

東海大學生命科學系碩士論文

一夫一妻制台灣高山田鼠 (*Microtus kikuchii*) 父親照顧對子代的
成長發育之影響

Effect of male care on offspring development in the monogamous

Microtus kikuchii

研究生：楊怡明

Yi-Ming Yang

指導教授：林良恭

Dr. Liang-Kong Lin

中華民國 100 年 8 月

致謝

本論文的完成，首先要感謝的就是林良恭老師在實驗研究上以及論文撰寫上的指導，一遍又一遍的討論與校正，同時又要忙學校的事務，老師您辛苦了。還有前來幫我口試的各個委員，本校的卓逸民老師、屏科大的裴家騏老師、特生中心的鄭錫奇老師、師大的許鈺鸚老師。你們提出的建議，讓我的論文在呈現上更有說服力，十分感謝。

回首三年的研究生涯，受到各方的照顧與幫忙。特生高海拔試驗站的前站主任林旭宏主任、現任的站主任許再文主任、蔡大哥、張大哥、艾大哥與小青阿姨，對於我們這些上山做實驗的學生們總是非常地照顧。野動實驗室的各位成員，在行政上協助許多的惠美、論文修正上提供許多意見及人生經驗的仕緯學長、守立學長、逸文學長、政修學長、子和學長，幫忙出野外及上台報告前有各種症頭的詩婷、玉婷，烏龍學長在山路的駕駛上與野外實驗的操作上的協助，總是常常看不到人的家鴻學長，實驗室的二老闆-neck，在統計上還有論文上的修正與討論，以及操勞過度而提早離職的育誠學長，另外，把田鼠顧得肥滋滋的岱珈與怡靜。感謝你們的鼓勵還有高抬貴手，讓我在最後的階段能非常專心且順利地寫完論文。特別感謝共同奮戰的同學們明脩、小關、佩瑜、泡泡、小紅、晚皮等，台大林雨德老師實驗室的若華、佳倩、素含學姊等其他的研究生。曾義不容辭幫忙抓老鼠的大

學同學們，KIWI、富印、0+0、Red，或是多次誤上賊船的小幫手們，雪芸、佳雯、佳琪、昇衛、俊豪、郁潔、君任、喬方、宜津、小花、安平、葉佩佩、呆呆、修宇、小劉、爪爪、子軒等人，感謝你們成為共犯，高山田鼠也恨你們。

最後我要感謝我的家人，能體諒我長期不回家，在背後默默的支持以及給予金錢上的援助，讓我可以無憂無慮的完成碩士班的訓練。還有這段時間以來陪伴在身旁的芸蓁，在我最灰心喪志時給予支持與安慰，最開心時共同分享喜悅，讓我一路走來輕鬆許多。我也要感謝研究期間捕獲的每一隻高山田鼠，謝謝你們努力的幫我生幼鼠，帶給我漂亮的實驗數據。你們是這篇論文的主角，因為你們的犧牲，讓我們可以對這群可愛又迷人的小動物更了解一些些。

還記得當初唸研究所的目的是要學會如何獨立做研究、寫報告，很慶幸三年後我不只有拿到文憑，還有滿滿的回憶，認識了一大堆人，對動物還是一樣熱衷，也如期學到了做研究應有的態度和方法。所以，我要跟所有我關心還有關心我的人說：謝謝你們，我畢業了！接下來就是邁向人生的另一個階段。

目錄

摘要.....	I
Abstract.....	III
一、前言.....	1
二、材料與方法.....	6
三、結果.....	13
四、討論.....	24
五、參考文獻.....	31
六、表目.....	39
七、圖目.....	40
附錄 1、高山田鼠飼養與繁殖心得.....	70

摘要

分布在海拔 2500 公尺以上的台灣高山田鼠 (*Microtus kikuchii*)，已證明為一夫一妻制的物種，並在實驗室的觀察中有明顯的雄性照顧子代的行為。本實驗欲討論三個問題：第一、高山田鼠雄性照顧的行為是否會影響子代的成長、發育和行為能力上的變化？第二、高山田鼠雄性照顧的行為在不同的溫度對子代是否具有不同的影響？第三、雄性照顧是否會影響母鼠照顧幼鼠的時間花費？研究過程將高山田鼠圈養於兩種不同溫度 (23°C 及 15°C)，每種溫度操控各有父親存在以及父親不在兩組，以比較不同溫度下兩組的幼鼠在成長、發育和行動能力上是否具差異。同時，錄影幼鼠出生後 3 日親代田鼠的活動狀況，並比較公鼠與母鼠在照顧行為上的時間花費。實驗結果發現，在第 3-18 日齡間，有父親存在的幼鼠在體重、耳長、尾長、後腳掌長顯著大於父親不在組別。在 23°C 的圈養溫度下，有父親存在的幼鼠明顯較快斷奶，也顯著較快能翻正。在 15°C 的圈養溫度下，有父親存在的幼鼠前、後腳趾明顯較快分離、較快開眼，也顯著較早出現旋轉的動作。在 15°C 的圈養溫度下，有父親存在的幼鼠生存率顯著高於父親不在的幼鼠(93% vs. 16%)，但是在 23°C 的圈養環境則沒有顯著差異。親代照顧行為花費時間分析上，公鼠的存在並不影響母鼠

對幼鼠的照顧行為時間花費。透過行為觀察發現，公鼠對子代表現出蜷臥、叨回、理毛等主動照顧的行為。本研究發現，公高山田鼠會對子代提供直接的照顧行為，藉此增加子代的成長、發育與行為能力，並幫助母鼠共同撫育仔鼠，提高幼鼠生存。在面臨低溫環境時，雄性照顧對子代的效益會更明顯。

關鍵詞：高山田鼠、雄性照顧、成長發育、行為能力

Abstract

Living in Taiwan at altitudes above 2500 meters, *Microtus kikuchii* is documented as a monogamous species. In captivity, male parental care behavior has been observed. In this research, I studied three questions: 1) does the presence of male care by the father influence behavioral development and physical growth of offspring? 2) does male care affect offspring development differently between higher and lower temperature? and 3) does father presence influence time spent of female on offspring? This experiment was conducted in the animal room and involved two groups (father present and father absent) at two different temperatures (15°C and 23°C). I observed and recorded growth, development, and locomotion ability for each pup from birth to 30 day-old. Time spent of different behaviors by parents was compared through video-recording for three days after pup was born. Results showed that presence of father has influences on body weight, ear length, tail length, hind foot length of pups during 3-18 postnatal days. In the 23°C treatment, weaning and righting behavior of pups was displayed significantly earlier in father presence group. In the 15°C treatment, digits separating, eyes opening

and pivoting behavior of pups was displayed significantly earlier.

Survival rate of pups was significantly higher in father present group (93% vs. 16%) at 15°C treatment, but not at 23°C. The presence of males has no influence the time spent for caring pups of females.

Video-recording reviewed male behavior such as huddling over, retrieving and grooming offspring. This study showed that male voles provided direct care that enhanced growth, development and locomotion ability of pups. Survival rate was also improved by helping females to raise offspring. Effects of male parental care to offspring were more obvious in lower temperature treatment.

Key word: *Microtus kikuchii*, male care, development, locomotion ability

一、前言

哺乳動物的婚配制度分成雄性與同一隻雌性數次配對並繁殖的一夫一妻制 (monogamy)，雄性與同族群中的數隻雌性配對並繁殖的一夫多妻制 (polygyny)，雄性與任何雌性配對，並在配對後沒有持續性的伴侶關係的亂婚制 (promiscuity) (Clutton-Brock, 1989)。實行一夫多妻制的哺乳動物種類佔多數，從性擇觀點而言，屬於上述婚配制度的雄性較不表現親代照顧行為 (Dawkins and Carlisle, 1976; Trivers, 1985)。而行一夫一妻婚配制的哺乳動物之比例少於 3% (Kleiman, 1977)，但雄性對於子代照顧的行為則明顯可見。雄性的親代投資 (male parental investment) 被定義為「因為雄性的存在或是行為，而增加子代生殖前的適存度」(Kleiman and Malcolm, 1981)，此行為通常被視為一夫一妻婚配制度的特徵之一。

父親照顧 (paternal care) 在行為上、生理上和社交上對子代都具有影響 (Wuensch, 1985)。Kleiman and Malcolm (1981) 指出雄性親代投資可以歸類成兩大類：一類為直接的(對子代有生理上的影響)，包括蜷縮 (huddle) (覆蓋在子代身上)、理毛 (groom)、叼回幼鼠 (retrieve)、遊戲 (play)、提供食物 (provision) 等，這類行為在圈養環境下容易觀察到。另一類為間接的 (增加子代的存活

率)，包括築巢與巢的維護、防禦外敵、保衛資源、保護雌性等。

過去的研究，對於實行一夫一妻制的齧齒目動物之雄性照顧行為多有探討，如：比較一夫一妻制的地中海小家鼠 (*Mus spretus*) 和一夫多妻制的小家鼠 (*M. musculus*) 2 種不同婚配制度的雄鼠和對其子代的照顧狀況，實驗發現地中海小家鼠會花費比較多的時間在叨回幼鼠和維持巢穴；相反的，小家鼠則花費比較多的時間在利己行為上 (例：休息、吃飯、睡覺、挖掘) (Cassaling *et al.*, 2010)。另外，雄性長爪沙鼠 (*Meriones unguiculatus*) 亦表現出在巢中陪伴並且舔舐和幫忙幼兒理毛的行為 (Elwood, 1975)。Rymer (2009) 觀察亦是一夫一妻制的紋鼠 (*Rhabdomys pumilio*)，發現雄鼠扮演著指引幼鼠嘗試新食物的重要角色，並教導幼鼠在不同季節食用不同的食物。馬達加斯加巨鼠 (*Hypogeomys antimena*) 的雄鼠在進入獵食高峰時，會藉由縮短與幼鼠的距離和增加警戒的範圍來降低幼鼠的被捕食率 (Sommer, 2000)。Goldingay (2010) 在野外觀察到，天黑後 3 個小時內短頭袋鼯 (*Petaurus breviceps*) 的雄鼠會留在巢內陪伴幼鼠，防止體溫過低的情形發生。

