

臺灣空氣污染排放量[TEDS9]

生物源—排放量推估手冊

目 錄

第一章 [TEDS 9]版臺灣地區生物源排放量推估方法	3
1.1 台灣生物源排放量推估模式(TBEIS-2)介紹	3
1.2 工作方法	11
1.3 台灣地區 102 年全年排放量推估結果分析	26

圖 目 錄

圖 1 台灣生物源排放量推估模式之系統組成與輸出及輸入資料	3
圖 2 闊葉林所佔網格面積比例之分佈圖	8
圖 3 針葉林所佔網格面積比例之分佈圖	8
圖 4 台灣 312 個氣象測站之分佈圖	11
圖 5 台灣 102 年各月份生物源各種類 VOCs 排放量	28
圖 6 台灣 102 全年各小時之累積 VOCs 排放量分布圖	29
圖 7 台灣 102 全年生物源 VOCs 排放總量空間分佈圖(公斤/平方公里/年)	31
圖 8 生物源各類 VOCs 排放總量空間分佈	32
圖 9 生物源各季 VOCs 排放總量空間分佈	33
圖 10 台灣 102 年各空氣品質區之生物源 VOCs 排放總量	36
圖 11 台灣 102 年各空氣品質區之生物源 VOCs 排放通量	36
圖 12 台灣 102 年各縣市之生物源 VOCs 排放總量	39
圖 13 台灣 102 年各縣市之生物源 VOCs 排放通量	39

表 目 錄

表 1 葉溫能量平衡模式輸入參數	6
表 2 土地利用資料庫中各種土地利用型所佔面積表	7
表 3 TBEIS-2 之排放係數因子($\mu\text{g m}^{-2} \text{h}^{-1}$) (1/2)	9

表 3	TBEIS-2 之排放係數因子($\mu\text{g m}^{-2} \text{h}^{-1}$) (2/2)	10
表 4	中央氣象局 28 個地面氣象站基本資料	12
表 5	中央氣象局 210 個自動氣象站基本資料 (1/7)	13
表 5	中央氣象局 210 個自動氣象站基本資料 (2/7)	14
表 5	中央氣象局 210 個自動氣象站基本資料 (3/7)	15
表 5	中央氣象局 210 個自動氣象站基本資料 (4/7)	16
表 5	中央氣象局 210 個自動氣象站基本資料 (5/7)	17
表 5	中央氣象局 210 個自動氣象站基本資料 (6/7)	18
表 5	中央氣象局 210 個自動氣象站基本資料 (7/7)	19
表 6	環保署空氣品質測站基本資料 (1/3)	20
表 6	環保署空氣品質測站基本資料 (2/3)	21
表 6	環保署空氣品質測站基本資料 (3/3)	22
表 7	台灣 102 年各季生物源各種類 VOCs 排放量(萬公噸) ·	27
表 8	台灣 102 年各月份生物源各種類 VOCs 排放量(萬公噸)	28
表 9	台灣 102 年各空氣品質區及各縣市之生物源 VOCs 排放 總量(萬公噸)	37
表 10	台灣 102 年各空氣品質區各季之生物源 VOCs 排放量 (萬公噸)	38

第一章 [TEDS 9]版臺灣地區生物源排放量推估方法

1.1 台灣生物源排放量推估模式(TBEIS-2)介紹

TBEIS-2 是以溫度與光合輻射通量(Photosynthetically Active Radiation flux, PAR)之經驗方程式去估算各種植物各種 VOC 的排放量(即生物源排放量)。模式之輸入、輸出以及系統構成，如圖 1 所示。模擬方式為首先利用土地利用資料與排放係數資料計算各網格在標準情況(葉溫為攝氏 30 度、PAR 為 $1000 \mu\text{E m}^{-2} \text{sec}^{-1}$)下各種 VOC 之排放量。然後以輸入的資料(環境溫度、PAR、相對濕度、風速)先透過葉溫能量平衡模組計算葉溫，再計算出各種 VOC 之環境校正因子(葉溫校正因子與光校正因子)，之後以標準情況下之排放量乘上環境校正因子，計算出當時情境下異戊二烯(isoprene)、單帖類(monoterpenes)、MBO (Methyl-Buten-Ol)以及其他 VOCs (OVOCs)之排放量。

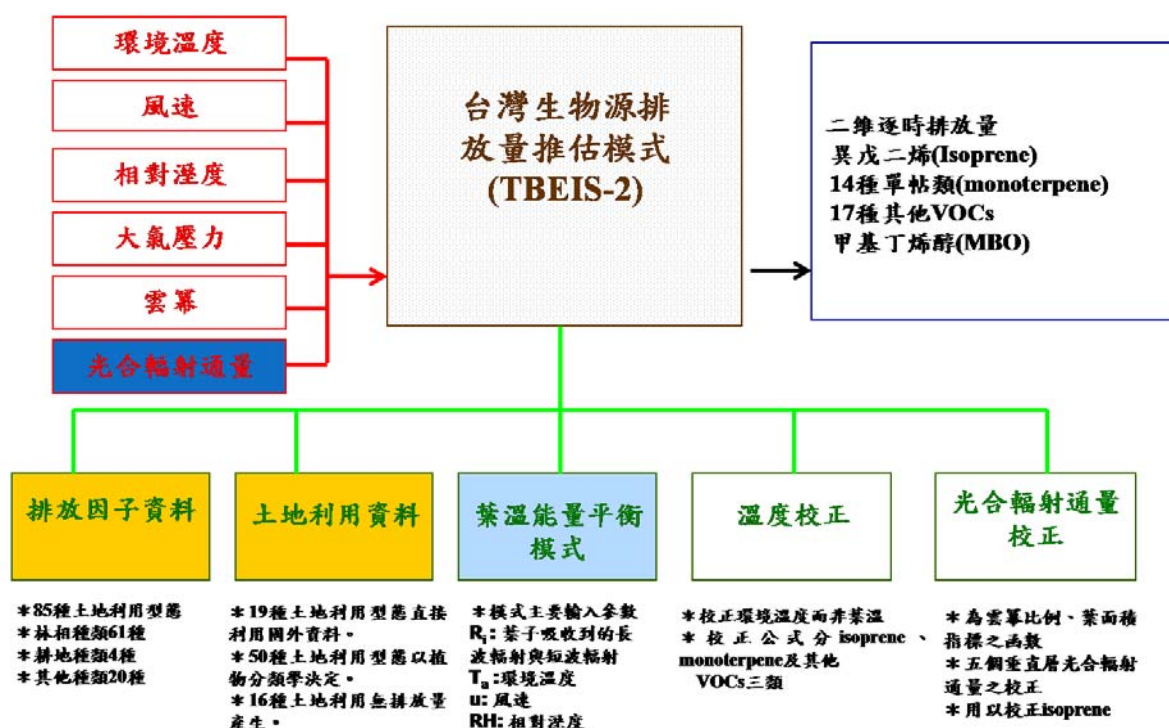


圖 1 台灣生物源排放量推估模式之系統組成與輸出及輸入資料

一、排放量之推估與校正因子之計算

(一) Isoprene 與 MBO 排放量推估

根據 Geron 等人(1994)之研究，isoprene 排放速率可以下式估計之：

$$I = I_s * C_L * C_T \quad (1.1)$$

其中，I 是 isoprene 在葉溫為 T 以及光合輻射通量(PAR)為 L 時之排放速率， I_s 是 isoprene 在標準溫度(30°C)和光合輻射通量(1000 $\mu\text{E m}^{-2} \text{ sec}^{-1}$)之排放速率， C_L 為光校正因子， C_T 為葉溫校正因子。MBO 使用與 isoprene 相同的推估公式(Baker et al., 1999; Schade et al., 2000; Chang et al., 2009)。

1、光校正因子(C_L)可以下式推估：

$$C_L = \frac{\alpha * C_{L1} * L}{\sqrt{1 + \alpha^2 * L^2}} \quad (1.2)$$

其中，L 是光合輻射通量， α (=0.0027)與 C_{L1} (=1.066)為經驗係數(Guenther et al., 1993)。

2、葉溫校正因子(C_T)可由下式求得：

$$C_T = \frac{\exp(C_{T1} * \frac{T - T_s}{R * T_s * T})}{1 + \exp(C_{T2} * \frac{T - T_M}{R * T_s * T})} \quad (1.3)$$

其中，R 是理想氣體常數 (8.314 J/(K mol))，T 是葉溫， T_s (=303 K)是標準溫度，而 T_M (=314 K)、 C_{T1} (=95,000 J/mol)與 C_{T2} (=230,000 J/mol)是經驗係數。

(二) 帖類(monoterpenes)與其他 VOCs (OVOCs) 排放量推估

單帖類和其他 VOCs 排放速率之短期(小時或每日)變動，排放速率可以下式求得：

$$M = M_s * \exp[\beta (T - T_s)] \quad (1.4)$$

其中，M 是單帖類在葉溫 T 時之排放速率， M_s 是在 T_s (=303 K) 時之排放速率，而 β (=0.09)是經驗係數(Guenther et al., 1993)。

二、葉溫能量平衡模組

TBEIS-2 所使用的葉溫能量平衡模組是採用 Nikolov et al. (1995)所發展的光合作用平衡模式，其主要輸入參數為環境溫度、相對濕度、風速及葉子雙向吸收到的長波輻射與短波輻射。葉溫能量平衡模式之輸入參數如表 1 所示。公式敘述如下：

$$R_i = \frac{\rho_p}{\gamma} [e_s(T_1) - e_a] g_{iv} + \rho_p (T_1 - T_a) g_{bv} + 2\varepsilon\sigma(T_1 + 273.16)^4 + M_e \quad (1.5)$$

其中， R_i ：葉子吸收到的長波輻射與短波輻射(W/m^2)； ρ ：乾空氣密度(kg/m^3)； c_p ：乾空氣熱($1010 \text{ J kg}^{-1} \text{ K}^{-1}$)； γ ：psychrometric constant； $e_s(T_1)$ ：葉片的飽和水蒸汽壓(Pa)； e_a ：大氣中的飽和水蒸汽壓(Pa)； g_{iv} ：葉片的水蒸汽傳導(m/s)； g_{bv} ：單邊葉子的水蒸汽傳導(m/s)； T_a ：環境溫度($^{\circ}\text{C}$)； T_1 ：葉溫($^{\circ}\text{C}$)； ε ：葉片的熱量發射率(0.975)； σ ：Stefan-Boltzmann constant ($5.67 \times 10^{-8} \text{ W m}^{-2} \text{ K}^{-4}$)； M_e ：生物化學反應的能量儲存(W/m^2)。

三、土地利用資料庫

TBEIS-2 中所使用的 landuse 資料庫是用 1995 年林務局第 3 次台灣森林資源及土地利用調查資料與中鼎顧問公司土地利用面積調查兩個資料合併而成(Chang et al., 2005)，並以中央大學太空遙測中心(Center for Space and Remote Sensing Research National Central University, CSRSR) 2005~2006 年台灣地區植生面積遙測資料對 landuse 做修正。表 2 為 TBEIS-2 的土地利用資料庫中各種土地利用型所佔面積表。台灣土地利用資料庫總面積約為 36033 平方公里，其中以天然闊葉混合林所佔總面積比例為最大(20%)，其次為闊葉林(私)(14%)，水田(私)再次之(11%)，其餘土地利用型所佔比例則均低於 10%。整體而言，具較大 isoprene 排放係數的闊葉林，加總所有闊葉林相關土地利用型面積佔總面積比例約 43%；而具較大 monoterpenes 排放係數的針葉林，加總所有針葉林相關土地利用型面積佔總面積比例約 17%。圖 2 與圖 3 各別為闊葉林與針葉林佔網格面積比例之空間分佈圖，由圖得知闊葉林大多集中在中低海拔山區，而在高海拔山區則是有較多之針葉林。

表 1 葉溫能量平衡模式輸入參數

一、樹種參數			
V_{m25}	carboxylation 速度最大值	$\mu\text{mol m}^{-2}$	V_{m25}
J_{m25}	在 25°C 電子傳遞的飽和光電位率 (Light-saturated potential rate of electron transport at 25°C)		J_{m25}
K_{C25}	在 25°C 下 CO_2 之動力學參數	mol/mol	K_{C25}
K_{O25}	在 25°C 下 O_2 之動力學參數	mol/mol	K_{O25}
f	PPFD 損失因子		f
m	混合物(植物)的氣孔敏感度		m
B_s	實驗之氣孔傳導常數	$\text{Mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$	b_{sv}
D_{leaf}	葉子的寬(或針葉的直徑)	m	d
D_{shoot}	放射直徑(只針對闊葉)	m	d_o
P_{cr}		$-\text{MP}_a$	Ψ_{crit}
N_{pw}			n
二、環境上的參數			
P_{lw}		$-\text{MP}_a$	Ψ
P_a	大氣壓力	P_a	P
C_a	環境之 CO_2 濃度	mol/mol	C_a
O_a	環境之 O_2 濃度	mol/mol	
T_a	環境溫度	°C	T_a
R_H	環境之相對濕度	%	
R_i	葉子雙向吸收到的長波輻射與短波輻射	W/m^2	R_i
PPFD	光核輻射通量	$\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$	Q
W_{speed}	風速	m/s	u
W_{stat}	葉子的溼潤狀態	0-dry, 1-wet	
三、輸出值			
A_n	淨 CO_2 吸收率	$\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$	A_n
G_s	水蒸氣之氣孔傳導	$\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$	g_{sv}
G_b	葉子在邊界層的水蒸氣傳導	$\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$	g_{bv}
T_l	葉溫	°C	
L_{Heat}	潛熱通量	W/m^2	

