

# 養羊場管理及廢棄物處理對環境空氣品質之影響<sup>(1)</sup>

張定偉<sup>(2)</sup>

收件日期：91 年 8 月 19 日；接受日期：91 年 9 月 9 日

## 摘 要

本試驗在羊舍內、羊舍外盤固草牧草地、羊糞堆肥處理場及乳羊擠乳室廢水厭氣消化池等場所裝設氣體監測器，全天 24 小時監測二氧化碳、氨氣及甲烷等氣體產生濃度。試驗期間每月平均風速為 3.5~5.8 m/s 之間。風向頻率 10~4 月冬季主要風向為北北東風及北北西風為主，其頻率佔當月風向 90.4~98.8%；5~9 月夏季颱風期，主要風向為東南風、西北風、西南風、南風及西風等。空氣品質監測結果，二氧化碳濃度在羊舍內平均為 500~650 ppmv 之間，而羊舍外牧草地平均為 250~380 ppmv 之間，氨氣濃度僅可在羊舍內測出，其濃度平均為 25~35 ppmv 之間，羊舍外無法測得，羊舍內空氣品質明顯比羊舍外為差。羊糞堆肥化處理在開放式自動翻堆處理狀況下，二氧化碳產出濃度平均為  $770 \pm 56$  ppmv，氨氣產生濃度平均為  $21 \pm 12$  ppmv，甲烷濃度無法測到。羊糞以密閉送風式堆肥處理狀態下，全期 36 天堆肥處理期間，二氧化碳產生濃度平均為  $5,940 \pm 1,134$  ppmv，氨氣產生濃度平均為  $37 \pm 21$  ppmv。羊糞堆肥厭氣發酵狀況下，每一公斤羊糞平均一天氣體產生量為  $125 \pm 25$  ml，二氧化碳濃度平均為  $21,600 \pm 3,100$  ppmv，甲烷濃度平均為  $7,200 \pm 3,350$  ppmv 及氨氣濃度平均為  $18 \pm 4$  ppmv。乳羊擠乳室廢水在厭氣消化池所產生之二氧化碳濃度平均為  $27,000 \pm 1,710$  ppmv，甲烷產生濃度平均  $30,000 \pm 3,700$  ppmv。為改善羊舍內之空氣品質，應從降低飼養密度、選用適當墊料及加強通風設施。羊糞堆肥化處理時採用開放式好氣處理環境下，所產生之溫效氣體最低，建議羊糞堆肥化處理時應採用開放式翻堆處理為宜。

關鍵詞：養羊場、堆肥處理、空氣品質。

## 緒 言

自然資源管理問題和人類活動對環境所造成的負面影響，已開始成為國際上所共同關切的問題，並號召各國採取共同的努力，開始管理環境資源，以保護人類的永續、生存與進步。在過去十多年來科學家發現證據顯示，因人類對自然資源的管理不當，對環境變遷產生嚴重影響(李，1993)，諸如(1) 1988 年科學家發現了第一個強大的證據，臭氧層耗竭不僅在無人居住的南極上空發生，而且已在北半球上空發生，已有 30 餘國的歐洲共同體，簽署了保護臭氧層公約的「蒙特婁協議書」，

---

(1) 行政院農業委員會畜產試驗所研究報告第 1130 號。

(2) 行政院農業委員會畜產試驗所恆春分所。

要求至 1999 年前將耗竭臭氧層的氟氯氫的生產量減少 50%。(2) 支持生命的熱帶雨林每年正以 1,100 萬公頃的速度消失。(3) 世界上 60% 以上具有生產力的旱地（牧地、灌溉旱作地），其生產力逐漸以中度至嚴重程度的減退，甚至呈沙漠化狀態。(4) 自 1980 年以來，發展中國家營養不良的人數已增加 30%。又據 Bruce（1994）指出近十年來，經濟發展投資密集，地表植被改變、導致水土保持不良，自然災害頻率增多，所導致之經濟及保險損失，大幅增加十倍。畜牧場對空氣危害物質的微粒狀污染物，雞一天一隻產生 0~52 mg，惡臭物質有氨氣（ $\text{NH}_3$ ）、硫化氫（ $\text{H}_2\text{S}$ ）、甲基硫醇（ $\text{CH}_3\text{SH}$ ）、二甲基硫（ $\text{C}_2\text{H}_5\text{SH}$ ）和三甲基胺（ $(\text{CH}_3)_3\text{N}$ ）及廢棄物處理中所產甲烷（ $\text{CH}_4$ ）等（陳，1992）。據 IPCC（1992）報告動物消化道產生甲烷量牛一年一頭約 55 kg、羊 5~8 kg 及豬 1.0~1.5 kg；由家畜排泄物堆肥化處理所產生的甲烷量羊一年一頭 0.22~0.23 kg。氧化亞氮（ $\text{N}_2\text{O}$ ）由動物廢棄物處理所產生數量估計每年約 1.5 mt（Cole *et al.*, 1995）。利用紅外線氣體分析儀經 24 小時連續監測，乳牛一日一頭甲烷排放量為  $587 \pm 61.3$  L 及二氧化碳（ $\text{CO}_2$ ）為  $6,137 \pm 5.5$  L（Kinsman *et al.*, 1995）。荷蘭牛之乾乳牛及泌乳牛每頭  $\text{CH}_4$  產生量分別為 245 L/day 及 419 L/day。又纖維消化率可預測  $\text{CH}_4$  產生量（Holter and Young, 1992）。本試驗為探討乳羊舍環境、在正常作業狀況下之飼養管理及廢棄物處理等作業過程中，產生之  $\text{CO}_2$  與  $\text{CH}_4$  等溫室氣體濃度及惡臭氣體  $\text{NH}_3$  濃度，提供改善養羊場飼養管理及廢棄物處理環境之參考依據。

