

多摩川のにごりの研究 (おもに二子橋付近について)

—川崎市立宮崎中学校科学部の活動—

1985年

青柳隆二
川崎市立宮崎中学校教諭

目 次

1. 研究動機と研究経過の概要	1
2. 調査場所とその地形、および調査期間	2
(1) 調査場所	2
(2) 調査地点の地形調査	2
(3) 調査期間	3
3. 調査方法の工夫と調査内容	3
(1) 流速について	3
(2) 水位の測定	6
4. 付着物の研究	7
(1) 研究動機	7
(2) 方法の研究	7
(3) 結果と考察	8
5. 浮遊物	10
(1) 研究動機と研究目的	10
(2) 採集方法の研究と処理方法	10
(3) 結果と考察	12
6. 透明度の研究	16
(1) 透明度を測定する方法の研究	16
(2) 結果と考察	17
(3) 季節による透明度の変化	19
(4) 川崎側と東京側の比較	19
(5) 透明度と雨の関係	19
7. 濁度の研究	20
(1) 研究動機と研究経過	20
(2) 研究目的	20
(3) 研究方法	20
(4) 結果と考察	21
8. 沈殿物の研究	24
(1) 研究動機	24
(2) 研究方法	24
(3) 結果と考察	24
9. 多摩川の濁りの原因となる物質の追求	29
(1) 研究動機	29
(2) 予備観察	29
(3) 何をどのように調べるか	30
(4) キ石の採取法	30
(5) 確立した方法	31
(6) 結果と考察	31
10. ま と め	32

1. 研究動機と研究経過の概要

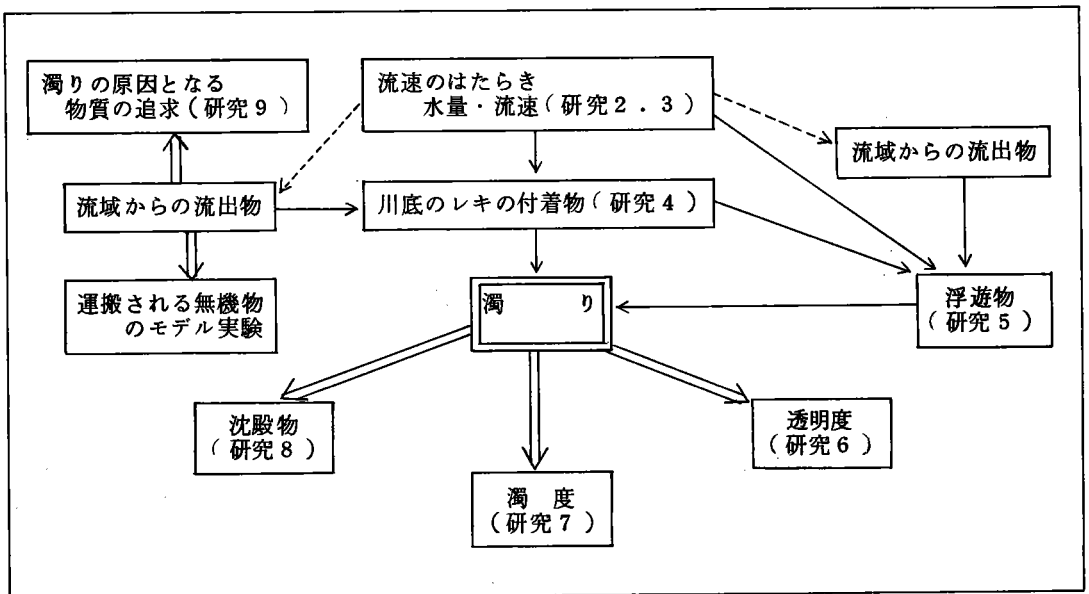
昭和57年11月にマラソン大会で多摩川に行ったとき、対岸のスレート敷きの堤防の斜面が水面より約40cm上まで、水面に平行に白っぽい土をぬったようになっていて、その上の部分とはっきり色が違うのを発見した。今度は自分達のいる川原を調べると対岸と大体同じ高さまでの砂利は白っぽくてきたない。それより高い所の石はきれいだ。これはどうしたことだろうか。

雨が降ると川はにごる。この雨で川が増水して水位が上がった位置まできたない跡を残したのではないだろうか。これがヒントで多摩川のにごりの研究が始まった。

にごりの研究をすることが決ったのは58年1月である。にごりを調べるためには何を調べたらよいらうか。多摩川に行って観察したり、考えたり、予備調査の結果について討論をくり返した。この頃は、結局、にごりの程度を直接数量化する方法がわからない。そうして透明度、(川底のレキの)、付着物、浮遊物、流速、水位の5項目について58年6月から本調査を始めた。これらの5項目、特に前の3項目について調査方法の不十分な点を改良することが、この年の7月末まで続いた(各研究項目の方法参照)。7月に決った方法で58年度の夏休みの調査を行った。

58年9月に6月からの調査をまとめてみると、1日おきや1週間に1〜3日の調査はそれぞれの調査項目について、連続的な変化とその傾向がつかめない。したがって増減の周期の有無や、周期がある場合の変化のようすなどがわからない。したがってデーターとして余り価値のないことを知った。そこで10月30日からの秋の調査からは10日以上継続調査を行うことにした。秋の調査では浮遊物や透明度の方法をさらに改良するとともに、濁度、沈殿物の量も調査項目に加えて研究をすすめた。

図1-1 研究項目とその相互関係



2 調査場所とその地形、および調査期間

(1) 調査場所

学校から最も近く、交通の便がよい所ということで、二子橋付近で調査することにした。これは、土、日曜を除くと、放課後の午後3～4時に学校を出て川に行く。秋や冬は日の暮れるのが早いためである。

橋の下では、橋げたがあるので流れが変わる。そこで橋の上流と下流で調査場所を探した。上流では二子橋から約500m上に支流の平瀬川が流れ込んでいる。このために、この流れや流出物などいろいろな影響をうける。下流では二子橋から約300m下にテトラポットがあって足場が悪く危険である。また、平瀬川との合流点よりも上流に行くためには二子新地駅からかなり遠くなり時間がかかり過ぎる。結局、平瀬川との合流点とテトラポットまでの間で調査地点を決めることにした。58年度は二子橋の上流、図2-1のA地点で調査を行った。58年8月、台風7.8号で川底の地形が変わってしまい、調査場所をA地点より10m上流に変更した(図2-1のB地点)。

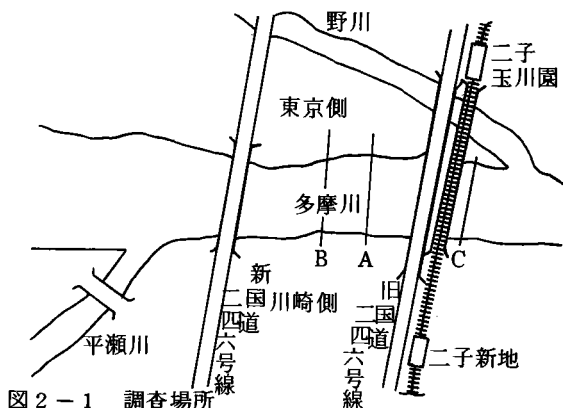


図2-1 調査場所

59年4月には、B地点で建設省の河川工事が始まり、調査不能になった。そのために工事の影響が最も少ないと考えた二子橋下流約100mのC地点で調査をするようになった。ここは平瀬川や野川の流出物の影響を直接受けにくく、橋げたの影響もほとんどない。また、水位を測るのに二子橋の橋げたを基準にできる。

川幅・水深・流速を調査することによって、そこを流れる水量がわかる。このために地形の調査を行った。水量が少なければ横断できるA～C地点で、川岸から1m間隔に水深を測り、また、それぞれの地点で、水面と、深さ10cmごとの流速を測り、その平均値をその地点の流速とした。水深を測るとき、川底が凹凸していて測りにくいので図2-2のような道具を作って使用した。

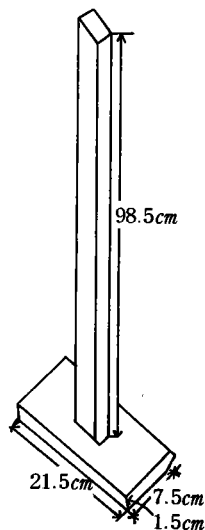


図2-2 水深を測る道具

(3) 調査期間

上記のような経過をへて、透明度、付着物、浮遊物の調査方法がほぼ確定した58年7月末から、これら3項目と流速、水位を加えて継続調査を始めた。そうして10月から1年間の継続調査を行った。その調査期間は次のようである。

秋：58年10月30日～11月13日。冬・前半：12月21日～1月8日。冬・後半：昭和59年1月28日～2月8日。春・前半：3月3日～4月8日。春・後半：4月29日～5月27日。梅雨：6月5日～6月21日。夏：7月27日～8月25日。

3 調査方法の工夫と調査内容

(1) 流速について

a 表面の流速（発泡スチロール法）

測定地点に1人が立ち、10mよりわずかに長いひもの一端を体に結びつけ、もう一方の先端に赤いプラスチックボールをつけ、そのボールを測定地点から流す。別の1人がストップウォッチを持ち川岸で測定する。測定地点から赤いボールまでの距離を10mとする。

こうしておいて、あらかじめ小さくちぎった発泡スチロールを持ち川の中の1人が水面近くで離す。そして、水面近くで発泡スチロールを離すときかけ声をかけ、ストップウォッチを持った人に知らせ流す。この瞬間、ストップウォッチを持った人がストップウォッチをスタートさせ、発泡スチロールが赤いボールの所に来たら、ストップウォッチを止めて時間を記録する。これを3・4回繰り返し、時間の平均を出す。

発泡スチロールを流す距離を10mと定めたのは、測定誤差が少なく計算しやすいからである。しかし、発泡スチロール法では、風の強い日などは誤差が大きくなるため測定しない。

この方法は、流速計が届くまでの応急方法のはずだったが、流速計では水面下6cmからの流速しか測定できない。そこで実際の表面流速は測れない。しかし、発泡スチロール法で測る流速は表面流速そのものなので、発泡スチロール法と流速計を使用する方法との流速の違いを出し、これを換算しなおした。

b 流速計による測定

電気流速計は58年3月に購入した東邦電探製電気流速計（CM-IM型）である。この流速計は、直接水に入れるプロペラ部分と測定機（メータ部分）をコードにつないで使う。

今までに調査地点が3回変わったが、そのたびに基礎データをとるために、川岸から3～4mごとに、表面近くから10cmごとの深さの流速を調べた。また、同じ調査地点でも調査の途中に、流速計で測れる水面すれすれの深さ、川底すれすれの深さ、これらの中間の深さの流速も調べた。

c 発泡スチロール法と流速計を使った表面の流速の関係

数多くのデータをもとに、水面下の10cmと水面の流速の関係を図3-1とした。このグラフは水面と水面下10cmの流速の差をもとにした。

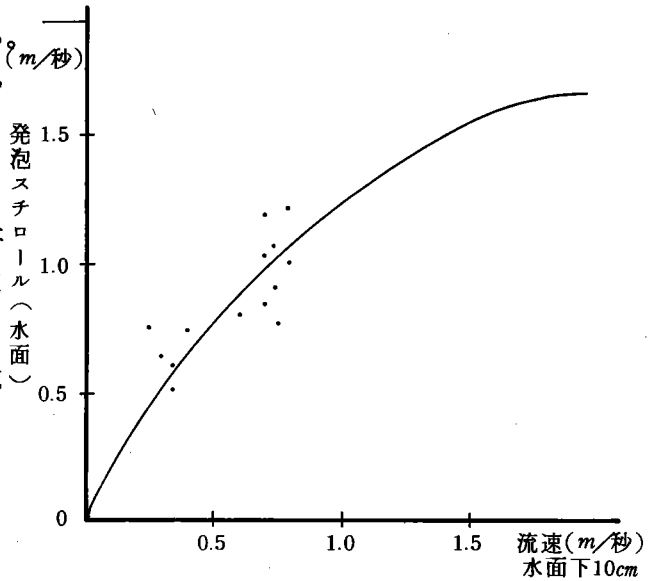
たとえば、水面下10cmの流速が0.1 m/秒のときに水面の流速は、0.2 m/秒

と速くなっている。このことから、表面の流速の方が表面下よりも速いといえる。

しかし、水面下10cmの流速が1.7 m/秒のときは、水面下の流速も1.7 m/秒となり、水面下と同じになる。

川の流れに、波が立つときと、立たないことがあって、波が立つと表面の流速はおそくなる。また、波が立つと発泡スチロールは流れにのまれるので表面の流速が遅くなるので、波の立っているときは発泡スチロールは使わないことにしている。

