

多摩川河川水の発泡特性の分布と変化に関する研究
—20年前との比較—

1 9 9 7 年

研究代表者

安 部 喜 也

東京農工大学農学部教授

目 次

要 約	1
1. ま え が き	2
2. 調査とその概要	4
2. 1 調査の日時	4
2. 2 調査地点	4
2. 3 調査項目	5
3. 結果と考察	5
3. 1 測定回ごとの変動と平均値	5
3. 2 河川水面の状態あるいは発泡状況について	6
3. 3 表面張力	6
3. 4 発泡特性	6
3. 5 LAS濃度	8
3. 6 MBAS濃度	9
3. 7 UV吸光度	11
3. 8 測定項目相互の関係について	11
3. 9 水質の比較	16
3. 10 支流について	17
4. 水質変化の過程とその要因	18
5. まとめと今後の課題	19
謝 辞	19
参考文献	20
附表および付図	21

多摩川河川水の発泡特性の分布と変化に関する研究

— 20年前との比較 —

安 部 喜 也 *

富 沢 実 *

堀 内 清 司 **

* 東京農工大学農学部

** 日本大学文理学部

要 約

20年以上前に多摩川の中、下流部で見られた水面の著しい発泡現象は現在全く姿を消した。河川水の発泡特性にいかなる変化があったか明らかにするために、1970年代に実施したのと同様の水質調査を行った。

河川水面での発泡はいずれの地点でも観察されなかった。発泡試験による発泡性は、中、下流部で若干増加したが、以前と比べると著しく小さかった。この事はLAS, MBASについても同様であった。有機物汚染の指標となるUV吸光度も以前より低下しており、水質改善が進んだ事が認められた。特に界面活性物質において顕著であったといえる。

こうした水質改善は、合成洗剤のソフト化、流域の下水道の整備によるところが大きいことが確かめられたが、そのほかにもいろいろな努力がされており、それらの定量的な評価が今後の課題となる。

1. ま え が き

およそ20年以上以前の頃には、多摩川の中、下流部（ここでは羽村、日野橋あたりから丸子堰あたりまでを中流域、それより下を下流部とする）では水面の各所で泡の存在が観測された。特に丸子の取水堰をはじめ河床に段差があって水の乱れの激しいところでは表面での泡の発生が著しく、発生した泡の塊が水面を数百メートルにわたって覆いながら流れ、特異な景観を作り出していた。こうした泡の発生は河川的美観を損ね、ボート遊びなどのレクリエーションの障害になるのみならず、浄水場での作業に影響するなど様々な問題を起こしていた。（写真）

当時、こうした現象は多摩川以外にも各地の河川でみられていた。いずれも、昭和30年代中頃から急速に普及し始めた電気洗濯機に用いられた合成洗剤に含まれる非分解性のハード型ABS（アルキルベンゼンスルホン酸ナトリウム）が入った都市排水が河川に流入したためであるとされた。

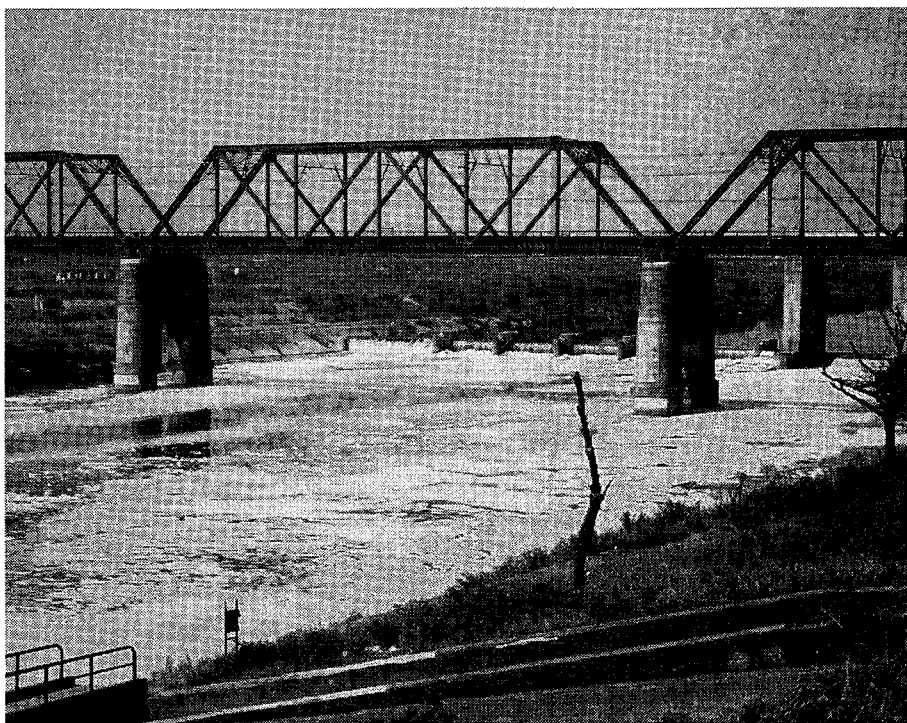
しかしながら、ここ10数年以来、多摩川では大規模な発泡現象は全く見られなくなっており、水質汚染の状況に変化がおこっていることが見られる。

本研究者は20数年ほど以前に多摩川本流全域にわたって河川水の発泡特性すなわち界面化学的特性および水質の分布について調査を行ない、両者の関係について解析を加え、水面の著しい発泡現象を引き起こす水の発泡特性が人為起源、天然起源の界面活性物質の濃度によって左右されること、また泡の特性が合成洗剤由来のものとはそうでない場合とで異なることを明らかにした。（Ambe, 1978）

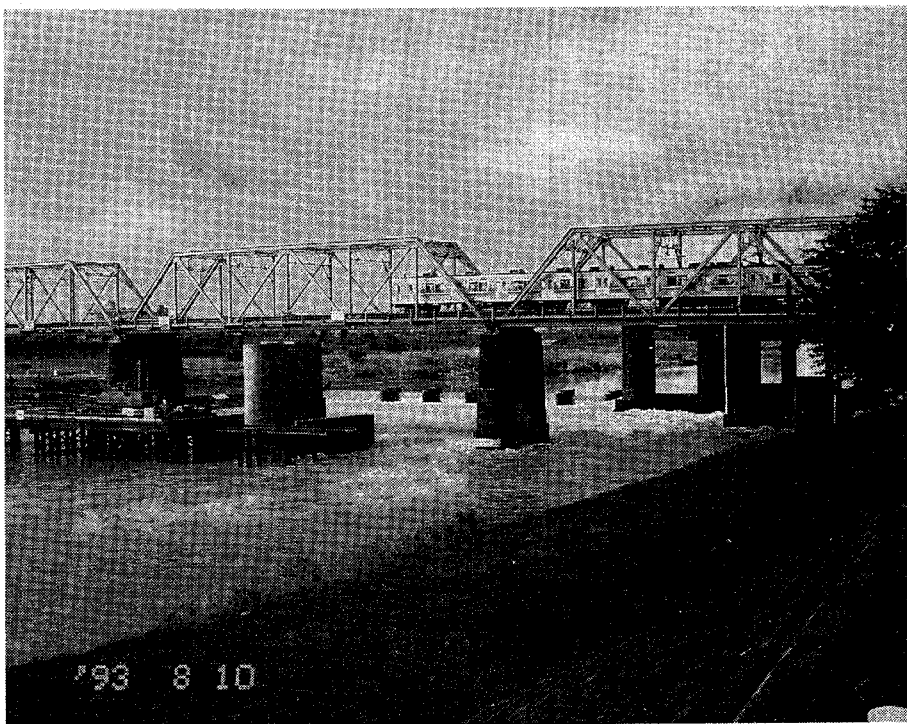
本研究では、同様な調査を現在の多摩川において再び行い、かつて実施した調査結果と比較解析することにより、この20数年の間における河川水の発泡特性の変化の実態を明らかにし水面景観の変化との関連を追跡することを目指した。さらに、こうした発泡特性の変化をもたらした水質の変化と、そのために行なわれた合成洗剤のソフト化、流域における下水道システムの整備その他の水質改善のための努力との繋がりを明らかにする事を目標とした。

一般に、河川の表面で大規模な発泡現象がおこるためには、河床に段差があったり、急勾配、大きな石や障害物があって水流に激しい乱れが起こった際に生じた泡が安定的に継続することが必要である。すなわち、乱流と水の発泡特性との二つがそろうことが条件となる。多摩川の場合、前者については、上流部では急勾配で礫が大きくて流れの激しいところが少なくなく、また中、下流部でも堰や橋脚、水制などの構造物が多く、そうした所では乱流が生じており泡の発生しやすい条件が各所に見られる。もしここに発泡性の高い水が流れれば、そこでは大量の泡が発生することになる。実際に20年以前に水面で大量に発泡がおこったところと河川水の発泡特性の分布とは良く対応していた。以上のことから今回も水の発泡特性に注目して調査を行った。

詳細な解析は必ずしも終了しているわけではないので要点をここにとりまとめた。



多摩川丸子橋付近（地点17）、1973年



多摩川丸子橋付近（地点17）、1993年

2. 調査とその概要

2.1 調査の日時

調査は以下の9回行った。

1994年7月17、18日（予備調査）

10月7、8日・12月2、3日

1995年8月9、10、11日

10月16、17日・12月4、5日

1996年5月28、29日・12月21、22日

1997年3月22、23日

2.2 調査地点

河川水の測定および採水は図（図1）および表（本文末）に示した本流に沿った21地点および数本の支流でおこなった。ただし、その場所および数は測定時によって若干異なっている。

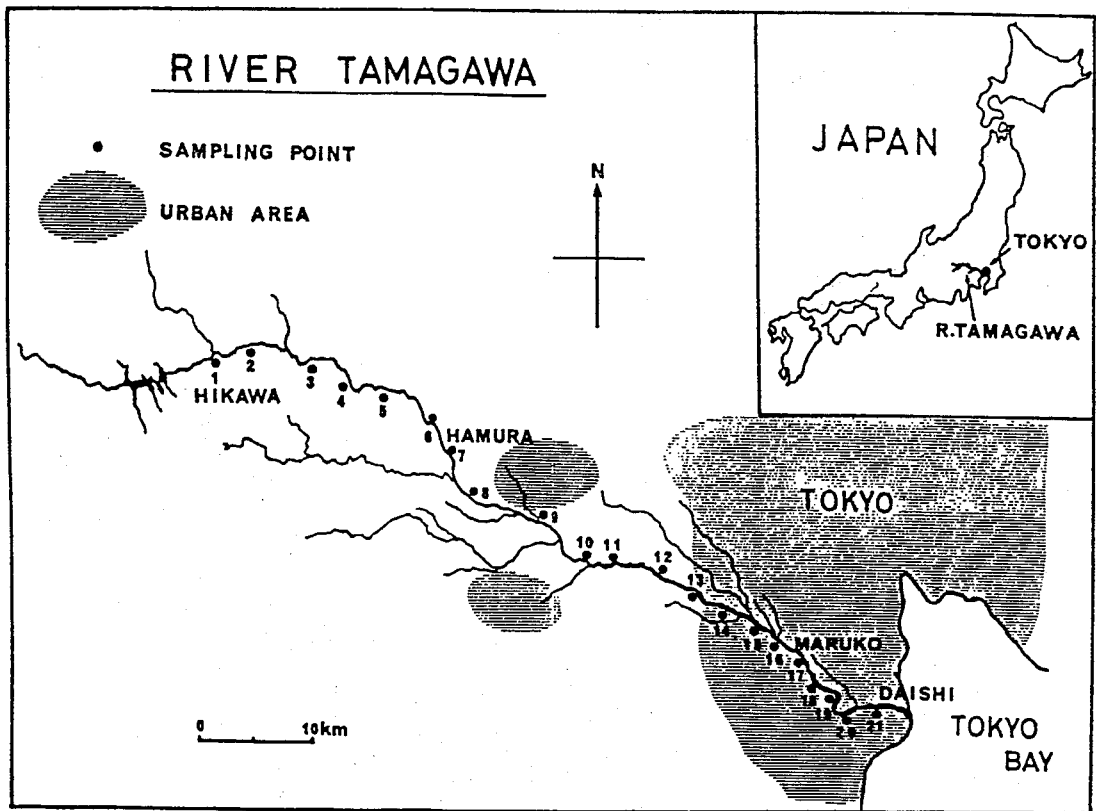


図1 多摩川の調査地点

2.3 調査項目

測定した主な項目と測定方法の概要は以下の様である。

天 候

水面の状態 : 浮遊する泡の有無について目視で観察した。

電気伝導度 : 現場でポータブル電気伝導度計を用いて測定。

pH : ポータブルpH計による現場測定。

発泡特性 : 長さ30cm、内径1cmの共栓付きで1mmの目盛りのある比色分析用ガラス管(以下、比色管と呼ぶ)に現場で試水10mlを入れ30秒間激しく振った後、発生した泡のサイズとして最大のものの大きさを、さらに発生した泡の最高時の高さ、および、泡の寿命を測定した。前二者については比色管の目盛りを用いて計った。

