



# 漂流木的處理對策及資源利用

文、圖 ■ 陳財輝 ■ 農委會林業試驗所育林組研究員

## 一、前言

2009年8月8日莫拉克颱風帶來區域性之集中豪雨，連續3日降下高達2,000公釐的豪雨，造成台灣南部六龜荖濃溪、高屏溪、東部太麻里溪等地上游發生嚴重的山崩及土石流，新增崩塌面積據林務局估計約高達1萬餘公頃，同時造成林邊溪、太麻里溪、鹽水溪等下游地區大面積嚴重淹水，隨山崩侵蝕而下的漂流木數量估計高達98萬公噸以上（照片1），體積龐大之嚴重阻塞橋梁、河道，危害堤防（照片2）、溪畔村落住宅、農田及海港設施等（照片3），漂流木清理極為困難。

台灣海邊過去雖有漂流木產生，惟數量不多，2001年桃芝、納莉及2004年敏都利颱風等在台灣中部流域帶來大量漂流木，惟其大多位在河床及海岸沙灘上，不像本次莫拉克颱風漂流木衝破堤防、嚴重損害農田及河道等嚴重問題。同時，去年卡玫基、辛樂克等颱風，在台南縣七股海邊產生極多漂流木問題，其漂流木到底是要環保局以垃圾處理，或是要農業局以資源處理等問題，並無得到確定結論，由於無編列處理經費，最後不了了之。

日本漂流木問題由來已久，近年來亦



▲照片1 漂流木堆滿荖濃溪旁農田。



▲照片2 漂流木及洪流衝破林邊溪右岸堤防。

深受地域性豪雨的危害，其漂流木危害程度亦逐年增加，針對山洪侵蝕而下之漂流木相互重疊（照片4），其數量調查技術方面，則由日本國農林水產省林野廳與國土交通省



▲照片3 漂流木填塞漁港，不僅魚貨無法上岸，船隻進出亦極為危險。

河川局兩部會共同訂定漂流木防止對策等，並成立「漂流木災害防止對策檢討委員會」，委員會中討論各種意見、檢討事項及現地調查成果，並於2007年2月第3次委員會中彙集整理現地調查之成果報告供各界參考。

由於國內對於漂流木相關研究極少，本文回顧日本漂流木有關之研究文獻，整理漂流木發生之原因、漂流木危害減輕對策、日本各界促進利用漂流木相關措施，供國內漂流木問題處理及對策分析之依據。

## 二、漂流木發生原因

日本漂流木發生來源主要為「生立木流出」及「過去所產生倒木的流出」兩種，其中生立木流出主要因山地崩塌、土石流及河岸淘刷之侵蝕作用，而致漂流木向下滑落、流出（石川等，1989）。漂流木在流向下游之過程中，林木往往會有越來越粗短之傾向，其中隨土石流而被流下者，常與土、砂、泥混雜成一體，而且木材反復與地表面石頭相互碰撞，致使其表面呈現粗糙傷痕之粗短形狀；另外，



▲照片4 河道內漂流木相互重疊，山洪冲刷而下之漂流木數量估算困難。

漂流木若隨較高水位之洪水而流下時，因木材大多浮在水面上，其表面傷痕較少，木材則多呈現較長形狀。

南等（2000）調查1998年8月日本栃木縣余笹川災害，將漂流木發生形態區分為「山腹崩壞型」、「溪岸侵蝕型」、「溪床侵蝕型」等3種，其中山腹崩壞型係為立木隨著坡面崩塌而被沖下至谷底，木材再隨山洪而下成為漂流木；溪岸侵蝕型指未受洪水淹沒之河岸段丘，其臨水面受到洪水侵蝕淘刷，而致段丘上林木被沖失而成為漂流木；溪床侵蝕型則為河床高灘地或河岸段丘上受到洪水淹沒及被侵蝕，其地面上之林木被沖失而成。

今井、鈴木（2006）調查2004年7月福井縣豪雨災害，指出漂流木來源主要以山洪對河床及河岸侵蝕所產生之地點最多，而山腹崩塌被害之地點則較少。川村（2003）分析1999年16號颱風危害岐阜縣北部，漂流木產生量之70%為溪岸侵蝕所造成；而漂流木之成因，以林木生育位置所產生之影響遠較





