

第四十三回定例研究会講演（関西支部第五回講演会）

「下水道の概成と淀川及び桂川・宇治川・木津川の水質変化」

摂南大学 教授 海老瀬 潜一

1 淀川の概要

初めに、淀川の特徴を見て頂きたいと思います。

上流に琵琶湖があつて、下流に大阪湾があります。

琵琶湖と大阪湾の大きさはどのくらいかという

ことから話を始めたいと思います。なぜかと言う

と、両者をつないでいるのが淀川だからです。し

かも、淀川で水が取られて、その上水は大阪府の

水道の場合は能勢町から岬町まで、また阪神水道

企業団を通じて神戸市まで、あちこちから大阪湾

へ、川を通じてだけでなく、下水道として大阪湾

に注いでいます。

大阪湾の広さは、どこまでが大阪湾かという問

題はありますが、

一、五三〇平方

キロメートル、

琵琶湖の広さは

六七〇平方キロ

メートルです。

国後や択捉の大

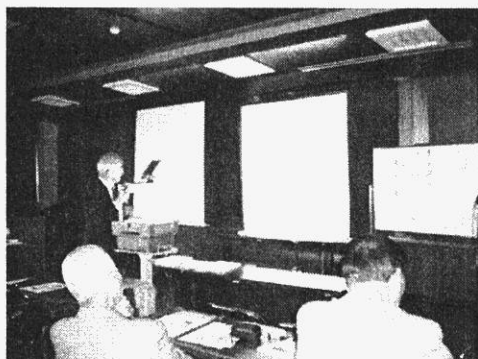
きな島と比べる

と、国後島より

も大きく、沖縄

本島よりも面積

が広い。ただ、琵琶湖よりも浅いために、大阪湾



にたまっている水と琵琶湖にたまっている水は、大阪湾の方が多いいけれども、実質はそんなに大きな差がないということは知っておいて頂きたいと思います。

大阪湾は琵琶湖の影響も受けています。淀川は琵琶湖と大阪湾をつないでいて、人間の生活や生産による汚れなどを含めて、互いに切っても切れない関係にあります。このような状況の淀川で、私たちは水質調査をしています。私たちの調査区域は、摂南大学の南で下流の鳥飼大橋から上流の三川合流までの淀川の本川だけでなく、桂川、宇治川、木津川の三川の調査もしております。

淀川というのはいへん水利用の多い川で、非常に多くの上水取水口があり、下流の大阪市の柴島浄水場まで入れたら、最大毎秒八〇立方メートルの水を取っています。ただ、最近是需要が減って少し少なくなっています。そのほか、下水処理

場も多くあります。水が取られて減るだけでなく、排水も非常にたくさん入ってきて、問題を複雑にしています。

2 今までの水質の変化

平成元年頃まで、摂南大学付近（寝屋川市）の淀川の水質はかなり悪かったのです。琵琶湖の水質濃度は、あまり変化がありませんでした。琵琶湖の中ではいろいろな問題がありましたが、下流の水質にそれほど変化を与える状況までにはなっていないませんでした。

かつて、桂川は非常に水質が悪かったので、大阪府や大阪市の上水取水源が枚方の楠葉まで上って行き、枚方市（左岸側）の木津川からのきれいな水を取っていました。BODやアンモニア態窒素などが上水で非常に問題になったので、それが注目の水質となっていました。今ではきれいな水になって、枚方あたりでももう十分泳げるのではな

いかと思います。

四十五年前は、大阪府の村野浄水場（枚方市）の周りは田んぼだらけだったので、今や工場や住宅がいっぱいです。枚方市は人口四十数万人まで増えて、一時、枚方大橋では左岸側と右岸側で水質がかなり違う時代がありました。京都市の下水の次に、天野川、穂谷川、船橋川等の枚方市内の市街地河川の影響が加わり、淀川の水質に大きく影響していました。一九九二年頃まで、琵琶湖のきれいな水が、大阪府内に入って、汚濁濃度が上がって行くと言われていました。

最近のように下水道の普及が進んで来ますと、生物分解が可能な易分解性の有機物が取れて、難分解性のものばかりが残ってきます。ですから有機物をBODだけから見ているたらダメだと言うことです。

かつて、上水道と下水道、口とお尻が一緒に付

いているようなものだとかわわれ、淀川流水保全水路という計画も立案されました。京都市や京都府の下水処理水と、大阪府の下水処理水の二四立方メートル／秒を集め、淀川の水道水源等に混ざらないようにしようという計画でした。

