

取水・貯留変動を考慮した河川利用率

木 本 凱 夫

The Utility factor of a Streamflow Considering
the Seasonal Fluctuations of Intake Rate and Storage

Yoshio KIMOTO

項 目

I. 矢作川水系の利水現況	39
II. 河川の利水収支と河川利用率	41
1. 河川利用率の定義	
2. 河川利用率の年間平均	
III. 明治頭首工地点での矢作川の河川利用率	42
1. 河川のモデル化	
2. 河川利用率の計算	
3. 河川利用率の考察	
4. 河川利用率からみた矢作川の利水	
IV. 河川利用率の問題点	48

はじめに

河川利用率は一般に次式で計算されている。

$$(\text{河川利用率})\% = \frac{(\text{年間総取水量})}{(\text{年間総流出量})} \times 100 \quad \dots(1)$$

$$(\text{河川利用率})\% = \frac{(\text{開発水量})}{(\text{年間総流出量})} \times 100 \quad \dots(1)'$$

前者は年間総流出量のうち何%が（発電以外の）利水のために河川から取水されたかをみる指標である。後者は河川における開発流量のために必要なダム貯水量と対応させて、ダム築造を基調とした水資源開発効率の特性を論じるのに用いられる。

河川利用率が高いことは利水面からみれば河川水を有効に利用していることになる^{*}。従って河川利用率を高めることが利水側の要求となる。

ところで(1)、(1)'式は日々変動する河川自流量、取水

^{*}景観・生態系等の河川環境については別の論議があるかもしれない。

量の年間平均とでもいうべきものである。これらから河川利用率を高める検討項目は直接にはでてこない。季別にみると冬季は大口需要である水田用水の取水がない。この間、河川にダムや他種利水がなければ自流は利用されなのまま海へ出てしまう。ダムがなければ夏季の大降雨による自流増も同じことで海へ流出する。

もっともわが国においてダムが築造されていない大河川はもはや数少ない。ダムは河川の豊水期や河川からの取水量が少ない時期にその自流量を貯水し渇水期に備えるものである。このように現在の河川利水は渇水期と豊水期、取水期と貯水期といった年間の水文変動、需要変動を内在しているものである。

本小論ではこれらの変動要素を河川利用率の中に織り込むために1年間の河川自流量と取水量を半旬平均して整理・検討したものである。対象は愛知県に受益地をもつ一級河川矢作川にとった。

I. 矢作川水系の利水現況

矢作川水系から取水する主要な農業用水は表-1の如くである。上流部からみてゆくと枝下用水は矢作川本川右岸の洪積台地上位面が浸蝕されてきた谷底平野・氾濫平野をかんがいつている。

明治用水は同じく矢作川本川右岸に展開する洪積台地中位面とその浸蝕氾濫平野をかんがいつるものである。矢作用水はその北部幹線が矢作川上流部の山間谷底平野部を、南部幹線が矢作川下流部にある丘陵地帯をかんがいつる。

矢作川本川から直接取水を行なうのは現在上記の3用水のみであり、矢作川中流部に位置する明治頭首工より下流の本川に取水施設は存在しない^{*}。

^{*}将監頭首工があったが撤去された。

表 - 1 矢作川水系の主要な農業用水（昭和54年現在）

河 川	取 水 施 設	用 水	最大取水量	受 益 面 積	備 考
矢 作 川	岩 倉 取 水 工	矢作北部用水	1.32 ^{m³/s}	859 ^{ha}	取水工は百月ダムに併設 発電用水路より分水
〃	越 戸 ダム	枝 下 用 水	8.694	2300	
〃	明 治 頭 首 工	明 治 用 水	30.0	8060	右岸取水 左岸取水・細川頭首工を經由
〃		矢作南部用水	1.43	1272	
〃		矢作川用水	5.50	7744	
巴 川		細川頭首工	18.71		
乙 川	乙川頭首工	矢作川用水	9.81		
鹿 乘 川	鹿 乘 堰		3.67		
矢作古川	吉良頭首工	吉良用悪水	3.4741	772	
〃	古川頭首工	古川用水	2.5357	1096	

愛知県岡崎農地開発事務所「矢作川水系利水総合管理概要書」昭和54年から作成

枝下用水受益面積は枝下用水土地改良区の昭和53年度資料による

矢作川中流部から下流部にかけての沖積地は矢作川用**水（事業名、国営矢作川第2農業水利事業、昭和54年3月完工）がかんがいしている。矢作川用水の水源は矢作川本川にたくその左支川巴川・乙川と右支川でありかつ明治用水受益地区の排水河川でもある鹿乗川に求められている。

下流部左岸の吉良用悪水・古川用水地区は矢作川の分流である矢作古川から取水する。***矢作古川へは矢作本川上流で取水された残流量と伏流水の一部が流れ込む。

さらに矢作川左岸の矢作川用水の排水もこれに加わる。すなわち広域的な反復利用がなく矢作川本川のみを水源とするのは中流の明治用水までである。

矢作川では農業用水の他に上水道、工業用水の取水がなされている。上水・工水の導水路は矢作北部用水・南部用水の新規補給と明治用水・枝下用水の施設改修とを併せ国営矢作川総合農業水利事業として施工されている。（昭和56年完了見込）

