水の安定供給への一考察——利水の量的安定度について——

小　山　要　之　介*

まえがき

河川水を使用する際，水質の点では支障ないとして，年間を通じて確実に利用でき，しかもその必要量が渇水の年においても確保できるならば水源としての利用価値は高く，生活と産業の基礎としての水事情は安定していると言える．水需要の増加に伴って河川水の利用率は次第に高まり，用水の開発も最初に建設される貯水池に比べて第二，第三の計画に進むほど困難さが加わり，勢い本来河川の機能を維持するのに必要とされる河川維持用水とか，古くから農業やその他の生活の必要から生まれた慣行水利などに対して蚕食が始まる．まさに，今日の利水開発の典型と言えよう．

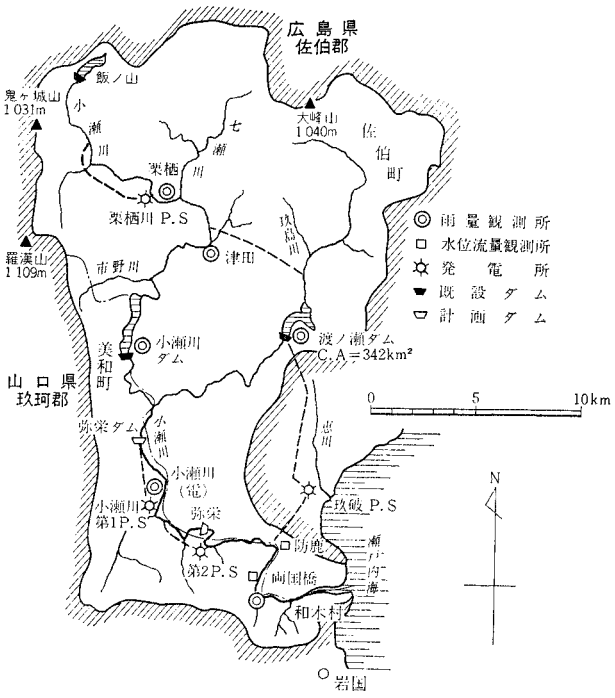
開発水量の安定度合の指標として，基準となる渇水年を選定して，その年の渇水の規模を既往の流量資料の中で統計的または確率処理を行うことによって，その生起の度合で「○年に一度程度の渇水年」として表わす方法がある．河川法のうえで利水計画における安全度に関する解釈をみると，「逐条河川法の解釈」において，「新規利水の許可の基準となる基準渇水流量として，取水地点における最近 10 か年の最小渇水量の採用を原則とし，水の需給関係の逼迫している河川では，小さいほうから第二位のものをとることもある」としており，また，このように定めた理由として，「一般にその河川について各利用者が円満に取水することができる限界の水量であるという河川管理上の経験的事実に基づく」としている．

従来，一つの水利事業に対して，河川法で許可されるときの条件として，「水利使用規則」という形が採用されているが，この許可条件の内容には，使用水量の最大値が表示されているだけで，渇水時における使用制限は示されていない．したがって，水利権を得た者はいかなるときにも河川から取水できるとされている．開発が進んで利用率の高まった河川においては，まず，水利使用の許可を与える立場が基準となる渇水年を適正に定めて供給の安定性を向上させるとともに，基準年を上回るような異常渇水時における補給水として不可欠の河川維持用水を確保すること，次に各水利権者はお互いの許可を受けた内容を尊重して応分に河川からの恩恵を受けることができるよう調整を図っていくこと，が利水秩序の基本になると考えられる．

1．小瀬川の水利調整問題

一級河川小瀬川が瀬戸内海へそそぐ広島・山口両県境にはそれぞれ大竹市・岩国市という用水形工業の発達した町があるため，主水源である小瀬川の利用率は経済成長の波に乗って急増した．昭和 33 年には水配分に関する建設大臣裁定というものが打ち出され，慣行農業水利

