

混合層高度簡易估算法之探討

黃隆明⁽¹⁾ 張台聖⁽²⁾

摘 要

混合層高度可視為具有充分混合效應之大氣邊界層，是估計空氣污染濃度的重要參數，其代表大氣的擴散與傳輸能力，亦可作為空氣污染物可達到最大垂直高度之指標，而 Holzworth 法是目前國內普遍估算混合層高度的方法，其必須搭配探空資料以求得估計值，但國內探空測站極少，在無探空資料時，常需以鄰近地區的探空資料做為估算混合層高度之依據。

本研究主要探討以台北板橋探空資料估算台中混合層高度的正確性。研究中首先分析台北與花蓮混合層高度之相關性，據以說明混合層高度雖因地區不同而異，但確有其關連性，接著再以台中西屯測站探空資料，採用 MTP 實測法所求得之混合層高度作為基準值，驗證 Holzworth 法及 Nozaki 法所估算混合層高度的正確性。結果顯示台北與花蓮兩地混合層高度的相關係數為 0.735，而以台中試區驗證結果說明，Nozaki 法的正確性優於 Holzworth 法。

(**關鍵詞**：混合層、Holzworth 法、Nozaki 法、MTP 法)

Exploration of Simple Estimation Method of Mixing Layer Height

Long-Ming Huang⁽¹⁾ *Tai-Sheng Chang*⁽²⁾

Associate Professor⁽¹⁾, Master Student⁽²⁾, Department of Soil and Water Conservation, National Chung-Hsing University, Taichung 402, Taiwan, R.O.C

ABSTRACT

Mixing layer height can be deemed as the atmospheric boundary layer with ample mixed effect. It is an important parameter of estimation of air pollution concentration. What it represents is the atmospheric diffusion and transmission capabilities. It can be the index of air pollutant's achieving the maximum vertical height. So far, Holzworth method has been a mixing layer height estimation method generally used in Taiwan. This method must cooperate with sounding data to get the estimated value. However, sounding stations are extremely rare in Taiwan. When there are no

(1) 國立中興大學水土保持系副教授(通訊作者 e-mail：lmhuang@dragon.nchu.edu.tw)

(2) 國立中興大學水土保持學系碩士班研究生

sounding data, the sounding data of neighboring regions are often required to be the basis of mixing layer height estimation.

The research mainly explored the correctness of using Taipei Banqiao sounding data to estimate the mixing layer height of Taichung. In the research, the correlation of Taipei's mixing layer height and Hualien's mixing layer height was analyzed first, and based on it, the research could explain the fact that although mixing layer height may be different owing to varied regions, the correlation indeed exists. Next, the mixing layer height obtained by using the sounding data of Taichung Xitun General Air Quality Test Station and adopting MTP method to get was taken as the base value to test and verify the correctness of mixing layer height estimated by Holzworth method and Nozaki method respectively. The results showed that the correlation coefficient of Taipei's mixing layer height and Hualien's mixing layer height was 0.735; regarding the results of test and verification in Taichung Research Test Area, the correctness of Nozaki method was better than that of Holzworth method.

(Keyword: mixing layer, Holzworth method, Nozaki method, MTP method)

前言

混合層可視為一種大氣邊界層，其形成原因是因為地表受到大氣對流與風切效應的影響而產生混合作用，使得空氣污染物可在此層做充分的擴散。而混合層高度則定義為空氣污染物可到達的最大垂直高度，由於在混合層頂部有逆溫現象，其垂直擴散的數值很小，使得污染物與上層空氣無法做大量的質量交換，因此，混合層頂端以下的範圍可表示為大氣物質做擴散稀釋的體積，換句話說，混合層高度越高即代表污染物可擴散的體積越大，反之則越小。

由於混合層高度為空氣污染擴散的一項重要參數，並廣泛應用至許多空氣品質預測模式及揚塵預測模式 FDM(Fugitive Dust Model)，USEPA(1992)。FDM 模式內含的設定參數包括風速、風向、溫度、揚塵排放率與混合層高度等，其中經常用來估算混合層高度的方法為 Holzworth 法(乾絕熱遞減法)；然而，此法於地面溫度低於探空溫度時，有

無法估算的情形，且常以鄰近地區的探空資料估算混合層高度，此舉可能造成估算上的誤差，因此，基於上述原因，引發從事本文探討的動機。

首先，針對 Holzworth 法無法估算的情形加以修正，使其能夠順利估算混合層高度，同時探討採用鄰近地區的探空資料，進行估算混合層高度之可行性。

其次，由於本省設有探空儀器之氣象站十分缺乏，若不包含空軍所設立之澎湖、屏東及綠島三個測站，則僅有氣象局所設立之台北板橋及花蓮兩個測站；因此，當無探空資料時，本研究則採用 Nozaki 法估算混合層高度，此法僅需使用地面所觀測之氣象資料即可。

最後，以 MTP 實測法所求得之混合層高度作為基準值，驗證 Holzworth 法及 Nozaki 法對混合層高度估算的正確性，期能以簡易的方法獲得混合層高度數據。

文獻回顧

一、混合層高度估算法

混合層特性會依白天、夜晚與大氣對流情況的改變而不同，雖有多種估算法，其中以 Holzworth 法及 Nozaki 法最為常用(史，1977；Cheng S.Y，2001；馬與鄭，2011)，茲說明如下：

(一)Holzworth 法

由 Holzworth(1964)提出，此法主要是用於白天，並假設大氣底層溫度結構的日變化很小，僅在地面附近因太陽輻射加熱所造成的增溫而使邊界層結構改變。其應用上十分簡便，依據每日 0000UTC(台灣時間上午八時)的探空資料與地面溫度，沿乾絕熱曲線上升，兩者之相交點即為混合層高度(如圖 1 所示)。然而，此法並無考慮溫度平流效應、垂直風切與機械擾流對垂直混合的影響。

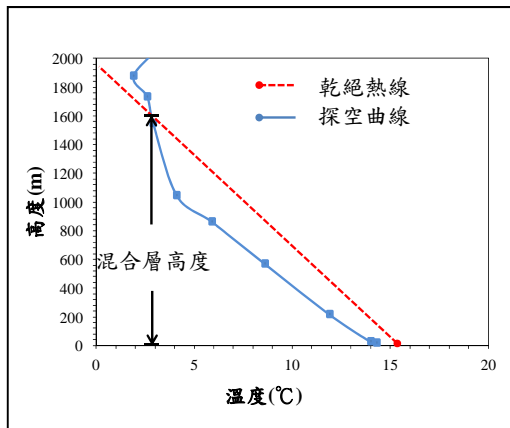


圖 1 Holzworth 法示意圖

Figure 1 The schematic of Holzworth method

(二)Nozaki 法

Nozaki 等人在 1973 年提出，以地面氣象資料估算混合層高度的方法，該法考慮到熱力和機械擾流共同作用，而邊界層上部的大氣運動狀況與地面氣象參數間存有關聯性。因此，可用地面氣象參數估算混合層高度，計算式：

$$L = \frac{121}{6}(6 - P)(T - T_d) + \frac{0.169P(U_z + 0.257)}{12f \ln(Z/Z_0)}$$

其中：

L = 混合層高度(m)

P = 為穩定度級別(1 至 6 級)

(T - T_d) = 溫度與露點差(°C)

Z = 代表觀測點之高度(m)

U_z = Z 高度之平均風速(m/s)

Z₀ = 地面粗糙長度(m)

f = 2Ω sin φ 為地轉參數

φ = 觀測點地理緯度

Ω = 地轉角速度

而根據廖(2005)，說明 Nozaki 法雖然對無探空資料地區有廣泛的應用價值，但其計算公式帶有較大的經驗性，若能針對不同地區做局部的經驗修正，將會比較符合實際結果。

二、探空測站區域性分類

目前台灣探空測站並不多，根據陳(2004)整理，具有量測探空溫度能力的測站共有五站，氣象局兩站(板橋與花蓮)及空軍三站(澎

湖馬公、綠島與屏東)，然而考量地區遠近以及氣象局與空軍測站資料品質不同等因素，可將台灣 152 個氣象測站依區域性分區，如圖 2 及表 1 所示。

三、大氣理論

本文所使用的方法根據大氣環境溫度剖面與大氣穩定性來計算混合層高度，相關說明如下：

(一)大氣溫度剖面

在近地約 10 公里以內的空氣層稱為對流層，為大氣層中水分含量最多，密度最高的一層，該層溫度隨高度遞增而遞減，造成此特性的原因，係由於大氣壓力越往高處其值越小，依氣體定律 $PV=RT$ 得知，溫度與壓力成正比，因此，大氣溫度剖面亦是越往高處越低。

