

1. はじめに

川の流域は平面的には、岩石が地表にあらわれている露岩の区域と、土でおおわれた区域に大別できよう。そして、土の区域は、さらに、その表面が土壌に変化している区域とそうでない区域に分けられよう。また、平常時の地中水の存在のしかたから、立体的には、土壤水帯と中間帯。それに、毛管水縁と地下水帯に分けられよう。我国の一般山地流域においては、露岩の区域と表面が土壌に変化していない土の区域の占る割合はごくわずかであつて、流域の大部分が土壌でおおわれており、しかも、それが森林下の土壌であるといつて良いであろう。

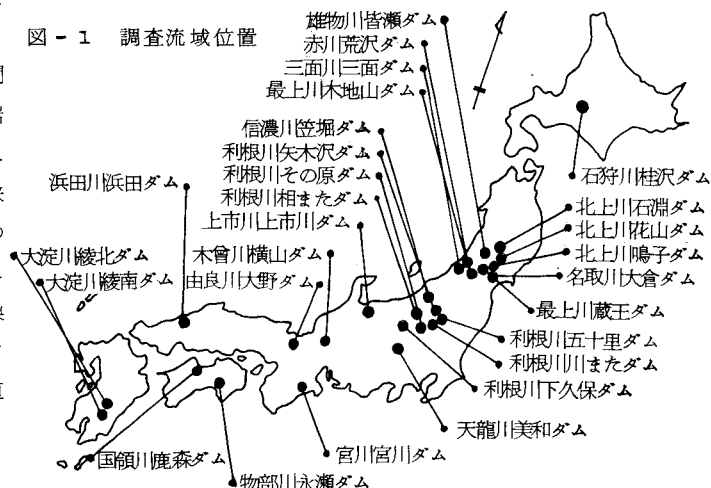
我国の森林下の土壌は、ポドソル・かつ色森林土・赤黄色土・黒ボク土等の種類に大別でき、いずれも、そのB層は、土そのものは不透水性の土質であるが、木の根が腐つたり、地中動物が掘つて作つたりした連続した孔隙が網目状に分布しており、その結果、全体としては鉛直方向には透水層となつている。このため、土壤層、すなわち、土壤水帯に滲透した重力水の相当部分、あるいは、大部分がB層を通りぬけてC・D層、すなわち、中間帯に向け透過していつていると考えられる。

降雨強度が滲透度を上まわると発生する表面流による流出、すなわち、表面流出や、滲透度が透過度を上まわると土壤水帯内に地表面と並行に発生する浅い中間流（あとに述べる深い中間流に対応して“浅い”と講演者はよんでいる）による流出、すなわち、浅い中間流出は、降雨が止んでからそう長い期間は続かず、数時間もすれば終つてしまう。山地河川の洪水のハイドログラフの減退部に変曲点があられるのはこの時点であると考えて良いであろう。変曲点があられてから以降の山地河川の洪水のハイドログラフは、土壤水帯を通りぬけ中間帯に透過した重力水が、地下水帯にまで到達しないで川に流れ出る流れ（講演者はこれを深い中間流とよんでいる）による流出、すなわち、深い中間流出と地下水帯を流れる地下水流による流出、すなわち、地下水流の両者によつて構成されていると講演者は考えている。

我国の山地河川の流量を対数変換した洪水のハイドログラフにおいては、変曲点以降は近似的に2本の折れ曲がり線であらわされるのが常であるといつて良く、折れ曲がり点は、ほぼ、この深い中間流出が流出し終りかけた時点付近に発生するものと講演者は考えている。

深い中間流出の発生の場合である中間帯は山地河川流域の場合は、ほぼ、岩石で構成されているといつて良く、この中間帯の岩石の性質、すなわち、狭義の地質によつて深い中間流の流出の仕方に相当差異が出てくるであろうことが当然予想される。流量を対数変換した山地河川の洪水のハイドログラフの変曲点以降の折れ曲がり点までの直線の勾配は、個々の流域に対しては、各洪水毎比較的似かよつた値を示す。適当な方法でハイドログラフから基底

