

河川における汚濁負荷量の常時測定 に関する研究（その2）

梶山正三 伊東毅弘 志村真理
川原 浩

1 はじめに

前報において、河川における汚濁負荷量測定のための最も重要なポイントは河川流量の連続測定をいかに行うかにあることを述べた。更に、河川流量の連続測定は従来のH-Q法では対処しきれない面があり、そのため、表面流速と水位の測定により、河川流量を測定する方法を試み、フィールドテストによって実用化への一応の見通しを得た事について報告した。

昭和54年度においては、上記の結果をふまえ、汚濁負荷量を常時測定するための装置を試作し、かつ、短期のフィールドテストを行い、その基礎的な性能と問題点を検討した。55年度においては、54年度の試作装置について、更に、詳細かつ長期にわたるフィールドテストを行い、それによって顕在化した装置の問題点

を機器の改良その他により克服する努力を重ねると共に、収集された汚濁負荷量データについて若干の検討を行い、データの応用面に関する研究をも行った。

本報告は、これらの研究結果をとりまとめたものである。

2 汚濁負荷量常時測定装置

(1) 概要

昭和54年度に試作した汚濁負荷量測定装置のブロック図を図1に示す。試作にあたっての基本的な方針とこの装置の特色は以下のとおりである。

- ① 河川流量の測定方法はH-Q法によらず、水位と表面流速の連続測定により行う。
- ② 負荷量測定のための濃度計としてはTOC測定装

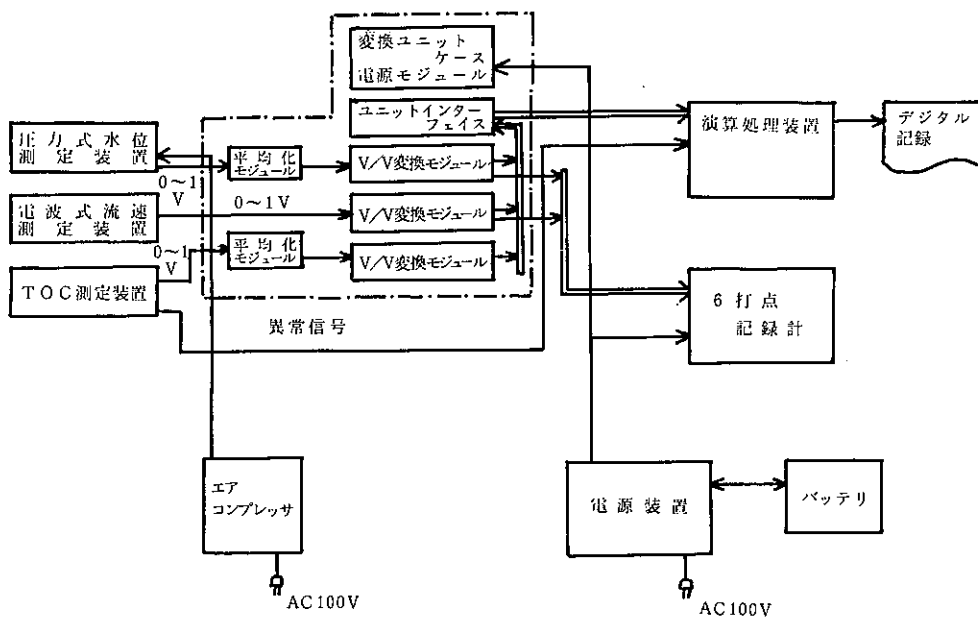


図1 汚濁負荷量測定装置ブロック図

置を使用，TOC 測定のための所要時間を時間遅れとして補正，流量と濃度の同時積分を可能にする。

③ 表面流速計は水面までの距離が20m以上はなれても測定可能なものを目標にし，そのために新たにパラボラアンテナを設計，試作し，前年度までのものと比較して出力を大きくする。

④ データの記録は水位，表面流速およびTOC 値（時間遅れ補正済み）についてはデジタル印字とし，かつ，負荷量については瞬時値と1時間，1日，1週間，1月の積算値を演算記録できるものとする。水位，流速，TOCについてはアナログ記録をも行う。

⑤ TOC 計，水位計，流速計の故障，異常信号については，正常信号と識別してデータ上に表示すると共に，その間のデータの処理を考慮する。

⑥ 各測定値はいずれも約1分間の平均化を行った後にデータとして処理する。

以上のような方針に基づいて試作した装置の主要部分について，以下，簡単に説明する。技術的な詳細については，末尾の参考文献を参照されたい。

(2) 流速の測定

原理等については前報参照のこと。53年度の場合との設置条件の相違をあげると，

① 前回は水面とアンテナの距離が約2.5mという近距離の条件であったが，今回は約20mの距離があり，そのためS/N比が著しく小さくなり，電波出力の増大，受信感度増大の必要が生じた。

② 出力および感度の増大により，雨，雪，風，アンテナの振動等による測定への影響も増幅され，測定上，多くの問題を生じた。

このように，河川における応用範囲を拡大するため，敢えて20mの距離をおいて測定する事を試みたが，その結果，新たに長距離用の送受波器を設計，試作する必要にせまられてきた。新たに製作されたヘッド部分および現場における取付ボールのしくみを図2および図3に示す。これは前回のものに比較して，

- ① ビーム幅を狭くし，
- ② 受信信号の微弱をカバーするために利得を高め，
- ③ 降雨による影響をさけるためレドームを取付たものである。アンテナは直径40cmのパラボラアンテナとなり，ビーム幅は5.2°(-3dB 幅)，利得29.5 dB 以上である。

