

參考資料

土木學會誌 第九卷第二號 大正十二年四月

てねしい河ニ於ケル水理公式ノ照査

てねしい河及ビいらわてい河ニ於ケル曲線研究ニ依リがんぎれー、くつたー兩氏公式ハ勾配及ビ均深ガCニ及ボス
影響ニツキ研究不充分ナルヲ示ス

(Engineering News-Record, Oct. 12, 1923)

河川平均流速公式トシテハばざん氏ノ公式及ビがんぎれー、くつたー兩氏ノ公式既ニ與ヘラレタルモ之等公式ハ少クトモ二個ノ假定ノ上ニ成立シ猶研究ノ餘地ヲ存スばざん氏ハせぢー氏平均流速公式 $V = C\sqrt{HS}$ ニ於ケル係數Cノ公式ヲ作成スルニ當リ勾配變化スルモCハ不變ナリト假定セリ然ルニがんぎれー、くつたー兩氏ハ勾配ノ變化ニヨリCハ變化スルコトヲ發見シ均深一米ヲ境トシモシ均深一米以下ナレバ勾配ノ増加ニ反シCハ減少シ均深一米以上ナレバ勾配ノ増加ニ從ヒCハ増加スト假定セリサレド本文ノ測定ニ鑑ミルニ少クトモ或ル状態ノ下ニハ如上ノ兩假定ハ何レモ不當ナルガ如シ

せぢー氏平均流速公式ニ於テハ勾配及ビ均深ノ變化並ニ河底粗滑ノ度ニヨル流速ノ異動ヲ總括シテ係數Cノ内容トセリ而シテがんぎれー、くつたー兩氏ノ係數Cノ公式ハ

$$\frac{1.811}{n} + 41.6 + \frac{0.00281}{S} \\ \frac{1 + \left\{ 41.6 + \frac{0.00281}{S} \right\}^2}{\sqrt{R}}$$

ニシテ茲ニルハ河底ノ粗度ヲ示スモノナリ

第一表

TABLE I—SLOPE AND DISCHARGE MEASUREMENTS, TENNESSEE RIVER, CHATTANOOGA, TENN.

No.	Date	Stage, Ft.	Area Sq. Ft.	Hydraulic Radius Ft.	Slope In Ten months	Discharge, Sec. Ft.	Velocity, Ft. Per Sec.	Chezy, C	Kutter, N
1	Mar. 9, 1917	44.20	63,700	28.9	622	276,000	4.33	102	.029
2	Mar. 9, 1917	42.80	60,800	27.9	649	262,000	4.31	101	.029
3	Mar. 10, 1917	35.93	48,600	26.0	722	195,000	4.01	92	.032
4	Jan. 11, 1916	25.75	33,300	24.5	828	129,000	3.87	86	.0335
5	Mar. 31, 1917	23.38	30,100	22.6	842	113,000	3.75	86	.033
6	Feb. 5, 1918	22.14	28,500	21.7	793	99,500	3.48	84	.034
7	Jan. 15, 1916	20.57	26,800	20.8	825	94,000	3.51	85	.033
8	Oct. 6, 1915	18.58	24,500	19.4	795	81,900	3.34	84	.033
9	Oct. 7, 1915	16.55	22,000	17.9	763	65,400	2.97	80	.035
10	June 4, 1915	13.53	18,600	15.5	877	53,100	2.85	77	.035
11	May 10, 1915	13.32	18,300	15.3	796	48,200	2.63	75	.036
12	Mar. 29, 1918	13.23	18,200	15.2	947	51,700	2.84	75	.035
13	Sept. 9, 1915	*12.58	17,500	14.4	582	35,000	2.09	70	.0395
14	May 11, 1915	12.37	17,200	14.3	766	41,600	2.42	73	.037
15	May 8, 1915	*12.02	16,800	14.1	650	34,800	2.07	68	.0405
16	Apr. 18, 1915	11.61	16,200	13.6	858	39,300	2.43	71	.0375
17	June 18, 1915	11.28	16,200	13.5	774	36,200	2.23	69	.039
18	Apr. 16, 1915	11.26	15,900	13.4	776	36,000	2.26	70	.039
19	July 12, 1915	10.54	15,300	13.0	750	31,400	2.05	66	.041
20	May 8, 1915	10.45	15,000	12.7	744	30,500	2.03	67	.0425
21	July 13, 1915	9.99	14,800	12.5	754	28,700	1.94	63	.044
22	June 2, 1915	9.85	14,500	12.3	755	27,300	1.88	61	.044
23	Apr. 7, 1915	9.64	14,200	12.1	698	24,100	1.70	59	.046
24	June 11, 1915	9.44	14,100	12.1	758	25,300	1.79	59	.045
25	May 31, 1915	9.15	13,700	11.8	690	22,100	1.61	56	.048
26	Sept. 15, 1915	*8.86	13,200	11.5	457	14,900	1.13	50	.057
27	May 10, 1916	*8.77	13,200	11.5	668	17,900	1.36	49	.056
28	May 5, 1915	8.76	13,200	11.5	717	20,700	1.57	54	.0495
29	Aug. 17, 1915	8.79	13,100	11.4	617	20,000	1.53	58	.046
30	June 14, 1915	8.53	13,000	11.3	679	19,300	1.48	53	.050
31	Apr. 30, 1915	8.50	12,900	11.3	684	18,800	1.46	53	.051
32	May 3, 1915	8.05	12,500	11.0	788	19,200	1.54	52	.051
33	Jan. 14, 1918	8.00	12,400	10.9	506	11,500	0.93	40	.067
34	Aug. 16, 1915	7.66	12,000	10.5	839	18,400	1.53	52	.050
35	Oct. 30, 1916	7.42	11,600	10.2	582	11,200	0.90	40	.067
36	July 14, 1915	7.17	11,400	10.1	765	15,400	1.33	48	.054
37	Aug. 14, 1915	6.10	10,200	9.5	901	13,400	1.31	46	.055
38	Aug. 4, 1915	5.95	10,100	9.5	928	12,800	1.27	44	.057

