土木研究所報告

第八十號

河川の分流に關する基礎的實驗……豐浦勳
荒木英次郎
川内川の河相について……南宏
北上川上流部洪水の解析とその特性……石井文雄

昭和二十五年十一月

建設省土木研究所

正　誤　表

頁	行	誤	正
7	上ヨリ 15	2 及び 7%	2 乃至 7%
8	上ヨリ 8	$\alpha Q^2 H^{\frac{1}{3}} - gb^2 H^{\frac{3}{10}}$	$\alpha Q^2 H^{\frac{1}{3}} - gb^2 H^{\frac{10}{3}}$
10	上ヨリ 10	$(Q_g H_g - Q_s H_s)$	$(Q_g H_g + Q_s H_s)$
〃	下ヨリ 1	$E_l = \left\{1 + \frac{B+C}{A}\right\} \times 100$	$E_l = \left\{1 - \frac{B+C}{A}\right\} \times 100$
11	上ヨリ 15	(5) 式	(1) 式
〃	〃	h^s	h_s
16	上ヨリ 11	完全溢流，不完全溢流	不完全溢流，完全溢流
33	下ヨリ 10	+25.90=75.28 cm	+125.90=175.28 cm
33	下ヨリ 8	1.5 節	3.5 節
〃	下ヨリ 7	日（月令 2 日）	18 日（月令 2 日）
45	下ヨリ8～5	「而してその差…」より「…14% となる．而して」まで削除する	
46	上ヨリ 3 (表−8)	(誤) $Q_{6t} = \int_{x_6=6575}^{x_5=8500} b_{5t\sim 6t} \left(\frac{\partial \zeta}{\partial t}\right) \cdot dx = Q_{5t} - b_{5t\sim 6t} \frac{(\Delta\zeta)_{5t\sim 6t}}{(\Delta t)}$	(正) $Q_{6t} = Q_{5t} - \int_{x^6=6575}^{x_5=8500} b_{5t\sim 6t} \left(\frac{\partial \zeta}{\partial t}\right)_{5t\sim 6t} \cdot dx = Q_{5t} - b_{5t\sim 6t} \frac{(\Delta\zeta)_{5t\sim 6t}}{(\Delta t)} \Delta x$
〃	上ヨリ 4 (表−8)	$b_{5t\sim 6t} \cdot (\Delta S)_{5t\sim 6t}$ (m²/sec)	$b_{5t\sim 6t} \cdot (\Delta\zeta)_{5t\sim 6t}$ (m²/sec)
48	上ヨリ 4 (表−9)	$-b_{9t\sim 10t} \cdot \frac{\Delta\zeta}{\Delta t}$ 9t～10t	$-b_{9t\sim 10t} \cdot \frac{\Delta\zeta_{9t\sim 10t}}{\Delta t}$
55	上ヨリ 3	$\frac{\partial}{\partial x}\left(\frac{v^2}{\partial g}\right)$	$\frac{\partial}{\partial x}\left(\frac{v^2}{2g}\right)$

頁	行	誤	正
55	上ヨリ 7	δH	δh
〃	下ヨリ 11	$\frac{\partial \zeta}{\partial t}$	$\frac{\partial \zeta}{\partial x}$
〃	下ヨリ 7	$\frac{\partial^2 \zeta^2}{\partial t^2}$	$\frac{\partial^2 \zeta}{\partial t^2}$
〃	下ヨリ 3	$\frac{\partial}{\partial x}\left(\frac{v^2}{\partial g}\right)$	$\frac{\partial}{\partial x}\left(\frac{v^2}{2g}\right)$
56	上ヨリ 11	x 値積分	x について積分
57	上ヨリ 1	$\int_0^{x_1} b_{0x-1t} \cdot \left(\frac{\partial \zeta}{\partial t}\right)_{0x} \cdot dx$	$\int_0^{x_1} b_{0x-1t} \cdot \left(\frac{\partial \zeta}{\partial t}\right)_{0x} \cdot dx$
58	上ヨリ 4	v_{st}	v_{5t}
67	上ヨリ 9	分流略	分流路
〃	下ヨリ 13	緋されてゐる	維持されてゐる
115	下ヨリ 3	曲線	曲線
120	上ヨリ 13	流流	流量
122	下ヨリ 12	低氣壓谷	低壓谷
124	上ヨリ 7	移動し共に	移動と共に
137	下ヨリ 8	觀測雨量	觀測流量
147	下ヨリ 13	表 37 (B)	表 39 (B)

土木研究所報告

第八十號

卷頭言

戰中戰後の技術的空白時代を速に脫却し，これを正常の狀態に復せしめると共に更にこれを一步前進せしめて我國土再建に役立たせる事は現下の急務と申さねばなりません．

この意味において主として空白時代に基礎教育を受けた若い技術者再教育の問題が大きく取上げられ，25年度から正式に實施せられる運びとなつた事は正に當然の事と申すべきでありませう．この業務は本研究所において擔當する事となりました．こゝに刊行する所報第八十號はこの主旨に基いて建設省の各地方建設局から派遣せられた若い技術者が本所の關係所員指導の下に各自が現場から持參した課題に對する研究結果をとりまとめたものであります．土木研究所の在り方としては常に研究の結果が實施部門に反映し工費の節約，計畫，工法等の改良に資するものでなくてはならぬ事を私は平素から痛切に感じて居り，この線に沿つて所員を指導し本所の運營に當つて居る次第でありまして，かゝる意味において今般この技術者再教育の問題を通じて現場と本所との間に密接なる關連性のできるに至つた事は私の最も欣快とする所であります．

この技術者の再教育を更に發展せしめて我國技術陣の一段の强化を計る事の必要なるはこゝに多言を要しない所であり，將來更に愼重なる考慮を拂つて立派な實績を殘して行きたいと念願するものであります．

今回は第一回目の發表であり，初めての事でもありますので色々と不備な點もあるやに感ぜられますが，大方の御助言により更に立派なものに育て上げて行く所存であります．

各位の隔意なき御意見を期待致します．

一言所感を述べて卷頭の辭と致します．

昭和25年11月

建設省土木研究所長　工學博士　松村孫治

目　　次

河川の分流に關する基礎的實驗……1
建設技官　豊　浦　　勳
建設技官　荒木英次郎

川内川の河相について……25
建設技官　南　　宏

北上川上流部洪水の解析とその特性……69
建設技官　石井文雄

河川の分流に關する基礎的實驗

建設技官　豊　浦　　勳
建設技官　荒　木　英　次　郎

河川の分流及び合流點の流量及び河床に對する影響については明確な資料を持ちあわしていない現狀にある．かねてよりこの問題に關する實驗的研究を實施したいと考えていたところ，本研究所に於て研究生の制度が開設されるや，建設省，中國・四國地方建設局より豊浦勳君を，又近畿地方建設局から荒木英次郎君を同時に分流問題の研究希望者として迎えることが出來た．

そこで直ちに幅 10cm の木製水路を用い，兩君を指導して實驗を實施したのであるが，その中豊浦君はこの問題の流量の面に於て極力一般化して取扱うべく努力し，又荒木君は特に分岐點に設けられる橫溢洗堰のなす役割を主體として研究した．その結果は，第一段階として特に定性的な面に於てかなりの收穫を得ることが出來た．以下に兩君による實驗報告を掲げる次第である．

實驗の實施については吉川技官が主として指導に當つた．

河川第一研究室長　佐　藤　清　一

(1)　底勾配のない水路の分流

目　　次

I. 緒　　論……(2)
II. 實 驗 設 備……(2)
III. 實　　驗……(3)
〔1〕 分岐點に於ける流況……(3)
(1) 分岐點に於ける流線……(3)
(2) 分岐點に於ける縱橫斷……(4)
(3) 渦……(5)
〔2〕 流量配分を支配する要素について……(6)
(1) 分岐點前後の水流の狀況と流量……(6)

(2) 分岐角度と流量配分の關係……(7)
(3) 分岐點の構造と流量配分の關係……(7)
〔3〕 希望流量を流しうる水路斷面及び勾配の決定……(8)
〔4〕 流動する砂礫の配分……(12)
IV. 結　　論……(12)

I. 緒　　論

或る一つの水路から他の水路を分岐する場合問題となるのは次の諸點である.

〔1〕 分岐點に於ける流況

〔2〕 流量の配分を左右する要素

1) 分岐點前後の水流の狀況

2) 分岐角度

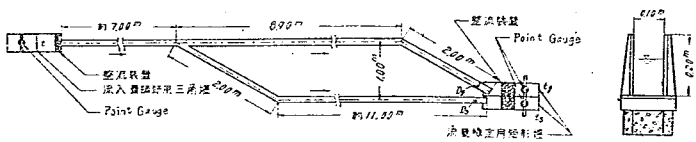
3) 分岐點の構造

〔3〕 流動する砂礫の配分

分岐點に於ては本流側に水門等の構造物を設けて水量の調節を行う場合が多いので,斯かる場合についても上記の諸點に就いて檢討されねばならないが,玆では何等構造物を付けない場合に就いて報告するにとゞめる.

II. 實　驗　設　備

研究所に既設された圖−1 の樣な木製の分岐水路を用いた. 斷面は全長を通じて 10cm×20cm の矩形であるが,幅員は側壁を構成する板が薄いのと,側壁の支への構造が弱い爲に木の乾燥による歪を防ぐことが出來ないので上緣で最大約 15mm, 底で約 2mm 內外の誤差を持ち, 大體上部の開いた梯形斷面をなしている. 分岐角度は 30° であつて, 底は水平であるが多少の凹凸はまぬがれないので, 之に對しては測定値に適當に補正を加えて是正した. 上流より流入する流量は, 水路の上流端に設けられた三角銳緣堰によつて常に一定に保ち得るし, 下流端から放流される流量は兩水路の下流端に設けられた矩形銳緣堰 t_g 及び t_s に依つて測定され, 其の結果は常に $Q=Q_g+Q_s$ なる關係を滿足する樣に整理した. 玆に指數 g 及び s は分岐後の本流及び分流に屬するものであることを示す.



圖−1

水路の水面勾配を變化させるため兩水路の下流端に近く分岐點から等距離に堰上げ堰 D_1 及び D_2 を設けた．水面形狀の測定には Point-Gauge を用い，水流の方向を測定する爲には方向測定器を用いた．流況と流量の配分を知ることに重きを置いたので，流速を測定することは少かつたが，ピトー管を用いて測定した．表面及び底面に於ける流線の形を知るために金屬アルミニユームの粉末及び石灰粉を用いた．而して流入量が 2 *l*/s を超えると，計算上は限界水深以上であつても，射流に近い現象が A～A 斷面，B～S 斷面及び C～S 斷面で圍まれた區域に特に著しく生ずる．且つ流入量が 0.5 *l*/s 以下になると下流檢定堰 t_1 及び t_2 による流量檢定の誤差が大きくなる．特に流量配分の比が 1 を遠ざかり，何れかの檢定堰に於て不完全溢流となる場合は測定不能となる．それで流入量の範圍は 0.5 *l*/s～2.0 *l*/s として 0.5, 1.0, 1.5, 2.0 *l*/s の四種類を用いた．

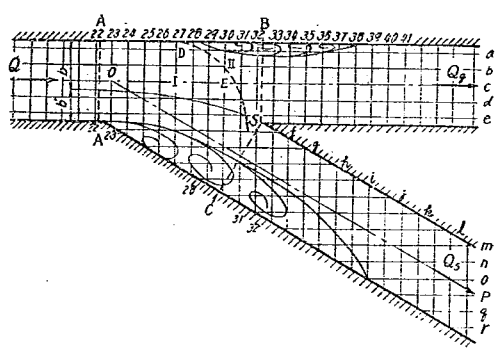
III. 實　　驗

此の實驗の主眼は分岐による流量配分の狀況がどの樣になるか，又流量配分を左右する最も有力な要素はなんであるかを究明して，普通河川又は人工水路に於て或る一つの流量配分が希望されている場合，その希望流量を流すために必要な水路各部分の斷面及び勾配の決定方法を把握する點に置いた．此の分岐という異常な水路に於ける流況が如何なるものであるかに就いて，又之等の流況が流量配分とどの樣な關係にあるかに就いて先ず述べる．

〔1〕 分岐點に於ける流況

分岐點に於て特に著しい現象は流線の方向，分岐部に於ける縱斷面並びに橫斷面圖及び 圖－2 に示される岸よりの渦等に見られる．

(1) **分岐点に於ける流線** (圖－2 參照)　分岐前の水路を一束となつて流れて來た水纖維は分岐點の尖端 S に於て兩方の枝流に分れて進むが表面に金屬アルミニユームの粉末を流して見ると，鮮明な境界線を描いて水流は各枝流に入る (圖－2 I)．此の分岐線は圖に示す樣に 21～21 斷面から 22～22 斷面の間で，分岐前水路の中心線に平行な線から切線的に離れて尖端 S に衝き當つて分れるが，その中間は遍平な弧狀を爲している．此の分離點の移動は流れに直角な方向に行われ，流入量の增大と共に水路の右岸壁に近寄る傾向がある．即ち圖中 b' の幅が小さくなる傾向があつて，流れの方向の移動は殆ど認められない．從つて流線の弧形にも殆ど變化は認められない．



圖－2

次に底面上を轉動する石灰の粉末も亦境界線を描くけれども，表面に於ける境界線とは全く趣きを異にしてい

る．圖−2 の II で示される曲線がそれであつて，分岐前水路の左岸壁にぐつと近い位置で水路中心線に平行な線から切線的に分離するように見えるが，大體左岸壁より直接に離れるものと見てよい．且その分離點は大體 22～22 斷面から 28～28 斷面に至る間で流れの方向に移動し，著しく彎曲した弧狀をなして 31～31 斷面附近で A～S 線に交つて分流に入り，決して尖端 S にぶつかることはない．此の爲に尖端 S の分流側の左岸に垂直軸を有する小さな渦（此の渦は表面迄及ぶものではなく，底面上僅かの高さ迄達する）が生じ，尖端部洗掘の原因となる．故に尖端部の鋭角は成る可く避けて曲線を入れる樣にする．此の場合の分離點の移動は流れの方向の移動が主であつて，流入量 Q の增大と共に分離點は 28～28 斷面に近寄る．且つ II なる境界線は其の彎曲點を著しく增して來る．

表−1 は流量配分と流線の分離點の移動を示したものであり，Q は流入量，Q_g は本流側分流量，Q_s は分

表−1

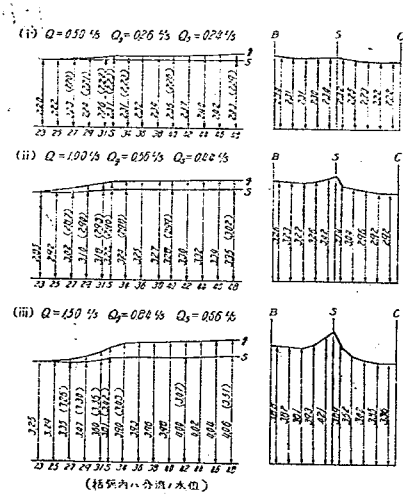
Q (l/s)	Q_g (l/s)	Q_s (l/s)	k_g	k_s	$k=Q_s/Q_g$	曲線 I の移動 b (mm)	b' (mm)	b'/b	曲線 II の移動 D	E	F	下流堰上げの狀況
0.50	0.26	0.24	52	48	0.92	65	35	0.54	25	28	31	D_g=0cm
1.00	0.56	0.44	56	44	0.79	68	32	0.47	25	29	31	D_s=0cm
1.50	0.84	0.66	56	44	0.79	70	30	0.43	27	30	32	
2.00	1.12	0.88	56	44	0.79	70	30	0.43	28	31	32	
0.50	0.27	0.23	54	46	0.85	70	30	0.43	27	30	32	D_g=1.0cm
1.00	0.56	0.44	56	44	0.79	68	32	0.47	28	30	32	D_s=1.0cm
1.50	0.82	0.68	55	45	0.82	75	25	0.33	29	30	32	
2.00	1.17	0.83	58	42	0.71	80	20	0.25	28	30	32	
0.50	0.26	0.24	52	48	0.92	70	30	0.43	24	29	31	D_g=1.5cm
1.00	0.53	0.47	53	47	0.89	60	40	0.67	26	30	32	D_s=1.5cm
1.50	0.80	0.70	53	47	0.87	65	35	0.54	27	31	32	
2.00	1.09	0.91	54	45	0.84	75	25	0.33	27	30	31	

流側分流量，$k=Q_s/Q_g$ であつて，b 及び b' は圖−2 に示す通りで表面の曲線 I の移動を示す値であり，底面の流線（曲線 II）の移動及び形を表すのが D, E, F の座標である．規則的な關係は認められないが，大體上述の傾向が認められている．k と b 及び b' 又は b'/b の間にも別に規則的關係も見られず，流量配分に對して大きな影響を與えるものとは考えられない．

(2) 分岐點に於ける縱橫斷　分岐點の前後に於ける縱斷勾配は，下流端の堰上げの狀況が同じであるならば（本流分流共に）大體圖−3 の樣な形を取る．即ち分岐前の水路を下り勾配で流れて來た水流は，本流側では 23～23 斷面附近から上り勾配に轉じ，48～48 斷面（23～23 斷面より 50cm 距つた點）で最高となり，以下徐々に下つて下流端に達し，分流側も同じく上り勾配をとつて大體分岐點（23～23 斷面）から 50cm 附近で最高となり，以下徐々に下り勾配で下流端に達する．然し分流側の上り勾配は本流側のそれよりも緩である．

此の縱斷に B～S 斷面，C～S 斷面の橫斷面を對應させると圖−3 の右側の如く，B～S 斷面では左岸が少

し高く中央がやゝ低くなつて居り，右岸即ち尖端部で著しく高く $C\sim S$ 斷面では $B\sim S$ 斷面より引續き左岸，即ち尖端で高く右岸に向つて下り中央より右半分は渦のために水位差は殆どない．尖端部の水位の高いのは進行中の船舶の舳先と同じような作用を尖端部がなしているためで，尖端部の兩側は渦（死水域）による通水斷面の縮少も影響して流速が大となるので構造上注意を要する．



圖—3

倘 $A\sim A$ 斷面及び本流分流の O 點より約 50 cm の斷面は凡べて普通矩形水路の橫斷面と同じく，中央が高くて兩岸の部分が低い定流の形をとる．

(3) 渦　分岐點附近に起る最も著しい現象は圖—2 に示される樣な垂直軸を有する岸よりの渦が二つ現れる．即ち本流側の左岸に生ずる左卷きの渦と，分流側の右岸に生ずる右卷の渦であつて，前者は幅 10～20 mm 長さ 300 mm 內外の細長い渦であり底面迄達することは少く，殆ど表面に近い所だけに現れる．之に反して後者は 300～400 mm の長さを有し，幅も 30～50 mm に達する大きなもので底面に迄達し，底面に於ける形は幅も長さも水面に較べると大體 10% 小さいのが普通である．倘分流量が著しく多くなると，此の渦は幅の變化は少くても長さが半分位に減少する．

表—2

Q (l/s)	Q_g (l/s)	Q_s (l/s)	$k=Q_s/Q_g$	本流の渦 幅 b_{gW} (mm)	本流の渦 長 l_{gW} (mm)	分流の渦 幅 b_{sW} (mm)	分流の渦 長 l_{sW} (mm)	b_{sW}/b_{gW}	l_{gW}/l_{gW}	下流堰上げの狀況
0.50	0.26	0.24	0.92	15	320	25	320	1.67	1.00	D_g=0cm
1.00	0.56	0.44	0.79	15	320	30	360	2.00	1.12	D_s=0cm
1.50	0.84	0.66	0.79	15	320	35	360	2.34	1.12	
2.00	1.12	0.88	0.79	15	320	35	320	2.34	1.00	
0.50	0.27	0.23	0.85	10	300	30	390	3.00	1.30	D_g=1.0cm
1.00	0.56	0.44	0.79	10	300	30	360	3.00	1.20	D_s=1.0cm
1.50	0.82	0.68	0.82	15	320	30	360	2.00	1.12	
2.00	1.17	0.83	0.71	15	320	40	360	2.66	1.12	
0.50	0.26	0.24	0.92	20	320	35	320	1.75	1.00	D_g=1.5cm
1.00	0.53	0.47	0.89	20	320	30	340	1.50	1.06	D_s=1.5cm
1.50	0.80	0.70	0.87	20	320	35	320	1.75	1.00	
2.00	1.09	0.91	0.84	25	300	35	340	1.75	1.13	

之は S 點から分流に殆ど直角に流入して來る底流によつて切られて失うからである．

之等の渦は大體に於て流入量 Q の增大と共にその形を大きくする傾向を持つが，規則的な變化は認められなかつた．此の場合分流側の渦は尖端 A による水脈の分離の結果生じたものであり，本流側の渦は流量の一部分が分流に引込まれる爲通水斷面が小さくて濟む結果，左岸壁より水脈が剥離するものと考えられる．

以上分岐點に見られる特異現象に就いて說明し，二三の實驗結果を擧げたのであるが，之等の特異現象と流量配分の關係に就いては次項で述べる．

〔2〕 流量配分を支配する要素に就いて

既に緒論に於て述べた通り，分岐水路に於ける流量配分を支配する要素としては

(1) 分岐點前後の水流の狀況

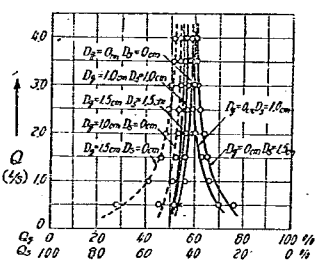
(2) 分岐角度

(3) 分岐點の構造

等が考えられるのであるが，之等について實驗と對應し乍ら逐次說明を行う．

(1) **分岐點前後の水流の狀況と流量配分の關係**　分岐點附近に於ける水流の狀況に就いては前項に述べたが，之等は流量配分に對して影響することは認められるが，實驗の拙劣さも加つてその間に規則的な結果は見出せなかつた．唯次の事が概論的に云える．即ち流入量 Q に依つて流量の配分が定まるのであつて，流線にしても渦にしても流量配分を決定する重要な要素とはならない．之等は附隨的な現象に過ぎない．然らば流入量 Q の增大に依つて流量配分が如何になるかと云えば，表—1 に揭げた實驗結果を補足して下流の狀態（堰上高）を變化させた場合の實驗結果を圖示すると圖—4 の通りになる．即ち

(1) 分岐水路の堰上げが兩方とも同じ場合



圖—4

(2) 分岐後水路の堰上げ本流側が高くて分流側が低い場合

(3) 分岐後水路の堰上げが分流側が高くて本流側が低い場合

の三つの場合が考えられる．而して (1) と (2) の場合には流入量 Q の增大と共に Q_s/Q_g の値は小さくなり，(3) の場合には逆に Q_s/Q_g の値は大となる．尙同じ (1) の場合にも D_g=0cm, D_s=0cm, D_g=1.0cm, D_s=1.0cm, D_g=1.5cm, D_s=1.5cm の三つの場合があつて，後になる程 Q_s/Q_g の値は大きくなつている．即ち分流側に入る率がよくなるわけである．(2) の場合にも D_g=1.0cm, D_s=0.0cm, D_g=1.5cm, D_s=0.0cm の二つの場合があるが，前者の方が後者より小さい Q_s/Q_g の値を與える．即ち本流側の堰上げ高が分流側のそれに比べて大きい程，つまり本流側の分岐點以後の勾配が分流側のそれよりも緩なる程，分流側に流入する水量が多いわけである．(3) の場合にも D_g=0cm, D_s=1cm, D_g=0cm, D_s=1.5cm の二通りの場合をあげたが，此の時は本流側の勾配が分流

側よりも急であればある程，本流側への流量の多いことを示している．而も何れの場合にも流入量 Q の增大と共に夫々の傾向を增すのであるが，流入量 Q が 4 l/s 以上になると或る限度があるようだが，此の場合は水深/水路巾 の比が 1 以上になるのでやめることにした．

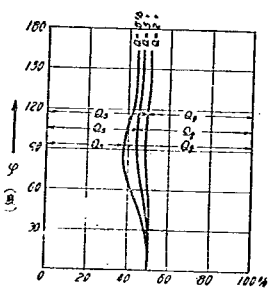
以上述べた所から分岐水路の流量配分は分岐點以後の雨水路の堰上高を變化させることに支配される．卽ち分岐點以後の雨水路の勾配によつて最も著しく支配されることが判る．荒木君が流量配分と雨水路の勾配との關係を報告して居られるが，此の結果からも以上の事が判る．

2) **分岐角度と流量配分の關係**

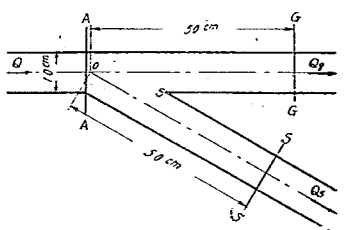
3) **分岐點の構造と流量配分の關係**　2) 及び 3) に就いては設備その他の關係で實驗することが出來なかつたのでドイツの Hermann Bulle * が行つた實驗の結果をあげるに止める．但し彼の實驗は幅 20cm で底勾配 3/1000 の水路を使用したものである．且流量もかなり多い場合について行われた．その結果は圖−5 の通りであるが，之に依ると分岐角度が小さい時は Q_s/Q_g は 1 に近い値を示し，90° 附近で Q_s/Q_g の値が最大となり，更に角度が大きくなつて來ると再び Q_s/Q_g の値は 1 に近附いて來る．而も流量が小さければ小さい程 Q_s/Q_g の値の變化は少い．依つて普通の河川の樣に 水深/巾員 の比が非常に小さい場合には，分岐角度により流量配分の變化は起らぬと見てよい．圖−5 は Hermann の與えた結果である．

次に分岐點の尖端 A の部分に或半徑を持つ円弧を入れる時は，円弧を入れない時よりも 2 及び 7% だけ Q_s が增加することを示している．依つて分岐點の尖端 A の部分に曲線を挿入することは分流側に幾分流量を增すが，流量配分を大きく支配するものでない．唯此の場合は渦の大きさがずつと小さくなる．

以上流量配分を支配する諸要素について述べたが，此の結果よりすると，分岐後に於ける雨水路の水面勾配の如何が流量配分を決定する最大の要素であることが判つた．尙此の流量の配分は分岐點に水門等の構造物を設けなくとも，分岐後の雨水路の水面勾配の取り方によつては希望通りに流しうることが判る．では如何にその勾配を決めるかについては次に述べる．



圖−5



圖−6

* Hermann Bulle : Untersuchungen über die Geschiebeableitung bei der Spaltung von Wasserläufen. 1926, VDI-Verlag.

〔3〕 希望流量を流し得る水路の勾配及び断面の決定

先に述べた通り圖−6 に示す $A\sim A$ 斷面，$G\sim G$ 斷面，$S\sim S$ 斷面で圍まれた區域は特異な流況を呈している部分であるが，其の他の區域では普通矩形水路の流れと同じ狀態にあると考えられる．此の際分岐點の特異狀況以外の區域に就て確かに普通矩形水路と同一の流れであるか否かを檢するために，一定流路を流して水路の縱斷面形狀を測定して且別に計算式により縱斷面形狀を出して比較して見た．

此の計算に用いた式は東大助教授の井口昌平氏が提案され，且此の水路を用いて行つた實驗結果と比較してその妥當性を確められた．底勾配の水平な水路に於ける流れの背水曲線を求める式は

$$ax=\frac{1}{n^2gQ^2}\frac{\alpha Q^2H^{\frac{1}{3}}-gb^2H^{\frac{3}{10}}}{\left(1+\frac{2H}{b}\right)^{\frac{4}{3}}}\overset{10}{\cdot}\cdots\cdots(1)$$

である．玆に記號の說明を述べると次の通りである．

H：流れの深さ　　b：水路の幅＝10cm

α：平均速度を使用した爲の速度水頭に對する係數＝1.1

n：水路の粗度＝0.01　　g：重力の加速度 9.8m/s²

Q：流量

以上の操作の結果を表及び圖に示すと表−3，表−4 及び圖−7，圖−8 の如くなり，測定の結果が非常に亂れていて，井口助教授の行われた實驗結果のように美しい結果は得られなかつたが，大體に於て $A\sim A$ 斷面より上流 $G\sim G$ 斷面及び $S\sim S$ 斷面の下流では普通矩形水路の流れと考えても良いことが判る．(Q=0.5 l/s に對するものには，測定値に著しい誤差を發見したので省いた．)

以上に依つて分岐部以外の水路の斷面及び勾配は決定され得るが，尙 $A\sim A$ 斷面及び $G\sim G$ 斷面，$S\sim S$ 斷面に於ける流水の有するエネルギーの關係が次式を滿足せしめねばならぬ．

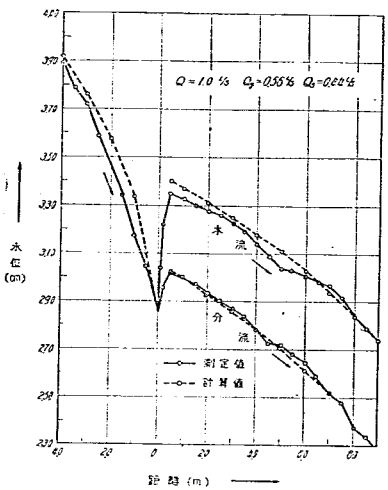
$$QH=Q_gH_g+Q_sH_s\cdots\cdots(2)$$

表−3　Q=1.0 l/s，Q_g=0.56 l/s，Q_s=0.44 l/s

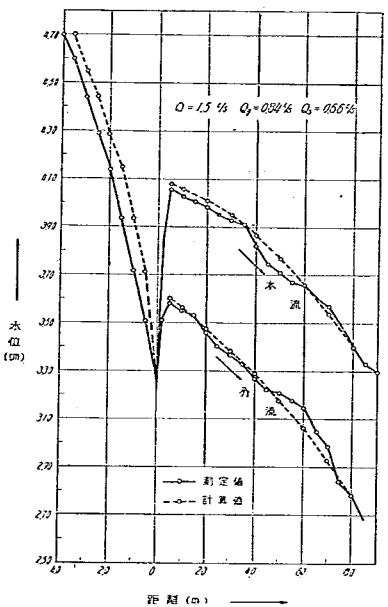
$A-A$ 斷面より上流			分岐後	本流側		分流側	
0點ヨリノ距離	實測値	計算値	0點ヨリノ距離	實測値	計算値	實測値	計算値
m	cm	cm	m	cm	cm	cm	cm
0	2.85	2.85	0.50	3.35	3.40	3.02	3.03
1.00	3.18	3.34	1.00	3.33	3.37	2.99	3.00
2.00	3.42	3.58	2.00	3.28	3.31	2.94	2.93
3.00	3.72	3.76	3.00	3.23	3.25	2.87	2.86
4.00	3.90	3.92	4.00	3.14	3.18	2.78	2.78
			5.00	3.04	3.11	2.72	2.71
			6.00	3.01	3.03	2.65	2.62
			7.00	2.97	2.94	2.52	2.52
			8.00	2.84	2.84		

表—4　Q=1.5 *l*/s,　Q_g=0.84 *l*/s,　Q_s=0.66 *l*/s

A—*A* 斷面より上流			分岐後	本流側		分流側	
0點ヨリノ距離	實測値	計算値	0點ヨリノ距離	實測値	計算値	實測値	計算値
m	cm	cm	m	cm	cm	cm	cm
0	3.25	3.25	0.50	4.06	4.08	3.58	
1.00	3.72	3.94	1.00	4.03	4.06	3.55	
2.00	4.14	4.29	2.00	3.99	4.01	3.46	
3.00	4.44	4.55	3.00	3.93	3.95	3.37	
4.00	4.70	4.81	4.00	3.82	3.87	3.27	
			5.00	3.71	3.77	3.21	
			6.00	3.65	3.66	3.15	
			7.00	3.57	3.54	2.99	2.93
			8.00	3.40	3.40	2.78	2.78



圖—7



圖—8

玆に

$$H=h+\frac{v^2}{2g}$$ ……*A*～*A* 斷面に於ける全水頭

h, v ……*A*～*A* 斷面に於ける水位及び流速

$H_g=h_g+\frac{v_g^2}{2g}+h_{gl}$ ……$G\sim G$ 斷面に於ける全水頭

$H_s=h_s+\frac{v_s^2}{2g}+h_{sl}$……$S\sim S$ 斷面に於ける全水頭

$h_g,\ h_s$
$v_g,\ v_s$ }……$G\sim G$ 斷面及び $S\sim S$ 斷面に於ける水位と流速

$h_{gl},\ h_{sl}$ ……$A\sim A$ 斷面から $G\sim G$ 斷面，$S\sim S$ 斷面に至る間に失う損失水頭

$Q,\ Q_g,\ Q_s$ ……夫々の水路の流量

即ち (1) 式によつて夫々下流端より計算された h_g, h_s を用いて，且 h_{gl}, h_{sl} が判つているものとして求めた H_g, H_s と與えられた Q_g, Q_s の間に (2) 式の關係式が成立する樣に H を定むべきで，此の H から逆に h と v を求めて，此の h を基準として $A\sim A$ 斷面より上流の背水曲線を求めるとよい．此の際尚 h_{gl} と h_{sl} 及び h, v の定め方が疑問として殘るが，h_{gl} と h_{sl} とに關しては實驗により $\frac{QH-(Q_gH_g+Q_sH_s)}{QH}\times 100$ の値が如何程になるものであるかを知つて，之によるより方法はない．即ち $A\sim A$ 斷面と $G\sim G$ 斷面，$S\sim S$ 斷面の間でエネルギーの損失が何 % あるかを知る必要がある．之を二三の場合に就いて求めたのが表—5 及び圖—9 である．即ち

$$\frac{Q_gh_{gl}+Q_sh_{sl}}{Q\left(h+\frac{v^2}{2g}\right)}\times 100=\left\{1-\frac{Q_g\left(h_g+\frac{v_g^2}{2g}\right)+Q_s\left(h_s+\frac{v_s^2}{2g}\right)}{Q\left(h+\frac{v^2}{2g}\right)}\right\}\times 100 \quad\cdots\cdots(3)$$

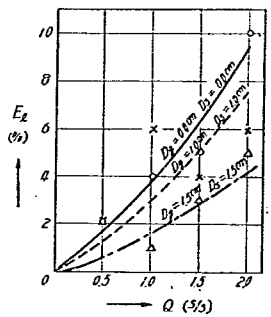
表—5

Q (l/s)	Q_g (l/s)	Q_s (l/s)	h (cm)	h_g (cm)	h_s (cm)	$\frac{v^2}{2g}$	$\frac{v_g^2}{2g}$	$\frac{v_s^2}{2g}$	A	B	C	E_l %	備考
0.5	0.26	0.24	2.20	2.43	2.29	0.263	0.059	0.056	1233	647	564	2	$D_g=0$ cm
1.0	0.56	0.44	2.85	3.35	3.02	0.629	0.142	0.108	3479	1956	1378	4	$D_s=0$ cm
1.5	0.84	0.66	2.25	4.06	3.58	1.087	0.219	0.174	6500	3695	2480	5	
2.0	1.12	0.88	3.75	4.55	4.22	1.457	0.361	0.223	10420	5445	3910	10	
0.5	0.27	0.23	2.55	2.70	2.60	0.196	0.051	0.039	1370	745	605	2	$D_g=1.0$ cm
1.0	0.56	0.44	3.31	3.65	3.29	0.468	0.124	0.091	3350	2110	1490	6	$D_s=1.0$ cm
1.5	0.82	0.68	3.85	4.43	4.11	0.775	0.174	0.140	6940	3778	2900	4	
2.0	1.17	0.83	4.33	5.05	4.57	1.090	0.273	0.168	10840	6228	3935	6	
0.5	0.26	0.24	2.85	3.00	2.93	0.157	0.038	0.033	1500	789	711	0	$D_g=1.5$ cm
1.0	0.53	0.47	3.56	3.99	3.64	0.402	0.090	0.085	3762	2160	1780	1	$D_s=1.5$ cm
1.5	0.80	0.70	4.19	4.59	4.40	0.650	0.155	0.129	7200	3790	3170	3	
2.0	1.09	0.91	4.66	5.27	4.88	0.939	0.219	0.177	11200	5977	4610	5	

$A=Q\left(h+\frac{v^2}{2g}\right)$, $B=Q_g\left(h_g+\frac{v_g^2}{2g}\right)$, $C=Q_s\left(h_s+\frac{v_s^2}{2g}\right)$, $E_l=\left\{1-\frac{B+C}{A}\right\}\times 100$

に依つて計算したものである．

此の結果によると $A\sim A$ 斷面から $G\sim G$ 斷面及び $S\sim S$ 斷面に到る迄のエネルギーの損失は，流量の增大と共に增し且下流側の勾配の急なる程增大する．之は流速が增大することから當然である．而して此の實驗の範圍では大體 6% 以下であつて，之を以つて實物水路に於ける場合に直に適用することは出來ないが，水路斷面が小さければ小さい程エネルギーの損失は大きくなることから考えても普通の河川等では底勾配粗度等が異るけれども，大體 $G\sim G$ 面斷 $S\sim S$ 斷面に於けるエネルギーを次式として差支へないと考える．



圖—9

即ち

$$\left.\begin{aligned} Q_g H_g &\fallingdotseq Q_g\left(h_g+\frac{v_g^2}{2g}\right) \\ Q_s H_s &\fallingdotseq Q_s\left(h_s+\frac{v_s^2}{2g}\right) \end{aligned}\right\} \quad \cdots\cdots(4)$$

依つて

$$QH=Q_g H_g+Q_s H_s \fallingdotseq Q_g\left(h_g+\frac{v_g^2}{2g}\right)+Q_s\left(h_s+\frac{v_s^2}{2g}\right) \quad \cdots\cdots(5)$$

以上述べた所から分流量と下流端の斷面を假定して (6) 式を用いて背水曲線を求め，h_g，h_s の値を求めて (5) 式より

$$H=h+\frac{v^2}{2g} \quad \cdots\cdots(6)$$

の値を求めて，$Q=vA=vR(h)$ の關係を滿足するように h 即ち A を定める．而してこの h を用いて之より上流の背水曲線を求めれば希望流量を流す斷面を決定出來るのである．而して此の場合 $G\sim G$ 斷面，$S\sim S$ 斷面の位置が問題となる．此の場合は此の點から下流側が (1) 式を用いて解を得る流れの狀態にあるものとして，此の兩斷面を採用したが，先にあげた圖—3 乃至圖—7 及び圖—8 より見ても分るように，近似的には S 點(尖端) を通つて兩水路に直交する斷面の水位を h_g，h_s としてとつてもよいと考えられる．而して普通河川の場合でも同じようなことが云えるのであつて，河床勾配及び流量 Q，Q_g，Q_s が與えられたら，下流端の斷面を假定して之を基準として

$$-i+\frac{dH}{dx}+\alpha\frac{v}{g}\frac{dv}{dx}+\frac{v^2}{C^2R}=0 \quad \cdots\cdots(7)$$

を用いて前と同樣の操作を加えて，斷面及び勾配を定めれば良い．普通河川の場合には底勾配及び斷面が外的條件によつて規定されるから，上述の式を用いて計算の結果高くなつたからと云つて無闇に堤防を高くすることも出來ないし，又水路巾を廣くすることも出來ないわけで，此の場合には分流點に水門等を設けて流量を調節しなければならないことになる．

〔4〕 流動する砂礫の配分

私達は此の實驗で砂礫の配分については實驗することが出來なかつたが，底流を調べるために流した石灰の粉末の轉動から見ると殆ど大部分の砂礫は分流側へ流入することを認めた．Hermann Bulle の實驗に於ても，砂礫は殆ど 90% 以上が分流に入り，流量の增減と類似した增減を示す．即ち分流量が增せば分流への砂礫は大きくなるのである．但しこれは幅に比して水深の比較的大きい場合を取扱つているから，水路幅の廣いときは必ずしもそうはならないであろう．

IV. 結　　論

此の實驗は水路の底が水平であつて，然も分岐角度が 30° と云う特別の場合で而も水路斷面が非常に小さいために，此の結果を以て廣範な分流の問題に就いて淺薄な結論を下すことは出來ないが

(1) 分岐水路に於て流量配分を支配する最大の要素は，分岐後の水路の水面勾配である．

(2) 分岐部のエネルギーの損失は非常に小さいので之を無視して普通の運動方程式

$$-i+\frac{dH}{dx}+\alpha\frac{v}{S}\cdot\frac{dv}{dx}+\frac{v^2}{C^2R}=0$$ を用いて斷面及び水面勾配を近似的に求めてよい．

(3) 分岐角度は流量配分に大きな影響を與えないが，他の條件が同じであれば小さい方がよい．

(4) 水路巾に比し水深の比較的大きい場合には流砂量は分流量に類似してその配分が行われるが，大體 90% 以上は分流に入る．水深の小さい場合，即ち斷面が平たい場合にもこの傾向があるかどうかは疑わしい．これについては今後の實驗が必要である．

等の事は云える．然し乍ら流量及び砂礫の量何れも水路の分岐前の形が影響することを F. Habermass* が認めている．或る一つの模型を以て一般的な場合を解くことは却つて困難であつて，凡ての要素を考えに入れることにすれば矢張り個々の場合について比較實驗を行うより外仕方がない．

普通河川の場合は上述 (2) によつて上流から下流に到る底勾配，外的な條件により大きさを規定される斷面に適合する水路で希望流量を流しうる水路の路線を定めるべく，若し出來なければ水門を分流點に設ける必要がある．

* F.Habermass : Geschiebeeinwanderung in Werkkanale und deren Verhinderung.

(2)　揖保川派川中川分流點に於ける斜溢流堰について

目　　次

I. 緒　　論 ……(13)
II. 分岐水路の水理實驗 ……(13)
III. 斜溢流堰の水理實驗 ……(16)
IV. 分岐水路の漏流砂礫實驗 ……(17)
V. 結　　論 ……(18)

I.　緒　　論

〔1〕 概　　說

揖保川下流の派川中川の分流點に溢流堰（以下横堰と稱す）があり（附圖其の一）改修工事に當つて，此の横堰の設計資料なくその構造を決定することが出來なかつた．此の問題の解決のため土木研究所に於て實驗に從事した．以下にその結果をまとめた．

〔2〕 揖保川分流點附近概況

揖保川は計畫洪水量 3.300 m³/s であつて，これを分流點に於て 2 分し，幹川に 1.200 m³/s，派川中川に 2.100 m³/s 流す計畫である．河幅は分流點上流で 250 m，分流點下流では幹川約 120 m，中川 170～200 m である．水深は計畫高水位の時 4～5 m，河床縱斷勾配は約 1/650 である．此の派川中川の入口には以前から横堰があり，平水の大部分を幹川に流す役割を果していたが，今回改修に當り此の横堰を約 1 m 低下させ洪水を更に多量に中川へ導入しようとするのが此の計畫の目的である．此の横堰の低下は又砂礫を中川へ流下させる事となり，幹川河口の網干港の埋沒に對しても良い効果があるものと思われる．

〔3〕 實 驗 設 備

(1)　水路は幅 10 cm の木製水路

(2)　水路床の勾配は水平

(3)　横堰の形式は鋭縁堰口高さ 1.3 cm 及 2 cm

(4)　分岐水路の分岐角度 30°

(5)　實驗流量 0.1 l/s～1.5 l/s

此の流量の範圍は實驗に必要な精度を維持し，且開水路の流水の性質を失わぬと云う條件より定めた．

II.　分岐水路實驗

〔1〕 概　　說

分流點の横堰の水理作用を實驗するに當つて先ず堰の無い分岐水路に於ける水理を知らなければならない．

それに就いて以下從來行われた諸研究及び今回の實驗について述べる.

(1) **ミユンヘン高等學校に於ける研究** 全流量及び分岐角度を種々に變化して流況及び分流量を比較檢討している. しかしこの研究は水面勾配を考慮に入れて居らず, 且流速が可成り速くなつて射流に近くなつているので, これを一般化することが出來ないが, 分岐水路の大略を知るには重要な研究である.

1) 分流點下流の本流と分流の條件が等しければ, 分岐角度を種々に變化しても流量配分の比は 6：4 以上の大きな差は生じない.

2) 同一條件で全流量を少しづゝ增加してゆくと本流々量が增加するが, その增加の範圍は上述の範圍内である.

3) 同一流量で分岐角度を變化してゆくと 90° の場合が分流々量最小で全流量の約 40%, それ以上角度が大になると又分流々量は增加する.

(2) **Edward H. Tayler (Proceeding of A.S.C.E.)** 合流及分流を論じている. しかし兩者は全く違つた現象を呈し, 同じような假定で取扱うことが出來ない. そして分流の現象を理論的に說明することが困難なので實驗値 (分岐點上下流の水深, 流量及び流速) 相互間の關係を表す圖表により現象を說明している. しかし之等の實驗値は豫め推定し得ない値ばかりなので, 設計資料として用い難く, 又全然理論を離れて實驗値のみに賴つているので, 理論的考察にも用い難い.

以上の如く分岐水路の水理は未だ明確に把握されて居らず, したがつて實用の域に達していない.

〔2〕 分流點下流の本流, 分流共に 10 cm 幅の場合の實驗

(1) 流 況

1) **水 位** 附圖−2 に示す如く, 分流前に水位が下り, 分流後本流分流共に水位が急上昇する. これは分流點に於て水路巾が擴大することが原因の大部分をなすものと考えられ, 低下した水位が常水により上流に及ぶのであらう. 一方水路が擴大されてしまつて變化がなくなる所で普通の水位にもどる現象である. 而して上流部の水位低下部分は射流狀態にはなつていない. 之等の水位の急變は, 又流水のねじれによるとも考え得るが, 試みに同一流量を同一條件の下で普通の彎曲部に流してもかゝる大きな水位の急變が見られないから, これは流水のねじれのみによるものではなく斷面の急變が大きな原因であると思われる.

2) **流 線** 水表面の流線は附圖−3 の如くである. 流量によつて各所に生ずる渦卷の大きさ, 流線等が異る. 流心が分岐部の尖端部に近く寄つているのは揖保川の河狀とよく一致している.

水路床を流れる水の流線は附圖−4 の如く急に方向を變えて分流路へ流入する. 此の流線を有する水の層は極めて薄く, 此の實驗では水深約 3cm の場合 3mm 以下であつて水路床と 3mm 上層とでは流向が約 18° 異ることが認められた. 此の底流によつて掃流砂礫が 90% 以上分流路へ導びかれる.

(2) **流 量** 本流及び分流の條件が等しければ兩流路への流量配分は殆ど等しく, 大體の傾向は II. 〔1〕 (1) に述べた如くである.

次に兩水路の條件が等しくない場合には不等速定流の方程式

$$-i+\frac{dh}{dx}+\frac{Q^2}{C^2RA^2}+\alpha\frac{Q^2}{2g}\frac{d}{dx}\left(\frac{1}{A^2}\right)=0$$

から背水曲線を計算して流量を推定する方法があるが，此の方法で下流から上流に向つて計算を進め，分流點まで來ると本流と分流の計算水位が一致せず，且觀測値とも一致しないので，大略の流量算定に用い得るのみである．

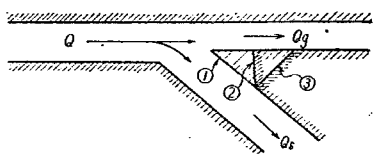
〔3〕 堰上による影響

水路の下流端に堰を置き，水位を少し堰上げるとこれより上流の水位は上昇する．

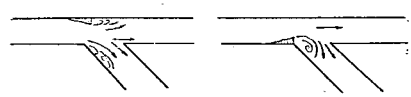
本流路又は分流路の下端を堰上げると，堰上げた方の水路の流量は減少する．即ち水路勾配を緩にしたことになり，水路の水深が增大し，水面勾配が小となり，且分流點に於ける表面渦の巾が（附圖—3）大となる．各種の流量，異れる堰上條件の下に於て，本流及び分流に於ける渦卷巾の比と流量配分との關係を圖表に示すと一定の傾向をもつた關係が得られる（附圖—5）．此の渦卷は水路側壁の境界層の剝離によつて起るのであるが，一定流量を流しつゝ片方の水路を少し堰上げると，その水路の渦卷巾は流速の減少によつて減じようとし，又一方流量の減少によつて必要通水巾が減少するので，渦卷巾は增加しようとし，此の 2 原因の釣合によつて或る巾に定まると思われる．

〔4〕 分流點附近の水路の形狀による影響

(1) **分流尖端部の形狀による影響**　この尖端部を圖—10 の ①, ②, ③ の如く種々に變化して實驗を行



圖—10



圖—11

つた．その結果流線には殆ど變化なく，又流量には全く變化が見られなかつた．一見した所では ① と ③ とでは ③ の方が Q_g が大になりそうに思われるが，實驗結果によれば全然その傾向が見られない．これは流水が尖端部に來るまでに，既にその流向が定まつていることを示していると思う．?

(2) **側壁より突出した障害物による影響**　圖の如く側壁に障害物を取付けると流線，流量共に變化する．流線は圖の如く障害物の下流に生ずる渦卷につれて變化する．又流量配分に對する影響は ① の場合は障害物の無い場合に比し數 % 分流へ多く流入した．② の場合は ① の場合より影響顯著で本流への流入量が增加した．② の場合は分流路の入口直前で流向を變えさせる役目をなしているから，此の樣に大きな影響があるものと思われる．此の樣に前述の尖端部の形狀に比し側壁の形狀は流況流量に多くの影響を及ぼす．

III. 斜溢流堰の水理實驗

〔1〕概　　況

從來の研究には Schocklitsch 氏の計算法，田中村溢流堤の實驗（土木試驗所報告），横溢流堤試驗（土木試驗所報告）等があるが，上，下流を含めた綜合的な考察の下でなされたものが少く，當實驗に直接用い得なかつた．

實驗に當つては前述の如く高さ 1.3 cm 及び 2 cm の鋭緣堰を用いたが此の堰は實驗結果から推すと多少低きに過ぎた憾みがある．

〔2〕分流點下流の本流分流々路幅共に 10 cm の場合

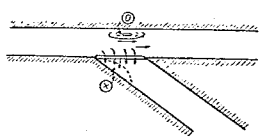
(1) 流　況　全流量が增加するにつれて，流況は種々に變化する．

1) 流量最も少き場合は水位が横堰の高さまで達せず本流のみを流下する．

2) 流量やゝ增加し水位が横堰の堰頂より高まるにつれて流況は完全溢流，不完全溢流，潜堰と順次移行する．

3) 溢流狀況が 2) の中の何れに屬するかは主に堰の上流部の流況と堰の下流部の條件によつて決定される．例えば當實驗で分流路の下端を少し堰上げた場合，即ち下流勾配を緩にした場合は全流量が 0.15 l/s で潜堰となり，堰上げの無い場合は 0.21 l/s まで潜堰にはならなかつた．又堰の上流側が射流の場合は分流路への流入量が少く，したがつて潜堰となるには多量の全流量を必要とする．

4) 横堰を遮斷すると堰の無い場合に現れた渦卷部（⊗ 印）がなくなり，◎ 部のみとなる．そして ⊗ 部へ堰を溢流した水が突當る現象を呈する．これは堰をこえる時流水は堰に直角に越えようとする傾向があるからである．しかしその傾向は堰の上流部の流向，流速によつて多分に影響され上流部の流速が速い程弱められる．



圖—12

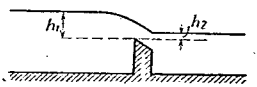
5) 溢流水の堰頂に於ける流向は，完全溢流の場合は殆ど堰に直角であるが，不完全溢流及び潜堰になるにつれて，堰とのなす角が小になり，堰の無の場合に近づく．水深が增加して堰の影響が少くなれば流向は分岐角度の方向に近くなるが，その角度は 40°～50° であつて横堰の無い場合よりまだ 15°～20° 大である．此の溢流水の方向は河川工事上大なる問題であつて堰によつて流れの方向が變り，流水が河岸に突當ればその堤防が危險に瀕することになるので十分注意を要する．揖保川では中洪水で横堰を完全に溢流又は不完全溢流する時に溢流した流れは堤防に突當るような流向を呈するが，計畫高水位に近いような大洪水の場合は目擊者の言によると堰による流向の變化は見られず，上流から眞直に中川へ流入するように見えると云ふことである．之等の事は上述の實驗觀測と割合よく一致している．

(2) 流　量（附圖－6 (1), (2), (3)）

1) 水位が横堰の高さに達するまでは全流量は本流へのみ流れる．

2) 水位が横堰の高さ以上になり完全溢流をなす場合については，從來研究が行われているが假定が適切でなく利用し難い．又當實驗に於ても堰が小に過ぎ色々な測定をなすのが困難であつたので，これについて明確に把握することが出來なかつた．

3) 完全溢流の狀態から更に流量が增加すると附圖−6 の如く本流々量と分流々量との比はあまり變化しなくなり，其處では横堰の無い場合の流量比と殆ど同一となる．此の曲線の急曲點附近で溢流狀態は完全な潛堰，卽ち h_2/h_1 が 0.8 (本間 仁博士，土木試驗所報告) の狀態になる．そしてそれ以上全流量が增すと水位は全流路にわたり横堰のない場合と全く等しくなる．これは横堰が低いためにその影響が少いということの外に，横堰の全長が分流路の幅員より大であり且溢流水がその堰に直角に (近く) 流れようとするため流水巾が堰の無い場合より大となり，その幅員の增加が堰による水深の減少を恰度補つているのではないかと思われる．又此の場合水位も横堰の無い場合と全く等しくなる．故に此の實驗から推察すると大洪水の場合，横堰の形狀寸法は水位及び流量に殆ど影響を及ぼさないと思われる．



圖−13

〔3〕 本流々路幅 6 cm，分流々路幅 10 cm の場合 (附圖−6 (4))

揖保川の本流々路と分流々路との比が 6：10 なので此の巾の比に合せて模型水路を作り實驗した．

流況，流量共に〔2〕の場合と略同樣な結果を得た．

IV. 分岐水路の掃流砂礫に關する實驗

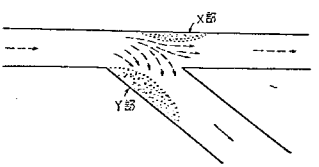
〔1〕 概　　說

上流より石粉又は石灰粉を水に溶かしたものを流下させ，分流點附近に於ける粉の移動を觀察した．これについては分岐點前後の流路の曲り方によつて流入砂礫の量は色々に變化することが今までに知られている．此の掃流砂礫は II〔2〕(1) 2) に述べた底流のなす特異な流線によつて移動すると見なされ得る．(當實驗では設備と期間の關係上定性的觀測に止めた．)

〔2〕 横堰を設けない場合

掃流砂礫は圖−14 の如く本流々向と略直角に轉向し，殆ど95% 以上も分流路へ入る．

(1) 本流々路へ流入した少數の砂礫はそこで流速が遲くなるので水路床へ停滯し，X 部は殊に堆積する．X部は垂直軸を持つた緩い渦巻があり，河床より上層へ時々砂を卷上げる．

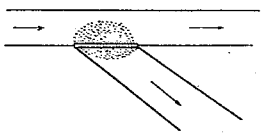


圖−14

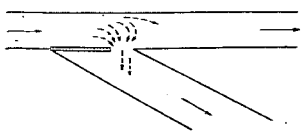
(2) 分流々路へ流入した砂礫は Y 部に弓形に堆積する．此の堆積には，垂直軸を持つた上向の渦巻が斷續的に發生し堆積物を少しづゝ運び去る．

〔3〕 横堰をつけた場合

此の場合は横堰にさまたげられて分流路へ入る底流はなく，掃流砂礫は圖－15 の如く堰の前に弓形に堆積する．堆積しないでそのまゝ本流々路へ流入するのは全砂礫の 10% 内外であつた．此の堆積が堰の高さまで達すると始めて堰をこえて分流々路へ流入する．堰を越えた砂礫は一部はそのまゝ流れ去り，一部は圖－15 の如く堰の下流側に堆積する．これらの堆積は揖保川でも見られ，舊横堰の前後には昭和 17 年の調査當時に比して昭和 20 年の洪水によつて可成り砂礫が堆積し，堰は半ば埋まり，本流々路は堰と反對側の河岸に寄つている．又此の堆積は一定の大きさまで成長するとその成長は止り，それ以後の掃流砂礫は堆積の上を轉動して分流路へ流入する．



圖－15



圖－16

本流と分流とへ流入する砂礫の量の比に對しては横堰の影響はあまりなく，横堰の有る場合には無い場合に比し，全砂礫量の 5～8% 本流へ多量に流入すると思われる．但し堰の高さが洪水位の半分以上もある場合，又は水位があまり高くない場合には可成り多量の砂が本流路を流下するであろう．

次にこのように横堰が高い場合又は水位があまり高くない場合に，掃流砂礫を分流路へ流送しようとする場合を考えて横堰の下流取付部を缺き取つて實驗してみると，大部分（90% 以上）の砂礫が此の狹い無堰部を通つて分流え入る．又此の切缺部を横堰の最上流部に設けると砂礫は此處から殆ど分流路へ入らない．（之等の實驗は河川の分流に於ける砂礫の措置について興味ある結果を示している．）

V.　結　　論

分岐水路の水理は，分流點及びその上流の條件による分流點附近の流況と，分流點下流の兩水路の條件による香水曲線との綜合的考察によつて決定されるものと思われる．そして此の綜合的考察の困難さが此の問題を今日まで未解決のまゝにしている主な原因である．

