

行政院國家科學委員會專題研究計畫 成果報告

陸源和非陸源物質在弧陸碰撞板塊邊緣中之宿命的整合研究--高屏峽谷對海洋傳輸陸源物質短週期與長週期之變化
研究成果報告(精簡版)

計畫類別：整合型
計畫編號：NSC 95-2611-M-002-020-
執行期間：95年08月01日至96年07月31日
執行單位：國立臺灣大學海洋研究所

計畫主持人：林曉武

計畫參與人員：碩士級-專任助理：謝一之、謝偉琦
博士班研究生-兼任助理：林裕程

處理方式：本計畫可公開查詢

中華民國 96 年 11 月 16 日

行政院國家科學委員會補助專題研究計畫 成果報告
 期中進度報告

陸源和非陸源物質在弧陸碰撞板塊邊緣中之宿命的整合研究

子計畫七：高屏峽谷對海洋傳輸陸源物質短週期與長週期之變化

計畫類別： 個別型計畫 整合型計畫

計畫編號：NSC 95-2611-M-002-020

執行期間：2006年8月1日至2007年7月31日

計畫主持人：林曉武

計畫參與人員：謝一之、謝偉琦、林裕程

成果報告類型(依經費核定清單規定繳交)： 精簡報告 完整報告

本成果報告包括以下應繳交之附件：

- 赴國外出差或研習心得報告一份
- 赴大陸地區出差或研習心得報告一份
- 出席國際學術會議心得報告及發表之論文各一份
- 國際合作研究計畫國外研究報告書一份

處理方式：除產學合作研究計畫、提升產業技術及人才培育研究計畫、
列管計畫及下列情形者外，得立即公開查詢

涉及專利或其他智慧財產權， 一年 二年後可公開查詢

執行單位：國立台灣大學海洋研究所

中 華 民 國 九 十 六 年 十 一 月 十 五 日

陸源和非陸源物質在弧陸碰撞板塊邊緣中之宿命的整合研究 子計畫七：高屏峽谷對海洋傳輸陸源物質短週期與長週期之變化

執行單位：國立台灣大學海洋研究所

計畫編號：NSC 95-2611-M-002-020

計畫主持人：林曉武

研究人員：謝一之、謝偉琦、林裕程

E-mail：swlin@ntu.edu.tw

中文摘要

高屏溪每年往外海輸出 49 百萬噸的懸浮顆粒，如此大量的陸源物質輸出至海洋，將會對周圍海域有相當程度的影響。颱風季節所帶來的豐沛雨量，可能使河水攜帶的懸浮顆粒達 hyperpycnal 狀態。hyperpycnal 河川向海洋傳輸懸浮顆粒的路徑機制，及其最終於何處埋藏仍不是非常清楚。高屏溪輸出之大量陸源物質可能經由高屏峽谷向深海傳輸埋藏，其可能是經由一件的颱風事件帶至高屏峽谷，亦可能是經由多次搬運的結果。這些沉積物的傳輸機制及沉積物最終埋藏的宿命目前仍不清楚。

本研究於碧利斯颱風前後採集從高屏溪河口沿著高屏峽谷至深海的一系列沉積物及海水懸浮顆粒樣品，並分析懸浮顆粒濃度及粒徑大小組成等，探討颱風前後高屏峽谷內懸浮顆粒及沉積物的變化，以瞭解一個颱風事件經由高屏溪輸出至外海的懸浮顆粒其傳輸路徑及最終埋藏宿命，且探討颱風前後期間高屏峽谷對於高屏溪懸浮顆粒之輸出所扮演的角色，以更深入的探討高屏溪藉由高屏峽谷向深海傳輸陸源物質之輻度與重要性。

研究結果顯示，碧利斯颱風前後高屏峽谷內水體之懸浮顆粒濃度呈現明顯的變化差異。當颱風來襲之後，整個高屏峽谷內之懸浮顆粒含量明顯大幅度增加，懸浮顆粒總量可達 7.4 百萬噸，為颱風前的 10 倍以上，顯示颱風期間高屏溪藉由高屏峽谷向外海輸出大量的懸浮顆粒。颱風 3 個月後，懸浮顆粒濃度則明顯下降，於颱風期間所輸出之高懸浮顆粒已大部份沉降至沉積物或被傳輸至更遠的外海去。高屏峽谷內表層沉積物粒徑大小呈現明顯的空間變化，且颱風前後沉積物粒徑大小之分佈變化亦呈現明顯的差異。高屏溪細顆粒沉積物可於颱風期間藉由高屏峽谷傳輸至 75 km 遠之深海沉積，粗顆粒亦可藉由高屏峽谷向外海傳輸，顯示高屏峽谷於颱風期間對於高屏溪陸源物質向外海之傳輸扮演著非常重要的角色。

英文摘要

Kaoping River transports approximately 49 million tons/year of suspended sediments to the ocean. However, very little information is available concerning the fate of these large amounts of terrigenous materials in the ocean. Among the various mechanisms in transporting river particles, hyperpycnal flow induced by typhoon

maybe one major process in transporting materials to the ocean. Once entering the ocean, the pathway and final fate of the suspended sediment carry by the hyperpycnal flow, however, was not clear. In addition to the large amounts of suspended carrying by the hyperpycnal flow, the part by river water under non-hyperpycnal condition was also not well studied.

