

台灣旱作生產時氧化亞氮排放量測及減量對策

(國立台灣大學生命科學院生化科技學系 楊盛行、劉清標、陳顥竹、魏嘉碧
國立台灣大學農業化學系 賴朝明 國立中興大學土壤環境科學系 趙震慶、楊秋忠)

一、前言

溫室氣體導致大氣溫度日益上升，政府間氣候變遷委員會 (Intergovernment Panel on Climate Chang, 簡稱 IPCC) 工作群，於 1995 年 11 月指出至 2100 年全球溫度因人類活動生成二氧化碳等溫室氣體而上升 1 至 3.5 (Kerr, 1995)。氧化亞氮為其中主要溫室氣體之一，由南半球大氣中氧化亞氮濃度數據顯示，1958 年為 $288 \text{ n mol mol}^{-1}$ ，1995 年上升到 $311 \text{ n mol mol}^{-1}$ (Battle 等, 1996)。氧化亞氮在大氣中濃度快速上升。每年由土壤釋放至大氣的氧化亞氮量，包括人為的與自然的約佔大氣中總來源之 70% (Mosier, 1998)，其中人為生成量中主要來源包括來自農耕地施用氮肥，農業活動誘導生成及動物生產程序 (Mosier 等, 1998)。絕大多數之耕地，包括種植一年生與多年生作物之土壤，生物性氧化亞氮之生成為單一最大全球溫暖潛勢(global warming potential, GWP)之來源 (Robertson 等, 2000)。

氧化亞氮在工業化前之濃度為 0.28 ppm，目前濃度為 0.31 ppm，且每年以 0.25% 速率增加。其在大氣中存在期限為 150 年，每一分子對二氧化碳而言之輻射效應為 200 倍。氧化亞氮主要自然界來源有天然濕地、海洋、濕林地、乾大草原、森林土壤和草原。而主要之人為來源有施肥、土地使用之改變、生質燃燒和化石燃料燃燒。主要削弱者有同溫層化學瓦解和土壤去除。1999 年台灣地區氧化亞氮排放估計為 45.7 千公噸，其中農業生產佔 39.2 千公噸 (85.78%)，工業

生產及能源利用上排放 3.0 千公噸 (6.56%)。可見如何減少氧化亞氮之釋出，只有從農業生產之肥料使用方式，耕作管理或添加化學抑制劑上著手。

在適宜土壤條件下，施用不同種類氮素肥料均會導致土壤排放氧化亞氮量大幅增加，所增加之量因土壤條件與氮肥種類而異 (Bouwman, 1996; Beauchamp, 1997)。Lindau 等 (1990) 於生長期均浸水的田中，施用尿素時幾乎未能觀測到氧化亞氮的排放，仍以 KNO_3 排放量高於硫酸銨約 30 倍。Shepherd 等 (1991) 施用不等量之 NH_4NO_3 於無作物的土壤中，指出氧化亞氮排放量隨施氮量增加而直線上升，氧化亞氮生成量約為施氮量之 5%。尿素施用於草地排放氧化亞氮量少於硝酸銨，在連續三年的觀測中最大差異達 10 倍 (Maggiotto 等, 2000)。賴 (1997) 連續兩年觀測台灣北部 5 個地區水田氧化亞氮排放量，每期作每公頃土壤排放量最低值為 $679 \text{ g N}_2\text{O}$ ，最高值為 $7,526 \text{ g N}_2\text{O}$ ，在旱田方面最高排放量為每期作每公頃 $42,464 \text{ g N}_2\text{O}$ ，而最低值為 $1,689 \text{ g N}_2\text{O}$ ，平均排放量高於水田。

近年台灣地區進行有機農業，利用國內動物糞堆肥供作物生長所需養分，Chao 和 Young (1994) 曾報導綠肥對長期施用廐肥土壤脫氮作用之效應，顯示脫氮量為施用化學肥料試區土壤之 80 倍。使用化肥-作物殘體-雞糞，化肥-作物殘體及單用化肥於玉米田，氧化亞氮排放量依序為氮肥施用量之 0.83、0.49 及 0.59% (Khalil 等, 2002)。施用牛糞漿

於種牧草土壤生成氧化亞氮之時間較施用化肥為長 (Ellis 等, 1998)。長期連續施用廐肥量之土壤，於再施用廐肥時，生成 $\text{N}_2\text{O-N}$ 量高於短期施用相同廐肥量之土壤 (Chang 等, 1998)。然堆肥與廐肥 4 年後殘效低於施化肥處理 (Ginting 等, 2003)，鮮豬糞漿 (TN 為 2.1 kg m^{-3}) 60 與 120 噸 $\text{ha}^{-1}\text{yr}^{-1}$ 施用於土壤，每年由氧化亞氮逸失量依次為添加全氮量之 1.23% 與 1.65% (Rochette 等, 2000)。

近年 OECD/OCDE 對全球各國排放氧化亞氮量之估算即依據施用化學氮肥量而建立。Mosier (1994) 曾建立兩公式供 IPCC / OECD 計算各國因施用化學氮肥衍生氧化亞氮之排放量的公式。Bouwman (1996) 指出 Mosier (1994) 所列公式的依據資料太少而限於美國地區，進而收集美、歐、日等國農耕土壤排放氧化亞氮量，回歸求出下列公式： $E=1+0.0125*F$

式中 E 為氧化亞氮排放量 ($\text{N}_2\text{O-N kg}$)， F 為施氮肥量 ($\text{kg N ha}^{-1}\text{yr}^{-1}$)，基於五組未施用氮肥試區土壤 $\text{N}_2\text{O-N}$ 排放量，而設定背景為 1。1.25% 則為氮肥衍生之氧化亞氮之比例。Cole 等 (1996) 亦建議 IPCC 以此公式計算各國 $\text{N}_2\text{O-N}$ 排放量。1995 IPCC 工作群應 OECD/IPCC/IEA 所請提出農業排放氧化亞氮修正法，以作為國家溫室氣體清單計算法中，化學氮肥衍生 $\text{N}_2\text{O-N}$ 亦以 1.25% 為計算標準 (Mosier 等, 1998)。

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、2000、2001、2003a)。資將台灣旱田大氣氧化亞氮濃度、氧化亞氮排放量測以及各種因子對氧化亞氮排放之影響整理如表一所示。

二、氧化亞氮測定

以 G.C 測定氧化亞氮氣體濃度，氧化亞氮濃度 (Y) 與吸收面積 (X) 在 0-2,000 ppbv 間有直線關係， $Y=8.898X-2.874$ ， $r^2>0.99$ (Chang 等, 1999)。以 FTIR 測定溫室氣體濃度氧化亞氮濃度可用波數 $2,214\text{-}2,236 \text{ cm}^{-1}$ 吸收面積測定其濃度，當氧化亞氮濃度 <11.42 ppb-m 時， $Y=3,734.9X$ ， $r^2>0.9979$ 。氧化亞氮濃度介於 11.42-70 ppb-m 時，吸收面積 (X) 和濃度 (Y) 之關係為 $Y=2,904.3X-2.4375$ ， $r^2=0.9987$ 。當氧化亞氮濃度 >70 ppb-m 時， $Y=2,175.3X+18.63$ ， $r^2=0.9994$ (Chang 等, 1999)。

三、大氣氧化亞氮濃度

以 G.C 測定台大校園走廊氧化亞氮 ($n=9$) 時，0-10 m 距離大氣氧化亞氮濃度 368.63 ± 48.96 ppbv、10-20 m 距離大氣氧化亞氮濃度 364.60 ± 47.85 ppbv、20-25 m 距離大氣氧化亞氮濃度 358.68 ± 46.93 ppbv、25-30 m 距離大氣氧化亞氮濃度 352.33 ± 46.65 ppbv、30-40 m 距離大氣氧化亞氮濃度 327.80 ± 47.16 ppbv 和 40-45 m 距離大氣氧化亞氮濃度 344.58 ± 47.61 ppbv (楊盛行和張讚昌, 2000a、2000b)。以 FTIR 測定台大校園走廊氧化亞氮 ($n=4$)，0-10 m 距離大氣氧化亞氮濃度 337.02 ± 2.09 ppb-m、0-20 m 距離大氣氧化亞氮濃度 381.52 ± 2.11 ppb-m、0-30 m 距離大氣氧化亞氮濃度 374.71 ± 1.28 ppb-m、0-40 m 距離大氣氧化亞氮濃度 362.78 ± 0.09 ppb-m、0-50 m 距離大氣氧化亞氮濃度 364.23 ± 0.08

ppb-m、0-60 m 距離大氣氧化亞氮濃度 348.73 ± 1.02 ppb-m、0-70 m 距離大氣氧化亞氮濃度 331.40 ± 0.02 ppb-m、0-80 m 距離大氣氧化亞氮濃度 335.12 ± 0.08 ppb-m 和 0-90 m 距離大氣氧化亞氮濃度 334.94 ± 2.67 ppbm (楊盛行和張讚昌, 2000a、2000b)。

1999 年 8 月 20 日, 台大校總區以 FTIR 測試大氣氧化亞氮濃度介於 315-334 ppb-m, 平均 319 ppb-m。以 GC 測試大氣氧化亞氮濃度介於 305-351 ppbv, 平均 328 ppbv。1999 年 8 月大氣氧化亞氮平均濃度為 319.24 ± 4.50 ppbv (楊盛行和 Hegde, 2001; Hegde 等, 2001)。

台大試驗農場以 FTIR 測定水稻田 1998 年第一期作水稻休耕期, 大氣氧化亞氮濃度平均 438.66 ± 5.53 ppb-m, 在分蘖盛期, 大氣氧化亞氮濃度平均 144.23 ± 15.72 ppb-m (Chang 等, 1999)。

四、旱作生產時氧化亞氮排放量測

台大試驗農場秋作玉米田氧化亞氮釋放量 $1,175.4-1,230.5$ mg/m^2 , 春作玉米田氧化亞氮釋放量 $684.5-1,288.6$ mg/m^2 , 施用牛糞堆肥春作玉米田氧化亞氮釋放量 $3,432.9$ mg/m^2 。秋作蔬菜園氧化亞氮釋放量 $154.9-2,936.5$ mg/m^2 , 春作蔬菜園氧化亞氮釋放量 $168.9-549.2$ mg/m^2 (賴朝明, 1997)。中南部旱田每年每公頃釋出氧化亞氮介於 8.47-14.14 kg, 平均為 11.31 kg。中南部果園每年每公頃釋出氧化亞氮介於 3.78-5.54 kg, 平均為 4.66 kg (趙震慶, 2003)。

桃園區農業改良場秋作秋作玉米田氧化亞氮釋放量 $375.0-521.2$ mg/m^2 , 春作洋香瓜氧化亞氮釋放量 $1046.4-3412.5$ mg/m^2 , 秋作蔬菜園氧化亞氮釋放量 $386.4-550.1$ mg/m^2 , 春作蔬菜園氧化亞氮釋放量 $1355.3-4246.4$

mg/m^2 (賴朝明, 1997)。

台南區農業改良場旱田氧化亞氮釋放量 $119-1,519$ mg/m^2 。高雄旗山農業試驗場旱田氧化亞氮釋放量 $113.9-17,613.4$ mg/m^2 (趙震慶, 1997)。南投國姓農家香蕉園坡地氧化亞氮釋放量 $162.8-959.6$ mg/m^2 或 $16.1-412.0$ $\mu\text{g/m}^2/\text{h}$ 。台南新化農家芒果園坡地氧化亞氮釋放量 $102.6-1,159.2$ mg/m^2 或 $8.3-111.0$ $\mu\text{g/m}^2/\text{h}$ (趙震慶, 1997、1998)。國姓香蕉園氧化亞氮吸收量 $0.1-3$ $\text{mg/m}^2/\text{h}$ (下午 2 時) 和釋放量 1 $\text{mg/m}^2/\text{h}$ 至吸收量 19 $\text{mg/m}^2/\text{h}$ (上午 6 時), 其吸收量介於 $0.050-0.296$ $\text{mg/m}^2/\text{h}$, 平均 0.140 $\text{mg/m}^2/\text{h}$ 。新化芒果園氧化亞氮吸收量 $0-2.5$ $\text{mg/m}^2/\text{h}$ (下午 2 時) 和釋放量 3.7 $\text{mg/m}^2/\text{h}$ 至吸收量 1 $\text{mg/m}^2/\text{h}$ (上午 6 時), 平均為 0.024 $\text{mg/m}^2/\text{h}$ (楊秋忠, 1997; 楊秋忠和劉智文, 1998)。南投國姓果園 1997 年 5 月 1-3 日果園, 氧化亞氮釋出率介於 $16.1-412.0$ $\mu\text{g/m}^2/\text{h}$, 平均 136.5 $\mu\text{g/m}^2/\text{h}$ 。台南新化果園 1997 年 4 月 24-26 日, 氧化亞氮釋出率介於 $8.3-11.0$ $\mu\text{g/m}^2/\text{h}$, 平均 55.0 $\mu\text{g/m}^2/\text{h}$ (趙震慶, 2003)。

1995 年 8 月-1996 年 7 月, 台南旱田氧化亞氮釋出率介於 $3.3-41.6$ g/ha/d , 平均為 16.6 g/ha/d 。1995 年 8 月-1996 年 7 月, 旗山旱田氧化亞氮釋出率介於 $3.1-324.6$ g/ha/d , 平均為 57.7 g/ha/d 。1996 年 9 月-1997 年 7 月, 南投果園氧化亞氮釋出率介於 $4.5-26.3$ g/ha/d , 平均為 12.8 g/ha/d 。1996 年 9 月-1997 年 7 月, 台南果園氧化亞氮釋出率介於 $2.8-31.8$ g/ha/d , 平均為 15.2 g/ha/d (趙震慶, 2003)。

台大試驗農場旱田土壤在 15-35 °C 下, 培養 120 小時氧化亞氮釋放量 $34.3-80.0$ $\mu\text{g/g soil}$, 在水份含量 20-80% 下培養 120 小時, 氧化亞氮釋放量 $45.1-60.7$ $\mu\text{g/g soil}$, 添加 1-10 μmol 葡萄糖和 1-10 μmol nitrate 在 30 °C 培

養 120 小時，氧化亞氮釋出量 86.3-105.8 $\mu\text{g/g soil}$ 。桃園區農業改良場秋作玉米田氧化亞氮釋出量 375.0-521.2 mg/m^2 ，春作洋香瓜氧化亞氮釋出量 1,046.4-3,412.5 mg/m^2 ，秋作蔬菜園氧化亞氮釋出量 386.4-550.1 mg/m^2 ，春作蔬菜園氧化亞氮釋出量 1,355.3-4,246.4 mg/m^2 (李弘達等，1997)。

大城旱田 A，0.3 公頃，生長過程中，氧化亞氮釋出率介於 0-1.08 $\pm$ 0.373 $\text{mg/m}^2/\text{h}$ ，平均為 0.301 $\pm$ 0.360 $\text{mg/m}^2/\text{h}$ ，每公頃每年釋出氧化亞氮 18.6 kg。旱田 B，0.4 公頃，生長過程中，氧化亞氮釋出率介於 0.012 $\pm$ 0.022-0.478 $\pm$ 0.828 $\text{mg/m}^2/\text{h}$ ，平均為 0.226 $\pm$ 0.189 $\text{mg/m}^2/\text{h}$ ，每公頃每年釋出氧化亞氮 19.2 kg。北斗旱田氧化亞氮釋出量旱田 A，0.23 公頃，氧化亞氮釋出率介於 1.16 $\pm$ 0.71-2.20 $\pm$ 1.03 $\text{mg/m}^2/\text{h}$ ，平均為 1.50 $\pm$ 0.48 $\text{mg/m}^2/\text{h}$ ，每公頃每年釋出氧化亞氮 121 kg。旱田 B，0.23 公頃，氧化亞氮釋出率介於 0.021 $\pm$ 0.033-0.195 $\pm$ 0.143 $\text{mg/m}^2/\text{h}$ ，平均為 0.101 $\pm$ 0.070 $\text{mg/m}^2/\text{h}$ ，每公頃每年釋出氧化亞氮 6.84 kg (賴朝明等，2003)。