表 - 2 矢作川の取水施設と各種利水の最大取水量

施 設	目 的	最大取水量	有効貯水量	堤 高	備 考
矢 作 ダム	A・P・U・F	94.70 ^{m³/s} (P)	65000 ^{千^{m³}}	100.0 ^m	
矢作第2ダム	P	40.00 (P)	973	38.0	
笹 戸 ダム	P	25.71 (P)	0	6.5	
百 月 ダム	A・U・P	7.19 (A,U)	118	14.4	A : 1.32 ^{m³/s} U : 5.87 ^{m³/s}
		27.83 (P)			
阿 摺 ダム	P	40.00 (P)	587	13.9	
越 戸 ダム	A・P	8.69 (A)	478	18.3	A : 右岸30.0 ^{m³/s} U : 右岸4.02 ^{m³/s}
		62.32 (P)			
明 治 頭 首 工	A・U	42.18 (A,U)	0	3.0	A : 左岸 6.93 ^{m³/s} U : 左岸 1.23 ^{m³/s}

A : 農水、P : 発電、U : 都市用水、F : 高水調節

岡崎農地開発事務所「矢作川水系利水総合管理概要書」昭和54年
中部電力パンフレット：矢作川水系の発電所、越戸発電所
明治用水土地改良区：明治用水（パンフレット）昭和48年
中部電力 時瀬制御所資料

より作成

**矢作川本川下流で取水していた28ヶ所の井堰・取水樋管が合口して新たに支川の巴川に水源を求めたものである。

***古川への分流点には現在水利構造物はなく自然分流である。もともと本川の洪水時には河床土砂を掻き上げて古川への分流を促す導流堤が築かれる。農業用水のためでもあるがのり、養鱈の漁業用水からの要求が主である。逆に洪水時は古川に築造されている小島堰が古川への分流量を200^{m³/s}とする通水断面で施工されている。

上水は愛知県西三河水道用水供給事業として豊田市や西尾市等へ送られる。一方、工水は愛知県西三河工業用水道事業として名古屋南部臨海工業地帯、衣浦臨海工業地帯へ送られる。

表-2に各種利水の取水施設と最大取水量を示す。表中、都市用水とは上水道と工業用水を加えたものである。現時点上・工水の導水路はほぼ完成しているが取水は最大量には達していない。

表-2からも分かるように矢作川の利水には発電が入っている。発電は用水を消費せずに再び河川に放流するので実際の取水量はない。但し貯水には大きな影響を与える。これらの上・工水、発電の取水、放水施設もすべて明治頭首工よりも上流に存在する。****

以上の事柄を踏まえて明治頭首工地点における矢作川本川の河川利用率を算定し農業水利との対応を考察してみる。

II 河川の利水収支と河川利用率

1. 河川利用率の定義

図-1によって河川の利水収支式をたてる。

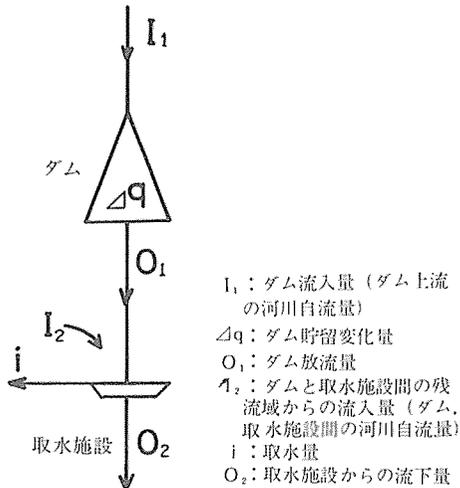


図-1 河川の利水収支

****以上の各種利水の水源となる他に高水調節のための機能をもつ多目的矢作ダムが築造され、昭和46年秋から貯水を開始した。これらの利水・治水事業は総称して“矢作川総合開発事業”といわれている。

ダム地点での利水収支式

$$(ダム流入量) - (ダム放流量) = (ダム貯留変化量)$$

$$I_1 - O_1 = \Delta q$$

取水地点の利水収支式

$$(ダム放流量) + (残流量からの自然流) = (取水量) + (流下量)$$

$$O_1 + I_2 = i + O_2$$

両式からある期間での取水地点の河川自流量 I は

$$(河川自流量) = \left(\begin{array}{l} \text{ダム流域から} \\ \text{の自流量} \end{array} \right) + \left(\begin{array}{l} \text{残流域から} \\ \text{の自流量} \end{array} \right)$$

$$I = I_1 + I_2$$

$$= (\Delta q + O_1) + (i + O_2 - O_1)$$

$$= \Delta q + i + O_2$$

すなわちダムが存在する場合の河川自流量はダム貯留変化量と取水量、流下量の和で表わされる。

このように河川自流量の利用は取水だけでなく貯留変化量も考慮されるべきである。すなわち貯留変化量が正でありダム貯水量が増えることは取水地点からみれば河川自流を無駄に流下させず渇水に備えるために貯水＝利用していることである。逆にこの値が負になることは取水量に対して河川自流量が少なくこれを補うためのダム放流が行なわれていることである。すなわち取水地点での流量は本来の自流量の外にダム操作による増減量が含まれている。

