

國立屏東科技大學野生動物保育研究所

碩士學位論文

圈養亞洲黑熊之食物偏好

Food Preference of Captive Asiatic Black Bears

Ursus thibetanus

指導教授：黃美秀 博士

研究生：邱昌宏

中華民國九十五年十二月二十八日

摘 要

學號：M9217004

論文名稱：圈養亞洲黑熊之食物偏好

總頁數：44

學校名稱：國立屏東科技大學

系（所）別：野生動物保育研究所

畢業時間及摘要別：九十五 學年度第一 學期博（碩）士學位論文摘要

研究生：邱昌宏

指導教授：黃美秀博士

論文摘要內容：

亞洲黑熊 (*Ursus thibetanus*) 為雜食性的食肉目動物。本研究藉由餵食圈養黑熊野外及人為食物，記錄黑熊對不同食物的取食情況，並進一步分析其偏好結果與各類食物因子之關係，包括食物營養、顏色、大小、單寧酸等。本研究季節性提供黑熊 10 種食物，總計對 7 隻圈養亞洲黑熊（3 雄及 4 雌熊成體）進行 1970 次食物選擇測試，另對其中 4 隻黑熊進行 280 次顏色和大小之選擇測試。

研究結果顯示黑熊的取食次序、食量，與合併前述二項的食物偏好指數皆呈高度相關 (r 皆 ≥ 0.9 , $p < 0.01$)，食物偏好指數亦與對該食物之取食行為模式一致 (p 皆 < 0.01)。黑熊對於偏好等級較高（偏好等級大於 9）之食物，個體間之擇食情形較為一致，例如各季受測所有個體均偏好蜂蜜、麵包蟲、地瓜、山櫻花果、姑婆芋果、奇異果等食物。

受測個體對全年性提供的食物（蜂蜜、麵包蟲、地瓜、山芋葉、羊肉）之偏好程度並沒有季節性差異。黑熊季節性對各食物之偏好等級與食物碳水化合物、總能含量呈顯著正相關（Spearman test, $r=0.26-0.5$, p 皆 ≤ 0.04 ），並與水分、粗蛋白、灰分呈顯著負相關 (r 皆 ≤ -0.27 , $p \leq 0.04$)，但與 17 種植物性食物之單寧酸含量則無顯著相關 ($r=-0.13$, $p=0.63$)。

擇食試驗結果並顯示黑熊的擇食偏好與食物的顏色、大小無顯著相關。此外，黑熊對平日餵食的 8 種食物之偏好度與各項食物營養皆無顯著相關，顯示圈養的餵食環境可能影響動物之擇食模式。除了動物本身

特殊的生理需求之外，黑熊對食物的選擇行為並受營養含量、取食效率，以及個體學習經驗等因素影響。

關鍵字：亞洲黑熊、食物選擇、偏好指數、營養含量、最佳覓食策略

Abstract

Student ID: M9217004

Title of thesis: Food Preference of Captive Asiatic Black Bears *Ursus thibetanus*

Total page: 44

Name of Institute: Institute of Wildlife Conservation

Graduate date: January, 2007

Degree Conferred: Master

Name of student: Chung-Hung Chou

Adviser: Mei-Hsiu Hwang

The contents of abstract in this thesis:

Asiatic black bears (*Ursus thibetanus*) are omnivorous carnivores. The study objective was to examine feeding behaviors and food preferences of captive bears through providing natural and artificial foods. I also compared bear food preference with factors that may influence preference: food nutrition, food color, food size, and tannic acid. I provided 10 foods to bears in different seasons, with a total of 1970 food selection tests to 7 captive bears (3 male and 4 female adults), and 280 color and size selection tests to 4 bears.

The results show that the bear's feeding order, feeding quantity, and preference index were all highly correlated (Spearman test, $r \geq 0.9$, $p < 0.01$). The food preference index was also correlated with the feeding behavior pattern ($p < 0.01$). Besides, individuals tend to have the same selection pattern toward their favorite foods (preference level > 9), such as honey, tenebrionid beetle larva, sweet potato, Taiwan cherry, giant elephant's ear fruit, and kiwi fruit in test seasons.

Bears show no seasonal preference difference to annually-supplied foods (honey, tenebrionid beetle larva, sweet potato, Formosan taro leaf and mutton). However, food preference was positively correlated with carbohydrate and

gross energy content of seasonal foods, respectively ($r=0.26-0.5$, $p \leq 0.04$), but negatively correlated with water, crude protein, and ash ($r \leq -0.27$, $p \leq 0.04$). The bear preference level seemed unrelated to tannic acid contents of 17 vegetable foods ($r = -0.13$, $p=0.63$).

In food selection experiments, the bear food preference index were no significant correlations with food color and size ($r=-0.04$, 0.08 , $p > 0.05$). Otherwise, there were no correlations between bear preference of 8 foods which were routinely fed by keepers and various nutrition contents. The result indicated that in addition to specific physical requirement, the food selection pattern of bears may be influenced by nutrition, feeding efficiency, captive environment, and learning experience.

Keywords: *Ursus thibetanus*, food selection, preference index, nutrition, optimal foraging strategy

誌謝

這是論文撰寫中，最讓我五味雜陳的一部份，因為它讓我從頭回想這三年半的點滴（花了三年半，唉，想到就心酸...）。

我的指導老師—黃美秀老師，是研究所生涯中改變我最大的一位。我生性怠惰擅長拖拉的個性，遇到她就像遇到剋星。在她凡事往前衝的耳濡目染之下，我才知道原來事情是可以這樣做的。老師，謝謝您的諄諄教誨，您終於不用再容忍我了。

其它要感謝的人還有：口試委員夏良宙、鄭錫奇老師對我論文提供的寶貴建議，以及鄭老師在研究期間提供人力物力的支援；台北動物園楊翕雯小姐在食物營養分析上的熱心協助及意見提供；福壽實業股份有限公司的謝靜南先生在營養分析上的幫忙；研究助理強哥（楊富強）在植物採集及試驗操作上的協助、中翎在論文修改上提供寶貴意見；學妹雨岑協助提供山櫻花、山柿等果實；前助理游姐（游秀雲）提供落腳之地，讓我不至於流落街頭；行政助理珈慈在帳務處理上的協助；學長智筌協助尋找台灣胡桃；同學佳雯協助採集胡桃；老莫（陳惠玲）協助採集草莓；同學禎祺、孔仔、韻如及烏店（聽說改名為烏園）助理瑛秀，不時提供一些沒啥營養的話題，適時紓解我研究上的壓力；學妹張嘉玲、台大畜產所的林家民在營養上的意見提供；烏石坑低海拔試驗站全體同仁在生活起居及試驗進行上的協助；三舅舅、舅媽、表姊柔姿、三哥原欣、二哥佳能、一哥仁宗提供我在台中的落腳之地，除了三不五時請我吃大餐，並對我的研究提出各種稀奇古怪的問題刺激我思考；蜂農簡明順先生提供蜂蠟；試驗站的大熊小熊在試驗上的配合演出；我的家人在精神及經濟上的支援（最高興的可能是我爸，因為終於可以不用再匯錢給我了），甘迺迪在屏東的陪伴，還有這一路上我遇到的所有人，在此一併謹致謝忱。

一路走來，只能用「跌跌撞撞」形容，然而每一次重重摔跤之後再蹣跚爬起，似乎感覺到，全身上下有哪裡不一樣了，到底是怎麼不一樣我也說不清楚，但可以確定的是，再踏出的步伐變的更穩健，變的不再那麼輕易跌倒。

我走了

再見了，壯闊的牧場，
再見了，南島的艷陽，
再見，我的學生生涯。

目錄

摘要.....	I
Abstract.....	III
誌謝.....	V
目錄.....	VI
圖表目錄.....	VIII
壹、前言.....	1
貳、材料與方法.....	5
一、研究對象及樣區.....	5
二、研究方法.....	6
(一) 試驗食物.....	6
(二) 試驗步驟.....	6
(三) 食物營養及單寧酸分析.....	9
(四) 資料分析.....	10
參、結果.....	12
一、季節性擇食偏好.....	12
二、食物選擇與食物營養及單寧酸之關係.....	21
三、顏色及大小選擇試驗.....	21
四、平日餵食之偏好度與食物營養之關係.....	23
肆、討論.....	26
一、影響黑熊擇食因素.....	26
(一) 黑熊食物偏好度之季節及個體差異.....	26
(二) 營養及單寧酸.....	26
(三) 食物顏色及大小.....	29
(四) 食物熟悉度.....	30
(五) 食物處理否.....	30
二、其它影響擇食之因素.....	32
三、研究限制.....	33
伍、結論.....	35
參考文獻.....	36
附錄一、食物熱量係數.....	42

附錄二、單寧酸分析法.....	43
作者簡介.....	44

圖表目錄

圖 1、黑熊春季擇食試驗之個體平均偏好指數及等級.....	12
圖 2、黑熊夏季擇食試驗之個體平均偏好指數及等級.....	14
圖 3、黑熊秋冬季擇食試驗之個體平均偏好指數及等級.....	16
圖 4、黑熊 (n=6) 攝食單位重量 (克) 青剛櫟、板栗、圓果青剛櫟 所花時間, 及食量百分比.....	20
圖 5、黑熊平日餵食平均食序指數及等級.....	24
表 1、低海拔試驗站亞洲黑熊個體資料.....	5
表 2、各季節測試食物清單.....	7
表 3、黑熊春季擇食試驗結果.....	13
表 4、黑熊夏季擇食試驗結果.....	15
表 5、黑熊秋冬擇食試驗結果.....	17
表 6、三季擇食試驗, 七隻黑熊個體兩兩間偏好等級之一致性.....	19
表 7、黑熊 (n=7) 取食行為百分比.....	20
表 8、各季節食物營養與丹寧酸含量百分比.....	22
表 9、黑熊季節性食物偏好等級與各食物營養百分比之相關性.....	22
表 10、黑熊對兩種顏色吐司配對之選擇結果.....	23
表 11、黑熊對平日食物之食序指數及等級.....	25
表 12、黑熊平日餵食食物之營養含量百分比.....	25

壹、前言

進食，對動物來說是十分重要的行為，體組織增長、維持生命穩定、母獸哺乳所需能量等均需透過進食。動物對食物並非來者不拒，除非環境中食物資源的可獲得性 (availability) 受到限制，否則動物通常會有選擇食物的行為 (Belovsky and Schmitz, 1994)，此也反應出動物對不同食物具有不同的偏好程度。偏好 (Preference) 是指與其他資源相比，動物會較高比例地使用某種資源，即便該資源之可獲得性遠低於其他資源 (Thomas and Taylor, 1990；Garshelis, 2000)。

擇食行為不僅反應動物本身的需求，例如營養需求 (Landers *et al.*, 1979；Hellgren *et al.*, 1989；Rode and Robbins, 2000)，也受其他因素影響，比如覓食效率、適口性、氣味、顏色、大小等 (Bacon and Burghardt, 1976；Bacon, 1980；Maccracken and Hansen, 1987；Avery *et al.*, 1995；Fujita, 1995；Kohinoor *et al.*, 1995；Kimball *et al.*, 1998；Bergman *et al.*, 2001；Mathy, 2001；Iaconelli and Simmen, 2002；Clauss *et al.*, 2003；Makkar, 2003)。此外，動物感官能力也會影響擇食，因為動物是依靠各種感覺來搜尋食物，包括嗅覺、味覺、觸覺及視覺。例如研究者以人的標準決定植物之味覺 (酸、甜、苦)、嗅覺 (強烈、中等、微弱)、粗糙度 (強烈、中等、微弱) 等，發現綿羊同時利用各種感覺的交互作用擇食，但以味覺為主要決定的感官依據，只不過對於人類與動物感覺標準之異同，並無法提供明確證據加以判定 (Krueger *et al.*, 1974)。

食物營養含量對動物十分重要，不論是個體成長、生殖，甚至族群的增長等，都直接、間接受營養左右。動物在不同季節可能會有不同之營養需求，例如：美洲黑熊 (*Ursus americanus*) 春天傾向於攝取高蛋白質食物，夏天則攝取高碳水化合物及水分的食物，秋天攝取高脂肪食物，且黑熊對某些食物的偏好與水果中的高糖分含量有關 (Landers *et al.*, 1979)。

食物顏色也會影響某些動物的覓食，比如視覺敏銳的靈長類 (Dominy *et al.*, 2001)。Bacon 等 (1976) 觀察美洲黑熊在晨昏活動時，主要依賴視

覺來定位及覓食，並且發現美洲黑熊有區別不同顏色的能力。美洲黑熊在搜尋螞蟻巢窩時，會先以視覺線索定出蟻窩位置（如：腐朽木頭），待接近蟻窩時再以嗅覺決定從何處破巢而入（Noyce *et al.*, 1997）。

食物選擇在前人研究中大多探討能量最大化的最佳覓食策略（optimal foraging strategy），即花最少時間獲得最大能量（Schoener, 1971），某些熊類似乎也有採用此種策略覓食的情況（Hwang *et al.*, 2002）。食物的大小常與能量最大化有關，體型較大的螞蟻種類較能吸引美洲黑熊及灰熊（*Ursus arctos*）取食（Noyce *et al.*, 1997；Mattson, 2001），而食物大小也會誘發獼猴（*Macaca mulatta*）群體間的攻擊及競爭食物行為（Mathy and Isbell, 2001），或許食物大小會影響偏好度，由偏好度再進一步影響競爭行為。

