

### 河川における利用可能水量の推定：年変動 より見た流量構造

NISHIYA, Takanobu / 西谷, 隆亘

---

(出版者 / Publisher)

法政大学工学部

(雑誌名 / Journal or Publication Title)

Bulletin of the Faculty of Engineering, Hosei University / 法政大学工学部  
研究集報

(巻 / Volume)

5

(開始ページ / Start Page)

33

(終了ページ / End Page)

47

(発行年 / Year)

1968-03

(URL)

<https://doi.org/10.15002/00004253>

## 河川における利用可能水量の推定

— 年変動より見た流量構造 —

研究助手 西 谷 隆 亘 (土木工学科)

### The Estimation of the Available Volume of River Flow — The Structure of Annual Fluctuations —

Takanobu Nishiya, *Research Assistant*

#### Abstract

The problem of water use changes its properties according to the limitations of the engineering techniques of the human society and the social requirement for water (demands for water, the economic power, etc.). Thus it should not be discussed only with the river flow data but also with the human elements.

This paper intended; (1) to find the index of 'shortness of water'; (2) to treat the mass curves method by the calculations, in stead of by the graph method, introducing  $K$ -value.

In Ch. II it is discussed that the annual flow consists of the basic component and the fluctuant one. In Ch. III those two components are defined as follows; the basic component (the regulated flow) is  $S_y = \sum Q'_i$ , where  $Q'_i = K$  if the daily flow  $Q_i > K$ , else  $Q'_i = Q_i$ ; the fluctuant one is  $(\sum Q_i - S_y)$ ;  $K$  is chosen according to the levels of the engineering techniques and the social economic levels. By shifting the fluctuant component out of the natural annual flow, the stable volume of the available flow (basic component) might be obtained. The basic component seems to be the index of 'shortness of water'. (Table 3 & Fig. 5) Taking the same procedure as the conventional mass curve method in virtue of the regulated flow which depends on  $K$ -value, the available flows  $U_m$  are estimated. (Table 4 & Fig. 6)

For the estimation, the data for the River Tone above Fukawa (watershed area 12,458.00 km<sup>2</sup>) are used.

#### 概 要

本論文では、河川日流量の年平均値および標準偏差を調べて河川水量の多寡を示す方法を提案し、それに基づき、mass curve による利用可能水量の推定の一般的な方法が示されている。試算には「流量年表」(建設省河川局)から利根川水系利根川本川筋布川地点を選び、1938年(昭

和13年)から1960年(昭和35年)の22年間(1950年欠)の資料が用いられている。

## 1. 結 言

水利用の為の施設計画は必然的に過去の資料を基に立てられる。治水計画には洪水の記録が、一方利水計画には渇水の記録が主として利用される。

河川流量において洪水と渇水とは両極端の現象であり、頻度から言えばどちらも稀な事件であるが、洪水は直接、人間社会に危害を加える派手な存在であるのに比較して、渇水は人間社会には間接的な影響しか与えない地味な存在であり、社会が左程進んでいない場合は小規模な技術で解決されてきた。しかしながら社会が発展し、水需要が増してくると渇水の問題は加速度的にその解決が困難になってくる。

渇水が続くと水不足という深刻な社会問題に至る。この問題は一種の社会現象なので渇水という自然現象からのみでは論ぜられないことは明白である。自然現象の方は比較的単純であるが、社会的要因の方は複雑である。社会が発展すると技術は向上し、水需要は増加する。水事情によって前者はプラス、後者はマイナスの働きをする。

自然現象の渇水についてはすでに多くの研究があるが、その程度を示す基準すなわち定義は研究者により異なっている。

水不足は自然現象、技術、水需要の三者を主体として考えるべきであるが、それらの関り合いもまた、明白ではない。従って水不足に至る条件を定め、上の三要素を総合した利用可能水量の推定法を確立することは、水利用上、必要な事柄である。

しかしながら社会的要因を一意的に表現することは現状では不可能に近いので、ここでは自然的要因の中の河川流量を主として問題の検討が行なわれている。

以下、利根川本川筋布川地点(流域面積 12,458.00 km<sup>2</sup>)の資料について計算されている。

## 2. 流 量 特 性

流量の統計的分布は降水量のそれに対応するが、流域という過程を経て降水量が流量に変換されるために若干異なる。流域の遅滞作用と平均化作用により無降水の場合にも流量は存在する。

一洪水をみると洪水量はその時の降水による流量と遅滞作用を受けた以前の降水による流量の和と見做される。所謂直接流出と基底流出とに分けて考えられる。

各洪水量の集積である年総流量は各年により大きく変動する。特に我国のような場合、梅雨・台風時期の流量が年総流量に大きく影響して、変動の原因となる。直接流出と基底流出の分離と同様に、年総流量を変動成分と基本成分とに分けて考えれば、年総流量の構造は(基本成分+変動成分)であると見做すことができよう。

布川地点の流量特性は以下の如くである。

Table 1. The means and the standard deviations of daily runoffs for the Tone River at Fukawa  
 upper: the means (m<sup>3</sup>/s)  
 lower: the standard deviations (m<sup>3</sup>/s)

