



專家的話——記取經驗篇

從災難中學習 由破壞中重建

一九九六年七月三十一日和八月一日兩天，賀伯路過台灣，讓我們損失了近三〇〇億元，以及一些寶貴生命。政府官員、民代、當地居民和學者應已從此昂貴經驗學到一些。所謂「前事不忘，後事之師」者是也。本文為作者就南投、嘉義等降雨中心成災區的學習經驗，略就災區重建問題聊表淺見，以就教大方。

1. 災後重建

賀伯颱風災害一過，除了土地遭流失者之外，幾乎所有災區，包括崩塌、土石流、中斷之道路橋樑、淹水區等的居民立即展開復原(Recovering)的工作。事實上，災後不到三、四個月，土石災害極其嚴重的地區，如南投縣的郡坑、阿里山公路上的石桌，就已經恢復原來的生活秩序和生產活動，充分顯露台灣農村社會居家、做生意，包括賣檳榔，旺盛的生命力和應付環境災害的「恢復力」(Resilience)。

賀伯災害是由賀伯颱風的自然力量引發的洪水、崩山和土石流，對人命、房舍、田園以及道路、橋樑等公共設施以及自來水、電力、電訊等公用設備造成相當程度的傷害和破壞，屬於環境災害(Environmental disaster)。民國八十五年七月三十一日、八月一日災害發生時，由於道路、橋樑和電訊等對區外之聯絡管道中斷，災區情況不明。貧乏的信息加上從壞處著想的



臆測，使早期的災情報導度充滿震撼和悲觀。但搜救和照顧傷患和災民的救援工作(Relief)迅即展開，接著道路、橋樑的搶通、自來水、電力、電訊等生命線(Life line)的恢復以及環境消毒等也陸續在二、三個月內完成，使災情得以逐漸明朗，並受到適當之控制。這第二階段的災後「復建」(Rehabilitation)重點在於努力使受災害破壞的失序生活恢復正常。其間軍隊在清理殘破家園和維持臨時性災區聯外道路之暢通的工作上貢獻甚鉅。美國聯邦救災管理局(FEMA)於社會遭受重大變故時，由軍方擔任緊急救災和災區秩序之維持，乃借重軍隊之組織效率、權力、能力等優點(Smith, 1992)其制度頗值我國借鏡，以使救災工作更加快速而有效。

所謂災區復建，是指暫時性維持災區人口之生命線或維生系統(Life-support system)運作之措施，以過渡到完成正常之狀態。所以，復建階段必須於救援之後立即展開，以避免災情擴大或造成二次災害(如瘟疫等)。復建階段之後，便是長期性的「重建」(Reconstruction)工作的開始。

「重建」是永久性的重新建設，包括受損的公共設施、公用設備的重新建築、生活的安置、生產系統的運作。因此，本階段的工作需要龐大的資源和較長的施作時間。重建所需資源的籌措和分配，對任何國家而言，都非易事，是以賀伯災後已接近周年，但像陳有蘭溪橋，新興橋等還是便道。除了堤防之外，很多重建工作多才開始或尚未開始，據說問題出在經費遲遲無法核定。

相對的，日本神戶大震災(一九九五年元月十七日)之後一年，神戶高架高速公路與快速鐵路即以嶄新抗震設計重新面世，給世人對日本行政與工程效率留下深刻印象。這與日本人將中國格言「豫則立，不豫則廢」奉為圭臬並認真去實踐的處世哲學有必然的關係。

就如神戶大地震的重建是件創新的工作一樣，「重建」並非恢復舊觀或舊有機能之謂。其



更重要的意義在創建比災前更耐災害、更安全的生活環境。所以，賀伯災後，如果是單純地在破損的橋樑、破損的堤防、破損的其他公共設施原地建造與災前相同的東西，而不具減輕未來相同誘因下之災害程度或風險(Risk)之效果，則就理而言，並不符合「重建」的要求。蓋其可能重蹈覆轍，甚至埋下日後更大災害的種子。

2. 賀伯環境災害特性分析

1. 環境災害與人類活動之時空特性分析

災後重建係以建設比災前更能抗拒環境危險(Environmental hazards)的生活環境為目標。但因災區顯然是高災害敏感度(Vulnerability)的地方，而更重要的是，由於高災害敏感區與人類活動區之重疊才生災害。所以重建工作之規劃應以災害特性，尤其是災區人與自然環境之衝突性的分析結果為基礎。

基本上，地震、颱風、崩山、洪水、火山爆發等自然環境災害，都是具有時間與空間特性的災害。例如：台灣就沒有火山爆發問題；大面積淹水區大多在平原低窪區；崩山和土石災害在陡峭山區；洪流在河川兩岸；地震則在活動斷層分布區等，而颱風則有其偏好之行進路線，並只發生於夏秋兩季。

環境災害的時空性左右其能量運作的區位、規模與頻度。而人類活動也有明顯的時、空特性。例如：大都會率沿水岸發展；平原是穀倉；山區聚落多在谷口沖積扇階地；山區農業以果園、茶園、菜園、檳榔為主。而農業亦為時空限制產業，其類別與生產活動與地區和季節密切相關。

環境災害之時空特性與人文活動之時空特性之重疊，衍生出環境災害在人文、社會層面上的



意義，而使重建工作之規劃成爲科技、社經、政治的複雜互動體。

乃筆者根據台灣地區過去重大環境災害經驗所作示意性評估。從本表可知：就災害結果之嚴重度而言，崩山、土石流、洪流屬於山村型災害；而淹水和震災則屬都市、平原型災害。所以，很顯然的，環境災害並非低度開發區的專利，只是類型不同以及受保護的程度有所差異而已。

崩山、土石流、洪流、淹水的誘因是集中型豪雨，其中崩山、土石流、洪流屬山村型，淹水則屬平原低地型。賀伯颱風帶來豪雨，故有上述災害。

2. 賀伯颱風災害特性分析

(1) 災害性降雨與人力運作之餘地：災害性降雨係指一次連續降雨量或其產生之逕流量超過該地自然系統容受力或防災工程之設計強度，致易於自然系統脆弱處發生崩塌、沖蝕等現象。由於雨量與自然系統間有動態平衡存在，是以災害性降雨量係以該地區平均年降雨量爲基準：一次連續降雨量達該地區平均年降雨量七分之一以上者，即可視爲該地區之災害性降雨。台灣各地平均年降雨量約在2,300mm左右，故連續降雨量達350mm者即爲災害性降雨。當然，低災害敏感度地區或保護程度較高的地區，如城市等，可承受較大之降雨量；而山區等高災害敏感度者，則反之。

