

論 說

土木學會誌 第一卷第六號 大正四年十二月

原始的河川ノ處理ニ就テ

工學博士 岡崎文吉

緒 言

疾クニ本會ノ要求ヲ受ケタルニ關ハラヌ本日マテ投稿ノ義務ヲ怠リタルハ擔當雜務ノ蝟集セル
タメ寸暇ヲ得サリシニ因ル茲ニ遷延ノ罪ヲ謝ス

曩キニ北海道ニ於ケル原始的河川ノ改修ニ關スル調査ノ開始以來著者ハ僚員ト共ニ之レニ從事
シ既ニ其過去生涯ノ殆ント半ハヲ費セリ此ノ間ニ於テ直接又ハ間接ニ水理ニ關スル研究ヲ遂ク
ルノ必要ヲ感シタルコトナキニアラス今茲ニ此等調査研究ノ結果ニシテ既ニ世ニ發表セラレタ
ルモノ、一部及ヒ曾テ余ノ著述セル論文ノ一部ヲ取捨編纂シテ治水事業遂行上ノ參考ニ資スル
ト同時ニ爾來調査研究ニ共同從事シタル僚員ノ努力ト勤勉トヲ紀念セントス就中北海道廳技師
杉野敬次郎及同技手坂本龜五郎兩氏ノ勞苦ヲ多トス

第一章 總叙

第一節 原始的河川ノ意義

原始的河川トハ舟筏ノ航行ヲ容易ナラシメ若クハ洪水氾濫ヲ防禦スル等其目的ノ何タルヲ問ハ
ス未タ曾テ護岸水制捷路堤防等ノ如キ水理工事ヲ加ヘス天然ノ儘ニ放任セラレタル河川ヲ稱ス

斯ル河川ハ主トシテ未開地ニ存在シ能ク開發セラレタル地方ニテハ之ヲ見ルコト稀ナリ蓋シ一般ニ植民増加シ開拓進歩スルニ從ヒ沿岸住民ハ河岸ノ決潰又ハ洪水ノ被害ヲ防止シ若クハ舟筏ノ航通又ハ排水ノ放瀉狀態ヲ良好ナラシムル等焦眉ノ急ニ應シ已ムヲ得ス河川ニ關スル若干ノ應急的水理工事ヲ實施スルヲ常トスレハナリ

吾人ハ能ク開發セラレタル地方ニ於ケル多數ノ河川ニハ如斯事情ニ因リ河岸決潰ノ防護堤防ノ築設其他水路ノ直通制限又ハ轉向ヲ計ル等各種工事ノ施行セラレタルヲ見ルヘシ此等ノ多クハ自然ニ違背スルノミナラス組織的ニ計畫セラレタルモノニ非スシテ單ニ地方若クハ假設的性質ヲ帶ヘル孤獨工事ノ歴史的產物ニ外ナラサルカ故ニ姑息ニ流レ其期待スル目的ヲ達スルニ不充分ナルノミナラス往々却ツテ甚シキ害惡ヲ醸セリ

是レ畢竟自然ヲ教師トスルコトヲ忘レ自然ノ法則ニ從フ重要ナル原理ヲ無視シ多クハ却テ自然ノ法則ニ逆行スルカ如キ不自然ナル工事ヲ施行シタルノ謬マレルニ基クモノニシテ斯ノ如キ不自然ニシテ姑息ナル手段ニ依ルノ愚策ヲ演シ幾多ノ失敗ヲ招キタル後ニ至リ更ラニ自然ニ則リ科學及ヒ實際上ノ智識ニ基キ組織的ニ且ツ合理的ニ計畫セラレタル水理ノ根本工事ヲ施サ、ルヘカラサルコトヲ自覺スルモ此場合ニ及ンテハ勿論自然ノ法則ニ反シ施行セル舊來ノ工事カ既ニ自然ノ良好ナル河川狀態ヲ破壞シ來リタルカ故ニ新計畫ニ係ル全工事ヲ實施スルニ要スル工費ハ巨額ニ上リ又舊來施行セル有害無益ノ諸構造物ヲ除却スルニ巨費ヲ投セサル可ラサルコトアリ施工ノ結果トシテ生ス可キ利益ヲ償フニ足ラサルコト往々之アルヲ免レヌ

吾人ノ理想トスル處ハ苟クモ良好ナル河川狀態ヲ破毀シ將來除却ヲ要スルカ如キ自然ノ法則ニ違背シタル工事ヲ施スコトナク當初ヨリ自然ノ法則ニ從ヒ合理的ニシテ且實際的ナル工法ヲ採用シ最モ經濟ヲ重シ原始的河川ヲ治ムルニアリ是即チ原始的河川ノ自然狀態カ如何ニ良好ニ

シテ且自然カ如何ナル學科ヲ吾人ニ教フルカヲ實地ノ觀測ト學理上ノ見地トヨリ深ク研究スルヲ要スル所以ナリ

第二節 原始的河川ノ處理ニ關スル特殊ノ要點

原始的河川ニ對シ特殊ノ處理ヲ要スル點多々アルヘキモ左記ハ其主要ナルモノナリ

(一) 氾濫 抑モ河川ノ改修ニ對シ最モ適當ナル計畫ヲ決定セントセハ其前提トシテ當該河川ノ各種測量ヲ行ヒ又流域内ノ氣象一般、地形、地質、森林狀態、及開墾關係等ヲ知悉スルノ外ニ流量ニ關スル一切ノ事項ヲ詳知セサル可ラス後者ニ就テハ獨リ平水流量ノミナラス最大流量最小流量ヲモ包含シタル全流量及ヒ之ニ相當スル水位ノ年中ノ變化ヲ知ルヲ要ス此等ノ流量中平水流量及ヒ最小流量等ノ如キハ長期ニ亘リ繼續スル觀測ヲ行フニ於テハ必シモ之ヲ測定スルノ困難ヲ認メサルモ獨リ最大流量ノ測定ニ至リテハ一般ノ場合ニ於テモ猶多少ノ困難ナキニ非ラス原始的河川ノ洪水量ニ對シテハ一層ノ困難アルヲ免レス是レ原始的河川ニ於テハ洪水ハ一定ノ河道内ヲ流過スルニ止マラスシテ兩岸ヲ超越シ後方原野ニ氾濫シ其水深數尋ニ達スル一大湖水ヲ現出スヘケレハナリ

此ノ場合ニ於テ先決問題ハ斯ル氾濫湖ノ水ハ單ニ死水トナリテ滯溜スルモノナルヤ又ハ全體トシテ相當流速ヲ有スルモノナルヤニアリ若シ死水ナリトスレハ氾濫ハ單ニ幾分ノ洪水量ヲ一時沿岸ノ原野上ニ貯蓄スルニ過キサルヲ以テ問題ノ解決ハ容易ナリト雖モ若シ氾濫水ハ原野上ニ貯蓄セラレツ、尙同時ニ河道外ニ於テ若干ノ流量ヲ與フルモノトセハ謂ユル現實ノ洪水全流量ニハ斯ル河道外數里ニ亘ル廣義ノ橫斷面ニ屬スル流量ヲモ測定シテ之ヲ加算セサル可ラス河道内ニ於ケル洪水量ノ測定ノ比較的容易ナルニ比シ河道外ノ流量測定ハ著シク困難ナルヲ以テ問題ノ解決ハ容易ナラサルヘシ問題ハ不幸ニシテ至難即チ後段ノ場合ニ屬スルコト吾人ノ研

究ニ依リテ明瞭トナレリ細言スレハ河岸ヲ超越シテ後方ニ氾濫スル水カ各種ノ喬灌木雜草等ノ茂生スル地上ヲ流過スルニ際シ局部的ニ生スヘキ不規則ナル渦流死水橫流等ノ存在スル廣漠ナル橫斷面内ノ流量ヲ短時間ニ實測スルノ困難ト戰ハサル可ラス是即チ原始的河川カ其調査ニ特別ノ處理ヲ要スル所以ノ一ナリ

著者ハ斯ル氾濫流量ヲ寧ロ間接ノ方法ニ依リテ測定セント欲シ學理及ヒ實際上ノ見地ヨリ斯ル不透明ニシテ且ツ困難ナル問題ノ解決ニ對シ曙光ヲ與フルタメ努力シタル結果相當程度ノ正確ヲ以テ之カ解決ヲ遂ケタルモノト信ス

實例トシテ石狩川洪水ノ現實ノ全流量ヲ判定シ且ツ將來ノ洪水量ヲ豫定スルタメニ幾多ノ野業ト複雜ナル計算トヲ試ミ千九百四年(明治三十七年)七月ノ洪水ニ對シ後章說ク所ノ氾濫貯水量ノ大水波及ヒ氾濫流量測定圖表ヲ調製シ平均流量ニ相當スヘキ水位ヲ決定スルタメニ同量面積法ヲ提案シ上記ノ水波及ヒ圖表ヲ利用シ氾濫貯水量ノ増減ヲ計算スルノ基礎トシテ將來ニ起ルヘキ洪水量ヲ豫定スルコトヲ得セシメタリ

(二)自然狀態 原始的河川ヲ通觀スルトキハ其平面ノ形狀ニ於テ一般ニ蜿蜒迂曲スト雖モ亂流區域ヲ除クノ外流路概ネ單一ニシテ河底水深共ニ深キカ故ニ舟航其他ノ水運ニ對シ良好ナル水路ヲ與ヘ且ツ洪水ニ對シ侮ル可ラサル流過力ヲ有スルヲ常トス何トナレハ一面ニ於テ河道ノ迂曲ノタメ水面勾配ヲ緩ナラシメ流過力ヲ殺減スルノ傾向アルモ此ノ不利益ハ一面ニ於テハ水深即チ水理半徑及橫斷面積ノ大ナルコトニ依リ能ク補償セラル、カ故ナリ換言スレハ迂曲セル流路ニ於テハ假ヘ其凹岸カ漸次若干ノ崩壞流失ヲ招クト同時ニ凸岸カ沈澱堆積ノ作用ニ因リ幾分ノ前進ヲナシ相俟ツテ或ル程度ノ變化ヲ終始反復スルヲ免レスシテ局部ニ於テハ必シモ例外ナキニ非スト雖モ而カモ大體ニ於テハ常態トシテ或ル範圍ノ曲率ヲ有スル轉向曲線ノ多少急劇的ニ

接合セラレタル配置ヲ認メ又凹岸ニ接近セル深キ滯筋及ヒ轉向點ノ中流ニ存在スル相當水深ヲ有スル滯筋ノ存在シ且ツ滯筋ノ横斷狀態比較的ニ良好ナル航路ヲ與フルヲ見ルヘシ蓋シ未ダ不自然ナル姑息的ノ工事ヲ施サ、ルカ故ニ之レカ爲メニ天然ノ良好ナル狀態ヲ毀損セサルニ因ルモノナルヘシ

原始的河川ノ自然狀態斯クノ如ク良好ナルヲ以テ之レニ處スルノ方法ハ成ル可ク自然ノ狀態ヲ保存シテ其不良ニ陥ルヲ防キ偶々自然ニ存在スル局部ノ不良ナルモノハ其附近ノ實地ニ於テ自然カ示セル模範狀態ニ鑑ミテ之レヲ修正シ要スルニ自然ヲ教師トシ單ニ自然ヲ補助維持スルニ止ムルヲ以テ急務トシ之レニ甘ンスルヲ以テ足レリトス

近世水理學ハ餘リニ極端ニ趨リ河川ニ對シ過度ノ矯正ヲ行ヒ河川ヲ恰モ一定ノ流量ヲ疏通スルノ目的ヲ以テスル運河ノ如キ形狀ニ改造セントシ或ル程度ニ河身ヲ狹窄シ凹岸ニ接近セル滯筋ヲ平行堤突堤ノ如キ縱横工ノ作用ニ依リ對岸ニ退却セシメ殆ント根本的ニ天然河川ヲ改造シテ寧ろ單純ナル學理上ノ要件ニ一致セシメント計リタリシモ多クハ豫想通りノ結果ヲ得ルコト能ハス結局多額ノ費用ヲ投シテ猶且ツ自然ノ現狀以上ニ改良ノ實ヲ舉クルヲ得サルコトヲ覺ルニ過キス

畢竟天然ノ狀態ニ於テ假へ蜿蜒迂曲セルモ流路單一ニシテ河底水深共ニ深ク且ツ其河底ノ變動シ易キ河川ノ低水航路ヲ維持スルノ目的ニ對シテハ成ル可ク天然ノ迂曲セル流身ヲ保持セシメ凹岸ニハ水深ニ富メル滯筋ヲ誘導シ其位置ヲ固定セシメ凸岸亦之レヲ保存シテ流下物ノ沈澱場ニ充テシメ凹凸相俟ツテ其用ヲナスコト車ノ兩輪ノ如クナラシムルヲ要スルモノナルコトヲ覺ラサル可ラス此點ニ就キばうむがるてん氏ハがろぬ河ニ於テおらるどん氏ハるゝぬ河ニ於テ何レモ現狀維持ノ方針ニ基キタル工法ヲ實施シ其結果良好ナルヲ得タルコトハ漸次晚近水理家ノ