動物的發育模式被視為具備物種特性和結合親代照顧、基因、環境等因子的結果 (Morrison *et al.*, 1977; Calvert *et al.*, 1984; Creighton and Strauss, 1986; Millar and Millar, 1989)。為了探討雄性父親存在的

效益，Dudley (1974) 以加州白足鼠 (*Peromyscus californicus*) 為研究對象，將實驗組別分成有雄性照顧與母親單獨照顧兩組，並記錄兩組幼鼠的體重變化，結果發現有雄性照顧的幼鼠在體重成長上是有顯著的增加。另外，有雙親照顧的長爪沙鼠幼鼠會提早開眼、走路、站立、咀嚼等行為發育 (Elwood and Broom, 1978)。雄性親代照顧也可以增加幼體的存活率，出生與長大存活的加州白足鼠幼體數，發現有父親的存在，整窩子代存活的比例有71.4%，而父親不在的窩數，只有9%會整窩子代存活 (Gubernick and Teferi, 2000)。

Wynne-Edwards and Lisk (1989) 研究記錄坎氏毛足鼠 (*Phodopus campbelli*) 幼體若在溫度21°C雙親照顧的情況下，95%的幼體可以順利長到斷奶；若父親不在的組別，剩47%的幼體可以順利長到斷奶。當溫度操控下降到4°C，父親不在的組別只剩32%的幼體可以順利長到斷奶。圈養紋鼠在半人工的環境下進行實驗，亦將實驗組別分成有雄性存在與雄性不在兩組並各別圈養在兩個不同的溫度下。研究發現在溫度較低的環境下，有雄性照顧的幼鼠之成長速率明顯比較快 (Schradin and Pillay, 2005)。

另外，一夫一妻制母鼠照顧的行為研究，火山鼠 (*Neotomodon alstoni*) 母鼠因公鼠會幫忙照顧幼鼠，其對幼鼠的蜷縮時間會減少，聞 (sniff) 幼鼠和幫忙理毛的頻度也會下降 (Luis *et al.*, 2004)。

Woodroffe and Vincent (1994) 曾提出雄性照顧可以減輕母鼠的哺育工作量，可生產較重或是較多的子代。Feron and Gouat (2007) 亦指出雄性的照顧行為可以減少雌性在照顧子代上的能量花費，使雌性有較好的能量調節，縮短再次生產的間隔時間。從雄性存在與雄性不在的操作組別實驗下，加州白足鼠的單親母鼠無法單獨照顧4隻以上的幼體；而有雄性陪伴的雌鼠平均生殖間隔為37天，短於單身雌鼠的53天 (Cantoni and Brown, 1997)。

台灣高山田鼠 (*Microtus kikuchii*) 為台灣特有種，主要分布於海拔 2500 公尺以上之針、闊葉林帶及以玉山箭竹為主的草生地 (吳培傑, 1998)。在野外，公母鼠的比例趨近 1:1 (呂孟栖, 1990)；活動範圍重疊的現象出現在雌雄個體間，並且不同個體只與 1 隻異性個體發生重疊 (吳培傑, 1998)。陳佑哲等 (2006) 對高山田鼠進行配對的行為以及親子育幼行為等測試，實驗發現在雙親配對中，雄鼠將幼鼠叨回次數的比例較雌鼠多，雄鼠接觸子代的時間和雌性相同，顯示雄鼠具有高度的育幼行為。利用微衛星 DNA (microsatellite DNA) 證實一年一次生殖季中，每隻高山田鼠雄性只和單隻雌性個體配對 (吳榮笙, 2007)。透過野外觀察與實驗以及分子遺傳上的證據，顯示台灣高田鼠為一夫一妻制的物種。在台灣，高山田鼠為唯一實行一夫一妻制的啮齒目動物，並且表現出雄性照顧的行為，故非常適合來

探討父親存在對幼鼠的效益。

本研究乃透過室內的圈養、提供充足的食物與水、沒有獵食者的環境，來檢視雄性照顧行為對子代的存活與成長發育的影響。本研究目的即探討 3 個問題：1. 高山田鼠雄性照顧的行為是否會影響子代的成長發育和行為能力的發展？ 2. 高山田鼠雄性照顧的行為在比較低溫的環境中對子代的成長發育是否具有不同的影響？ 3. 父親存在是否會影響母鼠照顧幼鼠的時間花費？

二、材料與方法

1. 飼養環境

所有實驗個體皆來自南投縣仁愛鄉合歡山東峰地區（北緯 24°08' 東經 121°17'），所有捕捉活體皆移至東海大學生命科學系動物房中飼養，野外捕捉期間自 2009 年 3 月至 2011 年 3 月。合歡山區域之年平均氣溫為 5.5°C，其中平均最高溫度在 8 月份期間，氣溫為 19.1±0.9°C，土壤溫度(10cm)為 14.9±0.9°C，而平均最低氣溫是在 1 月份，氣溫僅有 -1.3±2.1°C（ESRI, 2011）。

從野外帶回的田鼠個體會先單獨圈養在透明的 polycarbonate 鞋盒型大鼠籠（大小為 46 × 24.5 × 20 cm³），動物房的溫度設定在 23°C（ILAR, 2010）。雌鼠單獨養在飼養箱中至少 1 個月，以判斷是否已於野外懷孕。由於本實驗欲探討雄性照顧在較低溫度對子代的影響，故部分個體在配對後則移到恆溫 15°C 的冷藏櫃中圈養。成鼠每日餵食 20 克食物，水則沒有限量。飼養環境的清潔則為 1 周 2 次。為促使高山田鼠能在動物房中進行繁殖，早上 6 點亮燈，晚上 8 點熄燈，屬於白天有 14 小時，夜晚有 10 小時（翁伯源，1997）。發現母鼠生育後，會將親代和幼鼠一同移至透明且較大的壓克力箱中（大小為 55 × 30 × 30 cm³）（圖 1），以便觀察與進行

實驗操作。

2. 高山田鼠配對與實驗分組

於野外帶回的個體，母鼠在經過 1 個月以上的單獨飼養後，如果沒有分娩，則將其視為可配對的個體，若公鼠進食正常則第 2 天後就可當配對所用。在野外捕捉個體時，約 5 公尺設置 1 個陷阱，故在相近的陷阱內之個體可能會有血緣關係。配對時，為了避免近親交配，使用不同採集地點的個體相互配對。

配對完成的公母鼠若在配對後 2 天仍不斷地打鬥，則拆開並與其他個體重新配對。公母鼠窩在一起，並出現互相理毛或是一起外出的行為，則認定為配對成功。已經配對成功的公母鼠，若之後出現打鬥行為，則視行為的輕重程度作出不同處理。個體間沒有受傷且數分鐘後就停止打鬥的情形視為輕度打鬥行為，維持配對狀況。個體間持續打鬥而出現受傷的情況，則視為重度打鬥行為，並將配對公母鼠分開且單獨飼養。上述若出現重度打鬥行為而拆對，公鼠則 1 星期後再與其他母鼠配對，母鼠則單獨圈養 1 個月確認無懷孕後再與其他公鼠配對。

母鼠懷孕的判別，除了體重逐日增加外，乳頭也會明顯脹大。配對後 8 周，若未見母鼠懷孕則擇另 1 公鼠重新配對。若母鼠死

亡，公鼠則 1 星期後再與其他母鼠配對。

為了比較父親存在對子代在成長發育、行為、生理是否有影響，將配對田鼠分成父親存在與父親不在兩組，並先比較第 1 日齡的幼鼠在各項測值是否存在差異，以確認幼鼠間的差異為父親照顧的影響。父親存在的組別在幼體出生後幼體會與父母親一起圈養，直到 30 日齡大，再獨自分開圈養。成為父親不在的組別的樣本會有 3 種情形：1. 確認母鼠懷孕後，於生產前 1 周將公鼠從飼養箱中移出。2. 母鼠於懷孕期間，但所配對公鼠中途死亡，共 2 胎。3. 野外捕捉個體，在動物房隔離期間確認懷孕的母鼠，或是在野外陷阱內生產的母鼠，共 3 胎。父親不在組的幼鼠到了 30 日齡後，就與母鼠分開獨自圈養。

3. 實驗紀錄量值

a. 外部形態特徵之成長發育

成長上的測量採用體重 (body weight)、體長 (body length)、耳長 (ear length)、尾長 (tail length)、後腳掌長 (hind foot length) (Kitahara, 1995)，體重測量為每日測量，體長、耳長、尾長、後腳掌長則 3 天測量 1 次。發育則觀察長出上下門牙 (upper and lower incisor eruption)、耳孔開啟 (ear pinnae

unfolding)、開眼 (eyes opening) 、前後腳趾分離 (fore and hind digits separation) 、具備聽力 (hearing) 與斷奶 (weaning) 的天數。聽力的判斷則是對受測幼鼠發出聲響，觀察幼鼠是否會有反應。斷奶的判斷為在第 18 日齡將幼鼠與母鼠分開飼養 24 小時，再檢查幼鼠體重有無增減來判別斷奶與否。幼鼠出生當天為第 1 天，成長發育上的測量值，從幼鼠第 1 日齡到第 30 日齡每 3 天測量 1 次。測量後得到的資料計算其成長速率 (Instantaneous Growth Rate, IGR)，公式為：

$$r = (\ln W_2 - \ln W_1) / (t_2 - t_1) \text{ (Yamagishi, 1987)}。$$

b. 行為能力

參考 Altman and Sudarshan (1975) 對幼鼠行動能力的檢測共有 6 項，並在每天做成長發育記錄，同時進行觀察。

翻正 (righting)：先用手將幼鼠固定於腹部朝上的狀態，放手後在 5 秒內，幼鼠能自行翻轉成腹部朝下。

抬頭 (head lifting)：幼鼠頭抬離開表面。

旋轉 (pivoting)：幼鼠以自己為軸心，向左或向右移動超過 90 度。

依附 (clinging)：幼鼠在 45 度的斜面上停留 15 秒以上。

行走 (walking)：幼鼠直線移動 5 公分距離。

爬行 (climbing)：幼鼠在 45 度的斜面向上移動 5 公分距離。

c. 親代照顧行為時間比

幼體出生第 2-4 天，利用 DV 進行錄影，共 3 天。白天為早上 6 點到晚上 8 點，夜晚為晚上 8 點至隔天早上 6 點。扣掉前後不足 1 小時和餵食、清理的時間（早上 10 點），行為觀察時間從早上 11 點到隔天早上 7 點，實際分析 1 日的小時數 20 小時（10 小時白天與 10 小時夜晚）。為了處理龐大的錄影資料，將使用 Scan sampling 進行取樣以及分析。

