

圈養台灣黑熊攝食與繁殖的關係探討

An Exploration on Relationship between Food Intakes and Reproductive Success of Captive Formosan Black Bears (*Ursus thibetanus formosanus*)

楊吉宗^{1,*} 詹文輝²

Chieh-Chung Yang^{1,*} and Wen-Hui Chan²

¹ 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

² 行政院農業委員會林務局南投林區管理處 南投縣草屯鎮史館路456號

¹ Endemic Species Research Institute, Jiji, Nantou, Taiwan

² Nantou Forest District Office, Forest Bureau, Nantou, Taiwan

* 通訊作者: chung@tesri.gov.tw

* Corresponding author: chung@tesri.gov.tw

摘要

圈養的台灣黑熊(*Ursus thibetanus formosanus*)雌熊於交配且受孕後，分別在懷孕初期及懷孕中期增加給飼量及其營養濃度，結果在懷孕中期增加給飼時正常生產，但在懷孕初期增加給飼時有發生早產現象，本研究認為懷孕初期增加給飼量增加了早產的機率，其原因是促使孕酮(progesterone)的分泌濃度提前上升，且其最高峰的水準未達一定的程度，可能因此改變了母體子宮環境暨其子宮腔液的蛋白質組成，使著床後的胚胎發育未與子宮環境同步而引起。野外熊隻於懷孕中期後獲得較多食物，是長期配合食物季節性變化的一種韻律性適應，而熊隻演化出的延遲著床(delayed implantation)是一種內在生理適應。因此，若對圈養雌熊於懷孕初期增加飼糧的給飼量，可能擾亂牠們性類固醇荷爾蒙的自然分泌與延遲著床機制相關的韻律性，此可能是促使異常生殖的主因。

Abstract

After the captive female Formosan black bear (*Ursus thibetanus formosanus*) mated and was fertilized, her daily food ration was increased from either early-pregnancy or mid-pregnancy. The results showed that the female bear had normal deliveries when received the food increment from the mid-pregnancy but had preterm deliveries when received the food increment from the early-pregnancy. The food increment from the early-pregnancy might result in higher probability of the preterm delivery which was because the rise of progesterone secretion ahead of time, and it didn't reach to some certain higher level. Hence, it probably led to change the uterine environment and the protein composition of the uterine luminal secretion, of which became unsuitable for the fetus development after embryo implantation. In nature there is a seasonal change in food composition and abundance, and wild female bears consume food with nutritional values at the stage of mid-pregnancy than that at the stage of early pregnancy. It is an adaptive synchronization of the internal physiological rhyme of the bears with the embryo delayed implantation to the seasonal rhyme of food abundance in the natural environments. Accordingly, we hypothesize that increasing the feeding of captive bears at the early pregnancy may disturb their natural sexual steroid hormone secretion rhyme associated with the delayed implantation mechanism, which was probably the main reason to cause abnormal reproduction.

關鍵詞：台灣黑熊、攝食量、早產、延遲著床

Key words: *Ursus thibetanus formosanus*, diet intake, preterm delivery, delayed implantation

收件日期：97年12月1日

接受日期：98年7月15日

Received: December 1, 2008

Accepted: July 15, 2009

緒 言

圈養的台灣黑熊多在春、夏季交配，受精後之胚胎經約 5 個月的延遲著床(delayed implantation)後再著床發育，之後再經 2 個多月的發育後於冬季生產，總懷孕期約 7.5 個月(楊等 2003)，此與美洲黑熊(*Ursus americanus*)的情況類似(Foresman and Daniel 1983; Seager

and Demorest 1986; Flowerdew 1987; Domico and Newman 1988; Hunt and León 1995)。亞洲黑熊(*U. thibetanus*)的懷孕狀況亦類似，約在 5-8 月間交配，懷孕期約 5.5-8 個月，於當年的 12 月至隔年的 3 月間生產(高等 1987; 楊等 1991; 苟 1991; 孔等 1998)，日本棕熊(*U. arctos uestoensis*)也有類似情形(Tsubota *et al.* 1991)。現生 12 科食肉目中有 7 科有延遲著床現象，

熊科是其中之一，其演化的假說有多種，主要是與食物、育幼或為適應環境以求物種的存續 (mead 1989)。延遲著床的主要步驟及調控機制如圖 1，受精卵分裂形成囊胚(blastocyst)後即暫停發育，在子宮內浮游約 5 個月再著床，其調控因素包括日照、內分泌及營養等而影響子宮內的環境(Renfree and Calaby 1981; Mead 1989)。其中營養的部分，所涉及的包括攝食食物的品質、量及其季節性的變化，圈養的情況下雖然沒有季節性變化，但有飼糧成分、給飼量與給飼方式的不同。本文主要目的在探討不同給飼策略對台灣黑熊繁殖產生的影響，並探討其可能的原因。

材料與方法

試驗雌熊有 2 隻，為圈養於行政院農業委員會特有生物研究保育中心低海拔試驗站，其中雌熊 1 號(2001 年時約 7 歲)，來自民間捐贈，2001-2005 年間均與同為民間捐贈之 1 隻雄熊(2001 年時約 11 歲)配對，開始配對在 2-3 月之間，配對的方式是把飼養在隔壁鄰舍之雌、雄熊籠舍中間的柵門打開，讓其自由進出及互動，俟有交配行為後，至無互動行為為止(通常在有交配行為後約 2 週就無互動行為)，再予以隔離分欄飼養；雌熊 2 號(2000 年時 4 歲)來自雪山地區，被盜獵，右後腳踝以下截肢，2000 年及 2007 年分別與來自壽山動物園(年齡不詳)及來自花蓮玉里(約 4 歲)的雄熊配對，操作之情況如雌熊 1 號。

