

森林涵養水資源的功能

◎林業試驗所集水區經營組・陸象豫 (shiang@tfri.gov.tw)

在討論森林在水資源保育功能時，多會提及水資源涵養(water conservation and regulation)，或一般人所稱的“水源涵養”。涵養一詞，中文詞源解釋為滋潤養育，最常見於形容一個人的修養；然而水資源涵養，則係指增加集水區之低流量或基流量(base flow)與調節流量在時間上之分布，廣義則包括森林的水土保持功效。林木覆蓋完整之集水區，常令人想到水流源源不斷之「青山綠水」，事實上森林地確實比其他土地利用方式具有涵養水資源的功效，此種功能可從兩方面說明：

1. 在相近的土壤質地情況下，森林地具有最大的入滲(infiltration，水分由地表進入土壤層的過程)量。林冠層及枯枝落葉層能完全吸收雨滴的打擊能量，一則可避免雨滴的飛濺沖蝕(土壤顆粒受雨滴打擊而分離的現象)，一則可減免密封作用(sealing，土壤孔

隙被激起的顆粒雜質阻塞的現象)；此二種作用可使地表保持最佳的入滲狀況。枯枝落葉層及複雜交錯的植物體，使地表之粗糙度大為提高，除增加地表窪蓄容量外，亦能減緩地表水的流速，進而增加水分的入滲量與機率。因此，森林地的入滲容量多高於非林地，且高於大部分降雨的降雨強度；降入森林的雨水多能進入土壤層，達到涵養水源的先決條件。

2. 在相同土壤深度情況下，森林土壤具有最大的容水空間。森林地的上層部分多由枯枝落葉及腐植層所組成，含有大量的有機質，能促進土壤的團粒作用，增加土壤的孔隙率(porosity，單位體積內，土壤顆粒間空隙所占的比率，主要決定於土壤的質地)。而森林地滿布的腐敗根系、植物體以及動物的孔穴，使森林土壤具有良好的通氣性與透水性，除大為提高加孔隙率外，



森林雖消耗相當多水分用於植物的蒸發散，但林地的入滲容量及容水空間均為相同地形、土壤條件下的最大者。因此絕大部分降至森林的雨水均可進入土壤層，達到水資源涵養的必須條件(陸象豫 攝)



沒有植物的庇護，即使有深厚的土壤，下降的雨水亦無法進入土壤層，並多以地表逕流方式排出集水區。圖為伊朗德黑蘭東部村落的一景，當地曾在一場5 mm降雨後即發生水災(陸象豫 攝)

並可作為水流的快速通道，使水分能很快地進入各層次的土壤中，再藉毛細作用填充於較小的孔隙間。因此降雨後，森林土壤能快速且全面性的容納入滲的雨水，並暫時儲存於大大小小的孔隙間。

林地由於上述兩方面的正面效應，使大部分的降雨得以進入土壤層。保存於土壤孔隙間的水分，若受重力之影響較大，則漸次向下方移動，終將流入溪流、進入地下水層或進入母岩孔隙內，並得以滯留貯存較長的時間。此等貯存於土壤岩石孔隙內的水分與地下水則為基流之主要來源。因此，森林集水區之基流量通常較非林地集水區為高，說明森林涵養水源之功效是可肯定的。此外，源自森林集水區溪流的洪枯流量差異較其他

土地利用者為低，且洪峰流量發生時間也晚於其他土地利用者。

然而涵養水分的多寡，除降雨量的必要條件外，尚決定於土壤之孔隙率、土壤深度、有機質含量、坡度、地下水位、土壤及岩石層裂隙、母岩性質與不透水層分布等多種因素，難以量化或精確的推估。

森林涵養水資源最大功能在於地下水的補注，乾旱時森林地的溪流多仍可見到水流，然而雖涓涓細流不斷，但其流量甚低，尤以坡陡及土層淺之集水區為甚。臺灣地區降雨在空間上及時間上均分布不均，森林的調節作用，對臺灣的水資源利用具有相當的重要性。然而臺灣的水資源問題係「不患寡而患不均」，時間上及空間上的分布差異太大，乾旱缺水時欲以如此低的流量來滿足臺灣

現今廣大的水資源需求，幾乎是不可能。水源多來自上天的降水(森林無法涵養「水源」)，若由極端氣候所造成之長期無雨，即使有良好的森林覆蓋，但無水可「涵養」，亦無法免除乾旱之苦。要避免乾旱時的水資源匱乏，則仍需靠水庫蓄水、攔河堰取水、減少水污染以及杜絕浪費等方面著手。☸



土壤層為涵養水資源的主要場所，然而近年來極端降雨發生頻率增加，所造成大量土壤沖蝕與山崩，對集水區水資源涵養的功能影響甚大(陸象豫 攝)