

研究報告**墾丁社頂地區台灣梅花鹿的食物品質**裴家騏<sup>1,2)</sup> 陳則仁<sup>1)</sup>**摘 要**

本研究以糞便中的氮含量來評估墾丁國家公園梅花鹿(*Cervus nippon taiouanus*)的覓食品質。結果顯示，鹿隻的糞氮含量與所攝食盤固牧草(*Digitaria decumbens*)的氮含量成密切的正相關( $R^2 = 0.74$ )。整體而言，墾丁社頂地區的成熟闊葉林中所提供的食物品質最高，次生林次之，而人工管理的牧草地的品質最差且高低起伏非常大。各樹林環境中的植物全年都接近或維持在鹿隻理想的食物蛋白質含量(14%)，且季節間的變化並不大，可能與社頂位於冬季東北季風的背風面有關；不過夏季因為雨量充沛，導致植物快速生長、成熟度增加，氮含量較低。2003年以來國家公園內較為嚴格的家羊放牧管制措施，應該會增加野生梅花鹿在闊葉林中的攝食品質及攝食量；至於牧草地的品質管理，則有待加強。

**關鍵詞：***Cervus nippon taiouanus*、*Digitaria decumbens*、糞便氮元素含量、牧草管理、台灣南部。

裴家騏、陳則仁。2004。墾丁社頂地區台灣梅花鹿的食物品質。台灣林業科學19(4):353-62。

Research paper**Food Quality of the Formosan Sika Deer  
in the Cheting Area, Kenting, Southern Taiwan**Jai-Chyi Pei,<sup>1,2)</sup> Tse-Jen Chen<sup>1)</sup>**【 Summary 】**

Food quality of the Formosan sika deer (*Cervus nippon taiouanus*) in the Cheting area, Kenting National Park (NP), southern Taiwan was evaluated using the fecal nitrogen content. Percent fecal nitrogen content of the deer showed a positive correlation ( $R^2 = 0.74$ ) with the nitrogen content of pangola grass (*Digitaria decumbens*) which they feed on. Results also showed that the mature broadleaf forest habitat in the Cheting area provides food with the highest quality, followed by secondary forest, while the managed pangola grass pasture was the poorest. Deer food from all forest habitats maintained its protein content at close to or around the ideal level (14%) year-round with little seasonal variation, which is probably due to the downwind location relative to the heavy seasonal winds in winter experienced by the Cheting area. However, because of accelerated growth and maturation induced by the high precipitation, the food nitrogen content was lower during sum-

<sup>1)</sup> 國立屏東科技大學野生動物保育研究所，912屏東縣內埔鄉學府路1號 Institute of Wildlife Conservation, National Pingtung University of Science and Technology, 1, Hseuh Fu Road, Neipu, Pingtung 912, Taiwan.

<sup>2)</sup> 通訊作者 Corresponding author, e-mail:kcjpei@mail.npust.edu.tw

2004年月送審 2004年月通過 Received 2004, Accepted 2004.

mer months. Controls on domestic goat ranching within Kenting NP since 2003 should improve the sika deer's feeding and nutritional intake in the broadleaf forest. At the same time, better pasture management is also required.

**Key words:** *Cervus nippon taiouanus*, *Digitaria decumbens*, fecal nitrogen content, pasture management, southern Taiwan.

**Pei JC, Chen TJ. 2004.** Food quality of the Formosan sika deer in Cheting area, Kenting, southern Taiwan. *Taiwan J For Sci* 19(4):353-62.

## 緒言

[best not to start a sentence with an Arabic numeral]墾丁國家公園於1984年開始台灣梅花鹿(*Cervus nippon taiouanus*)的圈養繁殖復育計畫，並分別於1994、1995和1997年成功的由梅花鹿復育區(Sika Deer Sanctuary)野放了47頭鹿至墾丁的社頂地區。然而，Pei (2001)曾估算當時的野生族群數量不到90隻，僅達預期數量的42~63%，並提出繁殖率(低於七成三)和存活率(低於八成三)不高可能是主要原因的假說。

