

- (12) Ueji, T., On the Overthrust observed in the Massif of Rokkō, near Kōbe.
Proc. Imp. Acad. XII, (1936), No. 2.
- (13) Takeyama, T., Pleistocene River Deposits and their Disturbances in southern Chūgoku.
5th. Pacific Sci. Congr. Pan Pacific Proceeding, Canada.

流出量推定の方法と 昭和十年の鴨川洪水

村 上 政 嗣

一、緒 言

二、流域内雨量の強弱に基く流出量推定法

三、昭和十年六月二十九日の鴨川洪水への應用

I 京都附近に於ける未曾有の豪雨

II 賀茂大橋に於ける流出能量の計算

III 賀茂大橋に於ける最大洪水量の推定

四、結 語

流出量推定の方法と昭和十年の鴨川洪水

一、緒言

數十年に一度或は更に未曾有の出水が起つた場合に、其河流の某地點に於ける流量を決定するには、其地點に於ける流量曲線が既に作られてあるならば甚だ好都合である。流量曲線は平素の流量測定に基き水位と流量との關係を求めたものであるが、斯る場合にも其曲線を延長すれば大凡の流量を推定する事が出来る。尤も洪水毎に一時運び出す土砂の爲に河狀に變化が起り、洪水後には從來の流量曲線を其儘使用する事が出来ない場合が起り得るし、又流水が多量の懸濁物質を含んでゐる際には其影響を受けるから、右に依つて得られた洪水流量は決定的では無いが、洪水時に流木に依る表面流速の測定等を行つて補正の用に供するならば、實際に信頼し得る洪水流量を決定し得る事になる。

併し右の如き材料が全然無く、而も洪水時に於ける流速測定に依つて最大洪水量其他流出の状態を知るに足る充分な觀測材料が缺けてゐる場合には、止むを得ず推定に必要な種々の證據を蒐集した上、水力學の法則を應用して推定するより方法が無い。最大洪水量は河岸に残された最高水位の記録からクッター公式を應用して大略の計算をする事は出来るが、上下流二點間の傾斜を正確に知り得なければ其結果は信頼し兼ねるし、此際粗度係數の決め方にも問題が起り得る。嚴密に云つて、最高水位の時が最大洪水量では無い。¹⁾又任意の時刻に於ける流量の如きは全然確定し得ない。其他の方法としては或る一定時間中に於ける最大雨量の多寡のみに依り推定する方法も行はれてゐるが

平素の觀測並に既往洪水の記錄から該河川其地點に於ける特別の公式でも作つてあるので無ければ無意味に近い。

そこで筆者は流域に於ける雨量の分布と流域内諸地點に於ける降雨の時間的變化を別々に調べ、各地の雨水が夫々個有の流路を辿つて下流に集る方法を考へる事に依つて、計算の上から何處迄眞に近いものが得られるかを試みた結果を爰に記して見たいと思ふ。昨年六月末に京都附近を襲うた豪雨に依り鴨川が未曾有の洪水を経験したので之を例に取る事にした。但し洪水前から計畫してゐた事では無かつたので、觀測材料が甚だ不備の爲當時の洪水に關して固より完全な推論を導く迄には達してゐないが、將來此方法の應用を充分ならしめる一段階として記載をして置く積りである。

二、流域内雨量の強弱に基く流出量推定法

降雨其他の原因による出水時に於ける流量は、平水量と其原因の爲の流出量との和である。今流域内一地點の流量觀測點より流路を溯つて測つた距離を r とする。流速を v とすれば是は流水狀況に支配されるもので一般に所に依り又時に依り異なる。而して該地點の雨水が觀測點に到達するに要する時間は $\int_r^{\frac{r}{v}} \frac{1}{v} dr$ で與へられる。従つて降雨の始りより計り t なる時刻に觀測點を通過する流出量は、流路に沿ひ觀測點より溯り r なる距離にある地點に於て、 $\frac{1}{v} \int_r^{\frac{r}{v}} \frac{dr}{v}$ なる時刻に降つた雨水の内滲透又は蒸發に依る損失を除いた残りの集りであつて、各地點に應じて q は異なるものである。今降雨強度を q_t とすれば、其點の微小面積 ds の雨水總量は $q_t ds$ であるから、流出

率を k とすれば、觀測點に於ける t なる時刻の流出量 Q_t は

$$Q_t = \int_a^b k q_r ds, \quad t = t - \int_a^b \frac{dr}{v}$$

に依つて得られる。 k が流域を通じて一定ならば

$$Q = k \int_a^b q_r ds \equiv k Q_0$$

と書く事が出来る。 Q_0 は雨水の全部が流出すると假定した場合の流出量であるから、之を假に流出エネルギーと呼ぶ。實際の流量を計算する事が出来る場合には流出エネルギーと比較して流出率 k を定める事も出来る筈である。

流速 v は傾斜及び水量に支配されて複雑なる差異を生ずるが、實際問題としては一定の有効流速を用ひ、現實に近いと思はれる二三の値を假定して、其れを用ひた結果が實際の資料に適する如きものを撰むが適當である。其場合には $t = t - \frac{L}{v}$ とする事が出来る。

今最简单なる一例として、流域は流路に沿つて狹長なる帶狀をなし、降雨は一定の強さを持続し全流域に一樣であつて、且同時に始まり同時に終つた場合の流出エネルギーを考へる。觀測點より最上流迄の距離を a ・流域の幅を b ・降雨の強さを q_0 とする。時刻 t は降雨の始めより計り、降雨の繼續時間を T とする。最上流の雨水が觀測點迄流下するには $T_0 = \frac{a}{v}$ なる時間を要する。而して降雨持續時間 T と雨水が最上流から觀測點迄流下する時間 T_0 との關係で、觀測點の流出エネルギーが變化の趣を異にする。

- (1) 降雨繼續時間 T_1 が T_0 より長い場合

此場合に於ては降雨の始まりから最上流の最初の降雨に依る雨水が観測點に到達する時迄の間の t なる時刻に於ては観測點から漸次上流 $r = vt$ の地點に到る迄の雨水が集積して流下する。此時刻後降雨の終る時刻迄の間は常に全流域の雨水が集積して流下する。降雨の終つた後は最上流の地點と観測點から漸次上流 $r = v(t - T_1)$ の地點との間の雨水が集積流下し、遂に最上流の最後の降雨に依る雨水が観測點に到達する時に終る。即ち

$$Q_{0,1} = \int_0^t q_c b dr = q_c b vt, \quad 0 < t < T_0$$

$$Q_{0,2} = \int_0^t q_c b dr = q_c b a, \quad T_0 < t < T_1$$

$$Q_{0,3} = \int_{v(t-T_1)}^t q_c b dr = q_c b a - q_c b v(t - T_1), \quad T_1 < t < T_0 + T_1$$