* Flashboards on dam

参考資料 てねしい河ニ於ケル水理公式ノ照査

コ、ニ兩氏ハ勾配及ビ均深ノ變化ニ對シ若干ノ餘裕ヲ與ヘテソノ影響ヲ消去シ唯河底ノ粗度ノミヲ未知要素トナセリ茲ニ公式使用ニ當リテハマヅ河底潤周ニ對シルノ值ヲ假定シ勾配均深ノ變化ニ關セズ終始同一值ヲ用フルヲ普通トス猶ハノ值ヲ決定スルニハ河底潤周ノ性質ノミヲ考察シ勾配ハ普通之ヲ無視シ少クトモハニ影響スベシトハ考ヘズコノ方法ハ

正確ナリト雖モ猶ガんざれ、くつた、兩氏ガ河底粗度以外ノアラユル要素ヲ消去シ成功シ得タル範圍ニ留マル

コニ記載スル測定ハ大河川ニ於テ行ハレタルモノナルガ從來河底粗度ノミヲ示スト考ヘラレタルナル要素ハ或ル狀態ノ下ニ勾配並ニ均深ニヨリテモ左右セラルルヲ認ムカ、ル報告ハ大河川ニ於ケル流量ヲ計算スルニ當リ流速公式使用ニ意義ヲ有スルモノニシテモシ他ノ數多ノ實驗ヲ行ヒ流速公式使用ノ種々ノ狀態ヲ普ク總括シタル結果ヲ發表スルコトヲ得バ公式使用ニ當リ誤謬原因ノ大半ヲ消去スル方法ヲ示シ得ベシ

ニツキ測定シタル結果ヲ記載セリ又曲線ニヨリ勾配及ビ均深ノ變化ニヨルC及ビルノ變化ヲ圖示セリ特ニ興味アルハ同水位ニシテ而モ勾配ヲ變化セシメテ爲シタル測定ニシテコハ堰板ヲ以テ行ヘリ

