

中尺度模式水汽初始化之探討

劉其聖

美國海軍研究院(NRL)

一、前言

在數值天氣預報之發展過程中，水汽分析一直未被視為重要課題。其主要原因為水汽變化的時間尺度(time scale)不長，其分佈受大氣垂直及水平運動之影響非常大。在垂直運動明顯之中、高緯度區，即使初始之水汽場不是很正確，其會在幾小時之內很快的調整至與大氣環流成動力一致性(dynamical consistent)之分佈。再加上以往數值預報之發展著重於縱觀尺度(synoptic scale)之天氣變化，於此尺度潛熱釋放所占之能源比例遠小於斜壓不穩定所占之比例，故而對中、高緯度之縱觀尺度而言，較差之水汽初始場，其影響、高低壓之移動及發展不大。但在中尺度之天氣系統中，特別是鋒面及中尺度對流系統(MCS)，潛熱釋放是一個非常重要之能源，再加上降雨預報是中尺度模式之主要預報項目，故而正確之水汽初始場對中尺度模式非常重要的。

二、水汽分析之特性

水汽分析所須考慮之重點與其他動力變數不盡相同，主要因水汽之分佈非常複雜，具有甚大之梯度，資料觀測網甚難解析水汽之複雜分佈，況且與其含主要動力相關之垂直速度場亦無觀測資料而非分析變數。此外水汽場有物理上限，不能超飽和，故對水汽分析所採用之分析方法及分析變數之選擇須特別考慮此三特性。本文採用 Cressman 分析法及選用溫度露點差為分析變數。

三、分析方法

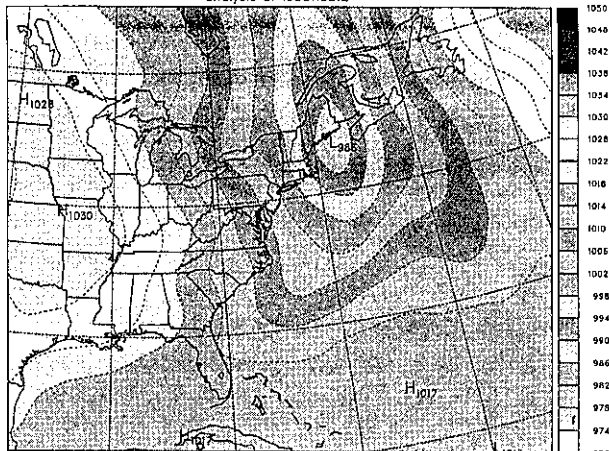
因水汽場與其他分析變數無明顯之動力相關，故而失去使用最佳分析法(OI)之主要長處，且最佳分析法不易選擇對觀測資料之加權函數(weighting function)分佈不易分析含大梯度之場。Cressman 分析法雖在選擇加權函數時無一定數理依據，但其可經由多次互調(iterations)使分析場與觀測值甚接近而保持分析場之複雜分佈。因此本文使用 Cressman 分析法，用 3 次互調影響半徑各為 500km、300km 及 125km。

本文選擇溫度露點差為分析變數是因為此變數為探空及地面觀測直接觀測之值且此值甚易維持水汽之物理上限，由此值計算比濕特其對溫度之敏感度遠小於由相對濕度算比濕之敏感度。故所分析出之比濕分析受溫度分析結果之影響較小。本文使用之觀測資料地面、探空觀測及 SSM/I 之衛星資料。

四、結果比較

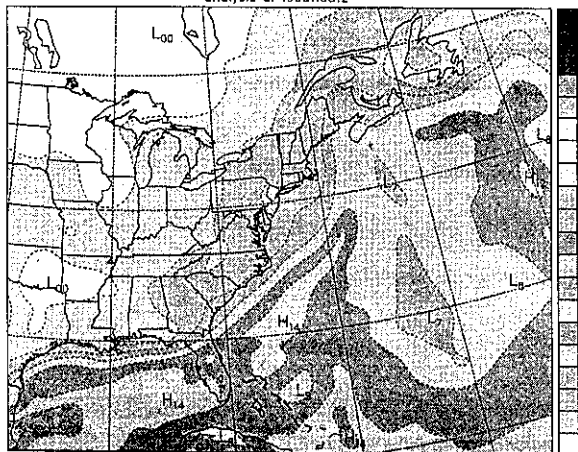
圖一為此個案之地面氣壓初始場分佈，圖二為 925mb 比濕初始場之比較，圖(2a)為未經水汽分析僅用 first guess 之相對濕度經由溫度分析場算出之比濕初始場，圖(2b)為經過 Cressman 分析之比濕初始場，兩者主要之差異在於鋒面附近之水汽分佈，特別是暖鋒附近。水汽分析對此快速發展之低壓在 12h 預報僅產生 2mb 之地面氣壓差異，即由經水汽分析的 971mb(圖 3a)變成 973mb(圖 3b)。但對 12h 之降雨預報則生明顯之差異，未經水汽分析之降雨預報(圖 4a)涵蓋較大之降雨區，且在低壓中心降雨較多，經水汽分析之降雨預報(圖 4b)在加拿大東岸降雨區減少許多。實際觀測顯示經水汽分析之預報結果較正確。水汽分析對其他預報場之影響將在討論會中做更詳盡的報告。