観測點の流出エネルギーは此三式の連續で表される。第一のものは時間に比例して漸増し、第二のものは一定の値を持續し、第三のものは時間に比例して遞減して行くものである。

(2) 降雨持續時間 T_2 が T_0 に等しい場合

此場合には始めは前の場合と同様であるが、最上流の最初の雨水が観測點に到達すると同時に降雨が止むから次の二式のみとなる。

$$Q_{0,1} = \int_0^t q_c b dr = q_c b vt, \quad 0 < t < T_0$$

$$Q_{0,3} = \int_{v(t-T_0)}^t q_c b dr = q_c b a - q_c b v(t - T_0), \quad T_0 < t < 2T_0$$

(3) 降雨持續時間 T_3 が T_0 より短い場合

降雨の終つた時迄の間の時刻 t に於ては観測點より漸次上流の $r = vt$ 迄の雨水が集積流下する。

其終りの時刻に於ては $r = vT_3$ の地點の最初の雨水が觀測點に到達する。其後最上流の最初の雨水が到達する時迄の間の時刻 t に於ては、 $r = v(t - T_3)$ の地點に於ける最後の降雨と $r = vt$ の地點に於ける最初の降雨との間の雨水が集積流下するが、是は降雨の降り止んだ時刻を考ふれば觀測點より $r = vT_3$ の地點迄の間の雨水に等しく、又最上流の最初の雨水が觀測點に到達する時刻を考ふれば $r = v(T_0 - T_3)$ の地點より最上流迄の間の雨水に等しい。其後最上流の最後の雨水が觀測點に到達する迄の間の時刻 t に於ては $r = v(t - T_3)$ と最上流との間の雨水が集積流下する、依て

$$Q_{0,1} = \int_0^t q_c b dr = q_c b v t,$$

$$0 < t < T_3$$

$$Q_{0,2} = \int_{v(T_0 - T_3)}^t q_c b dr = q_c b v T_3,$$

$$T_3 < t < T_0$$

$$Q_{0,3} = \int_{v(T_0 - T_3)}^{vt_0} q_c b dr = q_c b v T_0 - q_c b v (t - T_3)$$

$$= q_c b v T_3 - q_c b v (t - T_0),$$

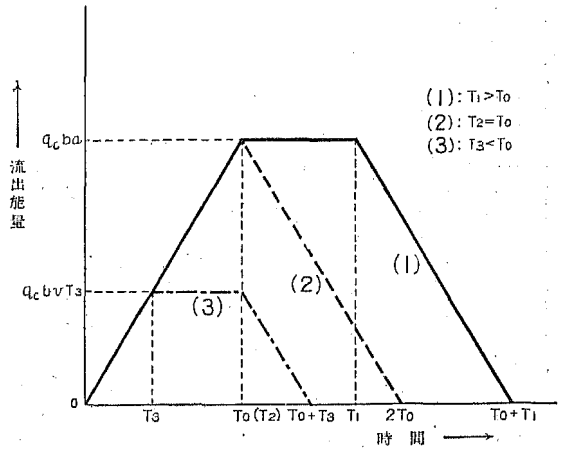
$$T_0 < t < T_0 + T_3$$

となる。

以上の三つの場合を圖示すれば第一圖の通りになる。此の如く一點に於ける流出エネルギーの時間的關係を示す圖を流出エネルギー圖と名付ける。

實際の計算に於ては、先づ Δx を五分又は十分等の單位に取り、其時間に雨水が流下する距離 Δx を以て流路に沿うて區切り流域全體の面積を區分する。次に各區分の面積 ΔA に關し、夫々 ΔA 毎の平均雨量を求めるのであるが、流域内各所の降雨觀測資料に基き或る時間内の雨量分布圖を作り、數ヶ所の自記記錄を利用して定める事が出来る。この觀測點より溯つて數へた番號を n 番目とす

第一圖
流出能量圖の簡單なる一例



れば

$$Q_0 = \sum q_c \Delta t, \quad t = t - n \Delta t$$

である。即ち観測點に於けるもなる時刻の流出能量は、各區分の平均距離 r に應じて其々時刻に於ける雨水總量を時間的にずらせ加へ合せて得られるものである。

斯くして得られた流出能量 Q_0 の時間的變化を示す曲線は、流域内の降雨の状況・區分の形勢等に應じて種々複雑な形を示すであらうが、一定の流速を假定してゐる爲に大體時間に付き對稱的な曲線の連續となる。而して雨水は總て損失無く其儘流下すると假定して取扱つたから、曲線と時間の軸との間に含まれた面積 $\int Q_0 dt$ は流域内の降雨の總水量を表す

事になる。

又流出能量は等流速なる假定の下に計算したものであるが、實際は流速 v が位置と時間とに依り複雑に變化し、且雨水一部の蒸發及び地下滲入に依る損失、並に滲透水の再流出に依つて流出率も亦著しく影響を受けるから、流出能量圖は變形を受けて、一般に増水は急に起り減水は徐々に或期

間を費して元の平水状態に復する如き曲線となるのである。

従つて若し實測に基く正確な流量圖が得られる場合には、之より平水量を除き流出量圖を作つて之を前述の如き計算に依つて得た流出能量圖と比較して流出率 k を推定し、又是等二つの曲線の形の差に依り、流速其他の影響を推考する資料が得られる。又多數の例に依つて右の差違に一定の傾向を見出し得るならば、流域に於ける雨の降り方に基く流出の仕方を決める事も出来るかと思ふ。併し實際に信頼し得べき流量圖の無い場合にも斯る推算法に依つて得られた曲線に依り、増水時に於ける他の種々の資料と考へ併せて増水の仕方に關し或程度の見當を付け得ると考へる。

三、昭和十年六月二十九日の鴨川洪水への應用

鴨川流域の地形及び河系は第二圖に示された如く、鴨川上流には靜原川・鞍馬川・貴船川、高野川には岩倉川の小支流を有する。賀茂大橋より上流の全流域面積は一四三平方籽である。