ある期間での取水地点の河川自流量の利用をみるならばダム放流量は取水地点流量から差し引かれねばならない。これが貯留変化量が負になる意味である。上記のことからある期間で取水地点からみた河川自流量の利用率を改めて河川利用率とすれば

$$(河川利用率) = \frac{\text{取水量}}{\text{河川自流量}} + \frac{\text{貯留変化量}}{\text{河川自流量}}$$

$$= \frac{i}{I} + \frac{\Delta q}{I} \quad \dots(2)$$

$$= (\text{取水率}) + (\text{貯留変化率})$$

となる。*

*取水地点での残流量、すなわち下流への河川流下量は河川流下率で表わされる。

$$\frac{(河川自流量) - (貯留変化量) + (取水量) + (流下量)}{(河川自流量)} = 1 - \frac{(貯留変化量) + (取水量)}{(河川自流量)}$$

$$(河川流下率) = 1 - (河川利用率)$$

つまり河川流下率は河川利用率の裏である。

2. 河川利用率の年間平均

(1)式の河川利用率は河川自流量と取水量の年間の総計を用いている。(2)式はある期間(例えば日々、半旬、旬等)についての量を用いている。(2)式を年間集計すれば(1)式に近いものになる。すなわち

$$\frac{\sum(\text{取水量}) + \sum(\text{貯留変化量})}{\sum(\text{河川自流量})} = \frac{(\text{年間総取水量}) + (\text{年間総貯留変化量})}{(\text{年間総自流量})} = (\text{年間河川利用率})$$

Ⅲ. 明治頭首工地点での矢作川の河川利用率

1. 河川のモデル化

明治頭首工地点までに存在する矢作川の取水施設は図-2の如くである。(記号は図-1に従う)河川利用率の計算のためにこれらをモデル化するがモデル化のポイントは発電ダムを省略したことである。省略した各ダムについてその理由を述べる。

- i 矢作第2ダム：矢作ダムの逆調整池でありその意味では貯留変化量は大きい。しかし現在のところ貯留・放流に関する資料が得られなかったので止むを得ず省略した。
 - ii 笹戸ダム：貯水容量が少く、運転も流量が豊富な場合のみに限られているので省略した。
 - iii 百月ダム：笹戸ダムと同じく貯水容量が少い。その運転は実質的には河川流の流れ込みによっている。このダムから農水・都市用水の取水がなされている。従って取水量のみに関係し、貯留変化量は省略した。
 - iv 阿摺ダム：ピーク発電用であり後述のように河川利用率の計算を半旬単位にとるとその貯留量の変化は平滑化されるものと考えられる。これも省略した。
- 以上から貯留変化に関係するのは矢作ダム、越戸ダムに限った。

2. 河川利用率の計算

明治頭首工地点での河川自流量は図-2から次のように表わされる。

$$(\text{河川自流量}) = I_1 + I_2 + I_3 + I_4$$

しかし各流域から河川への流入量についての実測値はない。そこで各ダム・頭首工地点の利水収支式から導くことにする。

$$\text{矢作ダム} \quad I_1 - O_1 = \Delta Q_1$$

$$\text{百月ダム} \quad I_2 + O_1 - O_2 = i_1 \quad (\because \Delta Q_2 \approx 0)$$

*現在矢作ダム上流に揚水式発電のため黒田発電ダムを嵩上げた奥矢作ダムが施工中である。

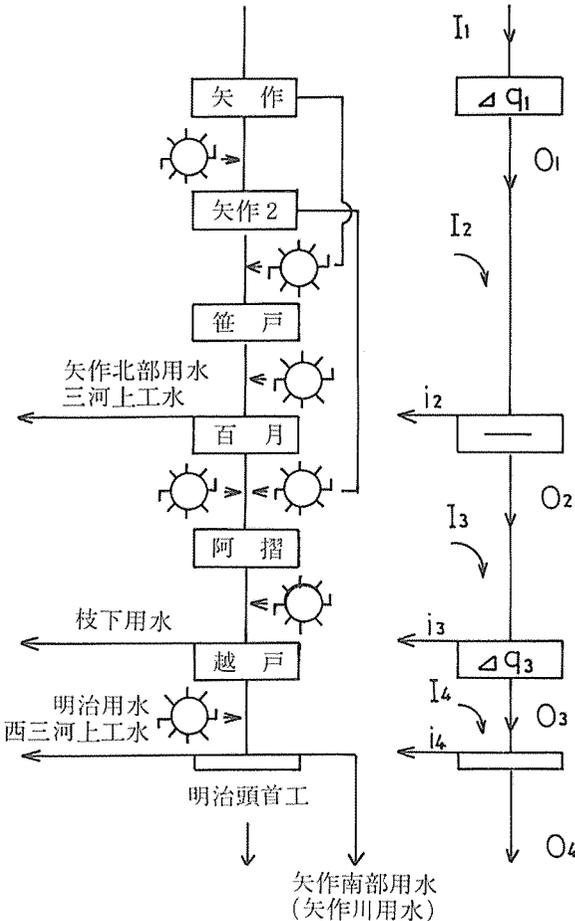


図-2 矢作川の取水施設とそのモデル

越戸ダム $I_3 + O_2 - O_3 = \Delta q_3 + i_3$

明治頭首工 $I_4 + O_3 - O_4 = i_4$

各々を変形して

$I_1 = \Delta q_1 + O_1$

$I_2 = -O_1 + O_2 + i_2$

$I_3 = \Delta q_3 - O_2 + O_3 + i_3$

$I_4 = -O_3 + O_4 + i_4$

これらの式の右辺はそれぞれの取水施設管理所の記録によって得ることができる。故に

$$(河川自流量) I = \sum I_i$$

$$= (\Delta q_1 + \Delta q_3) + (i_2 + i_3 + i_4) + O_4$$

である、一方、取水量・貯留変化量は

(取水量) $= i_2 + i_3 + i_4$

(貯留変化量) $= \Delta q_1 + \Delta q_3$

で与えられる。先に述べた河川利用率に代入すると

$$(河川利用率) = \frac{(取水量)}{(河川自流量)} + \frac{(貯留変化量)}{(河川自流量)}$$

$$= \frac{(取水量) + (貯留変化量)}{(河川自流量)}$$

$$= \frac{(i_2 + i_3 + i_4) + (\Delta q_1 + \Delta q_3)}{(i_2 + i_3 + i_4) + (\Delta q_1 + \Delta q_3) + O_4} \dots (3)$$

