

台灣畜牧養殖及廢棄物處理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、王一雄 國立中興大學土壤環境科學系 趙震慶

國立雲林科技大學環境工程學系 洪肇嘉 行政院農委會畜產試驗所新竹分所 李春芳)

一、前言

地球環境變遷包括氣候變遷、大氣環境變遷、生態系統變遷、水文循環和洋流系統改變、土地利用和社會經濟變遷、陸塊和海洋面積及位置改變等。這些變動有一些是自然界規律性調節，另一些則是人類在長時期對環境破壞與污染所牽動的全球反應。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急速增加引發溫室效應。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而造成臭氧層嚴重破壞以及懸浮微粒對大氣輻射場之影響。

溫室效應氣體方面，二氧化碳濃度增加最多，工業化時代之前濃度為 280 ppm，1992 年則高達 365 ppm，每年以 0.4 %之速率增加。甲烷在工業化時代之前濃度為 0.80 ppm，1992 年增加至 1.72 ppm，每年以 0.9% 之速率增加 (Dlugokencky 等，1994)，目前有逐漸下降的趨勢。氧化亞氮在工業化時代之前濃度為 0.28 ppm，1992 年也達 0.31 ppm，每年以 0.25% 速率增加，但每一分子 N_2O 吸收紅外線之強度則為 CO_2 之 200 倍，目前其量雖低，但倍受重視。 CFC_x 、 N_2O 和 CH_4 輻射強度佔全球溫室效應氣體 43% (Hansen 等，1989)。另外由於 O_3 和 CH_4 輻射交互作用之結果，嚴重破壞平流層 O_3 濃度，改變對流層太陽光和紅外線穿透力 (Ramanathan 等，1985)。

大氣中氧化亞氮來源眾多，其中源自於土壤部分約佔總來源 53.6-67.5% (Bouwman，

1990、1991、1996)；依其來源不同分成源自於天然土壤 (nature soils) 與耕作土壤 (cultivated soils) 等兩個部分。其中源自耕作土壤部分又可細分為施用氮肥、固氮作物行固氮作用、養殖動物排泄中含氮物質、下水道污泥所含氮素、大氣中氨氣與其他氮化合物沉降而提供氮素所造成的效應等。農業活動氧化亞氮排放量約佔人為活動 75-80% (Isermann, 1994; Kroeze 等, 1999)。IPCC (1997) 則將農業活動上釋出之氧化亞氮依氮源不同區分為三類：直接施肥 (氮素以肥料形式直接進入土體)、動物飼養 (例如：含氮物質在放牧過程中以排泄物形式進入土體或是經由灑潑進入土體) 與間接效應 (例如：氨氣沉降)，其中在探討動物飼養方面時，除了討論其以「肥料」形式經由施肥進行土體所產生的效應外，亦可依處理系統不同區分成：牧草區放牧 (pasture/range/paddock) (直接排放而進入土體)、每日灑潑 (daily spread)、固態儲存 (solid storage)、風乾過程 (dry lot)、液態儲藏 (liquid/slurry)、厭氣塘系統 (anaerobic lagoon)、開放溝渠 (open pits below animal confinement)、厭氣分解 (anaerobic digester) 和燃燒 (burned for fuel) (作燃料)。2001 年 IPCC 另外補充將：牛、豬厚墊草 (cattle and swine deep litter) (排泄物直接與墊料相混而留在畜舍內直至移出的期間所造成的效應)、堆肥化過程 (composting-intensive / composting-extensive) (依照有無通氣設備或單純靠翻堆提供氧氣而分成兩類)、家禽糞便混以墊料相混合而未移除前所造成的效應)、家禽糞便未

混以墊料 (poultry manure without bedding) (例如：單獨以籠舍飼養，排泄物質直接排入收集槽而不停留在籠舍內) 以及好氣處理 (aerobic treatment) 等。另外，有許多學者指出動物廢棄物是一種重要卻被低估的氧化亞氮來源 (Hartung 和 Phillips, 1994; Berges 和 Crutzen, 1996)，因此關於畜產廢棄物處理方面的研究值得進一步探討。

目前世界各國在永續經營觀念帶動下，家庭廢棄物與禽畜產廢棄物的再生與利用日受重視，如瑞典已立法通過，自 2005 年起禁止以掩埋法處理有機廢棄物。德國環境部則規劃自 2020 年起停止以掩埋法處理家庭廢棄物，並鼓勵家庭廢棄物全面回收技術的研發工作，同意家庭廢棄物的機械與生物處理作業做為預處理技術。丹麥政府目前為了在 5-10 內增加該國有機農場數目至目前的 2-3 倍，開始重視禽畜產廢棄物處理。在各種廢棄物重新利用方式當中又以製成堆肥為主要方式。國內近十年每年產生的禽畜糞量均達百萬公噸以上 (行政院農業委員會, 1986-2002)，隨著有機農業日受重視，將禽畜糞製成堆肥替代化學肥料將是未來的趨勢。

國內曾對禽畜糞在堆積過程中甲烷及氧化亞氮釋出及其相關因子探討 (譚鎮中和王銀波, 2000; 趙震慶, 1999、2000)。堆積 60 天時，每噸豬糞可以釋出甲烷 22.1 g，牛糞為 16.3 g，雞糞最低只有 12.9 g。Yang 等 (2001、2003) 曾針對畜牧養殖時，其腸內發酵產生甲烷和廢棄物處理時產生甲烷及氧化亞氮之量加以估算。堆肥化作用是堆肥材料由微生物消化、分解、利用這些生質能源來繁殖、生長和新陳代謝，所得產品可做為土壤改良劑和有機肥料。堆肥化目的在改變生質性質，減輕其對作物可能傷害，適合運輸和儲存。亦即堆肥化時這些物質在供給時易於運輸和儲存，使用和維護時更省時和省錢。堆肥主要原則是維持適

當密度、孔隙度、大小和水分含量之環境，促進微生物連鎖分解有機物。如果堆肥施用後其成分快速分解，將影響作物生長。因而在堆肥化時，這些物質改變其分解速率，更易處理而適合作為土壤改良劑和有機肥料。

在農業廢棄物及禽畜糞堆肥化過程中，由於微生物分解和轉化作用，產生穩定化腐殖質外，也生成 CO_2 、 CH_4 、 NH_3 、 N_2O 及 H_2S 等氣體。在堆肥製作過程中產生 CO_2 、 CH_4 和 N_2O 等溫室氣體之因子眾多，包括原料種類、堆肥化條件、堆肥場設備和管理、成品品質等。例如堆肥種類、來源 (液態或固態)、儲存型態 (Berges 和 Crutzen, 1996)、堆肥資材水分含量、pH 值、總體密度、堆積溫度、氧化還原電位、氧氣供應量、堆積方式 (嫌氣或好氣)、有機碳含量、銨態氮含量和硝酸態氮含量等。

在掩埋場溫室氣體排放減量對策，下列幾項可供參考：如以 1997 年全國垃圾以掩埋法處理者為 7,231,745 公噸，估算每公噸垃圾掩埋時第一年可以釋出 7.3 m^3 甲烷，第二至第四年可以釋出 7.5 m^3 甲烷，而第五年至第八年釋出 6.45 m^3 甲烷，第九年至第十二年釋出 5.45 m^3 甲烷，第十三年至第十七年釋出 4.45 m^3 甲烷，而第十八年至第二十年釋出 3.65 m^3 甲烷。如只算至前七年，則 1997 年全國垃圾以衛生掩埋者為 7,231,745 公噸，全年釋出 214,031 公噸甲烷 (只估計至前七年之釋出值得)。(1) 如回收 50% 甲烷，則一年可以減少甲烷釋出 107,015 公噸。(2) 加強宣導垃圾分類及資源回收，由國內垃圾掩埋資料發現 1994 年垃圾掩埋量高達 7,964,356 公噸，1996 年為 7,813,190 公噸，而 1997 年下降為 7,231,745 公噸，由垃圾掩埋所釋出之甲烷量也由 1994 年之 235,716 公噸降至 1997 年之 214,031 公噸。加強宣導垃圾分類，回收資源，尤其有機垃圾如能配合堆肥製作，不但可以將堆肥施用

於農田，減少垃圾之生成。如有 20% 垃圾因分類及製作堆肥，則估計一年可以減少 42,806 公噸之甲烷釋出。(3) 垃圾之組成及水分含量對甲烷氣體之生成上相當重要。全部廚餘其甲烷釋出量最高，而混以紙張則可降低甲烷釋出量 5%。如以垃圾場之垃圾探討其甲烷生成量，則只有完全是廚餘之 80%。可見廚餘是甲烷之主要來源，如廚餘做為堆肥材料則可以降低垃圾掩埋時 20-40%。(4) 水分含量之控制，甲烷生成為嫌氣發酵，垃圾水分含量愈高，有利 Eh 下降，促進甲烷生成。當廚餘之水分含量由 89%降至 80%，可以減少甲烷生成 10-20%。(5) 覆土厚不但有利嫌氣條件，亦可降低甲烷由土表逸出，有利回收甲烷。

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。另外也測定畜牧養殖、堆肥製作、掩埋場及其滲出水氧化亞氮釋出量和溫室氣體含量及通量(呂世宗等，1997、1998；楊盛行，1999、2000、2001a、2003a)。茲將台灣畜牧養殖、堆肥製作、掩埋場及其滲出水大氣氧化亞氮濃度、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、大氣氧化亞氮濃度

以 GC 測定台大校園走廊溫室氣體 (n=9)，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 N_2O 濃度 344.58 ± 47.61 ppbv (楊盛行和張讚昌，2000a、2000b)。當以 FTIR 測定台大校園走廊溫室氣體 (n=4) 時，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 ppb-m (楊盛行和張讚昌，2000a、2000b)。

以 GC 測定溫室氣體氧化亞氮濃度 (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 測定溫室氣體氧化亞氮濃度可用波數 $2,214-2,236\text{ cm}^{-1}$ 吸收面積測定其濃度，當氧化亞氮濃度 <11.42 ppb-m 時， $Y=3,734.9X$ ， $r^2>0.9979$ 。當氧化亞氮濃度介於 $11.42-70$ 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、畜牧養殖氧化亞氮排放量測

體重 425 kg 女牛，飼以青貯玉米，每隻女牛每日在氣控室內氧化亞氮產量 46.6 ml (相當於 0.09 g 氧化亞氮)。體重 275 g 女牛，分別飼以半乾青貯盤固拉草、青貯狼尾草和青貯玉米，則每隻女牛每日在氣控室內氧化亞氮產量分別為 63.8 ml (相當於 0.13 g)、36.7 ml (相當於 0.07 g) 和 56.8 ml (相當於 0.11 g) (李春芳等，2001)。



四、堆肥製作時氧化亞氮排放量測

靜置堆積法製作堆肥時，牛糞、米糠、廢皮革、蔗渣和稻穀混合堆肥堆積 1 週 $\text{N}_2\text{O-N}$ 釋出 $104.3 \pm 7.6 \text{ mg/m}^3/\text{d}$ ，堆積 2 週釋出 $9.1 \pm 5.4 \text{ mg/m}^3/\text{d}$ ，堆積 3 週釋出 $3.5 \pm 0.8 \text{ mg/m}^3/\text{d}$ 和堆積 4 週釋出 $9.2 \pm 1.5 \text{ mg/m}^3/\text{d}$ 。雞糞、米糠、廢菇類培養基和木屑混合堆肥堆積 1 週 $\text{N}_2\text{O-N}$ 釋放 $118.9 \pm 11.8 \text{ mg/m}^3/\text{d}$ ，2 週釋放 $20.3 \pm 9.5 \text{ mg/m}^3/\text{d}$ ，堆積 3 週釋放 $154.4 \pm 11.2 \text{ mg/m}^3/\text{d}$ 和堆積 4 週釋放 $22.1 \pm 8.0 \text{ mg/m}^3/\text{d}$ 。雞糞、廢菇類培養基和木屑混合堆肥堆積 4 週 $\text{N}_2\text{O-N}$ 釋出 $9.1 \pm 1.7 \text{ mg/m}^3/\text{d}$ 和堆積 13 週釋放 $11.1 \pm 2.7 \text{ mg/m}^3/\text{d}$ 。雞糞、米糠、稻穀、廢菇類培養基和木屑混合堆肥堆積 4 週 $\text{N}_2\text{O-N}$ 釋放 $0.043 \pm 0.031 \text{ mg/m}^3/\text{d}$ ，堆積 9 週釋放 $0.371 \pm 0.155 \text{ mg/m}^3/\text{d}$ ，堆積 18 週釋放 $1.174 \pm 0.205 \text{ mg/m}^3/\text{d}$ 和堆積 26 週釋放 $0.238 \pm 0.098 \text{ mg/m}^3/\text{d}$ (趙震慶，1998)。

