

台灣農業生產時二氧化碳排放量測及減量對策

(國立台灣大學生化科技學系 楊盛行、林良平、劉清標、陳顥竹

國立台灣大學農業化學系 賴朝明、王一雄

國立中興大學土壤環境科學系 楊秋忠、趙震慶、譚鎮中

畜產試驗所新竹分所 李春芳 國立雲林科技大學環境與安全工程技術系 洪肇嘉)

一、前言

由於人口大量增加、工業蓬勃發展及社會活動頻繁，消耗龐大能源，產生許多新化學物質，污染大氣、水源和土壤，也導致全球變遷的主要原因 (Inubushi 和 Umebayashi, 1992)。例如溫室效應、懸浮微粒、酸雨、臭氧層的破壞及大氣輻射皆與此有關。目前全球關切的全球變遷問題包括：大氣中二氧化碳、臭氧、甲烷、氟氯碳化物、氧化亞氮及一氧化碳等微量氣體之急速增加而引發溫室效應。由人類活動排放至空氣中的硫氧化物、氮氧化物所造成的酸雨現象，氟氯碳化物大量使用因而造成臭氧層的嚴重破壞以及懸浮微粒對大氣輻射場之影響。

地球不斷由太陽接收可見光至紅外線部份的光而獲得能量，同時以可視光至近紅外線波長的光將其能量輻射至宇宙。大氣中的 CO_2 、 CH_4 和 N_2O 可以吸收紅外線而使地球表面溫暖化，當大量的溫室效應氣體逸入大氣中造成氣候改變和全球暖化。其中 CO_2 為最重要之溫室效應氣體，地球上溫度上升有一半由 CO_2 而來，其他 CH_4 、 N_2O 、 O_3 和 CFCs 為另一半 (楊盛行, 1995)。未來 50 年，由於溫室效應氣體的釋放可使地球每 10 年上升 0.3°C (Houghton 等, 1990)。台北市因地處盆地，人口密度高、汽機車多，未來 100 年，其溫度上升 5°C ，僅次於東京 7°C ，另有報告指出台灣每百年增加 4°C (臺北市府主計處, 1993)。

為了解全球變遷的現況及其影響，目前科技先進國家都非常重視相關研究，如有關酸性降雨問題，美國在過去十年就花了將近六億元的經費進行國家酸性降雨評估計畫。1991 年度美國用於地球變遷研究的經費就高達十億美金，其他如歐洲、日本、加拿大等國也投注了大量的經費和人力積極進行相關之地球環境變遷研究。聯合國氣候變化綱要公約 (FCCC) 第三次締約國大會於 1997 年 12 月 11 日簽下「京都議定書」，包括美國、歐聯、日本等 38 個國家或地區，訂出明確二氧化碳減量標準，以降低人類活動所排放之溫室氣體。

反觀我國過去三、四十年來快速的經濟與科技發展下，台灣地區自然環境早已發生巨大的改變，溫室氣體的排放、地層下陷、森林砍伐、土壤流失、土石流、野生動物滅絕、垃圾掩埋、畜產廢棄物等環境污染現象都非常嚴重，不論是政府或人民也都日益察覺到自然環境的維護已是經濟發展必須慎重考慮的事情，為了工業化和社會經濟發展對環境所造成之衝擊，以及了解台灣地區自然生態環境對全球變遷的反應敏感度，進行台灣地區的大氣環境變遷研究是非常重要而且迫切的課題。

過去八年，吾等分別從台灣北部、中部、南部及東部於田間實地監測水稻田、溼地、旱田、蔬菜園、森林土壤、掩埋場、堆肥場、反芻動物及交通運輸之甲烷、氧化亞

氮、二氧化碳等溫室氣體之產生情形、削弱狀況及減量方法，並於實驗室中探討環境因子對溫室氣體釋逸、削弱與減量之影響。另外也測定台灣南部河川、湖泊、淺海之甲烷釋出量和溫室氣體含量及通量（呂世宗等，1997、1998；楊盛行，1999、2000b、2001、2003）。

Yang 等 (2003a) 根據國內 11 處水田第一期及第二期作之甲烷及氧化亞氮排放係數，估算台灣水稻田 1990-2000 年第一期之甲烷排放量介於 8,062–12,066 公噸，氧化亞氮排放量介於 472–670 公噸，如以 IPCC (1997) 方法估計甲烷排放量，如全期浸水時介於 60,660–87,323 公噸，如採期中單一排水時排放量介於 30,330–43,662 公噸，如採多次排水時則排放量介於 12,132–17,465 公噸。至於二期水稻 1990–2000 年間之溫室氣體排放，如採用本地資料估算甲烷排放量介於 16,261–25,007 公噸，氧化亞氮 236–359 公噸，如採用 IPCC (1997) 方法估計，甲烷排放量全期浸水時介於 53,485–82,541 公噸，採期中單一排水時排放量介於 40,114–61,906 公噸，採期中多次排水時排放量介於 16,046–24,762 公噸。可見由本地之實測值估算，比 IPCC 多次排水時之甲烷排放量約低 14.3%。

至於旱作方面溫室氣體排放，Yang 等 (2003a) 也由國內實測值，如國內無資料則以 IPCC 資料估算，而得 1990–2000 年台灣旱作之甲烷排放量介於 137.8–252.2 公噸，氧化亞氮排放量介於 1079.8–1976.4 公噸，蔬菜田甲烷排放量介於 411.7–460.2 公噸，氧化亞氮排放量於 1783.8–1994.1 公噸，果樹園甲烷排放量介於 96.5–99.7 公噸，氧化亞氮介於 2540.1–2621.7 公噸，花卉田甲烷排放介於 2.7–4.8 公噸，氧化亞氮排放介於 30.7–54.2 公噸，牧草地甲烷排放介於 3.8–4.6 公噸，氧化亞氮排放介於 42.7–52.2 公

噸，綠肥田甲烷排放介於 3.3–51.1 公噸，氧化亞氮排放介於 38.1–582.4 公噸。

至於畜牧養殖時，包括腸內發酵和廢棄物處理，Yang 等 (2003b) 用本地資料，而國內無資料時引用 IPCC 之資料，估算 1990–2000 年台灣畜牧養殖時之腸內發酵產生甲烷介於 30,860.6–39,267.7 公噸，由廢棄物處理產生之甲烷介於 51,182.3–72,985.3 公噸，產生氧化亞氮介於 1,889.8–2,426.3 公噸。

溫室氣體排放，不但造成地球溫暖化、土壤水分蒸發、病蟲害加劇，同時會影響動物和植物細胞生理。大鼠吸入 1.2 ppm NO₂，0.3 ppm O₃ 或兩者混合物，結果發現 O₃ 可以增加肺泡巨噬細胞 poly ADPR 合成酵素活性 25%，NO₂ 和 O₃ 混合氣體則增加酵素活性 53%。O₃ 可造成動物細胞 DNA 斷裂，NO₂ 則有加成作用。另外懸浮微粒會造成人類和動物呼吸道疾病，在畜舍中，懸浮微粒含量高時，會引發豬隻肺炎及胸膜炎。當懸浮微粒超過 2.4 mg/m³，CO₂ 濃度大於 1,540 ppmv 對人類及豬隻健康有不良影響。調查發現台灣六家養豬場在開放式豬舍與肉豬舍懸浮微粒分別為 0.15 和 0.34 mg/m³，可呼吸性吸入之懸浮微粒平均為 0.14 mg/m³，CO₂ 為 600–895 ppmv。至於保育舍及分娩舍由於密閉式或半開放式故明顯高於此值。可見農放部門產生之溫室氣體與懸浮微粒對動物細胞影響大。

因而本文特將過去有關台灣農業生產時二氧化碳排放情形及其可能減量對策整理如表一，提供環保署、農委會、衛生署、國科會和經濟部等施政參考用。

二、大氣二氧化碳濃度

大氣中二氧化碳濃度可用 FTIR 光譜儀直接掃描測定，亦可以取樣後以 GC 測定。兩者之二氧化碳吸收面積與二氧化碳濃度間

皆有良好之直線關係， $r^2 > 0.9956$ 。台大校園二氧化碳濃度以 GC 測定介於 285–398 ppmv，因點測定濃度變化大。以 FTIR 測定二氧化碳濃度介於 382–408 ppm-m，因線測定濃度變化小 (Chang 等，1999；楊盛行和張讚昌，2000；Hegde 等，2001)。

水稻田大氣中二氧化碳濃度因水稻生長期、測定時間和地點而有所變化，插秧期大氣二氧化碳濃度 433.14 ± 27.38 ppmv，分蘗盛期 402.69 ± 6.08 – 455.94 ± 79.41 ppmv，孕穗期 356.37 ± 36.03 – 424.53 ± 19.67 ppmv，休閒期 385.43 ± 32.24 – 459.85 ± 76.79 ppmv。當以 FTIR 測定時大氣二氧化碳濃度 391.96 ± 21.90 ppm-m (陳顥竹等，2003)。

