



香港天文台

HONG KONG OBSERVATORY

Reprint 577

由煙霞引致香港能見度下降的分析

李月嬋、翁忠海

第十九屆粵港澳氣象科技研討會，
中國，廣東陽江，2005年3月1-3日

由煙霞引致香港能見度下降的分析

李月嬋 翁忠海
香港天文台

摘要

近年香港出現煙霞的時間增多，因此能見度下降的問題日益引起市民的關注。本文通過統計及個案研究，分析有利煙霞出現的氣象條件，並評估能見度下降與大氣氣溶膠分佈的關係，其中應用了極地軌道衛星上的中分辨率成像光譜儀(MODIS)所觀測計算出來的氣溶膠光學厚度圖像，監測在珠三角的氣溶膠濃度分佈。本文亦評估香港天文台的業務區域譜模式(ORSM)及一套試驗中的非靜力模式(NHM)對預報能見度下降時期的表現。

Analysis of Reduced Visibility due to Haze in Hong Kong

Y. S. Li and C. H. Yung
Hong Kong Observatory

Abstract

There is growing public concern for reduction in visibility as the number of haze hours has increased in Hong Kong in recent years. In this paper, through statistical and case studies, the meteorological conditions for the occurrence of reduced visibility due to haze are analyzed. Relationship between reduced visibility and aerosol distribution will be assessed. Imageries of Aerosol Optical Depth from MODerate Resolution Imaging Spectroradiometer (MODIS) on board of polar-orbiting satellites are applied in monitoring aerosol concentration over the Pearl River Delta. The performance of the Hong Kong Observatory's Operational Regional Spectral Model (ORSM) and an experimental Non-hydrostatic Model (NHM) in forecasting reduced visibility episodes is also examined.

1. 引言

近年香港出現煙霞的時間增多，令市民更關注能見度下降的問題，因此提高預報煙霞的能力亦日見重要。本文利用 2000 年至 2004 年的數據，分析有利煙霞出現的氣象條件，並統計在不同組合的氣象條件下出現煙霞的頻率，以供預報員參考之用。

本文亦會透過個案分析，了解出現煙霞的天氣形勢、評估香港天文台的業務區域譜模式(ORSM)及一套試驗中的非靜力模式(NHM)對預報煙霞的幫助。當中亦會討論應用中分辨率成像光譜儀(MODIS)的遙感氣溶膠光學厚度圖像監測在珠三角的氣溶膠濃度分佈，以及實時監測可吸入懸浮粒子濃度對預報煙霞的效用。

2. 出現煙霞的氣象條件

2.1 數據及分析方法

本文的分析是基於 2000 年至 2004 年香港天文台總部觀測站(天文台站)及香港國際機場觀測站(赤鱘角站)錄得的能見度數據，並採用了世界氣象組織有關煙霞的定義(文獻[1])，即相對濕度低於百分之 80 及能見度由於大氣中的懸浮粒子積聚而降至 5 公里或以下。

從圖 1 可看到，過去五年天文台站錄得煙霞的時數有上升趨勢。而赤鱘角站出現煙霞的時數明顯比天文台站高出兩倍以上。能見度的下降與風向、風速、氣溫直減率、大氣混合層高度，以及大氣氣溶膠濃度相關(文獻[2,3,4])。為找出在香港最有利煙霞出現的氣象條件，我們利用天文台站及赤鱘角站出現煙霞的時數與過去五年兩站的平均情況作出比較，用以下方法計算個別或組合氣象條件下出現煙霞的發生率：

$$PO_i = (H_i / B_i) \times 100\%$$

其中 PO 代表煙霞發生率，i 為指定的氣象條件， H_i 為在指定的氣象條件 i 下出現煙霞的時數， B_i 為在指定的氣象條件 i 下的總時數。由於能見度下降並非完全是由煙霞引起的，本文所指的總時數或平均情況是不包括霧、薄霧、降水及濕度在百分之 80 或以上的情況。為使計算的發生率具代表性，出現指定氣象條件 i 的總時數在 10 小時或以下的將不會被歸納在本文的計算之內。

2.2 風向及風速

圖 2 為天文台站及赤鱘角站在 2000 年至 2004 年間出現煙霞時間的風玫瑰圖及過去五年的平均情況。在天文台站，煙霞多在吹輕微西南偏西風時出現。由於受地形影響，當盛行風為輕微的偏北風時，天文台站會錄得偏西風(文獻[2])。而在赤鱘角站，煙霞多在吹輕微至和緩西北風的情況下出現，這跟文獻[3]的結果一致。由於赤鱘角站受海陸風效應影響，風向常出現日際變化，並以偏西北風為主，這增加了本地風的輻合及懸浮粒子從珠江三角洲地區傳送到香港的機會(文獻[3])。

表 1 列出在不同風向和風速組合下的煙霞發生率。當天文台站吹輕微至和緩西或西南風時，發生率達 5% 以上，較其他的風向及風速組合為高。而當赤鱘角站吹輕微至和緩西北風時，發生率則高至 20% 以上，其次是在吹西風的情況下。若以出現煙霞的日數代替時數作統計，發生率會更高。

2.3 大氣穩定度

由於大氣穩定度與大氣層底部的氣溫直減率成正比，因此利用香港時間早上 08 時(00 UTC)京士柏的探空數據，可計算大氣層底部從 1000 至 950 百帕斯卡一層(約 0.4 公里)的平均氣溫直減率，從而推算得大氣穩定度。圖 3 為氣溫直減率與煙霞發生率的散佈圖。散佈圖中的相關系數(r)反映氣溫直減率與煙霞發生率的關係， r 的絕對值越接近 1 表示兩者關係越密切。天文台站的氣溫直減率與煙霞發生率的相關系數為 -0.9，表示關係頗為密切。赤鱘角站的相關系數亦有 -0.8。當煙霞出現時，氣溫直減率較平均情況為低。若氣溫直減率低於每公里 8 度左右，即低於乾絕熱直減率時，大氣較穩定及有利煙霞形成。

另外，混合層高度亦可反映大氣底層結構，在混合層高度以上的空氣較為穩定。混合層高度越低，空氣中的懸浮粒子在大氣越難向高空擴散，容易積聚在大氣底層。利用香港時間早上 08 時(00 UTC)京士柏的探空數據，以及早上最低氣溫及下午最高氣溫，可分別計算出當天的早上及下午混合層高度(文獻[5])。圖 4 為早上混合層高度與煙霞發生率的散佈圖。從圖中可見，早上混合層高度越低，煙霞發生率越高，它們的相關系數達 -0.8，表示兩者的相互關係頗為密切。而下午混合層高度與煙霞發生率的關係則較低，相關系數的絕對值在 0.7 以下。

2.4 其他氣象參數

除風向、風速、氣溫直減率，以及混合層高度外，我們亦分析相對濕度、氣溫、雲量等氣象參數與煙霞發生率的關係。表 2 列出了它們的相關系數，結果顯示相對濕度亦是其中一個與高煙霞發生率相關的氣象參數。天文台站的相關系數達 +0.97，煙霞的出現多在相對濕度介乎 60% 至 80% 之間發生。而天文台站及赤鱘角站在相對濕度低於 30% 的非常乾燥情況下，出現煙霞的機會差不多是 0%。

文獻[6]指出部份大氣氣溶膠會吸收大氣水汽而增大，並影響光線散射。當相對濕度由 20% 升至 85% 時，光線散射水平會增加兩倍。在非常乾燥的情況下，可能由於氣溶膠粒子細小，光線散射水平較低，因此出現低能見度的機會相對較少。

表 2 亦透露氣溫及露點跟煙霞發生率的關係並不明顯，它們的相關系數 r 分別只有 +0.3 至 +0.6 及 +0.6 至 +0.7。此外，赤鱘角站出現煙霞的時數與雲量及日照時間有關， r 分別為 -0.8 及 +0.9。這可能是由於少雲量及長時間的日照有利海風的形成，從而增加本地風輻合，有利煙霞形成。

2.5 組合氣象條件

以上的分析顯示，風向、風速、相對濕度、氣溫直減率，以及早上混合層高度均與高煙霞發生率相關。我們就這五個氣象因子在不同的數值組合下出現煙霞的時數進行統計，表 3 列出首 10 個最高煙霞發生率的組合氣象條件。這些有利煙霞出現的組合氣象條件可以粗略地概括如下：

