

圈養台灣黑熊動情周期之行爲模式

Breeding Behavior of the Formosan Black Bear (*Ursus thibetanus formosanus*) in Captivity

楊吉宗 詹文輝 許富雄¹

Chieh-Chung Yang, Wen-Hui Chan and Fu-Hsiung Hsu

行政院農業委員會特有生物研究保育中心 南投縣集集鎮民生東路1號

Endemic Species Research Institute, Chichi, Nantou, Taiwan

摘 要

以同一對圈養台灣黑熊(*Ursus thibetanus formosanus*)於2002-2004年繁殖季節配對並以全天候錄影其行爲模式，觀察記錄動情周期(estrous cycle)的各種行爲差異，以區分動情周期不同的發情階段。結果初步可依熊隻的行爲模式區分為動情前期(proestrus)、發情期(estrus)和動情後期(metestrus)等三個階段，每階段爲期各約一週，一個動情周期共約三週。動情前期的主要行爲是雄熊主動追求雌熊，而雌熊多不予理會，是爲求愛期；發情期的行爲其雌雄之間互動頻繁，並發生駕乘的交配行爲，是爲交配期，持續約4-7天；在動情後期，雌熊多跟隨在雄熊身後，但雄熊缺性慾而多不予理會雌熊，是爲乏反應期。比較動情前期、發情期與動情後期之間的各種行爲的差異性，平均所占的時間比例，休息、活動及刻板症行爲在動情周期之間並無顯著差異，但雌雄熊的互動行爲在動情前期、發情期與動情後期之間，則有極顯著差異($p < 0.001$)。交配的發生多在清晨或傍晚，而以清晨5-10時居多；每次交配時間0.2-26.6 min 不等。發情期之糞中雌二醇(estradiol)和助孕素(progesterone)比動情前期及動情後期有較高現象，且較高濃度之助孕素對雌二醇的協同作用可能是引起雌熊接受駕乘的主要原因。

Abstract

A pair of the Formosan black bears (*Ursus thibetanus formosanus*) in captivity was housed together during the breeding seasons of 2002-2004, and their breeding behavior associated with estrous cycle was continuously recorded with a video recorder. The estrous cycle lasted three weeks for each season, and

¹現在通訊地址：國立嘉義大學生物資源學系 嘉義市學府路300號

behavior of the bears changed with three phases of the cycle: the proestrus, the estrus, and the metestrus. Each phase lasted about a week. During the proestrus the male actively pursued (interacted with) the female but was ignored. During the estrus both male and female interacted frequently and mating (mounting and copulation) occurred frequently for four to seven days. During the metestrus the female still followed the male, but the male showed less interest on the female and no mating behavior occurred. The percentages of time periods of resting, of activity and of stereotypical behavior among the three phases were not significantly different, but the interactive behavior differed significantly among the phases (Kruskal-Wallis test $h=16.557$, $p<0.001$). The copulation usually took place in early morning and evening, and lasted from 0.2 to 26.6 min. The fecal estradiol and progesterone concentrations in the estrus were higher those in the proestrus and metestrus. Probably it was a main reason that higher progesterone and estradiol concentrations, and their synergistic effect brought about the female bear to admit for mounting.

關鍵詞：台灣黑熊、動情周期、繁殖行為

Key words: *Ursus thibetanus formosanus*, estrous cycle, breeding behavior

收件日期：93年8月11日

接受日期：93年11月9日

Received: August 11, 2004

Accepted: November 9, 2004

緒 言

雌性動物的發情期間，影響性行為的因素包括遺傳、生理、環境及其經驗等(Hafez 1993)。性行為模式具節奏性，主要是受卵巢的濾泡發育、排卵及黃體形成、活動所控制，不同物種的動情周期所呈現的行為模式有別，完整的如牛、羊、豬等家畜之動情周期(estrous cycle)可分為動情前期(proestrus)、發情期(estrus)、動情後期(metestrus)及乏情期(diestrus)等(McDonald 1980)。各期受性類固醇內分泌素(steroid sex hormone)刺激的來源不同，前二者是因濾泡分泌動情素(estrogen)而促進發情，故又稱濾泡期(follicular phase)，後二者主要是因黃體分泌黃體素(progesterone，又稱助孕素)而產生助孕功

能，故又稱黃體期(luteal phase)(McDonald 1980; Flowerdew 1987)。

台灣黑熊(*Ursus thibetanus formosanus*)的繁殖性狀有其特殊性，曾有報告推測牠屬誘發排卵(Yang *et al.* 2003)，當濾泡成熟後，雌熊陰道需受到刺激才會產生排卵；排卵之後並不一定會受孕，並會產生假懷孕(pseudo-pregnancy)現象，其攝食、行為及內分泌等均會呈現類似懷孕的各種變化；受孕之胚胎又會延遲埋植(delayed implantation)約5個月之久。此些特性在美洲黑熊(*Ursus americanus*)(Wimsatt 1963; Flowerdew 1987; Hunt and León 1995)與亞洲黑熊(*Ursus thibetanus*)(Domico and Newman 1988)也有相同的情形。此外，台灣黑熊的棲息地因多半在高山森林，其地形崎嶇複雜變化大、植

