

論 說 報 告

土木學會誌 第十二卷第四號 大正十五年八月

九州に於ける河川の流量に就て

前 編

會員 工學士 阿 部 謙 夫

On the Discharges of Rivers in Kyushu

By Shizuo Abe, C.E. Member.

内 容 梗 概

本論文は著者が大正七年より十一年迄熊本逓信局に在つて、水力調査の目的を以て九州に於ける河川の流量等に關する調査を行つた其資料を元とし、河川流量の根本に關し、いさゝか研究を試みた結果である。

從來河川の流量並降水量と流出量の關係に關し研究されたものを見るに、主として降水量、流出量並流出係數に就て調査するに止まつて居るが、之では到底充分なる結果を得ることが出来ない故、著者は流域内に含まれた水の總量を考ふること、之を含水量と名付け、之を研究の主なる目標とし、尙地下に於ける水の流動、並地下水の流動に關係大なる地中溫度等をも考へに入れて研究を試みた、之が本論文の主眼である。

本文第一章に於ては基礎資料の精度を明にするため流量、其他の調査の方法に就て詳述し、第二章に於ては九州に於ける河川の狀況に就て記述し、九州山系並日向山脈地方の河川と阿蘇、霧島兩火山地方の河川とに於て性質上大なる相違あることを指摘し、第三章に於ては九州の氣象に就て略述し、第四章に於ては九州に於ける河川の流量に就て記述し、平水量の分布は年雨量の分布に伴ひ増減し密接なる關係を有して居るが、湧水量の分布は主として地形地質に依りて變化し、九州山系並日向山脈地方の河川少く、阿蘇、霧島火山地方の河川多く、年雨量の多少とは關係少きことを指摘し、第五章に於ては降水量と流出量の關係に就て記述し、年量に於ては年雨量より 500-1,000 耗を減じたるものが流出量となつて表はれ、九州山系地方の河川と火山地方の河川との間に格別の差異なきに不拘、月量に於ては趣を異にし火山地方の河川に於ては冬期の月流出係數 100% を超ゆるも、九州山系地方の河川には左様のことなく、此事實は湧水量の分布と全く符合することを指摘し、第六章(以下後編)に於ては本論文の主要目標たる含水量の性質並雨量、蒸發量、蒸散量、流出量と含水量との關係に就て詳述し、1 方里當 6.42 個の流量は 1 日 1 耗の含水量を減ずるに過ぎざる故、流量少きときの流出量は蒸發蒸散よりも少きものなることを擧げ、第七章に於ては九州内主要測水所に就き含水量の變化を計算せるものを掲げ、之に依つて見るときは含水量は一月より三月迄は大なる變化なく、之より梅雨前迄減少し、梅雨に依りて大いに増加し、夏季は比較的多く、十月頃より十二月に亘り減少すること及斯の如き變化の狀況は九州の各河川大體其揆を一にするも、1 年間に於ける變化の量は九州山系地方の河川に於ては 250 耗を超ゆるものなきに反し、火山地方の河川に於ては 800 耗に及ぶものあり、其差著大なることを指摘し、更に砂中に於ける水の流動並に地中溫度の變化に就て記述し、之等を綜合するに一月より三月迄は地表に近き部分の溫度低

きため含水量に比し流出量少く、四月より梅雨前に亘りては地表より地中に到る迄一様に温度高き爲多量の水を流出し、梅雨中含水量著しく増大し、七、八月頃は地下5米附近の地中温度最低となる故地表附近の温度低き割に流出量少く、九月は地中温度一様に高き故流出多く、十月より十二月に亘りては地表附近の温度漸次降下する故流出量が少いことを指摘してある。

更に第八章に於ては流域内に蒸發量観測の結果ある測水所全部に於ける實際の資料につき無降雨期間の流量と含水量の變化の關係を調査せるに、九州山系地方の河川に於ては Q (流量) と $Z = \frac{dQ}{ds} = \frac{d(\text{流量})}{d(\text{含水量})}$ との間に理論的に豫期する様な拋物線に類する關係あること、及其曲線は地表より地中に向ひ温度増加するときと減少するときとに依り2個の異なる曲線となること、及火山地方の河川に於ける一例に於ては上述の様な關係を生ぜぬことを知り、更に QZ 曲線の成り立つ河川に於ては之を基礎とし數學的に Q と s (含水量) との曲線、及 Q と t (時間) との曲線を求め、此内 Q 曲線は流量圖 (hydrograph) に於ける流量減少するときの曲線に相當し、將來の流量を豫想するに便益多きことを擧げてある。

最後に第九章結論に於ては前各章に論じた事項中の主要なるものを列挙し、尙之等に依り河川流量に對する研究方法も從來の方法以外更に發展の餘地あることを述べて居るのである。

Synopsis.

This piece is the result of a special investigation on the discharge of rivers in Kyūshū upon the results of meteorological and hydrometrical observation, which the Department of Communication made on all rivers in Japan from 1918 to 1923 in which the author was the engineer in chief in Kyūshū.

In the investigation of runoff relations, the coefficient of runoff sums to be the chief object of investigation. It seems to the author that, though the investigation of coefficient of runoff is very important, it is rather difficult to make the nature of river discharge clear only by such investigation. The author tried to make the "underground storage" (in wide sense)—the total amount of water contained in the drainage basin—the chief object of investigation, and at the same time to consider the flow of underground water, and the factor which have a remarkable effect on it—the underground temperature. Such are the chief point of the present investigation. The synopsis of each chapter are as follows.

Chap. I. Method of observation.—In this chapter, the method of observation of rainfall, evaporation and of stream gauging are described in order to make the degree of accuracy clear.

Chap. II. Character of rivers & their drainage basin—the chief point is that there is a remarkable difference in the character of rivers and its drainage basin in rivers in Kyūshū Mountain Range & in those in volcanic tracts surrounding Mt. Aso and Mt. Kirishima.

Chap. III. Meteorological conditions.

Chap. IV. Outline of river discharge in Kyūsyū—The specific runoff of rivers are tabulated and the distribution of them are investigated, the chief

points are:—

1) The distribution of "ordinary water" (平水量—Such a discharge as 185 days a year the discharge is more than this) is quite parallel to that of annual precipitation.

2) The distribution of "lower low water" (渴水量—Such a discharge as 355 days a year, the discharge is more than this) varies as the topographical and geological conditions of the drainage basin—it is ample in volcanic tracts and rather poor in the Kyūshū Mountain Range, and quite independent of the annual precipitation.

Chap. V. Runoff relations—Monthly and annual precipitation and runoff are calculated and compared without taking the lag into account. The chief points are:—

1) In most gauging stations the annual runoff is 500–1,000 mm. less than the annual precipitation, and there is no difference in character in rivers in Kyūshū Mountain Range & those in volcanic tracts.

2) The monthly coefficient of runoff in the rivers in volcanic tracts are almost over 100% in winter month while in rivers in Kyūshū Mountain Range such are not the case.

Chap. VI. (in next no.) Underground storage—The nature of underground storage and its relation to the precipitation, evaporation, transpiration, percolation & runoff are fully discussed. The effect of runoff upon the underground storage is rather small compared with that of evaporation & transpiration when the discharge of river is small.

Chap. VII. Variation of underground storage.—The monthly variation of underground storage is calculated by means of the observed monthly precipitation, evaporation and runoff. The flow of ground water and the underground temperature which has a remarkable effect upon the flow of ground water is also examined. The main joints are:—

1) The variation of underground storage is on the whole similar in most of rivers in Kyūshū. From January to March the runoff is small compared with the underground storage owing to the low temperature of the ground; there is no marked variation in the underground storage. From April to the beginning of June, as the temperature of the ground near the surface become higher, the runoff gradually became large compared with the underground storage; the underground storage decreases at last attaining its minimum. From beginning of June the underground storage is very much increased owing to the abundant rainfall (Bai-u) in June and attains its maximum at the beginning of July. In the summer the variation of underground storage is large, but the runoff is rather small compared with the underground storage because the underground temperature at about 5 m. from the ground surface attains its minimum.

In September the runoff is large compared with the underground storage as the temperature of the ground is generally high. From October to December

as the temperature of ground surface became lower and lower, the runoff become less compared with the underground storage, but owing to the small amount of precipitation, the underground storage also decreases.

Chap. VIII. The runoff and the underground storage in days without rain. 5 small gauging stations are taken, in the drainage basin of which the observation of daily evaporation as well as the rainfall was done, For these stations the variation of underground storage and runoff, in all cases during the observation where there is no rain for more than consecutive 3 days, are calculated from the observed evaporation and runoff and the relation between them are investigated. Then some larger gauging stations are take and investigations as above are also made. The result are:--

1) Let

Q = discharge of rivers.

$$Z = \frac{dQ}{ds} = \frac{d(\text{discharge})}{d(\text{underground storage})}$$

$$= \frac{\text{change of discharge during days without rain}}{\text{ditto of underground storage}}$$

then from the law of flow of ground water it can be theoretically deduced that

$$Q = aZ^2 + b.$$

For rivers in Kyūshū Mountain Range, similar relations as expressed by the above formula really exist in two different forms for summer and winter, and the equation can be deduced from the observed data (summer means when the ground temperature decreases as the depth, and winter means when the contrarily is the case); while for rivers in volcanic tracts, such does not hold.

2) After the equation of Q and Z are found, by mathematical deduction, the equation of

Q and s (underground storage)

and that of Q and t (time)

can be found, the latter gives the theoretical curve of hydrograph when there is no rain and can be used to forecast the future discharge.

目 次

緒 論	6
第一章 調査の方法	7
1 總 説	7
2 氣象調査	7
3 雨量観測	8
4 蒸發量観測	8
5 氣温観測	9
6 其他の観測	9

7	観測結果の整理其他	9
8	流量調査	10
9	水位観測	10
10	流量測定	11
11	流速計測法	12
12	浮子測法	12
13	流量曲線の整定	12
14	實際に使用した流量曲線の整定法	15
15	實測結果の鑑別	16
16	流量曲線整定法 其一	16
17	流量曲線整定法 其二	21
18	水位の鑑別及流量の算出	25
19	河況變化する場合	26
20	2個以上の流量曲線を生ずる場合	26
21	河況常に變化する場合	27
	第二章 河川及其流域の狀況	34
22	概 説	34
23	林野狀態	35
24	河川の狀況	35
	第三章 氣 象	37
25	概 説	37
26	氣 溫	37
27	氣 壓	38
28	風向及風力	39
29	降水量	39
30	濕度及蒸發量	43
31	霜 雪	44
	第四章 河川流量の概略	44
32	總 説	44
33	各季に於ける流量の變化	45
34	調査期間中に於ける流量	45
35	渇水量の分布	47

36	平水量の分布	47
37	洪水量	47
	第五章 降水量と流出量との關係	49
33	概 説	49
39	研究の方法	49
40	九州に於ける降水量と流出量との關係	52
41	年量に於ける關係	54
42	月量に於ける關係	(未完) 58

緒 論

河川の流量並降雨量と流量との關係等に関する問題は甚だ重要なものである、著者は大正七年夏より十一年の末迄熊本逓信局に在つて發電水力調査の目的を以て九州に於ける河川の流量其他の調査に従事した、其結果は水力調査書として逓信省より既に發表されて居るが同書記載事項以外主として河川流量の基本的事項に關しさいか研究を試みた結果が本論文である。

降水量と流出量に關し從來研究されたものを見るに其大多數は降水量と流出量を測定し、其比たる流出係數を以て降水量と流出量との關係を定めんとするものである、而して著者は未だ廣く内外の文献を調査する機會を得ないが、其知れる範圍では從來の研究には暗々裡に幾何日に降つた雨水が幾何日に流出するといふ風に、降水を其降つた時期に依り區別して考へる傾向があるやに考へられる、又獨逸等に於ては地下水並に泉に對しては可なり深い研究がなされて居る様であるが、之を降水量と關聯して考へて居るものは少い様に見える、又土砂中に於ける水の流動等に關しては既に可成の研究が遂げられ其溫度に大なる關係のあることを認められて居り、一方に地中溫度の變化に就ても各測候所等に於ても永く觀測して居るが扱之等を綜合して考へたものはあまり聞かない。

著者は第一に降雨の一部は地中に滲み込みて將來の河流の源をなす譯であるが、地中に滲み込んだ以上水は一體をなすものであつて、降雨の時期に依つて區別せられるものでないと考へる。而して地下の水が流動するに就ては已に研究された砂中等に於ける流動の法則に支配せられ、又砂中に於ける水の流動は地中溫度に支配さるゝことは疑ふ餘地がない。之等を綜合して河川流量の根本に就て考へんとするのが本研究の主眼である、而して此意味に於て充分の研究をなすためには現在ある資料では不充分の點が多いが、著者の考へて居る様な資料を得るには相當の豫算と人員とを以て組織的に調査せねばならず、之は到底望み難い故現在ある資料に依つて研究する方法をとつた、此意味から本論文の最も主要點は流域内に含まれた水の總量を考ふることにし、之を含水量と名付け之を研究の主たる目標としたことに

在る、其結果實地上にも可なり便利な結果を得た事項もあると考へる。

本論文は九章より成り立つ、其主要部分は第六章より第九章迄であつて第一章より第五章迄は其豫備として必要なる事項を掲げてある、實際に於ては初めより第六章以下の考へには到らない、第一章乃至第五章記載の事項を順次に玩味して行く内に次第に第六章以下の考へが生れて來たものであり、而して其最も根源をなすものは九州山系地方の河川と阿蘇、霧島兩火山地方の河川の間に於ける著しき性質の相違である。

本論文の基礎をなす實測資料は逓信省電氣局の藏する所であり、(大正十二年の大震火災で烏有に歸したが其後各方面より材料を集め最早大部分復舊したことと思ふ) 主要部分は水力調査書に掲げてある故本論文を読むに當り同調査書を参照すれば便が多い。

第一章 調査の方法

1 總 説

各種の實測の結果を基として推論をなす場合には最初に實測の方法従つて其精度を明にすることを要する、本論文に於て使用する各種の資料は凡て發電水力調査の目的を以て調査したものであり、其調査の方法並結果は水力調査書に記載してある、水力調査の目的を以て調査した事項の主なるものは河川流域の状況、河川の状況及勾配、雨量其他氣象に関する事項、河川の水位及流量、治水及水利事業、水力地點に関する事項等であるが此内本論文に最も關係深きは雨量其他氣象に関する事項と、水位及流量に関する事項である故此二者に就て次に述べ他は水力調査書に譲る。

2 氣象調査

一般に氣象に関する調査といへば甚だ意味が廣いが本篇に關係あるは雨量、蒸發量及氣温の三者である、水力調査に於て設置又は利用した觀測所は次の通りに區別される。

(1) 逓信省設置觀測所

(イ) 雨量觀測所 雨量計を備へ雨量、風向、風力、天氣、雜象を觀測する。

(ロ) 氣象觀測所 雨量計の外に蒸發計及百葉箱中に入れた最高最低寒暖計を備へ、雨量觀測所に於ける觀測の外最高最低氣温午前十時氣温、及蒸發量の觀測をなす。

(2) 他設置觀測所 (主として地方測候所設置)

(イ) 雨量觀測所 設備、觀測、種類とも逓信省設置雨量觀測所と大體同様。

(ロ) 氣象觀測所 氣象觀測所は所に依つて異なるが雨量觀測所に於ける設備と觀測種類の外所に依り普通寒暖計、最高最低寒暖計、乾濕球寒暖計(凡て百葉箱中に入る)の内一、二又は三を備へ、其設備に従ひ午前十時氣温、最高最低氣温及濕度等の觀測をする。

水力調査に於て設置又は利用した觀測所の數は第一表記載の通りで位置は附圖第一に明かである(觀測所の位置其他詳細は水力調査書第五卷 208-213 頁にある)。

第一表 雨量及氣象觀測所數表

種 別	逓信省設置	他設置	合計
氣象觀測所	6	19	25
雨量觀測所	10	42	52
合 計	16	61	77

之等の觀測所に於ける觀測者は逓信省設置觀測所に於ては小學校長又は三等郵便局長に囑託し地方測候所設置觀測所に於ては郡、町、村役場吏員又は警察署員に囑託したものが多し。

觀測の方法其他は逓信省設置觀測所では逓信省令を以て定めた氣象觀測者心得及雨量觀測者心得（水力調査書第一卷 226-230 頁参照）に依り、他設置觀測所では夫々所定の觀測規程に依つた、しかし其主要點は兩者全く同一で以下數項に記載する通りである。

3 雨量觀測

設備は各觀測所共口径 2 粉圓形の普通雨量計で、大多數は一般標準に依り上部 2 粉を出して地中に埋め、周圍に芝を植え樹木、家屋等の障碍物ある所では特に臺を作つて其上に設置した。

觀測は毎日午前十時 1 回で當日午前十時に觀測した雨量は前日午前十時から當日午前十時迄に降つた雨で之を前日の雨量とする、雨量の單位は耗で雨量計甕水瓶に溜つた水を硝子甕に入れて測る、雪、霰、雹等が雨量計に入つた場合、又は甕水瓶中の水が結氷した場合には溫湯を注入して融解して測り溫湯量を差引く、尙強雨の場合等には臨時に雨量を測ることもあるが、之は參考として記載し雨量としては凡て日量を以てする、又雨の降り初め及降り止み時刻は之を記載する。

4 蒸發量觀測

蒸發量の觀測を行つたのは九州に於ては各地方測候所と逓信省設置の氣象觀測所 6 箇所のみである、測候所に於ては蒸發計を戶外に放置するものと、専用百葉箱の中に置くものと 2 種を備へてあるが、逓信省設置觀測所に於ては戶外に放置するもののみである、蒸發計は口径 2 粉圓形の普通品で測候所に於けるものは銅製のものが多し、逓信省設置觀測所に於けるものは凡て亜鉛引鐵板製である、戶外に放置するものゝ設置方法は雨量計の附近に芝を植え其上に平に置くのであるが、逓信省設置觀測所中 1 箇所野犬の襲來のはげしい所では簡単な臺上に設置したものがあつた。

觀測時刻は毎日午前十時 1 回とし單位は雨量と同様耗とする、前日午前十時に雨量計で 20 耗の水を測つて蒸發計に入れ置き 24 時間戶外に放置し、當日午前十時に蒸發計中の水を雨量計で測り前日との差を求め之を前日の蒸發量とする、降雨のあつた場合には雨量計で測つた雨量を差引く、冬季に於ては蒸發計中の水の結氷すること屢である、此場合には雨量計の場合と同様溫湯を注いで融解して測り、後で溫湯の分量を差引くが之には可なりの手數を要

する故、逓信省設置観測所に對しては第二表の如き尨耗對表を配布し、適宜の秤を以て蒸發計の重量を測り、其差より該表に依つて耗に換算し得る途を開いた。

第二表 尨耗對表

尨	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	0.119	0.239	0.358	0.477	0.579	0.716	0.836	0.955	1.074	
10	1.19	1.31	1.43	1.55	1.67	1.79	1.91	2.03	2.15	2.27
20	2.39	2.51	2.63	2.75	2.87	2.99	3.11	3.23	3.34	3.46
30	3.58	3.70	3.83	3.94	4.06	4.18	4.30	4.42	4.54	4.66
40	4.77	4.89	5.01	5.13	5.25	5.37	5.49	5.61	5.73	5.85
50	5.97	6.09	6.21	6.33	6.45	6.57	6.69	6.81	6.92	7.04
60	7.16	7.28	7.40	7.52	7.64	7.76	7.88	8.00	8.11	8.24
70	8.36	8.48	8.60	8.72	8.84	8.96	9.08	9.19	9.31	9.43
80	9.55	9.67	9.79	9.91	10.03	10.15	10.27	10.39	10.50	10.62
90	10.74	10.86	10.98	11.10	11.22	11.34	11.46	11.58	11.69	11.82

5 氣温観測

寒暖計は凡て百葉箱中に掛けて置く、氣温は凡て攝氏の度で測り観測時刻は毎日午前十時1回とする、普通寒暖計のみを備へた所では毎日午前十時の氣温を観測し、最高最低寒暖計を備へた所では午前十時に於ける最高寒暖計示度を前日の最高氣温とし、最低寒暖計示度を當日の最低氣温とし最高最低寒暖計の復度を當日午前十時の氣温とする。

6 其他の観測

風向、風力、天氣、雜象の観測には特別の設備をなせず、風向は八方位の區別に依り、風力は樹木其他の動搖に依り一般の區別（普通は靜穩、軟風、和風、疾風、強風、烈風、颶風の7種なるも、逓信省に於ては靜穩、和風、強風、颶風の4標準を観測者に示した）に従つて何れも午前十時のものを観測記載し、天氣は通俗にいふ所に従ふて記載し（測候所等では一日を通じ雲量2以下を快晴3-7を晴7以上を曇とするも逓信省に於ては特に上の如くした）雷鳴、電光、降雹、降霰、霜、霧等の現象（雜象）を認められた時は其時刻狀況等を記載する。

7 観測結果の整理其他

氣象観測者並雨量観測者は其観測結果を所轄に従ひ地方測候所又は逓信局に送付する、之等の観測の結果は観測者の素養、技倆、観測に對する趣味の多少等に依つて多々の相違がある、逓信省設置観測所に在つては観測者よりの報告を彼此對照し、之に観測者の技倆をも參酌し誤測、缺測と認めらるゝものは夫々訂正を加へたが、他設置観測所のものは凡て各測候所に於て訂正したものに依つた。

雨量、蒸發量及氣温の三者に於て、雨量は雨量計設置場所の狀況に依り實際の雨と雨量計に入つた雨との間に相違があるか否かは別とし、雨量計に入つた雨を測る方からいへば比較

的誤り少く、たとへば欠測ありとするも其雨は後日の雨と合量さるゝ故月雨量等は比較的誤りが少い、蒸發量は蒸發計の材料、重量等に依り蒸發量の異なる様な事もあり、又不知の間に鳥獸其他のため水を取去らるゝ處もあり、又降雨時には水がはちき出されることもあり結果は雨量程に正確を期し難い、気温は百葉箱設置場所の状況に依り結果に少なからぬ相違があり又寒暖計の正否に依りても少なからぬ誤差を來し、又午前十時気温の如きは觀測時刻の不正確に依り少なからぬ誤差を生ずることが多い。

8 流量調査

水力調査に於ける流量調査は凡て逓信局水力課の測量班之を行ふた、此外電氣事業法施行細則に依り電氣事業者が其發電所を有する河川の流量を調査して逓信省に報告するものがあるが、之を本篇中多少の参考とした、しかし本篇の主要點たる第六章以下に於て引用したものは凡て測量班に於て調査したものに限られて居る。

九州内に於ける逓信省設置並電氣事業者設置測水所の主なるものは附圖第一及第二十一表(別紙)記載の如し(水力調査書第六卷 22-25 頁参照)。

連続的に河川の流量を調査するには量水標を建設し之に依つて日々の水位を觀測し、又別に時々水位觀測と併せて流量を實測し流量曲線を作り、此流量曲線と日々觀測したる水位とに依り日々の流量を求めるに在る、水力調査に於て水力調査規程(水力調査書第一卷 208-226 頁参照)に依り行ふた流量調査の方法も又電氣事業者が行ふた方法も全く此方法にある、此内電氣事業者の調査は本篇にはさまで深い關係がないから之を省き、逓信局水力課測量班の行ふた方法に就て述べる。

流量調査の方法は前述の如くである故(1)水位觀測、(2)流量測定、(3)流量曲線の整定(4)日々の流量の算出の四者より成り立ち、尙之に附隨して量水標位置に於ける河川の横斷測量其他の計算等がある、之等の作業の仕方に関しては前掲水力調査規程並水位觀測者心得(水力調査書第六卷 230-231 頁参照)に規定してある。

9 水位觀測

水位觀測は各測水所附近に於て之を行ふ、之等の場所には河岸附近適當の位置に量水標を建設する、量水標は他設置のものを利用したもの2箇所の外は凡て逓信局に於て設備し其仕様並位置等は凡て水力調査規程に依り目盛板は1寸毎に刻み込み、白黒又は白赤に塗り別け分位の目盛のないものを使用した。

水位觀測者は附近の住民中に之を求め觀測は下の2種とする。

(1) 毎日の觀測 各水位觀測所共之を行ふ、毎日午前十時1回(觀測者の都合に依り午前六時とせるもの1あり)量水標に依りて水位を觀測し、尙参考の爲風向、風力、天氣、河水の清濁、流材、舟航、附近の灌溉用水狀況等を記載する。

(2) 高水時の観測 之は主要河川に 1 箇所宛の水位観測所を擇び茲で行ひ各水位観測所に對し水位を指定し、之より水位が上昇した場合には毎時の水位を観測し、尙天氣模様其他河川の狀況等を記載する。

量水標の目盛は寸位迄であるが水位を読むときは可成目分量で分位迄読むことゝしたが水面動搖して分位を読み難い時は寸位に止める、水位観測の成績も観測者に依りて可なり大なる差異がある。

雨量、蒸發量、氣温等の観測では観測時刻の不正確は結果を甚だしく不正確ならしむることがあるが、水位観測に於ては降雨なく水位低き場合には 1 日に於ける水位の變化は極めて僅少のもの故観測時刻の不正確はさ迄の影響はないが、降雨中又は雨後水位の高い時には僅かな時間にも可なり大なる水位の變化がある故、観測時刻の不正確は比較的大なる影響を及ぼす、しかし更に一步進んで考へれば後に述べる様に毎日午前十時の水位に對する流量を求め、之を其日の平均流量と見るのである故水位並流量の變化の激しい時に於ては午前十時の水位に對する流量必らずしも其日の平均流量とはならず、寧ろ他の時刻（之は元より區々で一定しないが）に對する流量の方が其日の平均流量に近い場合もあろう。