注意ヲ惹カントスルニ至レリ斯ル問題ハ素ヨリ單純ナル學理ニノミ依リテ之レヲ解決ス可ラザルモノニ屬シ大ニ實地上ノ考查ヲ要スルモノナリ上記ノ如ク河ニ於テ當初多年間繼續シテ改修工事ヲ行ヒ即チ千八百七十八年ノ法律ニ基キ爾後千八百八十四年ニ至ル間ニ於テ約三千二百五十萬ふらんノ經費ヲ投シタリシモ結局局部改良ノ効果ヲ得タルニ止マリ幾多ノ失敗ヲ招キ終ニ一貫シタル改良ノ成績ヲ舉クルコト能ハサリシカ偶々じらるどん氏が既往ノ經驗ヲ基礎トシテ親シク研究ヲ重ネタル結果其以前ニ實行シ來リタル工法カ主トシテ天然ノ河幅ヲ狹窄シ又彎曲ヲ矯正シテ人工的運河ノ状態ニ近似セシムルノ方針ニ出テ換言スレハ努メテ天然ノ状態ヲ矯正シテ之レニ遠サカルノ方法ヲ取リタルノ非ナリシヲ覺リ又千八百八十二年ヨリ同四年ニ亘リ試驗工事ヲ施行シタル實績ニ鑑ミ爾來全ク其方針ヲ一變シ舊慣ノ工法ヲ廢シテ專ラ河川ノ天然状態ヲ維持スルヲ原則トシ成ル可ク自然ヲ保存シ自然ノ示ス模範ニ從ヒ單ニ自然ヲ補助スルニ止メ既設ノ工事ハ或ハ之ヲ除却シ或ハ之ヲ改造シ之レカタメ僅カニ四百萬ふらんヲ補足支出シテ改修ノ目的ヲ達シ乃一ぬ河ノ今日アルニ至レルモノナリ要スルニ大體ニ於テ原始的河川ノ自然状態ヲ尊重シテ成ル可ク之レヲ保存スルヲ得策トスヘシト云フニ歸着セリ

曲率ノ大ナル迂曲流路ヲ維持セントセハ自然ノ結果トシテ各種破壞作用ノ當然甚シカルヘキ凹岸ニ沿ヒ充分ナル護岸ヲ要ス原始的河川ノ處理ニ特殊ノ考究ヲ必要トスル所以ノ一ナリ

從來莫大ノ工費ヲ投セサル限リハ曲率ノ大ナル凹岸ニ施行シタル護岸工事ノ成功シタルモノヲ以テシスル場合ニ處スル護岸工法ノ困難ナルハ蓋シ近世水理學家カ曲流ヲ忌ミ之ニ代フルニ直流ヲ以テセント主張セシ理由中ノ一タラスンハアラス畢竟從來屢々試ミラレタル護岸ノ工法ハ其實體ノ堅牢ナルト同時ニ屈撓性ヲ具備セサリシカタメ充分ニ其目的ヲ達シ得サルカ故ニ往々直流代用ノ弊害ニ陥リシモノナルヲ以テ此ノ缺陷ヲ補ヒ當面ノ要求ニ應シ斯ル弊害ヲ救濟センカ爲メ

ニ著者ハ曩キニ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ヲ提案シ之ヲ北海道ノ各地方ニ實施シタリ其實施ノ顛末經過成績實費等ニ就キテハ千九百十二年三月及ヒ千九百十三年五月及ヒ千九百十四年六月發行ノえんじにやりんぐにゅーす及ヒ千九百十三年十二月發行ノこんくりーとヲ參照ス可シ要スルニ該式ハ半ハ試驗的ノ意味ヲ以テ實施セルモノニシテ未タ最後ノ斷案ヲ下タサ、ルモ低廉ニシテ能ク堅牢性ト屈撓性トヲ具備シ少クモ曲率ノ大ナル凹岸ノ護岸ニ適當ナル半永久的ノ工法ト見ルヲ得ヘシ

(三) 流水 流水ハ原始的河川ノ良好ナル河道ニ障礙ヲ與フル主ナルモノ、一ニシテ其根源ハ決潰箇所ノ河岸ニ生育セル樹木ニアリ此等立木カ河岸地ノ決潰ト同時ニ河道内ニ轉倒シ其儘停留スルカ又ハ漂流シテ下流ノ河床ニ定着シ時トシテハ一旦定着セル流水カ更ニ流下シ來ル他ノ流水ヲ抑留シテ堆積セシメ漸次増加シテ終ニ河道全幅ヲ閉塞セシメ謂ユル木詰リヲ形成シ剩ヘ其間隙ニ土砂石礫ヲ填充シテ結合状態ヲ一層強固緻密ナラシメ著シク河底ヲ高ムルコトアリ如斯流木又ハ木詰リハ航行ヲ沮害スルノミナラス河道ヲ荒廢シ延テ洪水面上昂セシムルモノナルカ故ニ人爲的ニ良好ナル河道ヲ創始シ又ハ維持スルニ當リ原始的河川ニ對シ第一ニ著手スヘキ事業ハ河底ヨリ流水ヲ除却スルニアリテ之レカタメニ多額ノ工費ヲ要スルコトナシトセサルモ殆ント何レノ場合ニ於テモ之レカ除却ヲ辭スルコト能ハサルヘシ流水ハ夫レ實ニ原始的河川ノ固有物ナリ今若シ全流路ヲ通シ決壊状態ニアル河岸ニ護岸工事ヲ施ストセンカ以テ流水ノ根原ヲ絶滅セシムルコトヲ得ヘキハ勿論ナリ

(四) 河岸ノ原生林 河岸ニ繁茂セル原生林カ原始的河川ノ荒廢ヲ防ク所以ヲ擧クレハ一 原生林地ニ密生セル樹草ノ根部ハ恰モ海綿狀ニ彌蔓シテ土壤ヲ纏縛シ能ク河流ノ洗掘作用ニ抵抗セシムルカ故ニ河岸ノ崩壞及ヒ洪水時沿岸環流部ニ於ケル地頸ヲ溢流シテ自然捷路ヲ開

整セントスル傾向ヲ輕減ス

二 河岸ニ密生セル樹草ハ幹莖枝葉等ニテ溢流ノ流速ヲ減シ其破壞力ヲ弱ムルハ勿論濁水ニ對シ濾過作用ヲ呈シ其含有物ヲ沈澱セシム

三 河岸ニ密生セル樹草ハ恰モ墻壁ノ如キ作用ヲナシ流水ヲ誘導シ之ヲ河道内ニ集中セシメ河床ニ對シ洗掘力ヲ増進シ流路ノ自治能力ヲ發揮セシム

即チ原生林ハ河川ノ現状ヲ維持スルタメニ必要ナルモノニシテ之レカ荒廢ハ延テ河川ノ荒廢ヲ惹起スルモノナルカ故ニ沿岸既存ノ原生林ハ單ニ之ヲ維持スルニ止メス充分保護ヲ加ヘサルヘカラス猥リニ之ヲ伐採シ又ハ侵墾スルカ如キ不法ノ行爲ハ之ヲ嚴禁セサル可ラス而シテ決潰箇所ノ河岸ニ近ク生長セル喬木ハ河岸ノ崩壞ト共ニ河中ニ轉倒シテ流木トナリ先ニ叙述シタル如ク害惡ヲ醸ス根原ナルヲ以テ豫メ之ヲ伐採シテ除却スルヲ得策トス

上述ノ原生林ノ維持保護ハ適當ナル護岸工事カ直チニ施行セラレサル場合ニ於テ原始的河川ノ維持方法トシテ殊ニ緊急ナル要件トス

第二章 河川氾濫ニ關スル理論及其應用

第一節 氾濫流量ト氾濫貯水量トノ區別

氾濫流量トハ河道ノ一般方向ニ對シ直角ナル橫斷面内ニ於テ河道ノ部分ヲ除去シ河道外ノ平地トシテ流過スル一秒時ノ流量ヲ稱シ即チ洪水氾濫ノ時ニ於ケル浸水全幅ニ亘リ河道一般ノ方向ニ直角ナル全橫斷面積ヨリ河道ニ屬スル面積ヲ減シタル殘部ヲ流過セルモノニシテ該流量ニ河道内ノ流量ヲ加ヘタルモノヲ以テ實際ノ洪水全流量トス洪水流量ヲ計算スルニ當リ往々氾濫流量ヲ除外スルノ弊ニ陥ルコトナキニシモアラス蓋シ氾濫流量ハ之ヲ確定スルコトノ困難ナルニ因ルト河道外ノ氾濫水ハ單ニ停滯スルニ止マリ即チ流速ヲ有セサルモノト見做スモ甚シキ差異ヲ

與ヘサルヘシトシテ之ヲ輕視スルニ因ルナルヘシ然レトモ吾人ノ觀測及調査ニ依リ氾濫水ハ侮ル可ラサル流速及流量ヲ呈スルコトヲ確認セリ

氾濫貯水量トハ河道ヨリ流出シタル河水ニシテ兩岸後方平地上ニ漲溢シ或瞬時ニ地上ニ現存セル水量ヲ稱シ任意ノ二個横斷面間ニ介在スル浸水區域上ノ貯水量ハ之ヲ區間貯水量ト名ツケ氾濫貯水全量ハ同瞬時ニ於ケル區間貯水量ヲ合計シタルモノニシテ即チ全浸水區域内ニ現存セル貯水量トス氾濫貯水量ハ時々刻々遞加スルカ若クハ遞減シテ一定セス是即チ下流ノ横斷面ヲ通過スル全流量ヲ調整スル作用ヲ呈スル所以ニシテ特ニ原始的河川ニ於テハ注目スヘキ價值ヲ有シ且調査上趣味アル問題ナリトス

石狩川氾濫區域ハ實ニ廣大ニシテ長二十五哩幅之ニ相應セル一大湖ヲ顯出シ湖ノ水面勾配及貯水量ハ時々刻々ニ變化スルモノニシテ其出沒ハ單ニ洪水氾濫ト其運命ヲ共ニススル一大湖ノ水量ヲ定時毎ニ測定セントスルハ至難ノ事業ニシテ多大ノ勞力ヲ要スルコトハ言フ俟タス然レトモ後段述フルカ如ク石狩川洪水ニ關スル問題ヲ解決スルニ當リ調査ノ根本タルヘキモノナルヲ以テ之カ敢行ニ當リ努力ヲ惜マサリキ

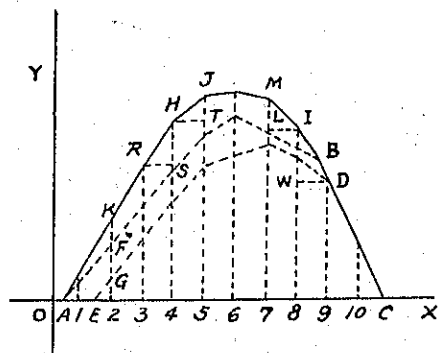
現章第二節ニ添付セル氾濫貯水量圖表ハ後段詳述スルカ如ク石狩川沿岸平原ニ氾濫セル貯水ノ容量ニシテ最大二百四十餘億立尺ニ達セリ

第二節 氾濫貯水量

氾濫貯水全量ハ河道外ニ河水ノ氾濫シ始メタル時ヲ起點トシ次第ニ水位ノ上昇ニ伴ヒ其數量ヲ加ヘ若干時ヲ經過シ最大量ニ達シタル後次第ニ減シテ沿岸氾濫ノ終期ニ至リテ止ムヲ普通トス即チ一種ノ水波ニシテ其高度及形狀ハ四圍ノ狀況ニ從テ變化ス

河水氾濫ノタメニ顯出スル一大湖水ノ容量ヲ算定スルニ必要ナル各處水位ノ高低ヲ知ランカ爲

メ常設量水標以外ニ猶多數ノ假設量水標ヲ設置シテ洪水期間ヲ通シ水位ノ觀測ヲ行ハシメ氾濫區域内相當間隔毎ニ一般河道ノ方向ニ直角ニ横斷面ヲ實測シテ前記觀測水位ヲ記入シ各斷面積ヲ計算スヘシ而シテ水位ノ高低ニ伴ヒ各斷面積ハ刻々ニ増減ス今同時刻ニ於テ相隣レル兩斷面積ヲ平均シ横斷區間ノ距離ヲ乘シタルモノハ該區間ニ於ケル該時刻ノ氾濫貯水量ト見做スコトヲ得ヘク又しむそん氏法則若クハ他ノ近似式ヲ用ヒ各横斷區間ノ貯水量ヲ合計シテ懸案時刻ノ氾濫貯水全量ヲ計算シ得ヘシ次ニ時日ヲ横距ニ夫レニ相當セル氾濫貯水量ヲ縦距ニ適宜ノ縮尺ニテ圖上ニ記入シ全部ノ氾濫量圖表ヲ作製ス第一圖ニ示ス $2GFH$ ノ如キ縱線ハ KF 、 FG 、 $G2$ ノ如



第 一 部
キ前記ノ各區間貯水量ヲ合計シタルモノニテ KF ハ氾濫區域ノ最上部ニ位セル第一區間ノ氾濫量 GF ハ第二區間ニ於ケルモノ等ノ如シ各縱線内ノ同一横斷面ニ相當スル點跡例ハ $AKBDC$ 線ハ全氾濫區域内ニ於テ氾濫期間ヲ通シテ増減シタル氾濫貯水量ヲ示シ $AEBDC$ 線ハ氾濫區域ノ最上部ニ位セル第一區間ヲ除キタル殘餘ノ部分ニ於ケル氾濫貯水量又 $EGDC$ 線ハ第一及第二區間ヲ除去シタル部分ニ對スルモノヲ示ス等ノ如シ

圖 斯ノ如ク作製シタル氾濫量圖表ノ便宜ナル點ハ直チニ氾濫貯水全量ヲ知り得ルノミナラス尙隨時隨意ノ横斷面間ニ於ケル各區間氾濫貯水量ヲ知ルコトヲ得ルニアリ
圖中 3-4 等ノ如キ時間内ニ於ケル $H.S.T$ 等ノ如キ氾濫貯水量ノ増加ハ若シ氾濫ノ作用ナカリセハ懸案ノ氾濫區域ヨリ下流ニ流過スヘカリシ全流量中ノ幾部ヲ收容シ調節セルモノニシテ假リニ流路ヲ直通セシメ若クハ堤防築設等人工ヲ加ヘ該區域ノ氾濫ヲ防止