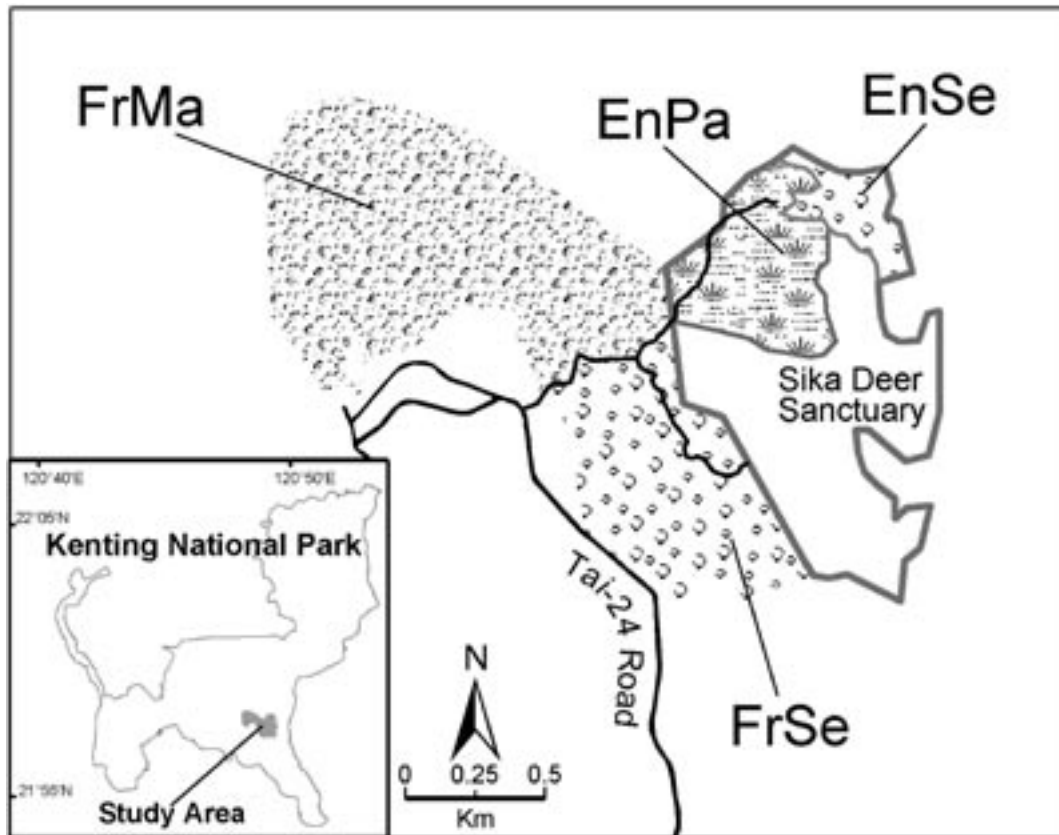
一般而言，台灣民間鹿場在足夠的營養供應下，繁殖率皆可達九成以上(Shih et al. 1984)。不過，墾丁野外的環境變化大(尤其是溫度及雨量等因子)，應該會直接影響到植物的生長、數量及品質，但因為對當地植物的生長了解有限，無法評估野鹿的食物品質是否足夠，或是否會有季節性的波動。同時，梅花鹿與社頂當地放牧家羊的食性重疊度高達75% (Wang et al. 1997)；在食物資源不足的情況下，家羊也可能會與鹿隻競爭高品質的食物(Kirchhoff and Larsen 1998)。Pei (2001)的研究就顯示，當時在社頂天然闊葉林內為數不少的家羊，對野生鹿群似乎具有空間上的排擠效應，使得鹿群集中利用以相思樹(*Acacia confusa*)為主的次生林，並可能因而限制了野鹿對高品質食物的攝取，亟待改善。另外，雖然復育區內部份以人工栽植盤固牧草(*Digitaria decumbens*)，且採用頻繁的分區輪牧管理，以確保鹿隻的食物供應，然而，根據工作日誌的記載(Ming-Hsiung Pang, pers. comm.)，2002年9月時，輪牧區內共有鹿隻72頭，其中仔鹿僅有13頭，成熟母鹿約20餘頭，母鹿的繁殖率約為

65%，遠低於一般鹿場圈養下的繁殖率，顯示在輪牧區中的鹿群狀況並不理想。

為確定攝食營養是否會影響梅花鹿的復育，本研究以糞便中的氮元素含量(=糞氮含量)來評估墾丁梅花鹿的攝食品質，以及不同季節間的變化。許多研究已顯示，反芻獸的糞氮含量和食物中的氮含量、蛋白質含量及其品質間，均具有高度的正相關(Mould and Robbins 1981, Leslie and Starkey 1985, 1987, Nunez-Hernandez et al. 1992, Irwin et al. 1993, Soper et al. 1993)；而糞氮含量也曾被用來評估台灣南部山區，野生山羌(*Muntiacus reevesi micrurus*)的食物品質及其季節間的變化模式(McCullough et al. 2000)。

## 材料與方法

本研究於2002年2月至2003年1月間，在墾丁社頂的四個樣區(Fig. 1)中，共收集了356堆(每月每區各5~10堆)不超過1天、且未經雨淋的新鮮成年梅花鹿糞便樣本；其中，圍籬內牧草樣區(enclosure pasture, EnPa)為復育區內的盤固牧草地，圍籬內次生林區(enclosure secondary forest, EnSe)為復育區內的次生林環境，野放次生林區(free-range secondary forest, FrSe)為復育區外的次生林，而野放闊葉林區(free-range mature broadleaf forest, FrMa)則為復育區外較成熟的闊葉林。各區的管理不同：EnPa區的鹿群受到高度的人為管理，分區輪牧，約一個月換區一次；EnSe區鹿群除活動空間受圍籬限制外，無人管理亦無供給額外食物；FrSe和FrMa



**Fig. 1.** Locations from where fecal samples of the Formosan sika deer (*Cervus nippon taiouanus*) were collected in Kenting National Park from February 2002 to January 2003. EnPa, pasture within the Sika Deer Sanctuary; EnSe, secondary forest within the Sika Deer Sanctuary; FrMa, mature broadleaf forest; and FrSe, secondary forest.

