

〈大会記念講演〉本邦主要河川の水質汚濁（最悪化期）の性格

MITSUI, Kazuo / 三井, 嘉都夫

(出版者 / Publisher)

法政大学地理学会

(雑誌名 / Journal or Publication Title)

JOURNAL of THE GEOGRAPHICAL SOCIETY OF HOSEI UNIVERSITY / 法政地理

(巻 / Volume)

15

(開始ページ / Start Page)

1

(終了ページ / End Page)

10

(発行年 / Year)

1987-03-24

(URL)

<https://doi.org/10.15002/00026081>

本邦主要河川の水質汚濁（最悪化期）の性格

三井 嘉都夫

- I はしがき
- II 汚濁化の主要因と汚濁研究の概要
 - 1. 汚濁化の主要因
 - 2. 汚濁研究の概要
- III 1960年代における石狩川、遠賀川、淀川、隅田川等の汚濁の実態
- IV むすび

I はしがき

山紫水明を誇ってきたわが国の河川は、1950年代後半以後における所得倍増計画に基づく経済の高度成長の波に乗って土地開発が進み、都市化、工業化が急激に進んでくると、工場排水を初め都市排水、家庭排水、畜産排水、化学肥料、薬剤の流入、ひいてはし尿処理排水にいたるまで各種の廃水により水質の悪化が強まってきたことは今更述べるまでもない。しかし、1958年6月10日、江戸川における本州製紙からの排水（1958年3月より、セミケミカルパルプ法による製造施設を作つて以来、アユが激減したといわれ、東京都は工場側に一時操業中止命令を出したが工場側は無視した）による河口部沿岸魚類の斃死などで漁民が怒りをこめて工場側になぐり込みをかけるというような騒動に端を発して、水質汚濁問題がとくに社会の注目を浴びるようになったことは忘れられない。少なくとも、これがもとになって「水質汚濁規制の立法化」が推進された。

いうまでもなく、水質汚濁問題は、古くは明治時代以来騒がれてきた渡良瀬川における鉍毒事件（足尾銅山における採掘銅鉍の精錬による銅イオ

ンの渡良瀬川への流出により農業被害を受けた農民の怒り）を初め、戦後は神通川のイタイイタイ病、阿賀野川の水銀問題、戦後世界的に有名になった水俣病などすべて水質に関する問題で注目を浴びてきた。勿論、これらの問題は現在解決したというわけではないが、いわゆる一般的水質汚濁（有機汚染）に関しては、わが国の諸河川が1960年代の水質状況に比べて1970年代後半以後かなり浄化されてきていることも明らかである。

そこで、ここでは、将来再び山紫水明を誇ってきた諸河川を汚濁化しないよう、あるいはまた現在汚濁化している諸河川をつとめて早く浄化し、本来の河川に甦らせる意味からも、最悪期の汚濁化の実態をあらためて示すとともに現地調査を実施して具体的にまとめ発表しえなかった資料をも用いてお話し申し上げ、将来の参考に供したい。（図、表の類はスライドを用いて説明したい）。

II 汚濁化の主要因と汚濁研究の概要

山地溪流や火山麓あるいは扇状地の末端部などに水源をもつ諸河川は自然のまま流れているとす

ればきわめて清澄で、水源部では針を落してもわかるような清水である。勿論自然状態でも降雨、融雪にともなう地表物質の流入、泥炭地や湿地帯などからの褐色水、腐植水の流入があれば自然河川といえども汚濁化することはいうまでもない。一方、流水は透明でも、温泉や火山活動にともなう噴出水、噴煙、硫黄鉱などの特殊な火山岩地帯を流れてくる河水には、無機強酸性水（一般に毒水などともいわれる）といって成分的には、きわめて汚濁化した特殊な河水もわが国には多い。

しかし、ここでは、人為にともなう清澄河川の汚濁化、わけても1950年代末葉から技術の進歩、都市化、工業化などの急激な発展につれ、わが国のみならず世界各国で、水質汚濁問題（いわゆる都市公害といわれるものは、水質汚濁以外にも、騒音、煤煙・大気汚染、排気ガス、地盤沈下、原子力排水などもあげられるが）としてクローズアップされてきた有機汚染について述べんとするものである。

1. 汚濁化の主要因

ここであげる主要因とは、いうまでもなく自然のバランスの崩れた段階、つまり生態破壊に通じてこそその意味をもつものである。たとえば、かつては、農村地帯ではいうまでもなく、都市近郊でも、農地にし尿をばらまいてもそのし尿は土壤中を通過することによって、土粒子の吸着、細菌の酸化、還元作用によって浄化され、地下水にも河川水にも影響することはなかった。しかし農地が急減し、人口が激増してくると、衛生的にも悪化し、し尿を処理場へ運ぶことになる。処理場の処理能力が処理量の如何にかかわらず天然の土壤浄化力以上もあれば、いわゆる処理水を河川に流しても河川の汚濁化はおこらない。しかし現実はいかなる所に問題がある。つまり、一定量の流水に対して汚物の流入を完全に酸化する能力のある河川においては汚濁化はおこらない。たとえば上流部で少量の汚水が流入しても下流に行くにつれ流量が増加し、酸素の供給が高ければたちどころにして自浄作用が働き、清澄さをとりもどすことになる。したがって、かつては、山地、

