

多摩川下流域における化学的水質と 視覚的水質汚濁に関する研究

Relationships between the water quality by chemical analysis and
the visual water pollution in urban environment
(Chemical Landscape)

1 9 9 2 年

落 合 正 宏

東京都立大学理学部助手

目 次

1	はじめに	1
2	試料と実験	3
	2-1) 試料採取と化学分析	3
	2-2) 画像解析操作	3
3	結果と考察	7
	3-1) 水温、電導度、アンモニア、りん酸、MBASおよび 溶存有機炭素の季節変化	7
	3-2) 水温とMBAS、水温とアンモニア、りん酸、 水温と電気伝導度、水温と溶存有機炭素、 水温と相対アワ面積および相対アワ面積とMBASの関係	13
4	まとめ	21

研究組織

落合 正宏 (OCHIAI Masahiro)	東京都立大学理学部化学
中島 拓男 (NAKAJIMA Takuo)	滋賀県琵琶湖研究所
大舩 博善 (OHTSUKI Hiroyoshi)	アトリエ大舩 (東京都世田谷区)
佐々木重太郎 (SASAKI Jyutaro)	アトリエ佐々木 (神奈川県茅ヶ崎市)

1 はじめに

従来、水質に関する環境問題は水質の化学的分析結果にもとづき、水中での化学物質の濃度を基準に考えられて来た。しかしながら、水中の窒素、りんの測定による富栄養化の判定、界面活性剤(MBAS)やBOD、CODの測定による水質汚濁の指標は人間が現場において直接感じる水質の汚濁とは必ずしも一致していない。

環境の変化として人は何を感じるか。人間の感覚として1) 視覚、2) 聴覚、3) 臭覚、4) 触覚、5) 味覚の五感により感じることになる。しかし、環境の変化に対して最も大きく、第一に気がつくものは視覚であろう。その結果として水質の汚れに関しては「水質汚濁」という、視覚情報を主とした言葉が使用されている。環境に対する感覚はいかに数値により示されても、必ずしも受け入れられるものではない。しかし、感覚はきわめて主観的で科学データとはなりにくい。しかしながらこのなりにくい主観的データを水質の科学データと対応させることは、環境科学を進めて行く上で重要な課題の一つである。

多摩川丸子調布取水堰において以前、少なくとも1970年代前半までは、堰から落ちる部分の洗剤に起因するアワの量は大変なもので、風により上を走る東横線にまで到達するほどであった。加藤迪氏の「都市が滅ぼした川」のなかに次のような記述がみられる。「玉川浄水場が取水停止になったあと4ヵ月ほどたった冬の日曜日、私は調布取水堰を見に行った。東横線多摩川園前で降りて目の前の崖に沿って左にまわると多摩川べりにでる。堤防に近づくとまず、ぷーんとドブ川の臭いがしてきた。濁水期の多摩川の臭いである。しかし堤防に立って見たとき私は思わず声をあげそうになった。水面が見えないほど真っ白な泡！堰から50メートルは離れているというのに、川一面が泡で覆われている。それは少し先から条状にのびて1キロ近く、下流の丸子橋の先にまで達している。水面に近づいてよく見ると10センチ近く盛り上がった泡には、なにか褐色の粘液のようなものがべったりとからみついている。ふれると指先にくっついて悪臭を放ち、紙でふいても容易に落ちない。堰のほうを見ると、南風に吹きよせられてその近くでは1メートル近く盛り上がっており、ときどきそれが紙吹雪のように吹き上げられては、風に飛ばされて行く。それはときには花のように散り、ときにはしぶきのように舞い上がる。10メートル近い鉄橋の上を通る東横線の電車に窓から飛びこんでくるという話は、これを見るまで信じられなかったが、いま、目の前でそれが演じられている。あの粘っこい汚点が乗客の洋服についたら取れないだろう。」少し長いが引用してみた。玉川浄水場の取水が停止されたのは1970年9月である。

また、これに先立つ、1961年には玉川浄水場にて多摩川から取水した水を沈澱池へ分ける接合井から泡が噴き出して2メートル近く盛り上がったとされている。

少なくとも1960年後半より1970前半には多摩川の調布取水堰においては今日では考えられないほどの泡が発生、存在していた。

このような泡の問題等を経て、家庭において使用される洗剤の質が同じ合成洗剤であってもABSからより生分解性の高いLASあるいは天然油脂を使用した石鹼にシフトした。その結果、丸子調布取水堰

での大変なアワの観察は減少した。しかし、多摩川流域人口の増加、下水道の整備の遅れより、完全にアワが観察されなくなったわけではなく、現状においても季節により、かなりのアワが観察される。

丸子調布取水堰の丁度上の部分を東横線が通過しており、渋谷に向かい左側の窓より堰の部分を観察することができる。電車よりアワを観察していたのだが、必ずしもアワを良く観察できる位置に乗ることができないことがあり、その様なときには車内の様子を観察する事にしていた。乗客の話を盗み聞きしたり、その向けている顔の方向を観察した。少なくない数の乗客が窓の外を見て、時によるとアワ、洗剤の話をしていることがある。この観察は定量的ではないので、なんとも言えないが、多摩川の水質としてアワ、洗剤に関心を示す人々が乗客の中にいることは確かなようである。

この研究を始めたきっかけの一つは、当時勤務先の大学が世田谷区深沢にあり、著者の一人は毎日、東横線にて通勤をしていた。なにげなく、毎日、川を眺めていた訳であるが、言うまでもなく川の表情は毎日変化する。

川の表情が毎日変わることは、毎日川の観察を行うことにより理解されるでしょう。その表情として、丸子調布取水堰においては洗剤によるアワの発生が顕著な現象として観察されます。それでは、そのアワが川の表情にもたらす影響とはどんなものだろうか、それを考えながら毎日電車に乗っていたわけです。

川の表情は、季節により変化します。その時に洗剤に起因するアワはどの様になるであろうかと考えてみました。アワの原因となる洗剤は有機物です。有機物は塩化物イオンの様な保存性の化合物ではなく非保存性で河川水中の微生物により分解を受けることとなります。それで、いつアワが多く、いつアワが少ないかを観察しました。基本的には冬期になると観察されるアワの量が増加することが定性的ではありますが、わかるようになりました。それも、何年かの観察より10月ないし11月の少し寒く感じられる季節になると増加する様な気がします。そして5月ないし6月頃には少なくなるようです。この変動は年によりことなり、気温や降水の変化とも関係がある様です。

アワの原因物質が有機物ですから、水温と関係があると考えerことは当然です。それでアワと原因物質と考えている洗剤の間に関係があるか否かと言うことが重要な問題です。しかしながらすでに述べたように、1970年代前半のように水中の洗剤濃度が十分に高く、水面のアワが飽和した状態においては、アワの発生と洗剤濃度の間には明かな関係は見られません。すなわち、アワが発生し過ぎて川全面を覆ってしまうからです。少々洗剤濃度に変化してもアワの量にはほとんど影響がありません。

水面にアワが存在することは、環境面すなわち、視覚的な環境、景観の点より問題にすべきであると考えたわけです。水質と視覚的な環境問題、景観を定量的に結び付けることができないかと考えてこの研究を始めたわけです。それで、この様に水質と視覚的環境に与える影響を取り扱う研究を「化学景観学」と名前を付けることにしました。化学景観学として取り扱う項目はここで取り扱ったアワと洗剤の関係のほかたとえば、栄養塩と青粉の問題等いろいろと考えられます。化学景観学はまだ生まれたかどうかと言うところですので、多くの批判があると思いますが、その点は少し甘やかしていただきたいと

希望しております。

本研究においては人間の視覚にもとづく水質汚濁と化学的、生物的観測とを総合的に組み合わせ、視覚的な観点に立脚した水質汚濁の新しい判定法を研究し、視覚的な水質汚濁が河川景観におよぼす影響を研究することを目的とした。

具体的には、水面のアワを観察することによりその水質を推定することおよびアワの存在により河川、水辺の景観が絵画的に損なわれるものであるかどうかを評価することである。今回のレベルではアワの存在と水質に重点をおき研究を行った。

