

原始的河川ノ處理ニ就テ

計議 土木學會誌 第二卷第三號 大正五年六月

工學博士 市瀬恭次郎

790

予ハ明治四十年ノ夏期ニ北海道ニ入りシカ當時ノ目的ハ主トシテ同道沿岸ノ港灣ヲ視察スルニアリシヲ以テ特ニ意ヲ河川ノ狀態ニ注クノ暇ヲ得サリシ次イテ昨大正四年十月沖野博士ニ誘ハレテ再ヒ同道ニ入り重要土木事業ノ外ニ多少河川ノ狀況ヲ視ルコトヲ得タリ抑モ北海道ノ拓殖ハ明治ノ初年開拓使ノ設置以來既ニ約半世紀ヲ經道路ノ開鑿鐵道ノ布設海港ノ修築等同道開拓ノ事業ハ次第ニ着手セラレ鐵道ノ如キ既ニ約千哩ニ達シ沿線ノ開發頗ル見ルヘキモノアリ由來洋ノ東西ヲ問ハス未開地内部ノ切り開キハ先ツ水運ノ利便アル所ヨリ著手セラレ所謂草分けト稱シテ附近樹林ノ伐リ拂ヒ又ハ燒キ拂ヒヲナスヲ順序トスルカ如シ然ルニ此種樹林ノ除却ハ偶々河川ノ洪水ノ流下速度ヲ急劇ヲラシメ漸次ニ部落又ハ市區ノ保護ヲ必要トスルニ至ル近年北海道石狩川ノ沿岸ニ於ケル旭川區ノ如キ深川區ノ如キ瀧川區ノ如キ既ニ同川洪水ノ害ヲ訴フルニ至レルハ所謂時節ノ到來セルモノニシテ河川ノ處理ニ關シ治水家ノ手腕ヲ俟ツヘキ時機ナリトス岡崎博士ハ多年同道土木ノ業ニ從事セラレ殊ニ石狩川其他重要河川ノ治水策ニ關シテハ特ニ留意セラレ調査研究ニ熱中セラレタルヲ以テ同道ニ於ケル河川ノ狀況ヲ知悉セルハ蓋シ其右ニ出ツルモノナカルヘク而シテ本誌第一卷第六號ニ掲ケラレタル論說「原始的河川ノ處理ニ就テ

ハ同氏カ多年研究セラレタル要點ヲ摘出シ斯學界ニ公表セラレタルモノナリトス予ハ元來此種ノ經驗ニ乏シキヲ以テ之レニ關シ興味アル討議ヲナス事能ハサルハ深ク遺憾トスル所ナリトス著者ハ論說ノ第一章第二節ニ於テ原始的河川ノ護岸工法トシテ四十二年式鐵筋混凝土單床工ノ案出ニツキ叙述セラル、所アリ客年同道視察ノ際ニモ往々之レヲ實見シタリト雖モ此種ノ工法ニ關シテハ予自身トシテ實驗シタルコトナキヲ以テ暫ク其可否ヲ論スルコトヲ避クベシ又著者ハ第四章ニ於テ結水季ノ流量ニ就キ第五章ニ於テ結水下ノ河流ニ對スル粗率係數ニ就キ會員ノ注意ヲ惹カレタリ此種ノ問題ニ關シテモ予ハ其經驗ヲ缺クヲ以テ唯タ深ク著者ノ勞ヲ多トス第二章ニ於ケル所論ノ要旨ハ原始的河川即チ洪水カ河道以外ニ廣ク氾濫スル場合ニ於ケル流量ノ定メ方及ヒ改修工事ニヨリ洪水ヲ或ル限定セラレタル河道内ニ收容スルニ當リ氾濫區域ノ減少又ハ絶滅ニ基因スル洪水量ノ變化ニ關スルモノナリ著者ハ氾濫流量ノ輕視スヘカラサルト同時ニ氾濫區域ノ廣大ナル場合ニ於ケル洪水流量測定ノ困難ナルコトヲ述ヘラレタリ所論ノ如ク堤防ヲ以テ河道ヲ限定セラレタル場合ニ於テ其堤防ノ一部カ洪水ノ爲メニ破潰セラレ濁水カ堤内地ノ局部ヲ限リテ氾濫スルカ如キト異ナリ石狩川ノ如キ原始的狀態ニアル河川ニアリテハ洪水カ其自然堤 "Natural Bank" ヲ超溢シテ兩岸ノ平野ニ氾濫スルニ當リテハ或ル断面ノ氾濫區域ノ水位カ河道内ノ水位ト相平衡スル論說ノ附圖第八圖ニ就テ云ヘン $C^u D^u$ カ $A^u B^u$ ニ事實上一致スル場合ト同時ニ洪水ハ氾濫區域ノ全幅ヲ通シ大體河道ニ於ケル水面勾配ニヨリテ或ル速度ヲ以テ流過スヘキハ勿論ニシテ而シテ此氾濫區域ヲ流ル、水量ハ原始的狀態ニアル河川ト云ハス堤防ニヨリテ限定セラレタル河川稍々廣キ堤外地ヲ有スル河川ニアリテハ其常水敷ニ沿ヒ所謂自然堤ノ存在スルハ往々目撃スル所ニシテ殊ニ平常等閑ニ附セラレタル河川ニアリテハ廣キ堤外地ノ隨所ニ叢林茂生シ洪水ノ疏通ニ障礙ヲ與ヘツ、アリテ著者ノ所謂原始的河川ノ狀態ヲ