この式の各項に半旬集計の値を入れ計算し年間についての河川利用率の変化をみている。期間を半旬にとつたのは日々計算で行うと繁雑になるためでありそれを避けた

に過ぎない。旬、週、月等の期間の取り方については残された課題である。

記録は中部地方建設局の「矢作ダム管理年報」と岡崎農地開発事務所の「矢作川利水総合管理年報」を使用した。年度は昭和49年から昭和53年の5ヶ年である。

3. 河川利用率の考察

図-3~8が明治頭首工地点での矢作川の河川利用率の半旬変化である。図-3は5ヶ年の平均である。これには同じく5ヶ年平均の降雨高(安城)もつけた。

図の見方であるが取水率が100%を越えるということは明治頭首工からの取水も合せ頭首工地点までの全取水量が河川自流量を越えていることを示す。従ってこの場合はダムによる渇水補給の効果が出ていることでもある。貯留変化率は正ならばダムに河川自流量の貯留が行なわれており負ならば逆にダムの貯留分を放流していることを示す。以下5ヶ年の平均(図-3)を中心にして利用率の特徴をみる。

i) かんがい期に取水率が100%を越える時期がある。計算の対象とした5ヶ年のうち昭和51年を除いていずれも取水率が100%を越える時期がある。もっとも昭和51年でも8月に100%近い値を示すことがあった。取水率が100%を越すか100%近くなる時期は矢作川

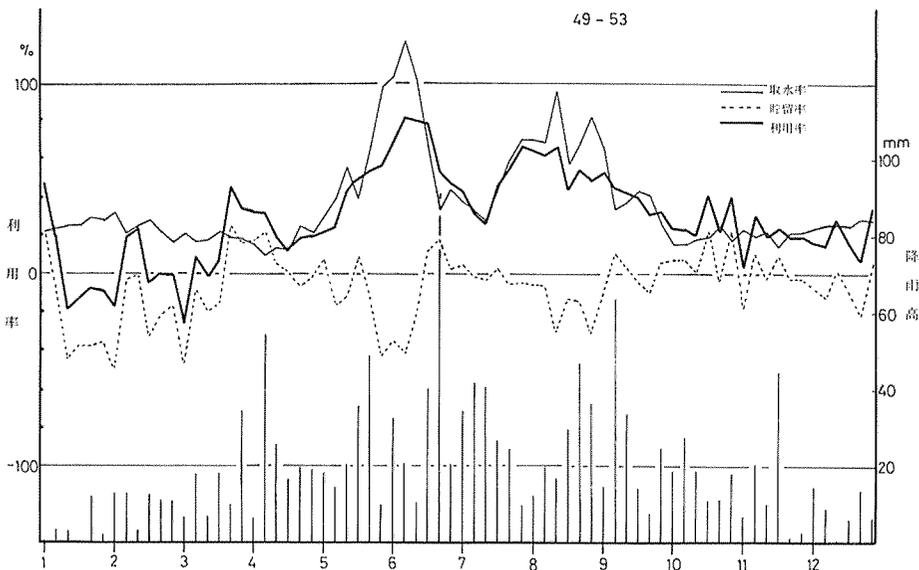


図-3 矢作川明治頭首工地点の河川利用率と降雨量(昭和49年~昭和53年5ヶ年平均)

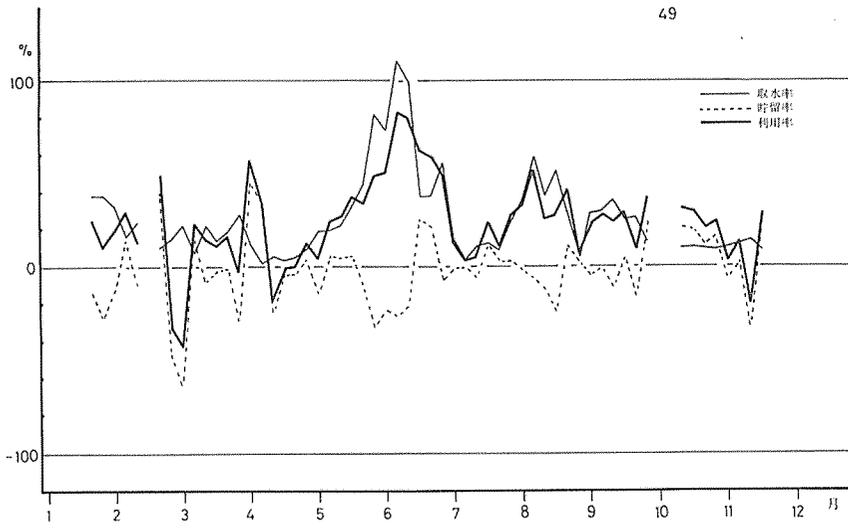


図-4 矢作川明治頭首工地点の河川利用率(昭和49年)

