

河川改修計劃上の

計劃河幅 設定에 關하여

On the determination of the proposed width in river improvement works

延世大理工大學教授 李 元 煥

차 례

- | | |
|---|---|
| <p>I. 序 言</p> <p>II. 本 論</p> <p>1) 河川改修計劃概要</p> <p> a. 在來式 方法</p> <p> b. 現 今</p> <p>2) 計劃洪水量과 計劃河幅</p> <p>3) 安定河道의 形成</p> <p> a. 水文學的 問題</p> <p> b. 水流問題</p> <p> c. 河道問題</p> <p>4) 國內河川水系別 基本資料 및 分析結果</p> | <p>a. 對象河川水系 概要</p> <p>b. 相關係數</p> <p>c. 서울市管內 漢江水系各支川相關係數 一覽</p> <p>d. 河川水系別 比較檢討</p> <p>5) 外國河川(一部)에 對한 實例</p> <p> a. 日本河川</p> <p> b. 印度河川 및 Pakistan 河川</p> <p>III. 結 言</p> <p>IV. 參考文獻 및 附圖</p> |
|---|---|

On the determination of the proposed width in river improvement works

By Lee, Won Hwan

Synopsis :

The determination of the proposed width in river improvements must be discussed cautiously, since it has the influence on the stability of river bed and the social desire.

This paper covered the survey and the correlation of data (proposed flood discharges, widths, hydraulic and hydrological data, etc.) based on the improved rivers;

i) Han river basin (from mouth to KO-AN)

ii) Nakdong river basin (from mouth to the jointed site of main and Nam Kang branch river)

iii) Keum river basin (main and branch rivers)

iv) Branches of Han river in Seoul.

I. 序 言

人類文明의 發祥地가 河川沿邊으로 부터 胎動하였을
은 오랜 期間의 人類歷史가 立證하고 있는 바이다. 이
와 같은 事實은 人類生活이 물과 至極히 密接한 不可
分의 關係를 가지고 있다는 證據이며 人類의 欲求는
當初 人口가 稀少하였을 무렵에는 個體維持 또는 小集
團의 生活營爲에 支障이 없을 程度로 自然河川을 利用

하였을 것이나 人口의 激增과 人間의 頭腦가 發達되어
감에 따라서 自然狀態의 河川을 그대로 利用할 程度에
그치지 않고 社會的 欲求에 充足되게끔 오히려 自然狀
態의 河川을 征服하여 使用收益코저 努力하기에 이르
렀다.

그것은 곧 河川水量의 一部를 人工的 導水路等으로
他處로 引水하여 灌溉용수 또는 上水道用水等으로 利
用한 뿐만아니라 發電用水 工業用水等, 實로 利水의인
面에서의 河水開發이 이루어져 가다가 하면 反面에 洪

水期の河水는 人類의 利水の 欲求等은 아랑곳 없다는 뜻이 無慈悲하게도 河道의 氾濫等으로 農耕地의 浸沒과 人畜財貨의 掠奪을 頻行하기에 이르자 人間은 여기에 또한 利水の 欲求面과 併行된 洪水防禦을 爲한 研究와 對策樹立을 講究하지 않으면 안되게 된 것이다.

이와 같이 自然의 河川流路를 우리들 人間社會生活에 보탬이 되게끔, 또한 그 被害를 當하지 않게끔 人爲的으로 改良하여 가는 것이 곧 河川의 改修라고 부르고 있는 것이다. 實로 自然流路인 河川은 其 規模나 性質, 存在價値만이 아니고 所屬社會의 開發度 및 人間의 河川開發意欲度等에 따라 결코 同一한 것이 아니며 더우기 河川이란 時時刻刻으로 變遷을 일으키는 變因인 降雨, 河水 및 流路構成 土砂와 의 사이에 至極히 變形하기 쉬운 動的인 存在라는 것을 생각할 때 河川을 人間社會生活의 欲求에 充足되도록 改修維持한다는 問題는 實로 어렵고도 重대한 課題가 아닐 수 없다. 더우기 오늘날과 같이 모든 産業基盤의 原動力이 될 水資源開發問題는 지난날의 地下資源開發欲求보다도 加一層 世界的으로 高潮되어 가고 있는 處地이며 우리나라와 같은 後進國의 立場으로서 經濟建設의 中樞的 役割을 擔當할 水資源開發問題가 가장 緊要하고도 期必로 解決하여야 할 國家的인 當面課題라는 것을 切感하고 그 一翼이 될 河川改修計劃上의 計劃河幅 設定에 관한 問題를 從來의 計劃洪水量 安全疏通 爲主의 水理學的 見地에서만이 아니라 보다 合理的이며 巨視的인 見地에서 水文學的 및 類統計學的인 見地에서 既往의 河川水系別 基本資料의 蒐集 및 分析 檢討를 하므로써 앞으로의 河川改修計劃, 나아가서는 水資源開發計劃에 보탬이 되지 않을까 생각하여 本 研究을 施行한 것이다.

II. 本 論

1) 河川改修計劃 概要

河川改修工事は 一般的으로 高水工事와 低水工事로 分類되며 이와같은 工事を 施行함에 앞서서 充分한 河川調査를 行하여 그 調査結果를 土臺로 各各의 社會的 欲求를 充足시키게끔 經濟的인 면서도 妥當한 工事が 遂行되도록 計劃하지 않으면 안된다.

이와 같은 計劃을 河川改修計劃이라고 부르며 河川工事의 基本이 되는 勿論이고 高水工事나 利水工事의 兩面을 綜合的으로 綜合檢討하여 計劃樹立에 臨하여야 할 것이다.

a. 在來式 方法

우리나라의 河川에 관한 改修工事は 過去日帝下에서

大部分 施行되었으며 當時의 河川改修計劃樹立의 動機가 自然狀態의 河川流路에 있어서 雨期の 洪水를 制御하며 計劃洪水量으로서 既往의 最大洪水量을 擇하고 이것을 迅速히 바다로 流出시키었으므로 河川 沿邊의 農耕地 및 都邑地等을 保護코저함에 있었던 것 같다. 勿論 河川改修計劃의 必要性이 國土의 保全과 産業의 開發을 爲하여 必要不可缺의 條件이거니와 當時의 우리나라의 實態는 日帝下에서의 被支配國의 立場에서 年年히 當面하는 大洪水로 河川沿邊의 家屋과 農土는 流失되고 民生問題가 極度로 憂慮되고 있는 處地에서 日本 爲政者들의 韓民族에 對한 思想平靜을 爲하여도 河川改修問題란 急先務가 아닐 수 없었던 것 같다. 그러나 其 當時에 있어서는 治水의 根本策으로서 治山事業을 爲主로 實施하여 水源地方에 巨額을 投資하였으나 亦是 그것만으로서 解決할 수 없었으므로 이와 併行하여 一定河道를 定하고 洪水를 이 河道中으로 가두어 바다로 流出시키게끔 河川改修의 原則을 樹立하게 되었다. 河川改修計劃에 必要한 水理量(計劃洪水量, 計劃洪水位, 計劃河幅 및 堤防高, 粗度係數等)의 設定에는 既設 流量測定地點 및 水位標地點에서의 極히 적은 觀測資料들로 作成한 流量曲線式等을 利用하였으며 더욱이 平水量以下の 資料로 作成된 流量曲線을 利用하여 流量曲線延長利用法을 適用한 結果와 實測水位標記錄과를 比較檢討하여 決定하였었다.

b. 現今에 있어서는?

在來式方法이 主로 1925年度(乙丑年)의 大洪水를 契機로 河川改修에 臨하였으며 其間 40~50年間に 河相(河川流, 域形狀, 流路形態 및 水理量等을 包含한 總稱)의 變化가 大端히 크게된 現今에 있어서는 在來式方法으로 河川改修計劃을 樹立할 當時의 改修計劃內容을 그대로 信憑하고 踏襲한다는 것이 現實的으로 不合理한 것이다. 더욱이 水文學的理論과 河川形態學的 研究理論이 活潑하게 進展되고 있는 오늘날에 있어서는 이와 같은 面도 綜合的으로 考慮한 새로운 河川改修計劃案이 樹立되어야 할 것은 自明한 일이라고 생각된다. 水文學的인 面에서는 在來式方法에 比하여 보다 많은 流量 또는 水位, 觀測地點의 增設과 水理量設定에 必要한 基本資料를 蒐集하여 河川改修計劃實施의 諸般事情에 符合되게끔 水文統計理論에 立脚한 確率水文量을 算定 適用토록 하여야 할 것이다.

河川形態學的見地에서 考察하면 從來에 그다지 慎重히 取扱하지 못하였던 河川流域으로부터의 또는 河川流路內에서의 流砂量으로 인한 洗堀 및 堆積問題를 調査分析하여 河道全般的인 平衡傾斜度가 이룩되도록 改修計劃을 樹立함으로써 河川改修工事의 目的한바를 河

道保全上 및 維持管理에 있어서 實効를 거두는 結果가 되리라고 생각된다. 또한 從來方式이 計劃洪水量의 安全疏通단을 위주로 한 것은 水理學的인 面에 對하여서만 考慮한 結果이고 前述한 바와 같이 오늘날에 있어서는 社會的欲求의 程度가 河川流域地點에 따라 輕重을 달리하게 되며 各河川別로 其 特殊性이 一律的이라고 할 수 없으므로 本稿에 있어서는 우리나라 河川의 既改修區間에 對한 資料를 基本資料로 蒐集하여 그것들에 對한 調查分析을 施行해 봄으로써 過去의 改修計劃의 實態를 把握하고 其間의 變化形態와 아울러 앞으로의 河川改修計劃에 보탬이 되는 點이 있을까하여 研究를 進行시켜본 것이다.

2) 計劃洪水量과 計劃河幅

計劃洪水量이란 高水工事計劃의 基本이 되는 流量으로서 이것에 따라서 工事의 規模도 決定되며 河川改修計劃中 가장 重要한 事項이라 하겠다. 一般的으로 計劃洪水量을 決定함에 있어서는 다음과 같은 두가지 경우로 나누어 생각할 수 있다.

1. 既往의 水文資料(水位, 流量 또는 降雨量等)를 蒐集하여 그것에서 얻을 수 있는 最大值를 取한다.

2. 既往의 水文資料를 蒐集하여 水文統計學的 處理로써 改修目的에 符合되는 超過確率量을 取한다. 이와 같은 方法들은 勿論 既往의 모든 洪水時에 對한 流量記錄들이 있을 경우에는 이것들에 依하여 決定되겠으나 이와 같이하여 얻은 洪水量인자라도 河川改修工事後에는 改修結果의 영향으로 그 效果를 期待하기는 어려운 것이며 實際로 또한 大洪水時의 實測記錄을 얻기 困難한 경우도 있겠고 하여 流量記錄이 充分히 많이 蒐集不可能한 경우에 있어서 實質的으로 多年間의 調查資料가 比較的 蒐集되기 容易한 降雨量資料를 利用하여 前記(2)項의 方法이 오늘날 많이 利用되고 있는 것이다.

또한 高水計劃方式도 크게 分類하면 河道整理方式과 洪水調節方式의 두가지로 나눌 수 있으며 河道整理方式은 洪水量을 可及의 河道內로 集水시켜 迅速히 바다로 流出시키고저하는 堤防築造에 依한 方式이며 洪水調節方式은 可及의 洪水를 천천히 流出시켜서 洪水繼續時間을 遲延시키더라도 下流部에서의 洪水量을 減少시키고저 洪水量의 一部를 河道內에 貯溜시키는 方式이다. 以上 高水計劃上의 計劃洪水量에 關하여 記述하였으나 利水計劃面에서 考察하면 洪水時 또는 豐水時의 河川流量의 一部를 어떠한 方法(貯水池 또는 dam形式等)으로던져 貯溜시켰다가 用水量不足時에 補充코저 하는 것인즉, 이것은 前述한 高水計劃에 있어서의 洪水調節方式과도 密接한 關係가 있는 것이므로 오늘날에 있어서

의 河川改修計劃이란 治水 및 利水面을 綜合考察한 이 론바 多目的式 綜合開發計劃을 樹立하지 않으면 안되게 이르는 것이다. 이와 같은 綜合開發計劃을 樹立함에 있어서도 우리가 必要로 하는 計劃水文學(渇水量 또는 極大洪水量等)은 異常的인 自然現象으로 發生되는 것인즉 資料의 缺乏 또는 不足으로 水文統計處理結果가 精度面에 있어 높지 못할 뿐더러 各河川 및 地域別로 相異할 것인즉 計劃面에 있어서 充分한 安全性이 保有되도록 할 것은 當然한 일이었다. 一般的으로 河川이란 流水自體만을 運送하는 것이 아니고 河川流路自體를 構成하고 있는 土砂도 끊임없이 下流로 流送시키고 있는 것이니 河床의 變動이란 完全히 抑制할 수 없는 것이며 河川改修計劃에 臨하여 가장 重要한 事項은 河道變形을 最小로 되게끔 하여야 할 것이다.

