

II-116 微小流域とこれを含む大流域ならびに同水系内の近接する大流域における洪水流出の比較—主として洪水流出率と総損失雨量の面から

新潟大学工学部 正員 岡本芳美

I. はじめに 講演者は利根川水系赤谷川赤谷湖(相俣ダムによる人造湖)に面する小谷に集水面積 3.7km^2 の微小流出試験地“相俣試験地”を設け、昭和45年より洪水流出の観測を行っている。^{1),2)} 相俣試験地は相俣ダムの流域(集水面積 110.8km^2)の中にあつて、同流域山地部の平均的な状態を示している。また相俣ダムおよびこれの管理施設により同流域の洪水流出を相当正確に把握することができるので、微小流域とこれを含む大流域即ち相俣試験地と相俣ダム流域の洪水流出の比較を行い、さらに加えて同水系内の近接する大流域および他水系流域との洪水流出の比較を行い、これと手がかりにして山地河川における洪水流出機構の解明を試みてみたいと思う。

II. 相俣試験地と相俣ダム流域について 相俣試験地は赤谷湖に面する小谷の最奥に位置し、河道の侵食区域と堆積区域の了度境界点に流量観測施設が設けられている。河道ならびに山腹の勾配は $40^\circ \sim 60^\circ$ 、山腹は天然闊葉樹で殆んど占められている。一方相俣ダム流域は流域の 97.8% が山林・原野・河川で占められ、残り 2.2% が田・畑・宅地・道路であつて、比較的急峻な山地河川である。流域内にはダム管理用として雨量観測所4ヶ所、水位観測所2ヶ所(湖水位用を除く)が配置されており、これらを含めてダムの管理状況は極めて良好である。大体5月15日～11月15日の6ヶ月間が非結氷・非積雪期で、この間の流域内の降雨分布は比較的均一である。

III. 本解析に用いた資料について この解析に用いた洪水は相俣試験地については昭和45年6月より46年6月までに発生した5回洪水、相俣ダムについては昭和36年より40ヶ年間に発生した洪水の内から5回洪水である。同水系の近接する大流域の洪水としては片岳川・蘆原ダム流域(集水面積 493.9km^2)の昭和42年より43ヶ年間に発生した洪水の内から1回洪水である。また参考として他水系流域の洪水を、天竜川・友川三峯川流域美和試験地(集水面積 1.36km^2 、建設省土木研究所設置)における昭和40年より42ヶ年間に発生した洪水の内から2回洪水、^{3),4)} 荒川・友川・逆川流域逆川試験地(集水面積 0.36km^2 、農林省農業技術研究所設置)における昭和23年より28年間に発生した洪水の内から3回洪水⁵⁾を用いた。これらの洪水は非積雪・非結氷期に発生したもので、融雪等の影響を全然受けておらず、また容易に直接流出と洪水流出を分離することができたものである。

IV. 相俣試験地と相俣ダム流域の洪水流出の比較

1) 洪水の流出形態面からの比較 相俣試験地と相俣ダム流域の洪水流出をその形態面より比較して列挙すると、①相俣試験地では小雨であつても洪水流出が認められる。しかし相俣ダム流域では流域平均最低約 20mm 、最大約 35mm 程度の降雨がなければ洪水流出が認められない。②相俣試験地では時間雨量分布図は洪水の時間流量曲線図とおおまかに良く一致する。一方相俣ダム流域では時間雨量分布図は降雨の初期損失を想定した場合、洪水の時間流量曲線図と良く一致する場合も見られるが、図-1に示した昭和45年7月2～3日洪水の様に概して一致しない場合の方が多い。特に上記の例の如く、相俣試験地と相俣ダム流域ではほぼ同様の降雨があつながら、相俣試験地では洪水の時

雨流量曲線図が田山になり、相俣ダム流域ではほぼ一山になると云うのは興味深い事実である。③ピーク降雨の発生時刻と見かけ上これに対応すると考えられるピーク流量の発生時刻の差すなわちピーク流量の遅れ時間は相俣試験地では30分～1時間弱であるが、相俣ダム流域では大体数時間程度である。

