

Provided for non-commercial research and education use.
Not for reproduction, distribution or commercial use.

ISSN 10175733
TAIPEI ZOO BULLETIN
VOLUME 22 DECEMBER 2011
第二十二期
中華民國一〇〇年十二月
動物園學報



This article was published in Taipei Zoo Bulletin. The attached copy is furnished to the author for non-commercial research and education use, including for instruction at the author's institution, sharing with colleagues and providing to institution administration.

Other uses, including reproduction and distribution, or selling or licensing copies, or posting personal, institutional or third party websites are prohibited.

In most cases authors are permitted to post their version of the article(e.g. in Word or Text form) to their personal website or institutional repository.

[http:// www.zoo.gov.tw](http://www.zoo.gov.tw)

桉樹葉營養成分與無尾熊採食偏好之關係

王晟璋* 高紹文** 趙明杰** 林美峰***

王晟璋、高紹文、趙明杰、林美峰 桉樹葉營養成分與無尾熊採食偏好之關係 動物園學報 22:11-16 (2011)

摘要：本研究藉由桉樹 (*Eucalyptus spp.*) 葉的營養分析，探討無尾熊 (*Phascolarctos cinereus*) 對不同部位桉樹之採食偏好與桉樹葉營養成分之關係。以臺北動物園四隻無尾熊進行採食觀察，得到其對 3 種桉樹的偏好採食部位，以此為依據進行桉樹葉採集與營養分析。無尾熊偏好採食之長度，從頂芽向下算起，脂桉 (*E. microcorys*, tallow wood) 約為 27.50 ± 6.45 cm，細葉桉 (*E. tereticornis*, forest red gum) 為 26.07 ± 7.12 cm，大葉桉 (*E. robusta*, swamp mahogany) 為 16.25 ± 2.50 cm。偏好採食部分皆含有較高的粗蛋白與較低的粗纖維及灰分含量。A 區桉樹葉中，無尾熊偏好採食部分含有較低的粗脂肪，但 B 區桉樹葉則無此現象。可見無尾熊偏好採食高蛋白含量的桉樹葉。

關鍵字：無尾熊、桉樹、營養成分、採食偏好

前言

無尾熊為澳洲特有種有袋類樹棲哺乳動物，終身以桉樹為食。全世界有超過 600 種桉樹，然而無尾熊僅選擇採食其中 5% 種類(Higgins *et al.* 2010)，再加上人工飼養的個體對桉樹之品種、新鮮度、適口性等的挑食情形，增加無尾熊在飼養上的困難 (高等 2001 ; Wallis *et al.* 2002)。

臺北動物園於 1999 年自澳洲庫倫賓野生動物保護區 (Currumbin Wildlife Sanctuary) 引進無尾熊，供保育教育展示之用。由於上述無尾熊對桉樹的挑食與依賴性，除了展示飼養與長時間運輸可能帶來的問題，最困難之處為如何提供無尾熊足夠且品質優良的食物 (Drake *et al.* 1990)，因此在無尾熊抵臺前，澳洲方面先派了桉樹的種植專家來臺考察及提供建議 (高等 2001)。近幾年來經園方的努力，還有淡水的桉樹種植地所提供的食物，目前無尾熊的食物量已充足且供應量趨於穩定。

雖然目前食物量已不成問題，但根據高等人 (2001) 的

報告與觀察現場無尾熊採食情況，仍有問題待研究與解決：

一、對不同種桉樹的偏好性：

無尾熊個體對不同種桉樹有特定的偏好，但整體而言能夠區分出採食量較多、較少與中間型等三種分群，較多者如脂桉與細葉桉等，較少者如玫瑰桉 (*E. grandis*, rose gum) 與斑桉 (*E. maculate*, spotted gum) 等，而中間型如大葉桉等。

