

# 竹林具有水害防備機能

◎林業試驗所育林組·陳財輝 (thchen@tfri.gov.tw)

## 竹林防範水害功能不應遭質疑

近年來，受到全球氣候暖化影響，導致各地極端氣候頻發率、洪水及崩塌等災害日益擴大，森林之自然復舊能力大為降低。2009年8月入侵南臺灣的莫拉克風災林地之復舊工程，受限於工程經費與崩場地之地質地形仍未穩定，迄今森林集水區內仍未完成復舊之崩場地仍相當多。

目前，面對水害造成人民的損失為世界各國共通的重大問題，國內知名的水利土木專家李鴻源教授多次提及綜合治水的重要性，亦即過去之治山治水觀念與做法需再重新加以整體考量，而且治水需要與治山工作同時進行。由於集水區流域係從上游森林集水區、中游丘陵山地野溪及下游平原區河流所組成，從流域一體之環境生態特性考量，森林之地上部林相及地下部根系等結構組成，具有涵養水源、淨化水質、減緩土壤沖蝕、調節洪峰流量等保水固土之效能，森林的重要性自不待言。

竹林亦為森林樹種成員之一，但臺灣和日本雙方對竹林水害防止效果的認知卻極為分歧。日本迄今仍認為健全經營管理的竹林，具有最佳的水害防備效果；然而在臺灣，竹林卻被視為淺根、容易崩塌的元兇，2004年艾利颱風嚴重危害石門水庫集水區之後，林業界等曾建議在該地伐除竹林，並改種深根性的林木樹種，幸而後來限於復舊經費有限、僅極少數地區執行此項工作而已。

另外，日本每年森林地崩塌也不少，且

多數發生於柳杉人工林地，若依臺灣竹林地崩塌多就應伐除竹林之邏輯，日本柳杉林地崩塌理當要伐除柳杉才對。由於森林地崩塌機制極為複雜，過度集中超大豪雨及山坡地安全基腳破壞等才是引發崩塌的主要因子，因此竹林崩塌不可過多歸責於竹林本身。

## 水害防備竹林

「水害防備竹林」係為沿著河川或堤防呈列狀分布之竹林，此一名詞為故竹大師日本京都大學上田弘一郎教授所命名(1955)，在日本各地的河川，迄今仍可常見河畔的帶狀竹林存在，雖然有少部分是自然繁衍而來，但近世以來多以防災為目的而種植於河川兩岸。

此種河畔帶狀分布之竹林，在洪水時，可降低大水衝擊堤防時的流速，避免堤防直接受到洪水沖壞。而且，在堤防高度較低或無堤防分布的處所，竹林可發揮作為緩衝構造及過濾的機能。亦即，河川中高漲的部分洪水，會暫時越流入河川沿岸之高位畑田，此時密生的竹林會發揮緩衝抵抗作用，可減緩氾濫洪水的流速。因此，洪水中所攜帶的泥流會漸漸沉積成為畑田可用的肥沃耕土，並且可抑制洪水中所攜帶之礫石流入畑田的數量，發揮竹林的水害防備效果。

## 竹林的水害防備作用

我國保安林經營準則中記載16類保安林(102年01月15日修訂)，第一類即是水害防備保安林。水害防備保安林最初的科學性記述，是為日本小出博於1954年出版之多篇報



日本京都北山一帶之河岸竹林(陳財輝 攝)

告而來，其係根據1953年連續調查日本各地之大水危害情形，包括6月之筑後川(九州北部)、7月之有田川與日高川(和歌山中部)、8月之京都與三重水害，以及9月之颱風13號等大水害的結果整理歸納而來。

## 水害防備林之作用

水害防備林之理論體系，可從水害防備林之作用、水害防備林之局部性效果及水害防備林之整體性效果加以探討。

可區分為下列3種作用：一、水制的作用：洪水接觸、通過水害防備林時，洪水向兩側的流速會急速地被抑制、但向河道下流之流速則不受影響，洪水的河道兩側農田之氾濫量會減低。二、土砂、礫石的篩選作用(或稱過濾作用)：含有土砂礫石之洪水流入水害防備林時，首先因激烈的流速減低，礫石、土砂及淤泥等會成帶狀陸續沉積，而且因水害防備林存在的關係，林地的地表會逐漸填高，加速自然堤防的形成。三、地表的保護作用：洪水即使通過水害防備林，因流速會降低，地表即使陷在洪水中，由於竹林

地下莖根系保護，也不至於全部受到淘刷流失，而有地表保護作用。但此種保護作用有好有壞，需再從河道局部性效果，實施正反面整體評估其效果。

## 水害防備林之局部性效果

小出 博從1953年的調查結果歸納出水害防備林具有以下局部性之效果：一、堤防的保護及強化。二、防止河岸沖壞及農地流失。三、防止河川溪流荒廢。四、防止河道中日益隆起的沙堆。五、緊急之防水資材等五項。