溪湖蔬菜田 A，0.25 公頃，氧化亞氮釋出率介於 0.042 $\pm$ 0.079-2.07 $\pm$ 1.28 $\text{mg/m}^2/\text{h}$ ，平均為 0.473 $\pm$ 0.893 $\text{mg/m}^2/\text{h}$ ，每公頃每年釋出氧化亞氮 20.9 kg。蔬菜田 B，0.25 公頃，氧化亞氮釋出率介於 0.053 $\pm$ 0.051-0.663 $\pm$ 0.166 $\text{mg/m}^2/\text{h}$ ，平均為 0.189 $\pm$ 0.206 $\text{mg/m}^2/\text{h}$ ，每公頃每年釋出氧化亞氮 14.0 kg。蔬菜田 C，0.25 公頃，氧化亞氮釋出率介於 0.001 $\pm$ 0.002-0.571 $\pm$ 0.136 $\text{mg/m}^2/\text{h}$ ，平均為 0.178 $\pm$ 0.187 $\text{mg/m}^2/\text{h}$ ，每公頃每年釋出氧化亞氮 14.2 kg (賴朝明等，2003)。

二林花卉田 A，0.12 公頃，氧化亞氮釋出率介於 0.028 $\pm$ 0.049-0.112 $\pm$ 0.112 $\text{mg/m}^2/\text{h}$ ，平均為 0.059 $\pm$ 0.037 $\text{mg/m}^2/\text{h}$ ，每公頃每年釋出氧化亞氮 5.97 kg。花卉田 B，0.12 公頃，

氧化亞氮釋出率介於 0.065 $\pm$ 0.080-0.178 $\pm$ 0.157 $\text{mg/m}^2/\text{h}$ ，平均為 0.122 $\pm$ 0.080 $\text{mg/m}^2/\text{h}$ ，每公頃每年釋出氧化亞氮 10.7 kg。花卉田 C，0.06 公頃，氧化亞氮釋出率介於 0-0.170 $\pm$ 0.170 $\text{mg/m}^2/\text{h}$ ，平均為 0.063 $\pm$ 0.065 $\text{mg/m}^2/\text{h}$ ，每公頃每年釋出氧化亞氮 3.65kg。花卉田 D，0.06 公頃，氧化亞氮釋出率介於 0.004 $\pm$ 0.007-0.277 $\pm$ 0.480 $\text{mg/m}^2/\text{h}$ ，平均為 0.097 $\pm$ 0.099 $\text{mg/m}^2/\text{h}$ ，每公頃每年釋出氧化亞氮 9.15 kg。花卉田 E，0.12 公頃，氧化亞氮釋出率介於 0.090 $\pm$ 0.045-0.092 $\pm$ 0.119 $\text{mg/m}^2/\text{h}$ ，平均為 0.091 $\pm$ 0.001 $\text{mg/m}^2/\text{h}$ ，每公頃每年釋出氧化亞氮 8.01 kg。花卉田 F，0.12 公頃，氧化亞氮釋出率介於 0.070 $\pm$ 0.090-0.153 $\pm$ 0.128 $\text{mg/m}^2/\text{h}$ ，平均為 0.090 $\pm$ 0.056 $\text{mg/m}^2/\text{h}$ ，每公頃每年釋出氧化亞氮 10.7 kg (賴朝明等，2003)。

台南區農業改良場 1995 年 9 月 11-13 日旱田，氧化亞氮釋出率介於 4.5-24.1 $\mu\text{g/m}^2/\text{h}$ ，平均 13.4 $\mu\text{g/m}^2/\text{h}$ 。高雄區農業改良場 1996 年 6 月 3-5 日，氧化亞氮釋出率介於 4.2-36.0 $\mu\text{g/m}^2/\text{h}$ ，平均 16.8 $\mu\text{g/m}^2/\text{h}$ (趙震慶，2003)。

五、施肥對旱作氧化亞氮排放之影響

秋作花生以砂頁岩非石灰性新沖積土詔安厝系砂質壤土，不施用肥料種植 126 天，其氧化亞氮釋出率介於 10.1 $\pm$ 4.1-27.2 $\pm$ 18.1 g $\text{N}_2\text{O-N/ha/d}$ ；每公頃施用相當於 60 kg 有機氮之牛糞堆肥時，其氧化亞氮釋出率介於 15.3 $\pm$ 5.9-93.1 $\pm$ 27.3 g $\text{N}_2\text{O-N/ha/d}$ ；施用相當於 120 kg 有機氮之牛糞堆肥時，其氧化亞氮釋出率介於 25.1 $\pm$ 6.7-108.7 $\pm$ 29.7 g $\text{N}_2\text{O-N/ha/d}$ ；施用相當於 60 kg 有機氮之雞糞堆肥時，其氧化亞氮釋出率介於 12.7 $\pm$ 2.7-35.7 $\pm$ 9.5 g $\text{N}_2\text{O-N/ha/d}$ ；施用相當於 120 kg 有機氮之雞糞堆肥時，其氧化亞氮釋出率介

於 $17.3 \pm 6.5 - 45.2 \pm 9.5$ g N_2O -N/ha/d；施用相當於 60 kg 有機氮之豬糞堆肥時，其氧化亞氮釋出率介於 $11.8 \pm 3.5 - 62.6 \pm 11.2$ g N_2O -N/ha/d；施用相當於 120 kg 有機氮之豬糞堆肥時，其氧化亞氮釋出率介於 $21.1 \pm 9.7 - 96.9 \pm 46.6$ g N_2O -N/ha/d；施用相當於 20 kg 無機氮之化學肥料時，其氧化亞氮釋出率介於 $15.9 \pm 2.5 - 59.3 \pm 23.1$ g N_2O -N/ha/d；施用相當於 40 kg 無機氮之化學肥料時，其氧化亞氮釋出率介於 $18.6 \pm 4.3 - 81.8 \pm 39.8$ g N_2O -N/ha/d (趙震慶，2001)。

春作花生以砂頁岩非石灰性新沖積土詔安厝系砂質壤土，不施用肥料種植 42 天，其氧化亞氮釋出率介於 $2.6 \pm 0.7 - 13.1 \pm 6.2$ g N_2O -N/ha/d；每公頃施用相當於 60 kg 有機氮之牛糞堆肥時，其氧化亞氮釋出率介於 $1.9 \pm 0.2 - 19.2 \pm 5.8$ g N_2O -N/ha/d；施用相當於 120 kg 有機氮之牛糞堆肥時，其氧化亞氮釋出率介於 $1.9 \pm 0.2 - 45.4 \pm 4.2$ g N_2O -N/ha/d；施用相當於 60 kg 有機氮之雞糞堆肥時，其氧化亞氮釋出率介於 $1.5 \pm 0.2 - 12.1 \pm 1.6$ g N_2O -N/ha/d；施用相當於 120 kg 有機氮之雞糞堆肥時，其氧化亞氮釋出率介於 $2.2 \pm 0.45 - 11.9 \pm 0.8$ g N_2O -N/ha/d；施用相當於 60 kg 有機氮之豬糞堆肥時，其氧化亞氮釋出率介於 $2.3 \pm 0.4 - 23.7 \pm 5.9$ g N_2O -N/ha/d；施用相當於 120 kg 有機氮之雞糞堆肥時，其氧化亞氮釋出率介於 $2.0 \pm 0.5 - 40.8 \pm 9.6$ g N_2O -N/ha/d；施用相當於 20 kg 無機氮之化學肥料，其氧化亞氮釋出率介於 $1.9 \pm 0.4 - 9.3 \pm 2.5$ g N_2O -N/ha/d；施用相當於 40 kg 無機氮之化學肥料時，其氧化亞氮釋出率介於 $2.6 \pm 0.8 - 17.4 \pm 3.2$ g N_2O -N/ha/d (趙震慶，2001)。

盆栽花生移植後栽培 70 天，未施肥，氧化亞氮釋放量介於 $0.9 \pm 0.5 - 3.5 \pm 0.9$ $\mu\text{g-N/kg soil/d}$ ；施用 0.04 g N 之化學肥料，氧化亞氮釋放量 $3.5 \pm 0.4 - 29.5 \pm 21.5$ $\mu\text{g-N/kg soil/d}$ ；施用 0.08 g N 之化學肥料，氧化亞氮釋放量

$3.5 \pm 0.8 - 124.7 \pm 43.4$ $\mu\text{g-N/kg soil/d}$ ；施用 0.04 gN 之豬糞肥料，氧化亞氮釋放量 $2.4 \pm 0.4 - 4.6 \pm 0.8$ $\mu\text{g-N/kg soil/d}$ ；施用 0.08 g N 之豬糞肥料，氧化亞氮釋放量 $2.0 \pm 0.5 - 63.6 \pm 21.9$ $\mu\text{g-N/kg soil/d}$ ；施用 0.04 g N 之雞糞肥料，氧化亞氮釋放量 $2.2 \pm 0.3 - 23.7 \pm 17.9$ $\mu\text{g-N/kg soil/d}$ ；施用 0.08 g N 之雞糞肥料，氧化亞氮釋放量 $1.7 \pm 0.5 - 26.2 \pm 12.7$ $\mu\text{g-N/kg soil/d}$ ；施用 0.04 g N 之牛糞肥料，氧化亞氮釋放量 $3.2 \pm 0.5 - 25.4 \pm 14.5$ $\mu\text{g-N/kg soil/d}$ ；施用 0.08 g N 之牛糞肥料，氧化亞氮釋放量 $3.4 \pm 0.5 - 50.0 \pm 6.9$ $\mu\text{g-N/kg soil/d}$ 。全期 N_2O -N 釋放量未施時為 186 $\mu\text{g-N/kg soil}$ ，施用 0.04 g N 之化學肥料為 503 $\mu\text{g-N/kg soil/d}$ ；施用 0.08 g N 之化學肥料為 1,141 $\mu\text{g-N/kg soil/d}$ ；施用 0.04 gN 之豬糞肥料為 226 $\mu\text{g-N/kg soil/d}$ ；施用 0.08 gN 之豬糞肥料為 652 $\mu\text{g-N/kg soil/d}$ ；施用 0.04 gN 之雞糞肥料為 384 $\mu\text{g-N/kg soil/d}$ ；施用 0.08 gN 之雞糞肥料為 477 $\mu\text{g-N/kg soil/d}$ ；施用 0.04 gN 之牛糞肥料為 467 $\mu\text{g-N/kg soil/d}$ ；施用 0.08 gN 之牛糞肥料為 619 $\mu\text{g-N/kg soil/d}$ (趙震慶，2000、2001)。

花生種植時氧化亞氮排放量與其它因子之相關性，氧化亞氮日排放量 (Y) 與有效 N 指數 (X) 之相關性， $Y = 0.0362X^2 - 3.198X + 89.311$ ($n=91$, $r=0.251$)；與土壤有效 N 含量 (X) 之相關性， $Y = 0.0008X^2 - 0.3598X + 36.926$ ($n=91$, $r=0.571$)；與土壤有機質含量 (X) 之相關性， $Y = 7.6073X^2 - 13.562X + 25.468$ ($n=91$, $r=0.226$)；與短期硝化活性 (X) 之相關性， $Y = -0.0055X^2 + 0.6279X + 13.285$ ($n=91$, $r=0.202$)；與脫氮作用潛能 (X) 之相關性， $Y = 0.00003X^2 - 0.054X + 33.43$ ($n=91$, $r=0.262$)；與脫氮酵素活性 (X) 之相關性， $Y = 0.0008X^2 - 0.0492X + 23.066$ ($n=91$, $r=0.360$) 和與生質 ninhydrin 一反應 N 含量 (X) 之相關性， $Y = -0.4399X^2 - 6.8537X + 5.4607$ ($n=91$, $r=0.268$) (趙震慶，2001)。

種植花生 70 天未施肥，氧化亞氮釋出 186 $\mu\text{g/kg soil}$ ，施用 0.04 gN 肥之豬糞堆肥氧化亞氮釋出 226 $\mu\text{g/kg soil}$ ，施用 0.08 gN 肥豬糞堆肥氧化亞氮釋出 652 $\mu\text{g/kg soil}$ 。施用 0.04 gN 肥之雞糞堆肥氧化亞氮釋出 384 $\mu\text{g/kg soil}$ 。施用 0.08 gN 肥之雞糞堆肥氧化亞氮釋出 477 $\mu\text{g/kg soil}$ 。施用 0.04 gN 肥之牛糞堆肥氧化亞氮釋出 467 $\mu\text{g/kg soil}$ 。施用 0.08 gN 肥之牛糞堆肥氧化亞氮釋出 619 $\mu\text{g/kg soil}$ 。施用 0.04 gN 肥之化學肥料氧化亞氮釋出 503 $\mu\text{g/kg soil}$ 。施用 0.08 gN 肥之化學肥料氧化亞氮釋出 1,141 $\mu\text{g/kg soil}$ (趙震慶，2003)。

六、土壤水分含量對旱作氧化亞氮排放之影響

1999 年末施肥秋作萵苣 7 週，在正常水分含量下，氧化亞氮釋放量 4.9-35.2 $\text{mg/m}^2/\text{d}$ (上午 8 時) 和 2.1-31.7 $\text{mg/m}^2/\text{d}$ (下午 2 時)。二倍水分含量，氧化亞氮釋放量 0-38.3 $\text{mg/m}^2/\text{d}$ (上午 8 時) 和 0.6-15.3 $\text{mg/m}^2/\text{d}$ (下午 2 時)。每公頃施用 261 kg 尿素秋作萵苣 7 週，在正常水分含量下，氧化亞氮釋放量 4.9-97.5 $\text{mg/m}^2/\text{d}$ (上午 8 時) 和 7.6-34.7 $\text{mg/m}^2/\text{d}$ (下午 2 時)。二倍水分含量，氧化亞氮釋放量 3.0-86.2 $\text{mg/m}^2/\text{d}$ (上午 8 時) 和 3.9-44.4 $\text{mg/m}^2/\text{d}$ (下午 2 時)。每公頃施用 522 kg 尿素秋作萵苣 7 週，在正常水分含量下，氧化亞氮釋放量 8.8-12.3 $\text{mg/m}^2/\text{d}$ (上午 8 時) 和 7.4-130 $\text{mg/m}^2/\text{d}$ (下午 2 時)。二倍水分含量，氧化亞氮釋放量 15.6-138 $\text{mg/m}^2/\text{d}$ (上午 8 時) 和 12.5-54.6 $\text{mg/m}^2/\text{d}$ (下午 2 時)。未種植亦未施肥對照組 7 週，在正常水分含量下，氧化亞氮釋放量 4.8-23.0 $\text{mg/m}^2/\text{d}$ (上午 8 時) 和 6.6-26.6 $\text{mg/m}^2/\text{d}$ (下午 2 時)。二倍水分含量，氧化亞氮釋放量 3.8-70.3 $\text{mg/m}^2/\text{d}$ (上午 8 時) 和 0.6-38.1 $\text{mg/m}^2/\text{d}$ (下午 2 時)