- (1) 風向和風速： 輕微至和緩西風或西南風 (天文台站)
輕微至和緩西風或西北風 (赤鱘角站)
- (2) 相對濕度： 在百分之 60 至 80 之間
- (3) 氣溫直減率： 約 8 度/公里 以下
- (4) 早上混合層高度： 約 600 米 以下

從天氣形勢來看，上述的組合多在弱北風剛到達香港或當影響香港的東北季候風緩和時發生。另一方面，香港會受在台灣附近的熱帶氣旋的外圍環流影響，轉吹西北風及下沉氣流令大氣變得較為穩定，從而增加煙霞的出現(文獻[2,3])。在下一節，我們選取了 2004 年兩個較長時間出現煙霞的個案，分析當時的天氣形勢，進一步說明上述的組合是有利於煙霞的出現。

3. 煙霞個案分析

3.1 與熱帶氣旋有關的案例（2004年8月17日至19日）

(a) 天氣形勢

圖5是2004年8月16日至19日香港時間08時的地面天氣圖。熱帶氣旋鮎魚於西北太平洋形成，在2004年8月17日增強為熱帶風暴並掠過台灣以東海域，香港受鮎魚外圍的下沉氣流影響，本地風以輕微至和緩偏西風為主，出現煙霞。天文台站的能見度由上午04時的25公里下降至正午12時的5000米，而赤鱘角站的能見度則低於5000米。翌日鮎魚橫越東海，香港受鮎魚西側內陸反氣旋影響，普遍地區吹輕微偏西風，下午受海陸風效應影響，出現微風匯聚情況。當日天文台及赤鱘角站的能見度維持在5000米以下。在8月19日，華南地區的氣壓梯度仍小，24小時平均風速更少於1米秒，近地面出現一淺薄逆溫層，導致空氣中的懸浮粒子不容易擴散。在清晨五至七時間，微風聚於香港島及馬灣一帶，能見度下降至最低的550米(圖6)。隨著一道低壓槽在南海北部形成，大氣漸變不穩定，本港在8月20日清晨下雨，煙霞亦隨之而消散。

表4列出8月16日至20日的氣象觀測數據。與本文第2.5節的最有利煙霞出現的氣象條件比較，8月16日下午至18日的氣象條件大致符合高煙霞發生率的氣象條件組合。鮎魚外圍的下沉氣流在8月17日影響本港，而當天的氣溫直減率及早上混合層高度分別降至每公里3.2度及393米。然而，在8月16日下午，天文台及赤鱘角站已開始轉吹輕微至和緩偏西風，而煙霞卻在8月17日下午才首次出現。另外在8月19日後期，本港已轉吹東至東南風，但煙霞在8月20日清晨雨後才消散。

為了進一步了解煙霞的首次出現及消散情況，我們參考了香港環境保護署的可吸入懸浮粒子濃度數據。圖7顯示天文台站及赤鱘角站的能見度

及兩站附近的中環及東涌空氣質素監測站錄得的吸入懸浮粒子濃度的時間序列。在 8 月 17 日接近首次出現煙霞時，中環及東涌監測站錄得的吸入懸浮粒子濃度有上升的趨勢，這與能見度下降差不多同步發生，而懸浮粒子濃度維持在較高水平至 8 月 19 日。這些資料顯示懸浮粒子的濃度與能見度有一定的關係。綜合以上分析，我們可以理解第 2.5 節所列出的氣象條件，只是最有利煙霞出現的氣象條件。當預測煙霞初次出現的時間，我們還需要考慮當時空氣中懸浮粒子的濃度。而當預測煙霞消散時，亦需考慮空氣中懸浮粒子的消散機制。

(b) 數值預報模式的表現

鮎魚個案是屬於受台灣附近的熱帶氣旋影響而引致本港能見度下降的一個典型例子。在這個個案中，ORSM 於 8 月 16 日預測在鮎魚外圍的下沉氣流及中國內陸反氣旋的共同影響下，廣東沿岸地區於 8 月 17 日及 18 日吹輕微北至西北風。而在 8 月 19 日清晨錄得最低能見度時，20 公里 ORSM 和 5 公里 NHM 亦成功預測微風匯聚在香港附近的情況(圖 8)，這為預報煙霞的出現提供了有用參考資料。另外，ORSM 和 NHM 的相對濕度預測顯示天文台站的相對濕度在這幾天均為百分之 60 以上。若 ORSM 及 NHM 能直接提供氣溫直減率、早上混合層高度，或高分辨率的溫熵圖等預報產品，相信對預測煙霞起了更大的幫助。

3.2 與微弱反氣旋有關的案例 (2004 年 9 月 14 日至 16 日)

(a) 天氣形勢

圖 9 是 2004 年 9 月 13 日至 16 日的香港時間 08 時的地面天氣圖。在 9 月 13 日，受中國內陸的一個微弱的反氣旋影響，華南地區普遍天晴。與此同時，在台灣附近的熱帶氣旋海馬增強為一個熱帶風暴，並進入東海。海馬的環流細小，它的外圍下沉氣流沒有影響香港。隨著它登陸福建

後，廣東沿岸出現有弱槽及移動性漩渦。一個微弱的低壓區於 9 月 14 日在香港附近形成，並為南海北部帶來驟雨。本港吹輕微至和緩偏西風，赤鱘角的能見度曾降至 5000 米。9 月 15 日驟雨持續影響南海北部，而天文台亦錄得微量雨量，當天天文台及赤鱘角站的能見度曾降至 5000 米或以下。在 9 月 15 日及 16 日影響南海北部的低壓區向東移動並遠離本港。受華中的微弱反氣旋影響，本港吹微風，廣泛地區出現煙霞，部分地區的能見度更降至 2000 米以下。至 9 月 16 日下午，本港開始轉吹東南風，能見度於 9 月 17 日零晨左右才回升至 10 公里以上。

表 5 列出 9 月 13 日至 17 日的氣象觀測數據。與本文第 2.5 節的最有利出現煙霞的氣象條件比較，天文台及赤鱘角站在 9 月 14 日及 15 日的 24 小時平均風向和風速為輕微偏西風，符合最有利出現煙霞的風向及風速，而 24 小時平均相對濕度亦在百分之 60 左右。在大氣穩定度方面，氣溫直減率均在每公里 8 度以下，而早上混合層高度亦大致符合最有利煙霞出現的條件。至 9 月 16 日下午，大氣底層漸轉吹和緩東南風，煙霞於晚間開始消散。9 月 17 日的氣溫直減率及早上混合層高度較前一兩天的高，顯示大氣穩定度減低，能見度亦大幅提高。

圖 10 為 9 月 12 日至 17 日天文台站及赤鱘角站的能見度及兩站附近的中環及東涌空氣質素監測站錄得的吸入懸浮粒子濃度的時間序列。圖中可見從 9 月 13 日開始，吸入懸浮粒子濃度已有上升的趨勢。然而在 9 月 13 日，天文台及赤鱘角站錄得的能見度均在 5000 米以上。在 9 月 14 日，懸浮粒子濃度持續上升，赤鱘角站出現煙霞，能見度在當日下午降至 5000 米，而天文台站則在兩日後(即 9 月 16 日)零時左右錄得煙霞的出現。在這個個案中，懸浮粒子是經過一段時間積聚才導致 9 月 15 日及 16 日出現的煙霞。在 9 月 15 日廣泛地區出現煙霞時，兩站早在 9 月 14 日長時間錄得高濃度懸浮粒子。這個個案亦顯示實時監測懸浮粒子濃度變化，對短期預報有一定的幫助。

(b) 數值預報模式的表現

20 公里 ORSM 在 9 月 13 日 06 UTC 成功預測翌日香港附近有一微弱移動性低渦生成，香港風勢微弱及出現氣旋性輻合情況。圖 11 顯示的風場預測跟實況大致吻合。其後，ORSM 及 NHM 亦能模擬廣東沿岸的微弱低壓槽，以及在香港東部生成的低壓區，以至本港風勢在 9 月 14 日至 15 日主要吹微弱西北風(圖 12)，而驟雨只集中在南海北部及中國東南部。數值模式亦成功預測本港在 9 月 16 日下午開始轉吹東南風。總體來說，ORSM 及 NHM 能夠預報本港附近風場的情況，這有助預報員掌握天氣條件，評估煙霞出現的可能性。