加藤迪：(1973)「都市が滅ぼした川」、中央公論社、東京

化学景観学：Chemical Landscape

2 試料と実験

2-1) 試料採取と化学分析

試料は多摩川の丸子調布取水堰の定点にて、写真撮影、採水、水温、pH、ECの測定を行いました。期間は1988年10月より1990年12月に週1回の割合で行った。試料採取、撮影時間は基本的に定時としほぼ9:00より10:00の間に行いました。時によりずれた場合もありますが、ずれた回数は5%以内であった。写真撮影は丸子調布取水堰を見おろすことの出来る、水位測定点の台の上にて毎回同じ位置より撮影できるように足の位置を決め行った。採水は取水堰の下流の左岸にて行い、釣り客等の存在により定点より50m程度下流の場合もあった。採水時間は、周辺で家庭で出勤、登校が完了し、洗濯の時間と考えられる時間を設定した。1989年4月までは水温測定と写真撮影のみを行った。それ以後採水も行い、採水された試料は一部はGF/Fフィルターにてろ過し、一部はクロロホルムを添加し-20℃にて分析時まで凍結保存した。

凍結保存した試料について、DOC(溶存有機炭素)、アンモニア、りん酸、MBASを測定した。写真撮影された写真に付いては、画像解析機(NEXUS)によりアワの部分の面積を測定した。

DOCは試水3mlに150 μ lの3%りん酸を加え、2分間窒素ガスによりバブリングを行い水中の無機炭酸成分を除去し、30 μ lを全有機炭素分析計(島津TOC-500)に注入し測定した。

アンモニアはフェノールハポクロライト法、りん酸はモリブデンブルー法により発色後、吸光光度法にて測定した。MBAS(陰イオン界面活性剤指標として)はメチレンブルー法にて発色し同様に吸光光度法にて測定した。

2-2) 画像解析操作

画像解析機による面積測定は以下の要領により行った。

1) 写真をスキャナーにて取り込む。このとき全画面を取り込むと後からの処理が困難になるので、面

積測定をする部分を残し黒色のマスクにて覆い、スキャナーにて取り込む。マスクはアワの色が白色であるので黒色に塗っておくことが必要である。取り込みはアワの色が白色のためモノクロで取り込む。

2) 取り込みの2段階目として3倍拡大にて取り込む。これで、写真の原版がサービスサイズの場合には丁度良い大きさとなる。

3) モノクロ、あるいはサンプリングにてアワの部分に一定の色を付ける2値化処理をする。この2値化処理が問題で、アワの白色度(明度)により2値化処理を行っているために、撮影された写真の質により常に同一の2値化処理を行うことではない。写真のコントラストが同じであれば同一の2値化処理を行い、一定の安定した2値化処理を行うことが出来ますが、実際の写真では撮影した日の光線状態によりコントラストが異なり、同じ処理では希望のアワの面積を計数する事が出来ない。この結果、2値化処理に際し、人間の主観が介入することになる。

4) 2値化処理ができれば、アワの面積の計数実行をおこない、アワの数と平均値よりTOTALのアワの面積を計算する。

5) 2値化処理に人間の主観が介入するために面積を測定するたびごとに相違が出ることになる。2値化処理にともなう面積の誤差は約±10%程度である。写真というかなり曖昧なものが原点となるので、±10%であれば現状では良いのではないかと考えられる。微生物の計数のように目視による計数との比較を行うことができないので、他の測定方法との比較は出来ない。

6) アワの面積測定をした代表的な写真4枚(写真1A、1B、2A、2B)を示す。このうち、2枚の写真(1B、2B)は90年の4月9日と20日に撮影したものである。印刷になると写真のコントラスト鮮明でなくなるが、両方の写真を見て明らかのように、同じアワと言っても水面における状態としては大きな差がある。4月9日分はアワが光に輝いて鮮明に写っており、またアワが盛り上がった状態と言える。しかし、4月20日の写真では水面上にアワがうすく広がった状態であり、アワのエッジがはっきりしない。これらを画像解析機によりアワの面積を測定すると、それぞれ、指定の範囲内に相対面積値として9781、6115の値を得ることが出来る。(相対面積値は画像解析機のドットの数で計数したもので、ディメンジョンはない。)この時のMBASの濃度はそれぞれ、522、345 $\mu\text{g}/\text{l}$ である。MBAS 1 μg 当りの面積はそれぞれ、18.7、17.7となりよい一致を示す。しかしながら、この様に常により一致が見られるわけではなく、川の状態により大きく変動する。画像解析を行った13例を平均すると14.7で、最大値は22.2、最小値は3.3であった。現状においては、この様に大きな値の開きがある。

写真の1A、2Aは上記の写真とは対照的に、アワの面積を測定することが出来ない写真の例である。1Aは調布取水堰の堰が上がっており、堰における落差がなく、アワが発生しない。2Aは水量が多く、水面が波立ち水が崩れることによる一時的なアワと洗剤に起因し一定時間持続するアワとの区別がつかない。2Aに関しては、面積の測定自身は可能であるが、意味のある測定をすることはできない。

