

# 林下養鵝對環境生態及土壤性狀之影響<sup>(1)</sup>

蕭智彰<sup>(2)</sup> 李姿蓉<sup>(3)</sup> 王勝德<sup>(2)</sup> 楊懿如<sup>(4)(5)</sup>

收件日期：112 年 7 月 10 日；接受日期：113 年 1 月 15 日

## 摘 要

本研究旨在調查林下養鵝對環境生態及土壤性狀影響及粗收益。調查地點位於花蓮縣光復鄉人工造林地，以 250 隻白羅曼鵝實施林間放牧。調查結果顯示，在生態環境方面，林下養鵝對於鳥類、哺乳類及兩棲爬行類未有明顯影響，惟對林下植被覆蓋度明顯下降，由 100% 下降至 50%，至結束養鵝後之植被覆蓋度更降至 25%。養鵝林地的  $\beta$  多樣性指數從 0.879 逐漸下降至 0.831，降度為 -0.048，顯示林下養鵝會造成植物生態多樣性的下降。在土壤性狀方面，林下養鵝對環境土壤之 pH 值、總氮、鉀、鈣與銅含量具顯著影響 ( $P < 0.001$ )，顯示林下養鵝可以增加土壤肥力，從而成為農場營養循環的一部分，惟對其電導度、磷、鋅與鎂則無顯著影響。鵝隻 12 週齡體重平均為 5.40 kg、飼料轉換率 3.24，每隻鵝平均粗收益 160 元。綜合上述，於夏季進行林下養鵝需先進行適度林下空間規劃，避免造成對環境生態影響。

關鍵詞：環境生態、土壤性狀、林下養鵝。

## 緒 言

聯合國糧食及農業組織 (Food and Agriculture Organization, FAO) 提出促進永續農業的方針，其中一項便是混農林業 (Agroforestry)，混農林業指的是在一定土地面積內，以某種形式的空間排列或時間順序，同時進行樹木、動物、作物的經營，不僅整合農林牧業，更使生產多樣化和永續 (FAO, 2015)。相似於混農林業，施行保育政策的臺灣將目標傾注於林下經濟 (何及許, 2020)，利用林下的空間進行農業等經濟行為 (黃, 2018)。行政院農業委員會林務局在 2016 年成立「林下經濟推動小組」，邀集行政院農業委員會農糧署、行政院農業委員會林業試驗所、行政院農業委員會農業試驗所等機關，在不破壞森林環境的前提下進行林下經濟的試驗 (何及許, 2020；林, 2021)，並於 2019 年提出「適地發展林下經濟」政策，在上述原則下，進行林下森林副產物的經營，以分享森林生態系的多元服務價值 (行政院農業委員會林務局, 2019)。

鵝係草食性且耐粗食之水禽，且為國內重要之禽肉來源，依據行政院農業委員會農業統計年報 (2021)，110 年度肉鵝屠宰量為 364 萬隻，主要品種為白羅曼鵝，市占率為 97%，其餘 3% 則是華鵝。而鵝肉係為一種高蛋白、低脂肪及低膽固醇的肉類，於食品與健康保健日益重視的今日，其消費量有逐年增加的趨勢 (Liu *et al.*, 2014)。本研究旨在調查林下養鵝對環境生態、土壤性狀及粗收益之影響。

## 材料與方法

### I. 調查環境與動物飼養管理

調查地點位於花蓮縣光復鄉臨馬鞍溪畔一般農業用地 (23°40'35.6"N, 121°26'23.7"E)，為超過 10 年的人造林，周邊為水稻田及雜木林。依調查目的分為對照林地及養鵝林地 2 大樣區，對照林地呈現狹長型，主要栽植樹種有茄苳 (*Bischofia javanica*)、土肉桂 (*Cinnamomum osmophloeum*)、樟樹 (*Cinnamomum camphora*)、烏心石 (*Michelia compressa*)、大葉桃花心木 (*Swietenia macrophylla*)、欒 (*Zelkova serrata*) 等，總面積約 660 m<sup>2</sup>。養鵝林

(1) 農業部畜產試驗所研究報告第 2779 號。  
(2) 農業部畜產試驗所北區分所。  
(3) 農業部畜產試驗所飼料作物組。  
(4) 國立東華大學自然資源與環境學系。  
(5) 通訊作者，E-mail: treefrog@gms.ndhu.edu.tw。

地呈現方型，除對照林地主要栽植的樹種外，另增加楓香 (*Liquidambar formosana*)，總面積約 784 m<sup>2</sup>。調查時間為 2021 年 7 月 7 日 (放養前)、8 月 10 日 (放養中)、9 月 16 日 (售鵝後) 及 10 月 18 日 (售鵝後 1 個月)。購自民間孵化場之 250 隻白羅曼 1 日齡雛鵝，其中逢機取 50 隻掛腳環以記錄體重資料，供計算增重與飼料轉換率，前 4 週飼養於舍內高床，飼養期間水及飼料任飼 (表 1)。於第 5 週移至養鵝林地收集白羅曼鵝之飼料採食量至 12 週齡分批送至屠宰場止，於 9 月 15 日結束飼養工作。

表 1. 試驗飼糧組成

Table 1. The composition of experimental diets

Ingredients	Starting period	Growing period
Yellow Corn, ground	29.20	30.00
Soybean meal, 44%	27.90	20.00
Brown rice	29.20	30.00
Wheat bran	—	6.00
Alfalfa meal	2.00	7.00
Soybean oil	3.00	—
Molasses	1.00	4.00
Fish meal, 65%	5.00	—
Calcium carbonate	0.70	0.50
Dicalcium phosphate	1.00	1.50
Salt	0.30	0.30
Choline chloride, 50%	0.10	0.10
DL-methionine	0.15	0.15
L-lysine	0.05	0.10
Vitamin premix <sup>1</sup>	0.25	0.20
Mineral premix <sup>2</sup>	0.15	0.15
Total	100.00	100.00
Calculated value		
Crude protein, %	20.24	15.00
ME <sup>3</sup> , kcal/kg	2,914.00	2,557.00
Crude fiber, %	3.11	6.87
Calcium, %	0.89	0.78
Non-phytate phosphorus, %	0.45	0.41

<sup>1</sup> Supplied per kilogram of diet: vitamin A 10,000 IU, vitamin D<sub>3</sub> 2,000 IU, vitamin E 20 IU, vitamin B<sub>1</sub> 1 mg, vitamin B<sub>2</sub> 4.8 mg, vitamin B<sub>6</sub> 3 mg, vitamin B<sub>12</sub> 0.01 mg, biotin 0.2 mg, vitamin K<sub>3</sub> 1.5 mg, D-calcium pantothenate 10 mg, folic acid 0.5 mg, nicotinic acid 25 mg.

<sup>2</sup> Supplied per kilogram of diet: Mn (Mn<sub>3</sub>O<sub>4</sub>) 80 mg, Zn (ZnSO<sub>4</sub> · H<sub>2</sub>O) 50 mg, Cu (CuSO<sub>4</sub> · 5H<sub>2</sub>O) 15.0 mg, Fe (FeSO<sub>4</sub>) 80 mg, I (KIO<sub>3</sub>) 0.85 mg, Co (CoCO<sub>3</sub>) 0.25 mg.

<sup>3</sup> ME: Metabolizable energy.

