

ISSN 0386—5878

土研資料 第2032号

土 木 研 究 所 資 料

建設省における水文観測の
現況に関する調査

昭和 59 年 1 月

建設省土木研究所
河川部水文研究室

序

建設省における水文観測は雨量、水位流量を中心として、明治時代から現在まで観測担当者の創意工夫とたゆまざる努力により発展してきた。この間に多数の技術開発が行なわれたが、近年の電気・電子計測技術や情報処理技術等の進歩ともあいまって、河川管理上の必要性からデータの人手処理の迅速化、観測精度の向上に対する要請が強くなってきている。

本報告書は、このような背景をふまえ、現在の水文観測技術をささえる基本となっている観測機器そのものの現況と問題点、および観測精度の向上のための基本的事項を整理したものである。本報告書でとりあげられている諸データは、土木研究所が本省および各地方建設局の水理調査の担当者の協力を得て実施した現地観測およびアンケート調査によるものであり、これら関係者および各工事々務所の観測担当者に深い敬意をささげたい。

自然界における水の循環の過程を観測し、定量化することにおいて河川の計画管理に役立てるには水文量の変動が大であること、過酷な条件下で行なわなければならないこと、予算上の制約、など克服しなければならないいくつかの条件がある。このような分野の技術開発は一朝にして成る種類のものではなく、今後共、地道な観測の継続とその上につちかわれる経験が重要であろう。本調査はこれをもって終りとするものではなく、この調査の成果を足場としてより良い観測材料器、観測方法を研究するための基本情報として印刷・配布するものである。関係各位の今後共の御協力を御願い申し上げたい。

水文研究室長 吉 野 文 雄
研 究 員 早 川 信 光
古 畑 広 樹

利根川上流工事々務所
調査課長 佐 合 純 造

目 次

序	
1. 水文観測器機設置状況等調査	1
1.1 調査概要	1
1.2 自記雨量計に関する調査	1
1.3 自記水位計に関する調査	1
1.3.1 設置年度別機種別設置状況	1
1.3.2 地方別機種別設置状況	4
1.3.3 機種選定理由	4
1.3.4 欠測原因	6
1.4 特殊流速計に関する調査	10
1.5 水文観測技術の現況と今後の課題	11
2. 流速計に関するアンケート調査	13
2.1 調査概要	13
2.2 流速計について	13
2.3 流速計の保守点検について	14
2.4 流速計の検定について	14
2.5 まとめ	17
3. 流速計の検定係数の精度と評価	18
3.1 検討の目的	18
3.2 流速計の速度別誤差	18
3.3 誤差の経年変化	19
3.4 検定間隔と誤差	19
3.5 まとめ	20
4. 流量観測精度向上に関する調査	21
4.1 調査概要	21
4.2 流速計測法	22
4.2.1 点流速の観測時間	22
4.2.2 鉛直方向の流速測点数	25

4.2.3 水平方向の測線数	26
4.3 浮子測法	27
4.3.1 流速測線数	27
4.3.2 見通し線間隔（流下距離）	28
4.3.3 浮子の更正係数	30
4.4 まとめ	33

参 考 資 料

1. 水文観測機器設置状況等調査

1.1 調査概要

水文観測においては観測機器の果たす役割はきわめて重要である。このため、精度が高く、欠測の発生するおそれの少ない観測機器の一層の開発、改良が期待されている。

そこで水文観測機器の設置状況や問題点を把握するため、建設省各工事事務所（河川関係）を対象として水文観測機器に関するアンケート調査を実施した。これは、雨量計（自記雨量計）、水位計、特殊流速計（電磁流速計、超音波流速計、電波流速計）について、その設置状況、作動状況、担当者の見解等を調査したもので、とくに種々問題点の多い水位計に重点を置いた。

1.2 自記雨量計に関する調査

全国の自記雨量計の機種別設置状況は表1-1のとおりである。

表1-1 全国の自記雨量計の機種別設置状況

機 種	全箇所数	うち 風防つき の数	うち 普通雨量 計併設数	うち テレメータ 併設数
転倒ます型	2,257 (99.4)	166 (7.3)	1,231 (54.2)	1,149 (50.6)
貯水型	13 (0.6)	0	13 (0.6)	2 (0.1)
はかり型（重量計）	0	0	0	0
合 計	2,270 (100.00)	116 (7.3)	1,244 (54.8)	1,151 (50.7)

()
内は割合(%)

表1-1より次の点を指摘できる。

- ① 全国の自記雨量計を機種別にみると転倒ます型が99%を占め、貯水型は1%にすぎない。貯水型の設置がみられるのは、北海道、北陸のみである。また、全国的に、はかり型の設置はみられない。
- ② 風防の設置率は、全国的には7.3%である。ただし、設置率は、地方によって差異がみられる。
- ③ 普通雨量計併設率は、全国的には54.8%であるが、地方の併設率は30~70%とばらつきがみられる。

1.3 自記水位計に関する回答の集計結果

1.3.1. 全国の自記水位計の設置年度別機種別設置状況

全国の自記水位計について、調査した結果、全国には昭和56年度末現在343台の自記水位計が設置されていた。これらの水位計のうち、昭和45年以後に設置された自記水位計1835台の設置

年度別機種別の設置状況は表1-2に示すとおりである。

表1-2より、次の点を指摘できる。また、表1-2を図にすれば図1-1となる。

① 全国に昭和45年度以後1835台の自記水位計が設置されている。機種別の割合は、リシャル型11%、ロール型2%、水研61型2%、水型62型31%であり、以上のフロート式のみで、全体の46%を占める。デジタルの31%を含めるとフロートを用いた水位計は76%に達する。次いで圧力型水位計5%、気泡型水位計9%、触針型水位計3%、超音波水位計1%となっている。

② 昭和45年度から54年度までの10年間で5年ごとに区切って、自記水位計の設置、箇所数を比較すると、50～54年度の5年間の設置台数をみると、55・56年度は、50～54年度の年度当たりの設置台数をさらに上回っている。

次に、表1-2より全国の自記水位計について設置年度別機種別設置割合を抜き出すと表1-3のとおりである。表1-3をみると全期間を通してフロートを用いた水位計（フロート式及びデジタル）の割合は70%以上を占めているが、その割合は経年的に小さくなっており、代って圧力を計る水位計の設置割合が増えていることがわかる。

表1-2 全国の自記水位計機種別設置年度別箇所数（昭和56年度末現在）

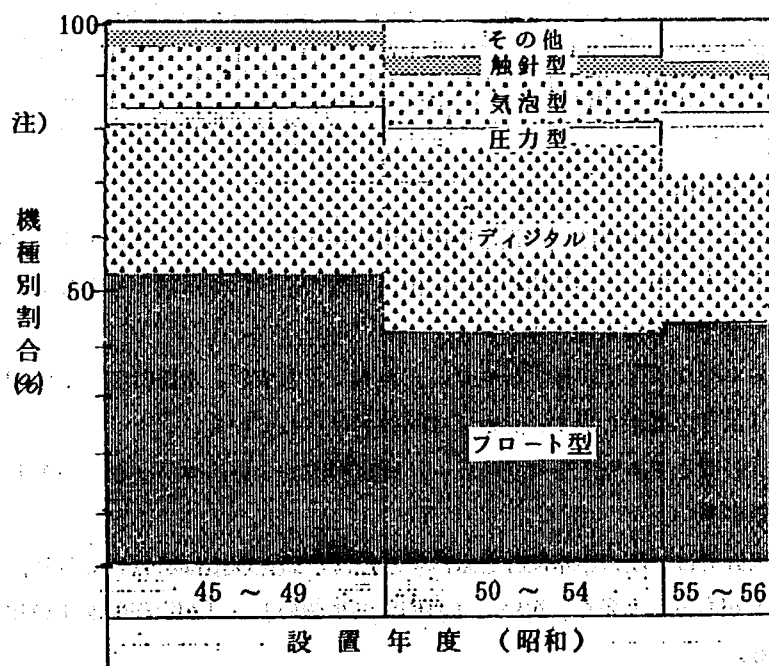
機 能			設 置 年 度 （ 昭 和 ）			
			45 ～ 49	50 ～ 54	55 ～ 56	計
フロートを用いた水位計	フ ロ ー ト 式	リシャル型	68 12	85 10	54 13	207 11
		ロール型	12 2	16 2	5 1	33 2
		水研 61 型	21 3	9 1	4 1	34 2
		水研 62 型	202 35	247 29	119 29	568 31
		デ ジ タ ル (リードスイッチ型)	159 28	287 34	115 28	561 31
圧力を計る水位計	圧力型水位計		19	40 5	47 11	106 5
	気泡型水位計		65 11	68 8	29 7	162 9
触針型水位計 (フロートレス式)			16 3	34 4	9 2	59 3
超音波水位計 (非接触型水位計)			3 1	7 1	6 1	16 1
そ の 他			9 2	51 6	29 7	89 5
計			574 100	844 100	417 100	1835 100

注) 1. 上段の数字は、箇所数を示す。 2. 下段の数字は、割合(%)を示す。

表 1-3 全国の自記水位計の設置年度別機種別設置割合

機 種	種	設 置 年 度 (昭 和)			
		45 ~ 49	50 ~ 54	55 ~ 56	計
フロートを用いた水位計	フロート型	303 52.8	357 42.3	182 43.6	842 45.9
	デジタル	159 27.7	287 34.0	115 27.6	561 30.6
	小 計	462 80.5	644 76.3	297 71.2	1,403 76.5
圧力を計る水位計	圧 力 型	19 3.3	40 4.7	47 11.3	106 5.8
	気 泡 型	65 11.3	68 8.1	29 7.0	162 8.8
	小 計	84 14.6	108 12.8	76 18.3	268 14.6
触 針 型 水 位 計		16 2.8	34 4.0	9 2.1	59 3.2
超 音 波 水 位 計		3 0.5	7 0.8	6 1.4	16 0.9
そ の 他		9 1.6	51 6.1	29 7.0	89 4.8
計		574 100.0	844 100.0	417 100.0	1,835 100.0

注) 下段の数字は割合%



注) その他には超音波水位計を含む

図 1-1 全国の自記水位計の設置機種変化

1.3.2 地方別機種別設置状況

表1-4に自記水位計の地方別機種別の設置状況を示す。

地方別に機種別の設置割合は異なるが、大勢をみると北陸を除き、フロートを用いた水位計の割合は70%以上を占める。北陸では圧力型、気泡型の圧力を計る水位計の割合が相対的に大きい。

なお、圧力を計る水位計の割合は、西日本では小さく、東日本では大きいという傾向がみられる。

表1-4 自記水位計の地方別機種別設置割合

単位：％

機 種		北海道	東北	関東	北 陸	中 部	近 畿	中国	四 国	九 州
フロートを用いた水位計	フロート型	27.9	51.0	45.8	36.2	62.7	51.0	65.1	57.8	66.4
	デジタル	54.5	31.1	39.4	15.5	9.7	38.2	15.6	24.1	14.4
	小 計	82.4	82.1	85.2	51.7	72.4	89.2	80.7	81.9	80.8
圧力を計る水位計	圧 力 型	6.3	5.9	4.0	16.7	1.7	1.9	5.7		4.2
	気 泡 型	8.5	9.6	8.5	21.3	16.7	1.9	4.7	9.7	
	小 計	14.8	15.5	12.5	38.0	18.4	3.8	10.4	9.7	4.2
触針型水位計		1.4	1.2	1.9	5.2	2.8	1.3	6.3	3.6	4.6
超音波水位計			0.4	0.2	3.4		3.8	2.6		
そ の 他		1.4	0.8	0.2	1.7	6.4	1.9		4.8	10.4
計		100	100	100	100	100	100	100	100	100

1.3.3 機種別選定理由

全国の自記水位計について機種別に選定理由事項数を集計し、表1-5に示す。各箇所とも理由事項数に制限を加えなかったため機種別の理由事項数の合計は箇所数よりも多くなった。

表1-5より機種別に選定理由をみる。

フロート式でおおむね「保守点検がしやすい」がもっとも多い。水研61型、水研62型では「故障が少ない」が「保守点検がしやすい」とほぼ同数挙げられている。

デジタルでは「必要とする精度を有する」、「測定範囲を十分にカバーしている」、「測定しやすい」の順に数が多い。

圧力を計る水位計では、圧力型水位計と気泡型水位計の選定理由は類似しており、「必要とする精度を有する」がもっとも多く、次いで「河床変動に強い」、「測定範囲を十分にカバーしている」の順となる。

触針型水位計では「必要とする精度を有する」、「費用がやすい」、「測定範囲を十分にカバーしている」、「測定しやすい」の順となっている。

超音波水位計では、「測定範囲を十分カバーしている」がもっとも多く、「河床変動に強い」「必要とする精度を有する」がこれに次いでいる。

全機種を通じてみると「必要とする精度を有する」、「測定範囲を十分にカバーしている」、「故障が少ない」などの、正確、確実なデータの蓄積を内容とする事項が選定理由として多く挙げられている。デジタル、圧力を計る水位計、触針型水位計、超音波水位計では選定理由としてこれらの事項がとくに多い。

表1-5 機種別選定理由事項

凡例 ○：機種別選定理由事項数 第1位
○： ” 第2位
□： ” 第3位

機 種			選 定 理 由														そ の 他	
			必要とする精度を有する	測定範囲を十分にカバーしている(異常洪水を記録できる)	河床勾配が大きい	河床変動に強い	流砂量や浮遊の多い流水に強い	測定しやすい	故障が少ない	保守点検がしやすい	修理しやすい	費用が安い	メーカー代理店のアフターサービスがよい	調査期間が短い。	調査は永久的である。	設置が簡単	その他	
フロートを用いた水位計	フロート式	リシヤール型	19	17	1	2	1	38	38	47 ○	41 □	48 ○	9	13	1			
		ロール型	20	22 □	1	2	3	23 ○	20	29 ○	20	17	7	2	2			
		水研 61 型	32	25	2	1	7	34 □	36 ○	39 ○	29	18	9	3	2			
		水研 62 型	93 □	73	4	5	17	82	100 ○	98 ○	69	34	29	1	13			
		デジタル (リードスイッチ型)	86 ○	65 ○	12	40	17	57 □	40	13	6	16	39		13	1	1	
圧力を計る水位計	圧力型水位計		43 ○	36 □	12	39 ○	31	24	35	21	6	28	16	3		2		
	気泡型水位計		44 ○	32 □	8	36 ○	13	28	27	19	10	28	15	1		1	1	
触針型水位計 (フロートレス式)			38 ○	19 □	6	8	6	19 □	11	11	8	20 ○	7		2	2		
超音波水位計 (非接触型水位計)			26 □	31 ○	18	29 ○	20	16	9	5	1	3	10					
そ の 他			3 ○	1 □	1 □		1 □	3 ○	2 ○	3 ○	2 ○	2 ○						
計			404	321	65	162	116	324	318	285	192	214	141	23	33	6	2	

注意：事務所の考え方であり、本来の水位計の適正とは異なる部分もある。

また、「測定しやすい」、「保守点検がしやすい」等の測定・保守点検の容易性という理由も多く挙げられており、フロート式では選定理由としてこれらの事項がとくに多い。

さらに「河床変動に強い」という理由を挙げるものも少なくない。圧力を計る水位計、超音波水位計では、選定理由としてこの事項がとくに多い。

1.3.4 欠測原因

全国の水位計の全箇所数のうち、欠測値が多い水位計として挙げられたものは、117箇所である。機種別に欠測値の多い水位計の箇所数を表1-6に示す。

表1-6より機種別に欠測値の多い箇所数の全箇所数に対する割合をみる。

フロート式は2.9%、デジタルは、6.4%、圧力型水位計は7.0%である。触針型水位計は17.8%、超音波水位計は15.8%であり、両者とも15%を超えている。全機種平均5.0%である。

一般的に新しい機種ほど欠測値の多い箇所数の全箇所数に対する割合は大きい、これは新しい機種について改良すべき点が多いことを示すものと思われる。ただし、設置状況等にも問題がないとは言えず、事例が少ないため、明確ではない。

次に欠測値の多い水位計ごとの回答をもとに水研62型、デジタル、圧力型水位計、気泡型水位計、触針型水位計、超音波水位計の各機種について欠測の原因と考えられる事項を整理する。これらの機種は欠測値の多い箇所数の全箇所数に対する割合が水研62型を除いて平均値以上のものである。

(1) 水研62型

この機種の欠測の原因の大部分は、水位計自体の問題ではなく、河床変動や流送土砂等のため、導水管による導水が不良・不能となることである。「河床低下による導水の不良・不能」を挙げたものは10箇所、「導水管の土砂等のつまりによる導水の不良・不能」を挙げたものが11箇所であり、合計21箇所である。

このほか「ペンのインクのつまり」（2箇所）、「アースの接触不良」「時計部の故障」（以上各1箇所）、その他（3箇所）が原因として挙げられている。（1箇所ですべて2以上の原因を挙げているものもある。以下同様）

(2) デジタル

デジタルの欠測の原因には、機器自体の問題という内的要因と環境などの外的要因とがある。外的要因のうちでもっとも多いのは、「河床変動による測定柱の埋没」で14箇所ある。次いで「測定柱の流失・傾斜」（2箇所）「ケーブルの流失」（2箇所）、その他（2箇所）などの原因が挙げられている。

内的要因は多岐にまたがり、「バッテリーの容量不足」「電気系統の接触不良」、「トランジスターの不良」、「時計の停止」、「紙送り不良・紙づまり」、「部品の老朽化」（以上各2箇所）、「フロートの作動不良」（1箇所）計13箇所である。

表 1-6 欠測の多い水位計の箇所数

全 国

機 種			欠測の多い水位計の箇所数 (A)	全箇所数 (B)	欠測値の多い水位計の箇所数割合 (A) / (B)
フロートを用いた水位計	フロート式	リシャル型	2	280	0.7
		ロール型		80	
		水研 61 型	1	74	1.4
		水研 62 型	33	820	4.0
		小 計	36	1,254	2.9
		ディジタル	38	596	6.4
圧力型水位計	圧力型水位計		8	115	7.0
	気泡型水位計		17	192	8.9
触針型水位計			13	73	17.8
超音波水位計			3	19	15.8
そ の 他			2	94	2.1
計			117	2,343	5.0

注) 1. 「欠測値の多い水位計の箇所数」欄のうち、フロート式の中には細分類不能のものがあつた。これについては、記載内容から判断して、最もふさわしい型式にあてはめている。

2. 地下水観測用のものも含む。

(3) 圧力型水位計

圧力型水位計の欠測の原因としては、「落雷による検出部破損」(2箇所)「鋼管(ケーブル保護管)の流失」,「測定柱の流失」,「廃油汚濁水によるセンサー破損」,「土木工事によるケーブル切断」,「河床変動」(以上各1箇所)が挙げられている。

(4) 気泡型水位計

気泡型水位計の欠測の原因の大半は、河床変動や洪水時の土砂、ゴミにより導圧管先端がつかまることである。その内訳は「河床変動による土砂堆積」(7箇所),「洪水時の土砂、ゴミの導圧管先端への付着」(3箇所),「河床低下」(1箇所),「貝の導圧管先端への付着」(1箇所)である。

このほか「ガス送出系のトラブル(ガスもれ等)」(4箇所),「経年による接触不良」(3箇所),「用紙のたるみ」(2箇所)である。

(5) 触針型水位計

触針型水位計では、電気系統の故障が6箇所が発生しており、欠測の原因の大半を占めている。その内訳は、「電極の故障」、「リレーの故障」、「シンクロモーターの故障」、「ヒューズとび」等である。

このほか「導水管のつまり」（2箇所）、「正確な読取りの不能」（1箇所）が原因として挙げられている。

(6) 超音波水位計

超音波水位計の欠測の原因は、「浮遊物の混入」（2箇所）、「送受波器の故障」（1箇所）である。

水位計の欠測の原因を機器の各部分の故障、不良（これを内的要因とする）と機器以外の外的条件によるセンサー機能の不能、不良等（これを外的要因）とに分け、機種別に内的要因と外的要因の割合を求めると表1-7及び図1-2のとおりである。ただし、欠測の原因を内的要因と外的要因とに厳密に分類することは、両要因が重なるケースもあり、困難であるが、便宜上分けてみたものである。

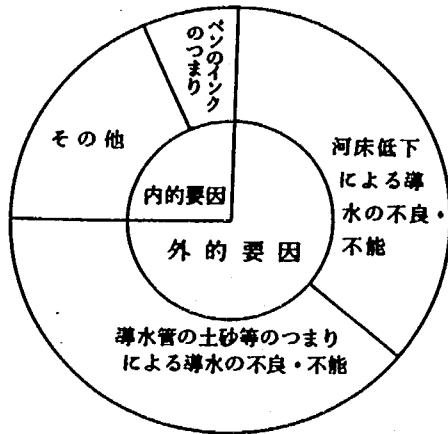
表1-7 自記水位計各機種の欠測原因の内訳

単位：％

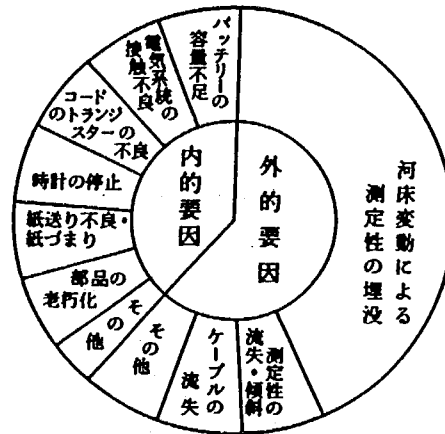
機 能		内 的 要 因 (機器の各部分 の故障・不良)	外 的 要 因 (外的条件による センサー機能の 不能・不良)
フロートを用いた水位計	水 研 62 型	25	75
	デ ジ タ ル	39	61
圧力を計る水位計	圧力型水位計	0	100
	気泡型水位計	43	57
触 針 型 水 位 計		78	22

注) 超音波水位計については、欠測事例が少ない（3箇所）ため、本表からは除外している。

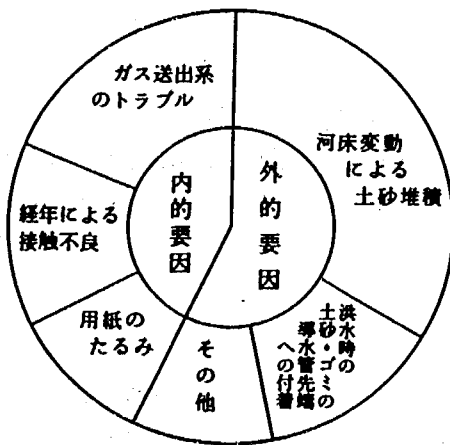
水研 62 型



デジタル



気泡型水位計



触針型水位計

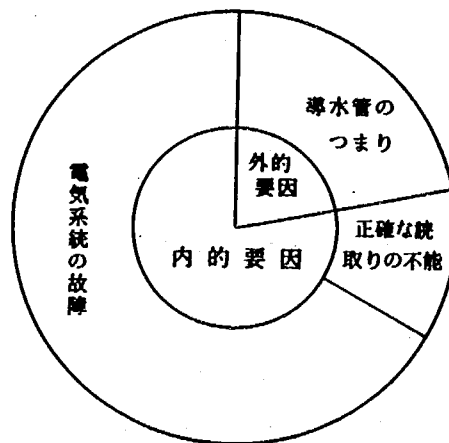


図 1-2 自記水位計の機種別欠測原因

注) 図中、内的要因とは機器の各部分の故障・不良、外的要因とは
外的条件によるセンサー機能の不能・不良を示す。

1.4 特殊流速計に関する調査

1.4 水文観測技術の現況と今後の課題

全国の観測所のうち、電磁流速計、超音波流速計、電波流速計が、採用されている観測所は表1-8に示すとおりである。

次に表1-8にあげた流速計について機種選定理由、作動状況問題点を整理する。

(1) 電磁流速計

電磁流速計が採用されているのは、3箇所である。

A観測所における機種選定理由として「精密良好」、問題点として「草根などの流下による誤読のおそれがあること」、「高価であること」を挙げている。

B観測所では機種選定理由として「河川の水深が非常に小さくなることがあり、回転式流速計では測定が困難になることが多いが、本機種ではこの問題が解決されること」、「従来微流速計を併用していたが、本機種では1台で測定が可能なこと」、「デジタル表示のため、読取り誤差が少ないこと」を挙げている。作動状況は良好である。

(2) 超音波流速計

超音波流速計が採用されている観測所は、8箇所である。

機種選定理由としては、「感潮区間にあること」(2箇所)、「堰による背水区間(水面巾大、流速小)にあること」(2箇所)と特定区間の測定ケースに採用されることが多い。このほか、「刻々の流速変化の把握」(2箇所)、「測定労力の省力化」(1箇所)の理由が挙げられている。

作動状況は「良好」が3箇所「出水時、渇水時を除き比較的良好」が2箇所である。

問題点として挙げられている事項のうち、もっとも多いのは温度差又は塩分濃上により水深方向に密度差が出ると異常値の検知又は欠測が生じることである(5箇所)。このほか「洪水時の土砂、流木、ゴミがセンサーにまきつき異常を生じること」、「設置後年数がたつと機器部品のスペアがなくなること」が各1箇所報告されている。

(3) 電波流速計

電波流速計が採用されている観測所は8箇所である。

機種選定理由としては「土石流の測定に用いるため」(4箇所)、「測定の安全性、容易性(洪水時、夜間、悪天候時)」(3箇所)、「測定範囲の大きさ」、「観測所の無人化」、「連続観測が可能であること」(以上各1箇所)が挙げられている。

作動状況は1箇所「欠測が多い」が、5箇所では「良好」である。

問題点としては、雪、霧、高湿度のとき、または低水時に精度が落ちたり、欠測したりすることがあることである。

表1-8 全国の電磁流速計等の設置状況

機 種	地建名	水系名・河川名	観測所名	メーカー名
電磁流速計	近畿	大和川	(多数)	MK
	四国	土器川・土器川	(多数)	"
	九州	矢部川・矢部川	船小屋	TD
超音波流速計	東北	高瀬川・高瀬川	高瀬川水質	OD
	関東	利根川・利根川	布川	"
	"	利根川・常陸利根川	潮来	"
	"	利根川・常陸利根川	日川	"
	北陸	信濃川・信濃川下流	帝石橋	"
	中部	揖斐川・揖斐川	油島	TK
	近畿	淀川・瀬田川	鳥居川	OD
	九州	筑後川・筑後川	瀬ノ下	"
	関東	富士川・春木川	春木川中流	KK
電波流速計	北陸	常願寺川・湯川	白岩	IT
	"	神通川・平湯川	具塩上流 具砂防	"
	中部	富士川・大沢川	岩樋	"
	"	木曾川・根尾川	能郷谷	"
	近畿	都賀賀川	ハチース谷	"
	四国	吉野川・南大王川	上除橋	"
	九州	松浦川・厳木川	野々平	"

1.5 水文観測技術の現況と今後の課題

建設省における水文観測のシステムは昭和30年頃整備され、今日に至っている。そして観測に関する技術については「建設省河川砂防技術基準(案)」(昭和52年改訂)に、観測体制については「水文観測業務規定」(昭和41年制定)にそれぞれ基準が示される。

しかし、近年、計測技術の進歩に伴い、水文観測機器の開発改良が行われ、また、情報収集処理システムが進歩した結果、新しい水文観測機器が順次導入されている。また、社会状況の変化も観測体制の再検討を余儀なくしているものと考えられる。このため、水文観測に関する各種基準の見直しが求められている状況にある。

1.2 では、昭和50年以降に水文観測技術に関して行われた調査研究の傾向を整理したが、調査

研究の中心は新しい観測機器（雨量観測におけるレーダー雨量計，流量観測における超音波流速計，電波流速計等）の調査研究に置かれているとみられる。

この調査では，水位計を中心として各種機器の設置状況，選定理由，作動状況，問題点を整理し，把握した。

以下に水位計及び流速計（ただし，電磁流速計，超音波流速計，電波流速計のみ）について調査結果をもとにその現況と今後の課題をとりまとめる。

(1) 水 位 計

表1-2をみると全国の自記水位計のうち，フロート式の占める割合は，昭和50年度末現在50%をこえているが，昭和40年代以降相対的に減ってきている。これに代ってデジタル，圧力型水位計，超音波水位計等の採用例も多く，それらの比重は高まってきている。