二、對同種桉樹不同部位的偏好性：

無尾熊的採食習性多從樹枝頂部嫩葉開始採食，接著逐漸向下方較成熟葉採食，但越往下越成熟且老硬的葉子採食較少甚至拒食現象，對所有桉樹皆有相同的採食模式。

關於上述的情況，Higgins 等人 (2010) 曾進行無尾熊

* 臺灣大學

** 臺北市立動物園

*** 臺灣大學動物科學技術學系，通訊作者。

對 9 種桉樹的偏好性試驗，但並未說明對不同樹種之偏好性的原因，而 Ullrey 等人 (1981) 則分析無尾熊接受或拒絕採食的 11 種桉樹的營養成分，但並未比較同樹種中不同部位的採食情況。

本試驗對無尾熊的採食狀況進行初步的觀察與記錄，並以此為依據，採集臺北動物園內種植的脂桉、細葉桉與大葉桉，進行基礎營養分析，找出無尾熊對不同種桉樹與不同部位葉子採食偏好的可能原因，做為未來桉樹種植、飼養管理與後續研究的參考資料。

研究方法

一、無尾熊採食觀察

為了探討無尾熊上述採食偏好的原因，必須先進行初步的採食觀察與紀錄，做為後續桉樹葉採集的基礎資料，以利桉樹葉的營養分析。因此於 2010 年 5 月 23 號至 5 月 31 日，進行臺北動物園內四隻無尾熊的桉樹葉採食觀察。

進行採食觀察的四隻無尾熊，性別為三公一母，三公的年齡分別為 13、7 與 5 歲，母為 10 歲，體重約為 8.5 至 12 Kg，餵飼過程皆於飼養箱中進行。

採食觀察流程為每日上午 10 點 30 分左右，於桉樹枝條送入飼養箱前，量測頂部嫩葉至枝條基部的距離，並於隔日上午 10 點至 10 點 30 分，將採食後的枝條取出，量測枝條上被啃咬位置至基部距離，並計算四隻無尾熊從頂部嫩葉向下採食的平均距離，藉此估計無尾熊對不同種桉樹葉的採集部位之偏好，並做為後續桉樹葉樣本採集的依據。

依據高等人 (2001) 以及無尾熊飼養員的觀察，採食量較多的桉樹為細葉桉與脂桉，較少者為玫瑰桉與斑桉，中間型為大葉桉。因玫瑰桉與斑桉僅於動物園內保育區有少量種植，為避免影響飼養員的餵飼安排與無尾熊食物量，本次試驗主要針對脂桉、細葉桉與大葉桉等三者進行分析。

二、桉樹葉採集地點

目前臺北動物園內的桉樹種植地有三個區域，其一於溫

帶動物區內涼亭與廁所旁的種植地 (簡稱「A 區」)，其二於獸醫室後方的種植地 (簡稱「B 區」)，其三於可愛動物區旁公務車道後的小山丘上 (簡稱「C 區」)。上述三區中，由於 C 區內可採集桉樹多較為高大，且位於山坡地上，採集與運送作業困難，因此本次試驗的採集地主要以 A 區與 B 區為主。以下為 A 區與 B 區的個別狀況。

1. A 區：

此區整體地勢平坦，西面與南面皆有山坡緊鄰，順著下坡地勢向北延伸，更北邊則為丘陵地，東面為溫帶動物園區的涼亭與廁所，整體採光良好，但因地勢低平，西南兩側為山坡地，使得排水與通風不佳，潮濕悶熱。此區早期地勢低窪，常有工程廢土傾倒於此，因此土質變異性大，但因地勢平坦，易達性高且作業容易，常進行矮化作業，且因西南兩側為山坡地，雨後能將上方有機質向下帶入，並常施用堆肥，使得此區土壤肥沃，桉樹葉品質良好且供應量大。

2. B 區：

此區為四周山丘中的山谷地，整體地勢平坦，周圍無較高地形阻擋，採光、通風良好，但排水不佳。早期因此區地勢低窪，附近許多工程產生的廢棄土壤、水泥塊、柏油路塊等物，常堆棄於此而將此區填平，使土質變異性大而貧瘠，但因地勢平坦，易達性高且作業容易，常進行桉樹矮化作業，並且常施用堆肥，使此區桉樹葉品質良好且供應量大，但內部仍有部分區塊因上述廢棄土的影響，使種植於其上的桉樹生長狀況不佳。

