

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 (III)

Short Term Terrace Slope Evolution of Northern Taiwan

計畫編號：NSC87-2116-M-002-007

執行期限：88年8月1日至89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

本研究欲探討颱風對於蘭陽溪上游集水區懸移質生產特性的影響，並分析 1975-1996 年間的懸移質生產特性。因為缺乏連續觀測的懸移質資料，因此利用日平均流量與日懸移質生產量的資料建立率定曲線： $Q_s = 1.508 (Q)^{2.0798}$ ，判定係數 (R^2) 為 0.5286。蘭陽溪上游集水區的懸移質搬運屬於「搬運限制 (transport-limited)」，因此可利用率定曲線進行推估。

1975-1996 年間，90% 的流量低於 30cms，30cms 的流量狀態搬運 19.69% 的懸移質，而其餘的流量，則搬運 80.31% 的懸移質，此結果表示本集水區的懸移質主要受到不常發生的低頻率、大規模流量事件的搬運。20cms 的流量為觀測期間的「有效流量」，表示不能忽略高頻率、小規模的流量事件。

颱風的時間只佔了觀測期間的 6.47%，卻搬運了 59% 的懸移質。歷年颱風對於蘭陽溪上游集水區的影響不一，主要受到颱風降雨規模的影響。分析 1975-1996 年的資料後，本研究認為颱風是移除蘭陽溪上游集水區懸移質的主要搬運力量。

關鍵詞：集水區、懸移質、颱風、有效流量

Abstract

In this research, we focus on the characteristics of suspended sediment of the study area and the influences of Typhoons at upstream area of Lan-yan chi drainage catchment. The data applied is between 1975 and 1996.

The correlation of the total suspended sediment yields are based on the specific relationship between discharge and sediment at the gauging station. The regression model of rating curve is $Q_s = 1.508 (Q)^{2.0798}$ and the coefficient of determination (R^2) is 0.5286. The water discharge against suspended sediment shows the relationship between these two variables is transport limited.

During the periods of observations (1975-1996), 90% of the water discharge are lower than 30cms which transport 19.69% of the total suspended sediment yields. The others transport 80.31%. Consequently, the events of low frequency and large magnitude are the dominant transport process of suspended sediment. Daily discharge of 20cms is the effective discharge between 1975-1996.

6.47% of the total period is affected by Typhoons and 59% of the total suspended sediment are removed by Typhoons. The impacts of Typhoons are dynamic every year. The magnitude of rainfall is the main factor. The result show that Typhoons are the main process in removing suspended sediment from the upper catchment of Lan-yan Chi.

Keywords: catchment, suspended sediment, Typhoons, effective discharge.

二、緣由與目的

從地形的觀點，集水區物質的輸出主要有兩個部份，一為逕流 (runoff)，另一為泥砂 (sediment)。地形演育受到所處環境的地形作用所控制，而物質

的輸出則顯現了侵蝕作用對於地景的影響，尤其是泥砂的輸出，更直接的代表了被風化、侵蝕的地表物質被移出集水區。泥砂包含了三個部份，分別為推移質、懸移質與溶解質，因為溶解質除了在以石灰岩為主的地形具有重要的角色外，在其它地質條件下，推移質與懸移質仍是主要的部份。

懸移質對於集水區中流量的變化非常敏感，因此希望能藉由評估、比較歷年的懸移質生產量的變化，間接解析颱風可能對於蘭陽溪上游集水區對於地形所造成的衝擊。

研究目的有三：

- (1) 尋找最適合本集水區的懸移質-流量率定曲線。
- (2) 探討本集水區 1975 至 1996 年之間的懸移質生產特性。
- (3) 分析颱風對於本集水區懸移質生產特性的影響。

三、結果與討論

(一) 本集水區的懸移質-流量率定曲線

本集水區的懸移質搬運屬於「搬運限制 (transport limited)」，而非「供給限制 (supply limited)」，可利用懸移質-流量率定曲線來推估懸移質生產量。