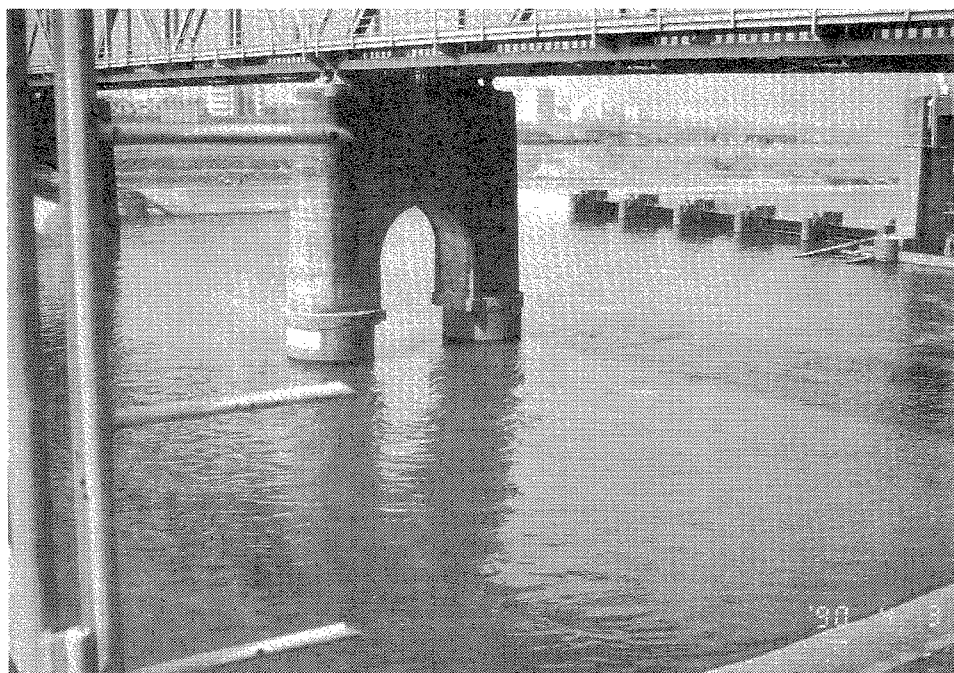


写真1 A 多摩川丸子調布取水堰景観 90年4月3日

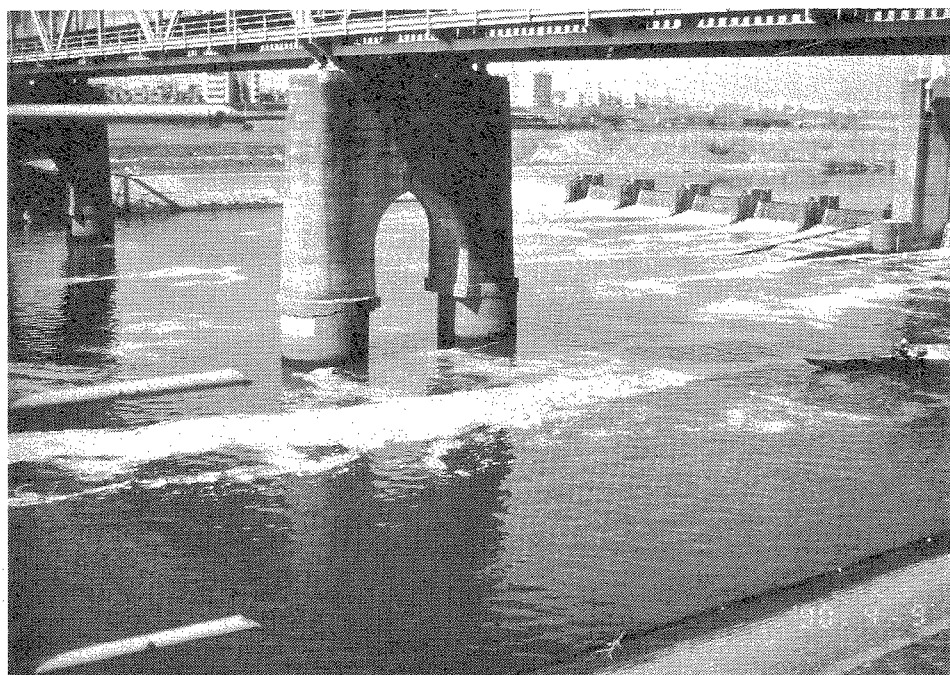


写真1 B 多摩川丸子調布取水堰景観 90年4月9日

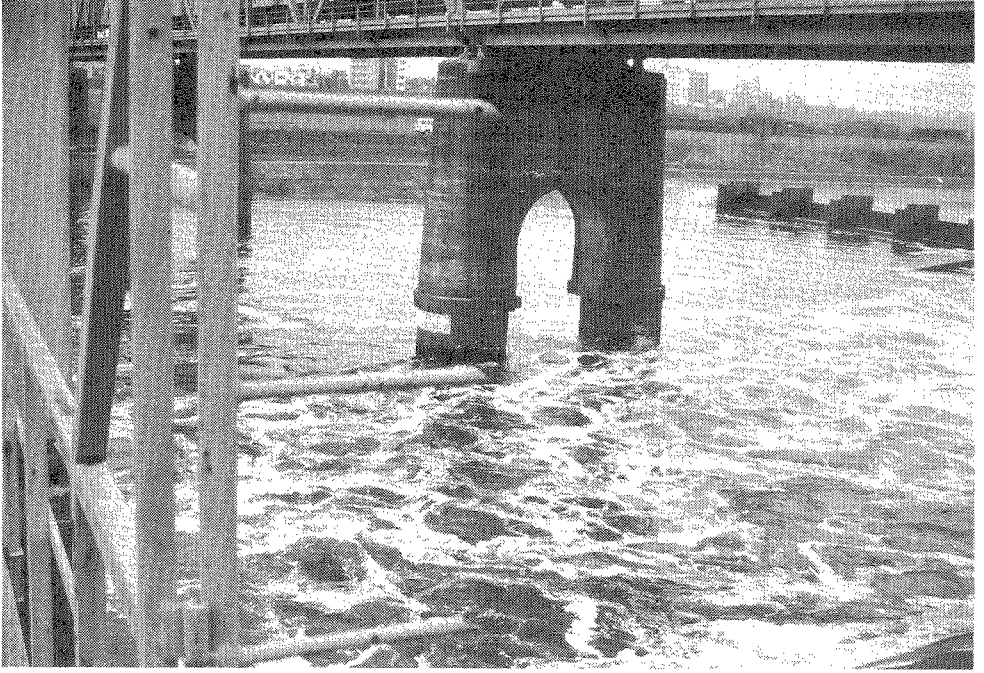


写真 2 A 多摩川丸子調布取水堰景観 90年4月13日



写真 2 B 多摩川丸子調布取水堰景観 90年4月20日

3 結果と考察

3-1) 水温、電導度、アンモニア、りん酸、MBASおよび 溶存有機炭素の季節変化

1) 水温の変動

多摩川丸子調布取水堰での水温の変動を図1に示します。当然ながら、夏期に高く冬期に低くなることがわかります。冬期の最低水温は約5℃です。10℃を切る期間は12月末から2月半ばまでということがわかります。しかし、これはその年により変動があり、88年においては11月末から2月末までの期間10℃を切っていました。水温の最高値は27.3℃で7月に記録された。

水温とアワの関係より研究を始めたこともあり、水温の測定はアワの写真撮影と同様に重要な項目である。

水温の変化

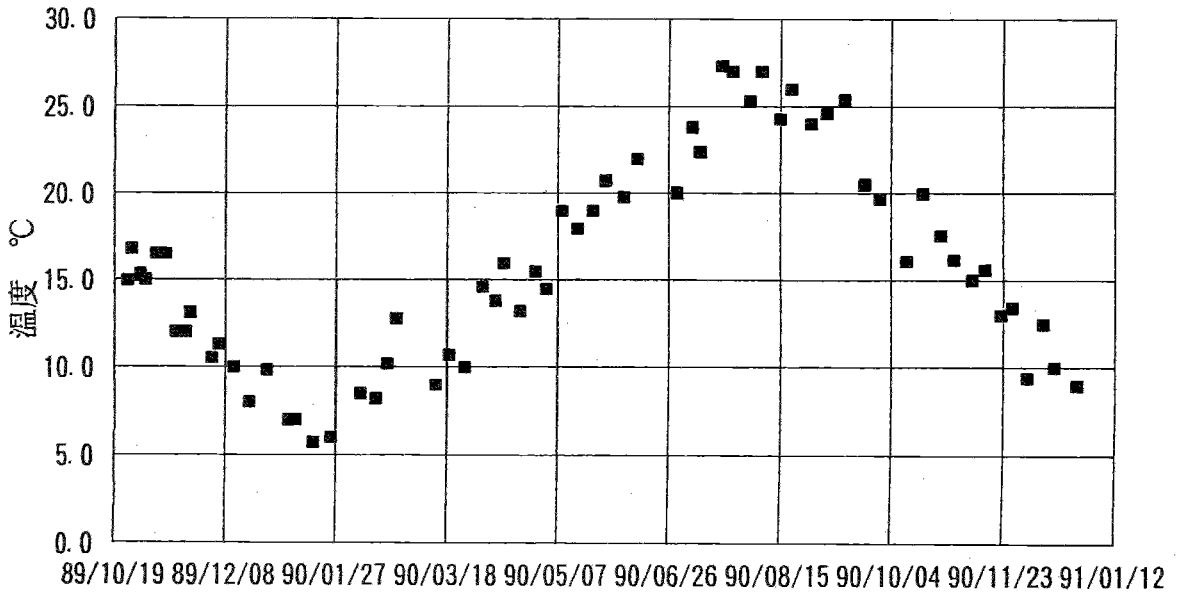


図1 多摩川丸子調布取水堰における水温の季節変化

2) 電導度の変動

電気電導度の変動を図2に示します。電気電導度は水中に溶解するイオン性物質の総量により決まる値で、河川水の場合、特別な流入がなければ通常は変動しないと考えられます。しかし、多摩川のような人為汚染の大きな河川においては人間活動に基づく塩化物イオンの量が関係してきます。それと、地域の人口が夏期と冬期で変動するわけではないので、電気電導度の変動は主として河川流量によるものと考えられます。電気電導度の変動ですが、水温とともに変化するというようなものではありません。流量が冬期に減少しその結果として電気電導度が上昇するという顕著な傾向はありません。だいたい、 $200-400\mu\text{S}/\text{cm}$ の範囲で変動した。