植物組織中常見之酚性（如：單寧酸 tannin）、萜類（terpenes）化合物，普遍存在於植物組織中。單寧酸存在於樹皮、果皮，帶有苦澀味（陳業高，2004），若某植物所含單寧酸超過一定濃度，則會降低狐猴（*microcebus murinus*）對該植物的取食（Iaconelli and Simmen, 2002），然而靈長類可以忍受並攝取中等濃度以下之含單寧酸食物（Laska, 2000；Dominy *et al.*, 2001；Remis, 2002）。萜類化合物含有較強烈之香氣（陳業高，2004），美洲黑熊則傾向於攝取低萜類、高碳水化合物之植物（Kimball *et al.*, 1998）。

亞洲黑熊（*Ursus thibetanus*）屬於熊科（Ursidae）動物，廣泛分布於亞洲地區，包括中國、台灣、日本、越南、俄羅斯、巴基斯坦、泰國、南北韓等地（Oi *et al.*, 2006）。台灣黑熊（*Ursus thibetanus formosanus*）屬於台灣唯一特有的原產熊類。黑熊曾廣泛地分佈於全島低至高海拔的森林地帶（Kano, 1940, cited by Wang, 1999）。近幾十年來，由於人為干擾及棲地破壞，黑熊有被迫往地形崎嶇、海拔較高，而人為活動較少處活動之趨勢（Hwang and Wang, 2006），目前野外族群數量不明。1989年，台灣黑熊被列入野生動物保育法中的「瀕臨絕種」動物，以及1996年的IUCN紅皮書「易受傷害物種」，可見台灣黑熊目前的處境十分堪慮。

自1990年以來，有關台灣黑熊的研究相繼產生，提供黑熊分布、棲地利用（王冠邦，1990）、圈養行為（黃美秀、王穎，1993）、活動範圍（Hwang, 2003）等方面的生態資料。至於野外食性的部分，則有 Hwang 等（2002）及吳煜慧（2004）之研究；兩者雖藉由排遺分析、訪查及食痕辨識，得知野外黑熊的季節性食物種類，但因為野外環境觀察不易，並沒有更進一步探究可能影響黑熊擇食的因素及偏好之食物。

台灣黑熊雖屬於食肉目動物，但其食性甚廣，除了動物性的肉類、昆蟲之外，也包括植物性的果實、根、莖、葉等，以及人類遺留的食物（Hwang *et al.*, 2002）。有些學者指出熊類多樣化的食物，能避免食物專一化可能產生的營養失衡（Kasbohm *et al.*, 1995；Rode and Robbins, 2000）。

熊類的食物組成有季節性的差異，當環境中的食物資源隨季節而改變時，黑熊的食性也時常跟著改變（Landers *et al.*, 1979；Beeman and Pelton, 1980；Bacon and Burghardt, 1983；Huygens and Hayashi, 2001；Hwang *et al.*, 2002）。台灣黑熊似乎採機會主義式之覓食策略，其於玉山國家公園之季節性食性變化明顯，例如：春季（3-5月）有山櫻花果（*Prunus campanulata*）、懸鉤子（*Rubus spp.*）、莢蒾（*Viburnum spp.*）、箭竹筍（*Yushania niitakayamensis*）等；夏季（6-8月）有香楠（*Machilus zuihoensis*）、山枇杷（*Eriobotrya deflexa*）、姑婆芋果（*Alocasia macrorrhiza*）、台灣蘋果（*Malus formosana*）等；秋冬季（9-2月）有獼猴桃（*Actinidia chinensis*）、山柿（*Diospyros morrisiana*）、台灣胡桃（*Juglans cathayensis*）等，另外還會大量取食青剛櫟（*Cyclobalanopsis glauca*）等堅果（Hwang *et al.*, 2002；吳煜慧 2004）。

雖然野外食物資源常因季節變動而影響熊類的覓食活動，但也有研究指出野外黑熊有選擇食物的情形。日本 Chichibu 山區的亞洲黑熊秋季會攝取三種堅果，並且主要以 *Q. crispula* 為食（Hashimoto *et al.*, 2003）。當某年 *Q. crispula* 產量不佳，黑熊仍然高比例的攝取此種堅果勝過其他種類食物，唯研究者無法確切說明黑熊大量攝取此種堅果的可能原因。野外熊類食性調查對於影響動物選擇食物的因素缺乏直接證據，原因

有：一、黑熊族群密度低，觀察樣本偏低；二、動物生性隱蔽、行蹤不定，以及森林植相複雜，遮蔽度高，難以直接觀察；三、野外環境條件變化多端，無法控制或操弄環境變因，比如天候、各類食物相對生產量等，難以有效釐清觀測因子間的因果關係。這也無怪乎許多哺乳動物擇食行為的研究多鎖定於容易觀察或圈養的物種，比如靈長類、鹿科，或小型齧齒類等(Laska, 2000; Remis, 2002; Bergman *et al.*, 2003; Laska *et al.*, 2003; Visalberghi *et al.*, 2003)，至於雜食性的食肉類動物的研究則十分有限。

本研究的目的是要經由一套有系統的試驗設計，透過直接觀察，記錄圈養黑熊對不同食物的進食順序及食用量，來推測其食物偏好模式，並探討食物偏好與食物營養含量、顏色、大小、單寧酸等因子的相關性。

貳、材料與方法

一、研究對象及樣區

試驗樣區為行政院農業委員會特有生物研究保育中心所屬之低海拔試驗站，位於臺中縣和平鄉自由村烏石坑地區，試驗用地共計382公頃，其中包括天然林275公頃及人工林107公頃。試驗站海拔高度約1000m，年平均氣溫約18 °C，年雨量達2,684mm，相對溼度平均85%，整年有霧天氣約100天，並有明顯之乾溼季。風向以北風為主，平均風速約為0.5km/hr（資料來源：行政院農業委員會特有生物研究保育中心低海拔試驗站）。

研究對象為低海拔試驗站內圈養之亞洲黑熊，共7隻，包括3隻公熊和4隻母熊之成體。有兩隻確定來自野外（表1），應該是台灣黑熊，其他個體無法確定，故通稱為亞洲黑熊。黑熊之平日餵食食物包括蘋果、番石榴、木瓜、饅頭、狗飼料、紅蘿蔔、柳橙、豬肉、肉骨等，每日每隻個體每種食物的供應量為200-1700克不等。平日餵食時間為上午九點至十二點，一日一飼。

二、研究方法

表 1、低海拔試驗站亞洲黑熊個體資料

熊名	代號	年齡	體重 (kg)	來源	是否待過野外	測試項目 ^a
小妞	♀A	兩歲又十月	80	卡特與黑妞交配所生	否	12345
小熊	♀B	十一歲	116	六個月大之前都在野外	是	12345
元元	♀C	不詳	93	民間贈送	不詳	123
黑妞	♀D	不詳	80	民間贈送	不詳	12
阿財	♂E	不詳	162	民間贈送	不詳	12345
卡特	♂F	十多歲	114	民間贈送	不詳	12345
阿里	♂G	約四歲	100	六個月大之前都在野外	是	345

^a1.春季擇食試驗，2.夏季擇食試驗，3.秋冬擇食試驗，4.顏色試驗，5.大小試驗

(一) 試驗食物

試驗食物挑選的依據，主要是參考野外台灣黑熊的食性(Hwang et al. 2002；Wu 2004)。根據植物物候學及野外黑熊的習性，本研究將試驗分3個季節進行(春，3-5月；夏，6-8月；秋冬，9-隔年2月)，每季提供10種食物作為黑熊擇食試驗的材料(表2)。

試驗食物包括5種為全年性食物，3季試驗都提供，以及5種季節性採集食物，於生產季前往野外採集。對於野外不易採集的黑熊食物，本研究儘量挑選和野外食物屬性相似的人為食物替代之，並於市場購買，比如蜂蜜(野蜂蜜)、麵包蟲(昆蟲)、羊肉(獸肉)、草莓(懸鉤子)、奇異果(獼猴桃)等。本研究另選擇黑熊每日餵食的地瓜，因為地瓜是圈養黑熊熟悉的食物，本研究以它做為與其他採集食物做偏好度比較的基準。

試驗食物會測量大小，以與擇食結果做比較。大小測量上，試驗時會預先處理的食物，如地瓜、奇異果、台灣蘋果等切成塊，箭筍切成段，則測量處理後之寬度及直徑(mm)。再將食物尺寸歸類成大、中、小三類，若食物之寬度×直徑為30-200mm²屬於小，201-400mm²為中，401-2000mm²為大。

(二) 試驗步驟

1、食物選擇

試驗在試驗站黑熊籠舍進行，一共測試6隻熊。黑熊採分別隔間飼養的方式，必須輪流進行試驗。熊隻的試驗順序每次擲骰子決定，以避免固定實驗順序下熊隻可能產生的偏差。

每季試驗開始進行之前兩天，每日提供各種測試食物各30g給每隻熊，使熊隻先嘗試並熟悉各種食物。每天上午8:00-12:00試驗三隻熊，各約10次，避免因過多次試驗而使熊隻產生疲乏反應。為確保熊隻在試驗進行中，均處於等待餵食狀態，避免熊隻在飽食狀態下不接受測試，因此試驗結束才進行平日餵食。

表 2、各季節測試食物清單

季節	食物名稱	學名	部位	類別	顏色	大小 (mm ²)	果實成熟度 (未熟/熟/ 過熟, %)
全年	羊肉		胸腹部	動物	紅	2790	
全年	麵包蟲	<i>Tenebriomolitor</i>	全蟲體	動物	黃	37	
全年	蜂蜜		巢塊		黃	2077	
全年	山芋葉	<i>Colocasia konishii</i>	葉	植物	綠	11376	0/100/0
全年	地瓜	<i>Ipomoea batatas</i>	地下莖	植物	黃	950	0/100/0
春	山櫻花果	<i>Prunus campanulata</i>	果實	植物	紅	100	0/70/30
春	箭竹筍	<i>Yushania niitakayamensis</i>	芽	植物	黃	508	0/100/0
春	草莓	<i>Fragaria ananassa</i>	果實	植物	紅	349	0/100/0
春	板栗	<i>Castanea mollissima</i>	果實	植物	黃	855	0/100/0
春	屏東木薑子	<i>Litsea akoensis</i>	果實	植物	綠	104	0/100/0
夏	山枇杷	<i>Eriobotrya deflexa</i>	果實	植物	黃	242	10/80/10
夏	台灣蘋果	<i>Malus doumeri</i>	果實	植物	綠	1038	0/100/0
夏	大葉楠	<i>Machilus kusanoi.</i>	果實	植物	黑	157	0/90/10
夏	姑婆芋果	<i>Alocasia odora</i>	果實	植物	紅	13	0/100/0
夏	樟果	<i>Cinnamomum camphora</i>	果實	植物	綠	90	0/100/0
秋冬	青剛櫟	<i>Quercus glauca</i>	果實	植物	綠	231	50/50/0
秋冬	圓果青剛櫟	<i>Quercus globosa</i>	果實	植物	黑	132	0/100/0
秋冬	台灣胡桃	<i>Juglans cathayensis</i>	果實	植物	黑	883	0/100/0
秋冬	奇異果	<i>Actinidia Chinensis</i>	果實	植物	綠	1246	0/100/0
秋冬	山柿	<i>Diospyros japonica</i>	果實	植物	黃	276	20/70/10

本研究利用 three-alternative choice test 評量動物的食物偏好度，即同時提供黑熊3種等量食物，記錄其對3種食物的啃咬順序、食用量、進食行為等。每次試驗前，由10種食物中任意選擇3種為一組，每種約20g。每隻熊一季有120個組合測試。

同時餵食的3種食物間隔約5cm，並排放置於不鏽鋼製成之長40cm，寬30cm口字型餵食器上。根據先期觀察發現，若熊3種食物都吃，最多3分鐘吃完，故試驗時間3分鐘。若時間未到而食物已吃完，或時間已到而尚未吃完，則試驗結束，但秋冬季之青剛櫟、圓果青剛櫟，及大小試驗的板栗等3種食物例外，因為要記錄黑熊對3種食物的進食時間，以推算其進食效率，而攝取堅果的時間有時會超過3分鐘。將餵食器從熊舍柵門下空隙推入熊舍，試驗開始。

由於黑熊對於不同食物的取食模式不盡相同，本研究也記錄黑熊對不同食物的進食方式，包括直接吃入、吐出後再吃入、吐出後不吃入、無動靜，並計算黑熊對各類食物4種進食方式之出現頻度，作為黑熊擇食行為及偏好之參考。

2、顏色選擇

為探究食物顏色對黑熊擇食之影響，本研究以10×5cm的白色吐司麵包，外層塗以紅、綠、黃、黑等4種顏色的食用色素水（色素1茶匙：水400cc）。此4色乃由食物選擇試驗中的20種食物的顏色歸納而來。正式試驗前，提供4色吐司各兩片，使熊每種顏色都吃過。測試熊隻共4隻，試驗在早上跟下午進行，每隻每天測試8-20回。每次任取兩種不同顏色的吐司為一組，一共有6組，每組重複十次，故每隻熊總計有60回測試。各組合測試的次序事先以亂數表排序之，再依此次序進行餵食試驗。

試驗方式為將兩種顏色的吐司放在餵食器上，吐司間隔15cm，吐司1/3外露於餵食器前端。同一組測試的兩種顏色吐司的擺放位置會互換。餵食器離地約40cm平貼柵欄，吐司前端則從柵欄間隙進入熊舍，使熊以嘴部取食而不用手掌，因為有的個體有慣用右前掌或左前掌取食的習慣。當熊吃完第一片吐司立刻取出餵食器，使其不能兩片都吃。試驗間