在比較、分析後，本集水區的懸移質-流量率定曲線適合使用乘幂迴歸方程式 ($Q_s = (Q)^n$)，指數迴歸方程式 ($Q_s = e^{*Q}$) 並不適用於本集水區。本集水區的懸移質-率定曲線的求取，以所有觀測期間的懸移質與流量資料一起計算，所得的結果可以接受，也較為簡便。

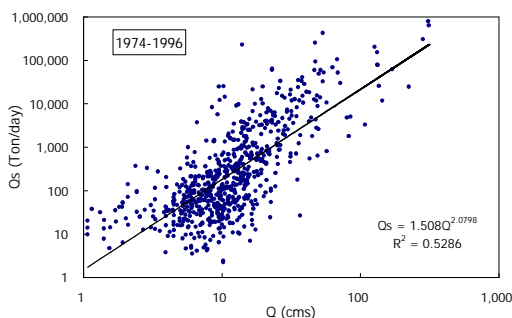


圖 1 率定曲線：乘幂迴歸方程式
乘幂迴歸方程式：

$$Q_s = 1.508 (Q)^{2.0798}$$

其判定係數為 0.5286。表示所求得的乘幂迴歸方程式對於 1974 年至 1996 年的資料，解釋程度為 52.86%。

本研究以 1997 年與 1998 年的日平均流量與日輸砂量的資料，進行乘幂迴歸方程式的檢證 (圖 2)。在 1997 年與 1998 年的 60 筆資料中，共有 9 筆資料超過正、負 1 個標準差的區間範圍外。在 1997 年的資料中，有 3 筆資料超過正、負 1 個標準差的區間範圍外，有 6 筆資料超過正、負 1 個標準差。在 1997 年與 1998 年的資料中，共有 85% 的資料落在正、負 1 個標準差的區間內。

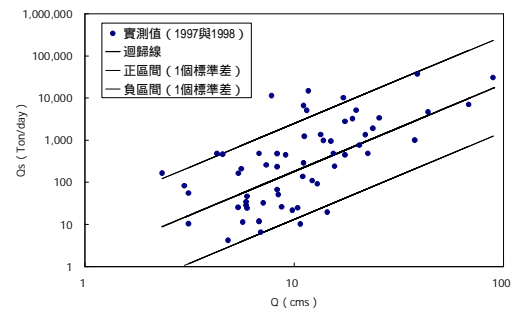


圖 2 乘幂迴歸方程式與正、負 1 個標準區間，以 1997 年與 1998 年的懸移質資料進行檢證

(二) 本集水區 1975 至 1996 年之間的懸移質生產特性

22 年間的觀測期間，30cms 以下的流量狀態佔了約 90% 的次數，但只搬運了 19.69% 的懸移質生產量；而兩次高流量的事件 (500cms 與 640cms) 一共搬運了 22 年觀測期間的 8.39%，顯示低頻率、大規模事件對於本集水區的影響重大 (圖 2)。

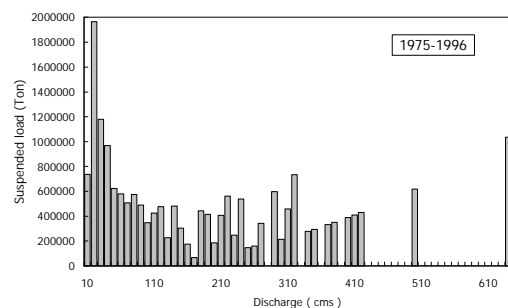


圖 2 1975~1996 年間不同流量狀態下的懸移質生產量分布情形

20cms 的流量狀態為 22 年觀測期間

的有效流量 (Q_{eff}) (圖 3)，但是並不符合 Wolman and Miller (1960) 的假設，因為在高流量狀態的部份，出現數個峰點，凸顯大規模、低頻率的事件對於本集水區懸移質生產量的重要性。也證實 Asmore and Day (1988) 的論點，並非所有的河流都會符合 Wolman and Miller (1960) 提出的假說，而是會有不同的懸移質生產型態。