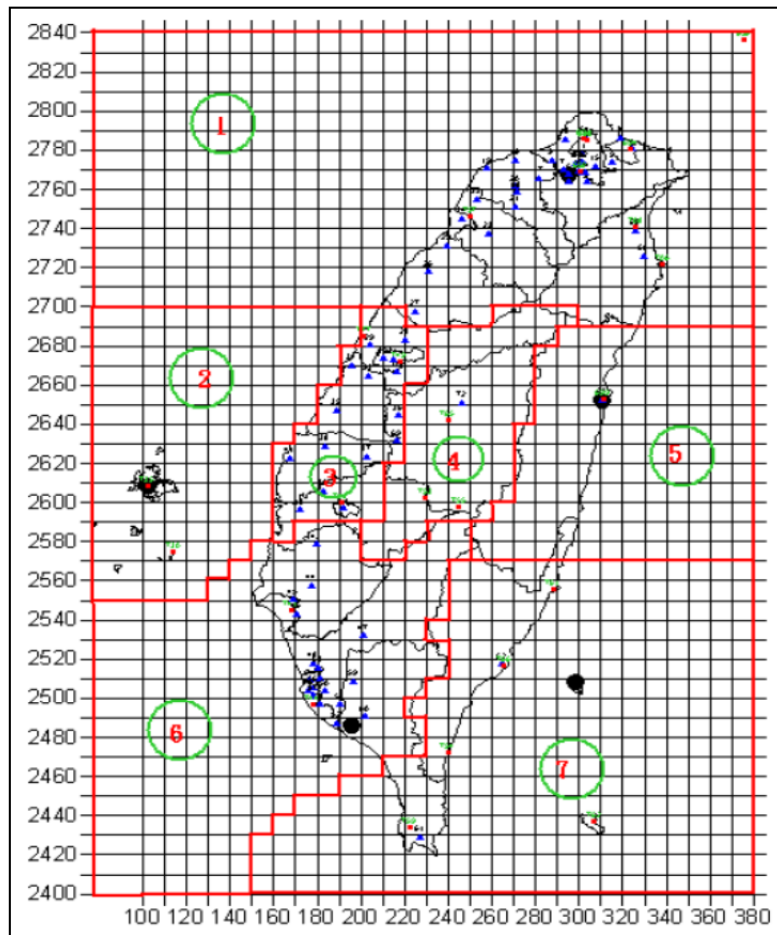


圖 2 測站區域歸屬分區圖(陳，2004)

Figure 2 Station area vested in the classification map

表 1 各分區第一及第二優先探空站(陳，2004)

Table 1 Regional first and second priority sounding station

分區	第一優先探空站	第二優先探空站
第一區	台北板橋站(氣象局)	花蓮站(氣象局)
第二區	澎湖馬公站(空軍)	台北板橋站(氣象局)
第三區	台北板橋站(氣象局)	澎湖馬公站(空軍)
第四區	台北板橋站(氣象局)	花蓮站(氣象局)
第五區	花蓮站(氣象局)	台北板橋站(氣象局)
第六區	屏東站(空軍)	台北板橋站(氣象局)
第七區	綠島站(空軍)	花蓮站(氣象局)

雖然對流層中溫度趨勢大致是呈現往上遞減的情況，但在部分區間亦有可能發生溫度逆轉的現象，也就是逆溫。而造成逆溫的原因有很多種，主要為鋒面逆溫、輻射逆溫、地形逆溫與沉降逆溫等。當逆溫現象發生時會使大氣的混合能力降低，而大氣中逆溫的位置通常也是混合層的最大高度。

(二)大氣穩定度

在混合層高度的影響因子中，大氣穩定度是決定混合層高度的重要因子，其可分為穩定、不穩定與中性穩定三個等級，並可依下述說明判別。

假設大氣中有一氣塊向上或向下移置一段距離：

1. 移置後氣塊有回復原位的傾向，稱為穩定。
(Pasquill 將穩定度 E 定義為輕度穩定、F 為中度穩定)
2. 移置後氣塊有繼續遠離的傾向，稱為不穩

定。(Pasquill 將穩定度 A 定義為極度不穩定、B 為中度不穩定、C 為輕度不穩定)

3. 移置後氣塊既不回復原位，也不繼續遠離，稱為中性穩定。(Pasquill 將穩定度 D 定義為中性)

上述穩定度 A 至 F，在 Nozaki 計算式中，所對應之穩定度級別分別為 1 至 6 級，如表 2 所示；一般而言，在乾絕熱線以上的空氣塊有回復原位的傾向，也就是穩定狀態，代表空氣分子已不容易做大量的交換，因此，定義環境溫度曲線與乾絕熱線相交的點為混合層高度。

研究方法

一、試區概況

環保署於 2002 年底至 2008 年 8 月之間，於台灣北中南三地，分別設置三座地面微波輻射計(MTP5-HE)，用以觀測此三地，大氣

溫度剖面之變化。北部位於台北市中華路一段 41 號；中部位於台中市西屯區安和路 1 號；南部位於高雄縣仁武鄉八卦村永仁街 555 號(八卦國小)。

本研究選定的試區地點為台中市西屯測站，TWD67 座標 (X : 215357.38 , Y:2672575.23)，所需之探空及地面氣象資料皆由此測站提供。該測站採樣位置高 11.59 公尺，除了收集地面微波輻射之外(如圖 3 所示)，其他監測項目有溫度、濕度、風速、風向及雨量。

二、方法概述

本研究分別以 Holzworth 法及 Nozaki 法估算台中地區混合層之高度，並與 MTP 實測法比較，驗證估算值之正確性。

(一)Holzworth 法

係將地面溫度沿乾絕熱線與探空溫度曲線相交，以獲得混合層高度，故所需資料為探空溫度曲線及地面溫度；再依據莊(1993)將地面溫度提昇兩度，以減少探空曲線無法與乾絕熱線相交的情況。

由於本研究試區位於台中市西屯測站，根據區域性分區(圖 2 及表 1)判釋，屬於第三區，因此，所需之探空資料第一優先採用台北板橋測站，若有資料遺漏情形，則採用第二優先澎湖馬公站之資料。

(二)Nozaki 法

由於邊界層上部之大氣運動狀況與地面參數間存有相關性，故而可用地面氣象參數資料，估算混合層高度；所需之地面氣象資

料，採用台中西屯測站，其中穩定度級別根據 Pasquill 分類表取得，如表 2 所示；而不同地況之地表粗糙長度，則依 Eagleson(1970)研究所得，如表 3 所示。由於西屯測站附近多為空曠農田，因此，在小尺度的範圍下，試區地表粗糙長度可取 20cm，但若在大尺度的範圍下，則應進一步探討粗糙長度為 100-300cm 之差異；本研究 Nozaki 法中之參數設定，如表 8 所示。

(三)MTP 實測法

係直接採用台中市西屯測站地面微波輻射計(MTP5- HE)實測所得之資料；至於地面溫度資料則來自台中氣象站，因此，本法所

獲得之混合層高度，可作為基準值，以驗證 Holzworth 法及 Nozaki 法估算值之正確性。地面微波輻射計(MTP5-HE)係利用多點量測探空溫度的方法，每 50 公尺設一測點，



圖 3 地面微波輻射計之外觀圖
Figure 3 The appearance of MTP5-HE

表 2 Pasquill 穩定度分類表
Table 2 Pasquill stability classification

時間	輻射量 (日照強度)	地表風速(ms ⁻¹)				
		<2	2-3	3-5	5-6	>6
日間	強	A	A-B	B	B-C	C
	中	A-B	B	B-C	C-D	D
	弱	B	C	C	D	D
		地表風速(ms ⁻¹)				
夜間	雲量	<2	2-3	3-5	5-6	>6
	≥0.5	F	E	D	D	D
	<0.5	F	F	E	D	D

註:穩定度 A-F 於 Nozaki 法所對應之級別為 1-6 級

表 3 不同地況之地表粗糙長度
Table 3 Different surface roughness length

地況	地表粗糙長度 Z ₀ (cm)
機場跑道	0.002
沙地	0.01~0.1
水面	0.01~0.5
草地	0.1~5.0
農田	2.0~20
森林	20~70
郊區	50~150
大城市	100~300

總測點數共計 21 點，因此，比一般探空測站能有更佳的探空曲線，但其量測極限為

高度 1000 公尺。

由於環保署探空測站資料僅觀測至 2008 年 8 月，而夏季混合層高度又常超過 1000 公尺，因此，考慮到量測高度的限制，本研究選擇冬季資料從事統計分析，期間為 2007 年 12 月至 2008 年 2 月。

