

# 論 說 報 告

土木學會誌 第十二卷第五號 大正十五年十月

## 九州に於ける河川の流量に就て

後 編

會員 工學士 阿 部 謙 夫

On the Discharges of Rivers in Kyushu.

By Shizuo Abe, C.E., Member.

### 目 次

第六章 含水量及其變化	70
43 總 說	70
44 降水量と含水量との關係	72
45 流出量と含水量との關係	73
46 蒸發量と含水量との關係	74
47 蒸散量と含水量との關係	76
48 滲透と含水量との關係	77
49 土等の含む水量	79
第七章 1年間に於ける含水量の變化	80
50 總 說	80
51 計算の方法	80
52 含水量の變化	82
53 土砂中に於ける水の流動	96
54 地中の溫度	101
55 流路側面よりの流出	104
56 含水量と地下水の關係並1年間に於ける之等の變化の理論	108
第八章 無降雨期間に於ける含水量と流量との關係	110
57 總 說	110
58 QZ 曲線	112
59 Q <sub>s</sub> 曲線	150
60 Q <sub>t</sub> 曲線	152
61 QZ, Q <sub>s</sub> , Q <sub>t</sub> 曲線の成立つ河川と成立たぬ河川	163

62	QZ, Qs, Qt 曲線の比較其他	180
	第九章 結 論	183
63	結 論	183

## 第六章 含水量及其變化

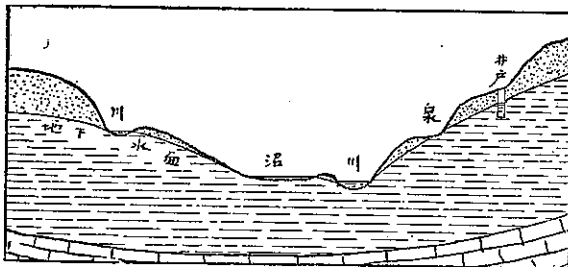
### 43 總 說

降雨は河川流量の根源をなすものであるが降雨が直ちに悉く河川に入る譯ではなく其間には複雑な関係がある。降雨があつた場合其水は次の如く種々の方面に分たれる。

- (1) 地表に達せず草木の枝葉より直ちに空中に蒸發し去る
- (2) 地表より蒸發し去る
- (3) 地表に沿ふて流れ河に入る
- (4) 漸次地中に浸透する

上の(4)に於ける地中に滲透する水に就て考ふるに一般に地下或深き以下は之を構成する岩石、土砂等の空隙が凡て水に依て充たされて居る之即ち地下水であり、此種の水は地中或所に於て表面を有して居る。地下水は何れの所にも存在することは井戸を掘れば深淺の差はあるが何處に於ても水を得らるゝことに依つて知らるゝ。地下水の表面と地表の間の岩石、土砂等にも尙多少の水分を含んで居る。

雨水の或部分は地表より漸次地中に浸透する。而して先づ地下水面以上の部分の濕度を増し、或部分は次第に降下し遂に地下水に合體し地下水位を上昇せしめる。地下水の表面は地形地質に依つて變化するが土地の高い所では高く、大體に於て地形の高底と相伴つて居り、其一部が地表に連り流出すれば泉を成し、土地の凹所に表はるれば沼湖をなし、底地に僅に表はるれば沼澤、濕地を形作り、地表に流出せるもの相集りて土地の低部を流下すれば河

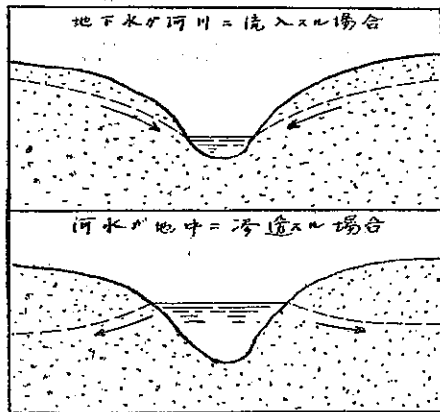


第十四圖

を成すものである故降雨なき時の河水は主として地下水に依つて保たれて居る。此狀況の觀念を圖示すれば第十四圖となる。又地下水位と河川の水位とに於て前者が高ければ地下水は河川に流出し、後者が高ければ河水は地中に滲透して地下水を補ふ様になるが其有様は第十五圖の通り

である。

地下に於ける地質構造は頗る複雑で礫砂等の如く空隙多く水を含み得るものと岩石、粘土



第十五圖

等の如き水を殆んど含み得ざるものが種々交錯して居ることが多く之に依つて種々異つた状態を呈する。例へば同じく地下水面以下に在つても粘土層は水を含むこと極めて少いが、砂層礫層は多くの水を含み、又眞の地下水面より上に不滲透層があれば地表より滲透する水は此上に瀦り之が地下水であるかの如き状態を顯はし、又不滲透層が地下水面を抑へて居る様な場合此層に孔を穿てば水が噴出し掘抜井戸を生ずる。

降雨ある場合雨水が直ちに地表を流れて河川に入る量は少からず殊に強雨の場合は頗る著しいが

之は雨後さ迄長時日に亘りて存するものではない故、河川流量殊に降雨なき時の河川流水の淵源は全く地下水に在ること疑ふ餘地はなく、従ふて降水と流出の關係の眞相を確めんと欲すれば流域内の地質及地下水の狀況並其變化を明にすることを要する。之をなすには流域内各所に於て試鑿をなし地質を調査し又井戸を設けて地下水位の變化を實際に測定することを要するが之は手數もかゝり又費用の點より見ても容易の業ではなく、殊に水力調査に於て其様なことをせず又他にも其例がない故實際の資料を得ることは不可能である。茲に於て著者は不満足ながら上述主旨の次善を採る意味に於て流域内の含水量といふ事を考ふることとした。含水量とは流域内の地表並地下に存する水の總量をいひ廣義に於ける storage の意である。含水量の絶對値は之を知るに由なく又知る必要もなく單に其増減を知れば足りる。含水量は雨量、蒸發量と同じく耗（流域全體一様に水を亘らすときの水深を耗で表はしたものを單位とする。其理由は（1）雨量、蒸發量等と直接比較することが出来ること及（2）水を含む地の厚さが知れたとき之との關係が直ちに明となることに在る。

含水量を更に分析すれば其中には（1）地下水、（2）地表の水、（3）地表より地下水表面迄の間に含まれた水の3種が包含されて居る。而して此3種各別の量が知らるれば之に越したことはないがそれは全く不可能故之を一括して含水量とした譯である。實際地表の水は地表を傳ひて河に入り、地下水は地中より河川に入る故何れも河川流量と密接なる關係があり、上記（3）は河川の流量に直接關係ありや否やが不明であるが之は元々其分量が少い故問題とならず、降雨中並雨後は（1）（2）共河川に流入するが故に含水量は全體として河川流量と直接に關係を有することとなり、雨後小許後は地表の水はなくなる故含水量は主として地下水を意味することとなり此場合も含水量は全體として河川流量に直接の關係を有することとなる。此故に含水量といふ觀念は河川流量を研究する際考ふべき有力なる事項であると思ふ。

含水量の増減は直接之を知ることは出来ないが、含水量の増減を來す原因となるべきものを實測又は推定し之より増減を計算することが出来る。含水量の増減を來すものは下の如し

- (1) 含水量を増すもの 雨, 雪等, 他流域よりの滲透
- (2) 含水量を減少するもの 流出, 地表水面又は草木よりの蒸發 (evaporation), 草木よりの蒸散 (transpiration), 他流域への滲透

含水量を増すものは雨である故降雨後は含水量は増加し, 降雨なきときは次第に減少する而して河川の流量も降雨あれば増し, なければ漸次減少する故其大體の行き方は含水量, 流量共相似たものである。

#### 44 降水量と含水量との關係

含水量の變化は降水量と同様耗で表はされる故其數量的比較は甚だ容易である。降水量の測定並流域内に於ける降水量の平均値の求め方に就ては第3節及第39節に於て述べたことが此場合にも適用される。1年間に於ける降雨日數は所に依つて異なるが九州に於ては100日乃至190日の間に在り, 日雨量は0.0耗より400耗を超ゆる迄其變化の範圍が大であるが日雨量200耗を超ゆることは稀である。斯の如く降水量は非常に多量なことがあるが強雨は必然的に大なる流出を伴ふ故, 降雨に依る含水量の増加の率には自ら限界があるものと考へられる。

降水量と含水量との關係に就て看過すべからざるは樹木其他の植物の關係である。植林なき裸地に於ては降雨量の全部が地表に達するが, 植物があれば雨水の一部分は直接地表に達し一部分は植物の葉枝等に遮られる。而して降雨が相當の時間持續すれば植物の葉枝等に遮られた水の一部分は水滴となつて地表に落下し, 又一部は植物の莖幹を傳はつて地表に達するが一部分は或は葉枝等より直接蒸發し去り, 或は植物に吸収せられて遂に地表に達しない。従つて植物あるときは降水量の或一部分は遂に地表に達しない故含水量には關係せずして逸し去る譯である。

斯様に於て地表に達せずして逸し去る水量は幾何であるかといふに其量は植物の種類, 其高低, 密度等に依り異り又降雨の強弱, 繼續期間, 其他風向風力等に依つて異なる。即ち枝葉に遮らるゝ雨水の量の總雨量に對する比は強雨の時少く, 弱雨のとき多く又降雨時間短きとき多く, 長くなるに従つて少くなる筈である。

之等の點に關し本邦に於ける實驗としては農商務省山林局に於て目黒なる林業試験所及妙義山森林測候所に於て行つたものがある, 何れも杉林中に於て行つたもので其試験に依るに枝葉に遮られ地表に達しない雨量の雨の強弱及其繼續時間に依る變化は上に述べたと同様であるが其差違は極めて少く, 一連續の降雨を其量に依つて區別し試験結果の平均値を掲ぐれ

は第二十六表となる(農商務省山林測候所出版森林測候所特別報告第四號 大正六年十月發行

第二十六表

208 頁参照)

雨量(耗) 林外にて測 りしもの	樹木に遮られし雨量(耗)	
	日照	妙義
0-3	1.0	0.7
3-6	2.0	1.3
6-10	2.3	1.2
10-20	3.1	2.1
20-40	4.2	2.4
40-100	5.6	2.6

之に依つて見るときは植物に遮られて地表に達しない雨量といふものは普通想像するよりも遙に少いものであつて、其概数は普通蒸發計で測る蒸發量よりも稍少い程度のものである。従つて含水量變化の計算に當つて雨量は何等更正を加へずして之を用ひ、樹木に遮らるゝ水量は寧ろ蒸發量又は蒸散量と併せて考へる方が便である。

#### 45 流出量と含水量との關係

流出量の測定方法等に關しては第 8 節乃至第 21 節及第 39 節に述べた事が茲にも適用される。而して後に述べる様に降水量、蒸發量等は直接觀測した結果を使用するとき考慮を要する點が多いが、流出量に於ては第 39 節に述べた様に 1 日 1 回觀測した水位と流量曲線に依つて求めた流量が其日の平均流量と幾分適合して居ない處はあるが、大體に於て其僅含水量の計算に使用することが出来る。

流量は普通個を單位とするが其場合の流量と耗で表はした含水量の變化との關係を求めんに第 40 節(4)に於て述べた様に 1 日 1 耗の水が一様に流れ出すとき流域面積 1 方里當流量は 6.42 個となる故、之を元とし 1 日を通じての平均流量を種々にとり之に對する含水量の變化を計算すれば第二十七表を得る。

第二十七表

流域面積 1 方里 當流量(個)	含水量の變化 (耗)
1	0.16
5	0.78
10	1.56
15	2.34
20	3.12
30	4.67
50	7.79
100	15.6
500	77.9
1000	156.0
2000	312.0
3000	467.0

九州に於ける河川の大半は 1 方里當濁水量 5-15 個である故此表に依つて見れば 1 日に於ける含水量の變化僅々 0.8-2.3 耗であり、1 方里當平水量は 12.8-39.9 個である故之に對應する含水量の變化は 2.0-6.2 耗許となり、1 方里當 1,000 個の洪水量は 1 日 156 耗の含水量の變化に相當する。即ち流出量が含水量に對する影響は洪水時に於ては可なり大であるが、平水時以下に於ては比較的僅少であつて其數量的關係から考へて 20 日も 30 日も降雨なくとも河水さ迄減少しないことが理解され、又蒸發量、蒸散量に比しても流出量は小さなものであることが知られる。

## 46 蒸發量と含水量との關係

含水量に關係のある蒸發量は地表からの蒸發量で水面からの蒸發量は關係が少い。水面からの蒸發に關しては各所で研究せられ其結果として、

- (1) 水に接する空氣の濕度が高ければ蒸發は少く低ければ多い
- (2) 濕度の高きとき蒸發多く低きときは少い
- (3) 風速が大なれば蒸發多く小なれば少い
- (4) 氣壓が高ければ蒸發少く低ければ多い

といふことが知られて居る。地表からの蒸發に就ても上の關係は矢張存在するものと考へられるが、地表からの蒸發に於ては上記諸項の外尙土の濕度が重大なる影響あることが知られて居る。而して著者が熊本逓信局に於て行つた實驗(拙著地表よりの蒸發に就て。土木學會誌第九卷四號大正十二年八月發行)及外國に於て行はれた各種の實驗の結果を綜合するに、

- (5) 地表からの蒸發量は土の種類に依つて異なるが何れの土に於ても土の濕度が大なるとき蒸發量大で土の濕度が減するに従つて蒸發量も稍之に比例して減する。而して土の濕度の大きなきの蒸發量は土に依りて異り、普通の水面からの蒸發より大なるものも小なるものもあるが濕度が少しく減すれば地表よりの蒸發は水面よりの蒸發より小となる

といふことが云へる。

地表からの蒸發は草木の有無に深い關係があり(此場合の蒸發量は地表からの蒸發で植物からの蒸散を含まない)概して草木があれば附近の空氣の移動を少くし日光の直射を妨げ、濕度を低くし、濕度を増す傾がある故蒸發量は少くなる。

Transeau が Long Island の Cold Spring Harbour で行つた實驗の結果は第二十八表の如くである (Meyer ; Elements of Hydrology. p 225, 原著 Botanical Gazette; April 1908 p. 218)

第二十八表

種 別	蒸發量の割合
砂及礫の裸地	100
草の生へた平地	80-100
高き礫地	80-90
礫地に在る疎林	50-70
下生多き密林	35-40
峽谷に在る雜草多き密林	13
下生多き濕地に於ける密林	10
沼地	45

又農商務省山林局所轄各森林測候所に於て森林の内外に普通蒸發計を据え觀測せし結果に

依れば(農商務省山林局出版森林測候所特別報告書第四號 192-204 頁大正六年十月發行)林内蒸發計の蒸發は林外のものに比し著しく小で、年量に於て林内の林外に對する割合針葉樹林では平均 27%, 闊葉樹林では平均 35% 許である。而して季節に依る蒸發量の多少は林内と林外と稍趣を異にし、蒸發量の最大は林外では七月にあるが林内では四、五月に在り、最小は林外では冬期に在るが林内では冬期又は秋期に在る。

上記の外地表からの蒸發量は地下水位の高低に關係あることが認められて居るが、之は地下水位が高ければ毛管現象に依て地下水を吸ひ上げる分量が多く地表が濕つて居り、地下水位が低ければ之に反する事實に基いて居る故之を一層根本的に取扱ふには地下水位と地表附近の濕度との關係を見出し、更に地表附近の濕度と蒸發量との關係を見出すことを要する。

以上述べた所に依り地表からの蒸發量の増減を來す各種の原因及其影響を知つたが、然らば實際地表よりの蒸發量は幾何であるかといふことは直ちに判する譯には行かない。外國に於ては地表よりの蒸發を直接測定する装置をして居る所もあり、又水面からの蒸發を測るにしても蒸發計を大にし、或は之を水中に浮す等の方法に依り沼湖等實際の水面からの蒸發に近いものを觀測する方法を執つて居るが、本邦に於ては蒸發量の觀測といへば凡て直径 2 粉の普通蒸發計に依つて居る故、其結果として表はれた所は地表からの蒸發とも異り、又沼湖の如き廣い水面からの蒸發量とも異なる。水を入れた蒸發計の大いさ及之を地上に置くか、水面に浮べるかに依る蒸發量の相違に關して米國に於ける實驗の結果は第二十九表の通りである。(Mead; Hydrology p. 151 原著 Transaction of Am. Soc. C. E. vol 80, 1916) 即ち蒸發計が小であればそれ丈蒸發量が大となり、又地上に置いたものは水面に浮べたものより蒸發量が大である、從つて之から推すに本邦で使用して居る普通の蒸發計の蒸發量は湖面からの蒸發量の 200%, 或はそれ以上であると考へられる。

第二十九表

蒸發計の種類		蒸發量(湖面よりのものを100とす)
湖	面	100
地上に置くもの	2 呎平方	175
	3 "	162
	4 "	150
	6 "	130
水面に置くもの	2 "	140
	3 "	130
	4 "	120
	6 "	104

蒸發量が大である、從つて之から推すに本邦で使用して居る普通の蒸發計の蒸發量は湖面からの蒸發量の 200%, 或はそれ以上であると考へられる。

曩に地表よりの蒸發は土の濕度に依つて著しく異り、而して濕度の大きなきの地表よりの蒸發は土の種類に依り水面よりの蒸發より大なることもあり、又小なることもあり、而して土の濕度が小なきときは地表よりの蒸發は水面よりの蒸發より小なることを指摘して置いた。本論文に關係のある河川の流域に於ては地表は草木あり、實際上地表は常に可なり濕度を有して居り、且草木の爲蒸發量を減ぜらるゝことが多い。之等の點より考ふるに實際の地表よりの蒸發は普通蒸發計の蒸發量より餘程小なるものである事が想像せられる。而して各季節及

論文に關係のある河川の流域に於ては地表は草木あり、實際上地表は常に可なり濕度を有して居り、且草木の爲蒸發量を減ぜらるゝことが多い。之等の點より考ふるに實際の地表よりの蒸發は普通蒸發計の蒸發量より餘程小なるものである事が想像せられる。而して各季節及

各日に於ける蒸發量の多少は地表よりの蒸發も蒸發計よりの蒸發も空氣の濕度、氣温、風速、氣壓等の影響を受けることは同様である故、其増減も略等しい傾向に在りと考へられる。即ち之等を綜合すれば實際地表よりの蒸發量は蒸發計の蒸發量より小であるが、其値は蒸發計よりの蒸發に稍比例するものであるといふこととなる。而して著者は次節に於て更に詳述する如く普通蒸發計よりの蒸發は地表よりの蒸發量と、草木よりの蒸散 (transpiration) の合計に案外近い値を有するものであらうとの意見を有する。

#### 47 蒸散量と含水量との關係

草木は地中より水を吸収し、中に含まれた養分を吸収し水分は葉の氣孔其他から排出する、之を蒸散 (transpiration) といふ。

各種の氣象狀況と蒸散との關係に就ては各所で研究せられ其結果

(1) 温度高きとき蒸散多く、低きとき少い。而して温度が  $6^{\circ}$ - $10^{\circ}\text{C}$  (人に依りて異なる) 以下のときは蒸散量は極めて少い。

(2) 空氣の濕度が高ければ蒸散少く、低ければ多い。

(3) 空氣の移動が激しければ蒸散多く、静かなれば少い。

(以上の三つは水面又は地表よりの蒸發に於けると大體の傾向に於て同様である)

(4) 日光の量多きとき蒸散多く、少きとき少い。従つて晝間は蒸散盛なれど夜間は極めて少く晝間の  $1/10$  許である。

(之は蒸發量と趣を異にする點で蒸發量は日光とは關係が薄い)

(5) 草木の根を張つて居る範圍内の土の濕度が多ければ蒸散量多く、少ければ少い (之は地表からの蒸發と大體の傾向を同ふして居る)、而して土の濕度が或限界以下に下れば草木は枯れる。

(6) 草木の生長盛なるときは蒸散量が多い。

といふことが認められて居る。

蒸散量が如何なるものなりやに就ては所々に實驗されたものがある。然れども其大多數は1, 2本の草木に就て行ふたもので大なる面積に就ては殆んど實驗の行はれたものがない様である。殊に本邦に於て大なる樹木よりの蒸散に就て調べたものは皆無といふてよい。實際河川の流域には森林あり、草地あり、田畑ありといふ譯で其植物の分布極めて錯雜して居り、其各が皆蒸散量を異にして居る。

各種の草木の蒸散量に關しては各所で實驗を行つた結果があるが植物の種類實驗當時の氣象狀況等に大なる差異がある故諸大家の説自ら異り、Schleiden は森林よりの年蒸散量は水面からの年蒸發量の3倍なりといひ、Shüber は僅に  $1/4$  なりといつて居る。しかし諸大家の



説く所は自ら1年間に於ける蒸散量は森林等では100耗乃至230耗、穀物、草等では更に多く380耗位に達するものであるといふことに大體一致して居る様であり、又農業上年雨量500耗以上なれば安全に耕作に従ふことが出来るといつて居るのも一面からいへば蒸散量の年量に関する標準を示すものと見られて居る。更に W. T. Weeddal が瑞西の學者 M. E. Risler の實驗の結果を參酌して報ずる所は第三

第三十表

十表の通りである (Mead, Hydrology p. 146 原著; Report of the Kansas State Board of Agriculture. Dec, 31. 1889.) 又稻垣博士が稻の蒸散量に就て實驗の結果は六月中旬より十月中旬迄124日間に於て水面よりの蒸發量533.6耗、即ち1日の蒸發量4.8耗に對し稻の蒸散も殆んど之と同量であつた (稻垣博士; 農業氣象學 340 頁)

草木の種類	蒸散日量(耗)	
	最小	最大
Lucern grass	3.4	6.8
Meadow grass	3.1	7.3
燕麥	3.5	4.9
Indian corn	2.8	4.0
クローバー	3.5	—
葡萄畑	0.8	0.9
小麥	2.7	2.8
ライ麥	2.3	—
馬鈴薯	1.0	1.4
Oak trees	0.8	1.0
Fir trees	0.5	1.1

之等の事項を綜合して考へるに植物の蒸散量は日量に於て5乃至6耗以下の程

度のものであることが解り、之と曩に述べた各種の氣象變化と蒸散量との關係とを併せ考ふれば森林、田畑、草原等各種のものゝ混在する土地に於ける蒸散量の値及其増減の様様共水面よりの蒸發に極めて近いものゝ如く思はれる。而して普通蒸發計の蒸發量は前節に於て説いた通り水面からの蒸發量の2倍又はそれ以上であるものと解せらるゝ故、地表よりの蒸發と植物の蒸散量とを加へ合せたものは普通蒸發計に依る蒸發量と近似のものとして考へられる。

普通蒸發計の蒸發量を測定したものは水力調査書第五卷356頁に記載してある。之は降雨日を除いたもの故實際に於て年量は500耗乃至1,000耗の間に在りを見るのが適當である。従つて地表よりの蒸發と蒸散とを合したものゝ年量は同様500-1,000耗のものとして見るべきで、第五章に於て年雨量と年流出量との差が此間に在るもの最も多き點より見れば降水量、流出量の測定に大した誤なきことを確め得ると共に又、反面より見れば上述の蒸發量、蒸散量の和の年量の標準が適當なることを表はすものと見られる。

#### 48 滲透と含水量との關係

滲透は含水量に對しては最も重要な關係を有するものであるが、而も頗る明瞭を期し難いものである。滲透に就て第一に考ふべきことは地中に於ける水の流動である。砂礫等に於ける水の流動に關しては第七章に於て詳述するが外國に於て實測せる結果 (Mead; Hydro-

logy p. 417) 等より按ずるに地下水の流速は 1 日に付僅々數尺より最大のものと雖 300 尺を出でず、即ち地下に於ける水の流速は極めて小なるものであつて、地中の断面 1 平方尺より 1 秒間に流出する水量は 1/500 立方尺程度以下のものと思はれる。従つて流量 1 個を得る爲には 500 平方尺以上の断面を要する譯である故地下に於ける水の流動は地上のそれに比して著しく小なるものである。

降雨があれば其幾分は地表より滲透する。而して假りに地表面積 1 平方尺に付 1 秒間に 1/1,000 立方尺の水が滲透する能力ありとすれば、1 時間には約 18 耗の水が浸透する故 1 晝夜には 430 耗餘の水が滲透することとなり、降雨量に比し滲透能力は比較的大である。

次に他流域間の滲透に就て考ふるに普通河川の流域とは地表の水が其河川に流入すべき區域をいひ専ら地表の形狀に依つて定められる故地下水の流域が之に一致するや否やは一概に定むることは出來ないが、大體に於て地下水表面の形は略地形に従ふものであり、分水嶺等に於ては自ら地下水の表面も高く従つて地表の形狀に依つて定められたる流域と地下水の流域とはさまで著しき差異なしとして差支ないものと考へる。且假りに多少の差異ありとするも地中に於ける水の流速は上に記せる如く極めて遅々たるもの故地形上の他流域より流入する水量はありとするも大なることは出來ない。九州に於ても或河川に於ては、或は石灰岩脈の溶解し去りし跡を通し他流域の水の流入する例もなきに非ざるも、之は極めて異例であつて大體に於ては他流域に降つた水の流入するものは考慮する必要がない。殊に九州に於ては阿蘇、霧島火山附近に湧水量異常に豊富なる河川あり、之等は他流域の水浸入するに非ずやとの疑問を生ずるも前章に於て述べし様に年流出係數は之等の河川と九州山系地方の湧水量貧弱なる河川とに於て何等の差異なく、何れも 100% 以下なるを見れば上述の事が更に證據立てられる譯である。

流域間に於ける滲透の外に河川の流路に沿ひ其下に河床中を潜流として流下し海に入る水があるとも考へられる。實際河床礫、轉石等より成る所では斯くの如き潜流は必ず多少あるべく、九州に於ても球磨川水系萬江川は中流迄は立派なる河川を成すも途中より礫中に潜流となり其姿を没し、更に表はれて河川の形をなして本流に合流するは著しき例であるが其他には斯の如き著しきものはない。

潜流があるとしても其量が如何なる程度のものかを見るに、假りに河床等に於ける潜流を相當大に見積り、河床断面 1 平方尺に付毎秒 1/100 立方尺とし潜流ある總面積及河水の平均流速を種々に假定し、潜流と河川の流量との比を取れば第三十一表を得る。

潜流の起る總面積の如何に就ては實際の資料なき故判定が困難であるが、之が河川断面の 10 倍とするも河川の流量に比し左迄大なる數とならず、殊に第三十一表に於て潜流毎秒 1/100 立方尺とせるは實際に起るものよりも著しく過大の感ある故實際は第三十一表に於て

第三十一表 潜流と河川流量との比表

河川の 平均流速	河川断面と潜流 面積との比	1	5	10
0.5	尺形	1/50	1/10	1/5
0.75		1/75	1/12.5	1/7.5
1.0		1/100	1/20	1/10
2.0		1/200	1/40	1/20
3.0		1/300	1/60	1/30
5.0		1/500	1/100	1/50
10.0		1/1000	1/200	1/100

るよりも小なるべく、同一河川の上下流に於て流量を測定するとき稀に下流の方が流量小なる結果を得或程度の潜流あることを表はすこともなきにあらねど極めて稀で、普通には流量測定上に於ても又含水量計算に於ても潜流のことを考へる必要は極めて少い。

河川の流路に沿へる潜流の外に地下を潜つて海中に入る水も考へられぬことは

ないが、潜流に就て述べたと同様其量は僅少であるべく、且實際に於て斯の如き地下水移動のあることを確めたこともない故之等は含水量計算に於て考慮に入れる必要がない。

以上に依り一旦地中に入つた水が滲透に依り流域外に去り、又は他より流入することは理屈としては考へ得、又實際多少はあるべきも其量僅少で殆んど考慮に置く必要がない故含水量の計算には全然入れぬこととした。しかし降雨が地中に滲透し遂に地下水となり更に流出して河水となる其経過の状況は頗る重要なことである。而して降雨を多く地中に吸込むためには(1)地質多孔質なること、(2)土地の勾配緩なること、(3)地下水表面の地表よりの間隔大なることを必要とし、之に反すれば降雨を吸ひ込むことが少い。九州に於ては第四章及第五章記載の通り河川の平水量の分布は年雨量の分布と比較的類似して居るが、湧水量の分布は之と根本的に相違し主として地形地質と密接なる關係を有し阿蘇、霧島兩火山附近は湧水量多く、九州山系附近は少く、而して湧水量多き河川では冬季の月流出係數極めて大で多く100%を超え、湧水量少き河川では冬季と雖月流出係數さまで大ならざる等の事實から考ふれば、火山附近湧水量豊富なる河川では土地火山灰等より成る故降雨を多く吸収し地下水豊富なる故冬季雨量少きときの流量多く、九州山系地方の河川では土地が砂岩、粘板岩等より成り降雨があれば其大部分は直ちに流下し地下水少き故降雨少き冬季に流量減少するものなることが知られる。

## 49 土等の含む水量

降水と流出の關係に流域の地質が重大なる關係を有することは上に述べた通りであるが各種の土、岩石等が如何程の水を含み得るかに就て或實驗の結果は第三十二表の通りである。(Mead; Hydrology p. 393) 尙一般に落葉は多量の水を含み得る様考へられて居るが、農商務省山林局林業試験所に於て實驗の結果に依るに落葉厚さ1寸の含む得る水量は杉葉、槲葉等各1耗餘、赤松の葉は1耗弱である。(農商務省山林局發行森林測候所特別報告第四號大

正六年六月發行)

### 第三十二表

種 別	容積 100 中に含み得る水量 (容積)	種 別	容積 100 中に含み得る水量 (容積)
砂多き土	45.4	泥炭層	84.0
白堊土 (chalk soil)	49.5	砂	30-40
粘土	59-52.7	砂岩	5-20
ローム	45.1-60.1	石灰石	1-8
庭土	69.0	白堊	6-27
粗砂	39.4	花崗岩	0.3-0.8

## 第七章 1 年間に於ける含水量の變化

### 50 總 說

含水量の性質、其變化を來す原因及其含水量に及ぼす影響に就ては前章に於て述べたが、本章に於ては九州に於ける實例に就き 1 年間の含水量の變化に就き述べんとする。含水量の變化を計算する方法に就ては考慮を要する點があり、更に 1 年間の含水量の變化を知りたる上は其依て來る所の理論を研究すべきである。之がため地下水の流動の理論及之に關係深き地温の變化に就ても研究を要する。本章に於ては之等に關し記述を試みることにする。

### 51 計 算 の 方 法

1 年間を通じ含水量が如何に變化するかを考ふるに含水量は細かくいへば刻々に變化するものである故少し詳しく調査するためには日量に依り増減を求むる必要があるが、之は極めて煩はしいことであり、又日量でなければならぬといふ場合は餘程細い問題に入つた時に限る故、茲では第一着として月量に依ることとした。此場合含水量の増減を來す各要素の内雨量と流出量は第五章に於て降水量と流出量との關係を調査する際に已に求めたものがあり、之等には其章に於て述べた通り色々不充分の點はあるが、之は現在の資料の範圍では如何ともすることが出來ない故其儘使用するより仕方がない。次に蒸發量、並蒸散量であるが之は前章各節に於て述べた著者の考へより普通蒸發計の蒸發量を以て地表よりの蒸發及蒸散の合計を代表するものとして取扱ふことにする。之は元より完全ではないが流域全體に於ける蒸發量、蒸散量の如きは到底測り得るものでなく、一面普通蒸發計の蒸發量は地表よりの蒸發並に蒸散の合計と近い値を有することは疑ひを容れぬ故、結局上述の様にすることより途がない譯である。九州に於て蒸發量の觀測を行つた箇所は極めて少數である。従つて各河川に就き其流域内に於て一々實測の結果はないが、含水量の計算に當つて蒸發量の觀測なき流域に

於ては他の之に近い流域の観測結果を以て充當することとした。之も他に方法がない故執つたのであるが、蒸發計に依る蒸發量は九州の各地方測候所観測の結果に於ても土地に依る差異が少いもの故九州内に於ける他流域の蒸發量を以て充當することは土地に依る差異大なる雨量を代用する等に比較しては事柄に無理が少いと考へられる。尙此外に浸透、潜流等に依り流域内の水が増減し、理論上含水量に影響するものがある譯であるが其量は第 48 節に於て述べた様に僅少のもの故之を省略することとする。

斯の如くして含水量の増減を來す要素たる雨量、流出量、蒸發量、蒸散量の各月量を知ることが出來た故之を順々に増減すれば含水量の變化は直ちに求めらるゝ譯であるが茲に一つ困難な問題がある。それは 1 年若くは數年を通し含水量の増加の要素たる雨量と減少の要素たる流出量、蒸發量、蒸散量等の差引計算をするとき此兩者が平衡を保ち、其差が零となるか或は小なる値であれば含水量は此 1 年間若くは數年の前後に於て移動なきか或は小許の變化あることが明となり、事柄に不合理はないが若し此差が相當大なる値となつた場合は含水量がそれだけ増減したこととなる。含水量は元より常に増減するものであるが之は例へば潮の満干の如く或範圍内に在るべきもので、之が年々増加するとか年々減少するとかいふ性質のものでない故上の計算に依り含水量に大なる増減の出來た場合には之は誤差と見ねばならぬ。而して含水量増減の要素たる雨量、流出量、蒸發量、蒸散量の値は何れも相當の誤差を含み得べきものである故其合計たる含水量にも相當の誤差のあるは蓋し當然である。然らば實際の計算に當り此誤差を如何に處置すべきや之は大いに攻究を要する問題である。而して之が爲には先づ誤差の數量を明にするを要し、誤差の數量を明にするには含水量の増減計算と關係なく別途に含水量の値を知ることが出來れば最も好都合である。含水量は後に述ぶる如く地下水の分量とは極めて關係の深いものである故井戸其他に依り地下水位を測り、之に依つて含水量の値を見出すことは可能の事であると考へられ、之が出來れば計算に依る含水量の誤差は極めて明確に知ることが出來るが、現在の場合に於ては地下水位を測りたるものなく又之を行ふことも容易の業でない故實際の資料に依ることは出來ず止むを得ず或假定に依らねばならない。此假定を入るとすれば如何にすべきや之には毎年其時季に於ける含水量が比較的一定なる時季を求め、此時季を基礎として含水量を定むるに在り、此點に關し更に充分の研究を要するが後に詳述する如く九州の河川に於ては流域内の含水量は一月より三月頃迄は小變化あるも全體として増減少く、四月より梅雨前迄は次第に減少し梅雨に依り急激に増加し、梅雨後九月頃迄は小變化あるも全體として増減少く、十月より十二月に亘りては順次減少するものであり、其變化の多きは四月より十一月迄で、十二月より三月迄は比較的變化が少い故此期間に於ける毎年の含水量は比較的差異少きものと見るべく、之よりして著者は曆年區分點即ち一月一日午前零時の含水量を 1,000 耗と假定することとした。而して此區

切りを一月一日としたことに就てはさ迄異論なかるべきも一月一日の含水量が常に一定であるといふことは實際上あり得べからざること、毎年多少の差異のあるのが當然で此點に於て前記の假定が事實と完全に符合することは出来ないが、其差異は比較的少なかるべく、著者の考慮の範圍では上の如くするより途がなかつたのであるが之は更に研究を要する點である。

上述の方法に依り或時期の含水量が定められたならば斯の如き時期に於ける含水量の變化が定まり、之と計算に依つて出た含水量の變化とを比較し其差異が即ち誤差といふことになる。此誤差を更に細く見れば之は雨量、流出量、蒸發量、蒸散量の各別に於ける誤差の相集りたるものに依ることは勿論であるが尙他流域へ又は他流域よりの浸透、潜流に依り海に入りしもの等理論上含水量計算に當然入るべきものであるのに實際上其量少きため計算を略したのも當然其一部をなす譯であるが、此誤差は1年又は數年に於ける含水量の平衡を得るためには結局各月の含水量の増減を來す要素に割當てねばならない。然らば何に依つて割當つるか。著者は雨量に比例して割當つるを適當と考へる。蓋し雨量、流出量、蒸發量、蒸散量は何れも誤差を伴ふものであり、而して雨量大なるときは之等各要素何れも其誤差が大である故、之等の總和が雨量に比例するものと考へ誤差を雨量に比例して割當つるを適當と考へるのである。

## 52 含水量の變化

上記の如くにして九州に於ける各河川主要測水所 16 箇所に於ける含水量の變化を月量に依り計算すれば別紙第三十三表を得之を圖示すれば附圖第二を得る。此計算は凡て月量に依つてあり各年一月一日當初の含水量を 1,000 耗とし、計算に依りて出たものは各月末に於ける含水量である。附圖第二に於ては之を直線で結んである故實際の含水量の増減の細部は判然しないが、球磨川水系五木川栗鶴測水所に於て日量に就て含水量の増減を計算した例は別紙第三十四表並附圖第三の通りで、之に依れば附圖第二に於て直線で表はした部分も實際に於て複雑な變化のあることが知られる。

細く調査するためには第三十四表並附圖第三の如く日量に依つて計算する方がよい事は明であるが此計算は少なからぬ手数を要し且含水量の大體の變化を知るためには必ずしも之を要せない故、茲では日量に依りて調査すれば更に複雑なる變化をなすものであるといふことを念頭におき、月量に依つて計算せるものに依り九州に於ける各河川流域の含水量の變化の大要を見るに、河川に依り年に依り多少の差異はあるが大體に於て一月より三月迄は含水量の小變化あるも全體としては變化少く、四月より梅雨前迄は含水量次第に減少し含水量最小に達し、梅雨期中は多量の雨を降らし含水量最大となり、梅雨後九月迄は含水量の變化







著しきも全體として比較的含水量多く、十月より十二月迄は含水量の變化少く全體として次第に減少する。

含水量の變化に就ても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著大なる差異がある。即ち九州山系並日向山脈地方に於ては概して含水量の變化少く、月量に依るとき（一年を通じ）250 耗以上の變化をなすものは尠く、殊に梅雨以後に於ける含水量少く、秋季に於ける含水量が反つて十二月頃より少なることもある様である。之に反し阿蘇、霧島火山地方では含水量の變化多く一年を通じ月量に於ても400 耗以上の變化をなすこと多く、其著しき例として湯水量著しく大で1 方里當 25.6 個を有する菱田川水系大鳥川馬場下測水所では含水量の變化 800 耗を超ゆる年がある。又阿蘇、霧島兩火山地方の河川では含水量變化の徑路が著しく明かであり、一月より梅雨前迄は順次減少し、梅雨に依り著しく増加し、梅雨後は含水量概して多く、十月頃より十二月に向ひ次第に減少して居る。之等の點より考ふれば九州山系地方の湯水量少き河川では降雨あるも流域内の地中に滲み込む量少く、水は主として地表より河川へ流入する故降雨あれば増水し、降雨なければ流量小となるが、火山地方では流域内の地中に滲み込む水量多き故降雨あるも河川の増水比較的少く、降雨なきときは豊富なる地下水漸次流出する故水量常に豊富であること並九州山系及日向山脈地方では月流出係數が一年の各月共 100% 以上のこともあり以下のこともあり其間に格別の差異はないが、阿蘇、霧島火山地方では十、十一、十二月の月流出係數が多く 100% 以上なることも容易に解さるゝ譯である。

第三十四表の一日量に依る含水量變化計算表  
球磨川水系五木川梁鶴測水所  
自大正八年一月至大正十年十二月

(單位: 流量個, 其他は耗)

日	大正八年			二 月			三 月			合計	含水量	
	降水量	流量	流出量	降水量	流量	流出量	降水量	流量	流出量			
1	30.0	454	4.5	3.6	585	5.8	1021.0	476	4.7	2.0	968.8	
2	0.0	497	4.9	7.0	519	5.2	1017.6	411	4.1	1.0	971.0	
3	1.0	454	4.5	3.9	541	6.4	+1.4 1019.0	390	3.9	3.0	-0.4 963.7	
4	1.0	454	4.5	3.6	541	5.4	-2.7 1016.3	390	3.9	0.9	-0.5 963.2	
5	8.0	433	4.3	—	519	5.2	-2.0 1014.3	390	3.9	0.0	+21.1 984.3	
6	—	411	4.1	—	497	4.9	-6.2 1008.1	519	5.2	0.0	+3.6 987.9	
7	—	411	4.1	—	497	4.9	-6.4 1001.7	476	4.7	2.5	+11.6 989.5	
8	32.0	411	4.1	44.5	630	6.3	+37.2 1038.9	585	5.8	0.0	+43.2 1042.7	
9	—	369	3.6	6.5	630	6.5	-2.8 1036.0	1086	10.8	1.0	-7.1 1035.6	
10	8.0	585	5.8	5.5	630	6.3	-6.6 1023.4	369	3.6	0.5	-7.7 1027.9	
11	7.0	563	5.6	0.5	563	5.6	-0.1 1038.8	676	6.7	1.7	-5.1 1022.8	
12	3.0	563	5.6	0.0	563	5.6	-6.4 1023.0	676	6.7	0.8	+3.3 1026.1	
13	—	541	5.4	18.2	563	5.6	-7.6 1015.4	680	6.8	2.4	-8.7 1017.4	
14	13.0	541	5.4	—	541	5.4	+10.9 1026.3	585	5.8	1.4	+14.9 1032.3	
15	3.0	519	5.2	—	630	6.3	-8.8 1017.5	676	6.7	1.5	-8.2 1024.1	
16	—	476	4.7	—	541	5.4	-7.9 1009.6	608	6.0	3.0	-9.0 1015.1	
17	—	497	4.9	—	497	4.9	-4.1 1005.5	585	5.8	2.8	-8.6 1006.5	
18	13.0	497	4.9	—	630	6.5	+15.1 1030.6	585	5.8	3.0	-8.8 997.7	
19	9.0	433	4.3	—	535	5.8	-8.8 1002.8	541	5.4	2.4	-7.8 989.9	
20	0.0	433	4.3	—	535	5.8	-9.0 1011.6	519	5.2	3.6	-8.8 981.1	
21	0.0	497	4.9	—	541	5.4	-5.7 997.1	497	4.9	0.7	-1.8 979.3	
22	0.0	497	4.9	—	541	5.4	-4.1 993.0	476	4.7	1.6	-6.3 973.0	
23	7.0	476	4.7	—	541	5.4	-6.7 986.3	411	4.1	2.5	-0.4 972.6	
24	45.0	497	4.9	1.8	497	4.9	-7.4 978.9	454	4.5	1.0	-2.0 670.6	
25	2.0	723	7.2	—	497	4.9	-4.0 974.9	433	4.3	1.2	-3.1 967.5	
26	0.0	633	6.3	—	476	4.7	-5.9 969.0	411	4.1	3.0	-5.2 962.8	
27	—	608	6.0	—	497	4.9	-6.5 962.5	390	3.9	1.0	+22.5 984.8	
28	—	585	5.8	—	497	4.9	+13.0 975.5	497	4.9	0.0	-5.9 978.9	
29	30.5	630	6.3	—	519	5.2	-7.2 968.3	476	4.7	2.7	-7.4 971.5	
30	0.6	630	6.3	—	454	4.5	—	454	4.5	3.0	-6.8 964.7	
31	2.0	608	6.0	—	497	4.9	—	433	4.3	3.8	-8.1 956.6	
合計	214.1	16446	163.2	144.0	15,290	152.1	220.0	16305	164.9	54.0	-12.8	-11.7

