

論 說 報 告

土木學會誌 第十四卷第一號 昭和三年二月

朝鮮漢江,洛東江,大同江の洪水豫報に就て

准員 梶 山 淺 次 郎

On the Method of Flood Prediction applied to the Korean Rivers, Kan, Daido and Rakuto.

By Asaziro Kajiyama, Assoc. Member.

内 容 梗 概

本編は前段に於て洪水豫報をなすに當り、其の流域内の雨量を基礎として河川量水標に現るべき水位を算定する場合と、既に河川上流に在る量水標に出現したる水位を基礎として其の下流地點に發生すべき水位を算定する場合の水位算定公式作成に關する理論を説き、後段に於て之等理論に基き朝鮮漢江、洛東江、大同江に實施せられたる洪水豫報組織並にその實施後の狀況を論述したるものなり。

Synopsis

In this paper the first part is devoted to the theory involved in the formulae used for calculating the height of flood in a river, appearing on the watergauge, by knowing the amount of rainfall in its catchment area, and also for determining the gauge readings in the lower stream from the measurements made at the upper stream gauge. The second part dwells on the application of these methods to the rivers, above mentioned, and the actual results obtained thereby.

目 次

第一章 總 論	2
第一節 緒 言	2
第二節 洪水豫報の分類	4
第三節 水位豫想時刻と實際洪水時刻との關係	5
第二章 雨量式洪水豫報の理論	6
第一節 流域内某區域の雨水流下狀況	6
第二節 σ' の變化率 N	9
第三節 A 區域雨量の T 時間後 P 點への參與流量	12
第三章 水位式洪水豫報の理論	14
第一節 洪水波の移動	14

第二節	河道上下二地點間の水位關係	15
第三節	上流に支川ある場合の水位關係	20
第四章	漢江の洪水豫報	22
第一節	漢江の地誌及水位雨量觀測方法	22
第二節	豫報組織の考察	24
第三節	驪州及加平より人道橋への洪水波傳達時間	25
第四節	驪州及加平と人道橋との理論的水位關係	26
第五節	驪州及加平と人道橋との實驗的水位關係	37
第六節	理論式及實驗式の精度	40
第七節	漢江洪水豫報實施狀況	40
第五章	洛東江の洪水豫報	43
第一節	洛東江の地誌及水位雨量觀測箇所	43
第二節	豫報組織の考察	45
第三節	各量水標間の洪水波傳達時間	47
第四節	各量水標間の水位關係	49
第五節	洪水豫報實施に就て	56
第六章	大同江の洪水豫報	58
第一節	大同江の地誌及水位雨量觀測箇所	58
第二節	豫報組織の考察	59
第三節	各量水標間洪水波傳達時間	61
第四節	各量水標間の水位關係	62
第五節	洪水豫報實施に就て	62
第七章	結 論	64
第一節	雨量式洪水豫報に就て	64
第二節	水位式洪水豫報に就て	65

第一章 總 論

第一節 緒 言

朝鮮に於て洪水豫報が一般の實用に供せらるゝに至りたるは極めて最近の事柄なりと雖も之が最初の試みは既に10餘年を経過せり、即ち最も初期に於て之を試みたるは大同江にして大正2年平壤市街の防排水事業着手と共に洪水豫知の必要を感じ大同江の上流地方徳川、

順川，成川等に量水標を設け若し洪水ありたる場合一定水位以上となれば増水1尺毎に電報を以て各量水標所在地の郡廳より平壤府へ通知することとし之により平壤附近に起るべき洪水水位を豫想せんとするものなりしが當時未だ上流水位の下流に及ぼすべき影響，即ち洪水傳達時間並に水位關係等に就て充分研究せられたるものなく且つ其の後暫時大洪水なかりし等の爲め之が利用完全ならず，其の後朝鮮總督府に於て河川調査施行に伴ひ本江にも多數量水標設置せられて水位觀測方法完備し漸次之が觀測記録増加し，大正12年には大同江未曾有の大洪水あり其の前後に於て稍之に關する研究進み大正15年春更に之に考案を加ふると同時に實行の方法確定するに至れり。

次に着手せるは漢江にして大正6年頃著者は少許の記録を以て上下流水位關係を調査せる結果實用に供するに至らざりしも將來記録増加と共に之が完成の曙光を認め年々洪水毎に之が更正を行ひつゝありしが會々大正9年朝鮮中部以南の地方に大洪水あり，漢江の如きも豫想外の出水を見京城附近を始め沿岸一帶夥しき水害あり，殊に朝鮮鐵道の中樞たる龍山驛の如き貨物其他莫大の損害を受け一般に洪水の閉却すべからざるを體驗したる結果洪水豫報の必要提唱せられ當時の南滿洲鐵道會社京城管理局，京畿道警察部，朝鮮總督府土木課等の關係者集合して協商を遂げ，豫ての漢江洪水位調査資料に多少の更正を加へ之が水位推定の資料となし，若し洪水あり一定水位以上とならば京城附近迄洪水傳達に約12時間を要する漢江上流驪州，加平の2量水標に現れたる水位を其の地の警察署より京畿道警察部へ3時間毎に電報を以て報告し之により京城附近洪水位及其の時刻を推定し，以て防水警戒に資することとなしたるが，結果良好にして以後毎年之が爲め一般非常に利便を感じ引き續き水位關係等に就き更に研究を重ね大正14年7月漢江大洪水に際しては最初之を以て刻々12時間後に起るべき豫想水位を發表し大に利用せんとするところありしも，不幸にして水位異常に高かりし爲め京城を巡る通信網悉く破壊され一時上流の水位報告を受け得ずして水位豫想立たず一般に不測の災害を受けたること多かりしは遺憾の極みなりき，然れども其の後通信網は改良され漢江の洪水豫報は今や漢江沿岸一般住民殊に京城府民に對して洪水時必要欠ぐべからざる機關たるに至れり。

洛東江に就ては從來具體的に之が實行方法を研究したるものなかりしが大正14年7月大洪水後前記2河川の例に倣ひ之が調査を遂げ，大正15年より之を實施するに至れり。

朝鮮主要河川の洪水豫報は斯くの如き沿革の下に専ら實用を旨として研究せられたるものにして學術的には未だ不備の點多かるべしと雖も，從來此の種の研究に就て發表せられたるもの極めて少きを以て茲に大體の經過並に洪水豫報に關する理論に就て卑見を述べ諸賢の叱正を乞ひ更に一段の研究を重ねんとす。

本問題研究に就ては朝鮮總督府土木課河川係長本間技師の御指導尠からず，殊に大正11年

歐米各國を視察せられたる際マイアミ河，アルカンサス河其の他各地洪水豫報の實例を齎されたることは本問題研究に多大の參考資料たりしことを感謝し，尙諸種計算其の他に就て僚友八卷芳夫君，片岡武雄君の援助大なりしことを併せて謝するものなり。

第二節 洪水豫報の分類

抑も洪水豫報の要は未だ河川水位上昇せざるに先立ち豫め其の地點に發生すべき洪水位及其の時刻を推定し直ちに河川沿岸の警戒防水に資するにあるを以て其の水位推定をなしたる時刻と實際洪水の發生すべき時刻との時差は成るべく大なるを要す，而して洪水の原因は特別の事象例へば堰堤の缺潰せる如き場合を除けば，全く豪雨に起因するものなるを以て先づ流域内に降下せる雨量の分布を迅速に知り之により其の下流に出現すべき水位を推定するは最も進歩せる又最も着實なる手段なりとす，然れども降雨後程經て比較的河川上流の地點に出現せる水位を知り之を基礎として下流地方に起るべき洪水位及時刻を推定することは河川流域大にして流路長き場合は前者よりも遙かに推定水位精確にして且つ洪水豫報の大要素たる推定時刻と實際洪水發生時刻との時差も相當に取ることに可能にして寧ろ其の効果前者に比し優るとも劣ることなき場合多し。

更に進んで洪水の原因たる降雨の原因即ち洪水の第二次原因を爲す低氣壓の配置よりして先づ降雨狀況を卜知し之により大體の出水推定をなすは謂れなきに非ざるも現今に於て氣壓關係より雨量及其の區域並に其の時刻を數字的に算定することは困難なるを以て直ちに數字を掲げて洪水豫報をなすは少しく無謀に似たり，然れども朝鮮の如きは朝鮮總督府觀測所に於て其の日の午前6時，及其の前日の午後6時に於ける朝鮮附近氣壓配置圖を其の日の午前10時頃に作成し一般に頒布しつゝあるを以て京城附近に於ては正午頃には早くも其の日の午前6時に於ける氣壓配置を知り従つて前日來の氣壓配置變化並に今後の豫想を推定し得るを以て専門の智識あるものは直ちに朝鮮の降雨其の他氣象狀況を察知し得べく，朝鮮に於ては氣壓配置による洪水の豫想は杜撰なりと雖も「何江附近小洪水」又は「何江附近比較的大洪水」等の程度に於てするは不可能の業に非ず。

今洪水豫報の方法を如上の基礎的考察により分類すれば次の3項に分つを得べし。

甲・・流域に降下せる雨量よりする雨量式

乙・・上流に現れたる水位よりする水位式

丙・・二次原因たる氣壓配置よりする氣壓式

實用に於ては來るべき洪水の最高水位と其の時刻とは成るべく早く推知する必要ありと雖も，こは後に述ぶる如き雨量式又は水位式により刻々の豫想水位を算定し，之を圖示して得たる所謂豫想水位曲線の頂點を知ることにより初めて合理的に決定せらるべきものにして，

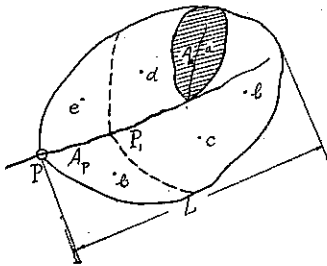
雨量式又は水位式の豫想水位算定方法判明せば自然解決せらるべき問題なりとす。

又氣壓式の水位豫想は既に述べたる如く極めて達觀的に考察する程度以上に出でざるを以て、本編に於ては之に就て考慮することを避け専ら雨量式と水位式の理論に就て論述するところあらんとす。

第三節 水位豫想時刻と實際洪水時刻との關係

第一圖に於て P 點を水位豫想地點, A_p を P 點以上の流域面積, A_a, A_b, A_c, \dots を流域

第一圖



内雨量計 a, b, c, \dots により其の雨量を代表さるべき區域, L を P 點より流域の最遠地點に至る流路距離, x を雨水が L を流下するに要する時間, T を洪水推定時刻より實際洪水の發生すべき時刻迄の時間即ち時差とすれば、此の流域に降下せる雨量に基き P 點に起るべき洪水位を豫想せんとするに際し T を x より大ならしむること即ち $T \geq x$ ならしむことは流域の最遠地點にすら未だ降雨を見ざるに先立ち下流の洪水位を推定せんとすることとなり全く不可

能の問題なりとす、若し假りに $T = \frac{x}{2}$ なる場合を考ふるに水位推定をなしたる時刻後 P 點に實際洪水發生する迄の時間内に於て更に降雨あらば其の影響により、推定水位は實際水位と一致せざるに至るべく其の差違は P 點より $x/2$ 時間内到達區域内に降下せる雨量に基く流量の影響に等しかるべし。

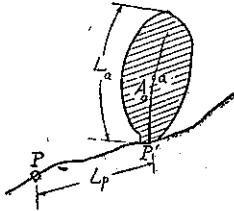
之を一般的に論ずれば洪水位豫想時刻と實際洪水發生時刻との時差 T は雨水が流域最大流長 L を流下するに要する時間 x より小ならしむるを要するものにして、若し水位推定後 T 時間内に降雨あらば其の T 時間内に P 點に到達する區域より來る流量の影響だけ推定水位に誤差を生ぜしむべし、故に T は x に比し小なるだけ推定水位は精確なる結果を得べし、然れども他面に於て T は大なるだけ警戒防水の餘裕多く好都合なるを以て、結局下流防水準備等に要する時間の許す範圍に於て最小限度に定むる時は比較的精確なる結果を得ることとなるべし。

水位式の場合に於て第一圖 P_1 を上流水位觀測地點, P を水位豫想地點とすれば時差 T は P_1 點より P 點迄洪水流下に要する時間となり、 P 點に於ける豫想水位は P_1 點以下の流域に降下せる雨量に基く流量の影響だけ誤差を生ずるに至るべし。

第二章 雨量式洪水豫報の理論

第一節 流域内某區域の雨水流下状況

第二圖



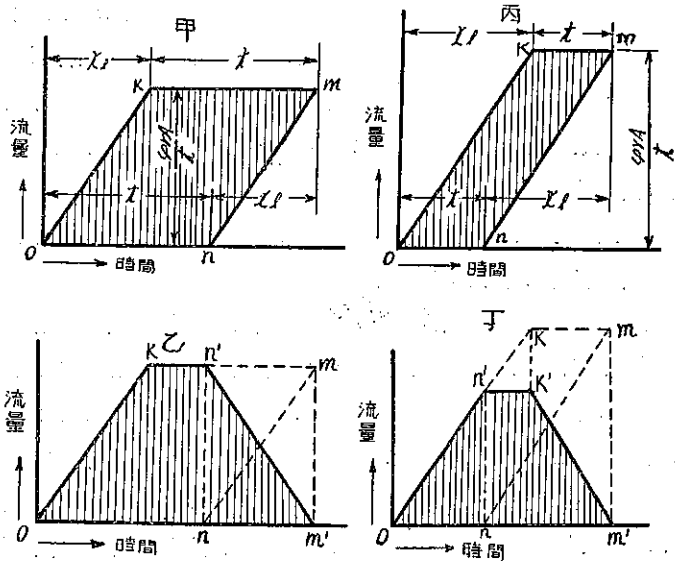
先づ第二圖に示す如く P 點に集水する流域内の A 區域に t 時間に r なる雨量降下せる場合、 P' 點及 P 點に於ける流出量曲線を究めんとす。

洪水豫報實施に當り各地刻々の降雨量曲線を中央一地點に於て知らんとするは殆んど不可能の問題なれども、數十分若しくは數時間毎に其の期間内雨量を觀測報告するは差して困難にあらず、故に

雨量による洪水位豫想をなすには一定 t 時間毎に觀測せられたる雨量を基調として P 點に来るべき流量を算定し、之を水位に換算するものとなすは最も便利にして又最も精確なる方法なりとす。

t 時間内に於ける降雨強度の變化は t を小ならしむるに従ひ小となり、支配區域比較的小なる場合は之を均等に降下せるものと見做すも殆んど差支なかるべし、斯くの如き見地よりして P' 點に於ける流出量曲線はフリウリング及バツトの唱ふる如く第三圖甲及丙により示さるべし、但し a は雨水が A 區域に於て P' 點より最速地點迄の流路距離 L_a を

第三圖



流下するに要する時間とし雨水の流下速度は一定なりとの假定による。

今第三圖甲及丙は之を乙及丁の形と見做すも何等變るところなかるべし、然るとき此の乙圖若しくは丁圖に於て示さるゝ梯形 $okn'm'$ 若しくは $on'l'm'$ は流域形狀橢圓に近く、降雨狀況並に流下速度一定なる場合即ち極めて理想的の場合に於ける流出量曲線を示すものにして、實際の場合は降雨強度及流出率 ϕ の變化、流下速度の變化並に流域形狀の變化等の影響を受けて然かく直線的の形とならず、第四圖の ojm' の如き曲線にて示さるべし、而して Q_{max} は

$t > x_i$ (第三圖甲の場合) なる時

$$Q_{max} = (r/t) \varphi A$$

$t < x_i$ (第三圖丙の場合) なる時

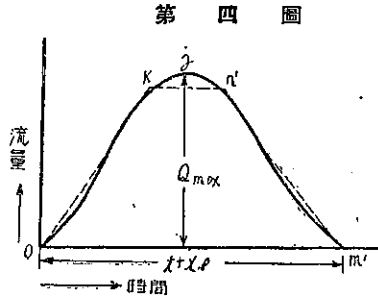
$$Q_{max} = (r/x_i) \varphi A$$

(1)

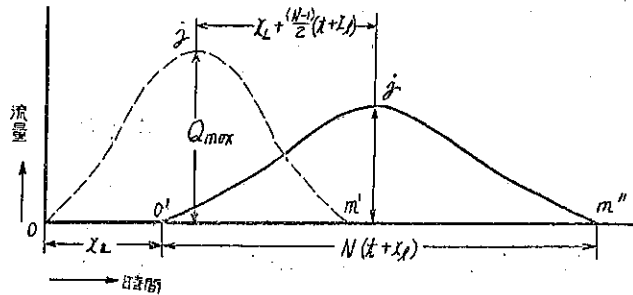
に近きものなるべし。

次に第四圖に示す流出量曲線 ojm' が P' 点より P 点迄流下して P 点を通過する場合を考ふるに P' 点より P 点迄の距離 L_p を流下するに要する時間を x_i とし P 点を通過する流量曲線を第五圖 $o'j'm''$ にて示すものとすれば、此の ojm' が $o'j'm''$ への変化に就ての特徴は

- (イ) 最大流量が減少すること
- (ロ) 流過時間が延長すること



第四圖



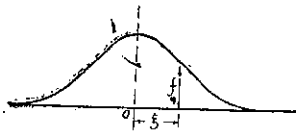
第五圖

等にして、これは換言すれば下流に至るに従ひ流量曲線が扁平となることを意味するものなり今斯くの如き流量曲線式及其の移動による變化を闡明せんとするに當り、先づ第四圖に示さるゝ流量曲線 ojm' の形を如何なる式にて示すべきかを決し、次に ojm' より $o'j'm''$ への変化に就て論ぜん。

洪水位曲線の實例を見るに其の頂點は多くの場合稍前方に偏する傾向あるは否むべからざるものにして其の偏度は洪水期間の6分の1内外を普通とするも、或高き水位の區間を考ふれば其の度減じ全く對稱とするも大差なきに至るを以て、暫く之を對稱なりとの假定の下に本論を進めんとす。斯くの如き對稱なる流量曲線は一般に Sin 曲線又は觀測度數分布曲線を以て之を示すことを得べし、而して曲線の變化は sin 曲線よりも觀測度數分布曲線の方稍自由なるを以て本論に於ては流量曲線を觀測度數分布曲線にて示さるゝものと假定す。今之が一般なる形を示せば

$$f = \frac{N}{\sqrt{2\pi}\sigma} e^{-\frac{1}{2}\left\{\frac{x}{\sigma}\right\}^2} \dots (2)$$

第六圖



- f ; 分布度数
- N ; 總観測度数
- π ; 圓周率=3.1416
- e ; 自然對數の底=2.7183
- σ ; 標準偏差 = $\frac{\int f\xi d\xi}{\int f d\xi}$
- ξ ; 平均値位置との隔り

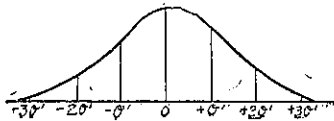
之を流量分布曲線式に改むる時は

$$q = \frac{\varphi r A}{\sqrt{2\pi}\sigma'} e^{-\frac{1}{2}\left(\frac{\Gamma}{\sigma'}\right)^2} \dots\dots\dots (3)$$

- q ; 流量最大時刻より Γ を隔る時刻の流量
- φ ; 流域の流出率
- A ; 流域面積
- r ; 一定 t 時間内雨量 (報告雨量)
- σ' ; 標準偏差時間
- π, e ; 前式同様の常數
- Γ ; 流量最大點よりの時間差

即ち (3) 式は第四圖流量分布曲線 $o j m'$ 中の任意の時刻に於ける流量を示すものにして

第七圖



φ, A, r, Γ は共に豫め知らるべきも σ' の値は未知なるを以て之を考察せん。

先づ Γ の値を σ' の倍數にて示すものとし $\pm\sigma', \pm 2\sigma', \pm 3\sigma'$ 間の各面積を求むるに

$$\left. \begin{aligned} \pm\sigma' \text{ 間} \quad \int q d\Gamma &= \int_{-\sigma'}^{+\sigma'} \frac{\varphi A r}{\sqrt{2\pi}\sigma'} e^{-\frac{1}{2}\left(\frac{\Gamma}{\sigma'}\right)^2} d\Gamma = 0.6827 \varphi r A \\ \pm 2\sigma' \text{ 間} \quad \int q d\Gamma &= \int_{-2\sigma'}^{+2\sigma'} \frac{\varphi A r}{\sqrt{2\pi}\sigma'} e^{-\frac{1}{2}\left(\frac{\Gamma}{\sigma'}\right)^2} d\Gamma = 0.9546 \varphi r A \\ \pm 3\sigma' \text{ 間} \quad \int q d\Gamma &= \int_{-3\sigma'}^{+3\sigma'} \frac{\varphi A r}{\sqrt{2\pi}\sigma'} e^{-\frac{1}{2}\left(\frac{\Gamma}{\sigma'}\right)^2} d\Gamma = 0.9973 \varphi r A \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (4)$$

之等は各 $\pm\sigma', \pm 2\sigma', \pm 3\sigma'$ 等の期間に於ける總流出量を示すものにして $\pm 3\sigma'$ の場合殆んど全流量を示すを以て $\pm 3\sigma'$ を以て洪水期間の限界として可なり。而して第四圖に於ける流量分布曲線の期間即ち om' は $t+x_1$ にて示され此の $\pm 3\sigma'$ 間の長さと同しと假定し得るを以て

$$\pm 3\sigma' = 6\sigma' = t + x_1$$

$$\therefore \sigma' = (t + x_1) / 6 \dots\dots\dots (5)$$

又第五圖に於ける $o'm''$ 即ち P 點に於ける流量分布曲線の期間は $N(t+x_1)$ を以て示し得

るを以て

$$\begin{aligned} \pm 3\sigma' &= 6\sigma' = N(t+x_i) \\ \therefore \sigma' &= N(t+x_i)/6 \dots \dots \dots (6) \end{aligned}$$

(5) 式及 (6) 式を (3) 式に代入することにより P' 點の流量分布曲線式は

$$\begin{aligned} q &= \frac{\varphi r A}{\sqrt{2\pi} \frac{t+x_i}{6}} e^{-\frac{1}{2} \left(\frac{6\Gamma}{t+x_i} \right)^2} \\ \therefore q &= \frac{6\varphi r A}{\sqrt{2\pi} (t+x_i)} e^{-\frac{1}{2} \left(\frac{6\Gamma}{t+x_i} \right)^2} \dots \dots \dots (7) \end{aligned}$$

P 點の流量分布曲線式は

$$\begin{aligned} q &= \frac{\varphi r A}{\sqrt{2\pi} \frac{N(t+x_i)}{6}} e^{-\frac{1}{2} \left\{ \frac{\Gamma}{N(t+x_i)} \right\}^2} \\ \therefore q &= \frac{6\varphi r A}{\sqrt{2\pi} N(t+x_i)} e^{-\frac{1}{2} \left\{ \frac{6\Gamma}{N(t+x_i)} \right\}^2} \dots \dots \dots (8) \end{aligned}$$

第二節 σ' の變化率 N

(8) 式に於ける N の値は P' 點に於ては 1 を示し以後下流へ移動するに従ひ漸次 1 より大なる數となるものにして、此の變化は如何なる主因に基くか、洪水水位曲線の定例に就き觀察すれば之を次の 2 項に歸するを得べし。

- (イ) 流下距離に比例して流量曲線散布度を大ならしむ、即ち σ を大ならしむ。
- (ロ) 途中氾濫地帯多き程洪水水位曲線を扁平ならしむ、即ち σ を大ならしむ。

今之等變化を直線的なりと假定し式にて示せば

$$N = 1 + aL + bF' \dots \dots \dots (9)$$

- L; 流下距離
- F'; 流域面積に對する氾濫面積の割合
- a, b; 常 數

a, b なる常數は宜しく工學實驗によつて決すべきものなるも、之を殊更に行はんとすれば多大の勞資を要する譯なるが、幸ひ朝鮮漢江及洛東江に於ける水位流量觀測記録中、途中に於て支川流量並に雨量等著しく流入せず上流の流量が比較的増加せずして下流に移動せるものあるを以て、之により N の變化を算定し實驗的に a, b なる常數を求めんとす。今此の希望に添ふべき洪水は漢江に於て 3, 洛東江に於て 3 を得たり (附圖第六乃至同第十一参照)。圖中の細線は水位を示し太線は此の水位と其の地點に於て測定せる流量記録より作成せる水位流量關係公式を以て算出せる流量曲線を示すものとす。

斯くして用意されたる流量曲線は各地點の流量分布曲線を示すものなるが故に，先づ之等曲線の各に就き，左(-)右(+)標準偏差時間 σ' を算定し σ' の増加率の變化を見んとす。 σ' の計算は(2)式にて示さるゝ如く $\sigma' = (\int f^2 dt) / (\int f dt)$ によりてなすべきものなりと雖も實際は便宜を等分し次の式によりて計算を行へり。

$$\sigma' = \Sigma q F / \Sigma q \dots\dots\dots (10)$$

又流量分布曲線は實際に於ては流量が全く零となることなく，爲めに計算區域の限界不明にして，之を最も合理的にせば平水位より水位上昇し再び平水に復歸する時迄とすべきものなりと雖も，夏期洪水時季には所謂平水位に復歸する時季尠くやがて第二洪水の干涉を受けて益々限界不明に陥るを以て，一洪水の流量分布區域内に於て流量が最大流量の1割以下に下らざる區域を以て計算區域となしたり，計算の結果下の如し。

洪水年月	河川名	地點	- σ' 時	+ σ' 時	$\pm\sigma'$ 時	N
大正 9-7	漢江	丹陽	22.110	8.268	30.378	
		驪州	24.819	16.917	41.736	1.373
10-7	漢江	丹陽	7.860	12.777	20.637	
		驪州	11.721	16.410	28.131	1.363
		高安	12.444	19.785	32.229	1.146
		人造橋	12.756	22.014	34.770	1.079
14-7	漢江	驪州	15.600	18.000	33.600	
		高安	17.022	22.371	39.393	1.172
		人造橋	23.070	25.596	48.666	1.235
8-7	洛東江	倭館	31.026	22.530	53.556	
		距龍江	32.406	29.730	62.136	1.427
		三浪津	37.992	43.806	81.798	1.316
9-7	洛東江	距龍江	38.436	51.684	90.120	
		三浪津	40.446	63.882	104.328	1.153
14-7	洛東江	倭館	26.268	28.314	54.582	
		距龍江	34.176	37.782	71.958	1.318
		三浪津	42.396	51.348	93.744	1.303
計			430.548	491.214		

本表により觀察するに(-) σ' 即ち増水中に對する偏差合計は(+) σ' 即ち減水中の偏差合計に比し幾分小なる結果を示し，洪水位最高點が幾部分左偏する傾向を數字的に示すものなり，而して $\pm\sigma'$ は各地點の流量分布度を示すものにして，上流地點より下流地點に至るに従ひ其の値増加せるは曩に述べたる如く此の間の流下距離と氾濫面積により支配さるべきを以て各洪水に對する氾濫面積及各地點間の流下距離等を示せば下の如し。

區間	距離(km)	河川勾配	F'	N	1 軒當り N の増加率%	洪水年月
丹陽-驪州	108.5	1:1 533	0.00796	1.373	0.344	9-7
"	"	"	0.00498	1.363	0.334	10-7

區 間	距離 (km)	河川勾配	F'	N	1 籽當り N の増加率%	洪水年月
驪州—高安	45.0	1:1 940	0.00264	1.146	0.324	10-7
“	“	“	0.00261	1.172	0.382	14-7
高安—人道橋	45.0	1:5 350	0.00246	1.079	0.176	10-7
“	“	“	0.00372	1.235	0.522	14-7
倭館—距龍江	101.0	1:6 000	0.01226	1.427	0.423	8-7
“	“	“	0.01238	1.318	0.315	14-7
距龍江—三浪津	42.0	1:14 740	0.01100	1.316	0.752	8-7
“	“	“	0.00944	1.158	0.376	9-7
“	“	“	0.01152	1.303	0.721	14-7
平 均					0.424	

試みに 1 籽當り N の増加率を求めたるに平均 0.424 % となり N を流下距離のみにより變化すと見ても大差なきことを知り得べく、即ち $N=1+0.00424 L$ とするも概算としては可ならん。又試みに河川勾配が N の増加率に影響なきかを見んが爲め各區間毎の河川勾配を掲示したるが、こは N の値に大なる影響なきが如く觀取せらる、結局 (9) 式の a, b を此の F, L, N に依つて決せんとするに之が正規方程式は下の如し。

$$\left. \begin{aligned} [LL]a + [LF]b - [L(N-1)] &= 0 \\ [LF]a + [FF]b - [F(N-1)] &= 0 \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots(11)$$

之による計算の結果 (9) 式は次の如きものとなる。

$$N = 1 + 0.0026 L + 5.8 F' \dots\dots\dots(12)$$

斯くの如くにして N の値を算定する公式は決定せられたるが、今本式の精度を見んが爲め本式に依つて得らるる N と實際の N とを比較すれば下の如し。

河川名	區 間	L (k.m.)	F'	計算せる N	實際の N	差
漢江	丹陽—驪州	108.5	0.00796	1.329	1.373	-0.044
“	“	“	0.00498	1.311	1.363	-0.052
“	驪州—高安	45.0	0.00264	1.132	1.146	-0.014
“	“	“	0.00261	1.132	1.172	-0.040
“	高安—人道橋	“	0.00246	1.132	1.079	+0.053
“	“	“	0.00372	1.139	1.235	-0.096
洛東江	倭館—距龍江	101.0	0.01226	1.357	1.427	-0.070
“	“	“	0.01238	1.358	1.318	+0.040
“	距龍江—三浪津	42.0	0.01100	1.173	1.316	-0.143
“	“	“	0.00944	1.164	1.158	+0.006
“	“	“	0.01152	1.176	1.303	-0.127

即ち最大 14 % の差違ありと雖も大體實用上に差支なしとせん。

斯くの如き洪水波の變形に關しては理論的には後に水位式の場合に於て説く如く稍複雑な

ものなるべしと雖も，雨量式洪水豫報の場合に於ては實用上の便宜を慮り斯くの如き實驗的の公式となしたり。

第三節 A 區域雨量の T 時間後 P 點への參與流量

A 區域の下端 P' 點より P 點迄の距離を L_p 、之を流下するに要する時間を x_L とせば t 期間の雨量が P 點を通過する時間は雨量を觀測したる時刻より $x_L - t$ 時間を経過したる時刻より始まり $x_L + N(t + x_i) - t$ 時間を経過したる時刻に終るものにして，流量最大時刻は雨量觀測後 $x_L + \frac{N(t + x_i)}{2} - t$ 時間を経過したる時刻なりとす（第八圖参照）。今若し雨量觀測後 T 時間を経過したる時刻に於て P 點を通過すべき流量を算定する公式を考ふるに (8) 式に於て r を $x_L + N(t + x_i)/2 - t - T$ とせば可なり。即ち

$$q = \frac{6\varphi r A}{\sqrt{2\pi} N(t + x_i)} e^{-\frac{1}{2} \left\{ \frac{6[x_L + \frac{1}{2}N(t + x_i) - t - T]}{N(t + x_i)} \right\}^2}$$

$$\therefore q = \frac{6\varphi r A}{\sqrt{2\pi} N(t + x_i)} e^{-\frac{1}{2} \left\{ 3 + \frac{6(x_L - t - T)}{N(t + x_i)} \right\}^2} \dots\dots\dots (13)$$

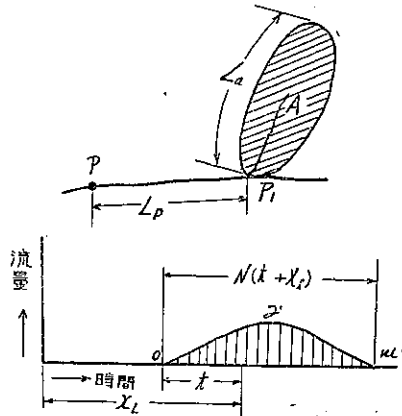
$$N = 1 + 0.0026 L_p + 5.8 \frac{F}{A_p}$$

之即ち A 區域に於て t 時間に r なる降雨ありたる場合 P 點に T 時間後參與すべき流量を算定する公式なりとす。

但し

- q; A 區域雨量が T 時間後 P 點に參與する流量
- A; A 區域の P' 點に於ける流域面積
- A_p; P 點の流域面積
- φ; A 區域の流出率
- r; t 期間の A 區域雨量 (報告雨量)
- L_p; P' 點より P 點迄の流下距離
- L_a; A 區域の最遠地點より P' 點迄の距離
- F; P'P 間の氾濫區域面積
- t; 雨量觀測期間
- T; 時差
- x_i; L_a を流下するに要する時間
- x_L; L_p を流下するに要する時間

第八圖



尙 q を立方米，F，A を平方杆，r を耗，L_a，L_p を
 杆，t，T，x_i，x_L を時にて表はすものとすれば(13)式は下の如くなる。

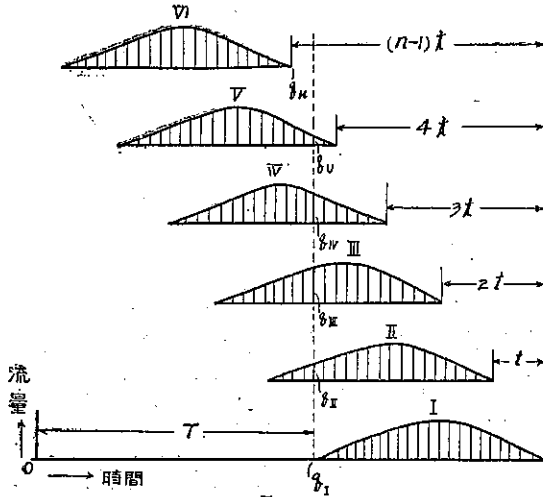
$$q = \frac{0.665 \varphi r A}{N(t+x_i)} e^{-\frac{1}{2} \left\{ 3 + \frac{6(x_L-t-T)}{N(t+x_i)} \right\}^2} \dots\dots\dots (14)$$

$$N = 1 + 0.0026 L_p + 5.8 F/A_p$$

(14) 式の與ふる q は A 區域に單に t 時間に r 耗丈けの降雨ありたるに基く流量のみなるを以て實際は尙其の t 期間の前後多數の期間の雨量に基く流量も共に某時刻に於ては P 點に參會すべきものなるが故に A 區域より P 點に參與すべき全流量は次式にて表はさる。

$$Q_A = q_I + q_{II} + q_{III} + \dots + q_n \dots\dots\dots (15)$$

第九圖



第九圖に於て I を最後の雨量報告により P 點に起るべき流量分布曲線を示すものとし II, III, IV, \dots を順次其の前期間，前々期間等の雨量により P 點に起るべき流量分布曲線を示すものとするれば，若し

$$T < (x_L - t)$$

なる場合には最後の観測雨量による流量は T 時間後に於ては未だ P 點に到達せざることを意味し，結局 T が

$$(x_L - t) < T < \{x_L + N(t+x_i) - t\}$$

の範圍にある如き冬期の雨量による流

量は懸案の時刻に P 點に參與するものとす。但し此の場合最後の報告雨量による流量分布曲線 I に對する T を T_1 とすれば其の前期の報告雨量による流量分布曲線 II に對する T は $T_1 + t$ となり III に對する T は $T_1 + 2t$ となるものと知るべし。従つて (15) 式に對する實際の計算式は

$$\left. \begin{aligned} q_I &= \frac{0.665 \varphi r A}{N(t+x_i)} e^{-\frac{1}{2} \left\{ 3 + \frac{6(x_L-t-T_1)}{N(t+x_i)} \right\}^2} \\ q_{II} &= \frac{0.665 \varphi r A}{N(t+x_i)} e^{-\frac{1}{2} \left\{ 3 + \frac{6(x_L-t-T_1+t)}{N(t+x_i)} \right\}^2} \\ q_{III} &= \frac{0.665 \varphi r A}{N(t+x_i)} e^{-\frac{1}{2} \left\{ 3 + \frac{6(x_L-t-T_1+2t)}{N(t+x_i)} \right\}^2} \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (16)$$

$$q_n = \frac{0.665 \varphi r A}{N(t+x_i)} c \left[3 + \frac{6(x_i - T_1 - nt)}{N(t+x_i)} \right]^2$$

斯くの如くにして A 区域よりする流量は算定し得るを以て次は BCD 等の他の区域に對する流量をも同様の手段によつて算出せば遂に P 點に集水する刻々の全流量を求むることを得べし。之を其の地點の水位流量關係公式により水位に換算する時は之即ち洪水豫報として發表すべき水位を得るものと知るべし。

尙茲に注意すべきは前章第三節に於ても述べたる如く、流域の下流地方 T 時間到達區域に水位豫想後 T 時間内に降雨あらば此の量は實際は P 點の流量を大ならしむるにより之を加算する必要あるべしと雖も、實施に當り斯くの如き更正を繰り返すことは困難なる問題なるを以て、最初豫想水位算定に當り斯くの如き雨量を見込むことも一方法なりと雖も、成るべくは假りに下流區域に多少の降雨あるとも甚しく豫想水位に狂ひを生ぜざる範圍に T を定むるを可とす。

