市街地の中央部を貫流し、之に西側より4ヶ所、東側から2ヶ所下水が放流されている。

2. 伏籠川. 前述の如く下水のみを水源とした特異な川である。
4. 豊平川. 石狩, 膽振の分水嶺に端を發し定山渓を經て札幌市内の東部を貫流する比較的水量豊富な河であつて, 下流は石狩川と合流する。

#### 採水場所に就いて

1. 創成川. 豊平川より水門によつて入つて來た所を水源として此處を採水場所①とし, 次に略々市街地の中央であつて, 未だ正規の下水管よりの下水の流れ込まない場所を②とし, 市街地の北端であつて, 流入下水が全部流れ込んで仕舞つた場所を③とした。次にこの③の地點より, 苓戸附近に於て他川と合流するまで約8糺あるので, その中間として③より約4糺の個所を④, 他川との合流直前の場所を⑤とした。

2. 琴似川. 札幌市の下水の汚染度を知ると言う意味に於て, 琴似川の本流と合流する直前の個所を選んだ。

3. 伏籠川. 上記と同様な意味に於て札幌市の出外れである市の境界線附近を選んだ。

#### 検査項目

余等は今回の検査に於いて河川の汚染度を表示する目標として B. O. D. (Biological oxygen demand 即ち生物學的窒素要求量) の値を最も價値あるものと考えてこの検査に重點を置くことにした。これは水中の還元酸化可能物質即ち汚染源となり得る物質の酸化(その結果主として無機酸化物とガス體となる)に要する酸素量を p. p. m. で表わした値である。この酸化は單なる化學的のみの反應ではなく, 水中の細菌がその生活のためのエネルギーを得んとして酸化還元現象を營む働きによつて有機物を酸化する結果が現われる値である。

その他の検査項目として水温, pH, D. O. 即ち Dissolved oxygen (溶存酸素量), KMnO<sub>4</sub> 消費量, 鹽素, アンモニア性窒素, 亜硝酸性窒素, 硝酸性窒素, 蒸發残渣, 燥灼残渣, 浮游物質を検査すると共に, 細菌學的検査即ち 1cc 中の細菌数並びに 100cc 中大腸菌群の含有数等について検査を施行した。

#### 試験成績

第1表乃至第3表に示す如き成績を得た。

##### 1 pH

月日 採水場所	昭26 9月10日	" 9月21日	" 10月3日	" 11月15日	昭27 2月7日	" 2月14日	平均
創成川 ①	7.4	7.0	7.2	—	7.2	—	7.2
創成川 ②	7.2	7.0	7.2	—	—	—	7.1
創成川 ③	6.8	6.8	6.8	6.6	7.0	—	6.8
創成川 ④	—	—	—	6.6	—	—	6.6
創成川 ⑤	—	—	—	6.8	—	—	6.8
伏籠川	—	—	—	—	—	6.6	6.6
琴似川	—	—	—	—	—	6.8	6.8

2. 水温, 溶存酸素及びB.O.D.

採水場所	試験項目	単位	昭26		" 9月10日		" 9月21日		" 10月3日		" 11月15日		昭27		" 2月7日		" 2月14日		B.O.D.
			9月10日	9月21日	10月3日	11月15日	2月7日	2月14日	平均	1.66									
創 成	①	水温	°C	20.0	11.0	10.0	—	—	1.0	—	—	—	—	—	—	—	—		
		溶存酸素	P.P.M.	9.00	9.80	10.00	—	—	15.00	—	—	—	—	—	—	—	—		
		B.O.D.	P.P.M.	0.39	1.30	1.30	—	—	3.66	—	—	—	—	—	—	—	—		
川	②	水温	°C	21.0	12.0	12.0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3.47	
		溶存酸素	P.P.M.	9.50	12.00	10.00	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		
		B.O.D.	P.P.M.	4.94	2.69	2.80	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		
川	③	水温	°C	20.5	12.0	14.0	6.5	—	2.0	—	—	—	—	—	—	—	—	9.88	
		溶存酸素	P.P.M.	7.60	9.60	8.50	11.20	—	12.40	—	—	—	—	—	—	—	—		
		B.O.D.	P.P.M.	5.26	2.48	7.40	18.54	—	15.72	—	—	—	—	—	—	—	—		
伏 籠 川	④	水温	°C	—	—	—	7.0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		
		溶存酸素	P.P.M.	—	—	—	11.20	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		
		B.O.D.	P.P.M.	—	—	—	18.00	—	—	—	—	—	—	—	—	—	18.00		
琴 似 川	⑤	水温	°C	—	—	—	9.0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		
		溶存酸素	P.P.M.	—	—	—	11.20	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		
		B.O.D.	P.P.M.	—	—	—	7.62	—	—	—	—	—	—	—	—	—	7.62		
伏 籠 川	水温	°C	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3.0	
		溶存酸素	P.P.M.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5.50	
		B.O.D.	P.P.M.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	44.51	
琴 似 川	水温	°C	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3.0	
		溶存酸素	P.P.M.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	11.10	
		B.O.D.	P.P.M.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	20.20	