濕地大氣二氧化碳濃度受因地點、漲退潮和測定時間有所不同，退潮後大氣二氧化碳濃度 284.15 ± 23.09 – 442.38 ± 48.33 ppmv，而漲潮前大氣二氧化碳濃度 264.69 ± 14.59 – 423.22 ± 27.96 ppmv。如以 FTIR 測定時大氣二氧化碳濃度介於 226.32 ± 63.65 – 229.89 ± 8.27 ppm-m，以 GC 測定時大氣二氧化碳濃度介於 185.80–603.12 ppmv (Chang 等，1999；陳顥竹等，2003)。

垃圾掩埋場大氣二氧化碳濃度與掩埋成分、掩埋方式、水分含量、掩埋期間有關。掩埋 1–2 年大氣二氧化碳濃度介於 383–907 ppmv，掩埋 2–3 年為 310.03 ± 9.72 – 530.07 ± 4.54 ppmv，掩埋 5 年為 353–486 ppmv。如以 FTIR 測定時掩埋 1–2 年大氣二氧化碳濃度介於 293–367 ppm-m，掩埋 5 年為 325–376 ppm-m (Hegde 等，2001；Yang 和 Hegde，2001)。

三、二氧化碳釋放量

水稻田二氧化碳釋放量受地點、生長期、期作、品種和測定時間而定。第一期作

水稻二氧化碳釋放量介於 -500–1,208.3 mg/m²/h，而第二期作水稻則介於 -110–1,000 mg/m²/h。如不含植株第一期作水稻二氧化碳釋放量介於 -255.71–750 mg/m²/h，第二期作為 25.0–398.11 mg/m²/h。第一期作插秧期二氧化碳釋放量 -72.65 ± 100.63 – 108.38 ± 22.65 mg/m²/h，分蘗盛期介於 -30.51 ± 158.89 – 205.73 ± 71.75 mg/m²/h，孕穗期介於 -438.98 ± 40.28 – 885.43 ± 105.87 mg/m²/h，休閒期為 -255.71 ± 234.90 – 119.35 ± 141.54 mg/m²/h。第二期作插秧期二氧化碳釋放量 -87.0–1,100 mg/m²/h，分蘗盛期介於 -201–1,500 mg/m²/h，孕穗期為 43.34 ± 191.26 – 93.77 ± 218.79 mg/m²/h，抽穗與開花期介於 -200.0–910.0 mg/m²/h，糊熟期 -295–600 mg/m²/h，收穫期為 50.95 ± 112.38 – 154.93 ± 58.56 mg/m²/h，休閒期為 284.87 ± 65.72 – 398.11 ± 88.20 mg/m²/h (王一雄，1997；譚鎮中，1997；陳信偉等，1998；陳顥竹等，2003)。

旱作方面，春作玉米上午 5 時二氧化碳釋放量 -10–360 mg/m²/h，而下午 2 時則為 -230–230 mg/m²/h。秋作玉米上午 5 時二氧化碳釋放量 128–427 mg/m²/h，下午 2 時為 -805– -72 mg/m²/h。春作蔬菜田上午 5 時二氧化碳釋放量為 20–720 mg/m²/h，下午 2 時為 -130–970 mg/m²/h。春作甘藍上午 5 時二氧化碳釋放量 334–1,232 mg/m²/h，下午 2 時為 -284–435 mg/m²/h。春作洋香瓜上午 5 時二氧化碳釋放量 -5–2,010 mg/m²/h，下午 2 時為 267–1,888 mg/m²/h。秋作結球白菜上午 5 時二氧化碳釋放量 68–605 mg/m²/h，下午 2 時為 -614–35 mg/m²/h (王一雄，1997；楊秋忠，1997)。

濕地方面地點不同、漲退潮和測定時間有所不同，退潮後二氧化碳釋放量介於 -150.24 ± 79.24 – 69.37 ± 90.29 mg/m²/h，漲潮前為 -25.88 ± 9.15 – 181.17 ± 132.85 mg/m²/h。濕地

平均二氧化碳釋放量 $12.56 \pm 85.12 \text{ mg/m}^2/\text{h}$ ，湖區有機質高，二氧化碳平均釋放量 $39.50 \text{ mg/m}^2/\text{h}$ 。林場二氧化碳釋放量因地點和測定時間而有所不同，上午 6 時二氧化碳釋放量為 $10\text{--}468 \text{ mg/m}^2/\text{h}$ ，而下午 2 時為 $15\text{--}577 \text{ mg/m}^2/\text{h}$ (王一雄，1997；楊秋忠，1997；陳信偉等，1998；張讚昌和楊盛行，1998；楊秋忠和劉智文，1998；Chang 等，1999；楊盛行，2000；Lee 等，2002；陳顥竹等，2003)。

乾乳牛飼以不同飼料，每隻每日二氧化碳釋放量介於 $7.02\text{--}8.73 \text{ kg}$ ，平均 7.70 kg 。台灣 15,000 頭乾乳牛每年釋放二氧化碳 $42,168 \text{ ton}$ 。體重 425 kg 女牛，飼以不同飼料，每隻每日二氧化碳釋放量 5.36 kg 。體重 275 kg 女牛，飼以不同飼料，每隻每日二氧化碳釋放量介於 $4.88\text{--}5.62 \text{ kg}$ ，平均 5.21 kg 。台灣 52,000 頭女牛每年釋放二氧化碳 $98,947 \text{ ton}$ (Huang 和 Wang，2000；Lee 等，2001)。

垃圾掩埋場滲出水，夏季在好氣條件處理 14–56 天，二氧化碳釋放量 $2.40\text{--}19.17 \text{ mg/l/h}$ ；在嫌氣條件下二氧化碳釋放量 $14.00\text{--}160.56 \text{ mg/l/h}$ 。冬季在好氣條件處理時二氧化碳釋放量 $4.64\text{--}21.63 \text{ mg/l/h}$ ；在嫌氣條件下二氧化碳釋放量 $13.12\text{--}299.80 \text{ mg/l/h}$ 。垃圾掩埋場，掩埋 1–2 年二氧化碳釋放量介於 $-1,078.62 \pm 2,454.48\text{--}343.15 \pm 90.29 \text{ mg/m}^2/\text{h}$ ，掩埋 2–3 年二氧化碳釋放量介於 $0\text{--}2,111.45 \pm 2,695.84 \text{ mg/m}^2/\text{h}$ ，掩埋 5 年二氧化碳釋放量 $0\text{--}200.57 \text{ mg/m}^2/\text{h}$ 。掩埋 >5 年二氧化碳釋放量 $495.37 \pm 82.34\text{--}1,521.23 \pm 450.12 \text{ mg/m}^2/\text{h}$ (Hsu 等，1999；謝亞寧等，2000；Hsieh 等，2001)。

堆肥堆積過程中，二氧化碳釋放量由堆積開始介於 $10,076 \pm 1,417\text{--}19,558 \pm 5,238 \text{ mg/m}^2/\text{h}$ ，降至堆積 2 個月介於 $1,036 \pm 375\text{--}1,955 \pm 76 \text{ mg/m}^2/\text{h}$ (趙震慶，1998；陳顥竹等，2003；劉清標和林良平，2003)。

土壤在 60%水份含量未施用廐肥時，在 70 天培育中，二氧化碳釋放量介於 $56.64 \pm 20.76\text{--}336.17 \pm 41.53 \text{ nM/kg soil/d}$ ；如每 kg 土壤施用相當 360 mgN 廐肥時，二氧化碳釋放量介於 $89.46 \pm 12.86\text{--}2,239.30 \pm 803.22 \text{ nM/kg soil/d}$ 。土壤浸水未施用廐肥在 70 天培育中，二氧化碳釋放量介於 $27.65 \pm 9.27\text{--}67.78 \pm 12.42 \text{ nM/kg soil/d}$ ；如每 kg 土壤施用相當 360 mgN 廐肥時，二氧化碳釋放量介於 $70.49 \pm 4.70\text{--}866.98 \pm 76.64 \text{ nM/kg soil/d}$ (趙震慶，1998)。

交通運輸方面，以北美地區或歐洲地區排放係數估算，1994 年台灣二氧化碳釋放量二行程機車 $1,982\text{--}4,569 \text{ ton}$ 、四行程機車 $1,063\text{--}1,939 \text{ ton}$ 、汽油小客車 $7,598\text{--}10,564 \text{ ton}$ 、汽油小貨車 $2,193\text{--}2,672 \text{ ton}$ 、柴油小貨車 $944\text{--}1,113 \text{ ton}$ 、柴油大客車 $792\text{--}1,016 \text{ ton}$ 、柴油大貨車 $5,497\text{--}7,046 \text{ ton}$ 、共計 $20,069\text{--}28,919 \text{ ton}$ (洪肇嘉等，1999)。