	JAN.	FEB.	MAR.	APR.	MAY	JUN	JULY	AUG.	SEP.	OCT.	NOV.	DEC.	AN- NUAL
1938	77.65 10.16	84.38 27.77	133.41 66.83	159.14 28.37	184.27 70.48	365.55 331.92	1231.74 1077.82	679.15 432.35	1079.29 1211.32	345.76 200.61	151.80 76.79	81.96 16.05	382.98 630.31
1939	70.15 24.07	72.24 5.46	93.96 39.06	264.49 136.66	205.11 75.05	115.29 52.62	117.20 61.18	848.70 470.62	323.57 165.30	243.31 90.14	198.10 34.29	115.67 15.19	223.11 258.82
1940	69.69 6.53	107.94 13.96	104.75 16.45	164.30 41.58	103.72 27.67	85.04 81.65	75.44 53.03	340.94 497.64	414.52 132.07	173.68 49.58	126.11 19.04	106.24 17.27	155.84 186.07
1941	78.60 4.60	61.64 4.15	114.81 48.83	127.38 38.55	150.49 87.12	298.63 187.38	1086.59 1015.56	563.42 299.02	311.81 152.56	262.47 179.48	101.21 32.58	105.98 15.45	274.33 428.89
1942	72.22 14.04	56.41 7.37	179.19 38.56	130.58 25.37	132.43 46.84	91.14 76.58	108.07 43.71	243.08 92.22	410.64 263.12	327.78 80.35	181.63 21.17	126.95 11.13	172.28 135.85
1943	101.16 6.39	111.10 31.00	81.03 14.45	149.55 47.87	163.61 35.04	165.49 143.23	248.25 273.13	246.12 154.32	527.84 287.73	860.54 711.57	112.06 18.14	66.05 9.40	237.06 332.25
1944	53.29 8.69	40.24 2.88	44.06 9.49	130.50 62.56	188.16 53.46	68.03 39.84	73.13 94.61	131.42 100.40	284.64 294.95	529.16 630.99	217.13 74.44	122.13 39.76	157.26 248.47
1945	75.52 11.63	62.72 6.46	96.65 28.44	217.77 48.06	185.32 49.52	318.40 305.59	484.48 191.61	288.29 363.47	326.53 146.07	1003.77 665.28	320.67 63.62	188.74 29.77	298.70 349.22
1946	105.90 11.70	87.61 23.35	95.61 23.18	235.77 84.79	133.87 35.02	71.50 43.08	88.53 80.16	572.90 668.30	104.53 33.14	286.61 122.06	195.50 43.14	147.10 47.70	178.13 244.17
1947	151.35 35.80	109.21 12.21	97.35 14.77	200.70 70.84	233.32 67.01	342.37 138.93	176.68 86.37	134.97 133.45	675.70 896.92	240.94 36.96	134.30 18.31	100.19 9.34	215.97 307.44
1948	79.48 5.00	78.55 7.69	88.97 22.34	195.67 57.43	137.19 50.54	295.40 323.22	553.00 378.18	706.42 248.91	897.97 851.31	385.81 146.85	251.87 63.28	183.87 18.89	321.54 390.72
1949	190.81 95.32	132.14 45.30	115.26 16.59	168.60 65.00	155.45 83.49	360.37 373.30	202.48 148.61	247.29 267.75	1486.37 1618.77	509.06 328.56	366.97 161.67	265.84 104.04	349.15 612.90
1950													
1951	66.18 7.97	50.18 7.99	129.87 75.88	186.72 73.41	79.80 19.31	94.24 60.56	176.47 103.81	72.35 78.18	145.39 48.00	124.19 21.61	187.94 66.64	81.50 10.21	116.37 74.41
1952	102.48 20.54	77.20 6.05	145.65 48.55	287.45 97.27	201.49 87.95	192.77 196.82	361.88 146.66	250.87 103.54	178.42 40.45	217.73 35.83	183.26 41.81	162.05 38.98	197.08 116.45
1953	76.48 9.15	56.00 7.52	95.64 25.75	98.41 35.02	127.02 97.43	332.64 254.44	580.59 302.44	275.77 183.37	587.64 464.25	275.94 119.61	128.49 17.44	110.74 34.41	229.61 261.48
1954	63.41 14.81	51.37 10.31	116.16 26.37	233.77 120.01	163.53 68.32	379.98 196.07	321.94 178.31	99.69 52.64	526.47 539.97	261.61 56.71	163.35 34.11	147.97 37.75	210.82 224.46
1955	67.42 7.20	88.41 17.06	184.17 83.73	241.07 53.20	221.45 81.65	101.82 95.40	100.99 85.30	186.97 196.78	333.00 210.48	637.62 253.35	269.79 128.02	136.78 17.89	215.54 197.91
1956	112.41 12.51	79.85 12.23	158.06 110.41	267.56 51.55	306.41 107.69	165.64 71.95	291.77 165.23	59.43 97.15	255.99 277.51	417.46 247.37	325.77 163.55	136.24 20.87	215.03 175.94
1957	82.33 11.02	83.27 21.96	69.91 20.01	131.50 84.88	112.48 66.78	165.09 155.82	465.51 387.27	432.73 341.15	525.01 287.64	380.84 177.54	158.32 23.07	117.48 17.16	224.60 245.71
1958	欠測	欠測	89.63 22.88	88.58 32.31	50.95 21.74	46.96 41.83	266.30 443.78	271.47 292.85	799.04 750.39	535.61 251.42	199.59 54.86	133.70 68.21	245.91 376.47
1959	116.33 44.41	115.14 39.30	127.40 36.42	157.80 78.43	121.95 60.75	203.09 114.16	214.93 85.97	763.74 1101.07	421.20 513.63	370.85 104.18	250.34 90.45	170.64 36.04	253.86 411.95
1960	164.27 11.92	77.38 21.76	81.23 16.19	129.22 31.13	230.97 86.70	80.78 39.68	83.42 113.75	241.45 190.42	248.59 96.25	144.54 37.56	171.13 47.57	119.55 18.45	147.99 99.95

2-1 平均値と標準偏差

日流量の平均値と標準偏差は Table 1 に示されている。平均値と標準偏差の増減の傾向は年平均値を見ると、大体一致して、平均値の大きい年は標準偏差も大きい。(Fig. 1) また、標準偏差が平均値を上廻っている年々大部分であるが、その原因は七、八、九、十の各月の流量のバラツキが大きい事に由来する。(Fig. 2) この時期(台風シーズン)の流量が年総流量に大きく影響していることがわかる。

経年変化を見ると年流量に関しては、1950年を境に流れの様子が異なることが知られる。1951年以後の平均値、標準偏差共に前半のそれらの値より遙かに低い。各月別にみると、冬期においては1950年を境にした相異は認められない。夏期の流量は後半の方が安定しているが、一般に少し低くなっている。

Fig. 1 The annual means and its standard deviations of daily runoffs for the Tone River at Fukawa