## 材料與方法

### I. 試驗材料

- (i) 開放式鋼筋水泥結構羊舍，中間為飼餵作業通路。長軸東南東向、兩邊採開放式，東北東面為水泥磚牆留有六處後門通道。羊床長 31.2 m × 寬 7.6 m × 高 3.2 m、容積 760 m<sup>3</sup>，離地 60 cm 高架羊床，配置自動刮糞板及散風扇。
- (ii) 試驗羊舍內飼養撒能種（Saneen）及阿爾拜因種（Alpine）搾乳羊 80~90 頭，每頭飼養空間約 2.8 m<sup>2</sup>。每天上午 6~7 點及下午 6~7 點分別搾乳 1 次，上午 9:30 左右 TMR 餵飼及刮糞一次。
- (iii) 監測儀器及氣體監測點
  1. 固定式：日本理研（RIKEN）製造電子式自動監測儀器，全天 24 小時連續監測分析  $\text{CO}_2$ 、 $\text{NH}_3$  及  $\text{CH}_4$  等氣體濃度並每隔 20 分鐘電腦記錄。
  2. 攜帶式：日本 RIKEN 電子式  $\text{CO}_2$ 、 $\text{NH}_3$  及  $\text{CH}_4$  氣體濃度測定器各一台。
  3. 氣體監測點
    - (1) 羊舍內：分別在羊舍屋樑下及羊床下平均放置採樣管共 4 點，然後 4 點匯集成 1 個採氣管，分別進入  $\text{CO}_2$ 、 $\text{NH}_3$  及  $\text{CH}_4$  氣體感應頭（Sensor）。
    - (2) 羊舍外牧草地：距離羊舍 80 公尺外，空曠盤固草地之坡頂上，設置採樣站 1 處，監測墾丁地區大氣中  $\text{CO}_2$ 、 $\text{NH}_3$  及  $\text{CH}_4$  等氣體之正常濃度。
    - (3) 搾乳室廢水處理之厭氣消化池：恆春分所乳羊搾乳室廢水主要來源為每天搾乳後沖洗搾乳機械及器具後所排出之廢水。原廢水經厭氣消化及活性污泥（水車式曝氣）等二段處理後排放。在厭氣消化池之排氣口插入採氣管。
    - (4) 壕溝式自動翻堆羊糞堆肥處理場（開放通風式）：恆春分所養羊區羊糞堆肥化處理，所設置的杓子式（Scoop-type）自動翻堆堆肥槽一座。堆肥化處理過程中每隔 1~2 週翻堆 1 次，當在翻堆時在翻堆機上掛上採氣管，隨著翻堆機的翻堆運轉收集堆肥中氣體。

- (5) 密閉送風式羊糞堆肥處理桶：採用 500 公升圓形塑膠桶，裝滿含水率 70% 左右新鮮羊糞、加蓋。每週 1 次滾動羊糞充分接觸空氣，達有氧狀態。桶頂部插入採氣管，連續監測氣體濃度。
- (6) 密閉厭氣羊糞堆肥處理桶：使用塑膠管直徑 20 cm、長 30 cm，放入 4 kg 新鮮羊糞，兩端開口用塑膠蓋密封，頂蓋鑽兩小孔放置採氣管（袋）及電導溫度計感應線。每天 14:00 時記錄發酵溫度、CO<sub>2</sub>、NH<sub>3</sub>及CH<sub>4</sub>等氣體產生濃度與氣體量。
4. 本分所現有農業氣象站所測得影響空氣品質比較密切的風向及風速等資料。

## II. 試驗方法：

- (i) 在本分所開放式羊舍內、羊舍外牧草地、壕溝式自動翻堆羊糞堆肥處理場、密閉送風式羊糞堆肥處理桶、密閉厭氣羊糞堆肥處理桶及廢水處理之厭氣消化池等場所，輪流設立固定式空氣品質採氣站一處，每日 24 小時監測CO<sub>2</sub>、CH<sub>4</sub>及 NH<sub>3</sub>等產生濃度資料。
- (ii) 應用本分所現有農業氣象站所測得風向及風速等資料與羊舍結構所產生氣體濃度關係之分析。

# 結果與討論

## I. 監測期間風速及風向

大氣環境對畜牧場環境空氣品質有密切關係，通風良好可直接改善畜舍內空氣品質。當新建畜舍時必須配合當地氣候條件，期正確選定座落方位，可預期達到冬暖夏涼的舒適房舍。試驗期間對空氣品質具有直接影響的風向及風速如圖 1，恆春氣候如其名、四季如春，每月平均氣溫為 22~28℃ 之間。全年微風徐徐，每月平均風速 3.5~5.8 m/s 之間，其中 10~2 月為季風季節平均風速 5.0~5.8 m/s 之間； 6~9 月雖係颱風季節，但颱風零星發生，每月平均風速 3.5~4.7 m/s 之間，除颱風發生外其他時間平均風速比冬季季風為弱。風向頻率調查，每年 10~4 月冬季氣流單純，主要風向為北北東風及北北西風為主，其頻率佔當月風向 90.4~98.8%； 5~9 月夏季颱風期，氣流擾動複雜，主要風向為東南風、西北風及西南風等。因此，本試驗用羊舍位置座落為長軸東南東向、兩邊採開放式，東北東面為水泥磚牆留有六處後門通道之設計，具有通風及冬暖夏涼的效果，該棟羊舍在恆春地區應為適當的座落位置。