以下の項目については試水を実験室に持ち帰り、濾過した後、測定を行った。

表面張力 : De Nouy式表面張力計を用いて測定した。

MBAS(メチレンブルー活性物質)濃度 : 試水10mlを分液ロートに取り、0.1N硫酸溶液0.1ml、0.015%メチレンブルー溶液1mlを加え、さらに1、2ジクロロエタン10mlを加えて1分間振りまぜMBASを抽出した。水相を除去した後、硫酸銀、硫酸、メチレンブルーを含む洗浄液を用いて1分間振りまぜ溶媒相を洗浄した後、分離して波長655nmでMBAS濃度を比色定量した。定量値はドデシルベンゼンスルホン酸ナトリウム換算値として表した。(安部、半谷、1968)

LAS(直鎖アルキルベンゼンスルホン酸塩)濃度 : 試水2lをODSミニカラムに通しLASを吸着させた。カラムに水/エタノール5mlを通して洗浄した後、エタノール10mlを用いてLASを流出させた。流出液を蒸発乾固した後、0.5mlの水/エタノール液で再溶解し、その0.1mlを高速液体クロマトグラフに注入し、蛍光検出器を用いてLASを分離定量した。アルキル炭素数10-14の同族体の合計量をLAS量として表した。(高田ら、1995)

UV吸光度(紫外吸光度) : 石英製セルを用い、分光光度計で波長250nmの吸光度を測定した。

3. 結果と考察

全測定の結果について報告書の末尾に取りまとめて示した。

3.1 測定回ごとの変動と平均値

各測定ごとに作成した測定値の上流から下流までのグラフを測定項目ごとに重ね合わせたもの、および平均値のグラフを図に示す(本文末)。個別に見ると測定回による変動が少なからずある場

合もあるが全体的な分布のパターンについては類似している場合が多いので、第一近似として平均値をもって本調査期間における状態を代表するものとして議論を進める。

3.2 河川水面の状態あるいは発泡状況について

本調査期間中おこなったいずれの調査の場合にも、かつて20数年以前にこの川の中、下流部のいくつかの地点で観測されたような、水面における激しい発泡現象や、発生した泡が水面を覆って流れて行く現象はいずれの地点においても観察されなかった。ただし、ごくまれにはあるが、下流部の岸に沿った所や、橋脚などの構造物のうしろなどの、流れのよどんだ所に小さな泡が浮かんでいるのが認められることもあった。

このように、かつてのような大量の泡の浮遊が見られなくなって、幾つかの場所で河川水面の景観がすっかり変わってしまったことは本調査を始めるきっかけともなったわけであるが、この間における水質の変化を反映したものである。

3.3 表面張力

表面張力の測定値は、同時に測定した純水のそれと比較することでその変化をみることとした。つまり、表面張力は温度による影響を受けるので異なった日時に測定した絶対値での比較は意味をもたないからである。水の発泡と関わりの深い表面張力の低下は20年前の調査の際には中、下流部において顕著に見られ、多くの地点で観測された著しい発泡現象との明らかな対応を示していたが、今回の調査では、中、下流部と、流下するに伴って、ごく僅かに純水の値と比べて低下を示す場合もあったが、著しい発泡を引き起こすほどの変化はなく、水面において発泡が観察されない事との対応が確認された。

3.4 発泡特性

採取した河川水についての発泡試験の結果について

3.4.1 泡のサイズ

場合によっては1 cmを越えることもあったが平均的には4 - 8 mm程度で、他の項目に見られるような地域的な違いはあまり認められなかった。また20年前との比較でも、あまり大きな違いは無く、どちらかといえば安定した泡の場合はあまり大きなものは出来ていなかった。

3.4.2 泡の高さ

発生した泡の最高時の高さは3 mmから5 cmにおよび、測定日によるばらつきも少なくなかった。特に中、下流部で顕著であった。全体的な傾向としては上流部では低く、中、下流で高く、下流に行くにしたがって僅かに上昇していた。また、泡の高さについては20年以前においても、中流部上部で若干分布が違っていたけれども、ほぼ同様の値を示していた。(図2-1、図2-2)

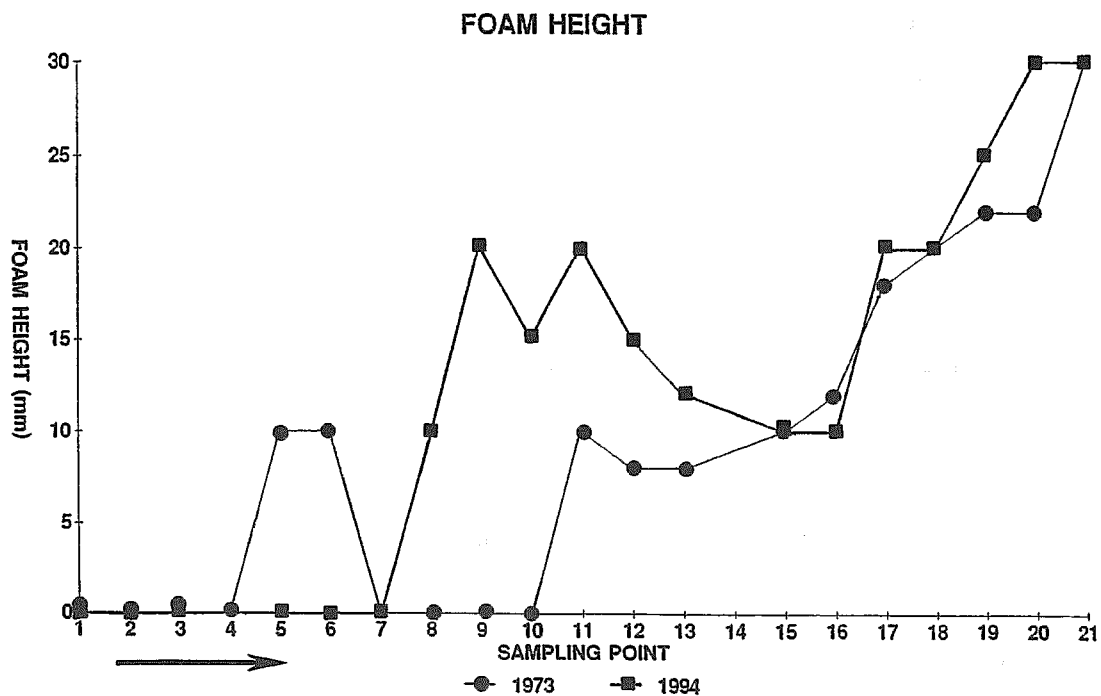


図 2 - 1 発泡高の分布の比較 (1973年と1944年)

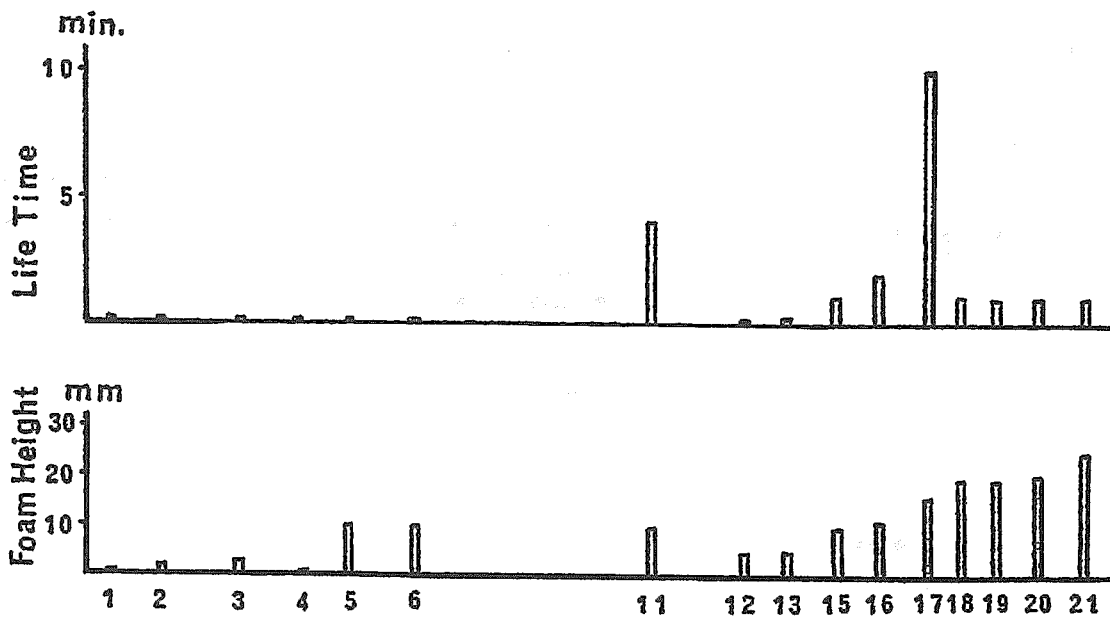


図 2 - 2 発泡の高さ (下図) と泡の寿命 (上図) の分布 (1973年 7月)

3.4.3 泡の寿命

泡の寿命の場合は泡の大きさ、高さの場合と異なって、20年以前の値と大きな違いを示した(図3)。すなわち、1970年代には、上流部では数秒程度であったのが、中、下流部ではいずれも1分近くあるいはそれ以上、時には10分間も消えない事もあった。これに対し1990年代では上流部で数秒、中、下流で僅かに長くなって10数秒、最長の場合で30秒程度であった。このような河川水そのものが持つ泡の安定性の差が、水面で水が乱れた時に発生した泡が水面に長時間にわたって漂う原因であり、現在水面にほとんど泡が見られないことと対応している。ただし、詳細な議論をする場合には、水面では風の影響があったり、ガラス管の中では壁面の影響があったりして、両者における条件の違いのあることも考慮する必要がある。

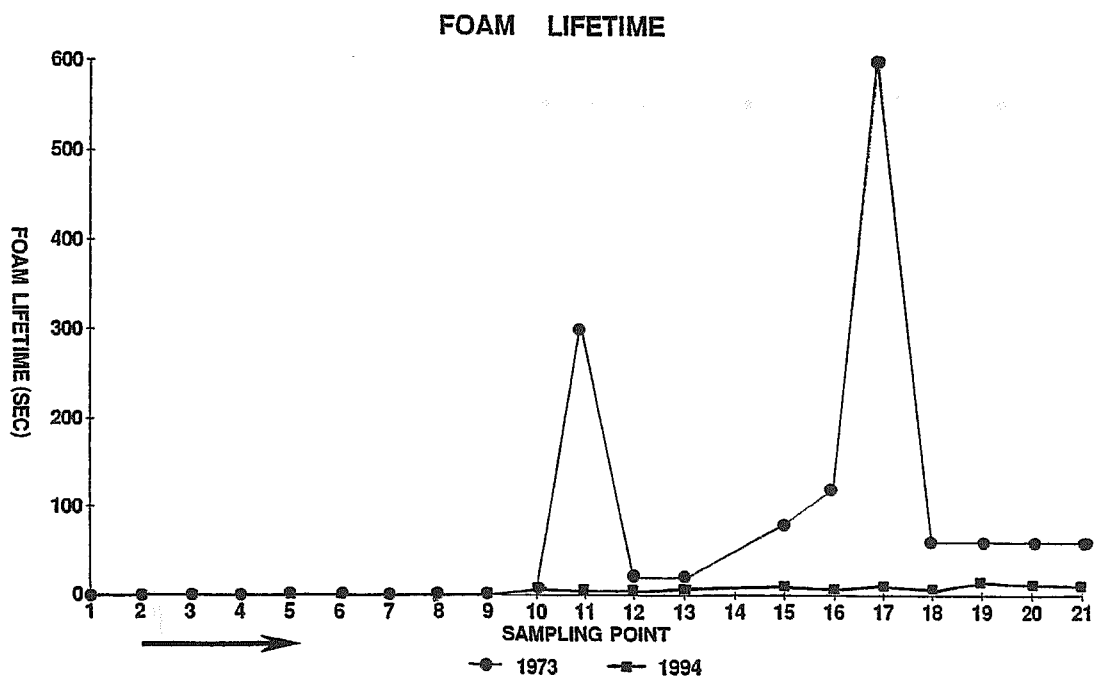


図3 泡の寿命の分布の比較(1973年、1994年)

3.5 LAS濃度

現在使用されている家庭用合成洗剤の主成分であり、分解性の高いLASの濃度については3回の調査において測定した。また測定地点もすべての地点ではなかったが、幾つの特徴が明らかになった(図4)。LASは合成物質であって、天然物質も人工物質も含む後述のMBASと異なり、人為起源を意味する。LASの分布を見ると上流部では極めて低く、中流から下流にかけて上昇し

た。場所によっては0.1mg/lを越すこともあり汚染の強いこと、あるいは分解が進んでいない事を示しているが、この程度の濃度では発泡現象の発生にはいたっていない。また、僅かではあるが上流部でもLASが測定されたことは上流でも水質汚染が始まりつつあることを示唆するもので、今後注目して行く必要がある。なお、1970年代においてはLAS濃度の測定は行なわなかったので当時との比較はできなかった。