模擬送風堆肥場製作堆肥時，豬糞固體廢棄物堆積 56 天， $\text{N}_2\text{O-N}$ 釋出量介於 $89.9 \pm 34.7 - 486.1 \pm 87.6 \text{ mg/ton dry waste/d}$ ，堆積期間一公噸乾重廢棄物共釋出 $\text{N}_2\text{O-N}$ 11.142 mg。雞糞固體廢棄物堆積 56 天， $\text{N}_2\text{O-N}$ 釋出量介於 $24.9 \pm 1.1 - 1,248.6 \pm 224.4 \text{ mg/ton dry waste/d}$ ，堆積期間，一公噸乾重廢棄物共釋出 $\text{N}_2\text{O-N}$ 15,787 mg。牛糞固體廢棄物堆積 56 天， $\text{N}_2\text{O-N}$ 釋出量介於 $6.0 \pm 1.3 - 224.7 \pm 88.7 \text{ mg/ton dry waste/d}$ ，堆積期間一公噸乾重廢棄物共釋出 $\text{N}_2\text{O-N}$ 1,147 mg (趙震慶，1998)。

彰化堆肥場主要以豬糞為主，雞糞為輔，添加木屑調整材，以機械式自動翻堆二個月。在製作過程中分 8 點測定其氧化亞氮釋放量。2001 年 8 月 31 日-9 月 1 日，氧化亞氮釋放量介於 $3.4 - 8.3 \text{ mg/m}^2/\text{h}$ ，平均為 $5.2 \text{ mg/m}^2/\text{h}$ ，每 Mg 堆肥 $\text{N}_2\text{O-N}$ 釋放量為 3.9 g。2002 年 1 月 12 日-13 日，氧化亞氮釋放量介於 $0.92 - 5.1 \text{ mg/m}^2/\text{h}$ ，平均為 $2.5 \text{ mg/m}^2/\text{h}$ ，每

Mg 堆肥 $\text{N}_2\text{O-N}$ 釋放量為 1.9 g。2002 年 2 月 2 日-3 日，氧化亞氮釋放量介於 $0.54 - 18.0 \text{ mg/m}^2/\text{h}$ ，平均為 $4.4 \text{ mg/m}^2/\text{h}$ ，每 Mg 堆肥 $\text{N}_2\text{O-N}$ 釋放量為 3.3 g。2002 年 3 月 23 日-24 日，氧化亞氮釋放量介於 $0.65 - 25.0 \text{ mg/m}^2/\text{h}$ ，平均為 $7.9 \text{ mg/m}^2/\text{h}$ ，每 Mg 堆肥 $\text{N}_2\text{O-N}$ 釋放量為 5.9 g。2002 年 5 月 18 日-19 日，氧化亞氮釋放量介於 $0.15 - 1.8 \text{ mg/m}^2/\text{h}$ ，平均為 $0.68 \text{ mg/m}^2/\text{h}$ ，每 Mg 堆肥 $\text{N}_2\text{O-N}$ 釋放量為 0.51 g (賴朝明等，2003)。

新竹堆肥場主要原料為咖啡渣、中藥渣和牛糞，在前期以條狀堆積約一個月，其後以機械式翻堆一個月。在後段過程中，分 8 點測定在堆積過程中氧化亞氮釋放量。2001 年 8 月 24 日-25 日，氧化亞氮釋放量介於 $0.41 - 17.0 \text{ mg/m}^2/\text{h}$ ，平均為 $6.5 \text{ mg/m}^2/\text{h}$ ，每 Mg 堆肥 $\text{N}_2\text{O-N}$ 釋放量為 4.9 g。2001 年 12 月 23 日-24 日，氧化亞氮釋放量介於 $0.79 - 15.0 \text{ mg/m}^2/\text{h}$ ，平均為 $5.8 \text{ mg/m}^2/\text{h}$ ，每 Mg 堆肥 $\text{N}_2\text{O-N}$ 釋放量為 4.3 g。2002 年 1 月 26 日-27 日，氧化亞氮釋放量介於 $0.42 - 9.9 \text{ mg/m}^2/\text{h}$ ，平均為 $2.7 \text{ mg/m}^2/\text{h}$ ，每 Mg 堆肥 $\text{N}_2\text{O-N}$ 釋放量為 2.0 g。2002 年 4 月 6 日-7 日，氧化亞氮釋放量介於 $0.01 - 0.43 \text{ mg/m}^2/\text{h}$ ，平均為 $0.16 \text{ mg/m}^2/\text{h}$ ，每 Mg 堆肥 $\text{N}_2\text{O-N}$ 釋放量為 0.12 g。2002 年 6 月 8 日-9 日，氧化亞氮釋放量介於 $0.20 - 0.39 \text{ mg/m}^2/\text{h}$ ，平均為 $0.28 \text{ mg/m}^2/\text{h}$ ，每 Mg 堆肥 $\text{N}_2\text{O-N}$ 釋放量為 0.28 g (賴朝明等，2003)。

五、施用堆肥對土壤氧化亞氮釋放量之影響

豬糞廄肥在 20%，60%水份含量未施用廄肥，在 70 天 $\text{N}_2\text{O-N}$ 釋放量介於 $23.80 \pm 0.00 - 90.45 \pm 10.64 \text{ nM/kg soil/d}$ ；每 kg 土壤施用 90 mg N 時， $\text{N}_2\text{O-N}$ 釋放量介於 $39.67 \pm 13.74 - 103.15 \pm 54.97 \text{ nM/kg soil/d}$ ，每 kg 土壤施用 180 mg N 時， $\text{N}_2\text{O-N}$ 釋放量介於 $52.37 \pm 19.19 -$

190.42±23.80 nM/kg soil/d, 每 kg 土壤施用 360 mg N 時, N₂O-N 釋放量介於 77.36±13.74–674.42±275.88 nM/kg soil/d。在 70 天培育中, 每 kg 土壤未施肥時釋出 2,671.48 nM N₂O-N, 施用 90 mg N 時釋放 4707.42 nM N₂O-N, 施用 180 mg N 時釋放 7,355.90 nM N₂O-N, 施用 360 mg N 時, 釋放 1,6843.54 nM N₂O-N (趙震慶, 1998)。

在 20 浸水時未施用廐肥, 在 70 天 N₂O-N 釋放量介於 11.23±0.00 nM/kg soil/d; 每 kg 土壤施用 90 mg N 時, N₂O-N 釋放量介於 14.97±6.48–153.49±72.42 nM/kg soil/d; 每 kg 土壤施用 180 mg N 時, N₂O-N 釋放量介於 22.46±7.94–146.00±52.68 nM/kg soil/d; 每 kg 土壤施用 360 mg N 時, N₂O-N 釋放量介於 19.65±10.75–280.77±29.71 nM/kg soil/d。在 70 天培育中, 每 kg 土壤在未施肥時共釋出 N₂O-N 1171.76 nM, 如每 kg 土壤施用 90 mg N 時, 共釋出 N₂O-N 2,477.91 nM。如每 kg 土壤施用 180 mg N 時, 共釋出 N₂O-N 2,889.52 nM。如每 kg 土壤施用 360 mg N 時, 共釋出 N₂O-N 5,671.04 nM (趙震慶, 1998)。

在 30 , 60%水分含量未施用廐肥, 在 70 天 N₂O-N 釋放量介於 23.80±0.00–178.52±16.83 nM/kg soil/d; 每 kg 土壤施用 90 mg N 時, N₂O-N 釋放量介於 59.51±13.74–511.76±217.72 nM/kg soil/d; 每 kg 土壤施用 180 mg N 時, N₂O-N 釋放量介於 95.21±23.80–975.92±84.16 nM/kg soil/d; 每 kg 土壤施用 360 mg N 時, N₂O-N 釋放量介於 223.75±64.31–1,047.33±293.46 nM/kg soil/d。在 70 天培育中, 每 kg 土壤在未施肥時共釋出 N₂O-N 4,326.88 nM, 如施用 90 mg N 則共釋出 N₂O-N 1,4415.44 nM, 如施用 180 mg N 則共釋出 N₂O-N 23,252.48 nM, 如施用 360 mg N 則共釋出 N₂O-N 35,678.99 nM (趙震慶, 1998)。

在 30 , 浸水時未施用廐肥, 在 70 天

N₂O-N 釋放量介於 11.23±0.00–81.42±34.77 nM/kg soil/d; 每 kg 土壤施用 90 mg N 時, N₂O-N 釋放量介於 19.65±10.75–148.81±33.69 nM/kg soil/d; 如每 kg 土壤施用 180 mg N 時, N₂O-N 釋放量介於 29.95±12.97–104.82±17.16 nM/kg soil/d; 每 kg 土壤施用 360 mg N 時, N₂O-N 釋放量介於 56.15±11.23–179.63±101.08 nM/kg soil/d。在 70 天培育中, 每 kg 土壤在未施肥時共釋出 N₂O-N 1,889.32 nM, 如施用 90 mg N 時共釋出 N₂O-N 2,697.66 nM, 如施用 180 mg N 時共釋出 N₂O-N 3,132.11 nM, 如施用 360 mg N 時, 共釋出 N₂O-N 6,011.34 nM (趙震慶, 1998)。

六、畜牧養殖廢棄物處理氧化亞氮排放推估

以本土實測資料, 如無本土資料以 IPCC (1997) 方法推估台灣 1990 年畜牧養殖時, 廢棄物處理氧化亞氮排放推估如下: 家畜類共計 780.9 kg, 包括豬 626.9 kg、乳牛 72.7 kg、水牛 14.2 kg、黃牛及雜交牛 26.9 kg、山羊 25.5 kg、綿羊 8.0 kg、兔子 0.7 kg、鹿 5.4 kg 和馬 0.6 kg。家禽類共計 1,108.9 kg, 包括有色肉雞 433.1 kg、肉雞 210.6 kg、蛋雞 271.2 kg、菜鴨 27.2 kg、蕃鴨 104.2 kg、鵝 52.6 kg 和火雞 9.9 kg, 全年共計排放氧化亞氮 1,889.8 kg。1991 年畜牧養殖時廢棄物處理氧化亞氮排放推估如下: 家畜類共計 776.3 kg, 包括豬 620.7 kg、乳牛 80.5 kg、水牛 12.1 kg、黃牛及雜交牛 21.8 kg、山羊 25.9 kg、綿羊 9.4 kg、兔子 0.6 kg、鹿 4.9 kg 和馬 0.5 kg。家禽類共計 1,135.3 kg, 包括有色肉雞 434.7 kg、肉雞 228.8 kg、蛋雞 276.9 kg、菜鴨 27.2 kg、蕃鴨 104.7 kg、鵝 55.0 kg 和火雞 8.1 kg, 全年共計排放氧化亞氮 1,911.6 kg。1992 年畜牧養殖時廢棄物處理氧化亞氮排放推估如下: 家畜類共計 765.4 kg, 包括豬 600.1 kg、乳牛 88.6 kg、水牛 10.8 kg、黃牛及雜交牛 19.9 kg、山羊 29.9 kg、綿羊 10.7 kg、兔子 0.5 kg、鹿 4.5 kg 和馬 0.5 kg。家禽

類共計 1,297.5 kg，包括有色肉雞 488.5 kg、肉雞 265.7 kg、蛋雞 288.1 kg、菜鴨 32.8 kg、蕃鴨 149.2 kg、鵝 65.6 kg 和火雞 7.6 kg，全年共計排放氧化亞氮 2,062.9 kg。1993 年畜牧養殖時廢棄物處理氧化亞氮排放推估如下：家畜類共計 796.5 kg，包括豬 605.7 kg、乳牛 93.8 kg、水牛 10.7 kg、黃牛及雜交牛 20.8 kg、山羊 43.4 kg、綿羊 17.0 kg、兔子 0.5 kg、鹿 4.3 kg 和馬 0.5 kg。家禽類共計 1,356.5 kg，包括有色肉雞 507.5 kg、肉雞 292.4 kg、蛋雞 297.5 kg、菜鴨 35.0 kg、蕃鴨 129.7 kg、鵝 86.8 kg 和火雞 7.6 kg，全年共計排放氧化亞氮 2,153.0 kg。1994 年畜牧養殖時廢棄物處理氧化亞氮排放推估如下：家畜類共計 816.0 kg，包括豬 619.2 kg、乳牛 94.9 kg、水牛 9.7 kg、黃牛及雜交牛 20.0 kg、山羊 45.9 kg、綿羊 21.4 kg、兔子 0.4 kg、鹿 4.1 kg 和馬 0.5 kg。家禽類共計 1,425.2 kg，包括有色肉雞 508.1 kg、肉雞 323.9 kg、蛋雞 330.8 kg、菜鴨 35.2 kg、蕃鴨 123.7 kg、鵝 97.5 kg 和火雞 6.1 kg，全年共計排放氧化亞氮 2,241.2 kg。1995 年畜牧養殖時廢棄物處理氧化亞氮排放推估如下：家畜類共計 850.1 kg，包括豬 646.5 kg、乳牛 99.6 kg、水牛 8.4 kg、黃牛及雜交牛 17.9 kg、山羊 47.1 kg、綿羊 26.4 kg、兔子 0.3 kg、鹿 4.5 kg 和馬 0.5 kg。家禽類共計 1,462.8 kg，包括有色肉雞 526.9 kg、肉雞 338.7 kg、蛋雞 344.8 kg、菜鴨 36.8 kg、蕃鴨 125.0 kg、鵝 84.8 kg 和火雞 5.8 kg，全年共計排放氧化亞氮 2,313.8 kg。1996 年畜牧養殖時廢棄物處理氧化亞氮排放推估如下：家畜類共計 860.9 kg，包括豬 658.2 kg、乳牛 100.5 kg、水牛 7.3 kg、黃牛及雜交牛 17.1 kg、山羊 45.7 kg、綿羊 28.1 kg、兔子 0.3 kg、鹿 3.4 kg 和馬 0.4 kg。家禽類共計 1,565.4 kg，包括有色肉雞 561.4 kg、肉雞 371.2 kg、蛋雞 381.2 kg、菜鴨 35.7 kg、蕃鴨 124.8 kg、鵝 86.0 kg 和火雞 5.1 kg，全年共計排放氧化亞氮 2,426.3 kg。1997 年畜牧養殖時廢棄物處理氧