丘陵地、台地、扇状地帯などで地下水の得にくい地域では、表流水を、飲用を初め生活用水に供していたのもそのバランスがとれていたからと考えられる。

筆者は1972年9月カナダのニューファンドランド島に赴きガンダー市上流域に位置する製紙工場でCOD値にして100ppm以上もある廃水を河川に流していることを知り、日本の製紙工場と変わらないことを知ったが、人口稀薄なこの島では、ガンダー市に流れてくるまでにはほとんど2ppm程度に自然浄化されていると聞き驚いたことがある。平野部に人口稠密なわが国では考え難いことである。他方、ヨーロッパの大河、ライン川やドナウ川などは何ヶ国をも通過する国際河川であるから汚水の流入にはきわめて関心が高く、工場からの廃水流出などは厳しく規制され、水質基準を守らずに排水すると即時操業停止になることなどについて、1970年当初ライン川沿岸で聞いたことがある。

さて以上のように一口に汚濁化の主要因とかがけても、その要因は時とともに地域によっても異なるものである。

1960年代当初の汚濁化最悪期における東京の諸河川を中心とした汚濁化の要因をあげれば次の通りである。

1) 工場、諸施設からの不完全または、未処理廃液の放流

その典型的な例は、新河岸川、荒川、新荒川、中川系統の河川に見られた。

新河岸川系統：板橋区の徳丸橋付近までは1960年の5月頃までは、水中の溶存酸素量も多く魚も棲息していたが、この年6月より突然著しい汚染を受けた。なお志村橋においては、1958年10月には3.0ppmのBODが、59年3月7.0ppm、8月11.0ppm、1960年1月には34ppmと増大し、沿岸工場からの廃水によることも明らかになった。更に下流の浮間橋付近は工場下水の無法地帯ともいわれ、新河岸川系統で最も汚濁化の著しい個所で、N製紙工場のパルプ廃液の泡立ち、染色工場からの濃紺色の染色排水が肉眼でも明瞭に観察できた。したがってBOD、COD、硫酸イオン濃度は高く、

溶存酸素は0値を示していた。

荒川系統：岩渚水門から荒川の水が分流され、やがて隅田川となるが、その中間にあたる志茂橋付近では、BODの増加が著しく、1960年3月には62ppmを観測するに至った。

隅田川については後章でも述べるが、豊島橋付近においては湯煙を立ててN化学工場から廃水が河川に排出されていたし、厩橋付近では、住宅汚水、工場排（廃）水の流入が多量で1960年の観測によるとBOD 310ppm、リン酸イオン0.4ppmと汚濁化の驚異的な値を示した。

中川系統：たとえば逆井橋における1960年の観測によると、工場下水のために塩素イオン、硫化水素イオンがとくに多く、橋桁は3年しかもたない（普通は15年）などといわれていた。また硫化水素のために、工場の外壁が黒色になり、亜硝酸ガスが一面に辺りを包むほどの状況であった。

その他都内の工場では80%までが未処理のまま工場廃水を放流する始末で河川の汚濁化はきわめて著しかった。

多摩川系統：東海道線鉄橋付近から上流は1960年当初江戸川とともに比較的良好（しかし以後上流域も汚濁化が進んだ）であった。ところが下流域は、A化学調味料工場、Cレコード工場があって濃厚な未消化有機物を排水し、大腸菌数は1cc中13万個を数え、河口では、しばしば、貝類が斃死したといわれ、第二の本州製紙事件、水俣病事件をおこす可能性が強いと心配されていた。

2) 家庭排水の流入による汚濁

この典型的な例は神田川、古川、目黒川系統に見られた。東京都首都整備局『河は汚されている』によると、一般家庭で使われる台所、風呂、洗濯等の汚水が主なもので、一般家庭、レストラン、ホテルで台所の廃物品を粉碎するディスポーザーが使われ、その処理物を下水道に流すため、下水道や河川で堆積、腐敗をおこし、水質の汚濁に拍車をかけているといわれる。

神田川系統：上流域の妙正寺川（下田橋では、1959年7月大腸菌1cc中59,000個、BODは、1958年10月30ppm、1960年2月140ppm）にしても、旧神田上水にしても1960年代は汚濁度が高く、わけ