電気伝導度の変化

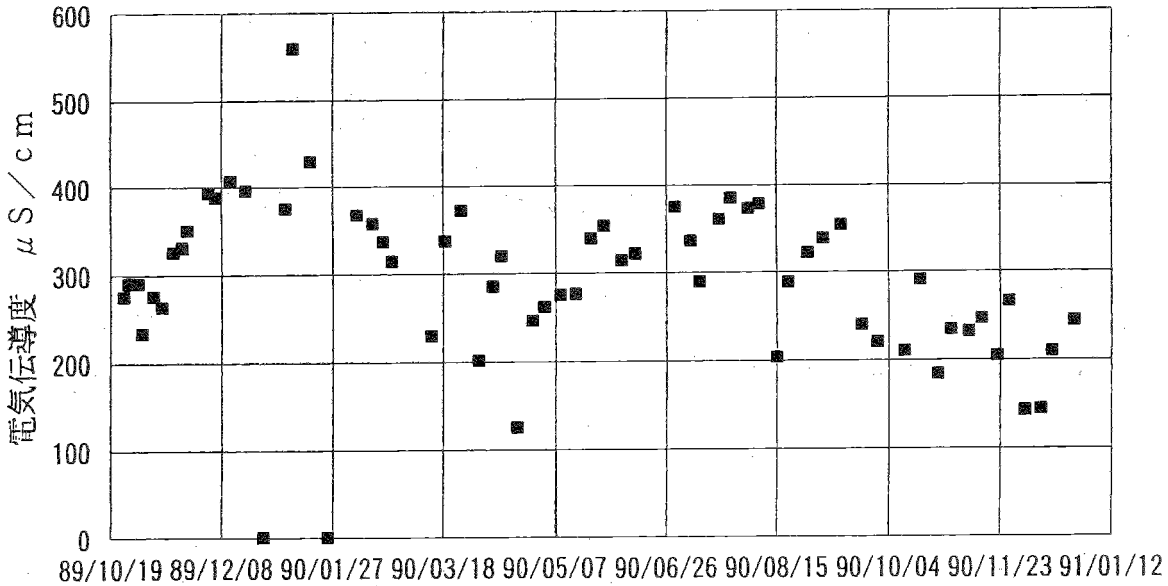


図2 多摩川丸子調布取水堰における電気伝導度の季節変化

3) アンモニアの変動

アンモニアは窒素の一形態で、アンモニアだけを論じることは必ずしも水中の栄養塩の議論をすることにはなりません。ここでは栄養塩の議論ではなく特定の現象、すなわちアワが季節により増減することと関連のある項目を捜すことにあります。アンモニアは冬期に濃度が上昇します。(図3)。これは、冬期には硝酸に酸化する微生物の働きが鈍くなり人為活動として出されるアンモニアが硝酸に酸化されないからと考えられます。この変化は顕著で明かです。硝化細菌の活動できる水温についてはいろいろありますが、多摩川の場合、だいたい10℃を境として活動が鈍くなるようです。

アンモニアの変化

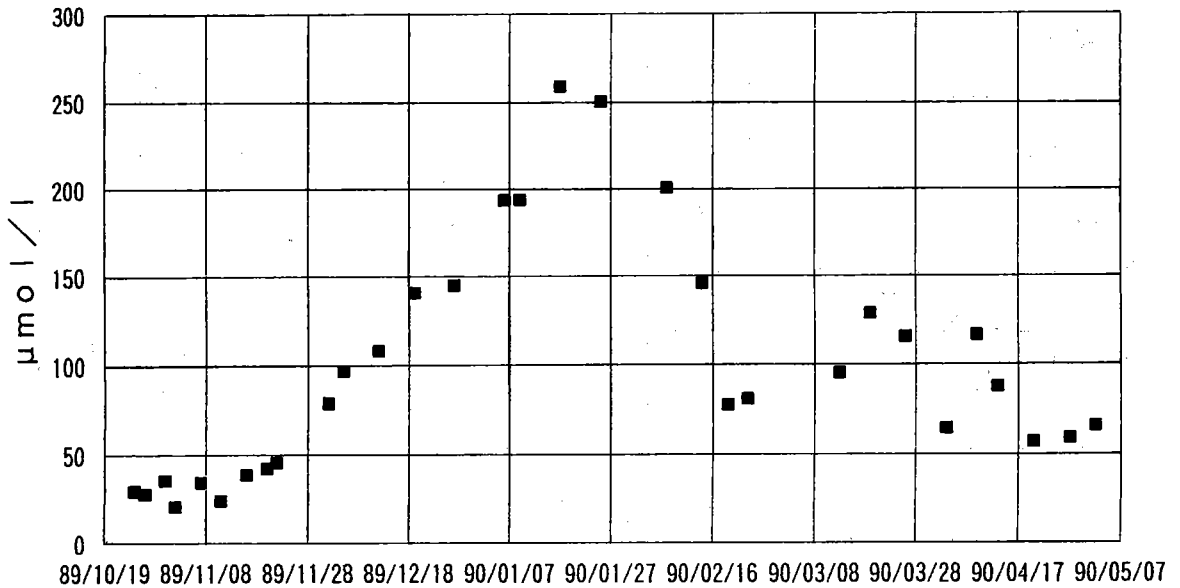


図3 多摩川丸子調布取水堰におけるアンモニアの季節変化

4) リン酸の変動

リン酸もアンモニア同様に冬期に高くなります(図4)。リン酸はそれ自体が何か別の形態、たとえばアンモニアから硝酸のように変化するというよりは、微生物が活発に活動する場合に、微生物の身体として取り込まれることになる。微生物の活動が鈍くなる冬期には使用されて懸濁状態で存在するものが少なくなり、結果としてリン酸の形で残るものと考えられる。

リン酸の変化

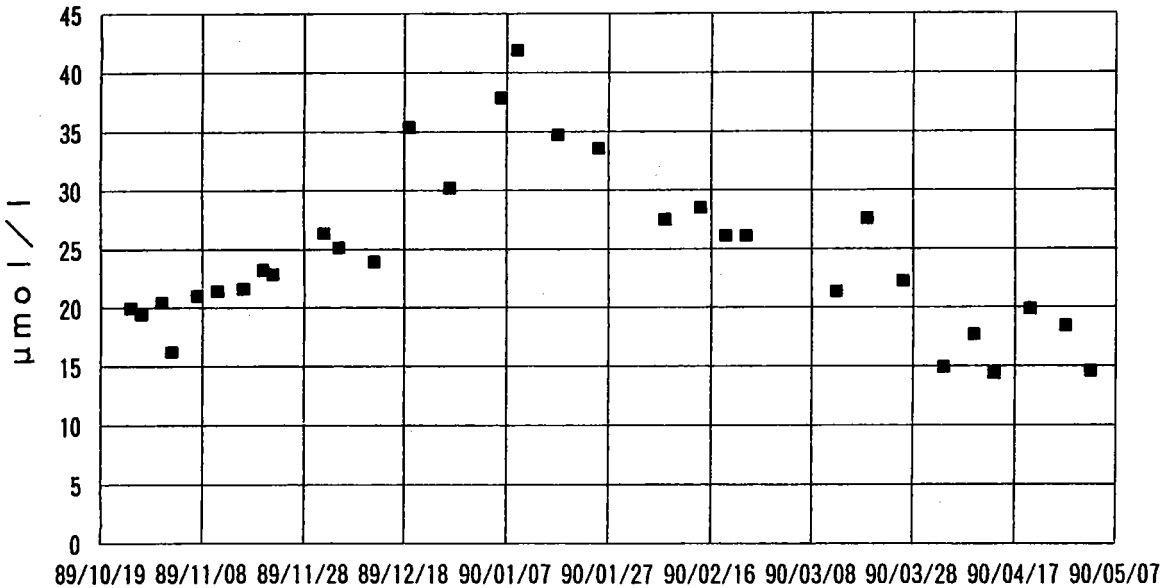


図4 多摩川丸子調布取水堰におけるリン酸の季節変化

5) MBASの変動

MBASも冬期に高い傾向を示します(図5)。冬期における水温の低下により、アンモニア同様に微生物の活動が活発でないため微生物による分解が少なくなるためでしょう。MBASが冬期に高い濃度を示すことは多摩川以外の他の流域においても見られる現象で、かなり一般的なものと言えます。さらに水温とMBASとの関係について、水温が20℃上昇すると水中のMBAS濃度が85%減少するとされているが、多摩川においては減少傾向は観測されるが、必ずしも一致していない。(古武家他、1990)。

(古武家善成、天野耕二、高田秀重(1990)、広い地域の河川にみられるMBASの長期変動とその要因、日本陸水学会第55回大会講演要旨集pp101)