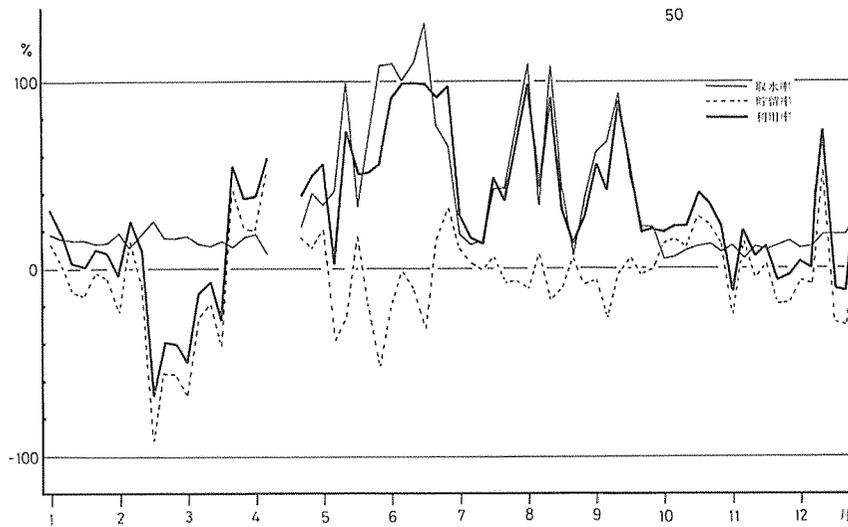


図-5 矢作川明治頭首工地点の河川利用率(昭和50年)

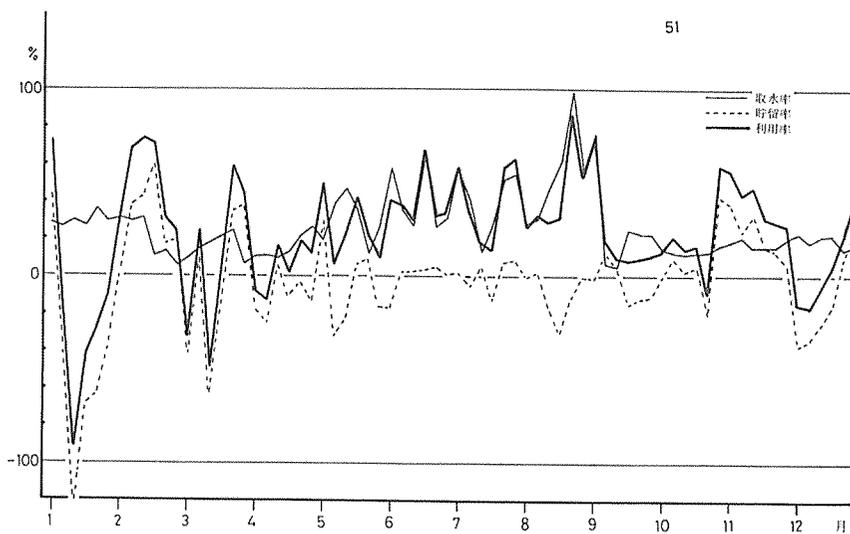


図-6 矢作川明治頭首工地点の河川利用率(昭和51年)

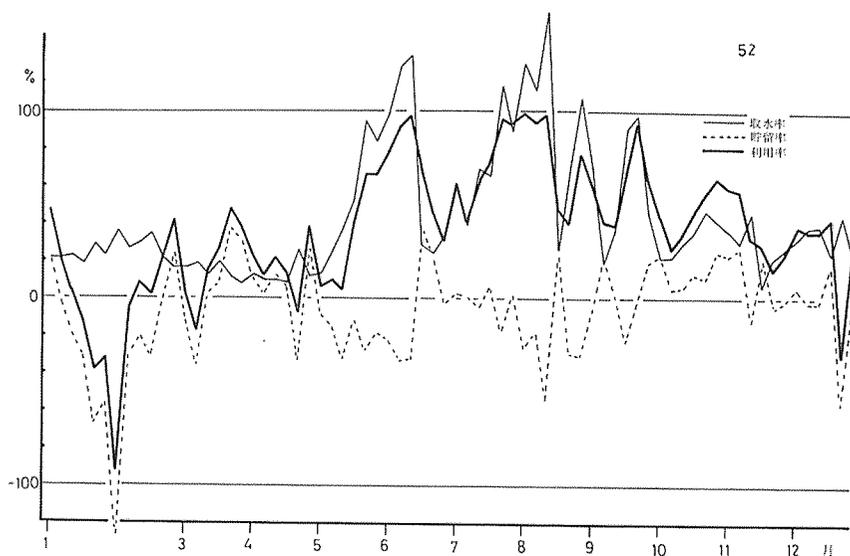


図-7 矢作川明治頭首工地点の河川利用率(昭和52年)