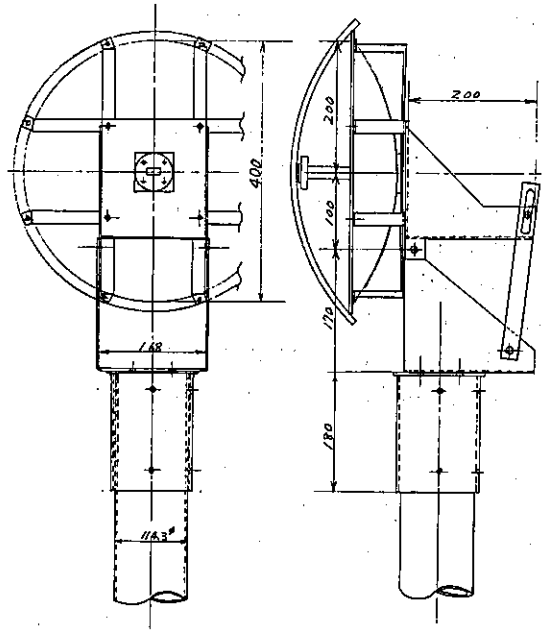


図2 パラボラアンテナ

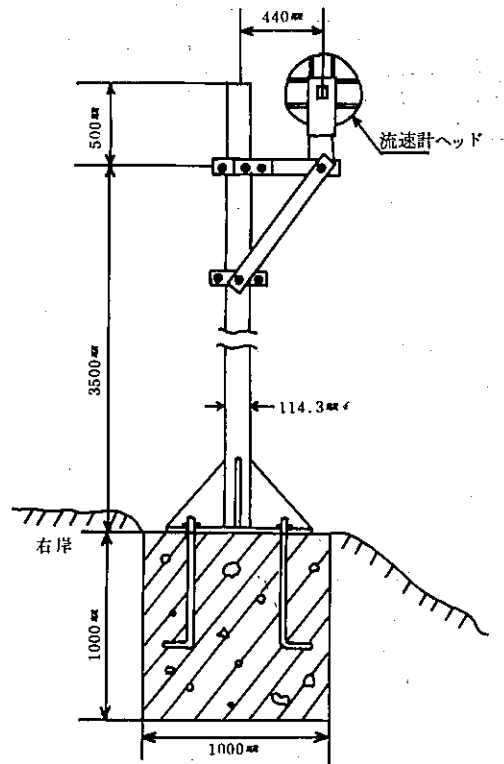


図3 取付ボールの図

アンテナの取付方法は図3に示す方法では問題のある事が明らかになったが、これについては後述する。

(3) 水位の測定

ア 測定方法

前回使用したフロートレス水位計や超音波レベル計にかわり、圧力式水位計を使用した。これは河川敷内への設置上、最も問題が少なく、かつ、簡易に設置できる点に着目したものである。

イ 圧力式水位計の原理

図4に示すように圧力源(コンプレッサー)より水中に放出される空気は水深Hに比例する水圧をうけ、それに応じ、河川敷内に埋設された導管内の圧力が高まる。導管内から分岐された感圧部はベローズにつながり、ベローズは大気圧と導管内の圧力差に応じて差動トランスを動かし、水位の信号に変換する、このため大気圧の変動の影響を受ける事もない。

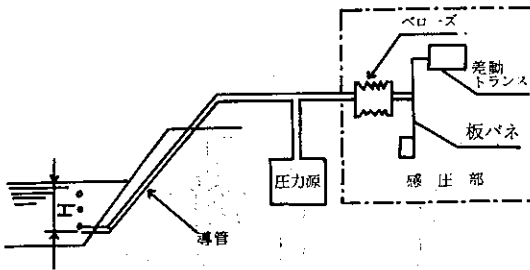


図4 圧力式水位計原理図

ウ 精度等

測定値は水面の波の影響等を除くため平均化される。測定精度は±2.5mm、測定範囲は2.5mである。

(4) TOCの測定

ここでは汚濁負荷量測定装置の一部としてTOC計を組み込み、それによってTOCを測定したが、新たに生じた問題についてつきに述べる。なお、このTOC計の原理、構成については参考文献を参照されたい。

ア 時間遅れの補正

水位や流速の測定は、その時記録されているデータがまさに、その時の水位や流速の値であり、その間の時間のズレはあってもわずかである(平均化のために若干のズレはある)。しかし、TOCのような水質測定器では、その時打出しているデータは、その時より数分から1時間ぐらい前の水質を表示している事が普

通である。これが応答時間であり、他のデータとの関連でみるならば時間遅れである。この時間は機種や現場の設置条件により定まる。今回のフィールドテストでは23分であった。汚濁負荷量の瞬時値、積算値を求めるためには、水位、流速、TOC値の測定時間の座標をあわせる必要があり、そのため時間遅れの補正機能が必要である。この補正時間は自由に設定できるものであるが、今回の実験では23分に設定した。

イ 異常信号の処理

TOC計については、その性質上、過1回のゼロ・スパンチェック、検量線チェック、試薬切れ等、考えられるトラブルがある。このようにTOC計は異常信号を出す可能性が他の測定部分に比較して非常に高いのであるが、この異常は測定値の信号からだけでは識別できない。そこで、電極接点その他の機構により、最も起こり得る異常を電氣的にチェックできるようにし、その信号を演算処理部へ送るようにした。即ち、次の4種類である。

- ① TOC電源断
- ② TOC試料ぎれ
- ③ TOC塩酸ぎれ
- ④ TOC保守中

これにより、異常時には上記の4種類の異常がデータに記録され、かつ、その間の汚濁負荷量の演算は停止する。しかし、汚濁負荷量の積算を停止する事は、データの利用上困る事があり、又、異常信号の種類や表示方法にも改善の余地があり、この部分の改良がひとつの課題であった(55年度の実験で改められた)。

(5) 流量の演算

流量をQ、表面流速をVs、平均流速をVm、水位H、流積をA、 $V_m / V_s = C$ とすると、

$$Q = A V_m = A C V_s, \text{ ここで } A C = K \text{ とすると}$$

$Q = K V_s$ となると、AおよびCは水位Hの関数であり、Aは測定地点の河川の断面形状により決定できる。Kを定めるには、各水位における流量観測によるが、高水位におけるKの決定は気象条件により左右されてくる。

本研究においては54年度と55年度で測定地点の変更があり、それにとまってK値を各年度において測定したので表1に示す。この表で高水位におけるK値は気象の影響を強く受けていることを考慮する必要がある。

表1 流量補正定数K

実施年月	1980年11月以前	1980年11月以後
水位 (cm)	流量補正定数(m ³)	流量補正定数(m ³)
0	0	0
5	0.16	0.05
10	0.32	0.10
15	0.47	0.15
20	0.63	0.20
25	0.91	0.41
30	1.18	0.72
35	1.46	1.05
40	1.78	1.36
45	2.04	1.67
50	2.34	2.05
55	2.63	2.38
60	2.92	2.79
65	3.21	3.20
70	3.54	3.59
75	3.83	4.06
80	4.14	4.46
85	4.43	4.98
90	4.75	5.43
95	5.15	5.82
100	5.48	6.20
105	5.19	6.68
110	5.54	6.99
115	5.82	7.37
120	6.10	7.68
125	6.40	8.09
130	6.70	8.45
135	7.01	8.78
140	7.31	9.05
145	7.60	9.31
150	12.48	9.58