給飼的飼糧以蘋果、柳丁、紅蘿蔔、地瓜、木瓜、玉米、麵包、雞蛋、豬肉、肉骨及成犬飼料等不同組成調配，分成 A 及 B 兩種飼糧。A 飼糧之乾基含粗蛋白 11.5%，熱能 4.15 Kcal/g；B 飼糧含粗蛋白 17.0%，熱能 4.38 Kcal/g，後者含粗蛋白較高，即單位飼糧之營養濃度較高，兩者鈣磷比同為 1.8:1.0 (表 1)。平時給飼量以 A 飼糧之乾物量 1.0-1.1 kg/100 kg

體重計算，以一週 7 天的量縮為 6 天於早上給飼(週日不給飼，且豬肉及肉骨全集中在週六給之)；增加給飼是在交配後以 B 飼糧給飼，給飼的時間與方式和 A 飼糧相同。雌熊 1 號增加給飼量的時機分別為：一、2002 及 2003 年在懷孕初期(數天)即增加給飼量；二、在 2001、2004 及 2005 年在懷孕中期(2.5-4 個月)才增加給飼量(如圖 1 之 A)，增加給飼的方式為每隔 7 天或 14 天增加給飼量 10% 或 20%。雌熊 2 號於 2000 及 2007 年分別於疑似交配後的懷孕初期及中期增加給飼量，增加給飼的方式為每隔 7 天增加 10%。2 隻雌熊增加給飼均視當時之食慾及攝食狀況而定，若增加給飼量後可連續 2-3 天以上把全部飼糧吃完，再依比例予以增加，若沒完全吃完就不再增加。在懷孕後期攝食量漸減少時，給飼量維持先前的量不減少，每日記錄給飼量及攝食量。

糞孕酮(fecal progesterone)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，再以酵素免疫分析法(enzyme immunoassay, EIA)分析雌二醇(estradiol)及孕酮(progesterone)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

試驗熊隻的給飼量，平時飼養以蛋白質需求量佔約 11% 之乾物基含量並依體重給予，以限制過食並防過於肥胖。懷孕初期因考慮懷孕時營養需求可能增加，故飼糧改為含蛋白質 17%，量亦予以增加。懷孕中期才增加給飼，是因懷孕初期的食慾增加，從外表上看並不十分

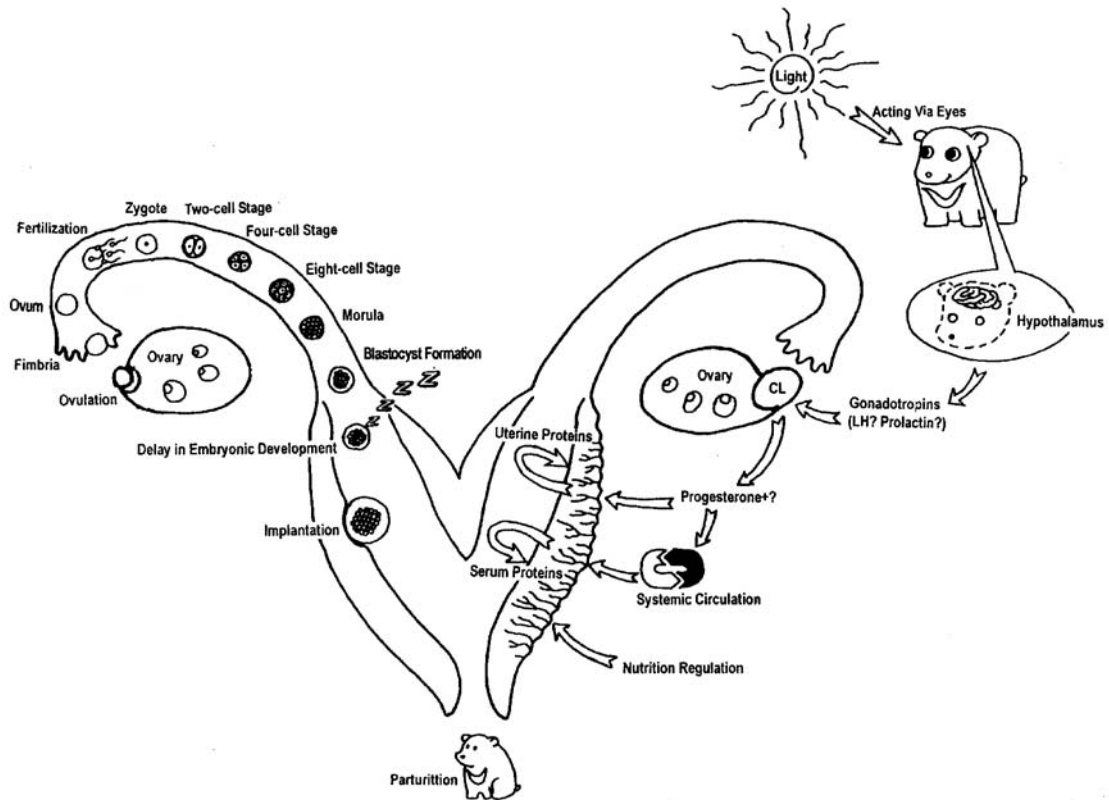


圖 1. 黑熊胚胎延遲著床的主要步驟及調節機制概圖(仿自 McDonald 1980; Renfree and Calaby 1981; Mead 1989)。

Fig. 1. Major steps and regulatory mechanisms of embryo delayed implantation in black bear (after McDonald 1980; Renfree and Calaby 1981; Mead 1989).