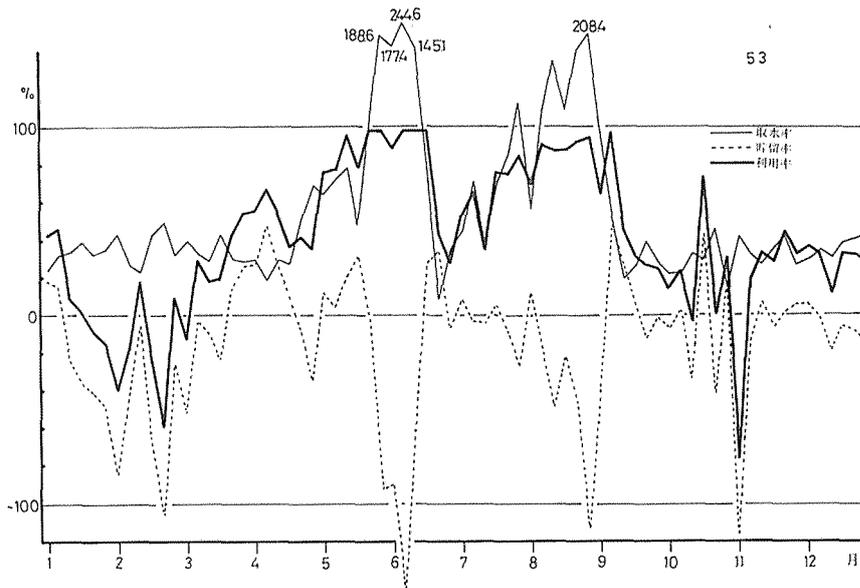


図-8 矢作川明治頭首工地点の河川利用率(昭和53年)

水系のかんがい期で代カキ・田植期と中干し後の深水期の両時期に一致している。

ii) 冬の平均した取水率は20~30%でありかなり安定している。

冬の取水は畑地かんがいと都市用水であり用水需要の多い水田かんがいがない。畑地かんがい・都市用水は取水量は一定しているが河川自流量に日々年々変動があるので取水率もそれにつれて変動する。しかし夏季に較べると冬季の河川自流量はかなり安定している。さらに日々・年々の変動も平均すれば平滑化されて図-3にみるような20~30%といった指標的な値に収斂する。現在畑地かんがい・都市用水は計画取水量以下の取水状態であるが、計画全量取水となれば冬季の取水率が上昇することはいうまでもない。

iii) 年々 100%を越える取水率の出現が頻発し河川利用率の値も上昇している。

表-3 に示されるように河川利用率は年々上昇する傾向にある。この第一の要因は当然の事ながら降雨量である。表-4 (a)が各年降雨量、(b)がその10ヶ年平均降雨量に対する比を示している。近年夏季の降雨量が10ヶ年平均値よりも低いことが分かる。すなわちこれは分母の河川自流量が少くなることであり当然取水率が上昇する。

一方、分子の取水量について明治水地区についてみたのが図-9である。昭和48・49年頃から取水量増加が認められる。この増加の原因は用排水改良事業・圃場整備事業によって必要水量が増加したことと旧来の用水の反復利用系統が切断されたことにある。用水節減のため再度反復利用を行おうとしても農業用水受益地内の都市

表-3 年間貯留変化量と河川利用率

昭和 年	年間総自流量 (m ³)	年間総取水量 (m ³)	年間貯留変化量 (m ³)	貯留を考慮しない利用率 (%)	貯留を考慮した利用率 (%)
49	1,649×10 ⁹	3,175×10 ⁸	2,200×10 ⁷	19.26	20.59
50	1,575× ⁹	4,725× ⁸	-3,000×10 ⁶	30.00	29.81
51	1,936× ⁹	4,880× ⁸	-6,000×10 ⁵	25.21	25.18
52	1,343× ⁹	5,158× ⁸	5,800×10 ⁶	38.42	38.84
53	1,096× ⁹	5,570× ⁸	-4,810×10 ⁷	50.82	46.43

(注) 貯留変化量は他のダムに較べて2オーダー高い矢作ダムだけについて求めた。

表-4 年別降雨状況一覧(安城)
(a) かんがい期とその前後の降雨量mm

年 月	1~4	5~8	9~12	年総量
昭和45	317	701	401	1,419
◇ 46	216	1,044	469	1,729
◇ 47	513	1,012	512	2,047
◇ 48	343	351	446	1,140
◇ 49	384	1,093	439	1,916
◇ 50	296	672	417	1,385
◇ 51	337	802	610	1,749
◇ 52	404	459	396	1,259
◇ 53	204	521	165	890
◇ 54*	393	573	369	1,335
平均	340.7	723.8	422.4	1,486.9

*54年は安城測候所途中廃止のため岡崎降雨で代用

(b) 10ヶ年平均値に対する比率

年 月	1~4	5~8	9~12	年総量
昭和 49	1.13	1.51	1.04	1.29
◇ 50	0.87	0.93	0.99	0.93
◇ 51	0.99	1.11	1.44	1.18
◇ 52	1.19	0.63	0.94	0.85
◇ 53	0.60	0.72	0.39	0.60

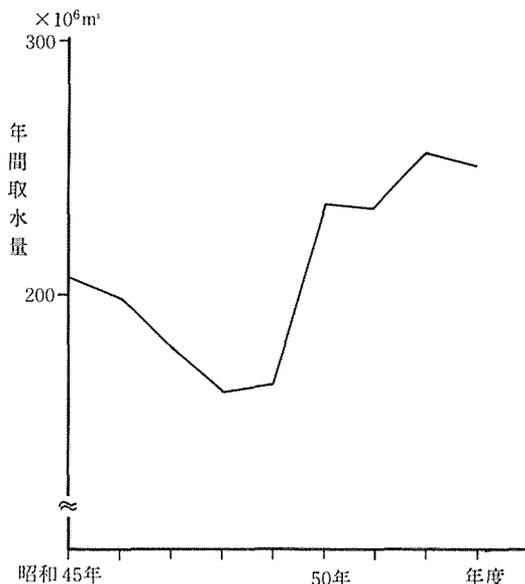


図-9 明治用水の年間総取水量変化
(資料：明治用水土地改良区取水記録)