第三十四表の二 日量に依る含水量變化計算表

(單位: 流量個, 其他は新)

日	八 年				五 月				六 月					
	降水量	流量	流出量	蒸發量	校正	合計	含水量	降水量	流量	流出量	蒸發量	校正	合計	含水量
1	—	390	3.9	2.0	—	5.9	950.7	6.0	369	3.7	1.3	0.3	0.7	870.4
2	—	390	3.9	4.0	—	7.9	942.8	15.8	369	3.7	3.0	0.9	8.2	871.1
3	0.0	369	3.7	2.0	—	5.7	937.1	—	369	3.7	3.0	—	6.7	879.3
4	—	369	3.7	1.0	—	4.7	932.4	—	327	3.3	5.0	—	8.3	864.3
5	—	327	3.3	4.0	—	7.3	925.1	—	327	3.3	5.5	—	8.8	855.5
6	—	327	3.3	4.0	—	7.3	917.8	—	327	3.3	5.5	—	8.8	846.7
7	2.0	327	3.3	5.0	0.1	6.4	911.4	—	307	3.1	3.3	—	6.4	840.3
8	—	327	3.3	2.3	—	5.6	905.8	—	307	3.1	3.3	—	6.4	838.9
9	29.3	307	3.1	1.2	1.7	23.3	929.1	—	285	2.8	5.0	—	7.8	826.1
10	—	411	4.1	4.0	—	8.1	921.0	8.7	286	2.8	3.5	0.5	1.7	827.8
11	—	348	3.5	4.0	—	7.1	913.5	68.0	307	3.1	0.0	4.0	60.9	888.7
12	—	307	3.1	3.0	—	6.1	907.4	14.0	369	3.7	3.0	0.8	6.5	895.2
13	7.0	307	3.1	1.0	0.4	2.5	909.9	—	630	6.3	4.0	—	10.3	884.9
14	8.5	286	2.8	2.0	0.5	3.2	913.1	—	541	5.4	4.0	—	9.4	875.5
15	1.8	307	3.1	1.0	0.1	2.4	910.7	—	497	4.9	5.0	—	9.9	865.6
16	4.5	286	2.8	3.5	0.3	2.1	908.6	—	454	4.5	6.0	—	10.5	855.1
17	2.6	286	2.8	0.5	0.2	0.9	907.7	—	433	4.3	3.9	—	8.2	846.9
18	—	286	2.8	5.0	—	7.8	899.9	—	411	4.1	3.0	—	7.1	839.8
19	3.8	286	2.8	6.0	0.2	5.2	894.7	—	390	3.9	4.0	—	7.9	831.9
20	—	286	2.8	4.5	—	7.3	887.4	15.0	369	3.7	3.5	0.9	6.9	838.8
21	52.0	286	2.8	6.5	3.0	39.7	927.1	3.9	369	3.7	1.4	0.2	1.4	837.4
22	6.0	433	4.3	1.0	0.3	0.4	927.5	—	411	4.1	4.0	—	4.7	829.3
23	—	608	6.0	4.8	—	10.8	916.7	—	327	3.3	1.4	—	4.7	824.6
24	—	563	5.6	4.0	—	9.6	907.1	—	327	3.3	5.5	—	8.8	815.8
25	—	497	4.9	4.5	—	9.4	897.7	—	286	2.8	6.0	—	8.8	807.0
26	—	454	4.5	6.3	—	10.8	886.9	—	286	2.8	3.0	—	5.8	801.2
27	—	497	4.9	5.3	—	9.8	877.1	—	286	2.8	4.0	—	6.8	794.4
28	—	390	3.9	6.5	—	10.4	866.7	1.0	286	2.8	3.0	0.1	4.9	789.5
29	14.8	369	3.7	2.5	0.9	7.7	874.7	0.0	286	2.8	2.0	—	4.8	784.7
30	1.0	411	4.1	0.8	0.1	4.0	870.4	—	286	2.8	5.0	—	7.8	776.9
31	—	286	2.8	3.4	—	6.2	770.7	—	286	2.8	3.4	—	6.2	770.7
合計	133.3	10994	109.5	102.2	-7.8	-86.2		132.2	1111	110.7	113.5	-7.7	-99.7	
								584.0	23627	234.3	75.9	-34.1	+259.7	

第三十四表の三 日量に依る含水量變化計算表

(單位: 流量個, 其他は程)

日	八 年			七 月			八 月			九 月			合計	含水量		
	降水量	流出量	蒸發量	校正	合計	含水量	流出量	蒸發量	校正	合計	降水量	流出量			蒸發量	校正
1	52.0	700	0.0	3.0	+42.0	1010.4	585	5.8	4.0	—	—	286	2.8	5.2	960.4	
2	75.0	948	0.0	4.4	+61.2	1052.4	563	5.6	3.0	0.9	—	246	2.4	3.5	952.4	
3	27.7	1548	5.0	1.6	+5.7	1113.6	541	5.4	2.0	1.5	—	266	2.6	2.8	947.0	
4	19.0	2810	1.0	1.1	+11.0	1108.3	585	5.8	0.0	1.9	—	266	2.6	3.0	951.0	
5	6.0	1857	3.0	0.3	-15.8	1092.5	723	7.2	4.4	—	—	286	2.8	0.0	+11.8	
6	—	1449	4.5	—	-18.9	1073.6	630	6.3	3.0	—	—	246	2.4	3.5	+1.0	
7	125.5	1143	0.0	7.3	+106.8	1180.4	541	5.4	4.0	—	—	226	2.2	4.5	963.8	
8	2.0	2380	1.5	0.1	-23.3	1157.1	541	5.4	4.0	—	—	206	2.0	3.0	957.9	
9	—	1857	4.0	0.6	-22.4	1134.7	541	5.4	2.0	3.3	—	206	2.0	3.0	-6.7	
10	10.0	1290	1.5	0.6	-4.6	1130.1	723	7.2	1.5	—	—	206	2.0	1.0	+4.4	
11	1.0	1086	1.0	0.1	-10.9	1119.2	585	5.8	5.4	—	—	286	2.8	1.0	+4.4	
12	—	975	3.5	—	-13.2	1106.0	411	4.1	3.0	0.6	—	246	2.4	3.0	951.2	
13	12.5	771	4.0	0.7	+0.1	1106.1	454	4.5	0.0	1.0	—	206	2.0	2.0	955.6	
14	1.0	771	7.7	0.1	-10.8	1095.3	585	5.8	1.0	1.8	—	187	1.9	2.6	+3.1	
15	—	700	4.0	0.1	-10.0	1085.3	975	9.7	1.0	0.8	—	206	2.0	1.5	+4.4	
16	1.7	585	2.6	0.1	-6.8	1078.5	3009	29.9	0.0	1.7	—	206	2.0	3.0	968.8	
17	3.0	541	5.4	0.2	-3.6	1074.9	1928	19.2	3.7	—	—	206	2.0	3.0	985.4	
18	3.0	541	3.0	0.2	-5.6	1069.3	1201	11.9	3.5	—	—	187	1.9	3.0	985.6	
19	12.3	541	5.4	1.2	+5.0	1074.3	1030	10.2	3.3	—	—	187	1.9	4.0	990.5	
20	0.7	585	3.7	—	-8.8	1065.5	771	7.7	4.4	—	—	167	1.7	4.4	984.4	
21	5.4	497	1.6	0.3	-1.4	1064.1	676	6.7	4.6	—	—	167	1.7	2.5	980.2	
22	—	476	4.7	0.5	-0.2	1063.9	585	5.8	4.2	—	—	167	1.7	3.5	975.0	
23	6.0	454	4.9	0.4	-2.2	1052.8	541	5.4	4.0	—	—	148	1.5	4.5	969.0	
24	8.2	541	2.8	0.5	-0.5	1052.3	497	4.9	2.7	—	—	148	1.5	2.0	986.7	
25	—	497	4.9	0.4	-2.2	1043.4	454	4.5	1.0	0.3	—	187	1.9	2.2	982.6	
26	—	497	4.0	0.1	-8.9	1043.4	411	4.1	3.0	—	—	167	1.7	2.3	978.6	
27	1.0	454	2.5	1.2	-6.1	1037.7	390	3.9	3.3	—	—	128	1.3	3.0	974.3	
28	21.1	454	3.0	—	+12.4	1049.7	369	3.7	3.0	—	—	128	1.3	2.0	+4.9	
29	—	541	5.4	0.2	-9.0	1040.7	348	3.5	4.0	—	—	148	1.5	0.6	+7.9	
30	4.0	541	5.4	0.2	-3.6	1037.1	327	3.2	4.0	—	—	148	1.5	1.0	987.1	
31	16.3	541	5.4	0.9	+9.0	1046.1	327	3.2	4.0	—	—	148	1.5	1.0	985.9	
合計	422.4	28551	73.3	-24.6	+35.7	2365.5	21869	217.4	91.0	-13.8	-85.7	173.4	61.2	76.6	-10.1	+25.5



第三十四表の五 日量に依る含水量變化計算表

(單位: 流量個, 其他は概)

日	九 年			一 月			二 月			三 月			合計	含水量				
	降水量	流出量	蒸發量	降水量	流出量	蒸發量	降水量	流出量	蒸發量	降水量	流出量	蒸發量						
1	1.7	213	2.1	2.3	0.1	1000.0	4.1	984	9.8	1.2	0.1	4.9	259	2.6	2.4	0.1	-0.2	975.6
2	—	191	1.9	1.5	—	997.2	6.7	913	9.1	1.0	0.1	9.8	259	2.6	0.8	0.2	+6.7	965.4
3	0.1	191	1.9	2.0	—	998.0	—	953	9.5	2.6	—	—	259	2.6	3.1	—	+5.7	966.4
4	0.2	195	1.9	1.7	—	986.6	16.6	835	8.3	0.0	0.4	—	259	2.6	4.0	—	+6.6	959.8
5	—	195	1.9	2.8	—	981.9	8.7	761	7.6	0.6	0.2	—	268	2.6	3.7	—	+6.3	952.5
6	0.9	174	1.7	3.1	—	978.0	—	629	6.2	2.7	—	—	240	2.4	3.2	—	+5.6	947.9
7	22.5	195	1.9	2.5	0.5	995.6	—	564	5.6	2.4	—	2.2	217	2.2	2.6	0.1	-2.7	945.2
8	—	245	2.4	2.2	—	991.0	1.5	532	5.3	3.5	—	13.2	222	2.2	0.7	0.8	+10.0	955.2
9	—	178	1.8	1.5	—	987.7	0.2	441	4.4	2.1	—	—	222	2.2	2.5	—	+4.7	950.5
10	—	178	1.8	3.3	—	982.6	—	418	4.2	3.0	—	13.2	222	2.2	2.0	0.8	+8.7	959.2
11	3.6	173	1.8	1.7	0.1	982.6	—	362	3.6	2.8	—	12.6	273	2.7	0.4	0.3	+9.2	968.4
12	29.0	273	2.7	3.2	0.6	1005.1	—	335	3.3	3.2	—	—	273	2.7	2.7	—	+5.9	962.5
13	1.7	351	3.5	5.2	0.1	998.0	1.4	309	3.1	2.5	—	3.3	399	3.0	2.5	0.1	-2.3	960.2
14	0.8	249	2.5	1.7	—	994.6	30.0	288	2.9	0.6	0.7	16.7	355	3.5	1.8	0.4	+11.0	971.2
15	0.3	249	2.5	1.3	—	991.1	0.2	367	3.6	0.2	—	—	412	4.1	2.0	0.3	+7.7	978.9
16	0.4	231	2.3	3.2	—	936.0	—	340	3.4	2.0	—	14.1	501	5.0	3.0	—	+8.0	970.9
17	—	208	2.1	3.1	—	980.8	20.4	349	3.4	0.0	0.4	—	418	4.2	5.6	—	+9.8	931.1
18	—	.01	3.0	3.5	—	972.3	0.7	401	4.0	1.0	—	—	418	4.2	4.4	—	+8.6	952.5
19	0.2	564	5.6	2.0	—	964.9	—	346	3.4	3.0	—	—	335	3.3	2.8	—	+6.1	946.4
20	13.8	128	1.3	1.9	0.3	103.975.2	—	346	3.4	2.5	—	—	314	3.1	0.4	0.2	+4.3	950.7
21	9.8	148	1.5	2.9	0.2	980.4	3.5	393	3.9	3.0	0.1	8.0	395	3.9	1.9	0.5	+14.7	965.4
22	—	108	1.1	2.0	—	977.3	7.5	324	3.2	0.5	0.2	21.0	453	4.5	2.0	—	+6.5	958.9
23	5.6	108	1.1	4.0	0.1	977.7	9.7	299	3.0	1.6	0.2	—	429	4.3	3.5	—	+7.0	951.9
24	0.4	158	1.5	2.8	—	973.8	1.2	299	3.0	2.9	—	—	491	4.0	0.0	0.3	+7.6	959.9
25	—	132	1.3	3.1	—	969.4	—	273	2.7	2.7	—	11.9	439	4.3	1.4	—	+4.7	954.8
26	—	112	1.1	3.3	—	965.0	—	278	2.8	3.0	—	1.4	395	3.9	2.1	—	+4.6	950.2
27	11.0	112	1.1	0.5	0.2	974.2	—	278	2.8	0.2	0.1	—	340	3.4	0.4	0.1	+2.6	952.8
28	89.0	178	1.8	1.0	1.9	84.3 1058.5	5.1	278	2.8	2.5	0.1	6.4	340	3.4	1.5	0.1	+1.4	954.2
29	3.8	1751	17.4	2.0	0.1	15.7 1042.8	—	254	2.5	4.4	—	13.6	362	3.6	0.0	0.3	+9.7	963.9
30	3.3	1144	11.1	2.0	0.1	9.9 1032.9	—	—	—	—	—	32.7	538	5.4	1.9	0.7	+24.7	988.6
31	13.7	905	9.0	1.0	0.3	3.4 1035.3	—	—	—	—	—	19.0	883	8.8	0.2	0.4	+9.6	998.2
合計	211.8	9730	96.6	74.3	-4.6	36.3	120.4	13140	1308	57.7	-2.6	-70.7	212.3	11036	110.0	65.0	-4.7	+37.6

第三十四表の六 日量に依る含水量變化計算表

(單位: 流量個, 其他は耗)

日	九 年				四 月				五 月				六 月									
	降水量	流量	流出量	蒸發量	校正	合計	含水量	降水量	流量	流出量	蒸發量	校正	合計	含水量	降水量	流量	流出量	蒸發量	校正	合計	含水量	
1	6.7	882	8.8	0.5	0.2	-2.8	998.2	-	263	2.6	5.0	-	-7.6	901.6	4.0	182	1.8	2.6	0.1	-0.5	820.4	
2	12.7	835	8.3	3.9	0.3	+0.2	995.4	4.1	222	2.2	2.0	0.1	-0.2	894.0	1.9	208	2.1	1.5	-	-1.7	818.2	
3	-	335	8.3	4.5	-	-12.8	932.8	2.3	222	2.2	3.5	0.1	-3.5	890.3	7.0	208	2.1	0.4	0.2	+4.3	822.5	
4	9.0	622	6.2	2.7	0.2	-0.1	982.7	1.8	204	2.0	0.7	-	-0.9	889.4	-	208	2.1	4.4	-	-6.5	816.0	
5	-	583	5.8	1.4	-	-7.2	975.5	0.0	204	2.0	4.0	0.6	+20.3	903.7	-	186	1.8	5.7	-	-7.5	808.5	
6	-	551	5.5	4.0	-	-9.5	963.0	25.0	208	2.1	2.0	0.8	+29.8	933.5	-	165	1.6	6.3	-	-7.9	800.6	
7	-	483	4.8	4.5	-	-9.3	956.7	35.5	231	2.3	2.6	0.8	+29.8	933.5	-	165	1.6	7.5	-	-9.1	791.5	
8	-	424	4.2	4.1	-	-8.3	948.4	31.5	968	9.6	1.3	0.7	+19.9	953.4	-	144	1.4	3.4	-	-5.0	786.5	
9	0.5	418	4.2	4.2	-	-6.0	942.4	0.3	1129	11.2	0.6	-	-11.5	941.9	-	144	1.4	6.9	-	-8.3	778.2	
10	1.0	362	3.6	1.3	-	-3.9	983.5	0.0	897	8.9	0.5	-	-9.4	932.5	-	144	1.4	5.8	-	-7.2	771.0	
11	-	329	3.3	3.3	0.2	-6.6	931.9	4.0	676	6.7	4.0	0.1	-6.8	925.7	3.7	140	1.4	2.2	0.1	+42.8	771.0	
12	7.6	329	3.3	1.2	0.2	+2.9	934.8	0.0	616	6.1	3.0	-	-9.1	916.6	46.4	165	1.6	1.0	1.0	+42.8	813.8	
13	22.2	824	3.2	1.6	0.5	+16.9	951.7	0.0	551	5.5	5.5	-	-11.0	905.6	1.6	169	1.7	1.5	-	-1.6	812.2	
14	-	450	4.6	4.0	-	-8.6	943.1	-	690	6.9	7.1	-	-14.0	891.6	5.9	191	1.9	0.5	0.1	+3.4	815.6	
15	-	372	3.7	3.9	-	-7.6	985.5	-	378	3.8	4.5	-	-8.3	883.3	39.0	213	2.1	0.0	0.9	+36.0	851.6	
16	0.6	314	3.1	1.9	-	-4.4	931.1	-	329	3.3	7.0	-	-10.3	873.0	18.7	603	6.0	0.0	0.4	+12.3	863.9	
17	1.7	340	3.4	4.0	-	-5.7	925.4	-	304	3.0	6.0	-	-9.0	864.0	8.5	740	7.4	4.9	0.2	-4.0	839.9	
18	-	309	3.1	2.7	-	-5.8	919.6	-	283	2.8	4.9	-	-7.7	856.3	89.5	477	4.7	4.0	0.5	+78.8	938.7	
19	-	283	2.8	6.0	-	-8.8	910.8	-	283	2.8	5.2	-	-8.0	848.3	23.1	2198	21.8	0.2	0.8	+18.8	968.1	
20	0.0	278	2.8	1.3	-	-4.1	906.7	25.5	263	2.6	3.0	0.6	+19.3	867.6	37.5	1733	17.2	0.7	0.8	+18.8	968.1	
21	-	278	2.8	5.5	-	-8.3	898.4	11.0	340	3.4	0.0	0.2	+7.4	875.0	2.1	1824	18.1	1.4	-	-17.4	940.7	
22	-	278	2.8	4.8	-	-7.6	890.9	3.0	268	2.7	0.2	-	+0.1	875.1	37.0	1466	14.6	3.9	0.8	+18.7	959.4	
23	-	294	2.9	4.7	-	-7.2	883.6	1.7	245	2.4	1.0	-	-1.7	873.4	16.1	1056	10.6	0.8	0.3	+4.8	904.2	
24	0.0	231	2.3	3.0	-	-5.3	878.3	0.2	245	2.4	1.8	-	-4.0	869.4	4.9	1563	15.3	1.3	0.1	-12.0	932.2	
25	28.0	231	2.3	0.8	0.6	+24.3	902.6	-	226	2.2	3.8	-	-8.0	861.4	4.3	1178	11.7	3.4	0.1	-10.9	941.3	
26	0.0	334	3.3	1.5	-	-5.3	897.3	-	204	2.0	3.0	-	-5.0	856.4	25.2	1056	10.5	3.0	0.6	+11.1	952.4	
27	-	278	2.8	4.5	-	-7.3	890.0	-	204	2.0	7.4	-	-9.4	847.0	130.0	1016	10.1	2.0	2.9	+115.0	1067.4	
28	-	259	2.6	5.3	-	-7.9	882.1	-	204	2.0	5.1	-	-7.1	839.9	11.6	3336	33.2	0.0	0.3	-21.9	1045.5	
29	0.0	283	2.8	5.1	-	-7.9	874.2	-	204	2.0	5.3	-	-5.3	832.6	3.3	2303	22.9	0.7	0.1	-20.4	1025.1	
30	31.0	135	1.3	1.9	0.7	+27.4	901.6	-	182	1.8	4.6	-	-5.8	826.8	0.8	1833	18.2	3.6	-	-21.0	1004.1	
31	-	-	-	-	-	-	-	-	182	1.8	4.6	-	-6.4	820.4	-	-	-	-	-	-	-	-
合計	121.0	12003	119.6	95.3	-2.7	-96.6	-	145.9	11425	113.3	110.6	-3.2	-81.2	-	522.4	23039	248.6	78.6	-11.5	+183.7	-	

第三十四表の七 日量に依る含水量變化計算表

(單位: 流量個, 其他は殆)

日	九 年 七 月			八 月			九 月							
	降水量	流出量	蒸發量	降水量	流出量	蒸發量	降水量	流出量	蒸發量					
1	—	1475	14.7	4.5	2.2	2.5	0.1	3.8	4.7	1033.3				
2	—	1137	11.3	3.5	16.3	2.6	0.1	3.5	3.8	-8.4 1024.9				
3	44.2	945	9.4	3.5	1.7	2.6	0.4	3.2	3.8	-7.2 1017.7				
4	4.5	1024	10.2	1.4	3.7	3.1	—	3.2	5.1	-8.3 1009.4				
5	14.8	905	9.0	3.0	—	2.9	—	3.0	3.3	-6.3 1008.1				
6	—	905	9.0	5.4	—	2.4	—	3.0	7.1	0.4 +8.2 1011.3				
7	—	791	7.9	6.1	—	2.5	—	3.0	2.1	0.3 +8.4 1015.7				
8	3.1	718	7.1	2.9	—	2.3	—	3.4	3.6	0.1 -4.7 1015.0				
9	68.6	616	6.1	1.0	—	2.4	—	2.9	2.8	2.7 +112.4 1127.4				
10	59.2	1186	11.8	0.6	—	16.0	—	20.6	1.0	0.6 +5.5 1132.9				
11	—	2198	21.8	4.8	—	7.6	—	11.8	2.3	-14.1 1118.3				
12	0.0	1353	13.4	4.6	—	6.0	—	9.4	4.3	-13.7 1108.1				
13	0.0	1064	10.6	5.2	—	5.8	—	7.9	4.3	-12.2 1092.9				
14	4.0	905	9.0	3.4	—	6.6	—	6.1	3.4	-9.5 1083.4				
15	0.6	690	6.9	3.5	—	3.9	—	5.5	0.5	+13.0 1096.6				
16	0.6	622	6.2	2.1	—	3.6	—	4.8	0.6	+0.2 1096.6				
17	5.8	622	6.2	1.0	—	3.3	—	4.2	6.1	-10.3 1086.3				
18	7.2	690	6.9	2.9	—	7.4	—	4.2	2.3	-6.5 1079.8				
19	—	590	5.9	5.6	—	2.0	—	3.6	1.5	-3.5 1069.7				
20	—	557	5.5	5.6	—	17.7	—	3.6	0.9	-0.7 1069.0				
21	—	495	4.9	5.2	—	10.8	—	3.4	2.8	-6.2 1062.8				
22	—	465	4.6	3.3	—	9.2	—	3.3	4.4	-7.7 1048.8				
23	34.3	407	4.0	0.5	—	7.3	—	3.1	2.3	-5.4 1043.4				
24	1.0	564	5.6	2.0	—	5.6	—	2.6	0.5	+2.2 1045.6				
25	27.0	384	3.8	3.3	—	5.3	—	2.6	3.0	-5.6 1040.0				
26	0.8	329	3.3	3.6	—	5.3	—	2.6	4.1	-6.7 1033.3				
27	—	304	3.0	3.2	—	5.0	—	2.6	0.4	+14.3 1047.6				
28	—	278	2.8	2.3	—	4.7	—	3.1	2.2	+13.0 1060.6				
29	—	283	2.8	5.0	—	4.0	—	3.6	0.5	-3.4 1057.2				
30	—	259	2.6	4.3	—	4.0	—	3.6	0.5	—				
31	—	259	2.6	4.9	—	4.9	—	3.6	0.5	—				
合計	275.1	23559	234.2	106.7	443.3	23760	236.3	96.3	258.8	14220	141.4	87.8	-5.7	+23.9



第三十四表の八 日量に依る含水量變化計算表

(單位: 流量個, 其他は箱)

日	九 年 十 月				十 一 月				十 二 月								
	降水量	流量	流出量	蒸發量	校正	降水量	流量	流出量	蒸發量	校正	降水量	流量	流出量	蒸發量	校正	合計	含水量
1	—	278	2.8	2.9	—	—	144	1.4	2.0	—	—	298	2.9	1.7	—	—	1015.3
2	—	254	2.5	2.6	—	0.2	144	1.4	2.0	—	—	346	3.4	2.5	0.6	—	1010.7
3	—	231	2.3	3.0	—	—	144	1.4	2.7	—	—	1528	15.2	0.3	—	—	1030.8
4	—	208	2.1	2.4	0.5	—	—	124	1.2	1.7	—	—	222	2.2	1.1	—	1013.5
5	20.6	254	2.5	3.7	—	—	—	124	1.2	2.1	—	—	200	2.0	0.5	—	1023.0
6	—	231	2.3	2.7	—	—	—	128	1.3	3.2	—	—	268	2.7	1.0	0.3	1039.2
7	—	208	2.1	1.6	—	—	—	128	1.3	3.1	—	—	293	2.9	1.4	0.4	1052.1
8	—	204	2.0	2.2	—	—	—	108	1.1	2.0	0.6	—	401	4.0	1.0	—	1047.1
9	—	182	1.8	2.1	—	—	—	108	1.1	1.2	0.7	—	526	5.2	2.8	—	1039.1
10	7.2	182	1.8	2.4	0.2	—	—	108	1.1	1.2	0.1	—	1031	10.2	1.7	—	1027.2
11	0.3	186	1.8	2.1	—	—	—	335	3.3	0.2	0.1	—	726	7.2	0.7	—	1020.4
12	—	186	1.8	3.5	—	—	—	213	2.1	0.5	0.1	—	249	2.5	0.6	0.1	1018.6
13	1.3	186	1.8	1.9	—	—	—	191	1.9	1.6	0.1	—	226	2.2	—	—	1013.9
14	0.3	165	1.6	1.8	—	—	—	169	1.7	1.5	0.1	—	204	2.0	6.2	—	1005.7
15	—	169	1.7	3.3	—	—	—	169	1.7	0.7	—	—	204	2.0	2.2	—	1001.5
16	0.1	169	1.7	2.8	—	—	—	169	1.7	1.1	—	—	182	1.8	3.5	—	996.2
17	—	148	1.5	2.2	—	—	—	174	1.7	0.8	0.2	—	186	1.8	1.4	—	1023.6
18	—	148	1.5	3.0	—	—	—	195	1.9	0.4	0.3	—	356	3.5	2.7	—	1017.4
19	—	153	1.5	1.2	—	—	—	195	1.9	1.8	0.1	—	304	3.0	0.1	—	1018.5
20	7.0	153	1.5	0.5	0.1	—	—	195	1.9	0.9	0.1	—	254	2.5	4.5	—	1011.5
21	8.2	153	1.5	1.5	0.3	—	—	195	1.9	1.5	—	—	208	2.1	1.4	0.1	1014.4
22	—	153	1.5	2.8	—	—	—	174	1.7	1.9	—	—	213	2.1	4.0	—	1008.3
23	—	157	1.6	2.8	—	—	—	174	1.7	0.7	0.1	—	213	2.1	2.7	—	1003.6
24	—	157	1.6	2.8	—	—	—	288	2.9	1.3	—	—	195	1.9	5.5	—	997.6
25	—	157	1.6	2.8	—	—	—	153	1.5	1.7	—	—	217	2.2	1.9	—	992.7
26	0.6	157	1.6	2.3	—	—	—	132	1.3	1.4	—	—	222	2.2	3.3	—	987.4
27	—	136	1.4	2.5	—	—	—	132	1.3	2.0	—	—	226	2.2	3.4	—	991.8
28	—	140	1.4	2.8	—	—	—	112	1.1	2.0	—	—	231	2.3	5.1	—	984.5
29	—	140	1.4	3.0	—	—	—	132	1.3	0.9	0.1	—	231	2.3	1.1	0.1	983.4
30	—	140	1.4	3.0	—	—	—	112	1.1	1.0	0.2	—	213	2.1	0.6	—	1006.2
31	13.1	140	1.4	2.8	0.3	—	—	112	1.1	1.0	—	—	418	4.2	2.0	—	1000.0
合計	58.7	5521	54.9	77.5	-1.3	-75.0	128.7	4930	48.7	44.1	-2.8	162.9	10581	104.8	69.8	-3.6	-15.3

第三十四表の九 日量に依る含水量變化計算表

(單位: 流量個, 其他は新)

日	十 年 一 月			二 月			三 月							
	降水量	流出量	蒸發量	降水量	流出量	蒸發量	降水量	流出量	蒸發量					
1	3.9	278	1000.0	1.6	250	2.5	1.7	0.1	987.9					
2	2.5	254	-0.4	999.6	1.6	250	2.5	0.5	985.2					
3	2.4	294	-0.8	998.8	10.0	250	2.5	0.5	991.7					
4	—	231	-2.2	996.6	11.9	273	2.7	2.0	998.2					
5	—	208	-5.4	991.2	0.6	412	4.1	0.3	998.4					
6	—	208	-4.4	986.8	0.8	329	3.3	2.1	989.7					
7	0.2	208	-3.5	983.3	—	309	3.1	1.2	985.4					
8	0.4	186	-2.1	981.2	—	238	2.9	1.7	980.8					
9	—	186	-2.5	978.7	—	288	2.9	1.6	976.3					
10	23.3	186	-6.3	972.4	—	288	2.9	1.9	971.5					
11	2.5	278	-18.1	960.5	0.2	298	2.9	1.7	967.1					
12	0.1	208	-0.9	989.6	1.2	268	2.7	1.2	964.3					
13	11.3	208	-5.1	984.5	—	264	2.6	0.7	961.0					
14	0.2	198	-8.3	992.8	0.9	250	2.5	0.3	959.0					
15	—	186	-3.0	989.8	—	254	2.5	0.9	955.6					
16	—	186	-2.8	987.0	0.6	245	2.4	2.1	951.7					
17	—	186	-2.6	984.4	13.0	250	2.5	0.0	961.2					
18	1.1	191	-3.1	981.3	2.3	254	2.5	0.0	957.7					
19	32.4	191	-2.7	978.6	—	231	2.3	1.2	954.4					
20	—	303	-27.5	1006.1	0.4	226	2.2	0.4	955.5					
21	0.2	288	-4.6	1001.5	0.5	222	2.2	1.6	962.2					
22	—	288	-5.0	996.5	20.0	222	2.2	0.0	968.9					
23	—	231	-5.9	990.6	1.8	226	2.2	3.0	965.4					
24	—	226	-3.8	986.8	—	256	2.2	2.2	961.0					
25	—	217	-3.6	983.2	—	231	2.3	1.6	957.1					
26	—	213	-5.6	977.6	—	231	2.3	3.2	951.6					
27	0.3	208	-6.6	971.0	15.5	226	2.2	2.2	961.9					
28	36.2	200	-3.4	967.6	—	309	3.1	2.9	965.9					
29	2.1	293	-32.3	999.9	37.5	278	2.8	3.3	985.2					
30	1.2	268	-2.1	997.8	—	—	—	—	—					
31	—	250	-3.9	993.9	—	—	—	—	—					
合計	122.3	7022	69.8	57.9	-6.7	118.8	739.8	41.5	-6.5	-2.7				
									192.2	1555.1	1547	66.8	-10.5	-39.8

第三十四表の十 日量に依る含水量變化計算表

(單位: 流量個, 其他は箱)

日	十 年 四 月			五 月			六 月			
	降水量	流出量	蒸發量	降水量	流出量	蒸發量	降水量	流出量	蒸發量	
1	—	453	4.5	8.0	—	2.3	747	7.4	2.2	
2	42.6	453	4.5	2.8	2.3	0.4	642	6.4	1.2	
3	6.5	718	7.1	1.2	0.4	—	590	5.9	2.2	
4	—	663	6.6	4.3	—	—	545	5.4	1.9	
5	—	577	5.7	2.0	—	—	483	4.8	0.0	
6	50.0	520	5.2	2.5	2.7	0.8	1879	18.7	1.1	
7	25.2	984	9.8	2.5	1.4	0.1	1449	14.4	0.5	
8	—	1104	11.0	3.1	—	—	1096	10.9	4.2	
9	—	828	8.2	4.5	—	—	897	8.9	5.6	
10	1.6	616	6.1	4.4	0.1	—	747	7.4	2.0	
11	41.8	683	6.8	2.2	2.3	—	642	6.4	3.6	
12	0.2	754	7.5	1.6	—	—	747	7.4	4.7	
13	—	683	6.8	5.2	—	—	642	6.4	4.0	
14	—	616	6.1	5.8	—	—	577	5.7	4.0	
15	—	551	5.5	6.6	—	—	514	5.1	6.2	
16	0.5	520	5.2	5.2	—	—	483	4.8	4.5	
17	8.0	471	4.7	0.4	0.4	—	493	4.9	0.8	
18	—	489	4.9	4.1	—	—	424	4.2	3.3	
19	0.7	401	4.0	5.0	—	—	395	3.9	2.3	
20	2.9	367	3.6	1.8	—	—	340	3.4	5.5	
21	1.0	356	3.5	1.5	0.2	—	340	3.4	0.6	
22	—	340	3.4	5.4	—	—	329	3.3	3.5	
23	10.0	314	3.1	5.6	0.5	—	314	3.1	4.9	
24	98.2	304	3.0	0.0	5.4	—	293	2.9	5.7	
25	—	1742	7.9	2.2	—	—	293	2.9	4.7	
26	29.0	798	7.9	2.1	1.6	—	293	2.9	0.6	
27	36.1	937	9.3	1.5	2.0	—	254	2.5	5.5	
28	—	1697	16.9	3.1	—	—	245	2.4	6.7	
29	7.5	1137	11.3	4.4	0.4	—	245	2.4	4.7	
30	2.8	937	9.3	1.0	0.1	—	222	2.2	6.6	
31	—	—	—	—	—	—	222	2.2	1.1	
合計	364.6	21013	208.8	95.0	-19.8	+41.0	160.2	17330	172.1	104.2
校正	—	—	—	-8.8	-8.8	-124.9	—	—	—	—
合計	—	—	—	861.5	861.5	861.5	1004.3	5937.8	531.7	46.8
校正	—	—	—	-54.9	-54.9	-310.9	—	—	—	—
合計	—	—	—	806.6	806.6	806.6	949.4	5382.9	226.8	15.9

第三十四表の十一 日量に依る含水量變化計算表

(單位: 流量個, 其他は耗)

日	十 年 七 月				八 月				九 月								
	降水量	流出量	蒸發量	校正	降水量	流出量	蒸發量	校正	降水量	流出量	蒸發量	校正	合計	含水量			
1	5.3	1860	18.5	3.9	0.3	1172.4	2871	23.6	0.2	1.4	1233.1	223.0	2.2	4.3	1064.1		
2	22.6	1670	16.6	1.6	1.2	1155.0	1898	18.9	1.4	-	-0.1	1233.0	182	1.8	3.7	-6.5	
3	-	1643	16.3	3.3	0.6	1138.2	1203	11.9	1.2	-	-20.1	1212.9	178	1.8	2.5	+5.5	
4	0.0	1405	14.0	6.1	-	1118.5	913	9.1	5.5	-	-14.6	1185.8	616	6.1	1.3	+8.2	
5	1.2	1335	12.3	2.8	0.1	1104.5	749	7.4	5.5	-	-12.9	1172.9	178	1.8	1.9	-7.4	
6	0.4	1072	10.7	4.3	0.3	1089.9	704	7.0	4.2	-	-11.2	1161.7	314	3.1	2.0	+1.7	
7	5.8	690	6.9	0.8	0.3	1087.7	590	5.9	5.7	0.8	+2.1	1163.8	174	1.7	3.0	-4.7	
8	33.0	656	6.5	5.7	1.8	1106.7	570	5.7	4.1	-	-9.8	1154.0	132	1.3	4.8	-5.4	
9	11.7	616	6.1	2.1	0.6	1109.6	538	5.4	5.6	-	-11.0	1143.0	94	0.9	1.7	-3.7	
10	0.0	609	6.1	5.3	-	1098.2	495	4.9	4.2	-	-9.1	1133.9	91	0.9	1.7	+4.8	
11	-	514	5.1	6.0	-	1087.1	477	4.7	5.0	-	-9.7	1124.2	91	0.9	0.2	+15.9	
12	18.0	453	4.5	2.5	1.0	1098.0	418	4.2	2.9	-	-6.5	1117.7	283	2.8	1.3	+26.3	
13	-	471	4.7	2.2	0.6	1091.1	356	3.5	5.6	-	-9.1	1108.6	362	3.6	1.0	+44.8	
14	15.2	335	3.3	5.5	0.8	1096.7	304	3.0	4.7	-	-7.7	1109.9	1048	10.5	1.2	-3.5	
15	19.4	335	3.3	5.0	1.1	1100.4	234	2.5	6.4	-	-8.9	1092.0	570	5.7	2.0	-7.2	
16	0.0	329	3.3	3.0	0.6	1088.0	208	2.1	6.1	-	-8.0	1084.0	471	4.7	2.0	-6.9	
17	0.0	293	2.9	3.7	-	1087.1	204	2.0	1.5	2.0	+31.1	1115.1	429	4.3	3.9	-8.2	
18	0.0	268	2.7	3.1	-	1088.0	226	2.2	2.0	2.1	+28.9	1144.0	401	4.0	2.3	-6.1	
19	-	250	2.5	5.0	-	1080.5	1277	12.7	2.0	0.1	-13.5	1130.5	384	3.8	4.1	-7.9	
20	-	217	2.2	6.3	-	1072.0	805	8.0	1.7	-	-9.2	1121.3	356	3.5	4.2	-7.7	
21	-	186	1.8	5.3	-	1064.9	649	6.5	3.9	-	-10.4	1110.9	314	3.1	4.4	-7.5	
22	0.0	178	1.8	4.7	-	1058.0	514	5.1	4.7	0.3	-6.5	1104.4	254	2.5	4.4	-6.7	
23	0.0	178	1.8	4.7	-	1051.5	483	4.8	6.5	1.3	+10.7	1115.1	186	1.8	2.8	-4.6	
24	0.0	178	1.8	3.1	-	1046.6	483	4.8	3.0	0.3	-2.9	1112.2	182	1.8	2.7	+23.6	
25	0.0	157	1.6	4.0	-	1041.0	459	4.6	3.6	-	-8.2	1104.0	407	4.0	1.8	-5.6	
26	-	161	1.6	4.5	-	1034.9	424	4.2	1.8	-	-5.0	1099.0	250	2.5	2.2	-4.4	
27	6.4	173	1.8	0.2	0.4	1038.9	507	5.0	3.9	-	-8.9	1090.1	204	2.0	1.7	-3.7	
28	33.3	165	1.6	0.3	4.6	1115.7	441	4.4	1.4	0.2	-7.1	1087.0	156	1.5	3.4	-4.9	
29	20.6	1252	12.4	0.7	1.1	1122.1	429	4.3	4.0	0.1	-7.1	1079.9	156	1.5	3.3	-4.8	
30	32.1	453	4.5	2.1	1.8	1145.8	324	3.2	4.7	-	-7.9	1072.0	161	1.6	2.9	-4.5	
31	101.4	866	8.6	0.0	5.5	1233.1	324	3.2	4.7	-	-7.9	1064.1	161	1.6	2.9	-4.5	
合計	377.3	1888.6	187.9	103.1	-20.6	155.0	1988.4	197.8	117.7	-8.5	-169.0	171.4	86.9	87.7	79.5	-9.4	-5.2



### 53 土砂中に於ける水の流動

含水量増減の理論を研究する爲には先づ土砂中に於ける水の流動に就て調ぶることを要する。土砂又は礫の様な物（之を一般的にいへば空隙ある物體）の中に於ける水の流動は大體に於て2種に分つことが出来る。其一は例へば礫の中に於ける水の流動の如きもので物體の空隙が大で毛管現象を起す程度に到らぬもの、其二是空隙が細くて毛管現象を起す程度のものである。

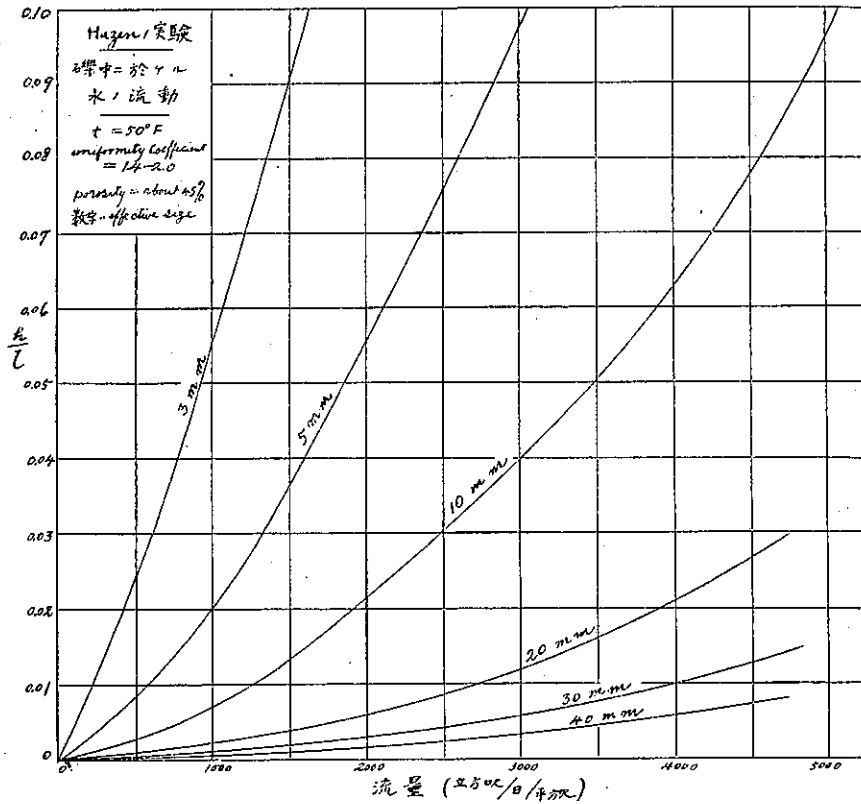
毛管現象を起さぬ程度の空隙を有する物體中に於ける水の流動は大體に於て開渠等に於ける水の流動に類する。即ち Chezy の公式に於ける

$$v = k\sqrt{s} \dots\dots\dots(3)$$

此内  $v$ ; 流速,  $s$ ; 水面勾配,  $k$ ; 常數

と似た関係があり即ち流速は大體水面勾配の平方根に比例する。

此點に關しては Hazen の行つた實驗があるが、後に述ぶる如く Hazen は砂の effective size 3 耗以下のときは毛管現象が働き次に述ぶる Hazen の公式が適用されるが、3 耗以上