表 1. 本試驗用之 2 種飼糧的乾物基營養組成分

Table 1. The nutrient contents (dry matter basis) of diets A and B used in the study

Diets	C. Protein (%)	C. Fat (%)	C. Fiber (%)	Calcium (%)	Phosphorus (%)	Energy (Kcal/g)
A	11.5	5.2	6.3	1.8	1.0	4.15
B	17.0	7.6	7.2	1.8	1.0	4.38

明顯，故於中期才增加給飼。這種交配後懷孕時的不同增加給飼方式，是依現場實際飼養狀況而調整，因並未有台灣黑熊懷孕時飼養管理的相關資訊可資應用。

攝食的情況，平時之日糧以乾物量 1.0-1.1

kg/100 kg 體重給飼。交配之後，雌熊 1 號逐漸增加給飼的百分比如表 2，以 2002 年最多，達 160%，2001、2003、2004 及 2005 年為 60%-70%。懷孕初期給飼並攝食之總增加量達 160% 者是在每 14 天增加 20% 之下，同在懷孕

初期而每 7 天增加 10% 者，最後總增加量為 70%；懷孕中期增加給飼者為每 7 天增加 10%，最後均為增加 60%。懷孕初期或中期增加的百分比與最後總增加量似無關連，影響最後總增加量的原因並不清楚。攝食量於產前 35-75 天迅速降低，並於產前 7-30 天完全拒食(如表 2 及圖 2 之 B)。雌熊 2 號給飼及攝食的情況如圖 3，2000 年在交配後疑似懷孕初期即增加給飼，最後增加達 50%，攝食量在 87 天之前把給飼量全部吃完，之後逐漸下降，但並未完全拒食；2007 年在疑似懷孕的中期才增加給飼量，總增加量達 70%，攝食量在懷孕 160 天之前全部吃完，之後亦逐漸下降。依攝食的情況，發覺懷孕初期或中期增加給飼的方式對攝食量降

低及拒食的時間似無關連，但對懷孕初期增加給飼之雌熊並未繁殖成功，其間似有著相關性。

雌熊 1 號在懷孕初期即增加給飼量的 2002 及 2003 年發生早產，胎兒出生不久即死亡。懷孕中期之後增加給飼量的 2001 及 2005 年均順利生產並育成仔熊，2004 年發生死產。雌熊 2 號是在交配後增加給飼量，不管在懷孕初期或中期，其攝食量亦伴同給飼量增加而增加，但該隻雌熊後來並未生產，因與雄熊的交配行為從錄影檔難以辨識清楚，故只稱其疑似交配，最後呈現假懷孕現象，其現象包括食慾增加、後期攝食量漸減、多蜷縮在窩巢等，在其後期仍維持少量的進食(如圖 3)，而與雌熊 1 號於分娩前完全拒食(如圖 2 之 B)有所差別。

表 2. 雌熊 1 號之給飼、攝食紀錄及繁殖狀況表

Table 2. The feeding procedure, daily food intakes, and reproduction of the female bear #1 in 2001-2005

Items	2001	2002	2003	2004	2005
Time of changing diet formulas and increasing daily food ration	Mid-pregnancy	Early-pregnancy	Early-pregnancy	Mid-pregnancy	Mid-pregnancy
Intervals of increasing daily food ration (days)	7	14	7	7	7
% in total increased food ration	60	160	70	60	60
Refusing food intake before delivery of cub (days)	9	26	17	30	7
Total gestation (days)	226	179	169	253	225
Cub status	Survival	Preterm delivery (died 2 days after birth)	Preterm delivery (died half days after birth)	Stillbirth	Survival