(c) 氣溶膠光學厚度的監測

天文台在 2004 年 9 月中開始應用中分辨率成像光譜儀(MODIS)的反射率資料，計算在 550 nm 波長的氣溶膠光學厚度數值，並製成圖像以助預報員監測在珠江三角洲一帶的氣溶膠濃度分佈。圖 13 為 9 月 13 日至 17 日 MODIS 的遙感氣溶膠光學厚度圖像。在 9 月 13 日早上，本港的氣溶膠光學厚度值為 0.3 左右，而大值區域只集中在本港西北部的珠江三角洲一帶。當天除西部的能見度曾下降至 6000 米外，港內的能見度在 10 公里以上。隨後兩三日，珠江三角洲一帶的氣溶膠光學厚度不斷上升，並隨著大範圍北至西北風向南擴散。在 9 月 15 日及 16 日，珠三角至華南沿岸地區包括香港的氣溶膠光學厚度增至最高的 1.2，本港出現煙霞，大部份地區的能見度在 5000 米以下。雖然本港在 9 月 16 日後期開始轉吹東南風，氣溶膠光學厚度圖像顯示華南沿岸地區的氣溶膠光學厚度仍然在 1.2 的高水平。到了 9 月 17 日，背景東南風增強，大值區域的氣溶膠才移往廣東西北部。在這個個案中，氣溶膠光學厚度圖像能讓預報員清楚了解珠江三角洲一帶的氣溶膠分佈，配合風向、風速及其他天氣條件的預測，有助預報員監測及評估煙霞出現的時間及其持續性。不過 MODIS 資料的應用有一定的限制。首先 MODIS 是裝置在美國太空總署地球觀測系統的兩

顆極地軌道衛星 Terra 及 Aqua 上，香港只能每天從每顆衛星收到最多兩幅覆蓋珠江三角洲附近範圍的圖像，這在時間密度上有點不足。此外，由於雲層阻礙觀測，氣溶膠光學厚度的資料亦受天氣限制。

4. 總結

本文以統計方法計算出在不同組合的氣象條件下出現煙霞的發生率，以供預報員作初步參考之用。以天文台而言，煙霞多出現在輕微至和緩西或西南風、相對濕度在 60%至 80% 之間、氣溫直減率低於每公里 8 度，以及早上混合層高度在 600 米以下的情況。案例研究則顯示煙霞出現與否與大氣氣溶膠濃度有一定的關係。預報煙霞的時間除了考慮氣象條件是否配合外，亦要注意大氣氣溶膠的濃度及分佈。

本文亦指出中尺度數值模式 ORSM 及 NHM 能有效地提供風向及風速預測，讓預報員掌握短期廣東沿岸地區的風場變化。配合統計方法、監測珠江三角洲一帶的氣溶膠光學厚度分佈及本港錄得的懸浮粒子的濃度變化，預報員可較準確預測煙霞的出現。

展望未來，我們會進一步通過統計方法，尋找更多合適的因子和經驗公式，以及用客觀方法來提高預報這些因子的準確性，提高預測量化能見度的能力。

鳴謝

本文工作得到黃明松博士、張文瀾博士、林鄺泗蓮女士及林靜芝女士等提供了寶貴的意見，筆者在此謹表衷心的感謝。筆者亦感謝黃偉健先生為分析天文台的中尺度模式ORSM及NHM預報產品提供技術支援。此外，ORSM及NHM的研發是分別根據日本氣象廳的區域譜模式RSM及非靜力模式NHM。衛星圖像資料由美國太空總署提供。繪畫氣溶膠光學厚度圖像的軟件則改編自香港科技大學海岸與大氣研究中心開發的軟件。可吸入懸浮粒子數據是香港環境保護署提供。

參考文獻

- [1] World Meteorological Organization, 1984, “Compendium of Lecture Notes for Training Class IV Meteorological Personnel”, WMO-No. 266.
- [2] Cheng, C.M., S.T. Chan and C.C. Chan, 1997, “Visibility Trends in Hong Kong”, Hong Kong Observatory Technical Note (Local) No. 69.
- [3] 梁延剛、鄭婉圓、胡文志，2004，“香港大氣能見度的長期變化”，區域環境質量演變及環境安全學術研討會暨中國地理學會環境地理與化學地理專業委員會 2004 年學術年會，香港中文大學，2004 年 10 月 22 至 26 日。
- [4] Sequeira, R. and K.H. Lai, 1998, “Short Communication: The Effect of Meteorological Parameters and Aerosol Constituents on Visibility in Urban Hong Kong”, *Atmo. Environ.*, 32, 2865-2871.
- [5] Lau, S.F. and W.L. Chang, 1989, “Further Investigations in Estimating Mixing Heights for Hong Kong”, Royal Observatory Sectional Note No. 36.
- [6] Covert, D.S., R.J. Charlson and N.C. Ahlquist, 1972, “A Study of the Relationship of Chemical Composition and Humidity to Light Scattering by Aerosols”, *J. of App. Meteor.*, 11, 968-976.

表 1. 不同風向及風速組合下的煙霞發生率
(2000 年至 2004 年)

(a) 天文台站

風速	風向							
	東北	東	東南	南	西南	西	西北	北
輕微	1.6	1.8	3.9	0	5.2	6.2	1.8	1.1
和緩	1.9	1.6	0	0	9.5	7.1	0	1.2
清勁	0	0	0	0	0	0	0	0
強風或以上	0	0	0	0	0	0	0	0

(b) 赤鱗角站

風速	風向							
	東北	東	東南	南	西南	西	西北	北
輕微	4.2	4.0	3.5	5.6	9.2	19.1	20.3	8.3
和緩	2.3	0.9	0.8	0.3	0.5	7.3	27.2	4.9
清勁	0	1.2	0	0	0	0	16.3	6.1
強風或以上	0	2.2	0	0	0	0	0	0

表 2. 不同氣象參數與煙霞發生率的相關系數(r)

氣象參數	相關系數(r)	
	天文台站	赤鱗角站
氣溫	+0.61	+0.34
露點	+0.70	+0.62
相對濕度	+0.97	+0.73
雲量	+0.08	-0.79
日照時間	+0.20	+0.86

表 3. 首 10 個最高煙霞發生率的組合氣象條件

(a) 天文台站

風向 ¹	風速 ¹	相對濕度 ¹	氣溫直減率 ¹	早上混合層高度 ¹	首 10 個最高發生率 ²	發生率, PO (%)	出現煙霞的時數, H	總時數 ² , B
6	1	3	1	2	1	26.8	11	41
6	1	3	2	1	2	26.3	5	19
6	2	3	2	2	3	25.0	3	12
5	1	3	2	1	4	20.0	3	15
5	2	3	2	2	5	19.2	5	26
5	1	3	2	2	6	18.3	13	71
2	1	3	2	1	7	13.6	6	44
1	2	3	3	2	8	12.1	4	33
6	1	3	2	2	9	11.6	14	121
6	1	3	3	1	10	11.1	3	27

(b) 赤鱘角站

風向 ¹	風速 ¹	相對濕度 ¹	氣溫直減率 ¹	早上混合層高度 ¹	首 10 個最高發生率 ²	發生率, PO (%)	出現煙霞的時數, H	總時數 ² , B
7	2	3	3	1	1	66.7	14	21
6	1	2	2	1	2	50.0	6	12
7	2	3	1	2	3	40.0	8	20
7	1	3	1	2	4	38.5	10	26
7	2	3	2	2	5	37.0	20	54
7	2	3	3	2	6	35.8	34	95
6	1	2	2	2	7	35.3	18	51
7	2	3	3	3	8	34.1	15	44
7	2	2	4	2	9	31.6	6	19
4	1	3	2	1	10	30.8	4	13