10 流 量 測 定

流量測定をなす場所は水位観測所に極めて近い所に擇んだ、尤も測水をなす時の河川の狀況、測水設備の都合で必らずしも常に一定の位置で行ふことはせず其時々に於て最も都合よき所を擇んだが、しかし如何なる場合でも實測した流量は直ちに以て量水標を通ずる河川横断面に於ける流量となし得べきことを主眼とした。

流量測定は測量班員順次各測水所を巡回して之を行ふた、流量の測定は正確なる流量曲線を得るため之を行ふものである故、測水と同時に水位を極めて正確に読むことを必要とする、而して測水中水位の變化を來すことが尠くない故、可成測水開始直前及終了直後に水位を読み、其間に變化あるときは其平均をとりて其時の流量に對する水位とした。

流量測定には流速計測法、浮子測法、堰測法、公式測法、化學的測法等があるが、此内流速計測法が最も正確とされて居る故出來得る限り之に依ることゝし、高水時流速計の使用困難なときには浮子測法を行ひ、其他の方法は一度も之を試みなかつた、流量測定は異なる水位に對しては元より同じ水位に對しても照査のため可成多數回の測水を行ふ方針をとつた、實測回数は第三表の如し。

第三表 測水回数一覽表

		大正七年	大正八年	大正九年	大正十年	大正十一年	計
測 水 回 數	精密法	28	617	627	1,041	487	2,800
	簡略法	—	—	380	639	199	1,218
	浮子法	—	—	41	142	71	254
	合 計	28	617	1,048	1,822	757	4,272

測水所数	12	32	31	31	31	—
一測水所當 測水回数	最多	7	32	76	99	61
	平均	2	19	34	59	28
	最少	1	5	18	29	8

11 流速計測法

使用した流速計は Price 電氣式、同音響式、舊式森式 及新式森式の 4 種である、流速計の使用方法は渡渉測定、舟上測定、筏上測定、橋上測定 及吊箱測定の 5 種を使用した、何れの場合に於ても河川を横斷して距離の目盛ある鐵線を張り、河川の大小に依り 3 尺、6 尺、9 尺又は 12 尺毎に垂線を下し、垂線位置に於ける水深及平均流速を測り水深に依りて河川の横斷面の形を定め、或垂線に於ける平均流速を此垂線と其兩隣の垂線との中央に於ける線に圍まれた面積に乘じ斯の如きものゝ總計をとりて其流量とする。

或垂線内の平均流速を求むる方法は次の 3 種とし、(1) と (2) とは最も多く之を用ひ (3) は稀に用ひた。

(1) 精密法 水面より河底に到る間 0.5 尺又は 1 尺の間隔に於ける流速を測り、之より垂線流速曲線を作り其内の面積を求積器にて測り、之を水深にて割りたるものを平均流速とする。

(2) 二點法 水深の 2 割、8 割、の點に於ける流速を測り其平均流速とする。

(3) 一點法 水深の 6 割の點に於ける流速を測り之を平均流速とする (二點法及一點法を精密法に對し簡略法と稱した)。

或點の流速を測るには其點に流速計を下し 40 秒以上 100 秒位の讀を取り、各流速計の檢定式から作つた表に依り流速を求めた。

12 浮子測法

浮子測法に用ふる浮子には表流浮子、桿浮子、双浮子があり、此内桿浮子が比較的結果がよいと認められて居るが、浮子測法を行ふは高水時流速計の使用不可能なる時が多く、咄嗟の場合桿浮子を得ること難い故凡て木片、竹片其他を表流浮子として使用した、浮子測法を行ふには適當の方法に依り浮子を河中に投下し、ほぼ河身に平行して流下せるものに付一定の間隔を流下するに要する時を測り之より其流速を求め、之に所に依り 0.70-0.80 の係數を乘じたものを浮子が流下した所の平均流速とし、流速計測法の場合に準じ之に斷面積を乘じ其總和をとつて之を流量とする。

13 流量曲線の整定

流量曲線の整定は流量調査の仕事の内で最も重要な而して最も面倒なる事項である故之には大いに心を用ひた。

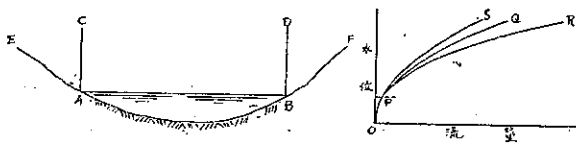
流量曲線の基礎は實測した流量及之に對應する水位である、之等より流量曲線を整定する方法は大體2種ある、即ち一は實測の結果より最小自乘法又は之より簡單なる他の方法に依り流量曲線の方程式を求むるもので、一は専ら圖上に實測點を置き之より流量曲線の形を圖上に作るものである、此2方法は何れも相當廣く行はれ水力調査規程(水力調査書第一卷208-226頁参照)に於ても此2法の何れを用ふべしといふ事は規定してない。

此2方法に於て流量曲線の性質等の研究をなす爲曲線の方程式を必要とする場合もあるが單に水位より流量を求むるために使用する丈の目的に對しては曲線の方程式を求むる方法(之を甲法と稱す)よりも、曲線を圖上に作る方法(之を乙法と稱す)が適當であると著者は信ずる、其理由は要するに乙法は甲法よりも流量曲線の實質を明にし之に適合せしむることが出来るといふ點に在り其主點下の如し。(上の甲法は實測流量と之に對する水位から流量曲線の方程式を求むるものであるが、乙法は後に記す様に實測流量と之に對する水位のみならず、尙河川の斷面の形狀をも考へに入れることの出来る極めて意味の廣いものと解する。)

(1) 乙法は甲法に比し實測の資料を多く取入れ得ること。

甲法に於ては流量曲線の方程式を作るに使用する實測資料は實測流量と之に對する水位のみで之以外の資料は式の中に入らぬ方法がないが、乙法に於ては實測流量と之に對する水位の外量水標位置に於ける河川斷面形狀並平均流速等をも計算に入れることが出来る(其方法は後に述べる)。此事は非常に重要なことであつて流量を實測した水位より高い水位に對し流量曲線を延長する場合には特に其必要を感ずる。

例へば第一圖の如き河川があり流量を實測したのは水面が AB 線以下にあるときに限り、之より更に上に流量曲線を延長する必要があるものとすれば AB より上の兩岸が $CABD$ の



第一圖

如く屹立して居るときも、 $EABF$ の如く開いて居るときも甲法に依れば同じ流量曲線 OPQ を得るが、乙法に依れば斷面形を考へ入れるから此兩者に對し異つた、而して

甲法に依るよりも妥當な曲線 ($CABD$ に對しては OPS , $EABF$ に對しては OPR) を得ることが出来る。

(2) 乙法は甲法に比し實測の結果に適合する流量曲線を作り得ること。

甲法に於ては最初に流量曲線の方程式の形を假定してかゝるが、普通使用されて居る様な形式の方程式に於ては其表はす曲線の性質は一定して居り、河川の斷面が矩形、梯形、三角形、拋物線形等の規則正しきものであり、且量水標の上下流相當の距離に亘つて河川の斷面

勾配等が一定であれば理論的にも又實際に於ても流量曲線の方程式は實際の河川に適合するものであるが、實際の河川に於ては第一断面の形が不規則であり、又量水標の上下流に於ける河川の勾配等が不規則である故必ずしも方程式の與ふる曲線と同性質の曲線となるとは限らない、其最も著しき例は量水標の下流に洲の如きもの（水面に現はれないでも）がある場合で、此場合には低い水位に對し流量曲線の曲率が著しく大であるが、少し高い水位及之以上に對しては急に率が小となり、其曲線の性質は普通流量曲線の方程式として使用されて居るものに比し著しい差異がある、此事は驛館川水系第一號測水所、北川水系第一號測水所等に於ける實例に依つても疑ふ餘地はない。

之は最も著しい例であるが其他にも流量曲線の曲率が極く低い水位に對して比較的大で、之より稍高き水位に對し反つて小となり、又次第に大となる様な例は往々見る所であり、斯の如き場合にも普通使用されて居る流量曲線の方程式は到底完全に當て嵌まるものでない。

之を要するに實際の流量曲線は必ずしも方程式に依つて表はるゝ様なものとは限らず、而も甲法では曲線の性質が式に依つて定められ此範囲外に出ることが出来ないが、乙法に於ては斯の如き制限がなく如何様にでも作られる故、少くも觀測水位から流量を求める上に於てはより實際に近いものを作り得る。

世間では往々單に圖表に曲線として表はすよりも方程式の方がより正確な様に考へることもあるが、之は流量曲線が正確であるといふことは之に依つて求めた流量が實際の流量に近いといふことを忘れ、反つて計算すれば幾術も細い所迄算出し得るといふことゝ考へた結果であつて元より取るに足らない。

之を實際甲法を使ふ場合に就て考へても甲法に依りて流量曲線を作る場合、最小自乗法に依り或は其他の方法に依つて曲線の方程式を作り之を圖上に描き實測の結果と對照して見て適當と考へれば之を採り、不適當と考ふれば之を捨て更に方程式の形式を改めて試みるのである故、最後の決定は結局目で見た場合の判斷に在り、曲線の方程式は乙法に依る場合雲形定規を使用する代りに使用さるゝ程度のものたることが知られる（流量曲線の方程式を作ることは流量曲線が大體如何なる性質のものであるかを研究する上には元より甚だ重要なものであるが、單に實際使用する場合に最もよく適合する曲線を作るといふ上からいへば上述の如き結論を得る、此兩者は全然異なるもの故混同してはならない）。

(3) 乙法は甲法に比し全體の可否を見易し。

甲法では實測流量と之に對する水位から曲線の方程式を作る故平均流速が如何であるといふ様なことを知ることが出来ないが、乙法に於て補助として斷面積曲線、平均流速曲線等を使用すれば種々の水位に對する平均流速を知ることが出來、從つて此平均流速等を大體妥當な値とすることが出来る、又河川の實況より流量曲線の大體の性質を知ることが出来る場合

には之に適合させることが出来る。

流量曲線の方程式を普通行はるゝ形式とし、比較的低い水位に於ける實測の結果より曲線の方程式を求むるとき高い水位に對する流量が過大となるやうに考へられる、現に著者の知つて居る或場合の如きは方程式から算出した洪水量は後に實測した結果の5倍以上なりし例があり、又本邦に於て年流出係数が100%を超過する例の多いのは誤差の原因多々あるべきも、其一として流量曲線の方程式を過重することを看過してはならぬと思ふ。

(4) 乙法は甲法に比し曲線變化せるとき其原因等を明にし易し。

流量曲線變化の原因は(イ)量水標位置に於ける河川斷面の變化、(ロ)量水標の上下流に於ける河況の變化、(ハ)上記二者の混合の3種に在るが、甲法に於ては變化の原因が何れに在るかを問はず新に曲線を作ることゝを要するが、乙法では其變化の原因が(イ)(ロ)(ハ)に在るに従ひ夫々斷面積曲線、平均流速曲線を變更することに依りて流量曲線を變更することが出来る故河況變化前後の曲線の間に關係があり曲線變化後の實測資料少なきときも比較的妥當な曲線を作り得る。

(5) 曲線整定の手數。

以上述べた所に依り事柄の性質上甲法より乙法を可とすることが知れたが、曲線整定の手數のことも全然看過する譯には行かない、甲法を用ふるとしても最小自乘法を用ふる場合と之より簡易なる方法を用ふる場合とは手數が甚だしく異り、乙法を用ふるにしても其方法に依り可なりの差異がある、實際甲法で最小自乘法を用ふるもの最も手數を要し、乙法に於て平均流速曲線、斷面積曲線を用ふるもの之に亞ぎ、甲法の簡易なるものが最も手數を要さぬ様であるがしかし結局五十歩百歩で此手數の爲乙法を排し甲法を採らねばならぬといふ事は絶対に無い。

14 實際に使用した流量曲線の整定法

水力調査に於ては曆年に依り1年分宛の實測結果を纏め翌年の初めに流量曲線を整定し尙其他の計算を行つた、流量測定は大正七年秋季より同八年春季迄の間に之を開始し、之等は、大正八年末で一先締切り其結果に依つて各測水所に於ける流量曲線を整定し、大正九年以後は實測の結果と既整定の曲線とを比較し其よく適合するものは既整定の曲線を其儘使用し、一部分適合せざるものは其部分丈けを訂正し全部適合せざるものは根本的に作り改める方針を採つた。

流量曲線の整定に當つては第一實測結果の鑑別を行ひ、次に曲線整定に採用すべき實測結果の多少等に依りて曲線整定に斷面積曲線、平均流速曲線を用ふるか又は後に述ぶる Steven の方法に依るかを定めた。

15 實測結果の鑑別

流量曲線の整定に着手するに當り第一に行ふべきことは實測流量の鑑別である、實測結果の鑑別をなす目的は(1) 實測結果に誤差の有無を鑑別し誤れるものゝ内訂正し得るものは訂正し、然らざるものは捨てること、(2) 實測の結果に依り流量曲線が1となるか又は之以上となるか、2以上の曲線となるとすれば其適用期間も決定することである。

實測結果の鑑別をなすには流量曲線と同様水位を縦軸に、流量を横軸に取り(此軸のとり方は米國式で歐洲では此反對にする)實測結果の點を置く、此場合

- (1) 點が整然と1の曲線を形作る
- (2) 點が2又は2以上の曲線を形作る
- (3) 點が多數の群となる
- (4) 點が雜然と散在する

となるが(1)の場合には實測の結果に特別に不正確なものがない限り1の曲線をなすものと認めることが出来るが、(2)(3)(4)の場合では直ちに曲線を決定することが出来ない故各點につき實測年月日の順に番號を打ち順次直線で連結し、又流量實測が流速計に依るか、浮子に依るかに依り、又流速計に於ても機械が異れば之に依り點を區別して見る、斯の如くするとき(2)の場合に於て最も多く起るのは流量測定の方法、又は使用した流速計に依つて點が別々の曲線を形作る場合で、此場合には流速計の係數又は浮子測法の係數に誤あるものと認められる故其最も正しいと認むるものを採り、他は訂正を加へて採用し得るものは訂正の上採用し然らざるものは捨てる、又時に依つて流速計等に依つて別れず測定の時 period に依つて別れることがある、此場合には曲線が變化したことが知られる、而して曲線變化の時期は日々の水位觀測の結果を参照して定める、(3)の場合は大體(2)の場合と同様であるが、流量を實測したときの水位の範圍が狭い結果であることが多い故(2)の場合に倣つて取扱ふ。

(4)の場合は流量測定を行つた時の水位の範圍が狭い爲起ることが多いが尙種々の誤差が錯綜せることもあり、或は河床常に變化するに依ることもあるが相當廣い水位の範圍に亘つて流量を實測し、而も實測點が測定年月日にも又測水方法、流速計種類等にも關係なく雜然と散在する様なことは河床が常に變化する場合の外殆んど無いといふことが出来る。

尙九州に於て時に少數の實測點が他の點より上に(軸は前述の如く採る)飛び離れてあることがあるが、之は主として流材が滯積したため水位が上昇した場合である。

16 流量曲線整定法其一

前述の如くして點の鑑別を行ひ1の曲線を形作ると認めた點が相當多數あり、而も其點が相當廣い水位の範圍に對して在るとき用ゆる方法を假りに流量曲線整定法其一と呼ぶ、此方

法に於ては先づ別に行つた量水標位置に於ける河川の横断面圖から水位と横断面積を表はす曲線（断面積曲線）を作る、其方法は最低水位以下の或水位に對する河川の横断面積を求積器を用ひ、又は其他の方法に依つて横断面圖から求め、此水位より最高水位迄の水位毎尺に對する水面幅を求め置き、之より第四表の如くして水位毎尺に對する横断面積を求め、水位

第四表 流量曲線計算表

（流量曲線整定法其一に依るもの）

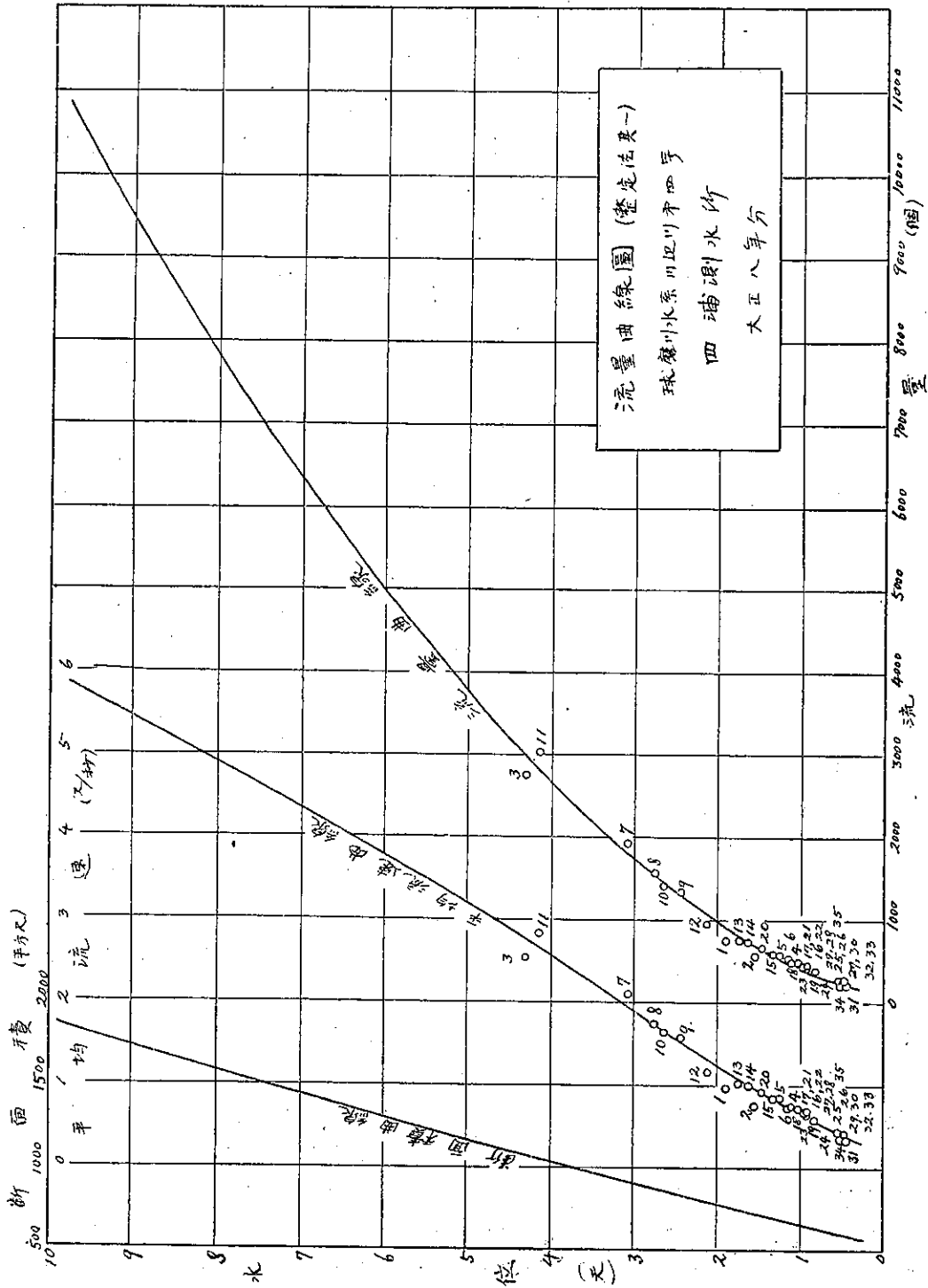
球磨川水系川邊川第四號四浦測水所（大正八年分）

水位 I	水面幅 II (圖よりとる)	梯形面積 $III = \frac{1}{2} (II_n + II_{n+1}) \times (I_{n+1} - I_n)$	断面積 $IV = \sum_0^n III$	平均流速 V (平均流速曲線よりとる)	流量 VI = IV × V
尺	尺	平方尺	平方尺	尺/秒	個
0.3	125.0	50.0	569.4	0.32	182.2
0.7	125.0	37.5	619.4	0.49	303.5
1.0	125.0	126.5	656.9	0.65	427.0
2.0	128.0	129.8	783.4	1.23	963.6
3.0	131.6	132.5	913.2	1.88	1,716.8
4.0	133.4	134.2	1,045.7	2.57	2,687.4
5.0	135.0	136.0	1,179.9	3.20	3,775.7
6.0	137.0	138.0	1,315.6	3.77	4,960.9
7.0	139.0	139.7	1,453.9	4.32	6,280.8
8.0	140.5	142.2	1,593.6	4.87	7,760.8
9.0	144.0	118.4	1,735.9	5.43	9,425.9
9.8	152.0		1,854.3	5.84	10,829.1

備考 水位 0.3 尺に對する断面積 569.4 平方尺は量水標位置に於ける河川横断面圖より求積器を用ひて測定せるものなり。

を縦軸に横断面積を横軸にとりて點を置き之を連ねて 1 の曲線を描けば断面積曲線を得る、(第二圖参照)断面積曲線の各點に切線を引くとき其傾斜は其點の水位に相當する水面幅に比例するものである故、兩岸屹立し水面幅に變化なき部分に對しては断面積曲線は 1 の直線であり、普通の河川の如く水位が高くなるに従ひ水面幅が増す場合には切線の傾斜は次第に増し、曲線は水位軸の方に凸面を向けて曲線となるが實地上其曲率が少く直線に近いのが普通である。

斯の如くして断面積曲線が出来れば次に實測流量をとり其對應する水位に對する断面積を断面積曲線から求め之で流量を割つて量水標位置に於ける平均流速を求め、(第五表参照)水位を縦軸に平均流速を横軸にとつて點を置き之等の點を平分する 1 の曲線を描けば之が平均流速曲線である、(第二圖参照)實測の結果から求めた點が在る部分に對し平均流速曲線を引くことは極めて容易であるが、實測の結果は流量曲線を整定せんとする最低水位より最高



第 二 圖

第五表 平均流速計算表
(流量曲線整定法其一に依るもの)

球磨川水系川邊川第四號四浦測水所 (大正八年分)

番號	實 測			斷面積	平均流速	番號	實 測			斷面積	平均流速
	年 月 日	水位	流量				年 月 日	水位	流量		
1	7 10 1	1.90	742	773	0.96	19	8 10 10	0.83	371	638	0.58
2	10 2	1.55	556	728	0.76	20	10 13	1.48	663	720	0.92
3	10 8	4.30	2,737	1,085	2.52	21	10 14	0.96	411	655	0.63
4	8 4 19	1.10	490	671	0.73	22	10 14	0.93	410	650	0.63
5	5 10	1.25	561	680	0.82	23	10 14	0.90	403	646	0.62
6	5 29	1.15	507	671	0.72	24	10 15	0.85	382	641	0.59
7	7 16	3.07	1,921	922	2.08	25	11 28	0.55	262	604	0.43
8	7 19	2.78	1,539	885	1.74	26	11 29	0.47	256	593	0.43
9	7 22	2.45	1,308	842	1.55	27	11 29	0.51	256	599	0.43
10	7 25	2.65	1,403	867	1.62	28	11 29	0.51	261	599	0.44
11	8 4	4.14	3,004	1,060	2.83	29	12 2	0.45	243	592	0.41
12	9 10	2.12	915	800	1.14	30	12 2	0.45	249	592	0.42
13	9 11	1.75	765	754	1.01	31	12 12	0.45	199	592	0.34
14	9 11	1.62	728	737	0.99	32	12 13	0.45	214	592	0.36
15	9 15	1.33	590	700	0.84	33	12 16	0.45	204	592	0.34
16	9 28	0.91	440	647	0.68	34	12 26	0.55	236	604	0.39
17	9 29	0.97	429	655	0.66	35	12 27	0.51	203	599	0.34
18	9 30	1.04	473	664	0.71						

水位に到らない場合が多い故、普通平均流速曲線は實測點のある所より上下に延長する必要がある、此際標準とすべきは下の 3 項である。

(1) 大體に於て平均流速曲線は水位軸の方に凹面を向け稍拋物線に似た弱く彎曲せる曲線なること(洪水時水位上昇の際と降下の際と平均流速が異なる結果平均流速曲線が loop をなすこともあるが、此點は考へず單に各水位に對する平均流速の平均値を考へる)。

(2) 量水標の下流に洲の如きものがあり、瀾水をなす傾向ある部分に對しては平均流速は逆に水位軸に凸面を向けたものとなることがある。

(3) 各水位に對する平均流速の値は妥當でなければならぬ(例へば洪水時の平均流速が 0.5 尺/秒であつたり、瀾水時の平均流速が 30 尺/秒であるといふ様なことは普通妥當といへない)。

斯くの如くにして平均流速曲線を引いた後は之に依り水位毎尺に對する平均流速を求め、之に水位毎尺に對する横斷面積を乗じて流量を求め、(第四表参照) 流量曲線の大體の形を描き、尙之に實測流量と之に對する水位に依つて點を置き流量曲線に誤なきやを照査する(第二圖参照)。

流量實測の結果が流量曲線を要する最高水位から最底水位迄あるときは取て斷面積曲線、平均流速曲線を作る必要はなく、實測の結果水位と流量に依り點を置き之を平分する曲線を引けばよい、併しながら斯の如きは稀有のことであつて普通は流量曲線を實測點の上下に多少なりとも延長する必要がある、而して多少なりとも延長する必要があるとすれば平均流速並斷面積等の關係を見ずに延長するよりも、之を見て延長する方がより妥當なものを得らるゝことは明である。

流量曲線の大體の形は上の如くにして定まるが、之を用ひて觀測水位に對する流量を出す場合に單に圖上に描いた曲線よりするのは不便且正確故、之を數字で表はした表即ち流量表とするのが便である、それには水位毎寸に對する流量を圖上から求め表示し、水位差1寸に

