

# 雨滴成長與終端速度之相關

柳 中 明

國立台灣大學大氣科學系

(中華民國七十五年十月四日收稿，十二月廿二日定稿)

## 摘 要

本文分為 2 部份，1 為討論作者所發展出的雨滴終端速度之經驗方程式的精確度。經與其他 8 組方程式和實驗數據相比較後，發現發展出之  $V_t$  方程式具合理之準確度，並具雨滴增大後速度趨向一常值的特性。小雨滴區內，誤差亦不大。同時  $V_t$  方程式對於終端速度隨大氣狀況之改變，處理恰當，並具最小之偏離實驗數據的均方根差。

其次，運用兩滴連續成長模式，模擬雨滴在含均勻雲滴之雲層中成長，發現終端速度估算的差別，確實造成顯著的雨滴成長與行徑的不同。其表現在外的，就是降雨起始時間，與降雨整體時間長度的不同。譬如 Shiino (1983) 方程式具低估雨滴終端速度的特性，因此促成起始半徑  $R_0 = 0.1$  公分的雨滴，延遲 18.9 分鐘才抵達地面。並在 1 小時模擬成長後，僅使  $R_0 \geq 0.05$  公分的雨滴降落地面。反之 Manton and Cotton (1977) 方程式具高估雨滴終端速度的特性，因此促成  $R_0 = 0.5$  公分的雨滴，提早 8.3 分鐘抵達地面。更在 47.8 分鐘內，即促使  $R_0 \geq 0.003$  公分的所有雨滴全部降落地面。由於雲雨發展的時間尺度才約 1 小時，雨滴提早或延遲 10 分鐘降落地面，即具約 15% 之時間誤差，可謂相當嚴重。

此外，研究中亦注意到雨滴長時間停留在大氣中，並不會因為與雲滴碰撞—凝結的機會增加，而形成大雨滴。反之，可能會因為終端速度太小，成長速率小，無法形成較大雨滴。此因素使得  $R_0 \leq 0.01$  公分的雨滴終端速度的估算，顯得特別重要，因為此些小雨滴停留在雲層內的時間最長，誤差的累積效應也最明顯。

## 一、前言

雨滴成長主要經雨滴與雲滴（二者通稱為水滴）間之碰撞、凝結過程，Pruppacher and Klett (1978) 對此有極詳盡的說明。其機制為雨滴在雲中作相對於雲滴的下墜運動，彼此間之碰撞機率因雨滴大小與速率的增加而增高，碰撞後雲滴即溶於雨滴中，促成雨滴的成長。小雨滴循此過程，逐

漸成長成大雨滴，克服氣流之垂直上升速度，而墜落地面；或形成大雨滴後，由於結構不穩定而破裂成無數小雨滴，再循相似過程，促成無數大雨滴的形成。過去在此方面的研究，強調碰撞與凝結機率的實驗與模擬 (Beard and Ochs, 1983; 1984; Beard et al., 1979; Ochs and Beard,