## II. 調查項目與分析方法

- (i) 鵝隻粗收益計算：收集調查期間之飼料用量、記錄掛有腳環的 50 隻鵝體重 (表 2)，250 隻鵝之平均採食量、鵝隻活體售價依中華民國養鵝協會公告之產地每日交易價格計算之。
- (ii) 生態調查：分為對照林地及養鵝林地，每月定期調查野生動植物資源 (圖 1)，調查日午後 4 時進行維管束植物、鳥類與哺乳類調查，於天黑後進行兩棲類及爬行類調查。
  1. 採用穿越線法 (Line transect) 於日間進行，調查人員於 2 種林地內各停留 20 分鐘，期間內以固定的速度記錄眼睛看到、耳朵聽到的物種種類與數量。
  2. 採用定點計數法 (Point count) 於 2 種林地內的定點分別進行 2 分鐘的目視及聽音的調查。
  3. 採用目視遇測法 (Visual encounter surveys) 於天黑後進行，調查人員於 2 種林地內各停留 20 分鐘，期間內

以固定的速度做穿越線調查，記錄眼睛看到的物種種類與數量。

4. 穿越線鳴叫計數法 (Audio strip transects) 則記錄在特定穿越線兩側聽到的蛙類種類及數量。

- (iii) 土壤性狀調查：2 種林地各採 10 個點，每點採樣深度 0 – 15 cm，每點取 0.6 – 1.0 kg 土壤，經風乾後研磨、過篩送至畜試所飼料作物組進行分析，項目包含 pH 值、電導度 (electrical conductivity, EC)、總有機碳、總氮、鈣、磷、鉀、鎂、銅及鋅等。

表 2. 林下養鵝粗收益

Table 2. Evaluation of crude earnings of feeding geese under the forestlands

Items	Male (n = 22)	Female (n = 28)
Body weight of birth, g	90	85
Marking body weight (12 weeks of age), g	5,990	4,980
Gain weight, g	5,900	4,895
Feed intake, g/250 birds	17,640	
Feed conversion ratio, feed/gain	3.24	
Feed cost, NT\$/250 birds	78,963	
Gain weight cost, NT\$/250 birds	117,884	
Crude earnings, NT\$/250 birds	38,291	



圖 1. 林下環境生態調查。

Fig. 1. Investigation of environmental ecology under the forestlands.

### III. 統計分析

試驗所得資料利用統計分析系統 (Statistical Analysis System, SAS, 2004) 進行統計分析，依一般線性模式 (General Linear Model Procedure, GLM) 進行變方分析，再以 Tukey's Studentized Range Test 比較處理組間之差異顯著性。另生態調查數據利用 Microsoft Excel 軟體，進行生物多樣性指數，即  $\alpha$  多樣性 (Shannon-Wiener Index)、 $\beta$  多樣性 (Sørensen–Dice Coefficient) 與  $\gamma$  多樣性 (Gamma Diversity)  $\alpha$  多樣性比較對照林地與養鵝林地的物種多樣性， $\beta$  多樣性比較放養前 (7 月) 與不同月份調查的物種數，以探討 2 種林地的物種差異， $\gamma$  多樣性則比較 2 種林地的物種數：

$$\text{Shannon-Wiener Index 公式： } \alpha = -\sum_{i=1}^S p_i \ln p_i$$

其中，S：各群集中所記錄到的物種數。 $p_i$ ：各群集中第  $i$  種物種所佔的比例。

$$\text{Sørensen-Dice Coefficient 公式： } \beta = \frac{2S_{1,2}}{S_1 + S_2}$$



其中， $S_1$ ：群集 1 的物種數。 $S_2$ ：群集 2 的物種數。 $S_{1,2}$ ：群集 1 和群集 2 共有的物種數。

Gamma Diversity 公式： $\gamma = S_{1,2}$

$S_{1,2}$ ：群集 1 和群集 2 所有的物種數。

## 結果與討論

### I. 林下養鵝粗收益

表 2 顯示，於 12 週齡之公鵝平均體重為 5.99 kg，母鵝為 4.98 kg，平均為 5.40 kg，飼料轉換率為 3.24。張等 (2013) 指出，13 週齡白羅曼鵝上市體重約 5.44 kg，本調查結果與張等 (2013) 結果相似。盧等 (1991) 指出，生長鵝隻 (6 – 13 週齡) 放牧於盤固拉草地時，試驗期間平均每日每隻之採食量約 396 g，本調查則為 305 g。林等 (2007) 指出，餵飼狼尾草與尼羅草之鵝隻 (0 – 13 週齡)，飼料採食量分別為每隻 18.0 kg 與 17.8 kg，本調查每隻為 17.64 kg，顯示林下放牧與人工餵飼牧草結果相似。王等 (2004) 指出，5 – 8 週齡白羅曼鵝之生長表現受相對高溫環境的抑制，於飼料採食量與增重上較相對低溫環境降低 23.1% 與 21.0%，且 13 週齡體重亦下降 10.9%。在夏季因氣候炎熱導致鵝隻在白天的食慾變差，如於林下養鵝可提供適宜之生長環境 (圖 2)，從而促進成長，民間夏季時節之鵝隻上市體重要求為 5.10 kg 以上，本次飼養結果亦符合市場需要。另分析林下養鵝粗效益，銷售金額扣除飼料費用再除以總隻數，每隻鵝平均收益 160 元，顯示林下養鵝具有初步經濟效益。



圖 2. 林下養鵝。

Fig. 2. Feeding geese under the forestlands.

### II. 生態影響調查

(i) 不同林地植物物種調查結果列於表 3，二種林地共調查到維管束植物共 44 科 75 種，物種最豐富的 3 科依序為禾本科 8 種、茄科 6 種及菊科 5 種。以來源別區分，原生種 47 種 (63%)、歸化種 25 種 (33%) 及栽培種 3 種 (4%)，顯示樣區植被半數植物為自然拓殖，其餘為人為刻意引入栽種。另比較養鵝林地在放養鵝隻後 1 個月的植被覆蓋度，已由 100% 下降至 50%，至結束養鵝後之植被覆蓋度更降至 25% (圖 3)，於調查期間並記錄到葉片或莖幹上有鵝的啄痕。鵝隻對啄食的植物並沒有明顯的選擇性，甚至有毒植物 (如 *Phytolacca americana* Linn.) 及大型草本植物 (如香蕉) 都有被啄食的情形。對照林地的植被覆蓋度則由原本的 30% 至調查結束後逐漸上升至 65%，推測與調查期間降雨有關。調查期間遭遇 2 次颱風帶來豐沛的雨量，林下有許多植物種子發芽、長葉，植物生長茂盛或是新個體的萌蘖都增加林下植被覆蓋度。另在植物多樣性分析中，養鵝林地的  $\beta$  多樣性指數從 0.879 逐漸下降至 0.831，降度為 -0.048，而對照林地則持平為 0.876，顯示林下養鵝會造成植物生態多樣性的下降。