でもお茶の水付近（DOが0～2.5ppm……普通の流水条件では10ppm……し尿船の往来により、アンモニウムイオンも6ppm）の汚濁化は著しく、浅草橋にいたってはBODが15～128ppm、アンモニウムイオンは平均6ppm（清浄河川では1.5ppm以下）を示していた。当時は魚も棲息できない状態で、神田川系統ではお茶の水付近がもっとも水質の悪い感潮河川であった。

3) 航行船からの汚物、汚水の投棄による汚濁

舟運可能な河川と港湾に多く見られ、一般にゴミは船運によって埋立地へ運ばれたが、ダストシュートから船内に落す時、多量のゴミが水中に飛び込み、流されて沈殿する。船運で運ばれる都市内の1日量は1960年当時、トラックを手專線で1回り並べた長さになるといわれていた。ちなみに演者らが隅田川の定点観測のため白鬚橋で観測中、巡回する空の清掃船が僅か、1～2時間でゴミを満載してくるのには驚いた。また流水中に含まれるゴミの種類は紙、ビニール、木材類はいうまでもなく、し尿のかたまり、犬、豚、猫の死体からいわゆるゴム製品にいたるまで、まさしく大都市ならではの観を呈していた。また東京都首都整備局の資料によると、1960年6月現在の都内の、水上生活者は868世帯1,880人で、河川に排出される汚水は1日100klと推定された。なお、演者らが1960年当時隅田川でハゼ釣舟を用い徹夜観測をして研究室に帰ると10m²程度の部屋が2～3人入っただけでも夏季はとくに悪臭が漂うような状況であった。勿論当時は総武線でも、電車が両国橋を通過する時は車内で強く悪臭を感じた程であった。

4) し尿運搬車からの間接的河川への放流

1960年代当初、演者らが埼玉県下の諸河川の水質調査中、芝川のねんぶつ橋地点で流速計にし尿がつき、流水中にはかなり黄色いものが含まれているのでそのもとを探したところ、橋の上流左岸側に肥溜があり、し尿運搬車が来てはその肥溜に入れている。よく観察するとその肥溜の下方には土管らしきものがあり、それが川に通じているので徐々に肥溜のし尿は芝川に流入するようになっていた。これらが流れ流れてやがて荒川に流入す

るのであるから荒川、隅田川はまさしく糞尿受入河川といわれても仕方がなかった。

5) 貯木場からの屑、腐敗液の流入による汚濁

江東区の運河一带は1960年前後、木場としての活況を呈していた。東京湾一带には120~140万石の木材が貯木されていたといわれるが、この木材防腐処理のため、硫酸銅、塩化亜鉛、昇汞、弗化ソーダ、P.C.P., コールタール、クレオソートなどが使われ、その処理液はその場で川に棄てられた。また木材の生皮ははがしたまま放置されたため、河水を汚濁する1つの要因ともなった。

6) 化学肥料、薬剤の流入による汚濁

戦後、農村では肥料として人糞を使わず、農家の80%までは硫酸などの化学肥料に依存するようになり、また殺虫剤としては、パラチオン、ポリドールなどの劇薬が使われ駆虫には効を奏したが、これらが田畑から流出し、人体、家畜、魚類に次第に悪影響を与えるに至った。

7) 汚物の不法投棄による汚濁

都内河川全般に見ることができるが、たとえば呑川系統を代表する呑川新橋などでは、ごみの中に船が浮く状態で、1960年の観測によるとBODは30~80ppmにも達し、アンモニア含量も高かった。一方神田川系統では旧神田上水にかかる長者橋付近はごみの山をなしていたが、その他多くの河川敷にもごみが山ほど積まれているのは珍しくなかった。

2. 汚濁研究の概要

1950年代後半から急に河川の汚濁化が目立ってきたことはすでに述べたが、それに呼応して水質対策関係官公庁としては経済企画庁、科学技術庁、厚生省、農林省、通産省、運輸省、建設省、各都道府県がわが国の諸河川の水質の実態調査や汚濁機構の解明に力を入れるようになった。ちなみに環境庁は1970年末に成立した公害関係14法を、効果的に運用し、あわせて従来ばらばらだった各省庁の公害行政を一本化しようとするのが基本的ねらいで、政府が新設を決め1971年5月24日、設置法が成立し、同年7月1日に発足した。

ところで、汚濁化の進行に対して叙上の機関で

は防止対策に苦慮されたが、水質汚濁に関する法令は取り締まりの水質基準がなかったので、1960年以前には具体的に取り締まれなかった。そこで、非衛生的な汚された河から解放され、真に明るい、うるおいのある、健康的な都市に一步でも進みうるためには、先ず研究調査に取りかからなければならないことの必要性が一層高まってきた。