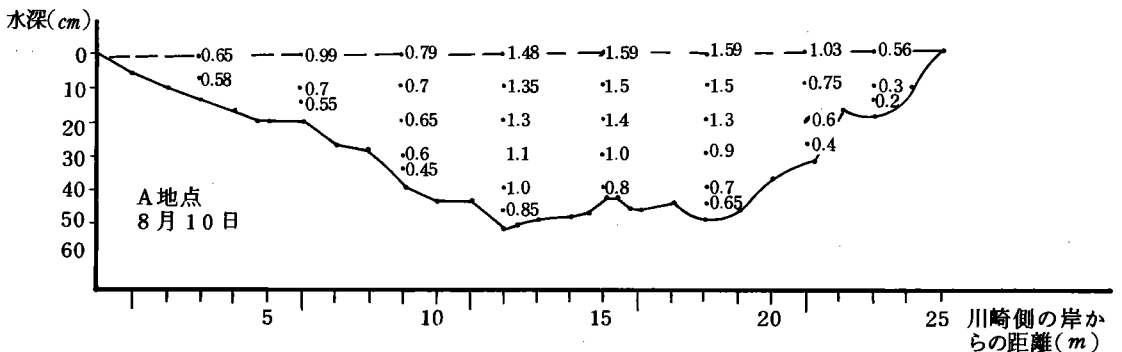
図3-1 流速計、および発泡スチロール法による水面の流速の関係



d 川の断面における流速変化

川の断面と流速の関係を図3-2~5とした。図3-2はA地点の58年8月の断面である。この図からわかることは、水面から川底に向かうにしたがって、流速は小さくなる。それと流速は川の中央の方が、岸よりも大きい。岸から6mの表面流速が0.99 m/秒、12mの表面流速1.48 m/秒で、12m地点のところの方が0.4 m/秒大きい。また12mの地点の表面流速とその地点の水深10cmの流速は1.35 m/秒で、表面流速が0.13 m/秒大きい。それと岸から6mの表面流速と9mの表面流速が0.99 m/秒と同じだが、その地点の水深が15cmのところでは、6m地点0.55 m/秒、9m地点0.68 m/秒で、9m地点の方が大きい。これは、6m地点の水深が20cm、9m地点が40cmで9m地点の方が深いため

図3-2 A地点58年8月上旬の流速 (m/秒)



と考えられる。同じように岸から12m地点の表面流速1.48m/秒、15m地点の表面流速1.57m/秒と15m地点の表面流速1.57m/秒と15m地点の方が大きくなっている。

しかし、これらの地点の水深30cmのところでは、12m地点1.1m/秒と15m地点1.0m/秒と表面流速が逆になっている。これは、12m地点の水深が50cm、15m地点が40cmと違うからである。

流速は、表面流速を除いて水深の深い所ほど、他に比べると同じ水深のときは流速の大きいことがわかった。このことは図3-3~5についてもほぼ同じ傾向がある。図3-3は58年の台風後のA地点で、大雨で水量が増加して、流速が大きくなると川底のようすが大きく変化することがわかる。

図3-3 A地点58年8月下旬の流速(m/秒)

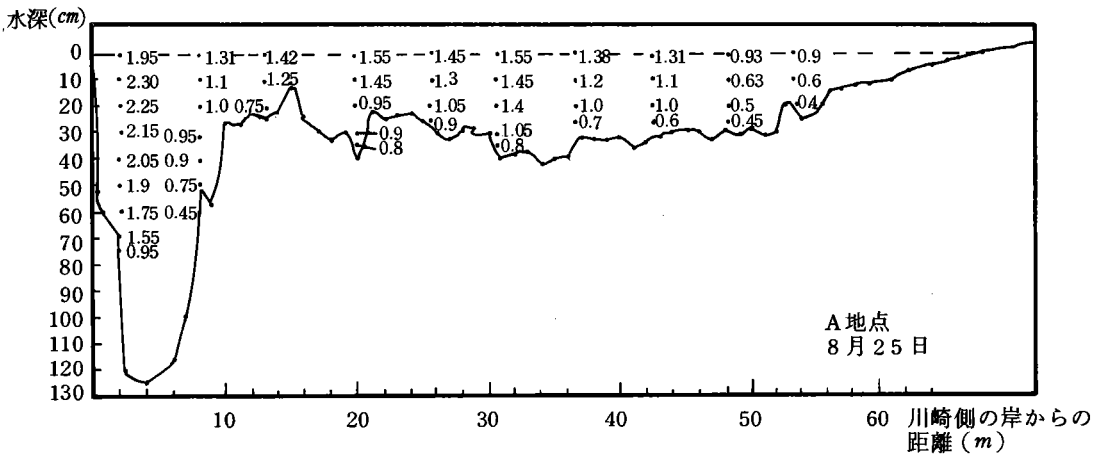


図3-4は59年5月25日のB地点、図3-5は59年8月23日のC地点の断面に関する測定結果である。

図3-4 B地点59年5月下旬の流速

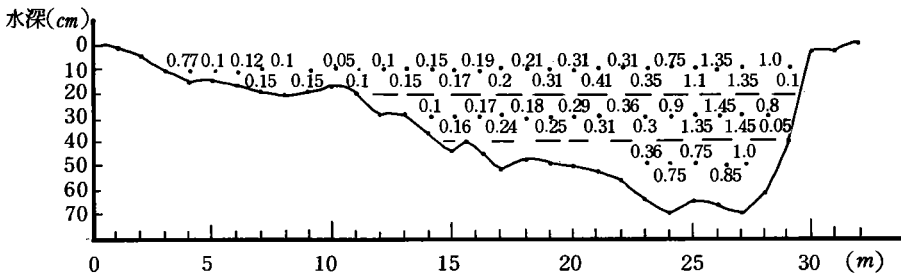
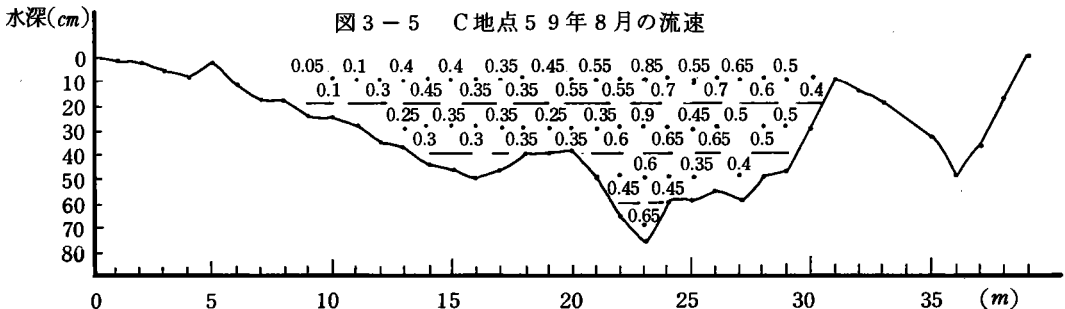


図3-5 C地点59年8月の流速



(2) 水位の測定

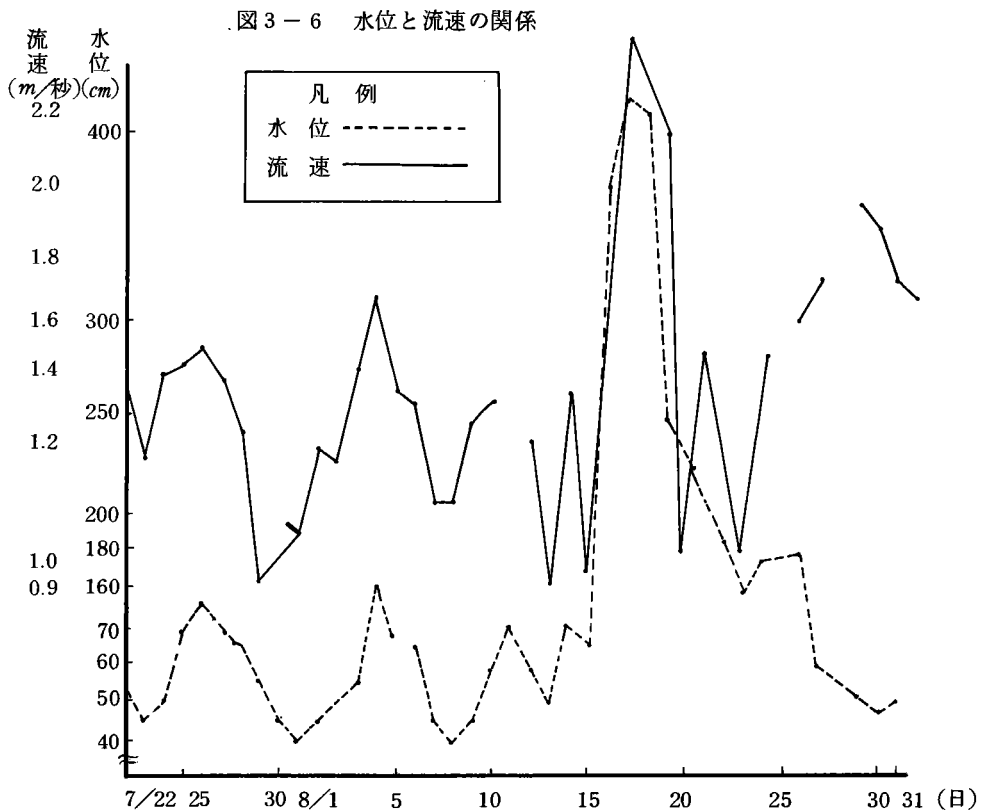
まとまった雨が降れば川は増水する。増水すれば流速も大きくなると考えて、流速と水位の関係を調べるために、水位も調査期間中は毎日調べた。

水位の測定場所は、58年に調査をしたときは二子橋の橋げたを基準とした。しかし増水したときは、橋げたまで行けないので困る。そのため、現地でどこがよいか話し合った。その結果、国道246号線の橋の下流の50mの所で測ることになり、ここには、コンクリートブロックが川に入りこんでいるので、そのブロックが水につかっている位置を測る。

この場所は、59年の4月まで測定を続けた。4月以降は二子橋の橋げたを基準にする。これは、建設省の河川工事のため、調査場所を変えたのでそこからすぐ近くで測定することができることと、また工事のあと地形が変わって橋げたまで行くことができるようになったためである。

a 水位と流速の関係

58年7月22日～8月31日(A地点)、59年の7月24日～8月26日(C地点)の水位と流速の関係を図3-6とした。この図によると、昨年の7月26日、8月4日、8月11日、8月16日には、水位が上がると流速も大きくなる。7月30日、8月8日、8月13日、8月15日、8月22日には、水位が下がり、流速も小さくなっている。このように水位が上がると流速が大きくなり、水位が下がれば流速も小さくなるが多い。



4 付着物の研究

(1) 研究動機

二子橋付近の川底のほとんどのレキには、緑ソウ類などが付着していて、にごりの原因となる小さな無機物もレキに付着したり、緑ソウ類にからまって付いている。ここでは、このソウ類と小さな無機物の2つをまとめて付着物とよび、この付着物を継続的に調査すれば、にごりの実態の一部がわかるのではないかと考えて調査項目に選んだ。

(2) 方法の研究

レキの付着物を集めるために、a：レキの選び方と付着物の採集方法。b：付着物の処理方法についていろいろと工夫した。

a レキの選び方と付着物の採集方法の工夫

(a)~(d) 川底の30cm四方のレキの採取

方形枠などをつくって工夫した。結局、30cm四方の方形枠では、境界のレキや、レキとレキの重なっているレキの扱い方が難しく、この方法は断念した。

(e) 付着物採集用プレート

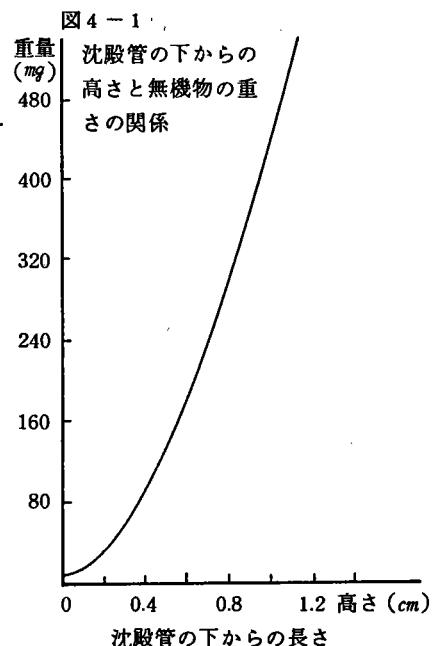
(a)~(d)の方法がよくないことに気づくうちに、付着物をレキの一定面積から採集すればよいのではないかと考えるようになった。白いプラスチック板であるAプレート(3cm×4cm)とBプレート(2cm×6cm)の2種類の長方形で、ともにこの板の中に12cm²の四角形の穴をあけたものである。穴の面積を12cm²にしたのは、川底のレキの大きさから考えて、この程度がちょうどよいと考えたからである。2種類のプレートを作った訳は、Aプレートはレキの形が丸いもの、Bはレキの形が細長いものの付着物を採集するために作った。しかし、実際に使ってみると、Aプレートのみでうまくとれることがわかった。

b 付着物の採集法

付着物は緑と茶の2種類がある。そこで調査地点でこの2種類を採集する。この2種類がそれぞれ最も平均的に付着していると思われるレキを4個づつ採集し、川原でAプレートをレキの上におき、プレートの穴の部分を歯ブラシでこすりとり、あらかじめ水を入れてあるフィルムケースに1試料づつ4本、計8本に入れて学校に持ち帰った。実際には川崎側と東京側の2ヶ所が調査地点なので、合計16本の試料を1回の調査で持ち帰る。

c 付着物の処理方法

川で採集した付着物をまず、顕微鏡で観察した。砂のような無機物と、緑色のソウ類などがある。この無機物と有機物



の分け方をいろいろ考えたが、わからない。先生から遠心分離器の話がでて、これを買って使用することにした。遠心分離によって無機物と有機物は分けられるようになったが、遠心分離器の沈殿管の底がU字型になっているので、図4-1のような底からの高さによる体積の換算グラフをつくり、これを用いて体積を求めた。同様に底からの高さで無機物の質量の換算グラフを作成した。なお有機物は比重を1として計算した。