第一表ニ示シタル流量測定ハ數年前合衆國地質調査所ガ勾配ヲ異ニスル種々ノ河川ニ就キ流量測定ヲ行ヒシ際われん。

第一圖

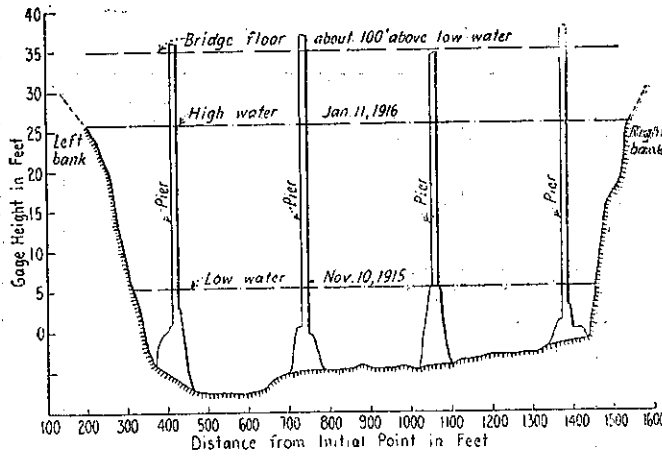


FIG. 1. TENNESSEE RIVER SECTION AT CHATTANOOGA

S. F. Warren (Warren F. Hall) ナル州技師ニヨリ測定セラレタルモノナリ流量個所へてねしい州ちやたぬーがニ於ケル
 づねしS河(Tennessee River at Chattanooga, Tenn.)上の橋梁ニシテ小型ノぶらゐすめーヲ以テ測定シタリ測定ニ使
 用シタル断面及ビ流速ハスベテ第一圖ニ示セル流量個所ニ於ケルモノニ依レリ水面勾配ハ二個ノ量水標ヨリ求メ一箇ハ

流量個所ニ他ハ七哩上流ノ橋梁ニ設置セリコノ二點間ノ落差ハ普通三呎ナリ又
 下流量水標ヨリ更ニ三十三哩下流ナルはあれすば一る堰堤(Hales Bar dam)ニ
 ヨル逆水ノ影響ハ雨量水標ノ更ニ上流ニ及ブ故ニ低水時ニ際シ堰板ヲ堰堤上ニ
 加ヘ以テ二、三ノ測定ニ見ル如ク勾配ヲ減少セシムルヲ得タリ

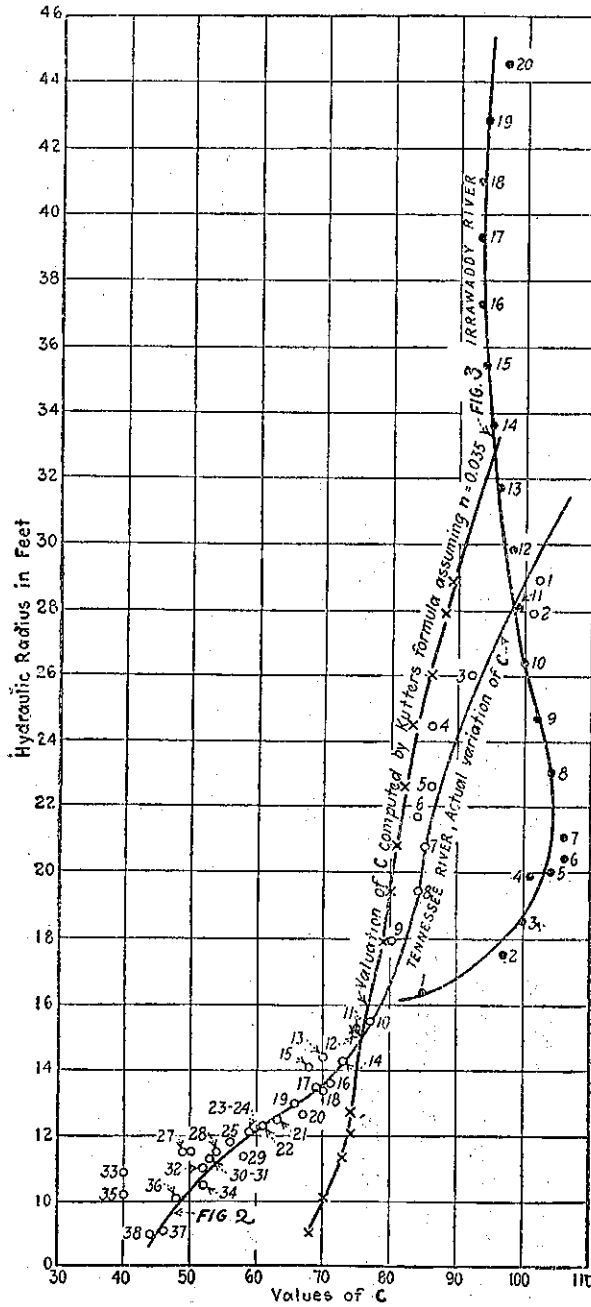
第一表へてねしい河流量測定ノ結果ニシテ第一項ニ測定順ヲ示シ第二項以下八
 項ニヨリ測定時期、水位、断面積、均深、勾配(千萬分ノ一)、流量、流速、せ
 びー氏O、くつたー氏Nヲ順序ニ記載セリ單位ハ秒呎ニシテ猶*印ヲ附シタル
 ハ堰板測定ニ依ルモノナリ第二圖(Fig. 2)ハ均深ノ變化ニ從ヒOノ値ノ變化ヲ
 圖示シ之ト比較スルニがんぎれ、くつたー兩氏式ニ於テ ≈ 0.035 ヲ使用シタ
 ル際ノOノ値ノ變化ヲ圖示セリコ、ニノ値ヲ 0.035 ト決定セルハ全測定ヲ通
 シ最モ適當ナリト認メタルヲ以テ撰擇セリ猶比較ノタメニびるま國さゝくたニ
 於ケルSらわてS河(Irrawaddy River, at Saikha, Burma)流量測定ノ結果ヲ
 第二表及ビ第三圖(Fig. 3)ニ記載セリ第二表ハ第一項ニ測定順ヲ示シ第二項以