一般河川에 對하여 水理學的인 面에서 考察하여 보면 上流로부터 下流로 감에 따라서 河川傾斜도가 漸減되는 反面에 流域面積이 增大되어 流量과 流水斷面積이 增大되는 것이 普通이나 河川의 實態는 個個 河川이 모두 相異하며 重力場內에서 逆水面勾配(上流보다 下流水面이 높은)로서 河水가 流下할 수 없으므로 實際 河川의 改修區域別로 그 實態에 符合되게끔 計劃洪水量과 計劃河幅이 設定되게 마련이다. 다시 말하면 計劃河幅의 設定은 計劃洪水量만으로 決定되는 것이 아니고 그 河川의 河況에 따라서 水面傾斜度, 河道의 粗度係數, 流路灣曲의 程度, 水深 및 流砂量等에 關係가 되는 것이며 모든 河川에 適用되는 計劃河幅의 設定方法은 아직까지 期待하기 어려운 듯하다. 本稿에서는 우리나라 河川水系 가운데 漢江, 錦江 및 洛東江의 既改修區間에서도 記錄이 있는 範圍內에서 計劃洪水量과 計劃河幅 및 平均水深과 計劃河幅과의 相關性等을 우선 다루어 計劃河幅設定에 있어서의 參考로 하였다.

3) 安定河道의 形成

自然狀態의 河川을 縱斷面的으로 考察하면 上流地域은 傾斜도가 急하여 流速이 큰 關係로 河床도 轉石 또는 岩質等과 같은 堅固한 土質로 構成되어 流路의 變遷도 比較的 적으나 中流 및 下流地域은 流送土砂에 依한 堆積等으로 沖積地 또는 洪積地를 形成하여 出水時마다 河幅, 水深, 河床傾斜度 및 灣曲의 度가 變化되고 있으니 從來의 河川改修計劃에서 計劃洪水量을 安全流下시킴에 注力하던 것이 近來에 와서는 河道維持面도 결코 無視할 수 없게된 問題로써 河川改修問題는 곧 安定河道形成問題로 歸着된 것이다.

이와 같이 流水와 流砂問題를 綜合的으로 考察하여 河川全區間을 通하여 平衡傾斜도를 維持하게된 河道를 安定河道라고 부르고 있는 것이며 오늘 이와 같은 安

Summary of Regime Equations

Table 1

| 研究者 | 發表年 | 流速 V (ft/Sec) | 傾斜度 S | Silt factor | 流積 A (ft ²) | 潤邊 P(ft) | 水深 R(ft) | 河幅 B(ft) | 水深 D(ft) |
|-----------------|------|---|--|---|--|-----------------------|-------------------------------|---|---|
| Kennedy | 1895 | CD ^{1/2} or 0.84D ^{0.64} | | C = φ (d) | | | | | |
| Lindley | 1919 | 0.95D ^{0.57} or 0.57B ^{0.38} | | | | | | 3.80D ^{0.61} | 0.44B ^{0.42} |
| | 1929 | 1.17f ^{1/2} R ^{1/2} | f ^{3/2} 2587Q ^{1/3} | φ(d) and $\frac{0.75V^2}{R}$ | $\frac{3.8V^2}{f^2}$ | 2.67Q ^{1/2} | | | |
| | 1929 | $\frac{1.346R^{3/4} S^{1/2}}{6.12R^{2/3} S^{1/3}}$ | $\frac{f^{3/2}}{2614R^{1/2}}$ | $\left(\frac{Na}{0.0225}\right)^4$ | $\frac{4.0V^2}{f^2}$ | | | | |
| Lacey | 1934 | $\frac{1.155f^{1/2} R^{1/2}}{16.0R^{2/3} S^{1/2}}$ $\frac{0.79Q^{1/6} f^{1/3}}{Q^{0.1}}$ | $\frac{5.47 \times 10^{-4} f^{5/3}}{Q^{0.1}}$ | $f_{vr} = \frac{0.75V^2}{R}$ | $\frac{12.6Q^{7/6}}{f^{1/6}}$ | $\frac{8}{3} Q^{1/2}$ | $\frac{0.47Q^{1/3}}{f^{1/3}}$ | | |
| | 1939 | | $\frac{3.5 \times 10^{-4}}{R^{1/2}}$ | $f_r = \frac{Ka^{1/2}}{d^{1/2}} = \frac{1.76d^{1/2}}{g^{3/2}}$ $f_{oc} \text{ (v.g.)}$ | | | | | |
| | 1946 | 1.60(R ^{1/2} S) ^{4/3} | | $f_{sv} = 48S^{1/2} V^{1/2}$ | | | | | |
| Bose | 1936 | 1.12R ^{1/2} | $\frac{2.09 \times 10^{-3} Q^{0.26}}{Q^{0.21}}$ | | PR | 2.8Q ^{1/2} | 0.47Q ^{1/3} | | |
| Malhotra | 1939 | 18.18R ^{0.13} S ^{0.34} | | | | | | | |
| White | 1939 | $\frac{0.7w^{1/4} g^{2/5} R^{1/2}}{Q^{1/20}}$ | | $f_{vr} = \frac{0.37g^{4/5} w^{1/2}}{Q}$ | | | | | |
| Inglis | 1941 | 12.0(R ² S) ^{2/7} | $\frac{f_{m,1-3}}{2110Q^{0.145}}$ | | | | | | |
| | 1947 | $\frac{\alpha_3 g^{1/5} Q^{1/5} (Cw)^{1/2}}{7}$ | $\frac{\alpha_3 (Cw)^{1/2}}{\nu^{5/36} g^{1/18} Q^{1/6}}$ | $\frac{d(Cw)^{1/2}}{g^{1/18}}$ | $\frac{\alpha_2 \nu^{1/36} Q^{5/6}}{g^{1/18} (Cw)^{1/12}}$ | | | $\frac{\alpha_1 Q^{1/2} (Cw)^{1/4}}{g^{1/18} \nu^{2/18}}$ | $\frac{\alpha_4 \nu^{1/36} Q^{1/3} D^{1/4}}{g^{1/18} (Cw)^{1/3}}$ |
| Blench | 1939 | (F _b F _s Q) ^{1/6} | $\frac{F_b^5/F_s^{1/12}}{3.36(1+aC)g}$ $\times \frac{\nu^{1/14}}{Q^{1/11}}$ | $F_b = \frac{V^2}{D} \alpha d$ $F_s = \frac{B}{V^3} \alpha d$ | BD | | | $\left(\frac{F_b Q}{F_s}\right)^{1/2}$ | $\left(\frac{F_b Q}{F_s}\right)^{1/3}$ |
| | 1941 | | | | | | | | |
| | 1946 | | | | | | | | |
| | 1952 | | | | | | | | |
| | 1957 | | | | | | | | |

Notation ; a : 約 1/400 (實驗室에서의 均一粒徑砂에 對하여), 約 1/233 (自然河川の 河床砂에 對하여)

d : 粒徑(mm), 普通 50%粒徑의 使用

f_m, α₁, α₂, α₃, α₄, α₅ : 定數

g : 動의 加速度 = 32.2ft/sec²

w : 粒徑 d의 粒子의 沈降速度

c : Silt factor

f, f_{vr}, f_{sv} : Silt factor

F_s : side factor

Q : 流量(ft³/sec)

c : Silt factor

f, f_{vr}, f_{sv} : Silt factor

F_s : side factor

Q : 流量(ft³/sec)

定河道를 設計함에 있어서는 아래와 같은 두가지 方法이 利用되고 있는것 같다.

1. Regime theory

2. 流砂量 理論을 適用하는 方法

Regime theory는 流量과 河幅 또는 流量과 水深等の 關係가 安定河道에 있어서는 어느 一定한 關係가 있을 것으로 보고 實際 河川에서 이것에 關係되는 資料들을 蒐集하여 그 相關關係를 求하여 보자는 方法으로서 Kennedy, Lindley 및 Lacey氏等이 주로 印度나 Pakistan의 alluvial channel(沖積河川)에 對한 資料를 整理分析한 것이다. 이 方法은 그 地方 河床材料 特有의 silt factor를 使用하고 있으며 Simone 및 Albertson氏에 依하면 bed material load(掃流砂)가 적은 500ppm 以下の 移動床水路에서 適用할수 있으며 500ppm 以上の 掃流砂를 가진 Alluvial channel에서는 護岸設備를 必與로 한다고 提議하였다.

Regime theory에 關한 式을 總括한 것을 紹介하면 아래와 같다. (Table 1)

다음에 流砂量 理論을 適用하는 方法으로서는 河道 設計에 當하여 計劃洪水量의 安全流下를 期할 수 있는 河槽을 保有할것은 勿論이고 이와 同時에 河道의 安全維持面에서도 充分한 配慮를 하여야 할것이다. 河道의 安定狀態를 期하지 않고서는 計劃洪水量을 安全流下시킬수 있는 斷面計算에 全力을 傾注하였다 할것이나 이것은 完全한 改修計劃이라고 볼 수 없기 때문이다.

安全河道를 流砂面에서 考察하면 河床의 平衡狀態가 長期間 維持될 수 있다는 點을 말하는 것이며 流水에 依한 河床構成材料가 全히 移動하지 않아 沈淤나 堆積이 되지 않는 경우라면 河道는 靜的인 平衡狀態에 있다고 부르고 있으나 이와 같은 河道는 一般河川에는 稀少한 것이다. 一般의으로는 流水에 依하여 河床材料가 移動하게 되지만 沈淤 및 堆積의 變化가 極히 작게 일어나는 動的인 平衡狀態의 河道를 安定河道로 取扱하고 있는 것이다. 即, 動的인 平衡狀態에 있는 河道라 함은 어느 一定區間 떨어진 上下流 2個斷面에 있어서 上流斷面에서 流入하는 流砂量과 下流斷面을 通하여 그 區間으로 부터 流出하는 流砂量이 同等하여 河川의 어느 區間에서든지 이와 같은 關係가 成立되는 경우의 河道를 말하며 이와 같은 河道를 安定河道라고 부르고 있는 것이다.

a. 水文學的 問題

河川改修計劃에 있어서 水文學的 問題로서는 降雨로부터의 流出現象이 가장 主眼한 것으로 中小河川에서의 雨水流出量이던지 大河川에 對한 計劃洪水量을 決定함에 있어서 降雨解析問題는 過去부터 現今에 이

르기까지 重要한 研究問題의 하나로 되어있는 것이다.

모든 流出量公式이 降雨量의 函數로 되어 있으며 既往의 雨水流出量算定이나 計劃洪水量을 求함에 있어서는 그 地方 또는 隣接한 測候所에서 保存하고 있는 降雨量記錄中에서 最大値를 取하여 이로부터 既往의 最大値 採用法을 擇하였으나 前述한 바와 같이 河川改修計劃의 重要度流域의 形態 및 性質, 社會의 要求 그리고 經濟의 與件等에 따라서 採擇한 計劃降雨量이 相異하게 될 것인 즉 計劃降雨量으로서는 諸般與件에 適合한 確率降雨量을 擇하여야 할 것이다. 뿐만 아니라 洪水調節方式의 경우라면 降雨量 自體의 問題보다도 洪水期間에 따르는 Hydrograph의 解析의 重要한 役割을 하게 되는 것이다. 다음에 國內 몇개 地方에 對한 計劃降雨量으로서의 確率降雨量算定 結果는 現在計算中이므로 여기서는 收錄하지 않음.

b. 水流問題

河川改修計劃上의 水流問題로서는 高水位, 平水位 및 低水位等の 河水面의 標高만이 아니라 各 경우에 流量도 重要한 分析對象이 되고 더욱이 異常現象으로 惹起될 수 있는 最大洪水量 및 最小流量의 推定과 實測記錄의 分析問題가 至極히 重要한 課題가 되는 것이다. 또한 河川流路의 不規則性으로 보아 遊水池, 分流 및 合流, 有潮區間에서의 Tide의 繼續時間, 그程度等 實로 複雜한 事項이 많은 것이나 結局은 河川水流自體는 河道의 形상을 가장 크게 받게 되며 河道 또한 水流와 流送土砂에 支配되어 形成되는 點을 생각할때 問題는 漸漸 복잡하여져 간다. 그 중에서도 流路內의 粗度係數決定이던지 同時水位觀測資料等은 重要한 事項으로서 可及의 많은 實測資料를 蒐集한다는 것이 實로 큰 도움이 된다는 것을 알아야 한다. 이와 같은 實測資料等은 우리가 河川水流問題를 解決하여갈에 있어서 重要한 境界條件으로 認定할 수 있는 것이나 境界條件이 決定되면 一般 水理學的方法으로 解決하여 나갈 수가 있을 것이다.

c. 河道問題

河川改修問題는 要컨대 安定河道의 設計問題로 歸着된다함은 前述하였거니와 먼저 計劃洪水量의 安全流測을 위한 斷面設計를 開水路內의 不定流의 基本式等으로 解決하였다해도 流送土砂에 依한 河床變動을 豫測하지 못한 以上 安定河道가 될 수 없으며 이와 同時에 安定河道維持를 爲한 流砂問題를 綜合的으로 考察하여 計劃하지 않으면 안된다. 流砂問題에 있어서는 浮遊流砂와 掃流砂의 兩面으로 區分하여 取扱하여야 할 것이며 法線決定問題는 可及의 現在の 河川實態를 充分히 把握하여 改修後의 性質을 推定하여 無理한 捷水路式

방법은 삼가야 할 것이다. 要는 河川全區間을 通하여 掃流 및 浮遊土量의 調査와 水理量과의 關係를 充分히 把握하고 計劃에 臨하는것이 좋겠다. 參考로 日本河川에 對한 關係式 一部를 紹介하면 아래와 같다.