(3) 結果と考察

この1年間の調査結果を次の図4-2～4のようにグラフ化した。

図4-2 秋、冬の継続調査の結果

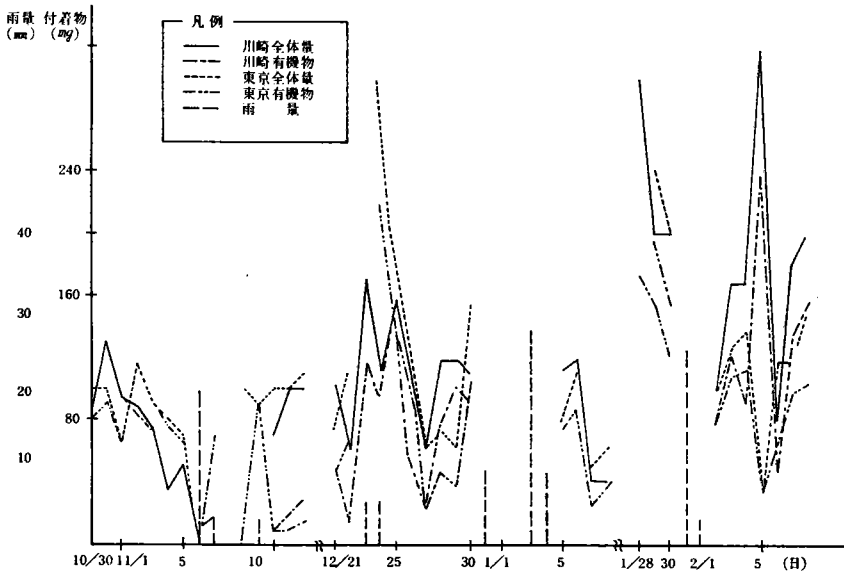


図4-3 春の継続調査の結果

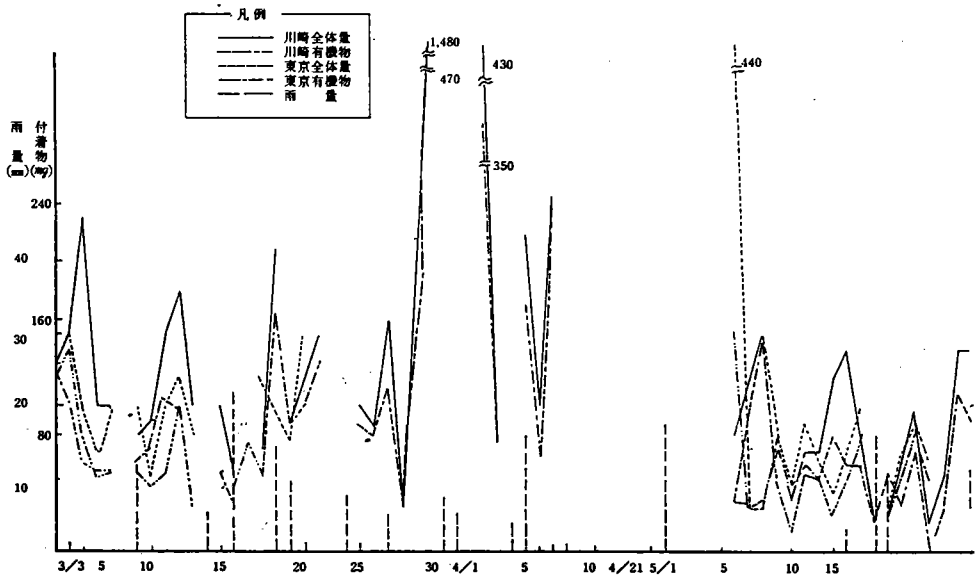
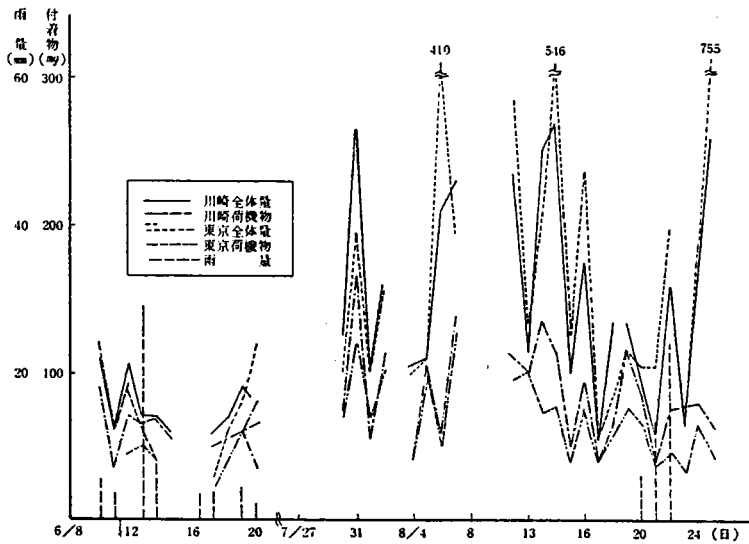


図 4-4 梅雨期・夏の継続調査の結果



a 普通型

表 4-1 各調査期間における付着物の変化傾向

川崎側の付着物が増加するとき、東京側も増加し、川崎側が減ると東京側も減るという変化の傾向を普通型と名づけた。この普通型のおこる割合は表4-1のように梅雨期>秋、夏>春>冬である。冬を除けば、ほぼ70%以上の日が普通型となっている。

	期 間	普通型の割合	周期 (日)	付 着 物			川底の流速(m/秒)
				全 体	有機物	無機物	
秋	10/30~11/31	77%	2~3	90	85	5	0.52
冬1	12/21~1/8	/	3~4	100	80	20	0.43
冬2	1/28~2/5		4	150	120	30	0.13
春1	3/3~4/11	77%	2~3	90	60	30	0.39
春2	4/24~5/26	64%	2~3	80	50	40	0.39
梅雨	6/5~6/20	75%	3~5	80	60	20	0.43
夏	7/24~8/26	96.5%	2~5	150	70	80	0.46

b 逆型の原因

川崎側は減少するが、東京側は増加するというような変化を逆型と名づけた。普通型以外のときはすべて逆型で、降雨後に川崎側が減少しても、東京側は増加することが多い。

この理由は、降雨による増水量、これにしたがう流速の増加の関係が、川崎側のほうがはげしいからではないかと考えた。川崎側の上流(調査地点の約500m)に支流の平瀬川が合流して、この川の増水の影響が強くなるためと考える。この平瀬川は普段でも水が汚れている。また川底も多量の付着物があるので降雨により、この付着物が多量に本流に流れ込むからである。その点、東京側は近くで支流が流れ込まないので、そのような影響がないので逆型になる。

c 付着物の量と、増減の周期、および流速との関係

各季節の付着物の全重量と付着物の周期、および流速のそれぞれの平均値を図4-5に示した。

この図によると流速が大ききときは付着物の量が少なく、表4-1のように周期も小さい。これは、流速が大きくと付着物はレキからはがれ易く、そのために付着物の量も少ない。また、有機物の成長しても流速が大きければ早くはがれてしまうので周期は短くなる。このように、これら3つの間には、相互関係があると考えられる。

d 有機物と無機物の割合

一般に付着物の総量と有機物、無機物はほぼ同じ変化の傾向を示す。しかし、冬の後半から春の前半にかけて、無機物の占める割合が小さい(有機物の量が多い)。また逆に夏は無機物の占める割合が大きい。(図4-6参照)。

これは、冬と春は流速が小さいために、無機物はあまり運搬されない。逆に夏は流速が大きいために運搬されやすく、緑ソウ類などにひっかかりやすくなるのではないかと考えた。

図4-5 流速と付着物の量の関係

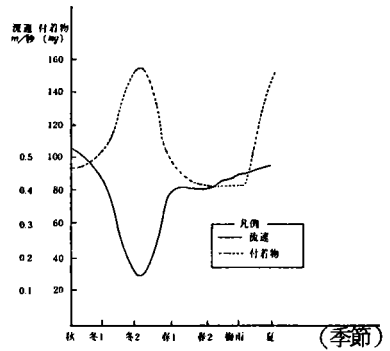
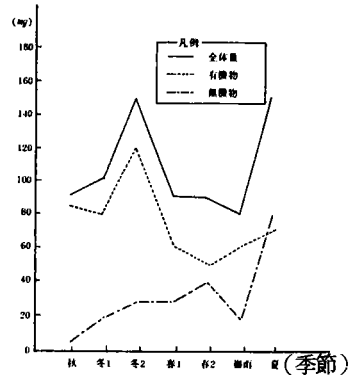


図4-6 有機物と無機物の関係



5 浮遊物

(1) 研究動機と研究目的

多摩川に行くと、晴天が続いて水がすんでいる時でも、レキの付着物であったと思われる緑ソウ類などが流れてくる。これも、川の濁りの原因の一つと考えて、濁りの研究の始めから調査項目にした。この川の流れによって漂っているものの実態をまず調べる。次に透明度や付着物、流速などの関連をはっきりさせることを、この研究の目的とした。

(2) 採集方法の研究と処理方法

a 採集方法

採集方法は改良を重ねて現在の方法は5回目に当る。これらはすべて、浮遊物を採取するときの誤差をへらすために改良してきたものである。ただ浮遊物の量を調べることが目的なので、いつも一定時間(1分間)と一定の面積、または一定水量中の浮遊物について調べた。

方法：ふるいを使う方法

水中へ2mmの目で面積314cm²のふるいを1分間、水中へいれ、それにひっかかったものを採集した。しかし採集できるものよりアミをぬけるものの方が多く、また、アミに付着したものを取るのが難しいので別の方法を考えた。(測定は東京側と川崎側の2ヶ所)。

方法2：フルイの枠を二重にする方法

フルイの方法ではアミに付着したものを採取することが難しいので、一辺が30cmのわく2つの間にアミをはさみ、方法1と同様に測定する。

方法3：金アミを針金の枠に取りつける方法

方法2の方法は、わくを作るのにかなり手間がかかる。全域調査の時に多量のアミが必要となったので、別の方法を考えた。針金(太いもの)をわくにし、アミ(同上を使用)をとりつけて測定した。

方法3：ストッキングを針金の枠に取りつける方法

今までの方法ではアミを通過してしまうような細かい無機物は、測定できなかったもので、アミのかわりにストッキングを使用することにした。

確定した方法

アミを直接水中に入れて採取する方法は、水の抵抗により、一度ストッキングに、付着したものが、また、はがれて流れていってしまう欠点などがある。そこで次の方法を考えた。

新しい方法は、方法3で使用したストッキング製のアミを直接水中へ入れるのではなく、バケツでくんだ川の水(15ℓ)をアミにいいいにそそぎ込み、ストッキングの上に残ったものを浮遊物とした。しかし、バケツ一杯では少なすぎて誤差が大きくなるので、10杯(150ℓ)に採水量を増やした。この方法なら流速の影響も少なく、利点が多いので、この方法を用いることにした。

b 浮遊物の処理方法

川で採集してきた浮遊物をストッキングから水で洗い、適当な容器に移して沈殿させる。沈殿させる理由は、採集物に油などが始めから浮いていることがある。このようなものは、遠心分離器にかけても沈殿しないので測定できない。そこでこれらのものは始めから除いて沈殿させる。

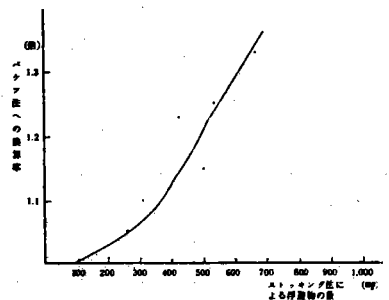
このようにした試料を水の入ったまま沈殿管に移し、遠心分離器で有機物と無機物を分けて、図4-1の換算表を用いて無機物の質量を求める。次に、沈殿管中の浮遊物をろ過して、全体量を求め、これから無機物の質量を引き有機物を求めた。

c 浮遊物の流量の計算方法

58年の秋から2月までの冬のデータは、方法に書いたように168cm²のストッキングの網に1分間に付着した量であり、3月からは、バケツ一杯(15ℓ)10杯分の水に含まれている浮遊物の量を求めた。このように3月以前と以後では方法が全く違うので、これらの結果をそのまま使えない。そこで、バケツ法に換算し直した。

水150ℓが特定の流速(秒速)で網(168cm²)を通過するのに要する時間(秒)をxとする。

図5-1 ストッキング法とバケツ法の換算図



$$168 \text{ cm}^3 \times \text{秒速} \times x = 150000 \text{ cm}^3 \dots\dots (A)$$

$x \div 60 = y$ 、 y は網法で1分間に換算したときの率

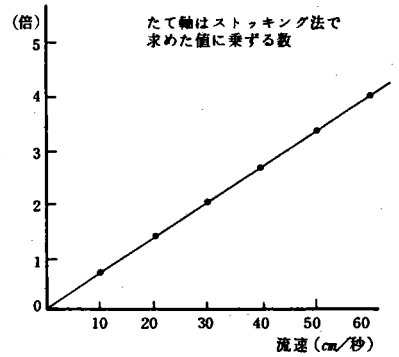
A式の秒速を10、20... $\text{cm}/\text{秒}$ として y を求めた結果を

図5-1とした。この図をもとにして換算した。

d ストッキング法による誤差の補正法

ストッキング法は方法に書いたような誤差がある。そこで、同じ日に、同じ場所でストッキング法とバケツ法の両方で浮遊物を採集して、どのくらいの差があるかを調べたのが図5-2である。この図にしたがって、2月までのストッキング法による結果を補正して用いた。