表 2 土地利用資料庫中各種土地利用型所佔面積表

代號	土地利用型	面積 (km ²)	面積 %	代號	土地利用型	面積 (km ²)	面積 %
50	天然闊葉混合林	7,212.7	20.02	636	檳榔園	63.4	0.18
817	闊葉林(私)	5,007.3	13.90	629	其他旱作地	57.8	0.16
811	水田(私)	4,125.8	11.45	143	樟樹人造林	57.7	0.16
30	天然針葉闊葉混合林	2,940.9	8.16	145	台灣櫟樹人造林	56.5	0.16
812	旱田(私)	2,493.9	6.92	190	人造竹林針葉闊葉混合林	54.1	0.15
700	道路	1,723.4	4.78	114	台灣杉人造林	50.4	0.14
900	裸露地	1,723.3	4.78	142	楓香人造林	41.0	0.11
790	魚塭	1,064.7	2.95	815	針葉林(私)	40.4	0.11
710	建築用地	825.3	2.29	162	孟宗竹人造林	29.5	0.08
14	松類天然針葉林	702.7	1.95	620	茶園	28.4	0.08
80	天然竹林闊葉混合林	637.0	1.77	635	蘋果梨	27.4	0.08
12	鐵杉天然針葉林	539.8	1.50	64	荊竹林	22.9	0.06
13	檜木天然針葉林	493.5	1.37	930	水面	22.3	0.06
115	柳杉人造林	470.1	1.30	170	人造竹林針葉混合林	21.0	0.06
112	松類人造林	461	1.28	62	孟宗竹林	20.0	0.06
120	人造針葉混合林	449.9	1.25	119	其他針葉人造林	17.1	0.05
130	人造針葉闊葉混合林	395.4	1.10	116	肖楠人造林	13.0	0.04
141	相思樹人造林	366.4	1.02	165	綠竹人造林	10.5	0.03
113	杉木類人造林	302.6	0.84	90	天然竹林針葉闊葉混合林	7.7	0.02
150	人造闊葉混合林	261.8	0.73	631	香蕉園	5.5	0.02
180	人造竹林闊葉混合林	254.0	0.70	622	蔬菜地	5.5	0.02
111	檜木人造林	251.9	0.70	621	甘蔗地	4.5	0.01
19	其他天然針葉林	231.7	0.64	730	水田	4.0	0.01
818	竹林(私)	217.7	0.60	169	其他竹人造林	3.5	0.01
11	冷杉天然針葉林	215.2	0.60	998	區外地	1	0.01
814	草地(私)	206.1	0.57	640	其他墾地	2.2	0.01
611	天然草地	188.9	0.52	613	牧草地	1.5	0.00
612	箭竹林	183.8	0.51	70	天然竹林針葉混合林	1.4	0.00
40	天然闊葉純林	155.8	0.43	750	工礦用地	1.2	0.00
639	其他果園	144.6	0.40	65	綠竹林	1.1	0.00
149	其他闊葉人造林	139.2	0.39	650	伐木跡地	1.0	0.00
144	光臘樹人造林	132.6	0.37	816	針闊混(中鼎)	1.0	0.00
164	荊竹人造林	117.7	0.33	69	其他竹林	0.7	0.00
63	麻竹林	104.1	0.29	720	苗圃用地	0.5	0.00
61	桂竹林	100.4	0.28	800	其他	0.4	0.00
146	桐類人造林	83.2	0.23	632	鳳梨園	0.3	0.00
161	桂竹人造林	81	0.23	740	防火線	0.2	0.00
163	麻竹人造林	74.5	0.21	770	墓地	0.1	0.00
15	雲杉天然針葉林	70.9	0.20	760	工場用地	0.0	0.00
634	桃李梅	70.7	0.20	780	鹽田	0.0	0.00
600	灌木林	66.6	0.18	813	沼澤地(私)	0.0	0.00
633	柑橘園	63.9	0.18		TOTAL	36033	100

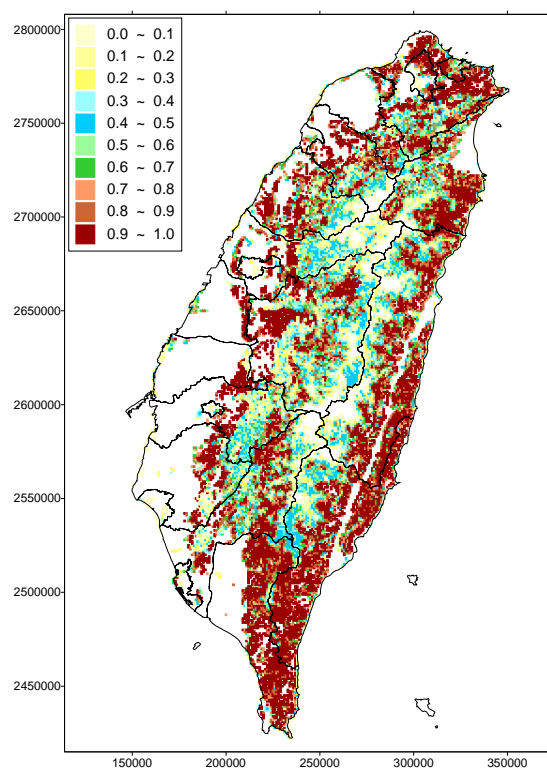


圖 2 闊葉林所佔網格面積比例之分佈圖

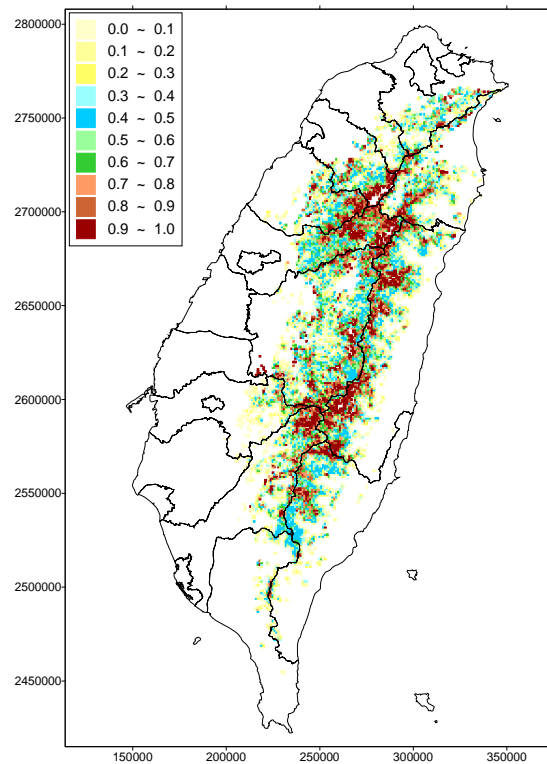


圖 3 針葉林所佔網格面積比例之分佈圖

四、排放係數資料庫

生物源排放量推估模式之排放因子資料庫是利用植物分類學法 (Benjamin, 1996)，並參考國外之排放係數資料(Guenther et al., 1994)認定國內林務局 60 餘種土地利用型態排放係數(Chang et al., 2005)，其中，檳榔園、樟樹、甘蔗及草地之樹種排放係數是採用謝等(2000)與游(2001)針對國內部份特定樹種進行實驗所得之樹種排放係數。其中，闊葉林主要排放 isoprene，而針葉林則排放較多之 monoterpenes，排放係數資料如表 3 所示。

表 3 TBEIS-2 之排放係數因子($\mu\text{g m}^{-2} \text{h}^{-1}$) (1/2)

代號	異戊二烯 (Isoprene)	單帖類 (Mono-terpenes)	其他VOCs	MBO	葉面積指標(LAI)	土地利用型
11	170.0	29,444.0	4,964.7	0.0	7	冷杉天然針葉林
12	70.0	4,515.0	581.0	0.0	7	鐵杉天然針葉林
13	150.0	3,675.0	2,775.0	7087.4	7	檜木天然針葉林
14	79.3	7,401	7,005.1	300.0	3	松類天然針葉林
15	28,800.0	71,631	1,987.5	2471.6	7	雲杉天針
19	943.2	10,183.9	4,044.0	608.9	7	其他天然針葉林
30	12,051.0	4,613.9	1,986.0	0.0	6	天然針葉闊葉混合林
40	15,682.0	2,793.0	1,313.3	0.0	5	天然闊葉純林
50	15,682.0	2,793.0	1,313.3	0.0	5	天然闊葉混合林
61	20.3	39.0	249.0	0.0	7	桂竹林
62	20.3	39.0	249.0	0.0	7	孟宗竹林
63	20.3	39.0	249.0	0.0	7	麻竹林
64	20.3	39.0	249.0	0.0	7	荊竹林
65	20.3	39.0	249.0	0.0	7	綠竹林
69	39.4	39.0	249.0	0.0	7	其他竹林
70	826.1	7,419.1	3,009.7	1798.0	7	天然竹林針葉混合林
80	13,973.3	2,491	1,197.7	0.0	6	天然竹林闊葉混合林
90	11,034.4	4,227.3	1,839.2	557.5	6	天竹針闊混
111	150.0	3,675.0	2,775.0	0.0	7	檜木人造林
112	79.3	7,401	7,005.1	7087.4	3	松類人造林
113	38.0	637.5	344.8	344.9	5	杉木類人造林
114	41	637.5	344.8	344.9	5	台灣杉人造林
115	41	637.5	344.8	344.9	5	柳杉人造林
116	150.0	9,679.1	623.7	0.0	7	尚楠人造林
119	77.9	3,307.8	2,799.5	2313.5	7	其他針葉人造林
120	77.9	3,307.8	2,799.5	2313.5	7	人造針葉混合林
130	1572.7	2,600.9	1,953.8	457.2	6	人造針葉闊葉混合林
141	70.0	2,377.6	1,295.0	0.0	5	相思樹人造林
142	29,750.0	1,281.4	4,181.3	0.0	5	楓香人造林
143	41	150.0	5,081.3	0.0	5	樟樹人造林
144	41	6,037.5	609.9	0.0	5	光臘樹人造林
145	41	63.8	1,950.0	0.0	5	台灣欖樹人造林
146	41	63.8	1,950.0	0.0	5	柯類人造林
149	2,031.6	1,179.2	1,745.5	0.0	5	其他闊葉人造林

表 3 TBEIS-2 之排放係數因子($\mu\text{g m}^{-2} \text{h}^{-1}$) (2/2)

代號	異戊二烯 (Isoprene)	單帖類 (Mono-terpenes)	其他VOCs	MBO	葉面積 指標 (LAI)	土地利用型
150	2,031.6	2,426.9	1,745.5	0.0	5	人造闊葉混合林
161	20.3	39.0	249.0	0.0	7	桂竹人造林
162	20.3	39.0	249.0	0.0	7	孟宗竹人造林
163	20.3	39.0	249.0	0.0	7	麻竹人造林
164	20.3	39.0	249.0	0.0	7	荊竹人造林
165	20.3	39.0	249.0	0.0	7	綠竹人造林
169	39.4	39.0	249.0	0.0	7	其他竹人造林
170	70.8	2,889.2	2,472.9	2,017.2	7	人造竹林針葉混合林
180	1,901.9	2,343.5	1,693.3	0.0	6	人造竹林闊葉混合林
190	1,495.1	2,528.7	1,905.7	444.3	6	人造竹林針葉闊葉混合林
600	37.8	39.0	249.0	0.0	0	灌木林
611	390.0	1,049.0	6,452.7	0.0	0	天然草生地
612	20.3	1,049.0	249.0	0.0	7	箭竹林
613	390.0	1,049.0	6,452.7	0.0	0	牧草地
620	41	41	6,452.7	0.0	5	茶園
621	3,330.0	39.0	249.0	0.0	7	甘蔗地
622	39.4	43.5	61.2	0.0	0	蔬菜地
629	3,330.0	39.0	249.0	0.0	0	其他旱作地
631	41	1,547.1	10,816.0	0.0	5	香蕉園
632	41	1,547.1	10,816.0	0.0	5	鳳梨園
633	41	1,547.1	10,816.0	0.0	5	柑橘園
634	38.0	3,831.4	1,593.8	0.0	5	桃李梅
635	41	1,547.1	10,816.0	0.0	5	蘋果梨
636	15,840.0	1,547.1	10,816.0	0.0	5	檳榔園
639	4,148.2	2,369.0	7,496.0	0.0	5	其他果園
730	90.0	250.0	249.0	0.0	0	水田
811	90.0	250.0	249.0	0.0	0	水田(私)
812	370.3	39.0	249.0	0.0	7	旱田(私)
814	390.0	1,049.0	1,024.5	0.0	0	草地(私)
815	77.9	3,307.8	2,799.5	2,313.5	7	針葉林(私)
816	1,572.7	2,600.9	1,664.2	457.2	6	針葉闊葉混合林(私)
817	2,031.6	2,426.9	1,745.5	0.0	5	闊葉林(私)
818	39.4	39.0	1,745.5	0.0	7	竹林(私)