浮遊流砂量 : $q_s \alpha H_2 I \alpha Q^2 / H$,

$$Q_s = \int_0^B q_s q dB = \int_0^B \mu H^2 dB$$

但 μ 는 係數

掃流砂量 : $q_B = W \sqrt{g(HI)^{3/2}}$

$$Q_B = \int_0^b q_B dB = w \sqrt{g I^{3/2}} \int_0^b H^{3/2} dB$$

全流砂量 : $Q_T = Q_s + Q_B = W \sqrt{g I^{3/2}} \int_0^b H^{3/2} dB + \int_0^B \mu H^2 dB$

河幅이 큰 短形斷面에 對하여는 아래와 같다.

$$Q_T = W \sqrt{g B(HI)^{3/2}} + \eta B H^2 I$$

또한 河川의 一地點에서 流砂量을 測定할 경우는 B , η (粗度係數)을 一定하다요 하여 아래와 같이 表示한다.

$$Q_T = a Q_1^{0.9} + b Q^2 / H$$

- 但 a, b 는 比例係數 B : 河幅
- H : 水深 I : 水面傾斜度
- q_s, Q_s : 浮遊流砂量 Q_T : 全流砂量
- q_B, Q_B : 掃流砂量

小文字는 單位幅, 大文字는 全斷面에 對한 값. 一般의 浮遊流砂 또는 掃流砂의 어느것을 主된 流砂量으로 取扱할것이나에 따라서 아래와 같이 動的인 平衡狀態의 河道에서의 流砂量을 求하게 된다.

$$dQ_s/dx = 0, \text{ 또는 } dQ_B/dx = 0$$

또한 全流砂量 $Q_T = Q_s + Q_B$ 되도록 考慮할 必要가 있으며

$$dQ_T/dx = 0 \dots \dots \dots (a)$$

되고 넓은 短形斷面에서는

$$W \sqrt{g B(HI)^{3/2}} + \eta B H^2 I = \text{Const} = K$$

되는 條件式을 充足하게끔 斷面을 決定하면 된다.

具體的으로는

$$I = i - \frac{dH}{dx}$$

$$I = \frac{d}{dx} \left(\frac{V^2}{2g} \right) + \frac{n^2 V^2}{H^{4/3}}$$

$$Q = A \cdot V = BHV$$

의 3式과 (a)式을 連立으로 풀으면 된다고 提案하였다.

- 여기서 i : 河床傾斜度
- n : manning의 粗度係數
- V : 平均流速
- A : 流積

一般的으로는 流床傾斜度 i 는 地形 其他의 條件으로 알수 있는 값이다.

4) 國內河川水系別 基本資料 및 分析結果

a. 對象河川水系 概要

本稿에서 取扱한 河川水系는 漢江, 洛東江 및 錦江의 3個 河川水系中에서 既改修河川區域에 對한 것으로 資料를 蒐集할수 있는 範圍內에서 檢査整理하여 본 것이다. 따라서 앞으로의 새로운 改修實例라든가 또는 蒐集하지 못한 資料들이 있다는 點을 생각할때 完全한 調査研究는 앞으로의 繼續的인 研究에 期待할 수 밖에 없겠다. 漢江水系에 있어서 本流部는 高委地點에서 河口部까지 75.355Km, 그리고 支川으로서는 서울特別市管內 25個河川에 對한 資料를 收錄整理하였으며, 洛溪江水系는 南江合流點에서 洛東江 河口部까지 83Km 區間에 對한 內容이다.

그리고 錦江水系에 對하여는 錦江本流部 林川面 豆谷理부터 窺岩面 窺岩里까지 25.5Km區間과 支川 論山川의 15.6Km, 支川인 魯城川의 3.5Km區間 및 支川 美湖川의 32Km區間の 資料를 蒐集할 수 있었다.

以下 各河川水系別 水理量覽表는 分量關係로 記載함을 略하고 分析過程中的 相關係數에 對하여 記述한 다음 計算結果만을 紹介키로 한다.

b. 相關係數(correlation coefficient)

河川修計劃上的 計劃河幅設定을 爲하여 다음과 같은 水理量사이의 相關性的 成立與否를 檢討하여 보고자 한다.

1. 計劃洪水量과 計劃河幅(Q~B)
2. 平均水染과 計劃河幅(D~B)

以上の 各各의 경우에 있어서 各水理量 2個씩을 2次元座標系에 Plot하였을 때 2個의 水理量〔(Q~B) 또는 (D~B)〕사이의 相關性이 强하다면 모든 座標點은 大略 一直線에 놓이게 되며 Q와 B 또는 D와 B 사이에는 一次式的 關係가 있을 것이다. 먼저 이것들이 一次式的 關係가 있으리라고 보고

$$Q = k + mB \dots \dots \dots (a-1)$$

$$\text{또는 } D = \beta + \alpha B \dots \dots \dots (b-1)$$

로 表示하여 B의 分散이 最小가 되도록 m 또는 α 를 定하면 上式은 아래와 같이 쓸수 있다.

$$Q - \bar{Q} = \frac{\sum (B_i - \bar{B})(Q_i - \bar{Q})}{\sum (B_i - \bar{B})^2} (B - \bar{B}) \dots \dots (a-2)$$

$$\text{또는 } D - \bar{D} = \frac{\sum (B_i - \bar{B})(D_i - \bar{D})}{\sum (B_i - \bar{B})^2} (B - \bar{B}) \dots \dots (b-2)$$

但, \bar{Q} 또는 \bar{B} , \bar{D} 는 各水理量의 標本平均이며 Q , D 및 B 등은 各各 그것들의 分散을 考慮하지 않았을 경우의 量이다.

같은 方法으로 Q 또는 D의 分散이 最小가 되도록 m 또는 a를 決定하였다면 다음과 같이 쓸수가 있다.

$$B-\bar{B} = \frac{\sum (B_i - \bar{B})(Q_i - \bar{Q})}{\sum (Q_i - \bar{Q})^2} (Q_i - \bar{Q}) \dots \dots (a-3)$$

$$\text{또는 } B-\bar{B} = \frac{\sum (B_i - \bar{B})(D_i - \bar{D})}{\sum (D_i - \bar{D})^2} (D_i - \bar{D}) \dots \dots (b-3)$$

가령 B와 Q와의 相關性이 가장 강한 경우에는 (a-2) 및 (a-3)의 2個의 回歸直線은 一致할것이며 相關性이 없으면 이들 2個直線은 相互垂直에 가까워진다.

즉 相關性이 가장 강한 경우는 (a-2)式의 方向係數 tan Q₁과 (a-3)式의 方向係數의 逆數 cot Q₂와의 사이에는 tan O₁ · coto₂ = 1이며 相關性이 全無하면 tan O₁ · cotO₂ = 0이다. 이와 같은 相關係數 r는 아래와 같이 表示된다.

$$r_{B-Q} = \sqrt{\tan O_1 \cdot \cot O_2} \frac{\sum \{(B_i - \bar{B})(Q_i - \bar{Q})\}}{\sqrt{\sum (B_i - \bar{B})^2 \cdot \sum (Q_i - \bar{Q})^2}}$$

또는

$$r_{B-D} = \frac{\sum \{(B_i - \bar{B})(D_i - \bar{D})\}}{\sqrt{\sum (B_i - \bar{B})^2 \cdot \sum (D_i - \bar{D})^2}}$$

즉 O<r<1 일때 Positive correlation(正相關)이고 O>r>-1 일때 Negative correlation(負相關)이다.

다음에 서울特別市管內 漢江水系 各支川(25個)에 있어서 計劃河幅(B)과 計劃洪水量(Q) 그리고 計劃河幅(B)과 平均水深(D)과의 相關係數 r와 이것들 間의 關係式을 表示하면 아래와 같다.

c. 서울特別市管內 漢江水系 各支川(25個)相關係數一覽

| 番號 | 河川名 | r _{B-Q} | r _{B-D} | 備 考 |
|----|-----|------------------|------------------|--------------------------------|
| 1 | 如意川 | 0.877 | 0.849 | Positive correlation |
| 2 | 細谷川 | 0.355 | 0.688 | " |
| 3 | 城內川 | 0.959 | 0.964 | " |
| 4 | 盤浦川 | 0.003 | 0.030 | " |
| 5 | 舍堂川 | 0.752 | 0.944 | " |
| 6 | 弘濟川 | 0.521 | 0.211 | " |
| 7 | 月谷川 | 1.000 | -0.434 | r _{B-D} negative cor. |
| 8 | 堂峴川 | 0.558 | 0.925 | Positive correlation |
| 9 | 典農川 | 0.640 | 0.415 | " |
| 10 | 淸溪川 | 0.000 | 0.078 | " |
| 11 | 道峯川 | 0.371 | 0.641 | " |
| 12 | 芳鶴川 | 0.262 | 0.293 | " |
| 13 | 牛耳川 | 0.767 | 0.540 | " |
| 14 | 貞陵川 | 0.815 | 0.665 | " |
| 15 | 城北川 | 0.898 | 0.230 | " |
| 16 | 中浪川 | 0.926 | 0.716 | " |
| 17 | 中谷川 | 0.922 | 0.758 | " |
| 18 | 大東川 | 0.714 | 0.327 | " |
| 19 | 安養川 | 0.367 | 0.908 | " |

| | | | | |
|-------|-----|--------|--------|---------------------------------|
| 20 | 奉元川 | 0.762 | 0.857 | " |
| 21 | 奉天川 | 0.954 | 0.756 | " |
| 22 | 道林川 | -0.254 | -0.312 | negative correlation |
| 23 | 良才川 | 0.913 | 0.932 | Positive correlation |
| 24 | 墨洞川 | 0.357 | 0.371 | " |
| 25 | 加五川 | 0.348 | -0.254 | r _{B-D} 는 negative cor |
| 全支川一括 | | 0.464 | 0.515 | Positive Correlation |

B~Q關係式 :

$$B = 0.0820Q + 21.823 \text{ 및 } Q = 2.6248B + 122.848$$

B~D關係式 :

$$B = 7.1437D + 22.682 \text{ 및 } D = 0.0372B + 1.947$$

d. 可川水系別 比較檢計

本稿에서 取扱한 各河川水系別 對象區域內의 水理量과 其他의 基本資料를 比較討論하면 다음과 같다. 一般的으로 河川은 上流로 부터 下流로 到達함에 따라서 流量 河幅 및 水深等이 增大되는 것이 通則이나 이와 같은 通則이 適用되는 河川으로서는 錦江水系의 各河川과 漢江水系의 各支川等을 들수가 있다. 漢江本流部(高安~河口)는 計劃洪水量과 平均水深이 下流로 到達함에 따라서 減少되며 計劃河幅은 一律的으로 增大 또는 減少한다고 할 수 없으나 全體的으로 考察할때 一般通則에 符合되고 있다고 생각된다.

