

行政院國家科學委員會專題研究計畫成果報告

斜坡地形演化與地形定年 台灣北部地區

階地短時幅演育模式之研究 (II)

Short Term Terrace Slope Evolution of Northern Taiwan

計畫編號：NSC87-2116-M-002-007

執行期限：87年8月1日至88年7月31日

主持人：林俊全 執行機構及單位名稱：台大地理系

一、中英文摘要

針對集水區自然環境因子的分析，與瞭解集水區內地形作用營力的變化趨勢，對於階地短時幅演育模式的探討是非常重要的基礎。因此本年度的研究以蘭陽溪上游集水區（家源橋以上）為研究區，分析降雨資料（1982-1997）、水文與泥砂資料（1974-1996），期待對短時幅邊坡演育過程的研究提供本集水區內地形作用營力的基本資料。

本集水區的降雨特性深受颱風與東北季風的影響，分析後發現歷年降雨並不穩定。從年降雨量與年流量的分析中發現，兩者間的關係以直線或乘冪迴歸來描述並不太適合。但流量與輸砂量之率定曲線的結果尚可接受， R^2 約在0.53，表示本集水區輸砂量具有隨著流量增加而增大的趨勢。

從短時幅的尺度來探討自然環境因子的變化後發現，環境因子變化的趨勢並不一致，因此目前要推論階地短時幅演育模式是很困難的。往後針對自然環境因子變遷的持續觀察與監測，對於階地短時幅演育的探討是非常重要的。

關鍵詞：集水區、降雨、流量、輸砂量、率定曲線

Abstract

The analyses on the environment characteristics in a catchment help to realize the dynamic trends of the geomorphological agents. It is essential to establish the model of short term terrace evolution. Upper part of Lan-Yang Chi catchment is the study area. This research analyze the data of rainfall, water discharge and sediment loads in order to obtain the fundamental information about geomorphological agents in the study area.

The rainfall are affected by typhoons and the north-east monsoon according to rainfall data between 1982 and 1997. The relationship of linear regression model and power regression model with R^2 between 0.2-0.4 are not fit for the relationship between rainfall and water discharge. However, the power regression model fits the relationship between water discharge and suspended load.

In the short term time scale, it's difficult to deduce the model of short term terrace evolution.

Keywords: catchment, rainfall, water discharge, suspended load, rating curve.

二、緣由與目的

地表形貌的形成，乃藉助於地形作用營力的侵蝕。從短時幅的時間尺度來探討時，台灣山地集水區的邊坡主要受到水與塊體運動這兩種地形作用營力的影響，因此探討階地短時幅演育模式時，必須先針對集水區內的地形作用營力進行研究，以累積階地短時幅演育模式的基本資料。

集水區內的降雨與水文特性對於邊坡演育扮演著重要的關鍵，因為降雨特性會影響邊坡物質進入河流系統的方式與速率，而且降雨會間接影響到集水區的水文特性；集水區的水文特性影響著進入河流系統的邊坡物質到離開集水區出口之間的過程，例如河水在流量、流速上的改變會影響泥砂處在搬運或堆積的狀態。泥砂生產量則代表了泥砂從邊坡被侵蝕、在河流被搬運此一過程的結束，每年集水區的泥砂生產量同時受到集水區降雨與水文特性的影響。

為了進一步掌握本集水區的降雨、水文與泥砂生產特性，並且瞭解其歷年變遷的趨勢與彼此之間的關係。故本年度的研究預期建立歷年之降雨、水文與泥砂資料庫，並分析歷年降雨量、流量與泥砂生產量之間的關係。探討的重點有二：(1) 集水區之降雨與水文分析；(2) 本集水區流量與輸砂量率定曲線的建立。

因為本集水區缺乏穩定、可靠的泥砂生產量之資料，所據以分析之資料為水利局設於蘭陽溪上游之家源橋的流量、含砂量之測站(資料記錄年限為 1974-1996 年)與設於南山與留茂安的雨量測站(資料記錄年限為 1982-1997 年)，「南山測站」於 1990 年因儀器故障缺乏資料，而「留茂