ここでは当時最も先駆的にしかも精力的に調査研究をすすめられた科学技術庁による試験研究成果を中心として述べたい。

1959年財団法人資源科学研究所では科学技術庁の委託により「水質汚濁防止に関する試験研究」を実施した。その最も重視した課題は、(1)当時すでに水質基準の1項目として採用され重視されていた生物化学的酸素消費量(BOD)および化学的酸素消費量(COD)の測定法の確立と測定意義、(2)汚濁の測定に有効な新しい水質基準となる水質項目の検出、(3)有機汚濁水の汚染源あるいは汚濁水中の汚濁物質の行動を明らかにするために汚濁有機化合物の系統分析法の確立、(4)汚濁の生物に対する有害性を制定するため、生物測定法の簡易化、(5)汚濁調査の能率化のための機器の試作などであった。

以上のような目標をもって実施された成果については当時の資源科学研究所(1971年3月31日閉所、定期刊行物『資源研彙報』は75号で終刊)発行の『水質汚濁研究』や『資源研彙報』に掲載されているので詳細は割愛するが要点を指摘すれば次の通りである。

第1の課題、COD、BODの汚濁指標としての意義に関する成果は、a)CODの標準測定法を確立した。つまり、高温アルカリ性過マンガン酸カリウム消費量が最適であることを明らかにした。b)COD値に寄与する因子を明らかにした。c)CODの汚濁指標の意義に関し結論を与えた。今日使用されている紫外吸光度についても当時すでに将来連続測定が可能であるとした。また、特定の汚染物については汚染物の主成分の化学物質が汚濁の指標ともなるべきであると主張された。d)迅速BOD測定法の使用法の確立、BODの内容の明確化、BODの汚濁指標としての意義を明らかにし

た。

第2、第3課題については、まず、新しい水質汚染の指標としては、紫外吸光度が有効であること、汚濁有機化合物の系統分析法については、a) 有機スポットを汚濁水の性格の判定に利用できることを明らかにするとか、b) ガスクロマトグラフィーによって低級脂肪酸の迅速定量法を完成させ、c) 糖類の比色分析法を確立した。d) アミノ酸の比色分析法の確立、汚濁水の成分の系統分離法の検討を行なった。

第4の課題である生物学的測定法の研究成果としては、汚濁水に敏感に反応すると考えられる天然魚族のうち、全国いたる所の河川に、1年を通じて仔、稚魚の生息するオイカワを測定に使用する魚種として適切であるとし、測定に供する試水量を小容量にすることができた。それに同時に測定操作も簡便になり、都市排水を主体とする汚濁河川水で実施し好結果を得た。当時試作中の水質実験車を利用すれば、機動性をもって、化学分析にかかりにくい汚濁水の検出に効果のあることが予測され、後に実現された。

第5の課題として、測定器の試作については、水質実験車を初めとして、水質測定の自動化という立場から、水中多項目測定器、溶存酸素計（試作後多くのメーカーが製品を売出した）、汚水用紫外連続光度計などを試作し、それぞれ水質計器製造のバイオニア的役割を果たした。現場測定用ポータブル計器としては、水中濁度計（市販実用化した）、水中酸素計（同種のものが後に市販された）、その他、自動採水器、懸濁物連続採取装置、水中懸濁物撮影機、採泥器、底質測定器などが試作された。

なお、汚濁水の汚濁化、浄化および自浄作用に関する研究の成果は次の通りである。

この研究は物質代謝を基礎として行なった。というのは、汚濁化も浄化も諸物質の一連の変化の一面であり、物質の変化経路と変化の前後の量的関係すなわち物質代謝を明らかにすることによってのみ解明されるからである。それには、(1) 大気から水への、浄化に直接間接に結びつく酸素の供給および汚濁水から大気への有害ガスの発散速

度を明らかにする、(2) 水中で最も代表的に行なわれている微生物活動による物質変化を明らかにする、(3) 水から底質へ、又その逆の物質の移行を明らかにする、(4) 淡水とはかなり様相のことなる海水の汚濁化、浄化の特徴を明らかにする、(5) 現実の水域の汚濁化、浄化の機構を明らかにする、という5つの課題にわけて研究が進められた。

ここでは、とくに(5)の現実の水域での調査成果について述べることにしたい。

江戸川、隅田川、中川、沼川の現地調査：水質汚濁の現象はきわめて複雑な因子からなっているので実験室の研究と同時に、汚濁の実態を現実の河川において正確に把握して、その本質を明らかにしなければならない。かかる目的から、まず容易に測定しうる東京の諸河川の中で汚濁形態の異なった江戸川、中川、隅田川とパルプ廃水を中心とした汚濁河川の一例として富士市に所属する沼川等の諸河川を対象として、川のうつわとしての性格を追跡する地学部門、生きものを中心とする生物部門、水質そのものを主とした化学部門等の研究者によって同一地域で、同時に観測調査するというような、有機的研究のもとに総合的成果をあげんとした。