その理由として考えられるのは表1-5にみるようにフロート式は「故障が少ない」，「保守点検がしやすい」等の利点もあるが，最近はこれらの特性よりも「必要とする精度を有する」，「測定範囲を十分にカバーしている」，「河床変動に強い」等の特性が注目されるようになったことであろう。デジタル，圧力型水位計，超音波水位計等の新しい機種はこれらの特性をもつため，採用例がふえてきたものと考えられる。

しかし，表1-6に示すように，これらの新しい機種は，従来のフロート式にくらべ，欠測値を生みやすい。表1-7をみるとその欠測の原因は，機器の性能ばかりに帰せられないが，それでもデジタル，気泡型水位計，触針型水位計等にはまだ改良すべき点は多いと考えられる。

このように自記水位計については，さらには調査研究すべき課題は多いと思われるが，第1節でみたように近年の調査事例は少ない。今後の調査研究により，自記水位計の各機種の改良が期待される。

(2) 特殊流速計

電磁流速計，超音波流速計，電波流速計とも事例数は少ないが，作動状況は総体的にみるならばおおむね良好といえよう。

ただし，超音波流速計では温度差や塩分濃上による密度差の形成により，電波流速計では湿度が高いときなどにそれぞれ精度が落ちたり，欠測したりすることがあり，この点を含めて改良を図る必要があろう。

2. 流速計に関するアンケート調査

2.1 調査概要

本調査は、建設省（北海道開発局を含む）管内で現在保有している流速計について、機種あるいは、保守点検状況等の現況を把握するとともに、今後の流速計検定のあり方を検討するための基資料とすべく実施したものである。

(1) 調査項目

- ① 流速計について
- ② 流速計の検定について
- ③ 流速計保守点検について
- ④ 今後の流速計検定について

(2) 調査対象

① 建設省 8 地方建設局	有効回答	116 事務所
② 北海道開発局		8 建設部
	計	124 事務所

(3) 調査対象期間

昭和56年度（台数等について）

2.2 流速計について

調査対象の各事務所における使用可能な流速計 833 台について集計した。

(1) 流速計の種類（図2-1）

流速計のセンサー部のタイプにより、4 種類に大別したが、この分類のうち、④その他については一般河川の流量観測以外の用途すなわち、実験用等の特殊流速計である。

現在建設省管内で保有している流速計のうち、縦軸カップ式のものが約65%を占めており、そのほぼ半数にあたる約30%が、横軸スクリー式のものであった。また電磁式流速計は、高価であることもあり、3%（25台）と少なかった。

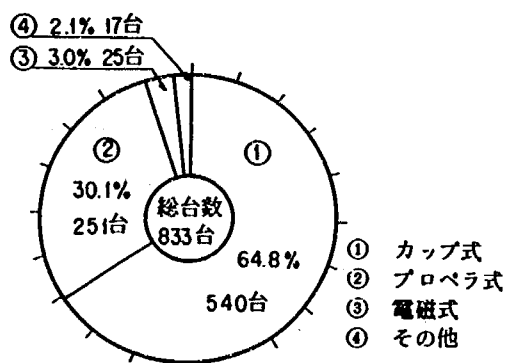


図2-1

(2) 流速計の表示方法 (図2-2)

流速計センサーからの出力を表示させる方式により、4種類に分類した。④その他の中には、自記記録式等がある。

内訳を見ると、音数式のものが、73%で最も多く、順に直続式約20%、デジタル式約6%となっている。

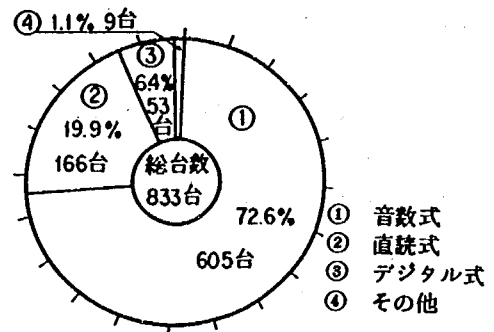


図2-2

(3) 流速計の測定範囲 (図2-3)

流速計の測定範囲を、大きく見て、普通用と微・低速用の2者に分類した。このうち高速用のものは普通用として集計を行なっている。

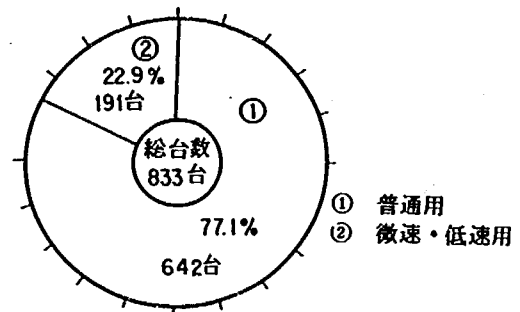


図2-3

2.3 流速計の保守検点について

使用可能な流速計を保有する124 事務所について、流速計の保守点検への対応状況を調査した。

(1) 流速計の保守点検 (図2-4)

製造メーカー等に流速計の保守点検を依頼する頻度あるいは、依頼する時の理由等について集計を行なった。

④その他では、「請負のため使用しない」という理由も含んでいる。

調査結果では、請負化が進んだことにより、特に必要とする場合を除き、保守点検を行わない事務所が大勢を占めている。

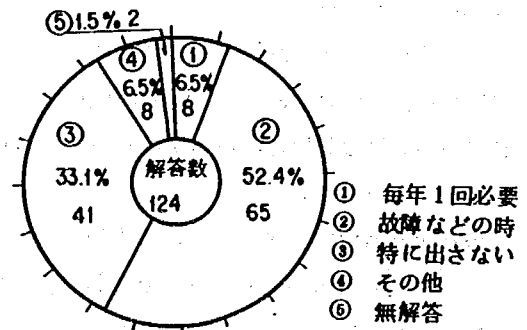


図2-4

2.4 流速計の検定について

(1) 流速計の検定状況 (図2-5 (1), (2))

使用可能な流速計を保有する事務所の検定状況と、検定を行なっている台数について調査した。検定を行なっている事務所は全体の44%であり、また、その台数は約42%であった。

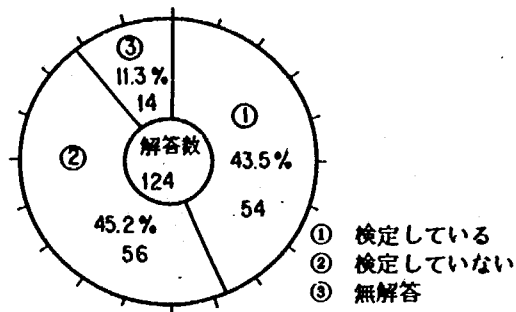


図 2-5 (1)

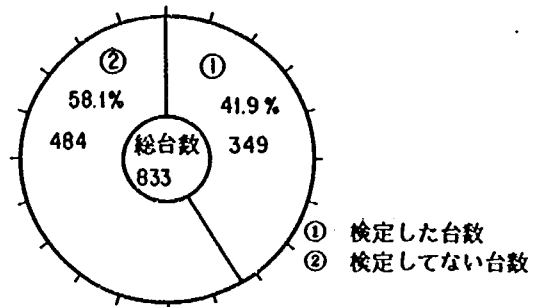


図 2-5 (2)

(2) 検定実施場所 (図 2-6)

(1)の調査結果から、検定を行なっている流速計を保有する54事務所について、その検定場所を調査した。

④その他には、京大防災研や測量技術センターが含まれる。

建設省保有の流速計であることから、土木研究所において、検定を行なう事務所が60%以上であった。

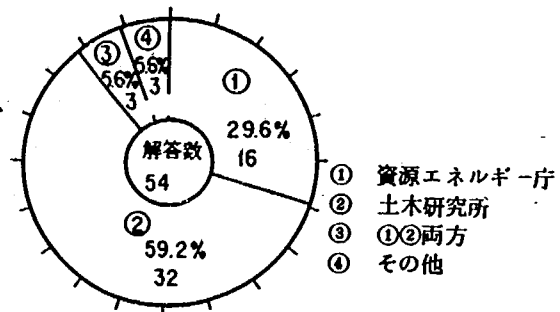


図 2-6

(3) 検定の頻度 (図 2-7)

同様に、検定を実施する54事務所について調査した。調査結果では、毎年検定を行なうものが約76%であり、この中には流量調査を行なう場合に貸与しているものも含まれている。

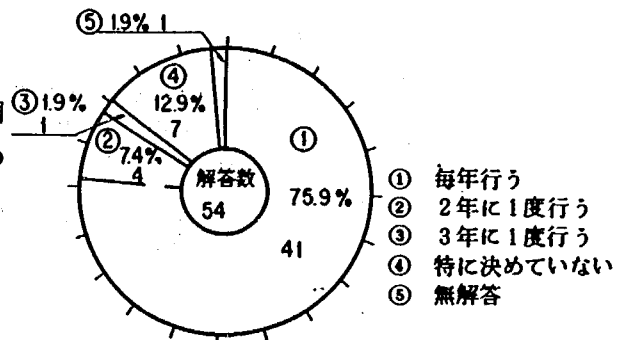
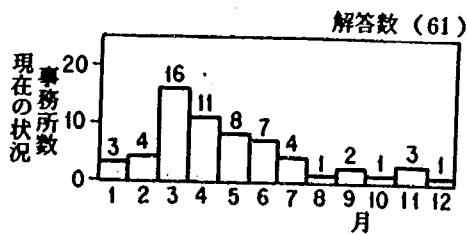


図 2-7

(4) 検定実施時期及び希望時期 (図 2-8, 図 2-9)

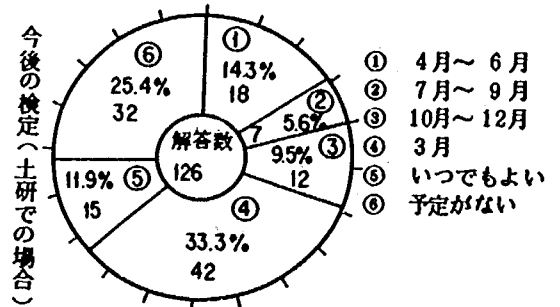
検定を実施した54事務所について、事務所から流速計を検定に出した時期及び回答した124事務所について、今後、土木研究所において検定を実施する場合、その希望時期について調査した。

実施時期及び希望時期としては、共に3月が最も多く、次いで4～6月となっており、年度末及び年度始めに集中する。



複数解答しているものを含む

図2-8



複数解答しているものを含む

図2-9

(5) 検定の意義

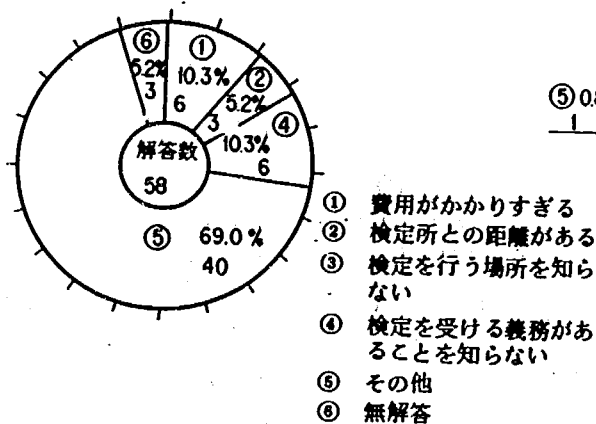
(a) 検定をしない理由 (図2-10(1))

流速計を所有しながら検定を実施しない58事務所について、その理由を調査した。

この結果では、⑤その他が最も多く、その内容としては、「流速計そのものを直営で利用しない」というものが含まれており、請負化による影響が大きいものと思われる。

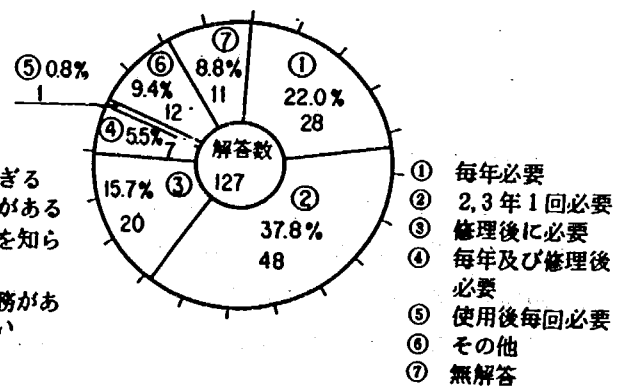
(b) 検定の必要性 (図2-10(2))

回答した124事務所について、現在の流速計の使用状況を見て、検定の必要性を調査した。



複数解答しているものを含む

図2-10(1)



複数解答しているものを含む

図2-10(2)

2.5 ま と め

(1) 流速計の種類については、プライス式流速計が全体の60%以上を占めていた。また、流速計の表示方法と測定範囲についてもプライス式の台数が影響して、前者は音数式、後者は普通用が共に70%以上であった。

(2) 流速計の検定については、使用可能な流速計が総台数 833 台であったが、検定を実施している台数はその内の約40%であった。

検定を実施していない理由として、流量観測業務の請負化のためというが、多くあげられていた。

(3) 流速計の保守点検については、故障時にメーカーに出す場合が約50%と多かった。毎年出す場合は少なく、これらの理由として流速計の構造が簡単なプライス式が多いためと思われる。

(4) 今後の検定については、3月期の年度末に検定希望が30%以上を占めていた。また、予定がないという回答が、25%程度あった。

今回の流速計に関するアンケート調査により、全国単位の流速計台数、種類、検定状況などの基礎資料が得られた。これまで流速計に対する調査はあまり行われていなかったもので、これにより今後の検定業務を進めるうえでの基礎資料となるものである。

3. 流速計の検定係数の精度と評価

3.1 検討の目的

流速計の検定結果として、流速換算式 ($V = a \cdot N + b$) の係数 a と b が求まるが、検定によってどれだけの精度の改善になるかについては、これまであまり明らかにされていなかった。検定時には検定台車の速度を真値として5%以内の誤差を許容範囲として検定されている。このため、一台の流速計が経年的に検定されている場合、これがどの程度、流量観測の精度向上につながっているのか、また、毎年検定を行わない場合にその影響がどの程度となるかなどについて、現在工事事務所で実際使用されている流速計を抽出して、過去の検定結果を利用して種々の検討を行い、将来の検定に関する基礎資料とした。なお、対象とした流速計はいずれもブライス型流速計である。

3.2 流速計の速度別誤差

現在、検定においては、その精度は一率に5%の誤差におさまるように、検定式とその適用範囲を求めている。しかし、速度によって、その精度が異なり、流速計を利用する際に、これを念頭に入れておくことが必要である。図3.1は、流速計の検定で生じる誤差の速度別変化の例を示したものである。

これより、一般に速度が遅くなるにしたがい、精度が低下する傾向が見られる。特に0.5 m/s以下、すなわち検定範囲の下限に近づくにつれ、5%の許容誤差に近づく。これは低速になると共に、回転数と速度の関係が必ずしも1次式で表せなくなることや、一定時間での回転数が少なくなると、計測誤差が大きくなるため精度に影響するものと推測される。

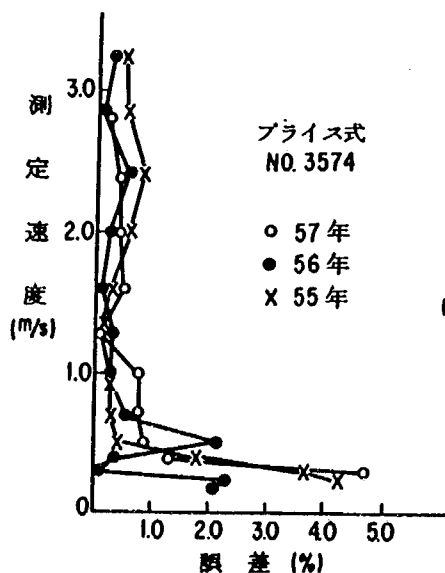


図3-1 測定速度と誤差の関係例

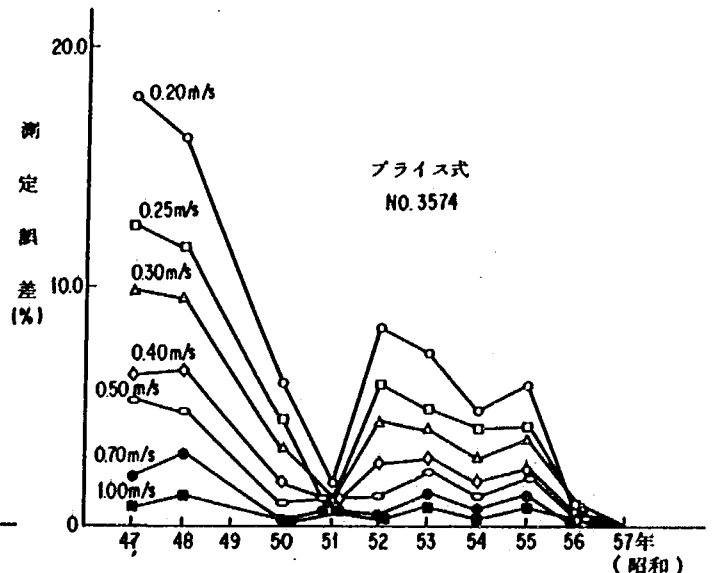


図3-2 速度別による誤差の経年変化 (速度1.00 m/s以下について)

3.3 誤差の経年変化

ここでは、流速計検定を毎年実施しなかった場合、精度は経年的にどのように変化するかを検討する。このため、継続的に毎年検定が行われている流速計を用いて最新の検定式（昭和57年度の式）を正しいものとして、過去の検定式とのずれを比較する。これによりたとえば、 n 年前の検定式と最新の検定式との差は、もし n 年間検定しなかった場合の誤差に相当することになる。

図3.2は1台のブライス式流速計について10年間の検定資料を基に、現在の検定結果と過去の検定式との誤差関係を示したものである（対象年の誤差は対象年から57年まで検定しなかった場合、57年にこれを使用した場合の誤差に相当する）。これにより、一般に検定式が古くなると誤差が大きくなる傾向は認められる。51年に一時的に誤差が小さくなっているのは検定式が57年のものとはほぼ同じになっているためであるが、全体的にみて古いもの程誤差は大きいといえる。また、低速ほど誤差が大きく、経年的にその広がりも大きくなっている。これは図3.2に述べた流速計検定の特性が起因していると考えられる。

3.4 検定間隔と誤差

図3.3では、検定対象の流速計を増し、検定間隔（ n 年）と誤差の関係を整理した。この結果を各流速別に示す。これによれば、おおよそ 1 m/s 以上の流速については5年程度、流速計検定を行わなくても誤差は5%を越えない。しかし 0.5 m/s 以下の流速においては1年間でも誤差が5%を越える場合もある。特に 0.3 m/s の流速では約半数が5%以上の誤差を示す。しかし、 n と誤差の関係は十分明確でなく、何年間検定しないとどの程度の誤差になるかについてはこの結果か

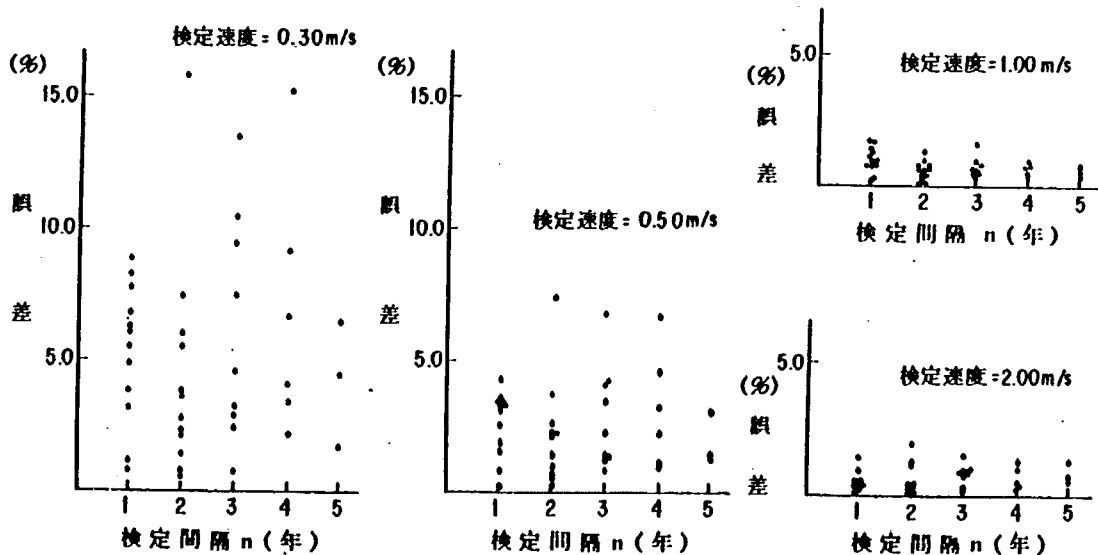


図3-3 検定間隔と誤差の関係

らは、まだ定量化できない。なお、10年間だけのデータを使用しているため、検定間隔が長くなるにつれて、プロット数は減少している。

以上の検討により、流速計の検定は一般に低流速で有効であり、正確な流速を測定するためには毎年の検定が必要であることが明らかにされた。

しかし、今回の検定に利用した流速計は現在、工事事務所で使用中のもので、その新旧や使用頻度を含めた使用状況には違いがあり、今後この面からの検討も必要である。

3.5 まとめ

流速計とその検定については検定の有無にかかわらず、 1 m/s 以上の流速については、5%以内の流速誤差で測定が得られるが、 1 m/s 以下については毎年の検定が必要である。

以上のような結果を得たが、特は検定係数の変化については流速計の使用頻度等が誤差に影響を及ぼしていることが考えられるため、さらにこれらについての検討が必要であることが示された。

4. 流量観測精度向上に関する調査

4.1 調査概要

本調査は、建設省（北海道開発局を含む）管内で実施されている流量観測方法、すなわち流量計測法及び浮子測法による流量の観測精度に関して、各影響因子がその精度に及ぼす影響の程度について建設省管内の代表河川において観測調査を実施したものである。

ただし、調査対象した河川におけるデータの内容あるいは記述等を考慮し、有効なデータのみを利用して整理とりまとめを行ったものである。

なお、本文に掲載する図は総括の整理結果であり、各地建あるいは河川毎の整理結果については参考資料に示す。

4.1.1 調査項目

建設省河川砂防技術基準（案）の流量調査基準により、調査項目（流量観測精度に影響を及ぼす影響因子）を次のように設定した。

流速計測法

- ・点流速の観測時間
- ・鉛直方向の測点数
- ・水平方向の測線数

ただし、流速計はプライス式流速計を用いることとした。

なお、流速計の検定による影響については別途調査した。

浮子測法

- ・測線数
- ・見通し線間隔
- ・浮子の更正係数

4.1.2 調査対象

各地方建設局（北海道開発局）において表 4.1 に示す代表河川を選定し、調査を行なった。

表 4.1 調 査 対 象

対象河川	低 水	高 水
北 海 道	石狩川（石狩大橋） "（月 形） 十勝川（帯 広） "（茂 岩） 千歳川（市の沢）	十勝川（茂岩岩） 石狩川（月 形）
東 北	鳴瀬川（三本木）	鳴瀬川（三本木）
関 東	小貝川（黒 子） 江戸川（野 田） 利根川（栗 橋） 荒 川（太郎右衛門） 多摩川（調布橋） "（石 原） 鶴見川（亀の子橋）	江戸川（野 田）
北 陸	犀 川（陸 郷） 魚野川（堀之内）	
中 部	長良川（墨 俣）	長良川（墨 俣）
近 畿	宇治川（淀 ） 由良川（福知山）	
中 国	高梁川（川辺橋） 小瀬川（両国橋上流）	太田川（矢口第一）
四 国	中筋川（磁の川）	中筋川（磁の川）
九 州	大分川（府内大橋）	
	19河川 22観測所	7河川 7観測所

4.2 流速計測法

4.2.1 点流速の観測時間

(1) 観測時間と流量

1点当りの観測回数を2回とした条件において、観測時間が60秒以上程度の場合の観測流量値を真値と仮定し、各観測時間が5秒以上、10秒以上、20秒以上、30秒以上程度の場合の流量値における観測誤差を計算し整理した。この結果を図4-1に示す。

観測誤差の主体は、ほぼ2本の線の間に入っており、観測時間と流量観測誤差の関係は5秒以上で約6%、10秒以上で約4%、20秒以上で約3%、30秒以上で約2%という結果を得た。

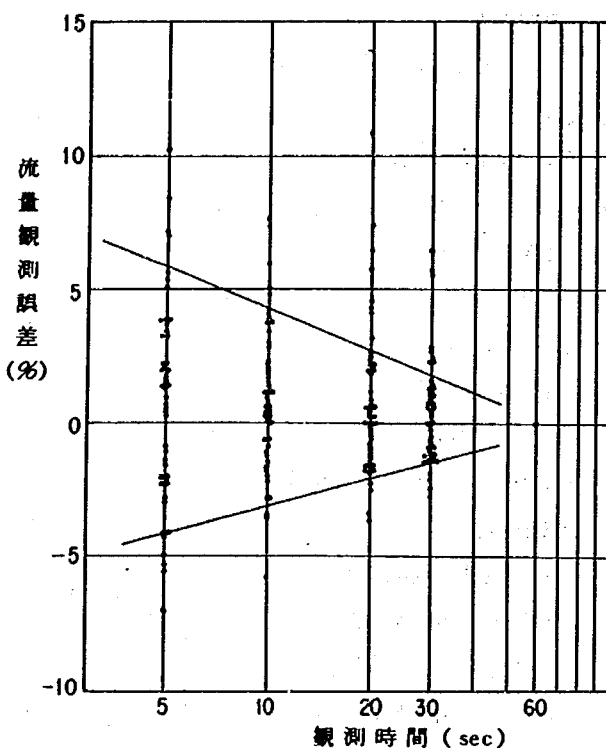


図4-1 観測時間と流量

(2) 観測時間と流速

流速値は、各観測ポイントあるいは各河川の流況等により大きく異なり、また、流速値を求める場合、ある回転数の観測時間の平均値より、1秒当りのプライス流速計の回転数を算出して求めるが、観測時間のバラツキや真値のとり方に問題がある。

このため、生データである回転数と2回の観測時間より、流速値の誤差は1回転当りの観測時間差を用いて表現することとした。

2回の観測時間差をプライス流速計の総回転数で割った1回転当りの観測時間差と総回転数の関係を求めた結果を図4-2(1)~(5)に示す。(ただし、この結果は2回の観測時間の相対的な差を用いており、平均値を真値とすれば、 $1/2$ の誤差となる。)

観測時間が、各々5、10、20、30、60秒以上程度の場合、1回転当りの観測時間差はほぼ10%、8%、5%、4%、3%程度(平均値を真値とした場合にはほぼ5%、4%、2.5%、2%、1.5%程度)である。