3. その他の試験成績

月日	採水場所	過マンガ ン酸カリ 消費量	塩化物 P.P.M.	アムモニ ニア 性窒素 P.P.M.	亞 ニ 酸 素 P.P.M.	硝 酸 性 窒 素 P.P.M.	硝酸性 窒素 P.P.M.	大 腸 群 P.P.M.	100c.c.中 1c.c.中 100c.c.中 1c.c.中	一般 生菌數 P.P.M.	蒸 發 残 渣 P.P.M.	浮 游 物 P.P.M.	懸 濁 質 P.P.M.	均 渣 P.P.M.
昭和二年六月 廿九日	創 成 川	① ② ③	2.62 5.25 5.25	34.40 34.70 35.50	— — 0.003	— — —	— — —	— — —	3,200 32,000 52,000	— — —	— — —	— — —	— — —	— — —
	創 成 川	① ② ③	8.70 10.27 14.54	14.20 14.20 16.30	— 0.06 0.14	— 0.001 0.003	— — —	— — —	450 19,200 16,000	4,200 — 4,000	— — —	— — —	— — —	— — —
	創 成 川	① ② ③	4.42 6.95 9.16	17.30 19.30 22.00	— — 0.14	— — 0.001	— — —	— — —	2,400 1,400 —	8,000 13,000 —	— — —	— — —	— — —	— — —
昭和二年九月 十五日	創 成 川	③ ④ ⑥	19.24 47.83 24.56	24.32 22.93 20.15	0.14 0.24 0.24	0.002 0.002 0.14	0.038 0.078 —	130,000 350,000 210,000	110,000 50,000 70,000	— — —	— — —	— — —	— — —	— — —

月日	採水所所 名	過マンガ ン酸カリ ン消費量	鹽化物	アンモ ニア ニ性窒素	亞 ニ酸 窒 素	硝 酸 性 窒 素	大 腸 群	一 般 菌 数	蒸 発 残 渣	浮 遊 物	游 質	熾 灼 渣
昭二 二月 十七 年日	創 成 川	P.P.M. ① 3.03 ③ 26.23	P.P.M. 37.37	P.P.M. 0.06	P.P.M. —	P.P.M. —	100c.c. —	1c.c. —	P.P.M. 153	P.P.M. 2	P.P.M. 127	
ノ 二 月 十四 日	伏籠川 琴似川	77.88 32.86	40.15 36.69	0.32 0.24	0.012 0.006	0.250 0.230	—	—	207	27	169	195
									242	22		180

### 試験成績についての考察

1. pH. 創成川の①及び②の個所に於いては平均して約7.2であり正常なる河川のpH.を示しているが、③、④、⑤、の個所の水は6.6~6.8であつて酸性に傾いている。これは流入下水の汚染物の腐敗によつて有機酸類や硫化水素の發生によるものと思われる。伏籠川、琴似川の水についての成績も創成川③、④、⑤、の場合と略々同じである。

#### 2. 水温・溶存酸素及びB.O.D.

i) 水の溶存酸素量は温度によつて動搖し、標準状態に於て蒸溜水に1°Cでは14.23p.p.m.の酸素が溶解し得る。10°Cでは11.33p.p.m. 20°Cでは9.17p.p.m.の如く、温度の上昇と共に漸減する。水中に溶存酸素が多ければ、有機物はこれを消費して酸化されるが、反対に少なければ、有機物は嫌気性分解即ち腐敗を起すから悪臭を發するわけである。

余等が検査を行つた水の溶存酸素量は一般に多量であつて、前記各水温時に於ける標準状態下に於ける溶存酸素量の80%以上を含有している。唯伏籠川のみが3°Cに於ける理論量の13.48 p.p.m.に對して約41%の5.50p.p.m.を示している。而して水が下水等の混入によつて汚染された場合に、その水の溶存酸素量を測定してその量がその温度に於ける溶存酸素量の理論値の約30%以上あれば悪臭を發する等の危害を防げるとされている。即ち理論値の30%が溶存酸素の恕限度であつて大體それは4p.p.m.と見てよい。