同區間內에서의 河床變動量을 考察하면 1963年을 基準으로 하여 1967年度의 調查結果로 볼때 4年間에 25,346,000m³의 堆積과 28,964,000m³의 洗掘이 發生하여 結局 本 調查區間內에 約 3,618,000m³의 洗掘土 砂量이 있었다는 것을 알 수 있다. 그러나 本 調查區間內의 人工的인 骨材採取量이 年間 約 825,000m³가 된다고 하니 4年間의 總採取量을 3,300,000m³ 程度로 推定할 경우 流水에 依한 純河床變動量은 아래와 같다.

$$(3,618,000m^3 - 3,300,000m^3) = 318,000m^3$$

程度가 더 洗掘된 것인즉 年間 平均 約 80,000m³가 洗掘되고 있다고 보겠다. 그러나 局部的인 區間別로 볼때는 年年히 洗掘되고 있는 區間도 있는가 하면 反面에 堆積되고 있는 區間도 있으며 또한 그 量도 決코 同等한것이 아닌 것이다. 流量이 下流로 到達함에 따라서 減少되고 있는 事實은 有潮現象(西水庫까지가 有潮區間)의 影響으로 水面傾斜度의 漸減도 있겠으나 그 보다는 本區間內에 王宿川, 炭川, 漢川 및 安養川等과 같은 支川이 多數 分在되어 있는 關係로 高安地點의 計劃洪水量 35,770cms 의 約 1/6인 5,000cms 以上이 本川 및 支川의 河道內에 貯留되어 있음에 起因되는 것으로 생각된다. 이와 같은 現象은 現在의 漢江本流部(高安下流部)에 많은 死水城(Dead Water district)을 發生시키고 있으며 各支川으로 本流部 洪水量의 一部

가 逆수파어 가는 結果는 堤內地域에서의 內排水不良으로 因한 下水管路機能의 劣化, 家屋의 浸水 및 支川流域 農耕地의 水沒, 公共施設의 被浸等等 洪水期의 被害가 甚지 많은 것이다. 洛東江水系에 對한 木研究對象區間은 南江과 的 合流點 下流部 河口까지의 88km 區間이다. 洛東江의 水理量도 漢江과 마찬가지로 一般通則을 벗어나는 性質을 가지고 있으며 上流로부터 下流로 到達됨에 따라서 流量이 漸減되고 있음은 亦是, 南江合流點以下 沿岸一帶가 低濕不毛地로 되어 있을뿐 아니라 河床傾斜度가 極히 緩慢하고 더욱이 三浪津附近부터 約 20km區間(密陽附近까지)에 一狹窄部가 形成되어 있어서 洪水疏通이 不良할뿐 아니라 河積을 擴張할 수 없는 地形이므로 洛東江改修計劃에 있어서 境防築造로서 招來되는 洪水位 上昇을 輕減하고자 오늘날 그 竣功을 目前에 두고 있는 南江放水路計劃이 數10年前 日政時代부터 提案되어 왔던 것이다. 洛東江의 計劃河幅은 前述한 狹窄部區間을 除外한다면 比較的 通則에 符合한다고 볼 수가 있으나 局部的으로는 勿論 不規則한 區域이 적지 않다.

洛東江 下流部도 三浪津附近까지의 40餘km가 有湖區間으로서 洪水量의 水面勾配 緩慢度가 極甚하며 內排水不良의 度가 大端한 河川이다. 漢江이나 洛東江은 우리나라 代表的인 大河川으로서 前述한 바와 같이 洪水期의 河道變遷은 勿論이요, 洪水被害度가 極히 큰 河川들이다. 여기서 一例로 1966年度 洪水被害狀況의 一部分을 살펴보면 아래와 같다.

1. 公共土木施設種別 被害額比가운데,
 - 河川 : 45.6%
2. 水系別 河川被害
 - 漢江水系 : 54.7% (31億5,000萬圓)
 - 洛東江水系 : 2.6%
 - 錦江水系 : 1.4%
3. 漢江水系中 洪水被害地區順位
 - 1位 : 坡州地區
 - 2位 : 楊州地區
 - 3位 : 高陽地區
 - 4位 : 金浦地區
4. 서울特別市管內 洪水被害區別順位
 - 1位 : 城東區
 - 2位 : 城北區
 - 3位 : 東大門區

以上과 같이 1966年度의 洪水概況은 勿論 既往의 最大洪水에 該當하는것은 아니지만 大洪水일수록 被害度가 增大됨은 當然한 일이겠고 이와 같은 洪水被害는 水力發電所(華川, 春川 및 淸平)에서의 Gate operation

이 比較的 良好하였기 때문에 이 程度로 멈추어진 結果이며 앞으로의 衣岩(完工), 더욱이 八堂 dam에서의 Gate operation의 良否는 漢江下流部 河道에도 크나큰 影響을 끼칠것이니 慎重을 期하여야 할 것이다.

5) 外國河川(一部)에 對한 實例

여기서는 日本河川과 印度 및 Pakistan 河川에 對한 水理量關係一部分을 紹介키로 한다.

a. 日本河川

日本國內의 比較的 큰 河川에 對한 河川砂防技術基準에 依하면 아래와 같은 標準을 樹立하고 있다(Fig 參照)

| 計劃高水流量 | 河幅 |
|--------|---------|
| 300CMS | 40~60m |
| 500 | 60~80 |
| 800 | 80~110 |
| 1,000 | 90~120 |
| 1,500 | 120~170 |
| 2,000 | 160~220 |
| 3,000 | 220~300 |
| 5,000 | 350~450 |

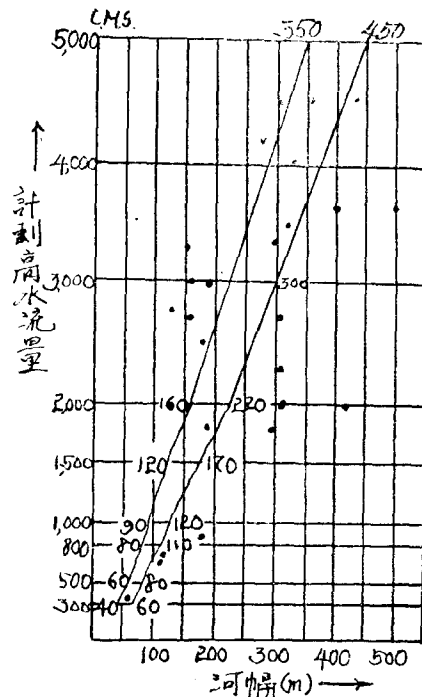


Fig-1 流量과 河幅 (日本河川)

b. 印度 및 Pakistan 河川

3項의 安定河道의 形成에서 論한 바와 같이 Regime theory에 關한 關係式 一覽表를 參考하기 바랍니다.

III. 結 言

河川改修計劃에 있어서 計劃河幅設定, 良否는 河道安定面과 經濟的인 面에만 그 영향을 미치게 되는 것이 아니라 河川沿邊의 土地利用面과 같은 社會的欲求라는 巨大한 國家와 民族의인 至上課題의 成敗까지도 左右시키게 되는 것이다.

더우기 오늘날 第2次 經濟開發事業을 猛烈히 推進하고 있는 우리나라의 立場으로서 서울特別市管內 漢江水系의 本流部 및 各支川의 改修結果가 앞날에 繁榮을 가져오지 못할 경우에는 莫大한 水害가 到來된다는 것을 認識하고 改修工事의 計劃에 臨하여야 하겠다. 本稿에서는 漢江水系(高安~河口)間의 本流部 및 서울市管內 各支川, 洛東江水系(南江合流點~河口)까지의 本流部 및 錦江水系(下流本流部와 美湖川, 論山川 및 魯城川)를 擇하여 既改修實態와 아울러 基本資料가 蒐集된 範圍內에서 流況, 水理量(流量, 河幅 및 平均水深等等), 流砂量 및 水文學問의 相關性 등을 調査分析하고 其間의 洪水被害實態와 아울러 各河川水系別 特異性을 計劃流幅을 中心으로 比較研究하여 본 것이다. 그結果 몇 가지를 綜合列擧하면 아래와 같다.

1) 漢江 및 洛東江本流下流部는 下流로 到達함에 따라 洪水量이 減少되며 中間河道 및 沿岸部 各支川에서의 洪水貯留量이 漢江의 경우 約 1/6 (約 5,000cms) 洛東江의 경우 約 1/4 (約 4,000 cms)로 堤內 地域의 內排水에 支障이 큰 것으로 본다.

2) 漢江本流部는 下流로 到達됨에 따라 平均水深이 漸減되고 流幅은 局部的으로는 一定하지 않으나 下流로 到達함에 따라 增大되어 있으니 通則에 符合된다고 思料된다.

3) 漢江本流部의 河床變動實態는 洗刷現象이 推積現狀에 比하여 若干 強하며 流水에 依한 純流床變動量은 年間 約 80,000m³로 推定된다.

但, 人工的인 骨材採取量을 年間 825,000m³로 보았음.

4) 서울市管內 漢江水系 各支川의 計劃流幅과 平均水深과의 相關係數 7B-D는 25個 支川 가운데 道林川 月谷川 및 加五川의 3個支川을 除外하고는 全部 Positive correlation(正側相關關係)을 表示하고 있으며 計劃河幅과 計劃洪水量과는 道林川을 除外하고 24個支川이 全部 Positive correlation을 提示한다.

5) 洛東江本流部의 三浪津에서 密陽間 約 20km區間은 地形上 洪水量疏通力을 極力防禦하여 洛東江 洪水被害의 主要因을 이루고 있는 것이 아닌가 생각된다.

6) 洛東江本流部의 計劃河幅實態는 第一 狹窄部를 除外하고는 一般 通則에 符合되는 것 같이 생각된다.

7) 洛東江本流部의 計劃洪水量을 減少시키기 위하여 南江放水路計劃을 極力推進하여 完成할 必要性은 至大한 것이라고 본다.

8) 錦江水系는 資料不足으로 速斷을 不許하나 大略 通則에 符合되는 것 같이 보인다. 以上 本研究內容을 綜合하여 보았으나 漢江과 洛東江은 特異性이 顯著하여 通則에 符合되지 않음을 把握하고 앞으로의 河川改修計劃樹立에 參考되는 點이 있게 된다면 榮光으로 생각한다. 本 研究을 위하여 研究助成費를 補助하여 준 文敎部當局에 感謝하며 많은 資料提供에 協助하여 준 建設部 水資源局 關係諸位 및 助言과 많은 計算協力을 하여 준 安守漢博士를 비롯하여 邊根周, 朱瀛西君外 여러분께 感謝한다.

IV. 參考文獻 및 附圖一覽

1. 漢江河床變動調查 報告書(第一卷); 建設部 1963
2. 漢江河床變動調查 報告書(第五卷); 建設部 1967
3. 洛東江流域 豫備調查 報告書; 建設部 1964
4. 洛東江流域 水資源開發計劃; 洛東江流域 調查團 1967
5. 韓國의 洪水; 建設部 1963
6. 韓國의 洪水; 建設部 1965
7. 韓國의 洪水; 建設部 1966
8. 朝鮮河川調查書; 朝鮮總督部 1929
9. 朝鮮河川調查書附圖; 朝鮮總督部 1929
10. 漢江下流 既成堤實態設查; 中樞國土建設局 1966
11. 錦漢流域 豫備調查 報告書; 建設部 1967
12. 서울科別市 全域川改修計劃 報告書; 李元燦著 1966
13. 水工學便覽; 沼知福三郎, 本 間仁 監修 森北出版發行 1966
14. 河川工學; 吉川秀夫 著 朝倉土木工學講座(17)
15. 應用水理學(中, II); 石原藤次郎, 本間 仁 編 丸善 發行 1966
16. 서울근교 한강연안 토지이용계획 예비조사 보고서; 서울특별시 1966
17. Transaction of A. S. C. E Vol; 122 1957
18. An introduction fo Fluvial Hydraulics by L. Liavsky 1959
19. 河川工學; 山本三郎 編 朝倉書店 1965

20. 河川工學;久賓雅史 著 森北出版 1961
21. 次元解析, 最小工乘法と實驗式
本間 仁 } 共著 コロナ社 1965
春日尾伸昌 }
22. 國內地域別 降雨特性과 確率降雨量算定에 關한
研究
李元煥 著 1967
23. Handbook of Applied Hydrology by V. T. Chow
1964
24. Handbook of Engineers by Linsley, Kohler,
Paulhus 1953

附 圖 一 覽

- Fig. 1 漢江本流(河口~高安): 河幅(B)~流量(Q)
- Fig. 2 漢江本流(河口~高安)(1963年度): 河幅(B)
~平均水深(D)
- Fig. 3 漢江本流(河口~高安)(1967年度): 河幅(B)
~平均水深(D)

Fig. 4 서울特別市管内 漢江水系各支川: 河幅(B)~
流量(Q)

Fig. 5 서울特別市管内 漢江水系各支川: 河幅(B)~
平均水深(D)

Fig. 6 城內川: 河幅(B)~平均水深(D)