化亞氮排放推估如下：家畜類共計 698.8 kg，包括豬 490.1 kg、乳牛 106.3 kg、水牛 6.2 kg、黃牛及雜交牛 15.6 kg、山羊 46.6 kg、綿羊 30.0 kg、兔子 0.2 kg、鹿 3.3 kg 和馬 0.4 kg。家禽類共計 1,640.6 kg，包括有色肉雞 577.2 kg、肉雞 411.8 kg、蛋雞 408.4 kg、菜鴨 38.9 kg、蕃鴨 107.8 kg、鵝 90.5 kg 和火雞 6.0 kg，全年共計排放氧化亞氮 2,339.4 kg。1998 年畜牧養殖時廢棄物處理氧化亞氮排放推估如下：家畜類共計 611.0 kg，包括豬 402.3 kg、乳牛 107.4 kg、水牛 5.5 kg、黃牛及雜交牛 14.8 kg、山羊 46.6 kg、綿羊 30.5 kg、兔子 0.2 kg、鹿 3.5 kg 和馬 0.4 kg。家禽類共計 1,673.0 kg，包括有色肉雞 576.1 kg、肉雞 437.7 kg、蛋雞 418.7 kg、菜鴨 36.0 kg、蕃鴨 106.4 kg、鵝 91.8 kg 和火雞 6.5 kg，全年共計排放氧化亞氮 2,284.0 kg。1999 年畜牧養殖時廢棄物處理氧化亞氮排放推估如下：家畜類共計 641.9 kg，包括豬 445.6 kg、乳牛 108.9 kg、水牛 6.0 kg、黃牛及雜交牛 13.0 kg、山羊 35.0 kg、綿羊 29.7 kg、兔子 0.2 kg、鹿 3.1 kg 和馬 0.4 kg。家禽類共計 1,681.3 kg，包括有色肉雞 588.9 kg、肉雞 429.1 kg、蛋雞 426.3 kg、菜鴨 35.8 kg、蕃鴨 108.3 kg、鵝 85.5 kg 和火雞 7.5 kg，全年共計排放氧化亞氮 2,323.2 kg。2000 年畜牧養殖時廢棄物處理氧化亞氮排放推估如下：家畜類共計 646.9 kg，包括豬 461.1 kg、乳牛 109.3 kg、水牛 5.0 kg、黃牛及雜交牛 11.3 kg、山羊 29.9 kg、綿羊 26.6 kg、兔子 0.2 kg、鹿 3.0 kg 和馬 0.5 kg。家禽類共計 1,648.3 kg，包括有色肉雞 550.5 kg、肉雞 422.4 kg、蛋雞 428.3 kg、菜鴨 36.0 kg、蕃鴨 95.3 kg、鵝 108.7 kg 和火雞 7.1 kg，全年共計排放氧化亞氮 2,297.2 kg (楊盛行，2003b；Yang 等，2003)。

七、掩埋場大氣氧化亞氮濃度及其釋出量測

福德坑掩埋場 1999 年 10 月和 11 月大氣

氧化亞氮平均濃度 508.31 ± 403.43 ppb-m。2000 年 5 月 11-13 日，大氣氧化亞氮濃度介於 453-901 ppbv，平均 667 ppbv，白天濃度較高，夜晚較低(楊盛行，2001b)。福德坑掩埋場氧化亞氮釋出量 $120.5-1,423.5$ mg/m² 或 $13.7-194.2$ mg/m²/h (賴朝明，1997、1998)。

1998 年 5 月 14-15 日，以 FTIR 測試山豬窟掩埋場掩埋 1-2 年大氣氧化亞氮濃度介於 230-863 ppb-m，平均 480 ppb-m。1998 年 2 月 25-27 日測試掩埋 2-3 年大氣氧化亞氮濃度介於 370-901 ppb-m，平均 688 ppb-m。1998 年 5 月 15-16 日測試掩埋 5 年大氣氧化亞氮濃度介於 280-980 ppb-m，平均 371 ppb-m (楊盛行和 Hegde，2001)。山豬窟掩埋場氧化亞氮釋出量 $0-4,416.5$ mg/m² 或 $0-1,787.5$ mg/m²/h (賴朝明，1997、1998)。

山豬窟掩埋場掩埋 2-3 年場址，大氣氧化亞氮平均濃度 1999 年 1 月為 283.26 ± 8.00 ppb-m，1999 年 2 月為 268.78 ± 6.39 ppb-m，1999 年 3 月為 258.18 ± 7.41 ppb-m，1999 年 7 月為 359.76 ± 19.17 ppb-m，1999 年 9 月為 464.14 ± 10.06 ppb-m，1999 年 10 月為 $1,122.60 \pm 21.42$ ppb-m，2000 年 2 月為 $1,460.19 \pm 26.00$ ppb-m，2000 年 3 月為 $1,516.17 \pm 17.40$ ppb-m。1999-2000 年測定 5 次大氣氧化亞氮濃度平均為 1.38 ± 0.27 ppm-m (楊盛行和 Hegde，2001；楊盛行，2001b)。

八、掩埋場滲出水氧化亞氮釋出量測

福德坑垃圾掩埋場滲出水夏季在好氣條件處理 14-56 天，氧化亞氮釋放量 $18.23-19.11$ μg/l/h；在嫌氣條件下，氧化亞氮釋放量 $17.31-20.24$ μg/l/h。冬季在好氣條件處理 14-56 天，氧化亞氮釋放量 $14.19-16.62$ μg/l/h；在嫌氣條件下，氧化亞氮釋放量 $57.20-65.42$ μg/l/h (徐民豐等，1999)。

福德坑掩埋場滲出水夏季在好氣下孵育 14-56 天，未經任何處理對照組氧化亞氮釋放量 $9.6-30.4$ μg/l/h，添加 100-1000 ppm 蓋普丹氧化亞氮釋放量 $0-4.8$ μg/l/h，添加 100-1000 ppm 大克寧氧化亞氮釋放量 $0-9.6$ μg/l/h，添加 100-1000 ppm 二氯松氧化亞氮釋放量 $2.4-15.2$ μg/l/h，添加 100-1000 ppm 百滅寧氧化亞氮釋放量 $0-8.0$ μg/l/h，添加 100-1000 ppm 丁基拉草氧化亞氮釋放量 $0-16.0$ μg/l/h，添加 100-1000 ppm 嘉磷塞氧化亞氮釋放量 $0-16.8$ μg/l/h (謝亞寧等，2000)。

福德坑掩埋場滲出水夏季在厭氣下孵育 14-56 天，未經任何處理對照組氧化亞氮釋放量 $19.2-664.0$ μg/l/h，添加 100-1000 ppm 蓋普丹氧化亞氮釋放量 $0-4.8$ μg/l/h，添加 100-1000 ppm 大克寧氧化亞氮釋放量 $0-4.8$ μg/l/h，添加 100-1000 ppm 二氯松氧化亞氮釋放量 $0-4.8$ μg/l/h，添加 100-1000 ppm 百滅寧氧化亞氮釋放量 $0-4.8$ μg/l/h，添加 100-1000 ppm 丁基拉草氧化亞氮釋放量 $0-4.8$ μg/l/h，添加 100-1000 ppm 嘉磷塞氧化亞氮釋放量 $3.2-255.2$ μg/l/h (謝亞寧等，2000)。

福德坑掩埋場滲出水冬季在好氣下孵育 14-56 天，未經任何處理對照組氧化亞氮釋放量 $9.6-30.4$ μg/l/h，添加 100-1000 ppm 蓋普丹氧化亞氮釋放量 $0-25.6$ μg/l/h，添加 100-1000 ppm 大克寧氧化亞氮釋放量 $0-26.4$ μg/l/h，添加 100-1000 ppm 二氯松氧化亞氮釋放量 $0-15.2$ μg/l/h，添加 100-1000 ppm 百滅寧氧化亞氮釋放量 $0-33.6$ μg/l/h，添加 100-1000 ppm 丁基拉草氧化亞氮釋放量 $0-0.8$ μg/l/h，添加 100-1000 ppm 嘉磷塞氧化亞氮釋放量 $0-1,382.4$ μg/l/h (謝亞寧等，2000)。

福德坑掩埋場滲出水冬季在厭氣下孵育 14-56 天，氧化亞氮釋放量 $664-3,259.2$ μg/l/h，添加 100-1000 ppm 蓋普丹氧化亞氮釋放量 $0-3,046.4$ μg/l/h，添加 100-1000 ppm 大克寧氧

化亞氮釋放量 0-2,912.0 $\mu\text{g/l/h}$ ，添加 100-1000 ppm 二氯松氧化亞氮釋放量 0-3.2 $\mu\text{g/l/h}$ ，添加 100-1000 ppm 百滅寧氧化亞氮釋放量 0-3,606.4 $\mu\text{g/l/h}$ ，添加 100-1000 ppm 丁基拉草氧化亞氮釋放量 0 $\mu\text{g/l/h}$ ，添加 100-1000 ppm 嘉磷塞氧化亞氮釋放量 3.2-3,370.4 $\mu\text{g/l/h}$ (謝亞寧等，2000)。

福德坑掩埋場滲出水在好氣下經 14-56 天，如未處理氧化亞氮釋放量介於 7.25-8.86 $\mu\text{g/l/h}$ ，以草漯村土壤以水土比 10:1 好氣處理 14-56 天，氧化亞氮釋放量 7.57-11.24 $\mu\text{g/l/h}$ ；以草漯村土壤以水土比 4:1，好氣處理 14-56 天，氧化亞氮釋放量 7.53-9.96 $\mu\text{g/l/h}$ ；以草漯村土壤以管柱處理 14-56 天，氧化亞氮釋放量 7.76-9.04 $\mu\text{g/l/h}$ 。以南港村土壤水土比 10:1 好氣處理 14-56 天，氧化亞氮釋放量 7.52-12.39 $\mu\text{g/l/h}$ ，以南港村土壤水土比 4:1，好氣處理 14-56 天，氧化亞氮釋放量 7.07-9.46 $\mu\text{g/l/h}$ ，以南港村土壤管柱處理 14-56 天，氧化亞氮釋放量 7.48-9.31 $\mu\text{g/l/h}$ 。以活性碳水土比 10:1 好氣處理 14-56 天，氧化亞氮釋放量 7.63-9.15 $\mu\text{g/l/h}$ ，以活性碳水土比 4:1，好氣處理 14-56 天，氧化亞氮釋放量 7.46-8.73 $\mu\text{g/l/h}$ ，以活性碳土壤管柱處理 14-56 天，氧化亞氮釋放量 7.69-8.91 $\mu\text{g/l/h}$ (謝亞寧等，2001)。

福德坑掩埋場滲出水在厭氣下經 14-56 天，如未經處理氧化亞氮釋放量介於 7.43-120.307 $\mu\text{g/l/h}$ ，以草漯村土壤水土比 10:1，在厭氣下處理 14-56 天，氧化亞氮釋放量 7.46-55.55 $\mu\text{g/l/h}$ ，以草漯村土壤水土比 4:1，厭氣處理 14-56 天，氧化亞氮釋放量 8.26-32.98 $\mu\text{g/l/h}$ ，以草漯村土壤以管柱處理 14-56 天，氧化亞氮釋放量 7.46-65.25 $\mu\text{g/l/h}$ 。以南港村土壤水土比 10:1 好氣處理 14-56 天，氧化亞氮釋放量 7.97-111.00 $\mu\text{g/l/h}$ ，以南港村土壤水土比 4:1，好氣處理 14-56 天，氧化亞氮釋放量 7.38-26.50 $\mu\text{g/l/h}$ ，以南港村土

