

1. まえがき 近年、長崎・三重・島根などの各地で豪雨が降り、計画規模を上回る洪水が発生している。そのため、中小河川は氾濫し、流域に甚大な被害が起っている。このような豪雨時に、雨量と流量の関係がどのようなになっているかを明らかにするのが本報の目的である。そこで、最近に起った豪雨について、累加雨量と累加流出高の関係および到達時間流出率の変化について述べ、それらを基に豪雨時の洪水流出の経時変化を推論する。

2. 流域の概要

(1) Hダム流域：流域面積 33.8 km^2 ，最長流路長 12 km ，最長流路の比高 340 m ，流域の大部分は $200 \sim 300 \text{ m}$ の定高性を示す低い山が連なった地形を示す。流域の北東部の台地には幾つもの溜池がある。地質は第四紀の砂岩、礫岩、泥岩が流域のおよそ $1/2$ を占め、他に中生代の火成岩、深成岩、第三紀の火成岩が分布している。

(2) Fダム流域：流域面積 88.5 km^2 ，最長流路長 23 km ，最長流路の比高 810 m ，流域の北側および 65% は $500 \sim 700 \text{ m}$ の定高性を示す山が連なっている。地質は流域の大部分を中生代の火成岩、深成岩が占めており、一部第三紀の火成岩も分布している。

(3) Kダム流域：流域面積 254 km^2 ，最長流路長 26 km ，最長流路の比高 $1,740 \text{ m}$ ，地質は中生代の火成岩、深成岩、堆積岩がおおよそ流域の $1/4$ づつを占め、他に、第四紀火成岩、第三紀深成岩が分布する。

(4) Mダム流域：流域面積 311.1 km^2 ，最長流路長 45 km ，最長流路の比高 $2,230 \text{ m}$ ，流域の面側には中央構造線が南北方向に走り、変成岩地帯が巾数 km にわたり横たわっている。地質は固く中生代、古生代の堆積岩が流域の東側を帯状に走り、その面積は流域の $3/5$ を占めている。その面側を変成岩が帯状に分布している。

3. 累加雨量と累加流出高の関係：各ダム流域において、総雨量 $300 \sim 400 \text{ mm}$ の大雨を対象に、洪水立上り時刻からの累加雨量（以下累加雨量と略す）と累加流出高との関係を求めると図2.3 のようになる。ここで、Hダム10分、Fダム30分、Kダム、Mダムは1時間の各単位時間毎にプロットした。これらの洪水の到達時間内平均降雨強度 R_c は各ダム地点の洪水到達時間を平均的な洪水遅れ時間の2倍と仮定すると次のようになる。Kダム8207（洪水到達時間 $T_c = 5$ 時間）： R_c は次第に増加し、累加雨量が 280 mm を越えるころ $25 \sim 30 \text{ mm/H}$ となる。Kダム8108（ $T_c = 5$ 時間）： R_c は次第に増加するが 25 mm/H 以上にはならない。Mダム8209（ $T_c = 6$ 時間）： R_c は 15 mm/H を越えない。Hダム8307（ $T_c = 90$ 分）： R_c は累加雨量が 60 mm を越えるころから 25 mm/H 以上となり、累加雨量が $100 \sim 170 \text{ mm}$ の間 $55 \sim 75 \text{ mm/H}$ と非常に大きくなる。その後、一時 $15 \sim 25 \text{ mm/H}$ に下がる時期があるが、ほぼ $25 \sim 55 \text{ mm/H}$ の状態にある。Fダム8307（ $T_c = 140$ 分）