第十六圖

の場合は適用されないことを發表して居る。而して 3 耗以上の砂に對する Hazen の實驗の結果は第十六圖の通りで之に依れば大なる砂粒に對しては上記の關係が略成り立つことが知られる。

毛管現象を起す程度の細い空隙を有する物體(主として砂)中に於ける水の流動に就ては多くの人に依つて研究されて居る。而して諸家の研究の結果を綜合するに斯の如き細い空隙を有する物體中に於ける流速は

- (1) 大體に於て水面勾配に比例する。
- (2) 砂の性質及其粒の大きさ並大小各種の粒が混合するときは其割合に依つて異なる。
- (3) 水の溫度が高ければ流速が大であり低ければ小である。

といふことが知られて居る。

砂中に於ける水の流動に關して研究した人の内で最初に基礎を與へたのは Poiseuille で 1842 年に實驗の結果から砂中に於ける流速は水面勾配に比例することを認めた。次で 1856 年に Darcy が

$$v = k \frac{h}{l} \dots\dots\dots(4)$$

此内  $v$ ; 流速,  $l$ ; 水の流通する距離,  $h$ ;  $l$  の間に於ける水面高の差,  $k$ ; 砂粒の大きさ性質に依つて異なる常數

なる公式を發表した。此表は砂中に於ける水の流動に關する公式の最初のものである。

其後尙多くの人が實驗を行ひ各種の公式を發表して居るが、式の大體の形式に就ては格別の新奇軸を出したのものもない。而して之等多數の公式中最も廣く行はれて居るのは Hazen の公式と Slichter の公式とである。

Hazen の公式は多數の實驗の結果 1892 年に發表されたもので其式は

$$v = cd^2 \frac{h}{l} (07.0 + 0.03 t) \dots\dots\dots(5)$$

此内  $v$ ; 流速 (米/日),  $t$ ; 水溫 (攝氏の度),  $l$ ; 水の流通する距離,  $h$ ;  $l$  の間に於ける水頭,  $d$ ; 砂粒の "effective size" (耗),  $c$ ; 常數 (400 乃至 1000)

此 effective size. といふのは砂全體の内 10% は之より小さく, 90% は之より大きな粒の直徑のことである。尙 Hazen は effective size の外に uniformity coefficient といふものに依つて砂の性質を表はした。uniformity coefficient とは砂全體の内 60% が之より小さい粒の直徑と effective size との比である。而して上掲の式は uniformity coefficient 5 以下で effective size が 0.1 乃至 3 耗の間に適用される。

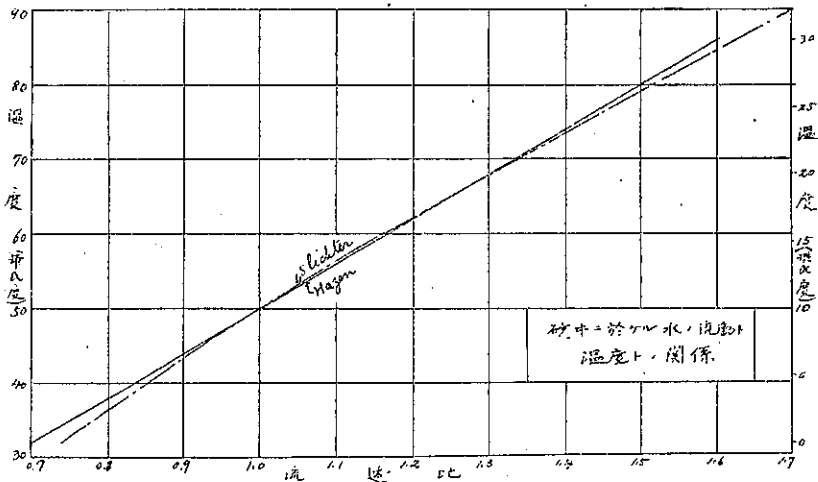
Slichter の公式は King の行つた實驗の結果に依り 1899 年に發表されたもので其式は

$$\frac{q}{s} = 0.2012 \frac{hd^2 \text{ 立方呎/分}}{ulh} \dots\dots\dots(6)$$

此内  $q$ ; 流量 (立方呎/分),  $s$ ; 砂の断面,  $l$ ; 水の流通する距離,  $h$ ;  $l$  の間に於ける水頭,  $d$ ; 砂の "mean size" (耗),  $u$ ; 温度に依つて變る常數,  $k$ ; 砂の空隙率に依りて變る常數

此 mean size といふのは砂が凡て同じ大きさの粒より成るとき實際の砂と同じ水を通す性質のある様な粒の直径のことであり,  $u$  と  $k$  との値は實驗から得た表に依つて與へられて居る。

Hazen の公式及 Slichter の公式は其形は異つて居るが其異なる所は温度の變化に依る流量の變化及砂の性質に依る流量の變化を如何に式の中に入取るゝかに在り。而して温度の變化に依る流量の變化に就ては兩式異なるが如く見ゆるも, 其實際の値は極めて近いものとなつて居り, 之を比較すれば第十七圖の如くであり, 兩式共式の根本に於て即ち一定の砂及一定の温

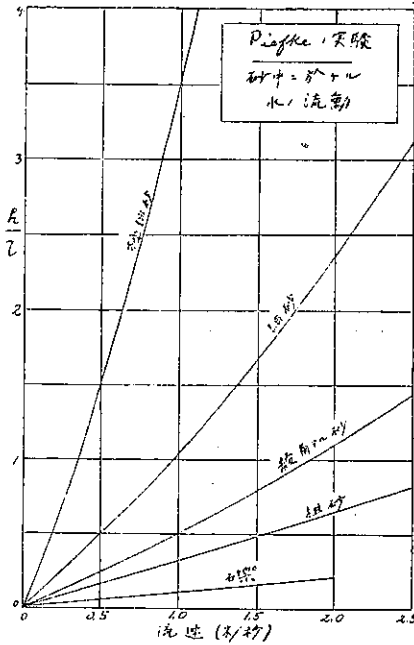


第十七圖

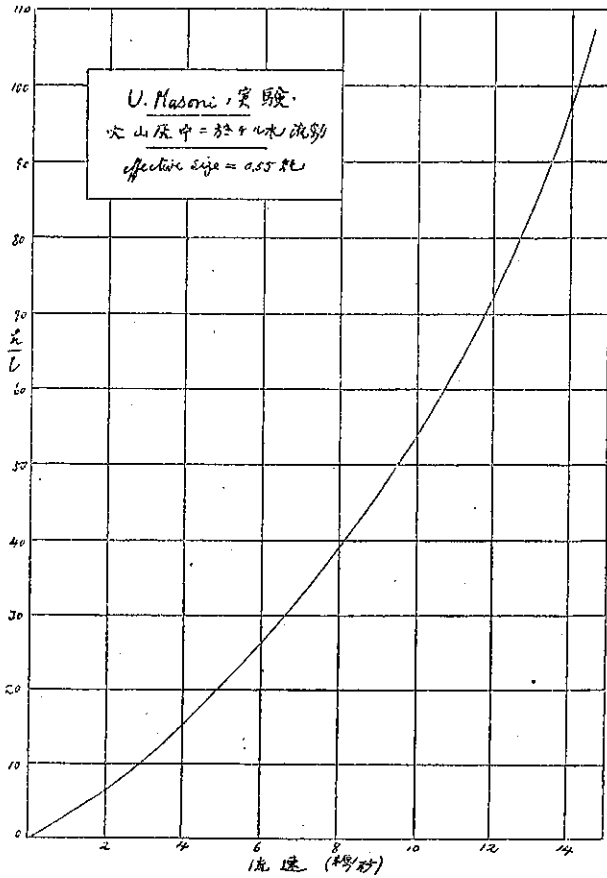
度に対しては流速は水面勾配に正比例するといふことから成り立つて居る故其性質は Darcy の公式と全く同一である。

毛管現象の起る程度の砂中殊に特に細い砂に就て流速と水面勾配との關係を實驗した多くの人は, 流速と水面勾配との關係は流速の大小に不拘一貫して直線的的關係がある譯でないことを認めて居る。例へば Piefke が礫より細砂に到る迄 5 種の材料に就て實驗した結果は第十八圖の如くであり (E. Prinz; Handbuch der Hydrologie p. 171) 又 U. Masoni が火山の細砂に就て行つた結果中 effective size 0.55 耗の砂に對するものは第十九圖の如くである。(Ph. Forchheimer; Hydraulik p. 423) 即ち之等に依つて見れば特に細い砂に於ては





第十八圖



第十九圖

流速と水面勾配の關係が直線的よりも流速軸に凸面を向けた曲線となる傾がある。即ち之を式にして表はせば

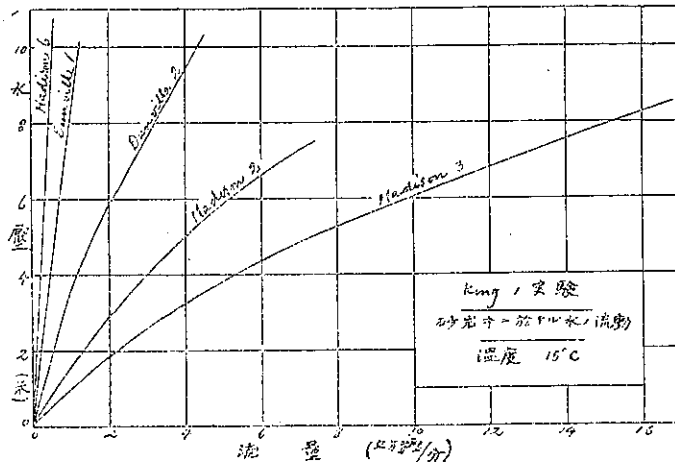
$$\frac{h}{l} = av + bv^2 \dots\dots\dots(7)$$

或は 
$$\frac{h}{l} = av + bv^2 + cv^3 \dots\dots\dots(8)$$

或は 
$$\frac{h}{l} = Av^n \dots\dots\dots(9) \quad n > 1 \quad \text{又は} \quad v = a\left(\frac{h}{l}\right)^{\frac{1}{n}} \dots\dots\dots(9')$$

となる。上の 3 種の式の中何れかに依つて表はすのが適當であることが認められる。

又 King は砂岩に就て實驗を行つたが其結果は第二十圖の如くであり (Prinz; Handbuch der Hydrologie p. 172), 之に依つて見れば前に述べた細砂の場合とは反對で水壓の増加率



第二十圖

に比し流速の増加率の方が大で、従つて其關係は水壓軸に凸面に向けた曲線となる故之を方程式で表せば式の形は

$$v = a \frac{h}{l} + b \left( \frac{h}{l} \right)^2 \dots\dots\dots (10)$$

或は 
$$v = a \frac{h}{l} + b \left( \frac{h}{l} \right)^2 + c \left( \frac{h}{l} \right)^3 \dots\dots\dots (11)$$

或は 
$$v = a \left( \frac{h}{l} \right)^n \dots\dots\dots (12) \quad n > 1 \quad \text{又は} \quad \frac{h}{l} = A v^{\frac{1}{n}} \dots\dots\dots (12')$$

となる譯である。

上に述べた處を綜合するに礫、砂、砂岩等の内に於ける水の流速と水面勾配との關係は

(1) 礫等の如く毛管現象の起らぬものでは

$$v = a \left( \frac{h}{l} \right)^{\frac{1}{3}} \dots\dots\dots (3) \text{再掲}$$

或は 
$$v = a \left( \frac{h}{l} \right)^{\frac{1}{n}} \quad n > 1$$

(2) 砂に於ては

$$v = a \frac{h}{l} \dots\dots\dots (4) \text{再掲}$$

(3) 細砂に於ては

$$v = a \left( \frac{h}{l} \right)^{\frac{1}{n}} \quad n > 1 \dots\dots\dots (9) \text{再掲}$$

(4) 砂岩に於ては

$$v = a \left( \frac{h}{l} \right)^n \quad n > 1 \dots\dots\dots (12) \text{再掲}$$

となる。

今 
$$v = a \left( \frac{h}{l} \right)^m \dots\dots\dots (13)$$

とすれば

砂岩等に於ては	$m > 1$
砂では	$m = 1$
礫又は細砂では	$0 < m < 1$

といふこととなる。

以上の如く土砂中に於ける水の流動は4種類に區別される譯であるが、此内細砂並砂岩に於ける場合即ち上の(3), (4)の場合は水面勾配極めて急なるとき明となる特殊の場合でもあり、且之に關する實驗等も多くない故單に参考とすべき程度のものであつて、普通の場合には上記(2)の場合即ち Darcy, Hazen, Slichter の式に依るべきである。

#### 54 地中の温度

土砂中に於ける水の流動に關しては、温度の影響があることは前節に於て述べた所であり Hazen, Slichter の式に於ても之が取入れてあり、而して其關係は第十七圖の通りである。之に依つて見れば同一條件の下で攝氏 0 度の時の流速は同 30 度の時の流速の凡半分、即ち温度の影響は頗る著しいことが知らるゝ故地中に於ける水の流動に就て考ふるには豫め地中温度の變化を研究する必要がある。

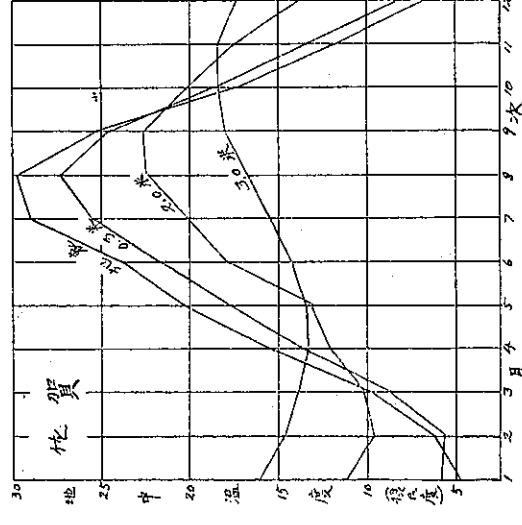
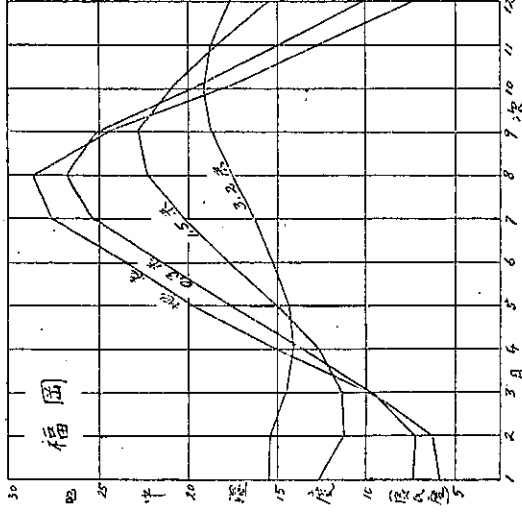
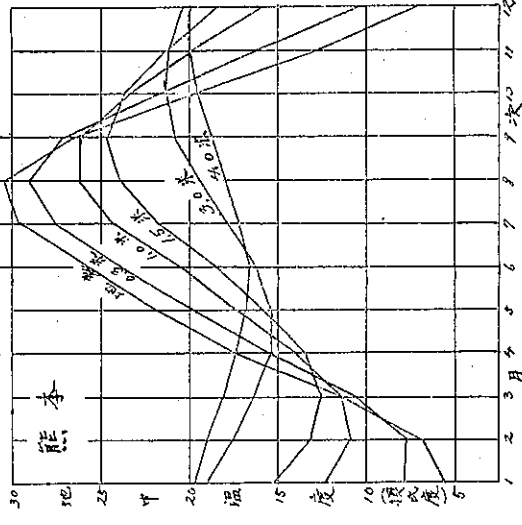
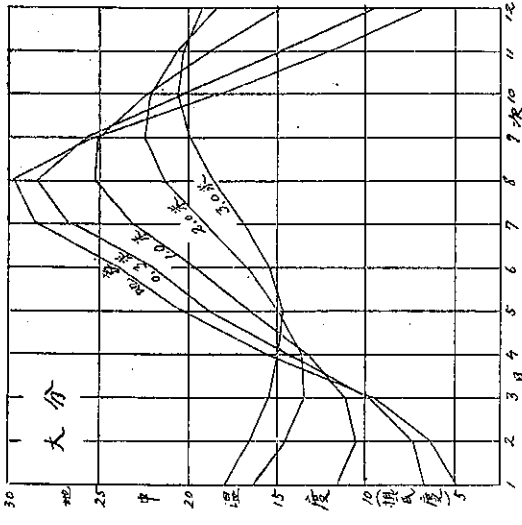
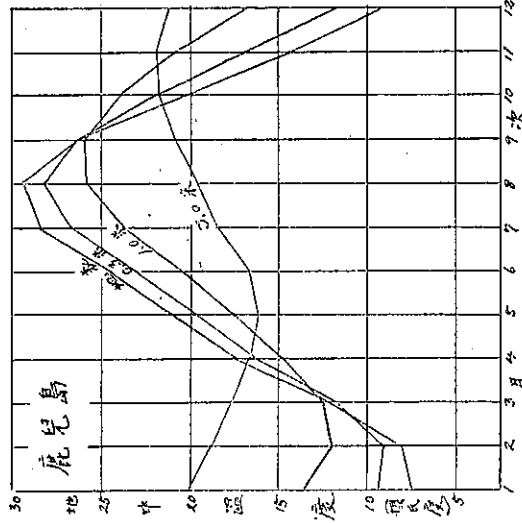
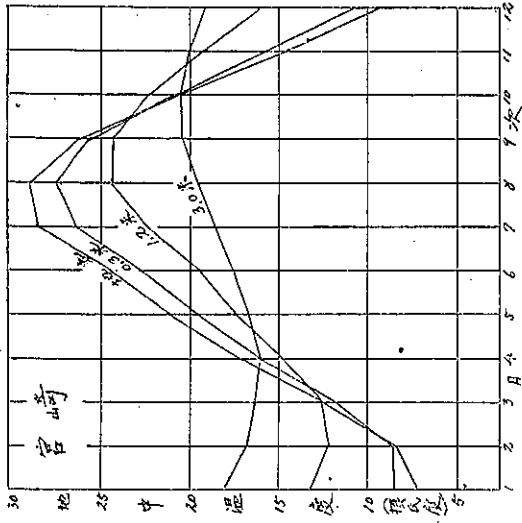
地中に於ける温度は地中に於ける熱の傳導遲き爲氣温とは大いに趣を異にし下の様な事實が認められる。

(1) 1 年間に於ける温度の振幅は地表最大にしてほゞ氣温に等しく、地下に下るに従ひ小となり、地下 8 乃至 10 米の所では年中温度が變化することがない。此處を地温の不易層といふ。

(2) 1 年間に於ける温度の高低の時期は地表よりの深さに依つて異り、地表に於ては一月最低、八月最高；地下 1 米の所では二月最低、九月最高；地下 2 米の所では三月最低、十月最高；3 米では五月最低、十一月最高；4-5 米では七月最低、十二月又は一月最高で丁度地表と正反對になる。

(3) 地温の不易層以下では地中に下るに従ひ地温が極めて僅か宛 (50-100 尺毎に華氏 1 度宛) 増加する。

地 中 温 度 圖



第 二 十 一 圖

第三十五表 月平均地中温度累年平均表 (大正十年迄但大分は大正十三年迄)

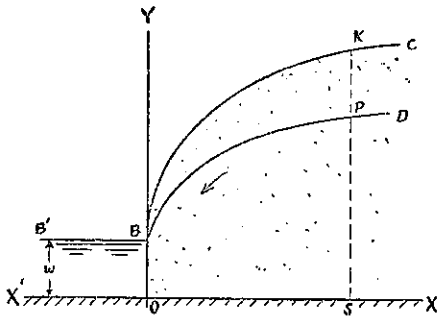
地名	深サ(米)	観測年数	月平均地中温度累年平均表												最高 年月日	最低 年月日			
			一月	二月	三月	四月	五月	六月	七月	八月	九月	十月	十一月	十二月			年平均地温		
福岡	地表	25	5.80	6.02	9.82	15.08	19.76	23.52	27.59	28.69	24.65	18.01	12.34	7.39	16.56	50.0	明36-9-3	-1.3	明44-2-10
		8	6.05	6.53	9.55	14.36	18.47	23.49	27.61	27.69	24.75	18.84	13.78	8.36	16.51	33.1	大7-1-17	2.4	大7-1-17
	福間	0.2	6.73	6.97	9.69	14.13	18.20	22.11	26.53	27.48	25.00	19.45	14.32	9.44	16.67	31.8	大3-7-20	3.7	大7-1-9
		0.3	7.32	7.23	9.56	13.71	17.57	21.46	25.63	26.86	25.01	19.81	14.86	10.21	16.59	28.6	大9-8-13	4.9	大7-1-9
		0.6	9.01	8.24	10.12	13.52	17.29	20.71	24.07	23.11	24.63	20.23	15.82	11.59	16.78	27.0	大3-8	6.58	大7-1
		1.5	12.73	11.33	11.35	12.71	15.06	17.53	20.19	22.37	22.84	21.00	18.31	15.27	16.72	23.57	大5-9	10.15	明40-3
佐賀	2.3	15.29	13.82	13.00	13.17	14.38	15.86	17.78	19.66	20.75	20.43	19.11	17.53	16.70	21.27	明29-9	11.76	明40-3	
	3.2	16.53	15.41	14.48	14.07	14.34	15.12	16.30	17.63	18.67	19.13	18.75	17.53	16.52	20.18	明29-9	13.33	明36-4	
大分	地表	11	4.92	6.21	9.70	15.49	20.24	23.81	29.04	29.83	25.01	17.46	11.69	6.83	16.69	49.8	大9-8-2	-0.4	大7-2-1
		31	5.89	5.69	8.74	13.57	17.78	21.74	25.51	27.41	24.51	18.63	13.14	8.09	15.89	30.4	大6-7-8	1.1	明37-1-26
	大分	1.2	11.06	9.58	10.06	12.07	13.01	17.33	20.08	22.36	22.62	20.69	17.42	13.78	15.84	23.1	明31-10-1	5.8	明28-12-29
		3.0	16.03	14.65	13.92	13.38	13.52	14.27	15.42	16.76	18.00	18.28	18.33	17.30	15.82	22.4	明24-2-13	6.8	明24-2-13
		0.3	4.9	6.3	9.5	15.5	20.5	23.9	28.6	29.6	25.3	18.6	12.2	6.9	16.8	52.8	大12-8-11	96.2	大11-1-12
		1.0	5.5	6.8	9.8	15.3	20.0	23.1	27.9	29.0	25.6	19.4	13.2	8.1	17.0	36.1	大13-8-12	1.8	明30-12-6
熊本	地表	8	6.0	7.0	10.2	14.8	19.5	22.7	27.3	28.8	25.7	19.8	13.9	8.8	17.0	34.1	大13-8-12	3.4	明23-1-11
		8	6.7	7.3	9.8	14.5	19.0	22.2	26.6	28.4	25.8	20.3	14.7	9.6	17.1	31.1	大4-8-11	4.5	明23-1-11
	熊本	1.0	11.6	10.5	11.1	13.2	16.5	19.5	23.0	25.2	25.1	22.4	18.8	14.8	17.6	23.5	明25-8-13	9.3	大4-2-11
		2.0	16.2	14.5	13.5	13.7	15.0	16.7	19.0	21.3	22.5	22.2	20.7	18.4	17.8	23.1	明19-9-13	13.2	大13-4-11
		3.0	18.0	16.6	15.5	15.0	14.8	15.5	17.0	18.7	20.0	20.6	20.3	19.3	17.6	21.2	明15-10-13	14.4	大1-5-11
		4.0	19.6	16.1	18.2	17.4	16.8	16.7	17.2	18.0	18.9	19.6	20.0	20.0	20.0	20.0	18.5	—	—
宮崎	地表	31	5.6	6.7	11.3	17.2	21.8	25.6	29.6	30.4	26.6	19.6	12.9	7.2	17.9	—	—	—	—
		31	7.9	7.8	10.7	15.5	19.9	23.8	27.6	29.0	27.1	21.7	16.1	10.5	18.1	—	—	—	—
	宮崎	1.0	12.4	11.0	11.5	13.9	17.3	20.6	24.2	26.2	26.2	23.4	19.8	15.7	18.5	—	—	—	—
		1.5	15.2	13.2	12.6	13.5	15.8	18.5	21.7	23.8	24.7	21.7	21.4	18.3	18.5	—	—	—	—
		3.0	19.0	17.6	16.3	15.4	15.4	16.2	17.9	19.5	20.7	21.3	21.2	20.4	18.4	—	—	—	—
		4.0	19.6	16.1	18.2	17.4	16.8	16.7	17.2	18.0	18.9	19.6	20.0	20.0	18.5	—	—	—	—
鹿児島	地表	20	7.2	8.3	12.3	17.3	21.1	24.5	28.5	28.9	26.1	20.3	14.4	9.1	18.2	45.3	大2-7-16	-3.1	明39-12-30
		6	7.1	8.5	11.9	16.9	20.8	24.0	28.1	28.4	26.1	20.3	14.5	9.3	17.9	35.1	大6-8-10	1.7	大7-1-1
	鹿児島	0.2	7.3	8.9	12.4	16.9	20.6	23.2	27.3	28.3	25.9	20.6	15.5	10.7	18.2	31.3	大7-8-7	2.6	大7-1-1
		0.3	8.5	8.6	11.8	16.1	19.7	22.9	26.5	27.5	25.6	20.7	15.8	10.6	17.8	30.6	大6-8-10	4.9	大7-1-1
		0.6	10.4	9.9	12.0	15.5	18.9	21.8	24.9	26.6	22.1	21.4	17.6	13.1	18.2	23.5	大6-8-12	7.0	大7-1-1
		1.2	13.2	12.1	12.6	14.7	17.4	19.4	22.2	24.2	24.3	22.2	19.3	15.9	18.2	26.6	明42-8-13	10.0	明42-2-20
鹿児島	3.0	18.1	17.0	16.3	16.1	16.6	17.5	18.6	19.6	20.3	20.5	20.1	19.3	18.3	21.3	明39-10-5	15.5	大4-4-13	
	3.0	20.1	18.8	17.6	16.6	16.2	16.7	18.3	19.6	20.8	21.7	21.9	21.2	19.1	23.5	明33-9-22	15.9	明33-5-7	

(4) 地温大體の變化は以上の如くであるが之は地質其他に依つて多少の差異があり、例へば砂は粘土より熱を傳導することが容易である故砂地に於けるよりも粘土地に於ける方が地下の温度の變化が少い。

九州に於ける各地方測候所觀測の結果は別紙第三十五表に掲げた通りであり、之を圖にすれば第二十一圖を得、之に依れば上記の事實が明に知られる。此圖に就て見れば四月及十月は地温は地表からの深淺に不拘地中温度大差なく、而して十月より四月迄は地表温度低く地中温度高く四月より十月迄は之が逆となり地表が温度高く地中が低い。

### 55 流路側面よりの流出

河川に地下水の流出する場合を考ふるに其最も典型的のもの一を採ることとする。



第二十二圖

第二十二圖を河川を通ずる横断面とし XX' は不滲透層、之より上は全體一樣なる砂の如きものより成り、BB' は河川の水函、BD は地下水面とし地下水は河川に流入するものとする。

先第一に BD なる地下水面の曲線の性質を求めんに圖の如く XY 軸をとるとき BD 曲線上の一點 (例へば P) に於ては Hazen の式に依り

$$v = cd^2(0.70 + 0.03t) \frac{dy}{dx} \dots (14)$$

之より第二十二圖の紙の面に直角に單位幅を採りて考ふることにすれば地下水が右より左に流通すべき斷面積 (F) は

$$F = py$$

茲に  $p$ ; 空隙率

従つて流量は

$$Q = vF = pcd^2y(0.70 + 0.03t) \frac{dy}{dx} \dots (15)$$

此内  $p, c, d$  は土砂の性質が定まれば定まるもの故之を纏むれば

$$Q = a(0.70 + 0.03t)y \frac{dy}{dx} \dots (16)$$

温度が地下水の流動に對する影響は大なるもの故之を等閑に附することが出来ない。今温度が砂中全體に於て一樣とし括弧内は 1 の定數故

$$0.70 + 0.03t = b$$

とすれば

$$\begin{aligned}
 Q &= a b y \frac{dy}{dx} \\
 \therefore Q dx &= a b y dy \\
 \therefore \int Q dx &= a b \int y dy \\
 \therefore Q x &= \frac{a b}{2} y^2 + c \dots\dots\dots (17)
 \end{aligned}$$

此積分常数  $c$  を定めんに

$x=0$  のとき  $y=w$  なる故

$$\begin{aligned}
 c &= -\frac{a b}{2} w^2 \\
 \therefore Q x &= \frac{a b}{2} (y^2 - w^2) \dots\dots\dots (18)
 \end{aligned}$$

此式より地下水面  $BD$  は二次の拋物線なることが知られ、又  $x$  を一定とするとき (例へば第二十二圖  $KS$  線の位置に於ける  $PS$  の如し)  $Q$  の値は  $y$  の自乗に依つて變化することが知られる。

次に砂中の溫度が一樣ならず之が水平の方向に變化するときは一般に

$$t = f(x)$$

とすることが出来る。尙便宜のため

$$F(x) = 0.70 + 0.03t = 0.70 + 0.03f(x)$$

とすれば

$$Q = a F(x) y \frac{dy}{dx} \dots\dots\dots (19)$$

となり

$$\begin{aligned}
 \frac{Q dx}{F(x)} &= a y dy \\
 \therefore \int \frac{1}{F(x)} dx &= a \int y dy = \frac{a}{2} y^2 + C \dots\dots\dots (20)
 \end{aligned}$$

此  $\int \frac{1}{F(x)} dx$  の値は  $f(x)$  の式の形に依りて異り、例へば地温は左から右に直線的に増加若くは減少する場合には

$$f(x) = ax + b$$

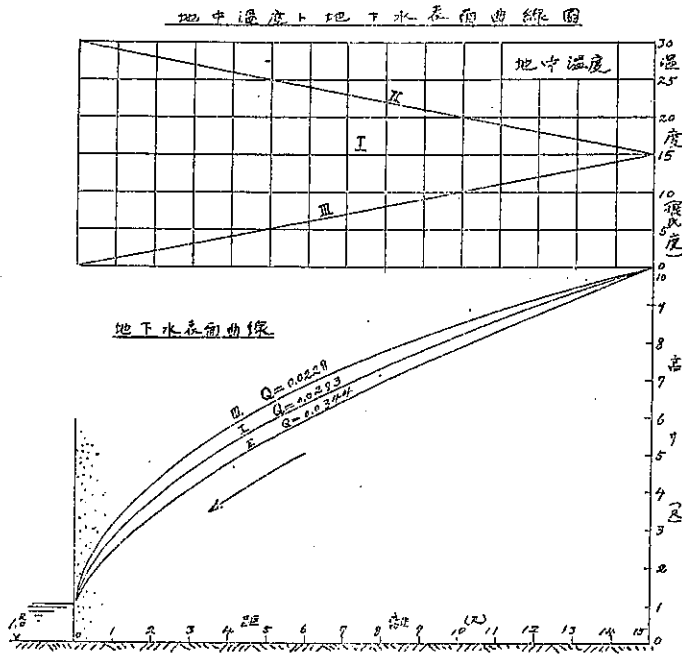
なる形となり従つて

$$F(x) = Ax + B$$

$$\therefore \int \frac{1}{F(x)} dx = \frac{1}{A} \log_e(Ax + B) \dots\dots\dots (21)$$

となる

従つて温度が一樣でない時は其變化の模様によつて地下水表面の曲線 BD の形が變るが、 $x$  に或一定の値を與へた場合  $Q$  は  $y$  の自乗に依つて變化することは地温が一樣なりし場合と同様である。



第二十三圖

今例として第二十三圖の如く水平なる不滲透層の上に一樣なる砂層があり、左側の河川に於て水深 1 尺、之より 15 尺右に於て地下水表面は不滲透層より 10 尺の所に在りし尙砂の

$$d=1^{\text{尺}}, \quad c=500, \quad p=40\%$$

なるとき

- (1) 地下水の温度攝氏 15 度にて一樣なる場合
- (2) 河岸に於ける地下水の温度攝氏 30°, 之より右 15 尺の所では 15 度で其間は直線的に變化する場合。



(3) 河岸に於ける地下水の温度攝氏 0 度、之より右 15 尺の所に於て 15 度で其間は直線的に變化する場合。

以上 3 種の場合に於ける地下水表面の形並に河川に平行に幅 1 尺を取るとき之よりの流出量を求める

先づ (1) の場合では地下水表面上の點を  $x, y$  とすれば

$$v = 3.3 \times 500 \times (0.70 + 0.03 \times 15) \frac{dy}{dx} \text{ 尺/日}$$

$$Q = 0.40 y \times v = 759 y \frac{dy}{dx} \text{ 立方尺/日}$$

$$\therefore Qx = 379.5y^2 + c$$

$x=0$  のとき  $y=1$  なる故之を入れるれば

$$c = -379.5$$

$$\therefore Qx = 379.5(y^2 - 1)$$

$x=15$  のとき  $y=10$  なる故

$$Q = \frac{379.5(100 - 1)}{15} = 2,505 \text{ 立方尺/日} = 0.0293 \text{ 個}$$

地下水表面の曲線は

$$y^2 = 6.6x + 1$$

(2) の場合では

$$t = 30 - x$$

なる故

$$0.70 + 0.03t = 0.70 + 0.03(30 - x) = 1.60 - 0.03x$$

(1) の場合に倣ひ

$$Q = 0.40 \times 3.3 \times 500 \times (1.60 - 0.03x)y \frac{dy}{dx}$$

$$\therefore \int \frac{Q dx}{(1.6 - 0.03x)} = \int 660 y dy$$

$$\therefore -\frac{1}{0.03} Q \log_e(1.60 - 0.03x) = 330y^2 + c$$

$x=0, y=1$  なる故

$$c = -\frac{Q}{0.03} \log_e 1.6 - 330$$

之を入れ尙  $x=15, y=10$  とおけば結局

$$Q=2.970 \text{ 立方尺/日} = 0.0344 \text{ 個}$$

此場合地下水表面の方程式は

$$\log_e(1.60-0.03x) = -\frac{y^2}{300} + 0.467$$

となる。

(3) の場合には

$$t=x$$

なる故上に倣ふて計算すれば

$$Q=1.970 \text{ 立方尺/日} = 0.0228 \text{ 個}$$

地下水表面の方程式は

$$\log_e(0.70+0.03x) = \frac{1}{199}y^2 - 0.363$$

となる。

上の三の場合に於ける  $Q$  の値は

(1) の場合	0.0293 個
(2) " "	0.0344 個
(3) " "	0.0228 個

となり著しい差異を生じ、又地下水表面の形は第二十三圖の如く變化を生ずることが知られる。

以上述べた所より得た要點を今一回掲記すれば下の如し、

- (1) 地下水表面の形は地中温度の關係に依つて異り、其方程式の形は種々複雑な形を採るが表面の大體の形は二次拋物線に近いものである。
- (2) 地中温度關係如何に不拘  $Q$  は常に  $y$  の自乗に依つて變化する。
- (3) 地中温度が變化すれば  $Q$  は著しく變化する。

### 56 含水量と地下水の關係並一年間に於ける之等變化の理論

第 52 節に於て九州の河川では含水量は一月より三月迄は大なる變化なく、四月より梅雨前に亘つては順次減少し梅雨に依り著しく増加し、之より九月迄は大體に多く、十月より十二月に亘り漸次減少することを述べて置いた。而して此含水量を構成するものは地下水及地上並地下水表面以上の地中に含まるゝ水であり、此内地表に含まるゝ水はさまで多からず、又

地下水面上の地中に含まるゝ水は時に依り相當の差あるべきも、其深さも所に依り種々であり土に含まるゝ量は一面に於て水が重力に依つて下に下らぬ程度より少く、他面地下の土が地表の砂塵の如く乾燥することもなき故地下水面以上の土の含み得る水量の範圍といふものはそれ程大なるものでないといふことは大體想像される故、之より見れば含水量の變化は主として地下水の増減に在り、日々の小變化は地下水面以上の土の濕度の變化に依りて起り、一々地下水に影響を及ぼすことはないにしても1年間各季に於ける含水量の増減の大體の行き方は地下水の増減と一致すべきものと考へられる。元來地下水の増減は井戸等に依り容易に實測されるものであるが、著者が九州の各測候所其他に就き問合せたるも今迄の所不幸にして實際の資料あるを聞かない故、上の想像が果して正しきや否やを確むることが出来ないのは頗る残念である。尙井戸等の水位は直ちに地下水の増減を表はすものと見てよいか如何に就ては多少考慮を要する。即ち井戸等の水面は氣壓の高い時は下り、低い時は上る傾向を有するが之は其水面丈けで地下水全體は昇降する様なことはない。之は水が殆んど壓縮出來ぬものであること及地下に於ける水の流動には非常に抵抗の多いことから考へて疑ふ餘地はない。従つて井戸等の水面の昇降の資料がある場合にも之を直ちに地下水水位なりとすることは出來ず、氣壓其他の關係を充分考慮する必要がある。又都會の井戸に就ては資料を得ることが比較的容易であるが、都會に於ては井戸の水等を汲み取ることが多い故地下水水位も餘程自然の状態と異つて居るものと考へられる。

含水量並地下水の1年間に於ける増減の模様は已に述べた通りであるが、之は1年間に於ける雨量の分布とも異り又河川流量の増減とも異なる。而して地下水の變化並其理論に就て研究されたものはさまで多くない様に見える。而して著者が知つて居る唯一のものたる J. Soyka の研究 (Keilhack; Grundwasser und Quellenkunde p. 195 及 P. Gerhardt, R. Jasmund & H. Engels; Die Grundwasserkunde—Handbuch der Ingenieur Wissenschaften p. 81) に依れば Berlin 及 München に於て地下水水位は九州に於て著者が考へたと同様1年を1週期として増減することを認めて居る。而して Berlin に於ては四月最高、十月最低、München に於ては七月最高二月最低となつて居る。此事實は著者の考へた所と一致するが其理論として Soyka は Sättigungsdefizit なるものを考へて居る。此 Sättigungsdefizit なるものは飽和不足量で、空氣單位容積に對し其溫度に於て水蒸氣を飽和さするに要する水量を重量で表はしたもので、濕度の反對のもの即ち飽和不足量といふべきものである。Soyka は地下水の増減は Sättigungsdefizit に關係あるものなることを説き、尙 Berlin, München に於て Sättigungsdefizit と地下水増減との關係を異にすることを説いて居るが其理論はあまり徹底したものである。著者は九州に於ける經驗よりして Sättigungsdefizit を地下水増減の唯一の對照として考へることは如何にも無理であると考へる。實際地中の水が蒸發、蒸散に依つて

減少することは認められたことであるが、蒸發量並蒸散量に就ては相當研究されて明となつて居る故之をさし置いて、Sättigungsdefizit なるものを考ふることは無意味であり、而して Sättigungsdefizit を考へるより先に地下水増減に一層關係深き他の事項がある。

地下水に最も關係深き事項は降雨及地表並地中溫度であると著者は考へる。而して降雨は地下水の源をなすものであることは明であり、又溫度は地中に於ける水の流動に著大なる影響を及ぼすものである故其變化は水が地中に滲入し、又地下水が河川に流出する其量を調節する作用をなす譯である。之を具體的に考ふるに一月より三月末迄は地中溫度は比較的高きも、地表に近き部分の溫度低き爲地下水含水量に比し河川への流入少く、雨量は少きも地下水は大なる増減を來さないが、三月より六月に亘りては地表に近き部分の地中溫度高くなる故地下水の流動が容易となり、含水量に比し多量の水が河川に流出し加之蒸發、蒸散多き爲降雨相當あるに不拘地下水は減少する。梅雨中は多量の雨を降らす故含水量は著しく増加するが七月、八月は地下5米附近の地中溫度は1年間に於ける最低である故流出量は地表附近の溫度高き割に多くない。九月は地表附近の溫度比較的高き故流出多く、十月以降は地表附近の溫度漸次降下する故流出量も減少するが雨量に依る補給少き故地下水は漸次減少する。

之を譬ふれば茲に貯水池あり取入口並引出口には各水門がある。取入口上流の水位が高ければ水は多く流入する譯であるが、其水位が同じでも水門の開き方に依り又貯水池内の水位に依り流入する水量が違ふ。此場合取入口上流の水位は降水量に、又水門の開き加減は地中溫度に而して貯水池内の水位は土の溫度に當る。引出口に於ても同様で流出する水量は貯水池の水位の高低に依り又引出口の開き加減に依りて變る。貯水池の水位は即ち地下水であり、水門の開加減は即ち地中溫度に當る。河川の流域は1の貯水池である。而して降雨は此貯水池に水を補給し其水は順次河川に流出する。而して此流入並流出を加減するものは地中溫度である。之等は各別に其本來の性質に依り變化する故に地下水位の變化は雨量の分布とも異り又河川流量の變化とも異なる。尙此關係は九州以外の地方に於ても適用さるべきものと考へる。而して土地の狀況に依り殊に積雪ある地方に於ては九州に於けると餘程様子が違ふだろうが、根本の原理は依然として適用さるべきである。

## 第八章 無降雨期間に於ける含水量と流量との關係

### 57 總 說

河川の流量に就て研究するに當り降雨ある場合の河川の流量は地表を流下する水及地下水の流出するものより成る故關係が複雑であるが、降雨なき場合は主として地下水に依つて保たれる故關係が比較的簡單である。従つて河川流量に就て研究するには先づ無降雨期間のものに就て之を行ひ、之に對し相當の基礎を得たる後降雨中の場合に及ぶべきである。無降雨

期間の河川の流量は主として地下水に依つて保たれて居る故含水量とは密接な關係がある。而して含水量と流量との關係の内、最も卑近なことは無降雨期間中には含水量も日々減少すると共に流量も日々減少する。従つて兩者の減少の間に何等かの關係なきやといふことは容易に想像されることである。故に第一着として此點に關し研究することを要する。