図5-2 ストッキング法とバケツ法の換算



(3) 結果と考察

a 季節による浮遊物の量の変化と流速の関係

図5-3 秋の継続調査の結果

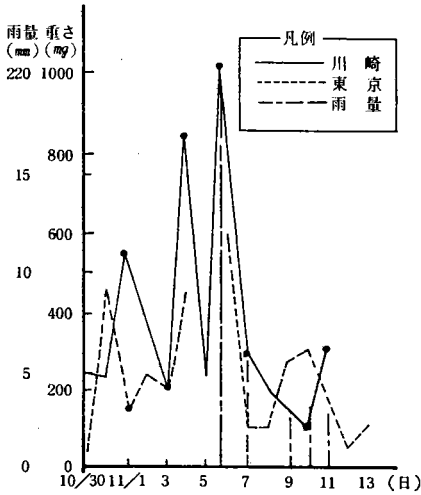


図5-4 冬・前半の継続調査の結果

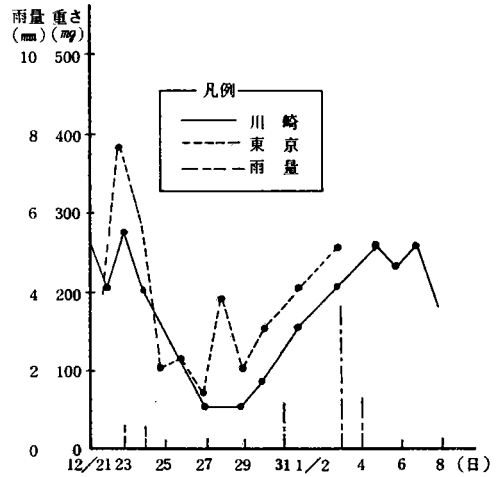


図5-5 冬後半の継続調査の結果

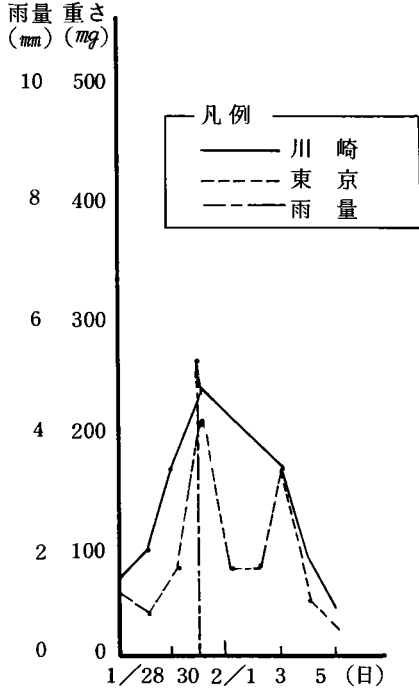


図5-6 春の継続調査の結果

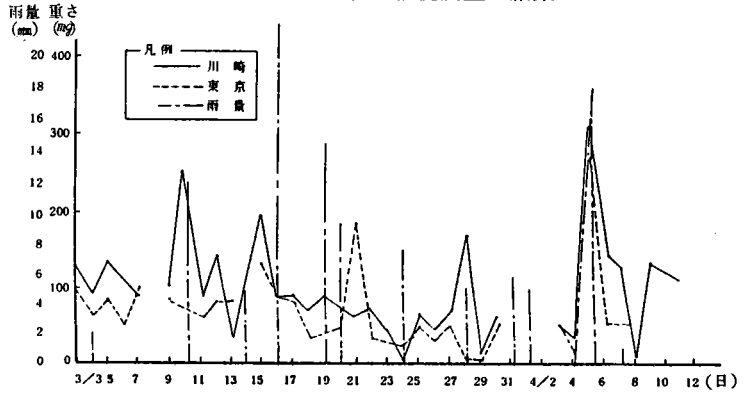


図5-7 春後半、梅雨期の継続調査の結果

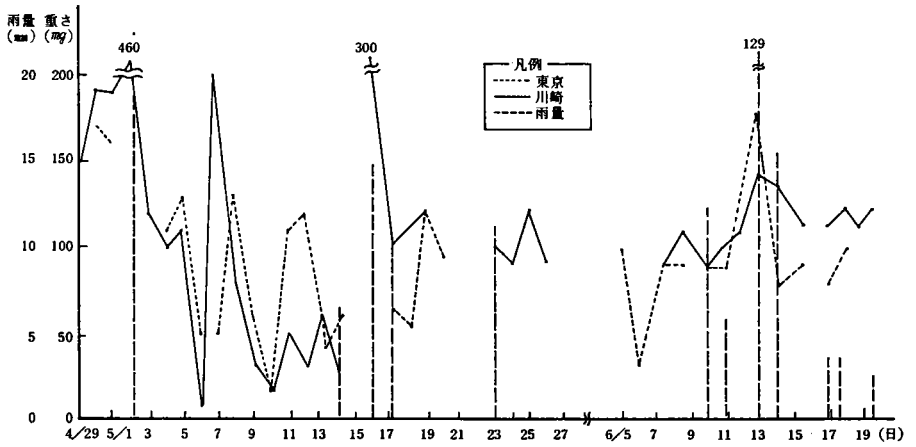
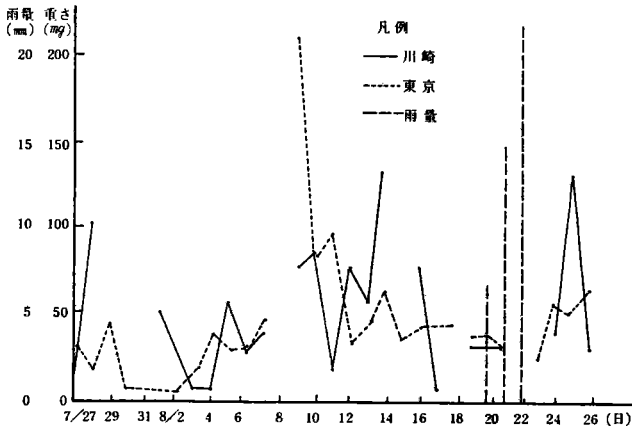


図5-8 夏の継続調査の結果



58年秋から、59年夏までの1年間で流れた

表5-1 季節ごとの付着物と浮遊物の量の周期の関係

浮遊物の調査結果を図5-3~8としてグラフ化した。また、この季節ごとの量や増減の周期、および浮遊物の量と関係のある付着物の量をあわせて表5-1にまとめた。

これによると58年秋から59年夏までの1年間に二子橋付近で流れた浮遊物の量(季節毎の1年間の換算)を表5-3とした。これによると梅雨期が最も多く350mg/

	普通型		1日当りの平均採取量 (mg/分 168cm ³)	1日の増減幅の平均値 (mg/分 168cm ³)	周期の長さ (日)	川崎と東京の量の違い	
	付着物	浮遊物				付着物	浮遊物
秋 (0.52m/秒)	86%	50%	301	220	2~4日	K>T	K<T
冬 (0.28m/秒)	48%	90%	173	70	5~7日	K=T	K>T
春 (0.39m/秒)	77%	70%	256	195	2~5日	K>T	K>T
梅雨 (0.43m/秒)	82%	90%	348	78	2~4日	K=T	K>T
夏 (0.46m/秒)	100%	65%	1631	141	6~7日	K=T	K>T

分・168cm³である。次が

各季節における浮遊物と付着物に関連する値

58年秋で、最も少ないのは冬の後半で133mg/分・168cm³である。このような浮遊物の量の変化についてその原因を考えてみた。

もっとも関係の深いのは

表5-3 一年間に二子橋付近を流れる浮遊物の量の推定

流速である。また浮遊物の増減の周期にも関係がある。そこでこの3者を図5-9にまとめた。

秋から梅雨期までは図5-9のように、浮遊物の量の多い季節は流速は大きく、一方が小さければ他方も小さいという関係である。流速の大きい季節は、①一般に降雨により、流域から土砂や植物、ごみなどが川に流れ

季節	調査期間	A 同じ季節と考えた期間	B この期間の浮遊物の量 (mg/分・168cm ³)	C 水位から求めた断面積(m ²)	B×60×24×5 A×C/168÷10 (t)
秋	10/30~11/13	10/1~11/30 (61日間)	301	12	18.88
冬1	12/21~1/8	12/1~1/27 (59日間)	173	12	10.49
冬2	1/28~2/5	1/28~3/2 (34日間)	133	12	4.65
春	3/3~3/30 4/3~4/11 4/29~5/26	3/3~5/26 (84日間)	256	11.1	20.47
梅雨	6/5~6/20	5/27~6/22 (28日間)	348	13.6	11.37
夏	7/24~8/26	6/23~9/30 (100日間)	166	12	16.76
				合計	82.62

込み、これが流れてくる。

②二子橋より上流のレキの付着物は流速が大きいため流れ出す。③流速の小さい時期に川底に堆積していたものは流速が大きくなって再び流れる。

これら①～③の原因で、浮遊物は多くなると考えた。

しかし、夏は、流速が、 0.46m/秒 と秋に次いで大きいにもかかわらず、浮遊物の量は1年間を通して2番目に少ない $163\text{mg/分}\cdot 168\text{cm}^3$ である。この理由として次のようなことが考えられる。梅雨期に間に支流や二子橋付近の堆積物が、ほとんど流されてしまって、夏になるときは付着物や堆積物が少なくなるために、夏が他の季節より浮遊物が少なかったと考えた。

浮遊物の量とこの増減の周期の関係

一年を通して、浮遊物の量が多い季節は増減の周期は短かく、少ない季節は長くなる傾向がある。

雨が降れば水量が増えて流速も大きくなり、浮遊物の量も多くなる。この雨による水量の増加がおさまると、流速も小さくなり浮遊物の量も減る。このようなことが、浮遊物の増減の周期に大きな影響を与える。しかし降雨の少ない季節でも浮遊物の増減には、季節による特徴がある。この原因は、浮遊物の重要な源になる付着物の周期と深い関係があると考えた。二子橋付近では、レキの付着物に周期がある。したがって、二子橋の浮遊物の量を左右する二子橋より、やや上流の付着物にも当然周期があると同時に、季節による変化傾向は、二子橋の付着物の季節変化と似ているのではないかと考えた。そこで二子橋付近の付着物と浮遊物のそれぞれの周期の季節変化を図5-10とした。すると、この両者の周期は梅雨期を除くと、よく一致する傾向を示している。

したがって、二子橋よりやや上流の付着物の量の増減が浮遊物の周期を左右することが分かった。

一年間に二子橋付近を流れる浮遊物の量の推定

二子橋付近を流れる浮遊物が1年間でどのくらいの量になるかということは、この研究をはじめから考えていたことである。

そこでこのことを調べることにした。しかし1年間、毎日調査したのではないから季節ごとの結果をもとに、同じ季節に属する調査の日の浮遊物の量や、流速を推定して、計算を行った。その結果、一年間を二子橋を通る浮遊物の合計は 82.62t となった。

表5-2 1日の平均降水量(mm)

冬 1	0.3 2
冬 2	0.1 7
春 1	0.1 8
春 2	0.2 4
梅 雨	0.6 7
夏	0.2 2
秋	0.2 0

図5-9 浮遊物の周期と流速の関係

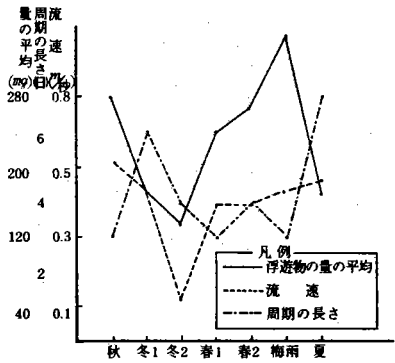


図5-10 付着物と浮遊物の周期の関係

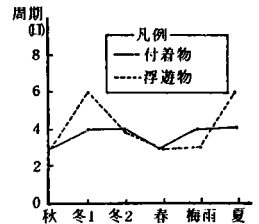
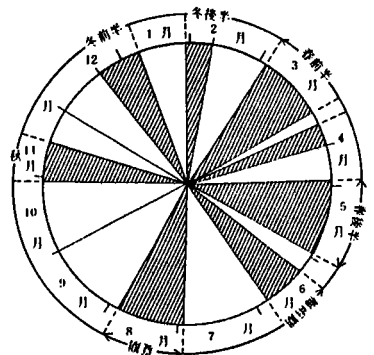


図5-11 一年間の調査期間および総算のための季節ごとのふりわけ



6 透明度の研究

(1) 透明度を測定する方法の研究

a 方法1 はじめに考えた方法：水中に沈めていく物を何にするかを考えた。円形（約直径 5 cm）か、正方形（1辺が 1 cm）で白色の板を使う。白色の板で測定すると川底まで見えてしまい、測定には不向きである。

b 方法2 糸を用いる方法：白色の板のかわりに糸を使う。2本の棒の間に糸を張って、中に沈め測定する。この方法では水面で光が反射して、水中の糸が見えにくい。それと、糸がたるんでしまう。このため水面の反射を防ぐ道具を工夫し、漁師が使うタルメガネを使って水中をのぞくことにする。

c 方法3 小プレートを使う：水中に沈めていく物を小さくした。これはプラスチック板（厚さ 0.5 mm）を切って使った、たて 1.0 cm × 横 2.5 cm のプレートである。

このプレートは、まず文字を書いた紙をはりつけ、次にその上から無色透明のプラスチック板をかぶせて作る。この方法では文字が読めなくなるどころか、文字かどうか半断できないことも多いので、新しい方法を考えることにした。

d 方法4 パイプ法：川で直接プレートを沈めて測定するとき、光の反射が問題になる。その為、川岸でアクリルパイプ（内径 3 cm、長さ 1 m）に川の水を汲み入れる。その中にプレートを入れ測定する。しかし、この方法では、晴の日と曇りの日では、明るさの条件が違う。

e 方法5 室内法：測定の時の明るさが問題になったので、条件を同じにするため室内の明るさだけで行う。学校まで水を持ち帰り、これをアクリルパイプに移して、暗幕をして蛍光灯の明るさのもとで測定する。測定の誤差を考え、測定者の視力が問題になった。そのため視力が 1.0 ~ 1.5 の人を選んで 4 ~ 5 人で測定しその平均を求めた。

