



土木研究所資料第781号

建設省における流出試験地

第1報 観測網

昭和47年11月

建設省土木研究所

土木研究所資料第七八一号

建設省における流出試験地

昭和四十七年十一月

建設省土木研究所

概 要

建設省，北海道開発局で行なっている流出試験地調査のとりまとめ第1報として各試験地の開発状況，観測網などを一瞥できるようにまとめた。

目 次

1. 北海道開発局	1
2. 東北地方建設局	9
3. 関東地方建設局	19
4. 北陸地方建設局	25
5. 中部地方建設局	31
6. 近畿地方建設局	39
7. 中国地方建設局	47
8. 四国地方建設局	55
9. 九州地方建設局	57
10. 土木研究所 住宅公団 東京都 関東地方建設局	61
11. 土 木 研 究 所	65
12. $L/\sqrt{S}$ - T_c 関係	77

序 文

雨が地面に達し、河川の流れに姿を変える現象を一口に流出と呼んでいるが、この流出に関する調査、研究は建設省内でも数多く発表され、それぞれの流出モデルは河川計画などに有効に利用されている。しかしそれらの多くは大河川の山地流域よりの流出について適用されるもので最近特に、人口の増えつつある都市小流域よりの流出に適用するにはいろいろ問題がある。

すなわち、ある流域を都市化した場合、流出はどのように変化するかを推定することは都市計画、治水計画として大切なことではあるが、これまでに研究された手法をそのまま使うとすれば都市化が完了し計画対象程度の降雨があつての後でなければ、流出モデルの諸係数を決め、従つて、計画流量の決定をすることができないという欠点があつた。その上、小流域になるほど観測されたデータは精度が上がるかという逆の場合もありうるので、その対策も考えなくてはならない。

つまり、都市小流域からの流出の調査研究は、このように重要な割にはむずかしく、手がつけにくいという事情があつた。

土木研究所では、都市小流域の流出調査の手はじめとして昭和39年より東京の武蔵野台地の北部を西から東へ流れる石神井川を試験流域に選び、継続して観測を行なってきた。その後、都市化の急激な地区ということで多摩ニュータウンの中で住宅公団、東京都と協力して調査を開始しようとした。

これについて建設省河川局治水課は積極的に推進するために、全地方建設局、北海道開発局においても同種の調査を流出試験地調査と名づけて実施することにした。昭和44年より毎年春に流出試験地打合せ会を開催して本調査の成果をまとめて来た。

この調査の開始に当っては、土木研究所より基本的な方針が示された。すなわち 流出の各要素が開発状況、流域面積などによる違いを明らかにするため開発状況と流域面積とによって流域を分類して観測網を作り、また計測を自動化、無人化し、洪水ピークの流量をも正確に把握するため流量観測によって流出量を測るよりも堰などによる水位の自記記録を利用して流量を求める。洪水の到達時間を正確に測るため観測計器の時計をなるべく統一する。これらは基本的な考えであつて実施に当っては、各地方建設局の実状に応じて流出試験地を設立した。たとえば住宅公団と共同でこれから宅地造成される所に、観測

所を設けたところ県や市と協同して研究会組織でデータの変換をはかるようにしたところなどである。

各試験地もようやく設備が整い、2,3の地点ではかなりの洪水も観測された。

それで、昭和47年流出試験地調査打合わせ会で発表された資料をもとに若干の修正、編集の手を加えまとめたものが、この小冊子である。よってここでは、多くのページをさいて建設省における流出試験地一覧表を示したにとどまったが、観測された主要洪水のデータと、昭和47年に収集した洪水到達時間の一覧表も示した。この洪水到達時間はラショナル式に用いるためのもので、自然域と都市化域とのちがいを明らかにするのが目的であったが、必ずしも確定的にえられた値のみをプロットしたのではないため、今後の調査の進展に伴って若干の変更はありうると思われる。

各地方建設局等の流出試験地の観測を継続してデータを集積し、よりよい結果を得て、都市小流域よりの流出特性を明らかにして、都市計画、治水計画のための基礎資料を作る予定である。

読者のご批判、ご教示をあい、この流出試験地調査をよりよいものにするため不完全ではあるが、あえて第一報として印刷する次第である。

各地方建設局等からの資料のとりまとめは水文研究室 米田耕蔵が行なった。

昭和47年11月

土木研究所水文研究室長 木下武雄

1. 北 海 道 開 発 局
土 木 試 験 所
(北 広 島 地 区)

1. 調査目的

近年急速な都市化現象のために、種々の災害が発生し、その対策が今や重要になってきている。

河川の面から見ても、都市化の性状変化による洪水流出の増大と、人口および財産の集中による洪水被害の激化、工場排水、家庭下水による水質汚濁、地下水のくみ上げ、および浸透域減少による地盤沈下等々深刻な問題がおきている。

そこで河川研究室では、45年度より10年計画で、現在団地造成が進められている（この造成は昭和45年より昭和49年までの5年計画）北広島をモデル地区として、総合水文観測を実施し、開発にともなう流出機構および水質汚濁の経年変化を調査して、今後開発される地域の対策の基礎資料とするものである。

2. 試験地の概要

調査場所は、札幌市南東約20kmに位置し、国道36号線、国鉄千歳線および輪厚川を音江別川とに挟まれた広島町字高台付近一帯であり（図-1参照）、輪厚川の流域面積は23.96㎢、音江別川の流域面積は9.67㎢であり、全流域面積は33.7㎢である。

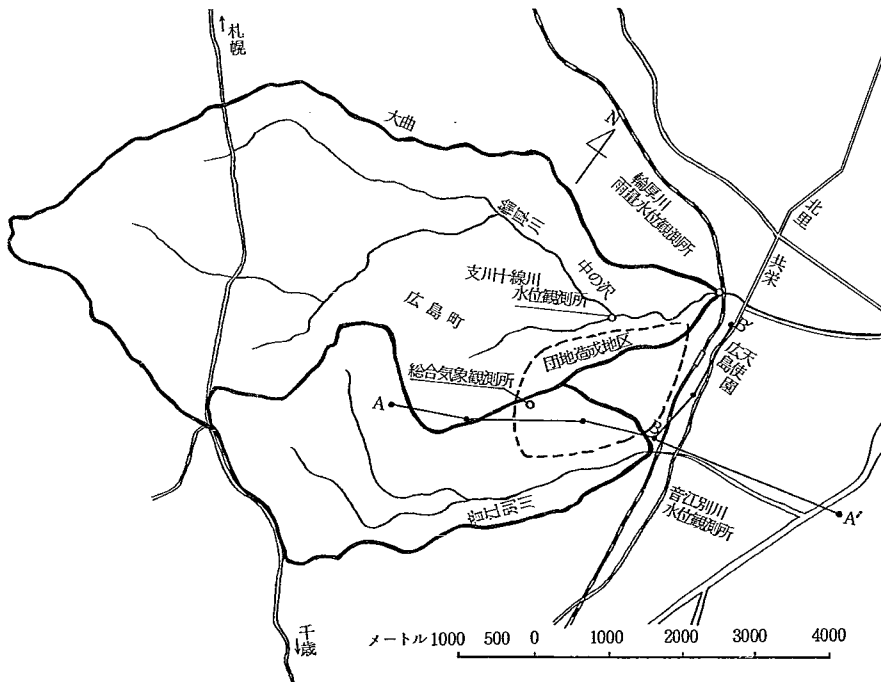


図-1. 試験流域図

この流域は、標高 20 m と標高 140 m との間に位置し、恵庭火山灰が広く台地上に分布している。ここに昭和45年より 5 ケ年に亘り 439 ha の広さの住宅用地造成が計画されており、昭和44年度の流域内人口が約 2000 人であったのに対して、昭和55年には人口約 45,000 人が見込まれている。

流域内人口のほとんどが国道 36 号線沿いと、流域最下流側の国鉄千歳線沿いに集中しており、流域の中央および最上流側の流域内には家屋が点在している状態であり、高台ではほとんどが森林と熊笹でおおわれ、そして低地帯は熊笹あるいは用畑である。

又、図-1 の A-A'、B-B' の地点で、既設井あるいは調査井を掘削して、団地造成地区周辺の地層を調査した。これによると主に砂、礫、シルトで構成されている洪積世初期の野幌層が全体に厚く分布しており、その上層に洪積世の支笏火山噴出物の一員である淡紅色から灰白色の凝灰岩が分布している。さらに台地上には多孔質な恵庭火山灰が層厚 1 m 前後に広く分布している。

3. 観測体制

1) 流量観測

音江別川、輪厚川、支川十線川に水研 62 改良型自記雨量水位計を設置し、水位観測を行なう。

両河川とも 1 月中旬より 3 月中旬にかけて凍結するため、冬期間の水位観測はできなかったが、昭和 47 年度から、水位計のフロートを含む鉄管の内側に保温装置を取り付けることにより、冬期間の水位測定を可能とさせ、実測を開始する。

水研 62 改良型自記水位計

水位記録 … 水位 1 m を記録紙巾 200 mm に記録

雨量 " … 雨量 10 mm を記録紙巾 20 mm に記録（発信パルス 0.5 mm を使用）

電源 DC 12 V（雨量計用）、自記紙 1 ケ月巻、この水位計は雨量と水位を同じ記録紙上に記録させているため、雨量と水位との時間差が無いというメリットがある。又紙送り速度 25 mm/hr である。

2) 雨量観測

図-1 に示すように流域のほぼ中央に 1 ケ所、音江別川と輪厚川の下流部の各雨量水位観測所の合計 3 ケ所で観測を行なっている。

3) 総合気象観測

流域内の開発に伴い、地殻状態はもちろんのこと、気温、蒸発、積雪量等の気象変化が予想されるので、流域のほぼ中央の高台（ここは、団地造成区域内に位置し、自然公園予定地内である）に、総合気象観測所を設け、雨雪量、温湿度、日射、風向風速、蒸発散量、気圧を自記測定する。

種 別	河 川 名	観 測 所 名	設置年月日	型 式	自記普通別	摘 要
水 位	輪 厚 川	輪 厚 川	S 45. 8	水研 62 改良型	自	
	十 線 沢	十 線 沢	S 46.10	"	自	
	音 江 別 川	音 江 別 川	S 45.12	"	自	
流 量	輪 厚 川	輪 厚 川	S 45. 9	カレントメーター		
	十 線 沢	十 線 沢	S 46. 6	"		
	音 江 別 川	音 江 別 川	S 46. 4	"		

種別	河川名	観測所名	設置年月日	型 式	自記普通別	摘 要
雨 量	輪 厚 川	輪 厚 川	S 45. 8	水研62改良型	自	
	"	十 線 沢	S 46. 6	転 倒 樹 型	自	
	音 江 別 川	音 江 別 川	S 46. 4	水研62改良型	自	
総 合 気 象	輪 厚 川	温湿度計	S 46.12	電 池 式	自	
		風向風速計	"	プ ロ ペ ラ 型	自	
		蒸 発 計	"	D = 120 cm	自	
		気 圧 計	"	ア ネ ロ イ ド 型	自	
		日 射 計	"	太 陽 電 池 式	自	
		地 温 計	"		自	

4. 造成計画

位 置		札幌市の約20 KM南 千才川 KM 左支川, 音江別川, 輪厚川				
開発主体		北海道住宅供給公社				
		開発前	年 次 経 過		完 成	摘 要
計 画 諸 元	年 度	S.36	44		50	
	造成面積 (ha)	0	0		439	
	人 (人) 口 (人)	982	1,665		33,000	
	戸 (戸) 数 (戸)	393	666		8,850	
地 目 (ha)	山 林	(32.7) 1,259.0	(22.3) 839.8			白樺, からまつ
	熊 笹	(23.3) 899.6	(28.8) 1,082.4			
	水 田	(0.3) 14.7	(3.2) 119.7			
	畑	(6.9) 254.7	(6.3) 237.4			
	草 地	(17.3) 664.9	(18.8) 708.1			牧草
	裸 地	(15.9) 611.5	(14.6) 549.3			道路, 土散場, 伐採地
	宅 地	(3.6) 134.7	(6.0) 222.6			
	計	(100.0) 3,649.3	(100.0) 3,759.3			流域変更あり, 河川全流域を対称としており, 観測所集水域とは異なる。
	地 形	丘 陵				
	地 質	下層: 洪積世初期の野幌層 上層: 洪積世の支笏火山噴出の火山灰				

5. 解析結果

○ てい減曲線による流出の分離

音江別川と輪厚川のピーク流量後の流量を片対数紙におとすと、図-2に示すように三直線で分離でき、これらは(1)式で表わすことができることを示している。ここで、勾配の急な曲線から順に一次てい減曲線、二次てい減曲線、三次てい減曲線と呼ぶことにする。

山地流域における流出は、大きく表面流出、中間流出、地下流出と3つの機構に分けることができ、流出のピーク時以後の流出は表面流出から中間流出さらに地下流出へと移行することを考えると、一次てい減は表面流出成分に、三次てい減は地下流出成分にそれぞれ相当すると考えることができる。

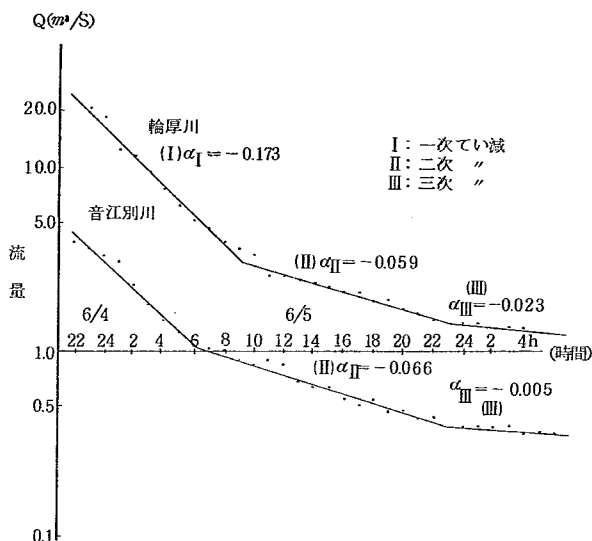


図-2 輪厚川、音江別川の流出てい減線パターン
(S 46年6月4日～6日)

○ 損失量の検討

音江別川と輪厚川流域での観測結果から各降雨について、全損失量と全降雨量の関係を図-3.4.

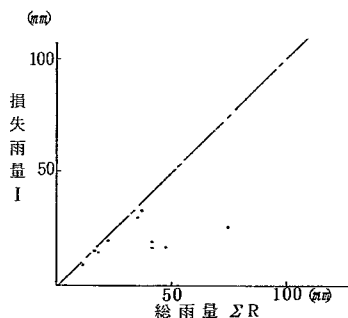


図-3 総雨量～損失雨量の関係(輪厚川)
S 46.5～10月

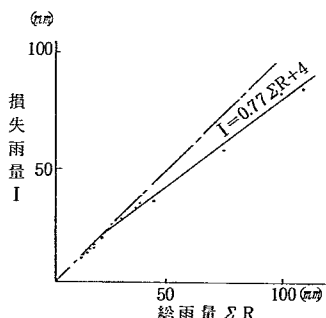


図-4 総雨量～損失雨量の関係(音江別川)
S 46.5～10月

に示す。なお、直接流出の分離は、水平分離法により計算した。

これによると、輪厚川流域においては、
実測例が少ないことや、流域面積が 24
km²と比較的大きいにもかかわらず、雨量
計の設置数が少なかったこともあって、
図-3のごとく値のばらつきが大きく一
定の傾向が見られない。

音江別川流域の場合、図-4のごとく
ほぼ直線で近似できる。

両流域とも、総降雨量 20mm 付近まで
は、そのほとんどが損失雨量となっており、
このことから浸透域の全体に対する
割合が大きいことが知れる。

又、ピーク比流量（ピーク流量/流域
面積、m³/sec/km²）と有効最大雨量強度
（流出率×最大雨量強度、 $f_t \cdot r_{max}$ ）の
関係を図-5に示す。これから、ピーク
流量は、ほぼ図中の破線のような増加を
している。

○ タンクモデルによる

輪厚川と音江別川の両流域での主な出
水について近似ハイドログラフを計算し、
この結果を図-6に示す。図からもわか
るとおり、実測ハイドログラフに十分近

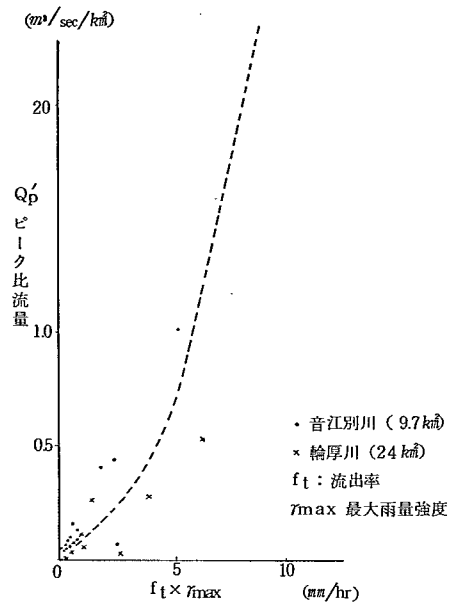


図-5 $Qp' \sim f_t \cdot r_{max}$ 図

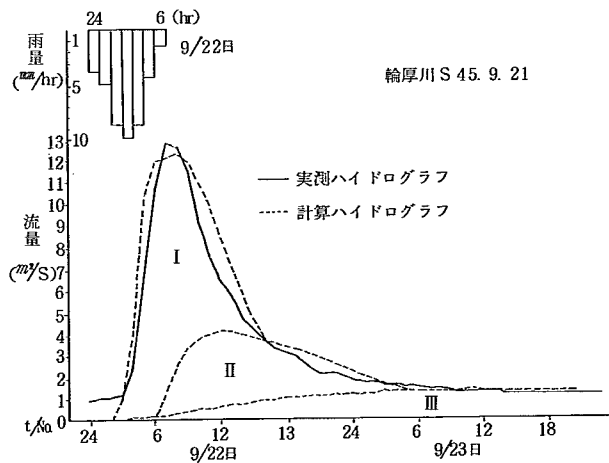
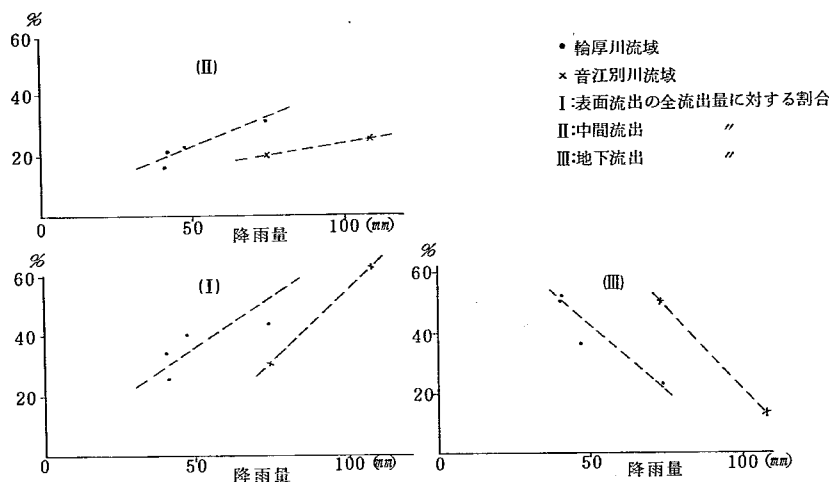


図-6 輪厚川 S45.9.21

似したハイドログラフを求めることができ、特にてい減部分の曲線は良く一致する。

これらの計算結果より、表面、中間、地下の各流出の全流出量に対する割合を求め、これらを図一7のように各流出ごとにまとめると、中間流出の全流出量に対する割合は、総降雨量が大きくなってもそれほど大きな変化はなく、ほぼ20～25%と一定であるが、表面流出量と地下流出量の全流出量に対する割合は、大きな変化を示している。



図一 7

6. 問題点と対策

1) 観測上

- ・ 流量観測所断面固定を考えているが、近々河道改修が行われる予定であり、固定化は、改修後になる。
- ・ 冬期の水面結氷は、融解装置をつけて、冬期の水位観測が可能になった。今後は、冬期のH～Qの関係を解明する必要がある。

2) 解析上

- ・ 滲透能の変化を記録する手段として、地下水位の変化、地殻の変遷を把握する必要がある。地下水位の面的に把握する方法を検討する必要がある。
- ・ 都市化による流出機構の変化をおさえるための観測精度の向上と、表面流出と地下水流出の分離等が問題である。