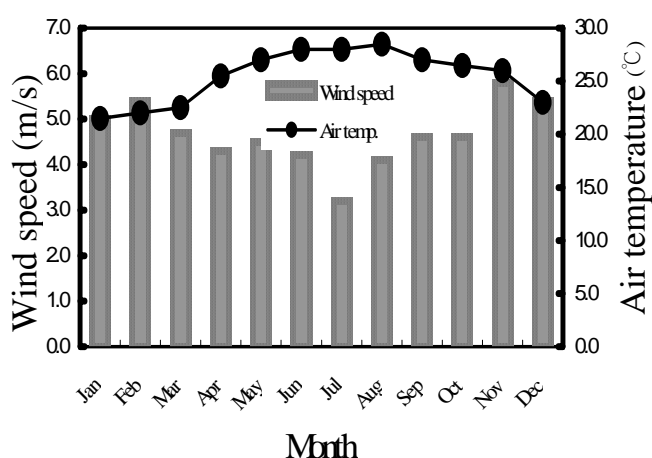


圖 1. 試驗期間各月別平均氣溫及風速。

Fig. 1. The average air temperature and wind

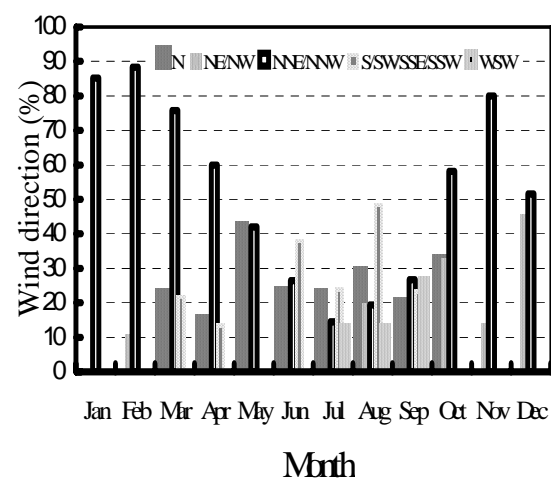


圖 2. 試驗期間各月別風向頻率。

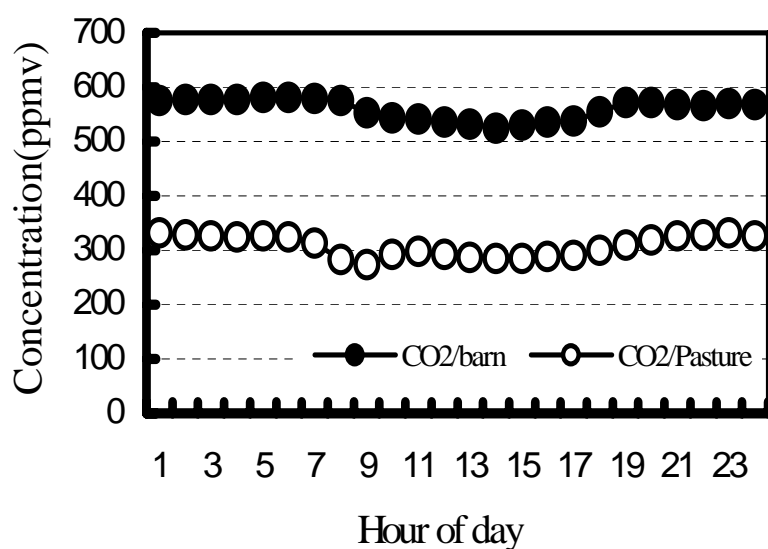
Fig. 2. The frequency of wind direction during

speed during experimental period.

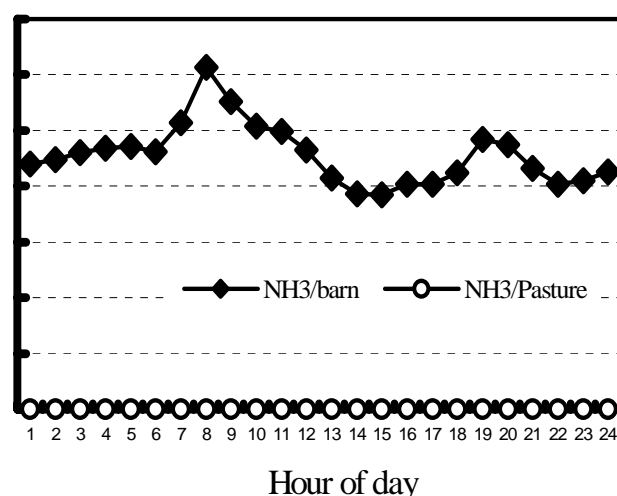
experimental period.

## II. 羊舍內及羊舍外山坡牧草地空氣品質調查

開放式乳羊舍每頭平均飼養空間在  $2.8\text{m}^2$  之環境下，全天 24 小時監測紀錄羊舍內空氣品質。因試驗羊舍在夏季東北東面六處後門打開，可讓空氣流通；但在冬天常有北北東風及北北西風之強勁季風，凌厲寒風直吹、影響羊隻保暖，必須將六處後門關閉，在此氣候條件下；羊舍內二氧化碳濃度平均為 500~650 ppmv 之間，氨氣濃度平均為 25~35 ppmv 之間。羊舍外由於全年微風徐徐，每月平均風速 3.5~5.8 m/s 之間，又是空曠草地的狀況下，其二氧化碳濃度平均為 250~380 ppmv 之間，氨氣濃度無法測得，結果顯示、羊舍內空氣品質明顯比羊舍外為差。目前大氣中二氧化碳濃度平均為 355 ppmv，甲烷濃度平均為 1.71 ppmv 及氧化亞氮為 311 ppbv（日本農林水產省畜產局，1998）。由監測所獲資料，羊舍外牧草地二氧化碳濃度仍在現有大氣中二氧化碳濃度平均值以下，但羊舍內之二氧化碳濃度已超過現有大氣中二氧化碳濃度的一倍左右（圖 3-a）。氨氣僅可在羊舍內測到，其濃度平均為 25~35 ppmv 之間，羊舍外無法測得，另由全天 24 小時監測氨氣濃度變化曲線顯示，羊群活動及採食時對氨氣產生濃度有明顯的影響，上午 6~8 點及下午 5~7 點為乳羊上、下午擠乳時間，羊隻趕起準備擠乳時，排尿頻度增多而產生多量的氨氣，中午時間羊隻大多吃飽休息  $\text{NH}_3$  濃度降低（圖 3-b）。羊舍內氣體採樣點高低所測得的氣體濃度亦有差異，在羊床下即接近地面糞尿蓄積量多，其  $\text{CO}_2$  產生濃度為 450~460 ppmv 之間，而屋樑下即離地面較高位置其濃度約 430~440 ppmv（圖 4-a）。 $\text{NH}_3$  濃度與  $\text{CO}_2$  濃度變化曲線類同，即接近地面的羊床下的  $\text{NH}_3$  濃度為 40~45 ppmv 之間，而屋樑下離地面高位置的  $\text{NH}_3$  濃度為 20~25 ppmv 之間（圖 4-b）。當大氣中  $\text{CO}_2$  濃度達 560 ppmv 時，全球氣溫將上升  $2.0\sim 2.6^\circ\text{C}$ ，全球暖化，病菌叢生，對動、植物生態系統造成影響（Taubes, 1995）。由監測所得資料，乳羊舍內二氧化碳平均濃度高達 500~650 ppmv 之間，但對人、畜健康影響程度尚未明確。陳（1992）指出氨氣的固定污染源周界標準為 1 ppm，氣味閾值（Threshold value）為 1.0~46.8 ppm，動物忍限值為 25 ppm，最大容忍濃度為 50 ppm，人、畜暴露在濃度 100 ppm 數分鐘時，即造成眼睛、鼻腔粘膜腐蝕。本試驗羊舍為開放式、通風尚稱良好，但所測氨氣平均濃度為 25~35 ppmv 之間，尤其在接近地面羊床下的濃度高達 40~45 ppmv 之間，已超出 25 ppm 的動物忍限值及接近 50 ppm 最大容忍濃度。人、畜長期在此環境下活動，可能會有相當程度的影響。據 Jeppsson（1999）報告指出不同牛床墊料（bedding）所排放  $\text{NH}_3$  容量亦有差異，如用長稿稈及泥煤或切短草稈分別為  $0.75\text{ g/m}^2\cdot\text{h}^{-1}$  及  $0.3\text{ g/m}^2\cdot\text{h}^{-1}$ 。為改善羊舍內之空氣品質，除應從降低飼養密度、選用適當墊料及加強通風設施外，另應在羊舍外設有活動場地，期紓解不良空氣品質對身心之壓迫。