3 最近の水質の動向

最近の淀川は、BODでは非常にきれいになっています。三川合流地点では、木津川の水質がかなり悪くなった状態で続いています。宇治川は琵琶湖から出る水は良い状態ですが、その下流で少し汚れています。桂川はかつての状況に比べると、ずっときれいになっています。

塩化物イオンなど処理しても取れない物質の濃度も上がっています。目立つのが、BODは減ってもCODが減らないことです。TOCでも見た方がよいのではないかとも思います。排水が下水道へ集中するようになって、塩化物イオンの濃

度が高くなって来ています。融雪剤として使われた後の塩化物イオンの排水も濃度を上げていると言われています。

最近のデータ(図1)で見ると、琵琶湖ではCODは変化していないのに、BODは減っています。難分解性有機物質が、琵琶湖で増えています。もちろん、下水処理した後の水は難分解性有機物質がかなり多い。上流の琵琶湖から瀬田川を通じて流れ出て来る唐橋でのBODとCODの濃度を見ても、琵琶湖のCODとほとんど変わっていません。

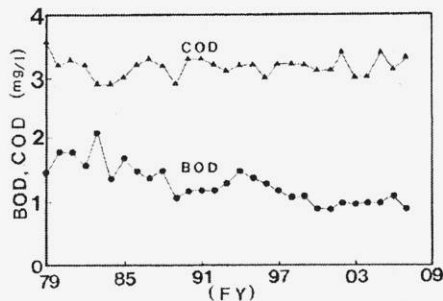
桂川は、BODでは一・〇mg/Lから一・四mg/Lぐらいで、アンモニア態窒素もかなり低い値になって来ています。全般的にきれいになりつつあります。宇治川でもBODは良くなっています。ただ、CODはあまり変わっていないと思います。アンモニア態窒素も一旦上がったけ

ども、また減りつつあります。

問題は木津川です。かつては木津川の水を取るために、水道

の取水口を上流の北に押し上げて左岸側から取水するようにしました。今、私たちが調査している摂南大学の横の淀川新橋では、左岸側や中央や右岸側でも、一般的な水質濃度はほとんど変わりません。桂川、宇治川、木津川の水質はかつてと違って来ているように、淀川新橋付近では、もう

図 - 1



ほとんど差がない状況になっています。

桂川の流下過程の水質変化を見ると、京都市の久世橋では、まだ鳥羽の下水処理水が入っていないので、きれいで、BODとCODとはあまり差がありません。桂川も上流はきれいになっています。三川合流前の宮前橋では、アンモニア態窒素濃度も、桂川が宇治や木津川並みに近づいて来つたあります。過マンガン酸カリウム消費量、BODでも、三川合流地点で差が無くなって来ています。

三川が合流した下流も、枚方市の下水道普及率が八七パーセント、高槻市ではもう九六パーセントになっていますので、その生活雑排水の影響もかなり少なくなっています。淀川本川では、かなりCODが増加した形で、枚方大橋に到達しています。一般的な水質項目だけではなく、農薬も重金属も測っていますが、重金属濃度はやはり京都

市の市街地の排水が入った後の桂川宮前橋地点ではぐっと上がって、また枚方市の左岸側で支川が入って来て上がっています。

左岸側は木津川の御幸橋と枚方市の磯島で、右岸側では高槻市の前島で、中央は枚方大橋の真ん中で、そしてさらに下流の淀川新橋で、左岸側、中央、右岸側と調査して来ますと、淀川新橋では水質濃度差がなくなってくるということが分かります。

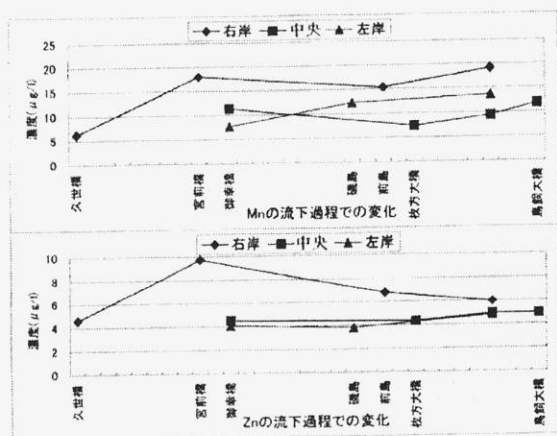
水生生物保全のために環境基準に入った亜鉛も調査しています。亜鉛は自動車のタイヤの中にも含まれています。これは溶存態亜鉛ですが、けっこう水中に含まれています。図2は、少し前のデータですが、右岸側、左岸側でちよつと差が見られます。こういう特殊なものを測ると、一般的な水質では差がなくても、他の水質（重金属等）で違いが見えてきます。農薬なども測ると、左岸

