

第五章 水位

第一節 低水位及高水位

水位の變動する範圍の最も低きを最低水位(Lowest water level = $L.L.W.$)と云ひ、又最も高きを最高水位(Highest water level = $H.H.W.$)と云ふ。

最低水位の外に年最低水位、或は月最低水位がある、之は或る一箇年又は一箇月の間に起りし最低水位を云ふのである。

尙平均最低水位(Normal low water level = $N.L.W.$)なるものもあつて、數箇年間に於ける各年最低水位を平均したるもの、年平均最低水位と云ひ、又數箇年間に於ける各年の或る月に起りし最低水位を平均したものを月平均最低水位と云ふ。是等の水位は確定的のものに非ず、調査期間の長短に依つて異なるは明である。

低水位は舟運、灌漑、發電水力等河川利用に關係すること多く、低水位に於ける水深は水路の利用上重要であつて、河川改良の低水工事は低水位に於て或る一定の水深を保つことを目的とする。

高水位に就ても低水位と同じく、年最高水位、月最高水位、平均最高水位(Normal high water level = $N.H.W.$)、年平均最高水位及月平均最高水位がある。

高水位は高水工事の計畫に必要なるもので、堤防の築設、橋梁の架設、排水等に重大なる關係を有して居るが、低水位より一層不確定のもので、過去に於て量水標なき時は、既往の高水位の痕跡たる洪水點(Flood mark)により推定する。又量水標の設置があつても、永年の間には量水標の位置、或は其零點高に異動を生ずること稀ならず、高水位が不確實なることが多い。

水位の各種の平均値は水位觀測の期間に關係あるは明であつて、其平均値の精確の程度は、觀測期間の長短による、然し長期間には量水標自身に異動を生ずることもあり、又附近の河狀に變動を來たすこともあるから、水位の調査整理には細心の注意を要す。

G. Hellmann 氏は雨量に付ては 30~40 年の観測を適當として居るが、水位に付ては 20 年の平均があれば大體充分であるが、少くとも 10 年は必要である、而し 1906~1925 年の平均値と 1911~1930 年の平均値は一致しないのである。水位を表示するに Gravelius 氏は次の記号を用ひて居る。

$H_{min} = L.L.W.$ = 最低水位

$h_{min} = N.L.W.$ = 年平均最低水位

$h_0 = M.W.$ = 平均水位

$h_{max} = N.H.W.$ = 年平均最高水位

$H_{max} = H.H.W.$ = 最高水位

年平均最高水位と年平均最低水位との差は一箇年間に於ける平均の水位昇降の範囲を示し之を s とし、最高水位と最低水位との差を S とすれば我國の河川にては第 24 表の如く大體 $s = 0.48 \sim 0.74 S$ であつて、獨逸の河川では $s = 0.50 \sim 0.75 S$ となつて居る。

第二節 平均水位

平均水位 (Mean water level = $M.W.$) は毎日一回或は朝夕二回観測したる水位の平均である、即ち凡ての水位を合計し、之を其観測回数で除したものである。平均水位にも一箇月の平均水位、一箇年の平均水位或は數箇年の平均水位等があつて、一箇年間の水位の総和を観測回数で除したるもの其年の平均水位とし、又數箇年の平均水位は、各年の総和水位を更に加へ、之を總観測回数にて除したものである。

平均水位は單に計算によつて求めたものに過ぎず、此平均水位を以て河川の水面と看做し、之より水面勾配を求めるることは出来ない、又平均水位は平均流量に相當しないことも注意を要す(第六章参照)。然し平均水位は各地點に於ける水位關係の基準となるものであるから、河川の縦横断面に之を記入すれば便利である。

最高水位と最低水位との差を S とすれば、第 24 表の如く、一般に平均水位は最低水位上 $0.10 \sim 0.20 S$ にある、尙吉野川の例によるに、上流より下流に至

第 24 表

最高水位 最低水位 及 平均水位

河 川	箇 所	期 間	最高水位 H_{max}	最低水位 H_{min}	年 平均水位 H_{mean}	最高水位 H_{max} - h_{min}	最低水位 H_{min} - h_{min}	s	平均水位 H_{mean} - h_{min}	$\frac{s}{S}$	平均水位 H_{mean}	$h_0 - H_{min}$	$\frac{h_0 - H_{min}}{S}$
富 士 川	清水端	大正12~昭和4	4.70	-0.66	2.81	-0.30	5.36	3.11	0.58	0.12	0.78	0.15	
"	松 野	大正12~昭和4	6.00	-0.46	4.30	-0.28	6.46	4.58	0.71	0.36	0.82	0.13	
利 根 川	栗 橋	大正12~昭和4	5.74	0.14	4.56	0.39	5.60	4.17	0.74	1.26	1.12	0.20	
淀 川	廣 潤	明治38~昭和1	5.91	-0.08	4.02	0.25	5.99	3.77	0.63	0.84	0.92	0.15	
"	枚 方	明治38~昭和1	5.58	0.08	3.81	0.29	5.50	3.52	0.64	0.87	0.79	0.14	
木 津 川	上 猪	明治38~昭和1	5.33	-0.58	3.22	0.20	5.91	3.02	0.51	0.38	0.96	0.16	
"	八 帆	明治38~昭和1	5.91	0.18	3.63	0.41	5.73	3.22	0.56	0.75	0.57	0.10	
桂 川	羽束師	明治41~昭和1	5.15	-0.84	3.74	-0.57	5.99	4.31	0.72	-0.05	0.89	0.15	
"	納 所	明治41~昭和1	5.67	-0.66	3.50	-0.46	6.33	4.36	0.69	0.13	0.79	0.12	
宇 治 川	宇 治	明治38~昭和1	2.42	-0.67	1.58	-0.24	3.09	1.82	0.59	0.37	1.04	0.34	
"	向 島	明治38~昭和1	3.70	-1.14	2.05	-0.60	4.84	2.65	0.55	0.04	1.18	0.24	
瀬 田 川	島居川	明治38~昭和1	1.43	-0.71	0.87	-0.13	2.14	1.00	0.48	0.32	1.03	0.48	
吉 野 川	西 林	明治17~昭和1	7.58	-0.36	5.56	-0.01	7.94	5.55	0.70	0.65	1.01	0.13	
"	第 十 川	明治17~昭和1	6.97	-1.68	4.62	-1.10	8.65	5.72	0.63	-0.33	1.35	0.16	
佐 野 塚	明治25~昭和1	8.91	-1.44	6.48	-0.68	10.35	7.16	0.69	0.35	1.79	0.17		
揖 装 川	今 尾	明治30~昭和3	7.76	-0.39	5.20	0.90	7.37	4.30	0.59	1.65	1.26	0.17	