(賴朝明等，2001)。

1999 年末施肥冬作萵苣 7 週，在正常水分含量下，氧化亞氮釋放量 0.6-39.8 $\text{mg/m}^2/\text{d}$ (上午 8 時) 和 0.4-31.1 $\text{mg/m}^2/\text{d}$ (下午 2 時)。二倍水分含量，氧化亞氮釋放量 5.6-160 $\text{mg/m}^2/\text{d}$ (上午 8 時) 和 5.6-129 $\text{mg/m}^2/\text{d}$ (下午 2 時)。每公頃施用 261 kg 尿素 1999 年冬作萵苣 7 週，在正常水分含量下，氧化亞氮釋放量 9.1-434 $\text{mg/m}^2/\text{d}$ (上午 8 時) 和 3.5-267 $\text{mg/m}^2/\text{d}$ (下午 2 時)。二倍水分含量，氧化亞氮釋放量 2.6-336 $\text{mg/m}^2/\text{d}$ (上午 8 時) 和 3.0-122 $\text{mg/m}^2/\text{d}$ (下午 2 時)。每公頃施用 522 kg 尿素冬作萵苣 7 週，在正常水分含量下，氧化亞氮釋放量 24.2-471 $\text{mg/m}^2/\text{d}$ (上午 8 時) 和 13.2-347 $\text{mg/m}^2/\text{d}$ (下午 2 時)。二倍水分含量，氧化亞氮釋放量 19.0-255 $\text{mg/m}^2/\text{d}$ (上午 8 時) 和 12.2-270 $\text{mg/m}^2/\text{d}$ (下午 2 時)。每公頃施用 15 ton 有機肥料冬作萵苣 7 週，在正常水分含量下，氧化亞氮釋放量 14.9-312 $\text{mg/m}^2/\text{d}$ (上午 8 時) 和 15.8-121 $\text{mg/m}^2/\text{d}$ (下午 2 時)。二倍水分含量，氧化亞氮釋放量 14.3-256 $\text{mg/m}^2/\text{d}$ (上午 8 時) 和 13.3-233 $\text{mg/m}^2/\text{d}$ (下午 2 時) (賴朝明等，2001)。

2000 年末施肥春作萵苣 6 週，在正常水分含量下，氧化亞氮釋放量 1.3-67.4 $\text{mg/m}^2/\text{d}$ (上午 8 時) 和 1.8-58.2 $\text{mg/m}^2/\text{d}$ (下午 2 時)。二倍水分含量，氧化亞氮釋放量 0-35.3 $\text{mg/m}^2/\text{d}$ (上午 8 時) 和 3.6-39.2 $\text{mg/m}^2/\text{d}$ (下午 2 時)。每公頃施用 261 kg 尿素春作萵苣 6 週，在正常水分含量下，氧化亞氮釋放量 2.0-38.4 $\text{mg/m}^2/\text{d}$ (上午 8 時) 和 3.5-13.8 $\text{mg/m}^2/\text{d}$ (下午 2 時)。二倍水分含量，氧化亞氮釋放量 2.0-63.1 $\text{mg/m}^2/\text{d}$ (上午 8 時) 和 0-19.6 $\text{mg/m}^2/\text{d}$ (下午 2 時)。每公頃施用 522 kg 尿素春作萵苣 6 週，在正常水分含量下，氧化亞氮釋放量 1.4-55.3 $\text{mg/m}^2/\text{d}$ (上午 8 時) 和 1.6-89.2 $\text{mg/m}^2/\text{d}$ (下午 2 時)。二倍水分含

量，氧化亞氮釋放量 0.5-48.7 mg/m²/d (上午 8 時) 和 0-59.0 mg/m²/d (下午 2 時)。每公頃施用 15 ton 有機肥料春作萵苣 6 週，在正常水分含量下，氧化亞氮釋放量 4.6-73.4 mg/m²/d (上午 8 時) 和 0.2-26.0 mg/m²/d (下午 2 時)。二倍水分含量，氧化亞氮釋放量 3.9-61.7 mg/m²/d (上午 8 時) 和 0-22.0 mg/m²/d (下午 2 時)(賴朝明等，2001)。

春作青江菜未施肥 2000 年春作青江菜 6 週，在正常水分含量下，氧化亞氮釋放量 0.1-30.0 mg/m²/d (上午 8 時) 和 6.8-131 mg/m²/d (下午 2 時)。二倍水分含量，氧化亞氮釋放量 3.6-313 mg/m²/d (上午 8 時) 和 2.4-244 mg/m²/d (下午 2 時)。春作青江菜每公頃施用 261 kg 尿素 2000 年春作青江菜 6 週，在正常水分含量下，氧化亞氮釋放量 0-57.6 mg/m²/d (上午 8 時) 和 0-36.9 mg/m²/d (下午 2 時)。二倍水分含量，氧化亞氮釋放量 0-54.0 mg/m²/d (上午 8 時) 和 0-33.5 mg/m²/d (下午 2 時)。春作青江菜每公頃施用 522 kg 尿素 2000 年春作青江菜 6 週，在正常水分含量下，氧化亞氮釋放量 0.2-59.6 mg/m²/d (上午 8 時) 和 2.1-39.0 mg/m²/d (下午 2 時)。二倍水分含量，氧化亞氮釋放量 0.4-22.3 mg/m²/d (上午 8 時) 和 0-10.1 mg/m²/d (下午 2 時)。2000 年春作青江菜每公頃施用 15 ton 有機肥料 6 週，在正常水分含量下，氧化亞氮釋放量 0.9-113 mg/m²/d (上午 8 時) 和 0-77.1 mg/m²/d (下午 2 時)。二倍水分含量，氧化亞氮釋放量 0.6-44.8 mg/m²/d (上午 8 時) 和 0-24.2 mg/m²/d (下午 2 時)(賴朝明等，2001)。

七、硝化抑制劑對旱作氧化亞氮排放之影響

2000 年未施肥夏作萵苣 6 週，在正常水分含量下，氧化亞氮釋放量 0.9-20.2 mg/m²/d (上午 8 時) 和 0.6-15.0 mg/m²/d (下午 2 時)。

二倍水分含量，氧化亞氮釋放量 1.6-20.9 mg/m²/d (上午 8 時) 和 1.4-17.5 mg/m²/d (下午 2 時)。添加硝化抑制劑，在正常水分含量下，氧化亞氮釋放量 1.1-11.0 mg/m²/d (上午 8 時) 和 1.0-10.2 mg/m²/d (下午 2 時)。二倍水分含量，氧化亞氮釋放量 1.0-34.9 mg/m²/d (上午 8 時) 和 1.2-28.6 mg/m²/d (下午 2 時)。每公頃施用 261 kg 尿素夏作萵苣 6 週，在正常水分含量下，氧化亞氮釋放量 3.2-35.5 mg/m²/d (上午 8 時) 和 2.2-51.1 mg/m²/d (下午 2 時)。二倍水分含量，氧化亞氮釋放量 1.5-37.0 mg/m²/d (上午 8 時) 和 0.2-52.4 mg/m²/d (下午 2 時)。添加硝化抑制劑，在正常水分含量下，氧化亞氮釋放量 2.5-219 mg/m²/d (上午 8 時) 和 2.4-166 mg/m²/d (下午 2 時)。二倍水分含量，氧化亞氮釋放量 2.3-31.7 mg/m²/d (上午 8 時) 和 3.5-40.0 mg/m²/d (下午 2 時)。每公頃施用 522 kg 尿素夏作萵苣 6 週，在正常水分含量下，氧化亞氮釋放量 3.0-37.3 mg/m²/d (上午 8 時) 和 7.2-49.7 mg/m²/d (下午 2 時)。二倍水分含量，氧化亞氮釋放量 5.5-27.5 mg/m²/d (上午 8 時) 和 2.5-40.0 mg/m²/d (下午 2 時)。添加硝化抑制劑，在正常水分含量下，氧化亞氮釋放量 10.0-43.3 mg/m²/d (上午 8 時) 和 1.9-71.7 mg/m²/d (下午 2 時)。二倍水分含量，氧化亞氮釋放量 4.0-55.9 mg/m²/d (上午 8 時) 和 3.5-44.4 mg/m²/d (下午 2 時)。每公頃施用 15 ton 有機肥料夏作萵苣 6 週，在正常水分含量下，氧化亞氮釋放量 15.9-177 mg/m²/d (上午 8 時) 和 0-94.6 mg/m²/d (下午 2 時)。二倍水分含量，氧化亞氮釋放量 16.9-134 mg/m²/d (上午 8 時) 和 11.0-53.0 mg/m²/d (下午 2 時)。添加硝化抑制劑，在正常水分含量下，氧化亞氮釋放量 11.5-559 mg/m²/d (上午 8 時) 和 0-214 mg/m²/d (下午 2 時)。二倍水分含量，氧化亞氮釋放量 9.8-295 mg/m²/d (上午 8 時) 和 15.3-218 mg/m²/d (下午 2 時)(賴朝明等，2001)。

盆栽青江白菜未添加 N 肥在正常水分含量下種植八週，氧化亞氮釋出 0-16 mg/m²/d (上午 8 時)和 0-11.5 mg/m²/d (下午 2 時)。添加硝化抑制劑時，氧化亞氮釋出 0-14.2 mg/m²/d (上午 8 時)和 2.36-27.8 mg/m²/d (下午 2 時)。在二倍水分含量時，氧化亞氮釋出 0-20.0 mg/m²/d (上午 8 時) 和 0-42.2 mg/m²/d (下午 2 時)；如添加硝化抑制劑則為 0-17.9 mg/m²/d (上午 8 時) 和 0-20.6 mg/m²/d (下午 2 時)。如每盆青江白菜添加 3.19 g 尿素在正常水分含量種植八週，氧化亞氮釋出 0-9.01 mg/m²/d (上午 8 時) 和 0.14-40.4 mg/m²/d (下午 2 時)。添加硝化抑制劑時，氧化亞氮釋出 0-43.1 mg/m²/d (上午 8 時)和 0-41.6 mg/m²/d (下午 2 時)。二倍水分含量時，氧化亞氮釋出 0-12.5 mg/m²/d (上午 8 時) 和 0-12.3 mg/m²/d (下午 2 時)；添加硝化抑制劑時，氧化亞氮釋出 0-10.1 mg/m²/d (上午 8 時)和 0-35.1 mg/m²/d (下午 2 時) (賴朝明, 1999)。如每盆青江白菜添加 7.82 g 尿素在正常水分含量種植八週，氧化亞氮釋出 0-22.1 mg/m²/d (上午 8 時)和 0-32.3 mg/m²/d (下午 2 時)，添加硝化抑制劑時，氧化亞氮釋出 0-17.0 mg/m²/d (上午 8 時)和 0-13.4 mg/m²/d (下午 2 時)。在二倍水分含量時，氧化亞氮釋出 4.23-35.5 mg/m²/d (上午 8 時) 和 0-61.5 mg/m²/d (下午 2 時)；添加硝化抑制劑時，氧化亞氮釋出 0-12.5 mg/m²/d (上午 8 時)和 0-17.5 mg/m²/d (下午 2 時) (賴朝明, 1997)。每盆青江白菜添加 304 g 豬糞堆肥在正常水分含量種植八週，氧化亞氮釋出 0-56.8 mg/m²/d (上午 8 時)和 4.28-89.5 mg/m²/d (下午 2 時)；添加硝化抑制劑時，氧化亞氮釋出 0-26.1 mg/m²/d (上午 8 時) 和 0-14.9 mg/m²/d (下午 2 時)。二倍水分含量時，氧化亞氮釋出 40.9-169 mg/m²/d (上午 8 時) 和 6.7-167 mg/m²/d (下午 2 時)；添加硝化抑制劑時，氧化亞氮釋出 0.20-96.5 mg/m²/d (上午 8 時)和 0.25-

97.1 mg/m²/d (下午 2 時) (賴朝明, 1998)。

莧菜盆栽未添加 N 肥在正常水分含量種植八週，氧化亞氮釋出 0-23.9 mg/m²/d (上午 8 時)和 0.80-66.0 mg/m²/d (下午 2 時)。添加硝化抑制劑時，氧化亞氮釋出 0-48.4 mg/m²/d (上午 8 時)和 0-64.6 mg/m²/d (下午 2 時)。二倍水分含量時，氧化亞氮釋出 0-44.4 mg/m²/d (上午 8 時)和 0-47.9 mg/m²/d (下午 2 時)；添加硝化抑制劑時，氧化亞氮釋出 0-55.8 mg/m²/d (上午 8 時)和 1.70-62.3 mg/m²/d (下午 2 時) (賴朝明, 1998)。

八、蔬菜田氧化亞氮釋放量

1999 年秋作種植青江菜未施肥，在正常水分含量下，全季氧化亞氮釋出 564 g/ha (以上午 8 時計) 和 700 g/ha (以下午 2 時計)。在二倍水分含量，全季氧化亞氮釋出 434 g/ha (以上午 8 時計) 和 589 g/ha (以下午 2 時計)。1999 年冬作，在正常水分含量下，全季氧化亞氮釋出 551 g/ha (以上午 8 時計) 和 1,380 g/ha (以下午 2 時計)。在二倍水分含量，全季氧化亞氮釋出 1,630 g/ha (以上午 8 時計) 和 3,280 g/ha (以下午 2 時計)。2000 年春作，在正常水分含量下，全季氧化亞氮釋出 1,400 g/ha (以上午 8 時計) 和 3,960 g/ha (以下午 2 時計)。在二倍水分含量，全季氧化亞氮釋出 1,710 g/ha (以上午 8 時計) 和 1,440 g/ha (以下午 2 時計)。2000 年夏作，在正常水分含量下，全季氧化亞氮釋出 2,470 g/ha (以上午 8 時計) 和 1,910 g/ha (以下午 2 時計)。在二倍水分含量，全季氧化亞氮釋出 3,680 g/ha (以上午 8 時計) 和 2,680 g/ha (以下午 2 時計) (賴朝明等, 2001)。

種植青江菜每公頃施用 261 kg 尿素 1999 年秋作，在正常水分含量下，全季氧化亞氮釋出 919 g/ha (以上午 8 時計) 和 873 g/ha (以下午 2 時計)。在二倍水分含量，全季氧化亞

氮釋出 907 g/ha (以上午 8 時計) 和 1,030 g/ha (以下午 2 時計)。1999 年冬作，在正常水分含量下，全季氧化亞氮釋出 4,230 g/ha (以上午 8 時計) 和 1,070 g/ha (以下午 2 時計)。在二倍水分含量，全季氧化亞氮釋出 1,910 g/ha (以上午 8 時計) 和 3,600 g/ha (以下午 2 時計)。2000 年春作，在正常水分含量下，全季氧化亞氮釋出 11,570 g/ha (以上午 8 時計) 和 12,690 g/ha (以下午 2 時計)。在二倍水分含量，全季氧化亞氮釋出 4,240 g/ha (以上午 8 時計) 和 2,140 g/ha (以下午 2 時計)。2000 年夏作，在正常水分含量下，全季氧化亞氮釋出 16,290 g/ha (以上午 8 時計) 和 124.70 g/ha (以下午 2 時計)。在二倍水分含量，全季氧化亞氮釋出 3,670 g/ha (以上午 8 時計) 和 3,760g/ha (以下午 2 時計)(賴朝明等，2001)。