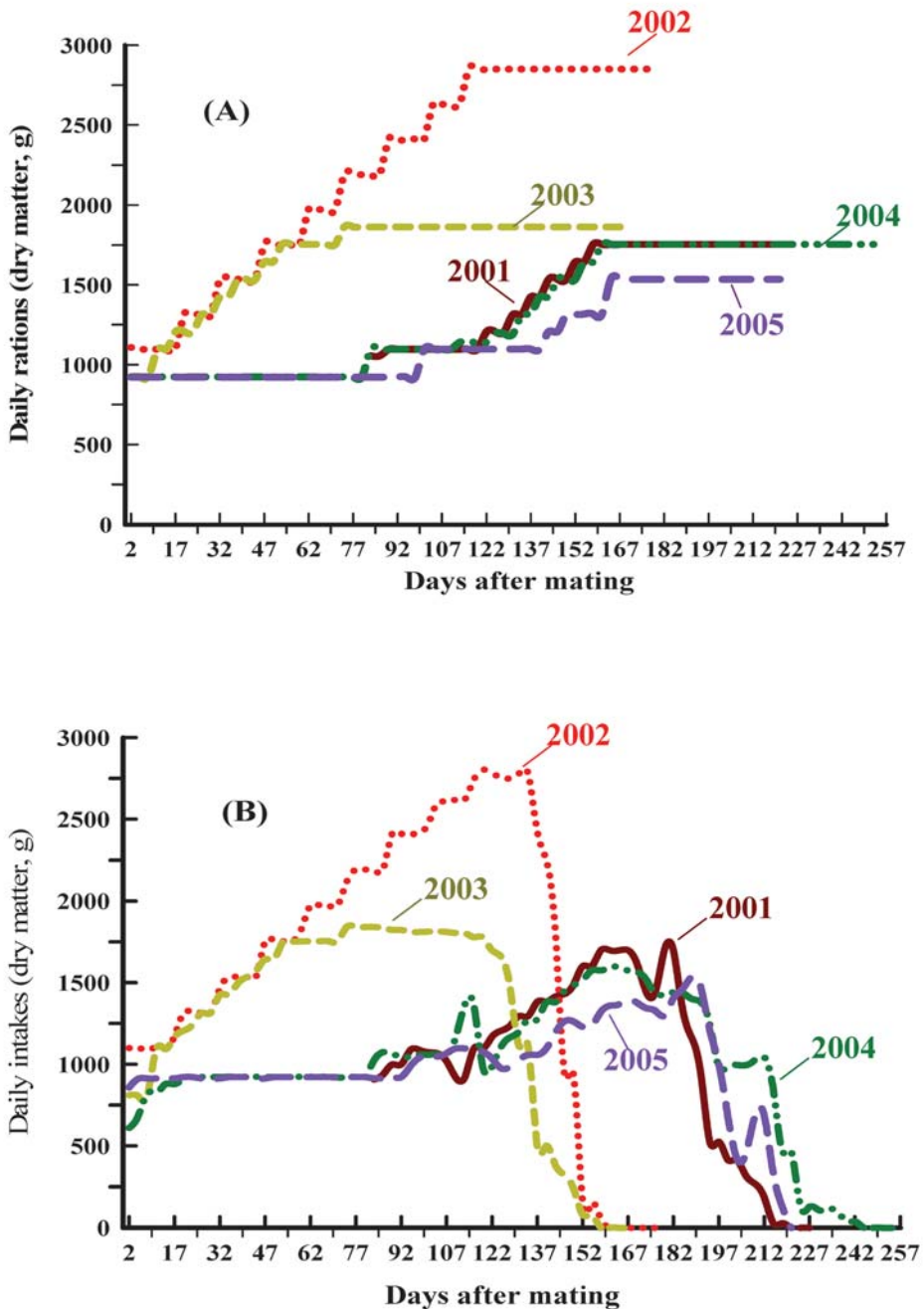


圖 2. 雌熊 1 號於 2001-2005 年懷孕期間給飼(A)及攝食(B)情形，其中 2001 及 2005 正常生產，2002 及 2003 早產，2004 死產。

Fig. 2. Daily rations (A) and intakes (B) of bear female #1 during the periods of pregnancy in 2001-2005, resulting in normal deliveries in 2001 and 2005, preterm deliveries in 2002 and 2003, and stillbirth in 2004.

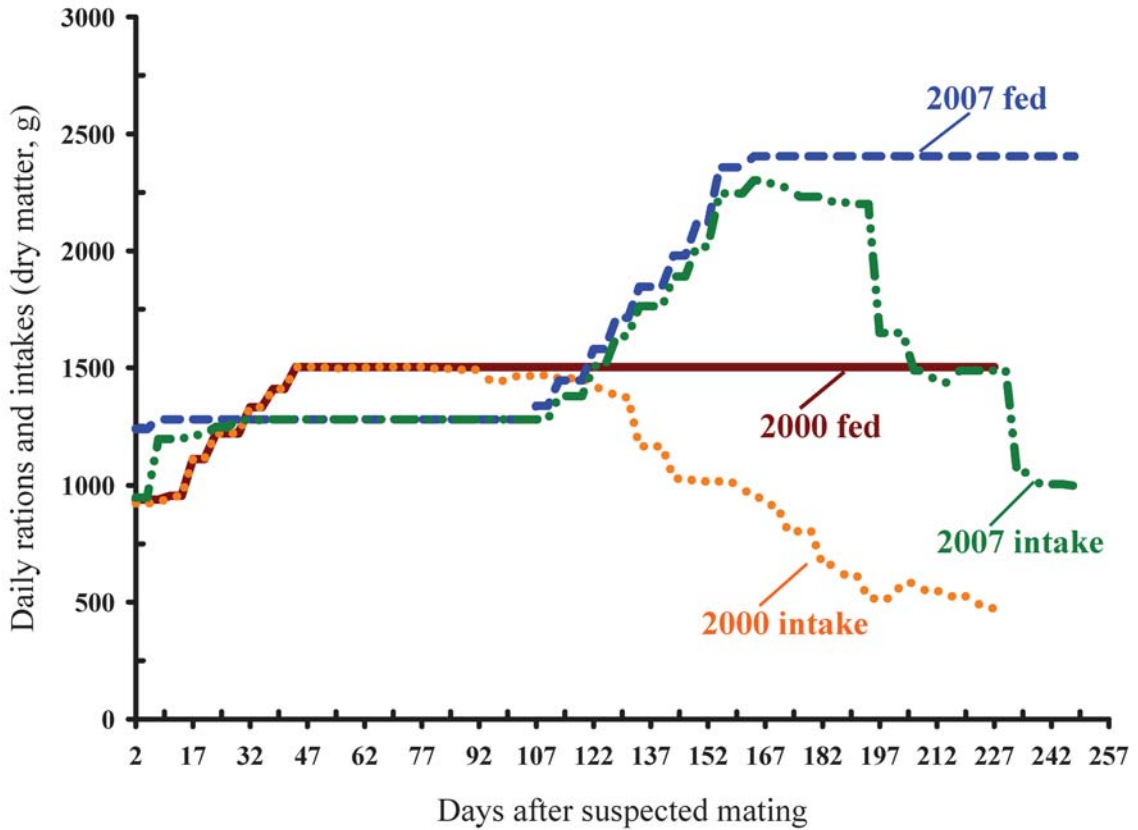


圖 3. 雌熊 2 號於疑似交配後之日糧與攝食情形，增加給飼的時間 2000 年在疑似懷孕的初期，2007 年是在中期，二年均呈現假懷孕且食慾增加。

Fig. 3. Daily rations and intakes of the female bear #2 after suspected mating with the ration increments at early-pregnancy in 2000 and at mid-pregnancy in 2007, both resulting in pseudopregnancy with increasing appetite.

