



Title	3 . 山地流域の雨量計配置法
Author(s)	東, 晃
Citation	北海道大學地球物理學研究報告, 3, 41-50
Issue Date	1953-12-31
DOI	10.14943/gbhu.3.41
Doc URL	http://hdl.handle.net/2115/13796
Type	bulletin (article)
File Information	3_p41-50.pdf



[Instructions for use](#)

3. 山地流域の雨量計配置法*

東 晃

(北海道大学理学部物理学教室)

—昭和28年11月受理—

I. 緒 言

水文学的資料の一つとして河川の山地流域における降水量を精確に測ることの重要性は最近益々認められるようになった。然し山地の観測は色々な困難を伴う。その主なものは、雨量計の配置密度を大きく出来ないことと雨量計の記録の見廻りを頻繁に出来ないことである。この後者の困難は、優秀な長時間捲の自記雨量計を使えば、なくなる筈のものである。然し現在のところでは、山上の風雨に耐えて長期間故障なく運転する自記雨量計は大型で且高価なものとなり、雨量計の配置密度を大きくしようとすれば、一つの流域の調査をするための設備に多くの労力と費用を要することになる。菅谷博士の考案した積算自記雨量計¹⁾は、雨量計の貯水瓶を大きくして、その中に予め稀硫酸を入れておき、瓶の中に垂直に吊した亜鉛引鉄板に一雨毎の水位の停止線で刻蝕が入るようにしたもので、簡単な装置でありながら0.5mmくらいの精度がある。貯水瓶を長くしておけば、山地の降水量の多い場所でも50日くらいは放置しておける。それで山地の雨量観測用として甚だ便利なものである。

こういう測器を使つたとしても、前者の困難、即ち山岳地帯で雨量計の配置密度を大きくすることの困難はなくなる。それは山地では普通に人の歩ける範囲が道路等の関係で限定されるからである。そこで割合小さい配置密度の雨量計のデータから、山地流域全体の総降水量を推定しなくてはならない。そういう場合に、初めから一義的に小さな配置密度を決め、そのデータから総降水量を精確に推定するということは出来ない。初めに相当の困難を冒して大きな配置密度による観測を行い、それから得られる総降水量の推定の精度を下げないように雨量計の数を減らすには、どうすればよいかと言うことが本文の目的である。

ある地域内に降つた雨の総量、即ち総降水量を求めるには、その中の雨量観測所の観測値に基づいて等雨量線を引き、その線間の面積に両側の線の平均雨量をかけたものを合計する等雨量線図法と、各観測点における雨量の観測値にそれらの点が代表する面積をかけて合計する加重法とがある。前者は等雨量線の引き方に個人誤差が入るといふ難点があるが、後者は計算者

* 昭和27年10月29日；日本物理学会第7回年会において発表

1) 菅谷重二；山地雨量研究用自記雨量計の製作とその使用，水害の総合的研究 2 (1950), 1.

の主観が全く入ることなく機械的に計算出来るという意味で優れている。然し、この場合に各地点の雨量にかけるべき代表面積は、雨量計の配置の分布によつてきまるものであるから、この方法が総降水量の推定に高い精度を与えるためには、ある程度雨量計の配置密度を大きくし且均等ならしめなければならない。即ち、流域内にほぼ均等に配布された雨量計によつて、その流域内に起つた雨の降り方の地域的変動が捉えられていなくてはならない。このような要求に合う雨量計の配置密度は $10\sim 15\text{ km}^2$ に 1 個と言われていて、例えばアメリカで行われた人工降雨の実験で地上の降雨の効果を測る場合などにこの程度の配置密度がとられているし、後述の菅谷博士の忠別川流域の場合にもそうであつた。然しこれはその場所の地形の規模や雨を持つて来る気塊の大きさ等によつて変化があるべき筈のものであつて一概にはきめられない。唯、普通の一続きの雨程度の長い時間の雨を調べるには、この $10\sim 15\text{ km}^2$ に 1 個というよりも大きい配置密度を必要とすることはないと考えられる。

若し流域内の降雨の地域的変動が判つていれば、それを考慮して雨量計の配置密度を小さくすることが出来る。その変動は上述の如き大きな配置密度の雨量計の観測によつて知らなければならない。即ち小さな配置密度をきめることは、雨量計の数を減らすというやり方になるのである。