被茂密，欲在這種環境下觀察其性行為，可能性微乎其微。圈養的馬來熊 (*Helarctos malayanus*) 的交配一般多在夜間進行 (馮及王 1991)，亞洲黑熊的駕乘(mount)交配期持續約 3-5天(孔等 1998)，雌熊每次發情週期約20天，第7-10天為高峰期 (楊等 1991)，苟 (1991)亦稱雌熊交配期一般持續7-10天，以上雖報告發情交配的一些資訊，但未見有關動情周期的行為模式較完整報告。熊隻難由其外觀的變化辨識是否發情，但若能以其行為模式推測牠的發情階段，將有助於瞭解繁殖過程及經營管理。本研究以圈養方式觀察台灣黑熊在繁殖期配對時，以雌雄之間的互動關係來辨別動情周期的不同行為，用以建立台灣黑熊繁殖性狀的基本資料。

材料與方法

本試驗熊隻為民間所捐送，2002年時雌熊約15歲、體重約120 kg；雌熊約11歲，在2002、2003及2004年配對前各為85.5 kg、105 kg及103.2 kg。2002年3月雌熊與雄熊合欄飼養於45m²籠舍，配對期共65天，發生交配行為後即隔離；2003年2月復合欄於81m²籠舍，另附有活動場139.5m²，配對期為79天，於發生交配行為後約3週將其隔離；2004年2月再度合欄，籠舍與前一年同，配對期亦同為79天，有交配行為後約5週隔離。行為觀察以數位錄影系統，每間籠舍室內、外各有2部CCD，並輔以紅外線作夜間觀察，資料訊號傳入設在籠舍邊的電腦主機儲存，再經由光纖傳入設於研究室的遠端電腦監視。從配對起每週逢機採取2-4天不等之全天候錄影資料，經整理記錄後，取可分辨不同行為之前後一段時期的資料分析之。行為記錄分為休息 (rest)、個別活動 (action)、刻板症 (stereotype)、互動 (interaction)及交配 (mating)等，其定義分別為(一)休息：以臥睡姿、仰睡

姿或側睡姿，頭部貼地，身體無其他動作之似實質睡眠狀態，及坐、臥而有抬頭或四肢有明顯動作如舔、咬或搔抓、摩擦身體等非睡眠狀態。(二)個別活動：指雌熊或雄熊位移或伴隨低頭嗅聞或抬頭注視靜立、蹣行走近或咬起食物、飲水之動作及後肢微蹲、背部稍隆起之排泄行為或嗅聞排泄物等個別之動作。(三)刻板症：在籠舍內兩個固定點重複來回踱步，或以後肢為軸心，前肢左右移動和頭部左右搖擺等無意識的動作。(四)互動：指雌雄熊之間的互撻、互抱、無傷害性的互咬、互抓和追逐、或聞、舔異性生殖器等。(五)交配：指雄熊駕乘在雌熊背上。另於交配時記錄每次交配的時間長短及間隔，以發生跨乘現象就記錄交配一次。

本研究收集2002-2004年雌雄配對期之行為紀錄，觀察後選擇雌雄交配前後日期具連續性，且可辨識雌雄互動關係及不同行為之資料，其中2002年選用144小時 (未含交配後)、2003年336小時及2004年432小時，合計912小時。2002年因交配後即將雌雄隔離，故缺交配之後的資料。選擇的時段是以可分辨不同行為為主，是以，其前後行為單純或屬於個體偶發的行為，而且未顯現出可解釋的意義者均未列入分析。例如，雌雄間互有主動接近對方或偶互有驅趕、示警的動作，因其行為無法解讀與發情有相關性，故將此階段認定為適應期，不屬動情周期範圍。以主觀方式認定其行為發生變化時，依其不同行為區分動情周期的變化時段。統計分析以StatView 軟體作Kruskal-Wallis 檢驗後，再以Mann-Whitney作各階段之間兩兩比較其差異顯著性。內分泌的檢測，每週以非侵入法 (non-invasion)採取雌熊之糞便2-3次，收集後先置於-20°C，處理時取糞材1g加入3 ml分析緩衝液，震盪混合 10 min，100°C 加熱 10 min，再震盪混合20 min，以3,500 rpm離心 30 min後抽取上清液，再參考陳(1994)的模式

以酵素免疫分析法(enzyme immunoassay, EIA)分析雌二醇 (estradiol)及助孕素濃度，使用之抗體及酵素免疫結合體取自中興大學獸醫學系生理實驗室，標準液為購得 (Sigma, 編號 P9776)，微滴盤酵素免疫分析儀是「anthos 2001」(Austria 製)。

結果與討論

綜觀動情周期可分為三個階段，與Boone *et al.* (2003) 描述哺乳動物繁殖行為的過程分為求愛 (courtship)、交配及乏反應期 (refractory period) 等三個階段的情形類似。由圈養台灣黑熊的行為表現，概可辨出動情周期分為動情前期、發情期及動情後期，其間的界線雖並非十分清楚，但仔細觀察仍有跡象可循，各期大約各一週，合計一個動情周期約三週。