* 正会員　建設省中国地方建設局河川部長



図—1 小瀬川流域図

権のほかに，「旧権」，「新権」，「上水」（その後小瀬川ダムの建設により「ダム権」が加わった）という独特の水利権区分が存在することとなった．ここに

① 旧　権：昭和 33 年以前に許可を受けている工業用水．

② 新　権：昭和 33 年の大臣裁定で許可を受けた工業用水．昭和 20 年から 29 年までの 10 か年での渇水第 3 位にあたる昭和 27 年の渇水量を基準とし，「旧権」と「上水」とを差し引いたもの．

③ ダム権：小瀬川ダムで開発された工業用水で，基準渇水年は昭和 27 年．

表—1 でみると全水利権量は 6.367 m³/s で，水収支の計算の際に基準となる流量を測定する基準地点での流況表（**表—2**）からすれば，最近ではほとんど年ごとに渇水量が権量に満たないという実情である．

そこで当然のことながら水利調整の必要性が生じて，昭和 38 年「小瀬川管理協議会」が発足し，渇水時の不足分を話合いで調整（渇水調整）している状況である．その一例として，昭和 44～45 年の渇水時に実施された調整が**表—3** にまとめられている．河川としての供給能力を越えた取水を認めたため，安定供給ができないのでやむを得ず調整手段を講ずることになるのであって，最大の要因は，基準渇水年の選定が適正を欠いた点にある．昭和 20～29 年の 10 か年の流況は比較的に良好であり，そのうちの第 3 位渇水年である昭和 27 年を基準年としているが，**表—2** によれば 20 か年中で第 11 位の渇水年で，2 年に 1 回は不足する年があることになる．したがって，各利水者が円満に取水できる限界を越えた

表—1　小瀬川利水一覧

水利権の種類	水利権者名	取水量 (m³/s) 山口県	広島県	計	備考
農業用水	和木町	0.139			
	大竹市		0.278		
	計	0.139	0.278	0.417	
旧権（昭和33年9月の建設大臣裁定以前の水利権）	日本紙業(芸防工場)	0.150			
	三菱レーヨン		1.542		
	大竹市（上水）		0.190		
	大竹市（工水）		0.116		大竹紙業 0.116 m³/s
	計	0.150	1.848	1.998	
新権（昭和33年9月の建設大臣裁定による水利権）	大竹紙業		0.556		
	日本紙業(大竹工場)		0.556		
	日本紙業(芸防工場)	0.128			三井石油化学 0.992 m³/s
	三井石油化学		0.544		興亜石油 0.278 m³/s
	山口県企業局	1.278			和木町上水 0.008 m³/s
	計	1.406	1.656	3.062	
ダム権（小瀬川ダムによる水利権）	山口県企業局	0.445			興亜石油 0.097 m³/s ユニオン石油 0.042 m³/s 三井石油化学 0.306 m³/s
	大竹市（工水）		0.445		三井東圧 0.278 m³/s 日本紙業(大竹) 0.167 m/s
	計	0.445	0.445	0.890	
合計		2.140	4.227	6.367	

表—2　基準地点流況表（防鹿）

（単位：m³/s）

昭和年＼流況	最大	豊水	平水	低水	渇水	最小	年平均	渇水順位	摘要
25	298.11	12.10	10.09	8.38	7.46	7.01	14.28	20	
26	710.77	12.55	9.45	7.69	6.62	6.15	15.63	18	昭和27年渇水は非かんがい期である
27	215.57	14.42	11.18	8.10	5.05	4.86	14.18	11	
28	369.34	13.74	9.41	7.14	5.19	4.94	18.23	12	
29	404.27	19.63	10.53	8.15	5.90	5.39	19.15	16	
30	—	11.60	7.30	5.30	3.20	(3.20)	—	3	
31	—	20.70	11.00	6.90	4.10	(3.20)	—	6	
32	—	17.20	9.00	5.50	2.90	(2.50)	—	1	
33	78.90	11.90	9.86	7.83	5.77	4.40	10.90	15	
34	87.30	12.90	9.70	6.35	4.65	4.52	11.90	10	
35	411.00	11.00	7.42	5.11	4.33	3.70	11.50	8	
36	128.00	11.10	8.87	6.92	5.21	4.77	12.10	13	昭和37年大竹市元町地区井戸水枯渇する
37	296.39	13.77	9.54	8.48	7.06	5.19	16.15	19	
38	—	20.50	10.28	7.74	5.93	5.62	22.72	17	
39	—	11.50	7.30	5.90	3.40	(3.00)	—	4	
40	799.12	14.64	10.42	6.57	4.28	4.02	14.06	7	
41	362.40	14.17	10.40	6.94	5.56	4.71	15.02	14	
42	484.97	12.57	7.92	5.09	3.10	2.36	12.91	2	取水制限を行う
43	152.60	7.02	5.66	4.82	4.49	3.87	7.73	9	
44	480.16	6.66	5.40	4.53	3.51	2.94	10.11	5	取水制限を行う
平均	321.19	13.45	9.04	6.67	4.89	4.32	14.16	—	

