

札幌市における排水路等環境調査（第2報）

—病原菌等サーベイランス事業—

Environmental Survey on the Ditches and Rivers in Sapporo (Ⅱ)

Examination of Pathogenic Bacteria and Chemical Constituent

昭和57年に市内大型小売店で発生した大型食中毒事件の原因として、付近の排水路の関与が懸念された。

このため、当所では市内排水路及び河川の病原菌の汚染状況を化学検査を加えて総合的に把握し、細菌性食中毒の発生機序の解明とその防止対策に役立てることを目的として昭和58年4月から本事業を実施している。

昭和58年度分は、第一報で、市内全域の病原菌の汚染状況を報告したが、今回、第二報として昭和59年度から61年度までの3年間の調査結果を報告する。

1 検査方法

1 採水時期

表1、2に示したとおり、ほとんどの地点で年6回採水した。採水月は59年度については58年度と同様、排水路は偶数月、河川は奇数月とした。60年度以降については排水路・河川を偶数月に、北グループの排水路・河川を奇数月に採水した。

南グループ

排水路	1 界川	2 円山川支流排水路
	3 上富丘川	11 鉄北線添排水路
	12 真栄排水路・下流	13 真栄排水路・上流
河 川	15 山鼻川	16 石山排水路
	豊平川 (A. 御料橋	B. 五輪大橋
	C. 東橋	D. 雁来大橋)

北グループ

排水路	4 稲穂川	5 樽川添排水路
	6 学田排水路・下流	9 烈々布排水路
	10 三角街道排水路	
河 川	創成川 (F. 麻生橋	G. 茨戸耕北橋)
	新 川 (H. 新川橋	1 天狗橋
	J. 第一新川橋)	

2 採水地点

採水地点は表1、2に示したとおりで、59年度は58年度と同様、排水路は15地点、河川は10地点を選定した。60年度以降、排水路については3地点を廃止し、1地点を新設して13地点とした。また、河川については1地点を廃止し、9地点とした。排水路で廃止したのは「学田排水路・上流」、「烈々布排水路・上流」、「川沿排水路」の3地点で、いずれも水量が少なく、渇水期には採水不能となり、継続した調査が困難なため、廃止した。南区の「川沿排水路」の廃止に伴い、同じ区内に「石山排水路」を新設した。河川で廃止したのは創成川の「対山橋」で、この地点の水位変動が激しく、渇水期にはビルの冷却用排水（地下水）のみとなるからである。

3 検査項目と方法

細菌学的検査項目は、食中毒起因菌が中心で、サルモネラ、病原大腸菌、セレウス、コアグラエゼ産生黄色ブドウ球菌、A型ウエルシュ、カンピロバク

ター、腸炎ビブリオ、NAG ビブリオ、エロモナス、エルシニア・エンテロコリチカ、プレシオモナス・シゲロイデス、ビブリオ・フルビアリス、赤痢等である。検査対象病原菌の増菌、分離に用いた培地を表3に示した。

化学的検査項目については、水質の全体的評価のため、水素イオン濃度 (pH)、生物化学的酸素要求量 (BOD)、浮遊物質 (SS)、溶存酸素 (DO)、大腸菌群数 (Coli)、化学的酸素要求量 (COD) を測定し、人為的な汚染指標として、アンモニア性窒素 ($\text{NH}_4^+ - \text{N}$)、亜硝酸性窒素 ($\text{NO}_2^- - \text{N}$)、硝酸性窒素 ($\text{NO}_3^- - \text{N}$)、総窒素 (T-N)、総りん (T-P)、塩素イオン (Cl^-)、メチレンブルー活性物質 (MBAS)、クロロフィル-a (Chl.a)、ふん便性大腸菌 (MFC)、コプロスタノール (Coplo) について測定を行った。化学検査の方法は表4のとおりである。

II. 結果及び考察

1. 細菌検査

(1) 病原菌の検出状況 (表5~7)

昭和59年4月から昭和62年3月までの3年間に排水路及び河川について、389 検体の検査を行い、10菌種1128株の食中毒起因菌を検出した。検出菌種はサルモネラ、コアグラーゼ産生黄色ブドウ球菌、A型ウエルシュ菌、ビブリオ・フルビアリス、セレウス、エロモナス、NAG ビブリオ、プレシオモナス・シゲロイデス、エルシニア・エンテロコリチカ、病原大腸菌であった。赤痢菌、腸炎ビブリオ、カンピロバクターは検出されなかった。各菌種の排水路及び河川からの検出数 (検出率) は表5のとおりであり、排水路・河川ともにウエルシュ、セレウス、エロモナスの順で検出数が多かった。

排水路と河川を比較すると、排水路からの検出率が高かったのは黄色ブドウ球菌と病原大腸菌であり、河川からはサルモネラとNAG ビブリオが

多く検出された。排水路から黄色ブドウ球菌は62 検体 (28%) から検出されたのに対し、河川では6 検体 (4%) から検出されたに過ぎない。病原大腸菌は排水路の10 検体 (4.5%) に対し、河川では2 検体 (1.2%) から検出されたのみである。一方、河川ではサルモネラが27 検体 (16%) から検出されたが、これは排水路の2 検体 (0.9%) に比べて高かった。また、NAG ビブリオも河川では77 検体 (46%) から、排水路では12 検体 (5%) からと、河川から高率に分離された。

排水路の各地点別検出状況をみると (表6-1~6-3)、ウエルシュ、セレウス、エロモナスは全地点から検出された。上富丘川・稲穂川といった人為的汚染がかなりみられる地点では、黄色ブドウ球菌の検出率が高く、また、鉄北線添排水路・真栄排水路下流といった人為的汚染、特に生活雑排水の影響がみられる地点では病原大腸菌が検出されやすい傾向にあった。排水路で最も汚濁指数が小さいのは烈々布排水路と山鼻川であるが、烈々布排水路の水質汚濁指数が小さいのは地下鉄工事に伴う地下水が大量に流入しているためであり、この地点では病原大腸菌が一回検出されていることから一時的な人為汚染が時にあると考えられる。一方、山鼻川は、この調査を行う上で自然状況に近い地点として選んでおり、3年間で黄色ブドウ球菌4回、ビブリオ・フルビアリス1回の検出をみているが、細菌学的にも化学的にもきれいな排水路と言える。