植物性食物的營養成分有季節性的變化，粗蛋白含量隨其生長及新生之合成代謝的進行而增加(Greenwood and Barnes 1978)，Scheirs *et al.* (2002)報告食葉昆蟲所攝食的葉子，除陸續長出新芽可維持營養水準之外，成熟及老化者品質將降低。反芻動物放牧以豆科為主之牧草之粗蛋白含量，亦有季節性的變動(Well and Cooper 2001; Söter *et al.* 2007)。豆科植物所含粗蛋白是隨成熟階段而異，最高時可達 15-25%，低時約 14-15%，熱帶地區禾本科牧草(grass)含粗蛋白約 5-10%，季節性差異顯著

(Luttleton 1973)。麋鹿(*Alces alces*)選食的植物種類及食用的部位在夏天含粗蛋白量有增或減(Kubota *et al.* 1970)，白尾鹿(*Odocoileus virginianus* ssp.)啃食的草、枝、葉及嫩芽含粗蛋白則為春天較高，夏天急速降低，冬天維持在低濃度(Smith *et al.* 1956)。Sfougaris *et al.* (1996)稱克里特野山羊(*Capra aegafrus cretica*)攝食的植物類群，含粗蛋白以禾本科牧草在夏天最低，豆科(legume)及非草屬草本植物(forb)則春天高，灌木(shrubby)則春、夏漸低，秋、冬逐漸增高。Robbins (1993)綜合一些報告，

稱生長初期的禾本科植物、草本植物、嫩枝、葉或芽，其乾物基含蛋白質高達 20-30%，但隨著成熟逐漸降至 3-4%。

熊隻攝食植物的季節性變化，Hellgren *et al.* (1988)曾敘述美洲黑熊(*U. americanus*)春天攝食多汁及草本的植物，夏天多攝食軟的果實，秋初為大量殼斗科(Fagaceae)的果實，秋末及冬天則吃常綠性灌木及藤蔓類的果實。Lander *et al.* (1979)亦有報告美洲黑熊攝食季節性食物的營養，冬季入洞休眠前含較高的無氮抽出物(nitrogen-free extractive)及脂肪，出洞後的食物含較高的蛋白質。中國四川的亞洲黑熊(*U. thibetanus*)季節性攝食的主要植物，春天及夏初為非草屬的草本植物及灌木，再轉換為灌木的漿果(如薔薇科的懸鈎屬*Rubus* spp.、虎耳草科茶藨子屬 *Ribes* 及樟科新木薑子屬 *Neolotsea*)，夏中及夏末則為樹木果實(如薔薇科櫟屬 *Prunus*)，秋天為殼斗科堅果類(如櫟屬 *Quercus*) (Reid *et al.* 1991)。果實(或漿果)之乾物基含粗蛋白量亦變異很大，在 2.0-16.3%，其生長以 6-7 月較多(Sakai and Carpenter 1990)。台灣黑熊為雜食性動物，春、夏季主要以綠色植物為主食，秋冬則以果實為主並捕食較多的偶蹄類動物，季節性所攝食的植物春天以嫩葉芽、夏季以樟科(Lauraceae)及薔薇(Rosaceae)的果實、秋冬則以殼斗科的堅果為主(王及黃 1999; 王及陳 1991; Hwang *et al.* 2002)，殼斗科青剛櫟(*Cyclobalanopsis glauca*)的果實約於 10 月開始成熟，其為台灣黑熊重要的食物來源(黃等 2009)，唯所攝食食物的營養組成分資料尙付之闕如。動物性食物的營養成分，哺乳類、鳥類及魚類之乾物基粗蛋白為 22-91%，無脊椎動物則在 30-88%，差異範圍很大(Robbins 1992)。台灣黑熊所攝食的動物性食物包括哺乳類、鳥類、魚類，昆蟲為常見覓食的種類，植物性食物從根、莖、葉、花到果實都吃，且有偏好喜好吃果實的現象(作者等，未發表)。綜合上述，由於台灣黑熊在野外攝食的食物種

類多而雜，攝食類別的比例變動不定，難以確知，就以季節性食物的蛋白質濃度而言，推測亦隨季節性變化而變化，所攝食的營養在春、夏較低，而入秋後較高。

台灣黑熊多在春、夏季交配，若在野外，交配後懷孕初期的季節性食物的粗蛋白濃度不高，進入秋、冬季之後的懷孕中期及後期，攝食植物的果實大多數在此季節逐漸成熟而有較高的蛋白質，特別是脂肪，且於此季節大量攝食並儲存脂肪，以備休眠或待產。熊隻的季節性繁殖是適應全球氣候變遷長期演化而來(Spady *et al.* 2007)，胚胎發育的過程與食物季節性的變化成了一種韻律性。簡言之，也就是發情交配受孕之後約 5 個月的胚胎延遲著床期間，值春、夏季的營養呈現在較低濃度狀態；而胚胎著床之後 2 個多月的發育期，值入秋之後，有較多機會獲得營養成分較高的果實或捕食較多的動物性食物，可供過冬或懷孕的營養需求。

雌熊 1 號 2001-2004 年間交配後孕酮的變化情形如圖 4，圖中是以 3 個樣本測值繪成移動平均趨勢線，其中有中斷部分是熊隻沒攝食致無排遺可資分析。座標 X 軸起始點為交配日期，分別在 3-5 月不等。2001 年交配後約 5 個月孕酮才逐漸上升，產前最高峰達 408.7 ng/g，懷孕 225 天後正常生產；2002 及 2003 年發生早產，其孕酮分別在交配後未達 5 個月即顯示上升，2 年的最高峰之值分別為 135.7 ng/g 及 101.9 ng/g，懷孕期分別為 179 天及 168 天後均發生早產；2004 年於交配後約 7 個月孕酮才上升，最高峰為 148.4 ng/g，懷孕期共 253 天(比正常多 28 天)，最後發生死產。2005 年於 3 月底交配，11 月 12 日生產，懷孕期 225 天，順利產下雙胞胎。懷孕期動物異常生產(早產或流產、死產)的原因包括近親繁殖、胚胎發育畸形、懷孕次數多、不當增重、緊迫及營養不當等多種(Gravett 1984; 龔 1992; Hutchins *et al.* 1996; Schieve *et al.* 1999; Schieve *et al.* 2000)，本文所探討生產狀態的熊隻為