以上此の實驗は模型が小に過ぎ又理論的基礎づけが不十分なため定量的な結論が困難であるが，實驗に於て觀測された現象をまとめてみると次の如くである．

〔1〕 實驗の結論

(1) 分流點附近に於て水位が急に低下する．

(2) 分流點附近の境界條件が同一ならば分流點に生ずる兩水路の渦卷の巾の比と，流量配分比との間には一定の關係がある．

(3) 分流點附近の水路の形狀が流量配分に及ぼす影響は，尖端部の形狀は流量配分には殆ど影響なく，側

壁の形狀が比較的大きな影響を與える．

(4) 横堰が流況，流量配分に及ぼす影響は溢流狀態が完全溢流，不完全溢流の場合は大いに影響するが流量が增して潛堰の狀態になると影響は殆ど認められない．

(5) 掃流砂礫は底流の特異な流れによつて殆ど分流路へ導入される．

(6) 横堰を設けた場合は砂礫は横堰の前後に堆積し，此の場合も殆ど大部分が分流路へ導入される．砂礫を分流路へ導入するには横堰の下流取付部附近に切缺を設ければ更に有効である．

〔2〕 揖保川の横堰設計に對する結論

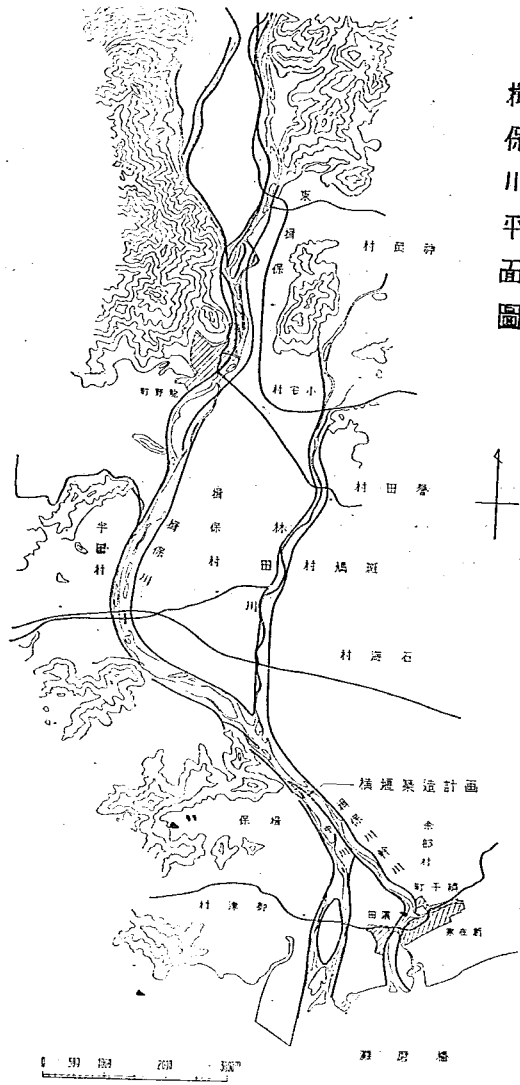
(1) 計畫高水位に達するような大洪水の場合には，揖保川で計畫されているような低い横堰は完全な潛堰となり，流量配分に對して殆ど影響を與えない．

(2) 故に洪水時に於ける本流及び分流への流量配分を推定するには，横堰がないものと假定し，不等速定流の方程式から近似的に推定し得る．

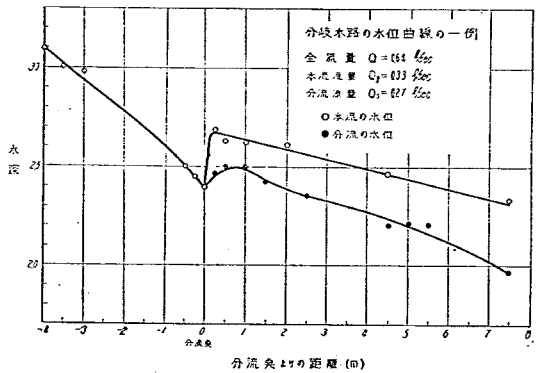
(3) 横堰の下流取付部附近，及び分流尖端部附近は流速が特に速いから設計施工に十分注意せねばならぬ．

(4) 掃流砂礫を出來るだけ中川へ流入させるために，横堰の下流取付部附近の横堰の高さを平水位が多量に中川へ流れ込まぬ程度に低下させる．(當設計に際しては下流取付部 110 m の間にわたつて上流部より堰高を 30 cm 低下させる．)

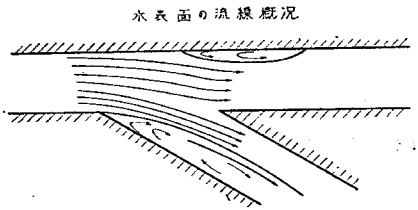
(5) 以上述べた二，三の點を注意しつゝ多少設計を變更すれば，現在の横堰築造計畫は適當なものと思われる．


揖保川平面圖
東
揖保村
村臣詩
村宅小
村田磐
揖保林田村
半田村
揖保川
村鴨班
村原石
橫連築造計畫
保增
村津新
新居濱

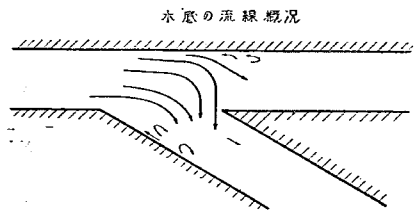
附圖—1



附圖—2

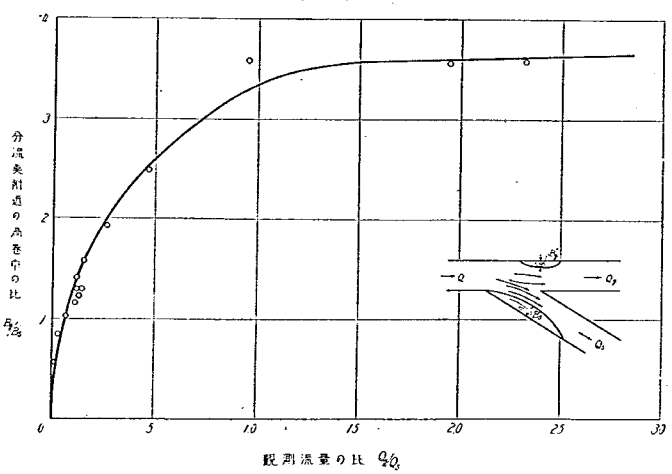


附圖—3

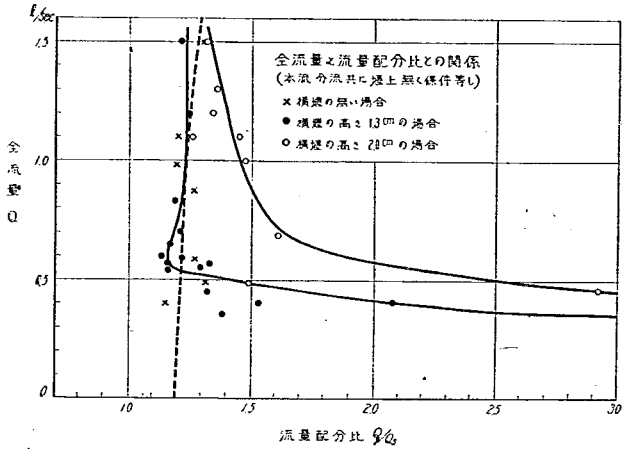


附圖—4

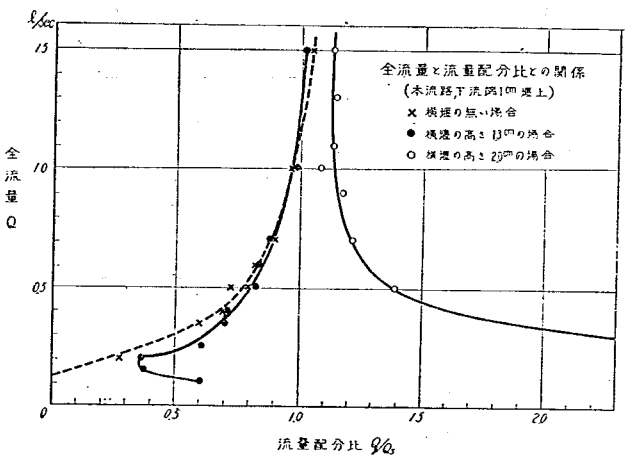
$\frac{B_2}{B_1} \sim \frac{Q_1}{Q_2}$ 曲線



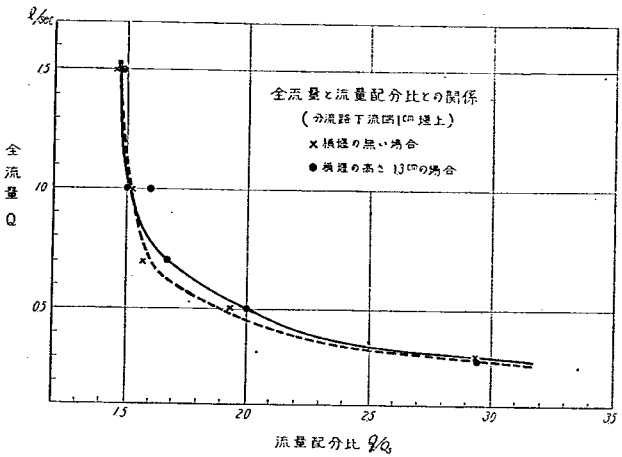
附圖—5


l/sec
1.5
1.0
0.5
0
全流量 Q
全流量と流量配分比との関係
(本流分流共に還上無く條件等し)
× 横堤の無い場合
● 横堤の高さ 13㎝ の場合
○ 横堤の高さ 28㎝ の場合
10
15
20
25
30
流量配分比 q/Q

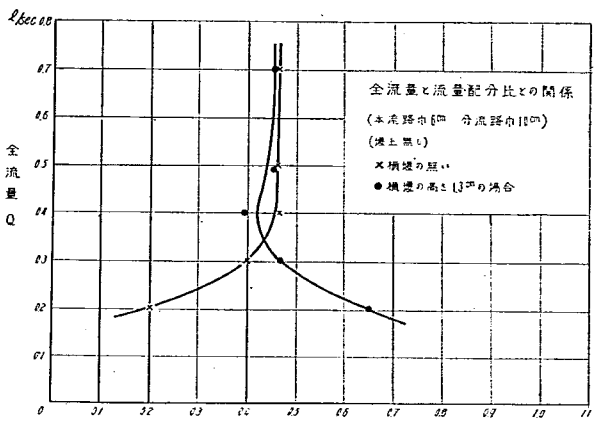
附圖—6 (1)


l/sec
1.5
1.0
0.5
0
全流量 Q
全流量と流量配分比との関係
(本流路下流端1㎝還上)
× 横堤の無い場合
● 横堤の高さ 13㎝ の場合
○ 横堤の高さ 28㎝ の場合
0.5
1.0
1.5
2.0
流量配分比 q/Q

附圖—6 (2)


l/sec
全流量と流量配分比との關係
(分流路下流側1cm 堤上)
× 横堤の無い場合
● 横堤の高さ 13cmの場合
全流量 Q
流量配分比 q/Q
15
10
05
15
20
25
30
35

附圖—6 (3)


l/sec
全流量と流量配分比との關係
(本流路巾6cm 分流路巾18cm)
(堤上無し)
× 横堤の無い
● 横堤の高さ 13cmの場合
全流量 Q
0.8
0.7
0.6
0.5
0.4
0.3
0.2
0.1
0

附圖—6 (4)

川内川の河相について

建設技官　南　　宏

序

感潮河川の水理を實河川に則して解析的に解くことは不可能なことであるので，かねがね數値計算による方法を試みたいと考えていた．この時丁度川内川の問題が起つたので直ちにこれを應用し，河川潮の實體を明確に把握することが出來た．この計算を實施するためには水位及び流量を觀測することを必要とし，これには河川第一研究室吉川技官及び八木技官が參加するとともに指導に當り，計算實施については吉川技官が指導に當つた．

河川第一研究室長　佐　藤　清　一

目　次

I. 總　　論……(2)
〔1〕 改修の沿革と現況……(2)
〔2〕 氣 象 狀 況……(3)
II. 現地に於ける調査……(6)
〔1〕 調 査 の 概 略……(6)
〔2〕 河　川　潮……(6)
〔3〕 潮　　流……(14)
〔4〕 流　　量……(14)
〔5〕 底　　質……(21)
III. 感潮河川に於ける流れの機構……(30)
〔1〕 概　　要……(30)
〔2〕 式 の 構 成……(31)
〔3〕 計算の結果とその考察……(33)
IV. 河道の埋沒と砂洲の消長……(38)
〔1〕 河 道 の 埋 沒……(38)

〔2〕 砂洲の消長……(39)
V. 結 論……(42)
〔1〕 河 川 潮……(42)
〔2〕 感潮時に於ける流れの機構……(42)
〔3〕 分流の問題……(43)
〔4〕 底 質……(43)
〔5〕 河道の埋没……(43)
〔6〕 砂洲の消長……(43)

I. 總 論

〔1〕 改修の沿革と現況

流域總面積 1690 km² の中，中流部以下を鹿兒島縣に，上流部の大部分を宮崎縣に，一部を熊本縣に占め，その中平地部は 2 割足らずで，幹川に於ける流路延長は 150 km である．下流部川内市を中心として 13 km の區間に，計畫高水流量 3,500 m³/s を以て，昭和 6 年以降直轄改修工事が施工され，現在迄にその約 7 割の竣功を見ている．

縱斷圖より見られる通り，改修起點以下河口迄の區間は，此の種の山地河川としては緩勾配に屬し，流路は幅員 200~500 m を以て適當な蛇行をなし，流心部に於ける水深も干潮面以下最大 9 m，最小 1 m を以て海に

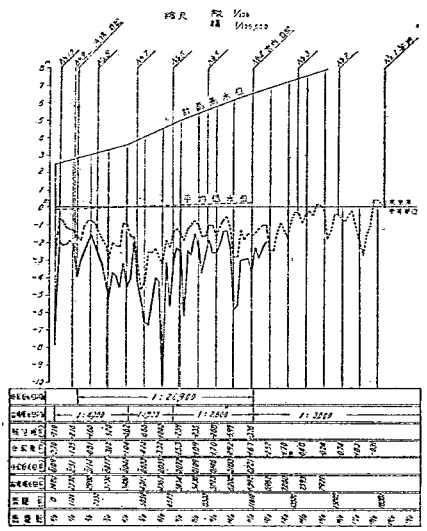
表—1 川内港出入船舶及び貨物量調（川内市役所調査）

昭和(年)	出入船舶數(隻)	總屯數(屯)	出入貨物量(屯)	金額(円)
7	630	4,814	17,222	533,821
8	650	7,123	19,949	536,655
9	990	9,394	35,517	854,791
10	900	12,802	32,030	745,349
11	960	14,808	36,158	787,737
12	—	—	—	—
13	—	—	—	—
14	—	—	176,300	—
15	455	8,089	—	—
16	522	9,260	101,690	1,928,500
17	478	7,918	58,260	1,310,270
18	263	4,604	47,650	842,300
19	217	3,773	45,710	789,500
20	124	2,207	15,650	285,900
21			18,020	284,500

通じている．河床の緩勾配なることは，河口の潮差に對する大なる感潮度となつて現われ，潮波の傳播は大潮時 20 km，小潮時 16 km に及び，平水量の過少を補つて河口維持の大なる勢力源となつている．

河口より 2.5 km の地點からは斷面は急激に擴大し，舟間島を挾んで流路は南，北二つに分岐し，河口寸前に合流してこの間に遊水池的な水域を形成し，流速の低下に依る河床の埋沒と風浪に依る砂洲の發達とは治水，利水の兩面から重大なる障害となつている．

河川に對する工作物としては，從來の目的が洪水防禦に置かれている爲に護岸，築堤等が主體であり，最近物揚場の新設が計畫されたのみで，航行河川としては完全に原始狀態の儘放置されている．表—1 の出入船舶の調査に示す如く，往時は本地方の物資の集散港として又漁港として大きい役劇を演じたものであつたが，近年河狀の惡化と共に出入船舶は漸減し，現在では 30～40 屯の機帆船程度のものが，滿潮時を利用して辛うじて出入し得るのみで，港としての機能は殆んど停止寸前にあり，物資の交易は距離的には稍々不便な串木野，阿久根の兩港に移つた狀況に置かれている．尙本港の占める地域的特殊性に鑑み，昨年度に於て指定港灣としての認定を受け，從來の高水工事と平行して，舟運の便をも考えた低水工事が一貫した計畫の下に進められることが要請されている．本報告もかゝる構想の下に進められたものであるが，低水工事計畫の基本としての現象の解析に主力を傾け，特に感潮河川の特性や流れの機構の分析等に重點を置いた．



圖—1　川内川縱斷面圖(昭和 23 年 5 月)

〔2〕氣象狀況

流域内に點在せる鹿兒島測候所管内の各觀測所で得た資料に基くのであるが，こゝでは港灣計畫に密接なる關係を有するものゝみに限定することゝする．

(1) 雨量　流域山地部では年平均 2,700～2,800 mm であるが，平地部の川内市では約 2,500 mm で，最大日雨量は約 300 mm 程度である．

(2) 風向　圖—2 の川内市限之城に於ける風向圖が示す如く，冬季の北西風が最も卓越し，夏季の東南，南，南西と相俟つて，砂洲の消長に影響を及ぼすものと思われる．

(3) 波高　實測の資料が全然無いので式を用いて見る．夏季に近い方向として，西方 25 km の甑島

との對岸距離に依り Stevenson の式を用いて見ると，最大波高は

$$2h=0.75+\frac{1}{3}\sqrt{F}-\frac{1}{4}\sqrt[4]{F}$$

$$=0.75+\frac{1}{3}\sqrt{25}-\frac{1}{4}\sqrt[4]{25}$$

$$=1.86\,\mathrm{m}$$

地形上から見ると，河口に對する甑島の遮蔽効果は大して利いていないので餘りに小さい値を與えていて，この値は適當でない．然し冬季に於ける方向として北西 150 km の五島列島との對岸距離に依り，同じく最大波高を出すと

$$2h\fallingdotseq 4.0\,\mathrm{m}$$

佐藤公式を用いて風速から最大波高を出すと

$V=10\,\mathrm{m/s}$ の場合　　$2h=V^{2/3}=4.6\,\mathrm{m}$

$V=15\,\mathrm{m/s}$ 〃　　$2h=V^{2/3}=6.1\,\mathrm{m}$

$V=20\,\mathrm{m/s}$ 〃　　$2h=V^{2/3}=7.4\,\mathrm{m}$

以上を綜合すれば，設計波高としては大體 4.0 m 位が適當ではないかと思われる．

次に阿久根港，釣掛崎燈臺（甑島）及び鹿兒島市に於ける風向，風速，降水量等を擧げることゝする．

水路局發行，本邦海岸氣候表（1948 年）調

各觀測地の位置

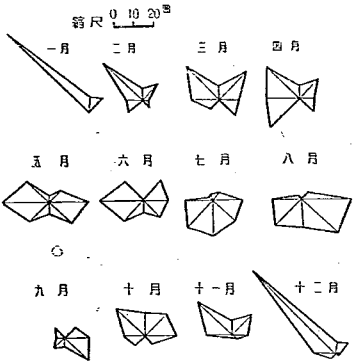
		北緯	東經	標高
A.	鹿兒島	31°34′	130°33′	5.4 m
B.	阿久根	32°01′	130°12′	39.9 m
C.	釣掛崎	31°37′	129°42′	131.4 m
上記に對し	洗揚（川內川河口）	31°51′	130°13′	2.0 m

摘要

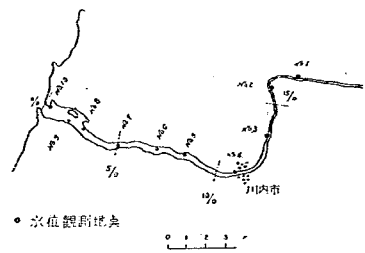
1. 風向は 16 方位
2. 降水日は降水日量 0.1 mm 以上の日である．
3. 暴風日は 1 日中の最大風速 10 m/s 以上を觀測した日である．
4. 波の強さは 0 より 6 に至る次の階級で示す．
   - 0. 海面鏡の如きもの
   - 1. 微波を起すもの
   - 2. 小波を起すもの
   - 3. 白波を起すもの
   - 4. 高波を起すもの
   - 5. 激浪を起すもの
   - 6. 怒濤山の如きもの

表—2　海　岸　氣　候　表

	月 / 種別	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	年	統計年次
阿久根	平均風速度(m/s)	4.1	4.2	3.9	3.4	2.8	2.7	2.7	2.6	2.9	3.4	3.3	4.0	3.3	1939～1945
	風速度最大(m/s)														
	最多風向(16 方位)	*ENE*	*ENE*	*ENE*	*ENE*	*E*	*SSW*	*SSW*	*ESE*	*ENE*	*ENE*	*ENE*	*ENE*	*ENE*	1939～1945
	降水總量 (mm)	58.0	106.2	104.6	154.5	172.7	337.5	215.0	188.9	332.8	141.1	102.3	87.4	1998.9	1939～1945
	降水最大日量(mm)														
鉤掛崎	平均風速度(m/s)	3.5	3.8	3.8	3.5	3.2	3.0	3.4	3.4	2.9	2.7	3.0	4.0	3.4	1943～1946
	最多風向 (附次最多風向 ( )は次最多風向	*NE* (*N*)	*NE* (*N*)	*N* (*NE*)	*N* *W*	*NE* (*SSE*)	*S* (*SSE*)	*SSE* (*W*)	*S* (*SSE*)	*SSE* (*S*)	*NE* (*E*)	*E* (*EN*)	*NE* (*N*)	*NE*	1943～1946
	暴風日數 (風速 10 m/s 以上)	2.7	5.0	6.0	5.3	5.0	4.5	6.0	4.8	4.0	2.8	3.0	4.3	51.4	1943～1946
	波の平均の強さ (0～6)	2.4	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	1.8	1.8	2.0	2.0	2.0	2.0	1933～1936
	降水總量 (mm)	77.7	108.0	138.6	129.2	157.7	315.5	248.4	189.8	413.2	172.8	112.1	117.1	2180.1	1943～1946
	降水最大日量(mm)	33.0	93.4	83.9	58.1	76.4	121.8	141.4	135.2	229.1	244.5	97.4	41.2	244.5	1943～1946
鹿兒島	平均風速度(m/s)	2.7	2.9	3.0	2.8	2.6	2.4	2.5	2.7	2.6	2.6	2.6	2.6	2.7	1886～1940
	最多風向	*NW*	*NW*	*NW*	*NW*	*NW*	*NW*	*NW*	*NW*	*NW*	*NW*	*NW*	*NW*	*NW*	1886～1940
	風速度の最大(m/s)	14.8	18.4	17.4	16.7	15.8	22.3	23.2	49.6	36.8	26.5	17.7	17.0	49.6	1886～1940
	降水總量 (mm)	79.2	100.5	154.5	218.5	212.9	387.7	290.9	189.2	218.9	128.9	90.6	82.5	2154.2	1886～1940
	降水最大日量(mm)	113.5	90.2	92.2	145.1	155.9	305.7	233.8	176.4	174.0	166.9	86.3	169.2	305.7	1886～1940



圖—2 長之城風向圖 (昭和 15~19 年別月合計)



圖—3 川内川略圖

II. 現地に於ける調査

〔1〕 調査の概略

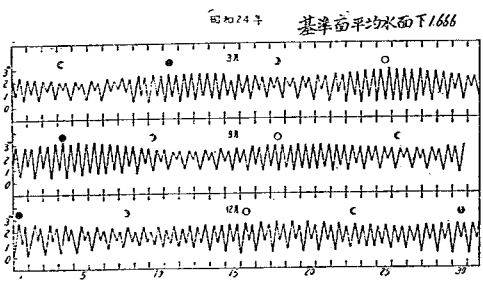
昭和 23 年 3 月より 5 月に至る間，次の各項に就き調査を行つた．

(1) **水 位** 河口より感潮限界に至る 10 箇處に於て大潮及び小潮各 25 時間に亙る同時觀測．

(2) **流 量** 河口の分岐流を挟んで 4 斷面に於ける同時觀測．

(3) **底 質** 河口附近の 36 箇處に於ける底質の採取と現地に於ける篩分け．

次に各項別にその詳細を述べることゝする．尙以下の論述に於て，河川に沿つた地點は河口よりの距離を以て，0/0, 1/100, 5/800,…… 等を以て表す．



圖—4 深堀(長崎縣)に於ける高潮位低潮位

〔2〕 河 川 潮

(1) **外海の潮汐** 外海に於ける潮汐に就いては適當な記錄無き爲，水路局發行の昭和 24 年度潮位表より，標準港として長崎縣深堀港の 3 月，9 月，12 月の潮位をとり，圖—4 の如く高潮位，低潮位を直線的に結んで見た．これは同時潮位圖等より判斷して，河口外の潮汐の年間

の傾向を窺うには差支えない程度の精度を有するものである．圖に依ると常に一日2回潮を呈し，春，秋の朔，望，夏，冬の上下弦の頃は日潮不等が小さく，春，秋の上下弦，夏，冬の朔，望の頃は著しい．潮差の最大は約 2.70 m，最小は約 1.70 m である．

(2) **現地に今迄ある水位の記錄**　既設の量水標にして，現在も觀測續行中のものを列記する．

表−3　水　位　觀　測　地　點

地　點	河口よりの距離 (m)	觀　測　の　種　類	零位(東京灣中等潮位基準)
弁　淵	18,381	朝夕及び洪水時	−2.746 m
白　濱	15,800	同　上	0
宮　内	11,010	19 年迄は檢潮機，20 年以降は同上	0
小　倉	6,575	洪　水　時	0
洗　揚	1,279	檢　潮　機	0

次に，宮内 (11/010) 及び洗揚 (1/279) に於ける昭和 10～19 年の 10 ケ年平均に依る各種水位を示せば

表−4　各　種　平　均　水　位　(m)

平均水位	宮　内	洗　揚	水面勾配
大潮平均高潮面	1.565	1.509	1/174,000
小潮平均高潮面	0.791	0.805	− 1/695,000
平均低水位	0.221	− 0.141	1/ 26,900
小潮平均低潮面	0.087	− 0.329	1/ 23,400
大潮平均低潮面	− 0.080	− 0.722	1/ 15,170
最低潮位	− 0.480	− 1.400	

次に白濱及び弁淵に於ける朝夕觀測水位から，平均低水位を求むれば，同じく 10 ケ年の平均で

弁　淵　1.497 m　　白　濱　0.888 m

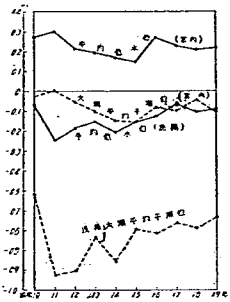
となり，これと表−4 の宮内とより，平均低水位勾配を求めると

弁淵，白濱間　1/4,200　　白濱，宮内間　1/7,190

である．以上の數値より綜合すれば次のことが云える．

1) 高水位に於ては，河口より川内市の間では水位差は極めて小さく，殆んど同一水平面にあると云つてよく，その傾斜は 20 萬分の 1 以下のオーダーである．

2) 低水位に於ては可成り急勾配を呈し，上記區間に於ける水位差は大潮時に於て 64 cm，小潮時に於て 42 cm である．



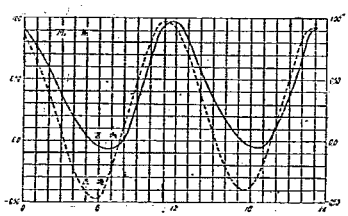
圖—5 水位の長年變化

3) 平均低水位に就いては平水時に於て，潮汐の影響が除去された河川固有流に依る水位を示すものと思われるが，宮內，洗場間ではその水位差は僅か 36 cm に過ぎず，水面勾配にして 1/26,900 であり，河川本來の流れに依る水面勾配は極めて緩であることを示している．而してこれより上流では，白濱との間では 3.74 倍，白濱，斧淵間では 6.4 倍となり，急激に增大している．

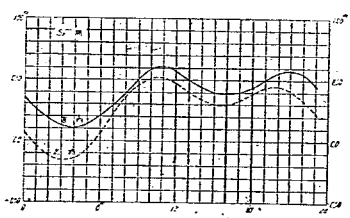
4) 圖—5 に於て低水位の長期に亙る變化をとつて見ると，一般に河床の急激な變動は見られず，宮內の方は略々平衡狀態を保ち，どちらかと云うと，洗場の方が極めて徐々であるが，上昇している樣である．

(3) 調和分解　洗場及び宮內の檢潮日表より昭和 14 年 12 月中の一ケ月間の記錄を用いて，M_2, S_2, K_1, O_1 の 4 個の主なる分潮に就き，調和分解を行つて見た．計算に使用した期間は，器械が比較的正しく動いていて雨量が少く，潮汐の影響が割合に純粹に近い樣にする爲に，前記のものを選んだ．圖—6，圖—7，圖—8，圖—9 に於て各分潮を示すが，M_2 以外の分潮の形は餘りはつきりしていない．これは期間が短かくて他の分潮の影響を充分に除き得なかつたものと思われる．

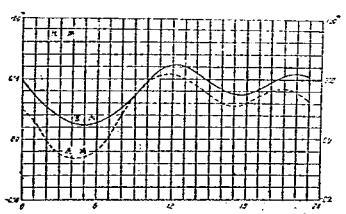
個々の分潮に就いて減衰の模樣を比較すると，日週潮のものは半日週潮のものに比して，一般に減衰し難い樣である．



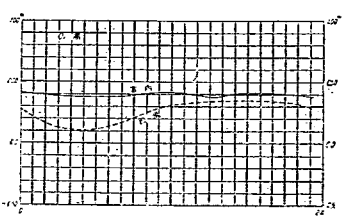
圖—6



圖—7



圖—8



圖—9

表−5 で示す調和常数に依り，潮汐の常数を計算すると次の如くなる．

表−5

地名	洗揚		宮内	
位置	130°13′E,	31°51′N	130°78′E,	31°49′N
分潮	H	K	H	K
M_2	68 cm	234°	48 cm	254°
S_2	18	267	16	289
K_1	27	212	10	225
O_1	13	172	1	180

1) 洗揚

$$\text{平均高潮間隙}=\frac{k_m}{28°98}=\frac{233°88}{28°98}=8\text{ 時 }04\text{ 分}$$

$$\text{大潮差}=2(H_m+H_s)=2\times(67.60+18.23)=171.7\text{ cm}$$

$$\text{小潮差}=2(H_m-H_s)=2\times(67.60-18.23)=98.7\text{ cm}$$

$$\text{平均潮差}=2H_m=2\times67.60=135.20\text{ cm}$$

$$\text{基本水準面よりの平均水面の高さ}=H_m+H_s+H_k+H_o=67.60+18.22+26.93+13.16=125.9\text{ cm}$$

東京灣中等潮位を基準とすれば，平均水面の高さは +25.16 cm であるから，

$$\text{基本水準面}=25.16-125.90=-100.74\text{ cm}$$

$$\text{大潮升}=\frac{\text{大潮差}}{2}+(\text{平均水面の高さ})=85.81+125.90=211.71\text{ cm}$$

$$\text{小潮升}=49.38+25.90=75.28\text{ cm}$$

2) 宮内

$$\text{平均高潮間隙}=\frac{254°39}{28°94}=8\text{ 時 }47\text{ 分}$$

$$\text{大潮差}=2\times(48.34+15.60)=127.87\text{ cm}$$

$$\text{小潮差}=2\times(48.34-15.60)=65.48\text{ cm}$$

$$\text{平均潮差}=2\times48.34=96.67\text{ cm}$$

$$\text{平均水面の高さ}=48.34+15.60+10.41+1.41=75.76\text{ cm}$$

平均水面は東京灣中等潮位に對し 39.52 cm であるから

$$\text{基本水準面}=39.52-75.76=-36.24\text{ cm}$$

$$\text{大潮升}=\frac{127.87}{2}+75.76=140.69\text{ cm}$$

$$小潮升=\frac{65.48}{2}+75.76=109.50\ \text{cm}$$

(4) 河川潮としての特性及びその考察

1) 観測日時

大潮時……自昭和 23 年 5 月 25 日午前 9 時
至 〃 26 日午前 10 時 } 月令 2 日

小潮時……自 同 年 7 月 30 日午前 9 時
至 〃 31 日午前 10 時 } 月令 9 日

2) 観測地點　感潮部上流端より河口に至る 18.5 km の間に 10 箇處の地點を選定した．既設の量水標は全部之を利用することゝし，他は假設した．観測の便及び後述の流れの計算への利用等の目的上，各量水標間の距離は不同であり，比較的一樣なる流況を呈すると思われる區間を選んで配置した．次にその地點を示す（平面圖及び縱斷圖參照）．

3) 観測の方法　各量水標に 3～4 名宛觀測者を配置し 25 時間連續して 15 分毎に水位を記錄した．夜間は燈火を使用し，場所に依り舟の上から觀測を行つた箇處もある．観測の同時性を確實にする爲，観測前に各自の時計は正確に標準時に合せることに留意した．5 月 26～27 日の大潮時の観測の際は風も殆んど無く，好條件であつた．

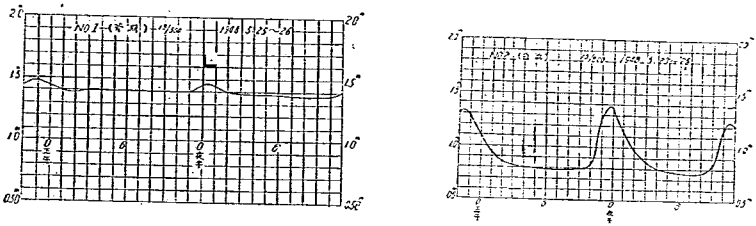
圖—10 の No. 1～10 は此の大潮時の各點の水位曲線である．

表—6

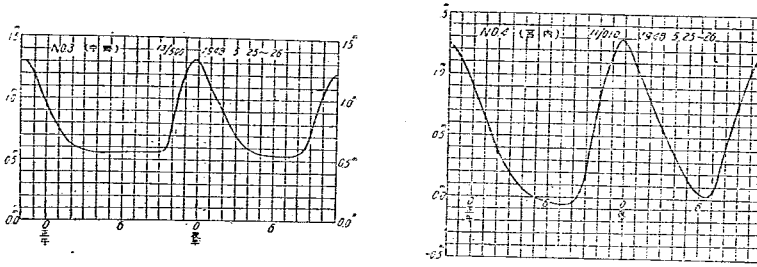
番　號	地　名	河口よりの距離
No. 1	斧　淵	18,381
No. 2	白　濱	15,800
No. 3	中　鄕	13,500
No. 4	宮　內	11,010
No. 5	五　代	8,500
No. 6	小　倉	6,575
No. 7	平　島	5,050
No. 8	竹　島	2,350
No. 9	久見崎	1,100
No. 10	河　口	300

4) 河川潮としての特性及びその考察　大潮時の観測結果を基として，河川潮としての特性の面から，現象の解說を試みる．

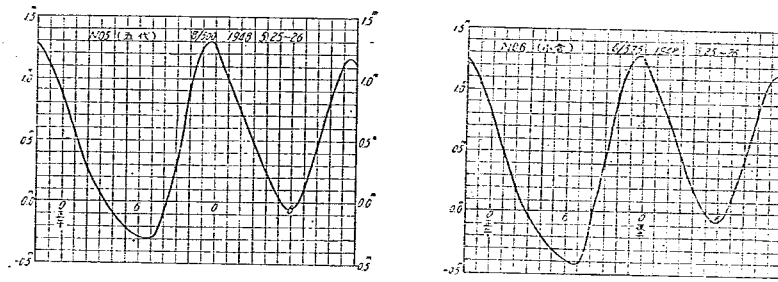
i) 漲潮及び落潮の時間的變化　進行長波が河道を遡上する場合，水深が比較的小なる場合には傳播速



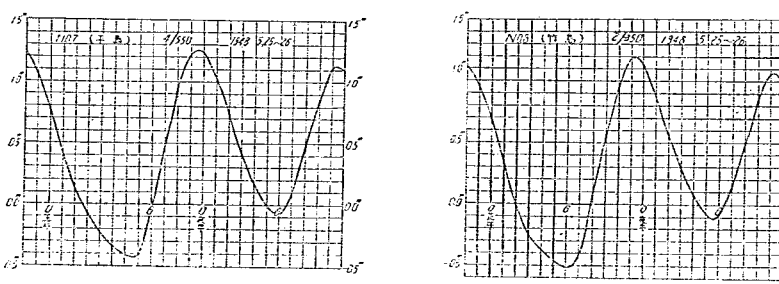
図－10　の　1



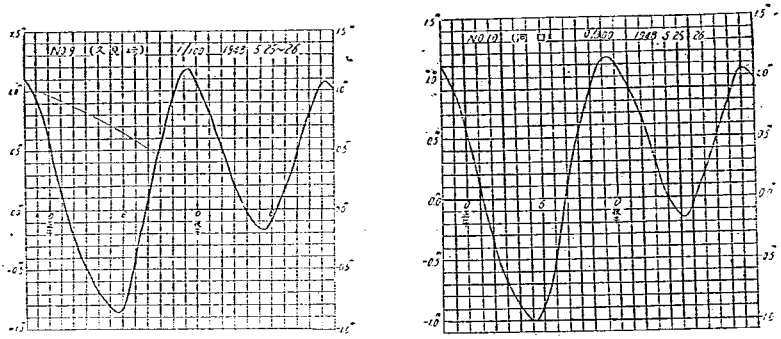
図－10　の　2



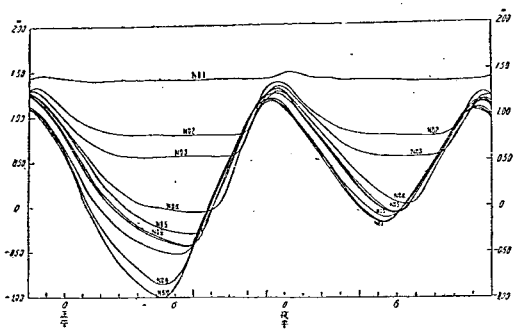
図－10　の　3



図－10　の　4



圖—10 の 5



圖—11 大潮時に於ける水位圖（昭和 23 年 5 月 25 日）
基準面東京灣中等潮位

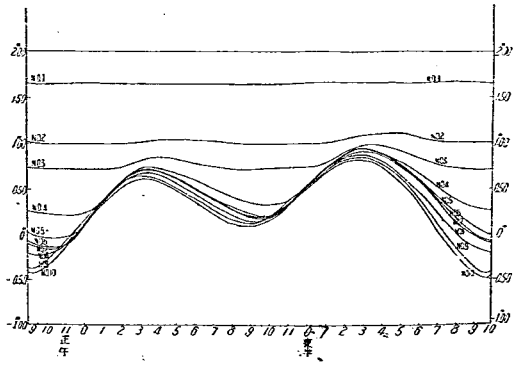
度に對し，波の高さが利く爲，波の山の速度が谷に比して大きくなり，又河床より流體中に摩擦が傳わる爲に，此の傾向は上流に進む程著しくなる．その上，河川の固有流は上げ潮を妨害し，下げ潮を促進させる．その爲に漲潮時間は益々短縮され落潮時間は長くなる．即ち漲潮時間は No. 4 (11/010) に至ると河口の約 1/2 となり，No. 2 (15/800) では僅かに 2 時間弱となる．

ii) 傳播速度　圖—13，圖—14 は夫々大潮及び小潮に就き河口を原點として横軸に距離を，縦軸に時間をとり，實線は波の山及び谷が實際に進行するに要した時間を，點線は夫々の場合に於ける波速（$\sqrt{gh}$）を以て進行するに要した時間を夫々累加して比較せるものである．こゝに h はその時の水位に對應した考える區間に就いての平均深を採用した．遡上潮流の波速は勿論嚴密には河の固有流速 u_0 を差引いた $\sqrt{gh}-u_0$ であるが，u_0 の大きさは中流部以下では可成り小さいので，概略の傾向を判定する爲には，省略して差支えないと思われる．圖から解ることは，高水位（H.W.L.）の傳播は非常に早く，長波の波速に大體一致し，河口より 11 km 上流の川内市宮内に達するのに 30 分前後しか要せず，低水位の傳播はこれに反し非常に遲く，前記地點迄大潮時に 2 時間强を要し，$\sqrt{gh}$ とは著しく相違している．圖—13 には低水位に於ける平均流速を以て進行した場合を途中迄とつて見たが，これと著しく近接していることは流れに近いものであることが云える．即ち高水位附近では波に近く低水位附近では流れに近いと云う二つの性質をもつて

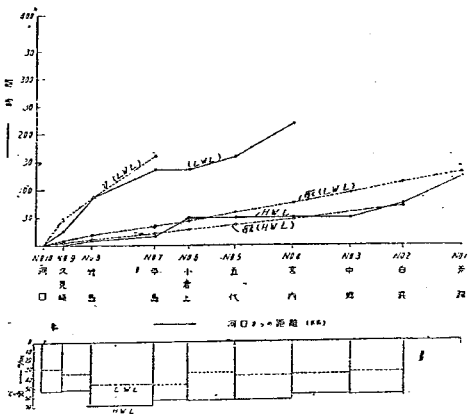
いる．

iii) **振幅の減衰**　観測地點の水位曲線より，波の山と谷をとり，減幅の模様を圖—15に示す．潮波のエネルギーは河床との摩擦，河川固有流との流體摩擦，河床の傾斜等の爲に次第に消耗し，振幅を減じて行くものである．川内市より上流の中郷 (13/500)，白濱 (15/800) になると，河床の傾斜が急增する爲に，減衰は甚しい．

iv) **水位曲線に於ける形の上の變化**　No.2 (15/800)，No.3 (13/500) の如き感潮區域の上流部の水位曲線に於て現れた著しい特徴は，漲潮時に於ける水位上昇は非常に急激であるが，頂點を過ぎて或程度下降すると次の上昇開始時刻迄の長時間に亙り，全然變動を示さず，完全な水平曲線を描き，その時間は 6~7 時間にも達している．この樣な水位の靜止狀態にありては，流れが支配的であり，全然感潮を示さず，河はその本來の固有流の狀態に復していることを示している．



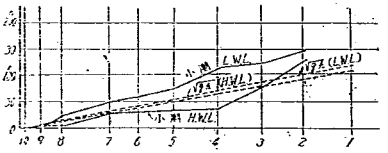
圖—12　小潮時に於ける水位圖
(昭和 23 年 7 月 30~31 日 (月令 23.7)
基準面東京灣中等潮位



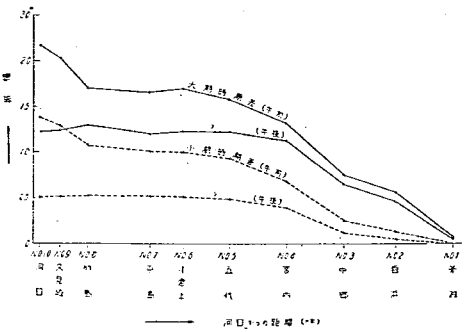
圖—13　潮波の傳播に要する時間 (大潮)
(昭和 23 年 5 月 25 日實測)

次に全般を通じて特筆すべき現象としては，上流から下流に至る迄，高水位に於てはその水位差が距離の割には極めて小さく，低水位には非常に大きいことである．大潮の場合を例にとると，感潮限界から河口迄に，前者 30 cm なるも，後者は 2.40 m に達し，No. 4 (11/010) と河口では夫々 15 cm，95 cm を示している．これは今迄述べた諸現象と完全な關聯性をもつものであるが，未だ明確なる說明を與え得ない．然し現象的には次の如く云える．

漲潮時に於て海の水位の上昇と共に，河水は潮時河道内に貯溜され，高水位に達した時はそれに略々近い水面迄河水が堰き上げられた恰好となり，堰上背水の如き形となつて水位差は僅少となるが，落潮時には河口に於け



圖−14　潮波の傳播に要する時間（小潮）



圖−15　圖潮波振幅の減衰狀態

る水位の低下が急激なるに對し，上流の水位はそれ程降下せず，低下背水の如き形となり，大なる水位差を生ずる．

以上綜合すれば，河川に於ける潮汐現象としては，外海に於ける水位の變動が擴及び水深が漸減し，傾斜した流れある水路を傳播して，樣々な變形が行われて流れと波との二つの性格の間を變動しているものである．

〔3〕 潮　　流

海洋に於ける水の運動としては，非週期性の動きとしての海流等と，週期性の動きとしての潮流とが考えれれる．

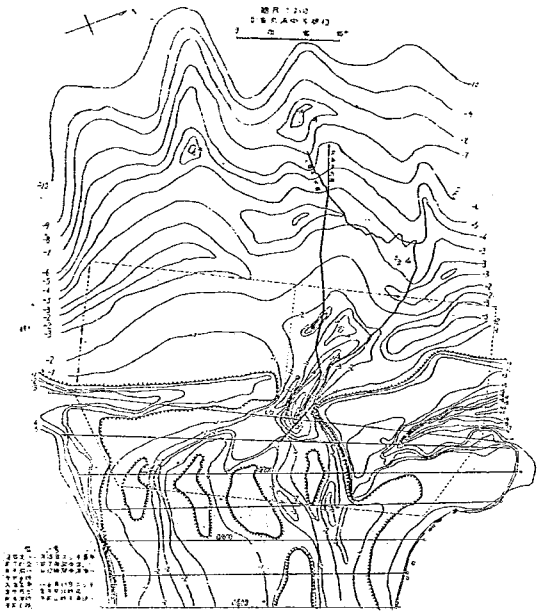
(1) 海　流　　河口附近の海岸線に影響を與えるものは，日本海流の派流としての北上する對馬海流であるが，九州西岸の出入の多い地形の爲に，南方に向う反向流を生ずるものと推察され，その流勢は甑島の存在の爲に弱くなることは考えられるが，實測資料が無い爲，今迄のところでは漂砂に對し關係なしとは斷言出來ない．

(2) 潮　流　　沿岸潮流に就いては全然實測の資料が無いので，確かなことは云えないが，海圖に依つて調べると，4～5 km の沖合に於て漲潮時北流し，落潮時南流する何れも 1/2 節位の潮流がある．河口の水深維持に密接な影響を及ぼすものは，河口を出入する潮流である．漲潮時には，特に優勢な方向を持たずにあらゆる方向から集中し，退潮時には主流は瀨戸神及び黑瀨の中間を海岸線に直角に西北西の方向に出で，やがて沿岸潮流の影響を受けて南流している．河口狹窄部に於ける最盛時の流速は，漲潮時に 2～2.5 節，落潮時に 3～1.5 節に達し，船舶の出入に對し障害となつている．圖−16 は 6 月 13 日（月令 26 日）の漲潮時と，6 月 3 日（月令 2 日）の退潮時に於て水面下 2 m の投潮浮標を投下し，陸上から流況を追跡したものであるが，入潮流が右岸瀨戸神の岩礁を迂回して來ているところを見ると，底流の流向は海底の地形に非常に影響されるものの樣である．

〔4〕 流　　量

(1) 現地に於ける觀測　　河口の分岐流に於ける流況調査を主目的にし，併せて感潮部に於ける流れの狀況を明らかにする目的を以て，昭和 23 年 3 月 19 日より同月 27 日に至る期間に於て行つた．

1) 觀測の日時及び場所　　各斷面の位置に就いては平面圖は 26 頁の圖−28，橫斷面圖は圖−17 を參



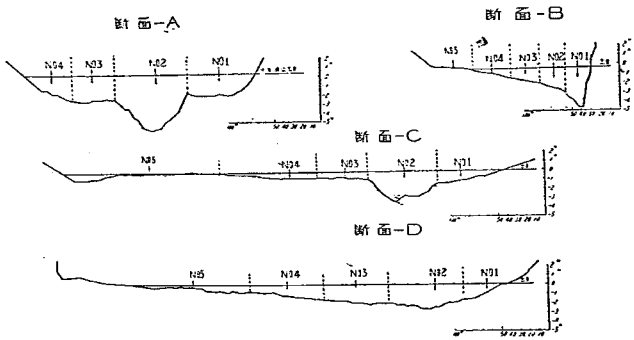
圖－16　川内川河口平面並退入潮流方向圖

照されたい．觀測は天候その他諸般の都合上，夜間觀測の實施が不可能に終り，何れも退潮時に於ける觀測である．入潮時に於ける觀測は後日行う計畫であつたが，期日，人員共に川内川改修事務所に依る低水路測量に全部動員された爲，遂にその機會を得なかつたことを附言する．

2) **觀測の方法**　感潮水路の河口附近に於ては，流速の方向及び大いさは時々刻々變化し，轉流時附近に於ては，上層と下層とが甚だしく流況を異にする爲に，從來の型式の流速計を使用することは非常に困難であ

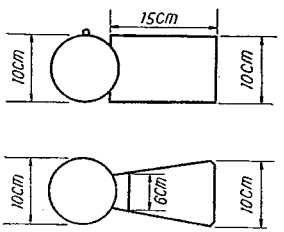
表－7

	觀　測　日　時	觀測斷面	潮　候　時
第1回	3月19日　自正午　至午後4時	A, B, C, D,	小潮落潮
第2回	25日　自午後1時　至同4時	B, C, D,	大潮落潮
第3回	26日　自午後1時30分　至同3時	B, C, D,	同　上
	自午後3時30分至5時30分	A	同　上
第4回	27日　自午後1時　至同4時	A	同　上

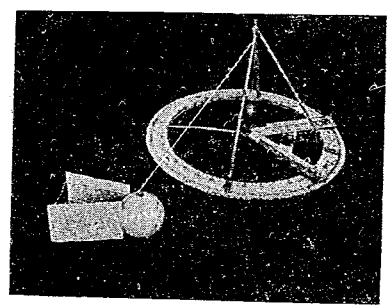


圖—17　流量實測斷面圖

る．特に流向の變化と觀測時間の長いことは，此の種の河口部に於ける數斷面の同時觀測には，致命的障害である．よつて流速計としては土木研究所に於て考案された簡易流速計を用いた（圖—18 及び寫眞）．



圖—18



3)　得られた結果とその考察

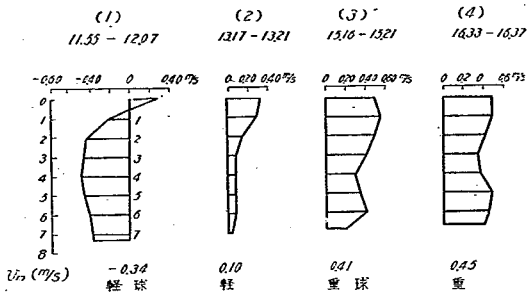
i)　觀測値の整理　　定點觀測の場合は比較的簡單であるが，斷面内を１個の流速計を以て移動觀測した場合は，各觀測値が時間的にズレているので流量を出すには次の如き方法をとつた．

先ず斷面に直角な方向に流速を更正し，正負の符號を附して順流，逆流を區別し，各觀測點について鉛直方向の平均流速を出す．これらの値により時刻を横軸にしてグラフを描くと，各觀測點に關して平均流速の時間的變化が解る故，或る時刻に就いてそのグラフを切つてやれば，以後は普通の操作により全斷面の流量が算出出來る．この樣にして求めたのが圖—22 である．

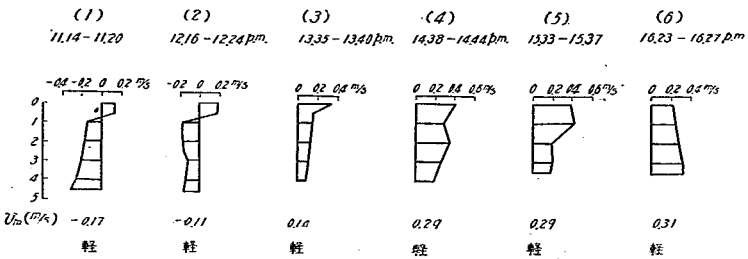
ii)　考　　察

イ）　流速の變化の狀況　　大潮及び小潮について，各斷面の澪筋に於ける流速の垂直分布の模樣を示せ

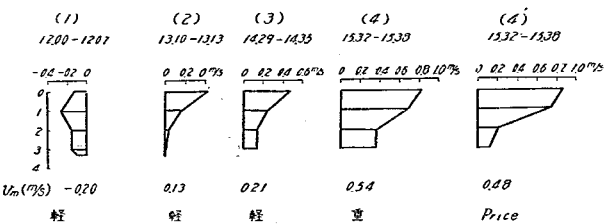
Ⅰ 断面－A，測点 No 2



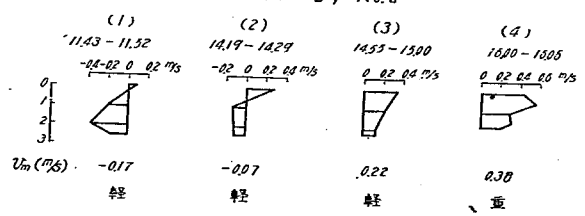
Ⅱ 断面－B，No.1



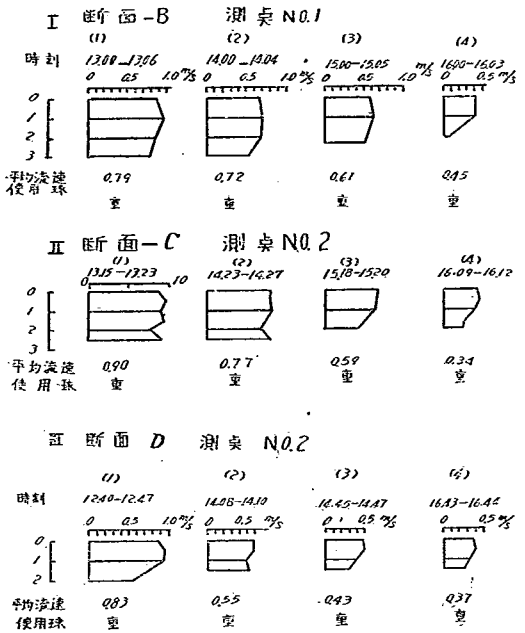
Ⅲ 断面－C，No.2



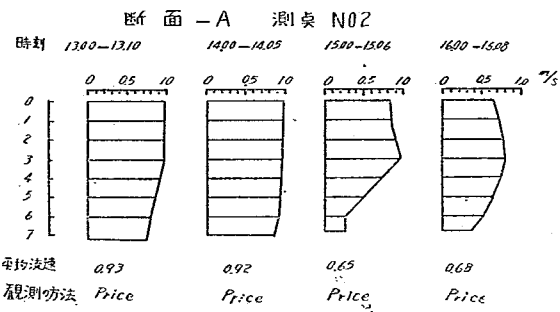
Ⅳ 断面－D，No.2



図－19　3月19日（小潮退潮路）



圖—20 3月25日(大潮落潮時)

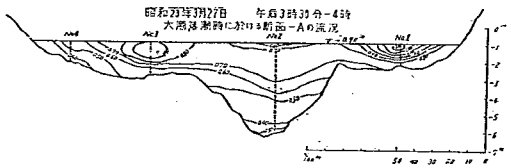


圖—21 3月27日(大潮落潮時)

ば圖—19, 圖—20, 圖—21 の如くなる. 圖—19 に見られる如く, 3月19日の小潮時に於ける觀測は, 落潮直前に開始された爲に, 上層と下層とに於ける流速の變化の狀況がよく解る. 即ち漲潮時に於て全水深に互り逆

流していた流れは，満潮に近づくと先ず表層から順流に轉じ始め，下層水の上を辷る様な恰好となつて潮時順流層を増して行き，やがて全水深に亙り順流層を形成し，落潮流の最盛時に入ると完全な所謂河型の流速分布を呈するに至る．以上は落潮時の初期の現象であつたが，漲潮時の初期に於ては漲潮流は先ず下層に現れ，順時上層に及ぶものであることは容易に想像される．この様な流速分布の變化は，河水と海水の密度が異なる爲に漲潮及び落潮の初期に於ては可成り顯著に現れるのであるが，川内川の河口に於ける如く河口が非常に狹窄され，水深も全般的に小さい爲に河水と海水の混合は比較的短時間に終了し，その影響も比較的下流部のみに限定されるものであると思われる．

次に斷面－A に於ける流速分布の一例を圖－22 に示す．これは大潮の落潮時（低潮位 40 分前）で，低水位近くに相當するが，圖によると中央の澪筋よりも兩側の岸寄りの方が流速が大きい．これは現地に於て干潮時の河口の河狀を觀察すれば容易に諒解されるところである．即ち斷面－A の直ぐ上手では，水面幅の急激なる擴大の爲に流水が集中し得なくなり，恰も河口の狹窄部にかぶさる様に笠形の砂洲が出現し，流れは左右に二分され，兩岸に衝突して流下する．而も右岸流の方が本川の主流に近い爲に流速も大きい．