下五項ニ依リ均深、勾配、流速、せびー氏O、くつたー氏N、水面幅ヲ順序ニ記載セリコノ測定ハへりんぐ、とらうと
 わいん兩氏ニ依ルがんぎれ、くつたー兩氏ノ著書ノ翻譯ヨリ採録セリ

之等ノ實驗ニヨリ得タルO及ビNノ値ヲ他ノ相似河川ニ應用シ得ベキ範圍ハマツてねしい河橋梁断面ガ同河川平均斷

面ニ對スル關係ニ依リ自ラ異ナルベシ今コノ流量個所断面ニ於テ橋脚面積ハ河流断面ニ比シ一少部分ニ過ギズ且ツ同河川筋約七哩ニ亘ル断面狀態ニツキ相當代表的ナルモノナリモシ橋脚面積ヲ加算スレバ断面面積ヲ増シ從テ C ハ稍ヤ小ナル値ヲ示スモ曲線ノ勾配及ビ形狀ハ何等變化スル所ナシ故ニ第二圖(Fig. 3)ニ示シタル曲線ハ指定ノ勾配及ビ水位狀態ノ下ニ C ノ値ノ變化ヲ表示スルノミナラズかつたー氏式ニヨリ計算セラレタル C ノ値トノ離隔度ヲ示スモノナリ

第二圖



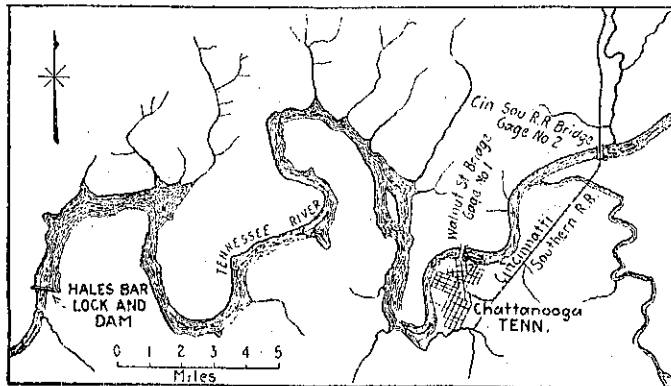
之等測定ニ於テハ最小均深ハ何レモ九呎ナルガ水位高キニ從ヒ勾配及ビ均深ガ C 及ビ n ニ及ボス影響ハ比例的ニ増加シ水位低キニ於テハソノ影響小ニシテ寧ロ河川ソレ自身ノ狀態ニ依ル影響大ナルヲ加フ第二圖ニ依レバ同一河川ニ於テモ緩ナル流速ニ對シテハ C ノ變動激シキヲ示セリ今 S 對 C 曲線ヲ應用スベキ場合ハ主トシテ運河設計或ハ洪水流量算定等

第二表

TABLE II—SLOPE AND DISCHARGE MEASUREMENTS, IRAWADDY RIVER AT SAIKTHA, BURMAH.