動情前期：第一次發現雄熊嗅聞雌熊的外陰部起即記錄為第一階段的開始，雄熊逐漸表現主動追求雌熊的姿態，例如經常可見雄熊接近雌熊，以前肢去碰觸或趨近雌熊，甚或將其抱住並壓制在地上，於互動一陣後嗅聞其外陰部；雌熊於此時期若呈現刻板症時，雄熊會在牠的背後注視著牠，但雌熊多不太理會雄熊，也無驅趕或警告雄熊的動作。Herrero and Hamer (1977) 亦報告棕熊 (*Ursus arctos*) 在開始時雄熊也朝著雌熊站或坐或趴著，先跟隨著，後則環繞著雌熊；雌熊於排泄時，雄熊常會趨前頻嗅聞其剛排泄的糞或尿，嗅聞雌熊糞尿是本階段最常見的行爲。此階段雌熊大多表現被動，但有逐漸接受雄熊的狀況，此階段認定為動情前期，為期約一週。

發情期：在動情前期之後，雄熊大多圍繞著雌熊，經常尾隨或緊跟在雌熊身後，雄熊主動接近或追逐雌熊，呈現強烈求偶慾。嗅聞雌熊的外陰部及排遺顯得更為頻繁，嗅

聞的原因可能如Goodwin *et al.* (1979) 所述於發情期犬陰道分泌的一種短鏈脂肪酸Methyl p-hydrobezoate 所致，它是吸引異性的化學物質，可因雌激素(oestrogen)的刺激而產生 (Curtis *et al.* 1971; Michael and Keverne 1970)。此時雌熊亦經常出現自行舔食其外陰部及情緒煩躁不安的現象，偶有出現驅趕或警告雄熊的動作。江等(1991)報告稱黑熊在發情時，外陰部紅腫外翻、煩躁不安，及苟(1991)報告稱雌熊在發情時會搔抓陰門等現象，此均與本研究觀察的情形類似。接著，雌雄發生交配行為，雄熊首次跨騎雌熊時，雌熊會反抗及躲避，然後才逐漸接受駕乘；通常雄熊在駕乘前會先出現嗅聞或舔食雌熊的外陰或排遺，雌熊有時亦會逐漸主動接近雄熊，或是在雄熊靠近時站立不動並將臀部推向雄熊而接受駕乘。

日本棕熊 (*U. arctos yesoensis*) 在發情期前後有雌熊騎雌熊的行為 (Ishikawa *et al.* 2003)，雌性之間互騎的行為在雌牛常可發現 (Diskin and Sreenan 2000)，但本研究未將同性熊隻放在一起，故未知同性之間是否有相互跨乘行為；駕乘的姿勢類似犬，雄熊由雌熊的後面跨騎到雌熊背部，有時雄熊會咬住雌熊頸部或背部的皮毛輔助固定；雄熊在駕乘過程中，間歇地出現約5-10 sec之規律性後臀的抽送行為，此時雌熊頭朝前方站立不動，雄熊以前肢用力抱住雌熊腰部並將之往後拉，接著雄熊的臀部與大腿肌肉會劇烈顫動，此刻被推測可能是雄熊在射精(孔等 1998; Tsubota and Kanagawa 1991; Ishikawa *et al.* 2003)，但余等 (1992) 認為完成射精的交配只有一次，故每次抽搖顫動並非表示每次均有射精；交配進行中，雌熊偶會低頭回首顧盼雄熊，兩者均並未曾聽到有發出任何聲音；交配後，雌、雄熊均以坐或臥姿休息，此時雌熊會舔食其外陰部的分泌物。此階段的行為明顯可辨，Boone *et al.* (2003)在半野

外的環境觀察美洲黑熊的交配行為包括駕乘、抽送 (pelvic thrust) 及顫動 (flutter) 等，並敘述駕乘時可能因雌雄之生殖器未正確配合妥當，致會有駕乘而無抽送動作，且抽送時不一定有顫動的類似射精動作。Mundy and Flook (1964) 亦報告有相似的情形，其觀察的情形均與本研究結果相似。

交配是發生在發情前期之後第7-11天開始，交配行為是判定為發情期的主要依據，也就是把有交配行為那個時段視為發情期，期間前後亦約一週。亞洲黑熊雌熊每次發情週期約20天，其中第7-10天為高峰期(楊等 1991)，此高峰期若為發情期，則其時程與本研究發現的情況很接近。北美棕熊 (*U. a. horribilis*) 的發情週期最長27天，短則16天 (Herrero and Hamer 1977)；日本棕熊發情行為持續的天數約14-36天之間，其天數因交配懷孕與未交配未孕而有所不同 (Ishikawa *et al.* 2003)；亞洲黑熊曾記錄雌熊發情週期約20天 (余等 1992)；美洲棕熊同一個體在不同繁殖期也會不同 (Craighead *et al.* 1969)，各種熊隻被敘述發情持續時間的情形不盡一致。

動情後期：交配之後，雌熊與雄熊的互動行為變為雌熊主動、雄熊被動，雌熊反會常圍繞在雄熊的身邊。當雄熊發生刻板症時，雌熊會坐在雄熊的身後望著雄熊，遇有雌熊排泄時雄熊仍會走近嗅聞，但隨即離開；此階段雄熊並不太理會雌熊，雌熊出現頻頻舔其外陰，休息時常會出現此動作。孔等(1998)報告稱在發情後期雌雄熊的性行為逐漸減弱，無交配行為，推測此階段雌熊已進入發情後期，期間亦約一週，其後之活動逐漸恢復到非繁殖期的乏情狀態。