幸い、1948 年夏に菅谷が忠別川の上流域で行つた観測²⁾は、 246 km^2 の流域に約 20 個の積算自記雨量計を配置したもので、その配置密度は上述の大きな配置密度の値になつている。又この観測データから計算した一雨毎の総降水量は、等雨量線図法による結果と加重法による結果が極めて良く一致して、この場合の雨量計の配置による加重法の計算が流域の降水量の地域的分布をよく表わしていることを示している。従つて、この全観測点（ここでは計算の都合上、近接したものや欠測のあつたものを除いて 17 点）を使つた加重法による総降水量の計算結果を、今後の計算に対する標準にすることが出来る。そういう意味でこの観測並びに計算に対して精密法という名を与える。

流域内の降雨の地域的変動を調べるには、ある期間を限つて、その期間中の一雨毎の精密法によるデータを統計的に解析する他はない。そしてそれによつて得られる変動の傾向を今後のその期間の変動と看做して、観測点の数を減らすことに役立てる。この観測点の減らし方、即ち新しい小配置密度が妥当であつたかどうかは、それによる流域の総降水量の計算結果を精密法による総降水量と比較することによつて判明するのである。

II. 忠別川流域の夏期の降雨の特性

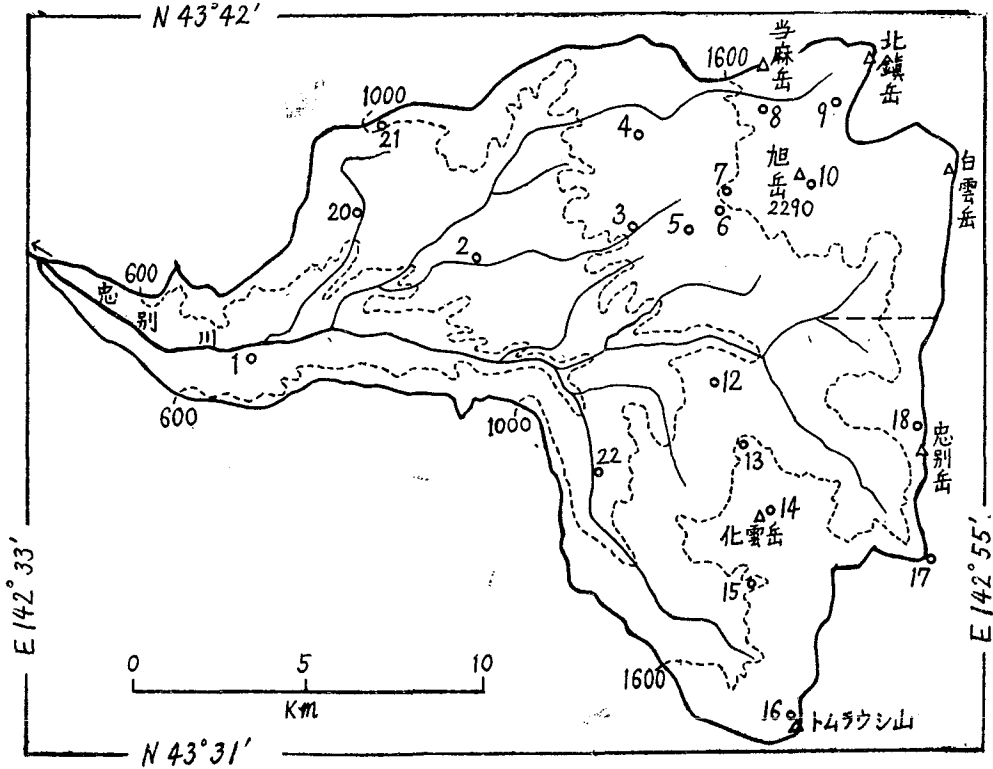
山地流域のある地点での降水量は、主としてその場所の高さと、風向や地形できまる流域内の相対的位置できまる。即ち地域的変動は三次元的である。そこで今、各雨量計設置地点の一雨毎の雨量 y は、その地点の緯度、経度、高さを夫々 x_1 , x_2 , x_3 で表わす時、

