

土石流對溪頭台灣杉造林地林木生長的影響

◎台灣大學森林環境暨資源學系·陳勁豪、徐光平

前言

木材是一種具有可再生性的材料，但其林木的生長受到很多因素的影響，譬如其本身的遺傳因子、生育地的狀況、生長期間的氣候條件、育林技術等，天然災害(颱風、地震)所產生的逆境也會對林木生長產生影響。颱風為臺灣夏季常見的氣候現象，其所帶來的豪雨在土石鬆動之處極易形成土石流。土石流的外觀有如預拌混凝土，其特徵為流速快、泥砂濃度高、沖蝕力強、衝擊力大。土石流本體除水份以外，還含有大量的泥、砂、礫石及巨石等固體物質，此類固體物質所佔體積濃度大約介於27%~75%之間，因此土石流體每立方公尺的重量約為1450~2240公斤。而森林在突遭如此巨大重物撞擊掩埋下，勢必影響其生長勢能。本文即藉由研究歷經921大地震後又遭桃芝颱風豪雨引發之土石流所襲擊的溪頭臺灣杉造林地，其林木之材質與葉部的精油萃取收率，藉以探討土石流對林木生長的影響。



由大量的水及泥砂、礫與巨石等所形成的土石流，具流速快、沖蝕力強、衝擊力大等特質(陳勁豪 攝)

土石流的成因

土石流係泥、砂、石和水混合所形成之高含砂流體，在重力作用下沿著自然波面流動的現象。土石流的形成機制有幾項基本條件，第一是要有鬆散的土石，第二要有大量的水份，第三是坡度要陡，因此發生的時間主要在雨季或高緯度的冰川積雪強烈消融時期。土石流形成的發展模式如下，首先在邊坡上的堆積物質處於一種臨界平衡狀態，當有充足的水分流入物質當中並與物質混合，將導致土體底部產生剪力破壞，而受到破壞的土體接著在底部進一步瓦解，結果形成較小的滑動塊體。這些滑動塊體開始旋轉、膨脹與水混合並往下滑動。經過這樣的滑動與重組後，塊體的土石碎屑變得更為軟弱，而斷落岩體向前翻滾移動，並被後方新滑落物質所覆蓋。當大部分的土石碎屑經過旋轉、滑動和推擠後，整個土體吸入足夠的水分而開始產生流動，而已流動的土石流沿途還可納入支流匯入的土砂和兩岸所掉落的物質。



土石流帶來了的大量石塊隨意地散落林地內(陳勁豪 攝)

流動遲緩的土石有時會暫時阻礙河道，直到後方的水累積到滲出土體，形成清流越過堆積的土石後，才又繼續再往前移動。

試驗地點與方法

本文中所選取的樣區是於民國55年3月(1966)設立於溪頭營林區第二林班觀音土湖第55-1號台灣杉造林地，海拔高1180公尺，總面積為15.6公頃，原先栽植密度約為每公頃10000株、7500株、5000株及2500株等四種，是台大實驗林進行台灣杉栽植疏密度試驗的林地。九二一大地震之後，使得山區土石鬆軟，而2001年9月的桃芝颱風帶來豪雨，加以溪頭營林區的坡度高因而產生土石流，使得台灣杉林地中有一帶因沖蝕而產生空曠地。

試驗樣區即是依照靠近土石流區的遠近每隔5公尺設一帶狀寬5公尺的樣區，共3區(A區為最靠近土石流區者，B區為稍遠離土

石流區者，C區為離土石流區最遠者)，應用木材非破壞檢測技術(Nondestructive Test, NDT)來檢驗土石流對林木材質帶來的衝擊效應，並探討葉部精油萃取的收率影響。而所謂非破壞性試驗是指藉由非破壞性方法來評價材料的性質或者其內部的構造。在不損壞材料既定用途前提下的一種檢測工作，此項檢測工作的目的，可以用來檢查材料內在或外在的瑕疵、測量厚度，決定材料的結構或組成、測量或檢查物質的性質(柯志裕，1995)。非破壞檢測應用於林木中的方式有X-ray微密度計、鑽孔抵抗儀、超音波、應力波等，其中以超音波的使用最為頻繁，其操作方法是在木材一端產生超音波，在另一端接收，由超音波傳遞時間(速度)來計算彈性係數，利用超音波速與彈性係數的結果來判斷木材的材質優劣。利用鑽孔抵抗儀了解林木生長的情形。



溪頭台灣杉人工林在受到土石流衝擊前是一片密植的林分(陳勁豪 攝)