參考 Champagne *et al.* (2003) 和 Champagne and Meaney

(2006) 對母鼠照顧幼鼠時的行為分成 3 項。

外出 (no contact)：即親代離開巢箱，僅幼鼠單獨被留在巢箱中。

主動照顧 (arch-backed nursing)：即親代姿勢呈弓形，主動將幼體抱入懷中、覆蓋在幼鼠上方或是對子代進行理毛。

消極照顧 (passive nursing)：即母鼠以側躺、仰姿餵奶或是讓幼鼠裸露在外。

親代的照顧行為每小時取 15 分鐘進行分析，觀察時間從整點 00 分時開始到 15 分。每 1 分鐘記錄 1 次，記錄內容為當下

那 1 分鐘親代公、母鼠的行為表現。故每小時有 16 筆資料，1 天 20 小時共有 320 筆資料。再用 3 項照顧行為累加的數目分別除以 320，便可獲得各項照顧行為每日的百分比。針對單親母鼠、配對母鼠、配對公鼠比較其 3 項行為所花費時間之百分比。

d. 幼鼠溫度調節

利用紅外線體溫槍紀錄幼鼠腹部的體表溫度，從第 2 天（剛出生沒有體毛覆蓋）到第 9 天（體毛幾乎覆蓋全身）。測量體溫前確認幼體是覆蓋在公、母鼠下方，若測量體溫前親代已留下幼體獨自離開巢箱，則等親代回巢後 15 分鐘，再取出幼體進行測量，並在 10 秒內完成記錄。

e. 統計分析

比較父親存在與父親不在兩組幼鼠的成長測量數據，以幼鼠個體為單位，針對有無父親照顧與圈養溫度 2 因子進行檢視，用 two way repeated measure ANOVA 檢視其影響，若有顯著差異時，則再使用 Mann Whitney U-test 找出有顯著差異的幼鼠日齡。而幼鼠的發育、行為能力及雙親行為時間花費的數據皆為比較組別間的差異，使用 Mann Whitney U-test 進行分析統計。幼鼠的胎生存率與子代數生存率則使用 Fisher's exact test 進行分析。探討父親存在與否對 2-9 日齡幼鼠體溫的影響，使用

Repeated Measures ANOVA 做分析統計。若父親存在組的公鼠在實驗進行中死亡，該窩幼鼠的資料則分析至父親死亡前1天。實驗進行中若幼鼠死亡，則資料則分析至其死亡前1天。

三、結果

本研究進行期間自 2009 年 5 月至 2011 年 6 月，共配 22 對，生了 26 胎。在 23°C 圈養溫度下，配 10 對，生了 12 胎，其中 2 胎為同配偶連續生產，屬於父親存在組有 6 胎 11 隻，其中有 2 胎為 1 仔鼠，5 胎為 2 仔鼠，1 胎為 3 仔鼠；父親不在組有 6 胎 11 隻，5 胎為 2 仔鼠，其中有 1 胎為 1 仔鼠，兩個組別共 22 隻子代個體進行分析。在 15°C 圈養溫度下，配 12 對，生了 14 胎，其中 2 胎為同父母，屬於父親存在組有 8 胎 17 隻，其中有 1 胎為 3 仔鼠，7 胎為 2 仔鼠；父親不在組有 6 胎 12 隻，其中有 1 胎為 1 仔鼠，4 胎為 2 仔鼠，1 胎為 3 仔鼠，兩個組別共 29 隻子代個體。

1. 成長

由於幼鼠在第 18 日齡後存活率下降，造成統計上的樣本數不對稱，故在成長的分析上只以幼鼠第 3-18 日齡為主，第 21-27 日齡的資料則於討論的部分做探討。

在幼鼠第 3-18 日齡間，進行分析的個體數，在 23°C 圈養溫度有 17 隻(屬於父親不在組：8 隻，屬於父親存在組：9 隻)。在 15°C 圈養溫度有 24 隻(屬於父親不在組：9 隻，屬於父親存在組：15 隻)。部

份幼鼠在第 3 日齡時，因耳朵尚未完全展開無法取得耳長，故耳長開始分析的時間為第 6 日齡。

體重

幼鼠在出生第 1 日齡的體重，在 23°C 或是 15°C 的圈養溫度下，在父親存在與父親不在的組別間皆無顯著差異 (U-test, $P>0.05$)。

Two way repeated measure ANOVA 的統計結果顯示在幼鼠體重在第 3-18 日齡間，有無父親存在顯著影響幼鼠的體重大小 ($F = 5.12$, $P = 0.02$) (表 1)。在 23°C 環境下，父親存在組的幼鼠體重第 18 日齡顯著 ($P < 0.05$) 大於父親不在組別(圖 2)；在 15°C 環境下，父親存在組的幼鼠體重在第 9-18 日齡顯著大於父親不在組別($P < 0.05$) (圖 3)。圈養溫度對幼鼠的體重則無顯著影響 ($F = 2.19$, $P > 0.05$) (表 1)。

體長

幼鼠在出生第 1 日齡的體長，在 23°C 或是 15°C 的圈養溫度下，在父親存在與父親不在的組別間皆無顯著差異 (U-test, $P>0.05$)。

Two way repeated measure ANOVA 的統計結果顯示在幼鼠體長在第 3-18 日齡間，父親存在與否不影響幼鼠的體長 ($F = 2.61$, $P > 0.05$)

(表 1)，圈養溫度對幼鼠體長則無顯著影響 ($F = 2.89, P > 0.05$) (表 1)。

耳長

幼鼠在出生第 1 日齡的耳長，在 23°C 或是 15°C 的圈養溫度下，在父親存在與父親不在的組別間皆無顯著差異 (U-test, $P > 0.05$)。

Two way repeated measure ANOVA 的統計結果顯示在幼鼠耳長在第 3-18 日齡間，有無父親存在顯著影響幼鼠的幼鼠 ($F = 14.00, P = 0.01$) (表 1)。在 23°C 環境下，第 6-15 日齡父親存在組的幼鼠耳長顯著大於父親不在組別 ($P < 0.05$) (圖 4)，在 15°C 環境下，在第 6 日齡父親存在組別的幼鼠耳長顯著大於父親不在組別 ($P < 0.05$) (圖 5)。

圈養溫度對幼鼠耳長也有顯著影響 ($F = 5.07, P = 0.03$) (表 1)，父親不在組的幼鼠耳長，23°C 的圈養溫度下在第 18 日齡有顯著大於 15°C ($P < 0.05$) (圖 6)。父親存在組的幼鼠耳長，23°C 的圈養溫度下在第 9-12 日齡顯著大於 15°C ($P < 0.05$) (圖 7)。

尾長

幼鼠在出生第 1 日齡的尾長，在 23°C 或是 15°C 的圈養溫度下，在

父親存在與父親不在的組別間皆無顯著差異 (U-test, $P>0.05$)。

Two way repeated measure ANOVA 的統計結果顯示在幼鼠尾長在第 3-18 日齡間，有無父親存在顯著影響幼鼠的尾長 ($F = 6.47, P = 0.01$) (表 1)，在 23°C 環境下，第 9-18 日齡父親存在組別的幼鼠尾長顯著大於父親不在組別 ($P=0.04$) (圖 8)，在 15°C 環境下，父親存在組別幼鼠尾長在第 12-18 日齡顯著 ($P<0.05$) 大於父親不在組別 (圖 9)。

圈養溫度對幼鼠尾長也有顯著影響 ($F=11.61, P<0.01$) (表 1)，父親不在組的幼鼠尾長，23°C 的圈養溫度下在第 6 日齡有顯著大於 15°C ($P<0.05$) (圖 6)。父親存在組的幼鼠尾長，僅第 18 日齡在 23°C 的圈養溫度下顯著大於 15°C ($P=0.02$) (圖 7)。

後腳掌長

幼鼠在出生第 1 日齡的後腳掌長，在 23°C 或是 15°C 的圈養溫度下，在父親存在與父親不在的組別間皆無顯著差異 (U-test, $P>0.05$)。

Two way repeated measure ANOVA 的統計結果顯示在幼鼠後腳掌長在第 3-18 日齡間，有無父親存在顯著影響幼鼠的後腳掌長 ($F = 4.52, P = 0.04$) (表 1)。在 23°C 環境下，父親存在組別後幼鼠腳掌長與父親不在組別之間沒有顯著差異 (圖 10)，在 15°C 環境下，第 15-18

日齡父親存在組別後幼鼠腳掌長顯著大於父親不在組別 ($P < 0.05$) (圖 11); 圈養溫度對幼鼠後腳掌長則無顯著影響 ($F = 3.56, P > 0.05$) (表 1)。

2. 發育

在 23°C 環境下, 幼鼠斷奶的天數父親存在組別 (18.8 ± 0.61 日齡, $n=10$) 會比父親不在組 (20.6 ± 0.78 日齡, $n=9$) 顯著 ($P < 0.05$) 較快, 而聽力在父親不在組的幼鼠 (16.7 ± 0.33 日齡, $n=11$) 能明顯 ($P < 0.05$) 比父親存在組別 (15 ± 0.36 日齡, $n=9$) 快能對外界的聲音產生反應, 其他項目: 開眼、耳孔開啟、趾頭分離、上下門牙長出的天數則都沒有差異 (表 2)。

在 15°C 環境下, 父親存在組別的幼鼠前趾 (7.8 ± 0.24 日齡, $n=15$) 比父親不在組 (8.9 ± 0.37 日齡, $n=11$) 顯著 ($P < 0.05$) 較快分離, 後趾的分離父親存在組別 (8.3 ± 0.23 日齡, $n=15$) 顯著 ($P < 0.05$) 比父親不在組 (9.7 ± 0.36 日齡, $n=11$) 較快, 父親存在組別的幼鼠耳孔 (14.5 ± 0.43 日齡, $n=15$) 比父親不在組 (15 ± 0.31 日齡, $n=11$) 顯著 ($P < 0.05$) 較快開啟, 開眼的天數上父親存在組別的幼鼠 (12.5 ± 0.27 日齡, $n=15$) 也比父親不在組 (13.2 ± 0.47 日齡, $n=11$) 顯著 ($P < 0.05$) 較快。其他項目: 斷奶天數、聽力、上下門牙長出的天數則都沒有差