側と中央と右岸側の水質の違いが分かります。

私たちは、定期的に水質調査をします。淀川新橋では、三日に一回、左岸側と中央と右岸側と、横断方向の分布調査をしています。昔は、お盆と正月の工場が休み、川の水質が良くなる水質の特異日となる日がありましたが、これらの調査結果から、この頃では水質の特異日などはもうほとんど見られません。一月一日から初売りでスーパ―などが開いています。

そのような状況下では、雨が降ったら、川の水質が大きく変わります。水質変化は、雨天時のデータをとり込まなかったら正しいものにはなりません。いわゆるポイントソースとノンポイントソースという問題です。酸性雨との関連もありますので、降水の水質も実際に調査しております。小さな川では雨が降ったら水量だけでなく、水質がものすごく変わります。

図一 2



4 下水道の現状

今では下水道の普及率は全国で七二パーセントぐらいになっています。和歌山県と徳島県が断

トツで低いですが、それ以外はかなり整備されて来ています。上流の滋賀県の伸び率が非常に高く、環境先進県と言われています。大都市を抱えている東京、神奈川、大阪、兵庫、京都、それから札幌一極集中の北海道が上位に来るのは当たり前ですが、滋賀県が、また長野県の普及がすごいなと、私は感心しています。

滋賀県の下水道の普及の伸び方は、初めは低かったのですが、途中から、合成洗剤の琵琶湖条例ができた後から、下水道が普及してきました。全国と比較して滋賀県の普及率の上りが急だったことが分かります。また、滋賀県は高度処理の人口普及率も断トツです。

大阪府内の下水道普及率は平成一七年度末の資料では約九一パーセントです。枚方市も八七パーセントに近くなり、高槻市は枚方市より早くから九〇パーセントを超えていましたが、さらに普

及率が上がってきています。このため、淀川の支川から流入してくる水での水質の悪化は、言い難くなって来ていると思います。

下水処理場の中で、高度処理をしている処理場と通常処理だけやっている処理場があります。あまり規模の大きくない下水処理場では、高度処理をやっている所は少ないようです。高度処理としては、計画放流水質を最終的にはBODで一〇mg/L、T・N（全窒素）では一〇mg/L、T・P（全リン）で〇・五mg/Lぐらいまで、を目標にしています。

通常処理にいろいろな処理システムがプラスされて、BODとしては非常によく落ちてきていますが、CODまでは十分には取れていないようです。きれいになったが、結果的には難分解性有機物質が残るということです。

一つ注目すべきは、滋賀県が砂ろ過で処理した

後、超高度処理をする実証プラントを造って試験をしています。その超高度処理による目標水質は、CODを 3mg/L 、窒素を 3mg/L 、リンを 0.02mg/L とのことです。先ほどの目標値より全てで上回る値まで上げようというプラント実験です。

大阪湾の環境基準はCODですが、CODはあまりきれいにならない。上流ではBODが非常にきれいになっている。どうしたら良いかということ。

滋賀県の最終の結論としては、砂ろ過、パツク注入、オゾン処理、生物活性炭などで、処理水量一日二万六千立方メートル、実際に二〇〇四年から二〇〇六年まで実験をしました。こういうことが後に生かされて、実を結んでくれるとありがたいと思っています。

今後、下水道の整備計画はどうなって行くのか、

一つは普及率が九〇パーセント近くまでは、さらに残りの普及を頑張るということになります。私は下水道というのは、排水を集めて集中管理できる、すごいシステムではないかと思っていますので、下水道に集まってくる排水をどのレベルの水質まで処理するかによって、公共用水域は非常にきれいになって、問題が少しづつ解決に向かうのではないかと思っています。

もう一つは、雨です。合流式下水道では、晴天時の流量の三倍ぐらいを越えたら、雨水吐から薄まった下水が出て行きます。その出て行く負荷を分流式の雨水並みの水質に、雨水吐室から出る分を減らして行こうという取り組みをやっています。そういうことにより、下水道はどんどんよくなって行くと思います。