隔約5分鐘，記錄先吃的吐司顏色。

3、大小選擇

以市售兩種大小之天津板栗 (*Castanea mollissima*) 為一組同時呈現給熊，觀察熊是否偏好其中一種。大的板栗一顆平均 11.8g (SD=0.85, n=100)，每回 3 顆；小的平均 6.6g (SD=1, n=100)，每回 6 顆。測試熊隻共 4 隻，每天每隻測試 4-7 回。每次試驗每種提供 30±2g。每隻熊總計有 10 回測試。將兩種栗子分別放在兩根間隔 15 cm 之長木板前端，兩木板同時靠近柵欄。當熊以嘴部靠近其中一種並啃咬，則另一種抽出，使其一次只能選一種。每回試驗間隔約 20 分鐘，記錄熊吃入之栗子的重量及吃完時間。

4、平日餵食觀察

試驗站圈養的所有熊隻每天都被飼以固定的數種食物。本研究觀察黑熊對於平日餵食食物之偏好，並與食物選擇試驗之偏好結果做比較。一共觀察 6 隻熊，每隻觀察 10 天，每天一次測試。以試驗站平日餵食之地瓜、蘋果、番石榴、木瓜、狗飼料、柳橙、饅頭、紅蘿蔔等 8 種食物，各取約 100 克，於平日餵食前放入籠舍地板，成 C 形擺放，食物位置隨機排列，然後讓熊進入籠舍攝食，記錄進食順序。本研究不記錄取食量，因為提供之食物不是全部被熊吃完就是不吃。當黑熊停止進食超過 3 分鐘，該回試驗便結束。

(三) 食物營養及單寧酸分析

餵食測試的食物樣本 (200 g) 由福壽實業股份有限公司作營養成分檢測分析，檢測食物中的水分%，再由乾物質中分析灰分、粗蛋白、粗脂肪、粗纖維等 4 項之重量，並換算成百分比值。無氮抽出物是營養總百分比減去水分、灰分、粗蛋白、粗脂肪、粗纖維之百分比值後求得 (顏 1985)；碳水化合物是以計算無氮抽出物 (nitrogen-free extractives, NFE) 加上粗纖維為其估計值。總能是以衛生署食品熱量係數之公式 (附錄一) 求得各項食物之總熱量 (卡路里)。此外，單寧酸則是取 200 克委託國立屏東科技大學水產檢驗中心分析 (附錄二)。

(四) 資料分析

本研究以統計軟體 SPSS10.0 中文版進行資料分析。受測熊隻各季節理論上的總餵食測試數為720次(120組合×6熊)。由於同季節野外食物的產季有早有晚,採集上有時無法同時取得,或者採集量不足,故實際測試數分別為春季659次,夏季591次,秋冬季720次。

為了表示受測個體的食物選擇程度,本研究從進食順序及食用量兩個角度來評估,前者是假設黑熊對較偏好食物會較優先取食,後者是假設黑熊對較偏好食物之食量會較高。本研究以「進食順序指數」及「食量指數」分別指稱黑熊對各食物之進食順序及食用量情況。

同時呈現的三種食物,個體對該食物之進食順序指數為:第一個進食食物給予3分,第二個進食食物給予2分,第三個進食食物給予1分,若黑熊對任一食物不進食則該食物為0分。將各熊隻各種食物全部餵食次數之得分加總後,再除以餵食次數。最大理論值為1分(進食順序1×36次×3分/餵食36次/3)。

個體對該食物之食量指數為:黑熊對某食物之取食量百分比若為1-25%,則給予1分,26-50%給予2分,51-75%給予3分,76-100%給予4分,未食給予0分。將各熊隻各種食物全部餵食次數之得分加總後再除以餵食次數。最大理論值為1分(4分×36次/餵食36次/4)。

在偏好度結果的呈現上,若單以一項指數評估黑熊對食物之偏好程度,食序指數可能會高估某些黑熊先進食但食量少的食物之偏好度,而食量指數則無法區分食量相等食物之偏好度,故本研究以進食順序指數、食量指數之平均值做為個體之偏好指數(Preference Index, PI 值)。另外,取所有熊隻 PI 值之平均值,得到平均偏好指數(Average Preference Index, API 值)以表示總體結果。

如果根據食物間差異極小之 API 值就論定食物間偏好度高低,難免過於武斷,本研究另將 API 值分為十個「偏好等級」:十(API 0.91-1.0)、九(API 0.81-0.9)、八(API 0.71-0.8)、七(API 0.61-0.7)、六(API 0.51-0.6)、五(API 0.41-0.5)、四(API 0.31-0.4)、三(API 0.21-0.3)、二(API 0.11-0.2)、

一 (API 0-0.1)。

對於平日餵食8種食物的偏好測試上，本研究依每種食物進食順序予以加權計分，第一個進食食物為8，第二個進食食物為7，依此類推，不進食之食物記錄為0。將各熊隻各種食物各十次之觀察次數加總後除以80 (8分×10次)，最大理論值為1，再計算六隻個體之平均值，得到平均食序指數 (Average Feeding Order Index, AFOI 值)，並給予「食序等級」以表示偏好程度，共10個等級，等級越高表示偏好度越高：等級十 (AFOI 0.91-1)、等級九 (AFOI 0.81-0.9)、等級八 (AFOI 0.71-0.8)、等級七 (AFOI 0.61-0.7)、等級六 (AFOI 0.51-0.6)、等級五 (AFOI 0.41-0.5)、等級四 (AFOI 0.31-0.4)、等級三 (AFOI 0.21-0.3)、等級二 (AFOI 0.11-0.2)、等級一 (AFOI 0.01-0.1)。

本研究以 Spearman correlation coefficients 比較下列結果之相關性：三季偏好指數與進食行為頻度 (比較各季六隻黑熊十種食物之 PI 值與各食物四種進食行為百分比)；三季擇食偏好度與各季食物營養含量 (比較食物各項營養含量百分比及各熊隻對各食物之偏好等級)；各季內個體間之偏好度一致性 (比較兩兩個體間之偏好等級)；偏好度與食物大小、顏色 (食物大小、顏色與三季各六隻個體對各季10種食物之偏好指數)；平日餵食偏好度與平日食物營養 (黑熊對平日食物之食序等級與食物營養%)。

本研究以 Chi-square test 比較下列結果之差異性：黑熊對食物之偏好度的個體差異 (個體間對各種食物之偏好等級)；個體對五種全年性食物之偏好度的季節性差異 (個體對全年性食物食量之季節性差異)；個體對五種全年性食物之偏好度的性別差異 (性別間對五種全年性食物之偏好等級)；顏色選擇 (四色吐司之優先選擇次數)；大小選擇 (大小板栗之優先選擇次數)。另外，本研究以 Binomdist test 比較顏色及大小試驗之優先選擇次數差異性。

參、 結果

一、 季節性擇食偏好

春季擇食試驗中，黑熊對食物之偏好等級，較高者包括等級八以上之蜂蜜（API： 0.94 ± 0.01 ， $n=6$ 隻熊；圖1，表3）、麵包蟲（API： 0.92 ± 0.04 ）、地瓜（API： 0.87 ± 0.07 ）、山櫻花果（API： 0.85 ± 0.05 ）、草莓（API： 0.76 ± 0.37 ）等。偏好等級中等之食物包括偏好等級七-五之板栗（API： 0.68 ± 0.28 ）、羊肉（API： 0.44 ± 0.48 ）。偏好等級較低之食物包括偏好等級四以下之山芋葉（API： 0.28 ± 0.35 ）、箭筍（API： 0.15 ± 0.36 ）、屏東木薑子（API： 0.12 ± 0.09 分）。

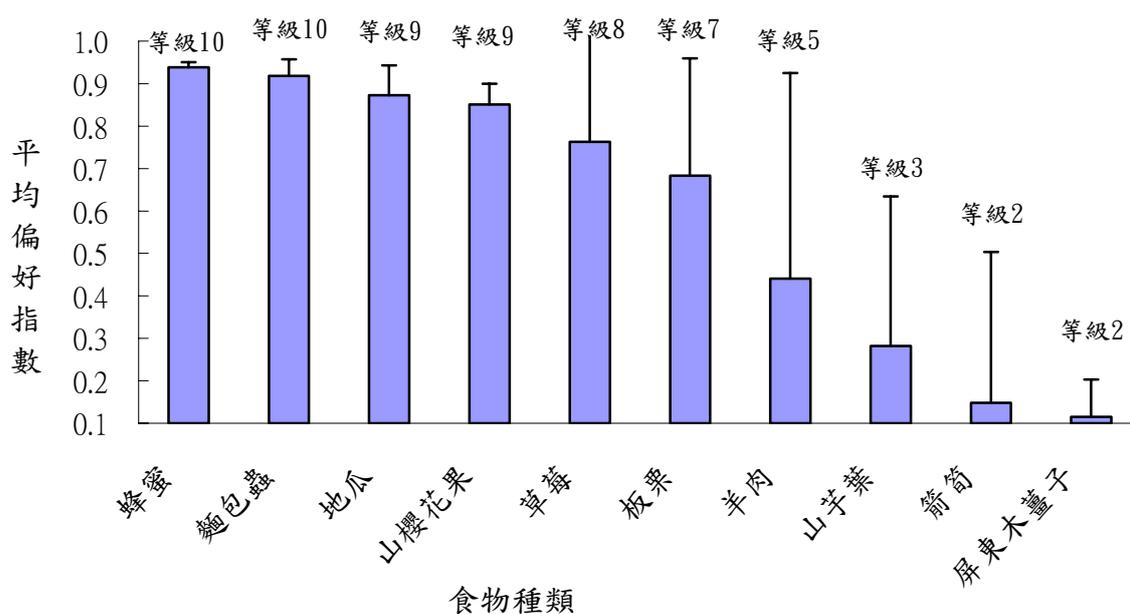


圖 1、黑熊春季擇食試驗之個體平均偏好指數及等級（ $n=6$ 隻熊）

表 3、黑熊春季擇食試驗結果

	♀A 熊			♀B 熊			♀C 熊			♀D 熊			♂E 熊			♂F 熊			平均		
	食序指數 ^a (n)	食量指數 ^b	PI ^c	食序指數 (n)	食量指數	PI	平均食序指數	平均食量指數	API												
蜂蜜	0.87 (36)	1.00	0.94	0.89 (36)	1.00	0.94	0.89 (31)	1.00	0.95	0.91 (22)	1.00	0.95	0.86 (36)	1.00	0.93	0.84 (36)	1.00	0.92	0.88± 0.03	1.00±0	0.94± 0.01
麵包蟲	0.82 (36)	1.00	0.91	0.96 (36)	1.00	0.98	0.88 (33)	1.00	0.94	0.82 (24)	1.00	0.91	0.73 (36)	1.00	0.87	0.81 (36)	0.99	0.90	0.84± 0.08	1.00±0	0.92± 0.04
地瓜	0.87 (36)	1.00	0.94	0.64 (36)	0.86	0.75	0.76 (36)	1.00	0.88	0.72 (25)	0.96	0.84	0.87 (36)	1.00	0.94	0.80 (36)	1.00	0.90	0.78± 0.09	0.97± 0.05	0.87± 0.07
羊肉	0 (36)	0	0	0 (36)	0	0	0 (33)	0	0	0.84 (27)	1.00	0.92	0.73 (36)	0.94	0.84	0.78 (36)	1.00	0.89	0.39± 0.43	0.49± 0.54	0.44± 0.48
山芋葉	0.29 (36)	0.20	0.24	0.70 (36)	0.85	0.78	0 (35)	0	0	0 (27)	0	0	0.47 (36)	0.85	0.66	0.02 (36)	0.01	0.01	0.25± 0.29	0.32± 0.42	0.28± 0.35
山櫻花 果	0.74 (36)	1.00	0.87	0.75 (36)	0.95	0.85	0.83 (36)	1.00	0.92	0.64 (30)	0.91	0.78	0.63 (36)	1.00	0.81	0.75 (36)	1.00	0.88	0.72± 0.08	0.98± 0.04	0.85± 0.05
草莓	0.88 (36)	1.00	0.94	0.02 (36)	0.01	0.01	0.83 (28)	1.00	0.92	0.83 (6)	1.00	0.92	0.76 (36)	1.00	0.88	0.82 (36)	1.00	0.91	0.69± 0.33	0.83± 0.41	0.76± 0.37
板栗	0.65 (36)	0.97	0.81	0.85 (36)	1.00	0.93	0.65 (28)	1.00	0.83	0.75 (12)	1.00	0.88	0.33 (36)	0.41	0.37	0.29 (36)	0.30	0.29	0.59± 0.23	0.78± 0.33	0.68± 0.28
箭筍	0 (36)	0	0	0 (36)	0	0	0.01 (33)	0	0.01	0 (25)	0	0	0.75 (36)	1.00	0.87	0.01 (36)	0.01	0.01	0.13± 0.30	0.17± 0.41	0.15± 0.36
屏東木 薑子	0.19 (36)	0.03	0.11	0.12 (36)	0.04	0.08	0.24 (25)	0.12	0.18	0.21 (21)	0.30	0.25	0.01 (36)	0	0	0.11 (36)	0.02	0.07	0.15± 0.08	0.08± 0.11	0.12± 0.09
平均± 標準差	0.53± 0.37	0.62± 0.49	0.58± 0.43	0.61± 0.27	0.82± 0.34	0.72± 0.30	0.49± 0.41	0.57± 0.48	0.53± 0.44	0.51± 0.40	0.61± 0.50	0.56± 0.45	0.52± 0.37	0.63± 0.48	0.58± 0.42	0.57± 0.36	0.72± 0.36	0.64± 0.43	0.54± 0.14	0.66± 0.21	0.60± 0.17