備註：

1 組合分類：

風向：

(1) 東北風, (2) 東風, (3) 東南風, (4) 南風, (5) 西南風, (6) 西風, (7) 西北風, (8) 北風

風速：

(1) 輕微, (2) 和緩, (3) 清勁, (4) 強風或以上

相對濕度 RH(%)：

(1) $RH \leq 40$, (2) $40 < RH \leq 60$, (3) $60 < RH < 80$

氣溫直減率 LR(度/公里)：

(1) $LR \leq 0$, (2) $0 < LR \leq 4$, (3) $4 < LR \leq 8$, (4) $LR > 8$

早上混合層高度 MH(米)：

(1) $MH \leq 200$, (2) $200 < MH \leq 600$, (3) $600 < MH \leq 1000$, (4) $MH > 1000$

2 為使發生率具代表性，總時數在 10 小時或以下的氣象條件組合將不作計算。

表 4. 2004 年 8 月 16 日至 20 日的氣象數據

日期	天文台站							赤鱘角站							總日照 (小時)	氣溫 直減率 (度/公里)	早上混 合層 高度 (米) ¹
	平均 風速 (米秒)	平均 風向 (度)	平均 氣溫 (°C)	平均相 對濕度 (%)	平均 雲量 (%)	總雨量 (毫米)	最低 能見度 (米)	平均 風速 (米秒)	平均 風向 (度)	平均 氣溫 (°C)	平均相 對濕度 (%)	平均 雲量 (%)	總雨量 (毫米)	最低 能見度 (米)			
8 月 16 日	0.7	240 ¹	29.2	75	41	--	20000	1.0	227 ¹	30.0	70	42	--	20000	10.8	6.4	543
8 月 17 日	3.2	244	30.4	73	16	--	5000	2.9	243	31.4	70	25	--	4500	10.3	3.2	393
8 月 18 日	1.7	249	30.6	77	53	微量	3000	1.8	268	31.8	70	37	--	2000	2.5	7.2	870
8 月 19 日	0.4	134 ²	29.9	80	64	--	3500	0.9	118 ²	30.7	76	52	6.3	1800 ^R	3.6	6.3	444
8 月 20 日	2.2	085	27.7	85	87	10.3	5000	2.3	106	28.8	77	88	8.1	2200 ^R	3.4	2.6	-- ^N

備註：
^R 因降雨而能見度下降
^N 沒有數據
¹ 在 8 月 16 日，天文台站及赤鱘角站的風向是由初時的偏東風轉為後期的偏西風。
² 在 8 月 19 日，天文台站及赤鱘角站的風向是由初時的偏西風轉為後期的偏東風。

表 5. 2004 年 9 月 13 日至 17 日的氣象數據

日期	天文台站							赤鱘角站							總日照 (小時)	氣溫 直減率 (度/公里)	混合層 高度 (米) ¹
	平均 風速 (米秒)	平均 風向 (度)	平均 氣溫 (°C)	平均相 對濕度 (%)	平均 雲量 (%)	總雨量 (毫米)	最低 能見度 (米)	平均 風速 (米秒)	平均 風向 (度)	平均 氣溫 (°C)	平均相 對濕度 (%)	平均 雲量 (%)	總雨量 (毫米)	最低 能見度 (米)			
9 月 13 日	0.2	328	27.9	63	51	--	10000	2.0	001	27.9	58	33	--	6000	8.5	7.7	367
9 月 14 日	1.3	247	28.0	60	42	--	6000	1.3	292	28.0	57	40	--	5000	6.7	5.6	340
9 月 15 日	1.9	243	28.2	63	74	微量	5000 ^R	1.0	279	28.5	60	63	微量	4000	3.5	7.2	630
9 月 16 日	1.1	104	28.5	75	50	--	3800	1.5	164	29.0	66	47	--	4200	7.9	7.7	572
9 月 17 日	2.6	090	28.2	82	70	微量	20000	2.3	109	29.1	74	74	微量	9000	7.7	8.4	714

備註：
^R 因降雨而能見度下降

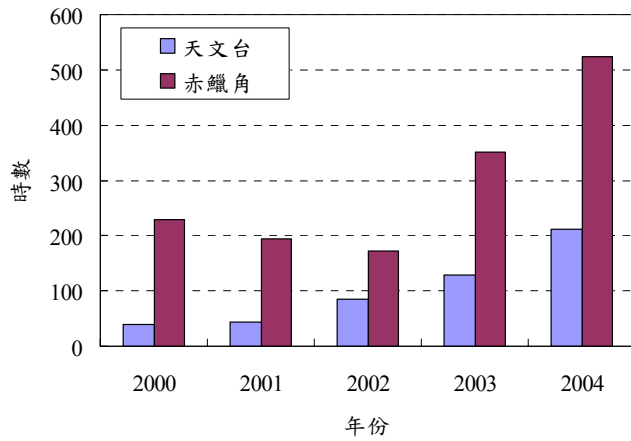


圖 1. 天文台站及赤蠟角站出現煙霞的時數

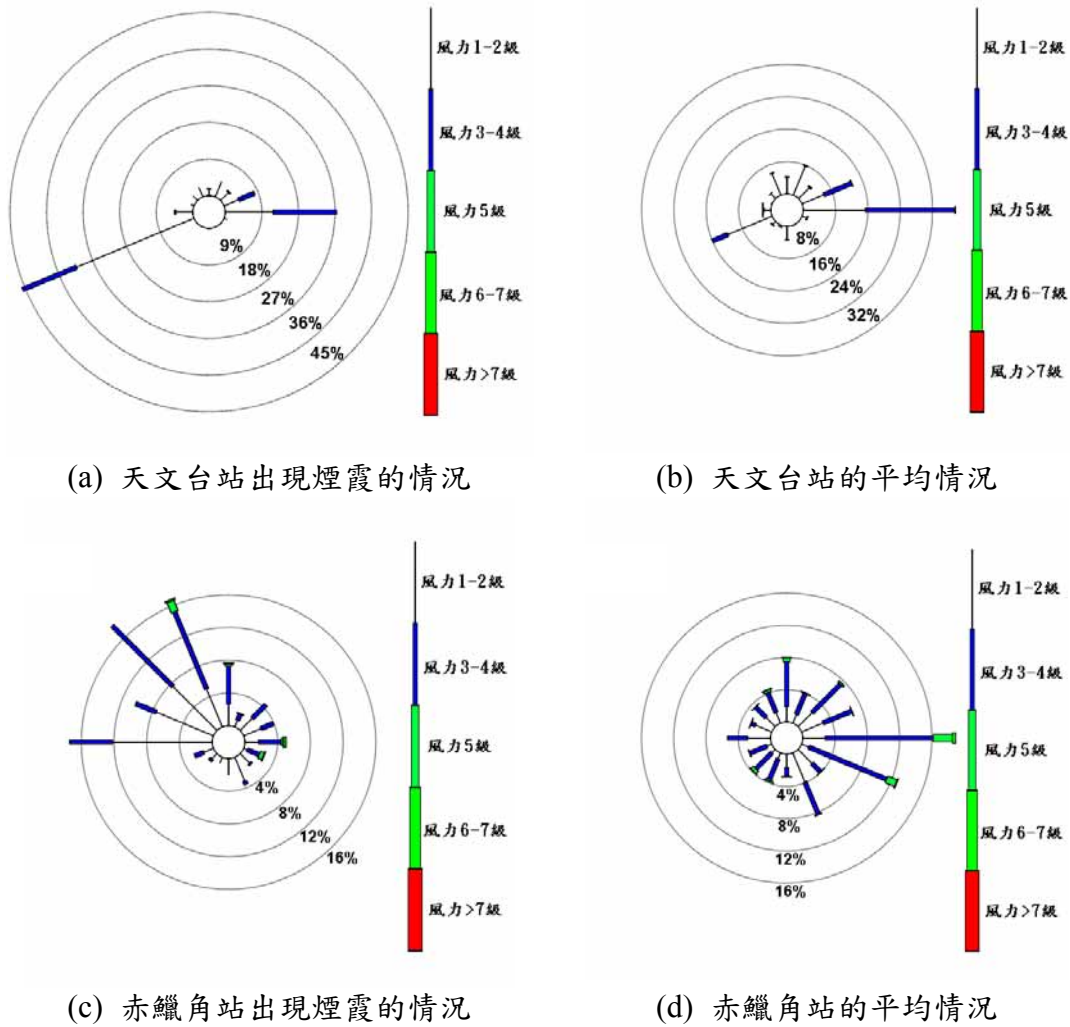
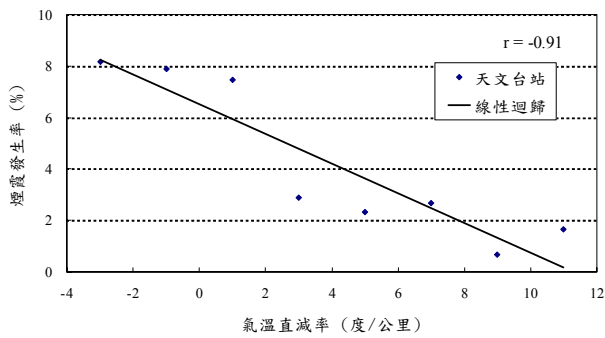
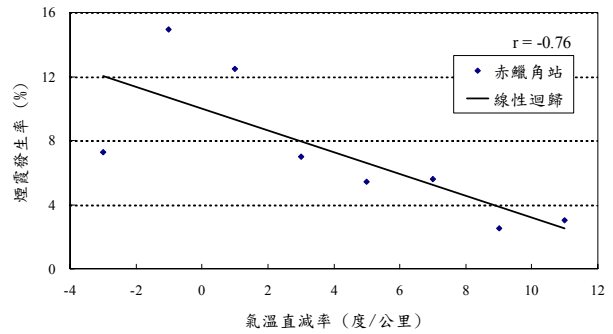