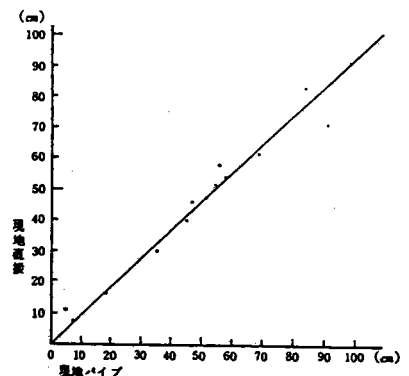
方法6 確立された方法

(a) 改良小プレート法（直接法）：小プレート黒と白の2種類を作る。大きさは、たて 2 mm、横 1 cm である。そしてそれを、長さ 1 m の金属棒にプレートをつけて水中に沈めていき、見えなくなるまでの長さを測定する。測定するときはタルメガネを使う。

(b) 現地パイプ法：アクリルパイプ（内径 3 cm、長さ 1 m の底にゴム栓をして、川岸で前記の金属棒につけた改良プレートが見えなくなるまでの長さを測定する。図 6-1 現地直接法とパイプのグラフ

室内実験法：パイプ法での測定を、室内で行う。暗幕をして、蛍光灯のみの明るさの下で測定する。

(c) 1. 現地直接法と現地パイプ法の関連：直接法で測定できるとき、パイプ法でも透明度を測定した。そして、これらの2つの換算グラフを作り、これを図 6-1 とした。明るさは同じ条件であ



るが、光が、直接法は水面からだけに対し、パイプ法では四方から光が入ってくるのでよく見えるように思えた。しかし、結果を見ると、大きな差はなかった。図6-1を見ると、現地直接法の60 cmはこの方法でも約60 cmである。

- (d) 2. 現地直接法と室内パイプ法の関係(換算):
 現地直接法で測定すると、ほとんど川底まで見えてしまう。そこで、室内実験(パイプ法)の数値から現地実験(直接法)の数値に換算するためのグラフを作った。(図6-2)

縦軸に直接法、横軸にパイプ法のデータを取り、点のばらつきを中心に直線をひく。

このようにグラフの点がばらついているのは、その日によって明るさが違うためで、この直線は晴れの日や、わりと明るい日のものである。これで、室内実験をすれば、現地実験の数値が求められる。

- (e) 3. 白プレートと黒プレートの関係: 透明度がある程度大きいときは白プレートの方がよく見える。しかし、透明度が小さいときは、黒プレートと白プレートによる透明度の差が小さい。

これは、黒プレートで測定した場合、ある深さまで沈めると、それ以上見えなくなり、透明度が変化しなくなるためである。これは図6-3を見てもわかる。このことから、黒プレートの測定値では透明度の正しい変化を知ることができない。

(2) 結果と考察

- a 秋(10月30日~11月13日): 川崎側と東京側を比較すると、11月7、11、12日をのぞき、川崎側の方が透明度が小さい。また、原液とろ液を比べると、原液の方が透明度が小さい。

雨が降ると普通その日のうちに透明度が小さくなる。11月6日に雨が降ったとき前日の川崎側で85 cmだったのが翌日の11月6日に50 cmになり、35 cm小さくなった。この時、ろ液の透明度も小さくなった。そして、翌日には92 cmになり透明度はよくなる傾向がある。

- b 冬(12月21日~1月8日): この季節は、降雨が少ないので、比較的透明度は安定している。

図6-2 現地直接法と室内パイプ法の関係

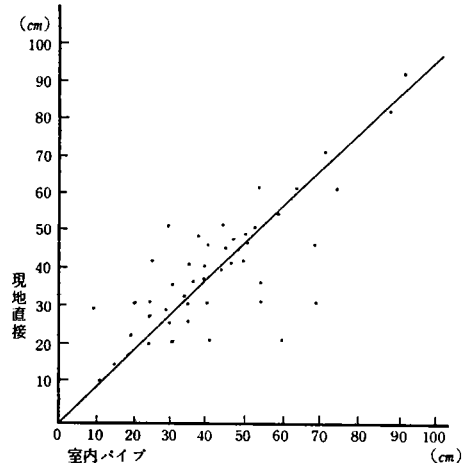
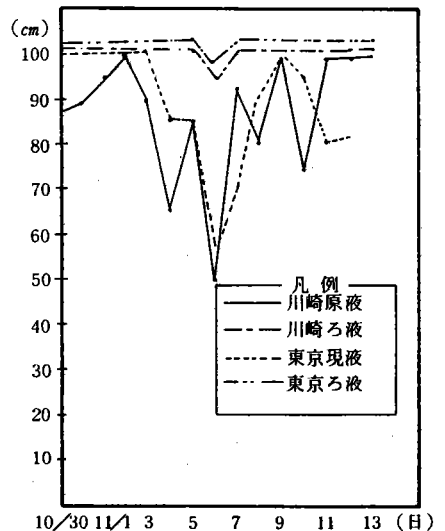


図6-3 秋の調査結果



グラフから読み取ると、川崎側の原液における最小は50cmで、最大は75cmである。また、川崎側の方が透明度が小さい。12月29日は東京側の方が透明度が小さいが、これは、東京側の数百m上流で土木工事があったためと思われる。

(1月30日～2月6日)：川崎側と東京側を比べると川崎側の方が透明度が小さい。1月31日に雨が降り、その日のうちに、原液・ろ液の透明度が小さくなった。また、その日以外のろ液の濁度は、ずっと1mであった。

c 春(3月3日～4月11日)：この期間中は降雨が多く、37日間で17回もあった。雨が降った日に影響が出たのは7回、翌日に影響が出たのは4回である。

この期間中、ろ液の濁度が1mなのは少なく、だいたい原液と同じくらいである。これは、ろ液の中にもろ過ぎきれない細かい物質が多いことを示している。

(4月29日～5月24日)：この時期は平均透明度が小さく約40cmである。

雨の影響は、16日の16mmの降雨でその日のうちに影響が出ている。川崎側・東京側とも13cmで透明度が小さい。

d 夏(7月24日～8月24日)

図6-4 冬前半の調査結果

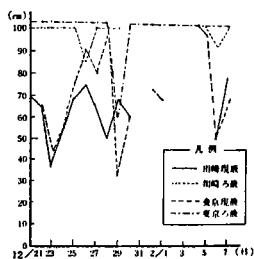


図6-5 冬後半の調査結果

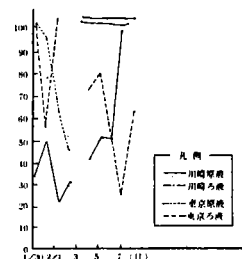


図6-6 春前半の調査結果

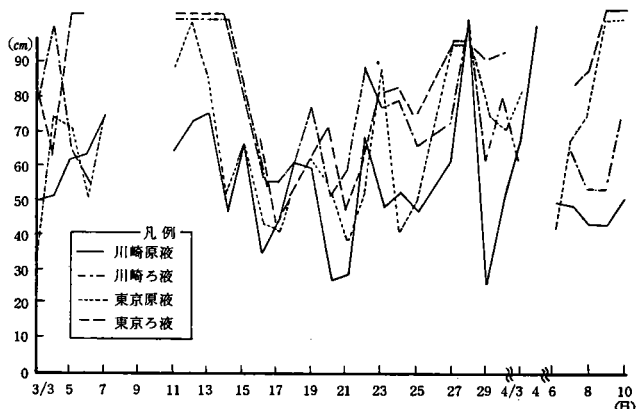


図6-7 春後半の調査結果

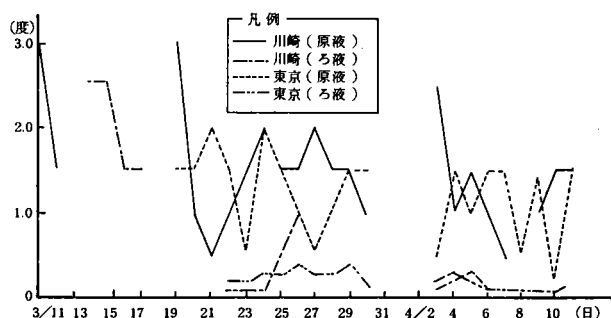
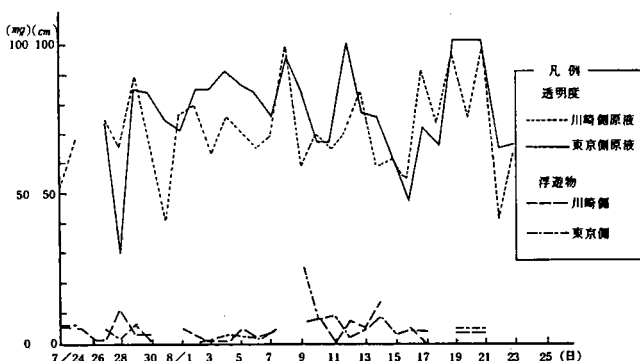


図6-8 夏の透明度と浮遊物の関係



ここでは、浮遊物との相互関係を中心としてみていく。ふつう、透明度が大ききときは、浮遊物は少ない。また、その逆もいえる。

このように、夏の調査期間中は、浮遊物と透明度には負の関係がある。

(3) 季節による透明度の変化

各季節における透明度の平均を求める。今年の夏のように雨が降らないときの透明度を、川崎・東京側のデータをもとに平均を求めた。

その結果を図6-9とした。

秋(10月30日～11月13日)は透明度がよく、川崎側で約90cmと一番高い。それに対し

て梅雨期(6月5日～6月21日)は透明度が約3.4cmと一番低い。昨年の秋(10月30日～11月13日)と、今年の夏(7月26日～8月25日)は、透明度9.0cmと6.9cmで良いが、冬(12月11日～1月18日、1月30日～2月8日)にかけて、透明度6.4cm、5.4cmと少し下がっている。

春(3月3日～4月9日)には、雨が8回もあったが、平均すると透明度6.0cmである。4月29日～5月25日は透明度4.1cmと低くなり、梅雨期(6月5日～6月21日)は3.4cmと最低になる。これは、雨の影響が大きいものといえる。

(4) 川崎側と東京側の比較

1年を通して東京側の方が川崎側より透明度がよい。

各季節の透明度の平均のグラフから川崎側と東京側を比べると、東京側の方が透明度が大きき場合が7回のうち6回ある。12月21日～1月18日だけ川崎側の方が透明度がよい。これは、年末から年始にかけて一般家庭から出る排水が少なく、平瀬川に流れこむ排水が少ないのが原因として考えられる。

(5) 透明度と雨の関係

調査結果をもとに、雨が降った日と、その前後の日の、川崎、東京側の透明度を表としてみた。

そして、雨が降ると、その日のうちに透明度が下がるのか、それとも次の日に影響を及ぼす

図6-9 季節による透明度の変化

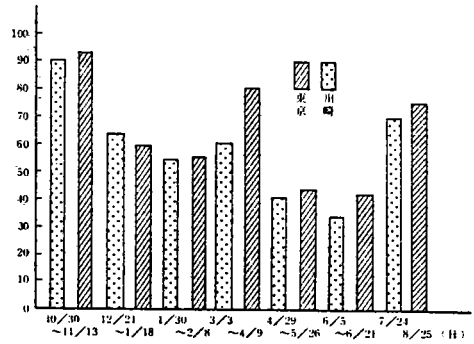


表6-1 透明度と雨の関係

月日	雨量 (mm)	川崎原液	東京原液	月日	雨量 (mm)	川崎原液	東京原液
11. 5		85	85	5. 2	18.5		
6	2.0	50	57	13	0.4	28	24
7	3.5	92	70	14	6.6	52	52
8		80	90	15		52	80
9	1.0			16	16	13	13
10	3.0	76	95				
11	1.1		80	6. 9		19	45
				10	5.2	40	46
				11	2.5	65	75
12.22		65	67	12			40
23	0.5	36	45	13	29	28	43
24	0.5	55	55	14	6.0	35	40
1. 31	2.6	47	94	7. 27		76	74
				28	18	64	30
2. 1	1.5	20	60	29		90	86
3. 13		75	85	8. 20		75	
14				21	7		
15		65	65	22		40	65
16	2.2	34	43				
19	14.5	58	63				
20	9.0	27	53				
		47	87				
		53	40				
		95	95				
		26	73				

のか調べた。

降雨があった日のうちに透明度が下がるのは、雨量が5.5mm以上の場合であった。逆に、雨量がそれより小さいと透明度が翌日に小さくなる。(表6-1)

7 濁度の研究

(1) 研究動機と研究経過

昨年は、多摩川から採水してきた水の透明度だけを測定していた。しかし、その際、1mある透明度測定用パイプの底まで見えてしまうことがたびたびあった。このままでは、透明度が1mより大きいときは、透明度がどの程度かを知ることができない。

このため、昨年もこのような透明度についての測定方法を考え続けた。はじめは、測定用パイプを2mの長さに変えればよいと考えた。しかし、パイプが1m以上長くなると上からのぞいて測定することが難しくなり、正確な結果が得られない。

昨年の夏は、薬品を使って黄色や赤色などの色により濁度何度といったスタンダードを作り濁度を調べようとした。しかし、川の濁りの色は実際はうす茶色に近いため、結局正しい濁度測定はできなかった。