河川の各地点別検出状況をみると (表7-1~7-3) 特徴的なのは、サルモネラの下流域での検出が多いことであり、処理場の影響も考えられる。また、NAG ビブリオが上流・下流域ともに検出され、汽水域に広く生息していることを示した。しかし、排水路からの検出は人為的汚染のみられる地点のみであり、河川から検出されたNAG ビブリオに関しても水系環境中に広く存在しているもの以外に、何らかの人為的汚染によるもの

も含む可能性を残した。

(ア) サルモネラ

排水路水222検体中2検体（0.9%）、河川水167検体中27検体（16.2%）よりサルモネラを検出した（表5）。

排水路のサルモネラ検出地点は、学田排水路下

採水地点名	検出菌	NH ₄ ⁺ -N	大腸菌群数
○ 学田排水路上流	セレウス	< 0.1 mg/1	7.0 × 10 ²
○ " 下流	サルモネラ、ウェルシュ セレウス、NAG ビブリオ	4.0 mg/1	4.9 × 10 ⁴

学田排水路上流は、年間を通して比較的きれいな地点であるが、学田排水路下流は人為的汚染がたびたびあると考えられる地点で、3年間のNH₄⁺-N 平均値は1.28（CV % 116）であったがサルモネラが検出された時点でのNH₄⁺-Nは4.0と高く、その後の検出はないことから、何等かの一過性的人為的汚染があったものと考えられる。三角街道添排水路は他に比較して人為的汚染があると考えられる所であるが、サルモネラ検出時のNH₄⁺-N値9.6は、年間での（59年度のみ実施）最高値であった。

河川からは、59年度7検体、60年度10検体、61年度10検体について延35株、23の菌型が検出された。検出地点は、上流より下流域に多い傾向にあり、特に雁来橋、天狗橋、茨戸耕北橋の3ヶ所が多く、他の河川地点の平均検出率5%に対し、この3地点の平均検出率は39%であった。なお、これら3地点の上流には処理場があることから、その影響も考えられる。

排水路、河川から検出したサルモネラを次頁表（地点別サルモネラ検出菌型）に示した。

検出したサルモネラの亜種は、主にヒト、家畜由来の亜種 *choleraesuis* であること、検出菌の菌型も一定していないこと、検出地点でのNH₄⁺-N、コプロスタノール値が高いことから、一過性的人為的汚染がくり返し行われているもの

と三角街道添排水路であり、何れも59年8月に検出されたのみである。この時の学田排水路下流と上流の菌検出状況と、し尿及び有機物汚濁の指標となるアンモニア性窒素、大腸菌群数は以下の通りである。

と考えられる。

(イ) 黄色ブドウ球菌

黄色ブドウ球菌は排水路の62検体（27.9%）、河川の6検体（3.6%）から検出された。

排水路で検出率の高かった上富丘川と稲穂川は、工場、病院及び家庭下水の流入が多く、底はヘドロ化している地点である。（現在は河川改修が進んでいる）

検出回数の多い順番に並べると下記のとおりである。

採水地点名	検出回数	コプロスタノール値 （平均値±SD）
上富丘川	15	0.437±0.659
稲穂川	10	6.88±1.24
界川	9	0.036±0.061
真栄排水路・下流	7	<0.01
円山川支流	5	0.03±0.06

排水路水は地点によって、また採取した状態によって、メンブランフィルターによる検液量が著しく違い、特に稲穂川は一回当たりの検液量が50～150mlと他の排水路水に比べ約1/2～1/20量に留まっている。稲穂川に関しては、他の排水路水と同程度量をろ過したなら、検出回数は増すものと思われる。検出回数が多かった上富丘川と稲穂川のコプロスタノール平均値は、それぞれ

地点別サルモネラ検出菌型

採水地点名	検出年度	検出サルモネラ菌型
A. 御料橋	59	S. III arizonae
	61	S. III arizonae
B. 五輪橋	61	S. bredney
D. 雁来橋	59	S. paratyphi B
	"	S. montevideo (2回検出)
	"	S. senftenberg
	60	S. thompson
	"	S. montevideo
	"	S. poona
	"	S. O 4群HUT
	61	S. hadar
	"	S. O 7群HUT
	"	S. thompson (2回検出)
	"	S. O 4群HUT
E. 対山橋 (59年度のみ実施)	59	S. III arizonae
F. 麻生橋	61	S. typhimurium
G. 茨戸耕北橋	59	S. typhimurium
	"	S. braenderup
	"	S. johannesburg
	"	S. III arizonae
	60	S. bareilly
	"	S. enteritidis
	61	S. tennessee
	"	S. oranienburg
I. 天狗橋	59	S. montevideo
	60	S. typhimurium
	"	S. litchfield
	"	S. heidelberg
	61	S. tennessee
	"	S. johannesburg
	"	S. reading
J. 第一新川橋	60	S. typhimurium
	"	S. infantis
6. 学田排水路下流	59	S. oranienburg
10. 三角街道 (59年度のみ実施)	59	S. typhimurium

0.437と6.88であり著しく高かった。

黄色ブドウ球菌は、健康なヒトの咽頭、皮膚などをはじめ、動物の皮膚やゴミなど、生活環境に広く分布しているとされている。河川からの検出率は低く、また哺乳動物由来の直接的指標であるコプロスタノール値が著しく高い排水路から多く検出していることから、し尿汚染も考えられるような排水路から比較的検出されやすい、と考えられる。

河川、排水路水より分離した黄色ブドウ球菌18株のうち、エンテロトキシン陽性が5株、コアグラゼ型別が決まったものは15株あり、食品や便由来の菌株と、その陽性率に違いはなかった。