區中均為自行覓食的野生鹿群(源自復育區內的野放個體)。同時，本研究也在屏東科技大學畜產系鹿舍(captive, Capt區)內同樣採集了92堆(每月6~8堆)的成年梅花鹿的新鮮糞便樣本，做為對照組。鹿舍內的鹿隻通常都給予任食之乾草及精料，不過，根據現場人員表示，由於成鹿進入發情季節(約從10月份至隔年3月)後，對於精料的採食量會降低，甚至不食，部分鹿隻甚至會打翻精料的容器，因此，基於成本上的考量，發情季節的精料給予量，多會依鹿隻採食的意願作調整；在5~10月之間，工作人員則會依鹿隻長茸及懷孕的狀況，適時給予較多的精料量。類似的餵食調整為養鹿場常見的管理措施(Yang and Shih 1988, Hsia et al. 1989)。換句

話說，在五個採樣區中，僅EnSe, FrSe和FrMa等三區梅花鹿的食物品質是不受人為管理所影響的，因此，本文在探討攝食品質與當地氣候因子間的關係時，將這三區的資料整合處理。

此外，為確認墾丁當地鹿隻的糞氮含量，與其食物氮含量間的相關性，本研究自2002年3月起，每兩個月1次，於EnPa(輪牧)樣區內採集糞便的同時，也適量採集鹿隻所在地點的盤固牧草嫩葉樣本一份，總共6次；這些盤固牧草的氮含量，將與當月EnPa區鹿糞便樣本的平均糞氮含量進行相關性分析。此相關性分析也將台灣梅花鹿的內源性代謝糞氮含量值(metabolic fecal nitrogen = 3.7 g/kg dry matter; Shih et al. 1984)納入；”內源性代謝糞氮含量”係以無氮飼

料餵食後，在糞便中所測得的含氮量。所有樣本的氮元素含量均採用Kjeldahl氏及Winkler氏的氮含量分析法(Livestock Research Institute 1987)分析，並以所佔乾物質重量的百分比表示。由於每100 g蛋白質含16 g的氮元素(see Robbins 1983)，因此，本文中蛋白質的含量和氮元素的含量之間均以16/100轉換之。

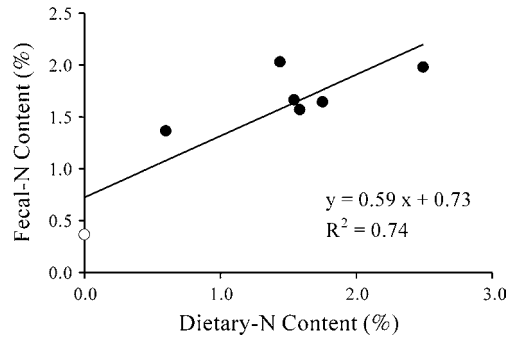
本文中所使用之氣象資料分別取自中央氣象局的墾丁氣象站(風速、氣溫及累積雨量)和恆春氣象站(日照率、日照累積時數及相對濕度)。

## 結果

本研究在所有的糞便樣本中，隨機選擇了63(約15%)個樣本進行重複分析，以檢測糞氮含量分析過程的穩定性。同一樣本兩次分析的結果類似，相差-0.31到0.25%之間(平均0.09%)，且無顯著差異(paired *t*-test,  $t_{62} = -1.85, p > 0.1$ )，因此，分析過程中的可能誤差應該不會影響數據的準確性。另外，雖然戶外收集的糞便樣本沒有判定是屬於雌性或雄性個體的，不過，比較鹿舍(Capt)族群的糞氮含量月變化，顯示雌雄間沒有明顯的差異(ANOVA,  $F_{11,1} = 0.46, p > 0.5$ )，因此將所有樣本納入分析。同時，將EnPa區內鹿的糞氮含量與所食盤固牧草的氮含量比較，兩者之間呈現明顯的正相關，當納入內源性代謝糞氮量(= 0.37%)一起分析時，梅花

鹿的糞氮含量與食草中氮含量之間的關係，可以用以下的線性方程式來表示：糞氮含量(%) =  $0.59 \times$  食物氮含量(%) + 0.73 (Fig. 2)。

整體而言，五個取樣區的全年平均糞便氮含量之間具顯著差異(ANOVA,  $F_{4,443} = 39.57, p < 0.001$ )，其中，畜舍Capt與輪牧牧草地EnPa兩個高度人為管理的樣區間無明顯差異，而EnSe與FrSe兩個次生林樣區間亦無明顯差異，至於糞氮含量，則以成熟闊葉林FrMa區的平均含量最高，而以Capt區和EnPa區的較低(Table 1)。