そしてその後にもっとよい方法を探した結果、3月になって水道水の濁度までも測定できるという方法を見つけた。(参考文献-上水試験方法、日本水道協会)この方法で行うことにした。

(2) 研究目的

濁度測定の研究目的は、透明度と濁度との関係をみるためである。透明度との関係がわかれば、透明度が1m以上でも、濁度を測定することにより、透明度がどの程度かを知ることができる。

次に、多摩川の濁度そのものを測定して、川の濁りの程度を知る、ということもあり、また、川の水をろ過して、ろ液の濁度を測定し川の濁りの原因がどのようなものか、また、特に粒の大きさを知る手がかりになると考えられる。

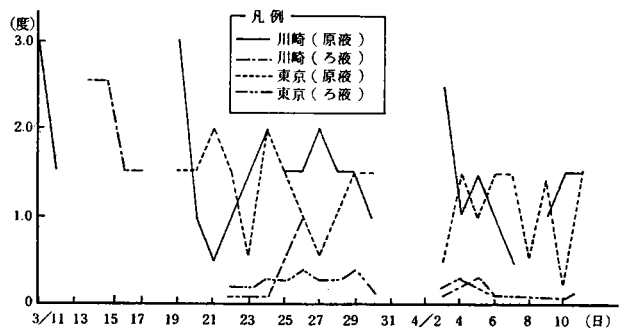
原液の濁度とろ液の濁度を比べると、浮遊物や沈殿物との関係もいっしょにみていく。このことから、川の濁りの程度がどのくらい
の大きさの粒に左右されるかを知ることができる。

(3) 研究方法

濁度を測定するにあたって、カオリンを蒸留水と混ぜてスタンダードを作り、これと川から採水してきた水をそれぞれ比色管に入れて上から見比べる。そして、同じ濃さに見えたときのスタンダードの値を読む。

透明度の測定と同じように、ろ液

図7-1 春・前半の調査結果



の濁度も測定する。この方法は、原液と同じである。

(4) 結果と考察

a 降雨後における濁度の変化傾向について：ここでは、濁度が降雨後にどういった変化を示すか調べる。まず、降雨後の濁度は、雨量、降雨間隔に関係して、レキの付着物、川底の沈殿物、流域の流出物の様子によって違うだろうと仮説をたてた。

具体的に考察したのは、4月4、5日と5月16日の降雨後の変化である。前者は、その日の雨量が比較的大きく(21mm)、降雨間隔が小さい(2~3日)場合で、後者は雨量27.5mm、降雨間隔11日で、前者と逆の型である。

降雨後における原液の濁度は、雨量が同じでも、降雨間隔が小さい方が大きくなる。

また降雨後は、普通水量が増え流速も大きくなるので、濁度は大きくなる。しかし、降雨後に濁度が小さくなることもある(4月7日、5月17日、6月14日など)。

そこで、その傾向が起こる条件を調べた結果、降雨間隔が1日のときは、前の降雨の雨量が小さいときに起こりやすいことがいえた。

b 降雨後におけるろ液の濁度の変化傾向：

前項目では、原液の濁度と降雨との関係を調べた。ここではろ液について考える。

調査結果のうち、時期ごとの降雨のパターンが2つある。1つはその時期の総雨量は小さいが、降雨が数日に分かれている場合、もう1つは、総雨量は小さいが、まとまって降った場合である。

前者の場合は、ろ液の濁度は小さく、後者の場合は大きい。

c 東京側と川崎側の濁度の変化傾向：濁度の測定結果(3月3日~8月23日)のうち、東京側と川崎側が互いに逆の変化を示す割合は26%である。そのような変化(逆型)が起こる原因を考えた。

逆型の変化は、降雨後に多く見られるが、

図7-2 春・後半の調査結果

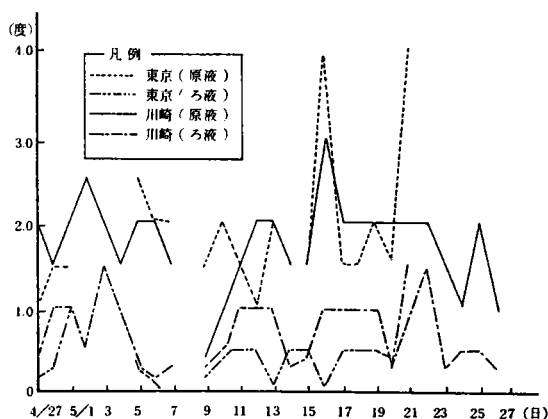
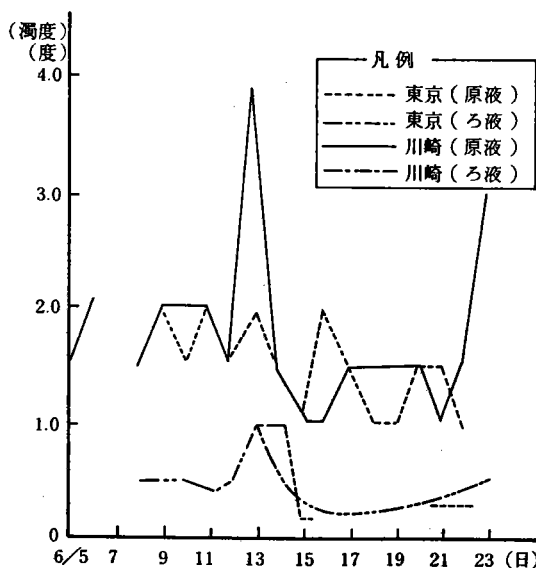
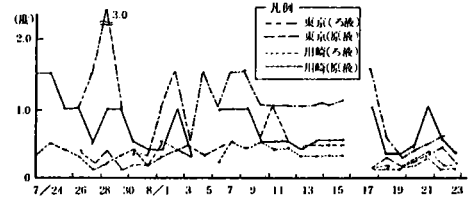


図7-3 梅雨の時期の調査結果



この原因を以下のように考えた。調査地点の約700 m上流の川崎側に流れこんでいる平瀬川の影響が考えられる。つまり、ふだんは川崎側、東京側とも毎日の濁度の変化傾向は似ている。降雨があると、平瀬川の流域から土砂が流れ込み、川崎側に影響があらわれる。そして、降雨後の3〜6日間に逆の変化となる。また、流域から平瀬川に流れ込んだ土砂が、色々な理由（土砂が少なくなった、流速が小さくなった等）で流されなくなると、逆型の変化はなくなると考える。

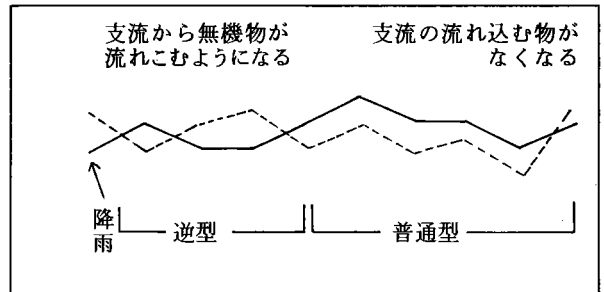
図7-4 夏の調査結果



d 透明度と本研究の関係： 濁度測定の研究目的の1つに、透明度が100 cmより大きい場合でも、その時の濁度から透明度を求めるということがある。そこで、ここで実際に透明度と濁度との関係を調べる。

図7-5 普通型、逆型の変化のようす

まず縦軸に透明度、横軸に濁度を取り、グラフ化した。バラつきはあるが、グラフに線がひけた(図7-6参照)。この線が透明度と濁度の関係をほぼ示すように思える。

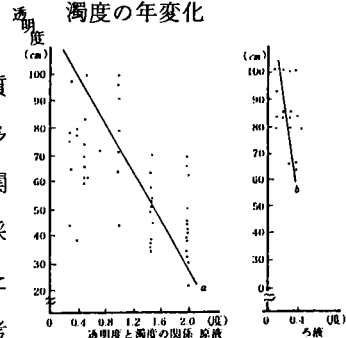


また、原液とろ液とは濁度が大きく違う、これは、水中の小さな粒の大きさが原因と考えられる。

e 沈殿物と本研究の関係： 全体的にみると沈殿物と濁度との間には関係はないようだ。しかし、降雨後数日間のそれぞれの変化を見ると、お互いが同じ変化を示す。

図7-6 透明度と濁度の年変化

これは、他の調査項目との関係と同じように、粒の大きさと深く関係している。沈殿物は、水をろ過し、ろ紙の上に残ったものの質量を出す。普段は、主にろ紙の上に残らないような細かい物質が多く運搬されていて、それが濁度に影響するため、それぞれの間には関係はない。しかし、降雨のために流速が大きくなると、沈殿物を採集するろ紙にかかるような大きさの物質が流れるようになる。したがって、濁度と沈殿物とが、前に述べたように同じ変化をすれば、うまく説明がつく。



f一年を通しての傾向：濁度の測定は3月11日から開始したので、調査期間別に分けると、春の前半、後半、梅雨期、夏季の4つになる。最初に、原液とろ液とに分けて各期間ごとのそれぞれの平均を出した。これを見ると、春の後半が最も濁度が大きく、その後、夏にかけて濁度が小さくなっている。この原因は、主に流速のためと考える。春の後半の流速は0.7 m/秒、梅雨期は0.5 m/秒、夏季は0.3 m/秒と、小さくなっている。流速が小さければ川で運搬される物質も減るので、濁度は小さくなる。

次に、原液とろ液の関係について考えた。原液とろ液は、互いに同じ変化をしている。しかし、平均濁度の差が、春の後半は、1.3度に対し、夏は0.4度である。このような傾向を示す原因は次のように考えた。

はじめに、川の中を浮遊する物質は、ろ紙のめを通過する細かい無機質（以下Aと呼ぶ）、ろ紙を通過しない大きい無機物（B）、有機物（C）の3種類に分けられる。そして、流速の大きい春の後半（0.7 m/秒）に運搬される物質は、A、B、Cのすべてである。したがって、原液の濁度はA～Cの影響をうけた値になると考える。また、ろ過すると、B、Cはろ紙上に残るために、ろ液の濁度には、Aのみが影響する。

次に、流速が小さい夏（0.3 m/秒）は、運搬される物質がAとCになる。したがって、原液の濁度はAとC、ろ液の濁度はAのみが影響する。

以上のように考えると、流速の大きい時は原液とろ液の濁度の差は大きく（大きい無機物と有機物の量だけ差がでる）なる。また、流速が小さい時は原液とろ液の濁度の差は小さく（有機物の量しか差が出ない）なることが説明できる。

8 沈殿物の研究

(1) 研究動機

浮遊物はストッキングの目より大きいものについて調べているが、この目より小さな粒を58年は調べていない。しかし、透明度はこのような小さな粒にも左右されることが十分考えられる。このことに気付いて本格的に59年からこの研究をはじめた。なお、この細かい物質をこれから沈殿物とよぶことにする。

(2) 研究方法

はじめの方法

水面と川底の中間点の水をとり、これをストッキングの網を通し、このろ液を使用することは濁りの研究と同じである。はじめは500mlの水を数個のペトリ皿に入れて蒸発させることから始めたが、この方法では3週間たっても蒸発しなかった。また、ゴミが入る、水中の微生物が変化するなどのことを知り、次のろ過法を考えた。

採水した水500mlをビーカーに入れておき、3日目に300ml、5日目に100mlの上ずみを捨てて、残りを2番のろ紙（東洋ろ紙、やや粗い）でろ過し、ろ紙上のものの重さを測定した。しかし、5日目に捨てるはずの上ずみを2日間ほど置いておいたら、沈殿ができたので、この方法を改良することにした。

a 確立された方法

採水した水を浮遊物採集用のストッキングでろ過する。その水を入れたビーカーを2日間放置してから、2番のろ紙でろ過する。次に、このろ液をビーカーに入れて再び2日間ほど置く。そして、2番よりも目の細かい131番のろ紙でろ過する。沈殿物の量は、2番、131番のろ紙に残った物質の合計質量とする。また、2番のろ紙の上に残った物質を大、131番のろ紙の上に残った物質を小と呼ぶことにする。

この方法の長所は、500ml中にあるほとんどの沈殿物をとれることである。また、2種類の大きさのろ紙を使うことにより、2通りの細かさの沈殿物を測定でき、それぞれの相互関係も出すことができる点である。

(3) 結果と考察

a 川崎側と東京側の沈殿物の増減の関係

図8-1 冬の継続調査の結果

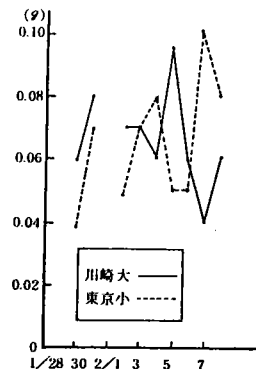


図8-2 春前半の調査結果

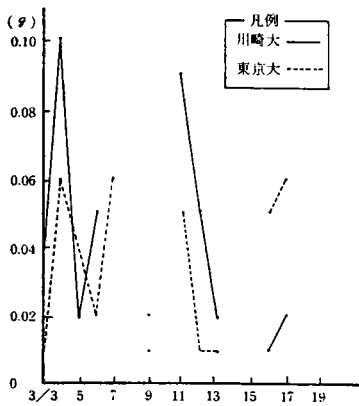


図8-3 春後半の調査結果(粒大)

