

雙偏極化氣象雷達資料應用 坡地災害預警技術研發



廖信豪 蔡直謙 林忠義 于宜強



降雨動能優勢

- 觸發坡地災害的降雨因素可分為降雨強度與降雨延時兩種
- 相同降雨率情況下，不同大小雨滴會造成不同的動能，因此降雨量不足以描述地表吸收的能量
- 降雨動能為降雨侵蝕土壤能力的良好指標
- 降雨動能與坡體崩塌率、單位面積輸砂量的正相關性，比降雨量更高
- 降雨動能可在坡地災害發生前提供預警資訊



降雨動能推估技術建立

- 雙偏極化雷達能提供高時空解析度偏極化觀測資料，含有雨滴大小、液態水含量等資訊
 - 使用雙偏極化雷達反演雨滴粒徑分布，推導降雨動能與降雨強度關係式
 - 考慮所有大小雨滴的動能，得到精確的降雨動能結果
- 雨滴終端速度與粒徑的關係：

$$v_t = 0.0561D^3 - 0.912D^2 + 5.03D - 0.254$$

每顆雨滴的動能：

$$e_{drop} = \frac{\pi \rho}{12} (0.00315D^9 - 0.102D^8 + 1.40D^7 - 9.20D^6 + 25.8D^5 - 2.56D^4 + 0.0645D^3)$$

每立方米大氣的雨滴總動能：

$$e_{m3} = \frac{\pi \rho N_0}{12} \left[0.00315 \frac{\Gamma(\mu + 10)}{\Lambda^{\mu+10}} - 0.102 \frac{\Gamma(\mu + 9)}{\Lambda^{\mu+9}} + 1.40 \frac{\Gamma(\mu + 8)}{\Lambda^{\mu+8}} - 9.20 \frac{\Gamma(\mu + 7)}{\Lambda^{\mu+7}} + 25.8 \frac{\Gamma(\mu + 6)}{\Lambda^{\mu+6}} - 2.56 \frac{\Gamma(\mu + 5)}{\Lambda^{\mu+5}} + 0.0645 \frac{\Gamma(\mu + 4)}{\Lambda^{\mu+4}} \right]$$

每立方米大氣的雨滴總體積：

$$V_{m3} = \frac{\pi N_0}{6} \int_0^\infty D^{\mu+3} e^{-\Lambda D} dD = \frac{\pi N_0}{6} \frac{\Gamma(\mu + 4)}{\Lambda^{\mu+4}}$$

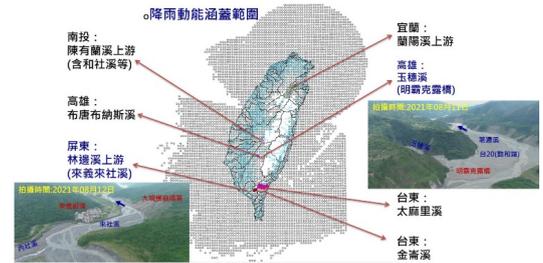
每平方米面積、每毫米降雨量降雨動能：

$$e_{m2mm} = \frac{\rho}{2} \left[0.00315 \frac{\Gamma(\mu + 10)}{\Lambda^6 \Gamma(\mu + 4)} - 0.102 \frac{\Gamma(\mu + 9)}{\Lambda^5 \Gamma(\mu + 4)} + 1.40 \frac{\Gamma(\mu + 8)}{\Lambda^4 \Gamma(\mu + 4)} - 9.20 \frac{\Gamma(\mu + 7)}{\Lambda^3 \Gamma(\mu + 4)} + 25.8 \frac{\Gamma(\mu + 6)}{\Lambda^2 \Gamma(\mu + 4)} - 2.56 \frac{\Gamma(\mu + 5)}{\Lambda \Gamma(\mu + 4)} + 0.0645 \right] \cdot 10^6$$

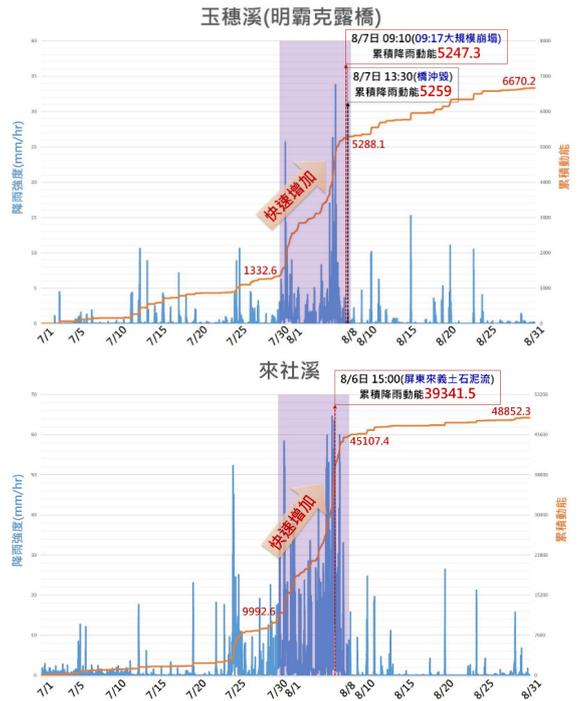


個案測試

- 計算2021年7月1日至8月31日7處土砂運移研究示範區域的降雨強度及累積降雨動能變化



- 在盧碧颱風+西南氣流影響期間(7/30-8/8)，玉璽溪發生大規模崩塌、明霸克露橋沖毀，來社溪發生土石泥流
- 坡地災害發生前，降雨動能有快速增加的現象



結論與未來展望

- 降雨動能比降雨量更適合做為應變操作指標
- 本研究提出新方法，使用雙偏極化雷達反演降雨動能，空間代表性誤差較小
- 本方法已於中心作業化，應用於降雨動能與土砂運移研究