相俣試験地の様な微小流域では降雨波形に良く似た流出波形が発生している。しかし相俣ダム流域では降雨波形と流出波形の対応関係が無くなっている。一般に大流域であっても降雨波形に似た流出波形があらわれているものと考えられているが、実際には非常に変形されたものであって、降雨波形と流出波形との間には形態的には対応関係が薄いものと考えた方が妥当であろう。

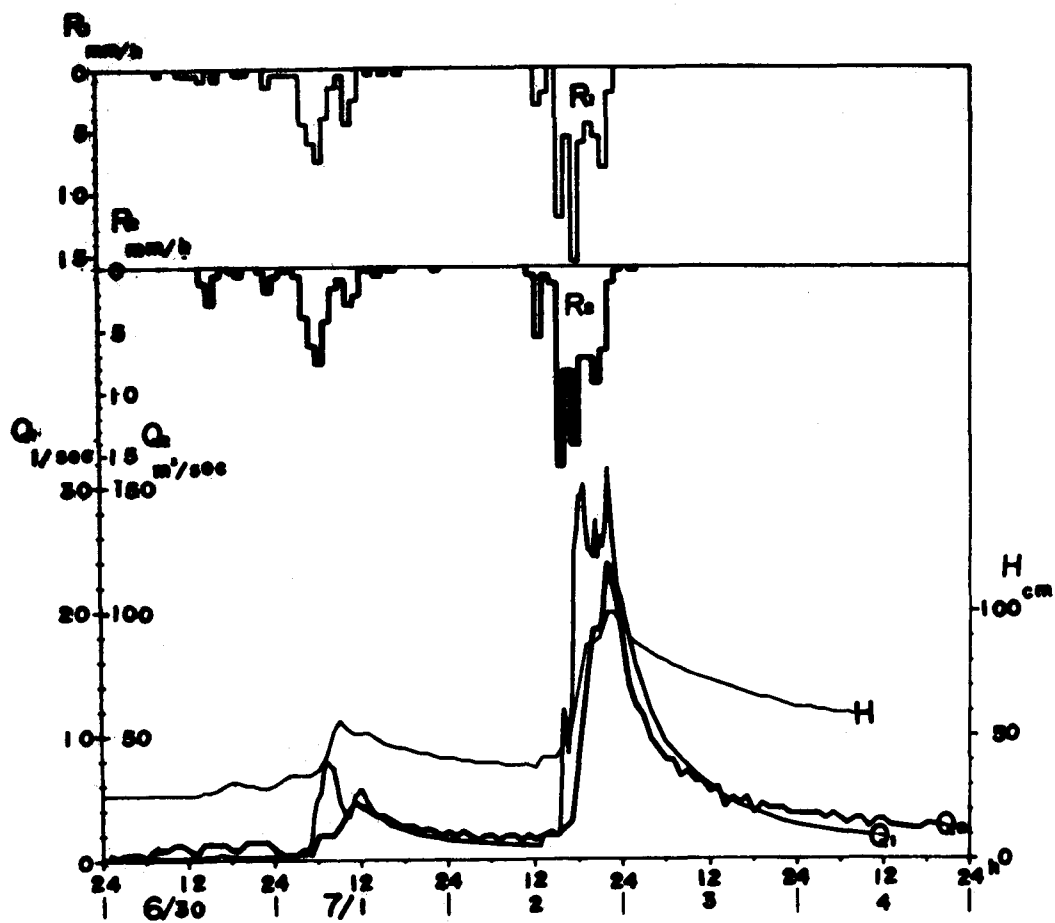
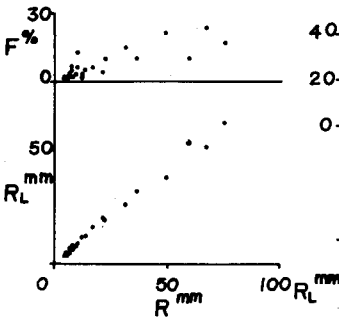


図-1 昭和45年6月30日～7月3日洪水 — R1は相俣試験地雨量、R2は相俣ダム流域雨量、Q1は相俣試験地流量、Q2は相俣ダム流域流量、Hは赤谷川支流西川吹路水位観測所(貯水池流入直前)水位