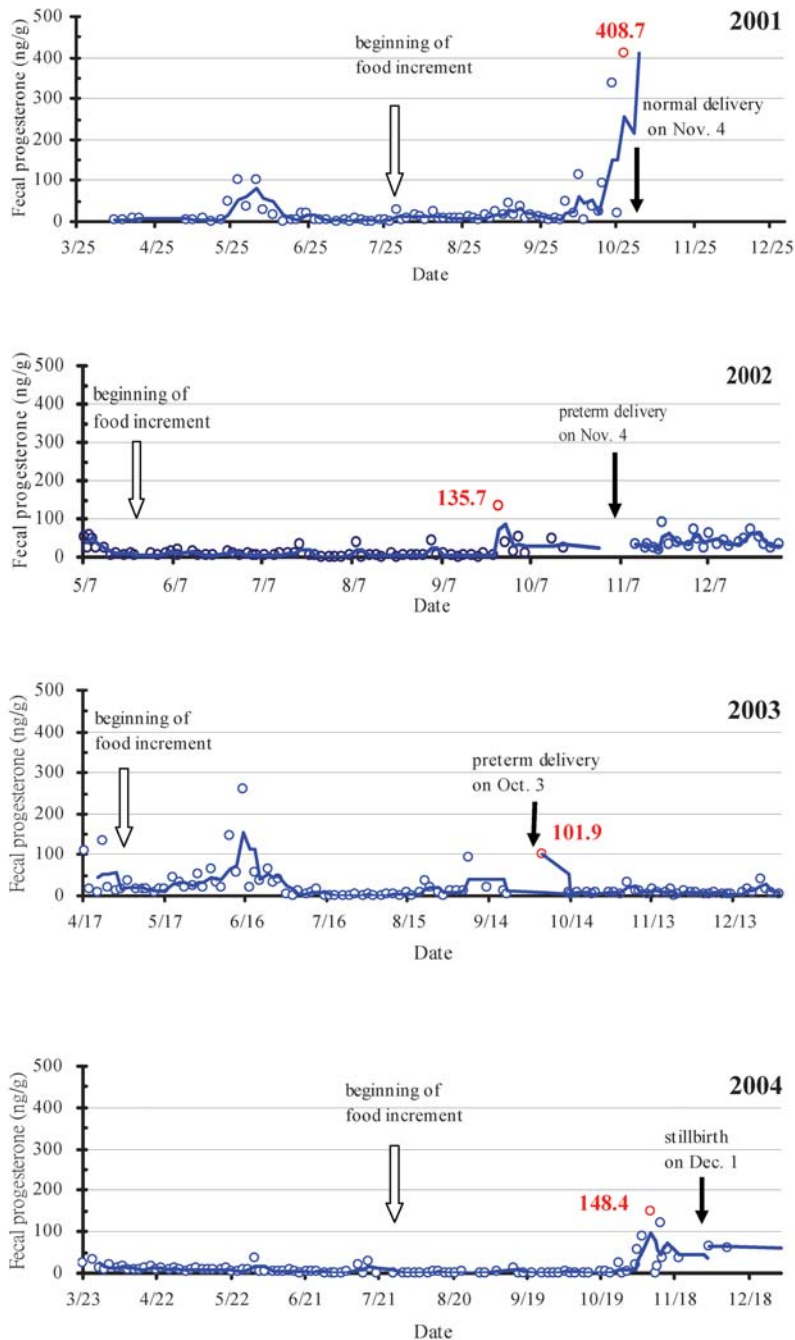


圖 4. 雌熊 1 號於 2001-2004 年交配後之孕酮每 3 個樣品移動平均趨勢線、增加給飼時間及分娩狀況(空心箭頭為開始增加日糧，實心箭頭為生產時間及狀況)。

Fig. 4. Trends 3-measurements moving average of fecal progesterone concentrations of the female bear #1 after mating in 2001-2004 (open vertical arrows, the time of beginning daily ration increments; solid vertical arrows, time and status of cub deliveries).

同一個體，可能影響其生產的環境因素均相似，最主要差別在於交配後增加給飼的時間不同。2001 及 2004 年的正常生產及發生死產之增加給飼是在懷孕中期，而 2002 及 2003 年發生早產的是在懷孕初期。懷孕初期增加給飼可能影響孕酮分泌，使其於交配後未達 5 個月就已達最高峰，或雖未達最高峰但已顯見上升，可能因此促使胚胎提早著床。雌熊 2 號因沒有生產且 2007 年未分析孕酮的變化，故其孕酮與胎兒發育的關係就無從敘述。孕酮的上升與胚胎的著床是一致的(palmer *et al.* 1988; Sato *et al.* 2000)，且著床後會比基礎值增 2-3 倍(Foresman and Daniel 1983)。雌熊 1 號在 2002 及 2003 年產前約 2 個月孕酮的分泌最高值比 2001 年少約 3 倍，可能因無足夠濃度而無法使胎兒在正常環境下發育。2004 年增加給飼是在懷孕中期，但其孕酮濃度亦僅為 2001 年的 1/3，其發生死產的原因可能與孕酮的濃度較低有關，但是否與前 2 年連續懷孕且早產有關，不得而知，通常熊隻是 2 年 1 胎。因此，綜觀其情，孕酮濃度較低並非全是懷孕初期增加給飼的關係，但懷孕初期增加給飼使孕酮濃度較低似有較高的機率。

營養之攝食與孕酮及胎兒的關係，女豬(gilt)在懷孕初期給予高水準營養的飼料會經由增加胰島素(insulin)的分泌而促使孕酮增加，孕酮是影響胚胎存活的媒介(Jindal *et al.* 1977; Beltranena *et al.* 1991; Jindal *et al.* 1996)。女豬在懷孕初期給予高營養水準而增加胚胎死亡，可能是經由孕酮分泌而與子宮液內之蛋白質(如retinol binding protein)有關，因而使特定懷孕階段之子宮與胚胎的變化未同期化(Soede *et al.* 1999)。豬的子宮液內的蛋白質量會隨孕酮增加而增加，其變化會影響胚胎的發育與存活(Knight *et al.* 1973; Chew *et al.* 1982; Vallet *et al.* 1998)。Garrett *et al.* (1988)亦發現肉牛在懷孕初期，孕酮會調控胚胎的發育與生長。孕酮使胎兒異常生長是藉由增進或降低胚胎的發育