In order to understand the role of Kaoping Canyon as a conduit over the material transport inside the Canyon, especially that by the hyperpycnal flow induced by the typhoon, a series of core sediments and suspended particles were sampled inside the Canyon from the river mouth to the deep South China Sea basin prior to and after the Typhoon Bilis. Total suspended particles concentration and sediment grain size were determined. Cored sediments and suspended particle taken prior to and after the Typhoon were used to compare the effect of typhoon, in particular, the distance of particle transport, the thickness and grain size of new materials in core and the possibility of re-suspension by the typhoon.

The results showed that a large variation of suspended particles concentrations in water column inside the Kaoping Canyon taken prior to and after the Typhoon Bilis. After the Typhoon invaded, the amount of suspended particle inside the Canyon increased tremendously, approximately ten times prior to the Typhoon. Total amount of suspended particle inside the Canyon after the Typhoon is at least 7.4 M tons. Most suspended particles exported during the Typhoon period were deposited or transported to the deep SCS basin after 3 months of the Typhoon invasion. In addition, the grain size of sediments inside the Canyon showed distinctly spatial and vertical variations prior to and after the Typhoon. Fine- and coarse-grained suspended particles from the Kaoping River could be transported through the Kaoping Canyon to deep ocean during a typhoon event.

一、前言

台灣河川屬於島嶼型河川，山高水急，且台灣經常發生地震及颱風季節帶來的豐沛雨量，造成河川攜帶非常大量之懸浮顆粒 (Dadson et al., 2003)。這些大量的懸浮顆粒由河川向鄰近外海輸出，將會對周圍海域有相當程度的影響 (Milliman and Syvestki, 1992)。在颱風季節，因颱風帶來的豐沛雨量，使河水攜帶大量的懸浮顆粒，將可能達 hyperpycnal 狀態 (河水密度大於海水，懸浮顆粒濃度超過 40 g/L) (Milliman et al., 2007)。這些 hyperpycnal 河川向海洋傳輸懸浮顆粒的路徑機制，及其最終於何處埋藏仍不是非常清楚。颱風對於河川向外海輸出懸浮顆粒的重要性亦研究不多。

高屏溪每年向外海傳輸 49 百萬噸懸浮顆粒，僅次於卑南及濁水溪 (Dadson et al., 2003)。根據 Dadson et al., 2005 統計過去 1970 至 1998 年的河川資料顯示，高屏溪過去未曾發生過 hyperpycnal 之狀態，而高屏溪每年向外海輸出之大量懸

浮顆粒究竟是堆積於河口，亦或堆積於陸棚，亦或藉著高屏峽谷傳輸至深海（南海），將是本研究打算將加以探討之主要論點。

高屏峽谷的地形變化差異頗巨，位於河口前端之峽谷前段，峽谷寬度較為狹窄且彎曲。峽谷水深離岸距離越遠逐漸變深，於離岸 15 km 開始，峽谷寬度變寬，此寬度較為開闊之峽谷約有 10 km 之距離。隨後峽谷略為變窄，至離岸 60 km 後，高屏峽谷呈一 90 度轉折，往東南方向延伸至深海。

過去研究結果顯示，高屏溪河口沉積物粗顆粒含量較高，且沿著高屏峽谷往外顆粒逐漸變細，而陸棚及陸坡地區沉積物顆粒大小以細顆粒為主，除了近高雄港區域沉積物顆粒較粗。在高屏峽谷中雖然以細顆粒沉積物為主，但仍在高屏峽谷中段發現顆粒較粗的沉積物堆積，這可能是一次颱風事件由高屏溪輸出至那兒堆積，亦或者是經由多次的搬運而堆積在那兒。這異常的粗顆粒堆積是長時間的堆積，亦或是暫時沉積而又再次的被搬運至其他地方沉積，這些沉積物的傳輸機制及沉積物最終埋藏的宿命仍不清楚。

故本研究將針對高屏溪藉由高屏峽谷向外海的長期及短期度尺下沉積物的傳輸及搬運作一詳細的研究。本研究以高屏峽谷為主軸，於颱風前後採集峽谷內海水剖面，過濾取得海水中懸浮顆粒，並藉由對懸浮顆粒的分析（懸浮顆粒濃度、粒徑大小等），探討颱風前後高屏峽谷內懸浮顆粒的變化。此外，本研究亦同時採集高屏峽谷內的沉積物樣品，以探討颱風前後沉積物分佈的變化，以瞭解一個颱風事件經由高屏溪輸出至外海的懸浮顆粒其傳輸路徑及最終埋藏宿命，且探討颱風前後期間高屏峽谷對於高屏溪懸浮顆粒之輸出所扮演的角色，以更深入的探討高屏溪藉由高屏峽谷向深海傳輸陸源物質之幅度與重要性。