Fig. 7 舍堂川 同 上

Fig. 8 典農川 同 上

Fig. 9 清溪川 同 上

Fig. 10 貞陵川 同 上

Fig. 11 中浪川 同 上

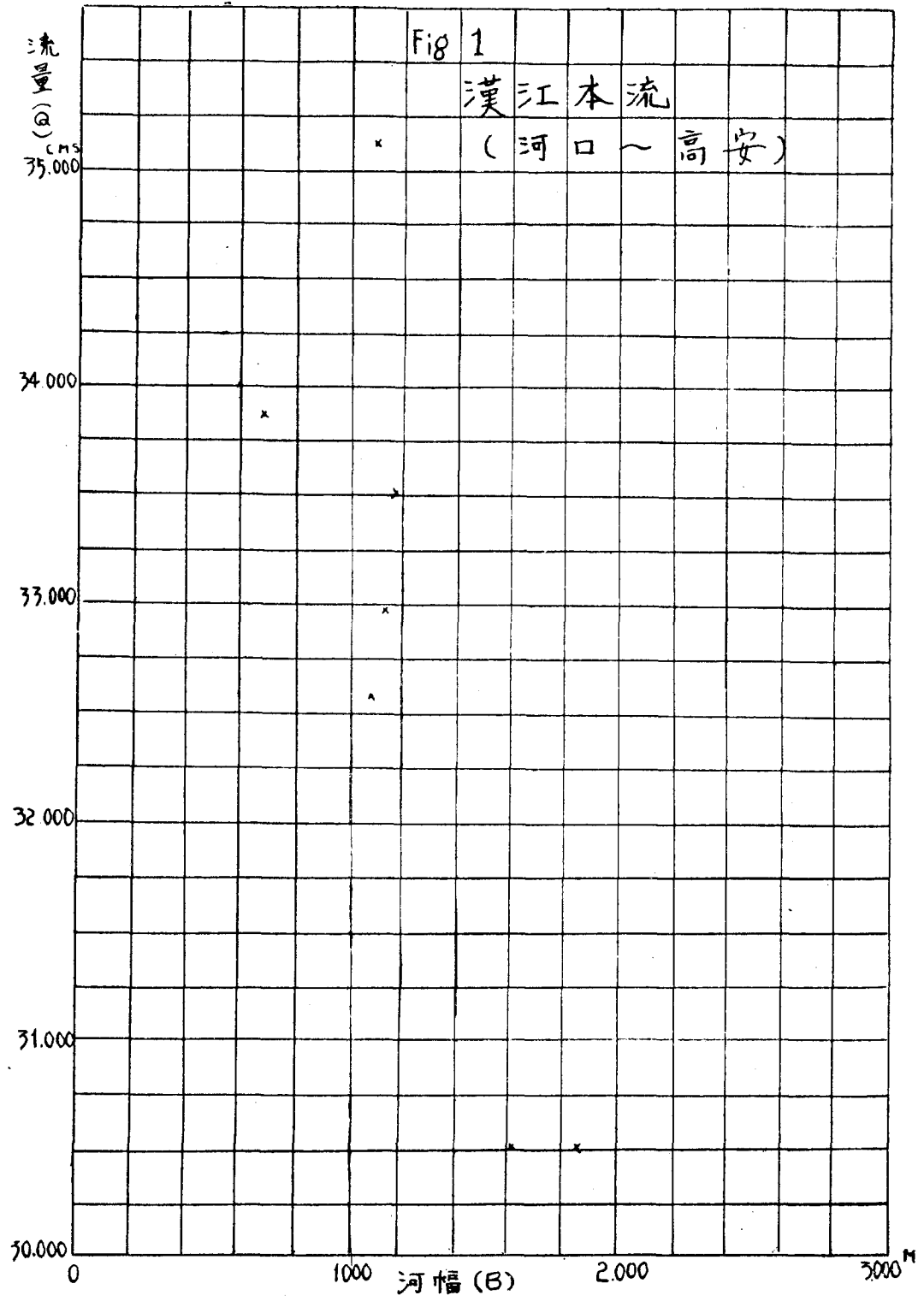
Fig. 12 安養川 同 上

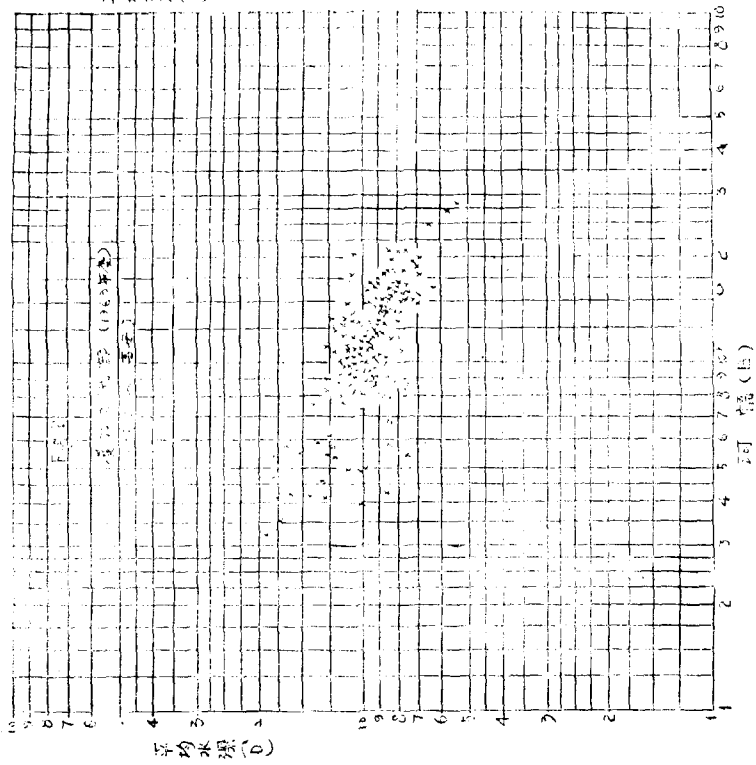
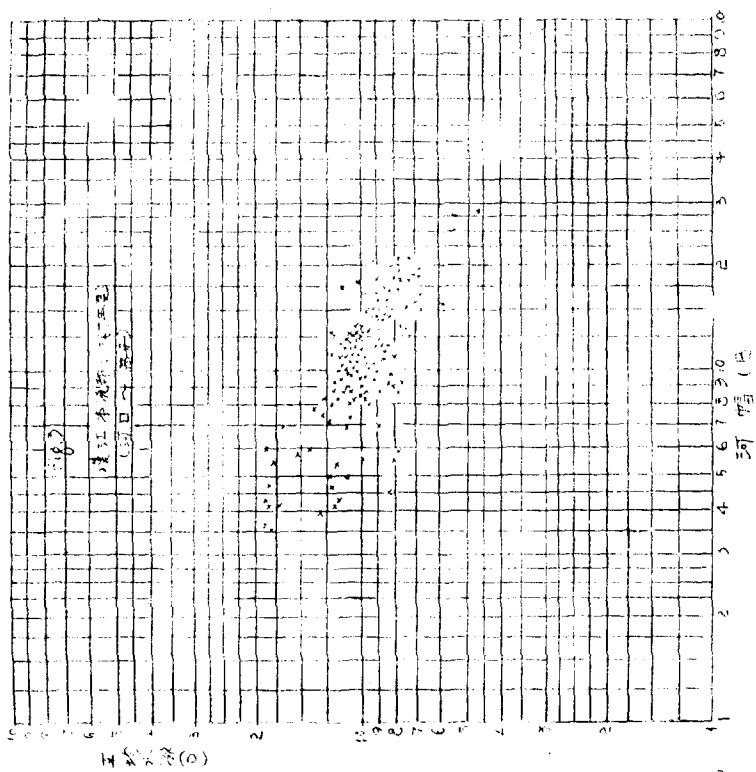
Fig. 13 道林川 同 上

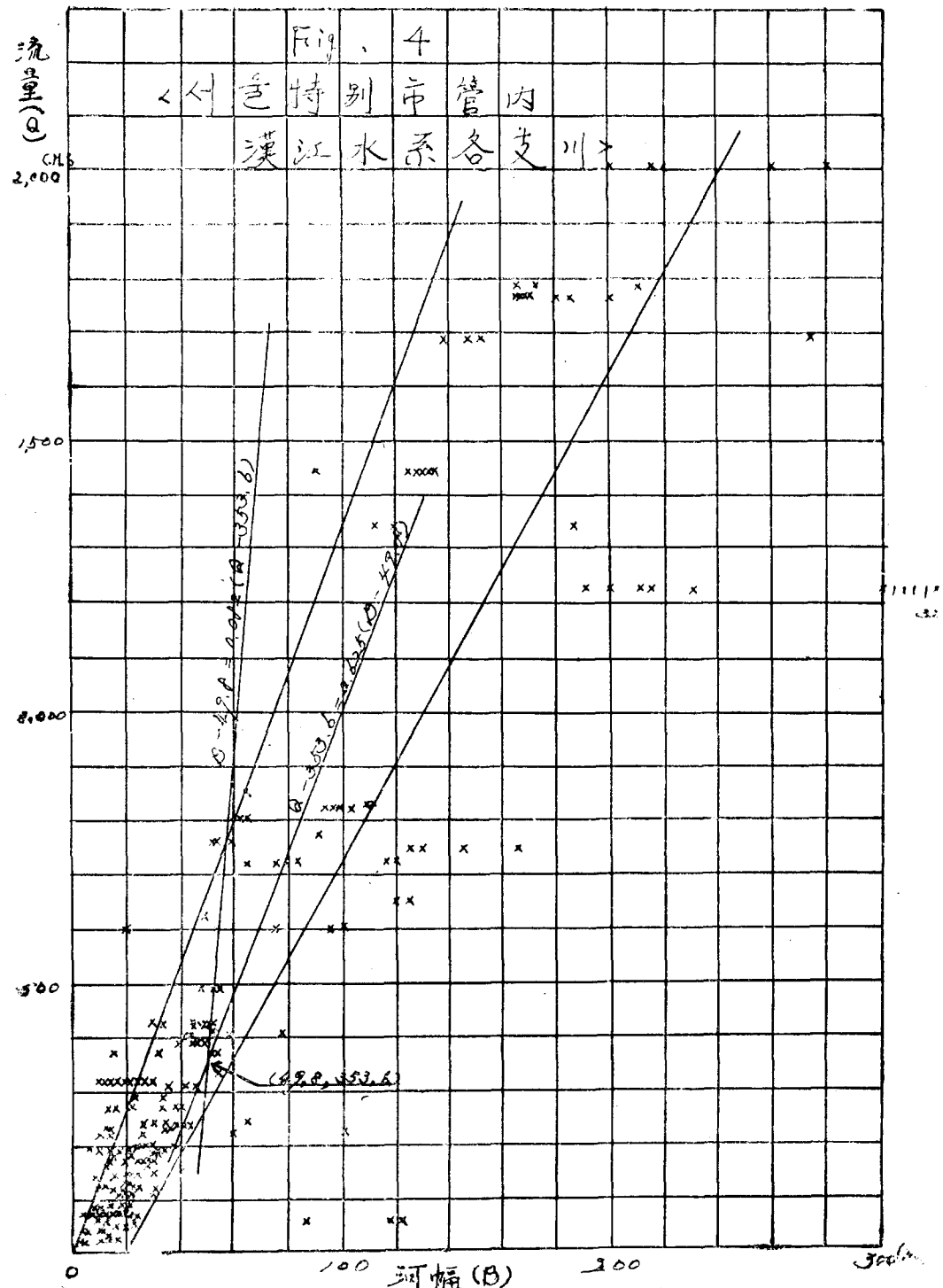
Fig. 14 良才川 同 上

Fig. 15 洛東江本流(河口~南江合流點): 河幅(B)~
流量(Q)

Fig. 16 錦江水系: 河幅(B)~流量(Q)