第三章 水位式洪水豫報の理論

第一節 洪水波の移動

大河川の下流部に於て第一章第三節に述べたる時差 T が流域の最遠地點より P 點迄の流下時間に比して割合小なる時は其の河道上流の量水標に現れたる水位は比較的々確に下流地點に波及すべきを以て、若し之等兩地點に水位觀測記錄多數に存在するならば、先づ洪水波頂點の移動速度平均を以て洪水波移動速度となし、上下因果水位關係を圖式若しくは其の他の方法にて定むる時は直ちに之等水位關係を知ることを得べしと雖も、上下二地點間に於て相當氾濫地帯の存在する場合は之が調節の影響を受け増水時と減水時とは各異なる水位關係出現し、且つ大なる支川等の合流する場合は更に複雑なる關係生すべきを以て一步進んで流量關係より水位關係を定むることは最も適切なる結果に到達すべき筈なり。

從來諸先輩によつて論ぜられたる洪水波の理論は一定水位が河道本來の流速に靜水上を走る波の速度を加算せる速度を以て移動するものとなし、或は又波の進行の理論を更に精細にしたるものなりしが、斯くの如きは整正なる河道に於ては理論上の價值大なりと雖も流路不規則なる一般河川に適用する場合種々不便多きを以て、物部博士は本誌第三卷第三號及同第六號に於て此の點を考慮したる極めて實用的の公式を發表せられ、從來殆んど理論のみに限られ實用上全く顧みられざりし本問題を種々なる實際問題に利用せんとせられたり。

水位式洪水豫報の理論は實に洪水波の理論其の儘の應用なるが、之を從來の取扱い即ち或る河道に於て一定水位が下流に波及するに要する時間を求むる如き取扱ひは洪水豫報をなすに於ては實行上の不便尠からざるを以て著者は茲に少しく異なる立論を試みんとす。

洪水波が一つの整正なる河道を移動しつゝある場合、之を従來の考への如く水位の波と考へず、これを一つの流量の波なりと考ふる時は其の波各部は各部流量によりて起る水位に基づく平均流速を以て流下しつゝありと考へ得べく、従つて従來說かれたると同様に波各部の速度は増水時は減水時より勾配急なるを以て流速早く、最大流量區域附近は最も水位高く流速も大なるを以て此の最大流量附近は他の部分より進み勝ちとなりて洪水波中の最大流量點は平均流速以上に前進する傾向あり、之が爲め最大流速、最大流量、最大水位は順次時を違へて生起するに至る譯なり。

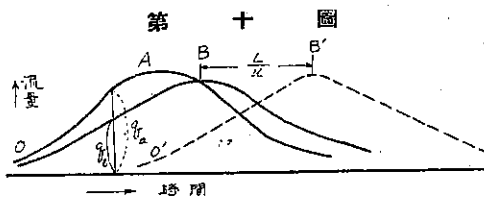
然るに之を河道不規則なる實際河川洪水觀測圖表に就て見るに、沿岸に氾濫區域ある場合前記の如く最大流量附近のみ特に速かに移動せず寧ろ後れ勝ちとなる場合多し。これ増水時に於ては之等氾濫地帯への流入量及河道内水位上昇に基く遲滯量あるが爲め流量は減少して下流に波及し、減水時は却つて之等遲滯量注流して流量は増加して波及する結果なりとす。故に不規則なる河川に於ては此の遲滯流量を考慮に入れて洪水波を論ぜざるべからず、以下節を改めて説くべし。

第二節 河道上下二地點間の水位關係

河道上位の一地點 P_1 より下流の一地點 P 點に至る間に於て氾濫地帯に逸出せる流量を除き河道内のみを流過したる流量波各部の流速は其の水位相當の平均流速に一致すと考へ得るを以て、整正なる河道の場合と同様其の最大流量點は他の部分より進み勝ちの傾向あるべしと雖も、洪水豫報をなさんとする如き場合は一般に洪水波の頂點に近き部分が問題の焦點となり、且つ上下二地點間を流るゝに要する時間は洪水期間に比し其の幾分の一に過ぎざるを以て其の平均速度の變化極めて小さく、大體に於て洪水波各部の流速は變化なきものと假定するも支障なかるべし、故に

「河道内のみを流過せる洪水波各部の速度は一定なり」

との假定の下に本論を進めんとす。



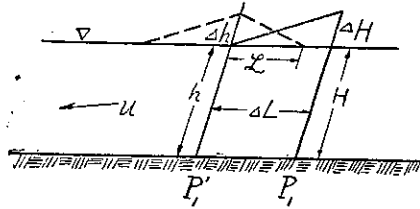
第十圖

OA を上流地點を通過せる場合の流量圖表、 $O'B'$ を下流地點を通過せる場合の流量圖表とし、 L を二地點間の距離、 u を此の二地點間を流下する平均流速とすれば、 L/u は洪水波が此の二地點間を移動するに要する

時間を示す。今 $O'B'$ 曲線を左方に全體に L/u 時間丈だけ移動して得たる OB と前記 OA とは二地點間の因果流量を示すべし。若し河道全く整正にして途中氾濫其の他の調節作用なく且つ支川其の他の流入流量なきものとすれば、同一垂直線内に於ける各流量は等量にして $q_a = q_b$ ならざるべからず。然るに若し水位上昇期間に於て $q_a > q_b$ なる現象を呈するならば

其の差丈けは途中に於て河道外氾濫地帯に逸出し或は河道内水位上昇により遲滞して流下せざりしに基くものにして、此の量は次に述ぶる如きものなるべし。

第十圖



P_1 點に於ける水位が Δt 時間に ΔH だけ上昇したりとせよ、其の場合 P_1 點の流量増加量 ΔQ は P_1 點の水位流量關係を $Q = MH^2$ とすれば

$$Q + \Delta Q = M(H + \Delta H)^2$$

$$\therefore \Delta Q = M(H + \Delta H)^2 - MH^2$$

$$\therefore \Delta Q = 2MH\Delta H + \Delta H^2 \dots\dots\dots (17)$$

而して Δt 時間内に P_1 點を流過したる總増加流下量 S は

$$S = \frac{\Delta Q}{2} \Delta t \dots\dots\dots (18)$$

Δt 時間の流下距離を ΔL とすれば、此の時間の終りに於ては増加の影響は P_1 點より ΔL 丈け下流なる P_1' 點に及ぶべし。今此の P_1' 點を次の Δt 時間に於て通過すべき増加流量を考ふるに、 ΔL 間の河道及沿岸氾濫區域に於て幾部分水位上昇を來すを以て ΔL 間に殘溜量を生じ、従つて P_1' 點を通過する増加水量は P_1 點を通過したるものより減少し P_1' 點の水位上昇量は Δh となるべし、今 $P_1 P_1'$ 間殘溜量 S_f は次式にて表すことを得べし (第十一圖参照)。

$$S_f = \frac{1}{2} \mathcal{L} \cdot B \cdot \Delta h \dots\dots\dots a$$

此の中

$$\mathcal{L} = K \cdot \Delta L$$

而して K は P_1 點を通過したる場合の (平均流速と最小流速の差) の (平均流速) に對する比と考へ得るを以て

$$K = \frac{V_{\text{mean}} - V_{\text{mini}}}{V_{\text{mean}}} \dots\dots\dots b$$

而して一般に 1 断面中に於て平均流速は最大流速の 60% 内外と考へらるゝを以て

$$V_{\text{max.}} = \frac{1}{0.6} V_{\text{mean}} = 1.66 V_{\text{mean}} \dots\dots\dots c$$

又最小流速は平均流速より (最大流速) - (平均流速) 丈け小なりと考へ得るを以て

$$\begin{aligned} V_{\text{mini.}} &= V_{\text{mean}} - (V_{\text{max.}} - V_{\text{mean}}) \\ &= V_{\text{mean}} - (1.66 V_{\text{mean}} - V_{\text{mean}}) \end{aligned}$$

$$\therefore V_{\text{mini.}} = 0.34 V_{\text{mean}} \dots\dots\dots d$$

之を δ 式に代入すれば

$$K = (V_{\text{mean}} - 0.34 V_{\text{mean}}) / V_{\text{mean}}$$

$$= 0.66 = \frac{2}{3}$$

$$\therefore \mathcal{L} = \frac{2}{3} \Delta L \dots\dots\dots c$$

之を α 式に代入して

$$S_I = \frac{1}{2} \times \frac{2}{3} \Delta L B \Delta h$$

$$\therefore S_I = \frac{1}{3} \Delta L B \Delta h \dots\dots\dots (19)$$

又 Δt 時間に P_1' 點の水位が Δh 丈け上昇せしことによる P_1' 點の流量増加量は P_1 點の場合と同じく

$$\Delta q = 2mh \Delta h \dots\dots\dots (20)$$

故に此の Δt 時間内に P_1' 點を通過したる總増加水量 S_{II} は

$$S_{II} = \frac{\Delta q}{2} \Delta t \dots\dots\dots (21)$$

而して $S = S_I + S_{II}$ なる關係あるを以て之に (19), (21) を代入する時は

$$\frac{\Delta Q}{2} \Delta t = \frac{\Delta q}{2} \Delta t + \frac{1}{3} \Delta L B \Delta h$$

$$\therefore \Delta Q = \Delta q + \frac{2}{3} B \frac{\Delta L}{\Delta t} \Delta h \dots\dots\dots f$$

$\frac{\Delta L}{\Delta t} = u$, u は平均流速とし且つ (17), (20) を f に代入すれば

$$2MH \Delta H + \Delta H^2 = 2mh \Delta h + \Delta h^2 + \frac{2}{3} B u \Delta h$$

ΔH^2 , Δh^2 は Δt を極小に取れば微小となるを以て之を無視し、且つ $mh = MH$ とすれば

$$MH \Delta H = (MH + \frac{1}{3} B u) \Delta h$$

$$\therefore \Delta h = \frac{MH}{MH + \frac{1}{3} B u} \Delta H \dots\dots\dots (22)$$

之を (19) 式に代入して

$$S_I = \frac{MHB}{3MH + Bu} \Delta H \Delta L \dots\dots\dots g$$

g は ΔL 間に於ける遲滯水量と考へ得るを以て ΔH なる増水率を有する増加流量が L なる距離を流下せる場合、此の L の區間に遲滯すべき總水量 S_L は S_I を ΔL につき積分することにより之を得べし、即ち

$$q_L = \int S_L \Delta L = \int_0^L \frac{MHB\Delta H}{3MH + Bu} \Delta L$$

$$= \left| \frac{MHB\Delta H}{3MH + Bu} L \right|_0^L$$

$$q_L = \frac{BLMH}{3MH + Bu} \Delta H \dots\dots\dots (23)$$

即ち第十圖に示さるゝ q_b と此の q_L との和は q_a に等しかるべきを以て

$$q_b = q_a - \frac{BLMH}{3MH + Bu} \Delta H \dots\dots\dots (24)$$

本式は河道上下二地點間の流量波變化を示す基本式なりとす。

- q_b ; 下流地點の流量即ち結果流量
- q_a ; 上流地點の流量即ち原因流量
- L ; 兩地點間距離
- B ; 氾濫地帯を含む河道平均幅にして、 A を氾濫區域面積、 b を河道平均幅とすれば

$$B = \frac{bL + A}{L}$$

- u ; 兩地點間平均流速
- M ; 常数にして上流地點の水位流量關係公式の係数
- H ; 上流地點の水位
- ΔH ; 上流地點の水位上昇率

(24) 式は之を減水の場合に適用し得べく、其の場合水位上昇率は負數となすべし。

今二地點の水位流量關係公式を一般的に夫々

$$\left. \begin{aligned} q_a &= K_1(H_1 - a_1)^m \\ q_b &= K_2(H_2 - a_2)^n \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (25)$$

q ; 流量, H ; 水位, K, a ; 常數,

之を (24) 式に代入すれば

$$K_2(H_2 - a_2)^n = K_1(H_1 - a_1)^m - \frac{BLMH_1}{3MH_1 + Bu} \Delta H_1$$

$$H_2 = \sqrt[n]{\frac{K_1}{K_2} (H_1 - a_1)^m - \frac{BLMH_1}{K_2(3MH_1 + Bu)} \Delta H_1} + a_2$$

$$= \sqrt[n]{\frac{K_1}{K_2} (H_1 - a_1)^m} \sqrt[n]{1 - \frac{BLMH_1 \Delta H_1}{K_2(3MH_1 + Bu) (H_1 - a_1)^m}} + a_2$$

$$= \sqrt[n]{\frac{K_1}{K_2} (H_1 - a_1)^m} \left\{ 1 - \frac{BLMH_1 \Delta H_1}{3MH_1 + Bu} \right\}^{\frac{1}{n}} + a_2$$

前式中 $\left\{ 1 - \frac{BLMH_1 \Delta H_1}{3MH_1 + Bu} \right\}^{\frac{1}{n}}$ を二項定理により展開すれば

$$\begin{aligned} \left\{ 1 - \frac{BLMH_1 \Delta H_1}{3MH_1 + Bu} \right\}^N &= 1 - N \frac{BLMH_1 \Delta H_1}{3MH_1 + Bu} + \frac{N(N-1)}{1 \cdot 2} \left\{ \frac{BLMH_1 \Delta H_1}{3MH_1 + Bu} \right\}^2 \\ &\quad - \frac{N(N-1)(N-2)}{1 \cdot 2 \cdot 3} \left\{ \frac{BLMH_1 \Delta H_1}{3MH_1 + Bu} \right\}^3 + \dots \\ &= 1 - \frac{1}{n} \frac{BLMH_1 \Delta H_1}{3MH_1 + Bu} + \frac{1}{n} \left(\frac{1}{n} - 1 \right) \frac{1}{1 \cdot 2} \left\{ \frac{BLMH_1 \Delta H_1}{3MH_1 + Bu} \right\}^2 \\ &\quad - \frac{1}{n} \left(\frac{1}{n} - 1 \right) \left(\frac{1}{n} - 2 \right) \frac{1}{1 \cdot 2 \cdot 3} \left\{ \frac{BLMH_1 \Delta H_1}{3MH_1 + Bu} \right\}^3 + \dots \\ &= 1 - \frac{1}{n} \frac{BLMH_1 \Delta H_1}{3MH_1 + Bu} - \frac{n-1}{2n^2} \left\{ \frac{BLMH_1 \Delta H_1}{3MH_1 + Bu} \right\}^2 \\ &\quad - \frac{(n-1)(2n-1)}{6n^3} \left\{ \frac{BLMH_1 \Delta H_1}{3MH_1 + Bu} \right\}^3 + \dots \end{aligned}$$

上式中 n は水位流量關係公式の水位指數を意味し一般に 2 内外なり，又 $(BLMH_1 \Delta H_1) / (3MH_1 + Bu)$ は河道内の遲滯量と河道外に逸出する量にして又 $K_1(H_1 - a_1)^m$ は上流地點の毎秒流量を示し，従つて $\left(\frac{BLMH_1 \Delta H_1}{3MH_1 + Bu} \right) / K_1(H_1 - a_1)^m$ は上流地點流量に對する氾濫及遲滯による減小流量の比を示すこととなり，此の量は普通 1, 2 割のものなるを以て假りに 2 割即ち $2/10 = 1/5$ とするときは前記展開式の第三項は

$$-\frac{n-1}{2n^2} \left\{ \frac{BLMH_1 \Delta H_1}{3MH_1 + Bu} \right\}^2 = \frac{2-1}{2 \times 2^2} \times \left(\frac{1}{5} \right)^2 = \frac{1}{200}$$

即ち 0.5% に過ぎざるを以て本項以下は之を切り捨つるも實用上差支なかるべく，従つて

$$\left\{ 1 - \frac{BLMH_1 \Delta H_1}{3MH_1 + Bu} \right\}^{\frac{1}{n}} = 1 - \frac{1}{n} \frac{BLMH_1 \Delta H_1}{3MH_1 + Bu}$$

として前式に代入する時は

$$H_2 = \sqrt[n]{\frac{K_1}{K_2}} (H_1 - a_1)^{\frac{m}{n}} \left\{ 1 - \frac{1}{n} \frac{BLMH_1 \Delta H_1}{K_1(H_1 - a_1)^m} \right\} + a_2 \dots \dots (26)$$

之即ち上下二地點間の水位關係を算定すべき理論的公式なりとす。

若し兩地點の水位流量關係が共に二乗拋物線式なる時は (26) 式に於て $n = m = 2$ とすべきを以て

$$H_2 = \sqrt{\frac{K_1}{K_2}} (H_1 - a_1)^{\frac{2}{2}} \left\{ 1 - \frac{1}{2} \frac{BLMH_1 \Delta H_1}{K_1(H_1 - a_1)^2} \right\} + a_2$$

$$\therefore H_2 = \sqrt{\frac{K_1}{K_2}} \left\{ H_1 - a_1 - \frac{1}{2} \frac{BLMH_1 \Delta H_1}{K_1(H_1 - a_1)} \right\} + a_2 \dots \dots (27)$$

更に途中氾濫地帯なく且つ二地點間距離甚しく大ならず途中の遲滯量を無視し得る時は

$$H_2 = \sqrt{\frac{K_1}{K_2}} \{ H_1 - a_1 \} + a_2 = \sqrt{\frac{K_1}{K_2}} H_1 - \sqrt{\frac{K_1}{K_2}} a_1 + a_2$$

$$\therefore H_2 = \mathfrak{R}H_1 - \mathfrak{C} \dots \dots (28)$$

(28) 式中 H_2, H_1 は上下因果水位, $\mathfrak{R}, \mathfrak{C}$ は常數とす。

若し上下二地點に多數の水位觀測記錄ある場合は本章第一節に述べたる如く洪水波頂點の移動に要せし時間の平均を以て此の間の洪水移動時間とし, H_2, H_1 なる觀測せられたる因果水位を用ひ (28) 式の $\mathfrak{R}, \mathfrak{C}$ なる常數を決定するも可なり。然れども斯くして定めたる結果は誤差大なる場合あるを以て一般的には (26) 式により水位關係式を決定するに如くはなし。

第三節 上流に支川ある場合の水位關係

若し河道上下二地點間に於て大なる支川流入し下流地點の水位は之等本支兩川の水位によつて左右せらるゝ場合を考ふるに上流本支二河川の流量を夫々 q_1, q_2 各河川水位上昇率 $\Delta h_1, \Delta h_2$ 下流に於ける結果流量を q_3 とすれば

$$q_3 = q_1 + q_2 - \frac{B_1 L_1 m_1 h_1}{3m_1 h_1 + B_1 u_1} \Delta h_1 - \frac{B_2 L_2 m_2 h_2}{3m_2 h_2 + B_2 u_2} \Delta h_2 \dots \dots (29)$$

各地點の水位流量關係式を夫々

$$\left. \begin{aligned} q_1 &= K_1 (h_1 - a_1)^n \\ q_2 &= K_2 (h_2 - a_2)^m \\ q_3 &= K_3 (h_3 - a_3)^n \end{aligned} \right\} \dots \dots (30)$$

とし之を (29) 式に代入すれば

$$K_3(h_3 - a_3)^n = K_1(h_1 - a_1)^l + K_2(h_2 - a_2)^m - \frac{B_1 L_1 m_1 h_1}{3m_1 h_1 + B_1 u_1} \Delta h_1 - \frac{B_2 L_2 m_2 h_2}{3m_2 h_2 + B_2 u_2} \Delta h_2 \dots (31)$$

或は又各地点の水位流量關係式を夫々

$$\left. \begin{aligned} q_1 &= m_1 h_1^l \\ q_2 &= m_2 h_2^m \\ q_3 &= m_3 h_3^n \end{aligned} \right\} \dots \dots \dots (32)$$

とすれば (29) 式は次の如くなる，

$$m_3 h_3^n = m_1 h_1^l + m_2 h_2^m - \frac{B_1 L_1 m_1 h_1}{3m_1 h_1 + B_1 u_1} \Delta h_1 - \frac{B_2 L_2 m_2 h_2}{3m_2 h_2 + B_2 u_2} \Delta h_2 \dots (33)$$

(33) 式は $l=m=n=2$ とすれば

$$h_3 = \sqrt{\frac{m_1 h_1}{m_3} \left(h_1 - \frac{B_1 L_1 \Delta h_1}{3m_1 h_1 + B_1 u_1} \right) + \frac{m_2 h_2}{m_3} \left(h_2 - \frac{B_2 L_2 \Delta h_2}{3m_2 h_2 + B_2 u_2} \right)} \dots (34)$$

尙途中の氾濫調節を無視すれば

$$\left. \begin{aligned} h_3 &= \sqrt{\frac{m_1}{m_3} h_1^2 + \frac{m_2}{m_3} h_2^2} \\ \text{或は} \quad m_3 h_3^2 &= m_1 h_1^2 + m_2 h_2^2 \end{aligned} \right\} \dots \dots \dots (35)$$

(31), (33), (34), (35) の各式は其の状況に應じ適用すべきものにして，斯くして上流二河川の水位により下流地点の水位を算定すべき公式を定め得べし，然れども實用に際しては各地点の水位流量關係を必要とするも，こは洪水時實地に流量測定を行ふに非ざれば確定し難きものにして，若し單に水位観測記録のみ多數存在する場合には之を實驗的に定むるを最も良しとす。其の場合の範式は (35) 式によるか又は (31) 式の氾濫調節を無視し，且つ水位の指數 $l=m=n=2$ として得たる次式によつて正規方程式を作り， h 以外の常數を定むれば理論を基礎としたる實驗公式を得べし。

$$K_3(h_3 - a_3)^2 = K_1(h_1 - a_1)^2 + K_2(h_2 - a_2)^2 \dots \dots \dots (36)$$

若し上流地点が下流地点と相當距離ある場合上流量水標所在地以下の流域に降下せる雨量は下流地点の水位に影響し豫想水位に誤差を起さしむべきを以て，其の面積大なる場合には雨量式の場合に作成せる (14) 公式によつて之が參與流量を算定し水位式の各公式に合算すべきものなりとす。然れども普通此の量は上流地点の水位判明せる時刻に於ては未だ殆んど之を知り難き場合多く其れ以後に於ける雨量によるべきものなるを以て，成るべくは斯くの如き更正項は或程度以上の豪雨のみに使用することゝなす方實用に於て便利なり。

支川 3 個以上の場合は大體本節の應用によつて其の水位關係公式を定むるは至難にあら
ず。之を茲に述べんには徒らに複雑となるのみなるを以て省略することとせり。

第四章 漢江の洪水豫報

第一節 漢江の地誌及水位雨量觀測方法

漢江は朝鮮半島の中部にあり、其の源を江原道五臺山に發し概して西に流れ忠清北道を通
ぎ京畿道に入り京城の南を経て朝鮮西海岸に注ぐ。其の流域面積は 26 219 方秆、流路延長
478 秆に達し、國境の 2 河川を除けば流域面積に於て朝鮮第一位、流路延長に於て洛東江に
次ぐ大河なり。本江流域は中流部以上殆んど山地にして水源地方は樹木良く發生し概して良
好の部に屬し河川勾配比較的急なり。流域形狀は流域一覽圖に示す如く略扇形をなし、京城
の上流約 40 秆の高安附近に於て流域面積並に流路延長共略本流と相等しき大支川北漢江流
入せる爲め、下流に於ける洪水位は全く此の支川及本流の 2 大江に支配せらるゝ状態にあり。
又夏期臺灣附近より支那海に入れる低氣壓の進路は常に本江流域附近に於て朝鮮半島を衝く
こと多きが爲め雨量比較的多く従つて洪水量は前記の地形と相俟ちて他河川に比し異常に大
なるものあり。高安以下の平野部に於ては其の氾濫常に甚しく殊に京城、龍山、麻浦附近は
水位 6、7 米の上昇を見れば直ちに家屋に浸水するの狀態にして最近大正 9 年、大正 11 年、
大正 13 年、大正 14 年等相次いで 10 米以上の大洪水に逢ひ沿岸各地悲慘なる水災を被り浸水
區域は 10 000 ヘクタール乃至 20 000 ヘクタールに上り湛水期間は 3 晝夜乃至 5 晝夜に
達したり。

本江流域に於ける量水標及雨量計の配置は附圖第一に示す如く量水標 18 箇所、雨量計 24
箇所にして量水標は大部分大正 4 年以降に於て設置せられ其の後年々の洪水觀測記録あり、
水位觀測の方法は洪水豫報の如き特殊の場合を除き一般に平時は毎日午前 8 時 1 回の觀測
を行ひ月末其の結果を朝鮮總督府土木課に報告するものとし、洪水時は指定せられたる水位
(之を指定洪水位と稱す) 以上に洪水ある期間毎時 1 回宛晝夜兼行觀測を行ひ洪水終了後直
ちに其の結果を朝鮮總督府土木課に報告す、之等平水位月表並に洪水位觀測日表は正副 2 通
を作成し 1 通は朝鮮總督府土木課に 1 通は觀測員若しくは監督官署に保管することとせり、
水位觀測員は附近部落居住者(主として朝鮮人)に委嘱し月手當 5 圓内外を支給し之が監督
を其の地方の警察署若しくは警察官駐在所に依頼し、水位觀測監督の外報告の検査文書往復
其の他事務を併せて取扱はしむるものとす。

漢江に於ける量水標の概要下の如し

量水標 名稱	河川名	觀測開始 年月	目盛零點 標高	平均平水 位讀數	最大洪水 年月 水位	備 考
旌 善	本流	大正 2-1		m 1.01	大正 14-7 m 10.67	
寧 越	"	6-6		0.72	" 9.00	
丹 陽	"	6-6		0.83	15-8 15.20	
忠 州	"	5-1	m 63.99	0.86	11-7 11.48	
牧 溪	"	5-11	m 57.43	0.75	" 10.74	
驪 州	"	4-3	m 37.71	1.50	" 10.82	
高 安	"	6-1	m 14.98	1.03	14-7 19.38	
蘆 島	"	5-9	m 8.90	0.42	" 12.95	
人 道 橋	"	7-8	m 7.17	0.43	" 11.76	
舊 龍 山	"	6-7	m 5.97	干1.10 満2.70	" 12.74	
麻 浦	"	5-8	m 5.91	干— 満—	" 12.50	
杏 州	"	5-8	m 4.63	干1.62 満3.64	" 10.63	
楓 谷	"	11-4	m 4.57	干1.78 満4.12	" 9.37	
臨 漢 面	"	7-12	m 2.38	干0.83 満6.33	" 8.08	
芳 川	北漢江	明治45-7	—	—	" 9.00	
春 川	"	大正3-10	m 62.31	1.01	" 17.82	
加 平	"	3-11	m 50.27	0.95	" 14.00	
清 平 川	"	3-11	m 27.40	0.97	" 17.10	

雨量の觀測は流域内の測候所、簡易氣象觀測府郡、及治水調査雨量觀測府郡等の雨量計によるものにして、自記雨量計は從來京城測候所のみ1箇所なりしが大正14年洪水に於て山地の降雨狀況閉却すべからざるを知り治水調査上特に化川外5箇所に増設をなし都合7箇所の自記雨量計を有するに至れるが、其の他のものは皆日本中央氣象臺標準雨量計にして觀測方法は毎日午前10時に1回行ひ其の觀測量を前日の雨量として記録するものなり、各雨量計は京城の如き明治44年以來觀測を續けたるものありと雖も大部分は大正4年前後に設置せられたるものにして觀測記録は何れも朝鮮總督府仁川觀測所（朝鮮の中央氣象臺）に保管せらる、各觀測地の概要次の如し

地 點	種 別	觀測者	觀測開始	觀測事項	備 考
京 城	測候所		明治年月 40-10	雨量、蒸發量、 氣温其他	自記雨量計あり
議政府	簡 易	楊州郡廳	大正5-1	"	
廣 州	雨 量	廣州郡廳	4-12	雨量	
楊 平	簡 易	楊平郡廳	3-6	雨量、蒸發量、 氣温其他	

地 點	種 別	觀測者	觀測開始	觀測事項	備 考
利 川	雨 量	利川郡廳	4-12	雨量	
廳 州	"	驪州郡廳	4-12	"	
長湖院	"	長湖院駐在所	5-10	"	
加 平	簡 易	加平郡廳	4-7	雨量, 蒸發量, 氣温其他	
春 川	"	春川郡廳	2-6	"	自記雨量計あり
華 川	雨 量	華川郡廳	5-1	雨量	
准 陽	簡 易	准陽郡廳	3-6	雨量, 蒸發量, 氣温其他	
麟 蹄	"	麟蹄郡廳	3-6	"	
洪 川	雨 量	洪川郡廳	5-1	雨量	
横 城	簡 易	横城郡廳	4-2	雨量, 蒸發量, 氣温其他	自記雨量計あり
原 州	"	原州郡廳	3-6	"	
平 昌	"	平昌郡廳	4-6	"	
旌 善	"	旌善郡廳	4-7	"	自記雨量計あり
寧 越	"	寧越郡廳	7-7	"	
堤 川	"	堤川郡廳	3-6	"	
忠 州	"	忠州郡廳	6-3	"	自記雨量計あり
丹 陽	"	丹陽郡廳	7-7	"	
槐 山	雨 量	槐山郡廳	4-12	雨量	
化 川	"	發電所堰堤番人	15-6	"	自記雨量計あり
荅 杜	"	山林出張所	15-6	"	自記雨量計あり

第二節 豫報組織の考察

漢江沿岸に於て最も洪水豫報の必要を感じるは京城附近特に龍山を中心とする區域なるを以て舊龍山量水標水位にて豫想水位を算定するは最も適切なりと雖も舊龍山は大潮時約2米の潮位影響あるを以て之を避け少しく上流にして潮位影響比較的少き新龍山人道橋量水標により水位を推定し、爾餘の地點は人道橋量水標水位を基準として其の水位關係を求め置き之により各地水位を推定せんとす。

本江は雨量による水位豫想は最も望ましきことなりと雖も從來の雨量觀測方法は曩に述べたる如く毎日1回觀測なりしが爲め假りに第二章に於て述べたる雨量式洪水豫報組織を定むるとも既往記録より其の組織の精度を檢討すること能はず、多少の不安件ふを以て之を避け寧ろ豊富なる水位觀測記録を利用し水位式の豫報組織となしたることは何人も異とせざるところなるべし。

今京城人道橋水位推定に對して最も適切なる上流量水標を物色するに北漢江合流點下にある高安量水標は其の下流に於て京城附近水位に影響ある程度の大支川なく、人道橋量水標と

の水位關係を定むるに最も確なるべきを以て第一の候補地となし得るも本地點は山間僻地にして現在は通信設備なく且つ高安と人道橋間は其の距離 45 軒にして洪水波傳達に要する時間は 7 時間内外に過ぎず、されば水位通信等に費す時間を考ふる時は時差僅小となるを以て一時遠距離水位指示機を備へ京城に於て高安の水位を即座に知り得る様にせんとの議もありしが兎に角最大 7 時間の時差にては洪水豫報としての効果薄きを以て之を採用するに至らず、更に上流に溯りて之が候補地を求めて本流に於て驪州，北漢江に於て加平を得たり、此の兩地は共に京城と 90 軒餘を距り洪水波の傳達に約 12 時間を要し且つ郡廳，警察署，郵便局等もあり水位通信の便備はり他の量水標に比較し種々利便多きが如し、今此の二地點及人道橋の流域其の他の要點を掲示すれば次の如し。

地點名	流域面積	人道橋迄の距離	平水位標高
驪州	11 132.4方軒	90軒	39.21米
加平	8 104.5	97	51.22
人道橋	25 046.5	0	7.60

即ち驪州及加平以下人道橋に至る間の流域面積は 5 809.6 方軒にして人道橋流域面積の 1/5 弱に當り此の下流々域の雨量も亦閑却すべからざるを以て複雑の感はあれども本江洪水豫報組織には驪州及加平の水位のみならず此の下流々域雨量をも考慮に入るゝ必要あり、結局水位式に雨量式を加味したるものとせざるべからず。

第三節 驪州及加平より人道橋への洪水波傳達時間

第二章第二節の假定に従へば洪水波各部の速度は一定にして其の河道平均流速に等しとなし得るも今之を其の河道各部の斷面に就て一々計算するは實際問題として適切ならざる場合起るを以て、既往洪水位觀測記錄に於て其の洪水波頂點の移動に要せし時間によつて之を決せん本江の場合は既往記錄中本流と北漢江と同時に洪水ありたる場合は其の洪水波頂點の移動狀況判明せざるも、本流若しくは北漢江の一方のみ洪水ありたる場合は其の所要時間比較的確實に知り得らるゝを以て斯くの如き場合のみを摘記すれば次の如し。(附圖第十二乃至同第三十一参照)

洪水年月日	驪州水位	驪州人道橋間 傳達時間	加平水位	加平人道橋間 傳達時間	備考
年 月 日	米	時	米	時	
7-3-16	—	—	8.20	11	
9-7-19	—	—	7.20	15	
10-7-7	8.50	11	—	—	
10-7-19	—	—	4.50	12	
11-8-23	—	—	8.80	11	
12-7-21	7.70	12	—	—	
12-7-23	7.50	11	—	—	

洪水年月日 年月日	驪州水位 米	驪州人道橋間 傳達時間 時	加平水位 米	加平人道橋間 傳達時間 時	備考
12-7-26	7.50	12	—	—	
12-7-30	—	—	6.60	10	
12-8-1	9.70	12	—	—	
13-7-21	—	—	8.25	11	
13-7-24	—	—	8.30	11	
13-7-25	8.00	14	—	—	
平均		12.0		11.6	

之により各區間の平均速度を求むれば次の如し。

區間	距離 新	所要時間 時	毎秒速度 米
驪州—人道橋	90	12.0	2.083
加平—人道橋	97	11.6	2.303

尙各水面勾配を見るに支流北漢江は高安に於て合流し夫れ以下は同一の流路を辿ることゝなるを以て之を本流，支流及高安以下の本流の 3 區に分てば

區間	距離 新	平水時水面勾配	洪水時水面勾配	備考
驪州—高安	45	1:1 940	1:2 090	
加平—高安	52	1:1 480	1:1 720	
高安—人道橋	45	1:5 350	1:2 940	

今之等各表を見るに洪水時と平水時は水面勾配の變化甚しき部分もありと雖も強ち水位高き場合流速大にして洪水波傳達時小なる結果を示す譯にもあらず，1, 2 の特例を除き常に略一定の値を示し驪州人道橋間は平均 12 時間，加平人道橋間は 11.6 時間となり之を 12 時間と假定するも實用に於ては大差なかるべきを以て本章に於ける洪水波各部の速度は常に一定にして驪州人道橋間も加平人道橋間も其の傳達に要する時間を 12 時間なりとせん。

第四節 驪州及加平と人道橋との理論的水位關係

此の場合 (31) 式又は (33) 式によるべきものなるが計算を簡易ならしむる爲め (35) 式を採用し，高安以下の河道水位は本支兩江に支配せらるゝを以て汎濫調節の項を少しく改正し尙下流々域雨量は (14) 式によつて加算するものとして次の範式を定め之に既知係數を入れて最後の計算式に到達せんとす。

$$\begin{aligned}
 m_3 h_3^n = & m_1 h_1^2 + m_2 h_2^m - \frac{B_1 L_1 m_1 h_1}{3 m_1 h_1 + B_1 u_1} \Delta h_1 - \frac{B_2 L_2 m_2 h_2}{3 m_2 h_2 + B_2 u_2} \Delta h_2 \\
 & - \frac{B_3 L_3 m_3 h_3}{3 m_3 h_3 + B_3 u_3} \Delta h_3 + q_r \dots \dots \dots (37)
 \end{aligned}$$

本式に於て

$$\begin{aligned}
 m_1 h_1^2 = & q_1; \quad \text{驪州に於ける水位流量關係} \\
 m_2 h_2^m = & q_2; \quad \text{加平に於ける 同 上} \\
 m_3 h_3^n = & q_3; \quad \text{人道橋に於ける 同 上}
 \end{aligned}$$

B_1 ; 驪州高安間氾濫地帯及河道平均幅
 B_2 ; 加平高安間 同 上
 B_3 ; 高安人道橋間同 上
 L_1 ; 驪州高安間距離
 L_2 ; 加平高安間距離
 L_3 ; 高安人道橋間距離
 $\Delta h_1 \Delta h_2 \Delta h_3$; 夫々驪州加平人道橋水位上昇率
 Q_r ; 驪州加平以下人道橋間の流域の雨量による流量