**Fig. 2. Correlation of percent nitrogen content of the pangola grass (*Digitaria decumbens*) and feces of the sika deer (*Cervus nippon taiouanus*) in Sheting, Kenting. Open circle represents the metabolic fecal nitrogen content of the sika deer (Shih et al. 1984).**

**Table 1. Overall average percent nitrogen in sika deer fecal samples collected from different areas<sup>1)</sup> in Kenting National Park and National Pingtung University between February 2002 and January 2003**

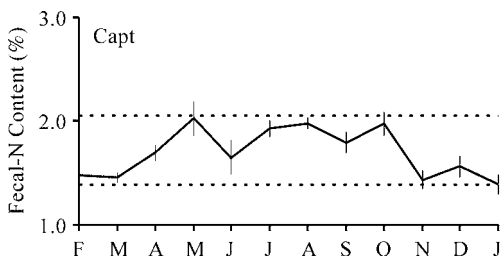
Area	Average fecal percent nitrogen $\pm$ SD <sup>2)</sup>	Sample size
Capt	1.70 $\pm$ 0.25 <sup>a</sup>	92
EnPa	1.77 $\pm$ 0.30 <sup>a</sup>	117
EnSe	1.95 $\pm$ 0.21 <sup>b</sup>	85
FrSe	1.93 $\pm$ 0.25 <sup>b</sup>	83
FrMa	2.13 $\pm$ 0.14 <sup>c</sup>	71

<sup>1)</sup> Capt, captive at National Pingtung University; EnPa, pasture within the Sika Deer Sanctuary; EnSe, secondary forest within the Sika Deer Sanctuary; FrSe, secondary forest; FrMa, mature broadleaf forest.

<sup>2)</sup> Average fecal percent nitrogen marked with different letters significantly differ (ANOVA,  $p < 0.05$ ).

各區梅花鹿糞氮含量的月變化模式也有差異。其中，Capt區所採樣本月平均糞氮含量在1.39到2.02%之間，呈現非常顯著的季節變化(ANOVA,  $F_{11,80} = 39.51, p < 0.0001$ )，以5~10月(非發情期)的糞氮含量較高(Fig. 3)。輪牧的EnPa區在研究期間月平均糞氮含量在1.30到2.18%之間，月變化也相當大( $F_{11,105} = 38.08, p < 0.0001$ )，呈現3~4 mo的週期性高低起伏，分別在3, 7~8和11~12月有較高的糞氮含量(Fig. 4)。另外三個自由覓食樣區的月平均糞氮含量的差異則較小：EnSe區的範圍為1.78~2.17%、FrSe區為1.64~2.20%、FrMa區為1.98~2.30%；同時，雖然各區月份間的糞氮含量也都有顯著差異(EnSe:  $F_{11,73} = 3.25, p < 0.005$ ; FrSe:  $F_{11,71} = 8.49, p < 0.001$ ; FrMa:  $F_{11,59} = 5.77, p < 0.001$ )，但季節間的波動較不明顯，僅FrSe區在7~10月間的糞氮量較低，而FrMa區在3~7月間略高一些(Fig. 4)。

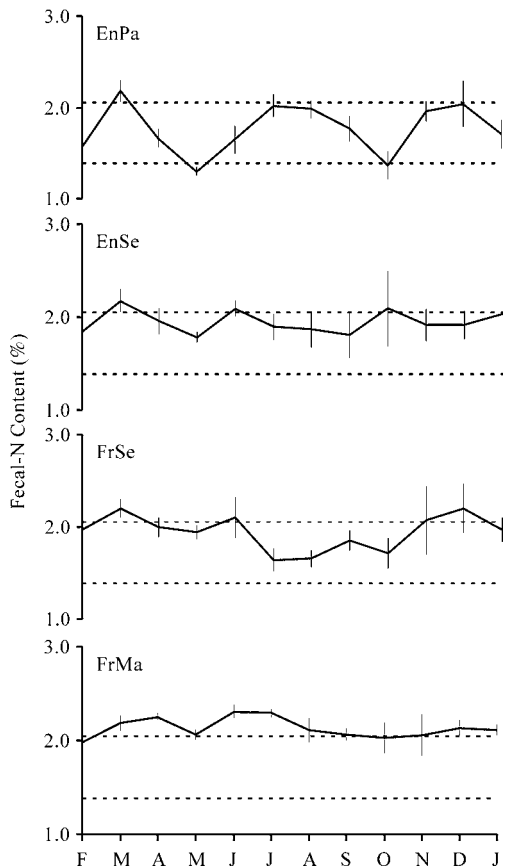
梅花鹿糞氮含量與氣象因子間相關性分析的結果顯示，除了EnSe, FrSe和FrMa三區樣本的總和與各月份累積雨量有較高的負相關外，其餘的相關性皆不高(Table 2)。



**Fig. 3.** Fecal percent nitrogen by month (means with 1 SD confidence limits) for penned sika deer samples collected at National Pingtung University from February 2002 to January 2003. The upper and lower dotted lines represent, respectively, the fecal-nitrogen content of the food deer consumed with an ideal (14%) and minimum required (7%) protein content (see text for detail).