计划水量(Q)与计划河幅(B)的关系

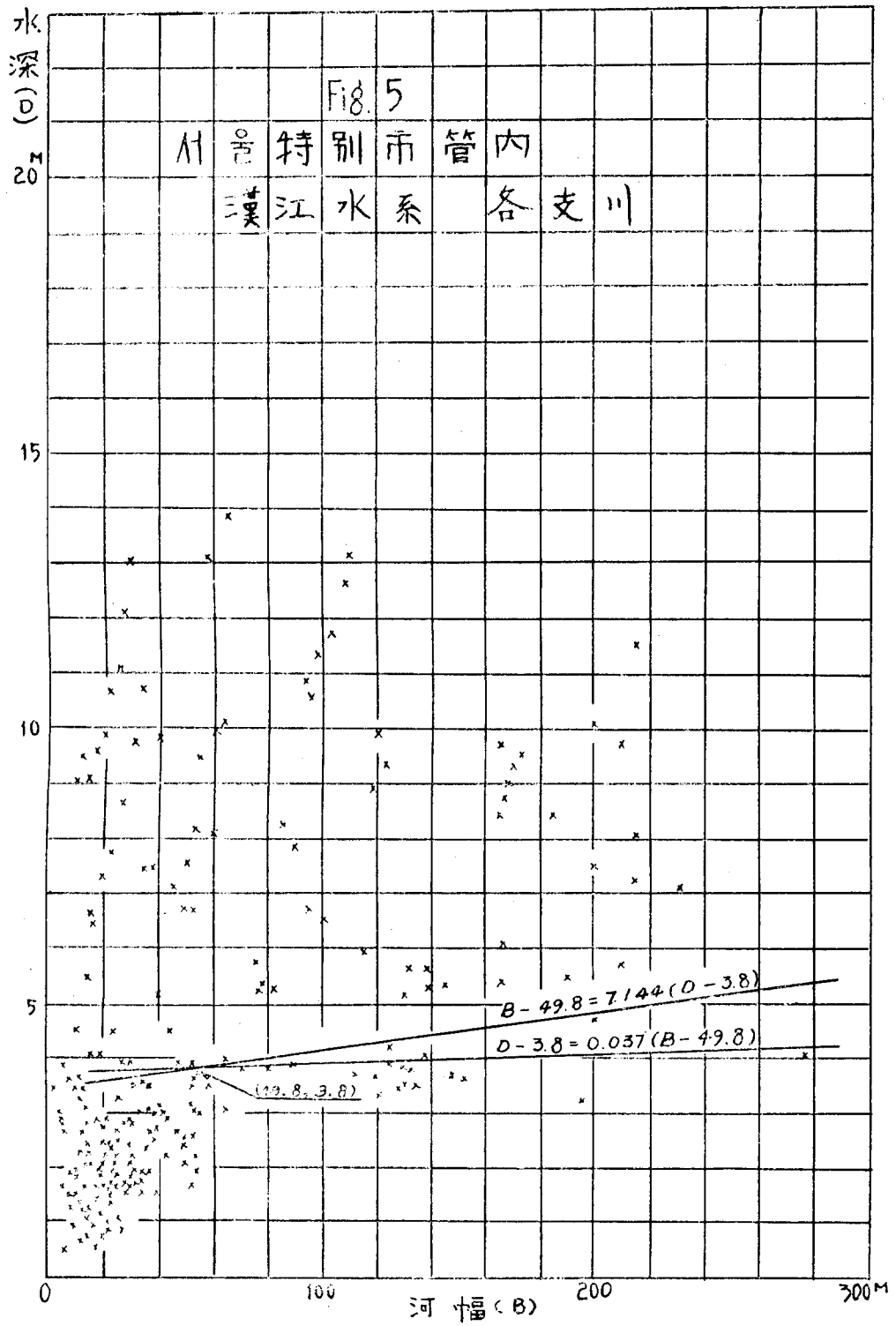
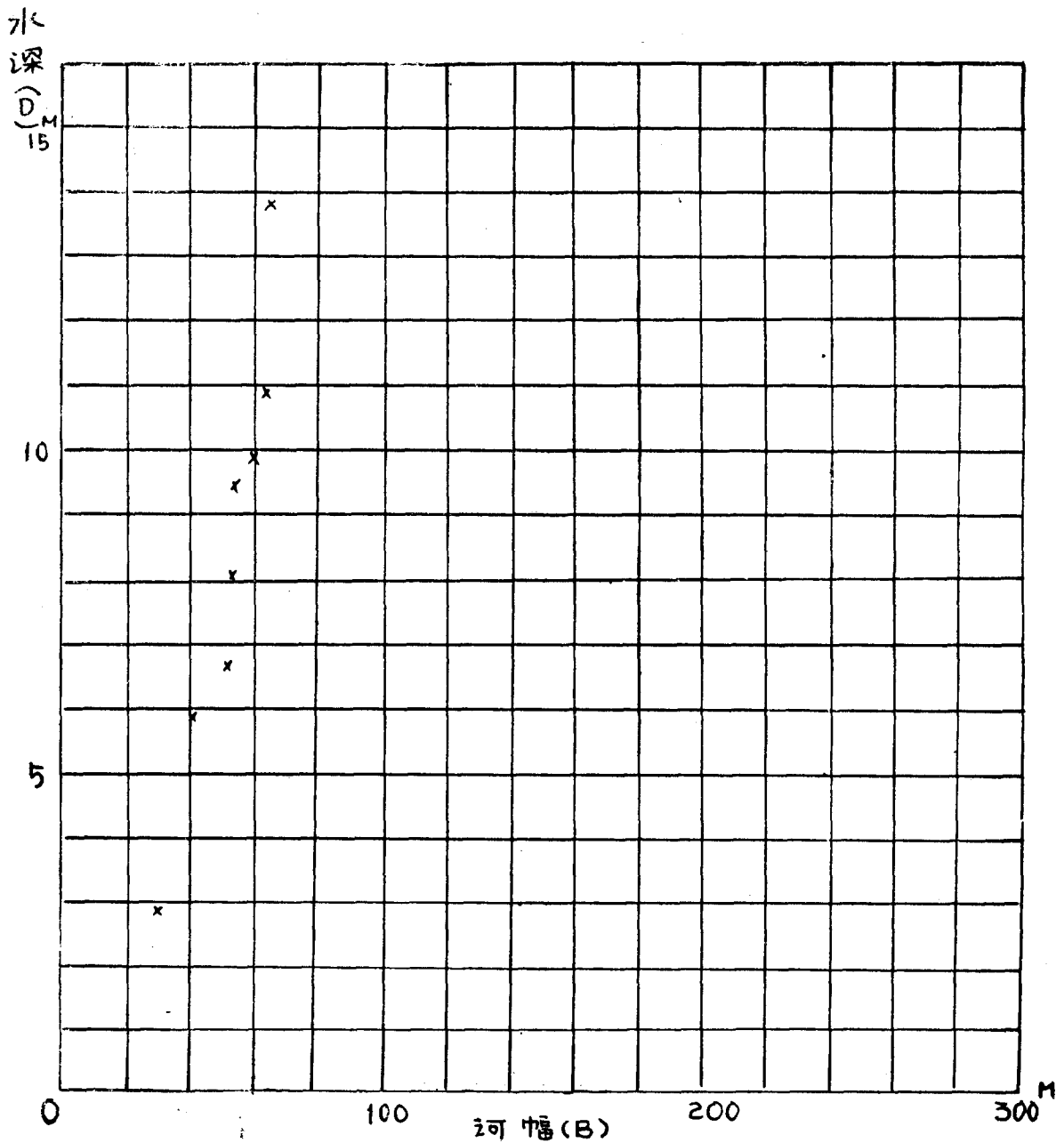
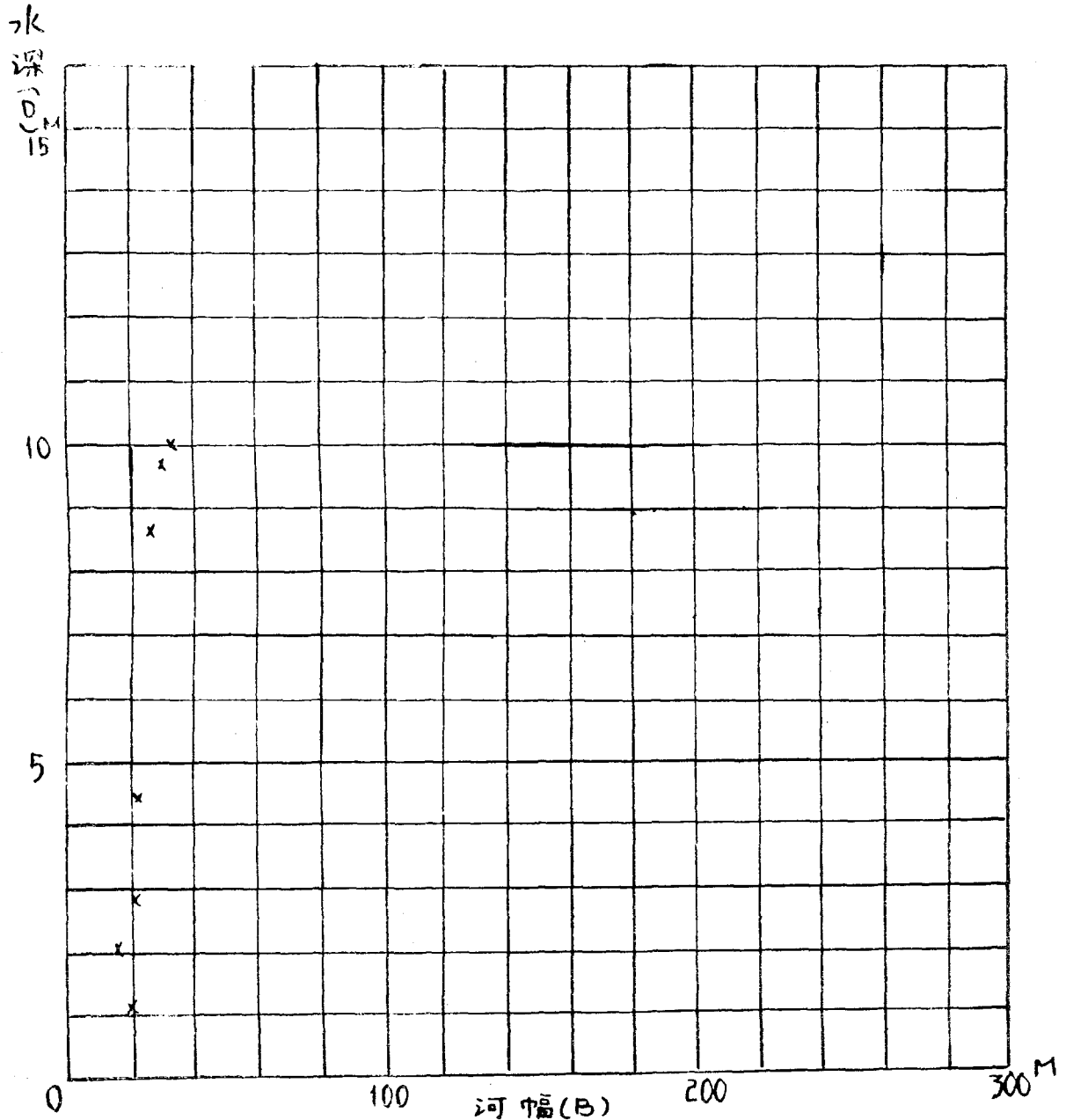