1.2 工作方法

一、收集氣象資料

模擬全台灣全年之生物源排放量所需之氣象資料包括有逐時環境溫度、逐時風速、逐時相對溼度以及逐時雲幕資料，而這些氣象資料來自中央氣象局與環保署觀測資料。氣象資料的收集包括中央氣象局在全台灣各地所架設之 28 個地面氣象站以及 210 個自動氣象站或自動氣象雨量站，再加上 74 個環保署空氣品質測站，總數 312 個測站之監測資料(如圖 4 所示)。所有測站之基本資料如表 4、表 5 以及表 6 所示。此外，在此次全年的排放量推估中，水田與甘蔗田會因季節不同而有採收與種植，因此需在不同季節作不同假設。

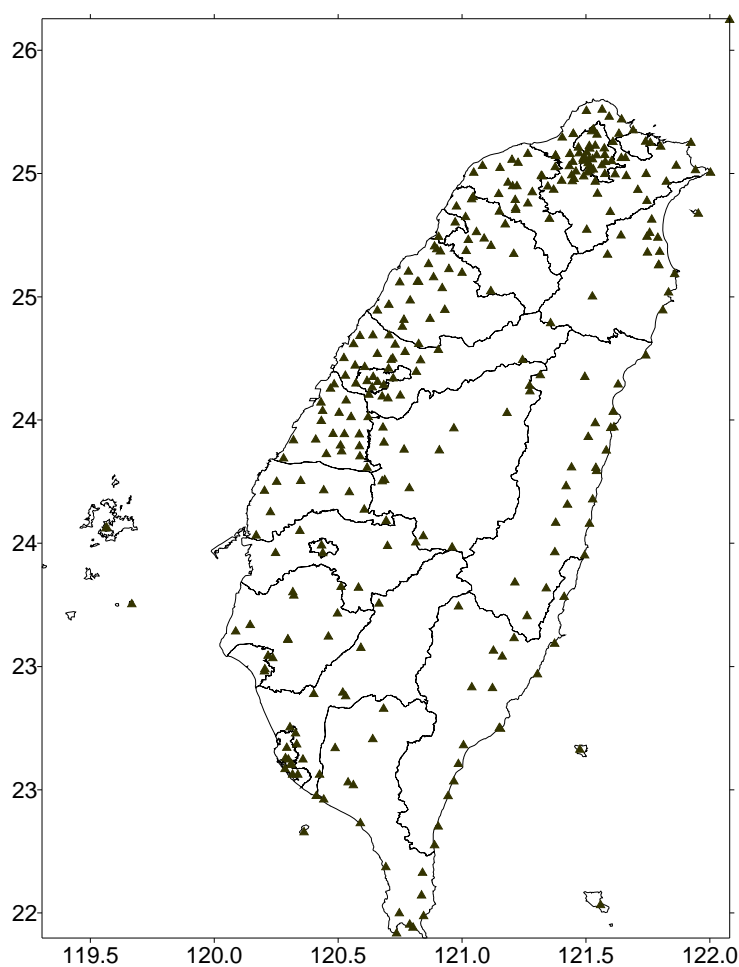


圖 4 台灣 312 個氣象測站之分佈圖

表 4 中央氣象局 28 個地面氣象站基本資料

站碼	站名	經度	緯度	海拔高度 (M)	使用資料
466880	板橋	121.4420	24.9976	10	T,W,R,C
466900	淡水	121.4489	25.1649	19	T,W,R
466910	鞍部	121.5297	25.1826	826	T,W,R,C
466920	臺北	121.5149	25.0377	7	T,W,R,C
466930	竹子湖	121.5445	25.1621	608	T,W,R,C
466940	基隆	121.7405	25.1333	27	T,W,R,C
466950	彭佳嶼	122.0797	25.6280	102	T,W,R,C
466990	花蓮	121.6133	23.9751	16	T,W,R,C
467060	蘇澳	121.8574	24.5967	25	T,W,R,C
467080	宜蘭	121.7565	24.7640	8	T,W,R,C
467300	東吉島	119.6675	23.2570	43	T,W,R,C
467350	澎湖	119.5631	23.5655	11	T,W,R,C
467410	臺南	120.2048	22.9932	41	T,W,R,C
467420	永康	120.2367	23.0384	9	T,W,R
467440	高雄	120.3157	21.660	3	T,W,R,C
467480	嘉義	120.4329	23.4959	27	T,W,R,C
467490	臺中	120.6841	24.1457	85	T,W,R,C
467530	阿里山	120.8132	23.5082	2,414	T,W,R,C
467540	大武	120.9038	22.3557	9	T,W,R,C
467550	玉山	120.9595	23.4876	3,845	T,W,R,C
467571	新竹	121.0142	24.8279	27	T,W,R,C
467590	恆春	120.7463	22.0039	23	T,W,R,C
467610	成功	121.3734	23.0975	34	T,W,R,C
467620	蘭嶼	121.5583	22.0370	324	T,W,R,C
467650	日月潭	120.9081	23.8813	1,018	T,W,R,C
467660	臺東	121.1546	22.7522	9	T,W,R,C
467770	梧棲	120.5234	24.2560	32	T,W,R,C
467780	七股	120.0862	23.1470	3	T,W,R

T:溫度,W:風速,R:相對溼度,C:雲幕比例

表 5 中央氣象局 210 個自動氣象站基本資料 (1/7)

站碼	站名	經度	緯度	海拔高度(M)	使用資料
C0A520	山佳	121.4020	24.9749	10	T,W,R
C0A530	坪林	121.7094	24.9382	300	T,W,R
C0A540	四堵	121.7459	24.8928	401	T,W,R
C0A550	泰平	121.8237	24.9712	460	T,W,R
C0A560	福山	121.5028	24.7762	405	T,W,R
C0A570	桶後	121.5980	24.8482	387	T,W,R
C0A580	屈尺	121.5463	24.9224	70	T,W,R
C0A640	石碇	121.6629	24.9939	204	T,W,R
C0A650	火燒寮	121.7429	25.0027	287	T,W,R
C0A660	瑞芳	121.8011	25.1132	97	T,W,R
C0A680	五股	121.4350	25.0834	95	T,W,R
C0A710	林口	121.3782	25.0764	238	T,W,R
C0A860	大坪	121.6330	25.1659	362	T,W,R
C0A870	五指山	121.6087	25.1322	685	T,W,R
C0A880	福隆	121.9421	25.0178	6	T,W,R
C0A890	雙溪	121.8642	25.0360	40	T,W,R
C0A920	富貴角	121.5653	25.2638	196	T,W,R
C0A930	三和	121.5940	25.2349	200	T,W,R
C0A940	金山	121.6440	25.2236	49	T,W,R
C0A950	鼻頭角	121.9234	25.1290	118	T,W,R
C0A970	三貂角	122.0021	25.0076	116	T,W
C0A980	社子	121.4697	25.1095	54	T,W,R
C0A990	大崙尾山	121.5736	25.1063	463	T,W,R
C0A9A0	大直	121.5429	25.0780	49	T,W,R
C0A9B0	石牌	121.5138	25.1163	7	T,W,R
C0A9C0	天母	121.5372	25.1175	63	T,W,R
C0A9D0	永和	121.5048	25.0089	13	T,W,R
C0A9E0	士林	121.5030	25.0903	26	T,W,R
C0A9F0	內湖	121.5755	25.0794	20	T,W,R
C0A9G0	南港	121.6029	25.0554	42	T,W,R

T:溫度,W:風速,R:相對溼度

表 5 中央氣象局 210 個自動氣象站基本資料 (2/7)

站碼	站名	經度	緯度	海拔高度 (M)	使用資料
C0A9I1	三重	121.4885	25.0567	18	T,W,R
C0AC40	大屯山	121.5224	25.1757	1086	T,W,R
C0AC60	三峽	121.3697	24.9390	55	T,W,R
C0AC70	信義	121.5646	25.0378	71	T,W,R
C0AC80	文山	121.5757	25.0024	40	T,W,R
C0ACA0	新莊	121.4468	25.0515	25	T,W,R
C0AD00	三芝	121.5019	25.2581	86	T,W,R
C0AD10	八里	121.4039	25.1502	27	T,W,R
C0AD20	深坑	121.6176	25.0014	57	T,W,R
C0AD30	蘆洲	121.4723	25.0866	20	T,W,R
C0AD40	土城	121.4452	24.9732	32	T,W,R
C0AD50	鶯歌	121.3463	24.9515	84	T,W,R
C0AG90	中和	121.4904	24.9926	25	T,W,R
C0AH00	汐止	121.6588	25.0669	38	T,W,R
C0C460	復興	121.3523	24.8202	482	T,W,R
C0C480	桃園	121.3232	24.9924	105	T,W,R
C0C490	八德	121.2833	24.9287	157	T,W,R
C0C500	楊梅	121.1483	24.9209	181	T,W,R
C0C520	中壢	121.1853	24.9676	151	T,W,R
C0C540	埔心	121.2260	25.0478	70	T,W,R
C0C570	新屋	121.0476	25.0076	5	T,W,R
C0C590	觀音	121.1533	25.0271	29	T,W,R
C0C610	龍潭	121.2165	24.8568	234	T,W,R
C0C620	蘆竹	121.2658	25.0843	19	T,W,R
C0C630	大溪	121.2655	24.8829	209	T,W,R
C0C640	龜山	121.3757	25.0303	177	T,W,R
C0C650	平鎮	121.2146	24.8975	208	T,W,R
C0D360	梅花	121.2086	24.6783	523	T,W,R
C0D370	湖口	121.0440	24.9091	79	T,W,R
C0D390	關西	121.1739	24.7982	146	T,W,R

T:溫度,W:風速,R:相對溼度

表 5 中央氣象局 210 個自動氣象站基本資料 (3/7)

站碼	站名	經度	緯度	海拔高度 (M)	使用資料
C0D430	峨眉	121.0172	24.6905	87	T,W,R
C0D480	打鐵坑	121.1508	24.8497	223	T,W,R
C0D540	橫山	121.1169	24.7112	227	T,W,R
C0D550	雪霸	121.1161	24.5270	1956	T,W,R
C0D560	竹東	121.0579	24.7671	147	T,W,R
C0D570	香山	120.9055	24.7469	15	T,W,R
C0D580	寶山	121.0252	24.7350	120	T,W,R
C0D590	新豐	120.9772	24.8707	143	T,W,R
C0E420	竹南	120.8889	24.7090	19	T,W,R
C0E430	南庄	121.0002	24.6018	258	T,W,R
C0E440	大河	120.9469	24.6173	122	T,W,R
C0E520	大湖	120.8709	24.4149	320	T,W,R
C0E530	三義	120.7660	24.4109	373	T,W,R
C0E540	後龍	120.7839	24.6065	32	T,W,R
C0E550	明德	120.8854	24.5835	84	T,W,R
C0E590	通霄	120.7046	24.4719	40	T,W,R
C0E610	馬都安	120.9302	24.4513	850	T,W,R
C0E730	頭份	120.9122	24.6882	26	T,W,R
C0E740	造橋	120.8648	24.6371	20	T,W,R
C0E750	苗栗	120.8246	24.5646	62	T,W,R
C0E760	苑裡	120.6582	24.4485	19	T,W,R
C0E780	銅鑼	120.7909	24.4897	160	T,W,R
C0E790	卓蘭	120.8248	24.3128	344	T,W,R
C0E810	西湖	120.7485	24.5629	53	T,W,R
C0E820	獅潭	120.9200	24.5391	220	T,W,R
C0F000	大肚	120.5721	24.1530	273	T,W,R
C0F850	東勢	120.8330	24.2464	379	T,W,R
C0F861	梨山	121.2437	24.2475	2215	T,W,R
C0F900	雙崎	120.9043	24.2886	543	T,W,R
C0F920	石岡	120.7703	24.2801	290	T,W,R