1. 人道橋に於ける水位流量關係

既往洪水に際し人道橋に於て流量測定をなしたる結果次の如し。

測定年月日 大正 年 月 日	水 位 米	流 量 m^3/sec	測定方法	備 考
8-7-7	8.45	15 722	表流浮子	
" - "	8.43	15 459	"	
" - 8	6.96	8 920	"	
" - "	6.52	7 862	"	
" - "	6.24	7 250	"	
9-7-8	8.77	17 175	"	
" - 9	9.42	16 906	"	
" - "	9.30	18 272	"	
" - "	8.97	15 948	"	
" - "	9.53	19 883	"	水位最高時
" -10	6.84	7 679	"	
" - "	6.57	6 977	"	
" -12	3.58	2 359	流速計	
8- 2	9.00	14 447	表流浮子	
10- 7-7	5.37	7 740	"	増水中
" - "	5.72	8 519	"	"
" - "	6.04	9 343	"	"
" - "	6.17	9 579	"	"
" - "	6.25	10 035	"	"
" - "	6.32	9 878	"	"
" - 8	5.78	7 933	"	減水中
" - "	5.47	6 739	"	"
" - "	4.99	5 341	"	"
" - "	4.74	4 839	"	"
8- 4	1.00	647	流速計	
11-7-17	7.20	12 263	表流浮子	減水中
" - "	7.05	11 948	"	"
" - "	6.85	11 097	"	"
13-8-26	8.48	16 326	"	水位最高時

測定年月日 大正年月日	水位 米	流量 立方米	測定方法	備考
13-8-26	8.40	15 738	表流浮子	減水中
" - "	8.28	15 445	"	"
" - "	7.42	11 508	"	"
" - "	7.24	10 834	"	"
14-7-18	11.66	32 444	公 式	水位最高時

今之等の記録を基礎とし指定公式として水位流量関係を定むれば

$$q_3 = 190 h_3^{2.09} \dots\dots\dots(38)$$

然るに本式は其の指數 2.09 にして之を (37) 式に代入して水位算定をなすには此の指數の爲め稍煩雜の憂あるを以て之を 2.00 なる整数となし係数を少しく更正するに於ては結果に於て略一致せる値を得べきを以て之を次の如く改正す (附圖第三十二参照)。

$$q_3 = 220 h_3^2 \dots\dots\dots(39)$$

2. 驪州に於ける水位流量関係

驪州は京城と相當に距離あり洪水時直接流量の實測をなす機會なかりしと雖も洪水直後量水標附近適當の地點に於て區域約 1 里に亘り其の地形断面及水面勾配等を實測して公式計算により概算流量を得たり。此の結果は漢江下流に於て實測せる流量と甚しき矛盾起らず稍信するに足るを以て大體之を使用して水位流量関係を定むべし。

測定年月日 年 月 日	水位 米	流量 立方米	測定方法	備考
11-10-21	1.45	58.1	流速計	
14-10-10	1.86	89.6	"	
" - 18	1.74	70.4	"	
11- 1	10.76	17 700	公 式	大正 14-7-18 日洪水
" - "	10.45	16 674	"	" 11-7-29 "
" - "	9.74	14 681	"	" 9-7- 8 "
" - "	9.07	12 544	"	" 5-6-16 "
" - "	7.71	9 252	"	" 1-
" - "	6.83	7 477	"	明治 11-

之を圖示すれば附圖第三十三の如くにして記録はロガリスミツクペーパー上著しく曲線となる如きも本量水標は其の零點が濁水位よりも著しく低き爲めに斯くの如き結果を示すものにして $q_1 = m(h_1 - a)^2$ なる形とせば完全なるべきも、水位高き場合即ち洪水豫報をなすが如き水位に於ては之を直線と見做すも大差なきを以て斯くの如き場合にのみ使用するものとして式を定むることとし且つ前項の場合と同様計算の便を慮り其の指數を整数ならしめ次の如き結果を得たり。

$$q_1 = 155 h_1^2 \dots\dots\dots(40)$$

3. 加平に於ける水位流量關係

加平も驪州と同様洪水時の流量は公式により算定したるものにして之等測定記録下の如し

測定年月日 年 月 日	水位 米	流量 立方米	測定方法	備 考
10- 2-24	0.43	26.8	流速計	
" - "	"	27.2	"	
13- 3-18	0.60	36.5	"	
14- 9-	9.68	7 196	公 式	大正 12 年洪水
" - "	8.37	6 636	"	同 13 年洪水
" - "	14.00	21 244	"	同 14 年洪水

之を公式となせば下の如し (附圖第三十四)。

$$q_2 = 100 h_2^2 \dots\dots\dots(41)$$

4. 下流々域の雨量による流量

驪州及加平量水標地點を通過せずして人道橋に至る流域は附圖第四に示す形状にして此の面積は既に述べたる如く 5 809.6 方秆あり、今第二章に於て述べたる雨量式洪水豫報の理論を應用して (14) 式を用ひ人道橋への參與流量を算定すべき公式を求めんとす。

此の區域を地形及雨量計の配置よりして便宜本流區域 (A), 北漢江區域 (B), 高安以下區域 (C), (附圖第四参照) の 3 區域に分ち各區域毎に一つの公式を用ひて參與流量を算定するものとなさん。

各區域内の雨量計其の他流域概要下の如し。

區 域	面 積 方秆	最大流路長 秆	區域下端より 人道橋迄の距離 秆	流域内雨量計
A	1 222.7	72	45	驪州, 利川, 楊平
B	2 874.7	176	45	加平, 洪川, 清平川
C	1 712.2	96	0	京城, 廣州, 楊州

備 考 — は未設置

此の雨量計は本章第一節に於て述べたるものと異なり大正 15 年 7 月特に漢江洪水豫報用として設置せるものにして驪州若しくは加平量水標の何れかゞ指定洪水位に達したる時より觀測を開始し、毎 3 時間の雨量を京城へ即報するものにして觀測時刻は午前 0 時, 3 時, 6 時, 9 時, 午後 0 時, 3 時, 6 時, 9 時とせり。故に (14) 式に於ける t は 3 時間となるべし。又 1 區域には雨量計 3 個宛あるを以て各區域の t 時間内雨量 r は各 3 箇所の平均を採用するものとす。

各流域流路 L_a, L_b, L_c を流るゝに要する時間を考ふるに、先づ A 區域は $L_a=72$ 秆の中 45 秆は漢江本流筋と考へ得べく此の間、即ち驪州高安間の洪水流速は曩に求めたる驪州人道橋間の洪水移動時間即ち 12 時間より高安人道橋間の洪水移動時間を控除したる時間を以て

此の區間を流下するものとして算定し得べし。

高安人道橋間洪水移動時間下の如し。

洪水年月日 年 月 日	人道橋水位 米	所要時間 時	備 考	洪水年月日 年 月 日	人道橋水位 米	所要時間 時	備 考
7-7-2	4.70	6		11-7-8	6.20	6	
7-7-10	6.60	10		11-7-17	7.50	7	
7-8-17	8.50	8		11-7-30	9.20	7	
8-7-7	8.40	7		12-8-1	7.50	7	
9-7-9	9.50	6		13-7-22	6.70	6.5	
9-7-20	6.40	7		14-7-12	9.70	6	
9-8-2	9.05	7		14-7-18	11.66	5	
10-7-7	6.50	7					
平 均				6.86 ≒ 7 時間			

即ち平均 7 時間にして、水位の大小に對しては甚しき差違なきを以て高安人道橋間の洪水流下には常に此の時間を要するものと考へ得べし、従つて驪州高安間は

$$12-7=5$$

即ち 5 時間を要することゝなる。而して此の區間距離は 45 秆にして A 區域の流路長 $L_a=72$ 秆より之を減じたる殘餘の 27 秆を流下するに要する時間は其の最遠流路たる楊花川筋(驪州の直下にて本流に入る)の平均河床勾配 1:570 と、平均水深 2 米とにより流速 $2.2 \text{ m/sec.} = 8 \text{ km/h.}$ を得、之によつて $27 \div 8 = 4$ 即ち約 4 時間となるを以て結局 A 區域の最遠流路流下時間は

$$x_1 = 5 + 4 = 9 \text{ 時間}$$

を得。

次に B 區域の最遠流路長 L_b を流るゝに要する時間を考ふるに此の流路中加平清平川、及清平川高安間の洪水移動時間は例により既往洪水觀測記録より求むること次の如し。

加平清平川間

洪水年月日 年 月 日	清平川水位 米	所要時間 時	備 考	洪水年月日 年 月 日	清平川水位 米	所要時間 時	備 考
8-9-4	4.40	3.50		11-7-29	9.10	2.5	
8-10-7	4.70	3.0		11-8-23	10.80	2.5	
9-7-8	10.20	2.0		12-7-30	7.60	2.0	
9-8-3	8.90	3.5		12-8-1	11.55	2.0	
10-7-22	4.70	3.0		13-7-21	10.30	3.0	
11-7-8	6.00	2.0		13-7-24	10.80	2.5	
11-7-17	7.60	2.5		14-7-12	12.50	4.0	
平 均				2.71 ≒ 2.7 時間			

清平川加平間

$$\begin{aligned} & (\text{加平人道橋間所要時間}) - (\text{加平清平川間所要時間}) - (\text{高安人道橋間所要時間}) \\ & = 11.6 - 6.8 - 2.7 = 2.1 \text{ 時間} \end{aligned}$$

而して B 区域の最遠地點は支川洪川江の水源に當るを以て之を數區に分ちて平均流速を算定し結局此の区域の最遠流路を流るゝに要する時間を求むること下の如し。

區 間	距離 新	平均勾配	平均流速 新/時	所要時間 時	備 考
高 安—清 平 川	28	1:2 260	13.2	2.1	前掲計算による
清 平 川—洪 川 江 口	12	1:1 000	8.8	1.4	
洪 川 江 口—斗 村 江 合 流 點	92	1: 800	8.0	11.5	洪川江流路
斗 村 江 合 流 點—水 源	44	1: 300	7.0	6.3	同 上
計	176			21.3	

又 C 区域の最遠流路長 $L_c=96$ 新を流るゝに要する時間は同じく地形により數區に分ちて計算せる結果下の如し。

區 間	距離 新	平均勾配	平均流速 新/時	所要時間 時	備 考
人 道 橋—高 安	45	1:3 000	6.6	6.8	前掲計算による
高 安—京 安 里 附 近	30	1: 720	8.0	3.8	高安に流入する金良川筋
京 安 里 附 近—水 源	21	1: 240	7.0	3.0	同 上
計	96			13.6 時間	

次に A 及 B 区域の下端即ち高安より人道橋に至る間の洪水移動時間は既に計算せる如く 7 時間にして之を (14) 式の x_L とす。

今斯くの如くにして決定せる各區間の雨水流下に要する時間を摘記すれば下の如し。

區 域	流域面積 A 方新	$L_{a, b, c}$ 新	x_i 時間	L_p 新	x_L 時間	備 考
A	1 222.7	72	9	45	7	
B	2 874.7	176	21	45	7	
C	1 712.2	96	14	0	0	

但し符號は皆 (14) 式による

尙高安以下人道橋に至る間の氾濫區域面積を洪水位によつて示せば下の如し。

平 水 時	人道橋水位	米	方新
大正 9 年洪水時	"	0.26	1.8
大正 14 年洪水時	"	9.21	90.2
		11.66	108.8

之を式にて表せば

$$F=9.5h \dots\dots\dots(42)$$

但し F; 氾濫面積 (方新), h; 人道橋水位 (米), F は (14) 式に於て高安人道橋間に對する N の算定に必要な資料にして (42) 式によれば

$$h=5 \text{ 米なる時 } F=47.5$$

$$\text{而して } N_1=1+0.0026 \times 45+5.8 \times \frac{47.5}{25046}=1.128$$

$$h=10 \text{ 米なる時 } F=95.0$$

$$\text{而して } N_2 = 1 + 0.0026 \times 45 + 5.8 \times \frac{95}{25046} = 1.139$$

$$N_2 - N_1 = 1.139 - 1.128 = 0.011$$

即ち人道橋水位 5 米なる場合と 10 米なる場合とは N の差違近々 1% に過ぎざるを以て本項に於ては計算の便宜を慮り F は (42) 式の如く變數なりとせず人道橋水位 10 米なる場合の 95 方籽を採用す。

以上の如く (14) 式に對する資料揃ひたるを以て以下各區域別の參與流量計算公式を定むべし。

A 區域よりの參與流量算式

(14) 式に對して

$$\begin{aligned} \varphi &= 40 \% , & A &= 1\,222.7 \text{ 方籽}, & t &= 3 \text{ 時間}, & x_L &= 9 \text{ 時間}, \\ x_L &= 7 \text{ 時間}, & L_p &= 45 \text{ 籽} & F &= 95 \text{ 方籽}, & A_p &= 25\,046.5 \text{ 方籽} \end{aligned}$$

なるを以て

$$\begin{aligned} N &= 1 + 0.0026 \times L_p + 5.8 \frac{F}{A_p} = 1.139 \\ q_A &= \frac{0.665 \varphi r A}{N(t+x_L)} e^{-\frac{1}{2} \left\{ 3 + \frac{6(x_L-t-T)}{N(t+x_L)} \right\}^2} \\ &= \frac{0.665 \times 0.4 \times 1\,222.7 \times r}{1.139 \times (3+9)} e^{-\frac{1}{2} \left\{ 3 + \frac{6(7-3-T)}{1.139 \times (3+9)} \right\}^2} \\ &= 23.80 r e^{-\frac{1}{2} \{ 3 + 0.4390(4-T) \}^2} \end{aligned}$$

$T=3$ なるとき	$q_A=0.064r$	$T=15$ なるとき	$q_A=4.470r$
$T=6$ "	" 2.504r	$T=18$ "	" 0.169r
$T=9$ "	" 17.209r	$T=21$ "	" 0.001r
$T=12$ "	" 20.874r		

今 $T=12$ なる場合を考ふるに、こは恰も驪州若しくは加平に於ける水位を觀測したる時刻に相當するものにして若し驪州及加平の水位觀測直後に於て人道橋の水位を推せば $T=9$ 若しくは $T=6$ 等の場合の參與流量は未だ r 不明なる爲め之を算定することを得ざるものとす、然れどもこは q_A の算定には重大なる部分を占むべきを以て $T=9$ 或は $T=6$ に對する r の値大なりし場合には後に豫想水位を更正する等の必要生ずべし又 $T=3, T=18, T=21$ 等の場合に於ける q_A は其の量小にして之を無視するも大勢に影響なかるべく結局 A 區域の人道橋に對する參與總量は

$$\Sigma q_A = 2.504r_6 + 17.209r_9 + 20.874r_{12} + 4.47r_{15} \dots\dots\dots(43)$$

但し r_6, r_9, r_{12}, r_{15} は T が夫々 6, 9, 12, 15 なる場合の A 区域の観測雨量 (耗), Σq_A は豫想時刻に於て A 区域よりの總參與流量 (立方米)

B 区域よりの參與流量算式

同じく (14) 式に對して

$$\begin{aligned} \varphi &= 40\%, & A &= 2874.7 \text{方籽}, & t &= 3 \text{時間} \\ x_i &= 21 \text{時間}, & x_L &= 7 \text{時間}, & L_p &= 45 \text{籽} \\ F &= 95 \text{方籽}, & A_p &= 25046.5 \text{方籽} \end{aligned}$$

故に

$$\begin{aligned} N &= 1 + 0.0026L_p + 5.8 \frac{F}{A_p} = 1.139 \\ q_B &= \frac{0.665 \times 0.4 \times 2874.7 \times r}{1.139 \times (3+21)} c - \frac{1}{2} \left\{ 3 + \frac{6(7-3-T)}{1.139 \times (3+21)} \right\}^2 \\ &= 27.97r c - \frac{1}{2} \{ 3 + 0.2195(4-T) \}^2 \end{aligned}$$

$T=6$ なるとき	$q_B=0.105r$	$T=21$ なるとき	$q_B=21.408r$
9 "	4.578r	24 "	10.649r
12 "	12.901r	27 "	3.433r
15 "	23.564r	30 "	0.718r
18 "	27.898r	33 "	0.097r

$T=6, 30, 33$ の場合は之を切り捨て結局

$$\begin{aligned} \Sigma q_B &= 4.578r_9 + 12.901r_{12} + 23.564r_{15} + 27.898r_{18} \\ &+ 21.408r_{21} + 10.649r_{24} + 3.433r_{27} \dots\dots\dots(44) \end{aligned}$$

但し $r_9, r_{12}, \dots, r_{27}$ は $T=9, 12, \dots, 27$ なる時刻に於ける B 区域の観測雨量 (耗), Σq_B は豫想時刻に於て B 区域よりの總參與流量 (立方米)

C 区域よりの參與流量

同じく (14) 式に對して

$$\begin{aligned} \varphi &= 40\%, & A &= 1712.2 \text{方籽}, & t &= 3 \text{時間}, \\ x &= 14 \text{時間}, & x_L &= 0, & L_p &= 0, \\ F &= 0, & A_p &= 25046.5 \text{方籽} \end{aligned}$$

故に

$N=1.00$

$$q_c = \frac{0.665 \times 0.4 \times 1712.2 \times r}{(3+14)} e^{-\frac{1}{2} \left\{ 3 + \frac{6(0-3-T)}{(3+14)} \right\}^2}$$

$$= 26.79 r e^{-\frac{1}{2} \{ 3 - 0.3529(3+T) \}^2}$$

$T=0$	なるとき	$q_c=4.070r$
3	"	18.148r
6	"	26.378r
9	"	12.499r
12	"	1.931r
15	"	0.097r

前項と同様 $T=15$ なる場合は之を切り捨て結局

$$\Sigma q_c = 4.070r_0 + 18.148r_3 + 26.378r_6 + 12.499r_9 + 1.931r_{12} \dots (45)$$

但し r_0, r_3, \dots, r_{12} は C 区域に於て $T=0, 3, \dots, 12$ なる時刻の観測雨量(耗), Σq_c は豫想時刻に於ける C 区域よりの總參與流量(立方米)とす。

今驪州及加平量水標地點を通過せざりし下流々域雨量に基く流量を算定すべき公式を總括して示せば下の如し

$$q_r = \Sigma q_A + \Sigma q_B + \Sigma q_C$$

$$= 2.504r_{a0} + 17.209r_{a3} + 20.874r_{a12} + 4.470r_{a15}$$

$$+ 4.578r_{b3} + 12.901r_{b12} + 23.564r_{b15} + 27.898r_{b18}$$

$$+ 21.408r_{b21} + 10.649r_{b24} + 3.433r_{b27}$$

$$+ 4.070r_{c0} + 18.148r_{c3} + 26.378r_{c6} + 12.499r_{c9}$$

$$+ 1.931r_{c12} \dots (46)$$

但し $r_{a0}, \dots, r_{b,9}, \dots, r_{c0}$ は A, B, C 各区域の T が $6, \dots, 9, \dots, 0, \dots$ 等の時刻に於ける観測雨量(耗)を示す。

5, 氾濫地滯及河道の調節影響

本項に於ては (37) 式の中 $\Delta h_1, \Delta h_2, \Delta h_3$ を含む項を實用的ならしめんとす

$\Delta h_1, \Delta h_2, \Delta h_3$ を含む項に於て含まれたる係数は $m_1, m_2, m_3, u_1, u_2, u_3, B_1, B_2, B_3, L_1, L_2, L_3$ にして此の中 m, u, L は既に記述したる事項なるを以て特に述べざることとし, B の値に就て少しく記述すれば, (23) 式に於て $B \times L$ は河道上下二地點間の河道及氾濫區域面積を意味するものにして従つて B は此の二地點間河道及氾濫區域面積を L にて除したる商となすことを得べし, 今 (37) 式に従ひ河道を驪州高安間, 加平高安間, 高安人道橋間の 3 區に

分つものとし且つ F_1 F_2 F_3 を夫々各區間の河道及氾濫區域面積を表すものとすれば夫々 $B_1 = F_1/L_1$, $B_2 = F_2/L_2$, $B_3 = F_3/L_3$ とすることを得べし、而して F_1 F_2 F_3 は河川洪水位に従ひ變化すべきものにして F_1 は驪州水位 h_1 にて、 F_2 は加平水位 h_2 にて、 F_3 は人道橋水位 h_3 にて表すものとし既往洪水時に調査せる氾濫區域面積によりて之を決定すれば次の如し

驪州高安間	$F_1 = 7.6h_1$	故に $B_1 = \frac{7.6h_1}{L_1}$ (畝)
加平高安間	$F_2 = 2.9h_2$	$B_2 = \frac{2.9h_2}{L_2}$ (〃)
高安人道橋間	$F_3 = 9.5h_3$	$B_3 = \frac{9.5h_3}{L_3}$ (〃)

但し h_1 h_2 h_3 は夫々驪州，加平，人道橋水位 (米)， F_1 F_2 F_3 は各區間の河道及氾濫區域面積 (方畝)。

今 (39) (40) (41) 式より $m_1 = 155$, $m_2 = 100$, $m_3 = 220$ とし、各區間距離を $L^1 = 45$ 畝， $L_2 = 52$ 畝， $L_3 = 45$ 畝とし、各區間距離及洪水移動時間より $u_1 = 2.43$ 米， $u_2 = 3.00$ 米， $u_3 = 1.82$ 米として (37) 式の Δh_1 Δh_2 Δh_3 を含む項に代入すれば

$$\begin{aligned}
 & \frac{B_1 L_1 m_1 h_1}{3m_1 h_1 + B_1 u_1} \Delta h_1 + \frac{B_2 L_2 m_2 h_2}{3m_2 h_2 + B_2 u_2} \Delta h_2 + \frac{B_3 L_3 m_3 h_3}{3m_3 h_3 + B_3 u_3} \Delta h_3 \\
 = & \frac{\frac{7.6h_1}{L_1} \times L_1 h_1 m_1 \times 1000^2}{3m_1 h_1 + \frac{7.6h_1}{L_1} \times u_1 \times 1000} \times \Delta h_1 + \frac{\frac{2.9h_2}{L_2} \times L_2 h_2 m_2 \times 1000^2}{3m_2 h_2 + \frac{2.9h_2}{L_2} \times u_2 \times 1000} \times \Delta h_2 \\
 & + \frac{\frac{9.5h_3}{L_3} \times L_3 h_3 m_3 \times 1000^2}{3m_3 h_3 + \frac{9.5h_3}{L_3} \times u_3 \times 1000} \times \Delta h_3 \\
 = & \frac{7.6h_1 m_1 \times 1000^2}{3m_1 + \frac{7.6u_1}{L_1} \times 1000} \times \Delta h_1 + \frac{2.9h_2 m_2 \times 1000^2}{3m_2 + \frac{2.9u_2}{L_2} \times 1000} \times \Delta h_2 \\
 & + \frac{9.5h_3 m_3 \times 1000^2}{3m_3 + \frac{9.5u_3}{L_3} \times 1000} \times \Delta h_3
 \end{aligned}$$

第三項に於て h_3 及 Δh_3 を含むことは後に實際の計算をなすに當り非常に煩雜となり、然かも影響するところ極めて小なるを以て之を $h_3 = \frac{1}{2}(h_1 + h_2)$, $\Delta h_3 = \frac{1}{2}(\Delta h_1 + \Delta h_2)$ なる近似値を用ひんとす然る時前式は

$$\begin{aligned}
& \frac{7.6h_1m_1 \times 1000^2}{3m_1 + \frac{7.6u_1}{L_1} \times 1000} \times \Delta h_1 + \frac{2.9h_2m_2 \times 1000^2}{3m_2 + \frac{2.9u_2}{L_2} \times 1000} \times \Delta h_2 \\
& + \frac{9.5 \times \frac{1}{2}(h_1 + h_2)m_3 \times 1000^2}{3m_3 + \frac{9.5u_3}{L_3} \times 1000} \times \frac{1}{2}(\Delta h_1 + \Delta h_2) \\
= & \frac{7.6 \times 155 \times 1000^2 \times h_1}{3 \times 155 + \frac{7.6 \times 2.43}{45} \times 1000} \times \Delta h_1 + \frac{2.9 \times 100 \times 1000^2 \times h_2}{3 \times 100 + \frac{2.9 \times 3.0}{52} \times 1000} \times \Delta h_2 \\
& + \frac{9.5 \times \frac{1}{2} \times 220 \times 1000^2 \times (h_1 + h_2)}{3 \times 220 + \frac{9.5 \times 1.82}{45} \times 1000} \times \frac{1}{2}(\Delta h_1 + \Delta h_2)
\end{aligned}$$

$$= 1.14h_1\Delta h_1 \times 1000^2 + 0.669h_2\Delta h_2 \times 1000^2 + 0.413(h_1 + h_2)(\Delta h_1 + \Delta h_2) \times 1000^2$$

$\Delta h_1, \Delta h_2$ は毎秒米なるを以て之を毎時米にて表すものとすれば上式は

$$\begin{aligned}
& 1.14h_1\Delta h_1 \times \frac{1000^2}{3600} + 0.669h_2\Delta h_2 \times \frac{1000^2}{3600} + 0.413(h_1 + h_2)(\Delta h_1 + \Delta h_2) \times \frac{1000^2}{3600} \\
& = 316.6h_1\Delta h_1 + 185.8h_2\Delta h_2 + 134.7(h_1 + h_2)(\Delta h_1 + \Delta h_2) \\
& = 451.3h_1\Delta h_1 + 320.5h_2\Delta h_2 + 134.7(h_1\Delta h_2 + h_2\Delta h_1)
\end{aligned}$$

即ち調節影響 q_L

$$q_L = 451.3h_1\Delta h_1 + 320.5h_2\Delta h_2 + 134.7(h_1\Delta h_2 + h_2\Delta h_1) \dots (47)$$

但し h_1, h_2 は驪州及加平の水位 (米), $\Delta h_1, \Delta h_2$ は驪州及加平の増水率 (米/毎時), 減水時に於て $\Delta h_1, \Delta h_2$ は (-) となるべし。

今, 前五項に於て得たる (39) (40) (41) (46) (47) 式を (37) 式に代入するときは下の如くなる

$$\left. \begin{aligned}
220h_3^2 &= 155h_1^2 + 100h_2^2 + \Sigma q_A + \Sigma q_B + \Sigma q_C \\
& - 451.3h_1\Delta h_1 - 320.5h_2\Delta h_2 - 134.7(h_1\Delta h_2 + h_2\Delta h_1) \\
\Sigma q_A &= 2.504r_{c0} + 17.209r_{c9} + 20.874r_{c12} + 4.470r_{c15} \\
\Sigma q_B &= 4.578r_{b9} + 12.901r_{b12} + 23.564r_{b15} + 27.898r_{b18} \\
& + 21.408r_{b21} + 10.649r_{b24} + 3.433r_{b27} \\
\Sigma q_C &= 4.070r_{c0} + 18.148r_{c3} + 26.373r_{c6} \\
& + 12.499r_{c9} + 1.931r_{c12}
\end{aligned} \right\} \dots (48)$$

之即ち驪州及加平の水位と其の下流々域に降下せる雨量とにより人道橋に於ける豫想水位を

算定すべき公式なりとす、念の爲め記號及其の單位等を再録すれば

- h_3 ; 人道橋の豫想水位 (米)
 h_1 ; 豫想時刻より 12 時間前の驪州水位 (米)
 h_2 ; 同 上 加平水位 (米)
 Δh_1 ; 同 上 驪州水位上昇率 (米/時)
 Δh_2 ; 同 上 加平水位上昇率 (米/時)
 $r_{06} r_{09} \dots r_{15} \dots$; 豫想時刻より 6 時間乃至 15 時間前の各時刻に於ける驪州, 利川, 楊平の 3 時間雨量平均 (耗)
 $r_{09} r_{12} \dots r_{27}$; 豫想時刻より 9 時間乃至 27 時間前の各時刻に於ける加平, 洪川, 清平川の 3 時間雨量平均 (耗)
 $r_{10} r_{13} \dots r_{12}$; 豫想時刻乃至豫想時刻より 12 時間前の京城, 廣州, 楊州の 3 時間雨量平均 (耗)

本計算式は實用に際しては計算複雑となるべきを以て其の手續を簡略ならしめんが爲め附圖第三十五の如き計算圖表と附圖第三十六の如き計算表を用ふこととせり、其の用法に就ては圖に就て見るべし。

第五節 驪州及加平と人道橋との實驗的水位關係

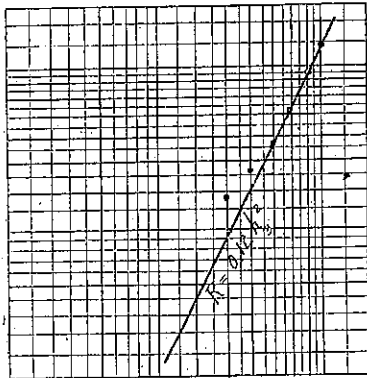
冒頭に於て述べたる如く漢江の洪水豫報は大正 10 年より着手せるものなるが、當時水位關係算定に就ては前節に於て述べたる理論的の公式は未だなく専ら實驗公式により之を豫想したり、然かも此の實驗公式は當時未だ公式と云ふ迄に至らず附圖第三十七に示す如き一つの圖表にして、是れ大正 6 年以來更正に更正を加へて比較的精確なる結果を齎すに至りたるものなるが、實用上の價值又捨て難きものあり茲に其の概要を述べんとす。

本圖表の理論式に異なる點は理論式の如く流量關係より水位を考慮せず専ら既往洪水位觀測記錄に現れたる水位關係を基礎として驪州及加平と人道橋との水位關係を究めんとしたるにありとす。

先づ本圖表の作成方法を述べんに、驪州加平より人道橋への洪水波傳達時間は本章第三節に於て述べた場合と同一の方法を以て驪州人道橋間も加平人道橋間も共に約 12 時間なることを確かめ、次に附圖第三十七の如く方眼紙上縦横軸が夫々驪州加平水位を表はすものとし洪水位觀測圖表より驪州及加平の同時刻水位を摘出して縦横距に夫々此の水位を採り其の交點を求め此の點に 12 時間後實際に人道橋に起りたる洪水位を傍記し、次に或時間を経過したる後再び驪州及加平の同時刻水位の交點を求め之に 12 時間後の人道橋水位を前同様傍記し順次斯くの如くにして一洪水の諸點を求めて連結して一系となす、次に又別個の洪水に就き同様の方法を繰り返す時は遂に該方眼紙の全面に人道橋水位を記入せる無数の點を得べし、今此の諸點の示す數字は若し驪州及加平以下に於て支川又は雨量による流入量一定するか又は無きものならば同數字に就ては斜に一定の線となり河狀に従ひ直線又は圓弧或は橢圓

又 $R=f(h_3)$ 但し h_3 は人道橋水位とす、今 h_3 と R との關係を如何なる形にて示すべきか之を附圖第三十七上より摘出するに

第十四圖



$h_3=0$	なるとき	$R=0$
" 5	"	" 3.80
" 6	"	" 4.55
" 7	"	" 5.60
" 8	"	" 7.2
" 9	"	" 9.6
" 10	"	" 12.0

今之が關係公式を作成する爲めに之を圖示すれば第十四圖の如くにして後に計算の便を慮り h_3 の二次式とせば

$$R=0.12h_3^2 \dots\dots\dots(50)$$

之による計算の結果は

h_3	實際の R	計算上の R	差
0	0	0	0
5	3.8	3.0	-0.80
6	4.55	4.32	-0.23
7	5.6	5.88	+0.28
8	7.2	7.68	+0.48
9	9.6	9.92	+0.32
10	12.0	12.0	0.

先づ大差なきを以て之を (49) 式に代入すれば

$$(0.12h_3^2 + 21.85)^2 = (h_1 + 13.0)^2 + (h_2 + 15.2)^2$$

$$\therefore 0.12h_3^2 = \sqrt{(h_1 + 13.0)^2 + (h_2 + 15.2)^2} - 21.85$$

$$\therefore h_3 = 2.89\sqrt{\{(h_1 + 13.0)^2 + (h_2 + 15.2)^2\}^{\frac{1}{2}} - 21.85} \dots\dots\dots(51)$$

尙之に前述の雨量による更正項を挿入すれば下の如し

$$h_3 = 2.89\sqrt{\{(h_1 + 13.0)^2 + (h_2 + 15.2)^2\}^{\frac{1}{2}} - 21.85 + \frac{r}{100}} \dots\dots\dots(52)$$

- 但し h_3 ; 人道橋に於ける豫想水位 (米)
- h_1 ; 豫想時刻より 12 時間前の麗州水位 (米)
- h_2 ; 同 上 加平水位 (米)
- r ; 豫想時刻より 18 時間前の時刻より同 6 時間前の時刻迄の間に麗州加平以下人道橋に至る間の流域雨量平均より 50 耗を減じたる量 (耗)

此の (52) 式は附圖第三十七を式にて示せば斯くの如きものなりと云ふに過ぎざるものにし

て實用上の價値は寧ろ同圖に如かざるべし。

第六節 理論式及實驗式の精度

前二節に於て述べたる驪州及加平と人道橋との水係關係公式又は圖表を使用して求めたる人道橋の所謂豫想水位と實際に生起したる人道橋水位との差違を見んとす。

第四節に述べたる所謂理論式の計算には驪州及加平水位觀測記録の外に下流地方各地に於ける3時間雨量を必要とするものなるも既往に於ては斯くの如き記録は只京城自記雨量計の示すもののみなるを以て茲には假りに下流々域全體に京城と等しき降雨ありたるものとし附圖第十二乃至第三十一に示す既往洪水水位觀測記録により人道橋豫想水位の計算を行ひ之を該圖に記入すれば—○—○—○—線にて示す如し。

又第五節に述ぶる所謂實驗的方法にて同様既往記録に就て人道橋水位を求め之を圖示すれば同圖中の—●—●—●—線にて示すが如し。

今之等2様の計算の結果を見るに何れも實際水位に一致し又は非常に近き結果を得ることを知り且つ理論式によるものゝ方實驗式によるものより稍良好なる結果を示すことを觀取し得べし、即ち1, 2の特例ありと雖も實際水位と計算豫想水位との差違は最高水位附近にて理論式の結果は30 糎以内となり増水量30 尺乃至40 尺に對して其の誤差1 尺即ち30 糎以内とせば何人と雖も充分の信を措くに吝ならざるべし。

第七節 漢江洪水豫報實施狀況

漢江の洪水豫報は其の恩惠を受くる區域が京城を中心とし京畿道管内に屬するを以て其の實行機關を京畿道に屬せしむるを便利と認め先づ驪州加平より水位通報に關する規程を設けたり、規程下の如し。

漢江増水報告通報規程

(大正十年六月二十八日 朝鮮總督府京畿道訓令)

1. 量水標所在地ノ警察署(驪州加平)ハ別項記載ノ水位ニ達シタルトキハ警察部長ニ報告スベシ
2. 驪州加平ノ各警察署ハ報告水位ニ達シタル時ハ警察部長ニ報告スルト同時ニ互ニ之ヲ通報スベシ
3. 前項ニヨリ通報ヲ受ケタル警察署ハ報告水位ニ達セザル場合ト雖モ受信當時ノ水位ヲ報告シ爾後ハ第六項ノ例ニヨリ警察部長ニ報告スベシ
4. 報告方法ハ電報又ハ電話トシ當時ノ狀況ニヨリ速達ノ方法ニ據ルベシ
5. 郵便局ニ對シテハ豫メ交渉シ増水ニ關スル電話電報ハ機敏ニ取扱フ様協商ヲ遂ゲ置クベシ
6. 最初ノ報告時期ハ報告水位ニ達シタル時ヲ第一回トシ爾後ハ午前六時、同九時、同十二時、午後三時、同六時、同九時、同十二時、午前三時ノ例ニ據ルベシ
7. 警察部ハ驪州加平兩警察署ヨリノ報告ヲ直チニ龍山警察署ニ通知ス
8. 龍山警察署ハ警察部ヨリ受信シタル水位ヲ其ノ都度遲滞ナク鐵道局(以前ハ滿鐵會社ナリキ)ニ

通報シ一面京城府龍山出張所及府民ニ警戒ヲ與ヘ同時ニ其ノ狀況ニ應ジ救護ノ準備ヲナスベシ

9. 電報略符

(イ) 午前ヲセ, (ロ) 午後ヲコ, (ハ) 「メートル」ヲメ, (=) 糶ヲチ, (ホ) 増水ヲソ,
(ヘ) 減水ヲケ,

10. 電報例

セ九シバメニ五チナオソノモヨウ

午前9時8米25糶尙増水ノ模様

11. 電報電話ニハ水位調査時間ヲ遺漏セザル様注意スベシ
12. 報告水位ハ加平4米, 驪州3米50糶龍山ハ4米50糶ニ達シタル時ヨリトス
13. 水位調査ハ精確ヲ期スル爲メ巡查ヲ配置シ所轄署ヘノ通報ニハ人夫ヲ使用スルモ支障ナシ
14. 減水シテ, 第一回報告水位以下ニ及ビタル時ハ其ノ旨報告シ爾後増水ノ模様ナキニ至ラバ報告ニ及バザルベシ
15. 電報電話料金ニシテ報告度数ノ多カリシ爲メ多額ニ上リタル時ハ會計手續ニ依ラズ現金ニテ補給スルコトアルベシ
16. 前項ノ外特ニ報告ノ爲メ費用ヲ要シタル場合例ヘバ人夫賃ノ如キ費用ハ前項ニ準ズ
17. 電話電信ニ故障ヲ起スベキ模様アリタルトキハ其ノ旨報告スベシ
18. 本報告及通報ノ監督ハ課署長自ラ之ニ任ズルモノトス 以上