根據氣象資料（表一），賀伯颱風時之降雨中心是在玉山、阿里山、溪頭、日月潭等台灣中南部山區。



表一：降雨量報告表

雨量單位：公釐

觀測日期		7 / 29 日	7 / 30 日	7 / 31 日	8 / 1 日	合 計
站名	時間	0-24	0-24	0-24	0-24	
1	基隆	4.0	8.0	168.0	27.0	207.0
2	宜蘭		16.0	274.0	84.0	374.0
3	蘇澳		24.0	190.0	96.0	310.0
4	鞍部	0.9	31.0	482.0	49.0	562.9
5	陽明山	0.7	25.0	439.0	61.0	525.7
6	淡水		13.0	207.0	23.0	243.0
7	台北	0.2	22.0	203.0	22.0	247.2
8	新竹		31.0	237.0	86.0	354.0
9	台中		18.0	269.0	228.0	515.0
10	梧棲	1.0	23.0	149.0	234.0	407.0
11	日月潭		5.0	194.0	454.0	653.0
12	玉山		3.0	388.0	259.0	650.0
13	阿里山		0.5	1090.0	892.0	1982.5
14	嘉義		12.0	123.0	283.0	418.0
15	台南		3.0	102.0	110.0	215.0
16	高雄		0.5	86.0	98.0	184.5
17	花蓮		2.0	23.0	135.0	160.0
18	成功		2.0	4.0	54.0	60.0
19	台東		0.5	3.0	62.0	65.5
20	大武			4.0	151.0	155.0
21	恆春		0.5	61.0	81.0	142.5
22	澎湖			29.0	151.0	180.0

資料來源：中央氣象局



其七月三十一日、八月一日兩天之降雨量為：玉山650mm、阿里山1,982.5mm、溪頭1,257.5mm、日月潭653mm，都已遠遠超過災害性降雨之下限，是以該地區之災害程度為四十年來僅見，乃理所當然。降雨中心地區及其地表逕流影響區所生災害類型及其分布如圖一所示。其中特別引人注目的現象是：陳有蘭溪流域內之大小坑谷幾乎都有溪床沖刷、土石流出的情形，只是依敏感度而有災害程度輕重之別而已。環境災害類型之地域性差別由此可見。

在此必須特別指出的是：水土災害固然是以災害性降雨為其誘因，但決定災害程度的卻非降雨強度，而是人類活動區的自然災害敏感度。這是為什麼在任何難以抵禦的天災中，都有人力可以運作之空間存在，而非完全束手無策。此空間之探究乃重建工作必須加以考慮之點。

(2)山村型、社區規模以下之災害：賀伯降雨中心在深山，故首當其衝者為山村。而因中南部大河並不穿過都市中心，所以下游雖有淹水區，部分為海水倒灌所致，但大都市並未受到影響（台北縣市部分淹水，純屬人為疏失，不在論列）。

山村是邊際化(Marginalization)地區，人口因外移而過疏，並且高齡化；同時在農業生產時空全球化（農產品貿易國際化）的影響下，當地傳統農業（梅樹等果園）無利可圖，故紛由利潤較高之檳榔所取代。漫山遍野的檳榔擴及陡坡地，生產設施因陋就簡，而為管理方便，農舍也一併進入災害敏感區。實際上，檳榔、高山茶、高冷蔬菜等特殊農業在山區迅速蔓延之後，坡地超限利用和農舍進入災害敏感區的情形至為普遍。惟其發展結果卻使生態系統和生活環境退化，而增加了受災的機會。

來自災區外資源之重建工作，如不能使此種發展趨勢有所修正，勢將掣動「正回饋」



(Positive feed back) 機制，而持續加強此種落後之土地利用和產業經營方式，可能進一步促進邊際化而埋下更重大災害禍根 (Smith, 1992)。

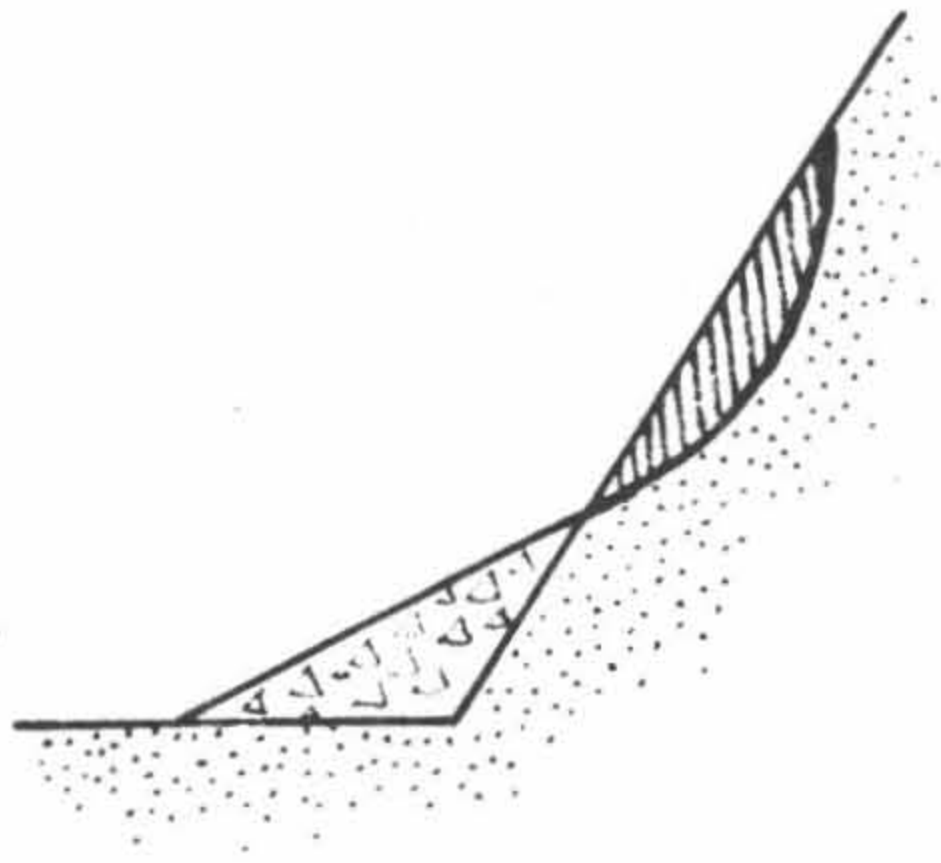
邊際化是種生產、生活、生態環境退化 (Deterioration) 之過程。如表一所示，山村型環境災害雖然極有可能引起生命、財產之損失，但其範圍小，通常只涉及一至數戶人家，遠在社區規模以下，且其社會關連性也低 (張石角，一九八八、一九八九、一九九〇、一九九一、一九九二)，效應短，維生系統簡陋，自助復原能力强 (但災害之自保力低)，故即使在無積極之外來援助下，也能在三、兩個月間恢復其原來之運作，如郡坑野溪口之檳榔灘、二廊谷口之住戶、商家。若有外援原狀復建，如被毀損之產業道路等，則居民之信心必將大增，於是超限拓墾的情形可能更加擴大，其結果是環境更加地惡化，而邊際化現象自亦隨之向前又推進了一步。

(3) 點狀與線狀災害：發生在深山地區的暴雨，其引起的水土災害、自上游至下游為點 (崩塌、洪流之衝擊)、線 (土石沖蝕與堆積)、面 (淹水)。此乃暴雨產生之能量與承受該能量之地形特徵配合之結果。