7. ま と め

地殻状態の変遷を、航空写真を利用してメッシュ解析法により解析したが、この方法は経年変化を量的に捉えるのには有効な方法である。

各流出のてい減部をてい減曲線により分離した結果、表面流出が顕著に発生するまでの総雨量は、

音江別川流域で 15.5 mm，輪厚川流域で 16.5 mm と、大きな値が得られたが、これは当試験流域がその大半を山地流域で占められ、地質が火山灰や砂、礫層である為と思われる。

今後都市開発に伴いこのような損失雨量は徐々に小さくなるものと考えられる。又、Horton の浸透能方程式が、当試験流域においては成立しなかったが、これは今後さらに資料を集め検討を加えていく。

タンクモデルによる流出解析は、流出ハイドログラフを、表面、中間、地下流出に分離できる長所を持ち、この流域のように地下浸透量の大きい場合には、有効な解析方法であろう。

以上、数少い流出資料から当試験流域の大まかな特性を把握することができたが、今後流出流量を正確に捉えるために、水位観測所付近の河川断面の固定、さらに、地下に浸透した雨が地下水となり他地域へ相当量流出していることが考えられるので、地下水調査をも計画している。

2. 東 北 地 方 建 設 局

（ ひより台、月ヶ丘、
太 田 団 地 ）

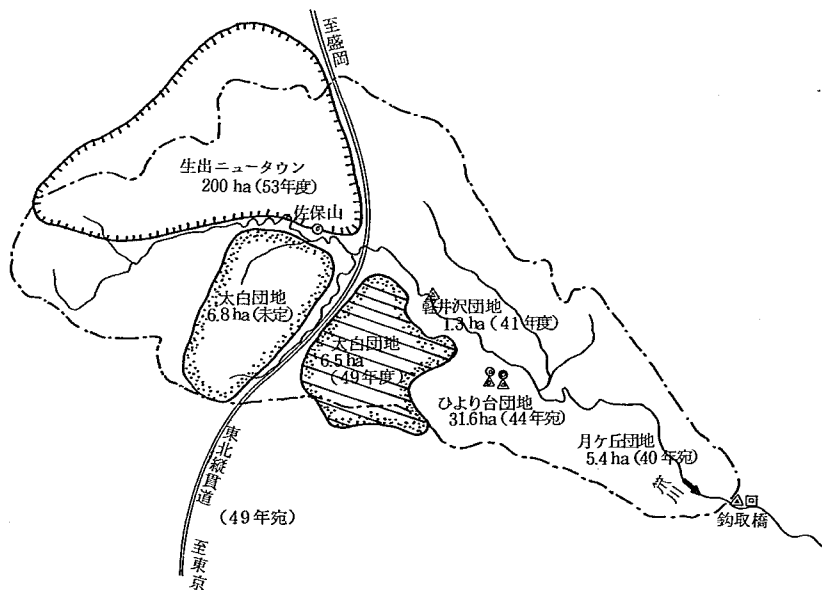
1 目 的

流域の宅地化・都市化に伴う流出の変化を試験流域を設けて系統的に調査し、今後の宅地開発及び都市河川の計画立案の基礎資料を求めるもので、筑川流域を試験地としてマクロ的に実施する。

2 試 験 地 概 要

当流出試験地は仙台南西部の丘陵地帯で試験対象河川の筑川は試験地の主峰太白山（標高321m）に水源をもつ小河川である。

筑川の流域面積は約12km²（唐松橋地点）で、そのうち試験地点鉤取橋の流域面積は、6.37 km²で河床勾配も1/70～1/100と急勾配をなしている。試験地の約78%が山地である。地質は全流域にわたり変朽安山岩が分布し、河道は簗ノ口層と呼ぶ砂岩が現れ河床を形成しており比較的安定している。



試験地の概要

イ 流域図

流域面積 6.37 km²

◎：自記雨量観測所 回：流量観測所

△：自記水位観測所

観測所の概要

種別	河川名	観測所名	設置年月	型式	自記・普通	摘要
水位	筑川	鉤取橋	S.44.10	拓和式 デジタル型	自記	
	筑川	(太白)	S.47.6	検討中	自記	
	団地排水路	東側	S.44.11	長期巻 SR-1型	自記	
	団地排水路	西側	S.44.11	長期巻 SR-1型	自記	
雨量	筑川	佐保山	S.29.8	転倒桁型	自記	
	団地排水路	東側	S.44.11	長期巻 SR-1型	自記	
	団地排水路	西側	S.44.11	長期巻 SR-1型	自記	
流量	筑川	鉤取橋	S.44.9	段落せき	Bresseの公式	
	筑川	(太白)	—	—		
	団地排水路	東側	S.44.11	コンクリート 水路	表面浮子	
	団地排水路	西側	S.44.11	コンクリート 水路	表面浮子	

イ) 観測体制

雨量および水位観測所のうち団地排水路については、職員が観測し、それ以外については観測員に委託している。

流量観測については直営で浮子観測による流観を実施している。一方流量観測の精度向上のため器械観測に切替えるための流観用仮橋を架設している。

45年度までの流域内の宅地造成状況は次のとおりである。

45年度までの造成面積は全流域の6%となっているが、46年度以降は前記のとおり東北縦貫道の東側を県住宅公社で67ha、仙台市では流域外を含んで200haの計画がありこれが完成すると全流域の約30%となる。さらに全体計画が示す様、筑川流域は東北縦貫道の建設と共に急速に都市化する情勢にある。

3 既往調査概要

年度	調査費	実施内容
43	650 千円	自記水位計取付（デジタル） フォートマップ図の作成（ $S=1/5,000$ ） 雨量観測（既設の佐保山観測所） 水位・流量観測（鉤取橋）
44	1,250	流量観測用せきの設置（鉤取橋） 団地流出量観測所の設置（ひより台） 雨量観測 水位・流量観測

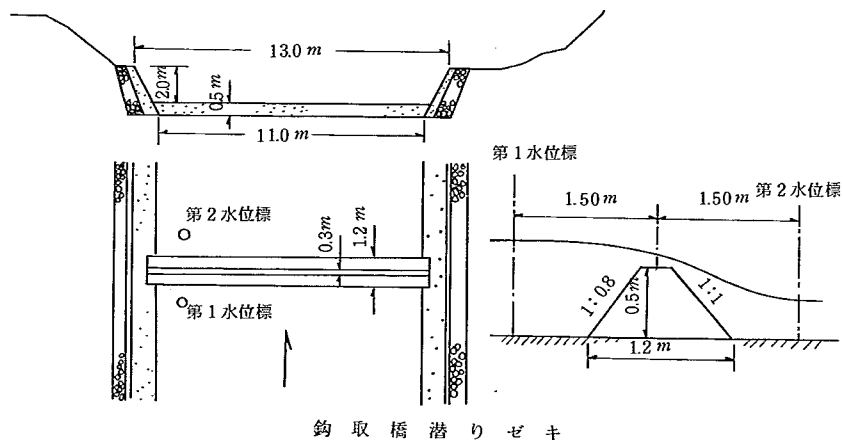
年 度	調査費	実 施 内 容
45	1,235 千円	雨量・水位・流量観測 流量観測用せきの改造（鉤取橋） フォートマップ図の作成（ $S=1/5,000$ ） 資料整理
46	1,100	雨量・水位・流量観測 フォートマップ図の作成（撮影のみ） 流量観測用仮橋架設・観測所整備 資料整理
47	1,080	雨量・水位・流量観測 水位観測所設置（太白） フォートマップ図の作成（ $S=1/5,000$ ） 資料整理、とりまとめ

45年度までは観測施設の新設・改造が主体となっている。44年度には、実測による流量観測はその機会を得ることも難かしく、又精度にも問題があると考えられたので、河道を整正しもぐり台形堰を設置した。

しかし土砂が溜ってしまい段落の状態となったので段落ちの計算で $H \sim Q$ を作って観測体制に入った。調査開始以来特に顕著な降雨がなくわずか、45年5月8日、11月20日に一応データの収集が出来た。

11月20日には浮子観測で流量の実測を行った。（流速計は木の葉等のゴミがからまって観測不能となった。）又出水後の状況を見ると土砂が一部流失しておることから、高水時は潜りゼキの作用もしていたと考えられたのでその方の計算をして比較したら次表のとおりである。

H	段 落 ち	潜りゼキ	実 測	摘 要
0.20	2.22 m^3/s	1.86 m^3/s	2.32 m^3/s	
0.25	3.27	2.78	3.00	
0.32	4.93	5.06		



・潜りゼキの計算式

完全越流 $Q = mBH_1 \sqrt{2gH_1}$

不完全越流 $Q = \left(\alpha \frac{H_2}{H_1} + \beta \right) BH_1 \sqrt{2gH_1}$

潜りゼキ $Q = m'BH_2 \sqrt{2g(H_1 - H_2)}$

各式の諸係数は本間実験式を使用する。

$$m = 0.29 + 0.32 H_1/H_2 \quad \alpha/m = 0.20 \quad \beta/m = 1.090 \quad m'/m = 2.6$$

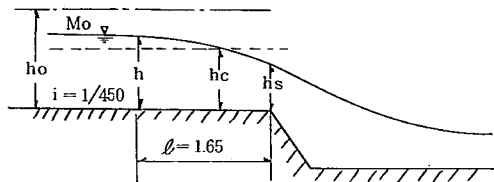
一方45年度には堰の改造を行った。土砂の堆積がはなはだしいので、掃流力を増すために護岸を15m上流に延し、河床を次図に示す様、コンクリートライニングし、段落ちに改造したものである。

・段落ちの計算

段落ち地点の水深 h_s は、限界水深 h_c よりも小さく

$$h_s = 0.656 h_c$$

であることが見出されている。しかし段落ちから限界水深地点までの距離はわずかであるからこの距離を無視して $h_s = h_c$ と近似させる。



等流水深 $h_0 = \left(\frac{nq}{\sqrt{i}} \right)^{\frac{3}{5}}$

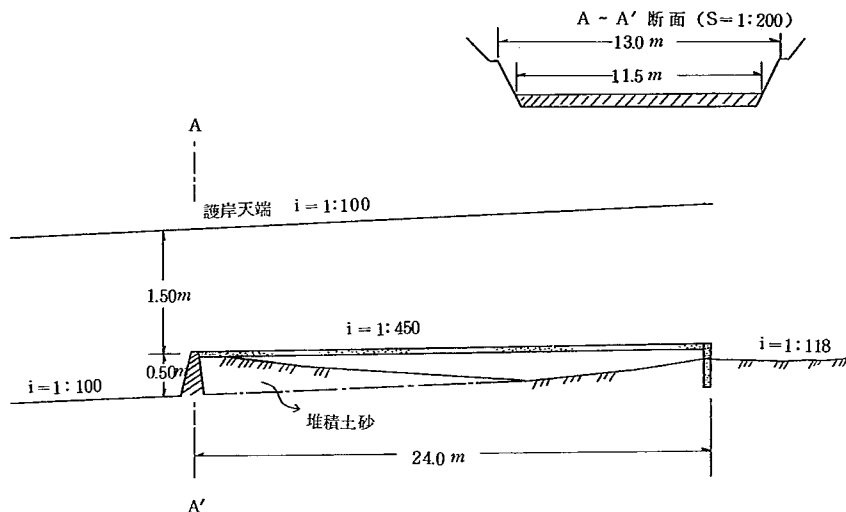
限界水深 $h_c = \left(\frac{\alpha Q^2}{g} \right)^{\frac{1}{3}} \quad \text{ただし } \alpha = 1.0 \text{ とする}$

ブレスの式を用い

$$\frac{i l}{h_0} = \frac{h_c - h}{h_0} + \left\{ 1 - \left(\frac{h_c}{h_0} \right)^3 \right\} \left[B_1 \left(\frac{h}{h_0} \right) - B_1 \left(\frac{h_c}{h_0} \right) \right]$$

既知数を代入して h を仮定して左右辺が等しくなるように trial して h を決定する。計算結果は付図-2に示す。

自由越流とみなしうる流量の限界は近似的には下流側等流水深が段落ち地点での限界水深+段落ち高以下であればよい。従ってよほどの大流量にならなければ下流側の水位が上って段落ち地点での射流現象をなくすことはないと考えられる。この結果付図-2のH~Qで今後の流出計算を行う。なお流観を適時行ってこの式の適合性をチェックしてゆく。



鉤取橋観測所 縦断面図

(段落ち改造)

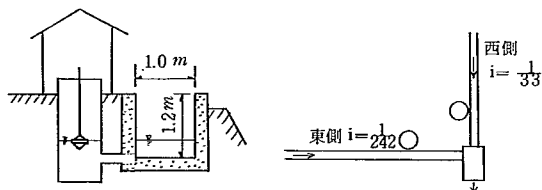
(S = 縦 1: 50
横 1: 200)

・ひより台団地流出量観測所

宅地造成地の面積が全流域に比して非常に小さいので、鉤取橋地点ではその影響はほとんど出ないものと考え「団地」自体の流出量を調査するため排水路に水位観測施設を設けた。

(取付器械 長期自記水位雨量計 SR-1 型)

全般的に点検不十分のため器械の調子が悪く又西側は急勾配のため良い記録はとれなかった。東側については11月20日の降雨時に流速計と浮子による実測を行った結果はほぼ同じ値であった。(付図-3)



佐保山雨量観測所については

特に問題はないが、11月20日の降雨は自記観測を中止した後であったので今後はこの点に注意して行く。

フォートマップの作成は43年と45年に実施した。内容は工事中の団地が完成し家が建ち始めたこと、太白団地の買収による立木伐採後の状況がわかる程度で大きな変化はなかった。

4 46年度調査計画

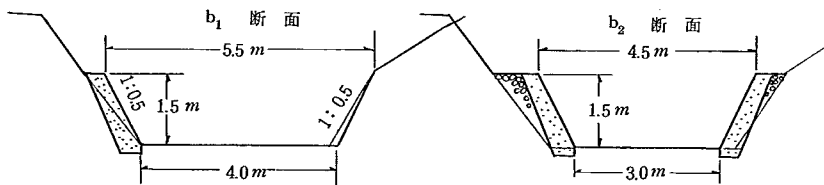
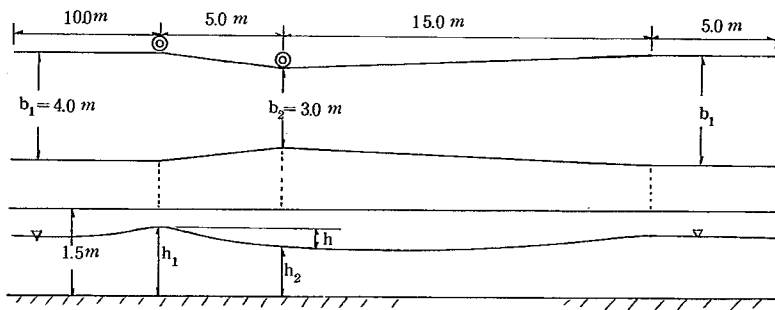
- ① 流量観測 H～Qによる外、実測を多く行い粗度の検討とH～Qの妥当性をみる。
- ② 流域の変化 航空写真の撮影
- ③ 流出のとりまとめ 貯留関数、タンクモデル、ユニット等

5 今後の企画

現在の堰は堆積により精度の良い流量が得られない懸念がある。又流域面積が6.37㎢あるのに対し、宅地造成面積が小さいので、流域の変化による影響が出にくいものと思われるので、観測地点を今度開発される地域に近い所に設けてベンチュリ・フルーム式で観測したいと考えている。

ベンチュリ・フルームは浮遊物や沈澱物に妨げられないと云う利点があると聞いている。

$$\text{流量公式} \quad Q = CA_2 \sqrt{\frac{2g}{1-m^2}} \sqrt{h} \quad m = \frac{A_2}{A_1} \\ C = 0.95 \sim 1.00$$



位 置		仙台市茂庭地内（仙台市の中心部から南西約6～7km）									
開 発 主 体		宮城県住宅供給公社，仙台市開発局建築部宅地課									
		開 発 前	年次別経過実績()は累加 (地目のい) はシェアー)					完 成	太白団地 (全 体)	生出新・タウン (全 体)	摘 要
計 年 度		S.37 年	-S.40 年	-S.41 年	-S.44 年	-S.49 年	-S.53 年	S.53 年	年	年	
画 造 成 面 積		ha	54 ha	13 ha (67)	316 ha (383)	65 ha (1033)	200 ha (3033)	303.3 ha	133.2 ha	367 ha	
諸 人 口		人	《 360 》	《 134 》	《 2700 》	《 8000 》	《 20000 》	《 31194 》	《 15000 》	人	《 》は計画人口
元 戸 数		戸	戸	戸	戸	《 1911 》	《 5300 》	戸	《 4000 》	戸	《 》は計画戸数
地 目	山 林										・太白団地および生出新・タウンについては、自然保護が地域開発 かで県知事の諮問機関である宮 城県環境問題会議の学者グルー プからクレームがついている。
	水 田										
	畑										
	宅 地		54 ha	13 ha	316 ha	62 ha					
	そ の 他					3 ha					
	計	637 ha	54 ha	13 ha	316 ha	65 ha	200 ha	303.3 ha	133.2 ha	367 ha	
地 形		全般に尾根と谷が入り込んだ標高60m～200mに及ぶ丘陵地帯で急峻な山なみである。									
地 質		第3紀中新世旗立層・湯元凝灰岩・綱木層及び第4紀更新世段丘堆積物（宮城県地質図より）									

$$637\text{ha} - 538.5\text{ha} = 98.5\text{ha} \quad \frac{538.5}{637} \times 100 \div 85\% \text{（開発計画完成時点）}$$

$$637\text{ha} - 303.3\text{ha} = 333.7\text{ha} \quad \frac{303.3}{637} \times 100 \div 48\% \text{（S.53年時点）}$$

6 主たる成果と解析結果

昭和45年度までは、観測施設の新設・改造、フォートマップ図化による流域の現状把握および資料収集等が調査の主体となっている。

流観施設を段落ちせきに改造してから現在までに収集された代表的な記録は別紙土研様式のとおりであるが観測器械の不調や観測方法に問題があり満足な資料は、まだ得られていない。

種別	観測所名	佐 保 山	東 側	西 側	鈎 取 橋
雨 量		S. 29. 8～	S. 45. 4～	S. 45. 4～	—
水 位		—	S. 45. 4～	S. 45. 4～	S. 43. 11～
流 量		—	S. 45. 5～	S. 45. 5～	S. 45. 5～
フォートマップ図	フォートマップ図作成 (S. 43. 7, S. 45. 9) 撮影のみ (S. 46. 9)				

S. 46. 7. 15～7. 19の観測結果からマクロ的に流出率の計算を行なったところでは

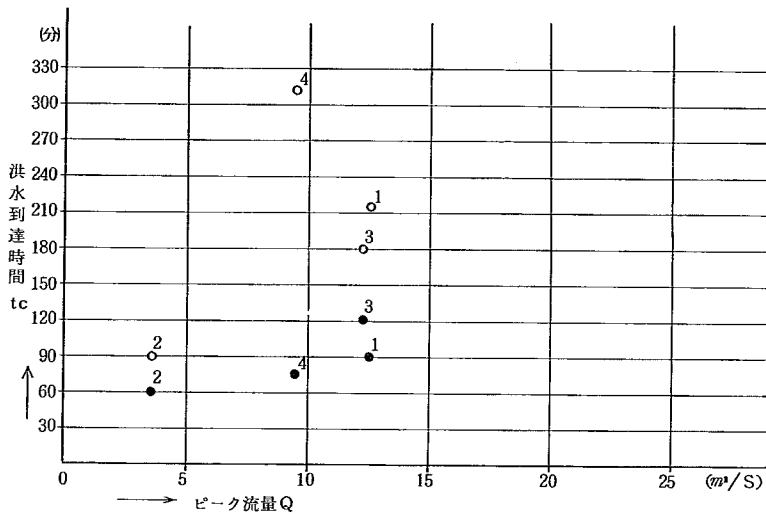
流域平均雨量 87.5 mm
雨量換算流出量 $6.37 \text{ km}^2 \times 87.5 \text{ mm} = 557.375 \text{ m}^3$
実測による流出量 387.921 m³
流出率 $387.921 \text{ m}^3 \div 557.375 \text{ m}^3 = 0.696$