(6) 汚濁負荷量の演算

汚濁負荷量については、時間遅れの補正をしたTOC値、C(t)と流量Q(t)との積である、瞬時負荷量=Q(t)×C(t)と、それを1時間、1日、1週間、1ヶ月にわたって積分した、それぞれの積算値とがデジタル印字される。ただし、前述のようにTOCの異常信号が入っている時は、その時間帯を含む積算値はすべて計算されない。

3 フィールドテスト (その1, 54年度)

(1) 現地試験方法

試作した装置について、53年度と同じく、野川においてフィールドテストを行った。このテストは試作装置の基礎的な性能をチェックするのが第一の目的であり、装置の長期にわたる稼働や耐久性のテストを直接

の目的とするものではない、進行状況を略記すると以下のとおりである。

昭和54年

- 10月5日 雨量計設置, 現場工事打合せ
- 10月16日 水位計, 流速計取付工事完了
- 10月24日 水位計, 流速計, 演算装置稼働開始
- 11月9日 TOC計運転開始により全装置稼働
- 12月25日 流速計取付ポールをワイヤーにより固定

昭和55年

- 2月26日 流速計取付ポールを、更に丸太で固定、風向風速計設置により風の影響をみる
- 55年4月以後のフィールドテストについては後述する。

図5および図6に現場における、水位計、流速計の配置図および水位計先端の取付図を示す。なお流速計ヘッドと取付方法の詳細はすでに示した(図2, 3を参照)。53年度の実験に比べ、流速計ヘッドから水面までの距離は約20m(前回は約2.5m)と大幅に長くなり、かつヘッドの流速方向に対する偏角および俯角はそれぞれ、40度、25度であり、前回よりもはるかに厳しい測定条件となっている。

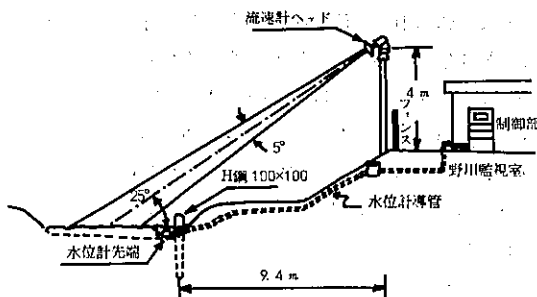


図5 現場見取図(立面図)

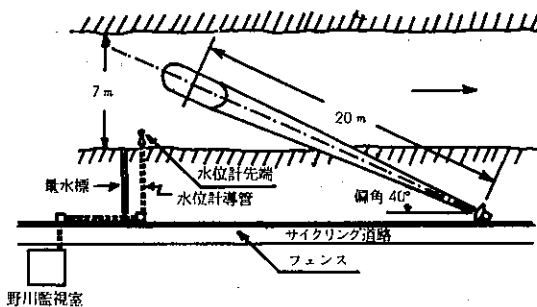


図6 現場見取図(平面図)

上記のような条件を設定した理由は、一般に河川敷

内に流速計設置のための構造物を設ける事は河川管理上好ましくないため、容易に許可されず、たとえ許可されても設置位置や構造物の形態、工事時期等に多くの制約が附されるのが普通である。したがって、電波流速計を将来、他の多くの河川に応用し得る目途をつけるためには、現在の技術レベルで可能な限り遠距離で、かつ、偏角もある程度大きい条件で実験し、又そのような条件に対応できるようなものにしていく必要がある。なお、20mという距離は上記のような点から考えると、もっと長い距離が望ましいのであるが、平水時の流速が70cm/Sと遠い河川では、現在のところ20mがほぼ限界に近いと考えられる。

流速計ヘッドの取付ポールは図3のように、基礎に1㎡のコンクリートを入れたが、地盤が軟弱なためもあって、これだけの固定では不充分であった。

水位計、流速計の制御部分および演算、記録部分、TOC計、風向風速計及び雨量計の記録部分は野川の水質監視室内に収納し、風向風速計および雨量計の計測部は上記監視室の屋上に設置した。

(2) フィールドテスト(54年度)の結果と考察

ア 水位の測定

テスト期間中、水位の測定は大むね良好であり、量水標と計測値との照合結果も良く一致していた。保守も自動的に行われる1日1回のブローで足りるようである。期間中に生じたトラブルは2回である。

① 空気の吹出し部分(河川水中の先端)にビニールがかぶり、空気排出のための抵抗が増加して誤差を生じた。

② ブローユニットの電解コンデンサーの不良(結果としては大気開放動作不良)による測定値の低下(ほとんどゼロになった)。

①は55年3月17日ごろ、②は55年2月29日ごろ生じたが、その後56年9月現在、同様のトラブルは起っていない。

イ 流速の測定

前述のように流速の測定条件は前回よりはるかに厳しいものであった。そのため前回の測定では表面にでなかった多くの問題点が明らかになった。これらの問題の原因と対策については55年度の実験について述べる際に対応する箇所で触れる事とし、ここではまず、問題となった点を明らかにする。

(ア) 水位変動に伴う電波照射位置の移動

既述のように流速計ヘッドからの電波発射のベクトルは流速のベクトルに対し、偏角40度、俯角25度で設定され、かつ、その照射位置は低水時において川幅約7mの流心よりやや対岸よりに設定されている。河川水位の上昇にともない、電波の照射位置はヘッドのある川岸方向および下流方向に移動する。このように計測対象となる照射位置が移動する事は、場合によっては大きな問題となる。この問題は偏角を小さくすれば、ほぼ解決するがそのような設置が可能な場合は実際には限られるであろう。偏角が大きいという事は測定精度や感度の点からも不利な条件である。なぜならドップラー効果による周波数の偏移は流速ベクトルのヘッド方向へのベクトル成分に依存するためである。

(イ) 風による影響

風が吹く事により、その強さや風向にもよるが、約10m/S以上の風では最大で30~40%の指示値のバラツキを生じる事がある(図7)。この対策として54年度中に行ったものは、