^a(進食順序 1×3 分)+(進食順序 2×2 分)+(進食順序 3×1 分)/餵食次數/3；

^b(食量 1-25%×1 分)+(食量 26-50%×2 分)+(食量 51-75%×3 分)+(食量 76-100%×4 分)/餵食數/4；

^cPI=(食量指數+食序指數)/2

夏季擇食試驗中，黑熊對食物之偏好等級，較高者包括等級八以上之蜂蜜（API： 0.94 ± 0.01 ， $n=6$ 隻熊；圖2，表4）、麵包蟲（API： 0.92 ± 0.05 ）、地瓜（API： 0.87 ± 0.08 ）、姑婆芋果（API： 0.86 ± 0.03 ）、台灣蘋果（API： 0.71 ± 0.29 ）等。偏好等級中等之食物包括偏好等級七-六之山枇杷（API： 0.7 ± 0.2 ）、大葉楠（API： 0.56 ± 0.31 ）。偏好等級較低之食物包括偏好等級四以下之羊肉（API： 0.37 ± 0.44 ）、山芋葉（API： 0.32 ± 0.39 ）、樟果（API： 0.24 ± 0.34 ）。

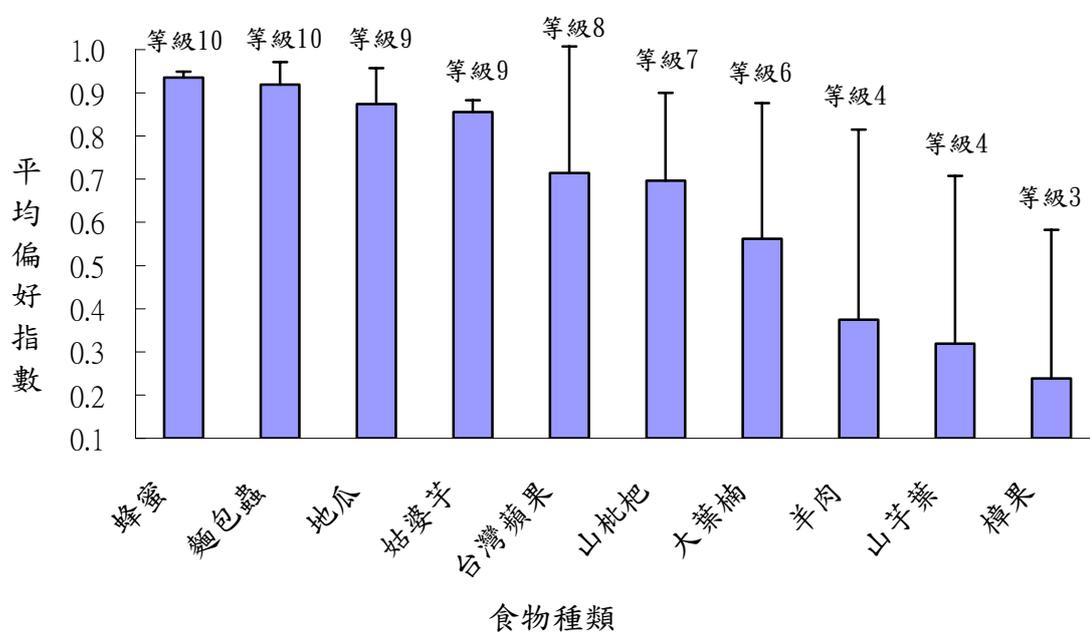


圖 2、黑熊夏季擇食試驗之個體平均偏好指數及等級(n=6 隻熊)

表 4、黑熊夏季擇食試驗結果

	♀A 熊			♀B 熊			♀C 熊			♀D 熊			♂E 熊			♂F 熊			平均		
	食序指數 ^a (n)	食量指數 ^b	PI ^c	食序指數 (n)	食量指數	PI	平均食序指數	平均食量指數	API												
蜂蜜	0.90 (32)	1.00	0.95	0.90 (32)	1.00	0.95	0.88 (32)	1.00	0.94	0.84 (32)	1.00	0.92	0.89 (32)	1.00	0.94	0.83 (32)	1.00	0.92	0.87± 0.03	1.00±0	0.94± 0.01
麵包蟲	0.89 (34)	1.00	0.95	0.95 (34)	1.00	0.98	0.74 (33)	1.00	0.87	0.87 (33)	1.00	0.93	0.69 (34)	1.00	0.84	0.90 (33)	1.00	0.95	0.84± 0.10	1.00±0	0.92± 0.05
地瓜	0.86 (33)	1.00	0.93	0.59 (33)	0.86	0.72	0.74 (32)	1.00	0.87	0.79 (32)	1.00	0.90	0.92 (33)	1.00	0.96	0.75 (32)	0.99	0.87	0.78± 0.11	0.97± 0.06	0.87± 0.08
羊肉	0 (34)	0	0	0.04 (34)	0.03	0.03	0 (33)	0	0	0.82 (33)	1.00	0.91	0.32 (34)	0.47	0.40	0.82 (33)	1.00	0.91	0.33± 0.40	0.42± 0.49	0.37± 0.44
山芋葉	0.26 (33)	0.40	0.33	0.70 (33)	0.98	0.84	0 (33)	0	0	0 (33)	0	0	0.54 (33)	0.95	0.74	0 (33)	0	0	0.25± 0.31	0.39± 0.47	0.32± 0.39
山枇杷	0.72 (34)	0.91	0.81	0.5 (34)	0.55	0.53	0.82 (33)	1.00	0.91	0.62 (33)	1.00	0.81	0.37 (34)	0.38	0.37	0.60 (33)	0.90	0.75	0.61± 0.16	0.79± 0.26	0.70± 0.2
姑婆芋果	0.69 (26)	1.00	0.85	0.82 (26)	0.99	0.91	0.7 (20)	1.00	0.85	0.67 (20)	1.00	0.83	0.69 (26)	0.97	0.83	0.73 (20)	1.00	0.87	0.72± 0.05	0.99± 0.01	0.86± 0.03
大葉楠	0.18 (26)	0.27	0.22	0.73 (26)	0.88	0.81	0.63 (25)	0.81	0.72	0.49 (25)	0.82	0.66	0.74 (26)	0.96	0.85	0.13 (25)	0.09	0.11	0.48± 0.27	0.64± 0.36	0.56± 0.31
台灣蘋果	0.77 (30)	1.00	0.88	0.13 (30)	0.13	0.13	0.73 (26)	1.00	0.87	0.67 (26)	0.98	0.82	0.62 (30)	0.80	0.71	0.74 (26)	1.00	0.87	0.61± 0.24	0.82± 0.35	0.71± 0.29
樟果	0.40 (21)	0.50	0.45	0.05 (21)	0.02	0.04	0.70 (21)	1.00	0.85	0 (21)	0	0	0.13 (21)	0.07	0.10	0 (21)	0	0	0.21± 0.28	0.27± 0.41	0.24± 0.34
平均± 標準差	0.57± 0.33	0.71± 0.38	0.64± 0.35	0.59± 0.25	0.76± 0.33	0.68± 0.29	0.54± 0.35	0.64± 0.43	0.59± 0.39	0.59± 0.32	0.78± 0.42	0.69± 0.37	0.55± 0.36	0.70± 0.46	0.62± 0.41	0.58± 0.33	0.78± 0.41	0.68± 0.37	0.57± 0.12	0.73± 0.20	0.65± 0.16

^a(進食順序 1×3 分)+(進食順序 2×2 分)+(進食順序 3×1 分)/餵食次數/3；

^b(食量 1-25%×1 分)+(食量 26-50%×2 分)+(食量 51-75%×3 分)+(食量 76-100%×4 分)/餵食數/4；

^cPI=(食量指數+食序指數)/2

秋冬季擇食試驗中，黑熊對食物之偏好等級，較高者包括等級八以上之麵包蟲(API:0.95±0.03, n=6隻熊;圖3,表5)、蜂蜜(API:0.92±0.02)、地瓜(API:0.91±0.03)、奇異果(API:0.89±0.03)等。偏好等級中等之食物包括偏好等級七-五之山柿(API:0.62±0.39)、台灣胡桃(API:0.55±0.31)、青剛櫟(API:0.42±0.13)。偏好等級較低之食物包括偏好等級四以下之山芋葉(API:0.4±0.44)、羊肉(API:0.39±0.45)、圓果青剛櫟(API:0.35±0.3)。

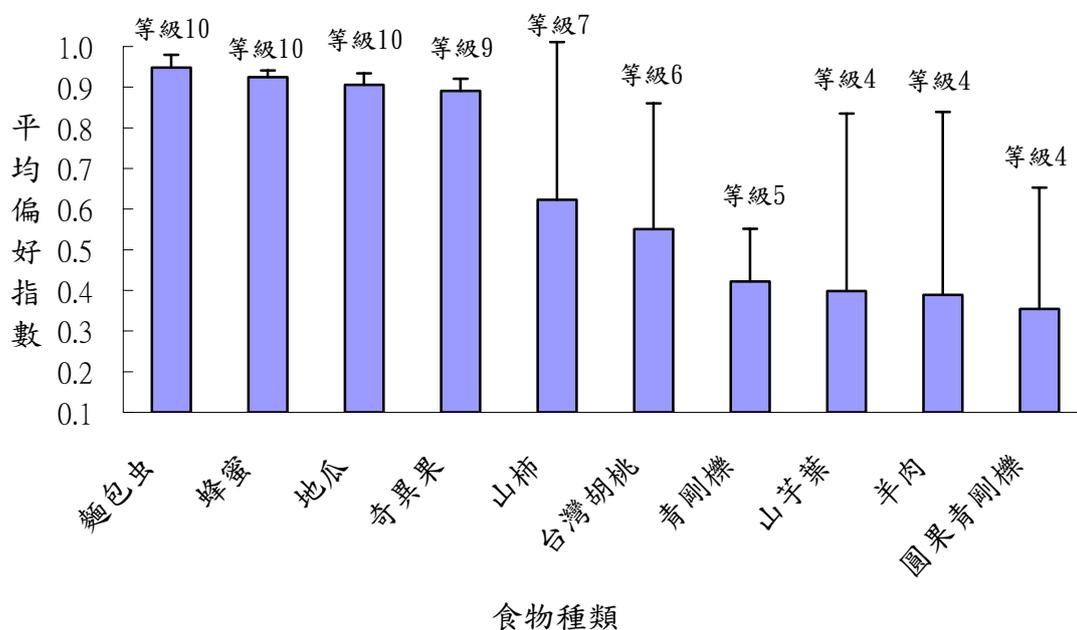


圖3、黑熊秋冬季擇食試驗之個體平均偏好指數及等級 (n=6隻熊)

表 5、黑熊秋冬擇食試驗結果

	♀A 熊			♀B 熊			♀C 熊			♂E 熊			♂F 熊			♂G 熊			平均		
	食序指數 ^a	食量指數 ^b	PI ^c	食序指數	食量指數	PI	食序指數	食量指數	PI	食序指數	食量指數	PI	食序指數	食量指數	PI	食序指數	食量指數	PI	平均食序指數	平均食量指數	API
蜂蜜	0.86	1	0.93	0.82	1	0.91	0.88	1	0.94	0.83	1	0.92	0.81	1	0.9	0.89	1	0.94	0.85±0.03	1.00±0	0.92±0.02
麵包虫	0.96	1	0.98	0.94	1	0.97	0.94	1	0.97	0.81	1	0.9	0.84	1	0.92	0.89	1	0.94	0.90±0.06	1.00±0	0.95±0.03
地瓜	0.81	1	0.9	0.86	1	0.93	0.77	0.99	0.88	0.9	1	0.95	0.79	1	0.89	0.76	1	0.88	0.81±0.06	1.00±0.01	0.91±0.03
羊肉	0	0	0	0.02	0.04	0.03	0	0	0	0.38	0.53	0.45	0.88	1	0.94	0.82	1	0.91	0.35±0.41	0.43±0.49	0.39±0.45
山芋葉	0.01	0.03	0.02	0.76	1	0.88	0	0	0	0.54	0.76	0.65	0	0	0	0.69	1	0.84	0.33±0.37	0.47±0.51	0.40±0.44
圓果青剛櫟	0.57	0.92	0.75	0.43	0.35	0.39	0.05	0.01	0.03	0.17	0.14	0.15	0.19	0.1	0.14	0.45	0.88	0.67	0.31±0.20	0.40±0.40	0.35±0.3
台灣胡桃	0.65	1	0.82	0.38	0.42	0.4	0.01	0	0	0.51	0.67	0.59	0.62	0.99	0.81	0.41	0.94	0.68	0.43±0.23	0.67±0.40	0.55±0.31
青剛櫟	0.43	0.58	0.5	0.5	0.56	0.53	0.22	0.25	0.24	0.44	0.54	0.49	0.2	0.35	0.28	0.33	0.65	0.49	0.35±0.12	0.49±0.15	0.42±0.13
奇異果	0.74	1	0.87	0.79	1	0.89	0.84	1	0.92	0.86	1	0.93	0.72	1	0.86	0.74	1	0.87	0.78±0.06	1.00±0	0.89±0.03
山柿	0.75	1	0.88	0.13	0.17	0.15	0.83	1	0.92	0.11	0.08	0.1	0.76	1	0.88	0.64	1	0.82	0.54±0.33	0.71±0.45	0.62±0.39
平均±	0.58±	0.75±	0.67±	0.55±0	0.67±	0.61±	0.56±0	0.65±	0.61±	0.45±	0.53±	0.49±	0.58±	0.74±	0.66±	0.66±	0.95±	0.80±	0.57±	0.72±	0.64±
標準差	0.34	0.41	0.37	.29	0.35	0.32	.32	0.39	0.35	0.43	0.50	0.46	0.32	0.42	0.37	0.20	0.11	0.15	0.14	0.23	0.18