前章に於て地下水及其流出の關係を述べたが之に依れば

地中溫度一樣なるとき

$$Qx = \frac{ab}{2}(y^2 - w^2) \dots\dots\dots(18) \text{再掲}$$

地中溫度一樣ならざるとき

$$Q \int \frac{1}{F(x)} dx = \frac{a}{2} y^2 + c \dots\dots\dots(20) \text{再掲}$$

となり、溫度の如何に不拘  $Q$  は  $y$  の自乗に依つて變化する譯であるが、此  $y$  即ち地下水位の變化は即ち殆んど含水量の變化に近いもの故語を換えていへば流量は含水量の自乗に依つて變化するといふことが出来る。勿論前章に於て述べた様に地下水位と流量との關係は溫度に依つて變化するもの故、上の様な關係も數量的に一年を通し單一な關係に在るものと考へることは出来ないが、兎に角含水量と流量との間に上に述べた様な何等かの關係があるといふことは想像せられる。

扱上に述べた所の考へを基礎とし實際の資料に依り研究を試みるのであるが、之には矢張り或假定に依つて事柄の筋道の大要を定めて置かねばならぬ。上に述べた流量は含水量の自乗に依つて變化するといふ事を式にすれば下の如くなる。

$$Q = as^2 + b \dots\dots\dots(22)$$

此  $Q$  ; 流量,  $s$  ; 含水量,  $a, b$  ; 常数

此  $Q$  は實際の資料を直ちに當嵌めることが出来るが含水量の方は其値を定むることが困難である故之を都合のよい形に變化せねばならない。

今上の式より

$$Z = \frac{dQ}{ds} = 2as$$

とすれば

$$s = \frac{Z}{2a}$$

之を初の式に入れば

$$Q = \frac{Z^2}{4a} + b \dots\dots\dots(23)$$

となり此  $Z = \frac{dQ}{ds}$  は容易に計算することが出来る故之を基礎として實際の資料につき研究することとする。

### 58 Q Z 曲 線

上述の  $Q$  と  $Z$  との関係を知るためには河川の流量の日々の記録があり、且其流域内の雨量及蒸發量觀測結果ある所を必要とする。九州に於て雨量觀測所は多數あるが雨量觀測と共に蒸發量の觀測を行つた所は各縣廳所在地の測候所を除けば僅に遞信局設置の觀測所 6 箇所のみである。従つて之以外の所では含水量と流量との關係を調べるだけの資料がない。又之等含水量と流量等の關係を調べるに大なる流域では支流等多く、流域狀況複雑であるから最初には出来るだけ簡単な流域を選定して調査するを要する。此意味から次の測水所を選定した。

第 三 十 六 表

水 系	河 川	測 水 所	雨量觀測所	蒸發量觀測所
五ヶ瀬川	五ヶ瀬川	吐瀬	三ヶ所、草部	草部
一瀬川	一瀬川	鶴	大河内	大河内
菱田川	大鳥川	馬場下	百引	百引
球磨川	球磨川	江代	古屋敷	古屋敷
〃	五木川	栗鶴	小原	小原

之に依つて蒸發量を觀測した 6 觀測所の内 5 箇所は利用されて居るが今 1 箇所の耳川水系原内觀測所は耳川の中流部に在り其關係測水所たる和田の流域面積も廣く、且上流に多數の支流があつて狀況が可なり複雑である故之を除外した。

$Q$  と  $Z$  との間に如何なる關係があるかを見んに第一に各測水所に於ける毎日午前十時の流量を表示したものに、流域内に於ける日雨量及蒸發量を對照し、降雨ある日は之を除き、引續き 3 日以上降雨なき日を拾ひ、各日の蒸發量及流量を表示し流量は更に流出面積に應じ各日の流出量（耗を單位とす）に換算する。而して連續無降雨日の初め及最後に於ける河川の流量（個を以て表はす）の差は流量の變化即ち  $dQ$  であり、又此期間中に於ける蒸發量の和と流出量（共に耗を單位とす）の合計が含水量の變化即ち  $ds$  である故、此 2 者の比をとれば  $\frac{dQ}{ds} = Z$  が求められる。

第三十六表に掲げた測水所に就き大正八年より十年に到る有るだけの資料に就き上述の方法に依つて各無降雨期間の  $\frac{dQ}{ds} = Z$  を計算し、又各無降雨期間の初め及終りに於ける流量の平均をとつて之に對する流量とすれば  $Q$  と  $Z$  との組が得られる。其計算表は別紙第三十七表乃至第四十六表の通りである。此表に就て注意すべき事項は下の通りである。

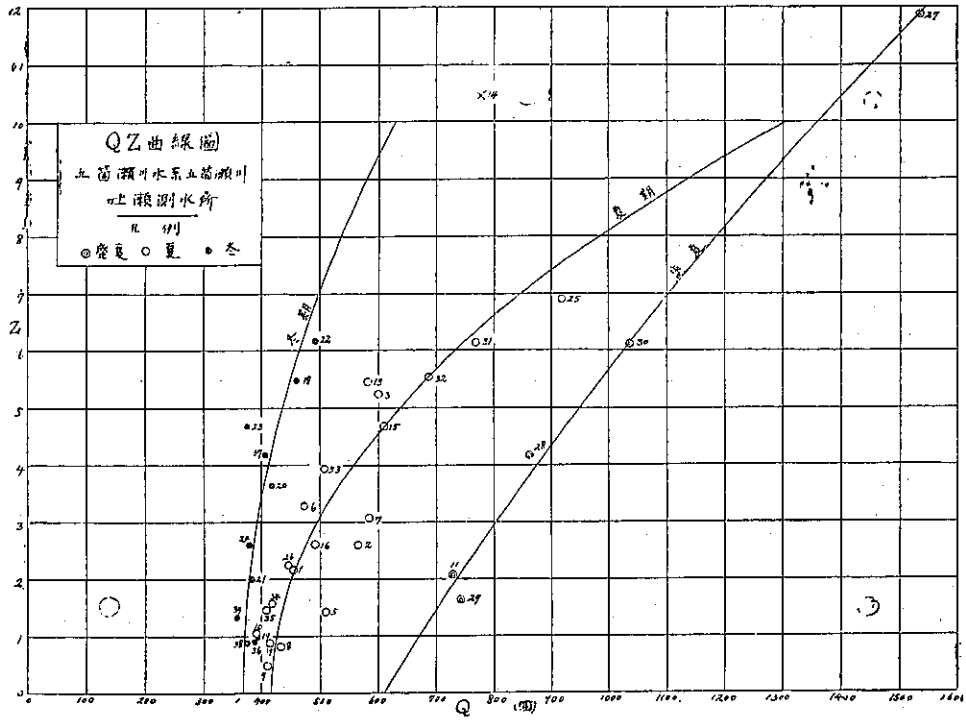
## 無降雨期間流量蒸發量表

- (1) 日の區分は雨量蒸發量觀測の區切りに依り當日午前十時から翌日午前十時迄としてある。
- (2) 流量は毎日午前十時のもの故上記の日の間に記してある。
- (3) 蒸發量合計は記載蒸發量の合計其儘である。
- (4) 流出量の合計は無降雨期間の初め及終りの流量に對する流出量の  $1/2$  と其他の日の流出量との合計である。

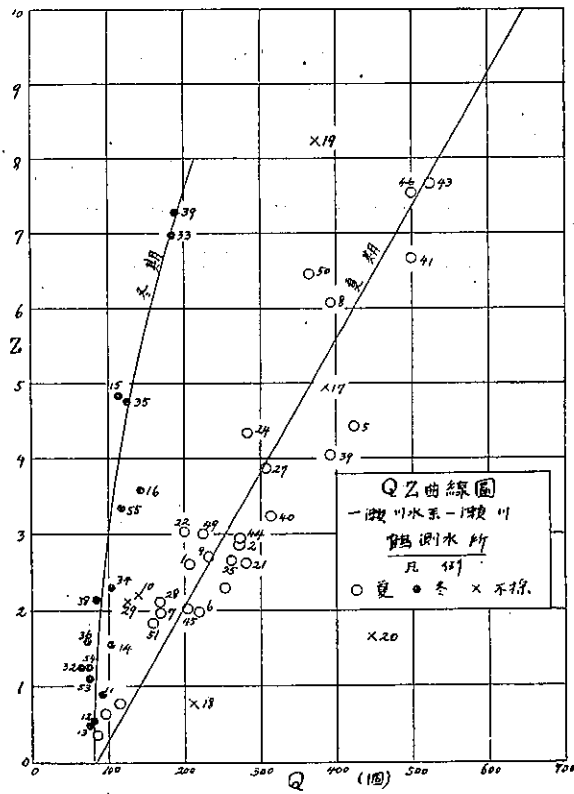
 $QZ$  計算表

- (1) 蒸發量、流出量は無降雨期間流量蒸發量表記載の各無降雨期間に於ける合計を擧げてある。
- (2)  $ds$  は上記蒸發量と流出量との合計である。
- (3)  $Q$  は無降雨期間流量蒸發量表に於ける各無降雨期間の最初及最終の流量の平均である。
- (4)  $dQ$  は無降雨期間流量蒸發量表に於ける各無降雨期間の最初及最終の流量の差である。
- (5)  $Z = \frac{dQ}{ds}$
- (6)  $Z' = \frac{dQ}{ds'}$  に於て  $dQ$  は上記の通り又  $ds'$  は流出量合計である、之を掲げた理由は追つて述べる。

第三十八、四十、四十二、四十四、四十六表記載の  $QZ$  の値を圖示すれば第二十四乃至二十八圖を得る。之に依つて見るときは  $Q$  と  $Z$  との間には比較的明瞭なる關係があり、大體に於て或曲線を形作つて居るが、只馬場下の分丈けは全く不規則に散在して居る。

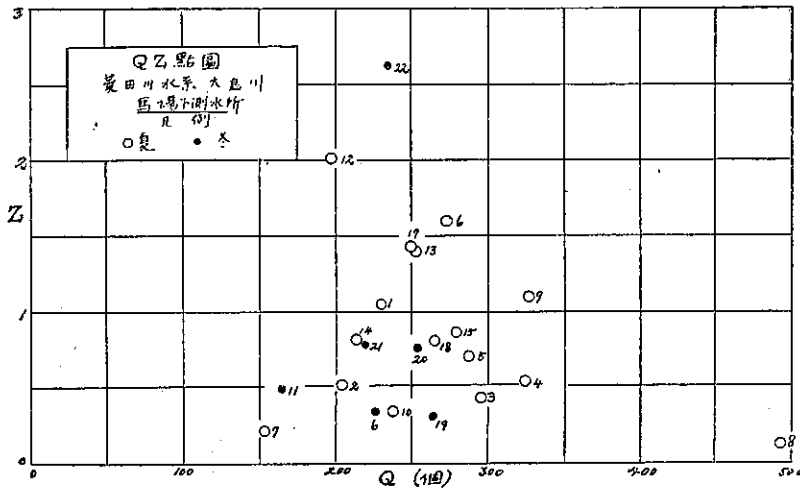


第二十四圖

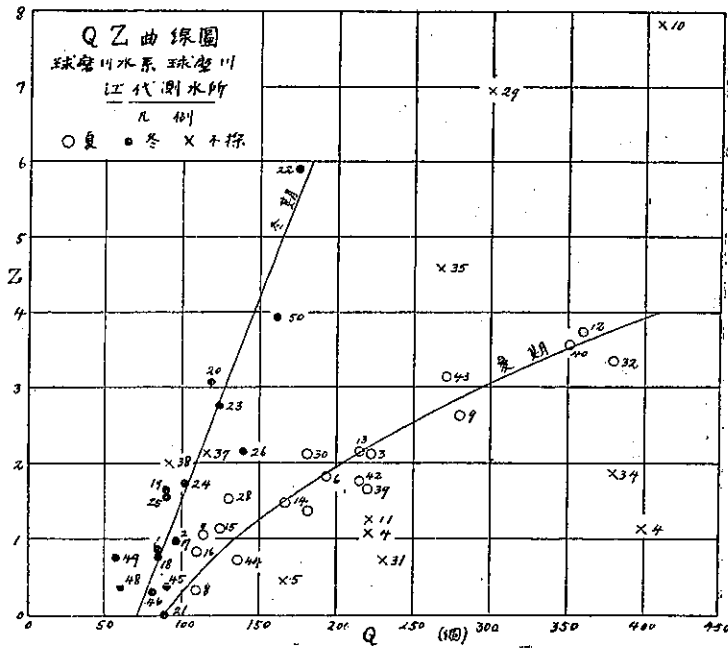


第二十五圖

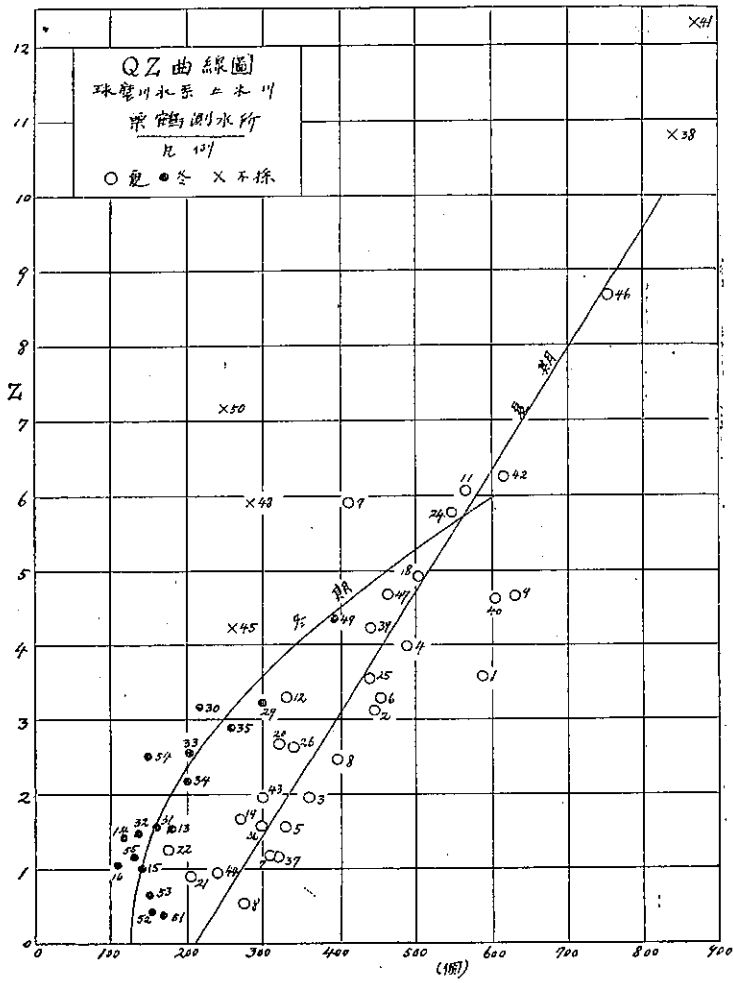




第二十六圖



第二十七圖



第二十八圖



第三十七表之二 無降雨期間流量蒸發量表

(單位: 流量個, 其他は耗)

番號	年月日	蒸發量	流出量	流量	番號	年月日	蒸發量	流出量	流量	番號	年月日	蒸發量	流出量	流量					
18	9-11-1	1.1	4.0	530	23	10-2-18	1.8	2.9	394	29	10-7-18	4.1	5.9	785					
			3.1	420				19	0.8			2.7	362		19	4.9	5.9	785	
			3.0	407								2.7	356		20	5.5	5.5	742	
			3.0	401				計	2.6			5.5			21	5.8	5.5	732	
			2.9	393								3.2	422		22	6.2	5.3	706	
			2.9	391								3.1	415				5.2	697	
		2.9	386				3.0	397		計	26.5	27.8							
	計	7.7	18.4			5	1.4	2.8	380				8.7	1162					
19	9-11-24	0.9	3.0	398	24	10-3-3	1.0	3.1	415	30	10-8-3	8.8	7.3	973					
			3.0	398				4	2.4			2.7	362		4	5.7	6.9	925	
			2.9	393				7	2.6			2.7	356		5	5.3	6.8	906	
			2.9	388				8	3.0			2.6	346		計	19.8	22.0		
			2.9	388				9	1.9			2.5	336				6.5	873	
			2.9	383				計	13.3			19.8					5.5	6.1	813
		計	3.6	11.8				7.8	1046			8	6.0	5.9	785				
20	10-1-4	0.6	3.4	451	25	10-5-12	6.8	6.5	873	31	10-8-7	5.5	6.5	873					
			3.2	432				13	7.1			6.5	873		8	6.0	5.9	785	
			3.1	415				14	4.2			6.3	843		9	5.7	4.9	659	
			3.0	397				計	18.1			19.7			計	17.2	17.7		
			2.9	390								5.9	785				5.9	785	
			2.8	380								3.6	476				4.9	659	
		計	4.1	15.3			3.4	451				4.9	659						
21	10-1-15	0.9	2.9	387	26	10-5-22	4.4	3.4	451	32	10-9-16	2.9	4.6	617					
			2.8	380				23	5.3			3.2	432		17	3.9	4.9	659	
			2.8	373				24	7.3			3.1	415		18	2.8	4.5	599	
			計	1.3			5.7		計			17.0	10.0				4.3	580	
			4.2	562								13.0	1734				4.3	580	
			3.9	525								4.7	11.6	1558			4.1	543	
		3.7	488				5.1	10.0	1343			2.1	3.9	525					
22	10-2-5	1.1	4.2	562	27	10-7-3	4.7	6.8	906	33	10-9-26	1.8	3.8	506					
			3.9	525				4	5.1			6.3	843		27	2.1	3.8	506	
			3.7	488				計	9.8			23.1			28	2.4	3.8	506	
			3.4	454								13.0	1734			2.5	3.8	506	
			3.2	432								4.6	6.3	843			2.7	3.7	488
			3.1	415								4.9	6.1	813			3.0	3.2	432
		計	5.9	17.9			計	9.5	12.8			計	14.5	23.1					

第三十七表の三、無降雨期間流量蒸發量表

(單位: 流量個, 其他は耗)

番號	年月日	蒸發量	流出量	流量	番號	年月日	蒸發量	流出量	流量	番號	年月日	蒸發量	流出量	流量		
34	10-10-6	3.1	3.5	469	36	10-10-29	1.7	3.0	397	39	10-12-17	0.9	2.8	380		
	7	3.4	3.4	451		30	0.9	3.0	397		18	1.2	2.8	380		
	8	2.9	3.4	451		31	2.9	3.0	397		19	1.2	2.7	362		
	9	3.3	3.2	432		11-1	1.5	3.0	397		20	0.8	2.6	346		
	10	2.2	3.2	432			2.8	3.0	397		21	1.2	2.6	346		
	11	2.7	3.2	432		計	7.0	11.9			22	1.2	2.6	346		
	12	2.1	3.2	432		37	10-11-25	1.2	3.2		432	23	1.2	2.6	346	
	13	2.6	3.1	415				26	1.0		3.1	415	24	1.2	2.5	340
	14	2.1	3.1	415				27	1.1		3.0	397	25	1.0	2.5	330
	15	1.6	3.1	415				計	3.3		9.1		26	1.2	2.5	330
	16	1.3	3.0	397				計	11.1		26.1					
	17	2.9	2.7	362	38	10-12-1	1.7	2.8	380							
	計	30.2	38.1				2	1.1	2.8	380						
	35	10-10-24	1.8	3.1			417	3	1.1	2.7	362					
		25	1.4	3.1			417	4	1.2	2.7	362					
		26	1.5	3.0			397	5	1.6	2.7	362					
		計	4.7	9.2		計	6.7	13.7								



第三十九表の一 無降雨期間流量蒸發量表 一瀬川水系一瀬川鶴測水所  
自 大正八年 至 大正十年

(單位: 流量個, 其他は耗)

番號	年月日	蒸發量	流出量	流量	番號	年月日	蒸發量	流出量	流量	番號	年月日	蒸發量	流出量	流量		
1	8- 5- 4	2.5	4.4	266	4	8- 8-17	3.0	42.8	2567	8	8-10- 8	1.8	8.2	489		
	5	4.5	4.4	266		18	4.1	26.3	1575		9	0.6	6.6	396		
		4.3	3.5	212		19	4.0	18.8	1125		10	2.5	6.0	360		
	7	4.2	3.1	188		20	2.5	14.5	869		11	2.5	5.4	326		
	8	5.5	2.8	166		21	3.6	12.3	736		計	7.4	24.6			
	9	5.4	2.6	156		22	3.8	10.4	622							
	計	26.4	19.8	146		23	2.6	9.1	546							
				計	23.6	116.7	470									
2	8- 5-22	4.9	6.6	396	5	8- 8-26	2.7	9.1	546	9	8-10-14	2.0	4.9	295		
	23	6.1	4.4	266		27	3.4	7.8	470		15	2.1	4.2	252		
	24	5.2	4.0	238		28	4.1	6.6	396		16	1.8	3.8	225		
	25	6.2	3.3	200		29	3.5	5.7	343		17	1.7	3.5	212		
	26	3.5	3.1	183		30	3.1	5.2	311		18	2.3	3.1	188		
	27	2.4	3.1	188		31	2.9	4.9	295		19	2.1	3.1	188		
	28	4.0	3.1	188		計	19.7	37.3			20	1.5	2.8	166		
	29	4.2	2.8	166							21	1.0	2.8	166		
	30	3.3	2.8	166							22	2.0	2.8	166		
	31	3.5	2.6	156							計	16.5	31.3			
	6-1	3.1	2.4	146		6	8- 9-15	2.1	4.0		238	10	8-11- 9	1.6	2.8	166
	2	3.0	2.4	146			16	2.9	3.8		225		10	1.6	2.6	156
	計	49.4	38.5	146			17	3.1	3.5		212		11	1.3	2.1	128
						計	8.1	11.0	200							12
3	8- 7-12	2.0	22.9	1375	7	8- 9-19	2.1	3.1	188	13	1.4		2.0	121		
	13	2.3	17.4	1041		20	3.5	3.0	177	14	0.7		2.0	121		
			15.1	907		21	3.1	2.8	166	15	1.3		1.9	113		
	計	4.3	36.5			22	1.7	2.6	156	計	9.0		15.1			
						計	10.4	11.2	146							





第三十九表の三 無降雨期間流量蒸發量表

(單位: 流量個, 其他は耗)

番號	年月日	蒸發量	流出量	流量	番號	年月日	蒸發量	流出量	流量	番號	年月日	蒸發量	流出量	流量		
22	9-5-12	4.1	6.1	366	25	9-9-16	2.2	4.8	289	29	9-10-22	3.1	2.4	144		
	13	3.8	5.3	319		17	3.8	4.3	260		23	2.5	2.2	133		
	14	4.2	4.8	289		18	2.8	3.9	232		24	2.5	1.9	114		
	15	4.5	4.3	260		計	8.8	12.6	計		10.5	8.0	1.8	110		
	16	3.8	3.9	232			25	2.8			1.8	105				
	17	4.6	3.9	232		26	9-9-30	1.6	28.8		1725	30	9-10-27	1.0	1.7	102
	18	4.0	3.4	205			10-1	2.8	15.4		926		28	1.8	1.7	99
	19	4.3	3.4	205			2	1.7	11.7		698		29	2.1	1.6	97
	計	33.3	33.7	192			計	8.1	53.3		計		6.4	6.6	1.6	95
		9-6-4	4.3	4.6				275	3				2.0	8.3	497	30
22	5	4.1	3.4	205	27		9-10-5	2.1	6.4	381	31		9-11-3	1.5	1.5	89
	6	4.4	2.9	176			6	2.8	5.8	350			4	1.3	1.5	89
	7	5.5	2.4	144			7	2.7	5.3	319			5	1.2	1.5	89
	8	4.5	2.2	133			8	2.9	4.3	260			6	1.0	1.5	89
	9	5.0	2.2	133			9	3.2	4.1	246			7	1.2	1.4	85
	10	3.7	2.1	124		計	13.7	24.7	計	6.2		7.4	1.4	84		
	計	31.5	18.6	124			28	9-10-13		3.1		3.4	205	32	9-11-26	1.1
		9-8-4	4.5	20.4		1225		14	1.2	3.2		192	27		0.9	1.1
	5	1.5	14.8	888		15		3.0	3.0	179		28	1.1		1.1	63
	6	1.0	11.6	698		16		2.5	2.8	167		計	3.1		3.4	1.1
7	2.5	9.5	567	17	1.9	2.6		155	33	9-12-7	0.5		3.9		232	
計	9.5	50.3	497	18	2.1	2.5		148		8	0.2	3.4	205			
	9-9-4	3.9	5.3	319	19	1.2		2.4		142	9	0.2	3.0		179	
24	5	3.5	4.6	275	計	15.0		19.3		計	1.7	12.5	3.0		179	
	計	7.4	9.4	計		15.0		19.3			計	1.7	12.5		2.2	133
		9-9-4	3.9			4.6		275				10	0.8		3.0	179
	5	3.5	4.1	246		計	15.0	19.3			計	1.7	12.5	2.2	133	



第三十九表の五 無降雨期間流量蒸發量表

(單位: 流量個, 其他は耗)

番號	年月日	蒸發量	流出量	流量	番號	年月日	蒸發量	流出量	流量	番號	年月日	蒸發量	流出量	流量
48	10-8-21	4.0	30.0	1802	52	10-10-6	0.5	2.2	132	55	10-11-22	0.6	2.9	174
	22	3.5	21.6	1299		7	2.0	2.1	123		23	1.0	1.8	106
	23	4.2	15.3	910		8	2.5	2.1	123		24	0.2	1.5	91
	24	3.9	12.4	746		9	2.9	2.1	123		25	0.4	1.5	91
	25	0.5	10.4	625		10	2.4	1.9	114		26	1.2	1.4	83
	計	16.1	79.1			11	2.2	1.9	114		27	1.0	1.4	83
49	10-9-5	1.5	4.2	251	53	12	3.0	1.9	114		28	0.5	1.4	83
	6	2.3	3.7	224		13	2.0	1.8	106		29	0.4	1.3	76
	7	2.8	3.5	211		14	1.4	1.8	106		30	0.8	1.3	76
	計	6.6	11.0			15	1.8	1.6	98		12-1	1.0	1.3	76
						16	1.5	1.6	98		2	0.5	1.2	69
						計	22.2	20.9			3	1.2	1.2	69
50	10-9-17	1.2	7.9	475	54	10-10-29	1.2	1.4	83	4	1.0	1.2	69	
	18	2.3	6.5	390		30	1.3	1.3	76	5	0.5	1.2	69	
	19	1.4	5.7	341		31	1.8	1.3	76	6	1.0	1.2	69	
	20	1.8	4.7	280		11-1	1.2	1.2	69	計	11.3	21.9		
	21	0.5	4.4	266		2	1.0	1.2	69					
	計	7.2	27.4			計	6.5	6.3						
51	10-9-26	1.5	3.1	186	54	10-11-9	1.1	1.4	83					
	27	1.5	2.9	174		10	1.0	1.2	69					
	28	1.3	2.9	174		11	0.9	1.2	69					
	29	1.7	2.7	163		12	1.2	1.2	69					
	30	2.1	2.5	152		13	0.6	1.2	69					
	計	11.0	18.5			計	4.8	6.3						



第四十一表の一 無降雨期間流量蒸發量表 菱田川水系大島川馬場下淵水所  
自 大正八年 至 大正十年

(單位: 流量個, 其他は耗)

番號	年月日	蒸發量	流出量	流量番號	年月日	蒸發量	流出量	流量番號	年月日	蒸發量	流出量	流量						
1	8-8-18	5.4	6.8	258	3	8-10-8	2.3	8.0	304	6	15	1.3	225					
	19	4.6	6.3	238		9	1.7	8.6	323		16	1.5	223					
	20	5.3	5.7	216		10	2.3	7.8	295	7	8-11-21	1.6	6.3	240				
	21	5.0	6.1	229		11	2.8	7.4	279			22	1.4	6.0	227			
	22	5.9	5.6	210		計	9.1	31.6				23	1.6	5.7	216			
	計	26.2	29.8				8-10-13	2.0	9.3			351	24	1.1	5.7	216		
							14	2.1	8.8			331	25	1.8	6.0	225		
2	8-8-27	3.9	5.7	216	4	15	2.0	8.9	338	6	26	1.1	5.7	214				
		5.5	207	16		1.8	8.8	333	27		1.5	5.4	203					
	28	3.3	5.5	207		17	2.1	8.6	326	28	1.5	5.3	201					
	29	5.2	5.3	179		18	2.4	8.5	321	29	1.7	5.6	212					
	30	4.2	5.0	190		19	2.0	8.4	316	30	0.6	5.6	212					
	31	3.6	5.1	192		20	2.3	8.2	311	計	12-1	1.1	5.9	223				
	計	20.2	26.5			21	2.0	8.0	304		2	1.6	5.6	212				
*	8-9-15	3.2	299	5	計	18.7	76.9	6	計	16.6	68.5	7	計	16.6	68.5			
		3.3	299			8-10-25	2.9			8.1	306			8-12-13	1.5	221		
	17	3.2	302			26	2.7			7.8	293				14	1.4	188	
	18	4.2	314			27	1.6			7.5	283			15	0.7	188		
	19	4.7	314			28	3.0			7.7	290			*	16	1.6	188	
	20	3.4	302			29	2.4			7.6	286				17	1.4	199	
	21	4.2	302			計	12.6			38.2	7				18	0.8	199	
	22	3.8	302				8-11-9			0.8					258	19	1.7	188
	23	2.6	311				10			0.7					212	8-12-21	1.9	199
	8-9-30	2.7	306			11	1.2			232	22			2.1	188			
10-1		2.1	297	12	2.1	240	*	23	0.9	188								
2	3.1	316	13	1.7	229	22		2.1	188									
		309	14	1.4	227	23	0.9	199										

第四十一表の二 無降雨期間流量蒸發量表

(單位: 流量個, 其他は耗)

番號	年月日	蒸發量	流出量	流量	番號	年月日	蒸發量	流出量	流量	番號	年月日	蒸發量	流出量	流量			
*	8-12-29	0.5		221	*	26	1.1		156	8	9- 8- 5	2.2	13.1	494			
	30	0.3		210					171			6	6.8	12.8	485		
	31	2.0		210		9- 3- 3	1.4		190			7	5.5	12.8	485		
	9- 1- 1	1.2		210		4	1.2		194			計	14.5	38.7	488		
	2	1.1		212		5	1.6		199								
	3	2.1		192		6	2.0		201			9- 8-24	6.2			378	
	4	1.6		192					306			25	2.5			363	
	5	1.7		194		9- 3-16	2.3		227			26	5.0			361	
	6	2.0		194		17	3.0		214							383	
				207		18	1.8		214							9.0	342
				221		19	2.0		214			9- 8-29	3.8			9.0	342
	*	9- 1-15	1.1			205					339		9	30	3.7	8.3	314
16		1.3		188	9- 5-13	5.7		169		計	7.5	17.7					
17		1.3		192	14	4.4		158						272			
18		1.0		196	15	5.1		169		9- 9-16	5.0			272			
19		0.9		203	16	6.7		169		17	2.1			272			
				190	17	7.0		169		18	2.8			260			
*	9- 1-24	1.2		194	18	6.0		158		19	2.4			260			
	25	2.0		188	19	5.2		158						6.6	249		
	26	0.7		192				158		9- 9-30	6.7			6.6	249		
				152	9- 5-27	2.7		158		10- 1	2.0			6.3	238		
*	9- 2- 6	1.0		136	28	3.6		158		2	4.0			6.3	238		
	7	0.9		140	29	4.7		167		3	1.4			6.1	229		
	8	1.1		134	30	6.0		156		4	2.6			6.1	229		
	9	0.8		138				167		5	3.5			6.1	229		
	10	0.8		132	9- 6- 5	0.7	4.2	158		計	20.2	37.8					
	11	1.1		136	6	5.6	4.1	156							218		
	12	1.0		142	7	5.9	4.1	154		9-10- 7	0.8				218		
				251	8	2.2	3.8	142		8	2.4				229		
				169	9	5.8	3.8	142		9	3.5				229		
				163	10	5.3	3.7	140		10	1.3				229		
				計	25.5	23.6	148		11	1.3				229			







第四十一表の五 無降雨期間流量蒸發量表

(單位: 流量個, 其他は耗)

番號	年月日	蒸發量	流出量	流量	番號	年月日	蒸發量	流出量	流量	番號	年月日	蒸發量	流出量	流量
18	10-10-6	2.4	7.4	279	21	10-11-15	1.3	6.1	232	22	10-12-21	1.6	7.6	288
	7	3.2	6.9	260		16	1.4	5.7	216		22	1.4	5.8	221
	8	2.1	6.9	260		17	1.2	5.5	207		23	1.2	5.3	199
	9	2.5	6.6	249		18	1.7	5.3	199		24	1.4	5.0	188
	計	10.2	27.4	249		19	1.3	5.1	194		25	1.5	5.0	188
					計	6.9	27.4			26	1.4	4.7	177	
										計	8.5	34.0		
*	10-10-11	3.1	249	249	*	10-11-22	1.4	196	196					
	12	3.0	249	249		23	1.2	196	196					
	13	3.4	249	249		24	1.0	186	186					
	14	2.0	260	260		25	1.8	186	186					
	15	3.3	249	249		26	1.3	186	186					
	16	3.5	249	249		27	1.7	196	196					
						28	1.3	196	196					
19	10-10-29	2.2	7.1	270	12-1	1	1.3	186	186					
	30	3.1	7.1	270		2	1.1	186	186					
	31	3.5	7.1	270		3	1.4	186	186					
	11-1	3.0	6.8	258		4	1.2	196	196					
	計	11.8	28.5	258		5	2.0	196	196					
						6	1.4	186	186					
						7	2.0	196	196					
20	10-11-8	2.5	7.1	270	10-12-9	9	1.2	186	186					
	9	1.0	6.8	258		10	1.0	186	186					
	10	1.5	6.8	258		11	1.4	214	214					
	11	2.0	6.5	247		12	1.0	214	214					
	12	1.6	6.5	245										
	計	8.6	33.4	238										

第四十二表 Q Z 計算表

菱田川水系大鳥川馬場下測水所  
自 大正八年 至 大正十年

番號	自年月日	至年月日	蒸發量	流出量	$d_s$	$Q$	$dQ$	$Z = \frac{dQ}{d_s}$	$Z' = \frac{dQ}{d_s'}$
1	8- 8-18	8- 8-22	26.3	29.8	56.0	229	59	1.05	1.98
2	8-27	8-31	20.2	26.5	46.7	204	24	0.51	0.91
3	10- 8	10-11	9.1	31.6	40.7	295	18	0.44	0.57
4	10-13	10-21	18.7	76.9	95.6	325	52	0.54	0.68
5	10-25	10-29	12.6	38.2	50.8	288	36	0.71	0.94
6	11-21	12- 2	16.6	68.5	85.1	226	28	0.33	0.41
7	9- 6- 5	9- 6-10	25.5	23.6	49.1	153	10	0.20	0.42
8	8- 5	8- 7	14.5	38.7	53.2	491	6	0.11	0.15
9	8-29	8-30	7.5	17.7	25.2	328	28	1.11	1.58
10	9-30	10- 5	20.2	37.8	58.0	239	20	0.34	0.53
11	10- 3- 3	10- 3- 9	13.6	30.3	43.9	165	21	0.48	0.69
12	4-14	4-15	9.5	9.9	19.4	197	39	2.01	3.94
13	5- 7	5- 9	10.5	19.9	30.4	252	43	1.42	2.16
14	5-22	5-25	17.1	23.4	40.5	213	33	0.82	1.41
15	5-27	5-29	13.4	21.0	34.4	230	30	0.37	1.43
16	7- 2	7- 4	6.9	21.8	28.7	272	46	1.61	2.11
17	8- 2	8- 7	31.0	37.1	68.1	250	98	1.44	2.64
18	10- 6	10- 9	10.2	27.4	37.6	264	30	0.80	1.09
19	10-29	11- 1	11.8	23.0	29.4	264	12	0.30	0.43
20	11- 8	11-12	8.6	33.4	42.0	254	32	0.76	0.96
21	11-15	11-19	6.9	27.4	34.3	219	27	0.79	0.99
22	12-21	12-23	8.5	34.0	42.5	233	111	2.61	3.27

第四十三表の一 無降雨期間流量蒸發量表

球磨川水系球磨川江代測水所  
自大正九年 至大正十年

(單位: 流量個, 其他は耗)

番號	年月日	蒸發量	流出量	流量	番號	年月日	蒸發量	流出量	流量	番號	年月日	蒸發量	流出量	流量	
1	9- 1- 2	0.8	2.2	89	6	9- 5-12	1.7	6.4	257	10	9- 8-22	2.8	13.9	560	
	3	0.7	2.2	89		13	6.0	5.9	239		23	2.0	11.1	449	
	4	1.3	2.2	89		14	4.4	5.5	221		24	3.5	9.1	368	
	5	1.0	2.2	89		15	4.4	4.9	196				6.4	257	
	6	1.2	2.1	88		16	4.9	4.3	173		計	8.3	30.4		
	計	5.0	8.6			17	4.3	3.7	151						
2	9- 1-16	0.9	2.5	102	7	18	3.6	3.5	143	11	9- 8-28	3.5	5.9	239	
	17	1.2	2.5	102		19	4.7	3.2	129		29	3.5	5.9	239	
	18	1.2	2.2	89		計	34.0	36.5			30	4.2	5.5		
	19	0.7	2.2	89		9- 5-26	1.8	3.2	129		計	11.2	16.9		
	計	4.0	9.3			27	2.6	2.8	115						
						28	4.1	2.5	102						
3	9- 3-16	2.6	6.4	257	8	29	4.3	2.5	102	12	9- 9-11	4.3	10.6	428	
	17	2.6	5.9	239		30	5.3	2.5	102		12	2.3	9.4	378	
	18	3.2	5.5	221		計	18.1	13.1			13	2.8	8.2	330	
	19	2.1	5.1	204		9- 6- 4	3.5	2.8	115		計	9.4	26.5		
	計	10.5	22.1			5	4.7	2.7	109						
4	9- 4- 5	0.9	10.6	428	9	6	6.0	2.7	109	13	9- 9-16	3.8	5.9	239	
	6	3.3	10.1	408		7	4.0	2.5	102		17	2.5	5.5	221	
	7	3.3	9.9	398		8	3.8	2.5	102		18	2.0	4.7	188	
	8	5.0	9.9	398		9	3.6	2.5	102		計	8.3	15.5		
	計	12.5	39.7			計	25.6	15.6							
5	9- 4-21	3.4	4.3	173	14	9- 8- 4	1.9	8.2	330	14	9- 9-21	2.5	4.5	181	
	22	4.5	3.9	158		5	1.9	6.8	275		22	1.4	4.5	181	
	23	4.2	3.9	158		6	4.0	6.4	257		23	3.8	3.9	158	
	24	3.1	3.9	158		7	4.0	5.9	239		計	7.7	12.5		
	計	15.2	15.9			計	11.8	26.1							

第四十三表の二 無降雨期間流量蒸發量表

(單位: 流量個, 其他は耗)

番號	年月日	蒸發量	流出量	流量	番號	年月日	蒸發量	流出量	流量	番號	年月日	蒸發量	流出量	流量	
15	9-10-12	1.8	3.5	143	19	9-11-24	1.5	2.5	102	24	10-1-14	0.6	2.8	115	
	13	1.0	3.2	129		25	0.9	2.2	89		15	0.8	2.5	102	
	14	1.7	3.0	122		26	0.8	2.2	89		16	1.7	2.5	102	
	15	1.8	3.0	122		27	0.6	2.2	89		17	1.9	2.5	102	
	16	2.2	2.8	115		28	0.7	1.9	77		計	5.0	10.0		
	17	1.0	2.8	115		計	4.5	10.7			10-1-22	1.2	2.5	102	
	18	1.7	2.5	102		20	9-12-8	0.8	3.4		136	23	0.7	2.5	102
	19	1.3	2.5	102			9	0.4	3.2		129	24	0.5	2.2	89
	計	12.5	22.8				10	0.8	2.8		115	25	0.9	2.2	89
	16	9-10-22	1.1	2.8			115	計	2.0		9.0		26	1.8	1.9
23		1.5	2.5	102	21		9-12-13	0.8	2.2	89	計	5.1	11.0		
24		1.5	2.5	102			14	0.5	2.2	89	10-2-4	1.2	4.7	188	
25		1.5	2.5	102			15	0.6	2.2	89	5	1.1	3.9	158	
計		5.6	10.1				16	0.9	2.2	89	6	1.3	3.5	143	
17		9-10-27	0.5	2.5			102	計	2.8	8.8		7	0.8	3.2	129
	28	1.2	2.5	102			22	9-12-18	1.2	5.5	221	8	1.3	3.2	129
	29	1.2	2.5	102	19	0.8		4.3	173	9	1.5	3.2	129		
	30	1.0	2.2	89	20	1.0		3.9	158	10	0.8	2.5	102		
	計	3.9	9.9		計	3.0		12.6		11	0.7	2.2	89		
	18	9-11-8	1.4	2.2	89	23		10-1-4	0.7	3.5	143	12	1.5	2.2	89
4		0.7	2.2	89	5			0.5	3.2	129	13	1.8	2.2	89	
5		1.2	2.2	89	6		0.8	3.2	129	14	2.0	2.2	89		
6		0.9	2.2	89	7		0.8	2.8	115	計	14.0	31.8			
7		0.8	1.9	77	計		3.0	12.6		10-2-22	2.0	2.5	102		
計		5.0	10.6		27		10-2-22	2.0	3.2	129	23	1.1	2.5	102	
18		9-11-8	1.4	2.2			89	5	0.5	3.2	129	24	1.7	2.5	102
		4	0.7	2.2			89	6	0.8	2.8	115	25	2.2	2.5	102
		5	1.2	2.2	89		7	0.8	2.5	102	計	7.0	10.0		



第四十三表の四 無降雨期間流量蒸發量表

(單位: 流量個, 其他は耗)