その結果、都市下水や工場廃水を主とした東京の諸河川とパルプ廃水を主とした沼川では勿論、汚濁の内容は成分的にも汚濁機構の点でも異なるが、東京の河川そのものでも、汚濁の性格は、かりに同一流量に対して、同一量の汚濁物質が供給されたとしても、河川の形状、流速、水深、海の影響等、いわば水理学的性状如何によって水質の汚濁現象は異なるものであることが明らかになった。なお、うつわ的性格を共通にした感潮河川では、何れも塩水潮上限界付近に停滞水域ができ、その停滞水域で汚濁度が最も高くなることを指摘した。また汚濁水の水質は人為的にも水理条件によっても変化しやすいから瞬間的観測資料のみでは役に立たない。したがって調査方法も終日観測を必要とすること、あるいはまた、観測諸項目間にはかなりの相関をもつものがあるから、より簡便な方法で観測をすすめる必要のあること、たと

えば、電気伝導度や透明度、紫外吸光度の有用性なども指摘した。

なお、停滞水域での汚濁度は流量によって異なるとともに下流部（河口）の汚濁度によってかなりの変化を示す。塩水潮上限界は同一河川では潮差によっても異なるが、淡水流量の大小によって著しく支配される。冬季汚濁度が高くなるのは、低温で分解のすすまない上に流量の減少にともなうものである。たとえば中川の冬季湯水量は柿の木地点で $5 \text{ m}^3/\text{sec}$. といど（維持水量といわれ、 $3 \text{ m}^3/\text{sec}$. 以下にはほとんど減じない）になるが、 $5 \text{ m}^3/\text{sec}$. を割ると塩水潮上限界は河口から12~13 km 付近の高砂橋上流に達する。かかる時の汚濁度は河口から10 km 付近の奥戸橋から高砂橋間でそのピークが塩水の動きとともに移動する。柿の木地点流量が $10 \text{ m}^3/\text{sec}$. 以上になると、汚濁のピークは河口から8 km の上井橋付近を上下する。縦断的にみて汚濁のピークをつくる停滞水域でも、同一地点における時間的变化は、少なくとも湯水期には、上潮時に汚濁度が小さく、下潮時に大きくなる。かかる現象はBOD、COD、DO、一般細菌、透明度、流速、水位変化等を指標としてみたときにあらわれるが、溶流物質や懸濁物質、灼熱減量値を用いてもほぼ同様のことがいえる。懸濁物質量が表層水よりも底層水に多い値を示すのは、BODやCOD値からも理解されるように停滞水域における懸濁物質の沈降¹⁾を物語るものといえる。

ところで、停滞水域の汚濁の程度は潮差にともなう水位変化によって変動するが、下流部（河口域）の汚濁程度によっても異なることはさきに述べた。すなわち定性的には、隅田川のように河口域まで汚濁度が相当に高くなっていた河川では停滞水域（主として白鬚橋——三河島）における同一地点の汚濁度は上潮時にかえって高く、下潮時に低くなることもあるが、中川や江戸川で汚濁度が上潮時に主として低くなるのは、河口域が停滞水域より上流部と同様ないしそれ以下に汚濁度が低いために、これらの水が潮上するのと、稀釈、沈澱、分解作用が働いて汚濁度が低くなるものと考えられた。

さらに、観測項目間の相関については、電気伝導度と溶解物質との相関係数が江戸川で0.99、中川で0.98、隅田川で0.72、沼川で0.71と求められた。しかし、全河川の測定値をもとに求めた相関は0.53であるから、かなり河川によっても汚濁の内容が異なることを示している。またDOと灼熱減量との逆相関は江戸川で-0.93、沼川で-0.83、中川で-0.93と求められたが、隅田川ではほとんど相関を求めることができなかった。これは、成分別測定法の研究でも明らかにされているように、隅田川の汚濁成分の内容が複雑でBODやCOD値であらわし得ないものが含まれていることを意味していると考えた。

自浄作用の推定は、感潮河川としての隅田川においてしばしば行なった。つまり同一水域についていくつかの方法で独立に計算して相互に比較した結果、無酸素状態にある隅田川の表層部の好氣的浄化の値が1日当りのBODにして約30tとなることがわかった。この値は隅田川に十分酸素がある場合の浄化の5分の1にしかないといわれる²⁾。

以上のような調査・研究成果の上に立って水質汚濁防止の考え方も高まっていくのであるが、これまでの水質汚濁防止の基本法は、わが国初の公害立法である1958年制定の水質保全法と工場排水規制法であった。ところが、これらは、その実効性がないところから前にも述べたように、これらの二法を統合し、1970年12月に水質汚濁防止法が成立した。その主な改正点は、1) 排水には国が一律の基準を設け、都道府県知事に上乗せ基準を設ける権限を与える、2) 事業場が基準違反の水を流したときは、知事が排水停止を命令するほか、違反者を罰することができる、などとなっている。

ちなみに、沼川水系の水質の経年変化と岳南地域における水質汚濁の規制に関する経過とを示してみると、水質汚濁防止法成立以後の河川水質の浄化過程を知ることができる³⁾。勿論1970年以後の社会情勢や各河川流域の諸特性と関係していることはいうまでもないが、しかし水質基準がきめられているからその指定基準までは汚してもよいというものではなく、公共用水としての最大限（例