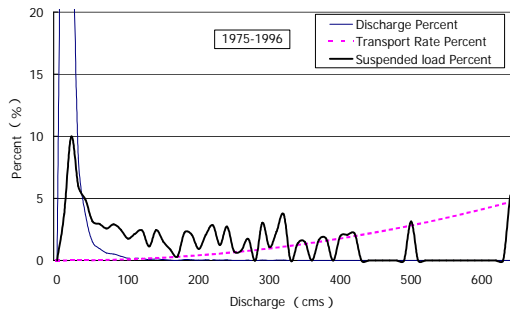


圖 3 1975~1996 年之間不同流量狀態的搬運有效性

歷年的懸移質生產量變化劇烈，主要受到颱風的影響。颱風侵襲個數多的年份，並不表示懸移質生產量也比較多，仍須視颱風所攜帶的雨量而定。

(三) 分析颱風對於本集水區懸移質生產特性的影響

在 22 年的觀測期間，颱風所搬運的懸移質佔了整個觀測期間的 59%，但是只佔了 6.47% 的時間。此結果凸顯了颱風在本集水區懸移質生產特性的重要性 (圖 4)。

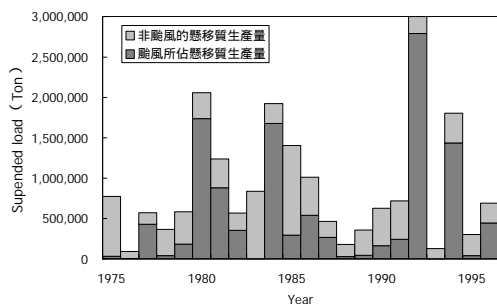


圖 4 颱風與非颱風所產出的懸移質生產量的比較

以「有效流量」的方法來探討不同的河段或集水區的懸移質生產特性，會面臨到無法客觀的決定分組組距，而這個問題卻是本方法的致命傷。但是如果以此方

法，比較同一河段或同一集水區在不同年份懸移質生產量的變化時，則將具有相同的組距，也就是說具有相同的比較標準，則可克服本方法的缺點，並可提供比較懸移質生產量在時間序列上的變化特徵。

蘭陽溪上游集水區的懸移質-流量分布型態，並不穩定。型出現很少只有 1 次，型有 6 次，型有 9 次，型也有 6 次，每年的搬運型態變化很大。

分析型 (圖 6)、型 (圖 5)、型 (圖 7) 的特性後，型同時受到颱風事件與小規模、高頻率的流量事件所影響；型主要受到颱風事件的影響；型主要受到小規模、高頻率的流量事件所影響。型與型之間的差異在於，颱風事件的規模不同，前者較小、後者較大。型與型的有效流量與颱風事件中的最大流量一致，顯示型與型的懸移質生產特性受到颱風的影響，而甚少颱風出現的型的有效流量則以小規模、高頻率的流量事件 (20cms) 為主。

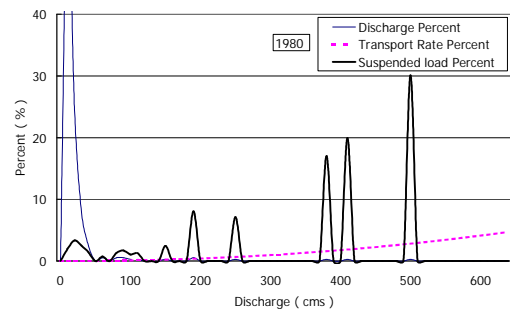


圖 5 1980 年的搬運有效性 (型)

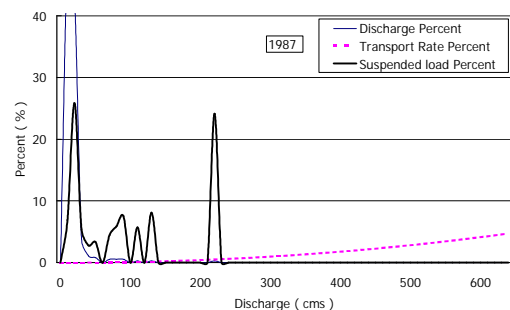


圖 6 1987 年的搬運有效性 (型)