S. 46. 10. 30～10. 31の観測結果から同様に流出率の計算を行なったところ

流域平均雨量 71.0 mm
雨量換算流出量 $6.37 \text{ km}^2 \times 71.0 \text{ mm} = 452.270 \text{ m}^3$
実測による流出量 219.780 m³
流出量 $219.780 \text{ m}^3 \div 452.270 \text{ m}^3 = 0.486$ となった。

考 察 :

- ① 流観の実測値が水位で10cm～20cm, 流量で1 m³/s ～ 5 m³/sと比較的小さいものから作成したH～Q曲線式を使用しての流量換算値なので高水位時の推定流量に問題がある。今後の流観を充実させて行きたい。
- ② 流域平均雨量が類似していても対象流域の乾湿の度合, 雨の降り方, 時間的なバラツキによって流出率にかなりの変動が見られる。
- ③ 宅地造成が太白団地65haを除いてストップしている現状なので流域の変化は余り見られない。



凡 例 { ● ピーク対ピーク
○ 重心対重心

1..... S. 46. 7. 15 ~ 7. 19

2..... S. 46. 8. 22 ~ 8. 25

3..... S. 46. 9. 24 ~ 9. 29

4..... S. 46. 10. 30 ~ 10. 31

[観測洪水数が少なく十分に傾向が把握しきれない。]

$$L / \sqrt{S} = 9243$$

7 問題点と対策

イ) 観 測 上

- ① デジタル水位計は、誤動作があり定期的（一週間）に点検が必要である。
- ② 開発の進捗状況が遅く、現水位流量観測地点は開発の影響が現われにくいので開発地点に近接した位置で観測をしたい。
- ③ 従来は浮子観測により流観を継続してきたが精度向上のため器械観測に切替える。
- ④ 当初、もぐりぜきで観測を計画したが、流出土砂量が多いので、段落ちぜきに改造している。

ロ) 解 析 上

- ① 段落ちぜきによる $H \sim Q$ 曲線式と流観による $H \sim Q$ 曲線に差がある。これは、現在、段落

ちのライニング区間を24m、 $i = 1/450$ としているが校正の区間長が短かく、 i の評価に問題があると思われるので他河川の例を参考として今後検討したい。

3. 関 東 地 方 建 設 局

(中 川)

1. 調査の目的

中川流域は非常に平坦な地形をなしており、1/3000～1/4,000の緩勾配であるとともに、田畑が大部分を占める流域である。

しかも、十分な河道の流過能力がないため、大出水の際には河道の水位がすぐに上昇し、そのまま持続するために、流域から河道への流出が押えられ、流域内での貯留遅滞現象がしばしば生じる。

これらの現象を観測し、河道水位と流域内貯留との関係を解析することにより、低平地における流出解析法を確立することが、この調査の目的である。

2. 河川の概要

河 川 名		① 流 量	② 河 巾	③ 高水勾配	④ 雨量強度	摘 要
中 古 川 < 庄 内 古 川 > (行 幸 - 倉 田 地 点)	現 況 計 画	170 m ³ /sec 260 m ³ /sec	60 m	1/5000-1/7,000	(25)mm/hr	倉田地点の概況①④はS. 33.9洪水の最高値 古利根川合流点直前

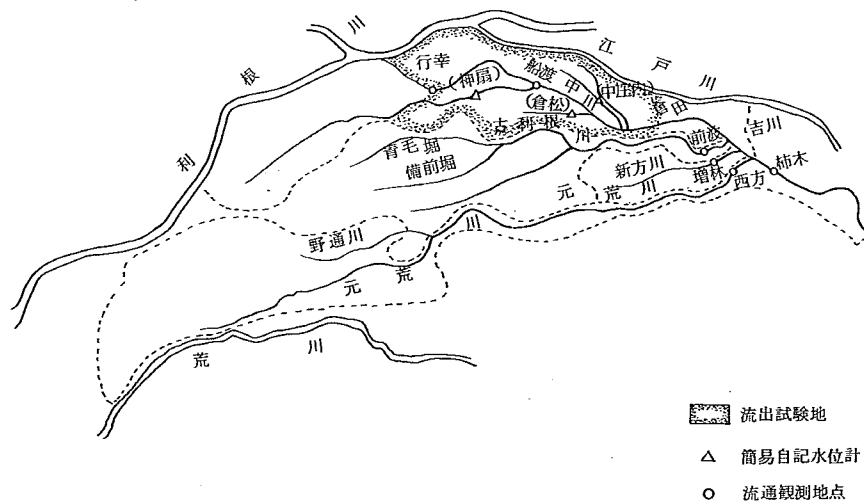
計画降雨（古川上流域＜706km²＞2日間流域平均雨量）

292.5 mm (W=1/50) ……無害湛水 (25 cm) を認める。

260 環境 (W=1/25) ……無害湛水を認めない。

3. 試験地の概要

(1) 流域図



(ロ) 開発計画の概要 中川（庄内古川）〔A＝225km〕…… 倉田より上流全域

注: 特に大規模な開発はない。

位 置							
開 発 主 体							
		開発前 年次別経過					完成 摘 要
計 年 度		31年7月	33年7月	43年10月	年	年	年
画 造 成 面 積							
諸 人 口							
元 戸 数							
地 目	山 林	(1.3%)	(1.25%)	(1.17%)			
	水 田	(42.2%)	(41.7 %)	(41.3 %)			
	畑	(30.9%)	(31.29%)	(30.42%)			
	宅 地	(7.3%)	(7.40%)	(8.96%)			27.55km ² (10.5%) 都市計画に伴う 市街化面積
	そ の 地	(18.3%)	(18.36%)	(18.15%)			
	計	(100%)	(100 %)	(100 %)			
地 形							
地 質							

4. 観測所の概要

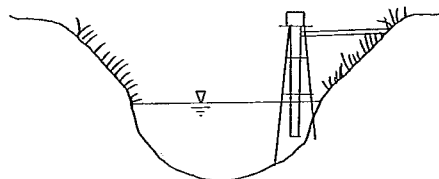
種別	河 川 名	観測所名	設置年月	型 式	自記, 普通	摘 要
水 位	庄内領悪水	中庄内	S. 45	リ シャール式	自 記	内水の湛水位測定を主目的
	倉 松 川	倉 松	"	"	"	"
	神 扇 落	神 扇	"	"	"	"
雨 量		栗 橋	S.11.81		自 記	建設省利根川上流工事々務所
		杉 戸	S.28.6		自 記	埼玉県土地改良連合区
		野 田	S.30.42		自 記	建設省江戸川工事々務所
流 量	中 (庄内古川)	行 幸		プライス流速計		
	"	船 渡		"		
	"	倉 田		"		

○ 観測体制

水位計は洪水が予想される 1～2 日前に現場へ出向き、自記紙（1 週間巻）をセットし、始動させる。その 1 週間後に自記紙を取り換えに行く。

流量観測は、洪水前に観測地点へ出向いて行き、おこなう。流速の測定はプライス流速計を用いる。

○ 流観施設の概略
簡易自記水位計



5. 年度別実施内容

年 度	予 算	実 施 内 容
S. 44	400 千円	流出解析法の検討
S. 45	650	① 簡易自記水位計設置 ② 流出解析法の検討
S. 46		水位観測
S. 47	400	① 流出解析法の検討 ② 水位観測

6. 主たる成果と解析結果

i) 昭和44年度までの成果の概要

出水がなかったので観測資料は収集されず、既応の資料を用いて、河道水位と流域湛水位との関係を把握し不定流的解法を試みたが、十分納得のいく成果は得られていない。

ii) 昭和45年度の調査成果

① 簡易自記水位計設置

中庄内落、倉松落、神扇落の3支川にリシャル式簡易自記水位計を設置した。

② 流出解析法の検討

見るべき出水がなかったので、既往資料を基にして、流量調査と並行して中川上流域について、44年度に引き続き不定流的解法の研究、開発を行った。しかしながら、44年度中からすでに顕在化していた不定流計算に伴う流域内振動の問題が遂に解決しきれず、やむなく下流側の影響がない場合には、等流で流下し、下流側水位が上昇すると影響を受ける上流側ブロックが貯留化すると、簡易化を図って計算したところ、倉田地点において、ほぼ満足すべきハイドロが得られた。

iii) 昭和46年度の調査成果

7月と8月の中規模の2降雨について、湛水記録が得られた。

Ⅳ) 昭和 47 年度の調査成果

洪水到達時間について一考察

近年、急速な産業構造の変化に伴う流域開発、都市化は、その河川が持っていた流出特性を変化させている。すなわち、流域特性として、面積、形状、勾配、地質、地被状態および湿潤の初期状態などが複雑にからみあっている。うち、不浸透流域の増大、河川の改修、下水道の進捗による流出時間の短縮等が考えられる。

このような状態における流出機構を解明すべく本会議のテーマである $t_c \sim L/\sqrt{S}$ の関係を地建下の中小河川で調べた。

1. 方針

(1) 流域の選定

- 鶴見川流域等の流域開発が著しいこと。
- 観測網が整い、かつ資料が多いこと。
(流出試験地、内水調査地区等)
- 降雨の時間および地域分布の影響が少ないよう 300 ㎢以下とした。

以上のようなことを考慮し図-1、表-1 に示す 23 の中小河川を対象流域として選定した。

(2) t_c

最大時間雨量 (R_p) と最大流量 (Q_p) (又は最大水位 (H_p)) との出現時刻差を t_c とした。

2. 結果

- 大洪水の資料が皆無である。
- 水位および流量観測が時間単位である。
- 資料数が少ないこと。

などにより、河川ごと、洪水規模ごとに $t_c \sim L/\sqrt{S}$ の関係はまちまちで作成要領のごとき一般的傾向は見られなかったが河川別に t_c を平均し $t_c \sim L/\sqrt{S}$ の関係を求めれば図-2 のとおりであるが流域の形状、勾配等を考慮しても t_c の値は大きく今後の出水により解明していく問題である。

表-1 流域諸元 $t_c, L/\sqrt{S}$ 表

番号	水系名	河川名	観測所名	流 域 諸 元				資料数	時間差の平均	
				流域面積 A (km ²)	流路延長 L (km)	流域勾配 S	$L/\sqrt{S}$		R~H t_c (h)	R~Q t (h)
1	荒 川	都 幾 川	唐 子 橋	1614	328	1/110	344.000	5	5.2	5.4
2	"	中 津 川	中 津 川	115.1	14.3	1/30	78.000	5	5.8	6.4
3	"	新河岸川	柳 瀬 橋	18.1	9.4	1/120	103.000	13	1.3	
4	"	"	昭 和 橋	6.9	7.2	1/170	94.000	7	1.6	
5	"	"	柳 原 橋	23.5	13.1	1/110	137.000	7	1.2	
6	"	"	新座大橋	29.1	14.9	1/230	226.000	2	10.3	10.0
7	利根川	巴 波 川	中 里	200.0	42.5	1/59	326.421	16	7.5	
8	"	黒 部 川	睦 橋	22.6	5.3	1/189	72.902	6	6.5	8.2
9	"	小 野 川	協 力 橋	14.2	5.0	1/500	111.000	3	10.7	8.3
10	"	五 行 川	仙 在	279.0	54.5	1/336	1,000.000	10	18.9	18.3

番号	水系名	河川名	観測所名	流 域 諸 元				資料数	時間差の平均	
				流域面積	流路延長	流域勾配	$L/\sqrt{S}$		R~H	R~Q
				A (km ²)	L (km)	S			t _α (h)	t (h)
11	利根川	田 川	大 谷 瀬	263.2	40.1	1/176	599.000	7	21.3	22.8
12	"	小 野 川	小 野 川	65.6	20.2	1/1000	642.085	7	16.0	
13	"	清 明 川	埜	19.5	6.2	1/282	104.096	3	7.0	
14	"	園 部 川	小 川	74.5	19.0	1/53	137.975	8	9.1	
15	"	巴 川	巴 川	108.4	19.6	1/720	526.089	8	10.0	
16	多摩川	大 栗 川	報 恩 橋	42.6	14.0	1/79	124.200	5	2.0	
17	鶴見川	谷 本 川	千 代 橋	65.1	20.5	1/154	253.100	18	4.8	
18	"	鶴 見 川	落 合 橋	99.2	22.1	1/139	260.300	10	5.8	
19	"	鳥 山 川	鳥 山	8.2	4.2	1/76	36.700	8	1.8	
20	"	早 濶 川	峯の大橋	26.3	12.5	1/141	148.300	11	3.5	
21	"	矢 上 川	一 本 橋	31.2	9.6	1/154	120.900	15	4.5	
22	"	鶴 見 川	綱 島	177.6	30.5	1/198	429.600	9	7.2	
23	"	"	末 吉 橋	223.2	34.5	1/208	497.800	10	8.3	

7. 問題点と今後の方針

流出解析法の検討において、最上流域における河道水位の激しい振動、地盤高のあいまいさ、河道水位の変動水準の相違、流域流出機構の不連続的变化等々の改良すべき問題点がある。

今後の調査内容としては

- i) 倉田～行幸間の河道及び流域において洪水時流量観測及び水位観測を行なって、系統的な資料を収集する。
- ii) 45年度に行なった流出解析法を再検討するとともに、河道においても、下流側の影響をとり入れ得る手法を研究開発する。その他、新しい手法の開発についても検討する。

4.北 陸 地 方 建 設 局

(千 保 川)

1. 目 的

最近の急速な産業構造の変化，それによって引き起こされた流域の都市化によって洪水現象の変化も著しい。洪水が質的变化を始めているので，これに対処することを目的として流出試験地調査を実施する。

2. 流域概要

試験河川千保川は，富山県西部に位置し，東砺波郡庄川町青島付近に源をもつが，大部分は庄川の用水に依っている。さらに高岡市郊外を流下し，小矢部川右岸 6.4 km 付近に合流する。

庄川より引水した用水の出入が複雑で，また流域は庄川扇状地で被圧地下水からの自墳井が多数設置されているなど水収支，流域界の判然としない全流域が平地河川である。水源はもっぱら上記用水に依存しており，上中流部は近傍水田の用水の役目を果たし下流部では水田からの排水，高岡市南部の工場群からの排水，および都市排水を集め汚濁も著しく，完全な排水河川となっている。

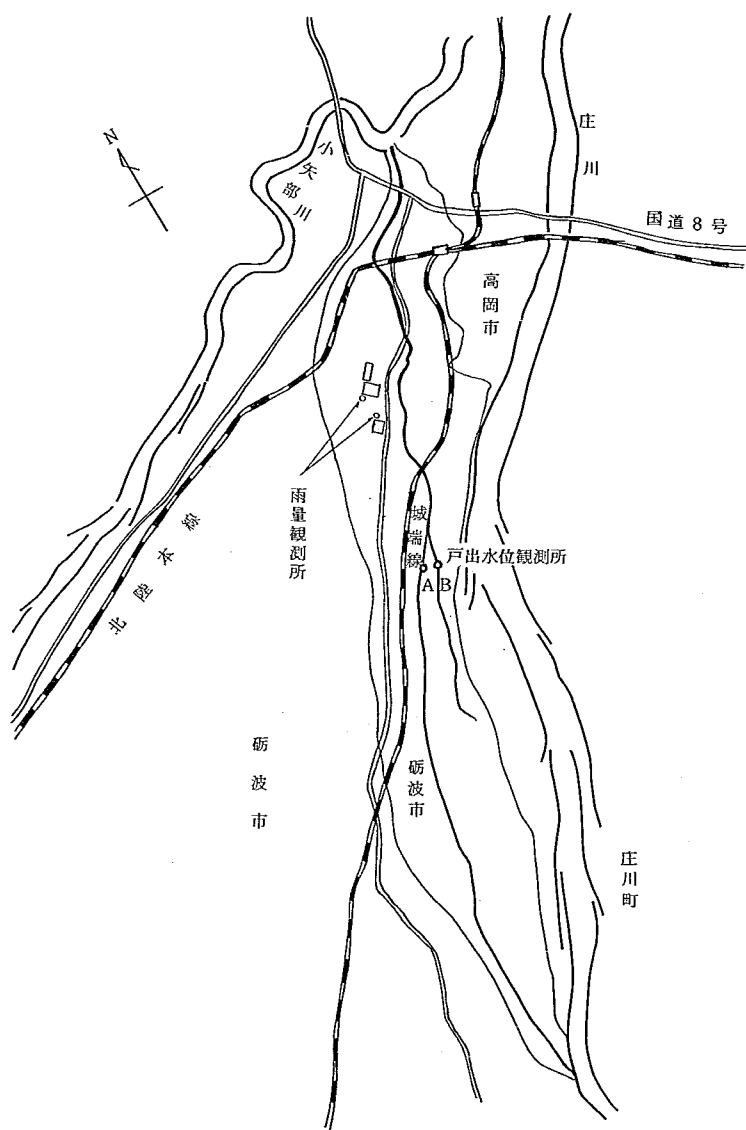
また，富山・高岡新産都市指定にともなう流域の都市化の傾向が著しくこれを流出試験地とした高岡市周辺部において，高岡市都市計画図に予定されているように流域の都市化の傾向が顕著である。しかし，他地建の試験地のように大規模な団地開発が予定されている訳ではないために短期間に調査を完了させることはできない欠点もある。

河川概要

流域面積	流路延長	流域の市町村比率		
		高岡市	砺波市	庄川町
42.0 km ²	18.0 km	62%	35%	3%

3. 観測所の概要

種別	河川名	観測所名	設置年月	型 式	摘 要
水位・流量	千保川	住吉橋	44. 9	触針式	3ヶ月巻き
	舟戸口用水	戸出 A	44. 11	石田式簡易水位計	週巻き
	千保川	戸出 B	44. 11	"	"
	—	田地 (旧 No. 5)	44. 11	"	日巻き
	—	住宅地	44. 11	"	"
雨量	千保川	天理教	44. 11	15分読み自記	
	"	佐野幼稚園	44. 11	"	

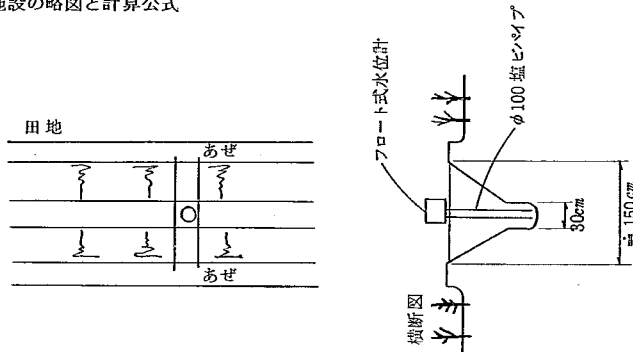


流出試験地位置図

○ 観測体制

雨量, 水位, 流観を民間業者に委託し毎週1回施設の管理を行なっている。さらに雨が降りそうな時, 現に降っている時には事務所からTEL連絡し, 機械の点検流観を実施している。

○ 流観施設の略図と計算公式



H-Q式

H: m 単位

観測所	45	46
住吉橋	1/1~4/1 I $Q=24.47 (H-0.26)^2$ 4/2~12/31 II $Q=22.51 (H-0.20)^2$	1/1~6/15 I $Q=17.38 (H-0.14)^2$ 6/16~12/31 II $Q=16.60 (H-0.18)^2$
戸出A	$Q=6.051 (H+0.16)^2$	未計算 (データあり)
戸出B	$Q=10.088 (H-0.05)^2$	" (")
田地	資料不備	$Q=0.154 (H-0.14)^2$
住宅地	$Q=0.6515 (H+0.03)^2$	機械セット不可能

4. 年度別実施内容

年度	予算千円	実施内容
44	839	自記雨量計 触針式水位計 簡易水位計 } 設置および観測
45	1300	水位観測, 流量観測, 補備測量 流出率 (住宅地のみ) の概略計算
46	1650	触針式水位計改造 自記雨量計購入 水位観測, 流量観測, 資料収集 流出率の概略計算

5. 主なる成果と解析結果

流域をミクロにながめて、個々の用途、現在のところ住宅地および田地について流出量の実測を行い、流出率の算定を目的として実施する。これは次の考えをもとにして出発する調査である。すなわち流域内の土地利用の用途変更による土地の被覆化は高岡市を中心に放射状に年々の変化を示すと考えられるが、ある時点を基準として考える時、用途面積の異った面が散在し、それら小ブロックが互いに関連しあって完全な市街地に変化するとと思われる点に注目する。具体的にはこの小さなブロックに着目して、現在のところ田地として用いられているが、2年後には住宅地に変更されるものとする流出率 f は過去2年間の実測値あるいは他の参考文献から変化することが明らかである。このブロックに降った雨が流出となって基準地点に達するまでの時間（ここでは仮に距離係数と呼ぶ。）を予め計算または実測することにより都合のよいブロックを考えることおよびブロック内の土地利用変化の率から流出率を予測することの双方から基準地点へのピーク流量の影響を計算できる点に注目した。