動情周期各種行為分布：2002-2004年動情周期各種行為平均一天24小時中分布的情形如圖1，顯示不同發情階段在清晨1-4時及晚上19-24時幾乎全在休息狀態，呈現睡眠之休息行為多始於下午6-7時，非睡眠之休息行

為大多發生在攝食後、刻板症之間歇時及傍晚入睡後，白天休息發生多在11-15時，時間分布變化不大而穩定，原因應是飼養管理時間已長期習慣所致，也因此不宜作為野外情形的推測。其他行為多分布在5-16時之間，各種行為互有消長的情形。三年平均各種行為在動情前期、發情期及動情後期所占的比率如表1，其中以休息所占比率最多，為68.3-70.4%之間，其次為刻板症占14.8-17.0%，刻板症是多數動物因長期圈養引起生理及精神上緊迫而造成的一種無意識的刻板行為 (Cortney *et al.* 2002; Cortney and Mark 2003)。交配所占的比率最少，它是界定發情期定義的主要行為，故僅在發情期列有此項行為。互動行為在動情前期與發情期之間差異不大，但在動情前期與動情後期之間有極顯著差異 ($p < 0.0001$)，且發情期與動情後期之間同樣呈現極顯著差異 ($p = 0.0005$)，顯示雌熊過了交配期之後，互動行為為急劇下降，很快恢復到乏情狀態；個體活動由動情前期進入發情期及動情後期有增加之趨勢 ($p = 0.1467$)；休息及刻板症行為三年平均並沒有顯著的影響。張等 (1991)認為一般圈養狀態下的熊隻會受人為環境及干擾而影響其原有的活動，且在繁殖期的性行為表現易出現不完全的情形。本研究亦發現在動情周期之間，籠舍附近因工程施工而產生重型機械聲音的干擾時，熊隻會顯示緊張及不安的舉動。

交配行為次數與時間：發情期交配行為的次數及時間如表2，2002、2003及2004年交配的發生分別是在配對後第60、67及36天，故認為交配的發生與配對時間的長短似無直接的關係，而交配時間是分布在3、4、5月，故春季應是主要交配季節；交配行為的發生約在4-7天之間，除2003年是每日連續發生之外，2002及2004年有隔日發生交配的情形。孔等(1998)稱此期為發情高潮期，持續約3-5天，與本試驗觀察結果相近；一天中交配的

