

降水量ト流出量トノ關係

附誌

附誌

土木學會誌

第二卷第二號

大正五年四月

著者 工學士 金森 敏太郎

本會誌第一卷第二號及第五號ニ掲載セラレタル拙稿ニ對シ幸ニ識者ノ高教ヲ辱フスルヲ得タルハ著者ノ感謝スル所ナリ

近藤博士ハ Binnie ノ說ヲ引キ降水ノ平均量ヲ確定セントスルニハ少クトモ三十ヶ年乃至三十五ヶ年ノ觀測ヲ要ストセラレタリ流出量ハ降水量ニ比シテ更ニ變化ノ大ナルモノナレハ流出量ニ就テ降水量ト同程度ノ平均偏差ニ止マル平均量ヲ得ントスルニハ更ニ長キ年數ヲ要スルヤ明カナリ

數十年ヲ期スル調査ノ困難ナルコトニ就テハ著者モ同博士ト同感ニシテ降水量ニ就テハ今暫ク措キ流出量ニ關シ長年月ニ亘ル正確ナル數字ヲ得ントスルニハ次ノ件々ヲ實行スル必要アリ

(一) 水位ノ觀測其記錄ノ整理保存

或ル適當ナル地點ニ量水標ヲ設ケ平時ニハ朝夕二回洪水時ニハ毎時ノ觀測ヲナスコトハ普通行ハル、所ニシテ其記錄ハ兎ニ角保存セラルト雖モ後日ニ至リ溯リテ之ヲ利用セントスルニ際シ往々遺憾ノ點ナキニアラス即チ量水標其物ノ變遷ノ記錄ヲ缺クコト是レナリ例ヘハ位置ノ變更目盛板ノ打換等ノ際零點ノ高サニ變化ヲ生スルコトアリ甚シキハ量水標ヲ設クルモ或ル水準基

線ト其零點ノ高サトノ關係ヲ測量シアラサルモノアリ是等ハ水位ノ記錄アルモ後日ニ至リ錯誤ノ原因トナリ又ハ全ク利用ノ途ナキニ至ルコトアルヘシ故ニ量水標ヲ設置シタル時又ハ其零點ノ高サニ異動ヲ生シタリト認メラル、時ハ速ニ實測ニ依リ其高サヲ確定シ置クヲ要スヘシ次ニ臺帳ヲ設ケ前記ノ變遷異動ハ其都度之ニ記入シ置クヘキナリ

因ニ水準基線ニ就テ一言セン現今東京地方ニK.H.大阪地方ニH.O.H.其他ニモ類似ノ基線アリテ一部ニ使用セラル之ハ明治ノ初年蘭人ノ來リテ我邦河川ノ調査ニ着手スルヤ他ニ何等ノ基線ナキヲ以テ便宜ニ設ケタル基線ニシテ各地何等ノ連絡ナキノミナラス今日ニ在リテハ殆ント信賴スルニ足ルヘキ基線ナシト云フモ可ナリ此ノ如キ不便ナル基線ハ宜シク全廢スヘキナリ參謀本部ノ水準網ノ普及セル今日ニ於テハ何レノ地ニ在リテモ之ヲ利用スルニ殆ント不都合ナカルヘシ歐洲大陸ニテモ凡テ類似ノ一定ノ基線アリ我邦ニテモ今後一般ニ之ヲ用フルコト、スレハ全國統一セラレテ便利ナルヘシ之ハ獨リ河川ノミナラス港灣鐵道等凡テ一定センコトヲ望ム

(二) 流量曲線ノ時間的變遷ヲ明カニスルコト

流出量ハ水位ト流量曲線トヨリ算出スルヲ便トスルコトハ言ヲ俟タサル所ナリ圖式ト算式トヲ問ハス一度流量曲線ヲ得ルモ之ハ一般ニ長年月ニ亘リ不變ナルモノニアラス天然人爲ノ原因ニヨリテ變化スルモノナルヲ以テ其時間的變遷ヲ明白ニナシ置カサルヘカラス其ニハ時々流量ノ實測ヲ行フヲ要ス而シテ其結果ハ臺帳ニ記入スルコト量水標ノ臺帳ト同様ナルヘシ

以上ノ方法カ完全ニ行ハルレハ獨リ流出係數ノミナラス其他ノ調査ニモ便宜多カルヘシ文明國ニテハ此等ノ調査已ニ一通リ行届キ居ル上ニ尙調査ニ努メツ、アリ我邦ニ在リテハ此等ノ調査ニ困難ナル事情アリトハ云ヘ一通丈ケニテモ明白ナラサルハ國家ノ態面ニモ關スヘシト思ハルルカ故ニ速ニ各地方ニ亘リテ調査ノ實行ヲ望ム所ナリ