樹種大小及生育狀況為大。但北海道林業試驗場（2004），估算2003年10號颱風對厚別川流域產生漂流木數量時，則指出漂流木主要供給源為山腹崩壞，而溪畔林的侵蝕流出則為次要的供給源，溪畔林反而有漂流木攔阻的效果。

森林中樹木根系的緊縛作用，能使山地坡面土壤表層產生不會崩壞之機制，亦即林木根系具有崩塌防止機能，此種崩塌坡面生育的根系，可增加土壤的剪斷抵抗力（荒木、阿部，2005），林木根系生長的表層土壤崩壞，稱為「淺層崩塌」，另在土壤層較厚之堆積層或岩盤的地滑崩塌，則稱為「深層崩塌」，一般林木根系可發揮淺層崩塌防止效果，對深層崩塌則毫無作用（太田，2004）。過去豪雨發生之山崩大多為淺層崩塌，從昭和後期到平成年間（1990年左右），隨著森林樹木的生長，林地淺層崩塌伴隨土砂災害雖有減少，但深層崩塌危害反而有明顯增加的趨勢（太田，2004）。

### 三、漂流木危害輕減對策

漂流木的長度及數量可能會阻塞橋梁等構造，因此必須設計透過型漂流木捕捉工事等加以因應，且需先預估各地域豪雨災害時，可能會發生漂流木之地點、數量及林木直徑大小等，進而據此調查結果，再來設計、檢討溪床上漂流木對橋梁等各種構造物之危害、影響等（照片5）。同時，漂流木對策之硬體設施執行時，配合警戒、避難體制之訂定，以及防止生命財產損害等軟性對策亦需同時建立。



▲照片5 漂流木單株重大數噸，加上山洪流速快，會產生極大的撞擊破壞力量。

一般漂流木對策工（設施）的種類（石川，2006），在山腹斜面可設置坡面安定工及流木柵工，藉以抑制漂流木產生及攔截捕捉漂流木；在土石流區域，可實施坡面安定工、護岸工、固床工、防砂堰堤等抑制漂流木產生，另外實施透過型防砂堰堤、流木柵工等藉攔截漂流木；在河川之掃流區域，可實施防砂堰堤、固床工、水制工、護岸工等抑制漂流木產生，另外實施透過型防砂堰堤、流木柵工等攔截捕捉漂流木。

前述主要為依據工程設施藉以防止漂流木危害，另外森林適當的經營管理亦可減輕漂流木危害。諸如前述，從河岸或溪床被侵蝕、隨土石流而下之漂流木居多，而且在日本針葉樹較闊葉樹被害數量為多，因此溪流沿岸之針葉樹及早改為低矮闊葉樹，亦可減少漂流木危害數量。

### 四、漂流木是資源或是垃圾

台灣海邊過去即有漂流木產生，惟數量不多，台東太麻里原住民常取之作為生活

所需，或是作為民族性裝置藝術作品。2001年7月底桃芝、9月中旬納莉颱風，以及2004年6月底敏都利颱風等在台灣中部大甲溪流域帶來大量漂流木問題，惟其漂流木大多位在河床及海岸沙灘上，最困擾之林政問題為民眾不法竊取貴重漂流木。

2008年7月中旬卡玫基颱風到9月中旬之辛樂克颱風，台南縣七股海邊產生極多漂流木問題，漂流木到底是垃圾，或是為可利用資源等問題，由於其定位不同、連帶之處理方式及所需經費，亦會隨之而異。

2009年7月14日林務局新修正「處理天然災害漂流木應注意事項」中，雖然漂流木處理之分工極為完備，但到底漂流木要如何區分資源或是垃圾，迄今雖無明確方法加以定位，以個人之認知，目前大致為有註記之漂流木為資源，其他全為廢棄物之垃圾處理（開放民眾撿拾清運者除外）。