河川	箇所	期間	H_{min}	h_{min}	h_1	T_0	h_2	h_{max}	H_{max}	T_l	T_m	T_h
富士川	清水端	大正12～昭和4	-0.66	-0.30	-0.09	0.12	1.47	2.81	4.70	97.5	283.5	4.0
"	押切	大正12～昭和4	-0.59	-0.23	0.03	0.29	1.31	2.32	2.95	91.3	262.8	10.9
"	松野	大正12～昭和4	-0.46	-0.28	0.04	0.36	2.33	4.30	6.00	129.6	231.0	4.4
利根川	栗橋	大正6～昭和4	-0.88	-0.28	0.10	0.47	2.91	5.35	8.03	110.2	251.5	3.3
		大正12～昭和4	0.14	0.39	0.83	1.26	2.91	4.56	5.74	115.7	238.3	11.0

る從ひ高くなつて居る。唯宇治川にて此係數が0.24～0.34なるは高水位低く、平均水位高きを示すものにして、琵琶湖に因る洪水量調節の結果に因るものである、又琵琶湖吐口

鳥居川量水標の調査によるに、一年を通じて水位差僅少なるため、上記係數が0.48の如く大なるは特例である。

高水位、中水位及低水位の期間

獨逸、墺太利及瑞西の三箇國に於ては水文學調査上協定して高水位、中水位及低水位の限界を定めた事がある、即ち第40圖に示す如く $N.L.W.$ と $M.W.$ との中間及 $N.H.W.$ と $M.W.$ との中間を夫々

h_1 及 h_2 とし之を三水位の限界としたのである。

第40圖
富士川清水端低水位
中水位及高水位

$$h_1 = \frac{1}{2}(h_{min} + h_o)$$

$$h_2 = \frac{1}{2}(h_o + h_{max})$$

$$h_2 - h_1 = \frac{1}{2}(h_{max} - h_{min}) = \frac{s}{2} \quad \text{もし}$$

$h < h_1$ を低水部

$h_1 \leq h \leq h_2$ を中水部

$h > h_2$ を高水部と定めた。

第四節の水位期間曲線より h_1 に對するものを t_1

第25表

$$H.H.W = H_{max} + 4.70$$

$$N.H.W - h_{max} + 2.81$$

$$h_2 + 1.47$$

$$M.W = h_0 + 0.12$$

$$h_1 - 0.09$$

$$N.L.W - h_{min} - 0.30$$

$$L.L.W - H_{min} - 0.66$$

低水位、中水位及高水位の期間

日、 h_2 に對するものを t_2 日とする時は低水部、中水部及高水部の期間は次の如くなる。

$$\text{低水部の期間} \quad T_l = t_1$$

$$\text{中水部の期間} \quad T_m = t_2 - t_1$$

$$\text{高水部の期間} \quad T_h = 365 - t_2$$

$$T_l + T_m + T_h = 365 \text{ 日}$$

富士川及利根川の例に依るに第25表の如く、調査期間異なるに従ひ日數も變化するが、之により洪水等の大勢を推察することが出来る。

尙第40圖に記入の數字は上表清水端の例である。又低水部と中水部との限界をなす h_1 は第三節の平均低水位と殆ど同高であつて、第26表の如く富士川にて平均低水位より稍低く、又利根川にては稍高し。

第26表 低水位 (h_1) と平均低水位 (h_m) の比較

河川	箇所	期間	低水位 (h_1)	平均低水位 (h_m)	$h_m - h_1$
富士川	清水端	大正12～昭和4	-0.09	-0.05	0.04
"	押切	大正12～昭和4	0.03	0.08	0.05
"	松野	大正12～昭和4	0.04	0.06	0.02
"	"	大正6～昭和4	0.10	0.12	0.02
利根川	栗橋	大正12～昭和4	0.83	0.80	-0.03

第三節 平均低水位

或る期間に於ける平均水位より以下の水位を平均したるものを、平均低水位 (Mean low water level = $M.L.W.$) と云ふ。即ち一箇年間の水位表より其年の平均水位以下の水位及観測回数を摘出し、其合計水位を観測回数にて除したるものを其年の平均低水位とし、各年の平均低水位を數箇年分合計したものを其年数にて除したものを其數箇年間の平均低水位と定む、而して此平均低水位を計算するに當りては平均水位に等しき水位をも算入して居る。