注：（ ）内はタンクモデル法により求めた流況である．

表—3　昭和44年渇水時の小瀬川水利調整

期間 / 水利権	夏期第一次 (9/22～9/30)	冬期第一次 (11/14～11/27)	冬期第二次 (11/28～1/31)	冬期第三次 (2/1～2/26)
上　水	5% 0.190	20% 0.158	20% 0.158	20% 0.158
ダム権	5% 0.850	20% 0.710	27.5% 0.650	48.75% 0.456
旧　権	10% 1.627	20% 1.450	27.5% 1.300	37.5% 1.131
新　権	20% 2.443	40% 1.830	50% 1.526	60% 1.221
計	5.110	4.148	3.634	2.966

注：上段/水利権量に対する節水率（%）.
　　下段/調整後の水利量（m^3/s）.

事態が続発して，需給両側ともに調整は難しく，紛争の種となっている．

いま，この悩みを解消するために建設省の手によって弥栄ダムの建設が進められているが，その計画によると基準渇水年として昭和39年を選んでいる．この年は表—2から20か年中の第4位渇水年で，ほぼ5年に一度の渇水年に相当するが，貯水池の必要容量の中には新規利水のためにだけでなく，前記の既得水利権量に対する不足分（昭和27年渇水から昭和39年渇水へ基準を上げた分に対する）をも含ませることになるので，大幅に水源としての安全度が向上し，「管理協議会」はめでたく解散できる見込みである．

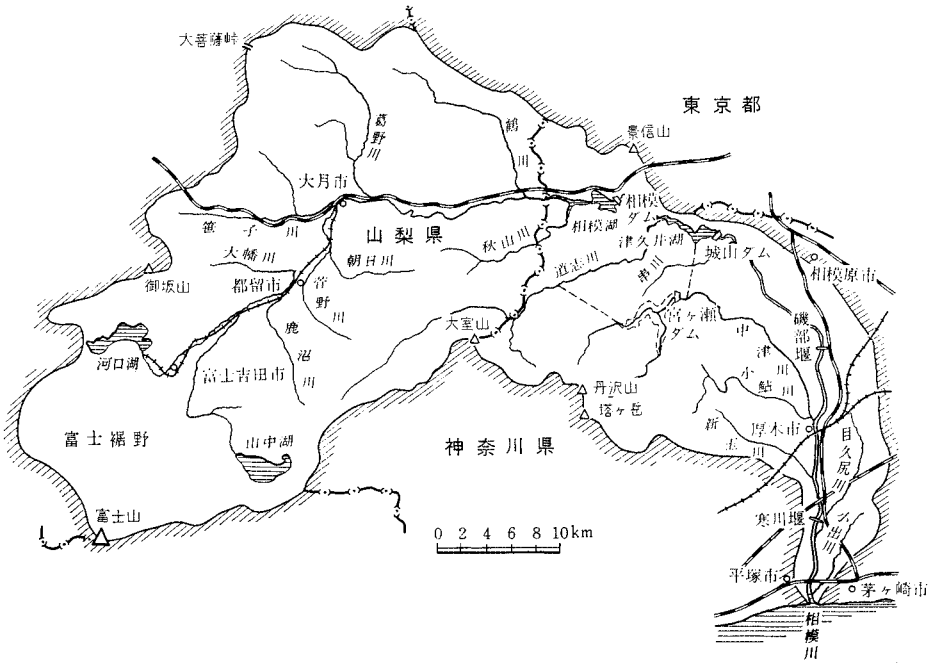
慢性的水不足が生活面や産業生産の面に不安定さを生み，都市機能に与える悪影響が大きいだけに，昭和33年当時の社会情勢や水需要の緊急的な実態に即して行われた大臣裁定は，今日から見ればやや過ぎたものであろう．技術的立場の苦しさがわかるだけに，一日も早く弥栄ダムの完成を期したい．