NORAPS grid 1, 205 x 137 x 36 45.00 km
msl pres
analysis of 1995110812

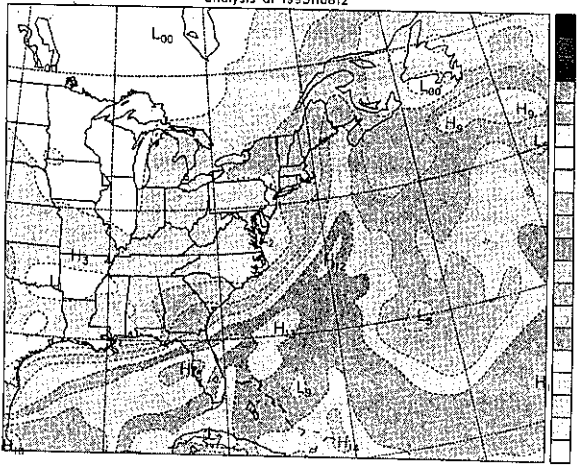


圖一、地面氣壓初始場

NORAPS grid 1, 205 x 137 x 36 45.00 km
925.0 mb mix ratio
analysis of 1995110812

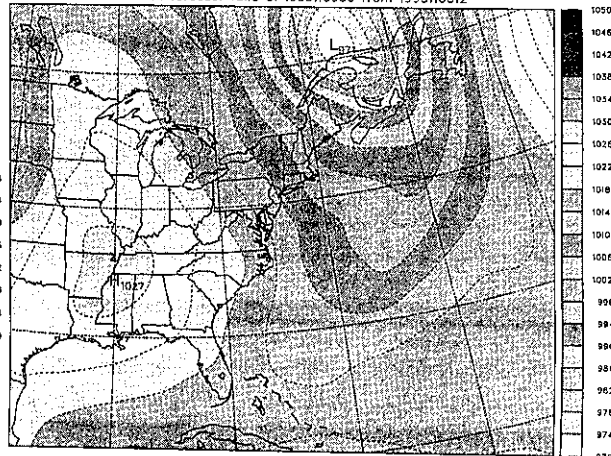


analysis of 1995110812

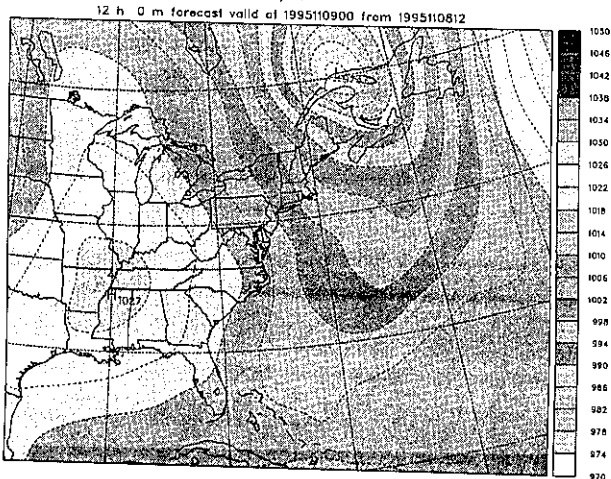


圖二、925mb 之比濕初始場，(a)未經水汽分析，(b)經 3 次 Cressman 水汽分析

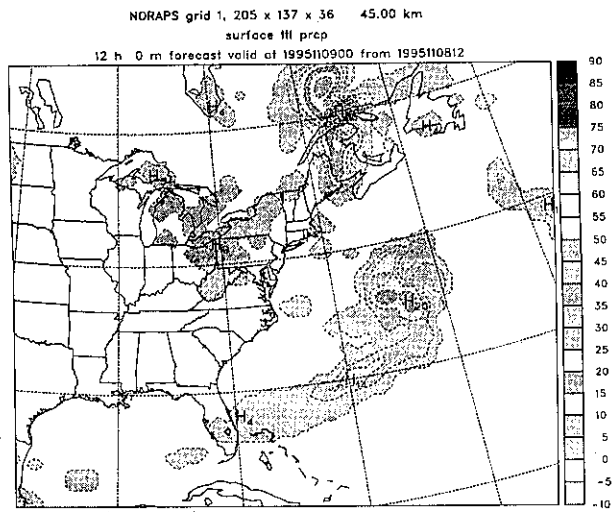
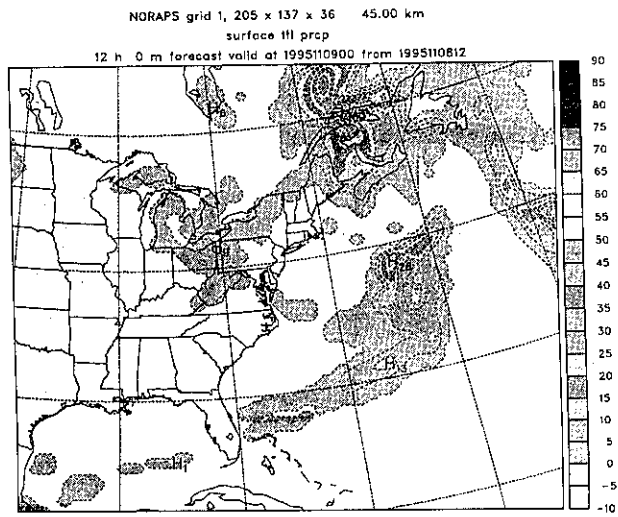
NORAPS grid 1, 205 x 137 x 36 45.00 km
msl pres
12 h 0 m forecast valid of 1995110900 from 1995110812



NORAPS grid 1, 205 x 137 x 36 45.00 km
msl pres



圖三、12h 之地面氣壓預報場，(a)未經水汽分析，(b)經 3 次 Cressman 水汽分析



圖四、12h之降雨預報，(a)未經水汽分析，(b)經3次Cressman水汽分析