尙平均低水位算出の別方法として、水位回数表に於て最も観測回数多き段階以

下の水位を合計し、之を其回数にて除したるものを平均低水位とすることもある。又平水位以下の水位の平均を平均低水位とすることもある。以上の内第一方法が最も普通であり、而かも第二方法及第三方法共其差殆どないのである。

例へば富士川清水端量水標昭和4年の水位表に依るに

水位観測回数 730回

水位計 -30.96m

$$\text{平均水位} = -30.96 / 730 = -0.04 \text{ m}$$

平均低水位を求むるに

第一法。水位 -0.04m 以下の回数 464回

水位 -0.04m 以下の水位計 -131.41m

$$\text{平均低水位} = -131.41 / 464 = -0.28 \text{ m}$$

第二法。第27表水位回数表に依るに

観測回数最も多き水位段階 -0.21~-0.40m

水位 -0.21m 以下の回数 366回

水位 -0.21m 以下の水位計 -117.15m

$$\text{平均低水位} = -117.15 / 366 = -0.32 \text{ m}$$

第三法。水位観測回数730回の内平水位に相当するものは365回に相當す、之を順次下部より求めんとして、次の如く算出する。

第27表より

$$\frac{(-0.61)+(-0.80)}{2} = -0.705 \times 1\text{回} = -0.705 \text{ m}$$

$$\frac{(-0.41)+(-0.60)}{2} = -0.505 \times 55 = -27.775$$

$$\frac{(-0.21)+(-0.40)}{2} = -0.305 \times 309 = -94.245$$

$$365 = -122.725$$

$$\text{平均低水位} = -122.725 / 365 = -0.34 \text{ m}$$

尙大正12年~昭和4年の7箇年の通計に於て比較するに第28表の如く、二方法による差は4cm餘に過ぎない。

水位 m	昭和4年												大正12年~昭和4年				平均1箇年				
	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	計	7箇年計	12年	4年	1箇年	日	左欄累計		
-0.80~-0.61													1	55	1	0.14	0.07	0.07	0.07	0.07	
-0.60~-0.41													62	310	62	8.86	4.43	4.50			
-0.40~-0.21	49	56	62	37	21	29	28	18	15	9			1,663	1,663	498	71.14	35.57	40.07			
-0.20~-0.01	13			19	29	14	13	9	4	2	3	12	11	108	1,341	191.57	118.79	158.86			
0.00 ~ 0.19				2	9	4	2	3	7	17	11	46	46	99	712	101.71	50.86	305.51			
0.20 ~ 0.39				1	2		1	3	10	17	14	4	28	43	407	58.14	29.07	334.58			
0.40 ~ 0.59								1	5	10	3	1	20	194	27.71	13.86	348.44				
0.60 ~ 0.79									1	6	3	2	13	95	13.57	6.79	355.23				
0.80 ~ 0.99										2	1	1	5	57	8.14	4.07	359.30				
1.00 ~ 1.19										2	2	1	4	20	2.86	1.43	360.73				
1.20 ~ 1.39										1	2	1	3	20	2.86	1.43	362.16				
1.40 ~ 1.59											1	1	2	2	11	1.57	0.79	362.95			
1.60 ~ 1.79											1	1	1	1	5	0.71	0.36	363.31			
1.80 ~ 1.99												2	1	1	9	1.29	0.65	363.96			
2.00 ~ 2.39												1	1	1	2	9	1.29	0.65	364.61		
2.40 ~ 2.79												1	1	1	7	1.00	0.50	365.11			
2.80 ~ 3.19															1	1	0.14	0.07	365.18		
3.20 ~ 3.59															1	1	0.14	0.07	365.25		
3.60 ~ 3.99															1	1	0.14	0.07	365.32		
4.00 ~ 4.39															1	1	0.14	0.07			
4.40 ~ 4.79															1	1	0.14	0.07			
計	62	56	62	60	62	60	62	51,14	730,55	5,114	60	62	60	62	60	62	60	62	60	62	60

第 28 表

三方法による平均低水位

年次	第一法 m	第二法 m	第三法 m	三方法による 最大較差 m
大正 12	0.19	0.17	0.15	0.04
" 13	-0.02	0.01	-0.04	0.02
" 14	0.01	-0.05	-0.05	0.06
" 15	-0.15	-0.13	-0.16	0.03
昭和 2	-0.13	-0.15	-0.16	0.03
" 3	0.04	0.03	0.00	0.04
" 4	-0.28	-0.32	-0.34	0.06
累年	-0.05	-0.06	-0.09	0.04

平均低水位は其性質上平均水位及平水位(第五節参照)より低く、最多水位(第五節参照)と比するに或は低く、或は等しく、或は高し、例へば第29表の如く富士川清水端にては、平均低水位は最多水位より3cm高く或は等しく、松野にては平均低水位は最多水位より3~4cm低し。