T:溫度,W:風速,R:相對溼度

表 5 中央氣象局 210 個自動氣象站基本資料 (4/7)

站碼	站名	經度	緯度	海拔高度 (M)	使用資料
C0F930	大甲	120.6404	24.3477	100	T,W,R
C0F970	大坑	120.7223	24.1731	145	T,W,R
C0F990	橫山	120.6073	24.2191	253	T,W,R
C0F9A0	中竹林	120.7511	24.1036	425	T,W,R
C0F9I0	神岡	120.6583	24.2725	194	T,W,R
C0F9K0	大安	120.5880	24.3451	30	T,W,R
C0F9L0	后里	120.7297	24.3104	253	T,W,R
C0F9M0	豐原	120.7207	24.2543	230	T,W,R
C0F9N0	大里	120.7014	24.0925	75	T,W,R
C0F9O0	潭子	120.7039	24.2131	175	T,W,R
C0F9P0	清水	120.5622	24.3123	26	T,W,R
C0F9Q0	外埔	120.7057	24.3478	149	T,W,R
C0F9R0	龍井	120.5290	24.1845	20	T,W,R
C0F9S0	烏日	120.6241	24.1071	43	T,W,R
C0F9T0	西屯	120.6413	24.1795	111	T,W,R
C0F9U0	南屯	120.6380	24.1370	74	T,W,R
C0F9V0	新社	120.8158	24.2002	525	T,W,R
C0G620	芬園	120.6213	24.0157	110	T,W,R
C0G640	鹿港	120.4305	24.0753	17	T,W,R
C0G650	員林	120.5856	23.9465	25	T,W,R
C0G660	溪湖	120.4791	23.9484	27	T,W,R
C0G710	台西	120.2798	23.8485	64	T,W
C0G770	福興	120.4377	24.0413	15	T,W,R
C0G780	秀水	120.5039	24.0341	27	T,W,R
C0G790	花壇	120.5523	24.0161	27	T,W,R
C0G800	埔鹽	120.4317	24.0004	15	T,W,R
C0G810	埔心	120.5255	23.9476	26	T,W,R
C0G820	田尾	120.5094	23.9017	29	T,W,R
C0G830	埤頭	120.4528	23.8660	27	T,W,R
C0G840	北斗	120.5142	23.8776	32	T,W,R

T:溫度,W:風速,R:相對溼度

表 5 中央氣象局 210 個自動氣象站基本資料 (5/7)

站碼	站名	經度	緯度	海拔高度 (M)	使用資料
C0G850	田中	120.5883	23.8568	62	T,W,R
C0G860	社頭	120.5862	23.8976	45	T,W,R
C0G870	芳苑	120.3200	23.9223	12	T,W,R
C0G880	二水	120.6173	23.8107	92	T,W,R
C0G890	伸港	120.4844	24.1489	24	T,W,R
C0H950	中寮	120.7664	23.8844	192	T,W,R
C0H960	草屯	120.6809	23.9737	120	T,W,R
C0H990	昆陽	121.2736	24.1213	3076	T,W
C0H9A0	神木村	120.8437	23.5327	1595	T,W
C0H9C0	合歡山	121.2725	24.1434	3292	T,W,R
C0I010	廬山	121.1818	24.0333	1562	T,W
C0I090	鳳凰	120.7873	23.7281	878	T,W,R
C0I110	竹山	120.6882	23.7612	151	T,W,R
C0K240	草嶺	120.6935	23.5956	1132	T,W,R
C0K280	四湖	120.2271	23.6304	23	T,W
C0K291	宜梧	120.1693	23.5363	5	T,W
C0K300	大埔	120.6053	23.6413	369	T,W
C0K330	虎尾	120.4420	23.7192	38	T,W
C0M410	馬頭山	120.5820	23.3244	245	T,W
C0M530	奮起湖	120.6993	23.4939	1385	T,W
C0O810	曾文	120.4973	23.2197	174	T,W
C0O900	善化	120.2972	23.1129	9	T,W
C0O910	新營	120.3215	23.2923	16	T,W
C0O930	玉井	120.4606	23.1260	42	T,W
C0R100	尾寮山	120.6839	22.8331	1018	T,W
C0R150	三地門	120.6399	22.7099	99	T,W
C0R220	潮州	120.5400	21.344	12	T,W
C0R270	琉球嶼	120.3622	22.3322	51	T,W
C0R280	檳榔	120.8368	22.0761	242	T,W
C0R350	貓鼻頭	120.7358	21.9218	35	T,W

T:溫度,W:風速,R:相對溼度

表 5 中央氣象局 210 個自動氣象站基本資料 (6/7)

站碼	站名	經度	緯度	海拔高度 (M)	使用資料
C0R360	墾丁	120.8022	21.9456	20	T,W
C0R370	佳樂水	120.8446	21.9920	55	T,W
C0R380	枋寮	120.5896	22.3694	2	T,W
C0R400	楓港	120.6927	22.1902	15	T,W
C0R420	牡丹池山	120.8406	22.1678	504	T,W
C0R430	東港	120.4417	21.649	31	T,W
C0S680	紅葉山	121.0392	22.9198	1,659	T,W
C0S690	太麻里	120.9853	22.6090	522	T,W
C0S700	知本	121.0056	22.6849	507	T,W
C0S710	鹿野	121.1228	22.9170	313	T,W
C0S730	綠島	121.4753	22.6672	304	T,W
C0S740	池上	121.2095	23.1196	289	T,W
C0S750	向陽	120.9861	23.2484	2,280	T,W
C0S760	紅石	121.1262	23.0691	1621	T,W
C0S770	大溪山	120.9433	21.785	375	T,W
C0S790	金崙	120.9669	21.381	236	T,W
C0S810	東河	121.3040	22.9727	65	T,W
C0S830	長濱	121.4120	23.2868	288	T,W
C0S840	南田	120.8892	22.2797	22	T,W
C0T790	大禹嶺	121.3161	24.1861	2,830	T,W,R
C0T820	天祥	121.4956	24.1796	550	T,W
C0T841	新城	121.6095	24.0379	23	T,W
C0T870	鯉魚潭	121.5089	23.9356	135	T,W
C0T900	西林	121.4415	23.8119	160	T,W
C0T960	光復	121.4250	23.6607	120	T,W
C0T9A0	月眉山	121.5398	23.8099	511	T,W
C0T9B0	水源	121.5372	23.9919	558	T,W
C0T9C0	富世	121.6296	24.1482	109	T,W
C0T9D0	和中	121.7413	24.2666	7	T,W
C0T9E0	大坑	121.5820	23.8806	415	T,W

T:溫度,W:風速,R:相對溼度

表 5 中央氣象局 210 個自動氣象站基本資料 (7/7)

站碼	站名	經度	緯度	海拔高度 (M)	使用資料
C0T9F0	水璉	121.5425	23.7971	283	T,W
C0T9G0	鳳林山	121.4198	23.7358	650	T,W
C0T9H0	加路蘭山	121.5274	23.6829	746	T,W
C0T9I0	豐濱	121.5143	23.5841	214	T,W
C0T9M0	靜浦	121.4950	23.4552	92	T,W
C0U520	雙連埤	121.6413	24.7530	517	T,W
C0U600	礁溪	121.7655	24.8175	10	T,W
C0U620	壯圍	121.7897	24.7437	17	T,W
C0U640	羅東	121.7478	24.6838	24	T,W
C0U650	玉蘭	121.5871	24.6753	494	T,W
C0U680	冬山	121.7935	24.6324	22	T,W
C0U710	太平山	121.5257	24.5055	1810	T,W
C0U730	思源	121.3567	24.3972	2036	T,W
C0U750	龜山島	121.9531	24.8417	398	T,W
C0U760	東澳	121.8331	24.5219	32	T,W
C0U770	南澳	121.8102	24.4493	5	T,W
C0U780	五結	121.7979	24.6864	15	T,W
C0V150	表湖	120.6647	23.2602	1163	T,W
C0V250	甲仙	120.5918	23.0801	270	T,W
C0V310	美濃	120.5192	22.8987	46	T,W
C0V370	古亭坑	120.4019	22.8932	30	T,W
C0V490	新興	120.2988	22.6274	20	T,W
C0V500	旗津	120.2859	21.886	6	T,W
C0X020	關子嶺	120.5116	23.3270	403	T,W
C0X080	佳里	120.1451	23.1730	2	T,W
C0Z020	明里	121.2623	23.2087	211	T,W
C0Z050	佳心	121.2132	23.3455	704	T,W
C0Z061	玉里	121.3397	23.3215	174	T,W
C0Z070	舞鶴	121.3741	23.4681	272	T,W
C0Z080	富源	121.3782	23.5876	298	T,W

T:溫度,W:風速,R:相對溼度

表 6 環保署空氣品質測站基本資料 (1/3)

站名	經度	緯度	使用資料
基隆站	121.7601	25.1292	T,W,R
汐止站	121.6423	25.0671	T,W,R
萬里站	121.6899	25.1797	T,W,R
新店站	121.5371	24.9716	T,W,R
土城站	121.4519	24.9825	T,W,R
板橋站	121.4587	25.0130	T,W,R
新莊站	121.4326	25.0341	T,W,R
菜寮站	121.4883	25.0639	T,W,R
林口站	121.3769	25.0772	T,W,R
淡水站	121.4492	25.1645	T,W,R
士林站	121.5154	25.1054	T,W,R
中山站	121.5265	25.0624	T,W,R
萬華站	121.5080	25.0465	T,W,R
古亭站	121.5296	25.0206	T,W,R
松山站	121.5786	25.0507	T,W,R
桃園站	121.3200	24.9948	T,W,R
大園站	121.2018	25.0603	T,W,R
觀音站	121.0828	25.0355	T,W,R
五權站	121.2041	24.9533	T,W,R
龍潭站	121.2164	24.8639	T,W,R
湖口站	121.0387	24.9001	T,W,R
竹東站	121.0889	24.7406	T,W,R
新竹站	120.9721	24.8056	T,W,R
頭份站	120.8986	24.6970	T,W,R
苗栗站	120.8202	24.5653	T,W,R

T:溫度,W:風速,R:相對溼度

表 6 環保署空氣品質測站基本資料 (2/3)

站名	經度	緯度	使用資料
三義站	120.7588	24.3829	T,W,R
豐原站	120.7137	24.2482	T,W,R
沙鹿站	120.5688	24.2256	T,W,R
大里站	120.6777	24.0996	T,W,R
忠明站	120.6595	24.1587	T,W,R
西屯站	120.6169	24.1622	T,W,R
彰化站	120.5323	24.0837	T,W,R
線西站	120.4691	24.1317	T,W,R
二林站	120.4097	23.9252	T,W,R
南投站	120.6853	23.9130	T,W,R
斗六站	120.5450	23.7119	T,W,R
崙背站	120.3487	23.7576	T,W,R
新港站	120.3455	23.5548	T,W,R
朴子站	120.2474	23.4653	T,W,R
台西站	120.2028	23.7175	T,W,R
嘉義站	120.4384	23.4648	T,W,R
新營站	120.3171	23.3059	T,W,R
善化站	120.2971	23.1151	T,W,R
安南站	120.2172	23.0480	T,W,R
後甲站	120.2023	22.9844	T,W,R
美濃站	120.5303	22.8839	T,W,R
橋頭站	120.3057	22.7575	T,W,R
仁武站	120.3326	22.6891	T,W,R
鳳山站	120.3581	22.6274	T,W,R
大寮站	120.4251	21.658	T,W,R

T:溫度,W:風速,R:相對溼度

表 6 環保署空氣品質測站基本資料 (3/3)

站名	經度	緯度	使用資料
林園站	120.4118	21.793	T,W,R
楠梓站	120.3283	22.7337	T,W,R
左營站	120.2929	22.6749	T,W,R
前金站	120.2881	22.6326	T,W,R
前鎮站	120.3076	22.6054	T,W,R
小港站	120.3377	21.658	T,W,R
屏東站	120.4880	22.6731	T,W,R
潮州站	120.5612	21.231	T,W,R
恆春站	120.7889	21.9581	T,W,R
台東站	121.1505	22.7554	T,W,R
花蓮站	121.5998	23.9720	T,W,R
陽明站	121.5296	25.1827	T,W,R
宜蘭站	121.7464	24.7479	T,W,R
冬山站	121.7939	24.6334	T,W,R
三重站	121.4938	25.0726	T,W,R
中壢站	121.2217	24.9533	T,W,R
竹山站	120.6773	23.7564	T,W,R
永和站	121.5163	25.0170	T,W,R
復興站	120.3120	22.6087	T,W,R
大同站	121.5133	25.0632	T,W,R
埔里站	120.9673	23.9707	T,W,R
馬公站	119.5662	23.5690	T,W,R
關山站	121.1619	23.0451	T,W,R
麥寮站	120.2518	23.7535	T,W,R