二、方法

本研究使用海研一號研究船於碧利斯（2006/7/12~15）及凱米颱風（2006/7/23~26）前後進行高屏峽谷樣品採集工作，共採集了 30 個測站的沉積物樣品及 17 個測站之海水剖面樣品（圖一），採樣時間分別為颱風前（2006/3/29~4/2）、颱風後 3 星期（2006/8/5~9）及颱風後 12 星期（2006/10/11~15）。

沉積物樣品的採集工作是利用箱型及活塞沉積物採集器來進行。沉積物採樣器將沉積物樣品採集至甲板後，立即將沉積物樣品於研究船上的實驗室中以塑膠刀分切，每 2 公分取一樣品，分裝至 PE 塑膠離心管後，冷凍帶回陸上實驗室處理。沉積物樣品帶回陸上實驗室後，部份樣品進行粒徑大小測定，其他剩餘部份則先稱取濕重及濕體積後，再以冷凍乾燥機（Labconco Freeze-dryer）乾燥 7 天，去除水份後，量測乾重，計算其含水量。乾燥後之沉積物樣品以瑪瑙研鉢研磨均質化後，將樣品以沉積物研磨機研磨成粉末狀，並置入 PE 塑膠瓶中保存直至其他地化參數之分析。

海水樣品的採集是利用 CTD rosette 採水器控制採水瓶（Niskin 或 Go-Flo）於預定之深度採水。海水樣品攜回實驗室後利用加壓過濾裝置過濾，懸浮顆粒將收集至 Nuclepore® Polycarbonate membrane 0.4 μm 濾紙與 Whatman® Glass

microfiber GF/F 濾紙上。含有懸浮顆粒的濾紙乾燥稱重後，經計算即可得各深度海水之懸浮顆粒濃度。

沉積物粒徑之分析方法：

稱取定量之濕沉積物樣品約 15g，以濕篩法依不同網目的篩網分離出不同粒徑之沉積物顆粒大小 (>4.75 mm、2~4.75 mm、1~2 mm、500 μm~1 mm 及 63~500 μm)，大於 63 μm 為砂質沉積物，小於 63 μm 則為泥質部份。砂質部份烘乾稱重後，可得知沉積物樣品之砂含量比率。泥質部份將以雷射粒徑分析儀進一步分析。

三、結果與討論

1. 颱風前後高屏峽谷內懸浮顆粒濃度之變化 (圖二)

碧利斯颱風前，於高屏峽谷內所採集之懸浮顆粒濃度普遍呈現隨離岸距離越遠越少的趨勢，懸浮顆粒多集中於高屏峽谷前段區域。颱風前，高屏峽谷前段 30 km 內之海域，懸浮顆粒濃度最高可達 44 mg/L (離高屏溪出海口 6.4 km 處水深 300 m 之水樣)。懸浮顆粒濃度普遍於表層海水較低，底層海水較高。最靠近出海口之測站表層 5 m 海水之懸浮顆粒濃度為 0.8 mg/L，且懸浮顆粒濃度隨深度增加而遞增，於水深 130 m 為 6.0 mg/L。而離出海口 3.7 km 之測站表層海水懸浮顆粒增加至 1.2 mg/L，於水深 275 m 增加至 13 mg/L。離出海口 6.4 km 的懸浮顆粒含量最高，表層 5 m 海水為 6.4 mg/L，300 m 水深之海水為 44 mg/L。離出海口 15.1 km 之測站海水懸浮顆粒含量次多，於 420 m 水深處為 26 mg/L。離出海口距離 15.1 km 以上之更遠的測站，懸浮顆粒普遍呈現低濃度，近底層之海水懸浮顆粒濃度低於 4 mg/L 以下，表層海水更不超過 1 mg/L。

碧利斯颱風過後 3 個星期，於高屏峽谷內所採集之懸浮顆粒含量明顯較颱風前為高，懸浮顆粒多集中於高屏峽谷後段區域；懸浮顆粒含量仍以表層水較低，底層水較高。離高屏溪出海口 30.4 km 處水深 955 m 之水樣懸浮顆粒濃度最高，濃度可高達 187 mg/L。最靠近出海口之測站表層 5 m 海水之懸浮顆粒濃度為 8.2 mg/L，為颱風前 10 倍之多。隨離出海口距離增加，表層海水之懸浮顆粒濃度逐漸下降，但底層水的懸浮顆粒濃度急遽增加。離出海口 30 km 之測站，底層海水之懸浮顆粒增加至 100 mg/L 以上，為颱風前同一測站深度之 25 倍以上。此等高懸浮顆粒之海水可從離出海口 30 km 處延伸至 75 km 處之遠，顯示颱風期間高屏溪向外海傳輸了相當大量的懸浮顆粒，且可藉由高屏峽谷傳輸至 75 km 外之深海去。