第六表 流 量 表

球磨川水系川邊川第四號四浦測水所（大正八年分）

水位	流量	流量差	水位	流量	流量差	水位	流量	流量差	水位	流量	流量差
尺	個	個	尺	個	個	尺	個	個	尺	個	個
0.3	182		2.8	1,547	81	5.3	4,121	116	7.8	7,451	152
4	208	26	9	1,631	84	4	4,238	117	9	7,605	154
5	237	29	3.0	1,717	86	5	4,356	118	8.0	7,760	155
6	269	32	1	1,805	88	6	4,475	119	1	7,918	158
7	304	35	2	1,895	90	7	4,595	120	2	8,079	161
8	343	39	3	1,987	92	8	4,716	121	3	8,242	163
9	385	42	4	2,082	95	9	4,838	122	4	8,407	165
1.0	429	44	5	2,179	97	6.0	4,961	123	5	8,574	167
1	474	45	6	2,278	99	1	5,086	125	6	8,743	169
2	521	47	7	2,378	100	2	5,213	127	7	8,913	170
3	571	49	8	2,479	101	3	5,341	128	8	9,083	171
4	621	51	9	2,581	102	4	5,471	130	9	9,254	172
5	674	53	4.0	2,684	103	5	5,603	132	9.0	9,462	172
6	728	54	1	2,788	104	6	5,776	133	1	9,598	173
7	784	56	2	2,893	105	7	5,870	134	2	9,771	174
8	842	58	3	2,999	106	8	6,006	136	3	9,945	175
9	902	60	4	3,107	108	9	6,143	137	4	10,120	176
2.0	964	62	5	3,216	109	7.0	6,281	138	5	10,296	177
1	1,029	65	6	3,326	110	1	6,421	140	6	10,473	178
2	1,096	67	7	3,437	111	2	6,563	142	7	10,651	179
3	1,165	69	8	3,549	112	3	6,707	144	8	10,830	180
4	1,237	72	9	3,662	113	4	6,852	145	9	11,010	181
5	1,311	74	5.0	3,776	114	5	6,999	147	10.0	11,191	
6	1,387	76	1	3,890	114	6	7,148	149			
7	1,466	79	2	4,005	115	7	7,299	151			

對する流量差を求め之が無理なく増加する様ならばよいが、普通圖から取つただけでは水位の増すに従ひ或は増し、或は減する等不規則なことが多い故流量曲線が實測の結果をよく平分し且流量差が順次増加する様修正を加へ、かくて實際に使用するべき流量表を得る（第六表参照）、此流量差を設くることは一には流量曲線の細部を妥當ならしめ、一には分位ある水位に對する流量算出を便にする爲甚だ必要なことである。

17 流量曲線整定法其二

流量曲線を作るに當り實測結果が比較的充分であれば前節に於て述べた通りにして曲線の整定を行ふが、流量實測の結果は場合に依り必ずしも充分でないことがある、此場合にも上の方法に依つて曲線を整定すれば出来ぬことはないが、平均流速曲線が甚だ不正確となる虞がある故 Steven の方法 (Hoyt & Grover; River discharge p.101) を使用する、此方法の原理は Chezy の公式

$$v = c\sqrt{rs}$$

より

$$Q = Ac\sqrt{rs}$$

とし此 c (常數) と s (水面勾配) を常數、又

$$r \text{ (平均浸深)} = d \text{ (平均水深)}$$

とすれば

$$Q = KA\sqrt{d} \dots\dots\dots (1)$$

又は

$$\frac{Q}{A\sqrt{d}} = \text{常數} \dots\dots\dots (1')$$

(但 v = 流速; Q = 流量; A = 河川横斷面積; K = 或常數) といふ關係を得る所から出たもので實測流量 (Q) と、之に對應する水位に對し河川横斷面圖から計算した $A\sqrt{d}$ を表す點を圖示すれば之が直線を形作るといふことに在る。

實際の計算に當つては先づ量水標位置に於ける河川横斷面圖から水位毎尺等に對する横斷面積と其水面幅を求め、之より平均水深及 $A\sqrt{d}$ を求め (第七表参照)、次に第三圖の如く下邊に水位を、又右邊に $A\sqrt{d}$ をとり點を置き之を連ぬると水位と $A\sqrt{d}$ との關係を表はす曲線 (水位 $A\sqrt{d}$ 線) を得る而して此曲線の下端は瀧水の出來ない所では河川横斷面に於ける最底點に對する量水標の指度、又瀧水の出來る所では流量が零となるとき水位に對する $A\sqrt{d}$ の値を零として定める、次に同じ紙の下邊に流量の目盛を置き之と先に紙の右邊にとつた $A\sqrt{d}$ の目盛に依つて實測流量 (第八表参照) の點を置く、それには先づ實測流量に對する水位を下邊の水位の目盛中に取り之に垂線を立て水位 $A\sqrt{d}$ 線に交はらしむれば此水位に對する $A\sqrt{d}$ の値が出る故、此交點を通じて水平線を引き別に下邊流量の目盛に實測

第七表 流量曲線計算表

(流量曲線整定法其二に依るもの)

一瀬川水系一瀬川第二號村所測水所 (大正八年分)

水位 I	水面幅 II (尺) (L_n)	梯形面積 III = $\frac{1}{2} \times (L_n + L_{n+1})$ 平方尺	断面積 (A) IV = \sum_0^n III 平方尺	平均水深 (d) V = $\frac{IV}{II}$ 尺	\sqrt{d} VI = \sqrt{V}	$A\sqrt{d}$ VII = $\frac{IV}{VI}$	流量 VIII (個) ($\frac{IX}{VIII}$)	平均流速 IX 尺/秒 = $\frac{IX}{VIII}$
1.0	119.0	120.50	851.00	7.15	2.67	2,272	90	0.11
2.0	122.0	124.25	971.50	7.96	2.82	2,740	592	0.61
3.0	126.5	129.00	1,095.75	8.65	2.94	3,222	1,228	1.12
4.0	131.5	133.75	1,224.75	9.31	3.05	3,735	1,920	1.57
5.0	136.0	140.00	1,358.50	9.98	3.16	4,293	2,618	1.93
6.0	144.0	146.00	1,498.50	10.40	3.22	4,825	3,450	2.30
7.0	148.0	149.00	1,644.50	11.11	3.33	5,476	4,320	2.63
8.0	150.0	150.75	1,793.50	11.95	3.46	6,206	5,270	2.94
9.0	151.5	150.75	1,944.25	12.83	3.58	6,960	6,340	3.26

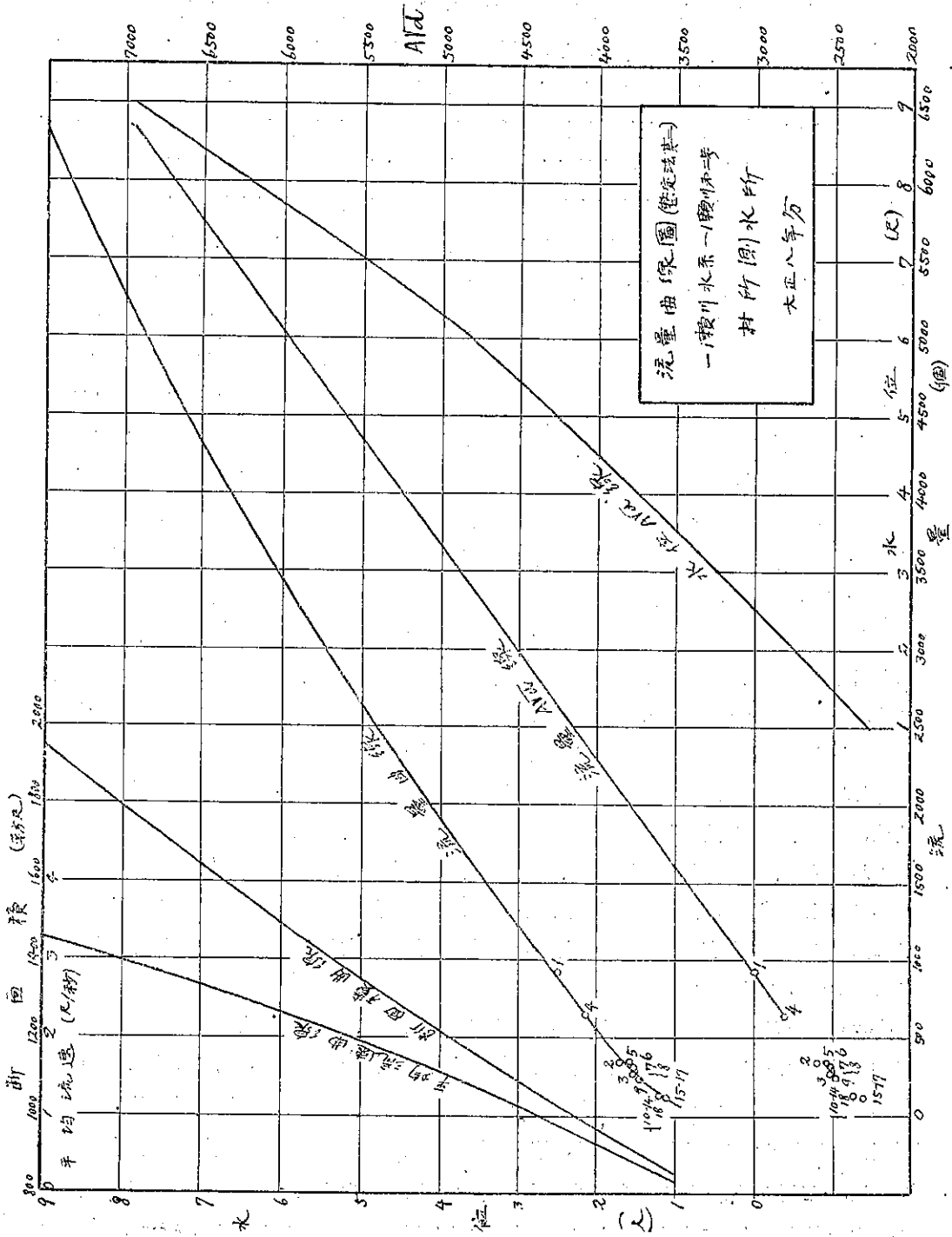
第八表 實測流量表

一瀬川水系一瀬川第二號村所測水所 (大正八年分)

番 號	年 月 日	水 位 尺	流 量 個	番 號	年 月 日	水 位 尺	流 量 個
1	8 3 16	2.50	918	10	8 11 22	1.20	128
2	5 24	1.70	341	11	11 22	1.19	128
3	6 8	1.52	266	12	11 23	1.19	124
4	7 29	2.12	647	13	11 24	1.18	119
5	10 19	1.57	349	14	11 24	1.17	119
6	10 20	1.52	311	15	12 11	1.10	108
7	10 20	1.51	288	16	12 12	1.07	110
8	10 21	1.50	284	17	12 12	1.07	109
9	10 22	1.47	243	18	12 26	1.20	122

流量をとり、之に垂線を立て上の水平線との交點に點を置く、斯様にして各實測流量及之に對する水位に依つて置いた點は流量と $A\sqrt{d}$ とを表はす點で、之は1の直線を形作る性質のもの故之等の點を平分して1の直線を引けば之が量水標位置に於ける流量と $A\sqrt{d}$ の關係を表はす曲線流量 $A\sqrt{d}$ 線である、九州に於て行つた經驗に依るに以上の如くして置いた點は

- (1) 正しく1の直線を形作る場合
 - (2) 上部は1の直線を形作るが下部は稍下に向つて屈曲する場合
- の2の場合があり之より不規則になることは餘り無い。



第三圖

(1) の場合では結果は豫期した通りである故全體の點を平分する直線を引けば求むる流量 $A\sqrt{a}$ 線となるが、(2) の場合では點全體を平分する様に線を引く場合と、上半の直線的に排列された部分のみを平分する様に引く場合と、結果に大なる差異が生ずるが此場合には下向きに屈曲して居る部分は除き上半の直線を形作る部分のみを平分する様に直線を引くべきである、何となれば Steven の方法は Chezy の式を基として居り、且瀧水の傾あることを豫想して居ないから河床が不規則に凹凸あるとき相當水位高く、河床の凹凸がさしたる影響を及ぼさぬ場合には適合するが、水位低く且瀧水の傾あるときは適用し難く、此場合には直線よりも下向きに屈曲することも容易に考へられる所である、〔下流に浅き部分があれば水位低きときは瀧水の傾を生ずる、而して此場合には下流の浅き部分で水位流量の關係が定められ茲に普通の流量曲線に於ける様な關係が成り立つ、従つて其上流の深い部分では横斷面積が比較的大である故水位の變化に對し平均流速並に流量の變化が小で、即ち平均流速曲線も流速曲線も縦軸（水位軸）となす角が小となる、此事は流量 $A\sqrt{a}$ 線に就ても全く同様で瀧水ある場合には $A\sqrt{a}$ の値の變化に對し流量の變化が小である故流量 $A\sqrt{a}$ 線が縦軸（ $A\sqrt{a}$ 軸）となす角が小となり即ち線は下向きに屈曲する〕實際經驗した所に依ると Steven の方法に依つて流量曲線を作つた場合、實測の結果なき高い水位に對する流量はどちらかといへば少く出勝ちである、流量が少く出るといふことは流量 $A\sqrt{a}$ 線が流量軸（横軸）となす角が過大であるといふことで、語を更へて言へば實測點が眞に直線を形作る部分を平分する直線を引く代りに、之より稍下方下向きに屈曲した部分に切線を引いた結果といふことが出来る故、上に述べた (2) の場合の流量 $A\sqrt{a}$ 線の引き方に就ては疑ふ餘地はないことと思ふ。

斯の如くして流量 $A\sqrt{a}$ 線が出来れば之と水位 $A\sqrt{a}$ 線とから凡ての水位に對する流量が求められるのであるが、此儘では使用に不便故之より水位對流量の關係を表示し置き、之を曲線にして即ち流量曲線を作るのが便である、而して流量曲線が出来たならば之と斷面積曲線とから逆に平均流速曲線を作りて平均流速の値が妥當か否かを檢することを忘れてはならない（第七表参照）、尙流量曲線が出来たならば流量曲線整定法其一に述べたと同様水位毎寸に對する流量差を有する流量表を作り、曲線の細部を妥當ならしむることは缺ぐべからざることである（第九表参照）。

Steven の方法と流量曲線整定法其一に述べた方法を比較するに後者は平均流速曲線延長に關し多少の假定ある外殆んど假定がない故全く實際に依つて居るが、前者では流量 $A\sqrt{a}$ 線が直線であるとの大なる假定が入つて居る、而して此方法では水位 $A\sqrt{a}$ 線に依つて河川横斷面の形を考へに入れてある故、第 13 節に甲法として述べた流量曲線の方程式を求むる方法、又は往々用ひらるゝ logarithmic paper を用ひて水位と流量に依り點を置き、之を平分する直線を引いて流量曲線とする方法等に比し遙に現場の資料を多く取入れ得る利益が

ある、且前にも斷つた様に此方法は曲線整定法其一を用ふるとしては實測の資料少く平均流速曲線の延長甚だ曖昧なる場合にのみ使用するものであつて、資料の不足をば流量 $A\sqrt{v}$ 線が直線であるといふ假定で補ふのが此方法の主要點である。

第九表 流 量 表

一瀬川水系一瀬川第二號村所測水所 (大正八年分)

水位	流量	流量差	水位	流量	流量差	水位	流量	流量差	水位	流量	流量差
尺	個	個	尺	個	個	尺	個	個	尺	個	個
0.9	52		3.2	1,362	67	5.5	3,050	78	7.8	5,073	97
1.0	90	38	3	1,429	67	6	3,128	78	9	5,171	98
1	135	45	4	1,497	68	7	3,207	79	8.0	5,270	99
2	181	46	5	1,565	68	8	3,287	80	1	5,370	100
3	228	47	6	1,634	69	9	3,368	81	2	5,472	102
4	277	49	7	1,704	70	6.0	3,450	82	3	5,576	104
5	327	50	8	1,775	71	1	3,533	83	4	5,682	106
6	378	51	9	1,847	72	2	3,617	84	5	5,789	107
7	430	52	4.0	1,920	73	3	3,702	85	6	5,897	108
8	483	53	1	1,993	73	4	3,788	86	7	6,006	109
9	537	54	2	2,066	73	5	3,875	87	8	6,116	110
2.0	592	55	3	2,140	74	6	3,962	87	9	6,227	111
1	651	59	4	2,214	74	7	4,050	88	9.0	6,340	113
2	712	61	5	2,288	74	8	4,139	89			
3	774	62	6	2,363	75	9	4,229	90			
4	837	63	7	2,438	75	7.0	4,320	91			
5	901	64	8	2,513	75	1	4,411	91			
6	966	65	9	2,588	75	2	4,503	92			
7	1,031	65	5.0	2,664	76	3	4,593	93			
8	1,096	66	1	2,740	76	4	4,690	94			
9	1,162	66	2	2,817	77	5	4,785	95			
3.0	1,228	67	3	2,894	77	6	4,880	95			
1	1,295	67	4	2,972	78	7	4,976	96			

18 水位の鑑別及流量の算出

連続的に流量の調査をなすには日々水位を觀測し流量曲線 (又は流量表) に依り此水位に對する流量を求めらるるのである、水力調査に於ては水位觀測者が毎日午前十時の水位を觀測し之を報告し、此水位に依り其日午前十時の流量を求めらるのであるが、觀測者の報告する水位は觀測の際の誤差のあることもあり、又觀測には誤差がなくとも流材が滯積し水位異常に上昇し、水位と流量の關係は流量曲線の表はずものと著しく異なる場合の如く水位其物に訂正を

加ふる必要あることがある、此故に観測者の報告は必らず一度之を充分に審査すべきで、其方法は水位を縦軸に日を横軸に取り観測水位を圖示し、即ち所謂水位圖を描き尙之に降雨の模様等もわかれば之を記し、之を同一河川の上下流に在るものは之より可成關係の深い河川のものに就て比較するのである、此際特殊の場合を除き流域内に降雨がなければ流量は漸次減少するといふことを念頭に置くことが必要である、斯くすれば誤差は自ら明となり又流材等のため水位が上昇した様なことも或點迄は知らるゝものである故之を適當に訂正する。

斯の如く訂正を加ふべき水位に訂正を加へたる上は此水位と流量曲線（又は流量表）とを對比して流量を求める、流量表には水位毎寸の流量と其流量表を記してある故分位のない水位に對しては直ちに流量を求むることが出來、分位のある水位に對しては其分位をとりたる水位に對する流量を表から求め、之と其流量差に分位の數を乗じたるものとを加ふれば容易に求められる。

19 河況變化する場合

以上述べた所は流量曲線の整定に就ては先づ流量實測の結果の鑑別を行ひ、或期間内に 1 又はそれ以上の流量曲線が出來るとしても、日々流量の算出に就き使用する流量曲線は明かに定まつて居るものとした場合の方法である、或期間内に流量曲線が 1 であれば問題は極めて簡單であるが、2 以上となれば各流量曲線の適用期間換言すれば河況變化の時期を決定するのが一の重要な問題であり、更に河況常に變化し實測水位及流量に依り置いた點が不規則に散在する様な場合には水位より流量を求むる方法は更に複雑な問題となる。

20 2 個以上の流量曲線を生ずる場合

例へば或 1 年間の測水の結果から流量曲線を作る場合に、先に述べた點の鑑別に依り實測點が測定時期に依り、2 又はそれ以上の曲線をなす場合には各群に就て曲線を作らねばならない、而して各群の實測點の多少に依つて先に述べた 2 法の 1 を擇ぶべきである、尙此際流量曲線變化の性質に關し次の諸項を念頭に置くことを要する。

(1) 流量曲線が變化する場合、曲線の形の變化は少く水位軸の方向に對し曲線全體として移動するものなりとの考へがあるが必らずしも左様でない。

(2) 流量曲線の極一小部分丈けが變化することがある。

(3) 量水標位置の前後に於ける河床の狀況が變化した場合にも量水標位置に於ける斷面積曲線の變化は明でないことが多く、どちらかといへば量水標前後の河床勾配の變化に依り平均流速曲線に變化を來すことが多い、其最も著しい例は量水標の下に洲の如きものが出來たり失せたりする場合で、洲が出來たときは低い水位に對する流量曲線が水位軸となす角が小である。

之に依つて流量曲線の整定が出来た場合次に決定すべきは各曲線の適用期間である、曲線變化（換言すれば河床状況の變化）が極めて短期間に起り、且變化中又は前後に流量測定の結果が比較的多い場合には變化の時期は明に知られるが、さもない場合には簡単に定まらないが下の諸項に従つて決定する。

(1) 甲の流量曲線が乙の曲線に變つたとき變化の時期は甲の曲線に屬する最後の流量測定月日と、乙の曲線に屬する最初の流量測定の日との間に在る。

(2) 曲線變化の主たる原因をなす河床状況の變化を實地に就て明にし其起つた年月日を調べる。

(3) 水位觀測の結果を圖示しおき其状況を研究する。

(4) 従來流量曲線變化の時期は洪水時に在りとする傾向があつたが洪水時に變化する場合は元より多いが、洪水時以外に於ても河床状況の變化することが少くない（例へば渇水時に砂礫がたまつて河床が高くなる様な場合がある）。

(5) 實際は某月某日迄甲の曲線が適用され、翌日から乙の曲線となるといふ譯には行かず、甲の曲線から乙の曲線に變る中間の幾日かは曲線が漸次變化することがあるが、斯の如きことは明にわかり難い故適當の日で兩曲線適用期間の區切りをする（場合に依つては次に述べる河床常に變化する場合の方法を適用する）。

(6) 甲乙 2 曲線變化の時期が某月某日から何月何日迄幾日間の間に在ることが知れ、其内の何れの日かが明かでないときは此期間の水位に對し甲乙 2 曲線を使用し、2 種の流量を算出し置き其變化の様子が最も妥當である様に適用期間の區切りを生ずるのも一の方法である。

21 河況常に變化する場合

九州の例でいへば河床河岸共火山灰から成つて居る菱田川の如きは河床が常に變化し、従つて流量曲線が變化する、之等の河川に於て實測流量並水位に依つて點を置けば極めて不規則に散在する、此場合に理想からいへば毎日流量を測定せねばならないが、それは實際上不可能のこと故可成測水を多く行ひ尚水位から流量を求むるに就ては多少の考慮をせねばならない。

一般に河床常に變化するとき水位から流量を求むる方法中普通用ひらるゝものは下の 3 種である。

(1) 流量曲線を多數作ること、之は流量實測の結果を圖示した場合不規則に散在するとしても、其内時期の近い縁の近いものを纏めて多數の曲線を作るので其方法は已に述べた通りである。

(2) Stout の方法 (Hoyt & Grover; River discharge p. 104), 之は観測水位に更正を加へ1の流量曲線を適用せんとするものである, 即ち實測結果を綜合して或1の標準流量曲線(又は流量表第十一表参照)を定め置き實測流量を之に對比して之に對する水位を求め, 之と流量實測の際の水位との差をとり(第十表参照)之を水位の更正とする, 實測流量に對し

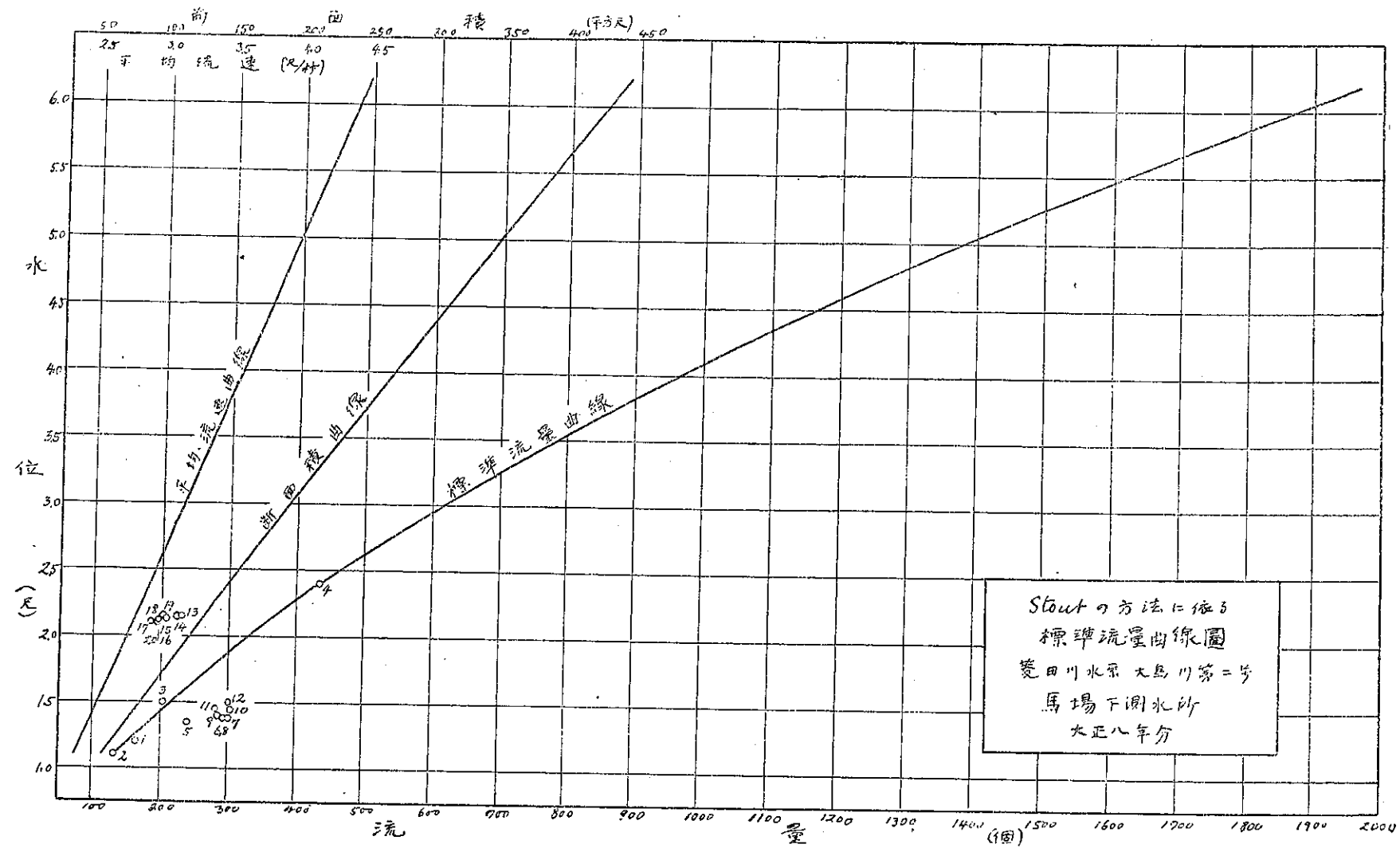
第十表 實測流量及水位更正表

菱田川水系大鳥川第二號馬場下測水所(大正八年分)