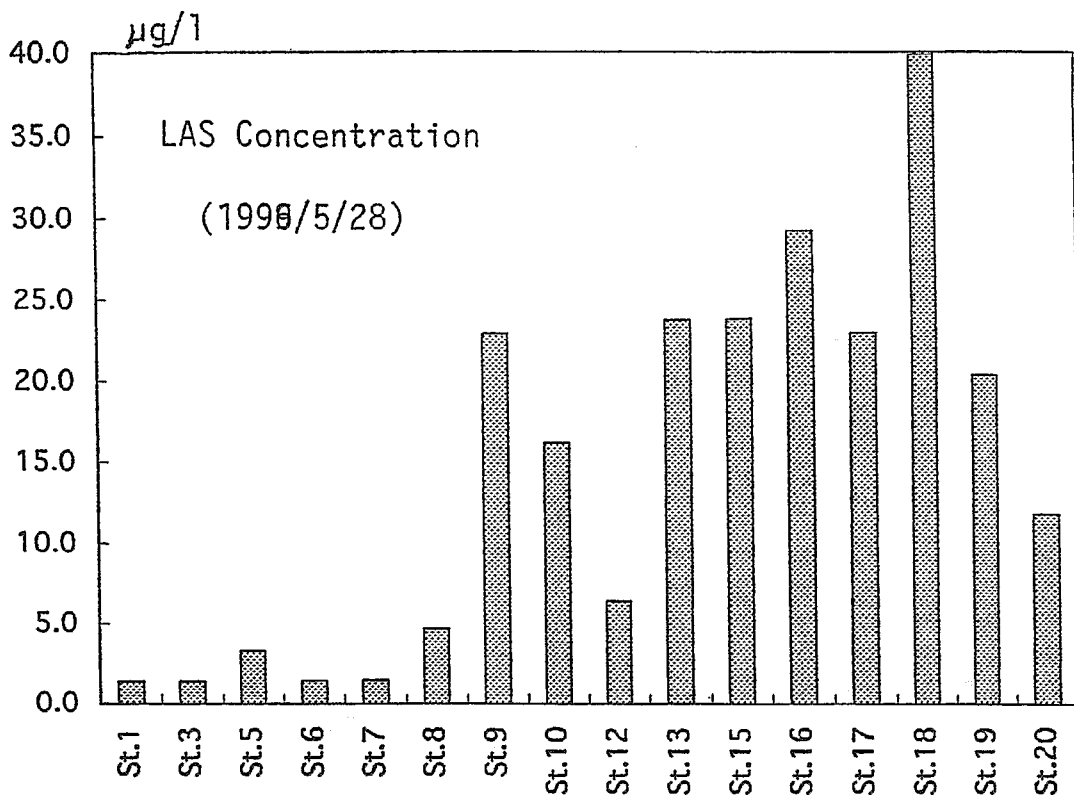


図4 LAS濃度の分布(1996年5月)

3.6 MBAS濃度

この項目については、1994年の一回の調査を別として測定値に問題があると考えられたので、それ以外については考察の対象としなかった。1994年12月の測定結果を1976年の場合と比較し図に示すが(図5-1、図5-2)、全体的な分布のパターンはよく似ている事が分かる。ただしその絶対値は3分の1以下に低下しており、かつてMBASのうちで大きな部分を占めていたハードタイプのABSが姿を消したことを示している。

なお、測定の絶対値には疑問があったが、上記以外の測定においてもその分布については定性的には類似のパターンを示した。

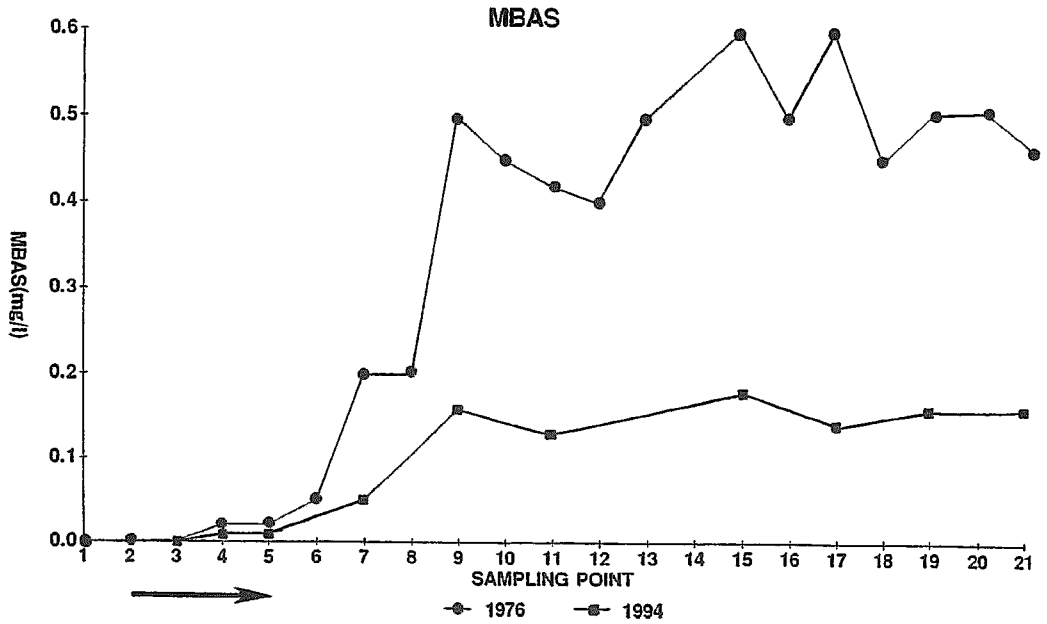


図 5 - 1 MBAS濃度の分布の比較 (1976年、1994年)

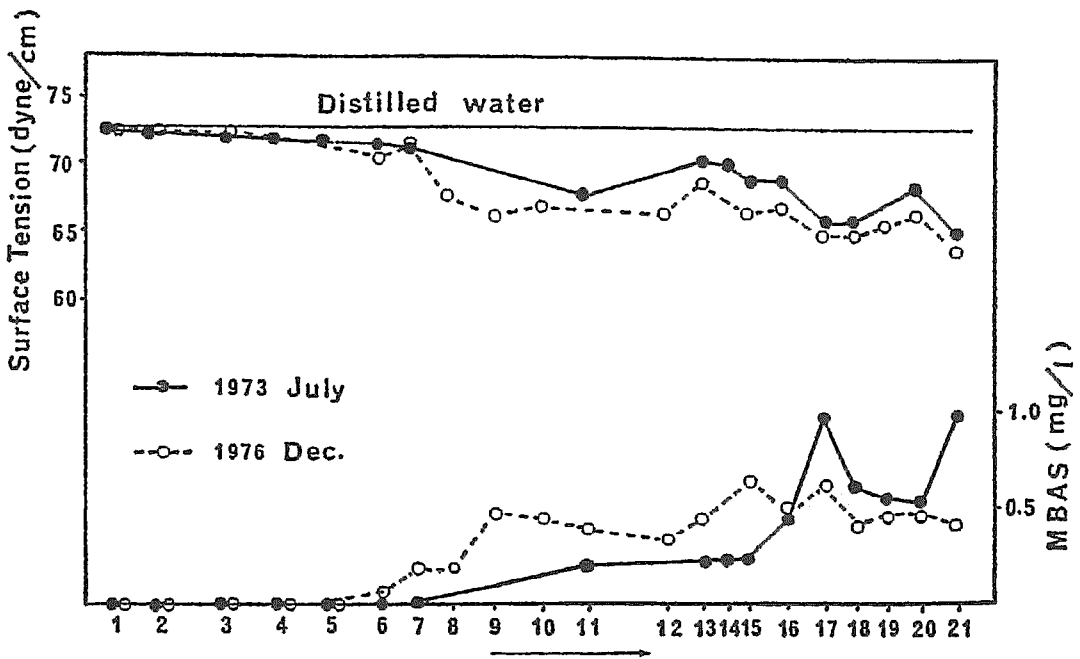


図 5 - 2 表面張力、MBAS濃度の分布 (1973年7月、1976年12月)

3.7 UV吸光度

溶存有機物濃度とほぼ比例するとされ、有機物汚染の指標となるUV吸光度の測定値は測定時期による大きさの差はあったものの全河川を通じての分布のパターンはいずれの測定のときも類似していた。上流部では一様に低く、それが中流の日野橋に来ると急に上昇し、それが上下しながら少しずつ増加してゆくという形である。局地的に高い地点が毎回存在する事は、そのすぐ上流に定常的な汚染源が存在しているためと考えられる。例えば多摩川原橋や丸子橋がこれに当たる。

このような分布のパターンは1970年代においてもほぼ同様であって（図6）、この川の水質汚染の全体的なパターンには基本的には大きな変化のないことが認められた。

しかしながら、UV吸光度の値はほとんどの地点で、1970年代と比べて平均して10-30%低下しており、この期間に有機物汚染に関してはかなりの水質改善が行なわれたことを示している。

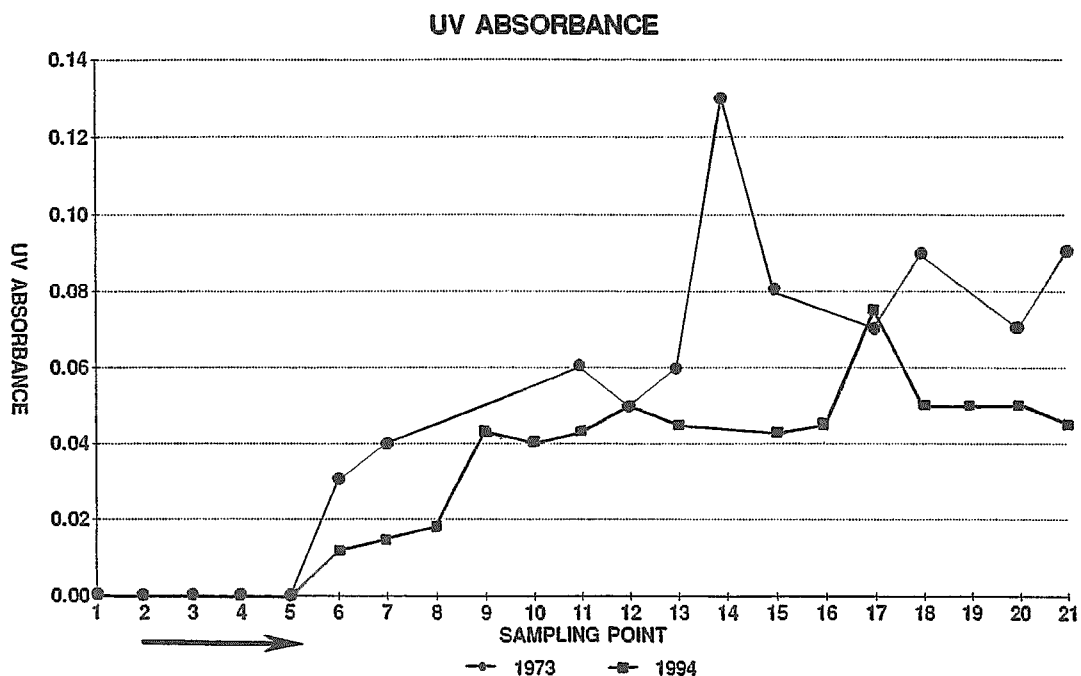


図6 UV吸光度（溶存有機物濃度）の比較（1973年、1994年）

3.8 測定項目相互の関係について

以下に1970年代および1994年の測定値をもとに測定項目相互の関連について若干の考察を行う。

3.8.1 泡のサイズと寿命

特に明確な関係は認められなかったが、1970年代での測定の場合に、比較的小さい泡で安定性のあるものがある場合があった。

3.8.2 泡の高さと寿命 (図7)

これについても両者の間に特に明瞭な関係は認められず、高い泡ができて直ちに消えてしまう場合も少なくなかった。しかし、寿命が長かったものには発泡高があまり小さい例は少なかった。

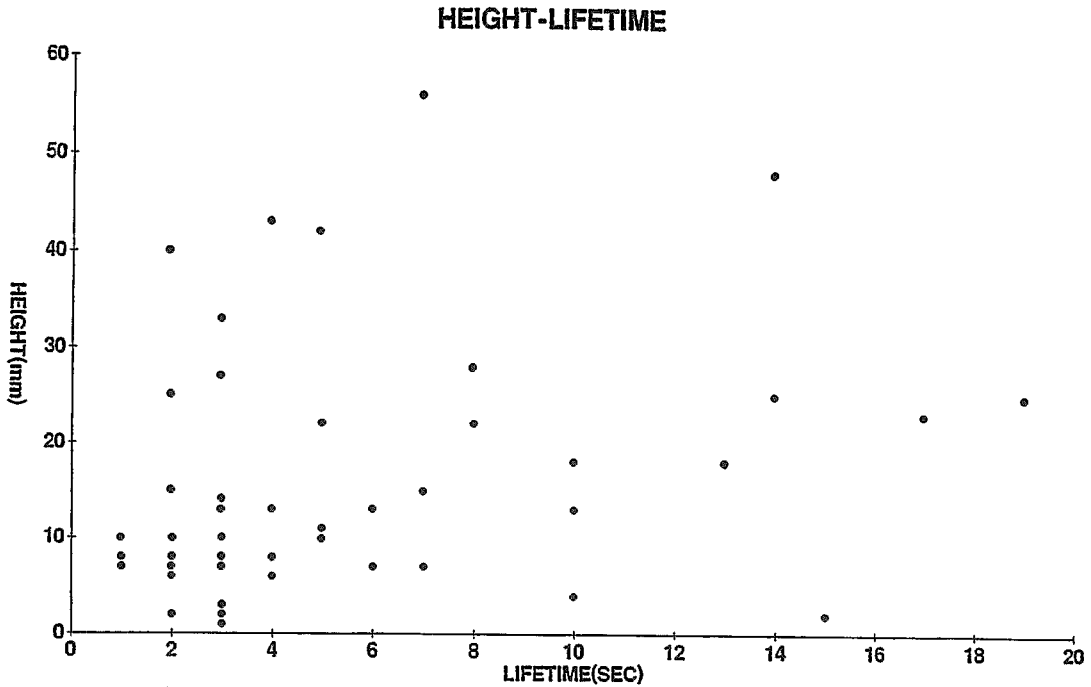


図7 発泡高さと泡の寿命の関係 (1994年)