第 29 表 平均水位、平水位、最多水位及平均低水位

河川	箇所	期間	平均水位 (1) m	平水位 (2) m	最多水位 (3) m	平均 低水位 (4) m	(1)-(2) m	(1)-(3) m	(5) m	(6) m
富士川	清水端	大正12~昭和2	0.13	0.05	-0.05	-0.02	0.08	0.18		
"	"	大正12~昭和4	0.12	0.05	-0.05	-0.05	0.07	0.17		
"	松野	大正12~昭和4	0.36	0.19	0.10	0.06	0.17	0.26		
"	押切	大正6~昭和4	0.47	0.32	0.15	0.12	0.15	0.32		
利根川	栗橋	大正12~昭和4	0.29	0.23	0.15	0.08	0.06	0.14		
<hr/>										
河川	箇所	期間	(1)-(4) (7) m	(2)-(4) (8) m	(3)-(4) (9) m	$h_{max} - h_{min} = s$ (10) m	(5) (10) m	(6) (11) m		
富士川	清水端	大正12~昭和2	0.15	0.07	-0.03	2.89	0.028	0.062		
"	"	大正12~昭和4	0.17	0.10	0.00	3.11	0.023	0.055		
"	松野	大正12~昭和4	0.30	0.13	0.04	4.58	0.037	0.057		
"	押切	大正6~昭和4	0.35	0.20	0.03	5.63	0.027	0.057		
利根川	栗橋	大正12~昭和4	0.21	0.15	0.07	2.55	0.024	0.055		

最多水位は後述の如く出現度數の最も多い水位であつて、舟航上重要なものであるが、其算出が平均低水位よりは面倒であり、而かも上述の如く、最多水位と平均低水位とは殆ど一致して居るから、我國にては低水工事には平均低水位を基準として工事を施行して居る。

第四節 水位回数曲線及期間曲線

水位の回数は大體或る階段の水位が各年に起りし日數にて表はす、その水位階段の間隔は20cm又は25cmとす、而して同じく20cm間隔とするにも、次の二種の方法がある。

I

0.00~0.19 m

0.20~0.39 m

0.40~0.59 m

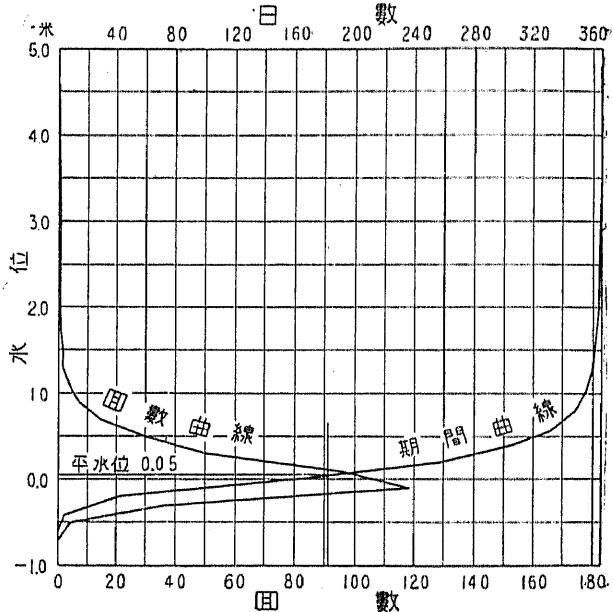
II

0.01~0.20 m

0.21~0.40 m

0.41~0.60 m

Iは間隔の下位を

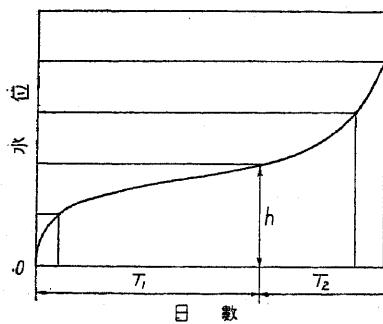
10cmの倍数にて始
めたるもの、又IIは間隔の上位を10
cmの倍数としたものである、内務省土
木局にてはIを採
用して居る、又獨逸
にてもIを採用し
て居る。尙此の回数
を調ぶるには正規の
観測時間の分のみを
利用し、其他の最高、
最低水位は考慮に入第41圖 富士川清水端回数曲線及期間曲線
(大正12年~昭和4年)

れないと云つて居る。

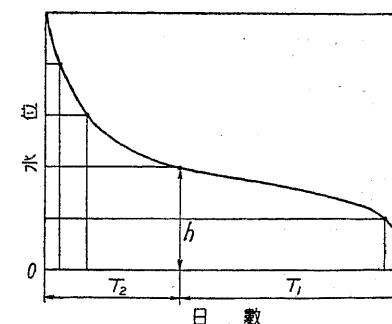
富士川駿澤町清水端にては第27表の如く、大正12～昭和4年の7年間の調査に依るに、毎日二回観測せる水位は5,114回で、其の内0.00～0.19mの水位は1,341回起り、一年平均95.8日に相當す。此の水位を縦距とし、其水位に相當する年平均日数を横距として圖示する時は、第41圖の如くなる。此横距の各點を結び付けたものを回数曲線(Frequency curve)と稱す。此水位回数は、各年の平均日数を以て示す方法の外に、水位の回数を總観測回数に對する百分率として計算する方法もある。

第27表に於て各區間の水位の起りし日数を漸次累計する時は、其數字は其區間の水位の起りし持続期間を示すものであつて、此累計日数を夫々圖示する時は第40圖の如き一曲線が出来る、之を期間曲線(Duration curve)と稱へる。第40圖に於て254日は水位が0.19mより低く、又 $365 - 254 = 111$ 日は水位が0.19mより高いことを示す。

此期間曲線も亦回数曲線の如く年平均日数を以て表はす代りに、總観測回数に對する百分率として示す方法もあり、累計に於ては100とならねばならぬ。又期間曲線の表示方法に、第42圖及第43圖の二種ある。第42圖にては h 以下の日數が T_1 、 h 以上の日數が T_2 なるを示し、第43圖にては h 以上の日數が T_2 、 h 以下の日數が T_1 なるを示す。此曲線の利用方法の如何により或は前者、或は後