T:溫度,W:風速,R:相對溼度

(一) 雲幕資料

模式以模擬所在位置之經緯度與日期計算光合輻射通量理論值，透過雲幕資料校正光合輻射通量。在上述 312 個測站中，僅中央氣象局的 25 個地面氣象站有雲幕觀測資料。

(二) 環境溫度及風速

上述 312 個測站均有環境溫度與風場觀測資料。

(三) 相對濕度

相對濕度資料來自中央氣象局之 28 個地面氣象站以及 130 個自動氣象站，再加上 74 個環保署測站，總數 232 個測站觀測資料。

(四) 土地利用假設

在此次全年的排放量推估中，水田與甘蔗田會因季節不同而有採收與種植，然而台灣南北之種植情形不同，因此在此假設水田於 1、5、6、7 以及 12 月由於在插秧或已收割而無排放量產生，其他月份則假設為已成長為完全；而甘蔗則假設為 1、2、3、4、11 以及 12 月僅有一半排放量產生(春值期甘蔗已採收、秋值期甘蔗仍在種植)，其他月份則假設為已成長為完全，依此假設概估全台灣生物源之排放量。

二、氣象資料前處理

氣象資料前處理是將上節 312 個測站之逐時氣象資料內插台灣地區各網格之逐時氣象資料，而須處理的氣象資料包括有逐時環境溫度、逐時風速、逐時相對溼度以及逐時雲幕資料。以下說明各種氣象資料之內插方法：

(一) 環境溫度

首先，以各網格為中心，再以適當半徑分別畫圓，然後，以所有在搜尋半徑內之測站資料依據各測站所在高度與網格點高度內插該網格。內插作法為將搜尋半徑內測站溫度修正為網格點高度之溫度(如 1.6 式)，再假設網格點溫度與搜尋半徑內測站溫度(高度修正後溫度)為與兩者之距離成反比，可以 1.7 式計算內插值。方程式 1.6 為修正高度對溫度之影響，當高度上升 100 公尺時溫度則下降 0.6 度。

$$TEMP_i = TEMP_j + \frac{(H_i - H)}{100} \cdot (0.6) \quad (1.6)$$

其中，TEMP_j 為搜尋半徑各測站之原始溫度；TEMP_i 為經高度修正後之溫度；H_i 為搜尋半徑各測站之海拔高度；H 為網格點之海拔高度。

$$TEMP = \sum_{i=1}^n \left(\frac{\left(\frac{1}{L_i}\right)}{\sum_{i=1}^n \left(\frac{1}{L_i}\right)} \cdot TEMP_i \right) \quad (1.7)$$

其中，TEMP 為網格點溫度； L_i 為搜尋半徑各測站與網格點之距離； $TEMP_i$ 為搜尋半徑各測站之溫度經高度修正後值； n 為搜尋半徑測站總數。

(二) 雲幕、相對濕度、風速

雲幕、相對濕度、風速之內插方法相同，均僅考慮測站與網格點之距離因素。內插方法同樣以各網格為中心，再以適當半徑分別畫圓，以所有在搜尋半徑內之測站氣象資料依據下式計算：

$$MET = \sum_{i=1}^n \left(\frac{\left(\frac{1}{L_i}\right)^2}{\sum_{i=1}^n \left(\frac{1}{L_i}\right)^2} \cdot MET_i \right) \quad (1.8)$$

其中，MET 為網格點氣象資料； L_i 為搜尋半徑各測站與網格點之距離； MET_i 為搜尋半徑各測站之氣象資料； n 為搜尋半徑測站總數。此外，在風速之內插，需先經由風向資料轉換為水平橫向風速(U)與水平縱向風速(V)再各別依上述內插方式進行內插，最後再將內插過後網格點的 U 與 V 計算該網格點風速。

三、102 年台灣生物源 VOCs 排放量推估與分析

由前節之逐時氣象資料作為輸入資料，經由 TBEIS-2 模擬可得到逐時之 1 km x 1 km 網格排放量資料，經統計分析後，將結果繪於台灣底圖上，探討物種排放量之空間以及時間分佈情形及特徵。

（一）空間分佈分析

1、整年各物種排放量空間分佈情形。

2、各季排放總量空間分佈情形。

（二）時間分佈分析

1、各季各物種排放量分佈情形。

2、各月各物種排放量分佈情形。

3、各小時(0~23 點)各物種排放量分佈情形。

（三）空品區之比較

以排放量及排放通量進行各空品區之比較。

（四）各縣市之比較

以排放量及排放通量進行各縣市之比較。

1.3 台灣地區 102 年全年排放量推估結果分析

一、模擬結果之時間分佈

(一) 年排放量推估結果

台灣地區 102 年生物源模擬排放總量約為 45.9 萬公噸(如表 7 所示)，其中 isoprene 排放量約為 15.6 萬公噸，佔排放總量的 34.0 %；monoterpenes 排放量約為 15.3 萬公噸，約佔排放總量的 33.3 %；OVOCs 排放量約為 14.5 萬公噸，約佔排放總量的 31.6 %，MBO 排放量約為 0.5 萬公噸，僅佔排放總量的 1.1 %。

(二) 季排放量推估結果

台灣地區 102 年各季生物源模擬排放量如表 7 所示，春季(3 - 5 月)的生物源排放總量約為 11.0 萬公噸，佔年排放總量的 23.9 %；夏季(6 - 8 月)的生物源排放總量約為 17.9 萬公噸，佔年排放總量的 39.0 %；秋季(9 - 11 月)的生物源排放總量約為 11.4 萬公噸，佔年排放總量的 24.8 %；冬季(12, 1, 2 月)的生物源排放總量約為 5.6 萬公噸，佔年排放總量的 12.3 %。其中，以夏季之排放量最大，春季與秋季排放量近似，而冬季最小。夏季排放最大之原因即在於夏季溫度較高且光合輻射通量較大，因此使得此季之生物源排放量無論是 isoprene、monoterpenes、OVOCs 抑或 MBO 皆較其他季節為高。

(三) 月排放量推估結果

台灣地區 102 年各月份生物源各種 VOC 排放推估量如表 8 及圖 5 所示。從表中可以看出，在 7 月之生物源 VOCs 排放總量最大，均為 6.1 萬公噸，佔年排放總量的 13.2 %；而以 12 月的排放總量最小，約佔年排放總量的 3.6 %。從圖 5 可看出，在 1 月及 12 月，isoprene 明顯少於 monoterpenes 和 OVOCs 之排放量，佔當月生物源 VOCs 總量的 21 % - 24 %，其原因應在於光合輻射通量並不強烈，使得 isoprene 之排放較少。然而，隨著季節之變化，使得光合輻射通量日趨強烈，連帶亦使得 isoprene 之排放量快速增加，最大可達當月(7 月)生物源 VOCs 總量的 39 %左右。

(四) 小時排放量推估結果

圖 6 為 102 年在 0 ~ 23 點各個小時之累積排放總量分佈圖。從圖 6 可以看出，isoprene 與 MBO 在夜間(0 ~ 4 點以及 20 ~ 23 點)並沒有排放量產生，在 5 點開始產生排放量，之後並迅速增加，在 12 點達到最大

量。其原因在於，isoprene 排放受光合輻射通量之影響，因此夜晚沒有排放量產生，而在白天由於光合輻射量持續增加，也使得 isoprene 與 MBO 排放量迅速增加。Monoterpenes 與 OVOCs 排放量由於不受光合輻射通量影響，只受溫度之影響，因此 Monoterpenes 與 OVOCs 之排放量的日夜變化便不如 isoprene 來得強烈。也因此，總生物源排放量在夜間是由 Monoterpenes 與 OVOCs 所貢獻，而在日間，則是 isoprene 為主要貢獻來源。

表 7 台灣 102 年各季生物源各種類 VOCs 排放量(萬公噸)

季節	異戊二烯 (isoprene)	單帖類 (mono- terpenes)	其他 VOCs	MBO	合計	%
春季 (3-5 月)	3.66	3.69	3.52	0.11	10.98	23.94
夏季 (6-8 月)	6.82	5.67	5.17	0.22	17.87	38.98
秋季 (9-11 月)	3.68	3.86	3.72	0.11	11.38	24.82
冬季 (12, 1, 2 月)	1.43	2.06	2.09	0.04	5.62	12.26
Total	15.59	15.28	14.50	0.48	45.85	100.00
%	34.00	33.32	31.63	1.05	100.00	

表 8 台灣 102 年各月份生物源各種類 VOCs 排放量(萬公噸)

月份	異戊二烯 (isoprene)	單帖類 (mono- terpenes)	其他 VOCs	MBO	合計	%
1	0.42	0.64	0.66	0.01	1.74	3.79
2	0.66	0.79	0.78	0.02	2.25	4.91
3	0.95	1.01	0.97	0.03	2.96	6.45
4	1.02	1.12	1.08	0.03	3.24	7.07
5	1.69	1.56	1.47	0.05	4.78	10.42
6	2.24	1.84	1.68	0.07	5.83	12.71
7	2.39	1.89	1.71	0.08	6.07	13.23
8	2.18	1.94	1.79	0.07	5.98	13.04
9	1.79	1.65	1.54	0.06	5.05	11.01
10	1.21	1.26	1.22	0.04	3.73	8.14
11	0.68	0.95	0.96	0.02	2.60	5.67
12	0.35	0.62	0.65	0.01	1.63	3.56
Total	15.59	15.28	14.50	0.48	45.85	100.00