MBASの変化

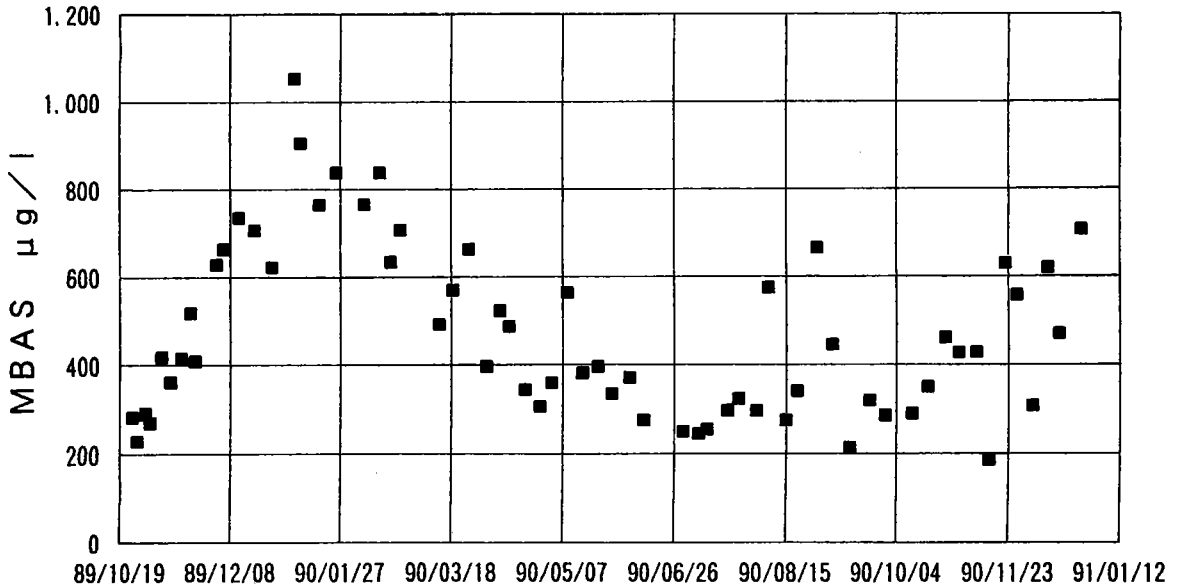


図5 多摩川丸子調布取水堰におけるMBASの季節変化

6) 溶存有機炭素の変動

溶存有機炭素（DOC）の変動は冬期に高い傾向を示すものの、他の季節においても高い値が観測され、必ずしも冬期に高いとは言いきれない（図6）。溶存有機炭素の場合人為起源により供給されるものとその後水中の生物活動により付け加えられるものがあり、そのために微生物の活動が少ない冬期に高く、活動の活発な夏期に低くなるとは限らない。夏期においては水中の藻類からの供給が考えられ、そのために人間活動により一方的に供給される物質とは挙動が異なる。

溶存有機炭素の変化

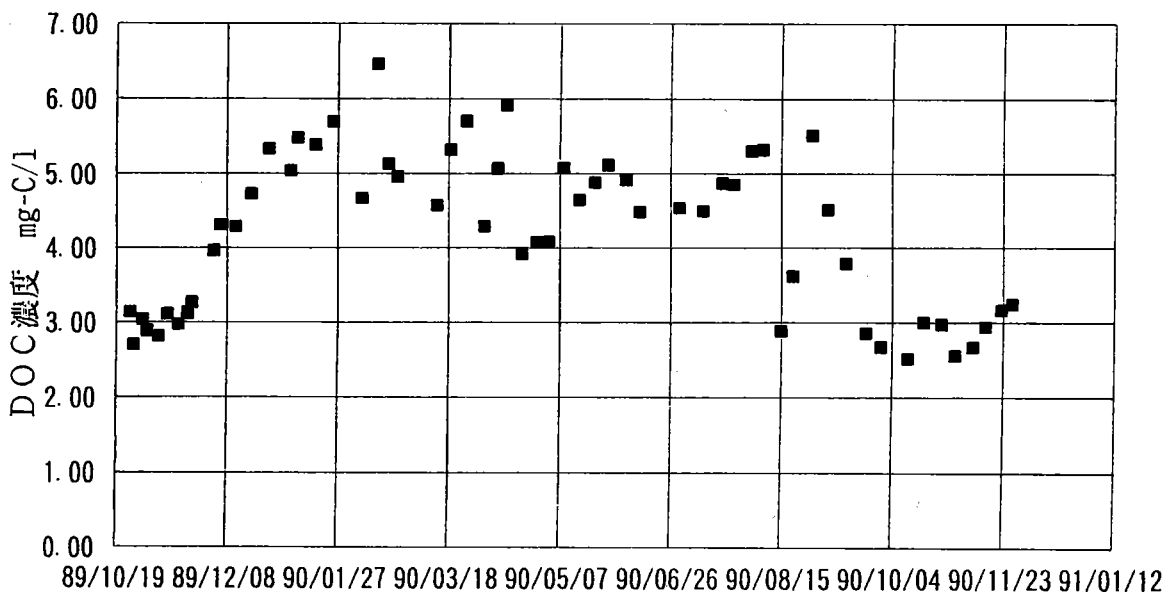


図6 多摩川丸子調布取水堰における溶存有機炭素の季節変化

3-2) 水温とMBAS、水温とアンモニア、りん酸、水温と電導度、
 水温と溶存有機炭素、水温と相対アワ面積および
 相対アワ面積とMBASの関係

1) 水温とMBAS

水温とMBASの間には明確な関係が見いだされ、図7に示すように、水温の上昇にともないMBAS濃度は減少する。しかし、この減少も17℃前後までで、これより高い水温条件では特別に水温とMBASの関係は見られなくなる。すなわち、水温が17℃以上においては、少なくとも多摩川の場合、MBASを分解する微生物の活動はそれほど変化がないことを示唆しています。MBAS分解菌は水温が上昇してもMBASを分解する速度に変わりがないことあるいは、MBAS分解菌が使用できる他の栄養塩が別の微生物に使用されてしまいMBAS分解菌が十分に活動できないかどちらかであろう。しかし、多摩川の場合栄養塩が常に豊富に存在し栄養塩の欠乏が生じることはない、MBAS分解菌の活性が多摩川においてはほぼ20℃で飽和するのではないかと考えられる。

水温とMBAS

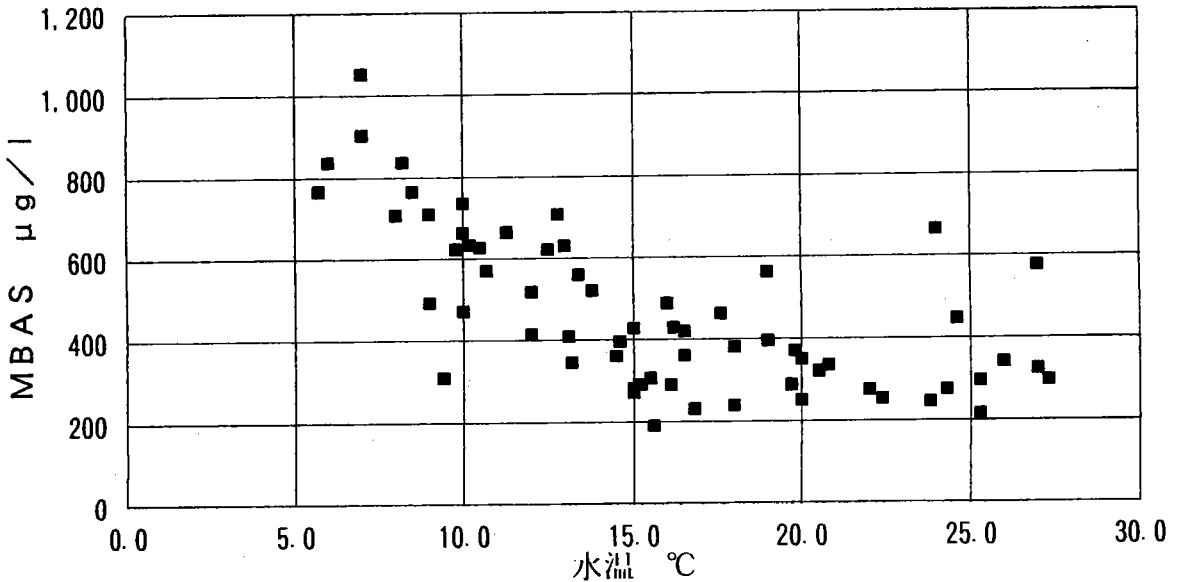


図7 多摩川丸子調布取水堰における水温とMBASの関係

2) 水温とアンモニア、りん酸

水温の上昇にともないアンモニア、りん酸ともに減少の傾向を示す(図8、9)。これらの減少は微生物の活動によると考えられる。りん酸が何処に移ったかは今後の問題である。アンモニアは従来からの観測より、水温が高くなると硝化細菌の作用が活発となりアンモニアが硝酸へ酸化されるためであろう。