シタリトセハ洪水全流量ノ計算ニ當リ該時間内該區域ヲ流過セル現在全流量ニ加ヘサルヘカラナル數量トス之ニ反シ7-8等ノ如キ時間内ニ於ケルM.L.N.等ノ如キ氾濫量ノ減少ハ現在河川ノ狀態ニ於テ該時間内下流區域ノ流量ヲ補足シタルモノトス實例トシテ左ニ石狩川氾濫圖表ヲ添付ス(第二圖)該圖ハ著者カ主管ノ下ニ觀測シ計算セル結果ヲ圖式セルモノニシテ千九百四年七月大洪水時河口神居古潭五十二里間本流左右ノ平原ハ殆ント一時ニ氾濫シ同月十日午前十時ヨリ十七日午後一時マテ百五十九時間繼續セル場合ニ屬ス

圖中橫線ハ時日ヲ示シ縱線ハ氾濫貯水量ヲ示シ縱線内ノ各點ハ該時日ニ於ケル各區間氾濫貯水量ヲ下流ヨリ逐次記入シタルモノニシテ或ル時日ニ於テ同一橫斷面ニ相當スル點跡カ水平トナス角ノ正切ハ該時日ノ毎秒時ニ於ケル氾濫ノ増加又ハ減少シタル度合ヲ示スヘク又各縱線内ニ於ケル同一橫斷面ニ相當スル點跡ハ區間ノ數ト同數ナルコト自明ノ理ナリ

- 圖表ハ左記ノ如ク二個ノ用途ヲ有ス
- 一 隨時ニ於ケル氾濫貯水全量ヲ知ルノ外水位觀測ノ結果ヲ基礎トシ計算ヲ行ヘル各橫斷面ニテ分割セル任意ノ一區域ニ於ケル氾濫貯水量ヲ知ルコトヲ得
 - 二 隨時ニ氾濫全區域若クハ小區間ニ於テ其氾濫貯水ニ因リ流量ヲ調整シタル毎秒時ノ貯水ノ増加及減少率ヲ知ルコトヲ得

圖中最上部ニ位セル曲線ノ最高點ハ全氾濫區域ニ於ケル最大氾濫貯水量及其時日ヲ示シ該時日ニ於ケル貯水ノ増減率ハ全區域ニ對シテハ勿論零ナレトモ小區域ニ對シテハ必スシモ然ラス又全區域ニ對スル氾濫貯水量増減ノ最大比率ヲ示ス時日ハ必スシモ小區間ニ對スル其レト一致スルモノニアラスシテ一般ニ各區間ニ對スル最大氾濫量ヲ示シタル時日ハ其當該區間ニ對スル氾濫量カ増加若クハ減少シタル最大比率ヲ示スヘキ時日ト著シク懸隔スル場合多シ詳細ハ第一圖

版ヲ見ルヘシ

第三節 氾濫流量

許容スヘキ程度ニ正確ナル氾濫流量曲線ヲ制定セントスルニ當リ吾人ハ左記事項ヲ假定ス

- 一 地上ヲ溢流セル流水ノ横斷面形ハ二次式拋物線ニ近似スルモノトシ其頂點ハ河岸ノ地面高ヨリ稍下方ニ位ス

- 二 實際ニ於テ認識スル如ク本川水位未タ河道滿水面ニ達セサルニ河岸平均地面高ヨリ低キ後方低地ハ既ニ若干ノ溢流水カ下流ニ向ヒ流過スルモノトス

或ル横斷面ヲ通過スル氾濫流量ハ溢流斷面積ト平均流速トノ相乘積ナルカ故ニ前記假定ニ從ヒ左式ニ依リ之ヲ計算シ得ヘシ

$$D = VA = \frac{2}{3} X Y C \sqrt{\frac{2}{3} Y \cdot I} = \frac{2}{3} Y^{\frac{3}{2}} C Y^{\frac{1}{2}} \sqrt{\frac{2}{3} I} = KY^2 \dots \dots \dots (1)$$

K=定數

Y=拋物線ノ頂點以上ニ於ケル水位ノ高サニシテ常ニ昇降スルモノ

D=氾濫流量 C=流速係數 X=溢流ノ幅員 I=水面勾配

約言セハ氾濫流量ハ本流ノ場合ニ於ケルト均シク溢流シタル水深ノ自乘ニ比例スルモノトス
 氾濫流量曲線ヲ制定スヘキ個處ノ水位觀測表ヲ用ヒ其水位高ハ拋物線ノ假定シタル頂點ト同一
 水平面ヲ基點トシタルモノニ換算シ之ヲG₁ G₂ G₃等トス
 又別ニ前記氾濫貯水量圖表ヲ適用シ氾濫量ノ増減及上流本支川ヨリ流注セル流量ヲ知ルモノト
 假定セハT₁時ヨリT₂時ニ至ル時間内ニ於テ該個處ノ横斷面ヲ流過セル全流出量(Q)ハ該時間ニ相
 當セル氾濫量ノ増加若クハ減少量(±D₁)ト上流本支川ヨリ該氾濫區域ニ流注セル流量(D₂)ノ代數的和

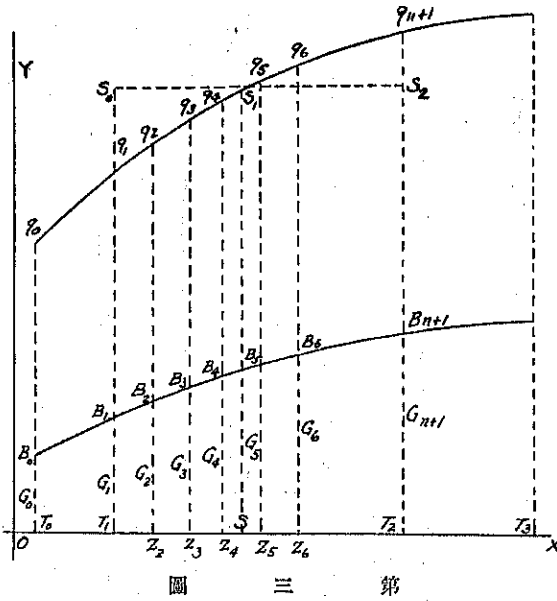


圖 三 第

ニシテ即チ $Q = D_1 + D_2$ 十符號ハ氾濫量減少ノ場合トス
 該横断面個處ノ河道内流量曲線ハ既ニ制定セルモノトシ T_1 時ヨリ T_2 時ニ至ル時間内ニ河道内ヲ
 流過シタル流出量 (Q_1) トセハ之ヲ全流出量 (Q) ヨリ減シタル殘數 (Q_2) ハ同時間内ニ河道外ヲ流過セル
 モノナルコトヲ推定シ得ヘシ斯ク算出シタル Q_2 ナル流出量ヲ T_1 時ヨリ T_2 時ニ至ル T 時間ヲ以テ
 除シタル G_1 ナル數ハ該時間内ニ於ケル河道外氾濫流量ノ平均數ニシテ同一方法ヲ以テ他ノ時間
 ニ於ケル G_2, G_3 等ヲ算出シ得ヘシト雖モ猶此等ノ平均氾濫流量ニ該當スヘキ水位高ハ未知數ナル
 カ故ニ之ヲ算出決定セン爲メ吾人ハ下記ノ圖式方法ヲ用ヒントス

同量面積方法

T_1 時ヨリ T_2 時ニ至ル T 時間内ニ於テ T_1, z_2, z_3 等ノ如キ時
 間ニ相當セル G_1, G_2, G_3 等(水位ノ零點ハ拋物線ノ假定頂點
 ト同一水平面ニアルモノト想定ス)ノ如キ多數ノ水位ヲ
 觀測シタルモノトセハ適宜ノ縮尺ニテ時日ヲ横線ニ水
 位ヲ縦線ニ各時間毎ニ觀測シタル水位高 $B_0, B_1, B_2, \dots, B_{n+1}$
 ヲ記入シ水位圖ヲ作製スヘシ第一式ニテ示セル如ク G_0
 G_1, G_2 等ノ水位高ニ相應スル流量ハ各水位ノ自乘ニ比例
 スルモノナルカ故ニ更ニ G_1, G_2, G_3 等ノ水位高ヲ自乘シタ
 ル各數ヲ適宜ノ縮尺ニテ q_0, q_1, q_2 等ノ如ク記入スヘシ而
 シテ此等ヲ連結シタル曲線ハ或ル期間ニ於ケル氾濫流
 量ヲ代表シ即チ $T_1, q_1, \dots, q_{n+1}, T_2$ ナル面積ハ T_1 時ヨリ
 T_2 時ニ至ル T 時間ノ流出量ヲ代表スルモノトス

猶進シテ $S_0 S_1 q_1$ ノ面積ヲ $q_{n+1} S_1 S_2$ ノ面積ニ均シカラシムル目的ニテ OY 線ニ平行セル試験數回ヲ引キ終ニ $S_0 S_1 S_2$ ノ線ヲ得タルモノトセハ該水平線ト $q_0 q_1 \dots q_{n+1}$ 曲線ト交叉スル S_1 點ヨリ縦線 $S S_1$ ヲ引キ $q_0 q_1 \dots q_{n+1}$ ヲ記入シタル同縮尺ニテ其長ヲ測リ之ヲ平方ニ開キ得タル數値ハ先ニ算出シタル T_1 時ヨリ T_2 時ニ至ル T 時間ノ平均氾濫流量 Q ニ相當スル水位高ヲ示セルモノナリ茲ニ於テ初メテ氾濫流量ニ對スル水位對流量ヲ得タリ之ト同一方法ニヨリ他ノ時間内ニ於ケル平均氾濫流量 $q_0 q_1$ ニ對スル各水位高ヲ算出シ斯クシテ多數ノ水位對流量ヲ得タレハ時間ニ關スルコトナク水位及相對流量ヲ表ニ記入シ河道内流量曲線ヲ制定スルト同一方法ニヨリ河道外流量曲線ヲ作製スルコトヲ得即チ流量ハ水位高ノ自乘ニ比例シ拋物線ニテ表ハスモノトセハ其方式ハ

$$(Y - B)^2 = Ax \quad \text{或ハ} \quad Y = \sqrt{Ax + B} \dots \dots \dots (2)$$

上記ノ表ニ依リ水位ヲ縦線ニ之ニ相當スル流量ヲ横線ニ圖上ニ記入セハ此等ノ各點ハ外見整ハスシテ各所ニ散在シ拋物線形ヨリ甚シク遠サカルモノアルヲ常トス斯ノ如ク甚シク離散セルモノヲ除外シ稍正當ナルヘキモノ、ミヲ選ヒ誤差ヲ最小トナシ成ル可ク正シキ曲線ヲ制定スヘキ方法數種アルモ最小自乘法ハ學理上ノ見地ニ基キ最モ適當セルモノ、一ナルヲ以テ之ヲ適用スルコト、センカ前記ノ如ク計算ノ結果水位對流量 $Y \dots X, Y_1 \dots X_1, Y_2 \dots X_2, Y_3 \dots X_3$ ノ數値ヲ知り得タル時ハ $y = a + b\sqrt{x}$ 中ノ a 及 b ノ定數ヲ最小自乘法ニヨリ算定センニ左式ヲ用フ

$$a = \frac{\sum(X) \sum(Y) - \sum(\sqrt{x}) \sum(Y)}{m \sum(X) - \sum(\sqrt{x})^2}$$

$$b = \frac{m \sum(\sqrt{x} Y) - \sum(\sqrt{x}) \sum(Y)}{m \sum(X) - \sum(\sqrt{x})^2}$$

式中 m ハ水位對流量ノ組數 \sum ハ累計ヲ示セル記號

第四圖ハ千九百四年七月洪水時石狩川本流中主要ナル水位觀測個處及重ナル支川ノ流量圖表ニシテ時日ヲ橫線ニ各觀測個處ノ流量ヲ縱線ニ記入シ一ヨリ目シテ本支川同時流量ヲ知ルニ便ナラシメ各曲線ハ符號ニヨリ其所屬個處ヲ識別ス

第五圖ハ石狩川本流重要個處及重大ナル支川ノ水位對流量曲線圖表ニシテぶらゐす流速器ヲ用ヒタル數多ノ觀測ノ結果ニ基ツキ最小自乘法ヲ用ヒ計算ヲ施シ幾多ノ努力ヲ重ネ十ヶ年以上ニ亘リ繼續施行セル結果ノ一ニシテ流量曲線ヲ定ムルニ當リ水位ニ對スル流量ノ關係ヲ示ス曲線方程式ハ頂點ヲ縱軸中ニ存スル二次式ノ拋物線ト假定セリ之ヲ石狩川本支流々量觀測ノ結果ニ對照スルニ可ナリ適合セルヲ見ル但シ水位高ハ本支川全部ヲ通シ平均海面ヲ基面トス

第四節 平均流量 氾濫流量 洪水全流量ノ算定及將來ニ於ケル洪水量ノ想定

吾人ハ既ニ各種氾濫圖表及本支川ノ流量圖表等必要ナル調査材料ヲ得タルニヨリ間接方法ニテ以下述ナルカ如ク平均流量 氾濫流量及或橫斷面ニ於ケル洪水全流量ヲ決定シ猶將來ノ洪水量ヲ豫想シ得ヘシ

平均流量 或橫斷面ヲ撰ヒ適宜ノ時間内ニ於テ上流本支川ヨリ注入セル流量ヲ合計シ之ニ該時間内ニ該橫斷面上流ニ於ケル氾濫貯水量ノ増減ニ從ヒ其減少ノ數量ヲ加ヘタル和又ハ其増加ノ數量ヲ減シタル餘數ヲ經過セル時間ニテ除スレハ該時間内ニ該橫斷面ヲ通過セル平均流量ヲ得ヘシ