えばAA基準）の域まで浄化させるよう努力しなければならない。

III 1960年代における石狩川、遠賀川、淀川、隅田川等の汚濁の実態

前章で述べた東京の諸河川との比較ないし、東京の諸河川の汚濁の位置づけをしておくことが大切であると考えた演者らは、他の地域の諸河川の実態もきわめておくべく、北は石狩川から西は九州の遠賀川に至るまで多くの河川の現地調査にも臨んだ。しかし遠距離の地域は東京の諸河川のように定期的に実施したり、定点昼夜観測などを長期間にわたって実施することは困難であったので、既成の資料に依存せざるをえなかった。幸い経済企画庁等から得られた資料は演者らの観測した項目ならびに要領がよく合っていたので、その資料を多く利用させていただいた。なお、さきにも述べたように、わが国の河川の汚濁現象としては、火山地域や鉱山から排出される無機酸性水による汚濁化も注目すべきであるが、当時資源科学研究所の汚濁に関する研究課題は、有機汚染を中心とした研究であった。ただ、パルプ廃水や都市廃水を比較する意味で炭鉱排水を主とする遠賀川を加えた。

1. 石狩川

汚濁の縦断的性格として、多くの河川で下流部に汚濁源が集散的であるのに対して、石狩川は、汚濁源が主として上流に分布するため、汚染域は中流部に集中する。したがって大都市河川（とくに東京の諸河川）にみられるような塩水潮上にとまなう停滞水域の汚濁化に関する問題はいささかうすいと考えられよう。水質の縦断変化（スライド上映）からもわかるように、旭川市上流の石狩川上流部は、きわめて清浄であるが、国策パルプ工場等の廃水が流入した牛朱別川合流後（旭橋の観測資料からも理解されるように）は急に汚濁化し、神居古潭の狭窄部付近でもパルプ廃液中に混入する有機物量はかなり多い。とくに旭橋付近で

は左岸側がとくに汚濁度が高い。しかし神居古潭の狭窄部で混合、拡散、分解作用もかなり働くためか、神居古潭下流部10km付近の納内における汚濁度は神居古潭上流部に比較すると遙かに低くなる。しかし納内から下流40km間では、橋本の観測資料からもわかるように大して変化がない。納内・橋本間には雨竜川等の流入もあるが、大して変動のないのは、すでに上流部から納内に至る間（とくに狭窄部を通過するため）で急変したため、平野部を流下中には上流部ほどの自浄作用の働きは少なくなるためと考えた。また泥炭地からの排水等の流入もあるから必ずしも清浄化は考えられない。ところで、DO、BOD、COD、Cl⁻、SS等の測定項目についてその特性を指摘してみると次の通りである。

1) DO

縦断的にも、また各地点における時間的変化もその偏差はきわめて小さく、測定値も10ppm以上のことが多い。またBODやCOD値が高くなってもDOはあまり変化がなく、ほとんど無関係のような様子を示している。1960年3月10日の旭橋の観測結果ではCODが100ppm以上、BODが40ppmの時、DOは11ppmとなっている。

2) BOD

金星橋では5ppm以下（主として2～3ppm）であるが、旭橋で急に高く、3月の渇水期には40～60ppmとなるが、神居古潭の狭窄部を過ぎた納内では10ppm程度（3月の渇水期以外は5ppm以下にもなる）となる。金星橋ではBOD値がCOD値よりも高い時が多いが、旭橋では逆になり、その差も大きく、また下流部にいくほどBOD値とCOD値との差は小さくなる。BOD値とやや平行的に変化するCOD値も、旭橋では高く、3月には100ppm以上となっている。これは、パルプ廃水に影響されていることはいうまでもないが、前述のように、ただこの時DOが10ppm以上もあるのは都市排水や一般工場廃水によって汚濁された河川と著しく異なる。たとえばパルプ廃水を主とした静岡県沼川水系の一部である潤井川下流部で、排水管から放流された工場廃水ではCODが100ppm以上になるとDOは0ppmとなってい

たが両者はきわめて異なる。ただ潤井川下流部に放流されていた1960年代の工場廃水は暗渠のまま、しかも高温で工場から放水口まで人目につかぬように流されていたことが主原因ではなからうかとも考えられ、石狩川の場合には、国策パルプの排水口にしても、その排水口と旭橋との距離が約2.5 kmも離れているから、その間でガス交換現象も強く働くからではなからうかと考えられた。

3) Cl⁻

縦断分布的にも、定点観測の結果でも10ppm±で含有量も少なく、大した変化を示していない。旭橋における定点観測結果でも最高16ppmでいどであり、当該区域に関する限り、パルプ廃水による汚濁の指標としてはあまりきめてとらなかつた。