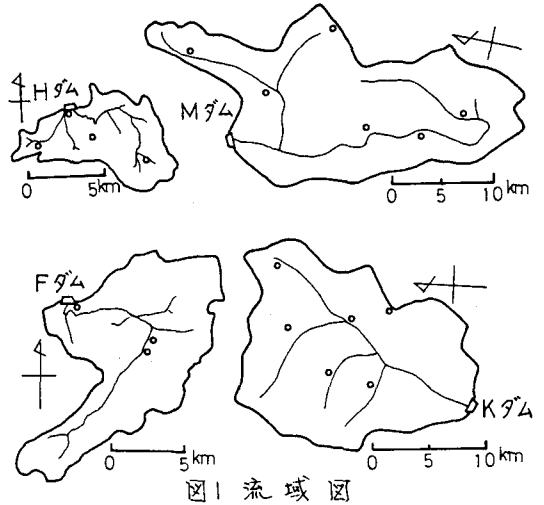


図1 流域図

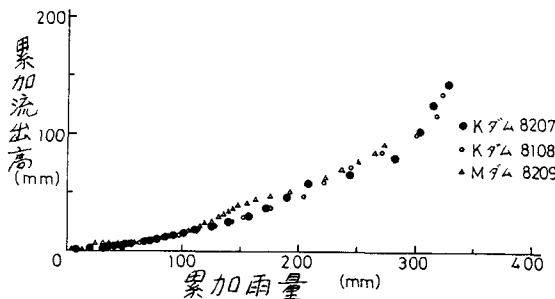


図2 Kダム・Mダムにおける累加流出高と累加雨量

: R_c は累加雨量が 60 mm を越えるところから 25 mm/H 以上となり, その後 45 ~ 55 mm/H の豪雨が続く。

図 2 は R_c が 25 mm 以下である場合の相関関係と考えられ, この場合, K ダム, M ダムとも同様な相関曲線を示す。また, 累加雨量が 100 mm, 270 mm に達すると降雨に対する流出高がより大きくなる傾向を示す。図 3 は R_c が非常に大きい場合の相関関係と考えられ, この場合, 累加雨量が 100 ~ 120 mm までは H ダム, F ダムともほぼ同様な相関曲線を示すが, その後, R_c の大きい方が降雨に対する流出高がより大きくなり, 相関曲線はより早く勾配 1:1 に近づく。

4. 到達時間流出率 豪雨時の降雨に対する流出高の増加割合を求めるため, 木下の提案する到達時間流出率 $f(t)$ (木下, 1982) を用いる。図 4, 5 は 3. 項と同様な洪水, 同様な時間間隔で到達時間流出率と累加雨量との関係を表わしたものである。図 4 は R_c が 25 mm/H 以下の場合の相関関係と考えられ, この場合, K ダム, M ダムともほぼ同様な相関曲線を示し, $f(t)$ は累加雨量が 50 mm, 100 ~ 120 mm, 270 mm に達する時期に, 0.1 から (0.2 ~ 0.3), (0.2 ~ 0.3) から (0.4 ~ 0.6), (0.4 ~ 0.6) から 0.8 以上へと大きくなる。この間の変化はゆるやかなので $f(t)$ は累加雨量にほぼ比例して増加すると見ることもできる。同帰式で表わすと次式のようなになる。

$$f(t) = 0.0025 \times (\text{累加雨量})$$

図 5 は R_c が非常に大きい場合の相関関係を示すと考えられ, この場合, 累加雨量が 100 ~ 120 mm までは H ダム, F ダムともほぼ同様な相関曲線を示す。累加雨量が 120 mm 以上になると $f(t)$ は R_c の大きい方が急上昇し, 早く 0.8 ~ 0.9 に達する。

5. まとめ 豪雨時の洪水流出について, 4 ダム流域の洪水資料に基づき推論し, 次のことが事例的に得られた。

- (1) 洪水到達時間内平均降雨強度が 20 ~ 25 mm/H 以下の場合, 地形・地質が異なる流域においても累加雨量と累加流出高の関係および累加雨量と到達時間流出率との関係はほぼ同様となっている。
- (2) 到達時間流出率が 1 に近づく降雨条件として, 洪水到達時間内平均降雨強度が 25 ~ 30 mm/H 以上。洪水到達時間内平均降雨強度が 20 ~ 25 mm/H 以下の場合は累加雨量が 270 mm 以上であることが推論される。

おわりに, 数少ない洪水資料に基づき大胆に推論したが, 今後さらに多くの豪雨時の洪水流量・雨量資料を収集整理し, 結論づけて行きたい。この解析に当り, 多くの方々にお世話になりました。ここに, 謹んで感謝いたします。

参考文献 木下武雄 (1983): 小流域からの表面流出 第 26 回水理講演会論文集

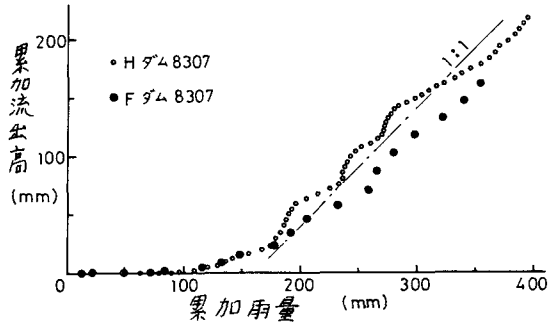


図 3 H ダム・F ダムにおける累加流出高と累加雨量

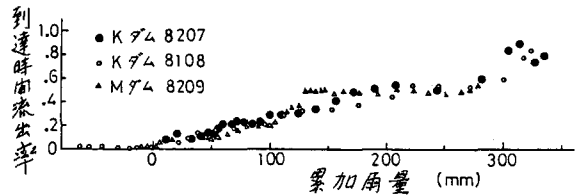


図 4 K ダム・M ダムにおける到達時間流出率と累加雨量

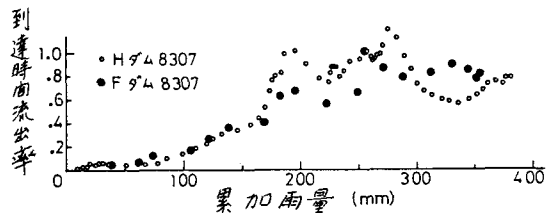


図 5 H ダム・F ダムにおける到達時間流出率と累加雨量