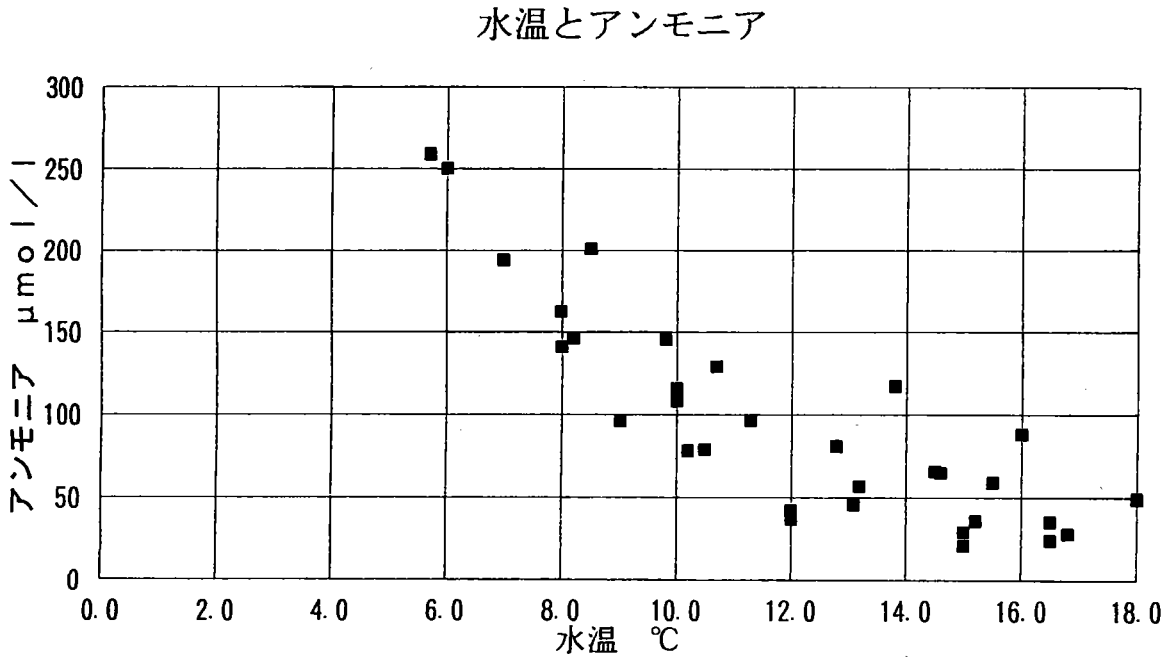


図8 多摩川丸子調布取水堰における水温とアンモニアの関係

水温とりん酸

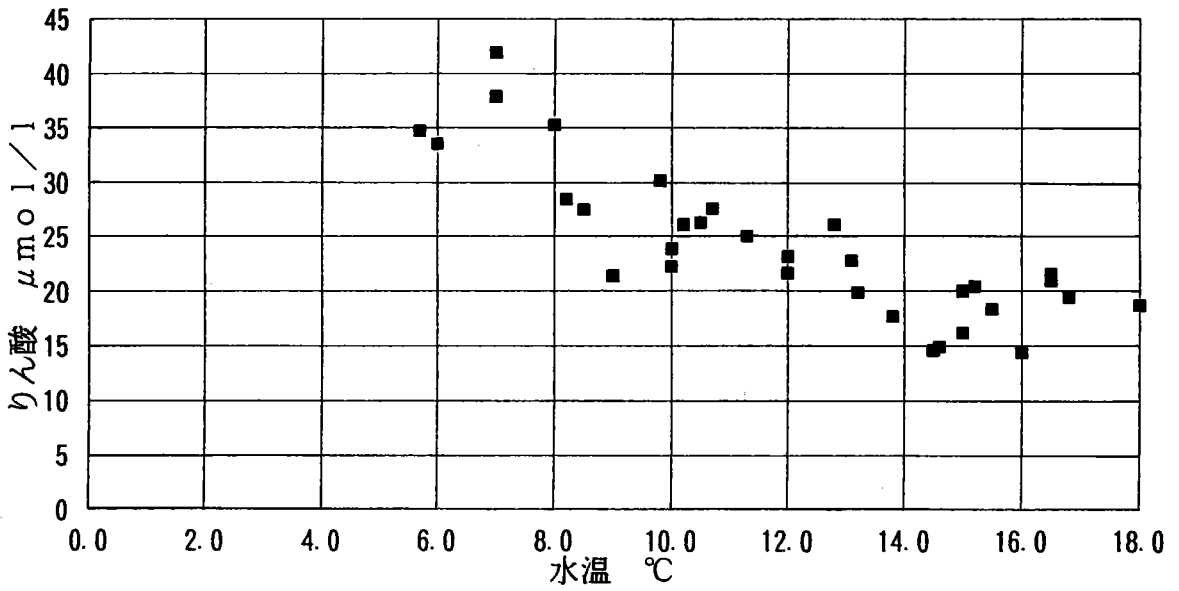


図9 多摩川丸子調布取水堰における水温とりん酸の関係

3) 水温と電気伝導度

水温と電気伝導度の間には有為な関係はみられない(図10)。

水温と電気伝導度

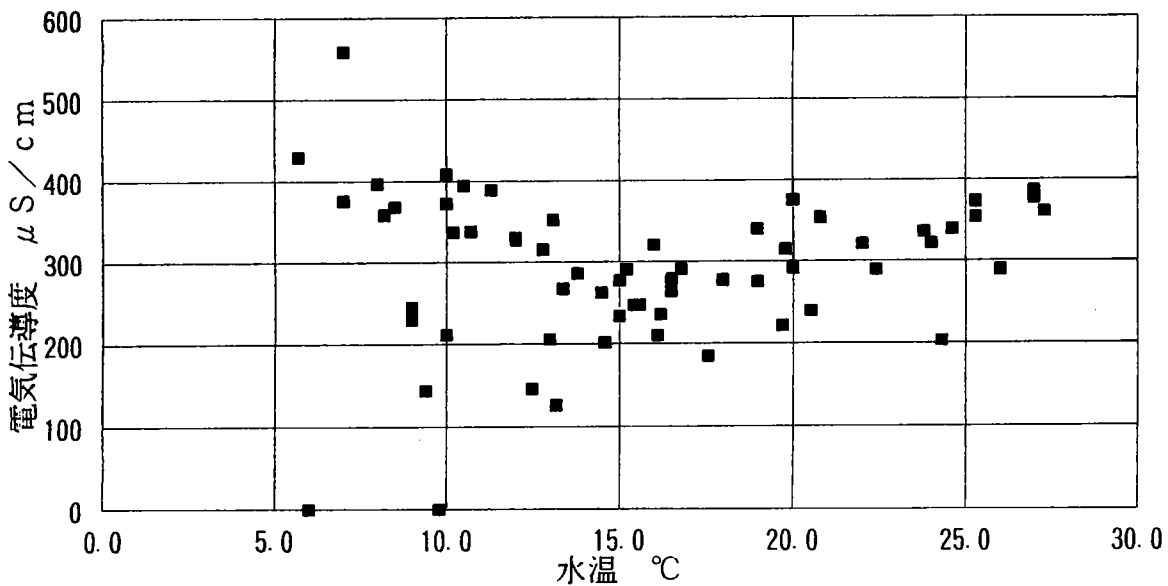


図10 多摩川丸子調布取水堰における水温と電気伝導度の関係

4) 水温とDOC

水温とDOCの間には有為な関係はみられない(図11)。本研究において測定されるDOCの起源が必ずしも人為起源のみではなく、分解のみを考慮にいて考えることはできない。これが、DOC濃度が水温の変動と直接関係してこない原因であろう。