氾濫流量 該橫斷面河道内ノ流量曲線若クハ流量表ニヨリ該時間内ニ河道内ヲ通過セル流量ヲ算出シ之ヲ前記上流本支川流量ニ氾濫量ヲ加減シタルモノヨリ減シテ得タル數ヲ經過時間ヲ以テ除シタルモノハ河道外ノ地上ヲ流過セル流量ニシテ即チ全橫斷面積ヨリ河道内面積ヲ減シタル浸水橫斷面積内ヲ通過セルモノナリ而シテ之ニ相當スヘキ水位ハ先ニ叙述セル同量面積方法

ニヨリ算出シ以テ水位對流量ヲ得斯ク同方法ヲ繰リ返ヘシ適宜ノ水位對流量ヲ算出セハ之ニ基
 キ河道外流量曲線ヲ作製スヘシ
 洪水全流量 河道内流量曲線及河道外ノ氾濫流量曲線ハ之ヲ混合シテ新ニ一ノ曲線ヲ作り之ニ
 依リ直チニ任意ノ水位ニ對シ河道内外ノ流量即チ洪水全流量ヲ知り得ヘシ
 實例ヲ舉クレハ石狩川對雁橫断面ニ於テ河道内流量曲線ハ既ニ作製シタルカ故ニ更ニ河道外流
 量曲線ヲ算定スルコト次ノ如シ即チ千九百四年(明治三十七年)七月十三日午前六時ヨリ同日午後
 十時三十分迄ニ於テ同處上流ヨリ流下セル本支川ノ流量ニ氾濫貯水量ノ減少量ヲ加ヘタル平均
 流量ハ一秒時十五萬八百立尺ニシテ内河道内ヲ流過セル平均流量十一萬二千立尺ヲ減シタル數
 三萬八千立尺ヲ以テ同所ニ於ケル氾濫流量トス次ノ時間等ニ於ケル氾濫流量ハ同様ノ方法ニ依
 リ左表ノ如シ

本支川ノ流出量ニ氾濫減少 量ヲ加ヘタル一秒時ノ流量	150,800	立尺	十三日 午後六時ヨリ 同午後十時三十分ノテ	135,800	立尺	十四日 午後六時 ヨリ	105,600	立尺	十四日 午後六時ヨリ 十五日 午後六時ノテ
河道内ノ流量	112,000			110,300			101,600		
河道外ノ流量	38,000			25,000			4,600		

上記ノ如キ間接方法ニヨリ河道外流量ヲ算定セル三箇ノ結果以外ニ同断面ニ於テ技藝セル坂本
 技手ノ實測ニ係ルモノ即チ水位二十四尺〇五ニ對スル河道外流量一萬二千八百立尺ヲ信用シ合
 計四箇ノ結果ヲ採擇セリ
 水位對流量ノ關係ヲ示ス二次式拋物線ノ頂點ハ最初ニ河岸地盤高其他土地ノ狀況ヲ參酌シ同所
 量水標ニテ二十二尺五寸ニ位スルモノト假定シ同量面積方法ニ示セル如ク時日ヲ橫線ニ又水位

ノ觀測時毎ニ既測ノ水位高ヨリ上記ノ假定頂點高二十二尺五寸ヲ減シタル餘數ヲ自乗シタルモノヲ適宜ノ縮尺ニテ縱距ニ記入シ各點ヲ連結シテ前記氾濫流量ヲ算定シタル各時間内ノ平均高九・二二、七七八、二・二五ヲ測リ之ヲ開平シテ三尺二分、二尺七寸九分及一尺五寸ヲ得ヘシ此等ニ上記ノ頂點高二十二尺五寸ヲ加ヘタルニ二十五尺五二、二十五尺二九及二十四尺ハ流量三萬八千立尺、二萬五千五百立尺及四千六百立尺ニ相當スル量水標水位トス
斯ク計算シ得タル水位對流量三組ノ外ニ坂本氏ノ實測シタル一組ヲ加ヘ

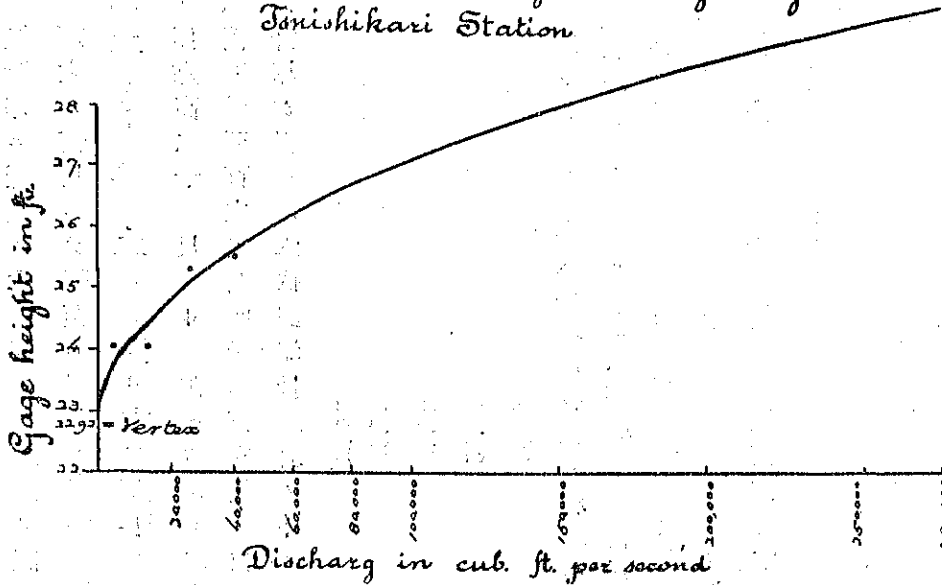
水位	流量
25.52	88,800
25.29	26,500
24.05	12,200
24.00	4,600

之ヲ基トシ $y = a + b\sqrt{x}$ ノ拋物線方程式中ノ a 及 b ノ係數ヲ最小自乘法ニヨリ算出セバ $a = 22.92$
 $b = 0.134$ 即チ $y - 22.92 = 0.134\sqrt{x}$ 或ハ $(y - 22.92)^2 = 0.0017956x$ トナル

斯ノ如ク計算シ得タル頂點高二十二尺九二ハ假定シタル頂點高二十二尺五ト比較スルニ精密ニ一致セサルモ其差ハ事業ノ性質上ヨリ考察シテ之ヲ看過スルコトハセリ
 第七圖ハ上記方程式ヲ用ヒ對雁河道外水位對流量曲線ヲ作製セルモノナリ
 將來ニ於ケル洪水流量

堤防若クハ直流等ノ如キ改修工事ヲ施行シ全然氾濫ヲ防止シタルモノトセハ將來ニ於ケル洪水流量ニ就テハ懸案個處上流氾濫貯水量ノ最大増加率ヲ示シタル時刻ニ該個處橫斷面ヲ流過シタル全流量ヲ加ヘタルモノヲ以テ改修後ニ於ケル最大洪水量ト見做スヲ普通トス然レトモ或場合

The Overbank Flow Discharge Rating Diagram
Tonishikari Station



論 說 原 始 的 河 川 ノ 處 理 ニ 就 テ

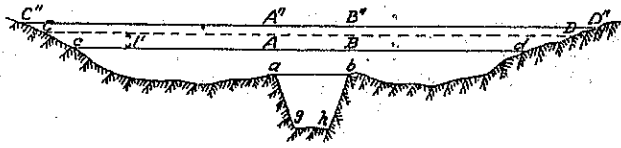
ニ於テハ最大ニ達セサル氾濫増加率カ之ト同時ニ
該横断面ヲ流過セル流量ト合計シテ最大數ヲ示ス
コトナシトセス要スルニ氾濫増加率ト懸案横断面
ノ實際ノ流過量トノ和カ最大トナル場合ヲ發見シ
テ將來ノ最大洪水量トスルニアリ

千九百四年(明治三十七年)七月洪水時石狩川ノ實例
ヲ徵スルニ該洪水ヲ惹起セル流域内ノ降雨量ハ二
百八乃至百三十分りめトシテ其結果神居古
潭(左岸五十二里二十五町五十二間)水測所ニ於ケル
最大洪水量毎秒時十二萬九千立尺ニ達シ該所下流
ノ河道滿水面ノ流過力ハ三萬立尺ニ過キサルカ故
ニ其大部分ハ左右河岸ヲ横溢シ之ニ雨龍川ノ流量
ヲ加ヘ下流瀧川水測所(左岸三十七里八町十五間)附
近河道流過力八萬四千立尺ニ過キサルニ同所ニ於
テ空知川ノ洪水ヲ受容シテ著シク兩岸原野ニ氾濫
セシメ月形水測所(右岸二十三里二十四町五十間)附
近ノ河道流過力八萬九千立尺ニ對シ更ニ夕張川洪
水ヲ加フ如斯氾濫量ハ時々増加シテ本支川
ノ流量ハ大部分之ヲ廣大ナル原野ニ氾濫シ長約二
十五里幅十餘里ノ間ニ一時的一大湖ヲ現出セシム

而シテ神居古潭河口間氾濫増加ノ最大率ハ一秒時二十二萬九千立尺ヲ算シ氾濫圖表ニ就テ見ル如ク本流ニ沿ヒ全浸水區域上ニ於ケル最大氾濫貯水量二百四十二億立尺ニ達ス斯ク莫大ノ水量ヲ收容シ流量ヲ抑制シタル影響トシテ下流對雁水測所(左岸九里三十三町三十三間)ニ於テハ最大流量値ニ十五萬立尺ニ止マリ降雨ノ歇ミタル後六十六時間ヲ經過シテ最高水位ヲ示シ水位ノ上昇極メテ緩徐タリキ

今對雁神居古潭間全區域ニ亘リ改修工事ヲ施行シタルモノトスレハ將來流過スヘキ最大洪水量ハ滲透蒸發ヲ論外トシ同所間最大氾濫率二十二萬七千立尺及之ニ相當スル時日ニ對雁ヲ流過シタル流量七萬千立尺ヲ加ヘタル二十九萬八千即約三十萬立尺ニ達スヘキヲ想定シ得ヘシ
 以上計算ハ千九百四年七月洪水ヲ標準トシタルモノナレトモ降雨ノ分布強度及土地ノ狀態等ヲ異ニシタル時ハ前記計算數ニ差異ヲ生スヘキコトハ素ヨリ言フ俟タス

圖 八 第



第五節 氾濫貯水量ニ對スル河岸ノ收容力
 河川ノ或橫斷面ニ於テ $abfg$ ノ如キ河道ノ流過力カ上流ヨリ流下セル全洪水量ヲ疏通セシムルニ十分ナラサル時ハ洪水ノ一部ハ河岸ニテ超エ溢流シタル水面 $C''A''B''D''$ 迄上昇スヘシ斯ク水面上昇セハ一面ニ於テハ河道内ノ水深即動水半徑ヲ加ヘ尙且斷面積ヲ擴大シテ河道内ノ流過力ヲ増加シ一面ニハ河道外氾濫量ヲ増加シテ該橫斷面下流ノ洪水流量ヲ緩和ス

河岸ノ一般方向ニ沿ヒ測リタル沿岸單位距離ニ於ケル氾濫貯水量ハ自然ノ地勢ニヨル浸水斷面ノ形狀大小及該個處ニ於ケル洪水面ノ高ニヨリ増減シ洪水位上昇ノ比即チ速度ハ浸水斷面ノ形

狀大小及洪水烈度ニ關係ス
 吾人ハ左記二方法ニヨリ洪水氾濫貯水量ニ對スル河岸ノ收容力ヲ算定セリ
 一 時間對容積法 河道ノ一般方向ニ沿ヒ測リタル單位距離ニ於テ單位時間ニ氾濫セル貯水量

ヲ算定スルコト左ノ如シ

$$V = CAB \int D' B' A' C' \times I$$

但シ $A A'$ 或ハ $B B'$ ハ單位時間ニ於ケル水位ノ上昇トス V ノ數値ハ河岸單位距離ニ於ケル單位時ノ氾濫貯水量ニシテ以下單ニ氾濫率ト名ツクヘシ

河岸氾濫貯水量收容力圖表寧ロ氾濫率圖表ハ里程ヲ横距トシ毎秒時當該一里上ニ於ケル氾濫貯水量ヲ適宜ノ縮尺ニテ縦距ニ貯水量増加ノ場合ハ横線以上ニ又其減少ノ場合ハ同以下ニ記入ス例ハ第九圖ノ如シ

該圖ハ石狩川三里ヨリ三十一里間千九百四年七月洪水時ノ氾濫率圖表ヲ示シタルモノニシテ各横斷面ニテ觀測シタル水位ノ昇降ヲ記シ圖中ニ示ス時間ニ於ケル氾濫貯水量ヲ計算シタル等努力ヲ重ネタル結果調製セルモノナリ詳細ハ第二圖版ヲ見ルヘシ

各線ハ當該時ニ附屬シ横線ニ記入セル各里程ヨリ之ニ接續スル上流一里間ニ於ケル一秒時立尺ノ氾濫貯水量ノ増減ヲ示スモノニシテ横線以上ノ縦距ハ氾濫率ノ増加同線以下ハ減少ヲ示ス又各横斷面ニ於ケル氾濫面積計算ハ本流水位ト均

シク平等ニ横溢シタルモノトセリ

二 水深對容積法 河道ノ一般方向ニ沿ヒ測リタル單位距離ニ於テ水面ノ上昇單位深ニ相當シタル氾濫貯水量 V ヲ計算シテ河岸ノ氾濫貯水量收容力ヲ測定スルコト左ノ如シ



第十圖

$$V'' = cCDd \times I$$

ナリ但シ。〇ハ單位水深ナリ而シテ其值ハ時間ニ關係ナキモノニシテ之ヲ單位距離ニ於ケル單位深ノ氾濫貯水量又ハ單位深ノ氾濫貯水量ト名ツクヘシ

單位深ノ氾濫貯水量ハ $cCDd$ 又ハ dDD'' ノ兩端垂直ニシテ假ヘ氾濫ノ水深ヲ異ニスルモ上下ノ幅員同シキ場合ニアラサル限リハ同一ナル値ヲ保ツコトナシ如斯場合ハ實際稀ニシテ即チ各横斷面ノ洪水面上昇スルニ從ヒ單位深ノ收容力ニハ差違アルヲ普通ナリトス