土石流對木材品質的影響

一、降低木材品質

經超音波檢測A、B、C三區的立木後發現，無論是橫向或縱向的超音波速，皆是以越靠近的土石流區的林木數值越低，超音波波速越低，代表木材材質越好。同時經統計分析結果顯示A、B、C三區有顯著的差異存在，A區的變異也較其他兩區的變異大，此意味著因為受到土石流的影響，使得靠近土石流區林木材質可能比遠離土石流區者為差。而就上述A、B、C三個土石流衝擊區的上、中、下游而言，橫向超音波三區者間無顯著的差異。A區的縱向超音波，上游與中、下游者有顯著差異，但B區及C區的上、中、下游間的差異則無顯著性。

二、年輪窄小

利用鑽孔抵抗得知A區的平均年輪寬於土石流發生當年，發生窄年輪，隔年年輪寬就漸漸增大，三年後的年輪就回復正常；B區及C區的平均年輪寬於當年發生窄年輪後，隔年仍有遞延效應，年輪持續縮小，三年後才開始增大。此係因為颱風對林木機械性的傷害除了使葉部、枝條掉落外，林木受颱風的劇烈搖撼，造成根部斷裂，尤其是細小的吸收根受到危害反應在生理上，則使林木光合作用速度下降，生物累積量相對降低，這種效應最終反應出林木形成窄年輪與低平均密度(詹明勳，1999)。同時依據Conkey(1986)指出氣溫升高及降雨量低均易使林木產生高密度樹輪，相對的低溫與高降雨量則會產生低密度的樹輪。因此可預見的當產生土石流時，必



立木阻擋了土石流繼續往下沖蝕，不少林木也因土石流的衝擊而倒下(陳勁豪 攝)

有大量的水份，因此當林木遇到土石流時應該會產生低密度樹輪的衝擊效應。

三、形成反應材

此外，在最靠近土石流區的林木，其枝條皆只有在空曠區一側伸展，而緊臨其他林區的枝條十分稀少且短，如此於未來此區林木易產生反應材的現象，反應材是指在偏心生長的樹幹或枝條其肥大生長被促進的部分，反應材和正常材比較時，不僅在組織構造上有顯著的差異存在，其在物理性質或化學性質亦有很大的不同。反應材即使很輕微，當製材時，因其對於歪曲或強度降低會造成很大的影響，也因其微纖維傾斜角大，縱向收縮率較正常材的十倍左右，所以其是木材利用上的一大缺點。反應材在針葉樹中會發生在傾斜的樹幹或枝條下側，也就是壓縮方，因此又稱為被壓材，但闊葉樹反之。針葉樹的反應材木質素比正常材多，而纖維素之含量少。反應材的形成於生理而言是形成層內的茁長素與抗茁長素分佈不均勻所致。一般被壓材的部份的形成層茁長素異常的高，使細胞快速堆積而形成偏心的結果。

土石流降低針葉精油

採集受不同程度土石流侵襲的台灣杉造林木樹葉(共A、B、C三區)進行精油收率及成分的分析，結果發現A、B及C區之台灣杉造林木樹葉精油收率分別為0.10%、0.16%及0.18%，也就是最靠近土石流區的精油收率最少，離土石流區最遠者之精油收率較多，靠近土石流的A區對B和C區皆有顯著差異減少。



受土石流直接衝擊的林木，根部裸露，樹皮也嚴重受創，而造成生長逆壓而降低木材品質(陳勁豪 攝)

葉子的含水率約62~65%，但三區間沒有顯著的差異。另外，第A、B及C區之台灣杉造林木樹葉精油經氣相層析-質譜儀(GC-MS)分析鑑定後，發現這三區精油的主成分均為 δ -杜松烷(δ -Cadinene)，其相對含量分別為20.31%、25.39%及28.49%。由上述結果得知，當台灣杉造林木愈靠近土石流衝擊區(A區)時，其葉子精油收率和主成分的含量都會比較低，由此顯示桃芝颱風造成的土石流會對台灣杉樹葉精油收率和主成分含量造成影響。

結語

當溪頭台灣杉人工林受到2001年9月桃芝颱風造成的土石流衝擊後，原本密植的林區，產生了一片面積廣大的開闊地，開闊地周邊的林木因土石流的影響，不僅使其生理產生變化形成窄年輪與低密度的效應，並造成林木材質變差及生成反應材的疑慮，進而在木材利用上產生不良的效應。同時對於台灣杉樹葉精油萃取之收率和精油主成分含量，也因土石流的影響而減少。故天然的災害所產生的逆境，對林木是會產生一定的衝擊與影響。⊗