5 雨天時の動向

一般的な水質調査をしますと、淀川の左岸側、

中央、右岸側のBOD、COD、塩化物イオンの濃度は同じ位なのですが、重金属とか、ノンポイントから出てくる農薬は、左岸側、中央、右岸側の横断方向で違いが出てきます。特に、農薬は流域によって農薬を播く時期にずれがあります。また、使っている農薬も地域差があります。農薬や重金属は必ずしも一様な横断方向分布の状況にはなっていない。

CODやTOCを、二〇〇六年四月から十一月末の期間、三日おきに学生と一緒に調査をしました。この年は二回しか大きな出水がありませんでした。この時に農薬も測っています。COD、TOCとDOC（溶存態有機炭素）は普段はそんなに左岸側と右岸側とで差はないのですが、淀川というのは、雨のときに少し左岸側と右岸側で差が出ます。そして、普段は平坦な、結構ゆつくりした変化をしています。

人為的排水や、先ほど言いました融雪排水などノンポイントからも出てくる塩化物イオンは流量が多いときに下がります。人為的な汚染の影響もあるといわれている塩化物イオンと硫酸イオンが、いったいどれぐらい変化しているかということも調べてみました。さらに、そういう状況で硝酸態窒素はどんな変化をしているのかということもひと通り全部やってみました。これは、左岸側、中央、右岸側の水質濃度をすべて平均値で表しているので、よけいに差がないように見えます。

降雨時のCODでも、雨が降ったら濃度が左岸側と中央と右岸側で違います。淀川新橋の地点では、最初に高槻市や枚方市の市街地からの雨水の流出があつて左右両岸側に影響が出ます。その次に、京都市の市街地からの流出水が出て来る。その後、桂川の上流や木津川からの影響が出て来

るのです。左岸側と中央と右岸側は、降雨時には一日の間でもCODでは違うのです。農薬や重金属もみんな違います。TOCも、やはり左岸側と中央と右岸側とでは、かなり水質が違います。淀川では雨が降ったときの違いがものすごくよく分かります。降雨時の水質では、左岸側と中央と右岸側の横断方向分布に差が見られます。

淀川の雨天時の調査は、何日も続けて行わなければなりません。淀川の場合は、南郷洗堰と天ヶ瀬ダムが協調放流をすることがあります。桂川と宇治川の出水の影響が小さくなった頃、遅めに、宇治川を通じて水が大量に流出して来ます。この年には二回、協調放流を伴う出水がありました。三日に一回調査しておく、六日おきにデータを拾い出したり、九日おき、十五日おき、三十日おきという形で負荷量を計算することも出来来ます。どの場合がどのくらい外れるか見られます。

三十日おきというのは、一カ月に一回しか調査しなかったという場合です。

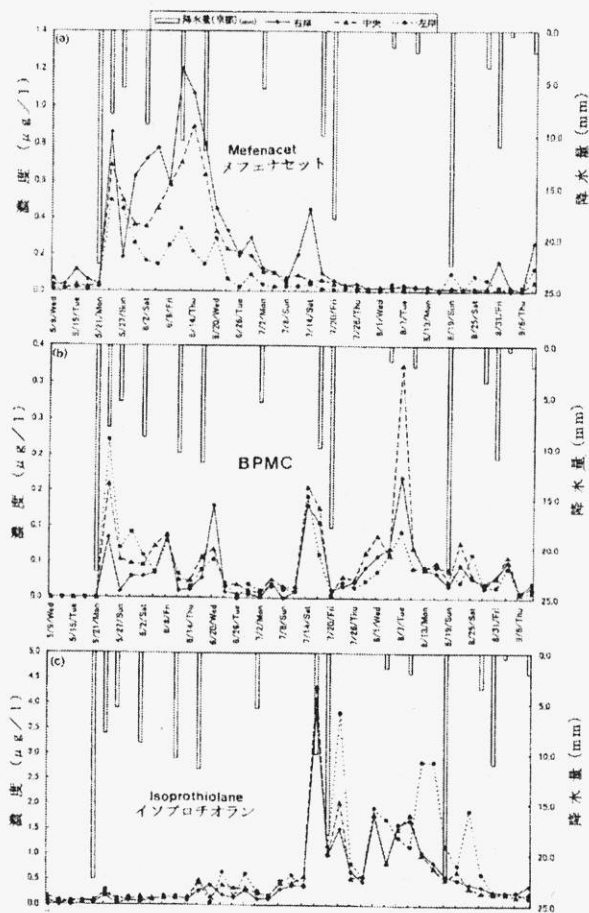
たまたま調査日が雨のときに当たったら、過大評価につながったり、雨に当たらなければ過小評価につながったりします。三日に一回ぐらいの調査だと非常に精度が良い。一カ月に一回の調査ではあまり精度が良くないことが実際に分かります。