小規模ニ實現スト云ハス此氾濫區域カ益々廣大ナルニ從ヒ愈々重要視スヘキモノナリトス又斯ノ如ク洪水カ河道以外ニ廣ク氾濫スル場合ニ於ケル洪水流量ノ測定ハ頗ル困難ナリト雖モ要スルニ或ルーノ洪水ニ當リ或ル断面ノ水位カ或ル高サニ達セシトキ其水位ニ對シ同時ニ多數ノ實測ヲ施コスコトカ困難ナルニ過キスシテ多年ニ涉リ洪水測定ヲ繼續施行シ綜合的ニ相當信憑スヘキ結果ヲ收ムルコトハ強テ難事ニアラサルヘシ

又タ著者方所謂氾濫流量及ヒ氾濫貯水量トハ洪水ニ當リ氾濫區域ヲ流ル、氷量及ヒ河川ノ洪水抱擁力ヲ意味スルモノナルヘシ凡ソ氾濫區域ノ有無ニ論ナク河水カ定流“Steady Flow”ノ状態ヨリ變シテ不定流“Unsteady Flow”ノ状態ニ移リ或ル断面ノ水位カ刻々ニ昇騰スルトキハ之レニ伴フテ次第ニ通過水量ヲ増加スルハ勿論水位ノ變動率ノ大小ニ應シ其上流ニ或ル程度ノ水量ノ堆積(即チ河川ノ洪水抱擁力ナリ)ヲ來タシ而シテ斯ク次第ニ抱擁セラレタル水積ハ減水期ニ順次ニ排疏セラル、モノニシテ單ニ或ル断面ヲ通過スル水量ノミニ關シテ考フル場合ヲ除キ氾濫區域ノ増減ヲ考量ニ加フル場合ニアリテハ最モ注意ヲ拂フヘキ要點ナリトス

試ミニ河川ノ同一洪水(支派川ノ分合ナキ場合ヲ想定ス)ニ就キテ之レヲ觀ルニ洪水ノ高極流量ハ上流ニ赴クニ從ヒ次第ニ大ナルニ反シ其洪水期間ハ下流ニ赴クニ從ヒ次第ニ増大スルモノニシテ而シテ此事實ハ河川ガ區域毎ニ洪水ヲ抱擁スル能量ヲ有スルコトヲ明示スルモノナリトス著者ハ能ク石狩川ノ如キ廣大ナル氾濫區域ヲ有スル河川ヲ改修スルニ當リ其洪水抱擁力ノ大ナルニ想到セラレタリ然ルニ著者ノ所謂河道断面積トハ(論說ニ添付セラレタル第八圖參照)以下ノ面積ヲ指サレタルモノナルカ或ハ(二)兩點ヲ通スル垂線間ハ常ニ河道トセラレタルモノナルカ第二章ノ第一節及ヒ第二節ヲ同章第五節ニ對照スルニ前者ニハ垂線間ノ幅員ハ氾濫區域ヨリ除外セラレ後者ニハ單ニ(三)線以下ノミヲ河道トセラレタルカ如クニ見ユ若シ前者ニ述ヘラレタル通