壤管柱處理 14-56 天，氧化亞氮釋放量 7.63-26.23 $\mu\text{g/l/h}$ 。以活性碳水土比 10:1 好氣處理 14-56 天，氧化亞氮釋放量 7.58-82.26 $\mu\text{g/l/h}$ ，以活性碳水土比 4:1，好氣處理 14-56 天，氧化亞氮釋放量 7.52-25.86 $\mu\text{g/l/h}$ ，以活性碳土壤管柱處理 14-56 天，氧化亞氮釋放量 7.53-37.38 $\mu\text{g/l/h}$ (謝亞寧等，2001)。

福德坑掩埋場滲出水第二次取樣在好氣下經 14-56 天，如未處理氧化亞氮釋放量介於 55.84-79.74 $\mu\text{g/l/h}$ ，以草漯村土壤以水土比 10:1 好氣處理 14-56 天，氧化亞氮釋放量 65.99-83.89 $\mu\text{g/l/h}$ ，以草漯村土壤以水土比 4:1，好氣處理 14-56 天，氧化亞氮釋放量 53.61-81.71 $\mu\text{g/l/h}$ ，以草漯村土壤以管柱處理 14-56 天，氧化亞氮釋放量 64.67-81.74 $\mu\text{g/l/h}$ 。以南港村土壤水土比 10:1 好氣處理 14-56 天，氧化亞氮釋放量 60.06-84.07 $\mu\text{g/l/h}$ ，以南港村土壤水土比 4:1，好氣處理 14-56 天，氧化亞氮釋放量 60.08-83.59 $\mu\text{g/l/h}$ ，以南港村土壤管柱處理 14-56 天，氧化亞氮釋放量 56.99-80.77 $\mu\text{g/l/h}$ 。以活性碳水土比 10:1 好氣處理 14-56 天，氧化亞氮釋放量 64.43-80.09 $\mu\text{g/l/h}$ ，以活性碳水土比 4:1，好氣處理 14-56 天，氧化亞氮釋放量 68.63-81.94 $\mu\text{g/l/h}$ ，以活性碳土壤管柱處理 14-56 天，氧化亞氮釋放量 63.43-83.45 $\mu\text{g/l/h}$ (謝亞寧等，2001)。

福德坑掩埋場滲出水第二次取樣在厭氣下經 14-56 天，如未經處理氧化亞氮釋放量介於 62.81-404.96 $\mu\text{g/l/h}$ ，以草漯村土壤水土比 10:1，在厭氣下處理 14-56 天，氧化亞氮釋放量 37.10-51.93 $\mu\text{g/l/h}$ ，以草漯村土壤水土比 4:1，厭氣處理 14-56 天，氧化亞氮釋放量 71.72-86.27 $\mu\text{g/l/h}$ ，以草漯村土壤以管柱處理 14-56 天，氧化亞氮釋放量 76.11-86.08 $\mu\text{g/l/h}$ 。以南港村土壤水土比 10:1 好氣處理 14-56 天，氧化亞氮釋放量 39.76-197.54 $\mu\text{g/l/h}$ ，以南港村土壤水土比 4:1，好氣處理 14-56 天，

氧化亞氮釋放量 45.72-85.51 $\mu\text{g/l/h}$ ，以南港村土壤管柱處理 14-56 天，氧化亞氮釋放量 50.51-152.26 $\mu\text{g/l/h}$ 。以活性碳水土比 10:1 好氣處理 14-56 天，氧化亞氮釋放量 41.52-363.31 $\mu\text{g/l/h}$ ，以活性碳水土比 4:1，好氣處理 14-56 天，氧化亞氮釋放量 64.15-558.51 $\mu\text{g/l/h}$ ，以活性碳土壤管柱處理 14-56 天，氧化亞氮釋放量 59.21-87.01 $\mu\text{g/l/h}$ (謝亞寧等，2001)。

山豬窟垃圾掩埋場滲出水夏季在好氣條件處理 14-56 天，氧化亞氮釋放量 14.26-15.76 $\mu\text{g/l/h}$ ；在嫌氣條件下，氧化亞氮釋放量 21.47-30.57 $\mu\text{g/l/h}$ 。冬季在好氣條件處理 14-56 天，氧化亞氮釋放量 18.01-19.20 $\mu\text{g/l/h}$ ；在嫌氣條件下，氧化亞氮釋放量 27.12-31.74 $\mu\text{g/l/h}$ (徐民豐等，1998)。山豬窟掩埋場滲出水夏季在好氣下孵育 14-56 天，氧化亞氮釋放量 3.2-19.2 $\mu\text{g/l/h}$ ，添加 100-1000 ppm 蓋普丹氧化亞氮釋放量 0-4.8 $\mu\text{g/l/h}$ ，添加 100-1000 ppm 大克寧氧化亞氮釋放量 0-5.6 $\mu\text{g/l/h}$ ，添加 100-1000 ppm 二氯松氧化亞氮釋放量 0-8.0 $\mu\text{g/l/h}$ ，添加 100-1000 ppm 百滅寧氧化亞氮釋放量 0-6.4 $\mu\text{g/l/h}$ ，添加 100-1000 ppm 丁基拉草氧化亞氮釋放量 0-6.4 $\mu\text{g/l/h}$ ，添加 100-1000 ppm 嘉磷塞氧化亞氮釋放量 0-11.2 $\mu\text{g/l/h}$ (謝亞寧等，2000)。

山豬窟掩埋場滲出水夏季在厭氣下孵育 14-56 天，氧化亞氮釋放量 46.4-612.0 $\mu\text{g/l/h}$ ，添加 100-1000 ppm 蓋普丹氧化亞氮釋放量 0-4.8 $\mu\text{g/l/h}$ ，添加 100-1000 ppm 大克寧氧化亞氮釋放量 0-4.8 $\mu\text{g/l/h}$ ，添加 100-1000 ppm 二氯松氧化亞氮釋放量 0-4.8 $\mu\text{g/l/h}$ ，添加 100-1000 ppm 百滅寧氧化亞氮釋放量 0-4.8 $\mu\text{g/l/h}$ ，添加 100-1000 ppm 丁基拉草氧化亞氮釋放量 0-4.8 $\mu\text{g/l/h}$ ，添加 100-1000 ppm 嘉磷塞氧化亞氮釋放量 0.8-1,254.4 $\mu\text{g/l/h}$ (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，氧化亞氮釋放量 3.2-52.8 $\mu\text{g/l/h}$ ，添加 100-1000 ppm 蓋普丹氧化亞氮釋放量 0-25.6 $\mu\text{g/l/h}$ ，添加 100-1000 ppm 大克寧氧化亞氮釋放量 0-46.6 $\mu\text{g/l/h}$ ，添加 100-1000 ppm 二氯松氧化亞氮釋放量 0-0.8 $\mu\text{g/l/h}$ ，添加 100-1000 ppm 百滅寧氧化亞氮釋放量 0-52.0 $\mu\text{g/l/h}$ ，添加 100-1000 ppm 丁基拉草氧化亞氮釋放量 0-0.8 $\mu\text{g/l/h}$ ，添加 100-1000 ppm 嘉磷塞氧化亞氮釋放量 0-36.8 $\mu\text{g/l/h}$ (謝亞寧等，2000)。

山豬窟掩埋場滲出水冬季在厭氣下孵育 14-56 天，氧化亞氮釋放量 472.8-21,101.6 $\mu\text{g/l/h}$ ，添加 100-1000 ppm 蓋普丹氧化亞氮釋放量 0-2,628.8 $\mu\text{g/l/h}$ ，添加 100-1000 ppm 大克寧氧化亞氮釋放量 0-4,019.2 $\mu\text{g/l/h}$ ，添加 100-1000 ppm 二氯松氧化亞氮釋放量 0 $\mu\text{g/l/h}$ ，添加 100-1000 ppm 百滅寧氧化亞氮釋放量 0-3,956.8 $\mu\text{g/l/h}$ ，添加 100-1000 ppm 丁基拉草氧化亞氮釋放量 0 $\mu\text{g/l/h}$ ，添加 100-1000 ppm 嘉磷塞氧化亞氮釋放量 0.8-3,628.8 $\mu\text{g/l/h}$ (謝亞寧等，2000)。

山豬窟掩埋場滲出水在好氣下經 14-56 天，如未處理氧化亞氮釋放量介於 7.37-9.08 $\mu\text{g/l/h}$ ；以草漯村土壤以水土比 10:1 好氣處理 14-56 天，氧化亞氮釋放量 7.46-8.88 $\mu\text{g/l/h}$ ；以草漯村土壤以水土比 4:1，好氣處理 14-56 天，氧化亞氮釋放量 7.64-8.83 $\mu\text{g/l/h}$ ；以草漯村土壤以管柱處理 14-56 天，氧化亞氮釋放量 7.60-9.22 $\mu\text{g/l/h}$ 。以南港村土壤水土比 10:1 好氣處理 14-56 天，氧化亞氮釋放量 7.58-9.03 $\mu\text{g/l/h}$ ；以南港村土壤水土比 4:1，好氣處理 14-56 天，氧化亞氮釋放量 7.55-8.82 $\mu\text{g/l/h}$ ；以南港村土壤管柱處理 14-56 天，氧化亞氮釋放量 7.54-9.21 $\mu\text{g/l/h}$ 。以活性碳水土比 10:1 好氣處理 14-56 天，氧化亞氮釋放量 7.62-8.89 $\mu\text{g/l/h}$ ；以活性碳水土比 4:1，好氣處理 14-56 天，氧化亞氮釋放量 7.53-8.56 $\mu\text{g/l/h}$ ；以活性

碳土壤管柱處理 14-56 天，氧化亞氮釋放量 6.87-8.91 $\mu\text{g/l/h}$ (謝亞寧等，2001)。在厭氣下經 14-56 天，如未經處理氧化亞氮釋放量介於 7.44-38.44 $\mu\text{g/l/h}$ ；以草漯村土壤水土比 10:1，在厭氣下處理 14-56 天，氧化亞氮釋放量 7.61-9.13 $\mu\text{g/l/h}$ ；以草漯村土壤水土比 4:1，厭氣處理 14-56 天，氧化亞氮釋放量 7.49-9.37 $\mu\text{g/l/h}$ ；以草漯村土壤以管柱處理 14-56 天，氧化亞氮釋放量 2.02-8.61 $\mu\text{g/l/h}$ 。以南港村土壤水土比 10:1 好氣處理 14-56 天，氧化亞氮釋放量 7.59-11.35 $\mu\text{g/l/h}$ ；以南港村土壤水土比 4:1，好氣處理 14-56 天，氧化亞氮釋放量 7.58-10.47 $\mu\text{g/l/h}$ ；以南港村土壤管柱處理 14-56 天，氧化亞氮釋放量 7.58-9.09 $\mu\text{g/l/h}$ 。以活性碳水土比 10:1 好氣處理 14-56 天，氧化亞氮釋放量 7.58-8.87 $\mu\text{g/l/h}$ ；以活性碳水土比 4:1，好氣處理 14-56 天，氧化亞氮釋放量 7.90-9.11 $\mu\text{g/l/h}$ ；以活性碳土壤管柱處理 14-56 天，氧化亞氮釋放量 7.50-8.84 $\mu\text{g/l/h}$ (謝亞寧等，2001)。

山豬窟掩埋場滲出水第二次取樣在好氣下經 14-56 天，如未處理氧化亞氮釋放量介於 60.77-92.03 $\mu\text{g/l/h}$ ；以草漯村土壤以水土比 10:1 好氣處理 14-56 天，氧化亞氮釋放量 47.91-75.49 $\mu\text{g/l/h}$ ；以草漯村土壤以水土比 4:1，好氣處理 14-56 天，氧化亞氮釋放量 65.63-85.66 $\mu\text{g/l/h}$ ；以草漯村土壤以管柱處理 14-56 天，氧化亞氮釋放量 68.89-83.63 $\mu\text{g/l/h}$ 。以南港村土壤水土比 10:1 好氣處理 14-56 天，氧化亞氮釋放量 57.54-84.04 $\mu\text{g/l/h}$ ；以南港村土壤水土比 4:1，好氣處理 14-56 天，氧化亞氮釋放量 57.33-83.79 $\mu\text{g/l/h}$ ；以南港村土壤管柱處理 14-56 天，氧化亞氮釋放量 59.08-86.80 $\mu\text{g/l/h}$ 。以活性碳水土比 10:1 好氣處理 14-56 天，氧化亞氮釋放量 60.60-84.04 $\mu\text{g/l/h}$ ；以活性碳水土比 4:1，好氣處理 14-56