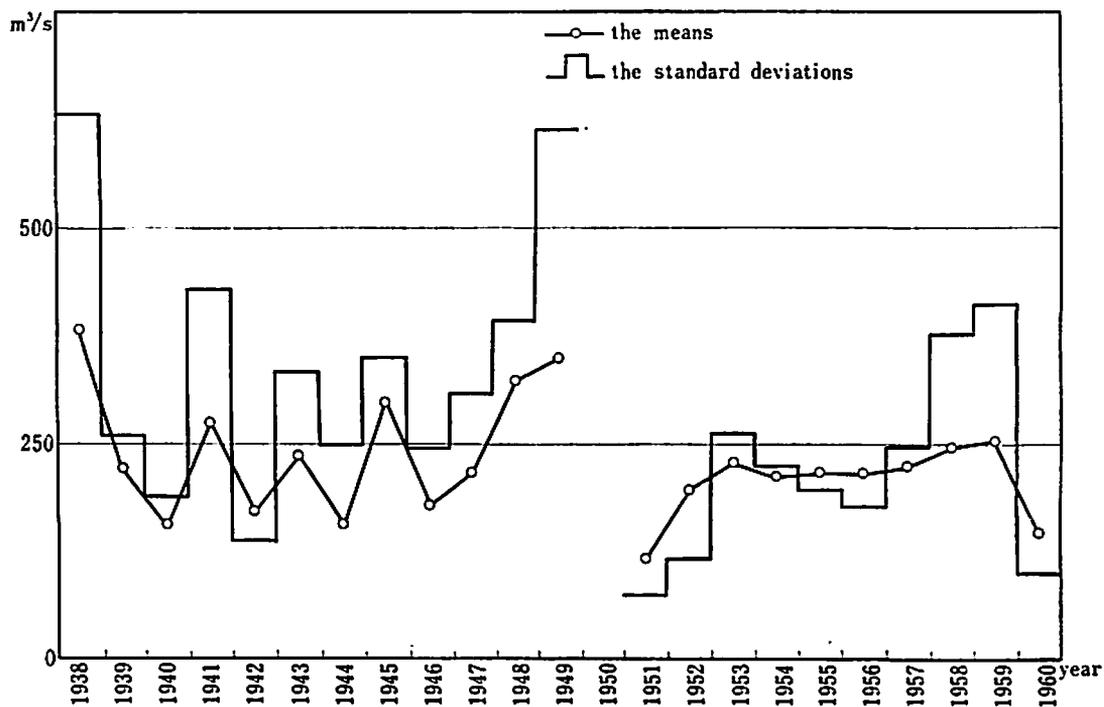
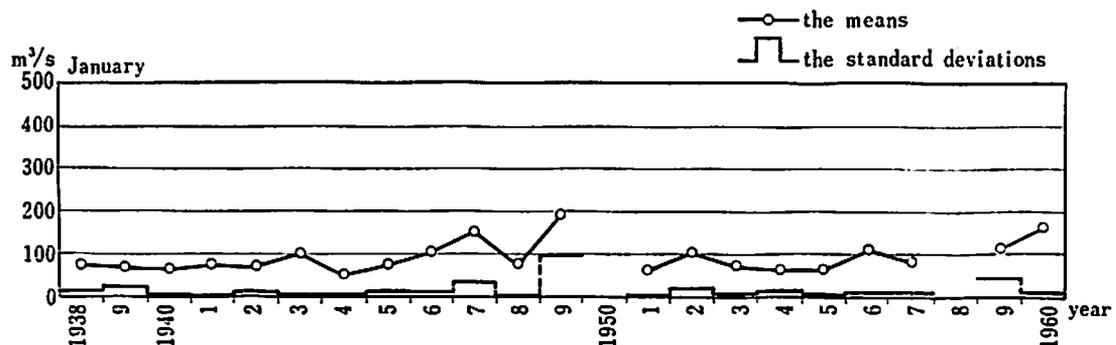
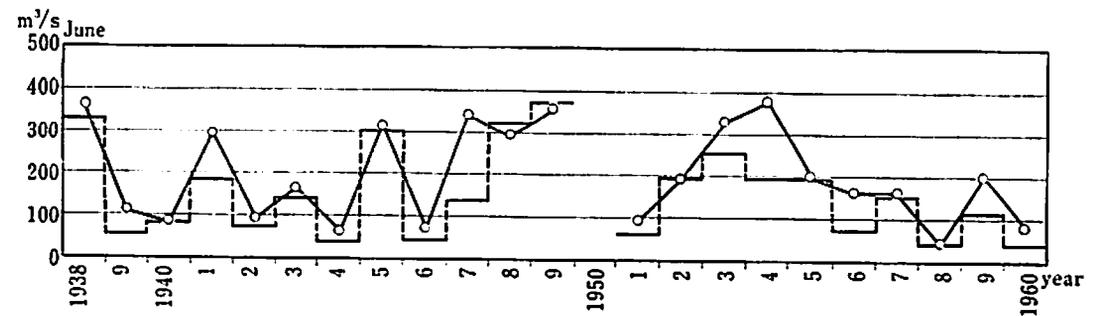
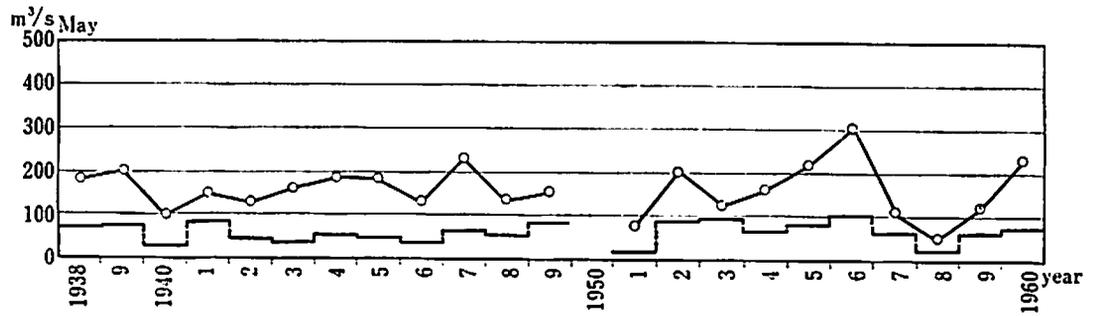
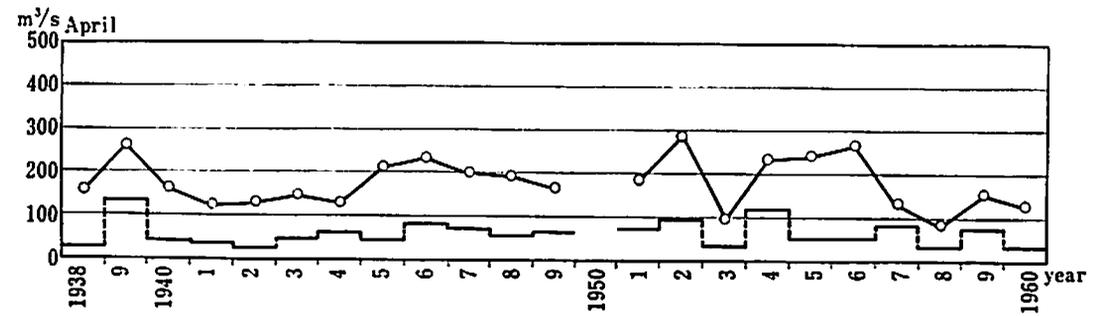
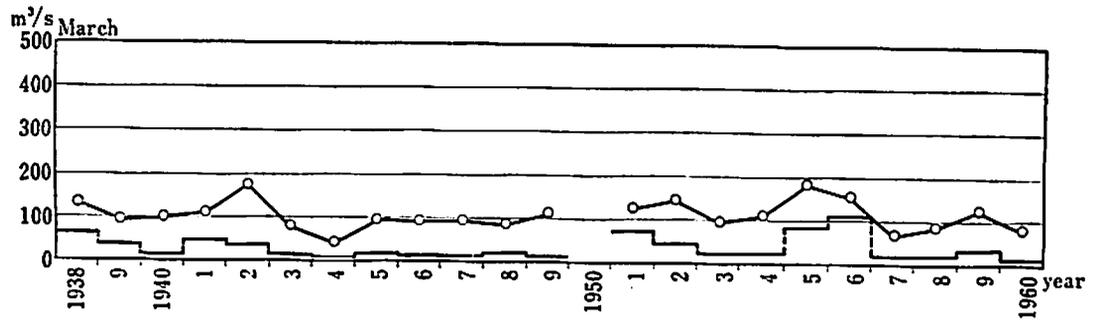
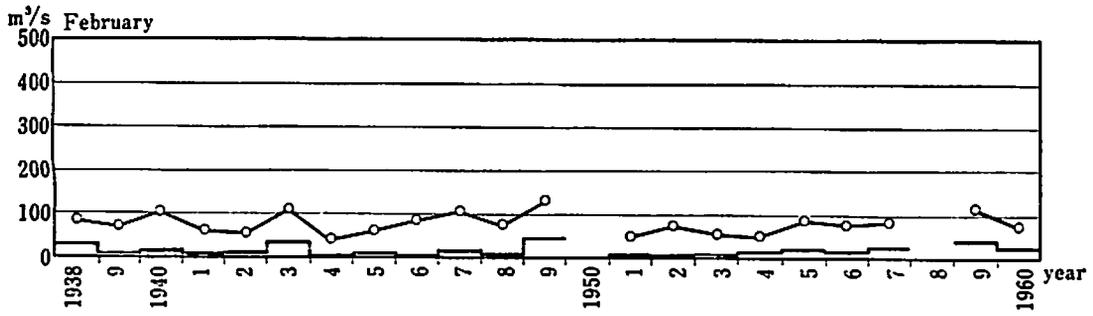
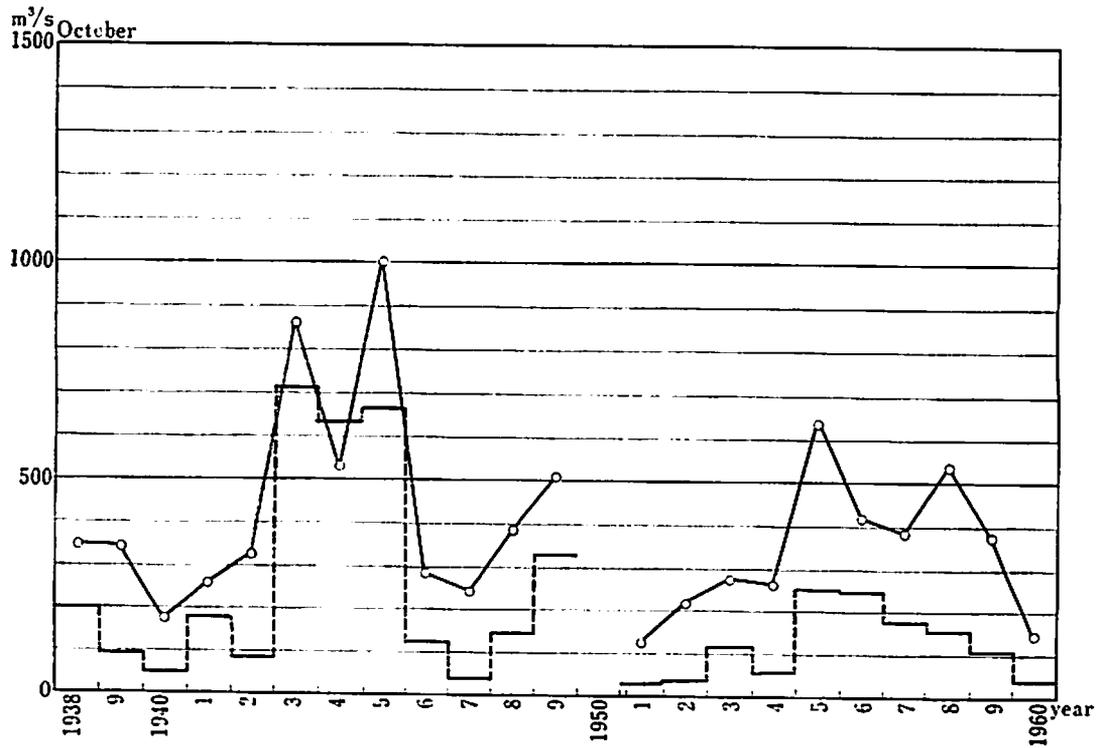
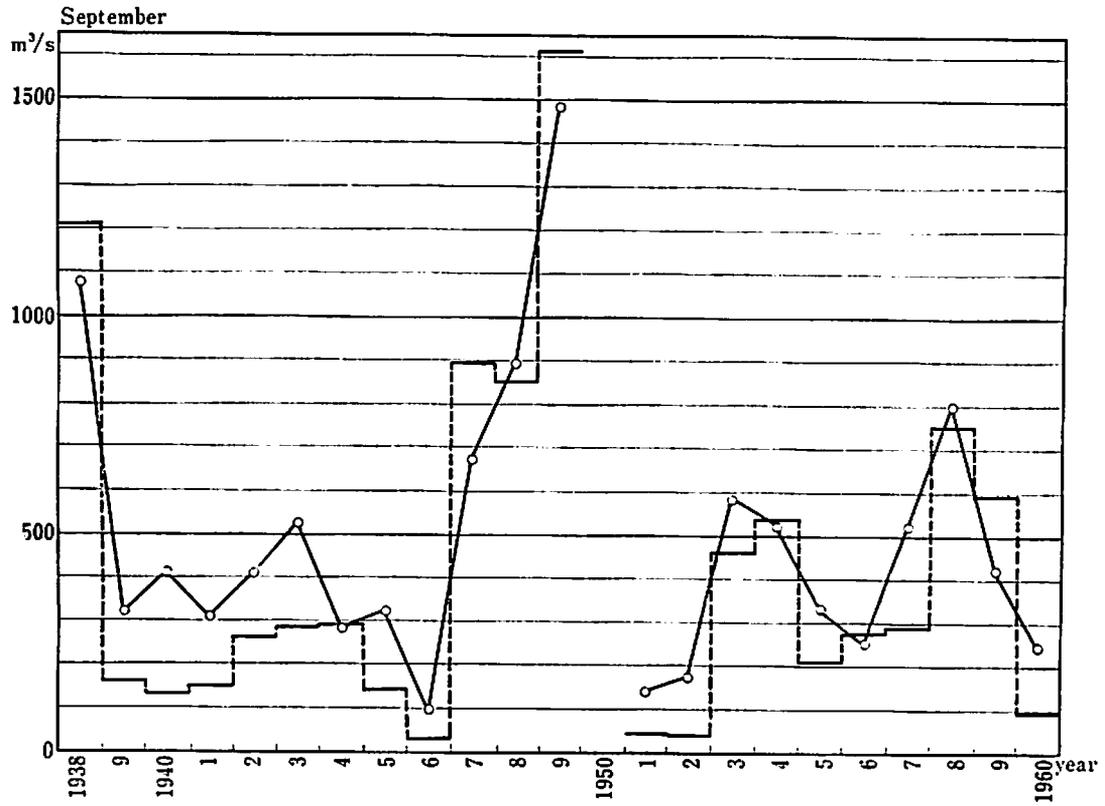