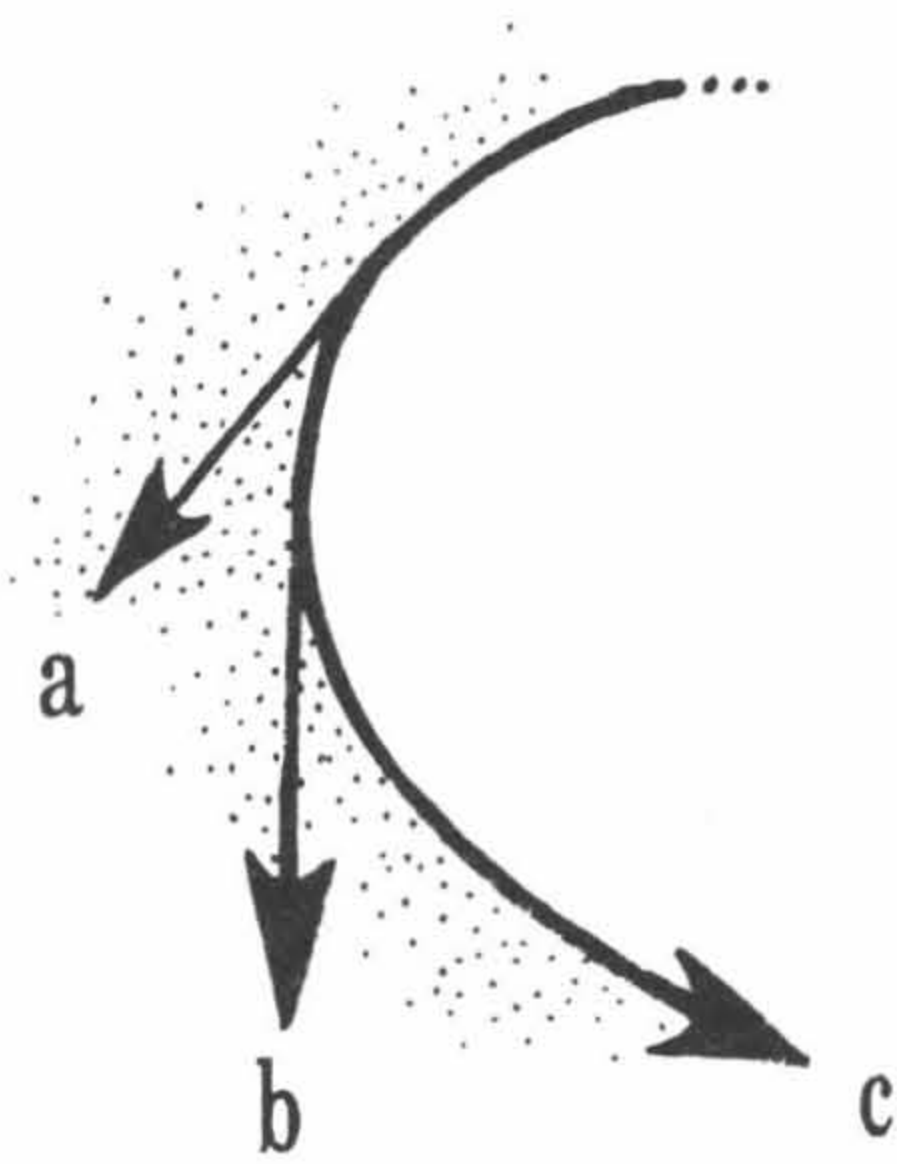
賀伯颱風災害雖然波及全島，但除下游平原低窪區的淹水範圍在社區規模以上之外，其他多屬點狀或短線狀之災害，災區之規模甚小，如一、兩戶人家受損毀、橋樑一端或道路一段被土石埋沒或路基流失等。然因線乃點之連續，故如道路以及各種管線只要有一點中斷，其機能就失靈，影響面就要大得多。然而，點狀與線狀之災害的復原也相對地容易。茲將賀伯災區點狀和線狀災情分析於次：

① 點狀災情：

A 邊坡土石崩塌型：災情為上坡崩塌土石掩埋或壓毀坡腳構造物 (圖一)。其屬自然邊



圖一：邊坡土石崩塌型



圖二：洪流路徑上流水慣性衝擊點

(a, b, c) 示意圖

坡崩塌者，多局部性個別崩場地，受損者亦多為民房，如新興；其為人工邊坡崩塌者，多屬道路人工上邊坡，視地形、地質條件可能呈短線狀，如新中橫信義段。崩塌壓倒房舍，可能有人命之傷亡，事屬嚴重，但根據過去調查（張石角，一九八八、一九八九、一九九〇、一九九一、一九九二），若其為磚造或鋼筋混凝土者，則少有傷亡情事；自然邊坡崩塌多屬局部情況，影響範圍小；崩積物清理後即可恢復建物原有之機能，故影響期間短。此項評估與本次災區情況頗為符合。



公路人工上邊坡不穩定者，如新中橫信義段之礫石層，崩塌埋沒路面乃常有現象。但容易以推土機於短期內完成清理工作。故此種崩塌引起交通中斷，影響人員與物資之交流，但受影響之範圍和時間一般都不大。

B 洪流衝擊型：山洪暴發時，河川流量和流速驟增，沖刷力也暴增，其對河岸的最大衝擊力，發生在溪流轉彎處之外側，地形學上稱爲「攻擊坡」的地方（圖二）。位於洪流衝擊點之環境敏感度（Vulnerability）最大，故構造物應儘量迴避此敏感點、或加消能設計、或加強構造物之抗沖蝕強度；否則易受洪流之損壞。陳有蘭溪橋、新興橋以及大部分路基流失處，都是位於此種災害敏感位置上。由於致災原因極其單純而明顯，只要在選址與工程設計上用心，泰半災害應可避免。

