

東京都立大学 正員 新井 邦夫
運輸省 正員 丸井 信雄
正員 佐藤 浩孝

1. はじめに ——— 改めて述べるまでもなく、東京都上水道の水需給計画は新規水源開発の大幅な遅れから深刻な状態にある。このため昭和47年度から実施に移された利根川水系水道拡張事業に緊急計画として、“利根川と多摩川との有機的連絡施設計画”が組み入れられた。実際の運用に当り、この計画が十分機能するためには小河内貯水量を緊急大放流に備え、常時満水に近い状態に保たねばならない。一方東京都全体の給取水可能量にはまったく余裕が無いから、平時は前記制約のもとで可能な限り多くの水量を小河内貯水池から取水しなければならず、計画遂行・際放流操作は極めて難しいものとなる。我々は、このように“最後の安全弁”として、困難かつ重要な任務を帯びている小河内貯水池の最良放流規則を探るべく若干の検討をおこなった。

表-1 計算に関する基礎的情報

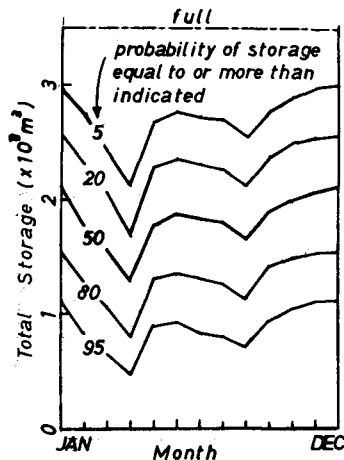
貯水池	小河内	下久保	矢木沢	草木	備考
有効貯量 (万t)	18600	12000	18000	5000	※実際は18540 ※ $\times$ 17580 ※ $\times$ 5050
東京の有給利権 m/aac	—	12.6	4	5.7	東京全体 約55
流量	小河内派	多目的派	多目的派	※	※ $\times$ 建設以前 のデータ(5.1~22) も補間して利用 ※利根川流量 $\times$ 基面面積比
データ源	管理年報	管理年報	管理年報	流量年報	
	5.33~50	5.43~48	5.43~48	5.31~48	
計算における貯水量のきざみ (万t)	200	200	200	200	
流量の単位	10 ³ m ³ /5日	10 ³ m ³ /10日	10 ³ m ³ /10日	10 ³ m ³ /10日	
放流型式	—	* 通常	* 通常	一定	※実際の型式に よるもの

計算の基礎となる理論(待ち行列又はマルコフ連鎖の貯水池問題への応用)は主としてLangbeinに従ったが、多くの文献がある(例えば長尾)ので、ここではその説明を省略する。基本データは半年間流量とした場合、年間72個の推移確率行列が構成され、年間定常状態確率は、任意月の任意半年の状態確率を任意に与え、解が安定するまで年間推移確率をくり返しかけることによつて求まる。なお流入量の確率分布は、季節毎に特性が異なるガマ分布に近似させた。すなわち密度関数 $f(x) = \frac{1}{\Gamma(m)} \frac{1}{\theta^m} x^{m-1} e^{-x/\theta}$, 分布関数 $F(x) = 1 - e^{-x/\theta} \sum_{i=0}^{m-1} \frac{(x/\theta)^i}{i!}$, ただし x は流量、 m, θ は定数。特に m は正整数である。 m, θ は分布関数がコルモゴロフスミル

表-2 流入量分布(ガマ分布)の定数(利根川)

月	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	年平均
下久保	8	0.17	0.06	0.07	0.04	0.09	1/2						
	m	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	同
平均	$\frac{m}{\theta}$	17.6	33.3	42.9	75.0	33.3	41.4						
矢木沢	8	0.46	0.015	0.06	0.08	0.10							
	m	21	5	6	6	7							
平均	$\frac{m}{\theta}$	45.7	33.3	100	75	70	131.8						
草木	8	0.54	0.11	0.03	0.07								
	m	12	5	3	3								
平均	$\frac{m}{\theta}$	22.2	45.5	100	33.3	50.3							

図-1 利根川3貯水池貯水量総和の年間定常状態確率



1) 検定 (Lindgren) において 10%棄却限界値以下におさまるよう試行的に定めた。

2. 利根川3貯水池の貯水量定常状態確率 ——— 東京都上水道は利根川の流況に著しく制約されているので、まず利根川に設置されている貯水池の特性を知っておく必要がある。東京都上水道が直接取水権を有する3貯水池(表-1)について表-2の条件により定常状態確率を求めた(スライドに示す)。東京にとってはこれら個々の状態よりむしろ、3貯水池貯水量の総和が問題であろうから、得られた個々の確率分布をもとに、あらかじめ分布の和の法則を用いて、貯水量総和の状態確率を求めた(図-1)。この図から、3貯水池は全体として、融雪と台風による洪水に依存しており、溜湯化傾向時期は一般によく知られているように1~3月および6~8月であることが理解される。