3.8.3 UV吸光度と泡の高さ (図8)

それほど明確なわけではないが図に示す様に多少の関連が認められた。すなわち、UV吸光度の小さい、溶存有機物濃度が低い場合には発泡の高さは低いという事である。これに対し、UV吸光度が大きい時には泡の高さは高い場合も低い場合もあった。

3.8.4 UV吸光度と泡の寿命 (図9)

これについても前項と同様な関係が認められた。UV吸光度が小さい場合には泡の消えるのは早く、UV吸光度の大きい水の場合には寿命の長いものも短いものもあった。このことは、UV吸光度に反映する溶存有機物には、発泡に関わりの深い界面活性物質と、そうでないものがあることを示している。

以下、表面張力の低下が顕著に認められた1970年代の測定値にもとずいて表面張力と発泡特性の関係を考察する。

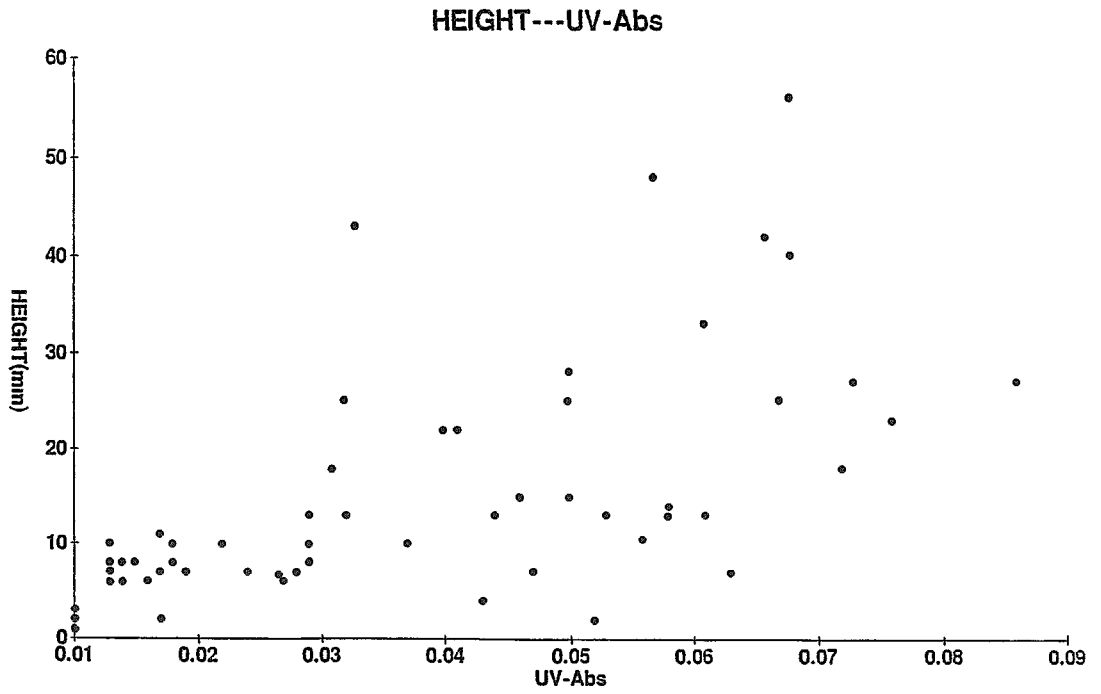


図 8 発泡高と UV 吸光度の関係 (1994年)

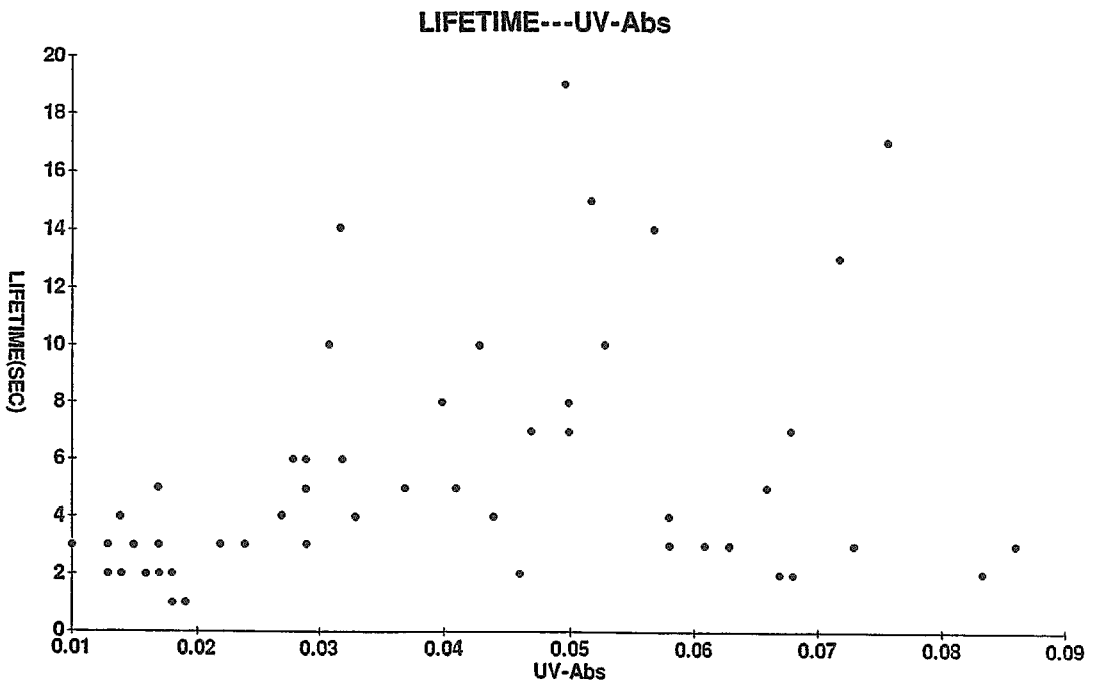


図 9 泡の寿命と UV 吸光度の関係 (1994年)

3.8.5 表面張力と発泡の高さ (図10)

図に示す様に、表面張力の値が純水の値と比べて低下するにしたがって高い発泡が起こっていること、つまり、両者間に密接な関係のあることが明瞭に認められる。図示した範囲ではほぼ直線的な関係があるが、この傾向がどこまで伸びるかは各種の条件によって支配されるものと考えられる。

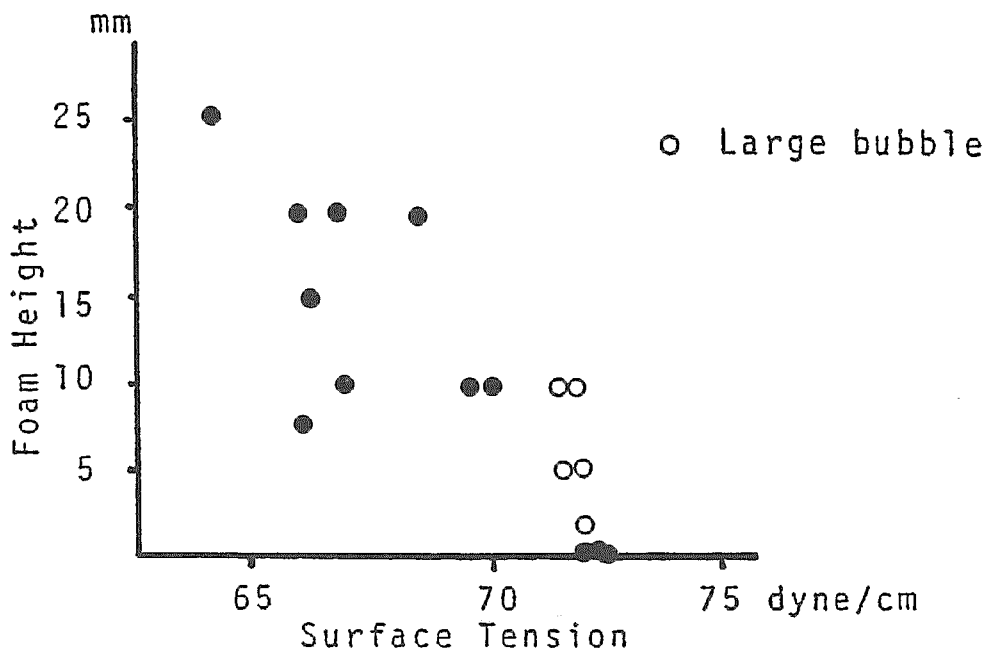


図10 表面張力と発泡高の関係 (1973年7月)

3.8.6 表面張力と泡の寿命 (図11)

表面張力の値が純水のそれと近い水の場合、発生した泡はすぐに消滅する。表面張力が純水と比べて小さくなってゆくにしたがって泡の寿命は長くなる。しかしその場合でも寿命の長さには幅があり、比較的短い場合と長い場合とがある。1990年代の測定では、表面張力の値は純水と比べてごく僅かの低下しか見られず、この図にあてはめても秒単位の寿命の位置に相当する。

3.8.7 MBAS濃度と表面張力 (図12)

1973年および1976年における測定値について両者の関係を図に示した。MBAS濃度の増加に従って表面張力は低下しており、MBAS濃度 1 mg/l では濃度0の場合の約93%であり、MBAS中に界面活性物質が含まれている事、すなわち、これを水中の合成洗剤濃度の指標として用いる事の妥当性が示された。また、河川水の場合のほうが純OBS溶液と比べて僅かながら低い値を示したが、これが有意であればMBAS中に異なった界面活性物質が含まれている事を示唆するものである。

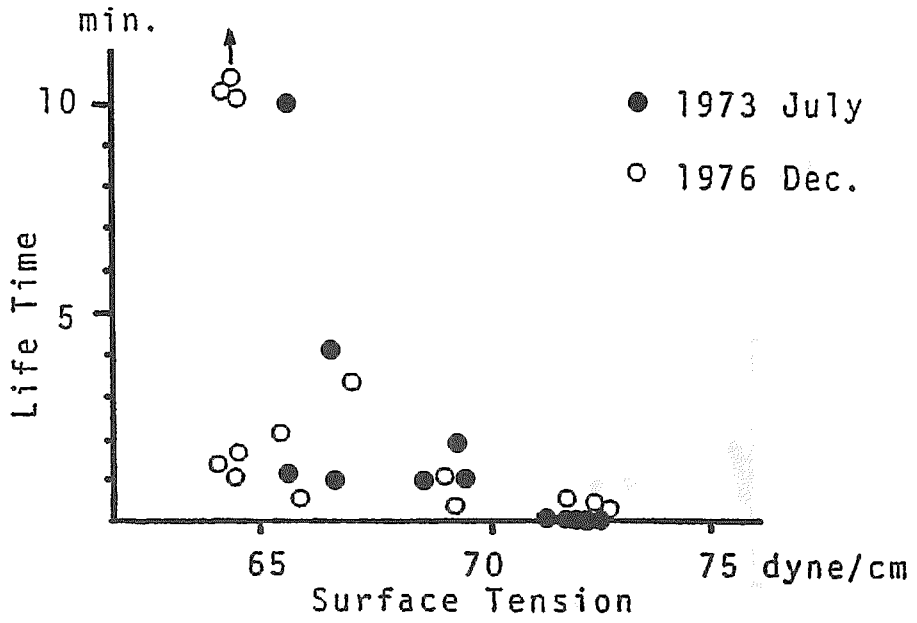


図11 表面張力と泡の寿命の関係 (1973年7月)