安測站」則是於 1996 與 1997 年因儀器故障也缺乏資料，故實際分析時以 1982-1989 與 1991-1995 的年雨量資料來進行。

三、結果與討論

(一) 集水區降雨與水文分析

(1) 降雨特性

留茂安測站的年平均降雨量為 4171mm，而南山測站的年平均降雨量為 3452mm，可以顯示出本集水區的降雨量非常的豐沛。若以「月降雨之分配型態」來看時，發現全年皆有降雨，因為本集水區深受颱風與東北季風的影響。降雨量在分配上還算平均，但仍以八、九月較多，而地區性之差異在八、九月的降雨量上呈現出來。

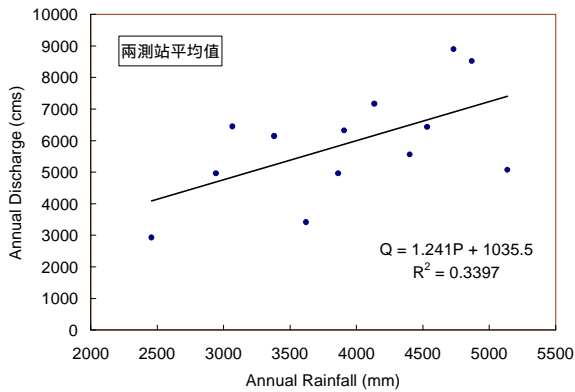
欲分析兩個測站在年雨量變化上的趨勢是否類似，因此計算兩個測站不同年份的年雨量數值之相關係數。分析後發現「留茂安測站」與「南山測站」的年雨量數值之相關係數為 0.738，表示兩個測站在年雨量變化的趨勢上呈現正相關。此結果顯示年雨量變化上會呈現相近的趨勢，因為兩個測站位於同一集水區內，可是因為測站所在位置的地形不同，使得兩者變化的趨勢上並不完全一致。蘭陽溪上游集水區歷年的最大日降雨量變化很大，有高達 755mm，也有低達 149mm，兩者之間的落差相當大，顯示了本集水區歷年的降雨並不穩定。

(2) 水文特性

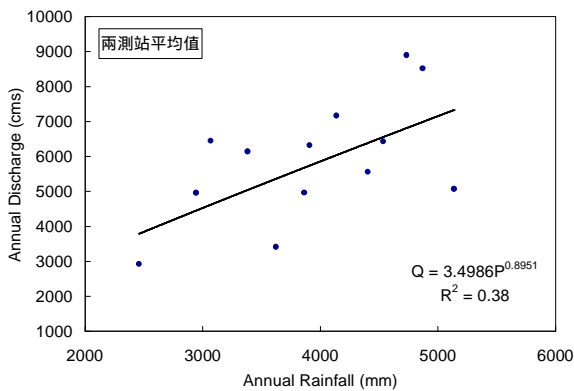
1. 年流量與年降雨量之關係：

欲分析「年流量(Q)與年降雨量(P)」的關係，以 $Q = \alpha + \beta P$ (林壯沛等人, 1995) 與 $Q = (P)$ (鄭皆達與謝在郎, 1993) 來計算，為了配合雨量資料的記錄年份，因此所採用的資料年份為 1982-1989 年與 1991-1996 年。年流量的資料採用水文年

報中蘭陽溪流域之家源橋測站的資料，而雨量資料則是採用留茂安、南山測站與兩測站之平均值分別來討論年流量與年降雨量的關係。



圖一 兩測站之年平均雨量與年流量之直線迴歸



圖二 兩測站之年平均雨量與年流量之乘幂迴歸

以「年流量 (Q) 與年降雨量 (P)」來進行直線迴歸或乘幂迴歸分析，所得結果並不好，「留茂安測站」、「南山測站」與「年雨量值」之直線迴歸的 R^2 分別為 0.228、0.372 與 0.340 (圖一)；乘幂迴歸的 R^2 分別為 0.257、0.419 與 0.380。故利用直線或乘幂迴歸來分析年流量與年降雨量的關係在本集水區並不恰當。與其他集水區的結果相比較，如畢祿溪高山森林集水區 (林壯沛等人, 1995) 經計算年流量與年降雨量之相關係數後，所得結果皆在 0.857 以上，甚至高達 0.999。但是本集水區計算後所得之相關係數分別為 0.477、0.610 與 0.583；鄭皆達與謝在郎 (1997) 利用石門水庫集水區的資料計算年降雨量與年逕流量之關係，也以 $Q = \alpha + \beta P$ 來進行