圖 2. 天文台站及赤蠟角站的風玫瑰圖(2000 年至 2004 年)

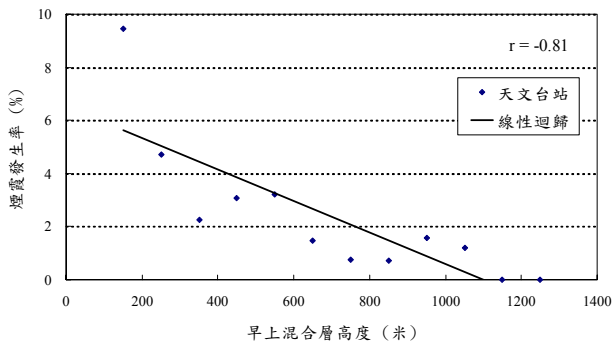


(a) 天文台站

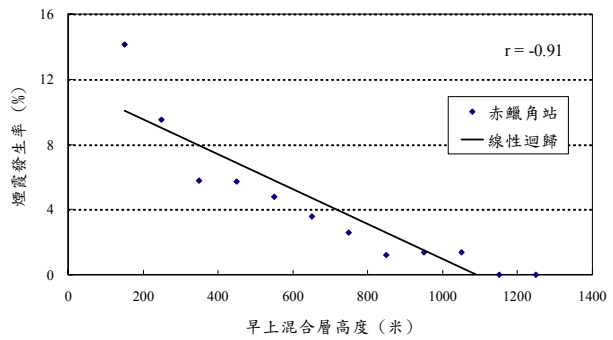


(b) 赤蠟角站

圖 3. (a)天文台站及(b)赤蠟角站的氣溫直減率與煙霞發生率的散佈圖(2000年至2004年)

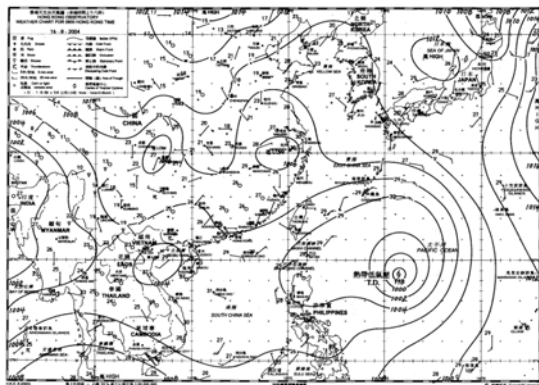


(a) 天文台站

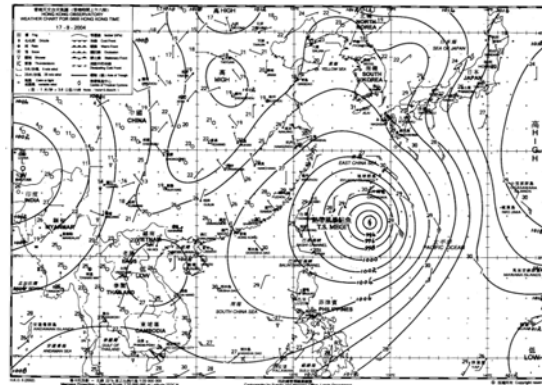


(b) 赤蠟角站

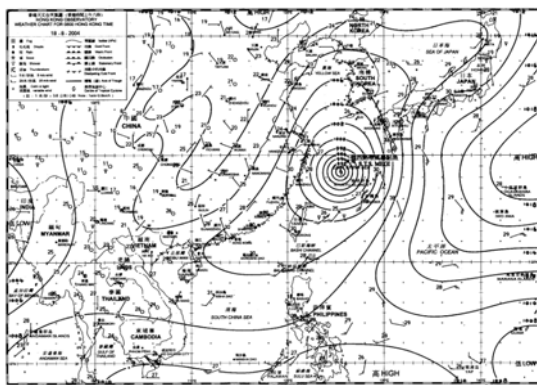
圖 4. (a)天文台站及(b)赤蠟角站的早上混合層高度與煙霞發生率的散佈圖(2000年至2004年)