3. 小河内貯水池の貯水量定常状態

確率—— 1. 放流規則の基本的

制約。前節で示したように利根川の

3貯水池では1月～3月および6月

～8月に涸渇化するから、これらの時期に余剰水取水が困難となる可能性が大きい。したがって小河内貯水池の平時の年放流計画において、これらの時期に放流量を多くする方がよい。なぜなら、東京都上水道の多摩川と利根川への依存度を比較した場合、多摩川分は利根川分の補完的な量にすぎないからである。又小河内貯水池は下流に発電所と、多摩川上流にのみ依存する小作浄水場をひかえているために、年間を通し、少なくとも、30%の放流を維持しなければならない。口、定常状態確率、表-3に示した年平均流量に対し上記2条件を最も端的に表わした放流型式(A)による状態確率は図-3のようになる。特に夏の需水期に貯水量が極めて少ないこと、および3月末の涸渇確率が25%にもなることからこの放流型式が初めに述べた計画と機能させ得ないであろうことは容易に想像される。

次に緊急計画を念頭に置き、確保貯水量を1億5千万 t (これは羽村において現有能力の最大で取水した場合約75日分に相当する。)とし、上記の条件を加味し、考えられる種々の放流型式について状態確率を求めた。図-3に最良と思われる結果(放流型式B)を示した。すなわち年平均流入量の約0%を放流することとし、1～3月期には、70%、6～8月期には80%を、その他の季節には30%を放流すると、最も貯水量が減少する3月末でも1億5千万 t 以上である確率が、約98%となり、年間を通しほぼ確実に定めた確保流量を維持することが出来る。この放流型式の問題は9月にある。溢水確率が80%もあることから放流量をさらに多くしても良いと考えられる。しかしながら9月は極めて偶然性の大きい台風による雨に依存しており、よほど慎重に放流しないと、その翌年の貯水量に大きく影響する。

おわりに—— 小河内貯水池の東京都上水道における立場を考慮し、その放流型式を検討した。さまざまな放流型式による定常状態確率と比較した結果、基本的に図-3に示したような放流型式の採用を提案したい。小河内貯水池は下久保貯水池と同様にその貯水容量が年平均流入量に比し著しく大きいから、一度に涸渇すると、回復に長い時間を要する。しかも一般に湯水は何年か連続する傾向があり、そのため小河内貯水池は過去に何回か苦い経験を持つた。このような貯水池に対し初めに述べたような役割を果たせることについては、その放流操作に細心の注意がはらわれるべきであり、少なくとも平時の取水量に1/2に過大に期待することだけは避けなければならない。おそらく、今後小河内貯水池は常時満水に近い状態を維持するよう管理されるであろうが、そのため台風等に起因する豪雨による大出水に対する余力が持たずと予想される。かかる事態に対応するために計画中の平時における取水能力増強等は特に急務である。 Langbein, W.B.(1958). Proc. ASCE, Hy., Lindgren, B.W.(1962) Statistical Theory, 豊尾(1977) 21回水理講演会

表-3 流入量分布(ガンマ分布)の定数(小河内)

月	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	年平均
β	0.72	0.45	0.24	0.135	0.13	0.08	0.04	0.07	0.055	0.06	0.19	0.32	
α	12	7	4	4	4	3	2	3	3	3	6	7	
平均 $\frac{M}{\beta}$	16.7	15.6	18.0	29.6	30.8	32.5	50.0	42.9	54.5	50.0	31.6	21.9	33.3

図-2 A放流型式による年間定常状態確率(小河内)

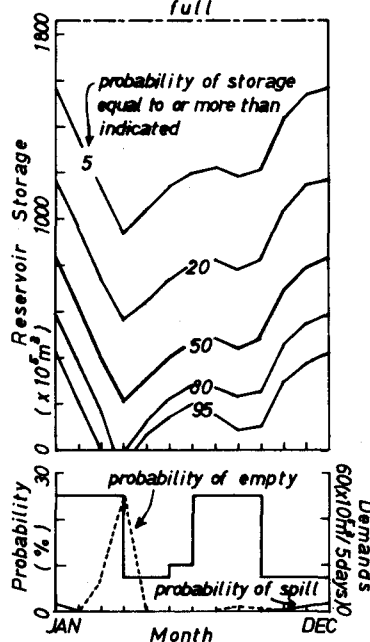


図-3 B放流型式による年間定常状態確率(小河内)