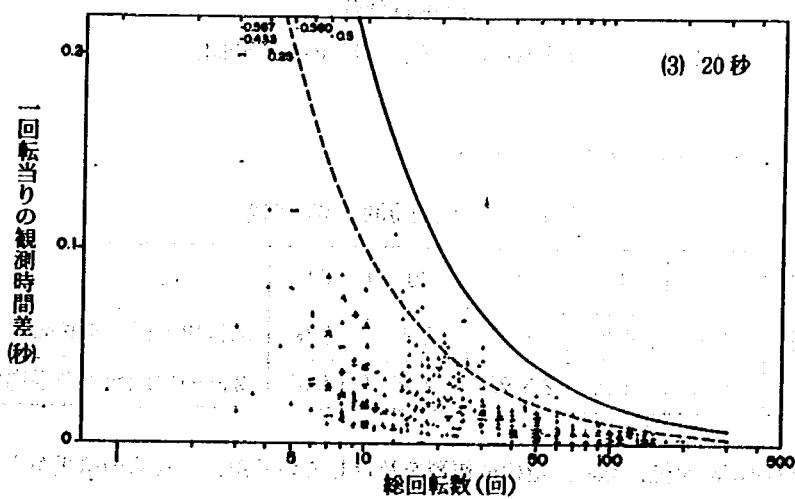
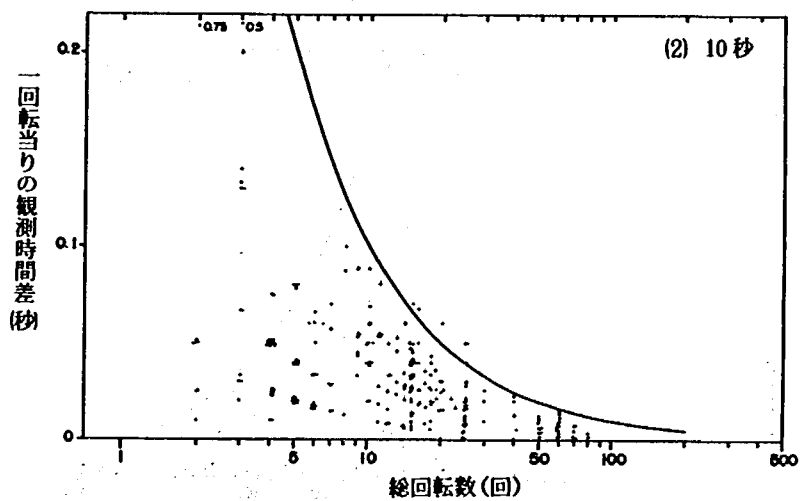
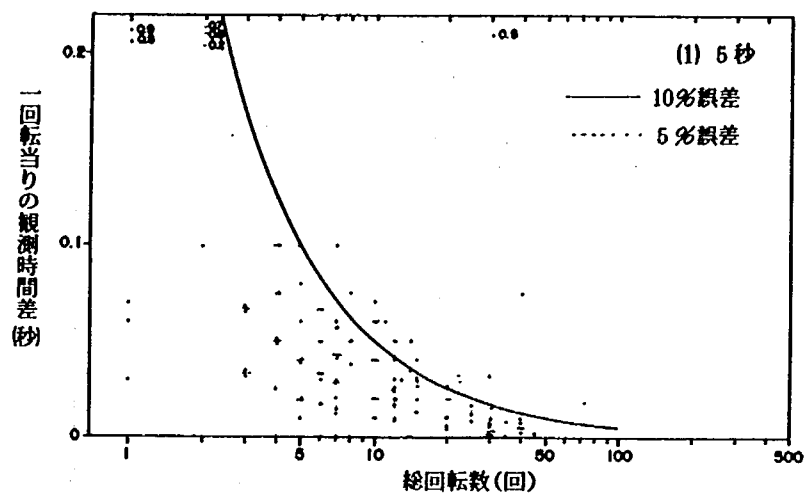


図4-2 つづく

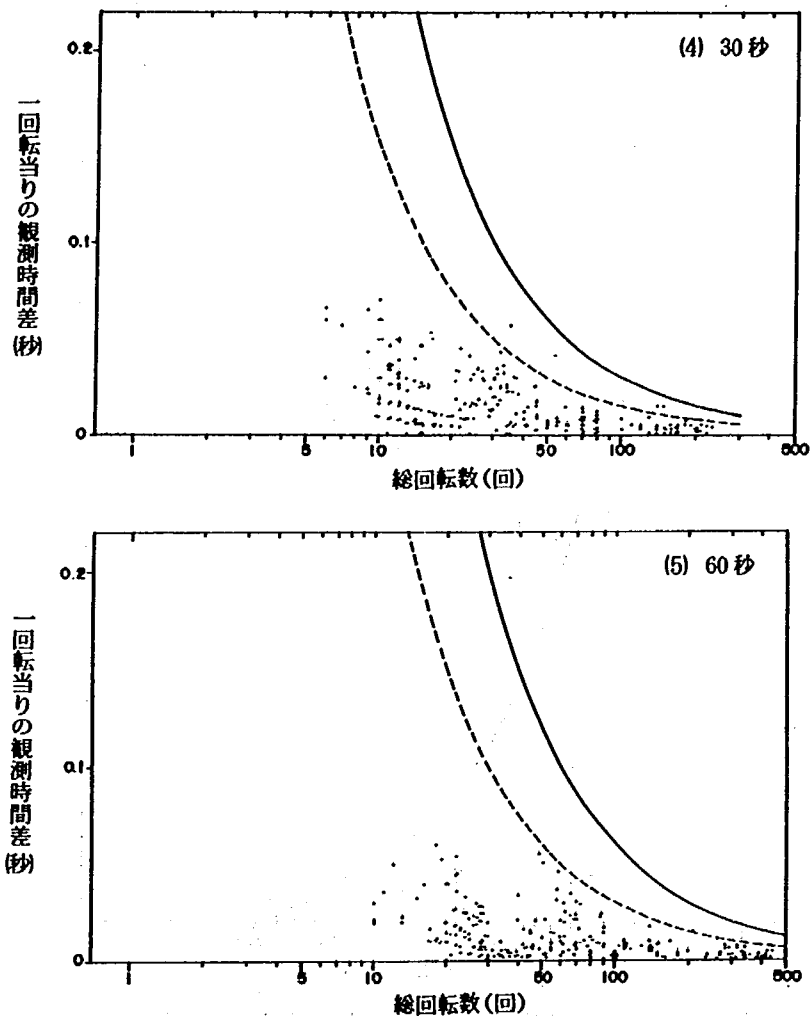


図 4 - 2 総回転数と一回転当りの観測時間差

以上の結果をまとめると次表のようになる。

表 4 - 2 観測時間と観測誤差

項目	観測時間	5	10	20	30	60	備 考
流 量		6 %	4 %	3 %	2 %	0 %	60秒以上程度を真値
流 速		5 %	4 %	2.5 %	2 %	1.5 %	2回の観測時間の平均値を真値

観測時間は観測流速値，観測流量値に影響を及ぼしているが，これらの結果から観測時間が20秒以上までにおいては，流速値，流量値の改善は高いが，30秒以上になるとその効率は低下する。こ

の効果を考慮し、20秒～30秒以上程度が実用上において最良であろう。

この結果、流速観測時間については、現行の20秒以上の基準ではほぼ満足しているものとする。しかし、実河川では周期的あるいは非周期的な脈動の影響あるいは全体の時間に伴う影響等を考慮して、各現場において観測時間を調整する必要がある。

4.2.2 鉛直方向の流速測定法

(1) 測点数と流量

9点法による平均流速値から求めた流量値を真値と仮定し、測点数が1点、2点、3点の場合の流量値の観測誤差を計算し整理した結果を図4-3に示す。

各測点数の主な誤差分布は2本の線にはさまれた領域にあり、その流量誤差の範囲は1点法で約4%、2点法で3%、3点法で2%強となっている。

(2) 測点数と流速誤差分布

9点法によるある測線の流速値を真値とし、1点法、2点法、3点法による流速値の観測誤差を計算し、整理した結果を図4-4に示す。

測点数の増加に伴ない、真値（9点法による流速値）への集中度は高まるが、1点法と2点法及び2点法と3点法を改善の度合について比較すると、1点法と2点法の間の改善度が高い。

以上の結果から、2点法と3点法では3点法において若干の精度向上が図られるが、1点法と2点法の間の改善度に比べ低く、さらに1測線当りの観測時間が50%増となることを考慮すると現在の2点法ではほぼ満足されるものと考えられる。

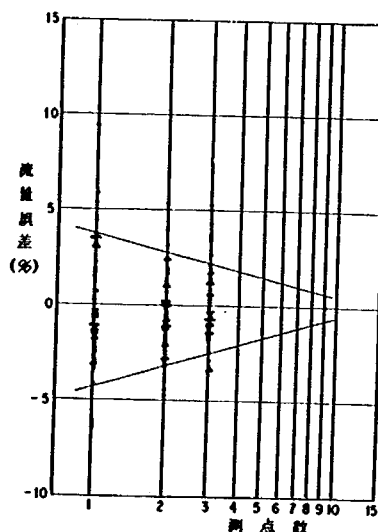


図4-3 測点数と流量

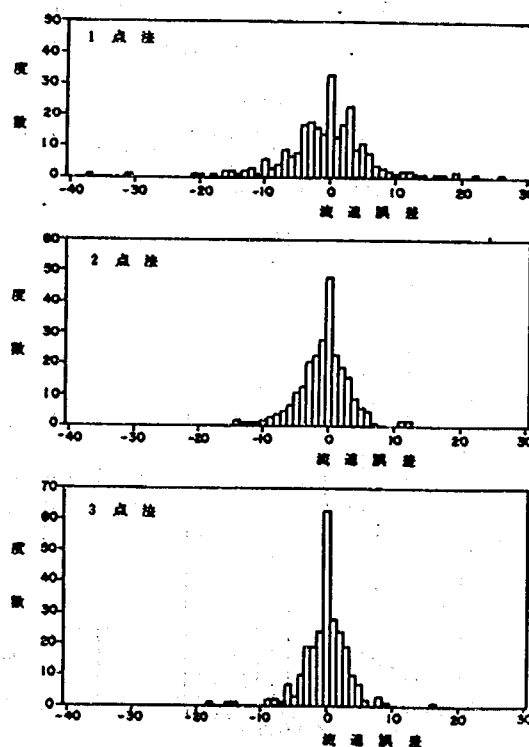


図4-4 各流速測定法の誤差分布

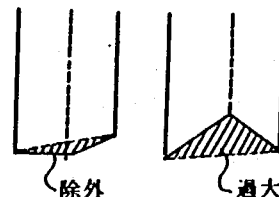
4.2.3 水平方向の測線数

(1) 水深測線数と断面積

最大測線数時の断面積を真値として、間引き方式により測線数を減少させた場合の断面積誤差を計算整理した結果を図4-5に示す。

断面積誤差は水深測線数の減少とともに増大し、かつ小さく観測される傾向にある。これは、測線減少により底部の角部（右図、左）が除外された断面積を算出するためである。また、極部的に突起がある場合には逆も生ずる。

このため、断面の起伏が激しい区域あるいは観測所では密な観測が要求される。



(2) 流速測線数と平均流速

平均流速は〔流量／断面積〕で求め、最大測線数時の平均流速を真値として、測線数を減少させた場合の平均流速誤差を計算整理した結果を図4-6に示す。

平均流速誤差は測線数の減少に伴ない誤差は増大するが、断面積とは逆に大きく観測される傾向にある。

これは、一般に水深が大なる所では流速が大かつ単位巾当りの断面積も大であるため、この地点における流速測線の流量の支配力は浅い所に比べ相対的に大となることによるものであり、平均流速についても断面積が測線の流速に対する重みと考えると、水深の大なる区域の断面の支配力により平均流速は測線の減少に伴ない一般に大きく算出され、この平均流速の示す傾向の原因は説明できる。

このため、一般的に言われていることであるが、水深の大なる所ではより密に測線配置を行なう必要がある。

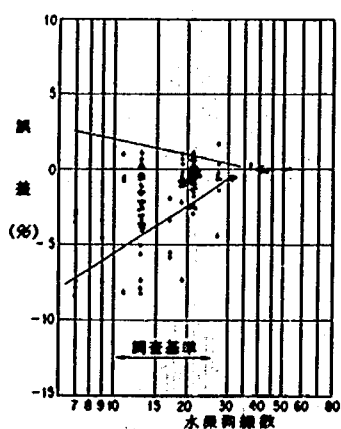


図4-5 水深測線数と断面積

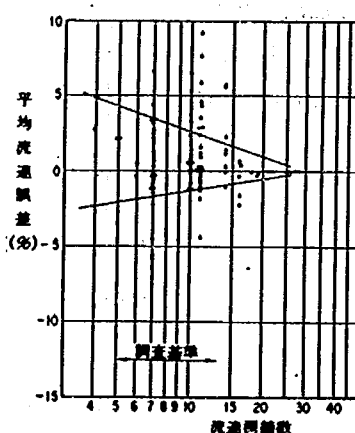


図4-6 流速測線数と平均流速

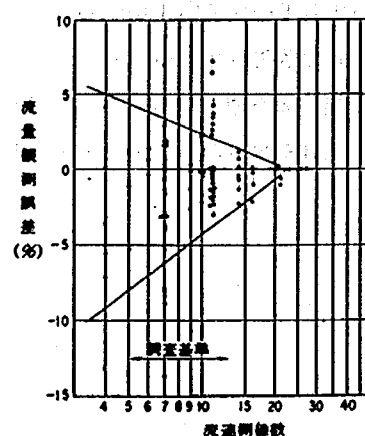


図4-7 流速測線数と流量

(8) 流速測線数と流量

断面積の場合と同様に最大測線数時の流量を真値とし、測線数を減少させた場合の流量誤差を計算した結果を図4-7に示す。

測線数の減少に伴ない流量誤差は増大し、小さく観測される傾向を示し、断面積による影響を受けているものとする。

以上の結果を総括すると下表のようになる。

表4-3 流速測線数と観測誤差

単位(%)

項目	流速測線数	5	7	10	13	15	20
断 面 積		2.5~-6	2~-4	1~3	1~-1.5	0.5~-1	0
平 均 流 速		4~-2	3.5~-2	2.5~-1.5	2~-1	2.0~-1.0	1.1~-0.5
流 量		4~8	3~-6	2~-4	2~-3	1.5~-2.5	0.5~-1

この結果から断面積の誤差、平均流速の誤差を3%以内におさめるためには流速測線数は10本程度であり、この時の流量誤差は4%程度となる。さらに精度を必要とする観測所については測線数を増加する必要がある。

しかし、観測時間が長くなり大きく水位変動を生じたのでは精度向上は望めない。このため水位変動を生じない範囲で測線数を増加させたり、あるいは観測班を増加することにより対応し、場合によっては各河川の断面形状に応じた適切な測線配置を行なって観測を実施することが望ましい。

4.3. 浮子測法

4.3.1 流速線数

建設省河川砂防技術(案)には、流速測線数を次のように定めている。

流速測線は、第1横断面と第2横断面の間で流れに沿うよう設ける。水面幅と浮子流速測線間隔との割合の標準は、第1横断面において原則として次の表のとおりとする。

水 面 幅	20 m未満	20 ~ 100 m	100 ~ 200 m	200 m以上
浮子流速測線数	5	10	15	20

ただし、洪水時など流量観測を緊急に行わねばならない場合には、次表のとおりとする。

水 面 幅	50 m以下	50 ~ 100 m	100 ~ 200 m	200 ~ 400 m	400 ~ 800 m	800 m以上
浮子流速測線数	3	4	5	6	7	8

ここに示される標準法と緊急法について比較を試みた。

図4-8より標準法による流量観測値を真値とした場合、緊急法は4～8%の誤差を示し、全体としては、流量を大きく算出する傾向がある。この原因として、断面積は洪水前後の測量により算定されるため一定値であるが、流速は流速計測法で述べたように、測線の減少に伴ない水深の大なる所の影響を受け、流量が大きく算定されるためと考えられる。

横方向の流速分布は水深等により大きく変化しており、流速計測法と同様に測線数が多いほど適確な流速をつかみ得ると考えられるが、洪水時の断面形状の変化に伴う断面積の変動がどの程度であるか明確でないため、流量観測の精度としては、適確に述べることはできない。ただし、断面変化のない観測所では、測線数を増した方が精度向上につながる。

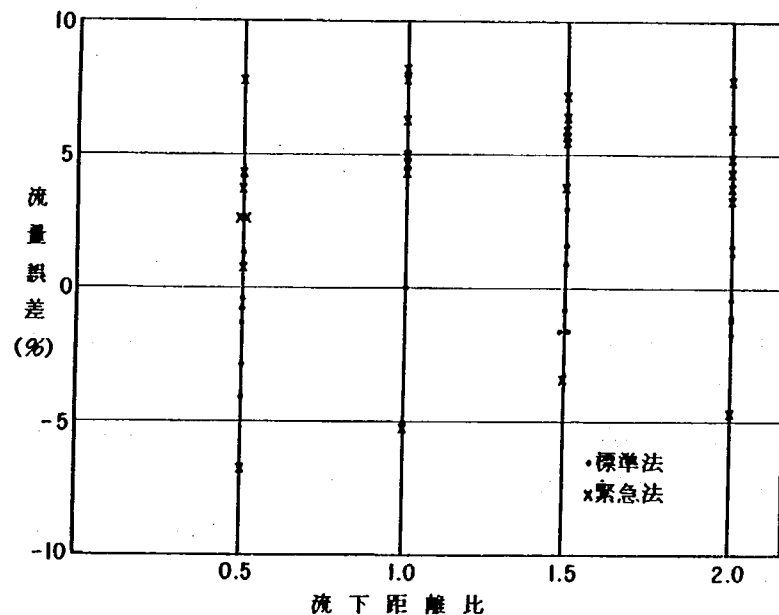


図4-8 標準法と緊急法

4.3.2 見通し線間隔（流下距離）

(1) 流下区間と流速

図4-9は、ある測線における流下区間毎の流速変化の状況を示した鳴瀬川の一例であり、これは特に顕著な事例としてとりあげたものである。

縦断方向の流速変化は非常に大きく、流速変化状況は同様の傾向を示している。これは、縦断方向の河床変動、水面勾配あるいはその他周辺の影響を強く受けていることを示すものである。

(2) 流下区間と流量

図4-10は、標準区間における観測流量値を真値として各分割区間の観測流量値の誤差を流

下区間毎に示したものである。

流下区間を 1/2 にした場合の流量観測誤差は 5 % 以下であり、流下区間が下流に進むにつれ、全体として流量は 3 % 程度大きく算出される傾向を示す。

これらの原因として

- ・縦断方向の河床変動、水面勾配あるいはその他周辺の影響を強く受けていること。
- ・横断位置による断面の違い。
- ・浮子が予定した経路をはずれ、流速の大きな方へ引き寄せられること。

等が考えられる。

横断面については、一般に流下区間の短かい方が断面形状の変化は小さいため、流下時間の観測誤差がないとすれば、流下距離の短かい方が安定した観測値が得られると考えられる。

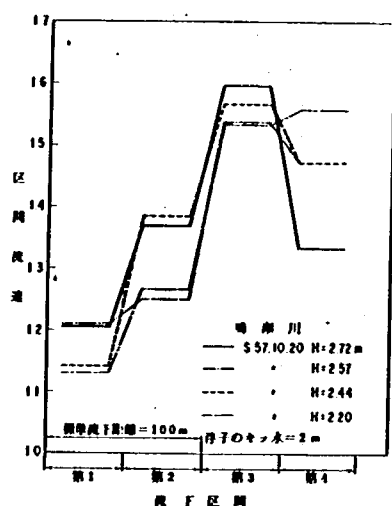


図 4-9 流下距離と流量

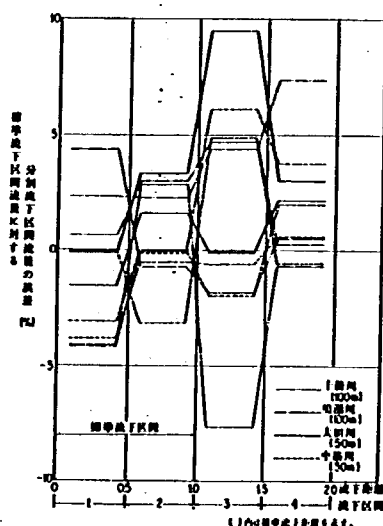


図 4-10 流下区間と流量

(3) 浮子の流下時間

通常、大洪水や小洪水の増水時、ピーク時、減水時共に同一の流下距離で観測しているため、流速が遅い場合、流下時間は60秒とか100秒以上となり、さらに高水敷では、150秒、200秒あるいは5分以上にもなる場合がある。

このため、1回の観測時間が長大となって大きく水位変化を生じ、さらに風等による影響も受けやすく流量観測精度に悪影響を及ぼしていると考えられる。

以上の結果から、見通し線間隔（流下距離）については、長くとれば良いというものではなく、観測区間の断面変化状況、全体の観測時間あるいは観測時間誤差を検討し、全体のバランスを考

慮して決定すべきであろう。

今回の結果では、流下距離は距離そのものよりも、観測が十分でき、観測時間誤差を無視し得る程度の観測時間が得られれば良いと考えられる。

一例として、見通し線間隔を2種、3種と用意しておく方法が考えられる。しかし、①対岸見通し杭を見間違える可能性があること。②流下距離を変更した時に、流速、断面等に不整合を生じ、観測流量値に若干の違いを与えること。③測量断面数が増大すること。等の問題があり十分検討が必要である。

4.3.3 浮子の修正係数

(1) 規定外浮子と修正係数

対象観測所の断面における最大水深をもつ測線において、長さの異なる浮子を順に流下させ、水深をもつ測線において、長さの異なる浮子を順に流下させ、水深に対する規定浮子を用いた場合の修正流速を真値とし、規定外浮子の修正係数を逆算した結果、図4-11のようになった。

規定外浮子を用いた時の修正係数は各浮子長に対する修正係数に集中すめ傾向をわずかに見せるが、そのバラツキは大きく、規定浮子、特に表面浮子を用いた場合20~30%の誤差を生ずる可能性がある。

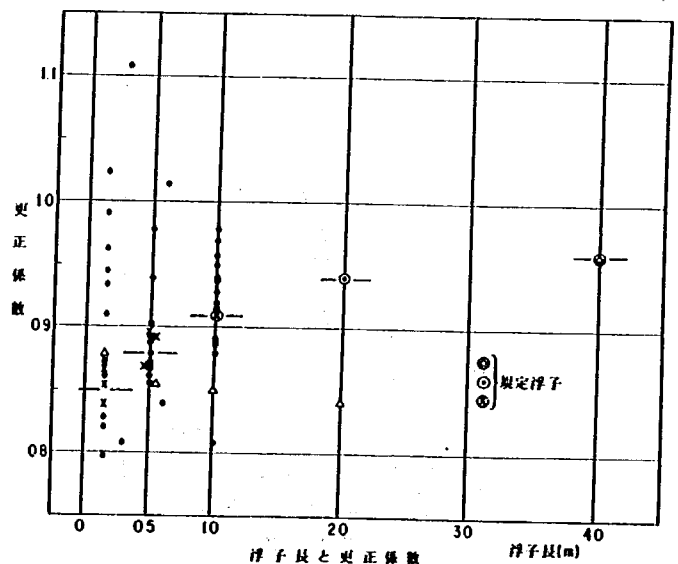


図4-19 規定外浮子と修正係数

(2) 水深キップ水比と浮子流速

①で用いたデータから、水深キップ水比と浮子流速の関係を求めた。これを図4-12に示す。この結果では、 1.5 m/s 以下の流速ではほぼ同様な傾向を示し、さらにこの部分を片対数で示すと図4-13となった。 1.5 m/s 以下の流速ではほぼ直線的な関係となっており、この時の流速分布は指数関数のような形状をしていると推定される。

(3) 水深キップ水比と修正係数

図4-13において、直線的な関係であることからこの直線の延長線と水深キップ水比1.0の交点を平均流速の真値と仮定し、各水深キップ水比における浮子の修正係数を逆算した結果を図4-14に示す。(ただし、最大キップ水比の浮子は2mのものである。)

この結果では、更正係数は非常に分散した状態にあるが、水深比が大きいほどそのバラツキが小さくなり、水深キッ水比0.4以上で±0.04（約5%）程度の誤差となっている。現在用いられている2m浮子の更正係数の基準よりも若干大きく算出される傾向にあった。

しかし、今回の調査結果は

- ・1.5m以下の流速に対するものであること
- ・平均流速の真値の求め方
- ・調査事例が少ないこと

等の問題があり、今後の調査検討が必要である。

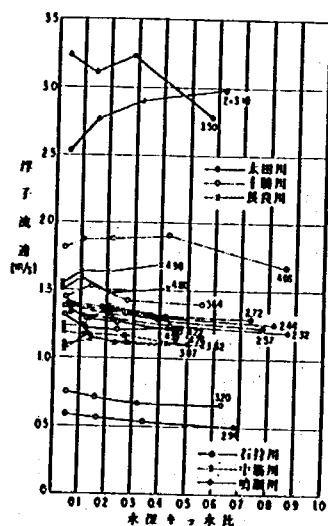


図4-12 水深キッ水比と浮子流速

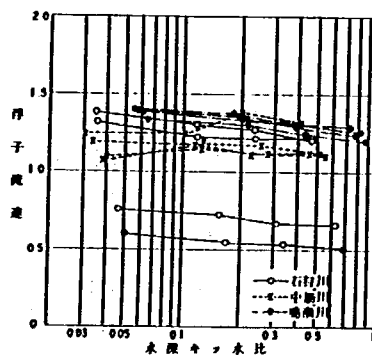


図4-13 水深キッ水比と浮子流速

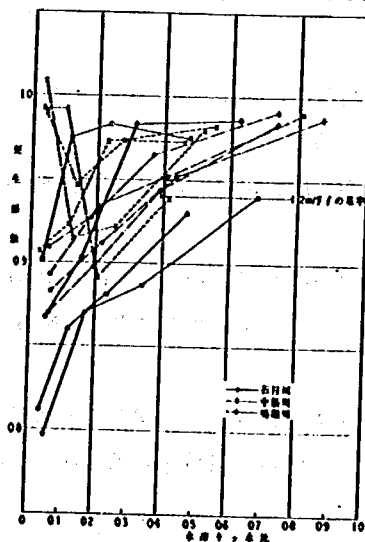


図4-14 水深キッ水比と更正係数

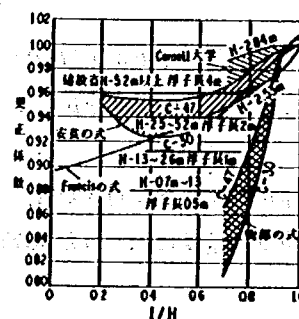


図4-15 各種式による更正係数

(4) 更正係数の基準

現在用いられている更正係数は、安芸式を基に計算されたものであり、かなり平均的な取り扱いがなされ、計算上の誤差は表4-1のようになる。

安芸式は、二次曲線形の鉛直流速分布式であり、

$$u = u_s + \left\{ \left(\frac{20}{3} - 20a \right) + 40a \left(\frac{y}{H} \right)^2 \right\} \sqrt{HI}$$

ここに、 u ：水表面から y (m)の深さにおける流速 (m/sec), u_s ：水表面における流速 (m/sec), v ：鉛直線上の平均流速 (m/sec), H ：水深 (m), I ：水面勾配, a ：最大流速を生ずる深さの水深に対する比で表わされるが、安芸式自体も完全に鉛直流速分布を表現し得るものではなく、更正係数の誤差はさらに拡大されよう。

しかし、計算上も今回の調査結果においても、水深キッ水比の大きな浮子を用いた方が更正係数の誤差を小さくできることを示している。

表4-1 更正係数の算出誤差

浮子の種類	更 正 係 数				誤 差 (%)
	区間最大	区間最小	最大最小平均	全 平 均	
表面浮子0.15m	0.91	0.82	0.865	0.85	7.1～-3.5
〃 0.25m	(0.87)	(0.83)	(0.85)	(0.85)	(2.4～-2.4)
0.5 m浮子	0.90	0.86	0.88	0.88	2.3～-2.3
1 m浮子	0.94	0.89	0.915	0.91	3.3～-2.2
2 m浮子	0.95	0.93	0.94	0.94	1.1～-1.1
4 m浮子	0.97	0.95	0.96	0.96	1.0～-1.0

以上の結果より、浮子測法により流速値を得ようとする場合、水深キッ水比が大である方が更正係数の誤差も小さくなり、確かに良い結果が得られるであろう。

しかし、水深が極度に大（水深10mあるいは10数m）である場合に長大な浮子を準備することは事実上困難である。

また、水深キッ水比を用いて更正係数を求める場合、洪水時の河床変動あるいは縦断方向の河床変化により、いつ、どの地点の水深を採用するかが問題となり、更正係数には許容幅を与えざるを得ない。

このように、浮子の更正係数には不確定な要素が混在しており、明確に論ずることはできない。現状においては、やはり基準に示された水深に対する浮子とその更正係数を使用することが重要であろう。

4.4 まとめ

本調査は、流量観測精度に影響を及ぼすであろう影響因子を抽出し、個別にとりあげて調査したものである。

本調査結果を総括すると、ほぼ次のようになる。

(1) 流速計測法

影響因子を3つとりあげたが、影響する度合から考えると測線数による影響が最も大きく表われるものとする。

等間隔の測線配置を行なった場合、下記の条件で観測することにより、約10%以内の誤差で観測流量値を得ることができる。

- ・ 2点法 3%以内
- ・ 20秒以上×2回 3%以内
- ・ 流量測線数 10本 4%以内

(水深測線数 19本)