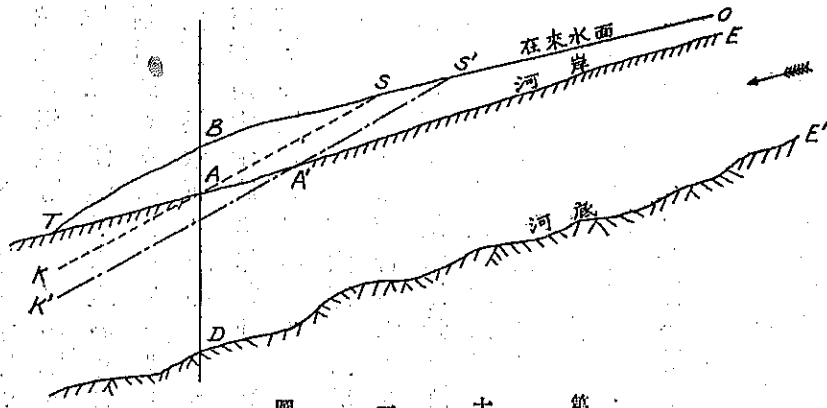
石狩川洪水時沿岸數哩ニ亘リ左右氾濫シタル場合ノ如キ沿岸距離一里ニ於テ水位一尺ノ上昇ハ著シキ收容力ヲ示セリ

第六節 河川改修ニ當リ沿岸氾濫量ノ影響

(一) 改修工事施行後水面低下ノ影響スル範圍

沿岸氾濫量ハ洪水流量ニ關スル問題ヲ明瞭且正確ニ解決セントスルニ當リ頗ル煩雜ト疑惑ヲ來スモノナリ或種ノ改修工事ヲ施行シ洪水時ニ於ケル水位ヲ低降シテ最早沿岸ニ溢流セサルモノトセハ河岸溢水收容力即チ貯水作用ヲ消滅シ先ニ述ヘタル(一)ノ V 量(二)ノ V'' 量ハ何レモ零トナリ在來堤塘ヲ超越シテ後方平原ニ擴布シ游水セル分量ニ均シキ洪水量ノ一部ハ從來ノ全流量ト相合シテ改修區域以下ニ屬スル各横斷面ヲ流過セサルヘカラサルノ理ナリ即チ改修工事施行ノ結果トシテ水位ノ低降ハ貯水作用ヲ消滅セシメ該區域下流ノ洪水量ハ改修前ニ比シ増加スルカ故ニ河道内ノ流過力ヲ増加シ之ヲ補填スルノ必要アリ再言セハ改修區域中ニ於テ懸案横斷面ノ上流河岸相當距離ニ於ケル溢水收容力ヲ消亡シタル補償トシテ該横斷面ニ對シテハ改修前ニ該横斷面ヲ流過セル全流量以上ニ上記收容力消亡量ニ等シキ流過力ヲ附與セサルヘカラサルモノナリ改修工事ニヨリ沿岸氾濫ヲ全部防止シタルモノト假定セハ氾濫區域ノ最下流ニ位スル横斷面

本流ヨリ兩岸ニ横溢スルコトナシ即チ氾濫貯水量ニ對スル兩岸ノ收容力ヲ滅亡シテ河道外ニ於



- 第 十
- 式 中 Δ ハ 横斷線 毎ニ 變化 スル 氾濫 率
- $D'' = \int_0^x \Delta dx$ 河岸區分 的 延長
- D'' 增加流量
- 改修工事施行後水面低下ノ影響スル範圍
- 或横斷面ノ下流ニ於テ捷路若クハ放水路ノ如キ改修工事ヲ施行セ
- ハ竣工後河流水面ニ如何ナル影響ヲ生スヘキカラ想定スルニ二個
- ノ方法アリ今 BAD ナル河川横斷面ニ於テ施行前ノ水面ヲ B トシ
- 該横斷面下流ニ於テ改修工事施行ノ結果 A 點即チ河岸地盤ノ高サ
- 迄水面低下シタリト假定セハ必ス上流或限度迄其影響ヲ及ボシ新
- 水面ハ舊水面ト S 點ニテ交叉シ該個處上流ニハ何等ノ變化ヲ及サ
- ス即チ S 點ハ改修工事ノ影響スル限度ヲ示スヘシ圖中改修前ノ舊
- 水面ハ $TBSS'O$ ニシテ今ヤ舊水面 $TA'S'$ ニ低下セルモノナリ A 點
- 下流ノ部分ニ於テハ改修工事施行ニ依リ岸頭面以下ニ水位下降シ
- タルカ故ニ洪水全流量ノ一部ハ改修工事ノ施行以前ト異ナリ最早

ヨリ下流ノ部分ニ於テ舊洪水流量ニ増加スヘキ數量ハ區間氾濫收

容力ヲ合計シタルモノニシテ先ニ叙述シタル該區域ノ河道ニ沿ヘ

ル氾濫率ヲ累計シタルモノナルコトヲ知ル而シテ增加流量ノ全量

ハ

ケル氾濫時水ヲ生セシメス其結果トシテ從來此部分ニ行ハレタル氾濫時水量ニ相當セル水量ハ先ニ氾濫收容力ニ就キ説明シタル如ク改修工事施行後今ヤ本川河道内ノ流量ニ増加セサルヘカラス然レトモA點ヨリ上流ノ部分ニ於ケル新水面ハS點ニ近接スルニ從ヒ岸頭面上次第二高サヲ増加シ遂ニS點ニ於テ舊水面ニ結合ス而シテA點以上S點ニ至ル區間ニ於テハ以前ト其氾濫ノ正負狀態ヲ同クスヘキモ其量カ果シテ幾何ニ違スルヤハ即時之ヲ確ムルコト難シトス茲ニ於テカ工事施行後ニ於テ該區間ニ於ケル氾濫ハ如何ナル程度ニ起ルヤ且ツ其水位ニ及ホス影響幾何ナルカハ別ニ假定ヲ設ケ之ヲ考究セサルヘカラス

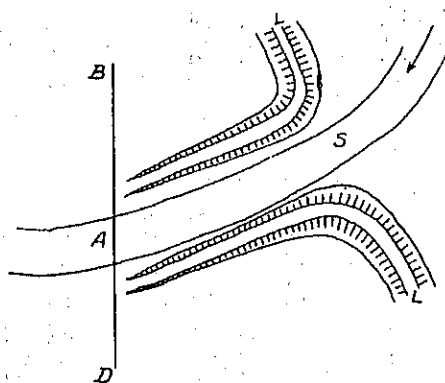


圖 二 十 第

其 一

今若シ河道沿岸ニ堤防ヲ築設シテ下流改修工事ノ爲メ水位ニ影響ヲ及ホスヘキ區間即チA點ヨリS點ニ至ル迄全部河道外ノ氾濫ヲ防止シタリト假定セハS點下流ニ於ケル改修後ノ新流量ハS點ニ於ケル改修前ノ流量ニ既述セルA點下流ノ氾濫率ヲ補償スヘキ水量ヲ加ヘタルモノニ尙且ASノ部分ニ於ケル氾濫率ニ相當スル水

量ヲ加フヘキモノトス第十一圖中KASナル新水面ハ上記ノ假定ノ下ニ短距離ニ實測セル横斷面毎ニ逐次水面勾配ヲ算出シ得タル數ニ基キ記入セルモノナリ

其 二

改修工事施行後ASナル部分ニ於ケル河道外氾濫率ハ施行前ト均シク何等ノ變化ナキモノト假定ス該假定ニヨリ改修區域ニ於ケル新流量ハ改修前ノ流量ニAノ部分ノ氾濫率ニ相當セル水量ヲ加ヘタルモノニ止マリ換言スレバ前記其一ニ於テ假定セル如ク氾濫ヲ絶對ニ防止シタル

場合ニ比シ流量稍少キカ故ニ新水面ハ圖中 KAS ノ代リニ $K'AS'$ ノ如キ形狀ヲ示スヘキコトヲ推定シ得ラルヘシ即チ改修工事ノ影響ハ更ニ上流ニ及ホシ新水面ト河岸高ト一致スル點ハ A ヨリ上流 A' ニ移動ス

S 及 S' ノ兩點ハ極端ノ場合ヲ假定シ算出シタルモノナルカ故ニ改修工事ノ水位ニ影響スル實際ノ限界ハ常ニ S 及 S' ノ中間ニ存在スヘキモノナルコトヲ知ルヘシ
 總テ該種ノ假定計算ヲ行フニ當リテハ氾濫ノ理論ノ章ニ於テ述ヘタル如ク多クノ場合ニ於テ氾濫率ニ基キ單位時ニ水面ノ上昇スル割合ハ以前ト異ナルコトヲ忘ルヘカラス何トナレハ氾濫水深ノ異ナルニ從ヒ氾濫貯水量ニ對スル河岸ノ水深對容積能力カ以前ト相均シカラサル可キカ故ナリ

第七節 河道外流量ニ適用シ得ヘキ粗率 N ノ算定

河川流量ヲ算定スヘキ有名ナルがんぎれ一及くった一兩氏ノ公式ハ斷面平等ニシテ流路正シキ場所ニ能ク適合シ雜草笹類等繁茂シ且ツ凹凸ナル地上ヲ流過スル溢水ノ如キ不規則ナル流水算定ニハ無論適用シ難シ然レトモ面積五百方哩ヲ浸水シ一時的湖水ヲ形成セル溢水ハ平坦廣潤ナル原野ヲ緩流シ河流ノ一般方向ニ直角ナル各橫斷面ハ寧ロ比較的均等ナルカ故ニ著者ハ河道外流量ニ關シ或法則ヲ定メ少クモ石狩川ニ適用シ得ヘキ此種ノ問題上ニ曙光ヲ與ヘンコトニ努力セリ

著者ハ三哩毎ニ河道ノ一般方向ニ對シ直角ニ浸水區域ヲ通シ橫斷面ヲ實測シ且氾濫量計算ノ目的ニテ數多ノ假設的流量水標ヲ設置セシメタリ而シテ河道外流量ニ關スル問題ヲ調査セシメ該橫斷線中河岸ヨリ山麓マテ左右約三哩ヲ存セル對雁線霽筋十一里十四町四十二間ヲ選ヒ同斷面上ヲ流過セル流量及水位ハ實測及算定ニヨリ水面勾配ハ一般方向ニ沿ヒ觀測シタル落差ヲ知ル

カ故ニ此等ノ材料ヲ基トシ $V = C \sqrt{R/I}$ 中流速係數 C ヲ算出シ又試ミニがんぎれーくたー氏公
式 中粗率 N ヲ算定シ左表ニ上シ

流量	41,203 ^{±R}	37,647 ^{±R}	31,281 ^{±R}	7,111 ^{±R}
断面積	114,855 ^{±R}	112,656 ^{±R}	108,461 ^{±R}	86,857 ^{±R}
断面積 / 流量 = 平均流速	0.36	0.33	0.29	0.08
水位	25.64	25.52	25.29	24.05
横断面ノ幅	18,357 ^R	18,309 ^R	18,201 ^R	16,869 ^R
平均水深	6.257	6.153	5.959	5.149
水面勾配	1:4,925	1:4,853	1:5,348	1:5,670
C ナル流速係數	10.1	9.28	8.75	2.72
N ナル粗率	234	256	2	825

上表ヲ精査スルニ水位最モ低ク流量亦微小ナルモノヲ除キ N ナル粗率ハ平均〇・二五三ニシテ斷
面平等ナル河道内ノ流路正シキ個處ニ於ケル粗率 N ノ數値ニ比シ十倍大ナルコトヲ見出セリ
上記 N ノ値ハ必シモ他ノ場合ニ適合シ得ルコトヲ期シ難キハ勿論ナリ

第三章 増水中ノ流量對減水中ノ流量

第一 一般ノ豫想 水位カ上昇中ナルカ若クハ下降中ナルカニ從ヒテ同一断面ニ於ケル水面ノ
同一水位ニ對スル流量ニ差異アルコトハ一般ニ人ノ知ル所ナリ然レトモ此ノ差異タルヤ一般ニ
人工ヲ加ヘサル河川ニアリテハ僅少ノ範圍ニ止マルモノナリ如何トナレハ斯ル河川ノ洪水ハ一
般ニ堤防ヲ超エテ廣漠タル平原上ニ氾濫シ天然的ニ出水ヲ調節セラル、カ故ニ水位ノ變化即チ
増水及減水ノ度甚タ遲緩ナルヲ常トスレハナリ從テ水位ノ増減狀態ハ世人ノ一般ニ豫想スル如

ク斯ル河川ニ於ケル流出量等ノ計算ニハ至大ノ關係ヲ有セサルモノトス而シテ其ノ差違ノ範圍ハ之ニ關スル左記ノ實測ニ基ク吾人ノ研究ニヨリ明カナリ

第二 實測 石狩川ニ對シ前述ノ影響範圍ヲ確認スルタメ千九百四年(明治三十七年)及千九百七年(同四十年)ニ月形及對雁ノ兩觀測所ニ於テ實測ヲ行ヒタル結果ニヨレハ増水中ノ流量ヲ百ばいせんとトスレハ減水中ノ流量ハ平均月形ニテハ九四七四對雁ニテハ九五ばいせんとトナレリ斯ノ如ク其差異ハ比較的ニ小ナルヲ以テ假リニ之ヲ不問ニ附スルモ一般ニ考ヘラル、如ク著大ナル範圍ノ誤差ニ陥ルコトナカルヘシ