即ち本規程により驪州加平の警察署長及龍山警察署長は洪水あり指定洪水位以上に達したる場合は互に之を通知して洪水位観測を開始し共に3時間毎に京畿道警察部長に報告し、警察部は之を鐵道局及龍山警察署に通知することゝなしたるものなり、而して受信水位による人道橋水位の推定は當時一般に附圖第三十七に等しき水位推定圖を頒布し之により鐵道局、府、警察署長等に於て便宜水位推定をなし夫々警戒をなし居たるが、其の後驪州及加平以下の流域に於ける雨量に基く水位の更正をなす必要上更に洪水豫報専用として特に雨量計を設置し洪水あり且つ降雨ある場合は3時間毎に雨量を観測して之を電報々告することゝなれり、該規程下の如し。

漢江洪水豫報雨量観測並ニ報告規程

(大正十五年七月二十七日朝鮮總督府京畿道訓令第十九號)

- 第一條 下記各部廳構内ニ洪水豫報雨量計ヲ設置ス
廣州, 楊州, 加平, 楊平, 驪州, 利川,
- 第二條 前條各部守並ニ京城測候所長ハ本規程ニヨリ雨量ヲ観測シ其ノ都度之ヲ内務部長ニ報告スベシ
- 第三條 驪州郡守又ハ加平郡守ハ漢江又ハ北漢江水位ガ朝鮮總督府設置量水標ノ指定洪水位(驪州ハ3米50糶, 加平ハ4米)ニ達シタル時ハ直チニ午前10時後ノ雨量ヲ観測シ「報告開始」ノ旨ヲ附シ第一回ノ報告ヲナスト同時ニ「報告開始」ノ旨ヲ第一條ノ各郡守並ニ京城測候所長ニ通報スベシ
- 第四條 前條「報告開始」ノ通報ヲ受ケタル郡守並ニ京城測候所長ハ受報直後ニ於ケル第六條第一號ノ定時ニ於テ午後10時後ノ雨量ヲ観測シ第一回ノ報告ヲナスベシ
- 第五條 報告雨量ハ糶ヲ以テ單位トシ一糶未滿ハ四捨五入スベシ
報告ニハ必ズ観測時刻ヲ附スベシ

第六條 第一回ノ報告後ハ下記各號ニヨリ「報告止メ」ノ命令アル迄觀測並ニ報告ヲ繼續スベシ

1. 觀測時刻ハ零時、三時、六時、九時、(午前午後共)トス
2. 觀測及報告雨量ハ毎三時間量トス
「報告開始」ヲナシタル郡守ノ第一回及第二回並ニ「報告開始」ノ通報ヲ受ケタル郡守及測候所長ノ第一回分ハ此ノ限リニ在ラズ
3. 「報告開始」ノトキ又ハ郡守「報告開始」ノ通報ヲ受ケタルトキハ其ノ地ニ降雨ナキ場合ハ「降雨ナシ」ト報告シ爾後降雨アル迄報告ヲ要セズ
4. 郡守報告繼續中其ノ地ニ降雨止ミタル場合ハ「降雨止ム」ト報告シ爾後降雨アル迄報告ヲ要セズ
5. 降雨繼續中ノ報告ニハ必ズ「降リツ、アリ」ト附記スベシ

第七條 本規程ニヨル報告又ハ通報ハ電報又ハ電話ニヨルベシ、電報ニヨル場合ハ下ノ略符號ヲ用フベシ

アメ、 本規程ニヨル電報タルコトヲ表示スル爲メ電文ノ頭ニ必ズ本記號ヲ附スベシ
 セ、 午前
 コ、 午後
 ハシメ、 報告開始
 フル、 降リツ、アリ
 ナシ、 降雨ナシ
 ヤム、 降雨止ム
 ヨセ、 報告止メ

本電報ハ發信者ノ署名ヲ要セズ

第八條 本規程ニ依ル觀測ノ結果ハ一、一、之ヲ記錄シ置キ報告終了後直ニ一括シ内務部長ニ提出スベシ
 但シ京城測候所長ハ此ノ限リニ在ラズ 以上

本規程によれば驪州と加平は其の地の量水標水位が指定洪水位とならば洪水豫報用雨量觀測を開始すると同時に各雨量計所在地に之を通知して觀測開始を督促し以後3時間雨量を一齎に京畿道内務部長に報告する譯なり。最近に於ては京畿道土木課長は人道橋及舊龍山の豫想水位を推定して各地警察署、郡廳、消防隊其の他關係官署に通知し且つ京城府内各所に之を掲示し府民に警戒を與へつゝあり。

既往漢江洪水位と其の概要を示せば下の如し。

洪水年月日	人道橋水位	舊龍山水位	摘	要
慶應元年	9.80	11.21		
明治11年	9.85	10.61		
大正3年	8.88	9.78		
" 4年	7.70	8.64		
大正年月日 5-6-16	8.44	8.91		
6-9-5	4.90	5.83		
7-8-17	8.45	9.40		
8-7-7	8.45	9.52		

洪水年月日	人道橋水位 米	舊龍山水位 米	摘 要
9-7-9	9.55	10.76	所謂大正9年大洪水と稱するものにして新舊龍山悉く浸水、龍山驛構内3尺乃至5尺冠水
〃-8-2	9.01	10.21	前月の大洪水に引き継ぎ類似の出水あり新舊龍山全部浸水セリ
10-7-6	6.55	7.45	
11-7-30	9.21	10.24	相當大洪水なり、舊龍山は防水工事中にて工兵隊出動し辛く破堤を免る、新龍山3度浸水す
13-7-26	8.61	9.55	新龍山防水工事中にて一部堤防危険なりしも無事
14-7-13	9.69	10.82	大正9年7月9日大洪水と大差なく沿岸一帯大被害ありしも新舊龍山は堤防の爲無事
〃-〃-18	11.66	12.74	引續出水、水位異常に高く新舊龍山堤防2尺越水沿岸一帯慘憺たる被害あり、所謂大正14年漢江大洪水なり

即ち人道橋8米、舊龍山9米内外より相當警戒を要し人道橋9米、舊龍山10米以上は相當大洪水にして被害も多額に上るべく人道橋10米以上、舊龍山11米以上は非常大洪水となる譯なり。

豫報開始以來6箇年の成績を見るに最初は豫報なる文字が以前の天氣豫報(晴後曇或は雨)式の當て推量のものと同視せられ遺憾の點渺からざりしが洪水の都度「良く當る」との評判を得今日漸次一般に其の眞價を認めらるゝに至りたるは著者の聊か意を強ふするところなりとす。只大正14年7月18日漢江未曾有の大洪水に際し北漢江水位異常に高かりし爲め先づ加平京城間電信不通となり最も大切なる時季に於て水位豫想立たず、續いて京城を巡る通信網悉く破壊され四圍の狀況判明せざるに至りたるは人力の如何とも成し難かりしとは雖も遺憾に堪へざる次第なりき。當時京城に於て唯一外界との連絡は龍山無線電信局のみなりしが其の後大正15年春に至り此の年の雨期を如何にして過ごさんか用意おさおさ怠りなかりし時、驪州と加平に無線電信機を備ふべしとの巷説さへ出づるに至りき。然れども大正14年大洪水後電信線路は悉く絶對最大洪水位以上の安全地帯に移され大體に於て通信不能の懼れなきに至れり。

第五章 洛東江の洪水豫報

第一節 洛東江の地誌及水位雨量觀測箇所

洛東江は其の源を慶尙北道東北端太白山に發し南流して慶尙北道の中央を流れ慶尙南道に入り釜山の西にて海に注ぐ、其の流域は慶尙南道及慶尙北道の大部分を占め北は漢江流域に接し西は錦江蟾津江との分水界に接せられ東は朝鮮脊梁山脈の餘波を以て日本海と遮斷せられ、斯くて上流慶北道地方は所謂洛東江上流盆地を形成す。流域面積23860方秆、流路延長525秆あり、内地信濃川流域面積の約2倍に當り流域面積に於て朝鮮内河川中漢江に亞ぎ流路延長に於て朝鮮第一位にあり(國境河川を除く)。河川勾配比較的緩にして河口潮汐干満差1米50糎、舟運は河口より上流350秆なる安東に及ぶも中流部地方水源状態不良なるが爲め流路悪しく漸次頽勢を示せり。本江流域は朝鮮の南端に位し夏期低氣壓の進路常に流

域の南部を襲ふこと多く支川南江及本流下流部地方は雨量多きも上流慶尙北道盆地は雨量少し。流域内一般に氣候温暖にして五穀良く稔り農作概ね二毛作にして殊に南江合流點附近以下河口に至る下流地方は沿岸に平野多く其の面積約 50 000 ヘクタールに上り地味肥沃にして最近水利組合設置せられ文化的の農法を施せる區域 15 000 ヘクタールに達し反當り收量は内地の夫れと大差なく一般に人口稠密なりと雖も年々洛東江洪水の氾濫甚しく下流部平野は之が爲め低濕の土地となり沿岸皆防水工事を完成するに非ざれば收穫保し難きを以て朝鮮總督府は之が改修工事を施行することとなり總工費 17 500 0000 圓、大正 15 年度以降 10 箇年繼續事業として既に工事に着手するに至れり。

然りと雖も既に完成せる 10 餘箇所の水利組合は不完全ながらも相當防水施設を有し、龜浦、三浪津、密陽等の沿岸都市と共に洪水毎に水防其の他に幾多の努力をなしつつあり、若し茲に洪水豫報の備へあらば其の効果蓋し顯著なるべきを以て、慶尙南道により本章に述ぶるが如き組織の下に大正 15 年度より之が實施を見るに至れり。

本江流域に設置せられたる量水標及雨量計を列記すれば下の如し。

量 水 標

量水標名	河川名	觀測開始 年 月 大正年 月	目盛零點 標 高 m	平 均 平水位 m	最大洪水		備 考
					年 月 大正年 月	水位 m	
安 東	本 流	6-7	—	0.51	8-7	5.25	
遼 地	"	3-7	48.334	1.47	8-7	11.27	
洛 東	"	4-8	34.078	1.04	5-6	9.34	
江 倉	"	12-10	29.179	1.04	14-7	7.20	
臨洙洞	"	12-6	22.310	—	14-7	8.82	
倭 館	"	4-8	19.096	1.07	8-7	11.15	
玄 風	"	6-6	8.464	1.10	14-7	12.64	
馬首院	"	8-7	5.497	0.53	14-7	10.54	
距龍江	"	6-5	1.130	2.17	14-7	12.60	
津 洞	"	10-8	2.103	1.30	14-7	10.81	
德 村	"	5-12	1.830	0.83	14-7	11.00	
臨海津	"	10-7	1.424	—	14-7	10.20	
本浦里	"	10-7	1.020	—	14-7	9.29	
守 山	"	5-11	0.847	0.78	14-7	8.90	
柳 等	"	10-7	0.181	—	14-7	9.30	
三浪津	"	4-8	(-) 0.518	干満 0.97 1.50	14-7	9.36	
院 洞	"	4-8	() 0.803	—	14-7	7.64	
龜 浦	"	6-6	() 1.348	干満 1.22 2.13	14-7	4.68	
下 端	"	6-6	(-) 2.637	干満 1.80 3.26	7-7	4.30	

量水標名	河川名	観測開始 年 月 大正 年 月	目盛零點 標 高 m	平均 平水位 m	最大洪水		備 考
					年月 大正 年 月	水位 m	
東村	琴湖江	12-6	26.641	0.58	14-7	5.84	
倉洞	黄江		—				
山清	南江		—				
院旨	〃	10-11	42.885	—	14-9	6.50	
篤山	〃	10-11	19.314	0.85	14-9	8.70	
晋州	〃	5-1	—	0.86	14-9	7.28	
鼎岩	〃	3-7	6.444	—	14-9	8.43	
密陽	密陽江	6-12	11.400	0.40	14-9	5.60	

雨 量 計

地 點	種 別	観 測 者	観測開始 年 月 明 治 年 月 大 正 年 月	観 測 事 項	備 考
大邱	測候所		40-1	雨量，蒸發量，氣温其他	自記雨量計あり
榮州	簡易	榮州郡廳	3-6	〃	
青松	〃	青松郡廳	3-6	〃	
善山	〃	善山郡廳	4-7	〃	
永川	〃	永川郡廳	5-6	〃	
昌寧	〃	昌寧郡廳	3-9	〃	
居昌	〃	居昌郡廳	3-6	〃	
陝川	〃	陝川郡廳	7-7	〃	
咸陽	〃	咸陽郡廳	4-2	〃	自記雨量計あり
星州	雨量	星州郡廳	5-1	雨量	
義城	〃	義城郡廳	4-12	〃	
尙州	〃	尙州郡廳	4-12	〃	
聞慶	〃	聞慶郡廳	5-1	〃	自記雨量計あり
安東	〃	安東郡廳	5-1	〃	自記雨量計あり
英陽	〃	英陽郡廳	4-12	〃	
金泉	〃	金泉郡廳	4-12	〃	
梁山	〃	梁山郡廳	5-1	〃	
密陽	〃	密陽郡廳	5-1	〃	
宜寧	〃	宜寧郡廳	5-12	〃	
山清	〃	山清郡廳	5-12	〃	
晋州	簡易	道種苗場	6-4	雨量，蒸發量，氣温其他	自記雨量計あり
達城	簡易	道種苗場	6-4	〃	
縣洞	雨量	森林保護區	15-7	雨量	自記雨量計あり

之等量水標及雨量計の観測方法其の他に就ては皆漢江の場合と同様なり。尙自記雨量計は從來大邱測候所のみ 1 箇所ありしが大正 15 年度に於て他に 5 箇所を新設したり。

第 二 節 豫報組織の考察

洛東江に於ける量水標は大抵大正 4 年乃至 6 年に建設せられたるものにして何れも相當

に之が観測記録あり，上下流の水位關係を知るに便多きを以て漢江の場合と同様大體に於て水位式の洪水豫報組織を定むること最も適切なりとす。

今地形其の他より其の計畫を考慮するに，先づ豫想水位を表示すべき基本量水標を選定すれば，本江下流部平野は區域長きを以て漢江の如く單に一地點のみにて表示するは不便多きを以て尠くとも

最下流平野の爲め	龜浦量水標
三浪津附近の爲め	三浪津量水標
平野部中央の爲め	守山量水標
南江合流點附近の爲め	距龍江量水標

等を必要とす。其の他の地點に至りては此の4量水標に起るべき水位より推定すること容易なるべし。

今之等4量水標及上流各地の主要量水標所在地に於ける流域面積を見るに

晋州	2 298.4 方籽
倭館	11 195.3 "
距龍江	20 403.5 "
内南江流域	3 492.5 "
守山	21 207.6 "
三浪津	22 916.0 "
龜浦	23 474.8 "
河口	23 859.8 "

従つて

晋州倭館以下距龍江間	6 939.8 方籽
距龍江—守山間	804.1 "
守山—三浪津間	1 708.4 "
三浪津—龜浦間	558.8 "

即ち龜浦三浪津間に於ては途中大なる支川なく此の間の流域面積即ち三浪津量水標位置を通過せずして龜浦に來る流域面積は三浪津に於ける流域面積の4%に過ぎざるを以て龜浦量水標に於ける洪水水位及其の時刻等は直ちに三浪津の夫れより推定計算の方法を定め得べし。又三浪津量水標に於ける洪水水位は支川密陽江の影響ありと雖も守山量水標地點を通過せざる面積は守山量水標地點流域面積の8%に當り大體守山量水標の夫れより直ちに計算するものとなすも差支なかるべく，次に守山量水標の洪水水位は同様にして距龍江の夫れより推定計算の方法を定め得べし。然れども距龍江の洪水水位は支川南江の影響多きを以て本流上流の水位のみを以て定め難く且つ距龍江に洪水發生前相當時間の餘裕を欲するを以て之等の點を考慮し現存する上流量水標中より本流は倭館，南江は晋州を得たり。

倭館晋州以下距龍江に至る間の流域面積は 6 910 方料あり，距龍江に於ける流域面積 20 403 方料の約 3 割に當るを以て此の流域に降下せる雨量も 閉却すべからざるものあり，結局距龍江の水位算定には漢江の場合と同様上流 2 河川の水位と下流々域雨量とを考慮に入れたる組織となす必要あり。

今倭館晋州と距龍江との間の流域に於て其の雨量を代表すべき雨量計を見るに永川，大邱，星州，居昌，陝川，昌寧，宜寧等あり。之が配置を流域圖に就て見るに之を類似地域數區域に分ち各區域の雨量は其の區域に包含さるゝ雨量計の示す雨量の平均を以て表すものとせば便利なるが如し。

尙洪水豫報實施に當り第一に問題となるべき通信設備を見るに，先づ量水標所在地に就ては倭館，晋州，守山，三浪津，龜浦は何れも郵便局又は郵便所ありて電話若しくは電報通信に差支なきも，距龍江は之無きを以て距龍江の約 1 里下流南旨にある津洞量水標を時に代用することとせば南旨郵便所によつて用を辨じ得べし。雨量計位置は何れも都會地にして電信の便あり，大體に於て前記の計畫を以て實施上の不便はあらざるべし。

龜浦，三浪津，守山，津洞，距龍江及倭館，晋州の各量水標に於ける既往の洪水位觀測記錄並に雨量觀測地の日雨量を示せば附圖第三十八乃至同第六十三の如し。

第三節 各量水標間の洪水波傳達時間

既往洪水位觀測記錄より洪水波頂點の移動に要せし時間を抽出平均すれば次表の如し。

年月日	倭館 玄風間	玄 馬首院間	風 馬首院 距龍江間	院 倭館 距龍江間	館 晋州 距龍江間	州 鼎岩 距龍江間	岩 距龍江 守山間	守 山 三浪津間	三浪津 龜浦間
6-7-7	—	—	—	—	—	—	9.5	7.5	—
6-9-6	—	—	—	—	—	—	7.0	5.0	—
7-7-4	—	—	—	—	—	—	9.0	3.0	9.0
7-7-27	—	—	—	—	11.0	—	8.0	—	—
7-8-17	—	—	—	—	11.0	—	—	—	—
7-8-20	—	—	—	—	13.0	—	7.5	4.5	—
8-7-8	—	—	—	19.0	—	—	8.0	5.0	—
8-8-4	—	—	—	—	10.0	—	—	—	—
8-8-27	—	—	—	—	12.0	—	7.5	—	—
8-9-4	—	—	—	—	10.5	—	7.5	5.5	9.0
9-7-10	—	—	—	—	13.5	—	7.0	3.5	—
10-6-18	—	—	—	—	10.0	—	—	—	—
10-7-8	—	—	3.5	17.0	—	—	8.0	6.0	—
10-7-12	—	—	6.0	17.5	10.5	—	8.0	3.0	—
10-7-30	7.0	—	—	15.0	—	—	9.0	—	—
10-8-3	8.0 9.0	—	—	16.0	11.0	—	—	—	—
10-9-1	9.0	8.0	2.0	19.0	—	—	7.0	—	—

年月日	倭 玄風間	倭 館馬首院間	風 馬首院間	院 倭龍江間	倭 館龍江間	晉 州鼎岩間	鼎 岩距龍江間	龍 江守山間	守 山三浪津間	三 浪津龜浦間
11-7-9	—	6.0	4.0	—	10.0	—	7.0	4.0	—	—
11-7-26	—	—	—	—	11.0	—	7.0	—	—	—
11-7-31	6.5	—	—	18.0	—	—	7.0	5.0	—	—
12-7-1	—	—	—	—	10.0	7.0	7.0	—	—	—
12-7-26	—	—	4.0	17.0	—	—	8.0	6.0	12.0	—
13-7-26	—	4.0	—	—	10.5	—	7.5	3.0	9.0	—
14-7-13	—	6.5	—	—	13.0 11.0	—	—	4.0	—	—
14-7-18	10.0	—	—	—	—	—	—	—	—	—
14-8-9	10.0	5.0	—	—	11.5	—	—	—	—	—
14-8-20	9.0	4.5	—	—	13.0	—	—	—	—	—
14-9-8	6.5	3.5	—	—	12.0	—	—	—	—	—
平均(時)	8.1	5.4	3.9	17.3	11.3	7.0	7.7	4.6	9.8	—
各區間距離(籽)	47	37	17	101	46	25	30	12	33	—
平均速度(籽/時)	5.78	6.79	4.36	5.84	4.07	3.58	3.90	2.61	3.37	—

即ち

晉州——距龍江間	18.3 時間
倭館——距龍江間	17.3 "
距龍江——守山間	7.7 "
守山——三浪津間	4.6 "
三浪津——龜浦間	9.8 "

となる。而して前表に就て見らるゝ如く晉州距龍江間の中、鼎岩距龍江間は記録 1 個にして信用度渺きを以て今假りに晉州鼎岩間と同一速度を以てするものとせば前記實例 7 時間になるに對して 6 時間となり結局晉州距龍江間は 17.3 時間となるを以て之を採用するものとし又龜浦—三浪津間は 4 個の記録中 3 個は 9 時間なるを以て之を採用し、其の他のものも後日取扱ひを簡略ならしむる爲め大差なき範圍に切り上げ切り捨てを行ひ結局次の如き時間を以て洪水波は移動するものとせん。

倭館——距龍江間	17 時間	距離 101 籽
晉州——距龍江間	17 "	" 71 "
距龍江——守山間	8 "	" 30 "
守山——三浪津間	4.5 "	" 12 "
三浪津——龜浦間	9 "	" 33 "
距龍江——津洞間	1 "	" 1 "

距龍江，津洞間は其の距離と距龍江守山間洪水波移動速度によつて推算せり。

第四節 各量水標間の水位關係

1. 倭館晋州と距龍江間の水位關係

之を(14)式と(20)式によつて定めんとす

$$q_3 = q_1 + q_2 + q_r - \frac{B_1 L_1 m_1 h_1}{3m_1 h_1 + u_1 B_1} \Delta h_1 - \frac{B_2 L_2 m_2 h_2}{3m_2 h_2 + u_2 B_2} \Delta h_2 \dots (53)$$

- 但し $q_3 = m_3 h_3^n$; 距龍江の水位流量關係
- $q_1 = m_1 h_1^l$; 倭館の水位流量關係
- $q_2 = m_2 h_2^m$; 晋州の水位流量關係
- q_r ; 下流々域の雨量による流量にして(14)式に示す如きもの

右方 $\Delta h_1, \Delta h_2$ を含む2項は倭館距龍江間及晋州距龍江間に於て(23)式にて示す如き氾濫調節量を示す。

以下實測記録其の他により(53)式の各項を決定すべし。

距龍江の水位流量關係

距龍江量水標水位に對する流量實測記録下の如し。

測定年月日	水位 米	流量 立方米	測定方法	備考
10-7-3	8.05	3 641	表流浮子	増水時
"	8.24	2 652	"	"
9	8.12	2 766	"	減水時
10	7.30	2 000	"	"
11	8.47	3 031	"	増水時
12	9.76	7 033	"	"
"	10.08	8 229	"	減水時
13	9.99	5 584	"	"
"	9.56	4 651	"	"
14	8.55	3 613	"	"
"	8.17	2 797	"	"
15	7.08	1 622	"	"
"	6.77	1 432	"	"
16	6.00	1 054	"	"
"	5.88	890	"	"
10-9-23	2.27	88	流速計	

之を式にて示せば下の如し。

$$q_3 = 6h_3^3 \dots \dots \dots (54)$$

q_3 ; 流量(立方米), h_3 ; 距龍江水位(米)

倭館の水位流量關係

倭館量水標水位に對する流量實測記録下の如し。

測定年月日	水位	流 量	測定方法	備 考
11-3- 4	米 1.60	立方米 70	流速計	
12-7-25	5.90	2 988	浮子	
"	6.00	3 045	流速計	
26	6.81	3 913	浮子	
8-24	0.50	25.5	流速計	
9-11	2.20	367	"	
"	2.42	420	"	
12	2.55	465	"	
"	2.73	514	"	
13	3.70	1 047	"	

之を式にて示せば下の如し

$$q_1 = 80h_1^2 \dots\dots\dots (55)$$

q_1 ; 流量 (立方米), h_1 ; 倭箱水位 (米)

晋州の水位流量關係

晋州量水標水位に對する流量實測記録下の如し。

測定年月日	水位	流 量	測定方法	備 考
8-11-4	米 1.15	立方米 12.6	流速計	
9-11-4	1.20	12.6	"	
10-7-11	5.00	1 907.2	浮子	
"	5.50	2 353.5	"	
12	2.97	462.9	"	
"	3.35	563.8	"	
13	2.50	180.5	流速計	
17	3.30	651.0	浮子	
18	2.48	206.4	流速計	
20	1.48	82.9	"	
8-30	3.84	906.8	浮子	
10- 5	0.70	15.9	流速計	
12-7-18	1.20	33.9	"	
"	1.30	38.5	"	
13-2- 2	0.30	6.0	"	
3	0.30	4.9	"	
7-3	1.45	51.6	"	
"	1.68	72.3	"	
4	1.40	49.8	"	
13-7-4	1.36	45.1	"	
10-14	2.10	119.1	"	

之を式にて示せば下の如し

$$q_2 = 30h_2^{2.5} \dots\dots\dots(56)$$

q_2 ; 流量 (立方米), h_2 ; 晋州水位 (米)

倭館距龍江間河道及氾濫區域面積

實地に就き調査したる既往洪水氾濫區域面積 (河道を含む) を倭館最高水位に就き示せば下の如し

洪水年月日	倭館水位 (米)	氾濫區域面積 (方料)
平水時	0.93	30.3
12-7-26	6.65	165.0
14-7-13	8.18	205.0

之によつて

$$F_1 = 25h_1 \dots\dots\dots(57)$$

F_1 ; 倭館距龍江間氾濫區域面積 (方料)

h_1 ; 倭館に於ける水位

晋州距龍江間河道及氾濫區域面積

既往洪水氾濫區域面積 (河道を含む) を晋州水位に就き示せば下の如し

洪水年月日	晋州水位 (米)	氾濫區域面積 (方料)
平水	0.85	18.7
14-7-13	6.72	144.0

之によつて

$$F_2 = 21.4h_2 \dots\dots\dots(58)$$

F_2 ; 晋州距龍江間氾濫區域面積 (方料)

h_2 ; 晋州水位 (米)

雨量による流量

倭館及晋州以下距龍江に至る間の流域を降雨状況流域形状等を参酌し下の3區域に分つ

番號	區域	区域内雨量計	備考
I	大邱附近	永川, 大邱, 星州	主として琴湖江流域
II	陝川附近	居昌, 陝川, 高靈	主として黃江會川流域 — は未設置
III	宜寧附近	昌寧, 宜寧, 晋州	主として南江下流

各區域内の雨量は其の区域内各雨量計の示す量の平均を採用し, t は 3 時間にとり, (14) 式即ち雨量による參與流量公式の各計算資料を示せば下の如し

區域	A	T_{01}	L_p	ϕ	x_1	x'_L	F
I	2 917.3 ^{方呎}	141 ^呎	54 ^呎	0.4	35 ^呎	9 ^呎	81 ^{方呎}
II	2 349.3	111	30	0.4	28	5	45
III	1 539.3	91	0	0.4	23	0	0

$$N_I = 1 + 0.0026 \times 54 + 5.8 \times \frac{81}{20403} = 1.163$$

$$N_{II} = 1 + 0.0026 \times 30 + 5.8 \times \frac{45}{20403} = 1.091$$

今 I 區域に對する參與流量計算式を (14) 式により求むるに

$$q_I = \frac{0.665\phi \cdot A \cdot r}{N(t+t_1)} c - \frac{1}{2} \left\{ 3 + \frac{6(x_L - t - T)}{N(t+x_1)} \right\}^2$$

$$= \frac{0.665 \times 0.4 \times 2917.2 \times r}{1.163 \times (3+35)} c - \frac{1}{2} \left\{ 3 + \frac{6 \times (9-3-T)}{1.163 \times (3+35)} \right\}^2$$

$$= 17.881rc^{-\frac{1}{2}\{3+0.136(6-T)\}^2}$$

T は距離江到達時刻に先立つ時間にして之を倭館水位觀測時刻と喰ひ違はぬ様 3 時間毎にとり各 T に對する q を求むれば下の如し

T=8	なる時	q=0.36r ₈	T=29	なる時	q=17.56r ₂₉
" 11	"	" 1.22r ₁₁	" 32	"	" 15.43r ₃₂
" 14	"	" 2.86r ₁₄	" 35	"	" 11.44r ₃₅
" 17	"	" 5.72r ₁₇	" 38	"	" 7.15r ₃₈
" 20	"	" 9.83r ₂₀	" 41	"	" 3.86r ₄₁
" 23	"	" 14.18r ₂₃	" 44	"	" 1.75r ₄₄
" 26	"	" 17.22r ₂₆			

此の中 T が 8, 11, 及 44 の場合は q の値小にして之を無視するも大勢に影響なきを以て實際計算には之を省略し結局 I 區域よりの全流量を次式にて示すものとす

$$\Sigma q_I = 2.86r_{14} + 5.72r_{17} + 9.83r_{20} + 14.18r_{23} + 17.22r_{26} + 17.56r_{29} + 15.43r_{32} + 11.44r_{35} + 7.15r_{38} + 3.86r_{41} \dots \dots \dots (59)$$

但し r₁₄ r₁₇…… は T が 14, 17,…… に取りたる場合の雨量(耗)を示す。

次に同様にして II 區域及 III 區域の參與流量算式を求むれば下の如し

$$\Sigma q_{II} = 2.86r_8 + 6.85r_{11} + 12.57r_{14} + 17.37r_{17} + 18.15r_{20} + 14.32r_{23} + 8.50r_{26} + 3.88r_{29} \dots \dots \dots (60)$$

$$\Sigma q_{III} = 2.94r_2 + 8.37r_5 + 14.55r_8 + 15.77r_{11} + 10.57r_{14} + 4.39r_{17} \dots \dots \dots (61)$$

茲に注意すべきは (59) 式に於ける r_{14} と (60) 若しくは (61) 式に於ける r_{14} とは一見同一のものゝ如く見らるゝも (59) 式の r_{14} は I 區域の 14 時間前の雨量, (60) 式の r_{14} は II 區域に於ける 14 時間前の雨量, (61) 式の r_{14} は III 區域に於ける 14 時間前の雨量を意味するものなりと知るべし。

河道及氾濫區域による調節量

既に記述せる事項より (53) 式の氾濫調節量の項に於ける各係數の數値を摘出すれば下の如し

$$B_1 = F_1/L_1 = 25h_1/L_1 = 25h_1 \times 1000^2 / 101 \times 1000 = 247.5h_1$$

$$B_2 = F_2/L_2 = 21.4h_2/L_2 = 21.4h_2 \times 1000^2 / 71 \times 1000 = 301.3h_2$$

前 2 項は單位 (米)

$$L_1 = 101^{**} = 101\,000^*$$

$$L_2 = 71^{**} = 71\,000^*$$

(55) 式より $M_1 = 80$

(56) 式より $M_2 = 30 \cdot h_2^{0.5}$

$$u_1 = 101000 / (17 \times 3600) = 1.65^*$$

$$u_2 = 71000 / (17 \times 3600) = 1.16^*$$

故に之等の各數値を代入して

$$\begin{aligned} & \frac{B_1 L_1 M_1 h_1}{3 M_1 h_1 + B_1 u_1} \Delta h_1 + \frac{B_2 L_2 M_2 h_2}{3 M_2 h_2 + B_2 u_2} \Delta h_2 \\ &= \frac{247.5 h_1 \times 101000 \times 80 \times h_1}{3 \times 80 \times h_1 + 247.5 h_1 \times 1.65} \times \frac{\Delta h_1}{3600} + \frac{301.3 h_2 \times 71000 \times 30 h_2^{0.5} \times h_2}{3 \times 30 h_2^{0.5} \times h_2 + 301.3 h_2 \times 1.16} \\ & \times \frac{\Delta h_2}{3600} = 857 h_1 \Delta h_1 + \frac{1980}{h_2^{0.5} + 3.89} h_2^{1.5} \Delta h_2 \\ \therefore & \frac{B_1 L_1 M_1 h_1}{3 M_1 h_1 + B_1 u_1} \Delta h_1 + \frac{B_2 L_2 M_2 h_2}{3 M_2 h_2 + B_2 u_2} \Delta h_2 = 857 h_1 \Delta h_1 + \frac{1980}{h_2^{0.5} + 3.89} h_2^{1.5} \Delta h_2 \end{aligned} \quad (62)$$

但し

- h_1 ; 倭館水位 (米)
- Δh_1 ; 同上 1 時間の増水量 (米/時)
- h_2 ; 晋州水位 (米)
- Δh_2 ; 同上 1 時間の増水量 (米/時)

距龍江の豫想洪水水位算定公式

斯くの如くにして諸資料決定せられたるを以て (53) 式に (54) 乃至 (62) 式を代入することにより次式を得

$$\begin{aligned}
 6h_3^2 &= 80h_1^2 + 30h_2^{2.5} + \Sigma q_I + \Sigma q_{II} + \Sigma q_{III} \\
 &\quad - 857h_1 \Delta h_1 - \frac{1980}{h_2^{0.5} + 3.89} h_2^{1.5} \Delta h_2 \quad \dots (63) \\
 \Sigma q_I &= 2.86r_{I14} + 5.72r_{I17} + 9.83r_{I20} + 14.18r_{I23} + 17.22r_{I26} \\
 &\quad + 17.56r_{I29} + 15.43r_{I32} + 11.44r_{I35} + 7.15r_{I38} \\
 &\quad + 3.86r_{I41} \\
 \Sigma q_{II} &= 2.86r_{II8} + 6.85r_{II11} + 12.57r_{II14} + 17.37r_{II17} \\
 &\quad + 18.15r_{II20} + 14.32r_{II23} + 8.50r_{II26} + 3.88r_{II29} \\
 \Sigma q_{III} &= 2.94r_{III2} + 8.37r_{III5} + 14.55r_{III8} + 15.77r_{III11} \\
 &\quad + 10.57r_{III14} + 4.39r_{III17}
 \end{aligned}$$

之即ち距龍江に起るべき洪水水位を倭館と晋州の水位及其の下流々域に降下せる雨量により算定すべき公式なりとす。

實用に於て上式は雨量による流量計算頗る煩雜なるを以て $\Sigma q_I, \Sigma q_{II}, \Sigma q_{III}$ は更に今少しく簡易にせんが爲め， Σq_I に於て r_{I14}, r_{I41} は係數小なるを以て更に之を省略し其の他の各項の係數平均と r_{I17} 以下各 r_I の和との積を以て眞近に之を表はすものとすれば

$$\begin{aligned}
 \Sigma q_I &= (5.72 + 9.83 + 14.18 + 17.22 + 17.56 + 15.43 + 11.44 + 7.15) \\
 &\quad \div 8 \times (r_{I17} + r_{I20} + r_{I23} + r_{I26} + r_{I29} + r_{I32} + r_{I35} + r_{I38}) \\
 \Sigma q_I &= 12.3 \times \sum_{38}^{17} r_I \dots \dots \dots (64)
 \end{aligned}$$

同様にして

$$\Sigma q_{II} = 13.0 \times \sum_{26}^{11} r_{II} \dots \dots \dots (65)$$

$$\Sigma q_{III} = 10.7 \times \sum_{17}^5 r_{III} \dots \dots \dots (66)$$

之等を (63) 式に代入すれば

$$\begin{aligned}
 6h_3^2 &= 80h_1^2 + 30h_2^{2.5} + 12.3 \sum_{38}^{17} r_I + 13 \sum_{26}^{11} r_{II} + 10.7 \sum_{17}^5 r_{III} \\
 &\quad - 857h_1 \Delta h_1 - \frac{1980}{h_2^{0.5} + 3.89} h_2^{1.5} \Delta h_2 \quad \dots \dots \dots (67)
 \end{aligned}$$

本式は即ち距龍江洪水位推定に用ふべき實用公式なりとす、

h_1 ;	某時刻に於ける倭館水位 (米)
Δh_1 ;	同上時刻に於ける倭館水位上昇率 (米/時)
h_2 ;	同上時刻に於ける晋州水位 (米)
Δh_2 ;	同上時刻に於ける晋州水位上昇率 (米/時)
h_3 ;	同上時刻より 17 時間後距龍江に起るべき洪水位 (米)
$\sum_{\frac{17}{26}} r_I$;	同上時刻より前 24 時間分の 永川，大邱，星州 雨量平均 (耗)
$\sum_{\frac{11}{26}} r_{II}$;	同上時刻より後 6 時間目より前 18 時間分の 陝川，居昌， <u>高靈</u> 雨量平均 (耗)
$\sum_{\frac{5}{17}} r_{III}$;	同上時刻より後 12 時間目より前 15 時間分の 晋州，宜寧，昌寧雨量平均 (耗)