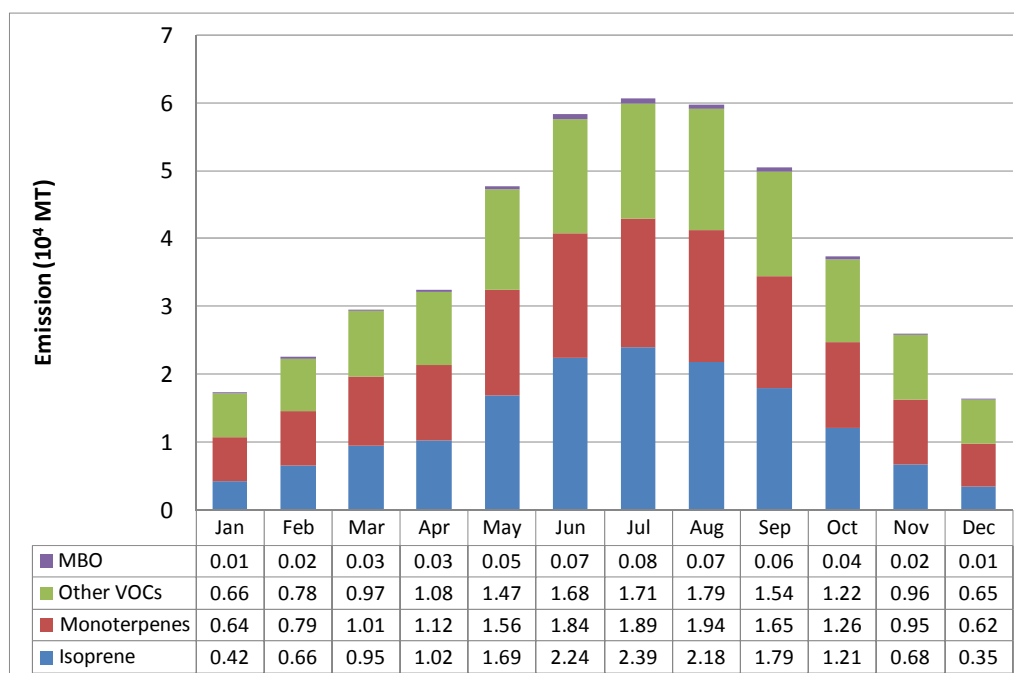


圖 5 台灣 102 年各月份生物源各種類 VOCs 排放量

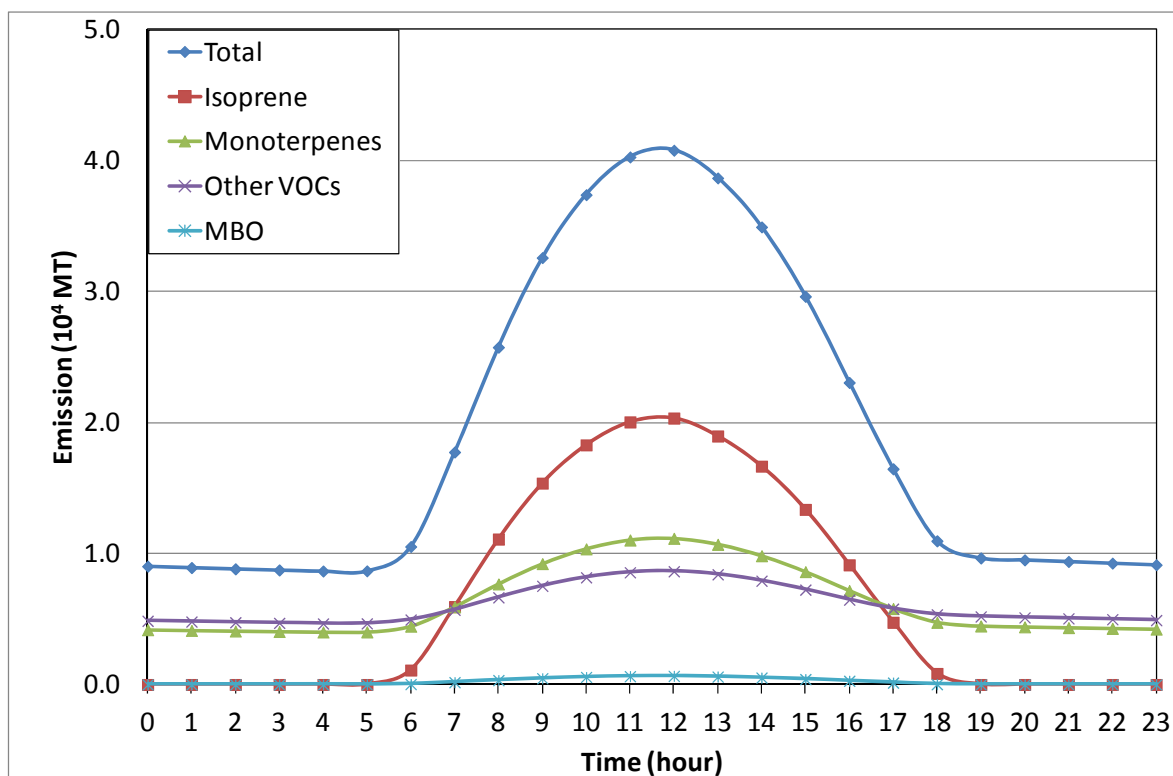


圖 6 台灣 102 全年各小時之累積 VOCs 排放量分布圖

二、模擬結果之空間分佈分析

(一) 整年各物種排放量空間分佈情形

圖 7~圖 8 為推估台灣地區 102 年生物源 VOCs 排放總量空間分佈及各 VOC 物種排放總量空間分佈圖。從圖 7 可以看出，所推估之全年單位網格生物源排放總量，最高(60 公噸/km² 以上)出現在少部分的高海拔網格，但較高海拔網格排放量約在 6~15 公噸/km² 之間；中低海拔網格排放量大多約在 15~60 公噸/km²；而平地之排放量則相對較少，大都在 4 公噸/km² 以下。

從圖 8 可以看出，isoprene 排放量大多集中在中低海拔山區，此為闊葉林之最主要分布地區，且闊葉林排放較高之 isoprene，因此，中低海拔山區之生物源 VOCs 以 isoprene 為主要排放，在高海拔山區與平地部份排放則較少。因此，圖中以南部中低海拔山區以及花東縱谷之排放量較大，大約在 10~25 公噸/km² 範圍。Monoterpenes 排放量在高海拔山區之排放量相較於 isoprene 是比較大的，主要是因為針葉林大部分分布於高海拔山區，因此有較高之排放量，而在中低海拔則較 isoprene 之排放量為小。以台灣整體看來，在高海拔山區是 Monoterpenes 高排放量的主要範圍，約在 2~15 公噸/km²，最大可達 25 公噸/km² 以上，平地地區網格排放量皆在 2 公噸/km² 以下。OVOCs 排放量則可很明顯看出，

大多是集中於低海拔山區以及部分高海拔山區網格，排放量多介於 2 ~ 10 公噸/km²，最高網格亦可達 25 公噸/km² 以上，其餘平地網格之排放量則大多低於 2 公噸/km²。MBO 主要排放量分佈於高海拔山區，其排放量大多介於 0.1~3 公噸/km² 之範圍，在平地則皆低於 0.1 公噸/km²。

(二) 各季生物源 VOCs 排放總量空間分佈情形

圖 9 為各季生物源 VOCs 排放總量空間分佈情形。從圖中可以明顯看出生物源 VOCs 排放總量隨季節變化之情形，春季(3~5 月)在低海拔區域之排放量約在 3~10 公噸/km² 範圍，而部分高海拔山區網格具有較顯著排放量；到夏季(6~8 月)，中低海拔區域之排放量有更明顯的上升，一般約在 5~20 公噸/km² 範圍，而宜蘭山區與花東縱谷網格最大更可達 20 公噸/km² 以上；秋季(9~11 月)之排放量則是快速下降，其空間分佈與春季相似；到冬季(1, 2, 12 月)，排放量下降更為顯著，幾乎所有網格排放量皆低於 7 公噸/km²，只有少部分高山地區排放量高於 10 公噸/km²。

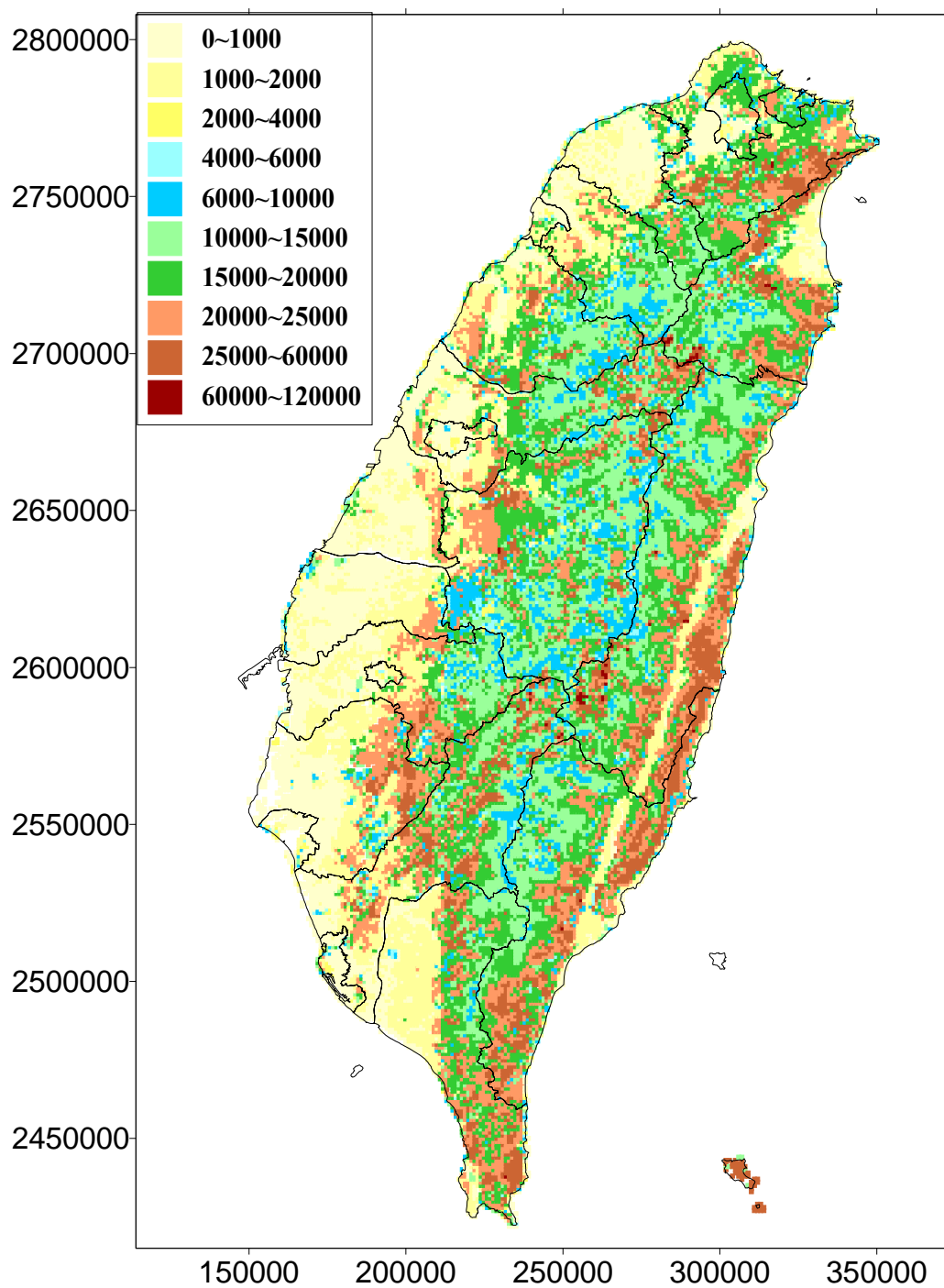


圖 7 台灣 102 全年生物源 VOCs 排放總量空間分佈圖(公斤/平方公里/年)