## 水害防備林之整體性效果

水害防備林最重要的效果，亦為其他無法取代之局部性顯現效果，可列舉出調節洪水的效果及土砂河岸兩側之溢流防止效果等項。

### 一、調節洪水的效果

即使有水害防備林，仍然會氾濫，此雖為局部性的缺點，若是堤防在大洪水時遭受破堤，此時所發生農地及宅地的流失，將極大而難以復舊，而洪水在溢流通過水害防備林

時，雖會慢慢地氾濫，但洪水中所挾帶之淤泥反而會成為肥料，相對地被害程度會較少。尤其，山間平坦部位的場合，洪水持續時間較短，浸水時間最多1小時左右，被害程度較小。而且，此種局部性的氾濫具有遊水效果，可作為河川全體之洪水量調節，雖對下游的洪水有極大的效果，但因遊水作用而致下行速度減緩，下游地區洪水危害反而降低。

## 二、河岸兩側之溢流防止效果

可發揮河岸沖壞及農地的流失防止、溪流河川之荒廢防止等局部性的效果之外，亦可降低下游河道中日益堆高之土砂等抑止等效果。

以上所述，小出博以河川溪流全體之總合性立場考量，在河川上游地區之山間平坦地，可以水害防備林作為洪水對策之防備主體，另在河川下游地區之平坦地雖以堤防為主體，但水害防備林亦可做為緊急的水害防備資材加以活用。可惜此種提案多不被採用，日本多數的河川即使在山間地區，河川也大多改修為混凝土護岸，且計畫之高水流量也大幅增加，水害防備竹林面積大為降低。幸而，日本國土交通省河川局近年來重新審視傳統工法的現代意義，思考再興溪畔竹林傳統的水害防備功能，不僅在河川法規上加以修法規範，實務上也建造許多近自然之河川工法範例，期待能再創新水害防備林。

## 竹林根系型態與水害防備效果

散生性竹林地下莖分布於土層，且互相連結形成緊密之網狀，具有土壤加勁、邊坡

穩定等作用。同時，鬚根主要集中於土層深範圍，其根量隨深度增加而遞減，能固結土壤與抵抗地表沖蝕。

臺灣桂竹根系型態屬地下莖橫走側出單稈散生型，主要以匍匐於土層中之水平主根為主，無垂直主根型態，利用水平之地下莖連繫其他桂竹之植株，形成盤根錯結相互連結成緊密網狀，如建築物構造中的基礎結構鋼筋網一般，桂竹地下莖分布較淺(多分布於土層0~30公分深)，鬚根(土層0~60公分深皆可見)自地下莖長出，多且密集，由地下莖向外擴散遍佈地表層，但隨土層深度增加而相對遞減。

桂竹根系對土層內之穿滲透性作用大，一般林地下層常為不透水或透水性低之土層構造，造成邊坡所滲出之水量常會影響坡面的穩定，因此強降雨時需隨時注意山地坡腳之抗剪力強度與坡面排水。另外，桂竹林地常受外力影響，如道路工程挖掘坡腳或河岸侵蝕而造成坡面之不穩定，常連帶會加速崩塌地發生。

## 竹林地下根量、經營管理與河岸侵蝕

臺灣北部石門水庫地區竹林地下部生物量(平均 $168 \pm 24 \text{ ton ha}^{-1}$ )，遠高於竹山桶頭嚴重衰老桂竹林的試驗結果(平均 $12.59 \text{ ton ha}^{-1}$ )。一般闊葉樹林地下部根系量，約為地上部生物量之四分之一，但桂竹林地下部根系量約為地上部生物量之2至3倍，石門水庫轄區桂竹林地下部根系生物量極為重要。但是竹林若未進行適當管理經營，反而會導致竹林防止崩塌等能力下降，且未經適當伐採之竹林透光率會降低，竹林內多樣性隨之下降，適度疏伐之林相整理工作，有助於改善竹林生長劣化的情況。



桃園復興鄉山區之河岸桂竹林(陳財輝 攝)

竹類密集之地下莖根系結構抵抗地表之沖蝕能力佳，前述在日本傳統上多將竹類作為河川濱帶淘刷防止植物，亦即利用地下莖根系來穩定邊坡土壤，因此，傳統上即認定竹類生長可穩固土壤移動。

## 結語

石門水庫桂竹林崩塌主要原因，為集中性豪大雨及地形影響所致。桂竹林過度擴張雖然對森林生態系不利，其殘株地下莖在河岸崩塌可自行快速復舊則相對有利於偏遠地之復舊造林工作。臺灣分布面積廣闊的桂竹林是否

具有水害防備機能，需再度以科學性角度重新加以評估，並研發如何建造水害防備效能強之竹林，此項作法有待國內林業界首先建立竹林的水害防備機能的認識，並積極研發上游森林集水區內竹林的經營管理技術。⊗