天，氧化亞氮釋放量 60.38-84.04 $\mu\text{g/l/h}$ ；以活性碳土壤管柱處理 14-56 天，氧化亞氮釋放量 58.61-79.13 $\mu\text{g/l/h}$ (謝亞寧等，2001)。第二次取樣在厭氣下經 14-56 天，如未經處理氧化亞氮釋放量介於 78.53-591.98 $\mu\text{g/l/h}$ ；以草漯村土壤水土比 10:1，在厭氣下處理 14-56 天，氧化亞氮釋放量 56.02-90.28 $\mu\text{g/l/h}$ ；以草漯村土壤水土比 4:1，厭氣處理 14-56 天，氧化亞氮釋放量 29.58-90.52 $\mu\text{g/l/h}$ ；以草漯村土壤以管柱處理 14-56 天，氧化亞氮釋放量 78.22-84.94 $\mu\text{g/l/h}$ 。以南港村土壤水土比 10:1 好氣處理 14-56 天，氧化亞氮釋放量 45.35-143.62 $\mu\text{g/l/h}$ ；以南港村土壤水土比 4:1，好氣處理 14-56 天，氧化亞氮釋放量 35.69-586.22 $\mu\text{g/l/h}$ ；以南港村土壤管柱處理 14-56 天，氧化亞氮釋放量 96.81-123.91 $\mu\text{g/l/h}$ 。以活性碳水土比 10:1 好氣處理 14-56 天，氧化亞氮釋放量 50.45-85.70 $\mu\text{g/l/h}$ ；以活性碳水土比 4:1，好氣處理 14-56 天，氧化亞氮釋放量 49.87-192.73 $\mu\text{g/l/h}$ ；以活性碳土壤管柱處理 14-56 天，氧化亞氮釋放量 34.75-117.86 $\mu\text{g/l/h}$ (謝亞寧等，2001)。

九、交通運輸氧化亞氮釋放量測

1994 年以北美地區排放係數估算氧化亞氮年排放量二行程機車 42 公噸、四行程機車 18 公噸、汽油小客車 6,301 公噸、汽油小貨車 1,592 公噸、柴油小貨車 81 公噸、柴油大客車 26 公噸、柴油大貨車 178 公噸、共計 8,238 公噸。如以歐洲排放係數估算氧化亞氮年排放量二行程機車 42 公噸、四行程機車 18 公噸、汽油小客車 1,853 公噸、汽油小貨車 40 公噸、柴油小貨車 67 公噸、柴油大客車 31 公噸、柴油大貨車 214 公噸、共計 2,265 公噸 (洪肇嘉等，1999)。



表一、國內畜牧養殖及廢棄物處理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。	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。	楊盛行和張讚 昌, 2000a、 2000b。
以 G.C 測定 溫室氣體濃 度	N ₂ O 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	N ₂ O 濃度可用波數 2,214-2,236 cm ⁻¹ 吸收面積測定其濃度, 當 N ₂ O 濃度<11.42 ppb-m 時, Y=3,734.9X, r ² >0.9979。N ₂ O 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 N ₂ O 濃度>70 ppb-m 時, Y=2,175.3X+18.63, r ² =0.9994。	Chang 等, 1999。
靜置堆積法 製作堆肥	牛糞、米糠、廢皮革、蔗渣和稻穀混合堆肥堆積 1 週 N ₂ O-N 釋出 104.3±7.6 mg/m ³ /d, 堆積 2 週釋出 9.1±5.4 mg/m ³ /d, 堆積 3 週釋出 3.5±0.8 mg/m ³ /d 和堆積 4 週釋出 9.2±1.5 mg/m ³ /d。雞糞、米糠、廢菇類培養基和木屑混合堆肥堆積 1 週 N ₂ O-N 釋放 118.9±11.8 mg/m ³ /d, 2 週釋放 20.3±9.5 mg/m ³ /d, 堆積 3 週釋放 154.4±11.2 mg/m ³ /d 和堆積 4 週釋放 22.1±8.0 mg/m ³ /d。雞糞、廢菇類培養基和木屑混合堆肥堆積 4 週 N ₂ O-N 釋出 9.1±1.7 mg/m ³ /d 和堆積 13 週釋放 11.1±2.7 mg/m ³ /d。雞糞、米糠、稻穀、廢菇類培養基和木屑混合堆肥堆積 4 週 N ₂ O-N 釋放 0.043±0.031 mg/m ³ /d, 堆積 9 週釋放 0.371±0.155 mg/m ³ /d, 堆積 18 週釋放 1.174±0.205 mg/m ³ /d 和堆積 26 週釋放 0.238±0.098 mg/m ³ /d。	趙震慶, 1998。
模擬送風堆 肥場製作堆 肥	豬糞固體廢棄物堆積 56 天, N ₂ O-N 釋放量介於 89.9±34.7-486.1±87.6 mg/ton dry waste/d, 堆積期間一公噸乾重廢棄物共釋出 N ₂ O-N 11.142 mg。雞糞固體廢棄物堆積 56 天, N ₂ O-N 釋放量介於 24.9±1.1-1,248.6±224.4 mg/ton dry waste/d, 堆積期間, 一公噸乾重廢棄物共釋出 N ₂ O-N 15,787 mg。牛糞固體廢棄物堆積 56 天, N ₂ O-N 釋放量介於 6.0±1.3-224.7±88.7 mg/ton dry waste/d, 堆積期間一公噸乾重廢棄物共釋出 N ₂ O-N 1,147 mg。	趙震慶, 1998。
彰化堆肥場 N ₂ O 排放	彰化堆肥場主要以豬糞為主, 雞糞為輔, 添加木屑調整材, 以機械式自動翻堆二個月。在製作過程中分 8 點測定其 N ₂ O 釋放量。2001 年 8 月 31 日-9 月 1 日, N ₂ O 釋放量介於 3.4-8.3 mg/m ² /h, 平均為 5.2 mg/m ² /h, 每 Mg 堆肥 N ₂ O-N 釋放量為 3.9 g。2002 年 1 月 12 日-13 日, N ₂ O 釋放量介於 0.92-5.1 mg/m ² /h, 平均為 2.5 mg/m ² /h, 每 Mg 堆肥 N ₂ O-N 釋放量為 1.9 g。2002 年 2 月 2 日-3 日, N ₂ O 釋放量介於 0.54-18.0 mg/m ² /h, 平均為 4.4 mg/m ² /h, 每 Mg 堆肥 N ₂ O-N 釋放量為 3.3 g。2002 年 3 月 23 日-24 日, N ₂ O 釋放量介於 0.65-25.0 mg/m ² /h, 平均為 7.9 mg/m ² /h, 每 Mg 堆肥 N ₂ O-N 釋放量為 5.9 g。2002 年 5 月 18 日-19 日, N ₂ O 釋放量介於 0.15-1.8 mg/m ² /h, 平均為 0.68 mg/m ² /h, 每 Mg 堆肥 N ₂ O-N 釋放量為 0.51 g。	賴朝明等, 2003。
新竹堆肥場 N ₂ O 排放	新竹堆肥場主要原料為咖啡渣、中藥渣和牛糞, 在前期以條狀堆積約一個月, 其後以機械式翻堆一個月。在後段過程中, 分 8 點測定在堆積過程中 N ₂ O 釋放量。2001 年 8 月 24 日-25 日, N ₂ O 釋放量介於 0.41-17.0 mg/m ² /h, 平均為 6.5 mg/m ² /h, 每 Mg 堆肥 N ₂ O-N 釋放量為 4.9 g。2001 年 12 月 23 日-24 日, N ₂ O 釋放量介於 0.79-15.0 mg/m ² /h, 平均為 5.8 mg/m ² /h, 每 Mg 堆肥 N ₂ O-N 釋放量為 4.3 g。2002 年 1 月 26 日-27 日, N ₂ O 釋放量介於 0.42-9.9 mg/m ² /h,	賴朝明等, 2003。

逸散源	研究成果	出處
	平均為 2.7 mg/m ² /h，每 Mg 堆肥 N ₂ O-N 釋放量為 2.0 g。2002 年 4 月 6 日-7 日，N ₂ O 釋放量介於 0.01-0.43 mg/m ² /h，平均為 0.16 mg/m ² /h，每 Mg 堆肥 N ₂ O-N 釋放量為 0.12 g。2002 年 6 月 8 日-9 日，N ₂ O 釋放量介於 0.20-0.39 mg/m ² /h，平均為 0.28 mg/m ² /h，每 Mg 堆肥 N ₂ O-N 釋放量為 0.28 g。	
豬糞廐肥在 20%，60% 水份含量	未施用廐肥，在 70 天 N ₂ O-N 釋放量介於 23.80±0.00-90.45 ±10.64 nM/kg soil/d；每 kg 土壤施用 90 mg N 時，N ₂ O-N 釋放量介於 39.67±13.74-103.15±54.97 nM/kg soil/d，每 kg 土壤施用 180 mg N 時，N ₂ O-N 釋放量介於 52.37±19.19-190.42±23.80 nM/kg soil/d，每 kg 土壤施用 360 mg N 時，N ₂ O-N 釋放量介於 77.36±13.74-674.42±275.88 nM/kg soil/d。在 70 天培育中，每 kg 土壤未施肥時釋出 2,671.48 nM N ₂ O-N，施用 90 mg N 時釋放 4707.42 nM N ₂ O-N，施用 180 mg N 時釋放 7,355.90 nM N ₂ O-N，施用 360 mg N 時，釋放 16,843.54 nM N ₂ O-N。	趙震慶，1998。
在 20 浸水時	未施用廐肥，在 70 天，N ₂ O-N 釋放量介於 11.23±0.00 nM/kg soil/d；每 kg 土壤施用 90 mg N 時，N ₂ O-N 釋放量介於 14.97±6.48-153.49±72.42 nM/kg soil/d；每 kg 土壤施用 180 mg N 時，N ₂ O-N 釋放量介於 22.46±7.94 - 146.00±52.68 nM/kg soil/d；每 kg 土壤施用 360 mgN 時，N ₂ O-N 釋放量介於 19.65±10.75-280.77±29.71 nM /kg soil/d。在 70 天培育中，每kg土壤在未施肥時共釋出 N ₂ O-N 1171.76 nM，如每 kg 土壤施用 90 mg N 時，共釋出 N ₂ O-N 2,477.91 nM。如每 kg 土壤施用 180 mg N 時，共釋出 N ₂ O-N 2,889.52 nM。如每 kg 土壤施用 360 mg N 時，共釋出 N ₂ O-N 5,671.04 nM。	趙震慶，1998。
在 30%，60% 水分含量	未施用廐肥，在 70 天 N ₂ O-N 釋放量介於 23.80±0.00-178.52±16.83 nM/kg soil/d；每 kg 土壤施用 90 mg N 時，N ₂ O-N 釋放量介於 59.51±13.74 - 511.76±217.72 nM/kg soil/d；每 kg 土壤施用 180 mg N 時，N ₂ O-N 釋放量介於 95.21±23.80-975.92±84.16 nM/kg soil/d；每 kg 土壤施用 360 mg N 時，N ₂ O-N 釋放量介於 223.75±64.31-1,047.33±293.46 nM/kg soil/d。在 70 天培育中，每 kg 土壤在未施肥時共釋出 N ₂ O-N 4,326.88 nM，如施用 90 mg N 則共釋出 N ₂ O-N 1,4415.44 nM，如施用 180 mg N 則共釋出 N ₂ O-N 23,252.48 nM，如施用 360 mg N 則共釋出 N ₂ O-N 35,678.99 nM。	趙震慶，1998
在 30%，浸水時	未施用廐肥，在 70 天 N ₂ O-N 釋放量介於 11.23±0.00-81.42±34.77 nM/kg soil/d；每 kg 土壤施用 90 mg N 時，N ₂ O-N 釋放量介於 19.65±10.75-148.81±33.69 nM/kg soil/d；如每 kg 土壤施用 180 mg N 時，N ₂ O-N 釋放量介於 29.95±12.97-104.82±17.16 nM/kg soil/d；每 kg 土壤施用 360 mg N 時，N ₂ O-N 釋放量介於 56.15±11.23-179.63±101.08 nM/kg soil/d。在 70 天培育中，每kg土壤在未施肥時共釋出 N ₂ O-N 1,889.32 nM，如施用 90 mg N 時共釋出 N ₂ O-N 2,697.66 nM，如施用 180 mg N 時共釋出 N ₂ O-N 3,132.11 nM，如施用 360 mg N 時，共釋出 N ₂ O-N 6,011.34 nM。	趙震慶，1998。
台灣畜牧養殖廢棄物處理氧化亞氮排放推估	以本土實測資料，如無本土資料以 IPCC(1997)方法推估台灣 1990 年畜牧養殖時，廢棄物處理 N ₂ O 排放推估如下：家畜類共計 780.9 kg，包括豬 626.9 kg、乳牛 72.7 kg、水牛 14.2 kg、黃牛及雜交牛 26.9 kg、山羊 25.5 kg、綿羊 8.0 kg、兔子 0.7 kg、鹿 5.4 kg 和馬 0.6 kg。家禽類共計 1,108.9 kg，包括有色肉雞 433.1 kg、肉雞 210.6 kg、蛋雞 271.2 kg、菜鴨 27.2 kg、蕃鴨 104.2 kg、鵝 52.6 kg 和火雞 9.9 kg，全年共計排放 N ₂ O 1,889.8 kg。1991 年畜牧養殖時廢棄物處理 N ₂ O 放推估如下：家畜類共計 776.3 kg，包括豬 620.7 kg、乳牛 80.5 kg、水牛 12.1 kg、黃牛及雜交牛 21.8 kg、山羊 25.9 kg、綿羊 9.4 kg、兔子 0.6 kg、鹿 4.9 kg 和馬 0.5 kg。家禽類共計 1,135.3 kg，包括有色肉雞 434.7 kg、肉雞 228.8 kg、蛋雞 276.9 kg、菜鴨 27.2 kg、蕃鴨 104.7 kg、鵝 55.0 kg 和火雞 8.1 kg，全年共計排放 N ₂ O 1,911.6 kg。1992 年畜牧養殖時廢棄物處理 N ₂ O 排放推估如下：家畜類共計 765.4 kg，包括豬 600.1 kg、乳牛 88.6 kg、水牛 10.8 kg、黃牛及雜交牛 19.9 kg、山羊 29.9 kg、綿羊 10.7 kg、兔子 0.5 kg、鹿 4.5 kg 和馬 0.5 kg。家禽類共計 1,297.5 kg，包括有色肉雞 488.5 kg、肉雞 265.7 kg、蛋雞 288.1 kg、菜鴨 32.8 kg、蕃鴨 149.2 kg、鵝 65.6 kg 和火雞 7.6 kg，全年共計排放 N ₂ O 2,062.9 kg。1993 年畜牧養殖時廢棄物處理 N ₂ O 排放推估如下：	楊盛行，2003b；Yang 等，2003。