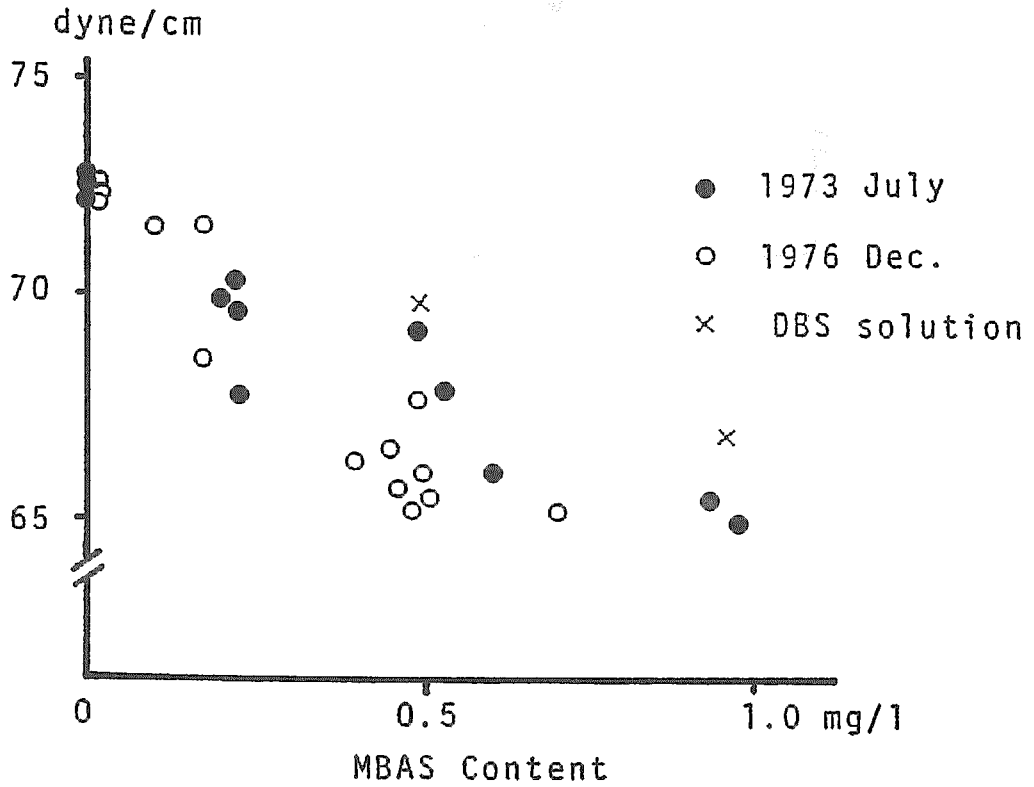


図12 MBAS濃度と表面張力の関係

3.8.8 UV吸光度と表面張力 (図13)

1973年のデータについて両者の関係を図に示した。溶存有機物濃度と比例すると考えられるUV吸光度が増加するにしたがって表面張力が低下している。これは界面活性物質が溶存有機物のなかで、ある割合で存在していることを意味している。

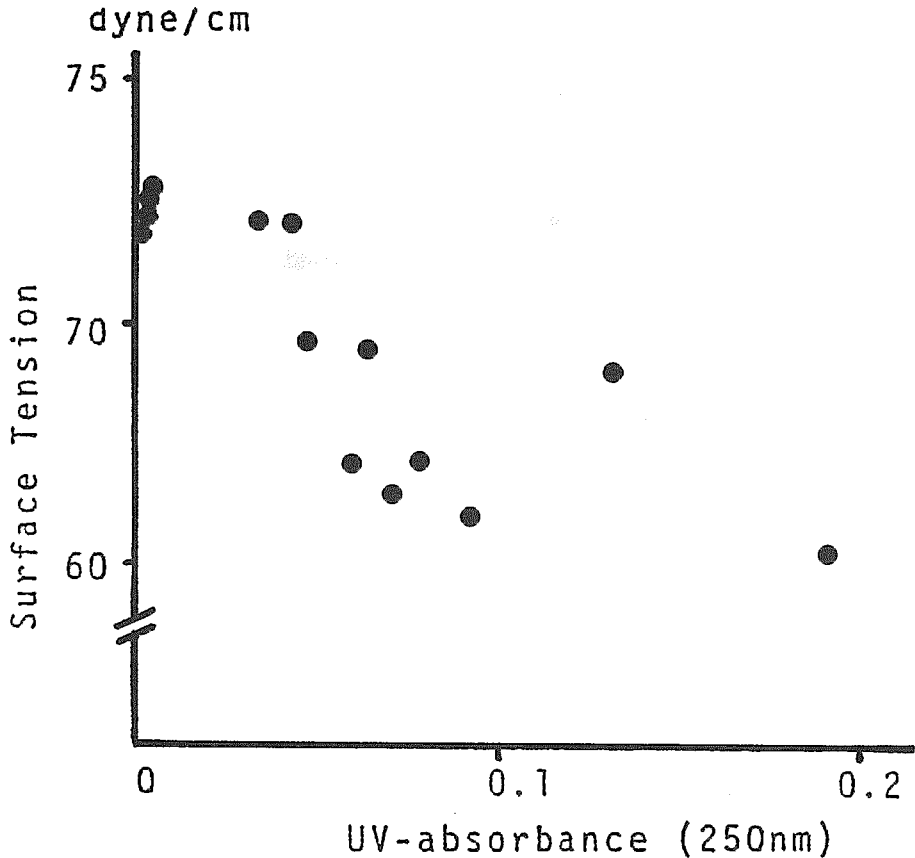


図13 UV吸光度と表面張力の関係 (1973年7月)

3.9 水質の比較 (表1)

各水質項目について、1970年代、1990年代のそれぞれを代表して1973年、1994年における大略の範囲を表にまとめて示す。約20年間に著しい変化が見られた項目としては、水面での発泡現象、発泡特性のうち泡の寿命、表面張力、UV吸光度、MBAS濃度で、上記の各項で述べた様に、UV吸光度、MBAS濃度の変化で示される界面活性物質による汚染の減少が河川水の表面張力の低下の程度をごく僅かなものにしたため水の発泡性、特に泡の安定性が弱くなって水面での発泡現象が

発生しなくなったという事である。要するに発泡の原因が減少した結果であるが、その間の過程で起こったことが追跡確認されたといえる。

表1 1973年と1994年の測定値の比較

	1973年	1994年
水面発泡	+++++	±
泡の高さ	2~25mm	2~30mm
泡の寿命	0~10min	0~19sec
表面張力	72~64 dyne/cm	72~ dyne/cm
UV- 吸光度	0~0.2	0~0.09
MBAS濃度	0+~1mg/l	0~0.2mg/l
LAS濃度	-	2~100 μg/l

3.10 支流について

多摩川に流入する幾つかの支流について同様な項目について測定を行った。結果は本流での測定値とともに示してあるが(本文末)、以下のようなことがあげられる。

一般的に本流と比べて支流のほうが変動が大きかった。合流点における本流の水質と比較すると、秋川では本流とほとんどかわらないが浅川、野川では本流よりもUV吸光度すなわち有機物汚染の程度は高く、泡の寿命も長かった。つまり、いうまでもないが、これらの支流の流入があるごとに本流の水質は次第に悪化して行くのである。ただし、発泡試験における泡のサイズと発泡の高さについては本流との差は認められなかった。また、この3本の支流について比較してみると、秋川、浅川、野川の順で下流に行くほどUV吸光度および発泡の高さ、すなわち、汚染の程度は増加しており、人口や都市化の程度といった、それぞれの支流の流域の特性が反映されていた。その他に大栗川、残堀川、平井川について2、3回測定したが、いずれも特別な発泡特性は示さなかった。

4. 水質変化の過程とその要因

多摩川流域でも都市化が進み、人口増加も進んでいるにもかかわらず、この20数年の間に上記のような水質の変化、特に水面での発泡現象の消滅がおこった要因の主なものとして、すでに国内、国外の河川の例でいわれていることであるが、非分解性の合成洗剤から分解性のものへ、つまり、いわゆるハードタイプのABSからソフトタイプのLASへの転換、および、それを含む都市排水を河川に放出する前に処理し分解する下水処理施設の整備である。このことは多摩川の場合にも例外でなく、この二点が有効な結果をもたらしたものと言える。

図に丸子橋（地点17）におけるここ20数年間のBODおよびMBAS濃度の経年変化（東京都、1993）、下水道処理量の代わりとして多摩川流域における下水道普及率（人口）の変遷を示した(図14)。

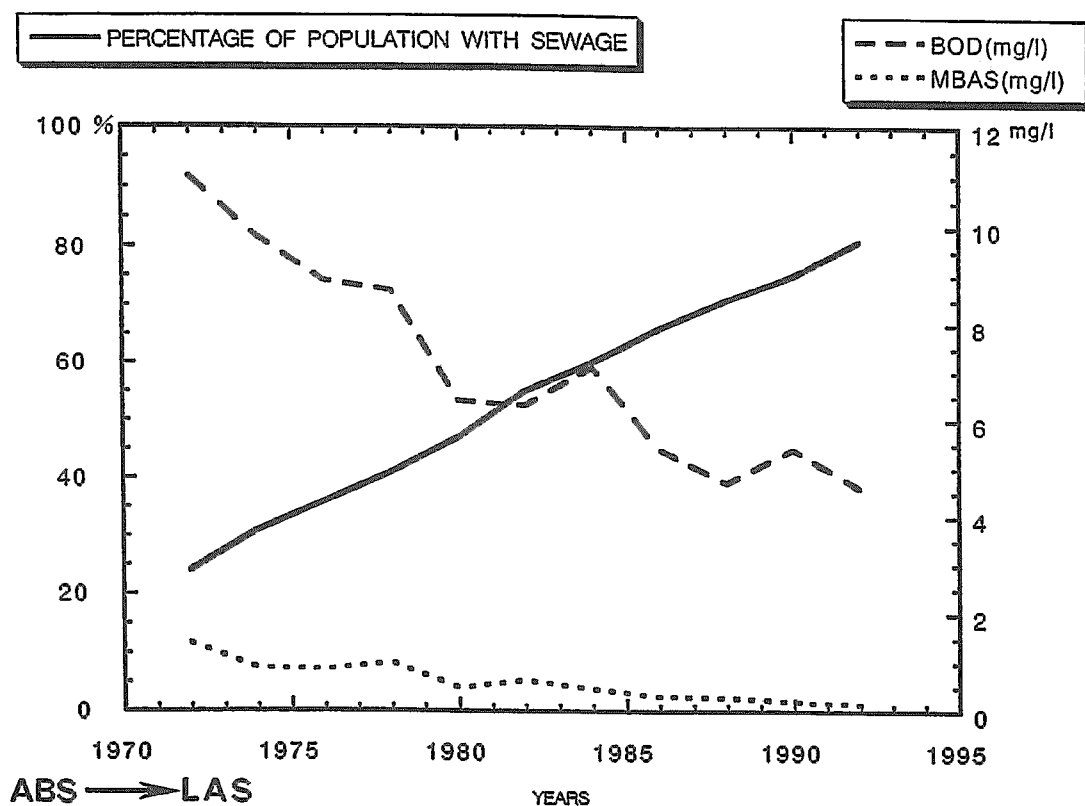


図14 地点17における水質及び下水道普及率（人口）の経年変化

下水道普及率は1972年には20%程度であったがその後ほぼ直線的に増加し、1992年には80%を越えるにいたっている。それに対応して、有機物汚染の指標の一つであるBOD値が多少の変動はあるものの直線的に低下し20年間に半分以下になっている。合成洗剤のソフトタイプへの転換は全国的に1970

年代の初めから進められ、多摩川流域でもその頃に転換が行なわれたと考えられるが、完全に転換するには時間がかかること、さらに、ソフトタイプのもでも分解にはある程度時間が必要であり、わが国のように発生源から河川まで、また河川から海までの流程が短い場合、流下中に完全に分解が進む事は期待し難い、河川に出る前に下水処理場を通る事により、より効率的な分解が進行する。こうしたことがあって、合成洗剤濃度の指標であるMBA S濃度は1970年代初めに必ずしも急激な低下を示したわけではなく、それ以降の流域における下水道システムの整備、充実ともなって次第に低下し現在に至っている。その結果として、河川水中の合成洗剤濃度、すなわち界面活性物質濃度が減少し、水面での発泡が見られなくなった訳である。なお、この期間において、BOD値の減少と比べてMBA S濃度の減少がはるかに顕著だったことは分解性洗剤への転換の効果を示すものである。

このように下水道の整備は水質改善において重要な役割を果たしてきたと言えるが、多摩川の場合それだけではなく、各家庭や事業所での汚染物質や排水の減少、その他、多摩川の水質改選のための流域住民あるいは行政機関による様々な努力が効果をあげてきたものと考えられる。ただし、こうした点に関する定量的な評価は今のところ進んでいない。

5. まとめと今後の課題

20数年前と同様な調査を行う事により、かつて多摩川の中、下流部の特徴的景観であった水面での発泡現象が現在見られなくなったのは、河川水中の界面活性物質濃度の減少によって、安定性の高い長寿命の泡が発生しなくなったためであることが確認された。

こうした水質の変化は、主として洗剤のソフト化および流域の下水道システムの整備によるが、それ以外にも流域住民、行政、企業による多摩川水質改善のための各種の努力がおこなわれてきた。これについても定量的な評価が可能になるよう総合的な解析を進め、有効に活用することが将来の水質保全のための課題となる。

また、本研究の際に実用性が確認された比色管を用いた発泡特性の測定法は、簡便、安価であるので水質汚染の簡易測定法として小学生レベルの環境教育に応用されることが期待される。

謝 辞

本研究を実施するにあたりご援助頂いた、とうきゅう環境浄化財団、調査、分析にご協力頂いた東京農工大学農学部助教授高田秀重博士、同大学院学生、磯部友彦氏、日本大学文理学部大学院学生秋葉義彦氏、同学部学生朝生純子氏、柿崎亨氏、飯泉佳子氏の皆様に感謝致します。