2．相模川での安全度の検討

一級河川相模川は，神奈川県内の都市用水のうち約55%を供給して，給水人口は約400万人に達しており，利用率も現在64%という高い値を示している．このように限界に近い利用率で，しかも，水源としての依存度が高い河川であるが，その安定の度合は一体どうなっているのであろうか．

相模川の開発は，河水統制事業（相模ダム建設），総合開発事業（城山ダム建設），高度利用事業（寒川堰による緊急暫定取水）が現在までに実施されてきたが，そのうち相模ダム建設は昭和13年から昭和22年までのもので，基準年の設定はなされていない．したがって，城山ダム建設に際して設定された基準年（昭和30年）が現在では相模川の水源としての安定度合を判断する基準となっている．

そこで基準年であるが，昭和11～17年および昭和24～33年の計17年間の流量資料を対象に，渇水第3位に相当する1年間として昭和28年冬期と昭和30年夏期を設定して計画基準年としている．しかしながら，図—3でみるとおり，流域の降水量は過去57年間でほぼ平均であり渇水規模は2年に1回程度とみなされる（図—3で降水量と流出量とは相関関係にあるので，流出量の傾

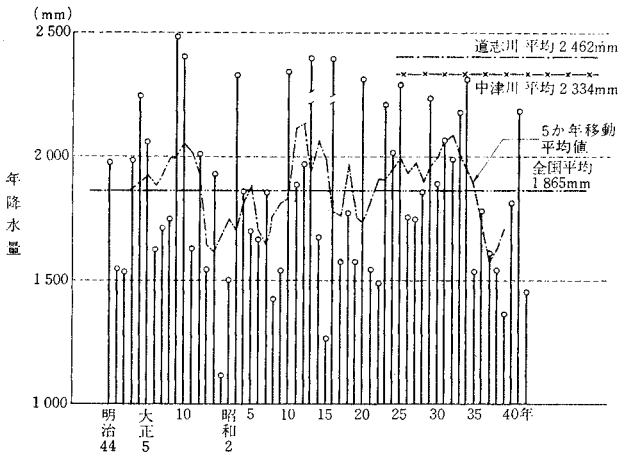


図—2　相模川水系概要図

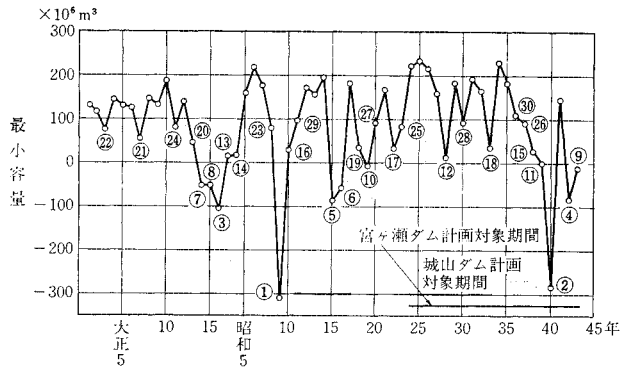
向を示すものと考えてよい）．また，城山ダムは開発許可された水利権量に対して，河川流況を改善するためのダム規模が小さいために，昭和 33 年のように空梅雨で日照り続きのあと台風に見舞われた年には，年間流出量は大きいのにダムからの補給ができず，異常な水不足年として扱われている．したがって，依存度が高いだけに城山ダム計画までに開発許可された水量については，決して安全度が高いとは言えない．