結果與討論

茲將研究所需要驗證比較的資料，深入分析及探討，包括台北與花蓮混合層高度比對及台中混合層高度估算法之比較，如下所述：

一、台北與花蓮混合層高度相關性之探討

本項探討之目的在於瞭解由鄰近地區探空資料所估算之混合層高度是否有相關性存

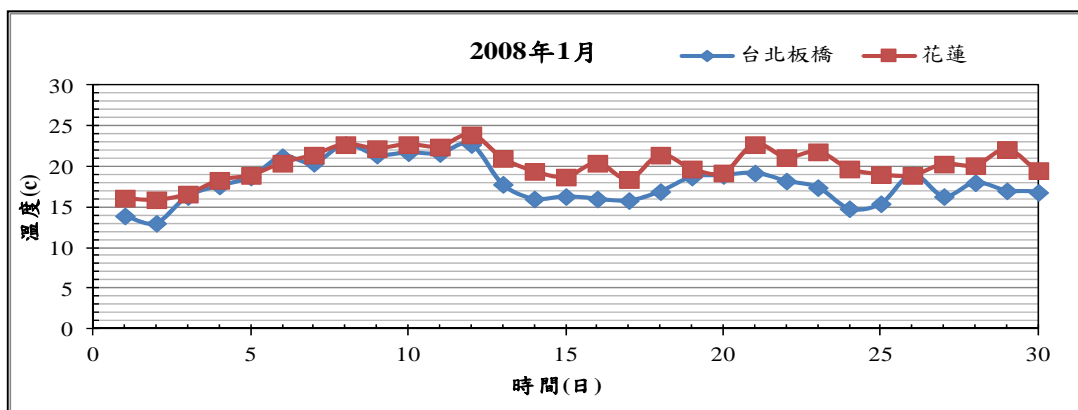


圖 4 每日地面溫度比較圖

Figure 4 Daily ground temperature comparison chart

在，資料統計分析期間為 2008 年 1 月，共計 31 筆，如表 4 及表 5 所示，由於該兩測站為氣象局所設立，與環保署測站不同，其觀測高度並非固定，但可高達 2000m 以上；兩觀測點間之高程，有時達到 600m 以上，若要依據探空曲線推求混合層高度，則會有較大的落差，因此，採用 Holzworth 法進行推估。

首先將兩地區每日早上 8 時之地面溫度，以遞減率 $0.0098^{\circ}\text{C}/\text{m}$ 於假絕熱圖上，分別畫出一條乾絕熱線，再將兩地區每日早上 8 時探空溫度曲線畫在同一圖上相交所得的點，即為混合層高度估算值，所得結果彙整於表 4 及表 5；在混合層以下的大氣環境屬於不穩定，具有混合的能力，因此，當探空溫度曲線或地面溫度改變時將會影響混合層高度值。由表 4 及表 5 得知，由於台北及花蓮探空觀測點之高程並不一致，且同一測站相鄰兩觀測點之高差差異頗大，不易由探空溫度曲線直接求得混合層高度。因此，採用 Holzworth 法所得之結果進行相關性分析，首先將台北及花蓮測站 2008 年 1 月地面溫度資料繪於圖

4 中，由圖 4 得知花蓮之月平均溫度比台北約高 2.2°C ，而後再將估算所得之混合層高度繪於圖 5 中，並進一步從事相關性分析。結果兩測站之相關係數為 0.735，已達 1% 顯著水準，此結果說明，台北與花蓮兩測站所求得之混合層高度，有極顯著之線性正相關，因此，可用來預測其中任一測站之混合層高度，如圖 5 所示，但由圖 5 得知，台北與花蓮兩地之混合層高度仍有差異，此係由於台北之探空資料，於 1000m 以下儀器量測誤差筆數較多(表 4 中已將誤差之資料移除)，剔除後可用之點數常少於 5 點，因此，估算所得之混合層高度亦有較大誤差，此亦原因之一。

本研究在估算混合層高度時，若由地面溫度所求得之乾絕熱線低於探空溫度曲線，以致兩線無法相交，此時即依據陳(2004)假設，在一般大氣熱對流效應不明顯時，由風剪效應所引起之大氣最低混合能力為 200m，據此，若有上述情形發生，則將混合層高度設定為 200m。

二、台中混合層高度估算法之比較

雖然不同地區混合層高度並不相同，但彼此間仍存有相當程度之相關性，因此，在推估台中地區混合層高度時，亦可採用台北板橋測站探空資料進行估算，為進一步瞭解不同估算法之差異，除了 Holzworth 法外，再增加 Nozaki 法加以比較，並以 MTP 實測值為基準，驗證不同估算法之準確性。茲將驗證比較所需之資料，自 2007 年 12 月至 2008 年 2 月，共計三個月，列於表 7~表 9 中，由於各表資料甚多，皆有 91 筆，為節省篇幅，

僅摘錄各 31 筆資料，再將每筆資料所求得之混合層高度及週平均值繪圖，如圖 6 所示。由於地表粗糙度長度改變會影響 Nozaki 法之估算值，因此，先行測試其影響程度。研究中以 20cm 及 150cm 兩種不同的地表粗糙長度進行混合層高度之估算，結果其平均值分別為 882m 及 1471m，如表 6 所示，由表 6 得知，地表粗糙長度愈長，所估算之混合層高度愈高，則偏離實測值愈遠，誤差愈大，因此，考量本試區周邊環境狀況在小尺度範圍時，大都為農田，所以參考表 3，將試區之粗糙長度設為 20cm。

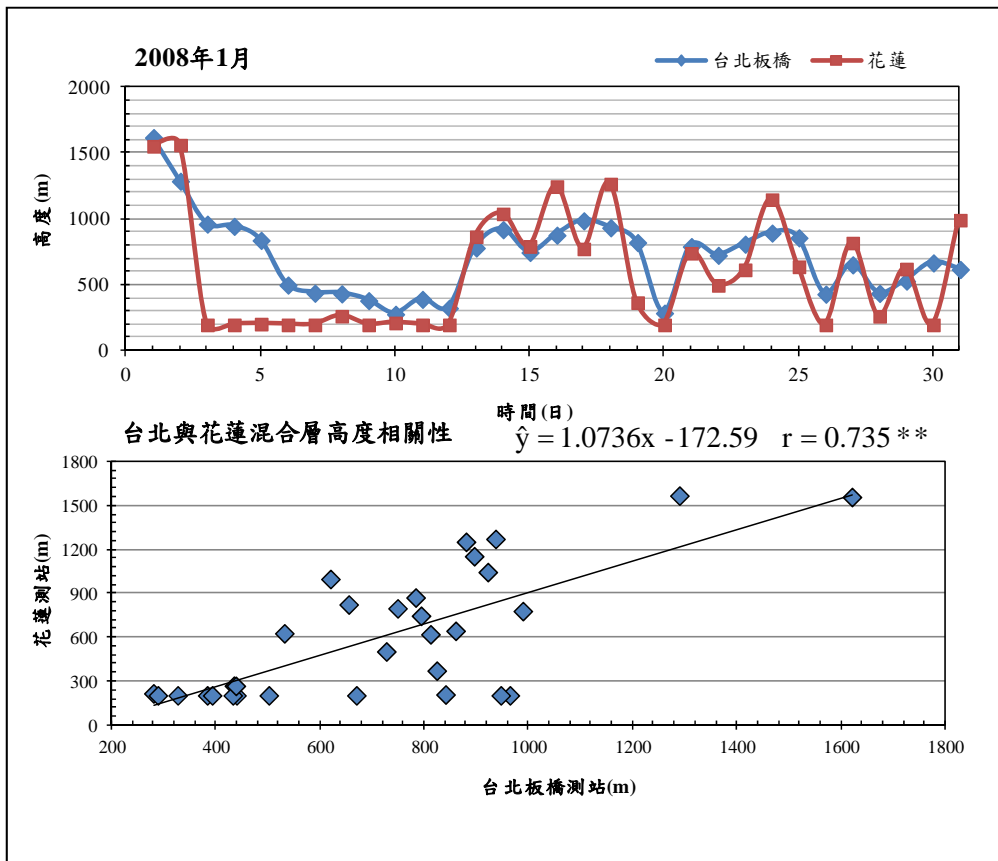


圖 5 混合層高度比較圖

Figure 5 Mixing layer height comparison chart

表 4 2008 年 1 月台北探空資料列表

Table 4 Taipei sounding data list in January 2008

1月1日		1月2日		1月3日		1月4日		1月5日		1月6日		1月7日		1月8日		1月9日		1月10日		1月11日	
高度(m)	溫度(°C)	高度(m)	溫度(°C)	高度(m)	溫度(°C)	高度(m)	溫度(°C)	高度(m)	溫度(°C)	高度(m)	溫度(°C)	高度(m)	溫度(°C)	高度(m)	溫度(°C)	高度(m)	溫度(°C)	高度(m)	溫度(°C)	高度(m)	溫度(°C)
0	13.9	0	13	0	16.3	0	17.6	0	18.7	0	21.2	0	20.4	0	22.7	0	21.4	0	21.7	0	21.6
11	11.4	11	9.6	11	13.7	11	15.1	11	16.2	11	17.5	11	17.2	11	19.2	11	18.5	11	17.7	11	18.7
221	8.9	230	8.1	206	12.7	185	13	178	14.5	25	18	167	15.9	149	19.3	19	19.1	140	19.2	130	17
860	2.8	867	2.7	854	7.7	814	9	834	10.5	169	16.8	384	14.7	778	17.4	146	18	172	19.2	303	15.7
1161	0	1211	0	1548	5	836	9	1534	6.2	807	15.8	546	18.7	818	17.6	344	16.9	205	19	462	19.3
1536	-2.8	1420	-1.5	2124	1	1534	6.4	1673	5.8	832	15.9	832	16.3	1383	13.9	441	18.7	810	18.6	798	17.5
1654	-3.7	1445	-1.4	2153	1.1	1609	6	2300	2.4	1467	11.4	1545	11	1536	12.5	471	18.5	1175	17	1517	14.3
1775	-0.3	1545	1.5	2288	2.3	2301	3.5	2469	1.3	1545	10.7	2737	3.5	1871	10.3	814	17.6	1531	14.1	1738	12.3
1960	3	1677	3.4	2399	1.6	2774	1.3	2531	0.3	2533	2.9	2769	2.1	2463	5.7	926	16.9	2543	7	2297	8.1
混合層高度(m)		混合層高度(m)		混合層高度(m)		混合層高度(m)		混合層高度(m)		混合層高度(m)		混合層高度(m)		混合層高度(m)		混合層高度(m)		混合層高度(m)		混合層高度(m)	
1621		1290		964		947		841		502		440		435		383		280		393	