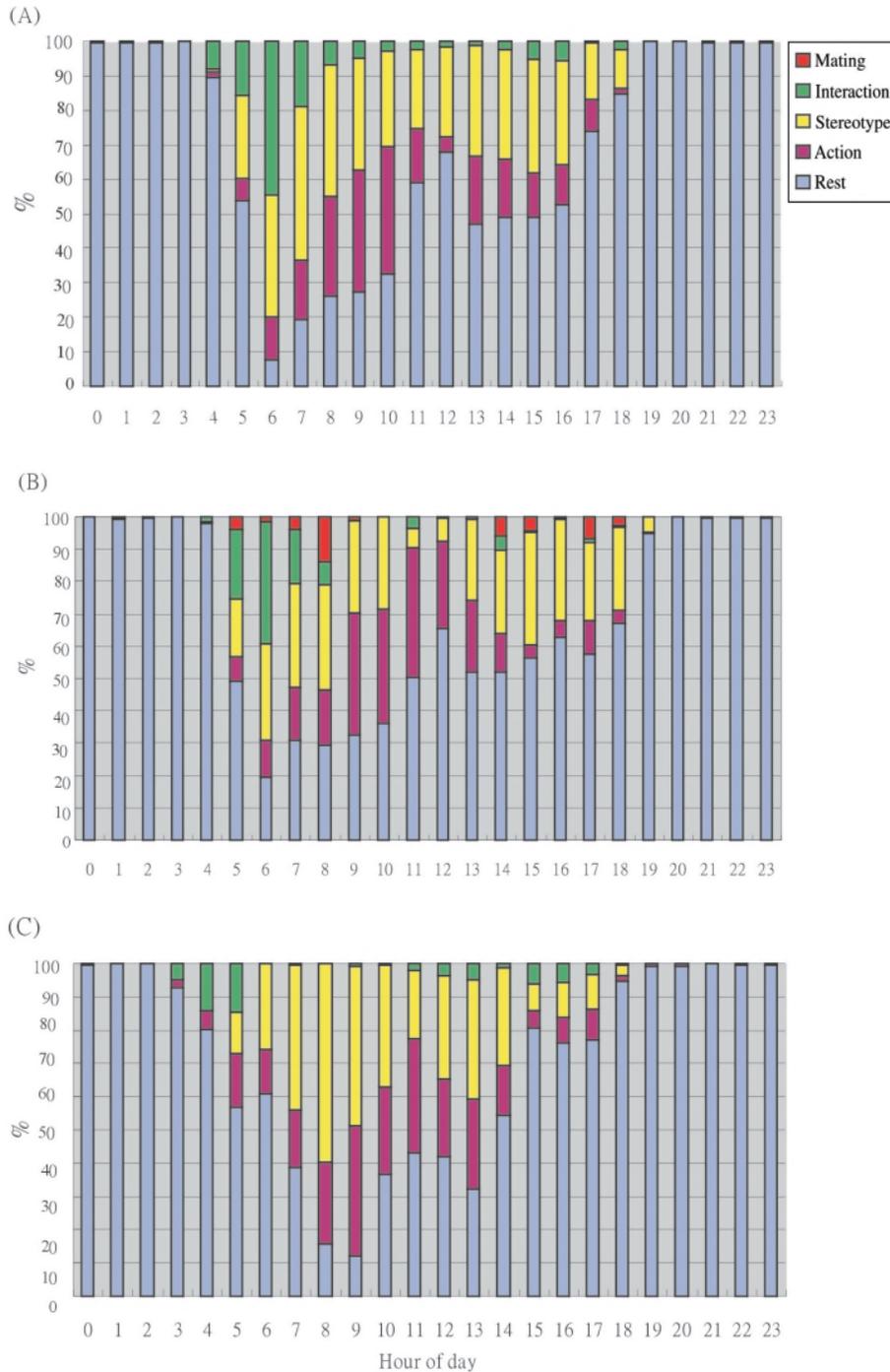


圖1. 2002-2004年雌性台灣黑熊在動情前期(A)、發情期(B)及動情後期(C)於一天內繁殖行為之分布。
Fig. 1. The % profiles of breeding behaviors in a day for the female Formosan black bear in the proestrus (A), the estrus (B), and the metestrus (C) for the years of 2002 to 2004.

表1. 圈養雌性台灣黑熊在2002-2004年繁殖季之不同行爲所占百分比

Table 1. Percentages (mean ± S.E.) of different behaviors of female Formosan black bears in captivity during the breeding seasons of 2002-2004

Item	Rest	Action	Stereotype	Interaction	Mating	
Proestrus	68.3±2.300	9.7±1.025	17.0±2.856	5.1±0.841 ^a	-	n=288
Estrus	68.8±1.965	10.5±0.953	14.8±1.588	4.0±0.734 ^{ab}	1.9±0.466	n=360
Metestrus	70.4±2.307	11.3±1.070	15.7±1.687	2.6±0.611 ^c	-	n=264
H-Value	0.569	3.839	1.738	16.557	-	
P-Value	0.7524	0.1467	0.4193	0.0003	-	

a,b,c Significantly different at 1% level (Kruskal-Wallis test $h=16.557$, $p=0.0003$) between the figures with the different superscripts a, b and c of the same column.

表2. 圈養雌性台灣黑熊在2002-2004年動情周期之交配(駕乘)次數與時間

Table 2. Mating (mounting) frequency and time periods (mean; ranges in parentheses) of the Formosan black bears in captivity during the estrus cycle in 2002-2004

	Date		Frequency			Time period (min.)		
	2002	2003	2004	2002	2003	2004	2002	2003
5-May	15-Apr	17-Mar	2	3	8	8.2(2.3-14.1)	1.0(0.5-1.9)	1.1(0.4-9.0)
6-May	16-Apr	18-Mar	19	5	1	1.7(0.1-22.6)	5.9(0.5-21.4)	17.6(17.6)
8-May	17-Apr	20-Mar	10	11	12	5.0(0.2-37.5)	2.6(0.3-20.4)	2.5(0.1-19.8)
9-May	18-Apr	21-Mar	16	6	9	2.1(0.1-26.1)	8.3(0.3-41.2)	4.6(1.2-32.1)
-	-	23-Mar	-	-	6	-	-	7.4(0.1-33.8)
Total or average			47	25	35	2.8(0.2-26.6)	4.4(0.4-23.4)	4.1(1.0-21.6)

次數不一定，一個動情周期發生交配的總次數在2002、2003及2004年分別為47、25及35次，其總次數亦不一，顯示同一個體在不同繁殖季節的交配次數不盡相同。坪田敏男等(1985)則稱雄熊年齡愈大次數愈少，雌熊則沒有差異。本研究同一對雌雄在三年內似沒有什麼影響；交配持續的時間長短每次亦不一，有跨乘現象即記錄乙次，跨乘後馬上下來記錄為0.1 min，時間長者高達41.2 min，平均每次約3.8 min。交配的時間曾有報告美洲黑熊每次平均約51.6 sec (Boone *et al.* 2003)、

棕熊約20 min多不等 (Craighead *et al.* 1969; Sparrowe 1964)、亞洲黑熊約5-30 min (孔等1998)，均與本觀察記錄交配的時間有所不同，可能因物種、個體的關係之外，記錄方式的不同可能是重要因素。合計三年交配發生的頻率在24小時內的分布情形如圖2，顯示交配的發生是在5-9時及14-18時，而以早上6-7時發生最多7-9次；交配合計的時間分布如圖3，累計最久的是在早上9時，計約120餘分鐘，圖2交配次數與圖3交配時間在一天24小時之分布狀況一致。