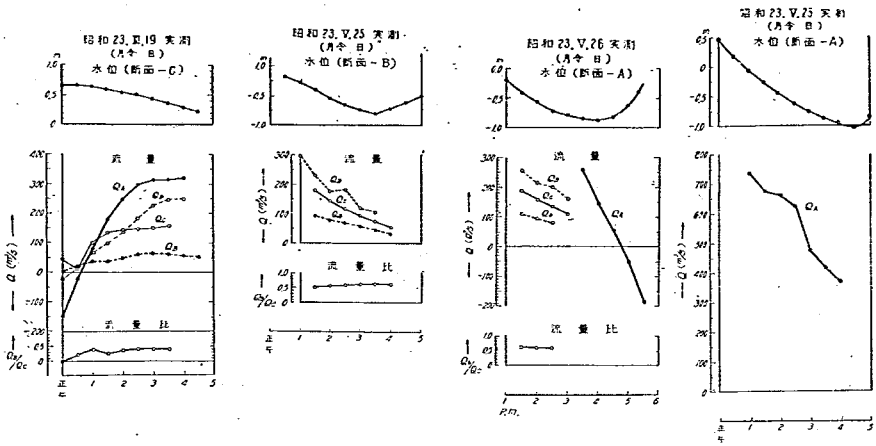
圖－22　流速分布圖

ロ）分流の問題　舟間島を挟んで南北に分れた二つの水道に於ける落潮時の流量の配分を示すものは，圖－23 の Q_B/Q_O である．即ち分岐流（右）の流量を Q_B，本川の流量（左）を Q_O とした場合，小潮時及び大潮時に於ける實測から Q_B/Q_O を求めて見ると，夫々0.37，0.59 の附近にある．これは潮汐の大きさに依り分岐量が多少異なることを示すものであるが，總流量（分流前の本川流量）に對し大略 1/3 と考えて宜しい．流量の配分を支配する要素としては種々のものが考えられるが，こゝに Q_B，Q_O を出した際の斷面全體に就いての平均流速を夫々 $\sqrt{B}$，$\sqrt{C}$ とし，兩者の比較を圖－24 で試みた．圖に依ると平均流速は著しい近似性を示し，この程度ならば先ず等しいと考えて差支えない．然らば落潮流に於ける流量の配分は，斷面積の比に略々等しいことゝなる．

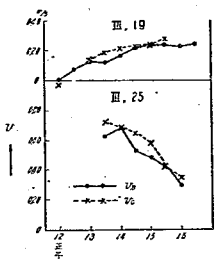
分流路（右）の徑深が大なるに反し，前記の如く分流量が割合小さい點は，河口附近の地形を眺めた場合，分流路としての形の影響が支配的ではないかと考えられる．故に入潮時及び洪水時の流量配分の機構に關しては現地調査なり，定流に依る模型試驗なりを以て判斷すべきで，現在の段階では結論を引出すことは難かしい．

ハ）河川の固有流量　感潮部に於ける流れは不定流であるから，普通河川に於ける如き水位と流量を對應させた流量曲線では意味がない．圖－25 は定流區間と考えられる感潮部上流端の弁淵（18/381）に於ける低水の流量曲線である．これに依ると固有流量は，平均低水位に於て約 49 m³/s である．この程度の固有流量では感潮區域の中流部以下では潮汐の影響が壓倒的に大きい．

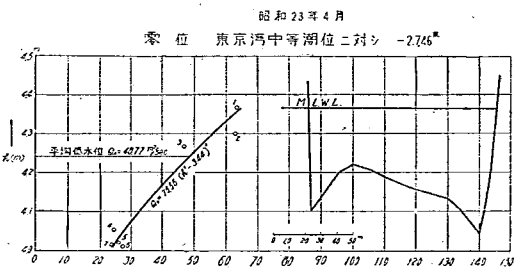
(2)　感潮部に於ける流量の算出（大潮時）



圖—23



圖—24　V_B と V_O の比較



圖—25　斧淵低水流量曲線

不定流の連續式を積分すれば

$$Q_{X_1}=Q_{X_0}-\int_{X_0}^{X_1} b_{X_0\sim X_1}\left(\frac{\partial \zeta}{\partial t}\right)_{X_0\sim X_1}\cdot dx \qquad (1)$$

となる．こゝに

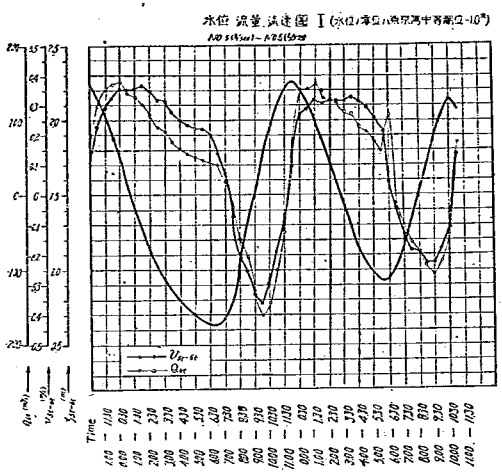
$Q_{X_1}=t$ 時に於ける X_1 斷面の流量

$Q_{X_0}=t$ 時に於ける X_0 斷面の流量

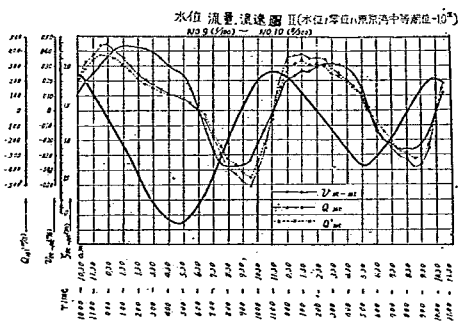
$b_{X_0\sim X_1}=t$ 時に於ける考える區間の平均の水面幅

$\left(\frac{\partial \zeta}{\partial t}\right)_{X_0\sim X_1}=t$ 時に於ける考える區間の水位の變化率

感潮部の全域に亙り Δx 毎に水位の同時観測を實施すれば，感潮部上流端を起點としてその地點に於ける河川の固有流量から出發し，横斷圖を利用して各地點に於ける流量を順次下流に向つて算出することが出來る．表—7，8，圖—26，27 は前出の大潮時の水位觀測の結果よりこの様にして求めた流量及び流速の計算を示したものである．橫斷面圖は 0/0～2/400 は 100 m，2/400～18/400 迄は 200 m 間隔に使用した．流量及び流速の最大と潮汐時の關係は次の如くなる．最高水位を過ぎて順流に移ると，流量，流速の順序で最大が現われ，最低水位に達して後逆流が始まると流速，流量の順でその最大が現れる．流量，流速が零となる時刻，即ち轉流が始まるのは，水位の最高，最低に 30 分前後遲れる．



圖—26



圖—27

河口より斧淵 (18/500) に至る感潮區域の總水面積は，平均低水位に於て 3,848,000 m² である．次に河口に於て大潮の場合潮汐の一週期に於ける總出入量を示すと

總入潮量＝4,850,000 m³

總退潮量＝6,630,000 m³

となる．而してその差 3,560,000 m³ は此の時間中に於ける河川の定常流下量に等しい筈であるが，この時の Q_0 は 34.69 m³/s で，一週期間では 3,120,000 m³ となり，その誤差は前記差引量に對し約 14% となる．而して 12 km より上流は，低水路の調査區域外の爲に止むを得ず昭和 18 年の横斷圖を使用したことを考えると，此の様な連續式に依る計算は割に實際に近い値を與えることがわかる．

〔5〕 底　　質

(1) 採取地點　諸般の都合から採取地點を廣範圍に擴げることが出來なかつた爲，調査は河口附近に限定された．圖—28 に示す如く流量觀測斷面を主體とし，澪筋，汀線，砂洲等，河口に於ける底質分布を比較的

表—8

at No.5 (8/500)～No.1 (6/575)　　$\Delta x=1925$ m,　$\Delta t=60\times30=1800$ sec

$$Q_{bt}=\int_{x_0=6575}^{x_5=8500} b_{st\sim at}\left(\frac{\partial\zeta}{\partial t}\right)\cdot dx=Q_{st}-b_{st\sim at}\frac{(\Delta\zeta)_{st\sim at}}{(\Delta t)}\qquad \frac{\Delta x}{\Delta t}=\frac{1925}{30\times60}=1.069$$

Time	$(\Delta\zeta)_{st}$ (m)	$(\Delta\zeta)_{at}$ (m)	$(\Delta\zeta)_{st\sim at}$ (m)	h_t (m)	$b_{st\sim at}$ (m)	$\frac{b_{st\sim at}\cdot(\Delta S)_{st\sim at}}{(m^2/sec)}$	$\times\frac{\Delta x}{\Delta t}$	Q_{st} (m^3/s)	Q_{at} (m^3/s)	A_{at} (m^2)	v_{at} (m/sec)
10.00～10.30	−0.06	−0.07	−0.065	2.228	223.8	−14.56	−15.60	46.07	61.67	537.0	0.115
10.30～11.00	−0.11	−0.11	−0.110	2.140	222.2	−23.40	−25.05	93.59	118.64	518.0	0.229
11.00～11.30	−0.13	−0.13	−0.130	2.020	221.1	−28.80	−30.83	112.29	143.12	491.0	0.292
11.30～ 0.00	−0.13	−0.15	−0.140	1.885	219.0	−30.70	−32.90	115.08	147.98	461.0	0.321
0.00～ 0.30	−0.14	−0.15	−0.145	1.743	215.7	−31.30	−33.50	118.97	152.47	431.0	0.354
0.30～ 1.00	−0.14	−0.15	−0.145	1.598	212.3	−30.80	−33.00	103.54	136.54	400.0	0.351
1.00～ 1.30	−0.14	−0.17	−0.155	1.448	208.6	−32.35	−34.65	95.29	129.94	367.0	0.354
1.30～ 2.00	−0.14	−0.13	−0.135	1.303	204.6	−27.63	−29.60	90.47	120.07	333.0	0.361
2.00～ 2.30	−0.12	−0.13	−0.125	1.173	200.5	−25.10	−26.90	79.68	106.58	310.0	0.344
2.30～ 3.00	−0.095	−0.10	−0.098	1.059	196.5	−19.28	−20.65	69.93	90.63	288.0	0.315
3.00～ 3.30	−0.095	−0.10	−0.098	0.964	193.0	−18.93	−20.30	64.13	84.43	271.0	0.312
3.30～ 4.00	−0.07	−0.07	−0.070	0.880	189.6	−13.28	−14.21	54.46	68.67	254.0	0.271
4.00～ 4.30	−0.06	−0.06	−0.060	0.875	186.5	−11.20	−11.98	48.52	60.50	243.0	0.249
4.30～ 5.00	−0.04	−0.05	−0.045	0.763	182.3	− 8.21	− 8.78	45.13	53.91	233.0	0.232
5.00～ 5.30	−0.04	−0.04	−0.040	0.720	179.0	− 7.17	− 7.68	42.26	49.94	225.0	0.222
5.30～ 6.00	−0.03	−0.04	−0.035	0.683	177.1	− 6.20	− 6.64	41.49	48.13	219.0	0.220
6.00～ 6.30	−0.02	−0.02	−0.020	0.655	176.0	− 3.52	− 3.77	38.34	42.11	213.0	0.198
6.30～ 7.00	−0.01	−0.01	−0.010	0.640	175.8	− 1.76	− 1.89	37.41	39.30	210.0	0.139
7.00～ 7.30	0.04	0.14	0.090	0.683	177.0	15.93	17.05	32.74	15.69	218.0	0.072
7.30～ 8.00	0.19	0.22	0.205	0.828	187.0	38.40	41.10	22.06	−19.04	245.0	0.078

8.00～ 8.30	0.23	0.27	0.250	1.055	196.4	49.20	52.70	− 8.32	− 61.02	287.0	−0.213
8.30～ 9.00	0.22	0.22	0.220	1.290	204.1	44.90	48.20	− 37.03	− 85.23	334.0	−0.256
9.00～ 9.30	0.28	0.27	0.275	1.538	210.8	58.10	62.20	− 67.67	−129.87	386.0	−0.336
9.30～10.00	0.26	0.25	0.255	1.803	217.0	55.30	59.20	−102.55	−161.75	443.0	−0.365
10.00～10.30	0.19	0.18	0.185	2.023	221.1	40.90	43.80	−103.09	−146.89	491.0	−0.300
10.30～11.00	0.12	0.11	0.115	2.173	223.0	25.70	27.50	− 72.63	−100.13	525.0	−0.191
11.00～11.30	0.06	0.06	0.060	2.260	224.0	13.43	14.39	− 35.88	− 50.27	546.0	−0.092
11.30～ 0.00	−0.04	−0.05	−0.045	2.268	224.1	−10.10	−10.82	39.72	50.54	545.0	0.093
0.00～ 0.30	−0.14	−0.14	−0.140	2.178	223.0	−31.30	−33.50	107.68	141.18	525.0	0.269
0.30～ 1.00	−0.11	−0.12	−0.115	2.048	221.6	−25.50	−27.30	115.32	142.62	497.0	0.287
1.00～ 1.30	−0.13	−0.14	−0.135	1.923	219.7	−29.70	−31.80	118.20	150.00	469.0	0.320
1.30～ 2.00	−0.13	−0.13	−0.130	1.790	216.7	−28.20	−30.20	105.64	135.84	440.0	0.309
2.00～ 2.30	−0.13	−0.13	−0.130	1.660	213.8	−27.80	−29.80	98.18	127.98	412.0	0.311
2.30～ 3.00	−0.13	−0.14	−0.135	1.528	210.6	−28.45	−30.50	91.05	121.55	384.0	0.317
3.00～ 3.30	−0.12	−0.12	−0.120	1.400	207.1	−24.90	−26.65	86.88	113.53	357.0	0.318
3.30～ 4.00	−0.12	−0.12	−0.120	1.280	204.0	−24.50	−26.25	81.32	107.57	332.0	0.324
4.00～ 4.30	−0.12	−0.11	−0.115	1.163	200.0	−23.00	−24.60	71.18	95.78	308.0	0.311
4.30～ 5.00	−0.09	−0.09	−0.090	1.060	196.5	−17.70	−18.95	65.39	84.34	288.0	0.293
5.00～ 5.30	−0.07	−0.06	−0.065	0.983	193.8	−12.60	−13.49	56.46	69.95	274.0	0.255
5.30～ 6.00	−0.04	−0.04	−0.040	0.930	191.8	− 7.67	− 8.21	49.23	57.44	264.0	0.218
6.00～ 6.30	0.08	0.10	0.090	0.955	192.7	17.35	18.59	29.27	10.69	268.0	0.039
6.30～ 7.00	0.13	0.13	0.130	1.065	196.7	25.60	27.40	13.56	− 13.84	289.0	−0.048
7.00～ 7.30	0.15	0.15	0.150	1.205	201.5	30.25	32.40	− 10.32	− 42.72	317.0	−0.135
7.30～ 8.00	0.18	0.18	0.180	1.370	206.7	37.20	39.80	− 25.23	− 65.03	350.0	−0.186
8.00～ 8.30	0.20	0.20	0.200	1.560	211.2	42.24	45.20	− 32.24	− 77.44	391.0	−0.198
8.30～ 9.00	0.19	0.19	0.190	1.775	216.0	41.10	44.00	− 54.88	− 98.88	433.0	−0.228
9.00～ 9.30	0.15	0.14	0.145	1.925	219.7	31.90	34.15	− 73.92	−108.07	470.0	−0.230
9.30～10.00	0.11	0.11	0.110	2.050	221.6	24.40	26.10	− 66.40	− 92.50	497.0	−0.186
10.00～10.30	0.05	0.04	0.045	2.128	222.1	10.00	22.21	− 29.63	− 51.84	515.0	−0.101
10.30～11.00	−0.08	−0.05	−0.065	2.118	222.2	−14.45	−15.48	55.09	70.57	513.0	0.137

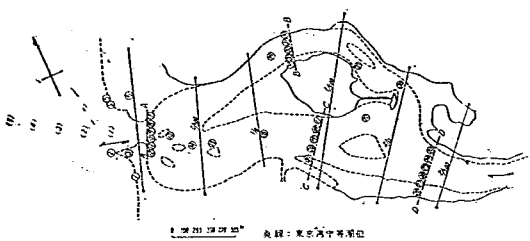
表-9

at No.9 (1/100)～No.10 (0/300)　　$\Delta x=800$ m　　$\Delta t=30\times60=1800$ sec

$$Q_{10t}=Q_{0t}-\int_{x_{10}=300}^{x_0=1100}\left(\frac{\partial\zeta}{\partial t}\right)_{0t\sim10t}\cdot dx=Q_{0t}-b_{0t\sim10t}\cdot\frac{(\Delta\zeta)_{0t\sim10t}}{\Delta t}\cdot\Delta x\qquad\frac{\Delta x}{\Delta t}=0.444$$

Time	h_0 (m)	h_{10} (m)	$(\Delta\zeta)_{0t}$ (m)	$(\Delta\zeta)_{10t}$ (m)	$(\Delta\zeta)_{0t\sim10t}$ (m)	$b_{0t\sim10t}$ (m)	Q_{0t} (m³/s)	$-b_{0t\sim10t}\cdot\frac{\Delta\zeta}{\Delta t}{}_{9t\sim10t}\cdot\Delta x$ (m³/s)	Q_{10t} (m/s)	A_{10t} (m²)	v_{10t} (m/s)
10.00～10.30	2.11	2.10	−0.03	−0.09	−0.085	819	160.52	31.00	191.52	1657	0.115
10.30～11.00	2.03	2.01	−0.10	−0.11	−0.105	801	275.28	37.40	312.68	1550	0.202
11.00～11.30	1.93	1.90	−0.18	−0.18	−0.180	780	316.51	62.50	379.01	1415	0.268
11.30～ 0.00	1.75	1.72	−0.15	−0.18	−0.165	752	367.83	55.25	423.08	1240	0.341
0.00～ 0.30	1.60	1.54	−0.17	−0.20	−0.185	719	368.44	59.20	427.64	1055	0.406
0.30～ 1.00	1.43	1.34	−0.22	−0.24	−0.230	677	338.75	69.30	408.05	867	0.470
1.00～ 1.30	1.21	1.10	−0.20	−0.20	−0.200	622	305.42	55.40	360.82	680	0.531
1.30～ 2.00	1.01	0.90	−0.19	−0.22	−0.205	560	251.97	55.10	303.07	545	0.556
2.00～ 2.30	0.82	0.68	−0.18	−0.16	−0.170	508	216.01	38.50	254.51	450	0.566
2.30～ 3.00	0.64	0.52	−0.14	−0.14	−0.140	466	175.63	29.10	204.73	379	0.540
3.00～ 3.30	0.50	0.38	−0.10	−0.11	0.105	434	152.38	20.30	172.68	335	0.531
3.30～ 4.00	0.40	0.27	−0.10	−0.11	0.105	408	122.71	19.10	141.81	300	0.473
4.00～ 4.30	0.30	0.16	−0.07	−0.07	0.070	337	98.29	12.06	110.35	272	0.406
4.30～ 5.00	0.23	0.09	−0.06	−0.06	0.060	370	86.03	12.00	95.92	249	0.385
5.00～ 5.30	0.17	0.03	−0.03	−0.03	0.030	359	76.84	4.80	81.64	233	0.350
5.30～ 6.00	0.14	0.00	0.05	0.13	0.090	367	55.12	− 14.70	40.42	243	0.166
6.00～ 6.30	0.19	0.13	0.13	0.20	0.165	401	26.22	− 29.50	− 3.28	290	−0.011
6.30～ 7.00	0.32	0.33	0.21	0.25	0.230	439	− 28.01	− 45.00	− 73.01	368	−0.198
7.00～ 7.30	0.53	0.58	0.23	0.25	0.240	532	−125.91	− 62.10	−188.01	487	−0.386
7.30～ 8.00	0.76	0.83	0.26	0.26	0.260	606	−224.16	− 70.10	−294.26	650	−0.453
8.00～ 8.30	1.02	1.09	0.25	0.24	0.245	670	−308.40	− 73.10	−381.50	842	−0.453
8.30～ 9.00	1.27	1.33	0.21	0.20	0.205	716	−353.60	− 65.40	−419.00	1037	−0.404

9.00～ 9.30	1.48	1.53	0.21	0.20	0.205	751	−413.22	− 68.50	−481.72	1233	−0.391
9.30～10.00	1.69	1.73	0.20	0.20	0.210	783	−444.05	− 75.20	−519.25	1433	−0.362
10.00～10.30	1.91	1.93	0.18	0.16	0.170	810	−349.34	− 61.30	−410.64	1608	−0.255
10.30～11.00	2.09	2.09	0.06	0.06	0.060	831	−236.29	− 22.20	−258.49	1725	−0.150
11.00～11.30	2.15	2.15	0.02	0.01	0.015	838	− 62.74	− 56.00	−118.74	1762	−0.067
11.30～ 0.00	2.17	2.16	−0.07	−0.07	−0.070	829	160.93	25.90	186.83	1713	0.109
0.00～ 0.30	2.10	2.09	−0.10	−0.01	−0.105	810	303.28	37.90	341.18	1608	0.213
0.30～ 1.00	2.00	1.98	−0.11	−0.12	−0.115	791	304.90	40.50	345.40	1436	0.233
1.00～ 1.30	1.89	1.86	−0.14	−0.14	−0.140	771	335.58	48.00	383.58	1354	0.283
1.30～ 2.00	1.75	1.72	−0.14	−0.15	−0.145	743	294.50	48.30	342.80	1261	0.282
2.00～ 2.30	1.61	1.57	−0.15	−0.16	−0.155	723	296.32	49.90	346.22	1072	0.323
2.30～ 3.00	1.46	1.41	−0.15	−0.15	−0.150	694	287.36	46.30	333.66	942	0.355
3.00～ 3.30	1.31	1.26	−0.14	−0.14	−0.140	662	250.36	41.25	291.61	815	0.358
3.30～ 4.00	1.17	1.12	−0.14	−0.13	−0.135	632	221.94	38.00	259.94	710	0.366
4.00～ 4.30	1.03	0.99	0.10	0.09	−0.095	599	184.83	25.40	210.23	632	0.333
4.30～ 5.00	0.93	0.90	0.07	0.05	−0.060	575	151.65	15.30	167.02	580	0.288
5.00～ 5.30	0.80	0.85	−0.03	−0.02	−0.025	565	103.77	6.29	110.06	555	0.198
5.30～ 6.00	0.83	0.83	0.07	0.08	0.075	575	33.70	−19.20	14.50	580	0.025
6.00～ 6.30	0.90	0.91	0.11	0.12	0.115	608	− 74.96	−31.20	−105.89	655	−0.162
6.30～ 7.00	1.01	1.03	0.15	0.16	0.155	645	−147.57	−44.50	−192.07	760	−0.253
7.00～ 7.30	1.16	1.19	0.15	0.15	0.150	680	−183.81	−45.40	−234.21	877	−0.267
7.30～ 8.00	1.31	1.34	0.16	0.16	0.160	711	−256.56	−50.70	−307.26	1016	−0.302
8.00～ 8.30	1.47	1.50	0.16	0.15	0.155	739	−286.40	−51.00	−337.40	1160	−0.291
8.30～ 9.00	1.63	1.65	0.17	0.17	0.170	766	−321.76	−58.00	−379.76	1325	−0.287
9.00～ 9.30	1.80	1.82	0.16	0.16	0.160	790	−316.39	−56.30	−372.69	1480	−0.252
9.30～10.00	1.96	1.98	0.09	0.07	0.080	809	−225.16	−28.80	−253.96	1596	−0.159
10.00～10.30	2.05	2.05	−0.03	−0.03	0.030	815	− 58.11	10.90	47.21	1637	0.029
10.30～11.00	2.02	2.02	−0.07	−0.06	0.065	809	161.39	23.40	184.79	1596	0.116
11.00～11.30	1.95	1.96									



圖—28　底質採取箇處圖

良く代表させる箇所を選んだ．採取器としては滿足すべきものが得られなかつたので，鐵製の鎖状のものを製作しこれに目の細かい布製の袋をつけて使用したが，結果は良好であつた．

(2) 粒度に依る分類　試料の中，河口外流心部のものを除く ① より ㊱ 迄は No.4, No.8, No.14, No.28, No.48, No.100, No.200 の 7 箇の篩を使用して，全部現地に於て篩分並びに計量を行つた．河口外の試料に就いては，土木研究所に於て當時出張中の九州地建の若木技官補に依頼して，沈降分析を前提とする機械分析を行い，比重の測定も行つた．各試料の通過量百分率，殘留量百分率は表—10 に示す通りである．

現地篩分のものに就いては殆んど全部が砂質型であるが，各試料に就いて各篩間の殘留量に依り頻度圖を作り，その傾向の類似性に從つて 6 箇の群に分けて見た．圖—29 はその頻度圖を示す．

1) 各群に對する考察

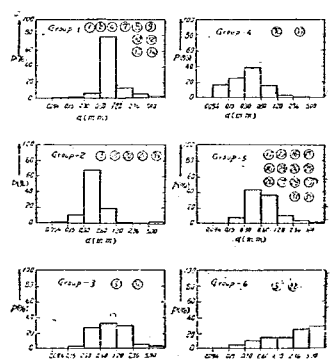
群—1　海側汀線附近 (①, ②, ④)，斷面-A (⑦, ⑧, ⑨, ⑩, ⑫) 及び河口より 0/500 迄 (⑬, ⑭) は 0.6～1.2 mm のものが 80% 近くを占め，完全な粗砂型である．外海に最も近接しているので，入退潮流や波浪の影響を最も頻繁に受けて，底質の構成も粗大になるものと思われる．

群—2　斷面-C (⑲, ⑳, ㉑) になると粒度が，一段小さくなり，0.3～0.6mm のものが 70% を占め粗砂型である．左岸砂洲上 ③ と斷面-B の水際 ㉝ と類似している．

群—3　0.3～2.36mm を以て 90% 余りを占め，矢張り粗砂型であるが，前記 2 群よりは粒度分布が廣い．分流路 (右) の澁筋にあり，大體に於て安定した混合型を示している．これと左岸砂洲上の ⑥ と似ている．

群—4　大體に於て次の群—5 と同じ傾向をもつが，頻度分布が少し廣い．斷面-B の中央部に相當し (㉜, ㉞)，細粗混合型である．

群—5　80% が 0.3～1.2mm で，0/600～1/0 (⑮,⑯)，斷面—B (㉙, ㉚, ㉛)，斷面—C (⑰, ⑱)，斷面—D の全部 (㉓, ㉔, ㉕, ㉖, ㉗) に及び，粗砂が大部分で分布範圍極めて廣く，河口附近の底質を代表するものである．



圖—29

群—6　粗砂より礫に至る大小粒徑の混合型である．これは木川 (1/800) の澁筋のものと，河口右側砂洲

表—10　河口附近底質篩分表

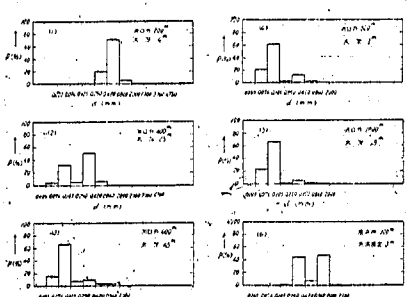
A) 河　側

篩	S_1		S_2		S_3		S_4		S_5		S_6		S_7	
篩番號	200		100		48		28		14		8		4	
mm	0.074		0.147		0.295		0.589		1.168		2.362		4.760	
No.	p_1	P_1	p_2	P_2	p_3	P_3	p_4	P_4	p_5	P_5	p_6	P_6	p_7	P_7
1	0.03	0.03	0.25	0.28	5.72	6.00	77.29	83.29	13.21	96.50	2.40	98.90	1.10	100.00
2	—	—	0.47	0.47	17.50	17.97	71.94	89.91	6.89	96.80	2.39	99.19	0.81	100.00
3	0.19	0.19	5.07	5.26	80.38	85.64	12.78	98.42	0.11	98.53	0.29	98.82	1.18	100.00
4	0.04	0.04	1.41	1.45	24.97	26.42	61.75	88.13	8.64	96.81	1.85	98.66	1.34	100.00
5	—	—	1.01	1.01	4.47	5.48	19.06	24.54	24.71	49.25	17.49	66.74	33.26	100.00
6	0.17	0.17	2.89	3.06	20.20	23.26	31.31	54.57	38.07	92.64	7.00	99.64	0.36	100.00
7	0.09	0.09	5.57	5.66	55.14	60.80	36.59	97.39	2.46	99.85	0.15	100.00	—	—
8	0.02	0.02	0.43	0.45	17.79	18.24	57.75	75.99	15.86	91.85	3.21	95.06	4.94	100.00
9	0.01	0.01	0.46	0.47	2.03	2.50	62.31	64.81	16.29	81.10	15.60	96.70	3.30	100.00
10	0.01	0.01	0.81	0.82	28.32	29.14	57.15	86.29	10.88	97.17	1.97	99.14	0.86	100.00
11	0.20	0.20	4.19	4.39	43.09	47.48	46.54	94.02	4.34	98.36	0.96	99.32	0.68	100.00
12	0.08	0.08	4.01	4.09	67.35	71.44	27.54	98.98	0.97	99.95	0.05	100.00	—	—
13	—	—	0.02	0.02	1.05	1.07	53.07	54.14	31.08	85.22	10.48	95.70	4.30	100.00
14	2.63	2.63	0.58	3.26	16.05	19.31	57.35	76.66	15.91	92.62	5.55	98.17	1.83	100.00
15	1.84	1.84	24.03	25.87	40.19	66.06	21.88	87.94	7.83	95.77	2.66	98.43	1.57	100.00
16	0.69	0.69	9.40	10.09	37.37	47.46	21.76	69.22	6.99	76.21	5.68	81.89	18.11	100.00
17	0.23	0.23	14.86	15.09	49.98	65.07	19.53	84.60	7.56	92.16	5.53	97.69	2.31	100.00
18	—	—	1.53	1.53	33.55	35.08	52.01	87.09	11.36	98.45	0.69	99.14	0.86	100.00
19	0.21	0.21	4.99	5.20	68.64	73.84	22.75	96.59	2.97	99.56	0.41	99.97	0.03	100.00
20	0.14	0.14	4.14	4.28	59.43	63.71	27.36	91.07	3.74	94.81	0.20	95.01	4.99	100.00
21	0.97	0.97	16.22	17.19	61.07	78.26	18.67	96.93	2.37	99.30	0.44	99.74	0.26	100.00
22	0.90	0.90	11.66	12.56	16.26	28.82	9.16	37.98	3.68	41.66	33.49	75.16	24.85	100.00
23	0.50	0.50	8.45	8.95	52.30	61.25	32.94	94.19	4.84	99.03	0.70	99.93	0.27	100.00
24	0.09	0.09	5.59	5.68	43.41	49.09	35.21	84.30	10.48	94.78	3.42	98.20	1.80	100.00
25	0.10	0.10	4.72	4.82	42.09	46.91	36.25	83.16	11.75	94.91	4.10	99.01	0.99	100.00
26	0.12	0.12	5.67	5.79	47.06	52.85	37.26	90.11	8.23	98.34	1.30	99.64	0.36	100.00
27	0.49	0.49	6.66	7.15	62.31	69.46	27.11	96.57	3.06	99.63	0.28	99.91	0.09	100.00
28														
29	1.34	1.34	8.10	9.44	43.13	52.57	37.24	86.84	8.07	94.91	2.93	97.84	2.16	100.00
30	0.15	0.15	2.87	3.02	31.35	34.37	45.88	80.25	14.83	95.08	3.19	98.27	1.73	100.00
31	0.16	0.16	6.31	6.47	46.17	52.64	34.41	87.05	8.91	95.96	2.91	98.87	1.13	100.00
32	11.62	11.62	21.41	33.03	39.70	72.73	20.66	93.39	4.66	98.05	1.34	99.39	0.61	100.00
33	21.56	21.56	28.55	50.11	36.72	86.83	10.84	97.67	1.51	99.18	0.54	99.72	0.28	100.00
34	7.19	7.19	17.49	24.68	63.99	88.69	10.32	98.99	0.75	99.74	0.19	99.93	0.07	100.00
35	0.16	0.16	4.07	4.23	36.77	41.00	41.28	82.28	11.47	93.75	4.64	98.39	1.61	100.00
36	0.06	0.06	3.58	3.64	33.92	37.56	32.80	70.36	19.51	89.87	4.67	94.54	5.46	100.00

(註)　p_n=篩 S_{n+1} ヲ通過シ S_n=殘留シタ量の重量百分率.　P_n=篩 S_{n+1} ヲ通過シタ量ノ重量百分率

B) 海 側

篩番號	沈降分析の際飛除		S_1		S_2		S_3		S_4		S_5		S_6		S_7		S_8		S_9		S_{10}	
			200 番通過		200		140		60		40		20		10		8		6		4	
mm			0.005		0.074		0.105		0.250		0.420		0.840		2.000		2.380		3.360		4.760	
No.	p_0	P_0	p_1	P_1	p_2	P_2	p_3	P_3	p_4	P_4	p_5	P_5	p_6	P_6	p_7	P_7	p_8	P_8	p_9	P_9	p_{10}	P_{10}
1	0.06	0.06	0.06	0.12	0.02	0.14	1.12	1.26	20.15	21.41	70.77	92.18	6.13	98.31	0.25	98.56	0.62	99.18	0.20	99.38	0.62	100.00
2	4.46	4.46	32.18	36.64	5.60	42.24	50.80	93.04	5.90	98.94	0.98	99.92	0.08	100.00	—	—	—	—	—	—	—	—
3	15.38	15.38	66.14	81.52	4.08	85.60	10.34	95.94	2.16	98.10	1.88	99.98	0.02	100.00	—	—	—	—	—	—	—	—
4	21.70	21.70	61.70	83.40	2.54	85.94	12.64	98.58	1.04	99.62	0.38	100.00	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
5	23.68	23.68	66.84	90.52	1.62	92.14	5.56	97.70	1.48	99.18	0.78	99.96	0.04	100.00	—	—	—	—	—	—	—	—
6	0.34	0.34	0.70	1.42	0.70	1.42	44.04	45.46	7.10	52.56	46.74	99.30	0.70	100.00	—	—	—	—	—	—	—	—



圖—30

表—11

河	口 (1)	2.65
〃	(2)	2.58
〃	(3)	2.52
〃	(4)	2.59
〃	(5)	2.53
唐	濱 (6)	2.67

の両側汀線に於て，表層より 10cm 位下層のものに依り代表されている．

2) **河口外流心部の底質**　図−30 は河口から沖へ向つて 200 m 間隔に 5 箇處と，河口から 2 km 程北方の崖浜沖で 1 箇處の底質に就いて頻度圖を作つたものである．これは次の如く説明される．

i) 200 m の箇處迄は未だ完全な粗砂質で河床のもつ粒度分布の延長である．即ち洪流のもつ掃流力が未だ低下していないことを示している．

ii) 400 m より沖になると粒度は急激に微細化し，大體終迄 80% は沈泥質以下となり，この程度は河口より遠ざかるに從つて甚だしくなり，粘土質が增して來る．

iii) 比重は表−11 の如く，大體に於て沖へ出る程小となる樣であるが余りはつきりしない．

iv) ii) の如く河口流の影響範圍外では粘大で，此の附近の海底々質を代表するものである．

3) **底質分布の全般的傾向**

i) 河道内の底質はその殆んどが砂質で，沈泥質以下のものは大部分が河口外に流送され，流速の遲滯と共に廣く撒布沈殿している．

ii) 流心よりも河岸近くに細粒が多い．本川と分流の湾筋に於ては粒徑の荏苒は大して見られない．

iii) 河口近くの河床 (0/0〜0/500) は常時淡水の環境に曝されている爲か，沈泥質以下の小さいものは見られない．

(3) **底質の安定性**　斷面−A，B，C，D の流心部及び河口外流心部の底質につき，安藝公式に依り底質の臨界掃流力を計算すると表−12，13 の如くなる．図−31 に於て底質の臨界掃流力 (S_0) と，大潮時の全水深 (h)，及び水面勾配 (I) から出した刻々の掃流力 (whI) との比較を，斷面−A 及び斷面−C に就い

表−12

No.	斷　面	d_m (mm)	γ_1 (g/cm³)	λ	S_0 (gr/m²)
⑨	A	1.52	2.65	0.995	133.4
㉜	B	0.55	〃	0.774	39.2
⑱	C	0.40	〃	0.666	24.5
㉙	D	0.84	〃	0.932	74.6

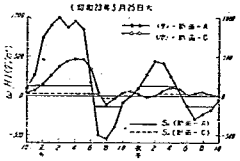
て行つた．これに依ると高水位及び低水位附近に於ける流水の僅かな停滯時を除き，掃流力は臨界掃流力に對し常に大なる値を示し，數倍乃至十數倍に達して底質は自己のもつ安定性よりは常に大なる流水の剪力を受けていることとなる．

而して河川に於ける實際の流れは，河岸及び河底の不規則性等に依る大小無數の渦を含み，流體の各部分は互いに獨立で不規則な運動をなし，しかも適當な長さの時間的平均に於ては定常運動をなしているものである．それ故上述の掃流に依る底質の移動も，この渦の存在なしには考えられない．特に河口附近に於ては，河水層に對し溫度，鹽分，濁度等の異つた濃度をもつ海水層の影響が加わる爲に，極めて錯綜した現象を呈する樣にな

表—13

底質	d_m (mm)	γ_1 (gr/cm³)	λ	S_0 (gr/m²)
河口——(1)	0.621	2.653	0.661	37.80
〃 (2)	0.140	2.581	0.250	3.09
〃 (3)	0.060	2.522	0.578	2.94
〃 (4)	0.045	2.588	0.510	2.03
〃 (5)	0.056	2.532	0.538	2.57
唐濱——(6)	0.414	2.670	0.349	13.74

る．境界面たる河底附近の極小なる水層に於ては，流速が零より有限値に飛躍する爲に速度の勾配が大きく，運動量の移動が大で底質中の粗大なものも浮遊するに至る．勿論この場合流水のもつ慣性力の爲に，底質の跳躍や轉動も發生する．而して流水は全體として發達した渦亂流を形成する爲に，細粒は渦亂に依る運動量の交換作用に依つて濃度の小なる處から大なる處に移動し，流水中に廣く擴散されて，一方では重力に依る沈降作用を受けながらその差に依り流水中に懸垂して定常流の方向へ移動し，定常流の弱くなつた處で沈澱を始める．平水時に於ては此の樣な水流の運搬作用が絕えず繰り返されている譯であるが，河口の底質分布に最大の影響をもつものは，第一に洪水時の流下土沙，第二に荒天時の波浪に依る搬入土砂であり，その中沈泥質以下のものは主に浮遊に依つて河口外に流逸され，砂質のものは河口の狹窄や分流等の爲に充分な掃流効果が發揮出來ず，潮時堆積に向つているものと推察される．



圖—31 限界掃流力と最大掃流力との關係

III. 感潮河川に於ける流れの機構

〔1〕 概 要

定性的な問題に關しては前章に於て述べたが，こゝでは數値計算の方法を示し，河川潮の機構の說明を行う．

河川潮は河口に到來した潮汐が，河床の傾斜，河底との摩擦及び流水中の摩擦，河川の固有流等の爲に，形の變化を伴つて上流に傳播して行く現象である．それ故河口に於て外的條件を與えた流れある水路の强制振動として取扱われるべきで，開水路に於ける一種の不定流である．

今迄の解法としては，數學的處理を可能ならしめる爲て，必ずしも實際とは適合しない境界條件を假定して解析的な解法を行つている．自然河川に於ては斷面積や河床勾配等が適當な函數として表現されない爲に，得られた結果も特別な場合を除いては實際の場合と合致しないことが多い．

こゝに述べる方法は不定流の運動の方程式と連續の式から出發し，微分差の方法で Δx, Δt の小段階毎に數値解を進め，具體的な地形に應じた具體的な解を求めんとするものである．

〔2〕式の構成

不定流の運動の方程式及び連續の式は夫々次の如くなる.

$$I=i+\frac{\partial h}{\partial x}=\frac{\partial}{\partial x}\left(\frac{v^2}{\partial g}\right)+\frac{1}{g}\cdot\frac{\partial v}{\partial t}+\frac{\partial h_l}{\partial x} \tag{1}$$

$$\frac{\partial a}{\partial t}+\frac{\partial Q}{\partial x}=0 \tag{2}$$

河川本來の流れに依る水深を H, それよりの上下量を ζ とすれば

$$h=H+\zeta$$

$$\therefore \quad \frac{\partial H}{\partial x}=\frac{\partial \zeta}{\partial x} \tag{3}$$

損失水頭の項に關して, Chézy の式を用うれば

$$\delta h_l=\frac{v^2}{C^2R}\delta l$$

$\delta l \fallingdotseq \delta x$ として

$$\frac{\partial h_l}{\partial x}=\frac{v^2}{C^2R}=I_r \tag{4}$$

となり, I_r は摩擦に依る水面勾配である.

次に $\frac{1}{g}\cdot\frac{\partial v}{\partial t}$ は長波の波動を構成する要素であつて, (1) 式に於て河床勾配を 0 とし, 摩擦の影響, 流速水頭の變化が無いものとすれば

$$+\frac{\partial \zeta}{\partial x}=\frac{1}{g}\cdot\frac{\partial v}{\partial t} \tag{a}$$

となる. 次に $Q=av$, $a=bh=b(H+\zeta)$, $b=$const. とすれば, 連續の式 (2) は

$$\frac{\partial \zeta}{\partial t}=-h\cdot\frac{\partial v}{\partial x} \tag{b}$$

となる. (a) を x で, (b) を t で偏微分して v を消去すれば

$$\frac{\partial^2\zeta}{\partial t^2}=C^2\frac{\partial^2\zeta}{\partial x^2} \tag{c}$$

但し $C=\sqrt{gh}$ =長波の波速

となり, 波動の方程式となる. 摩擦なしに波形のみに依つて生ずる水面勾配である. これを

$$\frac{1}{g}\cdot\frac{\partial v}{\partial t}=I_w \tag{5}$$

と置く. 又 $\frac{\partial}{\partial x}\left(\frac{v^2}{2g}\right)$ 即ち $\frac{1}{g}\cdot v\cdot\frac{\partial v}{\partial x}$ は流れの運動のエネルギーの流れの方向の變化であるので (換言すれば流速水頭の流れの方向の變化である), これを I_v と置けば

$$\frac{1}{g}\cdot v\cdot\frac{\partial v}{\partial x}=I_v \tag{6}$$

I_v は水分子の運動のエネルギーの流れの方向の変化に依る水面勾配である．従つて (3)，(4)，(5)，(6) に依れば，(1) の運動の方程式は

$$I=i+\frac{\partial\zeta}{\partial x}=I_b+I_w+I_r$$

となり，河本來の流れと波動とより合成された不定流の水面勾配 I は，三つの水面勾配に分解されることが解る．上式を書き換え

$$\frac{\partial\zeta}{\partial x}=-i+I_b+I_w+I_r \tag{7}$$

とすれば，この式に依り水路の長さに沿つて水深の変化を知ることが出来る．感潮部の河口近くでは河床勾配は殆んど 0 に近いから，$\partial\zeta/\partial x$ はその儘で水面勾配を表すこゝなる．

次に連続の方程式は b を水面幅とすれば

$$\delta a=b\,\delta h=b\,\delta\zeta \tag{8}$$

であるから，x について積分すれば

$$Q=Q_0-\int_0^x b\cdot\frac{\partial\zeta}{\partial t}\cdot dx \tag{9}$$

となる．そこで Δx 毎に検潮機又は量水標について $\zeta-t$ 曲線を知り，$x=0$ に於ける Q_0-t 曲線を流量測量に依り知れば，(7) と (9) を用い，Δt 時間，Δx 區間毎に數値的に問題を解くことが出來る．

v が波速 $\sqrt{gh}$ に比して可成り小さい場合には，流速水頭の変化は極めて小さいから，$\frac{1}{g}\cdot v\cdot\frac{\partial v}{\partial x}$ は無視することが出来，河床勾配が殆んどない場合には次の如くなる．

$$\frac{\partial\zeta}{\partial x}=I_w+I_r \tag{10}$$

これを (9) と共に用いて問題を解くことが出來る．

而して河口を原點として上流に向つて計算を進めるには，次の如くすれば可能である．即ち $x=0$ に於ける水位曲線 (ζ_0-t 曲線) と流速曲線 (v_0-t 曲線) が實測に依り知れているものとすれば (4) 式より

$$\frac{v_{0t}}{C^2R_{0t}}=I_{r0t}$$

即ち或時刻 t に於ける摩擦に依る水面勾配が知れる．次に (5) 式より

$$\frac{1}{g}\left(\frac{\partial v}{\partial t}\right)_{0t}=I_{w0t}$$

故に $x=x_1$，($\Delta x=x_1-x_0$) に於ける ζ を ζ_{1t} とすれば，これは

$$\zeta_{1t}=\zeta_{0t}+\left(\frac{\partial\zeta}{\partial x}\right)_{0t}\cdot\Delta x$$

より求まる．次に

$$v_{0t}\times a_{0t}=Q_{0t}$$

であるから，連続の式より

$$Q_{1t}=Q_{0t}-\int_0^{x_1} b_{\frac{x}{2}-1t}\cdot\left(\frac{\partial\zeta}{\partial t}\right)_{0t}\cdot dx$$

$$\therefore\quad v_{1t}=Q_{1t}/a_{1t}$$

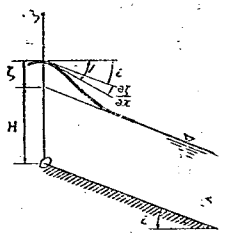
となり v_{1t} が求まる．この様な計算を Δt 時間毎に行うならば，$x=x_1$ に於ける流速が全部知れるので，此の手續を繰り返すことに依り順次上流區間へと計算を進めることが可能である．

〔3〕 計算の結果とその考察

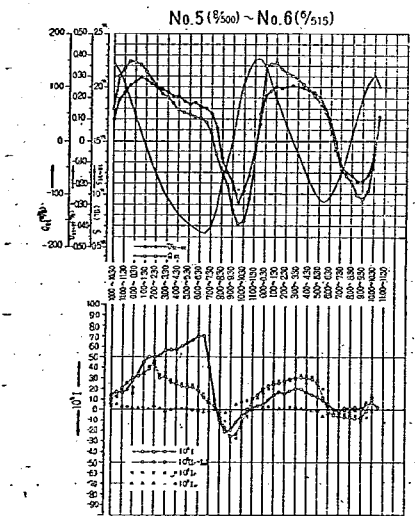
こゝに述べる計算は河口に於ける流速の連續觀測の記錄が得られない爲，感潮區域の上流端の斧淵 (18/381) を起點とし，その地點に於ける河川の固有流量 (Q_0) より出發し，前述の大潮時の水位觀測より得られた各地點の $\zeta-t$ 曲線を用いて，先ず連續の式により各點の流量，流速を順次下流に向つて算出し，得られた流速の時間的，距離的變化に基き，現在の河狀について水面勾配 I を形成する I_v, I_w, I_r が如何なる値を示すものであるかを計算して感潮部に於ける流れの機構を調べた．

區間 No.5 (8/500)～No.6 (6/575) 及び No.9 (1/100)～No.10 (0/300) に就いて計算せるものを夫々表－14，圖－32 と圖－15，圖－33 に示す．計算せる結果に依り考察を進めると次の如くなる．

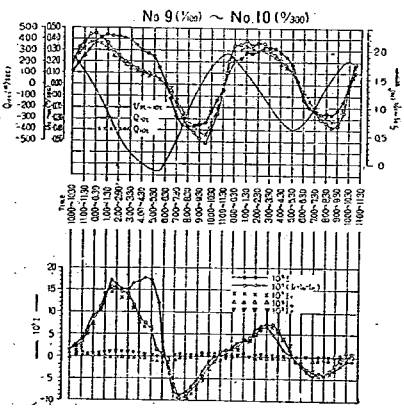
(1) I_v の値は極めて小さく，No. 5～No. 6 では I_r の 1/100 のオーダーで問題にならない．河口の No.9～No.10 では少し大きくなり，落潮流及び漲潮流の最盛時に最大を示すが，それでも I_r の 1/10 以下である．即ち河口附近の流れの最盛時を除いては，流速水



圖－32



圖－33



圖－24

表−14

at No.5 (8/500)～No.6 (6/575)

$$I=i+\frac{\Delta h}{\Delta x}=I_r+I_v+I_{iv} \qquad I_r=\frac{v^2_{5t\sim 0t}}{C^2R_{5t\sim 0t}} \qquad I_{iv}=\frac{1}{g}\cdot\frac{\Delta v}{\Delta t} \qquad I_v=\frac{v_{5t}}{g}\cdot\frac{\Delta v}{\Delta x}$$

Time	$v_{\text{測}}$ $5t$ (m/s)	v_{0t} (m/s)	$v^2_{5t\sim 0t}$ (m/s)	$v_{5t\sim 0t}$ (m²/s)	$R_{5t\sim 0t}$ (m)	$Ir=\frac{v^2}{C^2R}$ $n=0.025$ $c=43.7$	Δv (t) (m/s)	$10^5\ I\omega$	Δv (x) (m/s)	$10^5\ Iv$	$10^5(Ir+Iw)$	$10^5\ I$ $\Delta x=1925$
10.00～10.30	0.109	0.115	0.112	0.0126	2.400	0.273	0.105	0.594	0.006	0.0040	0.867	1.299
10.30～11.00	0.205	0.229	0.217	0.0473	2.325	1.061	0.072	0.407	0.024	0.0298	1.468	1.558
11.00～11.30	0.285	0.292	0.289	0.0838	2.237	1.960	0.028	0.159	0.007	0.0120	2.119	1.818
11.30～ 0.00	0.313	0.321	0.317	0.1007	2.105	2.496	0.019	0.108	0.008	0.015	2.604	2.339
0.00～ 0.30	0.318	0.354	0.336	0.1130	1.999	2.950	0.002	0.011	0.036	0.0688	2.961	2.857
0.30～ 1.00	0.324	0.351	0.338	0.1145	1.870	3.200	0.002	0.011	0.027	0.0527	3.211	3.637
1.00～ 1.30	0.325	0.354	0.340	0.1160	1.750	3.460	0.008	0.045	0.029	0.0567	3.505	4.410
1.30～ 2.00	0.335	0.361	0.348	0.1213	1.636	3.865	−0.015	−0.085	0.026	0.0524	3.780	2.599
2.00～ 2.30	0.321	0.344	0.333	0.1110	1.540	4.480	0.029	0.164	0.023	0.0445	4.644	5.710
2.30～ 3.00	0.292	0.315	0.304	0.0926	1.451	3.140	−0.001	−0.006	0.023	0.0403	3.134	5.710
3.00～ 3.30	0.294	0.312	0.303	0.0920	1.385	3.470	−0.035	−0.198	0.018	0.0319	3.272	5.710
3.30～ 4.00	0.264	0.271	0.268	0.0720	1.327	2.830	−0.019	−0.118	0.007	0.0112	2.712	5.460
4.00～ 4.30	0.249	0.249	0.249	0.0622	1.285	2.530	−0.011	−0.063	0	0	2.467	5.710
4.30～ 5.00	0.243	0.232	0.238	0.0568	1.250	2.375	−0.009	−0.051	−0.011	−0.0161	2.324	6.240
5.00～ 5.30	0.235	0.222	0.229	0.0526	1.220	2.250	−0.001	−0.006	−0.013	−0.0184	2.244	5.980
5.30～ 6.00	0.235	0.220	0.228	0.0521	1.200	2.270	−0.019	−0.118	−0.015	−0.0213	2.152	6.240
6.00～ 6.30	0.220	0.198	0.209	0.0438	1.180	1.945	−0.031	−0.175	−0.022	−0.0291	1.770	6.750
6.30～ 7.00	0.216	0.139	0.178	0.0318	1.170	1.421	−0.047	−0.266	−0.077	−0.1001	1.155	6.240
7.00～ 7.30	0.189	0.072	0.131	0.0172	1.198	0.750	−0.032	−0.181	−0.117	−0.1332	0.569	3.638
7.30～ 8.00	0.120	−0.078	0.099	0.0098	1.290	0.397	−0.023	−0.130	−0.198	−0.1432	0.267	0.780
8.00～ 8.30	−0.030	−0.213	−0.122	(0.0149)	1.450	−0.538	−0.076	−0.430	−0.183	−0.0331	−0.968	0.000
8.30～ 9.00	−0.139	−0.256	−0.198	(0.0393)	1.628	−1.261	−0.081	−0.459	−0.117	−0.0978	−1.720	−1.038

9.00～ 9.30	−0.222	−0.336	−0.279	(0.0780)	1.822	−2.240	−0.046	−0.261	−0.114	−0.1523	−2.501	−1.558
9.30～10.00	−0.285	−0.365	−0.325	(0.1060)	2.035	−2.720	0.046	0.261	−0.080	−0.1371	−2.459	−1.038
10.00～10.30	−0.257	−0.300	−0.279	(0.0780)	2.240	−1.820	0.098	0.555	−0.043	−0.0665	−1.265	−0.780
10.30～11.00	−0.171	−0.191	−0.181	(0.0328)	2.355	−0.734	0.116	0.657	−0.023	−0.0205	−0.077	0.259
11.00～11.30	−0.057	−0.092	−0.065	(0.0042)	2.426	−0.090	0.159	0.900	−0.035	−0.0120	0.810	0.520
11.30～ 0.00	0.094	0.093	0.094	0.0089	2.433	0.192	0.171	0.968	−0.001	0.0005	1.160	0.259
0.00～ 0.30	0.261	0.269	0.265	0.0704	2.357	1.560	0.025	0.142	0.008	0.0126	1.000	0.259
0.30～ 1.00	0.293	0.287	0.290	0.0842	2.258	1.945	0.020	0.113	−0.006	−0.0105	2.058	0.259
1.00～ 1.30	0.300	0.320	0.310	0.0963	2.145	2.343	−0.004	−0.023	0.020	0.0360	2.320	0.000
1.30～ 2.00	0.302	0.309	0.306	0.0939	2.028	2.420	0.000	0.000	0.007	0.0128	2.420	0.780
2.00～ 2.30	0.301	0.311	0.306	0.0939	1.924	2.550	0.002	0.012	0.010	0.0181	2.562	1.038
2.30～ 3.00	0.300	0.317	0.308	0.0950	1.817	2.735	0.004	0.023	0.017	0.0307	2.758	1.038
3.00～ 3.30	0.306	0.318	0.312	0.0976	1.710	2.980	0.003	0.017	0.012	0.0221	2.997	1.558
3.30～ 4.00	0.305	0.324	0.315	0.0993	1.620	3.200	−0.015	−0.085	0.019	0.0349	3.185	2.077
4.00～ 4.30	0.288	0.311	0.300	0.0900	1.530	3.075	−0.010	−0.060	0.023	0.0400	3.015	1.819
4.30～ 5.00	0.287	0.293	0.290	0.0842	1.453	3.030	−0.031	−0.175	0.006	0.0105	2.855	1.558
5.00～ 5.30	0.262	0.255	0.259	0.0671	1.400	2.520	−0.031	−0.175	−0.007	−0.0111	2.345	1.299
5.30～ 6.00	0.238	0.218	0.228	0.0521	1.360	2.000	−0.143	−0.809	−0.020	−0.0286	1.191	0.520
6.00～ 6.30	0.131	0.039	0.085	0.0073	1.380	0.276	−0.077	−0.436	−0.092	−0.0725	−0.190	−0.259
6.30～ 7.00	0.063	−0.048	0.008	0.0001	1.455	0.003	−0.092	−0.521	−0.111	−0.0421	−0.518	−0.259
7.00～ 7.30	−0.038	−0.135	−0.084	(0.0071)	1.565	−0.238	−0.053	−0.300	−0.092	−0.0211	−0.538	0.259
7.30～ 8.00	−0.087	−0.186	−0.137	(0.0188)	1.690	−0.581	−0.014	−0.079	−0.099	−0.0518	−0.660	1.038
8.00～ 8.30	−0.104	−0.198	−0.151	(0.0228)	1.841	−0.647	−0.041	−0.232	−0.094	−0.0589	−0.879	1.038
8.30～ 9.00	−0.156	−0.228	−0.192	(0.0370)	2.000	−0.966	−0.020	−0.113	−0.072	−0.0677	−1.079	1.558
9.00～ 9.30	−0.193	−0.230	−0.212	(0.0450)	2.145	−1.095	0.037	0.210	−0.037	−0.0430	−0.985	1.299
9.30～10.00	−0.163	−0.186	−0.175	(0.0307)	2.260	−0.711	0.089	0.504	−0.023	−0.0226	−0.207	1.038
10.00～10.30	−0.068	−0.101	−0.086	(0.0074)	2.317	−0.167	0.194	1.098	−0.033	−0.0136	0.931	0.529
10.30～11.00	0.079	0.137	0.108	0.0117	2.310	0.265			0.058	0.0275		
					計88.772 平均R m =1.775 m							

表−15

at No.9 (1/100)～No.10 (0/300)　$\Delta x = 800$ m　$\Delta t = 30 \times 60 = 1800$ sec

$$I = i + \frac{\partial h}{\partial x} = I_r + I_{iv} + I_v \qquad I_r = \frac{v^2_{0t\sim 10t}}{C^2 R_{0t\sim 10t}} \qquad I_{iv} = \frac{1}{g} \cdot \frac{\Delta v}{\Delta t} \qquad I_v = \frac{v(x)}{g} \cdot \frac{\Delta v}{\Delta x}$$

Time	v_{0t} (m/s)	v_{10t} (m/s)	$v_{0t\sim 10t}$ (m/s)	$v^2_{0t\sim 10t}$ (m²/s)	$R_{0t\sim 10t}$ (m)	$10^5 I_r$ $n=0.03$ $c=34.6$	$\Delta v(t)$ (m/s)	$10^5\ I_{iv}$	v_{0t} (m/s)	$\Delta v\ (x)$ (m/s)	$10^5\ I_v$	$10^5(I_r + I_{iv} + I_v)$	$10^5\ I$
10.00～10.30	0.100	0.115	0.108	0.0117	1.842	0.529	0.086	0.488	0.100	0.015	0.0191	1.036	1.250
10.30～11.00	0.180	0.202	0.194	0.0377	1.775	1.770	0.051	0.289	0.180	0.022	0.0505	2.110	2.500
11.00～11.30	0.221	0.268	0.245	0.0600	1.690	2.960	0.066	0.374	0.221	0.047	0.1323	3.466	3.750
11.30～ 0.00	0.281	0.341	0.311	0.0968	1.575	5.125	0.050	0.284	0.281	0.060	0.2150	5.624	5.630
0.00～ 0.30	0.316	0.406	0.361	0.1302	1.433	7.550	0.039	0.221	0.316	0.090	0.3630	8.134	9.380
0.30～ 1.00	0.329	0.470	0.400	0.1600	1.300	10.250	0.035	0.199	0.329	0.141	0.591	11.040	10.250
1.00～ 1.30	0.338	0.531	0.435	0.1895	1.182	13.350	0.001	0.006	0.338	0.193	0.831	14.187	13.780
1.30～ 2.00	0.316	0.556	0.436	0.1900	1.086	14.600	−0.003	−0.017	0.316	0.240	0.956	15.386	16.900
2.00～ 2.30	0.300	0.566	0.433	0.1880	1.025	15.300	−0.028	−0.159	0.300	0.266	0.016	16.157	16.260
2.30～ 3.00	0.269	0.540	0.405	0.1640	0.972	13.910	−0.013	−0.074	0.269	0.271	0.930	14.766	15.000
3.00～ 3.30	0.253	0.531	0.392	0.1540	0.930	13.800	−0.044	−0.250	0.253	0.278	0.896	14.446	15.000
3.30～ 4.00	0.222	0.473	0.348	0.1215	0.890	11.380	−0.050	−0.284	0.222	0.251	0.710	11.806	16.260
4.00～ 4.30	0.190	0.406	0.298	0.0890	0.865	9.570	−0.017	−0.096	0.190	0.216	0.503	8.982	16.900
4.30～ 5.00	0.177	0.385	0.281	0.0790	0.842	7.820	−0.023	−0.130	0.177	0.208	0.469	8.159	17.520
5.00～ 5.30	0.166	0.350	0.258	0.0667	0.829	6.700	−0.116	−0.658	0.166	0.184	0.384	6.426	16.900
5.30～ 6.00	0.117	0.166	0.142	0.0202	0.838	2.010	−0.122	−0.691	0.117	0.049	0.073	1.392	11.900
6.00～ 6.30	0.050	−0.011	0.020	0.0004	0.880	0.038	−0.142	−0.805	0.050	−0.061	−0.039	0.806	3.130
6.30～ 7.00	−0.045	0.198	0.122	(0.0149)	0.962	−1.290	−0.157	−0.890	−0.045	−0.163	0.094	−2.166	−4.380
7.00～ 7.30	−0.172	0.386	0.279	(0.0780)	1.052	−6.170	−0.077	−0.437	−0.172	−0.214	0.469	−6.138	−8.130
7.30～ 8.00	−0.259	0.453	0.356	(0.1270)	1.156	−9.140	−0.025	−0.142	−0.259	−0.194	0.640	−8.642	−8.760
8.00～ 8.30	−0.308	0.453	0.381	(0.1455)	1.285	−9.440	0.024	0.136	−0.308	−0.145	0.568	−8.736	−8.130
8.30～ 9.00	−0.309	0.404	0.357	(0.1280)	1.425	−7.480	0.002	0.011	−0.309	−0.095	0.374	−7.095	−6.880

9.00～ 9.30	−0.318	0.391	0.355	(0.1260)	1.570	−6.630	0.020	0.113	−0.318	−0.073	0.296	−6.271	−5.630
9.30～10.00	−0.307	0.352	0.335	(0.1125)	1.702	−5.500	0.097	0.550	−0.307	−0.055	0.215	−4.735	
10.00～10.30	−0.221	0.255	0.238	(0.0568)	1.810	−2.620	0.092	0.522	−0.221	−0.034	0.096	−2.002	−1.250
10.30～11.00	−0.142	0.150	0.146	(0.0213)	1.880	−0.944	0.094	0.533	−0.142	−0.008	0.015	−0.396	−0.000
11.00～11.30	−0.037	0.067	0.052	(0.0027)	1.905	−0.118	0.156	0.884	−0.037	−0.030	0.014	0.780	−0.000
11.30～ 0.00	0.098	0.109	0.104	0.0108	1.870	0.480	0.100	0.567	0.093	0.011	0.014	1.061	−0.625
0.00～ 0.30	0.195	0.213	0.204	0.0417	1.810	1.920	0.017	0.096	0.195	0.018	0.045	2.061	−1.250
0.30～ 1.00	0.209	0.233	0.221	0.0490	1.733	2.340	0.045	0.255	0.209	0.024	0.064	2.659	3.130
1.00～ 1.30	0.249	0.283	0.266	0.0718	1.650	3.630	−0.003	−0.017	0.249	0.034	0.124	3.737	3.750
1.30～ 2.00	0.243	0.282	0.263	0.0692	1.555	3.710	0.026	0.147	0.243	0.039	0.121	3.978	5.630
2.00～ 2.30	0.255	0.323	0.289	0.0835	1.450	4.800	0.023	0.130	0.255	0.068	0.221	5.151	5.630
2.30～ 3.00	0.271	0.355	0.312	0.0973	1.350	6.000	−0.004	−0.023	0.271	0.084	0.290	6.267	6.250
3.00～ 3.30	0.257	0.358	0.308	0.0950	1.265	6.260	−0.001	−0.006	0.255	0.101	0.331	6.585	5.000
3.30～ 4.00	0.247	0.366	0.307	0.0942	1.195	6.570	−0.030	−0.170	0.247	0.119	0.375	6.775	3.750
4.00～ 4.30	0.220	0.333	0.277	0.0770	1.145	5.600	−0.038	−0.215	0.220	0.113	0.317	5.712	1.880
4.30～ 5.00	0.190	0.288	0.239	0.0571	1.110	4.280	−0.073	−0.414	0.190	0.098	0.237	4.103	0.625
5.00～ 5.30	0.133	0.198	0.166	0.0276	1.095	2.100	−0.132	−0.749	0.133	0.065	0.110	1.461	−0.625
5.30～ 6.00	0.042	0.025	0.034	0.0012	1.110	0.090	−0.159	−0.901	0.042	−0.017	−0.009	−0.820	−1.880
6.00～ 6.30	−0.087	−0.162	−0.125	(0.0156)	1.160	−1.120	−0.081	−0.459	−0.087	−0.075	0.083	−1.496	−3.130
6.30～ 7.00	−0.158	−0.253	−0.206	(0.0425)	1.225	−2.890	−0.020	−0.113	−0.158	−0.095	0.191	−2.812	−4.380
7.00～ 7.30	−0.185	−0.267	−0.226	(0.0511)	1.310	−3.250	−0.040	−0.227	−0.185	−0.082	0.193	−3.284	−3.750
7.30～ 8.00	−0.229	−0.302	−0.266	(0.0710)	1.410	−4.250	0.004	0.023	−0.229	−0.073	0.223	−4.004	−3.750
8.00～ 8.30	−0.233	−0.291	−0.262	(0.0688)	1.518	−3.780	−0.001	−0.006	−0.223	−0.058	0.172	−3.614	−3.130
8.30～ 9.00	−0.238	−0.287	−0.263	(0.0692)	1.632	−3.540	0.029	0.164	−0.238	−0.049	0.149	−3.227	−2.500
9.00～ 9.30	−0.216	−0.252	−0.234	(0.0549)	1.730	−2.645	0.081	0.459	−0.216	−0.036	0.099	−2.087	−1.880
9.30～10.00	−0.145	−0.159	−0.152	(0.0231)	1.805	−1.168	0.148	0.839	−0.145	−0.014	0.026	−0.303	−0.625
10.00～10.30	0.036	0.029	−0.004	0.0000	1.826	0.000	0.113	0.641	−0.036	0.065	−0.029	0.612	−0.625
10.30～11.00	0.102	0.116	0.109	0.0119	1.805	0.549			0.102	0.218	0.284		
11.00～11.30					計 68.468 平均 R m =1.369 m								

眠の變化に依る水面勾配は問題にならない.