種植青江菜每公頃施用 522 kg 尿素，1999 年秋作在正常水分含量下，全季氧化亞氮釋出 2,230 g/ha (以上午 8 時計) 和 2,400 g/ha (以下午 2 時計)。在二倍水分含量，全季氧化亞氮釋出 2,000 g/ha (以上午 8 時計) 和 2,230 g/ha (以下午 2 時計)。1999 年冬作，在正常水分含量下，全季氧化亞氮釋出 5,710 g/ha (以上午 8 時計) 和 11,910 g/ha (以下午 2 時計)。在二倍水分含量，全季氧化亞氮釋出 4,690 g/ha (以上午 8 時計) 和 10,420 g/ha (以下午 2 時計)。2000 年春作，在正常水分含量下，全季氧化亞氮釋出 7,130 g/ha (以上午 8 時計) 和 4,090 g/ha (以下午 2 時計)。在二倍水分含量，全季氧化亞氮釋出 5,900 g/ha (以上午 8 時計) 和 2,650 g/ha (以下午 2 時計)。2000 年夏作，在正常水分含量下，全季氧化亞氮釋出 4,000 g/ha (以上午 8 時計) 和 6,090 g/ha (以下午 2 時計)。在二倍水分含量，全季氧化亞氮釋出 7,560 g/ha (以上午 8 時計) 和 5,387 g/ha (以下午 2 時計) (賴朝明等，2001)。

種植青江菜每公頃施用 15 ton 有機肥料

1999 年冬作，在正常水分含量下，全季氧化亞氮釋出 2,470 g/ha (以上午 8 時計) 和 2,950 g/ha (以下午 2 時計)。在二倍水分含量，全季氧化亞氮釋出 3,340 g/ha (以上午 8 時計) 和 7,000 g/ha (以下午 2 時計)。2000 年春作，在正常水分含量下，全季氧化亞氮釋出 3,610 g/ha (以上午 8 時計) 和 11,670 g/ha (以下午 2 時計)。在二倍水分含量，全季氧化亞氮釋出 11,450 g/ha (以上午 8 時計) 和 2,260 g/ha (以下午 2 時計)。2000 年夏作，在正常水分含量下，全季氧化亞氮釋出 35,830 g/ha (以上午 8 時計) 和 14,320 g/ha (以下午 2 時計)。在二倍水分含量，全季氧化亞氮釋出 14,030 g/ha (以上午 8 時計) 和 15,820 g/ha (以下午 2 時計) (賴朝明等，2001)。

種植萵苣未施肥且添加硝化抑制劑時，在正常水分含量下，2000 年春作全季氧化亞氮釋出 1,350 g/ha (以上午 8 時計) 和 3,940 g/ha (以下午 2 時計)。在二倍水分含量，全季氧化亞氮釋出 770 g/ha (以上午 8 時計) 和 900 g/ha (以下午 2 時計)。2000 年夏作，在正常水分含量下，全季氧化亞氮釋出 1,100 g/ha (以上午 8 時計) 和 1,640 g/ha (以下午 2 時計)。在二倍水分含量，全季氧化亞氮釋出 3,120 g/ha (以上午 8 時計) 和 2,080 g/ha (以下午 2 時計) (賴朝明等，2001)。

種植萵苣每公頃施用 261 kg 尿素且添加硝化抑制劑，在正常水分含量下，2000 年春作，全季氧化亞氮釋出 4,600 g/ha (以上午 8 時計) 和 25,600 g/ha (以下午 2 時計)。在二倍水分含量，全季氧化亞氮釋出 3,240 g/ha (以上午 8 時計) 和 1,270 g/ha (以下午 2 時計)。添加硝化抑制劑，在正常水分含量下，2000 年夏作，全季氧化亞氮釋出 4,360 g/ha (以上午 8 時計) 和 5,340 g/ha (以下午 2 時計)。在二倍水分含量，全季氧化亞氮釋出 4,110 g/ha (以上午 8 時計) 和 5,140 g/ha (以下午 2 時計) (賴朝明等，2001)。

種植萵苣每公頃施用 522 kg 尿素添加硝化抑制劑，在正常水分含量下，2000 年春作，全季氧化亞氮釋出 4,410 g/ha (以上午 8 時計) 和 3,910 g/ha (以下午 2 時計)。在二倍水分含量，全季氧化亞氮釋出 5,090 g/ha (以上午 8 時計) 和 3,850 g/ha (以下午 2 時計)。添加硝化抑制劑，在正常水分含量下，2000 年夏作，全季氧化亞氮釋出 7,750 g/ha (以上午 8 時計) 和 5,200 g/ha (以下午 2 時計)。在二倍水分含量，全季氧化亞氮釋出 3,640 g/ha (以上午 8 時計) 和 4,890 g/ha (以下午 2 時計) (賴朝明等，2001)。

種植萵苣每公頃施用有機肥料 15 ton 添加硝化抑制劑，在正常水分含量下，2000 年春作，全季氧化亞氮釋出 13,990 g/ha (以上午 8 時計) 和 6,080 g/ha (以下午 2 時計)。在二倍水分含量，全季氧化亞氮釋出 8,140 g/ha (以上午 8 時計) 和 11,670 g/ha (以下午 2 時計)。添加硝化抑制劑，在正常水分含量下，2000 年夏作，全季氧化亞氮釋出 38,520 g/ha (以上午 8 時計) 和 12,570 g/ha (以下午 2 時計)。在二倍水分含量，全季氧化亞氮釋出 29,440 g/ha (以上午 8 時計) 和 20,100 g/ha (以下午 2 時計)。未種植作物亦未施肥 1999 年秋作，在正常水分含量下，全季氧化亞氮釋出 454 g/ha (上午 8 時計) 和 425 g/ha (下午 2 時計)。在二倍水分含量，全季氧化亞氮釋出 687 g/ha (上午 8 時計) 和 611 g/ha (下午 2 時計) (賴朝明等，2001)。

九、果園及林地氧化亞氮釋放量

南投國姓農家香蕉園坡地 N_2O 釋放量 162.8-959.6 mg/m^2 或 16.1-412.0 $\mu g/m^2/h$ (趙震慶，1997)。國姓香蕉園 N_2O 吸收量 0.1-3 $mg/m^2/h$ (下午 2 時) 和釋放量 1 $mg/m^2/h$ 至吸收量 19 $mg/m^2/h$ (上午 6 時)，其吸收量介於 0.050-0.296 $mg/m^2/h$ ，平均 0.140 $mg/m^2/h$ (楊

秋忠，1997；楊秋忠和劉智文，1998)。南投國姓果園 1997 年 5 月 1-3 日果園， N_2O 釋放量介於 16.1-412.0 $\mu g/m^2/h$ ，平均 136.5 $\mu g/m^2/h$ 。台南新化果園 1997 年 4 月 24-26 日， N_2O 釋放量介於 8.3-11.0 $\mu g/m^2/h$ ，平均 55.0 $\mu g/m^2/h$ (趙震慶，2003)。台南新化農家芒果園坡地 N_2O 釋放量 102.6-1,159.2 mg/m^2 或 8.3-111.0 $\mu g/m^2/h$ (趙震慶，1997、1998)。新化芒果園 N_2O 吸收量 0-2.5 $mg/m^2/h$ (下午 2 時) 和釋放量 3.7 $mg/m^2/h$ 至吸收量 1 $mg/m^2/h$ (上午 6 時)，平均為 0.024 $mg/m^2/h$ (楊秋忠，1997；楊秋忠和劉智文，1998)。

南投國姓農家硬木森林土壤 N_2O 釋放量 206.2-543.1 mg/m^2 或 7.60-35.0 $mg/m^2/h$ (趙震慶，1997、1998)。台南新化林場硬化森林土壤 N_2O 釋放量 170.8-460.6 mg/m^2 或 8.8-42.6 $\mu g/m^2/h$ (趙震慶，1997、1998；Chao 等，2000)。新化林場 N_2O 吸收量 3.4-5.9 $mg/m^2/h$ (下午 2 時) 和 0.1-10 $mg/m^2/h$ (上午 6 時)，其吸收量介於 0.120-0.576 $mg/m^2/h$ ，平均 0.356 $mg/m^2/h$ (楊秋忠，1997；楊秋忠和劉智文，1998；Chao 等，2000)。蕙蓀林場 N_2O 吸收量 1.5-8.7 $mg/m^2/h$ (下午 2 時) 和 1.5-7.4 $mg/m^2/h$ (上午 6 時)，其吸收量介於 0.132-0.838 $mg/m^2/h$ ，平均 0.373 $mg/m^2/h$ (楊秋忠，1997；楊秋忠和劉智文，1998；Chao 等，2000)。塔塔加雲杉林土壤 N_2O 釋放量 306.6-1423.5 mg/m^2 或 5.08-161.7 $mg/m^2/h$ ，鐵杉林土壤 N_2O 釋放量 0-766.5 mg/m^2 或 0-85.4 $mg/m^2/h$ ，草原土壤 N_2O 釋放量 0-1,022.0 mg/m^2 或 0-116.7 $mg/m^2/h$ (賴朝明，1997，1998)。

十、土壤氧化亞氮釋放量

每公頃土壤每年排放 4.489 kg N_2O-N ，如每年施用相當於 300 kg 有機氮之牛糞堆肥，每年每公頃土壤排放 N_2O-N 8.314 kg，

如扣除未施肥之氧化亞氮釋放量，則所釋放 $\text{N}_2\text{O-N}$ 佔施用 N 肥之 1.28%，如未扣除未施肥之排放量，則所釋放 $\text{N}_2\text{O-N}$ 佔施用 N 肥之 2.77%。當每年每公頃施用相當於 600 kg 有機氮之牛糞堆肥，每年每公頃土壤排放 10.929 kg $\text{N}_2\text{O-N}$ ，如扣除未施肥之排放量，則所釋放 $\text{N}_2\text{O-N}$ 佔施用 N 肥之 1.07%。如未扣除未施肥之排放量，則所釋放 $\text{N}_2\text{O-N}$ 佔施用 N 肥之 1.82%。當每年每公頃施用相當於 300 kg 有機氮之雞糞堆肥，每年每公頃排放 6.281 kg $\text{N}_2\text{O-N}$ ，如扣除未施肥之排放量，則所釋放 $\text{N}_2\text{O-N}$ 佔施用 N 肥之 0.60%，如未扣除未施肥之排放量，則所釋放 $\text{N}_2\text{O-N}$ 佔施用 N 肥之 2.09%。當每年每公頃施用相當於 600 kg 有機氮之雞糞堆肥，每年每公頃排放 7.258 kg $\text{N}_2\text{O-N}$ ，如扣除未施肥之排放量，則所釋放 $\text{N}_2\text{O-N}$ 佔施用 N 肥之 0.46%，如未扣除未施肥之排放量，則所釋放 $\text{N}_2\text{O-N}$ 佔施用 N 肥之 1.21%。當每年每公頃施用相當於 300 kg 有機氮之豬糞堆肥，每年每公頃排放 6.836 kg $\text{N}_2\text{O-N}$ ，如扣除未施肥之排放量，則所釋放 $\text{N}_2\text{O-N}$ 佔施用 N 肥之 0.79%，如未扣除未施肥之排放量，則所釋放 $\text{N}_2\text{O-N}$ 佔施用 N 肥之 2.28%。當每年每公頃施用相當於 600 kg 有機氮之豬糞堆肥，每年每公頃排放量 9.241 kg $\text{N}_2\text{O-N}$ ，如扣除未施肥之排放量，則所釋放 $\text{N}_2\text{O-N}$ 佔施用 N 肥之 0.79%，如未扣除未施肥之排放量，則所釋放 $\text{N}_2\text{O-N}$ 佔施用 N 肥之 1.54%。如每公頃每年施用相當於 100 kg 無機氮之化學肥料，每年每公頃排放 6.543 kg $\text{N}_2\text{O-N}$ ，如扣除未施肥之排放量，則所釋放 $\text{N}_2\text{O-N}$ 佔施用 N 肥之 2.05%，如未扣除未施肥之排放量，則所釋放 $\text{N}_2\text{O-N}$ 佔施用 N 肥之 6.54%。如每公頃每年施用相當於 200 kg 無機氮之化學肥料，每年每公頃排放 7.843 kg $\text{N}_2\text{O-N}$ ，如扣除未施肥之排放量，則所釋放 $\text{N}_2\text{O-N}$ 佔施用 N 肥之 1.68%，如未扣除未施肥之排放量，則所釋放 $\text{N}_2\text{O-N}$

佔施用 N 肥之 3.92% (趙震慶，2001)。

十一、台灣旱田氧化亞氮排放量推估

以台灣旱作 (包括玉米、小麥、粟、高粱、大豆、花生、common bean、紅豆、蠶豆、甘藷、茶、菸草、甘蔗、芝麻、油菜仔、香草作物和其他) 實測值，依其種植面積，推估其氧化亞氮排放量。1990 年旱作全年氧化亞氮排放量估算為 1,976.4 ton，1991 年為 1,925.9 ton，1992 年為 1,893.7 ton，1993 年為 1,856.9 ton，1994 年為 1,839.7 ton，1995 年為 1,787.9 ton，1996 年為 1,638.4 ton，1997 年為 1,479.1 ton，1998 年為 1,283.9 ton，1999 年為 1,124.1 ton，2000 年為 1,079.8 ton (楊盛行，2003b；Yang 等，2003)。

十二、台灣蔬菜田氧化亞氮排放量推估

台灣蔬菜田 (包括蘿蔔、胡蘿蔔、其他根類蔬菜、薑、芋頭、蔥、蔥頭、洋蔥、蒜頭、粟、韭菜、竹筍、大芥菜、芹菜、高麗菜、包心菜、不結球白菜、蘆筍、筊白筍、其他莖類蔬菜、青花菜、百合花、越瓜、小黃瓜、冬瓜、茄子、苦瓜、蕃茄、辣椒、菜豆、荷蘭豆、毛豆、其他果類蔬菜、西瓜、香瓜、洋香瓜、西瓜仔、草莓和香菇) 實測值，依其種植面積，推估其氧化亞氮排放量。1990 年蔬菜田全年氧化亞氮排放量估算為 1,965.9 ton，1991 年為 1,994.1 ton，1992 年為 1,971.0 ton，1993 年為 1,924.7 ton，1994 年為 1,783.8 ton，1995 年為 1,807.1 ton，1996 年為 1,846.1 ton，1997 年為 1,881.9 ton，1998 年為 1,880.5 ton，1999 年為 1,917.3 ton，2000 年為 1,849.0 ton (楊盛行，2003b；Yang 等，2003)。

十三、台灣果園氧化亞氮排放量推估

台灣果園 (包括香蕉、鳳梨、柑橘、桶柑、文旦柚、斗柚、白柚、柳橙、citrus-valencies、檸檬、葡萄柚、其他橘類、龍眼、芒果、檳榔、蕃石榴、蓮霧、葡萄、枇杷、李、桃、柿梅、荔枝、橄欖、楊桃、梨、蘋果、木瓜、棗、蕃荔枝、百香果、椰子和其他) 實測值，依其種植面積，推估其氧化亞氮排放量。1990 年果園全年氧化亞氮排放量估算為 2,540.1ton，1991 年為 2,578.0 ton，1992 年為 2,579.5 ton，1993 年為 2,602.4 ton，1994 年為 2,580.7 ton，1995 年為 2,607.4 ton，1996 年為 2,621.7 ton，1997 年為 2,582.3 ton，1998 年為 2,589.4 ton，1999 年為 2,562.8 ton 和 2000 年為 2,558.5 ton (楊盛行，2003b；Yang 等，2003)。

十四、台灣花卉田氧化亞氮排放量推估

台灣花卉田 (包括切花、球莖、草花種子、花苗和盆花類) 實測值，依其種植面積，推估其氧化亞氮排放量。1990 年花卉田全年氧化亞氮排放量估算為 30.7 ton，1991 年為 33.0 ton，1992 年為 37.5 ton，1993 年為 44.9 ton，1994 年為 46.4 ton，1995 年為 47.7 ton，1996 年為 49.2 ton，1997 年為 51.5 ton，1998 年為 50.3 ton，1999 年為 53.2 ton，2000 年為 54.2 ton (楊盛行，2003b；Yang 等，2003)。