番號	年月日	蒸發量	流出量	流量	番號	年月日	蒸發量	流出量	流量	番號	年月日	蒸發量	流出量	流量
42	10- 8-29	4.1	6.4	257	45	10-10- 6	2.9	2.5	102	48	10-11-25	1.3	1.6	65
	30	4.7	5.5	221		7	4.3	2.5	102		26	1.5	1.6	65
	31	4.5	5.5	221		8	3.0	2.2	89		27	1.0	1.6	65
	9- 1	5.0	4.7	188		9	3.0	2.2	89		28	1.0	1.6	65
	2	4.0	4.3	173		10	3.1	2.2	89		29	1.0	1.6	65
			4.3	173		11	3.2	2.2	89		30	1.1	1.5	60
	計	22.3	25.4			12	3.3	2.2	89		12-1	1.3	1.3	54
43	10- 9-16	4.1	9.1	368	46	13	3.0	2.2	89	2	1.2	1.3	54	
	17	4.9	7.2	293		14	2.7	2.1	83	3	1.1	1.3	54	
	18	3.5	6.8	275		15	2.6	2.1	83	4	1.0	1.3	54	
	19	3.9	6.4	257		16	2.1	1.9	77	5	1.1	1.3	54	
	20	2.9	5.9	239		17	2.8	1.9	77	6	1.1	1.3	54	
	21	4.8	5.1	204		18	2.3	1.9	77	計	13.7	17.2		
	計	24.1	38.1			計	38.3	27.8		10-12- 9	1.4	1.5	60	
44	10- 9-25	2.3	3.9	158	47	10-10-29	1.6	2.1	83	10	1.1	1.3	54	
	26	2.0	3.9	158		30	2.5	1.9	77	11	1.3	1.3	54	
	27	2.9	3.7	151		31	1.8	1.9	77	計	3.8	4.0		
	28	3.2	3.5	143		11-1	2.0	1.9	77	10-12-18	0.9	6.4	257	
	29	3.0	3.2	129		2	2.2	1.9	77	19	1.5	5.9	239	
	30	3.6	3.2	129		計	10.1	9.6		20	1.1	5.1	204	
	10- 1	2.2	3.2	129		49	50	10-11- 9	1.3	1.6	65	21	1.5	5.1
2	0.9	3.2	129	10	2.2			1.6	65	22	1.6	3.9	158	
3	2.6	2.9	115	11	2.4			1.6	65	23	1.3	2.9	115	
4	2.5	2.9	115	12	1.0			1.6	65	24	1.2	2.7	109	
		2.9	115	13	1.2			1.6	65	25	1.7	1.9	77	
計	25.2	33.1		計	8.1			8.0		26	1.8	1.8	73	
										27	1.6	1.6	65	
								計	14.2	34.9				

第四十四表 QZ計算表 球磨川水系 球磨川近代測水所 自大正九年 至 大正十年

番 號	種 別	自 年 月 日	至 年 月 日	蒸 發 流 出 量	ds	Q	dQ	Z = $\frac{dQ}{ds}$	Q	dQ	Z = $\frac{dQ}{ds}$	Z' = $\frac{d^2Q}{ds^2}$
1	w	9-1-2	9-1-6	5.0	8.6	83	12	0.88	1.40	0	2.16	3.12
2	w	1-16	1-19	4.0	9.3	96	13	0.98	1.40	0	0	0
3	s	3-16	3-19	10.5	22.1	223	69	2.12	3.12	56	1.53	2.87
4	不探	4-5	4-8	12.5	39.7	398	60	1.15	1.51	220	6.96	8.69
5	不探	4-21	4-24	15.2	15.9	166	15	0.48	0.94	46	2.13	3.31
6	s	5-12	5-19	34.0	36.5	193	128	1.82	3.51	181	0.71	1.05
7	s	5-25	5-30	18.1	13.1	31.2	33	1.06	2.52	18	3.37	5.05
8	s	6-4	6-10	25.6	15.6	41.2	109	1.3	0.83	138	8.48	9.97
9	s	8-4	8-7	11.8	26.1	37.9	280	100	2.64	38	1.87	2.74
10	不探	8-22	8-24	8.3	30.4	38.7	409	303	7.84	126	4.63	6.78
11	不探	8-28	8-30	11.2	16.9	23.1	222	35	1.25	46	1.39	2.64
12	s	9-11	9-13	9.4	26.6	36.0	361	135	3.75	54	2.14	4.61
13	s	9-16	9-18	8.3	15.5	23.8	214	51	2.14	25	2.00	3.79
14	s	9-21	9-23	7.7	12.5	20.2	166	30	1.49	182	1.06	3.29
15	s	10-12	10-19	12.5	22.8	35.3	123	41	1.16	153	3.59	6.00
16	s	10-22	10-25	5.6	10.1	15.7	109	13	0.88	35	1.11	2.12
17	w	10-27	10-30	3.9	9.9	13.8	96	13	0.94	84	1.76	3.31
18	w	11-3	11-7	5.0	10.6	15.6	83	12	0.77	195	3.14	5.11
19	w	11-24	11-28	4.5	10.7	15.2	90	25	1.64	43	0.74	1.30
20	w	12-8	12-10	2.0	9.0	11.0	119	34	3.09	25	0.38	0.90
21	w	12-13	12-16	2.8	8.8	11.6	89	0	0	6	0.30	0.63
22	w	12-18	12-20	3.0	12.6	15.6	175	92	5.90	0	0	0
23	w	10-1-4	10-1-7	2.8	12.2	15.0	123	41	2.74	11	0.36	0.64
24	w	1-14	1-17	5.0	10.0	15.0	102	26	1.73	6	0.77	1.50
25	w	1-22	1-26	5.1	11.0	16.1	90	25	1.55	192	3.32	5.50

第四十五表の一 無降雨期間流量蒸發量表

球磨川水系五木川栗鶴淵水所  
自大正八年 至大正十年

(單位: 流量個, 其他は耗)

番號	年月日	蒸發量	流出量	流量	番號	年月日	蒸發量	流出量	流量	番號	年月日	蒸發量	流出量	流量
1	8-3-15	1.5	6.7	676	5	8-5-3	3.0	3.7	369	9	6-1	3.0	2.6	266
	16	3.0	6.0	608		4	5.0	3.3	327		2	5.3	2.6	266
	17	2.8	5.8	585		5	5.5	3.3	327		計	21.7	16.5	
	18	3.0	5.8	585		6	5.5	3.3	327		8-8-5	4.4	7.2	723
	19	2.4	5.4	541		7	3.3	3.1	307		6	3.0	6.3	630
	20	3.6	5.2	519		8	3.3	3.1	307		7	4.0	5.6	563
	計	16.3	34.1			9	5.0	2.8	286		8	4.0	5.4	541
2	8-3-28	1.0	4.9	497	6	計	30.6	22.2		10	計	15.4	23.6	
	29	2.7	4.7	476		8-5-14	4.0	5.4	541		8-8-17	3.7	19.2	1928
	30	3.0	4.5	454		15	5.0	4.9	497		18	3.5	11.9	1201
	31	3.8	4.3	433		16	6.0	4.5	454		19	3.3	10.2	1030
	4-1	2.0	3.9	390		17	3.9	4.3	433		20	4.4	7.7	771
	計	12.5	21.9			18	3.0	4.1	411		計	14.9	6.7	676
	8-4-2	4.0	3.9	390		19	4.0	3.9	390		計	14.8	42.8	
3	3	2.0	3.7	369	7	計	25.9	26.3		11	8-8-21	4.6	6.7	676
	4	1.0	3.7	369		8-5-23	1.4	3.3	327		22	4.2	5.8	585
	5	4.0	3.3	327		24	5.5	3.3	327		23	4.0	5.4	541
	6	4.0	3.3	327		25	6.0	2.8	286		24	2.0	4.9	497
	計	15.0	17.7			26	3.0	2.8	286		計	14.8	4.5	454
	8-4-23	4.8	6.0	608		27	4.0	2.8	286		8-8-26	3.0	4.1	411
	24	4.0	5.6	563		計	19.9	14.8			27	3.3	3.9	390
4	25	4.5	4.9	497	8	8-5-28	3.0	2.8	286	28	3.0	3.7	369	
	26	6.3	4.5	454		29	2.0	2.8	286	29	4.0	3.5	348	
	27	5.3	4.5	454		30	5.0	2.8	286	30	4.0	3.2	327	
	28	6.5	3.9	390		31	3.4	2.8	286	31	4.0	3.2	327	
	計	31.4	28.3			計	26.5	23.6		9-1	5.2	2.8	286	
	8-5-31	3.4	2.8	286		9-1	5.2	2.4	246	計	26.5	23.6		
	計	31.4	28.3			計	26.5	23.6						



第四十五表の二 無降雨期間流量蒸發量表

(單位: 流量個, 其他は耗)

番號	年月日	蒸發量	流出量	流量	番號	年月日	蒸發量	流出量	流量	番號	年月日	蒸發量	流出量	流量	
13	8- 9-17	3.0	2.0	206	17	25	2.5	1.1	109	20	9- 5-15	4.5	3.8	378	
	18	3.0	1.9	187		26	3.0	1.1	109		16	7.0	3.3	329	
	19	4.0	1.9	187		27	1.9	1.1	109		17	6.0	3.0	304	
	20	4.4	1.7	167		28	3.0	1.1	109		18	4.9	2.8	283	
	21	2.5	1.7	167		29	3.0	1.1	109		19	5.2	2.8	283	
	22	3.5	1.7	167		計	24.3	12.4	90		計	27.6	15.1	263	
	23	4.5	1.5	148											
	計	24.9	12.2	148											
14	8-10- 8	1.2	1.3	128	18	9- 3-16	3.0	5.0	501	21	9- 5-25	5.8	2.2	226	
	9	1.5	1.3	128		17	5.6	4.2	418		26	3.0	2.0	204	
	10	3.0	1.1	109		18	4.4	4.2	418		27	7.4	2.0	204	
	11	3.0	1.1	109		19	2.8	3.3	335		28	5.1	2.0	204	
	計	8.7	4.8	109		計	15.8	15.8	314		29	5.3	1.8	182	
											30	4.0	1.8	182	
15	8-10-14	2.4	1.5	148	19	9- 4- 5	1.4	5.8	583	22	計	35.2	13.6	182	
	15	2.7	1.3	128		6	4.0	5.5	551		31	4.6	1.8	182	
	16	2.4	1.3	128		7	4.5	4.8	483		計	35.2	13.6	182	
	17	2.6	1.3	128		8	4.1	4.2	418		9- 6- 4	4.4	2.1	208	
	18	3.5	1.3	128		計	14.0	19.5	418		5	5.7	1.8	186	
	計	13.6	6.7	128							6	6.3	1.6	165	
16	8-10-19	3.4	1.3	128	20	9- 4-18	2.7	3.1	309	23	7	7.5	1.6	165	
	20	3.2	1.3	128		19	6.0	2.8	283		8	3.4	1.4	144	
	21	3.0	1.1	109		20	1.3	2.8	278		9	6.9	1.4	144	
	22	1.3	1.1	109		21	5.5	2.8	278		10	5.8	1.4	144	
	23	0.0	1.1	109		22	4.8	2.8	278		計	40.0	11.2	144	
	24	0.0	1.1	109		23	4.7	2.5	254		9- 7-11	4.8	21.8	2198	
	計	13.6	6.7	109		24	3.0	2.3	231		12	4.6	13.4	1353	
						計	28.0	18.8	231		13	5.2	10.6	1064	
								計	14.6	39.4	905				



第四十五表の四 無降雨期間流量蒸發量表

(單位: 流量個, 其他は耗)

番號	年月日	蒸發量	流出量	流量	番號	年月日	蒸發量	流出量	流量	番號	年月日	蒸發量	流出量	流量
37	10-3-7	2.2	3.3	329	42	10-5-12	4.7	7.4	747	47	10-8-8	4.1	5.7	570
	8	3.4	3.2	324		13	4.0	6.4	642		9	5.6	5.4	538
	9	2.4	3.1	309		14	4.0	5.7	577		10	4.2	4.9	495
			3.1	309		15	6.2	5.1	514		11	5.0	4.7	477
	計	8.0	9.6			計	18.9	23.3			計	21.8	23.9	
38	10-3-21	4.0	10.1	1016	43	10-5-22	3.5	3.3	329	48	10-8-13	5.6	3.5	356
	22	2.6	7.8	783		23	4.9	3.1	314		14	4.7	3.0	304
	23	3.1	6.8	683		24	5.7	2.9	293		15	6.4	2.5	254
			6.6	663		25	4.7	2.9	293		計	16.7	8.4	
	計	9.7	23.0			計	18.8	12.0			計	16.7	8.4	
39	10-3-29	3.2	4.7	471	44	10-5-27	5.5	2.5	254	49	10-9-16	2.2	4.7	471
	30	3.0	4.6	456		28	6.5	2.4	245		17	3.9	4.3	429
			4.0	407		29	4.7	2.4	245		18	2.3	4.0	401
	計	6.2	9.0			30	6.6	2.3	235		19	4.1	3.8	384
						計	23.3	9.5			20	4.2	3.5	356
40	10-4-13	5.2	6.8	683	45	10-7-16	3.0	3.3	329	50	10-9-21	4.4	3.1	314
	14	5.8	6.1	616		17	3.7	2.9	293		22	4.4	2.5	254
	15	6.6	5.5	551		18	3.1	2.7	268		23	2.8	1.8	186
			5.2	520		19	5.0	2.5	250		計	11.6	6.8	
	計	17.6	17.6			20	6.3	2.2	217		計	11.6	6.8	
41	10-5-8	4.2	10.9	1096	46	10-8-4	5.5	9.1	913	50	10-9-21	4.4	3.1	314
	9	5.6	8.9	897		5	5.5	7.4	740		22	4.4	2.5	254
	10	2.0	7.4	747		6	4.2	7.0	704		23	2.8	1.8	186
			6.4	642		計	15.2	22.0			計	11.6	6.8	
	計	11.8	25.0			計	15.2	22.0			計	11.6	6.8	

第四十五表の五 無降雨期間流量蒸發量表

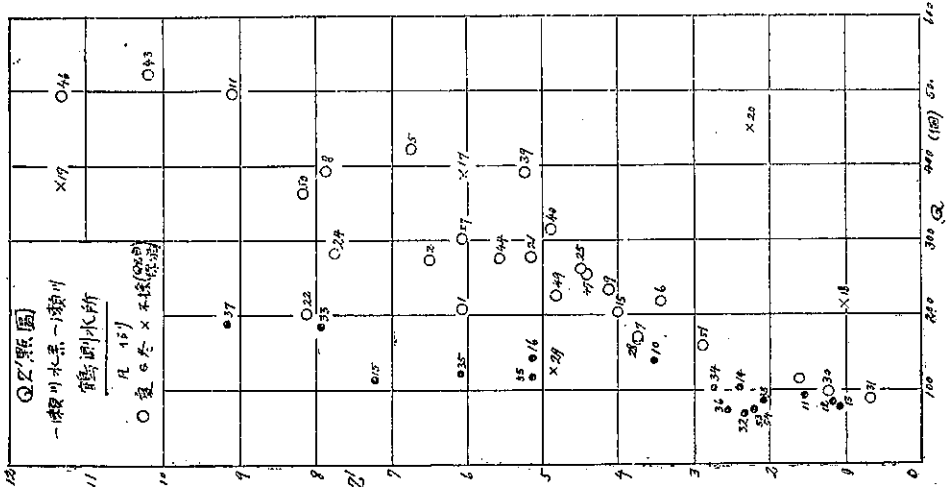
(單位: 流量個, 其他は耗)

番號	年月日	蒸發量	流出量	流量	番號	年月日	蒸發量	流出量	流量	番號	年月日	蒸發量	流出量	流量	
51	10-10-1	3.4	1.8	177	53	10-11-10	1.4	1.6	162	55	10-12-18	2.0	1.4	137	
	2	0.4	1.8	177		11	1.9	1.6	158		19	1.5	1.3	133	
	3	2.9	1.7	169		12	2.7	1.6	156		20	1.5	1.3	123	
	4	3.2	1.7	167		13	1.7	1.5	152		21	1.2	1.3	126	
	5	0.5	1.7	167		14	0.5	1.5	148		計	6.2	5.2		
	6	2.6	1.7	167		15	2.9	1.5	147						
	7	3.0	1.7	167		16	3.3	1.5	147						
	8	3.8	1.7	167		計	14.4	10.7							
	計	19.8	13.7												
52	10-10-9	4.4	1.6	164	54	10-11-25	1.9	1.9	195						
	10	1.7	1.6	162		26	2.0	1.9	195						
	11	3.8	1.6	162		27	2.3	1.8	177						
	12	2.3	1.6	158		28	1.4	1.6	156						
	13	3.6	1.6	156		29	0.9	1.4	137						
	14	2.1	1.5	154		30	2.6	1.2	123						
	15	2.4	1.5	152		12-1	1.8	1.2	123						
	16	1.8	1.5	152		2	1.5	1.1	109						
	17	2.7	1.5	150		3	1.5	1.0	102						
	計	24.8	14.0			4	1.8	1.0	102						
						5	2.2	1.0	102						
						6	2.3	1.0	100						
						計	22.2	15.6							

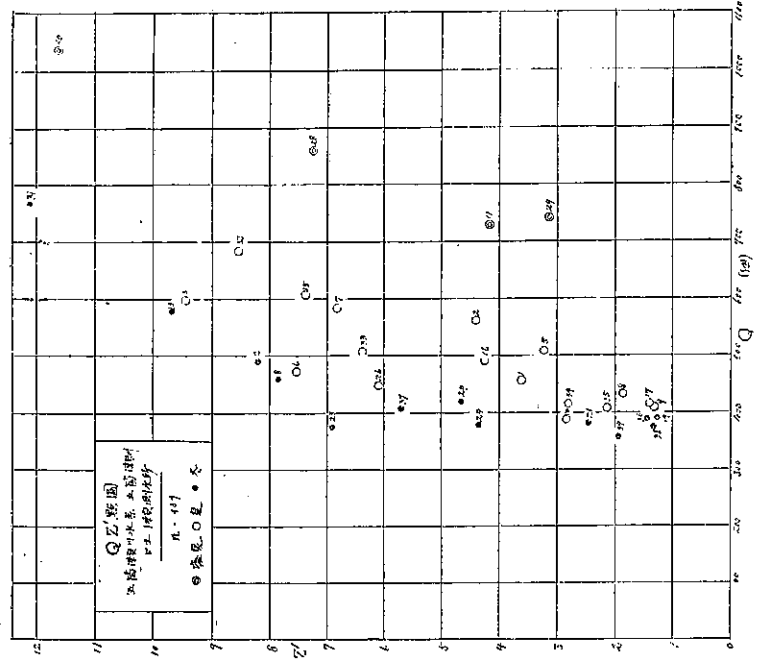
球磨川水系五木川栗鶴湖本所  
自大正八年 至大正十年

第四十六表 Q Z 計算表

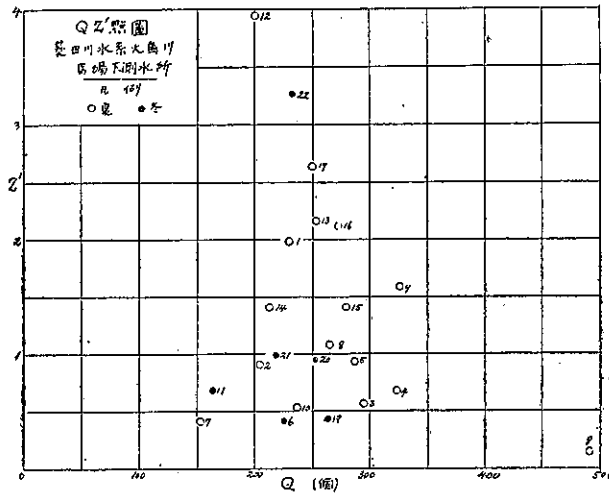
番 號	種 別	自 年 月 日	至 年 月 日	蒸 發 量	流 出 量	ds	Q	dQ	Z = $\frac{dQ}{ds}$	Z'	Z = $\frac{dQ}{ds}$	Q	dQ	Z = $\frac{dQ}{ds}$	Z'	Z = $\frac{dQ}{ds}$
1	s	8-3-15	8-3-20	16.3	34.1	50.4	587	179	3.55	5.25	3.21	81	3.21	3.21	6.33	6.33
2	s	8-28	4-1	12.5	21.9	34.4	444	107	3.11	4.89	3.17	72	3.17	3.17	6.92	6.92
3	s	4-2	4-6	15.0	17.7	32.7	359	63	1.93	3.56	1.59	21	1.59	1.59	4.28	4.28
4	s	4-23	4-28	31.4	28.3	59.7	489	239	4.00	3.45	1.46	20	1.46	1.46	4.78	4.78
5	s	5-3	5-9	30.6	22.2	52.8	328	83	1.57	3.74	2.60	44	2.60	2.60	7.31	7.31
6	s	5-13	5-19	25.9	26.3	52.2	455	172	3.30	6.55	2.00	23	2.00	2.00	3.51	3.51
7	s	5-22	5-27	19.9	14.8	34.7	307	41	1.18	2.77	2.89	101	2.89	2.89	5.90	5.90
8	s	5-28	6-2	21.7	16.5	38.2	276	20	0.52	1.21	1.57	21	1.57	1.57	2.30	2.30
9	s	8-5	8-8	15.4	23.6	39.0	632	182	4.67	7.72	1.14	20	1.14	1.14	2.08	2.08
10	不 探	8-17	8-20	14.9	42.8	57.7	1302	1232	21.70	29.30	10.80	353	10.80	10.80	15.30	15.30
11	s	8-21	8-24	14.8	21.8	36.6	565	222	6.07	10.20	4.21	64	4.21	4.21	7.11	7.11
12	s	8-26	9-1	26.5	23.6	50.1	329	165	3.30	6.99	4.63	163	4.63	4.63	9.27	9.27
13	w	9-17	9-23	24.9	12.2	37.1	177	68	1.56	4.75	12.30	453	12.30	12.30	18.10	18.10
14	w	10-8	10-11	8.7	4.8	13.5	119	19	1.41	3.96	1.98	61	1.98	1.98	5.08	5.08
15	w	10-13	10-18	13.6	6.7	20.3	138	20	0.99	2.99	0.98	32	0.98	0.98	3.37	3.37
16	w	10-19	10-29	24.3	12.4	36.7	109	38	1.04	3.06	4.22	143	4.22	4.22	11.10	11.10
17	s	9-3-16	9-3-19	15.8	15.8	31.6	408	187	5.92	11.83	8.69	283	8.69	8.69	14.70	14.70
18	s	4-5	4-8	14.0	19.5	33.6	501	165	4.92	8.46	4.68	214	4.68	4.68	8.95	8.95
19	s	4-18	4-24	28.0	18.8	46.8	270	78	1.66	4.15	5.90	1760	5.90	5.90	17.60	17.60
20	s	5-15	5-19	27.6	15.1	42.7	321	115	2.69	7.62	4.32	157	4.32	4.32	8.00	8.00
21	s	5-25	5-30	35.2	13.6	48.8	204	44	0.90	3.23	7.17	192	7.17	7.17	19.40	19.40
22	s	6-4	6-10	40.0	11.2	51.2	176	64	1.25	5.72	0.39	13	0.39	0.39	0.95	0.95
23	不 探	7-11	7-13	14.6	39.4	54.0	1552	1293	24.00	32.80	0.41	16	0.41	0.41	1.14	1.14
24	s	7-19	7-23	22.6	26.4	49.0	549	233	5.78	10.70	0.68	17	0.68	0.68	1.59	1.59
25	s	8-28	8-31	17.7	17.1	34.8	440	123	3.54	7.20	2.51	95	2.51	2.51	6.09	6.09
26	s	9-1	9-4	16.9	13.1	30.0	339	79	2.63	6.03	1.14	13	1.14	1.14	2.50	2.50
27	不 探	9-10	9-13	14.3	32.1	46.4	869	635	13.70	19.80	1.14	13	1.14	1.14	2.50	2.50
28	s	9-16	9-18	11.1	12.0	23.1	396	57	2.46	4.75						



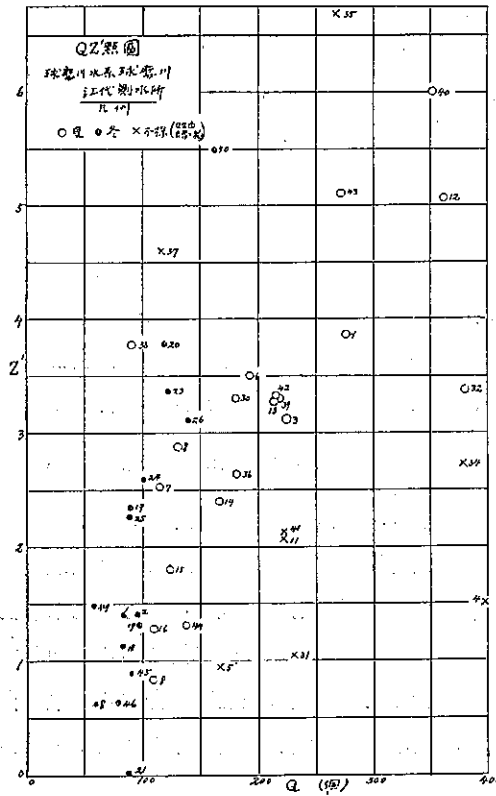
第三十圖



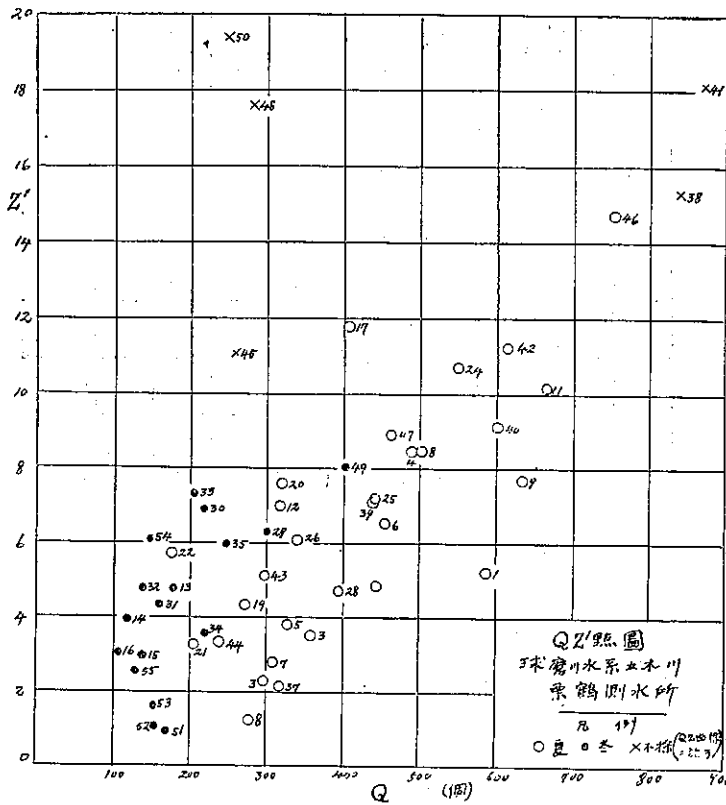
第三十一圖



第三十一圖



第三十二圖



第三十三圖

上に述べた場合に於て含水量の變化即ち  $ds$  は蒸發量と流出量との和であるとした。今迄述べた含水量の觀念からいへば其變化には蒸發量を見込むのが當然であるが、今假りに流量に關係する含水量は蒸發量と關係がないものと考ふれば此場合含水量の變化は即ち流出量である故、或無降雨期間の  $ds$  は單に日々の流出量の和である。之を  $ds'$  とし之に對し  $Z' = \frac{dQ}{ds'}$  として求めた  $Z'$  の値は第三十八、四十、四十二、四十四、四十六表に掲げてあり又之を圖示すれば第二十九乃至三十三圖を得る。之等の圖に於て點は稍或曲線を形作るも前の第二十四圖乃至二十八圖に較ぶれば著しく不規則に散亂して居る。元來事柄の性質から考へて蒸發量は直ちに含水量の變化を來すものと考へるのが正當である。而して之を上への如く圖示した場合蒸發量を含含水量の變化に含めた方が遙に理論に適合する結果を得る所から見れば、流量に關係する含水量の變化は理論通り流出量と蒸發量との和なりと考ふる方が正しい事が認められる。

扱再び第二十四圖乃至二十八圖に就て見るに前にも述べた様に馬場下測水所では點は極め



て不規則に散在して居るが、其他の測水所では皆或曲線を形作つて居る、而して之を詳しく  
 検すれば各測水所を通し下の諸點が明に認められる。

- (1)  $Q$  と  $Z$  の關係を表はす點は各測水所共夏期と冬期に分れ明瞭なる 2 群となり 2 個  
 の曲線を作つて居る。但吐瀨測水所だけは例外で盛夏の 1 群が更に別に在る。
- (2)  $Q$  と  $Z$  の關係を表はす點の形作る曲線は大體に於て  $Z$  軸に凸面を向けた拋物線に  
 似た曲線である。即ち曩に

$$Q = \frac{Z^2}{4a} + b$$

としたものとよく合致する。

- (3) 縦軸を  $Z$  軸、横軸を  $Q$  軸とすると冬期の曲線は夏期の曲線より左に在り且傾斜  
 の度が急である。

即ち之に依れば馬場下測水所以外の測水所に於ては  $Q$  と  $Z$  の間の關係は夏と冬とに於て  
 全く異つて居るが、此兩期に於ては大體に於て一貫した而も曩に理論的に豫想したと同一の  
 關係があることが知られる。

：茲に注意すべきことがある。即ち上の如く  $Q$  と  $Z$  の間には明瞭なる關係を認めたと、 $Q$   
 と  $s$  との間は如何といふに  $Z = \frac{dQ}{ds}$  である故  $Q$  と  $Z$  との關係に於ては含水量  $s$  の變化  
 は入つて居るが、 $s$  の値は入つて居ない故  $s$  の變化が同一であれば  $s$  の値如何に不拘同一の結  
 果を來す譯である。従つて  $Q$  と  $Z$  との間に 1 年を通し 2 種の關係があるとしても  $Q$  と  
 $s$  との關係は同様になるとは限らない。實際地下水位と流量の關係は地中溫度に依つて著し  
 く左右さるゝものである故  $Q$  と  $s$  との間に 1 年を通じて唯二種の關係のみが成立するとは  
 考へることが出来ない。尙之を實際に見るため 1 例として球磨川水系五木川栗鶴測水所に於  
 て上に  $Q$  と  $Z$  との計算に用ひた無降雨期間をとり (第四十五、四十六表参照)、又前章に掲  
 げた含水量變化の計算 (第三十四表参照) に依り各無降雨期間の中央に於ける日の含水量と  
 流量との關係を拾ひ上げて表示すれば第四十七表となり、之を圖示すれば附圖第四となる。  
 之に依つて見れば點は散亂して到底 2, 3 の曲線に纏まるものではない故、 $Q$  と  $Z$  との關係  
 が 1 年を通じ 2 種に纏めらるゝとしても、 $Q$  と  $s$  との關係は然らずして更に不規則なこと  
 が知られる。而して斯く不規則な内にも尙下の様な關係がある。

- (1) 三月頃より梅雨前迄は稍 1 群をなし、梅雨期に近づくに従ひ流量に對應する含水量  
 の値が減少する。
- (2) 梅雨後九月中旬迄は又別の 1 群をなし、流量に對する含水量の値は (1) の場合より  
 も大である。
- (3) 九月下旬より二月迄は又別の 1 群をなし、含水量に比し流量が著しく小である。

第四十七表 流量、含水量對照表 球磨川水系五木川栗鶴測水所  
自大正八年 至大正十年

(單位: 流量個, 含水量耗)

番號	種別	年月日	流量	含水量	番號	種別	年月日	流量	含水量
1	s	8-3-18	585	997.7	29	w	9-9-23	335	1048.8
2	s	3-30	454	964.7	30	w	10-7	208	1041.2
3	s	4-3	309	937.1	31	w	10-16	169	1012.1
4	s	4-26	454	886.9	32	w	11-3	144	971.5
5	s	5-6	327	846.7	33	w	12-15	204	1001.5
6	s	5-16	454	855.1	34	w	10-1-5	208	986.8
7	s	5-25	286	807.0	35	w	1-23	231	986.8
8	s	5-30	286	776.9	36	s	2-8	288	976.3
9	s	8-7	563	1054.7	37	s	3-8	324	985.7
10	*	8-19	1030	1054.5	38	*	3-22	783	974.2
11	s	8-23	541	1011.7	39	s	3-30	456	953.3
12	s	8-29	348	974.8	40	s	4-14	616	963.1
13	w	9-20	167	984.4	41	*	5-9	897	984.0
14	w	10-10	109	981.7	42	s	5-14	577	962.3
15	w	10-16	128	984.1	43	s	5-24	293	896.7
16	w	10-22	109	959.7	44	s	5-29	245	872.2
17	s	9-3-8	418	952.5	45	*	7-18	268	1088.0
18	s	4-7	483	956.7	46	s	8-5	740	1172.9
19	s	4-21	278	898.4	47	s	8-10	495	1133.9
20	s	5-17	304	864.0	48	*	8-14	304	1100.9
21	s	5-28	204	839.9	49	w	9-18	401	1095.6
22	s	6-7	165	791.5	50	*	9-22	254	1065.8
23	*	7-12	1353	1019.4	51	w	10-4	167	1042.0
24	s	7-21	557	937.6	52	w	10-12	158	1006.9
25	s	8-30	497	1042.2	53	w	11-13	152	1024.8
26	s	9-3	324	1009.4	54	w	11-30	123	1008.9
27	*	9-12	791	1092.9	55	w	12-20	123	1021.2
28	s	9-17	424	1079.8					

此關係は栗鶴測水所の結果より得たのであるが1年間に於ける降水量、含水量並流量の變化は九州に於ては各河川共大體其揆を一にすることより考ふれば上の如き關係は各河川共之を有するものと考へられる。

上の3個の場合に於て(1)と(2)とはQZ曲線の夏期の分に又(3)は冬期の分に對應する。而してQZ曲線の夏期と冬期の限界は三月下旬及九月下旬で、此時期に於ては地表より地中に至る溫度が最も變化少く、此時期を境として夏期は地表の溫度高く地中に下るに従ひ溫度下り冬期は其逆になつて居る。夏期に於て(2)の場合は地下5米附近の地温1年間の

最低となる爲含水量に比し流量少いが、 $QZ$ の關係は梅雨前と同様であり唯吐瀨測水所に於ては異なる觀を呈し、冬期に於ては地表の溫度低きため含水量に比し流量著しく小であり  $QZ$ の關係が夏と異なる。

$Q$ と $z$ との關係は上述の如く時期に依り變化するのが當然であり事實變化して居る。 $Q$ と $Z$ との關係は實際の資料に就き計算した結果は上の様に1年を通じ大體唯2種の曲線に纏まることを發見した。而して之は馬場下測水所を除ける4個の測水所に於ては3年許の資料に依つて試み、何れも殆んど同一の結果を得た所から見れば決して偶然に起つたのではなく事實上明に認め得ることゝ信ずる。而して其理論に就ては流域内の地形地質殊に地下の狀況は極めて複雑なものであり、其調査も充分に出來て居らぬ有様故之を充分明にすることは極めて困難なこと故、茲では本章の初めに假りに設けた理論から豫想し得た所より出發し斯の如き事實を見出したことを記するに止める。

扱之より實際の  $QZ$  曲線を求むるのであるが之がため最小自乗法に依るのが最も適當である。此場合豫め曲線方程式の形を假定しておかねばならぬ。先に理論的に導出した式は

$$Q = aZ^2 + b \quad a, b \text{ は常數} \dots\dots\dots(24)$$

であるが最小自乗法に當て依むる場合には更に一般的の形とし一次の項をも入れ

$$Q = aZ^2 + bZ + c \dots\dots\dots(25)$$

なる形を原則として用ふることゝし、尙實測結果の點の排列から見て式(24)は單に1の直線とし

$$Q = aZ + b \dots\dots\dots(26)$$

なる形の式をも用ふることゝした。

$QZ$  曲線の方程式の形を斯様に多數とすることは第53節に於て砂其他岩石中に於ける水の流動は一般的に

$$v = a \left( \frac{h}{l} \right)^m$$

で普通の砂では

$$m = 1$$

であるが砂、岩石の性質に依り  $m$  が1より大なることも小なることもあり、而して

$$m = 1 \text{ のとき } Q = aZ^2 + b$$

となるが、 $m \neq 1$  のときは之と異つた形となるは當然故上の様に  $QZ$  式の形を多様にすることは決して不合理ではない。

之等の式の表はず曲線は  $Z$  の増加に對し  $Q$  の減ずることはない故  $a, b, c$  等の常數は凡て正であるべきで、項が2個の場合には計算の誤さへなくば  $a, b$  等は常に正であるが、項が

3 個の場合に時に依ると一次の項の係数が負となることがあるが其場合には一次の項を取去り新に式の形を假定して更に決定すべきである。

斯の如くして第三十八, 四十, 四十四, 四十六表の各  $QZ$  計算表より計算の結果得た  $QZ$  曲線の方程式は下の如くである。

吐瀨	$\left\{ \begin{array}{l} \text{盛夏} \\ \text{夏} \\ \text{冬} \end{array} \right.$	$Q=1.46Z^2+60Z+611$
		$Q=8.85Z^2+415$
		$Q=2.6Z^2+369$
鶴	$\left\{ \begin{array}{l} \text{夏} \\ \text{冬} \end{array} \right.$	$Q=56.1Z+86$
		$Q=2.06Z^2+81$
江代	$\left\{ \begin{array}{l} \text{夏} \\ \text{冬} \end{array} \right.$	$Q=11.4Z^2+34.7Z+88$
		$Q=18.7Z+71$
栗鶴	$\left\{ \begin{array}{l} \text{夏} \\ \text{冬} \end{array} \right.$	$Q=61.8Z+210$
		$Q=13.3Z^2+126.6$

之等の曲線は第二十四圖乃至第二十八圖に掲げてある。馬場下測水所では  $QZ$  點は全く不規則に散在して居る。此測水所のある斐田川水系は流域主として熔岩及火山灰より成り、河床より湧水多く流量の増減も全く他の河川と趣を異にして居り此様な複雑な河川に就ては更に研究を要する。

### 59 $Qs$ 曲 線

先に述べた様に含水量と流量との間に一貫した関係はない故  $Q$  と  $s$  との曲線は出来ない様に見ゆるが  $QZ$  曲線が出来た以上之を積分すれば  $Qs$  曲線が得られる。而して此場合曲線の形を定むることは出来るが曲線の位置を定むることは出来ない。即ち  $Qs$  曲線の位置は一定のものではなく、時期に依つて漸次變化するものなることは附圖第四に依つても明に認め得ることであり、従つて  $QZ$  式より積分に依つて  $Qs$  曲線の方程式を求むるとき積分常數は一定することは出来ない。蓋し地中温度は常に變化するものであり其變化に伴ふて  $Q$  と  $s$  との関係が變化し、之が曲線其物の變化でなく常數(此場合積分常數)の變化として表はるゝものと考へられる。即ち温度の變化に従つて曲線は  $s$  軸に平行に其位置を變ずる譯である。

先づ最も一般の場合に於て

$$Q=aZ^2+bZ+c \dots\dots\dots (25) \text{ 再掲}$$

又は  $aZ^2+bZ+c-Q=0$

$$Z = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4a(c-Q)}}{2a}$$

此内  $a, b, c$  は凡て正且  $Z \geq 0$  なる故

$$Z = \frac{dQ}{ds} = \frac{-b + \sqrt{b^2 - 4a(c-Q)}}{2a} \dots\dots\dots (27)$$

$$\dots ds = \frac{2a}{\sqrt{b^2 - 4a(c-Q)} - b} dQ$$

$$\dots s = \int ds = \int \frac{2a}{\sqrt{b^2 - 4a(c-Q)} - b} dQ + C$$

$$= \sqrt{b^2 - 4a(c-Q)} + b \log_e (\sqrt{b^2 - 4a(c-Q)} - b) + C \dots (28)$$

次に第二項の 0 の場合即ち

$$Q = aZ^2 + b \dots\dots\dots (24) \text{再掲}$$

の場合には上に求めた式の  $b=0, c=b$  とすればよい故

$$s = \sqrt{4a(Q-b)} + C = 2\sqrt{a(Q-b)} + C \dots\dots\dots (29)$$

となる。

$QZ$  曲線が直線の場合即ち

$$Q = aZ + b \dots\dots\dots (26) \text{再掲}$$

なるときは

$$Z = \frac{dQ}{ds} = \frac{Q-b}{a} \dots\dots\dots (30)$$

$$\dots ds = \frac{a}{Q-b} dQ$$

$$\dots s = \int ds = \int \frac{a}{Q-b} dQ + C = a \log_e (Q-b) + C \dots\dots\dots (31)$$

即ち  $QZ$  曲線の式の形と  $Qs$  曲線の式の形は次の如くなる。

$QZ$  曲線

$Qs$  曲線

$$Q = aZ^2 + bZ + c \quad s = \sqrt{b^2 - 4a(c-Q)} + b \log_e (\sqrt{b^2 - 4a(c-Q)} - b) + C \dots\dots\dots (28) \text{再掲}$$

$$Q = aZ^2 + b \quad s = 2\sqrt{a(Q-b)} + C \dots\dots\dots (29) \text{再掲}$$

$$Q = aZ + b \quad s = a \log_e (Q-b) + C \dots\dots\dots (31) \text{再掲}$$

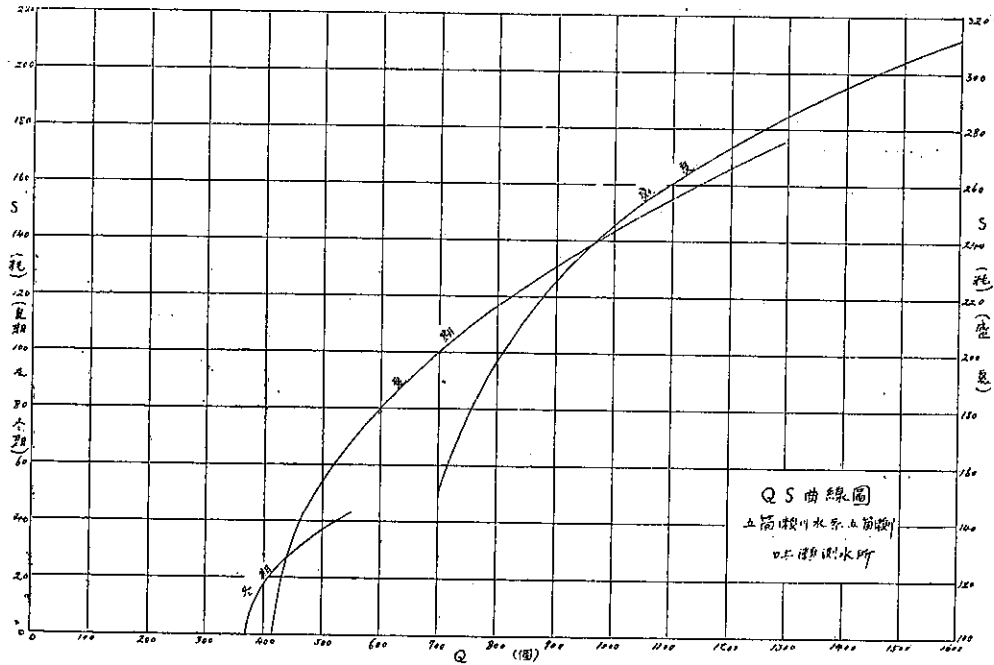
此積分常数は温度に依り變化し一般に定め難い故

$$C = 0$$

とすれば各測水所に於ける  $Qs$  曲線の式は下の如し。

吐瀨	盛夏 夏 冬	$s = 2.42\sqrt{Q+7.55} + 138 \log_{10} 2.42(\sqrt{Q+7.55} - 24.8)$
		$s = 5.95\sqrt{Q-415}$
		$s = 3.23\sqrt{Q-369}$
鶴	夏 冬	$s = 56.1 \log_e (Q-86) = 129 \log_{10} (Q-86)$
		$s = 2.87\sqrt{Q-81}$
江代	夏 冬	$s = 6.75\sqrt{Q-61.6} + 79.8 \log_{10} 6.75(\sqrt{Q-61.6} - 5.14)$
		$s = 18.7 \log_e (Q-71) = 43 \log_{10} (Q-71)$
栗鶴	夏 冬	$s = 61.8 \log_e (Q-210) = 142 \log_{10} (Q-210)$
		$s = 7.3\sqrt{Q-126.6}$