2) 菅谷重二； 山地流域における夏期の降水量分布について、水管の総合的研究 2 (1950), 15.

$$Y = b_1x_1 + b_2x_2 + b_3x_3 \quad (1)$$

の形の一次多重回帰式で表わされる期待値 Y の実現値であるとする。即ち降水量の地域的分布に対する上記三要素の影響は直線的であるとするのである。

そこで、この式を1948年夏の忠別川流域の一雨毎の降水量に当て嵌め、17個の観測点の観測値に適合するように b_1 , b_2 , b_3 を求める。この観測点、即ち雨量計の配置は第1図に示す通りである。この中の5, 6及び13はその位置が他とあまり近接しているため精密法の計算の場合



第1図 忠別川流域の雨量計配置 1948年夏

には除外し、残りの17点が使われたわけである。このような b を求めることは最小自乗法の問題であつて、 S を流域内の観測値の集りのすべてに亘る和の記号とし、 y , x_1 , x_2 , x_3 を各々の平均値から測ることとする、

$$\begin{cases} b_1S(x_1^2) + b_2S(x_1x_2) + b_3S(x_1x_3) = 1, 0, 0 \\ b_1S(x_1x_2) + b_2S(x_2^2) + b_3S(x_2x_3) = 0, 1, 0 \\ b_1S(x_1x_3) + b_2S(x_2x_3) + b_3S(x_3^2) = 0, 0, 1 \end{cases}$$

なる3組の連立方程式の解を夫々、

$$\begin{cases} b_1 = c_{11}, c_{12}, c_{13} \\ b_2 = c_{12}, c_{22}, c_{23} \\ b_3 = c_{13}, c_{23}, c_{33} \end{cases}$$

とする時、次式で与えられる。

$$\begin{cases} b_1 = c_{11}S(x_1y) + c_{12}S(x_2y) + c_{13}S(x_3y) \\ b_2 = c_{12}S(x_1y) + c_{22}S(x_2y) + c_{23}S(x_3y) \\ b_3 = c_{13}S(x_1y) + c_{23}S(x_2y) + c_{33}S(x_3y) \end{cases} \quad (2)$$

この偏回帰係数 b を一雨毎に計算して、その雨が緯度、経度、高度にどのように関係しているかを調べることが出来る。1948年夏の観測は7月24日から9月11日までの間で、この間に一続きの雨と看做されるものが7回ある。この他に局地的な雷雨があるが、これを除いて7回の雨についての観測値が菅谷の論文³⁾に表示されている。このデータによつて、7回の一雨毎及び期間中の合計についての流域総降水量について b_1, b_2, b_3 を上の(2)式で計算すると第1表のようになる。この数値は緯度、経度を分で、高度を10mの単位で表わして計算して得られるものである。

第1表 忠別川流域の夏の降水量の緯度、経度及び高度についての偏回帰係数 b_1, b_2, b_3

雨番号*	降雨期日	流域総降水量 (m^3)	b_1	b_2	b_3
1	7月24日~28日	1.96×10^7	9.660	1.261	0.600
2	7月29日~30日	1.05×10^7	0.697	- 0.752	0.150
3	8月4日~6日	1.01×10^7	5.318	- 2.364	0.138
4	8月12日~14日	1.50×10^7	- 0.032	- 0.041	0.075
5	8月19日~22日	1.22×10^7	2.800	0.492	- 0.054
6	8月26日~28日	1.08×10^7	- 0.711	- 0.381	0.115
7	9月3日~4日	1.30×10^7	0.455	1.499	0.107
期間合計		10.22×10^7 **	19.434	0.436	0.915

* 雨番号は菅谷の論文におけるものと同じ。

** 期間合計が7回の雨の和に等しくないのは、期間合計に雷雨が含まれるため。

さて此の偏回帰係数 b が抽出誤差の範囲内で0に等しいならば、この雨はその b に対応する変数、即ち緯度、経度、或いは高度に無関係であつたと言ひ得る。又0と有意の差があるとすれば、その雨にはこの回帰で表わされるような地域的特性があることになる。偏回帰係数 b について $b = \beta$ なる帰無仮説を検定するには、例えば b_1 については

$$t = (b_1 - \beta_1) / s \sqrt{c_{11}} \quad (3)$$

なる t を計算する。此処で s は

$$s^2 = \frac{1}{n-4} S(y - Y)^2 \quad (4)$$

である。この t の値を自由度が $n-4$ 、即ち {測点の数 - (独立変数の数 + 1)} に対する t -分布表の値と比べればよい。⁴⁾ b_2, b_3 の場合は、(3)式の c_{11} が夫々 c_{22}, c_{33} に変るだけである。