そこで，現在進行中の宮ケ瀬ダム計画では，それがどのくらい改善されるのかを見ると，昭和 39 年を基準渇水年としているが，この年の評価は図—4 で知ることができる．すなわち，大正 2 年から昭和 43 年までの 57 年間での貯水池の必要容量を試算してみると，渇水第 11 位で必要容量は 3 億 m³ となってほぼ 5 年に 1 回の渇水年に相当する．城山ダムの昭和 30 年は第 28 位の渇水で，前述のとおり 2 年に 1 回というわけである．

さらに，宮ケ瀬ダムの利水計画では 5 年に 1 回の渇水を防ぐだけでなく，需要側の取水制限と河川維持用水の運用とを組み合せることによって，それを上回る渇水年



図—3　相模川流域平均年降水量



（相模・城山・宮ケ瀬合算値，大正元年～昭和 43 年）

図—4　年別貯水池最少貯溜量図

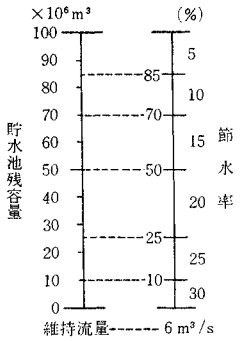
表—4　渇水頻度に対する意識調査結果

（問）昭和 39 年のような渇水が起こるとすれば	回答数	割合（%）	無回答を除いた時の割合（%）
5 年に 1 回ぐらいはやむをえない	827	18.0	22.4
10 年に 1 回ぐらいはやむをえない	1 108	24.1	30.1
50 年に 1 回ぐらいはやむをえない	513	11.2	14.0
100 年に 1 回ぐらいはやむをえない	376	8.2	10.2
絶対に断水があってはならない	463	10.1	12.7
そ の 他	393	8.5	10.6
無 回 答	914	19.9	—
計	4 594	100	100

にも対処可能なものとしている．すなわち，

① 10 年に 1 回の渇水を取水制限（節水）で乗り切ること：昭和 39 年に南関東が渇水に見舞われた後，建設省が水道利用者に対して行ったアンケート調査の結果をみると表—4 のとおりで，節水を前提に 10 年に 1 回の渇水を乗り切ることができる水量が確保されれば住民意識としては安定水源とみなしていると言える．同時に行った節水率とその期間に関する調査では，30% 節水で 1 か月は切り抜けうるとする回答が最も高い率を占めている．したがって，10 年に 1 回の渇水を 30% 節水の状態で 1 か月間を乗り切ることが利水における安全度の目安になると言ってもよかろう．

② 10 年に 1 回以上の異常渇水をダム計画によって確保されている維持用水の転換使用により乗り切ること：すなわち，宮ケ瀬ダムにおいては貯水池の水位と取水量の制限との間に一定のルールを設けることによって渇水に対処する方式を採用し，しかも，維持用水は渇水補給に必要な量を確保することとして算定してある．具体的には，図—5 において昭和 40 年の渇水を維持用水 6 m³/s の転用によって切り抜けることのできる計画としてある．



注：相模，城山，宮ケ瀬の 3 ダムの合計容量は 3 億 m³．節水は，残量が 1 億 m³ に低下して開始する．

図—5　節水のルール

3．アメリカ合衆国での場合

合衆国では，陸軍工兵隊（C.O.E.）と内務省開拓局（B.O.R.）とが水資源の開発を担当しているので，それぞれに水供給の量的安全度について考えを確かめてみた．

（1） C.O.E. の考え方は，需要の用途別に開発水量の安全度を変えていく方法を採用している．すなわち，水不足止むなしの尺度は，レクリエーション用，または魚類とか野生動物のために用いる場合は 10 年に1回，かんがい用水の場合は 20～50 年に1回，工業用水と上水道用水では不足させない，すなわち，100 年に1回程度の確率をもって計画の基準にしたいという考えがある．