1月12日		1月13日		1月14日		1月15日		1月16日		1月17日		1月18日		1月19日		1月20日		1月21日		1月22日	
高度(m)	溫度(°C)	高度(m)	溫度(°C)	高度(m)	溫度(°C)	高度(m)	溫度(°C)	高度(m)	溫度(°C)	高度(m)	溫度(°C)	高度(m)	溫度(°C)	高度(m)	溫度(°C)	高度(m)	溫度(°C)	高度(m)	溫度(°C)	高度(m)	溫度(°C)
0	22.7	0	17.8	0	16	0	16.3	0	16	0	15.8	0	16.9	0	18.7	0	18.9	0	19.2	0	18.2
11	20.4	11	16	11	13.5	11	14.1	11	13.8	11	13.4	11	14.6	11	16.7	11	15.9	11	17.1	11	16
127	20	180	13.6	202	11.1	198	12.1	38	13.9	222	11	204	12.3	175	13.5	144	16.6	148	15.3	163	14
800	18.3	414	12.2	782	7.7	847	8.4	228	11.6	868	6.7	831	8.1	176	13.5	525	15.2	736	11.6	774	10.8
1148	17.3	833	9.9	849	7.3	1308	6.2	876	7.4	1193	5.1	853	8.1	829	10.6	631	14.4	805	11.4	818	10.6
1522	14.4	1532	6.8	1541	4.1	1357	6	1569	3.9	1559	3.6	1548	5.5	1531	7.3	735	15.5	1137	10.9	1102	9.6
2291	9.7	1579	6.6	1684	3.5	1545	8.8	1723	3.4	1575	3.5	1584	5.8	2440	2.2	807	17.5	1510	8.7	1203	10.5
2793	7.6	1607	6.7	1805	8.3	1582	8.9	1916	3.2	1655	4.4	1609	5.8	2781	0	860	17.8	1574	8.3	1300	11
2851	5.1	1823	11	2949	5.4	2525	4.2	1988	6.8	1881	5.7	1838	7.5	3103	-2.7	884	17.7	2151	8.2	1524	11.1
混合層高度(m)		混合層高度(m)		混合層高度(m)		混合層高度(m)		混合層高度(m)		混合層高度(m)		混合層高度(m)		混合層高度(m)		混合層高度(m)		混合層高度(m)		混合層高度(m)	
327		783		922		749		880		989		937		824		289		794		727	

1月23日		1月24日		1月25日		1月26日		1月27日		1月28日		1月29日		1月30日		1月31日	
高度(m)	溫度(°C)	高度(m)	溫度(°C)	高度(m)	溫度(°C)	高度(m)	溫度(°C)	高度(m)	溫度(°C)	高度(m)	溫度(°C)	高度(m)	溫度(°C)	高度(m)	溫度(°C)	高度(m)	溫度(°C)
0	17.4	0	14.8	0	15.4	0	19	0	16.3	0	18	0	17	0	16.8	0	15.2
11	15.4	11	12.7	11	13.3	11	16.9	11	14.2	11	15.5	11	14.9	11	14.7	11	13.2
186	12.8	223	9.9	208	10.8	24	16.8	181	12.5	17	15.5	141	13.7	163	12.6	179	11.3
329	11.7	341	9.1	647	8.2	173	15.9	832	8.9	135	14.3	795	10.5	516	10.8	827	8.1
838	9.4	867	6.1	855	7	833	13	1298	7.3	793	13	1100	9.8	815	9.7	1249	6
969	9.2	1529	4.2	1430	6.2	1543	11.7	1531	9.4	953	13.2	1482	12.4	1091	9.9	1522	5.2
1075	9.8	1557	4.9	1547	9.1	1842	9.8	1635	10.5	1506	12.4	1501	12.1	1519	9.9	1524	5.2
1335	11.1	1728	6.4	1550	9.1	3143	3.2	1792	11.2	2159	9.5	1593	10.7	2034	8.6	1554	5.2
1543	11.2	2331	9.1	2072	9.3	3866	0.3	3138	3.9	2323	7.7	1653	12.4	3115	1.3	1761	9.1
混合層高度(m)		混合層高度(m)		混合層高度(m)		混合層高度(m)		混合層高度(m)		混合層高度(m)		混合層高度(m)		混合層高度(m)		混合層高度(m)	
812		896		860		432		655		438		531		670		620	

表 5 2008 年 1 月花蓮探空資料列表

Table 5 Hualien sounding data list in January 2008

1月1日		1月2日		1月3日		1月4日		1月5日		1月6日		1月7日		1月8日		1月9日		1月10日		1月11日	
高度(m)	溫度(°C)	高度(m)	溫度(°C)	高度(m)	溫度(°C)	高度(m)	溫度(°C)	高度(m)	溫度(°C)	高度(m)	溫度(°C)	高度(m)	溫度(°C)	高度(m)	溫度(°C)	高度(m)	溫度(°C)	高度(m)	溫度(°C)	高度(m)	溫度(°C)
0	16.1	0	15.9	0	16.6	0	18.3	0	18.9	0	20.4	0	21.4	0	22.7	0	22.2	0	22.7	0	22.4
19	14.1	19	14	19	14.5	19	15.5	19	16.1	19	17.9	19	18.3	19	20.4	19	20.3	19	19.5	19	19.5
30	13.8	30	13.9	28	14.7	33	15.5	141	16.7	30	18	28	18.3	31	20.3	39	20.5	26	19.3	27	19.4
210	12	227	12	211	14.7	137	16.8	171	16.9	179	18.8	170	20.8	55	20.2	150	21	66	19	54	19.3
508	9.1	873	5.8	281	14.9	189	16.7	238	17.3	198	18.9	192	20.9	156	20.1	216	21.9	153	19.9	138	20.9
957	4.8	921	5.3	867	10.1	848	11.6	263	17.4	843	14.6	841	17	265	20.1	773	17.9	248	21	246	22.8
1251	2.2	1167	3	1409	5.8	1008	10.3	323	17.2	1006	13.4	1554	11.9	710	17	823	17.6	539	18.9	620	19.8
1539	0.9	1558	0.6	1564	4.6	1551	7.7	387	16.7	1284	11.4	1650	11.2	826	16.6	831	17.5	825	16.4	811	18.4
1911	-0.1	1911	-1.2	2072	0.8	1711	7.3	568	15.4	1307	11.3	2585	5.2	1443	12.3	1007	16.1	964	15.3	1531	13.6
混合層高度(m)		混合層高度(m)		混合層高度(m)		混合層高度(m)		混合層高度(m)		混合層高度(m)		混合層高度(m)		混合層高度(m)		混合層高度(m)		混合層高度(m)		混合層高度(m)	
1555		1564		200		200		206		200		200		266		200		213		200	
1月12日		1月13日		1月14日		1月15日		1月16日		1月17日		1月18日		1月19日		1月20日		1月21日		1月22日	
高度(m)	溫度(°C)	高度(m)	溫度(°C)	高度(m)	溫度(°C)	高度(m)	溫度(°C)	高度(m)	溫度(°C)	高度(m)	溫度(°C)	高度(m)	溫度(°C)	高度(m)	溫度(°C)	高度(m)	溫度(°C)	高度(m)	溫度(°C)	高度(m)	溫度(°C)
0	23.9	0	21	0	19.4	0	18.7	0	20.4	0	18.4	0	21.4	0	19.7	0	19.2	0	22.7	0	21.1
19	21.8	19	19	19	17.5	19	16	19	18.6	19	15.5	19	19	19	17	19	17	19	20.9	19	18.6
29	21.7	40	18.8	30	17.4	27	15.8	35	18.4	29	15.6	27	18.9	27	16.9	36	16.6	39	20.6	34	18.6
127	21.9	173	17.5	53	17.2	200	15.5	212	16.6	139	15.8	85	18.5	163	17.3	149	18.9	84	20.2	165	18.1
174	22.1	460	15.3	192	16	387	14.1	294	15.8	222	15.1	205	17.4	183	17.3	233	19.6	142	19.5	479	16.3
804	20	718	12.9	323	14.7	809	10.8	868	11.6	534	12.7	381	15.7	688	14	638	17	444	16.8	797	14.8
850	20	834	12.6	849	10.1	857	10.4	1013	10.1	877	10	742	12.3	845	13.3	817	15.6	619	16	828	14.5
1297	17.3	1541	10.3	852	10.1	1350	8.1	1085	9.3	1147	8.8	763	12.2	957	13.6	1529	10.7	810	15.1	936	13.8
1530	15.1	1783	9.3	937	9.7	1410	7.4	1196	8.2	1474	6.2	864	11.5	1493	9.7	1535	10.7	924	14.4	1539	11.3
混合層高度(m)		混合層高度(m)		混合層高度(m)		混合層高度(m)		混合層高度(m)		混合層高度(m)		混合層高度(m)		混合層高度(m)		混合層高度(m)		混合層高度(m)		混合層高度(m)	
200		868		1042		794		1249		776		1268		368		200		743		499	
1月23日		1月24日		1月25日		1月26日		1月27日		1月28日		1月29日		1月30日		1月31日					
高度(m)	溫度(°C)	高度(m)	溫度(°C)	高度(m)	溫度(°C)	高度(m)	溫度(°C)	高度(m)	溫度(°C)	高度(m)	溫度(°C)	高度(m)	溫度(°C)	高度(m)	溫度(°C)	高度(m)	溫度(°C)				
0	21.8	0	19.7	0	19	0	18.9	0	20.3	0	20.1	0	22.1	0	19.5	0	19.3				
19	19.6	19	17.7	19	16.7	19	16.6	19	17.5	19	17.5	19	19.7	19	17.1	19	17.1				
31	19.5	28	17.5	34	17.4	30	16.6	36	17.4	39	17.2	71	19.6	29	17	36	16.7				
179	18.5	213	15.9	222	16.6	190	17.1	181	17.3	144	17.4	131	19.3	171	17.4	179	16.6				
721	15.1	851	10	618	12.9	208	17.3	262	16.9	200	17.9	465	16.5	194	17.3	244	16.3				
843	14.4	868	9.9	871	10.9	523	15.9	506	14.9	807	14.2	620	16	832	13	361	15.3				
1026	13	1366	7.3	879	10.9	807	14.6	841	12.1	1380	11.6	797	15.3	1064	11.9	836	10.9				
1248	12.6	1568	6.4	1041	9.9	855	14.4	1027	11	1519	11	1023	14.3	1457	9.8	989	9.6				
1554	11.2	1763	5.6	1486	7.1	1565	10.3	1239	10.2	1807	9.8	1302	13.4	1539	9.5	1043	9				
混合層高度(m)		混合層高度(m)		混合層高度(m)		混合層高度(m)		混合層高度(m)		混合層高度(m)		混合層高度(m)		混合層高度(m)		混合層高度(m)					
617		1150		641		200		821		264		624		200		994					