住宅地

洪水日	時 間	$\int_{t_B}^{t_E} R dt$	実 測 値		単位図法		タンクモデル	
			$\int_{t_B}^{t_E} Q dt$	f'	$\int_{t_B}^{t_E} Q dt$	f'	$\int_{t_B}^{t_E} Q dt$	f'
S.45.9.22	8:00~12:20	37 mm	15.17 mm	0.41	14.86 mm	0.40	14.55 mm	0.39
S.45.9.3	3:00~5:20	30 mm	12.17 mm	0.41	12.06 mm	0.40	12.98 mm	0.43

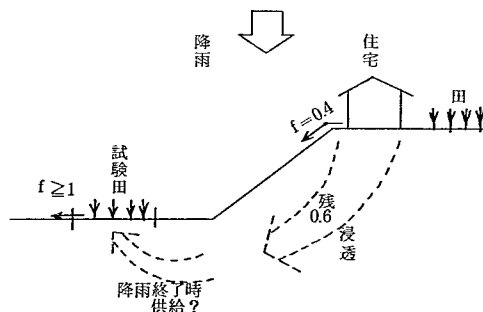
住宅地で流出係数 f' が0.4内外と少ない値を示したのは建坪率が小さく、建築年数が浅く、盛土材料が砂礫で浸透しやすいなどいんな条件が入ったためと思われる。

田 地

田地における流出係数については流出係数が1以上となりさらに考える必要が生じた。

次のような推論を立てた。

- ① 計算に用いた流出量のうち用水量が降雨に影響されたため。
- ② 排水路のこう配が緩く下流部の水位が観測点まで影響したため。
- ③ 観測機械の稼動が十分でなかったため。



6. 問題点と対策

(1) 観測上

- 集水面積をミクロにながめた田地、住宅地とも民地の使用を余儀なくされているが、観測所設置にともない地元からの苦情が断えない。
- 住吉橋観測所を設置した地点の河川水の汚水が激しく触針の先を効率良く働かせない。フロート式に変えたい所であるが、地形上止むを得ず現状に甘んじている。

- 住宅地においては地元の苦情から46は観測できなかったが、474 新しい団地に移設した。
- 本来ち密な精度を要求される調査のため直営で降雨時出動を実施したい所であるが事務所から高岡まで約1時間かかる位置のためそれができない、ミクロな試験地の選定を干保川流域外で行いたい、その対策に苦慮している。
- 触針式のピーク部記録が消える。

2) 解析上

- 流出率計算で降雨初期と後期とで係数が変化すると考えられるのでこの点説明したい。
- 計算式でタンク、ユニット2方法行ったがさらに貯留関数、等価粗度による方法についても計算したい。
- 距離計数の実測を図りたい。
- この調査に最も適すると思われる計算方式を捜したい。

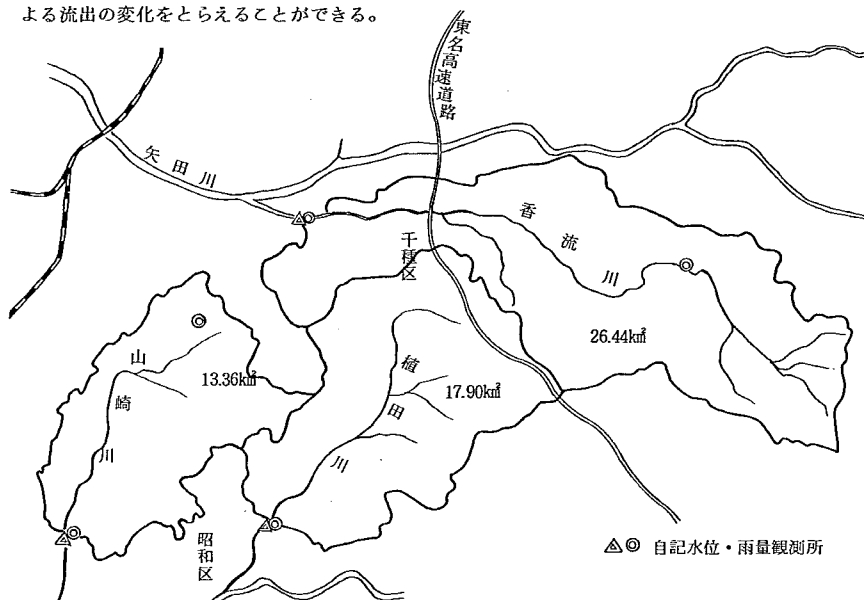
5. 中 部 地 方 建 設 局
愛 知 県 名 古 屋 市

（ 香 流 川
植 田 川
山 崎 川 ）

1 調査目的

流域の開発に伴う河川流出量の変化を量的に把握し今後の地域開発及び河川の計画立案の基礎資料とするものである。

本試験地の特色は流域は異なるが、開発済の山崎川、進行中の植田川、将来も開発されない香流川を対象にしていることで、洪水の資料が取れば、3河川を重ね合わせることによって都市化による流出の変化をとらえることができる。

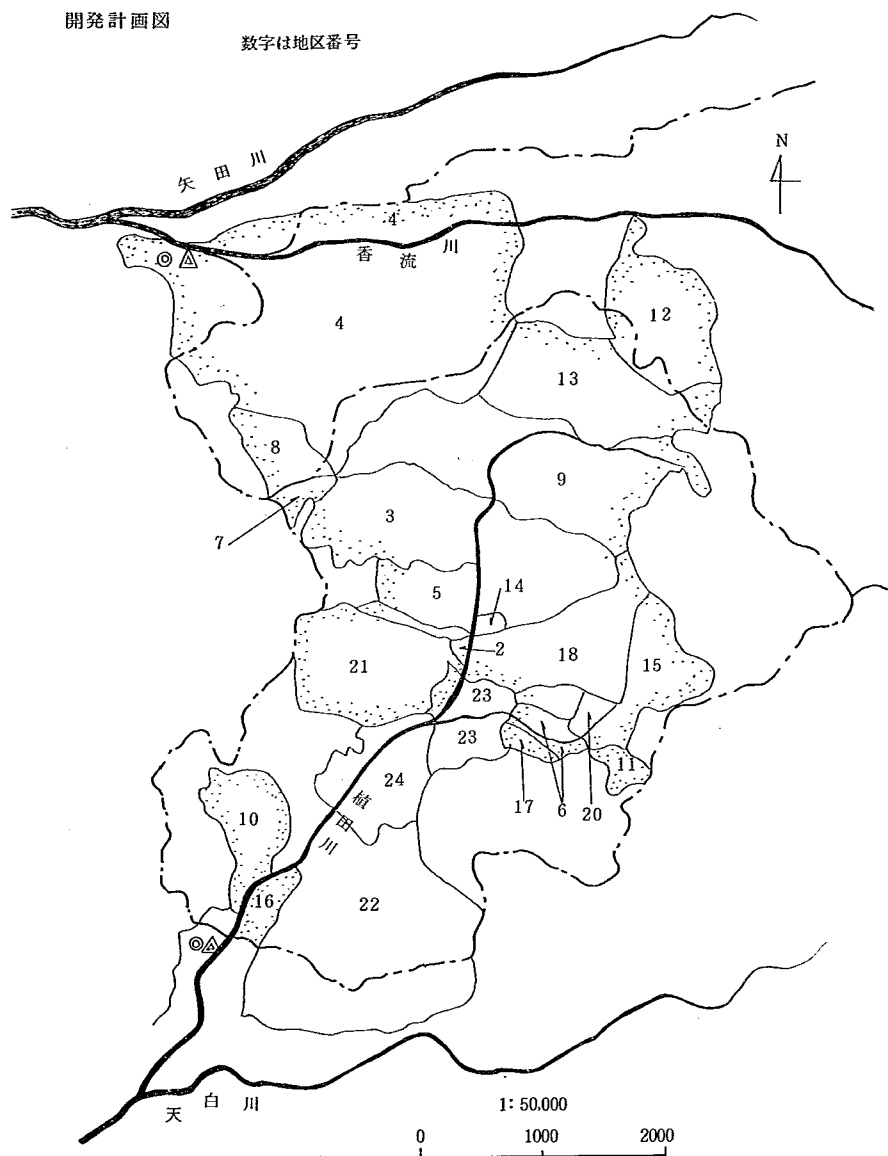


2 河川の概要

河川名		流量 m^3/s	河巾 m	高水勾配	雨量強度 mm/h	摘 要
香流川	現 況		31			未着手、災害復旧で局部的に護岸を施工している。
	計 画	な し				
植田川	"		27			都市小河川で45年より着手
	"	240	27	1/450	80	
山崎川	"		23	1/500		都市下水路で一次改修は完了 計画雨量50mm/h
	"	な し				

開発計画図

数字は地区番号



△○ 自記, 水位・雨量観測所

土地造成は土地区画整理組合が行っており（猪高，西山をのぞく） S 53 年頃までに予定区域全ての造成が終了，
地形は雑林の丘陵地で沿川は天水田がわずかに残っている。 地質は第 3 紀，鮮新世の瀬戸層群。

3 開発計画の概要

番号	地区名	造成面積 ha	工事期間	関連河川名	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	適 要
1	大 廻 間	7.62	36. 1~37. 2	植田川														
2	大廻間南部	7.24	36. 7~41.12	"														
3	西 一 社	94.55	37.10~44. 1	"														
4	猪 子 石	431.07	37. 9~47. 3	植田川 香流川														
5	瓶 井	45.00	39. 4~41. 3	植田川														
6	高 針	11.28	39. 2~40. 9	"														
7	平和ヶ丘南部	14.86	40. 2~45. 1	"														
8	平和ヶ丘	39.43	40. 6~46. 3	香流川														
9	上 社	199.95	41. 7~47.12	植田川														
10	植 田 山	43.27	41. 2~43.11	"														
11	大 針	16.95	41. 2~46.10	"														
12	藤森東部	86.25	41. 7~43. 3	香流川														
13	" 南部	94.41	42. 2~44.12	植田川														
14	町 田	4.91	41.11~46.10	"														
15	極 楽	42.13	41. 3~43. 8	"														
16	一 本 松	15.26	43.12~46.10	"														
17	前 山	8.39	43. 7~46.12	"														
18	高針北部	99.43	45. 5~47. 5	"														
19	東 一 社	70.34	施工中 46.12~50(予定)	"														荒造成は終
20	松 井	14.45	46. 8~48 "	"														"
21	猪高，西山	105.60 小計 1452.39	30. ~ 35. 4	"														
22	植田中央	約 240.00	計画中 48 着手	"														S53 年終了 予定
23	高針南部	30.38	" 47 着手	"														"
24	高針原	約 60.00	" "	"														S 50 "
	計	1,782.77																

注) 地目，人口，世帯数については調査中

4 観測所の概要

河川名	観測所名	設置年月	所 管	型 式	摘 要
香流川	猪子石	S 45. 4	建設省	自記水位雨量計 (水研 62 型 隔測)	SR-1 型, フロート式 紙送り 18 mm/h
	前 能	S 45. 8	"	自記雨量計	
植田川	植田川	S 46. 6	愛知県	自記水位雨量計 (水研 62 型 隔測)	SR-1 型, 気泡式 紙送り 18 mm/h
山崎川	山崎川	S 46. 6	名古屋市	" " "	

注) 山崎川の上流部に名古屋気象台があり雨量 (隔測) 観測を行っている。

観 測 体 制

水位雨量観測は長期巻きなので各所管毎に、直営で最低月 1 回見廻りを行っている。

流量観測は、香流川、植田川は請負、山崎川は市の直営 (S47.6 より建設省で行う予定) で行っている。方法は低水時はプライス、高水時は浮子、今迄の流観資料による H~Q 曲線は別図のとおり

曲 線 式

香 流 川	$Q = 50.764 (H - 0.326)^2$
植 田 川	$H < 0.812 \quad Q = 23.485 (H - 0.132)^2$ $H > 0.812 \quad Q = 47.719 H - 27.885$
山 崎 川	$Q = 21.179 (H - 0.451)^2$

5 年度別実施内容

年 度	予 算	実 施 内 容
44	1,500	試験地、観測所の選定 香流川自記水位雨量 (パンチコーダー型) 設置 水文観測
45	570	山崎川自記水位計設置 植田川自記水位雨量計設置 流域界調査、宅造計画の収集 水文観測
46	900	香流川の自記水位雨量計を SR-1 型に取替え 航空写真、地形図、河川の縦横断面図の収集 水文観測
47	1,900	水文観測、山崎川に自記雨量計を設置 排水能力の調査 マクロな解析

注) 植田川、山崎川は県市の予算で設置

植 田 川

$A = 17.90 \text{ km}^2$

率

$\left\{ \begin{array}{ll} \text{宅 造 済} & 10.93 \text{ km}^2 \\ \text{宅 造 計 画 中} & 2.63 \text{ " } \\ \text{将 来 も 残 る も の} & 4.34 \text{ " } \end{array} \right.$

0.611

0.147

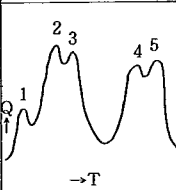
0.242

河道延長 6,870m

落 差 27.10m

勾 配 $1/253 (0.00395)$

$S/\sqrt{T} = 109394$

洪水年月日	一雨々量	有効雨量	最大雨量 mm/s	最大流出高 mm/10分	遅れ 分	流出率	流出係数	摘 要
46.8.30 ₁	332.0	188.63	42.26	1.416	45	0.568	0.393	
2			85.93	2.878	65		0.590	
3			78.05	2.615	35		0.567	
4			70.42	2.359	55		0.549	
5			79.48	2.663	35		0.722	
" 9.26	160.5	89.42	102.63	3.438	65	0.557	0.374	
" 9.7	34.0	18.743	23.17	0.776	60	0.551	0.398	
" 9.10	26.0		27.47	0.920	60		0.767	2山
" 9.12	26.5		27.47	0.920	70		0.526	

注 1. おくれは中心法による

2. 有効雨量の算出は、右図の直線分離

3. 流出率とは 有効雨量 / 一雨雨量

4. 流出係数とは合理式の f で、 r はおくれの 2 倍の間の雨量強度

但し、おくれは 植田川 50分

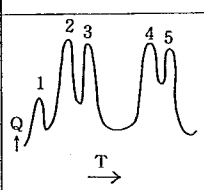
山崎川 25 "

香流川 60 "

山 崎 川 $A = 13.36 \text{ km}^2$

{ 完全に都市化 7.17 km^2 0.537
 半都市化 5.19 0.390
 将来も残るもの 1.00 0.073

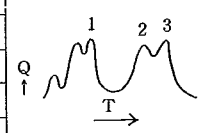
河道延長 5,810 m
 落 差 30.65 m
 勾 配 1/190 (0.005275)
 $S/\sqrt{I} = 80.027$

洪水年月日	一雨々量	有効雨量	最大流量 m^3/s	最大流出高 $\text{mm}/10\text{分}$	遅れ 分	流出率	流出係数	摘 要	山崎川 植田川
46.8.30 ₁	321.5	221.91	80.45	361	25	0.690	0.734		2.57
2			128.06	575	25		0.898		2.00
3			103.35	464	25		0.800		1.77
4			114.88	516	25		0.922		2.19
5			84.21	378	25		1.050		1.42
" 9.26	160.5	106.32	150.87	678	25	0.662	0.468		1.97
" 6.4	14.5		15.45	0.694	35		0.257		
" 6.28	24.5		20.72	0.930	35		0.321		
" 7.1	33.5		22.42	1.007	25		0.315		
" 7.7	117.5		85.48	3.838	20		0.711		
" 7.9	49.5		10.35	0.465	25		0.172		
" 7.22	9.0		4.46	0.200	20		0.167		
" 7.23	33.5		10.50	0.471	30		0.336		
" 7.26	49.5		41.45	1.861	30		0.600		
" 8.5	24.5		10.95	0.492	25		0.189		

香 流 川 $A = 26.44 \text{ km}^2$

{ 宅 造 済 4.89 km^2 0.185
 将来も残るもの 21.55 0.815

河道延長 11,100 m
 落 差 72.60 m
 勾 配 1/153
 $S/\sqrt{I} = 137.206$

洪水年月日	一雨々量	有効雨量	最大流量 m^3/s	最大流出高 $\text{mm}/10\text{分}$	遅れ 分	流出率	流出係数	摘 要	山崎川 香流川
45.6.16	154.0		34.47	0.782	50		0.469		1.86
46.8.30	306.5	1	109.99	2.496	約 40		0.475		2.19
		2	103.87	2.357	" 50		0.595		1.45
		3	114.72	2.603	" 40		0.975		
47.2.13	19.5		8.28	0.188	60		0.167		
" 2.27	15.0		5.70	0.129	60		0.172		
" 3.21	13.0		7.10	0.161	45		0.665	Q_p の植田川/香流川 1. 1.05 2. 1.00 3. 1.02	
" 3.24	28.0		10.92	0.248	40		0.396		
" 3.31	34.5		8.28	0.188	65		0.643		
" 4.12	25.0		10.46	0.237	60		0.316		
" 5.5	38.5		17.91	0.406	40		0.296		
" 5.9	13.5		10.46	0.237	40		0.211		

流出解析

昭和46年に、かなり大きな洪水の資料が得られたので、ブラックボックス的な手法ではあるが、従来から行なわれている単位図法、貯留関数法、タンクモデル法で解析した。

1 都市化によるピーク流量の変化

山崎川と植田川、香流川を比較してみると流出高の比は、ほぼ2~2.5倍になっている。これは、かなり興味ある事実である。

土木技術資料に発表された石神井川の試算結果とはほぼ一致しており、オーダーで見れば、都市化による流出高の変化は、この程度ではないかと考えられる。

2 宅造の影響

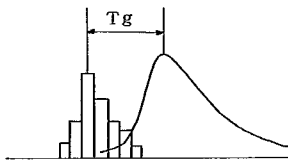
植田川と香流川の流出率の比は、ほぼ1である。これは、宅造だけでは、それほど流出高が変わらないことを意味しているだろうか。

一般にいわれている話と異なり意外であった。

3 流出係数（合理式における）

合理式は、すでに述べられているように表面流出した洪水流が、流域内の各点から時間的に等分布で流達する（単位図法において長方形波形の単位図となる）ことが必要であるが実際にはそうではないので f にしろよせされている。

各河川で計算（流達時間を $2T_g$ とした）した結果の中には、 f が1を越すものもあり、やはり流達時間の求め方に問題がある。



今迄の資料によるとおくれ（ T_g 中心法）

山崎川 25分

植田川 50分

香流川 60分

それで流達時間と流域との関連を立神法的な集中度で表わしたらどうだろうか。

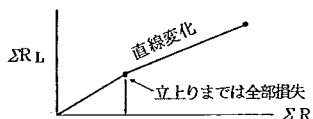
4 総流出率

都市化の山崎と他は10%の差がある。

5 単位図法

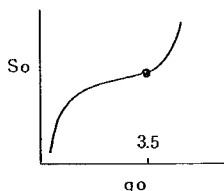
単位図を重ねてみると地形の特性はあるが、波形のせん鋭化、流下時間の変化が認められる。

有効雨量の算定は問題はあるが、中安法的な考え方で行った。今後は、浸透能を考えたい。又、山崎川について RLL 法も適用したい。



6 貯留関数法

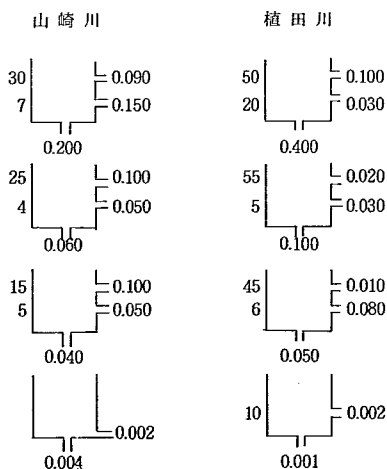
今回は、本法の基本となっている $S_o \sim q_o$ の関係図を各流域、洪水毎に求め都市化による $S_o \sim q_o$ の変化を求めた。