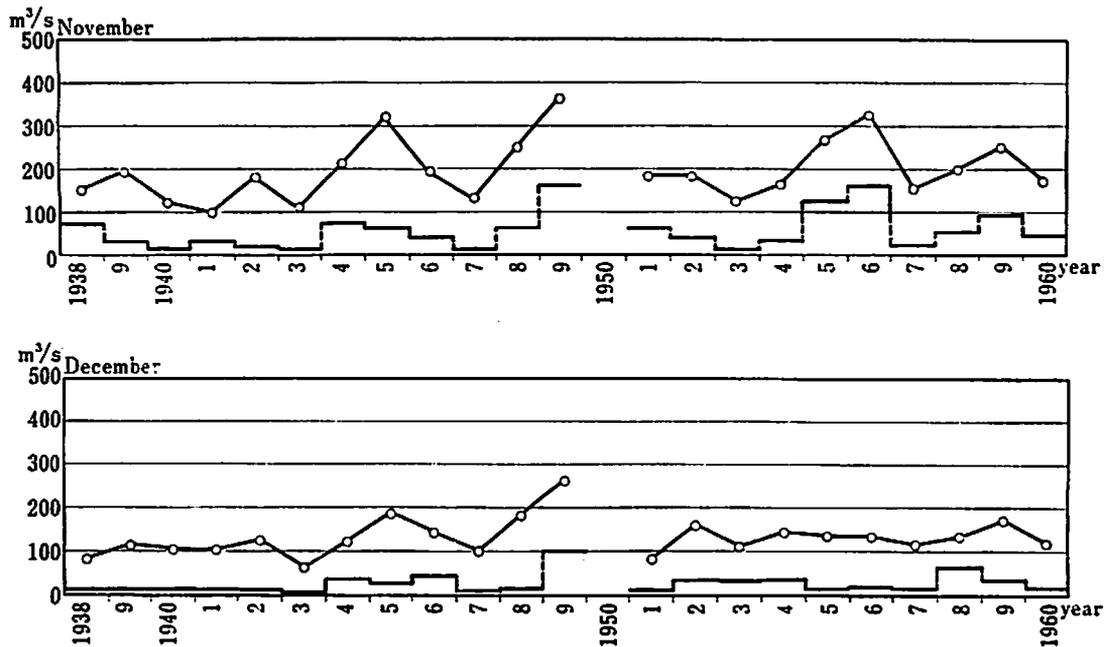
Fig. 2 The monthly means and its standard deviations of daily runoffs for the Tone River at Fukawa