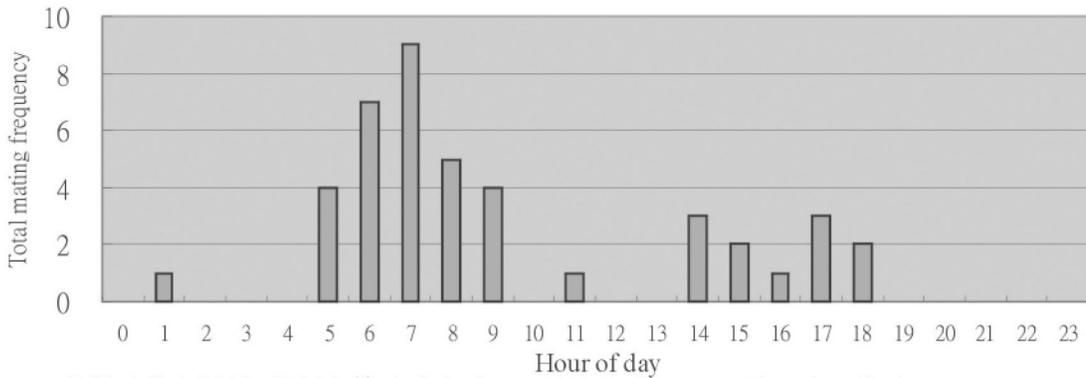


圖2. 台灣黑熊在2002-2004年繁殖季合計交配次數分布於一天24小時之情形。

Fig. 2. The distribution of the total hourly mating frequencies during a day for the Formosan black bear in breeding seasons from 2002 to 2004.

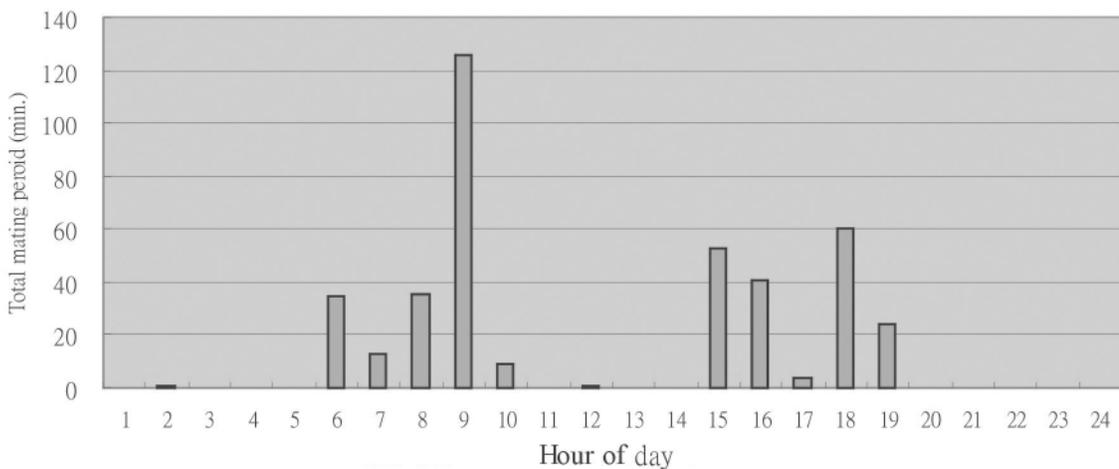


圖3. 台灣黑熊在2002-2004年繁殖季合計交配時間分布於一天24小時之情形。

Fig. 3. The distribution of total hourly mating period during a day for the Formosan black bear in breeding seasons from 2002 to 2004.

性類固醇內分泌素：包括動情周期在內前後共約二個月之間，以縱虛線概略標出三個不同時期之性內分泌素的變化如圖4。糞便中雌二醇在2002及2004年於動情前期進入發情期時顯示急速上昇，進入動情後期則呈下降現象，動情後期之後更顯為低。雌二醇在發情期呈現高峰現象，此時期雄熊更頻繁嗅聞雌

熊的陰部及糞尿，可能就是因雌二醇的作用而使雌熊陰道分泌具性吸引的費洛蒙 (pheromone) 所致。此外，雌二醇的功能可促進雌性生殖道及乳房細胞發育，但對性接受能力 (sexual receptivity) 的作用並不確定 (McDonald 1980)。雌二醇在2003年顯示其最高峰在動情前期之前約一週，此時可能濾泡