異 (表 3)。

3. 行為能力

在 23°C 環境下，在行為能力的部分，父親存在組別的幼鼠 (2.5±0.52 日齡, n=10) 顯著 (P<0.05) 比父親不在組 (4±0.57 日齡, n=11) 能較快翻正，其他項目：抬頭、旋轉、行走、依附、爬行則皆沒有顯著差異 (P>0.05) (表 4)。

在 15°C 環境下，在行為能力的部分，父親存在組別的幼鼠 (5.2±0.6 日齡, n=17) 顯著 (P<0.05) 比父親不在組 (7.4±0.77 日齡, n=11) 能較快出現旋轉的動作，其他項目：翻正、抬頭、行走、依附、爬行則皆沒有顯著差異 (P>0.05) (表 5)。

4. 親代照顧行為的花費時間

進行錄影的樣本數，在 23°C 的環境有父親存在組 3 胎，父親不在組 3 胎；在 15°C 的環境父親存在組有 5 胎，父親不在組有 4 胎。在 23°C 的環境下，配對母鼠與單親母鼠花費在外出、主動照顧與消極照顧的時間比例上皆無顯著差異 (圖 12a)。配對母鼠與配對公鼠在外出的時間花費上沒有差異，在主動照顧上配對母鼠 (65.5 ± 11.1 %) 顯著 (P<0.05) 大於配對公鼠 (9.6 ± 3%)，在消極照顧上則是配對公

鼠 ($64.5 \pm 11.3\%$) 比配對母鼠 ($12.3 \pm 3\%$) 花顯著 ($P < 0.05$) 較多的時間比例 (圖 12b)。

在 15°C 的環境下，配對母鼠與單親母鼠花費在外出、主動照顧與消極照顧的時間比例上皆無顯著差異 (圖 13a)。比較配對公鼠與配對母鼠的行為，配對母鼠與配對公鼠在外出的時間花費上沒有差異，在主動照顧上配對母鼠 ($74 \pm 4\%$) 顯著 ($P < 0.05$) 大於配對公鼠 ($16.5 \pm 7.3\%$)，在消極照顧上則是配對公鼠 ($68.7 \pm 8.8\%$) 比配對母鼠 ($4.6 \pm 0.8\%$) 顯著 ($P < 0.05$) 花較多的時間比例 (圖 13b)。

5.30 日齡幼鼠的胎生存率與子代數生存率

生存率的計算分成以胎為單位及以子代數為單位，胎生存率依照每胎幼體個數存活至 30 日齡的比例分成全部存活、部分存活和全部死亡，並只用全部皆活的胎數進行統計。胎生存率在室溫 23°C 的環境下，父親存在組 6 胎，父親不在組 6 胎。父親存在組有 5 胎的子代皆全部存活到 30 日齡 (84%)，有 1 胎僅部分幼鼠存活至 30 日齡 (16%)。父親不在組有 4 胎的子代皆全部存活到 30 日齡 (66%)，有 2 胎的子代部分活不到 30 日齡 (33%)。比較全部存活胎數，父親存在組的幼鼠與父親不在組之間沒有顯著差異 (表 6)。

15°C 的環境下，父親存在組 7 胎，父親不在組 6 胎。父親存在組

6胎的子代皆順利存活到30日齡(85%)，1胎子代部分死亡(15%)。父親不在組僅有1胎的子代全部存活(17%)，有1胎的子代部分活不到30日齡(17%)，有4胎的子代在達30日齡前全部死亡(66%)。比較全部存活胎數，父親存在組的幼鼠胎生存率顯著高於父親不在組($P<0.05$) (表6)。

子代數生存率在室溫 23°C 的環境下，有父親存在組(90%)與父親不在組間(81%)沒有顯著差異(表5)。在 15°C 的環境下，有父親存在的子代生存率(93%)顯著($P<0.05$)大於父親不在組(16%) (表6)。

6. 15°C 圈養環境幼鼠的表面體溫比較

通常幼鼠會窩在母鼠下方保暖，公鼠也會幫助母鼠一起照顧幼鼠，推測有父親照顧的幼鼠體溫會比較高。結果顯示隨著幼鼠日齡的增加(2-9)，父親照顧組的幼鼠體溫($35.5\pm 0.4^{\circ}\text{C}$, $n=14$)會顯著($P<0.05$)高於父親不在組($34.2\pm 1.3^{\circ}\text{C}$, $n=8$) (圖14)。

7. 行為觀察記錄

公鼠叨幼鼠回巢(圖15)：

當幼鼠已經開眼，而且可以獨立行動時，牠們會跟著父母親一起

外出活動、覓食。當親代都回巢，而幼鼠還在外活動，公鼠就會把牠們拖進巢箱中。

公、母鼠離巢前用木屑覆蓋幼鼠 (圖 16)：

此行為很常見，多發生於公、母鼠即將同時離開巢箱前，親代會把巢材或墊料由前往後撥，完全把幼鼠藏在墊料中才離開。不過有時動作做得不確實，還是有幼鼠裸露在外面的情況發生。

母鼠的消極照顧行為 (圖 17)：

此親代照顧行為顯示出母鼠正處於放鬆的狀態，母鼠側臥，肚子外露讓幼鼠吸奶，配對母鼠則會有公鼠幫忙理毛。

幼鼠在巢箱中位置的變化 (圖 18)：

剛出生的幼鼠身上沒有毛，這時母鼠會覆蓋在幼鼠身上幫牠們取暖。幼鼠會先吻部朝上，再把整個身體翻過來靠近母鼠的乳頭位置。隨著幼鼠慢慢長大，母鼠的腹部無法全部蓋住幼鼠，幼鼠的部分身體就會露出。在處於斷奶的過渡期，幼鼠會只把頭靠近母鼠乳頭的位置，身體側著或是腹部朝上吸奶。等到幼鼠已可以獨立活動與進食，牠們就會主動鑽入公鼠與母鼠之中，互相疊在一起。就算到 30 天大，斷

奶後，亞成鼠還是會蹲臥在成鼠身旁與父母一起睡覺。

高山田鼠強迫伴侶回巢行為 (圖 19)：

此行為的發生有兩種情況，第一是當在巢箱外活動的田鼠發現原本在巢箱內的田鼠離開巢箱外出時，前者會緊跟在後者尾部或是行進間用吻部靠近後者吻部，企圖改變其行進方向回巢箱，並一同進入巢箱後在外出。第二是田鼠外出次數過多或是時間過長，伴侶會將前者趕回巢中，更甚者會直接從巢箱中試圖把伴侶拉回巢內。在 23°C 的環境下，觀察 4 窩，都沒發現此行為。在 15°C 的環境下，觀察 5 窩，有 4 窩出現這樣的行為。

公鼠在巢箱內照顧幼鼠，母鼠帶回食物 (圖 20)：

一般情形而言，公鼠與母鼠會輪流外出覓食或者活動，偶爾也會同時外出。當幼鼠逐漸成長，公鼠花費在巢中照顧幼鼠的時間也會增加，就會出現公鼠在巢中照顧幼鼠，而母鼠外出帶回食物的畫面。當公、母同時外出時，通常都是公鼠先回巢或是不時的於洞口查看幼鼠的情況。在 23°C 的環境下，觀察 4 窩，皆為無發現。在 15°C 的環境下，觀察 5 窩，有 2 窩發現這樣的行為。

公鼠與母鼠爭搶幼鼠 (圖 21)：

公鼠從原本的巢中先叨走其中一隻幼鼠，並在回巢叨剩下的幼鼠。通常母鼠偏好原本的巢，會暫時離巢後又回巢查看。如果母鼠想留在原本的巢中，則換母鼠把幼鼠叨回。在 23°C 的環境下，觀察 4 窩，皆為無發現。在 15°C 的環境下，觀察 5 窩，有 2 窩發現這樣的行為。

幼鼠的學習行為 (圖 22)：

亞成鼠為了讓母鼠留在巢中，會輕咬母鼠的尾巴讓母鼠留在巢中。幼鼠會學公母鼠整理巢，表現出拉近墊料或是巢材的動作。幼鼠也會幫親代鼠理毛，把食物拖回巢箱內，與成鼠一樣在固定的角落排泄等行為。

四、討論

1.高山田鼠父親存在對子代的成長發育上之影響

a.成長

本研究的結果顯示，在第 3-18 日齡間，23°C 和 15°C 的圈養溫度下，有父親存在的幼鼠在體重、耳長、尾長、後腳掌長顯著大於父親不在組的幼鼠 ($P < 0.05$)。類似的研究，如 Dudley (1974) 以加州白足鼠 (*P. californicus*) 為實驗，顯示有父親照顧的幼鼠體重會明顯大於沒有父親照顧的幼鼠，但是在第 21 日齡後就沒有差異。由於剛出生的幼鼠雖然不會調節體溫，但是在低溫的環境下還是會有提升代謝率的反應 (Chew and Spencer, 1967; Hill, 1976)。當母鼠外出覓食，父親不存在組之幼鼠處於比自己體溫還低的環境中，代謝率就會上升。相較於有父親照顧的幼鼠，其代謝率會比較低，就可以把獲得的能量花在成長發育上。本實驗觀察到，高山田鼠的公鼠會避免與母鼠同時外出，或是在與母鼠皆外出的狀況下，比母鼠先回巢照顧幼鼠，公鼠這樣的照顧行為就有可能讓斷奶前幼鼠的體重增加地比較快。而在 Luis *et al.* (2004) 的實驗結果也顯示，斷奶時，有雙親照顧的幼鼠在體重的表現上會比只有單親照顧的幼鼠重。