2-2 流 況

22年間の日流量度数分布が Table 2 および Fig. 3 に示してある。

Table 2. The frequency distributions of the daily runoffs for the Tone River at Fukawa

daily runoffs (m <sup>3</sup> /s)	100	200	300	400	500	600	700	800	900	1000	
frequencies	2533	2862	1172	511	256	168	114	83	47	37	
accumulated frequencies	2533	5395	6567	7078	7344	7502	7616	7699	7746	7783	
daily runoffs (m <sup>3</sup> /s)	1000	100	200	300	400	500	600	700	800	900	2000
frequencies	24	27	19	20	7	8	12	8	11	4	
accumulated frequencies	7807	7834	7853	7873	7880	7888	7900	7908	7919	7923	
daily runoffs (m <sup>3</sup> /s)	2000	100	200	300	400	500	600	700	800	900	3000
frequencies	7	3	3	4	4	5		2	4	1	
accumulated frequencies	7930	7933	7936	7940	7944	7949		7951	7955	7956	
daily runoffs (m <sup>3</sup> /s)	3000	100	200	300	400	500	600	700	800	900	4000
frequencies	2	2		1	4	2	1		2		
accumulated frequencies	7958	7960		7961	7965	7967	7968		7970		
daily runoffs (m <sup>3</sup> /s)	4000	100	200	300	4626.5	4841.0		5030.0		6792.0	
frequencies	1	1	1		1	1		1		1	
accumulated frequencies	7971	7972	7973		7974	7975		7976		7977	