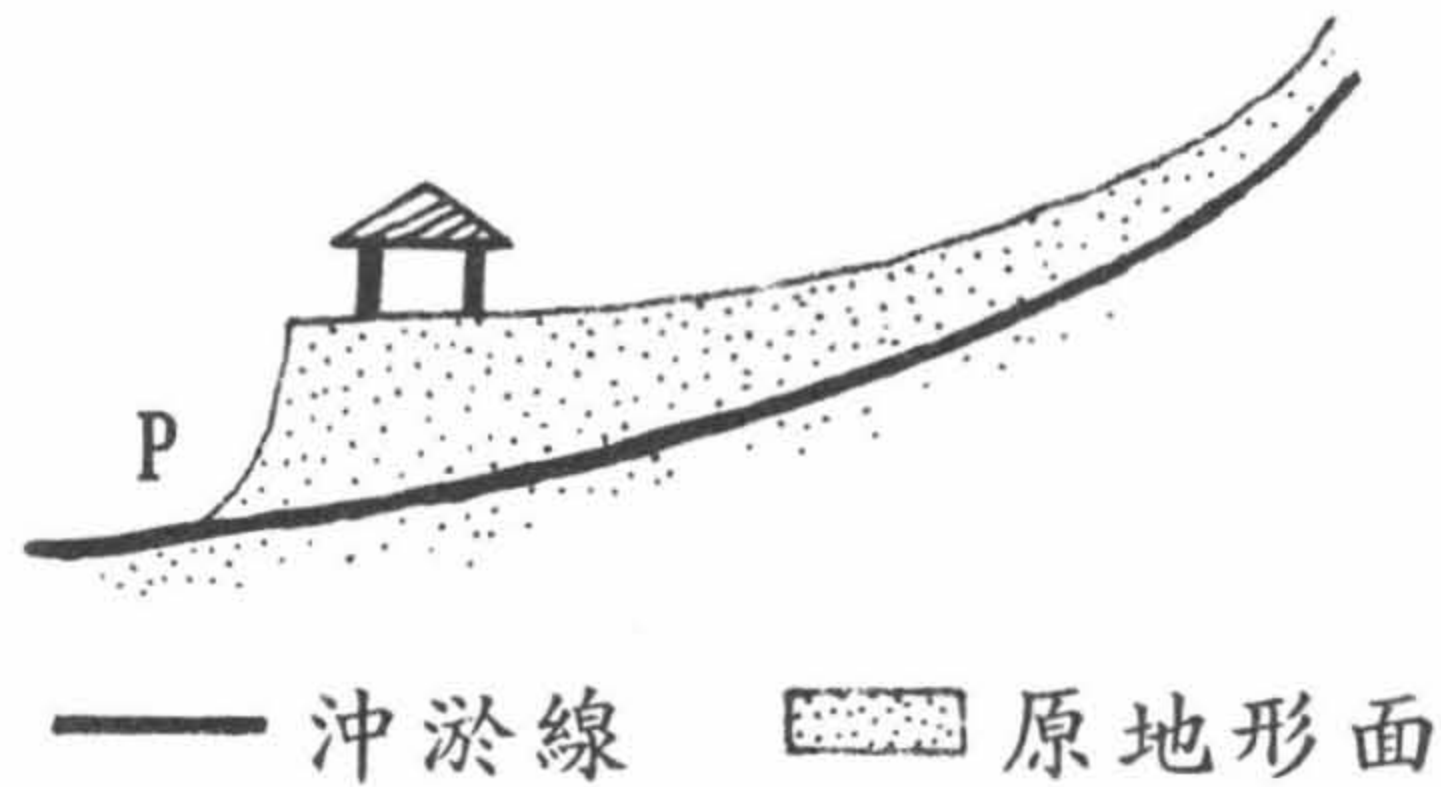
C 線狀災情：線狀災情發生於小型溪谷（一、二級河）及其谷口，屬坑谷土石流動型災害。就向來爲人類高度使用之階地面與溪床相對高差以及溪溝內水土溢流之可能性，可分爲深溝型與淺溝型。

a 深溝型之地形特徵是：高坡降、侵蝕性溪流，溪流之沖淤線與地面之交叉點在階地面之下坡（圖三A）。深溝流動型者因溪溝深，溪床內水土不致溢流而成災，但攻擊坡之岸壁則可能被洪流之沖蝕而崩塌。如南平坑、新興橋（圖三B）。但除溪岸崩塌涵洞或引道被沖毀外，其毗鄰並無土石災害。

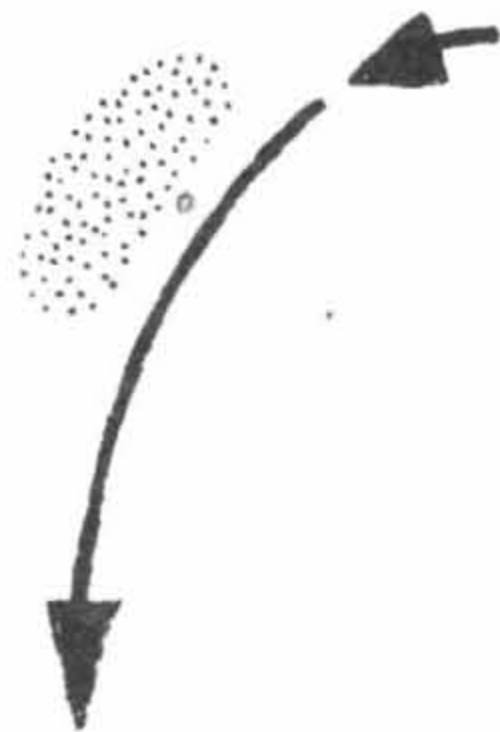
b 淺溝型之地形特徵是：溪流之沖淤線與階地面之交叉點在平坦面之上坡。因此，已開發之階地遂因成爲上游土石溢流區而成災。