2) 洪水の流出率の比較 洪水の時間流量曲線をいわゆる勾配急変点分離法で洪水流出と基底流出に分離し、洪水の流出率を求め、これと関連するであろうと考えられる諸要素との間の相関関係を求めて見た。その関係としては、総雨量と流出率(図-2・3)、初期流量別に見た総雨量と流出率、初期流量と流出率、降雨継続時間と流出率、平均降雨強度と流出率等々である。これらの結果を見ると相俣試験地・相俣ダム流域共に洪水の流出率に関しては一定の法則性を見い出す事が出来なかった。

図-2

相俣試験地における
総雨量(R)と流出
率(F)ならびに総
損失雨量(R_L)との
関係



3) 総雨量と総損失雨量の関係 洪水の瞬間流量曲線を洪水流出と基底流出に分離して総損失雨量(総雨量-洪水流出高)を計算し、グラフの横軸に総雨量、縦軸に総損失雨量をプロットすると、相俣試験地・相俣ダム流域共に相当高い相関関係を示した。しかもこの関係は両者共に非常に良く一致することは注目すべき点である。図-2・3・4参照。

V. 相俣ダム流域と蘭原ダム流域の洪水流出の比較 相俣ダム流域では流域平均最低約20mm、最大約35mmの降雨がなければ洪水流出が認められなかったが、集水面積から倍弱の蘭原ダム流域に関しても全く同様であった。洪水の流出率については洪水数が少ないのであまりはっきり云えないが、相俣ダム流域同様に法則性がない様である。しかし総雨量と総損失雨量の関係は非常に高い相関関係を示し、しかも相俣ダム流域における関係と非常に良く一致している。図-4参照。

VI 他水系流域における総雨量と総損失雨量の関係について 美知小試験地での20洪水

について総雨量と総損失雨量の関係を示める 図-5 逆川試験地における総雨量(R)と総損失雨量(R_L)との関係と利根川水系の各流域と全く同様の相関関係を示した。図-4参照。なお美知小試験地の土壌構成は相俣試験地と類似している。また逆川試験地でのるる洪水についても同様であったが、しかし他の流域に較べてバラツキが大きい。これは逆川試験地が他の流域と比較して地形・土壌構成共に趣きを異