在幼鼠 18 日齡後 23°C 和 15°C 的圈養環境下，在父親不在組與

父親存在的幼鼠體重上就沒有顯著差異。高山田鼠的幼鼠平均斷奶日齡為 20，故推測幼鼠斷奶後，只要食物足夠，幼鼠的體重的變化和父親存在與否較無相關。

其他形態測量，有父親存在的幼鼠皆於體長、耳長、尾長大於無父親存在的幼鼠，其差異出現在斷奶前為多，此形成原因應與體重的表現類似。

b.發育與行為能力

處於溫暖環境的幼鼠會比處於低溫較環境的幼鼠提早斷奶 (Gerrish *et al.*, 1998)。在 23°C 的圈養環境下，在父親存在組的幼鼠明顯比在父親不在組的幼鼠提早斷奶，但在 15°C 的圈養環境則未見此現象。在 15°C 的圈養環境下，有雄性照顧的幼鼠前、後腳趾都明顯比較快分離，較快開眼。Elwood and Broom (1978) 研究發現有雄性照顧的長爪沙鼠 (*M. unguiculatus*) 幼鼠會提早開眼、行走與站立行為比較多、咀嚼與爬行的發展比較好。

在行為能力的部分，23°C 及 15°C 的環境下，父親存在組別的幼鼠顯著比父親不在組能較快翻正，也顯著較快出現旋轉的動作。翻正的行為是由前肢與身體後半部左右擺動的組合；旋轉行為是前肢發育上主要的行為能力，由 2 個動作組成，撐 (punting) 和 踏 (treading)

(Altman and Sudarshan, 1975)。幼鼠會先撐起頭部，移動前肢，再換後肢支撐避免後退，最後再移動頭部與前肢，此 2 個行為能力皆與幼鼠前肢和後肢的發育有關。功能上而言，幼鼠在乳頭位置的確認與維持吸奶的狀態皆和前肢的協調有很重要的關係。父親存在組的幼鼠在行為能力上有較好的表現，也代表了幼鼠在父親存在組有比較好的發育。

對於影響幼鼠的發育的因素，Hill (1972) 認為對成長中的幼鼠而言，處於恆溫的時間長短很重要，因為體溫很可能會影響成長速率以及其他外部形態的發育。公鼠所提供的生理刺激，或許是加速幼鼠行為發展與開眼的因素之一 (Elwood and Broom, 1978)。

2. 不同圈養溫度，高山田鼠父親存在對子代的成長之影響

a. 23°C 圈養環境 vs. 15°C 圈養環境

本實驗比較不同圈養溫度下父親存在與否對幼鼠的成長，發現圈養溫度的高低並不會對同樣是父親存在組與父親不在組的幼鼠體重有所影響，顯示公鼠的存在以及其對幼鼠的照顧行為才是影響幼鼠體重的關鍵。另外，在第 3-18 日齡間，幼鼠的耳長、尾長不論父親存在與否，在 23°C 圈養溫度下皆顯著大於 15°C (圖 5 & 6)。Villarreal *et al.* (2007) 比較褐家鼠 (*Rattus norvegicus*) 幼鼠於不同飼養環境下

的成長，發現在溫暖（33°C）的環境中，耳長、尾長、後腳掌長都會比在涼爽的環境（17°C）較大。發育中的老鼠會對於環境做出形態上與行為上的適應，在寒冷環境慢慢長大的幼鼠，在形態上會往減少熱散失的方向會發展；而在溫暖環境慢慢長大的幼鼠，則形態上會往促進散熱的方向發展（Villarreal *et al.*, 2007）。根據 Allen's rule 的描述，來自較寒冷環境的內溫動物比來自較溫暖環境的相同動物，在身體突出的部份，例如：尾巴、耳朵、四肢上會有比較短的現象（Futuyma, 2005）。推測實驗中的高山田鼠幼鼠，在成長時也對圈養環境做出適應，並且反應在附肢的生長上。

b. 幼鼠的生存率

幼鼠的胎生存率在 23°C 的圈養環境下，父親存在組有 84% 全部存活，16% 部分死亡；父親不在組有 66% 全部存活，有 34% 部分死亡，兩組皆無全部死亡，胎生存率在父親存在與否沒有顯著差異。當面臨較低溫(15°C)的圈養環境時，父親存在組的胎生存率有 85% 全部存活，有 15% 部分死亡，沒有全部死亡；父親不在組有 17% 全部存活，有 17% 部分死亡，有 66% 全部死亡，胎生存率在父親存在組顯著高於父親不在組。Gubernick and Teferi (2000) 於野外對加州白足鼠的觀察，發現有父親存在的胎生存率，100% 可將幼鼠養到斷奶，

父親不在組僅有 27.3% 將幼鼠養到斷奶，兩組間的胎生存率有顯著差異。坎氏毛足鼠在 21°C 的圈養環境下，有父親存在的胎生存率亦顯著（100%）比父親不在（77%）高（Wynne-Edwards and Lisk, 1989）。Gubernick *et al.* (1993) 飼養加州白足鼠在低溫（8.5-10.5°C）的環境下，父親存在的胎生存率有 91% 幼鼠可以全部存活，大於父親不在組僅有 53% 的幼鼠全部存活。Dudley (1974) 實驗室的觀察中發現，當母鼠不在時，公鼠會覆蓋在幼鼠身上並傳遞熱量給幼鼠，這樣直接照顧的行為是可以增加幼鼠的生存率的。幼鼠處於任何階段，公鼠皆能提升幼鼠的體溫（Dudley, 1974）。本實驗在 15°C 的圈養環境下，於 2-9 日齡的幼鼠體溫，有父親存在組別顯著較高於父親不在組。行為觀察發現，公鼠會表現出強迫母鼠回巢照顧的行為。當面臨較嚴苛的環境時，父親的存在就更加重要。

3. 公鼠的角色

本實驗室的觀察中，公鼠通常不會主動照顧幼鼠，而是窩在母鼠身旁休息，幫忙幼鼠理毛，不論在 23°C 或是 15°C 的圈養環境皆是如此。然當母鼠外出時，公鼠則會主動將幼鼠覆蓋在肚子下方保暖。公鼠的主動照顧的時間花費在 15°C 的圈養環境顯著大於 23°C。故在面臨較低溫的環境時，公鼠會增加主動照顧的時間以提升幼鼠的生存

率。

行為觀察紀錄中，當幼鼠已經開眼，而且可以獨立行動時，牠們會跟著父母親一起外出活動、覓食。當親代都回巢，而幼鼠還在外活動，公鼠就會把牠們叨進巢箱中。陳佑哲等（2006）實驗發現在雙親配對中，公高山田鼠將幼鼠叨回次數的比例較母鼠多。Bester-Meredith *et al.* (1999) 和 Marler *et al.* (2003) 觀察加州白足鼠發現，當幼鼠約 15-21 日齡時在巢外的活動力會增強，公鼠會從蜷臥行為轉變為主動的叨回行為。抓取 (grab) 與叨回 (retrieve) 行為可視為保護行為，防止幼鼠面臨危險 (Marler *et al.*, 2005)。

在野外，公鼠會有保護幼鼠的行為，馬達加斯加巨鼠 (*H. antimena*) 的公鼠發現捕食者時會發出警戒聲警告幼鼠，來降低幼鼠的被捕食率 (Sommer, 2000)。提供食物為雄性照顧的行為之一 (Kleiman and Malcolm, 1981)，在本實驗的觀察中發現，在幼鼠剛開始吃固體食物但尚未能行走時，幼鼠會吃公鼠或是母鼠帶回的地瓜、乾飼料等食物。當幼鼠可以自行離巢活動時，通常是由幼鼠跟隨公、母鼠外出覓食，有時候幼鼠也會將食物叨進巢箱中食用。對於大部分為植食者的啮齒類動物而言，親代提供食物的行為很少見，因為這個行為並不能增加子代的生存率，但是該食物的量很大、很營養，而且可以儲存或是方便攜帶的話，雙親出現帶回食物的行為 (Kleiman

and Malcolm, 1981; Silva *et al.*, 2008)。實驗室中餵養高山田鼠的地瓜為塊狀，乾飼料為小圓筒狀，故利於田鼠搬運，且地瓜與乾飼料方便儲存又具備高營養價值，所以會出現公、母鼠帶食物回巢的行為。

雄性照顧的行為在野外很難直接觀察到，本研究透過室內圈養、繁殖與實驗操作，發現高山田鼠的雄性照顧行為對幼鼠的成長是有顯著影響的，而對部分發育或是行為能力則是有幫助的。雖然公鼠的存在不會對母鼠的照顧行為產生影響，但是公鼠與母鼠共同照顧幼鼠的行為，能提高幼鼠的生存率。在面臨較低溫度的環境時，此效益則更為明顯。高山田鼠的雄性照顧行為明顯增加雙親的繁殖成功率，亦是高山田鼠一夫一妻婚配制度的優勢。

五、參考文獻

呂孟栖。1991。合歡山地區台灣高山田鼠 (*Microtus kikuchii*) 的生態與生殖研究。私立東海大學生物學研究所碩士論文。

吳培傑。1998。合歡山地區台灣高山田鼠 (*Microtus kikuchii*) 的族群生態及活動模式研究。私立東海大學生物學研究所碩士論文。

吳榮笙。2007。合歡山地區台灣高山田鼠 (*Microtus kikuchii*) 的婚配制度：野外資料及微體基因的證據。私立東海大學生物學研究所碩士論文。

翁伯源。1997。台灣森鼠與高山田鼠的實驗室繁殖。國立台灣大學獸醫學系學士論文。

陳佑哲、謝宗宇、林良恭。2006。台灣高山田鼠 (*Microtus kikuchii*) 婚配制度：行為學研究的證據。生物科學 **49**: 65-73。

特有生物研究中心 (ESRI)。2011。高海拔試驗站合歡小風口氣象資料 (2005~2011)： <http://hm.tesri.gov.tw/modules/mydownloads/1>

Altmann, J., and K. Sudarshan. 1975. Postnatal development of locomotion in the laboratory rat. *Animal Behaviour* **23**: 896-920.