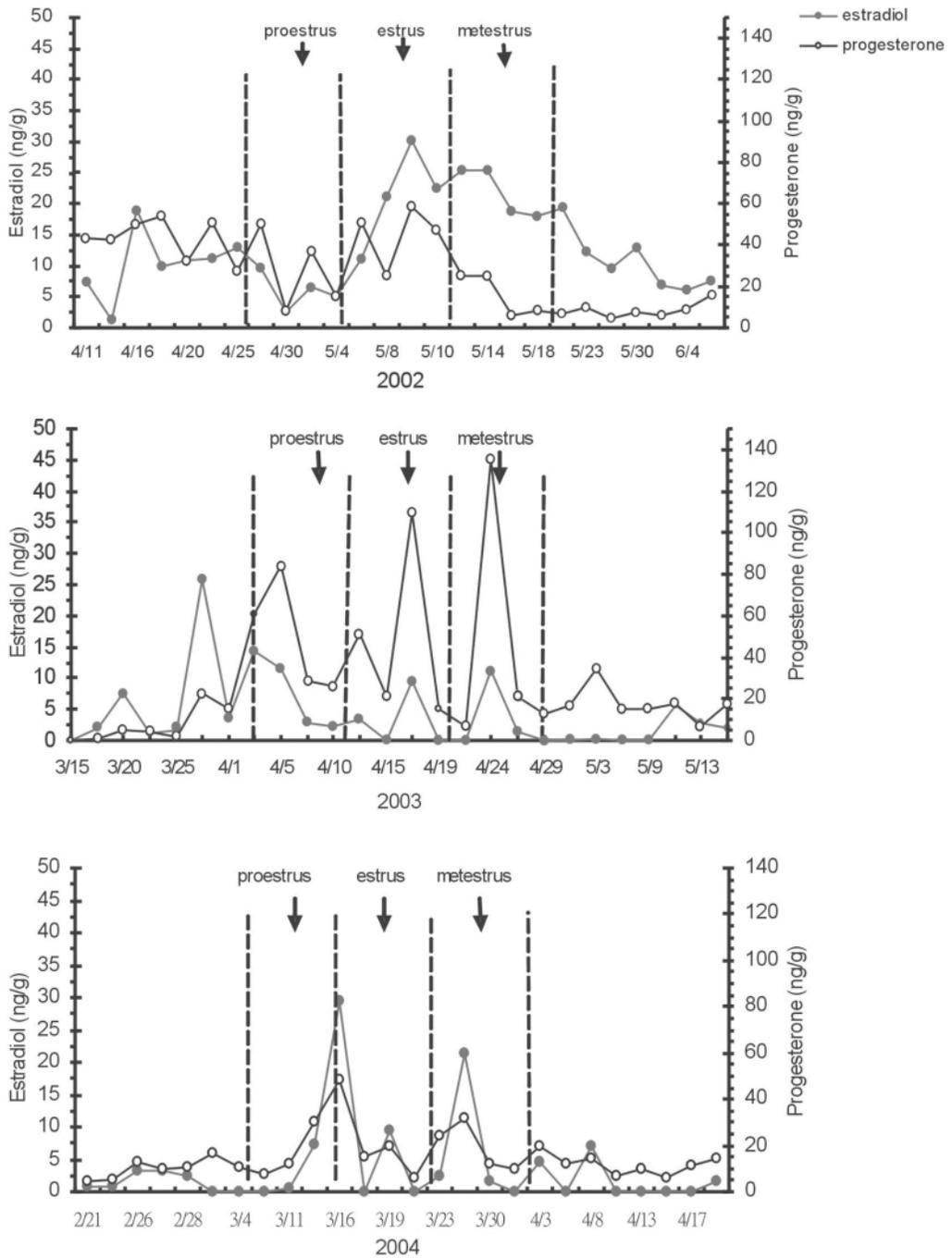


圖4. 圈養雌性台灣黑熊在2002-2004年動情前期、發情期及動情後期糞中雌二醇及助孕素濃度的變化。

Fig. 4. The variance of the fecal estradiol and progesterone concentrations for the female Formosan black bear in captivity at proestrus, estrus, and metestrus of the estrous cycle in 2002, 2003 and 2004.

已開始活動，但行為上尚未有任何表現，隨著在發情期及發情後期各呈現有個峰期，此時就表現出行為特性。在動情後期之後則濃度變得很低，表示已結束動情周期；助孕素在動情周期各階段的濃度由圖4顯示在發情期均有較高現象，動情後期除2003年有較高現象之外，在2002及2004年則呈現逐漸下降趨勢，之後則維持在低濃度的狀態。助孕素通常是與動情素產生一種協同作用，促進雌性生殖器官的發育，雌性動物多因助孕素的協同作用而引發精神上的動情 (psychic estrus) 或性接受能力 ((McDonald 1980)。圖4顯示助孕素由動情前期進入發情期，其濃度有隨著動情素增加而增加的現象，特別是在發情期顯示高濃度狀態，此時，可能因助孕素的協同作用而引發雌熊接受駕乘。2003年在動情周期前約一週雖然動情素有呈現高峰，但並未有發情行為，可能就是缺乏足夠助孕素的協同作用所致。助孕素在動情後期顯示略下降或升高，並無急劇下降的情形，這也可能是過了發情期之後，為何雌熊主動追求雄熊而表現仍有性慾的原因，故動情後期表現的發情狀態是漸進下降的狀態，此階段有否可能繼續再接受交配，尚待進一步去證明。過了動情後期之後，助孕素濃度下降很多且維持在低濃度狀態，此時因缺乏助孕素與動情素的協同作用，雌熊也沒再接受雄熊的駕乘，這些現在似乎確定地說明了助孕素在性行為發生上所扮演的角色。沒有胚胎延遲埋植的動物，在交配受精之後，黃體立即形成且增加助孕素分泌以助受孕，但圖4顯示在動情周期之後助孕素反而減少，原因是熊隻在交配受孕之後，其受精卵發育至囊胚期 (blastocyst) 時即幾乎完全停止發育且延遲埋植，在這期間黃體呈靜止狀態沒發揮其功能 (Hamlett 1935; Renfree and Calaby 1981)，致助孕素的分泌減少，此與無延遲埋植的動物於受孕後助孕素表現的不同所在。