4) SS

溶解性物質と懸濁物質は縦断的にみて、金星橋ではきわめて低いが、旭橋で急に高くなる。また定点観測の結果によると一般の非汚濁河川にみられるように、溶解性物質と懸濁物質の含有量が金星橋(石狩川本川)では一般に少なく(もっとも懸濁物質は時間によっては多くあらわれることもあるが)、旭橋では溶解性物質が圧倒的に高く、下流にいくにつれてその差は小さくなる。とくに、神居古潭の狭窄部を過ぎると平行的になるが、パルプ廃水の流入と狭窄部の示す役割の大きいことを知った。

2. 遠賀川

遠賀川の水質汚濁化の主要因は流域の炭鉱地域における採炭、送炭にともなう廃液の流入によることはいうまでもないが、企画庁から与えられた資料に基づき、縦断観測されたDO、COD、SS、SO₄²⁻について検討してみた結果つぎのような特性が指摘された。

1) COD、SSについてみる限り、縦断的に汚濁の山が2つあること、つまり、汚濁源が2地域にまたがるものと考えられたが、パルプ廃水や都市廃水による汚濁と異なって、溶浮流物質やCODを高めている成分の沈澱や自浄作用の働きの急速に進行しうるためではなからうかとも考えられた。

たとえば上流部の彦山川についても添田上水取水口付近までは全く清浄であるが、2 km下流の丹波堰付近で急に汚濁され、更に7~8 km下流の三井田上水取入口付近で汚濁度はかなり低くなり、更に数 km下流の放城橋付近で汚濁度が高くなり、更に多少の変化を示しつつ、本川と合流する。本川も同様、山田川、一本木堰付近と直方上水取入口付近に汚濁の山があり、飯塚市の川島付近に谷ができる。下流は八幡製鉄所の取水口付近から汚濁度が低くなる。ただし硫酸イオンは一般に高い。

2) 项目的には、DOは他の観測項目とはほとんど無関係のように、縦断的にも変化なく、ほぼ10 ppm±の値を示している。これは都市廃水や一般工場廃水にともなう汚濁河川にみられないことである。CODと溶浮流物質はかなりの相関をもち、場所によってはきわめて高い値を示し、また縦断的には、ほぼ一定した汚濁度の山と谷とがあるのは、すでに述べたように汚濁源の分布上の相違とともに遠賀川の流域、水理条件の相違ならびに、パルプ廃水や都市廃水にみられるような性格と著しく異なった汚濁成分の違いによるものと考えられる。またSO₄²⁻がきわめて高いのも著しい特色であるが、これは炭鉱廃水の影響によるものであり、かつて小林純博士も日本の225河川の水質分析結果を発表された中で⁴⁾、遠賀川のSO₄²⁻の値を154.9mg/lと報告されている。いうまでもなく、SO₄²⁻は、CODやSSと縦断的に平行的でなく、下流部ではかえって高くなる傾向さえみられることもある。

3. 淀川

淀川は上流が桂川、宇治川(鴨川を含む)、木津川からなり、これらが合流して大阪湾に注ぐ河川である。水質汚濁の見地からすると、上流部で京都市の都市廃水や工場廃水が流入するため、桂川下流部の宮前橋においてもBOD、CODが10ppm以上になることが多かった。企画庁から提供された資料によると3月の値でBOD 79.4ppm、COD 66.4ppmという異常値も求められているが、周年変化としては都市廃水を主とした東京の諸河川に

みられるように冬季流量の減少期に汚濁度が高くなっている。ところで、宇治川、木津川合流後の楠葉地点ではBODは10ppm以下になるのに、CODは20ppm以上になることが多い。しかし枚方下流部ではCODも10ppm内外になる。宇治川、木津川合流後の縦断的特徴としては、下流にいくにつれて汚濁度は低くなるが、右岸側が常にBOD値で2～3 ppm、COD値で数ppm左岸側より高く、毛馬付近まで追跡できた。

なお毛馬下流部は新淀川となり、新淀川の水質についても検討したかったがその機会をえなかったので毛馬下流部は毛馬閘門から大阪市内を流れる大川、安治川、道頓堀川等についてみると次の通りである。淀川大川鳥飼大橋下流部、とくに市内河川の詳細な観測資料としては、栗田工業の武田由己、田中郁雄氏等のものについてみると、これらの資料も、季節的にも年次的にも必ずしも同一のものでないから縦断的变化や地域的考察を深めるには妥当とはいえないが、淀川鳥飼大橋のBOD値は、1961年の11月で8 ppm(とくに企画庁資料による)を示している。なお、淀川は、毛馬閘門から大川となり、その下流は市中を流れる堂島川や道頓堀川等となるが、大阪城脇から流入する寝屋川合流後急に汚濁度が高くなる。塩分濃度や硬度からもわかるように、いわゆる塩水湖上境界は、安治川河口からは約8 kmの大阪駅南の渡辺橋付近にあることから考え、堂島川域の汚濁度の高いことが理解できる。これは東京の諸河川の実測値からも、かかる水域の特性については、しばしば指摘してきた。しかし、東京の隅田川に比して塩水の湖上境界も短かく、汚濁度も当時、BODやCOD値からみる限り幾分低かった。ただ夏季DOが0値になっている点は隅田川級であり、BOD値に対してCOD値が高い点は東京の諸河川といささか異なる点ではなかろうかと指摘された。