Bester-Meredith, J. K., L. J. Young, and C. A. Marler. 1999. Species differences in paternal behavior and aggression in *Peromyscus* and

- their associations with vasopressin immunoreactivity and receptors.
Hormones and Behavior **36**: 25–38.
- Calvert, C. C., T. R. Famula, and G. E. Bradford. 1984. Composition of growth in mice with a major gene for rapid postweaning gain.
Journal of Animal Science **59** : 361-365.
- Cantoni, D., and R. E. Brown. 1997. Paternal investment and reproductive success in the California mouse, *Peromyscus californicus*. *Animal Behaviour* **54**: 377-386.
- Cassaling, J., S. Cervera, and F. Issac. 2010. Laboratory and field evidence of paternal care in the Algerian mouse (*Mus spretus*).
Journal of Ethology **28**: 7-13.
- Champagne, F. A., D. D. Francis, A. Mar, and M. J. Meaney. 2003. Variations in maternal care in the rat as a mediating influence for the effects of environment on development. *Physiology and Behavior* **79**: 359– 371.
- Champagne, F. A., and M. J. Meaney. 2006. Stress during gestation alters postpartum maternal care and the development of the offspring in a rodent model. *Biological Psychiatry* **59**:1227-1235.
- Chew, R. M., and E. Spencer.1967. Development of metabolic response

- to cold in young mice of four species. *Comparative Physiology and Biochemistry* **22**: 873-888.
- Clutton-Brock, T. H.. 1989. Review lecture: Mammalian mating system. *Proceedings of the Royal Society of London* **236**: 339-372.
- Creighton, C. K., and R. E. Strauss. 1986. Comparative patterns of growth and development in Cricetine rodents and the evolution of ontogeny. *Evolution* **40**: 94-106.
- Dawkins, R. ., and T. R. Carlisle. 1976. Parental investment and mate desertion: a fallacy. *Nature* **262**:131-133.
- Dudley, D.. 1974. Contributions of paternal care to the growth and development of the young in *Peromyscus californicus*. *Behaviour Biology* **11**: 155-166.
- Elwood, R. W.. 1975. Paternal and maternal behavior in the Mongolian gerbil. *Animal Behaviour* **23**: 766-772.
- Elwood, R. W., and D. M. Broom. 1978. The influence of litter size and parental behavior on the development of Mongolian gerbil pups. *Animal Behaviour* **26**: 438-454.
- Feron, C., and P. Gouat. 2007. Paternal care in the mound building mouse reduces inter-litter intervals. *Reproduction, Fertility and*

- Development **19**: 425-429.
- Futuyma, D. J.. 2005. Variation. Pages 189-224 *in* Evolution. Sinauer Associates. Sunderland, Massachusetts, US.
- Gerrish, C., C. M. Onischak, and J. Alberts. 1998. Acute early thermal experience alters weaning onset in rats. *Physiology and Behavior* **64**: 463-474.
- Goldingay, R. L.. 2010. Direct male parental care observed in wild sugar gliders. *Australian Mammalogy* **32**: 177-178.
- Gubernick, D. J., S. L. Wright, and R. E. Brown. 1993. The significance of father's presence for offspring survival in the monogamous California mouse, *Peromyscus californicus*. *Animal behavior* **46**: 539-546.
- Gubernick, D. J., and T. Teferi. 2000. Adaptive significance of male parental care in a monogamous mammal. *Proceedings of the Royal Society of London*. **267**: 147-150.
- Hill, R. W.. 1972. The amount of maternal care in *Peromyscus leueopus* and its thermal significance for the young. *Journal of Mammalogy* **53**: 774-790.
- Hill, R. W.. 1976. The ontogeny of homeothermy in neonatal *Peromyscus*

leueopus noveboracensis. *Physiological Zoology* **49**: 292-302.

Institute of Laboratory Animal Research (ILAR). 2010. *The Guide for the Care and Use of Laboratory Animals*. The National Academies Press. Washington, US.

Kitahara, Eiji. 1995. Growth and development of captive Anderson's red-backed voles from the Kii Peninsula. *Journal of the Mammalogical Society of Japan* **20**: 29-42.

Klieman, D. G.. 1977. Monogamy in mammals. *Quarterly Review of Biology* **52**: 39-69.

Kleiman, D. G., and J. R. Malcolm. 1981. The evolution of male parental investment in mammals. Pages 347–387 in D. Gubernick and P. Klopfer, editors. *Parental Care in Mammals*. New York, New York, US.

Luis J., F. A. Cervantes, M. Martinez, R. Cardenas, J. Delgado, and A. Carmona. 2004. Male influence on maternal behavior and offspring of captive volcano mice (*Neotomodon alstoni*) from Mexico. *Journal of Mammalogy* **85**: 268-272.

Marler, C. A., J. K Bester-Meredith, and B. C. Trainor. 2003. Paternal behavior and aggression: Endocrine mechanisms and nongenomic

- transmission of behavior. *Advances in the Study of Behavior* **32**: 263-323.
- Marler, C., B. C. Trainor, and E. Davis. 2005. Paternal behavior and offspring aggression. *Current Directions in Psychological Science* **14**: 163-166.
- Millar, J. S., and W. D. Millar. 1989. Effects of gestation on growth and development in *Peromyscus maniculatus*. *Journal of Mammalogy* **70** : 208-211.
- Morrison, P., R. Dieterich, and D. Preston. 1977. Body growth in sixteen rodent species and subspecies maintained in laboratory colonies. *Physiological Zoology* **50**: 294-310.
- Rymer, T. L.. 2009. Paternal care in the striped mouse *Rhabdomys pumilio*: ontogeny and function. University of the Witwatersrand, Johannesburg, African.
- Schradin, C., and N. Pillay. 2005. The influence of the father on offspring development in the striped mouse. *Behavioral Ecology* **16**: 450-455.
- Silva, R. B., E. M. Vieira, and P. Izar. 2008. Social monogamy and biparental care of the neotropical southern bamboo rat (*Kannabateomys amblyonyx*). *Journal of Mammalogy* **89**:

1464-1472.

Sommer, S.. 2000. Sex-specific predation on a monogamous rat,

Hypogeomys antimena (Muridae: Nesomyinae). *Animal Behaviour*

59: 1087-1094.

Trivers, R. L.. 1985. *Social evolution*. Benjamin Cummings. Menlo Park,

California.

Villarreal, J. A., W. M. Schlegel, and H. D. Prange. 2007. Thermal

environment affects morphological and behavioral development of

Rattus norvegicus. *Physiology and Behavior* **91**: 26-35.

Woodroffe, R., and A. Vincent. 1994. Mother's little helpers: patterns of

male care in mammals. *Trends in Ecology and Evolution* **9**: 294-297.

Wuensch, K. L.. 1985. Effects of early paternal presence upon nonhuman

offsprings' development. *American zoologist* **25**: 911-923.

Wynne-Edwards, K. E., and R. D. Lisk. 1989. Differential effects of

paternal presence on pup survival in two species of dwarf hamster

(*Phodopus sungorus* and *Phodopus campbelli*). *Physiology and*

Behavior **45**: 465-469.

Yamagishi, H.. 1987. Comparative biology of growth. Pages 194-215 *in* T.

Ino *et al.*, editors. *Growth and Development of Animal: As the*

Fundamentals for Expanding Life-science. Asakura-shoten, Tokyo,
Japan.

六、表目

表 1、Two way (有無父親 X 圈養溫度) repeated measure ANOVA 對高山田鼠(<i>M. kikuchii</i>)幼鼠體重、體長、耳長、尾長、後腳掌長的分析表。.....	42
表 2、父親不在與父親存在兩組高山田鼠(<i>M. kikuchii</i>) 幼鼠在 23°C 圈養溫度下的發育之比較 (Mean±SE)。	43
表 3、父親不在與父親存在兩組高山田鼠(<i>M. kikuchii</i>)幼鼠在 15°C 圈養溫度下的發育之比較 (Mean±SE)。	44
表 4、父親不在與父親存在兩組高山田鼠(<i>M. kikuchii</i>)幼鼠在 23°C 圈養溫度下的行動能力之比較 (Mean±SE)。	45
表 5、父親不在與父親存在兩組高山田鼠(<i>M. kikuchii</i>)幼鼠在 15°C 圈養溫度下的行動能力之比較 (Mean±SE)。	46
表 6、父親存在與父親不在組在不同圈養溫度的高山田鼠(<i>M. kikuchii</i>) 幼鼠生存率。	47

七、圖目

圖 1、實驗時圈養高山田鼠(<i>M. kikuchii</i>)的壓克力箱。.....	48
圖 2、23°C 圈養溫度的高山田鼠(<i>M. kikuchii</i>)幼鼠體重變化圖 (Mean±SE)。.....	49
圖 3、15°C 圈養溫度的高山田鼠(<i>M. kikuchii</i>)幼鼠體重變化圖 (Mean±SE)。.....	50
圖 4、23°C 圈養溫度的高山田鼠(<i>M. kikuchii</i>)幼鼠耳長變化圖 (Mean±SE)。.....	51
圖 5、15°C 圈養溫度的高山田鼠(<i>M. kikuchii</i>)幼鼠耳長變化圖 (Mean±SE)。.....	52
圖 6、不同圈養溫度，父親不在對高山田鼠(<i>M. kikuchii</i>)幼鼠體長、 耳長、尾長的比較(Mean±SE)。.....	53
圖 7、不同圈養溫度，父親存在對高山田鼠(<i>M. kikuchii</i>)幼鼠體長、 耳長、尾長、的比較(Mean±SE)。.....	54
圖 8、23°C 圈養溫度的高山田鼠(<i>M. kikuchii</i>)幼鼠尾長變化圖 (Mean±SE)。.....	55
圖 9、15°C 圈養溫度的高山田鼠(<i>M. kikuchii</i>)幼鼠尾長變化圖 (Mean±SE)。.....	56
圖 10、23°C 圈養溫度的高山田鼠(<i>M. kikuchii</i>)幼鼠後腳掌長變化圖	

(Mean±SE)。	57
圖 11、15°C 圈養溫度的高山田鼠 (<i>M. kikuchii</i>) 幼鼠後腳掌長變化圖	
(Mean±SE)。	58
圖 12、23°C 圈養溫度下親代照顧花費在外出、主動照顧、消極照顧	
的時間百分比。	59
圖 13、15°C 圈養溫度下親代照顧花費在外出、主動照顧、消極照顧	
的時間百分比。	60
圖 14、在 15°C 圈養溫度父親存在與否對高山田鼠 (<i>M. kikuchii</i>) 幼鼠	
體溫調節之比較(Mean±SE)。	61
圖 15、公鼠叨幼鼠回巢。	62
圖 16、公、母鼠離巢前用木屑覆蓋幼鼠。	63
圖 17、母鼠成被動姿勢餵奶。	64
圖 18、幼鼠在巢箱中位置的變化。	65
圖 19、高山田鼠強迫伴侶回巢行為。	66
圖 20、公鼠在巢箱內照顧幼鼠，母鼠帶回食物。	67
圖 21、公鼠與母鼠爭搶幼鼠(圓圈處)。	68
圖 22、幼鼠的學習行為。	69