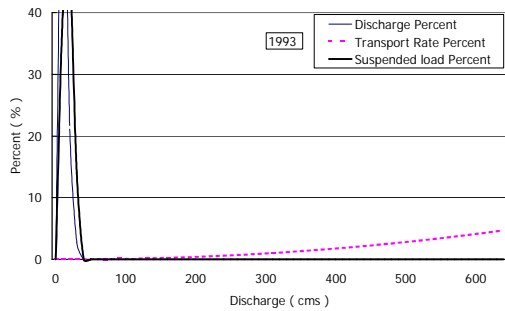


圖 7 1993 年的搬運有效性 (型)

四、研究者自評

因本集水區的資料以日資料來進行分析，所以在流量歷線的上昇翼與下降翼對於懸移質的探討差異不大，未來可嘗試以更小的時間單位進行分析。例如探討單場暴雨的水文歷線與懸移質濃度之間的變化。

颱風對於蘭陽溪上游集水區的懸移質生產特性影響重大，未來可針對不同河段與具有不同環境因子的河流來探討颱風對於懸移質生產特性的影響。

五、參考文獻

何春蓀 (1994) 臺灣地質概論，中央地質調查所，48-49、61-62。
 楊德福 (1997) 治山防洪治理計畫效益評估方法之研究：以蘭陽地區為範例，中興工程顧問社。
 Ashmore, P. E. and Day, T. J. (1988) Effective discharge for suspended sediment transport in streams of the Saskatchewan River Basin, *Water Resource Research*, 24 : 864-870。
 Barch, D., Happoldt, H., Mäusbacher R., Schrott, L. and Schukraft, G. (1994a) Discharge and fluvial sediment transport in a semi-arid high mountain catchment, Agua Negra, San Juan, Argentina, Ergenzinger, P. and Schmidt, K. H. (Eds), *Dynamics and Geomorphology of Mountain Rivers*, 213-224。
 Barsch, D., Gude, M., Mäusbacher, R., Schukraft, G. and Schulte, A. (1994b) Sediment transport and discharge in a arctic catchment (Liefdefjorden, NW Spitsbergen), Ergenzinger, P. and

Schmidt, K. H. (Eds), *Dynamics and Geomorphology of Mountain Rivers*, 225-237。

Biedenharn, D. S. and Thorne, C. R. (1994) Magnitude-frequency analysis of sediment transport in the lower Mississippi River, *Regulated Rivers: Research & Management*, 9 : 237-251。

Chikita, K. (1996) Suspended sediment discharge from snowmelt : Ikushunbetsu River, Hokkaido, Japan, *Journal of Hydrology*, 186 : 295-313。

Gregory, K. L. and Walling D. E. (1973) *Drainage Basin Form and Process: A geomorphological approach*, London: Edward Arnold Ltd. Press, 145-150, 165, 215-219。

Knighton D. (1998) *Fluvial Forms and Processes: A New Perspective*, John Wiley & Sons Inc., New York, 87-95, 118-141, 161-162。

Reid, I., Bathurst, J. C., Carling, P. A., Walling, D. E. and Webb, B. W. (1997) Sediment erosion, transport and deposition, *Applied Fluvial Geomorphology for River Engineering and Management*, Thorne, C. R., Hey, R. D. and Newson, M. D. (Eds), John Wiley & Sons Ltd., 95-135。

Luk, S. H., diCenzo, P.D., and Liu X.Z. (1997) Water and sediment yield from a small catchment in the hilly granitic region, South China, *Catena*, 29 : 177-189。

Rondeau, B., Cossa, D., Gagnon, P. and Bilodeau, L. (2000) Budget and sources of suspended sediment transported in the St. Lawrence River, Canada, *Hydrological Processes*, 14 : 21-36。

Walling, D. E. (1995) Suspended sediment yields in a changing environment, *Changing River Channels*, A. Gurnell and G. Petts eds, John Wiley & Sons Ltd, 149-176。