之等の曲線は第三十四圖乃至第三十七圖に掲げてある。QZ 曲線が  $Q=aZ^2+b$  なる形を

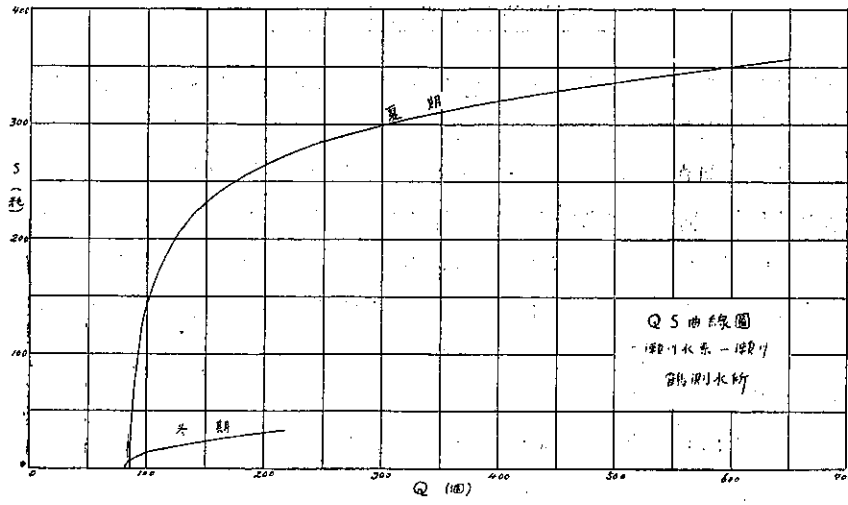


第三十四圖

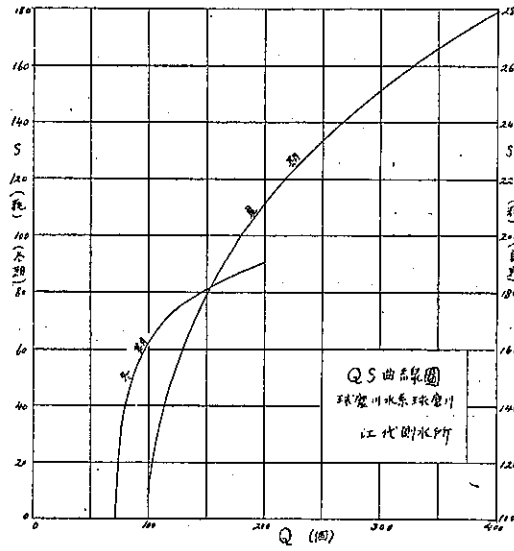
有する場合には  $Qs$  曲線は二次の拋物線となり曩に理論的に得た所と一致するが、 $QZ$  曲線が  $Q=aZ^2+bZ+C$  又は  $Q=aZ+b$  の如く  $Z$  の一次の項がある場合には  $\log$  の項が入り來り式の形が複雑となるが、何れも  $s$  軸に凸面をむけた拋物線に似た曲線である。

### 60 Qt 曲線

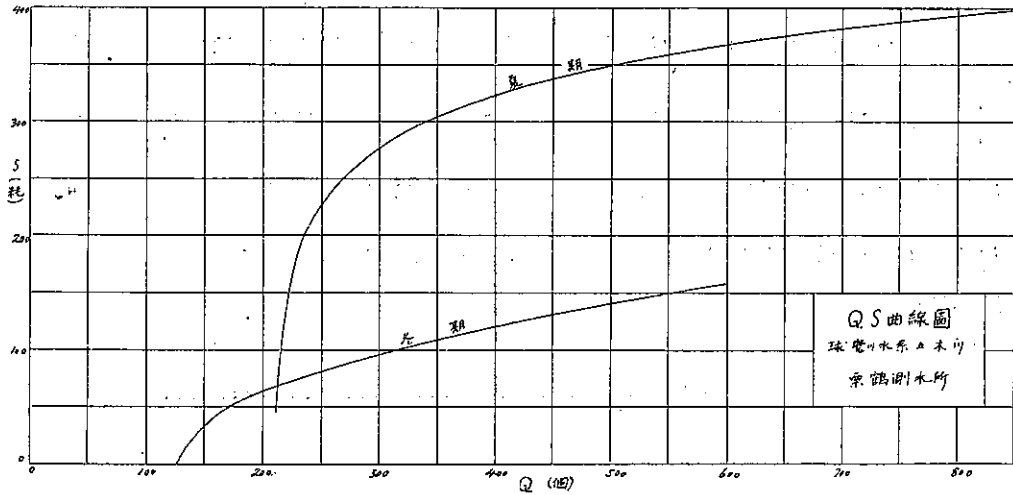
上に述べた  $QZ$  曲線及  $Qs$  曲線は含水量と流量の關係を表はす基本式であつて事柄の考



第三十五圖



第三十六圖



第三十七圖

への基礎をなすものであるが、實地上含水量といふものは解りにくいものである故應用する場合に不便が多い。水力電氣其他河川の流水を利用する場合最も知り度きは或月の流量が解り居るとき、無降雨の日が幾何日續いたとき流量が如何に減少すべきかである。此事は  $Qs$  曲線が出来た以上之を利用して求むることが出来るが、更に進んで  $Q$  と  $s$  との関係の含水量  $s$  の代りに時間  $t$  を入れ  $Q$  と  $t$  との関係、即ち無降雨期間に於ける流量減少の状況を表はす式を作れば最も便である。斯の如き考へから  $Qt$  曲線が作られる。而して此場合にも初めから  $Q$  と  $t$  との関係を求むることが出来ぬ故、先づ  $dQ$  及  $dt$  の関係を求め之より  $Q$  と  $t$  との関係を見出さねばならぬ。

$t$ ; 時間 (日),  $Q$ ; 流量 (個) 又  $s$ ; 含水量 (耗) とするとき

$$\frac{dQ}{dt} = \frac{dQ}{ds} \cdot \frac{ds}{dt} \dots\dots\dots(32)$$

此  $\frac{dQ}{ds}$  は爰に  $Z$  として掲げたものであり、 $\frac{ds}{dt}$  は或小なる時間  $dt$  の間に於ける含水量の變化である故之は其時間の流出量と蒸發量の和である。今或測水所の流量  $Q$  なるとき 1 日間に於ける流出量を耗で表はしたものは

$$\text{流出量 (耗/日)} = \frac{Q}{6.42 \times A}$$

但  $A$ ; 其測水所以上の流域面積 (方里)

6.42; 1 方里の流域より 1 日 1 耗の水が一樣に流れ出すときの流量を個にて表はしたもの

であり又 1 日の蒸發量 (蒸散量等を含めたるもの) を  $E$  (耗) とすれば

$$\frac{ds}{dt} = -\left(\frac{Q}{6.42 A} + E\right) \dots\dots\dots(33)$$

となる。

$\frac{dQ}{ds} = Z$  であつて其値は  $QZ$  曲線の方程式から  $Q$  の値を以て表はすことが出来、又

$\frac{ds}{dt}$  も上に掲げた様に  $Q$  と  $E$  に依つて表はされる。此内  $E$  は蒸發量で日に依りて變るが

其値を其時々都合様に決定すれば之は常數と同じ扱にすることが出来  $\frac{dQ}{dt} = \frac{dQ}{ds} \cdot \frac{ds}{dt}$

は凡て  $Q$  の函數を以て表はさるゝ故、之を  $t$  及  $Q$  に就て夫々積分すれば  $t$  と  $Q$  との関係が求められる。

先づ

$$Q = aZ^2 + bZ + c \dots\dots\dots(25) \text{再掲}$$



なるとき

$$Z = \frac{dQ}{ds} = \frac{-b + \sqrt{b^2 - 4a(c-Q)}}{2a} \quad Z \geq 0 \text{ なる故正號をとる。}$$

$$\frac{dQ}{dt} = \frac{dQ}{ds} \cdot \frac{ds}{dt} = \frac{-b + \sqrt{b^2 - 4a(c-Q)}}{2a} \times \left[ -\left( \frac{Q}{6.42A} + E \right) \right]$$

$$\dots \quad t = \int dt = \int \frac{-2 \times 6.42aA}{(\sqrt{b^2 - 4ac + 4aQ} - b)(Q + 6.42AE)} dQ + C$$

$$= \frac{-6.42Ab}{c + 6.42AE} \left[ \log_e (\sqrt{b^2 - 4ac + 4aQ} - b) - \frac{1}{2} \log_e (Q + 6.42AE) \right]$$

$$+ \frac{\sqrt{4a(c + 6.42AE) - b^2}}{b} \tan^{-1} \frac{\sqrt{b^2 - 4ac + 4aQ}}{\sqrt{4a(c + 6.42AE) - b^2}} \Big] + C \dots$$

(34)

次に

$$Q = aZ^2 + b \dots \dots \dots (24) \text{再掲}$$

の場合には

$$Z = \frac{dQ}{ds} = \sqrt{\frac{Q-b}{a}}$$

$$\frac{dQ}{dt} = \frac{dQ}{ds} \cdot \frac{ds}{dt} = \sqrt{\frac{Q-b}{a}} \times \left[ -\left( \frac{Q}{6.42A} + E \right) \right]$$

$$t = \int dt = - \int \frac{\sqrt{a} \times 6.42A}{\sqrt{Q-b}(Q + 6.42AE)} dQ + C$$

$$= \frac{-2\sqrt{a} \times 6.42A}{\sqrt{b + 6.42AE}} \tan^{-1} \frac{\sqrt{Q-b}}{\sqrt{b + 6.42AE}} + C \dots \dots \dots (35)$$

次に

$$Q = aZ + b \dots \dots \dots (26) \text{再掲}$$

の場合には

$$Z = \frac{dQ}{ds} = \frac{Q-b}{a}$$

$$\frac{dQ}{dt} = \frac{dQ}{ds} \cdot \frac{ds}{dt} = \frac{Q-b}{a} \times \left[ -\left( \frac{Q}{6.42A} + E \right) \right]$$

$$t = \int dt = - \int \frac{Q-b}{a} \left( \frac{Q}{6.42A} + E \right) dQ + C$$

$$= \frac{-a \times 6.42A}{b + 6.42AE} [\log_e(Q-b) - \log_e(Q + 6.42AE)] + C \dots (36)$$

以上の 3 個の場合の結果のみを再び掲ぐれば下の如し。

$$\left\{ \begin{array}{l} Q = aZ^2 + bZ + c \text{ なるとき} \\ t = C - \frac{6.42Ab}{c + 6.42AE} \left[ \log_e(\sqrt{b^2 - 4ac + 4aQ} - b) - \frac{1}{2} \log_e(Q + 6.42AE) \right. \\ \left. + \frac{\sqrt{4a(c + 6.42AE) - b^2}}{b} \tan^{-1} \frac{\sqrt{b^2 - 4ac + 4aQ}}{\sqrt{4a(c + 6.42AE) - b^2}} \right] \dots \dots \dots (34) \text{再掲} \end{array} \right.$$

$$\left\{ \begin{array}{l} Q = aZ^2 + b \text{ なるとき} \\ t = C - \frac{12.84 \sqrt{a} A}{\sqrt{b + 6.42AE}} \tan^{-1} \frac{\sqrt{Q-b}}{\sqrt{b^2 + 6.42AE}} \dots \dots \dots (35) \text{再掲} \end{array} \right.$$

$$\left\{ \begin{array}{l} Q = aZ + b \text{ なるとき} \\ t = C - \frac{6.42A}{b + 6.42AE} [\log_e(Q-b) - \log_e(Q + 6.42AE)] \dots \dots \dots (36) \text{再掲} \end{array} \right.$$

此 C の値は如何様にとつても差支ないが QZ 曲線の成り立つ Q の最大値に對し t=0 となる様な値とするのが便である。

斯の如くにして上に掲げた測水所に就て求めた結果は下の如し。

$$\left( \begin{array}{l} t = C - \frac{60.1}{4.56 + E} \left[ \log_e 2.42(\sqrt{Q + 7.54} - 24.8) - \frac{1}{2} \log_e(Q + 133.8E) \right. \\ \left. + 0.465 \sqrt{E - 0.056} \tan^{-1} \frac{\sqrt{Q + 7.54}}{\sqrt{133.8E - 7.54}} \right] \\ E \qquad \qquad \qquad t \\ 0 \quad t \text{ は虚数となる} \\ 1 \quad t = 5.1 - 10.8 \left[ \log_e 2.42(\sqrt{Q + 7.54} - 24.8) - \frac{1}{2} \log_e(Q + 134) \right. \\ \left. + 0.450 \tan^{-1} \frac{\sqrt{Q + 7.54}}{11.3} \right] \\ 2 \quad t = 5.7 - 9.2 \left[ \log_e 2.42(\sqrt{Q + 7.54} - 24.8) - \frac{1}{2} \log_e(Q + 268) \right. \\ \left. + 0.648 \tan^{-1} \frac{\sqrt{Q + 7.54}}{16.2} \right] \\ 3 \quad t = 5.5 - 8.0 \left[ \log_e 2.42(\sqrt{Q + 7.54} - 24.8) - \frac{1}{2} \log_e(Q + 401) \right. \end{array} \right)$$

盛夏

$$\begin{aligned}
 & + 0.798 \tan^{-1} \frac{\sqrt{Q+7.54}}{19.9} \\
 4 \quad t = 5.3 - 7.0 & \left[ \log_e 2.42 (\sqrt{Q+7.54} - 24.8) - \frac{1}{2} \log_e (Q+535) \right. \\
 & \left. + 0.927 \tan^{-1} \frac{\sqrt{Q+7.54}}{23.0} \right] \\
 5 \quad t = 5.0 - 6.3 & \left[ \log_e 2.42 (\sqrt{Q+7.54} - 24.8) - \frac{1}{2} \log_e (Q+669) \right. \\
 & \left. + 1.040 \tan^{-1} \frac{\sqrt{Q+7.54}}{25.7} \right] \\
 6 \quad t = 4.6 - 5.7 & \left[ \log_e 2.42 (\sqrt{Q+7.54} - 24.8) - \frac{1}{2} \log_e (Q+803) \right. \\
 & \left. + 1.140 \tan^{-1} \frac{\sqrt{Q+7.54}}{28.2} \right] \\
 7 \quad t = 4.3 - 5.2 & \left[ \log_e 2.42 (\sqrt{Q+7.54} - 24.8) - \frac{1}{2} \log_e (Q+937) \right. \\
 & \left. + 1.230 \tan^{-1} \frac{\sqrt{Q+7.54}}{30.5} \right] \\
 8 \quad t = 4.0 - 4.8 & \left[ \log_e 2.42 (\sqrt{Q+7.54} - 24.8) - \frac{1}{2} \log_e (Q+1070) \right. \\
 & \left. + 1.315 \tan^{-1} \frac{\sqrt{Q+7.54}}{32.6} \right]
 \end{aligned}$$

吐瀬

$$t = C - \frac{796}{\sqrt{415 + 133.8E}} \tan^{-1} \frac{\sqrt{Q-415}}{\sqrt{415 + 133.8E}}$$

E

t

$$0 \quad t = 37.8 - 39.0 \tan^{-1} \frac{\sqrt{Q-415}}{20.4}$$

$$1 \quad t = 30.7 - 34.0 \tan^{-1} \frac{\sqrt{Q-415}}{23.4}$$

$$2 \quad t = 25.8 - 30.4 \tan^{-1} \frac{\sqrt{Q-415}}{26.2}$$

夏

$$3 \quad t = 22.4 - 27.8 \tan^{-1} \frac{\sqrt{Q-415}}{28.6}$$

$$4 \quad t = 19.8 - 25.8 \tan^{-1} \frac{\sqrt{Q-415}}{30.8}$$

$$5 \quad t = 17.7 - 24.1 \tan^{-1} \frac{\sqrt{Q-415}}{33.0}$$

$$6 \quad t = 16.2 - 22.8 \tan^{-1} \frac{\sqrt{Q-415}}{34.9}$$

$$7 \quad t = 14.7 - 21.6 \tan^{-1} \frac{\sqrt{Q-415}}{36.8}$$

$$8 \quad t = 13.6 - 20.7 \tan^{-1} \frac{\sqrt{Q-415}}{38.5}$$

$$t = C - \frac{432}{\sqrt{369 + 133.8E}} \tan^{-1} \frac{\sqrt{Q-369}}{\sqrt{369 + 133.8E}}$$

E

t

$$0 \quad t = 13.7 - 22.5 \tan^{-1} \frac{\sqrt{Q-369}}{19.2}$$

$$1 \quad t = 10.4 - 19.3 \tan^{-1} \frac{\sqrt{Q-369}}{22.4}$$

$$2 \quad t = 8.4 - 17.1 \tan^{-1} \frac{\sqrt{Q-369}}{25.2}$$

$$3 \quad t = 7.0 - 15.5 \tan^{-1} \frac{\sqrt{Q-369}}{27.8}$$

$$4 \quad t = 6.0 - 14.3 \tan^{-1} \frac{\sqrt{Q-369}}{30.1}$$

冬

$$t = C - \frac{3366}{60E + 86} [\log_e(Q-86) - \log_e(Q+60E)]$$

E

t

$$0 \quad t = -5.1 - 90.0 [\log_{10}(Q-86) - \log_{10}Q]$$

$$1 \quad t = -4.4 - 53.0 [\log_{10}(Q-86) - \log_{10}(Q+60)]$$

$$2 \quad t = -4.7 - 37.6 [\log_{10}(Q-86) - \log_{10}(Q+120)]$$

$$3 \quad t = -4.5 - 29.1 [\log_{10}(Q-86) - \log_{10}(Q+180)]$$

$$4 \quad t = -4.6 - 23.7 [\log_{10}(Q-86) - \log_{10}(Q+240)]$$

$$5 \quad t = -4.4 - 20.0 [\log_{10}(Q-86) - \log_{10}(Q+300)]$$

$$6 \quad t = -4.2 - 17.3 [\log_{10}(Q-86) - \log_{10}(Q+360)]$$

$$7 \quad t = -4.1 - 15.3 [\log_{10}(Q-86) - \log_{10}(Q+420)]$$

夏

鶴	$t = C - \frac{172.4}{\sqrt{81+60E}} \tan^{-1} \frac{\sqrt{Q-81}}{\sqrt{81+60E}}$
	$E \quad t$
	$0 \quad t = 17.6 - 19.2 \tan^{-1} \frac{\sqrt{Q-81}}{9.0}$
冬	$1 \quad t = 11.3 - 14.5 \tan^{-1} \frac{\sqrt{Q-81}}{11.9}$
	$2 \quad t = 8.4 - 12.1 \tan^{-1} \frac{\sqrt{Q-81}}{14.2}$
	$3 \quad t = 6.7 - 10.6 \tan^{-1} \frac{\sqrt{Q-81}}{16.2}$
	$4 \quad t = 5.6 - 9.6 \tan^{-1} \frac{\sqrt{Q-81}}{17.9}$
	$t = C - \frac{1403}{88+40.4E} \left[ \log_e 6.75 (\sqrt{Q-61.5} - 5.14) - \frac{1}{2} \log_e (Q+40.4E) \right. \\ \left. + 1.24 \sqrt{1.52+E} \tan^{-1} \frac{\sqrt{Q-61.5}}{\sqrt{61.5+40.4E}} \right]$
	$E \quad t$
	$0 \quad t = 52.6 - 15.9 \left[ \log_e 6.75 (\sqrt{Q-61.5} - 5.14) - \frac{1}{2} \log_e Q \right. \\ \left. + 1.53 \tan^{-1} \frac{\sqrt{Q-61.5}}{7.85} \right]$
	$1 \quad t = 38.9 - 10.9 \left[ \log_e 6.75 (\sqrt{Q-61.5} - 5.14) - \frac{1}{2} \log_e (Q+40.4) \right. \\ \left. + 1.97 \tan^{-1} \frac{\sqrt{Q-61.5}}{10.10} \right]$
	$2 \quad t = 30.8 - 8.3 \left[ \log_e 6.75 (\sqrt{Q-61.5} - 5.14) - \frac{1}{2} \log_e (Q+80.8) \right. \\ \left. + 2.33 \tan^{-1} \frac{\sqrt{Q-61.5}}{11.93} \right]$
夏	$3 \quad t = 25.7 - 6.7 \left[ \log_e 6.75 (\sqrt{Q-61.5} - 5.14) - \frac{1}{2} \log_e (Q+121.2) \right. \\ \left. + 2.64 \tan^{-1} \frac{\sqrt{Q-61.5}}{13.53} \right]$

江代

$$\begin{aligned}
 4 \quad t &= 22.0 - 5.6 \left[ \log_e 6.75 \sqrt{Q-61.5} - 5.14 \right] - \frac{1}{2} \log_e (Q+161.6) \\
 &\quad + 2.92 \tan^{-1} \frac{\sqrt{Q-61.5}}{14.92} \\
 5 \quad t &= 19.2 - 4.8 \left[ \log_e 6.75 (\sqrt{Q-61.5}) - 5.14 \right] - \frac{1}{2} \log_e (Q+202.0) \\
 &\quad + 3.17 \tan^{-1} \frac{\sqrt{Q-61.5}}{16.22} \\
 6 \quad t &= 17.3 - 4.3 \left[ \log_e 6.75 (\sqrt{Q-61.5}) - 5.14 \right] - \frac{1}{2} \log_e (Q+242.4) \\
 &\quad + 3.40 \tan^{-1} \frac{\sqrt{Q-61.5}}{17.45}
 \end{aligned}$$

$$\left( t = C - \frac{757}{71 + 40.4 E} [\log_e (Q-71) - \log_e (Q+40.4 E)] \right)$$

<i>E</i>	<i>t</i>
0	$t = -4.7 - 24.5 [\log_{10} (Q-71) - \log_{10} Q]$
冬 0.5	$t = -4.4 - 19.1 [\log_{10} (Q-71) - \log_{10} (Q+20)]$
1.0	$t = -4.2 - 15.6 [\log_{10} (Q-71) - \log_{10} (Q+40)]$
1.5	$t = -4.0 - 13.2 [\log_{10} (Q-71) - \log_{10} (Q+61)]$
2.0	$t = -3.9 - 11.4 [\log_{10} (Q-71) - \log_{10} (Q+81)]$
2.5	$t = -3.7 - 10.1 [\log_{10} (Q-71) - \log_{10} (Q+101)]$

$$\left( t = C - \frac{6217}{210 + 100.6 E} [\log_e (Q-210) - \log_e (Q+100.6 E)] \right)$$

<i>E</i>	<i>t</i>
0	$t = -9.0 - 68.1 [\log_{10} (Q-210) - \log_{10} Q]$
1	$t = -8.5 - 46.0 [\log_{10} (Q-210) - \log_{10} (Q+101)]$
2	$t = -8.0 - 34.8 [\log_{10} (Q-210) - \log_{10} (Q+201)]$
夏 3	$t = -7.6 - 28.0 [\log_{10} (Q-210) - \log_{10} (Q+302)]$
4	$t = -7.2 - 23.4 [\log_{10} (Q-210) - \log_{10} (Q+402)]$
5	$t = -6.9 - 20.1 [\log_{10} (Q-210) - \log_{10} (Q+503)]$
6	$t = -6.6 - 17.6 [\log_{10} (Q-210) - \log_{10} (Q+604)]$

栗鶴

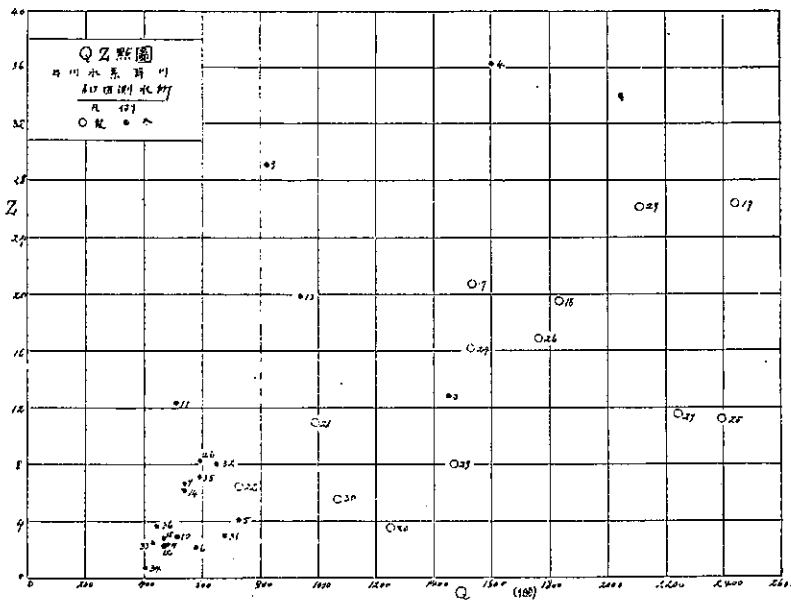
$$\begin{cases}
 7 & t = -6.4 - 15.7 [\log_{10}(Q - 210) - \log_{10}(Q + 704)] \\
 8 & t = -6.1 - 14.1 [\log_{10}(Q - 210) - \log_{10}(Q + 805)] \\
 \end{cases}$$

$$t = C - \frac{734}{\sqrt{126.6 + 100.6E}} \tan^{-1} \frac{\sqrt{Q - 126.6}}{\sqrt{126.6 + 100.6E}}$$

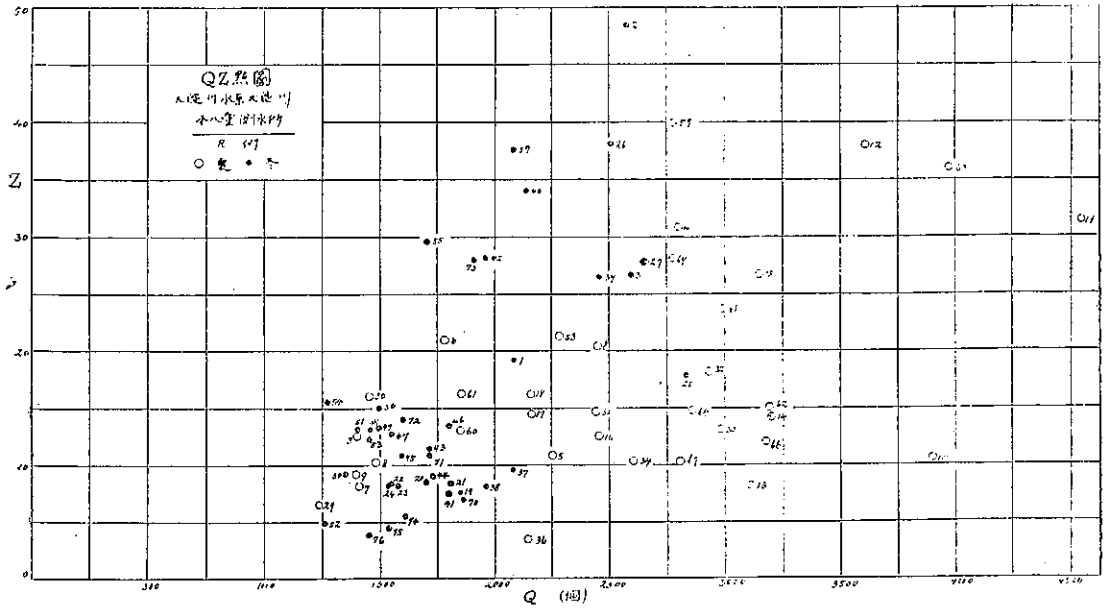
冬

$$\begin{cases}
 0 & t = 71.0 - 65.2 \tan^{-1} \frac{\sqrt{Q - 126.6}}{11.3} \\
 1 & t = 47.2 - 48.6 \tan^{-1} \frac{\sqrt{Q - 126.6}}{15.1} \\
 2 & t = 35.7 - 40.5 \tan^{-1} \frac{\sqrt{Q - 126.6}}{18.1} \\
 3 & t = 28.8 - 35.5 \tan^{-1} \frac{\sqrt{Q - 126.6}}{20.7} \\
 4 & t = 24.3 - 32.0 \tan^{-1} \frac{\sqrt{Q - 126.6}}{23.0}
 \end{cases}$$

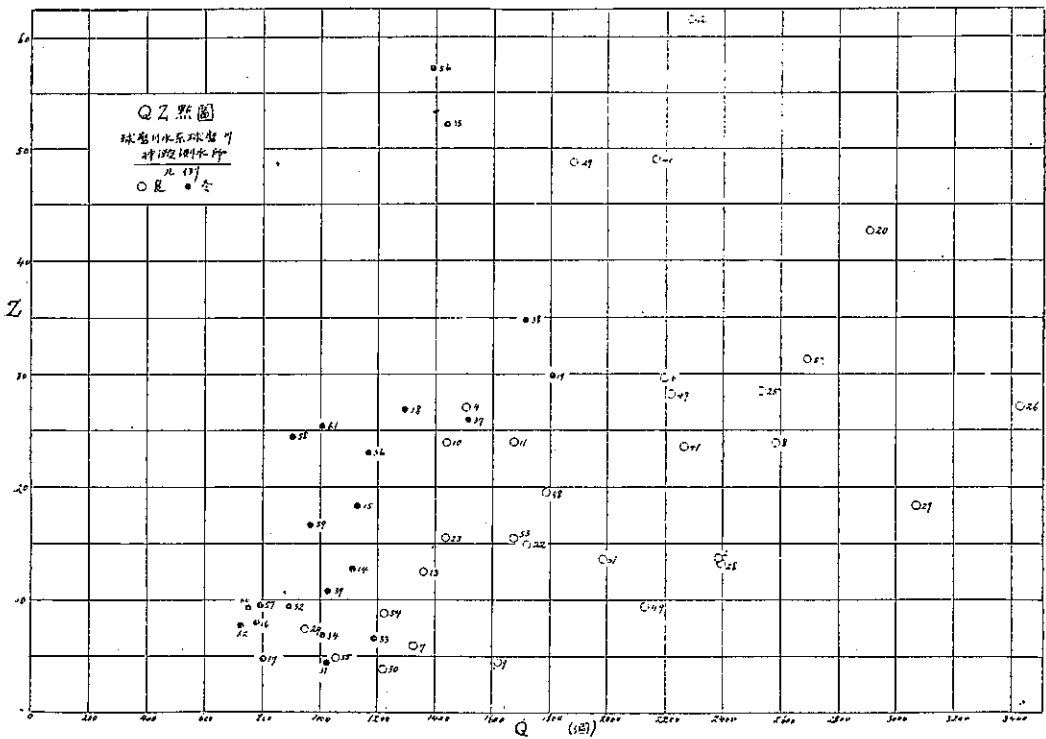
之等の式の表はす曲線は附圖第五乃至第八に掲げてある。



第三十八圖



第三十九圖



第四十圖



此曲線の式は一見複雑な様であるが  $QZ$  線の式から公式に依つて容易に求むることが出来其値の計算も決して困難なものではない故、 $Q_t$  曲線を作ることは比較的容易である。而して此曲線を見れば河川流量が無降雨期間中漸次減少する状況が明に知られ、又蒸發量が河川流量の變化に如何なる影響があるかが極めて明瞭に表はされる。又或時季の平均蒸發量を假定すれば無降雨期間幾日後の流量減少程度は曲線から直ちに知られる故實用上頗る利用の途が多い。

### 61 $QZ$ , $Q_s$ , $Q_t$ 曲線の成立つ河川と成立ため河川

以上に掲げた實例は元來事柄の性質上流域の狭く簡單なる所を擇ぶべき必要から凡て小流域の場合であり、最も流域の大なる五箇瀬川、吐瀬測水所でも其流域面積は 20.86 方里で、球磨川江代測水所の如きは 6.30 方里に過ぎない。大なる流域で特に状況の異つた支流など多數ある場合には  $Q$ ,  $Z$ ,  $s$ ,  $t$  等の間に上に掲げた様な簡明な關係が成立し難きことは元より豫想せらるゝ處であるが念の爲第四十八表の 3 測水所に就き  $Q$  と  $Z$  との關係を一々實際の資料より計算すれば別紙第四十九表乃至第五十四表を得、之を圖にすれば第三十八圖乃至第四十圖を得る。

第 四 十 八 表

水 系	河 川	測 水 所	雨 量 觀 測 所	蒸 發 量 觀 測 所
耳 川	耳 川	和 田	尾前, 下福良, 原内, セツ山, 田代	原 内
大 淀 川	大 淀 川	本 八 重	高岡, 都城, 高原, 小林, 高野	なし (蒸發量は推定量を以てす)
球 磨 川	球 磨 川	神 瀬	古屋敷, 小原, 頭地	古屋敷, 小原

之に依つて見るに本八重測水所に於ては點は全く不規則に散亂し其状況菱田川水系大鳥川馬場下測水所に於けると同じく和田、神瀬兩測水所に於ては冬季のものと夏季のものと稍分るゝ傾向あり、且其各が稍曲線に近くはあるが小流域に於ける如く規則正しからず、到底之を曲線に纏むることが出来ない。



第四十九表の二 無降雨期間流量蒸發量表

(單位: 流量個, 其他は耗)

番號	年月日	蒸發量	流出量	流量	番號	年月日	蒸發量	流出量	流量	番號	年月日	蒸發量	流出量	流量
14	10- 2-12	1.9	2.0	570	19	10- 5-12	5.5	11.1	3117	24	10- 7-20	5.2	6.2	1755
	13	1.1	1.9	538		13	4.8	9.3	2622		21	4.1	5.5	1559
	14	1.6	1.8	518		14	3.9	8.2	2318		22	2.0	4.9	1372
			1.8	505		15	4.5	6.7	1891				4.7	1313
	計	4.6	5.6			計	18.7	32.9			計	11.3	15.9	
15	10- 2-18		1.7	483	20	10- 5-22	3.8	4.7	1313	25	10- 8- 4	4.9	9.3	2622
	19	2.1	1.7	473		23	2.7	4.6	1289		5	5.3	8.7	2468
	20	1.9	1.6	462		24	5.0	4.5	1253		6	4.6	8.2	2318
			1.6	451		25	3.9	4.3	1219				7.7	2172
	計	6.5	5.0			計	15.4	17.9			計	14.8	25.5	
16	10- 3- 3	4.2	2.6	738	21	10- 5-27	4.0	4.1	1150	26	10- 8- 8	5.5	7.2	2030
	4	2.8	1.8	518		28	6.0	3.6	1009		9	5.4	6.2	1755
	5	3.2	1.8	494		29	3.2	3.2	898		10	4.8	5.5	1559
	6	3.5	1.7	473		30	2.5	3.0	849				5.3	1495
	7	3.0	1.6	463		計	15.7	13.4			計	15.7	18.0	
	8	3.0	1.6	447										
	9	3.3	1.6	447										
	計	23.0	12.2											
	10- 3-29	3.1	6.5	1823		22	10- 6- 1	2.0	2.8		784	27	10- 8-30	4.7
30	3.5	6.1	1729	2	3.1		2.7	756	31	5.2	8.2		2318	
31	4.0	5.8	1023	3	4.8		2.6	720	9- 1	4.4	7.7		2172	
計	10.6	17.4		計	9.9		7.9		計	14.3	23.9			
18	10- 4-13		7.7	2172	23	10- 7- 6	5.0	14.4	4072	28	10- 9- 7	4.7	5.8	1623
	14	4.5	7.2	2030		7	4.4	12.0	3388		8	4.2	5.3	1495
	15	6.0	6.2	1755		8	5.8	10.7	3031		9	4.0	5.1	1434
			5.3	1495		9	3.4	9.3	2622				4.7	1313
	計	14.7	20.0			計	18.6	43.5			計	12.9	15.7	



第五十表 QZ計算法 高川水系高川 和田浦水所 自大正九年 至大正十年

番號	種別	自 年月日	至 年月日	蒸發量	流出量	$d_s$	Q	$dQ$	$Z = \frac{dQ}{d_s}$	番號	種別	自 年月日	至 年月日	蒸發量	流出量	$d_s$	Q	$dQ$	$Z = \frac{dQ}{d_s}$
1	s	9-8-5	9-8-7	21.5	45.6	67.1	4477	3227	48.10	19	s	5-12	5-15	18.7	32.9	51.6	2486	1862	26.40
2	w	10-1	10-3	11.8	37.7	49.5	4181	3918	79.30	20	s	5-22	5-25	15.4	17.9	33.3	1249	119	3.57
3	w	10-6	10-9	11.0	19.9	30.9	1451	396	12.80	21	s	5-27	5-30	15.7	13.4	29.1	990	320	11.00
4	w	10-14	10-18	17.3	22.4	39.7	1599	1439	36.30	22	s	6-1	6-3	9.9	7.9	17.8	726	117	6.57
5	w	10-22	10-30	29.9	21.9	51.8	724	213	4.11	23	s	7-6	7-9	18.6	43.5	62.1	3233	1679	27.00
6	w	11-3	11-6	8.7	8.1	16.8	576	37	2.20	24	s	7-20	7-22	11.3	15.9	27.2	1534	442	16.20
7	w	11-24	11-27	10.4	6.6	17.0	470	38	2.23	25	s	8-4	8-6	14.8	25.5	40.3	2897	450	11.20
8	w	12-8	12-10	4.8	8.1	12.9	821	376	29.10	26	s	8-8	8-10	15.7	18.0	33.7	1763	535	16.90
9	w	12-13	12-16	6.8	7.6	14.4	538	97	6.73	27	s	8-30	9-1	14.3	23.9	38.2	2249	438	11.50
10	w	12-20	12-23	7.8	7.4	15.2	516	44	2.89	23	s	9-7	9-9	12.9	15.7	33.6	1468	310	8.04
11	w	10-1-15	10-1-17	4.4	5.3	9.7	511	119	12.30	29	s	9-17	9-21	18.1	33.5	51.6	2107	1346	26.10
12	w	1-21	1-26	13.5	10.1	23.6	478	54	2.29	30	s	9-25	10-1	22.4	26.4	48.8	1062	269	5.51
13	w	2-4	2-9	14.3	17.4	31.7	939	628	19.80	31	w	10-6	10-18	43.1	29.4	72.5	677	214	2.95
14	w	2-12	2-14	4.6	5.6	10.2	538	65	6.37	32	w	10-24	11-2	27.9	19.4	47.3	641	379	8.00
15	w	2-18	2-20	6.5	5.0	11.5	467	32	2.78	33	w	11-10	11-13	11.1	6.0	17.1	431	41	2.40
16	w	3-3	3-9	23.0	12.2	35.2	593	291	8.26	34	w	11-15	11-19	14.3	7.2	21.5	403	15	0.07
17	s	3-29	3-31	10.6	17.4	28.0	1533	581	20.80	35	w	11-22	12-6	28.3	25.4	53.7	590	389	7.25
18	s	4-13	4-5	14.7	20.0	34.7	1894	677	19.50	36	w	12-18	12-27	18.8	14.8	33.6	443	125	3.72

第五十一表の一 無降雨期間流量蒸發量表 大淀川水系大淀川 本八重測水所  
自 大正八年 至 大正十年

(單位: 流量個, 其他は耗)

番號	年月日	蒸發量	流出量	流量	番號	年月日	蒸發量	流出量	流量	番號	年月日	蒸發量	流出量	流量										
1	8-2-3	1.3	4.0	2280	6	8-4-27	4.5	3.4	1942	10	8-8-18	5.0	7.3	4216										
	4	1.3	3.8	2190		28	4.5	3.1	1785		19	5.0	7.2	4118										
	5	1.3	3.7	2101		計	9.0	6.2	6.2		20	5.0	6.9	3975										
	6	1.3	3.4	1925							21	5.0	6.3	3630										
	計	5.2	14.6	3.3							1897	22	5.0	6.3	3623									
2	計	2.6	8.9	7	計	40.0	18.0	18.0	11	計	10.0	16.1	16.1											
														8-2-11	1.3	5.0	2850	8-5-2	5.0	2.9	1650	計	25.0	33.6
														12	1.3	4.4	2535	3	5.0	2.5	1404			
														23	1.3	4.0	2292	4	5.0	2.2	1285			
	24	1.3	4.0	2292	5	5.0	2.2	1246																
3	8-2-22	1.3	5.2	2987	6	5.0	2.2	1241	12	計	10.9	12.0	12.0											
	23	1.3	5.0	2850	7	5.0	2.1	1223																
	24	1.3	4.4	2529	8	5.0	2.2	1246																
	25	1.3	4.2	2403	9	5.0	2.1	1208																
	26	1.3	4.0	2310	計	40.0	18.0	18.0																
4	計	6.5	22.2	8	計	15.0	7.8	7.8	13	計	31.5	48.0	48.0											
														8-3-28	2.0	6.1	3500	8-5-15	5.0	2.8	1598			
														29	2.0	5.7	3247	16	5.0	2.7	1521			
														30	2.0	5.0	2850	17	5.0	2.5	1444			
	31	2.0	4.4	2529	計	15.0	7.8	7.8																
5	4-1	4.5	4.2	2403	9	計	30.0	13.8	13	計	31.5	48.0	48.0											
	2	4.5	4.0	2280										8-5-22	5.0	2.8	1598							
	計	17.0	28.3	3.7										2107	23	5.0	2.4	1394						
	8-4-24	4.5	4.1	2341										24	5.0	2.3	1320							
	25	4.5	3.6	2072										25	5.0	2.3	1290							
6	計	9.0	7.6	9	計	30.0	13.8	13.8	13	計	31.5	48.0	48.0											
														8-4-24	4.5	4.1	2341	26	5.0	2.2	1246			
														25	4.5	3.6	2072	27	5.0	2.1	1218			
														3.8	2160	2.1	1198							
	計	9.0	7.6	3.8	2160	計	30.0	13.8	13.8															