また、現行の基準では、流速測線数が5～13本となっており、流量観測精度は15%～8%以内の誤差を生ずる可能性を有する。

ただし、観測断面あるいは流水の流下状況等の条件によっては誤差はさらに拡大するため、高精度を必要とする場合あるいは断面形状が複雑な場合には、測線数を増加する必要がある。また、脈流時の影響が大である場合には観測時間を長くする必要がある。

(2) 浮子測法

- ・ 測線数 河床が固定されたような観測所では測線数が多いほど精度向上になる。
- ・ 流下距離 観測ができ観測時間誤差を無視する程度の観測時間が得られる距離が良い。
- ・ 更正係数 現状では基準どおりの水深に対応する浮子及び更正係数を使用する。

以上の調査結果を得たが、低水時の流速計測法では等流状態で流下しており、精度向上は期待できる。しかし、高水時の浮子測法では、流水は乱流状態で常に変化しながら流下しているため、流速分布は非常に複雑に変化し、河床の状態も時々刻々変化している。浮子測法においては、更正係数、河床変動を適確に把握しないことには精度向上は図れない。少なくとも観測所の河道整備を十分行ない、断面を適確に把握できるようにする必要がある。

現状の流量観測法は、ある代表点あるいは測線における流速観測値に流水面積を乗じて求めようとする方式であるため、やはり精度向上には限界があると考ええる。流量観測の精度向上を計るには特に洪水観測を例にとれば、流速・断面法での平均流速の観測方法の変更とともに観測断面の固定等の方法を検討することが重要であると考えられる。

参 考 資 料

水文観測機器設置状況等調査

- (1) 自記雨量計の機種別設置状況…………… 35
- (2) 自記水位形の機種別設置年度別箇所数…………… 38
- (3) 自記水位計の機種別選定理由事項…………… 41
- (4) 自記水位計の欠測の多い水位計の箇所数…………… 46

雨量計

自記雨量計の機種別設置状況

全 国

機 種	全箇所数	うち 風 防 つ き の 数	うち 普通雨量計併設数	うち テレメータ併設数
転 倒 ま す 型	2257 (99.4)	166 (7.3)	1231 (54.2)	1149 (50.6)
貯 水 型	13 (0.6)	—	13 (0.6)	2 (0.1)
はかり型 (重量計)	—	—	—	—
合 計	2270 (100)	166 (7.3)	1244 (54.8)	1151 (50.7)

注), ()内は割合%

北海道開発局

機 種	全箇所数	うち 風 防 つ き の 数	うち 普通雨量計併設数	うち テレメータ併設数
転 倒 ま す 型	265 (97.1)	44 (16.1)	152 (55.7)	137 (50.2)
貯 水 型	8 (2.9)	—	8 (2.9)	—
はかり型 (重量計)	—	—	—	—
計	273 (100)	44 (16.1)	160 (58.6)	137 (50.2)

注), ()内は割合%

東北地方建設局

機 種	全箇所数	うち 風 防 つ き の 数	うち 普通雨量計併設数	うち テレメータ併設数
転 倒 ま す 型	294 (100)	6 (2.0)	158 (53.7)	165 (56.1)
貯 水 型	—	—	—	—
はかり型 (重量型)	—	—	—	—
計	294 (100)	6 (2.0)	158 (53.7)	165 (56.1)

注), ()内は割合%

関東地方建設局

機 種	全面箇所	うち 風 防 つ き の 数	うち 普通雨量計併設数	うち テレメータ併設数
転 倒 ま す 型	300 (100)	21 (7.0)	122 (40.7)	162 (54.0)
貯 水 型	—	—	—	—
はかり型 (重量型)	—	—	—	—
計	300 (100)	21 (7.0)	122 (40.7)	162 (54.0)

注), ()内は割合%

雨量計

自記雨量計の機種別設置状況

北陸地方建設局

機 種	全箇所数	うち 風 防 つ き の 数	うち 普通雨量計併設数	うち テレメータ併設数
転 倒 ま す 型	216 (97.7)	6 (2.3)	70 (31.7)	65 (29.4)
貯 水 型	5 (2.3)	—	5 (2.3)	2 (0.9)
はかり型(重量計)	—	—	—	—
計	221 (100)	6 (2.3)	75 (33.9)	67 (30.3)

(注), ()内は割合(%)

中部地方建設局

機 種	全箇所数	うち 風 防 つ き の 数	うち 普通雨量計併設置	うち テレメータ併設数
転 倒 ま す 型	300 (100)	7 (2.3)	194 (64.7)	143 (47.7)
貯 水 型	—	—	—	—
はかり型(重量計)	—	—	—	—
計	300 (100)	7 (2.3)	194 (64.7)	143 (47.7)

(注), ()内は割合(%)

近畿地方建設局

機 種	全箇所数	うち 風 防 つ き の 数	うち 普通雨量計併設数	うち テレメータ併設数
転 倒 ま す 型	237 (100)	—	154 (65.0)	111 (46.8)
貯 水 型	—	—	—	—
はかり型(重量計)	—	—	—	—
計	237 (100)	—	154 (65.0)	111 (46.8)

(注), ()内は割合(%)

中国地方建設局

機 種	全箇所数	うち 風 防 つ き の 数	うち 普通雨量計併設数	うち テレメータ併設数
転 倒 ま す 型	190 (100)	32 (16.8)	79 (41.6)	129 (67.9)
貯 水 型	—	—	—	—
はかり型(重量計)	—	—	—	—
計	190 (100)	32 (16.8)	79 (41.6)	129 (67.9)

(注), ()内は割合(%)

雨量計

自記雨量計の機種別設置状況

四国地方建設局

機 種	全箇所数	うち 風 防 つ き の 数	うち 普通雨量計併設数	うち テレメータ併設数
転 倒 ま す 型	136 (100)	36 (26.5)	82 (60.3)	55 (40.4)
貯 水 型	—	—	—	—
はかり型(重量計)	—	—	—	—
計	136 (100)	36 (26.5)	82 (60.3)	55 (40.4)

九州地方建設局

機 種	全箇所数	うち 風 防 つ き の 数	うち 普通雨量計併設数	うち テレメータ併設数
転 倒 ま す 型	319 (100)	15 (4.7)	220 (69.0)	182 (57.1)
貯 水 型	—	—	—	—
はかり型(重量計)	—	—	—	—
計	319 (100)	15 (4.7)	220 (69.0)	182 (57.1)

自記水位計 全 国
機種別設置年度別箇所数（昭和56年度末現在）

機 能			設 置 年 度 (昭 和)			
			45～49	50～54	55～56	計
フロートを用いた水位計	フロート式	リシャル型	68 12	85 10	54 13	207 11
		ロール型	12 2	16 2	5 1	33 2
		水研61型	21 3	9 1	4 1	34 2
		水研62型	202 35	247 29	119 29	568 31
		デジタル (リードスイッチ型)	159 28	287 34	115 28	561 31
	圧力型水位計	19	40 5	47 11	106 5	
圧力型水位計	気泡型水位計	65 11	68 8	29 7	162 9	
	針型水位計 (フロートレス式)	16 3	34 4	9 2	59 3	
超音波水位計 (非接触型水位計)		3 1	7 1	6 1	16 1	
	そ の 他	9 2	51 6	29 7	89 5	
計			574 100	844 100	417 100	1835 100

注), 下段の数字は, 割合(%)を示す。

自記水位計 北海道開発局
機種別設置年度別箇所数（昭和56年度末現在）

機 能			設 置 年 度 (昭 和)			
			45～49	50～54	55～56	計
フロートを用いた水位計	フロート式	リシャル型	1 3	5 4	—	6 3
		ロール型	—	—	—	—
		水研61型	—	—	—	—
		水研62型	20 55	16 14	3 7	39 19
		デジタル (リードスイッチ型)	8 22	85 71	28 61	121 60
	圧力型水位計	—	7 6	7 15	14 7	
圧力型水位計	気泡型水位計	5 14	5 4	7 15	17 9	
	触針型水位計 (フロートレス式)	1 3	1 1	—	2 1	
超音波水位計 (非接触型水位計)	—	—	—	—	—	
	そ の 他	1 3	—	1 2	2 1	
計	36 100	119 100	46 100	201 100		

注), 下段の数字は, 割合(%)を示す。

自記水位計 東北地方建設局
機種別設置年度別箇所数（昭和56年度末現在）

機 能			設 置 年 度 (昭 和)			
			45～49	50～54	55～56	計
フロートを用いた水位計	フロート式	リシャル型	2 3	4 5	—	6 3
		ロール型	3 4	1 1	—	4 2
		水研61型	3 4	3 4	—	6 3
		水研62型	25 38	19 25	8 20	52 28
		デジタル (リードスイッチ型)	22 33	35 46	18 45	75 41
	圧力型水位計	圧力型水位計	3 4	4 5	8 20	15 8
気泡型水位計		7 11	10 13	3 7	20 11	
針型水位計 (フロートレス式)	針型水位計 (フロートレス式)	2 3	1 1	—	3 2	
	超音波水位計 (非接触型水位計)	—	—	1 3	1 1	
そ の 他			—	—	2 5	1 1
計			67 100	77 100	40 100	184 100

注), 下段の数字は, 割合(%)を示す。

自記水位計 関東地方建設局
機種別設置年度別箇所数（昭和56年度末現在）

機 能			設 置 年 度 (昭 和)			
			45～49	50～54	55～56	計
フロートを用いた水位計	フロート式	リシャル型	6 7	8 6	6 11	20 7
		ロール型	1 1	—	—	1 1
		水研61型	1 1	3 2	—	4 1
		水研62型	26 28	27 20	15 29	68 24
		デジタル (リードスイッチ型)	48 53	76 57	14 27	138 50
	圧力型水位計	圧力型水位計	2 2	4 3	9 17	15 5
気泡型水位計		6 7	13 10	4 8	23 8	
針型水位計 (フロートレス式)	針型水位計 (フロートレス式)	1 1	2 2	2 4	5 2	
	超音波水位計 (非接触型水位計)	—	—	1 2	1 1	
そ の 他		—	—	1 2	1 1	
計		91 100	133 100	62 100	276 100	

注), 下段の数字は, 割合(%)を示す。

自記水位計 北陸地方建設局
機種別設置年度別箇所数 (昭和56年度末現在)

機 能		設 置 年 度 (昭 和)				
		45～49	50～54	55～56	計	
フロートを用いた水位計	フロート式	リシャル型	1 2	1 2	— —	2 1
		ロール型	—	—	—	—
		水研61型	1 2	—	—	1 1
		水研62型	26 39	13 26	4 18	43 31
	デジタル (リードスイッチ型)	11 16	6 12	6 26	23 17	
	圧力型水位計	11 16	7 14	7 30	25 18	
	気泡型水位計	14 21	15 30	2 9	31 22	
	触針型水位計 (フロートレス式)	1 2	3 6	2 9	6 4	
	超音波水位計 (非接触型水位計)	1 2	3 6	1 4	5 4	
	そ の 他	—	2 4	1 4	3 2	
計		66 100	50 100	23 100	139 100	

注), 下段の数字は, 割合(%)を示す。

自記水位計 中部地方建設局
機種別設置年度別箇所数 (昭和56年度末現在)

機 能		設 置 年 度 (昭 和)				
		45～49	50～54	55～56	計	
フロートを用いた水位計	フロート式	リシャル型	4 4	24 28	17 21	45 17
		ロール型	2 2	—	—	2 1
		水研61型	5 6	2 2	2 2	9 3
		水研62型	27 29	30 34	27 32	84 32
		デジタル (リードスイッチ型)	17 19	8 9	9 11	34 13
	圧力型水位計	圧力型水位計	—	3 3	—	3 1
		気泡型水位計	30 33	14 16	11 13	55 21
		触針型水位計 (フロートレス式)	4 4	4 5	—	8 3
		超音波水位計 (非接触型水位計)	—	—	—	—
		そ の 他	3 3	3 3	17 21	23 9
計		92 100	88 100	83 100	263 100	

注), 下段の数字は, 割合(%)を示す。

自記水位計 近畿地方建設局
機種別設置年度別箇所数 (昭和56年度末現在)

機 能		設 置 年 度 (昭 和)			
		45～49	50～54	55～56	計
フロートを用いた水位計	フロート式	リシャル型	—	—	—
		ロール型	—	2 3	— 2 2
		水研61型	1 3	—	— 1 1
		水研62型	13 45	24 38	5 29 42 38
	デジタル (リードスイッチ型)	14 49	26 42	11 65	51 47
圧力 水位計	圧力型水位計	—	1 2	1 6 2 2	
	気泡型水位計	—	3 5	—	3 3
触針型水位計 (フロートレス式)	—	—	1 2	—	1 1
	超音波水位計 (非接触型水位計)	1 3	3 5	—	4 4
そ の 他		—	2 3	—	2 2
計		29 100	62 100	17 100	108 100

注), 下段の数字は, 割合(%)を示す。

自記水位計 中国地方建設局
機種別設置年度別箇所数 (昭和56年度末現在)

機 能			設 置 年 度 (昭 和)			
			45～49	50～54	55～56	計
フロートを用いた水位計	フロート式	リシャル型	2 3	11 13	—	13 7
		ロール型	—	—	—	—
		水研61型	1 2	—	—	1 1
		水研62型	35 62	51 59	12 40	98 56
	デジタル (リードスイッチ型)	15 26	6 7	7 24	28 16	
		圧力型水位計	1 2	3 3	6 20	10 5
	気泡型水位計		—	6 7	1 3	7 6
		触針型水位計 (フロートレス式)	2 3	9 10	1 3	12 6
	超音波水位計 (非接触型水位計)		1 2	1 1	3 10	5 3
		そ の 他		—	—	—
計			57 100	87 100	30 100	174 100

注), 下段の数字は, 割合(%)を示す。

自記水位計 四国地方建設局
機種別設置年度別箇所数（昭和56年度末現在）

機 能			設 置 年 度 (昭 和)			
			45～49	50～54	55～56	計
フロートを用いた水位計	フロート式	リシヤール型	1 5	—	—	1 2
		ロール型	—	1 7	—	1 2
		水研61型	6 27	—	1 5	7 12
		水研62型	8 36	3 20	11 62	22 38
	デジタル (リードスイッチ型)		2 9	9 60	7 33	18 31
圧力型水位計	圧力型水位計		—	—	—	—
	気泡型水位計		3 13	2 13	1 5	6 10
触針型水位計 (フロートレス式)			1 5	—	1 5	2 3
超音波水位計 (非接触型水位計)			—	—	—	—
そ の 他			1 5	—	—	1 2
計			22 100	15 100	21 100	58 100

注), 下段の数字は, 割合を示す。

自記水位計 九州地方建設局
機種別設置年度別箇所数（昭和56年度末現在）

機 能			設 置 年 数 (昭 和)			
			45～49	50～54	55～56	計
フロートを用いた水位計	フロート式	リシヤール型	61 44	32 14	31 29	114 26
		ロール型	6 5	12 6	5 5	23 5
		水研61型	3 3	1 1	1 1	5 1
		水研62型	22 19	64 30	34 32	120 28
	デジタル (リードスイッチ型)		22 19	36 17	15 14	73 17
圧力型水位計	圧力型水位計		2 2	11 5	9 9	22 5
	気泡型水位計		—	—	—	—
触針型水位計 (フロートレス式)			4 4	13 6	3 3	20 5
超音波水位計 (非接触型水位計)			—	—	—	—
そ の 他			4 4	44 21	7 7	55 13
計			114 100	213 100	105 100	432 100

注), 下段の数字は, 割合を示す。

自記水位計

機種別選定理由事項

凡例 ◎：機種別選定理由事項数 第1位
○：第2位
□：第3位

全 国

機 種	選 定 理 由												
	必要とする精度を有する	測定範囲を十分にカバーしている(異常洪水を記録できる)	河床勾配が大きい	河床変動に強い	流砂量や浮遊物の多い流水に強い	測定しやすい	故障が少ない	保守点検がしやすい	修理しやすい	費用が安い	店のアフターサービスがよい	メーカー代理店が近い	その他(理由を示す)
フロートを用いた水位計	リシャル型	19	17	1	2	1	38	38	47	41	48	9	13
	ロール型	20	22	1	2	3	23	20	29	20	17	7	2
	水研61型	32	25	2	1	7	34	36	39	29	18	9	3
	水研62型	93	73	4	5	17	82	100	98	69	34	29	1
	デジタル(リードスイッチ型)	86	65	12	40	17	57	40	13	6	16	39	13
圧力型水位計	圧力型水位計	43	36	12	39	31	24	35	21	6	28	16	3
	気泡型水位計	44	32	8	36	13	28	27	19	10	28	15	1
触針型水位計(フロートレス式)		38	19	6	8	6	19	11	11	8	20	7	2
超音波水位計(非接触型小位計)		26	31	18	29	20	16	9	5	1	3	10	—
そ の 他		3	1	1	—	1	3	2	3	2	2	—	—
計		404	321	65	162	116	324	318	285	192	214	141	23

北海道開発局

機 種	選 定 理 由												
	必要とする精度を有する	測定範囲を十分にカバーしている	河床勾配が大きい	河床変動に強い	流砂量や浮遊物の多い流水に強い	測定しやすい	故障が少ない	保守点検がしやすい	修理しやすい	費用が安い	店のアフターサービスがよい	メーカー代理店が近い	その他
フロートを用いた水位計	リシャル型	—	1	—	1	—	3	3	4	3	4	—	—
	ロール型	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	水研61型	1	2	—	—	—	1	1	—	1	1	—	—
	水研62型	4	5	1	1	—	4	3	3	3	4	1	—
	デジタル(リードスイッチ型)	8	6	2	3	1	6	6	2	1	—	3	1
圧力型水位計	圧力型水位計	2	2	1	4	1	1	2	1	1	3	1	—
	気泡型水位計	2	3	—	2	—	1	1	1	—	3	—	—
触針型水位計(フロートレス式)		2	—	—	—	1	—	1	—	1	1	—	—
超音波水位計(非接触型水位計)		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
そ の 他		1	1	1	—	—	1	—	1	—	—	—	—
計		20	20	5	11	3	17	17	12	10	16	5	1

自記水位計

機種別選定理由事項

東北地方建設局

機 種			選 定 理 由										そ の 他 (理由を示す)	
			精度を有する	必要とする 洪水を記録できる	測定範囲を十分に カバーしている(異常 洪水を記録できる)	河床勾配が 大きい	河床変動に 強い	流砂量や浮遊物 の多い流水に強い	測定しやすい	故障が少ない	保守点検が しやすい	修理しやすい		費用が安い
フロートを用いた水位計 る圧力 水位計 針型水位計 超音波水位計 (非接触型水位計)	フロート式	リシヤル型	9	8	1	—	1	13	10	18	16	16	4	
		ロール型	11	11	1	—	3	11	9	17	14	9	4	
		水研61型	14	11	1	—	4	14	11	17	15	10	7	
		水研62型	21	15	1	—	4	14	18	20	17	8	8	
		デジタル (リッドスイッチ型)	21	16	4	8	3	10	7	4	3	3	11	
	圧力型水位計 気泡型水位計 針型水位計 (フロートレス式) 超音波水位計 (非接触型水位計)	圧力型水位計	18	17	7	13	13	8	12	7	2	8	4	
		気泡型水位計	18	16	5	14	7	11	9	7	3	9	7	
		針型水位計 (フロートレス式)	20	12	4	6	4	7	4	2	1	9	4	
		超音波水位計 (非接触型水位計)	20	20	15	19	13	11	5	3	—	1	6	
		そ の 他	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
計			152	126	39	60	52	99	85	95	70	73	55	

関東地方建設局

機 種			選 定 理 由										そ の 他 (理由を示す)	
			精度を有する	必要とする	洪水に強い	測定範囲を十分にカバーしている(異常洪水を記録できる)	河床勾配が大きい	河床変動に強い	流砂量や浮遊物の多い流水に強い	測定しやすい	故障が少ない	保守点検がしやすい		
フロートを用いた水位計 る圧力 水位計 針型水位計 超音波水位計 (非接触型水位計)	フロート式	リシャル型	—	—	—	—	—	—	3	2	2	3	—	—
		ロール型	—	—	—	—	—	1	—	1	—	—	—	—
		水研61型	1	1	—	—	—	2	2	2	1	—	—	—
		水研62型	12	8	1	—	3	12	14	13	7	7	2	—
	デジタル (リッドスイッチ型)		11	7	2	5	2	7	2	—	—	1	4	—
	圧力型水位計		5	4	2	4	3	2	5	1	—	4	2	—
	気泡型水位計		6	3	2	5	3	5	8	3	2	6	—	1
	針型水位計 (フロートレス式)		3	2	—	—	—	1	2	1	—	1	—	—
	超音波水位計 (非接触型水位計)		—	1	1	1	—	—	—	—	—	—	—	—
	そ の 他		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
計			38	26	8	15	11	30	36	23	12	22	8	1

自記水位計

機種別選定理由事項

北陸地方建設局

機 種			選 定 理 由											そ の 他 (理由を示す)
			精度を有する	必要とする	測定範囲を十分にカバーしている(異常洪水に耐えられる)	河床勾配が大きい	河床変動に強い	物の多い流水に強い	流砂量や浮遊物の多い流水に強い	測定しやすい	故障が少ない	保守点検がしやすい	修理しやすい	
フロートを用いた水位計	フロート式	リシヤル型	1	—	—	—	—	2	3	3	2	3	1	
		ロール型	1	2	—	—	—	—	1	—	—	—	—	
		水研61型	4	2	—	—	1	6	6	5	3	—	1	
		水研62型	6	3	—	—	2	7	9	7	5	2	2	
		デジタル(リッドスイッチ型)	6	5	—	2	—	5	2	2	—	—	2	
圧力型水位計	圧力型水位計	5	3	—	7	4	4	6	4	4	1	2	3	
	気泡型水位計	7	3	—	5	1	3	3	3	3	2	3	2	
針型水位計(フロートレス式)		3	1	—	—	1	2	1	1	1	1	3	—	
超音波水位計(非接触型水位計)		2	5	1	5	3	2	1	—	—	—	—	1	
そ の 他		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
計		35	24	1	19	12	31	32	25	14	13	12		

中部地方建設局

機 種			選 定 理 由											そ の 他 (理由を示す)
			精度を有する	必要とする	測定範囲を十分にカバーしている(異常洪水に耐えられる)	河床勾配が大きい	河床変動に強い	流砂量や浮遊物の多い流水に強い	測定しやすい	故障が少ない	保守点検がしやすい	修理しやすい	費用が安い	
フロートを用いた水位計 圧力型水位計 気泡型水位計 針型水位計 (フロートレス式) 超音波水位計 (非接触型水位計) そ の 他 計	フロート式	リシヤル型	1	1	—	—	—	3	3	3	4	4	—	
		ロール型	1	1	—	—	—	2	2	2	1	1	—	
		水研61型	2	2	1	1	1	3	3	3	2	1	—	
		水研62型	8	8	1	1	2	10	11	12	8	1	2	
		デジタル (リッドスイッチ型)	4	4	—	2	2	3	3	—	—	1	2	
		圧力型水位計	—	—	—	1	1	—	—	1	—	—	—	
		気泡型水位計	5	3	1	5	1	4	2	3	2	4	3	
		針型水位計 (フロートレス式)	2	1	1	—	—	2	—	1	1	—	—	
		超音波水位計 (非接触型水位計)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
	そ の 他	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—		
	計	23	20	4	10	8	27	24	25	18	12	7		

機 種			測 定 理 由											そ の 他 (理由を示す)
			精度を有する	必要とする	測定範囲を十分にカバーしている(異常洪水を記録できる)	河床勾配が大きい	河床変動に強い	流砂量や浮遊物の多い流水に強い	測定しやすい	故障が少ない	保守点検がしやすい	修理しやすい	費用が安い	
フロートを用いた水位計	フロート式	リシャル型	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
		ロール型	2	2	—	—	—	2	2	2	—	—	—	
		水研61型	2	1	—	—	—	1	2	2	2	1	—	
		水研62型	8	8	—	—	2	6	11	11	6	3	3	
	デジタル(リードスイッチ型)		9	8	1	7	1	7	2	—	—	4	1	
圧力型水位計	圧力型水位計		1	2	1	2	1	1	2	2	1	3	1	
	気泡型水位計		1	1	—	1	—	1	1	1	1	1	1	
触針型水位計(フロートレス式)	触針型水位計(フロートレス式)		3	1	1	1	—	1	—	1	1	2	1	
	超音波水位計(非接触型水位計)		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
そ の 他			—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
計			26	23	3	11	4	19	20	19	11	14	7	

機 種			測 定 理 由											そ の 他 (理由を示す)	
			精度を有する	必要とする	測定範囲を十分にカバーしている(異常洪水を記録できる)	河床勾配が大きい	強い	河床変動に強い	流砂量や浮遊物の多い流水	測定しやすい	故障が少ない	保守点検がしやすい	修理しやすい		費用が安い
フロートを用いた水位計	フロート式	リシャル型	2	1	—	—	—	3	3	2	4	4	4	1	
		ロール型	1	1	—	—	—	1	1	—	—	—	—	—	
		水研61型	1	—	—	—	—	—	1	1	1	1	1	—	
		水研62型	7	7	—	1	1	6	8	7	6	4	2	2	
		デジタル(リードスイッチ型)	7	4	—	1	—	5	4	2	1	4	2	2	
圧力型水位計	圧力型水位計	5	3	—	2	2	3	3	2	1	4	2	2		
	気泡型水位計	1	2	—	1	—	1	1	—	—	1	1	1		
	触針型水位計(フロートレス式)	1	—	—	—	—	2	2	2	1	1	1	1		
	超音波水位計(非接触型水位計)	3	3	—	1	1	1	2	1	1	2	1	1		
	そ の 他	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		
計			28	21	—	6	4	22	25	17	16	21	10		

自記水位計

機種別選定理由事項

四国地方建設局

機 種			選 定 理 由											そ の 他 (理由を示す)
			精度を有する	必要とする	測定範囲を十分にカバーしている(目盛洪水を記録できる)	河床勾配が大きい	河床変動に強い	流速の多い流水に強い	測定しやすい	故障が少ない	保守点検がしやすい	修理しやすい	費用が安い	
フロートを用いた水位計	フロート式	リシャル型	—	—	—	—	—	1	—	1	—	1	—	
		ロール型	—	—	—	—	—	—	1	1	—	1	—	
		水研61型	2	—	—	—	—	1	4	4	1	2	—	
		水研62型	6	3	—	—	—	5	7	7	4	2	1	
		デジタル(リードスイッチ型)	3	3	1	2	3	4	2	—	1	—	3	
圧力型水位計	圧力型水位計	1	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—		
	気泡型水位計	2	—	—	2	—	1	1	—	—	1	—		
触針型水位計(フロートレス式)		1	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—		
超音波水位計(非接触型水位計)		—	—	—	1	1	—	—	—	—	—	—		
そ の 他		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		
計			15	6	1	6	4	12	15	13	6	8	4	

九州地方建設局

機 種			選 定 理 由													他 (理由を示す)	
			精度を有する	必要とする	測定範囲を十分にカバーしている(目盛洪水を記録できる)	河床勾配が大きい	河床変動に強い	流速の多い流水に強い	測定しやすい	故障が少ない	保守点検がしやすい	修理しやすい	費用が安い	メーカー、代理店のアフターサービスがよい	調査期間が短い	調査が永久である	設置が簡単
フロートを用いた水位計 圧力型水位計 気泡型水位計 触針型水位計 (フロートレス式) 超音波水位計 (非接触型水位計) そ の 他 計	フロート式	リシャル型	6	6	—	1	—	13	13	14	11	13	3	13	1	—	
		ロール型	4	5	—	2	—	6	4	6	5	6	3	2	2	—	
		水研61型	5	6	—	—	1	6	6	5	3	2	1	3	2	—	
		水研62型	21	16	—	2	3	18	19	18	13	3	8	1	13	—	
	デジタル (リードスイッチ型)		17	12	2	10	5	10	12	3	—	3	11	—	13	1	
	圧力型水位計		6	5	1	5	6	5	5	3	—	4	3	3	—	2	
	気泡型水位計		2	1	—	1	1	1	1	1	—	—	1	1	—	1	
	触針型水位計 (フロートレス式)		3	2	—	1	—	4	1	3	2	2	1	—	2	2	
	超音波水位計 (非接触型水位計)		1	2	1	2	2	2	1	1	—	—	2	—	—	—	
	そ の 他		2	—	—	—	—	2	2	2	2	2	—	—	—	—	
計		67	55	4	24	18	67	64	56	36	36	33	23	33	6		