碧利斯颱風過後 12 個星期，於高屏峽谷內所採集之懸浮顆粒含量明顯較颱風後 3 個星期降低許多。離高屏溪出海口 30.4 km 處水深 950 m 之水樣懸浮顆粒濃度最高為 21 mg/L，為颱風後 3 個星期之 1/9，顯示颱風輸出之大量懸浮顆粒大部份已沉降至沉積物中或被傳輸至更遠的海域。離出海口 70 km 處之底層海水懸浮顆粒含量為 14 mg/L，較颱風後 3 星期為 1/10 之低，但仍為颱風前之 4 倍之多，顯示颱風 3 個月之後雖然於颱風期間輸出之大部份懸浮顆粒已沉降埋藏，但

仍尚未回復成颱風前平常時期之狀態。

2. 颱風前後高屏峽谷內水體溫度、鹽度及穿透率之變化 (圖三)

根據 CTD 資料顯示，颱風前後海水之水溫變化不大，表層海水溫度最高，隨深度增加而逐漸降低。海水鹽度則分成四種水深差異的變化：表層 0~60 m 為低鹽 (32.2~34.2 psu) 的河川淡水輸入，次表層 60~300 m 鹽度較高為 34.5~34.7 psu，中層 300~1000 m 鹽度為 34.4~34.5 psu 及深層 1000~2000 m 鹽度為 34.5~34.6 psu。颱風前，表層海水鹽度為 33.9 psu，而颱風後 3 個星期明顯發現表層海水鹽度較颱風前為低，鹽度可低於 32.2 psu，這是因為颱風期間大量河川淡水輸出的結果，比較淡之海水甚至可延伸至 75 km 之遠。海水穿透率與海水懸浮顆粒濃度呈現明顯之反向關係，即懸浮顆粒濃度越高，海水穿透率越低。海水穿透率普遍表層海水較高，底層海水較低，此結果與懸浮顆粒濃度變化相近，即表層海水懸浮顆粒濃度較低，穿透率較高；底層海水懸浮顆粒濃度較高，穿透率較低。颱風前，海水穿透率以高屏峽谷前段 30 km 以內明顯較低，顯示懸浮顆粒多集中於高屏峽谷前段海域。颱風後 3 個星期，海水穿透率明顯下降，尤其是底層海水，穿透率甚至已為 0%，顯示颱風後底層海水懸浮顆粒濃度異常之高。當海水懸浮顆粒濃度越過 55 mg/L 時，穿透率即為 0%。而於颱風後 3 個星期高屏峽谷中段及後段底層海水普遍穿透率已降至為 0%，懸浮顆粒含量更普遍越過 55 mg/L，最多可達 180 mg/L 以上。此高懸浮顆粒，穿透率為 0% 之海水甚至可延伸分佈至 75 km 以遠的海域，因本研究採樣時間有限，採樣距離較短，故未能追蹤懸浮顆粒最遠的傳輸距離。颱風過後 12 個星期，高屏峽谷內海水之穿透率已逐漸升高，顯示颱風期間輸出之懸浮顆粒已慢慢沉降埋藏。

3. 颱風前後高屏峽谷沉積物粒徑大小之變化 (圖四)

高屏峽谷內表層沉積物粒徑大小呈現明顯的空間變化，且颱風前後沉積物粒徑大小之分佈變化亦呈現明顯的差異。

颱風前，高屏峽谷前段 30 km 之前，沉積物砂含量平均為 20% 左右，除了於 7~10 km 處表層沉積物砂含量可高達 95% 以上，於 27 km 高屏峽谷開闊處表層沉積物砂含量則為 54% 以上。於 30 km 之後，高屏峽谷中段沉積物多以細顆粒為主，砂含量小於 4%。於高屏峽谷後段 61 km 處發現粗顆粒異常之堆積，表層沉積物砂含量可高達 70% 以上，而於更遠的 65 km 處之沉積物則又回復成以細顆粒為主。

颱風之後 3 個星期，高屏峽谷近河口之測站表層沉積物砂含量呈現明顯下降的現象，從颱風前之 25% 下降至 2%，但於 3.7 km 處砂含量則增加至 80%，顯示颱風期間高屏溪向高屏峽谷不僅傳輸細顆粒沉積物，粗顆粒的傳輸亦很重要。颱風過後，高屏峽谷前段 14~27 km 處表層沉積物粒徑大小呈現明顯變細的趨勢，砂含量下降 9~16%，可能為颱風期間輸出之細顆粒沉降的結果。而於高屏峽谷中段 48 km 處表層沉積物為砂含量 32% 之粗顆粒沉積。於高屏峽谷後段 61 km 處表層沉積物則從颱風前之粗顆粒轉變成以細顆粒為主，砂含量從 72% 下降至