17

^a(進食順序 1×3 分)+(進食順序 2×2 分)+(進食順序 3×1 分)/餵食次數/3；

^b(食量 1-25%×1 分)+(食量 26-50%×2 分)+(食量 51-75%×3 分)+(食量 76-100%×4 分)/餵食數/4；

^cPI=(食量指數+食序指數)/2

本研究採用的3種指標（進食順序、食用量、偏好指數）兩兩間均呈顯著正相關（ $r \geq 0.9$ ， p 均 < 0.01 ， $n=180$ ），可見三種指標均能從不同角度反應黑熊對食物之偏好情形。

圈養黑熊各季節對不同食物有明顯的選擇行為。對於偏好等級九以上（如蜂蜜、麵包蟲、地瓜、山櫻花果、姑婆芋果、奇異果等）的食物，6隻個體的平均偏好指數（API）之標準差均很小（SD 介於0.01-0.08），顯示不同個體間，對 API 較高之食物的擇食情形較為一致。偏好等級八以下的食物，如羊肉、山芋葉、山柿、青剛櫟、圓果青剛櫟等，平均偏好指數（API）之標準差則較大（SD 0.13-0.48），個體間的偏好度差異較 API 很高之食物來的明顯。

所有受測熊隻對三個季節各十種食物偏好等級間之相似性比較，結果顯示部分個體間在某些季節會呈現偏好度一致的情形（表 6），但僅有♀A、♀C 熊各季節均呈現一致性（ r 均 ≥ 0.81 ， p 均 < 0.01 ）。

就5種全年性測試食物而言，受測個體間對羊肉及山芋葉於各季的偏好等級皆有明顯之個體差異（ $X^2=14.7-21.7$ ， $df=5$ ， p 均 < 0.05 ）。以春季為例，♀A、♀B 及♀C 這3隻個體對羊肉的偏好指數均為0（表 4），另外3隻個體對羊肉的偏好指數均 ≥ 0.84 ；♀C、♀D 及♂F 對山芋葉之偏好指數均 ≤ 0.01 ，有2隻個體對山芋葉的偏好指數則均 ≥ 0.66 。夏、秋冬2季都有類似之個體差異情況。對蜂蜜、麵包蟲、地瓜則均無顯著之個體差異（ $X^2=0-0.3$ ， $df=5$ ， p 均 > 0.05 ）。

各季節受測熊隻之偏好指數在性別間之一致性，夏、秋冬二季呈顯著正相關（ r 均 ≥ 0.73 ， p 均 < 0.05 ）。黑熊對五種全年性食物之偏好等級的性別差異，只有羊肉、山芋葉達顯著性（ $X^2 \geq 6.58$ ， $df=1$ ， p 均 < 0.05 ）。對兩種食物之偏好等級，雄性（ $n=3$ ）平均為等級九、六，雌性（ $n=4$ ）為等級三、四，雄性明顯較偏好此兩種食物。另外，受測個體（ $n=6$ ）對五種全年性食物之偏好等級均沒有季節性差異（ $X^2 \leq 1$ ， $df=2$ ， p 均 ≥ 0.6 ）。

表 6、三季擇食試驗，七隻黑熊個體兩兩間偏好等級之一致性^a

		♀A 號熊	♀B 號熊	♀C 號熊	♀D 號熊	♂E 號熊	♂F 號熊
♀B 號熊	春	0.48					
	夏	0.59					
	秋冬	0.70*					
♀C 號熊	春	0.81**	0.66*				
	夏	0.85**	0.36				
	秋冬	0.90**	0.64*				
♀D 號熊	春	0.47	0.24	0.52			
	夏	0.6	0.39	0.47			
	秋冬 ^b	—	—	—			
♂E 號熊	春	0.59	-0.04	0.47	0.42		
	夏	0.52	0.66*	0.35	0.48		
	秋冬 ^b	0.49	0.87**	0.43	—		
♂F 號熊	春	0.80**	0.38	0.77**	0.88**	0.62	
	夏	0.6	0.3	0.46	0.96**	0.38	
	秋冬 ^b	0.44	0.18	0.43	—	0.21	
♂G 號熊	春 ^c	—	—	—	—	—	—
	夏 ^c	—	—	—	—	—	—
	秋冬	0.51	0.52	0.46	a	0.55	0.80**

* $p < 0.05$; ** $p < 0.01$;

^aSpearman correlation coefficient ;

^b♀D 號熊因待產而未測試；^c♂G 號熊因故無法測試

黑熊對各食物的進食行為頻度中，「直接吃入」及「吐出後再吃入」是表示食物都會被吃入的行為，黑熊常以此二行為取食的食物包括蜂蜜、地瓜、山櫻花果、姑婆芋果等；此二行為之頻度平均值與偏好指數呈顯著正相關 ($r=0.89$, $p < 0.01$, $n=180$ ；表7)。「吐出後不吃入」、「無動靜」是表示食物沒有被吃入的情況，常在提供羊肉、山芋葉、樟果、圓果青剛櫟等食物時發生；此二行為發生的頻度皆與偏好指數呈顯著負相關 ($r_1=-0.32$, $p < 0.01$ ； $r_2=-0.88$, $p < 0.01$)。由以上結果可知，進食行為可視為黑熊是否偏好某食物之行為指標。

本研究比較黑熊對板栗、青剛櫟、圓果青剛櫟3種堅果間的平均食量指數高低，板栗 $0.78 (\pm 0.33, n=6)$ 最高，青剛櫟 $0.49 (\pm 0.15)$ 次之，圓果青剛櫟 $0.4 (\pm 0.4)$ 最低(圖4)。且黑熊對青剛櫟之平均

表 7、黑熊 (n=7) 取食行為百分比 (%)

食物	觀察次數	取食行為 (%)				平均偏好指數
		直接吃入	吐出後再吃入	吐出後不吃入	無動靜	
蜂蜜	605	99	1	0	0	0.93
麵包虫	618	1	0	0	0	0.93
奇異果	216	1	0	0	0	0.89
地瓜	612	99	0	0	1	0.88
姑婆芋果	138	99	0	0	1	0.86
山櫻花果	209	99	0	0	1	0.85
草莓	174	82	0	0	18	0.76
台灣蘋果	167	72	11	0	17	0.71
山枇杷	191	51	36	4	9	0.7
板栗	181	4	71	2	23	0.68
山柿	209	73	0	0	27	0.62
大葉楠	151	46	23	7	25	0.56
台灣胡桃	207	1	67	0	31	0.55
青剛櫟	168	17	37	1	45	0.42
羊肉	610	45	0	0	55	0.4
圓果青剛櫟	168	9	32	4	55	0.35
山芋葉	609	43	0	0	57	0.33
樟果	123	32	0	0	68	0.24
箭筍	193	19	0	1	8	0.15
屏東木薑子	186	8	5	8	8	0.12

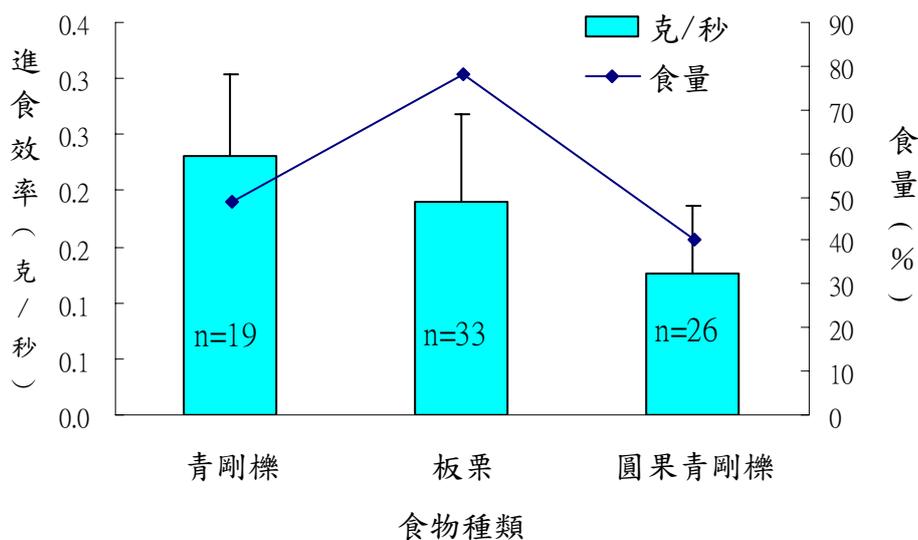


圖 4、黑熊 (n=6) 攝食單位重量 (克) 青剛櫟、板栗、圓果青剛櫟所花時間，及食量百分比

偏好指數 $0.42(\pm 0.13, n=6)$ 也高於同季節之圓果青剛櫟之 $0.35(\pm 0.3)$ 。黑熊對三種堅果之偏好度，最高者為板栗，最低者為圓果青剛櫟。此結果也與黑熊對此三種堅果的取食行為模式相符，可見於「直接吃入」及「吐出後再吃入」之頻度總和，板栗75%最高，青剛櫟54%次之，圓果青剛櫟41%最低。另外，黑熊攝取三種堅果之進食效率(克/秒)，以青剛櫟 0.23 克/秒($\pm 0.07, n=19$ 次)最高，板栗 0.19 克/秒($\pm 0.08, n=33$ 次)次之，圓果青剛櫟 0.13 克/秒($\pm 0.06, n=26$ 次)最低。

二、食物選擇與食物營養及單寧酸之關係

黑熊對食物之偏好等級在三個季節皆與食物之碳水化合物、總能(表8)呈顯著正相關($r \geq 0.26, p \leq 0.04, n=60$; 表9)，與水分、粗蛋白、灰分均呈顯著負相關($r \leq -0.27, p \leq 0.04$)。食物粗脂肪含量則僅於秋冬季與偏好等級呈顯著負相關($r = -0.27, p = 0.04$)。此外，本研究也發現三季試驗均有提供之山芋葉、地瓜，其各項營養含量並沒有季節性差異($X^2 \leq 0.25, df=2, p$ 均 ≥ 0.88)。

黑熊對三季所有植物性食物之平均偏好等級與單寧酸無顯著相關($r = -0.13, p = 0.63, n=17$)。此17種食物中僅有4種含有單寧酸，含量為 $0.03-0.37\%$ ，由低而高依次為草莓、板栗、圓果青剛櫟、青剛櫟(表8)，黑熊對此4種食物之平均食量積分與單寧酸亦無顯著相關($r = -0.62, p = 0.26, n=24$)。

三、顏色及大小選擇試驗

黑熊($n=6$)對季節性擇食試驗的20種食物之平均偏好指數與其食物顏色無顯著相關($r = -0.04, p = 0.66, n=120$)。四隻個體對4種顏色吐司之選擇試驗的優先取食次數也無顯著差異($X^2=1.22, df=3, p=0.75$)，對4色吐司之取食頻率在前、後20次的試驗結果亦無顯著差異($X^2 \leq 1.33, df=1, p \geq 0.25$)。但在顏色選擇之個別的6組配對測試中，分別有2隻個體(♀B、♂E)在黃-綠及黑-黃配對中，特別選擇綠色及黑色的情況(Binomdist test, $p=0.01, p=0.04$; 表10)。試驗期間本研究觀察到多數熊隻面對兩片不同顏色的吐司時，並沒有明顯的以

表 8、各季節食物營養與丹寧酸含量百分比 (%)

季節	食物	水份	粗蛋 白	粗脂 肪	粗纖 維	灰份	碳水化 合物	總能 (卡)	單寧酸	樣本 處理
春季	山芋葉	81.8	3.3	0.2	2.1	2.5	12.2	57.9	0	無
	地瓜	74.4	0.3	0.1	0.2	0.2	25	99	0	無
	羊肉	78.1	13.5	0.6	0	0.2	7.6	62.7		無
	麵包蟲	60.2	8.4	5	3.2	0.6	25.8	81.1		無
	蜂蜜	16.9	0.2	0.2	0	0	82.8	320.3		無
	箭竹筍	92.2	3.1	0	0.6	1	3.7	22.5	0	去殼
	屏東木薑子	64.9	4.4	8.4	1.6	1	21.4	161.9	0	無
	山櫻花果	75.1	2.6	2.9	5.4	0.5	18.9	101.4	0	去籽
	草莓	93	0.1	0	0	0	6.9	25.1	0.03	無
	板栗	51.3	5.2	1.3	1.5	0.5	41.7	198.6	0.03	去殼
夏季	山芋葉	80.6	3.6	0.2	2.4	2.6	13	61.7	0	無
	地瓜	75	0.2	0.1	0.2	0.2	24.5	96.7	0	無
	樟果	71.8	0.9	2.3	1.3	0.4	24.6	110.9	0	無
	台灣蘋果	72.2	0.2	0	0.9	0.1	27.5	99.6	0	無
	大葉楠	60.1	0.2	0.2	0.5	0.1	39.4	144.1	0	去籽
	山枇杷	70.4	0.3	0	1.4	0.5	28.9	105	0	去籽
	姑婆芋果	65.7	0.4	0.1	0.3	0.1	33.7	123.6	0	無
秋冬	山芋葉	81.4	3.4	0.2	2.2	2.6	12.4	59	0	無
	地瓜	75	0.2	0.1	0.2	0.3	24.5	96.6	0	無
	圓果青剛櫟	50.4	4.2	1.4	1.7	2.6	41.5	195	0.31	去殼
	青剛櫟	77.9	6.6	0.5	2.2	4.2	10.8	71	0.37	去殼
	台灣胡桃	10.5	25.1	63.6	1.8	2.6	1.8	626.8	0	去殼
	山柿	74.2	2.6	0.8	9	2.3	20.2	87.6	0	無
	奇異果	84.5	0.2	0	0.3	0	15.3	55.8	0	去皮