(ウ) A型ウエルシュ菌

排水路の204検体(92%)、河川の154検体(92%)から検出し、検査対象菌中最も高い検出率であった。

本菌はヒト、動物の腸管のみならず、土壌や下水にも広く分布しており、また芽胞を形成し環境中でも生存しやすく、人為的汚染が殆んど見られない山鼻川や河川からも高率に分離されることから、土壌由来のA型ウエルシュ菌が多数を占めているものと思われる。

分離菌株のうち血清型(Hobbs型)が決まったのは、河川由来株で8%、排水路由来株で13%程あったが、本血清型とエンテロトキシン産生性は必ずしも一致しないと言われており、食中毒に直接結びつくかどうかは不明である。食中毒の原因となるのはエンテロトキシン産生菌であるが、自然界に分布するウエルシュ菌のうちエンテロトキシン産生株はきわめて少ないと考えられており、高い検出率ではあるが、河川、排水路からウエルシュ菌が分離されたこと自体は特に問題となることではない。しかし、エンテロトキシン産生菌も非産生菌と同様の生育条件下で生存することから、他の食中毒菌同様、二次汚染防止の配慮は必要である。

(エ) ビブリオ・フルビアリス

ビブリオ・フルビアリスは排水路より3検体(16%)、河川より2検体(12%)検出された。

検出地点は、排水路の上富丘川、真栄排水路下流、山鼻川、河川の新川橋、第一新川橋であり、それぞれ一検体ずつ検出しているのみである。人為的汚染のみられる上富丘川、真栄排水路下流、人為的汚染は殆んどないと考えられる山鼻川、両方から検出されており、また、検出数自体僅かなことより、排水路、河川の汚濁状況と関連づけるにはデータ不足である。しかし、本菌は沿岸海域に広く分布し、魚介類を介してヒトに感染すると考えられている菌であり、河川、排水路等に常在する菌ではないので、何等かの流入経路はあったものと考えられる。

(オ) セレウス菌

排水路の171検体(77%)、河川の139検体(83%)について、全ての地点より検出した。セレウス菌は土壌常在菌であり、芽胞の状態で広く分布し、その菌数は土壌1g当たり $10^2 \sim 10^5$ 個である。排水路、河川の汚染状況に係わりなく検出されたものと考えられる。

(カ) エロモナス

排水路から131検体(59%)、河川から115検体(69%)とウエルシュ、セレウスに次いで高い検出率であり、全地点から検出した。

エロモナスは淡水の常在菌と言われており、また、排水路の人為的汚染の有無、河川の上流、下流の地点別に係わりなく検出されることから、本調査で検出したエロモナスの大部分は自然環境中に広く常在している菌であったと考えられる。

(キ) NAGビブリオ

排水路より12検体(5%)、河川より77検体(46%)と、排水路に比べ河川からの検出率が高かった。

排水路では、学田排水路下流から4検体(24%)

検出した以外は、6地点から1または2検体ずつの検出であった。学田排水路下流は人為的汚染がたびたびあると考えられる所であり、他の検出地点も生活排水の流入がうかがわれる箇所である。

河川では全地点から検出され、豊平川水系より43検体(60%)、創成川水系より17検体(40%)、新川水系より17検体(32%)あった。これを水系別にみると、豊平川水系では、最上流採水地点の御料橋で13検体(72%)と高率を示し、中・下流域では50~60%の検出率であった。創成川水系では上流と下流域が高く、中流域での検出率は低かった。新川水系では、中流域の天狗橋で8検体(44%)と上流・下流域に比べると高い検出率であった。河川全体を通してみると、糞尿汚染の指標であるコプロスタノール値との相関はみられない。

河川地点別 NAG ビブリオ検出率

採水地点名	検出率 (検出数)	コプロスタノール値 (60、61年度のみ)
豊平川水系	60% (43)	
A. 御料橋	72% (13)	0.005
B. 五輪橋	50% (9)	0.017
C. 東橋	61% (11)	0.006
D. 雁来橋	56% (10)	0.487
創成川水系	40% (17)	
E. 対山橋	67% (4)	59年度のみ実施
F. 麻生橋	11% (2)	0.029
G. 茨戸耕北橋	61% (11)	2.82
新川水系	32% (17)	
H. 新川橋	29% (5)	0.222
I. 天狗橋	44% (8)	1.29
J. 第一新川橋	22% (4)	0.687

本菌は淡水、汽水域に生息するものと考えられており、現在、国内各地の河川からも広く検出されるようになっている。本調査における河川からの検出状況では人為的汚染と直接的に結びつけら

れず、一方、排水路からの検出は人為的汚染のみられる所であることから、NAG ビブリオの検出は河川に常在菌としてある場合と、何等かの人為的汚染による場合とを考えることが出来る。

しかし、水中での他の菌との競合関係又は、菌自体の消長とも絡み確定的なことは分らない。

(ク) プレシオモナス・シグロイデス

59年~61年度の3年間で、排水路、河川それぞれ1検体ずつから検出したのみである。

本菌は、河川では水よりも水中底土に濃厚に存在し、冬季よりも夏季の方が検出されやすいといわれ、淡水中の常在菌と考えられている。他都市の調査では東京都(検出率12.8%)、香川県(池水について調査:検出率、約70%)から高い検出率の報告がみられる。札幌市内河川からの検出率の低さは、検査法の違いと地域的な違いによることとが考えられる。

(ケ) エルシニア・エンテロコリチカ

排水路222検体中4検体より(検出率1.8%)、河川167検体中5検体より(検出率3.0%)検出した。

59年度以前は排水路、河川共にまったく検出されなかったが、これは良い分離平板がまだ開発されていなかったためと思われる。60年4月から、増菌培養後アルカリ処理を行い、分離平板にCIN平板を用いる方法に変えたところ、60年度の検出率は排水路1.4%(検出数1)、河川3.7%(同2)、61年度は排水路4.3%(同3)、5.6%(同3)となった。

本菌はブタ、イヌ、ネズミなどから分離されることの多い、4℃以下でも増殖可能な好冷細菌であり、ヒトへの感染は食肉、ペット動物を介して起こると考えられている。河川水中にもエルシニア・エンテロコリチカ類似菌が広く分布していることは報告されているが、ヒトの感染症に関係のある本菌の全国的な分布状況、存在状態は未だ解明されていない部分が多い。