(2) I_m の値は滿潮面及び干潮面附近の如く，水位が上昇から下降へ，下降から上昇へと移る様な水位の著しい變動を生ずる時に最大で，此の時は I_r よりも大きくなる（然しこの場合は流れは停滯しているので，I_r そのものゝ値も小さい.）水位の變化が上昇又は下降に決つてからは流れの最盛時に近づく程小さくなり，I_r の 1/100 位のオーダーとなる.

(3) 結局この場合は，水面勾配の最大の要素を占めるものは，I_r の値であることが解つた. 從つてこの計算では Chézy の係數 C の値は，假定に依り用いたのであるが，計算の成否にはこれが重大な影響をもつものである.

以上の考察を總括するならば，河川潮として起つている現象は，落潮時. 漲潮時共に流れの影響が完全に支配的であると云える.

IV. 河道の埋沒と砂洲の消長

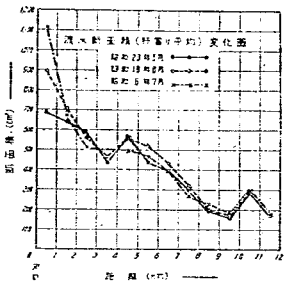
航路に對して直接の障害となつている低水路の變動と，河口砂洲の消長等に就き，横斷圖，河口深淺圖等を基にして述べることとする.

[1] 河道の埋沒

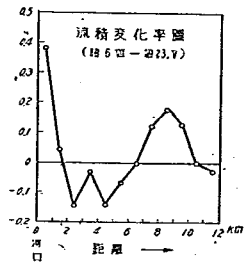
昭和 6 年 7 月の改修工事着工當時，昭和 18 年 8 月及び昭和 23 年 5 月の三回に亙る横斷圖に依り，表－17 に於て水面積及び水容積を，圖－35 に於て河口より 1 km 毎の區間に於ける流水斷面積の平均をとつて比較して見た. 表及び圖面に見られる如く，全般的な傾向としては河道は埋沒の傾向を示している. 即ち工事着手當時に比べ，約 410,000 m³ の堆積を見ている. 而してこの程度の土量ならば，河川の規模から云つて，又その經過した期間から考えて，別に驚く程の經對量の增加ではないと思う. 然し此の傾向が何處に集中しているかを考える必要がある. 表に依ると，これは大體に於て河口附近に限られ，特に著しいのは河口より 1 km の區間で，その埋沒傾向は昭和 6 年より現在迄略々同じ速さをもつている様である. 水面積には大して變化のないところを見ると，河床は全般的に上昇していることを示し，特に 0/0～1/0 に於ては，その上昇高さは平均 53 cm に達する. 次にこれから上流の水域に就いては，洗掘と堆積の兩方が見られる. 圖－35 に依れば，

表－16 昭和 23 年 7 月 14 日洪水 午後 9 時
川內市に於ける最高水位＝5.78 m (午後 11 時)

地點	河口よりの距離 (m)	水位 (m)	計畫高水位 (m)	水面勾配	計畫高水位勾配
斧淵	18,381	9.79			
白濱	15,804	7.24	8.194	1/1,010	
川內	11,450	5.64	6.742	1/2,720	1/3,000
小倉(上)	6,575	4.20	4.886	1/3,380	1/2,625
洗揚	1,279	0.84	2.555	1/1,578	1/2,540



圖—35



圖—36

流積の比較の結果，前述の如き河口に於ける著しい斷面減少が見られるのであるが，比較すべき斷面積に就いては下流に行く程大きくなるので，圖—36 に於て，變化の程度を知る爲に流積の增減量と前の年度の流積との比をとつて見た．圖に依るも依然河口に於ける變動は大きく，次いで 6/0～10/0 も同じく埋沒の傾向にある．逆に洗掘を示しているのは 2/0～6/0 である．

この樣に河川の可成り長い區間に亙つて一般的な河床の變動が見られるのは，如何なる原因に依るものであるかは，未だ明確な斷定を下すに至つていないが，洪水時の水面勾配に大いに關係があるのではないかと思われる．卽ち右岸小倉（6/500）附近の岩盤に依る狹窄の爲，この上流部（6/0～10/0）に於ては水面勾配が緩となり，一般に埋沒の傾向が見られ，これより下流部（6/0～2/0）に於ては洗掘の傾向を示している．而して現在航路筋として直接の障害となつているものゝ中には，こゝに示した埋沒區間中に含まれていないところもある．卽ち前述の洗掘區間中にも，局部的には澁筋の喪失の爲に航行の障害となつている箇所もある．而して此の樣な箇所は，その殆んどが河道の直線部分に限られていると云つてよく，特に左岸川內市宮里地先（9/0）の淺瀨に至つては，これが最も長大な直線部分に屬すること，その直く下流で，左岸に於て堤防が著しく後退せる爲の洪水時の洗掘不足にも幾分影響されている樣である．河道の彎曲部分に於ては全川を通じて，例外なしに相當な水深が維持されているのを見ても，凹岸に於ける螺旋流に依る側方洗掘力は，此の種緩流河川の航路維持には實に効果的であるが，直線部分に於て主流の流路を規定する樣な工作物が無い爲に，水流の集中度惡く，漸時埋沒の傾向を進めている．

河口に於ける著しい埋沒現象は，分流に依る斷面積の急激なる擴大と，砂洲の發達に依る河口の狹窄の爲に多量の土砂を含んだ洪水流が著しく減勢される爲であり，上流々域の荒廢度は益々此の傾向を助長している．

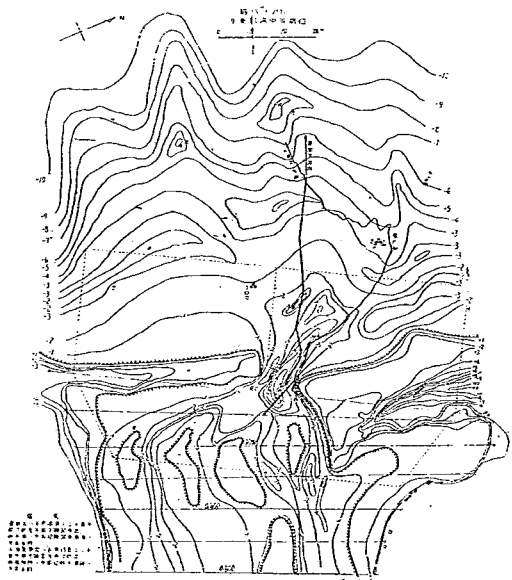
〔2〕 砂洲の消長

(1) 概說　川內川河口に於て，砂洲の形成を海側から支配するものは主として風浪である．波浪の發生は卓越風の方向が季節的に變化し，冬季の北西風，夏季の南乃至南西風が優勢で，砂洲の形も年間の變化に依りその特徵を大別すれば，夏型と冬型の配置になる．而して此の間急激な變化を與えるものに洪水流がある．

表—17 各區間河道埋沒表

區間 (km)	昭和6年7月 水面積計 (m^2)	昭和6年7月 水容積計 (m^3)	昭和18年8月 水面積計 (m_2)	昭和18年8月 水容積計 (m^3)	昭和18年8月 前年度に對する比較	昭和23年5月 水面積計 (m^2)	昭和23年5月 水容積計 (m^3)	昭和23年5月 前年度に對する比較	昭和23年5月 昭和6年に對する比較
0～1	730,000	1,118,500	784,900	894.600	−223,900	689,000	687,800	-206,800	-430,700
1～2	537,100	673,400	608,300	707,400	+34,000	592,800	642,400	−65,000	−31,000
2～3	477,900	515,700	476,400	512,500	− 3,200	445,800	557,000	+44,500	+41,300
3～4	314,200	426,200	322.400	465,400	+39,200	320,000	437.200	−28,200	+11,000
4～5	284,800	495,600	296,000	564,400	+68,800	302,200	566,000	+ 1,600	+70,400
5～6	189,800	466,400	191,600	519,600	+53,200	183,600	435,800	−83,800	−30,600
6～7	226,000	394,200	225,800	432,400	+38,200	208,000	393,800	−38,600	− 400
7～8	220,600	269,000	226,600	322,000	+53,000	209,000	298,600	−23,400	+29,600
8～9	138,000	236,800	142,600	199,400	−37,400	144,400	194.200	− 5,200	−42,600
9～10	166,400	188,400	153,200	153,200	−35,200	158,000	163,200	+10,000	−25,200
10～11	132,800	289,200	166,600	288,400	− ,800	127,000	288,600	+ 200	− 600
	3,417,600	5,073,400	3.594,400	5,059,300	−14,100	3.379,800	4,664,600	-394,700	-408.800

註： 本表は東京灣中等潮位以下の低水路斷面をとつて比較せるものである．
0/0～2/400 は 100 m 間隔，2/400～11/0 は 200 m 間隔の斷面を使用した．

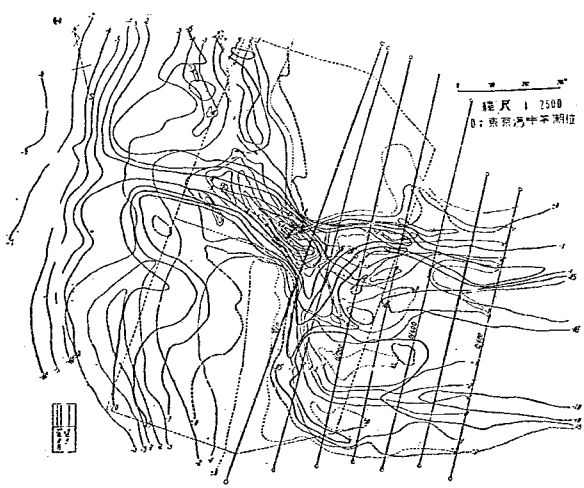


圖—37 川內川河口平面並退入潮流方向圖

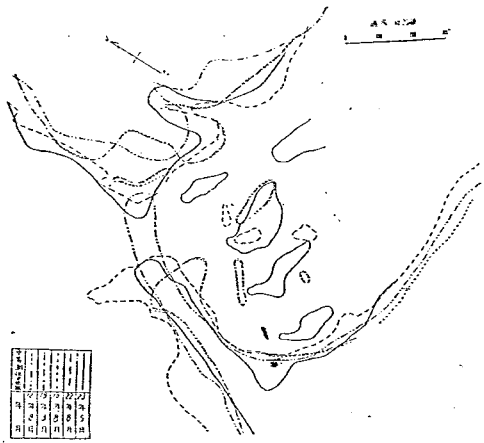
(2) **河口の地形**　右岸砂丘は標高 2～3 m で，左岸砂丘は 2 m 程度であり，幅が短かく細長く位置し河口狭窄部は幅員 100 m 足らずで，流心部は水深 7 m 以上を有するが，その上手では河幅は極度に擴大し，700～800 m に達する．海側には大小の岩盤が突出し，その主なるものは流心部に近接して右に瀬戸神，左に黒瀬の岩礁があり，航路の障害物としても砂洲の形成にも重大な影響を與えている．海岸の平均底勾配は約 1km 沖迄は 1/100 位であるが，中等潮位以下 4～5 m 附近から急增している

(3) **冬型の形**　冬季 12 月～2 月の北西風は此の地方でアナゼと稱し，强度に於ても，持續時間から云つても，年間を通じて最も著しいもので，波浪の方向も海岸線に對して約 45° の傾斜をなし，河川の方は渴水期に當る爲，漂砂の動きも顯著で，特に右岸側で發達させ此の場合瀬戸神の存在も著しい影響を示すものである．實測困難な爲，冬季に於ける深淺測量は殆んど行はれていない．圖—35 の平面圖は昭和 23 年 5 月の實測で，出水前に當るので傾向的には冬型の延長であるが，既に等深線は海岸線に近接している．特に注目すべきは河流の洗掘力强き爲，海側では流心部が完全に喪失し，干潮位以下では 1 m 足らずの箇所が存在し，船舶の航行に大なる支障となつている．

(4) **夏型の配置**　風向圖に見られる如く，冬季程の鋭い卓越性はもつて居らず，大體南風と見て宜しい．この場合には左岸側の砂洲が發達し，黒瀬に連なる樣な恰好で突出し，結果的には防砂堤の如き形態となる（圖—38）．出水期としては 6 月の梅雨の頃と，9 月の 210 日前後が多いが，左右の砂洲は全面的に破壞されて大きく口を開くが，平水に移行するにつれ潮時漂砂の爲埋塞されて了う．圖—38 の太線は昭和 22 年 8 月の實測で，6 月に中洪水を見た爲に流心は埋沒されず，極めて狹い幅員ではあるが大潮平均干潮面から −2 m を



圖—38　河口等深變化圖



圖—39 河口汀線變化圖

以て深部に通じている．これに依つて見ても夏季の漂砂の動きは出水期に入つて中小洪水の出現を見る様になつた場合，それに依る掃流効果を消滅させる程の規模は示さない．而して圖—38 に於て注目すべきは，流心部の方向である．狹窄部では北東に向つているが，その後左へ振れ，東北東に偏していることである．これは瀨戸神の存在と退潮時の南方流に依るものと推察される．

次に等深線の動きであるが，大體汀線から 700～800 m の範圍で 7 m 線附近迄である．

V. 結 論

現在の河狀について感潮河川としての考察を行つたのであるが，これを要約するならば次の如くなる．

〔1〕 河 川 潮

(1) 上流に行く程漲潮時間は短かくなり，落潮時間は長くなる．

(2) 潮波の傳播速度については，波頂の方が波谷に比して極めて大である．即ち波頂に於ては長波の傳播速度に，波谷に於ては平均流速に大體近い．

(3) 感潮區域内の水面曲線の槪斷的傾向としては，高水位附近に於ては水面勾配が著しく緩で，低水位附近になると急勾配を示す．

〔2〕 感潮時に於ける流れの機構

水面勾配 (I) を，流速水頭の變化に依るもの (I_v)，波形に依るもの (I_w)，損失水頭の變化に依るもの (I_r) の三つに分けるならば

(1) I_v の値は全般的に小さく，河口に行くに從ひ漸時大きくなるが，それでも I_r の 10% 以下である．

(2) I_w は高水位及び低水位附近の水位の變動が著しい時に I_r よりも寧ろ著しくなるが，これは時間的には短かく，水位の上昇期又は下降期の如く流れが順，逆何れかに決つてからは，流れの最盛時に於て I_r の 1% 内外で非常に小さい．

(3) 結局この場合に水面勾配の最大の要素を占めるものは I_r の値であり，從つて流れの影響が支配的であることが解つた．それ故感潮河川の流れを取扱う場合，平均流速公式が可成りの信頼度を以て近似計算に適用可能となる．而してこの場合粗度係數の値が計算の成否に重大な影響を齎らすことも明白である．

〔3〕 分流の問題

實測の結果からは，退潮時に於て本川（左）と分流（右）との流量配分比は大略 2：1 である．

分流路の徑深が本川に比し大なるに反し，分流量の割合小さいことは，此の水路のもつ河床の不整と，迂回路である爲の形の上の影響に大いに支配されているものではないかと思はれる．それ故，入潮時及び洪水時に於けるものは今後の現地調査なり定流に依る模型試驗なりを行つて決定されるべきである．

〔4〕 底　　質

調査範圍は河口附近に限定されているので，これを概括するならば，河道内に於ては粗砂質以下に限られ，その中沈泥質，粘土質の大部分は河口外へ流去され，分布範圍も極めて廣い．

底質の安定性に關しては，平水時に於ける限界掃流力の計算よりすれば，底質の移動性は否定し難いのであるが，河口附近の著しい埋沒現象は，洪水時の流下土砂及び波浪に依る外海からの搬入土砂が河口の狹窄，岩礁の存在等に依る著しい掃流力の不足の爲，潮時甚だしくなつたものである．

〔5〕 河道の埋沒

感潮區域に於ける全般的な傾向としては，河道灣曲部の凹岸に於ては，殆んど例外なしに水深が維されているに反し，埋沒の結果澁筋の喪失しているのは，河道の直線部分に限られている．

〔6〕 砂洲の消長

今迄の結果から要約するならば，冬季に於ては北西卓越風の爲に右岸砂洲が發達し，夏季に於ては河川出水の際，砂洲はある程度突破され斷面の擴大を齎らすが，平水時に復するに及び，南及至南西風に依る波浪の影響を受けて埋塞され，潮時左岸砂洲が發達する．

一般的に云つて，河川と海洋との勢力關係に於て砂洲の形が決定されるのであるが，外海からの要因としての波浪，潮流等の調査が不充分な爲に，現段階に於て結論を出すことは困難である．漂砂の動きの中に，波浪に依り攪拌された底質の中，恒常流に乘つて移動するものが大きな要素を占めることを思えば，潮流や海流の速度は例えその値が小さくても充分問題になり得るし，河口附近の海岸線を含めた廣範圍の地形的特性や，河口外の岩礁の底質の動きに及ぼす影響等に就いては，更に詳細な調査を必要とする．

本報告を終るに當り，現地調査，計算及び圖面等に御援助を戴いた土木研究所佐藤研究室，川内川改修事務所，九州地方建設局企畫課の各位に對し深甚の謝意を表するものである．

北上川上流部洪水の解析とその特性

建設技官　石　井　文　雄

序

昭和 22 年 9 月北上川水系に未曾有の洪水（カスリーン颱風）があり，改修計畫を根本的に檢討する必要が生じた．このために先づ昭和 22 年 9 月洪水の實態を知る事が必要となつた．この目的のために東北地方建設局石井技官が當研究所に派遣され，研究する豫定であつたが，資料その他の關係で現地に於て調査・研究し，當研究所より前後 2 回 夫々約 1 ヶ月に亙つて吉川技官が派遣され，資料の檢討，資料處理方針の檢討を共に行つた．

本文はその後その結果に基いて石井技官が更に詳しく調査研究し，且つアイオン颱風による洪水資料をも加えて檢討し，主としてカスリーン，アイオン兩颱風に依る洪水の實態を調査研究し，石井技官が纒め上げたものである．

河川第一研究室長　佐　藤　清　一

〔要旨〕 北上川上流部岩手縣内に於ける昭和 22 年 7 月，昭和 22 年 9 月カザリン颱風及昭和 23 年 9 月アイオン颱風に依る洪水の解析を試み，北上川上流部に於ける洪水の特性を既往洪水につき檢討し，未改修河川に於ける洪水現象に對する或る概念を確立しようとするものである．

目　次

序　言……(2)
I. 北上川流域と流路……(2)
〔1〕 北上川流域一般……(2)
〔2〕 支 川 流 域……(6)
〔3〕 流域の雨量……(8)
II. 洪水時の氣象……(10)
〔1〕 豪雨をもたらす氣象……(10)
〔2〕 確率降雨量……(14)
III. 昭和22年7月洪水……(17)
〔1〕 洪水時の氣象……(17)
〔2〕 降　雨……(18)

〔3〕 水位・流量及その解析……(20)
IV. 昭和 22 年 9 月カザリン颱風洪水……(24)
〔1〕 洪水時の氣象……(24)
〔2〕 水位及流量……(27)
〔3〕 流量曲線の解析……(36)
〔4〕 流量曲線の作製……(39)
〔5〕 狐禪寺流量曲線の補正……(46)
V. 昭和 23 年 8 月ユーニス颱風洪水……(49)
〔1〕 氣 象……(49)
〔2〕 水位及流量……(54)
VI. 昭和 23 年 9 月アイオン颱風洪水……(54)
〔1〕 洪水時の氣象……(54)
〔2〕 水位及流量……(62)
〔3〕 流量曲線の作製……(69)
〔4〕 狹窄部流量……(71)
VII. 既往洪水とその考察……(78)
〔1〕 氣象と水位……(78)
〔2〕 洪水時の本川出水の特性……(86)
〔3〕 狐禪寺確率洪水位……(92)
結 言……(93)

序 言

筆者が昭和 21 年 10 月建設省北上川上流工事々務所に轉任し，22 年 4 月より企畫室を擔當することになつてから矢繼ぎ早やに大洪水が北上川を襲つた．

私は所長若林正次技官の指導と企畫室員の應援を得て，これ等の洪水を調査する機會を得た．偶々 22 年建設省土木研究所研究生として北上川現地調査の爲盛岡で資料をまとめる便宜が與えられ，當時の所長安藝皎一博士及びその他の方々の御敎導と御援助に依り今回此の小論を一應まとめたものである．

昭和 24 年 3 月 31 日　　石 井 文 雄

I. 北上川流域と流路

〔1〕 北上川流域一般

(1) 概 說　北上川は東北地方第 1 の大河川で，其の源を岩手縣岩手郡御堂村七時雨山に發し，東側の

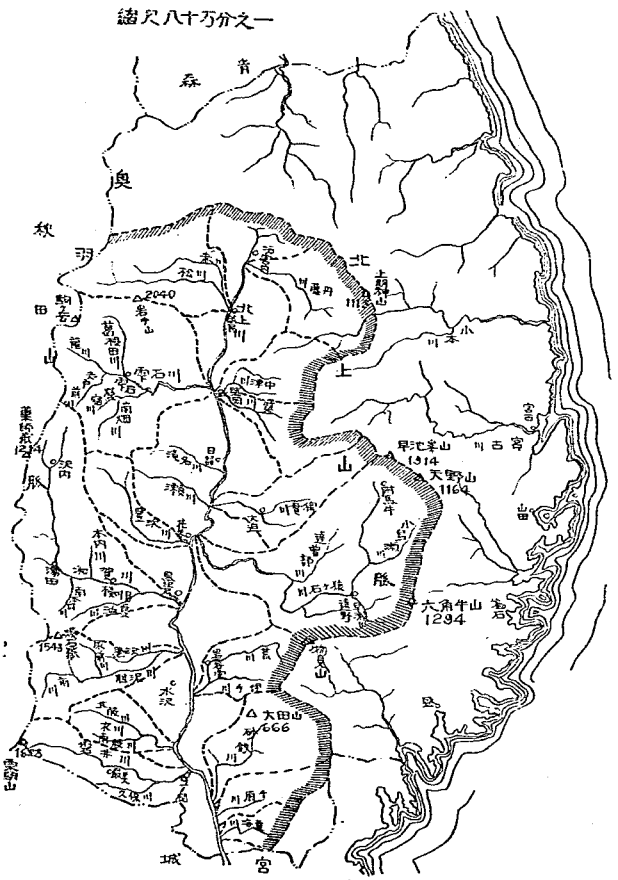


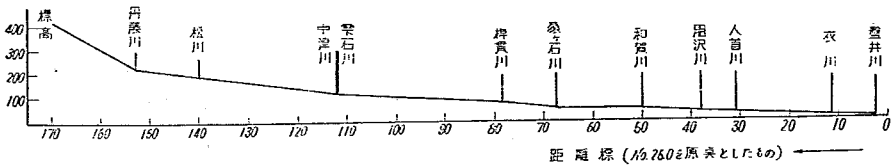
圖-1　北上川上流域一般圖

北上山脈及西側の奥羽山脈から發する大小幾多の支川を合わせ縣下の樞要部を北から南に縦貫し，一ノ關下流で宮城縣に流下し，柳津地先で新迫川に分流し，迫川は石巻灣へ新川は十三濱村で大平洋に注ぐ．幹川流路延長は 244 粁である．圖-1 には北上川上流域一般圖を，表-1 に北上川上流部主要支川流域面積を示したが，その流路延長は岩手縣内で本川 208.80 粁，流域面積は全流域では 8911 平方粁，岩手縣内では 7690 平方粁，その中山地面積 6450 平方粁，平地面積 1240 平方粁でその比率は 84:16 で概ね山地となつている．各支川及本川區間の流域面積中山地平地の占める割合及各支川及本川區間流域面積の全流域に對する比率を併せて 表-1 に示してある．

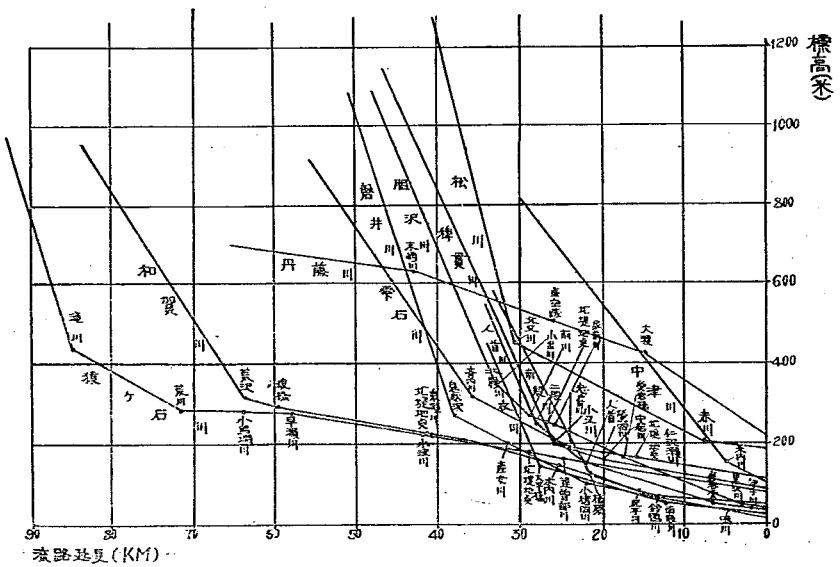
表−1 北上川上流部流域面積表

河川番號	單距離	本川還加距離	岸別	合流支川	流至延長 (km)	流域面積 (km²) 山地部	%	平地部	%	計	%	全流域
1	1,800	1,800			1,800	1,165	65	0,620	35	1,785	0.02	7690,313
2			右	金澤川	27,600	72,210	75	24,730	25	96,940	1.26	7688,528
3	4,800	6,600			4,800	18,585	94	1,239	6	19,824	0.26	7591,588
4			左	黄海川	17,400	88,613	97	3,073	6	91,686	1.19	7571,764
5	8,800	15,400			8,800	34,444	82	7,533	18	41,977	0.55	7480,078
6			左	千厩川	24,700	95,502	98	2,181	2	97,683	1.27	7438,101
7			左	砂鉄川	43,500	347,217	93	24,805	7	372,022	4.84	7340,418
8	11,600	27,000			11,600	70,301	96	2,899	4	73,200	0.95	6968,396
9			右	磐井川	50,700	255,036	85	44,307	15	299,343	3.89	6895,196
10	8,800	35,800			8,800	40,837	63	24,260	37	65,097	0.85	6595,853
11			右	衣 川	32,100	161,219	88	21,781	12	183,000	2.38	6530,756
12	20,200	56,000			20,200	113,641	48	124,024	52	237,665	3.09	6347,756
13			左	人首川	33,300	171,379	86	27,753	14	199,132	2.59	6110,091
14	4,000	60,000			4,000	28,918	97	0,892	3	29,810	0.39	5910,959
15			左	廣瀬川	25,400	89,654	79	24,235	21	113,889	1.48	5881,149
16	2,700	62,700			2,700	0,000	—	8,673	100	8,673	0.11	5767,260
17			右	胆澤川	46,200	300,135	88	40,193	12	340,328	4.43	5758,587
18	11,400	74,100			11,400	48,371	49	50,873	51	99,244	1.29	5418,259
19			右	和賀川	81,200	805,648	89	104,027	11	909,675	11.83	5319,015
20	15,600	89,700			15,600	23,368	20	90,769	80	114,137	1.48	4409,340
21			右	豐澤川	35,500	135,918	75	44,208	25	180,126	2.34	4295,203
22			右	瀬 川	8,600	43,415	59	30,579	41	73,994	0.96	4115,077
23	2,160	91,860			2,160	0,074	4	2,057	96	2,131	0.03	4041,033
24			左	猿ヶ石川	85,250	893,715	94	58,109	6	951,824	12.38	4038,952
25	11,150	103,010			11,150	48,247	49	50,948	51	99,195	1.29	3087,128
26			左	稗貫川	38,600	241,283	92	18,808	8	260,091	3.38	2987,933
27	2,600	105,610			2,600	8,401	46	9,763	54	18,164	0.24	2727,842
28			右	葛丸川	20,600	36,575	84	6,691	16	43,266	0.56	2709,678
29	5,200	110,810			5,200	8,747	28	22,377	72	31,124	0.40	2666,412
30			右	湯名川	23,100	58,927	73	21,484	27	80,411	1.05	2635,288
31	23,660	134,470			23,660	118,597	49	121,091	51	240,688	3.13	2554,877
32			左	梁 川	21,800	146,400	100	0,942	0	147,342	1.92	2314,189
33	1,850	136,320			1,850	0,223	10	2,106	90	2,329	0.03	2166,847
34			右	雫石川	40,400	642,967	86	106,629	14	749,596	9.75	2164,518
35			左	中津川	30,700	203,171	97	5,105	3	208,276	2.71	1414,922
36	27,300	163,620			27,300	163,647	85	25,821	14	189,468	2.46	1206,646
37			右	松 川	36,900	351,529	86	58,406	14	409,935	5.33	1017,178
38	12,900	176,520			12,900	163,697	96	16,454	4	180,151	2.34	607,243
39			左	丹藏川	57,000	313,591	99	3,940	1	317,531	4.13	427,092
40	17,700	194,220			17,700	103,952	95	5,699	5	109,561	1.42	109,561
計	194,220					6449,319	84	1241,948	16	7690,313	100.00	

(2) **流域の地形**　流域の形狀は不規則な長方形で南北に長く東西に狹く其の幅員最も廣いのは花卷附近で90粁，最も狹いのは盛岡附近で 50 粁である．地勢は東西周邊が高く中央に向つて低下し，從つて東西分水嶺から流出する諸支川は勾配が急で落差が大であるが，本川は勾配緩で落差は少ない．圖−2 に主要支川の縱斷圖を示した．又本川の縱斷圖には主要支川の合流點の位置を示した．



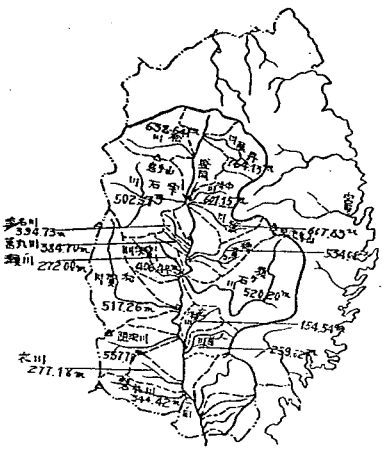
圖−2（イ）　北上川本川縱斷圖



圖−2（ロ）　北上川上流各支川縱斷圖

又流域内主要支川の平均高度を 圖−3 に示した．之は 20 萬分の 1 地圖に 1 cm 毎の方眼を引き，その流域内の方眼の交點の標高を圖上で讀みとつたものの平均値を計算した値である．

(3) **地質及林相**　地質は幹川を境にして左右岸で趣を異にし，東方北上山脈は殆んど全部古生層であるが，猿ヶ石川流域及千厩川流域の上流部には花崗岩が露出する．北上川流域の西側の山脈中，駒ヶ嶽（雫石川上



圖－3　北上川支川流域平均高度

流）から七時雨山に至る連嶺及岩手山は全部火山岩で，その南は駒ケ岳から焼石岳（胆澤川上流）附近で地表に露出し，又下流部栗駒山（磐井川上流）附近でも火山岩が分布している．其の他の山地は全部第三紀層に屬する．又北上川本川の沿川は其の上流部では僅少乍ら第三紀層があるが，大部分は第四紀層に屬し所謂北上平野をなす．

本流域内の山林は國有林，民間所有林が夫々半分宛で國有林は主として山間部にあり，民有林は平地に近い所にある．國有林は檜，山毛欅等の闊葉樹で樹令 100 年以上のものが多く，北上山脈では猿ケ石川，稗貫川，築川の上流地方及丹藤川の流域にあり，又沼宮内附近には針闊混淆林がある．西側山地は背梁山脈一帯に分布し廣大な林地の最たるものは和賀川流域で，胆澤川之に次ぎ雫石川，松川等の流域も林相は良好である．

〔2〕支川流域

(1) **雫石川流域**　流域は開扇狀をなし，東方に狹く西方に廣くなつており，地勢は南部は概ね傾斜が緩であるが，北部は殆んど全部險峻な山地から成つている．

地質は葛根田川兩岸及其東方岩手山は殆んど全部火山岩で岩手山は大部分熔岩である．龍川流域より南は殆んど全部第三紀層で御所村から下流兩岸は第四紀層に屬する．

林野は全流域の大部分を占め主として國有林で南北に分れて廣大な面積を占める．又此の國有林では各所で植林が行われて生育も良好である．分水界では蒼々たる大森林が山を覆つており，その大部分は闊葉樹林で一部に針葉樹林が交つている．民有林は國有林に比較して伐採面積も多く林相が粗惡で針闊葉樹が混生している．

(2) **和賀川流域**　流域の形狀は東に狹く西に廣く，略三角形をなしている．

本川上流部の川舟附近，南本田川の大部分，中本田川下流部及夏油川上流部は火山岩に屬し，第三紀層は本川上流部，鬼ケ瀧川流域の殆んど全部及本内川の上流部に露れ又澤内村及び湯田村の平野並びに夏油川の平原は第四紀層に屬し土地は肥沃である．

和賀川流域の大部分は林野で國有林は廣範な區域にまたがり，多くは闊葉樹から成つている．本川上流の澤内村地内は稀に見る大森林をなし，澤内村より下流は林相少しく劣る感があるが，それでも老木が多い．

南本内川及本内川流域は山毛欅林に屬し，上流部は蒼々たる大森林であるが下流部は伐採された所が多い．夏油川でも上流一帯は闊葉樹の密林である．民有林として林相が良好と考えられるのは，幹川筋では川尻から上流で壯令の樹林が多いが，南本内川及夏油川流域は林相は良くない．

(3) **猿ケ石川流域**　支川中最大の流域を持ち，形狀は西に狹く東に廣く地勢は東から西に向つて傾斜している．

本川上流部小鳥瀬川及來内川流域の大部分は花崗岩で早瀬川及小支川流域並に達曾部川上流部は古生層に屬し，又田瀬附近を中心として蛇紋岩が露出している．土澤から下流部には第三紀層の山岳が連亘し遠野平野及土澤附近は第四紀層に屬する．

林野は全流域の大部分を占め，主として立木地で國有林と民有林が半分宛である．國有林は幹川小鳥瀬川，早瀬川，來内川の各上流部並に小支川流域に散在するが，土地は概ね高燥で氣候寒冷な爲樹種は豊富でなく，主として闊葉樹林に屬する．　御料林は本川及各支川の上流部にあるが，散生地が過半を占め林地として見るべきものは少ない．　又民有林は國有林に比較して大樹に乏しく林相も良くないが，遠野から上流内本川及早瀬川沿岸は闊葉樹の密生した所が多く小支川は上流部の林相良好である．

(4)　胆澤川流域　　流域の形は東西に長く矩形をなし，地勢は西から東に向つて傾斜し，河川勾配は一般に急である．

地質は本川上流部は第三紀層に屬し，表土が淺く處々崩壊し，基岩が露出している．下嵐江，市野々間及尿前川流域並に黒澤川上流部は火山岩で一般に厚土で覆われている．流域下流部は，第四紀層で肥沃な耕土帶となつている．

流域内の山地は國有林がその大部分を占め，民有林は前川合流點下流の沿岸及市野々下流並に黒澤川流域にある．國有林は市野々附近では伐採せられた所があるが，上流では古くから斧を加えた事のない山毛欅林がその大部分を占めており一部には混生林がある．又民有林は本川では尿前から下流にあり，壯令の闊葉樹が多く，黒澤川流域には針葉闊葉の粗林がある．

(5)　磐井川流域　　磐井川右小支川久保川について，盛岡工專の瀬戸國勝教授及村井貞允教授の詳細なる調査が，報告されているのでその中から抜萃して見る．

該地方は凡て那須火山脈の火山に由來する火山噴出物から成り，地形は總體的に西高東低である．　一般に平頂を有する丘陵性山地で浸蝕は左程進まず，冲積地は久保川沿岸に狹長に發達するに過ぎない．河川勾配は一般に急で特に氣後下流及宇津野上流では急で流量は平時は少ない．

本地方を構成する岩石は凝灰岩，頁岩質凝灰岩，砂質凝灰岩，安山岩質凝灰岩等から成る．　色は一般に淡色で未だ化石が発見されないから時代は明らかでないが，恐らく新第三紀（鮮新世）に屬するものと思われる．一般に塊狀をなし層理は明瞭でない．之等の岩石は何れも風化し易く含水性も大で一般に柔軟である．宇津野西方では之等の火成岩類を不規則にカバーして安山岩及凝灰質安山岩が厚く發達して殊に山頂部に多く急崖を成して屹立している．かゝる安山岩類も第三紀終末に於ける火山活動に依るもので，熔岩流として流下したものであつて厚さは數 10 米に達する事もある．不規則な節理が發達し崖錐として自然に崩落しつゝある．　岩質は概して堅硬である．以上の岩石には一般に石英を含んでいる．

地辷り現象は宇津野，長倉間に多く見られ規模は一般に小さく 10 平方米以下のものが多い．　之等は何れも基盤の風化に依り生成された表土層（風化土壌で時には安山岩塊を含む）が傾斜した岩盤上を辷り落ちるものでむしろ Earth Slips に屬するものである．之等は殆んど大部分が凝灰岩乃至凝灰質岩の基盤を有する部分に起り，又道路工事に依る Cutting 及河川の浸蝕に依つて岩盤露出部の上部が辷つている．

之等の Earth Slips を生じた原因を種々の方面から考察すると次の 4 つになる．

1) 氣象的條件……豪雨に依る地質の軟弱及表土の荷重の增加，洪水の水流に依る衝撃及び浸蝕力の激增．

2) 地形的條件……傾斜 30° 以上の山腹斜面や草生地谷部（凹部で平常は水流を見ない部分）では水で容易に飽和される爲に地辷りが起る．又河川の側浸蝕により岩盤が露出し，その部分え雨水が湧出し支持力が減少する爲である．

3) 地質的條件……風化作用に依り生じた表土層は一般に薄く且吸水性も大きいから，容易に雨水に依つて飽和されその荷重が增大する．又基盤岩は凝灰質岩であり，吸水性大で粘土化し，雨水は基盤岩と表土層との間を潜流し兩者の間に辷り面を生じて Slip を起す．

4) 人爲的條件……Cutting に依る岩盤の露出

久保川沿川に於けるアイオン颱風時の最大被害は狹長な沖積地にある階段狀田地が，地辷りに依りもたらされた礫砂土による埋沒であるが，洪水は沖積地全部を流路として流下する事も注意すべきである．

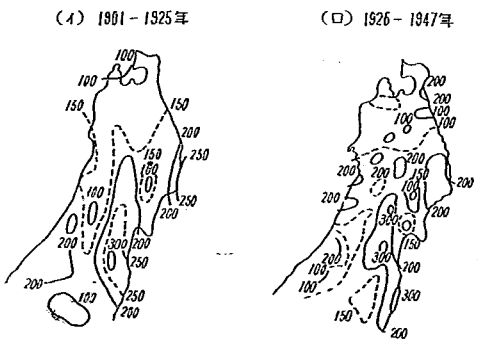
〔3〕 流域の雨量

(1) 既往最大日雨量　岩手縣內に於ける 1901～1925 年の最大日雨量を表—2 に，1926～1947 年のそれを表—3 に示した．

之等を圖示すれば圖—4（イ），（ロ）の通りであり，平地部から山間部へ行くにつれて，又北から南へ行くにつれて降雨量は多くなる．

表—2　岩手縣內最大日雨量　(1901～1925年)

地　名	水澤	宮古	一ノ關	千厩	岩谷堂	花卷	大迫	黒澤尻	盛岡	鉾ケ崎	久慈	福岡
最大日雨量	124	221	217	143	120	202	95	198	180	261	160	136
生起年	1910	1919	1908	1913	1920	1920	1920	1905	1910	1906	1912	1915



圖—4　東北地方最大日雨量分布圖

表—3　岩手縣内最大日雨量　(1926～1947年)

地名	海抜	最大日雨量	生起年月日	地名	海抜	最大日雨量	生起年月日
盛岡	155	199.8	1938— 8—15	附馬牛	450	178.0	1943— 8—23
福岡	105	118.8	1940— 8—26	大迫	165	117.0	1937— 9—11
荒澤	300	103.0	1940— 8—26	米里	160	81.9	1927— 4— 5
奥中山	425	113.0	1938— 9— 1	若柳	237	160.0	1941— 7—22
松尾	890	186.5	1938— 9— 2	宮古	29	190.5	1944—10— 7
葭川	650	129.7	1931— 9—27	轟米	155	133.5	1945—11—15
雫石	200	204.0	1943— 8—13	久慈	6	175.0	1927— 5—23
花巻	72	117.9	1945— 9— 8	岩泉	110	286.0	1927— 4— 5
湯田	235	121.5	1940— 8—26	門馬	510	250.0	1944— 3—11
遠野	264	166.0	1943— 8—23	川井	220	219.0	1938— 9— 1
水澤	61	157.1	1938— 8—15	釜石	30	230.0	1937— 9—11
厳美	206	157.8	1947— 7—22	盛	9	186.9	1936— 7— 9
一ノ關	25	122.6	1927— 4— 5	世田米	190	170.0	1936—10—27
千厩	80	108.7	1937— 4—25	矢作	60	250.4	1941— 7—22
浄法寺	195	116.8	1940— 9— 4	山形	277	143.5	1939—10—27
滝民	195	105.4	1945— 7— 5	葛巻	398	103.6	1929— 5—23
澤内	327	266.0	1943— 8—13	廣田	25	198.1	1947— 9—15
日詰	100	222.0	1938— 8—15				

(2) **平均年雨量**　岩手縣内の 1925～1947 年の 23 ケ年に亙る年降雨量の平均値を表—4 に示す．之に

表—4　23 ケ年平均年降雨量　(1925～1947年)

觀測所名	平均年降雨量	觀測所名	平均年降雨量
盛岡	1182.3	一ノ關	1071.8
福岡	894.8	千厩	1070.4
荒澤	1212.1	浄法寺	1127.8
奥中山	1209.1	滝民	1172.3
松尾	1763.4	澤内	2442.9
葭川	1159.3	日詰	1217.2
雫石	1389.7	附馬牛	1399.7
花巻	1172.1	大迫	1170.2
湯田	2237.7	米里	1098.9
遠野	1146.8	若柳	1601.9
厳美	1703.5	水澤	1133.2

依れば 2000 粍を越えているのは和賀川の澤内，湯田で，1500 粍以上は松川流域の松尾，磐井川流域の厳美及胆澤川の若柳で，之についでは附馬牛，雫石となつている．最小は鶴岡の 895 で千厩，一ノ關が之についでいる．

II. 洪水時の氣象

〔1〕 豪雨をもたらす氣象

(1) 概 説 東北地方は本邦としては強雨は多い方ではないが，局地的には相當程度の強雨記錄がある．最強雨地帶は奥羽山脈山間部で全般的に概して奥羽山脈東側斜面に多く，日雨量極値は 250 粍以上となつている．北上川流域では西側に多い．東北地方の出水の原因は雪融による少量のものを除いて全て大雨に依るもので，その中颱風に依るものが過半を占めている．特に著しい強雨は多くは颱風の場合であつて，北西方面は日本海通過の低氣壓によるものが若干あり，又南部方面には日本海と南方洋上との兩面から低氣壓に挾まれた場合が少數ある．從つて強雨期は颱風期の 8 月下旬から 9 月に最頻で，7，8，10 月が之に次ぎ，その他の時期は甚だ少なく量も甚大にはならない．

(2) 強雨の原因 東北地方では次の如く分類される．*

1) 南海低氣壓 華中，華南又は東支那海方面に發生又は發達した低氣壓が九州南部を東進，紀州沖東海沖を通過する場合で，春の終りから梅雨期にかけて多く，之によるものは北部西部にては少なく南部に於ても關島が極大であるに過ぎない．然し太平洋沿岸に於ては相當の雨量となることがあるが，內陸部及日本海側では日量 80 粍以下である．

2) 日本海低氣壓 山東省又は黃海朝鮮北部に於て發生又は發達した低氣壓が日本海を進行した時で，日本海北部を通る時 (A) と南部を通る時 (B) とがある．之は 6 月から 9 月迄が多く就中 7 月に最も多く，中部以北に於ては之に依るものが最も多く，その中でも日本海南部を通るものによるのが顯著である．日本海の北部を通るものでは全般に影響は少なく特に南部內陸に於ては未だ強雨を見たことがない．

3) 二つ玉低氣壓 日本海及南海に低氣壓がある時であり，太平洋側が主低氣壓になる時 (A) と日本海側が主低氣壓になる時 (B)，何れとも判別し難い時 (C) とがある．之に依るものはその雨量は區々であるが，日本海側が主低氣壓の時の方が回數が多い．南部に於ては颱風についでその發生回數が大きい．

4) 颱 風 颱風の經路によつて仙台の東又は南を通るもの (A) と仙台の西又は北を通るもの (B) とがある．回數は中部南部及太平洋沿岸に於ては最多で，主として仙台の東又は南を通るものである．北部に於ては仙台の南及は北を通るものに依る原因は 70% を占める．又雨量の最大限も一番大きい．

5) 不連續線 溫暖前線型のもの (A)，寒冷前線型のもの (B)，何れとも判別し難いもの (C) があり，不連續線上に弱い低氣壓があるのもその勢力が弱ければ之に入る．之に依るものは日雨量は大した事はないが，北部では此の原因に依るものが比較的多く中部南部では殆んど認められない．北部裏日本では梅雨期に

---

* 山下 洋：東北地方の强雨原因の統計的概觀．仙台管區氣象台，アイオン颱風報告，41 頁．

入る前津輕海峽を東西に走る不連續帶の上を小さな低氣壓が短周期で通過する場合及多期發達した低氣壓が千島方面に急速に進行する時に伴つて來る寒冷前線に依るものである．

6) **その他**　大抵は天氣圖上に現われない小さな不連續線又は低氣壓であるが，判然としないもの (A) と雷雨性のもの (B) とがある．前掲の 5 つ以外のもので中部南部の內陸にあつて對流安定が破れて起るもので，夏季に多い．

(3) **强雨の地理的分布**　東北地方各地の最多日雨量の分布は圖—4 の通りで，その中 (イ) の統計年次は 1901～1925 年の 25 年間でのそれで (ロ) は 1926～1947 年のそれである．

日雨量 200 粍以上あつた地域は主として奥羽山脈の山岳地帶でその東に偏つた地帶に多く，北上川西側の流域地方は全般に多雨域で日雨量 200 粍以上になつている．その他の地方は概して 150 粍以下である．

上述の如く强雨の中心は主として奥羽山脈の中に偏在する．然し之は風の影響が多分に多く，東北地方の强雨が海洋性熱帶氣團の流入に原因し，此の氣壓が南東風に依り搬入される事に依るもので，南東風が山脈の東斜面で阻止された爲に强雨となる事が考えられるが，更に雨の地上落下が强雨の影響を受け，强風に面した斜面に多い爲である．例えば風の弱い溫暖前線の雨及び二つ玉低氣壓等に於て平地部にも多く强風の中心が存在する．

次に强雨の原因を地域別に 1926～1947 年の日量 50 粍以上のものについて見ると表—5 の通りである．* 此

表—5　東北地方强雨原因の地域別比率

原因＼地名			青森	秋田	盛岡	宮古	仙臺	山形	福島	小名濱
南海低氣壓	%		8.7	0.0	4.7	19.7	7.9	13.6	20.4	19.5
	回數		2	0	2	13	3	3	9	16
日本海低氣壓	%		30.4	60.7	55.8	16.7	21.0	13.6	6.8	12.4
	回數	A	3	22	14	10	6	3	3	8
		B	4	12	10	1	2	0	0	2
二ツ玉低氣壓	%		21.7	17.8	11.6	21.2	34.2	18.1	9.0	22.0
	回數	A	4	2	1	11	8	1	2	11
		B	1	9	4	3	5	3	2	7
臺風	%		17.4	5.2	23.2	24.2	34.2	54.5	45.4	25.6
	回數	A	1	1	6	12	13	12	15	19
		B	3	2	4	4	0	2	5	2
不連續線	%		21.7	10.6	2.3	10.6	2.6	0.0	2.2	18.3
	回數	A	0	0	0	1	1	0	0	8
		B	3	5	0	2	0	0	0	6
		C	2	1	1	4	0	0	1	1
その他	%		0.0	5.3	6.9	7.6	0.0	0.0	15.9	2.7
	回數	A	0	3	2	5	0	0	5	2
		B	0	0	1	0	0	0	2	0

* 山下　洋：前掲論文，43 頁．

の中盛岡では同表に見るように日本海を横断する低氣壓（56%）と二つ玉低氣壓の主低氣壓が日本海にある時及颱風（仙臺の西又は北を通過するもの）とで 74% を占めている．南海低氣壓颱風（仙臺の東又は南を通るもの）に依るものは頻度は少ないが，降雨があれば相當の豪雨となつている．

(4) **強雨出現期間の周期性と季節變化**　大雨の出現が或る期間には少なく，又或る期間には頻出する性質がある．東北地方の最近の大雨は昭和 16 年，19 年，21 年と 3 年の間隔で出現している．即大雨の永年變化については見掛の變動は大雨の山から山迄の間隔は 3 年が卓越している.* 更にその原因別の豪雨につき區別して統計してみると年々に分けた場合は回數が少なくなり明瞭でないが，3 年毎に區切つて（大正 3 年と大正 6 年の間のみ 4 年）各區切りにつき第 1 年次，第 2 年次，第 3 年次にして各年次別に合計した結果が表−6 である．之に依ると颱風に依る場合が最も多く 43% を占め，前線之に次ぎ 20%，日本海低氣壓 17%，

表−6　大雨の原因別統計　（明治 41 年～昭和 22 年）（1909～1947年）40 年間

原因	年次＼月	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	計
颱風	1							4	5	1	2			12
	2						2	6 (−4)	28	15				51 (−4)
	3						2 (−2)		1	2	1			6 (−2)
前線	1							3	4 (−1)	1 (−1)			1	9 (−2)
	2							18(−13)	8					26(−13)
	3								2					2
南海低	1									1				1
	2					9 (−8)		4 (−4)						13(−12)
	3			1	2			2 (−1)	1					6 (−1)
日本海低	1						1	1		2 (−1)				4 (−1)
	2							14 (−5)	2	2				18 (−1)
	3						2 (−2)	3 (−1)	1					6 (−3)
二ッ玉低	1					1					2		1(−1)	4 (−1)
	2					8 (−8)								8 (−8)
	3										2			2
霖雨	1													
	2													
	3				1			2			3			6
季節風	1		1										1(−1)	2 (−1)
	2				1									1
	3													
總計	1		1			1	1	8	5	3	4		2	25
	2				1	9	2	31	38	17				98
	3			1	3		2	6	8	2	3			25