No.	Hydraulic Radius In Feet R	Slope in Ten Millionths S	Velocity Feet Per Second V	Chezy C	Kutter n	Surface Width Feet.
1	16.28	86	1.007	85.1	.0420	3,395
2	17.52	129	1.459	97.0	.0357	3,528
3	18.49	172	1.783	99.9	.0336	3,710
4	19.88	215	2.083	100.7	.0328	3,930
5	19.99	258	2.360	103.9	.0304	4,208
6	20.40	301	2.620	105.7	.0292	4,605
7	21.13	344	2.857	105.9	.0286	4,780
8	22.97	387	3.091	103.6	.0293	4,820
9	24.70	430	3.321	101.9	.0300	4,859
10	26.42	474	3.548	100.3	.0306	4,899
11	28.11	516	3.771	99.0	.0310	4,938
12	29.80	560	3.993	97.8	.0315	4,970
13	31.68	603	4.213	96.4	.0320	4,976
14	33.57	646	4.432	95.2	.0325	4,982
15	35.44	689	4.652	94.2	.0330	4,988
16	37.31	732	4.874	93.3	.0336	4,994
17	39.16	775	5.110	92.8	.0337	5,002
18	41.01	818	5.382	92.0	.0336	5,011
19	42.82	861	5.717	94.2	.0327	5,025
20	44.47	904	5.147	97.0	.0314	5,045

第三圖



ニアリ運河設計ニ當リテハ一般ニ何レモ緩ナル流速ヲ用フルガ故ニO及ビルノ値ニツキ充分材料ヲ利用スルコトヲ得ベシ又洪水時ニ於テハ流速ハ一般ニ著シク急ニシテカノ緩流速ニ於テ發生スル如キ大ナル誤差ハ流量少ナキ際ノ變化ノ原因ガ流速大トナルモ尙同一影響ヲ與フル場合ノ外ハ之ヲ考慮スルヲ要セズ

均深十四呎以上ナル場合ニ於テてねしい河測定ノ結果ハくったー氏公式ヨリ算定セル結果ト次第ニ接近スレド尙増加セル勾配及ビ均深從テ増加セル流速ハO及ビルニ影響ヲ與ヘツ、アリ既述セルガ如クがんざれー、くたー兩氏ハ一米ヨリ大ナル均深ニ對シテハ勾配ノ増加ニ反シテOハ減少スト假定シタルモてねしい河ニ於テハ均深九呎ヨリ十四呎ニ去來スルモ猶流速緩ナル際ハOハ勾配ノ増加ト共ニ増大スルヲ見ル堰板ヲ堰堤上ニ加ヘテ行ヘル測定 23 24 25 30 及ビ測定ハ 31 36 ハ何レモ勾配小ナル場合ナルガ之等ヨリ

得タルOノ値ハ堰板ヲ撤去シ勾配ヲ増大シ猶水位ヲ同高ニ保テテ測定セル場合ノOノ値ニ比シ稍々小ナリばざん氏ハOハ勾配ト共ニ變化セズト假定シシノ假定ノ上ニ彼ノ公式ヲ樹立シタルモてねしい河ニ於ケル測定ニヨリ示サレタルOノ値ノ變化ニ對照スルニ何等根據ナキガ如シ測定 33 ニテハ均深一〇・九呎勾配〇・〇〇〇〇五〇六〇ノ値四〇ナリ然ルニ

參考資料 てねしい河ニ於ケル水理公式ノ照査

測定 34 ニテハ均深一〇・五呎勾配〇・〇〇〇八三九ニシテ〇ノ値ハ五ニテリ流速ノ増加スルニ從ヒ勾配ノ増加ハ〇ノ値ニ影響スルコト少ク即チ測定 12 13 14 及ビ 15 ニ示スガ如ク測定 13 及ビ 15 19 及ビ 14 ニ比シ何レモ勾配小ナルガ〇ノ値ハ稍ヤ減少シタリトイフニ過ギズ測定 12 及ビ 3 ハ洪水時ニ測定セルモノニシテ流速四呎ノ高キニ及ブコニ勾配ノ増加ハ〇ノ値ヲ減少セシムル傾向アルガ如ク察セラル、モ猶決定的ナラズ之ヲ緩流速ノ場合ニ比スレバツツ關係甚ダ曖昧ナリ