3) 菅谷重二；山地流域における夏期の降水量分布について、前出：第4表

4) R. A. Fisher; Statistical Methods for Research Workers, Oliver and Boyd, Edinburgh, (1950), 160.

この検定の結果、5%の危険率で $\beta=0$ の仮説を否定し得る、即ち偏回帰係数が有意であると
 言い得るのは第2表のような場合である。この表で○印のしてあるところが、第1表に掲げら
 れている偏回帰係数が有意であるもので、他の空白の欄の係数は0でないとは言い切れなかつ
 たことになる。これを見ると、高度に対する回帰の出て来るものと、緯度に対する回帰の出

第2表 第1表中の偏回帰係数の中
 で0でないことが5%の危
 険率で言えるものを示す表

雨 番 号	回 帰 係 数
	b_1 b_2 b_3
1	○
2	
3	○
4	
5	○
6	
7	○
期間合計	○

来るものがある。そして経度に対する回帰は全く出
 来ない。一雨毎についてこれらの回帰のいずれかが出
 ると共に、期間中の合計降水量については、高度、緯
 度両方の回帰が認められることは、この流域の夏の降
 水量分布の特徴として、高さや南北方向による変動に
 一定の傾向があることを示している。

高度による降水量の変化は普通よく認められるところ
 で、高度分布と呼ばれるものである。これは一般に、
 低気圧に伴う上昇気流が山の傾斜に沿って起る場合な
 どに顕著に現われる。

方向による変化の原因は、この流域の地形と降雨域
 の移動方向が関係している。即ち、この流域は第1図からも判るように、東西の方向に川の主
 方向があり、南と北を大雪山連峰の主要な高峰が障壁となつて区切つている。北海道の夏期の
 降雨の中で、不連続線によるもの場合は、前線が南北に移動するものが多い。従つて、この
 流域を横切る温暖前線による降雨域は南から北へ移動する。そのため、この流域の南部に降る
 べき雨は、その南の障壁をなしているトムラウシ山、五色ヶ原等の南側斜面、即ちこの忠別川
 流域の南隣の流域の山腹を気流が匍い上つて来る間に奪取されてしまい、この流域南部では
 しばらくの間、降水量が割合少くなる。そしてその気流が忠別川の谷を越えて再び北側の障
 壁、即ち旭岳、北鎮岳、当麻岳の斜面へ上つてゆくところでは、再び降水量がふえて来る。こ
 ういう理由で、流域の南北方向、即ち緯度に対する降水量の変化が現われるのである。寒冷前
 線が流域を横切つて北から南へ移動するときは、これと反対の降水量分布が現われる。第1表
 でNo.6の雨の偏回帰係数 b_1 に負の符号がついているのは、この場合であつて、南へゆくほど
 雨量がふえることを示している。この時の地上の主風向は北々東、雲向は東北東で、天気図に
 も寒冷前線の南下が示されている。但し、この場合は降水量分布の分散が大きかつたために b_1
 は統計的には有意ではない。又、この場合有意にならない一つの原因は、流域の南部の地形が
 忠別川の峡谷から急上昇した台地状をなしていることにもある。こういう地形では高度分布が
 顕著に現われず、降水量の分布は全流域に亘つて一様であると看做される。

夏期の降雨の原因となる不連続線が温暖前線の場合は、流域南部では一様な分布、北部では
 高度分布を示し、寒冷前線の場合は全流域に亘つて一様な分布を示すことになるが、低気圧が
 原因で高度分布を示す雨が降る場合も、その影響は上述の地形の関係で南部には現われ難く、