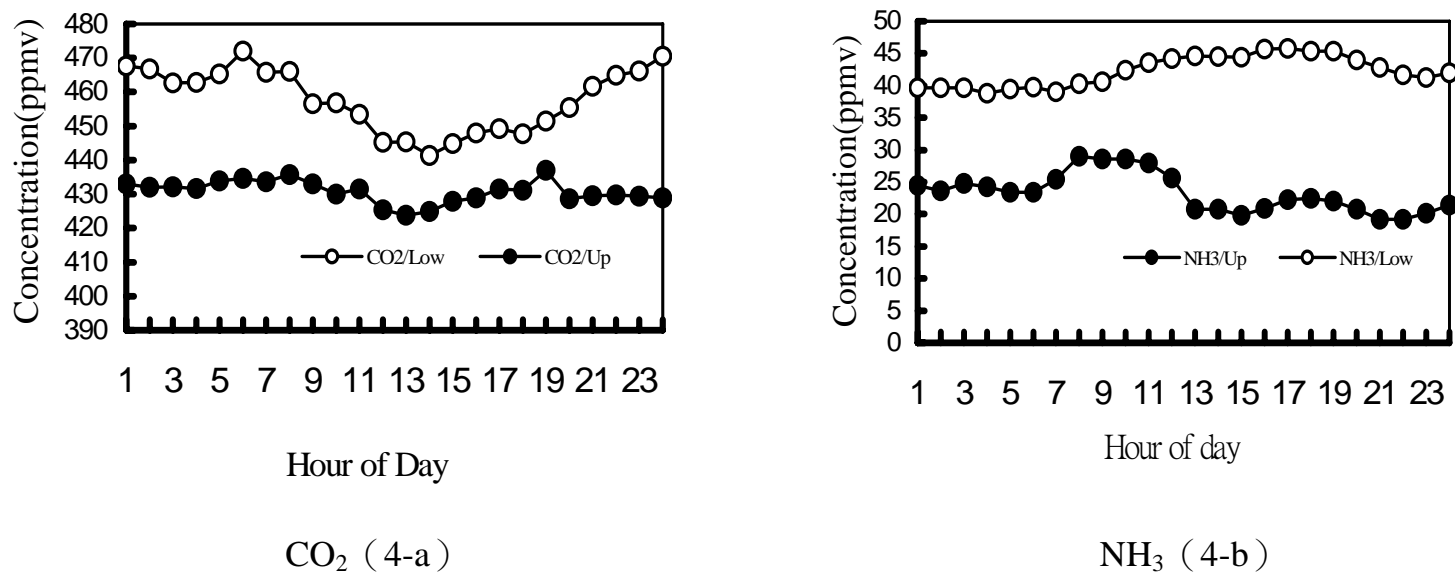


$\text{CO}_2$  (3-a)



$\text{NH}_3$  (3-b)

圖 3. 羊舍內及羊舍外牧草地空氣中  $\text{CO}_2$  (3-a) 及  $\text{NH}_3$  (3-b) 濃度之變化。

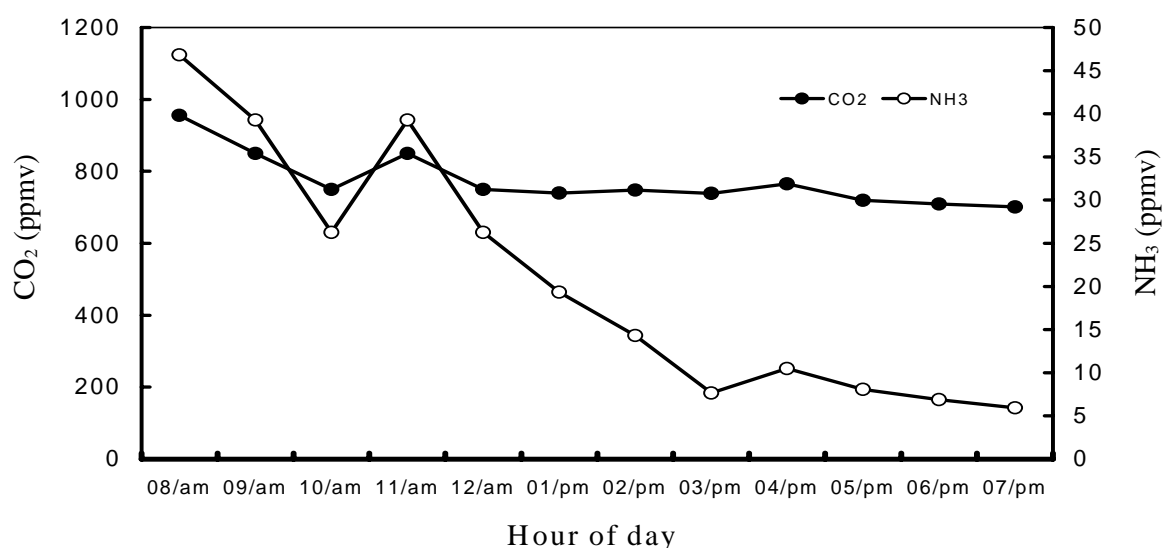
Fig. 3. The concentrations of CO<sub>2</sub> (3-a) and圖 4. 羊舍內不同採氣點CO<sub>2</sub> (4-a) 及NH<sub>3</sub> (4-b) 濃度之變化。Fig. 4. The concentrations of CO<sub>2</sub> (4-a) and NH<sub>3</sub> (4-b) at different air sampling points in inside of barn.