しかし，少なくとも基準渇水年といったものはなく，数年間にわたる渇水の実績を基準として，水文統計学の手法によって確率処理しながら，安全度を高める努力をしている（ちなみに，渇水の規模と貯水池の規模は2年以上にまたがる場合が基準となっている）――C.O.E. 水文技術センター所長 Mr. S. Fichert による――．

（2） B.O.R. においては，開発水量の安全度について最良の決定，解決策は得がたいものであるとしているが，一般的には次のような方向で検討を進めている．

① 得られた水文記録中で最も条件の悪い1年もしくは数年を含む渇水期間を採用して，開発水量を決定する方法．

② 需要側のうち，かんがい用水に対して渇水時 20～30%，最悪状態の年には 50% の給水制限を行い（ただし，10 か年を通じての不足量合計が 100% を越えないようにする），不足分を農業側にしわよせすることによって，水源を全体的に調整することなしに都市用水の給水制限を行わないですませる方法．

③ 開発水量に限りがあるので，最も経済的な使用方法，水質と環境保全の要請を考慮に入れて需要割当てをしていく方法――B.O.R. 計画調査部長 Mr. W.W. Ready による――．

以上，合衆国の場合にも開発水量算定のための方法論はかなり理解できる点が多いが，やはり，開発規模や，需要発生の経過が異なるわが国の場合に比べて，理想に近い方法が採用されているように思われる．

むすび

新しく利水目的のダムをつくるとき，それ以前の既得用水の安全度を，例えば小瀬川における弥栄ダム計画や相模川の宮ケ瀬ダム計画の場合のように引上げることについて，既得用水としてもそれ相当の費用を負担すべしとの議論がある．既得利水の安全度を向上しない，すなわち，ダム計画による恩恵を受けないで取水の優先順序を設けるべしとの意見もある．

これらは，利水の行政をめぐる今後の大きな問題となることは必至である．

また，現状では，ダム計画上の必要な措置として，既得利水の安全度向上に必要な容量を先取りして確保し，そのうえに新規の供給可能な容量を加えていく方式がとられている．したがって，安全度の高い用水を開発することは，この点でもコスト高を強いられ，そうでなくても補償問題や環境問題の解決で新規開発のダム計画が難航し，開発される用水はコスト高であるのはやむを得ないとされる中で，一段と真剣に検討を加えていく必要がある．

ともあれ，水資源の乏しいわが国では今後ますます合理的な水利用法を押し進めていかなければならないが，利用率が限度に達する河川，すなわち，水資源開発の最終施設が建設される河川ということになるが，そのような河川では少なくとも5年に1回の渇水に対応できる供給量を基準値とし，しかも，河川維持用水の一時転用と需要側の耐えられる限度の節水によって異常渇水をも乗り切りうると言った〈水の利用の仕方〉が利水計画上での河川水の安全使用の限界，言い換えれば〈利水の安全度の限界〉ではなかろうか．

（1976.4.13・受付）

マークは語る

株式会社　渡辺組

大正 12 年個人営業として発足した当社は，経営の近代化を図るため昭和 13 年に株式会社に改組いたしました．

以来十有余年，数々の困難を克服し基礎固めもできた昭和 27 年に，発展する会社を象徴する社章が必要であるとの機運が高まり，意匠を賞金つきで社員から募集しようということになりました．その結果，十数点の応募作品が集まり，厳正な審査のすえ選ばれたのが本社章であります．

ローラーの車輪をデザイン化したもので，中央のTは当時の社長，常務（それぞれ現在の会長および社長）の名前の頭文字をとり，創業者の渡辺家を象徴したものです．

次にTを囲む○は和を意味し，その外側をとりまく7個の『タ』と，一番外側を囲む下部の切れた○は『ヘ』を図案化したものでこの三つを合せてワタナヘ，すなわち『ワタナベ』と読ませます．

こうして昭和27年10月，正式に社章が決定し爾来四半世紀にわたりこの社章は，社員バッジをはじめ各種建設機械，車両，看板，封筒に至るまで広く使用され，社員に愛されております．

（三河尻儘吉・記）