2. 距龍江と守山との水位關係

(28) 式に於ける Ω , \mathcal{C} なる常數を既往洪水位觀測記錄により決定すべく之を圖示すれば附圖第六十四の如くにして、之により求めたる水位關係式下の如し

$$h_4 = 0.72h_3 - 0.30 \dots\dots\dots(68)$$

h_3 ; 距龍江水位 (米)

h_4 ; 距龍江より 8 時間後れたる時刻に守山に起るべき水位 (米)

3. 守山と三浪津との水位關係 (附圖第六十五 参照)

前項同様に於て

$$h_5 = 1.22h_4 - 1.50 \dots\dots\dots(69)$$

h_4 ; 守山水位 (米)

h_5 ; 守山より 4.5 時間後れたる時刻に三浪津に起るべき水位 (米)

4. 三浪津と龜浦との水位關係 (附圖第六十六 参照)

同様に於て

$$h_6 = 0.36h_5 + 1.50 \dots\dots\dots(70)$$

h_5 ; 三浪津水位 (米)

h_6 ; 三浪津より 9 時間後れたる時刻に龜浦に起るべき水位 (米)

5. 距龍江と津洞 (南旨) との水位關係 (附圖第六十七 参照)

同様に於て

$$h_7 = 0.862h_3 \dots\dots\dots(71)$$

h_3 ; 距龍江水位 (米)

h_7 ; 距龍江より 1 時間後れたる時刻に津洞に起るべき水位 (米)

斯くの如くにして各量水標間の水位關係を算定すべき公式は決定せられたるが實用に於て計算を簡略ならしむる爲め附圖第六十八に示す計算圖表を作成したり、之が使用法は圖に就て見れば自ら會得せらるべし。

今本節に於て得たる各計算式の與ふる結果と實際に生起したる洪水位との差違，即ち之等算式の精度を見んに，(68) (69) (70) (71) の各式は附圖第六十四乃至同第六十七によつて看取せらるゝ如く實際記録と計算式の與ふる結果とは著しき差違を生ぜざること明白なりと雖も(67)式は一見判然せざるを以て既往記録により計算を行ひ之を圖示し實際洪水位と比較すれば附圖第三十八乃至同第六十三の如し，即ち —○—○—○— 線にて示す曲線は豫想水位曲線にして之に相當する 距龍江水位曲線との開きは (63) 式の誤差を示すものにして大體に於て著しき差違は起らず洪水豫報用として充分の信を置き得ることを看取し得べし

第五節 洪水豫報實施に就て

本江の洪水豫報は慶尙南道廳（釜山）に於て之を主宰することとし，大正 15 年春次の如き實行方法を定めたり。

洛東江洪水豫報組織

（大正十五年七月十四日，關係郡守宛，慶尙南道内務部長通牒）

1. 洛東江水系中南江合流點附近以下ノ平野部各地ニ對スル洪水豫報ハ本組織ニヨル
2. 洪水位及其ノ時刻ハ倭館甲號（本流）並ニ晉州（支川南江）量水標及大邱，陝川，宜寧ノ降雨量ニヨリ之ヲ推定ス
3. 下流平野部ハ區域長キヲ以テ左ノ如ク基本量水標ヲ定ム

龜浦量水標（自記）	最下流平野ノ爲メ
三浪津量水標	三浪津，密陽，湯淺村地方ノ爲メ
守山量水標	中部平野地方ノ爲メ
南旨（津洞）量水標	南旨附近平野ノ爲メ
距龍江量水標	南江合流點附近ノ爲メ
4. 各量水標間ノ洪水波及時間ハ大體下ノ如シ

自倭館至距龍江	17 時間
自晉州至距龍江	17 時間
自距龍江至守山	8 時間
自守山至三浪津	4.5 時間
自三浪津至龜浦	9 時間
5. 基本量水標ト各地點毎ノ量水標間ノ洪水波及時間並ニ高差ハ大體添附圖ノ如シ（添附圖省略）
6. 基本トナルベキ量水標ノ水位ハ次表ニヨリ即刻慶尙南道土木課長宛電報スルコト

量水標名	報告者	報告水位	報告時刻	注	意
倭館	倭館警察署	米以上 3.30	午前午後共 3. 6. 9. 12.	5.5 米ニ達シ尙増水スルトキハ 1 時間毎ニ報告ノコト，但シ減水ニ向ハバ 3 時間毎ニテ可ナリ	
晉州	土木管區	3.50	3. 6. 9. 12.	同	上
津洞	警察官駐在所	5.00	3. 6. 9. 12.	8.5 米ニ達シ尙増水スルトキ	同上
守山	同上	3.50	1. 5. 9.	7.5 米ニ達シ尙増水スルトキ	同上
三浪津	同上	3.50	1. 5. 9.	8.0 米ニ達シ尙増水スルトキ	同上
龜浦	同上	2.50	6. 12.	4.5 米ニ達シ尙増水スルトキ	同上

7. 晋州及倭館へ道ヨリ特ニ報告スベキ旨通報ヲ受ケタル場合ハ報告水位ニ違セザル場合ト雖モ受信當時ノ水位ヲ報告シ爾後ハ前項ノ例ニヨリ報告ヲナスコト
8. 大邱陝川宜寧ニ於ケル雨量観測所へ道ヨリ特ニ通報ヲ受ケタル時ハ受信當時前十二時間ノ雨量ヲ即時道土木課長宛電報シ爾後ノ連続降雨中ハ六時間毎ニ雨量ヲ電報スルコト
9. 道土木課長ハ第二項ニヨリ各地豫想洪水水位及時刻ヲ推定シ防水警戒水位ニ達スルト認ムル場合ハ直チニ之ヲ關係面又ハ水利組合ニ通報シ爾後必要ニ應ジ時々通報ス
10. 前項ノ通報ヲ受ケタル時ハ直チニ關係警察官署及郡面ニ通知スルト共ニ之ヲ適當方法ヲ以テ迅速ニ附近ニ布告シ水防其ノ他警戒ヲ開始スルコト
11. 洪水防禦ヲナス面又ハ水利組合ハ曩ニ道ニ於テ測量シタル假水準點ニ據リ沈下流失ノ虞ナキ據基本量水標ニ準スル日盛ノ洪水量水標(但シ警戒洪水位以下一米ヲ讀ミ得ル程度)ヲ適當ノ箇所ニ建設シ嚴重ニ保管スルコト
12. 基本量水標報告者ハ下流ノ水利組合ノ要求アリタル時ハ隨時水位通報ノ便宜ヲ計ルコト、但シ此ノ場合ノ電報電話料ハ要求者ノ負擔トス
13. 水位観測ハ正確ヲ期スル爲メニ巡査(晋州ハ土木技術員)ヲ配置シ所轄官署ヘノ通報ノ爲メハ人夫ヲ使用スルモ差支ナシ
14. 水位報告ハ次ノ點ニ注意スルコト
 - (イ) 水位報告ハ何米何十糎ト米以下一位トシ端數ハ切り上グルコト
 - (ロ) 電報電話ニハ観測時間ヲ遺漏セザルコト
 - (ハ) 減水シテ當初報告水位以下ニ及ビタル時ハ其ノ旨報告シ爾後増水ノ模様ナキニ至ラバ報告ニ及バズ
 - (ニ) 本報告及通報ノ監督ハ關係官署ノ長自ラ之ニ任ズルコト
15. 電報料金(道ニ報告スルモノニ限ル)ハ豫メ交附シアル切手ヲ使用シ其ノ出納ヲ明カニシ置クコト
16. 電報略符ハ次ニ依ルコト
 - (イ) 午前ヲセ、午後ヲコ、「メートル」ヲメ、尙増水ノ模様ヲソ、減水ノ見込ヲケ、距龍江量水標水位ヲ○キ、兩旨量水標水位ヲ○ナ、守山量水標水位ヲ○シ、三浪津量水標水位ヲ○サ、龜浦量水標水位ヲ○ホ。
 - (ロ) 電報例
セ九シ六メ五リ、(午前九時六米五尙増水ノ模様)
コ六シ八メ四ケ、(午後六時八米四減水ノ見込)
○シ九ヒコ五シ八メ六、(守山量水標水位九日午後五時八米六)
17. 電信電話ニ故障ヲ起スベキ模様アリタル時ハ其ノ旨報告スルコト 以上

大正 15 年に於て洛東江には注意すべき洪水なく實施の成績に就て云々するを得ずと雖も慶尙南道廳に於て沿岸各水利組合、郡面等に對して本豫報組織を基調として別に水防の手配を定め或は各地量水標を設置せしむる等種々便宜を計りたる結果今後は洪水に對して的確に應急措置を爲し得べきは明かなりとす。

尙本江は漢江に比し水位の増減頗る緩漫にして距龍江以下の水位観測は本組織に定めたる如く 4 時間或は 6 時間にて充分なりとす、只雨量観測方法に就ては後日漢江の如く 3 時間観測に改めらるゝの日あるべし。

第六章 大同江の洪水豫報

第一節 大同江の地誌及水位雨量觀測箇所

大同江は平安北道平安南道及咸鏡南道の3道界に發する狼林山に其の源を發し寧遠、徳川、順川及平壤附近を流下し兼二浦の下流にて載寧江を合し鎮南浦附近にて黄海に注ぐ、支川の主なものは南江、沸流江、黃州川等にして流域は平安南道の殆んど全部及黃海道北部の1府15郡に跨り河口載寧江合流點附近に於て流域面積 15714 方料平壤にて 12453 方料、流路延長 397 料、平壤にて 325 料あり、本江流域は全般に亘り山岳丘陵多く平野少く水源山地は樹木良く繁茂し朝鮮中稀に見る良好の水源を有し従つて流砂殆んどなく河岸高く水量比較的多く河川勾配急にして處々瀨ありと雖も水運の便大に開け河川を利用する貨物多大なり。沿岸に平野の介在するは支川南江合流點以下にして平壤より昆陽江合流點附近に至る間に約 10000 ヘクタールの耕地あり、潮汐干満差河口に於て 6 米に達し其の影響は寺洞附近に及び平壤にて尙 1 米の干満差あり、洪水位は由來河岸高き爲め平野に著しく氾濫せざるものと考へられしが大正 12 年未曾有の大洪水に逢着し前記平野に悉く氾濫し甚しきは冠水數米に及び湛水 2 晝夜を超え平壤市街の如きは其の 8 割内外浸水し市街地の一部は浸水屋根に達するに至れり。

平壤は朝鮮の舊都にして大同江に臨み往昔朝鮮の太祖箕氏都を定めて以來幾度か洪水の洗禮を受け種々防水に力を盡し所謂九疊の城壁を築き以て平壤の外廓となし堤防と城壁とを兼ねしめしが、春風秋雨幾百千年李朝の末期政治の弛廢と共に此の城壁も荒廢し人々大洪水を忘れ徒らに江岸の利便のみを計り、最近に於ては明治 44 年の洪水を以て標準となし諸種の計畫を進め居たりしが大正 12 年洪水は之より約 1 米 60 釐高きものなりしが爲め總ての建物皆其の根底に危険を感じ、更に記録を探り種々調査の結果尙 87 年前(己亥)及 97 年前(己丑)の 2 回に於ける洪水は大正 12 年洪水位と略同等のものにて更に溯りて今より約 380 年前には大正 12 年洪水より更に 1 米 50 釐高き洪水ありしことを知れり、大正 12 年洪水後種々城壁の缺所を修め防水施設の完からんことに努めたるも現在平壤量水標水位 8 米迄は防水可能なるも尙大正 12 年洪水位に足らざること 1 米 65 釐にして府内の人心安からず、依つて之が防水工事の完璧を期し併せて大同江々運の局部的改良をなさんが爲め朝鮮總督府は國費 3000000 圓を投じ既に工事に着手するに至れり。

本江に於て水位觀測を開始したるは主として大正 4 年以降にして現在に於ける水位觀測箇所下の如し

量水標 名稱	河川名	觀測開始 年月	自盛零點 標高	平均 平水位	最大洪水		備 考
					年月	水位	
德川	本流	大正年 月 1-10	—	米 0.55	大正年 月 12-7	米 7.74	
無蓋臺	〃	4-10	48.239	1.13	11-8	12.40	
順川	〃	6-7	33.139	0.04	11-8	7.29	
麥田	〃	6-7	12.758	1.05	11-8	10.00	
長水院	〃	12-9	4.993	0.50	14-8	7.98	
平壤	〃	6-3	1.562	干0.33 滿1.79	12-8	9.45	
下萬景臺	〃	6-6	(-)0.913	干0.62 滿4.20	12-8	9.09	
大安里	〃	6-7	—	干0.24 滿5.96	11-8	7.00	
別倉	泐流江		—	0.50	—	—	
成川	〃	6-7	—	0.30	11-8	5.06	
文城場	兩江	14-10	—	—	—	—	
三登	〃	5-7	88.317	0.58	12-8	12.90	

本江流域内雨量觀測箇所下の如し

地 點	種 別	觀 測 者	觀測開始 年月	觀 測 事 項	備 考
平壤	測候所		明治年 月 40-1	雨量, 蒸發量, 氣温其他	自記雨量計あり
平谷	簡易	谷山郡廳	大正年 月 4-7	〃	自記雨量計あり
陽德	〃	陽德郡廳	3-6	〃	
德川	〃	德川郡廳	4-7	〃	自記雨量計あり
成川	〃	成川郡廳	4-7	〃	〃
順川	〃	順川郡廳	4-11	〃	
寧遠	〃	寧遠郡廳	4-1	〃	
黃州	雨量	黃州郡廳	5-1	雨量	
三登	〃	駐在所	6-4	〃	
平壤	簡易	道種苗場	7-1	雨量, 蒸發量, 氣温其他	
社倉	雨量	森林保護區	15-7	雨量	自記雨量計あり

之等量水標及雨量計の觀測方法は皆漢江の場合と同様なりとす。

第二節 豫報組織の考察

本江の豫想水位は四圍の狀況より平壤量水標によること最も便利にして其の他の區域は此の附近河道一筋にして大なる支川なきを以て平壤量水標水位より直ちに推定するを得べく或は平壤の水位のみを以て其の程度を推定することゝなすも差支なかるべし。平壤に於ける豫想水位は從來本江流域にある諸種觀測記錄の關係を考察する時は漢江，洛東江と同様水位式によりて其の組織を定めて之を計定する方最も適切なるが如し。

今平壤に於ける洪水位推定に用ふべき上流量水標を物色するに平壤より上流に於ては比較的大なる支川多きが爲めに餘り簡單ならず，先づ流域圖に就て見るに

平壤に於ける全流域面積		12 453 方料
南江合流點にて	{ 本流のみ	8 237 "
	{ 南江のみ	3 954 "
沸流江合流點にて	{ 本流のみ	5 534 "
	{ 沸流江のみ	2 013 "

にして本流量水標中平壤と稍間隔あるものに南江合流點と沸流江合流點との中間に麥田あり又沸流江合流點より上流に於ては順川あり、支川南江に於ては三登あり、同じく沸流江には成川量水標あり、之等各量水標と平壤との流路距離其の他を見るに

河川名	地 點	平壤との距離 里	平水位標高 米	平均平水面勾配	上流々域面積 方料
本 流	平 壤	0	2.29	—	12 453
"	麥 田	37.6	13.76	平 壤—麥 田 1:3 275	7 987
"	順 川	89.4	32.94	麥 田—順 川 1:2 711	4 540
沸流江	成 川	91.0	52.00	麥 田—成 川 1:1 405	1 789
南 江	三 登	57.9	38.9	平 壤—三 登 1:1 509	2 806
"	文城場	116.8	126.0	三 登—文城場 1:674	1 748

即ち麥田及三登は最も平壤に近くして既往洪水觀測記録によれば共に平壤迄洪水位傳達に約 5 時間を要し、麥田及三登以上の流域面積は 10 793 方料にして平壤に於ける流域面積の約 87 % を占むるを以て之等麥田及三登の 2 量水標水位によりて平壤の豫想水位を算定することゝせば其の結果は必ず精確なるは明かなり。此の見地により以前此の 3 地點間の水位關係を第四章第五節に述べたる如き方法を以て實驗的に定め大正 13 年に於て本江の洪水豫報を實施せしが、麥田三登より平壤迄の洪水傳達時間 5 時間は小に過ぎ且つ麥田平壤間は警備電話あるも三登は郵便所を持ちながら電信設備なく頗る不便にして、一時三登下流勝湖里に假量水標を設け勝湖里と平壤と電話にて連絡を取り三登に代用し平壤水位の豫想をなしたるも、兎に角時差少くして成績充分ならず。依つて更に上流に溯り之が量水標を尋ぬるに本流に於ては前記順川を得、支流沸流江に於ては成川を得たり。然れども南江は當時三登以上には量水標なかりしを以て之等成川、順川と類似の時差を取り得る地點を求め文城場を選定し俄に量水標を新設することゝなしたるが、前記順川及成川は共に郵便所あり、平壤と交通可能なるも此の文城場は一寒村にして現在郵便所もなく直接平壤と通信不可能なりしが種々研究の結果此の地點より約 1 里を隔てたる黃海道谷山郡覺美面文岩甲警察官駐在所に警備電話あり、洪水時自轉車を使用して該駐在所に報じ之より其の警備電話にて谷山警察署に連絡し更に谷山郵便所より平壤へ打電の方法を採る時は文城場の水位は平壤に即報さるべきにより差當り此の方法によることゝし將來前記自轉車連絡の代りに警備電話を量水標迄延長するものとして本計畫を進むることゝしたり。

今之等 3 地點に於ける流域面積を見るに 順川及成川より上流は 6 829 方畝にして麥田の 7 987 方畝に對し約 80 %に當り, 順川及成川の水位により求めたる 麥田の水位は大差なかるべきも, 三登流域の面積に對する 文城場の流域面積は 62 %に當り割合大ならず, 又順川成川及文城場以上の流域面積合計は 8 077 方畝にして, 平壤の流域面積に對して約 65 %に當るを以て殘餘の面積即ち下流々域に降下せる雨量に基く流量の増加は是非考慮に入るべきものなりと雖も現在此の下流々域に於ける雨量計の配置は頗る不良なるを以て雨量による更正は差當り之を成さず後日雨量計を増設して漸次之が完璧を期することゝしたり。又量水標所在地に於ける洪水流量測定記録は平壤麥田に就ては比較的多きも其の他の地點に於ては無きを以て結局本江の洪水豫報組織は水位式によるとは雖も (29) 式の如き理論式に依ることは現在困難なるを以て第四章第五節に於て述べたる如き實驗式によることゝし, 先づ第一段に於て順川及成川の水位により麥田の豫想水位を知り, 次に文城場水位より三登豫想水位を求め, 斯くして求めたる麥田三登の水位より更に平壤の水位を求むる如き組織となさんとす。而して第一段に於て求めらるゝ麥田三登の豫想水位は別に麥田三登よりも水位報告を徴し實際生起したる水位と照合し校正を行ふに於ては下流々域雨量による平壤水位の誤差は之を減少せしめ得るものとす。

第三節 各量水標間洪水波傳達時間

： 既往洪水位觀測記録より洪水波頂點の移動に要せし時間を抽出平均すれば下の如し。

洪水年月日	自成川至麥田		自順川至麥田		自麥田至平壤		自三登至平壤	
	成川水位	時間	順川水位	時間	麥田水位	時間	三登水位	時間
	米	時分	米	時分	米	時分	米	時分
6- 7-12	—	—	—	—	3.94	6-00	—	—
7-15	4.43	6-00	5.48	5-30	3.75	6-30	5.61	6-30
8-11	3.95	5-00	—	—	4.10	5-30	—	—
7- 6-30	—	—	2.88	7-00	3.65	5-00	—	—
8-29	—	—	—	—	—	—	1.90	5-00
8- 5-11	—	—	2.48	6-00	—	—	—	—
8-30	—	—	—	—	3.65	6-00	—	—
10- 7	2.80	6-30	—	—	3.80	4-30	—	—
9- 7-19	—	—	3.08	6-00	—	—	—	—
8- 1	—	—	—	—	—	—	4.40	5-00
11- 7-14	—	—	3.50	5-30	—	—	—	—
7-28	2.65	6-30	—	—	4.10	6-00	3.48	5-00
8- 8	—	—	5.08	7-00	5.66	4-00	—	—
8-11	—	—	7.30	6-00	10.00	5-30	—	—
8-22	—	—	—	—	—	—	9.20	5-30
9- 3	4.25	7-00	—	—	7.53	4-00	—	—
12- 7-24	—	—	4.70	4-00	8.70	5-00	—	—
13- 7-20	—	—	—	—	—	—	7.10	6-00
14- 8-12	—	—	6.20	5-00	—	—	—	—
平均		6-12		5-46		5-13		5-30

又文城場三登間は大正 15 年 8 月 27 日洪水に於て約 6 時間を要し，同大正 12 年 8 月 1 日洪水に於て約 5 時間を費し居るを以て 5 時間乃至 6 時間の範圍を出でざるべし。今實用に於て便宜上端數の整理を行ひ，次の如き時間を以て洪水波は各區間を移動するものとせん。

成川麥田間	6 時間	距離 53.4 軒
順川麥田間	6 時間	" 51.8 "
麥田平壤間	5 時間	" 37.6 "
文城場三登間	6 時間	" 58.9 "
三登平壤間	5 時間	" 57.9 "

第四節 各量水標間の水位關係

順川と成川の水位による麥田の水位及麥田と三登の水位による平壤の水位は各既往洪水觀測記録を用ひ第四章第五節に述べたる如き所謂實驗式を以て定むれば附圖第七十三甲，乙の如し。又文城場水位による三登の水位は未だ觀測記録尠く不完全なりと雖も (28) 式により定むる時は

$$h_5 = 0.87 h_4 + 0.20 \dots\dots\dots (72)$$

但し

h_4 ; 文城場水位 (米)

h_5 ; 文城場より 6 時間後れて三登に起るべき水位 (米)

(72) 式は之を圖示すれば附圖第七十三丙に示すが如し。斯くして完成されたる同圖は即ち平壤の洪水位を推定すべき圖表なりとす。之が使用方法は圖に就て見るべし。

第五節 洪水豫報實施に就て

本江の洪水豫報實施に關する規程は次に掲出する如きものにして之に關する事務は平安南道廳 (平壤) に於て之を扱ひ管内關係警察署は其の水位報告に任ずることゝなれり。豫想水位は前記の方法を以て道廳に於て決定し之を府内各所に掲示し或は關係箇所へ道廳より通知する等の方法を探れり。

○大同江増水ニ關ル報告心得

各警察署長宛，大正十三年六月二十七日 平安南道警察部長

1. 大同江増水ニ關スル報告ニ就テハ本心得ニヨリ行フベシ
2. 報告ハ敏活ヲ旨トシ苟モ時機ヲ失セザルコトニ注意スベシ
3. 増水報告ニ關シ特ニ指定セラレタル警察署ニアリテハ各所轄ノ量水標ニ就キ觀測シ，報告水位ニ達シタルトキハ即時電報ヲ以テ警察部長ニ報告スベシ
4. 前項報告指定警察署名及報告水位其ノ他量水標ノ位置名稱等ハ次表ニヨル

増水報告 指定警察署	指定量水標名稱 及位置	報告水位	摘 要
江東警察署	麥田(古邑而麥田里)	量水標2米=達シタル時	水位5米以上ノ報告ハ麥田駐在所ヨリ直接警察部へ報告スルモノトス
	勝湖里(脱遶面勝湖里)	〃 〃 〃	勝湖里駐在所ヨリ直接警察部へ報告スベシ
	三登(三登而三里)	〃 〃 〃	遶達ノ方法ヲ以テ江東警察署經由報告スルモノトス
成川警察署	成川(成川而處任里)	〃 1.50 〃 〃	
順川警察署	順川(順川而倉里)	〃 2 〃 〃	
徳川警察署	徳川(徳川邑内)	〃 〃 〃	
平壤警察署	平壤甲(平壤大同橋下)	〃 〃 〃	水位5米以上ハ大同橋派出所ヨリ直接警察部へ報告スルモノトス
	平壤乙(〃 鏡濟里)	〃 9尺 〃	同上大同門派出所ヨリ直接警察部へ報告スルモノトス
大同警察署	普通江(〃 普通門下)	〃 10 〃 〃	

- 増水報告ハ最初ノ報告水位=達シタルヲ第一回トシ爾後毎時間毎=(例ヘバ最初午後3時20分報告水位=達シテ報告シタルトキ其ノ後ノ報告ハ午後四時、同五時ト報告スル如シ)報告スベシ、但シ減水報告=アリテハ第一回報告水位以下=達シタル時=於テ止ム
- 水位調査=ハ巡査ヲ配置シ調査ノ精確ト敏活ヲ期スベシ
- 電信電話=ヨリ増水報告ハ左記要領=依リ取扱ヒ、特ニ水位調査時刻及量水標所在地名ヲ遺漏セザル様注意スベシ
 - 調査シタル時刻 (午前 何 時何 分)
(午後 何 時何 分)
 - 調査シタル水位 (何米何々)
 - 量水標所在地名
 - 増 減 (増又ハ減ヲ示ス)
- 報 告 例
 - 二十七日午前十時何十分麥田5米20 纏尙増水ノ模様アリ
 - 二十九日午後三時何十分三登2米10 纏漸次減水ノ模様
- 増水=關スル電信電話報告=就テハ、次ノ記號又ハ呼出=ヨリ機敏=取扱フ様豫メ郵便所=協商ヲ遂ゲ置クベシ
 - 電報ハ用紙餘白=「水害電報」ト朱記スルコト
 - 電話ハ水害電話トシテ呼ビ出スコト
- 警察部=アリテハ江東警察署ヨリ報告ヲ受ケタル水位ヲ平壤、大同、中和、江西ノ各警察署=通報スベシ
- 平壤警察署=於テ前記通報ヲ受ケタルトキハ府、郡、税關出張所、郵便局所、鐵道其ノ他水災豫防=直接關係ヲ有スル官公署團體等=通報スベシ
増水狀況=ヨリ必要アリト認ムルトキハ府民=警戒ヲ興ヘ同時=救護ノ準備ヲナスベシ、但シ此ノ場合警察部長=報告スベシ
- 前項増水=關スル通報連絡=關スル方法並ニ警戒救濟等ハ各署=於テ之ニ準行スベシ
- 増水=關スル書面報告=ハ左記事項ヲ具備シ報告スベシ(左記省略) 以 上

尙文城場の水位報告は本規程に抱括され居らざるは該地點が平安南道に在らず黃海道管内に屬するを以て大正15年7月15日平安南道内務部長より黃海道警察部長及谷山警察署

長に宛て公式の依頼をなし洪水時文城場量水標水位 1 米 50 糎以上となりたる時は 3 時間毎に谷山警察署長より電報々告をなすこととなれり。

組織を改めて以來の成績は未だ見るべきものなしと雖も既往洪水に對して附圖第七十三を用ひ推定水位の精度を調査するときは大體漢江の場合の如く其の信用度充分なるを以て單に麥田三登によりたる場合より時差に於て約 6 時間の餘裕を得結局時差 11 時間となり今後の成績は遙かに良好なるべしと信ぜらる。

第七章 結 論

第一節 雨量式洪水豫報に就て

本篇に於て述べたる雨量式洪水豫報の基礎公式たる (14) 式は之が應用に於て最も不確實なるは w_i, w_L 及 φ の 3 項なりとす。而して w_i, w_L は漢江洛東江の場合に於ては其の地形より或は雨水が河道に入りて後の從來記録による洪水波の移動速度により概算するを得たりと雖も一般に之が算定には不便多きを以て上流山地に於ては久永工學博士の洪水流出量に關する公式の中 τ の計算法によることとせば便利なりと信ず。即ち

$$\tau = 3L/55 \tan^{3/5} \beta \dots\dots\dots (73)$$

- 但し τ ; 流域最遠地點より觀察の地點迄の流下に要する時間 (時)
 L ; 此の區間流路距離 (里)
 β ; 流路平均勾配 (度)

雨水が比較的大なる流路に入りて後の速度はなるべく實際に洪水の移動に要せし時間を調査して之に據るを最も良しとす。殊に w_L に至りては一般に河道下流部の流下時間なるを以て之を實際に求むることは困難に非ず。

次に流域の流出率 φ は流域狀況による地方的變化の外に尙雨量による變化あり、之を流域毎に定數として應用するは妥當に非ず、又 (14) 式に於て使用する場合は一般に流出率と稱するものと異なるべきは明かなりと雖も之が調査は稍困難なるを以て暫く一洪水に於ける雨量と流出量との割合より之を考ふれば、一般河川流域に於ては $\varphi = 0.3$ 乃至 0.7 の範圍を出づること尠しとせられ之に就ては著者も尙研究の途上にあり。茲に朝鮮に於て實測の數例を掲げて參考とせん。

地 點	上流々域面積 方 呎	流域平均雨量 呎	總降水量 立方呎	總流出量 立方呎	流出率
漢 江 高 安	23 880	659	15.729	15.111	0.961
〃	〃	113	2.704	1.303	0.482
洛東江 倭館	11 195	350	3.919	3.266	0.833
〃	〃	62	0.689	0.210	0.305

地 點	上流々域面積 万坪	流域平均雨量 坪	總降水量 立方尺	總流出量 立方尺	流出率
大同江麥田	7 987	375	2,999	2,445	0.817
〃	〃	109	0.869	0.340	0.391
蟾津江松亭里	4 299	270	1,161	1,077	0.928
〃	〃	91	0.389	0.118	0.303
龍興江永興	2 032	334	0.679	0.599	0.883
〃	〃	93	0.188	0.050	0.266
載寧江沙湍洞	819	331	0.271	0.255	0.940
〃	〃	222	0.182	0.132	0.720
榮山江馬勒	685	168	0.115	0.059	0.513
〃	〃	120	0.084	0.043	0.527

備考 本資料の流出量計算は其の地點に於て實測完成せられたる流量曲線により最大流量の 1/10 以下となりたる區域の流量を省きたる區間の流量にして雨量の計算等に就き尙充分なる更正を経居らず、後日之を更に調査補正し改めて供覧の機を得ん。

以上の諸點は本來第二章に於て詳論すべき問題なりしも雨量式洪水豫報組織と離れて考慮するも尙一問題となすに足るべきものなるを以て本篇に於ては特に深く之に就て論ずることを避け茲に其の概要を窺ふに止めたり。

本篇に於て述べたる雨量式洪水豫報組織は一面より之を觀察する時は全く「雨量による洪水量計算方法」の研究に終始するものと謂ふを得べく、此の方法によりて求めたる水位豫想地點の流量は全く其の流域の雨量による河川洪水量に外ならず、即ち洪水量算定の一新方法と謂ふも過言に非ざるべし。

雨量式洪水豫報は之を單獨に實施せんとするは一般に流域小なる場合に於て既に本節に於て述べたる如く w_i, w_L, φ に就て尙多少不安多く、且つ水位豫想地點の水位流量關係をも實測決定する必要あり。何等用意なくして何れの地點に於ても直ちに實施し得べしと考ふるは無謀の業なりとす。尠くとも洪水豫報用雨量觀測及豫想地點の水位觀測を開始して後數次の洪水により多少の資料を得て後作成せられたる計算公式の精度を研討し相當の自信を得て豫報の實行に入るべきものなりとす。

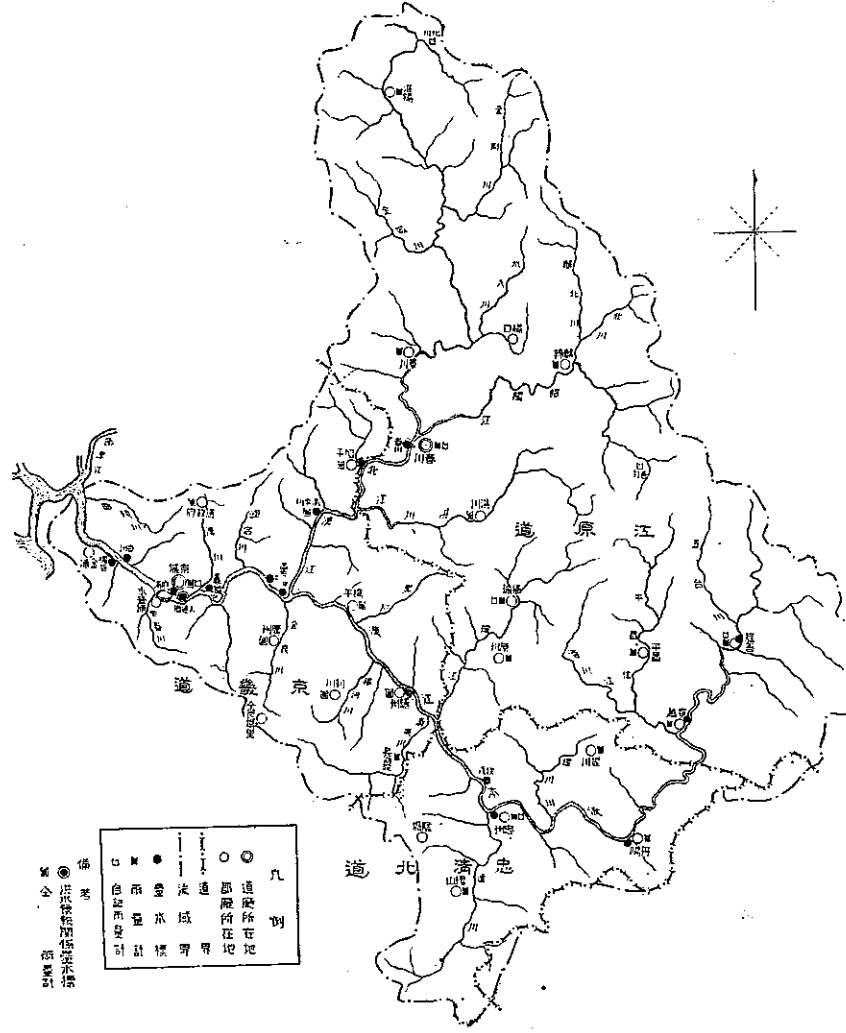
第二節 水位式洪水豫報に就て

水位式洪水豫報組織を定むるに當り緊要なる事項は上下二地點間の河道に於ける洪水氾濫區域を知ること及び上下水位觀測地點の水位流量關係を知ること並に此の間の洪水波傳達時間の算定をなすことなりとす。此の三要素は地形及河川勾配及斷面等の實測をなさば算定すること不可能に非ずと雖も何れも實際の洪水につき調査する方最も精確なる結果に到達すべし。即ち河道氾濫區域面積は洪水後に於て其の氾濫したる區域を步行調査し地圖に記入することによりて得らるべく、尠くとも大小 2, 3 洪水に就き之を知る必要あり。又洪水波移動時

間は本編に於て繰り返したる如く上下水位観測記録により決定する方便利なるべく，只水位流量關係に至りては一般に何れの地點にも之を求むることは困難なる場合多く殊に遠隔不便の地點にありては洪水時其の地點に趣くことも困難にして流量の測定の如き不可能の場合多し。或は之を其の地點の横断面に公式計算を應用して概略の水位流量關係を定むること不可能に非ざるも其の結果は必ず杜撰に流るゝは明かなりとす。何れにせよ相當の用意をなして後に非ざれば其の組織を定め難きは雨量式の場合と異ならず。