第42圖 水期期間曲線 其一



第43圖 水期期間曲線 其二

者が便利である、而して T_1 が h 以下の水位の濕潤期間(Wet duration)である。

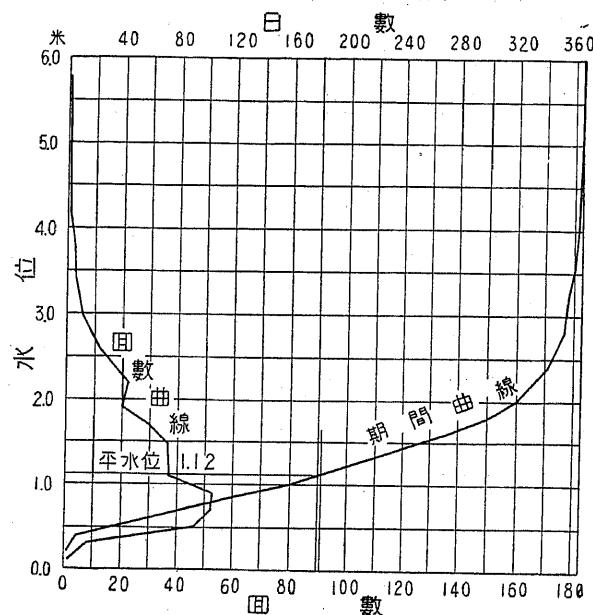
回数曲線を作るに當つては、水位間隔の中心水位に夫々の回数を圖示するか、期間曲線にありては第42圖にては、累計日數は夫れに對する水位間隔の上限水位に相當せしめ、又第43圖にては下限水位に相當せしむるのがよい。

尙参考として第44圖に利根川栗橋の回数曲線及期間曲線を掲ぐ。

第五節 平水位及最多水位

平水位 或る期間に於ける水位の内其水位の上下に於ける水位の回数の等しき水位を平水位(Ordinary water level, Median water level)と云ふ。即ち一年に付て云へば一年の内半分は其水位より高く、半分は夫れより低き水位を示すのである。此平水位は期間曲線より容易に求むることが出来る、第41圖或は第44圖に於て一年の半分なる182.5日の點に垂直線を引き、之と期間曲線との交叉點に對するものが平水位である。

平水位は一般に平均水位よりは少しく低い、第29表に依れば各年の最高、最低水位の差の平均の2～4%だけ、平水位は平均水位より低い。獨逸にては河床



第44圖 利根川栗橋回数曲線及期間曲線
(大12年～昭和4年)

の限界を此の平水位で定めて居つて、重要な水位である、我國にても平水位と平均水位とを併せ考へて水制の高を定めることがある。

最多水位 其各の示す如く或る期間内に於ける、最も多く起る水位を最多水位 (Modal water level. Most frequent water level) と云ふ、水位の間隔を小さくしてある時には、回数曲線より容易に求むることが出来る、即ち回数曲線の頂點が最多水位である、然し實際に於ては水位の區割が 20 cm 程度であるたゞ、最多水位を劃然と定めることができないから、頂點に隣接せる上下の水位の回数の増減の状態を考慮して決定する、此方法は多少任意に流るゝ嫌はあるが、斯くて大略の水位を定めるのを普通とす。尚水位回数曲線は時としては數多の頂點を有することもあり、又水位の間隔の大小により回数曲線の形狀も異なつてくるから、従つて最多水位も多少相違するのを免れない。

富士川清水端にては第 27 表水位回数表による、回数曲線の頂點は -0.20 と -0.01 の間にあることは明である、而して其直ちに下の間隔 -0.40 ~ -0.21 に對する年平均日數は 35.57 にして、又其直ちに上の間隔 0.00 ~ 0.19 に對する年平均日數は 95.79 であるから、頂點は -0.10 より高きことを知る、何となれば -0.10 より高き水位の方が、低き水位よりも多數に起ることを示すによる。即ち頂點は -0.10 と -0.01 の間にあるものとして、其平均の -0.05 を以て最多水位と推定す。

此最多水位を考案したのは Fechner 氏にして、同氏は之を最密水位 (Densest water level) と稱へた。

最多水位は第 29 表の如く平水位よりも低く、平均低水位に比すれば、富士川の例にては各年の最高、最低水位差の平均の 6 % 低い。又利根川栗橋では 11 % 低い。

平均水位、平水位及最多水位の關係

$$\text{平均水位} = h_o$$

$$\text{平水位} = h_{me}$$

$$\text{最多水位} = h_{mo}$$

とする時は英人 Yule 氏の統計によれば

$$\frac{h_o - h_{mo}}{h_o - h_{me}} = 3$$

我國に於ける數例を見るに第 30 表の如く、富士川三箇所の平均は 2.10 又利根川を加へたる四箇所の平均は 2.40 である。

第 30 表 平均水位、平水位及最多水位の關係

河 川	箇 所	期 間	$h_o - h_{mo}$ m	$h_o - h_{me}$ m	$\frac{h_o - h_{mo}}{h_o - h_{me}}$
富士川	押 切	大正 12 ~ 昭和 4	0.14	0.06	2.33
"	清 水 端	大正 12 ~ 昭和 4	0.17	0.07	2.43
"	松 野	大正 12 ~ 昭和 4	0.26	0.17	1.53
利 根 川	栗 橋	大正 12 ~ 昭和 4	0.48	0.14	3.29