リ河川ノ洪水抱擁力ヲ河道以外ノ氾濫區域ノミニ限ラレタリトスレハ前段ニ述ヘシ如キ事實ニ鑑ミ予ノ少シク首肯シ能ハサル所ナリトス

著者ハ第二章第四節ニ於テ對雁神居古潭間ノ全區域ニ亘リ改修工事ヲ施コシ洪水ノ氾濫ヲ全然防止スルトキハ對雁ニ於ケル改修後ノ最大洪水流量ハ全區域ニ對スル最大氾濫率二十二萬七千立方尺ニ同時刻ニ對雁斷面ヲ通過セシ水量七萬千立方尺ヲ加ヘテ得タル二十九萬八千則チ約三十萬立方尺(對雁ノ最大通過量ニ同時刻ノ氾濫率ヲ加ヘタルモノヨリモ大ナリト云フ)ナルヘシト推定セラレタリ然ルニ凡ソ築堤ニヨリテ河川ノ氾濫區域ヲ減スレハ上流ヨリスル洪水波ノ波及速度ヲ促進スヘキハ勿論築堤以前ニアリテハ氾濫ニヨリテ下流ノ洪水位ハ著シク其高サヲ減スルト同時ニ著シク洪水期間ヲ長大ナラシメツ、アリシモノカ氾濫區域減失ノ曉ニアリテハ此區域ニ屬スル洪水抱擁力ノ減少ハ當然河道内ノ排疏力ニヨリテ補足セラル、コトヲ要シ而シテ此要求ハ主トシテ改修以前ニ於ケルヨリモ水位ノ具降率ヲ大ナラシムルコトニヨリテ達セラルヘキカ故ニ其結果トシテ高極洪水量ヲシテ著者カ豫想セシ程度ニマテ大ナラシメサルコトヲ得ヘキノミナラス此水位ノ變動率ノ増大ハ洪水期間ヲ或ル程度ニマテ短縮スルト同時ニ新河道内ニ於ケル洪水ノ抱擁力ヲ増進スルニ至ルヘシ

譬へハ甲圖ニ示スカ如ク平水流量一萬立方尺ナリシモノカ三晝夜ノ後ニ高極十五萬立方尺ヲ流出シ此高極ニ達セシ後四晝夜ヲ經テ再ヒ平水流量トナリシ場合ニ於テ假リニ其流量曲線カ三角形ヲナスモノトスレハ此洪水ノ終始間ニ於ケル總水量 Q_1 ハ次ノ如クナルヘシ

$$Q_1 = \frac{150,000 - 10,000}{2} \times 7 \times 24 \times 3,600 + (10,000 \times 7 \times 24 \times 3,600) = 48,384,000 \text{ 立方尺}$$