自記水位計

欠測の多い水位計の箇所数

全 国

機 種		欠測の多い水位計の箇所数 (A)	全箇所数 (B)	欠測値の多い水位計の箇所数割合 (%) (A) / (B)	
フロートを用いた水位計	フロート式	リジャー型	2	280	0.7
		ロール型	—	80	—
		水研61型	1	74	1.4
		水研62型	33	820	4.0
		小 計	36	1254	2.9
	デジタル	38	596	6.4	
	圧力型水位計	圧力型水位計	8	115	7.0
		気泡型水位計	17	192	8.9
	触針型水位計		13	73	17.8
	超音波水位計		3	19	15.8
そ の 他		2	94	2.1	
計		117	2343	5.0	

北海道

機 種			欠測の多い 水位計の 箇所数 (A)	全箇所数 (B)	欠測値の多い 水位計の 箇所数割合 (%) (A)／(B)
フロートを用いた水位計	フロート式	リジャー型	—	12	—
		ロール型	—	—	—
		水研61型	—	2	—
		水研62型	—	48	—
		小 計	—	62	—
	デジタル		2	121	1.7
	圧力型水位計	圧力型水位計	—	14	—
		気泡型水位計	—	19	—
	触針型水位計		—	3	—
	超音波水位計		—	—	—
そ の 他		—	3	—	
計		2	222	0.9	

東 北

機 種			欠測の多い水位計の箇所数 (A)	全国箇所 (B)	欠測値の多い水位計の箇所数割合(%) (A)／(B)
フロートを用いた水位計	フロート式	リジャー型	1	9	11.1
		ロール型	—	13	—
		水研61型	—	18	—
		水研62型	4	88	4.5
		小 計	5	128	3.9
	デジタル		5	78	6.4
	圧力型水位計	圧力型水位計	2	15	13.3
		気泡型水位計	3	24	12.5
	触 針 型 水 位 計		2	3	66.7
	超 音 波 水 位 計		—	1	—
そ の 他		—	2	—	
計		17	251	2.8	

関 東

機 種		欠測の多い 水位計の 箇所数 (A)	全箇所数 (B)	欠測値の 多い水位 計の箇所 数割合(%) (A)/(B)
フロートを用いた水位計	フロート式	リジャー型	20	—
		ロール型	13	—
		水研61型	9	—
		水研62型	131	6.1
		小 計	173	4.6
	デジタル	9	149	6.0
	圧力型水位計	圧力型水位計	15	6.7
		気泡型水位計	32	9.4
	触針型水位計	—	7	—
	超音波水位計	—	1	—
そ の 他	—	1	—	
計	21	378	5.6	

自記水位計

欠測の多い水位計の箇所数

北 陸

中 部

機 種			欠測の多い水位計の箇所数 (A)	全箇所数 (B)	欠測値の多い水位計の箇所数割合(A)／(B)
フロートを用いた水位計	フロート式	リシャル型	—	2	—
		ロール型	—	3	—
		水研61型	—	7	—
		水研62型	—	51	—
		小 計	—	63	—
	デジタル	1	27	3.7	
	圧力型水位計	圧力型水位計	—	29	—
気泡型水位計		3	37	8.1	
触針型水位計		2	9	22.2	
超音波水位計		1	6	16.7	
そ の 他		—	3	—	
計		7	174	4.0	

機 種		欠測の多い水位計の箇所数 (A)	全箇所数 (B)	欠測値の多い水位計の箇所数割合 (%) (A)／(B)
フロートを用いた水位計	フロート式	リシャル型	59	—
		ロール型	12	—
		水研61型	23	—
		水研62型	131	3.1
		小 計	225	1.8
	デジタル	35	5.7	
	圧力型水位計	圧力型水位計	6	—
気泡型水位計		60	13.3	
触 針 型 水 位 計		10	—	
超 音 波 水 位 計		—	—	
そ の 他		23	8.7	
計		359	4.5	

近 畿

中 国

機 種			欠測の多い水位計の箇所数 (A)	全箇所数 (B)	欠測値の多い水位計の箇所数割合(%) (A)／(B)
フロートを用いた水位計	フロート式	リシャル型	—	—	—
		ロール型	—	2	—
		水研61型	—	1	—
		水研62型	4	77	5.2
		小 計	4	80	5.0
	デジタル	8	60	13.3	
	圧力型水位計	圧力型水位計	1	3	33.3
		気泡型水位計	—	3	—
	触 針 型 水 位 計	1	2	50.0	
	超 音 波 水 位 計	2	6	33.3	
そ の 他		—	3	—	
計		16	157	10.2	

機 種		欠測の多い水位計の箇所数 (A)	全箇所数 (B)	欠測値の多い水位計の箇所割合(%) (A)／(B)
フロートを用いた水位計	フロート式	リシャル型	18	—
		ロール型	1	—
		水研61型	1	—
		水研62型	105	—
		小 計	125	—
	デジタル	2	30	6.7
	圧力型水位計	圧力型水位計	—	11
気泡型水位計		—	9	—
触 針 型 水 位 計		1	12	8.3
超 音 波 水 位 計		—	5	—
そ の 他		—	—	—
計		3	192	1.6

自記水位計

欠測の多い水位計の箇所数

四 国

九 州

機 種		欠測の多い水位計の箇所数 (A)	全箇所数 (B)	欠測値の多い水位計の箇所数割合 (%) (A)/(B)
フロートを用いた水位計	フロート式	リシャル型	1	—
		ロール型	1	—
		水研61型	7	14.3
		水研62型	39	—
		小 計	48	2.1
	デジタル	—	20	—
圧力型水位計	圧力型水位計	—	—	—
	気泡型水位計	—	8	—
触針型水位計		—	3	—
超音波水位計		—	—	—
そ の 他		—	4	—
計		1	83	1.2

機 種		欠測の多い水位計の箇所数 (A)	全箇所数 (B)	欠測値の多い水位計の箇所数割合 (%) (A)/(B)
フロートを用いた水位計	フロート式	リシャル型	159	0.6
		ロール型	35	—
		水研61型	6	—
		水研62型	150	8.7
		小 計	350	4.0
	デジタル	9	76	11.8
圧力型水位計	圧力型水位計	4	22	18.2
	気泡型水位計	—	—	—
触針型水位計		7	24	29.2
超音波水位計		—	—	—
そ の 他		—	55	—
計		34	527	6.5

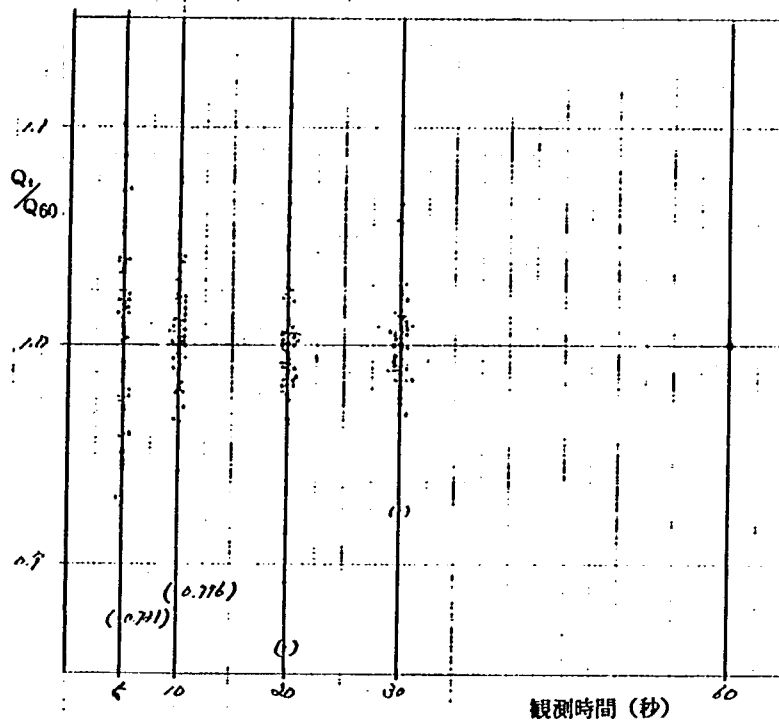
流量観測精度に関する調査

(1) 流速計測法

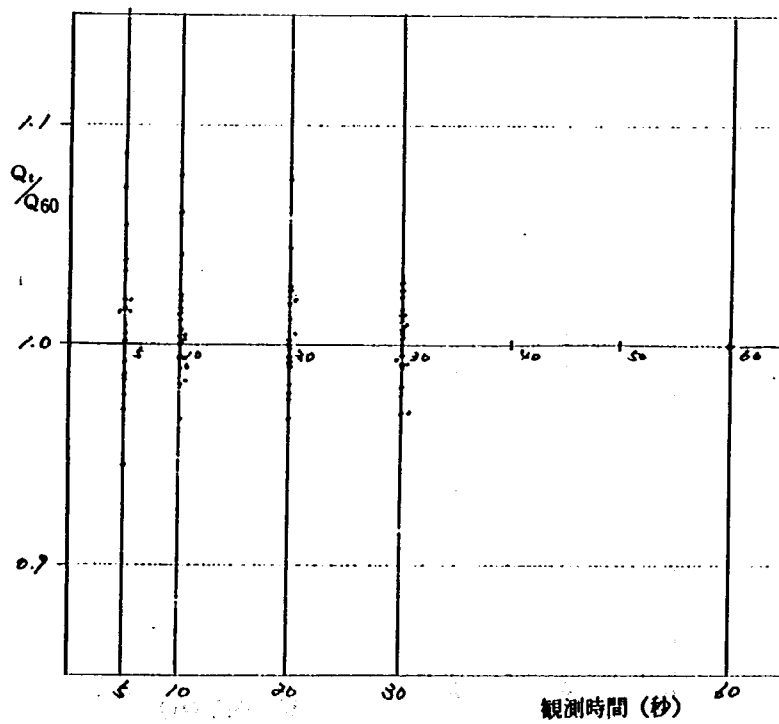
- a. 観測時間と流量..... 49
- b. 測点数と流量..... 54

(2) 浮子測法

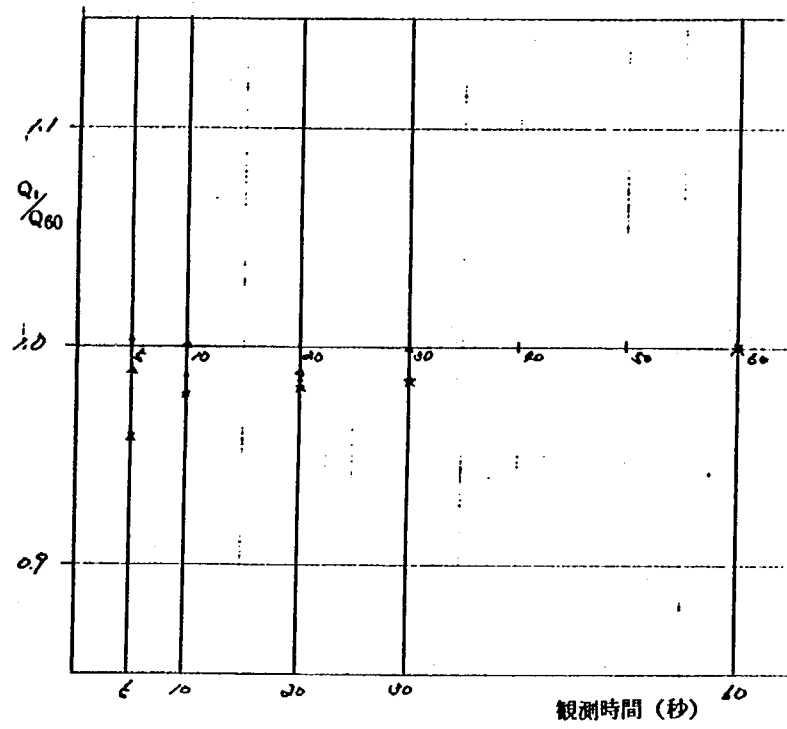
- a. 流下距離と流量..... 56
- b. 規定外浮子と更正係数..... 62
- c. 測線数と断面，流速，流量..... 66



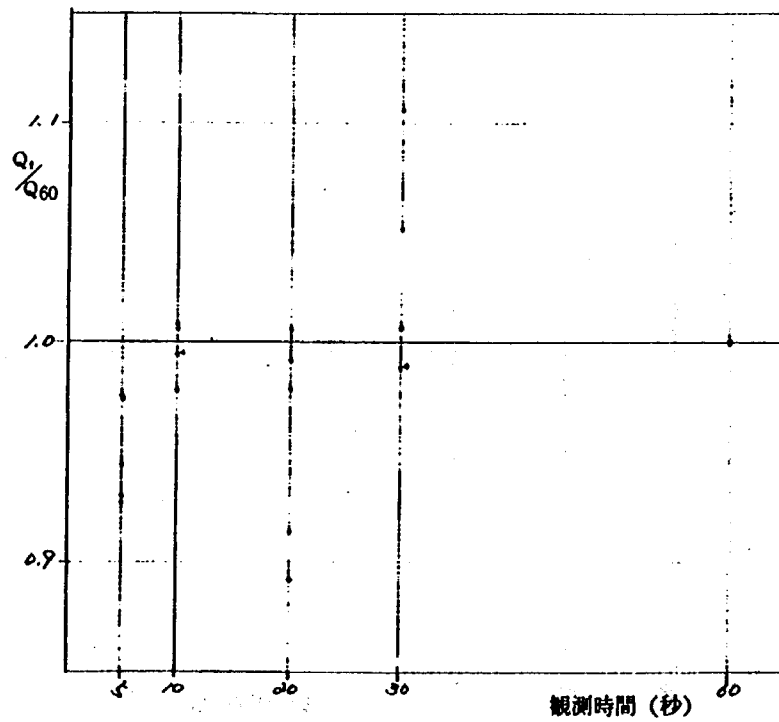
観測時間と流量（全国）



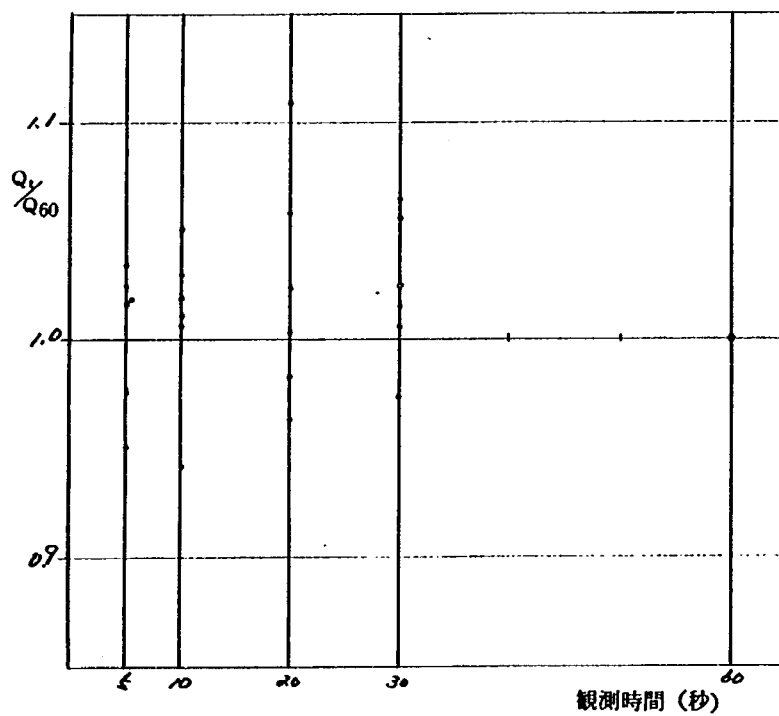
観測時間と流量（北海道，十勝川，石狩川，千歳川）



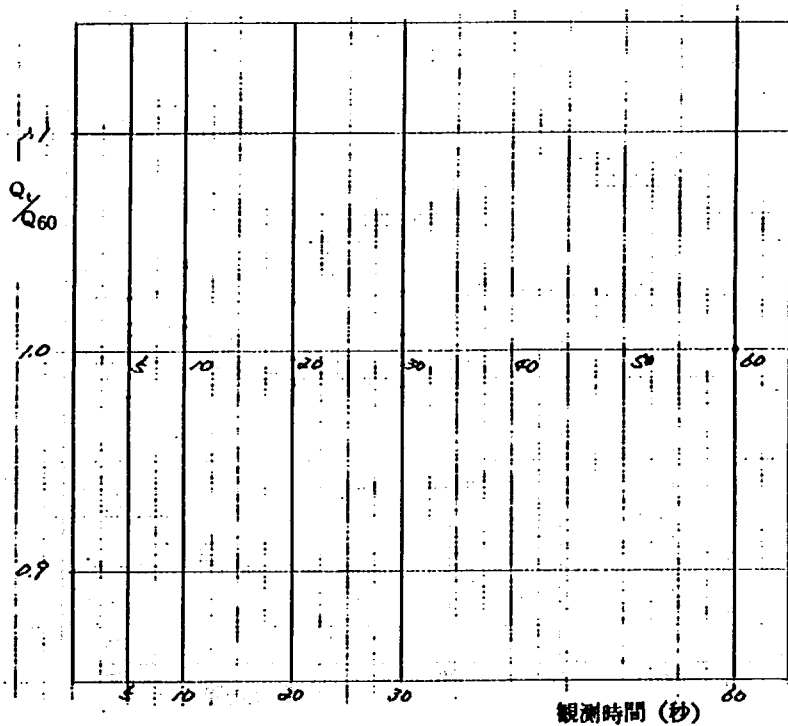
観測時間と流量 (東北, 鳴瀬川)



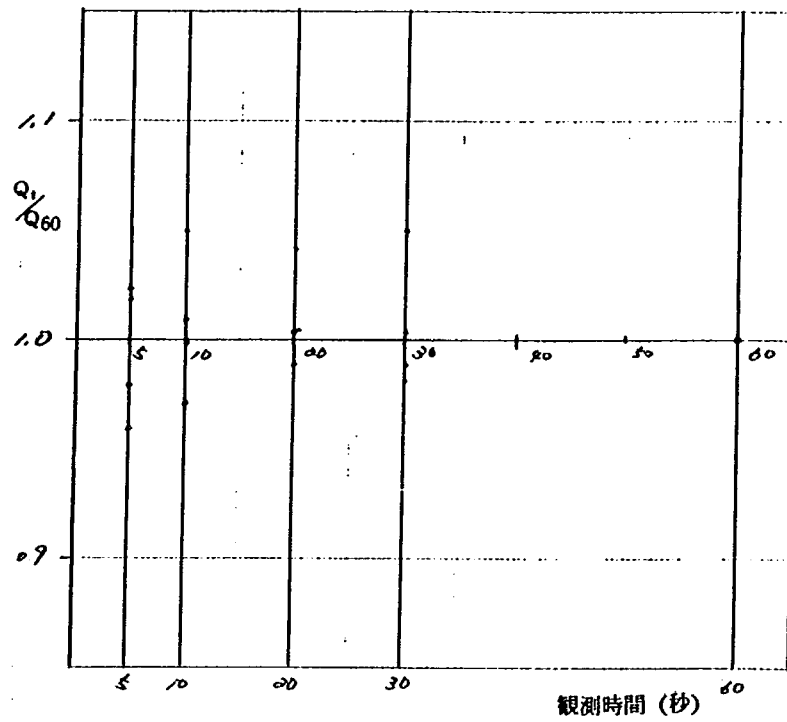
観測時間と流量 (関東, 利根川, 多摩川, 荒川)



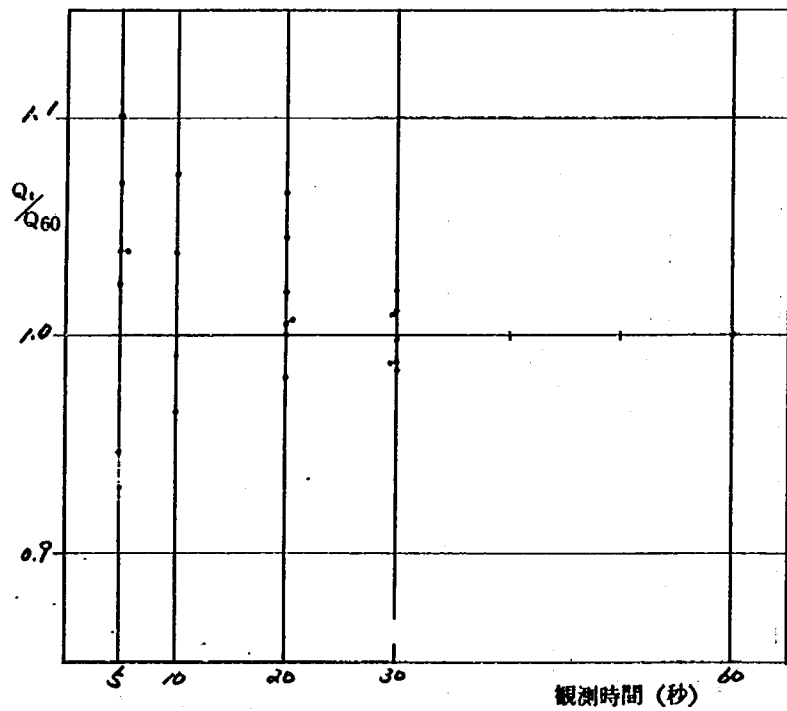
観測時間と流量 (北陸, 犀川, 魚野川)



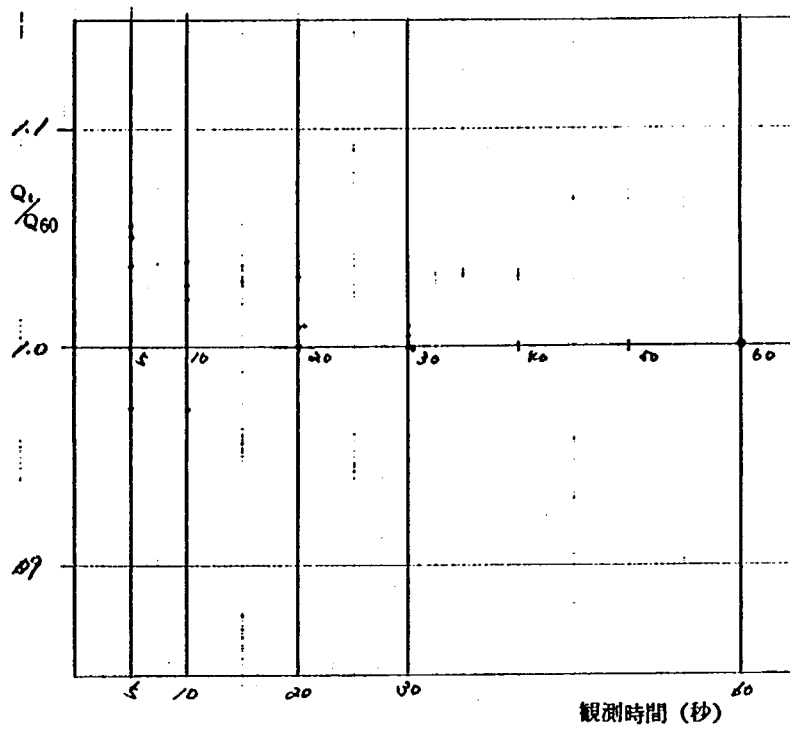
観測時間と流量 (中部, 長良川)



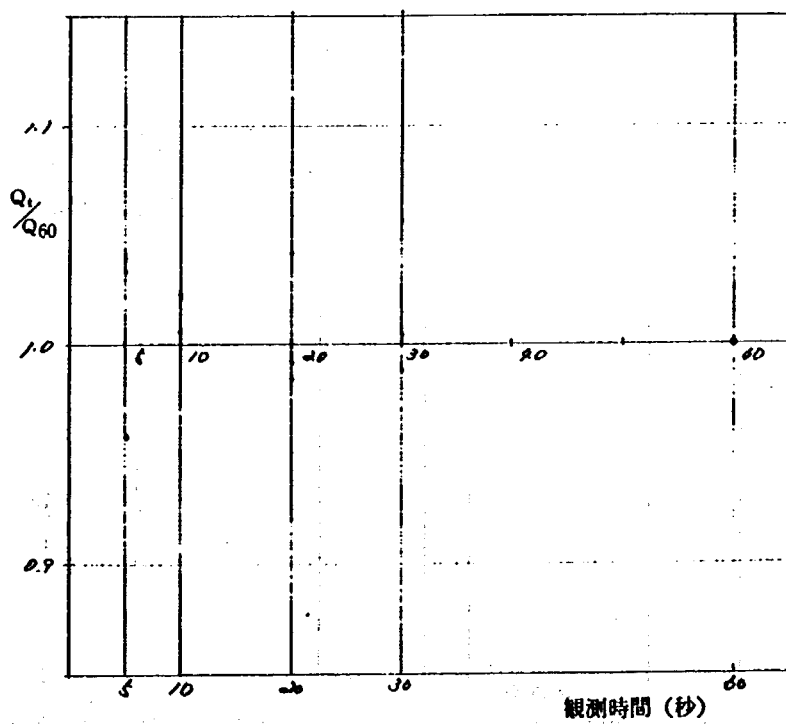
観測時間と流量 (近畿, 宇治川, 由良川)



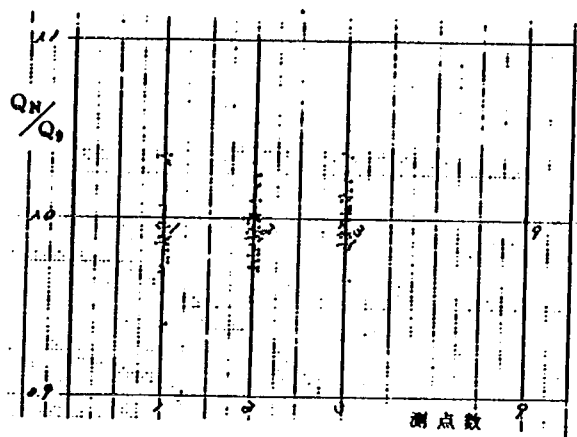
観測時間と流量 (中国, 高梁川, 小瀬川)



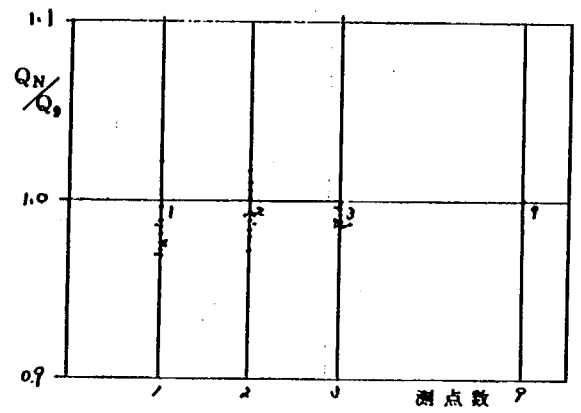
観測時間と流量（四国，中筋川）



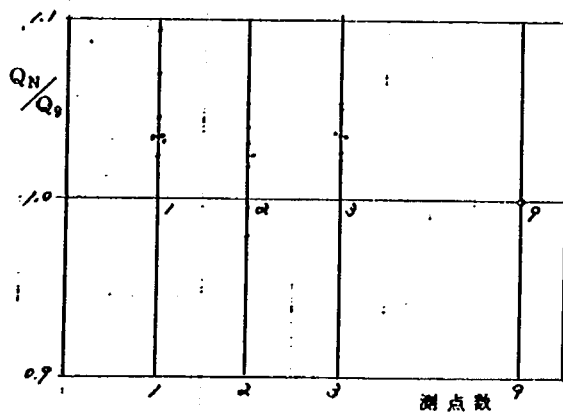
観測時間と流量（九州，大分川）



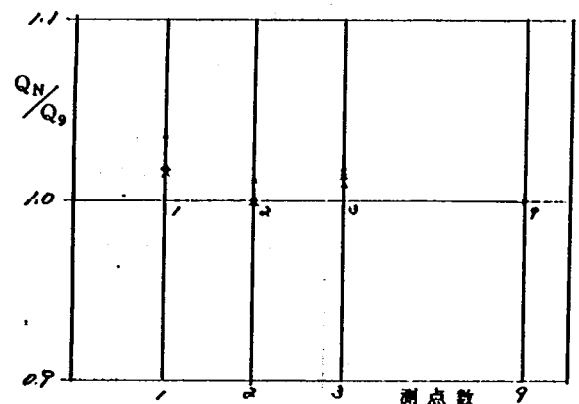
測点数と流量 (全国)