翻ツテいらわてい河ニ於ケル測定ノ結果ヲミルニソノ影響全ク同一轍ナリ同河川ニ於テ均深十六呎ヨリ二十一呎ノ間ニ於テハ〇ノ値ハ S 及ビ R ノ値ト共ニ急激ニ増大ス然シテ均深二十一呎以上ニ及ベバ S 及ビ R ハ猶繼續的ニ増大スルモ〇ハ次第ニ減少シ稍々一定値ヲ保チテ中止スコレ明カニ R ノ値二十一呎以上ニ及ベバ R ト共ニ増大セントスル〇ノ傾向ハ一方増大スル流速ニ制セラレテ減少セントスル〇ノ傾向ト平衡状態ニ達スルナリいらわてい河ニ於ケル測定 7 ハ〇ノ増大ノ殆んど終點ニシテソノ流速ハ毎秒二・八六呎ナリてねしい河ニ於ケル測定 13 14 及ビ 15 ハ流速毎秒二・〇呎ヨリ毎秒二・四呎ニ及ブ故ニ之等二河川ニ於テハ毎秒二・五呎ヨリ毎秒三・〇呎ニ及ブ流速ニ對シテハ勾配増大スレバ〇モ亦増大シ而シテ流速更ニ加ハレバ勾配ノ増大ニ反シ〇ハ減少スルガ如シ

於是僅々二回ノ測定材料ニヨリ一般的結論ヲ求ムルコト難シト雖モ勾配及ビ均深ハ流速ニ影響ヲ與ヘ同時ニ〇ノ値ニ影響スベクタメニがんぎれ一、くた一兩氏公式ハ之等ニ對シ猶考察不充分ナルコト確實ナリト爲スヲ得ベシ
てねしい河ニ於テ流速毎秒二・五呎以下ノ場合〇ハ勾配ト共ニ増大セリ流速サラニ増大セル場合勾配ハ増減ナク或ハ減少ノ微アルニモ均ハラズ〇ハ猶均深ト共ニ増大セリいらわてい河ニ於テハ勾配均深共ニ増加スルモ〇ハ増減ナク略一定値ヲ保留ス今同川ニ於テ勾配ヲ増スコト更ニ急ナレバ〇ハ恐ラク減少スベシ

之等ノ實際ハ低水時ニ於ケル勾配及ビ均深ノ變化ニヨル影響ニ關シテハ寄與スル所ナシコレ低水時ニ於テハ均深小ナリ且ツ勾配ノ影響薄弱ニシテ寧ロ河底粗度ニ依ル影響一般ニ大ナルニ依ルサレド六尺以上ノ均深ニ際シルヲ撰擇スル場合

或ハ河川低水時ニ決定セル値ヲ以テ直ニ洪水位ノ流量ヲ決定セントスル場合ノ如キ特ニ勾配ニ注意スルヲ要ス
 目下河川ノ同一個所ニ於テ廣キ範圍ニ亘ル水位變化ニツキ普ク勾配及ビ流量ヲ測定シタルモノ甚ダ稀レナレ共コハ以テ
 水位及ビ勾配ノ變化ガ O 及ビ n ニ及ボス影響ヲ研究シ得ベク更ニカ、ル測定ヲ數回ニ亘リテ行ヒソノ結果ヲ綜合セバガ
 んぎれ 1 、 k ッタ 1 兩氏公式又ハ他ノ O ニ關スル流速式ニ基キ算定セル洪水流量ハ勾配及ビ均深ノ O 及ビ n ニ及ボス影
 響ヲ無視シタル結果イカナル誤差ヲ生ゼシヤヲ研究スルコトヲ得ベシコ、ニ發生スル誤差ハ計算上時ニ小ナル場合モア
 ルベケレド又甚シク大ナル場合モアルベク而シテ全計算ハ更ニ利用シ得ル材料ヲ蒐集スルニ非ズンバ信ヲオキ難カルベ
 シコレガタメ必要ナル測定ハ量水標個所ト連絡ヲ取り容易ニ實行スルヲ得ベクマツ適當ナル二地點ヲ撰ビコレニ量水標
 ヲ設置シ勾配觀測ノ用ニ供スベシ然ル後ハタ、流速計使用ニ際シテ之等量水標ヲ讀ミ以テ勾配ヲ決定スレバ足ルナリコ
 ノ種ノ測定ハ更ニ數多行ハレ且ツ發表セラレンコト希望スル所ニシテ假令が n ぎれ 1 、 k ッタ 1 兩氏ノ公式ヲ以テ甚ダ
 佳ナリト爲ストモ少クトモ洪水流量算定ニ當リテハ流量測定ト同時ニ勾配測定ヲナシ以テが n ぎれ 1 、 k ッタ 1 兩氏公
 式ニ或ル限定及ビ變形ヲ加味シテ夫々ノ問題ニツキ適切ナラシムル要アルコトハ普ク技術者ノ首肯スル所ナルベシ(完)