（　）は原因が重複する場合

* 福田喜代志：東北地方大雨の統計的調査．仙台管區氣象台，アイオン颱風報告，46～48 頁．

二つ玉低氣壓 7% の順である．季節風の場合には回數が少なく何とも云えないが，他は何れも第 2 年次に斷然多くなつている．臺風の場合第 3 年次が多い．之は 3 年周期が何れも同線に卓越した季節風・臺風を除き何れも相位が一致していることを示す．

統計に於ては 7, 8, 9 月に大部分集中する．第 1 年次は 7 月以降秋に多く，第 3 年次は春に多い傾向がある．之は 8, 9 ヶ月前後の周期が多い事を想像させる．即最多年の前年は秋に多く，年後は春に多い．

ピークに對する前年の秋，後年の春に大雨が多い點と，7, 8, 9 月に顯著する年變化から見て東北地方の大雨の 3 年周期が，更に短周期の 8, 9 ヶ月周期の爲に起るものと思われる．即ち 9 ヶ月の周期がある場合 3 年目の夏に最大が起ると考えられる．

更に强雨原因の季節變化につき考える爲に，東北六縣廳所在地に於ける日雨量 50 粍以上の回數を昭和元年 (1926 年) から昭和 22 年 (1947 年) 迄に就いて月の旬別にして表示すると表−7 の通りで，6～10 月の間に多く特に 8 月下旬から 10 月上旬に集中する．

表−7　東北地方に於ける强雨原因の季節變化 (日雨量 50 粍以上の回數

旬別＼月別	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	計
上　旬	1	2	1	3	6	6	12	11	18	21	1		82
中　旬					4	8	13	10	22	9	5		71
下　旬			1	6	3	12	16	25	10	6			79
月　計	1	2	2	9	13	26	41	46	50	36	6	0	232

盛岡測候所の大正 14 年から昭和 23 年迄の日雨量記錄から 50 粍以上の降雨の原因別及季節變化を見ると，表−8 の通りである．

表−8　盛岡に於ける强雨の原因別及季節變化 (日雨量 50 粍以上の回數)

原因＼月別	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	計
南海低氣壓					1								1
日本海 〃				1	1	2	5	4	7				20
二ツ玉 〃				1					2		1		4
颱　風								6	8	4			18
不連續線							3	6					9
月　計	0	0	0	2	2	2	8	16	17	4	1	0	52

又盛岡測候所の連續雨量記錄につき大正 14 年から昭和 23 年迄の統計に依り，原因別及季節變化を調べると表−9 の通りである．

8 月の顯度が表−8 及表−9 に於て稍連續雨量の方が多いのは，8 月には日雨量では少ないが連日强雨が降り續く場合が多い爲である．特に 8 月の溫暖前線に依るものが多い事は此の事實を明らかに物語り，溫暖前線

表−9 盛岡に於ける強雨の原因及季節變化 (連續雨量100粍以上の回数)

原因＼月別	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	計
南海低氣壓													0
日本海 〃							1	2	3				6
二ツ玉 〃								1					1
颱 風								2	5	1			8
不連續線							2	4					6
月 計							3	9	8	1			21

は日雨量の場合は日本海低氣壓及颱風に依るもの，連續雨量に關しては颱風，日本海低氣壓，不連續線に依るものが壓倒的に多い．

(5) **豪雨をもたらす氣象條件** 以上に見る如く豪雨の原因の第一は颱風であるが，此の場合でも多量の雨は必らず不連續線に伴つている．又前線帶を形成している時も長時間に亙り雨が降ることがあり，颱風が本土附近に來て衰弱し，その後前線性に轉換する事も大雨の原因となる．又降雨原因には年による癖があり一つの型式で大雨があると續いて起る降雨も同じ樣な經過をとる事が多い．

大雨の降雨型式としては，大雨は凡そ 10 日以内の繼續日數でおこり，3 日位で決定することが多い．異常な多雨は極めて短時日で起る事は先ずない．卽ち 降雨量/時間 には自ら或る限度があり，又地形的な分布については前述したが，大雨の時は風向は常に東寄りであり，大雨分布は主として最高雨時の主風の方向に依り決定される．強風に強雨を伴う颱風と二つ玉低氣壓の樣に弱風强雨とがあり，前者は雨量大である．颱風でも無風狀態となれば反つて平地部に多雨を示す．その例は大正 7 年 7 月 29~30 日，昭和 8 年 9 月 13~15 日，昭和 11 年 10 月 2~3 日である．

以上は仙臺管區氣象臺及盛岡測候所と建設省との協同調査に依るものである．

〔2〕 確率降雨量

(1) **確率日降雨量** 計畫洪水量の決定その他河川改修計畫に從來考えられていた雨量に對する槪念を，更に一般と信賴性を有する確率を加味した確率日降雨量という考え方で置きかへて見る事も必要と考えられる．此の統計的な處理方法は一應 rough なものであるが，現狀より妥當性は大きいと考えられる．

米國では夙に水文統計學として或る超過の確率に相當する確率日降雨量を計畫の對象としている．米國で多く對象とされている 100 年降雨とは 100 年間に生ずる降雨の內 1 回だけ超過される確からしさを有する降雨で 100 年目に 1 回超過するという意味ではない．

米國で行われている水文統計學の權威者の方法を京大岩井助教授が修正された理論を，今北上川流域に適用して見る．

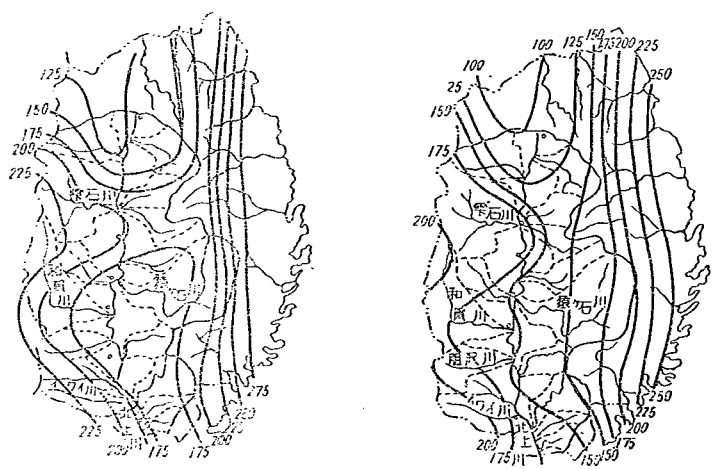
確率日降雨量計算の對象とした觀測所及觀測記錄 (1 年につきその最大を一つとる) の期間は表−10 の通りで昭和 22 年末迄の資料を用いた．

表—10　観測所及観測年数（標本数）

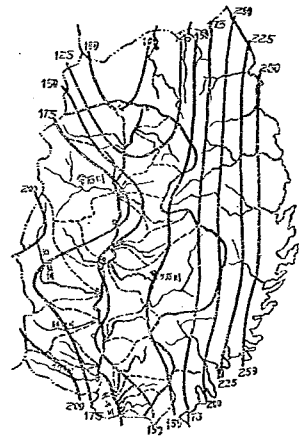
観測所	千厩	一ノ關	厳美	水澤	若柳	米里	遠野	黒澤尻	湯田	花巻	大迫	附馬牛
観測年数	43	53	39	53	39	38	52	38	39	53	44	34
観測所	日詰	澤內	盛岡	雫石	藪川	滝民	平館	盛	宮古	葛巻	奥中山	久慈
観測年数	42	37	50	34	32	32	29	50	65	35	30	52

表—11　北上川及岩手縣內確率日降雨量（粍）

観測所	確率日降雨量			観測所	確率日降雨量		
	100年	70年	50年		100年	70年	50年
千厩	166.3	158.5	151.2	米里	162.0	153.0	144.9
一ノ關	196.0	184.6	174.1	平館	114.9	110.8	106.9
厳美	225.1	214.4	204.2	盛	277.2	262.3	248.3
水澤	164.2	157.1	150.3	遠野	188.6	178.1	168.4
若柳	218.9	207.3	196.3	黒澤尻	200.4	188.6	177.6
湯田	192.2	182.1	172.7	澤內	243.6	229.5	216.4
花巻	158.5	151.6	144.6	盛岡	198.8	187.1	176.4
大迫	152.2	145.3	138.8	雫石	201.9	189.3	177.8
附馬牛	182.1	173.4	165.2	藪川	168.6	158.1	148.4
宮古	299.6	281.0	263.9	滝民	136.6	128.8	121.6
葛巻	140.4	132.8	125.7	奥中山	146.9	139.4	132.4
日詰	212.2	198.3	185.5	久慈	275.6	256.8	239.6



図—5　50年確率雨量分布図



図—5 (ハ) 50 年確率雨量分布図

以上の標本値を用いて確率日降雨量を 100 年, 70 年, 50 年について求めた結果は表—11 の通りで, 之を図示すれば夫々図—5 (イ), (ロ), (ハ) の通りとなる.

(2) **北上川改修改訂計畫に對する流域日雨量の確率** 新計畫は一應昭和 22 年 9 月のカザリン颱風時の洪水を對象とし, 之に多少の餘裕を見て計畫した. 此の計畫の對象となつた洪水をもたらした日降雨量の統計的な確率を表—12 に示した.

表—12 新計畫に對する北上川流域日降雨量確率表

観測所名		千厩	一ノ關	厳美	水澤	米里	附馬牛	遠野	大迫	花巻
昭22・9洪水	日降雨量	mm 95.0	155.0	127.8	146.1	151.0	104.4	131.5	146.0	104.1
	確率	年 4.4	26.6	4.3	40.0	65.0	4.5	13.6	71.9	7.5

観測所名		黒澤尻	湯田	澤内	盛岡	雫石	平館	滝民	葵川	
昭22・9洪水	日降雨量	mm 119.8	116.0	113.5	110.1	100.0	100.0	89.0	100.4	
	確率	年 8.0	6.2	3.2	4.3	4.4	27.8	10.0	16.5	

以上は各地の日雨量に對する確率であり, 河川の出水に對しては日雨量を以つてその規模を比較する事は無理で, 出水に對する雨量は時間雨量又は少なくとも 4 時間雨量を對象として考察を加える必要がある.

III.　昭和 22 年 7 月洪水

〔1〕 洪水時の氣象

(1) **天氣概況**　當時發達した小笠原高氣壓からの極めて暖濕で不安定な氣流は西日本を越えて日本海に吹き込み，東に偏向して東北地方の日本海岸から東北地方を被覆する狀態となつていた．岩手縣の地上では比較的乾燥した冷たい南流が北上川流域に沿つて吹走していた爲に，前記の暖氣流は此の南風及び奥羽山脈にのり上げて上昇氣流をおこし豪雨の原因をなした．加うるに奥羽山脈，北上山脈等の地形の影響で所々に氣流の收斂を生じ，特に之等の地域が豪雨の中心となつた．例えば和賀川溪谷や岩手縣北部がそれで，21 日から 24 日迄の 4 日間雨域の中心は北から南下したり北上したりしたが，主な滯留區域は秋田・盛岡を結ぶ線上であつた．此の雨域の移動は一般氣流の方向の變化にもとづいて收斂域が移動したからである．斯樣に此の豪雨は一般的な區分連續線とか低氣壓に伴わない特殊なものであつた．

(2) **天氣解析**　7 月 22 日，23 日，24 日の天氣解析について略記すれば次の通りである．* 22 日主不連續線は札幌の北にあり，小笠原氣團が南寄の氣流となつて吹き込んでいた．東北地方の北半は雨，その他は曇り，仙臺以南は晴で東北地方北部の東半は南風，西半は南西風である．地上では北部地方に北から乾燥空氣が入り込み，暖氣流が新潟附近から北東に入り込んでいた．雨は燥氣流の西側に降つた．此の乾燥氣流の中心は八戸，盛岡，山形を連ねる線であつた．2 時頃から多濕空氣が南西から侵入し，乾氣流は次第に北東に後退し，4 時には北東海上に去り，その後を南西部から舌狀に暖氣流が入つて來た．西海岸の風は南から南西，西と變じ，それにつれて雨域は南下し，8 時以後は盛岡以南の地域が雨となり北部は雨がやんだ．その後雨域は次第に狹まり，16時には仙臺，酒田，小名濱を連ねる線上に限られ，之で第 1 回の雨は終つたが，18 時頃から秋田の風向が南南西に變ると共に雨域は北上し始めた．

斯くて再び北中部に亙る地域は雨となつたが，23 日 2 時頃氣仙附近の海上から乾燥氣流が侵入し始め，急速に楔形に東北中部に打込み 6 時には秋田の沖合に出てしまつた．從つて 22 日南西から侵入した暖氣流は遮斷されて北東海岸に孤立した暖氣が出來る一方，侵入寒冷氣流の中心では地上に水澤以南を中心とした小高氣壓を形成し，14 時迄持續した．その後此の乾燥氣流の侵入は北東方に移動して 12 時以後は八戸方面から盛岡方面へ即北から南に舌狀に張出した雨域の中心は北上した．此の狀況は夜半迄續いた．

24 日 0 時頃から再び南西部から濕潤氣流が侵入してきて，前にあつた舌狀の乾燥氣流を北東方に押し戻した後侵入氣流の先端は右に回つて南に下り，暖濕氣流が東北全體を完全に掩つた．8 時頃から北東部は晴れ，雨域は急に南下し仙臺新潟の線に下り，全般的に晴れて來た．

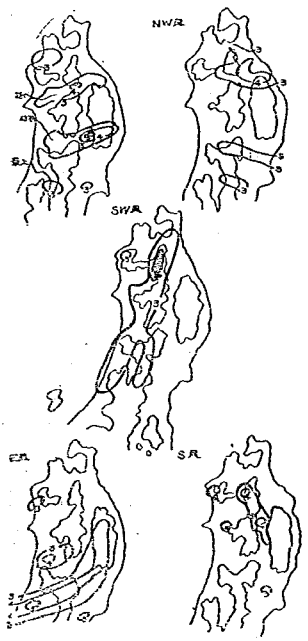
(3) **氣流の收斂**　藏重一彥氏の說く所に依ると各測候所の風の觀測から 2 時間毎に流線を作り，收斂線を引いて見ると此の收斂線上に降雨區域及降雨中心がある．** 之によると 21 日には和賀川上流と馬淵川流域

---

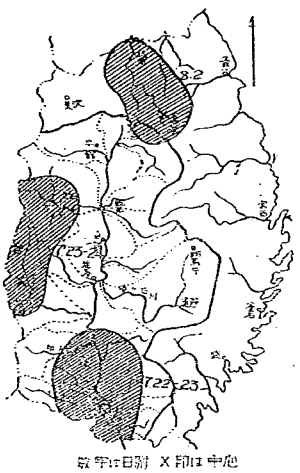
* 藏重一彥：昭和 22 年 7 月下旬豪雨調査．仙台管區氣象台，東北地方豪雨報告，59 頁．

** 藏重一彥：前揭論文，62～64 頁．

(北上川流域外) は最も強い收斂域があり，夫々最大多量域と一致している．又北上川中流には最強の發散域があり，雨は少なくなつている．22 日には豪雨の中心であつた一ノ關水澤區域に強い發散があり，豪雨域となつている．



圖－6 各風向による收斂域の位置



數字は日附 X 印は中心

圖－7 豪雨區域の移動(影を施した區域は雨量 100 粍以上)

此の氣流の收斂は地形の影響を受け，南北に長い北上平野を挟んで奥羽山脈・北上山脈が對峙する北上川上流部では夫に應じた地形的收斂が起る．卽 21 日から 24 日迄の 4 日間の收斂線全部から密度分布を作つて見ると海岸平野の傾度風の方向に依つて收斂域が圖－6 のように變化する．同圖に於ける數字は 15 粁平方に對する收斂線の本數を示す．山地は 500 米以上の部分をとつてある．

此の五つの場合を綜合すると，收斂の強い區域は大體南地に互つて 3 群に分れる．最北のものは北緯 40.5 度を中心線とするもの，第 2 群は 39.5 度を第 3 群は 38.5 度を中心線とするものである．

之は奥羽山脈が地形的に此の地方で北，中，南の 3 塊に分れている爲である．之等の位置は傾度風向に依つて位置が北又は南に偏る．例えば南寄の風では最も北に偏り，西又は北西風では南に下る．

〔2〕 降　　雨

(1) 概　說　7 月 20 日からの連續的な雨は 22 日夜半から 23 日にかけ縣南地方を中心とした豪雨とな

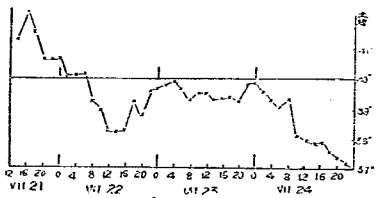
つた．22日雨量は一ノ關で 285 粍で明治 42 年の 212 粍を遙かに突破した．此の豪雨は 23 日夜には收まつたが，23日夜からは雫石川上流及和賀川上流地區に豪雨の中心が移動して此の地區に 150 粍内外の雨を降らせた．

第 2 回の雨は盛岡では 24 日 2～3 時の間が最强であつた．當時の降雨區域の移動を圖－7 に示す．

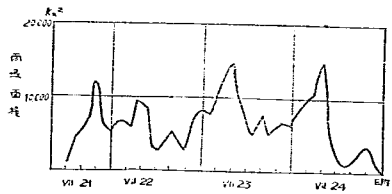
(2) **雨域中心の移動と雨域面積の變化**　藏重一彦氏が東北地方の2時間毎の天氣圖を作り，その上で降雨區域を定めて，その面積と中心位置を求めて夫々の時間的變化を調べられた結果は次の樣である．*

雨域の中心は圖－8 (A) の如く 21 日午後北緯 42 度から次第に南下して，22 日正午には同 38 度迄下り，再び北上してその後は 39 度と 40 度の間を 2 回振動的に上下し，24 日朝から再び南下して，37 度線迄下つて此處で雨が止んだ．雨域中心が振動したのは丁度岩手縣と秋田縣を含んでいる．

雨域面積の變化を調べられたのが圖－8 (B) の通りで，21 日 20 時，22 日 7 時，23 日 10 時，24 日 8 時の 4 回の山がある．

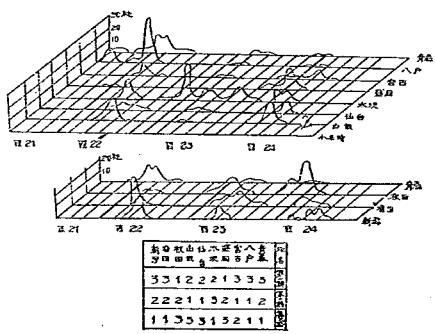


圖－8 (A)　雨域中心の移動



圖－8 (B)　雨域面積の變化

(3) **降雨强度（時間雨量）の變化**　藏重一彦氏は時間雨量の變化に就いて次の事實を指摘しておられる．** 即ち各地の降雨强度の變化を比較する爲に時間軸をずらせて重ねて見ると，圖－9 の如くなる．之に依



圖－9　各地降水の變化

---

*　藏重一彦：前揭論文，52～53 頁．

**　〃　：　〃　54～55 頁．

ると降雨は 3 群に分れているのが判る．第 1 群は 21 日夜半より 22 日午前に亙る降雨，第 2 群は 23 日 0 時頃から 8 時頃に亙るもの，第 3 群は 23 日夜半から 24 日早朝に亙るものである．3 群の強度は夫々地域で異り，強度の大小を假りに 3，2，1 と 3 階級に分け各觀測所毎に調べると，圖−9 附表の如くなる．概觀するに北部地方は第 1 群が强く南部地方は第 3 群が强かつたと云える．唯水澤丈に第 2 群が强かつた．

此の第 3 群の降雨は溫暖前線型であり，第 2 群は寒冷前線型であるが，第 1 群は盛岡以北の各地では溫暖前線型，盛岡以南の各地に對しては寒冷前線型を示している．

(4) **日雨量**　7 月 21 日から 24 日迄の北上川上流域に於ける雨量は表−13 の通りである．

表−13　北上川上流域雨量（22 年 7 月洪水）

觀測所	21日	22	23	24	計	觀測所	21日	22	23	24	計
一ノ關	29.9	285.0	40.0	0.0	354.9	花巻	8.4	60.0	70.0	0.0	138.4
厳美	23.8	157.8	69.5	0.0	251.1	澤内	76.0	76.5	159.0	0.9	321.4
若柳	34.0	44.0	78.0	1.7	157.7	日詰	25.0	70.0	96.0	6.0	197.0
水澤	29.4	144.5	89.6	0.2	263.7	盛岡	20.0	31.8	94.2	0.0	146.0
米里	2.0	55.0	75.0	0.0	132.0	雫石	15.0	11.0	109.0	0.0	135.0
附馬牛	44.6	37.7	73.5	6.5	162.3	松尾	66.3	16.8	47.0	0.0	130.1
遠野	3.9	49.0	56.8	0.0	109.7	滝氏	10.5	19.5	42.0	3.5	75.5
大迫	15.0	44.5	84.5	0.9	144.9	藪川	30.8	17.7	63.6	2.4	114.5

21 日，22 日，23 日及 20〜25 日の連續雨量分布圖を圖−10 に示す．

〔3〕 水位流量及その解析

(1) **本支川の水位及流量**　7 月洪水時に於ける主要支川及本川上流の水位流量の時間的變化は表−14 の通りである．流量は量水標地點では水位，流水斷面積，洪水時水面勾配より「クッター」又は「マンニング」公式を用い，測水所は實測流速又は上記の方法に依り，又取水堰堤のある所は溢流水深から求めたものである．

又本川量水標の時間水位記錄はないが，その最高水位及時刻は表−15 の通りである．

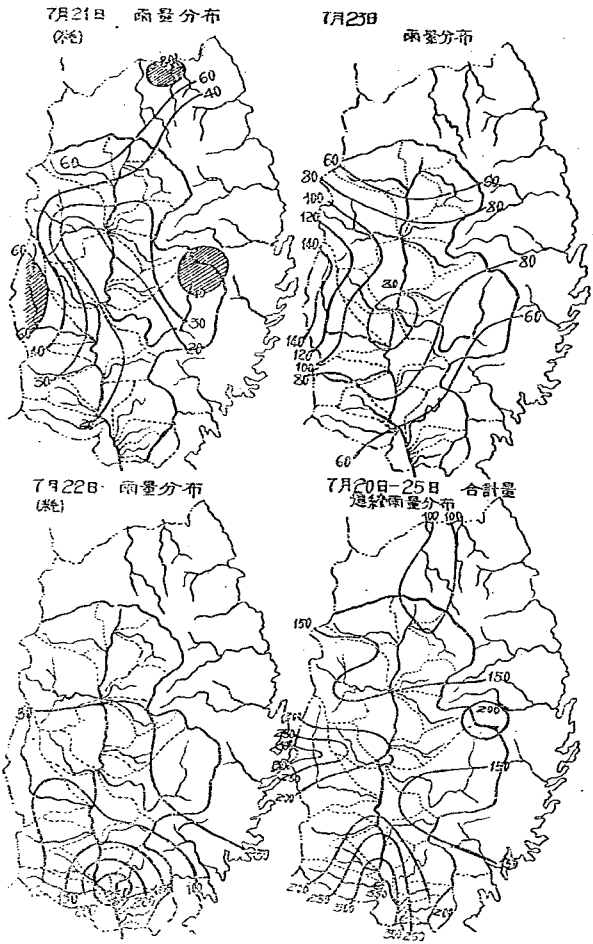
表−15　本川量水標最高水位表（22. 7）

量水標	仙北町	日詰	庫理	相去	金ケ崎	下河原	狐禪寺	備考
最大水位	m 3.50	3.80	4.20	5.80	5.70	6.60	11.98	
時刻	日 時 24. 9	24.12	24.13	24.13	24.(?)	24.14	24.15	

表−14 を圖示すれば圖−11 の通りである．又門崎及狐禪寺の時間水位曲線は圖−11 に併せて示した．

(2) **洪水位及洪水流量の解析**　時間雨量記錄が流域内に盛岡，水澤の 2 ケ所しかないので「降雨と流出との關係」は余りはつきりしないが，圖−9 と圖−11 を比較して見ると次の事が云える．

1) 胆澤川流域では馬留の流量曲線ははつきり 3 つの山が認められ，夫々 23 日 5 時，19 時及 24 日



図−10

5時となつている．水澤の雨の山は 22 日 9 時及び 23 日 1 時，7 時，15 時，24 日 2～4 時であり，平地部と山岳部に於ける降雨時間に可成りの開きが認められる．

2) 和賀川流域では赤石の流量曲線には第 1 と第 3 の山がはつきりと認められるが，第 2 の山は明瞭でなく 23 日 22～24 時にそれらしいものが認められるに過ぎない．

表−14　22.7 洪水時水位流量表

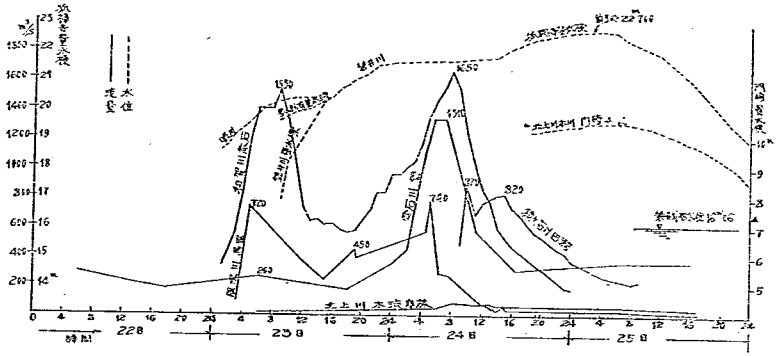
河川		胆澤川		猿ヶ石川		雫石川		和賀川		北上川本川			
観測所		馬留堰堤		田瀬仮締切		梁堰堤		赤石測水所		寺林測水所		門崎量水標	
月日	時刻	水位	流量	水位	流量	水位	流量	水位	流量	水位	流量	水位	水位
7−22	6.30					1.60	290						
	18.00					1.20	182						
7−23	1.00							2.10	377				
	2.00							2.35	461				
	3.00							2.70	594				
	4.00							3.25	843				
	5.00	3.63	751					3.95	1192				
	6.00					1.50	263	4.30	1405	0.75	17		
	7.00							4.30	1405				
	8.00							4.30	1405				
	9.00	3.03	530					4.50	1532				
	10.00							4.20	1344				
	11.00							3.70	1055				
	12.00	2.42	363					3.00	716				
	13.00							2.80	629				
	14.00							2,80	629				
	15.00	1.83	233					2.75	614				
	16.00							2.75	614				
	17.00							2.70	593				
	18.00					1.20	182	2.65	573	0.77	18		
	19.00	2.73 (19.30)	445					2.70	593				
	20.00	2.53	394					2.80	629				
	21.00							3.00	716				
	22.00							3.20	819				
	23.00							3.20	819				
	24.00					1.70	320	3.50	959				
7−24	1.00							3.50	959				
	2.00					2.10	430	3.60	1006				
	3.00					3.00	763	3.70	1055				
	4.00	(4.30) 3.03	530			(4.30) 3.75	1088	3.90	1160				
	5.00	3.63	735			(5.30) 4.20	1310	4.25	1375				
	6.00							4.40	1466	1.35	57		
	7.00	(7.30) 2.33	342			4.20	1310	4.55	1557				
	8.00	(8.30) 2.03	273					4.70	1648	1.75	96		

	9.00	(9.30) 1.73	213	2.20	498			4.50	1532				
	10.00	1.58	185	3.70	867			4.00	1226				
	11.00	1.23	128	3.00	680	(11.30) 2.50	578	3.60	1006	1.65	85		
	12.00	1.08	106	3.30	756			3.25	843				
	13.00	0.88	78	3.42	790			3.15	793	1.64	84		
	14.00	0.78	67	3.50	810			2.70	594	1.53			
	15.00	0.78	67	3.55	820			2.50	516	1.50			
	16.00	0.78	67	3.23	740			2.40	479				
	17.00	0.63	51	3.00	680	(17.30) 2.00	408	2.25	427				
	18.00			2.74	610			2.15	393	1.45	66	10.25	(7月25日)水位
	19.00			2.54	570			2.00	345			10.26	9.41
	20.00			2.37	532			1.90	316			10.30	9.27
	21.00			2.16	490			1.70	260			10.34	9.10
	22.00			1.94	445			1.55	222			10.38	8.93
	23.00			1.77	414			1.40	186			10.41	8.61
	24.00			1.55	376			1.35	175			10.44	8.42
7—25	1.00			1.36	343							10.47	(7月26日)8.26
	2.00			1.17	318							10.53	8.04
	3.00			1.00	295							10.52	7.82
	4.00			0.84	273							10.54	7.49
	5.00			0.70	255							10.55	7.24
	6.00			0.59	245	1.80	348			1.35	57	10.55	6.93
	7.00			0.44	232							10.55	6.63
	8.00			0.31	220							10.52	6.30
	9.00											10.48	6.00
	10.00											10.41	5.58
	11.00											10.35	5.05
	12.00											10.26	4.49
	13.00											10.15	
	14.00											10.04	
	15.00											9.93	
	16.00											9.84	
	17.00											10.71	
	18.00					1.80	348			1.25	48	9.57	

3) 猿ヶ石川では観測値不足の為はっきりしないが，第 2，第 3 の山が明瞭に認められる．而もその時間間隔は 5 時間で胆沢川及和賀川が 10 時間であるのに比較して北上山脈側の降雨状況は奥羽山脈側とは異る事が分る．

4) 雫石川は第 1 の山と第 3 の山は丁度 24 時間の間隔があり胆沢川，和賀川の夫と同じであるが唯第 2 の山が認められない．

圖−11 と表−15 を比較すると，本川の最高水位は凡て各支川の第 3 の山に依つて生じたものである事が分る．之は各支川共殆んどすべて第3の山が最大なる事からうなづける．之等の詳細は VII に於て再び檢討する．



圖−11　22 年 7 月洪水時洪水流量時間曲線

IV.　昭和 22 年 9 月カザリン颱風洪水

〔1〕洪水時の氣象

(1) 氣象概況　カザリン颱風が小笠原西方を北上するにつれて南支那海に發生した副低氣壓は秋田沖迄移動して此處で停滯し，中心より海岸に沿い北海道中部に達する弱い溫暖前線及び此の副低氣壓の影響で雨は 9 月 6 日頃から斷續的に降り，14 日頃には河川は大分增水していた．

14 日颱風が本土に近づくに從い，地形的に中部地方及關東北部の內陸に發生した他の副低氣壓をも吸收し，之に伴い急激に發生した溫暖前線も强くなり，南方の濕つた空氣をどんどん吸收し，盛岡で 14 日 14 時 10 分に降り始めた雨は颱風の接近するにつれて降り止まず時々相當の强雨を交えて續き，15 日に入り洪水の危險は確實となつて來た．

颱風が關東の海岸線に沿つて移動するにつれて秋田沖の副低氣壓も漸く移動を始め，溫暖前線及び副低氣壓が當地方を通過した 15 日 16 時 25 分から 17 時には物すごい豪雨となり，風も一時强くなり，最大 17 時 10 分秒速 11.7 米，瞬間最大は 17 時 15 分，秒速 14.6 米となり，後雨は稍衰えたように見えたが，尙降り續き 16 日 2 時 28 分に降り止んだ．

河川は 16 時 25 分より 17 時 2 分迄の豪雨の爲上流附近の雨を一つにまとめて急激に增水し，最大增水時は 20 時から 24 時頃で，各所の堤防が決潰し，此度の洪水となつた．今度の降雨域は範圍が廣く小さい地形的影響はあつても大體降雨の狀況は同じで，溫暖前線及副低氣壓の通過時に豪雨があつたものと思われる．

尙 9 月 15 日 1 時の天氣圖及颱風進路を圖−12 に示す．

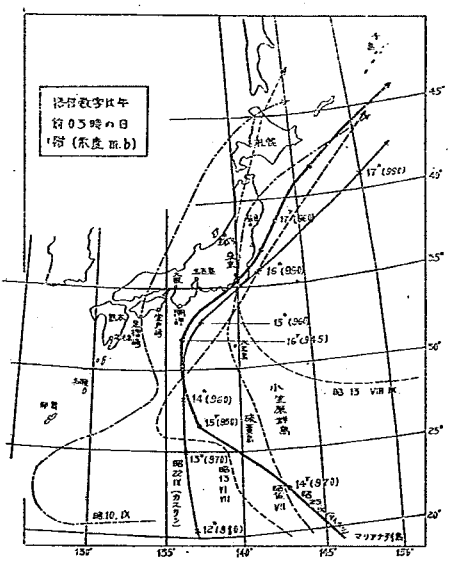
盛岡の降雨狀況は次の通りである

最大日雨量……15日……140.8 粍……(坪當 2 石 5 斗 8 升)

1 時間最大……15日…… 29.0 粍……(16～17 時)

10 分間最大……15日…… 9.8 粍……(16 時 50 分～17 時)

(2) 降雨狀況及雨量　カザリン颱風に依る降雨は 15 日 7～9 時を中心とするものと 15～17 時を中心とするものとの二つに分れているが午後の降雨の方が强度も大で洪水を決定した．强雨は奥羽山脈に參いが之は風の影響が多分にあり，東北地方の强雨が海洋性熱帶氣團の流入に原因し，この氣團が南東風に依つて搬入され奥羽山脈の東斜面で阻止されて强雨となつたものである．



圖—12　カザリン颱風經路圖 (昭和 22. 9. 10～18)
アイオン颱風經路圖 (昭和 23: 9. 10～19)

1) 日降雨量　岩手縣內に於ける 9 月 14 日日雨量分布圖を圖—13 に，15 日のそれを圖—14 に，14 日，15 日 2 日雨量のそれを圖—15 に示す．又 9 月 12～15 日の雨量を表—16 に示す．その 4 日雨量分布圖を圖—16 に示した．

概觀するに奥羽山脈東斜面に强雨地域多く北上川上流部では縣南に多くなつている．表—16 で 12～15 日の連續 4 日雨量は岩手山の 430 粍及巖美の 350 粍を除けば後は全部 200～300 粍である．細かく見ると上流部には雨が少なく 200 粍近くで縣南へ行くにつれて 300 粍に近くなつている．

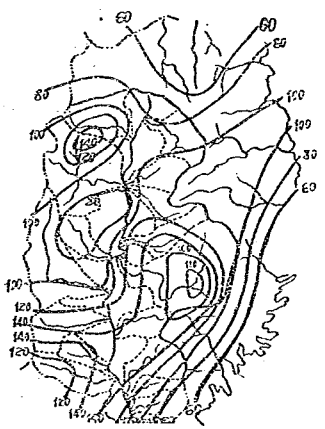
表—17 にかかげた既往洪水時の最大日雨量を主要な 7 地點について比較して見ると，平地部では既往の記錄を突破している．同じ地點の連續雨量は 表—18 に見る通りであつて，之等から見て磐井川 (巖美)，猿ヶ石川 (遠野)，和賀川 (湯田)，雫石川 (盛岡) は相當程度の强雨があつた事を知る．

尙計算その他に使用した北上川上流部雨量觀測所密度は磐井川合流點迄で，流域面積 6847 平方粁，24 ヶ所で 285 平方粁に 1 ヶ所となる．

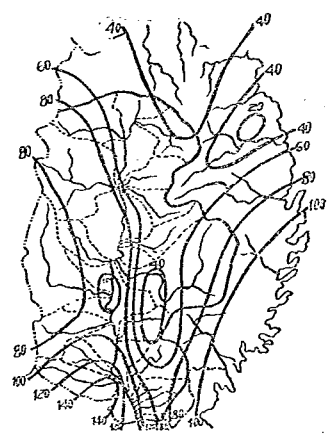
(2) 時間雨量　9 月カザリン颱風に依る洪水時の北上川上流に於ける時間雨量は表—19 の通りで，之を圖示すれば圖—17 の通りとなる．水澤では 15 日 14～18 時に降雨の山があり，和賀川上流澤內では 8～9 時，12～13 時と 14～15 時の 3 つの山があり，中流大荒澤では 6～9 時，11～12 時と 15～16 時に 3 つの山がある．盛岡では午前中は大した事なく 16～17 時に山が 1 つある．本川上流の御堂は 15 日の時間雨量は 5 時以後不明である．

表—16 北上川上流域雨量（昭 22.9 洪水）

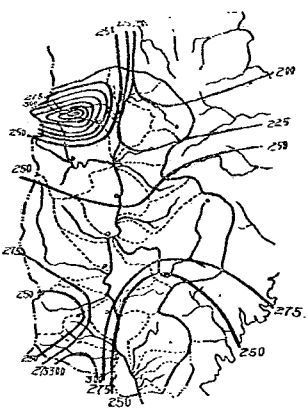
観測所	12日	13	14	15	計
千厩	20.0	17.5	70.0	95.0	202.5
一ノ関	14.0	37.3	15.5	155.0	221.8
厳美	83.8	12.2	126.0	127.8	349.8
若柳	43.0	27.1	68.7	78.0	216.8
水沢	4.3	28.6	84.9	146.1	263.9
米里	10.0	10.0	30.0	151.0	201.0
附馬牛	44.0	56.9	74.2	104.4	279.5
遠野	25.9	30.4	83.8	131.5	271.6
大追	36.3	62.0	52.9	146.0	297.2
花巻	63.6	45.2	83.4	104.1	296.3
黒沢尻	29.2	50.0	119.8	99.9	289.9
湯田	52.0	34.0	76.0	116.0	278.0
沢内	71.7	29.0	73.0	113.5	287.2
日詰	51.3	15.0	83.6	86.8	236.7
盛岡	63.0	18.5	53.7	101.1	236.3
雫石	8.0	22.0	93.0	100.0	223.0
岩手山	150.2	23.3	96.7	159.4	429.6
松尾	90.0	13.5	87.5	87.5	278.5
平館	51.0	90.0	50.0	100.0	291.0
澁民	59.5	11.0	48.0	89.0	207.5
葭川	43.6	19.0	43.1	100.4	206.1
御堂	27.3	57.3	20.3	65.3	180.2



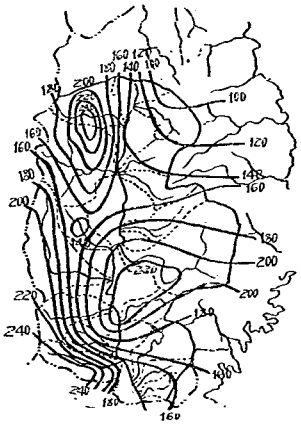
図—13 昭和 22. 9. 14 日雨量分布図



図—14 昭和 22. 9. 15 日雨量分布図



圖—15　昭和 22. 9. 14～15 日
2 日連續雨量分布圖



圖—16　昭和 22. 6. 12～15 日
4 日連續雨量分布圖

表—17　既往洪水時最大日雨量

地名 / 年月	一ノ關	嚴美	若柳	水澤	遠野	湯田	盛岡
明治 43.8	132.2	156.9	211.8	124.3	185.2	96.4	39.0
大正 2.8	76.2	173.5	221.0	75.0	128.0	111.3	50.2
大正 9.8	112.3	86.9	248.5	90.9	71.4	105.8	110.4
昭和 22.9	155.0	127.8	(?)78.0	146.1	131.5	116.0	101.1

表—18　既往洪水時連續雨量

地名 / 年月	計上日數	一ノ關	嚴美	若柳	水澤	遠野	湯田	盛岡
明治 43.8	5	304.6	327.1	363.4	234.6	368.9	209.9	96.8
大正 2.8	2	149.7	238.3	294.7	149.7	196.0	189.6	88.1
大正 9.8	6	220.6	200.6	412.9	231.1	201.5	165.5	238.8
昭和 22.9	4	221.8	349.8	(?)216.8	263.9	271.6	278.0	236.3

〔2〕 水位及流量

(1) 水位　北上川本川及各支川の主要量水標の時間水位記錄は表—20 の通りで，流量をも併記した．之を圖示すれば圖—18 の通りである．本川量水標の中，明治橋，日詰，庫理はピーク及その前後を除いては推定した曲線である．又本川狐禪寺量水標の昭和 19 年 7 月，昭和 22 年 7, 8, 9 月の 3 回，昭和 23 年 9 月洪水に於ける東京湾中等潮位上の水位時間曲線を圖—19 に示す．此の狐禪寺水位は後に詳細な檢討を行うつ

表−19 北上川流域カザリン颱風洪水時間雨量 (昭 22.9)

地名 / 時刻	和賀川 大荒澤	和賀川 澤内	和賀川	本川 御堂	本川	本川	本川及雫石川 盛岡	本川及雫石川	本川及胆澤川 水澤	本川及胆澤川
日附	15	14	15	13	14	15	14	15	14	15
1		1.8	0.6	—	0.8	3.8	0.9	1.3	↓	↓
2		0.4	1.4	—	0.5	4.0	0.9	3.5	22.7	14.6
3	↓	8.5	3.8	2.8	0.5	3.0	0.9	8.5		
4	10.3	11.6	4.7	7.2	0.6	2.0	2.2	5.8		
5	9.5	1.8	10.0	9.8	0.8		7.0	3.7	↓	↓
6	7.3	0.5	1.4	4.5	0.8	以	4.2	—	2.4	20.9
7	15.4	0.1	2.8	6.5	0.8	下	0.2	0.6		
8	17.0	—	13.2	8.4	1.0	不	0.3	3.6		
9	16.4	—	15.4	11.0	0.9		—	6.5	↓	↓
10	6.6	—	3.0	1.5	3.0	明	—	5.0	0.9	33.8
11	12.6	—	6.0	1.5	2.6		—	9.4		
12	28.2	—	18.4	1.1	2.9		—	7.9		
13	19.6	—	25.6	1.0	2.7		—	8.7	↓	↓
14	9.1	—	15.7	0.9	3.4		—	7.3	0.2	11.5
15	16.6	—	27.7	0.9	4.5		—	6.6		
16	33.1	3.1	12.5	0.7	4.4		1.9	11.4		
17	4.6	1.3	2.2	1.3	2.7		3.4	29.0	↓	↓
18	5.1	2.2	1.2	1.8	3.3		0.6	5.4	3.6	124.8
19	—	1.0	4.1	2.4	5.4		0.7	6.9		
20	0.6	1.2	8.8	2.9	6.0		0.4	0.2		
21	0.3	0.3	1.0	3.3	4.0		0.4	0.7	↓	↓
22	2.3	1.3	1.6	2.4	2.5		1.4	2.1	11.8	9.5
23	1.0	2.7	0.7	0.6	3.9		1.8	3.4		
24	0.4	3.9	0.8	0.6	4.0		3.0	1.7		
計	216.0	41.7	182.6	73.1	62.0	(?)	30.2	140.8	4 時間雨量	

もりであるが，此の下流 18 粁に亙る狭窄部の爲洪水の疎通が不充分な爲一ノ關平野に貯水されて水位が上昇するものである．狐禪寺に於ける北上川平水位は 11.90 米で 23 年 9 月 16 日には 27.46 米となり實に 15.6 米增水した事になる．

又北上川本川に於ける既往洪水時の最高水位縱斷圖を圖−20 に示す．之に依れば上流部に於ては既往洪水である明治 43 年，大正 2 年に比して低く猿ケ石川合流點より稍上流の庫理量水標附近から既往より高くなり，胆澤川合流點以後に於ては曾て見ない程水位が上昇した．

(2) 流 量 カザリン颱風洪水時に際しては極力調査を進め，一應洪水流量に關する諸資料を集めて實測計算その他の方法に依り北上川本支川各地點に於ける洪水流量を求めた．即ち量水標地點では水位，流水斷面

表－20　22.9 カザリン颱風洪水時本支川水位流量表

河川	胆沢川			猿ヶ石川				雫石川					磐井川
観測所	馬留堰堤		西根量水標	下鐙沢量水標	田瀬観測所		安野量水標	繁堰堤		安延量水標	上太田量水標	太田橋量水標	下黒沢量水標
日時	水位	流量	水位	水位	水位	流量	水位	水位	流量	水位	水位	水位	水位
14—21													
22			1.33										
23			1.53										
24			1.67										
15— 1			1.70							1.90			
2			1.63							1.95			
3			1.60							1.98			
4			1.53	1.80						2.08			
5			1.38	2.00						2.20			
6			1.17	2.20			1.70			2.28	1.20		1.50
7	2.50	378	0.60	2.40				1.30	208	2.32	1.25		1.90
8	3.03	525	1.02	2.50	1.45	750		1.50	263	2.35	1.28	1.60	2.30
9	3.23	589	1.27	2.70	1.58	770		1.60	290	2.50	1.40		2.50
9.10	3.63	715											
9.30	3.13	556											
10	3.03	525	1.43	2.90	1.60	775		1.80	348	2.76	1.40		3.00
10.30	2.23	469											
11	3.03	525	1.95	2.90	1.75	800		2.00	403	2.80	1.39	2.30	3.55
12	4.55	1160	2.47	3.10	1.80	810		2.50	578	2.84	1.50		3.20
13	4.30	1064	3.15	3.10	1.88	822		2.80	685	2.90	1.60		3.45
13.20			3.82					※					
14			2.92	3.20	1.95	836		2.80	685	3.05	1.80	2.60	4.00
15	4.10	991	2.83	3.40	2.15	874		2.80	685	3.50	2.20	3.00	4.20
16			2.75	3.50	2.45	936		3.50	975	4.00	2.20		3.80
17			2.42	3.60	2.70	994		4.00	1205	4.30	3.40		3.40
18	4.00	971	2.02	3.60	3.16	1110	3.50	4.00	1205	4.56	3.70		4.45
19			1.97	3.70	3.50	1210		4.00	1205	4.52	4.50	3.90	4.50
20			1.97	3.80	3.80	1307				4.20	4.00		5.00
21			1.95	3.80	4.10	1410				4.00	3.80		6.00
22			1.95	4.00	4.40	1530		3.50	975	3.80	3.50	4.30	5.50
23			1.90	4.00	4.60	1612				3.78	3.20		5.50
24			1.85	4.00	4.80	1704		3.50	975	3.74	3.10		5.00
16— 1			1.72	5.20	5.00	1800	7.00			3.65	2.78		4.50
2			1.65	5.00	5.11	1851		3.00	763	3.52	2.60		4.50
3			1.73	4.30	4.10 4.50	1704 1570				3.40	2.40		4.40

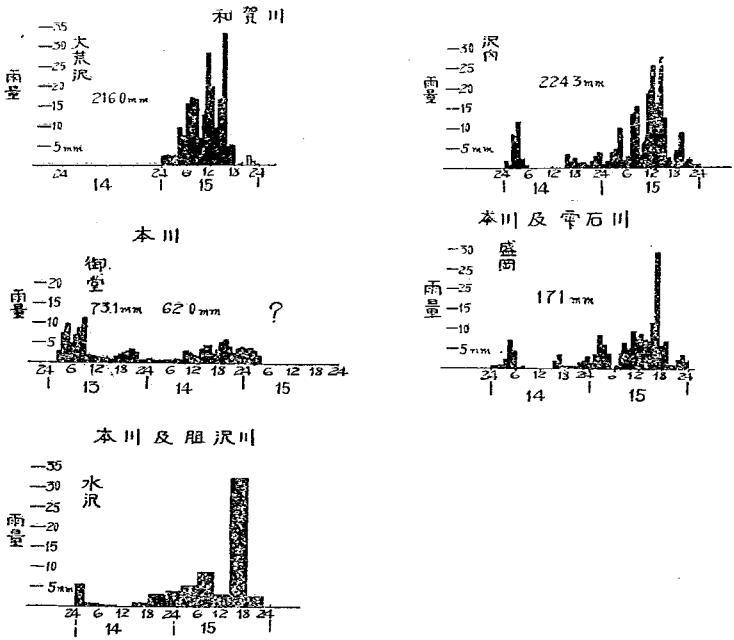
4			1.55	4.10	4.20	1450		2.80	685	2.98	2.20		3.70
5			1.48	4.00	3.90	1340				2.70	2.15		3.60
6			1.20	4.00	3.60	1240	4.50	2.80	685	2.60	2.10		3.45
7				4.00	3.20	1123		2.50	578	2.50	2.05		3.40
8	0.63	51		4.00	2.90	1043				2.48	2.00		3.00
9				4.00	2.72	1000				2.45	1.95		3.05
10				4.00	2.58	905				2.38	1.90	2.70	3.07
11				3.80	2.40	926				2.36	1.85	2.50	3.10
12				3.70	2.24	895				2.32	1.75		3.15
13				3.70	2.08	862		2.30	505	2.28	1.70	2.40	3.18
14				3.60	2.00	845				2.21	1.65		3.20
15				3.40						2.17	1.60		3.25
16				3.20						2.12	1.60	2.20	3.30
17				3.20						2.07	1.55		3.32
18				3.20			2.30			2.03			3.20
19				3.00						2.00			
20				3.00						1.98			
21				3.00						1.96			
22				3.00						1.94			
23										1.92			
24										1.90			

※ 上流部破堤せるも溢流水を含まず

河川	和賀川			本川												
觀測所	大荒澤堤		九年橋量水標	寺林測水所		明治橋量水標	日詰	〃	庫理	鵜ノ木	〃	箱石	〃	狐禪寺	〃	舞草	〃	横石		下曲田	〃
日時	放流延高	流量	水位	水位	流量	水位	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	流量		水位	
15－6	4.6	230	0.90	1.56	76															2.78	
7	4.6	230								3.50				19.27							
8	6.5	330	1.49							3.70				19.50							
9	12.4	625	1.19							4.00											
10	17.4	800	2.19	2.01	128					4.20				19.85		7.95				2.95	
11	15.5	725	2.54	2.05	133					4.30				20.05		8.55				2.97	
12	20.7	925	2.62	2.10	139					4.90				20.10		8.95				2.98	
13	34.0	1400	2.69	2.15	146					4.60		2.00		20.12		9.40				2.98	
14	36.3	1470	2.79	2.20	153					4.90		2.20		20.37		9.70		0.00		2720	3.00
15	36.5	1500	3.00	2.25	160					4.90		2.40		20.54		10.00		0.25		2860	3.06
16	38.0	1575	3.06	2.30	168		3.10			5.00		2.48		20.75		10.30		0.50		3150	3.18
17	43.7	1960	3.09	2.35	175					5.05		2.72		20.81		10.55		1.00		3260	3.30
18	44.3	2000	3.21	2.40	183		3.60	2.30		5.70		3.15		21.01		11.75		1.25		3400	3.40

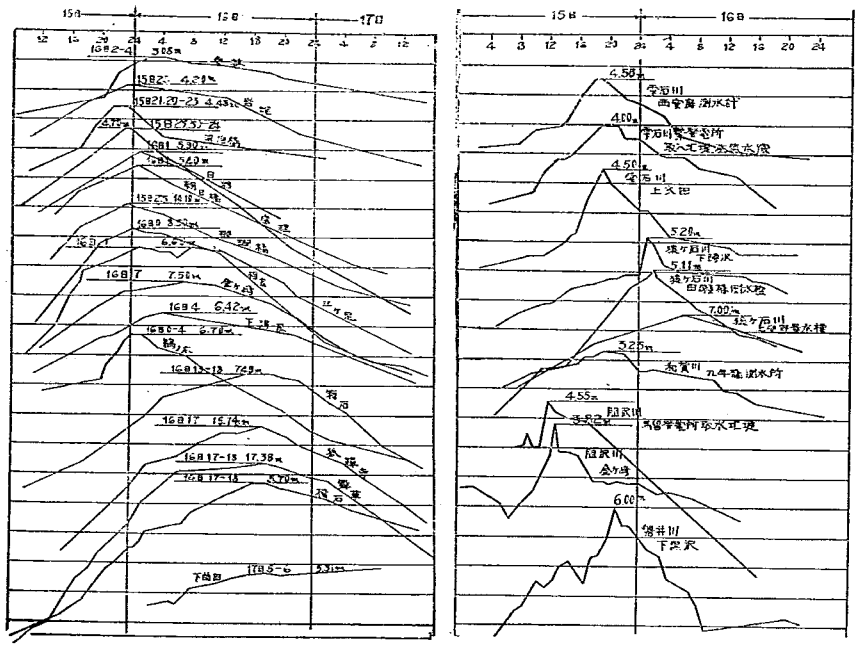
19	42.0	1842	3.23	2.45	190	3.80			5.40	3.75	21.93	11.95	1.50	3540	3.56
20	38.9	1650	3.21	2.50	200				5.80	4.10	22.59	12.70	2.00	3840	3.62
21	36.0	1455	3.16	2.60	215	(21時20分) 4.48			6.11	4.40	23.24	13.25	2.50	4120	3.70
22	30.3	1210	3.16	2.75	242				6.12	4.70	23.60	13.70	2.75	4310	3.80
23	25.4	1015	3.07	2.85	260	4.40	4.50		6.51	5.02	24.07	13.96	3.00	4450	3.85
24	22.3	810	2.78	3.10	308		4.70		6.70	5.34	24.51	14.46	3.50	4830	3.92
16－1	16.5	650	2.63	3.25	338		4.70	5.80	6.70	5.66	24.80	14.92	3.50	4830	4.02
								5.90							
2	17.1	675	2.52	3.30	348		3.50		6.60	5.98	25.28	15.20	4.00	5130	4.10
3	13.0	525	2.56	3.30	348				6.50	6.18	25.50	15.55	4.15	5240	4.20
4	13.0	525	2.59	3.30	348				6.40	6.38	25.90	15.88	4.25	5300	4.25
5			2.41	3.27	340	2.50			6.20	6.50	26.20	16.15	4.35	5390	4.15
6			2.41	3.25	338				6.00	6.60	26.45	16.40	4.50	5450	4.44
7			2.41	3.20	327				5.80	6.70	26.67	16.50	4.60	5530	4.52
8			2.35	3.15	318				5.60	6.80	26.82	16.70	4.75	5610	4.60
9			2.30	3.12	310				5.40	6.90	26.97	16.85	4.90	5720	4.72
10			2.13	3.10	303				5.30	7.00	27.10	17.00	5.00	5810	4.80
11			2.03	3.08	303				5.10	7.10	27.17	17.10	5.10	5890	4.90
12			1.88	3.06	300				5.00	7.20	27.29	17.15	5.20	5970	4.95
13			1.73	3.05	298				4.90	7.30	27.36	17.20	5.30	6010	5.05
14			1.53	3.00	288				4.80	7.40	27.40	17.30	5.40	6120	5.07
15			1.47	2.95	278				4.70	7.45	20.43	17.32	5.50	6180	5.10
16			1.41	2.90	268				4.60	7.45	37.44	17.35	5.60	6250	5.12
17			1.36	2.85	260				4.50	7.45	27.46	17.38	5.10	6330	5.12
18			1.30	2.80	250				4.40	7.45	27.44	17.38	5,70	6330	5.15
19			1.27	2.75	241				4.30	7.39	27.41	17.34	5.65	6300	5.15
20			1.25	2.70	233				4.10	7.32	27.36	17.30	5.60	6250	5.18
21			1.22	2.65	225				4.00	7.25	27.24	17.20	5.50	6180	5.20
22			1.18	2.60	216				3.90	7.17		17.10	5.40	6110	5.22
23			1.15	2.55	208				3.80	7.09		17.02	5.30	6040	5.24
24				2.50	200				3.70	6.44		16.92	5.20	5970	5.25
17－1				2.46	193				3.70	6.79		16.82	5.10	5890	5.26
2				2.42	186				3.60	6.56		16.74	5.00	5820	5.27
3				2.38	128				3.50	6.33	26.43	16.52	5.00	5820	5.28
4				2.35	175					6,09	26.22	16.30	5.00	5820	5.30
5				2.33	171					5.79	26.07	16.16	4.90	5750	5.30
6				2.31	169					5.49	25.83	15.96	4.80	5650	5.31
7				2.30	168					5.25	25.70	15.72	4.70	5600	
8				2.25	162					5.03		15.52	4.60	5530	
9				2.21	155					4.87	25.34	15.26	4.50	5470	
10				2.18	151					4.57	25.07	15.00	4.40	5380	
11				2.17	150					4.37	24.81	14.80	4.30	5360	
12				2.16	149					4.15	24.57	14.58	4.20	5310	

13		2.15	143			3.93	24.32	14.34	4.10	5220
14		2.14	146			3.71	24.09	14.12	4.00	5130
15		2.13	145			3.56	23.84	13.92	3.75	4990
16		2.12	143			3.16	23.60	13.62	3.50	4830
17		2.11	142			2.96		13.44	3.25	4650
18		2.10	140			2.76		13.28	3.00	4470
19		2.09	138			2.56	22.94	13.00	2.75	4320
20		2.06	135			2.36		12.78	2.50	4140
21		2.05	138			2.16		12.49	2.25	3980
22		2.03	130			2.00		12.24	2.00	3850
23		2.01	128				22.11	11.98	1.75	3710
24		2.00	126				21.85	11.72	1.50	3550

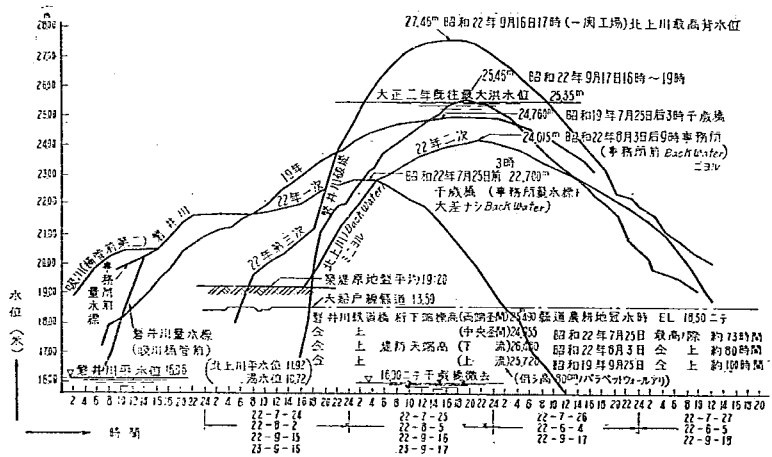


図－17　北上川流域カザリン颱風洪水時時間雨量（昭 22. 9）

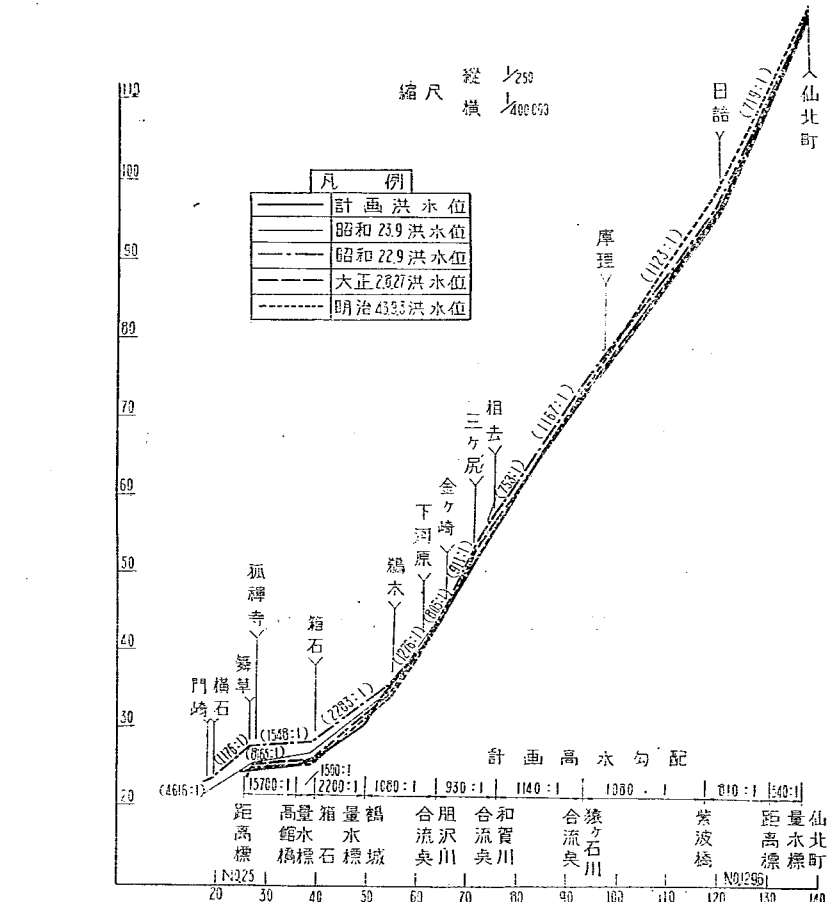
積，洪水時水面勾配から「クツター」又は「マンニング」公式を用い，湖水所は実測流速を用い，又取水堰堤のある所は湛流水深から流量を求めた．図－21 にはかくて求めた本川及支川各地點の流域面積最大洪水量の時刻流量及比流量を示した．流量はアイオン颱風の時の流量とも考え合わせてその後多少の修正を加えた．計算を一括すれば表－21 の通りである．



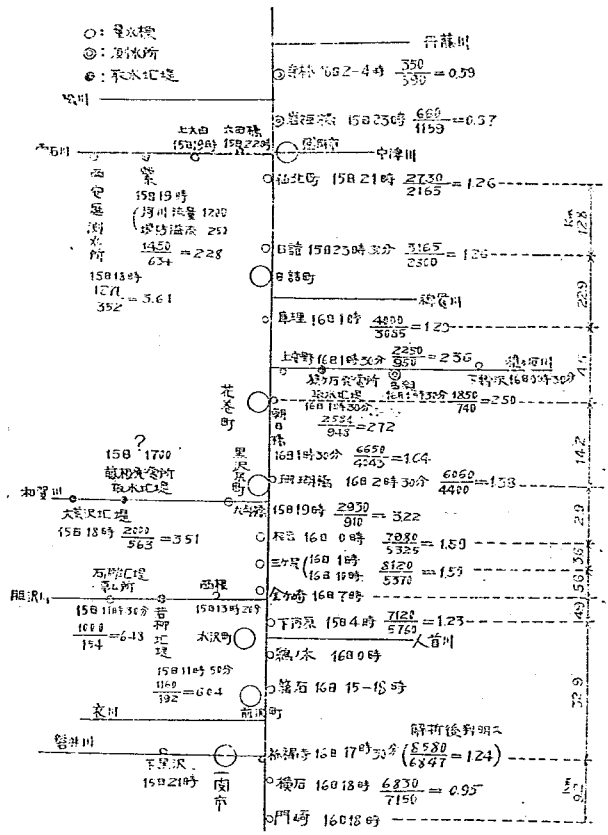
図－18　北上川支川高水位曲線　昭和 22．9（カザリン颱風時）



図－19　北上川狐禪寺洪水位曲線



圖—20 北上川最高水位縦断面圖



図—21　観測最大流量及時刻図 (昭 22. 9)

表—21　観測洪水流量計算表 (昭 22.9)

観測所	径深	断面積	洪水時水面勾配	粗度係数	平均流速	流量	流域面積	比流量	距離標	摘要
寺林						350	590	0.59	169.5	水位流量曲線より求む
岩姫橋	3.17	260			2.54	660	1159	0.57	149.0	流速実測
仙北町	3.32	763	600	0.025	3.58	2730	2165	1.26	136.3	
日詰	4.33	745	600	0.025	4.25	3165	2500	1.26	118.5	
庫理	6.37	911	1100	0.025	3.85	4000	3035	1.29	95.6	高水敷流量500を加算

朝日橋	7.32	1574	1150	0.0275	3.89	6650	4034	1.64	91.1	520 を加算
瑚瑚橋	6.13	1350	800	0.0275	4.18	6060	4400	1.39	76.9	〃 400 を加算
相去	9.20	1385	1000	0.0300	4.33	7980	5325	1.42	74.0	〃 1990 を加算
三ケ尻	5.45	2871	910	0.0350	2.83	8123	5370	1.50	70.4	
金ケ崎	4.55	2117	800	0.0350	2.65	5180	5415		64.7	背水の影響あり
下河原(愛宕)	5.46	1638	600	0.0300	4.24	7120	5760	1.23	59.8	高水敷流量 165 を加算
孤譚寺		6847				8580	6847	1.24	26.8	解折後判明
橋石	13.70	2330	3200	0.0320	2.72	6330	7150	0.95	18.4	
門崎							7157	—	17.6	

(以上本川)

雫石川(安庭)	4.06	300	280	0.035	3.00	1270	352	3.16	20.0	
〃 (繋)	—	—	—	—	—	1450	634	2.28	15.0	溢流堤水深 4.00 m
猿ケ石川(瀬田)	5.45	463	150	0.035	3.97	1850	740	2.50	26.0	
〃 (洞狼)	—	—	—	—	—	2580	945	2.72	10.0	溢流堤水深 7.10 m
〃 (上野安)	3.52	475	380	0.025	4.67	2220	950	2.36	5.0	
和賀川(藤根)	—	—	—	—	—	(?) 1700	688	(?)	20.0	溢流堤水深 6.50 m
〃 (九年橋)	3.56	446	800	0.030	2.77	2930	909	3.22	2.0	高水敷流量 1685 を加算
胆沢川(石淵)	4.38	237	40	0.080	6.24	1484	154	6.48	26.0	
〃 (留馬)	—	—	—	—	—	1160	192	6.02	24.7	溢流堤水深 4.55 m

(以上支川)

〔註〕 本川距離標は縣境から上流へ，支川は夫は本川との合流點から上流への粁數を示す.