十五、台灣牧草氧化亞氮排放量推估

台灣牧草作物 (包括燕麥、盤固拉草、狼尾草和其他) 實測值，依其種植面積，推估其氧化亞氮排放量。1990 年牧草全年氧化亞氮排放量估算為 50.9 ton，1991 年為 49.7 ton，1992 年為 52.2 ton，1993 年為 49.6 ton，1994 年為 52.6 ton，1995 年為 50.0

ton，1996 年為 47.8 ton，1997 年為 46.1 ton，1998 年為 44.7 ton，1999 年為 43.7 ton，2000 年為 42.7 ton (楊盛行，2003b；Yang 等，2003)。

十六、台灣綠肥作物氧化亞氮排放量推估

台灣綠肥作物 (包括大菜、田菁、大豆、豌豆、紫雲英、富貴豆、太陽麻、油菜、鐵虎豆、埃及三葉豆、青皮豆、其他單播和或混播) 實測值，依其種植面積，推估其氧化亞氮排放量。1990 年綠肥作物全年氧化亞氮排放量估算為 38.1 ton，1991 年為 57.5 ton，1992 年為 118.7 ton，1993 年為 137.2 ton，1994 年為 202.7 ton，1995 年為 196.9 ton，1996 年為 223.4 ton，1997 年為 269.2 ton，1998 年為 387.5 ton，1999 年為 515.4 ton 和 2000 年為 582.4 ton (楊盛行，2003b；Yang 等，2003)。

十七、台灣種植各項作物氧化亞氮釋放量

民國 90 年，由其釋放率乘上種植面積，預估氧化亞氮之年釋放量如下：水稻田 2,542 ton，花生田 1,338 ton，大豆田 151 ton，毛豆田 304 ton，洋蔥田 12.6 ton，西瓜田 49.6 ton，甘藍菜田 420 ton，蔥田 66.4 ton，包心白菜田 32.7 ton，花椰菜 415 ton，菊花田 11.1 ton 和溼地 63 ton。密閉式採樣罩與 IPCC 方法比較民國 90 年台灣農業土壤氧化亞氮釋放量，實測值為 15.0 Gg，以 IPCC 方法估計直接釋出 N_2O 為 10.9 Gg，動物放牧時釋出 N_2O 為 1.2 Gg，間接釋出 N_2O 為 7.6 Gg，共計 19.7 Gg，比實測值估算高 31.3% (賴朝明等，2003)。

台灣農田土壤若以 IPCC 方法估測其溫

室氣體氧化亞氮之釋放，有高估之虞，宜根據田間實測資料校正評估後審慎應用。台灣農田土壤溫室氣體氧化亞氮之釋放減量，宜注意不可施用過量氮肥，且不可過量灌溉。溫室氣體研究及減量成果可透過適當之教育

宣導 (文宣、廣電、講習)，告知農民或農業相關人員，以達溫室氣體氧化亞氮釋放減量、農業及環境永續發展之目的。且可供政府制定相關政策因應聯合國氣候變化綱要公約及京都議定書之參考。

表一、國內旱田生產時氧化亞氮排放量測

逸散源	研究成果	出處
以 G.C 測定台大校園走廊溫室氣體 (n=9)	0-10 m 距離大氣 N ₂ O 濃度 368.63±48.96 ppbv, 10-20 m 距離大氣 N ₂ O 濃度 364.60±47.85 ppbv, 20-25 m 距離大氣 N ₂ O 濃度 358.68±46.93 ppbv, 25-30 m 距離大氣 N ₂ O 濃度 352.33±46.65 ppbv, 30-40 m 距離大氣 N ₂ O 濃度 327.80±47.16 ppbv, 40-45 m 距離大氣 N ₂ O 濃度 344.58± 47.61 ppbv。	Chang 和 Yang, 1999; 楊盛行和張讚昌, 2000a、2000b。
以 FTIR 測定台大校園走廊溫室氣體 (n=4)	0-10 m 距離大氣 N ₂ O 濃度 337.02±2.09 ppb-m, 0-20 m 距離大氣 N ₂ O 濃度 381.52±2.11 ppb-m, 0-30 m 距離大氣 N ₂ O 濃度 374.71±1.28 ppb-m, 0-40 m 距離大氣 N ₂ O 濃度 362.78±0.09 ppb-m, 0-50 m 距離大氣 N ₂ O 濃度 364.23±0.08 ppb-m, 0-60 m 距離大氣 N ₂ O 濃度 348.73±1.02 ppb-m, 0-70 m 距離大氣 N ₂ O 濃度 331.40±0.02 ppb-m, 0-80 m 距離大氣 N ₂ O 濃度 335.12±0.08 ppb-m, 0-90 m 距離大氣 N ₂ O 濃度 334.94±2.67 ppb-m。	Chang 和 Yang, 1999; 楊盛行和張讚昌, 2000a、2000b。
台大校總區	1999 年 8 月 20 日，以 FITR 測試大氣 N ₂ O 濃度介於 315-334 ppb-m，平均 319 ppb-m。以 GC 測試大氣 N ₂ O 濃度介於 305-351 ppbv，平均 328 ppbv。	楊盛行和 Hegde, 2001。
台大校總區	1999 年 8 月大氣 N ₂ O 平均濃度為 319.24±4.50 ppbv。	Hegde 等, 2001。
台大試驗農場	秋作玉米田 N ₂ O 釋放量 1,175.4-1,230.5 mg/m ² ，春作玉米田 N ₂ O 釋放量 684.5-1,288.6 mg/m ² ，施用牛糞堆肥春作玉米田 N ₂ O 釋放量 3,432.9 mg/m ² 。秋作蔬菜園 N ₂ O 釋放量 154.9-2,936.5 mg/m ² ，春作蔬菜園 N ₂ O 釋放量 168.9-549.2 mg/m ² 。	賴朝明, 1997。
台大試驗農場旱田土壤	在 15-35 °C 下，培養 120 小時 N ₂ O 釋出量 34.3-80.0 µg/g soil，在水份含量 20-80% 下培養 120 小時，N ₂ O 釋出量 45.1-60.7 µg/g soil，添加 1-10 µmol 葡萄糖和 1-10 µmol nitrate 在 30 °C 培養 120 小時，N ₂ O 釋出量 86.3-105.8 µg/g soil。	李弘達等, 1997。
桃園區農業改良場玉米田秋作	秋作玉米田 N ₂ O 釋出量 375.0-521.2 mg/m ² ，春作洋香瓜 N ₂ O 釋出量 1046.4-3412.5 mg/m ² ，秋作蔬菜園 N ₂ O 釋出量 386.4-550.1 mg/m ² ，春作蔬菜園 N ₂ O 釋出量 1355.3-4246.4 mg/m ² 。	賴朝明, 1997。
台南區農業改良場	旱田 N ₂ O 釋出量 119-1519 mg/m ² 。	趙震慶, 1997。
旱田 N ₂ O 釋出量	台南區農業改良場 1995 年 9 月 11-13 日旱田，N ₂ O 釋出率介於 4.5-24.1 µg/m ² /h，平均 13.4 µg/m ² /h。高雄區農業改良場 1996 年 6 月 3-5 日，N ₂ O 釋出率介於 4.2-36.0 µg/m ² /h，平均 16.8 µg/m ² /h。	趙震慶, 2003。
旱田 N ₂ O 釋出量	1995 年 8 月-1996 年 7 月，台南旱田 N ₂ O 釋出率介於 3.3-41.6 g/ha/d，平均為 16.6 g/ha/d。1995 年 8 月-1996 年 7 月，旗山旱田 N ₂ O 釋出率介於 3.1-324.6 g/ha/d，平均為 57.7 g/ha/d。	趙震慶, 2003。
果園 N ₂ O	1996 年 9 月-1997 年 7 月，南投果園 N ₂ O 釋出率介於 4.5-26.3 g/ha/d，平均為 12.8 g/ha/d。1996 年 9 月-1997 年 7 月，台南果園 N ₂ O 釋出率介於 2.8-31.8	趙震慶, 2003。

逸散源	研究成果	出處
釋出量	g/ha/d, 平均為 15.2 g/ha/d。	
台灣中南部土壤 N ₂ O 排放通量	中南部水稻田每年每公頃釋出 N ₂ O 介於 4.46-7.34 kg, 平均為 5.57 kg。中南部旱田每年每公頃釋出 N ₂ O 介於 8.47-14.14 kg, 平均為 11.31 kg。中南部果園每年每公頃釋出 N ₂ O 介於 3.78-5.54 kg, 平均為 4.66 kg。	趙震慶, 2003。
高雄旗山農業試驗場	旱田 N ₂ O 釋出量 113.9-17613.4 mg/m ² 。	趙震慶, 1997。
大城旱田氧化亞氮釋出量	旱田 A, 0.3 公頃, 生長過程中, N ₂ O 釋出率介於 0-1.08±0.373 mg/m ² /h, 平均為 0.301±0.360 mg/m ² /h, 每公頃每年釋出 N ₂ O 18.6 kg。旱田 B, 0.4 公頃, 生長過程中, N ₂ O 釋出率介於 0.012±0.022-0.478±0.828 mg/m ² /h, 平均為 0.226±0.189 mg/m ² /h, 每公頃每年釋出 N ₂ O 19.2 kg。	賴朝明等, 2003。
北斗旱田氧化亞氮釋出量	旱田 A, 0.23 公頃, N ₂ O 釋出率介於 1.16±0.71-2.20±1.03 mg/m ² /h, 平均為 1.50±0.48 mg/m ² /h, 每公頃每年釋出 N ₂ O 121 kg。旱田 B, 0.23 公頃, N ₂ O 釋出率介於 0.021±0.033-0.195±0.143 mg/m ² /h, 平均為 0.101±0.070 mg/m ² /h, 每公頃每年釋出 N ₂ O 6.84 kg。	賴朝明等, 2003。
溪湖蔬菜田氧化亞氮釋出量	蔬菜田 A, 0.25 公頃, N ₂ O 釋出率介於 0.042±0.079-2.07±1.28 mg/m ² /h, 平均為 0.473±0.893 mg/m ² /h, 每公頃每年釋出 N ₂ O 20.9 kg。蔬菜田 B, 0.25 公頃, N ₂ O 釋出率介於 0.053±0.051-0.663±0.166 mg/m ² /h, 平均為 0.189±0.206 mg/m ² /h, 每公頃每年釋出 N ₂ O 14.0 kg。蔬菜田 C, 0.25 公頃, N ₂ O 釋出率介於 0.001±0.002-0.571±0.136 mg/m ² /h, 平均為 0.178±0.187 mg/m ² /h, 每公頃每年釋出 N ₂ O 14.2 kg。	賴朝明等, 2003。
二林花卉田氧化亞氮釋出量	花卉田 A, 0.12 公頃, N ₂ O 釋出率介於 0.028±0.049-0.112 ± 0.112 mg/m ² /h, 平均為 0.059±0.037 mg/m ² /h, 每公頃每年釋出 N ₂ O 5.97 kg。花卉田 B, 0.12 公頃, N ₂ O 釋出率介於 0.065±0.080-0.178±0.157 mg/m ² /h, 平均為 0.122±0.080 mg/m ² /h, 每公頃每年釋出 N ₂ O 10.7 kg。花卉田 C, 0.06 公頃, N ₂ O 釋出率介於 0-0.170±0.170 mg/m ² /h, 平均為 0.063±0.065 mg/m ² /h, 每公頃每年釋出 N ₂ O 3.65 kg。花卉田 D, 0.06 公頃, N ₂ O 釋出率介於 0.004±0.007-0.277±0.480 mg/m ² /h, 平均為 0.097±0.099 mg/m ² /h, 每公頃每年釋出 N ₂ O 9.15 kg。花卉田 E, 0.12 公頃, N ₂ O 釋出率介於 0.090±0.045-0.092±0.119 mg/m ² /h, 平均為 0.091±0.001 mg/m ² /h, 每公頃每年釋出 N ₂ O 8.01 kg。花卉田 F, 0.12 公頃, N ₂ O 釋出率介於 0.070±0.090-0.153±0.128 mg/m ² /h, 平均為 0.090±0.056 mg/m ² /h, 每公頃每年釋出 N ₂ O 10.7 kg。	賴朝明等, 2003。
秋作花生	以砂頁岩非石灰性新沖積土詔安厝系砂質壤土, 不施用肥料種植 126 天, 其 N ₂ O 釋出率介於 10.1±4.1-27.2±18.1 g N ₂ O-N/ha/d; 每公頃施用相當於 60 kg 有機氮之牛糞堆肥時, 其 N ₂ O 釋出率介於 15.3±5.9-93.1±27.3 g N ₂ O-N/ha/d; 施用相當於 120 kg 有機氮之牛糞堆肥時, 其 N ₂ O 釋出率介於 25.1±6.7-108.7±29.7 g N ₂ O-N/ha/d; 施用相當於 60 kg 有機氮之雞糞堆肥時, 其 N ₂ O 釋出率介於 12.7±2.7-35.7±9.5 g N ₂ O-N/ha/d; 施用相當於 120 kg 有機氮之雞糞堆肥時, 其 N ₂ O 釋出率介於 17.3±6.5-45.2±9.5 g N ₂ O-N/ha/d; 施用相當於 60 kg 有機氮之豬糞堆肥時, 其 N ₂ O 釋出率介於 11.8±3.5-62.6±11.2 g N ₂ O-N/ha/d; 施用相當於 120 kg 有機氮之豬糞堆肥時, 其 N ₂ O 釋出率介於 21.1±9.7-96.9±46.6 g N ₂ O-N/ha/d; 施用相當於 20 kg 無機氮之化學肥料時, 其 N ₂ O 釋出率介於 15.9±2.5-59.3±23.1 g N ₂ O-N/ha/d; 施用相當於 40 kg 無機氮之化學肥料時, 其 N ₂ O 釋出率介於 18.6±4.3-81.8±39.8 g N ₂ O-N/ha/d。	趙震慶, 2001。
春作花生	以砂頁岩非石灰性新沖積土詔安厝系砂質壤土, 不施用肥料種植 42 天, 其 N ₂ O 釋出率介於 2.6±0.7-13.1±6.2 g N ₂ O-N/ha/d; 每公頃施用相當於 60 kg 有機氮之牛糞堆肥時, 其 N ₂ O 釋出率介於 1.9±0.2-19.2±5.8 g N ₂ O-N/ha/d; 施用相當於 120 kg 有機氮之牛糞堆肥時, 其 N ₂ O 釋出率介於 1.9±0.2-45.4±4.2 g N ₂ O-N/ha/d; 施用相當於 60 kg 有機氮之雞糞堆肥時, 其 N ₂ O 釋出率介於	趙震慶, 2001。