排水路からは比較的人為汚染のうかがわれる地点（稲穂川、真栄排水路上流・下流）から検出し、また季節的な偏りはみられなかった。河川からは、豊平川、新川水系において上流・下流域ともに検出し、水質汚濁との関係は不明であった。本菌が分離された河川水5検体のうち4検体は冬季（2、3月）の採水であり、他の病原菌に比べて低温での増殖傾向を示したと言えよう。

(コ) 病原大腸菌

排水路の10検体（4.5%）、河川の2検体（1.2%）から検出した。

排水路の検出地点7ヶ所のうち烈々布・下流以外の6地点は何れも人為的汚染、特に生活雑排水の影響のみられる所であり、山鼻川、界川といったほとんど人為的汚染のみられない地点からは検出されなかった。烈々布排水路下流は地下鉄工事により流出する地下水が大量に流入する為、排水路の中ではもっとも水質汚濁指数が小さな値を示した箇所である。しかし、病原大腸菌検出時の化学データーをみると、コプロスタノール値0.29（検出時以外の平均値0.004）、T-N値0.90（同0.49）と菌検出時のみ明らかに高く、一時的に高濃度の人為的汚染があったと考えられる。河川からは、新川水系の最下流採水地点である第一新川橋より60年度に2回検出した。同地点は河川の中では水質汚濁のみられる所である。

病原大腸菌の検索は、59年度までは増菌培地にLBを、分離平板にSS、SSKを用いていたが、60年度よりフン便性大腸菌数測定に使用するHGMF平板からの釣菌法に変えた。その結果、従来法に比べHGMF平板による方法はコロニーの選択性に優れており、大腸菌の検出精度が2～3倍に向上した。年度別の検出数は、59年度5、60年度5、61年度2であり、上述の検査法の精度向上を考え合わせると、病原大腸菌の検出数は減少傾向を示したと言える。

3年間の分離菌12株の血清型別は、026:

K60、0126:K70、025:K1、0159、が各2株ずつ分離されたが、同一水系より同じ血清型の菌は検出されなかった。また、大腸菌易熱性トキシン（LT）産生株はなかった。

病原大腸菌は非病原性の大腸菌と生物化学的性状は同じであり、自然環境中での生存条件も同様と考えられる。20℃の水中では生存期間が2～3日と言われており、より栄養分のある河川や排水路の方が生存期間が多少延びるにせよ、長期にわたって存在しているとは考えられない。

排水路、河川ともに、人為的汚染のみられる地点から検出され、同一水系から同じ血清型の菌は検出されず、また病原大腸菌は水系環境中の常在菌とは考えられないことから、一過性の人為汚染が採水時期にあったものと思われる。

病原大腸菌の血清型別

採水地点名	検出数	59年度	60年度	61年度
2. 円山川	1	O159		
4. 稲穂川	1	O1:K51		
6. 学田下流	1		O86:K61	
9. 烈々布下流	1			O125:K70
11. 鉄北	2	O26:K60		O119:K69
12. 真栄下流	3	O26:K60	O125:K70	
			O25:K1	
13. 真栄上流	1	O152:K+		
J. 第一新川橋	2		O25:K1	
			O159	

(2) 検出病原菌相互の関係（表8）

相互の菌の同時検出数をみることは、菌同志の共存傾向、あるいは、汚染源の異同を推定するのに役立つ。また、最初のサンプリング量の違い、特に排水路水については大きなバラツキがあることから、単独検出数のみの比較より、同時検出数による方がよりその共存傾向を正確にみるこ

出来る。

この表からいえることを以下に記した。

1) ウエルシュ、セレウス、エロモナス以外の菌（検出率50%以下の菌）の単独検出はなかった。

2) 黄色ブドウ球菌とサルモネラが同時に検出されることはなかった。これは、黄色ブドウ球菌は排水路より多く検出され、サルモネラは河川より多く検出されることによる。

(3) 検出病原菌の季節変化（表 9, 10）

本調査では、昭和59年度については排水路は偶数月、河川は奇数月に採水を行った。昭和60年度と61年度については排水路・河川を南地域と北地域に分けて行った（P. 参照）。検査対象病原菌全ての検出数を月別にみると、排水路については季節的な違いはみられないが河川では8、9月がピークになる一峰性を示した。

NAG ビブリオの検出は、河川においては冬季より、水温の高くなる夏季～秋季に多かった。排水路では、検出数が僅かなので（3年で12回）、はっきりしたことは不明であるが、8～9月に6回の検出があった。

水生菌であるエロモナスは、河川において6～11月の検出がやや多かったが排水路についてはその違いはみられなかった。好冷菌であるエルシニア・エンテロコリチカは、河川での検出5回のうち4回は2～3月の採水であった。

排水路で、あまり季節的な変化がみられないのは、自然環境条件の変化より、生活雑排水等流入の影響が大きいからであろう。一方、河川では気温や、融雪時の水量変化による影響が大きいものと推測される。

(4) 病原菌種平均検出数（表 11, 12）

排水路・河川ともに一回の検査で検出される病原菌は複数であることが多い。各地点別の一回当たりの菌種数（年度別平均）を示した。

全地点の3年間の平均検出数は、排水路で2.70、河川で3.16と、河川の方が平均検出数が多かつ

た。これは、河川の方が自然環境中広く分布している菌であるセレウス、エロモナス、及びNAG ビブリオの検出率が高く、また河川下流域でのサルモネラの検出率が高いことによる。