1%以下，顯示高屏溪細顆粒沉積物可於颱風期間藉由高屏峽谷傳輸至 60 km 遠之深海沉積。於更遠的 65 km 處之細顆粒測站（颱風前），則於颱風過後砂含量增加至 90%以上，顯示颱風期間粗顆粒亦可藉由高屏峽谷向外海傳輸。

颱風過後 12 個星期，高屏峽谷近河口之測站表層沉積物砂含量又上升至 29%，但於 3.7 km 處砂含量則下降至 9%，顯示颱風期間輸出之細顆粒懸浮顆粒逐漸沉降與埋藏。而高屏峽谷 14~39 km 處表層沉積物砂含量較颱風後 3 個星期為高，可能為颱風期間沉降堆積的細顆粒又再懸浮傳輸至其他區域的結果。颱風過後 12 個星期，高屏峽谷後段 65 km 以遠之測站沉積物砂含量呈現較颱風後 3 個星期為低，顯示沉積物粒徑有變細的現象，可能為高屏峽谷前中段之細顆粒再懸浮後傳輸至高屏峽谷後段甚至更遠的深海沉積的結果。

比較颱風前後高屏峽谷同一位置之沉積物垂直剖面粒徑大小的變化發現，颱風前於高屏峽谷中段測站（離出海口 27 km）沉積物深度 290 cm 以淺主要以粗顆粒為主，砂含量平均可高達 78%，於 50 至 140 cm 之間砂含量呈現大幅度跳動。290 cm 以深砂含量快速下降，於 320 cm 砂含量出現極小值，顯示過去曾有細顆粒沉積物的堆積，可能是過去某個颱風事件所輸出之細顆粒的訊號。颱風之後 3 個星期，此測站之表層沉積物粒徑大小呈現稍微變細的現象，砂含量從颱風前之 63%遞減為 54%，230 cm 以淺之沉積物仍以粗顆粒為主，砂含量平均約為 76%。230 cm 以深砂含量快速下降至 12%之低值。颱風前，此細顆粒堆積出現於 300~330cm 的深度；而颱風過後 3 個星期，此細顆粒的堆積於 240 cm 即已出現，可能顯示颱風期間高屏峽谷的侵蝕及再懸浮作用，將表層部份粗顆粒沉積物沖刷帶往別處。颱風後 12 個星期，沉積物砂含量從 70 cm 之 75%往近表層遞減至 30 cm 之 20%，可能為碧利斯或凱米颱風輸出之細顆粒沉積物沉降埋藏的結果。

在高屏峽谷後段測站（離出海口 61 km）於颱風前為粗顆粒沉積物，砂含量超過 70%以上，20 cm 以深以大顆粒之礫石為主，礫石最大可達 7cm。颱風後 3 個星期於同一位置發現，沉積物於 100 cm 開始粒徑大小逐漸往表層變細，顯示颱風後沉積了近 100 cm 之沉積物，可能為高屏溪於碧利斯或凱米颱風期間輸出之細顆粒沉積物傳輸至此沉降埋藏的結果。100 cm 以深則以粗顆粒為主，礫石直徑最大可達 7cm。颱風後 12 個星期，於 50 cm 以淺出現砂含量增多的現象，從 10%增加至 80%，堆積了近 50 cm 之粗顆粒沉積物，可能是從高屏峽谷上游區域傳輸至此堆積的結果。50 至 90cm 沉積物粒徑大小逐漸變粗，砂含量從 10%增加至 95。90 cm 以深沉積物則為粗砂中帶有大顆粒礫石的組成。

4. 颱風前後高屏峽谷內懸浮顆粒總量之估算

海水穿透率與海水懸浮顆粒濃度呈現明顯之反向關係，因此本研究藉由穿透率與懸浮顆粒之關係公式，估算高屏峽谷各測站海水剖面之懸浮顆粒含量，並進一步估算颱風前、颱風後 3 個星期及颱風後 12 個星期高屏峽谷水體內懸浮顆粒之總含量。計算結果顯示，颱風前高屏峽谷內懸浮顆粒總量約為 0.75 百萬噸。颱風後 3 個星期懸浮顆粒總量增加至 7.4 百萬噸，為颱風前的 10 倍之多，顯示

碧利斯颱風期間高屏溪藉由高屏峽谷向外海輸出大量的懸浮顆粒。颱風後 12 個星期懸浮顆粒總量下降為 1.5 百萬噸，顯示颱風期間輸出之懸浮顆粒已逐漸沉降埋藏至沉積物中或傳輸到更遠的深海中埋藏。