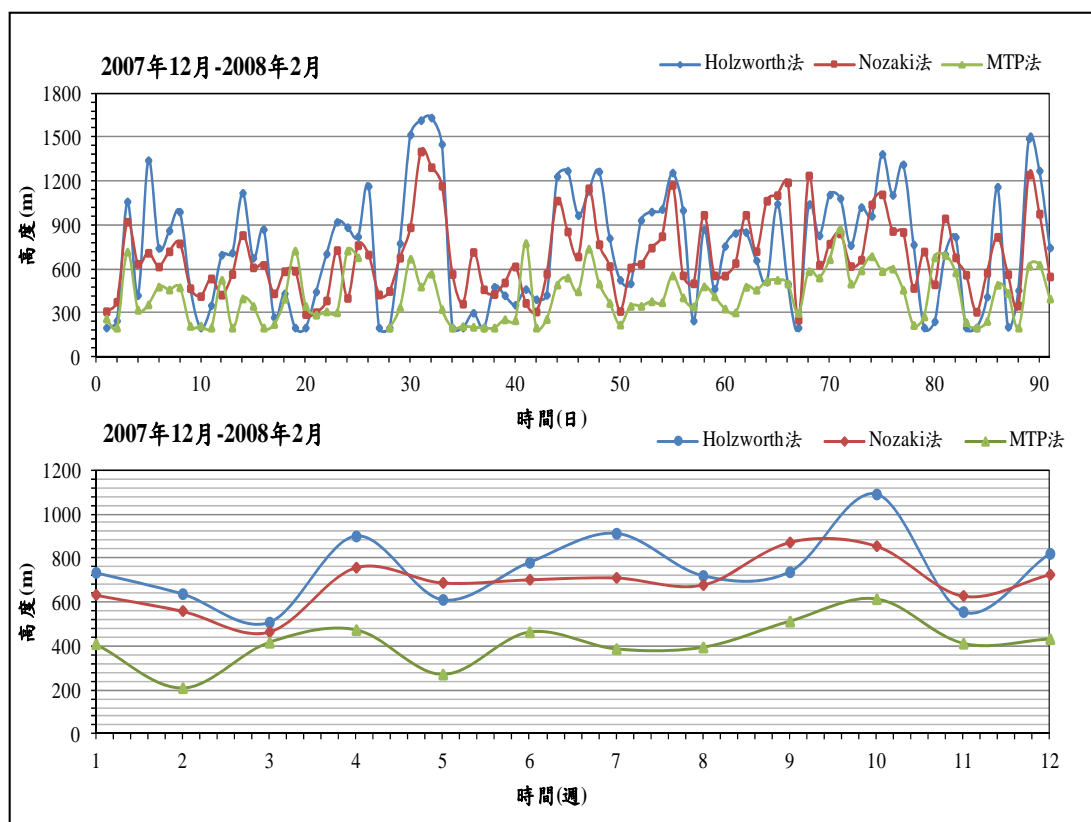


圖 6 Holzworth 法、Nozaki 法與 MTP 實測法估算之混合層分布圖

Figure 6 Three methods to estimate the mixing layer maps

由圖 6 中得知 Holzworth 法及 Nozaki 法之估算值皆高於 MTP 實測值，造成此差距的原因，除了地域性不同之外，MTP5-HE 儀器在 1km 範圍內，具有 21 點量測筆數，其密集程度較能代表大氣探空溫度曲線的真實情況，因此，估算值與實測值有一定的差距。另外，Nozaki 法是一種估算混合層的經驗公式，雖然有考慮地面的熱力與機械作用，但此經驗公式原先為大陸型氣候設計，而台灣屬於海島型氣候，若要加以應用並獲得更精準之估算值，其經驗公式尚需進行修正。本研究將 MTP 實測值平均後當作基準值，再將 Holzworth 法及 Nozaki 法之估算值平均後，

分別與基準值相除，所得之值即為修正係數，其中 Holzworth 法為 0.567，而 Nozaki 法為 0.611，再分別將修正係數與 Holzworth 法及 Nozaki 法之估算值相乘，而修正後所得之值若低於 200m，為符合風剪效應之假設，則以 200m 為準；經修正後 Holzworth 法平均值為 434.7m，與 MTP 實測法平均值 418.6m，約有 3.8%的誤差；而 Nozaki 法修正後平均值為 419.9m，與 MTP 實測法約有 0.31%的誤差，如圖 7 所示。將 Nozaki 法與 Holzworth 法經修正後所得之混合層週平均值，分別與 MTP 實測法之混合層週平均值，從事相關性分析，結果如圖 8 所示，由圖 8 得知，Nozaki

法與 Holzworth 法分析所得之相關係數分別為 0.633 及 0.604，此結果顯示，Nozaki 法之估算值比 Holzworth 法更接近實測值，因此，在估算台中地區混合層時，採用 Nozaki 法將會獲得較佳的估算結果。

結論與建議

綜合本研究結果得知，以 Holzworth 法估算台北板橋與花蓮兩地混合層之高度，達極顯著之線性正相關，其相關係數為 0.735。以測站區域歸屬分區圖第一區而言，若要選擇鄰近優先之探空站，在冬季期間，建議選用花蓮測站會比選用台北板橋測站還要理想，

因為台北探空站在 1km 範圍內可用之資料點較少，然而冬季期間混合層高度又經常低於 1km 以下，而花蓮探空站可提供較為完整之資料，因而建議採用，雖與前人(陳，2004)結果不同，但確實為目前之現況。

由 Holzworth 法及 Nozaki 法與 MTP 實測值比較中得知，修正後 Nozaki 法與 MTP 實測值相關係數為 0.633;而修正後 Holzworth 法與 MTP 實測值之相關係數為 0.604。此結果顯示 Nozaki 法優於 Holzworth 法，在應用時其估算值較接近實測值，因此，在無探空資料時，應用 Nozaki 法估算混合層高度能獲得較佳的結果。