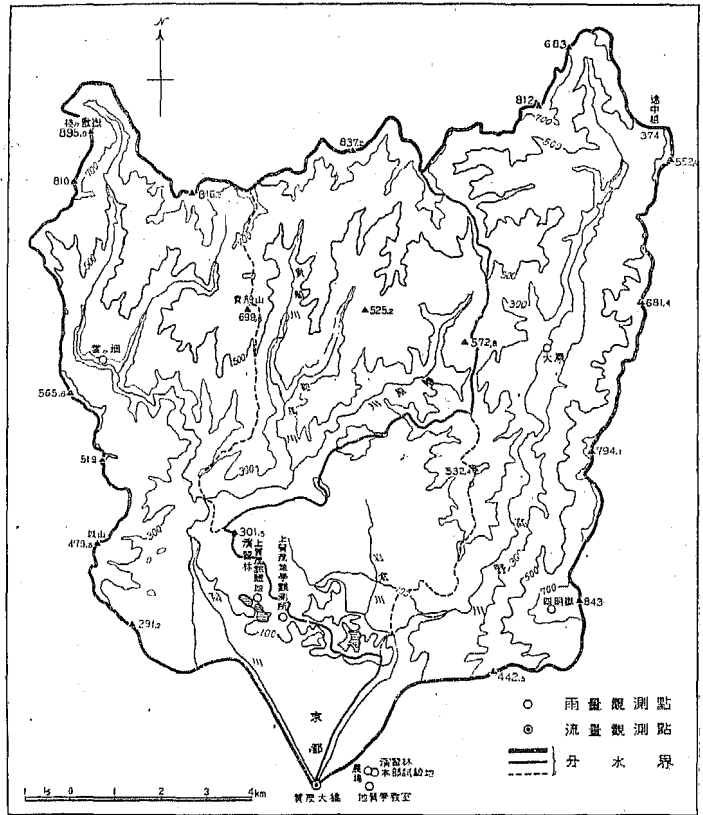
以下昨年六月末近畿西部殊に京都附近を襲うた豪雨に依る鴨川の洪水を例に取つて、前節に述べた方法に従ひ賀茂大橋に於ける増水の仕方を考へる。其爲に先づ當時の降雨狀況を調べ流域内各地の降雨の強弱を求めるを要する。

I 京都附近に於ける未曾有の豪雨

當時鴨川の出水が沿岸に多大の被害を與へた事には、流域山地が一昨年の風害に依り甚しく荒廢してゐた事や河岸施設の不完全其他の副因もあらうが、一四三平方籽に足らぬ小流域面積に十二時

第二圖

鴨川流域の地形及び河系



頃より降り始めたものであるが、二十八日十時より二十九日十時迄の雨量分布を見れば、第三圖の雨量圖に依つて示された如く、南桑田郡本梅村附近を除けば、攝津阿武山附近より鴨川流域・滋賀流出量推定の一方法と昭和十年の鴨川洪水

間に亘つて四回の豪雨が連續降下し、其間流域全體として一時間平均二・七耗に達する如き近來に無い激しい降雨であつた事に基くものなる事は明らかである。

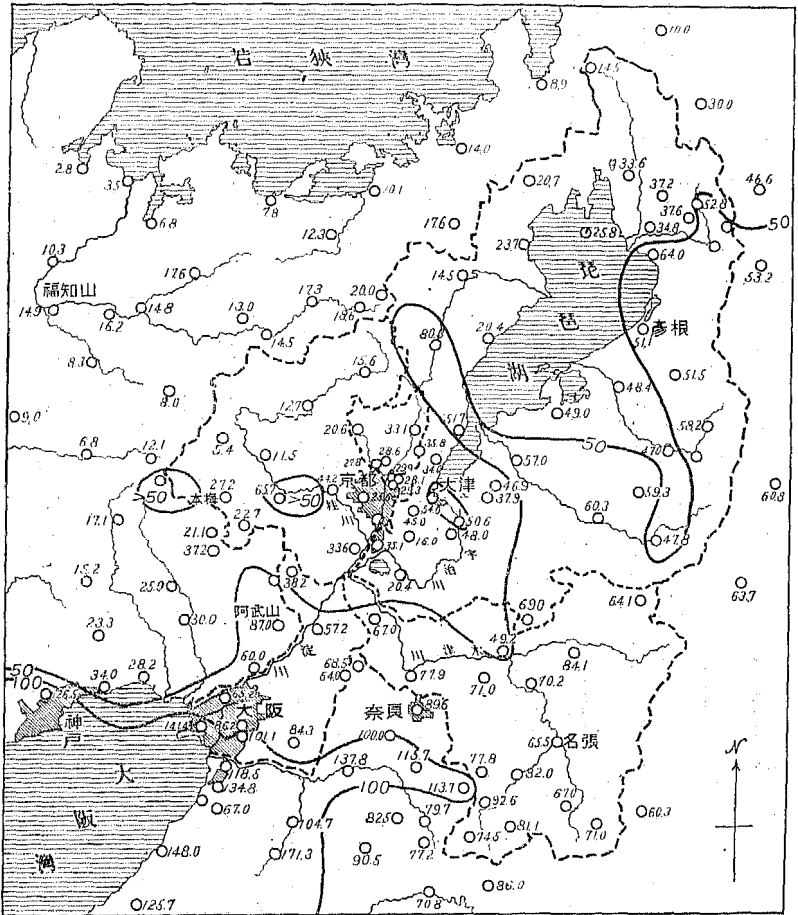
降雨の機巧に就いては氣象學者間に種々議論もあり、被害狀態は種々の機關に依つて發表されてゐるから爰には言及しない。

當時の降雨は京都附近にては二十八日二十二時(7.9)

第四圖

雨量圖 (6月29日-30日・10時)

流出量推定の一方法と昭和十年の鴨川洪水



一等雨量線 淀川分水界 ○観測點

縣北小松へ向ひ略東北に連なる多雨帶が存し、殊に鴨川流域にては上賀茂に於ける雨量三〇〇耗を超え、實に從來の記録に無いものであつた。京都附近に於ては二十九日十時以後は極めて少雨であつたが、參考の爲に更に一晝夜に亘る雨量圖を示せば第四圖の如くであつて、降雨の大勢は右に依つて察せられる。

流量觀測點たる賀茂大橋より上流流域内に於ける二十九日十時迄一晝夜の雨量の分布を改めて圖示したのが第五圖であるが、爰に注意を惹くのは多雨の中心が流域中でも下流に近い上賀茂に在り等雨量線に依つて示された如く、雨量の分布が偶鴨川・靜原川・鞍馬川・高野川共に流路に沿うて下流に至る程増加してゐる事であつて、其爲に出水が一時に集つて大きな洪水となる可能性を増した事も考へられるのである。