① 計測部のフィルターを改良し、低い周波数の影響をカットした。

② ステア4本をポールに張り、ポールを固定した。

③ 更に木材で櫓を組み、ポールおよびヘッド部を固定した。

これらの対策の効果は若干みられるが、それほど顕著ではない。したがって、風に対する対策は55年度以後の課題として残されたことになる。原因としては、第一にヘッド取付ポールの構造とその基礎工事が不充分だった事である。ポールの構造は鉄骨を組んだより強固なものにすべきであったし、地盤の軟弱さを考えると、ポールの基礎工事をもっと強固なものとして工事しておくべきであった。第二に、ヘッドの振動は周波数の低い振動ならば測定値にそれ程影響を与えない事が判明している。したがって、ポールや基礎はそのまま、ヘッドの取付方法を工夫し、防振用のクッション等により、周波数の高い振動を吸収するような手段も考えられるよう。

(ウ) 降雪の影響

雪の影響は極めて大きく、図8に示すように計測値が続取れない。前回の実験では予想し得なかった事態であり、これも計測距離の増大が主たる原因と思われる。雪の影響については55年度にやや詳細な実験を行っておりその箇所でもまとめて述べる事にする。

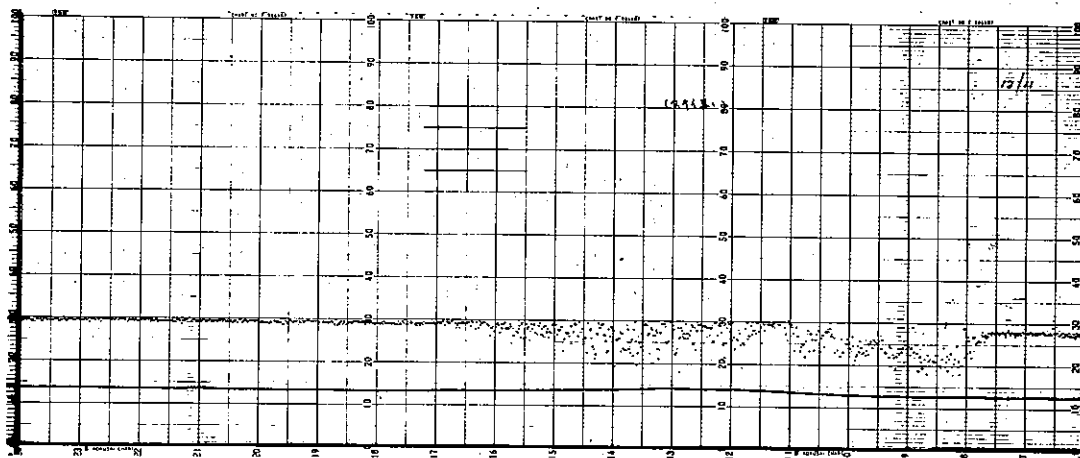


図7 強風による流速測定値の乱れ

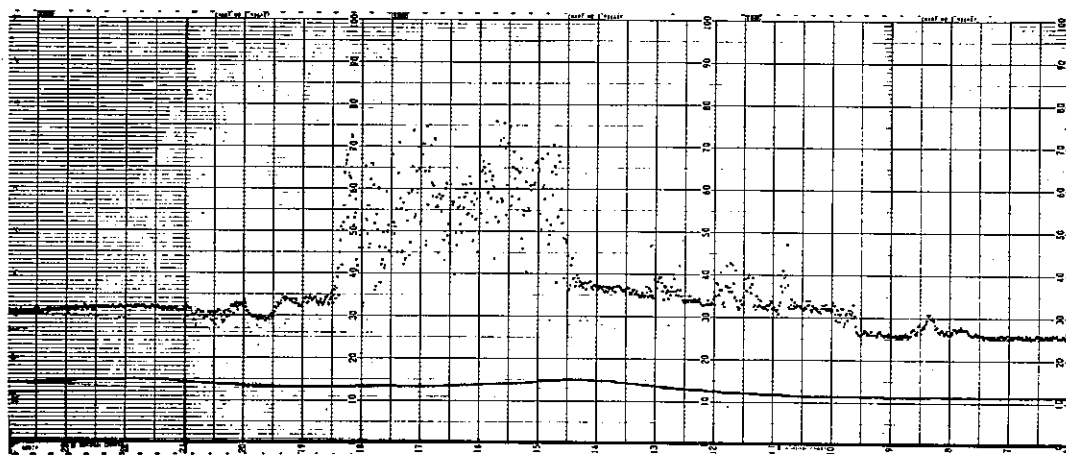


図8 降雨時の流速測定値の記録

(エ) 降雨の影響

図9の○印で示したように降雨により、流速値に乱れがあり、水位値とパラレルでない不自然な変化を示す。このような乱れは降雨中しばしば見られ、最大で

20~30%程度、打点がバラツク事がある。この原因としては、

- ① パラボラアンテナのフィードホーンに雨滴が付着し、電波の放射効率をさげS/N比を低下させた。

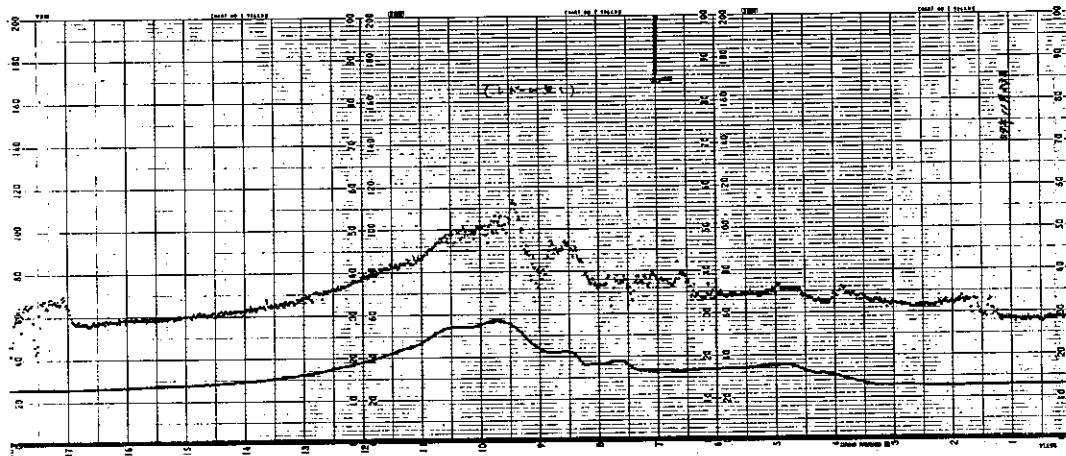


図9 雨による流速測定への影響

② 水面をたたく雨滴による乱れの成分を検知した。などが考えられる。対策としてパラボラアンテナ全体をおおうレドームを取付け、更に電気的な処理として、フィルター特性の改善による雑音成分のカットにより、ある程度、降雨による影響を抑える事ができた。