## 討論

一般而言，當進食單一化時，食物中若含有高量的單寧(tannic)或酚化合物(phenolic)，



**Fig. 4.** Fecal percent nitrogen by month (means with 1 SD confidence limits) for sika deer samples collected from a pasture (EnPa) and secondary forest (EnSe) within the Sika Deer Sanctuary, and from secondary forest (FrSe) and mature broadleaf forest (FrMa) of free-range areas outside of the sanctuary in the Cheting area, Kenting National Park, from February 2002 to January 2003. The upper and lower dotted lines represent, respectively, the fecal-nitrogen content of the food deer consumed with an ideal (14%) and minimum required (7%) protein content (see text for details).

**Table 2. Correlation coefficients between different meteorological factors and the percent nitrogen of sika deer fecal samples in highly managed pasture (EnPa) and in non-managed forests (EnSe+FrSe+FrMa) in Kenting National Park between February 2002 and January 2003. See text for the description of the different habitats.**

Meteorological factors	Correlation coefficient	
	EnPa	EnSe+FrSe+FrMa
Sunshine duration (h)	-0.18	-0.07
Sunshine duration rate (%)	-0.31	-0.09
Relative humidity (%)	0.15	-0.10
Wind speed (m/s)	0.13	0.14
Temperature (°C)	-0.10	-0.28
Precipitation (mm)	0.19	-0.51

會造成動物體內蛋白質的沈澱，使得糞便中的氮含量提升，而無法正確的評估食物的品質 (Mould and Robbins 1981, Robbins 1983, Leite and Stuth 1990, Nunez-Hernandez et al. 1992)。本研究結果顯示，雖然EnPa區的梅花鹿群僅以牧草為主要食物，其糞便與食物中的含氮量之間仍然具有高度的正相關 (Fig. 2)。而且，屏東科技大學鹿舍 (Capt) 族群的糞氮含量變化，也與在發情期減少精料給予量的管理措施大致吻合 (Fig. 3)。事實上，一些實際的覓食研究也發現，可能因為單寧的成分會減少植物的適口性，野生或畜養的草食獸都會避開單寧濃度高的植物或部位，糞便中氮含量被提升的現象並不會太顯著 (Leslie and Starkey 1985)。因此，本文以鹿的糞氮含量來評估其食物的品質應該是合適的。

又，由於本研究所得食物與糞便氮含量間的回歸方程式代表性高 ( $R^2 = 0.74$ )，本文將進一步探討梅花鹿在墾丁地區所獲得食物的品質，是否能滿足鹿隻的需求。過去的研究顯示，對溫帶地區、具有瘤胃的草食獸而言，蛋白質在食物中的含量最低要在5.5~9%之間 (Robbins 1983)，初生仔鹿若乾物質蛋白質攝取的量低於14%，生存就會發生危險 (Murphy and Coates 1996)。甚至在冬季，美洲的白尾鹿 (*Odocoileus virginianus*) 最低要8~9%的食物蛋白質才能滿足需求 (Jarman 1974, Illius and Gordon 1992, Gordon and Illius 1994)。不過，在亞熱帶氣候

地區，可能因為冬天保有溫和的氣候及環境，允許植物維持常綠及製造穩定的營養，白尾鹿維持所需的蛋白質則介於6~7%之間，幼鹿則需要13~16% (French et al. 1956, Dietz 1965, Wallmo et al. 1977)。Meyer et al. (1984)認為，食物中蛋白質含量若在13~20%間可以滿足所有鹿隻 (包括哺乳期的母鹿) 的營養需求。因此，本文參考Meyer et al. (1984)的建議，以7%作為鹿隻維持基本生理功能所需的最低食物蛋白質比例，而以14%作為理想的攝取含量。

以前述相關方程式推算，墾丁地區梅花鹿糞便中的氮含量若為1.39%時，將相當於食物的蛋白質含量達基本維生需求的7%；而若糞氮含量達2.05%，即表示鹿隻已攝取到理想的食物蛋白質含量14%。這項結果與Irwin et al. (1993)對大角羊 (*Ovis canadensis*) 的研究結果相當的類似，該研究者建議以糞氮含量低於1.3%作為大角羊可能缺乏蛋白質的指標。若用同一標準來評估鹿舍 (Capt) 族群的食物品質，可以發現在非發情期攝取的蛋白質品質接近14%理想值，而發情期中也不會低於7%的最低需求 (Fig. 3)，顯示目前的餵飼策略是合適且符合經濟效益的。