### III. 養羊場廢棄物處理溫室氣體及氨氣產生濃度

#### (i) 羊糞堆肥處理模式氣體產生濃度之監測

##### 1. 開放式自動翻堆好氣堆肥處理模式

一般堆肥製造為一種好氣性微生物分解糞尿中有機物質的作用，為加速好氣性處理、縮短堆肥處理期間，應有適當通風量（日本中央畜產會，1974）。本試驗在壕溝式配備自動翻堆機之堆肥處理場，羊糞以開放式好氣性堆肥處理狀態下，由上午 08：00 至下午 07：00 所監測到氣體產生濃度，CO<sub>2</sub>產生濃度在上午 8 點時最高有 956 ppmv、然後微幅下降而維持在 700~850 ppmv 之間。NH<sub>3</sub> 產生濃度也是在上午 8 點時最高為 47 ppmv、然後一直下降到下午 7 時產生濃度只有 6 ppmv。CH<sub>4</sub> 產生濃度則未測到（圖 5）。全天 12 小時CO<sub>2</sub>產生濃度平均為 770 ±56 ppmv，NH<sub>3</sub> 產生濃度平均為 21 ±12 ppmv。

圖 5. 羊糞堆肥自動翻堆處理 CO<sub>2</sub> 及 NH<sub>3</sub> 氣體產生濃度之變化。Fig. 5. Changes of concentrations of CO<sub>2</sub> and NH<sub>3</sub> in open-type aerated composting of goat manure.

## 2. 密閉送風式堆肥處理模式

羊糞以密閉送風式堆肥處理狀態下，經過 36 天堆肥處理所監測到氣體產生濃度， $\text{CO}_2$  自堆積開始其濃度就產生 6,986 ppmv，第 3 天達到 8,165 ppmv 之高，然後隨處理日數增長、其濃度逐漸下降，到第 14 天時寒流氣溫下降、 $\text{CO}_2$  產生濃度隨著下降到 1,982 ppmv；自處理後 20 天起濃度又回升到 7,105 ppmv，至堆積 36 天時乃一直維持在 5,000 ppmv 以上濃度。 $\text{NH}_3$  產生濃度自堆積第 2 天開始、其濃度就產生 30 ppmv，第 6 天達到 72 ppmv 之高，然後隨處理日數增長、其濃度逐漸下降，到第 30 天時濃度下降到 3 ppmv（圖 6）。動物糞尿中尿素經水解作用為  $\text{NH}_3$  產生的主要來源（Isermann, 1994）。糞尿中所有尿素約經過三週的水解作用後， $\text{NH}_3$  的排放濃度幾乎接近於零（Huther and Schuchardt, 1998; Jeppsson, 1999），與本試驗結果相符。全期 36 天堆肥處理期間， $\text{CO}_2$  產生濃度平均為  $5,940 \pm 1,134$  ppmv， $\text{NH}_3$  產生濃度平均為  $37 \pm 21$  ppmv。

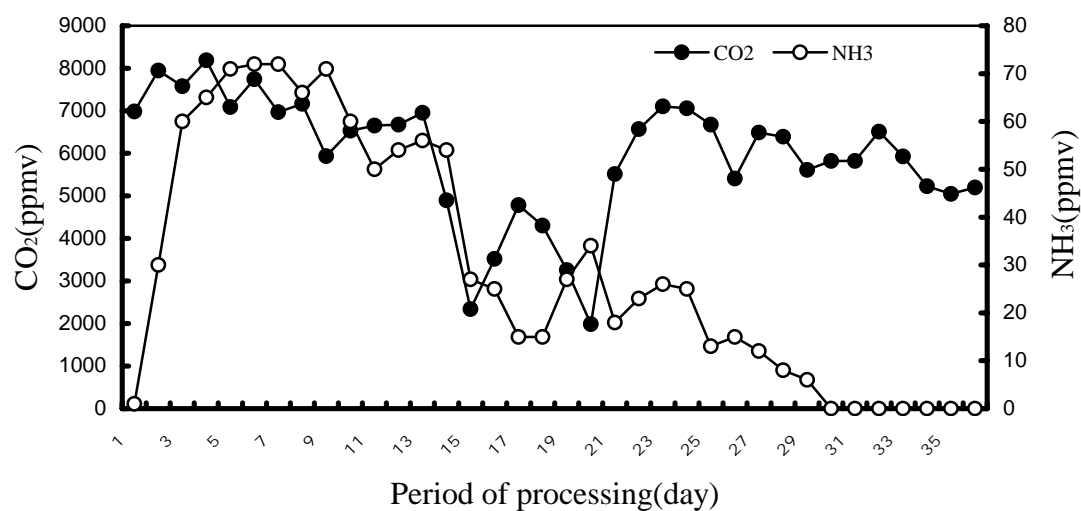


圖 6. 羊糞密閉送風式堆肥處理  $\text{CO}_2$  及  $\text{NH}_3$  氣體產生濃度之變化。

Fig. 6. Changes of concentrations of  $\text{CO}_2$  and  $\text{CH}_4$  in close-type aerated composting of goat manure.