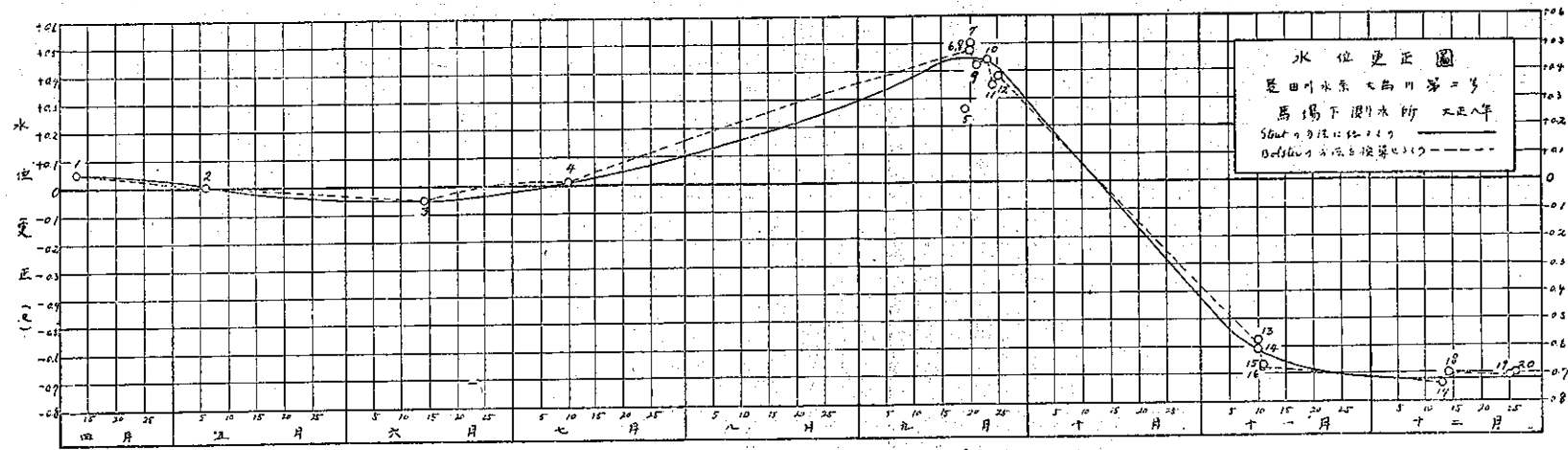
番 號	月 日	水 位	流 量	對應水位	水位更正
1	4 13	$\overset{R}{1.20}$	161 ^測	$\overset{R}{1.25}$	$\overset{R}{+0.05}$
2	5 6	1.10	130	1.10	0
3	6 14	1.50	203	1.45	-0.05
4	7 10	2.40	434	2.41	+0.01
5	9 19	1.35	238	1.61	+0.26
6	9 20	1.38	293	1.85	+0.47
7	9 20	1.38	300	1.88	+0.50
8	9 20	1.38	294	1.85	+0.47
9	9 21	1.40	285	1.82	+0.42
10	9 23	1.45	302	1.89	+0.44
11	9 24	1.45	280	1.80	+0.35
12	9 25	1.50	300	1.88	+0.38
13	11 10	2.15	229	1.57	-0.58
14	11 10	2.14	220	1.53	-0.61
15	11 11	2.13	206	1.46	-0.67
16	11 11	2.13	204	1.45	-0.68
17	12 13	2.10	183	1.36	-0.74
18	12 14	2.12	196	1.42	-0.70
19	12 25	2.15	200	1.44	-0.71
20	12 26	2.10	192	1.40	-0.70

ては斯の如くして水位更正を求め, 此水位更正を縦軸に, 而して流量實測の月日を横軸にとり點を置き之を適當の曲線で結ぶときは毎日の水位更正數が得られる故之を各日の観測水位に加へ更正水位を出し, 此水位に對し流量曲線に依り流量を求むる方法である(第十二表及第四圖並第五圖参照)。

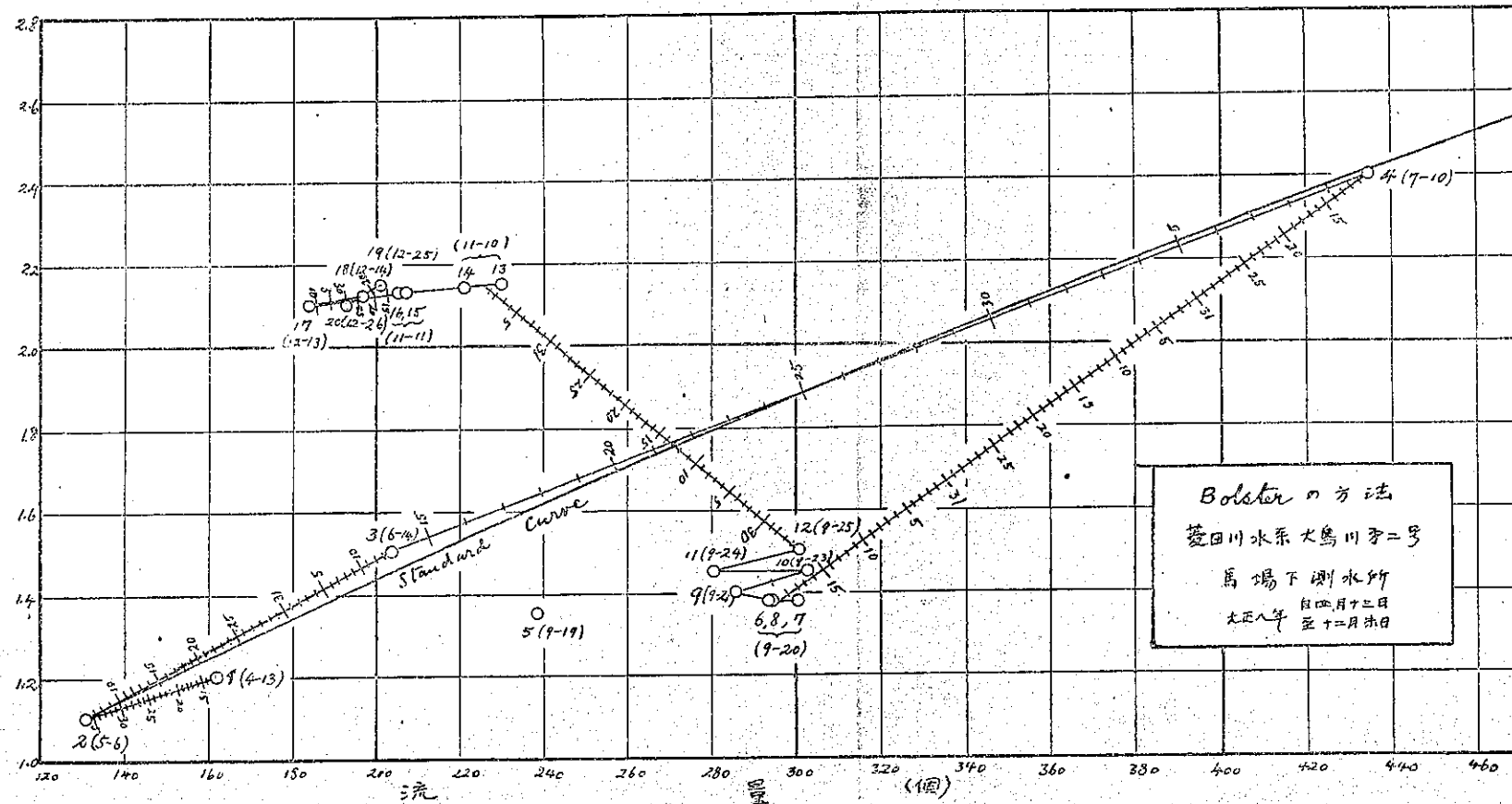
(3) Bolster の方法 (Hoyt & Grover; River discharge p. 110) 此方法は1の流量曲線(之を Standard curve と稱す)を用ひ河床の變化に従つて此曲線を移動して各日の流量曲線とするので, 其方法は水位を縦軸に流量を横軸にとり流量實測の結果を圖示し, 各點を測定時期の順に順次直線で結び, 或點と次の點との間の直線を其兩日間の日數丈けに等分し, 其分點を通する位置迄 Standard curve を水位軸の方向に移動せしめ, 之を其日(其分點に相



第 四 圖



第五圖



第六圖

第十一表 流量表

菱田川水系大鳥川第二號馬場下測水所 (大正八年分)

水位	流量	流量差	水位	流量	流量差	水位	流量	流量差
1.1	130	20	3.2	678	33	5.3	1,519	47
2	150	21	3	712	34	4	1,567	48
3	171	21	4	746	35	5	1,615	49
4	192	22	5	781	35	6	1,664	49
5	214	22	6	816	36	7	1,713	50
6	236	22	7	852	36	8	1,763	50
7	258	23	8	888	37	9	1,813	50
8	281	23	9	925	37	6.0	1,863	50
9	304	24	4.0	962	38	1	1,913	50
2.0	328	25	1	1,000	39	2	1,963	50
1	353	25	2	1,039	39			
2	378	26	3	1,078	40			
3	404	27	4	1,118	41			
4	431	28	5	1,159	42			
5	459	29	6	1,201	43			
6	488	30	7	1,244	44			
7	518	31	8	1,288	45			
8	549	32	9	1,333	46			
9	581	32	5.0	1,379	46			
3.0	613	32	1	1,425	47			
1	645		2	1,472				

参 考

斷面積及平均流速表

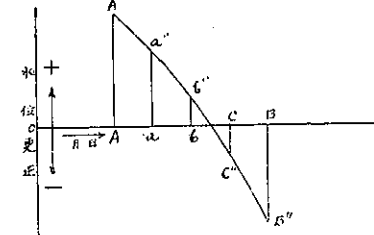
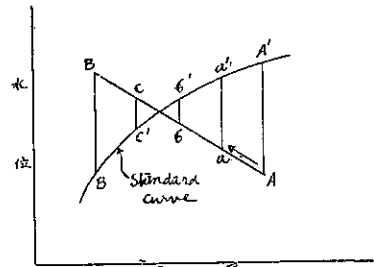
水位	斷面積	平均流速	流量
1.1	55	2.36	130
2.0	120	2.73	328
3.0	195	3.14	613
4.0	270	3.57	962
5.0	347	3.97	1,379
6.0	425	4.38	1,863

當する日)の流量曲線とするのである(第十二表並第六圖参照)。

上の3方法を比較するに(2)(3)の兩方法に於ては何れも曲線の形は變らぬものとして取扱つて居るが、(1)の方法では之を變へ得る、河床變化の狀況と流量曲線變化の狀況とを考ふるに、量水標の上下流に亘り河床が一樣に變化するときは曲線の形に變化少く、主として曲線に對する水位が變るのであるが、河床の變化が一樣でなく例へば量水標の下流に瀬があり之が移動する場合等に於ては曲線の形其物が變る、從つて此點から考へるときは河床が全體

として變化するときは (2) (3) の方法よく、然らざるときは (1) の方法がよい、しかし河床の變化が甚だしき時は實測の結果散亂し之を曲線に纏めること難く、即ち (1) の方法を適用すること甚だ困難である故、寧ろ凡ての場合に於て (2) (3) の方法をとる方が計算が秩序正しく且簡單で結果もよく、而も流量の實測回数が相當に多く、測水の間が近ければ曲線の形を變化させぬとしても之に依る誤差は大なるものとはならない。

更に (2) (3) を比較するに此兩者は一見異なる様でも其實相似たるものである、即ち Stout の方法では實測の結果を標準流量曲線に對比して得た水位更正數 (第十表参照) を其月日に依つて第五圖の如く圖示し、(圓點を以て示す) 之を平分する様適當の曲線を引いて各日の更正數 (第十二表参照) を求めた、即ち日々の更正數は曲線的に増減するが Bolster の方法では第六圖の如く實測の結果を圖示し (圓點を以て示す)、此點を月日の順に直線を以て結び直線を其間の日數に等しく等分した分點を通る様 Standard curve を動かし、之を各日の流量曲線とするのであるが、理解を易からしむるため第七圖上圖に於て A, B を實測點とし a, b, c を Bolster の方法に依る分點とすれば A, a, b, c, B に相當する流量曲線は Standard curve を夫々 A, a, b, c, B の各點を通過する様縦軸に沿ふて移動させたもの故 Standard curve と之等各日の流量曲線の縦距 $AA', a'a', b'b', c'c', BB'$ 等は Stout の方法に依る水位更正數と全く同じ性質のものとなる、従つて之を Stout の方法に倣ひ $AA'' = AA', a'a'' = a'a', b'b'' = b'b', c'c'' = c'c', BB'' = BB'$ とし水位更正數の曲線を作れば第七圖の如く曲線 $A'' a'' b'' c'' B''$ を得る、而して此曲線は Standard curve と AB に依つて定められる一定の曲線で、Standard curve が流量曲線の性質上上向きに凸面を向けて居る故此 $A'' a'' b'' c'' B''$ なる曲線も上向きに凸面を向けて居る。



第七圖

實測點 AB に対する AA', BB' は Stout の方法に依る水位更正數と全く一致するものである、従つて Bolster の方法を Stout の方法に引きなほせば Stout の方法の如く水位更正圖に實測點を置き、Stout の方法では此點を通じて適當の曲線を引く代りに、Bolster の方法では上向きに凸面を向けた或曲線を以て點の間を連ぬると同じ結果となり、即ち Bolster の方法では河床其他の變化が一定の曲線に相當するものと假定したことになるが、斯く假定する根據は何もある譯でなく、又實際河床の變化は其様なものでない、之に反し Stout の方法では水位流量の實測は勿論其以外に觀測せる資料をも參酌して水位更正曲線を最も適當に定むることが出来る故、Bolster の方法に比し優つて居る、尤も

第十二表 水位更正並流量年表

(Stout の方法及 Bolster の方法に依るもの對照)

菱田川水系大鳥川第二號馬場下測水所 (大正八年分)

日	五 月				六 月				七 月						
	觀測 水位	Stout の方法		Bolster の方法 流量	觀測 水位	Stout の方法		Bolster の方法 流量	觀測 水位	Stout の方法		Bolster の方法 流量			
		水位 更正	更正 水位			流量	水位 更正			更正 水位	流量		水位 更正	更正 水位	流量
1	1.25	+0.02	1.27	165	168	1.20	-0.04	1.16	142	145	2.10	-0.02	2.08	348	356
2	1.30	+0.02	1.32	175	174	1.25	-0.05	1.20	150	154	2.10	-0.02	2.08	348	356
3	1.25	+0.01	1.26	163	162	1.25	-0.05	1.20	150	154	2.00	-0.01	1.99	326	332
4	1.20	+0.01	1.21	152	151	1.40	-0.05	1.35	182	184	1.80	-0.01	1.79	279	285
5	1.15	+0.01	1.16	142	141	1.50	-0.05	1.45	203	206	1.75	-0.01	1.74	267	275
6	1.10	0	1.10	130	130	1.30	-0.05	1.25	161	163	1.70	0	1.70	258	263
7	1.20	0	1.20	150	150	1.25	-0.05	1.20	150	153	1.80	0	1.80	281	284
8	1.20	-0.01	1.19	148	150	1.35	-0.05	1.30	171	173	2.80	0	2.80	549	552
9	1.20	-0.01	1.19	148	150	1.40	-0.05	1.35	182	183	2.60	+0.01	2.61	491	493
10	1.20	-0.01	1.19	148	150	1.35	-0.05	1.30	171	172	2.40	+0.01	2.41	434	434
11	1.25	-0.01	1.24	158	158	1.30	-0.05	1.25	161	162	3.40	+0.01	3.41	750	753
12	1.50	-0.02	1.48	210	212	1.35	-0.05	1.30	171	172	3.10	+0.02	3.12	652	655
13	1.30	-0.02	1.28	167	169	2.80	-0.05	2.75	534	535	2.40	+0.02	2.42	437	442
14	1.20	-0.02	1.18	146	148	1.60	-0.05	1.55	225	226	2.20	+0.02	2.22	383	388
15	1.20	-0.02	1.18	146	148	6.20	-0.05	6.15	1,988	1,943	2.40	+0.03	2.43	439	446
16	1.20	-0.02	1.18	146	148	2.50	-0.04	2.46	448	448	2.20	+0.03	2.23	386	392
17	1.15	-0.02	1.13	136	138	1.50	-0.04	1.46	205	207	2.40	+0.04	2.44	442	450
18	1.20	-0.03	1.17	144	147	1.80	-0.04	1.76	272	272	2.30	+0.04	2.34	415	423
19	1.15	-0.03	1.12	134	136	2.00	-0.04	1.96	318	321	2.30	+0.04	2.34	415	425
20	1.15	-0.03	1.12	134	136	1.80	-0.04	1.76	272	276	2.30	+0.05	2.35	418	428
21	1.45	-0.03	1.42	196	198	2.15	-0.04	2.11	356	360	3.00	+0.06	3.06	632	642
22	1.20	-0.03	1.17	144	146	2.30	-0.04	2.26	394	401	3.20	+0.06	3.26	698	712
23	1.20	-0.04	1.16	142	145	2.10	-0.03	2.07	346	350	2.80	+0.06	2.86	568	581
24	1.20	-0.04	1.16	142	145	1.90	-0.03	1.87	297	304	2.50	+0.07	2.57	479	491
25	1.15	-0.04	1.11	132	135	2.20	-0.03	2.17	371	378	2.30	+0.07	2.37	423	438
26	1.20	-0.04	1.16	142	145	3.90	-0.03	3.87	914	921	2.00	+0.08	2.08	348	359
27	1.15	-0.04	1.11	132	135	2.30	-0.03	2.27	396	407	1.60	+0.08	1.68	254	266
28	1.15	-0.04	1.11	132	135	2.00	-0.02	1.98	323	330	2.00	+0.09	2.09	351	362
29	1.20	-0.04	1.16	142	145	2.40	-0.02	2.38	426	436	2.10	+0.09	2.19	376	390
30	1.20	-0.04	1.16	142	145	2.20	-0.02	2.18	373	380	1.80	+0.10	1.90	304	318
31	1.20	-0.04	1.16	142	145						2.80	+0.10	2.90	581	597

第十二表續き

日	八 月					九 月					十 月				
	観測 水位	Stout の方法		Bolster の方法 流量	観測 水位	Stout の方法		Bolster の方法 流量	観測 水位	Stout の方法		Bolster の方法 流量			
		水位 更正	更正 水位			流量	水位 更正			更正 水位	流量		水位 更正	更正 水位	流量
1	2.30	+0.11	2.41	454	451	1.10	+0.30	1.40	192	208	1.60	+0.27	1.87	297	293
2	2.00	+0.12	2.12	358	370	1.60	+0.31	1.91	306	322	1.70	+0.25	1.95	316	312
3	2.20	+0.12	2.32	409	426	1.30	+0.32	1.62	240	256	1.70	+0.22	1.92	309	307
4	2.30	+0.12	2.42	437	458	1.30	+0.33	1.63	243	257	1.75	+0.20	1.95	316	316
5	1.80	+0.13	1.93	311	327	2.10	+0.34	2.44	442	460	2.10	+0.17	2.27	396	396
6	1.60	+0.14	1.74	267	282	1.45	+0.35	1.80	231	294	1.90	+0.15	2.05	341	340
7	1.40	+0.14	1.54	223	238	1.40	+0.36	1.76	272	283	1.90	+0.11	2.01	331	333
8	1.40	+0.15	1.55	225	240	1.40	+0.36	1.76	272	284	1.80	+0.10	1.90	304	306
9	1.40	+0.15	1.55	225	242	1.40	+0.37	1.77	274	286	1.90	+0.08	1.98	323	324
10	1.40	+0.16	1.56	227	243	1.30	+0.38	1.68	254	265	1.80	+0.06	1.86	295	297
11	1.35	+0.16	1.51	216	233	1.50	+0.39	1.89	302	312	1.75	+0.04	1.79	279	280
12	1.50	+0.17	1.67	251	268	1.50	+0.40	1.90	304	313	1.80	+0.02	1.82	286	286
13	1.70	+0.17	1.87	297	315	1.50	+0.41	1.91	306	315	2.10	-0.01	2.09	351	352
14	2.05	+0.18	2.23	386	407	1.50	+0.42	1.92	309	316	2.05	-0.04	2.01	331	334
15	2.60	+0.19	2.79	546	563	1.45	+0.43	1.88	299	305	2.10	-0.06	2.04	338	341
16	3.10	+0.19	3.29	709	732	1.45	+0.43	1.88	299	307	2.10	-0.08	2.02	333	336
17	2.00	+0.20	2.20	378	397	1.45	+0.44	1.89	302	308	2.10	-0.11	1.99	326	330
18	1.50	+0.20	1.70	258	277	1.50	+0.44	1.94	314	322	2.10	-0.13	1.97	321	325
19	1.40	+0.21	1.61	238	257	1.50	+0.44	1.94	314	322	2.10	-0.15	1.95	316	320
20	1.30	+0.21	1.51	216	235	1.45	+0.44	1.89	302	313	2.10	-0.17	1.93	311	316
21	1.35	+0.22	1.57	229	248	1.45	+0.44	1.89	302	297	2.10	-0.20	1.90	304	310
22	1.25	+0.23	1.48	210	227	1.45	+0.44	1.89	302	300	2.10	-0.22	1.88	299	306
23	1.20	+0.23	1.43	199	218	1.50	+0.43	1.93	311	314	2.30	-0.24	2.06	343	348
24	1.20	+0.24	1.44	201	220	1.55	+0.42	1.97	321	303	2.35	-0.26	2.09	351	356
25	1.70	+0.25	1.95	316	335	1.55	+0.41	1.96	318	312	2.20	-0.29	1.91	306	314
26	1.50	+0.25	1.75	270	290	1.55	+0.38	1.93	311	306	2.15	-0.30	1.85	293	297
27	1.25	+0.26	1.51	216	235	1.55	+0.36	1.91	306	302	2.15	-0.34	1.81	283	293
28	1.20	+0.27	1.47	207	226	1.55	+0.34	1.89	302	297	2.20	-0.36	1.84	290	298
29	1.20	+0.27	1.47	207	228	1.70	+0.32	2.02	333	327	2.20	-0.38	1.82	286	294
30	1.15	+0.28	1.43	199	217	1.60	+0.31	1.91	306	298	2.15	-0.40	1.75	270	278
31	1.10	+0.29	1.39	190	207						2.20	-0.43	1.77	274	285

第十二表續き

日	十一月					十二月				
	観測 水位	Stout の方法			Bolster の方法 流量	観測 水位	Stout の方法			Bolster の方法 流量
		水位更正	更正水位	流量			水位更正	更正水位	流量	
1	2.20	-0.45	1.75	270	279	2.25	-0.71	1.54	223	222
2	2.25	-0.47	1.78	276	286	2.20	-0.71	1.49	212	210
3	2.20	-0.50	1.70	258	270	2.20	-0.71	1.49	212	210
4	2.30	-0.52	1.78	276	288	2.40	-0.72	1.68	254	252
5	2.20	-0.54	1.66	249	260	2.30	-0.72	1.58	232	230
6	2.20	-0.56	1.64	245	256	2.20	-0.72	1.48	210	207
7	2.20	-0.57	1.63	243	251	2.20	-0.72	1.48	210	207
8	2.25	-0.59	1.66	249	256	2.20	-0.72	1.48	210	207
9	2.30	-0.60	1.70	258	263	2.15	-0.72	1.43	199	196
10	2.10	-0.61	1.49	212	215	2.20	-0.72	1.48	210	207
11	2.20	-0.62	1.58	232	220	2.10	-0.72	1.38	188	185
12	2.25	-0.63	1.62	240	230	2.15	-0.72	1.43	199	194
13	2.20	-0.63	1.57	229	220	2.25	-0.72	1.53	221	216
14	2.20	-0.64	1.56	227	219	2.10	-0.72	1.38	188	192
15	2.20	-0.65	1.55	225	219	2.10	-0.72	1.38	188	191
16	2.20	-0.66	1.54	223	218	2.10	-0.72	1.38	188	191
17	2.20	-0.66	1.54	223	218	2.15	-0.72	1.43	199	201
18	2.25	-0.67	1.58	232	229	2.15	-0.72	1.43	199	201
19	2.20	-0.67	1.53	221	217	2.15	-0.72	1.43	199	201
20	2.20	-0.68	1.52	218	216	2.10	-0.72	1.38	188	191
21	2.30	-0.68	1.62	240	238	2.15	-0.72	1.43	199	201
22	2.25	-0.69	1.56	227	227	2.10	-0.72	1.38	188	191
23	2.20	-0.69	1.51	216	217	2.10	-0.72	1.38	188	191
24	2.20	-0.69	1.51	216	214	2.15	-0.72	1.43	199	201
25	2.25	-0.70	1.55	225	224	2.20	-0.72	1.43	210	212
26	2.20	-0.70	1.50	214	212	2.15	-0.72	1.43	199	201
27	2.15	-0.70	1.45	203	201	2.10	-0.72	1.38	188	191
28	2.15	-0.71	1.44	201	200	2.30	-0.72	1.58	232	234
29	2.20	-0.71	1.49	212	211	2.25	-0.72	1.53	221	223
30	2.20	-0.71	1.49	212	211	2.20	-0.72	1.43	210	212
31						2.20	-0.72	1.48	210	212