由上可知台灣農業生產過程中，二氧化碳釋放量視作物種類、耕作方式、水管理、栽培過程、處理方式等不同而異。以上所整理之資料可提供國人溫室氣體排放及減量對策參考，亦提供農政單位、環保署、工業局、衛生署、國科會和經濟部等部門施政及政策擬定時之參考。

表一、國內農業生產相關之二氧化碳排放量測

逸散源	研究成果	出處
溫室氣體濃度	以 GC 測定 CO ₂ 濃度 (Y) 與吸收面積 (X) 在 1-10 ⁶ ppmv 間有直線關係, $Y=2.196X-5.584$, $r^2>0.99$ 。以 FTIR 測定 CO ₂ 濃度可用波數 2,239-2,393 cm ⁻¹ 吸收面積測定其濃度, 在 CO ₂ 濃度 40-80 ppm-m 時, 吸收面積 (X) 和濃度 (Y) 之關係為 $Y=2.3373X-274.54$, $r^2=0.9956$; 當 CO ₂ 濃度 > 80 ppm-m 時, $Y=6.1209X-777.36$, $r^2=0.9956$ 。	Chang 等, 1999。
台大校總區校園	1999 年 8 月 20 日校園以 GC 測定大氣 CO ₂ 濃度介於 331-381 ppmv, 平均為 360.3±5.00 ppmv。以 FTIR 測定大氣 CO ₂ 濃度介於 349-370 ppm-m, 平均為 360 ppm-m。	Hegde 等, 2001。
台大校園走廊	1997 年 11 月 10 日以 GC 測定 (n=9) 大氣 CO ₂ 濃度 0-10 m 距離為 285.46±76.24 ppmv; 10-20 m 距離為 311.91±67.00 ppmv; 20-25 m 距離為 330.95±66.39 ppmv; 25-30 m 距離為 356.19±70.44 ppmv; 30-40 m 距離為 379.02±73.71 ppmv; 40-45 m 距離為 398.98±74.50 ppmv。以 FTIR 測定 (n=4) 大氣 CO ₂ 濃度 0-10 m 距離為 389.59±7.84 ppm-m; 0-20 m 距離為 390.76±0.08 ppm-m; 0-30 m 距離為 382.87±3.54 ppm-m; 0-40 m 距離為 397.16±3.54 ppm-m; 0-50 m 距離為 396.12±0.46 ppm-m; 0-60 m 距離為 392.22±1.43 ppm-m; 0-70 m 距離為 390.61±1.29 ppm-m; 0-80 m 距離為 403.23±1.32 ppm-m; 0-90 m 距離為 408.16±4.32 ppm-m。	楊盛行和張讚昌, 2000。
台大試驗農場	以 FTIR 測定大氣 CO ₂ 平均濃度 391.96±21.9 ppm-m。	Chang 等, 1999。
台大試驗農場	第一期作含水稻植株 CO ₂ 釋放量 58.3-1,208.3 mg/m ² /h, 未含水稻植株釋放量 61.3-186.5 mg/m ² /h。第二期作含水稻植株其釋放量 50.0-125 mg/m ² /h, 未含水稻植株釋放量 25.0-91.9 mg/m ² /h。水稻田含植株上午 5 時 CO ₂ 釋放量-80-490 mg/m ² /h, 不含植株介於 0-160 mg/m ² /h。下午 2 時含植株其釋放量為-150-150 mg/m ² /h, 不含植株為 0-140 mg/m ² /h。玉米田含植株上午 5 時 CO ₂ 釋放量-10-360 mg/m ² /h, 不含植株為-10-310 mg/m ² /h。下午 2 時含植株其釋放量-230-230 mg/m ² /h 和不含植物為-70-340 mg/m ² /h。蔬菜田上午 5 時 CO ₂ 釋放量為 20-720 mg/m ² /h 和不含植株為 10-280 mg/m ² /h。下午 2 時含植株 CO ₂ 釋放量為-130-970 mg/m ² /h 和不含植株為 0-300 mg/m ² /h。	王一雄, 1997; 陳信偉等, 1998。
桃園區農業改良場	春作甘藍上午 5 時含植株 CO ₂ 釋放量 334-1,232 mg/m ² /h, 不含植株則為 162-514 mg/m ² /h。下午 2 時含植株 CO ₂ 釋放量-284-435 mg/m ² /h, 不含植株則為 135-535 mg/m ² /h。春作洋香瓜上午 5 時含植株 CO ₂ 釋放量-5-2,010 mg/m ² /h, 不含植株為 2-1,148 mg/m ² /h。下午 2 時含植株 CO ₂ 釋放量 267-1,888 mg/m ² /h, 不含植株則為 50-1,181 mg/m ² /h。秋作玉米上午 5 時含植株 CO ₂ 釋放量 128-427 mg/m ² /h, 不含植株為 66-399 mg/m ² /h。下午 2 時含植株 CO ₂ 釋放量-805- -72 mg/m ² /h, 不含植株則為-11-920 mg/m ² /h。秋作結球白菜上午 5 時含植株 CO ₂ 釋放量 68-605 mg/m ² /h, 不含植株則為 8-112 mg/m ² /h。下午 2 時含植株 CO ₂ 釋放量-614-35 mg/m ² /h, 不含植株則為 34-251 mg/m ² /h。	王一雄, 1997。
中興大學農業試驗場	一期作水稻含植株 CO ₂ 釋放量介於-250-850 mg/m ² /h, 插秧期最高, 抽穗盛期最低。不含植株 CO ₂ 釋放量-100-140 mg/m ² /h, 休閒期變化最大。二期作水稻插秧期含植株 CO ₂ 釋放量介於-87.0-382.0 mg/m ² /h, 不含植株-88.2-86.4 mg/m ² /h。分蘖盛期含植株 CO ₂ 釋放量介於-201.0-713.0 mg/m ² /h, 不含植株-86.9-25.0 mg/m ² /h。抽穗與開花期含植株 CO ₂ 釋放量介於-200.0-910.0 mg/m ² /h, 不含植株-15.0-180.0 mg/m ² /h。糊熟期含植株 CO ₂ 釋放量介於-295.0-600.0 mg/m ² /h, 不含植株時為-5.0-505.0 mg/m ² /h。休閒期 CO ₂ 釋放量介	譚鎮中, 1997。