4. 東京の諸河川

江戸川、隅田川、中川、荒川その他の諸支派川については1960年代から今日にいたるまで目的こそ異なるが観測を継続している。1960年代の観測

結果については先にも述べたように『資源科学研究所彙報』、『水質汚濁研究』、『資源科学研究所報告』その他学界誌にその実態ならびに特性について発表してきた。したがってここでは、従来とくに図表的表現(たとえば春夏秋冬の観測項目毎縦断変化等)をしていなかった隅田川の定期観測結果をスライドによってあらためて示し、当時の汚濁の実態を知るとともに、さきに述べてきた他の河川との相違性を指摘してむすびにかえたい。

IV むすび

1) パルプ廃水や鉱山廃水によって汚濁された河川は、都市廃水や一般工場廃水によって汚濁された河川とは違ってDOの含有量が高く、しかも一河川の縦断変化や一地点における日変化が少ない。したがってBODやCODとの相関がきわめて低い。

2) パルプ廃水によって汚濁された河川では灼熱減量がきわめて高く、有機物量の多いことを示すが、河口維持のためにはその沈澱が禍いしてきた。なおパルプ廃水を主とした汚濁河川では、他の汚濁河川に比してBOD値よりCOD値が高くあらわれている。

3) 鉱山廃水を主とした遠賀川のような河川では懸濁物とCODとがかなり相関をもち、 SO_4^{2-} もこれらとかなりの相関を示すが、 Cl^- はほとんど相関を示すことなく、また縦断的にも変化を示さない。

4) 石狩川と沼川はパルプ廃水を主として汚濁化された河川であるが、その汚濁源を前者は上流域に、後者は主として下流域にもつ。したがって前者は流下中に受ける自浄作用、稀釈、沈澱が大きく、典型的感潮河川ではあるが、東京の諸河川のように、下流の感潮度が特別に問題になるということとはなかった。ところが後者の沼川では、塩水湖上域も短かいが、湖上境界付近の停滞水域ならびに掘込港湾である田子の浦港の汚濁度はきわめて高く、ヘドロ公害でも注目を浴びた。

5) 淀川の汚濁の内容は東京の諸河川と類似し

ているが、塩水遡上限界も中川でいどである。汚濁度の高い部分は隅田川級であったが、その範囲は隅田川より遙かに短い。また京都市の都市廃水や工業用水によって汚濁された淀川は、中流部で宇治川や木津川が左岸側から合流するため、左右両岸で汚濁度がかなり異なっていた。したがって大阪市内の分水口にあたる毛馬閘門からの分水流量を大きくすることは市内の汚濁水浄化のためにも、少なくとも隅田川の岩渚水門以上の効果をもつものと指摘された。ちなみに岩渚水門からは、武蔵水路の完成(1968年3月末)以後 $23.4\text{m}^3/\text{sec}$ が隅田川浄化のために放流計画された。

6) 水質汚濁最悪期より今や20余年が経過し、先にも述べたように、また河川の水質汚濁状況の経年変化からも知るように、わが国の諸河川の水質汚濁化はかなり甦ってきた。それには、経済の高度成長期から低成長期へと移っていった社会情勢、公害防止に目醒めた行政の厳しい規制、企業の反省、水の価値への再認識などが考えられるが、しかし、都市化、工業化をめざした土地開発の嵐は

止ったわけではない。過去の実態を十分認識して今後の保全につとめたい。

終りに、今後日本の諸河川の水質汚濁状況の経年変化(1950年代から1980年代末にかけての)を整理し、河川毎の特性を明らかにしたい。

長時間にわたり御静聴有難うございました。

注 記

- 1) 淡水中における細泥は負の電気を帯びているから衝突しても互いに反発して一緒に凝固しないが、海水に入るとその陰電気が Na^+ , Ca^{++} , K^+ 等の陽イオンによって中和され、衝突さえすれば互いに凝固集結して大粒子となり、容易に沈澱する(Flocculated masses)。
- 2) 資源科学研究所『水質汚濁防止に関する研究経過報告書I, II』1962, 1963
- 3) 三井嘉都夫・戸谷康義「沼川水系の水質汚濁の一般的性格」『水質汚濁研究』No.3 pp.50~68
- 4) 小林 純「日本の河川の平均水質とその特徴に関する研究」『大原農業研究報告』No.11 pp.63~106