吾人ノ測定シタル水位及其レニ相當スル流量ハ第三及第四圖版ノ如シ實際觀測セル中間水位ニ相當スル流量ニシテ實測ヲ缺クモノハ挿入法ニヨリテ記入セリ而シテ比較ノ結果ハ之ヲ概括シテ簡單ナル表トシ前述ノ圖中ニ掲載セリ

第四章 結水季ノ流量

少クモ原始的河川ニ於テハ結水季ノ流量ハ無水季ニ於ケル如ク必シモ水位ノ昇降ト一定ノ關係ヲ有セサルモノ、如シ著者ハ斯カル假定ノ正確ナルコトヲ確認センタメ故ラニ千九百八年(明治四十一年)二、三月及千九百九年(四十二年)一、二、三月ニ涉リ坂本技手ヲシテ石狩川ニ就キ一横断面内ニ於テ適當ノ間隔毎ニ結水ヲ通シ穴ヲ穿チ水下ノ水中ニかれんとめ一タ一ヲ挿入シ流量觀測ヲ行ハシメタリシカ結水ニ穴ヲ穿ツヤ多クノ場合ニハ流水カ直ニ新設ノ穴ヨリ結水ノ表面迄溢出シテ其水面ノ停止スルヲ常トスルコトヲ發見セリ斯ク流水断面ハ其同シ横断面中ニ於ケル各點同一ナラサル厚サノ水ニヨリ縮少セラル、モノニシテ且又結水ノタメニ流水断面ノ一部ハ第五圖版第一圖ニ示ス如ク氷雪及底氷ニ依リ閉塞セラル、コト往々アリ即チ第一圖ハ明治四十二年ノ冬期ニ於テ測定シタル同川深川水測所ノ横断面ヲ示シタルモノナリ

尙ホ河流結氷狀態ノ不規則ナルコトハ明治四十一年及四十二年ニ於ケル同川對雁水測所ノ橫斷面第二圖及第三圖ニヨリ一層明カニ了解スルコトヲ得ヘシ第三圖ハ明治四十二年ノ冬期流量觀測個處及上下流各四百尺ヲ隔リタル個處ノ橫斷ヲ示シタルモノニシテ是等ノ橫斷面ヲ比較研究スルニ結氷時ノ水位ト流量トノ間ニハ平時ノ水位ト流量トノ如キ何等ノ關係ヲ存セサルモノ、如シ

明治四十一年一月ヨリ四十二年三月ニ亘リテ同技手ノ實測セル三十五回ノ流量觀測ノ結果ニヨレハ一垂直面ニ於ケル平均流速ト中深流速トノ比ハ七九乃至九三ば一せんとニシテ平均八四ば一せんとニ當リ而シテ同川對雁水測所ニテハ其比ハ八五乃至八七ば一せんとニシテ平均八六ば一せんとニ當レリ尙ホ該流量觀測ニヨレハ結氷時ノ流量ハ同一水位ニ對スル平時ノ流量ヨリ少キヲ常トシ四十二年ニハ其比二一乃至五三ば一せんとニシテ四十二年ニハ一二乃至六一ば一せんとヲ示シ而シテ對雁水測所ニ於ケル前述ノ比ハ四十一年ニハ五三ば一せんと四十二年ニハ六一ば一せんとニシテ各年同一ナラス第一表ハ以上ノ事實ヲ表示スル外石狩川及同支流ニ於ケル十有餘個處ニ對スル同様ノ事實ヲ示スモノナリ

以上調査ノ結果結氷期間ニ於ケル水位ト流量トノ間ニハ數理上確タル一定ノ關係ヲ有セサルモノ、如シ此ノ故ニ結氷時ニ於ケル水位觀測ハ平時ニ於ケル如ク左程必要ナラサルコトヲ結論シ得可シ然レトモ結氷時ノ水位ニ對スル平時ノ流量ハ即チ該水位ニ對スル結氷時ノ流量ニ對シ其最大限度ヲ示スモノニシテ且ツ結氷時ノ水位ヲ觀測スルコトニ依リ冬季流量ニ劇變ノ起リタルコトヲ知り得可シ故ニ結氷時ノ水位ハ流量計算上正確ナル基礎ヲ與ヘサルモノナルニ拘ハラズ全期間ヲ通シ之ヲ行フヲ要シ流量測定ハ日々之ヲ行フ必要ナキモ十日位ニ一回宛實測シ他ハ日々ノ水位及氣象觀測ニヨリテ其中間ヲ想定補足シ得可シ

冬期間ノ稍完全ナル流量表ヲ作ルニハ先以テ日時ヲ横線ニ實測流量ヲ縦線ニ記入シ其他水位氣温及同水位ニ對スル無水季ノ流量ヲ縦線ニ記入シ置クヲ要ス上記ノ如ク時々實測シタル流量ヲ參圖上ニ點々配布記入シタルトキハ其中間ノ流量ハ日々觀測シタル水位氣温及解氷時ノ流量ヲ參酌シ略ホ之ヲ定ムルコトヲ得ルカ故ニ之ヲ圖上ニ追加挿入シテ連結スルトキハ稍正確ナル流量表ヲ作製シ得ヘシ而シテ其正確ノ程度ハ流量測定ノ回數及氣象ノ變化如何ニ因ルモノナリ

第五章 結氷下ノ河流ニ對スル粗率係數

著者ハくったー氏ノ公式中ノ粗率係數ノ値カ結氷下ノ河流ニ於テモ猶或ル一定ノ法則ニ從ツテ變化スルヤ否ヤヲ探究セントシ坂本技手ノ實測ニ係ル結氷時ノ流量實際ニ於テ流量ヲ有スル斷面積及之ニ屬スル各種氷雪ノ斷面積及ヒ實測個所ニ於ケル同時水面勾配ニ基キ次ノ如キニ様ノ計算ヲ試ミタリ

一 くったー氏ノ公式中ノ全潤邊 P ニハ兩岸及河底ノ長サノミナラス表面結氷ノ長サヲモ包含スルモノトシ又同公式中ノ A ニ對シテハ實際ニ流速ヲ有スル斷面積ヲ應用スルモノト假定シ前述ノ實測ヨリ得タル値ヲ同公式中ニ挿入計算シタルニ其粗率係數ハ對雁ニテハ〇〇二六瀧川ニテハ〇〇二二トナレリ但シ該所ニ於ケル實際ノ結果平時ノ開流ニ對スルハ〇〇二五ナルコトヲ知悉シ又懸案ノ位置ニアル流路ハ稍正シキ斷面ヲ有シ且ツ殆ト直流ノ状態ニアルモノトス

二 次ニ P ヲ兩岸及河底ノ長サノ和ノミニ止メ別ニ結氷ノ長サヲ加算セサルトキハ〇〇二五ノ値ハ

對雁ニテハ〇〇四五瀧川ニテハ〇〇三六トナレリ(第六圖版參照)

紐育市水道局市區水道部ノおけるたーいーすびーや氏ハ著者ニ對スル質問書中ニ紐育市ノ北部ニアルめさせな運河ニ於テくったー氏ノ公式中ノ〇〇二五ノ値ハ平時ノ開流ニ對シ〇〇二五ニシテ結

氷ノ下層ハ兩岸及河底ヨリモ一層平滑ナルカ如ク考ヘラル、モノナルニヨリルノ値ハ〇〇二五ヨリ小ナル可シトノ氏ノ豫期ニ反シ結氷時ノルノ値ハ實測ノ結果ノ平均ニヨレハ〇〇三二トナレリト云ヘリすびーや氏ノ調査ノ結果ハ氏ノ調製ニ係ル下ノ第二表ニ示スカ如シ

結 論

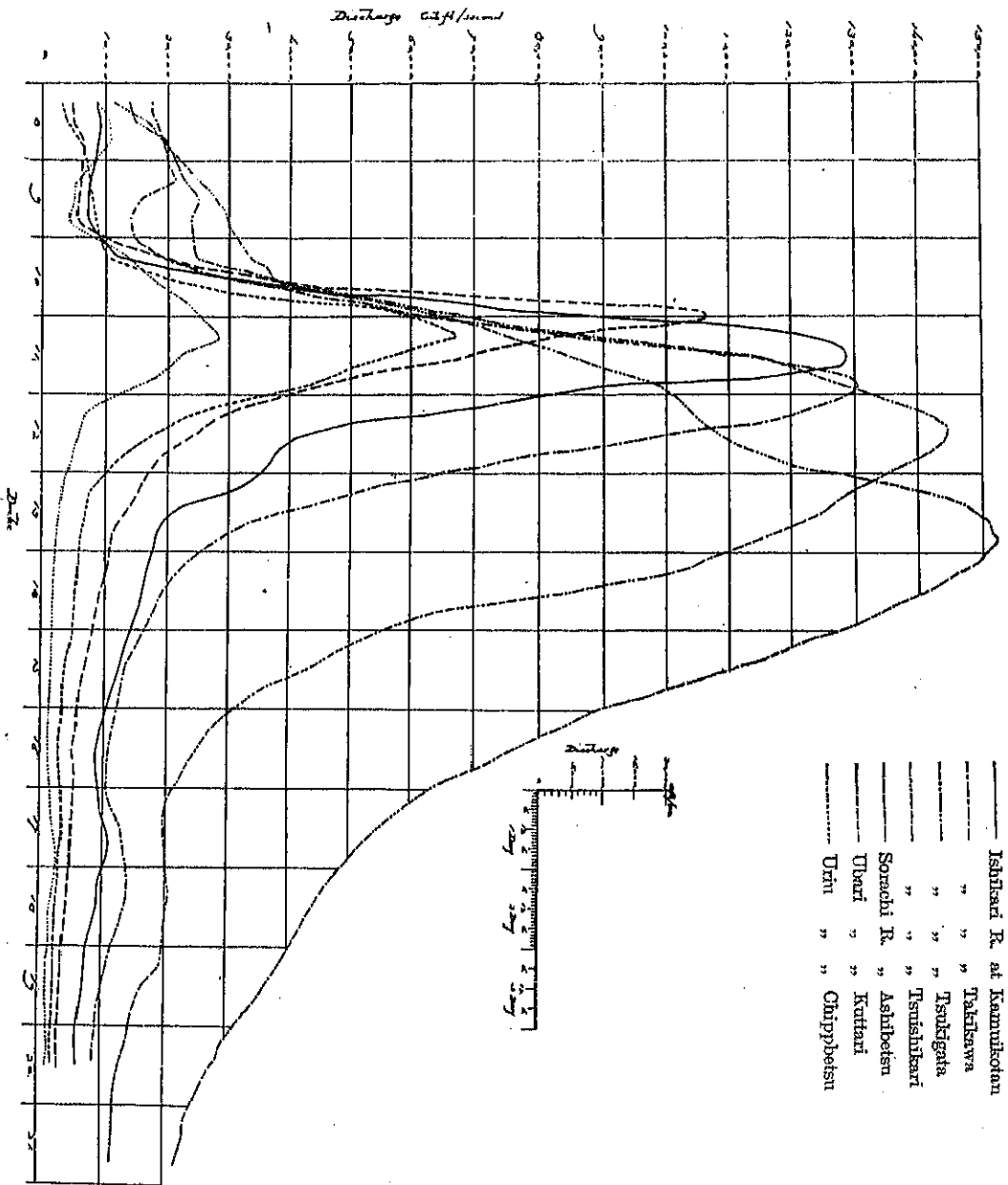
前述ニヨリ次ノ如ク結論シ得可シ

一 河川ノ流路ノ状態ハ各種ノ氷雪ノ影響ニヨリ不規則トナルモノニシテ結氷時ノ實測ノ結果ヨリ決定シタル粗率係數 n ノ値ハ假令平時ニハくったー氏ノ公式カ能ク適應シルノ値カ一定セルカ如キ規則正シキ區域ト雖極メテ不規則ナル數ヲ示スモノナリ