水温と溶存有機炭素

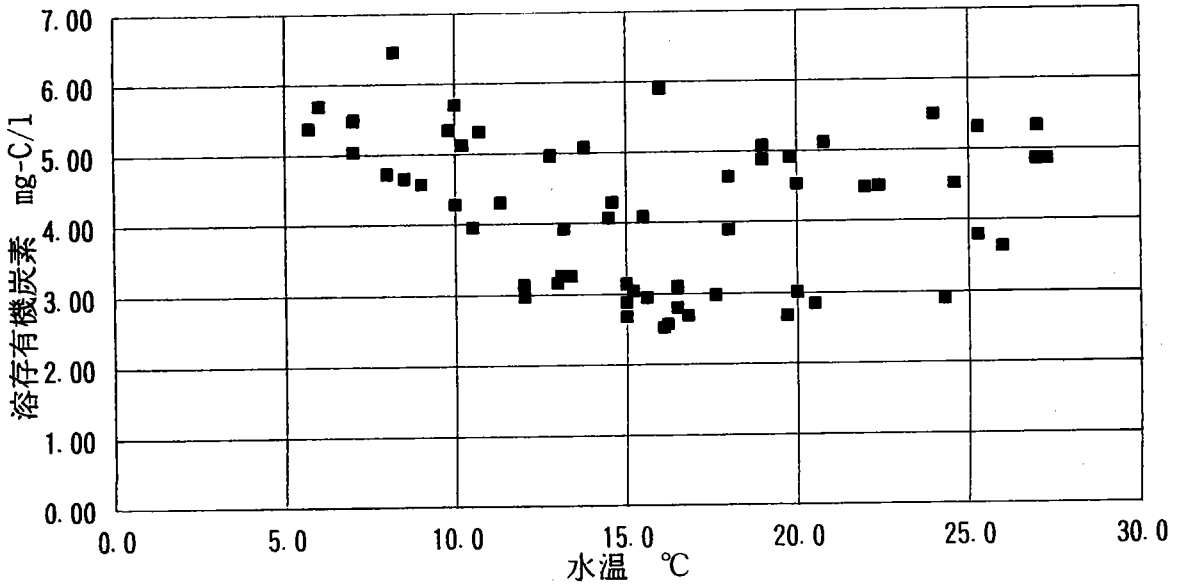


図11 多摩川丸子調布取水堰における水温と溶存有機炭素の関係

5) 水温と相対アワ面積

水温とアワの間には水温の上昇にともないアワが減少する傾向がみられる(図12)。水温とMBASの間には一定の関係がみられ、次に述べるようにアワとMBASの間にも定性的に関係が見られることより、この水温とアワの間においても関係が存在することが期待される。次に述べるように、アワの発生と存在には多くの要因が関係しており、この関係においても、定性的に述べるにとどまる。

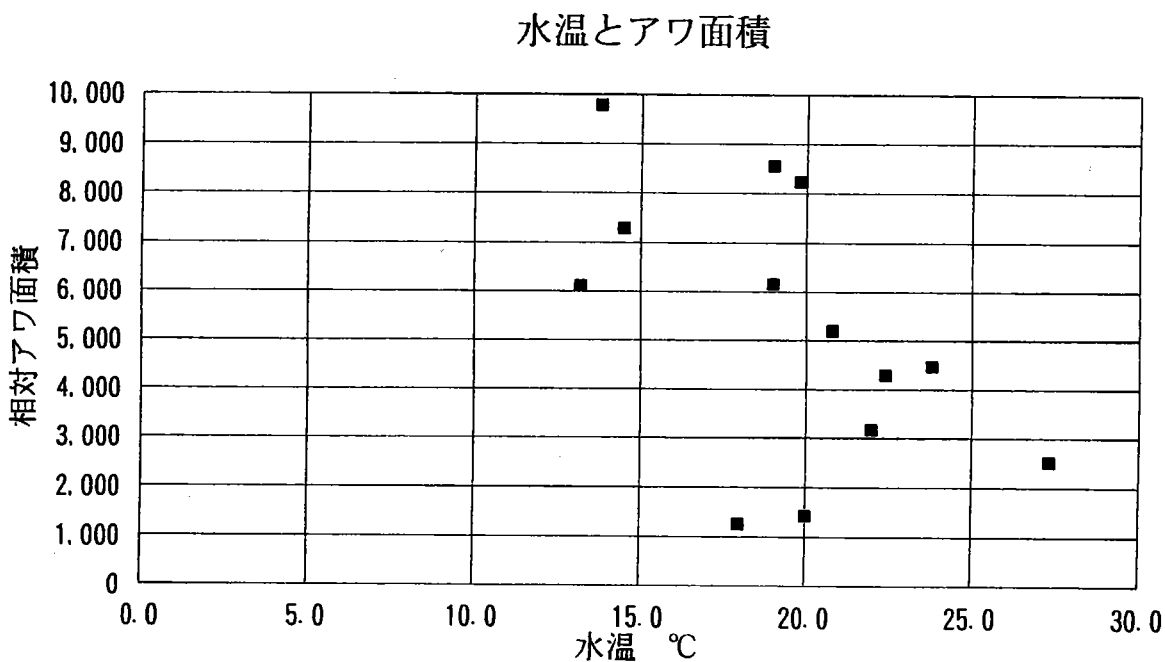


図12 多摩川丸子調布取水堰における水温と相対アワ面積の関係

6) 相対アワ面積とMBA S

アワとMBA Sの関係を図13に示す。アワの量とMBA Sの間に関係があるように見えるが、直線として相関を求めると0.35でほとんど相関はない。すでに述べたように単位MBA S当りの相対アワ面積の値は22.2-3.3で変動幅が大きい、アワの量はMBA S濃度が高くなれば増加することは容易に想像はつくが、アワがその時の水の状況や風などの気象状況により左右されるため同じMBA S濃度でも同じようにアワが発生し水面に浮かんで存在するとは限らない。写真を撮影した時の状況に関し多くの状況記録を残しておくことが必要である。

アワが発生するための条件として、MBA Sがある程度の濃度になることは必要であるが、これは必要条件であり、十分条件ではない。あわが発生するためにはMBA Sを含む河川水がある程度の落差をもって滝のように落ちるとか、風が適当に吹いて波が生じるとかの、水を動かす条件が必要となる。また、水が落下しただけでもアワは生じるが、アワが一定時間水面に存在するためには水中のMBA S濃度がある程度高くなくてはいけない。さらに、丸子調布取水堰のような感潮領域においては水中の塩濃度も関係してくるかも知れない。アワの発生に対してこの様に多くの要因が介在するため、天然状態において感覚的、定性的にはアワの量とMBA S濃度は関係を有するように見えるが、定量的には多くの要因を考慮した上で考察することが必要である。今後、より沢山のデータを集めて解析することが重要である。

本研究において丸子調布取水堰が調査期間のかなり長期にわたり堰の修理をしており、その関係上堰が開いた状態が続いていた。たとえ、MBA S濃度が高い場合でも堰が開いた状態のため水の落差がなくアワが発生しにくい状況に長くおかれたことがあり、十分なデータを蓄積することが出来なかった。今後、冬期のMBA S濃度が高かつアワの観測がしやすい状況の時にデータを集めることが重要である。