(イ) 演算およびデータの処理

演算およびデータの処理に関してはほとんどトラブルはなかったが、データの処理方法に関して若干の問題があり、更にTOCの異常値の処理に関して、リレー系統に故障があったため、異常がないのに異常として処理するというトラブルがあったが、これはその後改善された。

データの処理方法に関する問題については別項で述べる。

4 試作装置の改良と設置方法の検討

(1) パラボラアンテナの橋桁への取付

ア 目的

前項で述べたように、昭和54年度の実験では流速測定に関して、風によるヘッドの振動、アンテナの偏角の大きさ、水面とアンテナの距離、雨による水面の乱れ、降雪による電波の乱れ等が主要な問題であった。そこで55年度の研究をはじめると同時に、取付方法と

取付位置を再検討する必要を生じた。橋桁へのパラボラアンテナの取付には以下のようなメリットが予想される。

- ① 取付のために、鉄柱のような新たな構造物を作る必要がない。
- ② 雨によるアンテナのフィードホーンのぬれ、風によるヘッドの振動等の影響がほとんどない。
- ③ 橋の下の水面を計測水面とする事により、雨による水面の乱れ、降雪による影響もないと考えられる。更に偏角も小さくする事ができる。

しかし、橋桁への取付には次のような問題がある。

- ① 橋の下の水面が水位や流速の測定に適した地点であるとは限らない。
- ② 橋の近くに制御部や記録、演算装置、TOC計算を収納する建屋が必要であり、これがないと信号を相当の距離にわたり、ケーブルによって導かねばならず、その敷設や保守管理が必要になる。
- ③ 橋の上を通過する自動車等による振動が計測に影響を与える可能性がある。

このように橋桁への取付は必ずしもメリットばかりではなく、流速計の応用範囲を限定する可能性さえもあるが、54年度の実験で明らかになった流速測定上の問題点を一応カバーできる可能性がある。そのため55

年度の実験では橋桁への取付を基本として測定する事とし、54年度の測定地点より約215 m下流の榎橋にアンテナを仮設置し、車輛の通過による橋の振動の流速測定への影響を予備調査した。

イ 橋の振動影響に関する予備調査

ホーンアンテナ（東京計器製）およびロードアンテナ（池上通信器製）を使用し、11時から16時までの5時間にわたり、橋の下に持ち込んだ記録計に流速測定結果を記録し、かつ、1時間余にわたって通行車輛の種類と量を調べた。その結果、

- ① 車輛の通行量は1分間に約12台であり、うちわけはバス・大型トラック1，中小型トラック5，乗用車6の割合であった。
- ② 橋は車輛の通過によりかなり大きな振幅でゆれるが、周波数が小さいため、流速測定への影響は殆んどない。

このように榎橋に関しては橋の振動は余り問題にしなくても良いという結果がでた。

ウ 橋桁への取付方法

パラボラアンテナ（後でホーンアンテナに変更）は図10のように橋桁に取付けた。俯角39度、偏角0度、計測水面までの距離は約6 mである。アンテナ以外の

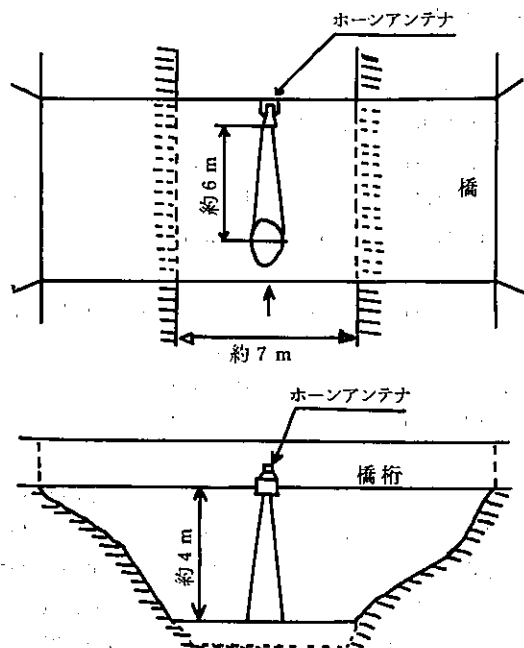


図10 橋桁（榎橋）への取付

各部分は54年度と同じく野川の水質監視室内に設置し、その間を約300 mの送信用ケーブル（12mmφ）でつないだ。ケーブルは保護管を用いず河川敷境界のフェンスに取付けた。

(2) 演算システムの改良

ア 問題の所在

汚濁負荷量の測定装置には流速、水位、TOCと3種類の検出端がある。これら検出端は故障、保守中等、計測を停止する場合があります。特にTOCにおいてはその頻度が高い、そのため、TOCについて特に4種類の異常時の警報信号が用意されている事は前述のとおりである。そして検出端の異常の場合にはデータを赤印字とし、あるいは異常の種類を表示するが流量及び汚濁負荷量の演算は一切停止するというのが54年度の演算システムの内容であった。このような処理は理論的には首肯し得るものであるが、実用上は困る場合がある。汚濁負荷量の日、週、月の積算値を演算する場合、ある時間の瞬時値が欠測になると、その時間帯を含むすべての積算値が計算されなくなり、TOCのように週1回の保守を要するものについては、實際上、週・月の積算値は常に計算し得ないものとなる。このような事態に対処するため、TOCの欠測あるいは異常値の場合には、その前後の正常な値、もしくは他の値をパラメータとし、その間のデータを推定、補間する事が考慮されねばならない。

イ 改良された演算システム

図11に改良された演算システムのフローチャートを示す。前記のTOCの補間計算は、最も安定なデータの得られる水位測定値をもとにし、水位×A（自由に設定できる定数）で行い、かつ入力のエラー（オーバーレンジおよびアンダーレンジ）時間、欠測および異常時の時間をそれぞれカウントし、時間、日、週、月毎にその時間の合計を赤色印字で表示するようにした。この結果、各負荷量積算値の概算値が常に得られると共に、データにおける補間部分の割合も1目で読取れる事となった。問題はTOCの補間データの精度にある。今回はとりあえず水位×定数という近似を考えた。これは低水時には比較的良く一致するが、高水時や汚濁物質の多量流失等があった場合には問題が多い。今後、データを集積して行く段階でより精度の高い補間方法を検討したい。