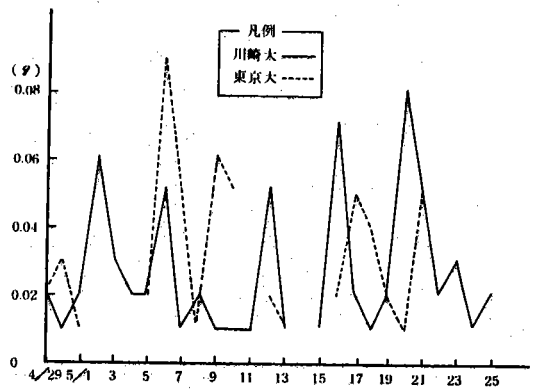


図8-5 梅雨期の調査結果(全)

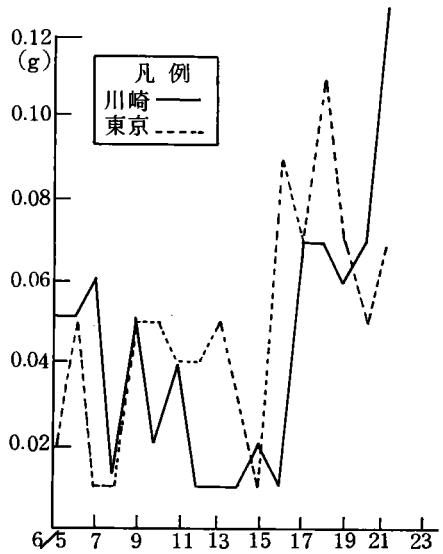


図8-4 春後半の調査結果(全)

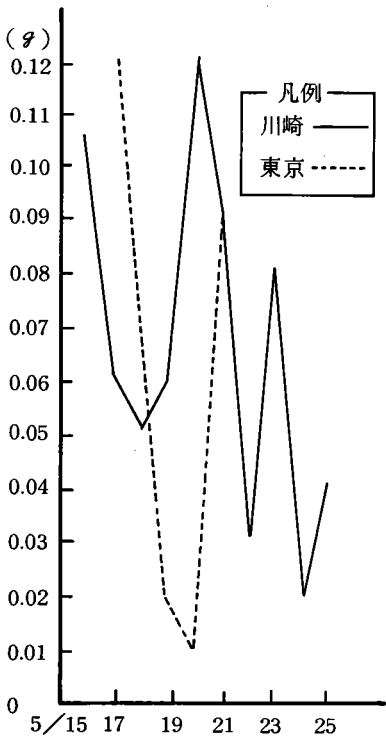


図8-6 夏の調査結果

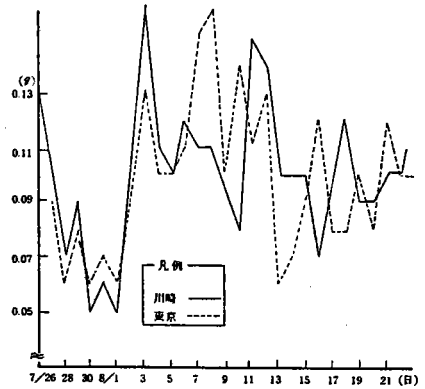
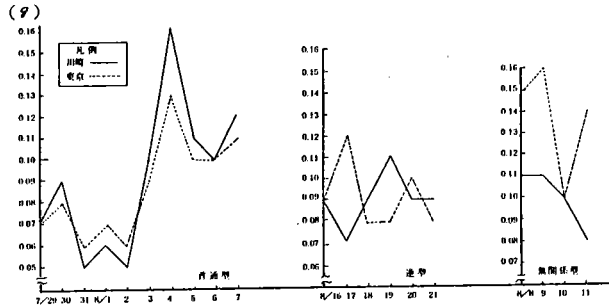


図 8-7 川崎側と東京側の沈殿物の増減の関係



川崎側と東京側における沈殿物の関係は3通りある。川崎側と東京側の変化が同じである普通型、逆になる逆型、関係のない無関係型である。そして、これらの変化傾向があらわれる割合は、普通型が約60%、逆型と無関係型がそれぞれ約20%ずつである。

逆型、無関係型の傾向は、降雨後にあらわれることが多い。しかし、その降雨の3〜4日前にも降雨があった場合(7月28日など)は、降雨があっても普通型のままの場合もある。

この原因は、東京・川崎側のそれぞれの支流に関係すると考える。川崎側の支流は、東京側の支流よりも調査地点に近いところで流れ込んでいるため、川崎側は、雨の影響をはやくうける。その結果、降雨が3〜4日あけて2回あると、その後の沈殿物の変化は普通型の変化傾向を示す。

b 一年間に二子橋付近を流れる沈殿物の推定

表 8-1 水に運ばれる細かい物質

季節	調査期間	A 同じ季節 と考えた場合	B この期間 の沈殿物の量 ($mg/秒 \cdot 500cm^2$)	C 流速 ($m/秒$)	D 水位から 求めた断面積 (m^2)	$B \times 2000 \times C \times D \times 60 \times 60$ $\times 24 \times A \times 10^9$ (t)
秋		10/ 1~11/30 (61日間)	20	0.52	12	1316
冬1		12/ 1~ 1/27 (59日間)	55	0.43	12	2893
冬2	1/28~2/ 5	1/28~ 3/ 2 (34日間)	66	0.13	12	605
春	3/ 3~3/30 4/ 3~4/11 4/24~5/26	3/ 3~ 5/26 (84日間)	35	0.39	12	2378
梅雨	6/ 5~6/20	5/27~ 6/22 (28日間)	28	0.43	11.1	647
夏	7/24~8/26	6/23~ 9/30 (100日間)	60	0.46	13.6	6486
合 計						14325

二子橋付近を流れる沈殿物の総量を、浮遊物と同様計算することにした。

同じ季節と考えた期間をA(日数)500cmあたりの平均の沈殿物の量をB、平均流速をC、断面積をDとすると、沈殿物の総量を求める式は、次のようになる。

$$(B \times 2,000) \times C \times D \times 60 \times 60 \times 24 \times A \times 10^9$$

ここで、秋、冬は調査を行っていないので、浮遊物と沈殿物の調査結果と比べながら推定で求めた。また調査期間ごとのわりふりは、浮遊物と同じにした。

c 粒の大小による変化傾向の違い

(a) 粒の大きさについて

本研究の方法(確立された方法)で書いたように、採集してきた水は2種類のろ紙でろ過する。ここでは、これらによって測定された2種類の粒(大、小)の関係を調べる。

(b) 全体的な変化傾向

沈殿物の大・小の量は主に流速に左右される。そこで、流速との関係をくわしく調べるために図8-9、10とした。

この図によると、流速が大きくなると、沈殿物も増えることがわかる。次に、大・小の傾向が違う原因について考える。

東京側大の傾向は、流速が0.3 m/秒のときは0.04 g、0.8 m/秒で0.08 gになっている。このことより、大という物質は、流速が0.3 m/秒より大きくなると運搬されることをいみしている。

小の傾向は、流速が変化しても運搬される量はあまり変化しないことである。

上のように、大と小の傾向が違う原因を次のように考えた。

2番でろ過されなかった物質(大)は、

図8-8 沈殿物の量の変化

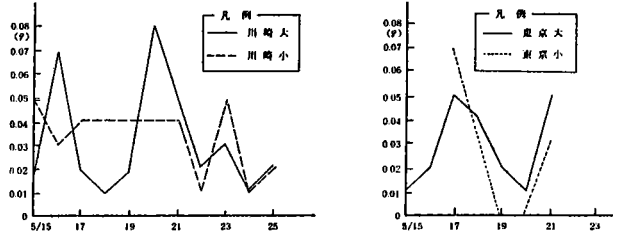


図8-9 沈殿物と流速の関係(川崎側)

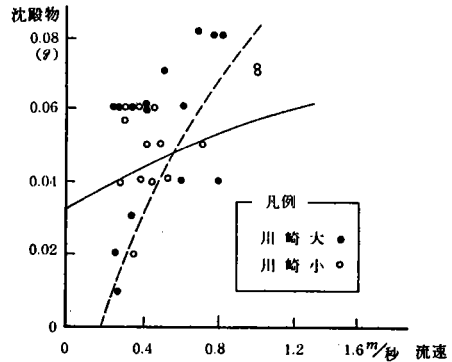


図8-10 沈殿物と流速の関係(東京側)

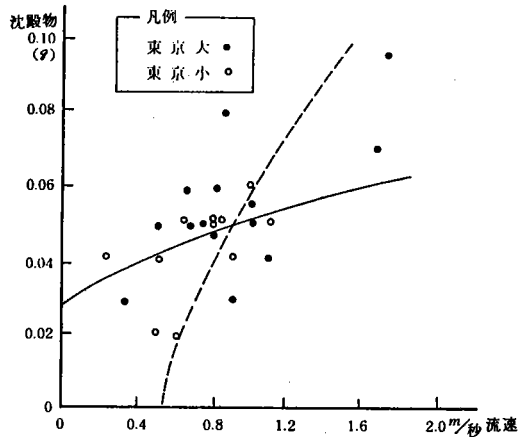
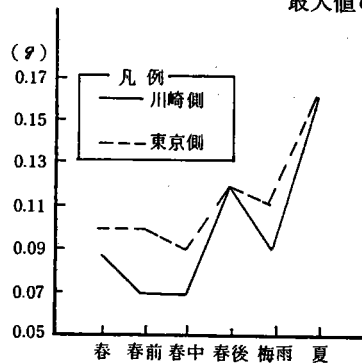


図8-11 調査期間内における、沈殿物の最大値の年変化



流速が小さいと極端に少なく、流速が大きくなると増える。しかし、131番のろ紙の上に残った物質(小)は、流速が大きくても小さくても、あまり量は変わらない。これが原因で変化傾向が違ってくると考えた。

(c) 一年を通しての傾向

季節ごとの沈殿物の最大・最小値を、下の表8-2としてまとめた。

ここでの各変化や変化傾向は、次の項目から、他の研究項目との関係とともに考える。

表8-2 季節ごとの沈殿物

期 間	側	最大値	直前の降雨	
			雨 量	何日前
1/28 ~ 2/ 8	川崎	0.09	22.0	4
	東京	0.10	22.0	7
3/ 3 ~ 3/19	川崎	0.06	2.5	0
	東京	0.10	2.5	0
4/29 ~ 5/14	川崎	0.06	18.5	1
	東京	0.09	18.5	4
5/15 ~ 5/25	川崎	0.12	11.5	3
	東京	0.12	11.5	0
6/ 5 ~ 6/23	川崎	0.09	8.5	1
	東京	0.11	3.5	0
7/26 ~ 8/24	川崎	0.16	18.5	6
	東京	0.16	0.5	0

期 間	側	最大値	最小値	平 均	季節
1/28 ~ 2/ 8	川崎	0.09	0.04	0.07	冬
	東京	0.10	0.04	0.07	
3/ 3 ~ 3/19	川崎	0.06	0.01	0.04	春前
	東京	0.10	0.01	0.04	
4/29 ~ 5/14	川崎	0.06	0.01	0.02	春中
	東京	0.09	0.01	0.03	
5/15 ~ 5/25	川崎	0.12	0.02	0.07	春後
	東京	0.12	0.01	0.06	
6/ 5 ~ 6/23	川崎	0.09	0.01	0.05	梅雨
	東京	0.11	0.01	0.05	
7/26 ~ 8/24	川崎	0.16	0.05	0.10	夏
	東京	0.16	0.06	0.10	

d 濁度と沈殿物

(a) 全体的な傾向

両方の間には、沈殿物が増えたときに濁度も大きくなる傾向がある。しかし、4~5日以上もの間に、ある程度の降雨がないと、両方の変化傾向は全く無関係になる。

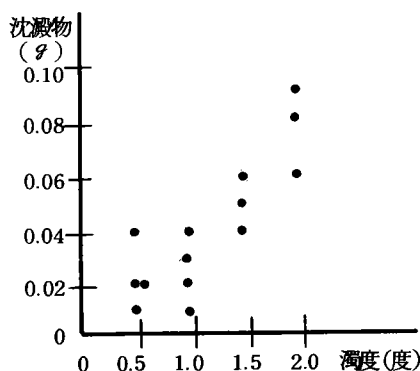
沈殿物の増減と、濁度の大小の変化は同じだが、これらの変化量の間には関係はない。

(b) 降雨後の関係

1月下旬~8月末までの濁度と沈殿物の関係を図8-12にあらわした。データが多いわりに点が少ないのは、一致した点が多いためである。

降雨直後に、濁度と沈殿物が関係するのは、次のような原因と考えた。流速が小さいときは、沈殿物のろ紙を通過する細かい物質だけが流れているため、濁度だけは変化する。しかし、降雨直後で流速が大きいときは、沈殿物にも影響するような大きな粒も流れるため、濁度も沈殿物も大きくなると考えた。

図8-12 沈殿物と濁度の関係



透明度 (cm)

表 8-3 沈殿物量(φ)