表 9、黑熊季節性食物偏好等級與各食物營養百分比 (%) 之相關性

	水份	粗蛋白	粗脂肪	粗纖維	灰份	碳水化 合物	總能	單寧酸
春	-0.36**	-0.3*	-0.03	-0.16	-0.58**	0.46**	0.31*	0.16
夏	-0.56**	-0.39**	-0.25	-0.14	-0.29*	0.5**	0.26*	—
秋冬	-0.27*	-0.48**	-0.27*	-0.05	-0.58**	0.5**	0.27*	-0.43**

*p<0.05, **p<0.01

表 10、黑熊對兩種顏色吐司配對之選擇結果

	綠: ^a 紅	黃:紅	黑:紅	黃:綠	黑:綠	黑:黃
♀A 熊	6:4	6:4	4:6	4:6	5:5	5:5
♀B 熊	5:5	5:5	6:4	1:9**	5:5	7:3
♂E 熊	4:6	6:4	6:4	5:5	5:5	8:2*
♂G 熊	4:6	4:6	5:5	7:3	3:7	4:6
總和	19:21	21:19	21:19	17:23	18:22	24:16

^a兩側數值即對該顏色優先選擇次數；* $p < 0.05$ ，** $p < 0.01$

眼睛偵測和辨識行為，而是隨意以口靠近任一片吐司咬食。

擇食試驗的20種食物之大小與各季受測熊隻之偏好指數並無顯著相關 ($r=0.08$, $p=0.37$, $n=120$)。在2種大小板栗的選擇試驗中，4隻個體均無特別優先攝取大或小的板栗 (Binomdist test, p 均 >0.05)。黑熊攝食大、小板栗之單位時間分別為0.21克/秒 (± 0.07 , $n=17$) 及0.17克/秒 (± 0.08 , $n=16$)，而兩者的攝食效率達顯著差異 (t-test, $t=-1.99$, $df=31$, $p=0.03$)。本研究同時觀察到多數熊隻面對兩種不同大小的板栗時，會先左右掃視，有時鼻頭會因嗅聞而抽動，然後以口或前掌抓咬栗子，但似乎沒有特別選擇其中一種栗子的傾向。

四、平日餵食之偏好度與食物營養之關係

黑熊對平日餵食食物之偏好等級，較高者包括偏好等級八之蘋果 (AOI: 0.77 ± 0.12 , $n=6$ 隻熊；圖5)、饅頭 (AFOI: 0.75 ± 0.2)；偏好等級中等的食物為等級七之狗飼料 (AFOI: 0.61 ± 0.09)，等級六之番石榴 (AFOI: 0.59 ± 0.29)、地瓜 (AFOI: 0.54 ± 0.1)、木瓜 (AFOI: 0.51 ± 0.25)；偏好等級較低的食物為等級四之紅蘿蔔 (AFOI: 0.36 ± 0.36)，等級二之柳橙 (AFOI: 0.13 ± 0.1)。

黑熊對平日餵食食物，個體間之食序等級並無顯著一致性 ($r \leq 0.58$, $p \geq 0.14$, $n=6$; 表11)，可見六隻個體對於平日食物之偏好模式不盡相同。此外，本研究也發現地瓜在黑熊的平日食物偏好等級只排名第六，而在20種食物擇食試驗的偏好等級卻高達九，顯示黑熊對這些平日食物的偏好度似乎普遍高於擇食試驗之採集食物(除了蜂蜜及麵包蟲之外)。

黑熊對平日餵食食物之食序等級與食物各項營養含量(表12)之相關性比較中，各營養項目與食序等級均無顯著之相關性 (r 均 ≤ -0.03 , $p \geq 0.08$, $n=48$)，顯示食物營養對黑熊平日食物偏好之影響不大。

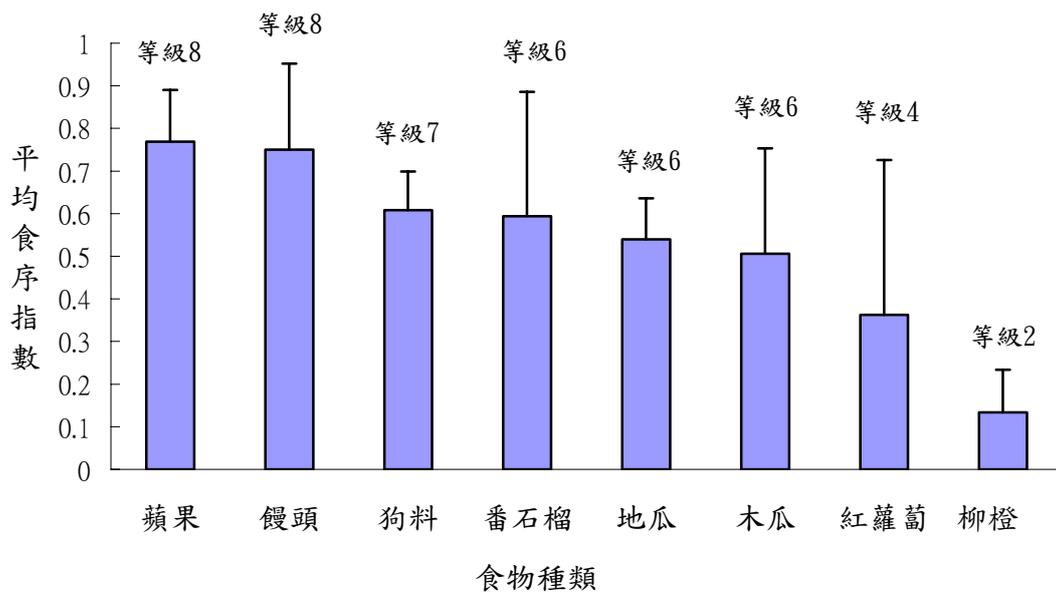


圖 5、黑熊平日餵食平均食序指數及等級 (n=6 隻熊)

表 11、黑熊對平日食物之食序指數及等級

	食序指數						平均食序指數	平均食序等級
	♀A 熊	♀B 熊	♀C 熊	♂E 熊	♂F 熊	♂G 熊		
蘋果	0.61	0.76	0.9	0.76	0.66	0.91	0.77±0.12	8
饅頭	0.89	0.99	0.89	0.69	0.48	0.58	0.75±0.2	8
狗飼料	0.6	0.68	0.74	0.49	0.54	0.61	0.61±0.01	7
番石榴	0.7	0	0.7	0.73	0.76	0.68	0.59±0.29	6
地瓜	0.41	0.69	0.5	0.49	0.6	0.55	0.54±0.01	6
木瓜	0.44	0.63	0.05	0.64	0.54	0.75	0.51±0.25	6
紅蘿蔔	0.73	0.13	0	0.54	0.79	0	0.36±0.36	4
柳橙	0.13	0	0.08	0.16	0.14	0.3	0.13±0.1	2

表 12、黑熊平日餵食食物之營養含量百分比 (%)

食物	水分	粗蛋白	粗脂肪	粗纖維	碳水化合物	灰份	總能(卡)
蘋果	85.4	0.3	0.7	2.3	10.6	0.7	4.7
饅頭	36.9	8.4	1.1	0.1	53	0.5	4.3
狗飼料	11.7	25.4	12.1	4.9	39.1	6.8	4.9
番石榴	92.2	0.7	0.3	2.8	3.7	0.4	4.8
地瓜	70.2	1.5	1	0.9	25.1	1.3	4
木瓜	90.2	0.9	0.4	2.7	5.3	0.5	4.9
紅蘿蔔	91.8	1.3	0.3	1.4	4.2	1.1	4.2
柳橙	87.5	1.1	0.6	2.7	7.6	0.5	4.8

資料來源：行政院農業委員會特有生物研究保育中心

肆、 討論

一、 影響黑熊擇食因素

(一) 黑熊食物偏好度之季節及個體差異

本研究之黑熊對五種全年性食物之偏好等級沒有季節性差異，此與圈養美洲黑熊的研究結果相同 (Bacon and Burghardt, 1983)。野生熊類的食物組成常有季節性差異，此應該與食物可獲得性有密切關係，因為當環境中食物資源的種類及豐富度隨季節變動而改變時，黑熊的食性也必須跟著改變 (Landers *et al.*, 1979; Beeman and Pelton, 1980; Bacon and Burghardt, 1983; Huygens and Hayashi, 2001)，野生台灣黑熊的季節性食性變化似乎也是如此 (Hwang *et al.*, 2002)。本研究三季均有提供的五種食物，不僅植物性食物 (山芋葉、地瓜) 的營養成分沒有季節性差異，且這些圈養黑熊終年都被飼以相同食物，可能因此造成黑熊偏好度沒有季節性變化，或與圈養環境下的黑熊沒有特殊的季節性生理需求變化而影響擇食模式有關。

黑熊對全年性食物的羊肉、山芋葉之偏好等級有性別間的差異，雄性明顯較偏好此兩種食物。雖然受測雄性個體平均體重 (125 ± 32 公斤) 高於雌性 (96 ± 18 公斤)，推測所需維持基本生理代謝能量也較雌性高。然而本研究的雄性個體平均食量指數 0.72 與雌性 0.69 差異並不大，對此一推測尚無法提供具體證據以為支持。然是否因不同個體對不同食物與生俱來之偏好度差異而造成此性別差異，或受其早期生活經驗所影響，則有賴進一步研究。

(二) 營養及單寧酸

黑熊三個季節的食物偏好等級與食物的碳水化合物含量均呈顯著正相關。碳水化合物是食物中的重要營養要素，功能甚多，包括提供動物體所需熱量、構成體組織、調節脂肪代謝、協助消化系統運作等 (陳淑華, 1994)。其他研究也發現美洲黑熊 (Landers *et al.*, 1979)

及靈長類之大金剛 (*gorilla gorilla gorilla*)、黑猩猩 (*Pan troglodytes*) (Remis, 2002) 之食物偏好度會因為食物中糖份的含量比率增加而增加。黑熊對蜂蜜的偏好等級在三個季節都是最高的，此結果與野外觀察及原住民訪查，台灣黑熊會挖食蜂巢的結果相符 (Hwang *et al.*, 2002)，這可能是蜂蜜之碳水化合物含量在所有試驗食物中最高，以及具有高甜度之口感，因此吸引黑熊取食。

黑熊的三季食物偏好等級都與總能呈正相關，與最佳覓食策略—能量最大化 (Woolnough and Carthew, 1996) 的預期結果相同，也與野生眼鏡熊 (*Tremarctos ornatus*) 之覓食策略相符 (Paisley and Garshelis, 2005)。然而需要注意的是，本研究所估算的總能 (gross energy) 只是單純計算食物中的熱量，而不同食物能被動物體吸收及利用的比例也不同 (Gray, 2001; Inman and Pelton, 2002)，故探討動物攝食與能量間的關係來說，計算動物可直接獲利的食物可消化能 (digestible energy：食物總熱量，減去動物排遺中該食物之熱量，所得即為被動物體吸收之熱量)，會比僅僅計算總能更具意義，也較能精確的反應實際情況。

黑熊三季偏好等級都與食物的粗蛋白含量呈顯著負相關。本研究的受測熊隻對粗蛋白最高之台灣胡桃及羊肉，其偏好等級僅介於4-6，並不如我們預期中的高，尤其是羊肉 (季節性偏好等級4-5)。野外黑熊會利用胡桃 (Hwang *et al.*, 2002)，但從黑熊對大量落果的使用似乎沒有特別高的觀察推測，胡桃可能並非其特別偏好之食物 (黃美秀，私人通訊)。本研究也發現，胡桃殼硬，黑熊須先將胡桃咬碎後吐出，再將果仁一一吃入並吐出果殼，吃完一顆平均花費95秒 (± 134 秒， $n=106$)，處理耗時，因此單位時間低進食量可能影響部分個體取食意願。

受測黑熊對所有食物中粗蛋白含量第二高之羊肉的偏好等級並不如預期的高。長鬃山羊 (*capricornis crcispus*) 是野外黑熊的食物之一 (Hwang *et al.*, 2002)，然本研究發現黑熊對羊肉偏好度的個體差異很大，除了可能反應個體差異外，也可能因為平日餵食的是豬肉，黑

熊尚未習慣購買之羊肉使然。另外，野生美洲黑熊春季食性中含有較高的蛋白質，因剛結束冬眠，黑熊為了補足整個冬眠期消耗掉的能量，必須攝取營養含量較高的食物，而蛋白質是容易被動物體吸收的營養來源，尤其是生產的母熊必須泌乳育幼，出生小熊需要營養來源以幫助成長，故美洲黑熊於此時期對高蛋白質食物的利用較高 (Landers *et al.*, 1979; Hellgren *et al.*, 1989)。本研究之♀D 號熊於春、夏二季測試時已經懷孕，且該個體對羊肉之食量指數於該二測試時期均為1，即全部吃完，迥異於其他三隻雌性個體 (食量指數介於0-0.03)，因此本研究大膽推測可能由於該熊正處於懷孕階段 (該熊於2005年3-4月與♂F 熊進行配對，同年11月產下幼獸)，而有特殊生理需求，抑或可能是該個體本身就偏好羊肉。