Bolster の方法に於ても實測點を直線で結ばず、適當な曲線で結べば差支ない如く見ゆるが方法の性質上事の適否を直観し難い故、此自由は實際上施すことが極めて困難である、(第五圖には Stout の方法に依る水位更正曲線に Bolster の方法に依るものを換算したものを對照してある) 此見地より著者は河床常に變化する場合には Stout の方法を採用した。

Stout の方法を適用するに當り最も困難なるは流量曲線の整定である、之には河床の變化比較的少き時期を選び、河川横断面圖から斷面積曲線を作り、此斷面に適合する流量實測の結果から流量曲線整定法其一に準じ平均流速曲線を作り、之に依りて流量曲線を作つた。(第四圖及第十一表参照) 斯の如き場合充分なる流量曲線を作る資料はないのであるが、各種の事項を考慮して行へば比較的妥當な曲線が得らるゝものである。

第二章 河川及其流域の狀況

22 概 説

九州は帝國本土の西端に位する一大島で四國の西に隣り中國の西南に横はり、東は豊後水道に臨める鶴見岬の岬角(東經 132° 5')に起り、西は肥前北松浦半島の九艘泊(東經 129° 32')に及び、北は下關海峡の東門をなせる部崎(北緯 33° 57')に始り、南は大隅半島の南端なる佐田岬(北緯 30° 59')に終る、本島の面積 2,312¹ 方で我國面積の 1/10 に當り五大島中第 3 位に在る。

九州島の骨格をなす山脈は筑紫山脈と九州山系の 2 である、筑紫山脈は島の北部に横はり東西に向つて延び、海を隔てゝ中國山系となれるもので元は一條の山脈をなしたらんも地形老境に入り加之土地の陥没、波浪の浸蝕、火山の噴出等のため基盤たる古生層は或は花崗岩に破られ、或は三紀層に掩はれ地質極めて錯雜し多數の山脈、山塊に分れ之等の山脈山塊は何れも高峻なるものなく高さ 3,500 尺の脊振山を最高とし山脈の間に三期層の丘阜及沖積層の平野が介在して居る。

九州山系は島の中部に在つて西南より東北に連亘し遂に四國山脈となれるもので、日本島南灣外帯に於ける主要山脈の一をなし、其主軸附近は一帯に古生層より成り一支脈宮崎縣を南走するものを日向山脈と稱し、之は主として中生層より成るが何れに於ても壯年期に於ける地貌を遺憾なく發揮し、山高く谷深く平地と稱すべきもの殆んどなく山には 6,000 尺を超ゆるものがあり地形極めて雄峻である。

九州島には又別に阿蘇火山脈、霧島火山脈の 2 の火山脈がある、阿蘇火山脈は筑紫山脈と九州山系との間に噴出したもので、島原半島の多良嶽から阿蘇山に到り更に九重山、由布岳、鶴見岳等を起し遂に國東半島の兩子火山に終れるもので主なる山岳は安山岩より成り、阿蘇山が扁平圓錐形をなし直徑 6 里の火口及其中に中央火口丘を有する外は主なる山岳は多く截頭圓錐形をなし中に高さ 6,000 尺を超ゆるものがある、而して之等の主脈の附近殊に阿蘇山、九重山等の北部一帯の地は安山岩又は火山灰等より成る山岳丘陵が錯綜して居る。

霧島火山脈は九州山系の南に聳立する霧島山より起り櫻島、開聞岳を経南方遠く沖繩列島の諸火山に及んで居り、主なる山岳は主として安山岩より成り霧島山の如きは高さ 6,000 尺

を越ゆるものがある、尙霧島火山の東には多數の小火山簇立して居り、又霧島山附近並大隅薩摩の兩半島は基盤は九州山系と同系の中生層より成つて居るが火山灰、熔岩等の丘陵の掩ふ所となり基盤の露はるゝものは極めて少い。

斯の如く九州に於ては地形地質の狀況自ら4帯となつて居る、而して河川は其流通する所の地形地質に依つて變化するのであるから亦自ら4種に區別することが出来る、即ち下の如し

(1) 筑紫山脈地方の河川 那珂川、遠賀川、川上川、玉島川、筑後川中流以下及其支流矢部川中流以下等之に屬する。

(2) 阿蘇火山脈及其附近の火山岩並火山噴出物地方の河川 山國川、驛館川、大分川、犬野川、五箇瀬川上流部、珍珠川（筑後川水系）大山川（同）、矢部川上流部、菊池川、白川、緑川上流部等之に屬する。

(3) 九州山系及其支脈日向山脈地方の河川 北川、祝子川、五箇瀬川中流部以下、耳川、小丸川、一瀬川、綾北川（大淀川水系）、綾南川（同）、球磨川等之に屬する。

(4) 霧島火山脈及鹿兒島縣内の河川 大淀川本流中流部以上、菱田川、新川、萬瀬川、川内川等之に屬する。

23 林 野 状 態

林野の狀態は地形地質に依つて變化する、即ち大體から見るときは海岸、河畔等の沖積層の平地は多く耕地となり、其大半は田となり、高峻なる山岳部は主として森林となり、火山灰等の丘陵臺地は草原となり、丘陵、溪谷錯綜する所には田畑、山林混在することが多い。

之を九州内の各方面に就て見るに筑紫山脈地方では山岳の間に多數の丘陵、平地が交錯して居り、之等の山岳部は多く森林となつて居るが狀況の良いものは極めて少く、丘陵平地等には田畑多く殊に筑紫平野を初め所々の平野には水田が多い、阿蘇火山脈及其附近の火山岩並火山噴出物より成る所は所々杉の植林の狀況稍良きものある外、潤葉樹の自然林等あれど林況良好なるもの少く火山地方に特有の波狀の起伏連亘する所には草原相連ることが多い、而して溪谷河岸及海岸の平地は耕地となつて居る。

九州山系及日向山脈地方では急峻なる山岳が連亘する故平地といふべきもの殆んどなく、従つて耕地少く流域の大部分は山林となつて居る、而して其内國有林は林況良好であるが、民有林は近時伐材が盛で而も植林之に伴はざるため稍荒廢したものが多し、霧島火山附近及鹿兒島縣内には所々國有林の廣大なるものがあり、其狀況良好であるが其他火山噴出物より成る丘陵、高臺起伏する所は田、畑、山林、草原が交錯して居る。

24 河 川 の 状 況

(1) 筑紫山脈地方の河川

筑紫山脈地方の河川は其流通する土地が老境に入れる故高峻なる山岳なく、又河川の兩岸

に沖積層の平地のあることが多い、従つて各河川共上流部には河床河岸岩盤より成り河床に轉石散在し勾配急で $1/60$ 乃至 $1/80$ 又那珂川、城原川、玉島川等には $1/10$ 乃至 $1/20$ の所もあるが其區間概して僅少で、中流以下は多く平野の間を流れ河床河岸共に土砂礫より成り勾配が緩である。

(2) 阿蘇火山脈及其附近の火山岩並火山噴出物地方の河川

此地方の河川に於ては阿蘇火山口の平野の如き、又筑後川上流森、日田兩盆地の如く河畔に火山噴出物を原料とする沖積層の平地のある所もあれど、其大部分は兩岸に火山岩の山岳迫れるか、或は波狀の丘陵又は高臺起伏連亘し、河畔溪谷等所々熔岩の斷崖屹立するを特長として居る、河岸の基盤は凝灰岩より成る所もあれど熔岩より成る所多く、河床は礫轉石に掩はるゝ所と岩盤露出する所と相半し、殊に龜甲狀の柱狀節理明なる岩盤或は平坦に或は甚だしく水の浸蝕を受けて奇形をなし露出する所が少くない、就中阿蘇山を中心とする一帯に河床の岩盤柱狀節理に従つて斜離し瀧を成すもの甚だ多きは著しき特長とすべく、大野川水系に於ける魚住瀧、沈墮瀧の如き、綠川水系に於ける越早瀧、白糸瀧、龍宮瀧、横野瀧、聖ヶ瀧、鶉子瀧、五老ヶ瀧、觀音瀧、福良瀧、七瀧の如き、白川水系に於ける鮎返瀧、數鹿流瀧の如き、大山川及其支流に於ける犬瀧、土田瀧、城村瀧、白氏瀧、神原瀧、玖珠川に於ける振動瀧、鮎返瀧の如き皆此種に屬するものである。

河川の狀況斯の如くである故河川の勾配は上流急に下流緩なりといふ様な一律の變化なく、地形の關係上急な所と緩な所と交錯し、瀧又は段流ある所及安山岩の山岳兩岸より迫り河床に大なる轉石累積する様な所は勾配急で $1/20$ 乃至 $1/40$ 、所に依つては更に急であり河床に岩盤露出し、或は砂礫轉石より成る所では勾配 $1/50$ 乃至 $1/200$ なることが多い、而して河口附近の平野に出れば更に緩となる。

(3) 九州山系及日向山脈地方の河川

此方面の河川に於ては兩岸急峻なる山岳迫り球磨川に於ける人吉盆地の外河畔に平野と稱すべきものなく、河岸河床基盤は古生層又は中生層の砂岩、粘板岩より成り、河岸には岩盤露出し河床に礫、轉石散在すること多く瀧は多けれども瀧極めて少なく、勾配は上流急に下流緩となり、勾配概して一様で時に $1/25$ の所あれど $1/50$ 以下を普通とし、最も多きは $1/100$ 乃至 $1/300$ の所で下流に到れば更に緩となる。

(4) 霧島火山及鹿兒島縣内の河川

河川の狀況大體に於て阿蘇火山及附近の河川と相似て居るが、阿蘇火山附近では河岸等が熔岩盤より成る所多きに反し此附近凝灰岩より成ることが多い、従つて瀧も千里瀧、小鹿野瀧、犬飼瀧等新川水系に多き外さまで著しきものなく往々河床常に變化するものあり、勾配は $1/60$ 乃至 $1/200$ のことが多い。

第三章 氣 象

25 概 説

九州島は北緯凡そ 31 度より 34 度に亘り温帯の南部に位し四周海洋に圍繞せらるゝ故氣候は概して温和で海洋的性質を帯びて居る、然れども各地多少緯度の差があり、又地況を異にする故風雨寒暖の趣も亦多少異つてゐる、即ち之を概言すれば九州山系の南なる宮崎縣鹿兒島縣は氣候最も海洋的で温暖多雨なるを常とし、九州山系の北西なる福岡縣南部及熊本縣は稍内陸的氣候に類し寒暑共に稍酷烈であり、福岡縣北部、佐賀、長崎兩縣方面は日本海の感化をうけて氣候稍山陰道に似、大分縣北東部は瀬戸内海沿岸地方に類するものがある。

26 氣 温

氣温は一般に海岸部高く山間部が低い、先づ海岸部を見るに大分縣北東部は瀬戸内海の影響に依り氣温概して高く年平均氣温 17 度を超え、之より南豊後海峽沿岸に到れば稍寒く 15 度内外、更に宮崎縣海岸部に到れば再び温暖となり 16 度乃至 17 度、而して宮崎縣南部より鹿兒島縣なる大隅薩摩の兩半島では著しく温暖で薩摩半島では 18 度を超え、大隅半島では實に 19 度を超えて居る、之より九州西海岸方面に到れば寒暑共に激しく年平均氣温度 15 乃至 16 度となり、佐賀、長崎方面は温暖で 16 度許り、而して福岡縣北海岸は稍寒く 15 度乃至 16 度となる。

山間部は概して寒く英彦山附近、阿蘇山附近、九州山系主軸附近等は何れも年平均氣温 11 度乃至 13 度の間に在る。

氣温の最高は所に依つて異なるが普通 35 度内外のこと多く、阿蘇山附近の山地では 30 度を超えない所がある、而して福岡縣添田、鹿兒島縣百引等で從來觀測された最高氣温には 39 度を超ゆるものがある。

最低氣温も所に依つて異り鹿兒島縣並宮崎縣海岸等では -6 度より下ることが少いが熊本縣等では更に低い、しかし山間部等の氣温の低い所でも -10 度より下ることは極めて少い。

一年間に於ける氣温の變化を見るに一月最も低く、二月之に亞ぎ之より漸次暖となり、八月最も暑く九月より漸次温度が低下する、氣温變化の緩慢なるは一月、二月及七月、八月で三月より四月に於ける氣温上昇の際と十月から十一月に到る降下の際とは甚だ急激である。

第十三表 月平均氣温累年平均表 (攝氏度) (大正十年迄)

種別	觀測年數	一月	二月	三月	四月	五月	六月	七月	八月	九月	十月
福 岡	31	5.1	5.0	8.1	13.1	17.0	21.3	25.4	26.2	22.5	16.4
長 崎	20	5.9	5.6	8.9	13.8	17.5	21.1	25.0	26.1	23.1	17.8
佐 賀	31	5.0	5.2	8.8	14.1	18.2	22.2	25.9	26.8	23.3	17.3
大 分	35	5.5	5.7	7.4	13.3	17.0	19.3	24.8	26.8	22.0	16.8

熊本	31	4.7	5.3	9.1	14.6	18.3	22.4	26.2	26.9	23.6	17.3
宮崎	35	6.9	7.4	11.0	15.8	18.9	22.6	26.1	26.6	23.9	18.5
鹿兒島	36	7.1	7.3	10.7	15.4	18.5	22.0	25.7	26.4	24.0	18.9

十一月	十二月	年平均	極數	最高		最低	
				極數	年月日	極數	年月日
11.5	6.8	14.9	36.2	大正 3-7-25	-8.2	大正 8-2-5	
12.5	7.6	15.4	35.3	大正 3-7-24	-5.6	大正 4-1-14	
11.8	6.8	15.5	36.8	大正 6-7-30	-6.5	大正 6-12-30	
10.2	6.9	14.7	36.0	27-8-11	-7.8	大正 7-2-19	
11.4	6.3	15.5	38.3	26-7-26	-9.2	37-1-26	
13.4	8.6	16.6	37.7	27-8-26	-7.5	37-1-26	
13.8	8.9	16.6	36.2	26-7-26	-6.1	19-2-2	

27 氣 壓

氣壓の年平均は一般に北西部高く南東部が低い、一年間に於ける氣壓の變化は各地共大體同じく、冬期に高く春より夏季に向ひ次第に低く秋季より冬期に亙り又順次に高く月平均氣壓の最高は十二月又は一月に、最低は七月又は八月に在つて其差 10 耗餘、而して既往の最高氣壓は佐賀に於ける大正元年十二月二十五日の 780.3 耗、最低は長崎に於ける明治二十四年九月十四日の 713.1 耗で其差 67.2 耗に及んで居る。

第十四表 月平均氣壓累年平均表(耗)(大正十年迄)

種別	観測年數	一月	二月	三月	四月	五月	六月	七月	八月	九月
福岡	31	766.6	765.8	764.4	762.0	759.2	756.3	756.2	756.3	759.1
長崎	20	766.6	765.6	764.1	761.6	759.1	756.0	756.2	755.8	758.8
佐賀	31	766.5	765.6	764.1	761.7	759.0	756.2	756.1	756.3	758.8
大分	35	766.0	765.3	764.1	761.7	759.1	756.3	756.2	756.3	758.9
熊本	31	766.7	765.7	764.1	761.7	759.1	756.4	756.4	756.3	758.8
宮崎	35	765.7	764.8	763.6	761.6	759.2	756.8	756.8	756.8	758.7
鹿兒島	36	766.0	765.0	763.7	761.5	759.1	756.6	756.7	756.3	758.4

十月	十一月	十二月	年平均	最高		最低	
				極數	年月日	極數	年月日
763.3	765.9	766.8	761.8	779.5	大正 1-12-25	721.8	28-7-24
762.7	765.8	766.6	761.6	749.4	,,	(713.1)	(24-9-14)
762.9	765.7	766.7	761.6	780.3	,,	722.3	大正 3-8-25
762.8	765.5	766.1	761.6	779.6	,,	720.1	24-9-14
762.8	765.7	766.9	761.7	779.6	,,	724.7	大正 7-7-12
762.4	765.1	765.9	761.4	779.6	,,	720.9	35-8-10
762.1	765.1	766.1	761.4	779.0	大正 1-12-26	717.0	33-8-19
				778.4	大正 1-12-25	717.2	28-9-7

28 風 向 及 風 力

風向及風力に就ては各測候所に於ける外精確なる資料乏しきも、風向は概して地形に支配さるゝこと多く殊に山間等に於ては溪谷の方向の風が多い、然れども大體に於て北西風多く夏期は南風が卓越する、風力は概して海岸部殊に日本海附近に強く、又冬春に強きこと他地方に於けると異なる。

第十五表 月平均風向累年平均表(大正十年迄)

種別 地名	観測年数	一月	二月	三月	四月	五月	六月	七月	八月	九月	十月	十一月	十二月	年平均
福岡	31	南東	南東	北	南東	南東	南東	南東	南東	南東	南東	南東	南東	南東
長崎	20	北	北北東	北	北	南西	南西	南西	南西	北	北	北	北	北
佐賀	31	北	北東	北東	北	北東	南	南	北東	北東	北東	北	北	北東
大分	35	北西	北西	北西	北西	南	南	南	南	南	北西	南	北西	北西
熊本	31	北	北	北	北	南西	南西	南西	南西	北	北	北	北	北
宮崎	35	西	西	西	西	西	西南	西南	西南	西	北西	北西	西	西
鹿児島	36	北西	北西	北西	北西	北西	北西	北西	北西	北西	北西	北西	北西	北西

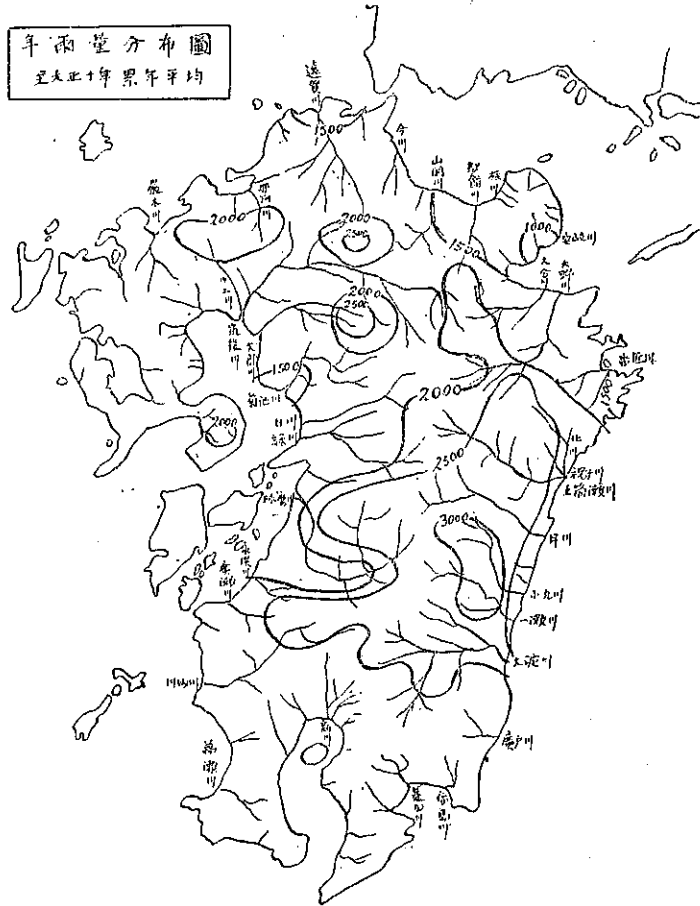
第十六表 月平均風速度累年平均表(米/秒)(大正十年迄)

種別 地名	観測年数	一月	二月	三月	四月	五月	六月	七月	八月	九月	十月
福岡	31	4.1	3.9	3.9	3.6	3.3	3.2	3.4	3.0	2.7	2.7
長崎	20	5.6	5.7	6.0	6.0	5.2	5.6	5.6	5.0	4.7	4.6
佐賀	31	2.9	3.2	3.5	3.1	2.8	2.8	2.8	2.6	2.7	2.7
大分	35	3.6	3.5	3.3	2.9	2.6	2.1	2.2	2.3	2.4	2.7
熊本	31	2.2	2.5	2.7	2.5	2.2	2.2	2.3	2.1	2.1	2.2
宮崎	35	3.6	3.7	3.6	3.4	3.3	3.1	3.3	3.3	3.0	2.7
鹿児島	24	4.8	5.1	5.1	4.8	4.5	4.0	4.2	4.4	4.4	4.5

十一月	十二月	年平均	最大風速	年月日
3.3	4.1	3.4	37.6	大正 3-8-25
4.7	5.2	5.3	63.6	„
2.5	2.7	2.9	37.2	38-7-24
3.1	3.5	2.9	31.2	大正 3-6-3
2.1	2.1	2.3	36.7	35-8-10
2.9	3.4	3.3	43.9	44-9-21
4.7	4.6	4.6	70.9	32-8-15

29 降 水 量

降水量は年に依り多大の差があるが累年の平均數に依つて其分布を圖示すれば第八圖の如く、大分縣北東海岸部に 1,000 耗に達しない所から宮崎縣中部に於て 3,000 耗を超ゆる所迄其變化が甚だ大である、筑紫山脈方面、阿蘇火山脈及其附近の火山岩又は火山噴出物から成

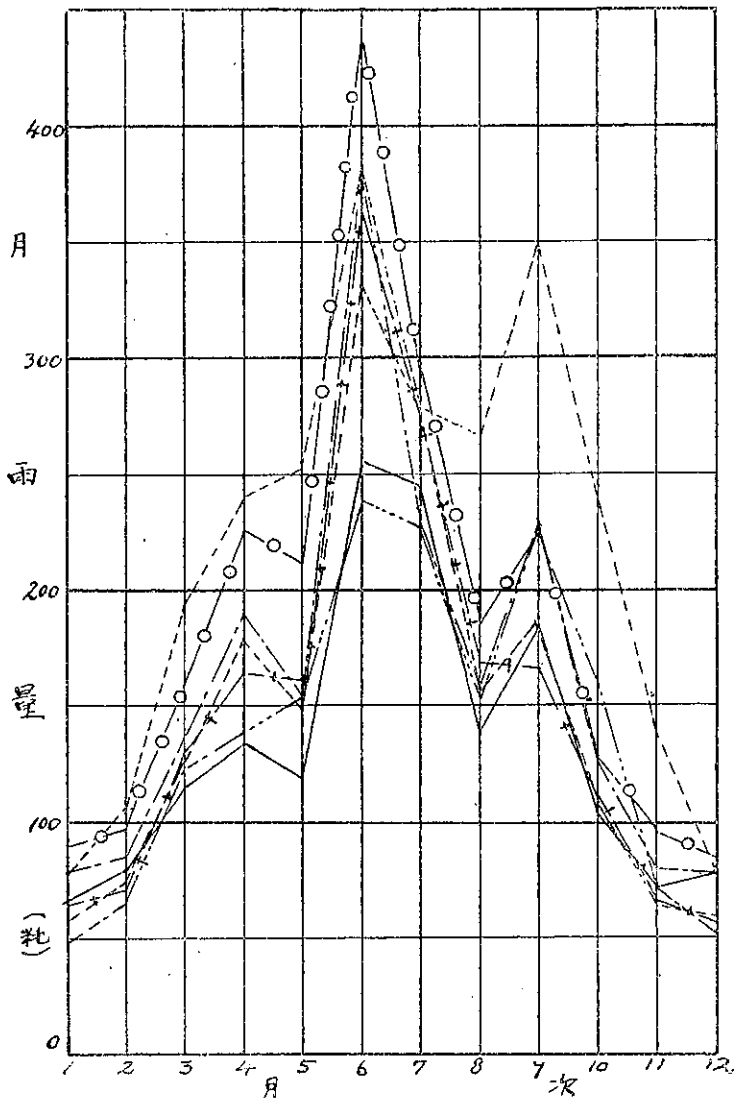


第 八 圖

る地方では大體に於て年雨量 1,500 耗乃至 2,000 耗の間に在り、勿論例外があつて脊振山塊附近、九重山附近は 2,000 耗を超え又英彦山附近及大分、福岡兩縣界なる火山岩の山岳附近は著しく多く 2,000 耗を超え、國東半島附近は著しく少く 1,500 耗に達しない。

九州山系及日向山脈地方及其南部鹿兒島縣一帶は概して雨量多く 2,000 耗乃至 2,500 耗の間に在り、而して此内でも人吉盆地は稍少く 1,800 耗なれど宮崎縣中部より熊本縣南部は概して多雨で 2,500 耗を超え、宮崎縣中部は 3,000 耗を超えて居る（調査期間中に於ける年雨量の平均並其分布は第九圖の通りで累年平均と多少異つて居る）。

1 年間に於ける降雨の様子は宮崎附近多少異なる所あれど尙各地共殆んど揆を一にし十二月一月少く之より四月迄漸次増加し五月は下旬から六月上旬迄降雨少き結果月雨量稍少く、六月は梅雨に入る 故多量の雨を降らし月雨量 300 耗を超ゆる所多く所に依つては 1,000 耗を



凡 例

- | | | | |
|-----|-----------|----|-------|
| 福岡 | ——— | 長崎 | ----- |
| 佐賀 | - - - - - | 大分 | |
| 熊本 | + + + + + | 宮崎 | ----- |
| 鹿児島 | ○-○-○-○- | | |

第 十 圖

長崎	20	79.6	80.0	136.5	189.1	155.9	375.6	233.2	158.2	230.2
佐賀	31	57.4	73.4	127.1	178.1	148.9	331.3	276.9	156.4	186.8
大分	35	47.9	65.5	124.2	139.8	153.7	238.4	226.6	152.7	224.1
熊本	31	64.5	71.8	129.7	164.9	160.3	363.9	272.9	169.0	166.9
宮崎	35	77.1	106.3	194.9	239.2	253.8	380.6	278.8	266.0	348.1
鹿児島	35	89.1	93.6	160.1	226.3	212.6	435.9	295.0	186.4	226.1