三、桉樹葉之採集

桉樹葉採集時間為 2010 年 6 月至 8 月，早上 10 點半或下午 3 點左右進行，避免於接近中午的 11 點半至 2 點半之間採集，因此時日照強烈，植物容易因強烈的蒸散作用而流失過多水分。

採集時，先區分種植地(上述二區)以及 3 種桉樹，再依以下採集部位進行細分。剪下含有嫩葉的枝條，長度從頂端向下算起約 75 至 150 cm，以模擬園區內提供給無尾熊桉樹枝條的長度 (園區提供長度約 75 至 200 cm) (高等 2001)。採集部位則分為無尾熊偏好採食與較不採食兩個部

分，兩者的區分以上述採食記錄的結果為依據。

四、桉樹葉營養分析

桉樹葉採集、秤重後，經 50°C 烘乾 2 至 3 天後，置於室溫下回溫，與大氣水氣平衡 1 天後再秤重得風乾重。烘乾後的樣本均質過篩(20 mesh) 後，置於塑膠夾鏈袋密封，儲存於冰箱中，供後續分析使用。

營養分析項目有水分、粗脂肪 (crude fat, CF)、粗蛋白 (crude protein, CP)、粗纖維 (crude fiber)、灰分 (ash)，方法參照吳 (1994) 之營養分析進行。

結果與討論

一、採食部位

於 2010 年 5 月 23 日至 5 月 31 日的採食觀察中，四隻無尾熊對 3 種桉樹採食部位，多從枝條頂部嫩葉部分開始，向下方較成熟葉採食，而從頂部向下採食的平均長度如表一所示。

依據觀察與表一資料，從頂部嫩葉向下算起越接近平均長度時，無尾熊開始出現僅啃咬葉子前端部分，靠近葉子基部含有較粗葉脈者則拒食，或是整片葉子拒食的情形。為避免此灰色地帶影響到營養分析的準確度，在採集無尾熊偏好採食的部位時，均要比表一資料裡平均長度縮短數公分，即從頂部嫩葉向下算起：脂桉 25 cm、細葉桉 25 cm、大葉桉 15 cm，而較不採食或明確拒食的部分，則採集超過表一中平均採食長度的葉子。桉樹葉的樣本採集，即以此標準進行，並且依無尾熊採食桉樹葉部位，採集頂部嫩葉、嫩莖與成熟葉片，再分為偏好採食與較不採食二種部位，採集後即進行基礎營養分析。