若シ改修ノ爲メニ氾濫區域ヲ亡失シタル結果トシテ前ト同一ノ洪水ノ高極流量カ三十萬立方尺

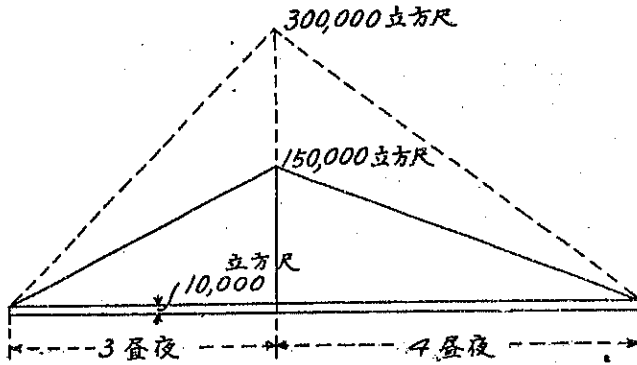


圖 甲

ニ達スルモノト假定シ而シテ洪水期間ハ改修前後ニ變化ナキモノトスレハ洪水ノ全量 Q_2 流量
 曲線ハ前ト同様ニ三角形ヲナスモノト想定ス(ハ次ノ如クナルヘシ
 茲ニ得タル Q_2 ヲ Q_1 ニ比較スルトキハ其間ニ著シキ差異アルヲ見ル然ルニ Q_1 ハ改修前ニ於ケル實
 際ノ洪水全量ナルヲ以テ此 Q_1 ヲ使用シテ改修後ニ於ケル洪水終始期間ヲ求ムレハ

$$Q_2 = \left[\frac{300,000 - 10,000}{2} + 10,000 \right] \times 7 \times 24 \times 3,600 = 93,744,000,000 \text{ 立方尺}$$

$$s = 48,384,000,000 \div \left(\frac{300,000 - 10,000}{2} + 10,000 \right) \times 86,400 = 3.61 \text{ 日}$$

トナリ改修以前ノモノニ比シ殆シト半減セラル、割合ナリトス
 諸テ改修以前ニ實現セシ洪水カ假リニ改修後ニ再來スルモノトシ
 改修前ニ記録セシ此洪水ノ水位ノ變動カ改修後ニ如何ニ變化スヘ
 キカ又々築堤ニヨリ洪水ノ氾濫ヲ防止セントキ新河道内ノ洪水抱
 擁力カ如何ニ變化スヘキカ高極流量カ如何ナル大サニ違スヘキカ
 ヲ推定スルコトハ誠ニ難事ニ屬スト雖モ若シ次ニ記セル三項ノ想
 定ヲ許ストキハ或ル程度ニマテ此問題ヲ解決スルコトヲ得ヘシ
 (第一)改修後ノ水位曲線 “Stage Diagram” カ假令ヒ其昇騰ノ度合
 “Range” 及ヒ洪水期間ヲ異ニスルモ大體ニ於テ改修前ニ於ケ
 ルモノト同型ナリ

(第二)増水期間ニ排疏セラルヘキ水量ハ改修前後ヲ問ハス不變ナリ
 (第三)河川ノ洪水抱擁力ハ直接河幅ニ比例スルノミナラス又々自カ

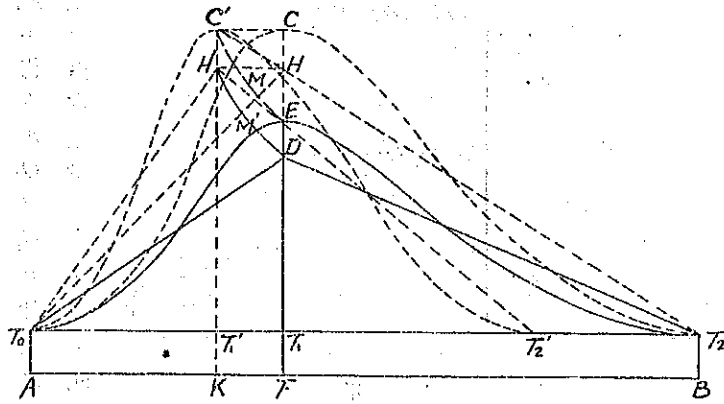


圖 乙

ラ水位ノ變動率ニ正比例スヘシ(假令ハ改修ニヨリ
 カ半減セラレハモ若シ水位ノ變動率カ倍加スルトキハ日
 修ノ爲メ洪水ノ抱擁力ヲ變スルコトナキ割合ナリ)
 乙圖中 $A T_0, B T_0, B$ ヲ改修前ニ實測セシ洪水流量ノ圖表時ヲ横
 軸トシ流量ヲ縱軸トスルニ

q_0 = 洪水ノ初期及ヒ終期ニ於ケル流量則チ定流量($T_0 A$
 又ハ $T_0 B$ = 相當ス)

q_m = 高極水位ニ對スル流量 ($E F$ = 相當ス)

q = 流量ノ流通價格 "Current value of discharge"