十月	十一月	十二月	年量雨	最多日雨量	年月日
104.5	71.4	77.5	1,589.8	257.6	38-7-26
126.3	79.7	77.8	1,921.6	237.3	43-9-6
107.9	64.5	59.9	1,786.8	237.9	„
161.3	72.0	52.7	1,658.9	443.7	41-8-10
109.7	66.9	56.7	1,797.2	186.5	大正 6-8-12
238.9	138.0	76.9	2,598.6	490.2	19-9-24
128.3	95.9	83.9	2,236.2	305.7	大正 6-6-16

第十八表 月平均降雨日数累年平均表 (大正十年迄)

種別 地名	観測年数	一月	二月	三月	四月	五月	六月	七月	八月	九月	十月	十一月	十二月	年合計
福岡	31	17	15	16	14	11	15	14	11	15	11	12	16	167
長崎	20	16	14	16	14	12	19	15	12	14	11	11	16	169
佐賀	31	13	12	14	14	11	17	14	12	13	9	10	12	151
大分	35	9	9	13	13	12	15	14	12	15	10	8	8	138
熊本	31	12	11	15	14	12	17	16	13	14	10	10	11	155
宮崎	35	8	9	14	15	14	18	16	15	17	13	9	8	156
鹿児島	36	14	13	16	15	14	19	17	14	15	11	10	13	171

30 湿度及蒸發量

湿度は冬期低く春より夏に亘りて漸次増加し、秋より冬に亘りて減少し月平均湿度の最小は二月又は三月に、最大は多く六月に在る。蒸發量も冬少く夏多く月平均蒸發量の最小は十二月又は一月に、最大は多く八月に起り、而して1日の蒸發量の最大は所に依つて異れど10耗から15耗の間に在る。

第十九表 月平均湿度累年平均表 (大正十年迄)

種別 地名	観測年数	一月	二月	三月	四月	五月	六月	七月	八月	九月	十月	十一月	十二月	年平均
福岡	31	74	73	75	78	78	82	81	82	83	80	77	74	78
長崎	20	69	67	70	72	74	84	82	78	75	70	70	68	73
佐賀	31	76	74	72	75	75	81	81	80	79	77	76	76	77
大分	35	73	73	77	80	80	85	85	84	85	80	77	73	79
熊本	31	78	76	75	77	77	83	82	79	80	79	80	78	79
宮崎	35	73	72	76	79	79	84	84	84	84	81	79	75	79
鹿児島	36	71	71	72	76	77	83	82	80	79	74	73	73	76

第二十表 月平均蒸發量累年平均表（大正十年迄）

種別 地名	溯年數	一月	二月	三月	四月	五月	六月	七月	八月	九月	十月
		福岡	31	1.7	2.0	2.7	3.5	4.1	4.0	5.9	5.0
長崎	20	1.9	2.2	2.9	3.7	4.4	3.7	5.2	5.7	4.5	3.6
佐賀	29	1.7	2.1	2.9	3.8	4.7	4.3	5.6	6.1	4.7	3.5
大分	35	2.2	2.4	2.9	3.6	4.3	4.0	5.3	5.2	4.0	3.2
熊本	31	1.8	2.1	2.8	3.8	4.5	4.2	5.6	6.0	4.6	3.4
宮崎	35	2.2	2.5	2.8	3.2	3.7	3.4	4.6	4.7	3.6	2.9
鹿兒島	24	2.2	2.4	3.1	3.9	4.4	3.9	5.3	5.7	4.7	3.7
		十一月	十二月	年平均	最大蒸發量	年月日					
		2.2	1.8	3.2	10.4	大正 4-7-23					
		2.6	2.0	3.5	12.4	同 3-7-25					
		2.4	1.7	3.6	14.7	同 3-8-25					
		2.5	2.1	3.5	10.9	同 3-7-20					
		2.3	1.8	3.6	13.8	明治43-8-1					
		2.3	2.1	3.2	11.7	大正 6-4-28					
		2.8	2.1	3.7	11.5	同 4-7-27					

31 霜 雪

結霜は各地共あり、海岸部に於ては概して十一月から四月迄なれど、山間部に於ては結霜期間長く所に依つては九月より翌年五月に到ることがある、而して一月中は各地方共結霜を見る降雪は宮崎、鹿兒島兩縣海岸部には稀であるが其他に於ては毎年あり、十二月一月に多く、海岸部等では降雪あるも間もなく消去すれど中央諸山岳に於ては永く残留する所が少なくない。

第四章 河川流量の概略

32 總 說

九州の河川全般に亘つて組織的に流量の調査を行つたのは臨時發電水力調査局（明治四十三年より大正元年迄）と熊本逓信局水力課である、臨時發電水力調査局の調査は其期間が僅少であり、且熊本逓信局水力課の調査とは時期稍異つて居る故しばらく之を考へに入れず、主として熊本逓信局水力課に於て大正七年秋より大正十一年に亘つて實測した結果に依り九州の河川に於ける流量の概略をうかがはんとする、尙上記の外電氣事業法施行規則に依つて電氣事業者が其發電所を有する河川の流量を調査し、逓信局に報告した結果をも多少参考とした。

河川の流量の多少を云ひ現はすに河川の或場所（測水所）に於ける、又は河川流域面積 1 方里當りの最小流量、渦水量、低水量、平水量並最大流量を示すを最も便とする、本篇に於て

使用する之等の定義は水力調査規程に依つたもので次の如くである（水力調査局第一巻 209 頁参照）。

最小流量	1 年間に於ける最小流量
渇水量	1 年を通じ 355 日之より下らざる程度の流量
低水量	1 年を通じ 275 日之より下らざる程度の流量
平水量	1 年を通じ 185 日之より下らざる程度の流量
最大流量	1 年間に於ける最大流量

33 各季に於ける流量の變化

各季に於ける流量の増減の狀況は降雨の狀況に於けると同じく大體に於て九州全島其揆を一にする、即ち十一月から翌年一月迄は概して流量少く且各地共降雨少く流量の増減も亦少い、二月より五月に到る間は時々相當の降雨あり流量の増減次第に顯著となると共に流量も次第に増加する、而して五月中旬より六月中旬に亘りては雨量少く又用水に取入れらるゝこと多きため流量減少し殊に田水の多い河川に於て著しい、六月中旬梅雨期に入れば多量の降雨に依つて河川頗る増加し往々洪水を起こすことがあり、六、七、八月の 3 月は概して強雨多き故流量激増すること屢なれど晴天が續けば減少も亦著しい、しかし概して流量豊富である、九月から十一月に到る間は強雨次第に少く流量の増減も次第に少く流量も亦漸次減少する。

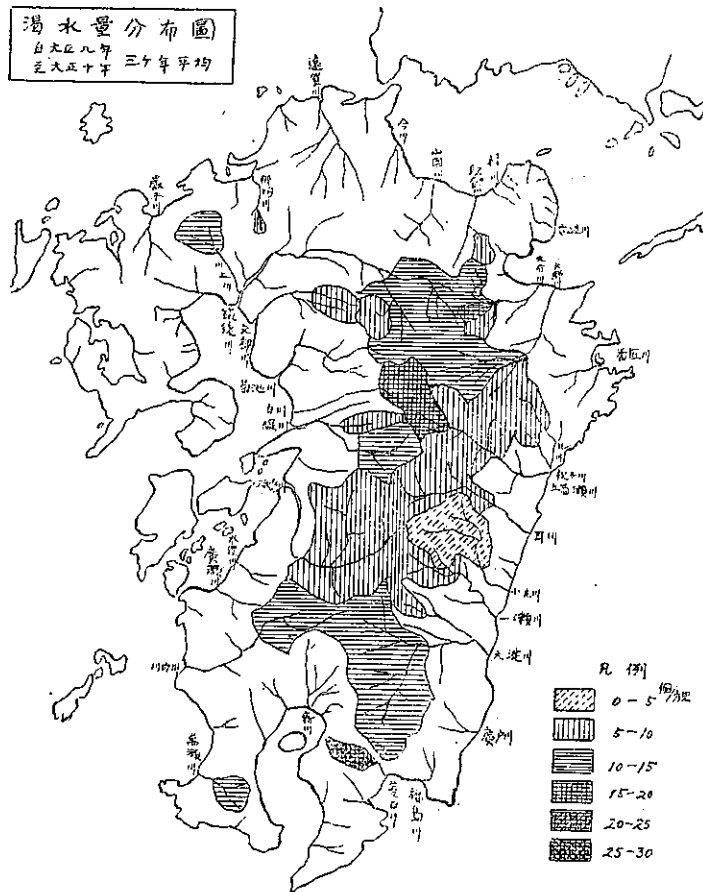
1 年間に於ける最小流量は冬期又は五、六月に起ることが多い、而して大野川、大洗川上流等の如き流域に用水多き河川に在りては五、六月の渇水は冬季より甚だしい故最小流量は五、六月に起ることが多く、耳川、球磨川上流部及五木川（球磨川水系）の如きは流域内に水田なく五、六月の渇水が著しくない故最小流量は主として冬季に在るが、其他一般の河川では其年の降雨の狀況等に依り冬季に起ることゝ五、六月に起ることあつて一定しない、尤も之は平年のことで降雨の狀況著しく異れば例外を生ずることは免れない。

1 年間を通じての最小流量は上述の如く冬季又は五、六月に起るが、冬季は概して流量の變化少きに反し五、六月頃は多い故 1 年間の最小は五、六月に在る所でも月平均流量の最小は概して冬季に在り、只五、六月の交降雨特に少き時に限り五、六月に起るが之は特殊の場合である。

1 年間の最大流量は六、七月又は八月に起ることが多く、月平均流量の最大も亦此間に在る。

34 調査期間中に於ける流量

調査期間中に於ける實測流量、各月最小、最大、平均流量、各年最小流量、渇水量、低水量、平水量、最大流量等は水力調査書第六巻に掲げてあるが其概要は第二十一表の如し。



第十一圖

35 湧水量の分布

調査期間中に於ける實測の結果を綜合するに流域面積1方里當り湧水量は小丸川水系に於ける4.8個を最小とし、菱田川水系大鳥川に於ける25.6個を最大とし、九州内河川の大半は5個より15個の間に在る、更に之を各地域に就て見るに1方里當湧水量の分布は地形地質と著しく密接なる關係を有し、年雨量の分布とは反つて關係薄き觀察るは甚だ注目値する、即ち概言すれば阿蘇火山を中心とする一帯及霧島火山を中心とする一帯は特に湧水量多く、而して九州山系及日向山脈に屬する一帯は比較的少く、其分布第二章22概説に於て河川を分類せる所と甚だよく一致し自ら九州島を4帯に分つ。

筑紫山脈地方では那珂川8.5個、川上川11.6個の外實測資料がないが概して少く大部分は10個以下なるべく、阿蘇火山脈及其附近の火山岩竝火山噴出物より成る地方を見るに湧

第廿一表 河川流量一覽表 備考 洪水, 低水, 平水量は, 大正八, 九, 十年分の平均
最大, 最小は大正八年より同十一年(六月又は八月)に於ける最大又は最小なり。

順位	水 系	河 川	測 水 所				流域面積 (方里)	流 量(個)				流域一方里當流量(個)				備 考		
			縣	郡	町村	大字		字	最大	平水	低水	洪水	最小	最大	平水		低水	洪水
	那 珂	那 珂	福岡	筑紫	南如	五ヶ山	1.70	—	38	25	14	10	—	22.2	14.4	8.5	6.0	九州水力電氣株式會社調査
305	摩 館	津 房	大分	宇佐	津房	若林	3.21	2,220	60	40	22	13	692	18.7	12.3	6.9	4.0	
	大 分	大 分	大分	大分	湯平	谷川	7.82	—	128	119	95	50	—	16.3	15.2	12.2	6.4	九州水力電氣株式會社調査
	,,	阿蘇野川	大分	大分	南庄内	柿原	4.00	—	92	80	67	48	—	23.1	19.9	16.8	12.0	同
	,,	岸 川	大分	大分	東庄内	瀧原	8.59	—	115	94	48	29	—	13.4	11.0	5.5	3.4	同 大正十年分を除く 用水取入多し
306	大 野	大 野	大分	大野	百枝	百枝	63.64	33,300	1,000	809	602	243	523	15.3	12.5	9.2	3.8	
307	,,	奥 嶽	大分	大野	牧口	白尾	12.61	15,700	192	107	67	30	1,250	15.3	8.5	5.3	2.3	
	,,	大 野	大分	大野	東大野	矢田	32.90	—	883	614	350	290	—	25.5	18.6	10.6	8.8	九州水力電氣株式會社調査
308	北 川	北 川	宮崎	東白杵	北川	川内名	15.50	19,300	274	148	96	65	1,250	17.7	9.5	6.2	4.2	
309	祝 子	祝 子	宮崎	東白杵	北川	川内名	3.10	4,970	92	61	27	20	1,600	29.9	19.6	8.8	6.5	
310	五箇瀨	五箇瀨	宮崎	西白杵	田原	河内	20.86	11,500	480	403	339	249	551	23.0	19.3	16.2	11.9	
311	,,	,,	宮崎	西白杵	高千穂	向山	34.55	14,400	779	569	437	350	417	22.5	16.5	12.6	10.1	
312	,,	,,	宮崎	西白杵	七折	中村	46.16	34,100	910	644	512	445	738	19.7	14.0	11.1	9.6	
	,,	鹿 川	宮崎	東白杵	北川	下鹿川	3.28	1,180	76	56	33	29	360	23.2	17.2	10.0	8.8	延岡電氣所調査
313	耳 川	耳 川	宮崎	西白杵	椎葉	松尾	24.28	17,500	738	421	234	171	721	30.4	17.3	9.6	7.0	
314	,,	,,	宮崎	東白杵	西郷	田代	43.90	39,900	1,080	573	367	263	909	24.6	13.1	8.4	8.3	
315	,,	七ツ山川	宮崎	西白杵	諸塚	家代	5.95	6,700	174	98	58	32	1,130	29.2	16.5	9.7	5.3	
316	小 丸	小 丸	宮崎	兒湯	木城	石河内	21.86	20,500	478	218	105	75	935	21.9	10.0	4.8	3.4	
317	一 瀬	一 瀬	宮崎	兒湯	西米良	村所	9.34	8,240	249	128	68	48	882	26.7	13.7	7.3	5.1	
318	,,	,,	宮崎	兒湯	西米良	村所	13.81	13,700	373	220	120	86	992	27.0	15.9	8.7	6.2	
319	,,	,,	宮崎	兒湯	三納	黒原官山	26.16	37,300	627	272	168	135	1,425	24.0	10.4	6.4	5.2	
320	,,	銀 鏡	宮崎	兒湯	東米良	中尾	5.02	2,830	98	44	24	16	564	19.6	8.7	4.7	3.2	
321	大 淀	大 淀	宮崎	北諸縣	高城	四家	89.35	36,600	2,440	1,790	1,240	1,070	410	27.3	20.1	13.9	12.0	
322	,,	綾 南	宮崎	東諸縣	綾	南俣	7.99	6,860	156	87	51	47	859	19.6	10.9	6.3	5.8	
323	菱 田	菱 田	鹿兒島	鳴喚	西志布志	伊崎田	10.35	4,060	309	269	141	90	392	29.9	26.0	13.6	8.7	
324	,,	大 鳥	鹿兒島	鳴喚	野方	上別府	5.89	1,940	235	196	151	105	329	39.9	33.3	25.6	17.8	
	新 川	松 永	鹿兒島	始良	牧園	持松	4.38	—	131	119	86	38	—	29.9	27.2	19.6	8.7	電氣工業瓦斯株式會社調査
	萬 瀨	萬 瀨	鹿兒島	日置	阿多	花瀬	12.42	—	250	207	173	145	—	20.1	16.6	13.9	11.7	萬瀨川水力電氣株式會社調査 但大正八年分を除く
325	川 内	川 内	鹿兒島	薩摩	宮ノ城	屋地	64.84	69,700	1,220	939	722	460	1,070	18.8	14.5	11.1	7.0	
326	球 磨	球 磨	熊本	球磨	水上	江代	6.30	5,480	186	117	60	32	869	29.5	18.6	9.6	5.1	
327	,,	,,	熊本	球磨	神瀬	神瀬	105.41	65,100	2,220	1,300	767	620	617	21.1	12.3	7.3	5.8	
328	,,	五 木	熊本	球磨	五木	栗鶴	15.67	7,600	314	187	103	71	484	20.0	11.9	6.6	4.5	
329	,,	川 邊	熊本	球磨	四浦	田代	31.89	16,300	669	419	240	182	511	21.0	13.1	7.5	5.8	
330	綠 川	七 瀧	熊本	上益城	七瀧	七瀧	4.48	3,780	58	51	43	20	844	12.9	11.4	9.6	4.4	
	,,	綠 川	熊本	下益城	東砥用	洞岡	22.44	—	528	383	326	236	—	23.5	17.1	14.5	10.5	日本窒素肥料株式會社調査
	白 川	白 川	熊本	阿蘇	久木野	河陰	10.32	—	243	196	176	136	—	23.4	19.0	17.1	13.2	同
	,,	黒 川	熊本	阿蘇	尾ヶ石	的石	12.00	—	404	296	192	130	—	33.7	24.6	16.0	10.8	熊本電氣株式會社調査
	菊 池	菊 池	熊本	菊池	水源	原	6.40	7,980	199	106	92	70	1,170	29.2	15.6	13.5	10.3	同
331	矢 部	矢 部	福岡	八女	大淵	北大淵	6.37	6,360	89	59	41	24	998	14.0	9.3	6.4	3.7	
	,,	星 野	福岡	八女	北川内	久木原	5.62	—	72	51	38	30	—	12.8	9.1	6.8	5.3	筑後水力電氣株式會社調査
332	筑 後	杖 立	大分	日田	五馬	出口	18.77	9,790	349	283	229	142	522	18.6	15.1	12.2	7.6	
333	,,	大 山	大分	日田	大山	西大山	31.90	20,000	647	511	405	336	628	20.3	16.0	12.7	10.5	
334	,,	津 江	大分	日田	中津江	枌野	10.29	13,000	215	139	84	65	1,300	20.9	13.5	8.1	6.3	
	,,	玖 珠	大分	日田	中川	櫻竹	30.05	—	525	427	334	233	—	17.5	14.2	11.1	7.8	九州水力電氣株式會社調査
335	川 上	川 上	佐賀	小城	南山	畑瀬	8.29	829	195	150	96	66	661	23.5	18.1	11.6	7.9	

水量著しく多いのは白川上流、五箇瀬川上流、菊池川上流等阿蘇火山の火口原及外輪山麓部であつて森林状態甚だ貧弱なるに拘はらず湧水多く1方里當湧水量15個を超え。其他緑川、菊池川、大山川（筑後川水系）、玖珠川（同前）、大分川、大野川等の流域では湧水量10個乃至15個である。

九州山系及日向山脈方面の五箇瀬川中流部以下、耳川、小丸川、一瀬川、球磨川等に於ては山岳連亘し近時荒廢したりと稱せらるゝも、尙森林多きに不拘湧水量10個を超ゆるもの絶えてあることなく少きに至りては5個に達しないものさへある。霧島火山及鹿兒島縣に於ては状況又異り新川、菱田川水系大鳥川とは湧水量著しく多く、前者は20個に近く後者は實に25個を超えて居り、其他大淀川上流部、菱田川、川内川、萬瀬川等に於ては湧水量10個乃至15個の間に在る（第十一圖参照）

36 平水量の分布

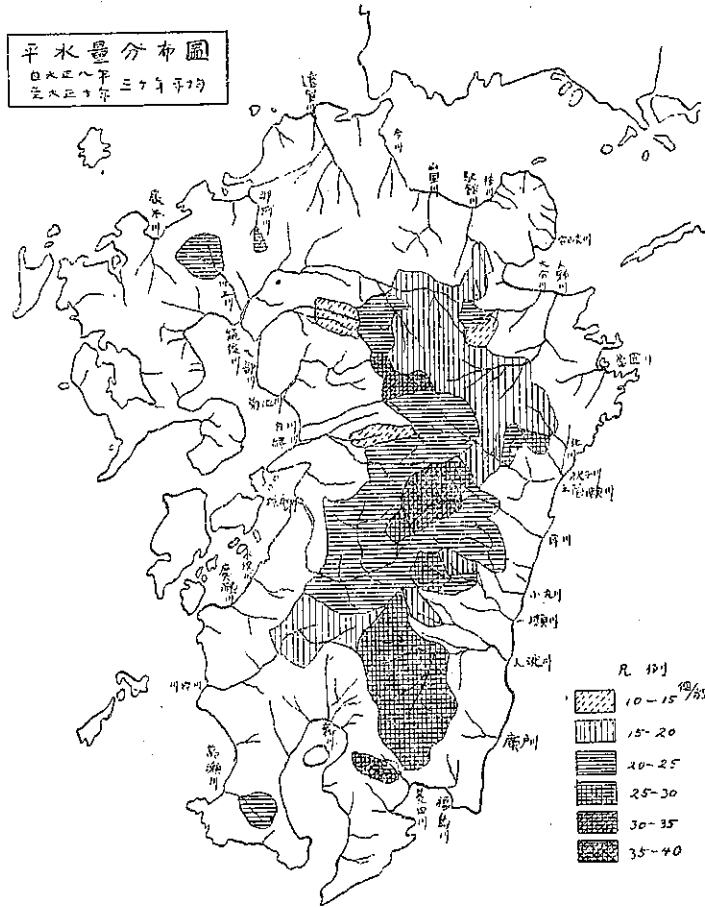
流域面積1方里當りの平水量は矢部川水系星野川に於ける12.8個を最小とし、菱田川水系大鳥川に於ける39.9個を最大とする。平水量の分布は湧水量の分布と甚だ趣を異にし湧水量の分布は年雨量の分布とは甚だ關係薄く、主として地形地質に従つて變化したが、平水量に於ては趣を異にし降水量の多少に密接なる關係を有し、阿蘇火山附近の如き湧水量特に豊富なりし地方も平水量に於ては中位に在るが如く、其分布状況湧水量の場合と根本的に相違する。即ち概言すれば宮崎縣中部及鹿兒島縣に亘り多雨の地方は概して平水量多く、大分縣北東海岸を中心として雨量少き地方は概して少く、而して熊本縣より宮崎縣北部一帯の地方は其中間に在る。

宮崎縣中部以内及鹿兒島縣の河川では大體に於て平水量20個乃至30個なるも、川内川は少くして20個に足らず、小丸川及綾南川（大淀川水系）等も少くして20個内外、又菱田川水系大鳥川は湧水量著大なると同じく平水量も著大で40個に近い、熊本縣南部から宮崎縣北部なる五箇瀬川流域に到る一帯の地は平水量20個より25個の間に在り、而して五箇瀬川河口附近の北部なる祝子川に於ては、局部的に降雨量多ければ平水量も従つて大で30個に近い。

大分縣内は概して平水量少く大野川、大分川、驛館川及筑後川上流なる大山川、杖立川及玖珠川は概ね15個乃至20個の間に在る、筑紫山脈地方に於ては湧水量に於けると同様資料少なけれど那珂川、川上川共20個許りで矢部川は著しく少く15個に足りない（第十二圖参照）。

37 洪水量

洪水量の測定並推定は甚だ困難であつて到底湧水量、平水量の如く完全なることは出來ないが、調査期間中高水位觀測（水力調査書第一卷231頁及第四卷62頁参照）を行へる所は



第十二圖

之に依りて得た最高水位を基として、其他の所に在つては定時若は臨時の観測に於ける最高水位を基とし、之を流量曲線と對比して最大洪水量を求めたるに流域面積 1 方里當り最大洪水量は菱田川に於ける 393 個を最小とし、大野川水原奥嶽川の凡 2,300 個を最大とする、然れども上の最小は其箇所の最大洪水量より少き流量なる疑なきに非ざる故、九州の河川に於ける 1 方里當洪水量は 500 個乃至 2,300 個の間に在るものと見るべく、其内でも河川の大部分は 500 個乃至 1,500 個であつて 1,500 個以上のものは視子川、奥嶽川等流域狭少で局部的強雨ある所に限られて居る。

前にも述べた様に最大洪水量の推定は甚だ正確を缺けども、各種の資料を綜合するに宮崎縣中部以北の日向山脈地方の河川たる北川、五箇瀬川、小丸川、一瀬川は凡て洪水量 1,000 個乃至 1,500 個の間に在れど、九州山系主軸地方の球磨川並に耳川は 1,000 個に達しない様で

ある。霧島山附近の大淀川、菱田川等は概して少く、調査期間内に得た結果は 500 個に足らないが實際は之より多からんも 500 個を超ゆることさまで大ではないものと考へられる、九州北部の河川では資料乏しきも大野川、杖立川（筑後川水系）、緑川等阿蘇火山を中心とする諸河川は概して少く 1,000 個以下なるべく、筑後川水系に於ても津江川は低氣壓朝鮮海峡を通過するとき其流域に多量の雨を降らす故洪水量多く 1,300 個許り、矢部川も凡 1,000 個川上は 1,100 個許りと推測される。

第五章 降水量と流出量との關係

38 概 説

従來降水量と河川流量との關係に就て研究されて居る所を見るに、其大多數は年量に依り或は月量に依り、或は 1 年を春夏秋冬の四季又は冬夏の二季に分ち、冬季に於ける量に依つて其期間に於ける總降水量と之に對する流出量との關係を見出さんとするものである。