偕て連續の降雨に依り河川が刻々に増水する有様を知らんとすれば、成るべく短時間を單位として考へた雨量即ち強雨の程度を調べる必要がある。然るに流域内各地の雨量記録は概ね十時一回の觀測に基くものであつて此目的に副はず、只比叡山に於けるものは毎四時間の記録であり稍參考となる。雨量自記記録には北白川の京大理學部地質學教室併に農學部農場及び上賀茂地學觀測所の三ヶ所のものがあり、之等を利用し得るのみである。前二地點間の距離は三七〇米を距てるに過ぎず、兩者の記録には大差が無いから是等の平均を取つて之をA型とし、上賀茂の雨量をB型とする。

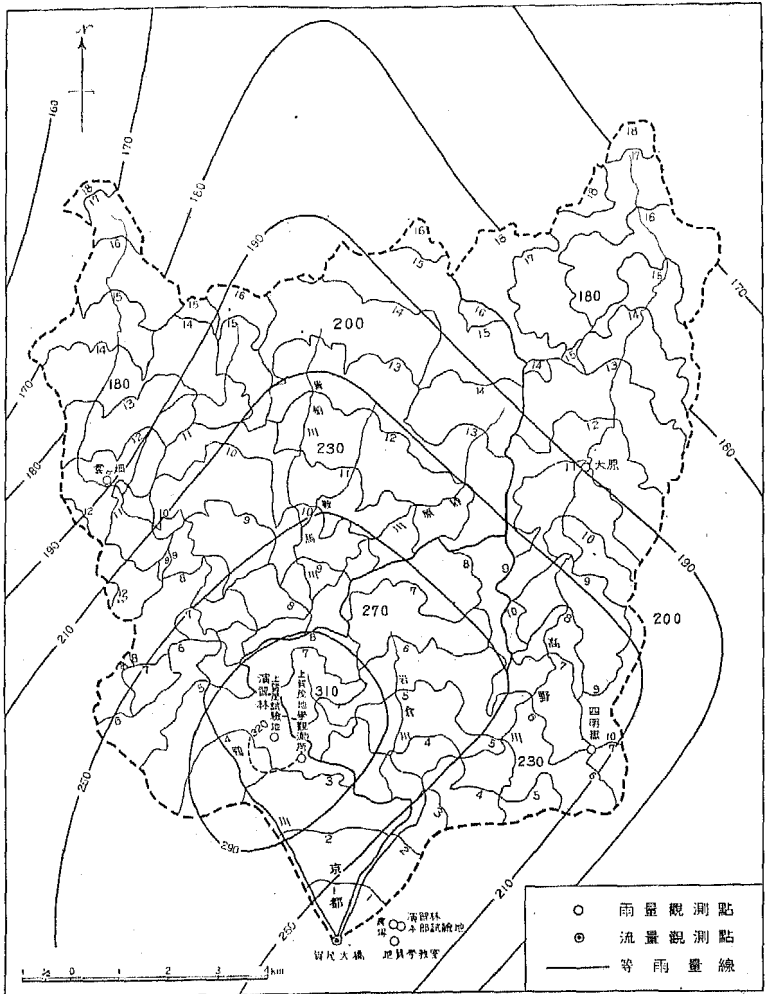
第六圖は各地の每一時間雨量を示したものであるが、彦根が稍時間的關係に於て後れてゐるのみで他は毎時間の降雨の強弱の比が略似てゐる事から見て、同圖に示された彦根以外の地方を含む範

第五圖
鴨川流域區分圖

流出量推定の一方法と昭和十年の鴨川洪水

四七

三九



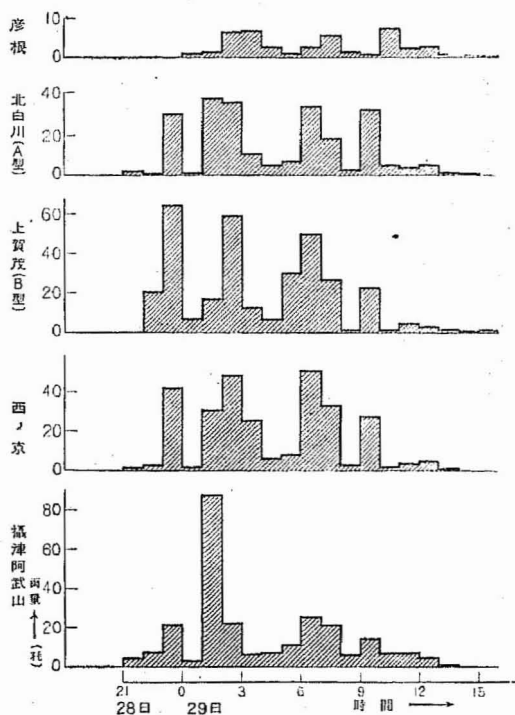
第 一 表

日	時分	地質學 教室	農 場	平均 (A型)	上賀茂 (B型)	日	時分	地質學 教室	農 場	平均 (A型)	上賀茂 (B型)
6月28日	21-0	—	—	—	—	29日	1-20	6.0	6.8	6.4	4.4
	10	—	—	—	—		30	6.5	7.3	6.9	2.3
	20	0.0	—	—	—		40	7.5	2.7	5.1	2.3
	30	0.1	0.0	0.1	—		50	4.5	10.0	7.2	0.9
	40	1.9	1.7	1.8	—						
	50	0.1	0.1	0.1	—		2-0	11.5	7.0	9.2	2.9
							10	4.0	7.7	5.8	8.2
	22-0	0.0	0.0	0.0	0.0		20	8.8	8.0	8.4	8.2
	10	0.0	0.0	0.0	0.0		30	10.4	8.7	9.6	13.8
	20	0.1	0.1	0.1	0.1		40	2.0	5.8	3.9	6.4
	30	0.0	0.0	0.0	1.1		50	3.8	3.3	3.6	10.6
	40	0.0	0.1	0.1	4.6						
	50	0.1	0.1	0.1	3.0		3-0	4.8	6.5	5.6	14.4
							10	5.7	2.8	4.2	2.6
	23-0	0.1	0.1	0.1	11.2		20	2.8	4.0	3.4	3.2
	10	6.0	5.5	5.8	15.6		30	0.6	1.7	1.2	1.0
	20	3.8	3.2	3.5	9.0		40	0.7	0.5	0.6	1.6
	30	6.2	2.8	4.5	16.4		50	0.4	1.5	1.0	0.5
	40	13.0	16.0	14.5	12.8						
	50	2.2	2.8	2.5	7.2		4-0	0.4	0.8	0.6	1.3
29日	0-0	0.1	0.0	0.1	3.0		10	1.1	0.9	1.0	0.5
	10	0.1	0.1	0.1	0.1		20	0.5	0.7	0.6	0.9
	20	0.0	0.0	0.0	0.1		30	0.9	0.6	0.8	0.8
	30	0.0	0.1	0.1	0.0		40	0.9	0.9	0.9	1.2
	40	0.0	0.0	0.0	0.2		50	0.9	0.9	0.9	1.4
	50	0.0	0.0	0.0	0.8						
							5-0	0.9	0.7	0.8	1.8
	1-0	0.4	0.3	0.4	5.8		10	1.4	1.0	1.2	3.6
	10	4.2	3.9	4.0	3.6		20	1.7	1.6	1.6	0.6
							30	0.6	0.9	0.8	0.5