表 1、Two way (有無父親 X 圈養溫度) repeated measure ANOVA 對高山田鼠(*M. kikuchii*)幼鼠體重、體長、耳長、尾長、後腳掌長的分析表。(*表示有顯著差異 P<0.05)

測量：體重

	檢視因子	平方和	自由度	均方	F值	顯著值
組間	幼鼠日齡	2028.51	5	405.7	281.6	0.00*
組內	有無父親	138.21	1	138.21	5.12	0.02*
	圈養溫度	59.35	1	59.35	2.19	0.14
	有無父親 X 圈養溫度	2.75	1	2.75	0.1	0.75
	總計	2228.82	8			

測量：體長

	檢視因子	平方和	自由度	均方	F值	顯著值
組間	幼鼠日齡	19039.96	5	3807.99	376.11	0.00*
組內	有無父親	282.5	1	282.5	2.61	0.11
	圈養溫度	312.9	1	312.9	2.89	0.97
	有無父親 X 圈養溫度	13.42	1	13.42	0.12	0.72
	總計	19648.78	8			

測量：耳長

	檢視因子	平方和	自由度	均方	F值	顯著值
組間	幼鼠日齡	1077.28	4	269.32	671.35	0.00*
組內	有無父親	64.96	1	64.96	14.00	0.01*
	圈養溫度	23.56	1	23.56	5.07	0.03*
	有無父親 X 圈養溫度	0	1	0	0.00	0.98
	總計	1165.802	7			

測量：尾長

	檢視因子	平方和	自由度	均方	F值	顯著值
組間	幼鼠日齡	22838.89	5	4567.778	962.51	0.00*
組內	有無父親	387.07	1	387.07	6.47	0.01*
	圈養溫度	693.99	1	693.99	11.61	0.002*
	有無父親 X 圈養溫度	17.69	1	17.69	0.29	0.59
	總計	23937.64	8			

測量：後腳掌長

	檢視因子	平方和	自由度	均方	F值	顯著值
組間	幼鼠日齡	2552.97	5	510.59	1163.67	0.00*
組內	有無父親	30.55	1	30.55	4.52	0.04*
	圈養溫度	24.04	1	24.04	3.56	0.06
	有無父親 X 圈養溫度	0.02	1	0.02	0.004	0.95
	總計	2607.58	8			

表 2、父親不在與父親存在兩組高山田鼠(*M. kikuchii*) 幼鼠在 23 °C 圈養溫度下的發育之比較 (Mean±SE)

觀察項目	父親不在 (n=11)	父親存在 (n=11)	U-test: P 值
上門牙長出	6.4± 0.47(5-9)	5.7±0.3 (4-7)	>0.05
下門牙長出	5.7± 0.23(4-6)	5.6± 0.3(4-7)	>0.05
前腳趾分離	8.5±0.34 (7-10)	8.3±0.39 (6-10)	>0.05
後腳趾分離	8.5± 0.34(7-10)	8.9± 0.31(7-10)	>0.05
開 眼	12.9± 0.41(11-16)	12.3± 0.49(10-14)	>0.05
耳孔開啟	15.1±0.96 (13-20)	15.6± 0.84(12-19)	>0.05
聽 力	15±0.36 (14-16)	16.7±0.33 (15-17)	<0.05
斷 奶	20.6±0.78 (17-24)	18.8±0.61 (17-23)	<0.05

註：()表示幼鼠日齡範圍。

表 3、父親不在與父親存在兩組高山田鼠(*M. kikuchii*)幼鼠在 15 °C 圈養溫度下的發育之比較 (Mean±SE)

觀察項目	父親不在 (n=12)	父親存在 (n=17)	U-test: P 值
上門牙長出	7.7±0.47 (5-10)	6.9±0.22 (5-8)	>0.05
下門牙長出	6.4±0.24 (5-7)	6.5±0.24 (4-8)	>0.05
前腳趾分離	8.9±0.37 (7-10)	7.8±0.24 (7-9)	<0.05
後腳趾分離	9.7±0.36 (7-10)	8.3±0.23 (7-10)	<0.05
開眼	13.2±0.47 (11-16)	12.5±0.27 (11-14)	<0.05
耳孔開啟	15±0.31 (14-17)	14.5±0.43 (13-18)	<0.05
聽力	16.8±1.02 (15-20)	18.1±0.74 (17-22)	>0.05
斷奶	19.8±0.4 (18-21)	19.7±0.13 (19-20)	>0.05

註：()表示幼鼠日齡範圍。

表 4、父親不在與父親存在兩組高山田鼠(*M. kikuchii*)幼鼠在 23 °C 圈養溫度下的行動能力之比較 (Mean±SE)。

觀察項目	父親不在 (n=11)	父親存在 (n=11)	U-test: P 值
翻正	4±0.57 (2-6)	2.5±0.5 (2-5)	<0.05
抬頭	8±0.31 (7-9)	7.8±0.16 (7-8)	>0.05
旋轉	7.4±0.6 (6-9)	6.3±0.49 (5-8)	>0.05
行走	11.6±0.17 (11-12)	11.1±0.26 (10-12)	>0.05
依附	13.6±1.02 (11-16)	13.2±0.65 (10-14)	>0.05
爬行	14.5±1.19 (11-16)	14.3± 0.21(14-15)	>0.05

註： ()表示幼鼠日齡範圍。

表 5、父親不在與父親存在兩組高山田鼠(*M. kikuchii*)幼鼠在 15°C 圈養溫度下的行動能力之比較 (Mean±SE)。

觀察項目	父親不在 (n=12)	父親存在 (n=17)	U-test: P 值
翻正	3.2±0.44 (1-5)	4±0.67 (1-6)	>0.05
抬頭	8±0.46 (6-11)	7.8±0.15 (7-9)	>0.05
旋轉	7.4±0.77 (6-10)	5.2±0.6 (3-9)	<0.05
行走	11±0.41 (9-12)	10.2±0.33 (8-12)	>0.05
依附	12.8±1.17 (11-16)	9.6±0.44 (7-11)	>0.05
爬行	16.2±1.34 (12-19)	14±0.47 (12-16)	>0.05

註： ()表示幼鼠日齡範圍。

表 6、父親存在與父親不在組在不同圈養溫度的高山田鼠(*M. kikuchii*)幼鼠生存率。

圈養溫度	胎生存率			Fisher's exact test P 值*	子代數生存率	
	全部存活 (N) %	部分存活 (N) %	全部死亡 (N) %		Fisher's exact test P 值	Fisher's exact test P 值
23°C						
父親存在	5/6 (84%)	1/6 (16%)	0	>0.05	10/11 (90%)	>0.05
父親不在	4/6 (66%)	2/6 (33%)	0		9/11 (81%)	
15°C						
父親存在	6/7 (85%)	1/7 (15%)	0	<0.05	14/15 (93%)	<0.05
父親不在	1/6 (17%)	1/6(17%)	4/6(66%)		2/12 (16%)	