引用文獻

- 孔令祿、簡岷劍、楊世奎、楊智勇、鄭穎紅、湯純香、周小平。1998。家養黑熊的繁殖行為。獸類學報 18(2)： 150-151。
- 江國福、陳新榮、葉金堂。1991。應用激素誘導雌熊發情。第二屆東亞熊類會議論文摘要。57頁。
- 余剛、楊營、李時萬、陳三。1992。黑熊的籠養繁殖。生物學雜誌 48: 24-25。
- 苟仕斌。1991。淺談熊的繁殖。第二屆東亞熊類會議論文摘要。64頁。
- 張星吉、金鍾振、金吉春。1991。豕養熊類行為觀察。第二屆東亞熊類會議論文摘要。74頁。
- 馮慶、王應祥。1991。黑熊人工繁殖初報。第二屆東亞熊類會議論文摘要。45頁。
- 陳婷婷。1994。性類固醇酵素免疫分析方法的建立與應用。國立中興大學獸醫學研究所碩士論文。
- 楊營、余剛、李時萬、李宗昌。1991。黑熊人工繁殖初報。第二屆東亞熊類會議論文摘要。63頁。
- 坪田敏男、金川弘司、高橋健一、安江 健、福永重治。1985。飼育條件下性行動觀察。家畜繁殖誌 31(4): 203-210。
- Boone, W. R., M. E. Richardson and J. A. Greer. 2003. Breeding behavior of the American black bear *Ursus americanus*. *Theriogenology* 60: 289-297.
- Cortney, A. T., C. Y. Mark and H. L. Mark. 2002. Environmental enrichment: Effects on stereotyped behavior and reginal neuronal metabolic activity. *Brain Research* 938: 15-21.
- Cortney, A. T. and H. L. Mark. 2003.

- Environment enrichment: Effects stereotyped behavior and neurotrophin levels. *Physiology and Behavior* 80: 259-266.
- Craighead, J. J., M. G. Hornocker and F. C. Craighead. 1969. Reproductive biology of young female grizzly bears. *Journal of Reproduction and Fertility* 6: 447-475.
- Curtis, R. F., J. A. Bullentine, E. B. Keverne, R. W. Bonsal and R. P. Michael. 1971. Identification of primate sexual pheromones and the properties of synthetic attractants. *Nature* 232: 396-398.
- Diskin, M. G. and J. M. Sreenan. 2000. Expression and detection of oestrus in cattle. *Reproduction, Nutrition, Development* 6: 481-491.
- Domico, T. and M. Newman. 1988. Bears of the world. Facts on File, New York.
- Flowerdew, J. R. 1987. Mammals: Their reproductive biology and population ecology. Edward Arnold, Great Britain.
- Goodwin, M., K. M. Gooding and F. Regnier. 1979. Sex pheromone in the dog. *Science* 203: 559-561.
- Hafez, E. S. E. 1993. Reproduction in farm animals: Reproduction behavior. Lea and Febiger, Philadelphia.
- Hamlett, G. W. D. 1935. Delayed implantation and discontinuous development in the mammals. *The Quarterly Review of Biology* 10: 432-447.
- Herrero, S. and D. Hamer. 1977. Courtship and copulation of a pair of grizzly bears, with comments on reproductive plasticity and strategy. *Journal of Mammalogy* 58: 441-444.
- Hunt, J. P. and V. León. 1995. Bears. Silver Burdett Press, USA.
- Ishikawa, A., H. Sakamoto, S. Katagiri and Y. Takahashi. 2003. Changes in sexual behavior and fecal steroid hormone during the breeding season in female Hokkaido Brown bears (*Ursus arctos yesoensis*) under captive condition. *The Journal of Veterinary Medical Science* 65(1): 99-102.
- McDonald, L. E. 1980. Veterinary endocrinology and reproduction. Lea and Febiger, Philadelphia.
- Michael, R. P. and E. B. Keverne. 1970. Primate sex pheromones of vaginal origin. *Nature* 225: 84-85.
- Mundy, K. R. D. and D. R. Flook. 1964. Notes on the mating activity of grizzly and black bears. *Journal of Mammalogy* 45: 447-475.
- Renfree, M. B. and J. H. Calaby. 1981. Background to delayed implantation and embryonic diapause. *Journal of Reproduction Fertility. Supplement* 29: 1-9.
- Sparrowe, R. D. 1964. Sexual behavior of grizzly bears. *The American Midland Naturalist* 80: 570-572.
- Tsubota, T. S. and H. Kanagawa. 1991. 北海道養棕熊の性行為。第二屆東亞熊類會議論文摘要。76頁。
- Wimsatt, W. A. 1963. Delayed implantation in the Ursidae, with particular reference to the black bear (*Ursus americanus* Pallas). pp. 49-76. *In* : Delayed Implantation. A. C. Enders (ed.). University of Chicago, Chicago.
- Yang, C. C., F. C. Mao, F. T. Chan and T. C. Ho. 2003. Reproduction behavior and characters of the Formosan black bear in captivity. *Endemic Species Research* 5(1): 1-13.