29日	5-40	0.7	0.5	0.6	1.3	29日	10-50	0.3	0.4	0.4	0.6
	50	1.0	0.7	0.8	10.8		11-0	0.8	0.6	0.7	0.8
	6-0	1.9	1.7	1.8	11.4		10	0.1	0.2	0.2	0.4
	10	3.7	2.0	2.8	10.6		20	0.7	0.5	0.6	0.6
	20	0.6	3.1	1.8	12.0		30	0.6	0.4	0.5	0.8
	30	2.8	1.5	2.2	18.2		40	0.9	1.0	1.0	0.8
	40	10.0	1.3	11.9	4.2		50	0.9	0.7	0.8	0.6
	50	10.0	5.7	7.8	3.4						
	7-0	5.5	12.0	8.8	2.0		12-0	0.9	0.9	0.9	1.0
	10	3.5	2.3	2.9	5.2		10	1.0	0.9	1.0	1.0
	20	2.0	1.7	1.8	8.0		20	0.5	0.9	0.7	0.6
	30	1.5	2.2	1.8	5.2		30	0.9	0.6	0.8	0.8
	40	7.5	2.7	5.1	7.0		40	0.7	0.7	0.7	0.5
	50	2.2	9.0	5.6	0.5		50	0.6	0.5	0.6	0.1
	8-0	1.2	1.0	1.1	0.2		13-0	0.4	0.7	0.6	0.5
	10	0.4	0.3	0.4	0.2		10	0.3	0.4	0.4	0.2
	20	0.2	0.3	0.2	0.6		20	0.0	0.3	0.2	0.1
	30	1.5	1.4	1.4	0.2		30	0.1	0.0	0.0	0.1
	40	0.3	0.3	0.3	0.2		40	0.2	0.1	0.2	0.1
	50	0.2	0.3	0.2	0.3		50	0.0	0.1	0.0	0.1
	9-0	0.3	0.3	0.3	0.1		14-0	0.1	0.1	0.1	0.1
	10	1.0	0.5	0.8	0.7		10	0.0	0.0	0.0	0.0
	20	0.9	1.3	1.1	8.2		20	0.2	0.1	0.2	0.0
	30	11.8	8.4	10.1	3.6		30	0.0	0.1	0.0	0.0
	40	17.7	19.8	18.8	5.0		40	0.0	0.0	0.0	0.0
	50	2.3	1.8	2.0	3.6		50	0.0	0.0	0.0	0.0
	10-0	0.7	0.9	0.8	1.6		15-0	0.1	0.1	0.1	0.1
	10	0.5	2.4	1.4	0.2						
	20	0.8	0.7	0.8	0.5						
	30	0.9	0.9	0.9	0.4						
	40	0.4	0.3	0.4	0.3						

流出量推定の二方法と昭和十年の鴨川洪水

第六圖
各地の每一時間雨量



圍内では降雨の進行を示す時間的差違は認められず、其強さの變化が各地共時を同じうしてゐた様である。鴨川の小流域に就いて見れば尙更同じ傾向が肯定出来ると思ふ。

次に前記三ヶ所の自記記録に基き十分間毎に降雨の強さを比較すれば第一表及び第七圖の如く、A型及びB型の變化は多少異なる。そこで第五圖に於て北は

鴨川上流・高野川間の分水界と南は二五〇耗の等雨量線とを結ぶ線を境として、其より以東の地域に對してはA型、以西の地域に對してはB型に夫々降雨の強弱が比例するものとして、流域内各地の每十分間雨量を計算する事とした。但し二十九日十時以後の降雨に對しては、降雨が一旦止んだ後も微雨の斷續があり第四圖の雨量圖に従ふのも不都合であるから、便宜上右の兩地域に對して夫A型及びB型の雨量變化を其儘適用した。第七圖に依ると前後四回に亘つて豪雨があつた事が知られるが、最後のものは短時間の故に後に示される如くに計算の上では著しい増水となつてゐない。

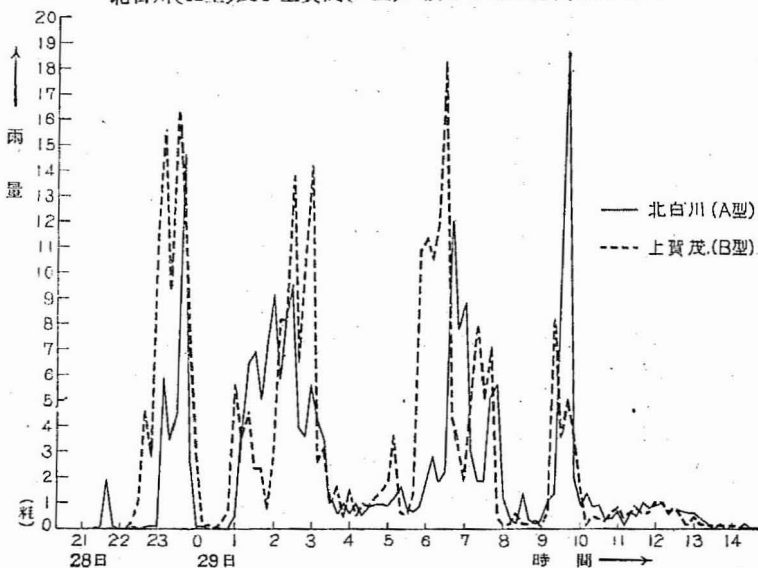
II 賀茂大橋に於ける流出エネルギーの計算

従来の經驗に依れば鴨川上流で降つた雨が市中迄出て來るのに三時間乃至四時間かかる由である。賀茂大橋より溯り最上流地點迄の最大距離は高野川上流に於て二・六軒であるから、最上流地點の雨水が三時間を費して賀茂大橋迄出て來るものとすれば、平均流速毎秒二・〇米になる。仍て先づ此流速を用ひて計算を行ひ、得られた流出エネルギー圖に據つて實際の最大洪水量の限界を推定して見たい。毎秒二・〇米とすれば十分間には一・二軒を流れる事となるから、賀茂大橋を觀測點とし流路に從つて此割合で流域を切れば、第五圖に示された如くなる。そこで雨量圖の示す處に從ひ各區劃別に毎十分の雨水總量 Q_{10} を計算した上、是等の水が集つて十分毎に賀茂大橋迄到達すべき流出エネルギーを求めた結果、第