トスルニ

$$\sum_{T_0}^{T_2} q = \text{此洪水ノ全流量}$$

ナルヲ以テ T_0 ヲリ T_2 ニ至ル時間ヲ T トシ平均流量ヲ q_m トスル

$$q_m = \frac{\sum_{T_0}^{T_2} q}{T}$$

故ニ $D T_1 = 2(q_m - q_0) \times T_0, D_2, D T_2$ ヲ連絡スルニ $T_0, E T_2$ ハ其面
 積ニ於テ三角形 $T_0, D T_2$ ヲ等シキヲ以テ $A T_0, D T_2, B$ ハ此洪水ノ
 全量ヲ示スヘシ

試ミニ著者岡崎博士ノ研究セシ方法ニ隨ヒ改修ニヨリ洪水ノ氾濫ヲ絶滅シタル曉ニ於ケル流量
 ノ變化ヲ計算或ル瞬間ニ或ル断面ヲ通過セシ流量ニ其瞬間ニ於テ此断面ノ上流部ニ抱擁サレタ
 ル水量ヲ加ヘタルモノシ之レヲ改修前ノ洪水終始間ニ於ケル各相當時刻ニ配布シテ $A T_0, O T_2, B$ ナ

ル流量圖表ヲ作成シ前ト同一ノ方法ニヨリテ其平均流量 Q_m ヲ定メ

$$F_1 H = 2 (q_m - q_0)$$

トシ $F_0 H_0 H_1$ ヲ直線ニテ連絡スルトキハ $\Delta F_0 H_1$ ハ $F_0 G F_1$ ト面積ニ於テ相等シキヲ以テ $F_0 H_1 D F_1$ ナル面積ハ實際ノ洪水全量ヲ超過セル水積ナルヘシ然ルニ改修後ニ於ケル新河道ハ洪水ノ實際ノ全量 $A F_0 D F_1 B$ ヲ或ル期間内ニ排除シ得レハ夫レニテ足ルヘキヲ以テ茲ニ算出シタル改修後ノ高極水位ニ對スル流量 $H F$ ヲ使用シ第二ノ想定ニ基キ

$$(F_0 F_1' \times A F_1) + \frac{1}{2} (F_0 F_1' \times H F) = (F_0 F_1 \times A F_0) + \frac{1}{2} (F_0 F_1 \times D F_1)$$

ナル方程式ヲ構成シ之レニヨリテ $F_0 F_1$ ヲ求メ T_1 ヲ通シテ垂線ヲ引キ H ヲ通スル水平線ニ H ニ於テ交又セシメ H_0 ヲ直線ニテ連絡スルトキハ

$$A F_0 H K = A F_0 D F_1$$

又タ之レト同様ノ算法ニヨリテ T_2 ヲ求メ $H_2 F_2$ ヲ連絡スルトキハ $F_0 H_2$ ハ新河道ノ洪水抱擁力ヲ考量ニ加ヘサル場合ニ於ケル洪水期間換言スレハ洪水期間短縮ノ極限ヲ現ハスヘキモノナリトス

試ミニ $F_0 F_1$ ト $F_0 F_2$ トノ中間時間ヲ任意ニ取リテ前ト同様ノ算法ニヨリテ是等ニ相當スヘキ流量ヲ求メ之レヲ乙圖上ニ表出スルトキハ $H_0 F_0 D$ ナル曲線ヲ得而シテ之レニ因ミテ $C M E$ ナル曲線ヲ構成スルトキハ改修後ニ實際ニ起ルヘキ高極水位ニ對スル流量ハ $C M E$ ナル痕線上ニ存在スヘキ譯合ナリトス