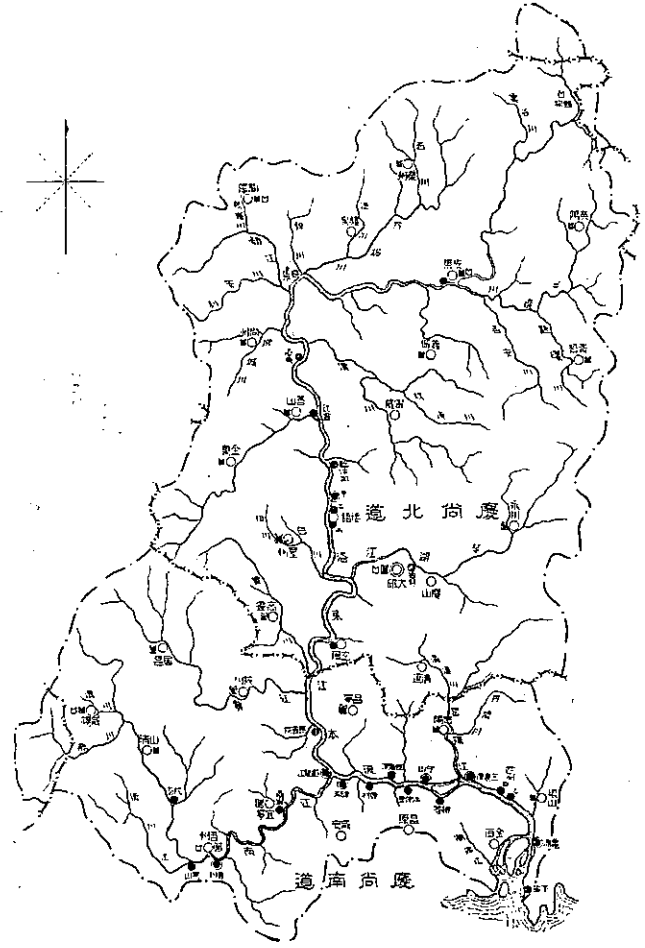
以 上

附圖第一 漢江流域一覽圖



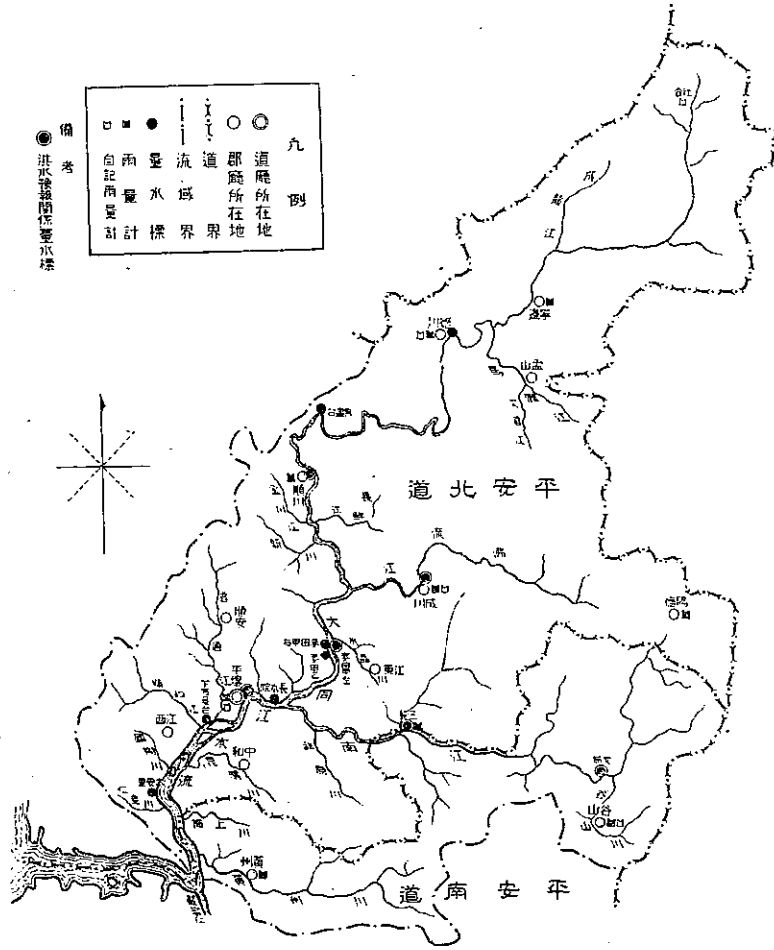
(土木學會雜誌十屆第一號附圖)

附圖第二 洛東江流域一覽圖



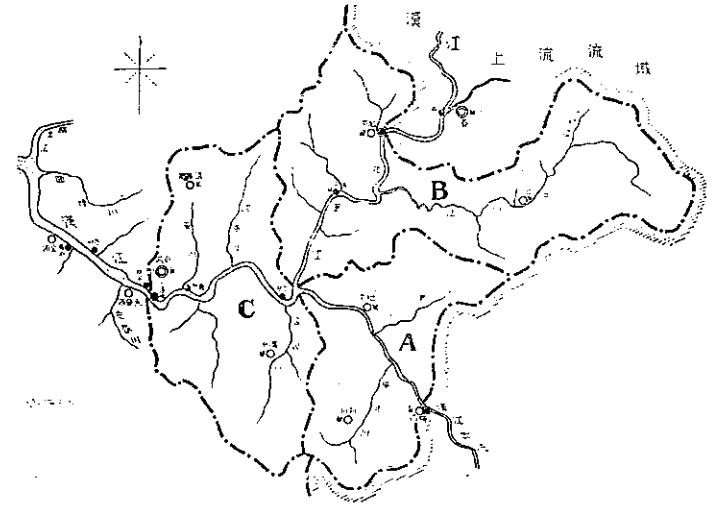
10-1

附圖第三 大同江流域一覽圖

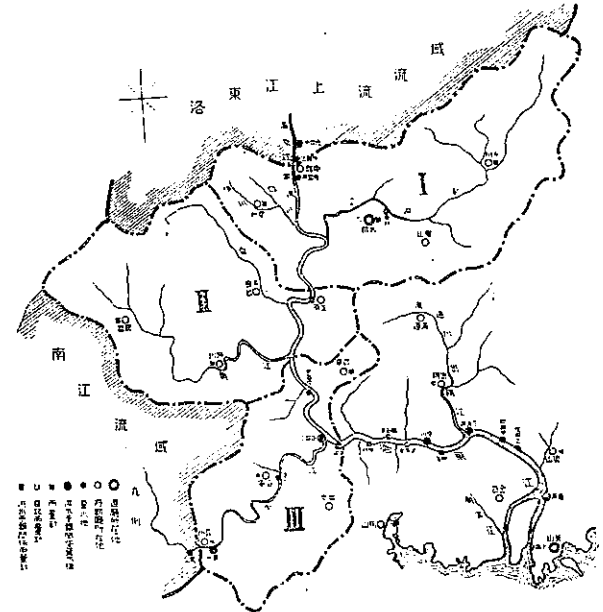


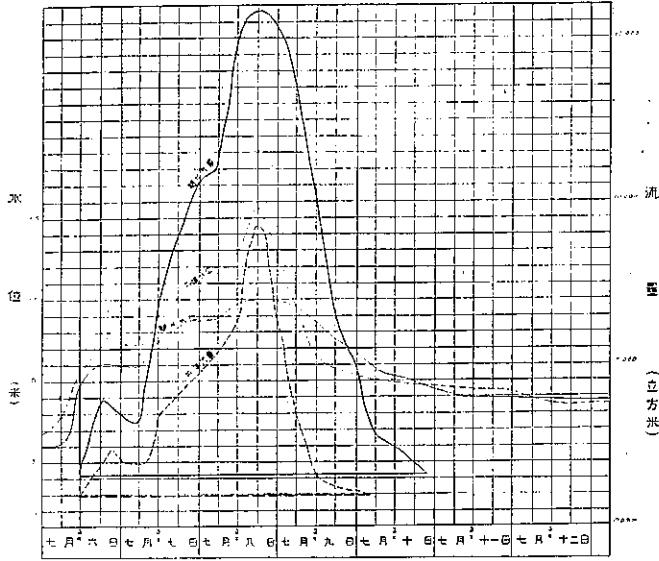
(正水學會第十四卷第一號附圖)

附圖第四 漢江下流圖



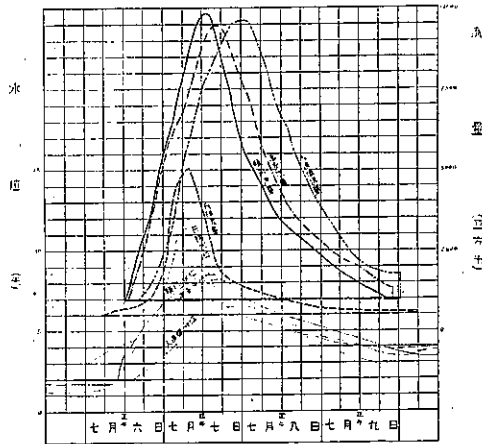
附圖第五 洛東江下流圖





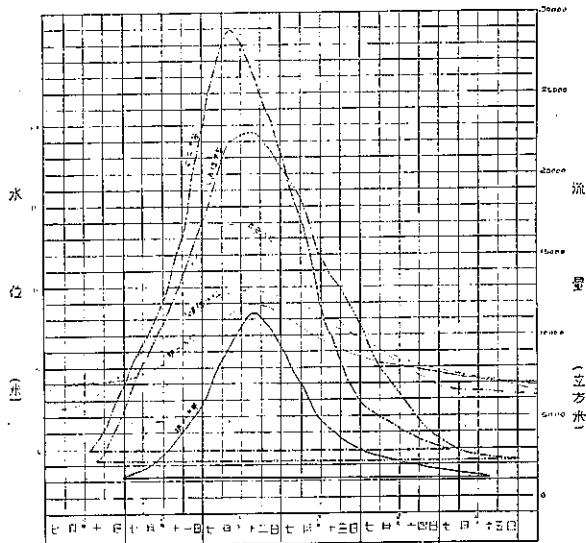
附圖第七 同上

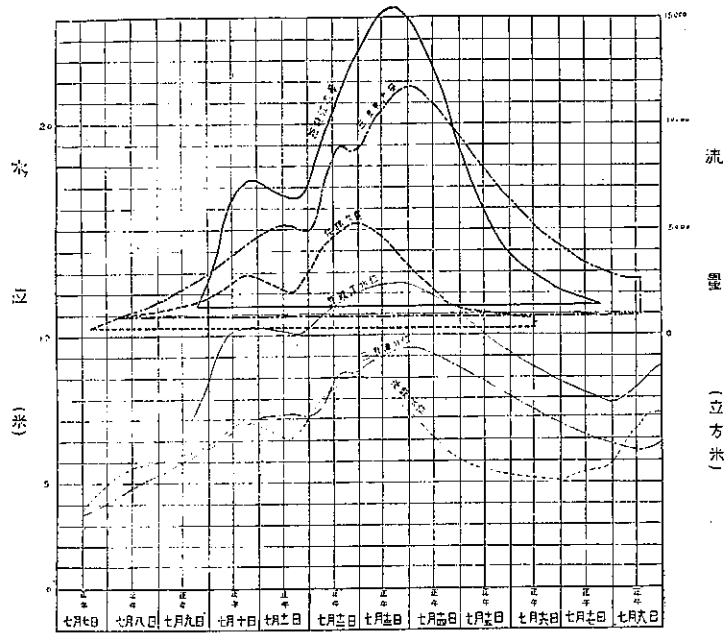
大正 10 年 7 月



附圖第八 同上

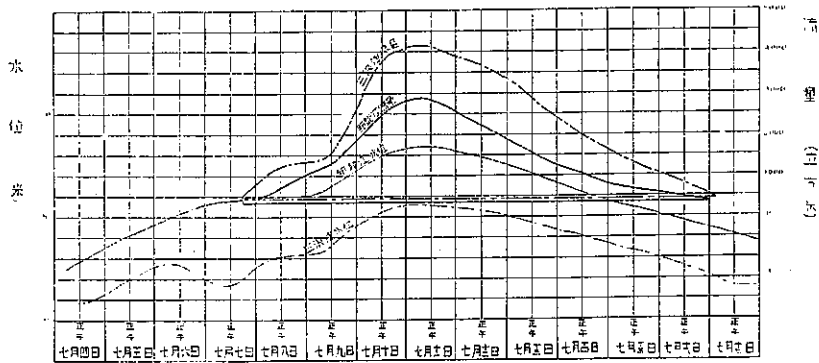
大正 14 年 7 月





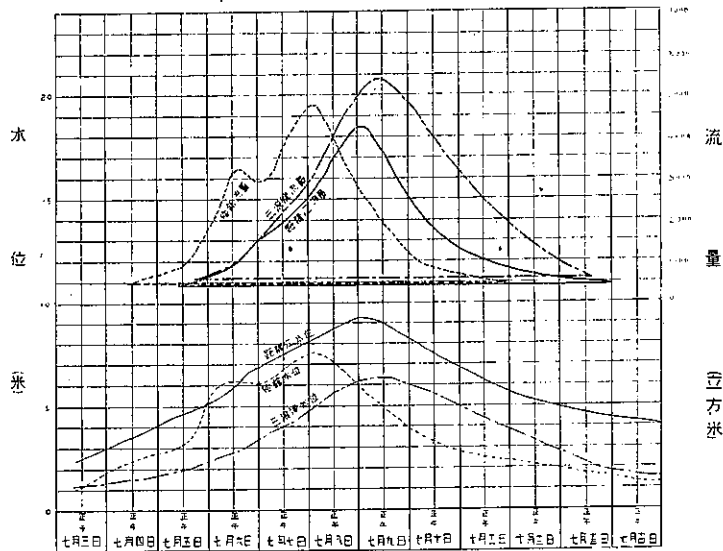
附圖第十 同上

大正 9 年 7 月



附圖第十一 同上

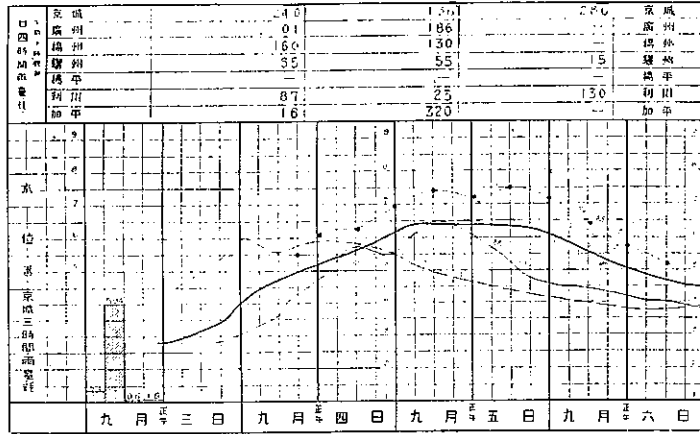
大正 8 年 7 月



(日本經濟學雜誌第十四卷第一號附圖)

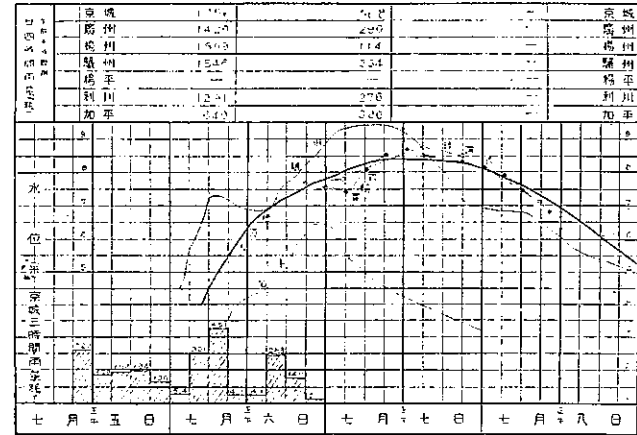
附圖第十二 漢江洪水水位圖表

大正 6 年 9 月



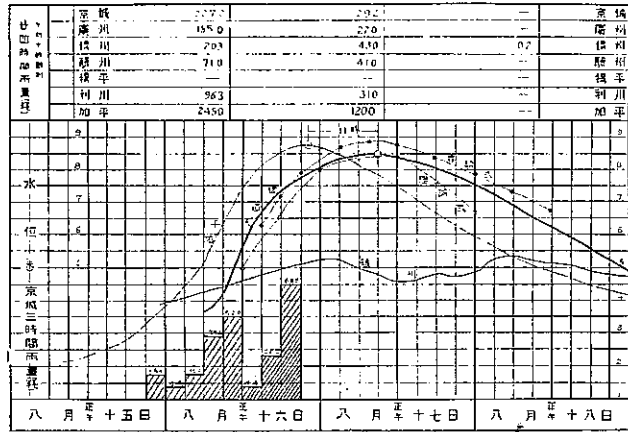
附圖第十四 同 上

大正 8 年 7 月



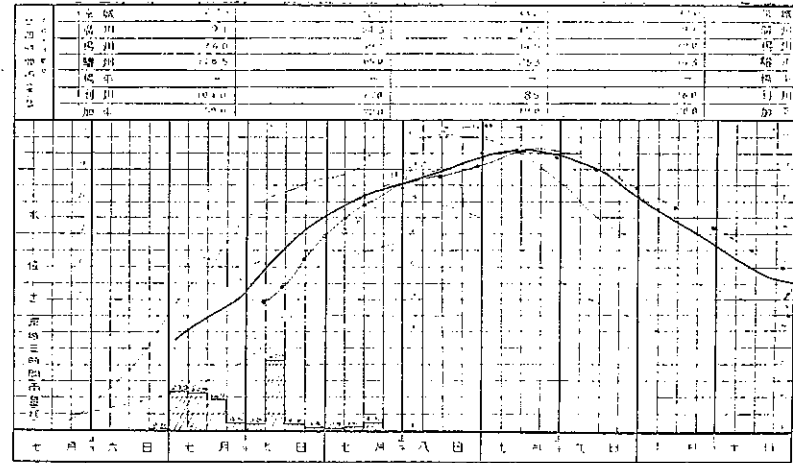
附圖第十三 同 上

大正 7 年 8 月



附圖第十五 同 上

大正 9 年 7 月

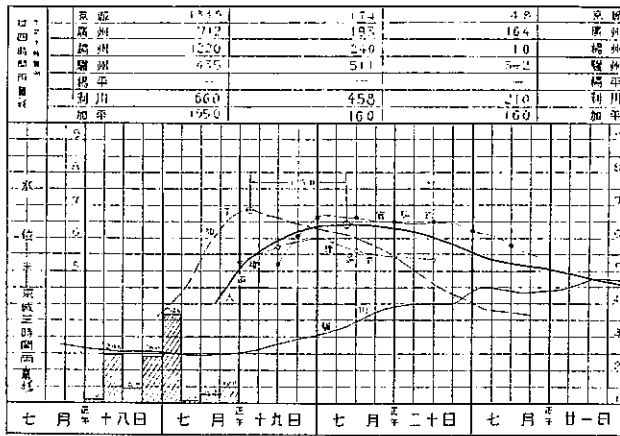


(上本圖合註第十四第一附圖)

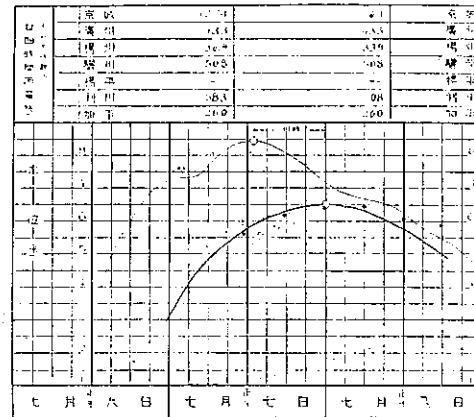
142-5

附圖第十六 漢江洪水水位圖表

大正 9 年 7 月

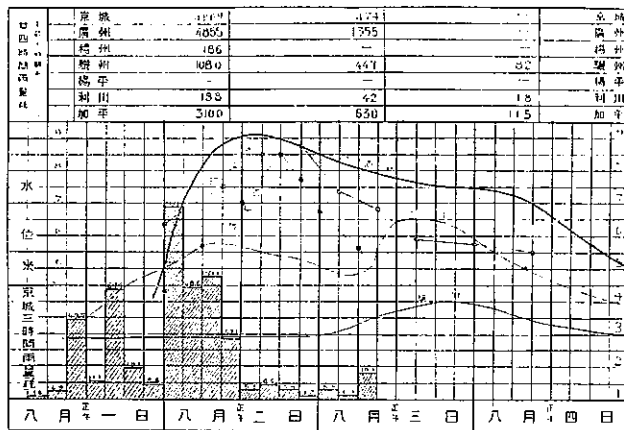


附圖第十八 同 上 大正 10 年 7 月



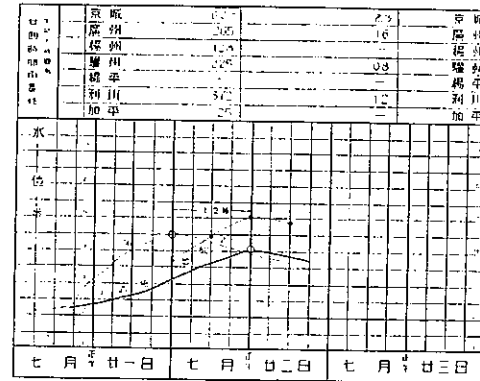
附圖第十七 同 上

大正 9 年 8 月



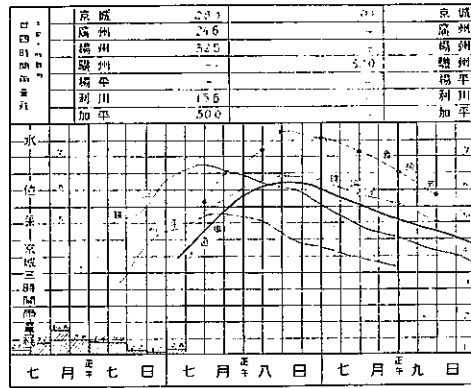
(土木學會誌第十四卷第一號附圖)

附圖第十九 同 上 大正 10 年 7 月



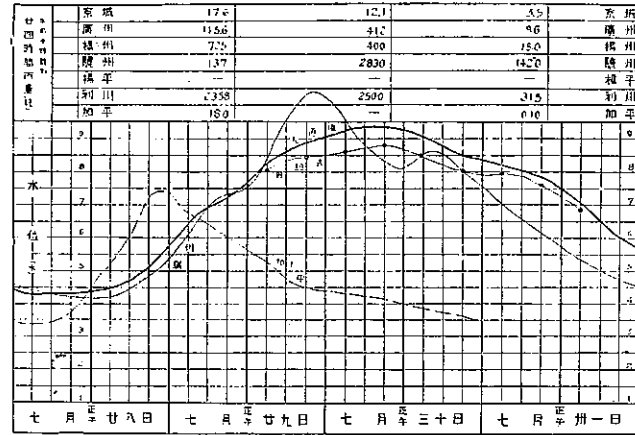
附圖第二十 漢江洪水水位圖表

大正 11 年 7 月



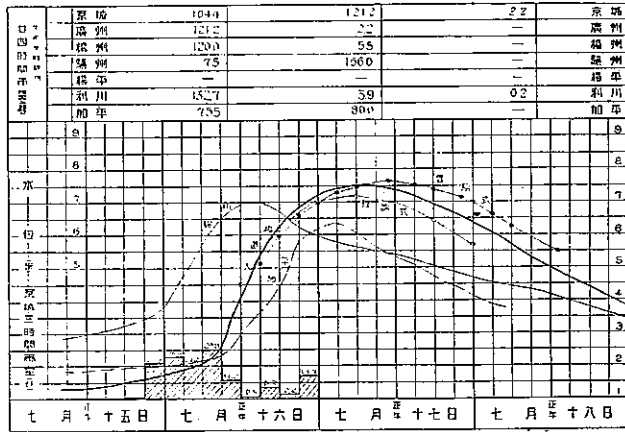
附圖第二十二 同 上

大正 11 年 7 月



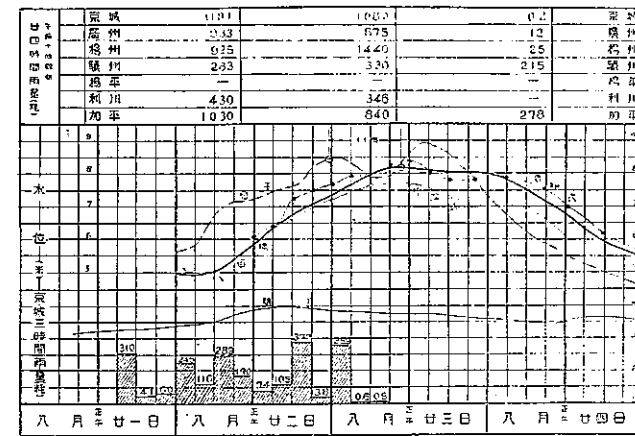
附圖第二十一 同 上

大正 11 年 7 月



附圖第二十三 同 上

大正 11 年 8 月

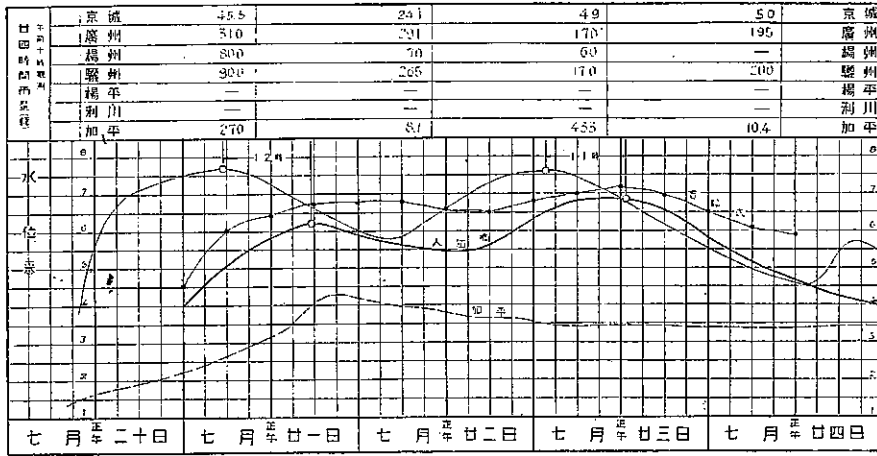


(上水學雜誌第十四卷第一號附圖)

142-7

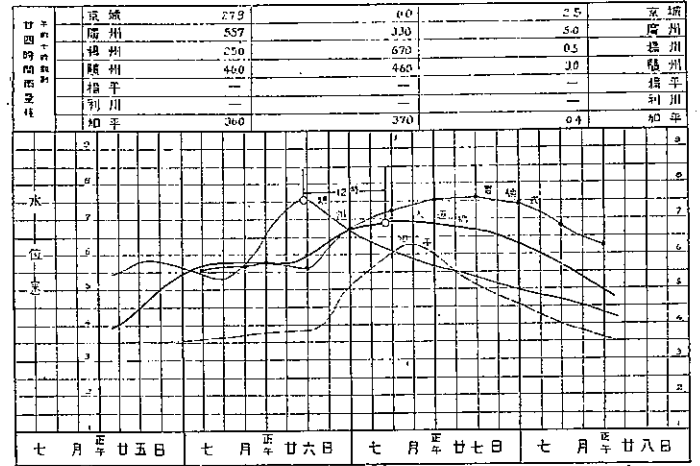
附圖第二十四 漢江洪水水位圖表

大正 12 年 7 月



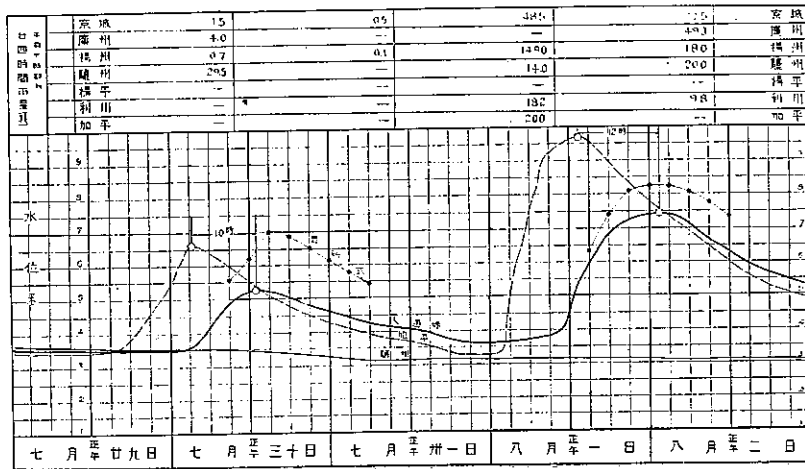
附圖第二十五 同 上

大正 12 年 7 月



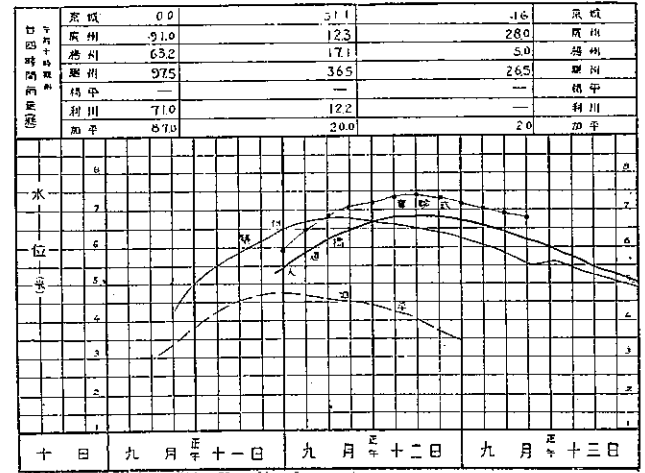
附圖第二十六 同 上

大正 12 年 8 月



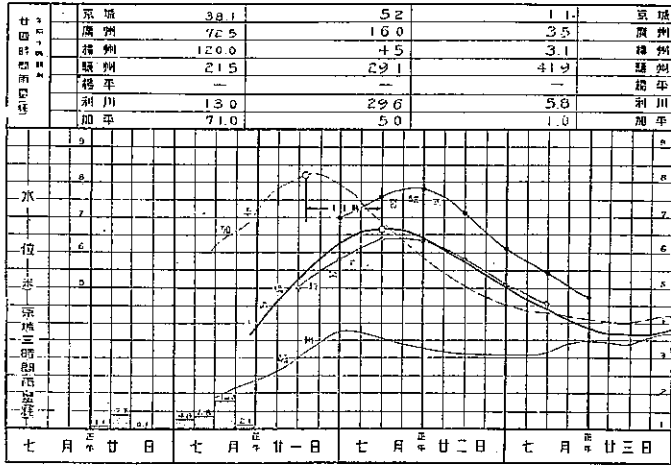
附圖第二十七 同 上

大正 12 年 9 月



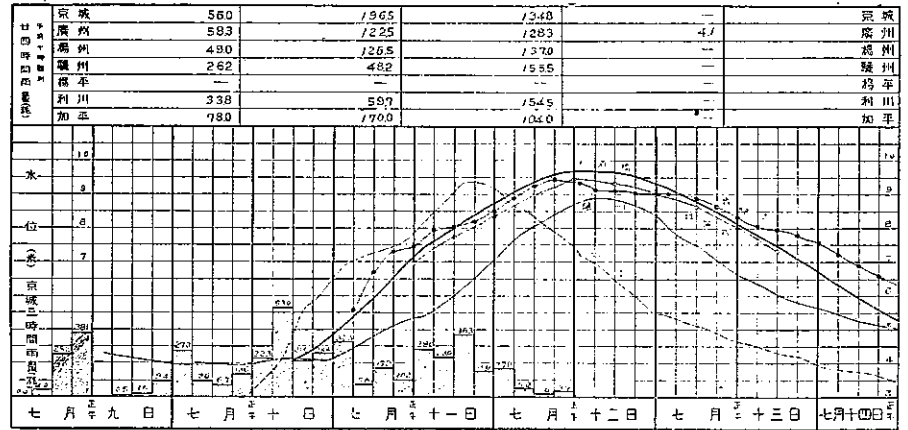
附圖第二十八 漢江洪水水位圖表

大正 13 年 7 月



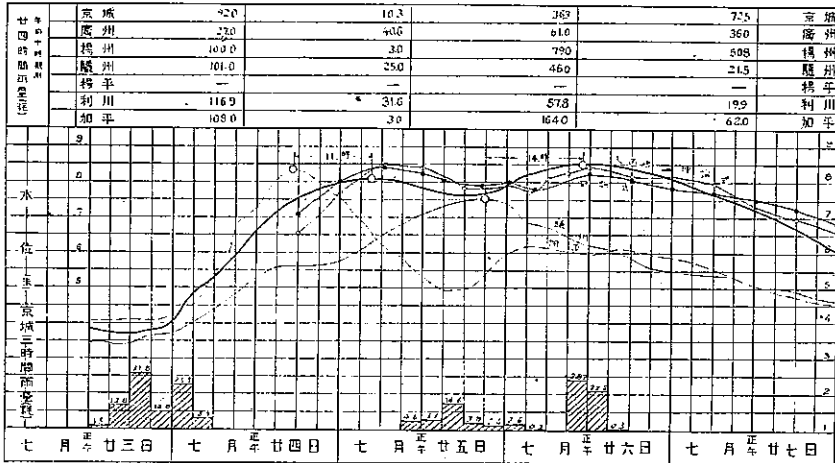
附圖第三十 同上

大正 14 年 7 月



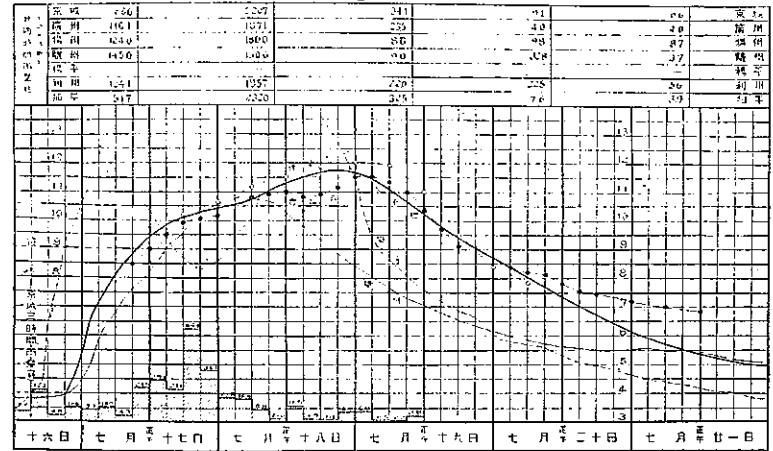
附圖第二十九 同上

大正 13 年 7 月



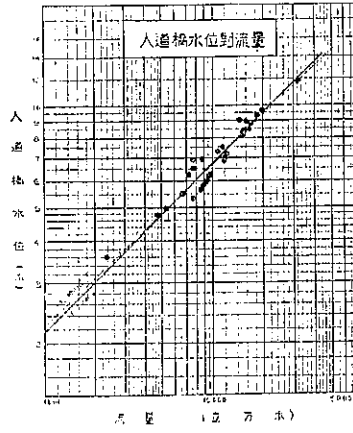
附圖第三十一 同上

大正 14 年 7 月

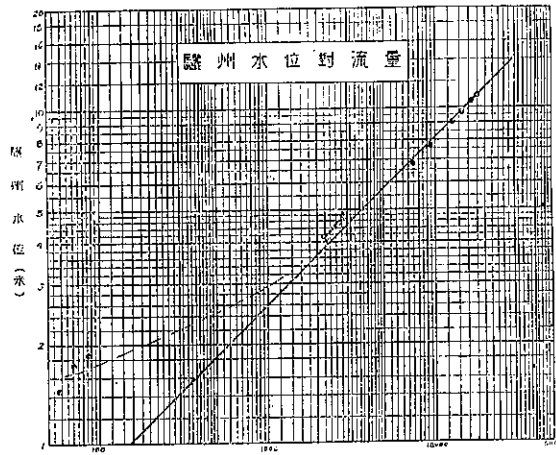


1007

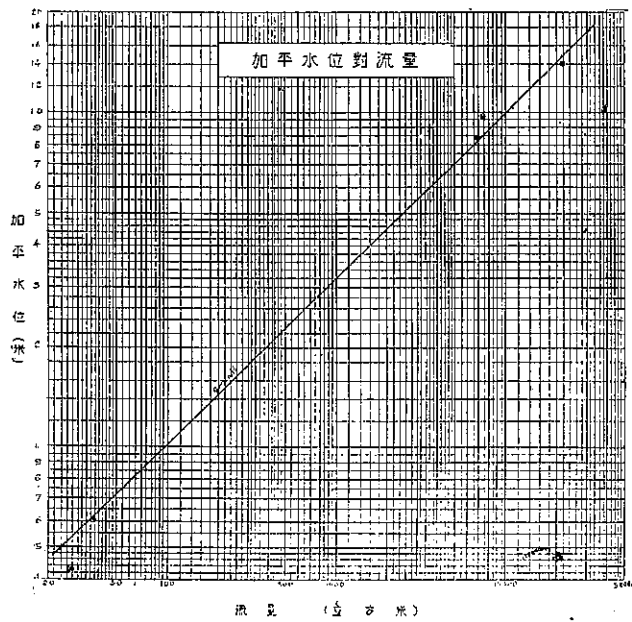
附圖第三十二



附圖第三十三

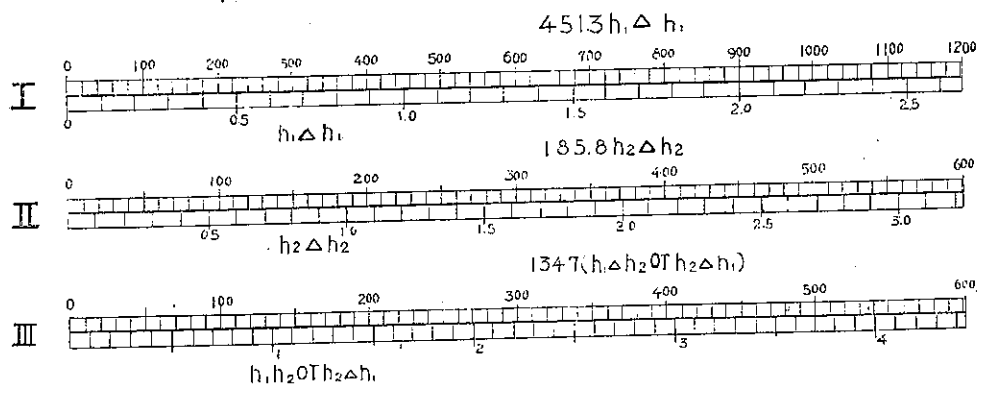
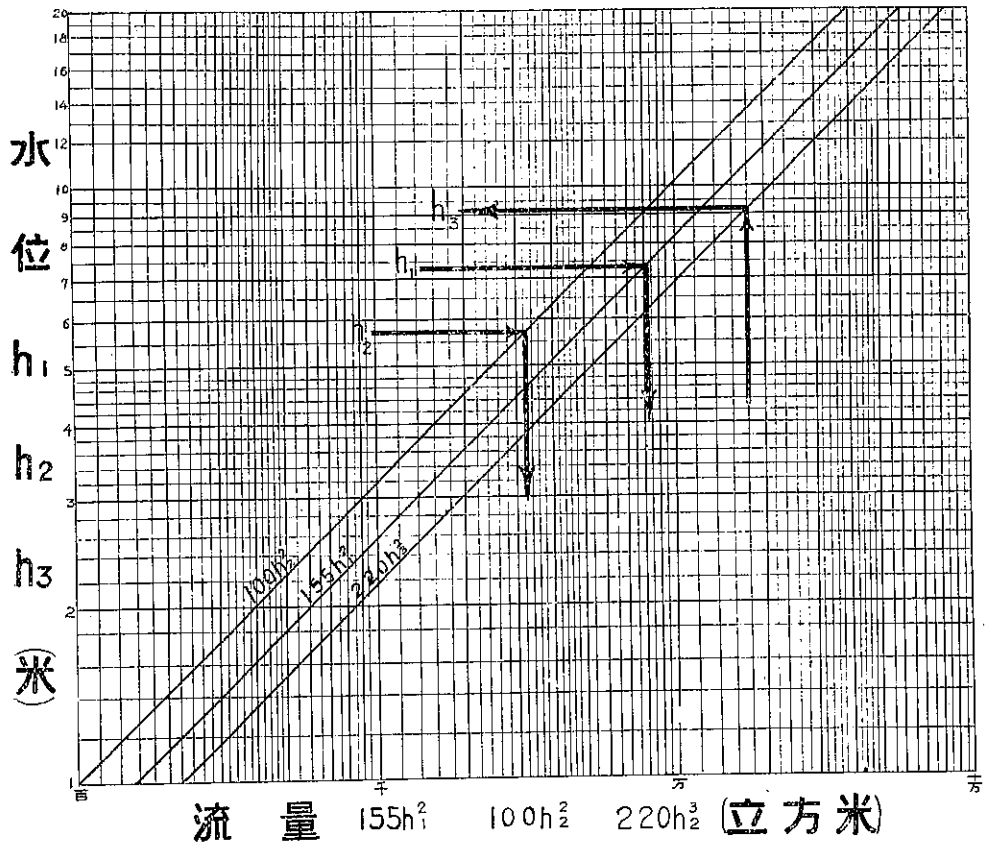