## 3. 羊糞厭氣堆肥處理模式

$\text{CO}_2$  及  $\text{CH}_4$  等二種溫效氣體，在畜牧場產生來源可分成由動物本身消化道發酵產生，另一部份為自糞尿厭氣處理等兩大來源（IPCC, 1992）。由表 1，本試驗羊糞在厭氣發酵狀態下經連續 10 週之監測結果，其發酵溫度平均為  $33.0 \pm 2^\circ\text{C}$  ( $30\sim 37^\circ\text{C}$ )，氣體產生量每公斤羊糞平均為  $125 \pm 25$  ml/day ( $70\sim 170$  ml/day)，產生氣體濃度  $\text{CO}_2$  平均為  $21,600 \pm 3,100$  ppmv ( $16,800\sim 27,800$  ppmv)， $\text{CH}_4$  平均為  $7,200 \pm 3,350$  ppmv ( $2,600\sim 17,000$  ppmv)，而  $\text{NH}_3$  平均為  $18.0 \pm 4.0$  ppmv ( $7\sim 25$  ppmv)。其中  $\text{CO}_2$  及  $\text{CH}_4$  等二種溫室氣體產生濃度之變化， $\text{CO}_2$  在第一週產生濃度為 27,800 ppmv 最高，然後逐漸下降到第四週時產生濃度為 16,800 ppmv 最低，第五週再上升至第十週之間其濃度維持在 18,500~23,500 ppmv 之間，而  $\text{CH}_4$  在剛開始第一週產生濃度為 10,700 ppmv 最高，然後逐漸微幅下降到第三週時產生濃度為 7,900 ppmv 最低，第三週再上升至第四週達最高點其濃度為 17,000 ppmv，由第四週以後逐漸下降、到第七週至第十週之間其濃度維持在 4,000~2,500 ppmv 之間。在連續 10 週之監測  $\text{CO}_2$  與  $\text{CH}_4$  產生濃度之曲線變化起伏，呈相反變動，即  $\text{CO}_2$  之產生濃度升高時  $\text{CH}_4$  的產生濃度則降低（圖 7）。

表 1. 羊糞厭氣堆肥處理氣體釋放量及濃度

Table 1. The concentration of emissions and volume of gases during anaerobic composting of goat manure

Week	Temperature of fermentation	Gas volume	CO <sub>2</sub>	NH <sub>3</sub>	CH <sub>4</sub>
	°C	ml/kg/day	-----ppmv-----		
1	30	165	27,800	7	10,700
2	31	170	24,400	13	9,700
3	34	120	25,200	17	7,900
4	32	147	16,800	14	17,000
5	33	122	23,400	23	6,700
6	33	100	22,900	25	6,400
7	37	70	19,500	18	4,000
8	33	90	18,400	23	2,500
9	30	144	18,500	20	3,900
10	31	120	19,600	18	2,600
Average	33 ± 2	125 ± 25	21,600 ± 3,100	18 ± 4	7,200 ± 3,350

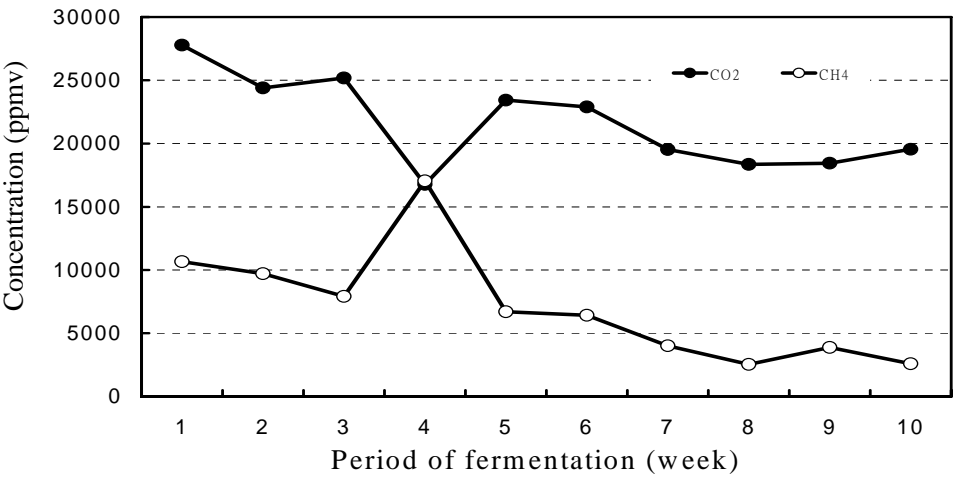


圖 7. 羊糞厭氣堆肥處理 CO<sub>2</sub> 與 CH<sub>4</sub> 氣體產生濃度產生之變化。

Fig.7. Changes of concentrations of CO<sub>2</sub> and CH<sub>4</sub> in anaerobic composting of goat manure.

4. 搾乳室廢水厭氣消化處理模式氣體產生濃度之監測

搾乳室廢水中含可溶性蛋白質、脂質及醣類等，且容易發酵分解，依其特性應可直接採用厭氣處理（邱等，1997）。據張（2001）羊搾乳室廢水以厭氣消化經 14 天水力停留時間處理後，水質穩定、符合排放水標準。廢水厭氣消化處理依其發酵過程可分成二個主要階段，即酸生成階段之酸化期及甲烷產生階段之甲烷化期，在酸化期階段主要由嫌氣細菌群和酸化細菌群將蛋白質、碳水化合物及脂肪等轉化成以脂肪酸為主的中間產物；在甲烷化期階段甲烷化細菌利用此中間產物形成最終產物甲烷及二氧化碳（Malina, 1964；洪，1982）。在本試驗所監測乳羊搾乳室廢水之水質性狀 pH、BOD、COD 及 SS 濃度分別為  $7.8 \pm 1.6$ 、 $722 \pm 177$  mg/L、 $1,413 \pm 366$  mg/L 及  $358 \pm 132$  mg/L（張，2001）。在厭氣消化池所產生之 CO<sub>2</sub> 濃度平均為  $27,000 \pm 1710$  ppmv（18,000~29,500 ppmv），CH<sub>4</sub> 濃度平均為  $30,000 \pm 3,700$  ppmv（20,000~35,000 ppmv）。在全天 24 小時監測結果發現 CO<sub>2</sub> 及 CH<sub>4</sub> 氣體產生濃度之曲線變化相當一致，CO<sub>2</sub> 產生濃度全天都維持在 25,000~30,000 ppmv 之間，其間在上午 09：00 時及下午 20：00 時等二個時段產生濃度下降。CH<sub>4</sub> 產生濃度在清晨 05：00~07：00 最高達 35,000~38,000 ppmv 之間，然後下降維持在 25,000~33,000 ppmv 之間，其曲線變化與 CO<sub>2</sub> 相