4回生じている、原因がアンテナかケーブルにある事はほぼ確実と思われるので、これらのどちらか又は双方を交換して調査する必要がある。しかし、大雨のふる機会は予測し難い、その頻度も少ないので原因究明には時間が必要と思われる。

8月20日の現象はパラボラアンテナそのものの欠陥か又はその取付不良と考えられる、ホーンアンテナに変更してからは同種の現象はない。

11月25日の現象は落雷によると考えられ、送信回路の破損、漏電リレーの作動などが生じた(12月2日に修理)、この落雷の原因になったのは約300mにおよぶ、保護管なしのケーブルにあると推定される。このような敷設方法については今後検討する必要がある。

水位測定部分については、上記実験期間中、特にトラブルもなく、保守で良好なデータを得る事ができた。

改良された演算システムはほぼ満足すべきものであったといえる。ただ、前述のように、ここではTOC値の補間計算の方法が課題として残った。

(2) 鶴見川と石神井川における表面流速計の実験

表面流速を測定するうえで、前年度問題になった事項のうち、特に風や雨の影響を調査するため鶴見川と石神井川で実験を行った。パラボラアンテナの架台は前年度の経験を生かし、風によるヘッドの振動を受けないように強固なものを製作しボルトで固定した。水面とアンテナの距離は前年度と同じく約20mとし、鶴見川は1980年9月26日～1月18日まで、石神井川は1980年12月17日から1981年3月25日まで実験を行った。

この結果、晴天時のデータは風の強いときでもほぼ問題がなく計測できたが、降雨、降雪時には計測値の流速の変化が不規則かつ急激であり、雨や雪からの直接又は間接の影響を受けていることは明らかである。このように降雨、降雪の影響および対策については今後さらに検討を要することとなった。

(3) 新潟県佐梨川における表面流速計の実験

ア 目的

降雪による影響とその対策を検討するため、常時降雪の期待できる新潟県佐梨川を実験場所に選定した。

イ 実験方法

- ① 実験場所：新潟県湯の谷村大湯温泉、佐梨川(魚野川支流)
- ② 使用機器：携帯型流速計KS-300(ロッドアン

テナ型、池上通信機製)、携帯型流速計(30cmφ、パラボラアンテナ型、同社製)、AC-DC電源装置、2ペン記録計

③ 取付場所および測定方法

取付場所は河川に近く、連続的に流速測定が可能な場所(旅館吉田屋)を選定した。実験条件の設定は表2に示すとおりである。

④ 実験期間：1981年2月20日より2月22日まで ウ 実験結果および考察

実験期間中、測定条件は多様な変化を示した。降雪状態については、小雪、大雪、湿雪、風を伴う雪、風に舞い上るような粉雪などがあり、又、建物の窓枠に取付けたアンテナの前には、昼間の気温の上昇による融雪のための雨だれが落ちて測定を妨害した。更に実験途中では河川内にブルドーザーが入り、これも実験に影響を与えた。

表2 降雪時の実験条件(佐梨川)

実験	偏角	俯角	測定距離	流速範囲	使用アンテナ
①	25°	30°	17.8 m	1.05~1.28 m/S	パラボラ アンテナ
②	25°	24°	23.5 m	0.84~1.02 m/S	同 上
③	36°	46°	14.4 m	1.59~1.90 m/S	同 上
④	20°	34°	11.1 m	1.53~1.49 m/S	ロッド アンテナ
⑤	-	-	-	雨だれの テスト	同 上

このように条件が複雑で、かつ、その条件が重なり合っているため、データの解釈上も困難があり、今回の実験だけでは雪の影響について明確な結論を出す事はできないが、以下のような事は言い得る。

- ① 近距離で流速が速い場合(実験①③④)、降雪の影響は余り問題にならずに良い。
- ② 遠距離で流速が遅い場合(実験②)、雪質により影響が異なり、雪質が重く大粒の時の方が影響は大きい。

ところで、54年度において野川における測定のとくにあらわれた雪の影響(図8参照)と今回の実験における雪の影響を比較すると、まず実験条件、測定条件に多くの相違がある。例えば流速の絶対値が今回は野

川の2~3倍、雪質の相違、雪の降り方の相違、測定距離や偏角、俯角の相違、更に記録計のフルスケールが野川では3m/S、今回は8m/Sでかつ、野川の場合と異なり平均化回路が設定されていないなど、多くの点で違いがあるため、その比較は単純にはできない。しかし、チャート上でみる限り、野川での雪の影響は最大で50~80cm/Sの上乗せがあり、正常値に対し100%以上の幅の乱れがあったのに対し、今回は20~30cm/Sで、正常値に対する幅は最大で20~30%であり、多くの条件の相違を考慮してもなおかつ、今回の方が雪の影響は前回に比べて、ずっと減少していると言えよう。この原因を追求する事により雪に対する対策を見出し得る可能性もある。

しかし、雪による影響の原因の究明とその対策はなお今後に残された問題である。考えられる方法としては、

- ① 信号の電気的処理により、対処する。
- ② 野川での実験のように、橋の下など降雪の影響のない水面を利用する。
- ③ 降雪中はH-Q法による演算に自動的に切替える。などである。①の方法はそれが可能であるかどうかがまず問題であり、②の方法は常にどこでも採用できる方法ではなく、立地条件により困難な場合があり、③は降雪を検知して自動的に演算方法を切替える点に難かしさがある。

6 負荷量データの解析に関する諸問題

(1) データ解析の重要性

汚濁負荷量のデータは、それだけでも河川の汚濁状況をより適確かつ多角的に明らかにするものである事はいうまでもない。しかし、このデータの重要性はそれだけにとどまるものではない。

河川において汚濁負荷量を常時測定するという事は、かって、どこでもなされた事のないものであり、それだけに、そのデータが河川に関し、どれだけの新たな知見を与え得るものであるか、又、それが今までの河川監視の方法であった濃度測定とどんな関連をもつのか、流域における雨量や流量との関係はどうか、負荷量の変動はどのような原因で生じるか、又、負荷量を低減するにはどうすればよいのか、など負荷量データを基礎にして検討すべき問題は極めて多い。