参考文献

- 安部喜也、半谷高久、1968 : 諏訪湖湖水中のメチレンブルー活性物質について。
陸水学雑誌 29、3、111-118.
- Ambe, Y. 1978 : Surface tension of a polluted river water. Verh. Internat. Verein. Limnol.
20, 1934-1940.
- 東京都、1993 : 河川水質報告書-1974~1993.
- 高田秀重、他、1995 : キャンプ活動に伴う溪流の合成洗剤汚染。
陸水学雑誌 56、2、39-44.
- Ambe, Y. et al, 1997 : Restoration of water quality of a river polluted by urban waste
waters. Verh. Internat. Verein. Limnol. (in press)

付表および付図

水質測定値（1～9）

水質分布とその平均（1～7）

[94. 7. 17-18]

水質測定値 付表(1)

Point	気温 (°C)	天候	水温 (°C)	pH	EC (μ S/cm)	泡の状態	高さ (cm)	寿命 (s)	表面張力 (dyne/cm)	UV吸光度 (250nm)
1 境 橋										
2 氷 川 橋										
3 川 台 橋										
4 御 岳 橋	25.1	雨	17.4	8.07	87	ほとんどない	0.1	3	72.9	0.012
5 奥多摩橋	29.6	曇(雷)	18.2	8.37	95	やや大きい	0.2	3	73.1	0.010
6 下奥多摩橋	30.9	晴れ	19.5	8.67	98		0.2	3	72.8	0.012
7 羽村大橋	28.1	曇り	20.1	8.64	103	小粒	0.2	2	72.8	0.017
8 拝 島 橋	28.0	曇多い	27.7	8.89	149	小粒ちよっと	0.2	3	72.8	0.017
9 日 野 橋	30.4		28.3	8.21	269		1.0	4	72.7	0.044
10 関 戸 橋	29.5		28.7	7.90	259	やや大きい	1.8	8	73.0	0.040
11 是 政 橋	30.9		29.3	8.02	277	大きい	1.8	5	72.6	0.041
12 多摩川原橋	32.4		29.6	7.86	301		1.2	2	72.8	0.046
13 多摩水道橋	36.0		30.8	7.99	307		2.2	8	72.5	0.050
15 二 子 橋	32.5	晴れ	29.2	7.67	317		0.3	10	72.7	0.043
16 新多摩川橋	32.9		28.9	7.67	324		0.6	7	72.2	0.047
17 丸 子 橋	30.4		27.5	6.96	425		1.8	17	72.2	0.076
18 ガ ス 橋	30.9		28.3	7.45	404	小粒	1.2	7	72.6	0.050
19 多摩川大橋	29.9		28.2	7.27	1,080		2.0	19	72.5	0.050
20 新六郷橋	31.6	曇多い	28.2	7.14	4,750		1.6	15	72.5	0.052
21 大 師 橋	30.3	晴れ	27.7	7.06	12,220	超小粒沢山	1.0	10	72.6	0.053

Point	気温 (°C)	天候	水温 (°C)	pH	EC (μ S/cm)	泡の状態	高さ (cm)	寿命 (s)	表面張力 (dyne/cm)	UV吸光度 (250nm)
1 境 橋	19.0		14.6	8.31	134	すぐ消える	0.8	2	70.0	0.013
2 氷川 橋	20.2		14.1	8.13	122		0.6	3	69.8	0.013
3 川台 橋	22.3		15.6	8.08	111	すぐ消える	0.5	2	69.9	0.013
4 御岳 橋	21.5		14.8	8.00	109	やや大きい	0.5	2	70.1	0.014
5 奥多摩橋	23.8		15.2	8.09	111	小4つ	0.6	3	69.6	0.013
6 下奥多摩橋	21.5		16.5	8.09	124	中2つ	0.6	4	69.9	0.014
7 羽村大橋	23.7		17.9	8.27	139	中2つ 小少ない	0.6	3	69.6	0.015
8 拝島橋	23.8	曇り	18.3	7.82	141	大1つと小粒	0.9	5	70.9	0.017
9 日野橋		やや曇り	20.4	7.70	201	中3つ	0.6	3	70.7	0.024
10 関戸橋	24.0		21.7	7.63	215	超小粒沢山	1.0	6	70.8	0.029
11 是政橋	27.5		22.0	7.72	214	小粒	0.5	4	68.3	0.027
12 多摩川原橋	30.0		21.5	7.58	216		0.6	6	70.6	0.028
13 多摩水道橋	29.5		21.8	7.43	237		0.8	5	70.3	0.029
15 二子橋	29.6		20.5	7.54	219		0.6	3	70.5	0.029
16 新多摩川橋	25.0		20.2	7.31	244		1.0	6	70.6	0.032
17 丸子橋			22.9	6.69	367		1.4	13	68.5	0.072
18 ガス橋	28.1		20.2	7.26	244	小粒	0.8	5	70.3	0.037
19 多摩川大橋	26.5		20.0	7.57	257		1.4	10	70.1	0.031
20 新六郷橋	24.2	晴れ	20.1	7.36	483		2.0	14	70.2	0.032
21 大師橋	24.4	曇り	20.3	7.40	6,280	超小粒沢山	3.4	4	70.5	0.033

[94. 12. 2 - 3]

附表 (3)

Point	気温 (°C)	天候	水温 (°C)	pH	EC (μ S/cm)	泡の状態	高さ (cm)	寿命 (s)	表面張力 (dyne/cm)	MBAS (mg/l)	UV吸光度 (250nm)
1 境 橋									72.8	0.00	0.016
2 水 川 橋	11		9.3	8.45	246		0.8	1	73.0	0.00	0.018
3 川 台 橋	12		9.6	8.81	237		0.6	2	72.8	0.00	0.018
4 御 岳 橋	12		7.2	8.25	145		0.5	2	73.2	0.01	0.016
5 奥多摩橋	12.9		8.9	8.43	161		0.6	1	73.3	0.01	0.019
6 下奥多摩橋	14.5		9.5	8.57	229		0.6	2	73.1	-	0.017
7 羽 村 大 橋	14		11	9.07	110		0.6	1	73.3	0.03	0.018
8 拝 島 橋	13.1		11.7	8.75	383		0.8	3	71.2	-	0.022
9 日 野 橋	15		14.6	7.55	332		2.6	3	72.2	0.14	0.061
10 関 戸 橋	17.5		15.7	7.54	427		1.1	3	71.8	-	0.058
11 是 政 橋	18.5		12.8	7.72	390		3.2	2	72.2	0.13	0.068
12 多摩川原橋	17.9		16.3	7.66	395		2.0	2	72.0	-	0.067
13 多摩水道橋	19.9		16.2	7.43	372		1.0	3	72.2	-	0.061
15 二 子 橋	18.8		15.1	7.83	377		0.6	2	72.2	0.18	0.063
16 新多摩川橋	16.9		16.1	8.68	365		1.0	4	72.8	-	0.058
17 丸 子 橋	20		16.9	7.03	502		2.2	3	71.3	0.15	0.086
18 ガ ス 橋	19.3		12.2	7.3	1,008		3.4	5	72.7	-	0.066
19 多摩川大橋	19.5		13.9	7.4	1,732		2.2	3	71.7	0.16	0.073
20 新六郷橋	17		13.8	7.37	7,500		4.5	7	72.3	-	0.068
21 大 師 橋	16.2	晴れ	14.6	7.36	27,200		3.8	14	73.2	0.16	0.057
野 川			14.8	7.63	602		1.8	2	71.8	-	0.098
浅 川	15.3		15.7	7.35	362		1.8	2	72.8	-	0.078
秋 川	15.5		11.9	8.4	263		0.6	5	70.6	-	0.018

Point	気温 (°C)	天候	水温 (°C)	pH	EC (μ S/cm)	大きさ (mm)	高さ (cm)	寿命 (s)	表面張力 (dyne/cm)	UV吸光度 (250nm)
1 檜山橋	26.0	雨							72.6	0.015
2 水川キャンプ場	26.0	雨	19.0	8.2	70	5	0.32	3	73.1	0.019
3 川合キャンプ場	27.5	曇	19.9	8.2	80	2	1.2	5	72.9	0.023
4 御岳橋	26.5	曇	19.4	8.10	72	2	1.1	5	72.6	0.017
5 奥多摩橋	27.5	曇	19.8	8.40	75	1	0.7	4	73.3	0.016
6 下奥多摩橋	29.0	雨	20.7	8.70	88	2	0.5	3	73.4	0.017
7 羽村大橋	32.5	曇	23.5	7.90	92	2	1.1	4	73.2	0.019
8 拝島橋	32.5	曇	28.1	7.80	164	3	1.2	6	72.4	0.022
9 日野橋	32.0	曇	27.3	7.90	283	4	0.7	7	72.5	0.044
10 関戸橋	31.0	薄曇り	26.7	7.80	292	3	0.7	8	73.3	0.046
11 是政橋	31.0	薄曇り	26.1	7.90	308	3	0.9	4	73.5	0.051
12 多摩川原橋	30.0	曇	28.8	7.70	313	7	2.0	3	73.0	0.050
13 多摩水道橋	31.0	薄曇り	29.2	8.10	323	7	1.4	8	73.0	0.053
15 二子橋	33.4	薄曇り	30.6	8.20	323	4	1.3	8	73.3	0.050
16 新多摩川橋	34.0	薄曇り	30.1	8.20	345	2	2.0	9	73.4	0.050
17 丸子橋	34.0	薄曇り	30.0	6.80	573	2	1.0	11	73.3	0.123
18 ガス橋	34.5	薄曇り	31.0	7.40	369	6	1.4	7	73.7	0.057
19 多摩川大橋	33.5	薄曇り	30.4	7.30	690	2	1.4	6	73.4	0.063
20 新六郷橋	33.5	薄曇り	31.2	7.20	4,860	5	2.0	6	73.8	0.078
21 大師橋	36.0	曇	30.3	7.50	13,690	1	0.5	4	73.6	0.066
秋川	31.0	晴	27.2	8.1	172	3	1.36	6	73.7	0.020
浅川	32.5	晴	29.3	7.7	305	7	0.48	9	73.5	0.055
野川	33.0	薄曇り	29.6	7.9	483	3	0.96	6	73.7	0.078

Point	気温 (°C)	天候	水温 (°C)	pH	EC (μ S/cm)	大きさ (mm)	高さ (cm)	寿命 (s)	表面張力 (dyne/cm)	LAS (μ g/l)	UV吸光度 (250nm)
1 檜山橋	18.6	薄曇り	16.8	8.1	91	2	0.3	8	70.6	-	0.068
2 氷川キャンプ場	19.6	晴	15.2	8.2	82	2	1.0	6	70.7	3.5	0.060
3 川台キャンプ場	21.0	晴	16.7	8.3	98	4	0.9	9	71.8	-	0.061
4 御岳橋	23.0	晴	17.2	8.2	99	3	1.0	7	71.0	2.0	0.066
5 奥多摩橋	26.6	晴	19.6	8.5	98	3	0.5	6	72.5	-	0.065
6 下奥多摩橋	27.0	晴	19.5	8.7	105	2	0.5	5	72.5	-	0.070
7 羽村大橋	24.5	晴	20.4	8.6	115	6	0.6	7	71.8	3.8	0.064
8 拝島橋	25.5	晴	19.3	8.5	149	5	0.7	8	71.7	2.8	0.076
9 日野橋	22.5	晴	20.7	7.6	248	5	1.8	9	71.8	11.4	0.101
10 関戸橋		曇	22.2	7.5	257	5	0.9	9	71.4	10.9	0.098
11 是政橋		曇	22.1	7.7	278	3	1.0	8	71.6	-	0.108
12 多摩川原橋		曇	22.6	7.4	311	5	1.0	9	71.1	-	0.136
13 多摩水道橋		曇	22.6	7.7	295	5	1.5	7	71.4	-	0.107
15 二子橋		薄曇り	22.5	7.9	286	2	1.0	8	71.4	-	0.118
16 新多摩川橋		薄曇り	22.0	7.8	293	5	1.0	9	71.5	12.7	0.106
17 丸子橋		薄曇り	23.0	7.0	325	3	1.1	11	71.6	-	0.134
18 ガス橋		曇	22.1	7.2	518	5	1.3	9	72.1	21.7	0.116
19 多摩川大橋		曇	22.0	7.1	990	7	1.0	12	71.5	-	0.114
20 新六郷橋		薄曇り	21.6	7.1	1,820	5	1.3	10	72.1	-	0.115
21 大師橋		薄曇り	20.8	7.3	2,940	3	1.1	10	72.2	-	0.114
秋川	26.8	晴	21.2	8.4	172.3	3	0.8	6	72.3	-	0.065
浅川	20.5	晴	20.3	7.4	305	5	1.1	10	72.3	-	0.108
野川		薄曇り	21.3	7.4	483	7	1.8	9	72.2	-	0.118