逸散源	研究成果	出處
	於-150–280.0 mg/m ² /h。	
彰化溪湖農家	一期作水稻含植株 CO ₂ 釋放量介於-870–150 mg/m ² /h，孕穗期最低，分蘗期最高。不含植株 CO ₂ 釋放量-80–500 mg/m ² /h，糊熟期最低，休閒期最高。二期作水稻插秧期含植株 CO ₂ 釋放量介於 100–1,100 mg/m ² /h，不含植株 90.0–102.0 mg/m ² /h。分蘗盛期含植株 CO ₂ 釋放量介於-15.0–1,500 mg/m ² /h，不含植株 0–115.0 mg/m ² /h。抽穗期含植株 CO ₂ 釋放量介於 0–510 mg/m ² /h，不含植株 0–250 mg/m ² /h。糊熟期含植株 CO ₂ 釋放量介於 0–410 mg/m ² /h，不含植株 50–100 mg/m ² /h。休閒期 CO ₂ 釋放量介於-100–240 mg/m ² /h。	譚鎮中，1997。
彰化溪湖農家	91 年第一期作台梗 17 號水稻，大氣中 CO ₂ 濃度分蘗盛期為 455.94±79.41 ppmv，孕穗期為 424.53±19.67 ppmv，休閒期為 459.85±76.79 ppmv，平均 444.16±17.99 ppmv。分蘗盛期上午 8 時 CO ₂ 釋放量 205.73±71.75 mg/m ² /h 和下午 2 時為 -30.51±158.89 mg/m ² /h，孕穗期上午 8 時 CO ₂ 釋放量-244.00±114.68 mg/m ² /h 和下午 2 時為-438.98±40.28 mg/m ² /h，休閒期 CO ₂ 釋放量 119.35±141.54 mg/m ² /h，平均為-77.68±264.37 mg/m ² /h。	陳顥竹等，2003。
彰化大城農家	91 年第一期作台中秈 2 號水稻，大氣 CO ₂ 濃度孕穗期為 356.37±36.03 ppmv，休閒期 439.92±58.70 ppmv，平均 398.15±59.08 ppmv。CO ₂ 釋放量孕穗期為-329.78±15.22 mg/m ² /h，休閒期-255.71±234.90 mg/m ² /h，平均-292.75±52.38 mg/m ² /h。	陳顥竹等，2003。
彰化花壇農家	90 年第二期作台梗 17 號及台中秈 2 號水稻，大氣 CO ₂ 濃度孕穗期為 356.45±17.59 ppmv，收穫期 397.29±93.22 ppmv，休閒期 415.98±31.37 ppmv，平均 389.97±30.44 ppmv。台中秈 2 號水稻，CO ₂ 釋放量孕穗期為 93.77±218.79 mg/m ² /h，收穫期為 50.95±112.38 mg/m ² /h，休閒期為 284.87±65.72 mg/m ² /h，平均 143.20±124.55 mg/m ² /h。台梗 17 號水稻，CO ₂ 釋放量孕穗期為 43.34±191.26 mg/m ² /h，收穫期為 154.93±58.56 mg/m ² /h，休閒期為 398.11±88.20 mg/m ² /h，平均 198.79±181.41 mg/m ² /h。	陳顥竹等，2003。
彰化花壇農家	91 年第一期作台梗 17 號及台中秈 2 號水稻，大氣 CO ₂ 濃度插秧期 433.14±27.38 ppmv，分蘗盛期 402.69±6.08 ppmv，孕穗期 383.80±2.10 ppmv，休閒期 385.43±32.24 ppmv，平均 401.27±22.90 ppmv。台梗 17 號水稻，CO ₂ 釋放量插秧期為 -72.65±100.63 mg/m ² /h，分蘗盛期 -2.01±62.05 mg/m ² /h，孕穗期 885.43±105.87 mg/m ² /h，休閒期 -92.27±18.71 mg/m ² /h，平均 179.63±472.13 mg/m ² /h。台中秈 2 號水稻，CO ₂ 釋放量插秧期 108.38±22.65 mg/m ² /h，分蘗盛期 58.48±130.69 mg/m ² /h，孕穗期 2,375.66±818.75 mg/m ² /h，休閒期 -181.64± 34.86mg/m ² /h，平均 590.22±1,197.01 mg/m ² /h。	陳顥竹等，2003。
嘉義鹿草農家	一期作水稻含植株 CO ₂ 釋放量介於-500–600 mg/m ² /h，糊熟期最低，孕穗期最高。不含植株 CO ₂ 釋放量-100–300 mg/m ² /h，糊熟期最低，休閒期最高。二期作水稻種植期間含植株 CO ₂ 釋放量介於 -110–1,000 mg/m ² /h，抽穗期最高，插秧期最低。不含植株 CO ₂ 釋放量-90–140 mg/m ² /h，抽穗期最高，休閒期最低。	譚鎮中，1997。
高雄旗南農業改良場	一期作水稻含植株 CO ₂ 釋放量介於-350–500 mg/m ² /h，乳熟期變化最大。不含植株 CO ₂ 釋放量-10–750 mg/m ² /h，乳熟期最低，休閒期最高。二期作水稻種植期間含植株 CO ₂ 釋放量介於-450–2,400 mg/m ² /h，分蘗盛期最高，插秧期最低。不含植株 CO ₂ 釋放量 0–110 mg/m ² /h，分蘗期最高，插秧最低。	譚鎮中，1997。
台南 / 旗山旱田	台南旱田 CO ₂ 釋放量為 252.8±11.9 mg/m ² /h，旗山旱田 CO ₂ 釋放量為 354.1±12.8 mg/m ² /h。	楊秋忠，1997。

逸散源	研究成果	出處
濕地	關渡濕地 CO ₂ 釋放量-300-200 mg/m ² /h，新竹港南濕地大氣 CO ₂ 濃度 226.32±63.65 ppm-m；CO ₂ 釋放量-410-300 mg/m ² /h。曾文溪濕地 CO ₂ 吸收及釋放量分別為 52.1±2.2 及 26.3±7.7 mg/m ² /h。	王一雄，1997；楊秋忠，1997；張讚昌和楊盛行，1998；陳信偉等，1998；楊盛行，2000。
新竹港南湖區	1998 年 5 月 20-22 日以 FTIR 測定，大氣 CO ₂ 濃度平均 229.89±8.27 ppm-m。以 GC 測定大氣 CO ₂ 濃度平均 438.05 ppmv，最高值 603.12 ppmv，最低值 185.80 ppmv。CO ₂ 平均釋放量 39.50 mg/m ² /h，最高值 232.65 mg/m ² /h，最低值 1.06 mg/m ² /h。	Chang 等，1999。
新竹港南濕地	2001 年 12 月 23 日，退潮後大氣 CO ₂ 濃度 332.54 ± 60.83 ppmv，漲潮前為 264.69±14.59 ppmv；退潮後 CO ₂ 釋放量 57.60±66.78 mg/m ² /h，漲潮前為 47.56±49.83 mg/m ² /h。2002 年 1 月 26 日，退潮後大氣 CO ₂ 濃度 429.19±63.99 ppmv，漲潮前為 284.15±23.09 ppmv；退潮後 CO ₂ 釋放量 39.82±23.08 mg/m ² /h，漲潮前為-25.88 ±9.15 mg/m ² /h。2002 年 1 月 27 日，退潮後大氣 CO ₂ 濃度 325.19±9.00 ppmv，漲潮前為 303.47±31.06 ppmv；退潮後 CO ₂ 釋放量-150.24± 79.24 mg/m ² /h，漲潮前為 4.34±62.47 mg/m ² /h。2002 年 4 月 6 日，退潮後大氣 CO ₂ 濃度 370.64±3.42 ppmv，漲潮前為 358.85±33.04 ppmv；退潮後 CO ₂ 釋放量-84.63±97.93 mg/m ² /h，漲潮前為 181.17±132.85 mg/m ² /h。2002 年 4 月 7 日，退潮後大氣濃度 442.38±48.33 ppmv，漲潮前為 423.22±27.96 ppmv；退潮後 CO ₂ 釋放量 34.91±76.73 mg/m ² /h，漲潮前為 91.09±49.92 mg/m ² /h。2002 年 6 月 8 日，退潮後大氣 CO ₂ 濃度 313.56±36.40 ppmv，漲潮前為 388.22±86.28 ppmv；退潮後 CO ₂ 釋放量-107.15±34.19 mg/m ² /h，漲潮前為 6.64±38.41 mg/m ² /h。2002 年 6 月 9 日，退潮後大氣 CO ₂ 濃度 344.71± 9.78 ppmv，漲潮前為 418.27±10.91 ppmv；退潮後 CO ₂ 釋放量 69.37±90.29 mg/m ² /h，漲潮前為 11.19±42.64 mg/m ² /h。十四次大氣 CO ₂ 濃度測定值介於 264.69±14.59-442.38±48.32 ppmv，平均 357.07±56.94 ppmv；十四次 CO ₂ 釋放量測定值介於-150.24±77.24-181.27±132.85 mg/m ² /h，平均 12.56± 85.12 mg/m ² /h。	陳顥竹等，2003。
林場	蕙蓀林場 CO ₂ 釋放量下午 2 時為 60-237 mg/m ² /h 和上午 6 時為 52-235 mg/m ² /h，平均 145 mg/m ² /h。新化林場 CO ₂ 釋放量下午 2 時為 19-577 mg/m ² /h 和上午 6 時為 10-468 mg/m ² /h，平均 199 mg/m ² /h。林試所福山分所及六龜分所 CO ₂ 釋放量平均分別為 140±80 mg/m ² /h 及 320±130 mg/m ² /h。塔塔加森林區 CO ₂ 釋放量為 -80-70 mg/m ² /h。	楊秋忠，1997；楊秋忠和劉智文，1998；陳信偉等，1998；Lee 等，2002。
果園	國姓香蕉園 CO ₂ 釋放量下午 2 時為 15-358 mg/m ² /h 和上午 6 時為 21-349 mg/m ² /h，平均 145 mg/m ² /h。新化芒果園 CO ₂ 釋放量下午 2 時為 61-374 mg/m ² /h 和上午 6 時為 40-353 mg/m ² /h，平均 144 mg/m ² /h。	楊秋忠，1997；楊秋忠和劉智文，1998。
雞飼養產業	台灣地區肉雞產業 CO ₂ 釋放量約為 742,457 Mt，蛋雞產業 CO ₂ 釋放量約為 8,103,760 Mt。	Huang 和 Wang，2000。
乾乳牛	乾乳牛飼以盤固拉草、狼尾草和玉米時，每日每隻牛體內分別產生 CO ₂ 為 3,745 l (相當於 7.36 kg)、3,575 l (相當於 7.02 kg) 和 4,443 l (相當於 8.73 kg)。每頭乾乳牛每日平均 CO ₂ 釋放量 3,921 l，估算台灣每頭乾乳牛釋放 CO ₂ 係數為 2,811 kg，台灣 15,000 頭乾乳牛每年釋放 CO ₂ 42,168 ton。	Lee 等，2001。
女牛	體重 425 kg 女牛，飼以青貯玉米，每日每隻女牛體內產生 CO ₂ 2,731 l (相當於 5.36 kg)。體重 275 kg 女牛，飼以半乾青貯盤固草、青貯狼尾草和青貯玉米時，每日每隻女牛體內分別產生 CO ₂ 2,864 l (相當於 5.62 kg)、2,484 l (相當於 4.88 kg) 和 2,614 l (相當於	Lee 等，2001。