第五十一表の二 無降雨期間流量蒸發量表

(單位: 流量個, 其他は耗)

番號	年月日	蒸發量	流出量	流量	番號	年月日	蒸發量	流出量	流量	番號	年月日	蒸發量	流出量	流量
14	8-10-7	2.6	6.1	3500	18	8-11-10	1.7	4.1	2341	23	9-1-1	1.3	2.9	1658
	8	2.6	5.9	3357		11	1.7	4.0	2310		2	1.3	2.9	1646
	9	2.6	5.7	3240		12	1.7	3.9	2220		3	1.3	2.7	1569
	10	2.6	5.5	3142		13	1.7	3.8	2208		4	1.3	2.7	1531
	11	2.6	5.2	3009		計	6.8	15.6			5	1.3	2.6	1509
	計	13.0	28.0								計	6.5	13.7	
15	8-10-13	2.6	6.3	3598	19	8-11-25	1.7	3.3	1897	24	9-1-15	1.3	2.8	1623
	14	2.6	6.1	3500		26	1.7	3.3	1868		16	1.3	2.7	1531
	15	2.6	5.6	3207		27	1.7	3.2	1812		17	1.3	2.6	1520
	16	2.6	5.2	2980		計	5.1	9.8			18	1.3	2.6	1503
	計	10.4	22.5								19	1.3	2.6	1475
											計	6.5	13.2	
16	8-10-18	2.6	4.6	2624	20	8-11-28	1.7	3.1	1785	25	9-2-19	1.3	5.1	2926
	19	2.6	4.4	2529		29	1.7	3.0	1741		20	1.3	4.7	2700
	20	2.6	4.3	2453		30	1.7	3.0	1703		計	2.6	10.0	
	21	2.6	4.2	2403		12-1	1.3	2.9	1650					
	計	10.4	17.2			2	1.3	2.8	1624					
						計	7.7	14.7						
17	8-10-25	2.6	4.2	2403	21	8-12-7	1.3	3.1	1757	26	9-3-3	2.0	5.3	3003
	26	2.6	4.1	2371		8	1.3	3.0	1703		4	2.0	4.8	2774
	27	2.6	4.1	2328		9	1.3	2.9	1677		5	2.0	4.6	2626
	28	2.6	4.0	2280		計	3.9	9.0			6	2.0	4.0	2276
	29	2.6	3.8	2190							計	8.0	17.9	
	計	13.0	19.8											
17	8-10-25	2.6	4.2	2403	22	8-12-14	1.3	2.9	1650	27	9-3-16	2.0	5.3	3003
	26	2.6	4.1	2371		15	1.3	2.8	1624		17	2.0	4.8	2774
	27	2.6	4.1	2328		16	1.3	2.8	1598		18	2.0	4.6	2663
	28	2.6	4.0	2280		17	1.3	2.7	1572		19	2.0	4.1	2378
	29	2.6	3.8	2190		18	1.5	2.7	1526		計	8.0	18.2	
	計	13.0	19.8			計	6.5	13.8						

第五十一表の三 無降雨期間流量蒸發量表

(單位: 流量個, 其他は耗)

番號	年月日	蒸發量	流出量	流量	番號	年月日	蒸發量	流出量	流量	番號	年月日	蒸發量	流出量	流量			
28	9-4-6	4.5	4.6	2633	33	9-10-5	2.6	5.7	3241	38	9-11-6	1.7	3.5	2001			
	7	4.5	4.3	2483		6	2.6	5.6	3501		7	1.7	3.4	1950			
			4.0	2276		7	2.6	5.3	3019				3.3	1919			
	計	9.0	8.6			8	2.6	5.0	2888		計	3.4	6.9				
29	9-5-13	5.0	2.4	1366	34	9	2.6	4.8	2774	39	9-11-12	1.7	4.6	2626			
	14	5.0	2.2	1261		計	13.0	26.0	4.8		2737	13	1.7	4.2	2412		
	15	5.0	2.1	1210		40	9-10-14	2.6	4.8		2774	計	3.4	8.5			
	16	5.0	2.1	1185			15	2.6	4.7		2700	40	9-11-14	1.7	4.0	2310	
	17	5.0	2.0	1160			16	2.6	4.6		2663		15	1.7	3.5	2014	
	18	5.0	1.9				17	2.6	4.5		2554				3.4	1950	
	計	30.0	12.5				18	2.6	4.3		2448	計	3.4	7.2			
30	9-5-25	5.0	2.9	1646	35	計	13.0	22.6	4.2	2412	41	9-11-24	1.7	3.3	1887		
	26	5.0	2.5	1446		41	9-10-22	2.6	4.6	2640		25	1.7	3.3	1875		
	27	5.0	2.4	1366			23	2.6	4.4	2497		26	1.7	3.2	1856		
	計	15.0	7.5				24	2.6	4.1	2343		27	1.7	3.2	1813		
	31	9-6-5	4.5	2.9			1646	25	2.6	4.0		2276	42	28	1.7	3.1	1765
		6	4.5	2.5			1420	計	10.4	16.8		3.9		2243	計	8.5	16.0
7		4.5	2.3	1287	36	9-10-27	2.6	3.7	2157	43	9-12-8	1.3		3.8	2157		
8		4.5	2.1	1220		28	2.6	3.7	2131		9	1.3		3.3	1919		
9		4.5	2.1	1185		計	5.2	7.5	3.7		2112	10		1.3	3.2	1837	
10	4.5	2.0	1160	43		9-11-3	1.7	3.8	2151		計	3.9	10.0				
計	27.0	13.5			4	1.7	3.7	2112	9-12-13	1.3	3.1	1783					
32	9-9-16	3.5	5.4		3081	37	5	1.7	3.5	2027	14	1.3	3.0	1717			
	17	3.5	5.0	2850	計		5.1	10.9	3.5	2001	15	1.3	3.0	1705			
			4.8	2774	43		9-12-13	1.3	3.1	1783	16	1.3	2.9	1676			
	計	7.0	10.1				計	5.2	11.9				2.8	1600			



第五十一表の四 無降雨期間流量蒸發量表

(單位: 流量個, 其他は耗)

番號	年月日	蒸發量	流出量	流量	番號	年月日	蒸發量	流出量	流量	番號	年月日	蒸發量	流出量	流量
44	9-12-20	1.3	3.1	1795	49	10- 2- 5	1.3	2.8	1617	54	10- 3- 7	2.0	2.3	1340
	21	1.3	3.0	1729		6	1.3	2.7	1542		8	2.0	2.2	1287
	22	1.3	3.0	1705		7	1.3	2.6	1475		9	2.0	2.2	1251
			2.9	1676		8	1.3	2.5	1420				2.2	1236
	計	3.9	9.1			9	1.3	2.4	1371		計	6.0	6.7	
45	9-12-25	1.3	2.9	1664	50	計	6.5	12.8		55	10- 3-15	2.0	3.2	1856
	26	1.3	2.7	1569				2.4	1366		16	2.0	3.0	1735
	27	1.3	2.7	1542		10- 2-13	1.3	2.4	1393				2.7	1560
			2.7	1531		14	1.3	2.4	1366		計	4.0	6.0	
	計	3.9	8.3			計	2.6	4.8			10- 3-17	2.0	2.7	1560
46	10- 1- 4	1.3	3.4	1963	51	10- 2-17	1.3	2.6	1503	56	18	2.0	2.6	1481
	5	1.3	3.2	1837		18	1.3	2.5	1426		18	2.0	2.5	1420
	6	1.3	3.1	1765		19	1.3	2.4	1377		計	4.0	5.3	
	7	1.3	3.0	1717		20	1.3	2.3	1318		10- 3-28	2.0	4.4	2497
	8	1.3	2.9	1646		20	1.3	2.3	1308		29	2.0	4.0	2310
	9	1.3	2.9	1640		計	5.2	9.7			30	2.0	3.6	2047
			2.8	1617							31	2.0	3.1	1765
	計	7.8	18.2								計	8.0	14.4	
			3.0	1717									2.9	1658
47	10- 1-20	1.3	2.9	1676	52	10- 2-22	1.3	2.2	1287	58	10- 4-13	4.5	4.5	2554
	21	1.3	2.8	1600		23	1.3	2.2	1251				4.0	2276
	22	1.3	2.7	1531		24	1.3	2.1	1230		14	4.5	3.7	2112
	23	1.3	2.6	1492		25	1.3	2.1	1220		15	4.5	3.5	2014
	24	1.3	2.5	1420		計	5.2	8.7			計	13.5	11.8	
	25	1.3	2.4	1393									6.2	3531
	26	1.3	2.4	1366							10- 5-12	5.0	5.3	3042
	計	9.1	18.6								13	5.0	4.0	2310
			2.7	1542							14	5.0	3.6	2079
48	10- 1-30	1.3	2.5	1420	53	10- 3- 3	2.0	2.7	1560	59	15	5.0	3.5	2014
	31	1.3	2.4	1409		4	2.0	2.6	1475				3.5	2014
	2- 1	1.3	2.4	1393		5	2.0	2.5	1426		計	20.0	17.8	
			2.4	1366		6	2.0	2.4	1371					
	計	3.9	7.5					2.3	1340					

第五十一表の五 無降雨期間流量蒸發量表

(單位: 流量個, 其他は耗)

番號	年月日	蒸發量	流出量	流量	番號	年月日	蒸發量	流出量	流量	番號	年月日	蒸發量	流出量	流量		
60	10- 5-22	5.0	3.4	1950	67	2	3.5	5.2	3003	71	10-11-10	1.7	3.1	1795		
	23	5.0	3.1	1765		計	17.0	21.8	2949		11	1.7	3.0	1771		
	計	10.0	6.3			10- 9-17	3.5	5.4	3121		12	1.7	2.9	1634		
						18	3.5	5.0	2888		計	5.1	9.1			
61	10- 5-27	5.0	3.7	2112	68	19	3.5	4.8	2774	72	10-11-15	1.7	3.0	1735		
	28	5.0	3.4	1950		20	3.5	4.7	2700		16	1.7	3.0	1705		
	29	5.0	2.9	1676		21	3.5	4.7	2693		17	1.7	2.9	1676		
	30	5.0	2.8	1623		22	3.5	4.6	2641		18	1.7	2.8	1588		
	計	20.0	12.4			23	3.5	4.5	2590		計	6.8	11.5			
62	10- 7-20	4.7	6.0	3422	69	計	24.5	33.2		73	10-11-23	1.7	3.7	2112		
	21	4.7	5.4	3121		10- 9-26	3.5	6.1	3488		24	1.7	3.3	1887		
	22	4.7	5.2	3003		27	3.5	5.2	3003		25	1.7	3.0	1693		
	計	14.1	16.2			28	3.5	4.6	2663		計	5.1	9.8			
63	10- 8- 4	5.0	8.1	4620	70	29	3.5	4.7	2670	74	10-11-28	1.7	3.0	1705		
	5	5.0	7.2	4101		30	3.5	4.5	2590		29	1.7	3.0	1693		
	6	5.0	6.2	3573		計	17.5	24.3			30	1.7	2.9	1676		
	計	15.0	20.4			10-10- 6	2.6	5.9	3364		12- 1	1.7	2.9	1681		
64	10- 8- 8	5.0	5.4	3081	71	7	2.6	5.5	3160	75	2	1.7	2.9	1646		
	9	5.0	5.3	3050		8	2.6	4.7	2700		3	1.7	2.8	1588		
	10	5.0	4.9	2812		9	2.6	4.4	2497		4	1.7	2.6	1503		
	計	15.0	15.2			10	2.6	4.0	2310		5	1.7	2.6	1503		
						11	2.6	3.9	2210		6	1.7	2.6	1503		
65	10- 8-23	5.0	8.7	5014	72	計	15.6	27.4		76	10-12- 9	1.3	2.7	1560		
	24	5.0	8.5	4865		10-10-30	2.6	3.4	1944		10	1.3	2.7	1531		
	計	10.0	16.9			31	2.6	3.3	1900		11	1.3	2.7	1520		
66	10- 8-30	5.0	6.0	3413	73	11- 1	1.7	3.2	1856	77	10-12-21	1.3	2.6	1475		
	31	5.0	5.6	3201		2	1.7	3.2	1831		22	1.3	2.5	1448		
	9- 1	3.5	5.4	3081		計	8.6	13.0			23	1.3	2.5	1420		
													24	1.3	2.5	1420
													計	5.2	10.1	

第五十二表の一 Q Z 計算表 大淀川水系大淀川 本八重測水所 自大正八年 至 大正十年

番號	種別	自年月日	至年月日	蒸發量	流出量	$d_s$	Q	$dQ$	$Z = \frac{dQ}{d_s}$	番號	種別	自年月日	至年月日	蒸發量	流出量	$d_s$	Q	$dQ$	$Z = \frac{dQ}{d_s}$
1	w	8-2-3	8-2-6	5.2	14.6	19.8	2089	333	19.3	20	w	11-28	12-2	7.7	14.7	22.4	1602	187	8.3
2	w	2-10	2-12	2.6	8.9	11.5	2571	558	48.5	21	w	12-7	12-9	3.9	9.0	12.9	1704	107	8.3
3	w	2-22	2-26	6.5	22.2	28.7	2694	767	26.7	22	w	12-14	12-18	6.5	13.8	20.3	1565	171	8.4
4	w	3-28	4-2	17.0	28.3	45.3	2894	1393	30.8	23	w	9-1-1	9-1-5	6.5	13.7	20.2	1575	166	8.2
5	s	4-24	4-25	9.0	7.6	16.6	2251	181	10.9	24	w	1-15	1-19	6.5	13.2	19.7	1544	159	8.1
6	s	4-27	4-28	9.0	6.2	15.2	1783	318	20.9	25	w	2-19	2-20	2.6	10.0	12.6	2813	226	17.9
7	s	5-2	5-9	40.0	18.0	58.0	1412	476	8.2	26	w	3-3	3-6	8.0	17.9	25.9	2599	989	38.2
8	s	5-13	5-17	15.0	7.8	22.8	1484	229	10.1	27	w	3-16	3-19	8.0	18.2	26.2	2640	727	27.8
9	s	5-22	5-27	30.0	13.8	43.8	1398	409	9.1	28	s	4-6	4-7	9.0	8.6	17.6	2455	357	20.3
10	s	8-17	8-22	25.0	33.6	58.6	3997	618	10.5	29	s	5-13	5-18	30.0	12.5	42.5	1229	274	6.5
11	s	8-26	8-27	10.0	16.1	26.1	4539	818	31.3	30	s	5-25	5-27	15.0	7.5	22.5	1467	359	16.0
12	s	8-29	8-30	10.0	12.0	22.0	3691	838	38.1	31	s	6-5	6-10	27.0	13.5	40.5	1391	510	12.6
13	s	9-15	9-23	31.5	48.0	79.5	3110	650	8.2	32	s	9-16	9-17	7.0	10.1	17.1	2328	307	18.0
14	s	10-7	10-11	13.0	28.0	41.0	3298	585	14.3	33	s	10-5	10-9	13.0	26.0	39.0	2989	594	12.9
15	s	10-13	10-16	10.4	22.5	32.9	3159	878	26.7	34	s	10-14	10-18	13.0	22.6	35.6	2563	362	10.2
16	s	10-18	10-21	10.4	17.2	27.6	2432	344	12.5	35	s	10-22	10-25	10.4	16.8	27.2	2442	397	14.6
17	s	10-25	10-29	13.0	19.8	32.8	2164	478	14.6	36	s	10-27	10-28	5.2	7.5	12.7	2135	45	3.5
18	w	11-10	11-13	6.8	15.6	22.4	2159	364	16.3	37	w	11-3	11-5	5.1	10.9	16.0	2076	159	9.4
19	w	11-25	11-27	5.1	9.8	14.9	1841	112	7.5	38	w	11-6	11-7	3.4	6.9	10.3	1993	82	8.0

第五十二表の二 Q Z 計算表

番號	種別	自 年月日	至 年月日	蒸發量	流出量	ds	Q	dQ	Z = $\frac{dQ}{ds}$	種別	自 年月日	至 年月日	蒸發量	流出量	ds	Q	dQ	Z = $\frac{dQ}{ds}$
39	w	11-12	11-13	3.4	8.5	11.9	2468	316	26.5	s	4-13	4-15	13.5	11.8	25.3	2284	549	21.3
40	w	11-14	11-15	3.4	7.2	10.6	2130	360	34.0	s	5-12	5-15	20.0	17.8	37.8	2773	1517	40.1
41	w	11-24	11-28	8.5	16.0	24.5	1796	182	7.4	s	5-22	5-23	10.0	6.3	16.3	1843	215	13.2
42	w	12-8	12-10	3.9	10.0	13.9	1961	392	28.2	s	5-27	5-30	20.0	12.4	32.4	1850	524	16.2
43	w	12-13	12-16	5.2	11.9	17.1	1612	183	10.7	s	7-20	7-22	14.1	16.2	30.3	3194	457	15.1
44	w	12-20	12-22	3.9	9.1	13.0	1736	119	9.2	s	8-4	8-6	15.0	20.4	35.4	3971	1298	33.7
45	w	12-25	12-27	3.9	8.3	12.2	1508	133	10.9	s	8-8	8-10	15.0	15.2	30.2	2361	440	14.6
46	w	10-1-4	10-1-9	7.8	18.2	26.0	1790	346	13.3	s	8-23	8-24	10.0	16.9	26.9	4769	491	18.2
47	w	1-20	1-26	9.1	18.6	27.7	1542	351	12.7	s	8-30	9-2	17.0	21.8	38.8	3181	464	12.0
48	w	1-30	2-1	3.9	7.5	11.4	1408	149	13.1	s	9-17	9-23	24.5	33.2	57.7	2320	692	10.4
49	w	2-5	2-9	6.5	12.8	19.3	1492	251	13.0	s	9-26	9-30	17.5	24.3	41.8	2993	991	23.7
50	w	2-13	2-14	2.6	4.8	7.4	1359	69	9.3	s	10-6	10-11	15.6	27.4	43.0	2761	1207	28.1
51	w	2-17	2-20	5.2	9.7	14.9	1406	125	13.1	s	10-30	11-2	8.6	13.0	21.6	1861	167	7.7
52	w	2-22	2-25	5.2	8.7	13.9	1254	67	4.8	w	11-10	11-12	5.1	9.1	14.2	1715	161	11.3
53	w	3-3	3-6	8.0	10.1	18.1	1450	220	12.2	w	11-15	11-18	6.8	11.5	18.3	1605	269	14.2
54	w	3-7	3-9	6.0	6.7	12.7	1288	104	8.2	w	11-22	11-25	5.1	9.8	14.9	1303	419	28.1
55	w	3-15	3-16	4.0	6.0	10.0	1708	296	29.6	w	11-28	12-6	12.9	25.4	38.3	1634	302	5.3
56	w	3-17	3-18	4.0	5.3	9.3	1490	140	15.0	w	12-9	12-11	3.9	8.1	12.0	1535	51	4.3
57	w	3-28	3-31	8.0	14.4	22.4	2078	839	37.5	w	12-21	12-24	5.2	10.1	15.3	1448	55	3.6



第五十三表の二 無降雨期間流量蒸發量表

番號	年月日	蒸發量		流出 流量	番號	年月日	蒸發量		流出 流量	番號	年月日	蒸發量		流出 流量
		古屋敷	小原				古屋敷	小原				古屋敷	小原	
15	8-11-9	1.0	0.7	1.9	20	9-3-16	2.6	3.0	5.2	25	9-8-4	1.9	1.8	4.3
				1.7					4.5				4.0	
		1.0	0.7	1.7				2.6	5.6			4.0	3.7	
		1.1	2.5	1.5				3.2	4.4			3.6	4.9	
		1.6	2.5	1.5				2.1	2.8			3.4	3.2	
	1.1	2.3	1.5	計	13.2	16.4	計	12.6	14.9					
	計	7.8	8.2					6.8						
16	8-11-30	0.7	0.2	1.2	21	9-4-5	0.9	1.4	6.8	26	9-8-28	3.5	4.3	5.6
				1.1					5.9				5.2	
		1.0	1.5	1.1				3.3	4.0			5.5	4.3	
		0.8	2.3	1.1				3.3	4.5			5.1	4.2	
		計	3.2	3.4	計	13.3	22.2	計	12.0	15.3				
								4.6						
17	8-12-9	1.5	2.5	1.2	22	9-5-10	4.9	7.0	2.9	27	9-9-16	3.8	6.1	4.9
				1.2					2.6				4.7	
		1.4	3.5	1.2				4.3	6.0			2.5	2.3	
		1.0	1.7	1.2				3.6	4.9			2.3	4.4	
		計	5.8	3.6	計	20.3	10.0	計	9.7	13.7				
								2.2						
18	9-1-8	0.9	2.2	2.1	23	9-5-25	5.0	5.8	2.5	28	9-9-21	2.5	2.8	3.7
				2.0					2.3				3.6	
		0.5	1.5	1.8				1.8	3.0			2.2	2.9	
		0.8	3.3	1.7				2.6	7.4			2.2	4.4	
		計	4.6	5.8	計	22.2	10.6	計	8.9	10.7				
								2.0						
19	9-3-3	1.6	3.1	3.1	24	9-6-4	3.5	4.4	1.7	29	9-10-7	1.0	1.6	3.3
				2.8					1.7				3.1	
		1.7	4.0	2.7				4.7	5.7			1.7	2.2	
		1.8	3.7	2.4				6.0	6.8			1.6	2.8	
		2.0	3.2	2.2				4.0	7.5			1.5	2.3	
		計	10.6	10.6	計	35.9	10.3	計	5.2	8.8				
								1.6						

第五十三表の三 無降雨期間流量蒸發量表

番號	年月日	蒸發量		流出 流量	番號	年月日	蒸發量		流出 流量	番號	年月日	蒸發量		流出 流量				
		古	原				古	原				古	原					
31	9-10-23	1.5	2.7	1.5	37	10-1-22	1.2	3.1	2.7	42	10-3-21	2.5	4.0	10.9				
		1.5	2.8	1.5			1040	2.4	1643			2.2	2.6	6.8	4570			
		1.5	2.8	1.5			1011	2.3	1522			2.0	3.1	5.7	3854			
		1.5	2.8	1.5			1002	2.1	1425			2.0	3.1	4.8	3242			
	計	6.4	4.6		計	8.7	20.4		計	8.7	20.4							
32	9-11-24	1.5	1.3	1.4	38	10-2-6	1.3	1.2	2.9	43	10-3-29	1.8	3.2	5.7				
		0.9	1.7	1.3			891	0.8	1.7			2.5	1665	3.0	3.0	5.6	3822	
		0.8	1.4	1.3			863	7	0.8			1.7	2.2	1490	2.8	3.9	5.6	3791
		0.8	1.4	1.3			854	8	1.3			1.6	2.2	1490	3.2	3.0	5.6	3775
	計	3.8	4.0		計	5.7	9.5		計	12.2	22.5							
33	9-12-8	0.8	1.0	1.8	39	10-2-23	1.1	2.2	1.6	44	10-4-13	4.4	5.2	7.7				
		0.4	2.8	1.8			1217	1.7	1079			5.2	5.8	6.7	4517			
		0.8	1.7	1.7			1177	24	1.7			1.6	1.6	1079	4.1	6.6	5.9	4015
		0.8	1.7	1.7			1157	25	2.2			3.2	1.5	1011	3.2	3.0	5.3	3557
	計	3.8	5.3		計	6.0	4.6		計	15.7	19.2							
34	9-12-13	0.8	2.5	1.7	40	10-3-3	3.4	2.6	4.6	45	10-5-8	3.2	4.2	20.4				
		0.5	2.0	1.6			1127	3.9	2607			3.7	5.6	12.4	8388			
		0.6	2.2	1.6			1088	4	2.8			2.6	3.1	2113	1.3	2.0	7.7	5174
		0.9	3.5	1.6			1059	5	2.2			2.6	2.7	1825	10.0	33.6	6.5	4397
	計	6.5	6.5		計	6.0	4.6		計	10.0	33.6							
35	10-1-4	0.7	3.1	2.5	41	10-3-16	0.5	1.2	3.6	46	10-5-12	4.5	4.7	12.2				
		0.5	2.3	2.1			1711	3.8	2607			3.6	4.0	7.3	4930			
		0.8	1.4	1.9			1458	6	2.6			3.8	2.4	1599	2.5	4.0	6.5	4397
		0.8	1.4	1.9			1258	7	2.2			2.2	2.1	1394	6.0	6.2	5.9	3982
	計	4.4	6.2		計	18.3	19.4		計	17.8								
36	10-1-15	0.8	1.0	1.9	42	10-3-16	0.5	1.2	3.6	47	10-5-22	2.0	3.5	3.9				
		1.7	0.8	1.8			1268	3.6	2446			4.8	4.9	3.3	2251			
		1.9	1.3	1.7			1207	17	2.1			1.9	3.4	2277	5.7	5.7	3.1	2100
		1.9	1.3	1.6			1059	18	2.7			3.2	3.1	2064	3.1	4.7	2.8	1907
	計	3.8	5.3		計	5.8	10.4		計	17.2								

第五十三表の三 無降雨期間流量蒸發量表

番號	年月日	蒸發量		流出 流量	番號	年月日	蒸發量		流出 流量	番號	年月日	蒸發量		流出 流量			
		古	原				古	原				古	原				
31	9-10-23	1.5	2.7	1.5	1049	10- 1-22	1.2	3.1	2.7	1779	10- 3-21	2.5	4.0	10.9			
		1.5	2.8	1.5			1040	2.4	1643			2.2	2.6	6.8	4570		
		1.5	2.8	1.5			1011	0.7	1.5			2.3	1522	2.0	3.1	5.7	3854
		1.5	2.8	1.5			1002	0.5	1.4			2.1	1425	2.0	3.1	4.8	3242
	計	6.4	4.6	4.6	37	計	9.5	11.0	11.0	42	計	8.7	20.4	20.4			
32	9-11-24	1.5	1.3	1.4	927	10- 2- 6	1.3	1.2	2.9	1978	10- 3-29	1.8	3.2	5.7			
		0.9	1.7	1.3			891	0.8	1.7			2.5	1665	3.5	3.0	5.6	3822
		0.8	1.4	1.3			863	1.3	1.6			2.2	1490	2.8	3.9	5.6	3791
		0.8	1.4	1.3			854	1.5	1.9			2.2	1490	3.2	3.0	5.6	3775
	計	3.8	4.0	4.0	38	計	5.7	9.5	9.5	43	計	12.2	22.5	22.5			
33	9-12- 8	0.8	1.0	1.8	1217	10- 2-23	1.1	2.2	1.6	1079	10- 4-13	4.4	5.2	7.7			
		0.4	2.8	1.8			1217	1.7	1.6			1.6	1079	5.2	5.8	6.7	4517
		0.8	1.7	1.7			1177	2.2	3.2			1.5	1011	4.1	6.6	5.9	4015
		0.8	1.7	1.7			1157	1.7	1.6			1.4	964	4.1	6.6	5.3	3557
	計	3.8	5.3	5.3	39	計	6.0	4.6	4.6	44	計	15.7	19.2	19.2			
34	9-12-13	0.8	2.5	1.7	1127	10- 3- 3	3.4	2.6	4.6	3096	10- 5- 8	3.2	4.2	20.4			
		0.5	2.0	1.6			1108	2.8	2.6			3.9	2607	3.7	5.6	12.4	8388
		0.6	2.2	1.6			1088	2.2	2.6			3.1	2113	1.3	2.0	7.7	5174
		0.9	3.5	1.6			1059	2.6	3.8			2.7	1825	1.3	2.0	6.5	4397
	計	6.5	6.5	6.5	40	計	6.0	4.6	4.6	45	計	10.0	33.6	33.6			
35	10- 1- 4	0.7	3.1	2.5	1711	10- 3-16	0.5	1.2	3.6	2446	10- 5-12	4.5	4.7	12.2			
		0.5	2.3	2.1			1458	2.2	2.2			2.4	1599	3.6	4.0	7.3	4930
		0.8	1.4	1.9			1258	2.2	2.2			2.1	1394	2.5	4.0	6.5	4397
		0.8	1.4	1.7			1157	2.5	3.4			2.0	1330	6.0	6.2	5.9	3982
	計	4.4	6.2	6.2	41	計	18.3	19.4	19.4	46	計	17.8	51.3	51.3			
36	10- 1-15	0.8	1.0	1.9	1268	10- 3-16	0.5	1.2	3.6	2446	10- 5-22	2.0	3.5	3.9			
		1.7	0.8	1.8			1207	2.1	1.9			3.6	2406	4.8	4.9	3.3	2251
		1.9	1.3	1.7			1177	2.7	3.2			3.4	2277	5.7	5.7	3.1	2100
		1.9	1.3	1.6			1059	1.3	2.4			1.8	1248	3.1	4.7	2.8	1907
	計	3.8	5.3	5.3	42	計	5.8	10.4	10.4	47	計	17.2	27.7	27.7			



第五十三表の四 無降雨期間流量蒸發量表

番號	年月日	蒸發量		流出 流量	番號	年月日	蒸發量		流出 流量	番號	年月日	蒸發量		流出 流量		
		古屋敷	小原				古屋敷	小原				古屋敷	小原			
48	10-5-27	4.6	5.5	3.0	1990	53	10-1	2.2	3.4	58	11	2.4	1.9	881		
				2.7	1825							2.3	1522		1.3	881
				2.5	1688							2.2	1468		1.2	801
				2.3	1566							2.1	1425		1.1	749
		計	14.0	7.9			計	21.1	19.3			計	7.3	5.3		
49	10-7-19	4.9	5.0	3.4	2290	54	10-10-6	2.9	2.6	59	10-11-25	1.3	1.9	1059		
				3.3	2238							2.0	1830		1.4	938
				3.1	2125							1.9	1299		1.4	945
				3.0	2039							1.9	1258		1.3	918
		計	21.6	12.6			計	15.9	9.1			計	6.2	5.6		
50	10-8-8	5.1	4.1	8.0	5427	55	10-10-11	3.2	3.8	60	10-11-30	1.1	2.6	836		
				5.3	3557							1.6	1108		1.2	810
				3.7	2526							1.6	1079		1.1	775
				3.5	2380							1.5	1049		1.1	732
		計	14.5	14.8			計	14.5	7.7			計	10.8	7.7		
51	10-8-30	4.7	4.7	3.2	2138	56	10-10-24	1.2	1.6	61	10-12-19	1.5	1.5	1197		
				3.1	2100							1.8	1248		1.6	1117
				2.9	1954							1.6	1079		1.5	1030
				2.7	1825							1.4	945		1.4	964
		計	14.0	9.0			計	9.8	5.5			計	7.6	7.3		
52	10-9-19	3.9	4.1	4.5	3053	57	10-10-30	2.5	2.6	62	10-12-25	1.7	2.0	775		
				3.7	2526							1.2	836		1.1	732
				3.6	2420							1.2	831		1.1	732
				3.4	2316							1.1	766		1.0	698
		計	12.2	11.3			計	6.6	3.5			計	4.6	3.2		
53	10-9-27	2.9	1.7	2.9	1990	58	11-1	2.0	2.3	63	10-12-25	1.8	1.8	698		
				2.7	1802							1.1	740		1.0	672
				2.8	1756							1.6	1059		1.0	672
				2.4	1599							1.4	945			
		計	12.2	11.3			計	6.6	3.5			計	4.6	3.2		

第五十四表 QZ計算表 球磨川水系球磨川 神瀬池水所 自大正八年 至 大正十年

番號	種別	年月日	自	至	蒸發量	流出量	ds	Q	dQ	Z = $\frac{dQ}{ds}$	番號	種別	年月日	自	至	蒸發量	流出量	ds	Q	dQ	Z = $\frac{dQ}{ds}$
1	s	8-3-15	8-3-20	17.0	30.2	56.2	4662	23J1	41.0	32	w	11-21	11-26	3.8	4.0	7.8	891	73	9.4		
2	s	3-31	4-2	8.5	10.7	10.2	2382	261	13.6	33	w	12-8	12-10	3.8	5.3	9.1	1187	60	6.6		
3	s	4-23	4-28	28.7	29.1	57.8	3796	232	49.0	34	w	12-13	12-16	6.5	13.0	1084	87	6.7			
4	s	5-3	5-9	30.6	14.9	45.5	1503	1234	27.1	35	w	10-1-4	10-1-6	4.4	6.2	1434	554	52.2			
5	s	5-14	5-17	20.9	39.4	59.4	6741	3058	51.5	36	w	1-15	1-17	3.8	5.3	9.1	1104	2-9	23.0		
6	s	5-22	5-27	22.4	17.7	40.1	2192	1180	29.6	37	w	1-22	1-26	9.5	11.0	23.5	1514	531	25.9		
7	s	5-30	6-1	11.6	6.0	17.6	1351	104	5.9	38	w	2-6	2-9	5.7	9.5	15.2	1713	531	34.9		
8	s	3-26	3-31	21.4	21.9	43.3	2580	1032	23.9	39	w	2-23	2-25	6.0	4.6	10.6	1322	115	10.8		
9	s	9-19	9-22	12.4	9.5	21.9	1616	90	4.5	40	s	3-3	3-9	18.3	19.4	37.7	2173	1848	49.0		
10	s	9-25	9-27	6.9	6.4	13.3	1439	320	24.0	41	s	3-16	3-18	5.8	10.4	16.2	2255	382	23.6		
11	s	10-8	10-11	7.9	9.4	17.3	1676	415	24.0	42	s	3-21	3-23	8.7	20.4	23.1	5295	4105	141.0		
12	s	10-18	10-17	10.7	15.0	25.7	2379	1577	61.5	43	s	3-29	4-1	12.2	22.5	34.7	3307	126	36.3		
13	s	10-18	10-22	11.4	9.7	21.1	1359	268	12.5	44	s	4-13	4-15	15.7	19.2	34.9	4385	1635	47.5		
14	s	10-24	10-26	5.1	5.0	10.1	1113	126	12.7	45	s	5-8	5-10	10.0	33.6	43.6	9079	9363	21.4		
15	w	11-9	11-13	7.8	8.2	16.0	1131	296	18.5	46	s	5-12	5-15	17.8	28.4	46.2	5853	4884	104.0		
16	w	11-30	12-2	3.2	3.4	6.6	775	52	7.9	47	s	5-22	5-25	17.2	12.6	23.8	2218	832	23.0		
17	w	12-9	12-11	5.8	3.6	9.4	797	44	4.7	48	s	5-27	5-29	14.0	7.9	21.9	1778	434	19.4		
18	w	9-1-3	9-1-10	4.6	5.8	10.4	1297	279	23.8	49	s	7-19	7-22	21.6	12.6	34.2	2128	324	9.5		
19	w	3-3	3-5	10.6	10.6	21.2	1808	635	29.9	50	s	8-8	8-10	14.5	14.8	23.3	3904	3047	104.0		
20	s	3-16	3-19	13.2	16.4	29.6	3910	1265	42.7	51	s	8-30	9-1	14.0	9.0	23.0	1982	313	13.6		
21	s	4-5	4-8	13.3	22.2	35.5	3855	1430	41.3	52	s	9-19	9-21	12.2	11.3	22.5	2685	737	31.3		
22	s	5-16	5-19	20.3	10.0	30.3	1717	453	14.9	53	s	9-27	10-1	21.1	19.3	40.4	1676	628	15.5		
23	s	5-25	5-29	22.2	10.6	32.8	1433	511	15.6	54	s	10-6	10-10	15.9	9.1	25.0	1219	222	8.9		
24	s	6-4	6-10	35.9	10.3	46.2	946	342	7.4	55	s	10-11	10-15	14.5	7.7	22.2	1055	106	4.8		
25	s	8-4	8-7	12.6	14.9	27.5	2632	787	28.6	56	w	10-24	10-26	9.8	5.5	15.3	1885	880	57.5		
26	s	8-28	8-30	12.0	15.3	27.3	3437	739	27.1	57	w	10-30	11-1	6.6	3.5	10.1	788	96	9.5		
27	s	9-16	9-18	9.7	13.7	23.4	3071	431	18.4	58	w	11-10	11-13	7.3	5.3	12.6	934	310	24.6		
28	s	9-21	9-23	8.9	10.7	19.6	2395	262	13.4	59	w	11-25	11-28	6.2	5.6	11.8	961	106	16.6		
29	s	10-7	10-9	5.2	8.8	14.0	1885	682	48.7	60	w	11-30	12-6	10.8	7.7	18.5	759	172	9.3		
30	s	10-17	10-19	5.2	5.4	10.6	1217	40	3.8	61	w	12-19	12-23	7.6	7.3	14.9	1008	378	25.4		
31	w	10-23	10-25	6.4	4.6	11.0	1026	47	4.3	62	w	12-25	12-27	4.6	3.2	7.8	724	103	13.2		

更に河川の性質と  $Q, s, Z, t$  等との關係を考へるに九州山系に屬する河川の 1 たる一瀬川, 球磨川, 並阿蘇火山附近の河川と, 九州山系に屬する河川との性質を併有する五箇瀬川に於ける小流域に就ては  $Q, Z, s, t$  等間に理論上豫期する様な關係が明に成り立ち, 大流域の場合でも稍之に近い結果を表はして居るが霧島火山地方の河川たる菱田川水系大烏川に於ては流域小なるにも不拘  $Q, Z, s, t$  等間に理論の豫期する様な關係が全く成り立ち居らず, 又大流域の場合でも大淀川に於ける實例の如く九州山系地方の大流域の場合と趣を異にし前述の關係は全く成り立つて居ない。然らば阿蘇, 霧島の火山地方では全然此關係が成り立たぬかといふに, 同じ阿蘇火山附近の河川でも白川の如きは菱田川に類し上記の關係が成り立たぬ様に思はるゝが, 阿蘇山附近の河川と九州山系附近の河川の性質を併有する五箇瀬川吐瀬測水所に於ては明に理論から豫期する様な關係が成り立ち居る故一概に火山地方の河川は此關係が成り立たぬといふ譯には行かない。要は地形, 地質殊に地下の含水層, 水脈の狀況に依るといふことに歸着する。之等の點に關しては更に廣く深く單に九州に於けるのみならず他の地方の河川に就ても研究さるゝことが望ましいのである。

## 62 $QZ, Qs, Qt$ 曲線の比較其他

$QZ, Qs, Qt$  曲線は河川流域の含水量と流量との關係を表はすもので河川の性質を代表するものと見るべきである。従つて各河川に就て之を比較することが必要である。前に曲線を求める場合に流量は各測水所の全流量を用ひた故流域の大なるものと小なるものとを比較することが出来ない。之を比較するためには流量を全流量とせず單位流域面積當りの流量をとればよい。流域面積を  $A$  (方里を單位とす) とすれば

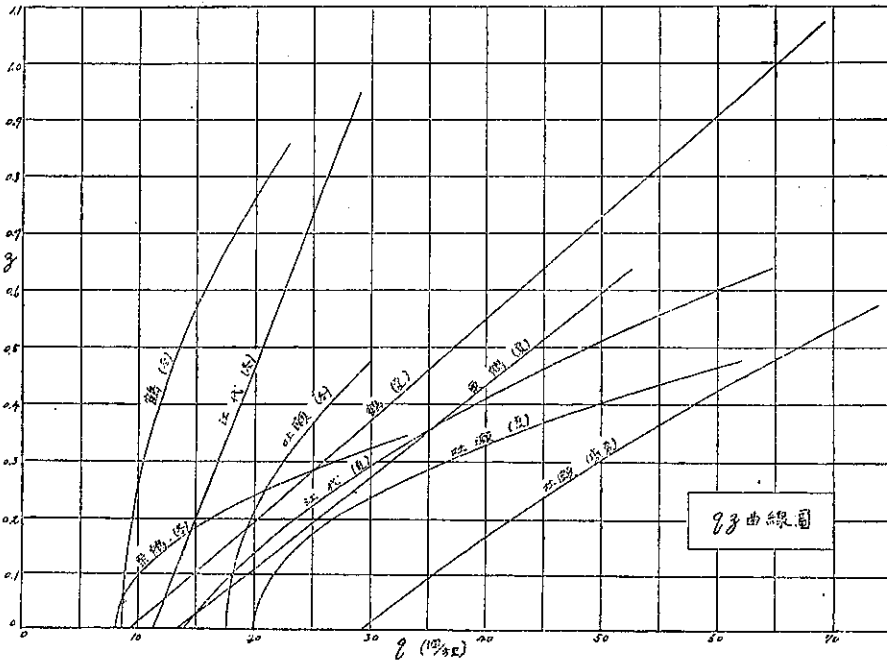
$$\text{單位流域面積當りの流量} = q = \frac{Q}{A}$$

$$\text{此場合の流量と含水量の微分比} = z = \frac{dq}{ds} = \frac{\frac{dQ}{A}}{\frac{ds}{A}} = \frac{1}{A} \frac{dQ}{ds} = \frac{Z}{A}$$

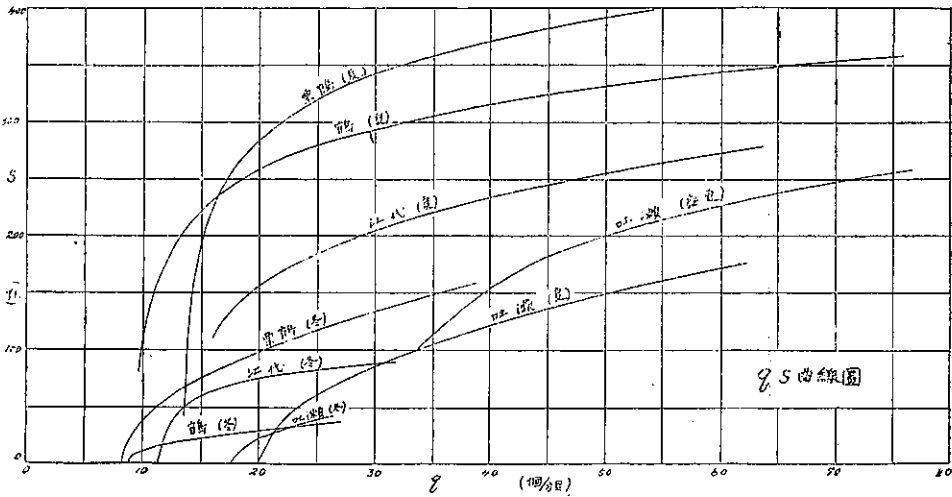
となり  $s$  と  $t$  とは流域面積に關係がない故變らない。即ち  $Q$  と  $Z$  を流域面積で除し各  $q, z$  とし之で  $qz$  曲線,  $qs$  曲線,  $qt$  曲線等を作れば流域面積の關係がなくなる故各河川のものを比較することが出来る。斯の如くにして曩に求めた各測水所に於ける  $qz, qs$  曲線を圖示すれば第四十一圖及第四十二圖を得る。