山崎川の $S_o \sim q_o$ を見て興味あるのは、 $S = Kq^{\frac{1}{3}}$ のような関数形でなく、 q_o が 3.5 mm/10 分より上では、右上りの傾向を示している。これは、下水道の排水能力以上の降雨があると雨が増加しても流出はそれほど増えずに流域に貯留されていると考えられる。こういう現象は河道での氾らんでも起ると考えられる。三流域を重ね合わせそれぞれの流域の特性を表わしていると思われる。

7 タンクモデル法

山崎川と植田川のタンクモデルを比較してみると、都市化された山崎川は、最上段の表面流出が卓越していることが判る。



6. 近畿地方建設局 住宅公団

(平城ニュータウン)

1 調査の目的

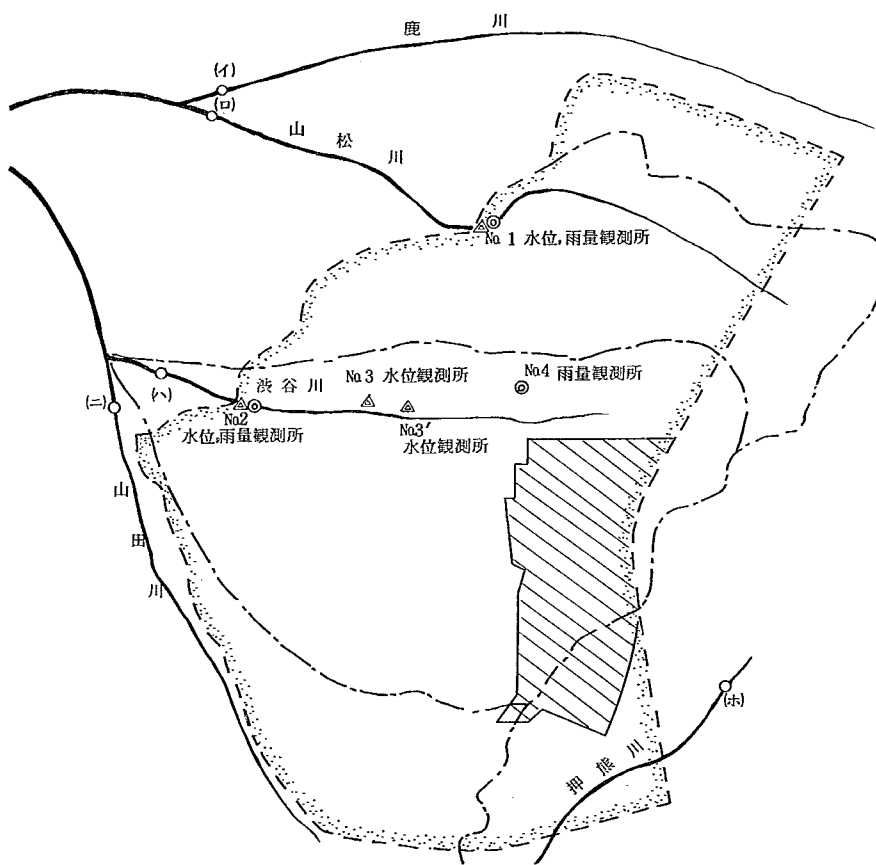
平城地区の開発に伴う流出変化を把握するために系統的に調査し今後の宅地開発及び都市河川の計画立案の基礎資料とするものである。

2 河川の概要

河 川 名		流 量 (m^3/S)	河 幅 (m)	高水勾配	雨量強度 (mm/h)	摘 要
鹿 川 (イ) 地点	現 況	35.9	7.5	1/70	35.9	
	計 画	120.0	8.0	1/150	108.0	
山 松 川 (ロ) 地点	現 況	7.6	2.0	1/100	11.3	
	計 画	60.0	4.0	1/200	121.0	
渋谷 川 (ハ) 地点	現 況	12.7	7.2	1/150	16.3	
	計 画	100.0	8.0	1/200	119.0	
山 田 川 (ニ) 地点	現 況	54.8	11.9	1/165	20.4	
	計 画	250.0	13.0	1/300	86.0	
押 熊 川 (ホ) 地点	現 況	3.8	2.5	1/300	13.9	
	計 画					

3 試験地の概要

4) 流域図



(地域面積)		凡 例	
◎ 自記雨量観測所	渋谷川 3.5 ㎢	—— 河 川	
△ 自記水位 "	山松川 2.1 "	- - - 平城団地地区	
回 流 量 "	山田川(イ)地点 12.1 "	▨ 造成地区	
	鹿 川(イ)地点 4.5 "	- · - 流域界	

ロ) 開発計画の概要

位 置		奈良市の西北約 5.0 K 木津川 23.5 K 左支川				
開 発 主 体		日本住宅公団大阪支所				
		開 発 前	年次別経過 (地目の()は ()は累加 シェア一)		完 成	摘 要
計 画 諸 元	年 度	44 年	45 年	46 年	51 年	
	造成面積	0	0.6	0 (0.6)	6.09 ㎡	開発率 10%
	人 口	0	0	0	75,000 人	
	戸 数	0	0	0	18,000 戸	
地 目	山 林	4574 (750)				
	水 田	1153 (189)				
	畑	0.159 (26)				
	溜 池	0.153 (25)				
	宅 地				4506 (740)	
	公園・緑地				0.428 (70)	
	道路・水路				1.156 (190)	
	そ の 他	0.061 (10)				
計		609 (100)	0.6		6.09 (100)	
地 形		丘 陵				
地 質		鮮新世～洪積世の大阪層群				

4 観測所の概要

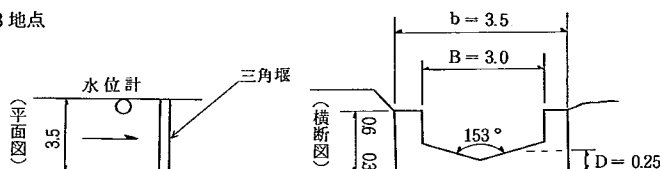
種 別	河 川 名	観測所名	設置年月	型 式	自記・普通	摘 要
水 位	山 松 川	No 1	S 444	中浅式SR-1型	自 記	水位・雨量計
		No 2	"	"	"	"
	渋 谷 川	No 3	"	水 研 62 型	"	
		No 3	S 45.4	"	"	
雨 量	山 松 川	No 1	S 444	中浅式SR-1型	"	水位・雨量計
		No 2	"	"	"	"
	渋 谷 川	No 4	"	池 田 型	"	
流 量	山 松 川	No 1	"			広頂堰公式
		No 2	"			"
	渋 谷 川	No 3	"			"
		No 3	S 45.4	三 角 堰		板谷・手島公式

○ 観測体制

雨量及び水位観測はS45年度まで直営で行なっていたが、S46年度は民間に委託し月2回施設と観測内容の点検を行なっている。流量観測についてもS45年度まで直営で行なっていたが、S46年度は民間に委託した。

○ 流観施設の略図と計算公式

No.3 地点



○ 広頂堰公式

$$Q = C (B - NKH) H^{\frac{3}{2}}$$

Q : 流量 (m^3/s) B : 堰径間 (m) N : 堰台 N = 1, 堰脚 N = 2 とした時の N の総和

K : 堰台, 堰脚による収縮係数 K = 0.025 とする。 H : 越流水深 (m)

C : 流出係数 King の実験値を用いる。

○ 板谷, 手島公式

$$Q = CBH^{\frac{3}{2}}$$

$$C = 1.785 + \frac{0.00295}{H} + 0.237 \frac{H}{D} - 0.428 \sqrt{\frac{(b-B)H}{bD}} + 0.034 \sqrt{\frac{b}{D}}$$

5. 年度別実施内容

年 度	予 算	実 施 内 容
4 3 年	2,800 ^円 (内受託210)	水位, 雨量観測所 (自記2ヶ所), 水位観測所 (自記1ヶ所), 雨量観測所 (自記1ヶ所) の設置
4 4 年	2,900 ^円 (内受託90)	各種観測並びに自記水位観測所及び三角堰の設置 特性曲線法により流出計算を行なった。山松川, 渋谷川流域を5流域1河道に分割して流域のモデル化を行なった。そして勾配(I)は雨水の流入路の勾配をとった。
4 5 年	2,800 ^円 (内受託90)	各種観測並びに特性曲線法により流出計算を行なった。解析は渋谷川流域において行ない, 流域を非常に細く分割して, 流域のモデル化の手法を検討した。
4 6 年	3,000 ^円 (内受託90)	各種観測並びに特性曲線法と特性曲線法を併用して導いた貯留関数法の2ケースについて流出計算を行なった。宅地開発途上のモデル作成法も検討した。

6. 主たる成果と解析

(1) 45年度までの解析

平城地区の損失雨量は中安の $R \sim R_{\theta}$ 曲線と比較して損失雨量が大きい。S.44. 45年の12出水から $R \sim R_{\theta}$ 曲線を求めると、

$$\begin{aligned} R_{\theta} &= R - 0.002 R^{2.03} & R \leq 110 \\ R_{\theta} &= 75 & R \geq 110 \end{aligned}$$

となった。

自然山林の状態での解析はS44年度に行った。その結果、特性曲線法における等価粗度 $N=0.5$ が最も適合性がよかった。

S45年度の解析では流域を非常に細く分割し、真の単一斜面までさかのぼって流域諸元（斜面勾配、斜面幅、斜面長）を計測し、適切なる相似条件 $(\sqrt{I_e} = \sum \sqrt{I_i} \frac{A_i}{A})$ を導入して斜面を矩形化するとともに順次大流域に統合する。

S45.6.26出水では $N=4.0$ 、S45.11.19出水では $N=2.0$ が適当であった。前回の N より値が大きくなったのは、前回の解析では勾配は河谷の勾配をとりそれが比較的ゆるかったのに対し、S45年度は純斜面に着目したために勾配がきつくなり、その代り斜面抵抗たる粗度係数が大きくなった。

また、S45年夏に渋谷川流域の約60haの造成工事が始まったので表土剥ぎによる流出の変化も現われた。

(2) 46年度の解析

1. 流域のモデル化手法の検討

一定勾配の斜面をモデル化するに当り単一斜面をなすと考えられる最小単位にまで遡ってこれらを統合する方法（精密法）と簡単な方法（等高線法）について検討した。

i) 精密法

流域を細分化して単一斜面を極小ブロックとして短冊ブロック、小ブロック、中ブロック、大ブロックと順次統合してモデル化を行なう。

短冊→小→中→大ブロックの統合式は

$$\frac{BI_{\frac{1}{10}}^{\frac{8}{5}}}{Ie_{\frac{1}{10}}^{\frac{8}{5}}} = \sum \frac{Bi Li^{\frac{8}{5}}}{Ii^{\frac{8}{5}}} \quad (1)$$

によって行なった。（図-1参照）

ii) 等高線法

$$I = \frac{\sum (dh/dL)}{A} \quad (2)$$

A : 流域面積

dL : ある等高線の対象流域内の長さ

dh : 等高線間隔

この方法は勾配の等しい山地流域では問題ないが平地部と山地部が混在しているような流域では斜面勾配が大幅に変化する部分で分割しなければならない。

上記の2方法によって流域の勾配を計算すると値は大差ないことがわかった。

2. 流出計算

特性曲線法と貯留関数法の定数の相互変換を行なうと次式のようなになる。

$$\begin{aligned} S &= K Q P \\ K &= \frac{5000}{8} L^{\frac{3}{5}} \left(\frac{N}{V I} \right)^{\frac{3}{5}} \left(\frac{1}{3.6 \times 10^6} \right)^{\frac{3}{5}} \\ P &= 0.6 \end{aligned} \quad (3)$$

③式によって計算を行なうと図-2になる。この図から特性曲線法と貯留関数法がよく合っていることがわかる。

3. 開発途上における流出計算

貯留関数法のKを到達時間の関数として表わすと、

$$\text{特性曲線法から } T = \frac{(NL \sqrt{I})^{\frac{3}{5}}}{r^{\frac{3}{5}}} \quad (4)$$

③式と④式から

$$K = \frac{T r^{\frac{2}{5}}}{1.6} \quad \begin{array}{l} T: \text{到達時間 (hr)} \\ r: \text{雨量強度 (mm/hr)} \end{array} \quad (5)$$

が得られる。

S469.26 出水を③式によって計算したところK=1.5が実測ハイドロとほぼ一致した。

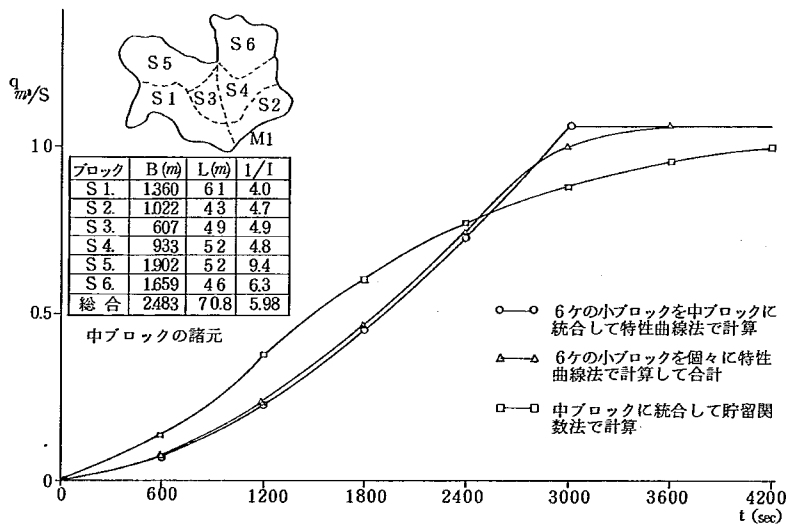
次に、流域を自然山林、開発途上地（団地予定地と宅地予定地）に分ける。

自然山林の各ブロックのKは③式より求め、そしてKの統合式から一つに統合するとK=2.18になった。

$$\text{なおKの統合式は } K = \frac{\sum K_i A_i}{A} \quad (6)$$

開発途上地のKを求めると

$$\frac{K_a}{K_b} = \left(\frac{L_a}{L_b} \right)^{0.6} \quad \begin{array}{l} a: \text{開発途上の団地} \\ b: \text{宅地} \end{array} \quad (7)$$



⑥式と⑦式から

$$K a = 0.58 \quad K b = 0.25 \text{ が}$$

得られた。

このKを⑤式に入れてTを求める
と次表のようになる。

(なお、昨年度までの解析結果からK
とTも求めたので表にのせた。)

流域状態	K	T (hr)
自然山林	3.35	2.49
表土剥ぎ	2.21	1.57
開発途上	1.50	1.04
団地予定地	0.58	0.40
宅地予定地	0.25	0.17

このように流域が自然状態から宅
地化へ変化していくにつれてK, T
が小さくなっていることがわかる。

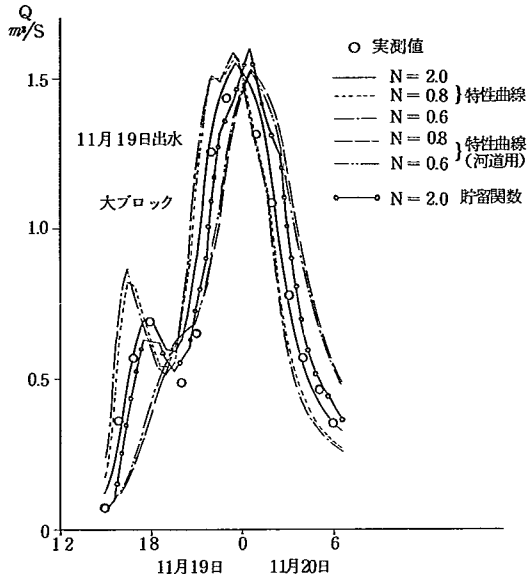


図-2 流量ハイドログラフ
No.3 地点

7. 問題点と対策

1) 観測上

- 表土剥ぎが始まってから土砂堆積がひどくなり水位観測の欠測が生じた。観測所の保守を民間に委託して保守管理を改善する。
- 団地建設に伴い河川改修が行なわれ水位観測所の撤去、移設問題が生じた。関係者と十分協議して資料収集に支障のないようにする。
- 流域が小さいため雨水の流出が早いのでピーク流量を測定することがむずかしい。すぐ流観に出られるような体制を作る。

2) 解析上

流域の開発途上とは流域内の造成がかなり進み土地の区画整理が終了し側溝が完成した段階をいうが、この開発途上における流出形態のモデル化が非常にむずかしい。

今後さらに渋谷川右岸や山松川流域が開発されるので今年度の解析を出発点として流出機構の解明につとめたい。

平 城 流 出 試 験 地 の $t_c \sim L/\sqrt{S}$ 関係表

観測所名	流路長 L(m)	高低差 H (m)	L/√S	到達時間 t_c (hr)												摘要
				ピーク対ピーク法						重心対重心法						
				S44.6.26	S44.7.2	S45.4.18	S45.6.26	S45.11.19	S46.9.27	S44.6.26	S44.7.2	S45.4.18	S45.6.26	S45.11.19	S46.9.27	
№ 1	2.000	25	17.800	1.5	—	3.5	—	3.5	2.5	3.0	—	2.9	—	3.7	2.5	C・A=1.92km
№ 2	2.700	33	24.400	4.5	3.5	4.5	—	2.5	40%開発 1.5	6.5	4.3	4.4	—	5.5	40%開発 2.2	C・A=2.56km
№ 3	1.900	26	16.200	3.5	3.5	3.5	2.5	1.5	—	5.2	3.7	4.2	8.8	3.7	—	C・A=1.91km
№ 3'	1.700	25	14.000	—	—	—	3.5	1.5	70%開発 1.0	—	—	—	10.0	4.2	70%開発 1.6	C・A=1.75km

7. 中国地方建設局

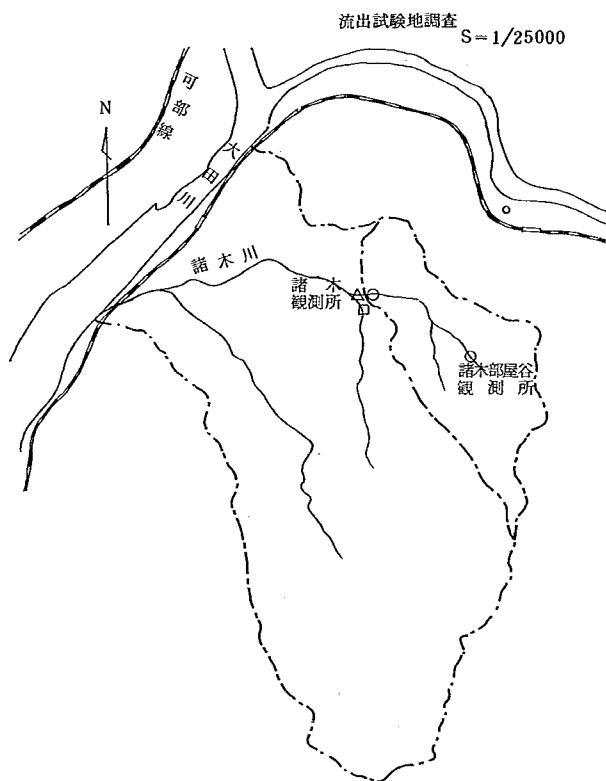
(高陽住宅団地)

1. 目 的

市街地河川及びその周辺の河川では、住宅あるいは他の諸構造物の増加、道路の新設及び既設道路の表面被覆、排水施設の完備等による洪水の流出現象は従来の概念で表現出来ないような現象もあらわれるようになった。

これらを究明していく事は今後都市河川及其周辺の河川の計画策定上重要な意義をもつ。

太田川本川に河口より13.5 km 附近で合流する左支川落合川流域（流域面積7.5km²）一帯は広島県及び民間企業による団地造成計画があり、これを追跡調査することにより目的達成の一助とするとともに落合川改修計画樹立のための資料とする。



2. 流域の概要

太田川本川（流域面積1690 km²）に河口より13.5 km（高瀬堰計画地点直下流）で合流する落合川は流域面積7.5 km²であり落合川本川とはほぼ同じ流域をなす支川諸木川よりなる羽状流域である。流路延長約40 km、平均勾配1/25、山林部と田畑の流域面積に占める割合はそれぞれ83%、17%である。

この流域一帯は広島県および民間企業により高陽町団地造成計画が立てられており、昭和46年度より着手し昭和52年度完成を目標としている。造成面積2.75 km²で落合川流域はこの内約2.0 km²である。