却說會誌第二卷第一號ニ掲載セラレタル不定流ニ關スル論說カ或ル程度ニマテ實用ニ適スルモノトスレハ定流々量 Q_0 ニ相當スル水面勾配 S_0 動水平均深 d_0 (問題ニ上レル斷面ニ對スルモノ)等ニ

基キ改修後ニ於テ新河道ノ同位置ノ断面ヲ通過スヘキ流量ノ變化ヲ計算(乙)トシテ計算スルキハ大過ナシ(スル)コトヲ得ルカ故ニ水位ヲ縱軸トシ此計算流量ヲ橫軸トシテ推定流量圖表(丙)圖參照ヲ作製シ之レニヨリテ流量 Q (乙)圖參照ヲ初メトシ T_0, T_1 間ニ介在スル各流量ニ相當スル水位ヲ求メ按分比例ニヨリテ是等ノ水位ヲ T_0, T_1 ノ間ニ配布第一ノ想定ニヨル(スル)トキハ一ノ水位曲線(丁)圖中ノ A (ヲ)得然ルニ此水位曲線ハ新河道ノ洪水抱擁力ヲ考量ニ加ヘサル場合ニ於ケル

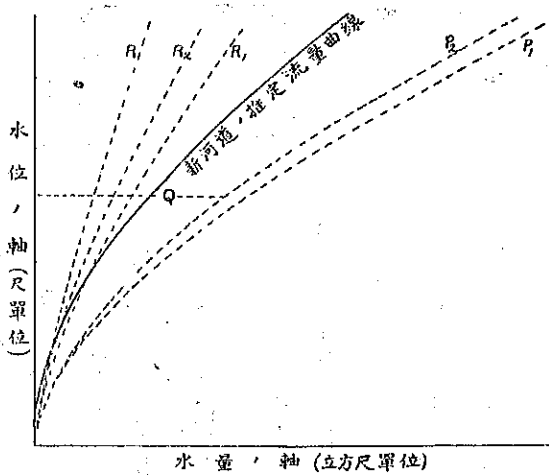


圖 丙

モノナルヲ以テ改修後ニ實際ニ起ルヘキ水位ノ變化ハ此曲線ト改修前ニ實際ニ觀測シテ得タルモノ(丁)圖中ノ O ニテ示セルモノ)トノ中間ニ存在スヘキ譯合ナルヘシ又タ改修前ニ於ケル水位ノ變動ト之レニ伴フ河川ノ洪水抱擁率トヲ豫知スルトキハ之レニヨリテ新河道タルヘキ區域線内ノ洪水抱擁率(丙)圖中 R ニテ示スヲ知り得ヘキハ勿論此抱擁率ニ基キ第三ノ想定ノ下ニ改修後ニ新河道内ニ起ルヘキ極限水位曲線(丁)圖中ニ A ニテ示セルモノ)ニ相當スヘキ洪水抱擁率(丙)圖中 R_1 ニテ示セルモノ)ヲ知ルコトヲ得而シテ新河道ノ實際ノ洪水抱擁率ノ變化ヲ示ス曲線ハ R ト R_1 トノ中間ニ介在スヘシ是故ニ丙)圖中ノ推定流量ト R_1 トヲ組合セテ一個ノ曲線 R_1 ヲ構成シ此曲線ニヨリテ乙)圖中ノ Q (改修前ノ高極水位ニ對スル流量ニ同瞬間ノ洪水抱擁率ヲ加算シタルモノ)ニ相當スヘキ水位ヲ求メ推定流量曲線ニ就キ此水位ニ對スル流量ヲ知リ乙)圖中ノ Q (乙) 線上ニ此流量ニ等シキ一點 M ヲ求ムルトキハ