四、結論

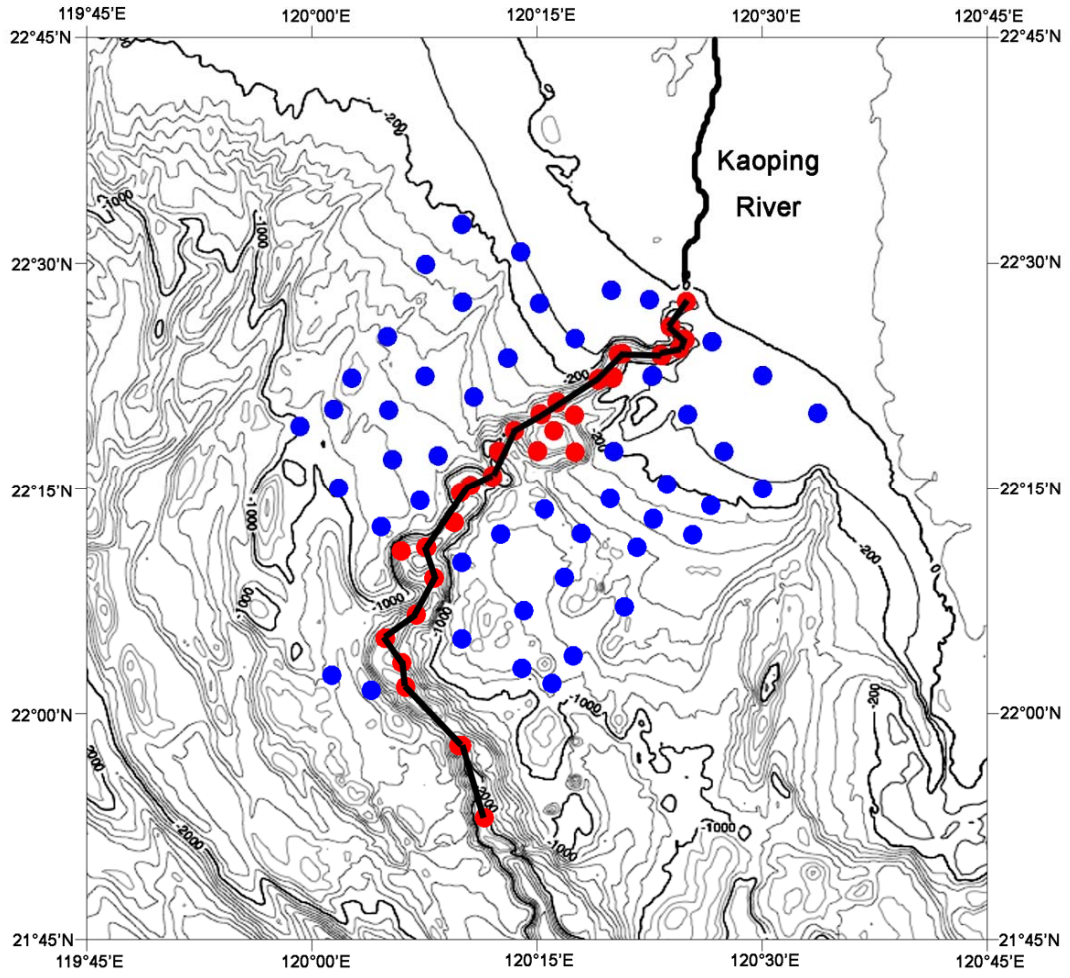
碧利斯颱風前後高屏峽谷內水體之懸浮顆粒濃度呈現明顯的變化差異。颱風前高屏峽谷水體懸浮顆粒多集中於峽谷前段區域，高屏峽谷水體懸浮顆粒普遍呈現低濃度。但當颱風來襲之後，整個高屏峽谷內之懸浮顆粒明顯大幅度增加，颱風侵襲 3 個星期之後的懸浮顆粒濃度可高達 180mg/L 以上。而颱風之後高屏峽谷懸浮顆粒總量可增加至 7.4 百萬噸，為颱風前的 10 倍之多，顯示颱風期間高屏溪藉由高屏峽谷向外海輸出大量的懸浮顆粒。颱風 3 個月後，懸浮顆粒濃度則明顯下降，顯示於颱風期間所輸出之高懸浮顆粒已大部份沉降至沉積物或被傳輸至更遠的外海去。此外，根據 CTD 資料顯示，颱風後 3 個星期明顯發現表層海水鹽度較颱風前為低，比較淡之海水甚至可延伸至 75 km 之遠，這是颱風期間大量河川淡水輸出的結果。海水穿透度則與海水懸浮顆粒濃度呈現明顯之反向關係。海水穿透度普遍表層海水較高，底層海水較低，此結果與懸浮顆粒濃度變化相似。颱風後 3 個星期，海水穿透度明顯下降，尤其是高屏峽谷中段及後段底層海水普遍底層海水穿透度已降至為 0%，顯示颱風後底層海水懸浮顆粒濃度異常之高。此高懸浮顆粒，穿透度為 0% 之海水甚至可延伸分佈至 75 km 以遠的海域。高屏峽谷內表層沉積物粒徑大小呈現明顯的空間變化，且颱風前後沉積物粒徑大小之分佈變化亦呈現明顯的差異。颱風之後 3 個星期，高屏峽谷部份區域表層沉積物砂含量呈現明顯下降的現象，而部份區域則從細顆粒轉變成以粗顆粒為主，顯示颱風期間高屏溪向高屏峽谷不僅傳輸細顆粒沉積物，粗顆粒的傳輸亦很重要。高屏溪細顆粒沉積物可於颱風期間藉由高屏峽谷傳輸至 75 km 遠之深海沉積，粗顆粒亦可藉由高屏峽谷向外海傳輸，顯示高屏峽谷於颱風期間對於高屏溪陸源物質向外海之傳輸扮演著非常重要的角色。