化は農業用水の水質悪化をもたらし再利用不可能となっている。^{*}つまり取水率の分子が著実に増大し取水率そのものを上げていることが分かる。枝下用水地区でもこれは同様である。

iv) ダム貯留の時期は年に3回生じている。

年頭からみてゆくと3月中旬から4月中旬にかけて水田かんがい期に向けての貯水が開始される。

次に6月中旬から7月上旬にかけての梅雨期でも貯水が行なわれている。降雨量が豊富であることに對此この時期は代カキ・田植が終り水稻の初期成育期に当り、水田用水の需要は代カキ・田植期に較べて少ない。

最後に9月から11月中旬の台風・秋雨期にかけては小刻みに貯水が図られている。水田用水の大口需要が終り冬季渇水への備えがなされだす。なお年末・年始にかけて降雨量が少いにもかかわらず貯水ができていのは工場群の休暇のため矢作川の発電ダムによる発電量が少くてすむからである。

ここで貯留率が平均的に20%~30%を頭打ちとしているのは注目すべきところではなからうか。

v) ダム放流も貯留の間をぬって年3回の時期に行なわれている。

貯留率がマイナスということはダム放流が行なわれていることである。ダム貯水期の間には丁度はさまって放流も同じく年3回生じている。

12月から3月中旬にかけての放流は発電が主体である。冬季渇水のため河川自流量以上の流量が使用されている。5月中旬から6月中旬にかけての放流は発電で利用された後で下流水田地帯の代カキ・田植の用水を補給することになる。すなわちダム放流は大高水時の予備放流や自然満水時のダム天端越流以外は発電放水管を通じてなされる。従って発電に利用した後の流水を下流で用水として取水するのでこの時期の放流は単に発電のため、農業用水・都市用水のためといった単一目的の放流ではない。

7月下旬から8月にかけての水田中干し期・干天期の放流についても同じことがいえる。しかし年度によって異るとはいえ、この時期の取水率は平均的にみれば100%以下である。これは全取水量が河川自流量で充分足りていることであり自流に加わる放流は発電を主としたものと考えられる。従って利用率は40~60%で下流への流下量があることになる。もっとも平年に較べて降

*田中 覚：農業用水需要構造の変化と土地改良区の対応，農土誌Vol.47, No.10, pp.25-34, 1979.

雨量が少なく河川の自流のみでは取水量が充足できなかった昭和50年・52年・53年ではこの放流は明治頭首工地点までで全量取水されている。

vi) 河川利用率は年間のみた場合貯留変化量を考慮しなくてもあまり変わらない。

前出の表-3に年間貯留変化量を考慮せず計算した河川利用率と考慮したものを載せた。年間総取水量と年間貯留変化量はオーダーが異なり貯留変化量が利用率に寄与する率は少い。年間貯留変化量が正ならば当然貯留を考慮した利用率は少ない利用率よりも高くなる。年間貯留変化量が負ならば逆である。またこの年間貯留変化量が年間総取水量よりも1~3オーダー低いことは貯留機能が1年をサイクルとしてしか働かないことでもある。

表-3はわずか5ヶ年のものであるが利用率の値はかなり変化している。自流量・取水量が年々変動するからである。河川利用率を利水状況の指標にする場合、豊水・平水・渇水といった流況によって異なること、発電利水を含んでいないことに注意が要る。

4. 河川利用率からみた矢作川の利水

冬季と夏季では当然のことながら取水率に大きな差がある。特に夏季では代カキ・田植期と中干し後の2回に河川自流量を明治頭首工地点までで全量取水し不足分をダム補給に頼る時期がある。

従ってこの時期には明治頭首工から下流への流下量はなくなる。流下量があるとすれば明治頭首工地点までの全取水量を越えるダムからの補給放流がなされた場合である。これとても平水・豊水年やそれらも含めて数年平均した場合であって渇水年には無駄のない取水が行われ下流への流下量は期待できないであろう*。

ここで問題になるのが発電放流と農業用水取水の時期の関係である。取水のないときに放流が行なわれると河川水は発電のみに利用され単独目的しか達しないことになる。その電力であるがわが国の需要電力は昭和43年度以降冷房機器の著しい普及により全国的にそれまでの冬季(12

月~1月)よりも夏季(6月~9月)に季節的ピークが発生するようになった。^{**}今日の電力事業はベース需要を火力発電で賄い、日々のピーク需要を水力発電で調節している。季節的なピークの調節には発電面で火力・水力共にフル運転し、送電面では電力の広域運営が行なわれる。

すなわち水力発電も夏季にフル運転がなされ夏季の農業用水、特に水田用水需要期と一致することとなった。^{***}利水からみれば季節分布形としては好ましいことである。冬季の取水率は現時点では平均的に20~30%で安定しているが、残余の自流量が夏季に向けてダム貯水に回されている訳ではない。貯留率の変化から分かるように発電放流が常時なされており冬季の河川利用率は低く、時には負の値になっている。