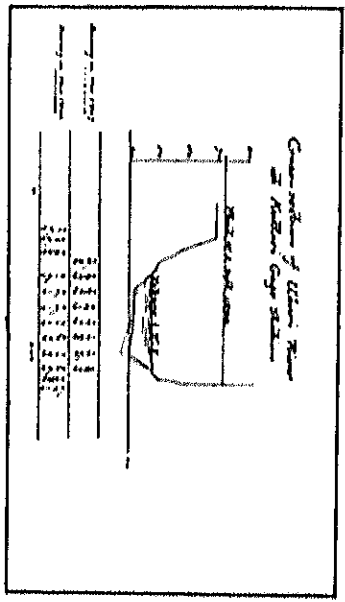
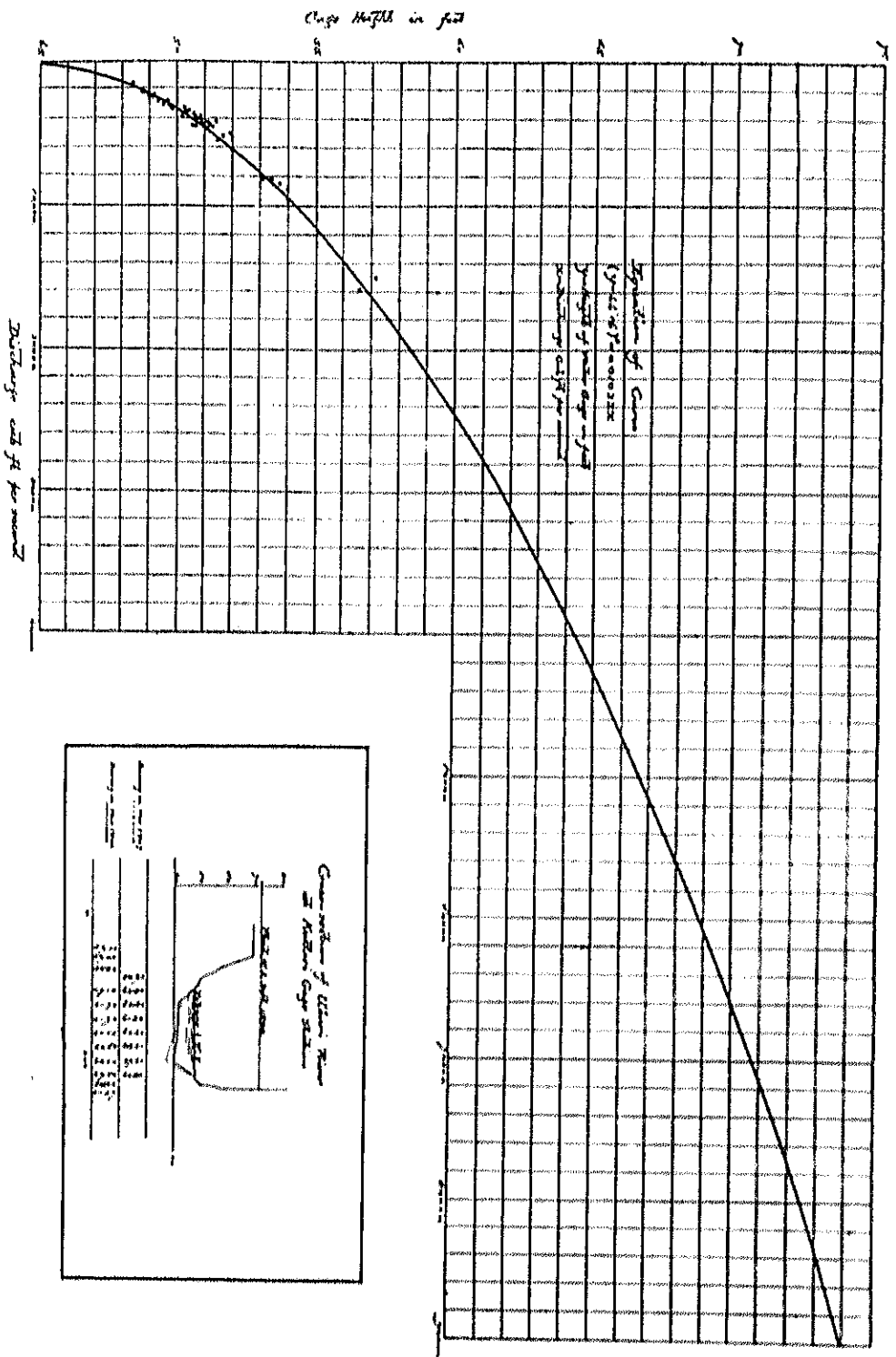
二 結氷時ノ粗率係數 n ノ値ハ結氷ノ裏面カ一見平滑ナルヲ以テ其周邊カ全部土砂ヨリナル場合ノ値ヨリモ小ナル如ク一般ニ豫期セラル、ニモ拘ハラス豫期ニ反シ却ツテ土砂ノ場合ニ於ケル粗率係數ノ値タル〇〇二五ヨリモ往々大ナルコトアリ此ハ恐ラク結氷ノ裏面カ期待スル如ク平滑ナラスシテ寧ロ不規則ナル形狀ヲ呈スルコト及偶河流内ノ底氷及ふらじるノ停滯スルコトニヨリテ流路ヲ不規則ナラシムルニヨルナル可シ但シルノ値ハ結氷状態カ左迄不規則ナラサルトキハ〇〇二五ニ均シキカ或ハ〇〇二五ヨリ小ナル値ニ減スルコトアリ

三 天然的ニ彎曲セル流路ヲ有スル河川ハ矯正セラレタル河川又ハ正シキ流路及断面ヲ有スル運河ヨリモ結氷状態ニ於テ一層甚シク不規則ナルコトアルカ如シ(完)

Discharge Diagram in Case of Flood, July, 1904.



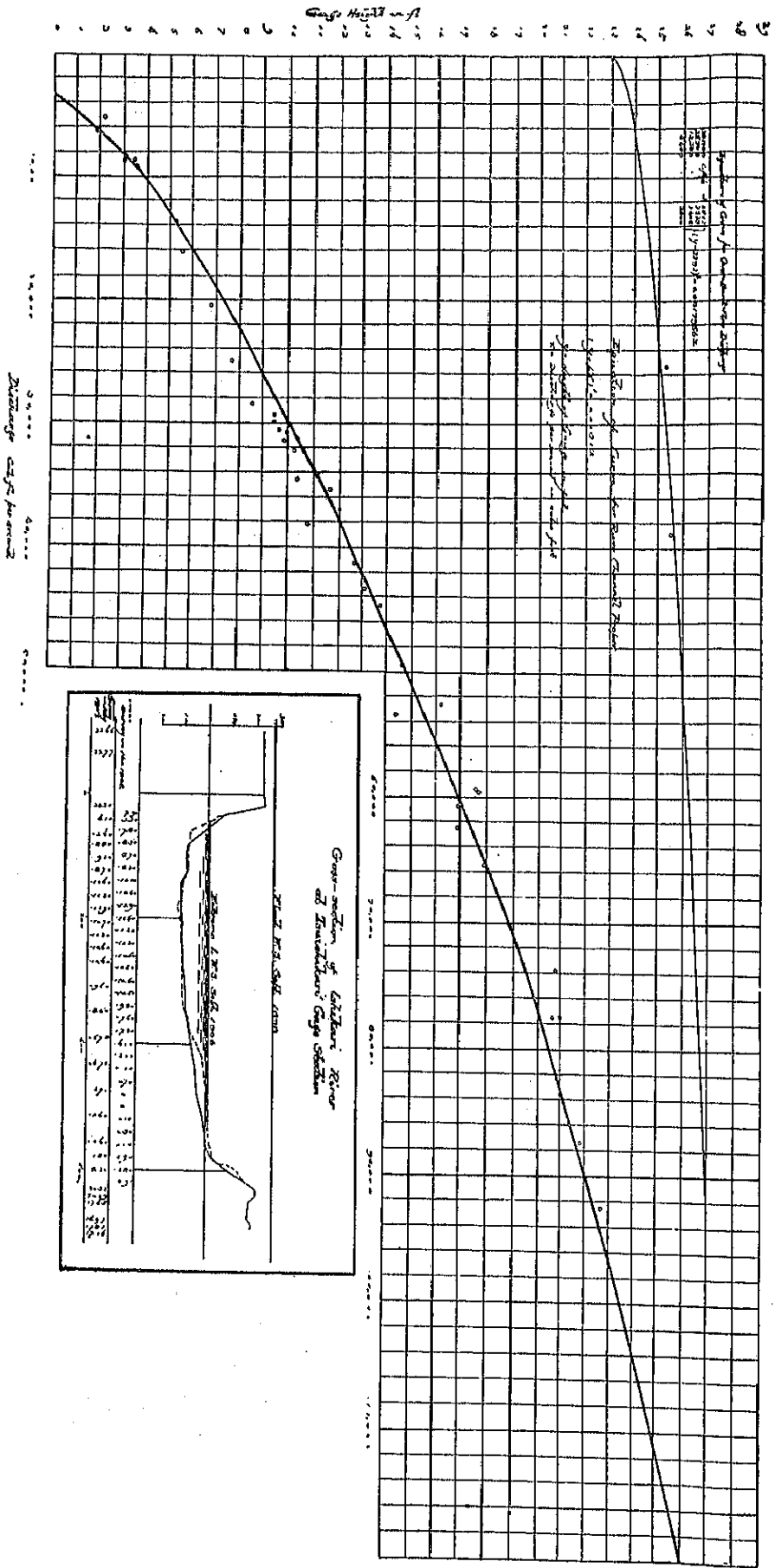
Discharge Rating Diagram of Ishikari River
at Kamnikotan.



Stage Height in feet	Discharge in ft. per second	Stage Height in feet	Discharge in ft. per second
10	1000	30	6000
12	1500	32	6500
14	2000	34	7000
16	2500	36	7500
18	3000	38	8000
20	3500	40	8500
22	4000	42	9000
24	4500		
26	5000		
28	5500		
30	6000		
32	6500		
34	7000		
36	7500		
38	8000		
40	8500		
42	9000		

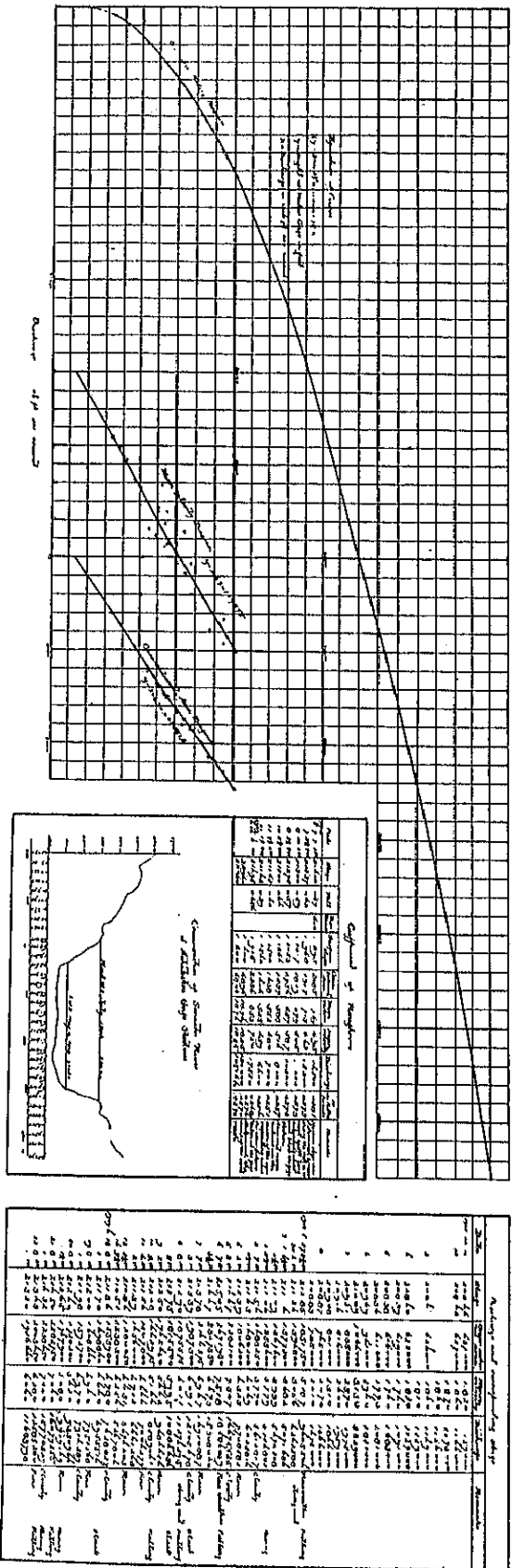
二ノ圖五第

Discharge Rating Diagram of Ishikari River
at Tsuishikari.



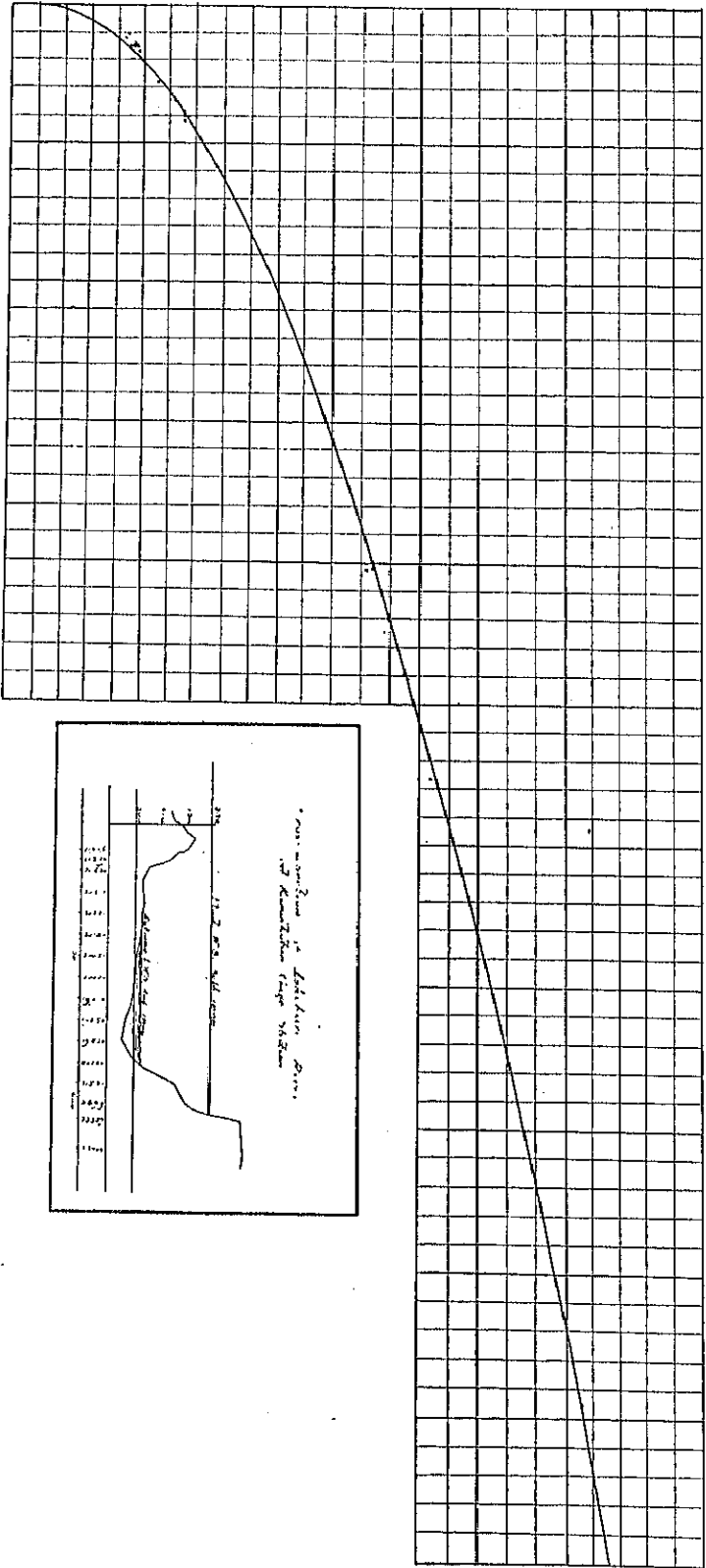
三ノ圖・五第

Discharge Rating Diagram of Sorachi River
at Ashibetsu.