五、參考文獻

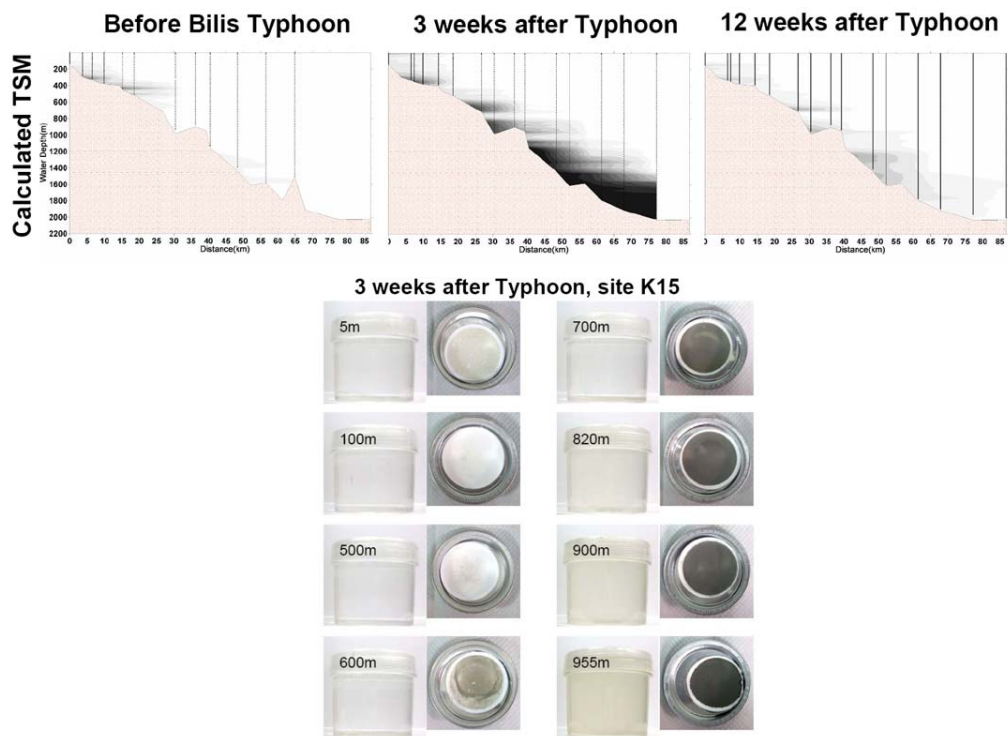
- Dadson, S. J., Hovius, N., Chen, H., Brain Dade, W., Hsieh, H.-L., Willett, S. D., Hu, J.-C., Horng, M. J., Chen, M.-C., Stark, C. P., Lague, D., and Lin, J.-C., (2003) Links between erosion, runoff variability, and seismicity in the Taiwan orogen. *Nature* 426, 143-158.
- Dadson, S., Hovius, N., Pegg, S., Dade, W. B., Horng, M. J., and Chen, H., (2005), Hyperpycnal river flows from an active mountain belt, *J. Geophys. Res.* 110, F04016, doi: 10.1029/2004JF00024.
- Milliman, J. D., Lin, S., Kao, S.-J., Liu, J. P., Liu, C.-S., Chiu, J.-K., and Lim, Y. C., (2007) Short-term changes in seafloor character due to flood-derived hyperpycnal discharge: Typhoon Mindulle, Taiwan, July 2004. *Geology* 35,

779-782.