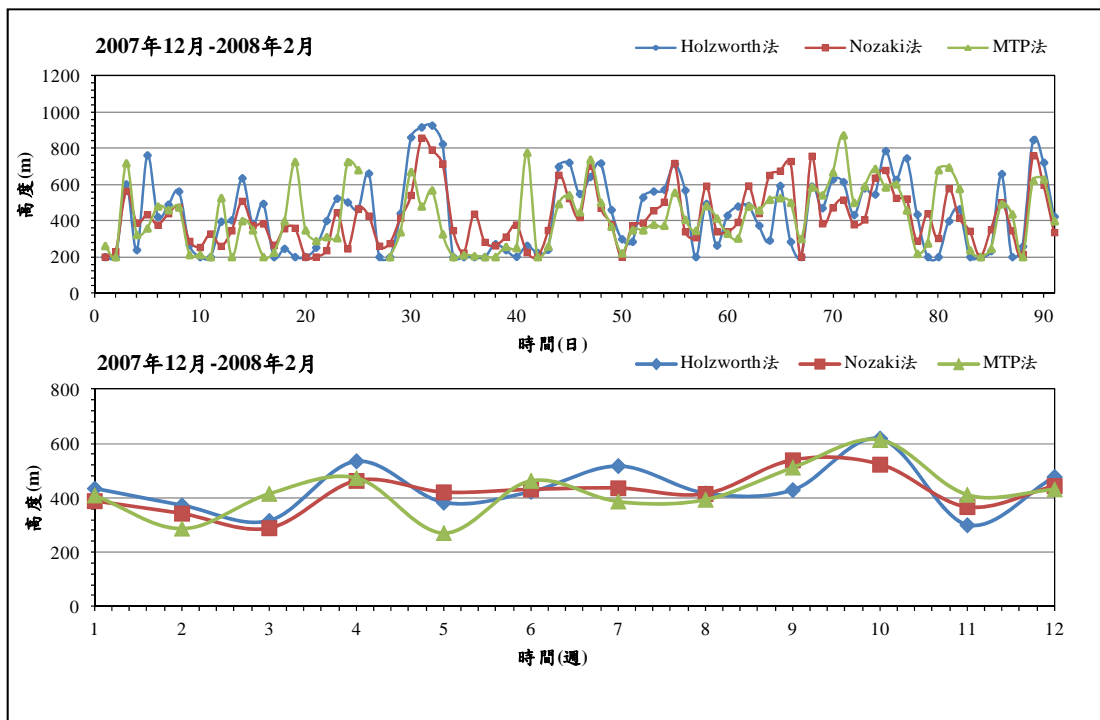


圖 7 修正後之混合層分布圖

Figure 7 Three methods to estimate the mixing layer with amendments

表 6 不同地表粗糙長度比較

Table 6 Different surface roughness length comparison

日期	混合層(m)	粗糙度(m)	混合層(m)	粗糙度(m)	P	T-TD(°C)	U	Z	Ø	地轉角速度	地轉參數
2007/12/1	311	0.2	421	1.5	2	2.9914136	0.55	12	24.666	0.0000727	6.068E-05
2007/12/4	635	0.2	1228	1.5	3	5.261661	2.46	12	24.666	0.0000727	6.068E-05
2007/12/7	719	0.2	1684	1.5	3	3.6229054	4.12	12	24.666	0.0000727	6.068E-05
2007/12/10	414	0.2	509	1.5	2	4.3627585	0.45	12	24.666	0.0000727	6.068E-05
2007/12/13	565	0.2	786	1.5	2	5.4636142	1.29	12	24.666	0.0000727	6.068E-05
2007/12/16	626	0.2	1359	1.5	3	3.9969142	3.08	12	24.666	0.0000727	6.068E-05
2007/12/19	587	0.2	1373	1.5	3	2.9010723	3.32	12	24.666	0.0000727	6.068E-05
2007/12/22	384	0.2	608	1.5	2	3.2088925	1.31	12	24.666	0.0000727	6.068E-05
2007/12/25	762	0.2	1769	1.5	3	3.9778058	4.31	12	24.666	0.0000727	6.068E-05
2007/12/28	449	0.2	689	1.5	2	3.9102742	1.42	12	24.666	0.0000727	6.068E-05
2007/12/31	1363	0.2	3326	1.5	4	10.347988	6.26	12	24.666	0.0000727	6.068E-05
2008/1/3	565	0.2	771	1.5	2	5.5588707	1.19	12	24.666	0.0000727	6.068E-05
2008/1/6	461	0.2	671	1.5	2	4.2360424	1.22	12	24.666	0.0000727	6.068E-05
2008/1/9	614	0.2	1201	1.5	3	5.0395159	2.42	12	24.666	0.0000727	6.068E-05
2008/1/12	532	0.2	1200	1.5	3	3.8172355	2.64	12	24.666	0.0000727	6.068E-05
2008/1/15	684	0.2	1499	1.5	3	4.2744923	3.45	12	24.666	0.0000727	6.068E-05
2008/1/18	619	0.2	1351	1.5	3	3.8661267	3.08	12	24.666	0.0000727	6.068E-05
2008/1/21	633	0.2	1478	1.5	3	3.1948088	3.58	12	24.666	0.0000727	6.068E-05
2008/1/24	1056	0.2	3006	1.5	4	5.8377908	5.95	12	24.666	0.0000727	6.068E-05
2008/1/27	839	0.2	2560	1.5	4	3.7340577	5.14	12	24.666	0.0000727	6.068E-05
2008/1/30	640	0.2	1455	1.5	3	3.5426068	3.45	12	24.666	0.0000727	6.068E-05
2008/2/2	882	0.2	2931	1.5	4	2.7575131	6.06	12	24.666	0.0000727	6.068E-05
2008/2/5	253	0.2	435	1.5	2	1.8380754	1.03	12	24.666	0.0000727	6.068E-05
2008/2/8	771	0.2	1799	1.5	3	3.9756127	4.4	12	24.666	0.0000727	6.068E-05
2008/2/11	662	0.2	1480	1.5	3	3.8934206	3.46	12	24.666	0.0000727	6.068E-05
2008/2/14	858	0.2	1812	1.5	3	6.00915	4.07	12	24.666	0.0000727	6.068E-05
2008/2/17	703	0.2	1441	1.5	3	5.5788274	3.04	12	24.666	0.0000727	6.068E-05
2008/2/20	678	0.2	1587	1.5	3	3.4019592	3.87	12	24.666	0.0000727	6.068E-05
2008/2/23	574	0.2	853	1.5	2	5.223082	1.68	12	24.666	0.0000727	6.068E-05
2008/2/26	350	0.2	523	1.5	2	3.0960036	0.97	12	24.666	0.0000727	6.068E-05
2008/2/29	497	0.2	1211	1.5	3	3.2653151	2.77	12	24.666	0.0000727	6.068E-05

表 7 Holzworth 法探空資料列表

Table 7 Holzworth method sounding data list

12月1日		12月4日		12月7日		12月10日		12月13日		12月16日		12月19日		12月22日		12月25日		12月28日		12月31日	
高度(m)	溫度(°C)	高度(m)	溫度(°C)	高度(m)	溫度(°C)	高度(m)	溫度(°C)	高度(m)	溫度(°C)	高度(m)	溫度(°C)	高度(m)	溫度(°C)	高度(m)	溫度(°C)	高度(m)	溫度(°C)	高度(m)	溫度(°C)	高度(m)	溫度(°C)
0	17.1	0	18.8	0	20.1	0	19.8	0	21.6	0	20.4	0	21.1	0	22.6	0	20.6	0	18.6	0	14.8
11	17.8	11	18.1	11	17	11	15.5	11	19.5	11	18.6	11	19.1	11	19.9	11	17.6	11	17.5	11	11.6
118	17.5	218	16	66	17.7	144	16.5	118	18.2	64	17.5	32	21.6	136	18.2	21	18.4	122	17.9	203	8.8
778	12.7	877	11.7	178	16.7	195	17.7	783	14.2	186	15.9	148	18.5	631	15.7	151	17.1	493	15.8	841	3
1373	9.1	1579	7.6	502	14.1	266	17.3	1417	9.9	843	12	269	16.5	801	15.7	812	12.6	786	13.9	871	2.7
1474	9	2011	5.4	837	11.8	332	17	1493	10.5	1053	11	811	13.5	1343	14.5	1518	8.9	1196	12.2	1243	0
1483	9	2731	1.7	1541	7.6	525	17.9	2123	7.2	1548	9.2	1521	10.6	1519	13.3	1882	6.2	1219	12.4	1520	-2.1
1548	9.8	3025	0	1600	6.8	809	17.6	2577	3.5	2073	7.3	2180	7.1	2479	6	2084	11.8	1368	14.1	1535	-2.1
1836	10.1	3158	-1.1	1678	6.1	812	17.6	2914	1.8	2792	3.1	3116	1.9	2656	5.5	2115	12	1375	13.9	1564	-2.1
混合層高度(m)		混合層高度(m)		混合層高度(m)		混合層高度(m)		混合層高度(m)		混合層高度(m)		混合層高度(m)		混合層高度(m)		混合層高度(m)		混合層高度(m)		混合層高度(m)	
200		420		862		200		710		870		200		704		821		200		1614	