二、桉樹葉營養分析

A 區與 B 區的三種桉樹葉營養分析結果，如表二與表三所示。偏好採食部分，皆含有較高的粗蛋白與較低的粗纖維含量。除了 B 區的脂桉，其他偏好採食部分皆還有較低

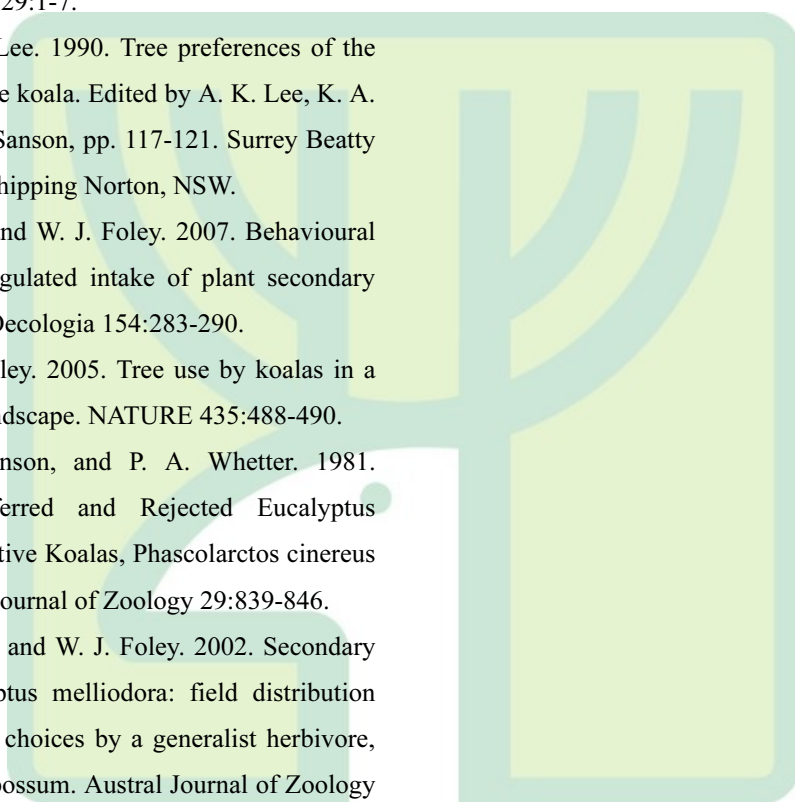
的灰分。結果顯示，水分含量與採食偏好的關係不顯著。A 區之各種桉樹葉偏好採食部分皆含有較低含量的粗脂肪，而 B 區之桉樹葉中僅有大葉桉有此現象。營養分析中萃取粗脂肪時，會將其他非極性物質，如二次代謝物中的精油，一起帶出。而從 Marsh 等人 (2007) 與 Moore 及 Foley 兩人 (2005) 的報告中可知，桉樹中二次代謝物含量越高，無尾熊的採食量越低。因此，表二的結果可能與上述二次代謝物之影響有關。然而，可能因本次試驗未將粗脂肪與二次代謝物分開萃取，造成上述兩種植地在分析數據上的差異。除了二次代謝物造成的差異，A 區與 B 區有不同的土壤肥沃度與經營方式，也可能造成同種桉樹在兩種植地有不同的生長情形與營養組成 (Hindell and Lee 1990)。另外，本試驗的桉樹葉採集時間為夏季階段的 6 月至 8 月，而植物體內之營養組成，會因不同季節的氣候狀況而有所改變 (劉 2006)，因此其他三季是否有如此的分析結果，仍需後續的深入研究。Ullrey 等人 (1981) 對無尾熊接受或拒絕採食的 11 種桉樹葉進行的營養分析試驗，大致上與本次試驗相同，無尾熊偏好採食之桉樹葉含有高營養與易消化成分。

由本次試驗可推測，無尾熊偏好採食之桉樹葉含有較高的粗蛋白，以及較低的粗纖維與灰分含量，但無法確定粗脂肪、二次代謝物含量與其採食偏好之關係，而不同種植地與不同季節對桉樹生長與營養組成，其對採食偏好的影響也無法確定。因此，未來仍待對上述問題進一步的實驗分析，才能對無尾熊採食偏好的原因有更清楚的了解，也能對桉樹種植與飼養管理有更多的幫助。

參考文獻

- 吳春利，1994。畜牧學實習 (飼料分析)。合記圖書出版社，臺北。68 頁。
- 高紹文、陳寶忠、楊勝雄、謝慧玲，2001。臺北動物園無尾熊之引進與飼養管理。動物園學報。13 卷:35-50 頁。
- 劉育延，2006。福山三種地形主要樹種葉部營養濃度之季節變化。碩士論文。國立臺灣大學森林環境暨資源學研究所。臺北。
- Drake, B., M. Miller, and N. W. Morley. 1990. Management of