北部に顕著に現われる。こういうことを考えると、今行つたような多重回帰式で降水量の分布を求める際に、母集団、即ち流域を南、北二つに分けることによつて、回帰を簡単にすることが出来るのではないかと思われる。そこで、この流域を忠別川本流によつて南部区域と北部区域の二つに分けた。本流の最奥の二岐から先は、そこから真東に向う小山稜上に引いた直線によつた。第1図の破線がそれである。

III. 忠別川南北兩地域の降雨の特性

南、北兩地域について各々Ⅱに於けると同様の多重回帰式を作り、その偏回帰係数を計算して、それが有意であると言ひ得るものを示したのが、第3表の○印である。即ち表の表わし方は第2表と同じである。第1表に相当する偏回帰係数の値を示すことは省いた。

第3表 流域を南、北二地域に分けた場合、その各々について $Y=b_1x_1+b_2x_2+b_3x_3$ の回帰係数の中で5%の危険率で有意であると言へるものの表

	北 部			南 部		
	b_1	b_2	b_3	b_1	b_2	b_3
1			○			
2			○		○	○
3						
4						
5						
6						
7						
期間合計			○			

この表をみると、緯度、経度についての回帰は消え去つて、北部地域にだけ高度に対する回帰、即ち高度分布が残ることがわかる。5%の危険率では高度分布は北部でもNo.1及びNo.2の雨にしか残っていないが、期間合計の降水量に於て残ることから見て、前節の終りに予想したように北部地域に高度分布だけ

の簡単な回帰が成立することになる。又前節の場合にあつた南北の分布は母集団を二つに分けることによつて消され、南部地域の降水量分布は方向、高度のいずれにもよらない様な分布ということになる。

尚、此處で一つ注意を要することは、この計算に使つた雨量のデータはⅡの場合のものを兩地域に分けて用いたのであるから、各地域別の観測点の数が少くなることである。従つて回帰係数の有意性の検定に使われる自由度の数が減少し、 t の計算値が小さくなる傾向がある。又自由度の減少はある危険率での t -分布表の値を大きくする。そこで $b=0$ なる帰無仮説に対する有意性は現われ難くなる傾向がある。然し偏回帰が高度のみであると見られた以上、これを単に高度のみ、即ち一独立変量に対する一次回帰として計算すれば、その場合の回帰係数はもつと多くの場合有意となるであらう。

斯様に南、北兩地域に分けることにより降水量の地域的分布の多重回帰を簡單化して、北部では高度に対する回帰のみとし、南部では回帰をなくしてしまつた。そこで、この流域の総降水量を推定するための雨量計の配置は、北部では高度分布に重きをおいて、南部では地域に一

様な分布をするように行えばよいことになる。この原則に従つて観測点の数を減らせば、加重法による総降水量の推定の精度は精密法のそれよりも下ることなく、又計算の結果も一致するはずである。その減らし方については次節に述べる。

IV. 雨量計の配置密度の決定

この流域に於ける雨量計の配置密度を減らして、尙総降水量のよい推定を行うという試みは既に菅谷によつて行われている。それはやはり、この1948年夏の降雨について調べたもので、流域中心の平均面積高度地点と、これを囲むように流域の周辺に4ヶ所、合計5点の雨量計の観測によつて加重法を用いて全流域の一雨毎の総降水量を計算している。その計算の結果と、前述の精密法による総降水量を比較すると第4表のようになる。この表で M は総降水量を表

第4表 小配置密度による流域総降水量推定値と精密法による推定値の比較、
総降水量 M の単位は $10^7 m^3$

雨番号	精密法 M	5点法 (A) M $\Delta\%$	5点法 (B) M $\Delta\%$	6点法 M $\Delta\%$
1	1.96	2.11 + 8	2.12 + 8	2.01 + 3
2	1.05	1.14 + 9	1.05 0	1.10 + 5
3	1.01	1.08 + 7	1.27 +26	1.14 +13
4	1.50	1.50 0	1.53 + 2	1.30 -13
5	1.22	1.32 + 8	1.41 +15	1.36 +11
6	1.08	1.02 - 5	1.01 - 6	1.07 - 1
7	1.30	1.38 + 6	1.33 + 2	1.27 - 2
期間合計	10.22	10.92 + 7	10.98 + 7	10.66 + 4
1~7の平均		+ 5	+ 7	+ 2