水位統計利用の一例 利根川栗橋にては第 29 表によれば、平均水位は平均低水位上 0.46 m、又平水位は平均低水位上 0.32 m であり、高水敷高は普通平均低水位上約 0.90 m とするから、高水敷は平均低水位上 0.44 m、平水位上 0.68 m である、即ち少くとも一箇年の半分は高水敷へ水が上らないのは明である。尚高水敷高は栗橋量水標では $0.80 + 0.90 = 1.70$ m であり、第 44 圖によるに、水位 1.70 m 以下の日數は 288 日なるを見れば、高水敷に水が上ることは一年の内 77 日なることが推定出来る、斯かることを知るには、常に注意して諸種の水位統計を準備して置かねばならぬ。

發電水力用水位 發電水力調査には次の如き分類を採用して居る。

1. 渦水位 一年を通じ 355 日より下らざる程度の水位
2. 低水位 一年を通じ 275 日より下らざる程度の水位
3. 平水位 一年を通じ 185 日より下らざる程度の水位

第 31 表 渦水位、低水位及平水位

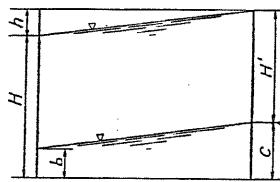
河 川	箇 所	期 間	渦水位 m	低水位 m	平水位 m	第 29 表の 平水位 m	第 29 表の 最多水位 m
富士川	清 水 端	大正 12 ~ 昭和 4	-0.23	-0.07	0.03	0.05	-0.05
"	松 野	大正 12 ~ 昭和 4	-0.21	0.15	0.20	0.19	0.10

富士川の例によるに第31表の如く、第29表と比較すれば大體の關係が分る。

第六節 相當水位

河川の上、下流2箇所の量水標間に於て支川、派川等なき時は、其2量水標の水位間には或る一定の關係がある、此場合の双方の水位を相當水位 (Corresponding water level) と云ふ。依て種々の水位に於ける2箇所の觀測がある時は、是等を基礎として、上流に於ける或る水位に對應する、下流の水位を知ることが出来る、而して此關係は大體直線と看做して宜しい。

河川の横断面の大小、形狀及勾配の關係上水位により其増減の割合を異にして居るから、精確を望む時には、相當水位の關係を示す式は水位により、2本或は3本の直線とせねばならぬことがある。



第45圖に於て上流量水標の示す水位を H' とし、下流量水標の示す水位を H とし、相當水位の關係を示す方程式を

$$H = aH' + b \dots \dots \dots (1)$$

と假定すれば、 a なる係數は上流水位に從

第45圖 上下流兩量水標の關係 て下流水位の増減する割合を示し、又 b なる常數は上流水位が 0 なる場合に於ける下流水位を示す、而して a が 1 より大なる時は水位の増すに従ひ兩地點間水面の落差は漸次に減少し、之に反して a が 1 より小なる時は其の落差は漸次に増加するのである。此關係は次の式にても明である、 c を雨量水標零點の高さの差（上流量水標の零點は、下流量水標の零點より高しと假定す）とし、 h を兩地點間水面の落差とすれば

$$\begin{aligned} h &= H' + c - H \\ &= H' + c - (aH' + b) \\ &= c - b + H'(1 - a) \end{aligned} \dots \dots \dots (2)$$

$c - b$ は常數で $H' = 0$ なる場合の兩地點間水面の落差を示す。

一般に量水標を設置するに當つては、其零點高を如何に選定するも大なる支障

はないが、成るべくは上記(1)式中の b なる常數が零に近き數字となる様にするを理想的とす、此 b なる常數の大なるは量水標の零點高の選定の拙なることを意味するのである、即ち一量水標の零點高が高きに過ぎ、他量水標の零點高が低きに失するのである。