淺溝型又可分成兩個副型：

（b1）崩塌淺溝流動型：其地形特徵是：高坡降、侵蝕性溪流，溪流沖淤線與地面

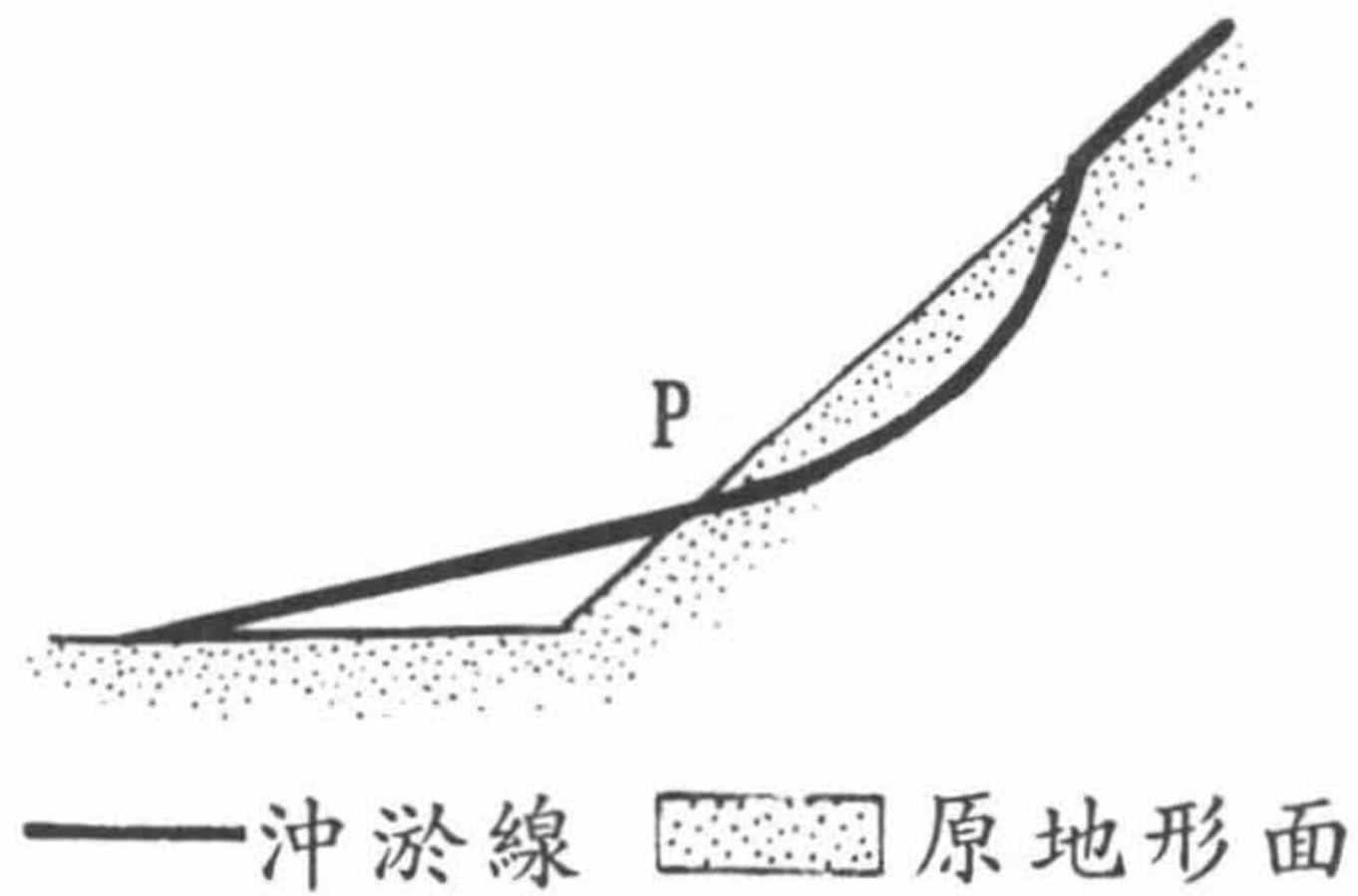


圖三 A：溪谷土石深溝流動型—溪流沖淤線與地面之交叉點在階地面下坡。
災情—曲流攻擊坡之溪床刷深、溪岸崩塌（南平坑、新興橋）。

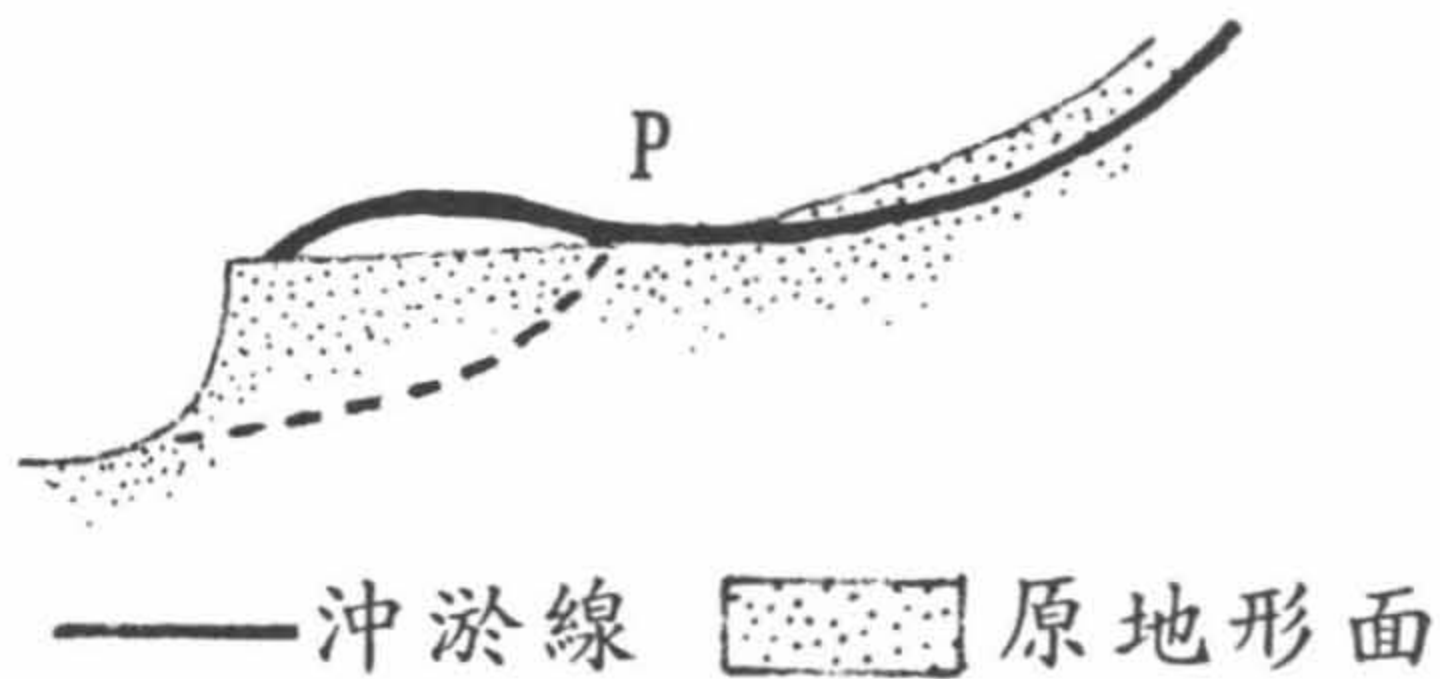


圖三 B：南平坑、新興橋遭洪流沖蝕崩塌之溪岸位置
平面示意圖

之交叉點在階地面之陡上坡（圖四 A），溪谷壁上有活動性崩塌地。豪雨時，強大水流挾土石沿陡峭溪谷傾瀉而下，於階地面上流竄形成多舌狀堆積區，其末端區並有明顯之水力掃流形成之粗石塊至泥巴之漸變淘選現象，如豐丘。