3. 住宅団地造成計画

- 事業の名称 高陽新住宅市街地開発事業
- 起業団体名 広島県住宅供給公社

- 位 置 広島県安佐郡高陽町字玖，諸木，中深川，岩上
○ 現 況 ○ 土地利用計画

地目別面積（公簿面積）

公簿地目	面 積	割 合	備 考
田	約361.800㎡	17.92 %	
畑	87.600	4.34	
山林	1,534.800	76.02	
道路	2.300	0.11	
溜池	1.500	0.07	
宅地	6.700	0.33	
墓地	4.700	0.23	
雑種地	19.600	0.97	
火葬場	100	0.01	
計	2,019.100	100.00	

註 図測面積 2,750,000 ㎡

区 分	面 積	割 合	備 考
①住 宅 用 地	136.7ha	49.7%	中層，独立住宅
②道 路 用 地	38.7	14.1	都計街路，住区幹線街路 補助道路，交通広場
③公園緑地用地	69.7	25.3	地区公園，近隣公園 児童公園
④教育施設用地	17.5	6.4	中学校2，小学校4， 幼稚園6
⑤医療施設用地	4.0	1.4	
⑥地区センター用地	5.8	2.1	
⑦近隣センター用地	2.0	0.8	4ヶ所
⑧その他施設用地	0.6	0.2	
計	275.0	100	

○ 造成事業工程表

項 目 \ 年 度	44	45	46	47	48	49	50	51	52	
調 査 設 計	基本設計 ボーリング 基本設計測量	実施設計			確定測量	〃	〃	〃		
用 地 買 収										
造 成 工 事										
下 水 道 工 事					一部使用開始					
上 水 道 工 事					同 上					
住 宅 建 設										
小学校建設工事(4校)					開校1	開校1	開校1	開校1		
中学校 〃 (2校)					開校1		開校1			
幼稚園 〃 (6園)					開園1	開園1	開園1	開園1	開園2	
地区センター 〃 (1カ所)										
近隣センター 〃 (4カ所)										

4. 調査の内容

調査は、落合川右支川、諸木川の諸木地点に水位雨量計を設置し、流出機構を調査する。

流域形状；羽状流域

面積；1.24 ㎢（造成面積内約 1.0 ㎢）

流路延長；1.5 km

平均勾配；1/15

到達時間；6 分（ルチハ公式）10 分（農林省農地局）

現況土地利用状況；おおむね山林

1. 全体計画

a. 46～47年度

開発以前の流出機構を把握する。

水位雨量計設置	1ヶ所	諸木地点
雨量計設置	〃	流域中央部
水位観測		諸木地点
雨量観測	〃	・流域中央部
洪水流量観測	〃	
観測所（水位、流量）の整備（河道整正）		
土地利用現況調査、地表地質調査（植生も含）		
流出解析		

b. 48～51年度

開発事業計画が本格的に実施されるので、その事業の進展と流出機構の変化を追跡調査する。

・観測と解析

c. 52年度

開発事業計画が終了の予定であるので一応当年度を本調査の最終年度とする。

当年度は、開発事業完了後の流出機構の解析と調査全体のとりまとめを行う。

- ・観測
- ・開発事業完了後の流出機構解析
- ・調査全体のとりまとめ
- ・報告書作成

5. 調 査 費

a. 昭和47年度調査（予定）

○ 調査費内訳

費 目	名 称	単 位	数 量	単 価	金 額	摘 要
流出試験地調査					1,500	
調 査 費					1,200	
本 調 査 費					1,150	
	水位雨量観測	ヶ所	1		20	（直営）
	雨 量 観 測	〃	1		35	（請負）
	洪水流量観測	〃	1		150	（ 〃 ）
	河 道 整 正	式	1		100	
	流 出 解 析	〃	1		50	
	土地利用現況調査	〃	1		350	航空写真撮影
	地表地質及び植生等調査	〃	1		400	地表概査
	現況資料収集及びとりまとめ	〃	1		45	
調 査 雑 費		〃	1		50	
調 査 旅 費		〃	1		300	

昭和47年度においては前年度に続き観測を実施するとともに、開発前の状況をとりまとめる。

b. 昭和46年度調査費

昭和46年度は本調査の着手年度であるため、観測施設の設置に重点をおいて、施設設置完了時点から観測を開始した。しかし本年は、さしたる洪水もなく、洪水流量観測は出来なかった。

○ 調査費内訳

費 目	名 称	単 位	数 量	単 価	金 額	摘 要
流出試験地調査					900円	
調 査 費					740	
本 調 査 費					720	
	水位雨量計及び設置	台	1		530	
	雨 量 計 及 び 設 置	〃	1		110	
	水 位 計 及 び 設 置	〃	1		18	
	資料整理及び解析	式	1		31	
	雨 量 観 測	〃	1		31	
調 査 雑 費		〃	1		20	
調 査 旅 費		〃	1		160	

6. 調査成果

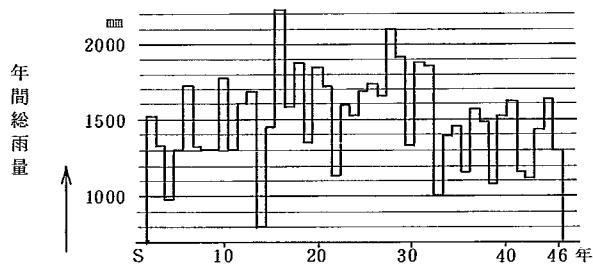
雨量観測

月別降水量

観測所 \ 月	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
諸 木	-	-	-	-	-	-	(1740)	1635	2300	365	1.5	-
諸木部屋谷	-	-	-	-	-	(246)	2298	1749	2428	668	2.8	463
広 島	30	75	85	82	162	162	253	172	233	66	2	

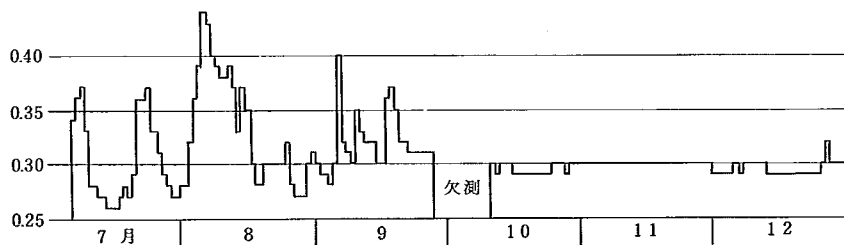
注 諸木は7月8日、諸木部屋谷は6月19日からそれぞれ開始
 諸木は自記のみ、諸木部屋谷は自記及び普通のデーター有、記
 載データーは普通観測のデーター

参考 広島気象台における年降雨



水位観測

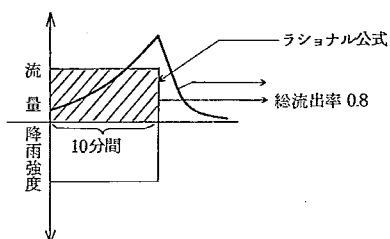
日水位年図 諸木観測所 7月7日開始



7. 諸木観測所（流出試験地での検討）

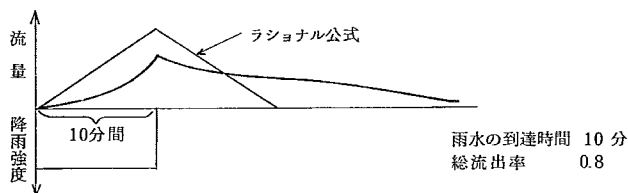
a. 洪水到達時間

洪水年月日	ピーク対ピーク	重心対重心	ルチハ公式
S 46.7.22	35 分	30 分	6 分
S 46.8.6	85 分	55 分	
S 46.8.7	25 分	25 分	

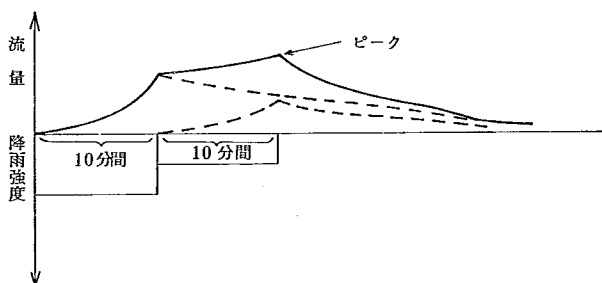


強度が続いても上記の図のごとくになると思われる。

そのため流域の流出量は時間をずらした上図の合成となるので下図のごとくなる。



そして、流域の実際の流出量は上記の合成となり下図のごとくなる。



b. 単位時間10分の降雨強度と流量の関係を図示したものが図-1, 図-2, 図-3, である。これより降雨強度と10分間での流量増とは一定の増加関係がある事がわかる。このことから雨水の到達時間としては10分位のものではないかと考えられる。但し同じ降雨強度が10分間続いたとしても流出係数 f は最初の1分間では0.1, つぎの1分は0.2, つぎの1分は0.3, 最後の1分は1.2 というようになるのではないと思われる。つまり同じ到達時間である一単位の区域からの流出は同じ降雨

以上のことからピーク流量の決定要因は雨水の到達時間内の雨量だけでなく前後の雨量が関係するものと思われる。

イ. 中国地建管内各地点の到達時間

下図に示す。

ロ. 都市内の流出機構を調べるために広島市内の鶴見、福島宇品ポンプ場の排水能力、運転時間より流量を換算し、降雨量との関係を求めた。

結果は損失として雨量に一定率をかけ、前一时间の移動平均降雨量を出し、面積をかけたものが、流量と相関が良い。

しかしポンプ場の流域内でも直接、海、河に流出しているものも考えられるので注意しなければならない。

8. 洪水到達時間

水系名	河川名	観測地点名	流域面積 km ²	流路延長 水源～ 観測所km	流域分配 係数	流域面積 流路延長 km	洪水到達時間		
							ピーク対ピーク	重心対重心	$L/\sqrt{S}$
吉井川	倉見川	黒木ダム	49.2	13.0	0.0454	3.78	(1.5) 1.5	5.5	61.012
	小野田川	小瀬木	34.0	7.0	0.0400	4.86	(2.5) 7.5	5.0	35.000
旭川	砂川	瀬戸	93.4	17.5	0.0194	6.03	(2.5) 2.5	5.0	125.643
高梁川	末政川	有井	6.5	5.0	0.0040	1.30	(2.50) 2.5	2.5	79.056
太田川	太田川	立岩ダム	130.0	16.5	0.0521	7.88	(1.5) 2.5	2.0	72.288
	滝山川	王泊ダム	124.0	17.5	0.0410	7.09	(1.5) 5.5	3.0	86.426
小瀬川	小瀬川	小瀬川ダム	135.0	25.7	0.0211	5.25	(1.5) 1.5	2.0	176.926
江ノ川	大土川	平和橋	19.0	8.75	0.0478	2.17	(2.5) 7.5	5.5	40.022
	片岡川	信門橋	3.5	2.6	0.0192	1.35	(0.5) 1.5	1.5	18.764
斐伊川	斐伊川	三成ダム	117.5	19.5	0.0205	6.03	(2.5) 5.5	5.0	136.194
	阿井川	阿井ダム	73.1	15.3	0.0275	4.78	(3.5) 5.5	3.0	92.262
	朝酌川	ガラガラ橋	21.5	5.8	0.0121	3.71	(2.5) 4.0	4.0	52.727
天神川	小鶴川	小鶴4号ダム	37.4	11.5	0.0802	3.25	(1.5) 2.5	4.0	40.608

8. 四 国 地 方 建 設 局

(奥 野 井 谷 川)

1. 目 的

山地小流域からの流出特性を把握し現地の地形、地質等の諸条件下における流出機構を解明する。

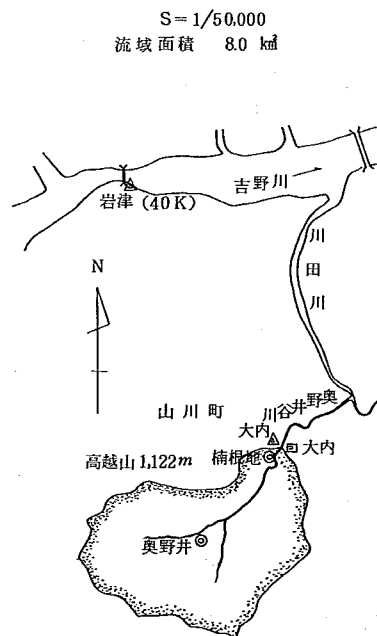
2. 河川の概要

山地河川であり、渓谷をなしているため改修計画はないが、ラショナル式で計算すると次のとおりである。

河 川 名	流 量	河 巾	高水勾配	雨量強度	摘 要
奥野井谷川	現況 130 m^3/S	4 m	1/24	73 mm/hr	

3. 試験地の概要

1) 流域図



4. 観測所の概要

種別	河川名	観測所名	設置年月	型式	自記・普通	摘 要
水位	奥野井谷川	大内	S.45.8	触針型	自記	
雨量	"	大内	S.45.7	隔測	自記	
		奥の井	S.45.7	"	自記	
		楠根地	S.46.8	"	自記	
流量	"	大内	S.46.8	刃型堰	計算式は石原井田公式	

○ 観測体制

雨量及び水位観測は民間に委託し、月2回の点検と、洪水前の不定期点検を行っている。

流量観測については、直営で浮子投下（高水時）ないし流速計（低水時）等を使用し観測している。

○ 流観施設の略図と計算公式

石原、井田公式（但し、模型実験により若干修正する予定）

$$Q = CBh^{\frac{3}{2}}$$

$$C = 1.785 + \left(\frac{0.00295}{h} + 0.237 \frac{h}{D} \right) (1 + \epsilon)$$

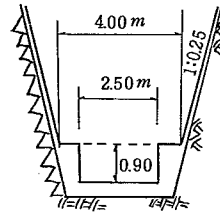
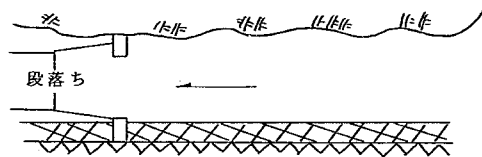
Q：越流量 (m³/S) B：せきの中 (m)

h：越流水深 (m) C：流量係数

D：水路底面よりせき縁までの高さ (m)

ε：補正項で $D \leq 1$ m のとき $\epsilon = 0$,

$D > 1$ のとき $\epsilon = 0.55 (D - 1)$



5. 年度別実施内容

年度	予算	実施内容
45年	1099 千円	水位観測所 1ヶ所（自記） 雨量観測所 2ヶ所（自記） を新設し、観測に着手した。
46年	1200 千円	雨量観測所 1ヶ所（自記）と流量観測施設として刃型堰を設置した。 堰設置のため洪水期の水位観測は欠測した。 現地の状況を勘案して流量観測の方法を検討した。
47年	900 千円	堰直上流の河道整備 観測の継続 水位雨量観測のシンクロナイズ化

9. 九州地方建設局

(敷戸住宅団地)

調査の目的と概要

1 目的

近年、中小河川の流域は急速に都市化の傾向を示し、大規模な宅地造成が次々と進められている。この様な現象は、

- ① 洪水流量のピークが増大する。
- ② 流出波形が尖鋭化する。
- ③ 河道への流出が早くなる

ことなどが推察される。これらの流域の変化に伴った河川流出量の変化を量的に把握し、流出率の変化を調べそれらを取りまとめて、今後の開発計画のための基礎資料とするものである。

2 河川の概要

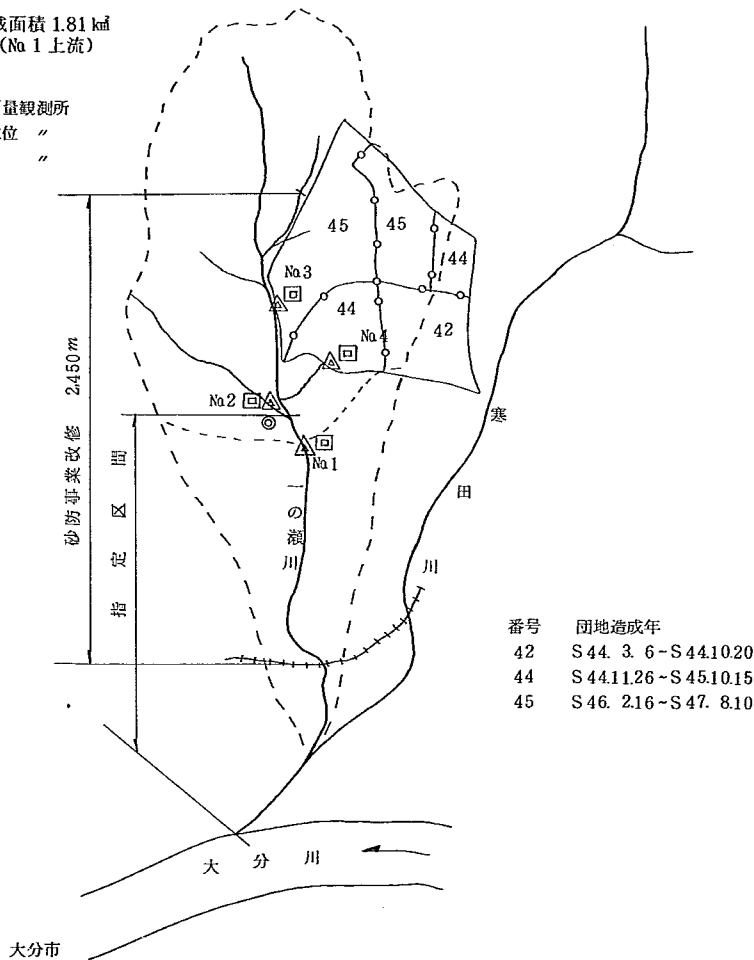
河 川 名 () 書 は 地 点		流 量	河 巾	高水勾配	雨量強度	摘 要
一 の 瀬 川 (寒田川との合流点)	現況 計画	m ³ /s 70.0	天端 10.0 m 河床 6.5	1/ 150	mm/h 84	中小河で改修 (S46) A = 3.3 km ² 雨量確率 1/80 (大分県)
(No 1 観 測 所)		50.3	天端 9.8 河床 6.5	1/ 100	85	中小、砂防河川 (S46) A = 24 km ² 雨量確率 1/50 (大分県)
(No 1)	検 討	39.0	天端 9.8 河床 6.5	1/ 100	72	雨量確率 1/50 A = 181 km ² f = 0.80 (建設省で検討)
(No 2)		9.0	河巾 2.0	1/ 25	72	A = 0.27 f = 0.80 ()
(No 3)		26.0	天端 9.8 河床 6.5	1/ 100	72	A = 1.00 f = 0.80 ()
(No 4)		5.0	池		72	A = 0.16 f = 0.85 ()

3 試験地の概要

4) 流域図

流域面積 1.81 ㎢
(No 1 上流)

自記雨量観測所
" 水位 "
流 量 "



大分周辺では新産業都市建設によって生ずる住宅、その供給不足を補うための一環として、昭和43年度より当区域に敷戸団地の建設が行なわれることになった。この団地建設に伴い、今までの山林地帯が一変して人口7000人の住宅団地に生れ変わろうとしているのである。本調査区域は、この団地(0.57 ㎢)を含む流域面積 1.81 ㎢、標高 20 m~100mで大分川 5km800 の右小支川、一の瀬川筋である。

4 開発計画の概要

位 置		大分市の南 約 6 km 寒田川 0.6 km 右支川一の瀬川							
開発主体		大分県住宅供給公社							
		開 発 前	年 次 別 経 過 実績で()は累加 (地目の()は シェア)					完 成	摘 要
計 画 諸 元	年 度	42 年	43	44	45	46	47		
	造成面積	0	0.1336	0.2244	0.1340	0.0657	※5月で完了	0.5577	開発率=0.5577/1.81 =30.8%
	人 口	0	0	595	(1870) 1.275	(4310) 2.440	(7000) 2.690	7.000	
	戸 数	0	0	179	(562) 383	(1.294) 732	(2.100) 806	2.100	
地 目	山 林	(78%) 0.506923	(73%) 0.0975	(73%) 0.1638	(73%) 0.0978	(73%) 0.0480	(73%) 0.4071		
	水 田	(13.4%) 0.087238	(15.7%) 0.0210	(15.6%) 0.0350	(15.6%) 0.0209	(15.6%) 0.0103	(15.6%) 0.0872		
	畑	(2.1%) 0.012071	(2.1%) 0.0028	(2.2%) 0.0050	(2.2%) 0.0030	(2.2%) 0.0014	(2.2%) 0.0122	みかん畑	
	宅 地	0	(7.5%) 0.0100	(7.5%) 0.0168	(7.5%) 0.0100	(7.5%) 0.0049	(7.5%) 0.0417		
	そ の 他 (含 原 野)	(6.5%) 0.043768	(1.7%) 0.0023	(1.7%) 0.0038	(1.7%) 0.0023	(1.7%) 0.0011	(1.7%) 0.0095		
	計	(100%) 0.65	(100%) 0.1336	(100%) 0.2244	(100%) 0.1340	(100%) 0.0657	(100%) 0.5577		
地 形		標高 20 ～ 100(m) 程度の丘陵地							
地 質		新生層第 4 系洪積統先阿蘇熔岩段丘砂礫層。(大分県地質図)							