今上下兩量水標の相當水位の數多の觀測がある時に、(1)式の a, b を求むるに、 $H = aH' + b$ より最小二乗法により、

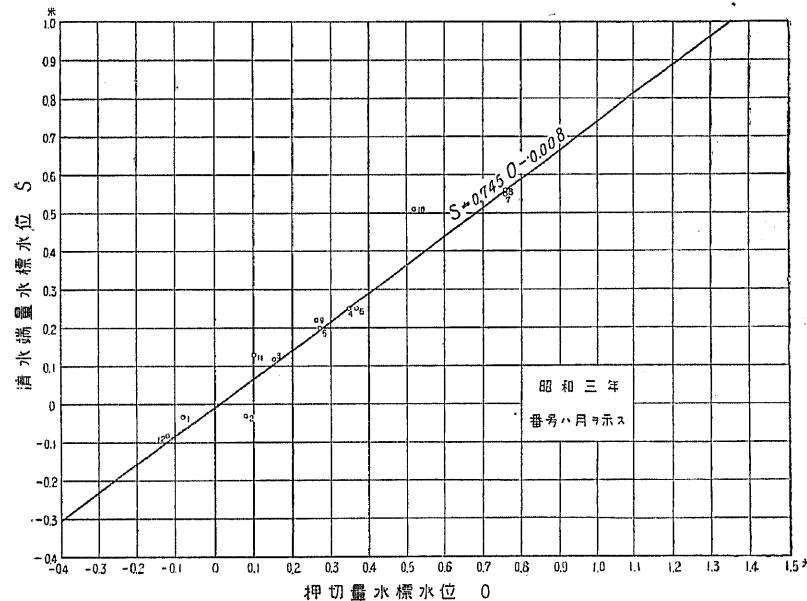
$$[H']a + nb = [H]$$

$$[H'^2]a + [H']b = [HH] \quad \text{但し } n = \text{觀測回数}$$

なる正等式を得、從つて

$$a = \frac{n[HH] - [H][H']}{n[H'^2] - [H']^2}$$

$$b = \frac{[H'^2][H] - [H][HH]}{n[H'^2] - [H']^2}$$



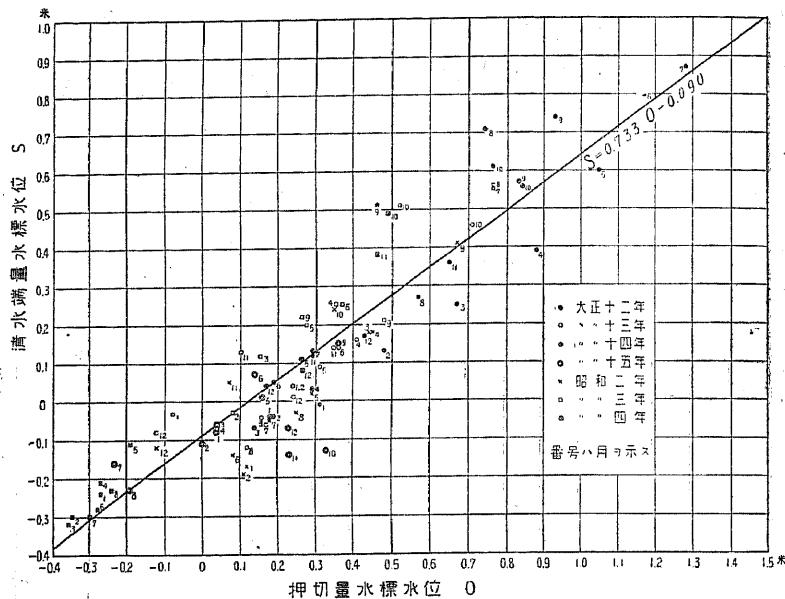
第46圖 富士川押切及清水端量水標相當水位 其一

富士川筋押切量水標及其下流 6,000 m の箇所にある清水端量水標の昭和 3 年各月平均水位を比較し、最小二乗法による第 46 圖の如く

$$S = 0.745 O + 0.008$$

式中 S = 清水端量水標水位 (m)

O = 押切量水標水位 (m)



第 47 圖 富士川押切及清水端量水標相當水位 其二

尙大正 12 年より昭和 4 年に至る 7 節年に就て計算すれば第 47 圖の如く

$$S = 0.733 O - 0.090$$

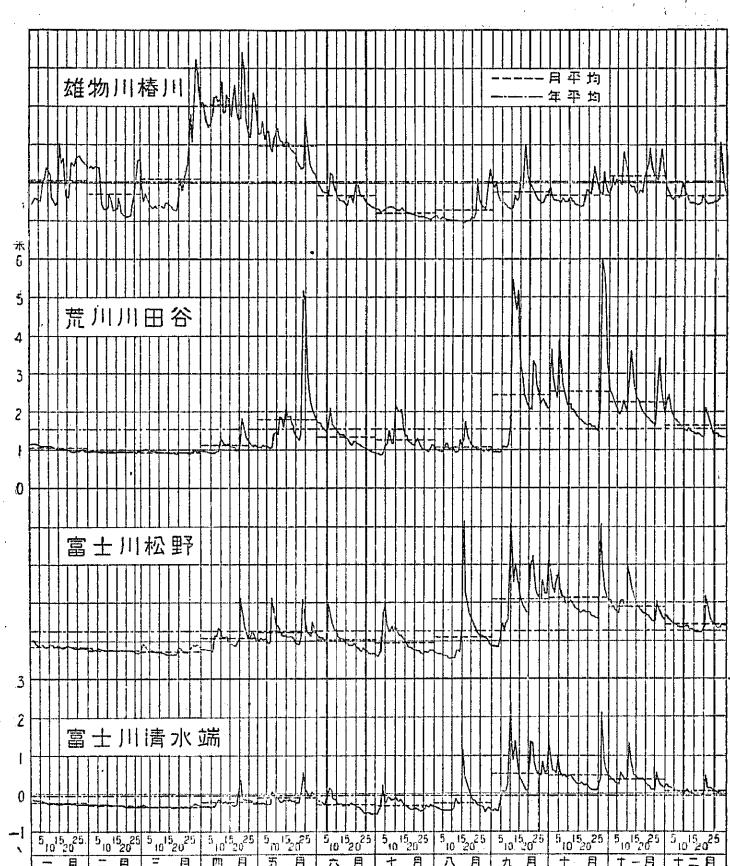
となり、兩者の大體の關係を知ることが出来る、而して b なる常數殆ど零に近く兩量水標間の零點高は適當に定められて居るのである。