Fig. 6
城內川



平均水深 (D) 과 計劃河幅 (B) 과의 관계

Fig. 7
舍堂川

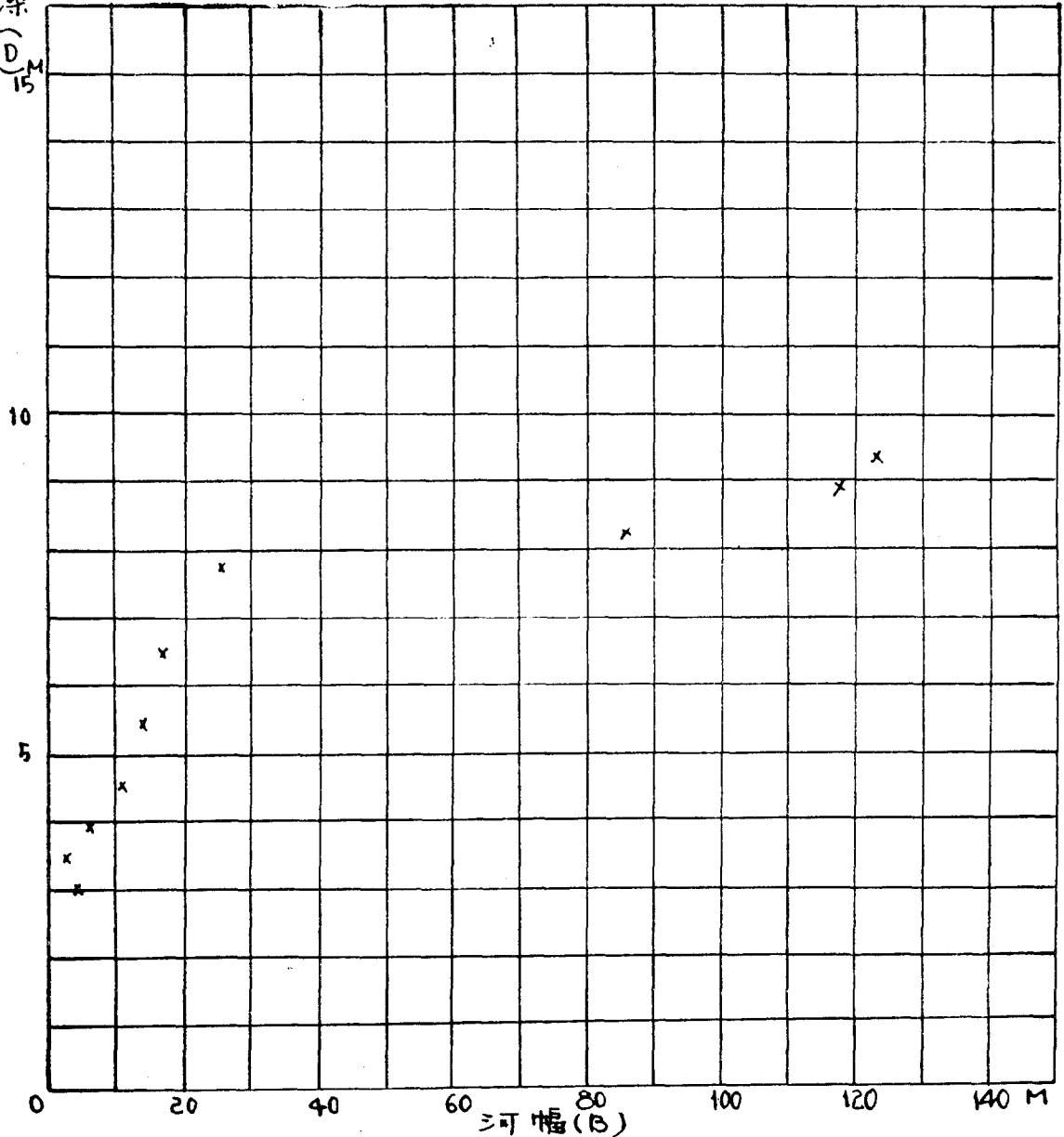


平均水深(D)과 計劃河幅(B)과의 관계

Fig. 8

興 農 川

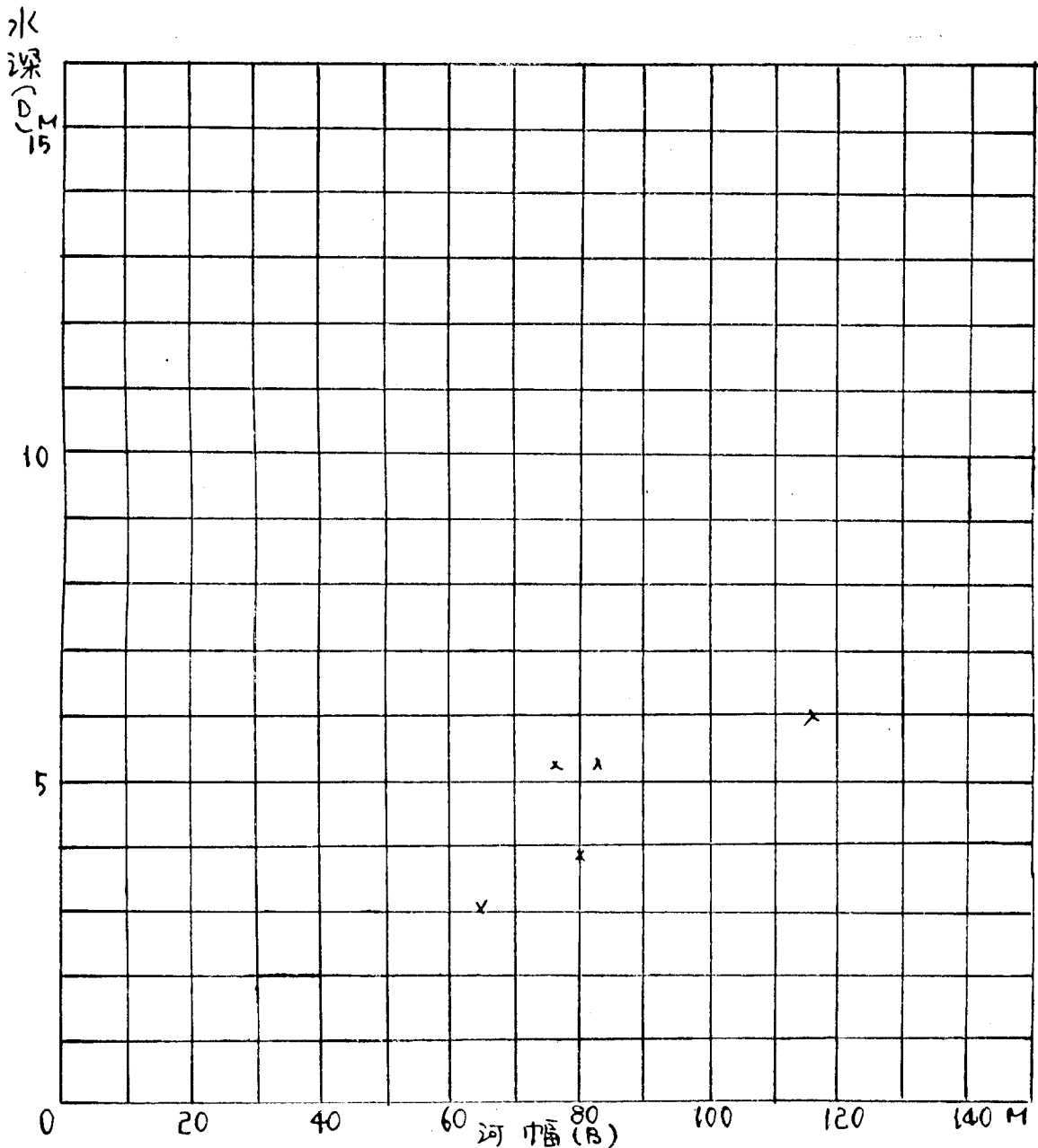
水深 (D)
15 M



平均水深(D)과 計劃 河幅(B)과의 관계

Fig. 9

清溪川



平均水深(D)과 計劃河幅(B)과의 관계

Fig. 10

貞陵川

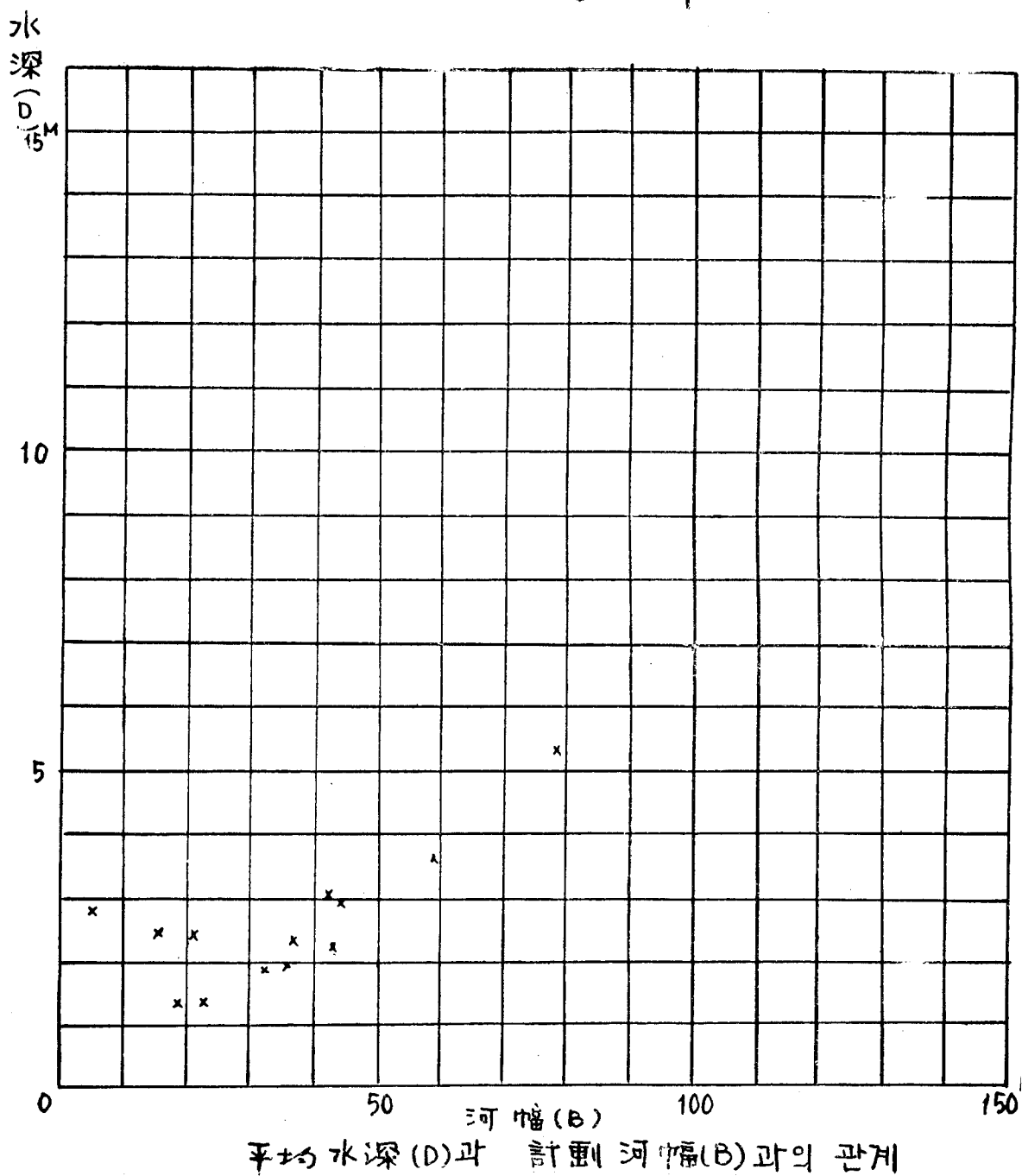