MBASとアワ面積

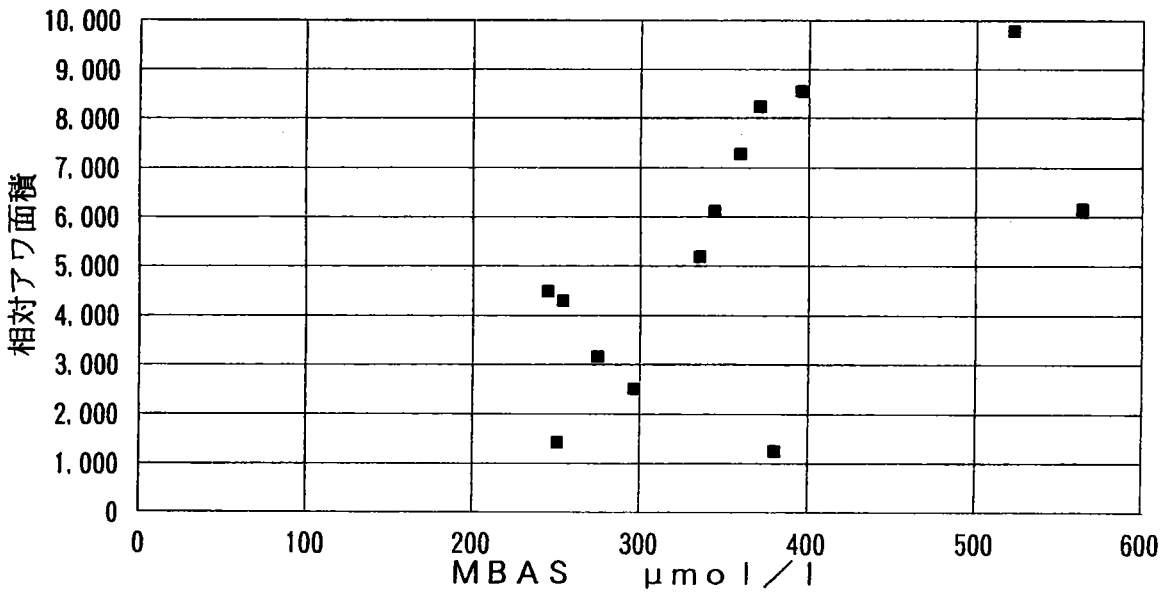


図 1 3 多摩川丸子調布取水堰におけるMBASと相対アワ面積の関係

4 ま と め

- 1) 感覚的に冬期になるとアワが目立つようになり、水中のMBAS濃度も高くなる。
- 2) アワの面積測定において、水面上のアワの広がりがどこまでであるかを見極めることが困難である。
- 3) アワの発生はMBASのみに起因するものではなく攪拌等の他の要因も関係する。
- 4) アワの面積はMBAS濃度が高い場合に高くなる傾向があるが、一次の相関関係は見られない。
- 5) アワの面積測定をする写真として科学的なデータとして有効な写真撮影状況を考える。
- 6) はじめにおいて加藤氏の文章を引用したように、都市河川での洗剤に起因するアワは純白のものでなく、視覚上からの景観に対してマイナスの要因を附加することは間違いがない。しかし、アワが水面の何パーセント覆うことにより、景観がどれだけ損なわれるかは、今後、アンケート調査等により検討してゆくことが必要である。

表1 A 多摩川丸子調布取水堰における水質データ

DATE	TIME	WT ℃	EC μ S/cm	DOC mg-C/l	F. AREA μ g/l	DETERGENT μ g/l	NH4-N μ mol/l	PO4-P μ mol/l
88/10/26								
88/11/01		12.0						
88/11/07		13.2						
88/11/14		13.0						
88/11/21	9:12	10.7						
88/11/28	9:17	9.0						
88/12/05	9:20	11.2						
88/12/12	9:20	9.2						
88/12/18	9:18	7.0						
88/12/26	9:20	6.0						
89/01/02	12:05	7.2						
89/01/09	9:30	9.0						
89/01/17	9:25	7.2						
89/01/24	11:07	6.0						
89/01/31	9:20	7.5						
89/02/07	9:24	8.0						
89/02/13	9:35	8.5						
89/02/14	9:30	7.8						
89/02/15	9:30	8.0						
89/02/23	9:24	8.0						
89/03/03	10:53	10.0	285					
89/03/10	9:55	9.0	285					
89/03/16	9:37	11.8	329					
89/03/24	9:25	11.0	324					
89/03/31	9:04	11.4	314					
89/04/05	9:13	13.0	367					
89/04/13	9:20	13.7	305					
89/04/19	9:25	16.8	332					
89/04/22	14:30	18.5	356					
89/05/10	9:20	18.5						
89/05/25		18.9	286	4.03		179.1	28.89	15.85
89/05/30	9:30	18.6						
89/06/05	9:25	21.5	318	5.07		461.3	46.39	19.38
89/06/13	9:30	18.5		3.84		312.9	38.52	21.23
89/06/26	9:32	18.6		3.04		226.1	26.04	14.56
89/07/07	10:25	20.0	239					
89/07/14	9:37	19.8	222	3.66		195.4	29.84	16.56
89/07/18	9:25	20.0	249	3.32		206.2	31.67	17.95
89/07/25	9:45	25.0	300	3.76		276.8	28.49	19.03
89/10/16	9:30	18.0		3.90		240.6	49.2	18.7
89/10/25	9:40	15.0	276	3.14		282.2	29.3	20.0
89/10/27	9:35	16.8	290	2.70		229.7	28.0	19.5
89/10/31	9:30	15.2	290	3.05		289.4	35.9	20.5
89/11/02	9:30	15.0	233	2.88		271.3	20.9	16.2
89/11/07	9:45	16.5	276	2.81		419.6	35.0	21.1
89/11/11	10:25	16.5	263	3.11		361.8	24.2	21.5
89/11/16	9:40	12.0	326	2.97		414.2	39.0	21.6
89/11/20	9:50	12.0	330	3.14		519.1	42.4	23.2
89/11/22	13:55	13.1	351	3.27		408.8	45.7	22.8
89/12/02	10:20	10.5	394	3.96		627.7	79.1	26.3
89/12/05	9:40	11.3	388	4.31		663.8	96.9	25.1
89/12/12	9:40	10.0	408	4.29		734.4	108.1	23.9
89/12/19	9:40	8.0	396	4.73		707.0	140.7	35.4
89/12/27	10:00	9.8	(2350)	5.34		622.0	145.2	30.2

表1B 多摩川丸子調布取水堰における水質データ

DATE	TIME	WT ℃	EC μ S/cm	DOC mg-C/l	F. AREA 相対面積	DETERGENT μ g/l	NH4-N μ mol/l	PO4-P μ mol/l
90/01/06	9:45	7.0	375	5.04		1052.7	193.4	37.9
90/01/09	9:30	7.0	559	5.48		904.4	194.0	42.0
90/01/17	10:00	5.7	429	5.38		765.1	258.7	34.8
90/01/25	9:55	6.0	(1262)	5.69		837.5	250.0	33.6
90/02/07	9:40	8.5	367	4.67		765.1	200.7	27.5
90/02/14	9:55	8.2	357	6.46		837.5	146.0	28.5
90/02/19	10:55	10.2	336	5.13		633.1	78.0	26.1
90/02/23	9:50	12.8	314	4.96		707.3	81.0	26.1
90/03/13	9:35	9.0	229	4.58		491.9	96.0	21.4
90/03/19	9:40	10.7	337	5.32		570.0	129.0	27.6
90/03/26	9:40	10.0	371	5.70		663.3	116.0	22.3
90/04/03	10:00	14.6	201	4.30		395.6	65.0	14.9
90/04/09	9:35	13.8	285	5.07	9781	521.9	117.0	17.7
90/04/13	9:50	16.0	320	5.91		488.9	88.0	14.4
90/04/20	9:35	13.2	125	3.92	6115	344.5	57.0	19.9
90/04/27	9:50	15.5	246	4.08		305.4	59.0	18.4
90/05/02	10:00	14.5	262	4.07	7284	359.6	66.0	14.6
90/05/09	9:30	19.0	275	5.08	6157	564.0		
90/05/16	9:40	18.0	276	4.65	1266	380.6		
90/05/23	9:45	19.0	339	4.89	8562	395.6		
90/05/29	9:55	20.8	353	5.12	5194	335.5		
90/06/06	9:40	19.8	314	4.92	8247	371.6		
90/06/12	9:40	22.0	321	4.49	3178	275.4		
90/06/30	10:45	20.0	375	4.55	1432	251.3		
90/07/07	9:50	23.8	336		4490	245.3		
90/07/11	9:35	22.4	290	4.50	4296	254.3		
90/07/20	10:05	27.3	361	4.87	2516	296.4		
90/07/25	9:40	27.0	385	4.86		323.5		
90/08/02	9:15	25.3	373	5.31		296.4		
90/08/07	9:45	27.0	379	5.33		576.1		
90/08/15	9:30	24.3	204	2.90		275.4		
90/08/20	9:30	26.0	289	3.63		341.5		
90/08/25								
90/08/29	9:45	24.0	322	5.51		666.3		
90/09/05	9:40	24.6	339	4.53		446.8		
90/09/13	9:40	25.3	354	3.80		215.2		
90/09/22	9:35	20.5	240	2.86		320.5		
90/09/29	9:35	19.7	221	2.68		287.4		
90/10/11	9:45	16.1	210	2.53		290.4		
90/10/18	9:35	20.0	291	3.01		350.5		
90/10/26	9:40	17.6	185	2.98		461.8		
90/11/01	9:40	16.2	235	2.57		428.7		
90/11/09	9:40	15.0	233	2.68		428.7		
90/11/15	9:40	15.6	247	2.95		191.2		
90/11/22	9:40	13.0	205	3.17		630.2		
90/11/27	9:40	13.4	267	3.26		558.0		
90/12/04	9:40	9.4	143			308.4		
90/12/11	9:45	12.5	145			621.2		
90/12/16	9:55	10.0	211			470.8		
90/12/26	9:40	9.0	245			708.4		