逸散源	研究成果	出處
	5.13 kg)。以體重 275 kg 女牛，每日每頭體內排放 CO ₂ 2,654 l，估算每隻女牛釋放 CO ₂ 係數 1,903 kg，台灣 52,000 頭女牛每年釋放 CO ₂ 98,947 ton。	
山豬窟掩埋場滲出水	夏季在好氣條件處理 14-56 天 CO ₂ 釋放量 17.95-19.17 mg/l/h；在嫌氣條件下 CO ₂ 釋放量 23.58-32.52 mg/l/h。冬季在好氣條件處理 14-56 天 CO ₂ 釋放量 15.79-21.63 mg/l/h；在嫌氣條件下 CO ₂ 釋放量 288.32-299.80 mg/l/h。	Hsu 等，1999。
山豬窟掩埋場滲出水	夏季在好氣下孵育 14-56 天 CO ₂ 釋放量 2.88-5.12 mg/l/h；添加 100-1000 ppm 蓋普丹 CO ₂ 釋放量 1.60-22.88 mg/l/h，添加 100-1000 ppm 大克寧 CO ₂ 釋放量 2.32-5.92 mg/l/h，添加 100-1000 ppm 二氯松 CO ₂ 釋放量 3.76-44.24 mg/l/h，添加 100-1000 ppm 百滅寧 CO ₂ 釋放量 2.32-6.72 mg/l/h，添加 100-1000 ppm 丁基拉草 CO ₂ 釋放量 1.84-5.12 mg/l/h，添加 100-1000 ppm 嘉磷塞 CO ₂ 釋放量 0.88-6.00 mg/l/h。在厭氣下孵育 14-56 天 CO ₂ 釋放量 14.00-90.64 mg/l/h，添加 100-1000 ppm 蓋普丹 CO ₂ 釋放量 27.44-100.24 mg/l/h，添加 100-1000 ppm 大克寧 CO ₂ 釋放量 74.16-192.72 mg/l/h，添加 100-1000 ppm 二氯松 CO ₂ 釋放量 83.92-251.20 mg/l/h，添加 100-1000 ppm 百滅寧 CO ₂ 釋放量 29.76-238.96 mg/l/h，添加 100-1000 ppm 丁基拉草 CO ₂ 釋放量 53.68-207.20 mg/l/h，添加 100-1000 ppm 嘉磷塞 CO ₂ 釋放量 10.56-123.20 mg/l/h。	謝亞寧等，2000。
山豬窟掩埋場滲出水	冬季在好氣下孵育 14-56 天 CO ₂ 釋放量 4.64-6.24 mg/l/h，添加 100-1000 ppm 蓋普丹 CO ₂ 釋放量 4.16-6.40 mg/l/h，添加 100-1000 ppm 大克寧 CO ₂ 釋放量 4.56-6.00 mg/l/h，添加 100-1000 ppm 二氯松 CO ₂ 釋放量 4.64-10.48 mg/l/h，添加 100-1000 ppm 百滅寧 CO ₂ 釋放量 4.56-6.72 mg/l/h，添加 100-1000 ppm 丁基拉草 CO ₂ 釋放量 4.80-11.28 mg/l/h，添加 100-1000 ppm 嘉磷塞 CO ₂ 釋放量 4.56-6.00 mg/l/h。在厭氣下孵育 14-56 天 CO ₂ 釋放量 13.12-154.24 mg/l/h，添加 100-1000 ppm 蓋普丹 CO ₂ 釋放量 7.28-103.60 mg/l/h，添加 100-1000 ppm 大克寧 CO ₂ 釋放量 8.48-163.20 mg/l/h，添加 100-1000 ppm 二氯松 CO ₂ 釋放量 8.40-323.20 mg/l/h，添加 100-1000 ppm 百滅寧 CO ₂ 釋放量 15.52-161.60 mg/l/h，添加 100-1000 ppm 丁基拉草 CO ₂ 釋放量 16.40-200.32 mg/l/h，添加 100-1000 ppm 嘉磷塞 CO ₂ 釋放量 4.88-281.04 mg/l/h。	謝亞寧等，2000。
山豬窟掩埋場滲出水	在好氣下經 14-56 天，如未處理 CO ₂ 釋放量介於 4.31-33.93 mg/l/h，以草漯村土壤水土比 10:1 處理 CO ₂ 釋放量 4.13-34.31 mg/l/h，以水土比 4:1 處理 CO ₂ 釋放量 4.37-37.97 mg/l/h，以草漯村土壤管柱處理 CO ₂ 釋放量 4.05-32.86 mg/l/h。以南港村土壤水土比 10:1 處理 CO ₂ 釋放量 4.21-37.23 mg/l/h，以水土比 4:1 處理 CO ₂ 釋放量 4.30-37.34 mg/l/h，以南港村土壤管柱處理 CO ₂ 釋放量 4.26-32.41 mg/l/h。以活性碳水土比 10:1 處理 CO ₂ 釋放量 4.38-33.55 mg/l/h，以水土比 4:1 處理 CO ₂ 釋放量 4.33-32.37 mg/l/h，以活性碳土壤管柱處理 CO ₂ 釋放量 4.42-33.67 mg/l/h。在厭氣下經 14-56 天，如未經處理 CO ₂ 釋放量介於 4.46-44.26 mg/l/h，以草漯村土壤水土比 10:1 處理 CO ₂ 釋放量 4.40-41.65 mg/l/h，以水土比 4:1 處理 CO ₂ 釋放量 4.05-61.58 mg/l/h，以草漯村土壤以管柱處理 CO ₂ 釋放量 4.42-33.97 mg/l/h。以南港村土壤水土比 10:1 處理 CO ₂ 釋放量 4.41-62.06 mg/l/h，以水土比 4:1 處理 CO ₂ 釋放量 4.34-112.43 mg/l/h，以南港村土壤管柱處理 CO ₂ 釋放量 4.38-37.70 mg/l/h。以活性碳水土比 10:1 處理 CO ₂ 釋放量 4.42-30.62 mg/l/h，以水土比 4:1 處理 CO ₂ 釋放量 4.32-34.22 mg/l/h，以活性碳土壤管柱處理 CO ₂ 釋放量 4.32-37.04 mg/l/h。	Hsieh 等，2001。