而起，其扮演著因與果的雙重關係角色，可能是透過血液傳送進入子宮腔，或直接刺激子宮內膜釋出生長因子(如insulin-like growth factor-I and II)而改變子宮內的環境(Geisert *et al.* 1991; Barnes 2000; Velazquez *et al.* 2008)。人與靈長類亦有報告胚胎著床會受孕酮的影響(Sengupta and Ghosh 2000)，人與畜牧的胚胎與子宮環境間的不同步(synchrony)是正常懷孕生產不可或缺的(Barnes 2000)。日本黑熊(*U. thibetanus japonicus*)繁殖週期孕酮濃度與子宮內膜細胞增生厚度及子宮腺體的面積呈正相關(Yamane *et al.* 2009)，Hellgren *et al.* (1989)亦報告認為黑熊的代謝產物(如血液內的總蛋白、球蛋白等)與食物品質的季節性變化有緊密關係且具有其韻律(rhythm)，韻律的變化包括體重、食物消耗及繁殖等，內源性循環的律動，關係到動物的生理與行為，進而至植物的季節性變化。因此，本研究推測懷孕初期給予較高濃度的營養及較多的飼糧，可能有較多的機率改變熊隻對食物季節性變化的適應，擾亂懷孕初期約 5 個月的胚胎延遲著床，以及產前約 2 個月孕酮濃度未升高到達相當程度，而影響子宮內膜細胞的增生及其腺體的發育，進而影響子宮內的環境。因此，改變了長期演化下來於懷孕中期以後才能獲較高營養水準時機的內在適應，致使子宮環境暨其子宮液組成未能與胎兒發育同步，而影響了正常繁殖。

謝 誌

本研究計畫進行中，感謝行政院農業委員會特有生物研究保育中心低海拔試驗站前站主任何東輯及現任站主任何健鎔博士的支持與配合，也謝謝胡景瀚先生及試驗站其他同仁的熊隻飼養管理，使相關之飼養紀錄得以順利蒐集。

引用文獻

- 孔令祿、蘭岷劍、楊世奎、楊智勇、鄭穎紅、湯純香、周小平。1998。家養黑熊的繁殖行爲。獸類學報 18(2): 150-151。
- 王穎、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)。內政部玉山國家公園管理處。50 頁。
- 王穎、陳添喜。1991。台灣黑熊之生態學研究及其經營管理策略(II)。行政院農業委員會生態研究第 014 號。44 頁。
- 苟仕斌。1991。淺談熊的繁殖。第二屆東亞熊類會議論文摘要。第 64 頁。
- 高耀亭、汪松、張曼雨、葉宗耀、周嘉楠。1987。中國動物志。中國科學院動物志編輯委員會。科學出版社。
- 黃美秀、賴秀芬、林冠甫、葉慶龍。2009。玉山國家公園台灣黑熊重要棲息地一大分地區之植群生態及森林更新。國家公園學報 19(1): 62-82。
- 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。第 63 頁。
- 龔建華。1992。早產有關因素的研究。中華婦產科雜誌。27(1): 22-24。
- Barnes, J. L. 2000. The effects of the early uterine environment of the subsequent development of embryo and fetus. *Theriogenology* 53: 649-658.
- Beltranena, E., G. R. Foxcroft, F. X. Aheme and R. N. Kirkwood. 1991. Endocrinology of nutrition flushing in gilts. *Canadian Journal of Animal Science* 71: 1063-1071.
- Chew, B. P., H. Rasmussen, M. H. Pubols and R. L. Preston. 1982. Effects of vitamin A and β -carotene on plasma progesterone and uterine protein secretion in gilts. *Theriogenology* 18: 643-645.
- 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.
- Foresman, K. and J. C. Daniel Jr. 1983. Plasma progesterone concentration in pregnant and non-pregnant black bears (*Ursus americanus*). *Journal of Reproduction and Fertility* 68: 235-239.
- Garrett, J. E., R. D. Geisert, M. T. Zavy and G. L. Morgan. 1988. Evidence for maternal regulation of early conceptus growth and development in beef cattle. *Journal of Reproduction of Fertility* 84: 437-446.
- Geisert, R. D., C. Y. Lee, F. A. Simmen, M. T. Zavy, A. E. Flies, F. W. Bazer and C. M. Simmen. 1991. Expression of messenger RNAs encoding insulin-like growth factor-1, -11, and insulin-like growth factor binding protein-2 in bovine endometrium during the estrous cycle and early pregnancy. *Biology of Reproduction* 45: 975-983.
- Gravett, M. G. 1984. Causes of preterm delivery. *Seminars in Perinatology* 8(4): 246-257.
- Greenwood, D. J. and A. Barnes. 1978. A theoretical model for the decline in the protein content of plants during growth. *The Journal of Agricultural Science* 91: 461-466.
- 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 Zoology* 67: 1837-1850.
- Hunt, J. P. and V. León. 1995. Bears. Silver Burdett Press. Parsippany, N. J. USA.
- Hutchins, M., P. Thomas and C. S. Asa. Pregnancy and parturition in captive mammals. pp. 468-496. *In*: D. G. Kleiman, M. E. Allen, K. V. Thompson, S. Lumpkin and H. Harris