今回の野川の実験では試作装置の実用化をはかると

共に、できるだけデータの収集につとめ、上記のようなデータの解析を行うことが、その目的のひとつであった。実際に収集されたデータは、上記のような検討を行うには余りに少ないが、56年度以降に予定するデータ解析のいとぐちには成り得るものである。

(2) 観測データの収集状況

昭和55年度のデータは9月11日、流速計の調整が完了し、以後、多少の欠測があるが、大むね正常な記録を続けている。装置の稼動状況を表3に示す。

表3 装置の稼動状況(昭和55年度)

月日	降雨日	アナログ		デジタル		TOC	備考
		水位	流速	水位	流速		
1980							
10	■						← 9.11 流速計調整完了
9							
20	■						
10							
10	■						デジタル記録のみ
20	■						
10	■						
11							
20	■						
10	■						← 12.2 係数入力
12							
20	■						
1981							
10							
1							
20							
10							
2							
20							

(3) 低水時における水位とTOC濃度の変動関係

低水時の水位とTOC濃度の変動を1981年1月11日~2月7日の4週間をとりあげて図12に示す。

ア 水位の変動

野川流域からの生活排水や工場排水に依る水位変動を示しているものと思われる。

日変化は14~15時と24~1時の2回のピークを示す。最低水位は9~10時に現われている。水位の曜日の特性はみられないが4週間の変動としては日間の水位の変動パターンは変わらないものの全体に2~2.5cm低下している。地下水流出分の減少が考えられよう。

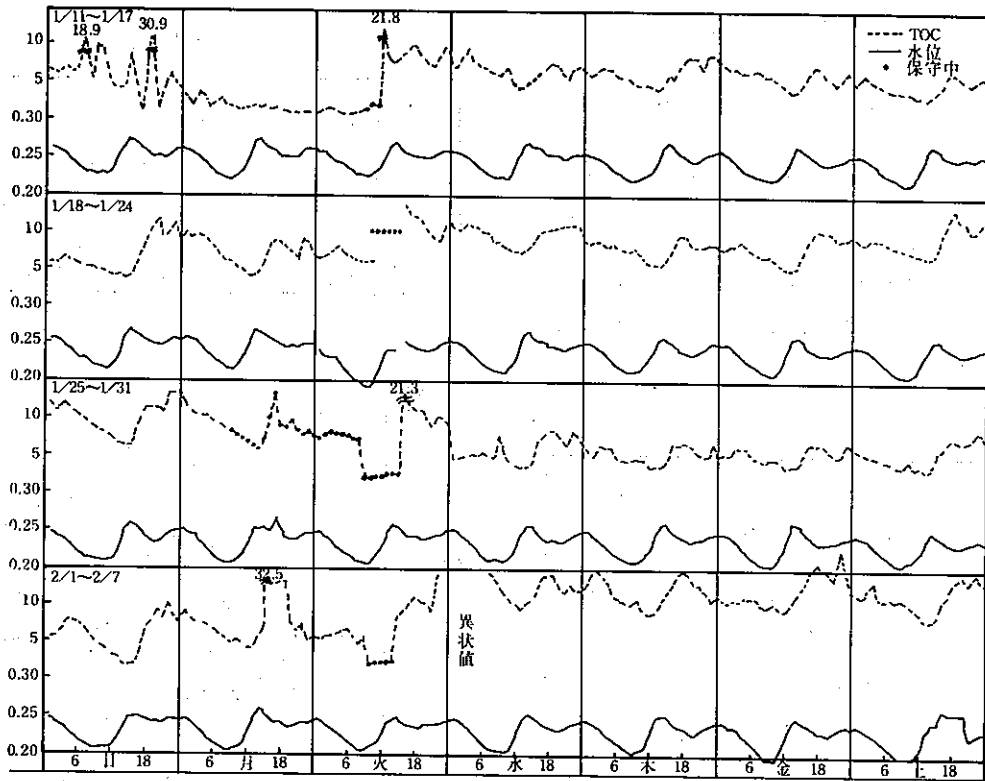


図12 低水時における水位とTOCの変動

イ TOC 濃度の変動

TOC の日変動は水位に 2 回のピークが現われるのに対し、18時ごろに 1 つの主ピークが現われ、他に 22 時～1 時ごろに 2 つのピークが現われ このピークは時々、極めて大きなピークになる事がある、汚濁発生源からの排出であろう。18時ごろの主ピークは水位の第 1 のピーク (14 時～15 時) より 3～4 時間遅れ、最低濃度は 13 時～14 時ではほぼ水位の最高ピークに一致する。この現象は流域の土流部に高濃度の汚濁排出源がある事を想像させる。

(4) 高水時における降雨と流量、水位および TOC 濃度の変動関係

1980 年 9 月 11～12 日の降雨時における降雨と水位および TOC 濃度の変動を図 13 に示す。

ア 降雨と流量の関係

降雨による流量の変動は降雨波型により、さまざまであるが、野川の観測地点では 1 時間当り 10mm 程度の雨で、降りはじめよりおよそ 2 時間でピークに達し、雨のやんだ後、約 5 時間で平水にもどっている。

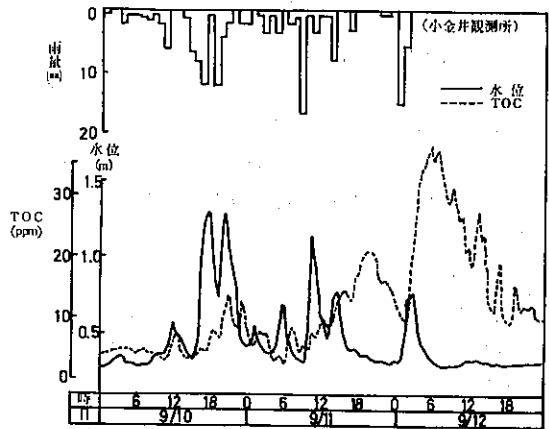


図13 降雨、水位、TOC の変動関係

降雨量とその間の総流量の関係を示すと図 14 のようになる。野川における平水時の日流量はおよそ 2 万～2.5 万 m^3 /日であるから、20mm の降雨はおよそ平水時の 5 日分の流量に相当する。