逸散源	研究成果	出處
	家畜類共計 796.5 kg，包括豬 605.7 kg、乳牛 93.8 kg、水牛 10.7 kg、黃牛及雜交牛 20.8 kg、山羊 43.4 kg、綿羊 17.0 kg、兔子 0.5 kg、鹿 4.3 kg 和馬 0.5 kg。家禽類共計 1,356.5 kg，包括有色肉雞 507.5 kg、肉雞 292.4 kg、蛋雞 297.5 kg、菜鴨 35.0 kg、蕃鴨 129.7 kg、鵝 86.8 kg 和火雞 7.6 kg，全年共計排放 N₂O 2,153.0 kg。1994 年畜牧養殖時廢棄物處理 N₂O 排放推估如下：家畜類共計 816.0 kg，包括豬 619.2 kg、乳牛 94.9 kg、水牛 9.7 kg、黃牛及雜交牛 20.0 kg、山羊 45.9 kg、綿羊 21.4 kg、兔子 0.4 kg、鹿 4.1 kg 和馬 0.5 kg。家禽類共計 1,425.2 kg，包括有色肉雞 508.1 kg、肉雞 323.9 kg、蛋雞 330.8 kg、菜鴨 35.2 kg、蕃鴨 123.7 kg、鵝 97.5 kg 和火雞 6.1 kg，全年共計排放 N₂O 2,241.2 kg。1995 年畜牧養殖時廢棄物處理 N₂O 排放推估如下：家畜類共計 850.1 kg，包括豬 646.5 kg、乳牛 99.6 kg、水牛 8.4 kg、黃牛及雜交牛 17.9 kg、山羊 47.1 kg、綿羊 26.4 kg、兔子 0.3 kg、鹿 4.5 kg 和馬 0.5 kg。家禽類共計 1,462.8 kg，包括有色肉雞 526.9 kg、肉雞 338.7 kg、蛋雞 344.8 kg、菜鴨 36.8 kg、蕃鴨 125.0 kg、鵝 84.8 kg 和火雞 5.8 kg，全年共計排放 N₂O 2,313.8 kg。1996 年畜牧養殖時廢棄物處理 N₂O 排放推估如下：家畜類共計 860.9 kg，包括豬 658.2 kg、乳牛 100.5 kg、水牛 7.3 kg、黃牛及雜交牛 17.1 kg、山羊 45.7 kg、綿羊 28.1 kg、兔子 0.3 kg、鹿 3.4 kg 和馬 0.4 kg。家禽類共計 1,565.4 kg，包括有色肉雞 561.4 kg、肉雞 371.2 kg、蛋雞 381.2 kg、菜鴨 35.7 kg、蕃鴨 124.8 kg、鵝 86.0 kg 和火雞 5.1 kg，全年共計排放 N₂O 2,426.3 kg。1997 年畜牧養殖時廢棄物處理 N₂O 排放推估如下：家畜類共計 698.8 kg，包括豬 490.1 kg、乳牛 106.3 kg、水牛 6.2 kg、黃牛及雜交牛 15.6 kg、山羊 46.6 kg、綿羊 30.0 kg、兔子 0.2 kg、鹿 3.3 kg 和馬 0.4 kg。家禽類共計 1,640.6 kg，包括有色肉雞 577.2 kg、肉雞 411.8 kg、蛋雞 408.4 kg、菜鴨 38.9 kg、蕃鴨 107.8 kg、鵝 90.5 kg 和火雞 6.0 kg，全年共計排放 N₂O 2,339.4 kg。1998 年畜牧養殖時廢棄物處理 N₂O 排放推估如下：家畜類共計 611.0 kg，包括豬 402.3 kg、乳牛 107.4 kg、水牛 5.5 kg、黃牛及雜交牛 14.8 kg、山羊 46.6 kg、綿羊 30.5 kg、兔子 0.2 kg、鹿 3.5 kg 和馬 0.4 kg。家禽類共計 1,673.0 kg，包括有色肉雞 576.1 kg、肉雞 437.7 kg、蛋雞 418.7 kg、菜鴨 36.0 kg、蕃鴨 106.4 kg、鵝 91.8 kg 和火雞 6.5 kg，全年共計排放 N₂O 2,284.0 kg。1999 年畜牧養殖時廢棄物處理 N₂O 排放推估如下：家畜類共計 641.9 kg，包括豬 445.6 kg、乳牛 108.9 kg、水牛 6.0 kg、黃牛及雜交牛 13.0 kg、山羊 35.0 kg、綿羊 29.7 kg、兔子 0.2 kg、鹿 3.1 kg 和馬 0.4 kg。家禽類共計 1,681.3 kg，包括有色肉雞 588.9 kg、肉雞 429.1 kg、蛋雞 426.3 kg、菜鴨 35.8 kg、蕃鴨 108.3 kg、鵝 85.5 kg 和火雞 7.5 kg，全年共計排放 N₂O 2,323.2 kg。2000 年畜牧養殖時廢棄物處理 N₂O 排放推估如下：家畜類共計 646.9 kg，包括豬 461.1 kg、乳牛 109.3 kg、水牛 5.0 kg、黃牛及雜交牛 11.3 kg、山羊 29.9 kg、綿羊 26.6 kg、兔子 0.2 kg、鹿 3.0 kg 和馬 0.5 kg。家禽類共計 1,648.3 kg，包括有色肉雞 550.5 kg、肉雞 422.4 kg、蛋雞 428.3 kg、菜鴨 36.0 kg、蕃鴨 95.3 kg、鵝 108.7 kg 和火雞 7.1 kg，全年共計排放 N₂O 2,297.2 kg。	
福德坑掩埋場	氧化亞氮釋放量 120.5-1,423.5 mg/m ² 或 13.7-194.2 mg/m ² /h。	賴朝明，1997、1998。
福德坑掩埋場	1999 年 10 月和 11 月大氣氧化亞氮以 FTIR 測定平均濃度 508.31±403.43 ppb-m。2000 年 5 月 11-13 日，大氣 N ₂ O 濃度以 GC 測定介於 453-901 ppbv，平均 667 ppbv，白天濃度較高，夜晚較低。	楊盛行，2001b。
山豬窟掩埋場	氧化亞氮釋放量 0-4,416.5 mg/m ² 或 0-1,787.5 mg/m ² /h。	賴朝明，1997、1998。
山豬窟掩埋場	1998 年 5 月 14-15 日，以 FTIR 測定掩埋 1-2 年場址大氣 N ₂ O 濃度介於 230-863 ppb-m，平均 480 ppb-m。1998 年 2 月 25-27 日，測定掩埋 2-3 年場址大氣 N ₂ O 濃度介於 370-901 ppb-m，平均 688 ppb-m。1998 年 5 月 15-16 日，測定掩埋 5 年場址大氣 N ₂ O 濃度介於 280-980 ppb-m，平均 371 ppb-m。	楊盛行和 Hegde，2001。
山豬窟掩埋場掩埋 2-3 年	1999 年 1 月大氣 N ₂ O 平均濃度為 283.26±8.00 ppbv，1999 年 2 月大氣 N ₂ O 平均濃度為 268.78±6.39 ppbv，1999 年 3 月大氣 N ₂ O 平均濃度為 258.18±7.41 ppbv，1999 年 7 月大氣 N ₂ O 平均濃度為 359.76±19.17 ppbv，1999 年 9 月大	Hegde 等，2001。