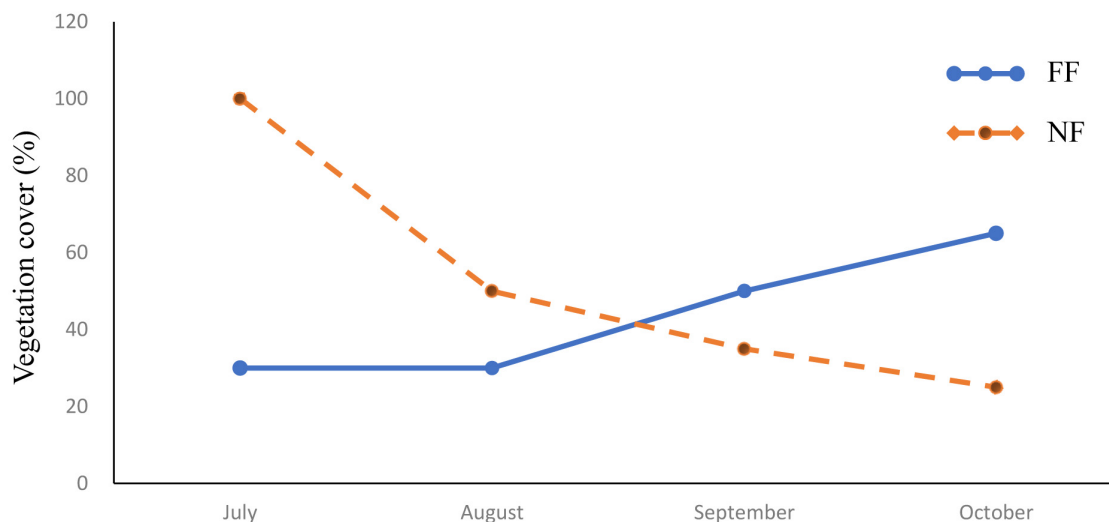


圖 3. 不同月份植被覆蓋度之變化。

Fig. 3. Vegetation cover changes in different month.

FF: Feeding geese under the forestlands, NF: Not feeding geese under the forestlands.

表 3. 不同林地植物物種調查結果

Table 3. Investigation results of plant species in different forestlands

Species	July		August		September		October	
	FF <sup>1</sup>	NF <sup>2</sup>	FF	NF	FF	NF	FF	NF
Aspleniaceae								
<i>Asplenium nidus</i>	V	V	V	V	V	V	V	V
Athyriaceae								
<i>Deparia petersenii</i>		V	V	V	V	V		V
Davalliaceae								
<i>Davallia griffithiana</i>		V	V	V	V	V		V
Dennstaedtiaceae								
<i>Microlepia strigose</i>		V	V	V	V	V		V
Polypodiaceae								
<i>Lemmaphyllum microphyllum</i>		V	V	V	V	V		V
<i>Drynaria coronans</i>		V	V	V	V	V		V
Pteridaceae								
<i>Pteris fauriei</i>	V							
Thelypteridaceae								
<i>Christella dentata</i>	V		V					
Amaranthaceae								
<i>Amaranthus lividus</i>	V							
Anacardiaceae								
<i>Mangifera indica</i>	V		V		V		V	
Caricaceae								
<i>Carica papaya</i>	V		V		V		V	
Compositae (Asteraceae)								
<i>Bidens pilosa</i> var. <i>radiata</i>	V	V	V				V	
<i>Mikania micrantha</i>	V	V	V	V	V	V	V	V
<i>Conyza canadensis</i>	V	V	V	V		V		
<i>Youngia japonica</i>		V						
<i>Pterocypsela indica</i>	V		V		V		V	

表 3. 不同林地植物物種調查結果 (續)

Table 3. Investigation results of plant species in different forestlands (continued)

Species	July		August		September		October	
	FF <sup>1</sup>	NF <sup>2</sup>	FF	NF	FF	NF	FF	NF
Convolvulaceae								
<i>Ipomoea obscura</i>	V				V		V	
Euphorbiaceae								
<i>Macaranga tanarius</i>	V		V		V		V	V
<i>Bischofia javanica</i>	V	V	V	V	V	V	V	V
<i>Chamaesyce hirta</i>				V		V		
<i>Glochidion philippicum</i>	V	V	V	V	V	V	V	V
Hamamelidaceae								
<i>Liquidambar formosana</i>	V		V		V		V	
Lauraceae								
<i>Cinnamomum osmophloeum</i>	V	V	V	V	V	V	V	V
<i>Cinnamomum camphora</i>	V	V	V	V	V	V	V	V
Labiatae								
<i>Clinopodium gracile</i>				V		V		
Leguminosae (Fabaceae)								
<i>Leucaena leucocephala</i>	V	V	V	V	V	V	V	V
Lythraceae								
<i>Lagerstroemia subcostata</i>	V		V		V		V	
Magnoliaceae								
<i>Michelia compressa</i>		V		V		V		V
Meliaceae								
<i>Swietenia macrophylla</i>	V	V	V	V	V	V	V	V
Moraceae								
<i>Morus australis</i>	V	V	V	V	V	V	V	V
<i>Broussonetia papyrifera</i>	V	V	V	V	V	V	V	V
<i>Artocarpus incises</i>	V	V	V	V	V	V	V	V
Myrsinaceae								
<i>Ardisia squamulosa</i>				V		V		V
Oleaceae								
<i>Fraxinus griffithii</i>		V		V		V		V
Oxalidaceae								
<i>Oxalis corymbosa</i>			V					
<i>Oxalis corniculata</i>	V							
Passifloraceae								
<i>Passiflora suberosa</i>		V		V		V	V	V
Phytolaccaceae								
<i>Phytolacca americana</i>	V		V		V			
Piperaceae								
<i>Piper betle</i>	V		V		V		V	
Pittosporaceae								
<i>Pittosporum pentandrum</i>	V		V	V	V	V	V	V
Ranunculaceae								
<i>Clematis grata</i>	V		V	V	V	V	V	

表 3. 不同林地植物物種調查結果 (續)

Table 3. Investigation results of plant species in different forestlands (continued)

Species	July		August		September		October	
	FF <sup>1</sup>	NF <sup>2</sup>	FF	NF	FF	NF	FF	NF
Rosaceae								
<i>Rubus rosifolius</i>		V		V		V		V
<i>Eriobotrya japonica</i>	V		V		V		V	
Rubiaceae								
<i>Coffea arabica</i>	V		V		V		V	
<i>Paederia foetida</i>	V	V	V	V	V	V	V	V
Sapindaceae								
<i>Koelreuteria henryi</i>		V		V		V		V
<i>Euphoria longana</i>	V		V		V			
Ulmaceae								
<i>Trema orientalis</i>	V		V		V		V	
<i>Zelkova serrata</i>	V	V	V	V	V	V	V	V
Rutaceae								
<i>Zanthoxylum ailanthoides</i>			V		V		V	
Solanaceae								
<i>Brugmansia suaveolens</i>	V		V		V		V	
<i>Lycopersicon esculentum var. cerasiforme</i>								
<i>Solanum capsicoides</i>	V							
<i>Solanum torvum</i>	V		V		V		V	
<i>Solanum diphyllum</i>	V			V	V	V	V	V
<i>Solanum nigrum</i>	V	V	V	V	V	V	V	V
Verbenaceae								
<i>Lantana camara</i>	V	V	V	V	V	V		
Vitaceae								
<i>Vitis thunbergii</i>	V		V		V		V	
<i>Ampelopsis brevipedunculata var. hancei</i>		V		V		V		V
Araceae								
<i>Alocasia odora</i>	V	V	V	V	V	V	V	V
Cyperaceae								
<i>Cyperus rotundus</i>	V	V	V	V	V	V	V	V
<i>Kyllinga brevifolia</i>								
Gramineae (Poaceae)								
<i>Panicum maximum</i>		V						
<i>Miscanthus floridulus</i>								
<i>Imperata cylindrica var. major</i>	V	V		V		V	V	V
<i>Oplismenus hirtellus</i>	V	V	V	V		V		V
<i>Paspalum conjugatum</i>		V						V
<i>Setaria verticillata</i>		V		V		V		V
<i>Saccharum spontaneum</i>	V	V		V	V	V		V
<i>Digitaria setigera</i>	V							
Liliaceae								
<i>Asparagus cochinchinensis</i>		V		V		V		V
Musaceae								
<i>Musa sapientum</i>		V		V		V		V