図-1 調査流域位置



流量を分離して変曲点以降の深い中間流出量を取り出し、流量を対数変換した深い中間流出のハイドログラフを作ると、その減退の状況は、洪水毎の差異が小さく、流域毎にほぼ一定に近い形を示すようになる。そこで、この深い中間流出量の減退の状況を数値で表現するための深い中間流出量の減退係数（後述）なるものを規定して、この減退係数が深い中間流出の流出の仕方をあらわしている示標であると考えて、日本全国、北から南までの間に分布する27多目的ダム流域についてこれを求め、それと流域の地質との関連を解析した結果が本講演論文である。なほ、河道の貯留効果も、当然、減退係数の中に含まれるわけであるが、我国の山地河川の河道勾配はきわめてきつく、その影響はごく小さなものであつて、この種の議論では無視し得るべき性質のものであると講演者は考えている。

2. 資料について

図-1に示した全国27多目的ダム流域において、ダム運転開始よりの非積雪期間中に発生した洪水の内で、一山の洪水の場合は最大流量発生以前で、二山以上の洪水のときは最後の山の最大流量発生以前で降雨表

流 域 名	流域面積	貯留係数	流 域 内 に 分 布 す る 地 質 の 概 要
桂沢ダム	151.2	10程度	古第三紀泥岩・砂岩
石淵ダム	154.0	10	第三紀変質安山岩・凝灰岩、第四紀熔岩、一部古生層
皆瀬ダム	172.0	10	第三紀凝灰岩・泥岩・砂岩、第四紀熔岩
花山ダム	126.9	10	第三紀変質安山岩、第四紀火山灰・栗駒熔岩（安山岩）
鳴子ダム	210.1	15	花崗岩、砂岩、礫岩、湖沼堆積物、第四紀熔岩
荒沢ダム	162.0	20	第三紀変質安山岩・砂岩、花崗岩
蔵王ダム	21.0	10	第四紀安山岩、花崗岩
大倉ダム	88.5	15	第三紀凝灰岩、第四紀熔岩
木地山ダム	63.0	15	花崗岩、片麻岩
三面ダム	305.7	10	花崗岩類、古生層、石英粗面岩、流紋岩、第三紀層
笠堀ダム	70.0	15	第三紀層、流紋岩
五十里ダム	271.2	15	花崗岩、第三紀安山岩・凝灰岩
川俣ダム	179.4	15	古生層粘板岩・花崗岩、第三紀流紋岩
矢木沢ダム	167.4	10	花崗岩類、中生層頁岩・砂岩、流紋岩
蘭原ダム	493.9	10	流紋岩、安山岩類、花崗岩類、はんれい岩、閃緑岩、第三紀層
相俣ダム	110.8	15	第三紀凝灰岩・泥岩、石英閃緑岩
下久保ダム	322.9	10	古生層粘板岩・砂岩・珪岩、中生層頁岩・砂岩
上市川ダム	44.7	20	花 岩、第三紀凝灰岩・変質安山岩、第四紀安山岩
美和ダム	311.1	20	中・古生層、貫入岩類、片岩類、片麻岩類
横山ダム	471.0	20	古生層粘板岩・砂岩・石灰岩
大野ダム	354.0	15	古生層粘板岩・砂岩・珪岩
宮川ダム	125.6	5	中・古生層珪岩・砂質頁岩・石灰岩、輝緑岩
永瀬ダム	295.2	15	中生層砂岩・泥岩、古生層砂岩・粘板岩・珪岩・石灰岩
鹿森ダム	28.5	10	第三紀緑色片岩・黒色片岩
浜田ダム	33.8	10	花 岩、第三紀凝灰岩
綾北ダム	148.3	15	古生層粘板岩、中生層粘板岩・砂岩
綾南ダム	87.0	15	古生層粘板岩、中生層粘板岩・砂岩

