

金沢大学工学部

正員

高瀬信忠

〃

〃

奇島 泰

〃

〃

山本忠勝

〃

学生員 野村継男

1. まえがき

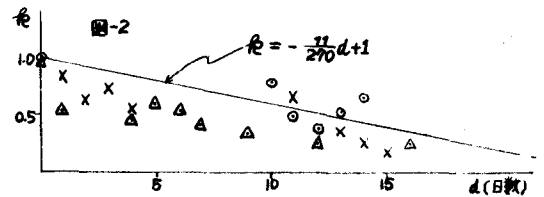
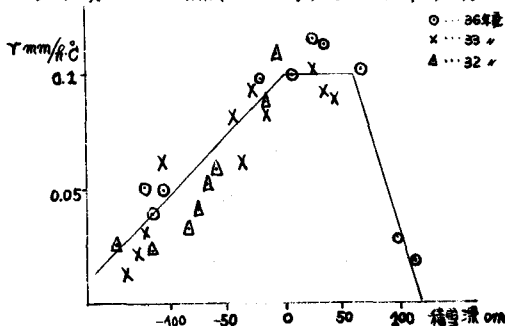
本文は、信濃川の一支流である柿川流域について、degree-hour-factor r を用いて、融雪洪水予報を目的とした融雪の水文学的研究の一部で、雪線後退時における融雪流出の解析法、 r の変化から求めた理論的な雪線の後退速度、融雪期の流出率について述べようとするものである。

2. degree-hour-factor の定義

積雪気温を D 、これによって生ずる融雪流出量を Q 、流域面積を A_0 とし、degree-hour-factor r を次式で定義する。

$$r = Q / A_0 D \quad (1)$$

この r を積雪深 h に対してプロットして得られたものが図1である。図1によれば、 r は、 $0 \leq h \leq 60$ に対しては一定値を保っているが、 $h < 0$ 、 $h > 60$ に対しては直線的に減少している。これは $h < 0$ では、雪線の後退による雪面積の減少のためであり、 $h > 60$ では、積雪深が大きく、又新雪であるために保水能が大きいことによると考えられる。そこで h に負の概念を導入したのは、解析対象流域である柿川流域では、流域の最低地点に積雪観測所があるためで、もし流域の最高地点に観測所があるなら（積雪深は標高に比例するとして） $h < 0$ なる場合は起らないであろう。



雪面積の減少に伴う r の減少を明らかにするために、ここに新たに積雪気温 D によって生ずる単位面積当りの流出量を導入する。即ち

$$Q = A_s g \quad (2)$$

(2) を (1) に代入すると

$$r = A_s g / A_0 D = r_0 \alpha \quad (3)$$

ここに $r_0 = A_s / A_0$ 、 $g / D = \alpha$ 、ここで α は一定値で、全流域に雪があるとするとき、即ち $r_0 = 1$ のときの r に等しいことが定義より明らかである。よって図1から、 $\alpha = 0.100 \text{ mm}/^\circ\text{C}$

$$\therefore \theta = r / 0.1 = 10r$$

今、雪線の経過しはじめると考えられる流域最低点の $\theta = 0$ なる日からの日数 d に対し、それぞれの θ をプロットすると、図(2)のようになる。この様に、 θ の変化—雪線の後退状況には、ほぼ一定して各年変化はないと考えられる。(2)図より

$$\theta = -11/270 d + 1 \quad (5)$$

$$(3), (5)より \quad r = (1 - 11/270 d) \times 0.1 \quad (6)$$

(6)式によって雪線後退寸前の日付さえわかれば、 r が定まって、融雪単位図を用いて、雪線後退等の洪水予報が可能となる。以上述べた様に、雪線後退時には雪面積の減少を考慮することがポイントになるのだが、実際には、snow-surveyによって雪面積を知り、又その後退速度を知るわけだが、(5)式を用いると、雪面積 A_s 、雪線後退速度 v m/dayを計算で求めることが可能となる。即ち、雪面積 A_s は、次の様になる。

$$A_s = (1 - 11/270 d) A_0 \quad (7)$$

一般に雪線は、南斜面では高く、北斜面では低い。又、地形、森林等によってかなり複雑な様相を呈して、必ずしも等高線とは一致しない。しかし、平均的な雪線と考え、等高線と一致するとしてもさしつかえない。そこで流域の面積—高度曲線を作成して、これによって雪面積 A_s を高度に変換する。この結果、雪線高度の経日変化が知れるから、雪線の後退速度 v m/dayが求まる。計算の結果、雪線の平均後退速度として20 m/dayを得た。(5)式によって柿川の融雪は雪線が後退し始めて24~25日前後に完了することになる。柿川では雪線が後退し始めるのは4月1~5日であるから4月いっぱいには融雪が完了する計算になる。

3. 流出率について

前述した様に、 r は河道に流出してきた融雪量から逆算したものであるから、降雨の場合の有効雨量に相当するものであって、そのまま融雪単位図を用いることが可能であるが、降雨の場合には、積雪層、地層を経たものとして、流出率を与えねばならない。今、雪表面での融雪量を与えたときの r を r_0 とすると、流出率 f は、

$$f = r/r_0 \times 100 (\%) \quad (8)$$

本研究では、 r_0 を与えるために、恒温室に融雪箱を設置して、積雪気温 θ のみにする、融雪実験を行った。融雪箱に入れた雪は、全部とかけてしまうのであるから、毛管作用で貯留される水量は、結果的に全部、受水器に流入するので、雪の貯留作用は考慮する必要はない。つまり、とけ出た水量は表面融雪量を与える。融雪箱の表面積を A_0 、とけ出た水量を Q 、積算気温を D とすると

$$r_0 = Q/A_0 D$$

ここに積算気温 D は、雪が全部とけ終るまでに要した時間まで、恒温室の温度を $T^\circ\text{C}$ とすると、 $D = T \times t$ である。この実験の結果、 $r_0 = 1.000 \times 10^7 / 1.568 \times 10^7 \times 100 = 63.8\%$

従って降雨と融雪が重なった場合は、降雨強度 f を求めたものに r を加えて、これを有効雨量の如く扱えばよい。実験時には、 $f = 63.8\%$ を得たが、降雨の場合は流出の緩やかな融雪と異って、その集中度の程度から、結果的には、 $f = 70 \sim 80\%$ 程度にとるのが妥当なようである。