化学的データから排水路の中ではきれいな地点と考えられる山鼻川は、平均検出数の少ない方から数えて 59、60、61 年度がそれぞれ 2 番、1 番という結果で、毎年度常に平均検出数が少なかった。上富丘川の平均検出数が、59年度（3.33）、60年度（3.17）、61 年度（1.83）と下がっており、この地区は61年度河川改修が行われ、また下水普及率も上がった地域である。しかし、上富丘川の化学的データを見る限りにおいては、この3年間で浄化傾向はみられず、汚濁状態が改善されているとは言えない。排水路中、上流と下流の2地点で調査を行っている排水路をみると、真栄排水路と学田排水路（上流は59年度のみ）については、上流より下流の方が検出数が多く、各家庭からの生活雑排水により下流ほど汚染が進んで行く様子が伺われる。烈々布排水路上流・下流は、大量に地下水が流入しており、時に汚水流入があると考えられる地点であるが、違いはみられなかった。

2 化学検査

(1) レーダーチャート

排水路及び河川の汚濁状況を比較する目的でレーダーチャートを作成した。

レーダーチャートは、全地点における各検査項目の年間平均値の最大値を100としたときの割合で示した。ただし、透視度とDOは水質が良好な程数値が大きくなるので、最小値を100としたときの割合で示した。

このレーダーチャートから、

(ア) 地点3はT-P、 NO_2^- 、 NO_3^- 及び Cl^- が高く、 NH_4^+ が低いことから上流の工場や病院排水等の影響によるものと思われる。

(イ) 地点4は大腸菌群、コプロスタノール、T-N、T-Pが特に高く、し尿汚染、生活雑排水の流入が考えられる。

(ウ) 豊平川A、B、C及び創成川Eはほぼ同様のチャートを示し、創成川E地点が、豊平川から分流した直後であることを示している。

(エ) 豊平川A、B、C地点と下流のD地点、創成川E、F地点と下流のG地点及び新川H地点と下流のI、J地点では、それぞれの下流地点で、T-N、 NH_4^+ 及び NO_2^- が著しく増加しており、工場、処理場等排水の影響を受けている。

(2) 濃度相関マトリックス

排水路及び河川各地点間の水質の類似性を把握するため、濃度相関マトリックスを算出した。

濃度相関マトリックスは各地点のデータの算術平均値を求めて統計処理し、符号判定基準は1.5を用いた。マトリックスの数値が1に近いほど、水質の類似性が高いことを意味する。従って水系が異なる各地点を比較する場合に、汚染機構及び汚染の程度を比較する手がかりとなる。

この濃度相関マトリックスからの考察として、

(ア) 真栄排水路の12及び13は同一排水路であることから0.45と類似性が高かった。しかし、学田排水路の地点6と7は途中の流況の変化のため、低い類似性を示している。

(イ) 地点6と11は汚染の機構が類似した排水路として予想された。

(ウ) 創成川の地点FとGの間及び新川の地点HとI、Jの間では、同一水系にかかわらず類似性が少ないが、GとI、Jでは、河川が異なるにもかかわらず類似性が高い。これは上流からの影響より、G、I、J地点に新たに同様の汚染の影響を受けたものと推定される。

(3) 汚濁指数

排水路及び河川の汚濁度を判定するのに、多数の項目を総合的に評価することのできる多変量解析が極めて有効な手法の一つである。この多変量

解析の手法を利用して、排水路、河川別々に各検査項目から主成分分析を行い、汚濁に対して寄与の大きいBOD、大腸菌群数、 NH_4^+ 、T-N、MBAS及びコプロスタノールを選びその各項目に統計的な重みを付加して汚濁指数を作成した。

排水路は図6、河川は図7に示した。

この汚濁指数から、

(ア) 汚濁度から地点3、4、6、10、16が汚濁が進んでおり、真栄排水路の地点12、13は汚濁度が比較的低くなっている。

(イ) 地点3、4、5、10、16は各項目の占める割合がほぼ同様であり、汚濁の機構も類似したものと考えられる。

(ウ) 河川の下流の汚濁が進んでいる地点では、汚濁度及び各項目の占める割合がほぼ同様であり、汚濁の機構も類似したものと考えられる。

ま と め

昭和59年4月から昭和62年3月までの間に、市内排水路16地点及び河川10地点の計26地点より採水し、延べ389検体について病原菌及び化学検査による環境調査を行った。その結果、次のようなことがわかった。

1) 検出した病原菌10菌種1128株中、914株がウエルシュ、セレウス、エロモナスで占められた。

これらの菌は、自然環境中に広く存在していると考えられており、今回の調査でも各地点から平均的に検出され、また、その傾向は58年度調査開始時から変化がみられず、市内の排水路・河川から札幌市内でも環境中の常在菌であり、高率に分離されたこと自体に特に問題はないと思われる。

2) サルモネラは9地点から23の菌型が分離され、河川下流域での検出率が高かった。

3) 黄色ブドウ球菌と病原大腸菌は人為的な汚染のみられた排水路から検出されやすかった。

4) 排水路・河川とも上流より下流域の方が水質汚濁をうけ、病原菌の検出も多い傾向にあった。

5) 化学検査から稲穂川、樽川・排水路、三角街道排水路が生活雑排水の影響を、上富丘川が工場排水等の影響を受け汚濁していることがわかった。

6) いずれの河川でも、下流に工場、処理場等排水の影響を受け、汚濁度、汚濁機構が極めて類似していることがわかった。

以上のことから、市内排水路・河川における食中毒起因菌の存在状況及び化学的汚染状況をほぼ把握することが出来た。その結果、環境中の常在菌とは考えにくく人為的汚染によると思われる、黄色ブドウ球菌、病原大腸菌、サルモネラが検出されることから、今後も継続して検出傾向をみておく必要があるものと思われる。また、近年、強力な伝染力のある病原菌による発症例が少なくなった反面、自然環

境中にも存在している菌による食中毒や散発下痢症が増え、その感染経路や分布状況を問われることが多い。環境中での存在状況が今だよく把握されていないNAGビブリオ、エルシニア・エンテロコリチカ、カンピロバクター等の菌についても、菌の分離と同時に更に詳しい各種性状を検討し、ヒトに対する病原性の有無を調べ、あるいは菌型の違いによる由来の推測を行う必要があるものと考ええる。