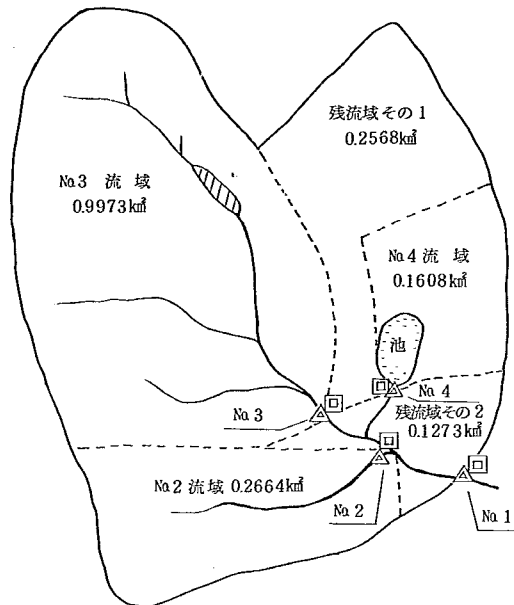
5 観測所の概要

種別	河 川 名	観測所名	設置年月	型式	自記・普通	摘 要
水 位	一の瀬川	No. 1	S 43. 9	水研-61	自 記	
		No. 2	・	触針型	・	
		No. 3	・	水研-61	・	
		No. 4	・	触針型	・	
雨 量	一の瀬川	芳川原	S 43. 9	隔 測	自 記	転倒桁型隔測自記 雨量計
流 量	一の瀬川	No. 4	S 47.	刃型堰		設置の予定

● 観測体制

雨量及び水位観測は民間に委託し、毎週1回施設と観測内容の点検をおこなっている。流量観測は直営で浮子投下、又は流速計等を使用し観測している。

● 一の瀬 No1 観測所上流域模式図



No 1 観測所流域面積

$$= 0.9973 + 0.2664 + 0.1608 + 0.2568 + 0.1273$$

$$= 18086 \text{ (km}^2\text{)}$$

6 年度別実施内容

年 度	予 算	実 施 内 容
43	千円 1,600	水位観測所（自記3ヶ所、普通1ヶ所）雨量観測所（自記1ヶ所）の設置ならびに観測、流量観測
44	1,100	普通水位観測所（No 2）の自記化ならびに各種各種観測
45	800	各種観測ならびにNo 2に刀型堰の設置
46	1,400	雨量水位および流量観測ならびに河道整備、流域開発状況調査
47	1,450	雨量水位、流量観測、流域調査

7 観 測 結 果

1月1日～5月7日間の流域平均雨量	484 mm
“ 雨量換算流出量	875,556 m³
“ 実測による総流出量（No 1）	468,288 m³
“ 流 出 率	53.5 %

10. 土 木 研 究 所
住 宅 公 団
東 京 都
関 東 地 方 建 設 局
(多 摩 ニ ュ ー タ ウ ン)

流出試験地調査

1 目 的

都市河川、中小河川の洪水流出は大河川のそれと違った様相を呈する。その理由は不明な点が多いが一つには中間流の発生機構と山地では流域斜面、下流部では河道周辺の湛水の効果と考えられる。それで、近時問題となっている都市河川、中小河川の洪水特性を明らかにし、都市河川、中小河川の計画・管理に役立てると共に、大河川における流出の要素という面からもこの点を解明して、大河川の計画・管理についても役立てることを目的とする。

2 関 連 事 項

多摩試験地をもとにして各地方建設局でも一か所づつ流出試験地を設けて調査している。土研には、この他、石神井川、裏筑波、谷端川に試験流域がある。

3 多摩試験地の観測網

マクロ、メソ、ミクロに分ける

(1) マクロ：10 ㎢の程度

流域を大きくとらえて、山地、平地、都市をすべて含んだ流出特性を明らかにする。多摩川への流入の都市化による影響を明らかにする。報恩橋等

(2) メソ：1 ㎢の程度

この流域の単位流域となっている、1つの谷戸を対象とする。これはまた中学校を中心とした1街区に対応している。1 ㎢程度の面積からの流出を調査する。南大沢等

(3) ミクロ：5 haの程度

各工程別の流出を観測する。山林、畑（田）、住宅、学校

(4) 河道改修の効果

大栗川筋の改修を調べる。3か所

4 調 査 内 容

(1) 在来流出モデル

(2) 浸透

(3) 表面流出

(4) ラショナル式の到達時間

(5) “ 流出係数

(6) 流域貯留、氾濫（本流域ではあまり問題ない）

(7) 水理的流出モデル

以上の調査について特に自然状態と宅地化された状態との比較に重点をおくため、

(i) 流域を都市流域と自然域に分類して、並列して観測を行なう。

(ii) 都市化域もなるべく早い段階から（自然状態のうちから）観測をはじめる。

の2点が強調され、観測網を作ったのが本調査の特徴である。

5 調査項目と試験流域との関係

	在 来 の 流出モデル	基 礎 的 事 項		ラ シ ョ ナ ル 式		河道改修	水 理 的 流出モデル
		浸 透	表面流出	到達時間	流出係数		
マクロ	○			○	○		○
メ ソ	○	○	○	○	○		○
ミクロ		○	○		○		
河 道				○		○	○

6 調査の年次計画

すべての観測が順調で、適当な洪水があったと仮定すると年次計画は次のようになる。

初期建設 S44～46年 残った分も47年に完成

在来の流出モデル 46

到達時間 47～48

流出係数 48～49

浸透、表面流出

水理的モデル

7 調 査 分 担

(1) 水 位 計

マクロ、河道

大栗川橋（河道）	継続	東京都河川局	水研 62	雨量
常盤橋（"）	"	"	"	
明神橋（"）	"	"	"	雨量
報恩橋（マクロ）	"	関東、京浜工事	"	
乞田川（"）	改めて設置	住宅公団	気泡式	

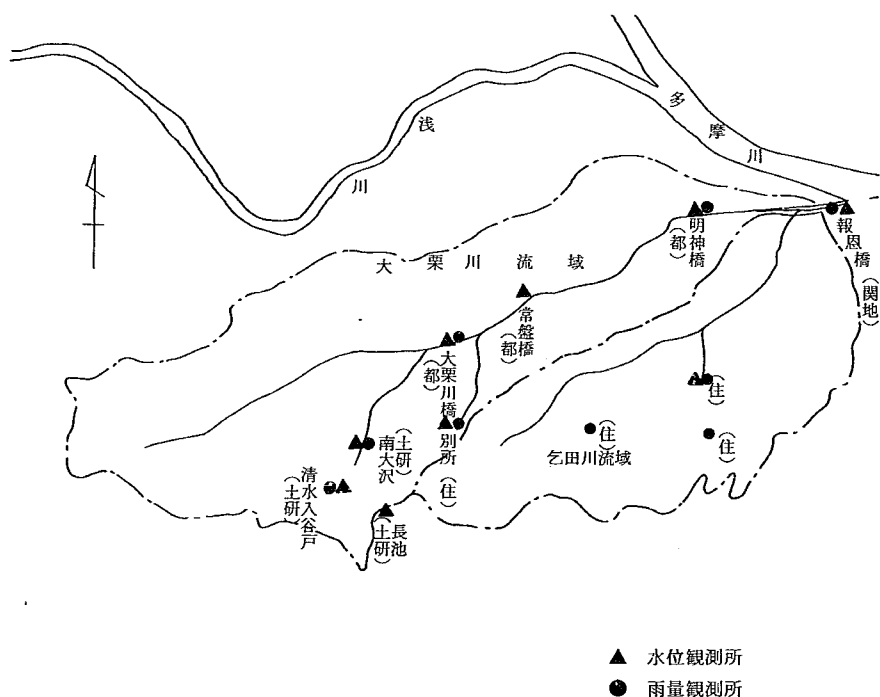
メ ソ

瓜生防災ダム（造成中）	堆砂により中止	住宅公団	水研 62	雨量
B-2 下（宅地化）	新	土 研	超音波	
別 所（自然状態）	継続	住宅公団	水研 62	雨量
南 大 沢（自然）	"	土 研	"	"

ミクロ

6.7 住 区（独立住宅）	新	住宅公団	
105 号 線（集合住宅）	継続	"	水研 62
南谷防災ダム（校 庭）	新		

南谷防災ダム（公園緑地）	新
長池（山林）	撤去 土研 水研 62
清水（畑）	“ “ “
(2) 雨量計	
青木葉（中央部）	継続 住宅公団
永山（南部）	“ “



多摩試験地流域図

8 多摩ニュータウンの宅地造成は昭和47年3月までに、全体計画の26%（1135ha）を着工し完成は10%（446.6ha）である。また入居戸数は昭和47年8月までに7168戸である。

11. 土 木 研 究 所

- I. 裏筑波試験地
- II. 修正 R. R. L. 法による
都市域における流出解析
- III. 都市化の水文学的意味

1. 裏 筑 波 試 験 地

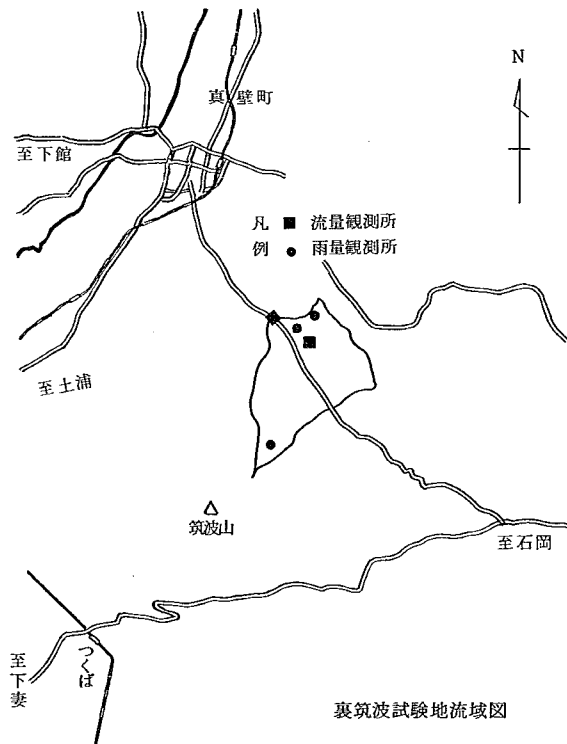
1 目 的

降水が河川に流出するまでに経る諸々の水文過程における流水の挙動とくに山地流域の流出現象に関して水文学的な考察を進める資料を得るとともに、実験による基礎知識および試験流域の流出現象の考察により流域の流出過程について検討を重ねるため設立した。

2 試験地の概要

利根川（霞ヶ浦）水系桜川左支川山口川、茨城県筑波山北側、流域面積は 3.12km^2 、流域の岩質は大部分が花崗斑岩で一部に花崗岩が見られる。流域の緩斜面を深さ $10 \sim 20\text{m}$ のこまかい谷が刻んでいる。流域の花崗岩・花崗斑岩は風化が進んでおり、風化表土層は水を含みやすく、各谷で長期無降雨時でも山腹や麓から浸透水の湧出が見られる。さらにこの流域内の祖父ヶ峯国有林中の1つの谷（面積約 1ha ）で谷の中央および下流端の2個所で表面流出を観測。この谷の植生は植林による5年生の松と雑草。

降雨量および流出量の観測は昭和44年6月より行なっている。



3 観 測 の 方 法

- 雨 量 転倒マス型自記雨量計による（3 箇所）
- 流 量 凹形の刃形四角堰と、自記水位計による（ $A = 3.12\text{km}^2$ ）
開度 90° の刃形三角堰と、自記水位計による（ $A = 0.158\text{km}^2$ ）
- 表面流出量 小型の箱型三角堰および全幅堰と、自記水位計による。

4 成 果

- 1) 洪水継続時間または降雨開始よりピークまでの時間が長い洪水でも、流出率、流出係数もさほど大きくはならない。したがって、この流域では、中間流出成分はさほど目立たないといえる。おそらく厚い風化表土層に起因するものと思われる。
- 2) 20mm/h 程度の強さの洪水では、1 流域内に流出域と浸透域とが併存し、洪水時の流出率、流出係数の値はこの流出域（表面流出発生）の面積率にはほぼ同等であろうと推定できる。
- 3) 相当の累加降雨量があれば、浸透表土層の飽和度が増し、表面流、中間流出量ともに増加して流出係数が増大すると思われる。

II. 修正RRL法による都市域における流出解析

1 はじめに

都市河川研究室

都市域の洪水の合理的な処理法の検討を目指した本研究では、昭和44年来洪水処理のINPUTになる都市流出の把握に力を注いできた。本年は、都市域の降雨損失機構について45年度からの解析を進める一方、修正R.R.L.法を用いて洪水シミュレーションを行った。その結果大洪水時については、一部問題を残したものの、修正R.R.L.法によりほぼ妥当な流出ハイドログラフの推定が可能になった。

また修正R.R.L.法を用いて合理式との比較、ピーク流出係数 (C_p) の内容、降雨波形がピーク流量 (Q_p) に及ぼす効果などについて検討を行った。

2 都市域の降雨損失機構についての検討

2.1 都市域での降雨損失機構について

都市域は種々雑多な工種の集合であり、各工種の雨に対する応答も異なり、下水管への接続の仕方もまちまちである。しかし、通常下水管は20~50m間隔と工種個々の規模に対応する位に密に配置されており、個々の工種はそれぞれ独立に下水管に接続しているような排水系統となっている。それゆえ都市域は、

図-1に示すように街区内の雑多な工種がそれぞれ下水管に接続しているようなモデルとして扱えられる。

ここではまず浸透域と不浸透域の二大工種として、損失を考えてみる。降雨期間中の蒸発散量、しゃ断量を無視すれば、一雨に対する両工種の総損失量はおおの次のようにならわされる。

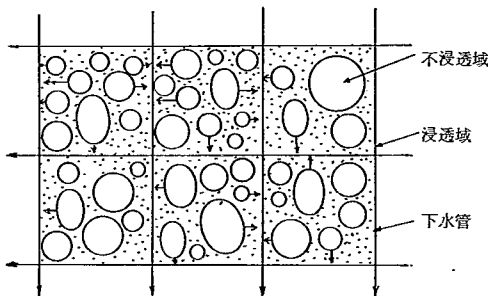


図-1 都市排水モデル

$$F_I = D_I \dots\dots\dots (1)$$

$$F_P = D_P + \int_0^t f(t) dt \dots\dots\dots (2)$$

ただし、 F : 総損失量 (mm), D : 凹地貯留量 (mm), $\int_0^t f(t) dt$: 浸透損失量 (mm),
 I : 不浸透域を示す添字, P : 浸透域を示す添字。そこで不浸透面積率を Imp とすれば一雨による総流出量は次式で表わされる。

$$Q_T = Q_I + Q_P = (R - D_I) \cdot Imp + (R - D_P - \int_0^t f(t) dt) (1 - Imp) \dots\dots (3)$$

Q_I : 不浸透域からの流出量 (mm), Q_P : 浸透域からの流出量 (mm), Q_T : 総流出量 (mm),
 Imp : 不浸透面積率。ここで、降雨強度が流域の浸透域の浸透能より小さな雨が降りつづいたと考えると、浸透域からの流出量 (3式の右辺第2項) がなくなり、流出量 Q_T は、

$$Q_T = (R - D_{Imax}) \cdot I_P = I_{mp} \cdot R - K \dots\dots\dots (4)$$

となる（ただし、 $K: \text{Imp} \cdot D_{\text{max}}$ ）。したがって降雨量（ R ）と流出量（ Q_T ）とは直線関係にあり、比例定数は不浸透面積率に等しい。実測データによりこの直線を求めれば、 K の値から D_{max} （不浸透域の凹地貯留量の最大値）を求めることができる。

2.2 実測データによる検討

昭和45年度は、谷端川下流を主に解析したが、昭和46年度は谷端川下流によく似ている桃園川下流、不浸透面積が8割近くもある豊橋市八町及び埋立地で平均勾配の小さな名古屋市千江南部の4流域を対象とした。表-1に解析対象流域の概要を示す。

表-1 解析対象排水区概要

排水区名	面積 ha	工種別面積				不浸透地表平均 面積率勾配		雨量観測		下水道設計		
		a	b	c	d	%	%	雨量計	箇所	降雨強度 mm/hr	算出方式	流出係数
東京都谷端川	542.0	171.4	116.6	228.0	26.0	53.1	14.4	日巻貯水型	3	50	$i=5000/(40+t)$	0.5
東京都桃園川	510.6	184.3	65.9	243.0	17.4	49.0	17.2	"	3	50	$i=5000/(40+t)$	0.5
豊橋市八町	68.4	28.6	24.7	13.1	2.0	78.0	5.5	0.5mm転倒マス型	1	47	$i=4500/(35+t)$	0.45
名古屋市千江南部	81.2	44.6	1.6	30.5	4.5	56.9	1.5	"	1	50	ビルクレー式	0.6

- (1) 工種区分は、下記のとおり
 (a)建物 (b)簡易舗装、高級舗装、駐車場等
 (c)床舗装、間地、鉄道構内、運動場等
 (d)公園、芝生、庭園、畑等
- (2) 地表平均勾配の算定は次式のとおり
 $S = D \cdot L / A$
 S : 平均勾配, D : コンター間隔
 L : コンター総延長, A : 総面積
- (3) 東京都谷端川は、年によって転倒マス型も使用

2.3 結果

上記4流域で観測された各種洪水を、平均降雨強度別、前期降雨の有無別に総降雨量と総流出量の関係をプロットしたのが図-2～5である。（以下流出量図と呼ぶ）図に見る如くデータは図中の直線の近くに分布しているが、この直線は観測値の回帰直線ではなく、総降雨量に不浸透面積率を乗じたものである。

流出量図から以下のことが判明した。

- (1) 総降雨量に対する総流出量は、ほぼ降雨量に不浸透面積率を乗じた値になっている（流出図中の直線）。
- (2) 二日以内の前期降雨の有無別では、前期降雨のある洪水の方が無い降水より多少流出量が多い傾向がある。
- (3) 降雨強度が大きければ、浸透域からの表面流出があり、浸透域からの供給のない弱雨の場合より同一の降雨量に対して流出量が大きくなると思われる。事実わずかながらその差が認められるが、それほど顕著ではない。
- (4) 前期降雨がなく、総降雨量が10mm程度以上で平均降雨強度が5mm/hr以下の弱雨については、不浸透域のみから流出し不浸透域の初期損失を全て満たしたものととして、初期損失を流域別に求めたところ1.5mm（八町）～3.2mm（千年）という値が得られた。ちなみにTholinとKeiferはシカゴの流出推定のため、不浸透域の凹地貯留を最大16mmとしている。

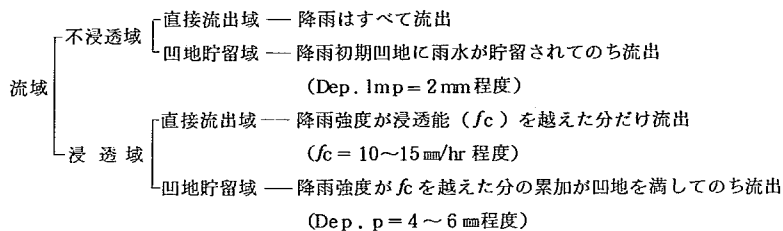
3 修正 R.R.L.法によるハイドログラフの推定

3.1 修正 R.R.L.法について

R.R.L.法についての説明を割愛し、当研究室で修正した修正 R.R.L.法についてその概略を説明する。

すなわちその手順は、

- i) 損失機構としては、まず流域を浸透域と不浸透域と大別し、それぞれを直接流出域と凹地貯留域に区分する。損失の内容は以下の通り、



これより有効降雨が求められる。

- ii) 流下機構としては、下水道配管図より満管時流速を算出し、その径路別累加時間を求め、等到達時間域図を作製する。これはいわば単位図に相当する。
- iii) 貯留機構としては、水路（管内）の貯留（S）を考慮することにして、S の算出法としては流出量（Q）があるときの定常状態での総管内貯留量を等流水深を用いて求め、S-Qカーブを作製した。
- iv) 機構としては、以上 3 要素であるが、Q の算出法は
- 有効ハイトグラフの算出
 - 等到達時間と組合せて、インフローハイドログラフ（I）の算出
 - I と S-Qカーブより、連続式を用いて、Q を算出する