〔3〕 流量曲線の解析

(1) **表面流出の機構** 地上に降つた雨の中，地中に浸み込まずにそのまゝ地表を流下して河川に出るものを表面流出と名付け，此の表面流出が河川に出る前を特に區別して地面流出と呼ぶ事にする.

雨の强さ r が土地の滲透能 f よりも弱い間は雨水は皆滲透して表面流出は起り得ない. 降雨余剰 $r-f$ があると雨の一部は始めて地表に殘り，流出も起り得る. 地面には方々に窪みがあるから之を埋め，又は地面に或程度の水の厚さが出來て始めて實際の流動が起る. 降雨余剰が續けば流出量も增し，又地面滯留量も增加し兩者の間には一定の法則がある. かくして終に雨が弱くなり降雨余剰が良くなつても流出は卽座に消滅することなく，その後も短時間ではあるが，地面滯留量の流下によつて暫らく流出が續く.

此の表面流出を支配する要素は (1) 雨量，(2) 地質，(3) 降雨前の保濕量，(4) 雨の强さ，(5) 地勢，(6) 地被狀態等である. 以上の考え方が R.E. Horton の根本理念である.

(2) **河川增水の型式** 雨水が地下に滲透する事なく表面を流れて來た表面流出の中には，地面を流下して河に入つたものであるがそのまゝ河道にも貯留することなく，そのまゝ直ちに懸案地點迄流下して來た直接

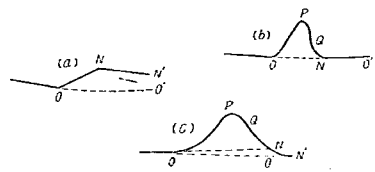
流出と，増水時水位が増高して河道内に水量が増加貯溜されるものとある．之は雨が止み且つ流域面から河えの流出水がなくなつても暫くは此の河道貯留水が流下して河川流量を持續する．

降雨の中表面流出以外の水で河川に出るのが地下水流出である．

河川増水の型式は雨の強さと繼續時間に依つて著しい相違があり，雨が滲透能よりも弱く而も降雨時間も短かくて，總雨量が地濕不足より少ない時間雨は單に濕分として土地に吸收されるに止まり，河川流量は何等雨の影響を受けない．之以外の場合には降雨に依つて河川の流量は特有の變化をなす．之を分けると次の3つの型式となる．

1)　雨が弱く地面の滲透能には及ばぬが相當長時間降り續いて雨量は地濕不足より多い場合．

此の時は表面流出は起らぬが地下水流出は增加し，その流量時間曲線は圖－22 (*a*) の *ON* の如く Base Flow の自然減衰線 *OO'* よりも上に昇り，地下水流出增加の止む點 *N* に至ればその後は再び別な自然減衰線 *NN'* を畫く．



圖－22　河川增水の型式

2)　强雨が極めて短時間降る場合

雨の强さは滲透能より大であるが，滲透水量が地濕不足に滿たない場合は圖－22 (*b*) の樣に强力な表面流出があつて一時に河川流量を增すが，地下水流出は增さないから *N* 點で全く元の減衰線に復歸する．

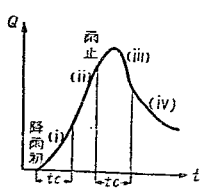
3)　强雨が相當長時間續く場合

此の時は表面流出，地下水流出共にあるので，流量曲線は圖－22 (*c*) の樣になる．表面流出が終り新たな自然減衰となる點 *N* は Base Flow *OO'* より上にある．*ONN'* は地下水流出を表わし．*OPQNO* が表面流出となる．

N 點の前即ち雨後の表面流出が低減する率は急激であるが，*N* 點の後の自然低減率は極めて緩慢なる故，實際流量曲線上で *N* 點を定める事が出來る．

尙洪水時は　2) 又は　3) の場合で，その流量曲線には極大流量點 *P* の暫く後に變曲點 *Q* があり，その附近が地面よりの直接流出がやみ，河道貯溜水流出ばかりとなる點である．

今出水型式　3) に就き更に檢討して見る．R.T. Zoch 氏に依れば，出水時の流量曲線は圖－23 の如くで，(i) 集中曲線，(ii) 飽和曲線，(iii) 移行曲線，(iv) 遞減曲線 の 4 つに分けている．



圖－23

集中曲線と云うのは降雨始めから集中時間 t_c (流域最遠點の降雨効果が現われ始める迄の所要時間) 迄の間で，流量曲線は流量に影響する流域が漸增する爲にその上昇は急である．之より降雨終り迄を飽和曲線と名付け，雨がある間は貯溜量が增すから流出速度も增して殆んど直線的に上昇する．その後更に集中時間に等しい間が移行曲線で，その初期は上流地こそ表面貯溜量

は減ずるが，河に近い平地では急勾配の上流部より補給する流量が河に流出する水より多い時もあるので，途中に最大流量が現われる．以後は遞減曲線で流量は漸次減少する一方である．

(3) **實測流量曲線の解析**　主要 4 支川及本川上流で實測した時間流量曲線は圖—24 の通りである．今之を解析する爲に 15 日日雨量 R からその强雨密度を

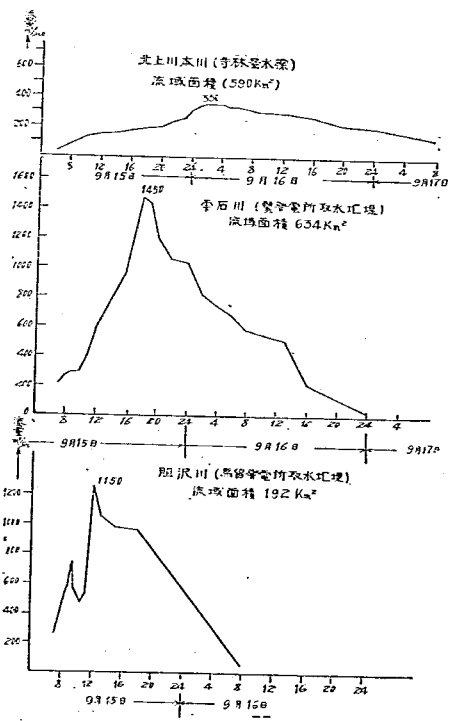
$$r_0=\frac{R}{24}\left(\frac{24}{T}\right)^{\frac{2}{3}} \quad (\mathrm{mm/hr})$$

から求めて最大流量に對する流出係數 f_{max}

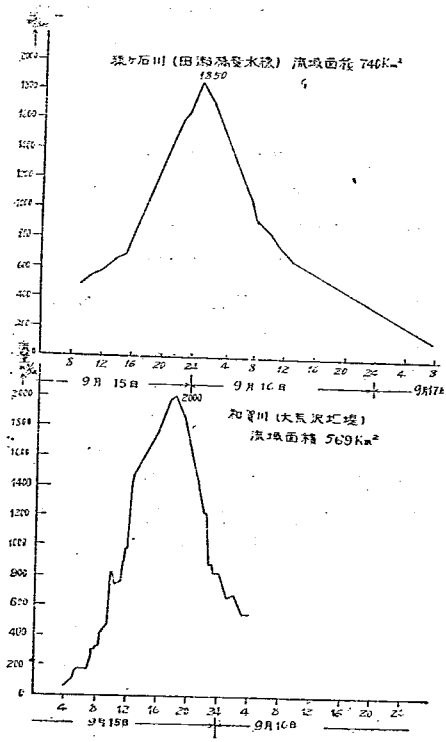
$$Q_{max}=0.2778 f_{max} r_0 A$$

を逆算した．之等の計算を表示すれば表—22 の通りである．

此處に A は流域面積を示す．



圖—24 (其の 1)
昭和 22. 9 洪水流量曲線（カザリン颱風）



圖—24 (其の 2)
猿ヶ石川（田瀬堰量水標）流域面積 740 km²

表−22 には観測地點の 15 日のピークを中心とする總流出量と同地點上流域内に降つた 15 日日雨量に依る總降水量を示し，兩者の比を F として最後の欄に記入して置く．

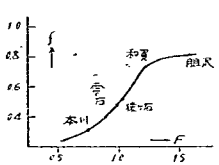
表−22　支川流出係數表

河川名	觀測所	Q_{max}	A	R	T	γ_0	f_{max}	總流出量	15日日雨量總降水量	總流出量總降水量 (F)
		m^3/s	km^2		hr			m^3	m^3	
猿ケ石川	田瀬	1850	740	160	6.0	16.8	0.54	123,930,000	118,400,000	1.04
胆澤川	馬留	1150	192	140	2.5	26.6	0.81	41,986,800	26,880,000	1.56
雫石川	繋	1450	634	120	4.0	16.5	0.50	76,140,000	76,080,000	1.00
和賀川	大荒澤	2000	569	110	8.5	16.8	0.75	76,950,000	62,590,000	1.22
本川	寺林	350	590	80	8.0	7.0	0.30	35,028,000	47,200,000	0.74

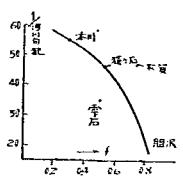
此の中流出係數 f と流出率 F との關係は圖−25 の通りで f=0.2～0.4 の間は F は f と共に著しく増すが f=0.4～0.7 迄はその増加の割合は緩で，f=0.7 以上になると F は f の増加と共に急激に増加する．

又河川勾配の逆數と f との關係は圖−26 の通りで和賀川と雫石川は此の曲線から離れており，和賀川の流出係數 f が過大なのは河川勾配以外の要素に依るもので，雫石川の f が過小なるは明らかに地質の影響である．

〔3〕(3) で述べたように流量曲線はピークの前即フロントでは擴張時間が短かく，ピークの後即センターでは長いのが一般であるが，カザリンの場合は降雨の山が 2 つあり，之等が重なつて 1 つの山となつて流出したものと考えられ，之は支川上流部では明らかにピークは 2 つ認められるが下流部では 1 つになつてしまつている．前者の好例は胆澤川である．



圖−25



圖−26

〔4〕流量曲線の作製

(1) 概　說　9 月洪水では北上川は各所で氾濫して確確にその流量にその流量をつかむ事は相當困難であり，又狐禪寺水位も貯水位である爲その流量を知る事が出來なかつた．又堰堤並に遊水池に依る洪水調節を解析する爲には本川狐禪寺及本川各地點の築堤計畫の爲の時間流量曲線を知る事及その流量を構成する各支川の流量的變化を知る必要があつた．即ち本川に於ける水位及洪水時水面勾配より算出した流量は正確を期し難

いので主要支川に於て實測した時間流量曲線を解析してその特性を把握し，之を他の支川に適用してその流量曲線を求め，此等を綜合して本川の流量曲線を求めた．

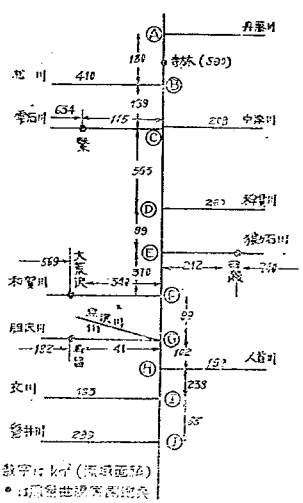
(2) **支川流量曲線の作製**　各支川の流量曲線を求めるに當りては次の順序と方法をとつた．即ち流量曲線を作製する支川としては比較的流域面積大で，洪水流量の大いものを圖−27 の通り 11 河川をとりあげた．そして各支川の本川との合流點を上流から A, B, C,……J と名付け，此の A〜J 點に於ける各支川流域からの流出量曲線を作製する事にした．此の場合 4 大支川の實測曲線はそのまゝ生かし，此の地點から下流本川合流點迄の流域に就いて合流點流量曲線を求めた．又本川寺林の實測を生かした爲その上流丹藤川に就いては流量曲線を求めなかつた．從つて支川は 10 河川となる．

又本川に於ける主要 11 支川の合流點相互間の流域に就いても，之を本川 B〜C, C〜D,……I〜J として本川各區間の下流端即 C, D,……J に於ける流量曲線を 9 區間について求めた．

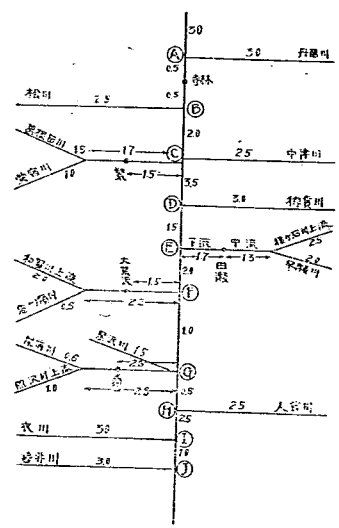
〔3〕に於ける流量曲線の特性を參照しつゝ 15 日日雨量からその强雨密度を $r_0=\frac{R}{24}\left(\frac{24}{T}\right)^{\frac{2}{3}}$ より求め，地形その他を勘案して流出係數を決定して $Q=0.2778fr_0A$ から最大流量を求めた．

圖−27 には各流域の面積をも併せ記した．

出水繼續時間即フロントとセンターの時間は〔3〕の特性から考え，15 日總降雨量に對して圖−25 及圖−26 の關係から總流出量をきめて，逆に繼續時間を計算した．此の際 22 年 9 月出水がピークを軸として略々對稱形をなすような性質を持つので，カザリン颱風の場合は最大流量 500〜600 立方米以上のものは，ピークの



圖−27　流域の區分及流域面積



圖−28　洪水到達時間 (單位 hr) 時間流量實測地點

表--23　各流域最大洪水流量その他

河川名	區內流域	降雨最盛時	水源より流末迄の到達時間	降雨强度	流出係數	流下遅滯時間	最大洪水流量	ピークの流末到達時刻	摘要
	單位	日一時	時間	粍/時間		時間一時間	毎秒立米	日一時	
本川	水源一寺林	15—22.0	4.0	7.0	0.30	16—22	350	16— 2.0	
〃	寺林— B	15—20.0	1.0	10.5	0.45	6— 6	50	15—21.0	實測値
松川	松　川	15—19.5	2.5	12.0	0.45	14—14	450	15—22.0	
雫石川	水源— 盤	15—17.5	2.0	16.5	0.50	13—22	1450	15—19.2	實測値
〃	盤 — C	15—18.5	1,5	16.7	0.40	7— 7	210	15—20.0	
中津川	中津川	15—19.0	3.0	22.0	0.45	6— 6	600	15—22.0	
本川	B — C	15—17.5	3.0	16.7	0.40	6— 6	350	15—20.5	
稗貫川	稗貫川	15—23.0	3.0	18.0	0.45	9— 9	600	16— 2.0	
本川	C — D	15—18.0	6.0	15.0	0.35	13—14	820	15—24.0	
猿ケ石川	水源一田瀬	15—23.0	4.0	16.8	0.54	30—22	1850	16— 3.0	實測値
猿ケ石川	田瀬— E	15—22.0	2.5	20.0	0.45	8— 8	530	16— 0.5	
本川	D — E	15—17.0	5.0	16.7	0.35	7— 7	160	15—22.0	
和賀川	水源一大荒澤	15—17.5	2.0	16.8	0.75	12.5—18	2000	15—19.5	實測値
〃	大荒澤—F	15—16.0	2.0	22.3	0.55	8— 9	1160	15—18.0	
本川	E — F	15—18.0	6.0	16.7	0.35	11—11	610	15—24.0	
胆澤川	水源一馬留	15—10.5	3.5	26.6	0.81	9—20	1150	15—14.0	實測値
〃	馬留— G	15— 9.0	3.0	24.2	0.45	5— 5	153	15—12.0	
〃	黒澤川	15— 9.5	1.5	24.2	0.45	14—14	370	15—11.0	
本川	F — G	15—18.0	3.0	18.0	0.45	7— 7	230	15—21.0	
人首川	人首川	15—22.0	2.5	20.0	0.45	10—10	500	16— 0.5	
本川	G — H	15—18.0	3.0	18.0	0.40	12—12	200	15—21.0	
衣川	衣　川	15—18.0	3.0	24.0	0.45	9— 9	540	15—21.0	
本川	H — I	15—19.0	5.0	18.0	0.40	12—12	480	15—24.0	
磐井川	磐井川	15—18.0	3.0	24.0	0.50	14—14	1000	15—21.0	
本川	I — J	15—20.0	3.0	18.0	0.40	11—11	140	15—23.0	

前後に折線を夫々 2 本づゝ持つような形とし，之以下のものは簡單の爲二等邊三角形とした．かくして計算した値は一括して之を表—23 に示した．此の表中流下遅滯時間とはピークの前後即フロントとヒンターのそれを示し，前の値はフロントのそれを後の値はヒンターのそれを示す．又此の表中〔水源から流末迄の到着時間〕と云うのは所謂河道に於ける洪水到達時間に多少の余裕を見たものである．洪水到達時間は次のようにして求めた．

洪水流傳播速度は一般に抛物線形の河床を有する河川では平均速度に等しいから，マンニング公式から平均流速を求め洪水達時間を計算し，その値を 22 年 9 月洪水時の各量水標の最高水位時刻に對照して修正した．以上の計算は大概ではあるが，表—24 の通りである．之を圖示すれば圖—28 の通りである．

支川上流部に實測値のある 4 支川については上流部と下流部の流量曲線を加算したものが量水標の最高水位

表−24 各流域洪水到達時間

マンニング公式…… $v=\frac{1}{n}R^{\frac{2}{3}}I^{\frac{1}{2}}$……$\frac{1}{n}=28$ とす.

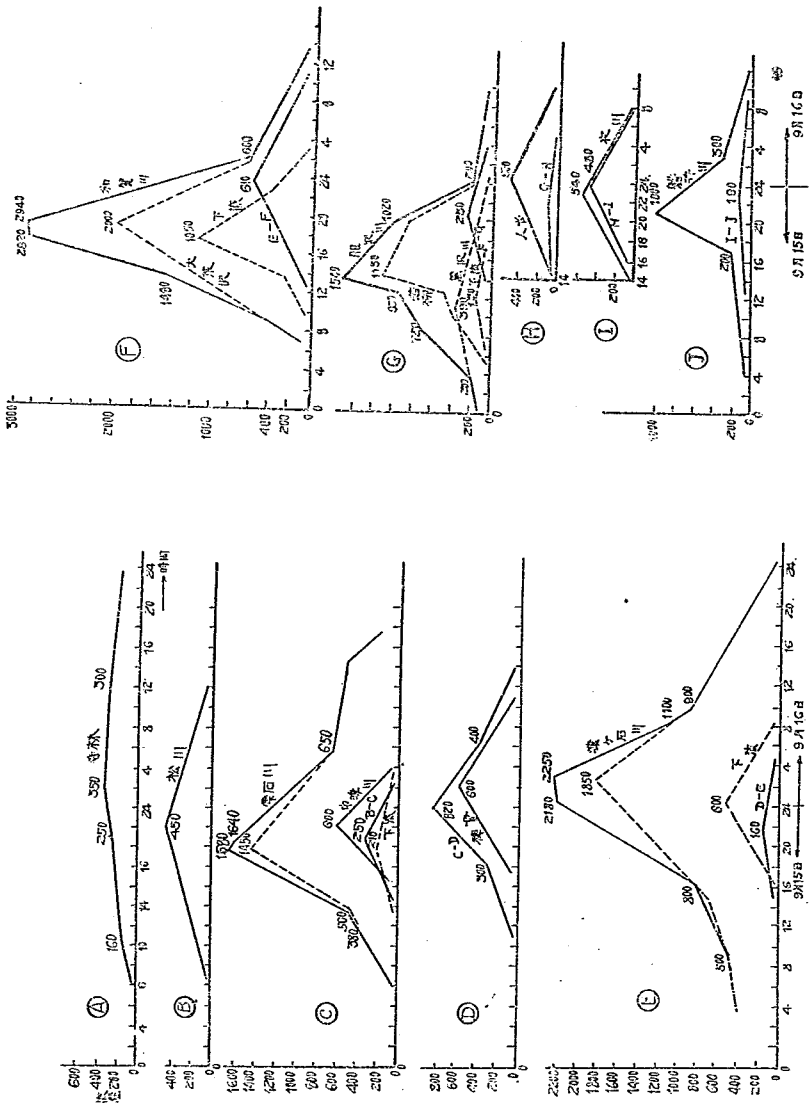
流域區分	徑深 R	勾配 I	秒速 v	時速 V	流路延長 L	洪水到達時間 T	修正到達の時間
	m		m/s	km/kγ	km		
本川—— A	3.0	0.01130	2.62	9.5	17.7	1.8	2.0
A —— B	3.5	0.01610	3.50	12.60	12.9	1.0	1.0
B —— C	4.5	0.00234	3.64	13.10	27.3	2.0	2.0
C —— D	5.0	0.00120	2.83	10.19	33.3	3.3	3.5
D —— E	5.0	0.00089	2.44	8.78	11.2	1.3	1.5
E —— F	5.5	0.00084	2.53	9.11	17.8	1.9	2.0
F —— G	6.0	0.00132	3.33	12.00	11.4	1.0	1.0
G —— J	8.0	0.00056	2.65	9.54	35.7	3.7	4.0
丹藤川	2.0	0.01400	5.25	18.9	57.0	3.0	3.0
松川	2.0	0.03300	8.05	29.0	39.6	1.3	2.5
中津川	2.5	0.02230	7.71	27.7	30.7	1.1	2.5
葛根田川(雫石)	2.0	0.02350	6.81	24.5	34.0	1.4	1.5
鶯宿川(〃)	2.0	0.02500	7.00	25.3	20.0	0.8	1.0
雫石川下流	4.0	0.00354	4.00	14.5	24.0	1.7	1.7
稗貫川	2.0	0.03170	7.90	28.5	38.6	1.4	3.0
猿ケ石川上流	2.0	0.01610	5.60	20.3	40.0	2.0	2.5
旱瀬川	1.5	0.01980	5.20	18.8	30.0	1.6	2.0
猿ケ石川中流	3.5	0.00550	4.80	17.2	20.0	1.2	1.3
〃 下流	4.5	0.00320	4.30	15.4	25.0	1.6	1.7
和賀川上流	3.0	0.01678	7.50	27.03	42.5	1.6	2.0
鬼ケ瀬川	2.0	0.02220	6.60	33.9	9.0	0.4	0.5
和賀川下流	4.0	0.00492	4.90	17.8	38.0	2.2	2.2
胆澤川上流	2.5	0.04153	10.60	38.0	19.5	0.5	1.0
尿前川	2.5	0.05384	12.00	43.2	12.5	0.3	0.6
胆澤川下流	4.5	0.00394	4.70	17.0	50.0	2.9	2.9
黒澤川	3.0	0.02760	9.70	34.8	21.0	0.6	1.5
磐井川	3.5	0.01940	8.90	32.2	50.7	1.6	3.0

時刻と合うかどうかを確めて支川の時間流量曲線を決定した. 以上の結果は圖−29 の通りである.

主要支川の合流點最大流量及その時刻は表−25 の通りである. ( ) は山地面積に對する比流量を示す.

(3) 本川各地點及狐禪寺洪水流量曲線　本川の某地點の洪水流量曲線を求める爲には 圖−29 に示した各支川及本川區間のそれの中某地點より上流のものを表−24 に示す樣な某地點迄の洪水到達時間丈ずらせて重ね合わせ之を加算する.

かくして求めた流量曲線に於けるピークの量及時間が圖−21 に示した觀測流量及時刻に一致することに依つて上述の方法が妥當であるか否かを檢照した. その結果ピークの時刻は一致するが最大流量には多少の喰違い



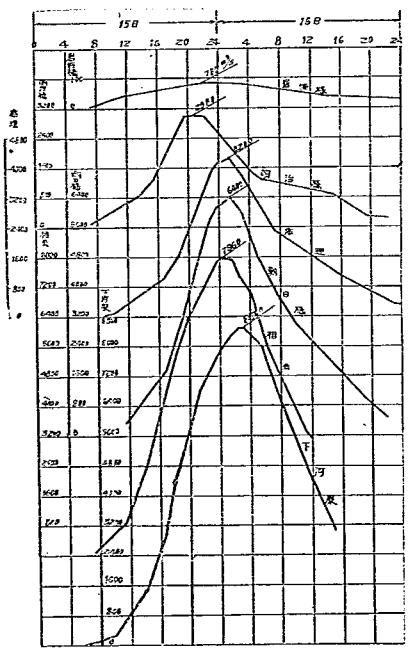
図—29　北上川水川及支川合流部洪水流量曲線（カザリン洪水）

表－25　主要支川最大流量及その時刻

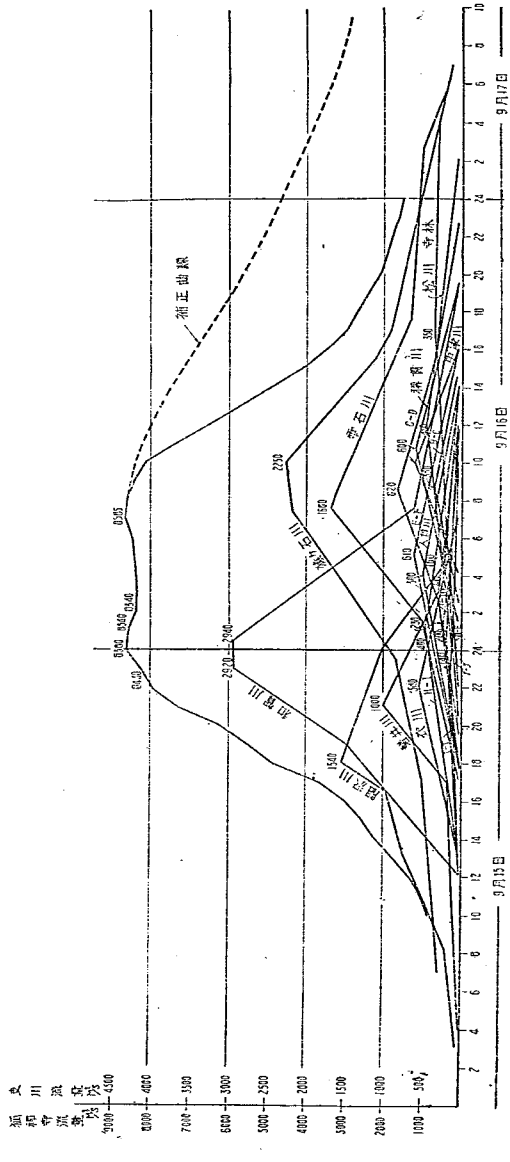
支川名	最大流量	時刻		比流量 q	強雨密度 r_0	流出係数 f
	m^3/s	日	時			
松川	450	15	22.00	1.10(1.28)	12.0	0.35(0.38)
雫石川	1680	15	19.30	2.24(2.61)	16.5	0.55(0.62)
中津川	600	15	22.00	2.84(2.96)	22.0	0.45(0.49)
稗貫川	600	16	2.00	2.31(2.49)	18.0	0.45(0.49)
猿ヶ石川	2250	16	3.00	2.36(2.52)	18.0	0.41(0.504)
和賀川	2940	15	19.30	3.26(3.65)	20.0	0.58(0.65)
胆澤川	1540	15	14.00	4.53(5.13)	25.0	0.66(0.77)
人首川	500	16	0.30	2.50(2.92)	20.0	0.45(0.52)
衣川	540	15	23.00	2.95(3.35)	24.0	0.45(0.502)
磐井川	1000	15	21.00	3.34(3.92)	24.0	0.50(0.58)

此處に比流量　$q=0.2778 f r_0$

從つて支川の流出係數　$f=\dfrac{q}{0.2778\, r_0}$



圖－30　北上川洪水流量曲線



図－31　北上川狐禅寺洪水流量曲線

表-24 北上川最大洪水流量

地點	流域面積	痕跡から求めた最大流量	同比流量	上述の方法に依る最大流量	最大流量公式から求めた最大流量	摘要
	km²	m³/s	方粁當m³/s			
寺林	590	350	0.59		466	丹藏川合流後
岩堰橋	1159	660	0.57	700	815	松川〃
仙北町	2165	2730	1.26	2980	2621	中津雫石川〃
日詰	2500	3165	1.26		3132	
庫理	3085	4000	1.29	4200	4113	稗貫川〃
朝日橋	4043	6650	1.64	6400	6182	猿ケ石川〃
珊瑚橋	4400	6060	1.38		6110	
相去	5325	7980	1.50	7960	7820	和賀川〃
三ケ尻	5370	8120	1.50	8500	8186	
狐禪寺	6847		1.24	8580	8580	胆澤・人首〃
横石	7150	6330	(0.95)			磐井川狹窄部

がある．圖—30 にかくして求めた本川各地點の流量曲線を示した．又各種の方法に依り求めた最大流量を比較すると表—26 の通りとなる．

又主要支川が本川と合流する A～J 點相互間の洪水到達時間に從つて以上求めた各支川及本川各量間の流量曲線を狐禪寺に流下するに要する時間丈ずらせて加算する事に依つて狐禪寺に於ける流量曲線が圖—31 の如く得られる．昭和 22 年 9 月カザリン颱風洪水に依る狐禪寺最大流量はかくして 8580 m³/s となる．

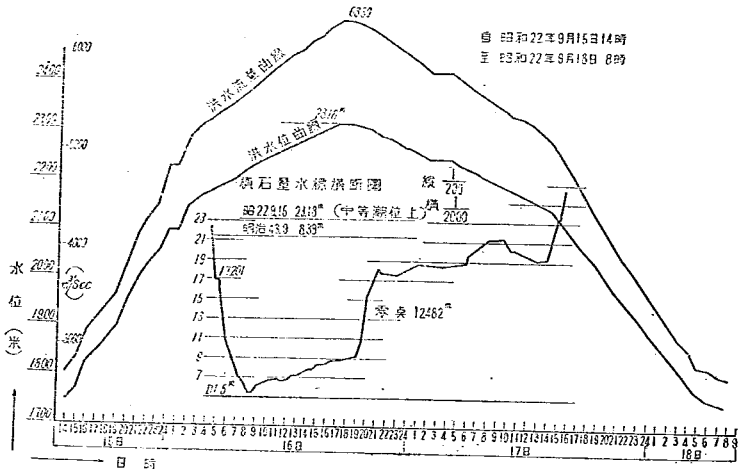
流量を支配する要素は數多くあるが流量曲線に現われる要素を大づかみにして見ると，流出係數と降雨强度の時間的變化と考えられる．以上の考察はかゝる觀點から行つたもので多少の無理がある事は否めないが，流出の大要を摑む事が出來るものと考える．

〔5〕 狐禪寺流量曲線の補正

(1) **狐禪寺流量曲線檢照**　一ノ關狐禪寺以下の狹窄部では狐禪寺流量をそのまゝ流下出來なくて貯水池と同じ現象を起し貯水は貯水位となつて現われる．狐禪寺に於ける北上川平水位は 11.92 米，渴水位は 10.72 米で從來の經驗及理論的追求の結果，標高 16 米附近から貯水し始める．此の時の流量は毎秒 1000 立米である．

從つて狐禪寺流入量曲線を累積したものから狹窄部流出量曲線を累積したものを減少すれば，一ノ關平野に於ける貯水量となる．之が卽ち一ノ關平野の貯水位卽狐禪寺水位となつて現われる．かゝる考え方から今求めた狐禪寺流量曲線を檢照する事にした．

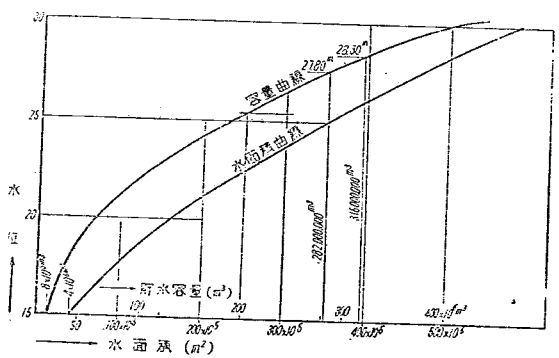
(2) **狹窄部流出量及一ノ關平野貯水量**　先づ狹窄部流出量を求める爲に横石量水標の 9 月 15 日 14 時から 18 日 8 時迄の時間水位の記錄を用い，洪水時水面勾配 1/3425，粗度係數 $n=0.035$，$1/n=28$ と假定してマンニング公式を用いて流速を求めた．最大流量に於ける流水斷面積 $A=2330$ m²，水面幅 168 m，平均水深 13.83 m．平均流速 2.72 m/s，流量 6330 m³/s であつた．水位流量の時間的變化は圖—32 に示す通りで



圖—32　横石量水標洪水位及洪水流量曲線　自 昭和 22 年9月 15 日 14 時　至 昭和 22 年9月 18 日 8 時

ある.

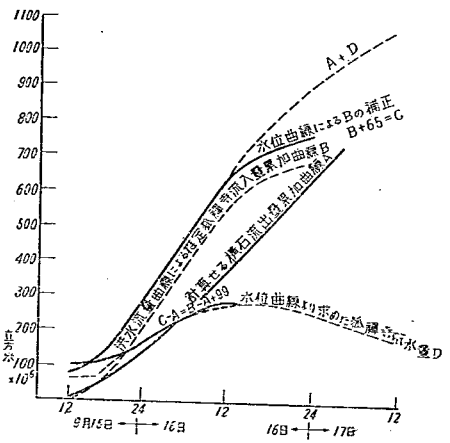
又一ノ關平野の貯水量は地理調査所 50,000 分之 1 地形圖を用いて *EL* 15.0m, 20.0m, 25.0m, 30.0m の等高線内の面積を求めて計算した. その結果は圖—32 の通りである.



圖—33　一ノ關平時水面積曲線及容量曲線

(3) 狐禪寺流入量曲線の補正計算　圖—34 に於て *A* 曲線は横石流出量累加曲線を圖—32 に依り求めたもので立方米單位である. 又 *B* 曲線は〔4〕の方法に依り求めた狐禪寺流入量曲線（圖—31）を累加したも

ので立方米単位である．此の場合横石の流出量は 15 日 14 時以後しかないので此の時すでに一ノ關平野の水位即圖−19 から得られる EL 20.37 m に對する貯水量 65,000,000 m³ 丈 A, B 曲線の間に 15 日 14 時に差を持たなければならない．之が C 曲線である．



圖−34 狐禪寺洪水流量補正曲線

流入量累加曲線 C から 流出量累加曲線 A を引いたものが一ノ關平野の貯水量となるべき筈であるから $(C-A)$ を求め，一ノ關平野の水位曲線から別に求めた貯水量曲線 D と重ねる爲に 34,000,000 立方米ずらせた．此の誤差は A 曲線が實際より稍過大な爲と考えられるが，之は横石水位最高 23.18 m の時の水面勾配を 18 m 近く迄一樣と考えた爲に平均流速が稍大きすぎる爲と思われる．圖−34 からわかる通り，D 曲線と $(C-A)$ 曲線は 15 日 20 時から 16 日 8 時迄は大體一致する．かくして圖−31 で 15 日 20 時以前及 16 日 8 時以後は實際の流入量より過小なる事を知る．從つて今 $(A+D)$ 曲線が實際の流入量累加曲線と考え，A 曲線との差を流入量に還算すれば，實際の流入量曲線が得られる．圖−31 の 16 日 8 時以後の補正曲線はかくして求めたものである．

以上に依つて狐禪寺に於ける 22 年 9 月洪水時の最大流量は毎秒 8580 立方米となる．

(4) 各支川流量曲線の批判　〔4〕で求めた各支川及本川各區間の流量曲線は，〔5〕の檢照に依り次の結論に到達する．

1) 實測流量曲線は降雨及流出の關係でピークを中心とする略二等邊三角形となつたが，之は流量の比較的大なる場合であつて，小支川又は本川各區間ではやはりフロントが短かくて，テンターが比較的長いもののようである．

2) 以上は降雨に依り曲線の形が異なる事を有力に物語るもので，今後我々は雨の降り方について更に考察を深めなければならない．

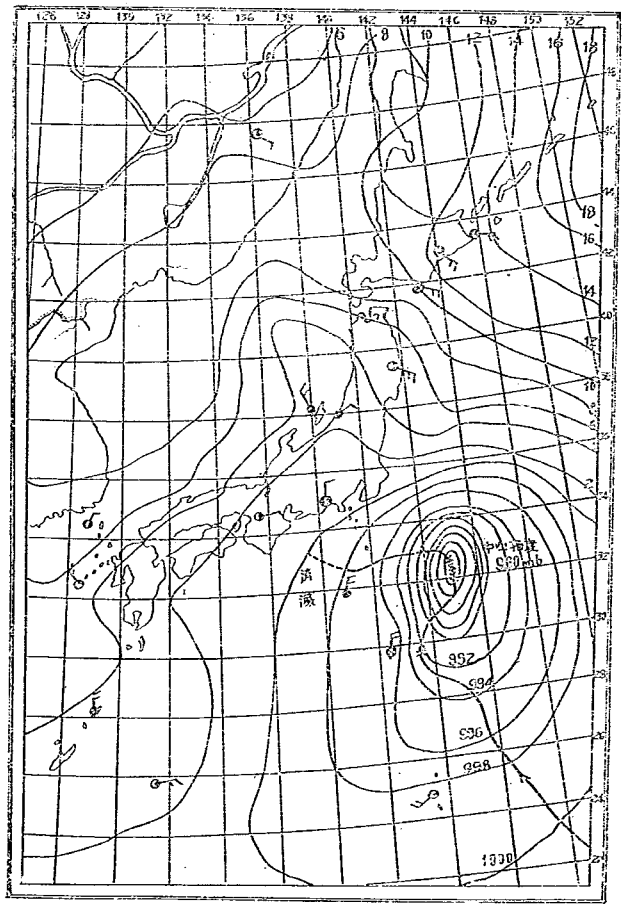
3) 狐禪寺の流量曲線に相當の補正を要した事は小支川及本川各區間の流量曲線も數が多いので輕視の出來ない事を示す．

4) 北上川の如き無堤で欲しい儘に氾濫のする河川に於ては以上述べた如き流量曲線の求め方に就いては多少の無理が伴うが，之に反して有堤河川の場合では更に精度の高いものとなる事が考えられる．

V.　昭和 23 年 8 月ユーニス颱風洪水

〔1〕 氣　　象

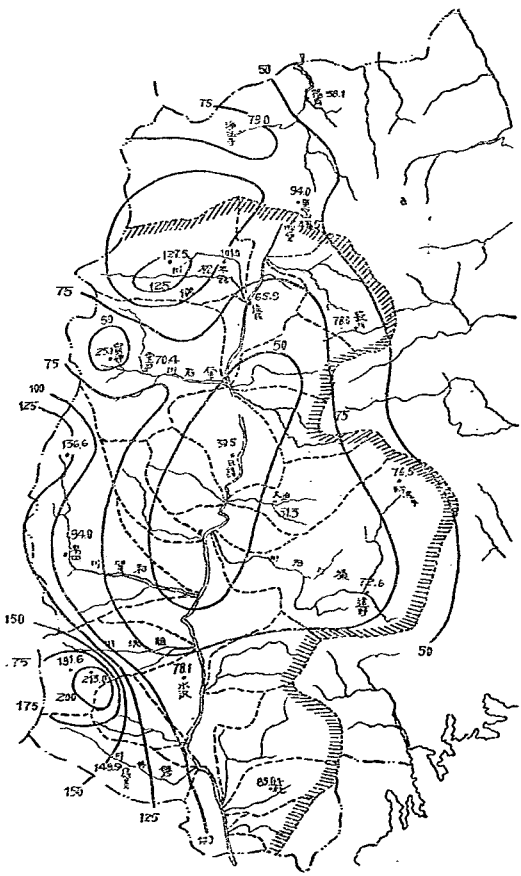
(1) 氣象概況　9 月 13 日を中心として北上川流域に豪雨と洪水をもたらしたユーニス颱風は豆颱風の一種で南方諸島に發生し，硫黄島，父島を經て房總半島にやつて來たのである．始めドロレス颱風がマリアナ諸島から北上した時ユーニス颱風との區別はつかなかつたが，その後之は一の颱風にまとまり，此の颱風の直接



圖—35　昭和 23 年 8 月 13 日 15 時天氣圖

の影響でなく，北太平洋の不安定氣團に依つて上昇氣流が起り，12 日晩から雨が降り始めた．その後 30 分位の間隔で地形的降雨が續いた．20 時頃迄降り，その後一時晴れ間が見えるようにさえなつた．秋田附近に副低氣壓があり，颱風の接近につれてフロントは西へ逃げ，日本海側にあつたが影響なく，その後雨は八丈島附近に颱風が來た時衰え低氣壓となつてしまつた．千島高氣壓の爲北上川上流はその後晴れ間が見え颱風も消えてしまつた．9 月 13 日 15 時の天氣圖を圖—35 に示す．

(2) 雨 量　雨は 12 日夜から 13 日中降り，連續雨量は 50～200 粍であつた．



圖—36　昭和 23 年 8 月 12～14 日（ユーニス颱風）
北上川上流域三日連續雨量分布圖

1) 日雨量　北上川流域及び岩手縣内の日降雨量は表−27 の通りで，12日，13日の 2 日間の雨量分布圖を圖−36 に示した．奥羽山脈よりに多雨地帶があり，太平洋並に北部へ行く程雨は少なくなつている．

2) 時間雨量　北上川上流域の時間雨量は表−28 の通りであり，最盛雨時は地形的影響の爲一定しないが，水澤附近では 11～12 時と 17～18 時に胆澤川石淵では 11～18 時で特に 14～16 時に最盛雨時があり，和賀川大荒澤では 12～14 時及特に 16～18 時に強く北へ上つて盛岡では 3 度最盛雨時が現われている．

表−27　北上川上流域日雨量　(23.8.12～14 ユーニス颱風)

觀測所	12	13	14	計	觀測所	12	13	14	計
千　厩	66.0	23.0	—	89.0	雫　石	33.6	36.8	—	70.4
殿　美	74.2	75.8	0.6	149.5	松　尾	0.0	52.3	75.2	127.5
若　柳	88.0	117.0	8.0	213.0	平　館	—	101.0	—	101.0
水　澤	43.7	34.4	—	78.1	扇　前	99.1	145.9	1.6	991.6
附馬牛	35.8	39.6	1.1	76.5	滝　民	—	21.5	44.4	65.9
遠　野	49.0	23.6	0.2	72.6	藪　川	15.0	40.0	23.0	78.0
大　迫	23.5	27.5	0.3	51.3	御　堂	—	48.5	—	48.5
花　巻	4.0	30.9	—	34.9	臭中山	—	15.2	78.8	94.0
湯　田	—	37.0	57.0	94.0	盛　岡	—	38.1	0.0	38.1
澤　内	20.0	116.6	0.0	136.6	淨法寺	0	19.0	60.0	79.0
日　詰	9.0	21.5	—	30.5	橋　場	—	—	25.1	25.1

表−28　北上川上流部時間雨量　(23.8.12～14 ユーニス颱風)

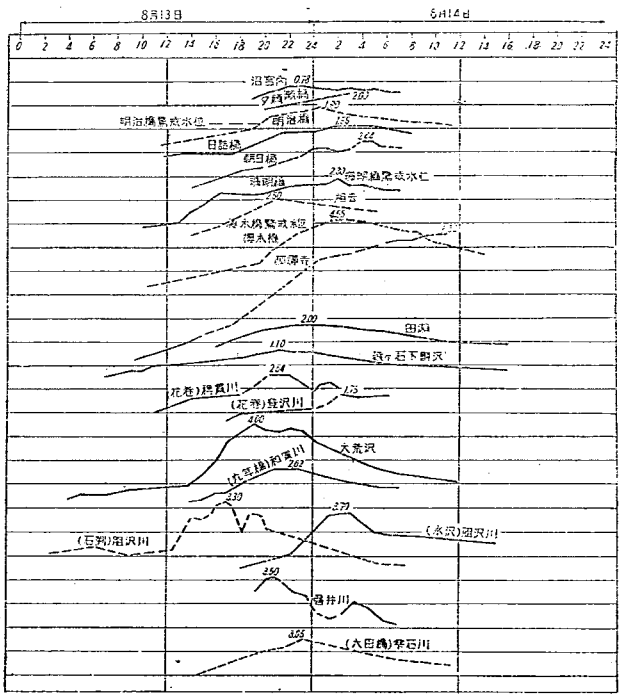
	水　澤			石　淵		大荒澤			盛　岡	事務所	盛　岡	御　堂
日 時	12	13	14	13	14	12	13	14	13	13	最　大	13日
0— 1	—	6.6	0.0			—	1.9	0.4	4.5		(1 時間)	
1— 2	—	4.8	0.0			—	16.7	1.6	6.3		16.9 粍	
2— 3	—	0.3	0.1			—	11.5	1.1	1.5		18—19時)	
3— 4	—	0.3	0.1			—	4.7	0.0	0.4			
4— 5	—	4.0	0.3			—	6.6	0.0	—	(?)	(10 分間)	
5— 6	—	0.5	0.1			—	0.5	1.2	—		11.3 粍	
6— 7	—	1.2	0.3		↓	—	8.6	3.8	—		(18.40～	
7— 8	—	1.0	0.4		11.4	—	4.4	0.5	—		18.50)	
8— 9	—	0.4	—	↓	—	—	6.5	2.8	0.8			
9—10	—	0.4	—	99.1	—	—	4.5	1.7	2.3			
10—11	—	2.1	—	↓	—	—	4.5	1.2	13.3	↓		2.3
11—12	—	14.8	—	17.2	—	—	3.6	0.6	9.1	2.6		3.7
12—13	—	1.7	—	↓	—	—	16.4	—	0.2	0.0		3.8
13—14	—	0.1	—	26.6	—	—	14.4	—	11.5	12.6		3.6
14—15	—	2.7	0.9	↓	—	—	6.3	—	0.9	1.2		4.2

15—16	—	0.0	0.0	40.7	—	—	9.6	—	4.4	4.2	4.7
16—17	—	0.6	—	↓	—	—	24.8	—	2.1	0.0	5.1
17—18	—	8.6	—	26.6	—	—	25.5	—	0.3	3.2	3.6
18—19	—	0.2	—	↓	—	—	1.5	—	16.9	13.6	3.8
19—20	2.4	—	—	17.5	—	0.0	4.3	—	3.0	3.0	5.2
20—21	3.9	—	0.0		—	0.9	11.5	—	0.2		3.6
21—22	2.0	0.0	0.0		—	1.2	3.3	—	—		2.6
22—23	6.1	1.0	0.6		—	3.8	0.0	—	0.0		2.0
23—24	7.5	0.0	0.0		—	1.1	1.5	—	0.0	?	0.0
計	31.9	57.3	2.8			7.0	193.1	14.9	77.7		48.2

表—29 水位流量表 (昭 23.8.13~14)

月日	時刻	猿ケ石砂澤堰堤		猿ケ石小倉堰堤	和賀大荒澤堰堤		胆澤馬宮堰堤	
		水位	流量	水位	水位	流量	水位	流量
8 — 13	6.00	0.15	60		1.03	98	1.40	145
	7.00	0.25	100		1.06	101		
	8.00	0.32	120		1.15	115		
	9.00	0.40	150		1.26	132	1.00	89
	10.00	0.40	150		1.32	144		
	11.00	0.55	200		1.40	145		
	12.00	0.55	200		1.43	162	1.25	120
	13.00	0.60	215		1.41	160	1.35	136
	14.00	0.67	235		1.43	162	1.60	180
	15.00	0.70	240		1.83	235	1.65	170
	16.00	0.70	240	1.04	2.46	265	3.10	537
	17.00	0.78	255	1.26	3.30	565	3.20	567
	18.00	0.82	262	1.38	3.65	662	2.60	255
	19.00	0.92	292	1.58	4.00	765	2.80	452
	20.00	0.98	310	1.75	3.81	710	2.20	300
	21.00	1.10	335	1.87	3.66	664	2.00	259
	22.00	1.05	325	1.98	3.83	714		
	23.00	1.05	325	2.01	3.65	662		
	24.00	1.00	310	2.01	3.27	561		
8 — 14	1.00	0.95	300	1.96	3.02	500		
	2.00	0.90	290	1.90	2.77	444		
	3.00	0.86	280	1.81	2.56	394		
	4.00	0.80	260	1.70	2.30	341		
	5.00	0.78	255	1.60	2.15	301	0.75	53
	6.00	0.75	250	1.53	2.00	270		

	7.00	0.75	250	1.40	1.87	246	0.70	47
	8.00	0.70	240	1.34	1.76	226		
	9.00	0.66	234	1.27	1.70	219		
	10.00	0.64	220	1.20	1.63	203		
	11.00	0.61	213	1.15	1.56	189		
	12.00	0.57	205	1.10	1.50	176		
	13.00	0.53	195	1.07	1.45	170		
8 — 14	14.00	0.51	185	1.05	1.39	157		
	15.00	0.50	184	1.03	1.35	153		
	16.00	0.46	165	1.01	1.30	142		
	17.00	0.46	165		1.26	132		
	18.00	0.35	130		1.21	127		
	19.00				1.18	124		
	20.00				1.14	114		
	21.00				1.09	109		
	22.00				1.07	107		
	23.00				1.04	99		
	24.00				1.02	98		



図—37　北上川本支川　昭和 23 年 8 月洪水水位曲線

〔2〕 水位及流量

(1) 水位　北上川本川及各支川の量水標地點の水位時間曲線は，圖−37 に示した通りである．狐禪寺水位は 19.24 m で一ノ關平野の貯水量 58,000,000 立方米，水浸面積 17.5 km² (175 町歩) であつた．又各支川流量をとる爲に觀測した取水堰堤の溢流水深は表−29 の通りである．