イ 降雨と TOC 濃度との関係

降雨と汚濁物質濃度との関係は、降雨のパターンにもよるが、一般には流量のピークより早く汚濁物質の

ピークが現われるといわれている。しかし、図13においてはこの傾向は見られず、汚濁物質の濃度ピークは水位のピーク後とか、むしろ水位の低減後に表われている。

この現象は平水時における汚濁源が上流に位置しており、その付近に蓄積された汚濁物質が観測地点に到達するまでの時間遅れと推察されるが、更に別流域からの野川への流入による現象と重なっている可能性もあり、この現象の解明には、今後詳細な流域調査が必要になる。

降雨量(mm)

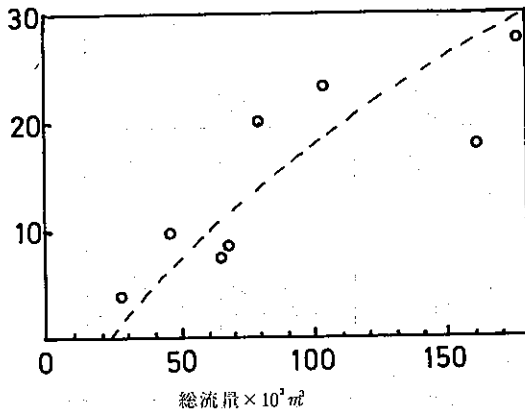


図14 降雨量と総流量の関係

(5) 汚濁負荷量と総流量、総雨量との関係

降雨時の資料としては12月3日および12月29日、低水時については1月11日から2月7日までの4週間の資料をもとにして検討した。

ア 降雨と日負荷量

無降雨日と降雨日の1日当りの汚濁負荷量の比較の一例を表4に示した。降雨量が5mm程度の時、日負荷量の2倍、20mm程度の時は約7倍、つまり約1週間分の負荷量が流出する事になる。今回の実験期間中は全装置が稼動している時に、余り大きな出水がなく、これ以上の雨量の場合のデータがとれなかったが、降雨時の汚濁物質の流出は、年流出量の大半を占めると予想され、今後、データの積上により、出水時における負荷量の流出を詳細に検討する必要がある。

イ 週および月負荷量

低水時の1月11日～2月7日の4週間について曜日別に日負荷量及び日流量の変化を示したのが図15であ

表4 雨量と日負荷量

月日	全雨量 (mm)	日負荷量 (kg)
12. 3	4.5	412
12. 4	0.0	240
12. 24	19.5	1081
12. 25	0.0	133

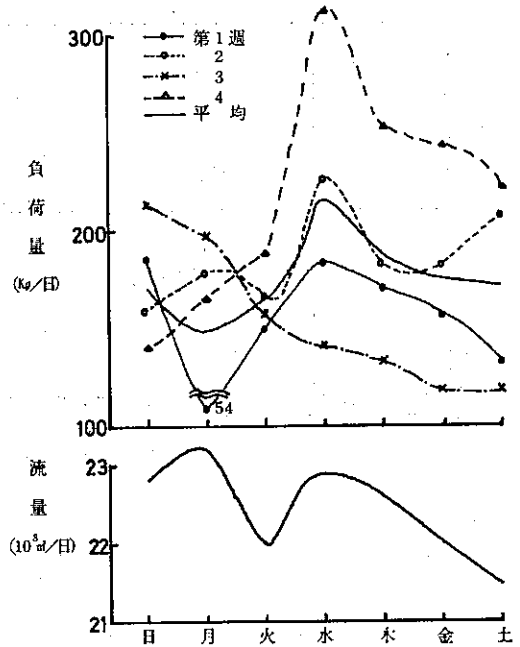


図15 日負荷量及び日流量の変動

る。

流量の1週間の変化をみると、日、月曜に多く、火曜に減少し、木曜に再び増加し、木～土曜にかけて徐々に減少する。

負荷量の変化は日～火曜の変化はかなりバラツキがあり、水曜にピークとなり木～土曜にかけて低減する傾向にある。月負荷量としては、ほとんど降雨のなかった1月上旬～2月上旬でTOCで5,000 kg/月が計上された。

年間を通じての負荷量の変動、季節ごとの相違など、今後の課題である。

7 ま と め

河川における汚濁負荷量を常時測定するための装置

を試作し、その実用化テストと、それに基づく装置の改良を行い、更に若干のデータの解析を行った。主な結論は以下のとおりである。

- ① 流速測定は測定距離が20m以上の場合には、風や降雨、降雪による影響をうける。
- ② 風による影響は取付架台を強固にし、データの電氣的処理を行う事により、ほぼ取除く事ができる。
- ③ 降雨、降雪による影響は、測定距離を短縮し、あるいは橋桁等に取付け、降雨、降雪のない橋の下の水面を測定水面とする事により除去できる。しかし、これは常にとりうる方法ではない。
- ④ 降雨、降雪の影響はその現象の把握、対策ともに、まだ万全のものではなく、その検討は今後の課題である。
- ⑤ 負荷量データの連続性を維持し、その欠落を防ぐため、TOCの異常や欠測時に、そのデータを自動的に推定値により補間する方法を導入した。推定値の精度の向上が今後の課題である。
- ⑥ 水位測定、演算処理、アナログおよびデジタル記録部の稼働は良好であり、実用上、問題はない。
- ⑦ 野川における汚濁負荷量については若干のデータの収集ができ、その一部についてデータの解析を行

った。

以上が55年度までの研究結果の概略である。56年度以降は、装置の実用化のために残された若干の問題を検討するとともに、データの収集につとめ、データの解析、利用方法の検討、他の河川への応用等を検討する予定である。

本研究を行うにあたり、建設省土木研究所の土屋昭彦前河川部長、富永正照河川部長、石崎勝義氏、長谷川正氏、中尾宏臣氏および東京都土木技術研究所の和泉清氏、黒羽公明氏に多くの技術的指導および貴重なデータの提供など多大の援助を頂いた。心から感謝したい。

参 考 文 献

- 1) 梶山、伊東、宮川、川原：河川における汚濁負荷量の常時測定に関する研究（その1）、東京都公害研究所年報、P 131（1980）。
- 2) 水質自動測定研究報告書、P 98、昭和53年3月、東京都公害研究所。
- 3) 河川における汚濁負荷量の常時測定に関する研究報告書、昭和55年3月および昭和56年3月版（東京都公害研究所委託）建設電気技術協会。