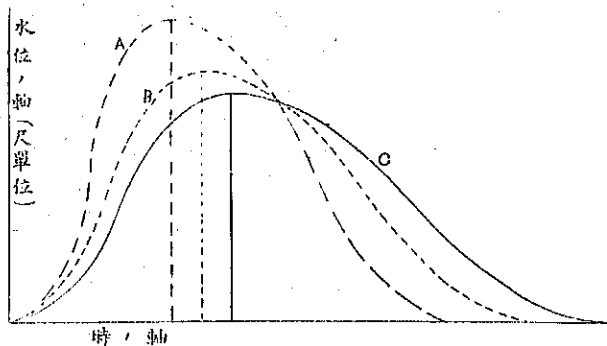


圖 丁

M點ニ對スル新河道ノ洪水抱擁率ハ其極限ノ場合則チC'ニ對スルモノヨリモ小(水位曲線カ緩和サル、結果)ナルヲ以テ結局實際ノ流量ハC'ME線上ニ於テMトC'トノ中間ニ存在スルコト、ナルヘシ故ニ更ニMトC'トノ中間數ヲ任意ニ取り之レニ相當スヘキ水位曲線(丁圖中ニBニテ示セルモノ)ヲ構成シ之レニ基キテ前ト同一ノ方法ニヨリ丙圖中ノB₂及ヒP₂ヲ作製シ而シテ若シ丁圖中Bノ高極水位ニ對スル洪水抱擁率ニ其瞬間ニ於ケル流量ヲ加ヘタルモノ則チ丙圖中ノQカ乙

圖中ノC'MEニ一致スルトキハ茲ニ初メテ改修後ニ於ケル高極水位及ヒ之レニ對スル流量ヲ求メ得タルモノナリトス

因ニ云フ此推論ヲナスニ當リC'トナリト想定シテ新河道ノ流量ヲ算出シタルヲ以テ最後ニ得タル推定水位曲線ニ基キβノ價ヲ定メ推定流量ヲ修正スルノ必要アリト雖モ若シ兩者ノ間ニ於ケル差異カ小ナル限リハ強テ此煩ヲ繰リ返スノ要アラサルヘシ

茲ニ叙述セシ改修後ニ於ケル高極洪水流量ヲ推定スヘキ方法ハ果シテ當ヲ得タルモノナルヤ否ヤハ廣ク高教ヲ乞ハント欲スル所ナリ要スルニ著者ハ石狩川ノ下流部ニ屬スル對雁ニ於ケル改修後ノ高極流量ヲ推定セラル、ニ當リ此種ノ事項ヲ考量ニ加ヘラレサリシヨリ稍々過大ナル結果ヲ收メラレタルヤノ感アリトス熟々之レヲ案スルニ石狩川ノ流域面積ハ千方里ヲ越エサルヘク地勢モ亦緩ナルカ如シ關東ノ大河タル利根川ハ其流域面積千二百餘方里ニシテ栗橋附近ニ於ケル最大流量ハ每秒二十萬立方尺ニ達セサルヤニ

ハ石狩川改修後ノ洪水高極流量ヲ推定セラル、ニ當リ尙ホ考量ノ餘地アルヘシト思考ス
 著者ハ又タ第二章第三節ニ於テ氾濫區域ニ屬スル横断面ノ形狀ガ二次式拋物線ニ近似スルモノ
 トシ公式ヲ構成セラレタルモ既ニ横断面ノ形狀ヲ實測シタル結果ヲ有スル以上ハ之レニ基キ水
 位ノ變動ニ伴フ斷水面積ノ變動ヲ計算シ其結果ヲ圖表ニ表ハシ得ヘキヲ以テ特ニ此種ノ假定ヲ
 設ケラル、ハ如何アルヘキカ

尙ホ第三章ニ於テ著者ハ洪水ニ當リ河川ノ或ル断面ノ或ル水位ニ對スル増水期ノ流速ハ減水期
 ノ夫レニ一致スルモノニアラサルコトヲ叙述セラレタリ抑モ此問題ハ予ノ不定流ニ關スル論說
 (會誌第二卷第一號參照)ニ述フルカ如ク主トシテ水位ノ變動率ノ大小ニ基因スルモノナルカ如ク
 ニ思考セラル、ヲ以テ若シ之レニ關シ垂教ヲ得ハ幸甚 (完)