流出量推定の一方法と昭和十年の鴨川洪水

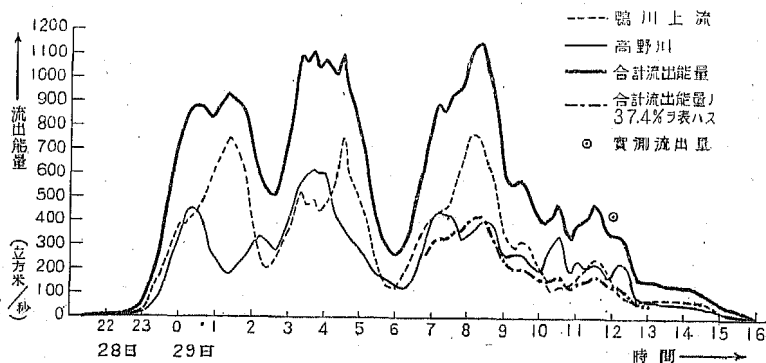
第七圖

北白川(A型)及び上賀茂(B型)に於ける毎10分間雨量強度



第 八 圖 流出能量圖

(等流速 2.0 米/秒 とす)



第二十五卷

第六號

四三

四四

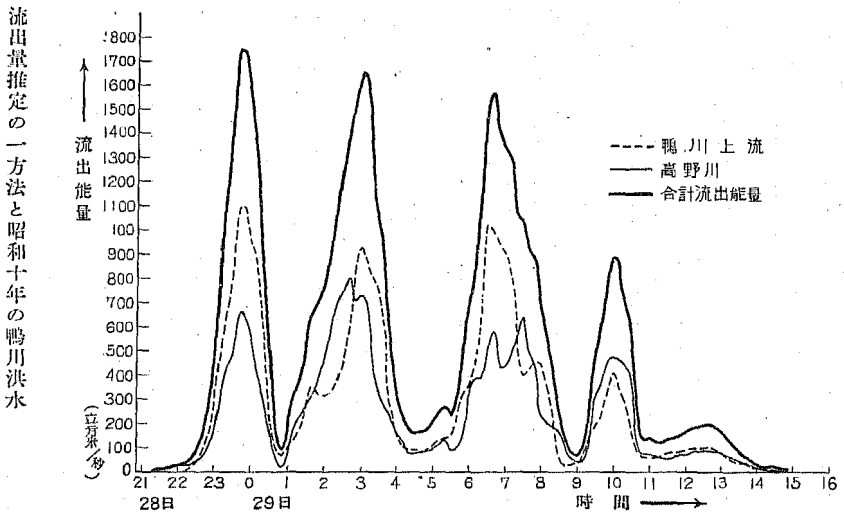
入圖に示された如き曲線を得た。但し鴨川上流と高野川兩川の流出能量を別々に計算し、それより賀茂大橋に於ける合流後の總量を求めたのである。

當時の降雨は斷續四面に互るものであつたが、此流出能量圖には三回の大きな出水となつて表れ、最後の降雨は極く短時間であつた爲か特に増水に影響しなかつた事が明かである。第三回の豪雨に基く出水は二十九日八時二十分に流出能量毎秒一一四七立方米で是が此出水の最大量である。而して降雨は十時頃より十分間に一耗以下の小降りとなり十三時以後は微雨が斷續した。従つて計算上に於ける流出能量は十四時より急に減少して、十六時には僅に毎秒一四・六立方米となり、其後次第に零に向つてゐる。従つて十六時を以て計算上大體減水し終るべき時刻と見做す事が出来る。

偕て世界に於ける諸河川の洪水時に於ける最大流速を見ても毎秒五米以上である例は珍しいのであるが、参考の爲に毎秒五・〇米即ち毎十分間三・〇呎の流速として同様の計

第九圖 流出能量圖

(等流速 5.0 米/秒 とす)



算を行ひ流出能量圖を求めた結果は第九圖に示された如くであつて、第一回の豪雨後洪水量は最大となり、第四回の豪雨に依る結果も急激な増水となつて表れ、十五時に於て大體流下し去る事になる。此時には最上流の水が賀茂大橋に到達するのに鴨川上流に於ては一時間十分、高野川に於ては一時間二十分を要する。之を第八圖と比較すれば出水の始りは何れも降雨の始りと一致するが、各回の流出能量が前の場合には降雨が一旦止んでから三時間後全く無くなるのに、後の場合には同じく一時間二十分の後となる如き曲線の組合せから成り兩者何れも各頂點の位置は雨の降り方に従つて一定では無いが、一般に時間に付き對稱に近い形を取つてゐる。是は雨水が何等失はるゝ處無く、其儘等流速を以て流下するとの假定に基くものである。従つて毎秒四・〇米、三・〇米の等流速と假定して更

に同様の計算を行へば、各回の流出能量圖の包含する面積は常に一定に保たれ乍ら、流出時間は延び各單位時間の流出能量は減じ、各曲線は時間の軸に對して次第に扁平となり第九圖より第八圖に近づく。又毎秒一・〇米と假定すれば、各曲線は更に扁平となる結果隣接せるものは相互に益重なる様になる。又一方觀測點を下流に移して考へると、支流の増加に伴ひ全體としての流出能量圖の形は次第に複雑となるが、各回の豪雨に基く出水の繼續時間が長くなるから、互に交錯して各曲線の峯が一つに連續する傾向を取る事が考へられるのである。