逸散源	研究成果	出處
	1.5±0.2-12.1±1.6 g N₂O-N /ha/d；施用相當於 120 kg 有機氮之雞糞堆肥時，其 N₂O 釋出率介於 2.2±0.45-11.9±0.8 g N₂O-N/ha/d；施用相當於 60 kg 有機氮之豬糞堆肥時，其 N₂O 釋出率介於 2.3±0.4-23.7±5.9 g N₂O-N/ha/d；施用相當於 120 kg 有機氮之雞糞堆肥時，其 N₂O 釋出率介於 2.0 ±0.5-40.8±9.6 g N₂O-N/ha/d；施用相當於 20 kg 無機氮之化學肥料，其 N₂O 釋出率介於 1.9±0.4-9.3±2.5 g N₂O-N/ha/d；施用相當於 40 kg 無機氮之化學肥料時，其 N₂O 釋出率介於 2.6±0.8-17.4±3.2 g N₂O-N /ha/d。	
施用動物糞堆肥種植花生盆栽 N ₂ O 釋放量	種植花生 70 天未施肥，N₂O 釋出 186 µg/kg soil，施用 0.04 g N 肥之豬糞堆肥 N₂O 釋出 226 µg/kg soil，施用 0.08 g N 肥豬糞堆肥 N₂O 釋出 652 µg/kg soil。施用 0.04 g N 肥之雞糞堆肥 N₂O 釋出 384 µg/kg soil。施用 0.08 g N 肥之雞糞堆肥 N₂O 釋出 477 µg/kg soil。施用 0.04 g N 肥之牛糞堆肥 N₂O 釋出 467 µg/kg soil。施用 0.08 g N 肥之牛糞堆肥 N₂O 釋出 619 µg/kg soil。施用 0.04 g N 肥之化學肥料 N₂O 釋出 503 µg/kg soil。施用 0.08 g N 肥之化學肥料 N₂O 釋出 1141 µg/kg soil。	趙震慶，2003。
花生種植時 N ₂ O 排放量與其它因子之相關性	N₂O 日排放量 (Y) 與有效 N 指數 (X) 之相關性，Y=0.0362X²-3.198X+ 89.311 (n=91，r=0.251)；與土壤有效 N 含量 (X) 之相關性，Y= 0.0008X²-0.3598X+36.926 (n=91，r=0.571)；與土壤有機質含量 (X) 之相關性，Y=7.6073X²-13.562X+25.468 (n=91，r=0.226)；與短期硝化活性 (X) 之相關性，Y=-0.0055X²+0.6279X+13.285 (n=91，r=0.202)；與脫氮作用潛能 (X) 之相關性，Y=0.00003X²-0.054X+33.43 (n=91，r=0.262)；與脫氮酵素活性 (X) 之相關性，Y=0.0008X²-0.0492X+23.066 (n=91，r=0.360)；與生質 ninhydrin 一反應 N 含量 (X) 之相關性，Y= -0.4399X²-6.8537X+5.4607 (n=91，r=0.268)。	趙震慶，2001。
秋作萵苣	1999 年秋作萵苣 7 週，未施肥在正常水分含量下，N₂O 釋放量 4.9-35.2 mg/m²/d (上午 8 時) 和 2.1-31.7 mg/m²/d (下午 2 時)。二倍水分含量，N₂O 釋放量 0-38.3 mg/m²/d (上午 8 時) 和 0.6-15.3 mg/m²/d (下午 2 時)。每公頃施用 261 kg 尿素，在正常水分含量下，N₂O 釋放量 4.9-97.5 mg/m²/d (上午 8 時) 和 7.6-34.7 mg/m²/d (下午 2 時)。二倍水分含量，N₂O 釋放量 3.0-86.2 mg/m²/d (上午 8 時) 和 3.9-44.4 mg/m²/d (下午 2 時)。每公頃施用 522 kg 尿素，在正常水分含量下，N₂O 釋放量 8.8-12.3 mg/m²/d (上午 8 時) 和 7.4-130 mg/m²/d (下午 2 時)。二倍水分含量，N₂O 釋放量 15.6-138 mg/m²/d (上午 8 時) 和 12.5-54.6 mg/m²/d (下午 2 時)。未作種亦未施肥對照組，在正常水分含量下，N₂O 釋放量 4.8-23.0 mg/m²/d (上午 8 時) 和 6.6-26.6 mg/m²/d (下午 2 時)。二倍水分含量，N₂O 釋放量 3.8-70.3 mg/m²/d (上午 8 時) 和 0.6-38.1 mg/m²/d (下午 2 時)。	賴朝明等，2001。
冬作萵苣	1999 年冬作萵苣 7 週，未施肥在正常水分含量下，N₂O 釋放量 0.6-39.8 mg/m²/d (上午 8 時) 和 0.4-31.1 mg/m²/d (下午 2 時)。二倍水分含量，N₂O 釋放量 5.6-160 mg/m²/d (上午 8 時) 和 5.6-129 mg/m²/d (下午 2 時)。每公頃施用 261 kg 尿素，在正常水分含量下，N₂O 釋放量 9.1-434 mg/m²/d (上午 8 時) 和 3.5-267 mg/m²/d (下午 2 時)。二倍水分含量，N₂O 釋放量 2.6-336 mg/m²/d (上午 8 時) 和 3.0-122 mg/m²/d (下午 2 時)。每公頃施用 522 kg 尿素，在正常水分含量下，N₂O 釋放量 24.2-471 mg/m²/d (上午 8 時) 和 13.2-347 mg/m²/d (下午 2 時)。二倍水分含量，N₂O 釋放量 19.0-255 mg/m²/d (上午 8 時) 和 12.2-270 mg/m²/d (下午 2 時)。每公頃施用 15 ton 有機肥料，在正常水分含量下，N₂O 釋放量 14.9-312 mg/m²/d (上午 8 時) 和 15.8-121 mg/m²/d (下午 2 時)。二倍水分含量，N₂O 釋放量 14.3-256 mg/m²/d (上午 8 時) 和 13.3-233 mg/m²/d (下午 2 時)。	賴朝明等，2001。
春作萵苣	2000 年春作萵苣 6 週，未施肥在正常水分含量下，N₂O 釋放量 1.3-67.4 mg/m²/d (上午 8 時) 和 1.8-58.2 mg/m²/d (下午 2 時)。二倍水分含量，N₂O 釋放量 0-35.3 mg/m²/d (上午 8 時) 和 3.6-39.2 mg/m²/d (下午 2 時)。每公頃施用 261 kg 尿素，在正常水分含量下，N₂O 釋放量 2.0-38.4 mg/m²/d (上午 8 時) 和 3.5-13.8 mg/m²/d (下午 2 時)。二倍水分含量，N₂O 釋放量 2.0-63.1	賴朝明等，2001。

逸散源	研究成果	出處
	mg/m ² /d (上午 8 時) 和 0-19.6 mg/m ² /d (下午 2 時)。每公頃施用 522 kg 尿素，在正常水分含量下，N ₂ O 釋放量 1.4-55.3 mg/m ² /d (上午 8 時) 和 1.6-89.2 mg/m ² /d (下午 2 時)。二倍水分含量，N ₂ O 釋放量 0.5-48.7 mg/m ² /d (上午 8 時) 和 0-59.0 mg/m ² /d (下午 2 時)。每公頃施用 15 ton 有機肥料，在正常水分含量下，N ₂ O 釋放量 4.6-73.4 mg/m ² /d (上午 8 時) 和 0.2-26.0 mg/m ² /d (下午 2 時)。二倍水分含量，N ₂ O 釋放量 3.9-61.7 mg/m ² /d (上午 8 時) 和 0-22.0 mg/m ² /d (下午 2 時)。	
夏作萵苣	2000 年夏作萵苣 6 週，未施肥在正常水分含量下，N ₂ O 釋放量 0.9-20.2 mg/m ² /d (上午 8 時) 和 0.6-15.0 mg/m ² /d (下午 2 時)。二倍水分含量，N ₂ O 釋放量 1.6-20.9 mg/m ² /d (上午 8 時) 和 1.4-17.5 mg/m ² /d (下午 2 時)。添加硝化抑制劑，在正常水分含量下，N ₂ O 釋放量 1.1-11.0 mg/m ² /d (上午 8 時) 和 1.0-10.2 mg/m ² /d (下午 2 時)。二倍水分含量，N ₂ O 釋放量 1.0-34.9 mg/m ² /d (上午 8 時) 和 1.2-28.6 mg/m ² /d (下午 2 時)。每公頃施用 261 kg 尿素，在正常水分含量下，N ₂ O 釋放量 3.2-35.5 mg/m ² /d (上午 8 時) 和 2.2-51.1 mg/m ² /d (下午 2 時)。二倍水分含量，N ₂ O 釋放量 1.5-37.0 mg/m ² /d (上午 8 時) 和 0.2-52.4 mg/m ² /d (下午 2 時)。添加硝化抑制劑，在正常水分含量下，N ₂ O 釋放量 2.5-219 mg/m ² /d (上午 8 時) 和 2.4-166 mg/m ² /d (下午 2 時)。二倍水分含量，N ₂ O 釋放量 2.3-31.7 mg/m ² /d (上午 8 時) 和 3.5-40.0 mg/m ² /d (下午 2 時)。每公頃施用 522 kg 尿素，在正常水分含量下，N ₂ O 釋放量 3.0-37.3 mg/m ² /d (上午 8 時) 和 7.2-49.7 mg/m ² /d (下午 2 時)。二倍水分含量，N ₂ O 釋放量 5.5-27.5 mg/m ² /d (上午 8 時) 和 2.5-40.0 mg/m ² /d (下午 2 時)。添加硝化抑制劑，在正常水分含量下，N ₂ O 釋放量 10.0-43.3 mg/m ² /d (上午 8 時) 和 1.9-71.7 mg/m ² /d (下午 2 時)。二倍水分含量，N ₂ O 釋放量 4.0-55.9 mg/m ² /d (上午 8 時) 和 3.5-44.4 mg/m ² /d (下午 2 時)。每公頃施用 15 ton 有機肥料，在正常水分含量下，N ₂ O 釋放量 15.9-177 mg/m ² /d (上午 8 時) 和 0-94.6 mg/m ² /d (下午 2 時)。二倍水分含量，N ₂ O 釋放量 16.9-134 mg/m ² /d (上午 8 時) 和 11.0-53.0 mg/m ² /d (下午 2 時)。添加硝化抑制劑，在正常水分含量下，N ₂ O 釋放量 11.5-559 mg/m ² /d (上午 8 時) 和 0-214 mg/m ² /d (下午 2 時)。二倍水分含量，N ₂ O 釋放量 9.8-295 mg/m ² /d (上午 8 時) 和 15.3-218 mg/m ² /d (下午 2 時)。	賴朝明等，2001。
青江白菜 盆栽	未添加 N 肥在正常水分含量下種植八週，N ₂ O 釋出 0-16 mg/m ² /d (上午 8 時) 和 0-11.5 mg/m ² /d (下午 2 時)。添加硝化抑制劑時，N ₂ O 釋出 0-14.2 mg/m ² /d (上午 8 時) 和 2.36-27.8 mg/m ² /d (下午 2 時)。二倍水分含量時，N ₂ O 釋出 0-20.0 mg/m ² /d (上午 8 時) 和 0-42.2 mg/m ² /d (下午 2 時)；如添加硝化抑制劑則為 0-17.9 mg/m ² /d (上午 8 時) 和 0-20.6 mg/m ² /d (下午 2 時)。每盆添加 3.19 g 尿素在正常水分含量下種植 8 週，N ₂ O 釋出 0-9.01 mg/m ² /d (上午 8 時) 和 0.14-40.4 mg/m ² /d (下午 2 時)。添加硝化抑制劑時，N ₂ O 釋出 0-43.1 mg/m ² /d (上午 8 時) 和 0-41.6 mg/m ² /d (下午 2 時)。二倍水分含量時，N ₂ O 釋出 0-12.5 mg/m ² /d (上午 8 時) 和 0-12.3 mg/m ² /d (下午 2 時)；添加硝化抑制劑時，N ₂ O 釋出 0-10.1 mg/m ² /d (上午 8 時) 和 0-35.1 mg/m ² /d (下午 2 時)。每盆添加 7.82 g 尿素在正常水分含量下種植 8 週，N ₂ O 釋出 0-22.1 mg/m ² /d (上午 8 時) 和 0-32.3 mg/m ² /d (下午 2 時)，添加硝化抑制劑時，N ₂ O 釋出 0-17.0 mg/m ² /d (上午 8 時) 和 0-13.4 mg/m ² /d (下午 2 時)。二倍水分含量時，N ₂ O 釋出 4.23-35.5 mg/m ² /d (上午 8 時) 和 0-61.5 mg/m ² /d (下午 2 時)；添加硝化抑制劑時，N ₂ O 釋出 0-12.5 mg/m ² /d (上午 8 時) 和 0-17.5 mg/m ² /d (下午 2 時)。每盆添加 304 g 豬糞堆肥在正常水分含量種植 8 週，N ₂ O 釋出 0-56.8 mg/m ² /d (上午 8 時) 和 4.28-89.5 mg/m ² /d (下午 2 時)；添加硝化抑制劑時，N ₂ O 釋出 0-26.1 mg/m ² /d (上午 8 時) 和 0-14.9 mg/m ² /d (下午 2 時)。二倍水分含量時，N ₂ O 釋出 40.9-169 mg/m ² /d (上午 8 時) 和 6.7-167 mg/m ² /d (下午 2 時)；添加硝化抑制劑時，N ₂ O 釋出 0.20-96.5 mg/m ² /d (上午 8 時) 和 0.25-97.1 mg/m ² /d (下午 2 時)。	賴朝明，1997、1998、1999、2000。
春作青江 菜	2000 年春作青江菜 6 週，未施肥在正常水分含量下，N ₂ O 釋放量 0.1-30.0 mg/m ² /d (上午 8 時) 和 6.8-131 mg/m ² /d (下午 2 時)。二倍水分含量，N ₂ O 釋放量 3.6-313 mg/m ² /d (上午 8 時) 和 2.4-244 mg/m ² /d (下午 2 時)。每公頃施用 261 kg 尿素，在正常水分含量下，N ₂ O 釋放量 0-57.6 mg/m ² /d (上午 8 時) 和 0-36.9 mg/m ² /d (下午 2 時)。二倍水分含量，N ₂ O 釋放量 0-54.0 mg/m ² /d (上	賴朝明等，2001。