圖四 A：崩塌淺溝流動型：溪流沖淤線與地面之交叉點在陡上坡。崩塌土石自淺溝溢流進入平坦地，掩埋田園（豐丘）。



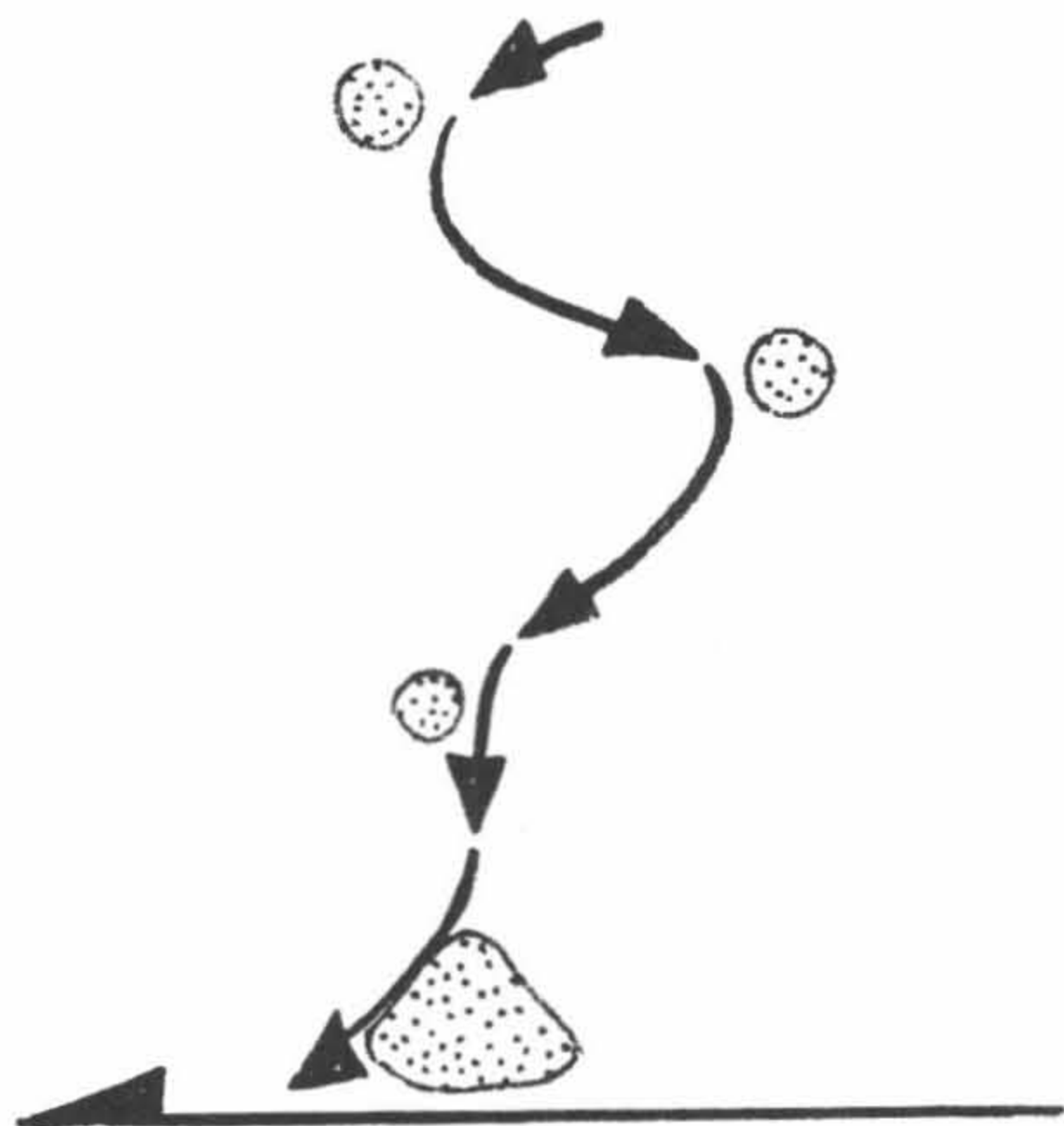
圖四 B：淺溝流動型：溪流沖淤線與地面交於谷口上游。溪床浮土石被洪流推擠，自淺溝溢流，堆積於谷口區（郡坑野溪、二廊）。



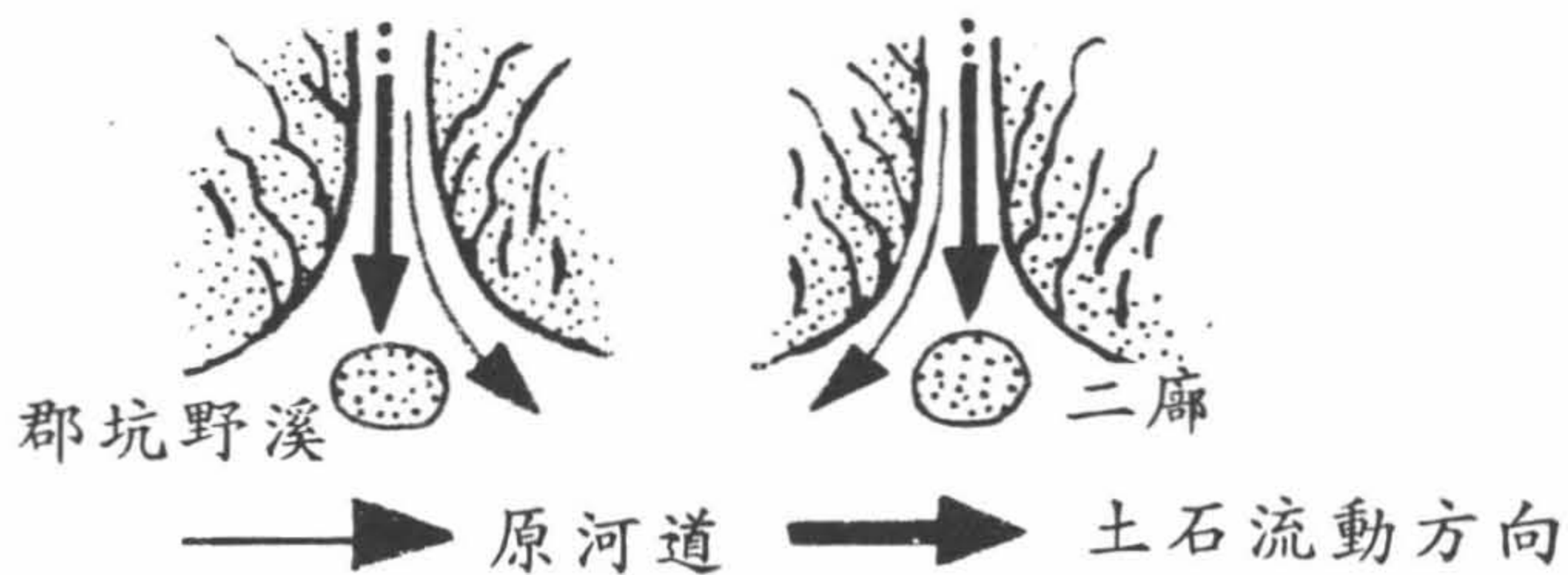
(b2) 淺溝流動型：其地形特徵是：緩坡降、堆積性溪谷，溪流之沖淤線與地面之交叉點在谷口；溪床距階地面高差小（圖四B），溪谷平坦寬闊，有大量可動性浮土石（Regolith）之分布。成災時，上游溪岸浮土石受強大洪流之沖蝕，形成深溝；中游則沖淤相間，土石堆積於河道彎曲處（圖五）。谷口沖積扇之溪流通常偏向一側，使谷口階地亦成爲土石堆積區（圖六）。此外，谷口地形寬闊，流水可迅速流失，以及谷口房舍等障礙物，亦是使土石停止流動的因子。因此，凡溪谷之中上游多彎曲、河道多障礙物者，來自上游之土石易就堆積，使下游之土石量就相對地少（如三廊）；反之，溪床寬闊平直，則土石易於下移成災（如二廊）（陳紫娥，一九九七）。綜上所述，可知階地面之淺溪溝是土石災害產生之要件。花蓮銅門、東興、南投二廊、郡坑野溪等皆是如是。但郡坑野溪、二廊、隆華等坑溪，其溪床之坡降皆以新中橫公路爲其轉折點，呈上游側溪床坡緩，下游側坡陡之現象（圖七）。上游側溪床坡緩而淺，乃其谷口致災之主因。而其所以有此地形，是否與該處野溪治理方式有關，似有商榷之餘地。蓋野溪治理常採用固床工、攔砂壩，具有抬高溪床之效應，其不當抬高至近階地面者，即可能於階地面上游淤積大量土石，而成爲階地面土石災源區。