但し冬季の自流量をむだなく貯水することはダム容量に限りがあるので不可能である。矢作川ではかんがい期に向けての貯水は例年3月下旬から4月上旬にかけての降雨流出を溜めこんでいる。それまでのダム操作は発電を主体としてなされている。

IV. 河川利用率の問題点

1. 河川利用率は河川自流量に対する取水量・貯留変化量の比であるので絶対量がでてこない。すなわち夏季では率は小さくとも流量が大きく、冬季ではその逆で率が大きくとも流量が少い傾向となる。つまり取水・貯水の変動は見易いが、量的な取扱いは別に考えられねばならない。
2. 貯留率は基準取水地点での河川自流量に対するものである。従ってダム流域外(残流域)からの流出は自流量には加わらぬが貯水はできないことを前提とした計算である。つまり貯留率が正、すなわち河川自流量をダムに貯水する場合に貯留率は決して100%にならないことを意味している。^{****}あくまでも基準取水地点に流下して行くべき河川自流量のうち何%を上流で貯水したかという指標である。貯留率が負で例えば-100%となると基準取水地点に流下して行くべき河川自流量と同量の放

* 明治頭首工下流地区への農業用水は矢作川総合農業水利事業の計画では間接的に明治頭首工左岸取水で矢作南部用水1.43m³/s、矢作川用水5.5m³/sが送られる。

** 日本電気協会「あなたの知りたいこと」1979版、pp. 46-48、昭和54年。

*** フル運転を行いながらも電力事業面での役割は基本的に日々のピーク需要の調節である。過去発電による放流の日変動が農業用水の取水に悪影響を与えていたことがある。日変動を平均化して再放流を行う逆調整池が発電ダムの下流に築造されることによって事態は好転した。

流がダムから行なわれていることである。その結果基準取水地点での河川流量は自流量の倍に増強される。

3. 河川利用率を年平均でみると水利施設が不変であっても渇水・平水・豊水といった流況でその値は大きく変化する。例えば昭和51年では25%、昭和53年では46%と倍近い開きがある。率は(分子)/(分母)であるので分母が減れば必ずと率は上昇する。“河川利用率を上げる”ということは何とはなし分母が一定で分子を増やす意味で使われているのではなからうか。分子が増大したところで分母が減れば利用率は100%を超えることになる。これは現実には不可能なので分子を減らさねばならない。

利水計画としては異常渇水時にこの分子、すなわち各種利水の取水量を減らす制度の確立と施設の手当が重要である。

謝 辞

本小論をとりまとめるにあたり、愛知県岡崎農地開発事務所、建設省中部地方建設局河川部、同矢作ダム管理所、中部電力時瀬制御所、明治用水土地改良区、枝下用水土地改良区から多くの資料提供と御教示を頂きました。資料の整理、検討には本学昭和54年度卒業の吉村忠博

君(現滋賀県土山町役場)、昭和55年度卒業の中西昭弘君(現農水省構造改善局)の御協力を得ました。皆様方に感謝申し上げます。

また「財団法人 トヨタ財団」からは研究助成金による援助を頂きました。厚く御礼申し上げます。

**** 貯留機能のあるダムが取水基準点にとられると貯留率は+100%になり得る。

取水基準点自流量をダム流域からの自流量 I_1 、残流域からの自流量 I_2 の和としダムの貯留変化量を Δq とすれば、

$$\begin{aligned} \frac{\text{(取水基準点での貯留率)}}{\text{(ダム地点での貯留率)}} &= \frac{\frac{\Delta q}{I_1 + I_2}}{\frac{\Delta q}{I_1}} \\ &= \frac{1}{1 + \frac{I_2}{I_1}} \approx \frac{1}{1 + \frac{\text{(残流域面積)}}{\text{(ダム流域面積)}}} \end{aligned}$$

矢作川の明治頭首工地点(渡合)での流域面積は1004.8km²、矢作ダムの流域面積が504km²である。従って地点間の貯留比は1/2と大きい。

利水操作としては残流域からの流出の取扱いも重要になってくる。その意味では施設的に大きな河道貯留をもつ頭首工は利水操作にバッファーとして役立つかもしれない。

Summary

The utilization rate of a streamflow is, generally, defined by dividing the annual intake rate amount of a river by its annual out flow. This ratio gives the annual average utilization of a streamflow.

Recently, rivers have large dams for irrigation, industry city, flood control and generation of electric power. Streamflow is stored in dams in the wet season and released from dams in the dry season. Thus, a streamflow is rarely equal a natural flow.

This paper seeks to explain the seasonal fluctuation of the utilization ratio of a streamflow. Utilization ratio is redefined as follows in this paper:

$$\begin{aligned} \text{(The utilization ratio of a streamflow)} &= \frac{\text{(daily amount of intake rate)}}{\text{(daily natural flow)}} + \frac{\text{(daily storage)}}{\text{(daily natural flow)}} \\ &= \text{(intake ratio)} + \text{(storage ratio)} \end{aligned}$$

We can gain the amount of natural flow from the water balance of a river.

Intake rate and storage are recorded by the dam management offices.

Five days' average utilization ratio of Yahagi river, in Aichi Pref., is calculated and illustrated by this definition. Then, the rate of natural streamflow is not enough to fill the amount of water-demand in summer.