當一致，中間在上午 09：00 時及下午 20：00 時等二個時段產生濃度也下降，該二個時段引起產生濃度下降原因，可能與上午 06：00 時及下午 18：00 時之二次例行擠乳後清洗擠乳器具之廢水，再注入廢水厭氣消化池而短暫影響氣體產生濃度有關。

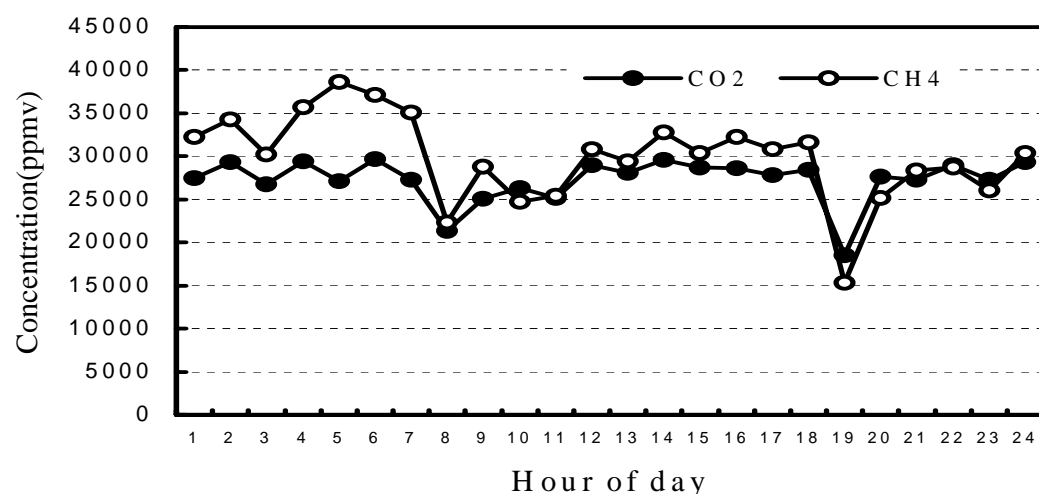


圖 8. 擠乳室廢水厭氣消化池 CO<sub>2</sub> 及CH<sub>4</sub> 氣體產生濃度之變化。

Fig. 8. Changes of concentrations of CO<sub>2</sub> and CH<sub>4</sub> in anaerobic digester of goat milking parlor wastewater.

#### IV. 討論

全球溫室氣體產生量農業部門約佔總溫室氣體人為排放 (Anthropogenic emission) 的五分之一，其中甲烷及氧化亞氮 (N<sub>2</sub>O) 排放量分別佔農業部門的 50% 及 70%，而二氧化碳排放量 (未包括森林轉換量) 約佔 5% (Watson *et al.*, 1996)。另據 Cole *et al.* (1995) 指出全球每年源自反芻動物及動物排泄物的甲烷及氧化亞氮排放量，其所佔農業排放總量分別為 56.6% 及 35.7%。應用 IPCC 指導手冊推算臺灣地區在 1999 年動物腸內發酵及糞尿處理所產生的甲烷量約佔農業排放量的 53.2%，而氧化亞氮的排放量，由於資料不完整僅估算動物糞尿處理所產生量約佔農業排放量的 8.6% (Young and Liu, 2001)。一頭牛草地放牧 (牧草消化率約 60%) 每天產生甲烷量約 0.23 kg，估計有 7.7 ~ 8.4% 的總熱量轉換為 CH<sub>4</sub>，但相同牛隻改換餵飼高穀物、高可消化 (消化率約 80%) 飼糧時，每天產生甲烷量約 0.07 kg，只有 1.9% ~ 2.2% 的總熱量轉換為 CH<sub>4</sub>，由此結果顯示，當同樣一頭牛攝取低品質、高纖維飼糧時，其所產生的 CH<sub>4</sub> 量高出攝取高穀物飼糧約 4 倍 (Harper *et al.*, 1999)。牛、豬糞以層疊方式 (Layer system) 或稱三明治式堆肥處理 (Sandwich composting)，在堆肥處理期間 NH<sub>3</sub>、N<sub>2</sub>O、CH<sub>4</sub> 及 CO<sub>2</sub> 氣體排放量分別為 57.6 g /m<sup>2</sup>、12.8 g /m<sup>2</sup>、1,346 g /m<sup>2</sup> 及 21.8 kg /m<sup>2</sup> (Hans Jurgen Hellebrand & Wolf-Dieter Kalk, 2001)。因此，反芻動物腸內發酵及其糞尿處理過程中所排放溫室氣體中之甲烷及氧化亞氮的數量，佔農業部門中很高的比例，尤其在畜產界對動物腸道內及其糞尿處理、搬運及土壤施用等過程中，甲烷及氧化亞氮之排放量必須瞭解。對加強反芻動物飼養管理，諸如改善飼糧品質及營養平衡，提高飼料消化率，及改善動物遺傳與繁殖性能等措施，可減緩甲烷排放量 (Watson *et al.*, 1996)。

## 結論與建議

羊舍內二氧化碳及氨氣產生濃度比羊舍外牧草地為高，羊舍內空氣品質明顯比羊舍外牧草地為差，為改善羊舍內之空氣品質，應降低飼養密度、加強通風設施。羊糞堆肥化處理時採用開放式好