斯の如き方法に依り諸家の研究の結果の要點は下の如し。

(1) 年量に於て降水量が増加すれば流出量も増加し其關係は大體に於て年降水量から或一定の水量（蒸發、植物の蒸散、滲透等のため失はれる水の年量はほぼ一定して居るものと考へられる）を減じたものが流出するといふことが出来る、従つて降水量に對する流出量の比（普通流出係數といふ）は降水量が増加するに従ひて増す、而して此關係を表はす公式又は曲線等が多數作られて居るが、之は要するに平均に於ける關係を表はすものであつて年に依つて多大の差異がある。

(2) 月量又は季節量に於て降水量と流出量との關係は月、季節及所に依つて大いに異なるが之を概括すれば十二月より五月に亘つては降水量に比し流出量が多く、且降水量の増加に伴ふ流出量の増加著しく、六月より八月に亘つては降水量に比し流出量が少く且降水量の増加に伴ふ流出量の増加が著しくない、而して九月から十一月に亘つては上記二季の中間に在る。

39 研究の方法

降水量と流出量との關係を研究するに當り考ふべきことは降水量及流出量の算出竝或期間の降水量に對し之と同期間の流出量をとるべきか、或は多少遅延せしむべきか若し遅延せしむるとすれば其日數を如何にすべきかの諸點である。

(1) 降水量の算出 降水量の算出に對し普通行はるゝ方法は流域内及必要に依つては隣接した他の流域内に雨量觀測所を設けて雨量を觀測し、此觀測結果を基礎として流域全體の平均降水量を求むるに在る、流域内雨量觀測所の數多く且到る所一様に配置されて在れば、之等觀測所の雨量を平均すれば流域内の平均雨量となるが、實際雨量觀測所の數を充分得ることは困難であり、加之雨量觀測所は觀測に便のため人家の附近に設置さるゝ故山岳部の雨量

を測ることは極めて困難である、従つて雨量観測所に於て観測した雨量から流域内の平均雨量を求むることは案外面倒なこととなる、而して此場合に於ける方法に(イ)算術的平均をとる、(ロ)雨量圖を作り之より算出する、(ハ)小流域に分つ法、(ニ)前記(ロ)(ハ)の折衷法(ホ)土地平均法等がある、此内(ハ)(ニ)(ホ)は精密なるが如く見ゆるも其實流域内に於ける山岳起伏の状況等に依る雨量の變化を見ないものである故さまで推賞するの價値なく(ロ)の雨量圖に依るものは観測所に於ける實測の結果を元とし、之に地形其他に依る雨量の分布を考察して最も實際に近い雨量圖を描き得る故最も優れて居る。

(2) 流出量の計算 流出量の計算に對し普通行はるゝ方法は本篇第一章 8—21 に亘つて述べた方法に外ならない、而して水位観測は毎日 1 回又は 2 回行ふを普通とする故、此観測水位に對する流量(1 日 1 回観測のときは其流量を、又 1 日 2 回観測のときは其平均をとる)を以て其日の平均流量とする、自記量水標を設置した箇所(かゝる箇所は極めて少ないが)でも其記録した水位圖から流量圖を作り、之から平均流量を求むることは甚だ手数を要する故此場合にも 1 日 1 回、又は 2 回定時に観測した水位に對する流量を其日の平均流量とすることがある。

斯の如き方法をとるとき水位高からざる場合には 1 日中に於ける水位の變化、従つて流量の變化が少く且流量曲線は低い水位に對しては比較的正確に作らるゝ故 1 日 1 回又は 2 回観測の結果に依つて上述の如く其日の平均流量を定めても實際の平均流量との差異は極めて僅少ななるものであるが、洪水其他水位の高い時には 1 日中に於て流量が著大なる變化をするのみならず、同じ水位に對しても出水時と減水時と流量が異なる様なこともあり、又高い水位に對する流量曲線は不確實なことが多い故 1 日 1 回又は 2 回の水位観測と流量曲線とから求めた流量は其日の平均流量と大なる差異のある場合が少くない。

單に其日の實際の平均流量と算出した流量との差違のみならず 1 年間又は 1 箇月間の流出量に對する關係を考ふるに、水位低き場合では 1 日間の流出量は 1 年又は 1 箇月間の流出量に對して極めて小であるが、水位高き場合は之が極めて大である、此關係を窺ふため九州に於ける主要測水所に於て調べた結果に依り 1 年間各日午前十時 1 回の水位観測の結果と流量曲線を對比して得た日々々の流量を大小の順に排列し、流量小なる方より算へ 1 年間の總流出量の夫々 25, 50, 75% が流去するに要する日數を流況表(1 年間各日の流量 365 を大小の順に排列した表で詳細は水力調査書第一卷 162—163 頁、並土木學會誌第九卷五、六號所載拙著渇水量、低水量、平水量の比と發電設備の能率との關係参照)に就て求めたものを掲ぐれば第二十二表の通りである。

第二十二表

1年間の総流出量の25%, 50%, 75%が流出するに要する日数表

水系	河川	測水所	年	流量小なる方より算へたる日数			流量大なる方より算へたる日数		
				75%	50%	25%	75%	50%	25%
大野川	大野川	百枝	9	343	271	163	208	95	23
			10	356	315	213	152	50	9
五箇瀬川	五箇瀬川	日影	8	354	302	190	175	63	11
			9	344	293	197	169	73	22
耳川	耳川	和田	10	354	314	224	141	51	11
			9	348	306	224	142	60	18
小丸川	小丸川	植八重	10	356	330	255	110	35	9
			9	355	316	220	137	50	11
一瀬川	一瀬川	黒原	10	358	327	268	97	38	8
			9	355	325	263	103	41	11
大淀川	大淀川	本八重	10	358	340	287	78	25	7
			8	323	249	154	211	116	42
菱田川	大島川	馬場下	9	338	273	168	198	93	28
			10	346	288	182	183	77	19
球磨川	球磨川	神瀬	9	322	247	136	230	119	44
			10	322	233	127	238	132	43
筑後川	大山川	貫見	8	355	318	227	138	47	10
			9	357	328	232	134	38	9
筑後川	大山川	貫見	10	354	331	252	113	34	11
			8	345	278	171	194	87	20
筑後川	大山川	貫見	9	331	249	139	227	117	35
			10	355	314	201	164	51	10

備考 此表に於ける日数は流況表所載の日数中最も近値のものをとり最も近値のものと確其差大るときは比例に依つて算出したものである。

此表に依つて見れば1年中流量多き日7日乃至44日間即ち1年の日数の2-12%の間に年流量の25%が流出するに反し、流量少き日のみを採れば同量の水が流出するに136日乃至263日、即ち1年間の37-73%を要することが知られる、即ち水位観測が1日の平均流量を與ふる水位に對應せぬこと、及高水位に對する流量曲線の不正確等のため洪水量に於て誤差があれば其回数は僅少なりとも1年間の流出量に對し大なる影響あるに反し、流量少き時は元來流量曲線に誤差少く、假りに多少の誤差があり其日數或は半年以上に亘る様な事があつても1年間の流出量に影響する所は尠い。

此事は降水量と流出量との關係を見る上に於て甚だ重要なことであつて、高水時に於ける流量を正確ならしむることは極めて望まじきことであるが、之を充分で確ならしむることは殆んど不可能の事である、之等の點は流出關係を見る時に常に念頭をはなすべからざること

である。

(3) 降水量に對應する流出期間のとり方 或る期間の降水量に對し其期間の流出量をとるべきか、或は其期間より少し遅れた期間に對する流出量をとるべきかの問題及降水量と流出量を比較する場合年月の區分を如何にすべきかの問題も共に重要なことである。

降水量對流出量の時期の問題に就ては (イ) 同期間をとるもの、(ロ) 10 日間遅延さすもの (ハ) 1 箇月遅延さすもの、(ニ) 降水量を前進さすもの等の方法があるが何れも確然たる根據のあるものではない、降水量と流出量を比較するに月量に依る場合は普通降水量を曆に依る月量とし、年量に依つて比較する場合には曆年に依る場合と、水文上の年に依る場合とある、而して曆年に依る場合は問題はないが、水文上の年といふものは諸家に依り説が異なるが十一月一日より翌年十月三十一日に到るもの、或は十二月一日より翌年十一月三十日に到るものが最も多い様である。

以上は單に從來行はれた諸家の説を掲げたに過ぎないが、之に依れば從來は月量、季節量又は年量に依つて降水量と流出量とを比較し、其比たる流出係数を重要視し、又降水量と流出量とを比較する時期の對應を得るため遅延の關係に就ては種々研究されたが、何れも 1 箇月間の降水量に對しては必ず 1 箇月間の流出量をとるといふ風に日數は常に同一にとる例になつて居る様である、元來降水量と流出量との關係を研究するに蒸發、發散等に依り流出量以外に失はるゝ水量を考へに入れ、或流域内に含まれたる水の總量の増減を考へなければ研究としても完全なものでなく、又結局事柄が徹底せぬことは容易に考へられることであるが蒸發、發散等に對しては降水量、流出量に對する様な實測の資料なき爲其方に手を觸れざる結果流出係数を特に尊重する様になつたものかと想像せられる、本論文に於ては流域内に含まるゝ水の量といふものに重きを置いて研究をなし、其結果は第六章以下に掲げてあるが然らば流出係数は必要がないかといふに決して左様ではなく之も甚だ必要である、而して著者が年量、月量に於ける降水量と流出量との關係を調ぶる主なる目的は下の通りである。

(1) 年量に於ける降水量と流出量との關係に依つて流域外より水の流入するもの、又は流域内から他へ流出するものなきやを判定する (渴水量が特に豊富な河川では他流域より水が流入するやの疑は自ら生じ得る)。

(2) 月量に於ける降水量と流出量との關係に依つて流域内に含まるゝ水の量の増す時季と減する時季並之等増減の模様の大體を窺ふ。

40 九州に於ける降水量と流出量との關係

九州に於ける降水量と流出量との關係を調ぶるため管内各測水所に於ける月量並年量に依る降水量、流出量を計算し其差及比をとつた、其要點下の如し。

(1) 年月共區分は曆に依る。

(2) 降水量と流出量は同期のものを比較してある。

(3) 降水量は各観測所に於ける月雨量(單位耗—水力調査書第五卷 290-299 頁記載)に依つた、或流域に於ける平均流量を求むるには其流域内に在る観測所に於ける観測の結果を關係流域の大小等を考へず、單に平均したものを採り、稀に隣接流域のものを取入れたものがある(詳しくは第二十三表の如し)、又観測資料の不足したものは場合に依り其數値を補ひ挿入し又は之を除いて平均をとつた。

(4) 流出量は各測水所に於ける月平均流量(單位個—水力調査書第六卷 474-489 頁記載)より其月の流出量を雨量と同様耗に換算したものに依つた、地上一面に深さ1耗に水が捲つて居り之が1日間に一樣に流出し去るときの流量は6.42個なる故、月平均流量より其月の流出量(耗)を算出するには次の式に依る。

$$\begin{aligned} \text{月流出量(耗)} &= \frac{[\text{月平均流量(個)}] \times [\text{其月の日數}]}{6.42 \times [\text{流域面積(方里)}]} \\ &= K \times [\text{月平均流量(個)}] \dots \dots \dots (2) \end{aligned}$$

此 K の値は第二十三表に併せて掲げてある。

第二十三表 測水所關係雨量観測所對照表

水系	河川	測水所	流域面積 (方里)	K(下の數は月の日數)				關係雨量観測所	
				28	29	30	31	數	名 稱
膝館川	津房川	若林	3.21	1.36	1.41	1.46	1.51	1	津房
大野川	大野川	百枝	63.64	0.0685	0.0710	0.0735	0.0760	6	久住, 宮砥, 竹田, 長谷川, 三重, 小野市,
"	奥嶽川	牧口	12.61	0.346	0.358	0.371	0.383	4	長谷川, 宮砥, 小野市, 三重
北川	北川	下赤	15.50	0.281	0.291	0.301	0.311	1	小野市
視子川	視子川	視子川	3.10	1.47	1.53	1.58	1.63	1	視子川
五箇瀬川	五箇瀬川	吐瀬	20.86	0.209	0.216	0.224	0.232	3	馬見原, 草部, 三ヶ所
"	"	水ヶ崎	34.55	0.126	0.131	0.135	0.140	5	馬見原, 草部, 三ヶ所, 三田井, 宮水
"	"	日影	46.16	0.0945	0.0978	0.1013	0.1046	7	馬見原, 草部, 三ヶ所, 三田井, 宮水, 仲組, 北方
耳川	耳川	岩屋戸	24.28	0.1795	0.186	0.1925	0.199	1	下福良
"	"	和田	43.90	0.0995	0.103	0.1065	0.110	4	尾前, 下福良, セツ山, 田代
"	七ツ山川	榎谷	5.95	0.733	0.760	0.786	0.812	1	セツ山
小丸川	小丸川	榎八重	21.86	0.199	0.206	0.214	0.221	4	大河内, 神門, 高城, 塊所
一瀬川	一瀬川	鶴	9.34	0.467	0.484	0.500	0.517	1	大河内
"	"	村所	13.81	0.316	0.327	0.338	0.350	2	大河内, 村所
"	"	黒原	26.16	0.167	0.173	0.179	0.185	3	大河内, 村所, 尾八重
"	銀鏡川	二軒橋	5.02	0.869	0.900	0.932	0.963	1	尾八重
大湊川	大湊川	本八重	89.35	0.0488	0.0506	0.0523	0.0541	5	小林, 高原, 高野, 都城, 高岡
"	綾南川	川中	7.99	0.545	0.565	0.584	0.604	1	須木
菱田川	菱田川	黒葛	10.35	0.422	0.437	0.452	0.467	1	岩川
"	大鳥川	馬場下	5.89	0.741	0.767	0.794	0.820	1	百引

川内川	川内川	宮ノ城	64.84	0.0672	0.0696	0.0720	0.0744	3	大口, 加久藤, 隈ノ城
球磨川	球磨川	江代	6.30	0.694	0.719	0.744	0.768	1	古屋敷
"	"	神瀬	105.41	0.0414	0.0428	0.0444	0.0458	3	古屋敷, 小原, 頭地
"	五木川	栗鶴	15.67	0.278	0.288	0.298	0.308	1	小原
"	川邊川	四浦	31.89	0.137	0.142	0.147	0.151	2	小原, 頭地
緑川	七瀧川	小川野	4.48	0.975	1.010	1.045	1.080	1	金内
矢部川	矢部川	藤木	6.37	0.684	0.709	0.733	0.757	1	矢部
筑後川	杖立川	杖立	18.77	0.232	0.241	0.249	0.257	1	宮原
"	大山川	貫見	31.90	0.137	0.142	0.147	0.151	2	宮原, 中津江
"	津江川	荒瀬	10.29	0.424	0.438	0.454	0.469	1	中津江
川上川	川上川	畑瀬	8.29	0.526	0.545	0.564	0.583	1	古湯

降水量及流出量の時の区分は曆に依り、且同時期のものを比較することとした、實は之以外各種の方法があることは前節に於て述べた通りであるが何れも確然たる根據ある譯でなく、而も他の方法に依るときは計算が繁雜となる、而して實際の状況を考ふるに九州に於ては河川の流域小にして且流路長からざる故遅延は極めて微々たるものであり、且元來此計算をなす目的が前節末尾に記載の様の譯である故彼此相考慮して上の如く定めたのである。

流域内の平均降水量の算出に就ては前節に於て述べた土地の状況を見、雨量圖を作りて求むる方法が最も優れて居る故之を用ふべきであるが、此方法は非常に手数を要する故止むを得ず前掲の方法に依ることとした、其結果雨量が實際より少く表はれて居るもの、相當あることは豫想されることで、即ち観測所は人家のある山麓等に在り其處の雨は山頂附近のものに比し小であることは極めて普通のことである。

尙流出量に就ても前節に述べた理由に依り相當の誤差あることは免れない、之等の事柄は計算の結果を見る上に於て常に念頭に置くことを要する。

41 年量に於ける關係

各測水所流域に就き各年の降水量並流出量を計算し比較すれば第二十四表を得る、此計算をなした測水所數 30 箇所計算をなした延年數 80 年の内得た結果を概略區別すれば下の如し

(1)	降水量より流出量のなるもの	13
(2)	降水量より流出量が小で其差 0-500 耗のもの	30
(3)	„ 500-1,000 耗のもの	28
(4)	„ 1,000 耗以上のもの	9
	合 計	80

第二十四表 年流出關係表

水系	河川	測水所	期 間		降水量	流出量	差 流出係數	
			自年月日至年月日	自年月日至年月日			差	係數 %
驛館川	津房川	若林	8 5 1	9 3 31	1,257	1,112	145	88.5
			9 1 1	9 12 31	1,244	968	276	77.7
			10 1 1	10 12 31	1,478	1,503	-25	101.5
大野川	大野川	百枝	8 4 1	9 3 31	1,650	1,162	488	70.5
			9 1 1	9 12 31	1,847	1,249	598	67.6
			10 1 1	10 12 31	1,917	1,713	204	89.3
"	奥嶽川	牧口	8 7 1	9 6 30	1,881	1,954	-73	103.8
			9 1 1	9 12 31	1,934	1,842	92	95.4
			10 1 1	10 12 31	1,860	2,538	-678	136.3
北川	北川	下赤	8 4 1	9 3 31	2,318	2,041	277	88.0
			9 1 1	9 12 31	2,694	2,255	439	83.6
			10 1 1	10 12 31	2,315	2,910	-595	125.5
祝子川	祝子川	祝子川	8 6 1	9 5 31	4,209	3,770	439	89.5
			9 1 1	9 12 31	3,950	4,163	-213	105.3
			10 1 1	10 12 31	3,491	4,236	-795	112.3
五箇瀬川	五箇瀬川	吐瀬	8 3 1	9 2 29	1,860	1,488	372	80.0
			9 1 1	9 12 31	2,881	2,026	855	70.4
			10 1 1	10 12 31	2,559	2,632	-73	103.0
"	"	水ヶ崎	8 1 1	8 12 31	1,961	1,566	375	81.0
			9 1 1	9 12 31	2,200	1,954	246	88.8
			10 1 1	10 12 31	2,331	1,937	394	83.2
"	"	日影	8 1 1	8 12 31	2,303	1,699	604	73.7
			9 1 1	9 12 31	2,351	2,035	316	86.5
			10 1 1	10 12 31	2,409	2,114	295	87.8
耳川	耳川	岩屋戸	8 2 1	9 1 31	2,831	2,588	243	91.5
			9 1 1	9 12 31	2,838	2,913	-75	102.7
			10 1 1	10 12 31	2,813	3,066	-253	109.0
"	"	和田	8-2-1	9-1-31	2,949	2,418	531	82.0
			9 1 1	9 12 31	2,958	2,729	229	92.3
			10 1 1	10 12 31	2,744	2,839	-145	105.2
"	七ツ山川	榎谷	9 1 1	9 12 31	3,050	3,928	-878	123.8
			10 1 1	10 12 31	2,886	3,422	-536	118.8
			8 4 1	9 3 31	3,804	2,701	1,103	71.0
小丸川	小丸川	樋八重	9 1 1	9 12 31	3,374	2,791	583	82.7
			10 1 1	10 12 31	3,176	2,330	846	73.5
			8 5 1	9 4 30	3,499	2,964	535	84.8
一瀬川	一瀬川	鶴	9 1 1	9 12 31	3,577	2,852	725	79.6
			10 1 1	10 12 31	3,874	2,681	693	79.6

大正九年四月は降水量資料なきため之を除く

水系	河川	測水所	期 間		降水量 ^概	流出量 ^概	差 ^概	流出係數 [%]
			自年月日	至年月日				
一瀬川	一瀬川	村所	8 4 1	9 3 31	3,454	2,744	710	79.5
			9 1 1	9 12 31	3,392	2,707	685	79.8
			10 1 1	10 12 31	3,366	2,770	596	82.3
"	"	黒原	8 4 1	9 3 31	3,503	3,491	12	99.5
			9 1 1	9 12 31	3,578	3,206	372	89.6
			10 1 1	10 12 31	3,265	3,149	116	96.5
"	銀鏡川	二軒橋	8 4 1	9 3 31	3,598	2,796	802	77.8
			9 1 1	9 12 31	3,861	2,756	1,105	71.4
			10 1 1	10 12 31	3,258	2,369	889	72.7
大湊川	大湊川	本八重	8 1 1	8 12 31	3,012	1,962	1,050	65.2
			9 1 1	9 12 31	2,795	2,071	724	74.1
			10 1 1	10 12 31	2,639	2,116	523	80.2
"	綾南川	川中	8 1 1	8 12 31	3,298	2,160	1,138	65.5
			9 1 1	9 12 31	2,937	2,853	84	97.2
			10 1 1	10 12 31	3,200	2,554	646	79.8
菱田川	菱田川	黒葛	8 5 1	9 4 31	2,842	1,715	1,127	60.4
			9 1 1	9 12 31	2,884	1,868	1,016	64.7
"	大鳥川	馬場下	9 1 1	9 12 31	3,397	2,721	676	80.2
			10 1 1	10 12 31	3,131	2,419	712	77.2
球磨川	球磨川	江代	8 1 1	8 12 31	2,754	3,156	-402	114.5
			9 1 1	9 12 31	2,687	2,276	411	84.6
			10 1 1	10 12 31	3,269	2,799	470	85.6
"	"	神瀬	8 1 1	8 12 31	2,651	2,437	214	92.0
			9 1 1	9 12 31	2,661	2,210	451	83.0
			10 1 1	10 12 31	2,883	2,257	626	78.3
"	五木川	栗鶴	8 1 1	8 12 31	2,577	1,623	954	63.0
			9 1 1	9 12 31	2,661	1,639	1,022	61.6
			10 1 1	10 12 31	2,923	1,881	1,042	64.5
"	川邊川	四浦	8 1 1	8 12 31	2,596	2,019	577	77.7
			9 1 1	9 12 31	2,533	1,936	647	75.0
			10 1 1	10 12 31	2,768	1,916	852	69.3
緑川	七瀧川	小川野	8 4 1	9 3 31	2,162	1,314	848	60.7
			9 1 1	9 12 31	2,147	1,142	1,005	53.2
			10 1 1	10 12 31	2,465	1,917	548	77.9
矢部川	矢部川	藤木	9 1 1	9 12 31	1,764	1,204	560	68.3
			10 1 1	10 12 31	2,232	1,826	456	80.0
筑後川	杖立川	杖立	8 1 1	8 12 31	1,784	1,465	319	82.0
			9 1 1	9 12 31	1,737	1,140	597	65.6

水系	河川	測水所	期 間		降水量	流出量	差	流出係数
			自年月日	至年月日				
筑後川	大山川	貫見	8 1 1	8 12 31	1,824 ^耗	1,614 ^耗	210 ^耗	88.4 [%]
			9 1 1	9 12 31	1,743	1,412	331	81.0
"	津江川	荒瀬	9 1 1	9 12 31	1,764	1,641	123	93.0
川上川	川上川	畑瀬	8 1 1	8 12 31	1,711	1,845	66	96.5

普通考ふる所に依れば(第六章 47 節末参照)年蒸發量及年蒸散量の合計は 500 耗乃至 1,000 耗であり、年の区分境に降つた雨が主として翌年の流出量となることあるも、斯の如く繰越す量は全年量に比し小なる故降水量と流出量の差も亦其範圍内にあるべきである、上に掲げた(3)のものは此考へからして結果が大體に於て妥當である、即ち降水量、流出量共に實際に近いものを測つて居るか、又は此兩者の誤差が大體に於て相互に打消し合つて居るものと見られる、(4)の 1,000 耗以上のものは 9 個あるが其最大のものが 1,138 耗で凡て 1,000 耗を超ゆること大ならざるが故に之も實質に於て(3)と同様妥當なものと認めることが出来る、(2)の内 7 個は 400 耗以上である故之は標準の範圍を擴大して考ふれば差したる不都合はないが、其他の 23 個は流出量に比し降水量が過小であり、更に(1)に至つては降水量よりも流出量が大であつて之は降水量を觀測した結果が實際流域内の平均より著しく過少であり、尙流量の方にも多少の誤差があるものと考へられる。

次に各測水所に就て見るに降水量に比し流出量の過大であるのは大野川水系、奥嶽川、視子川水系視子川及耳川水系一帯で之等は何れも流域内山高峻に谷深く地形峻峻で人家少く、雨量觀測所は溪谷の間に設けられてある所で山の高い部分は雨量多く、従つて觀測所觀測の結果よりも流域内の平均雨量が遙に大なりと想像さるゝ所である、上記の 3 河川の外は年に依り不同こそあれ大體に於て降水量と流出量との關係は妥當である、而して茲に注意すべきは此事は濁水量の多少とは何等關係なきが如く、濁水量の大なる菱田川水系、大淀川本流、大野川等に於ても降水量と流出量との差は何れも相當大であり、濁水量少き小丸川、一瀬川等と何等異なることなく、之より見れば濁水量豊富なる河川に於ては其流域内に水が貯へられて濁水時の水源をなすことはあるも、他の流域から水が流入することは想像し得べからざることである。

上には降水量と流出量との關係に於て主として兩者の差に就て論じたが、普通には差の外に比たる流出係數のことを論ずることが多い、九州に於ける年雨量は 1,000 耗乃至 4,000 耗であり、降水量と流出量との差は 500 耗乃至 1,000 耗とすれば、流出係數は雨量 1,000 耗のときは 0% 乃至 50% となり、雨量 4,000 耗のときは 75% 乃至 87.5% となる、之を實地に就て考ふるに蒸發、蒸散等は雨量に従つて増減すべきに依り年雨量 1,000 耗に對し 1,000 耗の蒸發、蒸散を生ずることはなく、500 耗又はそれ以下と考へらるゝ故流出係數が 50% 以