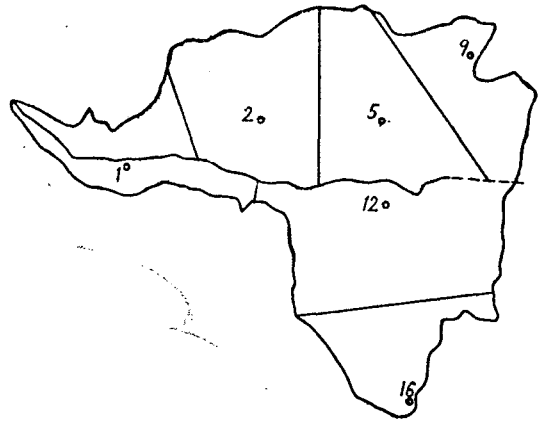
わし、 d は精密法と比較した偏差の百分率（精密法の値を100とした）である。精密法の値が菅谷の報告にあるものと多少異なるのは、計算をやり直して間違いが発見されたためである。5点法の (A), (B) とあるのは、上記周辺4ヶ所の取り方を変えた二通りの配置である。

この表から、5点法の百分率偏差は (A), (B) いずれも正の値を取ることが多く、7回の雨についての平均は (A) では +5%, (B) では +7% になつてることがわかる。又期間合計の総降水量については、(A), (B) 共に +7% の百分率偏差を示している。更に (B) の場合をみると、平均としては (A) と大差のない偏差であつても、一雨毎の偏差は相当大きいものが含まれている。即ち流域周辺の雨量計の選び方によつては、こういう不都合が起り得ることがわかる。

そこで、筆者は III に示したような原則に従つて新しい雨量計の配置を決め、それによつて南、北各地域別に加重法で流域の一雨毎の総降水量及び期間合計の総降水量を計算してみた。

5) 菅谷重二； 流域内の総降雨量の算定法と雨量計の配置度について、水害の総合的研究, 2 (1950), 143.

この場合は、測点の数を合計6個以下に減らすことはどうしても出来なかつたので、これを6点法と呼ぶことにする。その雨量計の配置は第2図に示すように第1図の雨量計20個から6個を選んだものである。精密法の計算に使われなかつた5の雨量計が入つたのは、後に述べる高度分布に対する加重面積の適合を良くするためである。又1の雨量計は場所としては忠別川の南岸にあつて、南部地域に属するが、北部地域の低高度の所を代表させるため、これが北部にある如く看做して北部地域の加重面積を決めた。勿論1の点は南部地域でも利用される。



第2図 6点法の雨量計配置

こうして各雨量計の加重、即ち分担する面積を決めてみると第5表のようになる。

この表の3列目は、各地域に於ける高度範囲別の面積を地図の等高線によつて測つたものである。

第5表 6点法における各雨量計の加重面積と流域の高度範囲別面積

雨量計番号及び雨量計の高度m	各雨量計の加重面積 km ²	高度範囲別面積 km ²		
北部地域	1 430	15.5	600 m 以下	14.3
	2 680	48.8	600~1000 m	47.5
	5 1320	45.7	1000~1600 m	48.9
	9 1980	30.0	1600 m 以上	29.3
南部地域	1 430	14.8	600 m 以下	11.0
	12 1300	62.2	600~1600 m	61.2
	16 2100	27.0	1600 m 以上	31.8

これをみると、各雨量計の加重面積と、各雨量計の高度が代表している高度範囲別の面積はよく一致している。特に北部地域における一致は極めてよい。5の雨量計を入れたのは、その高度が丁度高度範囲 1000~1600 m を代表することになるからで、北部地域ではこのように高度分布に重きを置いた配置法がとられたのである。南部地域では一様な分布が要求されているだけであるから、上記の

一致は必ずしも必要ではない。かくして、この6点法によつて■の要求が極めてよく満足される配置法が出来上つた。

この配置と加重面積により、1948年夏の同じ観測値から一雨毎及び期間合計の流域総降水量を計算してみると、第4表の最後の列のようになる。精密法との偏差は前述の5点法の場合と同様の百分率で表わしてある。これをみると、7回の雨についての偏差百分率の平均は+2%で、期間合計についての偏差百分率は+4%となり、いずれも5点法の場合より小さい。又一雨毎の偏差も正負が比較的平均していて、その絶対値も大きいものは現われない。