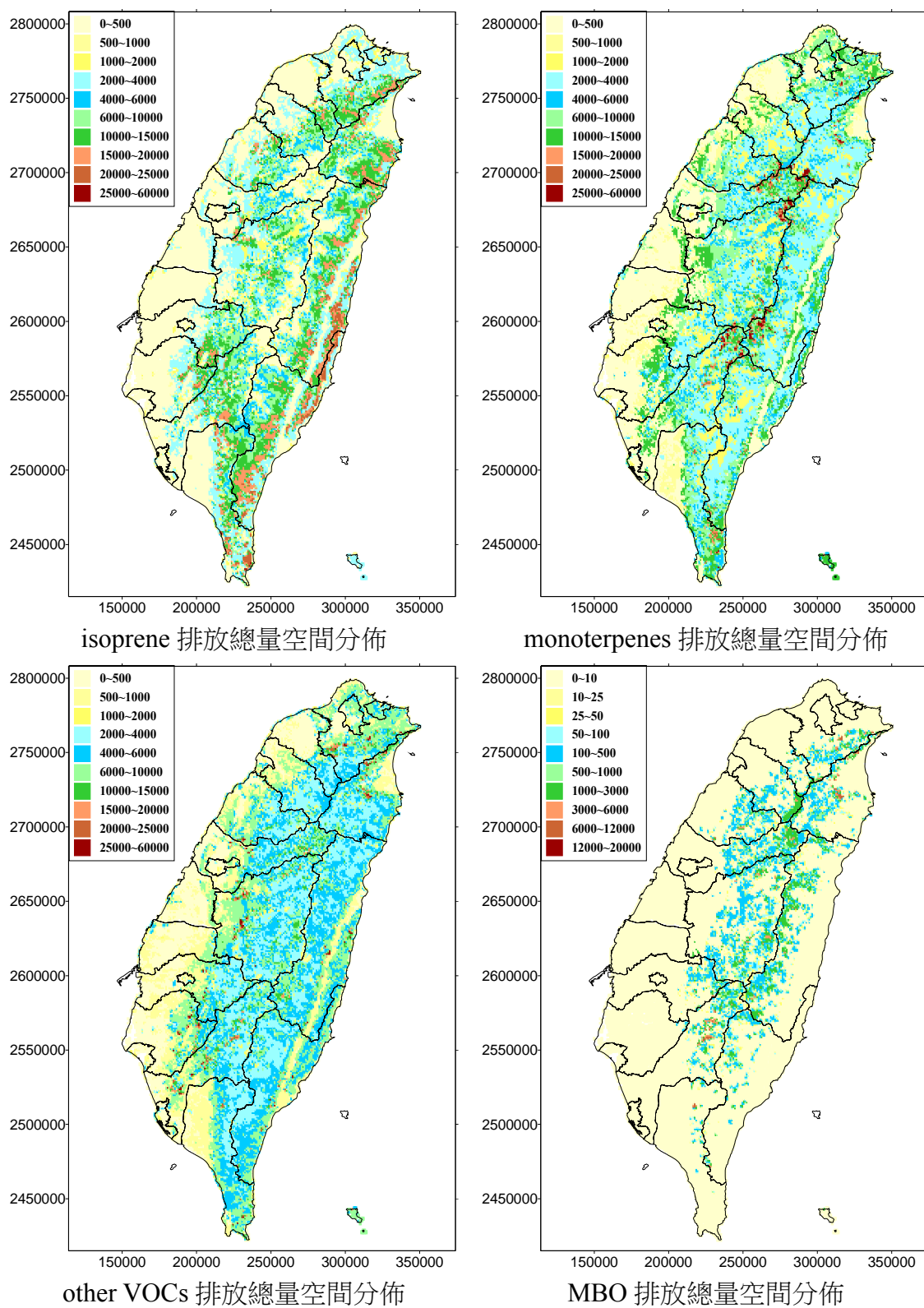


圖 8 生物源各類 VOCs 排放總量空間分佈

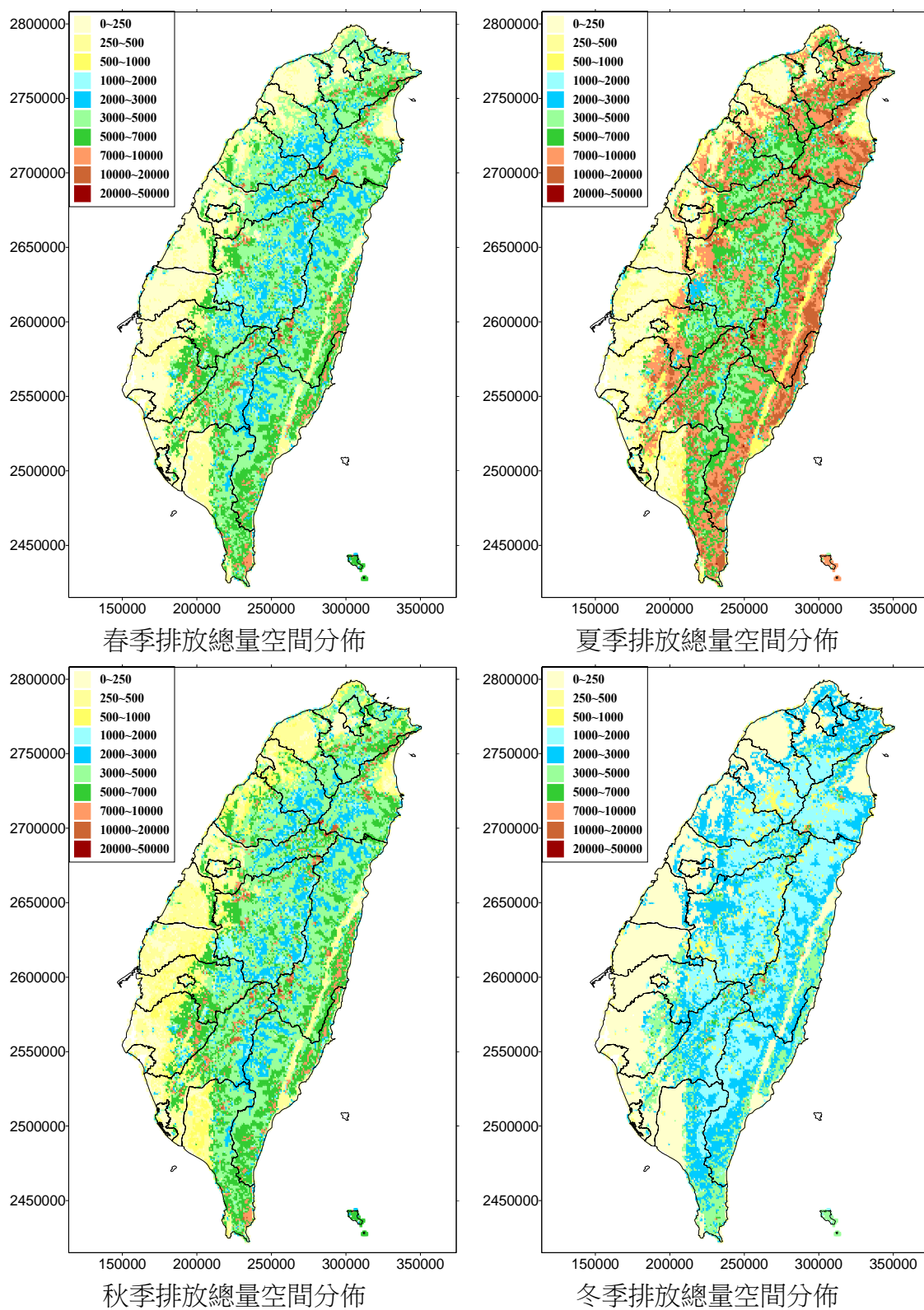


圖 9 生物源各季 VOCs 排放總量空間分佈

三、模擬結果之行政區分析

(一) 各空品區各物種排放量

1、年排放量及排放通量

圖 10 與表 9 為台灣地區 102 年各空品區之生物源排放總量。從圖表之中，我們可以看到，生物源排放總量以花東空品區為最大，約 14.0 萬公噸，佔全台灣排放總量的 30.6 %；其次為中部空品區，約佔 18.7 %；排放最少之空品區為竹苗空品區，約只佔 7.8 %，約為 3.6 萬公噸。各空品區主要排放生物源 VOC 物種，北部、竹苗、中部等空品區主要以 monoterpenes 排放量最為顯著，高屏、宜蘭、花東等空品區則是以 isoprene 排放量最顯著，而雲嘉南空品區則是以 OVOCs 排放量最顯著。

以各空品區之排放通量而言(如圖 11 所示)，同樣是以花東空品區最大，約 17.1 公噸/km²/yr；其次為宜蘭空品區，約 16.8 公噸/km²/yr；雲嘉南空品區最小，約 7.2 公噸/km²/yr。此外，isoprene、monoterpenes 及 OVOCs 均是以花東空品區為最大，MBO 則是宜蘭空品區最大，而雲嘉南空品區則是四種 VOCs 均為所有空品區中最小。

2、季排放量

表 10 為台灣地區 103 年各季各空品區之生物源排放量。從表中，我們可以看出，在春季(3~5 月)，以花東空品區之排放量最大，約為 3.4 萬公噸，佔當季總量約 30.6 %，依次為中部、高屏、北部、雲嘉南、宜蘭、竹苗空品區；在夏季(6~8 月)，仍舊以花東空品區之排放量最大，約 5.6 萬公噸，佔當季總量約 31.1 %，依次為中部、高屏、北部、宜蘭、竹苗、雲嘉南空品區；在秋季(9~11 月)，還是以花東空品區之排放量最大，約為 3.4 萬公噸，佔當季總量約 29.6 %，依次為中部、高屏、北部、雲嘉南、竹苗、宜蘭空品區；在冬季(1, 2, 12 月)，仍舊以花東空品區之排放量最大，約 1.7 萬公噸，佔當季總量的 30.6 %，依次為中部、高屏、北部、雲嘉南、竹苗、宜蘭空品區。由上可知，各空品區生物源排放量在四季的大小排序有相似性，均是以花東排放量最大，其次為中部、高屏、北部，而其餘空品區則是不同季節互有高低。

(二) 各縣市各物種排放量

圖 12 與表 9 為台灣地區 102 年各縣市之生物源排放量。從圖表之

中，我們可以看到，生物源排放總量以花蓮縣以及台東縣為最大，各別為 7.8 萬公噸以及 6.3 萬公噸，各佔全台灣排放總量的 16.9 % 以及 13.6 %；其次為南投縣，排放量為 5.8 萬公噸，佔 12.7 %，其餘各縣市則皆低於 10 % 以下，其中台北市、基隆市、新竹市、彰化縣、嘉義市與雲林縣的排放量皆佔不到 1 %。在縣市各種 VOC 排放量之比較，花蓮縣、台東縣、宜蘭縣、屏東縣、嘉義縣、桃園市等縣市則是以 isoprene 最高；僅台南市為以 OVOCs 最高；其餘縣市均以 monoterpenes 排放高於其它種 VOCs。

以各縣市之排放通量而言(如圖 13 所示)，則是以台東縣最大，約 17.4 公噸/km²/yr；宜蘭縣與花蓮縣次之，均約 16.8 公噸/km²/yr；嘉義市最小，約 2.6 公噸/km²/yr。比較各縣市各種 VOC 排放通量，isoprene 之排放通量仍以台東縣最大，約 7.9 公噸/km²/yr；宜蘭縣次之，約 7.0 公噸/km²/yr；嘉義市最小只有 0.3 公噸/km²/yr。Monoterpenes 之排放通量明顯以基隆市為最大，約 7.0 公噸/km²/yr；南投縣次之，約 5.3 公噸/平方公里/年；嘉義市最小，只有 1.2 公噸/km²/yr。OVOCs 之排放通量以基隆市最大，約 5.3 公噸/km²/yr；新北市次之，約 5.2 公噸/km²/yr；嘉義市仍為最小，只有 1.1 公噸/km²/yr。

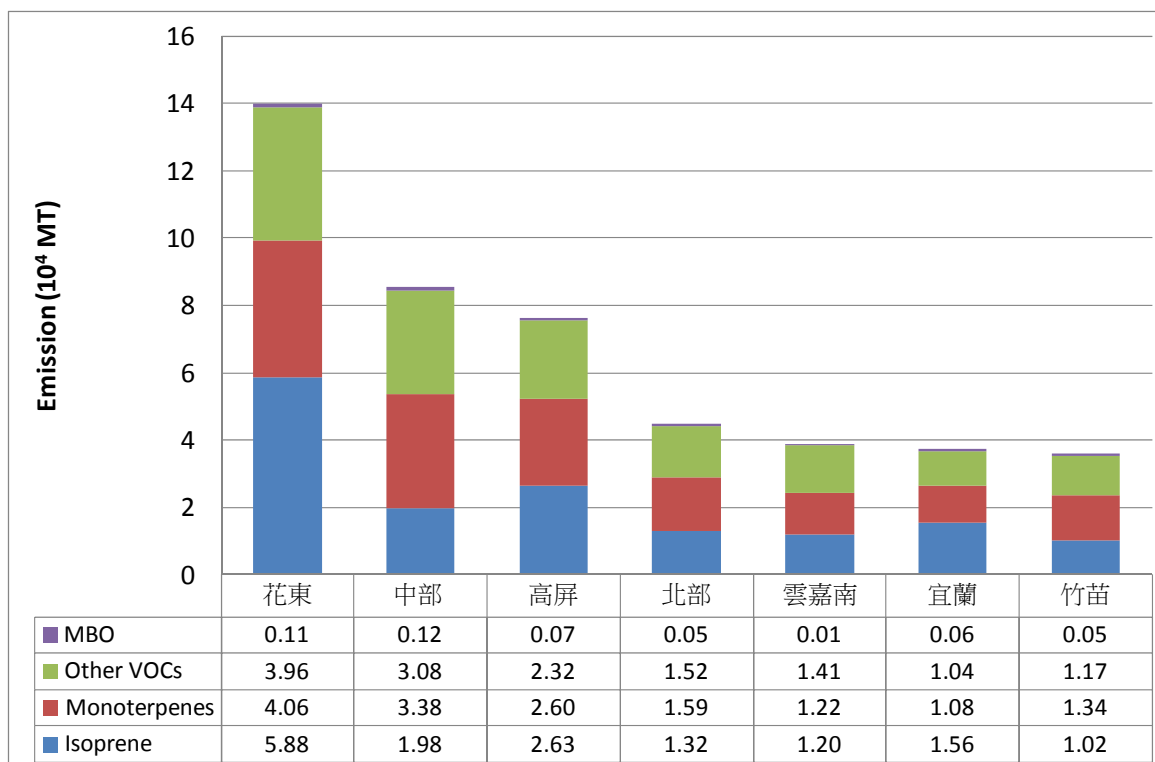


圖 10 台灣 102 年各空氣品質區之生物源 VOCs 排放總量

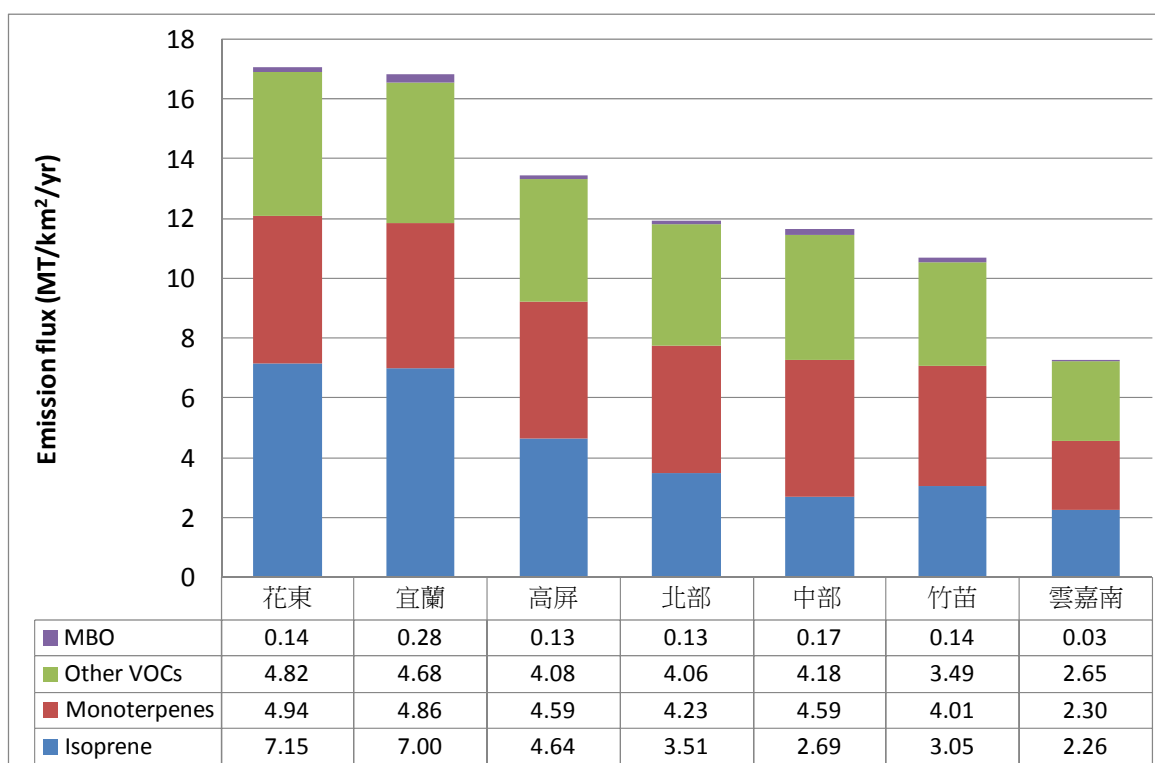


圖 11 台灣 102 年各空氣品質區之生物源 VOCs 排放通量

表 9 台灣 102 年各空氣品質區及各縣市之生物源 VOCs 排放總量(萬公噸)