fig. 11
中浪川

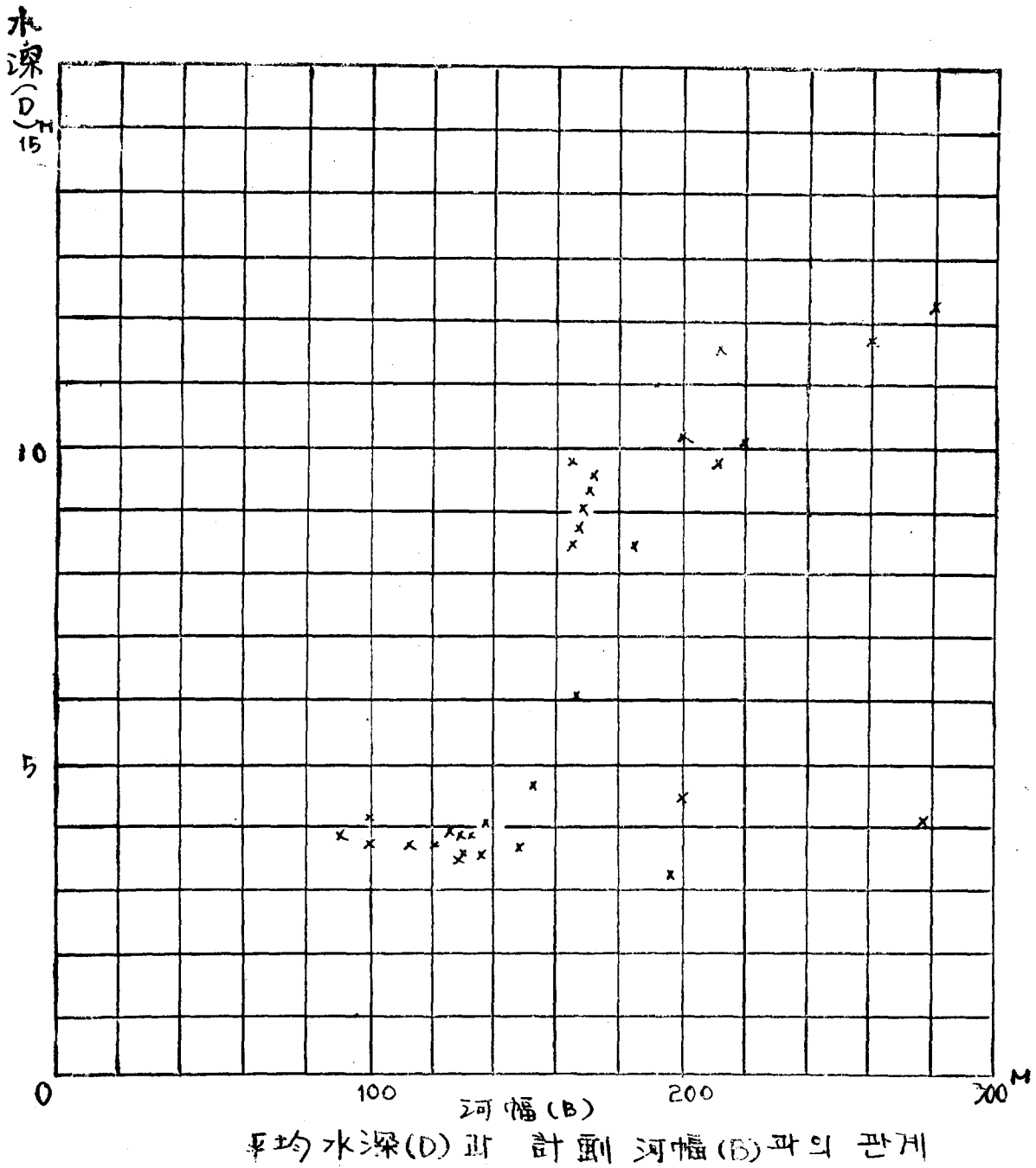
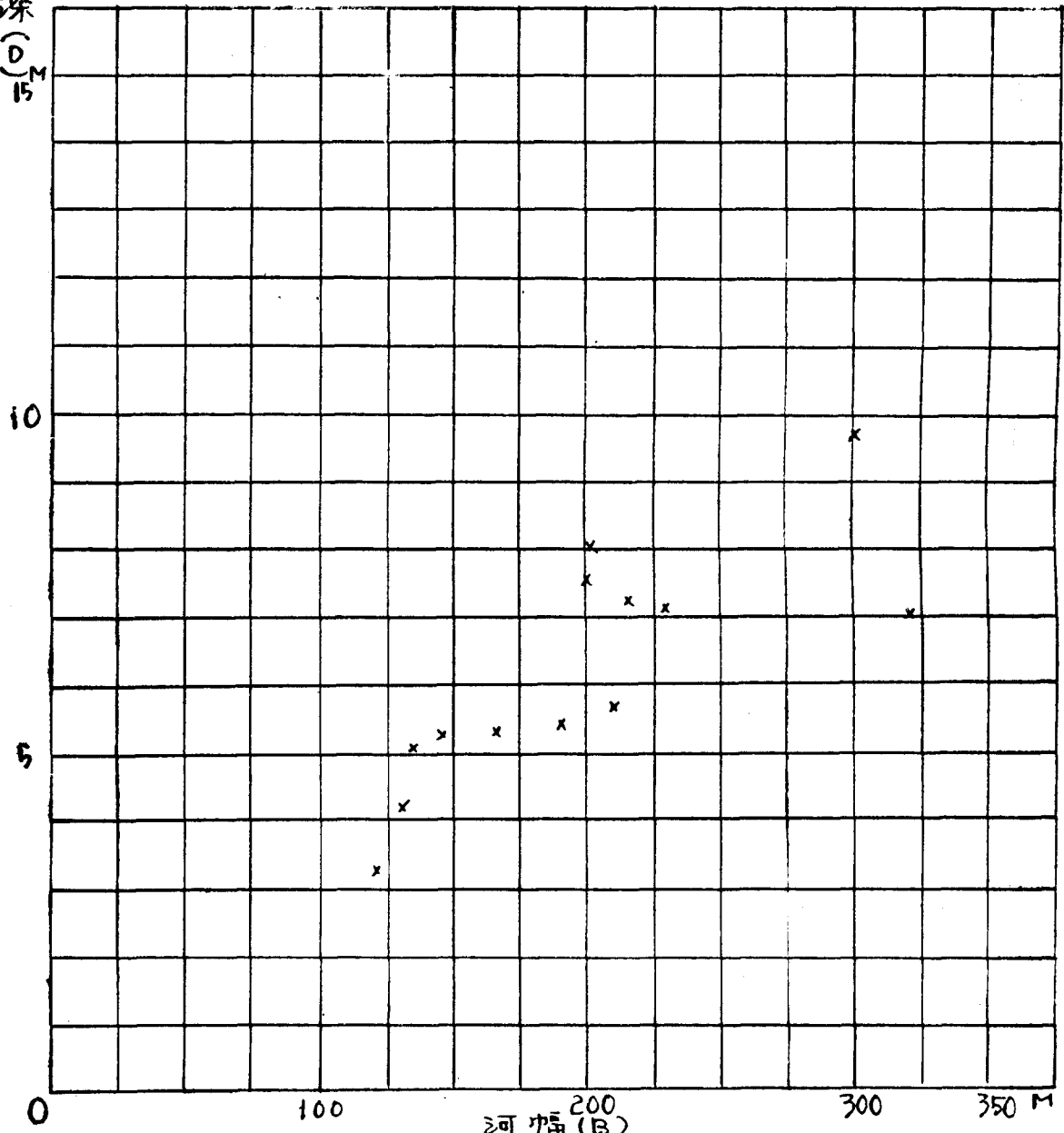


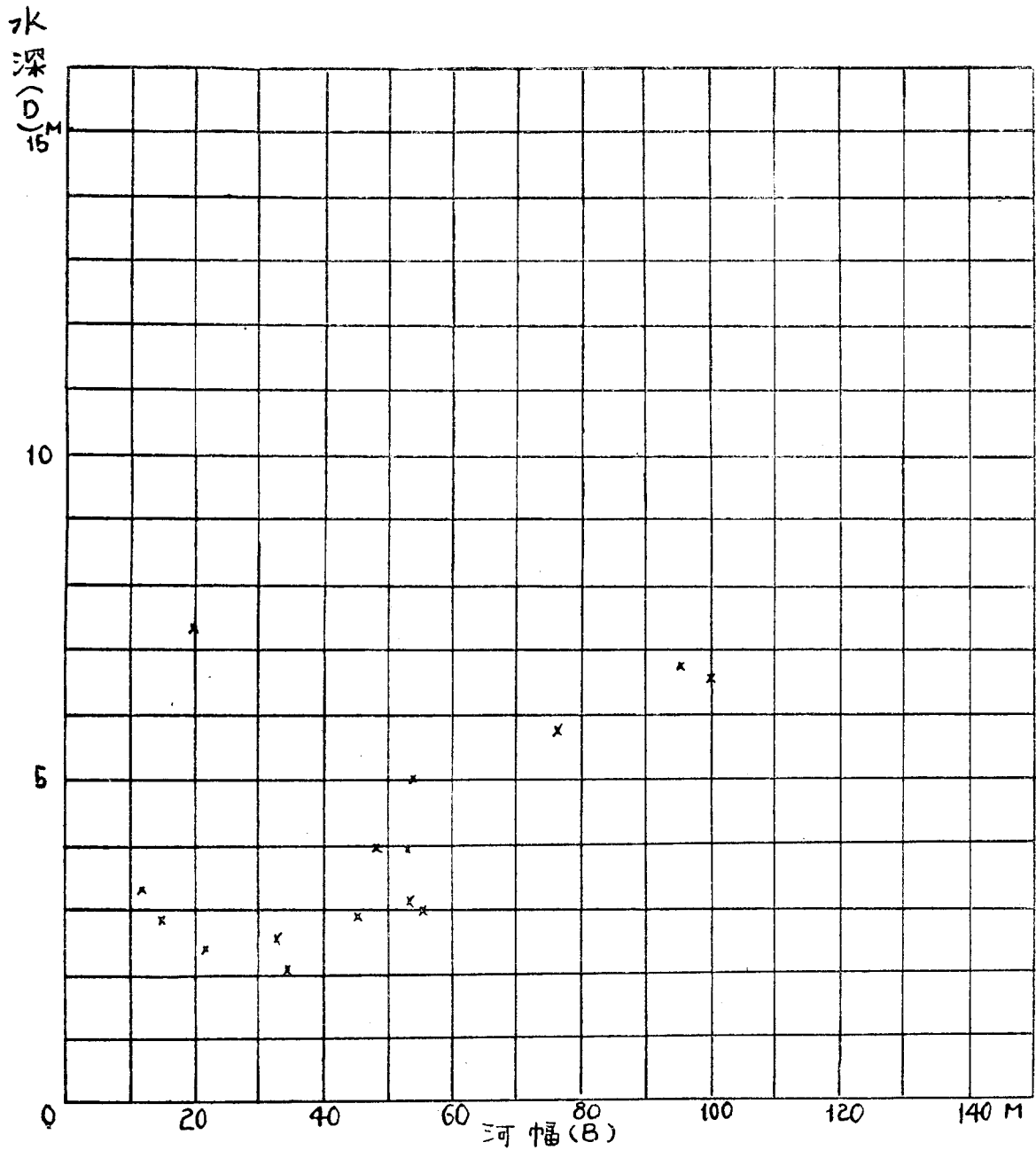
Fig. 12

安養川

水深 (D)
M

平均水深 (D) 과 計劃河幅 (B) 과의 관계

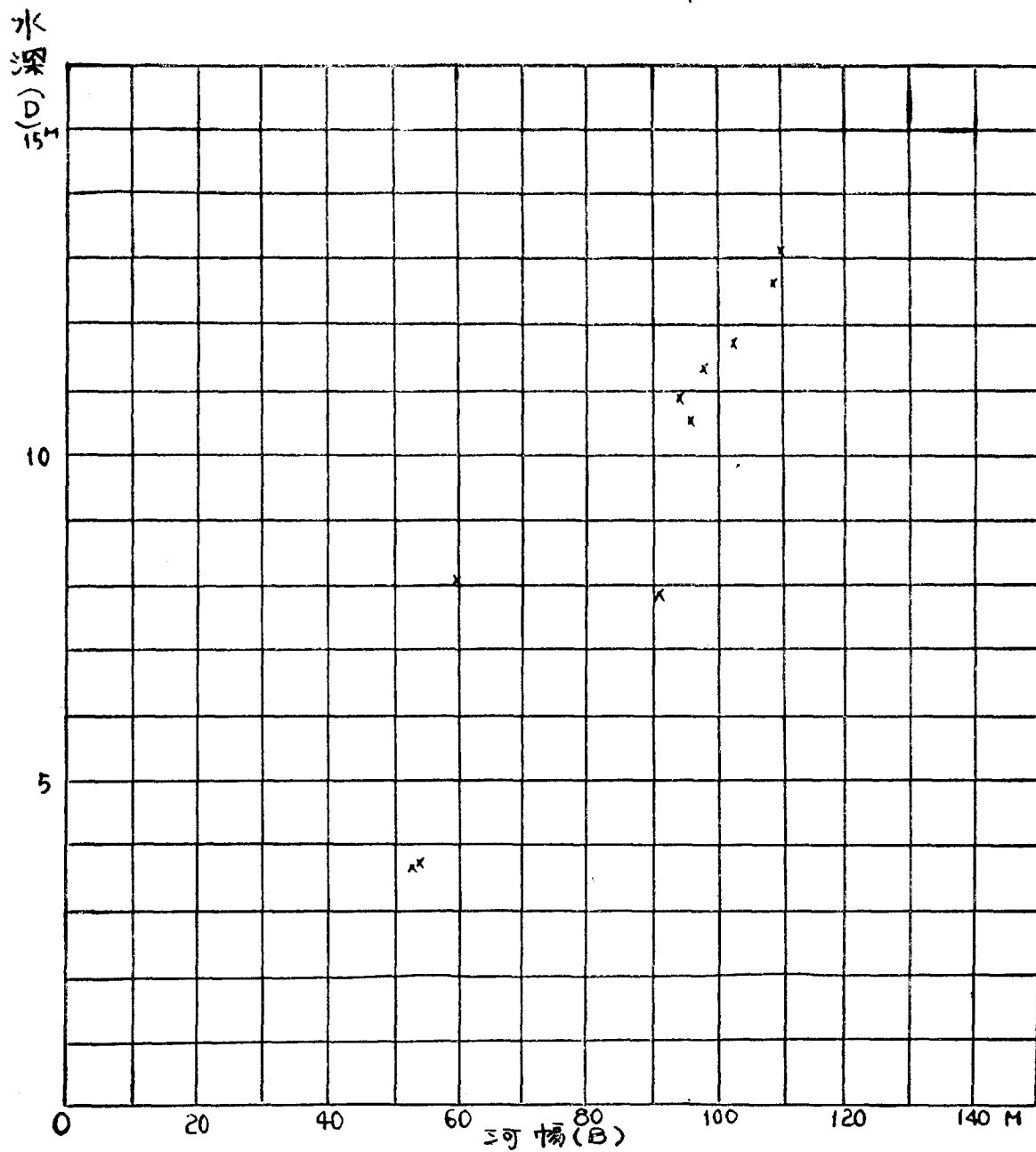
Fig. 13
道林川



平均水深(D)과 計劃河幅(B)과의 관계

Fig.14

良才川



平均水深(D)과 計劃河幅(B)과의 관계