表 3. 不同林地植物物種調查結果 (續)

Table 3. Investigation results of plant species in different forestlands (continued)

Species	July		August		September		October	
	FF <sup>1</sup>	NF <sup>2</sup>	FF	NF	FF	NF	FF	NF
Palmae (Areacaceae)								
<i>Calamus quiquesetinervius</i>		V		V		V		V
<i>Areca catechu</i>	V	V	V	V	V	V	V	V
Zingiberaceae								
<i>Alpinia zerumbet</i>		V		V		V		V

Investigation species marked 「V」.

<sup>1</sup> FF: Feeding geese under the forestlands.

<sup>2</sup> NF: Not feeding geese under the forestlands.

- (ii) 不同林地鳥類及哺乳類物種調查結果列於表 4，鳥類及哺乳類共調查到 275 隻次，計有 21 科 26 種。對照林地在 7 月調查到鳥類及哺乳類 16 種物種共 28 隻次、8 月調查則降至 12 種物種共 28 隻次、9 月調查再降至 10 種物種共 51 隻次、10 月調查則增加至 12 種物種共 33 隻次，但仍較 7 月調查資料低 (圖 4)。養鵝林地在 7 月調查到鳥類及哺乳類 9 種物種共 38 隻次、8 月調查降至 7 種物種共 44 隻次、9 月調查再降至 5 種物種共 18 隻次、10 月調查則增加至 6 種物種共 35 隻次，雖較 7 月調查資料有微幅增加但物種總數或總隻次仍較低。比較 2 種林地 7 至 10 月份鳥類及哺乳類物種數變化則相似，惟 8 月下降可能與鄰近地區有大型機械操作發出之巨大聲響干擾有關，另 9 月物種數及總數下降推測與降雨有關。人工林因樹種組成單一，其動物組成及多樣性因此受限 (袁等, 2005)，且林下環境改變後，動物是否繼續留存，得視環境及植群恢復情形而定 (Bender *et al.*, 1997)。在多樣性變化方面 (如圖 5)，對照林地的  $\alpha$  多樣性在 7 月最高為 2.55、8 月下降至 2.34、9 月最低為 0.98、10 月則提升至 2.12，試驗林地的  $\alpha$  多樣性在 7 月最高為 1.54、8 月微降至 1.53、9 月持續下降至 1.49、10 月達最低 1.31。調查期間對照林地的  $\alpha$  多樣性變化與物種數變化相似，於 9 月到達最低可能與記錄到大量黃頭鷺 (*Bubulcus ibis*) 導致 (表 4)，而後於 10 月抬升，惟整體而言仍是下降；養鵝林地的  $\alpha$  多樣性變化則以相對平緩的趨勢下降。對照林地的  $\beta$  多樣性在 8 月最高為 0.71、9 月下降至 0.38、10 月提升至 0.64，對照林地的  $\beta$  多樣性變化於 9 月到達最低可能是降雨的雨勢所造成，而 10 月調查資料顯示則有超過一半物種與 7 月調查時相同；養鵝林地的  $\beta$  多樣性在 8 月最高為 0.75、9 月下降至 0.57、10 月達最低 0.40，養鵝林地的  $\beta$  多樣性於 9 月的下降趨勢雖較對照林地緩慢，惟 10 月仍持續下降至僅一半物種與 7 月調查時相同。由上述資料分析推測林下養鵝應不會對鳥類及哺乳類物種多樣性造成影響，但可能會改變鳥類及哺乳類動物的物種組成。

表 4. 不同林地鳥類及哺乳類物種調查結果

Table 4. Investigation results of species of birds and animals in different forestlands

Species	July		August		September		October	
	FF <sup>1</sup>	NF <sup>2</sup>	FF	NF	FF	NF	FF	NF
Caprimulgidae								
<i>Caprimulgus affinis stictomus</i>		V						
Corvidae								
<i>Dendrocitta formosae formosae</i>					V	V		
Pycnonotidae								
<i>Hypsipetes leucocephalus nigerrimus</i>	V	V	V	V				V
<i>Pycnonotus taivanus</i>	V	V	V	V	V	V	V	V
Zosteropidae								
<i>Zosterops simplex</i>	V	V	V	V	V		V	V
Passeridae								
<i>Passer montanus</i>	V	V	V	V	V	V	V	V
Sturnidae								
<i>Acridotheres javanicus</i>	V	V	V					V

表 4. 不同林地鳥類及哺乳類物種調查結果 (續)

Table 4. Investigation results of species of birds and animals in different forestlands (continued)

Species	July		August		September		October	
	FF <sup>1</sup>	NF <sup>2</sup>	FF	NF	FF	NF	FF	NF
Cisticolidae								
<i>Prinia inornata flavirostris</i>		V		V		V		V
Monarchidae								
<i>Hypothymis azurea</i>		V				V		
Leiothrichidae								
<i>Garrulax taewanus</i>		V		V				V
Timaliidae								
<i>Pomatorhinus musicus</i>							V	
Dicruridae								
<i>Dicrurus aeneus</i>				V				
<i>Dicrurus macrocercus harterti</i>		V						
Sylviidae								
<i>Sinosuthora webbiana bulomacha</i>							V	V
Laniidae								
<i>Lanius cristatus</i>								V
Hirundinidae								
<i>Hirundo rustica</i>			V	V	V	V	V	V
Megalaimidae								
<i>Psilopogon nuchalis</i>	V	V	V	V				
Columbidae								
<i>Streptopelia tranquebarica</i>		V		V				V
<i>Streptopelia chinensis chinensis</i>	V					V		
Phasianidae								
<i>Bambusicola sonorivox</i>		V		V				
Ardeidae								
<i>Bubulcus ibis</i>						V		
<i>Gorsachius melanolophus</i>		V		V		V		V
<i>Egretta garzetta garzetta</i>	V							
Rallidae								
<i>Rallina eurizonoides</i>		V						
Accipitridae								
<i>Accipiter soloensis</i>						V		
Sciuridae								
<i>Callosciurus erythraeus taiwanensis</i>	V	V						

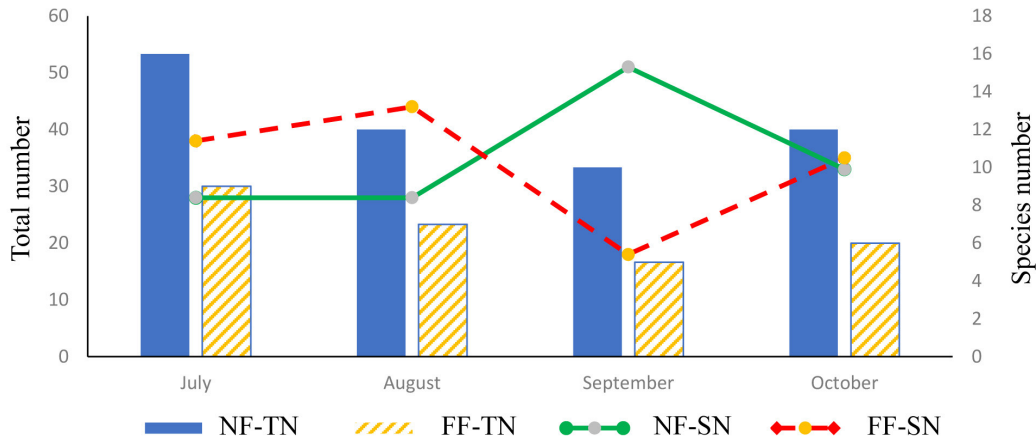
Investigation species marked 「V」.