黑熊三季偏好等級與粗脂肪之關係，僅於秋冬季呈負相關，此似乎與本研究之預期結果不同，推測可能是受某些食物種類的特性所影響，比如帶殼需經過處理的食物，如台灣胡桃、圓果青剛櫟等，此二食物之粗脂肪含量在秋冬季測試食物中是最高的，然而黑熊對其之偏好等級並不高 (等級六、四)，可能因為胡桃殼硬，而圓果青剛櫟不僅帶殼，且果實小，處理上較花時間，因此降低黑熊之取食意願，故導致秋冬季黑熊對食物之偏好等級與粗脂肪呈負相關的結果。野外美洲黑熊秋季會大量取食脂肪含量高的食物，可能由於必須儲存冬眠所需之能量 (Landers *et al.*, 1979; Hellgren *et al.*, 1989; Rode and Robbins, 2000)，然圈養黑熊並不冬眠，也許沒有此種特殊之生理需求。

三季偏好等級都與水分呈顯著負相關。食物中水分含量越高，其他營養要素如脂肪、碳水化合物等含量就越少 (Landers *et al.*, 1979)，因此可能降低熊隻對高水份食物之偏好度。另外，黑熊三季偏好等級都與灰分呈顯著負相關。灰份是生物體組織經高溫燃燒後剩下的無機物質，即礦物質 (陳淑華，1994)，但本研究並沒有進一步分析食物中各項礦物質之成分及含量，故無法進一步探討灰份與偏好度相關性的可能原因。

受測熊隻對平日食物的平均食序等級與各項食物營養均無顯著

相關，此結果與楊吉宗等（2001）針對單一雌性黑熊所作之嗜食性研究相同，該研究個體即為本研究之♀D 號熊。楊吉宗等認為，該個體成長已接近穩定，不致有發育階段生理的特別營養需求。本研究的受測黑熊均為成體，對於特殊發育階段由於組織生長而對蛋白質、碳水化合物等有大量需求的情況的可能性較低，適量營養即可滿足日常生理需求。此外，受測黑熊對於平日食物的食序等級與營養無關的結果，與季節性擇食試驗之20種食物偏好度和某些營養要素呈現或正或負的關係之結果不同。因此，本研究認為，平日食物對這些圈養數年的黑熊而言是熟悉食物，黑熊或許已對這些食物養成固定的偏好取食習慣，此種情況下，擇食受其他因素（如食物口感、氣味等）的影響可能較營養大，但也可能有其他因素影響而導致此結果。

黑熊對三季所有植物性食物之平均偏好等級與單寧酸無顯著相關。單寧酸是植物組織中眾多化學物質之一，其他如萜類化合物 (terpene) 亦會影響美洲黑熊取食意願(Kimball *et al.*, 1998)，故單寧酸只能被視為其中一種影響動物擇食的物質。本研究中單寧酸含量最高者為青剛櫟（0.37%），採集時期為10月，近一半果實尚未達到完全成熟飽滿的狀態，與後來12月所採集完全成熟的果實所測得單寧酸含量（0.1%）有很大差異，亦顯示果實成熟度會影響單寧酸之含量。靈長類對單寧酸的接受度是濃度依賴型，即濃度越高接受度越低，濃度介於0.17-0.68%都屬於可接受範圍（Laska, 2000；Dominy *et al.*, 2001；Remis, 2002）。雖然黑熊對單寧酸的可接受濃度範圍有賴進一步研究，但是本研究提供之20種試驗食物中，只有4種檢驗出單寧酸含量，小樣本的限制在統計上或許不易看出單寧酸濃度對黑熊擇食的影響。

（三）食物顏色及大小

雖有研究發現美洲黑熊（Bacon and Burghardt, 1976）能區別不同的顏色，但本研究結果顯示，食物顏色對黑熊擇食的影響不大，因為在20種食物選擇試驗中，黑熊對食物之平均偏好指數與食物顏色無顯著相關，在4種顏色吐司選擇試驗中，受測個體也沒有特別選擇某種

顏色的吐司。在試驗操作上，本研究也發現吐司是直接送到熊面前，熊處於被動接受的狀態下，運用感官進行偵搜的動機可能較低，因此不同於該美洲黑熊的研究，其方法是先以一套實驗步驟訓練熊，使熊透過嘗試錯誤來學習只要選對顏色就有東西吃，然後再觀察熊是否能區別不同顏色，因此熊是處於主動偵測及選擇的狀態。黑熊即便能區別不同顏色，但顏色對其選擇食物的影響應該不大。

本研究結果顯示食物大小對黑熊擇食的影響可能不大。在20種食物選擇試驗中，黑熊對食物之平均偏好指數與食物大小無顯著相關。另外在2種大、小板栗的試驗中，黑熊也沒有特別攝取其中一種板栗，雖然攝食大小板栗之單位時間分別為0.21及0.17克/秒，此效率上的差距也許對黑熊而言差異不大，或者兩種板栗有營養成分上的差異。此則有待進一步研究來釐清。

(四) 食物熟悉度

地瓜是本試驗圈養黑熊平日餵食的熟悉食物(1.5–2公斤/日)。其他平日餵食的食物雖然沒有和本研究中擇食試驗的新奇食物同時呈現給熊進行偏好度試驗，卻可從兩類食物中均有提供之地瓜為基準點來比較，結果反應出黑熊對平日餵食的熟悉食物偏好度普遍較野外新奇食物為高(除了蜂蜜和麵包蟲以外)。食物新奇度能提供黑猩猩感覺上的刺激，一開始會增加動物的試探行為，然隨著試驗次數增加，新奇食物漸漸被動物熟悉，會提高動物對食物的接受度(Visalberghi *et al.*, 2002)。其他研究也指出大金剛的食物偏好並無新舊食物間的差異(Remis, 2002)。本研究提供之各季每種野外新奇食物，於正式試驗前兩天均餵食各30克予所有熊隻，且正式試驗時，所有食物均重複呈現給受測熊隻各36次，熊隻對新奇食物的嗅聞舔舐等試探行為也隨著測試增加而減少，故食物新奇與否對黑熊擇食的影響應該不大，而可能受其他因素影響。

(五) 食物處理否

本研究發現黑熊的取食行為除了可能與偏好度有關之外，亦受食

物類型及大小所影響。對於較小型或無殼、無籽的食物，例如：山櫻花果、姑婆芋果、草莓、山柿等，黑熊多採取直接吃入，但對較大型或殼厚的食物，例如：板栗、台灣胡桃、青剛櫟、圓果青剛櫟等，黑熊常有吃入後咬碎吐出，然後再吃入的情形。以秋冬季試驗為例，♀A、♂F、♂G 號熊台灣胡桃之食量指數均接近 1 (表 5)，與其他食量指數為 1 之食物相比，此三隻個體對胡桃之食序指數均較其他食物低 (0.41-0.65)，表示黑熊會將需要處理之食物留到後面才吃，但仍然會吃完，春季受測個體食用板栗亦有類似情形 (表 3)。從平日餵食觀察中亦可發現，柳橙的總體偏好度最低亦可能由於其須先剝皮處理，此時熊隻處於等待餵食狀態，故會先攝取不需處理的食物，而將柳橙留到最後。當其他食物吃完後，牠們會左右張望一番確定沒有其他食物，才開始以前爪剝柳橙皮進食。

黑熊對秋冬季試驗食物青剛櫟的平均食量百分比為 0.49，此與 Hwang 等 (2002) 對野外黑熊食性研究發現黑熊大量取食青剛櫟之結果似乎有所出入。該研究指出台灣黑熊秋冬季會群集於大量青剛櫟結果之森林，青剛櫟果殼於排遺中出現之頻度高達 94-97%。造成兩研究結果差異之可能因素有：1. 野外與圈養黑熊之擇食考量不同，前者主要根據野外食物之可獲得性覓食，而多數植物性食物只在特定季節結果，且其他食物種類相對可獲得性較低；後者則沒有可獲得性的顧慮，可能因此造成圈養黑熊較有選擇食物之情形；2. 餵食之部份青剛櫟尚未成熟，未熟的果實不僅所含單寧酸較高 (0.37%，成熟的：0.1%)，且營養含量可能也較低，動物可能會避免取食本研究所提供的未成熟果實。野外黑熊於秋季十月中旬果實成熟以後才開始取食青剛櫟 (Hwang, 2003)，然本研究所採集之青剛櫟於野外櫟林中並未發現黑熊開始取食的情況。另外，野外黑熊秋冬季攝取高脂肪的堅果 (Landers *et al.*, 1979; Hwang *et al.*, 2002)，然而本研究所提供之青剛櫟之粗脂肪在所有食物中並不高，僅 0.5%，也可能無法吸引黑熊取食。

黑熊對不同堅果的偏好程度不一，與玉山國家公園東部地區黑熊主要利用青剛櫟及狹葉櫟 (*Quercus stenophylloides*) 的情形相符

(Hwang *et al.*, 2002)。黑熊對於堅果的選擇除了可能與營養含量有關之外，應該也受進食效率左右。黑熊攝取三種堅果之進食效率，以青剛櫟最高(0.23克/秒)，圓果青剛櫟最低(0.13克/秒)。然三種堅果中，黑熊較偏好板栗，可能因為板栗所含碳水化合物最高，有研究指出黑熊及靈長類之食物偏好會因為糖份而增加(Landers *et al.*, 1979; Remis, 2002)，而且糖分與味覺之甜度有關，甜度能吸引動物取食(Hladik and Simmen, 1997)。圓果青剛櫟所含碳水化合物只略低於板栗，然而食量最少，可能因為其果實較小，進食效率最低，黑熊需花較多時間才能破殼取食。此結果與野外觀察，黑熊於青剛櫟林內，對於結實纍纍的圓果青剛櫟甚少取食的情況相符(黃美秀，私人聯絡)。且擇食試驗所有受測熊隻均處於等待餵食的飢餓狀態，此時熊隻較傾向以能量最大化(即在最短時間獲得最大能量)的策略覓食，故低進食效率會降低熊隻的取食意願。

二、其它影響擇食之因素

動物以各種感覺來搜尋食物。黑熊於近距離時會以視覺來搜尋食物(Bacon and Burghardt, 1976)，本研究的麵包蟲會蠕動，當受測熊隻接近餵食器時，蠕動的蟲子視覺上或許對黑熊具吸引力。

本研究黑熊對所提供之三種樟科食物中，較不偏好樟果。人類對樟果所含樟腦味亦會產生不悅感(周家德, 2005)，此味道對主要依靠嗅覺覓食之黑熊是否可能造成嗅覺反感，則有待釐清。且一般認為樟果中之樟腦具有毒性，動物會避免取食有毒植物(Dominy *et al.*, 2001)。野外台灣黑熊夏季會取食較多樟科楨楠屬的果實(Hwang *et al.*, 2002)，可能由於野外食物可獲得性使得熊隻只能取食有限種類之食物，或者樟科果實有其他因素吸引黑熊取食，包括不同類屬的果實或許有不同內含物，或者大量結果，以及大量進食可產生飽足感等。

學習，在動物擇食中也是重要的影響因素之一。黑熊攝食過程中，來自食物的正、負回饋會影響後續的食物選擇(Kimball *et al.*, 1998)。黑熊學習速度快，3-10次測試就能學會二選一的試驗程序(Bacon and Burghardt, 1976, 1983)。本研究試驗初期多數熊隻面對不

熟悉的食物通常會先以嗅聞、舔舐、翻弄等試探行為來確認可食性，透過學習機制，熊隻了解到重複出現的不同食物的特性，故試驗中後期就少有試探行為而直接攝取或拒絕食物。受測黑熊對平日餵食食物較少有嗅聞行為，可能經年累月下來，圈養黑熊已透過學習對各食物之特性產生連結，因此少有試探行為就直接攝食。

某些受測熊隻的擇食偏好度會與同季節其他受測個體有顯著的一致性，如 A、C 號熊三季偏好等級均十分一致(表9)。Estes 等(2003)對海獺 (*enhydra lutris*) 選擇獵物的個體差異研究提到，海獺的食性類型遺傳自母系親屬，可能在親子互動中幼獸透過學習或模仿成獸而來。在本研究中，A 號熊是 D 號熊所生，但兩者的偏好度並無顯著相關。此是否因 A 號熊是人工哺育長大，約三個月大就和母獸 D 號熊分開，相處時間不夠長而子代沒有習得母獸之擇食類型，則有待進一步驗證。

三、研究限制

果實成熟度會影響動物擇食，當成熟度不足會使野生台灣獼猴改變食物組成，轉而取食植物其他部位(王敬平, 2005)。植物組織成熟度也跟植物體次級化合物毒性強弱有關，其中嫩葉所含毒性低於成熟葉，故部分靈長類喜食嫩葉高於成熟葉(Yeager, 1989)。本研究中部份試驗食物自野外採集，由於植物成熟期不一，同一地區同種植物成熟度多樣，致使採集到部份未成熟之果實，然而用於測試之食物本研究盡量挑選已成熟或較成熟之果實(如山櫻花果等；表2)，將此一變因對試驗結果的影響降至最低。

本研究各季節擇食試驗受測黑熊均為6隻，偏好等級介於三-七的食物其 API 之標準差大，食物平均偏好度的變異大小受個體偏好度差異之影響很大，若少數個體有特殊之食物偏好，則不易看出整體趨勢。

圈養動物處於操弄試驗的情境中，其行為反應會隨著試驗次數增加而減少，可能是動物對相同而重複的試驗產生厭膩(Mathy and Isbell, 2001)。本研究中約半數個體在測試中後期也有此種厭膩反

應，當餵食器推入籠舍，熊隻不若測試初期時的立即接近，而是遠離餵食器四處游走，研究人員還必須大聲呼喊以吸引熊隻靠近。此種厭膩反應並非針對食物，因為放置食物時熊隻遊走到籠舍另一邊，距餵食器約5-8公尺，並不知道是何種食物。