逸散源	研究成果	出處
	午 8 時) 和 0-33.5 mg/m ² /d (下午 2 時)。每公頃施用 522 kg 尿素，在正常水分含量下，N ₂ O 釋放量 0.2-59.6 mg/m ² /d (上午 8 時) 和 2.1-39.0 mg/m ² /d (下午 2 時)。二倍水分含量，N ₂ O 釋放量 0.4-22.3 mg/m ² /d (上午 8 時) 和 0-10.1 mg/m ² /d (下午 2 時)。每公頃施用 15 ton 有機肥料，在正常水分含量下，N ₂ O 釋放量 0.9-113 mg/m ² /d (上午 8 時) 和 0-77.1 mg/m ² /d (下午 2 時)。二倍水分含量，N ₂ O 釋放量 0.6-44.8 mg/m ² /d (上午 8 時) 和 0-24.2 mg/m ² /d (下午 2 時)。	
莧菜盆栽未添加 N 肥	正常水分含量種植 8 週，N ₂ O 釋出 0-23.9 mg/m ² /d (上午 8 時)和 0.80-66.0 mg/m ² /d (下午 2 時)。添加硝化抑制劑時，N ₂ O 釋出 0-48.4 mg/m ² /d (上午 8 時)和 0-64.6 mg/m ² /d (下午 2 時)。二倍水分含量時，N ₂ O 釋出 0-44.4 mg/m ² /d (上午 8 時)和 0-47.9 mg/m ² /d (下午 2 時)；添加硝化抑制劑時，N ₂ O 釋出 0-55.8 mg/m ² /d (上午 8 時)和 1.70-62.3 mg/m ² /d (下午 2 時)。	賴朝明，1998。
種植青江菜未施肥	1999 年秋作，在正常水分含量下，全季 N ₂ O 釋出 564 g/ha (以上午 8 時計) 和 700 g/ha (以下午 2 時計)。在二倍水分含量，全季 N ₂ O 釋出 434 g/ha (以上午 8 時計) 和 589 g/ha (以下午 2 時計)。1999 年冬作，在正常水分含量下，全季 N ₂ O 釋出 551 g/ha (以上午 8 時計) 和 1,380 g/ha (以下午 2 時計)。在二倍水分含量，全季 N ₂ O 釋出 1,630 g/ha (以上午 8 時計) 和 3,280 g/ha (以下午 2 時計)。2000 年春作，在正常水分含量下，全季 N ₂ O 釋出 1,400 g/ha (以上午 8 時計) 和 3,960 g/ha (以下午 2 時計)。在二倍水分含量，全季 N ₂ O 釋出 1,710 g/ha (以上午 8 時計) 和 1,440 g/ha (以下午 2 時計)。2000 年夏作，在正常水分含量下，全季 N ₂ O 釋出 2,470 g/ha (以上午 8 時計) 和 1,910 g/ha (以下午 2 時計)。在二倍水分含量，全季 N ₂ O 釋出 3,680 g/ha (以上午 8 時計) 和 2,680 g/ha (以下午 2 時計)。	賴朝明等，2001。
種植萵苣未施肥	添加硝化抑制劑時，在正常水分含量下，2000 年春作全季 N ₂ O 釋出 1,350 g/ha (以上午 8 時計) 和 3,940 g/ha (以下午 2 時計)。在二倍水分含量，全季 N ₂ O 釋出 770 g/ha (以上午 8 時計) 和 900 g/ha (以下午 2 時計)。2000 年夏作，在正常水分含量下，全季 N ₂ O 釋出 1,100 g/ha (以上午 8 時計) 和 1,640 g/ha (以下午 2 時計)。在二倍水分含量，全季 N ₂ O 釋出 3,120 g/ha (以上午 8 時計) 和 2,080 g/ha (以下午 2 時計)。	賴朝明等，2001。
種植青江菜每公頃施用 261 kg 尿素	1999 年秋作，在正常水分含量下，全季 N ₂ O 釋出 919 g/ha (以上午 8 時計) 和 873 g/ha (以下午 2 時計)。在二倍水分含量，全季 N ₂ O 釋出 907 g/ha (以上午 8 時計) 和 1,030 g/ha (以下午 2 時計)。1999 年冬作，在正常水分含量下，全季 N ₂ O 釋出 4,230 g/ha (以上午 8 時計) 和 1,070 g/ha (以下午 2 時計)。在二倍水分含量，全季 N ₂ O 釋出 1,910 g/ha (以上午 8 時計) 和 3,600 g/ha (以下午 2 時計)。2000 年春作，在正常水分含量下，全季 N ₂ O 釋出 11,570 g/ha (以上午 8 時計) 和 12,690 g/ha (以下午 2 時計)。在二倍水分含量，全季 N ₂ O 釋出 4,240 g/ha (以上午 8 時計) 和 2,140 g/ha (以下午 2 時計)。2000 年夏作，在正常水分含量下，全季 N ₂ O 釋出 16,290 g/ha (以上午 8 時計) 和 124.70 g/ha (以下午 2 時計)。在二倍水分含量，全季 N ₂ O 釋出 3,670 g/ha (以上午 8 時計) 和 3,760 g/ha (以下午 2 時計)。	賴朝明等，2001。
種植萵苣每公頃施用 261 kg 尿素	添加硝化抑制劑，在正常水分含量下，2000 年春作，全季 N ₂ O 釋出 4,600 g/ha (以上午 8 時計) 和 25,600 g/ha (以下午 2 時計)。在二倍水分含量，全季 N ₂ O 釋出 3,240 g/ha (以上午 8 時計) 和 1,270 g/ha (以下午 2 時計)。添加硝化抑制劑，在正常水分含量下，2000 年夏作，全季 N ₂ O 釋出 4,360 g/ha (以上午 8 時計) 和 5,340 g/ha (以下午 2 時計)。在二倍水分含量，全季 N ₂ O 釋出 4,110 g/ha (以上午 8 時計) 和 5,140 g/ha (以下午 2 時計)。	賴朝明等，2001。
種植青江菜每公頃施用 522 kg 尿素	1999 年秋作，在正常水分含量下，全季 N ₂ O 釋出 2,230 g/ha (以上午 8 時計) 和 2,400 g/ha (以下午 2 時計)。在二倍水分含量，全季 N ₂ O 釋出 2,000 g/ha (以上午 8 時計) 和 2,230 g/ha (以下午 2 時計)。1999 年冬作，在正常水分含量下，全季 N ₂ O 釋出 5,710 g/ha (以上午 8 時計) 和 11,910 g/ha (以下午 2 時計)。在二倍水分含量，全季 N ₂ O 釋出 4,690 g/ha (以上午 8 時計) 和 10,420	賴朝明等，2001。

逸散源	研究成果	出處
	g/ha (以下午 2 時計)。2000 年春作，在正常水分含量下，全季 N_2O 釋出 7,130 g/ha (以上午 8 時計) 和 4,090 g/ha (以下午 2 時計)。在二倍水分含量，全季 N_2O 釋出 5,900 g/ha (以上午 8 時計) 和 2,650 g/ha (以下午 2 時計)。2000 年夏作，在正常水分含量下，全季 N_2O 釋出 4,000 g/ha (以上午 8 時計) 和 6,090 g/ha (以下午 2 時計)。在二倍水分含量，全季 N_2O 釋出 7,560 g/ha (以上午 8 時計) 和 5,387 g/ha (以下午 2 時計)。	
種植萵苣 每公頃施用 522 kg 尿素	添加硝化抑制劑，在正常水分含量下，2000 年春作，全季 N_2O 釋出 4,410 g/ha (以上午 8 時計) 和 3,910 g/ha (以下午 2 時計)。在二倍水分含量，全季 N_2O 釋出 5,090 g/ha (以上午 8 時計) 和 3,850 g/ha (以下午 2 時計)。添加硝化抑制劑，在正常水分含量下，2000 年夏作，全季 N_2O 釋出 7,750 g/ha (以上午 8 時計) 和 5,200 g/ha (以下午 2 時計)。在二倍水分含量，全季 N_2O 釋出 3,640 g/ha (以上午 8 時計) 和 4,890 g/ha (以下午 2 時計)。	賴朝明等，2001。
種植青江菜 每公頃施用 15 ton 有機肥料	1999 年冬作，在正常水分含量下，全季 N_2O 釋出 2,470 g/ha (以上午 8 時計) 和 2,950 g/ha (以下午 2 時計)。在二倍水分含量，全季 N_2O 釋出 3,340 g/ha (以上午 8 時計) 和 7,000 g/ha (以下午 2 時計)。2000 年春作，在正常水分含量下，全季 N_2O 釋出 3,610 g/ha (以上午 8 時計) 和 11,670 g/ha (以下午 2 時計)。在二倍水分含量，全季 N_2O 釋出 11,450 g/ha (以上午 8 時計) 和 2,260 g/ha (以下午 2 時計)。2000 年夏作，在正常水分含量下，全季 N_2O 釋出 35,830 g/ha (以上午 8 時計) 和 14,320 g/ha (以下午 2 時計)。在二倍水分含量，全季 N_2O 釋出 14,030 g/ha (以上午 8 時計) 和 15,820 g/ha (以下午 2 時計)。	賴朝明等，2001。
種植萵苣 每公頃施用有機肥料 15 ton	添加硝化抑制劑，在正常水分含量下，2000 年春作，全季 N_2O 釋出 13,990 g/ha (以上午 8 時計) 和 6,080 g/ha (以下午 2 時計)。在二倍水分含量，全季 N_2O 釋出 8,140 g/ha (以上午 8 時計) 和 11,670 g/ha (以下午 2 時計)。添加硝化抑制劑，在正常水分含量下，2000 年夏作，全季 N_2O 釋出 38,520 g/ha (以上午 8 時計) 和 12,570 g/ha (以下午 2 時計)。在二倍水分含量，全季 N_2O 釋出 29,440 g/ha (以上午 8 時計) 和 20,100 g/ha (以下午 2 時計)。	賴朝明等，2001。
未種植作物亦未施肥	1999 年秋作，在正常水分含量下，全季 N_2O 釋出 454 g/ha (以上午 8 時計) 和 425 g/ha (以下午 2 時計)。在二倍水分含量，全季 N_2O 釋出 687 g/ha (以上午 8 時計) 和 611 g/ha (以下午 2 時計)。	賴朝明等，2001。
盆栽花生	移植後栽培 70 天，未施肥， N_2O 釋放量介於 0.9 ± 0.5 - 3.5 ± 0.9 $\mu\text{g-N/kg soil/d}$ ；施用 0.04 g N 之化學肥料， N_2O 釋放量 3.5 ± 0.4 - 29.5 ± 21.5 $\mu\text{g-N/kg soil/d}$ ；施用 0.08 g N 之化學肥料， N_2O 釋放量 3.5 ± 0.8 - 124.7 ± 43.4 $\mu\text{g-N/kg soil/d}$ ；施用 0.04 g N 之豬糞肥料， N_2O 釋放量 2.4 ± 0.4 - 4.6 ± 0.8 $\mu\text{g-N/kg soil/d}$ ；施用 0.08 g N 之豬糞肥料， N_2O 釋放量 2.0 ± 0.5 - 63.6 ± 21.9 $\mu\text{g-N/kg soil/d}$ ；施用 0.04 g N 之雞糞肥料， N_2O 釋放量 2.2 ± 0.3 - 23.7 ± 17.9 $\mu\text{g-N/kg soil/d}$ ；施用 0.08 g N 之雞糞肥料， N_2O 釋放量 1.7 ± 0.5 - 26.2 ± 12.7 $\mu\text{g-N/kg soil/d}$ ；施用 0.04 g N 之牛糞肥料， N_2O 釋放量 3.2 ± 0.5 - 25.4 ± 14.5 $\mu\text{g-N/kg soil/d}$ ；施用 0.08 g N 之牛糞肥料， N_2O 釋放量 3.4 ± 0.5 - 50.0 ± 6.9 $\mu\text{g-N/kg soil/d}$ 。全期 N_2O -N 釋放量未施肥時為 186 $\mu\text{g-N/kg soil/d}$ ，施用 0.04 g N 之化學肥料為 503 $\mu\text{g-N/kg soil/d}$ ；施用 0.08 g N 之化學肥料為 1,141 $\mu\text{g-N/kg soil/d}$ ；施用 0.04 g N 之豬糞肥料為 226 $\mu\text{g-N/kg soil/d}$ ；施用 0.08 g N 之豬糞肥料為 652 $\mu\text{g-N/kg soil/d}$ ；施用 0.04 g N 之雞糞肥料為 384 $\mu\text{g-N/kg soil/d}$ ；施用 0.08 g N 之雞糞肥料為 477 $\mu\text{g-N/kg soil/d}$ ；施用 0.04 g N 之牛糞肥料為 467 $\mu\text{g-N/kg soil/d}$ ；施用 0.08 g N 之牛糞肥料為 619 $\mu\text{g-N/kg soil/d}$ 。	趙震慶，2000、2001。
土壤 N_2O 釋放量	每公頃土壤每年排放 4.489 kg N_2O -N，如每年施用相當於 300 kg 有機氮之牛糞堆肥，每年每公頃土壤排放 N_2O -N 8.314 kg，如扣除未施肥之 N_2O 釋放量，則所釋放 N_2O -N 佔施用 N 肥之 1.28%，如未扣除未施肥之排放量，則所釋放 N_2O -N 佔施用 N 肥之 2.77%。當每年每公頃施用相當於 600 kg 有機氮之牛糞堆肥，每年每公頃土壤排放 10.929 kg N_2O -N，如扣除未施肥之排放量，則所釋放 N_2O -N 佔施用 N 肥之 1.07%。如未扣除未施肥之排放量，則所釋放 N_2O -N 佔施用 N 肥之 1.82%。當每年每公頃施用相當於 300 kg 有	趙震慶，2001。

逸散源	研究成果	出處
	機氮之雞糞堆肥，每年每公頃排放 6.281 kg N₂O-N，如扣除未施肥之排放量，則所釋放 N₂O-N 佔施用 N 肥之 0.60%，如未扣除未施肥之排放量，則所釋放 N₂O-N 佔施用 N 肥之 2.09%。當每年每公頃施用相當於 600 kg 有機氮之雞糞堆肥，每年每公頃排放 7.258 kg N₂O-N，如扣除未施肥之排放量，則所釋放 N₂O-N 佔施用 N 肥之 0.46%，如未扣除未施肥之排放量，則所釋放 N₂O-N 佔施用 N 肥之 1.21%。當每年每公頃施用相當於 300 kg 有機氮之豬糞堆肥，每年每公頃排放 6.836 kg N₂O-N，如扣除未施肥之排放量，則所釋放 N₂O-N 佔施用 N 肥之 0.79%，如未扣除未施肥之排放量，則所釋放 N₂O-N 佔施用 N 肥之 2.28%。當每年每公頃施用相當於 600 kg 有機氮之豬糞堆肥，每年每公頃排放量 9.241 kg N₂O-N，如扣除未施肥之排放量，則所釋放 N₂O-N 佔施用 N 肥之 0.79%，如未扣除未施肥之排放量，則所釋放 N₂O-N 佔施用 N 肥之 1.54%。如每公頃每年施用相當於 100 kg 無機氮之化學肥料，每年每公頃排放 6.543 kg N₂O-N，如扣除未施肥之排放量，則所釋放 N₂O-N 佔施用 N 肥之 2.05%，如未扣除未施肥之排放量，則所釋放 N₂O-N 佔施用 N 肥之 6.54%。如每公頃每年施用相當於 200 kg 無機氮之化學肥料，每年每公頃排放 7.843 kg N₂O-N，如扣除未施肥之排放量，則所釋放 N₂O-N 佔施用 N 肥之 1.68%，如未扣除未施肥之排放量，則所釋放 N₂O-N 佔施用 N 肥之 3.92%。	
南投國姓農家	香蕉園坡地 N ₂ O 釋出量 162.8-959.6 mg/m ² 或 16.1-412.0 µg/m ² /h。	趙震慶，1997。
國姓香蕉園	N ₂ O 吸收量 0.1-3 mg/m ² /h(下午 2 時) 和釋出量 1 mg/m ² /h 至吸收量 19 mg/m ² /h (上午 6 時)，其吸收量介於 0.050-0.296 mg/m ² /h，平均 0.140 mg/m ² /h。	楊秋忠，1997；楊秋忠和劉智文，1998。
果園 N ₂ O 釋出量	南投國姓果園 1997 年 5 月 1-3 日果園，N ₂ O 釋出率介於 16.1-412.0 µg/m ² /h，平均 136.5 µg/m ² /h。台南新化果園 1997 年 4 月 24-26 日，N ₂ O 釋出率介於 8.3-11.0 µg/m ² /h，平均 55.0 µg/m ² /h。	趙震慶，2003。
台南新化農家	芒果園坡地 N ₂ O 釋出量 102.6-1,159.2 mg/m ² 或 8.3-111.0 µg/m ² /h。	趙震慶，1997、1998。
新化芒果園	N ₂ O 吸收量 0-2.5 mg/m ² /h(下午 2 時) 和釋出量 3.7 mg/m ² /h 至吸收量 1 mg/m ² /h (上午 6 時)，平均為 0.024 mg/m ² /h。	楊秋忠，1997；楊秋忠和劉智文，1998。
南投國姓農家	硬木森林土壤 N ₂ O 釋出量 206.2-543.1 mg/m ² 或 7.60-35.0 mg/m ² /h。	趙震慶，1997、1998。
台南新化林場	硬化森林土壤 N ₂ O 釋出量 170.8-460.6 mg/m ² 或 8.8-42.6 µg/m ² /h。	趙震慶，1997、1998；Chao 等，2000。
新化林場	N ₂ O 吸收量 3.4-5.9 mg/m ² /h (下午 2 時) 和 0.1-10 mg/m ² /h (上午 6 時)，其吸收量介於 0.120-0.576 mg/m ² /h，平均 0.356 mg/m ² /h。	楊秋忠，1997；楊秋忠和劉智文，1998；Chao 等，2000。
蕙蓀林場	N ₂ O 吸收量 1.5-8.7 mg/m ² /h (下午 2 時) 和 1.5-7.4 mg/m ² /h (上午 6 時)，其吸收量介於 0.132-0.838 mg/m ² /h，平均 0.373 mg/m ² /h。	楊秋忠，1997；楊秋忠和劉智文，1998；Chao 等，2000。
塔塔加森林	雲杉林土壤 N ₂ O 釋出量 306.6-1423.5 mg/m ² 或 5.08-161.7 mg/m ² /h，鐵杉林土壤 N ₂ O 釋出量 0-766.5 mg/m ² 或 0-85.4 mg/m ² /h，草原土壤 N ₂ O 釋出量 0-1,022.0 mg/m ² 或 0-116.7 mg/m ² /h。	賴朝明，1997，1998。
台灣旱田	以台灣旱作 (包括玉米、小麥、粟、高粱、大豆、花生、common bean、紅	楊盛行，