線性迴歸分析，所得之相關係數皆在 0.895 以上，甚至高達 0.959。以三者的樣本數來看，林壯沛等人的樣本數只有四個，鄭皆達與謝在郎的樣本數則有 22 個，本研究之樣本數介於兩者之間，共有 13 個。也就是說，即使在樣本數少與多的情形下，相關係數都可達到 0.9 以上。

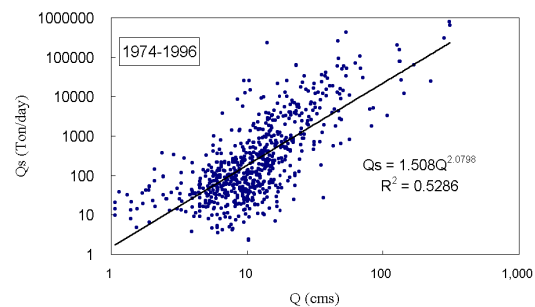
(二) 輸砂量之估算

(1) 率定曲線

利用家源橋測站所記錄的資料 (1974-1996)，來計算本集水區之「日流量」(cms) 與「日輸砂量」(Ton/day) 的率定曲線 (如下式)，其中日流量為 Q，日輸砂量為 Q_s ， α 與 β 為參數 (Biedenharn and Thorne, 1994)：

$$Q_s = (Q)^\alpha$$

經過計算後，求得 α 為 1.508， β 為 2.0798， R^2 為 0.5286 (圖三)。



圖三 日輸砂量與日流量之率定曲線

假設日輸砂量與日流量符合所得之關係式，依據此關係式將日流量換算成日輸砂量，可得年輸砂量之數值，因為 1974 年的部份日流量資料有缺少，因此並沒有予以納入計算。輸砂量的數值變動幅度相當大，從 2 萬 5 千噸到 278 萬噸，相差了一百倍。

(2) 經驗式的比較

以吳建民 (1978) 的方法來推估本集水區的年泥砂生產量，數值為 200 萬噸；以林俊輝 (1984) 的方法來推估本集水區

的年泥砂生產量為 400 萬噸。與率定曲線所求出來的結果差異很大，因此不同集水區的經驗式似乎無法直接應用。

四、研究者自評

(一) 降雨與水文分析

本集水區之年降雨量與年流量之間的關係，以直線迴歸或乘冪迴歸皆難以得到一良好的結果，顯示蘭陽溪上游集水區在降雨量的輸入與流量的輸出，無法得出一簡單的迴歸式。必須深入探討年降雨量與年流量之間為何呈現著變動不一致的原因。

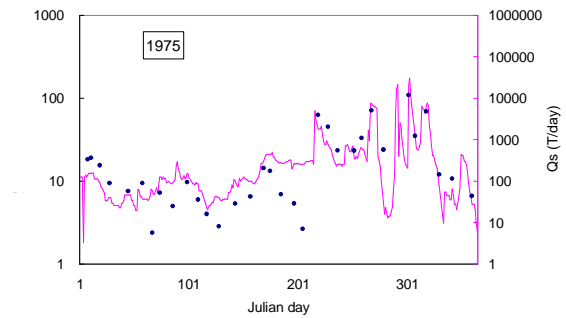
(二) 泥砂生產特性

本研究所得之日流量與日輸砂量之率定曲線，以現有之日流量資料求得日輸砂量之資料。上述之輸砂量並非真實世界之數值，而是在假設日流量與日輸砂量符合乘冪迴歸式： $Q_s = (Q)$ 的情形下，所計算得到的模擬值，而 R^2 的數值只有 0.5286 並不高，因此所得之結果也只能當作參考的數值。