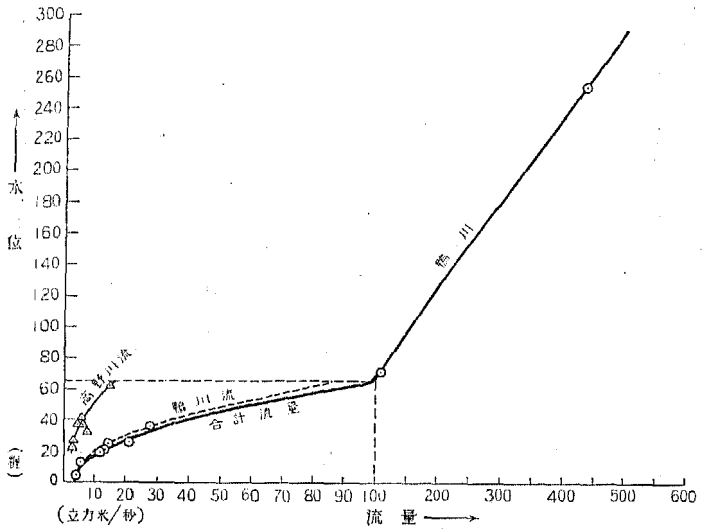
III 賀茂大橋に於ける最大洪水量の推定

鴨川上流と高野川の二筋の流れは賀茂大橋の上下百米の區間に於て合流する。筆者の觀測材料は第二表に示した如くであるが、鴨川流の水深は同橋床の下流端に沿うて左岸より九十米、高野川流の水深は同じく三十五米の個所に於ける値であつて、河底の條件は洪水直後のものに據る。右二筋の流れは觀測個所の斷面に於ては高野川流の水深六五厘以上の水位の際に合一する。合流直後流れは左岸に偏してゐる。流速は流水に依り表面流速の最大のものを取り、其八割を以て平均流速⁽¹⁰⁾と見做した。是等の記録に基き水位と流量との關係を求めると第十圖の曲線を得る。觀測水位に相當する流量を此曲線に依存して修正を加へ、實測値と共に表中に併記した。

次に觀測材料の不足を補ひ概略の流量圖を得んが爲に、野滿教授の資料⁽¹¹⁾を引用し、洪水波の傳播速度を利用し、比率法に依つて、賀茂大橋に移された水位を考へた上、第十圖の流量曲線に據つて大凡の流量を求めた。之等を筆者の觀測材料と結び付けて作つたのが第十一圖である。減水時に對

第十圖 流量曲線

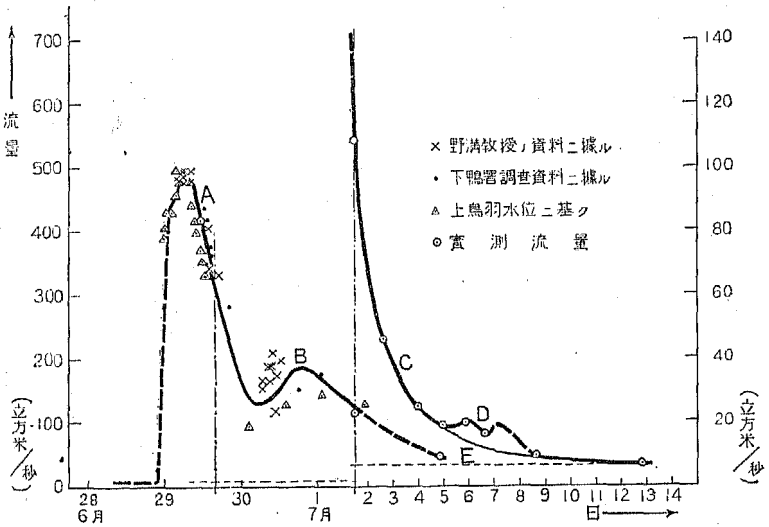
流出量推定の二方法と昭和十年の鴨川洪水



第十一圖 推定流量圖

四四

四七



しても當時の洪水波の傳播速度を其儘用ひて換算する比率法には筆者は異議を有するが大略の形を知る目的には參考とならう。

第 二 表

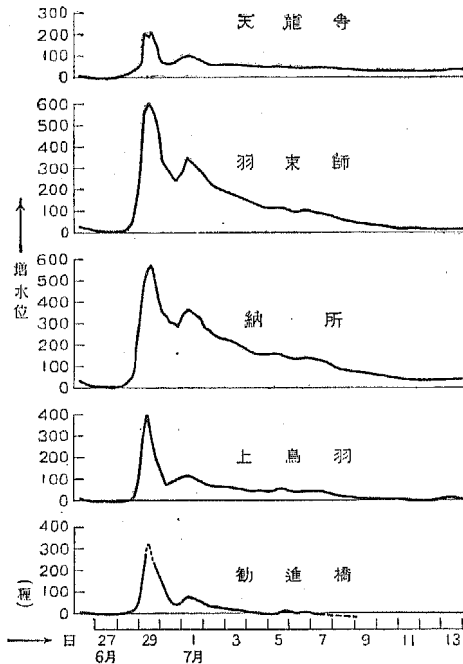
月 日 時	平均流速(米/秒)		合計流量(立方米/秒)		河 水 ノ 狀 態	
	高野川流	鴨川流	實測値	修正値	高野川流	鴨川流
6 29 12	3.4		435	同	茶褐色ノ濁水	
30 12	2.5		—	同		
7 1 12	3.0		109	同		
2 13:30	1.8	1.4	42.8	43.8	暗黝色	茶褐色
3 15:30	1.7	1.3	29.5	22.0	暗黝色	黄褐色
4 16	1.0	1.0	17.3	17.0		
5 13:20	1.0	1.0	19.3	20.2		
6 12	1.4	1.0	18.4	15.2	大分澄々	濁レリ
8 12	0.8	0.6	8.0	9.6		
9 12	0.7	0.5	—	—		
10 12	0.9	0.5	—	—	平素位 = 澄々	濁々
12 16	0.7	0.7	6.3	同		

偕て鴨川筋に於て平素の水位變化を知り得るのは下流の勸進橋(賀茂大橋より六・八軒下流)及び上鳥羽小枝橋(賀茂大橋より九・九軒下流)の二個所のみであるが、一日の觀測度數が少い爲洪水時には充分に利用し得ない憾みがある。洪水前後の是等の水位變化を桂川筋の天龍寺・羽束師・納所宮

前橋に於けるものと併せ第十二圖に圖示する。同圖に依つて洪水後の水位が出水直前の二十八日の水位(圖中此水位を0 糧とす)に復歸した時刻を比較すると、勸進橋に於ては七月五日、上鳥羽に於ては十一月乃至十二日である。納所(賀茂大橋より一五・六籽下流)は鴨川の桂川に合流後三・六籽の

第十二圖

洪水前後の水位圖



の際に一旦森林や凹地に貯へられ又は地下に滲透した雨水の一部も大體出盡して、十二日には賀茂大橋に於て毎秒六・三立方米の平水状態となつてゐた事を示すものである。仍て洪水前にも少くとも之れだけの流量はあつたものと見做され得る。