山田君ハ遞信省ニ在リテ多年専門ニ調査セラレタル有益ナル結果ヲ發表セラレタリ就テハ少シク卑見ヲ述ヘン

流域内降水量ノ算定ニ高度更正係數ナルモノヲ使用セラレタルハ斯新ナル一法タルヲ失ハスト雖モ何レノ河川流域ニ在リテモ同様ノ方法ヲ施シ得ルヤハ疑問ナリ猪苗代湖流域ニ就テハ土地ノ高度ト年降水量トノ間ニ相當ニ規則正シキ關係ヲ示セルカ如シト雖モ同君モ已ニ指摘セラレタルカ如ク降水量ハ種々ノ原因ニヨリテ左右セラル、ヲ以テ廣キ流域ニ在リテハ其關係複雑トナルヘシ少クモ次ノ件々ニ就テハ考究ノ價值アリト信ス

一 山田君モ富士山脈ニ關シテ述ヘラレタル如ク雨ヲ伴ナフ風ニ面セル傾斜地ト夫レニ背ケル傾斜地トハ雨量ニ如何ナル變化アルヤ

二 土地ノ高度ト年降水量トノ關係ハ降水量其物ノ多少ニ關係セサルヤ

三 少クモ夏冬兩期ニ就テ關係ヲ異ニスルモノト認ムルヲ以テ可トセスヤ

要スルニ土地ノ高サヲ増ヌニ從ヒ降水量ノ大ナルコト特ニ東北地方ニ於テハ雪トシテ降ル夫レノ大ナルコトハ疑ナキ所ナリ

次ニ山田君ハ毎月並ニ毎年ノ流出係數ヲ計算スルニ當リ湖ノ爲メニ生スル蓄積及給養ヲ除斥セラレサリシハ遺憾ナリ同君ノ示サレタル處ニ據レハ日橋川流域内ニハ大小五個ノ湖水アリ猪苗代湖以外ノ湖水ハ之ヲ合計スルモ其面積小ナルヲ以テ省ミルニ足ラスト雖モ同湖ハ流域面積ニ比シ可ナリ大ナル面積ヲ有スルヲ以テ之ヨリ起ル蓄積及給養ノ作用ハ流出係數ニ相當ノ影響ヲ及ホスヘシ今或ル月ノ始メニ於ケル猪苗代湖ノ水位ヲ五翌月ノ始メニ於ケル同上ヲトシムル湖ノ面積イテ流域面積トスレハ流出量ニ及ホス影響流域内水層ノ高サニテ表ハスハ次ノ如キモノナルヲ以テ降水量ト比較スルニ先チ之ヲ其月流出量ヨリ減セサルヘカラス

$$\text{湖カ或ル月ノ流出高} = \text{及ホス影響} = \frac{\alpha(L-l)}{A}$$

$L-l > 0$ ナンハ給養トナリ $L-l < 0$ ナンハ蓄積ノ作用トナルコト明カナリ數字ニテ例セハ $L-l = 1$ 尺 = 303 米 α ハ水位ニ拘ハラズ不變ナル六七六方里 A ハ五二三〇方里トスレハ湖ヨリ來ル給養ハ三九二耗トナル即チ水位ノ變動大ナル場合ニハ湖ノ影響ハ輕視スルヲ得ス猪苗代湖ノ水位ハ實際ニ如何ニ變動セルヤ余ハ之ヲ詳ニセスト雖モ山田君ノ與ヘラレタル第二表ニ就テ觀ルニ大正元年十月同二年及三年九月ニ於テ流出係數ノ大ナルハ何レモ其前月ニ於テ降水量大ニシテ從テ其ニ起因セル流出量ノ一部ハ湖ニ蓄積セラレ翌月ニ入りテ徐々ニ流出セル結果ナリト想像セサルヲ得ス從テ同君ノ試ミラレタル如ク或月及前月ノ雨量ヲ平均シタルモノト其月ノ流出量トヲ比較スル方流出係數ノ變化少ナキハ湖ノ爲メニ生スル蓄積及給養作用ヲ當然ニ多少除斥スル結果トナルコトモ與テカアルモノト認メサルヘカラス以上ハ月ヲ單位トシタル場合ニ付テ論シタルモノナルカ湖ノ影響ハ期間長クナレハ漸次減少スルモノナルハ言ヲ俟タス年ノ場合ニハ上式ノ L ヲ其年ノ始メノ湖ノ水位 l ヲ翌年ノ始メノ同上トシ上式ニテ計算セル多寡ヲ年流出量ヨリ減スヘキモノナルコトモ云フ迄モナキ所ナリ