附圖第三十四



(北水規合流第十四卷第一附圖)

附圖第三十五 漢江人造橋水位推定圖表 (理論式)



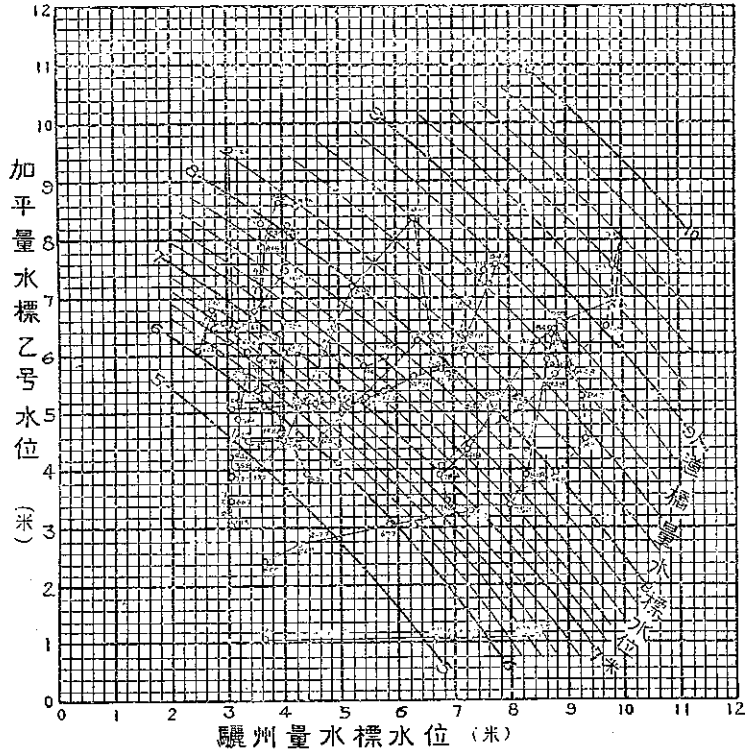
用法說明

本圖表ハ別表ト併セテ使用スルモノナガ先ツ某時刻ニ於ケル驪州及加平ノ水位ヲ知ラバ上段圖表ヲ使用シ夫夫其水位ニ對スル流量ヲ求メ之ヲ別表ニ記入シ次ニ其水位ニ於ケル一時間増水率ヲ其前回は於ケル報告水位トノ差ニヨリテ知リ之等増水率ニヨル河道調節量ヲ下段ノモグラフニテ求メ(例ニバ $h_1 \Delta h_1 = 5.8 \times 0.2 = 1.16$ ナラバエノ下側目盛ニテ 1.16ニ相當スル上側目盛 522ヲ得此ノ計算ヲ工 II Ⅲニ就キ行フ如シ、河道調節量ハ $(451 h_1 \Delta h_1 + 186 h_2 \Delta h_2 + 135 (h_1 \Delta h_2 + h_2 \Delta h_1))$ ナリ)之ヲ夫夫別紙計算表ニ記入シ別表ニテ雨量ニヨル參與流量ト共ニ人造橋ニ來ル合計流量 $220 h_2^2$ ヲ求メ此數字ヲ上段圖表ノ下側目盛ニ捺リ $220 h_2^2$ 線トノ交リニテ橋目盛ヲ讀メバ某時刻ヨリ十二時間後人造橋ニ起ルベキ洪水水位ヲ知ル

(土木學會誌第十四卷第一號附圖)

附圖第三十七 漢江洪水豫報水位計算圖表 (實驗式)

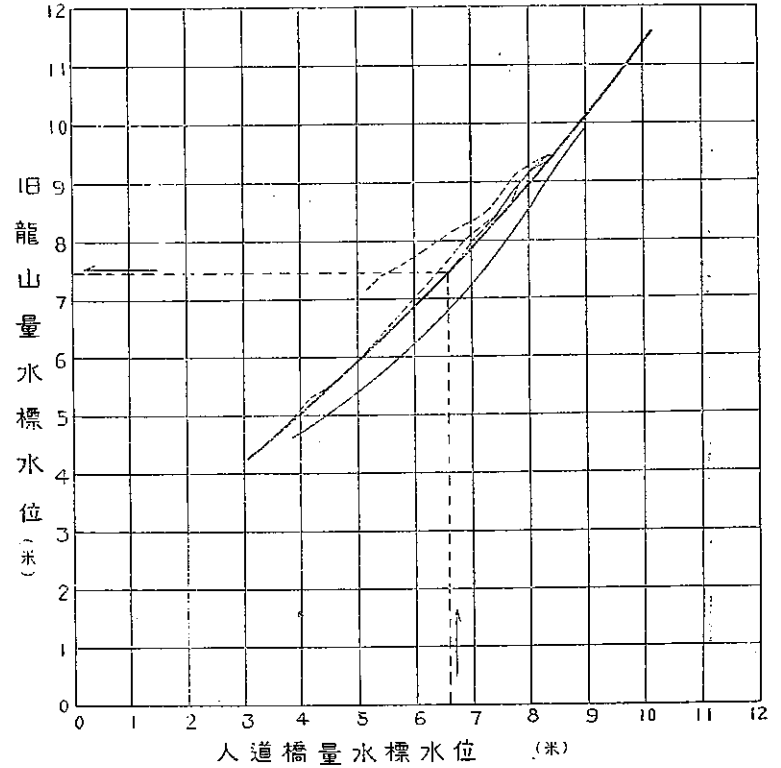
驪州及加平水位 = ヨル 人道橋洪水位推定圖表



說明

- 一 加平水位(橫線)驪州水位(縱線)の交點を斜曲線から数字十二時間後新龜山人道橋量水標水位(起ル水位)を示す。但し其前後十二時間に於て京城及廣州雨量平均が五十糎を越スル時は其超過量百糎を付一米、割合を以て水道標水位を増加スベシ。
- 二 例 某日午前六時加平五米驪州八米、洪水電報あり又其日正午迄に京城廣州雨量平均百二十糎トセヨ其日午後六時人道橋水位ハ加平五米驪州八米ト交ルヲ求メタル807米=120-50=70即チ70糎を以て8.77米トナルベシ。

人道橋水位 = ヨル 旧龜山水位推定圖表

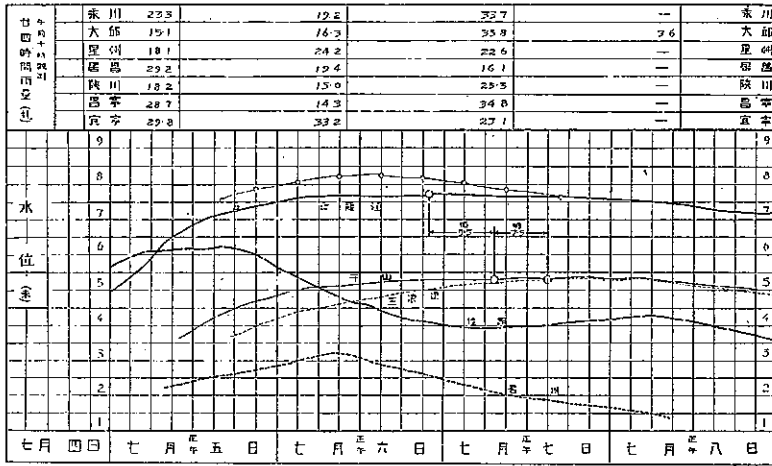


用法

新龍山人道橋量水標水位 = 圖ノ下目盛=取り垂道=上ノ斜曲線ト交リ去レテ直角ニナリテ旧龍山量水標水位 = 至ル其目盛ヲ讀ム

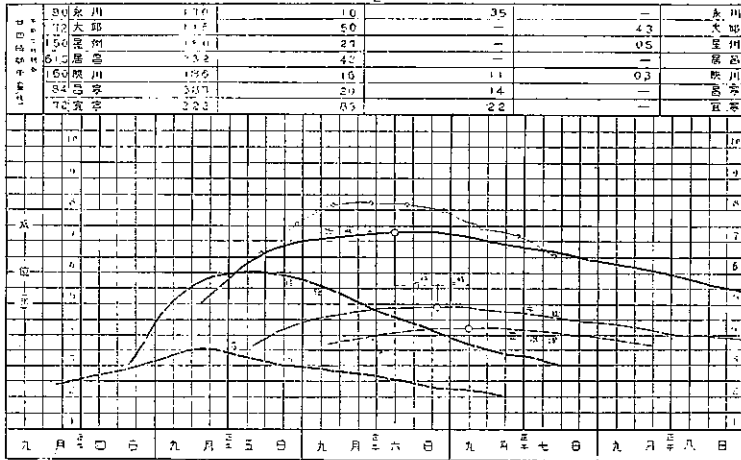
附圖第三十八 洛東江洪水水位圖表

大正 6 年 7 月



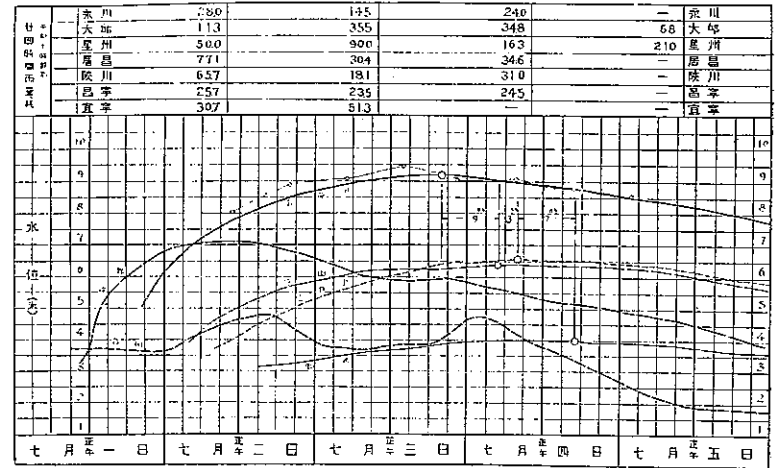
附圖第三十九 同上

大正 6 年 9 月



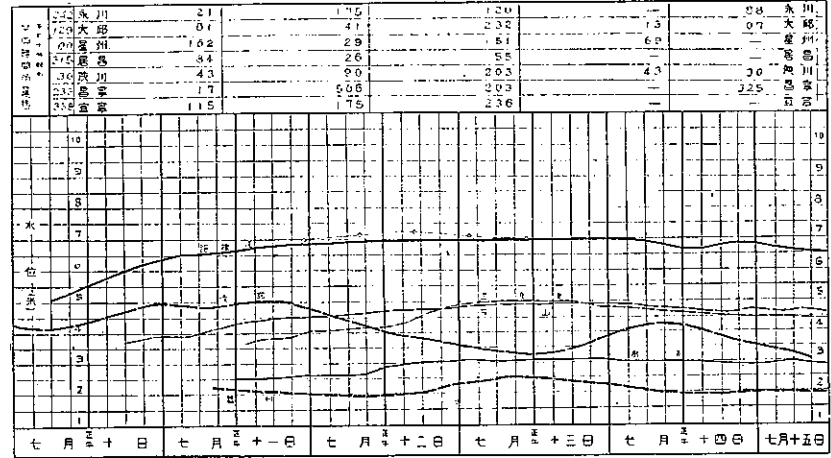
附圖第四十 同上

大正 7 年 7 月



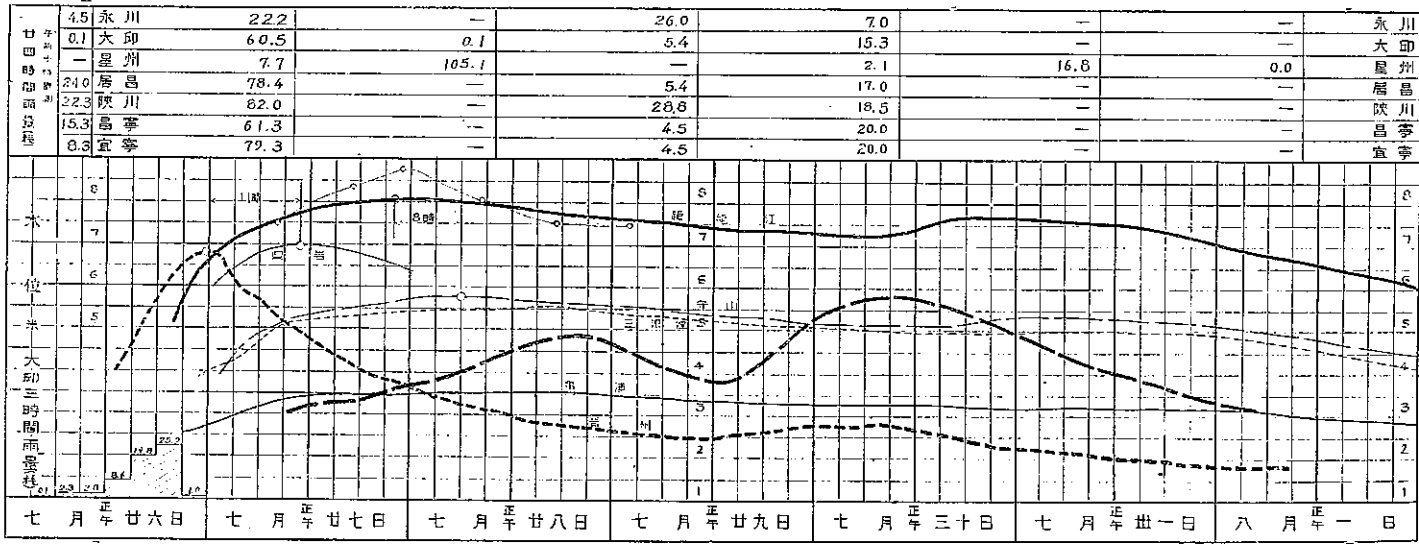
附圖第四十一 同上

大正 7 年 7 月



附圖第四十二 洛東江洪水水位圖表

大正 7 年 7 月

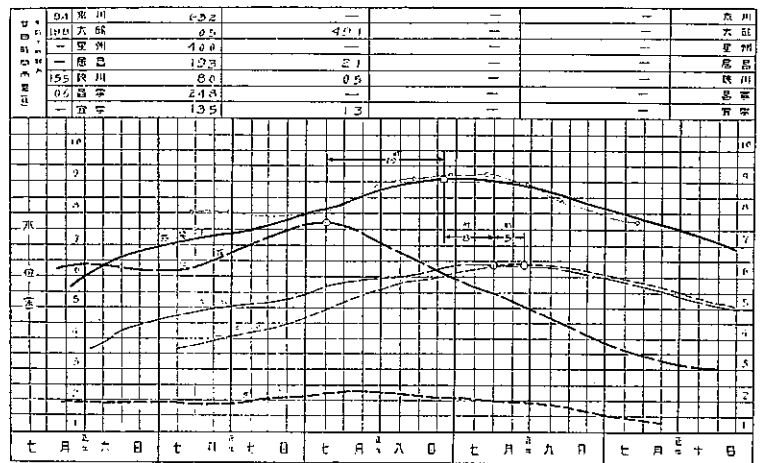
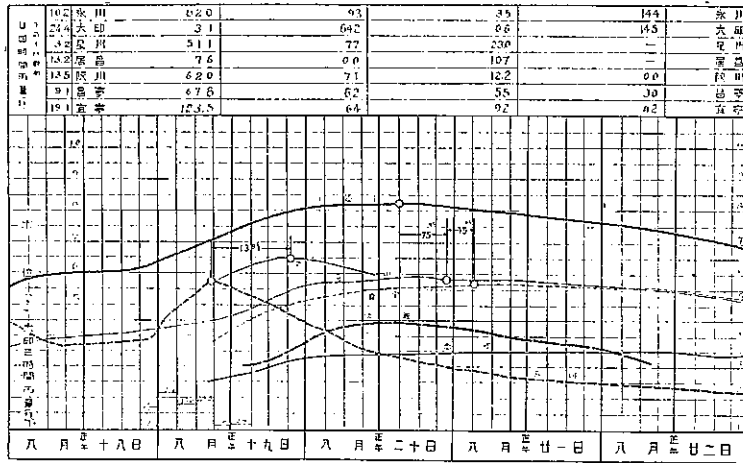


附圖第四十三 同上

大正 7 年 8 月

附圖第四十四 同上

大正 8 年 7 月

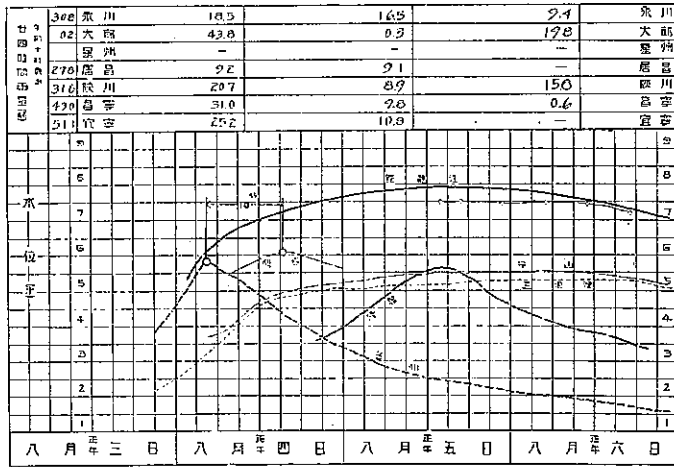


(正七年度附圖第四十二圖)

142-15

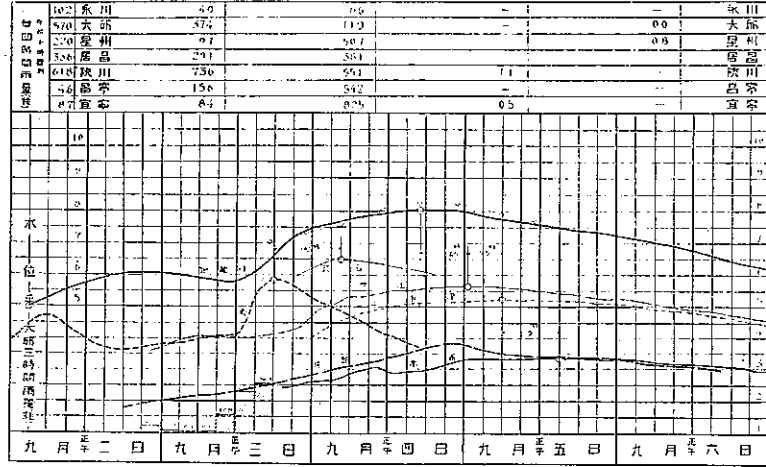
附圖第四十五 洛東江洪水水位圖表

大正 8 年 8 月



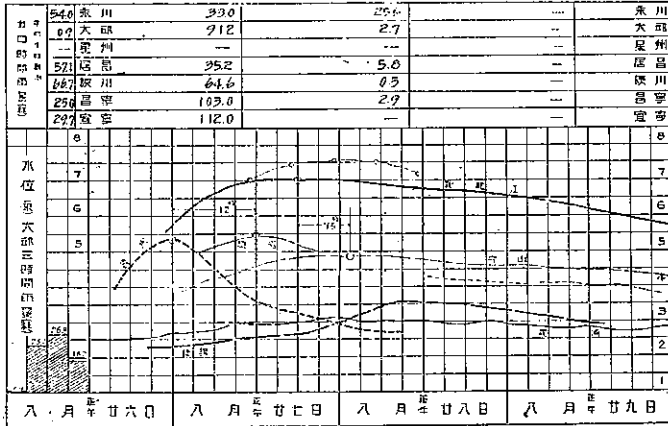
附圖第四十七 同上

大正 8 年 9 月



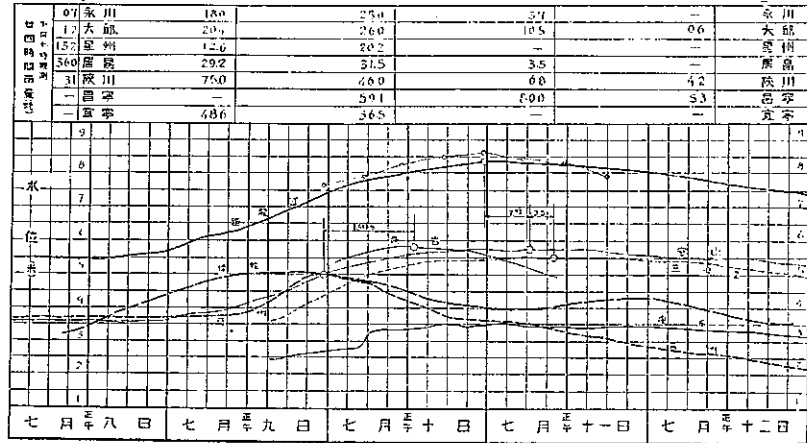
附圖第四十六 同上

大正 8 年 8 月



附圖第四十八 同上

大正 9 年 7 月

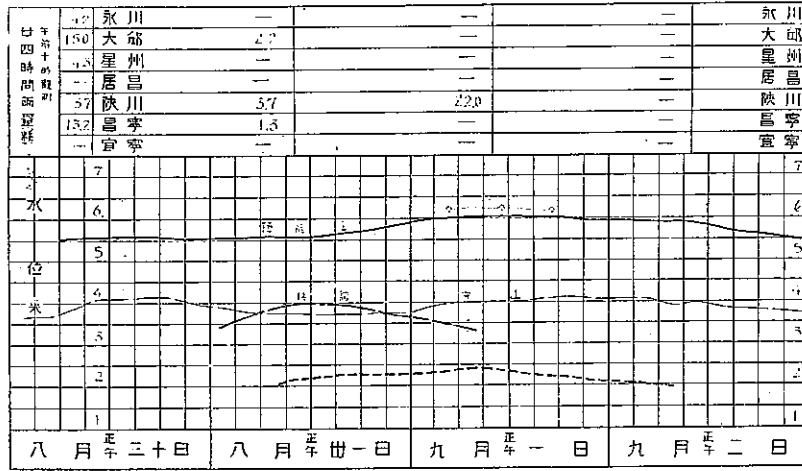


(土木學會誌第十四卷第一號附圖)

142-16

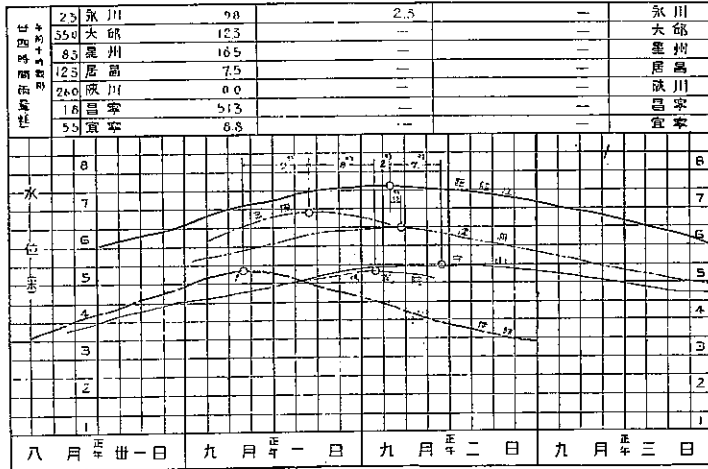
附圖第四十九 洛東江洪水位圖表

大正 9 年 8, 9 月



附圖第五十二 同上

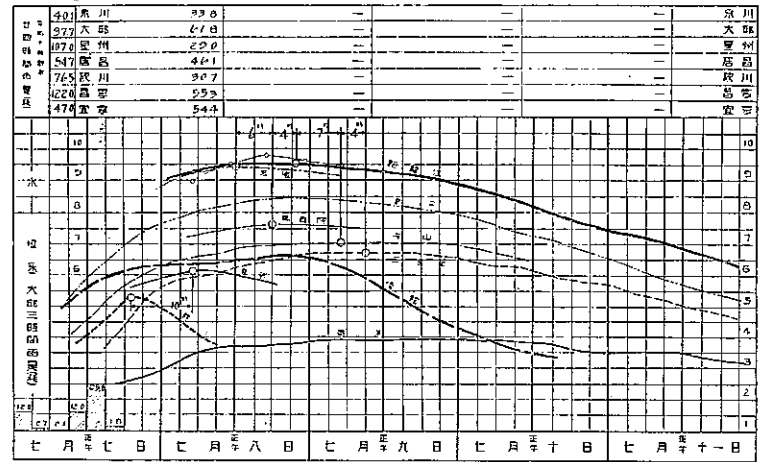
大正 10 年 9 月



(此表係本誌第十四卷第一號附圖)

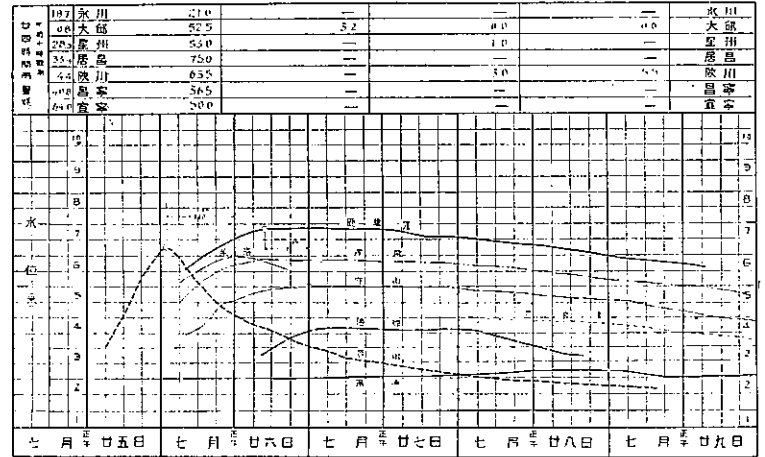
附圖第五十三 同上

大正 11 年 7 月



附圖第五十四 同上

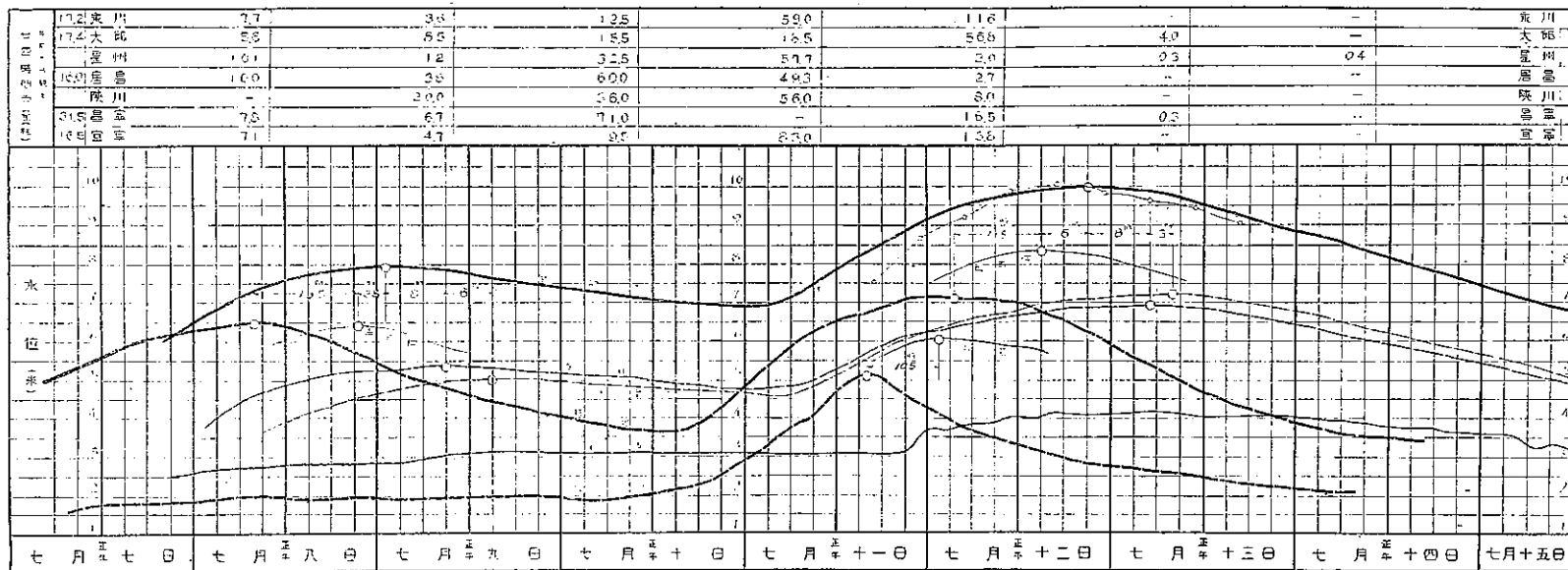
大正 11 年 7 月



10077

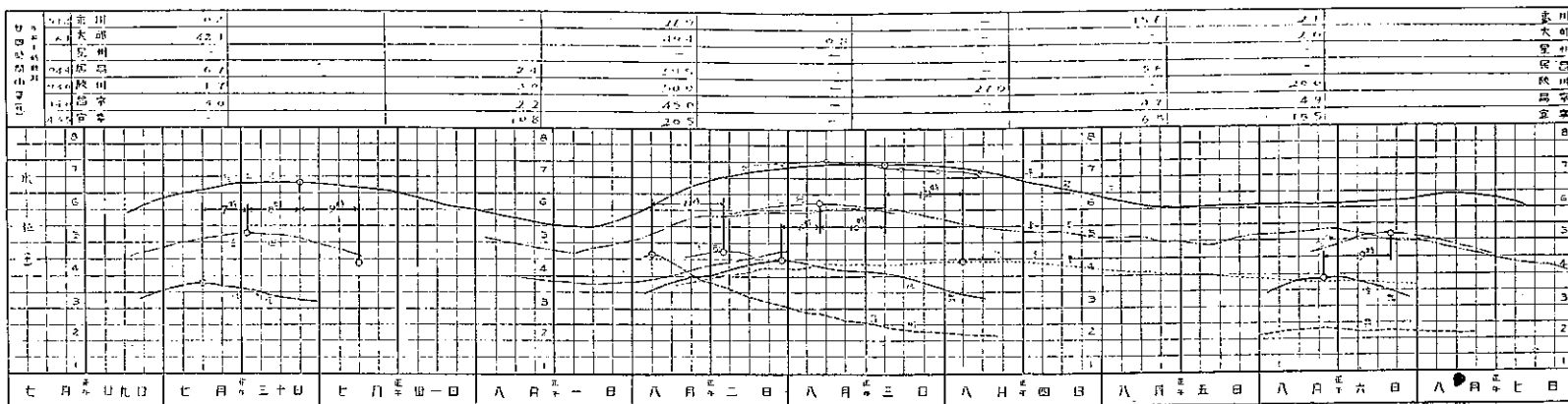
附圖第五十 洛 東江洪水圖表

大正 10 年 7 月



附圖第五十一 同 上

大正 10 年 8 月

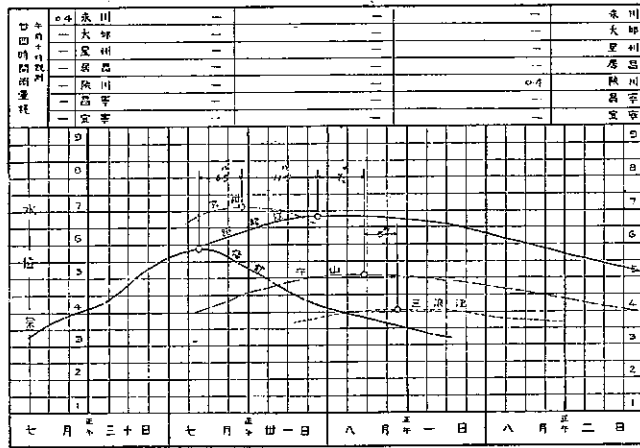


(正統學年報第十四卷第一號附圖)