この結果から、この6点法は忠別川流域の夏の総降水量の推定を行うために最も合理的な雨量計の配置法であると結論される。即ち、精密法のデータを統計的に解析して流域の降雨の地域的分布の特性を掴み、それに基づいて作つた小配置密度の雨量計配置は、今まで試行錯誤で行

つていた配置よりも、より確からしい流域の総降水量の推定値を与えるのである。

V 要 約

山地流域の総降水量を推定するに当つて、流域内の雨量計の配置密度を普通の加重法が要求するだけの密度までもつてゆくことは、費用や労力の点で困難を伴う。そこで、その配置密度を減らしてしかも総降水量の推定精度が下らないようにするための合理的な雨量計配置法を考えた。

それには予め $10\sim 15\text{ km}^2$ に 1 個所程度の雨量計配置による精密観測により、流域内の降水量の地域的分布の特性を調べることが必要である。この特性を客観的に決めるために、降水量の緯度、経度、高度に対する統計的多重回帰を調べる。ここで例にとつた忠別川流域の夏の降雨を一雨毎及び期間合計について解析すると、全流域を一つの母集団とした場合には緯度と高度に関する回帰が残る。流域の地形と降雨域の移動方向について考慮し、流域を南、北二つの地域に分割した場合には、北部では高度に対する回帰のみが残り、南部ではすべての回帰が消えてしまう。従つて、この流域の夏期の降雨の特性は北部では高度分布があり、南部では一様な分布をするということになる。雨量計の合理的な配置はこの特性に従つて行えばよい。

この流域で精密法に使われた雨量計の配置 17 点の中から 6 点を選び、上の条件を満足するような新しい減少した配置を作り、その観測値から加重法で計算した流域の総降水量は精密法によるものと非常によく一致した。これによつて如上のやり方による小配置密度決定の方法が正しいことが決論される。

本研究に用いられた資料は、1948 年夏、忠別川流域において菅谷重二博士等の並々ならぬ努力によつて得られたものであり、又流域の降雨の特性についても同博士の報告により教えられるところが少くなかつた。ここに菅谷博士に深甚なる敬意と感謝を表す。又統計的方法について示唆を与えられ、電気計算器を貸与されて計算の迅速化を図つて下さつた札幌医科大学金光正次教授に厚く感謝する次第である。

3. A Rationalized Method of Disposition of Rain-gauges in Mountainous Region

By Akira HIGASHI

(Dept. Phys. Faculty of Science)

In spite of the necessity of a rain gauge network of thick density in order to estimate the total precipitation over the whole area of a river basin by the method of weighing (the "Thiessen Method"), many difficulties frequently render it impossible to arrange such a dense network in mountainous regions. But, when the general topographic character of the rainfall in the given area is already known, the density may be considerably reduced.

Observations of seventeen stations in the mountainous area of the Chūbetsu river basin (246 km²) carried out in the summer of 1948 give sufficient density for the exact estimation by the Thiessen Method. The topographic character of rainfall in this area is statistically analysed from these data, assuming the partial regression equation for the rainfall Y at a stations as follows:

$$Y = b_1x_1 + b_2x_2 + b_3x_3$$

where x_1 , x_2 , and x_3 represent latitude, longitude and altitude of the station respectively. Three partial regression coefficients b_1 , b_2 , and b_3 are to be calculated from the data of all stations.

When the whole area is treated as one population, there remain b_1 and b_3 differing significantly from 0. But, if the area is divided into two populations, namely—northern region and southern region, b_1 is diminished and b_3 remains only in the northern region. This shows that the character of the summer rainfall in this area is as follows:

- (1) In the northern region rainfall depends only upon the altitude.
- (2) In the southern region rainfall is topographically uniform.

Considering this character, the disposition of rain gauges is reduced from seventeen stations to six. The total precipitation calculated from the data of this disposition by the Thiessen Method coincides fairly well with the exact estimation described above. The degree of coincidence by this rationalized disposition is better than that by the disposition of five stations designed by trial and error.