(4) 長災害週期與風險意識

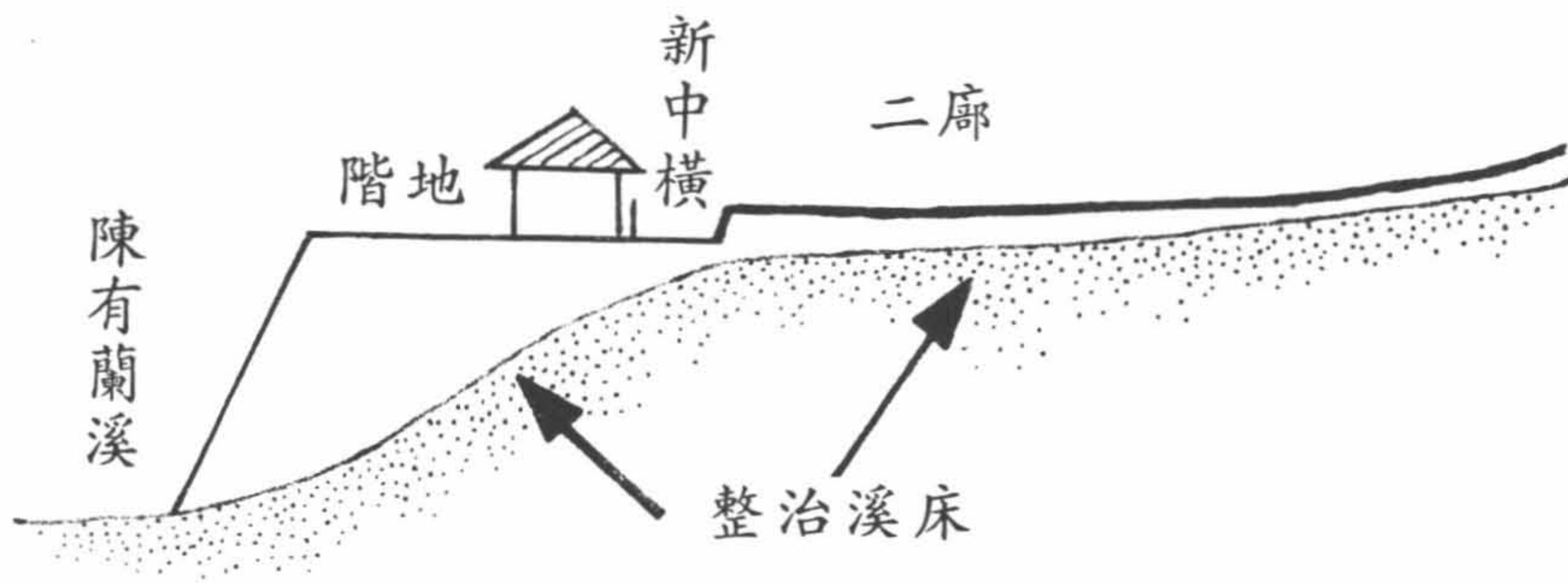
長期沒有災害的地方是重大災害潛伏之處。蓋常有災害，則居民之風險意識自然提高，對敏感區知所迴避，自不致有災害敏感區與重要人類活動重疊的情況發生。此次風災，在過去較常發生土石災害之豐丘和神木之土石流動規模大，但並未有人員傷亡，可能與居民之災害經驗和風險意識有關。二廊、隆華在過去應少災害，才會於谷地和谷口等災害敏感地



圖五：淺溝溪谷土石堆積處



圖六：溪流與谷口土石堆積區平面示意圖



圖七：二廊、郡坑野溪溪床縱剖面坡降示意圖



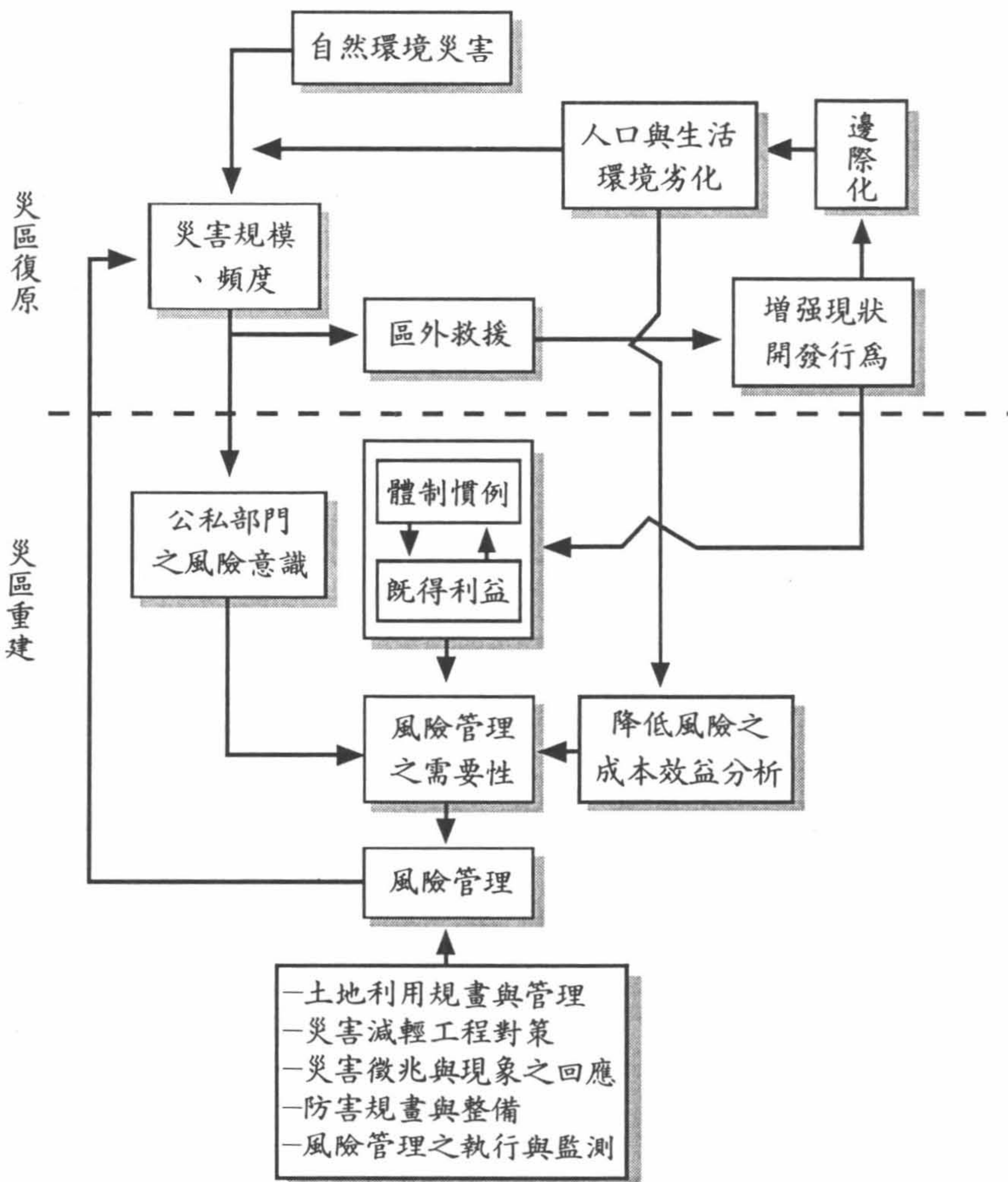
區有房舍和校舍之建築。然而上述這些災區的建築，包括隆華國小在內，目前都已恢復原來之機能。這表示此等地區之土石災害看起來驚人，實際上因土石之衝擊力不大，連隆華谷口竹木照舊都未被推倒，對鋼筋混凝土之建築物主體的損壞並不算嚴重。所以於土石清理完竣，門窗更新、添置家具之後，一切似又恢復正常。似此，公私部門以此風險意識從事高災區復原現象，只能以該災區災害頻度低、嚴重性低，原土地使用之經濟效益大等因素試作解釋。換言之，居民對於天然災害是有風險意識。但在山村邊際化中，傳統的農村家庭結構起了重大變化，留在山村的高齡化和弱勢人口有其不得的盤算，與純理性的防災觀念並不相一致。但其與政府墨守成規的體制慣性(Institutional inertia)相結合，可能成爲主導災區重建之力量。