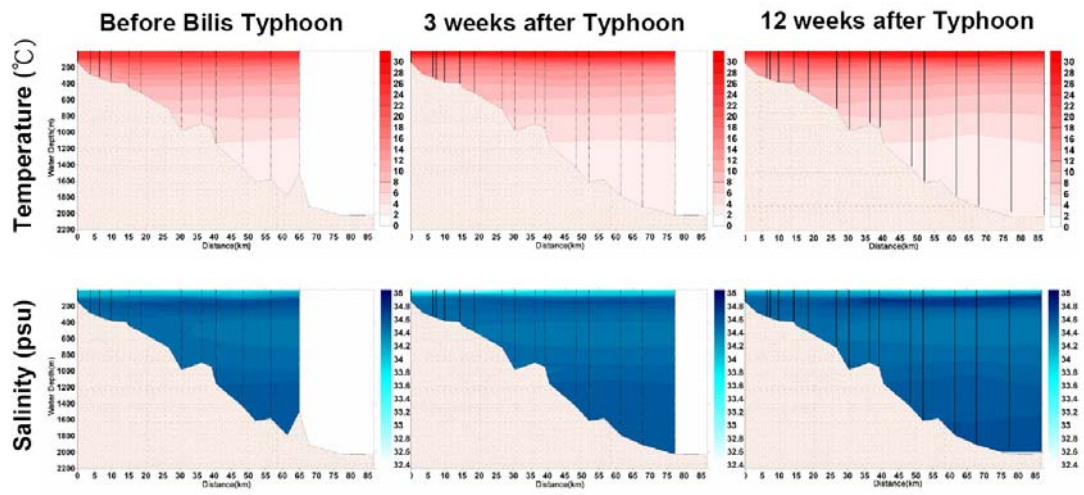
Milliman, J.D., and Syvitski, J.P.M., (1992) Geomorphic/Tectonic control of sediment Discharge to the ocean: The importance small mountains river. *Jour. Geol.*, 100, 525-544



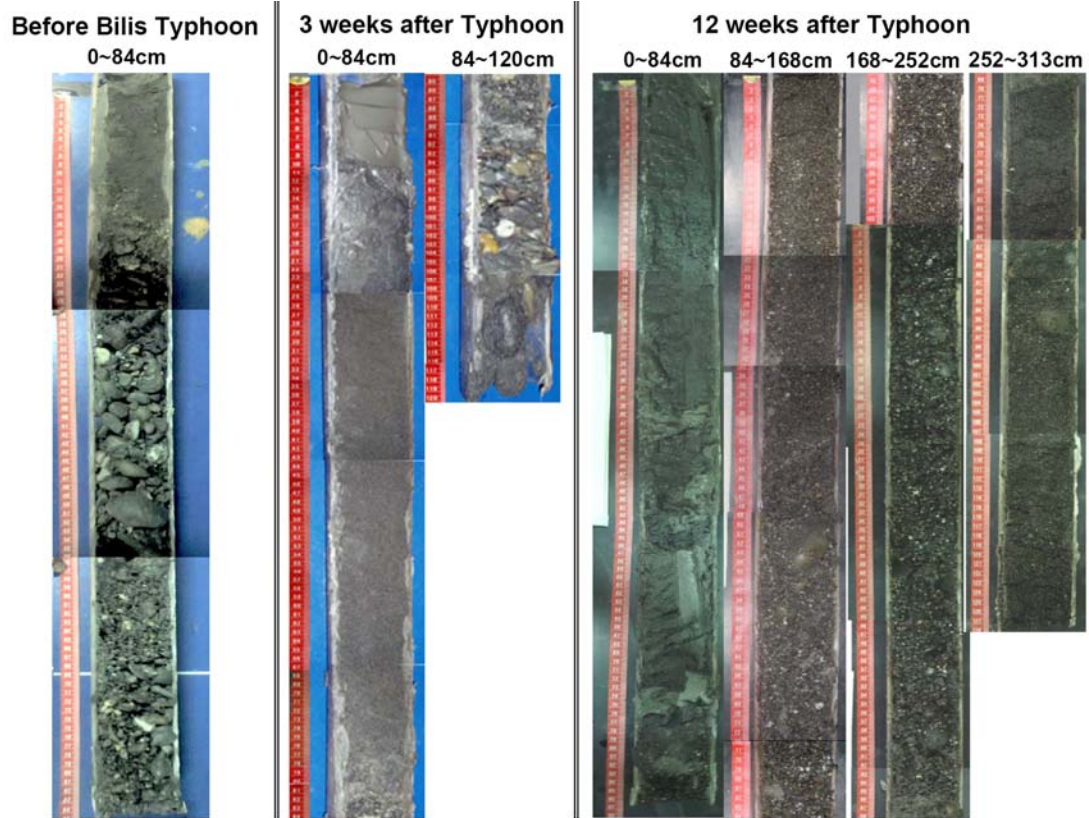
圖一、研究採樣區域



圖二、颱風前後高屏峽谷內懸浮顆粒濃度之變化（由海水滲透率換算的結果）；
懸浮顆粒濃度越高，海水滲透率越低



圖三、颱風前後高屏峽谷內水體溫度及鹽度之變化



圖四、颱風前後高屏峽谷沉積物粒徑大小之變化