逸散源	研究成果	出處
福德坑垃圾掩埋場滲出水	夏季在好氣條件處理 14-56 天，CO ₂ 釋放量 19.03-21.33 mg/l/h；在嫌氣條件下 CO ₂ 釋放量 137.24-157.94 mg/l/h。冬季在好氣條件處理 14-56 天 CO ₂ 釋放量 12.73-18.80 mg/l/h；在嫌氣條件下 CO ₂ 釋放量 201.09-257.77 mg/l/h。	Hsu 等，1999。
福德坑垃圾掩埋場滲出水	夏季在好氣下孵育 14-56 天，CO ₂ 釋放量 2.4-5.76 mg/l/h，添加 100-1000 ppm 蓋普丹 CO ₂ 釋放量 2.64-3.84 mg/l/h，添加 100-1000 ppm 大克寧 CO ₂ 釋放量 2.72-4.48 mg/l/h，添加 100-1000 ppm 二氯松 CO ₂ 釋放量 6.56-54.24 mg/l/h，添加 100-1000 ppm 百滅寧 CO ₂ 釋放量 3.52-44.80 mg/l/h，添加 100-1000 ppm 丁基拉草 CO ₂ 釋放量 2.64-4.40 mg/l/h，添加 100-1000 ppm 嘉磷塞 CO ₂ 釋放量 2.24-5.44 mg/l/h。在厭氣下孵育 14-56 天，CO ₂ 釋放量 15.04-160.56 mg/l/h，添加 100-1000 ppm 蓋普丹 CO ₂ 釋放量 22.16-95.92 mg/l/h，添加 100-1000 ppm 大克寧 CO ₂ 釋放量 71.04-189.92 mg/l/h，添加 100-1000 ppm 二氯松 CO ₂ 釋放量 135.36-293.44 mg/l/h，添加 100-1000 ppm 百滅寧 CO ₂ 釋放量 41.76-289.28 mg/l/h，添加 100-1000 ppm 丁基拉草 CO ₂ 釋放量 67.52-191.68 mg/l/h，添加 100-1000 ppm 嘉磷塞 CO ₂ 釋放量 16.00-191.84 mg/l/h。	謝亞寧等，2000。
福德坑垃圾掩埋場滲出水	冬季在好氣下孵育 14-56 天，CO ₂ 釋放量 4.64-5.68 mg/l/h，添加 100-1000 ppm 蓋普丹 CO ₂ 釋放量 4.64-5.92 mg/l/h，添加 100-1000 ppm 大克寧 CO ₂ 釋放量 4.56-5.12 mg/l/h，添加 100-1000 ppm 二氯松 CO ₂ 釋放量 4.64-9.20 mg/l/h，添加 100-1000 ppm 百滅寧 CO ₂ 釋放量 4.56-5.44 mg/l/h，添加 100-1000 ppm 丁基拉草 CO ₂ 釋放量 4.80-8.80 mg/l/h，添加 100-1000 ppm 嘉磷塞 CO ₂ 釋放量 4.24-4.88 mg/l/h。在厭氣下孵育 14-56 天，CO ₂ 釋放量 29.28-69.60 mg/l/h，添加 100-1000 ppm 蓋普丹 CO ₂ 釋放量 6.80-59.92 mg/l/h，添加 100-1000 ppm 大克寧 CO ₂ 釋放量 6.48-55.68 mg/l/h，添加 100-1000 ppm 二氯松 CO ₂ 釋放量 14.72-50.24 mg/l/h，添加 100-1000 ppm 百滅寧 CO ₂ 釋放量 11.76-56.48 mg/l/h，添加 100-1000 ppm 丁基拉草 CO ₂ 釋放量 16.48-306.08 mg/l/h，添加 100-1000 ppm 嘉磷塞 CO ₂ 釋放量 7.04-95.12 mg/l/h。	謝亞寧等，2000。
福德坑垃圾掩埋場滲出水	在好氣下經 14-56 天，如未處理 CO ₂ 釋放量 4.26-34.34 mg/l/h，以草潔村土壤水土比 10:1 處理 CO ₂ 釋放量 4.35-34.62 mg/l/h，以水土比 4:1 處理 CO ₂ 釋放量 4.40-34.22 mg/l/h，以草潔村土壤以管柱處理 CO ₂ 釋放量 4.45-31.25 mg/l/h。以南港村土壤水土比 10:1 處理 CO ₂ 釋放量 4.42-51.70 mg/l/h，以水土比 4:1 處理 CO ₂ 釋放量 4.34-35.32 mg/l/h，以南港村土壤管柱處理 CO ₂ 釋放量 4.39-35.55 mg/l/h。以活性碳水土比 10:1 處理 CO ₂ 釋放量 4.37-31.83 mg/l/h，以水土比 4:1 處理 CO ₂ 釋放量 4.43-32.27 mg/l/h，以活性碳土壤管柱處理 CO ₂ 釋放量 4.44-32.49 mg/l/h。在厭氣下經 14-56 天，如未處理 CO ₂ 釋放量介於 4.42-37.77 mg/l/h，以草潔村土壤水土比 10:1 處理 CO ₂ 釋放量 4.45-35.31 mg/l/h，以水土比 4:1 處理 CO ₂ 釋放量 4.44-40.52 mg/l/h，以草潔村土壤以管柱處理 CO ₂ 釋放量 4.40-37.01 mg/l/h。以南港村土壤水土比 10:1 處理 CO ₂ 釋放量 4.62-39.18 mg/l/h，以水土比 4:1 處理 CO ₂ 釋放量 4.36-55.93 mg/l/h，以南港村土壤管柱處理 CO ₂ 釋放量 4.45-43.83 mg/l/h。以活性碳水土比 10:1 處理 CO ₂ 釋放量 4.43-39.79 mg/l/h，以水土比 4:1 處理 CO ₂ 釋放量 4.38-36.09 mg/l/h，以活性碳土壤管柱處理 CO ₂ 釋放量 4.39-35.56 mg/l/h。	Hsieh 等，2001。
山豬窟掩埋場	1998 年 5 月 14-15 日掩埋場掩埋 1-2 年以 FITR 測定大氣 CO ₂ 濃度介於 293-367 ppm-m，平均為 347 ppm-m。以 GC 測定大氣 CO ₂ 濃度介於 383-907 ppmv，平均 560 ppmv。CO ₂ 釋放量介於 0-343.15 mg/m ² /h，平均 93.70 mg/m ² /h。2000 年 10 月 7 日，掩埋 1 年土壤有機碳 13.05±2.167%，CO ₂ 釋放量-1,078.62±2,454.48 mg/m ² /h。	Hegde 等，2001； Yang 和 Hegde，2001。

逸散源	研究成果	出處
	1998 年 2 月 25–27 日掩埋場掩埋 2–3 年以 FITR 測定大氣 CO ₂ 濃度介於 295–345 ppm-m，平均為 310 ppm-m。以 GC 測定時大氣 CO ₂ 濃度介於 395–1010 ppmv，平均 679 ppmv。CO ₂ 釋放量介於 0–337.13 mg/m ² /h，平均 99.21 mg/m ² /h。	
山豬窟掩埋場	1999 年元月掩埋場掩埋 2–3 年大氣 CO ₂ 濃度平均為 417.97±11.00 ppmv，平均 CO ₂ 釋放量為 248.04±44.50 mg/m ² /h；2 月大氣 CO ₂ 濃度平均為 310.03±9.72 ppmv，平均 CO ₂ 釋放量為 99.21±42.43 mg/m ² /h；3 月大氣 CO ₂ 濃度平均為 530.07±4.54 ppmv，平均 CO ₂ 釋放量為 309.30±48.67 mg/m ² /h；7 月大氣 CO ₂ 濃度平均為 400.86±5.82 ppmv，平均 CO ₂ 釋放量為 296.16±42.67 mg/m ² /h；1999 年 9 月掩埋場大氣 CO ₂ 濃度平均為 376.73±7.90 ppmv，平均 CO ₂ 釋放量為 314.60±42.83 mg/m ² /h；1999 年 10 月掩埋場大氣 CO ₂ 濃度平均為 397.08±5.00 ppmv，平均 CO ₂ 釋放量為 624.60±63.70 mg/m ² /h；2000 年 2 月掩埋場大氣 CO ₂ 濃度平均為 354.87±11.17 ppmv，平均 CO ₂ 釋放量為 534.10±26.90 mg/m ² /h；2000 年 3 月掩埋場大氣 CO ₂ 濃度平均為 323.80±111.00 ppmv，平均 CO ₂ 釋放量為 125.32±17.65 mg/m ² /h。釋放量在 2–3 年掩埋期介於 400–2,000 mg/m ² /h。	Hegde 等，2001；Yang 和 Hegde，2001。
山豬窟掩埋場	2000 年 5 月 23–25 日，掩埋 2–3 年土壤有機碳 20.52±1.28%，CO ₂ 釋放量 1,116.04±397.02 mg/m ² /h；2000 年 8 月 11 日，土壤有機碳 23.2±3.72%，CO ₂ 釋放量 2,111.45±2,695.84 mg/m ² /h。大氣 CO ₂ 濃度介於 350–399 ppmv，平均 337.46 ppmv。	Yang 和 Hegde，2001；Hegde 等，2001。
山豬窟掩埋場	1998 年 5 月 15–16 日掩埋場以 FITR 測定掩埋 5 年大氣 CO ₂ 濃度介於 325–376 ppm-m，平均為 353 ppm-m。以 GC 測定時大氣 CO ₂ 濃度介於 353–486 ppmv，平均 375 ppmv。CO ₂ 釋放量介於 0–200.57 mg/m ² /h 平均 48.46 mg/m ² /h。	Yang 和 Hegde，2001；Hegde 等，2001。
山豬窟掩埋場	2000 年 5 月 23–25 日，在 24 日下午 6 時 CO ₂ 釋放量最高達 1,200–2,000 mg/m ² /h，其它時間介於 400–1,300 mg/m ² /h。1999–2000 年測定 5 次，大氣 CO ₂ 濃度平均為 364.81±11.17 ppmv。	Yang 和 Hegde，2001；Hegde 等，2001。
福德坑掩埋場	1999 年 10 月和 11 月，大氣中 CO ₂ 含量為 354.25±47.8 ppmv。CO ₂ 釋放量 500–2,750 mg/m ² /h。A 點 1999 年 10 月 30 日，土壤有機碳 15.35±0.95%，CO ₂ 釋放量 495.37±82.34 mg/m ² /h；1999 年 11 月 24 日，土壤有機碳 20.79±1.42%，CO ₂ 釋放量 1,012.34±123.26 mg/m ² /h。B 點 1999 年 10 月 30 日，土壤有機碳 14.72±1.72%，CO ₂ 釋放量 901.30±67.50 mg/m ² /h；1999 年 11 月 24 日，土壤有機碳 19.34±2.23%，CO ₂ 釋放量 812.47±89.37 mg/m ² /h；2000 年 5 月 11–13 日，土壤有機碳 19.72±2.98%，CO ₂ 釋放量 1521.23±450.12 mg/m ² /h。C 點 2000 年 6 月 30 日，土壤有機碳 20.72±4.01%，CO ₂ 釋出率 348.50±1,521.33 mg/m ² /h。	Yang 和 Hegde，2001；Hegde 等，2001。
福德坑掩埋場	1999 年 10 月 30 日土壤 CO ₂ 釋放量 1,640.91±1,261.81 mg/m ² /h，清晨 3 時濃度較高，可達 2,200–2,300 mg/m ² /h，中午 12 時–下午 3 時濃度較低。	Yang 和 Hegde，2001；Hegde 等，2001。
模擬送風堆肥房	豬糞固體廢棄物堆積 56 天，CO ₂ 釋放量介於 897±247–17,554 ±4,514 mM/ton dry waste/d，堆積期間一公噸乾重廢棄物共釋出 CO ₂ 291,355 mM。雞糞固體廢棄物堆積 56 天，CO ₂ 釋放量介於 1,600±398–5,620±1,423 mM/ton dry waste/d，堆積期間一公噸乾重廢棄物共釋出 CO ₂ 202,671 mM。牛糞固體廢棄物堆積 56 天，CO ₂ 釋放量介於 475±108–2,143±485 mM/ton dry waste/d，堆積期間一公噸乾重廢棄物共釋出 CO ₂ 69,486 mM。	趙震慶，1998。
彰化堆肥場	以豬糞為主，雞糞為輔，以木屑為調整材之堆肥場，在堆積過程中 CO ₂ 釋放量如下：2002 年 2 月 2–3 日，由原料主成品共分 8 等分，其 CO ₂ 釋放量依次為 16,614±3,394、4,355±2,313、17,101±2,197、	陳顥竹等，2003。