3.2 シミュレーションの結果

修正 R.R.L.法による洪水シミュレーションは、谷端上下流、桃園下流を対象に行った。図-6 の桃園川の例を含め、不浸透面積率を各流域の値をとった以外は全て下記(1)に示す条件でシミュレーションを行った。以上の検討から以下のことが判明した。

- (1) 三流域とも、不浸透面積率=実測値、初期損失：不浸透域 2mm、浸透域 6mm、初期損失ゼロの区域の率：不浸透域 2割、浸透域 1割、浸透能 10mm/hr の条件でどの洪水についてもハイドロの推定がかなりうまくできる。
- (2) ハイドロの立上りの部分では、直接流出域を設けた方が実測との一致がよい。
- (3) 大洪水の際は（例えば 46.8.30洪水）、(1)の条件では計算総流出量、ピーク流出量ともに実測を上回ってしまう。このことと、先に述べた強雨の際にも降雨損失量の増加が顕著でないことを考えると、浸透域での強雨の際には、浸透域に一時的に大量の雨が貯留され、降雨損失量が増大するという現象が起っていると思われる。
- (4) 降雨域の移動の激しい洪水では、ハイドロの一致がよくない。

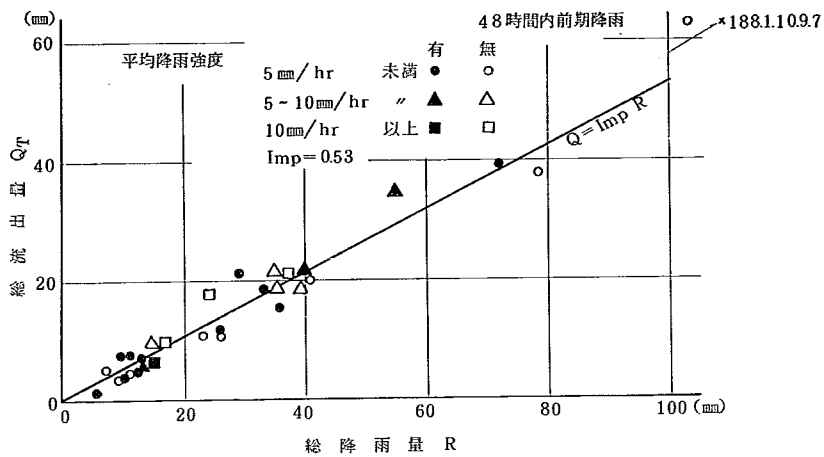


図-2 東京都谷端川流出量図

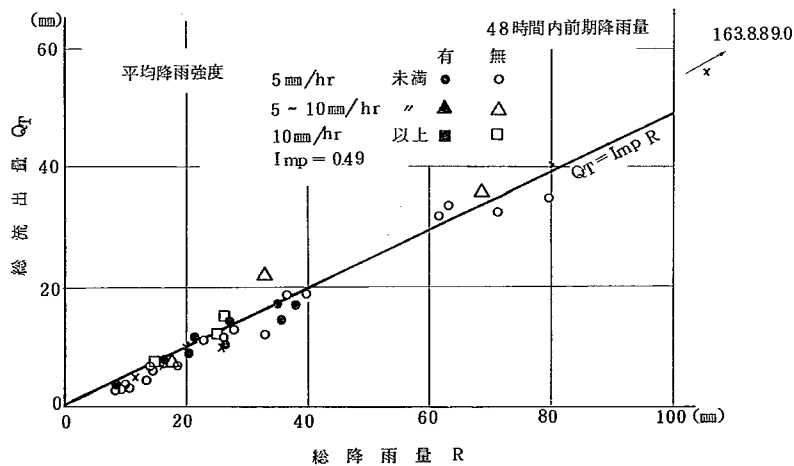


図-3 東京都桃園川流出量図

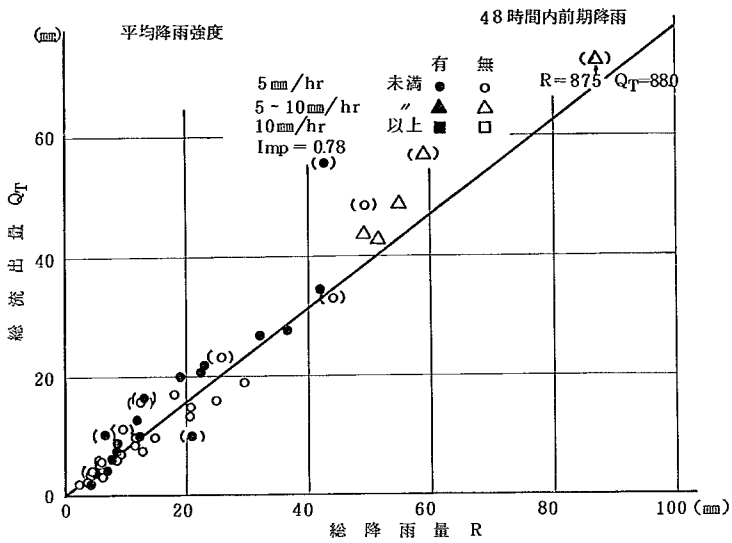


図-4 豊橋市八町流出量図

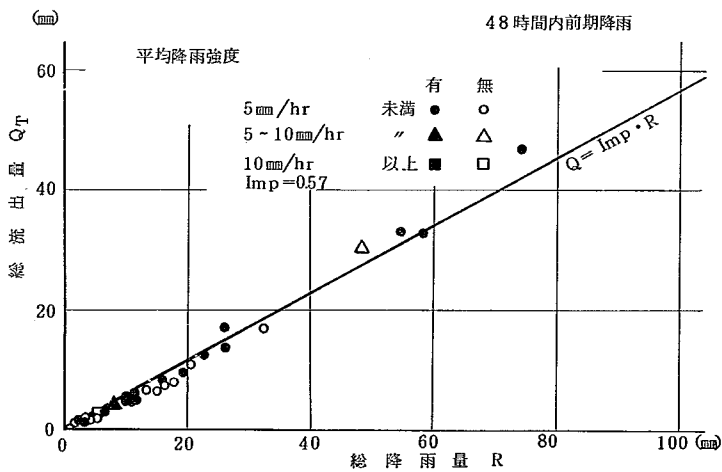


図-5 名古屋市千年南部流出量図

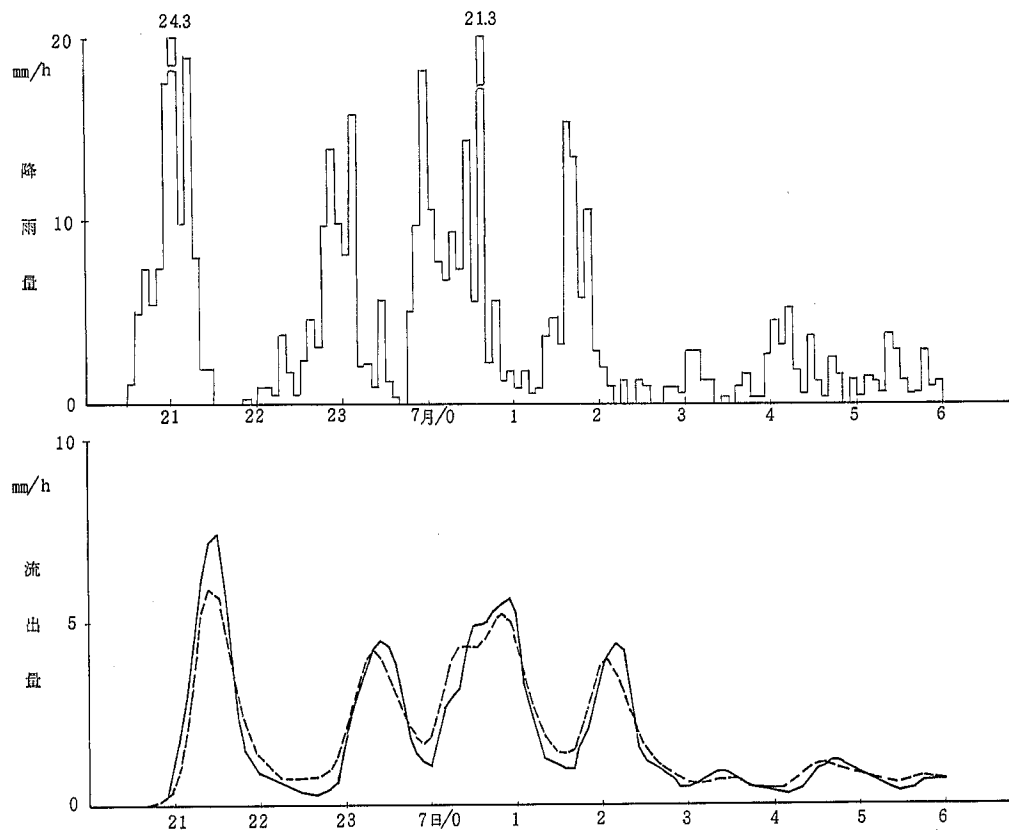


図-6 桃園川下流
S 46. 9. 6

Ⅲ. 都市化の水文学的意味

都市化と一口に言ってもその実態は様々であり、さらにそれが水文学的にどのように意味づけられるかは重要な問題である。対象とする試験流域が水文学的にみてどのような位置にあり、それからえられる結論をどのように一般論へ展開して行けばよいかを予め考えておかねばならない。

1 都市化要素の分類

(i) 水文気象学的要素

- (イ) アルベード：都市化によって地表状態が変化すれば当然アルベードは変化する。
- (ロ) 比熱・熱容量：何を都市化の比熱・熱容量の変化としてとり上げるべきかはむずかしいので必ずしも明瞭な結論はえられないが、一口で言えば都市化は、地表の一部を熱しやすくさめやすいもので覆ったと言えそうである。これは気温に鋭敏に影響をおよぼし、熱収支を変える。さらに蒸発にも大きな影響を持つであろう。
- (ハ) 熱の発生：都市はその機能を維持するために多くのエネルギーを消費する。暖房・輸送・工業生産などに用いられるエネルギーの大部分は熱となる。すなわち都市は熱の発生源である。これは水文気象学的にみて無視しえない量である。
- (ニ) 植生：植物は降雨を遮断する。植物の蒸発散作用は水文気象学的に重要であるが、実測値に乏しい。

(ii) 流出に関する要素

- (イ) 浸透能：自然状態では地表は腐植土など多孔物質に覆われ、根は深くまで地中にはいっている。畑などでは耕作によって地表土壌は大きな空隙率をもつ。これが都市化されれば、たとえば建物・舗装等で覆わなくても（たとえば庭・間地など）浸透能の減少を来たすことは明らかである。
- (ロ) 浸透域：都市化すれば、建物・舗装によって地表の浸透域が減少することは論をまたない。
- (ハ) 表面貯留：自然状態としては到るところ凹地貯留がある。大は湖・沼・田から土塊の間に至るまでその様相は複雑である。都市化はそれらを積極的に排除しようとする。埋立整地などみなこのように凹地貯留を減じる。この地域は水田などの貯留効果が重要な役割を果たしている。それについては2でさらに詳しく述べる。

さらに次項とも関係するが、表面流下に対し自然状態は抵抗が大きいのので、表面に水が滞留する効果も多いが、都市化はそれらをなくするように働く。
- (ニ) 表面粗度：自然状態では地表の凹凸、草木などにより表面を流下する水に対する粗度は大きい。都市化すれば、住居、交通などのため地表をできるだけ平らにするので表面粗度は著しく低下する。
- (ホ) 地下水：都市は生活用水、工業用水などの水の使用が盛んであるからその源を地下水に求めることが多い。また地上の構造物の安定のため盲暗渠などで地下水を積極的に排除することもある。浸透能・浸透面積の減少は地下水の供給を断つのでその面でも地下水の減少を引きおこす。
- (ヘ) 河道貯留：都市内の河川のみではないが、人間活動の場を広げ、洪水の疎通をよくするため

- にはつとめて河道を直線化し、かつ、川幅を狭くする。これは河道内の貯留効果を著しく減ずる。
- (ト) 河道粗度：上記へと関連して、都市河川では河道の粗度を低下させて、洪水の流下を速くする。
- (チ) エネルギーを加える：水田などを都市化した場合はポンプによる内水排除の必要性が増す。
- (iii) 都市環境の汚染
- 都市化による水・大気の汚染は注目されているが、水循環の過程を変化させる要素はあまり多くはない。ただ、水温変化、汚濁水面よりの蒸発の変化、水蒸気の凝結核の増加などである。

表一 1 都市化の水文学的要素と水循環過程との関係

都市化の水文学的要素	水循環過程			
	水蒸気	降 水	表流水	地下水
(i) 水文気象学的要素				
(イ) アルベート	○	○		
(ロ) 比熱熱容量	○			
(ハ) 熱の発生	○	○		
(ニ) 植 生	○			
(ii) 流出に関する要素				
(イ) 浸 透 能			○	○
(ロ) 浸 透 域			○	○
(ハ) 表面貯留			○	○
(ニ) 表面粗度			○	
(ホ) 地 下 水			○	○
(ヘ) 河道貯留			○	○
(ト) 河道粗度			○	
(チ) エネルギーを加える			○	○
(iii) 都市環境の汚染				
(イ) 水 の 汚 染	○			
(ロ) 大気汚染	○	○		

2 水循環機構

自然界において水は循環する。水循環の過程と都市化要素の関連は表一 1 に示す。各項を追って説明しよう。

(i) 水 蒸 気

都市化によるアルベード、比熱と熱容量・熱の発生・植生の変化・水と大気の汚染などが水蒸気の流れを変える。これらのうち高温化要素は飽和水蒸気圧を増加し、概して蒸発散を促進させる。

(ii) 降 水

都市化によるアルベードの変化、熱の発生・水と大気の汚染などは降水の分布を変える。特に大気中の凝結核の増加は降水に影響を持つ、近年雷雨の発生回数が変わったとかいわれるが、あるいはこの影響かも知れない。

(iii) 表 流 水

植生および 1(iii)流出に関する要素としてあげて全項目が関係する。

都市化によるピーク流量の増大、洪水流出率（流出体積 / 総降雨量）の増大、流達時間の減少、低水流量の減少をひきおこす。

(iv) 地 下 水

都市化による植生・浸透能・浸透域・表面貯留・地下水・エネルギーを加えるなどの影響は地下水を変化させる。植生を除外すればあとはすべて地下水を低下させる方向である。

3 流域から見た都市化

都市がどのような流域条件のところで形成されるかは治水対策上重要な問題点である。都市化の影響を論じるとき、都市化が水文学的变化を引きおこしている地域を原因域、その水文学的变化の影響をこうむる地域を結果域と仮りに呼ぶと便利である。この原因域と結果域との相対的關係は2種である。

原因域と結果域とが別々の地区となっている場合（例えば多摩ニュータウンと多摩川下流域）および原因域と結果域とが混在する地区となっている場合（例えば東京江東デルタ地域）とである。

丘陵および水田地域の都市化を考えると丘陵域では前者（原因域と結果域が別々）の例が多く水田域では後者（原因域と結果域が混在）の例が多い。

丘陵について都市化による水文学的变化は前項に述べたような要因でつくされている。

水田域では前項の事実が若干異なる。水田においては内水氾濫と言われる水害がこれまでも多く見られたが、ここが都市化すると、それによる水文学的变化は複雑である。

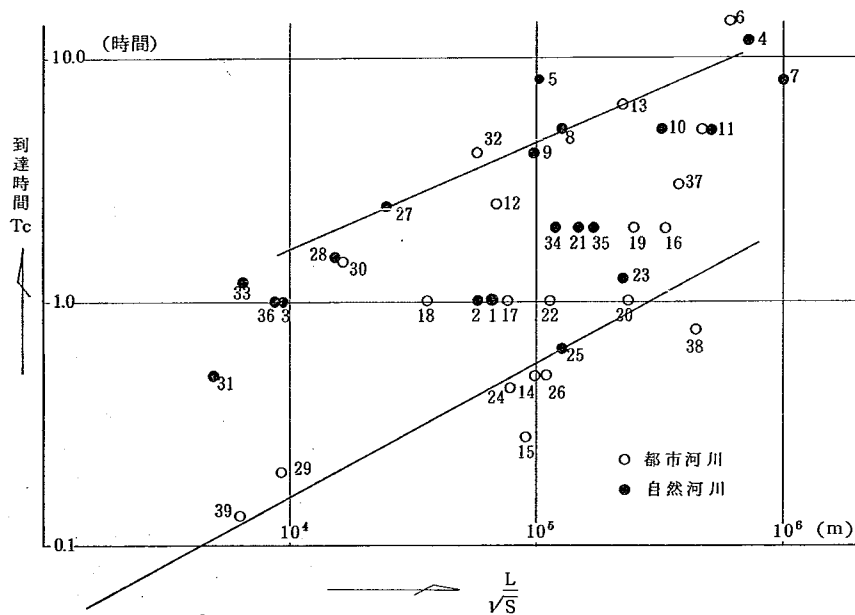
水田の都市化には一般に盛土をするが、これは水田からの地下水への供給を止める。盛土内に保水能を持たせることができるので見かけ上浸透能の増加となるなどの効果をもつ。水田が都市化されれば多くの地域で内水排除のためポンプ排水などを行なう。

これは局地的ではあるが、水循環の様相は著しく変る。

流出試験地の調査においては、上に述べた都市化の水文学的意味のどの部分を解明することを目的としているかを認識していなければならない。

12. $L/\sqrt{S}$ - T_c 関係

記号	管 轄	水 系	河 川	観測所
1. ●	北海道開発局		輪 厚 川	
2. ●	"		音 江 別 川	
3. ●	東北地方建設局	名 取 川	筑 野 川	
4. ●	関東地方建設局	利 根 川	小 野 川	小 野 川
5. ●	"	"	"	協 力 橋
6. ○	"	"	田 川	大 谷 瀬
7. ●	"	"	五 行 川	仙 在 川
8. ●	"	"	園 部 川	小 塙
9. ●	"	"	清 明 川	中 里 川
10. ●	"	"	巴 波 川	巴 川
11. ●	"	"	巴 川	睦 橋
12. ●	"	"	黒 部 川	新 座 大 橋
13. ○	"	荒 川	新 河 岸 川	柳 瀬 橋
14. ○	"	"	"	昭 和 橋
15. ○	"	"	"	唐 子 津 川
16. ○	"	"	都 幾 川	中 津 川
17. ○	"	"	中 津 川	鳥 網 島 橋
18. ●	"	鶴 見 川	鳥 見 川	千 代 大 橋
19. ●	"	"	鶴 谷 川	一 本 橋
20. ●	"	"	早 矢 川	
21. ●	"	"	早 矢 川	
22. ●	"	"	早 矢 川	
23. ●	北陸地方建設局	小 矢 部 川	千 山 保 崎 川	
24. ●	中部地方建設局	山 崎 川	山 崎 川	
25. ●	"	庄 内 川	香 流 川	
26. ●	"	天 白 川	植 田 川	
27. ●	近畿地方建設局	淀 川	木 津 川	波 谷 松
28. ●	"	"	"	山
29. ●	"	"	"	
30. ●	中国地方建設局	江 ノ 川	片 岡 川	信 門 橋
31. ●	"	太 田 川	諸 木 川	諸 木 橋
32. ●	"	斐 伊 川	朝 酌 川	ガラガラ橋
33. ●	四国地方建設局	吉 野 川	奥 野 井 谷 川	大 内 橋
34. ●	東 京 都	多 摩 川	大 栗 川	大 栗 川 橋
35. ●	"	"	"	明 神 橋
36. ●	関東地方建設局	利 根 川	小 貝 川	山 末 吉 橋
37. ●	"	鶴 見 川	鶴 見 川	柳 原 橋
38. ○	"	荒 川	新 河 岸 川	
39. ○	近畿地方建設局	淀 川		
40. ○	"	"		



L : 最遠点までの河道長 (m)

S : 勾配

斜めの直線は Anderson, D.G. Effect of Urban Development on Floods in Northern Virginia, 1970 による。