Point	気温 (°C)	天候	水温 (°C)	pH	EC (μ S/cm)	大きさ (mm)	高さ (cm)	寿命 (s)	表面張力 (dyne/cm)	LAS (μ g/l)	UV吸光度 (250nm)
1 檜山橋											
2 水川キャンプ場	4.5	晴	6.2	7.6	68	2	0.3	4	72.5	5.4	0.063
3 川合キャンプ場											
4 御岳橋	7.0	晴	6.2	7.5	59	3	0.2	4	72.4	2.1	0.062
5 奥多摩橋	7.8	晴	6.5	7.5	58	2	0.3	3	72.8	-	0.060
6 下奥多摩橋	8.5	晴	7.4	8.4	63	3	0.4	3	72.3	-	0.053
7 羽村大橋	12.0	曇	9.6	8.5	71	3	0.5	4	73.3	3.8	0.059
8 拝島橋	13.5	曇	9.4	8.3	101	4	0.4	7	72.6	5.7	0.058
9 日野橋	12.5	曇	12.8	7.6	245	6	1.8	10	71.9	6.3	0.108
10 関戸橋	11.5	曇	12.2	7.5	259	4	1.1	9	72.3	-	0.104
11 是政橋	10.2	曇	13.5	7.4	285	6	1.0	8	72.1	-	0.110
12 多摩川原橋	12.4	曇	15.5	7.1	378	6	1.4	8	72.0	-	0.131
13 多摩水道橋	14.0	曇	13.5	7.4	319	6	1.1	8	72.1	-	0.121
15 二子橋	15.4	曇	14.3	7.5	320	3	1.2	8	72.2	-	0.112
16 新多摩川橋	15.3	曇	14.3	7.6	307	5	1.8	8	71.7	155.4	0.108
17 丸子橋	16.9	曇	14.3	6.8	964	6	1.3	9	71.3	-	0.126
18 ガス橋	15.1	曇	12.8	7.0	6,290	5	1.9	10	71.2	-	0.122
19 多摩川大橋	13.2	曇	12.7	7.0	4,270	5	1.2	9	71.1	-	0.134
20 新六郷橋	13.1	薄曇り	13.0	7.2	10,710	2	1.0	10	71.4	13.5	0.116
21 大師橋	13.0	曇	13.0	7.3	24,800	1	2.8	14	72.7	-	0.089
秋川	12.5	曇	9.9	7.8	101	3	0.6	5	72.5	-	0.066
浅川	14.5	晴	13.4	7.6	308	7	1.5	10	72.0	-	0.129
野川	15.4	晴	12.8	7.4	396	3	1.5	9	71.8	-	0.143
大栗川	14.5	晴	8.5	7.7	246	3	1.2	10	72.4	-	0.109
残堀川	11.8	晴	11.3	7.7	173	6	1.1	9	72.4	-	0.094
平井川	11.5	晴	11.3	8.7	205	4	1.1	9	72.7	-	0.067

[96. 5. 28-29]

付表 (7)

Point	気温 (°C)	天候	水温 (°C)	pH	EC (μ S/cm)	大きさ (mm)	高さ (cm)	寿命 (s)	表面張力 (dyne/cm)	L A S (μ g/l)	UV吸光度 (250nm)
1 檜山橋	24.5	晴	16.1	8.27	82.7	5	1.5	1	69.7	1.4	0.035
3 川台キャンプ場	26.2	曇	16.8	8.62	107.1	10	1.5	1	70.4	1.4	0.012
5 奥多摩橋	27.0	晴	18.2	8.91	102.4	5	0.75	1	70.5	3.3	0.013
6 下奥多摩橋	26.0	晴	18.5	8.85	114.9	7	1.13	1	69.8	1.4	0.011
7 羽村大橋		晴	19.5	8.98	124.7	5	0.83	1	70.2	1.5	0.017
8 拝島橋	24.6	晴	19.7	7.82	190.3	8	1.25	2	70.2	4.6	0.027
9 日野橋	28.5	晴	22.4	7.41	400	7	1	2	69.7	22.9	0.091
10 関戸橋	25.0	晴	20.2	6.23	346	8	3.77	2	68.4	16.1	0.085
12 京王多摩川	24.4	曇	24.7	7.43	448	15	1.5	5	69.0	6.4	0.090
13 多摩水道橋	24.8	曇	25.0	7.58	385	7	1.38	4	65.7	23.7	0.081
16 新多摩川橋	25.0	曇	24.8	7.18	398	12	2.67	5	68.0	23.8	0.072
17 丸子橋	27.5	曇	23.9	6.91	446	12	2.17	6	66.8	29.2	0.083
18 ガス橋	31.0	晴	25.9	6.3	2,060	10	2	14	70.3	22.9	0.076
19 多摩川大橋	26.2	晴	25.2	7.13	2,180	9	1.17	14	69.3	39.9	0.077
20 新六郷橋	25.8	晴	25.6	7.24	5,990	5	1.13	13	69.8	20.3	0.071
21 大師橋	29.0	晴	23.8	7.38	8,440	10	0.3	13	70.4	11.7	0.072

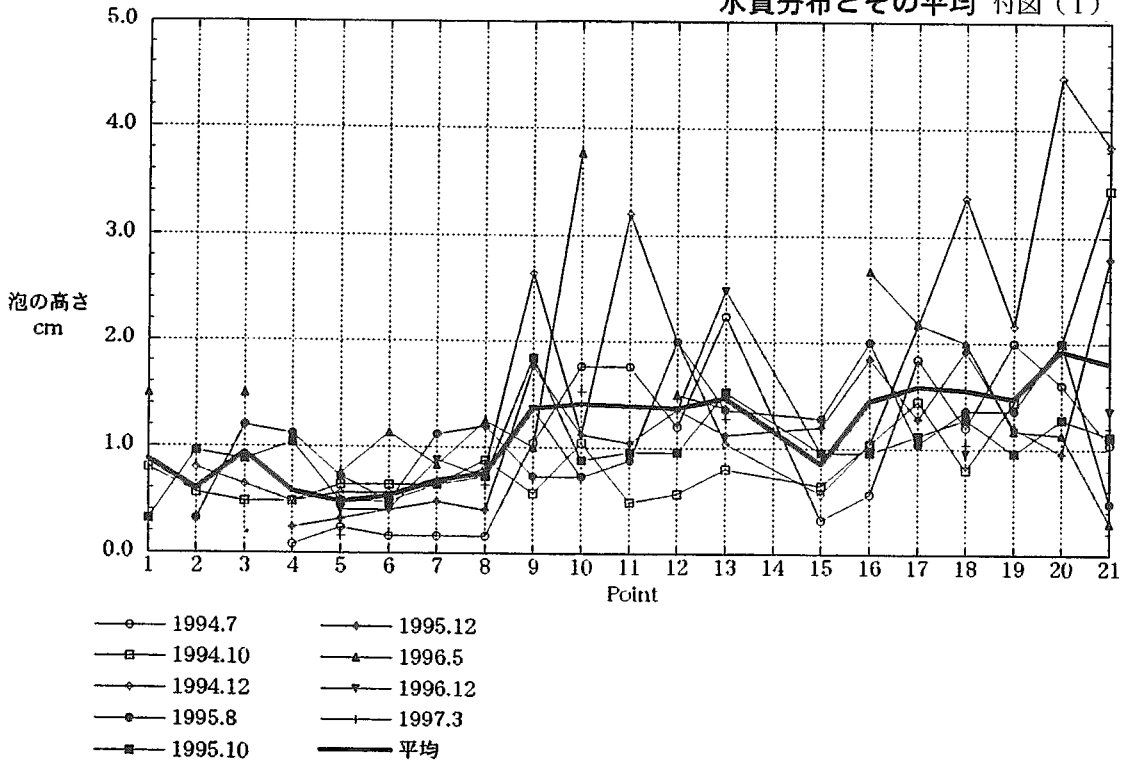
Point	気温 (°C)	天候	水温 (°C)	pH	EC (μ S/cm)	大きさ (mm)	高さ (cm)	寿命 (s)	表面張力 (dyne/cm)	UV吸光度 (250nm)
5 奥多摩橋			5.8	8.03	108		0.4	2	71.7	0.025
6 下奥多摩橋			6.5	8.08	121		0.4	2	71.8	0.026
7 羽村大橋			8.2	8.01	132		0.9	2	72.0	0.028
8 拝島橋	17.2		9.0	7.67	178		0.7	2	72.0	0.018
9 日野橋	16.5		12.0	5.34	507		1.4	4	71.1	0.063
10 関戸橋	11.1			7.12	367		0.7	4	70.3	0.055
12 多摩川原橋	11.0			7.21	438		1.4	2	67.8	0.077
13 多摩水道橋	11.2			7.42	452		2.5	2	68.1	0.076
15 二子橋	9.6			7.12	412		1.0	5	68.5	0.068
18 方ス橋	10.0			5.37	729		1.0	5	71.8	0.074
21 大師橋	11.2			4.84	25,000		1.4	11	71.2	0.071
平井川			10.0	7.57	307		1.1	2	71.6	0.041
秋川	17.5		9.1	7.88	162		1.1	2	71.8	0.030
浅川	16.4		12.4	4.86	388		1.0	5	70.8	0.084
大栗川	13.8			7.27	364		1.8	11	71.6	0.060
野川	9.6			6.90	557		1.4	10	71.0	0.116

[97. 3. 22-23]

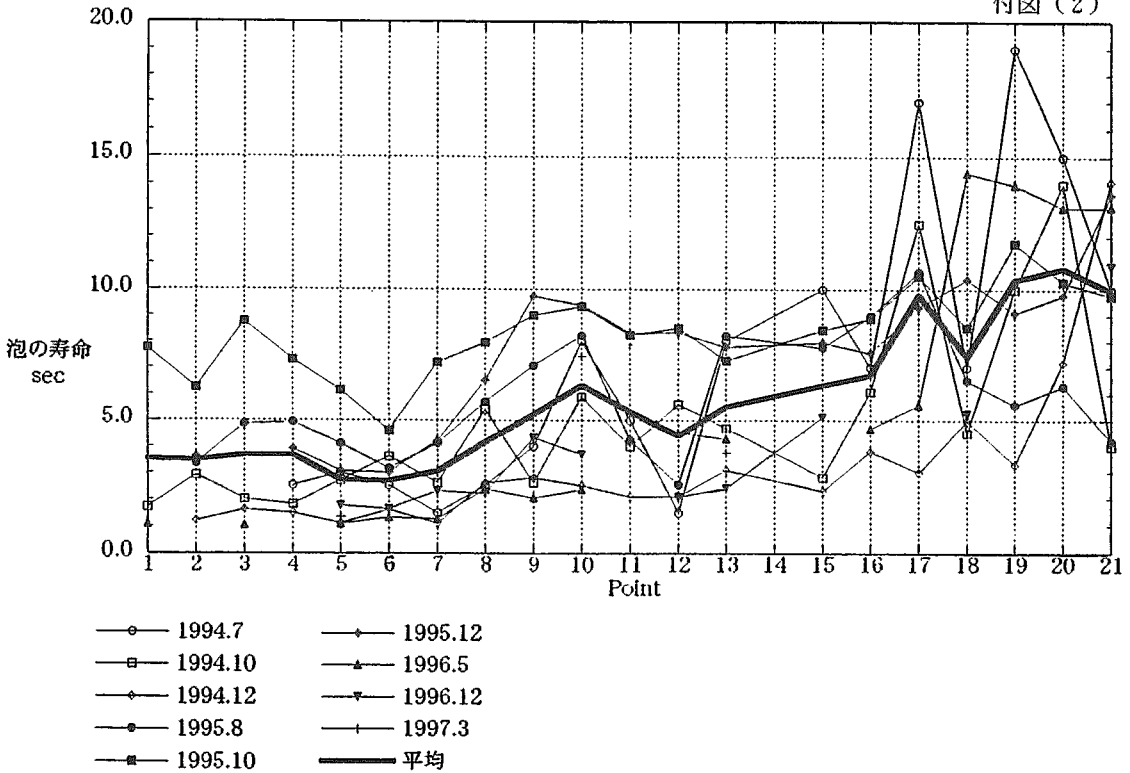
付表(9)

Point	気温 (°C)	天候	水温 (°C)	pH	EC (μS/cm)	大きさ (mm)	高さ (cm)	寿命 (s)	表面張力 (dyne/cm)	UV吸光度 (250nm)
5 奥多摩橋	6.5		7.5	7.90	100	4, 殆ど出来ない	0.2	1	72.1	0.021
8 拝島橋	9.0		9.6	7.76	202	7~6	0.6	2	72.2	0.034
10 関戸橋	12.4		14.7	4.30	331	10~6, 微小	1.5	7	70.9	0.081
13 多摩水道橋	11.7		13.2	7.46	572	3	1.3	4	71.6	0.089
18 ガス橋	11.8		13.6	6.69	2,540	4~2	1.0	5	71.0	0.084
平井川	8.3		10.2	7.34	332	1	1.3	2	72.1	0.045
秋川	9.0		9.3	5.68	171	3~2	0.2	2	72.2	0.028
浅川	12.0		14.0	7.14	279	7~3	0.7	4	72.1	0.080
残堀川	11.8		13.3	7.35	222	8, 微小	1.68	4	71.5	0.077
大栗川	13.6		13.4	7.66	637	7~3	0.5	7	71.5	0.068
野川	11.7			7.23	392	4~微小	1.4	15	71.7	0.105