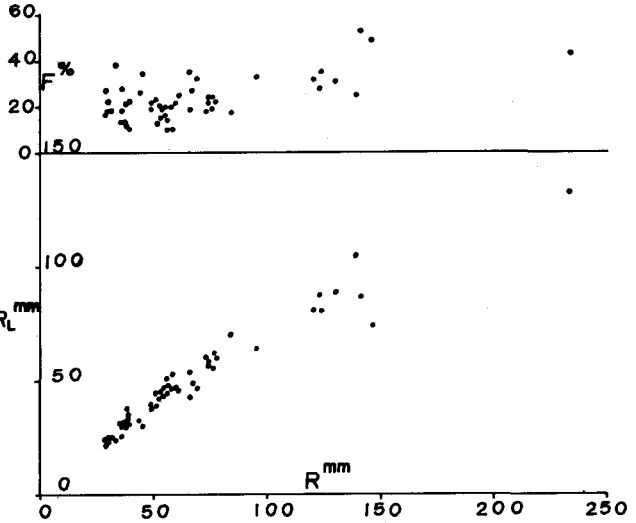


図-3 相俣ダム流域における総雨量(R)と流出率(F)ならびに総損失雨量(R_L)との関係

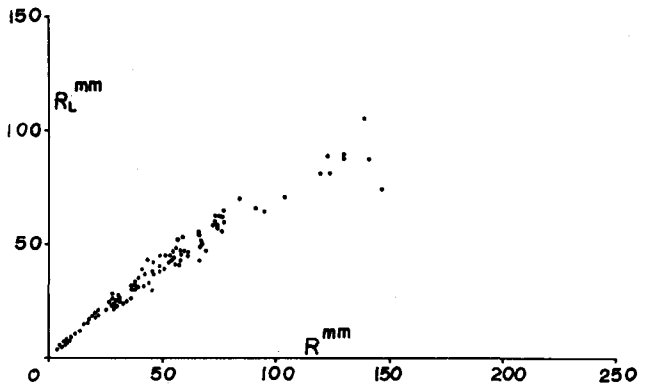


図-4 相俣試験地・相俣ダム流域・蘭原ダム流域・美知小試験地における総雨量(R)と総損失雨量(R_L)との関係

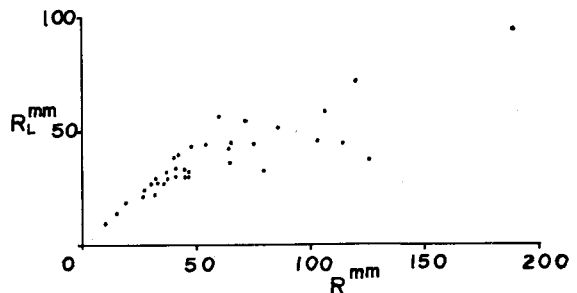


図-5 逆川試験地における総雨量(R)と総損失雨量(R_L)との関係

にしているためと考えられる。図-5参照。美知・逆川試験地共に洪水の流出率に関しては法則性は存在しない様である。

Ⅶ 洪水の流出率に関して法則性の存在しない理由について 講演者のこれまでの研究では洪水の流出率に関してはいずれの流域でも法則性を認めることができなかった。相模試験地の残積性土壌部分に設けた山腹流分離測定枠による観測結果によると、地表に落下した雨滴は直ちに地中に滲透してしまい、地表流は発生していない。地中に滲透した雨滴はCおよびD層まで急速に透過し、ここを中間流となって流下して行っている。雨滴はC・D層に向って透過しながら土壌の湿りの不足を補給して行く。従って弱い降雨強度の場合雨滴はC・D層に達するまでの間に総て土壌の湿りと化してしまっている。すなわち土壌にはある湿り度の時、降雨と土壌の湿りの増加として吸収できる限界の最大吸収度があり、この最大吸収度を越えた強度の降雨だけがC・D層を流れる中間流となっている。また土壌がその湿りとして吸収することができる雨量は土壌の厚さにほぼ比例している様である。すなわち土壌厚さが薄い場合には非常に早期に中間流が発生する。相模試験地では河道およびこれに連なる不透過あるいは難透過地帯で発生する表面流は洪水の流出率として2%程度であって、河道沿いの土壌厚さの薄い地帯からの中間流出が中小洪水の主体をなしていることが実際の洪水の観察ならびに洪水の時間流量曲線の解析および洪水時の電気伝導度の測定、山腹流分離測定枠の観測結果等から明らかに云える。以上の様な相模試験地における降雨の損失ならびに洪水流出機構が山地河川に共通して云えるものであれば、洪水の流出率に関して法則性が存在しないことは容易に説明がつく。また総雨量と総損失雨量の間に高度の相関関係が存在するのは、総雨量と降雨継続時間との間に相関関係があることが大きく一因をなしていると考えられるが、これについては現在解明を進めている最中である。

Ⅷ 結論 山地河川では①洪水の流出率については法則性は存在しない。②総雨量と総損失雨量の間には相当高い相関関係が存在する。しかも類似の地形・土壌構成の場合その関係は良く一致する。③流域の大部分を占める森林土壌部分では地表流は発生せず中間流のみ発生する。そして土壌がある湿り度の時、降雨と土壌の湿りとして単位時間内に吸収できる最大量があつて(これを講演者は降雨の損失速度と呼んでいる)、降雨強度と降雨の損失速度との差が中間流となって河道にあらわれる。④流域がある程度大きくなると降雨波形と流出波形の形態的な対応関係は殆んど無いと考えた方が妥当である。⑤既往の大洪水の流出率から計画洪水の流出率を推定するのは危険であつて、総雨量と総損失雨量の関係が得られれば、この関係を用いる方が安全である。

Ⅸ おわりに 講演者は本講演にて提出した降雨の損失速度という概念を明らかにするため現在相模試験地において、山腹斜面における散水実験を実施している。

X 参考文献

- 1) 岡本芽美 山地水源部における洪水流出機構に関する考察 土木学会第24回年次学術講演会講演集第2部
- 2) 岡本芽美 山地水源部における流出の観測 土木学会第25回年次学術講演会講演集第2部
- 3) 岡本芽美他 美知小試験地における洪水流出についての考察 土木技術資料11-6
- 4) 建設省土木研究所 美知小試験地水文観測資料 土木研究所資料第88号
- 5) 金子良旭 小流域における流出機構の研究 農業技術研究所報告F第12号別刷