

タンクモデルによる流域の水文特性の検討

佐賀大学理工学部 学生員 ○市川仁士

佐賀大学理工学部 学生員 杉田幸二郎

佐賀大学理工学部 正 員 岸原信義

1. まえがき

流出解析法としてのタンクモデルの評価は既に定着しているが、最近このモデルのパラメーターを用いて、流域間あるいは流域の流出特性の経年変化の検出などにも利用される様になってきた。すなわち菅原(3)は、九州地方の28河川の資料を用いて、タンクモデルを作る過程で得られた短期流出成分と地下浸透成分との比が地質によって異なり、火山灰地帯の河川の値が小さいことを見出した。菅原は月単位の資料を用いたが、岸井(1)は九州地方の火山灰地帯の河川と非火山灰地帯の河川の日流量を解析し、各流域のタンクモデルを作成した。このモデルに同一降雨を入力し、一段目のタンクからの流出高と浸透高を年間で累計し、降雨量に対する総浸透高の比を浸透度と名づけ、各流域の流出特性を比較した。佐藤等(2)は、石神井川流域の都市化に伴う洪水流出特性の変化を、一段目のタンクの流出孔の係数の経年変化を通じて明らかにしている。

本研究は、対象流域として、洪水流出、低水流出の特性が異なるものと思われる10流域についてタンクモデルを作成し、此等のモデルに同一の降雨を入力し、出力結果を利用して、別途に発表予定の洪水流出・低水流出の指標の妥当性の検討を行ったものである。

2. 解析対象流域と解析の手法

解析対象流域は多目的ダム管理年報に記載されている流域から、渇水量と極値(既往最大)洪水量の多いものと少ないもので、かつ積雪、融雪の影響の少ない西日本の流域から選定した。選定された流域は表-1に示した10流域である。此等の流域において、1978年の日雨量と日流量それにハモンの式で推定した日蒸発散量を用いてタンクの係数を決定した。此等の常数は更に1979年と1980年のデータでその適合性をチェックし、微調整を施して最終的な係数とした。此等のタンクモデルに多雨年として前山ダムの1976年の日雨量を、少雨年として椋梨ダムの1978年の日雨量を用いて、日流出量を推定した。これは各流域・各年の日雨量の特性の相異が、各流域の流出特性に与える影響を除去して、各流域固有の流出特性をみるために行ったものである。推定された日流出量のデータを用いて、年最大日流量や浸透度を計算したものを表-2に掲げた。これと同じ計算を月単位のタンクモデルを作成して行った。なお表-2には、各流域の洪水流出特性である極値洪水量・基準洪水量や低水流出特性である流況係数の値も記入し、タンクモデルの特性値との関係を検討することにした。

表-1 対象流域一覧表

1978年

対象流域	流域面積 km ²	主たる地質	年降水量 mm	年流出量 mm	渇水量 mm ³ /s/100km ²
七川ダム	102.0	第三紀砂岩・頁岩互層	2346	1942	2293.03
鹿森ダム	28.5	古生代緑色片岩	1702	2602	858.33
柳瀬ダム	170.7	古生代緑色片岩	1326	1013	2001.38
椋梨ダム	160.0	中生代花こう岩	842	352	651.27
小瀬川ダム	135.0	中生代花こう岩	1264	354	553.70
松原ダム	491.0	洪積世熔結凝灰岩	1568	892	5070.98
菅沢ダム	85.0	中生代花こう岩	1224	547	538.50
布部ダム	70.0	中生代花こう岩	1625	1087	880.40
芹川ダム	118.0	洪積世熔結凝灰岩	1052	784	1070.27
玉川ダム	38.1	中生代花こう岩	1076	604	266.30

3. 検討結果

1. 日単位と月単位の特性値(1)(タンク1段目の2段目・3段目からの流出量に対する比)と特性値(2)(年最大日または月流量に対する2段目・3段目からの流出量に対する比)や浸透度との間には、それぞれ危険率5%または1%で相関が認められたが、その値は余り大きくなかった。更に月単位の流出特性値と洪水・低水流出指標との間には殆ど関連が認められない点を考慮すると、日単位のデータの代りに月単位のデータを用いて流出特性値を算出することは、解析の精度が低下することを物語っている。