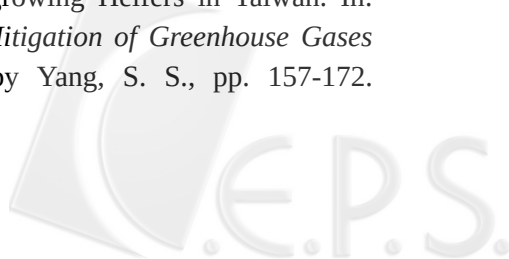
逸散源	研究成果	出處
	5,018±2,357、17,291±2,979、2,530±731、1,955±761 和 11,434±1,700 mg/m ² /h，平均為 9,537±1,153 mg/m ² /h。2002 年 3 月 23–24 日，其 CO ₂ 釋放量依次為 10,076±1,417、4,755±1,655、6,703±1,612、1,566±1,258、2,317±1,369、1,036±375、2,476±690 和 2,834±673 mg/m ² /h，平均為 3,970±880 mg/m ² /h。2002 年 5 月 18–19 日，其 CO ₂ 釋放量依次為 6,678±1,917、14,766±6,672、9,506±2,330、12,159±2,323、5,133±1,767、1,750±1,533、1,844±1,382 和 2,277±858 mg/m ² /h，平均為 6,764±1,502 mg/m ² /h。2002 年 7 月 15–16 日，其 CO ₂ 釋放量依次為 19,558±5,238、6,066±2,713、7,047±3,229、5,386±2,081、7,269±2,388、13,462±4,639、5,038±2,843 和 9,465±3,483 mg/m ² /h，平均為 9,161±2,049 mg/m ² /h。	
堆肥場	新竹堆肥場 CO ₂ 釋放量堆積 5 週介於 8,757–8,790 mg/m ² /h，堆積 6 週介於 1,314–3,515 mg/m ² /h，堆積 7 週介於 1,922–3,649 mg/m ² /h，堆積 8 週介於 596–2,700 mg/m ² /h。彰化堆肥場 CO ₂ 釋放量在堆積 1 週為 9,462 mg/m ² /h，堆積 2 週 6,078 mg/m ² /h，堆積 3 週 4,500 mg/m ² /h，堆積 4 週 3,900 mg/m ² /h，堆積 5 週 850 mg/m ² /h，堆積 6 週 1,190 mg/m ² /h，堆積 7 週 950 mg/m ² /h，堆積 8 週 1,230 mg/m ² /h。	劉清標和林良平，2003。
豬糞廐肥	在 20°C，60%水份含量土壤未施用廐肥，在 70 天培育中，CO ₂ 釋放量介於 56.64±20.76–134.46±51.78 nM/kg soil/d；如每 kg 土壤施用 90 mgN 時，CO ₂ 釋放量介於 169.17±28.28–394.72±78.80 nM/kg soil/d；如每 kg 土壤施用 180 mgN 時，CO ₂ 釋放量介於 173.51±78.20–867.53±76.68 nM/kg soil/d；如每 kg 土壤施用 360 mgN 時，CO ₂ 釋放量介於 412.08±37.57–1,778.43±284.44 nM/kg soil/d。20 °C 土壤浸水時未施用廐肥在 70 天培育中，CO ₂ 釋放量介於 27.65±9.27–67.78±12.42 nM/kg soil/d；如每 kg 土壤施用 90 mgN 時，CO ₂ 釋放量介於 35.79±9.27–136.23±59.16 nM/kg soil/d；如每 kg 土壤施用 180 mgN 時，CO ₂ 釋放量介於 44.73±16.93–138.26±37.27 nM/kg soil/d；如每 kg 土壤施用 360 mgN 時，CO ₂ 釋放量介於 70.49±4.70–246.03±26.87 nM/kg soil/d。30 °C，60%水分含量土壤未施用廐肥在 70 天培育中，CO ₂ 釋放量介於 130.13±30.67–336.17±41.53 nM/kg soil/d；如每 kg 土壤施用 90 mg N 時，CO ₂ 釋放量介於 314.48±37.57–1557.21±62.11 nM/kg soil/d；如每 kg 土壤施用 180 mgN 時，CO ₂ 釋放量介於 347.01±53.12–1561.55±79.19 nM/kg soil/d；如每 kg 土壤施用 360 mgN 時，CO ₂ 釋放量介於 89.46±12.86–2,239.30±803.22 nM/kg soil/d。30 °C 下，土壤浸水時未施用廐肥在 70 天培育中，CO ₂ 釋放量介於 32.53±9.96–63.44±14.55 nM/kg soil/d；如每 kg 土壤施用 90 mg N 時，CO ₂ 釋放量介於 70.49±24.85–199.26±40.12 nM/kg soil/d；如每 kg 土壤施用 180 mgN 時，CO ₂ 釋放量介於 111.83±23.36–166.73±4.70 nM/kg soil/d；如每 kg 土壤施用 360 mgN 時，CO ₂ 釋放量介於 174.05±9.27–866.98±76.64 nM/kg soil/d。	趙震慶，1998。
交通運輸	1994 年以北美及歐洲地區排放係數估算 CO ₂ 年排放量二行程機車 1,982–4,569 ton、四行程機車 1,063–1,939 ton、汽油小客車 7,598–10,564 ton、汽油小貨車 2,193–2,672 ton、柴油小貨車 944–1,113 ton、柴油大客車 792–1,016 ton、柴油大貨車 5,4977,046 ton、共計 20,06928,919 ton。	洪肇嘉等，1999。
有機質堆積一年	一公斤廚餘在水分 90%，堆積一年生成 CO ₂ 2,265.77±332.9 mg。在水分 80%生成 CO ₂ 1,083.79±135.14 mg，廚餘與廢紙 (9:1) 在水分 80%生成 CO ₂ 1,524.97±82.71 mg，廚餘與廢紙 (8:2) 在水分 80%生成 CO ₂ 1,210.87±105.42 mg，廚餘與廢紙 (7:3) 在水分 80%生成 CO ₂ 1,107.58±38.95 mg，廚餘與廢紙 (6.5:3.5) 在水分 80%生成 CO ₂ 1,249.72±76.41 mg。	Yang 和 Hegde，2001。