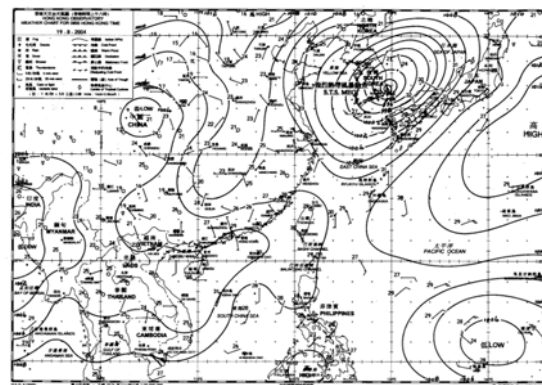
2004年8月16日



2004年8月17日



2004年8月18日



2004年8月19日

圖 5. 2004年8月16日至19日香港時間08時的地面天氣圖

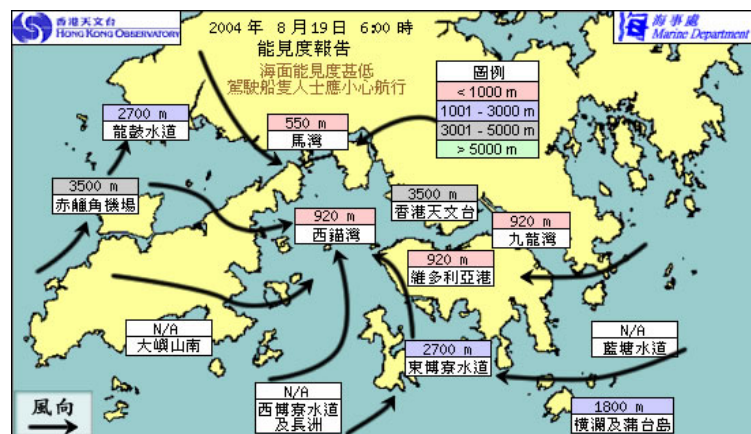
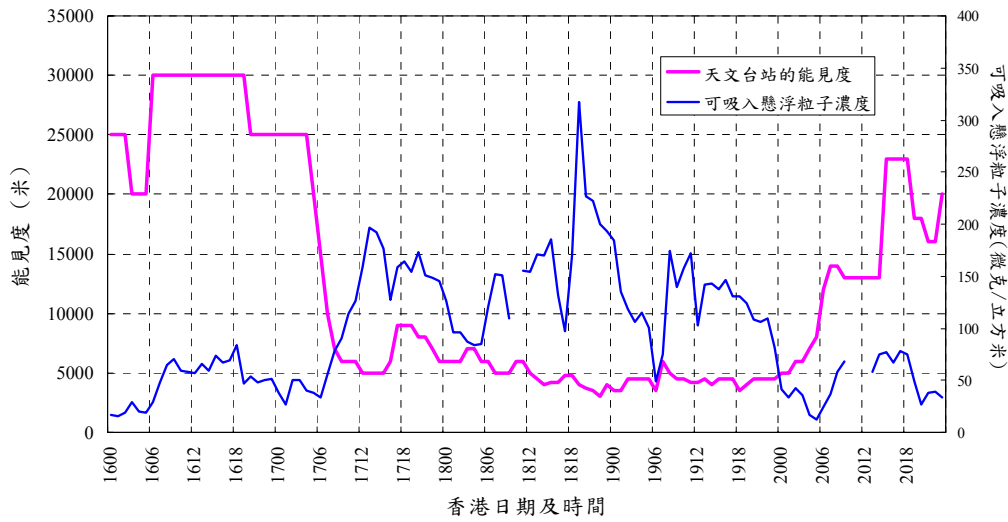
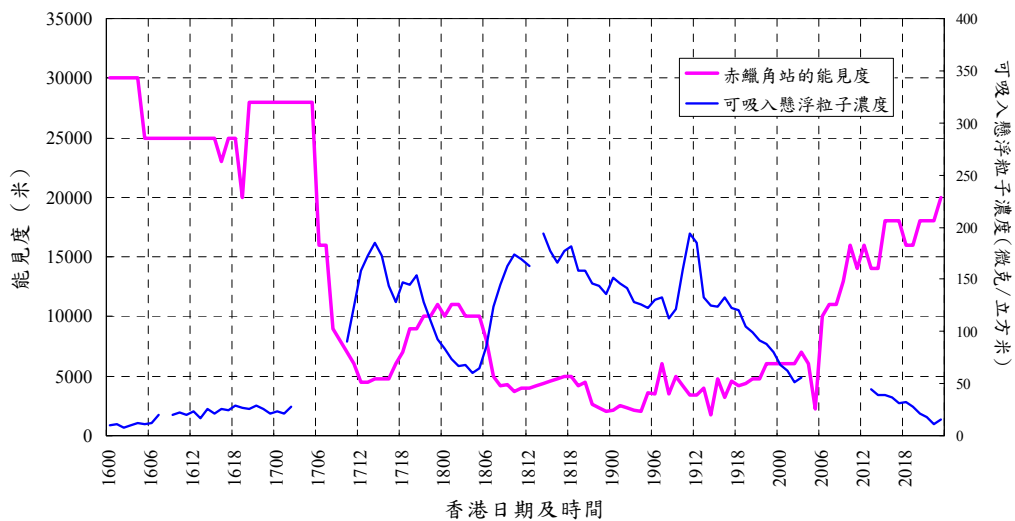


圖 6. 2004年8月19日香港時間06時本港的能見度

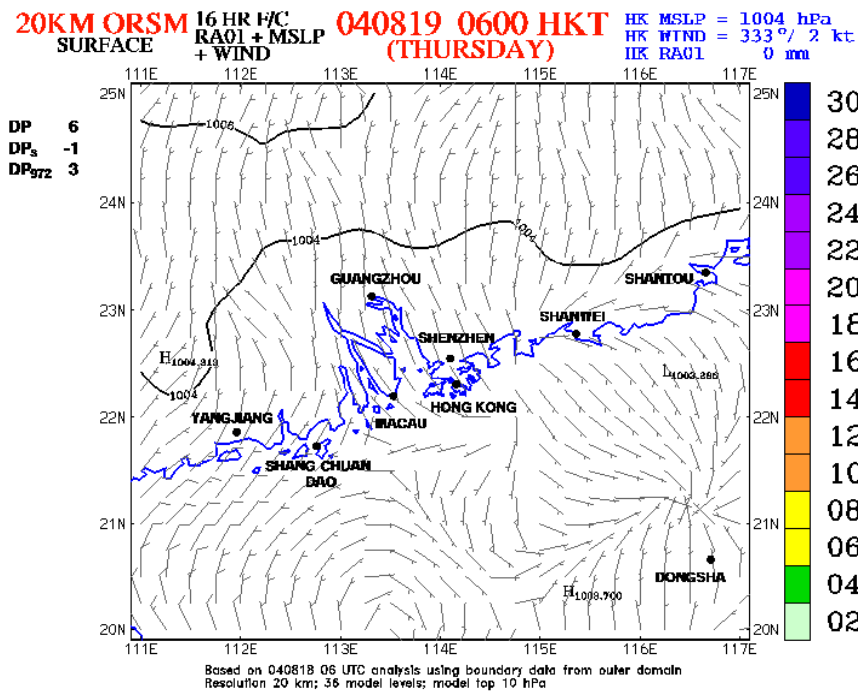


(a) 天文台站的能見度及中環空氣質素監測站的可吸入懸浮粒子濃度

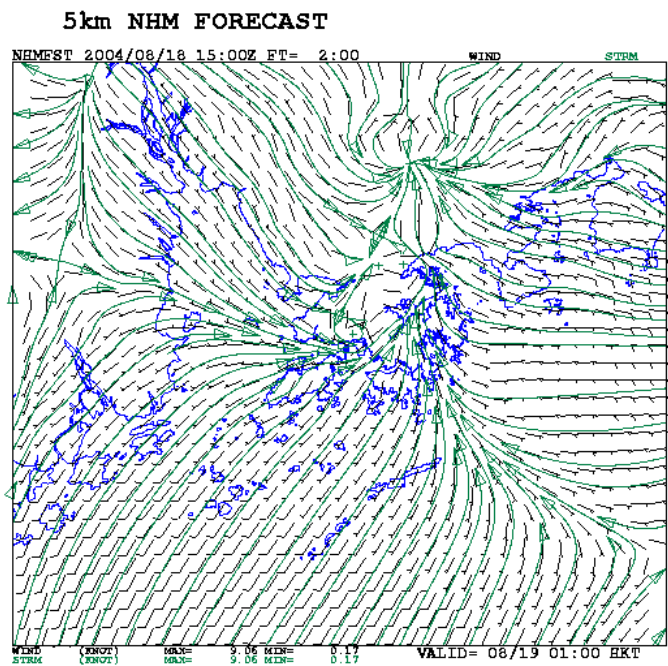


(b) 赤蠟角站的能見度及東涌空氣質素監測站的可吸入懸浮粒子濃度

圖 7. (a)天文台站的能見度及中環空氣質素監測站的可吸入懸浮粒子濃度及(b)赤蠟角站的能見度及東涌空氣質素監測站的可吸入懸浮粒子濃度(2004年8月16日至8月20日)

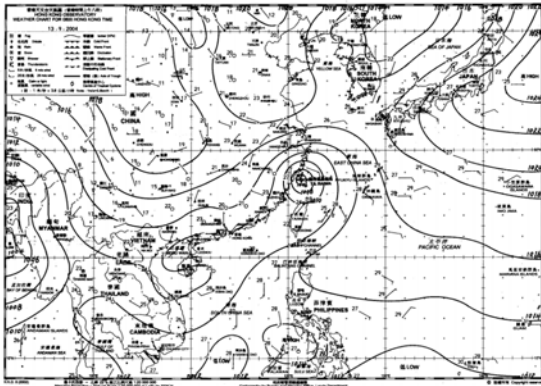


(a) 20 公里 ORSM 預測 2004 年 8 月 19 日清晨(香港時間 06 時)的地面風場

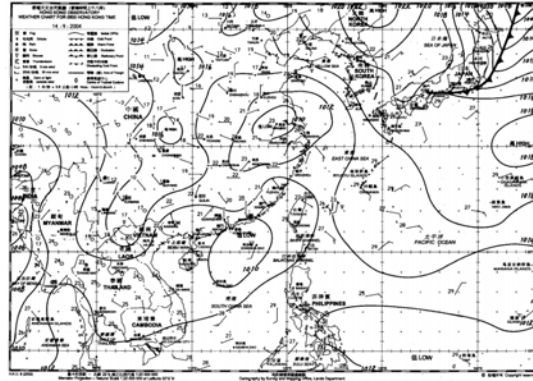


(b) 5 公里 NHM 預測 2004 年 8 月 19 日清晨(香港時間 01 時)的地面風場

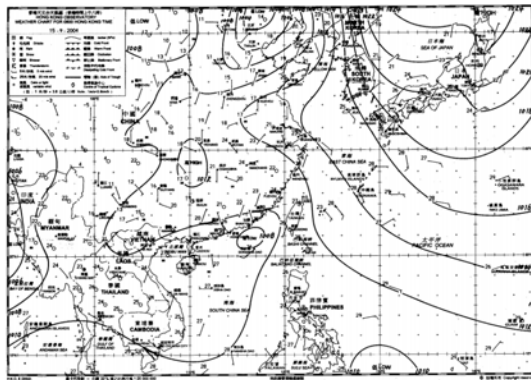
圖 8. (a) 20 公里 ORSM 及(b) 5 公里 NHM 預測 2004 年 8 月 19 日清晨地面風在香港區域附近輻合的情況