同樣的，墾丁地區自由覓食 (即EnSe, FrSe和FrMa區) 的梅花鹿群所獲食物的品質應該也是足夠的 (Fig. 4)。尤其是較成熟的闊葉林 (FrMa) 環境，絕大多數月份更可能都超過了理想所需，顯示這樣的環境確實是理想的梅花鹿棲息地 (Su 1985)。這項結果也支持Pei (2001)的推

測：當放牧的家羊大量使用較成熟的闊葉林環境時，亟有可能會減少野生梅花鹿對高品質食物的攝取機會。不過，2003年年初以來，由於管理單位(包括：墾丁國家公園管理處及林業試驗所恆春分所)的積極作為，社頂及梅花鹿復育區周邊的家羊放牧行為已減少了90%以上(Pei 2003)。持續而有效的家羊放牧管理，將有助於提升野生梅花鹿的攝食品質。

除此之外，當地的木本植物一向被認為是鹿隻優良的蛋白質來源，而草本植物則為粗纖維及能量的來源(Lin et al. 1985)。本文作者之一(TJC, 未發表資料)曾針對部分墾丁梅花鹿經常取食的植物，進行隔月採集並分析其嫩葉、花及果實等部位的氮含量，結果也顯示這個區域內的木本植物及藤類(包括：稜果榕 *Ficus septica*、杜虹 *Callicarpa formosana*、銀合歡 *Leucaena leucocephala*、三角葉西蕃蓮 *Passiflora suberosa* 和月橘 *Murraya paniculata*) 的氮含量大多都高過草本植物(如：馬櫻丹 *Lantana camara*、紫花長穗木 *Stachytarpheta jamaicensis*、地毯草 *Axonopus affinis* 和盤固牧草等)，尤其銀合歡的氮含量更是所有取樣植物中最高的。因此，不論是成熟闊葉林或次生林，應該都能提供梅花鹿富含蛋白質的食物，此與鹿隻糞氮含量所獲得的結果是一致的(Table 1)。不過，次生林中常見的銀合歡因含有含羞草鹼(mimosine)，會造成動物毛髮脫落；而馬櫻丹因含有促成感光過敏症的化合物，對光會發生紅斑，搔癢，水腫性溢血，皮膚會有壞死等症狀(Wen-Chang Hsieh, pers. comm.)。過量攝取這些植物，對梅花鹿的生理及繁殖可能有傷害。所幸，目前尚未發現有上述的症狀，可能與鹿隻多樣性的攝食行為有關。不過，因為梅花鹿對銀合歡有極高的喜好性(Wang et al. 1998)，對馬櫻丹的攝食程度也不低(TJC pers. obs.)，而且這兩種植物在社頂地區的次生林中似乎有逐漸增加的趨勢，因此，有必要對植物性有毒物質的影響進行後續的研究及監測。

其次，很可能因為社頂地區所處位置為冬季東北季風的背風面，因此野生鹿隻的食物品質在季節間的變化並不大(Fig. 4)，唯一較明

顯的是與當月的累積雨量成負相關(Table 2)；換句話說，社頂當地在7~9月雨季間的植物品質是相對較低的。一些亞熱帶地區的研究也發現，夏(雨)季的植物中木質素所佔的比例高，蛋白質含量則為所有季節中最低者，其原因有可能係植物體在雨量充沛的時候，生長迅速，加速了植物的成熟度，卻因而減低了氮含量的比例(Meyer et al. 1984, Green 1987)。這樣的現象與在台灣南部的中海拔原始闊葉林環境中所觀察到的模式有所不同，後者的山羌糞氮含量在2~6月，多雨的植物生長期間達到最高，其他月份的糞氮含量則維持在相當低的水準(McCullough et al. 2000)。事實上，前述中海拔原始林環境下，山羌食物品質的季節現象較接近溫帶地區的模式(Leslie and Starkey 1985, Kucera 1997, Asada and Ochiai 1999, Ouellet et al. 2001)。受到多變化的地形地貌影響，台灣各處野生動物棲息環境中的氣候及其他環境條件，一定會有程度不等的差異，因此，未來在探討任一動物族群的攝食營養時(即使是墾丁東北季風的迎風面地帶)，都應該以現地的研究為基礎。

最後，有趣的是，復育區內的EnPa樣區，雖然以人工栽植盤固牧草，且採取分區輪牧管理，但卻是墾丁四個樣區中，平均食物品質最差，且全年波動最大者。顯然，目前的管理方式僅能確保鹿群有足夠的食物量，但沒能同時兼顧品質。尤其，EnPa區在5和10月的食物蛋白質含量明顯偏低，甚至可能低於維持生理正常的標準值7% (Fig. 4)；但是，雌鹿於5月陸續進入懷孕末期，此時足夠的蛋白質攝取是必需的，而10月則是梅花鹿進入發情的時節，倘若無法獲得足夠的營養，也可能會影響到交配的結果。這些影響，或許可以解釋為何輪牧區內的繁殖率如此的低(僅65%，詳見「緒言」)。本研究因為缺乏直接資料，無法解釋牧草品質如此波動的原因，但很可能與當地牧草的生長周期有關；因為，牧草的蛋白質含量和消化率會與其成熟度呈相反的波動(Lee et al. 1991)。然而，無論如何，當地牧草的管理都應該強化。