次に二十九日以降の氣象狀況を見ると第三表の如く、三十日には可なり雨量多く鴨川は再び増水

したが、其後は微雨の斷續であつて増水を促さず流量も漸減し、四日・六日の雨量に因つて稍増水した程度で其後には益々減水した(第十一・十二圖)。水面蒸發も三日以後に至り漸く盛となつた事が知られる。

第 三 表

月 日	雨 量 (耗)						蒸 發 量 (耗)		
	京都 (西ノ京)	雲ヶ畑	演習林 上賀茂試験地	大原	比叡山	農場 本部試験地	京都 (西ノ京)	演習林 本部試験地	演習林 上賀茂試験地
6-29	25.6	20.6	27.8	33.1	35.8	29.9	0.4	0.1	3.5
30	75.8	75.4	56.0	63.1	128.0	87.2	欠	欠	欠
7-1	0.7	2.9	1.4	3.7	2.6	0.7	2.1	2.2	2.0
2	0.5	13.5	4.2	7.0	3.2	0.4	2.6	1.7	1.3
3	0.0	3.7	3.5	0.0	0.1	0.0	5.7	5.6	5.9
4	11.2	13.1	13.4	7.6	9.4	7.1	3.7	4.1	3.6
5	1.0	0.7	1.0	0.9	1.9	10.0	2.9	2.8	2.2
6	13.6	10.7	13.0	11.0	14.0	12.5	1.7	0.9	1.4
7	—	—	—	—	—	—	5.4	6.2	5.8
8	—	—	—	—	—	—	5.9	6.7	3.7

註。 観測値は其日午前10時以後向ふ一晝夜の記録なり。

今第十一圖に於て四日の午後減水より増水状態に一轉した邊を境として其以前の曲線(C)の延長

を求め、漸近的に十二日頃の流量と結び付ける曲線(E)を作れば、曲線A B C E以下の面積は二十八日以来四日正午頃迄の雨量に因り滲透水の再流出と相俟つて得られた流量の總計であると考へ得る。今二十九日十六時以後の流量に就き圖中破線にて區切つた如く毎秒六・三立方厘米を平水として差引けば流出量總計として三六・五四七、〇〇〇立方厘米を得る。而して蒸發に因る損失量は零と見做し、又流域内の地面は初めの豪雨に依り既に飽和されたものと考へられるから、二十九日十六時以後のみを考ふれば、其間に降つた雨水は何等失はれずに流去する。其の四日十時迄の雨水總量は一五、〇五〇、〇〇〇立方厘米であつて、之を先の流出量總計から差引いた残りの二一、四九七、〇〇〇立方厘米は二十八日降雨の始りより二十九日十六時迄の流域内雨水總量三四、三二三、〇〇〇立方厘米の六二・六%に當る。即ち計算上では二十九日十六時には殆ど全部流去し盡す筈のものが、實際は其後に雨水總量の六二・六%が残された事になる。従つて二十九日十六時迄には其の三七・四%が賀茂大橋を通過して流去した事になる。

滲透に依つて失はれる量は初の雨水程多く、最初の豪雨に於ける雨水に於て最多量なるべきであり、又數回に亘る豪雨の結果は、後の場合程其雨水が其れ以前の雨水の流れと合する機會が多くなるから、第八圖に示された流出能量に一樣に三七・四%を乗じて得られた曲線(其一部を鎖線で示す)と比較して實際の流量圖は流量が初程少く、後程益々多くなる如き傾向を辿つて歪められるべきである。實際の觀測に依る二十九日正午の流量は毎秒四三五立方厘米で、是は鎖線に依つて示された同時刻の流出量毎秒一二九立方厘米と平水量毎秒六・三立方厘米との和毎秒一三五立方厘米の三・二倍であ

る。斯くして當時の最大洪水量は計算に依る流出能量の最大なる二十九日八時二十分に於ける毎秒一一四七立方メートルの三七・四%即ち毎秒四三〇立方メートルと平水量毎秒六・三立方メートルを加へた毎秒四三六立方メートル(或は一萬五千七百個)よりも多かつたと云へる。

四、結 語

以上述べた推定方法に於ては、蒸發・滲透等に依る影響を考へずに、流水は常に等流速を有するものと假定し、單に雨量の強弱のみを標準として流出能量圖を作つた。従つて實際の流量圖と比較して、是等の假定に基く影響だけの差違がある。仍て多くの例に就き斯る方法に従つて作つた流出能量圖と實測に基く流量圖との間に一定の關係を求める事が出来たならば、各種の降雨に就いて流域内の雨量分布と各地に於ける時間的變化のみから、觀測點に於ける流量の變化を確知し得られる。又水位・流速の觀測材料が上流地に得られるならば、洪水波の傳播速度も正確に分り、各地の傾斜に應じた流速の相違や、計算と實測による曲線との差異が距離に應じて變化する様子を知り、流域内各地の局部的な影響も説明し得る事と思ふ。要は利用し得べき觀測材料の備れる事で、同時に流域内成るべく多くの地點に雨量自記設備が必要である。本稿には昨年六月末の近畿豪雨の記錄に基き、右の方法に依つて等流速二・〇米として得られた流出能量圖から、賀茂大橋に於ける當時の鴨川最大洪水量の限界を決定し得た。

摺筆するに當り、雨量及び水位の記錄を提供して頂いた各測候所長・内務省大阪土木出張所の片

山信雄氏及び京都府土木部の方々に御禮申上げる。尙本研究に關し終始御指導を辱うした松山基範先生に厚く感謝の意を表する次第である。(完)

參考文獻

- (1) 君島八郎 地表水 二四四頁
- (2) 氣象要覽 第四百三十號(昭和十年六月)——西日本の豪雨
- (3) 肥沼寛一 昭和十年六月二十七八・九日の西日本の豪雨に就いて 海と空 第十五卷第十號(昭和十年)
- (4) 野滿教授(京大理學部海洋學教室) 昭和十年六月二十九日の京都大洪水 二四—三九頁
- (5) 同右 一八頁
- (6) 同右 一六頁
- (7) 京都測候所月報 第五十五年第六號 (昭和十年)
- (8) 京都府 昭和十年六月二十九日鴨川未曾有の大洪水と舊都復興計畫
京都市 水禍と京都
氣象要覽 第四百三十二號(昭和十年八月)——内務省警保局調水災被害表
- (9) 各府縣測候所の報告
大阪測候所月報 第三十六年第六號 (昭和十年)
中央氣象臺 天氣圖
- (10) Liddell: Stream Gaging. p. 35.