100 / 10

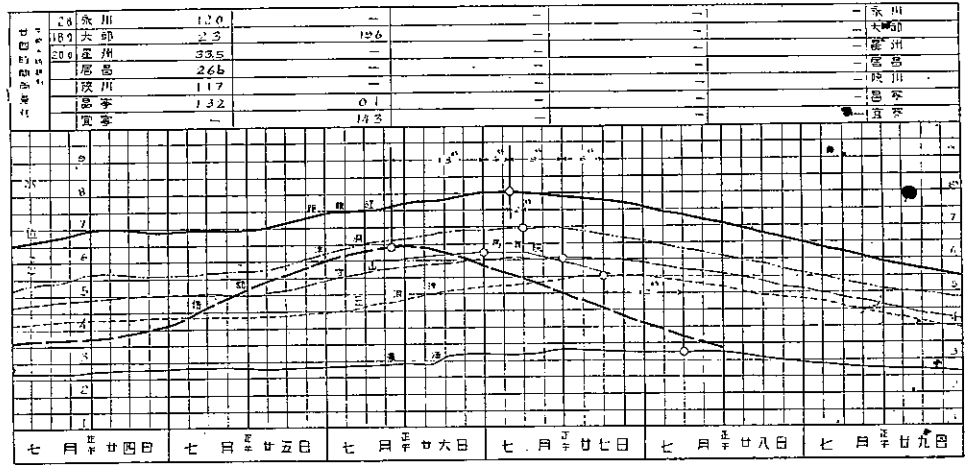
附圖第五十五 洛東江洪水圖表

大正 11 年 7, 8 月



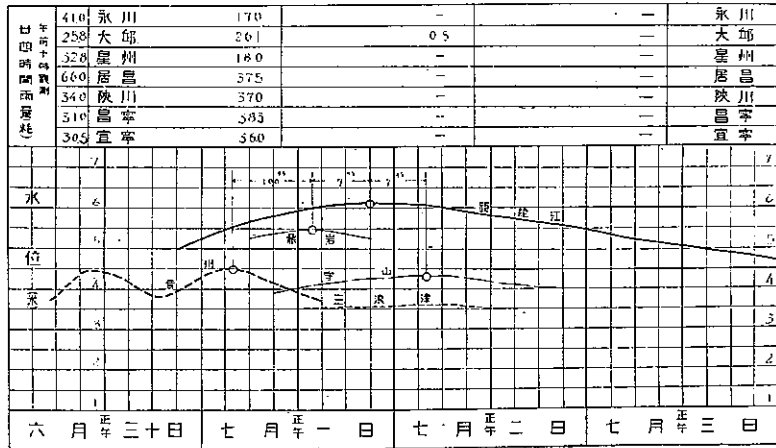
附圖第五十七 同上

大正 12 年 7 月



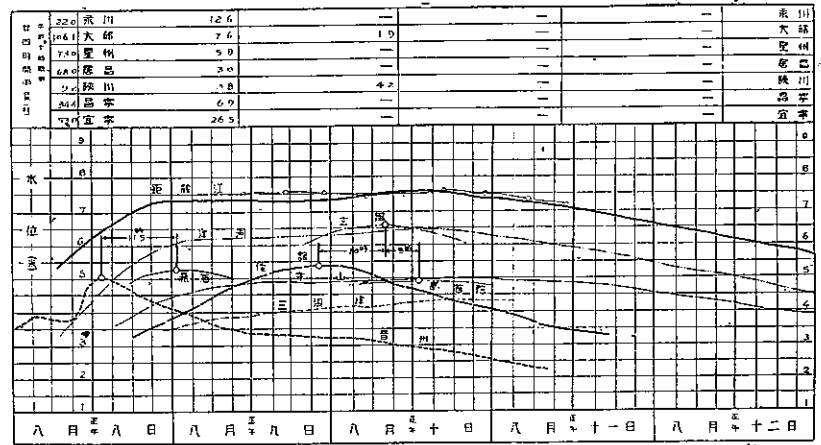
附圖第五十六 同上

大正 12 年 6, 7 月



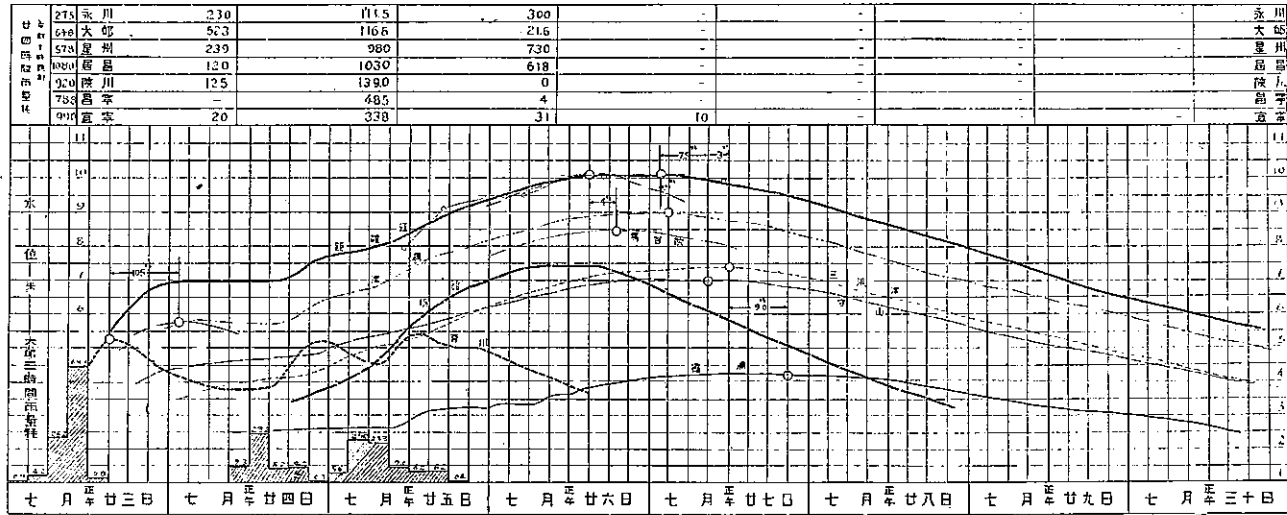
附圖第六十一 同上

大正 14 年 8 月



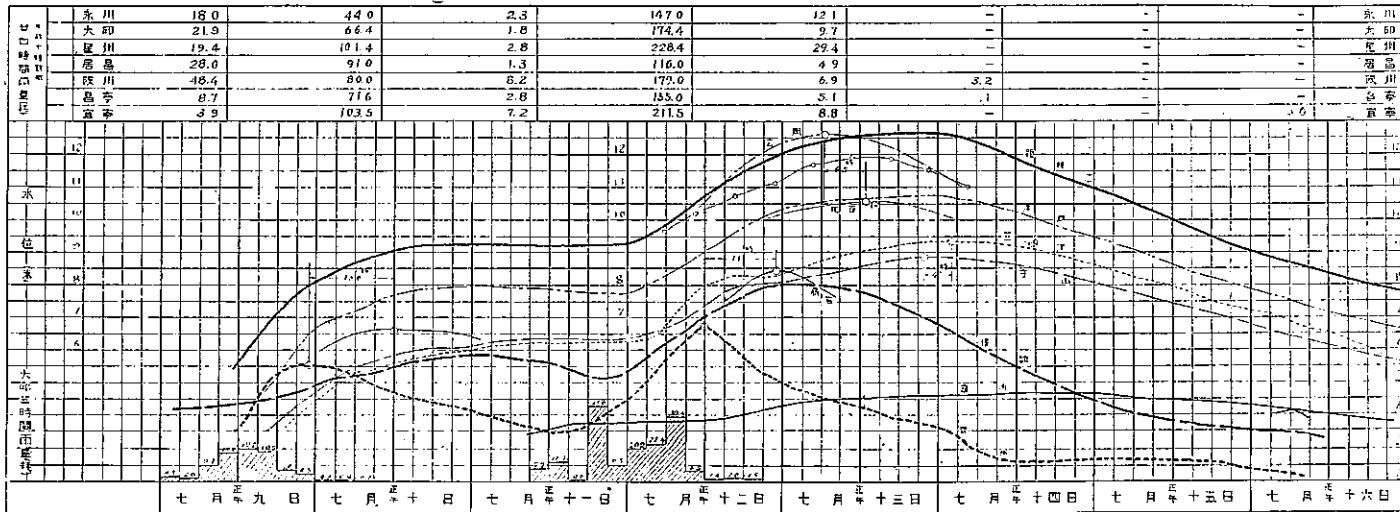
附圖第五十八 洛東江洪水水位圖表

大正 13 年 7 月



附圖第五十九 同 上

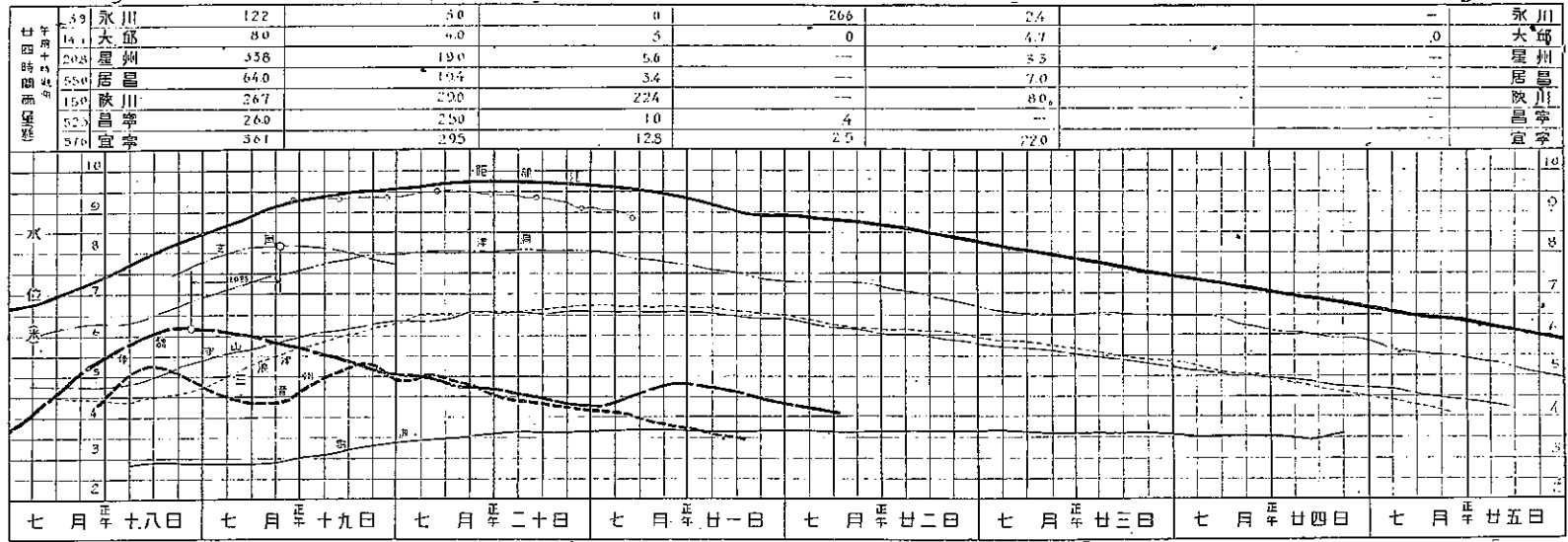
大正 14 年 7 月



(土木學會誌第十四卷第一號附圖)

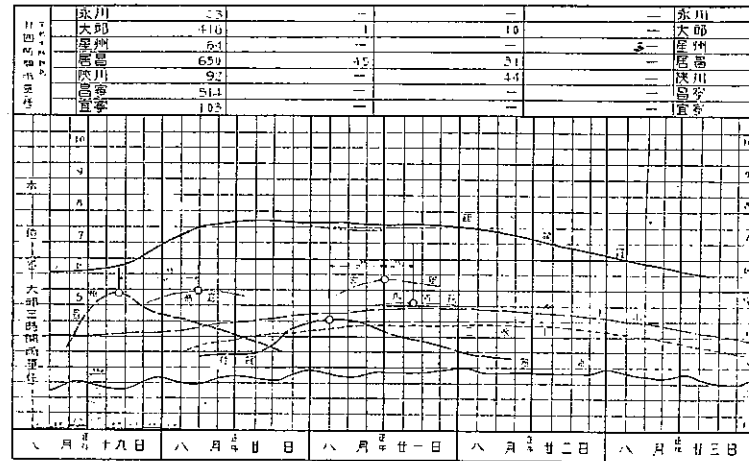
附圖第六十 洛東江洪水水位圖表

大正 14 年 7 月



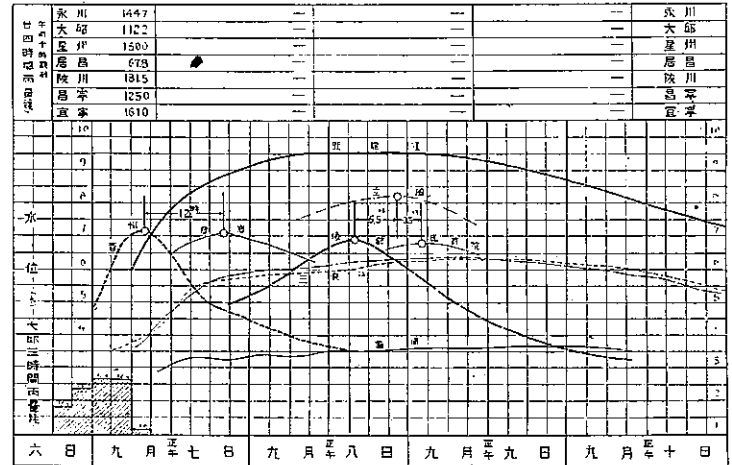
附圖第六十二 同 上

大正 14 年 8 月



附圖第六十三 同 上

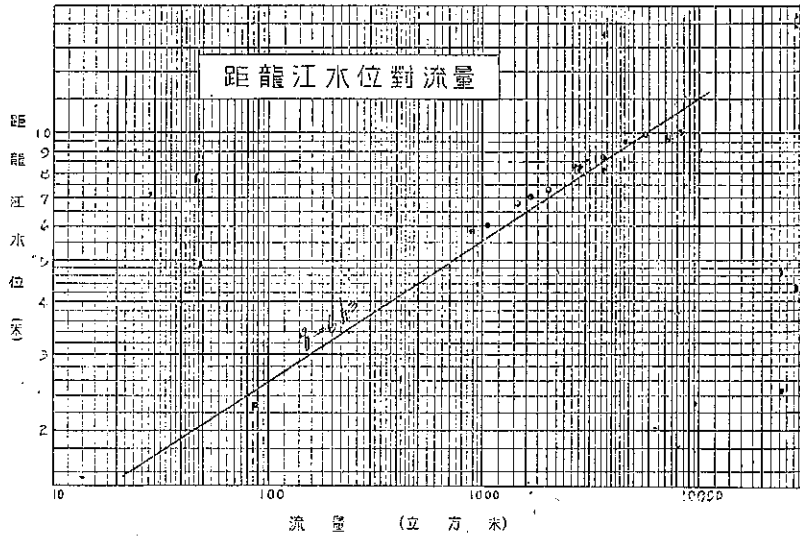
大正 14 年 9 月



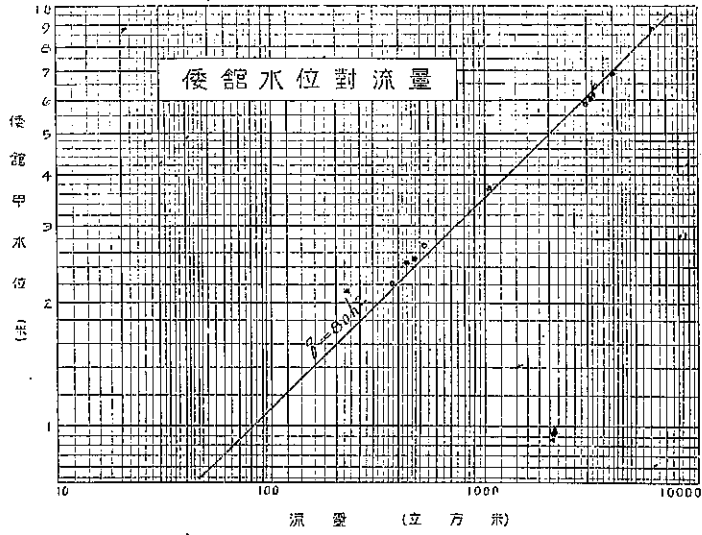
(北水線全線第十四卷第一號附圖)

附圖第六十四

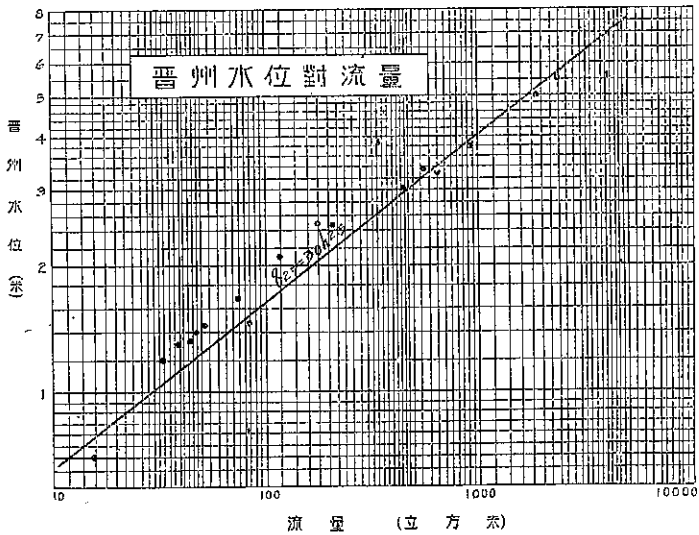
142-22



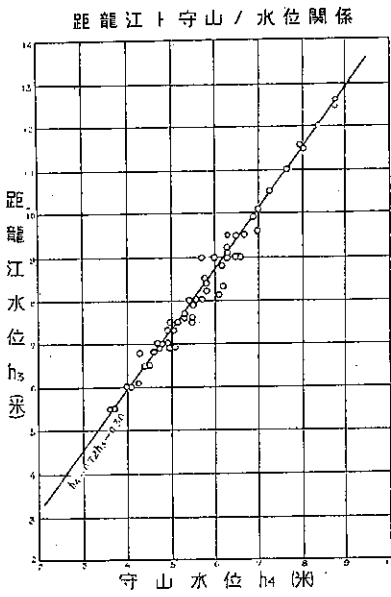
附圖第六十五



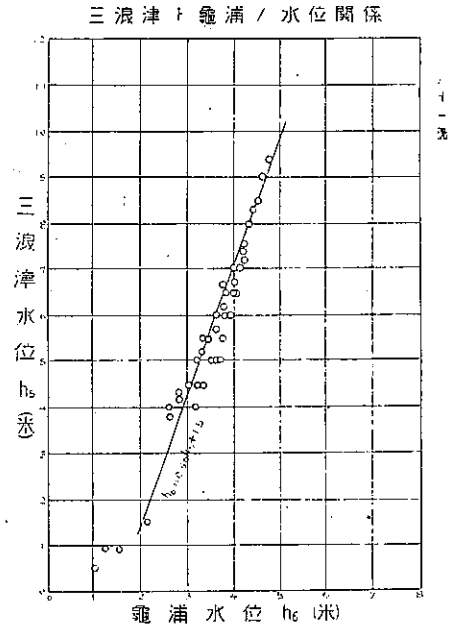
附圖第六十六



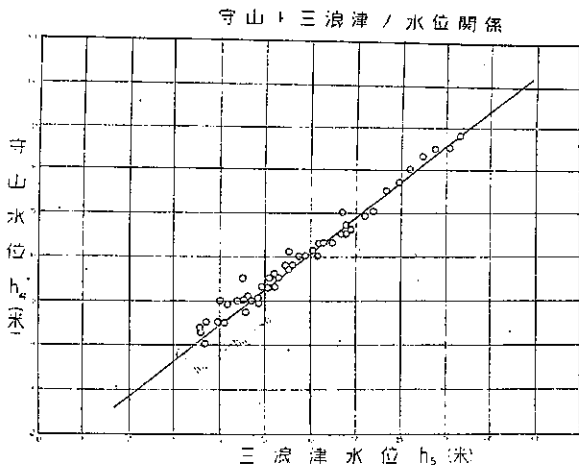
附圖第六十七



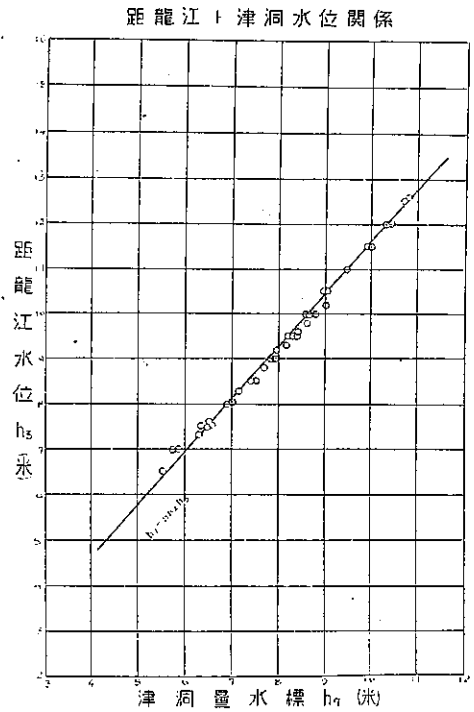
附圖第六十九



附圖第六十八

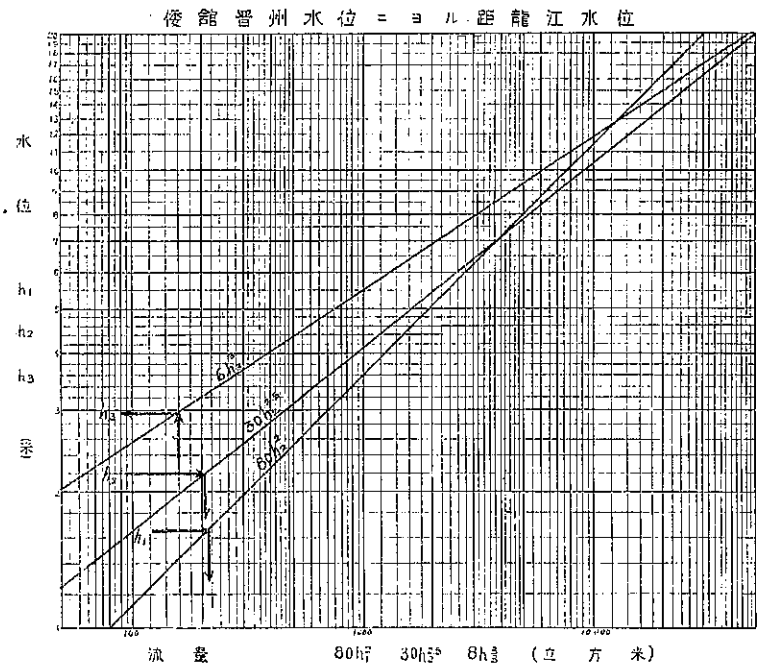


附圖第七十



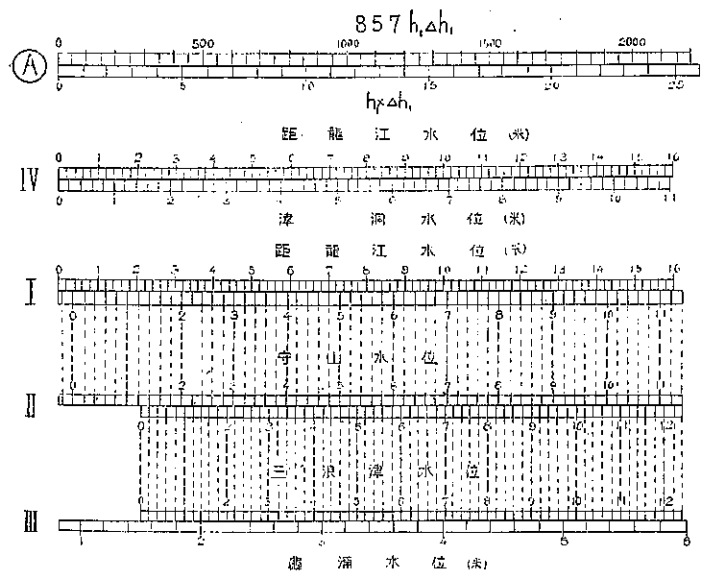
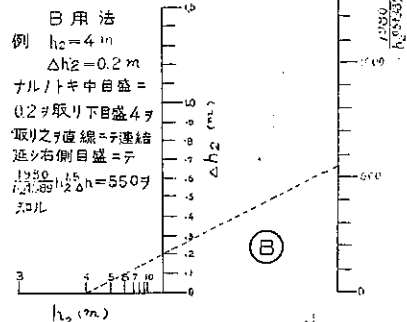
(土木學會誌第十四卷第一號附圖)

附圖第七十一 洛東江洪水豫報水位推定圖表



$\Sigma Y_1 \Sigma Y_2 \Sigma Y_3$
 倭館晋州=ヨル距龍江水位計算公式
 $3h_3 = 80h_1^2 + 30h_2^2 + 22\Sigma R_1 + 13\Sigma R_2 + 107\Sigma R_3$
 $- 857h_1 - \frac{1980}{h_2^2} + 365h_1^2 \Delta h_1^2$

h_3 距龍江豫想水位(米)
 h_1 倭館水位(米)
 h_2 晋州水位(米)
 ΣR_1 永川大邱星州=於ケル倭館水位観測時刻ヨリ前廿四時間雨量平均(和)
 ΣR_2 映川唐昌=於ケル倭館水位観測時刻後六時間ヨリ前十八時間分雨量平均(和)
 ΣR_3 晋州宜寧昌寧=於ケル倭館水位観測時刻後十二時間ヨリ前十五時間雨量平均(和)



用法説明
 本圖ハ別紙洛東江豫想水位計算表ト併セ使用スルヲ便利トシ計算順序次ノ如シ(イ)倭館晋州水位報告ヲ得ハ之ニヨリ上左圖ヲ使用シテ $80h_1^2, 30h_2^2$ ヲ求メ之ヲ別表ニ記入ス(ロ)A及Bヲ使用シテ夫々 $857h_1\Delta h_2$ $\frac{1980}{h_2^2} + 365h_1^2$ ヲ求メ右表ニ記入シ(ハ)雨量ニヨル參與流量ヲ別表ニヨリ計算ス(ニ)次ニ之等(イ)(ロ)(ハ)計算ノ結果ヲ合計シテ(但シ(ロ)ハ Δh ガ増水中ナラバ減シ減水中ナラバ加算)之ヲ上左圖下目盛上ニ取り圖中 $3h_3$ 線トノ交リニテ水位ヲ讀メ、距龍江ノ豫想水位ヲ知ル

- 次 = I / 距龍江ノ某水位ニ相當スル下側目盛ハ八時間後ノ守山水位
- II / 守山ノ某水位ニ相當スル下側目盛ハ四時間半後ノ三浪津水位
- III / 三浪津某水位ニ相當スル下側目盛ハ九時間後ノ津洞水位
- IV / 距龍江某水位ニ相當スル下側目盛ハ一時間後ノ津洞水位故ニ津洞水位ヨリ一時間前ノ距龍江水位ヲ知ルベシ

觀測		h_1	h_2	Δh_1	Δh_2	$h \Delta h_1$	$h^2 \Delta h_2$	Ⅰ區域雨量	Ⅱ區域雨量	Ⅲ區域雨量	ΣT_I	ΣT_{II}	ΣT_{III}	計	推定龍江水位	實際龍江水位	豫想								
月日	時刻	$80h_1$	$30h_2^{25}$			$857h_{\Delta 1}$	$h^2 \Delta h_2^{389}$	永川	大邱	星洲	居昌	陝川	高靈	昌寧	宜寧	晉州	$122\Sigma T_I$	$130\Sigma T_{II}$	$107\Sigma T_{III}$	(6h ₃)	h_3	h_3	時刻	月日	
月	午前0時																							午後五時	月 日
	全三時																							全八時	
	全六時																							全十一時	
	全九時																							午前二時	
日	午後0時																							全五時	月 日
	全三時																							全八時	
	全六時																							全十一時	
	全九時																							午後二時	
月	午前0時																							全五時	日
	全三時																							全八時	
	全六時																							全十一時	
	全九時																							午前二時	
日	午後0時																							全五時	月 日
	全三時																							全八時	
	全六時																							全十一時	
	全九時																							午後二時	

$$\Sigma T_I = T_{17} + T_{20} + T_{25} + T_{26} + T_{29} + T_{32} + T_{35} + T_{38},$$

$$\Sigma T_{II} = T_{11} + T_{14} + T_{17} + T_{20} + T_{23} + T_{26},$$

$$\Sigma T_{III} = T_5 + T_8 + T_{11} + T_{14} + T_{17},$$

(北本朝令誌第十四卷第一號附圖)

142-20

大同江平壤洪水位推定圖表

説明

本圖表、大同江上流ノ順川、城川、文城場ノ三量水標ノ同時刻ニ於ケル洪水位ヨリ、約十一時間後ニ於ケル平壤洪水位ヲ推定スルモトシ、其ノ方法下ノ如シ

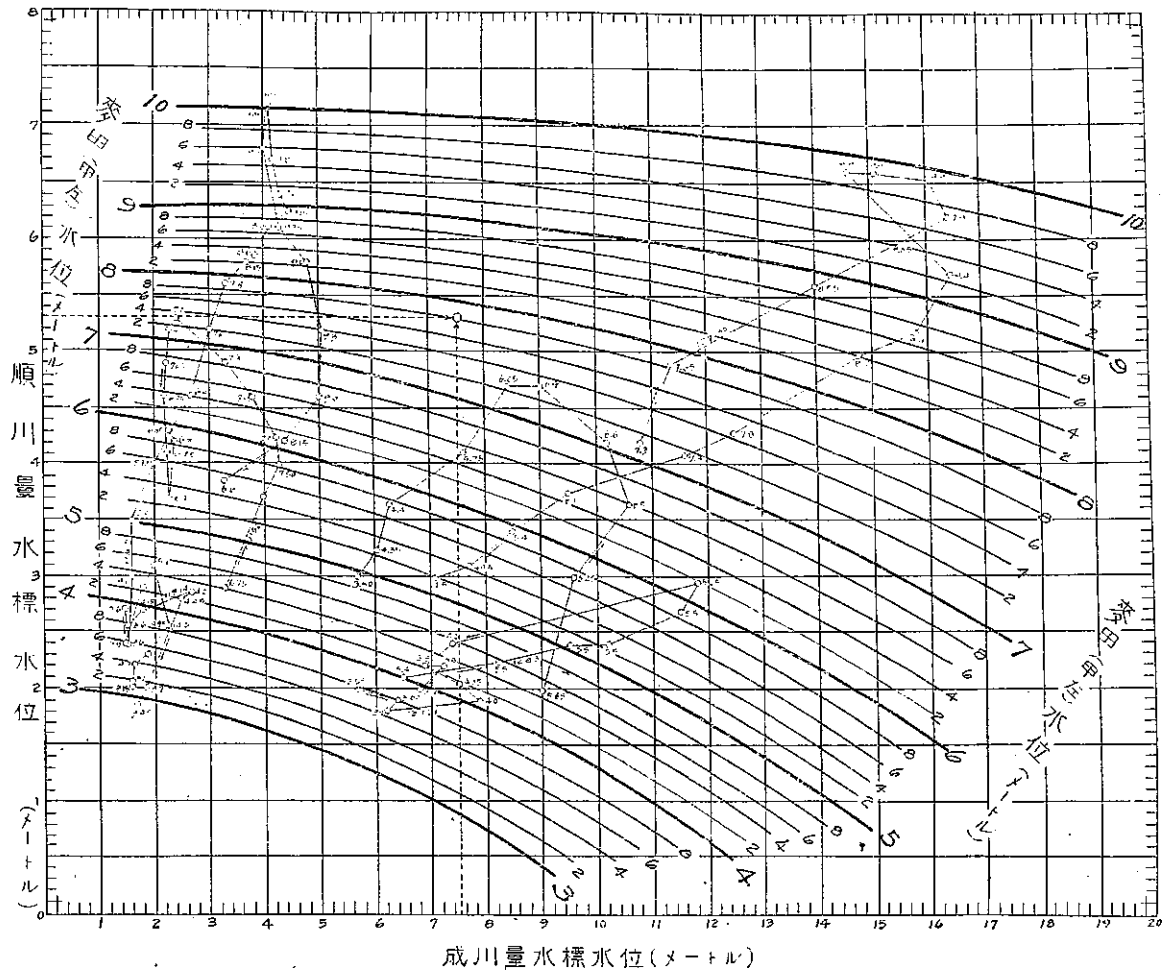
1. 甲圖ヲ使用シ、某時刻ニ於ケル順川、成川ノ水位ヨリ、麥田ノ水位(某時刻ヨリ六時間後ニ起ル)ヲ求メ
2. 次ニ丙圖ヲ使用シ、前同一時刻ニ於ケル文城場水位ヨリ、三登ノ水位(某時刻ヨリ六時間後ニ起ル)ヲ求メ
3. 前二様ノ手續ヲ得ル麥田及三登ノ水位ニヨリ、乙圖ヲ使用シ、平壤ノ水位(更ニ五時間後ニ起ル)ヲ求メ
4. 斯クシテ、順川、成川及文城場ノ某時刻水位ニヨリ、一時間後平壤ニ發生スベキ洪水位ヲ推定シ、爾時平壤ニ發生スベキ時刻前八時間ニ平壤附近ニ降雨アリタル時、平壤雨量十耗ニ付、一割合ヲ以テ前記推定洪水位ヲ增加セシメ

例、某時前六時、順川 5.30 、成川 7.50 、文城場 9.10 ナル洪水電報アリタルトシ、

1. 先ニ甲圖左側ニ順川水位 5.30 、下側ニ成川水位 7.50 ヲリ、其交点ニ斜線ヲ示シ、麥田水位ヲ讀ムルニ 7.80 ヲ得
2. 次ニ丙圖ニ於テ直線下側ニ文城場水位 9.10 ヲ取リ、上側目盛ニ 8.20 ナルコトヲ知ル
3. 次ニ麥田 7.80 、三登 8.20 ヲ使用シ、乙圖ニテ甲圖ト同様ノ平順ヲ平壤 7.70 ナルコトヲ知ルニ、即チ其日午後五時ニ平壤ニ起ル水位ナリ
4. 若シ其日午後五時以前八時間、即チ午前九時以後、午後五時迄平壤雨量 50 ナル時、前記 7.70 ニ更ニ 50 増加シ、 8.20 トナルベシ

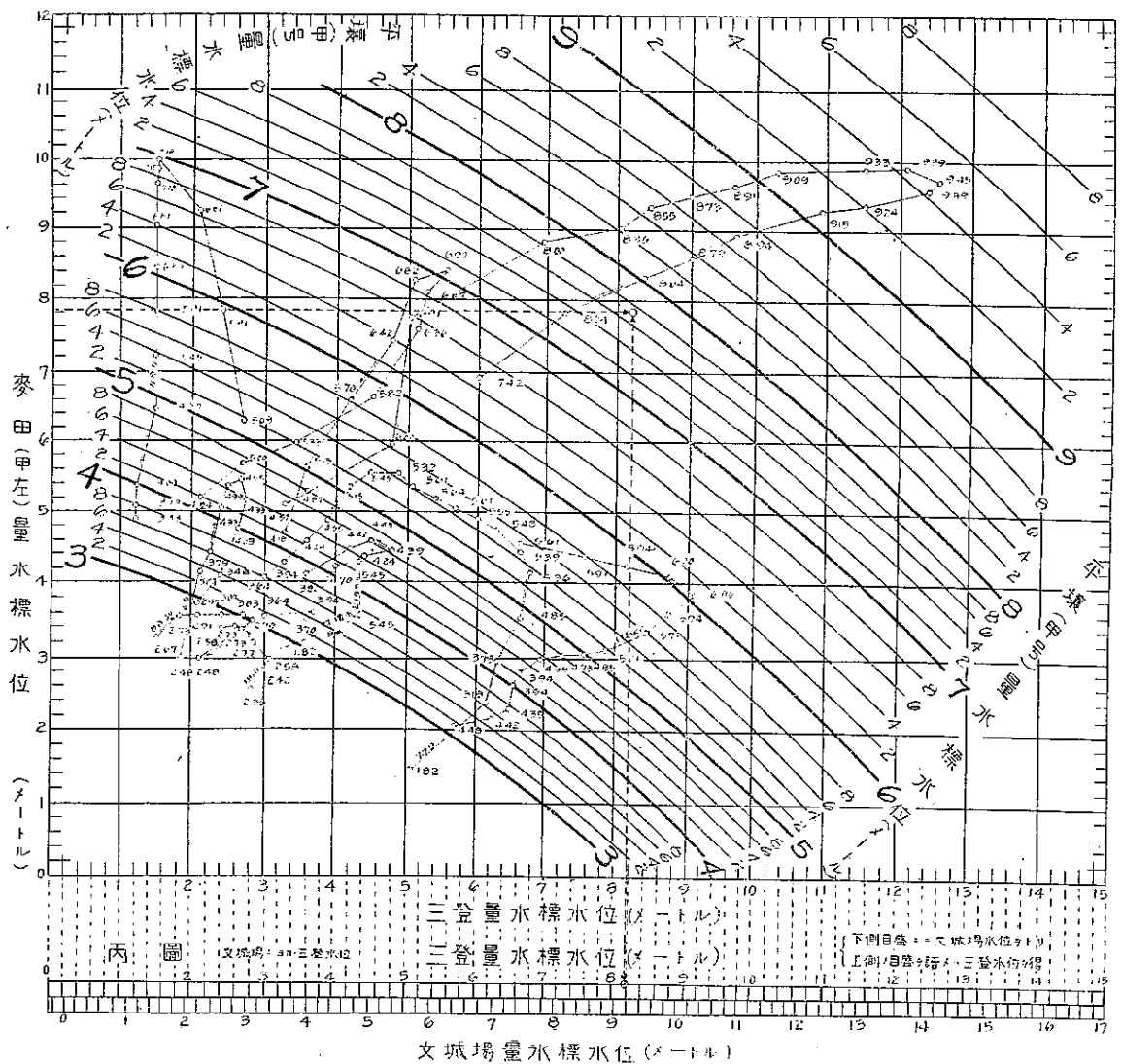
甲圖 順川及成川ニヨル麥田水位

編者、順川、成川、文城場、三登、平壤、各量水標ノ水位ヲ推定スルモトシ、其ノ方法下ノ如シ



乙圖 麥田及三登ニヨル平壤水位

編者、麥田、三登ノ水位ヲ推定シ、平壤ノ水位ヲ推定スルモトシ、其ノ方法下ノ如シ



(土木學會誌第十四卷第一附圖)