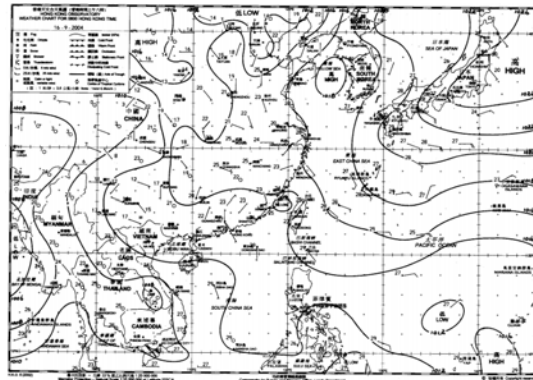
2004年9月13日



2004年9月14日

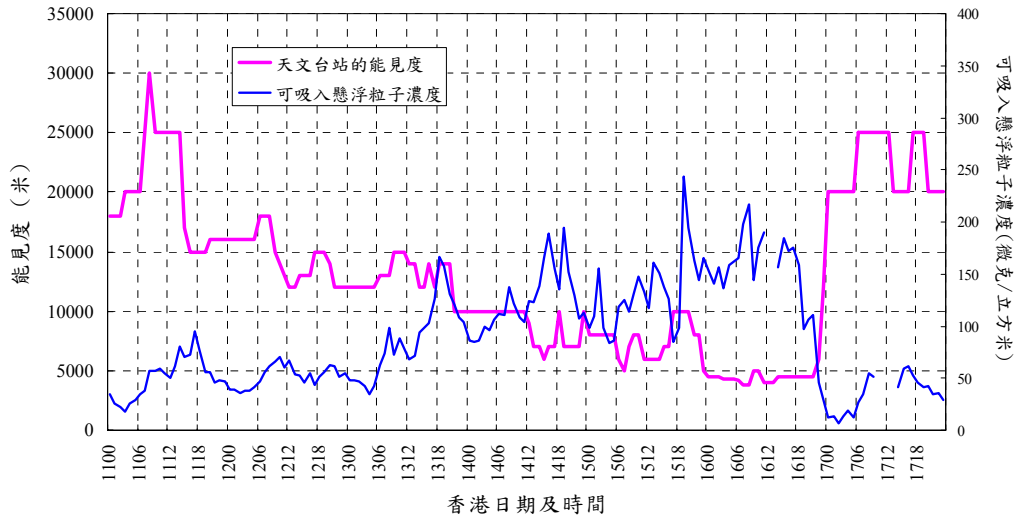


2004年9月15日

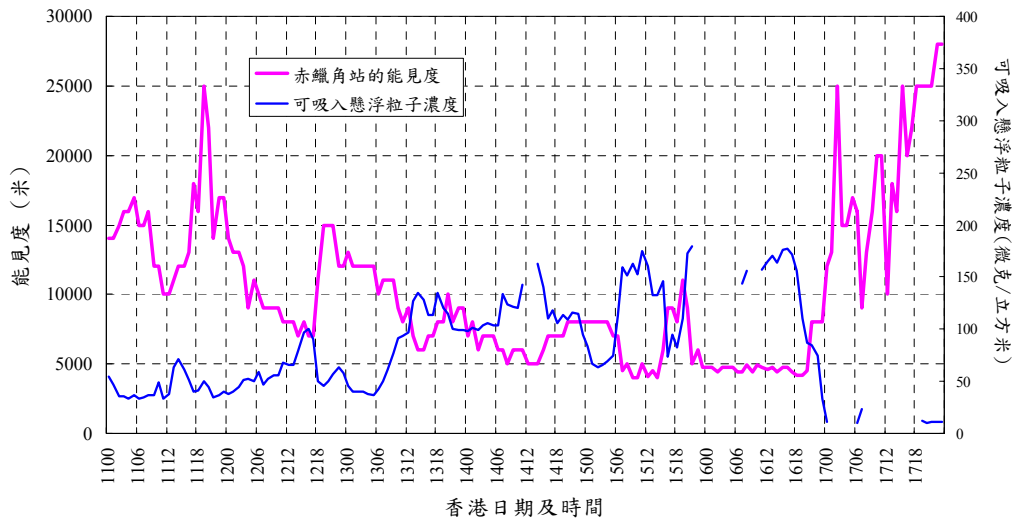


2004年9月16日

圖 9. 2004年9月13日至16日香港時間08時的地面天氣圖

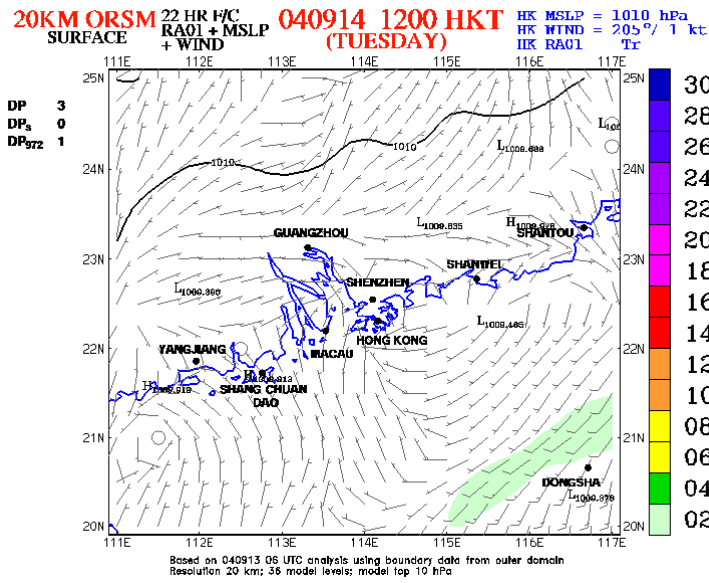


(a) 天文台站的能見度及中環空氣質素監測站的可吸入懸浮粒子濃度

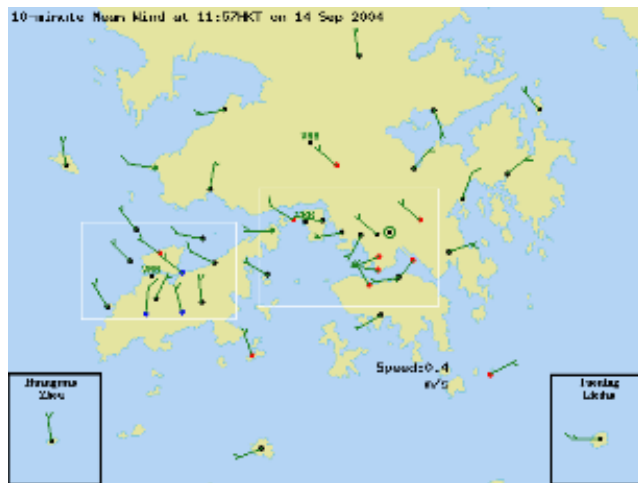


(b) 赤蠟角站的能見度及東涌空氣質素監測站的可吸入懸浮粒子濃度

圖 10. (a)天文台站的能見度及中環空氣質素監測站的可吸入懸浮粒子濃度及(b)赤蠟角站的能見度及東涌空氣質素監測站的可吸入懸浮粒子濃度(2004年9月11日至9月17日)