目前，輪牧區內僅種植單一化的盤固牧

草，品質容易受生長週期影響。管理單位或許可以經由施肥措施的調整來增加植物體中的蛋白質含量，例如：直接增加氮肥的用量，或對生長中的牧草施以25 ppm的GA<sub>3</sub>植物調節劑處理(Shieh and Chen 1991, 1992)。另外，混植如賽芻豆(*Macroptilium atropurpureum*)或營多藤(*Desmodium intortum*)等的豆科牧草，也應該可以增加盤固牧草地的生產力及粗蛋白質的含量。同時，豆科牧草的根瘤菌還可固定空氣中的氮元素，不但可以減少牧草對土壤氮素之依賴，還可以供給禾本科牧草利用(King et al. 1998)。若能事先進行可行性、成本效益及環境影響的評估，將有助於管理方案的選擇。

## 結論

本研究顯示，在墾丁地區，梅花鹿的糞便氮含量是一個簡單且可靠的攝食品質指標。同時，墾丁社頂野生梅花鹿的食物品質穩定，尚未發現蛋白質攝取不足的現象。這個結果可能與目前野生鹿群的密度尚未達到飽和有關(see also Pei 2001)。事實上，過高的族群量或食物量不足時，常會迫使部分鹿隻去取用低品質的食物(Baker and Hobbs 1986, Borkowski 2000, Takahashi and Kaji 2001)，因此，若能持續進行野生鹿隻糞氮含量的監測，甚至再配合定期的族群量估計，將有助於及時且適當的修訂對此復育族群的保育策略。

## 謝誌

本研究承蒙行政院內政部營建署墾丁國家公園管理處的經費補助及行政支援。感謝潘明雄先生在研究期間的協助，以及林俊伯、蘇義哲、巫奉霖、梁又仁、林宗儒、陳識仰、陳良吉、林筱琪、邱嘉倩、郭智筌、林宛萱等協助樣本、資料之收集；同時，徐摩西、劉炳燦、劉和義及蘇瓊芬等對本文提供寶貴的修正意見；屏東科技大學畜產系的畜養研究室和環境工程系協助進行氮元素的含量分析，在此一併致謝。

## 引用文獻

- Asada M, Ochiai K. 1999.** Nitrogen content in feces and the diet of sika deer on the Boso Peninsula, central Japan. *Ecol Res* 14:249-53.
- Baker DL, Hobbs NT. 1986.** Strategies of digestion: digestive efficiency and retention time of forage diets in montane ungulates. *Can J Zool* 65:1978-84.
- Borkowski J. 2000.** Influence of the density of a sika deer population on activity, habitat use, and group size. *Can J Zool* 78:1369-74.
- Dietz DR. 1965.** Deer nutrition research in range management. *Trans North Am Wildl Nat Resour Conf* 30:274-85.
- French CE, McEwen LC, Magruder ND, Ingram RH, Swift RW. 1956.** Nutrient requirements for growth and antler development in the white-tailed deer. *J Wildl Manage* 20:221-32.
- Gordon IJ, Illius AW. 1994.** The functional significance of the browser-grazer dichotomy in African ruminants. *Oecologia* 98:167-75.
- Green MJB. 1987.** Diet composition and quality in Himalayan musk deer based on fecal analysis. *J Wildl Manage* 51:880-92.
- Hsia LC, Wang Y, Cheng ZJ, Chen BZ. 1989.** Feeding behavior of deer. *Kenting Natl Park Conserv Res Rep* No 61. p 49-73. [in Chinese].
- Illius AW, Gordon IJ. 1992.** Modelling the nutritional ecology of ungulate herbivores: evolution of body size and competitive interactions. *Oecologia* 89:428-34.
- Irwin LL, Cook JG, McWhirter DE, Smith SG, Arnett EB. 1993.** Assessing winter dietary quality in Bighorn sheep via fecal nitrogen. *J Wildl Manage* 57:413-21.
- Jarman PJ. 1974.** The social organization of antelope in relation to their ecology of body size and competitive interactions. *Oecologia* 89:428-34.
- King WW, Shy YM, Buu RH. 1998.** The



mixture effect between tropical legume species and pangola grass by partial renovation in pangola grass pasture. *Taiwan Livest Res* 31:165-74. [in Chinese].

**Kirchhoff MD, Larsen DN. 1998.** Dietary overlap between native sika black-tailed deer and introduced elk in southeast Alaska. *J Wildl Manage* 62:236-42.