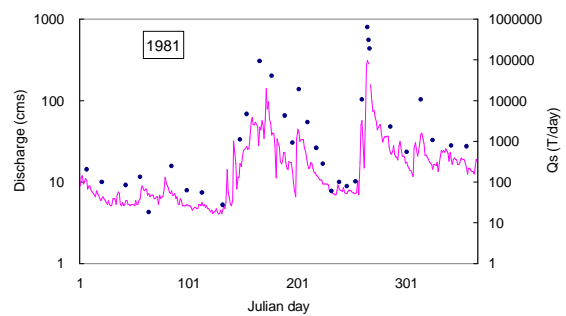
從圖五到圖七可發現四種不同的變化典型，(1) 流量無明顯變化，輸砂量卻減少 (1975)；(2) 輸砂量與流量成正相關 (1981)；(3) 輸砂量成穩定狀態，僅少數隨著高流量而增加 (1985)；(4) 流量變化不大，輸砂量卻大幅超出以往 (1990)。

(三) 集水區內之地形作用

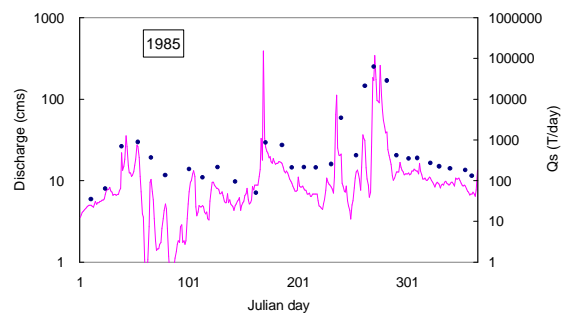
蘭陽溪上游集水區歷年的降雨量變化巨大，因此影響到流量的變化，進而影響到輸砂量的變化。因此，從地形作用的角度來探討階地短時幅演育，必須重視「降雨量」對於階地的影響，因為降雨會對於階地進行侵蝕作用。



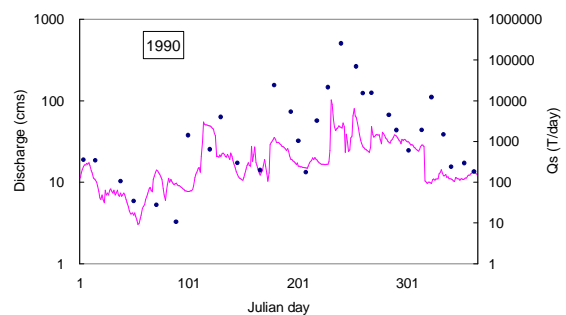
圖四 1975 年流量與輸砂量之變化



圖五 1981 年流量與輸砂量之變化



圖六 1985 年流量與輸砂量之變化



圖七 1990 年流量與輸砂量之變化

五、引用文獻

吳建民 (1978) 台灣地區河川輸砂量之推估公式，集水區及河川之經理研討會論文集，184-198。

林壯沛、黃瓊、胡蘇澄、漆陞忠、唐凱軍與孫正春（1995）高山地區森林集水區水文及泥砂調查，84年度水土保持及集水區經營研究計畫成果彙編，林業特刊第48號，315-326。

林俊輝（1984）國姓水庫集水區泥沙產量推估之研究，國立中興大學水土保持學研究所碩士論文。

鄭皆達與謝在郎（1993）應用地裡資訊系統技術及水文分析探討石門水庫集水區之泥砂生產特性，81年度水土保持及集水區經營研究計畫成果彙編，農委會林業特刊第42號，649-659。

鄭皆達與謝在郎（1997）石門水庫集水區泥沙生產特性與水文特性之關係，中華水土保持學報，28（1）：1-9。

Biedenharn, D. S. and Thorne, C. R. (1994) Magnitude-Frequency Analysis of Sediment Transport in the Lower Mississippi River, Regulated Rivers: Research & Management, Vol.9, 237-251.