- koalas in captivity. In: Biology of the koala. Edited by A. K. Lee, K. A. Handasyde, and G. D. Sanson. pp. 323-329. Surrey Beatty & Sons Pty Limited, Chipping Norton, NSW.
- Higgins, A. L., F. B. Bercovitch, J. F. Tobey, and C. H. Andrus. 2010. Dietary Specialization and Eucalyptus Species Preferences in Queensland Koalas (*Phascolarctos cinereus*). *Zoo Biology* 29:1-7.
- Hindell, M. A., and A. K. Lee. 1990. Tree preferences of the koala. In: Biology of the koala. Edited by A. K. Lee, K. A. Handasyde, and G. D. Sanson, pp. 117-121. Surrey Beatty & Sons Pty' Limited, Chipping Norton, NSW.
- Marsh, K. J., I. R. Wallis, and W. J. Foley. 2007. Behavioural contributions to the regulated intake of plant secondary metabolites in koalas. *Oecologia* 154:283-290.
- Moore, B. D., and W. J. Foley. 2005. Tree use by koalas in a chemically complex landscape. *NATURE* 435:488-490.
- Ullrey, D. E., P. T. Robinson, and P. A. Whetter. 1981. Composition of Preferred and Rejected Eucalyptus Browse Offered to Captive Koalas, *Phascolarctos cinereus* (Marsupialia). *Austral Journal of Zoology* 29:839-846.
- Wallis, I. R., M. L. Watson, and W. J. Foley. 2002. Secondary metabolites in *Eucalyptus melliodora*: field distribution and laboratory feeding choices by a generalist herbivore, the common brushtail possum. *Austral Journal of Zoology* 50:507-519.



The relationship between nutritional content of eucalyptus (*Eucalyptus spp.*) browse and food preference of koalas

Cheng-Wei Wang^{*}, Shao-wen Kao^{**}, Ming-Chieh Chao^{**} and Mei-Fong Lin^{***}

Abstract: The purpose of this study is to understand why koalas have different preferences for different parts of eucalyptus leaves. Through the observation of the preference of browsing eucalyptus by captive koalas at Taipei Zoo, we divided the leaves into portions that were either preferred or not preferred by koalas. The different portion of samples were collected and the nutritional contents were analyzed. The length of the preferred portion from young shoots of tallow wood, forest red gum, and swamp mahogany were 27.50 ± 6.45 cm, 26.07 ± 7.12 cm and 16.25 ± 2.50 cm, respectively. The preferred intake portion contained higher crude protein, but lower crude fiber and ash were shown in this portion. The preferred portion collected from the A Zone contained lower crude fat. However, this was not observed in the same portion of sample that collected from the B Zone. It suggested that captive koalas preferred to intake the higher crude protein portion.

Key words: koala, eucalyptus, intake preference, nutritional content

* National Taiwan University

** Taipei Zoo

*** National Taiwan University, corresponding author

表 1. 無尾熊對三種桉樹平均採食長度

樹種	平均採食長度* (cm)
脂桉	27.50 ± 6.45
細葉桉	26.07 ± 7.12
大葉桉	16.25 ± 2.50

* 平均採食長度值為平均值 ± 標準差 (n = 4)

表 2. 無尾熊對 A 區三種桉樹葉採食部位之營養分析結果

樹種	水分(%)	粗脂肪(%)	粗纖維(%)	粗蛋白(%)	灰分(%)
脂桉 a	8.55	9.71	9.61	6.85	3.42
脂桉 b	8.55	13.73	13.08	6.28	4.03
細葉桉 a	11.44	6.64	8.95	13.87	4.95
細葉桉 b	10.07	7.06	18.00	8.27	6.03
大葉桉 a	10.79	9.01	7.29	7.66	4.06
大葉桉 b	10.10	9.87	14.36	7.63	4.82

a為無尾熊偏好採食部分，b為較不採食部分。

表 3. 無尾熊對 B 區三種桉樹葉採食部位之營養分析結果

樹種	水分(%)	粗脂肪(%)	粗纖維(%)	粗蛋白(%)	灰分(%)
脂桉 a	10.30	14.28	13.47	9.93	4.46
脂桉 b	10.56	13.75	14.65	6.63	4.44
細葉桉 a	9.77	10.63	8.97	12.40	5.09
細葉桉 b	9.13	9.03	19.07	9.70	5.49
大葉桉 a	10.28	9.12	8.97	10.39	4.36
大葉桉 b	10.81	9.53	14.45	9.14	4.94

a 為無尾熊偏好採食部分，b 為較不採食部分。