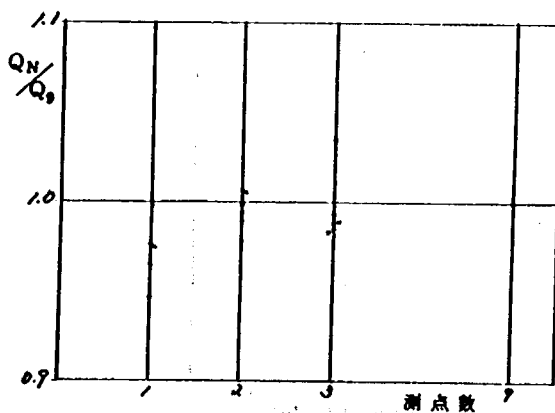
測点数と流量 (北海道, 石狩川, 千歳川, 十勝川)



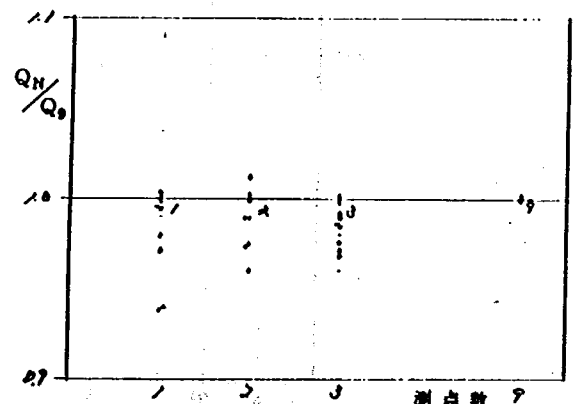
測点数と流量 (北海道, 十勝川)



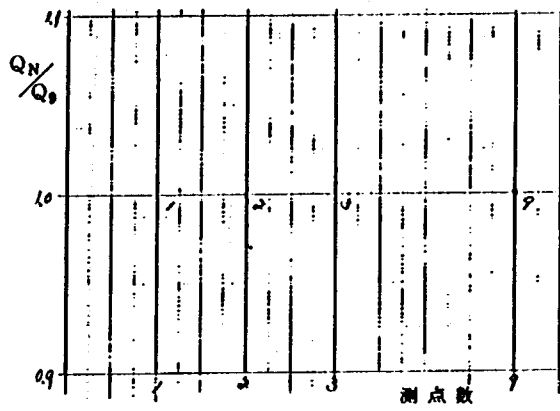
測点数と流量 (東北, 鳴瀬川)



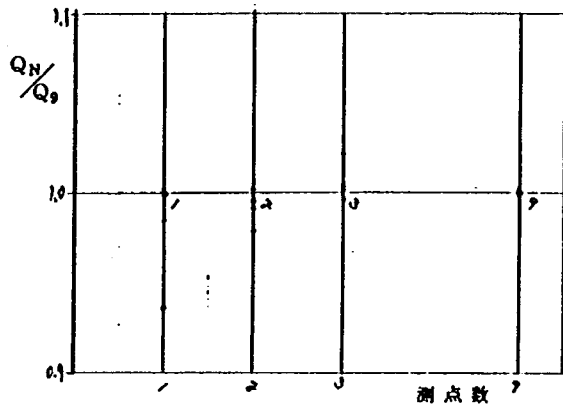
測点数と流量 (関東, 利根川, 荒川,
多摩川, 鶴見川, 江戸川)



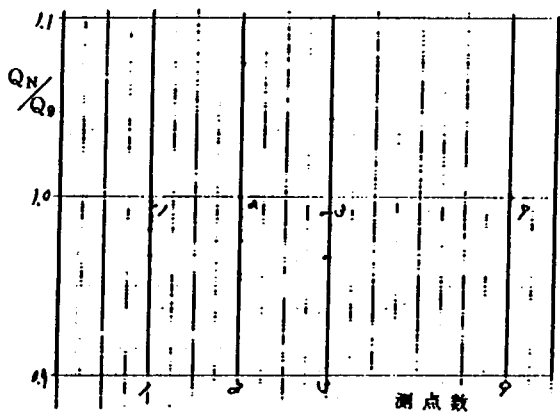
測点数と流量 (北陸, 犀川, 魚野川)



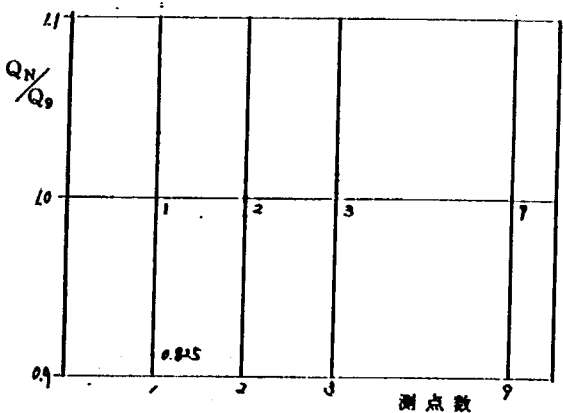
測点数と流量 (中部, 長良川)



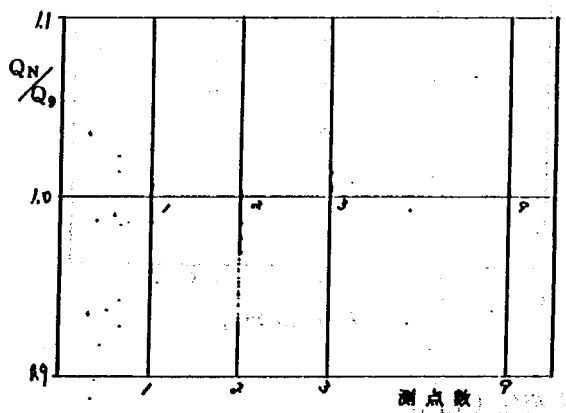
測点数と流量 (近畿, 宇治川, 由良川)



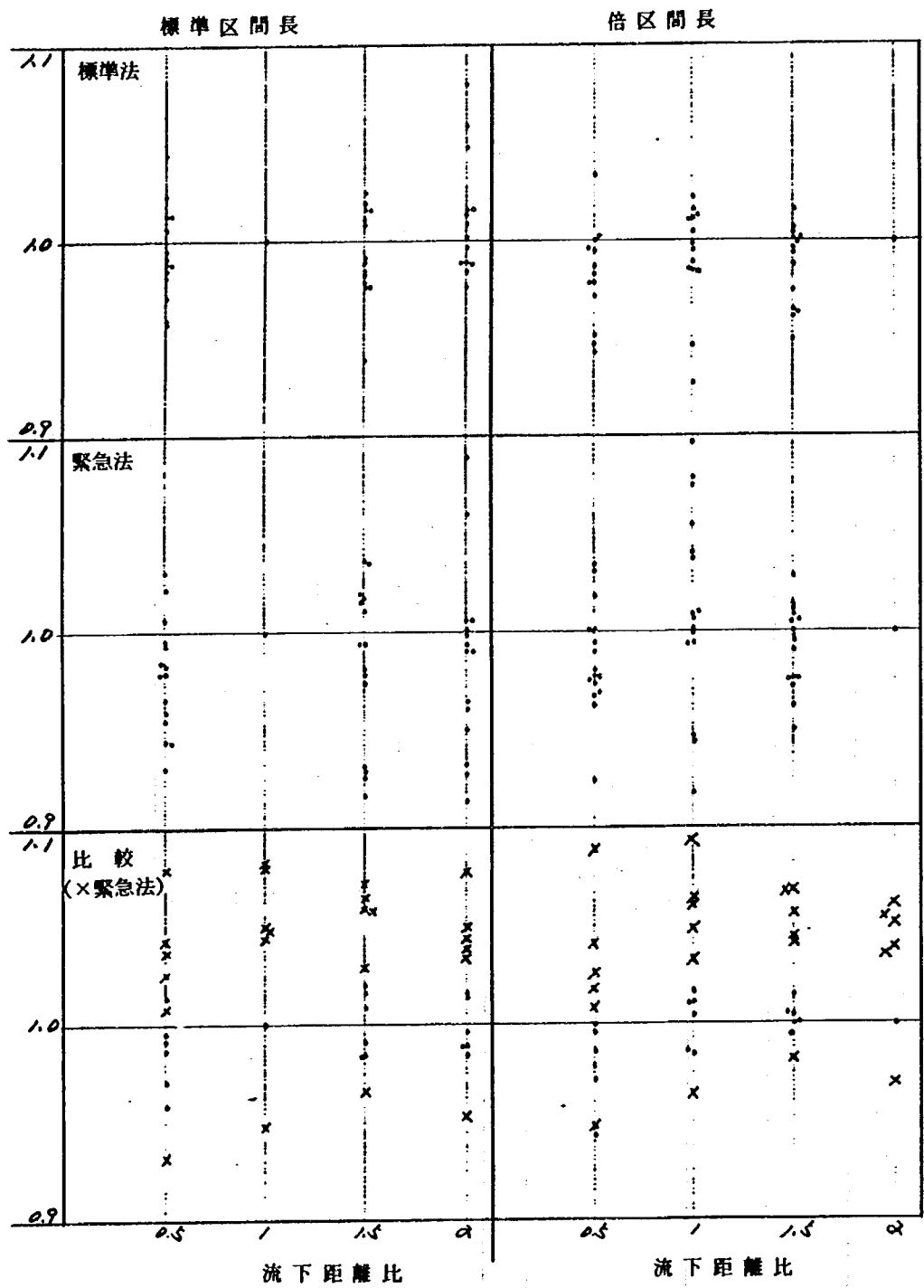
測点数と流量 (中国, 小瀬川, 高梁川)



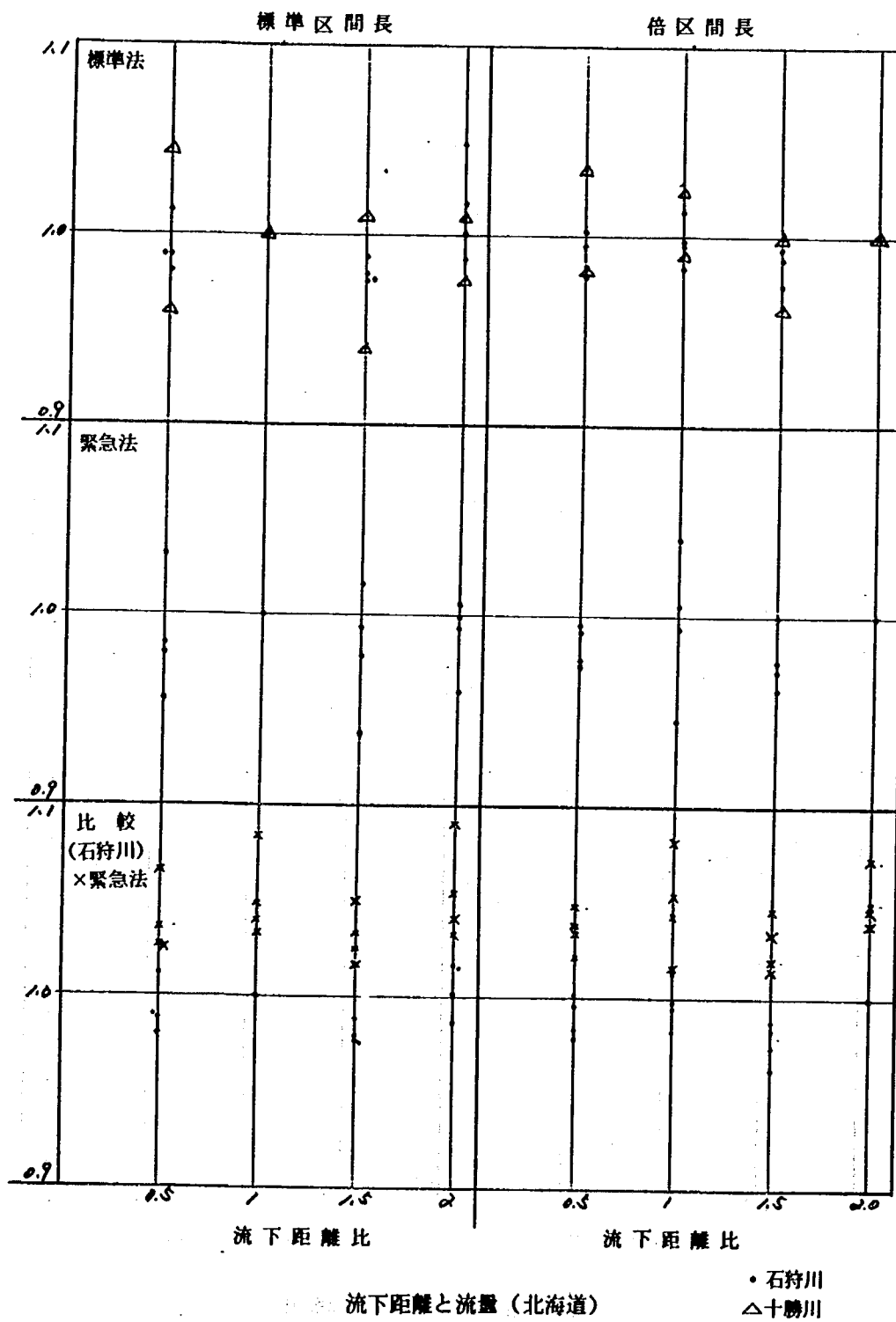
測点数と流量 (四国, 中筋川)

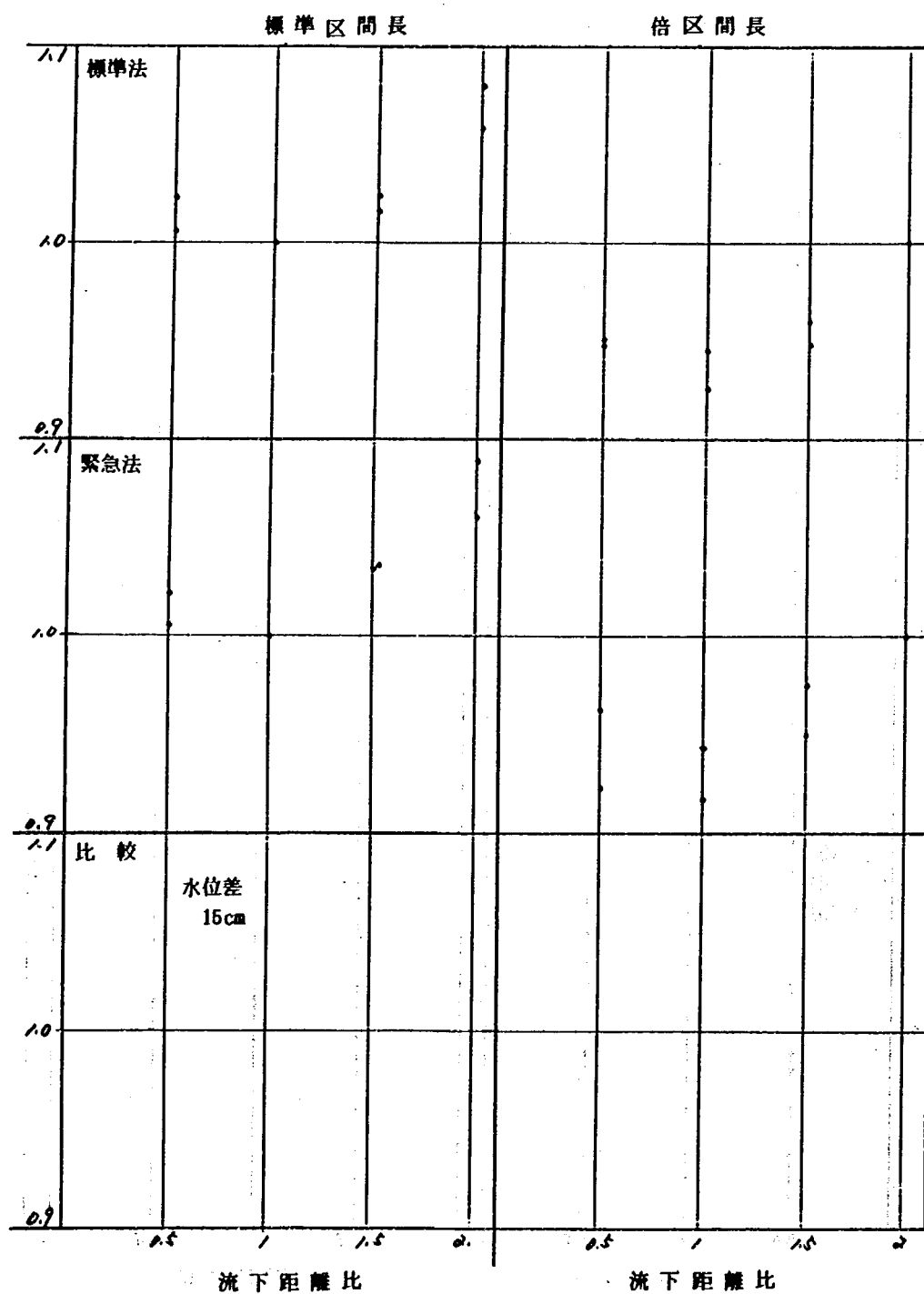


測点数と流量 (九州, 大分川)



流下距離と流量 (全国)





流下距離と流量（東北，鳴瀬川）

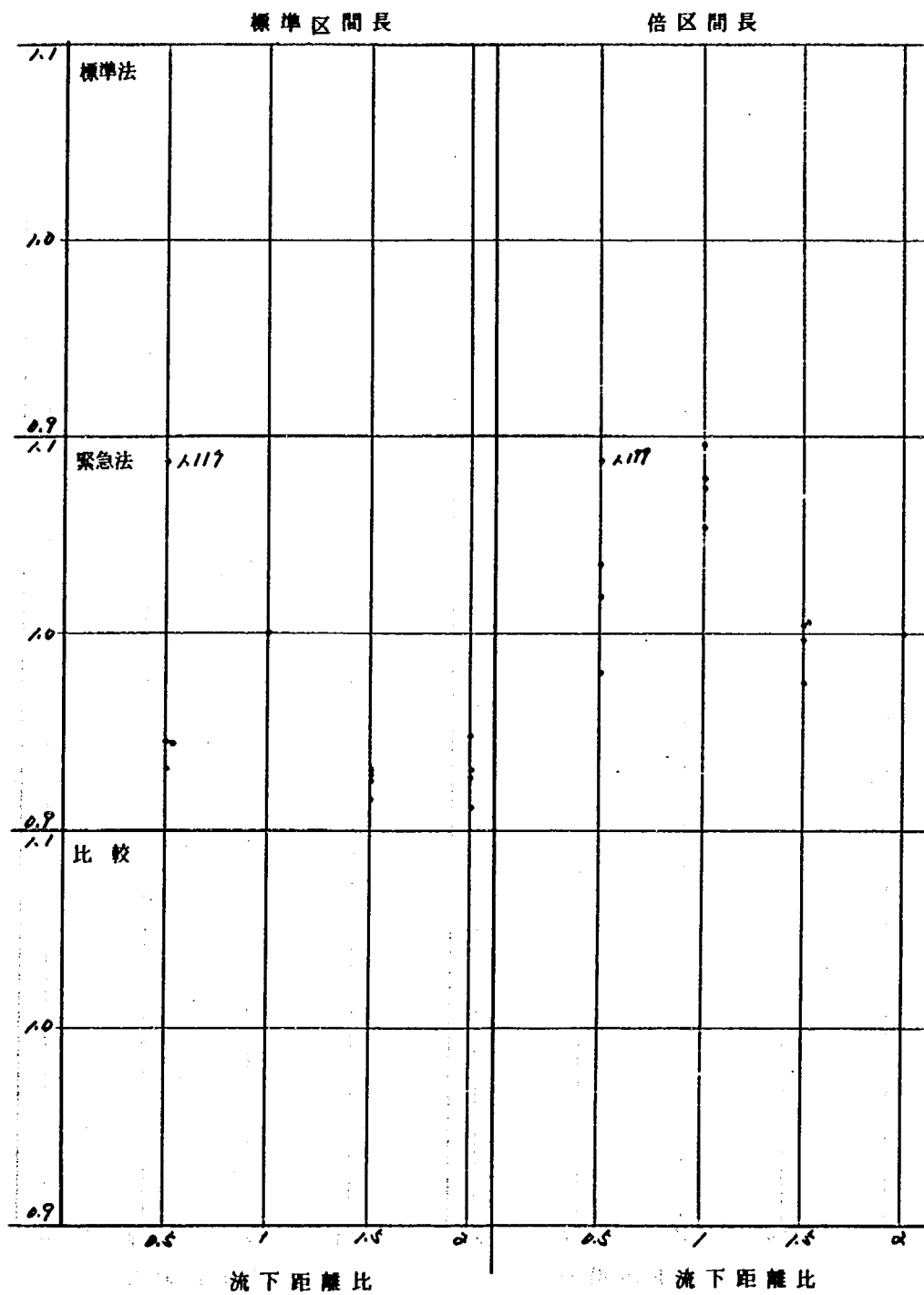
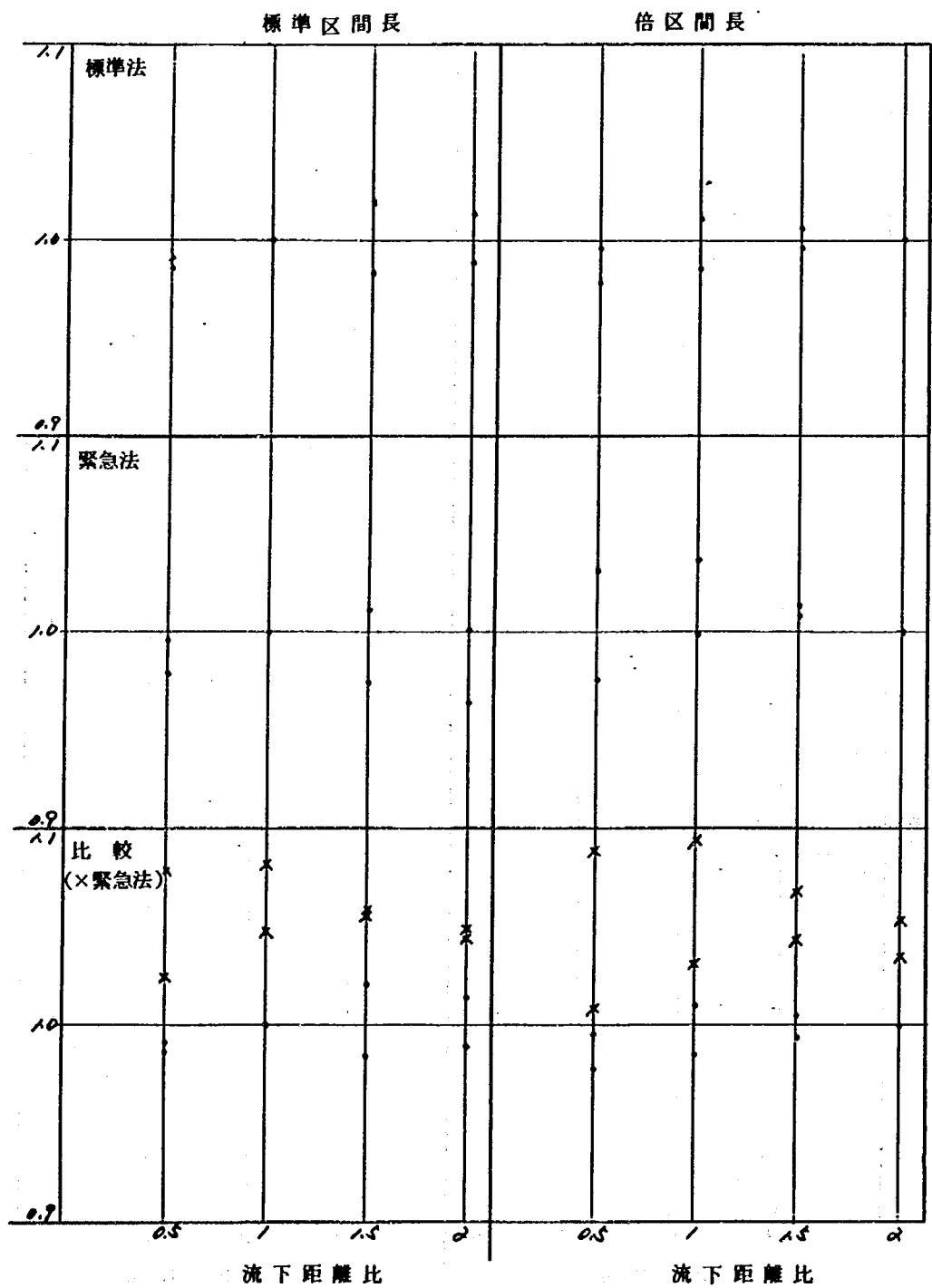
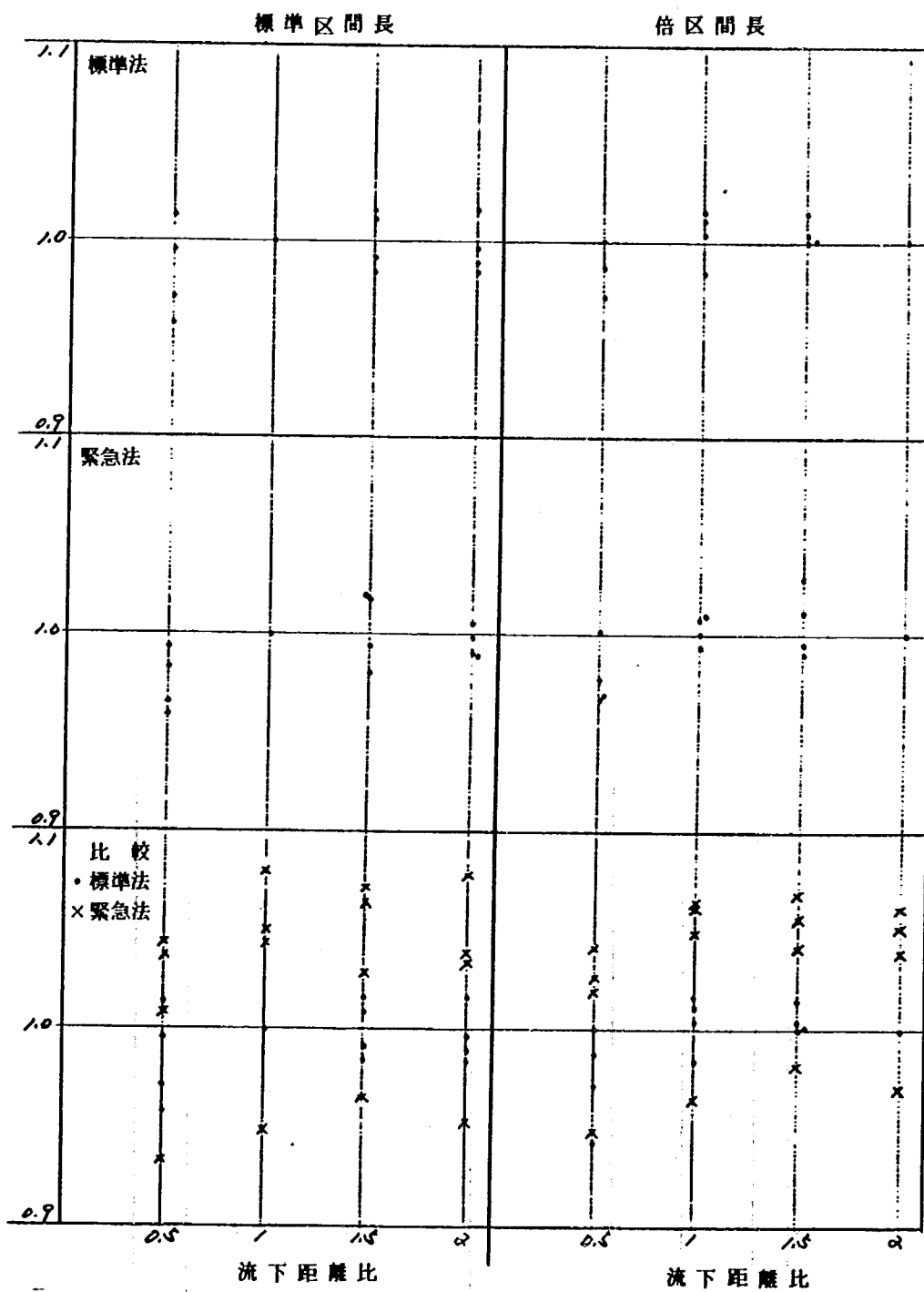