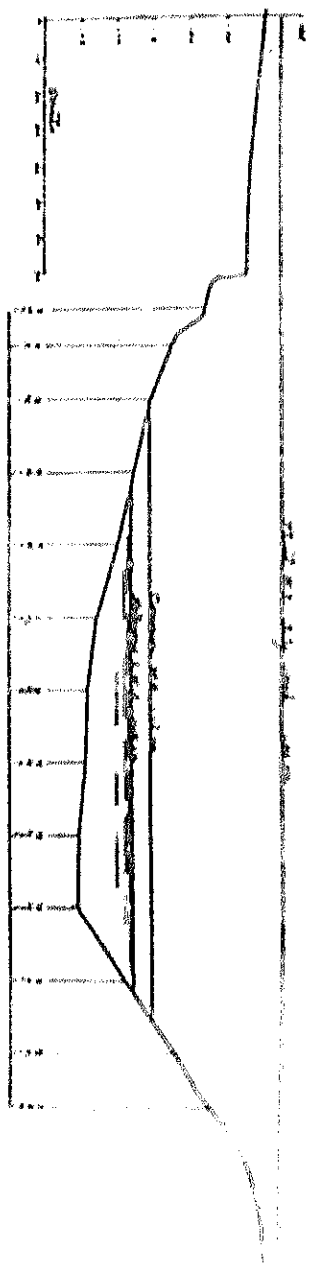


四ノ圖五第

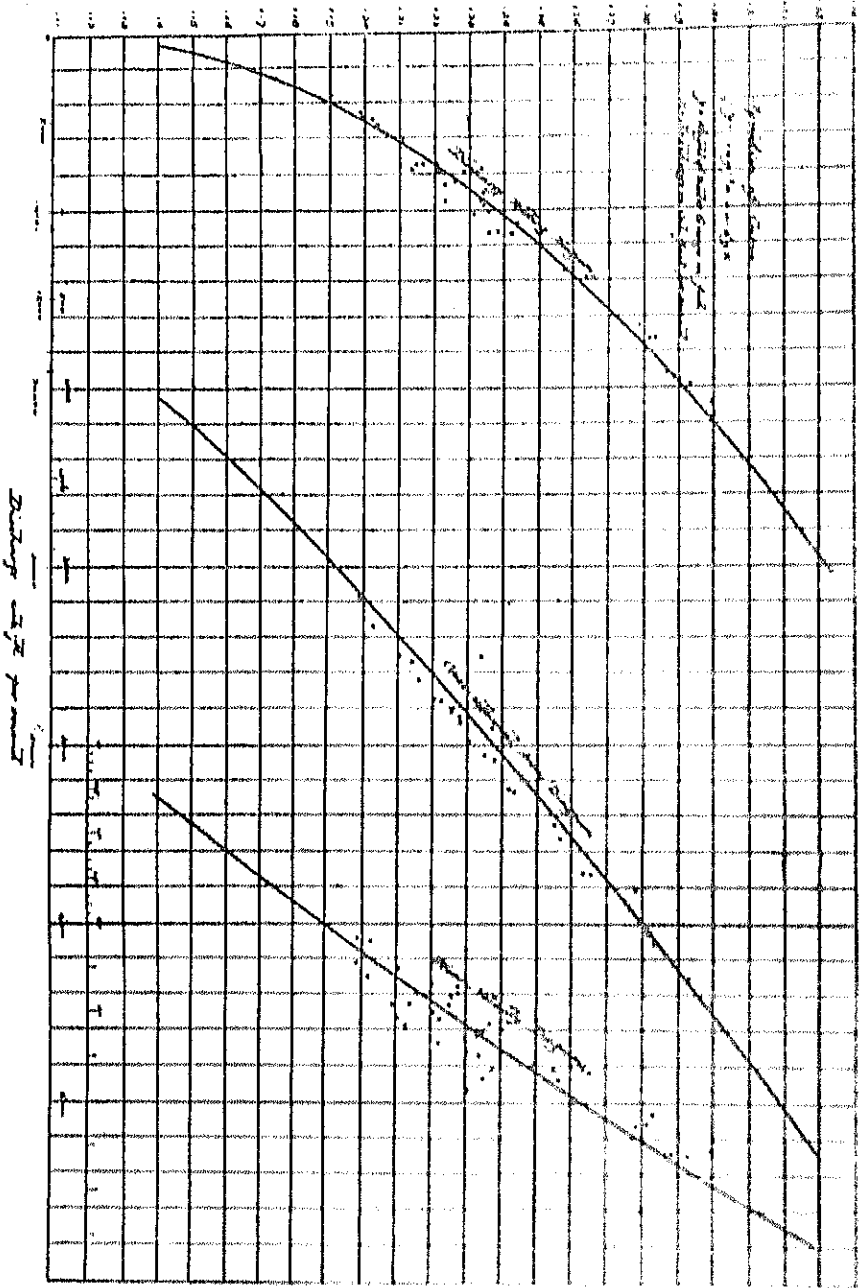
Discharge Rating Diagram for Ūbari River
at Kuttari.



No. 1000
**Discharge Rating Diagram of the River
 at Kofuji.**



Gage Height in ft



Discharge (cfs)	Gage Height (ft)	Notes
100	1.5	
200	2.5	
300	3.5	
400	4.5	
500	5.5	
600	6.5	
700	7.5	
800	8.5	
900	9.5	
1000	10.5	
1100	11.5	
1200	12.5	
1300	13.5	
1400	14.5	
1500	15.5	
1600	16.5	
1700	17.5	
1800	18.5	
1900	19.5	
2000	20.5	
2100	21.5	
2200	22.5	
2300	23.5	
2400	24.5	
2500	25.5	
2600	26.5	
2700	27.5	
2800	28.5	
2900	29.5	
3000	30.5	
3100	31.5	
3200	32.5	
3300	33.5	
3400	34.5	
3500	35.5	
3600	36.5	
3700	37.5	
3800	38.5	
3900	39.5	
4000	40.5	
4100	41.5	
4200	42.5	
4300	43.5	
4400	44.5	
4500	45.5	
4600	46.5	
4700	47.5	
4800	48.5	
4900	49.5	
5000	50.5	
5100	51.5	
5200	52.5	
5300	53.5	
5400	54.5	
5500	55.5	
5600	56.5	
5700	57.5	
5800	58.5	
5900	59.5	
6000	60.5	
6100	61.5	
6200	62.5	
6300	63.5	
6400	64.5	
6500	65.5	
6600	66.5	
6700	67.5	
6800	68.5	
6900	69.5	
7000	70.5	
7100	71.5	
7200	72.5	
7300	73.5	
7400	74.5	
7500	75.5	
7600	76.5	
7700	77.5	
7800	78.5	
7900	79.5	
8000	80.5	
8100	81.5	
8200	82.5	
8300	83.5	
8400	84.5	
8500	85.5	
8600	86.5	
8700	87.5	
8800	88.5	
8900	89.5	
9000	90.5	
9100	91.5	
9200	92.5	
9300	93.5	
9400	94.5	
9500	95.5	
9600	96.5	
9700	97.5	
9800	98.5	
9900	99.5	
10000	100.5	

圖 六 第
The Equivalent Area Method.

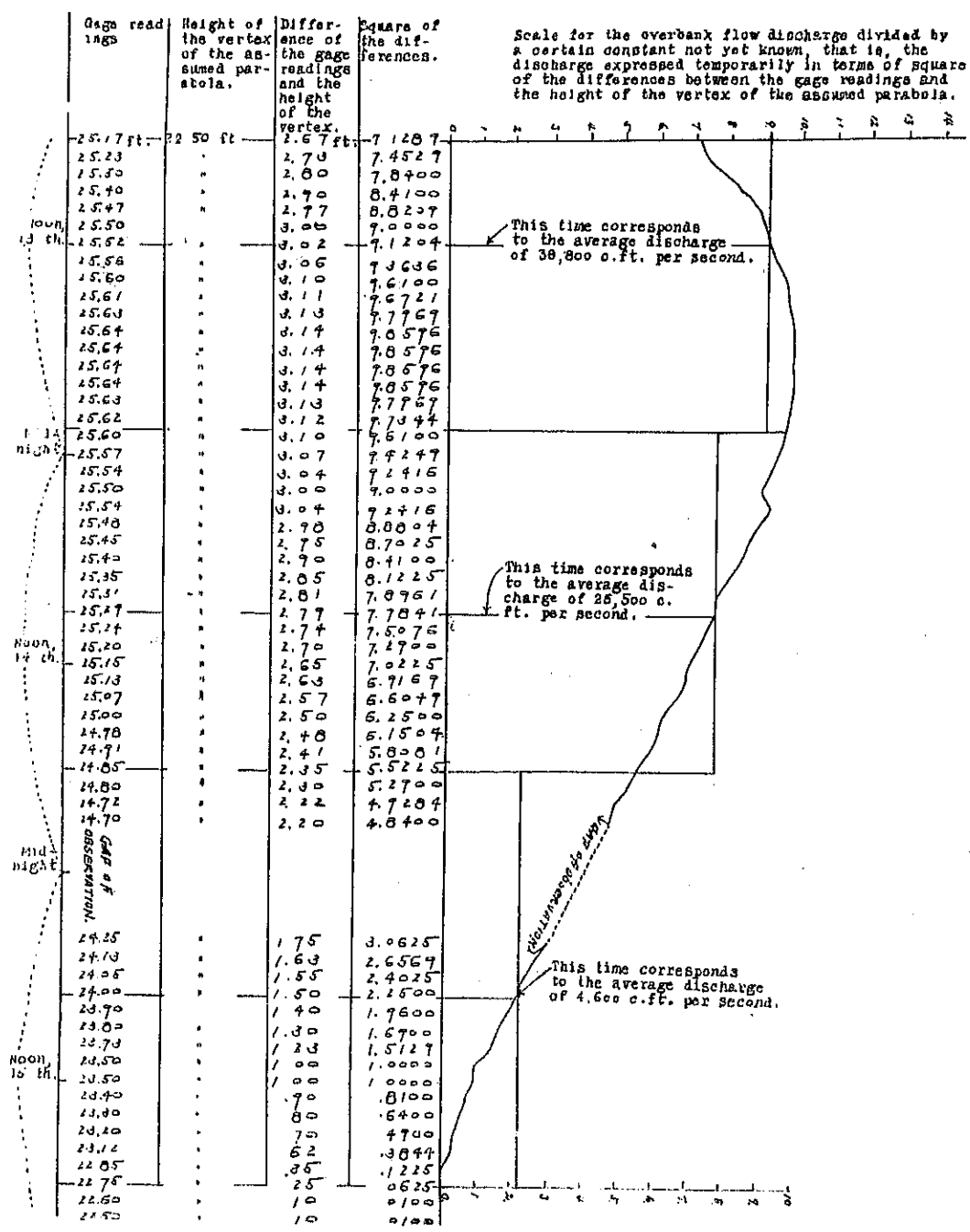


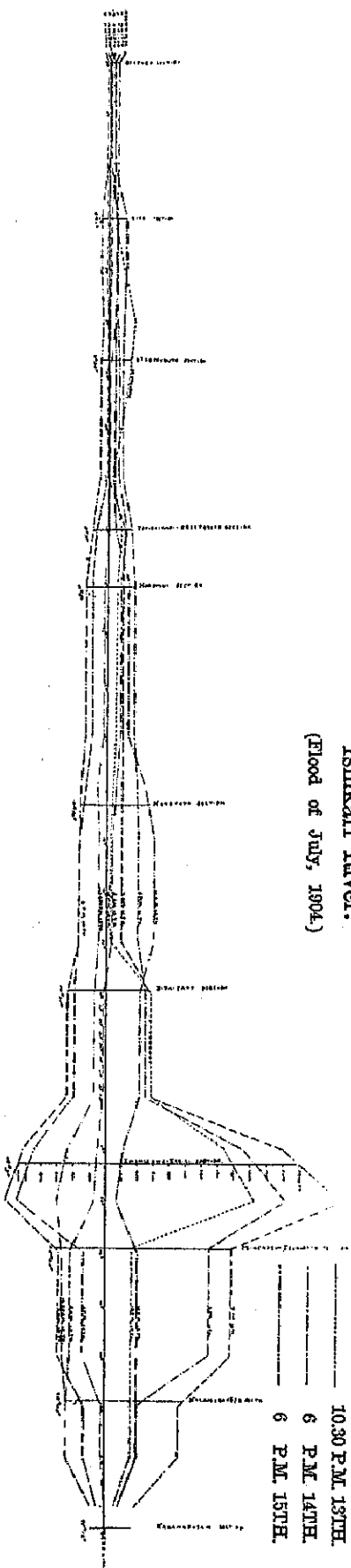
圖 九 第

Over-Bank-Flow-Reserved Capacity Diagram

for

Ishikari River.

(Flood of July, 1904)



Conventional signs

12 P.M. 10TH.

7 A.M. 11TH.

6 P.M. 11TH.

10 A.M. 12TH.

6 A.M. 13TH.

10:30 P.M. 13TH.

6 P.M. 14TH.

6 P.M. 15TH.