過去三年間、私たちは年ごとにどう違うのかをチェックしました。たまたま淀川の渇水気味の年、普通の年、多かった年の連続三年間を見ますと、年間の流出流量が増えたら負荷量が増えるという事です。この増えた負荷量が大阪湾に出て行く、しかも、高流量のときは高負荷量で出て行くということです。

淀川だけしか調査していないということではありません。淀川の支川で枚方市の天野川、船橋

川、穂谷川、高槻市の芥川も、三日おきの調査を継続しました。雨が降ると、急な増水によって非常に大きな負荷量になります。小さな川ほどそういう影響が大きいという結果を示しています。農薬の話をしてもらいたいと思います。淀川の左岸側と中央と右岸側で、農薬

図 - 3



の濃度変化パターンを三日おきに測っています。この図(図3)の上は除草剤のメフェナセツト、真ん中は殺虫剤で、下が殺菌剤です。使う時期が

違うことが多いので、他では流出していないこともあり、使う時期が合致したら、横断方向に一緒に出てきます。農薬や重金属は雨のときに、一気に淀川へ、そして淀川を下って流出します。

6 終わりに

下水処理のメインは生物処理ですので、主に曝気槽に滞留している間に、短い滞留時間の間に生物が分解するものが取れ、難分解性有機物質が残ります。難分解性有機物質とは、通常はフミン酸やフルボ酸、ヒューミンという種類のものが多くを占めるといわれています。フミン酸のことを腐植酸とも言うように、植物が腐っても最後まで残るというように最終的な分解産物です。

それが大阪湾まで出ていくのではないか。そういうことを主旨としてお話しさせて頂きました。

農薬については、淀川では、桂川、宇治川、木津川で出てくるタイミングがずれるので、それほ

ど心配する濃度でないことは確かです。農薬の総農薬方式の評価(DI)の値でいくと、一番高くても〇・二程度で、警戒すべきぐらいまではいきまず。いくつか農薬がありますが、淀川で $1\mu\text{g}$ ／L前後というような濃度です。

私は筑波の国立環境研究所時代に、霞ヶ浦に流入する大きな農地河川の水質を測りました。そうすると、ある除草剤は $10\mu\text{g}$ ／Lを超えて $30\mu\text{g}$ ／Lというもありました。水稻移植の連休が終わった後の一週間ないし二週間後の土日曜日に、兼業農家が農薬を施用します。そのタイミングに雨が降ったら、非常に高濃度で流出して来ます。これが農薬の特徴です。こんな大きな淀川で調べたら、そんなに心配するほどの濃度にはならないけれども、低い濃度で多種類の農薬が出てきます。

本日、私が言いたかったのは、一つは、有機物

に關しては、難分解性有機物質がずっと残つて、大阪湾に達していることです。BODだけで見ているだけでは不十分です。CODはかつてと比べると取れていますが、まだ残つた状態です。

二つ目は、雨が降つたときに汚濁物質は大きな負荷量で出てきます。これが、かなり重要な量です。

難分解性有機物質は自浄作用で取れるようなものではない。取れにくいものだということです。したがつて、下流まで流れて行きます。それが問題になるのは、下流の大阪湾で、環境基準の達成がだんだん厳しくなつて来ています。これ以上良くしようと思つたら、どうしなければいけないか、という話になるときに非常に大事な問題だということです。

〔引用文献〕

海老瀬潜一・三木一克(2001)高頻度調査による淀

川本川およびその支川の重金属の流出特性評価、水環境学会誌、24、715-723。

海老瀬潜一・福島勝英・尾池宣佳(2003)淀川本支川の農薬の流出特性と流出リスクの評価、水環境学会誌、26、699-706。

海老瀬・尾池宣佳・福島勝英(2004)高頻度調査による淀川本支川の溶存態重金属流出特性の統計解析、17、49-59。

海老瀬潜一・川村裕紀(2006)淀川本川の高頻度定時調査と出水時調査による農薬流出評価、29、705-713。