(2) 流量　各支川流量の最大は大したものではなく，昨年 9 月カザリン颱風時の約 1/2 程度で，猿ケ石川は 1/4 程度にしか過ぎなかつた．表−29 は就いてその間の狀況を知る事が出來る．尙雫石川は發電所取水堰堤で，13 日 22 時 40 分最高水深 2.75 m で堰長 65 m あり，大約 600 m³/s 流出している．

被害は支川より本川筋に多く次いで胆澤，和賀，雫石の順で，水位から云えば大體洪水ではなかつた．狐禪寺水位は平水位長で 8.5 米程度でカザリン颱風時の約半分で，被害は水澤附近が多かつた．

VI. 昭和 23 年 9 月アイオン颱風洪水

〔1〕 洪水時の氣象

(1) アイオン颱風に關する氣象概況　アイオン颱風はマリアナ東方洋上よりジャッキー颱風の後方を追つて暫らく西北西に進んでいたが，ジャッキー颱風は 15 日南西諸島南方を西方に進み，アイオン颱風は琉黄島西方より北北西に轉向し，每時 30 粁位の速度で進み，16 日朝 3 時には紀伊半島南方 100 粁の海上に達し，示度 960 ミリバール (722 粍) を示した．それより急激に東北東に轉針し，東海道沖を時速 30～35 粁で進み 16 日 18 時頃伊豆大島附近から房總半島をかすめ，16 日 21 時銚子附近を北北東に向つて速度を急增し乍ら 17 日 3 時には宮古沖約 200 粁の海上に達し時速 60 粁以上中心示度は 965 ミリバール (724 粍) となり，同日夕刻には北海道南東から千島方面に去つた．(圖−12 參照)．

當時北方には北緯 50 度圈附近を優勢な低氣壓が通過したが，北の低氣壓に伴う弱い低氣壓が南に走り，此の低壓谷は 12 日バイカル湖の南方にあり，逐次東進して 16 日には本邦を通過した．15 日迄本邦は中緯度高氣壓におほわれ偏西風が發達していたが，この低壓谷の東進と共に南寄りの氣流が急速に流れ込んだ．然し低壓谷は相當淺いもので强い不連續線の發達なく東北地方の北部では依然偏西風が續き，雨量分布と局地的豪雨に重大な關係があつた．颱風もこの低壓谷に合致して北東進したが，颱風東側の暖氣はこの低壓谷に急激に流入し，16 日朝上層では東北地方の大半に流入し地上では福島，宮城兩縣，岩手縣南部に達した．16 日 15 時頃には强力な寒氣に阻まれ，又地形的には奥羽，北上兩山脈の影響を受け，北方は岩手縣南部，西方は宮城縣中部に前線を進めたまゝ停頓したが，夜半寒冷前線の通過と共にぬぐい去られた．

豪雨のあつたのは，この溫暖前線の停頓期間中の前線域で福島縣東部，宮城縣中部，岩手縣南部に當る．豪雨の主因は太平洋の不連續帶の活動にあつて，この前線帶に寒氣が活潑に侵入し始めた 16 日 15 時頃からである．此の時期に仙臺附近を通過した小低氣壓は 16 日 6 時頃御前崎沖に發生し，關東中部を北東進したが太平洋側不連續線に沿い北上し，12 時小名濱附近を通過し，15 時頃仙臺附近に達し，19 時には宮古を過ぎた．雨の最も激しかつたのは此の小低氣壓の通過時で，小低氣壓は圖−38 の如く數回發生した．

盛岡の降雨は颱風が紀伊半島に近接した 16 日 1 時 35 分から始まり，颱風の北上に伴い，それ以前にオホ

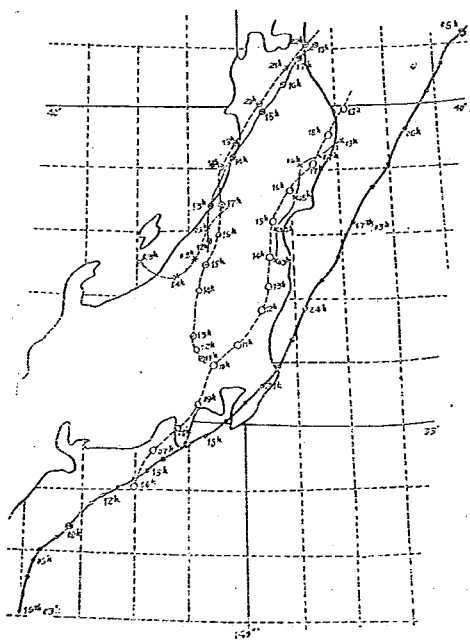
ツク海を東進していた 994 ミリバールの低氣壓から出で八戸附近から秋田を通り颱風の中心に達していた不連續線が次第に顯著になり，降雨の强さを增して行つた．本格的な豪雨は 16 日 9 時から 11 時の間と 21 時から 23 時の間で，この間の降雨量は盛岡で 1 時間當り 30 粍に及んだ．

(2) 前線解析*　初め主低壓谷が日本海にあつた間に於ては，溫暖前線が東側から南東氣流に依つて侵入したが，低壓谷の主勢は漸次太平洋側に移つたので後には寒冷前線が西側から東進している．これ等の前線は何れも逐次に互り侵入した．

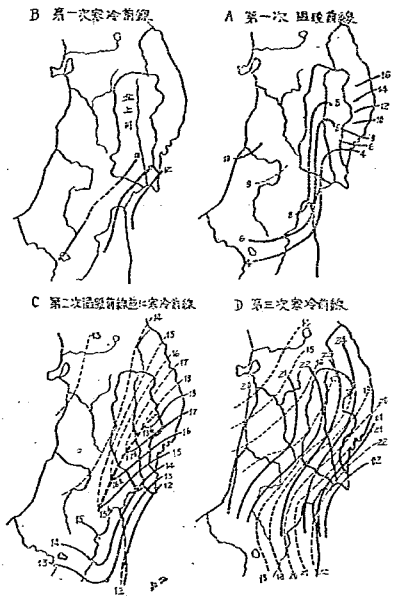
1) 第 1 次溫暖前線　圖－39 (A) に示す如く 16 日 4 時前に牡鹿半島方面から侵入し，三陸南方沿岸及び北上川谷に沿い活潑な北上を示し，佐沼附近及氣仙沼地方では 40～50 粍の降雨を見た．此の前線が岩手山頂に達したのは午前 4 時 30 分であつた．

2) 第 1 次寒冷前線　圖－39 (B) に示す如く 16 日 10～12 時頃仙臺平野に現われたもので，岩手縣には影響を及ぼさなかつた．

3) 第 2 次溫暖前線並に寒冷前線　圖－39 (C) に示す如くで今回の降雨中最も激しい雨をもたらし



圖－38　颱風の進路並びに低氣壓の進路



圖－39　前線移動狀況

* 福田喜代志外 3 氏：Ione Typhoon に依る東北地方の豪雨について，アイオン颱風報告 7～13頁．

たもので，温暖寒冷雨前線が仙臺附近で衝突を起した．温暖前線は颱風東側を北上した．E_m 氣塊の前線で關東東海岸から內陸に侵入し始めたもので漸次北に及んでいる．E_m は太平洋側に發生した不連續線に收斂したもので E_m 前線とこの不連續線の交點が三重點となり小低氣壓を構成していた事は前線の北上と小低氣壓の進行が一致していた事からわかる．

一方 10 時頃青森縣下に出現した第 2 次寒冷前線は 14 時頃岩手縣北部から山形附近に達していたが，地形の影響でこれから南部はぼやけている．寒氣は宮城縣北部から强力に宮城縣下に流入し E_m 前線と衝突して激しい上昇氣流をおこし，この衝突點は寒氣團の接觸點の移動と共に北上し，水澤南部を 17 時 30 分頃通過し，19 時 30 分頃宮古に達した．E_m 前線は北方では水澤の南方及宮古附近迄及んだがこれから北には及ばなかつた．

4) 第 3 次寒冷前線　圖－39 (D) に示す如き經路をとり，14 時頃秋田附近に出現した顯著なる寒冷前線は今回の降雨の最後の段階であつて急速に東進し，21～24 時頃仙臺灣を通過した．此の前線に依る降雨は比較的少ない．太平洋岸では颱風の中心圈の通過と一致したので多少多かつた．

以上の如く東北地方は 2 回の温暖前線と 3 回の寒冷前線があり，初期には太平洋側から西進した温暖前線が後期には東進した寒冷前線が見られた．

(3) 降雨に及ぼす地形の影響*　宮城縣及岩手縣南部の颱風に依る豪雨の地形的特性として颱風前面の E_m を誘導し易いのは仙臺灣とその西に奥羽山脈を背う宮城平野であり，阿武隈山脈，北上山脈に阻止される南東氣流も仙臺灣からは容易に內陸に侵入する．温暖前線は雨を降らせながら內陸に進むので全般的に略均一の降雨があるが，奥羽山脈の東斜面では强い永續的降雨があることは温暖前線の山脈に依る地形的な影響でカザリン，ユーニス颱風等の多くの場合に見られた雨量分布である．然るにアイオン颱風の場合は仙臺，築館，一ノ關，宮古の線で最高强雨域があつた事は異例であつて E_m の主勢が奥羽山脈に迄到達しなかつた事を示す．

16 日 10 時に北上川河谷から宮城縣中部へ抜ける一線の收斂線があつて，東側では T_m の流入があり，西側では山を越えた寒氣が流入した．寒氣の一部は 10 時既に奥羽山脈を越え始めていたが一般原則として寒冷前線の山越えには相當の時間を要する．宮城北部は山が低く東部平地へ活發に寒氣が山越えした．從つて各氣流が此處に收斂し局地的に多雨をもたらす原因をなした．

(4) 降雨狀況　前線の各段階に於ける降雨狀況は次の通りである．圖－40 に北上川流域の時間雨量を示した．

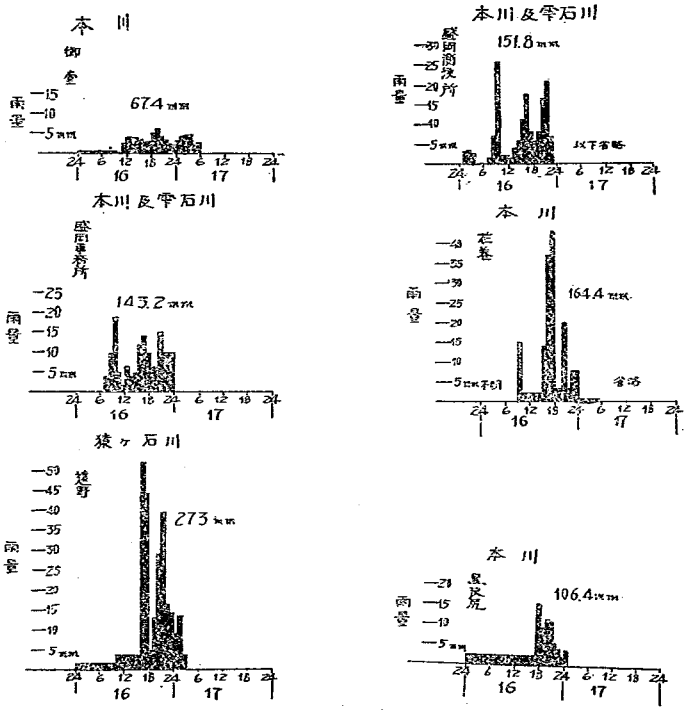
1) 第 1 次温暖前線　東北全般に及ぶ降雨で 16 日早朝より數時間に亙り，量に於て數十粍程度で東磐井地方は短時間に 50 粍以上の降雨があつた．

2) 第 1 次寒冷前線　岩手縣北部盛岡花卷邊では可成りの降雨があつた．

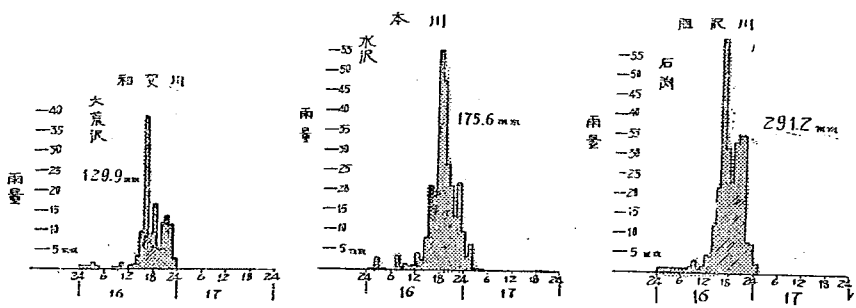
3) 第 2 次温暖並に寒冷前線　今次洪水の主因をなし局地的降雨の傾向があり，16 日 15 時頃から各地に豪雨を見ている．花卷では 43.0 粍，遠野で 44.5 粍，大荒澤 38.5 粍，水澤 55.7 粍，石淵 59.3 粍

---

* 福田喜代志：前揭論文，13～16 頁．

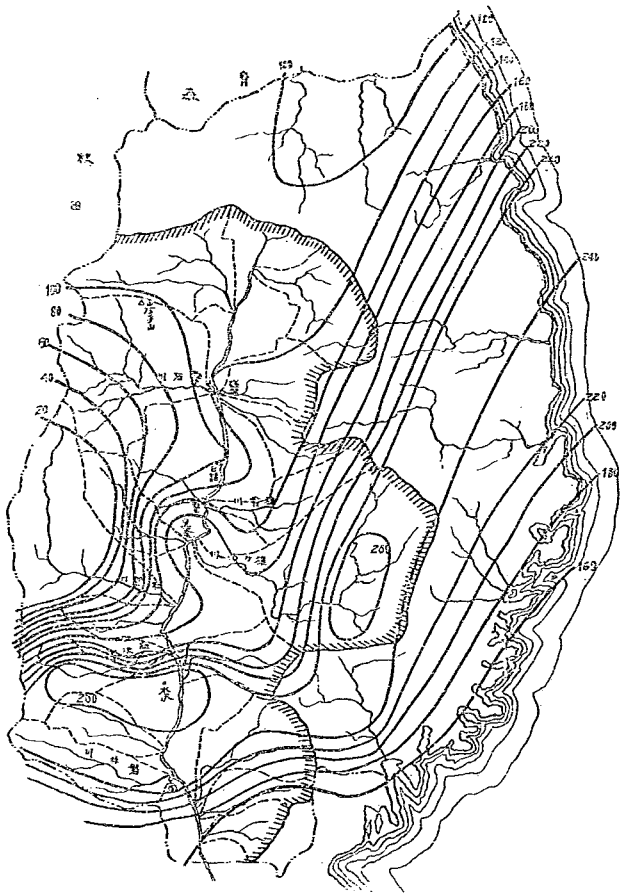


(其 の 1)



(其 の 2)

図－40　北上川流域アイオン颱風洪水時時間雨量 (昭 23. 9)

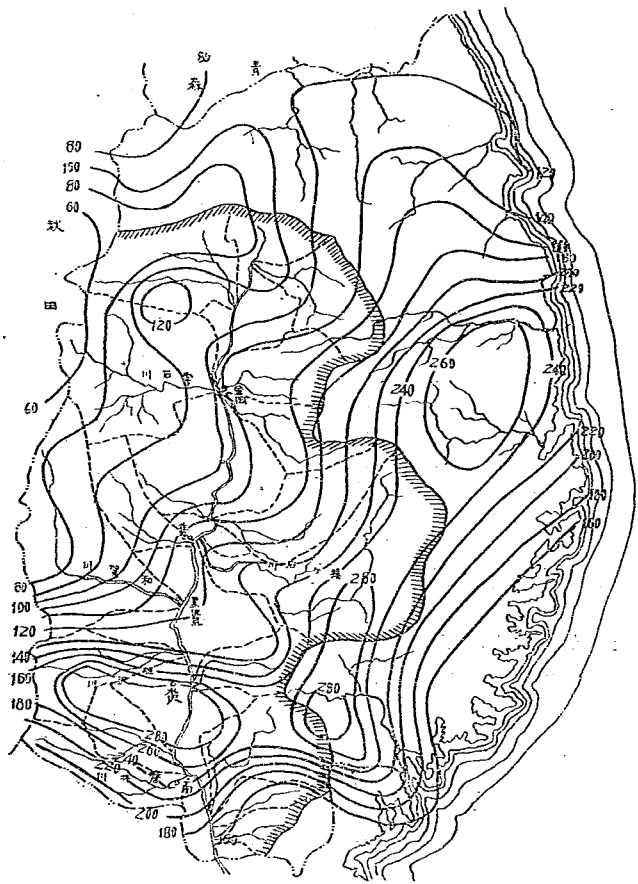


図−41 昭和 23. 9. 16 日（アイオン颱風）
北上川上流域日雨量分布図

の最大時間雨量を示したのも此の時である．

4) 第 3 次寒冷前線 16 日夜半石淵，水澤，遠野，盛岡等に 20～30 粍の降雨をもたらした．之を要するにアイオン颱風に依る降雨は縣南では 15 日 20 時頃始まり，北部に行くにつれて次第におくれ，縣北では 16 日 2～4 時頃に始まつている．

16 日 10 時迄の雨量は各地共 10 粍内外であつたが，10 時頃より次第に烈しくなり，正午すぎ 24 時迄の



圖－42　昭和 23. 9. 15～17 日（アイオン颱風）
北上川上流域雨量分布圖

間に圖－41 に示した雨量の大部分が降つた．圖－42 には 3 日間の連續雨量を示したが，今回の降雨の特長を述べれば次の如くである．

i) 大雨時の分布は奥羽山脈側に最多雨域を持つのが普通であるが，今回は圖の如く奥羽山脈側で多いのは縣南のみで北上川上流雫石川，和賀川の流域は割合に雨が少なかつた．一方最多雨域は沿岸部，宮古方面，遠野方面水澤～一ノ關地方を含む帶狀をなしており，この結果閉伊川，猿ケ石川，磐井川の增水特に

著しくその川沿いの宮古市，遠野町，一ノ關市は何れも大きな被害を受けた．

ii) 今次の最多雨域では日雨量としては百年確率日降雨量を遙かに超えるものであつた．北上川上流域内の日雨量の確率は表−30 の如くである．その詳細は II に述べた通りである．

iii) 雨量の連續總量としては昨年のカザリン颱風の時に比べて必ずしも多くはないが，之等が殆んど 12 時間の中に降つたのであるから降雨强度は昨年より遙かに大で洪水の大きさを決定的なものとした．

表−30 北上川上流日降雨量確率表

觀測所	百年降雨量	23.9 洪水時		觀測所	百年附雨量	23.9 洪水時	
		降雨量	確率			降雨量	確率
	mm	mm	年		mm	mm	年
千厩	166.3	159.7	73.8	黒澤尻	200.4	154.0	24.4
一ノ關	169.0	245.6	442.0	湯田	192.2	75.0	2.6
厳美	225.1	227.0	106.5	澤内	243.6	77.0	3.2
若柳	218.9	278.0	214.6	日詰	212.2	100.3	4.5
水澤	164.2	275.2	1000.0以上	盛岡	198.8	135.2	13.1
米里	162.0	184.0	241.0	雫石	201.9	77.2	2.1
附馬牛	182.1	238.2	97.1	平館	114.9	62.0	2.1
遠野	188.6	262.8	1000.0以上	澁民	136.6	91.0	11.1
大迫	152.2	137.5	46.1	藪川	168.6	(?)	(?)
花巻	158.5	164.0	132.5				

(5) **日雨量** 岩手縣に於ける雨量分布は 16 日日雨量及 15～17 日の 3 日連續雨量分布圖を圖−41 及圖−42 に示したが，今表−31 に日雨量を示す．此の日雨量を既往の大洪水に比較してみると表−17 に示した通りで連續雨量についても表−18 を見ればその如何に降雨量が短時間に多量であつたかを知る．

此の表から分る樣に，連續 2 日雨量について大正 2 年と今年とを比較すれば和賀川流域を除いてはすべて今年の方が雨量が多くなつている．又昨年と比較しても和賀川及上流を除いては同じ日數の間に 2 倍の雨が降つている．之等から分るように河川の洪水時間は昨年の方が長いが，尖頭流量は略之に近いものとなつた．

表−31 岩手縣内日雨量調（アイオン颱風當時．昭 23.9）

觀測所 / 日別	千厩	一ノ關	水澤	米里	遠野	大迫	花巻	黒澤尻	湯田	澤内	日詰
15	29.6	7.0	9.6	10.0	13.7	12.6	15.4	11.2		6.2	11.2
16	159.7	245.6	275.2	184.0	262.8	137.5	164.0	154.6	1.0	7.2	100.3
17			0.4						75.0	77.0	
計	189.3	252.6	285.2	194.0	276.5	150.1	179.4	165.8	76.0	90.4	111.5

日別＼観測所	盛岡	雫石	岩手山	松尾	漆民	附馬牛	石淵	大荒澤	御堂	覆場	厳美
15	17.2	11.2	16.3			17.0	13.2	5.3	10.0		17.0
16	135.2	77.2	105.0	8.0	18.7	238.2	278.0	124.6	70.2	56.1	227.0
17			6.0	54.0	91.0						
計	152.4	88.4	127.3	62.0	109.7	255.5	291.2	129.9	80.2	56.1	244.0

（以上北上川流域）

日別＼観測所	矢作	盛	釜石	宮古	岩泉	奥中山	荒澤	淨法寺	盬岡
15	55.0	2.6	4.0	23.1	14.8	8.5	6.3		
16	233.0	170.2	172.7	226.2	255.3	98.5	70.0	13.0	127.5
17						1.1	36.0	81.3	
計	288.0	172.8	176.7	249.3	270.1	108.1	112.3	94.3	127.5

(6) 時間雨量　北上川流域の時間雨量は表—32 に示した．別に圖—40 に之を圖示した．之から分るように 15 日は降雨なく，16 日午前から雨が降り始め，盛岡附近より北は 9 時より 10 時にかけて一時相當大きな雨があり，午後になつて全流域に亙つて降雨があり，時間雨量は 60 mm に達した所もある．北上川流域の雨量觀測所の高度は一般に低いので山地の降雨は明瞭には摑めないが，磐井川，猿ヶ石川の上流山地では恐らく 80 mm を越えたものと思われる．降雨密度の最大は大體 16 時から 18 時の 2 時間に亙つている．

表—32　北上川流域內時間雨量調（アイオン颱風當時 昭 23.9）

日別	時刻＼観測所	花巻	石淵	黒澤尻	盛岡観測所	盛岡事務所	水澤	大荒澤	御堂	遠野
16	1				0.1		0.1		0.6	
	2				3.0	不	0.1		0.3	
	3				3.2		2.9	2.5	0.3	
	4				2.4	明	0.1	1.6	0.3	
	5				0.1		0.1	0.4	0.2	
	6		↓		0.1		0.0	—	0.5	
	7				—		0.0	—	0.4	
	8		8.5		1.2	3.7	3.5	—	0.2	
	9	↓	1.6		6.9	9.4	0.3	0.3	0.2	
	10	14.8	3.1		25.8	18.8	1.5	0.5	0.3	13.7

	11		0.7		1.9	4.6	0.6	1.5	2.0	
	12		1.6		1.9	1.2	0.9	0.3	2.2	
	13		4.6		1.5	6.2	4.0	0.6	3.8	
	14	↓	4.0		3.9	3.6	2.1	1.3	3.6	
	15	9.4	11.9		5.6	4.5	7.9	3.3	3.6	
	16	13.5	21.5	↓	11.0	11.9	26.0	9.5	3.0	21.0
	17	36.5	59.3	43.3	17.4	13.8	24.4	33.5	2.4	52.0
	18	43.0	31.8	15.5	7.9	9.5	55.7	8.7	2.6	44.5
	19	↓	23.0	9.4	5.8	6.0	42.8	16.3	4.8	4.6
	20	5.8	33.0	11.7	8.0	5.7	26.4	5.5	5.8	12.8
	21	20.0	34.9	11.0	16.4	14.9	21.1	11.8	3.9	29.0
	22	3.3	3.48	5.5	20.8	↓	13.6	13.3	3.0	39.7
	23	↓	7.7	4.1	6.6	↓	22.0	11.3	2.1	16.2
	24	15.5	7.2	2.1	0.3	29.4	9.5	2.7	1.7	14.0
17	1	↓	2.0	3.8	—	(24時03分雨止)	3.2	—	2.9	8.7
	2	↓	—	—	—	—	6.3	—	4.0	13.3
	3	↓	—	—	—	—	0.2	—	4.3	3.5
	4	↓	—	—	—	—	0.1	—	4.4	
	5	2.6	—	—	—	—	0.2	—	1.8	
	6	—	—	—	—	—	—	—	2.2	

又北上川全流域に於ける 2 時間毎の雨量分布圖は圖−43 の通りである.

〔2〕 水位及流量

(1) 水位　雨量が上述の如く短時間に相當の强度を以つて降つたので，北上川系は最盛雨時から數時間にして洪水流として現われた．その狀況は圖−44 の通りである．これらを見ると北上川上流部では最盛雨時は余りはつきりしないのは圖−40 からも分るが，水位の最高は 17 日夜 1 時から明け方にわたつており，寺林，川前，明治橋は大體一群をなしている．明治橋の最高水位は本川と雫石川との合流した流量によるものと考えられる．稗貫川合流點より 6 km 上流の大正橋と猿ケ石川合流點より 4km 上流の庫理は 16 日 17 時最高水位を示している．猿ケ石川の合流點に於ける最高水位は 17 日 2 時から 3 時迄の間で，之以後の最高は猿ケ石川のピークによるものと考えられ，朝日橋 3 時，相去 4 時，黒澤尻 8〜9 時となつている．その下流胆澤川合流後 10 粁の鍋ノ木が 5 時に最高を示しているのは，猿ケ石による本川ピークの前に人首川のピークが重なつたものと考えられる．狐禪寺の最高水位は一ノ關平野は遂次貯溜した水による水位，その時刻は 17 日 18〜19 時であり，此の時の流入量と狹窄部への流下量とが等しくなる筈である．水位の時間的變化は表−33 の通りである．

(2) 流量　アイオン台風に依る洪水流量の計算結果は圖−45 の通りである．計算にあたつては各地點につき河狀變化の著しいものは新しく横斷をとり，比較的變化のないと思われるものは昭和 22 年 9 月のそれを用いた．カザリン台風洪水よりも測定個所を增加して極力實測に依る流量を求める事に努力した．又洪水時水面勾配は大部分痕跡から求めた．計算結果をまとめて一括すれば表−34 の通りである．本川各地の距離標は

表—33 (A)　北上川本川最水深時間水位　(23.9. アイオン颱風時)

日別	時刻＼観測所	寺林	川前	明治橋	大正橋	庫理	朝日橋	相去	三ケ尻	鵜ノ木	狐禪寺	舞草	川賀慶	下曲田
16	10			0.25	1.80		2.00							
	11			0.25										
	12			0.30										
	13				2.00									
	14			0.35										
	15			0.40	2.80									
	16		1.15	0.40							16.85			2.70
	17		1.45	0.45	3.20		4.50				17.85			2.80
	18	1.75	1.52	0.50				1.45			19.95	2.50		2.90
	19	1.80	1.53	0.60			5.00	1.50		3.50	20.92	5.30		3.50
	20	1.90	1.55	0.75				3.35		3.70	21.31	8.60		4.00
	21	2.00	2.15	1.00					4.00	3.50	21.65	10.00		4.50
	22	2.20	2.35	1.30		2.60	5.10	5.10	4.70	3.85	21.90	10.60		5.00
	23	2.40	2.50	1.70		2.70			5.35	4.20	21.99	11.10		5.80
	24	2.60	2.73	2.00		2.90	4.50	4.50	6.00	4.55	22.30	11.85		6.70
17	1	2.70	2.84	2.30	2.60	3.00				4.80	22.57	12.40		7.50
	2	2.80	2.85	3.00	2.70	3.30				4.95	22.82	12.70		8.00
	3	3.05	2.85	3.30	2.90	3.60	5.40	5.40		5.15	23.14	13.00		8.40
	4	3.30	2.85	3.50		4.00			7.30	4.95	23.27	13.30		8.90
	5	3.50	2.85	3.30	3.80	4.50				5.00	23.62	13.50		9.20
	6	3.70	2.85	3.30		4.30				5.10	23.77	13.80	22.67	9.50
	7	3.65	2.84	3.10		4.40	4.70	4.70		5.20	23.92	14.20	23.01	9.80
	8	3.60	2.84	3.10	4.10	4.40	4.60		5.30	5.50	24.07	14.40	23.21	10.00
	9	3.50	2.75	3.00		4.35		1.77	5.30	5.20	24.22	14.50	23.46	10.20
	10	3.40	2.37	2.80		4.35		1.74	5.25	5.00	24.38	14.60	23.67	10.40
	11	3.35	2.24	2.70	4.10	4.30		1.64	5.15	4.70	24.53	14.70	33.87	10.55
	12	3.30	2.23	2.60		4.30		1.59	5.05	4.50	24.70	14.80	23.97	10.70
	13	3.25	2.23	2.60		4.30		1.50	4.90	4.45	24.87	15.00	24.07	10.80
	14	3.20	2.24	2.50		4.25			4.70	4.40	25.01	15.10	24.20	10.90
	15	3.10	2.24	2.40		4.25			4.50	4.37	25.17	15.10	24.25	11.00
	16	3.00	2.23	2.30		4.20			4.35	4.15	25.32	15.20	24.29	11.10
	17	2.90	2.23	2.20		4.10			4.20	4.00	25.43	15.25	24.32	11.20
	18	2.80	2.22	2.10		4.00			4.10	3.95	25.46	15.30	24.35	11.30
	19	2.75	2.22	2.00		3.90			4.05	3.90	25.46	15.30	24.35	11.40
	20	2.70	2.22			3.80			3.90	3.80	25.43	15.20	24.35	11.40
	21	2.65	2.22			3.70			3.70	3.75	25.40	15.20	24.35	11.40
	22	2.60	2.21						3.50	3.60	25.37	15.15	24.30	11.40
	23	2.55	2.21							3.55	25.24	15.10	24.23	11.40
	24	2.50	2.21							3.50	25.17	15.00	24.13	11.40
18	1	2.47	2.21								25.07	14.90	24.02	11.40

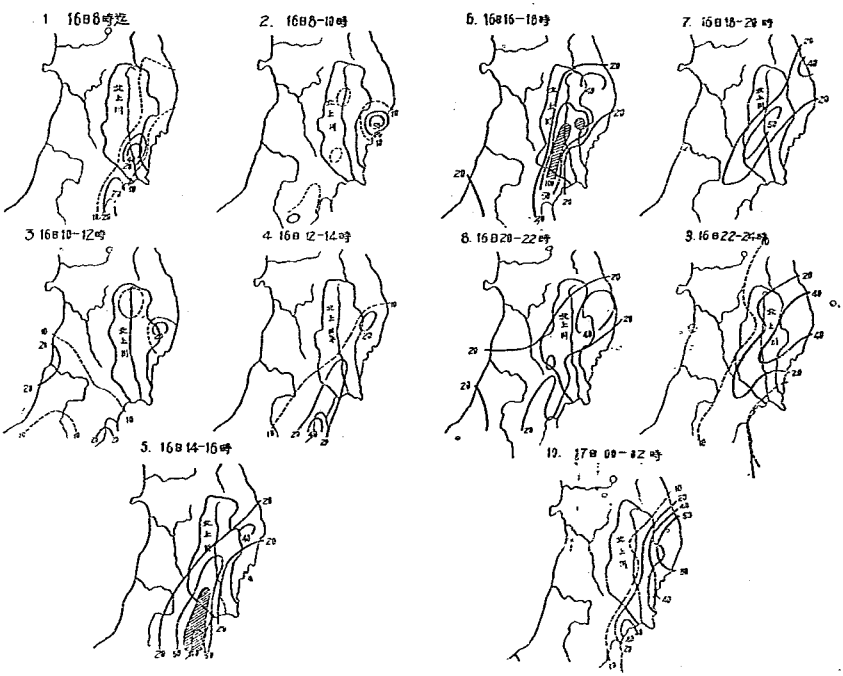
	2	2.45	2.05								24.92	14.75	23.90	11.40
	3	2.43	2.05								24.72	14.60	23.85	11.38
	4	2.38	2.05								24.50	14.45	23.75	11.36
	5	2.35	2.05								24.30	14.30	23.40	11.34
	6	2.32	2.10								24.11	14.15	23.25	11.32
	7	2.30	2.10								23.90	13.95	23.07	11.30
	8	2.28	2.05								23.70	13.65	22.90	11.28
	9	2.25	2.05								23.52	13.45	22.70	11.26
	10	2.23	1.85								23.38	13.25	22.50	11.24
	11	2.20	1.80								23.20	13.10	22.30	11.22
	12	2.15	1.80								23.02	12.95	22.10	11.20
	13		1.65								22.89	12.70	21.92	11.18
	14		1.60								22.75		21.70	11.16
	15		1.60								22.59		21.52	11.14
	16		1.60								22.34		21.32	11.12
	17		1.55								22.18		21.17	11.10
	18		1.50								22.02		20.88	11.15
	19		1.50								21.83		20.74	11.10
	20		1.40								21.64		20.50	11.05
	21		1.40								21.20		20.30	11.00
	22		1.35								20.96		20.10	10.90
	23		1.35								20.76		19.88	10.80
	24		1.35								20.52		19.62	10.70
19	1		1.30								20.27		19.34	10.50
	2		1.30								19.98		19.09	10.30
	3		1.30								19.90		18.70	10.10
	4		1.25								19.82		18.37	9.90
	5		1.25								19.74		18.09	9.70
	6		1.25								19.61		17.81	9.50
	7		1.25								19.48		17.47	9.20
	8		1.25								19.32		17.13	8.90
	9		1.25								19.12		16.70	8.50
	10		1.30										16.34	8.25
	11		1.30										15.94	8.00
	12		1.40										15.68	7.75
	13		1.40										15.29	7.50
	14		1.40											
	15		1.35											
	16		1.35											
	17		1.30											

	18		1.30										
	19		1.30										
	20		1.20										
	21		1.20										
	22		1.15										

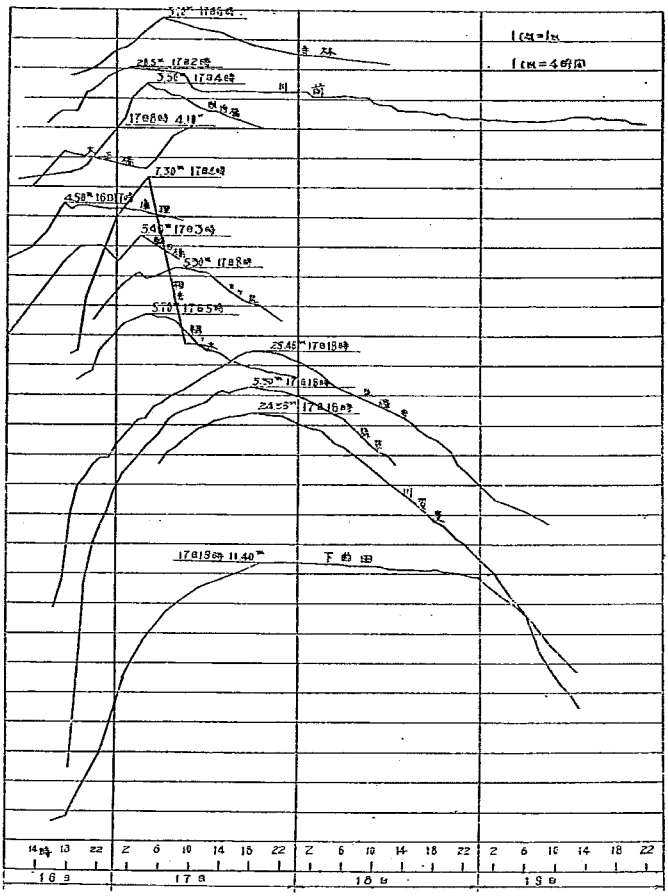
表—33 (B)　北上川支川量水標時間水位及流量 (23.9. アイオン)

河川名		雫石川	猿ヶ石川				豐澤川	和賀川		胆沢川		磐井川
観測所		太田橋	黄金山取水堰堤		岩根橋堰堤	上安野	樋ノ口	大荒澤堰堤	九年橋	馬留堰堤		下黒澤
日	時	水位	水位	流量	水位	水位	水位	流量	水位	水位	流量	水位
16	8.00	0.25						20				
	9.00							33				
	10.00					0.26		32				
	11.00	0.35				0.28		29				1.90
	12.00	0.35	0.10	45		0.29		31				
	13.00	0.35	0.15	60		0.29		26				
	14.00		0.25	100		0.30		26				4.10
	15.00		0.30	115	0.45	0.32		33				
	15.30									0.43	53	
	16.00	0.40	0.42	155	0.55	0.33		39		0.69	78	
	16.30									1.75	245	
	17.00	0.40	0.50	195	0.89	0.34		112		3.03	565	
	17.25									3.60	830	
	17.45									3.10	640	
	18.00	0.40	0.55	200	1.30	0.35	0.60	486	0.70	2.70	520	
	19.00	0.40	0.95	300		2.10	0.70	245	1.50			6.60
	19.20											8.00
	20.00	0.40	1.25	325	3.50	3.50	0.80	273	2.00			
	21.00	1.00	1.35	400	3.95	3.70	0.95	313	2.04			
	22.00	1.50	2.35	670	4.45	3.90	1.10	592	2.00			
	23.00	1.85	3.60	1120	4.40	4.10	1.35	740	2.18			
	24.00	2.10	7.20	2650	9.30	4.50	1.45	735	2.51			
17	1.00	2.50	6.90	2520		5.90		695	2.56			
	2.00	2.50	6.50	2350	(観測人宅流失の為以後記)	6.60	1.60	573	2.46			
	3.00	2.50	6.20	2220		6.60	1.50	535	2.34			
	4.00	2.30	5.70	1980		6.10	1.45	436	2.10			
	5.00	2.10	5.30	1800		5.80	1.40	363	2.10	1.09 (5.30)	130	
	6.00	1.90	5.00	1670		5.50	1.30	364	2.00	1.01 (6.30)	120	
	7.00	1.80	4.60	1500		5.30	1.20	297	1.92	0.95 (7.30)	110	

	8.00	1.70	4.00	1260	欠測なし)	5.15	1.10	281	1.87	
	9.00	1.60	3.60	1120		4.90	1.00	271		0.88 100
	10.00	1.55	3.30	1050				255		(9.30)
	11.00	1.50	3.00	900				231		0.86 97
	12.00	1.45	2.70	795				230		0.79 91
	13.00	1.40	2.50	730				177		0.72 81
	14.00	1.30	2.50	730				164		
	15.00	1.20	2.35	670				163		
	16.00	1.20	2.35	670				174		0.51 59
	17.00		2.25	640				126		0.84 56
	18.00		2.15	600				133		
	19.00		2.10	580				128		
	20.00		2.06	570				127		



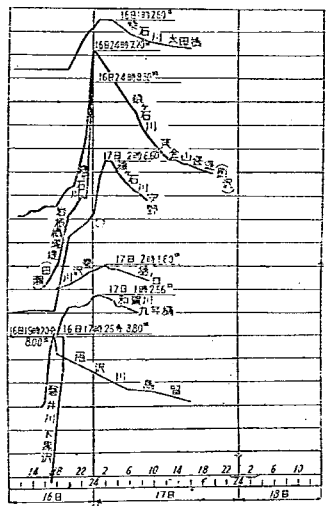
図—43 北上川上流域 2時間雨量分布図



図—44（イ）　北上川本川水位曲線　昭和 23 年 9 月洪水（アイオン颱風）

表—34　観測洪水流量計算表（昭23.9）

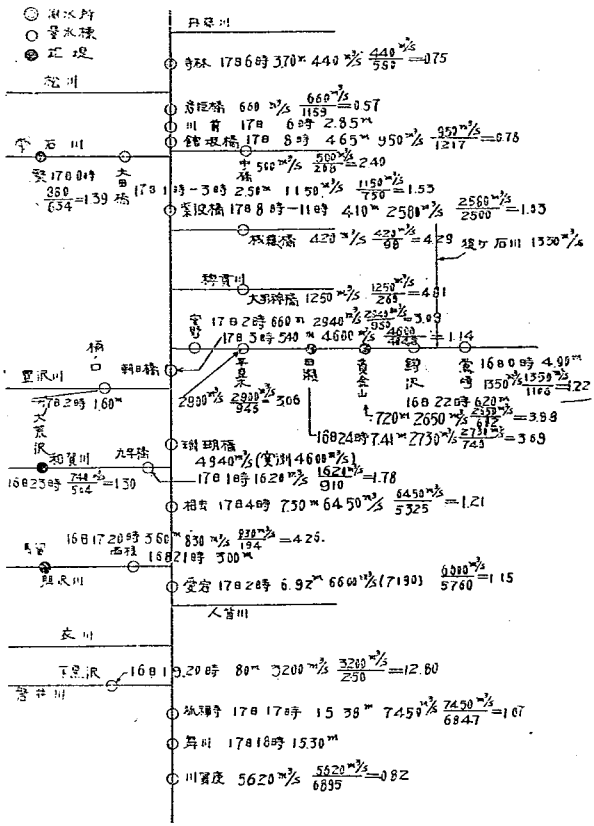
観測所	距離標	径深	断面積	洪水時水面勾配	粗度係数	平均流速	流量	流域面積	比流量	摘要
寺林	169.5						440	590	0.75	
岩姫橋	149.0		260			2.54	660	1159	0.57	
館坂橋	139.5	3.35	305	600	0.0350	3.10	950	1217	0.78	
仙北町	136.3	3.40	636	550	0.0250	3.81	2420	2165	1.12	
紫波橋	118.1	4.05	632	500	0.0275	4.08	2580	2500	1.03	



圖—44（ロ） 北上川各支川水位曲線（アイオン颱風）

（表—34 の續き）

朝日橋	91.1	5.50	1160	900	0.0275	3.70	4600	4043	1.14	高水敷流量 310 を加算
珊瑚橋	76.9	5.86	1027	600	0.0275	4.67	4940	4400	1.12	〃 114 〃
相去	74.0	8.15	1264	900	0.0300	4.37	6450	5325	1.21	〃 920 〃
愛岩	53.8	5.13	1744	700	0.0300	3.73	6600	5760	1.15	〃 90 〃
狐禪寺	26.8						7450	6847	1.09	解析後判明
川賀慶	23.9	11.33	2130	3700	0.0300	2.64	5620	6897	(0.82)	
（以上本川）										
中津川中橋	2.0	3.35	170	500	0.0350	2.94	500	208	2.40	
零石川繋	15.0						880	634	1.39	溢流堰上水深 3.30m
〃 太田橋	2.5	2.41	234	290	0.0300	3.57	1150	750	1.53	高水敷流量 275 を加算
彦部川機織橋	1.5	2.64	73	120	0.0300	5.65	420	98	4.29	
稗貫川大明神橋	3.5	3.40	333	300	0.0350	3.76	1250	260	4.81	
猿ケ石川鷲崎	56.0	3.37	135	150	0.0350	5.38	1350	1106	1.22	〃 625 〃
〃 黄金山	36.5						2650	682	3.89	溢流堰上水深 7.30m
〃 田瀬	26.0	6.34	634	530	0.0350	4.32	2730	740	3.69	
〃 平良木	8.0	5.46	546	500	0.0250	5.31	2900	948	3.06	
〃 安野	5.0	3.44	605	340	0.0250	4.85	2940	950	3.09	
和賀川大荒澤	33.5						740	569	1.30	
〃 九年橋	2.0	2.94	353	1000	0.0300	2.12	1620	910	1.78	高水敷流量 870 を加算
胆澤川馬留	24.7						830	192	4.28	溢流堰上水深 3.60 m
磐井川下黒澤	8.5	5.85	693	400	0.0350	4.64	3200	250	12.80	



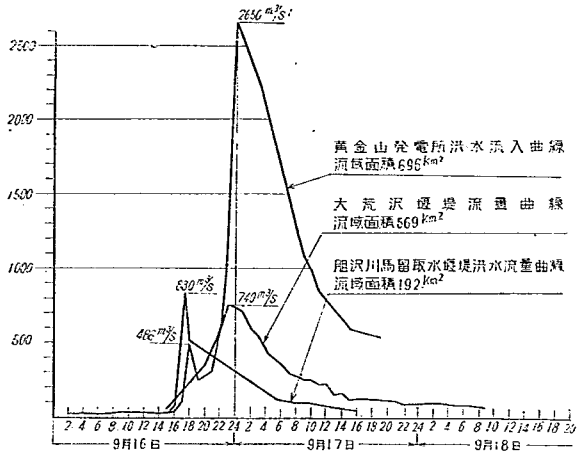
圖—45　北上川上流アイオン颱風洪水觀測網量 (23. 9)

縣境から上流へ，支川のそれは本川との合流點から上流への秒數を示す．

〔3〕 流量曲線の作製

(1) **實測流量曲線解析**　主要 3 支川で實測した時間流量曲線は圖—46 の通りでカザリン洪水の時 IV 〔3〕で解析したと同樣にして計算を行つた結果を表—35 に示す．又觀測地點の 16 日ピークを中心とする總流出量と同地點上流域內に降つた 16 日日雨量による總降水量を示し，兩者の比を F とした．

f と F 並に河川勾配と f との關係はカザリンの場合と趣を異にする事は 圖—25 及圖—26 と比較すればわかる．F が何れも 1.00 より小なのは 16 日日雨量の大部分が短時間內に降つてしまつたからである．f_{max}



圖—46

表—35 支川流出係數表

河川名	觀測所	Q_{max}	A	R	T	r_0	f_{max}	總流出量	16日日量總降水量	總流出量/總降水量 (F)
猿ケ石川	黄金山	2650	696	260	6.0	27.2	0.51	139,500,000	181,000,000	0.77
胆澤川	馬留	830	192	200	3.0	33.3	0.47	18,400,000	38,400,000	0.52
和賀川	大荒澤	740	569	110	3.5	16.8	0.28	32,400,000	62,530,000	0.52

もカザリンより小さくなつているのは雨の降り方に依つて流出係數が異なる事を示している.

(2) 支川流量曲線の作製 IV カザリンの際と同様各支川の流量曲線を求めるに當つては圖—27 に比して豐澤川を追加し 12 支川をとりあげた. 各支川と本川との合流點を上流から A, B, C……I~J, J~K として本川各區間の下流端即ち C, D……J, K に於ける流量曲線を 10 區間について求めた.

9 月 16 日日雨量からその强雨密度を求め流出係數を解析と比較勘案して決定し最大流量を決定した. 又洪水の擴散時間はカザリンの時に比べて趣を異にしているので, ピークの前のフロント及び後のヒンターを夫々支川では 20 : 80 とし, 本川各區間及支川の下流部では 40 : 60 の割合にした. 之は山間部ではピークに到る時間は實測記錄 (表—33) に見るように非常に早かつたからである. 此の雨の降り方とピークの出方と流出係數の間には何らかの關係があるものと考えられるが, 此の追跡は今後詳細に行いたいと思つている. 計算結果は表—36 に示す.

以上の計算結果を圖示したのが圖—47 であり, 主要支川の最大流量及その時刻を表—37 に示す.

表—36　各流域最大洪水流量その他

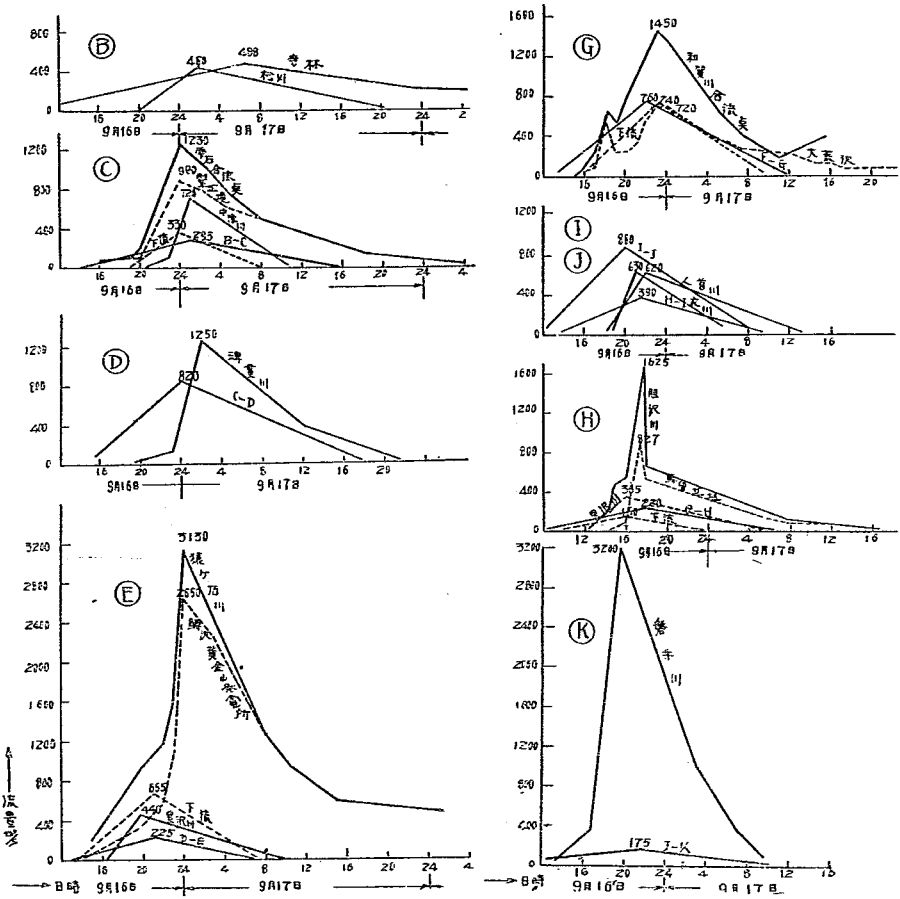
河川名	區間流量	降雨最盛時	水源より流末迄の到達時間	降雨強度	流出係数	流下遅線時間	最大洪水流量	ピークの流末到達時間	摘要
	單位	日—時	時間	粍/時間		時間—時間	毎秒立米	日—時	
本川	水源—寺林	17— 2.0	4.0	6.5	—	——	488	17— 6.00	實測値
〃	寺林— B	17— 2.0	1.0	5.8	0.60	——	175	17— 3.00	A～I流量ノ½トセリ
松川	松川	16—22.0	3.0	6.5	0.50	5.0—20.5	450	17— 1.00	
雫石川	水源— 繋	16—22.0	2.0	—	—	——	880	16—24.00	繋堰堤ニヨリ測定
〃	繋— C	16—22.5	1.5	21.9	0.50	5.0— 7.5	350	16—24.00	
中津川	中津川	16—22.0	3.0	18.5	0.50	2.5—10.0	720	17— 1.00	
本川	B— C	16—22.0	3.0	11.2	0.50	10.0—15.0	295	17— 1.00	
稗貫川	稗貫川	16—23.0	3.0	34.6	0.50	——	1250	17— 2.00	
本川	C— D	16—19.0	5.0	10.4	0.45	10.5—15.5	820	16—24.00	黄金山發電所取水堰堤ニヨリ測定
猿ケ石川	水源—黄金山	16—21.0	3.0	—	—	——	2650	16—24.00	
〃	黄金山— E	16—19.0	2.0	22.5	0.50	7.0—10.5	665	16—21.00	
本川	D— E	16—19.0	2.0	16.2	0.54	8.5—13.0	225	16—21.00	
豐澤川	豐澤川	16—18.0	2.0	17.6	0.50	3.5—14.0	440	16—20.00	
本川	E— F	——.0	—	—	—	——	0	——	A=5 km²ノ爲省略
和賀川	水源—大荒澤	16—20.0	3.0	—	—	——	740	16—23.00	大荒澤堰堤ニヨリ測定
〃	大荒澤— G	16—21.0	2.0	19.0	0.40	7.0—10.5	720	16—23.00	
本川	F— G	16—18.0	4.0	14.8	0.45	9.5—14.0	760	16—22.00	
胆澤川	水源—馬留	16—16.0	1.5	—	—	——	827	16—17.50	馬留發電所取水堰堤ニヨリ測定
〃	馬留— H	16—14.0	2.0	27.4	5·00	6.0— 9.0	160	16—16.00	
〃	黒澤川	16—14.0	2·0	23.6	5·00	4.0—15.0	365	16—16.00	
本川	G— H	16—16.0	2.0	15.7	0.45	4.5— 7.0	220	16—18.00	
人首川	人首川	16—20.0	2.0	22.4	0.50	4.0—16.0	620	16—22.00	
本川	H— I	16—19.0	2.5	27.4	0.45	12.5—18.5	390	16—21.50	
衣川	衣川	16—13.0	3.0	24.8	0.50	2.5—10.0	630	16—21.00	
本川	I— J	16—17.0	3.0	26.6	0.45	8.5—13.0	880	16—20.00	
磐井川	磐井川	16—18.0	1.3	—	—	3.0—11.5	3200	16—19.30	洪水痕跡ヨリ測定
本川	J— K	16—19.0	2.3	19.4	0.45	10.5—16.0	175	16—21.50	

圖—47 に示した支川及本川各區間流量曲線を IV で求めた如く洪水流下時間丈ずらせて任意點の流量曲線をとる．圖—48 には狐禪寺に於ける洪水流曲線を示した．

最大流量は 9 月 17 日 8 時 7450 m³/s であつた．

〔4〕 狹窄部流量

(1) **地形と河狀**　洪水時一ノ關平野に貯水現象をおこす原因となる下流狹窄部は圖—49 に示す如くで，河幅は 100～200 米程度で洪水時は平水位から 15～20 米の水位上昇がある．地形は圖に見る如く兩岸共堅岩で狹まれ太古からの洪水その他の流れによる侵蝕作用にも不拘，河谷の深横侵蝕は殆んど進んでいない．圖示



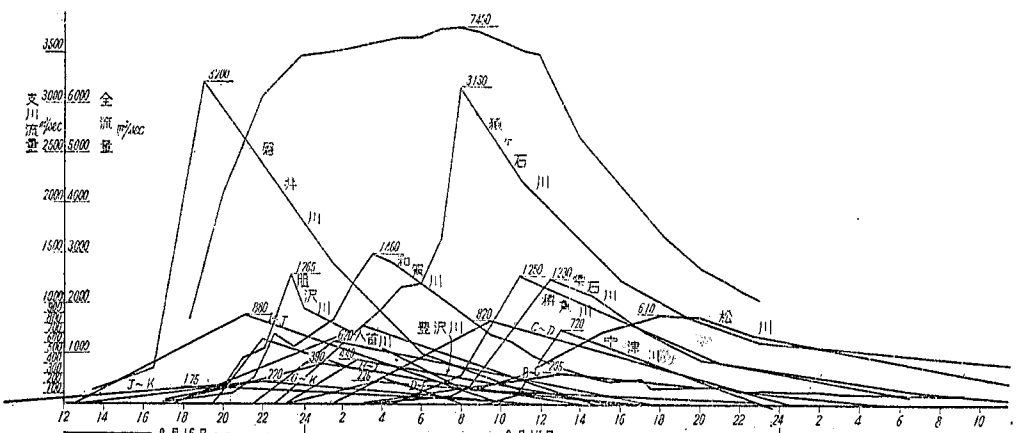
圖—47　北上川本川支川合流點洪水流量曲線

のものは宮城縣境迄 25 粁の狹窄部の中一ノ關平野に直接影響を與える舞川から薄衣迄約 8 粁區間を中心とするものとして示したものである.