2. 日単位のタンクモデルの流出特性値と洪水・低水流出指標との相関係数を表-3に掲げた。極値洪水量の値は、当該流域の統計年中の既往最大のピーク比流量であるので、その時の降雨強度に強く支配される値である。表-2でわかる様に、この期間中、七川・鹿森・柳瀬の各ダムに豪雨があり、他流域より1ケタ多いピーク流量が記載されている。この3流域は偶然、タンクモデルの特性値からみて洪水の出やすい流域であるため相関係数に有意性が認められたもので、此等3流域以外の極値洪水量とタンクモデルの年最大日流量との間には関連は認められない。すなわち、流域の洪水流出指標として、極値洪水量は適当でないことがわかる。

3. これに対して基準洪水量特に基準洪水量(2)がタンクモデルの年最大日流量との相関係数も大きく、洪水量の大小による流域の順位もよく一致している(順位相関係数に0.8425)。此等の点から流域の洪水指標として基準洪水量が適当であることがわかった。

4. タンクモデルの浸透度が大きいということは、低水流出量が豊富なことを示している。この浸透度と流況係数との間には、表-2、表-3でわかる様に極めて強い関連がある。すなわち低水流出の指標として流況係数が適当であることが確かめられた。

5. 表-2から、洪水の出易い流域と低水量の豊富な流域とは逆の相関を示めし、流況の悪い河川は、洪水時も低水時も共に流出状況が悪いことが明らかになった。

(参考文献)

1. 岸井徳雄(1977):九州地方の火山灰地帯・非火山灰地帯における諸河川の流出特性。国立防災研 研究報告 17
2. 佐藤照子・植原茂次(1980):都市化に伴う洪水流出特性変化のタンクモデルによる解析。国立防災研 研究報告 24
3. 菅原正巳(1969):水資源の循環機構に関する調査報告。科学技術庁資源調査会報告 34

表-2 各流域の流出特性値

対象流域	タンクモデルの特性値		極値洪水量 mm ³ /s/100km ²	基準洪水量 mm ³ /s/100km ²	基準洪水量 mm ³ /s/100km ²	流況係数	
	年最大日流量 mm	浸透度					
七川ダム	221.8	1	0.33	1405.9	176.5	68.0	8.06
鹿森ダム	194.3	3	0.37	1917.4	187.9	69.6	6.04
柳瀬ダム	218.4	2	0.29	1501.0	143.2	61.0	5.52
榎梨ダム	175.9	4	0.57	143.5	110.2	55.8	4.63
小瀬川ダム	125.4	6	0.63	399.9	87.9	32.8	4.08
松原ダム	112.6	8	0.63	291.7	78.0	37.0	3.61
菅沢ダム	154.8	5	0.61	155.3	63.6	29.1	3.60
布部ダム	122.4	7	0.63	231.1	72.7	32.1	3.37
芹川ダム	102.0	9	0.69	389.8	65.5	25.5	3.05
玉川ダム	97.1	10	0.84	466.7	70.0	27.0	1.19

※注 1. 基準洪水量(1):雨量100mmの時の月最大ピーク比流量
2. 基準洪水量(2):雨量100mmの時の月最大日比流量

表-3 相関係数表

タンクモデルの 流出特性値	極値洪水量	基準洪水量(1)	基準洪水量(2)	流況係数
年最大日流量	0.7344 *	0.8740 **	0.9128 **	0.8911 **
特性値(1)	0.6352 *	0.6148 *	0.6696 *	0.8520 *
特性値(2)	0.6135 *	0.8251 **	0.6899 *	0.6883 *
浸透度	-0.8078 **	-0.8635 **	-0.8960 **	-0.9190 **

※注 1. **:相関係数は危険率1%で有意
2. *:相関係数は危険率5%で有意
3. 特性値(1):タンクの一役目との2段目・3段目からの流出量に対する比
4. 特性値(2):年最大日流量に対する2段目・3段目からの流出量に対する比