平均

100以上	3/1.2東 0.01																			0.01
90																				
80	3/1.1東 3/0.04東	3/1.3東 0.01																		0.03
70	6/1.1東 6/0.04川	3/0.04東	3/0.05東	3/1.2川 0.05	3/1.3川 0.02															0.06
60	6/1.1東 4/1.1東 6/0.04川	6/1.2川 6/0.02川 6/0.14川	5/2.9川 0.12	5/2.4川 0.01	3/0.02東	3/0.02川	3/1.1川 0.09													0.05
50	6/2.0東 6/0.03東 6/0.07東	6/0.2川 6/0.13東	5/1.3川 3/0.02東	5/1.8東 6/0.2川 6/0.11川	3/0.14川 3/0.04東															0.07
40	6/1.2東 6/0.13東 6/0.13東	6/0.2川 3/0.12東	6/0.13東 5/1.8川 5/0.05東	6/1.2東 5/2.1川 5/0.09東	6/1.3東 3/0.04東	5/2.0東 0.08	3/1.1東 0.05	6/1.0川 0.04	5/2.2 0.03	3/1.7川 0.02										0.07
30	6/1.0東 6/0.13川 6/0.13川	3/0.01東	6/0.8川	6/0.6川 0.09	6/1.4川 0.08	6/1.7川 0.12	3/1.6川 0.01													0.06
20																				0.03
10	5/1.5東 6/0.2川 6/0.07川	5/1.6川 0.10																		0.11
																				0.07

e 透明度と沈殿物

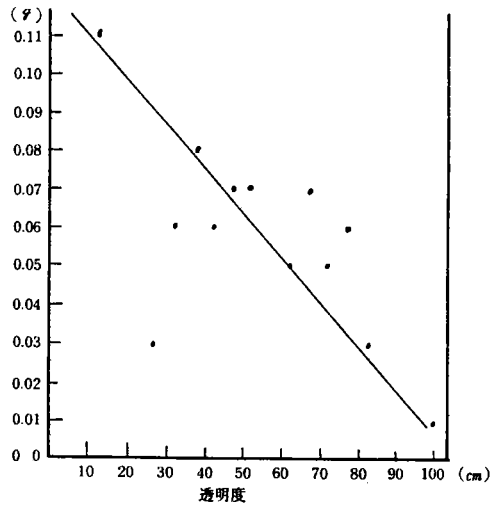
図 8-13 透明度と沈殿物の関係

透明度は、一年を通して2~6日の周期をくりかえしている。この周期と、沈殿物の普通型の期間はほぼ一致する。

そして、次の透明度の周期になると、沈殿物は無関係型になり、やはり、周期と期間とが一致する。

このように、透明度の周期と沈殿物の間に、深い関係があることがわかった。

また、図 8-13 は透明度と沈殿物の関係をグラフにあらわしたものが、濁度と沈殿物のときほどはっきりした関係はない。



9 多摩川の濁りの原因となる物質の追求

図 9-1 多摩川の調査場所

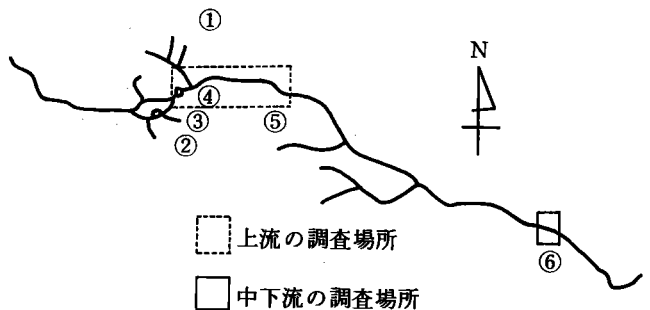
(1) 研究動機

降雨があると川は濁る。この濁りの原因となる物質は、おもに上流(山岳地帯)、中下流(丘陵・平野等)のどちらからくるのかを調べたい。そこでそれを調べる方法として、川底に堆積している砂の種類に着目したのがこの研究の始まりである。

(2) 予備観察

まず二子橋付近の川底の砂の実態を知るために川底の砂を採取して、双眼実体顕微鏡で見た。

どのサンプルを見ても、砂岩、チャ



ート等の小さな岩石が見られ鉱物らしいものでは無色透明または白色不透明で不規則な割れ方をしたものが圧倒的に多い。この大部分はセキエイでないかと思われる。この他では、砂鉄が目立ち、ごくまれに黒緑色の柱状鉱物がみられる。これはキ石らしい。

また奥多摩町付近の上流調査によると、レキの種類は二子橋付近とそれほど変わらず、セキエイ、砂鉄が多い。

(3) 何をどのように調べるか

まずどのようなものを中心に研究を進めていくか考えた。川底に堆積している砂のうち岩石は鉱物が集まってできたものなので、鉱物を調べていくことにした。

鉱物の中で濁りの原因物質がどこからくるのかわかる鉱物をえらぶための基準に次の2つを考えた。

(a) 上流にしかない、もしくは中下流にしかない鉱物

これは二子橋付近にどのくらい目的の鉱物があるかで濁りが、どこからくるのか推定できる。例えば、上流の流域に多くある鉱物を基準とした場合、もし二子橋付近の川底にその鉱物があまりなかったら、濁りは、中下流からきていることがわかる。

(b) 同じ鉱物でも、上流からきたものと中下流からきたものでは鉱物の形のくずれにおいて差がでるもの

例えばその鉱物が中下流の流域からきたものなら形が丸みをおびていたり、形がくずれていたりする程度が小さいはずである。

このように考えていくとキ石が一番適当である。キ石は、中下流付近の赤土の中に多く含まれている事実、本校の校庭の赤土を採取し、水中でもんで砂だけにして双眼実体顕微鏡で観察したところ、多くのキ石を見ることができた。また上流には石英セソリ、ク岩の中に少量含まれているだけで、分布が山梨県側にかたよっているの、奥多摩湖ができた現在では流れてこない。また、山岳地帯では、赤土（ローム）はたい積後流され易いので、キ石は中下流に多くあるとみてよい。

このようなことから二子橋付近の川底のキ石の量を調べそこから濁りがどこからくるのか推定することにした。

またキ石を観察するとよく砂鉄が付着していることがある。これに興味を持ったので同時にみていくことにした。

(4) キ石の採取法

初めは、川底の砂を採取して双眼実体顕微鏡でサンプルを見てキ石をたんねんにのこらずさがして個数を求め、全体量から割り合いをだして、上流と比較しようとした。しかし、キ石の量が目立つほど多くないので見つけるのに時間がかかり、他の鉱物と間違えたりしてミスも多かった。そこで、キ石によく砂鉄が付着していることに注目して磁石でキ石を採取できないか考えた。磁石はなるべく強力なもの（テレビの部品）を使い、持ってきたサンプルでやってみると、砂鉄の中からいくつかのキ石を採取することができた。

(5) 確立した方法

(a) 川底の砂を対象とした場合

二子橋付近の川底の砂を3サンプル採取し砂を乾燥させる。次に土壌分折ふるい(1.0mm)にかけ各サンプルごとに質量を測る。次に各サンプルごとに磁石A(強力)でつくものだけ採取する。その後、磁石でついたものを磁石B(弱い)でつかなかったものだけ採取する。これは、磁石Aの過程だけで済ました場合、砂鉄が多すぎてキ石をみつけることが難しい。そこで磁石Bを使い砂鉄をへらし、キ石をみつけやすくした(砂鉄Bの磁力では、砂鉄は採取できても砂鉄の付着しているキ石まで採取できないことは実験済み)。この過程をへたサンプルの質量を測り、サンプルごとに双眼実体顕微鏡で観察、キ石の個数をだす。その結果から川底の砂50g中のキ石の個数を換算し、3サンプルの平均を結果とする。

(b) 川底のレキの付着物の無機物を対象とした場合

川底の砂を採取する場合、川底の表面だけでなく、表面下の堆積物も多量に採取してしまう。これではまずい。我々が対象としている雨は年に1・2回しかない大雨ではなく、普段の雨である。とても、普段の雨で表面下の堆積物が流されるとは思えない。つまり、表面下の堆積物を採取してはいけぬ。そこでレキの付着物の無機質と同じ方法を用いて結果をだし、それと比較して結論をだすことにした。なお、付着物の無機物の量は非常に少ないので付着物の無機物1g中に換算した。

(6) 結果と考察

a 川の砂

(a) キ石について

川底に含まれるキ石の数を二子橋付近と上流とで比較すると、二子橋付近のほうが圧倒的に多い(図9-2)。何をどのように調べるかの(a)の基準から考えて、濁りは中下流の流域の土砂からきているとみてよい。

(b) 砂鉄について

キ石に付着している砂鉄からは、これといったことがわからなかったが、磁石Bで取りのぞけなかった砂鉄を調べていくうちに面白いことがわかった。上流の砂を観察すると図9-4のようなつらなつながつている砂鉄があるが、二子橋付近からこのようなものはみつからない。もし上流から濁りがやってくるなら、二子橋付近でこのような砂鉄がみつかるもおかしくない。

図9-2 川底の砂50g中に含まれるキ石の数

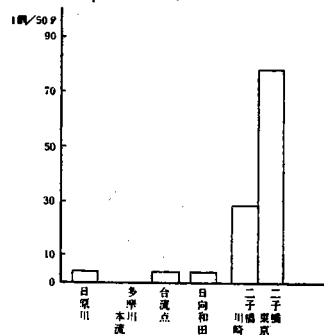
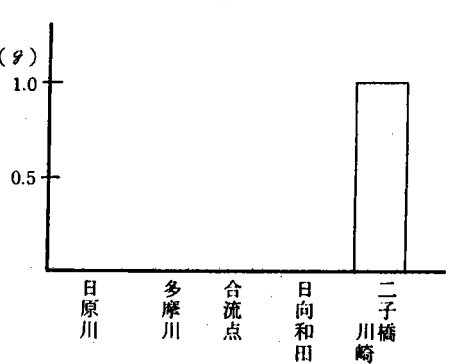


図9-3 付着物の無機物中に含まれるキ石の数



中下流の流域の土砂からくるとみてよい。

b レキの付着物の無機質

二子橋付近のレキの付着物に含まれるキ石の数と上流のそれを比較するとやはり二子橋の方が多い(表9-1, 2)。これからみてもやはり濁りは、中下流の流域の土砂からきているとみてよい。

表9-1 付着物の無機物のキ石の数

場 所	全体量(g)	キ石の個数
日 原 川	0.02	0
多摩川本流	微量	0
合 流 点	0.01	0
日向和田	微量	0
二子橋川崎	0.66	3

表9-2 川底のキ石の個数

場 所	全体量(g)	キ石の個数
日 原 川	12.8	1
多摩川本流	0.37	0
合 流 点	12.0	1
日向和田	29.65	2
二子橋東京	5.7	8
二子橋川崎	14.2	7

図9-4 多摩川上流の砂鉄の付き方の特徴



10 ま と め

付着物：冬季は一年を通して付着物の量が最も多い。これは、冬が一年中で最も少ない水量であるため、流速が小さいので、レキの付着物が流出しにくくなるためと考えた。またその他の季節は付着物の量に変化がない。これはこれらの季節が流速に大きな変化がないためである。(研究4)

浮遊物：浮遊物は同じ調査地点の付着物と深い関係があるものと予想したが、調べた結果はさほど強い関連はない。これは浮遊物は上流から流されてくるものすべてを含み、降雨による流域からの土砂などや、上流のレキの付着物、その他の上流の川底の堆積物が流速の大きいときに流されて二子橋付近にくる。そのために直接二子橋付近の付着物とは関連がないことに気づいた。(研究5)

一年間に二子橋付近を流された浮遊物の量を計算したところ、82.62 t となった。大雨の多い年はこの量がさらに多くなると考える。

透明度：一年を通して透明度の高い順にならべると、昨年秋→本年春→本年夏→昨年冬→本年

の梅雨である。

川崎側と東京側を比べると、東京側の方が透明度が高い。川崎側が悪いのは、すぐ500mほど上流にある支流の平瀬川のためと考えた。一年を通して最も雨の影郷が大きいのは秋である。しかし、また秋は、降雨後1～2日で急激に透明度が高くなる傾向がある。(研究6)

濁度：流速が大きい時は、原液の濁度の差が大きい。また逆に、流速が小さい時は原液とろ液の濁度の差は小さくなる。この原因を考えるためには川に運搬されている物質を大きな無機物、細かい無機物、有機物の3つに分けて考えた。つまり、原液の濁度にはそれら3つの物質が全て影響するが、ろ液の濁度には、細かい無機物とごく一部の小さな有機物しか関係しない。したがって、流速が大きい時(大きな無機物の運搬される時)の原液とろ液の濁度の差に比べて、流速が小さい時(大きな無機物が運搬されない時)のろ液と原液の濁度の差は小さくなる。このように、流速とそれを運搬される物質の量が深く関係する。また沈澱物の相互関係では、降雨後のみに濁度と沈澱物の変化が一致する。この原因は沈澱物を採取するろ紙の目を通りぬける物質も濁度に関係するからと考える。つまり、ふだんの流速が小さいときはそういった細かい物質しか流れないが、降雨があり、流速が大きくなると、大きい粒の無機物も流れるため、前のような傾向がみられる。(研究7)

沈澱物：沈澱物の量の増減は流速の変化と一致する。また、東京ろ紙製の2番(目が大きい)と113番(目が小さい)のろ紙によってろ過した。この時に流速が大きかったり、支流の平瀬川から濁りの原因となるものが流れこんだりすると沈澱物は増加する。また、東京側と川崎側の沈澱物の量における変化が、普通型→無関係型→逆型→無関係型→普通型のように移り変わっていくことが分かった。

透明度との相互関係では、透明度が小さいとき沈澱物の量は多い傾向があるが、その理由は、やはり水中を浮遊している物質の量の大小と関係するからである。一年間に二子橋付近を流れた沈澱物の量は、約1600tになった。これは、浮遊物とほぼ同じ方法で計算した。(研究8)

濁りの物質はどこから流れてきたのか：上流と二子橋付近の砂を比べると、二子橋付近の砂にはキ石類が多く、このキ石類は砂鉄に付着した状態で存在することが多い。このキ石は下流の流域にある赤土に多く含まれている。一方、上流には赤土が少ないことが原因で、上流と二子橋付近の砂のキ石の量が違うことを確かめた。磁石でキ石を集めて付着物中の無機物のキ石の量を調べた。このキ石の量から雨量の多い濁りの物質は主に下流の流域から流出したものであることを知った。(研究9)

参考文献 日本水道協会篇「上水試験法」(1978)