(2) 既往洪水時の最高水位縱斷勾配　既往洪水時の狹窄部各地點の最高水位を痕跡から求めることは最も危險であるが, 他に資料をもたないので止むを得ず此の資料を用いて最高水位縱斷面をかくと圖—50 の通りとなる. 圖は狐禪寺量水標から縣境の下曲田量水標迄を示した. 此の中狐禪寺から薄衣迄の各區間に於ける水

表—37　主要支川最大洪水流量及その時刻

支川名	最大流量	時刻	比流量	支川名	最大流量	時刻	比流量
松川	450	17—1	1.10	和賀川	1450	16—23	1.59
零石川	1230	16—24	1.64	皿澤川	1625	16—17.5	4.77
中津川	720	17—1	3.46	人首川	620	16—22	3.11
稗貫川	1250	17—2	4.81	衣川	630	16—21	3.44
猿ケ石川	3130	16—24	3.29	磐井川	3200	16—19.3	10.71
豊澤川	440	16—20	2.44				



圖—48　昭和 23 年 9 月洪水　狐禪寺洪水流量曲線

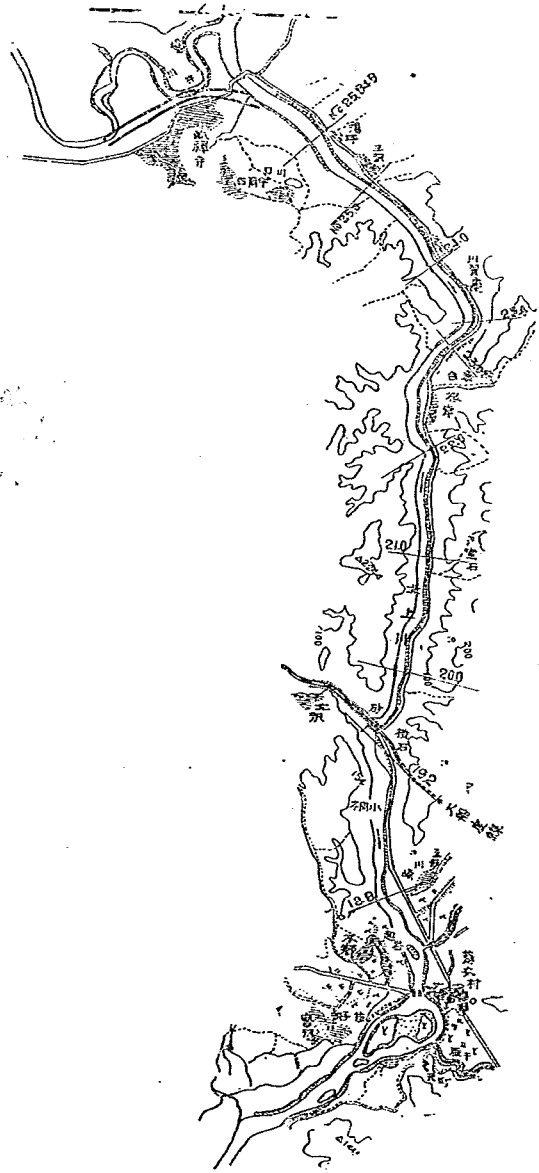
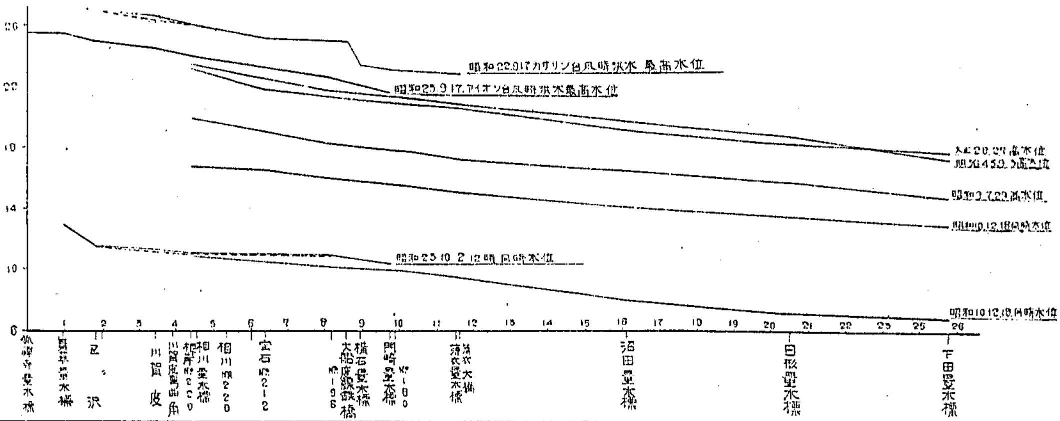


図-49 狭窄部平面図

(75)



明治4.5.9.3高水位	23.23	1/1964	22.51	1/2057	21.81	1/5204	21.15	1/37667	20.65	1/4649	19.71	1/4105	18.83	1/35259	17.31			
大正2.8.27高水位	23.11	1/3041	21.74	1/3521	21.14	1/5504	20.32	1/44599	20.46	1/3305	19.18	1/4440	18.12	1/9025	17.63			
昭和9.7.29高水位	19.73	1/1925	18.73	1/3657	18.69	1/3564	17.62	1/30287	17.02	1/6030	16.41	1/65543	15.71	1/4746	14.22			
昭和10.8.30高水位	16.73	1/4936	16.34	1/3509	15.81	1/4100	15.41	1/4867	14.39	1/5433	14.16	1/74155	13.56	1/6304	12.63			
昭和10.12.18同時水位	15.82	1/5602	10.49	1/4650	10.68	1/8018	1/225	9.83	1/3551	9.41	1/55407	8.06	1/57753	7.29	1/9025	6.65		
昭和22.9.17高水位	27.45	1/2910	26.82	1/4770	25.635	1/1840	25.35	1/2050	25.025	1/11090	24.92	1/4250	23.63	1/7424	22.75			
昭和23.9.17高水位	25.45	1/2040	25.41	1/1140	24.82	1/3690	24.25	1/2000	23.35	1/2500	23.19	1/2450	22.435	1/2190	21.46			
昭和23.10.2同時水位	12.05	1/2450	11.29	1/17500	24.25	11.09	1/24000	10.95	1/3550	10.31								
距離標	27.345	26.525	25.652	25.417	23.325	23.535	22.349	22.[illegible]	21.372	21.015	19.155	18.741	18.376	17.611	17.480	15.785	15.755	11.275
	6.827	2.603																

図—50　狭窄部最高水位縦断勾配

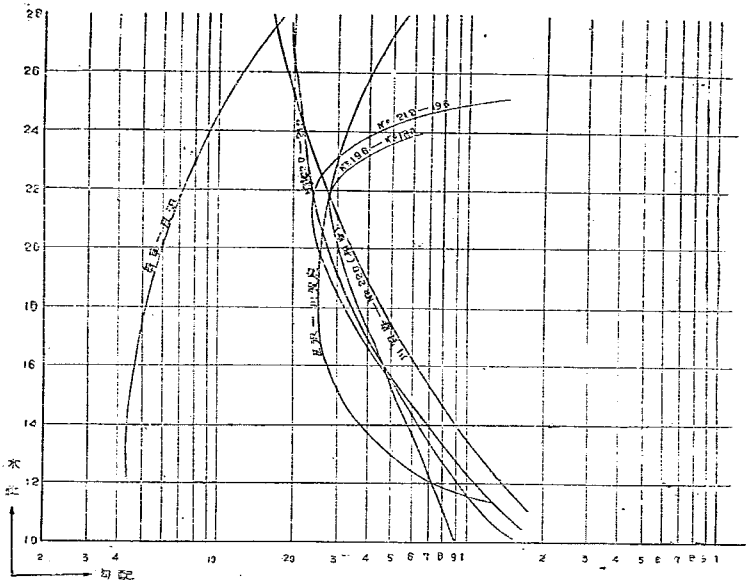


図--51　狭窄部に於ける水面勾配

位と洪水時水面勾配の關係を見ると圖－51 の通りである．

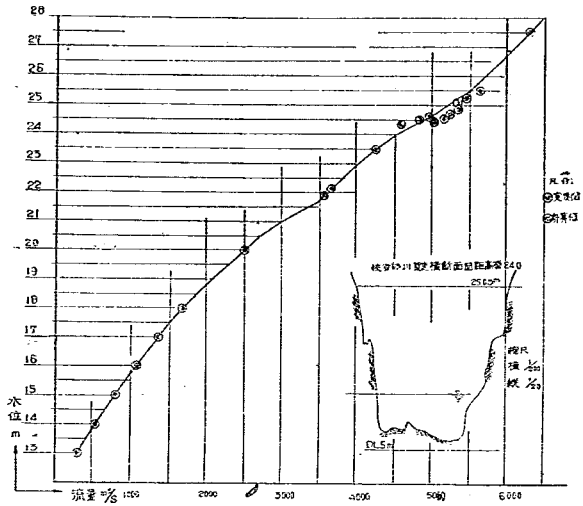
圖示の 6 區間の中水位の上昇と共に水面勾配が急となる區間は洪水疎通が比較的良好と考えられるが，水位上昇と共に水面勾配が急となり，途中或水位から逆に水面勾配が緩となる區間，例えば丑澤～川賀慶，No.21.2～19.6，No.19.6～18.6 の區間では洪水流は一部貯溜されて水面勾配が緩となるものと考えられる．

(3) 狭窄部流量　狭窄部流量は上述の如き複雑な關係がある爲容易に求める事は出來ない．カザリン颱風時の狭窄部横石量水標の流量は IV に於て求めたものが，アイオン颱風に於ては川賀慶に於て表面流速水面勾配等を實測する事が出來たので，之を用いて川賀慶の水位流量の時間毎の量を求めた．最大表面流速からバザンの公式を用いて C に相當する抛物線形の場合の λ より全斷面の平均流速を求めた．又 n の決定は R, I は既知だからバザン公式中の γ を求める式中の n を先づ假定して γ を出し上記の如くして平均流速を求め又マンニング公式に最初假定した n の値を入れて平均流速を求め，バザンよりの平均流速とマンニングよりの平均流速が等しくなるよう n を試算により求めた．かくして求めた川賀慶の水位流量は表－38 の通りである．

既往に於ける資料を檢討し，最も信賴し得るものとして狐禪寺水位に相當する狭窄部流量を圖示したのが圖－52 である．

圖－48 に示した狐禪寺洪水流量曲線を次速の値を用いてカザリンと同樣檢照したが，ピークの前後は大體一

致し難れるに從つて此の曲線は實際より小さくなつた.



図—52　狐禪寺相當水位狹部流量

表—38　川賀慶水位流量（昭23.9）

日時	水位	流量	日時	水位	流量	日時	水位	流量
16—12		1780	17—16	24.29	5600	18—20	20.50	3390
13		1880	17	24.32	5620	21	20.30	3220
14		2000	18	24.35	5620	22	20.10	3220
15		2120	19	24.35	5610	23	19.88	2920
16		2280	20	24.35	5600	24		2820
17		2400	21	24.35	5600	19— 1	19.34	2760
18		2570	22	24.30	5600	2	19.09	2665
19		2720	23	24.23	5570	3	18.70	2600
20		2900	24	24.13	5525	4	18.37	2380
21		3100	18— 1	24.02	5470	5	18.09	2080
22		3260	2	23.90	5400	6	17.81	2000
23		3430	3	23.85	5350	7	17.47	1900
24		3600	4	23.57	5230	8	17.13	1700
17— 1		3770	5	23.40	5080	9	16.70	1480
2		3900	6	23.25	4900	10	16.34	1265

3		4080	7	23.07	4340	11	15.94	1200
4		4200	8	22.90	4760	12	15.68	1120
5		4340	9	22.70	4660	13	15.29	1100
6	22.67	4450	10	22.50	4480	14		1070
7	23.01	4640	11	22.30	4280	15		1025
8	23.21	4800	12	22.10	4180	16		1000
9	23.46	4980	13	21.92	4080	17		945
10	23.67	5130	14	21.70	3980	18		920
11	23.87	5225	15	21.52	3860	19		880
12	23.97	5300	16	21.32	3760	20		845
13	24.07	5400	17	21.17	3640	21		800
14	24.20	5480	18	20.88	3560			
15	24.25	5550	19	20.74	3420			

VII. 既往洪水とその考察

〔1〕 氣象と水位

(1) **既往洪水時の日雨量**　北上川上流部に於ける既往洪水時の氣象概況の詳細は不明である．日雨量は表−39 に示した．参考の爲最大二日連續雨量をとれば表−40 の通りである．

表−39 (A)　北上川上流域既往洪水時雨量

河川名	觀測所	明治 43 年 8 月						大正 2 年 8 月		
		11	12	13	14	15	計	26	27	計
千厩川	千　厩	66.3	0.3	48.0	69.8	131.0	315.4	70.5	141.5	212.0
磐井川	一ノ關	67.3	1.3	33.0	70.8	132.2	304.6	73.5	76.2	149.7
〃	嚴　美	66.2	14.6	22.3	156.9	67.1	327.1	64.8	173.5	238.3
胆澤川	若　柳	49.9	11.5	34.5	211.8	58.2	363.4	73.7	221.0	294.7
北上川	水　澤	40.1	3.2	5.8	124.3	61.2	234.6	74.4	75.3	149.7
人首川	米　里	51.2	5.8	7.8	108.7	45.9	219.4	65.2	104.2	169.3
猿ケ石川	附馬牛	34.0	26.0	10.0	116.0	99.0	285.0	61.4	112.4	173.8
〃	遠　野	59.4	38.0	23.5	185.2	62.8	368.9	68.0	128.0	196.0
稗貫川	大　迫	38.9	31.5	4.0	98.8	46.5	219.3	39.8	78.2	118.0
北上川	花　巻	49.0	39.0	3.0	81.3	43.0	215.3	45.0	63.0	108.0
〃	黒澤尻	47.5	50.0	3.0	139.0	31.0	264.5	62.5	64.2	126.7
和賀川	湯　田	84.7	10.8	5.0	96.4	12.8	209.7	78.3	111.3	189.6
〃	澤　内	85.5	13.0	5.0	82.5	14.0	200.0	78.7	130.8	209.5
北上川	日　詰	33.5	22.2	4.2	43.0	21.2	124.1	39.2	52.0	91.2
〃	盛　岡	28.5	4.0	0.0	39.0	25.3	96.8	50.2	37.9	83.6

雫石川	雫　石
松　川	松　尾
北上川	澁　民
丹藤川	簸　川

河川名	觀測所	大正9年8月 5	6	7	8	9	10	計	昭和2年4月 4	5	6	7	計
千　厩	千　厩	1.5	1.8	63.0	8.9	26.5	42.3	144.0	5.0	106.1	34.5	2.4	148.0
磐井川	一ノ關	22.3	1.5	37.3	3.7	43.5	112.3	220.6					
〃	巖　美	10.3	11.2	28.5	5.6	86.9	58.2	200.7	4.4	142.5	7.5	0.0	154.4
胆澤川	若　柳	33.8	5.5	11.7	51.9	288.5	61.5	452.9	9.2	121.5	10.7	0.0	141.4
北上川	水　澤	4.4	3.7	50.5	2.9	90.9	78.7	231.1	2.4	80.9	14.5	0.0	97.8
人首川	米　里	15.6	10.9	12.5	49.3	103.9	92.9	280.1	5.6	81.9	14.9	0.5	102.9
猿ケ石川	附馬牛	0.7	25.9	52.5	30.9	105.5	35.5	251.0	0.0	24.2	15.5	0.0	39.7
〃	遠　野	9.3	22.8	33.0	14.8	50.2	71.4	201.5	30.0	31.3	18.8	0.0	80.1
稗貫川	大　迫	7.7	50.0	70.0	95.4	80.0	63.1	366.2	0.5	26.6	10.6	0.0	37.1
北上川	花　巻	1.1	4.3	11.3	55.8	201.6	63.1	337.2					
〃	黒澤尻	3.5	3.7	48.0	13.5	180.5	116.5	365.7	0.8	55.1	14.5	0.3	70.0
和賀川	湯　田	14.9	0.0	0.0	17.0	105.8	27.8	165.5	5.2	75.3	53.5	33.0	167.0
〃	澤　内	12.0	0.3	0.0	14.1	85.6	22.5	134.5	3.0	65.3	10.2	0.0	78.5
北上川	日　詰	2.6	0.1	36.2	93.7	210.2	54.8	397.6	0.5	25.0	7.9	0.0	33.4
〃	盛　岡	2.9	2.2	18.3	63.0	110.4	48.0	244.8	0.4	16.5	7.8	0.0	24.7
雫石川	雫　石	4.0	2.0	2.0	42.0	95.5	31.0	176.5	2.5	17.0	9.9	0.0	29.4
松　川	松　尾								5.2	15.0	0.0	0.0	20.2
北上川	澁　民	2.0	1.5	3.0	64.0	92.6	12.0	175.1	2.1	19.0	6.7	0.0	27.8
丹藤川	簸　川	1.5	3.5	43.5	47.5	89.5	47.5	233.0	4.5	35.5	27.5	8.5	76.0

表—~~37~~ 29 (B)　洪水時北上川流域雨量

河川名	觀測所	昭和16年7月 18	19	20	21	22	計	昭和19年7月 18	19	20	21	22	計
千厩川	千　厩	—	—	1.8	15.7	91.2	108.7	36.3	54.5	80.5	53.1	—	224.4
磐井川	一ノ關	1.1	0.4	1.4	19.3	100.9	123.1	16.3	90.2	16.8	2.4	36.8	162.5
〃	巖　美	—	5.8	4.5	13.4	151.5	175.2	31.5	97.5	82.5	50.8	19.2	281.5
胆澤川	若　柳	4.8	0.4	4.8	6.2	160.0	179.8	35.0	48.0	69.5	38.0	—	190.5
北上川	水　澤	0.2	0.3	0.2	13.4	82.9	97.0	38.8	53.5	75.2	63.7	1.5	232.7
人首川	米　里	—	—	—	32.2	95.8	128.0	22.0	45.0	47.0	65.0	1.5	180.7
猿ケ石川	附馬牛	—	0.8	—	7.4	91.2	99.4	49.5	136.7	60.8	15.8	11.5	274.3
〃	遠　野	1.0	0.4	—	11.0	110.6	122.0	71.3	79.6	47.9	26.5	0.6	225.9
稗貫川	大　迫	—	—	—	2.3	73.6	75.9	65.5	37.7	61.2	12.8	3.3	180.5
和賀川	湯　田	—	—	1.7	0.9	94.3	96.9	36.2	51.0	52.0	44.5	7.0	190.7

〃	澤内	—	1.6	1.5	1.0	84.3	88.4	46.9	98.5	116.6	12.1	2.2	276.3
北上川	花巻	—	—	0.0	9.0	22.1	31.1	38.5	48.6	49.5	15.3	0.9	152.8
〃	日詰	—	—	0.0	6.2	144.0	120.2	68.2	50.0	59.0	10.0	—	187.2
雫石川	雫石	—	—	—	3.5	52.5	56.0	114.5	99.0	62.5	17.5	2.5	296.0
北上川	盛岡	0.0	0.2	0.0	4.3	36.7	41.2	80.5	60.1	65.6	9.2	1.6	217.0
〃	滝民	0.6	0.2	0.3	—	26.1	27.2	47.9	62.8	78.3	7.9	1.3	198.2
丹藤川	渡川	—	—	—	1.0	38.4	39.4	80.0	33.0	68.0	22.0	11.5	214.5
松川	松尾	0.2	0.3	—	—	73.1	73.6	63.4	69.9	109.0	15.0	4.5	261.8

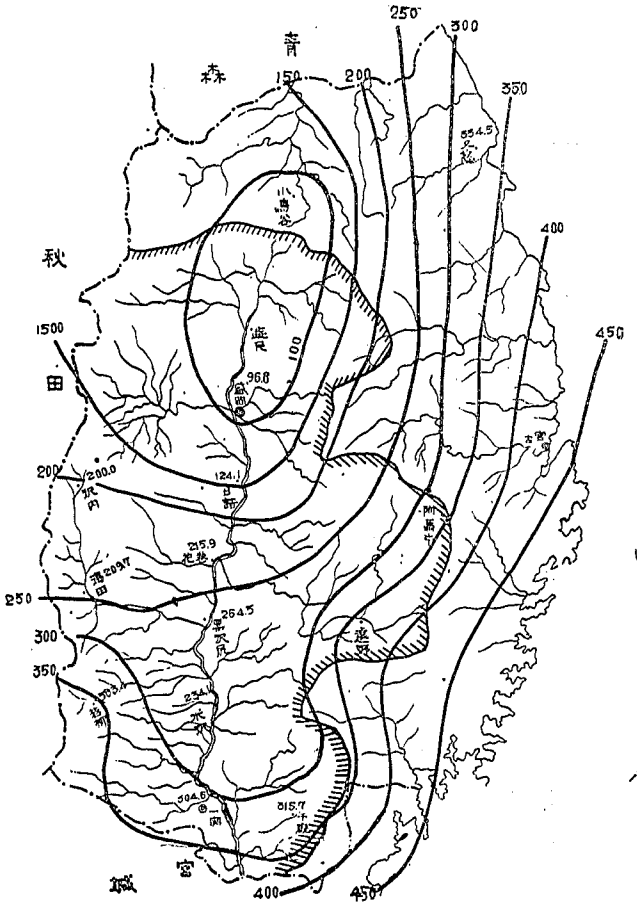
河川名	観測所	昭和22年7,8月 31	1	2	3	計
千厩川	千厩	12.0	15.0	26.5	9.7	63.2
磐井川	一ノ關	10.0	20.0	45.0	10.1	85.0
〃	殿美	16.8	34.0	46.5	19.7	117.0
胆澤川	若柳	16.1	65.5	30.0	16.7	128.3
北上川	水澤	10.6	41.5	19.7	7.7	79.5
人首川	米里	2.0	70.0	50.0	10.0	132.0
猿ケ石川	附馬牛	20.4	74.6	40.7	10.3	146.0
〃	遠野	12.0	82.1	35.2	6.5	135.8
稗貫川	大迫	34.5	57.4	32.1	13.0	137.0
北上川	花巻	43.1	84.0	39.5	8.8	175.4
〃	黒澤尻	4.3	102.6	37.8	9.0	153.7
和賀川	湯田	36.0	160.0	120.0	30.0	346.0
〃	澤内	47.7	116.5	105.5	35.8	305.5
北上川	日詰	53.0	73.0	27.0	10.5	163.5
〃	盛岡	43.1	49.6	41.4	29.3	163.5
雫石川	雫石	(?)	21.5	21.0	(?)	(?)
〃	岩手山	39.6	94.1	79.0	96.0	308.7
松川	松尾	66.0	38.4	115.0	64.0	283.4
北上川	滝民	21.5	22.0	35.0	19.5	98.0
丹藤川	渡川	22.6	16.0	38.0	39.6	116.2

表−39 には III〜VI の洪水時の雨量は省略してある．此の中明治 43 年 8 月，大正 2 年 8 月，大正9年 8 月，昭和 22 年 8 月の連続雨量分布を圖−53 に示した．

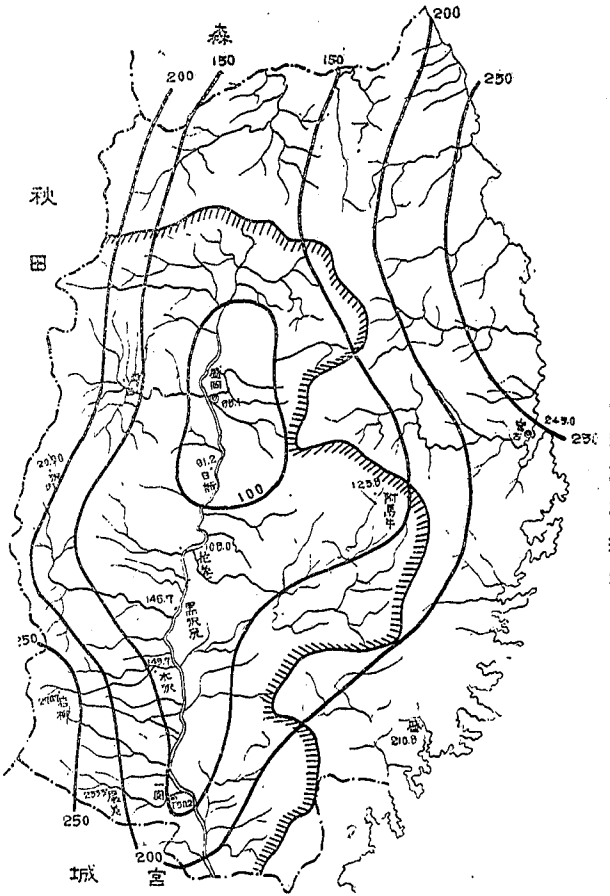
(2) 水位 〔1〕に示した既往洪水時の本川各樋水標の最高水位及その時刻は表−41 の通りである．その中明治 43 年，大正 2 年，昭和 22 年，昭和 23 年及計畫高水位縦斷圖は圖−20 に示した．

表－40　洪水時北上川流域最大二日連続雨量

河川名	観測所	明治43年8月	大正2年8月	大正9年8月	昭和2年4月	昭和16年7月	昭和19年7月	昭和22年7月	昭和22年7—8月	昭和22年9月	昭和23年9月
千厩川	千厩	200.8	212.0	68.8	140.6	106.9	135.0	—	41.5	165.0	189.3
磐井川	一ノ関	203.0	149.7	155.8	—	120.2	107.0	325.0	65.0	170.5	252.6
〃	厳美	244.0	238.3	145.1	150.0	114.9	180.0	227.3	80.5	253.8	244.0
胆沢川	若柳	270.0	294.7	310.0	132.2	166.2	117.5	122.0	95.5	141.7	—
北上川	水沢	185.5	149.7	169.6	95.4	96.3	138.9	234.1	61.2	231.6	284.8
人首川	米里	154.6	169.3	208.8	96.8	128.0	112.0	130.0	120.0	181.0	194.0
猿ケ石川	附馬牛	215.0	173.8	141.0	39.7	98.6	197.5	111.2	115.3	178.6	255.5
〃	遠野	248.0	196.0	121.6	50.1	121.6	127.5	105.8	117.3	215.3	276.5
稗貫川	大迫	145.3	118.0	143.1	37.2	75.9	98.9	129.0	91.9	198.9	150.1
和賀川	湯田	109.2	189.6	133.6	128.8	95.2	103.0	—	280.0	192.0	76.0
〃	沢内	96.5	209.5	118.1	75.5	85.3	215.1	235.5	222.0	181.5	90.4
北上川	花巻	124.3	100.0	264.7	—	31.1	98.1	130.0	127.1	187.5	179.4
〃	日詰	64.2	91.2	265.0	32.9	120.2	109.0	166.0	126.0	170.4	111.5
雫石川	雫石	—	—	121.6	26.9	51.0	161.5	120.0	42.5	193.0	88.4
北上川	盛岡	64.3	88.6	152.4	24.3	41.0	125.7	126.0	92.8	154.8	152.4
〃	滝沢	—	—	104.6	2507	26.1	141.1	61.5	57.0	137.0	109.7
丹藤川	渡川	—	—	137.0	63.0	39.4	101.0	71.3	54.0	143.5	—
松川	松尾	—	—	—	20.2	73.1	178.9	83.1	153.4	175.0	62.0
北上川	黒沢尻	164.0	126.7	297.0	69.6	—	—	—	140.4	219.7	165.8
雫石川	岩手山	—	—	—	—	—	—	—	173.1	256.1	121.3
北上川	御堂	—	—	—	—	—	—	—	—	95.6	80.3
松川	平館	—	—	—	—	—	—	—	—	150.0	—
胆沢川	石淵	—	—	—	—	—	—	—	—	—	291.2
和賀川	大荒沢	—	—	—	—	—	—	—	—	—	129.9
雫石川	橋場	—	—	—	—	—	—	—	—	—	56.1



圖－53 (A)　北上川上流域連續雨量分布圖（明治 43 年 8 月 11～16 日）



圖－53 (B)　北上川上流域連續雨量分布圖（大正 2 年 8 月 25～29 日）

圖−53 (C)　北上川上流域連続雨量分布圖(大正 9 年 8 月 5～12 日)

圖−53 (D)　北上川上流域連続分布圖 (昭和 22 年 7 月 29 日～8 月 4 日)

表−41　北上川本川

量水標		仙北町	日詰	庫理	相去	三ケ尻	金ケ崎	愛宕	常盤	鵜ノ木
位置		盛岡市	紫波縣日詰町	稗貫郡宮野目村	胆澤郡相去村	〃金ケ崎村	〃 〃	江刺郡愛宕村	丹澤郡佐倉河村	江刺郡黒石村
左右岩別		右	右	右	右	右	右	左	右	左
縣境カラノ距離		136,337	118,534	95,617	73,996	70,376	64,737	59,721	57,711	54,162
縣實測零點高		116,471	91,315	69,707	48,820	45,628	38,587	33,565	33,327	28,786
建設省 〃		116,157	91,441	69,745	48,791	45,954	38,747	33,619	33,332	28,853
平水位		0.04	−0.07	−0.15	1.10			1.01		
警戒水位		1.20	1.20	2.00	2.50	2.50	2.50	4.55		2.50
最高水位及其生起日時	明. 42.4	7−18 3.28	7−23 3.51	8− 1 3.69	7−18 5.81	7−21 5.43	7−20 5.05	7−22 6.02	7−20 3.87	7−23 4.40
	43.8	15−18 2.56	15−22 2.71	15-23.10 5.30	15−23 5.30	15−18 4.80	15−24 5.19	15−23 5.98	16− 6 5.77	15−16 3.70
	43.9	3−18 4.85	3−28 6.38	4− 6 6.18	3−18 6.88	3−18 6.14	3−18 5.30	3−21 6.45	3−24 4.34	3−24 4.84
	44.7	21−21 3.09	21−23 3.37	22− 0 3.54	22− 5 4.72			21−22 5.25	21−23 3.31	21−24 4.04
	45.7	19−15 3.27	19− 5 3.42	19−22 3.54	18− 4 4.69	18−22 3.93	18−24 3.78	18−24 5.04	18−24 3.93	19− 1 3.87
	大. 2.8	27−24 3.97	28− 4 4.18	28− 6 4.54	27−22 7.15	28− 2 6.12		28− 1 6.60	28− 1 4.70	
	3.8	30−16 2.93	30−19 3.16	30−23 3.65	30−20 4.08			30− 0 4.87		
	9.8	10−11 3.43	10−16 4.58	10−17 5.18	10−11 6.00	10−12 5.46		10− 2 6.10	10−14 4.24	10−13 4.94
	12.7	22−17 3.82	22−9.20 4.62	23− 2 4.78	24− 1 4.65	24−15 4.22	24−18 4.29	24− 6 4.84	25−11 3.96	24−18 4.88
	昭. 2.4	6−18 2.91	6−18 2.54						6−10 3.16	6−12 4.49
	9.7	28−17 2.65	28−19 2.66	28−24 3.19				28−24 6.02	28−24 4.10	29-1-2 4.16
	13.9		2− 5 2.95	2− 9 3.30		2− 8 3.95	2− 7 4.20	2- 4-6 5.22	2-5-8 3.35	2-4-5 4.50
	15.9	5−14 3.45	5−14 3.84	5−9.30 4.35	5− 4 5.40	5-11-17 4.60		5-14-15 5.41	5-13-17 3.50	15−15 4.68
	19.7	20−18 4.25	20−18 4.50	21− 2 5.10	21− 6 6.10	21− 3 5.60	21−21 6.10	21− 8 5.95	21-1-4 4.36	21− 3 5.20
	22.7	24− 9 3.50	24−12 3.80	24-14-15 4.20	24−13 5.80		24− 5.70	24−14 5.70		24−14 5.05
	22.8	3−18 4.80		2−22 4.20	2−20 6.40		2− 1.80	2−19 6.35		2−22 5.42
	22.9	15−4.20 4.48	15−22.30 4.70	16− 1 5.90	16− 0 8.30	16− 1 6.66	16− 7 7.50	16− 4 6.42		15−24 6.70
	23.9	17− 4 3.50		17− 5 4.50		17− 8 5.30				17− 5 5.70

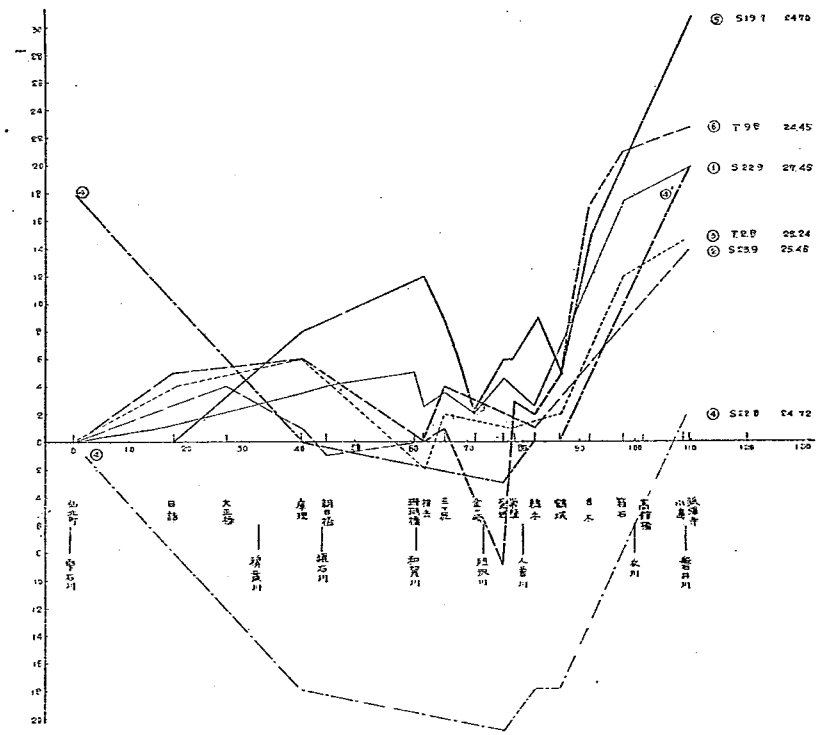
最　高　水　位　表

黒石	目呂木	箱　石	小　島	弧禪寺	舞　草	相川	横　石	薄衣	沼　田	日形	下曲田
〃 〃	胆澤郡前澤村	東磐井郡長島村	〃 〃	西磐井郡貢瀧村	東磐井郡舞川村	〃 〃	〃 内ヶ崎村	〃 薄衣村	西磐井郡日形村	〃 〃	〃 黄海村
左	右	左	左	右	左	左	左	左	左	右	左
49,745	45,665	38,582	27,917	26,857	25,848	23,112	18,442	15,755	11,243	6,827	2,336
24.966	20,684	20,510	15,700	10,720	10,110	14,910	14,167		9,040	8,510	5,700
24.995	20,845	20,771	11,427	10,661	9,965	14,824	12,482	8,468	9,025	8,548	5,657
			1.38	1.62	1.62			0.62			1.17
2.00	2.00		3.00	3.00	7.88	2.50		0.67			4.55
7—13	7—24	8— 1	8— 8	8—10	8—10		8—15	8—14	8—16		8—18
4.94	5.65	3.50	6.00	11.05	11.57		6.31	10.0	7.78		7.46
15—16	16— 1	16— 2	16—23	16— 7	16— 7	16— 8	16— 9	16—10		16— 5	16—13
5.10	2.13	4.31	8.28	13.60	14.12	8.25	9.53	12.86		10.61	9.77
4— 5	4— 6	4—15	4—20	4—12	4—12	4—22	4— 1	5— 1	5— 2	4—24	5— 5
5.40	6.57	4.42	8.27	13.55	13.91	8.18	8.39	12.12	6.37	7.47	9.14
22— 7	22— 2	22— 8	22—13	22—13	22—15						
4.40	5.21	1.81	5.45	10.30	10.60	5.24	5.86	9,54	6.90		7.14
18—24	18—21	19— 5	19— 7	19—10	19—10	19—10	19—12	19—12	19—12	19—15	19—14
4.36	2.07	2.27	5.18	9.66	10.05	4.62	5.28	8.95	6.92	6.99	6.71
28— 2		28—12	28-16-20	28—15	28—15	28—10	28—22	28—20	28—21	28—21	28—20
6.01		5.38	8.95	14.52	14.60	8.18	9.29	12.62	10.38	9.98	6.54
		31— 1	31— 7	31— 9	31— 9	31—10		31—10	31—13	31—12	31—12
		1.66	5.07	9.66	9.81	4.45		8.75	6.77	6.93	6.58
10—16	11— 4	11— 8	11—10	11—10	11— 7	12— 2		11—12	11—13	12—12	11— 8
5.54	6.43	4.57	8.73	13.73	14.09	8.44		12.75	10.35	10.00	9.66
24—23	24—24	25—12		25—12	25— 6	25—24	26— 1	25—23	26— 5	26— 3	
4.76	5.65	5.93		10.07	10.03	5.27	6.32	10.18	8.01	7.92	
6—11	7—14			6—23	6-23-24	6—23	6—28	6—23	6—24	6—24	6—24
—12						—24	—24	—24			
4.52	6.46			11.85	12.41	5.65	6.68	10.42	8.67	8.38	8.81
29— 2	29—24	29-6-7	29—17	29—17	29—19				29—19	29—20	29—24
5.30	5.40	3.00	9.32	9.45	10.74				16.4	7.15	9.15
2— 5	2-8-10	2-12-13	3—20	2-18-19	2-17-20	2— 8	2—19		2—23	2—20	
4.80	4.99	1.36	6.93	9.95	10.40	5.90	—21		—24	—24	
							0.68		7.70	7.70	
5—17	6—17	6-1-3		6-11-12	6—12	6—12				6—16	
4.95	4.95	2.46		9.62	10.18	—13		6—15	6—19	—20	
						4.24		8.75	7.11	6.90	
20—23	21— 9	21—14		22—10	21— 1	22— 6		22—11	23— 2	22— 2	22— 8
5.95	—14	4.57		13.98	14.04	8.03		12.40	—10	10.28	11.65
	6.27								10.64		
24—15		24-21-20		25— 3	25-12-13	25-2-3				25-2-8	25— 6
5.75		3.21		11.98	12.76	5.60				8.51	10.70
2—22				3-20-21	3-20-21	3—22				4-2-7	4— 4
6.30				14.00	14.04	—23				9.47	11.3
						7.79					
		16-15-18		16—17	16-17-18		16-17-18				16-22-23
		7.45		16.74	17.38		5.70				13.36
				17-18-19	17-18-19						17-19-20
				14.74	15.30						11.40

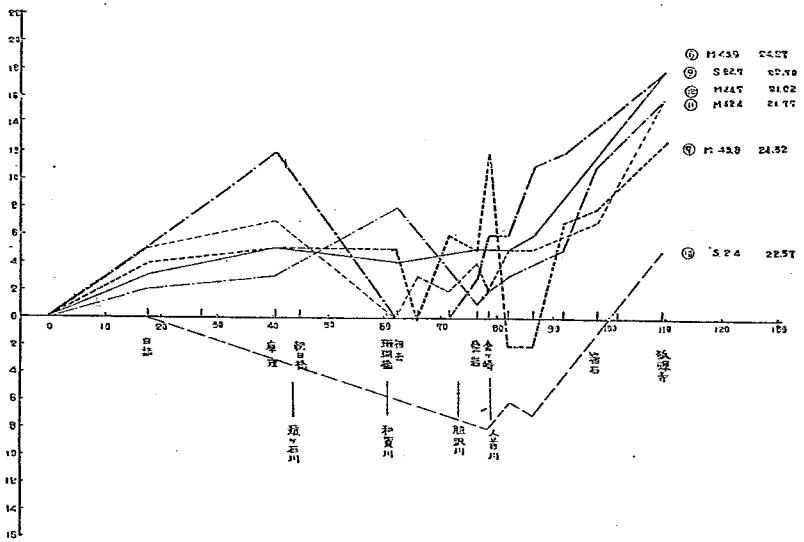
〔2〕 洪水時の本川出水の特性

(1) 洪水の出水時間　俗に「洪水の出足が昔よりもずつと早くなつた」と云はれていることは，北上川本川についても他の河川に於けると同様である．河川工學から云えば河道の整理，築堤その他河狀を變更する工事を行はない限りかゝる現象は考えられない．又森林の伐採が特に著るしく進むとか地被狀態に著るしい變化のない限り出水速度に大した相違があるものとは考えられない．

今表—41 に示した明治 36 年から昭和 23 年迄の本川量水標の洪水時に於ける最高水位表から以上の事實について考察を試みたい．即ち縱軸に仙北町量水標の最高水位時刻を原點とする本川各量水標の最高水位時刻迄の時間差をとる．橫軸には仙北町を原點とする河川縱斷遞加距離と量水標位置をとる．かくして各量水標の最高水位迄の時間をプロットすれば圖—54 (A), (B), (C) の通りとなる．考察の對象としたのは記錄の關係上狐禪寺水位が東京灣中等潮位上 20.00 m 以上のものの中表—29 に示した 18 回の洪水記錄とした．之を表示すれば表—42 の通りである．



圖—54 (A)　北上川上流域本川出水時間

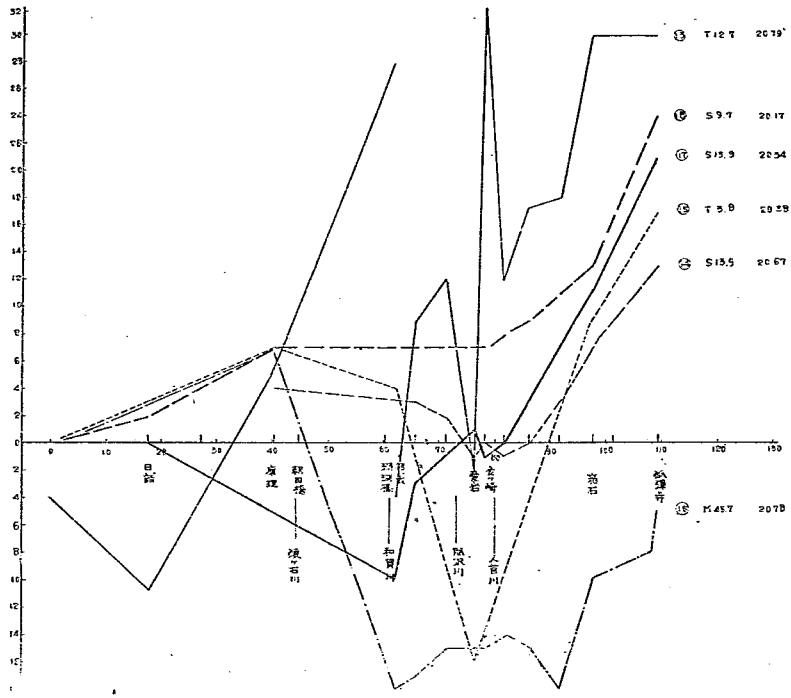


図—54 (B)　北上川上域域本川出水時間

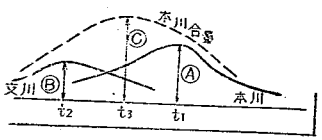
表—42　洪水一覧表　狐禪寺量水標零點位　10.72米
(M……明治，T……大正，S……昭和)

番號	洪水生起年月日	狐禪寺水位 東京灣中等潮上位	狐禪寺水位 量水標水位	順位	番號	洪水生起年月日	狐禪寺水位 東京灣中等潮上位	狐禪寺水位 量水標水位	順位
1	M. 42.4. 7— 8	21.77	11.05	11	10	S. 2.4. 6— 7	22.57	11.85	10
2	43.8.15—16	24.32	13.60	7	11	9.7.28—29	20.17	9.45	18
3	43.9. 3— 4	24.27	13.55	8	12	13.9. 2.	20.67	9.95	14
4	44.7.21—22	21.02	10.30	12	13	15.9. 5— 6	20.34	9.62	17
5	45.7.18—19	20.38	9.66	16	14	19.7.20—22	24.70	13.98	5
6	T. 2.8.27—28	25.24	14.52	3	15	22.7.24—25	22.70	11.98	9
7	3.8.30—31	20.38	9.66	15	16	22.8. 2— 3	24.72	14.00	4
8	9.8.10—11	24.45	13.73	6	17	22.9.15—16	27.46	16.74	1
9	12.7.22—24	20.79	10.07	13	18	23.9.16—17	25.46	14.74	2

一般に河川では洪水位の最大時刻は上流から下流へ移動して行く．然し北上本川の如く各支川が各所で相當大なる流量を以つて本川に合流する時は本川の流量のピークは必らずしも規則正しく順次下流に移動せず，上流からのピークが來る前にそれより大きなピークが或支流の流入によつて形成され反つて下流部のピークが先に現はれることがある．例えば圖—55 の如く本川の支川合流點に於けるピークが t_1 に Ⓐ であつた時 t_2 なる



圖—54 (C)　北上川上流本線出水時間



圖—55

時刻にピークが Ⓑ であるような支川が合流する事に依つて t_3 なる時刻に Ⓒ なるピークとなり，ピークの時間が本川上流のピークの時間より早くなる事は屢々起り得る．

(2) **出水狀況の檢討（大洪水の場合）**　以下圖—54 に依つて既往洪水時の出水狀況を檢討して見たい．

① 昭和 22 年 9 月 (S. 22. 9)　仙北町から和賀川迄ピークが 5 時間で到達し，以後和賀川，胆澤川，人首各支川の出水早く且大なる爲ピークは本川上流のピークが來る迄に最高水位に達している．之等に依るピークの後から本川上流ピークが狐禪寺に到達し兩者の重なつたのが 20 時間後である．前述の如く狐禪寺の水位は流量ピークが來て後流入量と狹窄部えの流出量が著るしくなつた時に最高となるから，その時刻は流量の最高でない事に注意しなければならぬ．

② 昭和 23 年 9 月 (S. 23. 9)　① よりも猿ヶ石川が早く且流量大なる爲狐禪寺えの洪水到達時

間は 14 時間となつた．雫石川よりも猿ケ石川の方が流量が大で且早く本川に出ている．

朝日橋に於て ① との到達時間差は 5 時間である．又 ① に比較して狐禪寺への到達時間は早いのは三ケ尻での山が狐禪寺のピークとなり，大正橋で山をなしている本川上流ピークは小さいものと考えられる．此に於て，之に反し ① に於ては珊瑚橋での山が狐禪寺の水位ピークとなつた爲に長時間を要している．

③ 大正 2 年 8 月 (T. 2. 8)　② と同じく猿ケ石川及和賀川が早く且流量大なる爲到達時間は15時間となつている．相去以後に於ける出水の傾向は ② と略々似ているが，之から大正橋迄は相當違つた傾向を持つている處理に於ける山は大體 ② と同様狐禪寺のピークには大した影響を持たない．

④ 昭和22年 8 月 (S. 22. 8)　洪水の傾向は著るしく他と異り猿ケ石川以南の支川流域に局部的に或る時間差を持つて降雨があつたものと考えられる．今處理を原點とすれば ④′ の如くなり，珊瑚橋の谷を除いては ③ と略々似ている．即上流雫石川は猿ケ石川に比較して 20 時間程度早く降雨が强かつた爲早く出ている．

⑤ 昭和19年 7 月 (S. 19. 7)　和賀川，猿ケ石川特に前者の出水が異常に遲く仙北町最高から 12 時間後となつている．その爲狐禪寺最高は 31 時間後となつており，和賀川から 19 時間を要している．

⑥ 大正 9 年 8 月 (T. 9. 8)　和賀川，胆澤川特に後者の出水が早いが，狐禪寺最高が 23 時間を要しているのは猿ケ石川迄の本川上流ピークが狐禪寺のピークを決定した爲と考えられる．

以上狐禪寺水位が 24.45 m 迄の 6 つの比較的大洪水の場合次の事が云える．即各量水標間の洪水流下時間を表示すれば表—43 の通りとなる．

表—43　洪水時流下時間 (その一)

洪水	狐禪寺迄の流下時間				仙北町からの流下時間		朝日橋からの流下時間		相去—愛宕
	仙北町 (A)	朝日橋 (B)	相去 (C)	愛宕 (D)	朝日橋 (E)	相去 (F)	相去 (G)	愛宕 (H)	(I)
1	20	16.0	17.5	15.5	4.0	2.5	− 1.5	0.5	2
2	14	15.0	14.0	12.0	− 1.0	0.0	1.0	3.0	2
3	15	11.0	17.0	14.0	4.0	− 2.0	− 6.0	− 3.0	3
4	20	20.5	22.0	23.0	− 0.5	− 2.0	− 1.5	− 2.5	−1
5	31	22.0	19.0	25.0	9.0	12.0	3.0	− 3.0	−6
6	23	18.0	23.0	32.0	5.0	0.0	− 5.0	−14.0	−9

表—43 に於て洪水流下時間 (A), (B), (C), (D) は順次小となるべき筈であるが，北上川上流部の如き羽狀流域に大支川が所々で流入する河川では表の如くまちまちとなる．此の表に於て (I) 即ち和賀川合流後の相去量水標と胆澤川合流後の愛宕量水標との間の洪水流下時間が正なる時は，和賀川合流後の本川流量ピークが狐禪寺水位ピークを決定づける程度に大きく，胆澤川合流によつてもピークの流下時間がずれを生じない程度のものである事を示し，かゝる場合 (例えば ①, ②, ③ の如き) には狐禪寺への洪水到達時間は 14～20 時

間，平均16.3時間となる．

(I) が負である時は和賀川合流後の本川中流流量ピークが胆澤川の合流に依る本川下流量ピークより小さく且最高水位時間が下流に於て早くなつてをり，從つて猿ケ石川迄の本川上流流量ピークが狐禪寺の水位ピークを決定する事を示し，かゝる場合の洪水到達時間は 24 時間程度となる．

(3) **出水狀況の檢討**（中洪水の場合） 圖—54 に於て ⑦～⑫ の中洪水の場合を檢討する．

⑦ 明治43年 8 月 (M. 43. 8) 猿ケ石川及和賀川の出水は本川上流量ピークをなして相去に達している．零磐に於ける山は此の上流ピークと胆澤川のピンターとが重なつたものらしく，此の時刻から 1 時間後に狐禪寺の水位ピークが現はれている．之は本川ピークのフロントに胆澤川，人首川のピークによるものと考えられる．

⑧ 明治43年 9 月 (M. 43. 9) 庫理迄 40 km を 12 時間要しているから上流ピークは大したものではないようで，和賀川，胆澤川が零石川と同時に本川に出ている．その後は稍順次に各量水標最高水位時刻がずれて金ケ崎から狐禪寺迄約 40 km を 18 時間要しているが，之は猿ケ石，和賀兩川の本川中流の流量ピークが狐禪寺水位ピークを決定した爲である．

⑨ 昭和22年 7 月 (S. 22. 7) かゝる出水は北上川上流部では珍しく最高水位時刻は略々順當に下流に行くに從つておそく，狐禪寺迄 18 時間を要している．

⑩ 昭和 2 年 4 月 (S. 2. 4) 4 月洪水であるから融雪に依るものと思はれる．日詰から金ケ崎迄の出水狀況が不明の爲，確たる事は云えないが胆澤，人首川に依るピークが狐禪寺に到達するのに 13 時間を要している．融雪に依るものとすれば洪水期は相當長いものと考えられるから事情は複雜となる．

⑪ 明治42年 4 月 (M. 42. 4) 零石川から猿ケ石川迄の出水を除けばその傾向は ⑩ に略似ている．

⑫ 明治44年 7 月 (M. 44. 7) 庫理迄の出水は 3 時間であるが，猿ケ石，和賀の出水遲く且流量小なる爲相去で山をなしている．胆澤川，人首川の出水が狐禪寺の水位ピークを決定し，之から大體 14 時間を要している．

以上の中洪水の場合を檢討してみると次の事が云える．今各量水標間の流下時間は表—44 の通りである．

上流と下流の流量ピークが一體となつて比較的早く出た ⑦ では狐禪寺迄 13 時間で達しているが，⑧ の如く中流ピークが狐禪寺水位を決定する時は 18 時間となる．猿ケ石川下流の最高水位が順當にずれて行く時は 16～18 時間で狐禪寺水位が最高となる．⑩，⑪ は 4 月洪水であるが ⑩ は融雪に依るものと考えられ他と極端に趣を異にしている．

(4) **出水狀況の檢討**（小洪水の場合） 狐禪寺水位が 20.80 m～20.17 m の比較的小洪水の場合に就いては圖—54 を檢討して見る．

⑬ 大正12年 7 月 (T. 12. 7) 降雨が數日に亘つてあつたもののようで狐禪寺迄 66 時間を要している．

⑭ 昭和13年 9 月 (S. 13. 9) 上中流は大して流量は大きくないが，胆澤川，人首川の出水早く，

表—44　洪水流下時間　(その二)

洪水	狐禪寺迄の流下時間				仙北町からの流下時間		朝日橋からの流下時間		相去—愛宕
	仙北町 (A)	朝日橋 (B)	相去 (C)	愛宕 (D)	朝日橋 (E)	相去 (F)	相去 (G)	愛宕 (H)	(I)
7	13	8.0	8	8	5.0	5	0.0	0.0	0
8	18	8.0	18	15	10.0	0	−10.0	− 7.0	3
9	18	13.0	14	13	5.0	4	− 1.0	0.0	1
10	5	8.5	11	13	−3.5	− 6	− 2.5	− 4.5	− 2
11	16	10.0	16	12	6.0	0	− 6.0	− 2.0	4
12	16	12.0	8	15	4.0	8	4.0	− 3.0	− 7

且流量も大で狐禪寺迄 13 時間を要している.

⑭ 大正 3 年 8 月 (T. 3. 8)　猿ケ石川，和賀川迄は略々順當であるが，胆澤川が異常に出水早く，爲に著るしく傾向を異にしており，上流ピークが狐禪寺の水位ピークとなつている.

⑯ 明治 45 年 7 月 (M. 45. 7)．雫石川流域の降雨が遲く和賀川合流後の中流ピークが 13 時間で狐禪寺に到達している.

⑰ 昭和 15 年 9 月 (S. 15.9.)　日詰と相去間の出水狀況が不明であるが，和賀川のみが流量大で，之に多少人首川が影響している程度で相去から實に 31 時間を要している.

⑱ 昭和 9 年 7 月 (S. 9. 7)　⑨ と同じく珍らしい出水で，本川流量ピークをずらせるような大きな支川の流入はなく仙北町から狐禪寺迄 24 時間を要している.

小洪水の場合の各量水標間の洪水流下時間は表—45 の通りである.

表—45　洪水流下時間　(その三)

洪水	狐禪寺迄の流下時間				仙北町からの流下時間		朝日橋からの流下時間		相去—愛宕
	仙北町 (A)	朝日橋 (B)	相去 (C)	愛宕 (D)	朝日橋 (E)	相去 (F)	相去 (G)	愛宕 (H)	(I)
13	66	42	34	32	16	32	8	10	2
14	13	9	10	14	4	3	− 1	− 5	− 4
15	17	10	13	33	7	4	− 3	−23	−20
16	− 5	− 6	13	10	1	−18	−19	−16	3
17	21	27	31	20	− 6	−10	− 4	7	11
18	24	17	17	17	7	7	0	0	0

此の中 ⑬ と ⑯ は雨の降り方が他と趣を異にしている．⑱ の様な場合が通常の河川に見られる出水であり

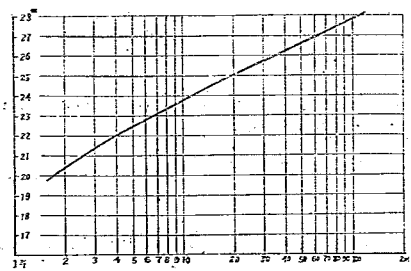
此の場合は 24 時間を要する．

今迄検討した 18 の洪水を綜合して見ると，和賀川と人首川との間に於て最高水位時間が最も亂れており，此の間の最高水位時間差が 0～4 時間の時は雫石川から狐禪寺迄は 13～20 時間である．此の事は表—43 及表—44 の通りである．此の場合は和賀川より上流のピークが和賀川下流のピークに殆んど一致し，又は少しおくれて狐禪寺に到達するからで此の場合の所要時間は洪水機構時間と流量に左右される．

以上の出水狀況は時間毎の降雨狀況を知る事に依つて更に明確な關係を得られると思うが，既往洪水に關する資料としては日雨量と最高水位及その時刻がある丈で思うにまかせない事は殘念である．

〔3〕 狐禪寺確率洪水位

(1) 狐禪寺年最高水位　北上川上流部については河道整理築堤その他河狀を變更する工事は明治以來殆んど行われていない．又林相についてもその後多少の代採はあつたにしても出水には著るしい影響はないものと考えられる．今明治 37 年から昭和 23 年迄の狐禪寺量水標の年最高水位は表—46 の通りである．但水位は東京湾中等潮位上にある．



圖—56　狐禪寺確率洪水位

(2) 狐禪寺確率洪水位　II，〔2〕に述べた水文量の統計的な考え方を狐禪寺水位について適用し，表—46 の 40 の標本につき超過確率を求めて見ると既往洪水位の確率は 表—47 の通りとなる．

表—46　狐禪寺量水標年最高水位　零點 10.72 米

生起年月	最高水位	順位	生起年月	最高水位	順位	生起年月	最高水位	順位	生起年月	最高水位	順位
M. 37.9	20.66	14	T. 4.8	19.24	25	S. 3.7	18.86	26	S.14.4	17.54	40
38.8	20.25	21	5.5	18.56	31	5.7	20.32	20	15.9	20.34	19
39.8	18.33	35	6.10	20.05	23	6.8	18.62	30	16.7	21.05	10
40.5	17.99	38	9.8	24.45	5	7.7	18.47	32	18.10	19.87	24
41.5	18.79	27	10.4	20.99	11	8.5	18.12	36	19.7	24.70	4
42.4	21.77	8	11.2	20.63	15	9.7	20.17	22	20.9	18.45	33
43.8	24.32	6	12.7	20.79	12	10.8	18.57	30	21.6	18.42	34
44.6	21.39	9	13.4	17.57	39	11.10	18.64	29	22.9	27.46	1
45.7	20.38	18	14.12	18.02	37	12.9	18.72	28	23.9	25.46	2
T. 2.8	25.24	3	15.8	20.53	16	13.9	20.67	13			
3.8	20.38	17	S. 2.4	22.57	7						

又狐禪寺確率洪水位は表—48 の通りで，之を圖示すれば圖—56 の通りである．

表—47 既往洪水の超過確率

生起年月	S.22.9	S.23.9	T.2.8	S.19.7	T.9.8	M.43.8	S.2.4	M.42.4	M.44.6	S.16.7
狐禪寺水位	27.46	25.46	25.24	24.70	24.40	24.32	22.57	21.77	21.39	21.05
超過確率	77.7年	25.00	22.00	16.50	14.40	13.30	5.40	3.60	3.10	2.70

表—48 狐禪寺確率洪水位

超過確率	100年	80	60	50	40	20	10
狐禪寺水位	27.92米	27.46	26.97	26.68	26.29	25.04	23.78

結　　言

北上川上流部は原始狀態のまゝ放置せられ，雨量約 70 粍で氾濫を始める如き狀態にある．かゝる原始河川であるから洪水記錄も不備で最近まで殆んど調査されていなかつた．從つて今回新しく調査するに當つても細部に拘泥する事なく，その大綱に於て過誤なからん事を努めた次第である．

昭和 25 年 11 月 15 日　印刷
昭和 25 年 11 月 20 日　發行

建設省土木研究所
東京都文京區駒込上富士前町 26 番地
電話大塚 (86) {自 0131 至 0134

印刷者　乙　黒　　明
東京都中央區新富町 2 丁目 2 番地

1
44

Report

of

The Public Works Research Institute

Ministry of Construction.

Vol. 80, Nov. 1950

CONTENTS

Page

1. I. Toyoura and E. Araki : Fundamental Experiments on the Diversion of a River 1

2. H. Minami : Investigations on the Natural State of the Sendai River and Its River Mouth 25

3. F. Ishii : Analysis of the Floods in the Upper Kitakami and Its Characteristics 69