第七節 水位の昇降

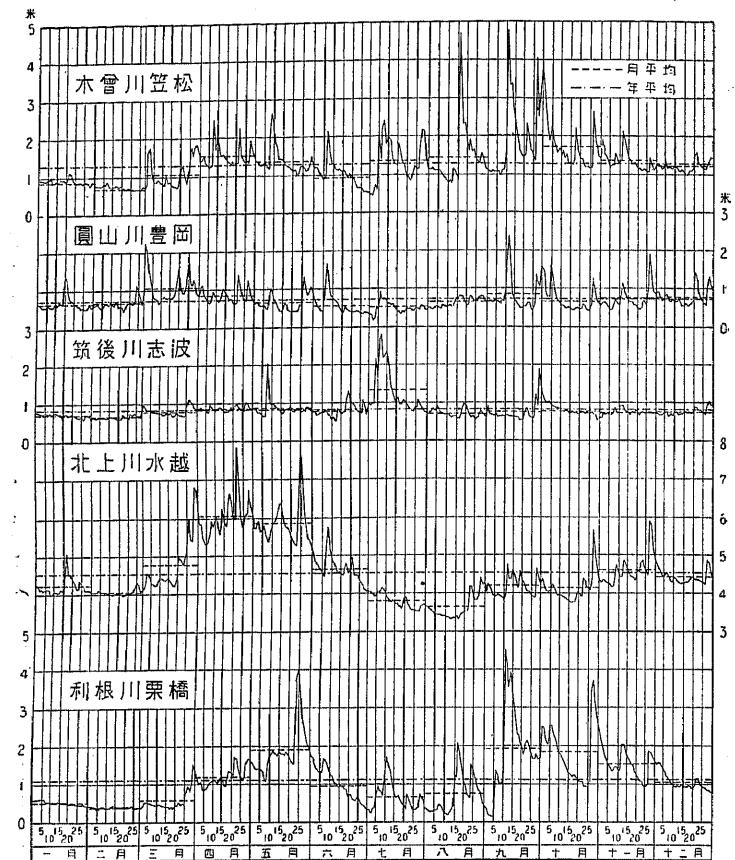
河川の勾配及横断面が定まつて居る時に、流量が増せば水位は高まる、即ち豪

雨あれば水位は増加し、而かも降雨區域が廣大なる程水位は著しく上昇する、而して時を経るに従ひ再び水位は下降し、降雨と水位とは密接なる關係を有して居る。

水位の昇降の程度は各河川により異なつて居る、即ち流域内の氣象、地質關係が複雑であり、或は河川の勾配急なる時は水位の變動は著しい、之に反して全流域内の天候が一様であり、水源に湖水或は湧水あるか、流域大なるか、或は勾配緩なる時には水位の變動が僅かである。故に一河川にても上流部に於ては下流部



第 48 圖 昭和四年水位圖 其一



第49圖 昭和四年水位圖 其二

に於けるよりも水位の變動は大きい。

一日の内にても降雨ある時は水位は忽ち上昇する、又上流部にて日光のため雪が解けて日中水位の昇ることがある、又近時發電水力のため堰堤を設けて貯水し、晝夜の水の使用量に激變があるため、堰堤下流にては一日の内にても著しく水位が昇降することがある、例へば木曾川筋大井堰築設の結果、昭和4年7月28日の水位圖を見るに、堰堤より 25 km 下流の八百津町地先にては一日中に 2 m 餘の變動あり、又堰堤より 52 km 下流なる犬山町地先にて 1 m 餘の變動があつ

た。

一年中の水位昇降の趨勢は第32表及第48圖、第49圖で明である、即ち一般に春期融雪に際し水位昇り、夏期に出水あり、冬期山地の凍結する1、2月に冬の渴水あり、又6月頃灌溉用水取入のため水位が低くなる。

第32表 月平均水位 (m)

月別	富士川 清水端	富士川 松野	荒川 川田谷	利根川 栗橋	雄物川 椿川	北上川 水越	筑後川 志波	圓山川 豊岡	木曾川 笠松
一月	-0.05	-0.03	0.99	0.64	3.10	4.48	0.78	0.69	1.04
二月	-0.03	0.07	1.04	0.62	2.78	4.37	0.80	0.79	1.00
三月	0.05	0.18	1.28	0.81	3.17	4.98	0.96	0.97	1.23
四月	0.14	0.33	1.53	1.53	4.52	6.20	0.98	0.70	1.60
五月	0.17	0.41	1.54	1.57	3.60	5.88	0.81	0.53	1.59
六月	0.18	0.42	1.77	1.39	2.59	4.64	0.93	0.51	1.43
七月	0.15	0.45	1.73	1.39	3.11	5.13	1.15	0.62	1.78
八月	0.12	0.32	2.15	1.54	2.73	4.77	0.99	0.75	1.36
九月	0.42	0.81	2.51	1.92	2.77	4.97	0.94	0.79	1.57
十月	0.37	0.68	2.29	1.70	2.69	4.72	0.83	0.59	1.51
十一月	0.11	0.20	1.61	1.13	3.31	5.06	0.83	0.60	1.31
十二月	0.01	0.07	1.22	0.82	3.12	4.84	0.78	0.66	1.12
全年	0.13	0.33	1.64	1.25	3.13	4.99	0.90	0.68	1.38
期間	大正12 ～昭和2	大正12 ～昭和2	大正12 ～昭和5	大正12 ～昭和4	大正12 ～昭和5	大正12 ～昭和5	昭和2 ～昭和5	昭和1 ～昭和5	大正12 ～昭和5

尚上記表及圖を見るに水位の變化にも地方的の特色が現はれて居る、即ち一般には出水は颱風に因るもの多く 9 月前後であるが、九州地方にては梅雨期の 6、7 月の水位高く、又裏日本、東北方面に於けるものは、融雪に基く出水多く、3 月、4 月の水位最も高い。

流量の増加に伴ふ水位上昇 河川に於ける水位は其流量と流速とにより定まるものである。即ち $Q = Fv$

又 B を水面幅とし、流量が dQ 増加し、河床に變化なき時は水位は dZ だけ上昇し、流積は $dF = B dz$ だけ増加す。

$$\begin{aligned} \text{而して } dQ &= F.dv + v.dF \\ &= F.dv + v.B.dz \end{aligned}$$

$$\text{故に } dz = \frac{dQ - F \cdot dv}{v \cdot B}$$

上式により流量の増加と水位上昇との関係が表はてれ、流量が dQ 増加する時に於ける水位上昇 dz は水面幅 B 及流速の増加 dv が大なる程小である。