**Kucera TE. 1997.** Fecal indicators, diet, and population parameters in mule deer. *J Wildl Manage* 61:550-60.

**Lee CF, Buu RH, Shy YM, Chen MC. 1991.** The nutritive value of pangola grass A254 at different stages of growth. *Taiwan Livest Res* 24:59-65. [in Chinese].

**Leite ER, Stuth JW. 1990.** Value of multiple fecal indices for predicting diet quality and intake of steers. *J Range Manage* 43:139-43.

**Leslie DM Jr, Starkey EE. 1985.** Fecal indices to dietary quality of cervids in old-growth forest. *J Wildl Manage* 49:142-6.

**Lin FD, Yong SK, Shih CH. 1985.** The apparent digestibilities, nitrogen and energy balances of common roughages in Formosan sika deer. *Kenting Natl Park Cons Res Rep No 38*. p 92-107. [in Chinese].

**Livestock Research Institute. 1987.** Forage analysis technical manual. where?: Livestock Research Institute.

**McCullough DR, Pei KCJ, Wang Y. 2000.** Home range, activity patterns, and habitat relations of Reeves' muntjacs in Taiwan. *J Wildl Manage* 64:430-41.

**Meyer MW, Brown RD, Graham MW. 1984.** Protein and energy content of white-tailed deer diets in the Texas coastal bend. *J Wildl Manage* 48:527-34.

**Mould ED, Robbins CT. 1981.** Nitrogen metabolism in elk. *J Wildl Manage* 45:323-34.

**Murphy DA, Coates JA. 1996.** Effects of dietary protein on deer. *Trans North Am Wildl Nat Resour Conf* 31:129-39.

**Nunez-Hernandez G, Holechek JL, Arthun**

**D, Tembo A, Wallace JD, Galyean ML, Cardenas M, Valdez R. 1992.** Evaluation of fecal indicators for assessing energy and nitrogen status of cattle and goats. *J Range Manage* 45:143-7.

**Ouellet JP, Crête M, Maltais J, Pelletier C, Huot J. 2001.** Emergency feeding of white-tailed deer: test of three feeds. *J Wildl Manage* 65:129-35.

**Pei JC. 2001.** The present status of the re-introduced Formosan sika deer (*Cervus nippon taiouanus*) in Kenting National Park. *Q J Chin For* 34:427-40. [in Chinese].

**Pei JC. 2003.** Mammal survey for the Kenting Ascended Coral-reef Nature Reserve (2/2). Final report, Taipei, Taiwan: Taiwan Forestry Research Institute. 18 p. [in Chinese].

**Robbins CT. 1983.** Wildlife feeding and nutrition. New York: Academic Press.

**Shieh WC, Cheng JF. 1991.** Pasture management on pangola grass in Hengchun area (III) Effects of Fertilizer application on pangola pasture. *Taiwan Livest Res* 24:1-7. [in Chinese].

**Shieh WC, Cheng JF. 1992.** The effect of plant regulator-NAA and GA<sub>3</sub> on quality of pangola grass. *Taiwan Livest Res* 25:81-8. [in Chinese].

**Shih CH, Yang SK, Sung SM, Hwang CS. 1984.** A survey on the feeding and management of Formosan sika deer in Taiwan. *Kenting Natl Park Cons Res Rep No 18*. p 248-75. [in Chinese].

**Soper RB, Lochmiller RL, Leslie Jr DM, Engle DM. 1993.** Condition and quality of white-tailed deer in response to vegetation management in central Oklahoma. *Proc OK Acad Sci* 73:53-61.

**Su HJ. 1985.** Vegetation analysis of the natural habitat of the Formosan sika deer and the site-selection for its sanctuary in the Kenting National Park. *Kenting Natl Park Cons Res Rep No 18*. p 63-101. [in Chinese].

**Takahashi, H. and K. Kaji. 2001.** Fallen

leaves and unpalatable plants as alternative foods for sika deer under food limitation. *Ecol Res* 16:257-62.

**Wallmo OC, Carpenter LH, Regelin WL, Gill RB, Baker DL. 1977.** Evaluation of deer habitat on a nutritional basis. *J Range Manage* 30:122-7.

**Wang Y, Chan SC, Chen SC, Chen FH. 1998.** Population and environmental monitoring of the released Formosan sika deer at Kenting National Park--application of GIS

system. *Kenting Natl Park Cons Res Rep No* 100. 65 p. [in Chinese].

**Wang Y, Chen SC, Lin CT, Chan SC, Chang RC. 1997.** Population and environmental monitoring of the released Formosan sika deer at Kenting National Park. *Kenting Natl Park Cons Res Rep No* 98. 45 p. [in Chinese].

**Yang SK, Shih CH. 1988.** The physiological studies of Formosan sika deer in captive. *Kenting Natl Park Cons Res Rep No* 56. p 70-94. [in Chinese].