1月3日		1月6日		1月9日		1月12日		1月15日		1月18日		1月21日		1月24日		1月27日		1月30日		2月2日	
高度(m)	溫度(°C)	高度(m)	溫度(°C)	高度(m)	溫度(°C)	高度(m)	溫度(°C)	高度(m)	溫度(°C)	高度(m)	溫度(°C)	高度(m)	溫度(°C)	高度(m)	溫度(°C)	高度(m)	溫度(°C)	高度(m)	溫度(°C)	高度(m)	溫度(°C)
0	13.9	0	17.2	0	20.6	0	23.4	0	17.3	0	16.2	0	20.2	0	17.3	0	17.3	0	18	0	15.8
11	13.7	11	17.5	11	18.5	11	20.4	11	14.1	11	14.6	11	17.1	11	12.7	11	14.2	11	14.7	11	13.5
206	12.7	25	18	19	19.1	127	20	198	12.1	204	12.3	148	15.3	223	9.9	181	12.5	163	12.6	19	12.2
854	7.7	169	16.8	146	18	800	18.3	847	8.4	831	8.1	736	11.6	341	9.1	832	8.9	516	10.8	57	12.9
1548	5	807	15.8	344	16.9	1148	17.3	1308	6.2	853	8.1	805	11.4	867	6.1	1298	7.3	815	9.7	142	12.2
2124	1	832	15.9	441	18.7	1522	14.4	1357	6	1548	5.5	1137	10.9	1529	4.2	1531	9.4	1091	9.9	793	9.7
2153	1.1	1467	11.4	471	18.5	2291	9.7	1545	8.8	1584	5.8	1510	8.7	1557	4.9	1635	10.5	1519	9.9	1295	9.1
2288	2.3	1545	10.7	814	17.6	2793	7.6	1582	8.9	1609	5.8	1574	8.3	1728	6.4	1792	11.2	2034	8.6	1372	9.2
2399	1.6	2533	2.9	926	16.9	2851	5.1	2525	4.2	1838	7.5	2151	8.2	2331	9.1	3138	3.9	3115	1.3	1496	10.9
混合層高度(m)		混合層高度(m)		混合層高度(m)		混合層高度(m)		混合層高度(m)		混合層高度(m)		混合層高度(m)		混合層高度(m)		混合層高度(m)		混合層高度(m)		混合層高度(m)	
200		200		355		423		966		810		932		1257		870		844		512	

2月5日		2月8日		2月11日		2月14日		2月17日		2月20日		2月23日		2月26日		2月29日	
高度(m)	溫度(°C)	高度(m)	溫度(°C)	高度(m)	溫度(°C)	高度(m)	溫度(°C)	高度(m)	溫度(°C)	高度(m)	溫度(°C)	高度(m)	溫度(°C)	高度(m)	溫度(°C)	高度(m)	溫度(°C)
0	16.6	0	14.9	0	16	0	13.9	0	16.8	0	18	0	20	0	18.8	0	15.8
11	15.9	11	11.8	11	12	11	10.5	11	16.1	11	15.4	11	17.5	11	14.9	11	13
22	15.9	111	8.6	168	11.3	208	8.9	209	15.2	206	13.3	166	16.6	161	14.2	151	11.7
130	15.5	160	9.4	816	7	848	4.5	865	11.9	724	10.4	828	14.9	272	14	800	8.2
790	12.9	344	7.9	1507	3.6	1533	0.7	1226	9	859	9.8	1328	12.4	487	14.4	881	7
1498	10.1	803	5.6	1590	3.7	1658	0.5	1567	7	1558	6.4	1540	10.7	821	12.9	944	4.3
2597	5.7	1490	2.1	2022	3.7	2014	0	2773	0	1740	5.6	2554	6.1	1382	10.7	1349	5.2
3096	1.7	1808	1.5	3083	1.4	2259	-1.1	2827	-0.5	2008	5	2630	8.2	1529	10	1439	4.9
3476	0	2260	0.9	3425	0	2353	-1.3	3138	-3	2325	4.1	2673	6.5	2964	1.7	1491	5
混合層高度(m)		混合層高度(m)		混合層高度(m)		混合層高度(m)		混合層高度(m)		混合層高度(m)		混合層高度(m)		混合層高度(m)		混合層高度(m)	
200		1107		1021		1104		200		818		411		455		745	

表 8 Nozaki 法混合層列表

Table 8 Nozaki method mixed layer list

日期	混合層(m)	穩定度	T-TD(°C)	風速(m/s)	離地高度	粗糙度(m)	地理緯度	地轉角速度	地轉參數
2007/12/1	311	2	2.9914136	0.55	12	0.2	24.666	0.0000727	6.068E-05
2007/12/4	635	3	5.261661	2.46	12	0.2	24.666	0.0000727	6.068E-05
2007/12/7	719	3	3.6229054	4.12	12	0.2	24.666	0.0000727	6.068E-05
2007/12/10	414	2	4.3627585	0.45	12	0.2	24.666	0.0000727	6.068E-05
2007/12/13	565	2	5.4636142	1.29	12	0.2	24.666	0.0000727	6.068E-05
2007/12/16	626	3	3.9969142	3.08	12	0.2	24.666	0.0000727	6.068E-05
2007/12/19	587	3	2.9010723	3.32	12	0.2	24.666	0.0000727	6.068E-05
2007/12/22	384	2	3.2088925	1.31	12	0.2	24.666	0.0000727	6.068E-05
2007/12/25	762	3	3.9778058	4.31	12	0.2	24.666	0.0000727	6.068E-05
2007/12/28	449	2	3.9102742	1.42	12	0.2	24.666	0.0000727	6.068E-05
2007/12/31	1363	4	10.347988	6.26	12	0.2	24.666	0.0000727	6.068E-05
2008/1/3	565	2	5.5588707	1.19	12	0.2	24.666	0.0000727	6.068E-05
2008/1/6	461	2	4.2360424	1.22	12	0.2	24.666	0.0000727	6.068E-05
2008/1/9	614	3	5.0395159	2.42	12	0.2	24.666	0.0000727	6.068E-05
2008/1/12	532	3	3.8172355	2.64	12	0.2	24.666	0.0000727	6.068E-05
2008/1/15	684	3	4.2744923	3.45	12	0.2	24.666	0.0000727	6.068E-05
2008/1/18	619	3	3.8661267	3.08	12	0.2	24.666	0.0000727	6.068E-05
2008/1/21	633	3	3.1948088	3.58	12	0.2	24.666	0.0000727	6.068E-05
2008/1/24	1056	4	5.8377908	5.95	12	0.2	24.666	0.0000727	6.068E-05
2008/1/27	839	4	3.7340577	5.14	12	0.2	24.666	0.0000727	6.068E-05
2008/1/30	640	3	3.5426068	3.45	12	0.2	24.666	0.0000727	6.068E-05
2008/2/2	882	4	2.7575131	6.06	12	0.2	24.666	0.0000727	6.068E-05
2008/2/5	253	2	1.8380754	1.03	12	0.2	24.666	0.0000727	6.068E-05
2008/2/8	771	3	3.9756127	4.4	12	0.2	24.666	0.0000727	6.068E-05
2008/2/11	662	3	3.8934206	3.46	12	0.2	24.666	0.0000727	6.068E-05
2008/2/14	858	3	6.00915	4.07	12	0.2	24.666	0.0000727	6.068E-05
2008/2/17	703	3	5.5788274	3.04	12	0.2	24.666	0.0000727	6.068E-05
2008/2/20	678	3	3.4019592	3.87	12	0.2	24.666	0.0000727	6.068E-05
2008/2/23	574	2	5.223082	1.68	12	0.2	24.666	0.0000727	6.068E-05
2008/2/26	350	2	3.0960036	0.97	12	0.2	24.666	0.0000727	6.068E-05
2008/2/29	497	3	3.2653151	2.77	12	0.2	24.666	0.0000727	6.068E-05