參考文獻

- 王一雄, 1997。台灣北部土壤之二氧化碳釋放及其影響因子。 *台灣地區大氣環境變遷* (呂世宗、柳中明、楊盛行編), pp.195-206。國立台灣大學全球變遷中心和農業化學系, 台北, 台灣。
- 呂世宗、柳中明、楊盛行, 1997。 *台灣地區大氣環境變遷*。國立台灣大學全球變遷中心和農業化學系, 台北, 台灣。 pp.400。
- 呂世宗、柳中明、楊盛行, 1998。 *台灣地區大氣環境變遷 (三)*。國立台灣大學全球變遷中心和農業化學系, 台北, 台灣。 pp. 322。
- 洪肇嘉、高耀嵐、蔡美玲, 1999。地面交通運輸之甲烷與氧化亞氮排放評估及減量策略之研究 (I): 台灣地區排放量之評估。 *溫室氣體通量測定及減量對策* (楊盛行編), pp.178-193。國立台灣大學全球變遷中心、農業化學系和農業陳列館, 台北, 台灣。
- 陳信偉、顏瑞泓、王一雄, 1998。台灣北部土壤之二氧化碳釋放及其影響因子。 *台灣地區大氣環境變遷 (三)* (呂世宗、柳中明、楊盛行編), pp.133-141。國立台灣大學全球變遷中心和農業化學系, 台北, 台灣。
- 陳顥竹、賴朝明、楊盛行, 2003。水稻田甲烷及二氧化碳排放量測及減量對策。 *溫室氣體通量測定及減量對策 (IV)* (楊盛行編), pp.59-72。國立台灣大學全球變遷中心、國立台灣大學農業化學系和國立屏東科技大學生物科技研究所, 台北, 台灣。
- 張讚昌、楊盛行, 1998。台灣北部水稻田、溼地及森林土壤之甲烷釋放。 *台灣地區大氣環境變遷 (三)* (呂世宗、柳中明、楊盛行編), pp.7-33。國立台灣大學全球變遷中心和農業化學系, 台北, 台灣。
- 楊秋忠, 1997。果園及森林土壤對溫室效應氣體之釋放及吸收研究。 *台灣地區大氣環境變遷* (呂世宗、柳中明、楊盛行編), pp.122-141。國立台灣大學全球變遷中心和農業化學系, 台北, 台灣。
- 楊秋忠、劉智文, 1998。台灣中部及南部溫室效應氣體釋放及控制的環境因子之研究。 *台灣地區大氣環境變遷 (三)* (呂世宗、柳中明、楊盛行編), pp.54-69。國立台灣大學全球變遷中心和農業化學系, 台北, 台灣。
- 楊盛行, 1995。 *氣候變遷與農業生產*。中國農業化學會及行政院農業委員會, 台北, 台灣。 pp.319。
- 楊盛行, 1999。 *溫室氣體通量測定及減量對策*。國立台灣大學全球變遷中心、農業化學系和農業陳列館, 台北, 台灣。 pp.220。
- 楊盛行, 2000a。 *溫室氣體通量測定及減量對策 (II)*。 *溫室氣體通量測定及減量對策 (II)* (楊盛行編), pp.1-43。國立台灣大學全球變遷中心、農業化學系和農業陳列館, 台北, 台灣。
- 楊盛行, 2000b。 *溫室氣體通量測定及減量對策 (II)*。國立台灣大學全球變遷中心、農業化學系和農業陳列館, 台北, 台灣。 pp.233。
- 楊盛行, 2001。 *溫室氣體通量測定及減量對策 (III)*。國立台灣大學全球變遷中心、農業化學系和農業陳列館, 台北, 台灣。 pp. 239。
- 楊盛行, 2003。 *溫室氣體通量測定及減量對策 (IV)*。國立台灣大學全球變遷中心、國立台灣大學農業化學系和國立屏東科技大學生物科技研究所, 台北, 台灣。 pp. 250。
- 楊盛行、張讚昌, 2000。以氣態 FTIR 分光儀測定濕地及掩埋場之溫室氣體排放。 *溫室氣體通量測定及減量對策 (II)* (楊盛行編), pp.57-71。國立台灣大學全球變遷中心、農業化學系和農業陳列館, 台北, 台灣。
- 臺北市政府主計處, 1993。 *臺北市統計要覽*。臺北市政府, 台北, 台灣。

- 趙震慶，1998。台灣中、南部坡地果園與森林土壤氧化亞氮之釋放及其影響因子。 *台灣地區大氣環境變遷 (三)*，呂世宗、柳中明、楊盛行編，pp.118-132。國立台灣大學全球變遷中心和農業化學系，台北，台灣。
- 劉清標、林良平，2003。水稻田、旱田及堆肥場二氧化碳排放量測及減量對策。 *溫室氣體通量測定及減量對策 (IV)* (楊盛行編)，pp.89-106。國立台灣大學全球變遷中心、國立台灣大學農業化學系和國立屏東科技大學生物科技研究所，台北，台灣。
- 謝亞寧、陳新傑、王一雄，2000。掩埋場滲出水之溫室氣體排放及減量對策 (II)。 *溫室氣體通量測定及減量對策 (II)* (楊盛行編)，pp.155-172。國立台灣大學全球變遷中心、農業化學系和農業陳列館，台北，台灣。
- 譚鎮中，1997。台灣中南部水田土壤二氧化碳之釋放及其影響因子。 *台灣地區大氣環境變遷* (呂世宗、柳中明、楊盛行編)，pp.207-224。國立台灣大學全球變遷中心和農業化學系，台北，台灣。
- Chang, T. C., Luo, Y. C. and Yang, S. S. 1999. Determination of major greenhouse gases by gas-type FTIR spectroscopy. In: *Flux and Mitigation of Greenhouse Gases*. Ed. by Yang, S. S., pp. 59-73. Global Change Research Center and Department of Agricultural Chemistry, National Taiwan University, Taipei, Taiwan.
- Hegde, U., Chang, T. C. and Yang, S. S. 2001. Greenhouse gas emission from Shan-Chu-Ku landfill site in northern Taiwan. In: *Flux and Mitigation of Greenhouse Gases (III)*. Ed. by Yang, S. S., pp. 69-83. Global Change Research Center, Department of Agricultural Chemistry and Agricultural Exhibition Hall, National Taiwan University, Taipei, Taiwan.
- Hegde, U., Chang, T. C. and Yang, S. S. 2003. Methane and carbon dioxide emissions from Shan-Chu-Ku landfill site in northern Taiwan. *Chemosphere* 52: 1275-1285.
- Houghton, J. J., Jenkins, G. J. and Ephraums, J. 1990. Climate Change. *The IPCC Scientific Assessment*. United Nations Environmental Programme / World Meteorological Organization, Cambridge University Press, New York. pp. 364.
- Hsieh, Y. N., Wen, C. Y. and Wang, Y. S. 2001. Inventory and mitigation of flux of greenhouse gases in municipal solid waste leachate (III). In: *Flux and Mitigation of Greenhouse Gases (III)*. Ed. by Yang, S. S., pp. 129-140. Global Change Research Center, Department of Agricultural Chemistry and Agricultural Exhibition Hall, National Taiwan University, Taipei, Taiwan.
- Hsu, M. F., Yen, J. H. and Wang, Y. S. 1999. Inventory and mitigation of flux of greenhouse gases in municipal solid waste leachate. In: *Flux and Mitigation of Greenhouse Gases*. Ed. by Yang, S. S., pp. 147-161. Global Change Research Center, Department of Agricultural Chemistry and Agricultural Exhibition Hall, National Taiwan University, Taipei, Taiwan.
- Huang, D. C. and Wang, H. Y. 2000. Greenhouse gases emissions from broiler feeding sector in Taiwan area. *Journal of Chinese Livestock Society* 29: 65-75.
- Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). 1997. *Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories*. Volume 2. OECD, Paris, France.
- Inubushi, K. and Umebayashi, M. 1992. Current overview of global environmental issues. *Report of the Environmental Science* 16: 77-87.
- Lee, C. F., Shiao, T. F. and Chen, C. P. 2001. Enteric methane production of Holstein dry cows and growing Heifers in Taiwan. In: *Flux and Mitigation of Greenhouse Gases (III)*. Ed. by Yang, S. S., pp. 157-172.



- Global Change Research Center, Department of Agricultural Chemistry and Agricultural Exhibition Hall, National Taiwan University, Taipei, Taiwan.
- Lee, H. M., Wang, M. K. and Lai, C. M. 2002. Carbon dioxide fluxes and mitigation of forest soil and under tree in Taiwan. *Abstract of the 40th Annual Meeting of the Chinese Agricultural Chemical Society*. p. 120. International Convention Center of the Second Student Center, National Taiwan University, Taipei, Taiwan.
- Yang, S. S. and Hegde, U. 2001. Greenhouse gas production during anaerobic digestion of municipal solid waste. In: *Flux and Mitigation of Greenhouse Gases (III)*. Ed. by Yang, S. S., pp. 57-67. Global Change Research Center, Department of Agricultural Chemistry and Agricultural Exhibition Hall, National Taiwan University, Taipei, Taiwan.
- Yang, S. S., Liu, C. M., Lai, C. M. and Liu, Y. L. 2003a. Estimation of methane and nitrous oxide emission from paddy fields and uplands during 1990-2000 in Taiwan. *Chemosphere* 52: 1295-1305.
- Yang, S. S., Liu, C. M. and Liu, Y. L. 2003b. Estimation of methane and nitrous oxide emission from animal production sector in Taiwan during 1990-2000. *Chemosphere* 52: 1381-1388.