- (eds.). *Wild Mammals in Captivity*. The University of Chicago Press, Chicago and London.
- Hwang, M. H., D. G. Garshelis and Y. Wang. 2002. Diets of Asiatic black bears in Taiwan, with methodological and geographical comparisons. *Ursus* 13: 111-125.
- Jindal, R., J. R. Cosgrove and G. R. Foxcroft. 1977. Progesterone mediates nutritionally induced effects on embryonic survival in ferts. *Journal of Animal Science* 75: 1063-1070.
- Jindal, R., J. R. Cosgrove, J. X. Aherne and G. R. Foxcroft. 1996. Effect of nutrition on embryonal mortality in gilts: Association with progesterone. *Journal of Animal Science* 74: 620-624.
- Knight, J. W., F. W. Bazer and H. D. Wallace. 1973. Hormonal regulation of porcine uterine protein secretion. *Journal of Animal Science* 36: 61-65.
- Kubota, J., S. Rieger and V. A. Lazer. 1970. Mineral composition of herbage browsed by moose in Alaska. *Journal of Wildlife Management* 34: 565-569.
- Landers, J. L., R. J. Hamilton, J. Johnson and R. L. Marchinton. 1979. Bears in southeastern North Carolina. *Journal of wildlife Management* 43: 143-153.
- Lyttleton, J. W. 1973. Proteins and nucleic acids. pp. 63-103. *In*: G. W. Butler and R. W. Baileu (ed.). *Chemistry and biochemistry of herbage*. Academic Press, New York.
- Mead, R. A. 1989. The physiology and evolution of delayed implantation. pp.437-464. *In*: J. L. Gittleman (ed.). *Carnivore behavior, ecology, and evolution*. Cornell University Press.
- Palmer, S. S., R. A. Nelson, M. A. Ramsay, I. Stirling and J. M. Bahr. 1988. Annual changes in serum sex steroids in male and female black (*Ursus americanus*) and polar (*Ursus maritimus*) bears. *Biology of Reproduction* 38: 1044-1050.
- Reid, D., M. Jiang, Q. Teng, Z. Qin and J. Hu. 1991. Ecology of the Asiatic black bear (*Ursus thibetanus*) in Sichuan, China. *Mammalia* 55 (2): 221-237.
- Robbins, C. T. 1993. *Wildlife feeding and nutrition*. Harcourt Brace Jovanovich, Academic Press, INC.
- Sakai, H. F. and J. R. Carpenter. 1990. The variety and nutritional value of foods consumed by Hawaiian crew nestlings, an endangered species. *The Condor* 92: 220-228.
- Sato, M., T. Tsubota, K. Yamamoto, Y. Hashimoto, A. Katayama, T. Hazumi, I. Kita and T. Kudo. 2000. Serum progesterone and estadiol-17 beta concentrations in captive and free ranging adult female Japanese black bears (*Ursus thibetanus japonicus*). *The Journal of Veterinary Medical Science* 62 (4): 415-420.
- Scheirs, J., L. Debruyne and R. Verhagen. 2002. Seasonal changes in leaf nutritional quality influence grass miner performance. *Ecological Entomology* 27: 84-93.
- Schieve, L. A., M. E. Cogswell, K. S. Scanlon, G. Perry and C. Ferre. 2000. Prepregnancy body mass index and pregnancy weight gain: Associations with preterm delivery. *Obstetrics and Gynecology* 96(2): 194-200.
- Schieve, L. A., M. F. Cogawell and F. S. Scanlon. 1999. Maternal weight gain and preterm delivery effects by body mass index. *Epidemiology* 10: 141-147.
- Seager, S. W. J. and C. N. Demorest. 1986. Reproduction in captive wild carnivores. pp. 852-869. *In*: I. Fowler and E. Murray (eds.).

- Zoo and Wild Animal Medicine. W. B. Saunders Company. Philadelphia.
- Sengupta, J. and D. Ghosh. 2000. Role of progesterone on peri-implantation stage endometrium-embryo interaction in the primate. *Steroids* 65: 753-762.
- Sfougaris, A. I., A. S. Nastis and N. K. Papageorgiou. 1996. Food resources and quality for the introduced Cretan wild goat or agrimi *Capra aegagrus cretica* on Atalandi island, Greece, and implications for ecosystem management. *Biological Conservation* 78: 239-245.
- Smith, F. H., K. C. Beeson and W. E. Price. 1956. Chemical composition of garbage browsed by deer in two wildlife management areas. *Journal of Wildlife Management* 20: 359-365.
- Soede, N. M., T. van der Lende and W. Hazeleger. 1999. Uterine luminal proteins and estrogens in gilts on a normal nutritional plane during the estrous cycle and on a normal or high nutritional plane during early pregnancy. *Theriogenology* 52: 743-756.
- Sölter, U., A. Hopkins, M. Sitzia, J. P. Goby and J. M. Greef. 2007. Seasonal changes in herbage mass and nutritive value of a range of grazed legume swards under Mediterranean and cool temperate conditions. *Journal Compilation* 62: 372-388.
- Spady, T. J., D. G. Lindburg and B. S. Durrant. 2007. Evolution of reproductive seasonality in bears. *Mammal Review* 37 (1): 21-53.
- Tsubota, T., Y. Takahashi, H. Kanagawa and K. Gohda. 1991. Embryo recovery during delayed implantation in the captive Hokkaido brown bear, *Ursus arctos yesoensis*. *The Journal of Veterinary Medical Science* 53 (1): 141-142.
- Vallet, J. L., R. K. Christenson, W. E. Trout and H. G. Klemcke. Conceptus, progesterone, and breed effects on uterine protein secretion in swine. *Journal of Animal Science* 76: 2657-2670.
- Velazquez, M. A., L. J. Spicer and D. C. Wathes. 2008. The role of endocrine insulin-like growth factor-I (IGF-I) in female bovine reproduction. *Domestic Animal Endocrinology* 35: 325-342.
- Weller, R. F. and A. Cooper. 2001. Seasonal changes in the crude protein concentration of mixed swards of white clover/perennial ryegrass grown without fertilizer N in an organic farming system in the United Kingdom. *Grass and Forage Science* 56: 92-95.
- Yamane, M., Y. Yamamoto, T. Tsujimoto and T. Osawa. 2009. Relationship between uterine morphology and peripheral concentrations of sex steroid hormone in wild Japanese black bears (*Ursus thibetanus japonicus*). *Animal Reproduction Science* 113: 251-262.