(単位 流域面積：km、貯留係数：hr)

が止んだ、すなわち、そのハイドログラフの減退部がスムーズに減少して行っている洪水を選び出した。ただし、洪水の最大流量の比流量が著しく小さな洪水や、降雨開始時の流量、すなわち、初期流量が大きな洪水、また、降雨継続時間が長く数日にわたるような洪水はのぞいた。

このようにして選び出した洪水の流量を対数変換したハイドログラフをえがいて、変曲点以降が二本の折れ線と見なせることを確認した上で、降雨開始時の流量を基底流量として、すなわち、水平分離法を用いて近似的に深い中間流出量と地下水流出量の分離を行い、流量を対数変換した深い中間流出のハイドログラフをえがいて、ほぼ直線と見なせる流量が多い区間のつぎの式による減退係数 $1/K$ の値を最小自乗法により求めた。すなわち、 $Q=Q_0 \cdot e^{-(1/K)t}$ という式である。ここで、 Q_0 は変曲点における深い中間流出量、 t は変曲点を始点とした時間、 Q は時間 t における深い中間流出量である。

このようにして求められた各流域毎の深い中間流出量の減退係数の値は、まだまだ、相当の幅で洪水毎にバラツクので、ハイドログラフの最後の山の最大流量が大きくて、しかも、継続時間の短い降雨による洪水から求めた減退係数を示標としながら、頻度を考慮に入れて、その流域の深い中間流出量の減退係数の代表値を決定した。ただし、ここでは、減退係数の値そのものは用いないで、その逆数値 K を用いている。また、5きさみの数値に修飾して表現している。いま、山地河川の中間帯が線形貯水池であると仮定するならば、この K の値は貯水池の貯留係数ということになる。

流域の地質は、都道府県単位で作成されている分県地質図から、各流域に分布す地質の名称を、その占める面積の大きい順にひろいあげ、地質図に記入されている名称そのままを用いるか、あるいは、ある程度修飾して表にまとめた。したがって、地質の表現には統一性を欠くくらいがある。

3. 流域の地質と貯留係数との関係について

調査27流域の貯留係数の値は、最小値の5を示すのが1流域、10が11流域、15が11流域、最大値の20を示すのが4流域となつている。表をながむに、流域の地質と貯留係数の間には関係があるようにには思えない。調査流域には単一地質の流域は一つもなく、いずれも複数の種類の地質から成つているので、地質と貯留係数の値との間に一定関係が本当に無いのか、それとも、あつても隠されていて、あらわれていないのか断ずることが残念ながらできない。しかし、谷の刻みの度合が非常に大きな、たとえば、宮川ダム流域は貯留係数が極端に小さな5という値を示し、他方、山が大きくて、谷の刻み、すなわち、ひだの小さな流域では大きな貯留係数の値を示しているがごとく講演者には見える。

4. 結論

講演者は参考文献3)の講演論文にて、全国16ダム流域における調査結果から、降雨量が直接流出量に転ずることについては流域の地質は直接的には関係しないと結論したが、同様に直接流出量の時間分布にも流域の地質は直接的には関係しないと考えて良いのではなからうか。

5. おわりに

講演者は、現在、深い中間流の流出を主として規定しているのは、図-2に示すような、流域における山のひだの数や高さ・幅の問題ではなからうかと考えている。さいごに、本調査研究に御協力いただいた関係の皆様方に御礼申し上げます。



図-2 山の髷

6. 参考文献

- 1) 岡本芳美 山腹における降雨の滲透と流下について 第16・17回水理講演会講演集
- 2) 岡本芳美 山地河川の洪水流出高について 第18回水理講演会講演集
- 3) 岡本芳美 山腹における降雨の貯留作用について 第19回水理講演会論文集