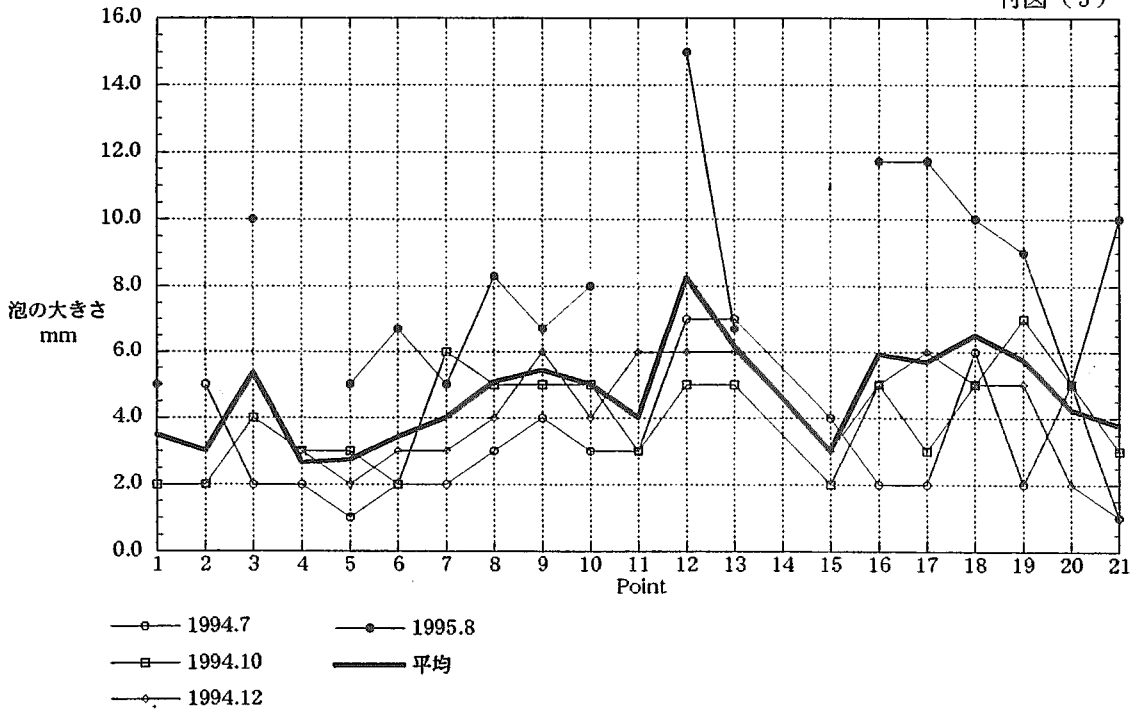
水質分布とその平均 付図(1)



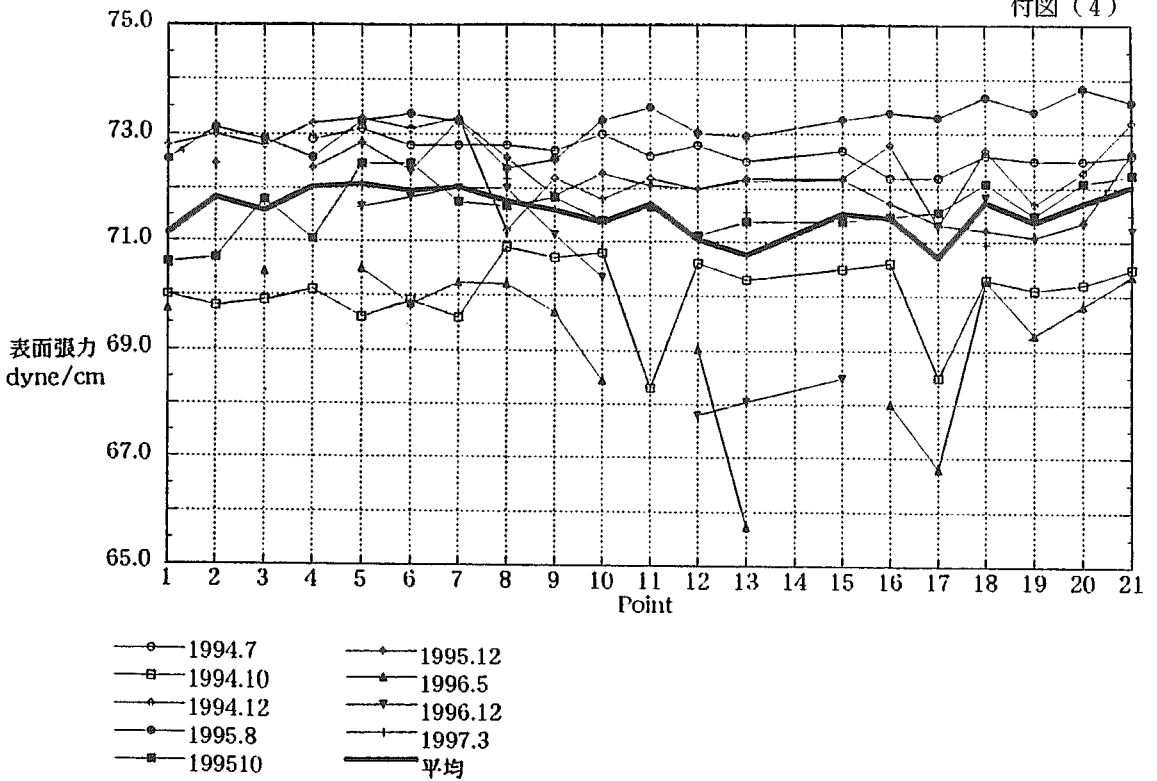
付図(2)



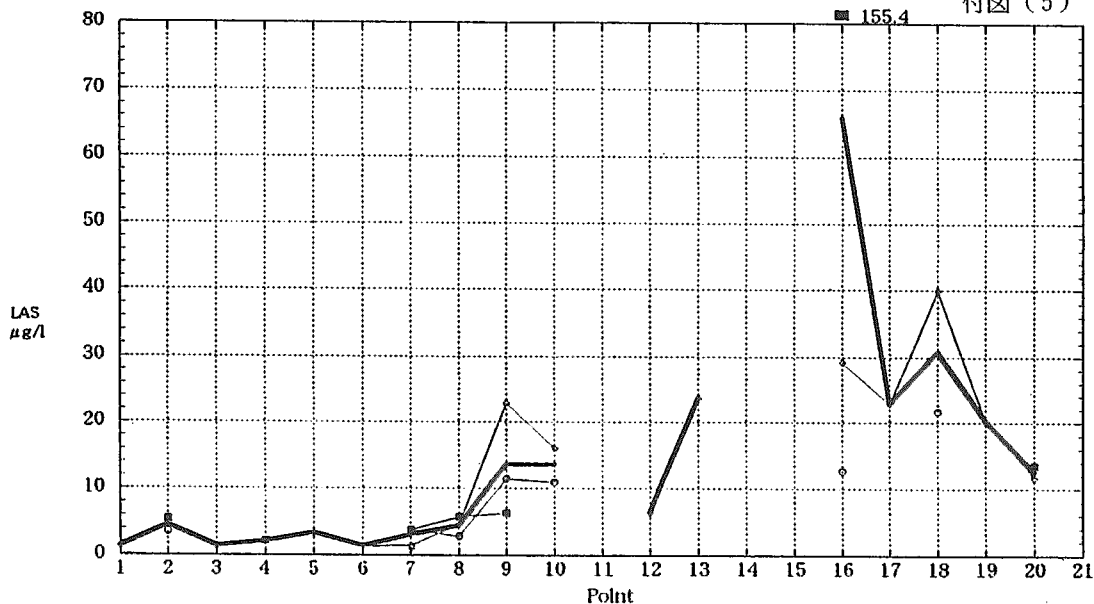
付図 (3)



付図 (4)

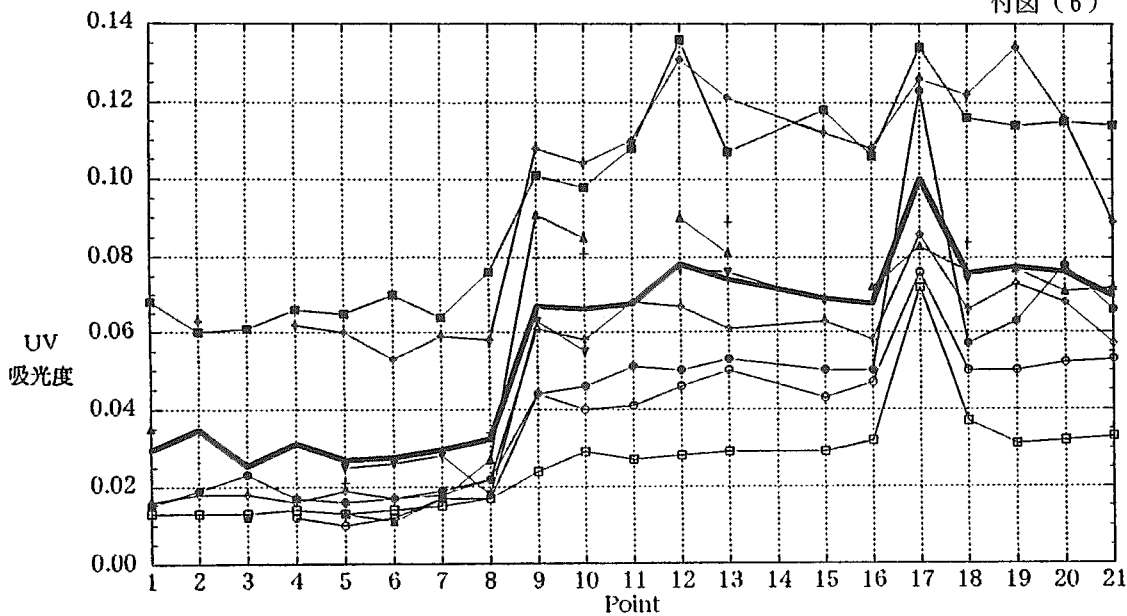


付図 (5)



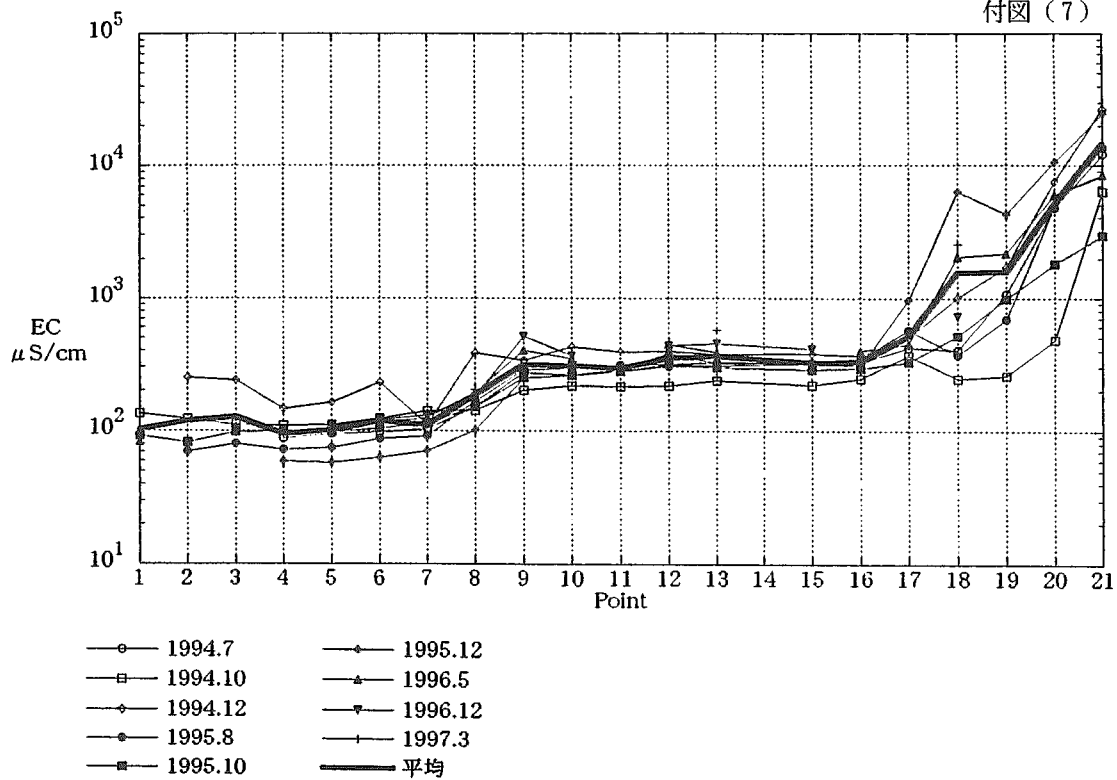
- 1995.10
- 1995.12
- △ 1996.5
- 平均

付図 (6)



- 1994.7
- 1994.10
- △ 1994.12
- ◇ 1995.8
- ▽ 1995.10
- 1995.12
- △ 1996.5
- ▽ 1996.12
- 1997.3
- 平均

付図 (7)



「た ま が わ か せんすい 多摩川河川水の^{はっほうとくせい}発泡特性の^{ぶんぷ}分布と^{へんか}変化に関する^{けんきゅう}研究
- ^{ねんまえ}20年前との^{ひかく}比較 - (研究助成・A類 NO. 182)

著 者 あん べ し なり 安部喜也

発行日 1998年3月31日

発 行 財団法人 とうきゅう環境浄化財団
〒150-0002 渋谷区渋谷1-16-14
(渋谷地下鉄ビル内)

TEL (03) 3400-9142

FAX (03) 3400-9141