下といふことは殆ど起らぬものと想像して差支なかるべく、結局九州の河川に於ける年流出係数は大體に於て 50% 乃至 90% の間に在るべきものと想像される。

42 月量に於ける關係

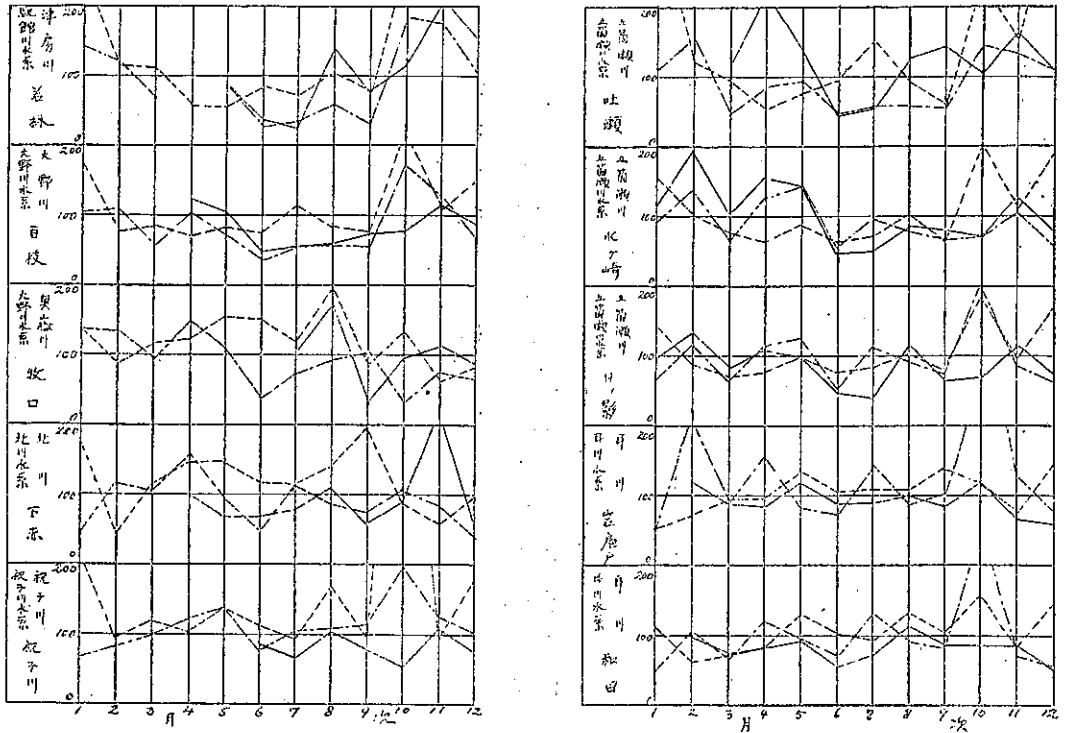
各測水所流域に於ける各月の降水量並流出量を計算比較すれば第二十五表となる。

年量に於ては降水量は流出量より常に大なるべく其差は 500 耗乃至 1,000 耗であると考へられるが、月量に於ては月に依り降水量が流出量より大なることもあり、又降雨少き月に於ても河川の流水は繼續され降水量より流出量が遙に大となることもある、従つて月量に於ては兩者の差といふものには年量に於ける如く標準となるべき根據なき故其比たる流出係數に依り比較するを便とする。

第二十五表で月流出係數の概略が伺ひ知られるが更に見易きため圖に作れば第十三圖となる、之を見れば自ら次の關係の存在することが知られる。

月流出係數圖

凡例
大正八年 ————
大正七年 - - - - -
大正六年 ·····

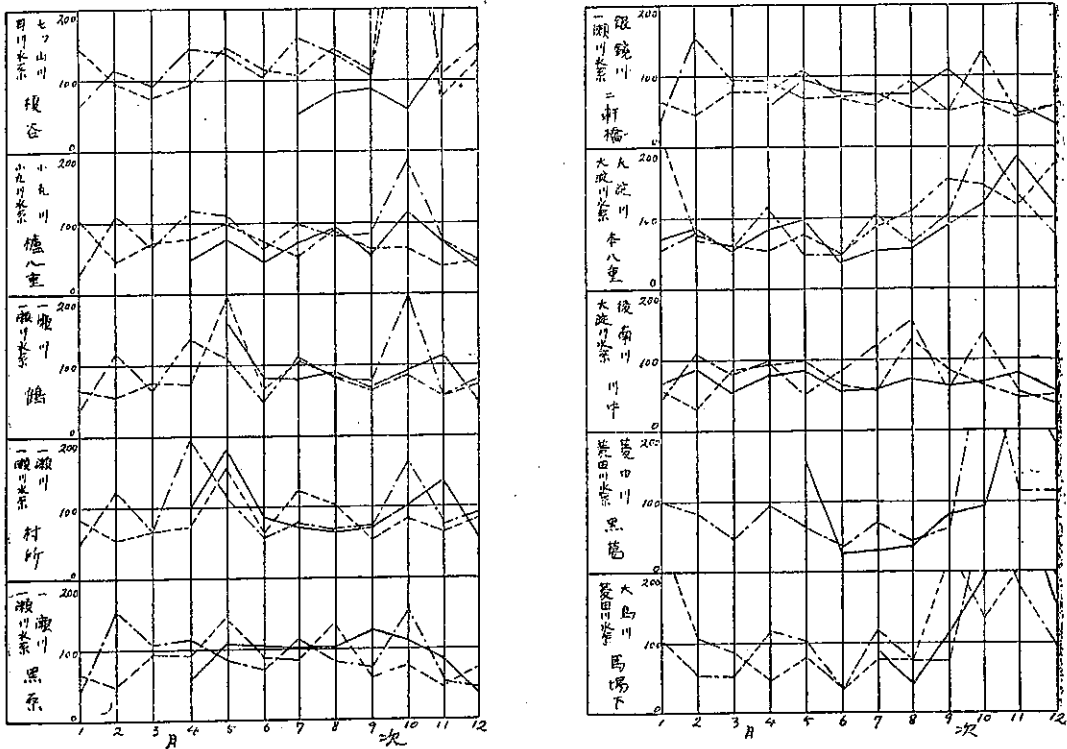


第 十 三 圖 の 一

年月	五箇瀬川水系 五箇瀬川 吐瀬				五箇瀬川水系 五箇瀬川 水ヶ崎				五箇瀬川水系 五箇瀬川 日影				耳川水系 耳川				岩屋戸				耳川水系 耳川				和田			
	月 平 均	流 出 量	降 水 量	流 出 係 数	月 平 均	流 出 量	降 水 量	流 出 係 数	月 平 均	流 出 量	降 水 量	流 出 係 数	月 平 均	流 出 量	降 水 量	流 出 係 数	月 平 均	流 出 量	降 水 量	流 出 係 数	月 平 均	流 出 量	降 水 量	流 出 係 数	月 平 均	流 出 量	降 水 量	流 出 係 数
	個	耗	耗	%	個	耗	耗	%	個	耗	耗	%	個	耗	耗	%	個	耗	耗	%	個	耗	耗	%	個	耗	耗	%
8 1	—	—	—	—	872	122	105	116	946	99	102	97	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
2	—	—	—	—	960	121	63	192	1,080	102	78	131	939	169	138	122	1,500	150	152	99	—	—	—	—	—	—	—	
3	583	135	116	116	1,000	140	138	102	1,180	123	152	81	1,070	213	241	88	1,710	188	247	76	—	—	—	—	—	—	—	
4	444	99	45	220	758	102	65	157	755	76	70	109	608	117	136	86	979	104	126	83	—	—	—	—	—	—	—	
5	375	87	63	138	608	85	59	144	658	69	70	99	561	112	94	119	786	86	91	95	—	—	—	—	—	—	—	
6	720	161	361	45	1,120	152	318	48	1,580	160	330	49	1,750	336	387	87	2,490	265	467	57	—	—	—	—	—	—	—	
7	1,030	238	452	53	1,660	232	467	50	2,530	265	660	40	2,600	517	575	90	4,470	492	676	73	—	—	—	—	—	—	—	
8	1,390	322	250	129	2,150	301	348	86	4,770	500	433	116	3,630	720	720	100	6,550	720	626	115	—	—	—	—	—	—	—	
9	645	144	102	141	721	97	121	80	886	90	138	65	553	107	126	85	961	102	117	87	—	—	—	—	—	—	—	
10	543	126	116	108	737	103	146	71	958	100	142	70	518	103	88	117	1,310	144	165	87	—	—	—	—	—	—	—	
11	418	94	58	162	493	67	52	129	601	61	54	113	289	56	85	66	510	54	61	88	—	—	—	—	—	—	—	
12	353	82	76	108	459	64	79	81	518	54	74	73	269	53	88	60	384	42	84	50	—	—	—	—	—	—	—	
9 1	610	142	128	111	814	114	121	94	807	84	125	67	429	85	153	55	645	71	137	52	—	—	—	—	—	—	—	
2	686	148	93	159	1,080	135	97	138	1,180	116	98	118	989	184	84	219	1,280	132	121	109	—	—	—	—	—	—	—	
3	605	140	299	47	1,110	156	226	69	1,480	155	245	63	1,010	200	223	90	1,660	182	266	68	—	—	—	—	—	—	—	
4	630	141	170	83	1,110	150	118	127	1,570	159	139	114	1,380	265	170	156	2,380	253	208	122	—	—	—	—	—	—	—	
5	582	135	147	92	1,070	150	104	144	1,340	140	112	125	891	178	216	82	1,510	166	167	99	—	—	—	—	—	—	—	
6	849	190	401	47	1,570	212	377	56	1,980	200	384	52	2,150	413	564	73	3,370	360	518	70	—	—	—	—	—	—	—	
7	1,050	243	427	57	1,910	268	270	99	3,340	348	313	111	2,120	420	297	142	3,780	415	317	131	—	—	—	—	—	—	—	
8	1,810	420	697	60	2,460	345	437	79	3,920	410	445	92	2,930	582	690	88	5,510	606	658	92	—	—	—	—	—	—	—	
9	696	156	277	56	1,110	150	218	69	1,750	177	250	71	1,310	252	248	102	2,330	248	298	83	—	—	—	—	—	—	—	
10	500	116	80	145	810	113	54	209	1,080	113	59	192	830	165	45	367	1,560	172	68	253	—	—	—	—	—	—	—	
11	406	91	68	134	583	79	76	104	620	63	73	87	370	71	54	132	552	59	81	73	—	—	—	—	—	—	—	
12	447	104	94	110	586	82	102	80	672	70	108	65	493	98	124	79	594	65	119	55	—	—	—	—	—	—	—	
10 1	405	94	29	324	617	86	55	156	634	66	46	144	467	93	53	176	587	64	57	112	—	—	—	—	—	—	—	
2	395	83	67	124	538	68	65	104	586	55	62	89	473	79	107	74	572	57	91	63	—	—	—	—	—	—	—	
3	463	109	116	94	735	103	130	79	856	89	127	70	851	169	176	96	1,050	116	155	75	—	—	—	—	—	—	—	
4	715	160	289	55	1,210	134	258	64	1,930	195	265	74	1,690	325	335	97	2,520	269	315	85	—	—	—	—	—	—	—	
5	644	149	193	77	1,070	150	167	90	1,600	167	167	100	1,550	308	226	136	2,530	278	211	132	—	—	—	—	—	—	—	
6	2,960	662	696	95	3,450	466	718	65	5,560	563	728	77	4,430	852	807	106	7,780	830	815	102	—	—	—	—	—	—	—	
7	1,020	533	341	153	1,400	196	267	73	2,270	238	292	82	1,620	322	295	109	2,890	318	338	94	—	—	—	—	—	—	—	
8	1,850	428	469	91	2,550	357	342	104	3,910	410	405	101	2,750	547	501	109	5,470	600	445	135	—	—	—	—	—	—	—	
9	639	143	237	60	911	123	185	67	1,430	145	132	80	947	132	133	137	1,790	190	182	104	—	—	—	—	—	—	—	
10	418	97	41	235	587	82	40	205	688	72	39	185	395	79	68	116	658	72	45	160	—	—	—	—	—	—	—	
11	393	88	58	152	568	77	70	110	603	61	64	95	295	57	76	75	464	49	59	83	—	—	—	—	—	—	—	
12	309	83	23	360	461	65	34	191	533	53	32	166	268	53	36	147	419	46	31	148	—	—	—	—	—	—	—	

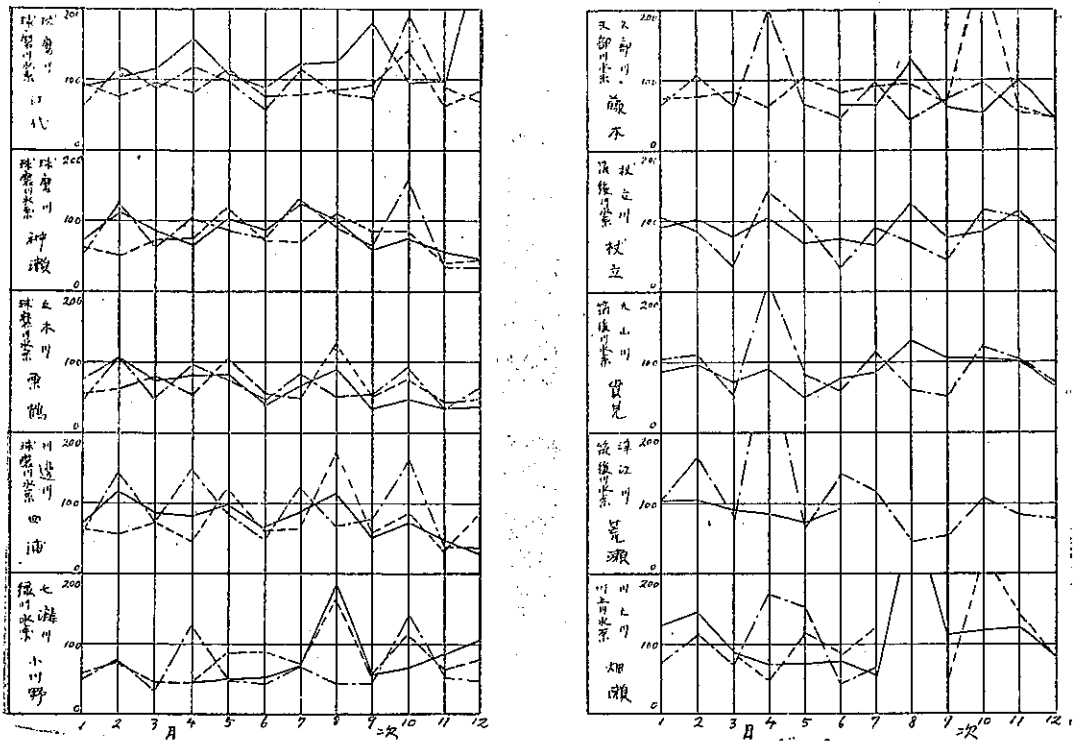
年月	一瀬川水系 銀鏡川 二軒橋				大淀川水系 大淀川 本八重				大淀川水系 綾南川 川中				菱田川水系 菱田川 黒葛				菱田川水系 大鳥川 馬場下			
	月	流	流	降	月	流	流	降	月	流	流	降	月	流	流	降	月	流	流	降
	平均	出量	出量	水量	平均	出量	出量	水量	平均	出量	出量	水量	平均	出量	出量	水量	平均	出量	出量	水量
8	1	—	—	—	2,240	121	172	70	209	126	197	64	—	—	—	—	—	—	—	—
	2	—	—	—	3,030	148	172	86	272	148	173	86	—	—	—	—	—	—	—	—
	3	—	—	—	3,270	177	330	54	292	179	345	52	—	—	—	—	—	—	—	—
	4	104	97	183	2,450	128	156	82	188	110	147	75	—	—	—	—	—	—	—	—
	5	104	100	106	1,550	84	87	97	165	100	122	82	169	79	50	158	—	—	—	—
	6	438	408	527	4,080	214	591	36	538	314	568	55	445	201	753	27	—	—	—	—
	7	482	465	639	5,080	275	531	52	607	367	547	57	243	113	376	30	480	352	592	90
	8	563	542	748	5,240	285	510	56	774	468	660	71	354	165	444	37	292	240	608	40
	9	303	283	260	3,250	170	191	89	203	119	196	61	281	127	159	80	298	237	202	117
	10	198	191	289	2,880	156	132	118	244	148	220	67	349	163	173	94	314	257	130	197
	11	39	36	62	2,150	112	61	184	81	47	59	80	368	166	66	251	232	184	61	302
	12	27	26	83	1,690	92	79	116	56	34	64	53	330	154	85	181	206	169	111	152
9	1	49	47	157	1,710	93	178	52	91	55	133	41	318	148	150	99	206	169	167	101
	2	258	233	155	2,620	133	168	79	342	193	178	108	302	153	187	84	168	129	234	55
	3	383	368	389	2,880	156	266	59	395	238	305	78	233	132	282	47	258	211	400	53
	4	250	233	257	2,250	118	105	112	245	143	153	93	242	109	117	93	225	179	150	119
	5	114	110	162	1,540	83	178	47	140	85	163	51	192	90	144	63	183	150	145	104
	6	430	402	572	5,110	268	560	48	706	412	496	83	514	232	635	37	303	240	718	34
	7	490	472	632	5,110	277	271	102	756	456	380	120	478	223	318	70	474	388	326	119
	8	538	518	940	6,510	352	559	63	1,610	975	635	154	481	225	506	45	506	415	566	73
	9	207	193	363	4,260	223	218	102	220	130	232	56	347	157	264	60	329	261	348	75
	10	106	102	77	2,870	155	72	215	137	83	62	134	280	131	46	285	230	189	38	500
	11	35	33	69	2,100	110	82	134	67	39	77	51	257	116	103	112	238	189	101	187
	12	47	45	83	1,900	103	133	75	73	44	118	37	314	147	132	112	245	201	204	99
10	1	56	54	86	1,680	91	39	233	76	46	81	57	—	—	—	—	189	155	63	246
	2	52	45	98	1,420	69	98	70	72	39	130	30	—	—	—	—	180	133	123	104
	3	141	136	173	2,030	110	180	61	249	151	176	86	—	—	—	—	199	163	185	88
	4	363	338	428	2,950	154	285	54	499	291	315	92	—	—	—	—	252	200	420	48
	5	299	288	270	3,150	171	222	77	508	307	313	98	—	—	—	—	242	198	247	80
	6	663	620	924	8,030	420	836	50	975	570	913	62	—	—	—	—	447	355	1,084	33
	7	223	215	381	4,780	258	305	85	336	203	368	55	—	—	—	—	255	209	275	76
	8	510	492	541	6,590	357	337	106	1,180	712	549	130	—	—	—	—	272	223	295	76
	9	100	93	186	3,340	174	115	151	205	120	141	85	—	—	—	—	259	206	92	224
	10	33	37	61	2,400	130	89	146	75	45	71	63	—	—	—	—	268	220	163	135
	11	31	29	71	1,870	98	84	116	64	37	77	48	—	—	—	—	225	179	88	204
	12	23	22	39	1,550	84	49	171	54	33	66	50	—	—	—	—	217	178	91	196

年月	矢部川水系 矢部川				筑後川水系 杖立川				筑後川水系 大山川				筑後川水系 津江川				川上川水系 川上川			
	藤		水		杖		立		貫		見		荒		瀬		畑		瀬	
	月 平 均	流 出 量	降 水 量	流 係 數	月 平 均	流 出 量	降 水 量	流 係 數	月 平 均	流 出 量	降 水 量	流 係 數	月 平 均	流 出 量	降 水 量	流 係 數	月 平 均	流 出 量	降 水 量	流 係 數
8 1	—	—	—	—	470	121	133	91	794	120	135	89	302	142	138	103	254	148	115	128
2	—	—	—	—	467	108	107	101	836	114	116	98	302	128	125	102	218	115	79	145
3	—	—	—	—	531	137	175	78	878	133	182	73	363	170	189	90	188	110	124	89
4	—	—	—	—	395	99	94	105	763	112	120	93	276	126	147	86	165	93	130	72
5	—	—	—	—	296	76	112	68	506	76	150	51	289	136	189	72	141	82	113	72
6	294	215	337	64	779	194	263	74	1,420	209	261	80	520	236	259	91	399	225	296	76
7	454	343	545	63	959	246	369	67	2,180	330	370	89	610	236	—	—	487	283	494	57
8	194	147	116	127	685	176	140	126	1,230	186	140	133	327	154	—	—	510	297	107	277
9	107	78	126	62	445	111	145	77	757	111	104	107	201	91	64	142	365	206	185	112
10	76	57	104	55	291	75	88	85	630	95	83	108	147	69	—	—	201	117	98	120
11	47	35	35	100	288	72	63	114	440	65	63	104	115	52	—	—	161	91	74	123
12	49	37	81	46	194	50	95	53	414	63	95	66	115	54	—	—	133	78	96	81
9 1	93	70	107	65	294	76	72	106	606	92	85	108	212	99	98	101	165	96	134	72
2	133	94	89	106	326	79	91	87	714	102	91	112	341	150	91	165	201	110	96	114
3	151	114	182	63	335	86	230	37	754	114	214	53	335	157	199	79	231	135	194	70
4	170	124	61	204	417	104	73	142	890	131	62	212	371	169	51	332	205	116	63	170
5	76	58	87	67	307	79	79	100	557	84	100	84	171	80	121	66	308	180	118	152
6	238	174	372	47	592	148	434	34	1,240	182	302	60	533	242	171	142	239	135	319	42
7	239	181	188	97	480	122	133	92	1,210	183	157	116	449	211	181	116	348	204	300	68
8	128	97	224	43	448	115	160	72	843	128	208	62	245	115	256	45	432	252	—	—
9	155	114	159	72	405	101	219	46	916	135	251	54	346	157	294	53	373	211	—	—
10	79	60	62	97	318	82	70	117	622	94	75	126	185	87	81	108	257	150	—	—
11	70	51	92	55	283	70	65	108	535	79	75	106	156	71	86	83	199	112	79	142
12	88	67	141	48	303	78	111	70	586	88	123	72	219	103	135	77	185	108	—	—
10 1	81	61	84	73	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	177	103	—	—
2	90	62	80	78	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	184	97	—	—
3	208	158	185	85	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	320	187	221	85
4	279	205	329	62	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	310	175	364	48
5	216	164	159	103	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	256	150	127	118
6	813	600	727	83	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	728	410	483	85
7	268	204	225	91	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	328	191	152	126
8	149	113	118	96	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	203	119	—	—
9	213	156	242	64	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	366	207	418	50
10	53	40	15	266	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	169	99	44	225
11	37	27	42	64	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	125	71	49	145
12	47	36	76	48	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	110	64	80	80



第 十 三 圖 の 二

- (1) 月流出係数は 30% より 500% の間に在るが普通は 40% 乃至 200% の間に在る。
- (2) 流出係数は月に依りて異同があるが各測水所共六月は流出係数が小で普通 30% 乃至 70% 位である、即ち六月は梅雨期で多量の雨が降り流量も増すが尙蒸發、蒸散に依り失はるゝ水量及地中に浸入する水量の大なることを示して居る。
- (3) 驛館川水系若林、大野川水系百枝、五箇瀬川水系叶瀬、大淀川水系本八重、菱田川水系黒葛及馬場下等の測水所に於ては四月より九月迄は一般に流出係數少く、冬期殊に十月、十一月、十二月に於ける流出係數が大で、其大部分は 100% を超過して居る、之等の河川は何れも阿蘇火山地方又は霧島火山地方に在り、其流域は火山灰又は熔岩等より成り、湧水量豊富にして1方里當 10 個を超えて居るものである、而も年流出量が他の河川と變りなき所より見れば之等湧水量の大なる河川では冬季の湧水時には其以前に地中に浸入した水が流出し實際の雨に依るより大なる流量を保つて居るのである。
- (4) 阿蘇火山地方に屬する筑後川水系杖立川の杖立及同水系大山川 貫見等の測水所では前掲測水所程著しくはないが、尙四月乃至九月は流出係數概して小であり、十月、十一月、十二月は流出係數概して大なる傾向を表はして居る、又五箇瀬川水系では上流に阿蘇火山が



第十三圖の三

あり吐瀨測水所に於ては流域の大部分が火山灰熔岩等より成るがそれより下は九州山系に屬する部分となつて居り、下流に行くに従ひ其方が大となるが上流なる吐瀨測水所では前掲の關係が著しく中流の水ヶ崎測水所、下流部の日影測水所に行くに従ひ其關係が次第に薄くなる。

(5) 前掲以外の九州山系に屬する地方の河川では上述の關係なく冬季は流出係數大ならざることが多い。

(6) 上の(3)(4)(5)等に掲げた關係を河川の濁水量と對照すれば大體に於て1方里當濁水量10個以上の河川では十月、十一月、十二月の流出係數が四月乃至九月のものより大で、大部分は100%以上であるが、1方里當濁水量10個以下の河川では斯様な關係が存在しない。

(7) 1方里當濁水量の多少と十一月、十二月の流出係數の大小とはよく伴ふものである、之は第十二圖の小丸川、一瀨川、球磨川等に於ける各測水所の分を比較すれば直ちに首肯される、しかし此間に各河川共通の數字的の關係を求むることは困難である。

月流出係數の求め方に就ては40節に於て述べた通り其方法も完全なものといふ事が出來

す、殊に月末に多量の降雨があつた場合等は其主要部が翌月の流量となつて表はるゝ故求めた流出係數には多少の入り繰りは免れまいが、しかし大體の傾向を窺ふには充分であると考え、而して上に掲げた如く河川に依つて十月、十一月、十二月の3月に亘つて降水量より流出量が大なることもある故、其以前に降つた雨が地中に浸透して居り、之が再び湧出するものと考ふべく従つて1降雨の影響する所は時に依り非常の長期に亘るが故に降水量と流出量の對應する時期の定め方を同期にするとか、1箇月遅らすとか色々の方法があれど何れも結局事柄の眞髓に觸れて居らない感があり、寧ろ流出係數としては曆月に依る同期のものを比較するに止め、之以上は河川其物の性質を深く考察すべきものと思はれる。

(未完)

附圖第一