次ニ同君ハ流出ノ遅延ヲ計算ニ入ル、方法ヲ論シ或月及前月ノ雨量ヲ平均シタルモノト或月ノ流出量トヲ比較シテ其方カ良好ナル結果ヲ得ルコトヲ示サレタル卓見ハ敬服スル所ナリト雖モ *Schreiber* モ嘗テ類似ノ方法ヲ論シタルコトアリ此事ハ第一編中ニ記載スヘカリシニ執筆ノ際誤テ之ヲ脱シタリ依リテ機ヲ見テ紹介セント欲シ居リシ所ナルヲ以テ今次ニ記述セン

S ヲ毎年同月ノ流出量トシ N ヲ同升降水量トスル時ハ或ル年間ニ於ケル同月ノ平均流出關係ハ次ノ如シ

a ハ係數ナリ

今 Elbe ノ Schandau ニ於ケル流出量ト其上流々域即チ Böhmen ニ於ケル降水量トヲ取り例ヘハ七月ニ就テ一八七六一一八九四ナル一九ケ年間ノ平均關係ヲ觀ルニ次ノ如シ

$$S = aN \dots \dots \dots (1)$$

N ノ和 = 1,730 mm. S ノ和 = 222 mm.

$$a = \frac{222}{1,730} = 0.128$$

故ニ上式ハ次ノ如クナル

$$S = 0.128 N \dots \dots \dots (2)$$

此式ニテ計算セル毎年七月ノ流出量ト實際ノ流出量トヲ比較スルニ差ノ最大ハ(+)^{八二}及(-)^{七四}耗ニシテ符號ニ拘ハラズ差ヲ凡テ加ヘタルモノハ五〇ニ耗其平均ハ二六耗トナル但シ七月ニ於ケル平均實際流出量ハ一一七耗ナリ
 次ニ N_{-1} ヲ前月ニ於ケル降水量トスレハ本例ノ場合ニテハ即チ六月ノ降水量ナリ S ト N_{-1} トノ平均關係ヲ見ルニ次ノ如シ

N_{-1} ノ和 = 1,637 mm. 故ニ $a = \frac{222}{1,637} = 0.136$

從テ

$$S = 0.136 N_{-1} \dots \dots \dots (3)$$

上式ハ七月ノ流出量ト六月ノ降水量トヲ比較シタルモノニシテ即チ一ヶ月遅延法ヲ採リタルモノナリ此式ニテ計算シタル流出量ト實際ノ夫レトヲ比較スルニ差ノ最大ハ(+)^{七八}及(-)^{五五}耗ニシテ差ヲ符號ニ拘ハラズ凡テ加ヘタルモノハ四一ニ耗其平均ハ二二ニ耗ナリ

以上ノ結果ニ依レハ七月ノ流出量ハ同月ノ降水量ヨリ計算スルヨリモ六月ノ夫レヨリ計算シタル方却テ實際ニ善ク一致スルコトヲ見ル果シテ然ラハ七月ノ流量ヲ六月ノ終リニ豫報スルコトヲ得ルノ利益アリ
更ニ一步ヲ進メテ七月ノ流出量ハ六月ノ降水量ノ一部ト七月ノ夫レノ一部トヨリ成ルモノト假定スレハ

$$S = aN + bN_{-1} \dots \dots \dots (4)$$

前記一九ケ年間ノ結果ヨリ最小ニ乘法ニ依リテ係數ヲ計算スレハ上式ハ次ノ如クナル

$$S = 0.051 N + 0.081 N_{-1} \dots \dots \dots (5)$$

此式ニテ計算セル七月ノ流出量ト實際ノ夫レトヲ比較スレハ最大ノ差ハ(+).五九及(-).三八耗ニシテ差ヲ符號ニ拘ハラス凡テ加ヘタルモノハ三三七耗其平均ハ一八耗トナル即チ此式ニテ計算シタルモノハ前記(2)及(3)ノ兩式ノ結果ニ比シテ一層善ク實際ト一致スルコトヲ見ル又(5)式ハ七月ノ流出量ハ七月ノ降水量ノ約五ば一せんとト六月ノ夫レノ約八ば一せんとトヨリ成ルコトヲ示スモノナリ

此ノ如ク(5)式ハ最モ良好ナル結果ヲ與フルモノナルカ故ニ他ノ月ニテモ同様ノ公式ヲ適用シ得ルモノトシ五月乃至十月ナル各月ノ公式ヲ計算スルニ次ノ如シ但シ一八九〇年九月ハ異常ナルニヨリ省略ス

月	a	b	實際及計算時流出量ノ差ノ平均(耗)	平均實際流出量(耗)
五 月	0.172	0.130	3.8	18
六 月	0.106	0.079	1.8	14
七 月	0.051	0.081	1.9	12