逸散源	研究成果	出處
	氣 N ₂ O 平均濃度為 464.14±10.06 ppbv, 1999 年 10 月大氣 N ₂ O 平均濃度為 1,122.60±21.42 ppbv, 2000 年 2 月大氣 N ₂ O 平均濃度為 1,460.19±26.00 ppbv, 2000 年 3 月大氣 N ₂ O 平均濃度為 1,516.17±17.40 ppbv。	
山豬窟掩埋場	1999-2000 年測定 5 次大氣 N ₂ O 濃度平均為 1.38±0.27 ppmv -m。	楊盛行, 2001b。
福德坑垃圾掩埋場滲出水	夏季在好氣條件處理 14-56 天, N ₂ O 釋放量 18.23-19.11 µg/l/h; 在嫌氣條件下, N ₂ O 釋放量 17.31-20.24 µg/l/h。冬季在好氣條件處理 14-56 天, N ₂ O 釋放量 14.19-16.62 µg/l/h; 在嫌氣條件下, N ₂ O 釋放量 57.20-65.42 µg/l/h。	徐民豐等, 1999。
福德坑掩埋場滲出水	夏季在好氣下孵育 14-56 天, N ₂ O 釋放量 9.6-30.4 µg/l/h, 添加 100 ppm 蓋普丹 N ₂ O 釋放量 0-4.8 µg/l/h, 添加 1000 ppm 蓋普丹 N ₂ O 釋放量 0-4.8 µg/l/h, 添加 100 ppm 大克寧 N ₂ O 釋放量 1.6-9.6 µg/l/h, 添加 1000 ppm 大克寧 N ₂ O 釋放量 0-6.4 µg/l/h, 添加 100 ppm 二氯松 N ₂ O 釋放量 2.4-11.2 µg/l/h, 添加 1000 ppm 二氯松 N ₂ O 釋放量 4.0-15.2 µg/l/h, 添加 100 ppm 百滅寧 N ₂ O 釋放量 0-8.0 µg/l/h, 添加 1000 ppm 百滅寧 N ₂ O 釋放量 0-6.4 µg/l/h, 添加 100 ppm 丁基拉草 N ₂ O 釋放量 0-4.8 µg/l/h, 添加 1000 ppm 丁基拉草 N ₂ O 釋放量 0-16.0 µg/l/h, 添加 100 ppm 嘉磷塞 N ₂ O 釋放量 3.2-16.8 µg/l/h, 添加 1000 ppm 嘉磷塞 N ₂ O 釋放量 0-12.8µg/l/h。在厭氣下孵育 14-56 天, N ₂ O 釋放量 19.2-664.0 µg/l/h, 添加 100 ppm 蓋普丹 N ₂ O 釋放量 0-4.8 µg/l/h, 添加 1000 ppm 蓋普丹 N ₂ O 釋放量 0-4.0 µg/l/h, 添加 100 ppm 大克寧 N ₂ O 釋放量 0-4.0 µg/l/h, 添加 1000 ppm 大克寧 N ₂ O 釋放量 0-4.8 µg/l/h, 添加 100 ppm 二氯松 N ₂ O 釋放量 0-4.8 µg/l/h, 添加 1000 ppm 二氯松 N ₂ O 釋放量 0-4.8 µg/l/h, 添加 100 ppm 百滅寧 N ₂ O 釋放量 0-4.8 µg/l/h, 添加 1000 ppm 百滅寧 N ₂ O 釋放量 0-4.8 µg/l/h, 添加 100 ppm 丁基拉草 N ₂ O 釋放量 0-4.8 µg/l/h, 添加 1000 ppm 丁基拉草 N ₂ O 釋放量 0-4.8 µg/l/h, 添加 100 ppm 嘉磷塞 N ₂ O 釋放量 3.2-255.2 µg/l/h, 添加 1000 ppm 嘉磷塞 N ₂ O 釋放量 4.8-30.4 µg/l/h。	謝亞寧等, 2000。
福德坑掩埋場滲出水	冬季在好氣下孵育 14-56 天, N ₂ O 釋放量 9.6-30.4 µg/l/h, 添加 100 ppm 蓋普丹 N ₂ O 釋放量 0-25.6 µg/l/h, 添加 1000 ppm 蓋普丹 N ₂ O 釋放量 0-12.8 µg/l/h, 添加 100 ppm 大克寧 N ₂ O 釋放量 9.6-26.4 µg/l/h, 添加 1000 ppm 大克寧 N ₂ O 釋放量 0-0.8 µg/l/h, 添加 100 ppm 二氯松 N ₂ O 釋放量 0-11.2 µg/l/h, 添加 1000 ppm 二氯松 N ₂ O 釋放量 0-15.2 µg/l/h, 添加 100 ppm 百滅寧 N ₂ O 釋放量 0-33.6 µg/l/h, 添加 1000 ppm 百滅寧 N ₂ O 釋放量 0-32.0 µg/l/h, 添加 100 ppm 丁基拉草 N ₂ O 釋放量 0.0 µg/l/h, 添加 1000 ppm 丁基拉草 N ₂ O 釋放量 0-0.8 µg/l/h, 添加 100 ppm 嘉磷塞 N ₂ O 釋放量 8.0-1,382.4 µg/l/h, 添加 1000 ppm 嘉磷塞 N ₂ O 釋放量 0-3.2 µg/l/h。在厭氣下孵育 14-56 天, N ₂ O 釋放量 664-3,259.2 µg/l/h, 添加 100 ppm 蓋普丹 N ₂ O 釋放量 0-3,046.4 µg/l/h, 添加 1000 ppm 蓋普丹 N ₂ O 釋放量 0-1,884.8 µg/l/h, 添加 100 ppm 大克寧 N ₂ O 釋放量 0-2,912.0 µg/l/h, 添加 1000 ppm 大克寧 N ₂ O 釋放量 0-1,482.4 µg/l/h, 添加 100 ppm 二氯松 N ₂ O 釋放量 0-0.8 µg/l/h, 添加 1000 ppm 二氯松 N ₂ O 釋放量 0-3.2 µg/l/h, 添加 100 ppm 百滅寧 N ₂ O 釋放量 0-3,569.6 µg/l/h, 添加 1000 ppm 百滅寧 N ₂ O 釋放量 1.6-3,606.4 µg/l/h, 添加 100 ppm 丁基拉草 N ₂ O 釋放量 0 µg/l/h, 添加 1000 ppm 丁基拉草 N ₂ O 釋放量 0 µg/l/h, 添加 100 ppm 嘉磷塞 N ₂ O 釋放量 255.2-3,370.4 µg/l/h, 添加 1000 ppm 嘉磷塞 N ₂ O 釋放量 3.2-353.6 µg/l/h。	謝亞寧等, 2000。
福德坑掩埋場滲出水第一次取樣	在好氣下, 經 14-56 天, 如未處理 N ₂ O 釋放量介於 7.25-8.86 µg/l/h; 以草漯村土壤以水土比 10:1 好氣處理 14-56 天, N ₂ O 釋放量 7.57-11.24 µg/l/h; 以草漯村土壤以水土比 4:1, 好氣處理 14-56 天, N ₂ O 釋放量 7.53-9.96 µg/l/h; 以草漯村土壤以管柱處理 14-56 天, N ₂ O 釋放量 7.76-9.04 µg/l/h。以南港村土壤水土比 10:1 好氣處理 14-56 天, N ₂ O 釋放量 7.52-12.39 µg/l/h; 以南港村土壤水土比 4:1, 好氣處理 14-56 天, N ₂ O 釋放量 7.07-9.46 µg/l/h; 以南港村土壤管柱處理 14-56 天, N ₂ O 釋放量 7.48-9.31 µg/l/h。以活性碳水土比 10:1 好氣處理 14-56 天, N ₂ O 釋放量 7.63-9.15 µg/l/h; 以活性碳水土比 4:1, 好氣處理 14-56 天, N ₂ O 釋放量 7.46-8.73 µg/l/h; 以活性碳土壤管柱處理 14-56 天, N ₂ O 釋放量 7.69-8.91 µg/l/h。在厭氣下, 經 14-56 天, 如未經處理 N ₂ O 釋放量介	謝亞寧等, 2001。

逸散源	研究成果	出處
	於 7.43-120.307 $\mu\text{g/l/h}$ ；以草漯村土壤水土比 10:1，在厭氣下處理 14-56 天， N_2O 釋放量 7.46-55.55 $\mu\text{g/l/h}$ ；以草漯村土壤水土比 4:1，厭氣處理 14-56 天， N_2O 釋放量 8.26-32.98 $\mu\text{g/l/h}$ ；以草漯村土壤以管柱處理 14-56 天， N_2O 釋放量 7.46-65.25 $\mu\text{g/l/h}$ 。以南港村土壤水土比 10:1 好氣處理 14-56 天， N_2O 釋放量 7.97-111.00 $\mu\text{g/l/h}$ ；以南港村土壤水土比 4:1，好氣處理 14-56 天， N_2O 釋放量 7.38-26.50 $\mu\text{g/l/h}$ ；以南港村土壤管柱處理 14-56 天， N_2O 釋放量 7.63-26.23 $\mu\text{g/l/h}$ 。以活性碳水土比 10:1 好氣處理 14-56 天， N_2O 釋放量 7.58-82.26 $\mu\text{g/l/h}$ ；以活性碳水土比 4:1，好氣處理 14-56 天， N_2O 釋放量 7.52-25.86 $\mu\text{g/l/h}$ ；以活性碳土壤管柱處理 14-56 天， N_2O 釋放量 7.53-37.38 $\mu\text{g/l/h}$ 。	
福德坑掩埋場滲出水第二次取樣	在好氣下，經 14-56 天，如未處理 N_2O 釋放量介於 55.84-79.74 $\mu\text{g/l/h}$；以草漯村土壤以水土比 10:1 好氣處理 14-56 天，N_2O 釋放量 65.99-83.89 $\mu\text{g/l/h}$；以草漯村土壤以水土比 4:1，好氣處理 14-56 天，N_2O 釋放量 53.61-81.71 $\mu\text{g/l/h}$；以草漯村土壤以管柱處理 14-56 天，N_2O 釋放量 64.67-81.74 $\mu\text{g/l/h}$；以南港村土壤水土比 10:1 好氣處理 14-56 天，N_2O 釋放量 60.06-84.07 $\mu\text{g/l/h}$；以南港村土壤水土比 4:1，好氣處理 14-56 天，N_2O 釋放量 60.08-83.59 $\mu\text{g/l/h}$；以南港村土壤管柱處理 14-56 天，N_2O 釋放量 56.99-80.77 $\mu\text{g/l/h}$。以活性碳水土比 10:1 好氣處理 14-56 天，N_2O 釋放量 64.43-80.09 $\mu\text{g/l/h}$；以活性碳水土比 4:1，好氣處理 14-56 天，N_2O 釋放量 68.63-81.94 $\mu\text{g/l/h}$；以活性碳土壤管柱處理 14-56 天，N_2O 釋放量 63.43-83.45 $\mu\text{g/l/h}$。在厭氣下，經 14-56 天，如未經處理 N_2O 釋放量介於 62.81-404.96 $\mu\text{g/l/h}$；以草漯村土壤水土比 10:1，在厭氣下處理 14-56 天，N_2O 釋放量 37.10-51.93 $\mu\text{g/l/h}$；以草漯村土壤水土比 4:1，厭氣處理 14-56 天，N_2O 釋放量 71.72-86.27 $\mu\text{g/l/h}$；以草漯村土壤以管柱處理 14-56 天，N_2O 釋放量 76.11-86.08 $\mu\text{g/l/h}$。以南港村土壤水土比 10:1 好氣處理 14-56 天，N_2O 釋放量 39.76-197.54 $\mu\text{g/l/h}$；以南港村土壤水土比 4:1，好氣處理 14-56 天，N_2O 釋放量 45.72-85.51 $\mu\text{g/l/h}$；以南港村土壤管柱處理 14-56 天，N_2O 釋放量 50.51-152.26 $\mu\text{g/l/h}$。以活性碳水土比 10:1 好氣處理 14-56 天，N_2O 釋放量 41.52-363.31 $\mu\text{g/l/h}$；以活性碳水土比 4:1，好氣處理 14-56 天，N_2O 釋放量 64.15-558.51 $\mu\text{g/l/h}$；以活性碳土壤管柱處理 14-56 天，N_2O 釋放量 59.21-87.01 $\mu\text{g/l/h}$。	謝亞寧等，2001。
山豬窟垃圾掩埋場滲出水	夏季在好氣條件處理 14-56 天， N_2O 釋放量 14.26-15.76 $\mu\text{g/l/h}$ ；在嫌氣條件下， N_2O 釋放量 21.47-30.57 $\mu\text{g/l/h}$ 。冬季在好氣條件處理 14-56 天， N_2O 釋放量 18.01-19.20 $\mu\text{g/l/h}$ ；在嫌氣條件下， N_2O 釋放量 27.12-31.74 $\mu\text{g/l/h}$ 。	徐民豐等，1998。
山豬窟掩埋場滲出水	夏季在好氣下孵育 14-56 天，N_2O 釋放量 3.2-19.2 $\mu\text{g/l/h}$，添加 100 ppm 蓋普丹 N_2O 釋放量 0-4.8 $\mu\text{g/l/h}$，添加 1000 ppm 蓋普丹 N_2O 釋放量 0-4.8 $\mu\text{g/l/h}$，添加 100 ppm 大克寧 N_2O 釋放量 0-5.6 $\mu\text{g/l/h}$，添加 1000 ppm 大克寧 N_2O 釋放量 0-5.6 $\mu\text{g/l/h}$，添加 100 ppm 二氯松 N_2O 釋放量 0-4.8 $\mu\text{g/l/h}$，添加 1000 ppm 二氯松 N_2O 釋放量 0-8.0 $\mu\text{g/l/h}$，添加 100 ppm 百滅寧 N_2O 釋放量 0-6.4 $\mu\text{g/l/h}$，添加 1000 ppm 百滅寧 N_2O 釋放量 0-4.8 $\mu\text{g/l/h}$，添加 100 ppm 丁基拉草 N_2O 釋放量 0-4.8 $\mu\text{g/l/h}$，添加 1000 ppm 丁基拉草 N_2O 釋放量 0-6.4 $\mu\text{g/l/h}$，添加 100 ppm 嘉磷塞 N_2O 釋放量 0-4.8 $\mu\text{g/l/h}$，添加 1000 ppm 嘉磷塞 N_2O 釋放量 4.8-11.2 $\mu\text{g/l/h}$。在厭氣下孵育 14-56 天，N_2O 釋放量 46.4-612.0 $\mu\text{g/l/h}$，添加 100 ppm 蓋普丹 N_2O 釋放量 0-4.8 $\mu\text{g/l/h}$，添加 1000 ppm 蓋普丹 N_2O 釋放量 0-4.8 $\mu\text{g/l/h}$，添加 100 ppm 大克寧 N_2O 釋放量 0-4.8 $\mu\text{g/l/h}$，添加 1000 ppm 大克寧 N_2O 釋放量 0-4.8 $\mu\text{g/l/h}$，添加 100 ppm 二氯松 N_2O 釋放量 0-4.8 $\mu\text{g/l/h}$，添加 1000 ppm 二氯松 N_2O 釋放量 0-4.8 $\mu\text{g/l/h}$，添加 100 ppm 百滅寧 N_2O 釋放量 0-4.8 $\mu\text{g/l/h}$，添加 1000 ppm 百滅寧 N_2O 釋放量 1.6-4.8 $\mu\text{g/l/h}$，添加 100 ppm 丁基拉草 N_2O 釋放量 0-4.8 $\mu\text{g/l/h}$，添加 1000 ppm 丁基拉草 N_2O 釋放量 0-4.0 $\mu\text{g/l/h}$，添加 100 ppm 嘉磷塞 N_2O 釋放量 2.4-1254.4 $\mu\text{g/l/h}$，添加 1000 ppm 嘉磷塞 N_2O 釋放量 0.8-6.4 $\mu\text{g/l/h}$。	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， N_2O 釋放量 3.2-52.8 $\mu\text{g/l/h}$ ，添加 100 ppm 蓋普丹 N_2O 釋放量 0-25.6 $\mu\text{g/l/h}$ ，添加 1000 ppm 蓋普丹 N_2O 釋放量 0-1.6 $\mu\text{g/l/h}$ ，添加 100 ppm 大克寧 N_2O 釋放量 0-46.6 $\mu\text{g/l/h}$ ，添加 1000 ppm 大克寧 N_2O 釋放量 0-32.0 $\mu\text{g/l/h}$ ，添加 100 ppm 二氯松 N_2O 釋放量 0 $\mu\text{g/l/h}$ ，添加 1000 ppm	謝亞寧等，2000。