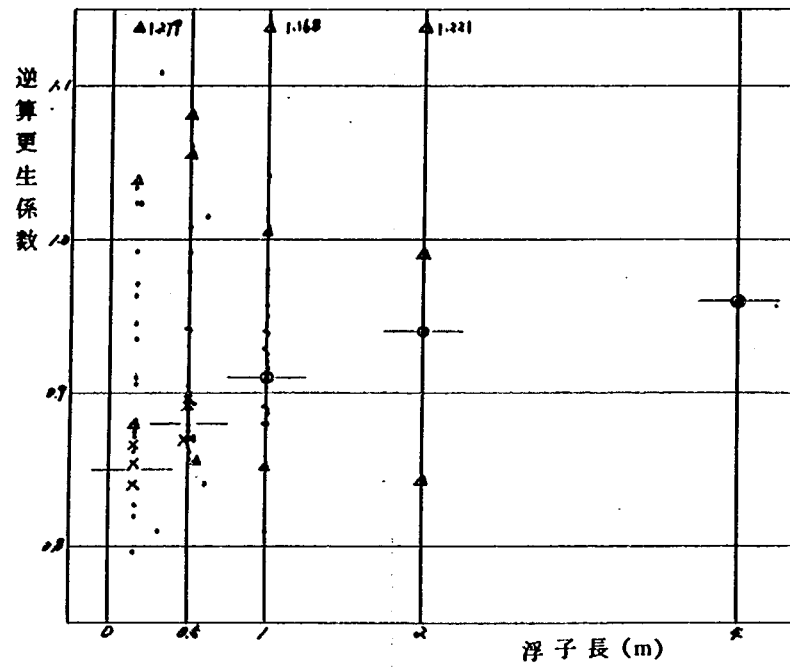
図10 流下距離と流量 (中部, 長良川)



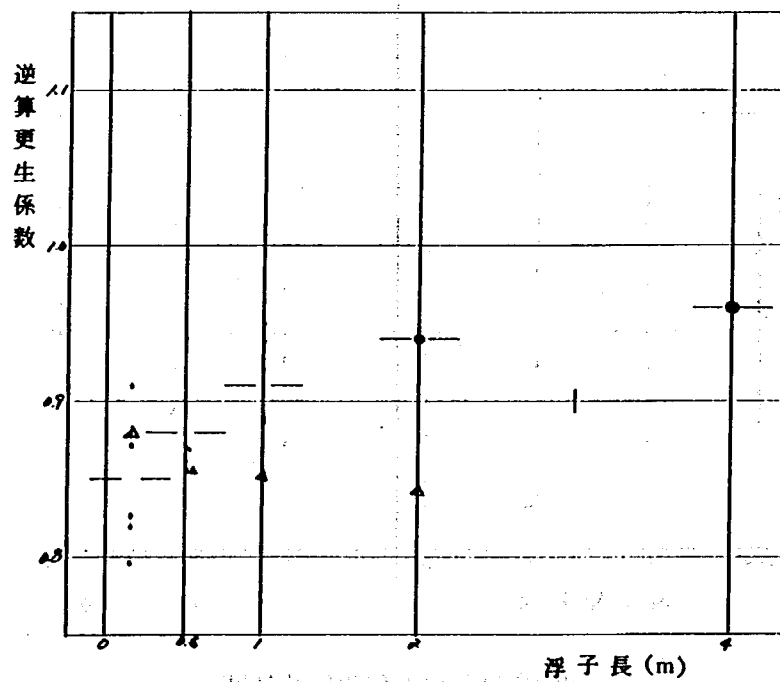
流下距離と流量 (中国, 太田川)



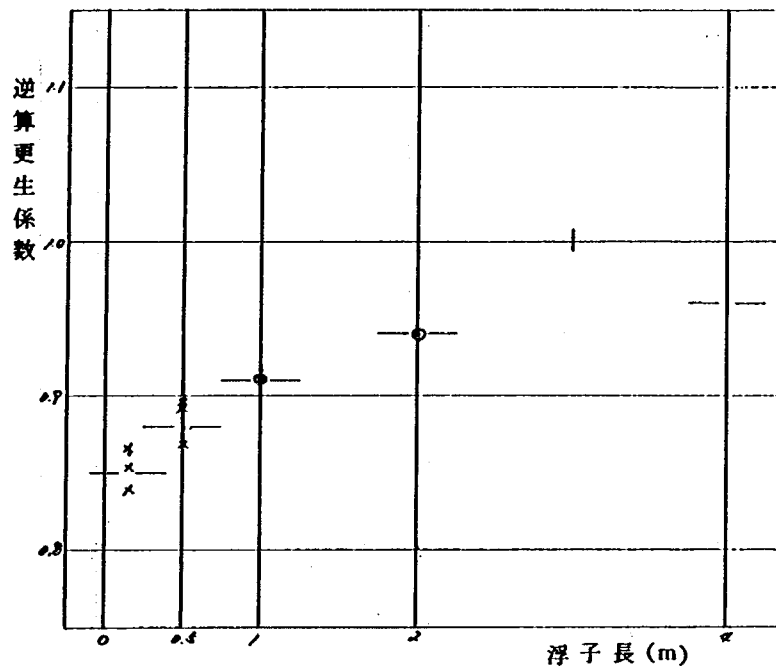
流下距離と流量（四国，中筋川）



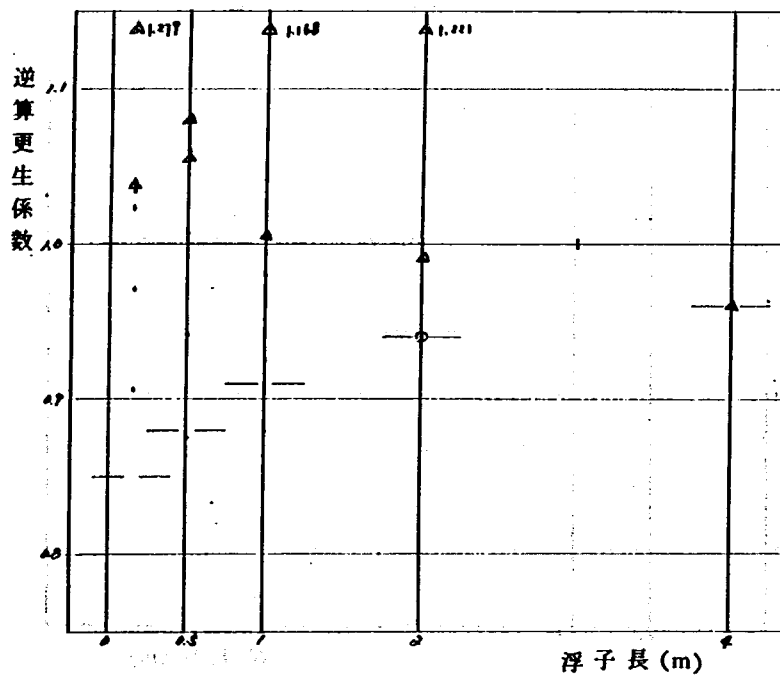
規定外浮子と更生係数 (全国)



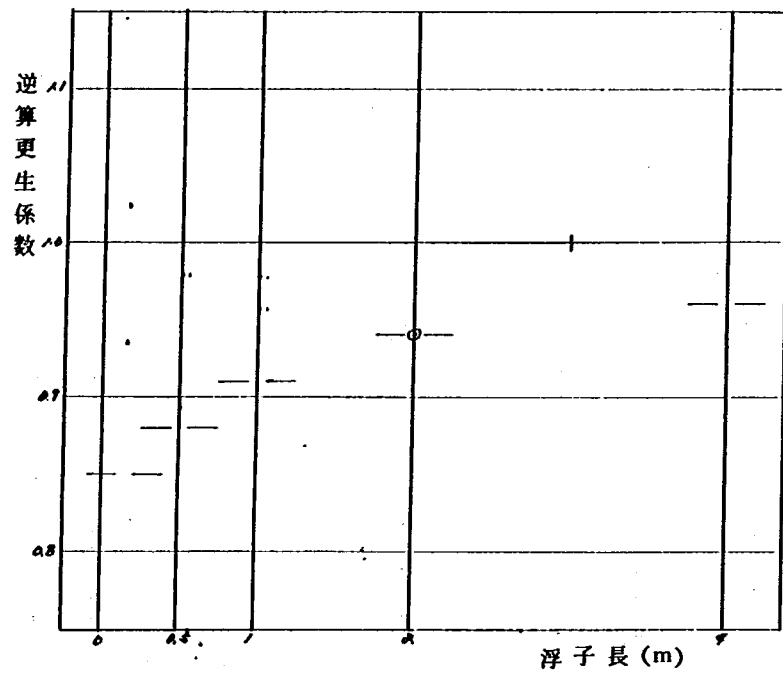
規定外浮子と更生係数 (北海道, 十勝川, 石狩川)



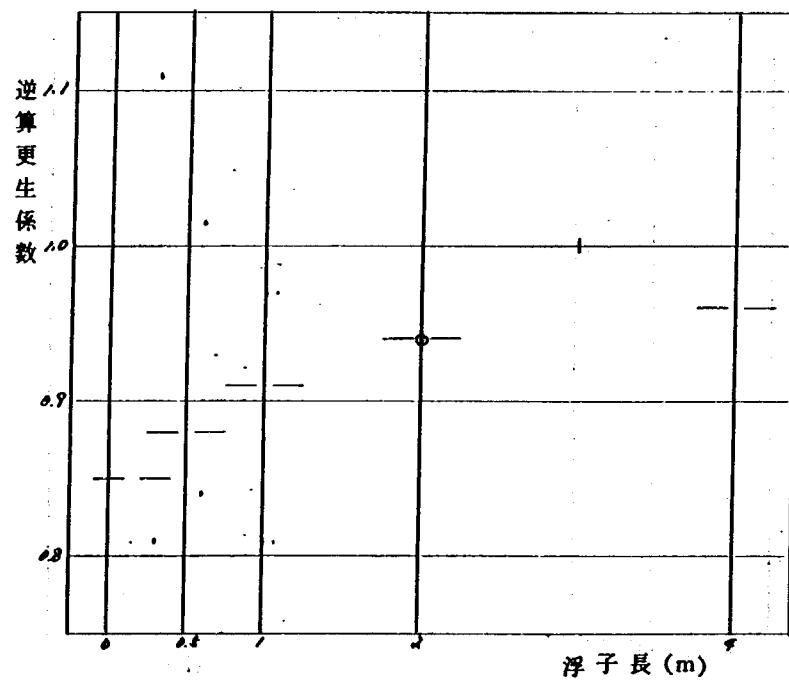
規定外浮子と更生係数 (東北, 鳴瀬川)



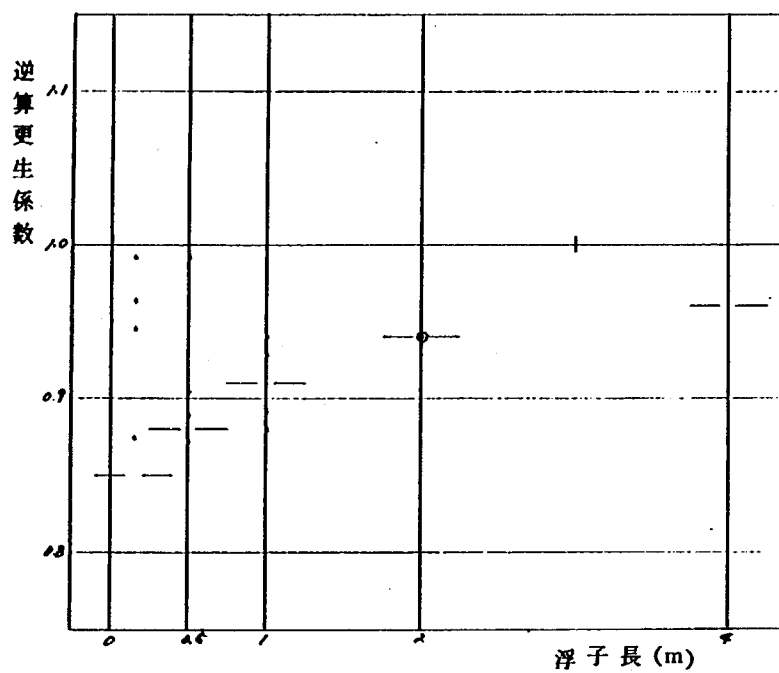
規定外浮子と更生係数 (関東, 江戸川)



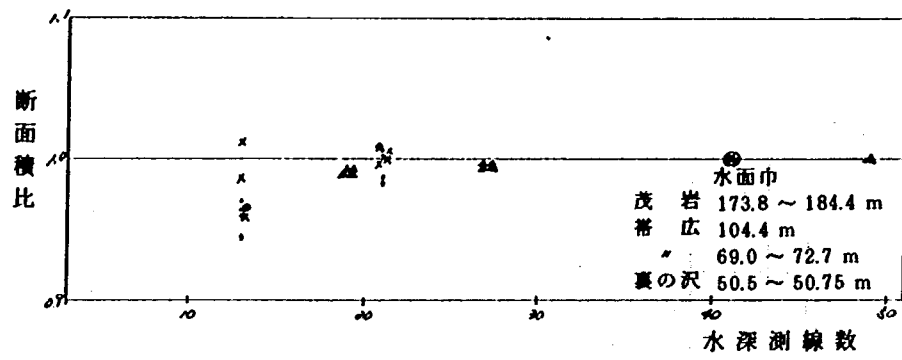
規定外浮子と更生係数 (中部, 長良川)



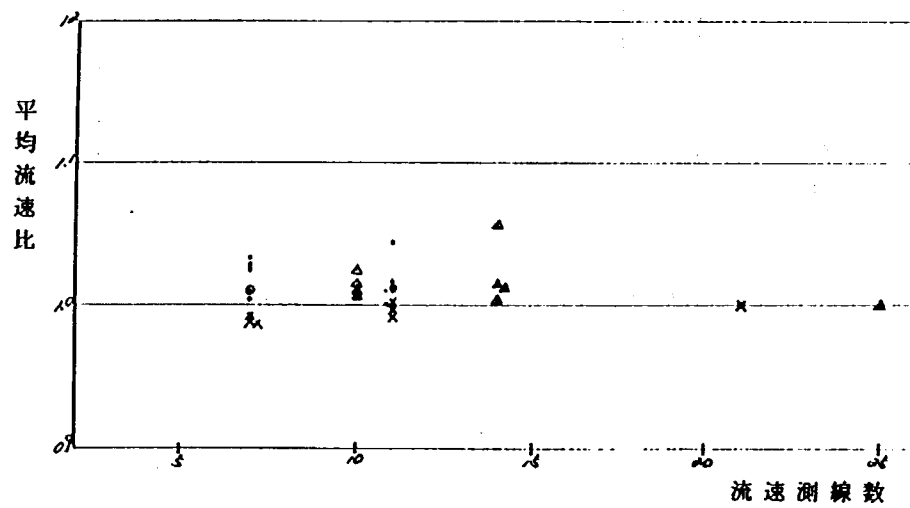
規定外浮子と更生係数 (中国, 太田川)



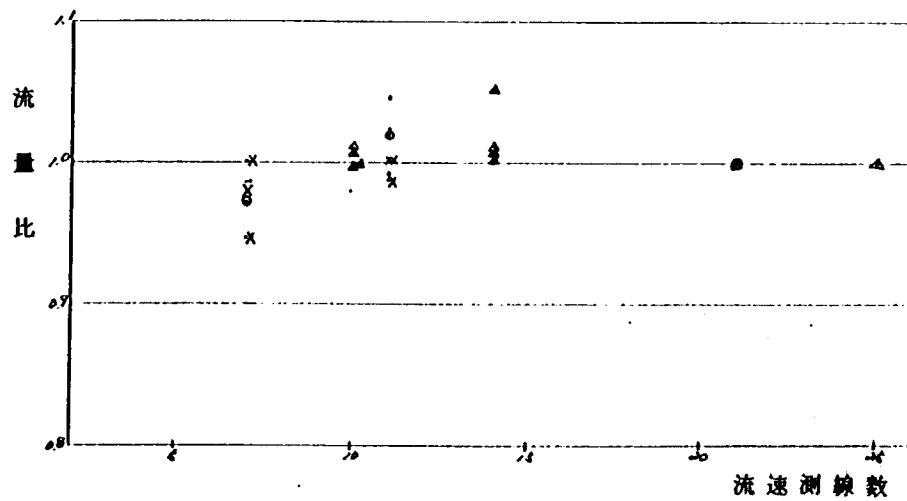
規定外浮子と更生係数 (四国, 中筋川)



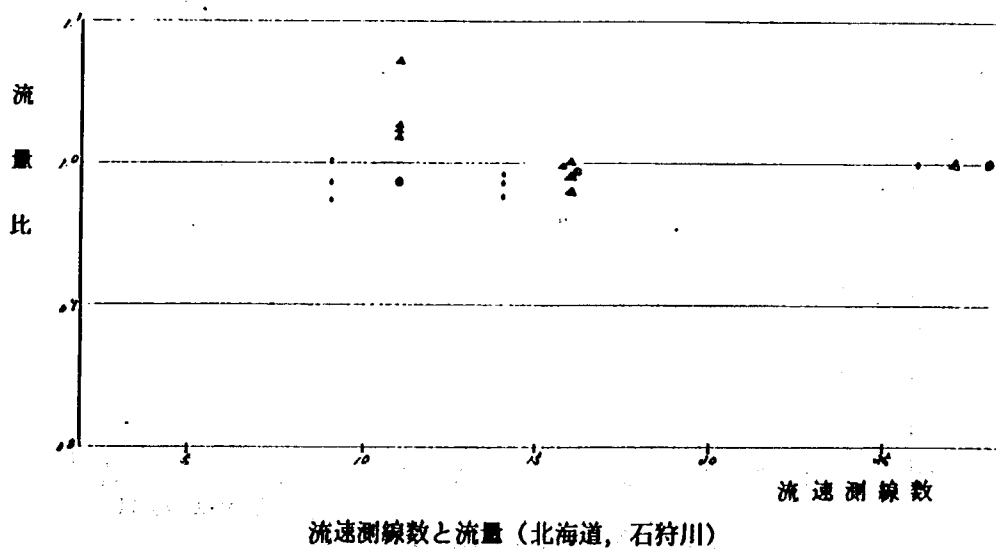
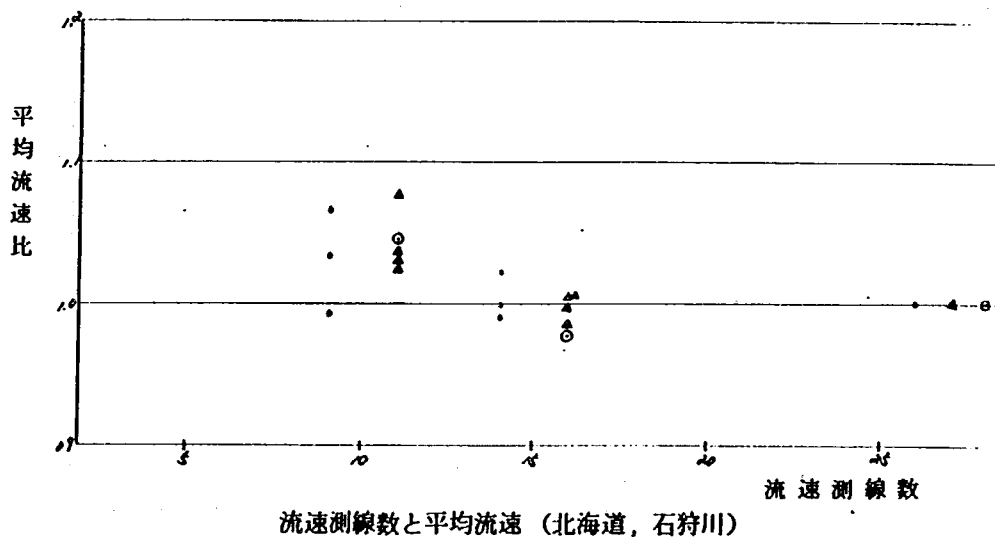
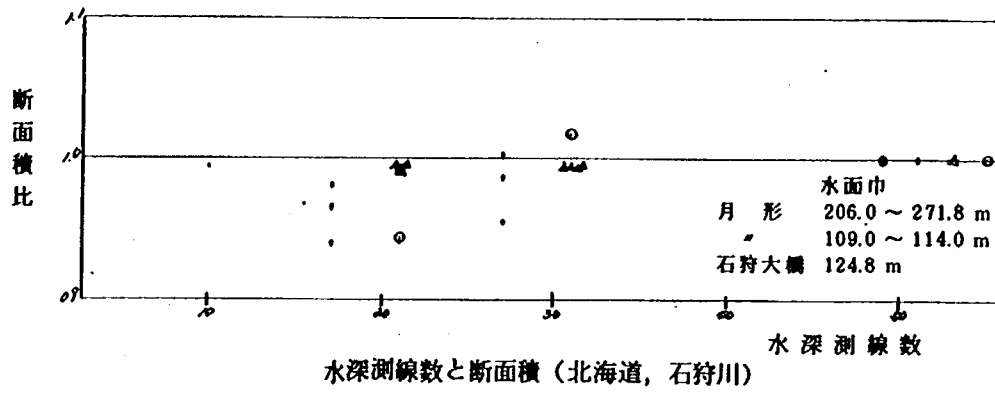
水深測線数と断面積（北海道，十勝川，千歳川）

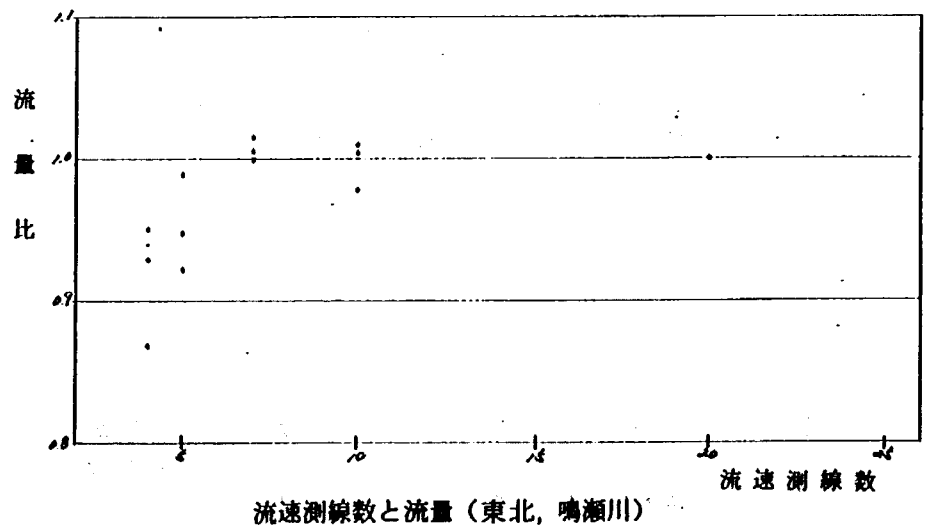
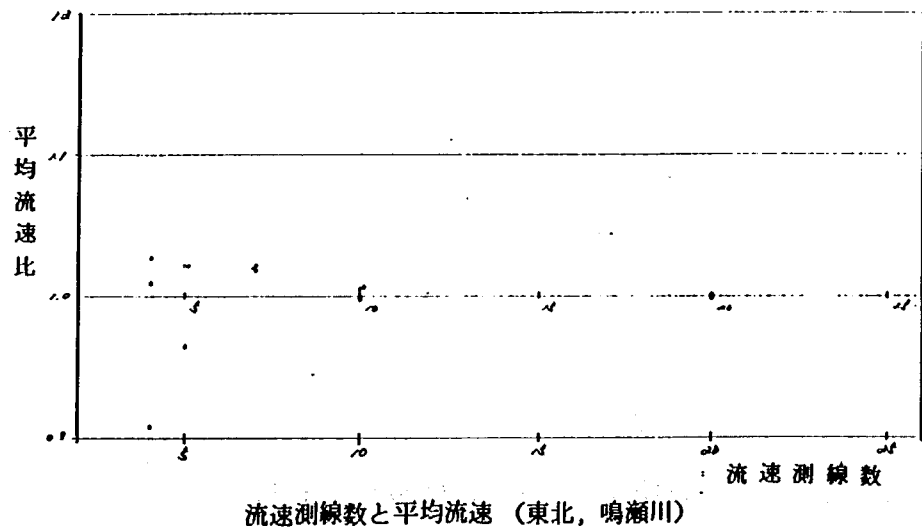
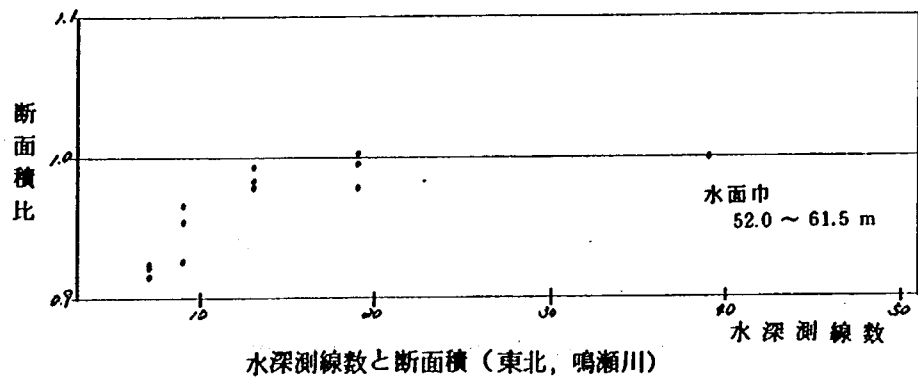