<sup>1</sup> FF: Feeding geese under the forestlands.<sup>2</sup> NF: Not feeding geese under the forestlands.

- (iii) 不同林地兩棲類及爬行類物種調查結果列於表 5，兩棲類及爬行類共調查到 109 隻次，計有 6 科 11 種，包含莫氏樹蛙 (*Zhangixalus moltrechti*)、太田樹蛙 (*Buergeria otai*)、斯文豪氏攀蜥 (*Diploderma swinhonis*) 等 3 種臺灣特有種物種，對照林地調查到的物種數及總隻次皆高於養鵝林地 (10 種 77 隻次 vs. 8 種 32 隻次)。對照林地在 7 月調查到 6 種兩棲類及爬行類物種共 15 隻次、8 月則增加至 7 種物種共 20 隻次、9 月仍為 7 種物種共 20 隻次、10 月則降至 5 種物種共 22 隻次 (圖 6)。養鵝林地於 7 月調查到 3 種兩棲類及爬行類物種共 4 隻次、8 月增加至 4 種物種共 12 隻次、9 月再增至 5 種物種共 10 隻次、10 月則降至 3 種物種共 6 隻次、物種數在 9 月時達最高、總隻次則在 8 月達最高。比較 2 種林地於 7 至 10 月份的物種數變化雖相似，惟 9 月養鵝林地增加而對照林地持平，推測與 8 月濕度較高、9 月颱風雨勢有關，而 10 月可能因溫度逐漸下降、季節轉換使物種數下降。對照林地的  $\alpha$  多樣性於 7 月為 1.53、8 月些微下降至 1.50、9 月抬升至最高 1.70、10 月則下降至 1.55；對照林地的  $\beta$  多樣性在 8、9 月最高為 0.77、10 月下降至 0.55，造成下降的原因

可能是季節轉換所致；養鵝林地的  $\alpha$  多樣性在 7 月為 1.04、8 月提升至 1.24、9 月持續上升到 1.42、10 月驟降至最低 0.94。養鵝林地的  $\beta$  多樣性在 8 月最高為 0.86、9 月下降至 0.50、10 月最低 0.33。養鵝林地的  $\beta$  多樣性於 9 月下降推測為雨勢所致，而 10 月仍持續下降亦是季節轉變造成。陳 (2012) 指出，梭德氏赤蛙活動受到水源限制，而拉都希氏赤蛙活動則相反，本次養鵝林地提供鵝隻飲水的水源有增加蛙類來訪的結果，顯示鵝隻飲用水源增加蛙類相對豐度。

(A) birds and animals



(B) reptile and amphibians

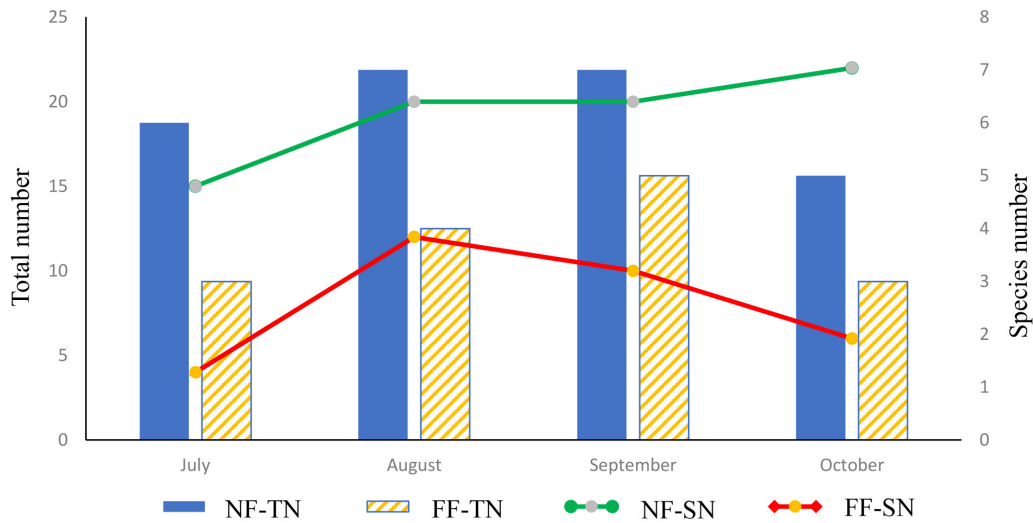


圖 4. 物種數及總隻數之月變化 (A) 鳥及哺乳類 (B) 兩棲爬行類。

Fig. 4. The monthly species and total number (A) birds and animals (B) reptile and amphibians. FF: Feeding geese under the forestlands, NF: Not feeding geese under the forestlands. TN: Total number, SN: Species number.

表 5. 不同林地兩棲爬行類物種調查結果

Table 5. Investigation results of species of reptile and amphibians in different forestlands

Species	July		August		September		October	
	FF <sup>1</sup>	NF <sup>2</sup>	FF	NF	FF	NF	FF	NF
Bufonidae								
<i>Duttaphrynus melanostictus</i>	V		V		V	V		
Rhacophoridae								
<i>Zhangixalus moltrechti</i>		V		V		V		V
<i>Polypedates braueri</i>		V	V	V	V	V	V	V
<i>Buergeria otai</i>				V				



表 5. 不同林地兩棲爬行類物種調查結果 (續)

Table 5. Investigation results of species of reptile and amphibians in different forestlands (continued)