この觀點からすれば創成川と琴似川の水は溶存酸素については衛生學上宜しい事が解る。

伏籠川の溶存酸素量は恕限度に近い成績を示しているので、時期によつてはそれ以上になることも推察され從つて考慮を要する。

ii) B.O.D. 一般に河川水のB.O.D. 値の衛生學的恕限度について考えて見るに、その川の條件によつて違ひ、簡単にはこれを定めるわけにはゆかない。例えば採水個所の下流に上水の取入口があるとか、或は養魚場がある様な場合には、その水は清淨でなければならないから、その場合のB.O.D.の衛生學的恕限度は少ない値を要求される。之に反してその河川の各所に下水溝が開いて居り、その川を天然の排水渠と見てよいような場合、即ち唯その水を田畠に灌漑して農作物に害があるとか、又は腐敗による悪臭を發するとか、或は水中生物の死滅を來すとか言うような危害を見なければ良いと言う程度であるならばそのB.O.D. 値も大まかで良いと考えられる。その他その水の溶存酸素量や、枝川の水量水質等も考慮されなければならぬから一概にこれをきめる事は出來ない。要するにB.O.D. の衛生學恕限度は各川各地區に於ける水の各條件を精細に且つ廣汎に検査し

た上でなければ決定し得ない事になるが、余等の検査対象である創成川等の水の B.O.D. 値を放流水の懸念度 (B.O.D. 値 20 p.p.m.) と比較考察して見ると、第 2 表に示す如く創成川の第 3 採水場所以下並に琴似川は略々この値に等しく伏籠川に於ては約 2 倍の値を示している。

### 3. その他の検査成績

#### i) 過マンガン酸カリ消費量

過マンガン酸カリ消費量の値は略々 B.O.D. 値と平行している。即ち過マンガン酸カリ消費量の主體である有機物が同じく B.O.D. 値の汚染源である事を示している。

#### ii) 鹽化物

鹽化物は有機物による汚染が附隨的に水中の鹽化物を増加する事があるにしても、それ程鋭敏に検査成績上には表われていない。

#### iii) アムモニア性窒素、亞硝酸性窒素、硝酸性窒素

これ等は何れも陰性か微量であつたが、注目すべき事は創成川に於いて③、④、⑤、と下流になるに従い硝酸性窒素が約倍量增加し、これに反して過マンガン酸カリ消費量と B.O.D. 値は④より⑤が減少して居り③の採水場所より約 8 粕の比較的短かい距離に於いても河川の自淨作用が進行していることが解る。

#### iv) 蒸発殘渣、浮遊物質、熾灼殘渣

これ等の検査は昭和 27 年 2 月 7 日と 2 月 14 日の兩日の試験の際に施行したが、蒸発殘渣も 200 p.p.m. 前後であり熾灼減量も 20% 前後で特別に注意を引く點はなかつた。

## 結論

著者等は札幌市を貢流する創成川、その他琴似川、伏籠川の水につき特に B.O.D. に重點を置いて種々なる検査を行い次の如き成績を得た。

- 1) B.O.D. 値より見れば一般河川の許容 B.O.D. 値は 2~4 p.p.m. にしてこの値と較べ伏籠琴似兩川は河川とは認められず、創成川は溶存酸素量及び B.O.D. 値關係式より見てその流程に於て他少の自淨作用を認めるも衛生的な河川とは云えない。
- 2) 伏籠川は B.O.D. 値より見てその汚染度甚しく嫌氣性腐敗を起し悪臭を發する等の危害を現わすものと推察される。
- 3) 物理化學的、細菌學的試験に於ては一般下水の標準値より見て低値を示した。

## 参考文献

- 1) 石館文雄、安倍三史； 札幌市創成川汚染に關する調査 (昭 9.6 月～昭 10.5 月)
- 2) 山崎武夫； 札幌市創成川の汚染に關する調査報告 (昭 23 年 3 月～昭 24 年 4 月)
- 3) 伊藤薰二； (北海道醫學雜誌第 21 年 11 號～昭 18 年 11 月刊)  
水中 Bakterophage の検索 (第 1 報) 札幌市創成川の Bakterophage の消長