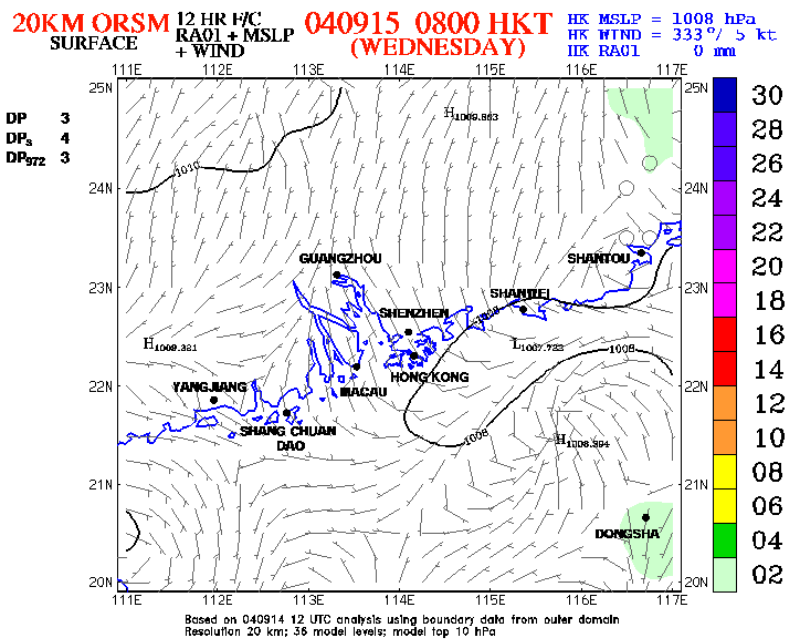


(a) 20 公里 ORSM 預測 2004 年 9 月 14 日香港時間 12 時的地面風場

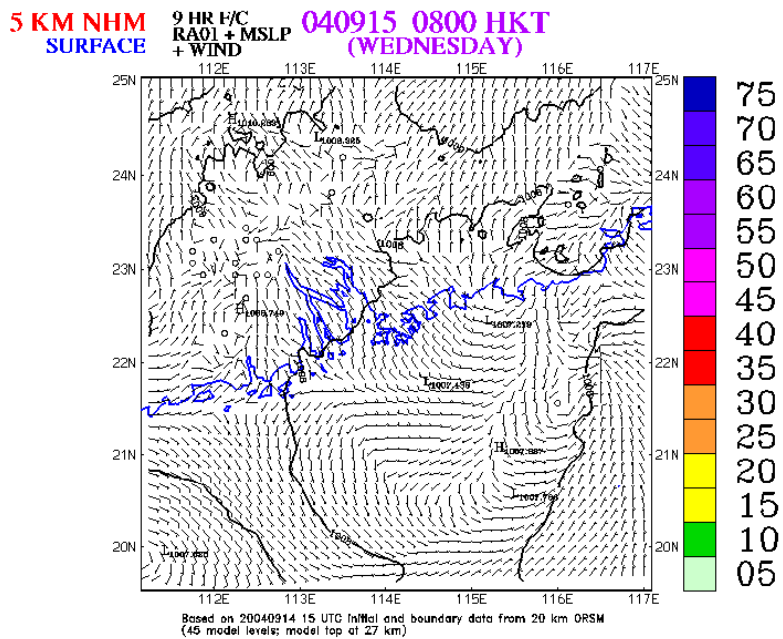


(b) 2004 年 9 月 14 日香港時間 12 時的地面風場

圖 11. (a) 20 公里 ORSM 預測 2004 年 9 月 14 日香港時間 12 時的
 地面風場及(b)同一時間的實際情況

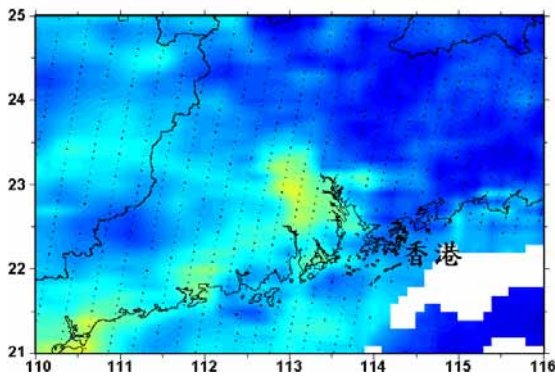


(a) 20 公里 ORSM 預測 2004 年 9 月 15 日香港時間 08 時的地面風場

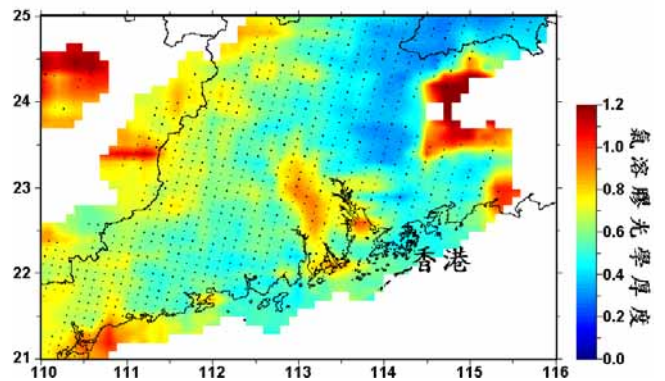


(b) 5 公里 NHM 預測 2004 年 9 月 15 日香港時間 08 時的地面風場

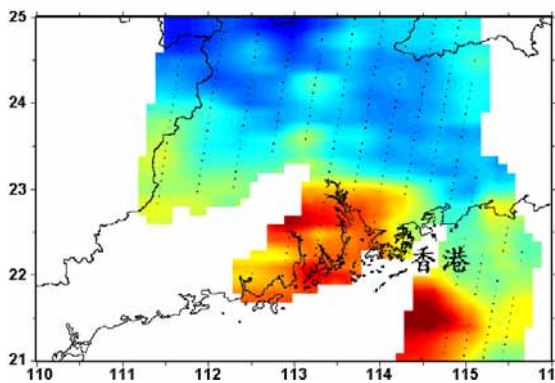
圖 12. (a) 20 公里 ORSM 及(b) 5 公里 NHM 預測 2004 年 9 月 15 日香港時間 08 時的地面風場



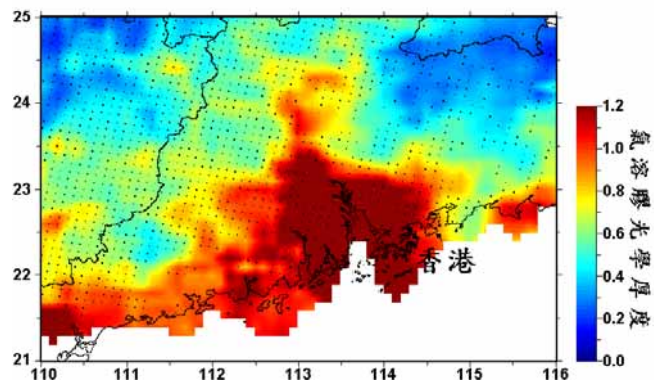
9月13日國際時間03時



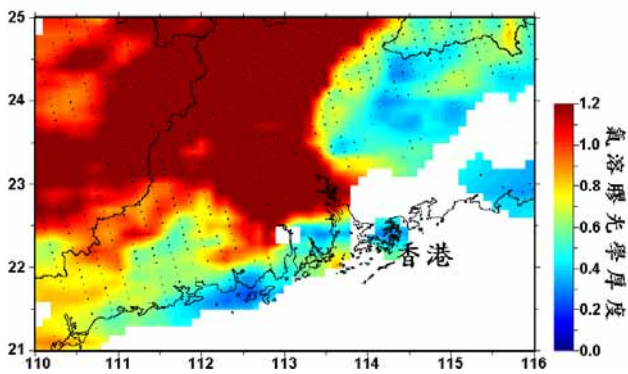
9月14日國際時間03時



9月15日國際時間03時



9月16日國際時間03時



9月17日國際時間06時

圖 13. 2004 年 9 月 13 日至 17 日的大氣氣溶膠光學厚度圖像