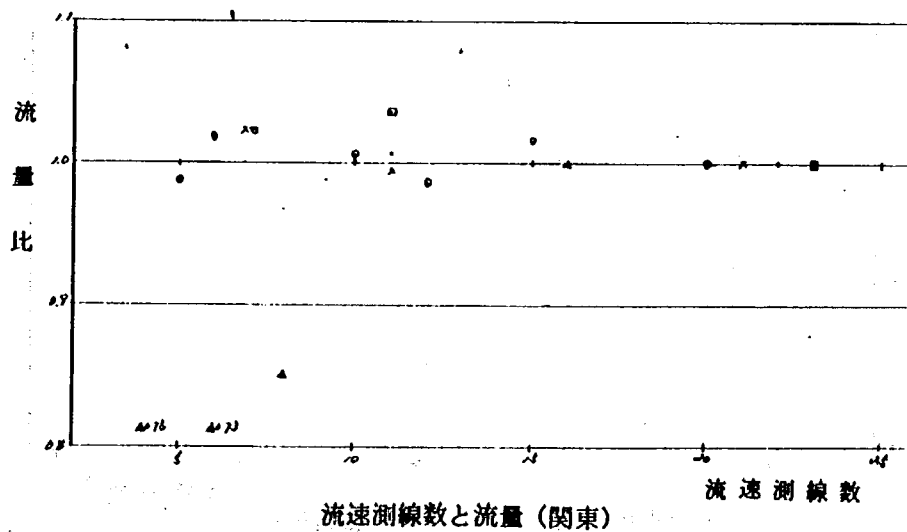
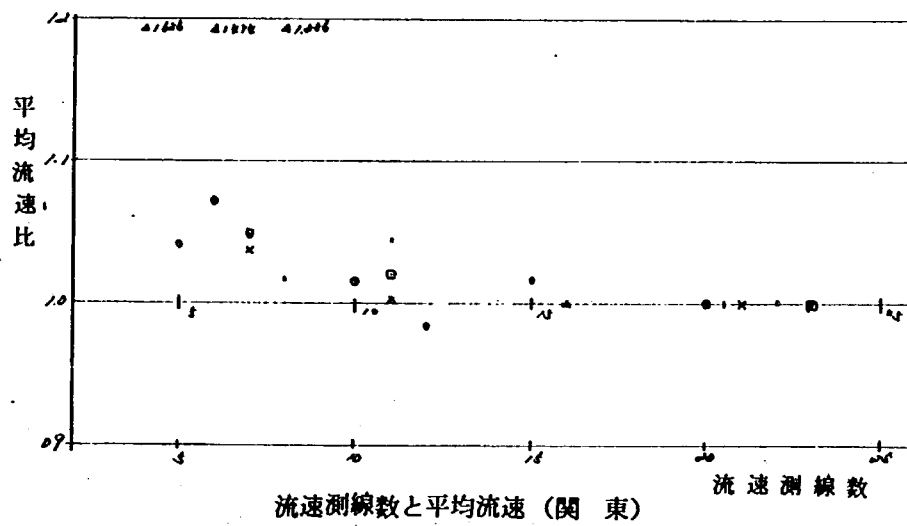
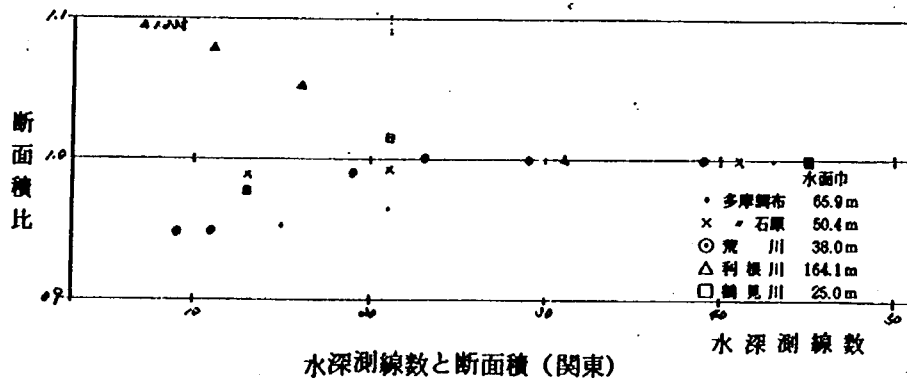
流速測線数と平均流速（北海道，十勝川，千歳川）

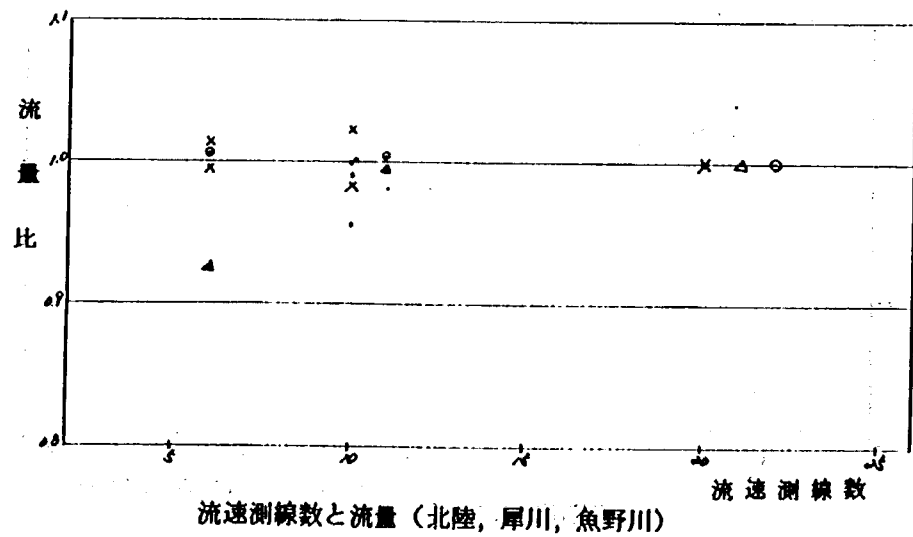
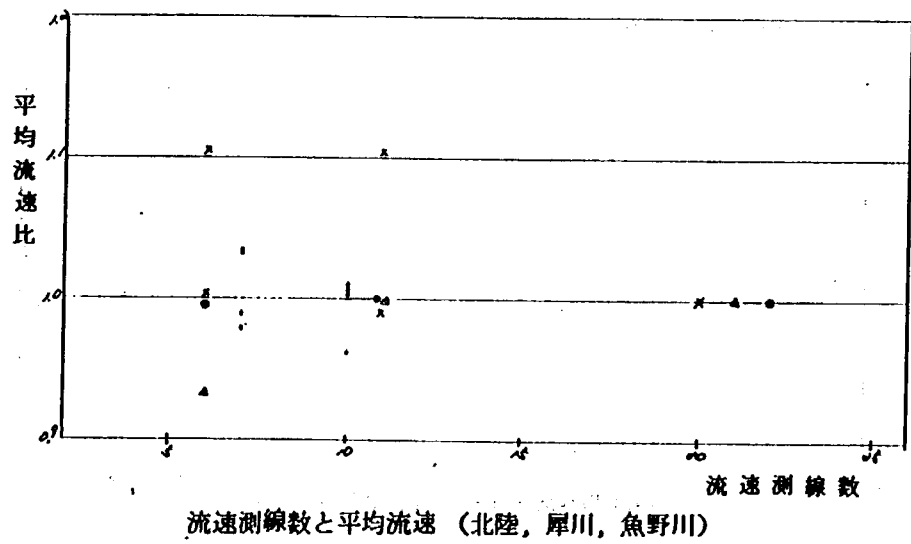
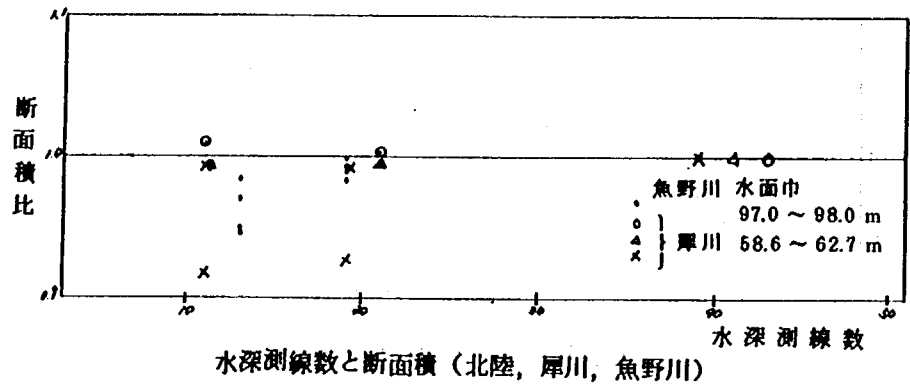


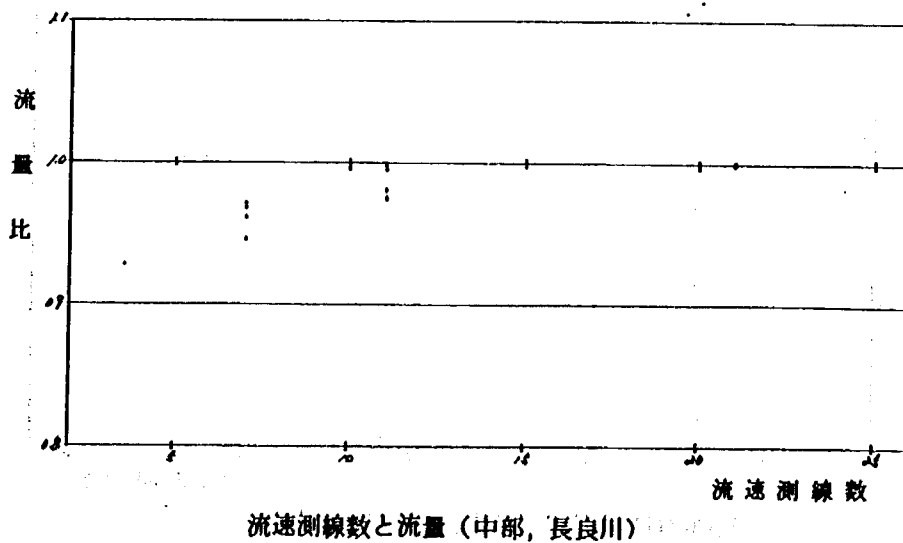
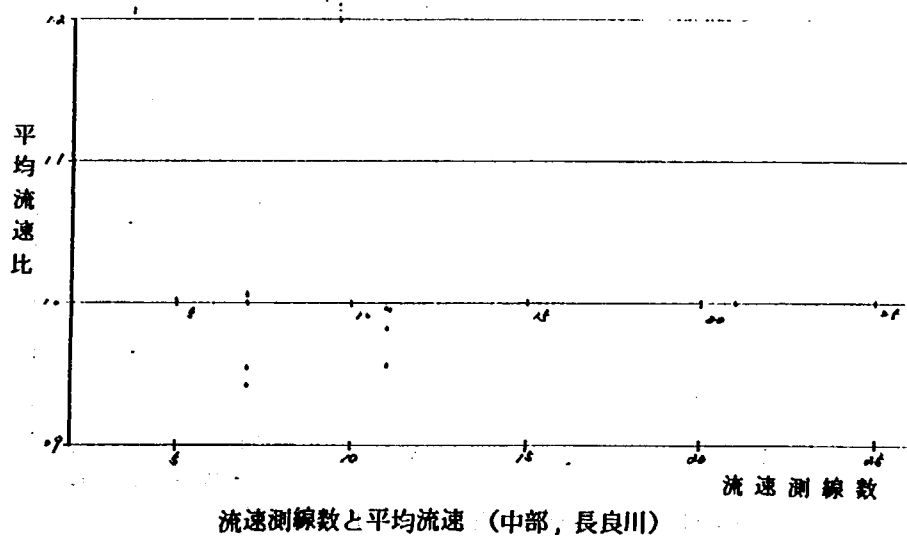
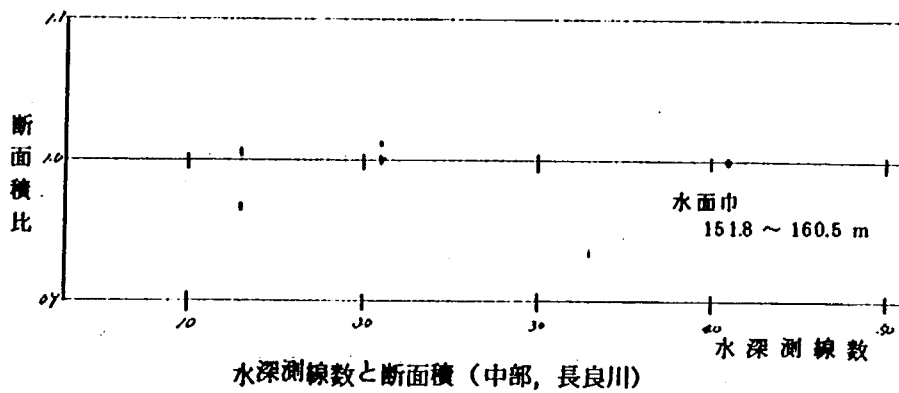
流速測線数と流量（北海道，十勝川，千歳川）

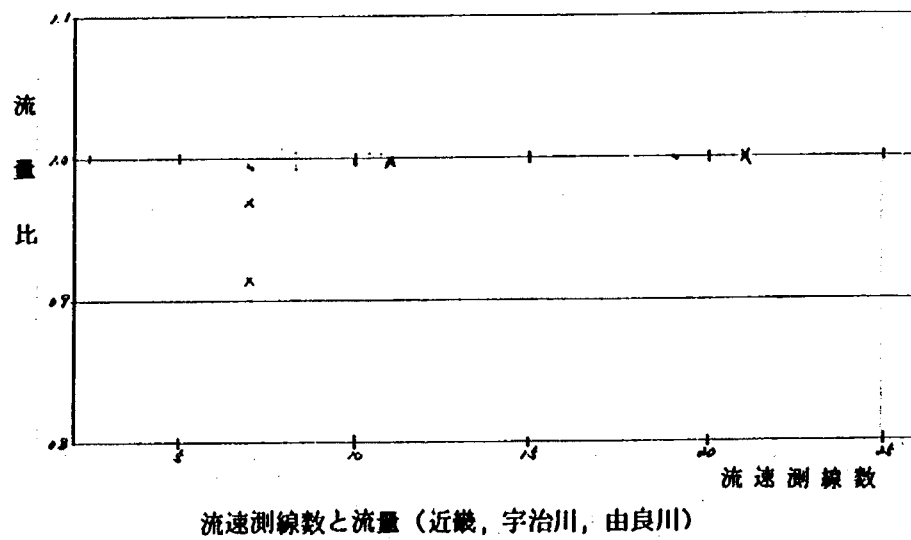
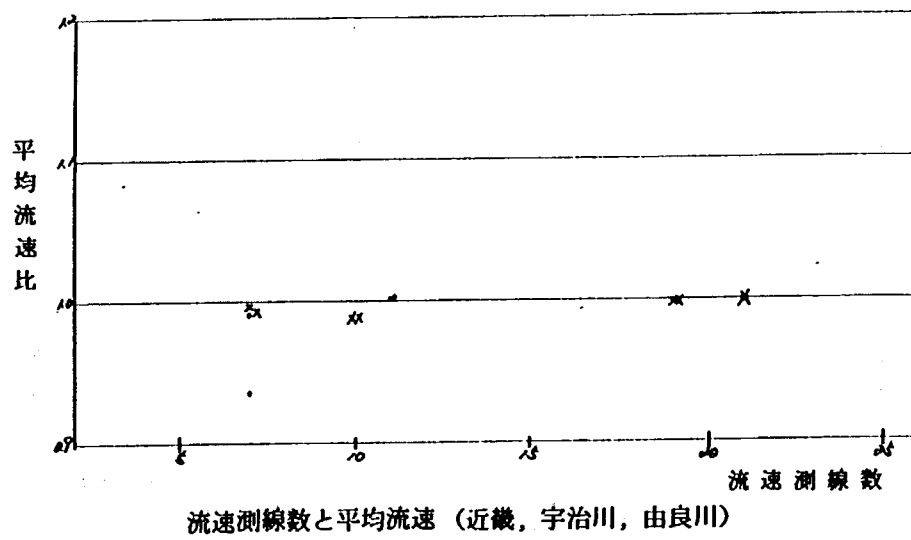
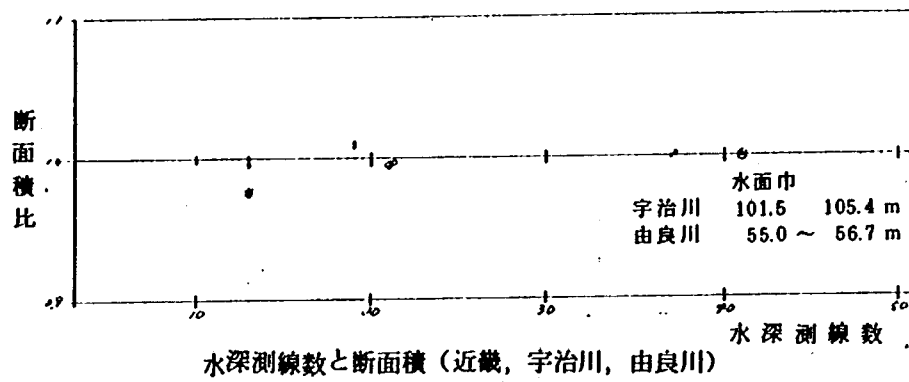


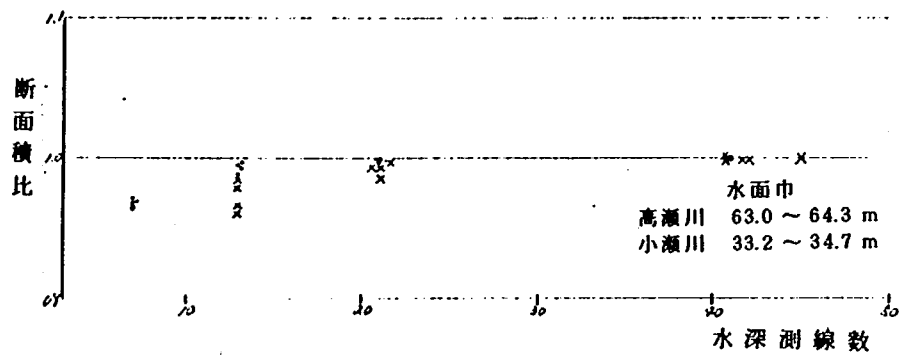




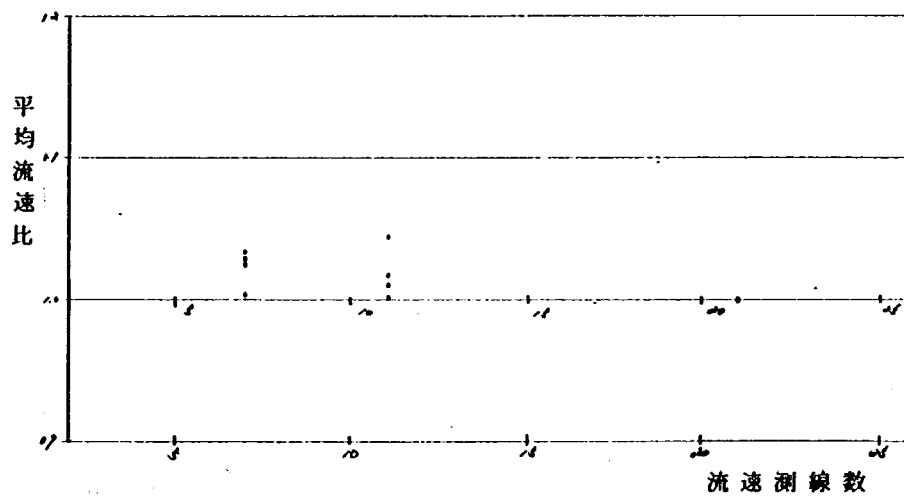




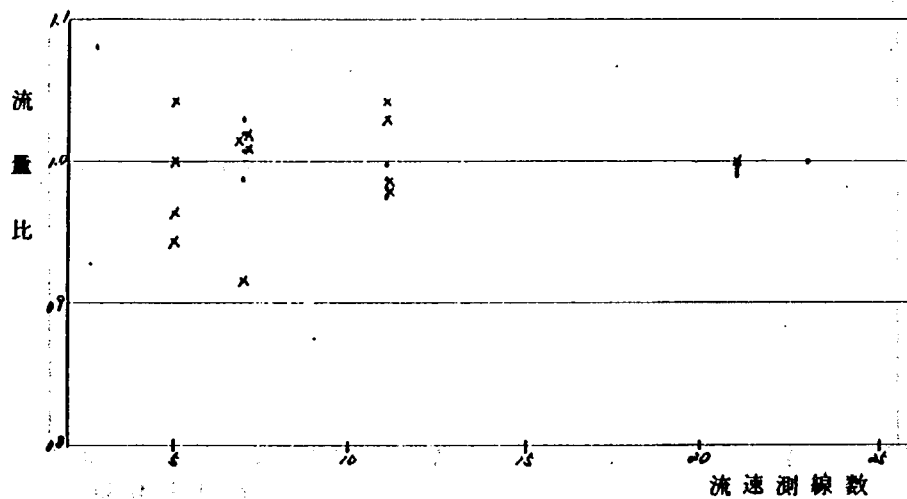




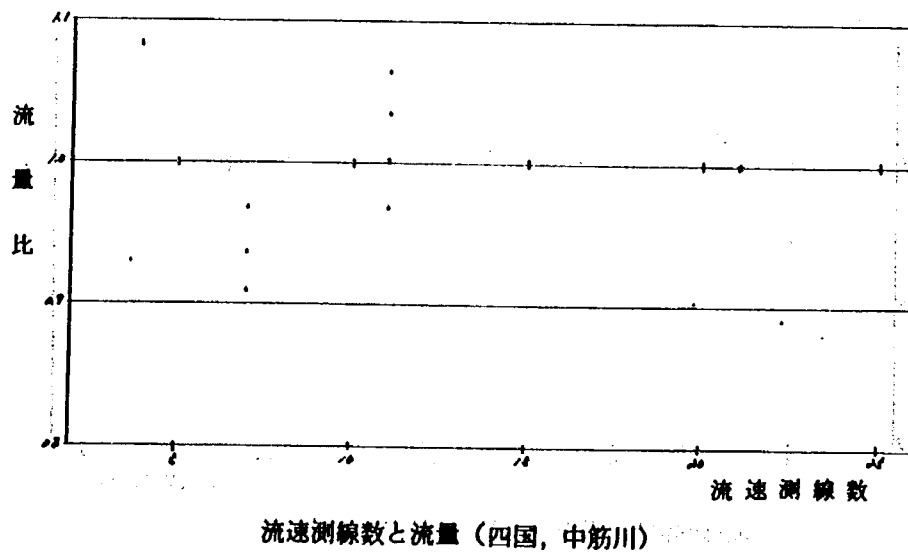
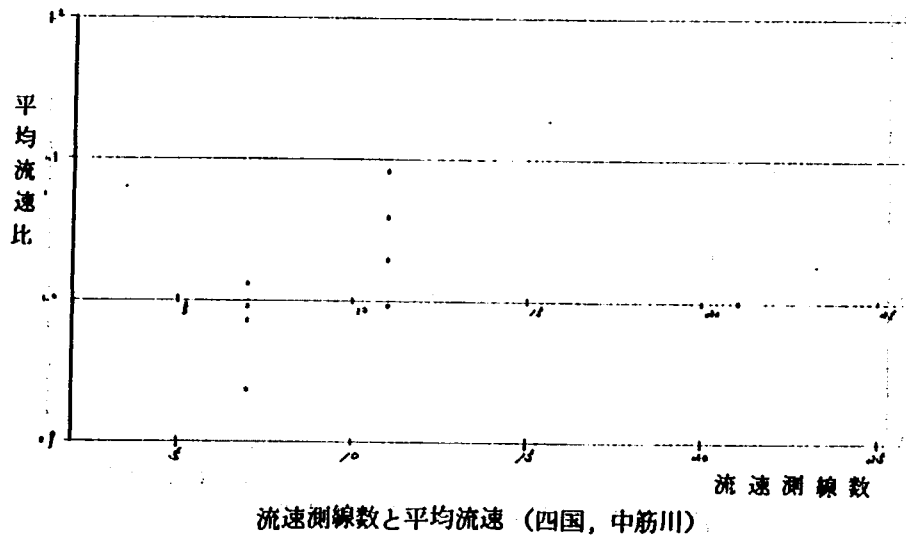
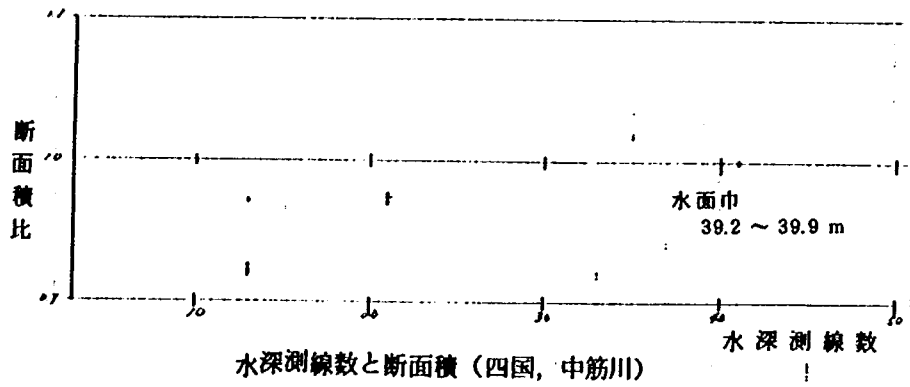
水深測線数と断面積 (中国, 高粱川, 小瀨川)

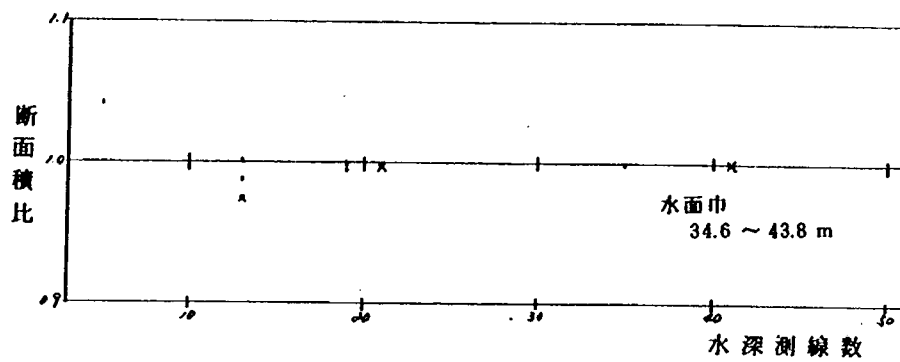


流速測線数と平均流速 (中国, 小瀨川)

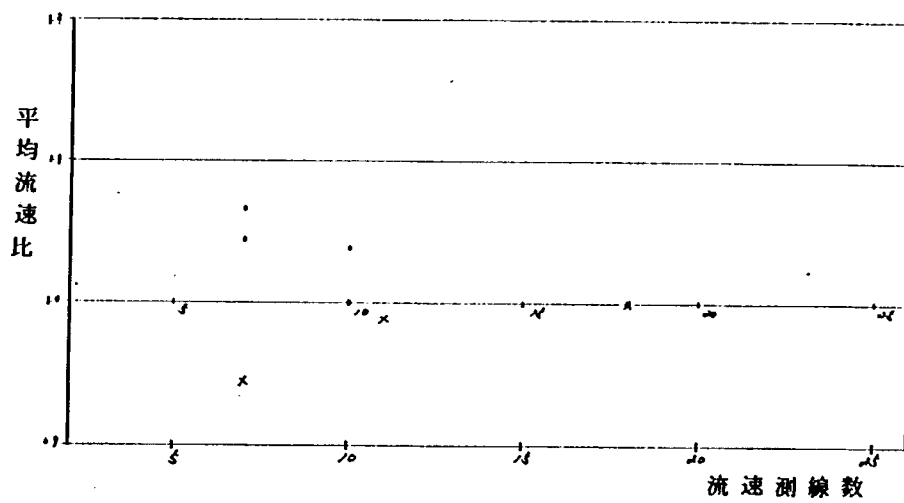


流速測線数と流量 (中国, 高粱川, 小瀨川)

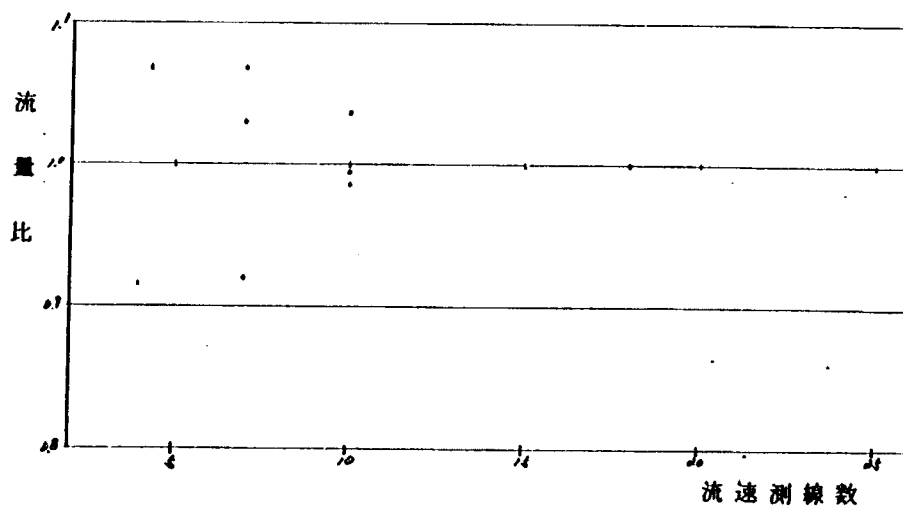




水深測線数と断面比 (九州, 大分川)



流速測線数と平均流速 (九州, 大分川)



流速測線数と流量 (九州, 大分川)