逸散源	研究成果	出處
氧化亞氮排放量推估	豆、蠶豆、甘藷、茶、菸草、甘蔗、芝麻、油菜仔、香草作物和其他) 實測值，依其種植面積，推估其 N ₂ O 排放量。1990 年旱作全年 N ₂ O 排放量估算為 1,976.4 ton，1991 年為 1,925.9 ton，1992 年為 1,893.7 ton，1993 年為 1,856.9 ton，1994 年為 1,839.7 ton，1995 年為 1,787.9 ton，1996 年為 1,638.4 ton，1997 年為 1,479.1 ton，1998 年為 1,283.9 ton，1999 年為 1,124.1 ton，2000 年為 1,079.8 ton。	2003b；Yang 等，2003。
台灣蔬菜田氧化亞氮排放量推估	台灣蔬菜田 (包括蘿蔔、胡蘿蔔、其他根類蔬菜、薑、芋頭、蔥、蔥頭、洋蔥、蒜頭、粟、韭菜、竹筍、大芥菜、芹菜、高麗菜、包心菜、不結球白菜、蘆筍、筍白筍、其他莖類蔬菜、青花菜、百合花、越瓜、小黃瓜、冬瓜、茄子、苦瓜、蕃茄、辣椒、菜豆、荷蘭豆、毛豆、其他果類蔬菜、西瓜、香瓜、洋香瓜、西瓜仔、草莓和香菇) 實測值，依其種植面積，推估其 N ₂ O 排放量。1990 年蔬菜田全年 N ₂ O 排放量估算為 1,965.9 ton，1991 年為 1,994.1 ton，1992 年為 1,971.0 ton，1993 年為 1,924.7 ton，1994 年為 1,783.8 ton，1995 年為 1,807.1 ton，1996 年為 1,846.1 ton，1997 年為 1,881.9 ton，1998 年為 1,880.5 ton，1999 年為 1,917.3 ton，2000 年為 1,849.0 ton。	楊盛行，2003b；Yang 等，2003。
台灣果園氧化亞氮排放量推估	台灣果園 (包括香蕉、鳳梨、柑橘、桶柑、文旦柚、斗柚、白柚、柳橙、citrus-valencies、檸檬、葡萄柚、其他橘類、龍眼、芒果、檳榔、蕃石榴、蓮霧、葡萄、枇杷、李、桃、柿梅、荔枝、橄欖、楊桃、梨、蘋果、木瓜、棗、蕃荔枝、百香果、椰子和其他) 實測值，依其種植面積，推估其 N ₂ O 排放量。1990 年果園全年 N ₂ O 排放量估算為 2,540.1 ton，1991 年為 2,578.0 ton，1992 年為 2,579.5 ton，1993 年為 2,602.4 ton，1994 年為 2,580.7 ton，1995 年為 2,607.4 ton，1996 年為 2,621.7 ton，1997 年為 2,582.3 ton，1998 年為 2,589.4 ton，1999 年為 2,562.8 ton 和 2000 年為 2,558.5 ton。	楊盛行，2003b；Yang 等，2003。
台灣花卉田氧化亞氮排放量推估	台灣花卉田 (包括切花、球莖、草花種子、花苗和盆花類) 實測值，依其種植面積，推估其 N ₂ O 排放量。1990 年花卉田全年 N ₂ O 排放量估算為 30.7 ton，1991 年為 33.0 ton，1992 年為 37.5 ton，1993 年為 44.9 ton，1994 年為 46.4 ton，1995 年為 47.7 ton，1996 年為 49.2 ton，1997 年為 51.5 ton，1998 年為 50.3 ton，1999 年為 53.2 ton，2000 年為 54.2 ton。	楊盛行，2003b；Yang 等，2003。
台灣牧草氧化亞氮排放量推估	台灣牧草作物 (包括燕麥、盤固拉草、狼尾草和其他) 實測值，依其種植面積，推估其 N ₂ O 排放量。1990 年牧草全年 N ₂ O 排放量估算為 50.9 ton，1991 年為 49.7 ton，1992 年為 52.2 ton，1993 年為 49.6 ton，1994 年為 52.6 ton，1995 年為 50.0 ton，1996 年為 47.8 ton，1997 年為 46.1 ton，1998 年為 44.7 ton，1999 年為 43.7 ton，2000 年為 42.7 ton。	楊盛行，2003b；Yang 等，2003。
台灣綠肥作物氧化亞氮排放量推估	台灣綠肥作物 (包括大菜、田菁、大豆、豌豆、紫雲英、富貴豆、太陽麻、油菜、鐵虎豆、埃及三葉豆、青皮豆、其他單播和或混播) 實測值，依其種植面積，推估其 N ₂ O 排放量。1990 年綠肥作物全年 N ₂ O 排放量估算為 38.1 ton，1991 年為 57.5 ton，1992 年為 118.7 ton，1993 年為 137.2 ton，1994 年為 202.7 ton，1995 年為 196.9 ton，1996 年為 223.4 ton，1997 年為 269.2 ton，1998 年為 387.5 ton，1999 年為 515.4 ton 和 2000 年為 582.4 ton。	楊盛行，2003b；Yang 等，2003。

參考文獻

呂世宗、柳中明、楊盛行，1997。台灣地區大氣環境變遷。國立台灣大學農業化學系和國立台灣大學全球變遷中心，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)。國立台灣大學農業

化學系和國立台灣大學全球變遷中心，台北，台灣。pp. 322。

李弘達、蘇柏樺、陳錦慧、林良平，1997。台灣北部地區土壤脫作用之微生物及其影響因子。台灣地區大氣環境變遷 (呂世宗、柳中明、楊盛行編)，pp.155-172。國立台灣大學農業化學系和國立台

- 灣大學全球變遷中心，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。國立台灣大學農業化學系和國立台灣大學全球變遷中心，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。國立台灣大學農業化學系和國立台灣大學全球變遷中心，台北，台灣。
- 楊盛行，1999。溫室氣體通量測定及減量對策。國立台灣大學農業化學系、國立台灣大學全球變遷中心，台北，台灣。pp.220。
- 楊盛行，2000。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、國立台灣大學農業化學系和國立台灣大學農業陳列館，台北，台灣。pp. 233。
- 楊盛行，2001。溫室氣體通量測定及減量對策 ()。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台灣大學農業陳列館，台北，台灣。pp.239。
- 楊盛行，2003a。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、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. 230。
- 楊盛行，2003b。溫室氣體通量測定及減量對策 ()。溫室氣體通量測定及減量對策 () (楊盛行編)，pp.1-58。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。
- 楊盛行、張讚昌，2000a。北部掩埋場及濕地之甲烷釋放。台灣北部掩埋場及濕地之甲烷釋放及減量對策 ()。溫室氣體通量測定及減量對策 () (楊盛行編)，pp.44-56。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台灣大學農業陳列館，台北，台灣。
- 楊盛行、張讚昌，2000b。以氣態 FTIR 分光儀測定濕地及掩埋場之溫室氣體排放。台灣北部掩埋場及濕地之甲烷釋放及減量對策 ()。溫室氣體通量測定及減量對策 () (楊盛行編)，pp.57-71。國立台灣大學全球變遷中心和國立台灣大學農業化學系、國立台灣大學農業陳列館，台北，台灣。
- 楊盛行、Hegde, U. 2001。都市固體廢棄物嫌氣發酵時溫室氣體生成。台灣北部掩埋場及濕地之甲烷釋放及減量對策 ()。溫室氣體通量測定及減量對策 () (楊盛行編)，pp.57-67。國立台灣大學全球變遷中心、國立台灣大學農業化學系、國立台灣大學農業陳列館，台北，台灣。
- 趙震慶，1997。台灣中部及南部水稻田、旱田、濕地、森林及坡地果園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* (呂世宗、柳中明、楊盛行編)，pp.173-194。國立台灣大學農業化學系、國立台灣大學全球變遷中心，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。國立台灣大學農業化學系和國立台灣大學全球變遷中心，台北，台灣。
- 趙震慶，2000。畜產廢棄物堆積及施用之氧化亞氮釋出及減量對策 ()。溫室氣體通量測定及減量對策 () (楊盛行編)，pp.143-154。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台灣大學農業陳列館，台北，台灣。
- 趙震慶，2001。施用動物糞堆肥種植花生與水稻之盆栽土壤氧化亞氮的排放。 *台灣農化與食品科學*，39: 275-283。
- 趙震慶，2003。中南部水稻田、旱田及堆肥施用對氧化亞氮排放量之影響。溫室氣體通量測定及減量對策 (IV) (楊盛行

- 編), pp.107-120。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。
- 賴朝明, 1997。台灣北部水稻田、旱田、溼地、林地及垃圾掩埋場氧化亞氮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.383-400。國立台灣大學全球變遷中心和農業化學系, 台北, 台灣。
- 賴朝明, 1998。台灣北部旱田、森林土壤及垃圾掩埋場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.105-117。國立台灣大學農業化學系和國立台灣大學全球變遷中心, 台北, 台灣。
- 賴朝明, 1999。農田土壤氧化亞氮之減量對策。 *溫室氣體通量測定及減量對策*。楊盛行編, pp.112-127。國立台灣大學農業化學系和國立台灣大學全球變遷中心, 台北, 台灣。
- 賴朝明, 2000。農田土壤氧化亞氮之減量對策 ()。 *溫室氣體通量測定及減量對策 ()*。楊盛行編, pp.110-126。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台灣大學農業陳列館, 台北, 台灣。
- 賴朝明、江汶錦、劉馥綺, 2001。農田土壤氧化亞氮之減量對策 ()。 *溫室氣體通量測定及減量對策 ()*。楊盛行編, pp.173-191。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台灣大學農業陳列館, 台北, 台灣。
- 賴朝明、錢元皓、楊盛行, 2003。水稻田、旱田及濕地氧化亞氮排放量測及減量對策。 *溫室氣體通量測定及減量對策 ()* (楊盛行編), pp.73-88。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。
- Battle, M., Bender, M., Sowers, T., Tans, P. P., Buter, J. H., Elkins, J. W., Ellis, J. T., Conway, T., Zhang, N., Lang, P. and Clarke, A. D. 1996. Atmospheric gas concentrations over the past century measured in air from firn at the South Pole. *Nature* 383: 231-235.
- Beauchamp, E. G. 1997. Nitrous oxide emission from agricultural soils. *Can. J. Soil Sci.* 77: 113-123.
- Bouwman, A. F. 1996. Direct emission of nitrous oxide from agricultural soils. *Nutri. Cycle. Agroecosys.* 46: 53-70.
- Chang, C., Cho, C. M. and Janzen, H. H. 1998. Nitrous oxide emission from long term manured soils. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 62: 677-682.
- 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. Department of Agricultural Chemistry and Global Change Research Center, National Taiwan University, Taipei, Taiwan.
- Chang, T. C. and Yang, S. S. 1999. Methane emission from wetlands in northern Taiwan. In: *Flux and Mitigation of Greenhouse Gases*. Ed. by Yang, S. S., pp. 40-58. Department of Agricultural Chemistry and Global Change Research Center of National Taiwan University, Taipei, Taiwan.
- Chao, C. C. and Young, C. C. 1994. Enhancement of denitrification by green manure. In: *Soil Processes and Greenhouse Effect*. Ed. by Lal, R. et al., pp. 145-155. USDA, Soil Conservation Service, National Soil Survey Center, Lincoln, NE, USA.
- Chao, C. C., Young, C. C., Wang, Y. P. and Chao, W. L. 2000. Daily and seasonal nitrous oxide fluxes in soils from hardwood forest and different agroecosystems of Taiwan. *Chemosphere: Global Change Sci.* 2: 77-84.



- Cole, V., Cerri, C., MInami, K., Mosier, A., Rosenberg, N. and Sauerbeck, D. 1996. Agricultural options for mitigation of greenhouse gas emission. In: *Climate Change 1995*. Ed. by Houghton et al., pp. 745-771. Cambridge Univ. Press, Cambridge, U.K.
- Ellis, S., Yamulki, S., Dixon, E., Harrison, R. and Jarvis, S. C. 1998. Denitrification and N₂O emission from a UK pasture soil following the early spring application of cattle surry and mineral missions. *Plant Soil* 202:15-25.
- Ginting, D., Kessavalou, A., Eghball, B. and Doran, J. W. 2003. Greenhouse gas emissions and soil indicators four years after manure and compost application. *J. Environ. Qual.* 32: 23-32.
- Hegde, U., Chang, T. C. and Yang, S. S. 2001. Greenhouse gas emissions 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 of National Taiwan University, Taipei, Taiwan.
- Khalil, M. I., Rosenani, A. B., van Cleemput, O., Fanziah, C. I. and Shamshuddin, J. 2002. Nitrous oxide emissions from an ultisol of the humid tropies under maize-groundnut rotation. *J. Environ. Qual.* 31: 1071-1078.
- Kerr, R. A. 1995. Greenhouse report foresses growing global stress. *Science* 270: 273.
- Lindau, C. W., Delaune, R. D., Patrick, W. H., Jr. and Bollich, P. K. 1990. Fertilizer effects on dinitrogen, nitrous oxide, and methane emissions from lowland rice. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 54: 1789-1794.
- Maggiotto, S. R., Webb, J. A., Wagner-Riddle, C. and Thurtell, G. W. 2000. Nitrous and nitrogen oxide emission from turf grass receiving different forms of nitrogen fertilizer. *J. Environ. Qual.* 29: 621-630.
- Mosier, A. R. 1994. Nitrous oxide emissions form agricultural soils. *Fert. Res.* 37: 191-200.
- Mosier, A. R. 1998. Soil processes and global change. *Biol. Fertil. Soils* 27: 221-229.
- Mosier, M., Kroezw, C., Nevison, C., Oenema, O., SeitzInger, S. and van Cleemput, O. 1998. Closing the global N₂O budget: nitrous oxide emissions through the agricultural nitrogen cycle. *Nutri. Cycl. Agroecosyst.* 52: 225-248.
- Robertson, G. P., Paul, E. A. and Harwood, R. R. 2000. Greenhouse gases in intensive agriculture: Contributions of individual gases to the radiative forcing of the atmosphere . *Science* 289: 1922-1925.
- Rochette, P., Angers, D. A. and Cote, D. 2000. Soil carbon and nitrogen dynamics following application of pig slurry for the 19th consecutive years: I. Carbon dioxide fluxes and microbial biomass carbon. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 64: 1389-1395.
- Shepherd, M. F., Barzetti, S. and Hastie, D. R. 1991. The production of atmospheric NOx and N₂O form a fertilized agricultural soil. *Atmos. Environ.* 25: 1961-1969.
- Yang, S. S., Liu, C. M., Lai, C. M. and Liu, Y. L. 2003. Estimation of Methane and Nitrous Oxide Emission from Paddy Fields and Uplands during 1990-2000 in Taiwan. *Chemosphere* 52: 1295-1305.