## 五、漂流木的有效利用

早期日本之漂流木大多以焚燒的方式處理，從2001年起則受到空污法規禁止以焚燒處分，並積極促進漂流木之資源利用，但根據日本土木研究所（2004）調查，水庫流入漂流木的利用，仍有超過50%以廢棄物方式處理。由於日本漂流木的處理義務，在海岸、河川地域由國土交通省河川局負責，但在山區漂流木堆積地點則由都道府縣之市町村負責，其廢棄物處理數量龐大、已成為龐大的財政支出負擔。

北海道帶廣開發建設部治水課2006年



▲照片6 河岸邊之漂流木常與污泥相混，除貴重木外，木材利用價值不高。



▲照片7 海岸邊之漂流木受鹽水浸泡，較不易腐朽，木材可直接作為裝置藝術用。

調查十勝川漂流木堆積現況，指出河道內漂流木大量存在，且多是損傷、腐朽狀態（照片6）；在海岸河口處堆積之漂流木受到海水浸泡（照片7），不易腐朽，不適合為製作堆肥材料，且燃燒可能會有戴奧辛產生，需有專用焚燒設施，漂流木的資源利用極為不易。

因此，選擇河道內相互堆積、無土砂混雜、較容易利用之漂流木為對象，試驗製作木質生質材料，做為燃材、堆肥、家畜敷料、地表被覆材料等，且藉著漂流木選別、切斷、細碎化等作業，將漂流木切斷後之端





邊材、以及5公分以下細枝幹、根系、木屑及腐朽材等歸類一般廢棄物，可達到漂流木容積減少的效果。

## 六、結論與建議

聯合國氣候變化綱要公約（IPCC）於2007年第4次報告中指出，未來集中性豪雨發生的頻度會日益增高，林業界對於未來山洪所產生的危機必須有所因應對策。

本次莫拉克水災漂流木處理上，首先浮現各地漂流木處理權責區分及經費負擔的問題，雖然2009年7月新修訂之「處理天然災害漂流木應注意事項」中漂流木處理權責劃分極為完備，可是在實務上，國人幾乎都將所有漂流木處理視為林務局之責任。而且主要會引起誤解的原因，個人推測不知是否為各地林區管理處人員未會同轄區管理單位而逕行漂流木清理註記工作，同時清理註記及首先將貴重漂流木載運集中之流程，在現場未以告示牌交代，以致引請輿論諸多誤解。因此，建議林務局函請國有財產局解釋說明，漂流木等移動性國有財產的所有權，是否為漂流木自然堆置地點之管理機關所有；再則農委會「處理天然災害漂流木應注意事項」是否檢討改為「辦法」，藉以提高法律位階，以發揮更大的法律效能，同時為加重相關單位權責，此一法律規章建議與水利署進行跨部會銜發布。

為釐清漂流木處理管理機關地點重疊不清，森林、水利、水庫、漁港、海岸等相關機關之管轄區域必需加以明確化，目前森林與水利僅河川界點區分，實在太過籠統，各機關應

詳細做出轄區管理區域圖，在管轄區域重疊處，其通報等標準作業規則應及早建立，避免相關單位藉無能力處理來塞責。同時，儘早建立如何藉遙航測技術建立漂流木災害速報系統，以及漂流木數量估算模式，作為災害清理作業及費用估算之依據。

日本林業雖然極為先進，但其近年來各地亦深受漂流木之嚴重危害，日本極多漂流木危害船隻、橋梁、堤防、住宅等事例，因此莫拉克颱風將大批漂流木沖到琉球之外洋上，漂流木在海上連綿近百公里，日本沖繩縣第十管區海上保安廳大為緊張，不僅立即派飛機巡視，並通令所有經過船隻加強注意，避面受到漂流木衝襲危害。本次林務局及屏東、台東、嘉義及南投林區管理處等，極多相關林務人員不眠不休、全力處理漂流木之態度，實在令人欽佩。漂流木問題恐怕短時間仍難以解決，為了解漂流木的成因及相關處理經驗，建議儘速指派相關人員至日本（森林技術協會、林野廳、河川局等處）研習漂流木處理技術，日本部會分工處理漂流木模式以及漂流木如何有效利用方式等寶貴經驗。▲

## 參考文獻（請逕洽作者）



（圖片／高遠文化 攝影／林文集）