逸散源	研究成果	出處
	二氯松 N₂O 釋放量 0-0.8 µg/l/h，添加 100 ppm 百滅寧 N₂O 釋放量 0-52.0 µg/l/h，添加 1000 ppm 百滅寧 N₂O 釋放量 0-48.0 µg/l/h，添加 100 ppm 丁基拉草 N₂O 釋放量 0-0.8 µg/l/h，添加 1000 ppm 丁基拉草 N₂O 釋放量 0 µg/l/h，添加 100 ppm 嘉磷塞 N₂O 釋放量 0-36.8 µg/l/h，添加 1000 ppm 嘉磷塞 N₂O 釋放量 11.2-31.2 µg/l/h。在厭氣下孵育 14-56 天，N₂O 釋放量 472.8-21,101.6 µg/l/h，添加 100 ppm 蓋普丹 N₂O 釋放量 0-2,628.8 µg/l/h，添加 1000 ppm 蓋普丹 N₂O 釋放量 0-8.0 µg/l/h，添加 100 ppm 大克寧 N₂O 釋放量 0-4,019.2 µg/l/h，添加 1000 ppm 大克寧 N₂O 釋放量 0-3,328.0 µg/l/h，添加 100 ppm 二氯松 N₂O 釋放量 0 µg/l/h，添加 1000 ppm 二氯松 N₂O 釋放量 0 µg/l/h，添加 100 ppm 百滅寧 N₂O 釋放量 0-3956.8 µg/l/h，添加 1000 ppm 百滅寧 N₂O 釋放量 1.6-3,739.2 µg/l/h，添加 100 ppm 丁基拉草 N₂O 釋放量 0 µg/l/h，添加 1000 ppm 丁基拉草 N₂O 釋放量 0 µg/l/h，添加 100 ppm 嘉磷塞 N₂O 釋放量 1,254.4-3,628.8 µg/l/h，添加 1000 ppm 嘉磷塞 N₂O 釋放量 0.8-1,768.0 µg/l/h。	
山豬窟掩埋場滲出水第一次取樣	在好氣下，經 14-56 天，如未處理 N₂O 釋放量介於 7.37-9.08 µg/l/h；以草漯村土壤以水土比 10:1 好氣處理 14-56 天，N₂O 釋放量 7.46-8.88 µg/l/h；以草漯村土壤以水土比 4:1，好氣處理 14-56 天，N₂O 釋放量 7.64-8.83 µg/l/h；以草漯村土壤以管柱處理 14-56 天，N₂O 釋放量 7.60-9.22 µg/l/h。以南港村土壤水土比 10:1 好氣處理 14-56 天，N₂O 釋放量 7.58-9.03 µg/l/h，以南港村土壤水土比 4:1，好氣處理 14-56 天，N₂O 釋放量 7.55-8.82 µg/l/h；以南港村土壤管柱處理 14-56 天，N₂O 釋放量 7.54-9.21 µg/l/h。以活性碳水土比 10:1 好氣處理 14-56 天，N₂O 釋放量 7.62-8.89 µg/l/h；以活性碳水土比 4:1，好氣處理 14-56 天，N₂O 釋放量 7.53-8.56 µg/l/h；以活性碳土壤管柱處理 14-56 天，N₂O 釋放量 6.87 -8.91 µg/l/h。在厭氣下，經 14-56 天，如未經處理 N₂O 釋放量介於 7.44 -38.44 µg/l/h；以草漯村土壤水土比 10:1，在厭氣下處理 14-56 天，N₂O 釋放量 7.61-9.13 µg/l/h；以草漯村土壤水土比 4:1，厭氣處理 14-56 天，N₂O 釋放量 7.49-9.37 µg/l/h；以草漯村土壤以管柱處理 14-56 天，N₂O 釋放量 2.02-8.61 µg/l/h。以南港村土壤水土比 10:1 好氣處理 14-56 天，N₂O 釋放量 7.59-11.35 µg/l/h；以南港村土壤水土比 4:1，好氣處理 14-56 天，N₂O 釋放量 7.58-10.47 µg/l/h；以南港村土壤管柱處理 14 -56 天，N₂O 釋放量 7.58-9.09 µg/l/h。以活性碳水土比 10:1 好氣處理 14-56 天，N₂O 釋放量 7.58-8.87 µg/l/h；以活性碳水土比 4:1，好氣處理 14-56 天，N₂O 釋放量 7.90-9.11 µg/l/h；以活性碳土壤管柱處理 14-56 天，N₂O 釋放量 7.50-8.84 µg/l/h。	謝亞寧等，2001。
山豬窟掩埋場滲出水第二次取樣	在好氣下，經 14-56 天，如未處理 N₂O 釋放量介於 60.77-92.03 µg/l/h；以草漯村土壤以水土比 10:1 好氣處理 14-56 天，N₂O 釋放量 47.91-75.49 µg/l/h；以草漯村土壤以水土比 4:1，好氣處理 14-56 天，N₂O 釋放量 65.63-85.66 µg/l/h；以草漯村土壤以管柱處理 14-56 天，N₂O 釋放量 68.89-83.63 µg/l/h。以南港村土壤水土比 10:1 好氣處理 14-56 天，N₂O 釋放量 57.54-84.04 µg/l/h，以南港村土壤水土比 4:1，好氣處理 14-56 天，N₂O 釋放量 57.33-83.79 µg/l/h；以南港村土壤管柱處理 14-56 天，N₂O 釋放量 59.08-86.80 µg/l/h。以活性碳水土比 10:1 好氣處理 14-56 天，N₂O 釋放量 60.60-84.04 µg/l/h；以活性碳水土比 4:1，好氣處理 14-56 天，N₂O 釋放量 60.38-84.04 µg/l/h；以活性碳土壤管柱處理 14-56 天，N₂O 釋放量 58.61-79.13 µg/l/h。在厭氣下，經 14-56 天，如未經處理 N₂O 釋放量介於 78.53-591.98 µg/l/h；以草漯村土壤水土比 10:1，在厭氣下處理 14-56 天，N₂O 釋放量 56.02-90.28 µg/l/h；以草漯村土壤水土比 4:1，厭氣處理 14-56 天，N₂O 釋放量 29.58-90.52 µg/l/h；以草漯村土壤以管柱處理 14-56 天，N₂O 釋放量 78.22-84.94 µg/l/h。以南港村土壤水土比 10:1 好氣處理 14-56 天，N₂O 釋放量 45.35-143.62 µg/l/h；以南港村土壤水土比 4:1，好氣處理 14-56 天，N₂O 釋放量 35.69-586.22 µg/l/h；以南港村土壤管柱處理 14-56 天，N₂O 釋放量 96.81-123.91 µg/l/h。以活性碳水土比 10:1 好氣處理 14-56 天，N₂O 釋放量 50.45-85.70 µg/l/h；以活性碳水土比 4:1，好氣處理 14-56 天，N₂O 釋放量 49.87-192.73 µg/l/h，以活性碳土壤管柱處理 14-56 天，N₂O 釋放量 34.75-117.86 µg/l/h。	謝亞寧等，2001

逸散源	研究成果	出處
飼糧對女牛 氧化亞氮產 量之影響	體重 425 kg 女牛，飼以青貯玉米，每隻女牛每日在氣控室內 N ₂ O 產量 46.6 ml (相當於 0.09 g)。體重 275 g 女牛，分別飼以半乾青貯盤固拉草、青貯狼尾草和青貯玉米，則每隻女牛每日在氣控室內 N ₂ O 產量分別為 63.8 ml (相當於 0.13 g)、36.7 ml (相當於 0.07 g) 和 56.8 ml (相當於 0.11 g)。	李春芳等， 2001。
交通運輸部 分	1994 年以北美地區排放係數估算 N ₂ O 年排放量二行程機車 42 公噸、四行程機車 18 公噸、汽油小客車 6,301 公噸、汽油小貨車 1,592 公噸、柴油小貨車 81 公噸、柴油大客車 26 公噸、柴油大貨車 178 公噸，共計 8,238 公噸。如以歐洲排放係數估算 N ₂ O 年排放量二行程機車 42 公噸、四行程機車 18 公噸、汽油小客車 1,853 公噸、汽油小貨車 40 公噸、柴油小貨車 67 公噸、柴油大客車 31 公噸、柴油大貨車 214 公噸，共計 2,265 公噸。	洪肇嘉等， 1999。

參考文獻

- 行政院農業委員會，1986-2002。《台灣省農業年報-1986-2001》。行政院農業委員會。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。
- 李春芳、蕭宗法、陳吉斌，2001。本省荷蘭種乾乳牛與生長女牛消化道甲烷產量測定。《溫室氣體通量測定及減量對策 ()》(楊盛行編)，pp.157-172。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。
- 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。國立台灣大學農業化學系和國立台灣大學全球變遷中心，台北，台灣。
- 徐民豐、顏瑞泓、王一雄，1999。掩埋場滲出水溫室氣體排放及減量對策。《溫室氣體通量測定及減量對策》(楊盛行編)，pp.147-161。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和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，2001a。《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，2001b。掩埋場溫室氣體釋放測定及日變化。台灣北部掩埋場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.41-56。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，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和國立台灣大學農業陳列館，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，1999。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.128-146。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。
- 賴朝明，1997。台灣北部水稻田、旱田、濕地、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，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、馮志峰、楊盛行，2003。畜糞堆肥製作過程中氧化亞氮之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.179-198。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（ ）。*溫室氣體通量測定及減量對策*（ ），（楊盛行編），pp.155-172。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。
- 謝亞寧、溫致遠、王一雄，2001。掩埋場滲出水之溫室氣體排放及減量對策（ ）。*溫室氣體通量測定及減量對策*（ ），（楊盛行編），pp.129-140。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。
- 譚鎮中、王銀波，2000。畜產廢棄物堆積及施用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.95-109。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。
- Berges, M. G. and Crutzen, P. J. 1996. Estimates of global N_2O emissions from cattle, pig and chicken manure, including a discussion of CH_4 emissions. *J. Atmos. Chem.* 24: 241-269.
- Bouwman, A. F. 1990. Exchange of greenhouse

- gases between terrestrial ecosystems and the atmosphere. In: *Soil and the Greenhouse Effect*. Ed. by Bounwan, A. F., pp. 62-127. John Wiley and Sons, New York.
- Bouwman, A. F. 1991. Agronomic aspects of wetland rice cultivation and associated methane emissions. *Biogeochem.* 15: 65-88.
- Bouwman, A. F. 1996. Direct emission of nitrous oxide from agricultural soils. *Nutri. Cycle Agroecosyst.* 46: 53-70.
- 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.
- Dlugokencky, E. J., Masarie, K. A., Lamg, P. M., Tans, P. P., Steele, L. P. and Nisbet, E. G. 1994. A dramatic decrease in the growth rate of atmospheric methane in the northern hemisphere during 1992. *Geophys. Res. Lett.* 21: 45-48.
- Hansen, J., Lacis, A. and Prather, M. 1989. Greenhouse effect of chlorofluorocarbons and other trace gases. *J. Geophys Res.* 94: 16417-16421.
- Hartung, J. and Phillips, V. R. 1994. Control of gaseous emissions from livestock buildings and manure stores. *J. Agric. Eng. Res.* 57: 173-189.
- 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, National Taiwan University, Taipei, Taiwan.
- Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). 1997. *Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories*. Vol. 2.
- Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). 2001. *IPCC Good Practice Guidance and Uncertainty Management in National Greenhouse Gas Inventories*. Cambridge University Press, New York.
- Isermann, K. 1994. Agriculture's share in the emission of trace gases affecting the climate and some cause-oriented proposals for sufficiently reducing this share. *Environ. Pollut.* 83: 95-111.
- Kroeze, C., Mosier, A. and Bouwman, L. 1999. Closing the global N₂O budget: A retrospective analysis, 1500-1994. *Global Biogeochem. Cycles* 13: 1-8.
- Ramanathan, V., Cicerone, R. J., Singh, H. B. and Kiehl, J. T. 1985. Trace gas trends and their potential role in climate change. *J. Geophys Res.* 90: 5547-5566.
- Yang, S. S., Liu, C. M. and Liu, Y. L. 2001. Methane and nitrous oxide emissions from agriculture sector in Taiwan. In: *Seminar on Taiwan's National Greenhouse Gases Inventories*. February 15-16, 2001, Environmental Protection Administration of ROC. Taipei, Taiwan.
- Yang, S. S., Liu, C. M. and Liu, Y. L. 2003. Estimation of Methane and Nitrous Oxide Emission from Animal Production Sector in Taiwan during 1990-2000. *Chemosphere* 52: 1381-1388.