圈養動物擇食結果難以與野外動物食性比較的最大原因是食物可獲得性（楊吉宗等，2001；Bacon and Burghardt, 1983），野外黑熊採機會主義式之覓食策略，其食性隨環境中食物資源的改變而改變（Hwang *et al.*, 2002）。圈養動物食物不虞匱乏，在食物可獲得性有保障的情況下，雖可能較容易產生食物選擇行為，但在固定且充分餵食的條件下，也可能導致動物的擇食模式與野外個體的覓食策略有所差異，從而無法完全解釋野外動物的生態習性。

伍、 結論

本研究結果顯示圈養亞洲黑熊對不同食物呈現不同的偏好程度，但對食物之偏好度則無季節性差異。對於對偏好度較高之食物，黑熊個體間之偏好度均十分一致。黑熊對食物的偏好度與所含碳水化合物及總能含量呈正相關，並與水分等呈負相關，而且似乎不受食物大小、顏色及單寧酸含量影響。

本研究除了協助吾人瞭解圈養亞洲黑熊之食物偏好及其取食行為模式，以及探討可能影響黑熊擇食之因素之外，並可提供動物圈養單位於照養黑熊上的參考，並某種程度對於野外黑熊覓食行為生態提供了可能的解釋。

參考文獻

- 王冠邦 (1990) 台灣黑熊之生態學研究—分布、棲地及動物園行為。國立台灣師範大學生物研究所碩士論文。
- 王敬平 (2005) 壽山地區台灣獼猴的活動性與食性研究。國立中山大學生物科學研究所碩士論文。
- 吳煜慧 (2004) 玉山國家公園台灣黑熊之生態學研究。國立東華大學自然資源管理研究所碩士論文。
- 周家德 (2005) 飼料乾燥排氣化學洗滌除臭。國立中山大學環境工程研究所碩士論文。
- 黃美秀 (1999) 玉山國家公園台灣黑熊之生態及人熊關係之研究 (一)。玉山國家公園研究叢刊 1068 號。39 頁。
- 黃美秀、王穎 (1993) 台灣黑熊飼養狀況下的行為觀察。動物園學報 5:71-87。
- 楊吉宗、廖光正、許富雄 (2001) 圈飼台灣黑熊嗜食性初探。特有生物研究 3:73-79。
- 陳淑華 (1994) 營養學。華香園出版社，台北。70-71、121 頁。
- 陳業高 (2004) 植物化學成分。化學工業出版社，北京。142-143、240 頁。
- Avery, M. L., D. G. Decker, J. S. Humphrey, A. Alycin-Hayes, and C. C. Laukert (1995) Color, size, and location of artificial fruits affect sucrose avoidance by cedar waxwings and European starlings. *The Auk* 112:436-444.
- Bacon, E. S., and G. M. Burghardt (1974) Ingestive behaviors of the American black bears. *Third International Conference on Bears* 40:13-25.
- Bacon, E. S., and G. M. Burghardt (1976) Learning and color discrimination in the American black bear. *Third International Conference on Bears* 40:27-36.
- Bacon, E. S. (1980) Curiosity in the American black bear. *International Conference on Bear Research and Management* 3:153-157.

- Bacon, E. S., and G. M. Burghardt (1983) Food preference testing of captive black bears. *International Conference on Bear Research and Management* 5:102-105.
- Beeman, L. E., and M. R. Pelton (1980) Seasonal foods and feeding ecology of black bears in the Smoky Mountains. *International Conference on Bear Research and Management* 4:141-147.
- Belovsky, G. E., and O. J. Schmitz (1994) Plant defenses and optimal foraging by mammalian herbivores. *Journal of Mammalogy* 75:816-832.
- Bergman, C. M., J. M. Fryxell, C. C. Gates, and D. Fortin (2001) Ungulate foraging strategies: energy maximizing or time minimizing? *Journal of Animal Ecology* 70:289-300.
- Clauss, M., K. Lason, J. Gehrke, M. Lechner-Doll, J. Fickel, T. Grune, and W. J. Streich (2003) Captive roe deer (*Capreolus capreolus*) select for low amounts of tannic acid but not quebracho: fluctuation of preferences and potential benefits. *Comparative Biochemistry & Physiology Part B Biochemistry & Molecular Biology* 136B(2):369-382.
- Dominy, N. J., P.W. Lucas, D. Osorio, and N. Yamashita (2001) The sensory ecology of primate food perception. *Evolutionary Anthropology* 10:171-186.
- Estes, J. A., M. L. Riedman, M. M. Staedler, M. T. Tinker, and B. E. Lyon (2003) Individual variation in prey selection by sea otters: patterns, causes and implications. *Journal of Animal Ecology* 72:144-155.
- Forthman, D. L., S. D. Elder, R. Bakeman, T. W. Kurkowski, C. C. Noble, and S. W. Winslow (1992) Effects of feeding enrichment on behavior of three species of captive bears. *Zoo Biology* 11:187-195.
- Fujita, O. (1995) The influence of the food size, distance and food site on food carrying behavior in rats (*Rattus norvegicus*). *Journal of Ethology* 13:95-103.

- Garshelis, D. L. (2000) Delusions in habitat evaluation: measuring use, selection, and importance. p.111-114. in: Boitani, L. and T. K. Fuller (eds.) Research techniques in animal ecology. Columbia University Press, New York.
- Gray, R. M. (2001) Digestibility of foods and anthropogenic feeding of black bears in Virginia. Master Dissertation, Virginia Polytechnic Institute and State University..
- Hashimoto, Y., M. Kaji, H. Sawada, and S. Takatsuki (2003) Five year study on the autumn food habits of the Asiatic black bear in relation to nut production. *Ecological Research* 18:485-492.
- Hellgren, E. C., M. R. Vaughan, and R. L. Kirkpatrick (1989) Seasonal patterns in physiology and nutrition of black bears in Great Dismal Swamp, Virginia-North Carolina. *Canadian Journal of Zoology* 67:1837-1850.
- Hladik , C. M., and B. Simmen (1997) Taste perception and feeding behavior in nonhuman primates and human populations. *Evolutionary Anthropology* 5:58-71.
- Huygens, O. C., and H. Hayashi (2001) Use of stone pine seeds and oak acorns by Asiatic black bears in central Japan. *Ursus* 12:47-50.
- Hwang, M. H., D. L. Garshelis, and Y. Wang (2002) Diets of Asiatic black bears in Taiwan, with methodological and geographical comparisons. *Ursus* 13:111-125.
- Hwang, M. H. (2003) Ecology of Asiatic black bears and people-bear interactions in Yushan National Park, Ph. D. Dissertation, University of Minnesota.
- Hwang, M. H., and Y. Wang (2006) The status and Management of Asiatic black bears in Taiwan. p.107-110. In: Yamazaki, K. et al. (eds) Understanding Asian Bears to Secure Their Future. Japan Bear Network Press, Japan.
- Iaconelli, S., and B. Simmen (2002) Taste thresholds and suprathreshold responses to tannin-rich plant extracts and quinine in a primate

- species (*microcebus murinus*). *Journal of Chemical Ecology* 28:2315-2326.
- Inman, R. M., and M. R. Pelton (2002) Energetic production by soft and hard mast foods of American black bears in the Smoky mountains. *Ursus* 13:57-68.
- Kasbohm, J. W., M. R. Vaughan, and J. G. Kraus (1995) Food habits and nutrition of black bears during a gypsy moth infestation. *Canadian Journal of Zoology* 73:1771-1775.
- Kano, T. (1940) *Zoogeographical studies of Tsugitaka mountains of Formosa*: Shibusawa Institute of Ethnographic Resources, cited by Wang, Y. (1999) Status and management of the Formosan black bear in Taiwan. *Bears*, p213, IUCN.
- Kimball, B. A., D. L. Nolte, R. M. Engeman, J. J. Johnston, and F. R. Stermitz (1998) Chemically mediated foraging preference of black bears (*Ursus Americanus*). *Journal of Mammalogy* 79:448-456.
- Kohinoor, A. H. M., M. Z. Haque, and M. H. Osmani (1995) Food size preferences of the climbing perch, *Anabas testudineus* Bloch and the African cat fish, *Clarias gariepinus* Burchell larvae. *Bangladesh Journal of Zoology* 23:159-166.
- Krueger, W. C., W. A. Laycock, and D. A. Price (1974) Relationships of taste, smell, sight, and touch to forage selection. *Journal of Range Management* 27:258-262.
- Landers, I. L., R. J. Hamilton, A. S. Johnson, and R. L. Marchinton (1979) Foods and habitat of black bears in southeastern North Carolina. *Journal of Wildlife Management* 43:143-153.
- Laska, M. (2000) Gustatory responsiveness to food-associated sugars and acids in pigtail macaques, *Macaca nemestrina*. *Physiology and Behavior* 70:495-504.
- Laska, M., J. M. Luna-Baltazar, and E. Rodriguez-Luna (2003) Food preferences and nutrient composition in captive pacas, *Agouti paca* (Rodentia, Dasyproctidae). *Mammalian Biology* 68:31-41.

- Maccracken, J. G., and R. M. Hansen (1987) Coyote feeding strategies in southeastern Idaho: optimal foraging by opportunistic predator? *Journal of wildlife management* 51:278-285.
- Makkar, H. P. S. (2003) Effects and fate of tannins in ruminant animals, adaptation to tannins, and strategies to overcome detrimental effects of feeding tannin-rich feeds. *Small Ruminant Research* 49:241-256.
- Malmkvist, J., M. S. Herskin, and J. W. Christensen (2003) Behavioural responses of farm mink towards familiar and novel food. *Behavioural Processes* 61:123-130.
- Mathy, J. W., and L. A. Isbell (2001) The relative importance of size of food and interfood distance in eliciting aggression in captive rhesus macaques (*Macaca mulatta*). *Folia Primatologica* 72:268-277.
- Mattson, D. J. (2001) Myrmecophagy by Yellowstone grizzly bears. *Canadian Journal of Zoology* 79:779-793.
- Noyce, K. V., P. B. Kanno, and M. R. Riggs (1997) Black bears as ant-eaters: seasonal associations between bear myrmecophagy and ant ecology in north-central Minnesota. *Canadian Journal of Zoology* 75:1671-1686.
- Oi, T., S. Shimoinaba, and G. Jien (2006) General Biology of species in this report-Asiatic black bear (Asian black bear, Himalayan black bear, moon bear).p.III. In: Yamazaki, K. et al. (eds) *Understanding Asian Bears to Secure Their Future*. Japan Bear Network, Press, Japan.
- Paisley, S. and D. L. Garshelis (2005) Activity patterns and time budgets of Andean bears (*Tremarctos ornatus*) in the Apolobamba Range of Bolivia. *Journal of Zoology* 268:25-34.
- Remis, M. J. (2002) Food preferences among captive western gorillas (*gorilla gorilla gorilla*) and chimpanzees (*pan troglodytes*). *International Journal of Primatology* 23:231-249.
- Rode, K. D., and C. T. Robbins (2000) Why bears consume mixed diets during fruit abundance. *Canadian Journal of Zoology* 78:1640-1645.

- Thomas, D. L., and E. J. Taylor (1990) Study designs and tests for comparing resource use and availability. *Journal of Wildlife Management* 54:322-330.
- Visalberghi, E., M. M. Yamakoshi, S. Hirata, and T. Matsuzawa (2002) Responses to novel foods in captive chimpanzees. *Zoo Biology* 21:539-548.
- Visalberghi, E., G. Sabbatini, M. Stammati, and E. Adessi (2003) Preferences towards novel foods in *Cebus paella*: the role of nutrients and social influences. *Physiology and Behavior* 80:341-349.
- Woolnough, A. P., and S. M. Carthew (1996) Selection of prey by size in *ningaui yvonneae*. *Australian Journal of Zoology* 1996:319-326.
- Yeager, C.P. (1989) Feeding ecology of the proboscis monkey (*Nasalis larvatus*). *International Journal of Primatology* 10:497-530.

附錄一、食物熱量係數

食物熱量換算方式為將各類食物之蛋白質、脂肪、碳水化合物含量分別乘以其相對應的熱量係數並加總*。

食品分類	蛋白質	脂肪	碳水化合物
肉類	4.27	9.02	-
豆類及核果	3.47	8.37	4.07
蔬菜	2.62	8.37	3.9
水果	3.36	8.37	3.6
糖及糖漿	-	-	3.87

*資料來源：衛生署網站，網址

http://www.doh.gov.tw/cht/content.aspx?dept=R&class_no=3&no

[w_fod_list_no=574&array_fod_list_no=&level_no=2&doc_no=247&show](http://www.doh.gov.tw/cht/content.aspx?dept=R&class_no=3&no_w_fod_list_no=574&array_fod_list_no=&level_no=2&doc_no=247&show)

附錄二、單寧酸分析法

將食物樣品倒入均質機，使樣品充份混合。從已充份混合過的樣品中取 1 克樣品（並記下重量）至 10ml 定量瓶後，再以蒸餾水定容、定量，然後用震盪器震盪 30 分鐘，靜置（或離心 4000 rpm，10 分鐘）取上清液，以 0.45um 過濾膜過濾，再以液相層析儀（high-performance liquid chromatography，HPLC）分析。

作者簡介

姓名：邱昌宏

性別：男

電子信箱：m9217004@mail.npust.edu.tw

網誌：<http://www.wretch.cc/blog/hahaha945>

出生年月日：1980.1.10

學經歷：輔仁大學中國文學系

屏東科技大學野生動物保育研究所