3. 災區重建課題與策略

環境災害乃自然引起的自然力(風、水、土、能量)對人類生命財產造成之傷害。由於自然力永遠大於人類之防衛能力，而且人類迄今尚無法控制災害性自然力，所以吾人只能朝減輕災害、降低風險的方向努力。

從前章對賀伯土石災區的災情特性分析以及災區復建的情況，推知公私部門對災害的回應(Response)及其所產生之效應的回饋網路將如圖九所示。

本效應回饋網路圖係由兩個部分組成：一是災區復原網路，一是災區重建網路。如圖所示；災區復原(恢復舊觀及原有機能)可能導致現狀開發行爲之增加，使災區進一步邊際化，而有放大災情之負面影響。此因復原係無視災害原因之復建工作，除了保住居民從土地上所得之既得利益外，對災區敏感度無所改善。



圖八：災區復原與重建效應回饋網路
(張石角，一九九七)



對災區敏感度應有所改善(Improvement)之重建計畫，其重點顯然落於風險管理需要性之確認和風險管理內容。蓋風險管理乃降低風險之手段，故為達成災區重建目標必經之路。

惟從圖八可知：公私部門之風險意識來自兩個動機或誘因(Incentive)：一是災害的嚴重性(規模與頻度)，一是由政府體制慣性和社會既得利益組成的對現狀改善的抗拒力。

因此，有效率的災區重建顯然牽涉到災區實質環境的改造(環境改造)、和社會經濟環境的改造(社會改造)。

1. 社會改造：

災害嚴重性來自自然環境本身和災區之邊際化；而災區邊際化又常是抗拒現狀改善努力的結果，而使風險意識成為自然系統(致災環境)與社經系統(體制惰性與既得利益)互動的交集點。

社經系統是個複雜而存在著內在矛盾的系統。這從圖八的回饋網路即可推知。簡單地說：由災害敏感區與人類活動區的重疊，予人低發展區乃災害天堂；而在行政上常不得不然的較低的保護水準，又予人政府資源分配不均的印象，於是有偏遠地區的居民是二等國民的說法。從另一方面言：災區救援和復建、重建所需資源泰半來自災區外納稅人的錢。因此，一種想法是：災區居民超限利用土地資源，不僅使自己的生態、生活、生產環境條件劣化(邊際化)，其所產生之環境效應也影響到災區外居民的安全與公共福祉，因此質疑救災的社會公平性、和災區居民抗拒風險管理的合理性。然而災區居民卻認為社會的弱勢團體本來就應該獲得政府和社會特別的照顧，而減輕災害不應以其土地使用利益為犧牲。這些因素的糾纏造成政府在防災與重建決策上的困窘之局(Dilemma)，即使美國，亦不例外(May & William



1986)。

所以，災區重建涉及社會經濟層面的，可能需要社會改造，包括政府資源分配原則、居民之環境識覺和風險管理等，惟如何進行此項改造，恐將與社會其他高難度問題一樣，成爲永續性課題。

2. 環境改造：

與社會改造比起來，環境改造要單純得多。蓋環境改造屬於科技問題，雖然應採何種原則進行改造，仍是主觀判斷問題，但其成效容易受到大自然的試鍊。故其系統的「自動矯正機制」(Automatic correction mechanism)要比社會系統來得強而有力。但問題關鍵仍在所設計的保護設施的可靠度(Reliability)，即工程失靈的頻度是否會受到決策者當做經驗來檢討改進。

從本次賀伯災害的觀察所學到的經驗，作者試提環境改造的兩個原則：1. 最弱防災環節之防災策略；2. 最大受災範圍之防災策略；可合稱爲「兩極防災策略」。茲分述於次：

1. 最弱防災環節之防災策略：

任何防災措施都是由一連串的環節結合而成的系統。根據十八世紀德國化學家J. Riedig的理論，一個系統的強度是由其中最弱的一個環節來決定。所以，如何加強此最弱的環節，乃系統改造者、研究者和決策者永續性的工作。

在本文第二章賀伯災情分析中，山村環境中最弱防災環節業已一一呈顯，因此只要在土地利用管制或工程設計上針對此等點狀和線狀災情提出有效減輕對策，則於下次與賀伯相同規模



之自然力重臨本區時，應可避免很多舊災情的重演。

2. 最大受災範圍之防災策略：

賀伯颱風降雨量顯然不是破記錄（參看表一），然而災情似乎是歷年最大者。如是，則可視此次災情區為最大可能受災範圍，據以規劃管制性之土地利用管理範圍。蓋管制性之土地利用規劃對居民之權益影響最大，因此各國在劃定類似限制發展區時，都以能達到管制目標所需之最小土地面積為原則，即所謂的安全最低標準（Safety minimum standard）以儘量減少其社經衝擊，藉以提昇計畫之可行性（張石角、陳紫娥，一九九六）。賀伯災情既然是歷年最大者，則後之將發生者，其超過本次者之機率應該很小。所以以其為防災之安全最低標準之指標，應屬合理。

4. 結論

賀伯災害乃價格昂貴之慘痛經驗，其緣由值得吾人深究，俾便從中學習到有效率的防災知識。

災區重建目的在以塑造更安全的生活環境，而非原樣復建。其工作之規劃非以前事為師不可。中外研究皆指出原狀復建，會加速災區之邊際化，有使災害日趨嚴重之虞，故賀伯災區應堅持重建原則。

居民對災情之理性調適是愛鄉唯一途徑，蓋有植根於本土的風險意識，才能產生真正有效的解決災害問題的辦法。要捨去一部分之既得利益固然令居民為難，但超過自然系統容受力的土地資源經營，遲早會使家鄉淪為荒野。所以愛鄉的行動還是要從鄉人做起最為有效。



賀伯災情的分析結果給本文作者一個相當樂觀的結論，因為這些災區範圍不大，而且其現況之改善都在吾人能力和技術之範圍內，只要虛心向大自然、向災情實況討教和學習，重建的理想應不難達成。

（本文引自86、5、3「河川與社區研討會」／時報文教基金會）

國立台灣大學地理系教授 張石角