先づ第四十一圖  $qz$  曲線に就て見るに該曲線の性質として

- (1) 曲線が右に在れば流量比較的大で左に在れば小である。
- (2)  $z$  の値が大なれば一定の含水量の變化に對する流量の變化が大である故水平軸と  $qz$  曲線のなす角が大なれば河川の流量の變化が大で, 角が小なれば變化も小である。



第四十一圖



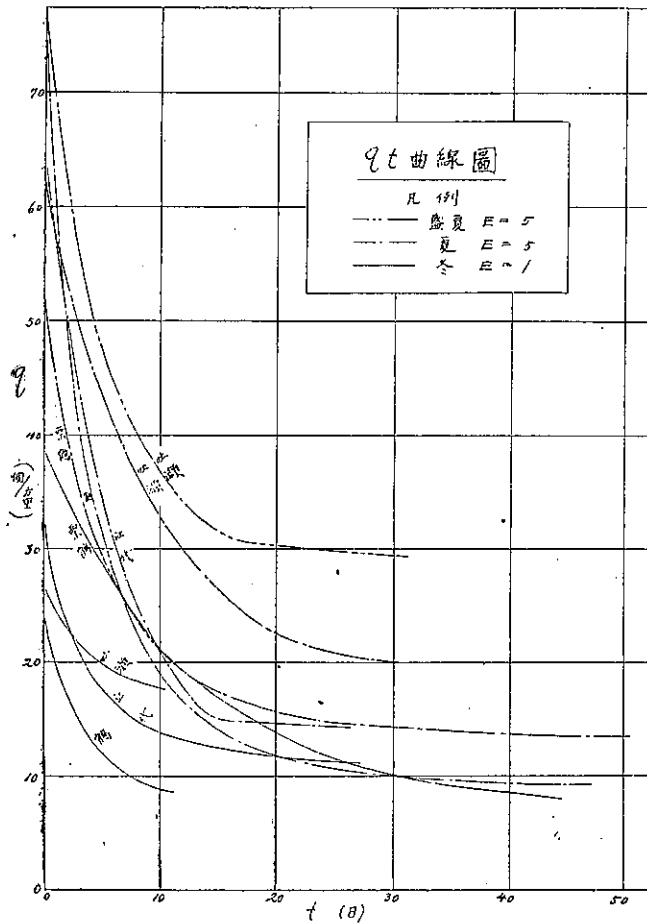
第四十二圖

(3) 以上の結果として  $q_3$  曲線が可成右に在り、且可成水平に近いものは河川の流量常に豊富で利用上宜しく、曲線が左方に在り且水平軸との角大なるものは河川の流量少く且流量の増減が著しい。

といふことが知られる。

$q_s$  曲線に就て見るに第四十二圖に於て第一に目に止ることは曲線の位置が區々であることである。之は曲線の方程式の形式が種々であり、且積分常數  $C=0$  とした結果であつて性質上止むを得ぬ所である。 $q_s$  曲線に於ても其性質上  $q_z$  曲線に對すると同様

- (1) 曲線が右に在るもの程流量が比較的大で左に在るもの程小である。
- (2) 曲線が水平軸となす角度が小であれば一定の含水量の變化に對する流量の變化が大



第 四 十 三 圖

で、角が大であれば流量の變化は小である。

- (3) 以上の結果曲線が左方に在り其曲線が水平軸となす角が大なるときは河川の流量が常に豊富である。

といふことが知られる。

元來  $Q_s$  曲線は事柄の考の上からは最も基本的のものであり重要であるが、實際に於ては

之を作るに直接實測の結果を用ふることが出來ず、且積分の方法に依る場合方程式の形式の變化に依り曲線の形變り、其邊に就ても種々考へねばならぬことが多い。而して單に河川の性質を見又は比較する爲には  $Q_s$  曲線は之を作る必要なく、 $QZ$  曲線丈あれば充分である。 $qt$  曲線は各測水所に就ても多數生ずるが其 2, 3 を比較すれば第四十三圖となる。 $qt$  曲線は流量用と同性質のもの故比較上の要點の列記を見合せる。

$QZ$ ,  $Q_s$ ,  $Qt$  曲線等に就き今一つ考ふべきことは之等の曲線の根源たる  $QZ$  曲線を作るとき  $\frac{dQ}{ds} = Z$  に對應する流量は無降雨期間の最初及最終の流量の平均數をとり、而も最小自乘法に依つて  $QZ$  曲線を求めてある故曲線其物が多數實測結果の平均を表はすものとなつて居る、従つて渴水量、最小流量等に及んで居ないことである。抑渴水量は1年の内10日丈け之より小なる日のある流量である故河川の流量全體から見れば寧ろ例外的なものであり、實測の平均を求むる際之に及ばないのは理の當然であるから  $QZ$  曲線其他が之を含む所迄延びて居ないのは當然であるが、一方水力電氣其他に河川の水を利用するときは渴水量、最小流量等は實地上最も重要なものであり、殊に  $Qt$  曲線等に於ては是非之等の流量迄曲線の及ぶことが望ましいが、事柄の性質上之は不可能のことである。尤も曲線の *exterpolution* に依り渴水量又は最小流量以下に及ぼすことは或は不可能でないかも知れないが、著者の工夫した範圍では合理的に之を行ふことが出來ないから、茲では之に關し何事をも記さぬこととする。しかし或測水所に對し相當長期の實測資料から  $QZ$ ,  $Q_s$ ,  $Qt$  等の曲線を作りおき之に其最後に起る實例を照し合すれば或は最小流量に及ぼすことが不可能ではないであろう。尙本論文に於て述べた  $QZ$ ,  $Q_s$ ,  $Qt$  曲線に關する事項は材料も貧弱であり經驗も乏しい故更に九州以外の河川に就ても廣く深く研究さるゝ機會のあることを切望する次第である。

## 第九章 結 論

### 63 結 論

本篇各章に於て九州の河川の流量の各種の事項に就いて論じたが其内主要なるものを列記すれば下の通りである

- (1) 流量曲線の整定法は流量調査に於ける最も重要な事項であり、本邦に於ては流量曲線の方程式を用ふることが多いが著者は各種の得失を考慮し、曲線の方程式を用ひず水位流量、其他河川横断面の形狀等をも考慮に入れ、曲線を専ら圖上に作り別に流量表を作り流量計算の便を計るの方針を執つた。而して此方法は流量を可成實際に近いものを求める上に於て適當であつたと考へる。
- (2) 九州に於ては河川の性質は九州山系方面の河川と阿蘇、霧島兩火山方面の河川とに於て根本的に相違する。

- (3) 濁水量の分布は雨量の分布とは關係薄く主として流域の地形地質に依り九州山系地方少く阿蘇、霧島火山地方は豊富である。
- (4) 平水量の分布は大體に於て雨量の分布と相似て居り、年雨量多き所は平水量多く、雨量少き所は平水量が少い。
- (5) 年雨量と年流出量とを比較するに測水所の大多數に於ては其差 500—1,000 耗で蒸發、蒸散に依りて失はるゝ水量に一致して居り、年雨量と年流出量との關係は濁水量の大なる河川も小なる河川も格別の相違がない。
- (6) 月雨量と月流出量とを比較するに其比たる流出係數は普通 40% 乃至 200% で、1 方里當濁水量 10 個以上の河川に於ては四月より九月迄は流出係數少く、十月より十二月は流出係數が大で其大部分は 100% を超えて居り、1 方里當濁水量 10 個以下の河川に於ては斯の如き關係がない。尙六月は各河川共流出係數が小である。
- (7) 河川の流量に就て考ふる際流域内の含水量といふ考を入るれば研究上頗る便である。
- (8) 河川流量と含水量の變化との關係を見るに洪水時等に於ては 1 月 100 耗以上に相當する流出があるが、濁水時等に於ては僅々 3 耗以下で其量は蒸發量よりも少い程度のものである。従つて無降雨期間が相當長時日に亘つても河水涸渇することなきは少しも不思議はない。
- (9) 1 年に於ける含水量の變化を見るに一月より三月迄は大體に於て増減なく、四月より六月上旬梅雨前に亘り漸次減少し、梅雨中著しく増加し、之より九月迄は含水量比較的多く十月より十二月に亘り漸次減少する。
- (10) 1 年間に於ける含水量増減の模様は上の通りで各河川共大體似て居るが其増減の量は河川に依り著しく異り、月量に依つて計算した場合 1 年間に於ける最大、最小の差 200 耗許より 800 耗に及んで居る。而して九州山系及日向山脈地方の 1 方里當濁水量 10 個以下の河川では含水量の増減少く 1 年間の最大、最小の差 250 耗を超ゆるものなきに反し阿蘇、霧島火山地方では 400 耗を超ゆるもの多く最も大なるものは 800 耗を超えて居る。
- (11) 無降雨期間に於ける含水量の變化と流量變化との關係を検するに、九州山系及日向山脈地方の河川に於ては流量と  $\frac{dQ}{ds}$  との間に二次の拋物線に似た關係が成り立つが、阿蘇、霧島火山地方の河川の或物では到底成り立たない。
- (12) 流量と  $\frac{dQ}{ds}$  との曲線は九月下旬より三月迄即ち地中溫度が地表より地中に行くに従ひ増加する時と、四月より九月迄即ち地中溫度が地表より地中に行くに従ひ減

するときとは、別れて2個の曲線を形作り前者の方が流量軸に對して大なる角度をなす。此事は土砂中に於ける水の流速は温度の低きとき少で、温度の高きとき大なる事實と符合する。

- (13) 流量と  $\frac{dQ}{ds}$  との曲線の方程式より 流量と含水量の 關係を表はす曲線を作ることが出来る。此曲線の方程式に於ては温度に依りて變化すべき性質の定數がある故、此曲線は1年を通して一定の關係を表はすものではない。従つて無降雨期に於ても含水量と流量との間に直接單一なる關係を認むることが出来ない
- (14) 流量と  $\frac{dQ}{ds}$  との關係を表はす曲線が出来た場合には之を變化し、蒸發、蒸散の日量を假定した場合の流量と時間の關係即ち無降雨期間に於ける流量減少の狀況を表はす曲線を作ることが出来る。此曲線は實地上將來の流量を推定するに役立つことが多い。

以上は實測の結果より導出した事項の主なるものであるが、之等の結果より當然得らるべき事項は下の如し、

- (15) 河水は雨水に依つて保たれ、雨水の一部は直接河中に流入し一部は地中に滲み込みて漸次地下水に合體し、地下水は所々より河川に流入し河流を保ち特に降雨なきときの河川流量の根源をなして居る。
- (16) 降雨があつた場合直接河中に流入する水と地中に滲透する水との割合は流域の地形、地質に依りて大いに異り、九州に於ては阿蘇、霧島兩火山地方の河川に於ては滲透多く九州山系、日向山脈地方の河川は少い。
- (17) 地中に滲透した水が地下水となつて流出する状態は、流域の地形地質に依りて異り又1年間に於ては地中温度の變化に依つて大なる影響をうける。1年に於ける含水量の變化の模様を考ふるに一月より二月末迄は地中温度比較的高きも地表に近き部分の温度低き爲含水量に比し河川への流入少く従つて含水量の變化少く、三月より六月に亘りては地表に近き部分の地中温度高くなるため地下水の流動容易となり、多量の水が河川に流出し一方蒸發蒸散も亦盛なる故含水量減じ梅雨中には含水量著しく増大し、七月八月頃には地中5米附近の地中温度最低となる故流出量は地表温度高き割に少く、九月は地表附近の温度高き故流出多く、十月以降は地表附近の温度漸次降下する故流出量も減少するが雨量に依る補給も少き故含水量は漸次減少する。
- (18) 従來流量測定の結果なきか又は不充分なる河川の流量を推定するに流域内の雨量を基とし、附近流域と比較して之をなしたが平水量の推定をなすことは年雨量を標準として差支はないが、湧水量は全く異り地形地質を基として推定すべきものである。

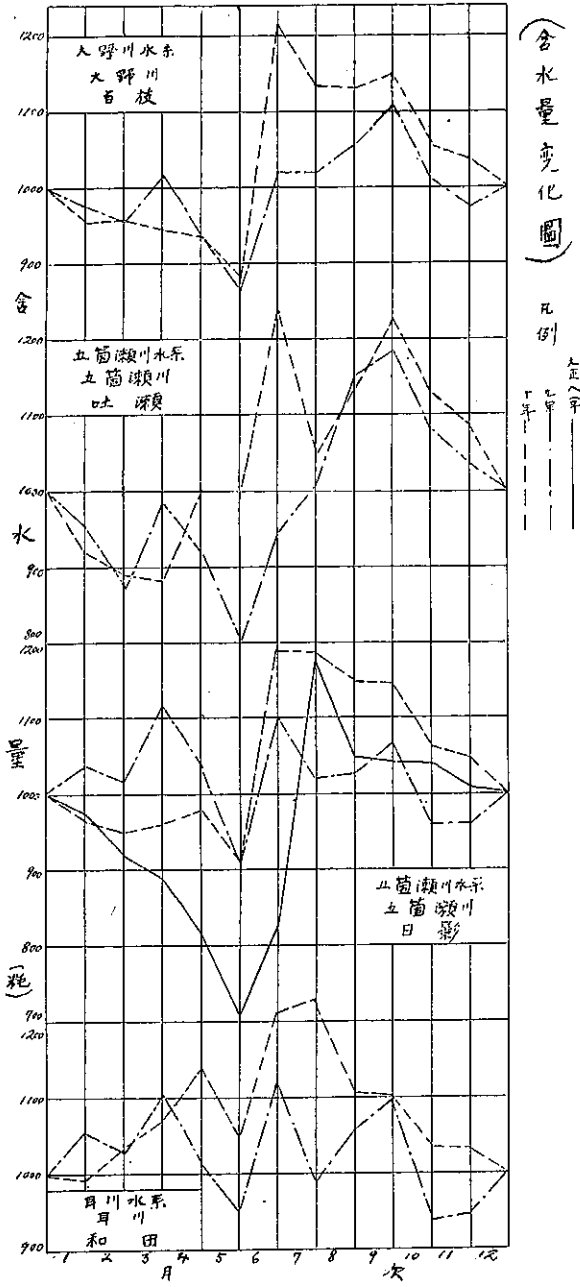


以上掲げた事項の或ものは従来餘り注目されて居なかつた事である。今後河川流量に關し調査をなす場合には雨量、流量等の外蒸發量、蒸散量、地下水水位、地中溫度等の調査をなし又  $QZ$  曲線等に關しては更に研究をなすことが必要である。斯くすることに依つて河川流量に關する研究範圍、方針を著しく擴張せしめ利用上に於ても便益を得ることが尠くないと考へる。

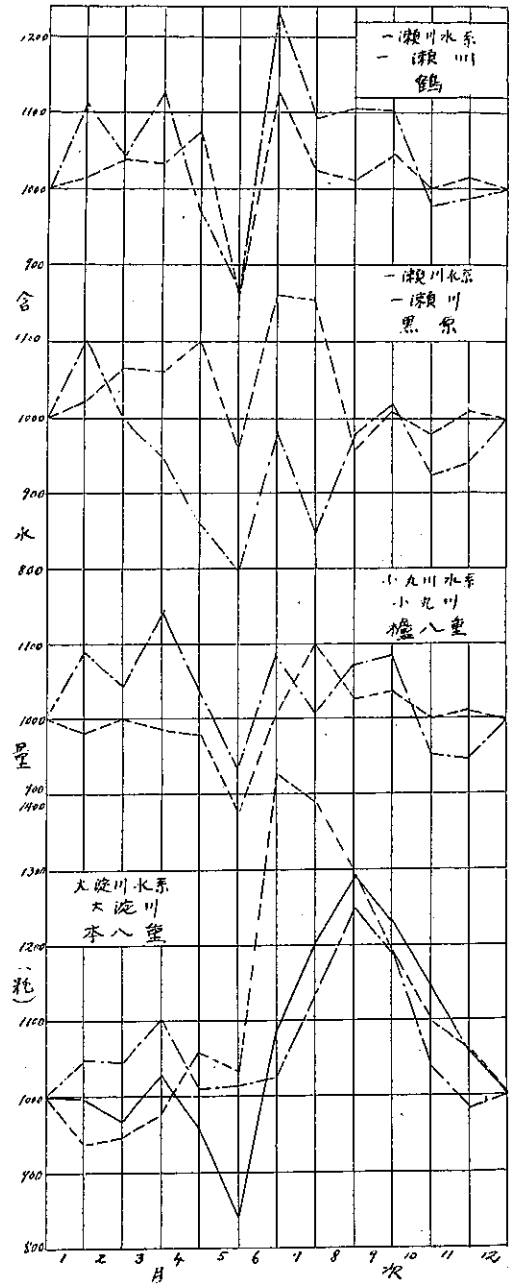
(完)

## 附圖第二

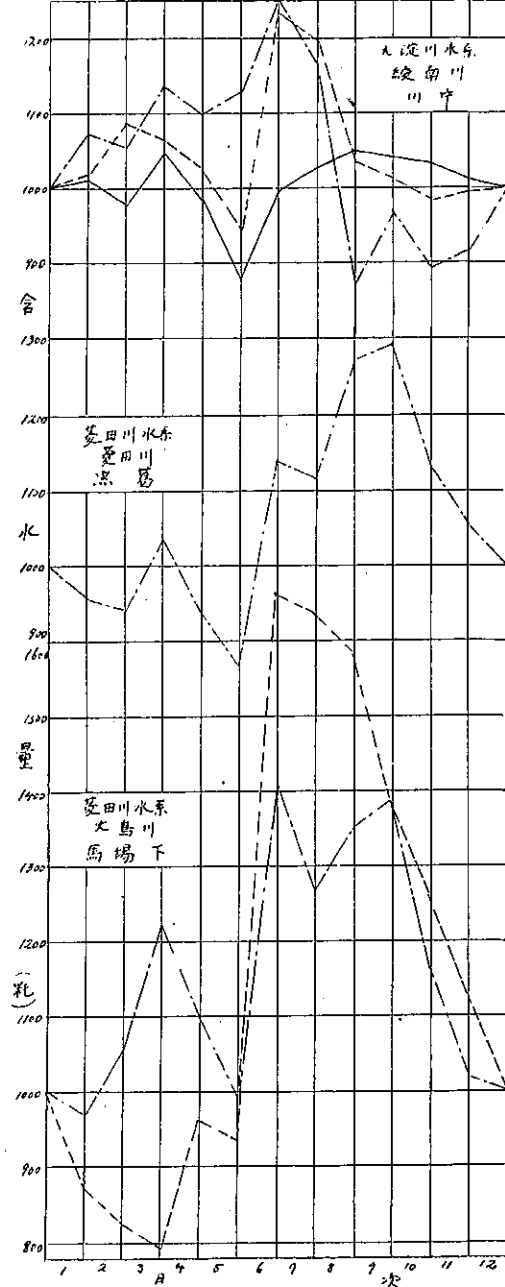
(一)



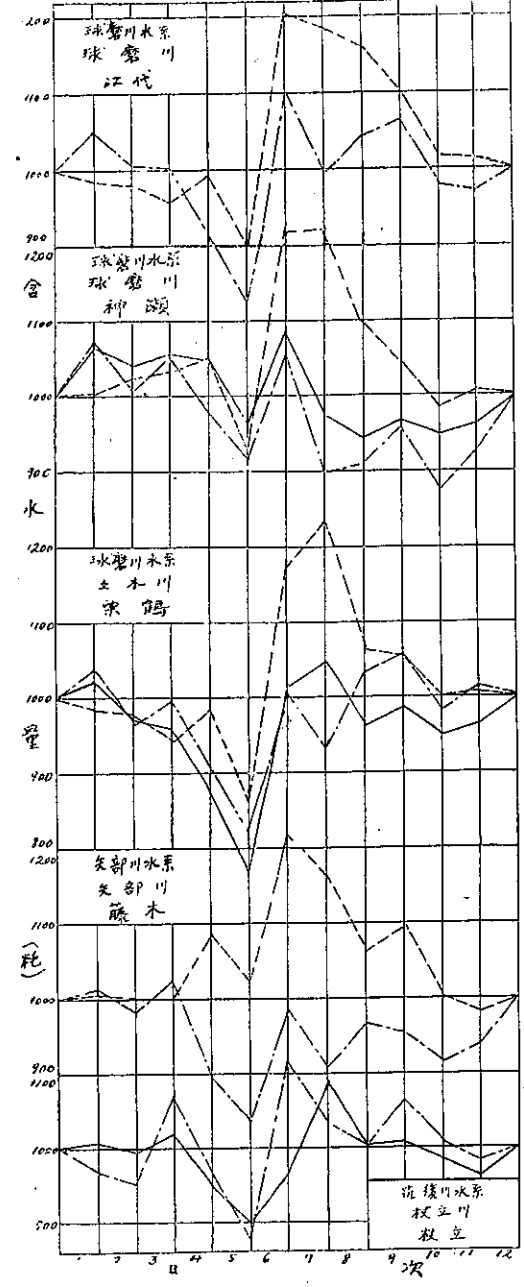
(二)



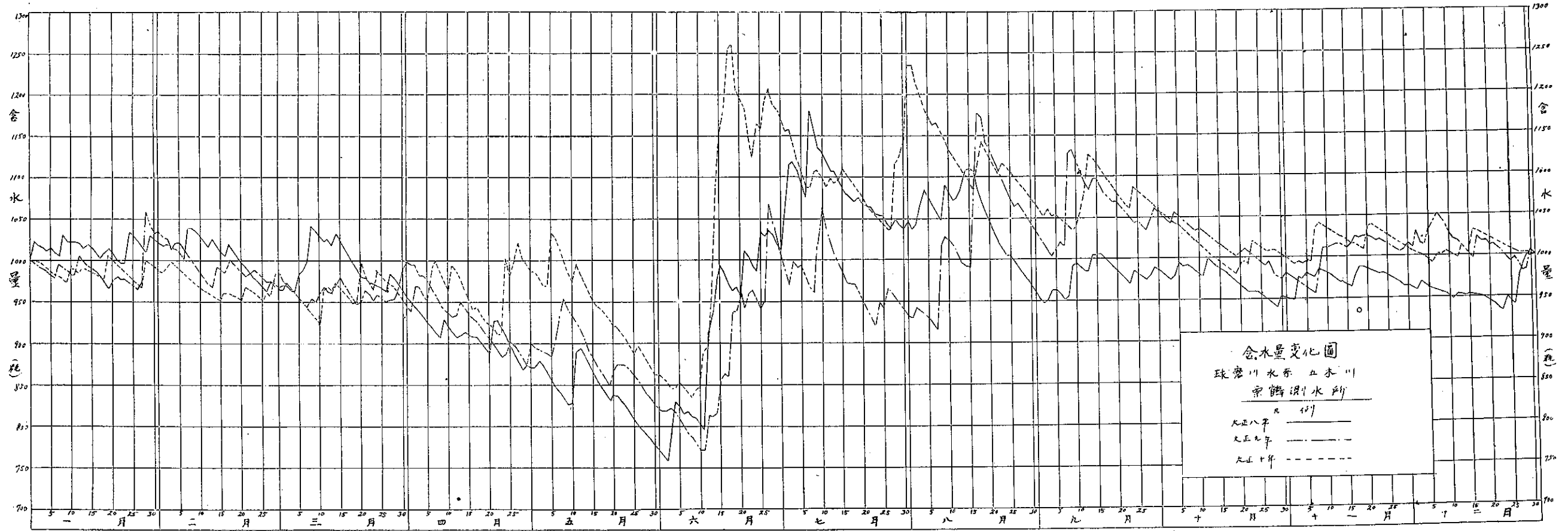
(三)



(四)

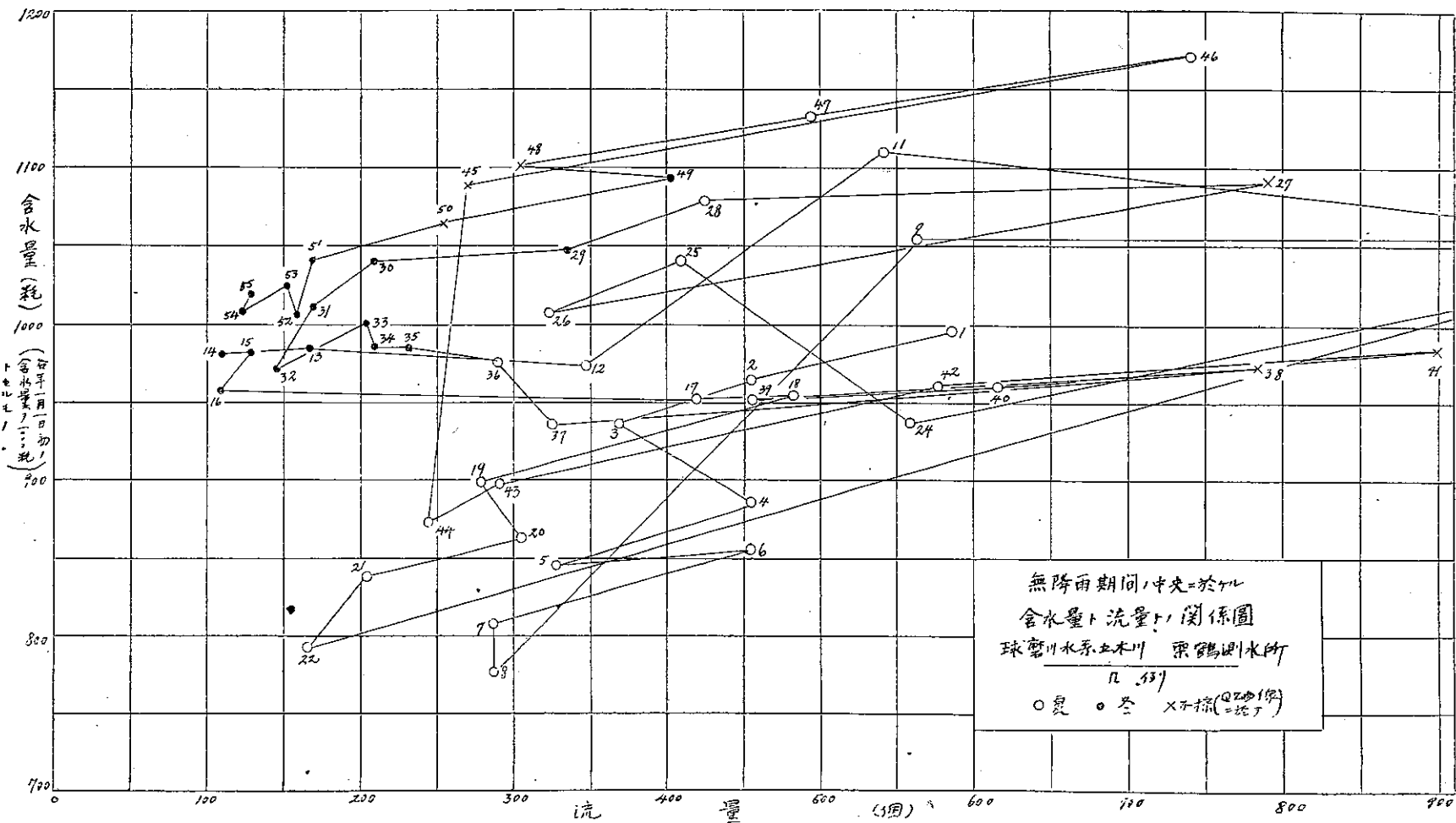


附圖第三

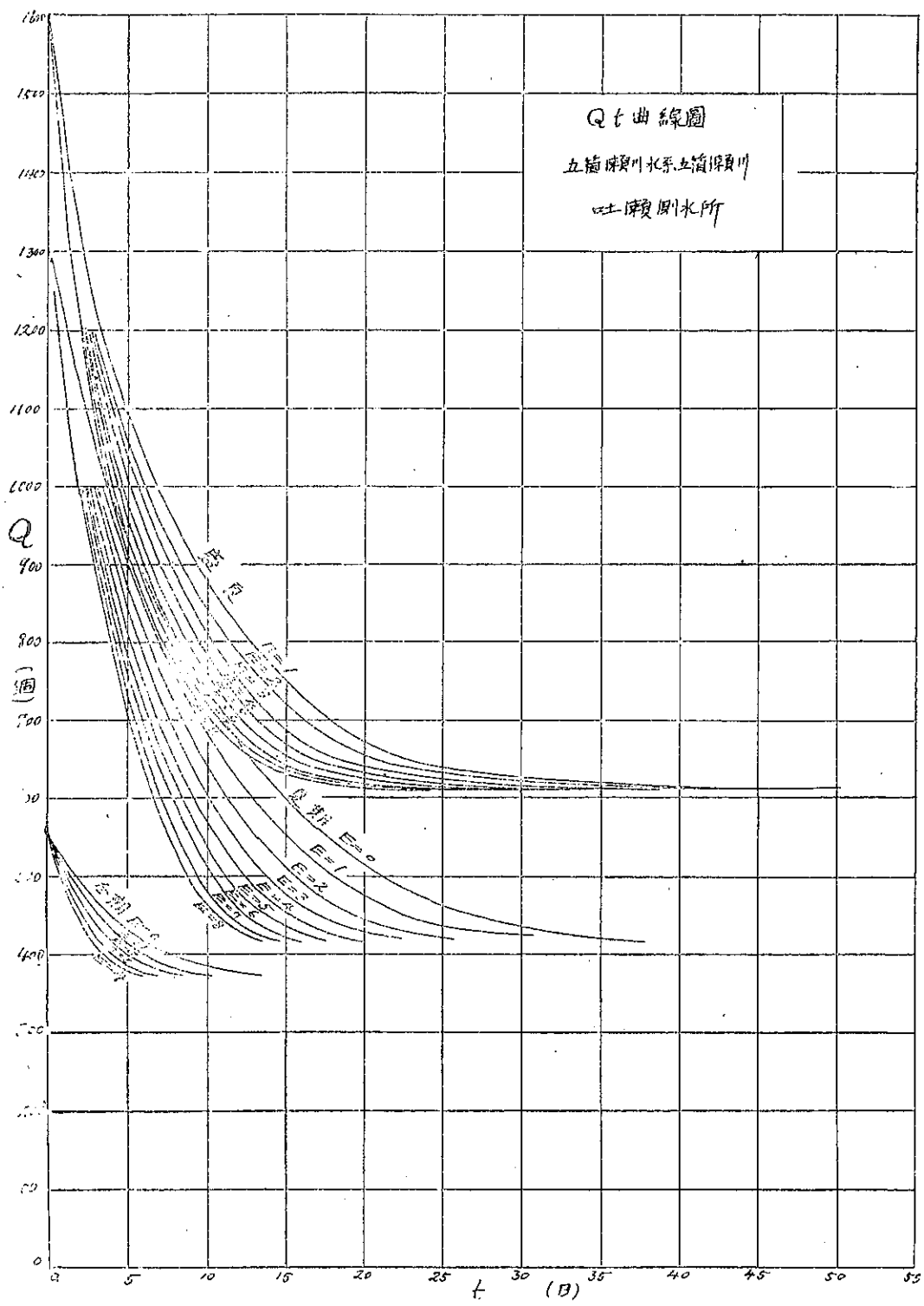


(日本經濟學社刊)

# 附圖第四



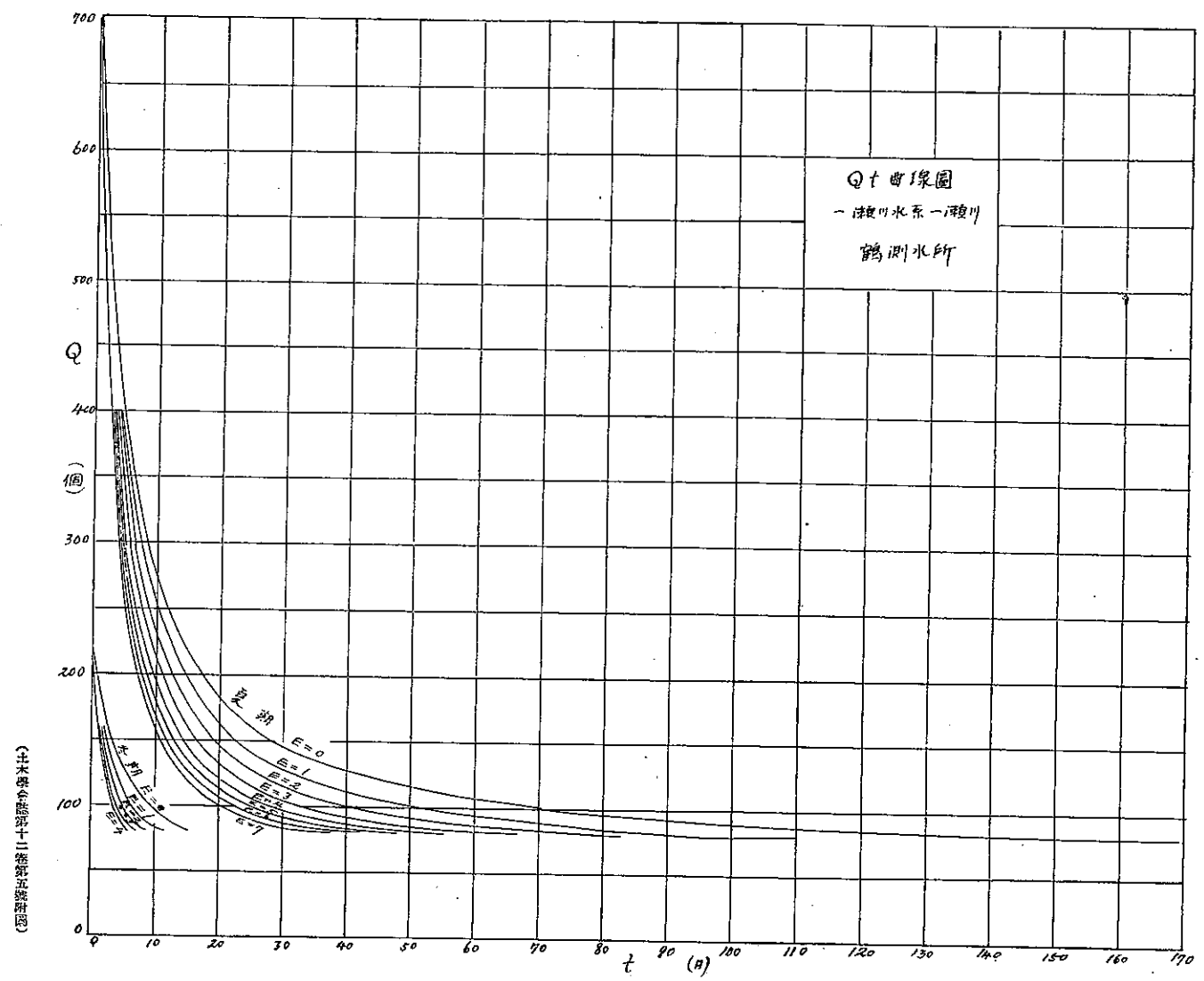
# 附 圖 第 五



(土木學會誌第十二卷第五附圖)

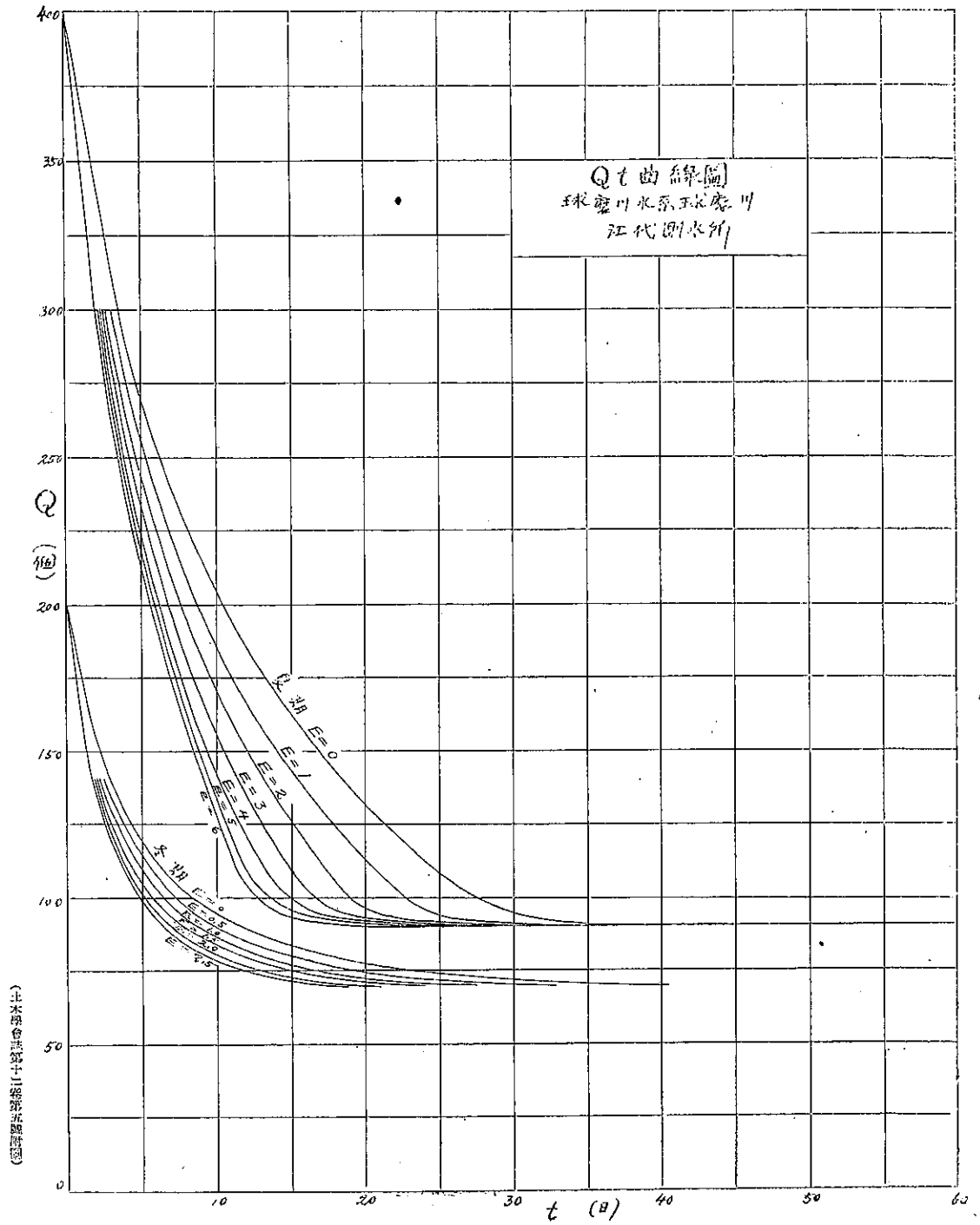
1202-74

附圖第六



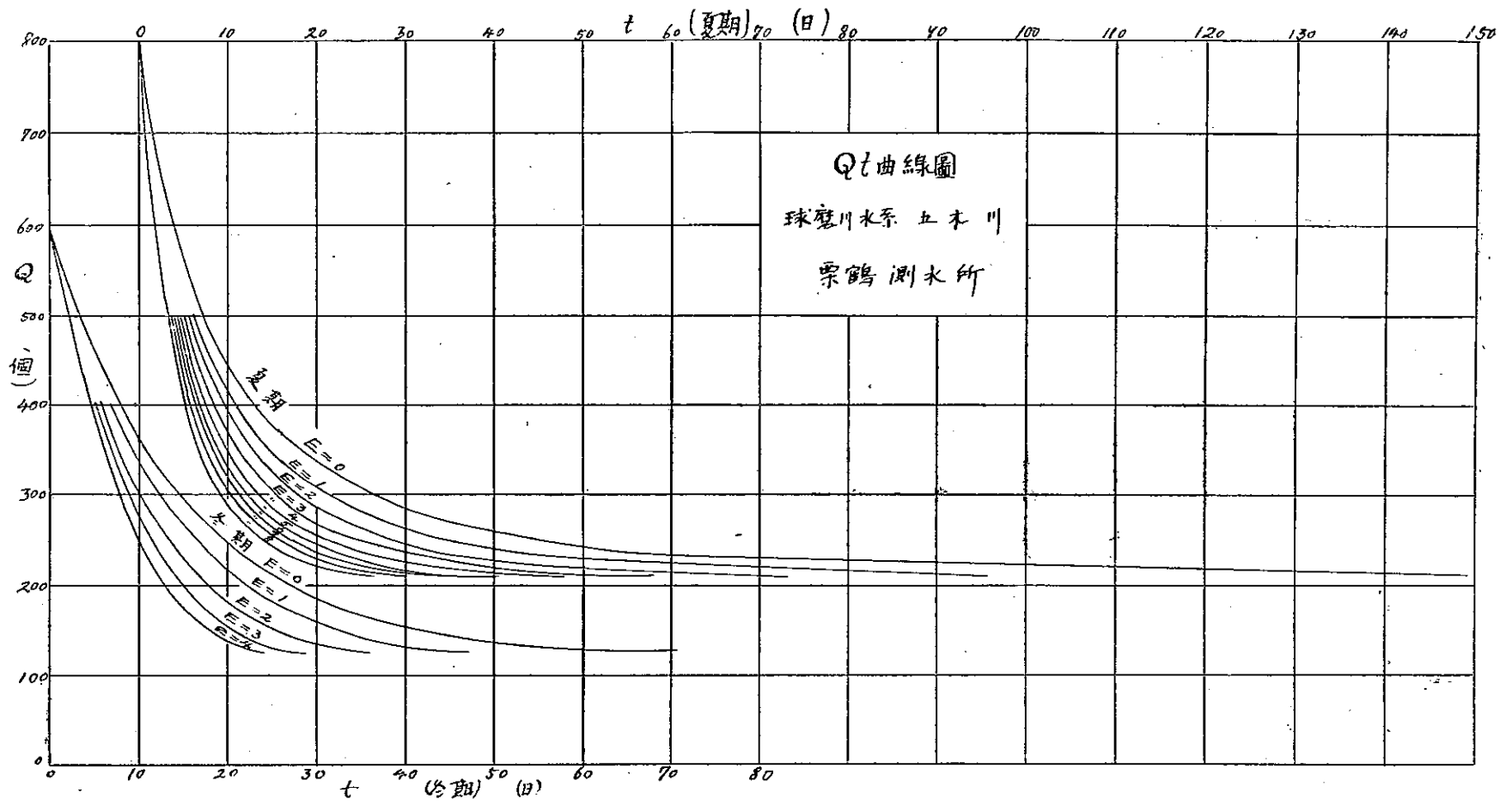
(土木學會臨時第十二卷第五號附圖)

# 附 圖 第 七



100-1

# 附圖第八



〔宇米橋全線第十二號五木川測水所〕