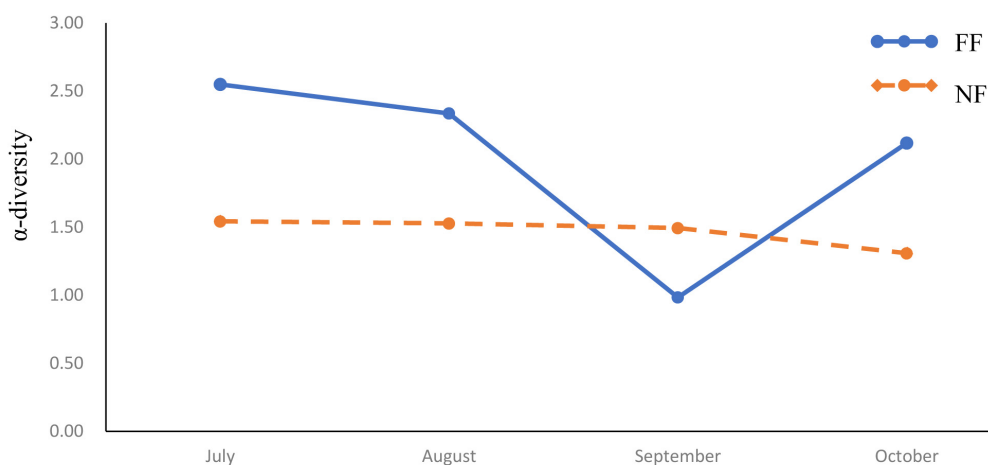
Species	July		August		September		October	
	FF <sup>1</sup>	NF <sup>2</sup>	FF	NF	FF	NF	FF	NF
Dicroglossidae								
<i>Fejervarya limnocharis</i>		V		V	V	V		
Microhylidae								
<i>Microhyla fissipes</i>		V		V	V	V		
<i>Microhyla heymonsi</i>		V						
Agamidae								
<i>Diploderma swinhonis</i>		V		V	V	V		V
Gekkonidae								
<i>Gekko hokouensis</i>							V	V
<i>Hemidactylus frenatus</i>	V		V	V				V
<i>Hemidactylus bowringii</i>	V		V				V	

Investigation species marked 「V」.

<sup>1</sup> FF: Feeding geese under the forestlands.

<sup>2</sup> NF: Not feeding geese under the forestlands.

(A)  $\alpha$ -diversity



(B)  $\beta$ -diversity

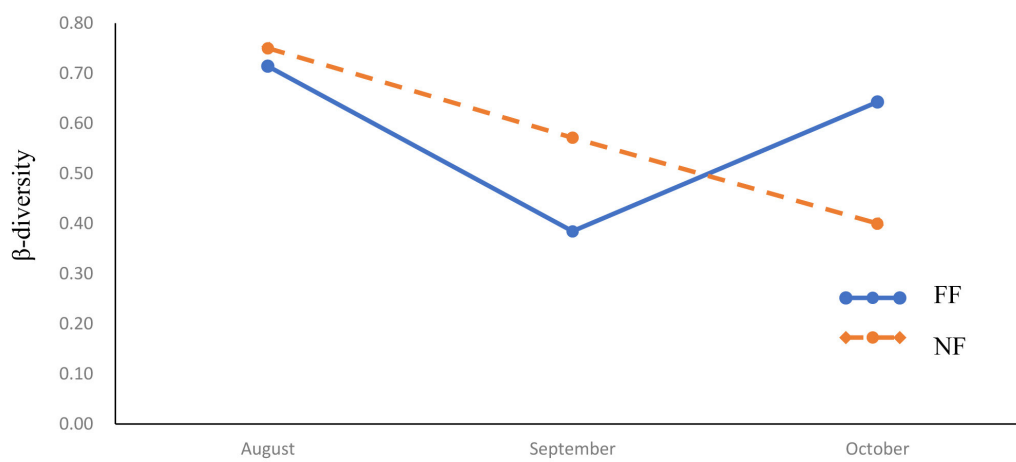


圖 5. 鳥及哺乳類之物種數月變化 (A)  $\alpha$  多樣性 (B)  $\beta$  多樣性。

Fig. 5. The monthly species of birds and mammals (A)  $\alpha$ -diversity (B)  $\beta$ -diversity.

FF: Feeding geese under the forestlands, NF: Not feeding geese under the forestlands.

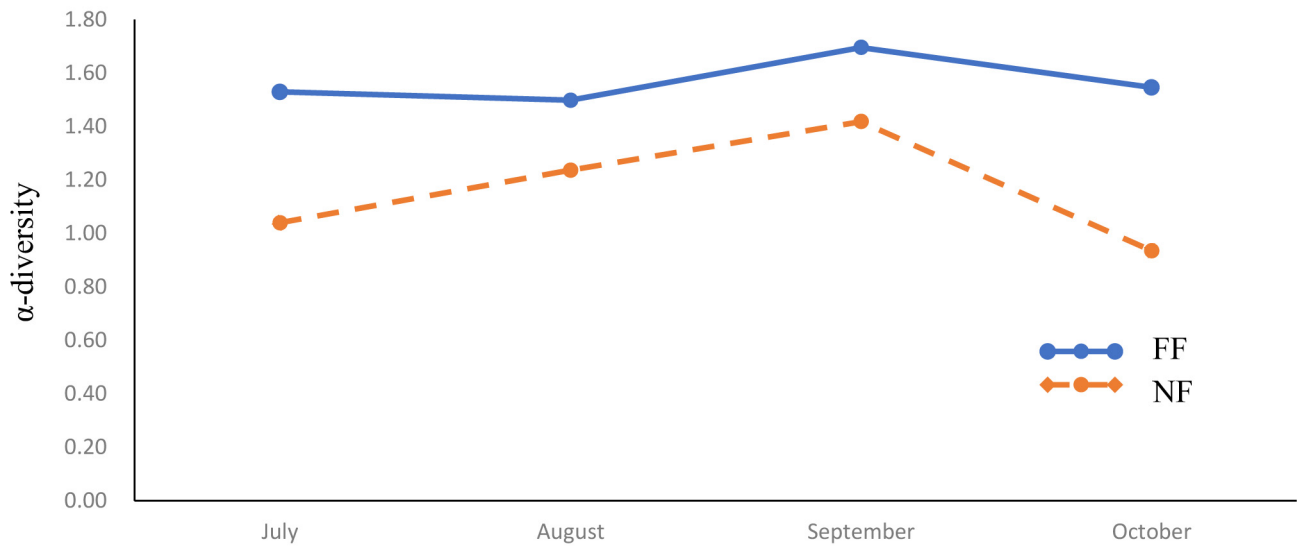
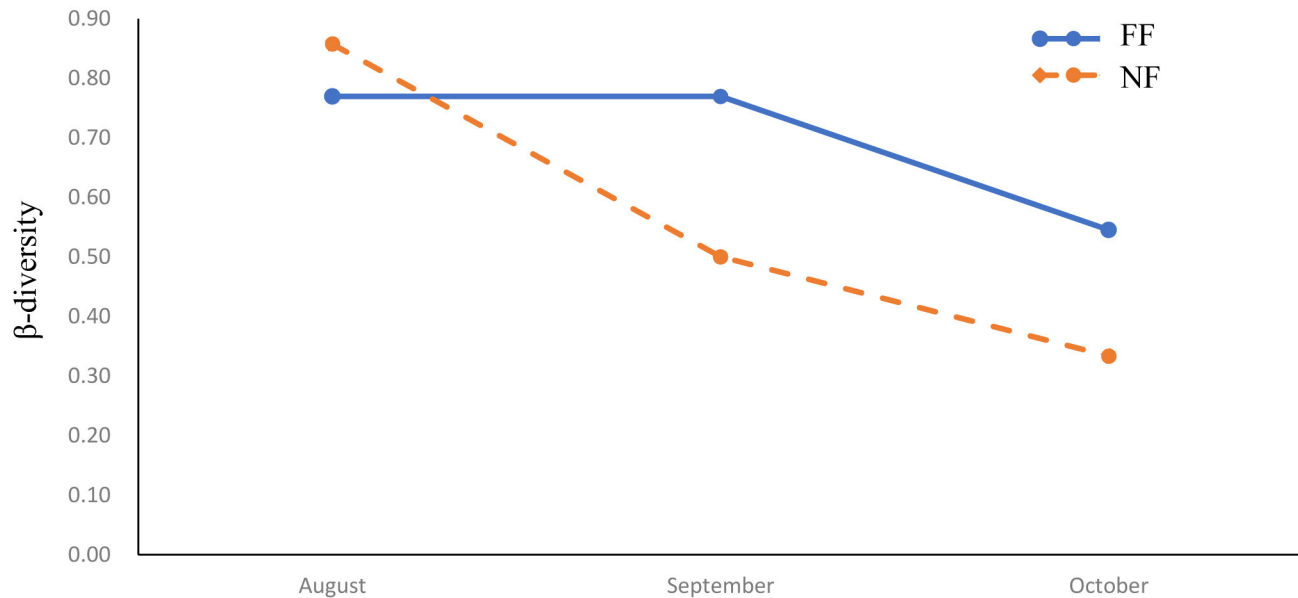
(A)  $\alpha$ -diversity(B)  $\beta$ -diversity圖 6. 兩棲爬行類之物種數月變化 (A)  $\alpha$  多樣性 (B)  $\beta$  多樣性。