今後は、黄色ブドウ球菌等人為的汚染によると思われる菌、NAGビブリオ等環境中での存在状況を把握しておくべき菌について、生物化学的性状・トキシン産生性等、より詳細な内容で行い、水質汚濁状況と病原菌との関係を調べ、市内における今後の腸管系病原菌への対応を考えていきたい。

(疫 学 課 微生物検査係)
(公害検査課 水質検査係)

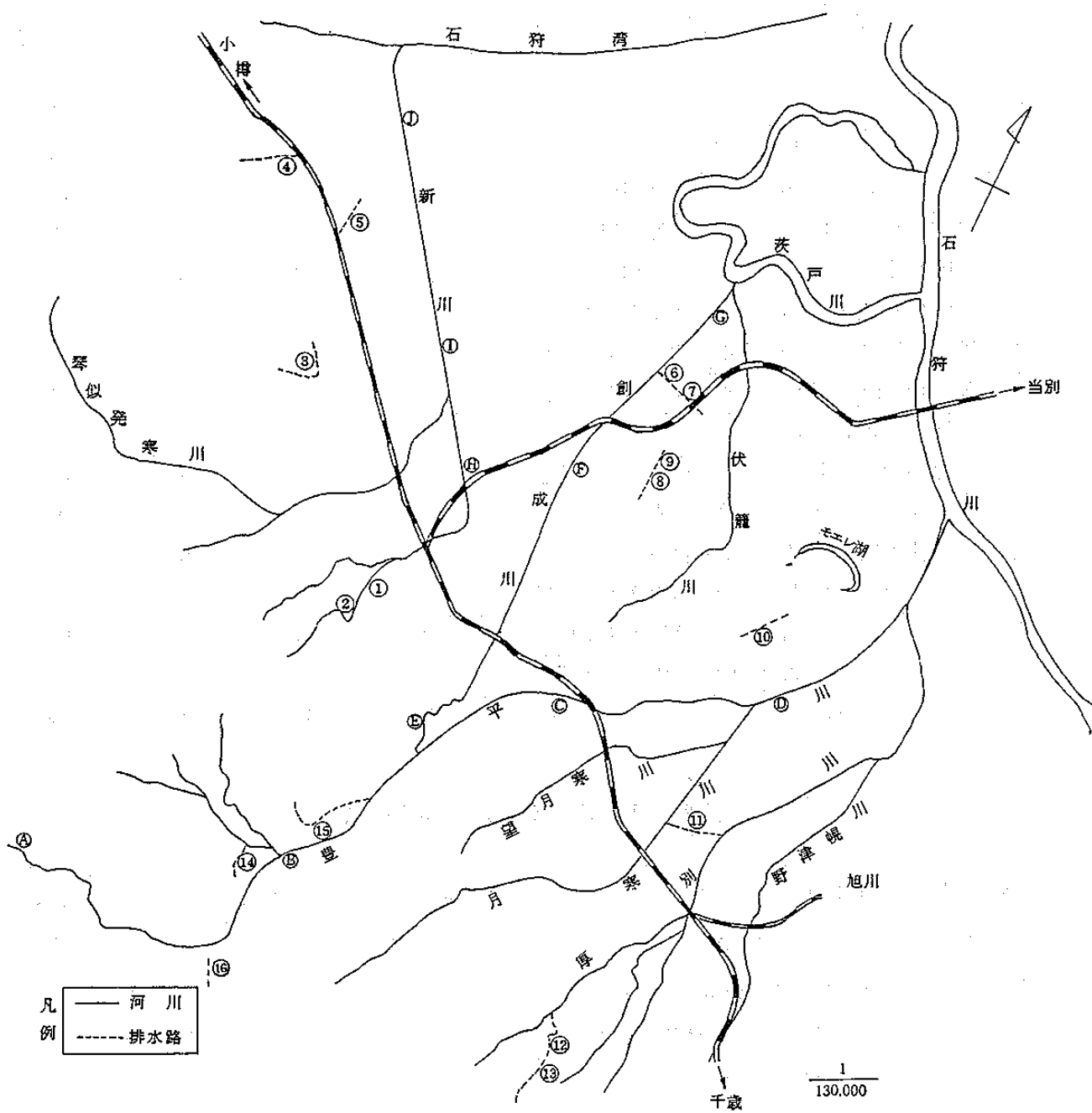


图1 排水路等探水地点图

表1 排水路採水定点及び採水回数

記号	排水路名	採水地点	59年度	60年度	61年度	59～ 61年度
1	界 川	(中) 旭ヶ丘1丁目	6	6	6	18
2	円山川支流排水路	(中) 円山西町8丁目	6	6	6	18
3	上 富 丘 川	(西) 手稲宮の沢	6	6	6	18
4	稲 穂 川	(西) 手稲稲穂	6	6	6	18
5	樽川添排水路	(西) 手稲稲穂	6	6	6	18
6	学田排水路・下流	(北) 太平12条1丁目	6	6	5	17
7	学田排水路・上流	(北) 篠路町太平	5	—	—	5
8	烈々布排水路・上流	(東) 北45条東15丁目	3	—	—	3
9	烈々布排水路・下流	(東) 北49条東15丁目	6	6	6	18
10	三角街道沿排水路	(東) 東苗穂	6	3	0	9
11	鉄北線添排水路	(白) 川下5条1丁目	4	5	6	15
12	真栄排水路・下流	(豊) 真栄	6	6	6	18
13	真栄排水路・上流	(豊) 真栄	6	6	6	18
14	川 沿 排 水 路	(南) 川沿3条3丁目	3	—	—	3
15	山 鼻 川	(南) 藻岩下2丁目	6	6	6	18
16	石 山 排 水 路	(南) 石山1条4丁目	—	3	5	8
全 排 水 路			81	71	70	222