Fig. 3 Histogram of daily runoffs

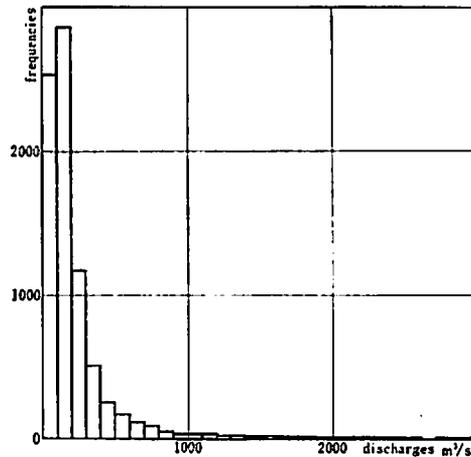
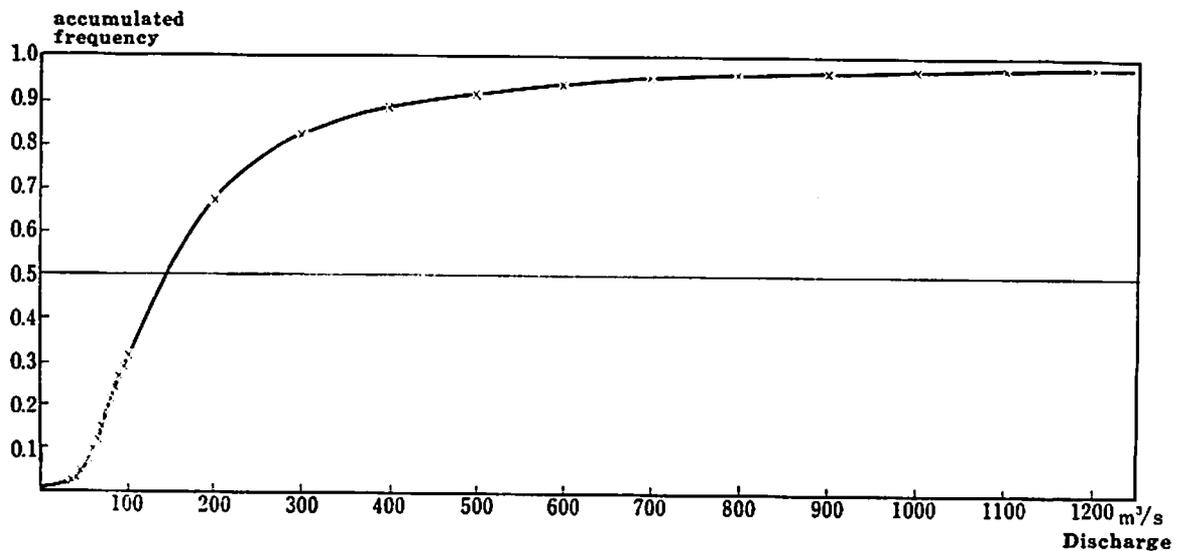


Fig. 4 Distribution Curve



日流量累積度数分布は Fig. 4 に示されている。

日流量  $100 \text{ m}^3/\text{s}$  以下の日数が3割強で、 $300 \text{ m}^3/\text{s}$  以下の日数は8割強である。日流量は  $100 \sim 300 \text{ m}^3/\text{s}$  に集中していることがわかる。最高  $6,792 \text{ m}^3/\text{s}$ 、平均  $228 \text{ m}^3/\text{s}$  であり、平均値以下の起生率は約7割である。

### 2-3 流量構造

2-1 で得られた結果をまとめると、

- 1) 年流量については、平均値が大きい程、標準偏差が大きく且つ平均値より標準偏差の方が大である。
- 2) 一般に一、二、三、四、五、十一、十二の各月は標準偏差は平均値に比べて小さく、一方六、七、八、九、十の各月は標準偏差がかなり大である。

の二点である。

以上の事実から、年総流量に影響するのは主として流量の大きい洪水成分であると思われる。

従って年総流量を比較的流量の少ない基本成分と流量の多い変動成分の和であると考えれば、年流量の相異は主として変動成分が影響していることになる。基本成分は変動しない成分という意味ではなく、年間を通じて安定な量という意味で、基本成分が小さい事は水利用には重大な影響を与えることになる。

### 3. 利用可能水量の推定

河川の水量が豊富であるかどうかの問題にされる場合には、必然的に利用する立場から問題は考えられているのであり、換言するとその河川でどの位の水量が使い得るかということである。従って利用不可能な高水まで含めて水の多寡を論ずべきではない。

具体例として水不足が問題になった 1958 年(昭和 33 年)を布川の流量について調べてみる。この年は年平均日流量をみると過去 22 年間の中で第 7 位を占めている。(Fig. 1 および 5)(註: 1958 年は一月、二月の流量が欠測のため年総流量では比較できない。)さらに 1951 年から 1960 年迄の 10 年間では、実に 2 番目であり、決して水が少ない年だとは言えないのである。

上の事実は年総流量(または年平均日流量)がその年の利用できる水の多寡——水の使用可能量——を表わし得ないことを示している。

流量構造に関しては既に第 2 章でみたように、年総流量に大きく影響する成分は一時に大きな流量をもたらす洪水流の成分である。すなわち、比較的小さな流量成分が一定時間内にある一定の割合で存在し、それに洪水成分で加わって総流量を形成するが、変動の大きい洪水成分により総流量に変動が生ずると解釈される。基本成分は安定な成分と考えられるが「水不足」となるのはこの利用可能量として考慮すべき低流量の基本成分の欠損によるものであろう。それ故に基本成分の多寡がある程度、水供給面からの「水不足」の尺度となる。従ってこの変動成分を除去することにより、年変動が小さく安定した流量が得られることが予想される。

上述の思想を基礎にして変動成分の除去および平常可能な水使用量の推定が試みられた。

#### 3-1 変動成分の除去

$Q_i$ : 時間  $i$  でのある地点の河川流量

$K$ : 調整量(一定量), 任意の正数で, 一種のフィルターの役割を果す。

として, 次のような非線型操作を行なう。

- i)  $Q_i < K$  ならば  $Q'_i = Q_i$
- ii)  $Q_i \geq K$  ならば  $Q'_i = K$

調整総流量  $S_Y = \sum_i^Y Q'_i$  但し  $Y$  は期間; 河川のある地点において, この調整総流量が考えている期間の利用可能水量の多寡の示数となる。