		異戊二烯 (isoprene)	單帖類 (mono- terpenes)	其他 VOCs	MBO	合計	佔空品區 排放量 百分比	佔全台灣 排放總量 百分比
北部空 品區	台北市	0.03	0.12	0.09	0.00	0.24	5.44	0.53
	基隆市	0.02	0.10	0.08	0.00	0.21	4.61	0.45
	新北市	0.94	1.10	1.09	0.04	3.17	70.86	6.92
	桃園市	0.33	0.26	0.26	0.01	0.85	19.10	1.86
	Total	1.32	1.59	1.52	0.05	4.48	100.00	9.76
竹苗空 品區	新竹市	0.01	0.02	0.02	0.00	0.05	1.28	0.10
	新竹縣	0.40	0.51	0.44	0.03	1.37	38.29	2.99
	苗栗縣	0.62	0.81	0.71	0.02	2.16	60.43	4.72
	Total	1.02	1.34	1.17	0.05	3.58	100.00	7.81
中部空 品區	台中市	0.44	1.07	0.87	0.04	13	28.35	5.29
	彰化縣	0.04	0.15	0.13	0.00	0.32	3.71	0.69
	南投縣	1.50	2.16	2.08	0.08	5.82	67.94	12.69
	Total	1.98	3.38	3.08	0.12	8.56	100.00	18.67
雲嘉南 空品區	台南市	0.41	0.53	0.61	0.00	1.55	40.31	3.38
	嘉義市	0.00	0.01	0.01	0.00	0.02	0.42	0.04
	雲林縣	0.08	0.18	0.17	0.00	0.42	11.05	0.93
	嘉義縣	0.72	0.51	0.62	0.01	1.85	48.21	4.04
	Total	1.20	1.22	1.41	0.01	3.84	100.00	8.39
高屏空 品區	高雄市	1.28	1.43	1.30	0.06	4.08	53.45	8.89
	屏東縣	1.35	1.18	1.01	0.01	3.55	46.55	7.74
	Total	2.63	2.60	2.32	0.07	7.62	100.00	16.63
宜蘭空 品區	宜蘭縣	1.56	1.08	1.04	0.06	3.75	26.76	8.18
	Total	1.56	1.08	1.04	0.06	3.75	100.00	8.18
花東空 品區	花蓮縣	3.03	11	2.22	0.09	7.76	55.38	16.93
	台東縣	2.85	1.65	1.74	0.02	6.25	44.62	13.64
	Total	5.88	4.06	3.96	0.11	14.01	100.00	30.56
年總量		15.59	15.28	14.50	0.48	45.85		

表 10 台灣 102 年各空氣品質區各季之生物源 VOCs 排放量(萬公噸)

		異戊二烯 (isoprene)	單帖類 (mono- terpenes)	其他 VOCs	MBO	合計	%
春季(3-5月)	北部空品區	0.29	0.37	0.35	0.01	1.02	9.31
	竹苗空品區	0.23	0.32	0.28	0.01	0.84	7.61
	中部空品區	0.46	0.82	0.75	0.03	2.05	18.69
	雲嘉南空品區	0.29	0.30	0.35	0.00	0.94	8.60
	高屏空品區	0.66	0.65	0.58	0.02	1.90	17.33
	宜蘭空品區	0.35	0.25	0.25	0.01	0.86	7.87
	花東空品區	1.38	0.98	0.97	0.03	3.36	30.58
	Total	3.66	3.69	3.52	0.11	10.98	100.00
夏季(6-8月)	北部空品區	0.65	0.62	0.57	0.02	1.87	10.45
	竹苗空品區	0.47	0.51	0.43	0.02	1.44	8.05
	中部空品區	0.85	1.24	1.10	0.05	3.24	18.15
	雲嘉南空品區	0.47	0.42	0.48	0.01	1.38	7.71
	高屏空品區	1.04	0.91	0.79	0.03	2.76	15.43
	宜蘭空品區	0.76	0.44	0.39	0.03	1.62	9.07
	花東空品區	1.8	1.53	1.41	0.05	5.56	31.13
	Total	6.82	5.67	5.17	0.22	17.87	100.00
秋季(9-11月)	北部空品區	0.28	0.40	0.39	0.01	1.08	9.52
	竹苗空品區	0.25	0.34	0.30	0.01	0.91	7.96
	中部空品區	0.50	0.87	0.79	0.03	2.18	19.19
	雲嘉南空品區	0.31	0.33	0.38	0.00	1.03	9.05
	高屏空品區	0.65	0.67	0.60	0.02	1.94	17.02
	宜蘭空品區	0.34	0.26	0.26	0.01	0.87	7.63
	花東空品區	1.37	0.99	0.99	0.03	3.37	29.62
	Total	3.68	3.86	3.72	0.11	11.38	100.00
冬季(12,1,2月)	北部空品區	0.09	0.20	0.21	0.00	0.50	8.94
	竹苗空品區	0.08	0.17	0.15	0.00	0.40	7.14
	中部空品區	0.18	0.46	0.43	0.01	1.08	19.25
	雲嘉南空品區	0.13	0.17	0.20	0.00	0.49	8.77
	高屏空品區	0.29	0.38	0.35	0.01	1.03	18.26
	宜蘭空品區	0.12	0.13	0.14	0.00	0.39	7.03
	花東空品區	0.55	0.56	0.61	0.01	1.72	30.60
	Total	1.43	2.06	2.09	0.04	5.62	100.00

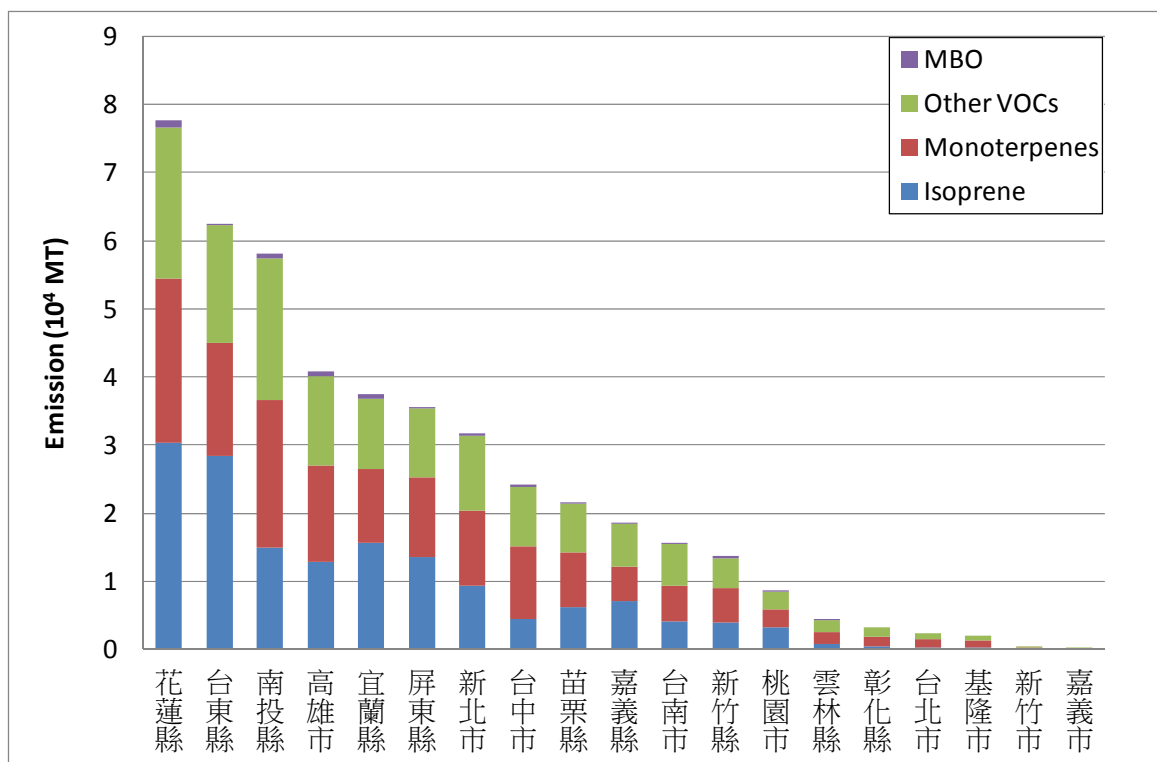


圖 12 台灣 102 年各縣市之生物源 VOCs 排放總量

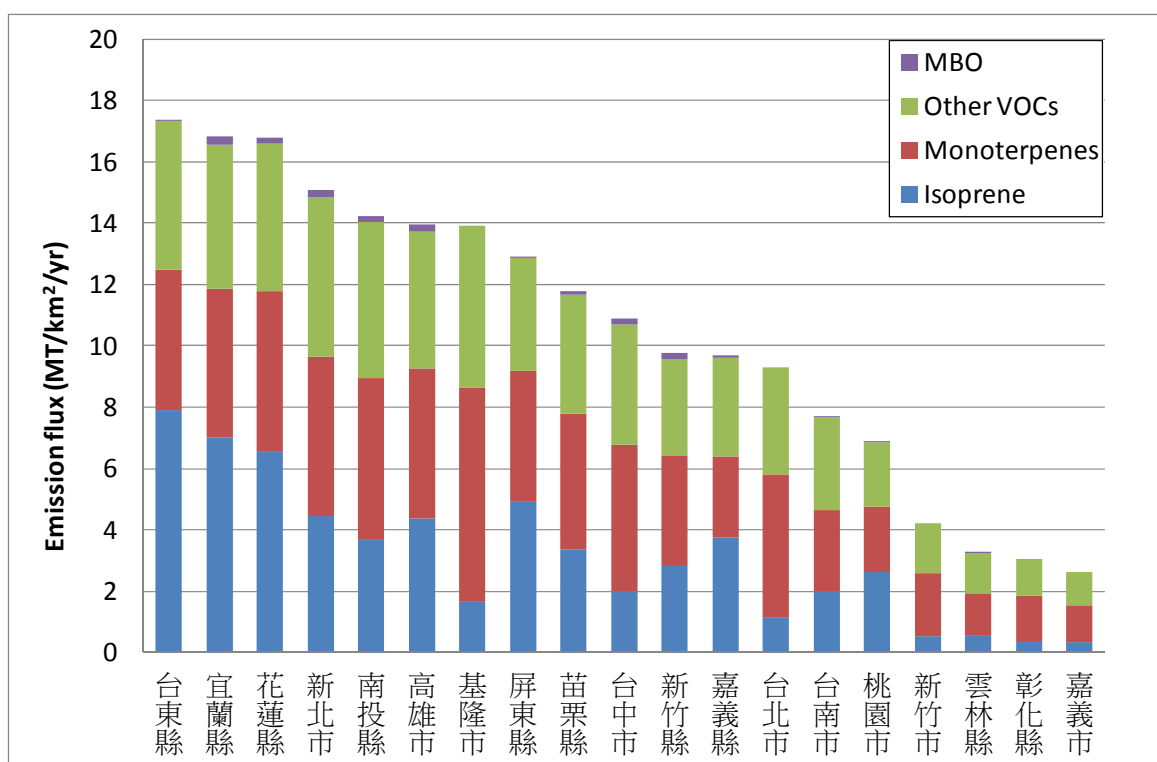


圖 13 台灣 102 年各縣市之生物源 VOCs 排放通量