Fig. 6. The monthly species of reptile and amphibians (A)  $\alpha$ -diversity (B)  $\beta$ -diversity.  
FF: Feeding geese under the forestlands, NF: Not feeding geese under the forestlands.

### III. 土壤分析

對照組和林下養鵝組在 7 月飼養前，可能與植被物種及種植密度使土壤表層之 pH 值、總有機碳、磷、鉀、鋅與鈣即有明顯差異。林下養鵝對環境土壤性狀物之影響列於表 6，林下養鵝對環境土壤之 pH 值、總氮、鉀、鈣與銅含量具顯著影響 ( $P < 0.001$ )，對環境土壤之電導度、磷、鋅、鎂則無顯著影響。由於皆屬露天，因有雨水之淋洗作用，鹽分較不易大量累積，EC 值在飼養前後皆無顯著差異，亦顯示林下養鵝的鵝隻密度不高及短期間不致於對土壤性質造成顯著影響。畜牧飼養可以使農業生態系統多樣化並增加土壤肥力 (Hendrickson *et al.*, 2008)，透過動物糞便向土壤提供的養分 (如氮、磷、鉀)，惟在不同物種之間差異很大，取決於動物的覓食喜好以及其飼糧給予 (Watson *et al.*, 2005)。故動物糞便可以提供作物必需的有機物、營養素及微量元素，減少對外部肥料的需求 (Russelle *et al.*, 2007)。土壤為植物發育的基質，其 pH 值及養分對於植物生長發育具有重要決定因素。莊等 (2004) 調查塔塔加高山地區鐵杉、玉山箭竹及草原表土之物理與化學性質比較指出，在不同地區及不同深度表土土壤其 pH 值沒有顯著差異，本調查結果與莊等 (2004) 結果不同，且土壤中 pH 值改變可能與糞便中之陽離子有關。另張 (2008) 指出，鵝隻採食量與糞便量呈正相關，9 週齡白羅曼鵝排泄物之鉀含量介於 2.88 -

2.97% 之間及銅含量介於 115 – 118 ppm 之間，謝等 (1997) 指出，長期於地表施用牛糞有助於增加土壤的鉀及鈣含量，亦會增加磷及鎂含量，本次調查僅鉀及鈣的含量有差異，而磷及鎂含量部分未有顯著影響，其原因仍待進一步探討。顏 (2012) 在有機栽培綠竹園 120 m<sup>2</sup> 放養 6 – 8 隻肉鵝 86 日，其糞便可提高土壤酸鹼度，增加土壤磷、鉀、鈣及鎂等元素含量，對土壤肥力有正面效應，放養之肉鵝於園中啄食或踩踏，不影響竹筍產量，對抑制雜草生長有正面效應，成鵝販售可增加筍農收入。未放養肉鵝的土壤 EC 值均較處理前下降，應與肥料施用量及肉鵝糞所提供之養分，不足供應綠竹吸收及自然散失有關。施 (2014) 指出桶柑果園放養土雞能啄食雜草及害蟲，且排泄物富含有機質及礦物質，可減少果園管理人力及資材之投入，但需注意土壤中鋅含量之累積。黃等 (2021) 指出，長期以養牛廢水施灌牧草地可能會改變土壤 pH 值及土壤中銅與鋅含量，本調查亦有相似結果，惟林下養鵝後其 pH 值、土壤中銅含量降低，其原因仍待進一步探討。Massaccesi *et al.* (2019) 指出，鵝隻因放牧活動減少葡萄園土壤中的銅含量。於本調查中，養鵝林地土壤中銅含量隨著鵝隻放養而下降結果相似，推測可能原因為林地上的植物吸收土壤中的銅造成土壤中的銅含量降低。

表 6. 林下養鵝對環境土壤性狀之影響

Table 6. Effects of soil properties of feeding geese under the forestlands

Item	Feeding period			P-value
	July	August	September	
n	20	20	20	
pH	7.78 ± 0.33 <sup>a</sup>	7.39 ± 0.31 <sup>b</sup>	7.46 ± 0.22 <sup>b</sup>	<0.001
EC <sup>1</sup> , μs/cm	341.66 ± 84.19	403.70 ± 122.04	400.63 ± 120.92	0.144
TOC <sup>1</sup> , %	7.71 ± 4.82	10.36 ± 5.46	8.60 ± 3.77	0.206
TN <sup>1</sup> , %	0.11 ± 0.05 <sup>b</sup>	0.19 ± 0.04 <sup>a</sup>	0.17 ± 0.03 <sup>a</sup>	<0.001
Ca, %	0.19 ± 0.02 <sup>b</sup>	0.22 ± 0.02 <sup>a</sup>	0.23 ± 0.02 <sup>a</sup>	<0.001
K, ppm	56.18 ± 15.86 <sup>b</sup>	45.40 ± 11.09 <sup>b</sup>	100.95 ± 22.02 <sup>a</sup>	<0.001
P, ppm	95.87 ± 58.24	120.92 ± 79.72	86.96 ± 36.58	0.196
Zn, ppm	7.71 ± 4.82	10.36 ± 5.46	8.60 ± 3.77	0.206
Cu, ppm	4.22 ± 1.40 <sup>a</sup>	2.95 ± 0.88 <sup>b</sup>	2.70 ± 0.64 <sup>b</sup>	<0.001
Mg, ppm	101.30 ± 33.02	117.60 ± 38.78	117.90 ± 20.50	0.175

Mean ± S.D.

<sup>a, b</sup> Means without the same superscript in the same row differ significantly (P < 0.001).

<sup>1</sup> EC: electronic conduction, TOC: total organic carbon, TN: total nitrogen.