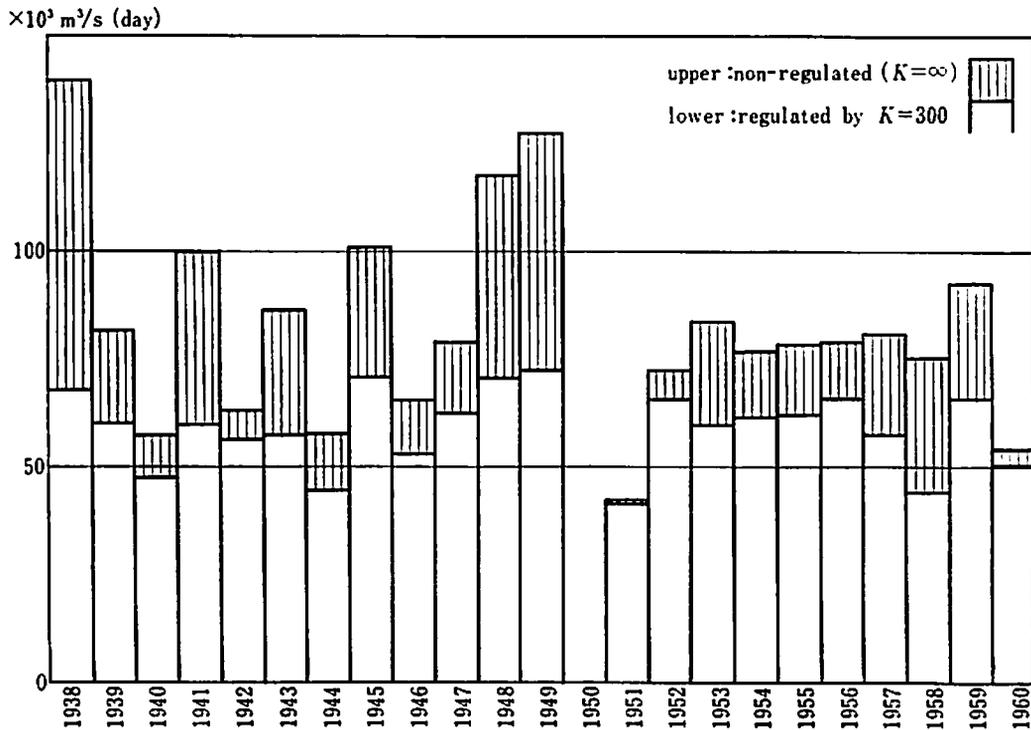
$K = \infty$  とすれば自然の総流量が得られるのは勿論である。

Y を1年間として布川地点の流量について調べると次のようになる(Table 3 および Fig. 5)。K としては § 2-2 で示された日流量分布の約 80% を占める 300 m<sup>3</sup>/s の場合を例にとると、自然流量で第1位の 1938 年の約 140,000 day·m<sup>3</sup>/s は調整年総流量では約 67,000 day·m<sup>3</sup>/s になり第4位である。自然年総流量約 127,000 day·m<sup>3</sup>/s から約 72,000 day·m<sup>3</sup>/s に調整された 1949 年が調整年総流量では第1位になっている。最高・最低の幅を考えると自然流量での約 97,000 day·m<sup>3</sup>/s は調整流量では約 30,000 day·m<sup>3</sup>/s に減少している。

Table 3. Non-regulated and regulated annual flow for the Tone River at Fukawa

	non-regulated ( $K=\infty$ )	regulated annual flow				
		$K=300$	$K=250$	$K=200$	$K=150$	$K=100$
1938	139788.60	67363.80	61195.60	54079.10	45435.30	34041.40
1939	81433.40	59955.60	56526.20	51750.00	43835.50	33226.40
1940	57037.30	47396.30	45609.50	43360.60	39715.00	32256.40
1941	100130.20	59796.80	55341.60	50082.30	43201.00	33356.30
1942	62881.00	56250.20	53590.80	49710.10	43414.20	32935.00
1943	86528.10	57291.30	53484.20	48849.00	42781.40	33780.20
1944	57557.00	44687.00	42906.00	39684.00	34772.00	27405.00
1945	109326.00	70353.00	64588.00	57047.00	46694.00	34033.00
1946	65019.00	52997.00	50873.00	47654.00	42023.00	32709.00
1947	78829.00	62253.00	59095.00	54073.00	46804.00	35365.00
1948	117682.00	70676.00	64503.00	56926.00	46464.00	34211.00
1949	127441.00	72141.00	65961.00	57957.00	47792.00	34800.00
1950						
1951	42475.22	41871.42	40946.02	39273.72	35883.82	29446.02
1952	72129.80	65618.10	62174.00	57039.50	48230.30	35371.90
1953	83808.50	59830.74	55650.08	50110.03	42828.66	32791.03
1954	76948.75	61482.93	57738.74	52277.55	44248.36	32910.13
1955	78240.92	61928.99	57644.24	51718.70	43299.43	32373.44
1956	78700.36	65705.58	61228.07	54202.69	44798.71	33106.18
1957	80632.74	57607.60	53627.16	48514.63	41896.82	32619.01
1958	75003.25	44424.32	40812.92	36437.97	31134.95	24306.09
1959	92657.90	65712.69	61568.19	55777.01	47314.55	34816.45
1960	54163.50	50824.10	49364.30	46827.90	42095.80	32442.60

Fig. 5 Annual Flow for Tone River at Fukawa



この章の冒頭に挙げた例の 1958 年に注目すると自然年総流量約 75,000 day·m<sup>3</sup>/s から約 44,000 day·m<sup>3</sup>/s に調整されているが、この年は 1 月、2 月が欠測の為、これを考慮して約 1.2 倍（冬期は流量が少ないので実際はこれより小さい筈）とみても、約 53,000 day·m<sup>3</sup>/s となる。これは調整流量の順位で 22 年の中で第 17 位である。この基準で判断すると 1958 年が決して水の多い年ではなかったと言える。Σ Qi - Sr は変動の大きさを表わしている (Fig. 5)。変動量が小さいから Sr の値が大きいということはない。従って「水不足」の要因は Sr の値如何に懸っている。

### 3-2 利用能水量

Qi: 時間 i でのある地点の河川流量

Pi: 時間 i での下流河道および河口維持量

K: 捕捉限界量（前節の調整量と同じ）。各河川により、考えている期間および技術経済に応じて定まる量。

Ui: 時間 i でのその地点から取水される利用水量で工業用水や上水道や灌漑用水等の総和、季節により変動し、これに見合う流量が必要である。

計算順序

1)  $Q'_i = Q_i - P_i$

i)  $Q'_i > K$  のとき  $s'_i = Q'_i$

ii)  $Q'_i \leq K$  のとき  $s'_i = K$

$$2) \quad s_i = s_i' - U_i$$

$$3) \quad S_Y = \sum_i^Y s_i \quad \text{但し } Y \text{ は期間}$$

$S_Y \geq 0$  であれば利用水量  $U_i$  が妥当と見做される。 $S_Y$  と  $U_i$  は  $K$  をパラメータとして関係づけられている。 $S_Y$  を考えている時間毎に検討すればよい。計算の途中での  $S_Y$  の最大値と最小値の差が必要な貯水容量を与えることになる。 $S_Y = 0$  なる時これに対応する  $U$  が最大使用可能量  $U_m$  である。