表2 河川採水定点及び採水回数

記号	河川名	採水地点	所 在	59年度	60年度	61年度	59～ 61年度
A	豊平川	御 料 橋	(南) 白川	6	6	6	18
B	〃	五輪大橋	(南) 真駒内	6	6	6	18
C	〃	東 橋	(中) 大通東12丁目	6	6	6	18
D	〃	雁来大橋	(東) 雁来	6	6	6	18
E	創成川	対 山 橋	(中) 南16条西4丁目	6	—	—	6
F	〃	麻 生 橋	(北) 麻生町3丁目	6	6	6	18
G	〃	茨戸耕北橋	(北) 篠路町茨戸	6	6	6	18
H	新 川	新 川 橋	(北) 北24条西19丁目	5	6	6	17
I	〃	天 狗 橋	(西) 発寒17-4	6	6	6	18
J	〃	第一新川橋	(西) 手稲前田	6	6	6	18
全 河 川 合 計				59	54	54	167

表3 病原細菌の検査に用いた培地

増 菌 培 養			分 離 培 養			対 象 細 菌
増 菌 培 地	条 件	時 間	分 離 培 地	条 件	時 間	
S B Gスルファ	37℃ 好 気	時間 18～24	S S , S S K	37℃ 好 気	時間 18～24	赤痢, サルモネラ
セ レ ナ イ ト	〃	〃	D H L , S S K	〃	〃	サルモネラ
B T B 加 L B	〃	〃	S S , S S K	〃	〃	病原大腸菌 (59年度のみ) エロモナス プレシオモナス
			F M C 法	44.5℃ 好 気		病原大腸菌 (60年度以降)
P B S	4℃	15～20 日	S S , S S K	37℃ 好 気	〃	エルシニア (60年度のみ)
〃	〃	〃	C I N	〃		〃 (60年度以降)
アルカリ性 ペプトン水 (二次: モンソール)	37℃ 好 気	時間 18～24	V A , T C B S	〃	〃	コレラ・N A G ビブリオ ビブリオ・フルビアリス
2%食塩加 コリスチン ブイヨン	〃	〃	〃	〃	〃	腸炎ビブリオ
7%食塩加 H I ブイヨン	〃	〃	卵黄加 マンニット食塩	〃	38～48	黄色ブドウ球菌 セレウス
クックドミート	〃	〃	N G K G カナマイシン加 卵黄 C W	〃 37℃ 嫌 気	18～24	セレウス ウエルシュ
C E M	42℃ 微好気	18～48	B l a s e r	42℃ 微好気	48～72	カンピロバクター

注) アルカリ性ペプトン水及びF M C法以外は、検水を0.45 μmメンブランフィルターで濃縮、
フィルターを細切し、増菌培養後分離培養する。分離後の同定は定法によった。
(微生物検査必携、細菌・真菌検査 他)

表4 化学検査の方法

検 査 項 目	略 号	単 位	検 査 方 法
水 温		℃	J I S K - 0 1 0 2 ペッテンコーヘル水温計
透 視 度		cm	J I S K - 0 1 0 2 50cm透視度計
水素イオン濃度	pH		J I S Z - 8 8 0 2 ガラス電極pH計
溶 存 酸 素	D O	mg/ℓ	J I S K - 0 1 0 2 ウインクラー・アジ化ナトリウム変法
生 物 化 学 的 酸 素 要 求 量	B O D	mg/ℓ	J I S K - 0 1 0 2
化 学 的 酸 素 要 求 量	C O D	mg/ℓ	J I S K - 0 1 0 2
浮 遊 物 質 量	S S	mg/ℓ	環境庁告示
大 腸 菌 群 数	C o l i	MPN/100ml	環境庁告示 B G L B培地による最確数 (M P N)
ふん便性大腸菌	M F C	個/100ml	環境庁告示 H G M F法
アンモニア性窒素	N H ₄ ⁺	mg/ℓ	J I S K - 0 1 0 2 水蒸気蒸留・インドフェノール青吸光光度法
亜硝酸性窒素	N O ₂ ⁻	mg/ℓ	J I S K - 0 1 0 2 ナフチルアミン吸光光度法
硝酸性窒素	N O ₃ ⁻	mg/ℓ	上水試験方法 カドミウム・銅カラム法
総 窒 素	T - N	mg/ℓ	環境庁告示 U V吸光光度法
総 り ん	T - P	mg/ℓ	環境庁告示 モリブデン青法
塩 素 イ オ ン	C l ⁻	mg/ℓ	上水試験方法 モール法
メチレンブルー 活 性 物 質	M B A S	mg/ℓ	J I S K - 0 1 0 2 メチレンブルー吸光光度法
コプロスタノール	C o p l o	μg/ℓ	G C / M S法
クロロフィル-a	C h l. a	μg/ℓ	上水試験法 アセトン抽出法

表5 排水路および河川水からの病原菌検出数

区分	年度	検体数	病 原 菌 検 出 数 (検 出 率)										
			サルモネラ	黄色 ブドウ球菌	ウェルシュ	ビブリオ・ フルビダリス	セレウス	エロモナス	NAG ビブリオ	プレシオ・ モナス・ シグロイデス	エルシニア・ エンテロ コリチカ	カンピロ バクター	病 大腸菌
排水路	59	81	2 (2.5)	22 (27.2)	72 (88.9)	2 (2.5)	63 (77.8)	54 (66.7)	6 (7.4)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	5 (6.2)
	60	71	0 (0)	24 (33.8)	64 (90.1)	0 (0)	60 (84.5)	50 (70.4)	4 (5.6)	1 (1.4)	1 (1.4)	0 (0)	3 (4.2)
	61	70	0 (0)	18 (25.7)	68 (97.1)	1 (1.4)	48 (68.6)	27 (38.6)	2 (2.9)	0 (0)	3 (4.3)	0 (0)	2 (2.9)
河川	59~ 61	222	2 (0.9)	62 (27.9)	204 (91.9)	3 (1.4)	171 (77.0)	131 (59.0)	12 (5.4)	1 (0.5)	4 (1.8)	0 (0)	10 (4.5)
	59	59	7 (11.9)	1 (1.7)	54 (91.5)	0 (0)	51 (86.4)	49 (83.0)	27 (45.8)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)
	60	54	10 (18.5)	2 (3.7)	49 (90.7)	0 (0)	48 (88.9)	43 (79.6)	16 (29.6)	1 (1.9)	2 (3.7)	0 (0)	2 (3.7)
合 計	61	54	10 (18.5)	3 (5.6)	51 (94.4)	2 (3.7)	40 (74.0)	23 (42.6)	34 (63.0)	0 (0)	3 (5.6)	0 (0)	0 (0)
	59~ 61	167	27 (16.2)	6 (3.6)	154 (92.2)	2 (1.2)	139 (83.2)	115 (68.9)	77 (46.1)	1 (0.6)	5 (3.0)	0 (0)	2 (1.2)
	59	140	9 (6.4)	23 (16.4)	126 (90.0)	2 (1.4)	114 (81.4)	103 (73.6)	33 (23.6)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	5 (3.6)
	60	125	10 (8.0)	26 (20.8)	113 (90.4)	0 (0)	108 (86.4)	93 (74.4)	20 (16.0)	2 (1.6)	3 (2.4)	0 (0)	5 (4.0)
	61	124	10 (8.1)	21 (16.9)	119 (96.0)	3 (2.4)	88 (71.0)	50 (40.3)	36 (29.0)	0 (0)	6 (4.8)	0 (0)	2 (1.6)
	59~ 61	389	29 (7.5)	68 (17.5)	358 (92.0)	5 (1.3)	310 (79.7)	246 (63.2)	89 (22.9)	2 (0.5)	9 (2.3)	0 (0)	12 (3.1)