十一月乃至四月ナル冬期ノ月ニアリテハ或ル月ノ流出量ハ以上ノ如クニ簡單ナル能ハス
 次ニ更ニ一步ヲ進メテ次ノ如ク假定ス

$$S = \alpha N + \beta N_{-1} + \gamma N_{-2} \dots \dots \dots \textcircled{6}$$

上式中ノ N_{-1} ハ前々月ノ降水量ナリ一八七六一一八九ニナル一七ヶ年間ノ結果ニヨリ上式ヲ計算スレハ次ノ如シ

月	α	β	γ	實際及計算兩流出 差ノ平均差(%)
八月	0.100	0.050	2.5	12
九月	0.043	0.110	3.0	13
十月	0.123	0.104	3.0	13
十一月	0.099	0.045	0.009	2.6
十二月	0.117	0.203	-0.102	6.6
一月	0.091	0.088	0.035	2.4
二月	0.153	0.096	0.080	3.8
三月	0.117	0.095	-0.043	1.8
四月	0.052	0.079	0.007	2.1

係數ハ凡テ正號ヲ取ラサルヘカラスシテ負號ノ係數ハ意味ナキモノナルハ事物ノ性質上明カナリ然ルニ上表ノ如クイカ負號トナルモノアリ且ツ平均差モ一般ニ前表ノヨリモ大ナリ故ニ之をベニ於テハ或ル月ノ流出量ヲ計算スルニハ前月迄ノ降水量ヲ取ルヘキモノナルヲ知ル
 尙前表ニ於テ實際及計算兩流出量ノ差ノ可ナリ大ナルハ(5)式ハ近似式ナルヲ以テノ故ニシテ正確ニSヲ表ハサントスルニハ尙Nノ高キ乘ヲ含ム項ヲ加ヘサルヘカラス依リテ更ニ

$$S = f(N, N-1) \dots \dots \dots (7)$$

トシ之ヲ立體ナル面ノ方程式ト假定シ其形狀ヲ $N, N-1$ ニ平行ニ等距離ニ切斷シテ圖式的ニ顯ハ
 ナント試ミタルモ其結果ハ失敗ニ終レリ

又一九ケ年ヨリ長キ材料ヲ用フレハヨリ善キ結果ニ到達スルヤハ疑問ナリ何トナレハ流出量ハ
 降水量ノ大小ノミナラス其種類即チ降水日ノ數及群ニ關係スヘケレハナリ

又前記ノ如キ考究ニハ一ケ月ヲ單位期間トスルハ餘リ長キニ過クルヲ以テ毎日ノ降水量ヲ用ヒ
 サル迄モ責メテハ五日間若クハ十日間宛ノ降水量ヲ用フレハ一層規則正シキ解決ヲ得ルナルヘ
 シ (P. Schreiber—Beiträge zur meteorologischen Hydrologie der Elbe. Leipzig, 1897, S. 41—49).

山田君ノ探ラレタル或月及前月ノ降水量ヲ平均スル方法ハ前式ノ α 及 β ヲ同値トスルコトニ相
 當スルハ明カナリ余ハ雄物川ノ結果(本誌第一卷第五號)ヲ用ヒし α 及び β ノ方法ニ依リ七月ノ
 流出量ニ付テ係數ヲ計算シタルニ次ノ如クナレリ

$$S = 1.142 N - 0.163 N^{-1}$$

即チ β ハ負號トナリ全ク意味ナキコト、ナレリ

一般ニ遲延ノ期間ハ流域ノ大小ハ元ヨリ流出條件及狀態ニ關係スルモノナルヲ以テ降水量ヲ時
 間的ニ區分スルノミナラス更ニ空間的ニモ區分シテ流域内ヲ或ル地帯 (Zones) ニ分チ各期及各地
 帯ニ別々ノ係數ヲ附シ多年ノ材料ヲ用ヒ各係數ヲ算出シテ公式ヲ作ルニ於テハ其結果ハ理想ニ
 近カラント思ハル、ナリ此ノ如キ方法ハ雨量ヨリ流量ヲ計算セントスル場合例ヘハ雨量ヨリ洪
 水ヲ豫報セントスルカ如キニ必要ナリト雖モ其努力ハ容易ナラストス
 之ヲ要スルニ山田君ハ經濟上並ニ學問上有益ナル研究ノ結果ヲ公ニセラレタルハ感謝ニ堪ヘサ

ル所ニシテ今後尙本流域ニ於ケル繼續セル調査ノ結果並ニ他ノ河川流域ニ於ケル同様ノ結果ヲ
發表セラレンコトヲ希望シテ止マサルナリ(完)