4) 特に期間  $Y$  を1年間とし、 $P_i = \text{const}$ ,  $U_i = \text{const}$  とした場合  $S_Y$  は

$$S_Y = \sum_i^Y s_i' - Y \times U; \quad \text{パラメータ } K$$

( $i$  を日単位にとれば  $Y$  は日数)

となる。従って

$$S_Y = 0 = \sum_i^Y s_i' - Y \times U_m$$

$$\therefore U_m = \frac{\sum_i^Y s_i'}{Y}; \quad \text{パラメータ } K$$

で  $U_m$  と  $K$  の関係が求まる。

これを各年につき計算すると右辺分子は  $K$  の増加関数となっていて、(何故なら  $s_i' \leq K$ )  $K$  のある特定の値までは、(3-1 に述べた基本成分に相当するので) 大略各年同じ大きさであるが、 $K$  がその値を超える所では  $\sum_i^Y s_i'$  はバラツクので、 $U_m$  も限界値を超えるとバラツクのである。 $K$  の限界値に対応する  $U_m$  がその地点での変動を考慮した最大利用可能水量となる。

利用可能水量の推定や貯水池容量決定には、従来から mass curve が利用されているが、それは過去の資料をそのまま使用しているので変動が考慮されていない欠点がある。自然現象では過去の事象以外のことは当然将来起り得ることで、そのため既往の施設が充分役割を果さない場合もある。これは過去の資料を基に計画を立てる場合の宿命であるが、そういう事態に至る確率は条件を厳しくすることにより小さくすることができる。

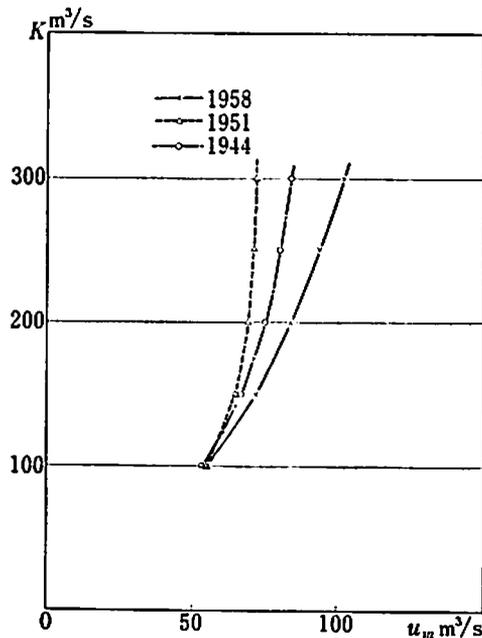
此節の方法は  $K$  というパラメータによって、従来の mass curve に条件を与えたと解釈される。 $K = \infty$  とすれば従来の mass curve と全く同じ意味のものとなる。

上に述べた方法で布川地点における一年間を通じての利用可能水量を推定する。前節で計算された調整年総流量 ( $K = 300 \text{ m}^3/\text{s}$ ) の低い 1944 年, 1951 年, 1958 年の各年の 4 月 1 日から翌年の 3 月 31 日に至る 1 年間について、年間を通じて  $P = 50 \text{ m}^3/\text{s}$  とし、各々計算された。結果が Table 4 にまとめられている。それをグラフにして Fig. 6 に示してある。この図より布川地点での年間の変動を考慮した使用可能量  $U_m$  は

Table 4.  $K-U_m$  relation

$K \text{ m}^3/\text{s}$	$U_m \text{ m}^3/\text{s}$		
	1944	1951	1958
100	53	55	55
150	67	65	72
200	75	69	84
250	80	71	94
300	84	72	102

Fig. 6  $K-U_m$  relation



河口維持量  $50 \text{ m}^3/\text{s}$

捕捉限界量  $K=200$ (頻度 67.4%) $\sim 300$ (頻度 82.1%) $\text{m}^3/\text{s}$  } の場合は  
 $U_m=50\sim 70 \text{ m}^3/\text{s}$

である。

計算される期間  $Y$  により  $K$  も  $U_m$  も変って来る。

#### 4. 結 言

人間の技術的な限界と社会的要請（水需要量経済的問題等）に応じて所謂水問題は性質を異にして来る。従って河川において水問題を扱う場合、自然の状況からだけでは論じ得ない。すなわちその問題は自然の要素に人間側の要素を加味して考慮されねばならないが、本論文ではその方法の一つが示された。技術的および社会・経済的水準に応じて  $K$  の値を種々変えることによって、水供給面のみの資料により

- 1) 水利用計画の際の河川流量の多寡の判定基準として §3-1 で述べられた調整年総流量が目安となる。
- 2) 従来から行なわれている mass curve を修正して §3-2 で述べられている方法を用いれば、変動を除去した安定な利用可能水量が推定できる。

本論文では水需要および建設技術の問題には触れられていないが、今後、複雑な水需要の実態の解明が是非共必要であり、これがなされてはじめて水問題の解決への緒口が把握されたことになろう。

#### 附 記

本稿は東京大学における筆者の修士論文「渇水流量の変動に関する研究」(昭和39年3月)の一部である。御指導下さった東京大学工学部土木工学科高橋裕助教授並びに計算機による計算の便宜を計って下さった電力中央研究所理事伊藤剛氏に対し、ここに厚く感謝の意を表します。

(昭和41年11月25日)

#### 参 考 文 献

- 1) 高橋 裕「日本の水資源」東京大学出版会 1963年3月
- 2) Meinzer, O.E. (ed.): "HYDROLOGY", Dover Pub., 1942
- 3) Linsley, R.K. & others: "APPLIED HYDROLOGY", McGraw-Hill, 1949
- 4) 「利根川河口堰について」産業計画会議, 産計資料第267号, 昭和38年4月
- 5) 「流量年表」建設省河川局 昭和13年~35年