表 6 排水路水病原菌検出回数

昭和59～61年度合計

記号	排水路名	サルモネラ	黄色ブドウ球菌	ウェルシュ	ビブリオ・フルビアリス	セレウス	エロモナス	NAG ビブリオ	プレシオ・シゲロイデス	エルシニア・エリチ	カンピロバクター	病原大腸菌
1	界川	0	9	17	0	14	13	0	0	0	0	0
2	円山川支流排水路	0	5	17	0	15	7	2	0	0	0	1
3	上富丘川	0	15	16	1	7	10	1	0	0	0	0
4	稲穂川	0	10	18	0	10	12	1	0	2	0	1
5	樽川添排水路	0	2	16	0	15	9	0	0	0	0	0
6	学田排水路・下流	1	0	16	0	14	10	4	1	0	0	1
7	学田排水路・上流	0	0	3	0	4	3	0	0	0	0	0
8	烈々布排水路・上流	0	0	3	0	1	2	1	0	0	0	0
9	烈々布排水路・下流	0	0	16	0	14	10	2	0	0	0	1
10	三角街道排水路	1	0	9	0	7	6	0	0	0	0	0
11	鉄北線添排水路	0	2	13	0	13	13	1	0	0	0	2
12	真栄排水路・下流	0	7	18	1	17	12	0	0	1	0	3
13	真栄排水路・上流	0	3	16	0	17	12	0	0	1	0	1
14	川添排水路	0	1	3	0	3	1	0	0	0	0	0
15	山鼻川	0	4	16	1	13	5	0	0	0	0	0
16	石山排水路	0	4	7	0	7	6	0	0	0	0	0

表 6-1 排水路水病原菌検出回数

昭和59年度

記号	排水路名	サルモネラ	黄色ブドウ球菌	ウエルシュ	ビブリオ・フルビアリス	セレウス	エロモナス	NAG ビブリオ	プレシオ・ モナシロイデス	エルシニア・ エコーリチカ	カンピロ バクター	病 大腸菌	原
1	界川	0	4	5	0	6	4	0	0	0	0	0	0
2	円山川支流排水路	0	0	6	0	4	3	1	0	0	0	1	1
3	上富丘川	0	6	4	1	3	5	1	0	0	0	0	0
4	稲穂川	0	5	6	0	5	4	1	0	0	0	1	1
5	樽川添排水路	0	1	5	0	5	4	0	0	0	0	0	0
6	学田排水路・下流	1	0	6	0	5	5	1	0	0	0	0	0
7	学田排水路・上流	0	0	3	0	4	3	0	0	0	0	0	0
8	烈々布排水路・上流	0	0	3	0	1	2	1	0	0	0	0	0
9	烈々布排水路・下流	0	0	6	0	3	4	1	0	0	0	0	0
10	三角街道排水路	1	0	6	0	4	5	0	0	0	0	0	0
11	鉄北線添排水路	0	1	3	0	4	4	0	0	0	0	1	1
12	真栄排水路・下流	0	2	6	1	5	4	0	0	0	0	1	1
13	真栄排水路・上流	0	1	5	0	6	3	0	0	0	0	1	1
14	川沿排水路	0	1	3	0	3	1	0	0	0	0	0	0
15	山鼻川	0	1	5	0	5	3	0	0	0	0	0	0

表6-2 排水路水病原菌検出回数

昭和60年度

記号	排水路名	サルモネラ	黄色ブドウ球菌	ウェルシュ	ヒブリオ・フルベアリス	セレウス	エロモナス	NAG ビブリオ	プレシオ・ モナシゲロイデス	エルシニア・ エレンテロコリチカ	カンピロ バクター	病原 大腸菌
1	界川	0	3	6	0	5	5	0	0	0	0	0
2	円山川支流排水路	0	3	5	0	6	3	1	0	0	0	0
3	上富丘川	0	6	6	0	3	4	0	0	0	0	0
4	稲穂川	0	2	6	0	3	6	0	0	0	0	0
5	樽川添排水路	0	0	5	0	4	3	0	0	0	0	0
6	学田排水路・下流	0	0	6	0	5	3	2	1	0	0	1
9	烈々布排水路・下流	0	0	5	0	6	5	1	0	0	0	0
10	三角街道排水路	0	0	3	0	3	1	0	0	0	0	0
11	鉄北線添排水路	0	0	4	0	4	5	0	0	0	0	0
12	真栄排水路・下流	0	3	6	0	6	5	0	0	0	0	2
13	真栄排水路・上流	0	2	5	0	6	6	0	0	1	0	0
15	山鼻川	0	2	5	0	6	2	0	0	0	0	0
16	石山排水路	0	1	2	0	3	2	0	0	0	0	0