氣處理環境下，所產生之溫效氣體最低，為減少溫室氣體之產生建議羊糞堆肥化處理時，應採用開放式翻堆處理為宜。

## 參考文獻

- 李錦育。1993。環境變遷的影響與自然資源之管理。台灣農業 29 (3)：129~145。
- 邱創汎、游惠宋、彭明鏡、劉有清。1997。低濃度廢水厭氧處理可行性評估。工業污染防治 63：125~138。
- 洪嘉謨。1982。豬糞尿厭氣發酵處理之理論與研究。國立屏東農專畜牧獸醫學報 21 (2)：7~25。
- 陳淑華。1992。畜牧污染防治。台灣區雜糧基金會成立廿週年紀念專輯之四。pp. 100~107。
- 張定偉、劉素珠。1999。乳山羊糞尿處理性狀及堆肥化處理之研究。畜產研究 32 (1)：105~116。
- 張定偉。2001。乳羊擠乳室廢水厭氣處理。畜產研究 34 (2)：151~159。
- 日本中央畜產會。1974。堆肥化施設設計。pp.16~19。
- 日本農林水產省畜產局。1998。草地管理指標-草地公益的機能編。pp. 48~51。
- Bruce, J. P. 1994. Natural disaster reduction and global change. Bull. American Meteorol. Soc. 75 : 1831~1835.
- Cole, V., C. Ceeri, K. Minami, A. Mosier, N. Rosenberg and D. Sanerback. 1995. Agricultural options for mitigation of greenhouse gas emission. pp.745~771. In: R. A. Houghton, *et al.* (eds.) Climate Change. Cambridge Univ. Press, Cambridge, U. K.
- Hans Jurgen Hellebrand and Wolf-Dieter Kalk. 2001. Emission of methane, nitrous oxide, and ammonia from dung windrows. Nutrient Cycling in Agroecosystems 60 : 83~87.
- Harper, L.A., O.T. Denmead, J. R. Freney and F. M. Byers. 1999. Direct measurements of methane emissions from grazing and feedlot cattle. J. Anim. Sci. 77 : 1392~1401.
- Holter, J. B. and A. J. Young. 1992. Methane prediction in dry and lactating Holstein cows. J. Dairy Sci. 75 : 2165~2175.
- Huther, L. and F. Schuchardt. 1998. How can emissions of harmful gases be reduced during storage of manure and dung ?. KTBL - Arbeitspapier 250 : 177~181.
- IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change). 1992. Guidelines for national greenhouse gas inventories: Reference manual.
- Isermann, K. 1994. Emissions of ammonia in agriculture, their impacts on environment, and approaches and chances of solutions for sufficient reduction. Studienprogramm Landwirtschaft Vol.1 Study E: 1~250. Economica Verlag Bonn.
- Jeppsson, K-H. 1999. Volatilization of ammonia in deep-litter systems with different bedding materials for young cattle. J. Agric. Engng Res. 73 : 101~104.
- Kinsman, R., F. D. Sauer, H. A. Jackson and M. S. Wolynetz. 1995. Methane and carbon dioxide emissions from dairy cows in full lactation monitored a six-month period. J. Dairy Sci. 78 : 2760~2766.
- Malina, J. F. Jr. 1964. Anaerobic digestion. From WHO'S Poland Project- 26, Vol. III, ed. Eckenfelder, W. W., pp. 245 ~268.
- Taubes, G. 1995. Is a warmer climate wilting the forests of the North. Science, 267 : 1595.
- Watson, R. T., M. C. Zinyowera and R. H. Moss. 1996. Technologies, Policies and Measures for Mitigating Climate Change. IPCC Technical Paper I, pp. 49~55.

Young, S. S. and C. M. Liu. 2001. Methane and nitrous oxide emission from agriculture sector in Taiwan. Seminar on Taiwan's National Greenhouse Gases Inventories. Organized by Energy and Resources Laboratories Industrial Technology Research Institute. Taipei, Taiwan, ROC.

# Effects of Management and Waste Treatment on Goat Farm Environmental Air Quality<sup>(1)</sup>

Ting-Woei Chang<sup>(2)</sup>

Received : Aug. 19, 2002 ; Accepted : Sep. 9, 2002

## Abstract

The purpose of this study was to monitor the CO<sub>2</sub>, NH<sub>3</sub> and CH<sub>4</sub> concentrations generated from an open-type goat barn, grassland, manure composts and goat farm anaerobic wastewater digester. The average monthly wind speed ranged from 3.5 to 5.8 m/s during the experimental period. The wind directions were mainly north-northeast and north-northwest during the winter season and southeast, northwest, southwest, south and west wind during the summer season. The results showed that the CO<sub>2</sub> and NH<sub>3</sub> concentrations inside the goat barn were 500~650 ppmv and 25~35 ppmv respectively. The CO<sub>2</sub> concentration was 250~380 ppmv. NH<sub>3</sub> was undetectable on the grassland. The CO<sub>2</sub> and NH<sub>3</sub> concentrations emitted from open and close-type composting aeration were 770 ± 56 ppmv; 5,940 ± 1,134 ppmv and 21 ± 12 ppmv; 37 ± 21 ppmv, respectively. However, the CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> and NH<sub>3</sub> concentrations under goat manure anaerobic composting were 21,600 ± 3,100 ppmv, 7,200 ± 3,350 ppmv and 18 ± 4 ppmv, respectively. The CO<sub>2</sub> and CH<sub>4</sub> concentrations under anaerobic milking parlor wastewater digestion were 27,000 ± 1,710 ppmv and 30,000 ± 3,700 ppmv, respectively. Lower barn accommodation density, using suitable bedding materials and improving the ventilation facilities were suggested to improve the air quality at the goat farm. The open-type aeration composting method proved to be the better treatment for goat manure in terms of reducing the greenhouse gas emissions.

Key words: Goat farm, Manure composting, Air quality.

---

(1) Contribution No. 1130 from Taiwan Livestock Research Institute, Council of Agriculture.

(2) Heng-Chun Branch Institute, COA-TLRI, Ping-Tung, Taiwan, R. O. C.

Month    Month    Hour of day    Hour of day  
Hour of day  
Hour of day  
Hour of day  
Hour of day