## 結論與建議

透過林下養鵝可以有效控制草本植物，但也造成林下植被覆蓋度明顯下降，故建議養鵝前需先進行適度林下空間規劃，保留部份環境供底層生物棲息，以達到資源共享、永續經營的精神，另對於環境土壤成分中的鉀、鈣含量造成影響，也是林下養鵝需要關注的要項。本次調查僅評估林下養鵝對短期生態及土壤的影響，未來可進一步研究林下養鵝對長期生態及土壤之評估。

## 誌謝

本調查承蒙行政院原住民族委員會 110 年推動原鄉環境友善林畜產業多態模式 – 發展原鄉畜產業多態模式計畫之經費支持，感謝本場詹志立先生、江兆弘獸醫師及保證責任花蓮縣芭奈稻米生產合作社現場工作人員的協助，使調查工作如期完成，特此致謝。

## 參考文獻

王錦盟、胡見龍、莊鴻林、吳國欽、陳立人、李舜榮。2004。環境溫度對白羅曼鵝生長性能之影響。畜產研究 37：



163-169。

- 行政院農業委員會。2021。中華民國 110 年農業統計年報。臺北。臺灣。
- 行政院農業委員會林務局，2019。林業大變革林下養蜂種菇可合法經營。https://www.forest.gov.tw/0000014/0063864。
- 何政坤、許原瑞。2020。臺灣林下經濟的推動與發展。臺灣林業 46：13-22。
- 林旻蓉、張伸彰、吳國欽、陳添福、賈玉祥、李順榮、范揚廣。2007。飼糧輔以生鮮狼尾草與尼羅草對白羅曼鵝之飼養價值。中畜會誌 36：231-242。
- 林華慶。2021。林下經濟適地發展。農政與農情 343：11-16。
- 施伯明。2014。桶柑園放養土雞對土壤肥力、果實品質及經濟效益之影響。桃園區農業改良場研究彙報 75：18-30。
- 袁孝維、丁宗蘇、盧道杰、謝欣怡。2005。森林生態系經營示範區鳥類群聚監測。臺大實驗林研究報告 19：77-87。
- 莊俊逸、王亞男、王明光、吳星輝。2004。塔塔加高山地區鐵杉、玉山箭竹及草原表土之物理與化學性質比較。臺大實驗林研究報告 18：35-40。
- 陳宥延。2012。梭德氏赤蛙繁殖族群動態與產卵位置之選擇。國立嘉義大學水生生物科學系研究所，碩士論文，嘉義市。
- 張伸彰。2008。水禽隻排泄量與污染量之調查研究。行政院農業委員會畜產試驗所五十週年所慶學術研討會專輯，畜產環保與經營，臺南市，第 10-1~10-9。
- 張雁智、王錦盟、蕭智彰、粘碧珠、胡見龍、賈玉祥。2013。比較白羅曼鵝與雜交華鵝之生長性能和飼料成本。畜產研究 46：147-152。
- 黃裕星。2018。從混農林業談臺灣特色林下經濟。林業研究專訊 25：1-4。
- 黃雅玲、劉主欣、蘇天明、蕭庭訓、李欣蓉。2021。養牛廢水施灌盤固拉草地對土壤性狀及地下水水質之影響。畜產研究 54：282-291。
- 盧金鎮、盧啟信、徐阿里、許福星、洪典戊、池雙慶。1991。精料餵飼量對放牧鵝隻生長性能之影響。畜產研究 24：77-84。
- 謝昭賢、洪嘉謨、洪國源、許福星、陳碧慧。1997。施用牛糞對盤固草地土壤理化性質之影響。畜產研究 30：395-409。
- 顏勝雄。2012。有機綠竹園放養肉鵝對土壤性質、竹筍產量及雜草控制影響研究。桃園區農業改良場研究彙報 71：47-56。
- Bender, L. C., D. L. Minnis, and J. B. Haufler. 1997. Wildlife responses to thinning red pine. North. J. App. Forst. 14: 141-146.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). 2015. History. About agroforestry. https://www.fao.org/forestry/agroforestry/80338/en/.
- Hendrickson, J. R., M. Liebig, and G. Sassenrath. 2008. Environment and integrated agricultural systems. Renew. Agric. Food Syst. 23: 304-313.
- Liu, H. W., Y. T. Tsai, and S. J. Chang. 2014. *Toona sinensis* leaf extract inhibits lipid accumulation through up-regulation of genes involved in lipolysis and fatty acid oxidation in adipocytes. J. Agri. Food Chem. 62: 5887-5896.
- Massaccesi, L., A. Cartoni Mancinelli, S. Mattioli, M. De Feudis, C. Castellini, A. Dal Bosco, M. L. Marongiu, and A. Agnelli. 2019. Geese reared in vineyard: soil, grass and animals interaction. Animals 9: 179.
- Russelle, M. P., M. H. Entz, and A. J. Franzluebbbers. 2007. Reconsidering integrated crop-livestock systems in North America. Agron. J. 99: 325-334.
- SAS Institute. 2004. SAS/STAT Guide for Personal Computers. Version 9.1. SAS Inst. Inc., Cary, NC.
- Watson, C., I. Öborn, J. Eriksen, and A. Edwards. 2005. Perspectives on nutrient management in mixed farming systems. Soil Use Manag. 21: 132-140.

# Effects of geese feeding under the forestlands on environmental ecology, and soil properties <sup>(1)</sup>

Chih-Chang Hsiao <sup>(2)</sup> Tzu-Rung Li <sup>(3)</sup> Sheng-Der Wang <sup>(2)</sup> and Yi-Ju Yang <sup>(4)(5)</sup>

Received: Jan. Jul. 10, 2023; Accepted: Jan. 15, 2024

## Abstract

The aim of study was to investigate the effects of geese feeding under the forestlands for environmental ecology, soil properties and crude earnings. Our study was taken place in an artificial forest where a total of two hundred and fifty white Roman geese were grazed and located at Guangfu township, Hualien county. The results showed that there has no obvious impact on birds, mammals, amphibians and reptiles for geese feeding under the forestlands in environmental ecology, but the vegetation coverage under the forest is significantly reduced, from 100% to 50%, and the vegetation coverage reduced to 25% after the end of geese feeding. The  $\beta$ -diversity index of the geese feeding forestland decreased gradually from 0.879 to 0.831, and the degree of decrease was -0.048, which indicated that geese feeding under the forest would cause the decline of plant biodiversity. In soil properties, the pH, total nitrogen, K, Ca and Cu of soil were significantly different ( $P < 0.001$ ), indicating that the geese feeding under the forestlands can increase soil fertility, thereby becoming part of the nutrient cycle on the farm. Whereas there were no significant difference in, electrical conductivity, P, Zn, and Mg. Average body weight of geese is 5.40 kg and the feed conversion rate is 3.24 at 12 weeks of age. The crude earnings are 160 dollars per goose. In conclusion, the geese feeding under the forestlands in summer, it should be properly planned for their space to avoid environmental and ecological impacts.

Key words: Environmental ecology, Soil properties, Geese feeding under the forestlands.

---

(1) Contribution No. 2779 from Taiwan Livestock Research Institute (TLRI), Ministry of Agriculture (MOA).

(2) Northern Region Branch, MOA-TLRI, Miaoli 36843, Taiwan, R. O. C.

(3) Forage Crops Division, MOA-TLRI, HsinHua, Tainan 71246, Taiwan, R. O. C.

(4) Department of Natural Resources and Environmental Studies, National Dong-Hwa University, Hualien 97441, Taiean, R. O. C.

(5) Corresponding author, E-mail: treefrog@gms.ndhu.edu.tw.