表 9 MTP 法探空資料列表
Table 9 MTP method sounding data list

12月1日		12月4日		12月7日		12月10日		12月13日		12月16日		12月19日		12月22日		12月25日		12月28日		12月31日	
高度(m)	溫度(°C)	高度(m)	溫度(°C)	高度(m)	溫度(°C)	高度(m)	溫度(°C)	高度(m)	溫度(°C)	高度(m)	溫度(°C)	高度(m)	溫度(°C)	高度(m)	溫度(°C)	高度(m)	溫度(°C)	高度(m)	溫度(°C)	高度(m)	溫度(°C)
0	17.1	0	18.8	0	20.1	0	19.8	0	21.6	0	20.4	0	21.1	0	22.6	0	20.6	0	18.6	0	14.8
100	14.1	100	16.5	100	17.2	100	17.4	100	20.8	100	18.1	100	16.6	100	20.4	100	17.4	100	17.4	100	9.9
200	14.4	200	15.8	200	16.4	200	17.7	200	20.7	200	19.2	200	16.1	200	20	200	16.4	200	17.4	200	9.7
300	14.5	300	15.6	300	15.9	300	18	300	20.2	300	20.1	300	15.6	300	19.6	300	15.6	300	17.5	300	9.9
400	14.2	400	15.9	400	15.7	400	18.1	400	19.5	400	20.3	400	15.1	400	19.2	400	15	400	17.6	400	10.1
500	13.7	500	16.2	500	15.6	500	18.1	500	18.4	500	20	500	14.6	500	18.8	500	14.5	500	17.5	500	10.1
600	13.2	600	16.3	600	15.5	600	17.9	600	17.4	600	19.4	600	14.2	600	18.4	600	14.1	600	17.5	600	9.9
700	13	700	16	700	15.5	700	17.6	700	16.6	700	18.9	700	14	700	18	700	13.9	700	17.6	700	9.7
800	13.1	800	15.5	800	16	800	17.4	800	16.3	800	18.4	800	14	800	17.5	800	14.1	800	17.7	800	9.7
900	13.3	900	14.9	900	16.9	900	17.1	900	16.2	900	17.5	900	14.1	900	16.9	900	14.6	900	17.9	900	10.1
1000	13.7	1000	14.4	1000	17.3	1000	16.8	1000	16	1000	16.8	1000	14.1	1000	16.3	1000	14.7	1000	18	1000	10.1
混合層高度(m)		混合層高度(m)		混合層高度(m)		混合層高度(m)		混合層高度(m)		混合層高度(m)		混合層高度(m)		混合層高度(m)		混合層高度(m)		混合層高度(m)		混合層高度(m)	
261		322		459		211		200		200		725		310		679		200		479	
1月3日		1月6日		1月9日		1月12日		1月15日		1月18日		1月21日		1月24日		1月27日		1月30日		2月2日	
高度(m)	溫度(°C)	高度(m)	溫度(°C)	高度(m)	溫度(°C)	高度(m)	溫度(°C)	高度(m)	溫度(°C)	高度(m)	溫度(°C)	高度(m)	溫度(°C)	高度(m)	溫度(°C)	高度(m)	溫度(°C)	高度(m)	溫度(°C)	高度(m)	溫度(°C)
0	13.9	0	17.2	0	20.6	0	23.4	0	17.3	0	16.2	0	20.2	0	17.3	0	17.3	0	18	0	15.8
100	11.4	100	15.9	100	18	100	21.4	100	13.7	100	13.6	100	16.4	100	12.3	100	13.3	100	14	100	10.9
200	12.3	200	17.1	200	18.1	200	21.1	200	13	200	12.9	200	16.3	200	11.6	200	12.5	200	14.3	200	10.2
300	13.2	300	18.2	300	18.3	300	20.7	300	12.7	300	12.6	300	16.6	300	11.2	300	12.1	300	15	300	9.9
400	13.5	400	18.5	400	18.4	400	20.3	400	13.1	400	12.6	400	16.8	400	11.2	400	12.2	400	16.1	400	10
500	13.2	500	18.1	500	18.3	500	19.7	500	13.8	500	12.6	500	16.6	500	11.5	500	12.7	500	16.9	500	10.6
600	12.6	600	17.3	600	18.1	600	19.1	600	14.8	600	12.5	600	16.2	600	12.3	600	13.3	600	17.2	600	11.4
700	11.9	700	16.7	700	17.7	700	18.5	700	15.7	700	12.4	700	16	700	13.3	700	13.8	700	17.2	700	12.1
800	11.4	800	16.3	800	17	800	18.1	800	16.4	800	12.6	800	16.2	800	14.6	800	14.3	800	17.3	800	12.7
900	11.1	900	16.2	900	16.2	900	18	900	17	900	13.1	900	16.9	900	16	900	14.8	900	18	900	12.9
1000	10.5	1000	15.9	1000	15.5	1000	17.9	1000	17.7	1000	13.3	1000	17.1	1000	17.3	1000	15.3	1000	18.2	1000	13.5
混合層高度(m)		混合層高度(m)		混合層高度(m)		混合層高度(m)		混合層高度(m)		混合層高度(m)		混合層高度(m)		混合層高度(m)		混合層高度(m)		混合層高度(m)		混合層高度(m)	
200		200		250		2581		447		368		347		555		481		302		516	
2月5日		2月8日		2月11日		2月14日		2月17日		2月20日		2月23日		2月26日		2月29日					
高度(m)	溫度(°C)	高度(m)	溫度(°C)	高度(m)	溫度(°C)	高度(m)	溫度(°C)	高度(m)	溫度(°C)	高度(m)	溫度(°C)	高度(m)	溫度(°C)	高度(m)	溫度(°C)	高度(m)	溫度(°C)				
0	16.6	0	14.9	0	16	0	13.9	0	16.8	0	18	0	20	0	18.8	0	15.8				
100	14.5	100	11.1	100	11.8	100	10.1	100	14.8	100	13.9	100	17.4	100	16.7	100	11.5				
200	14.2	200	10.2	200	11.2	200	9.1	200	14.3	200	13	200	17.6	200	17.7	200	11.6				
300	14	300	9.5	300	10.7	300	8.4	300	14.1	300	12.4	300	17.6	300	18.7	300	11.8				
400	13.7	400	9	400	10.5	400	8	400	14	400	12.2	400	17.5	400	19.1	400	11.9				
500	13.4	500	8.7	500	10.3	500	7.9	500	13.9	500	12.2	500	17.2	500	19	500	11.7				
600	13	600	8.5	600	10.2	600	8	600	13.8	600	12.4	600	16.8	600	18.6	600	11.6				
700	12.7	700	8.3	700	10.2	700	8.2	700	13.7	700	12.8	700	16.3	700	18.1	700	11.5				
800	12.5	800	8.4	800	10.5	800	8.6	800	13.7	800	13.4	800	15.9	800	17.3	800	11.6				
900	12.3	900	8.6	900	10.9	900	9.1	900	14	900	14.3	900	15.5	900	16.2	900	11.7				
1000	12.1	1000	8.6	1000	11.1	1000	9.5	1000	14.2	1000	15	1000	15	1000	15.2	1000	11.7				
混合層高度(m)		混合層高度(m)		混合層高度(m)		混合層高度(m)		混合層高度(m)		混合層高度(m)		混合層高度(m)		混合層高度(m)		混合層高度(m)					
300		666		589		601		275		576		245		200		398					

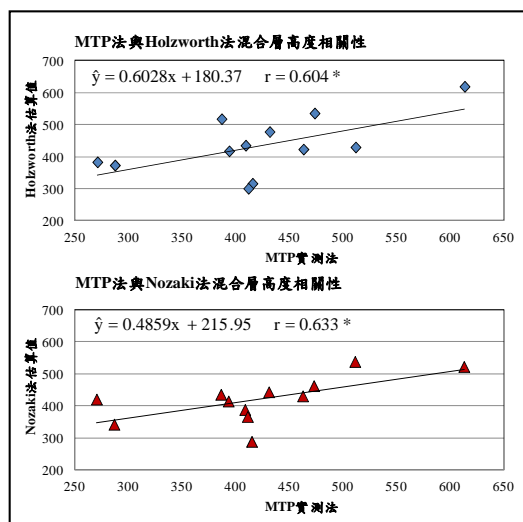


圖 8 混合層高度相關性

Figure 8 The correlation of mixing layer height

參考文獻

1. 史寶忠、鄭方成、曹國良(1977),「對大氣混合層高度確定方法的比較分析」,西安建築科技大學學報,第二十九卷,第二期,第 138-141 頁。
2. 行政院環保署空氣品質監測網-氣象資料下載
<http://taqm.epa.gov.tw/taqm/zh-tw/YearlyDataDownload.aspx>
3. 行政院環保署空氣品質監測網-逆溫測站
<http://taqm.epa.gov.tw/taqm/zh-tw/b0105.aspx>
4. 馬金、鄭向東(2011),「混合層厚度的經驗計算及與探空觀測對比分析,應用氣象學報」,第二十二卷,第二期,第 567-576 頁。
5. 陳世芳(2004),「混合層高度診斷方法之研究」,國立台灣大學環境工程研究所碩士論文。
6. 莊秉潔(1993),「地表層擴散係數、風速、雨量及混合層高度對台北都會早上八時懸浮塵微粒濃度之影響」,中國環境工程學刊,第三卷,第二期,第 95-102 頁。
7. 程水源、張寶寧、白天雄、金寧(1992),「北京地區大氣混合層高度的研究及氣象特徵」,環境科學叢刊,第十三期,第四卷,第 46-52 頁。
8. 廖國蓮(2005),「大氣混合層厚度的計算方法及影響因子」,中山大學研究生學刊(自然科學,醫學版),第二十六卷,第四期,第 66-72 頁。
9. Cheng, S. Y., G. H. Huang and A Chanhma, et al. (2001), "Estimation of atmospheric mixing heights using data from airport meteorological stations," J Environ Sci Health, 36(4): 521-532.
10. Eagleson, P. S. (1970), Dynamic hydrology. McGraw Hill, p.462.
11. George C. Holzworth (1964), "Estimates of mean maximum mixing depths in the contiguous united states," Mon Wea Rev, 92: 235-242.
12. Nozaki, K. Y. (1973), "Mixing depths model vsing hourly surface observations." USAF Envirinmental Technical Applications Center, Report 7053.
13. Pasquill, F. (1961), "The estimation of the dispersion of windborne material,"

Meteorol Magazine, 90: 33-49.

14. USEPA (1992), User's Guild for the Fugitive Dust Model(FDM) User Instruction, Volume I

101 年 05 月 16 日收稿

101 年 05 月 22 日修改

101 年 06 月 11 日接受

水土保持學報 44(3) : 231 – 250 (2012)

Journal of Soil and Water Conservation , 44 (3) : 231 - 250 (2012)