*只用全部存活的幼鼠胎數進行統計

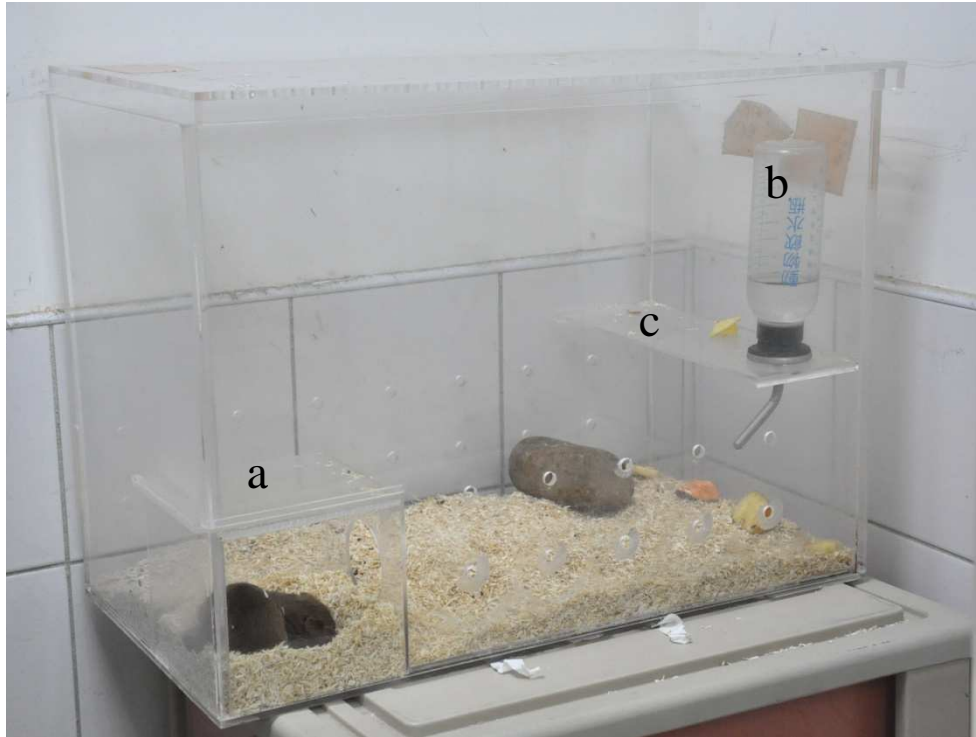


圖 1、實驗時圈養高山田鼠(*M. kikuchii*)的壓克力箱。 a. 巢箱，b. 餵水器， c. 置放食物的平台。

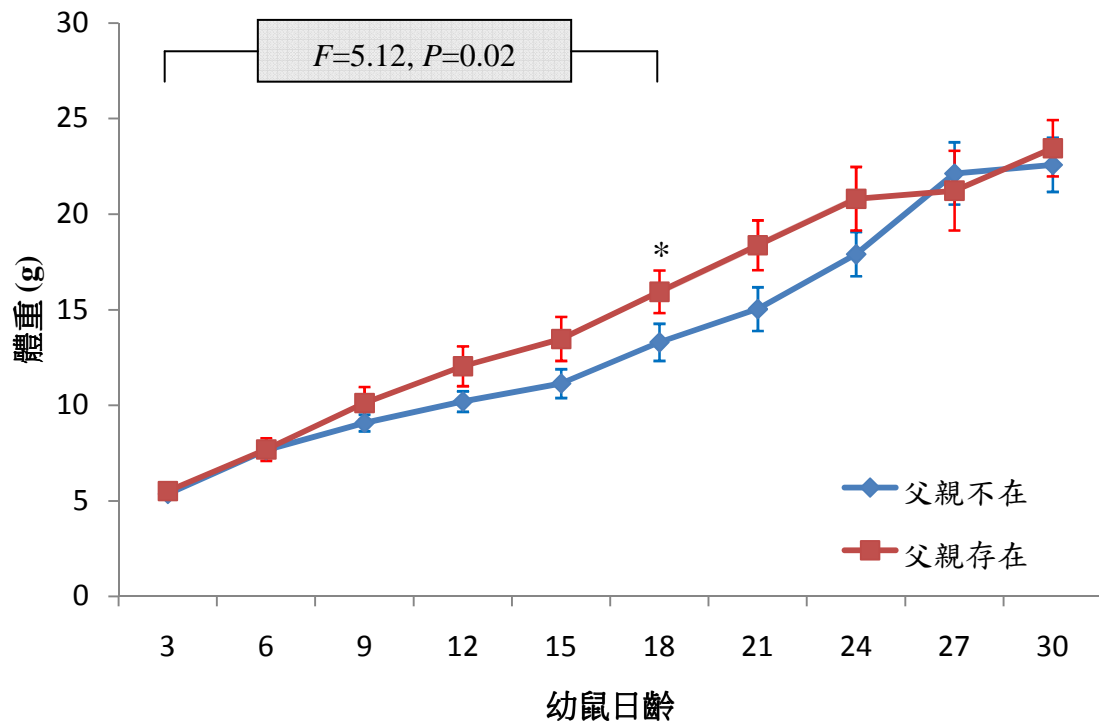


圖 2、23°C 圈養溫度的高山田鼠 (*M. kikuchii*) 幼鼠體重變化圖

(Mean±SE)。(*表示 U-test: P<0.05 顯著差異)

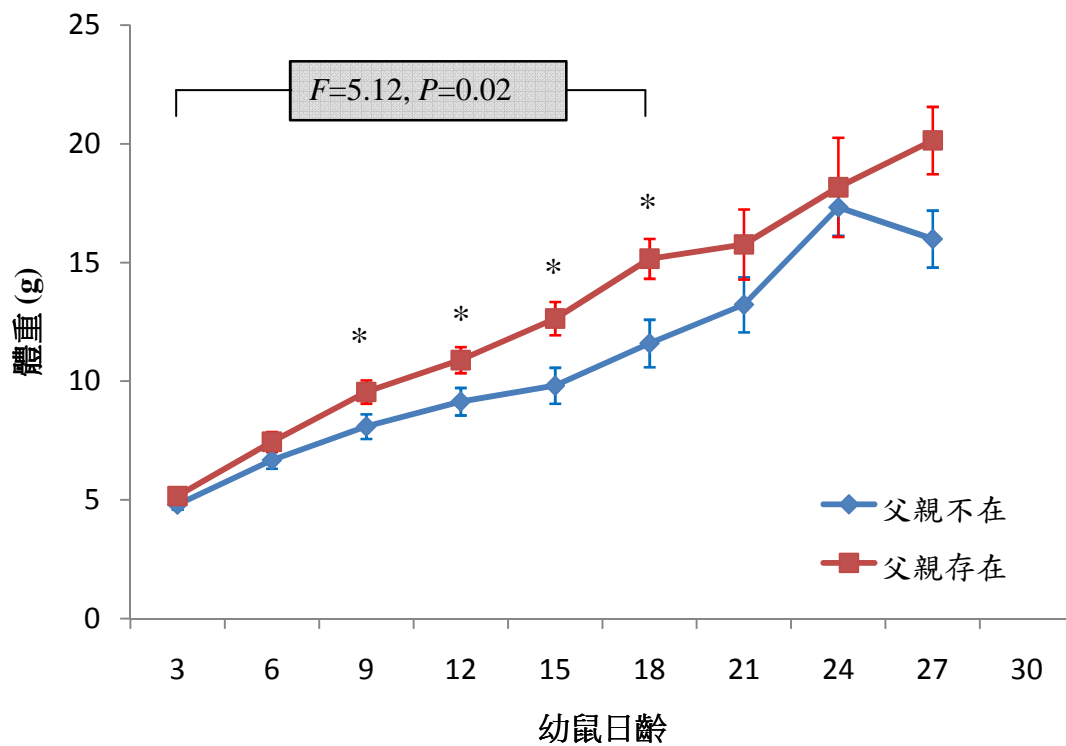


圖 3、15°C 圈養溫度的高山田鼠 (*M. kikuchii*) 幼鼠體重變化圖

(Mean±SE)。(*表示 U-test: P<0.05 顯著差異)

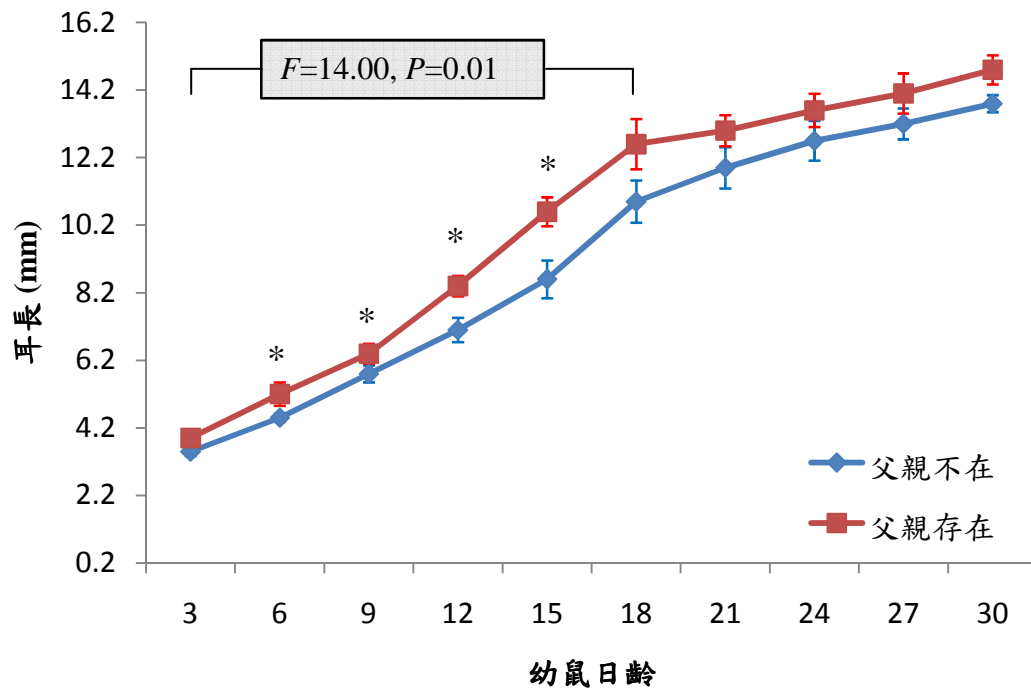


圖 4、23°C 圈養溫度的高山田鼠 (*M. kikuchii*) 幼鼠耳長變化圖

(Mean±SE)。(*表示 U-test: $P < 0.05$ 顯著差異)

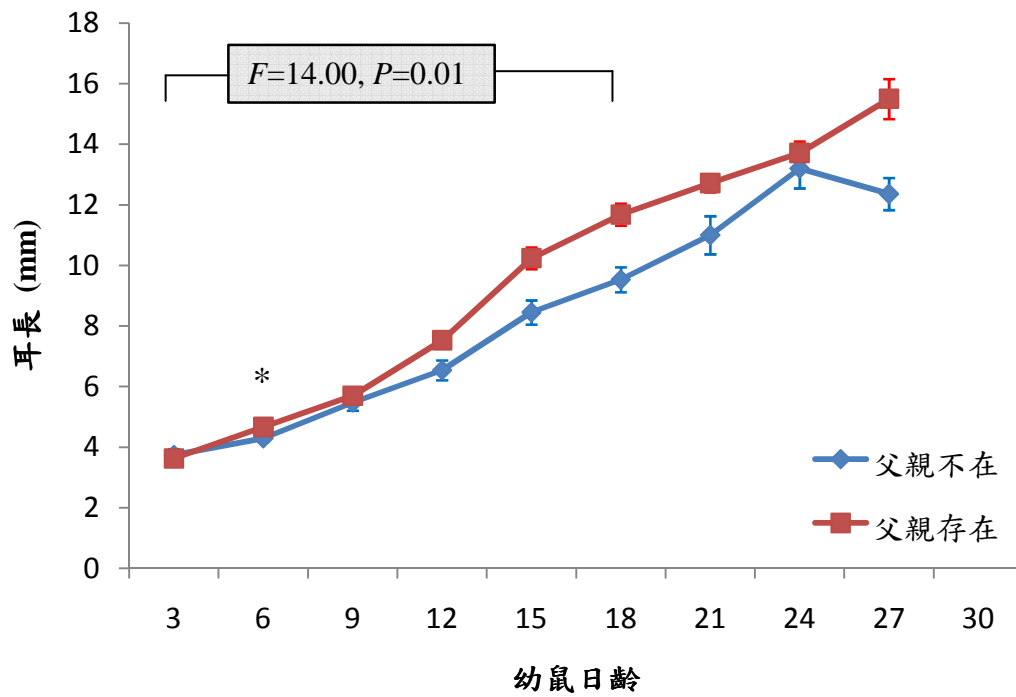


圖 5、15°C 圈養溫度的高山田鼠 (*M. kikuchii*) 幼鼠耳長變化圖

(Mean±SE)。(*表示 U-test: P<0.05 顯著差異)

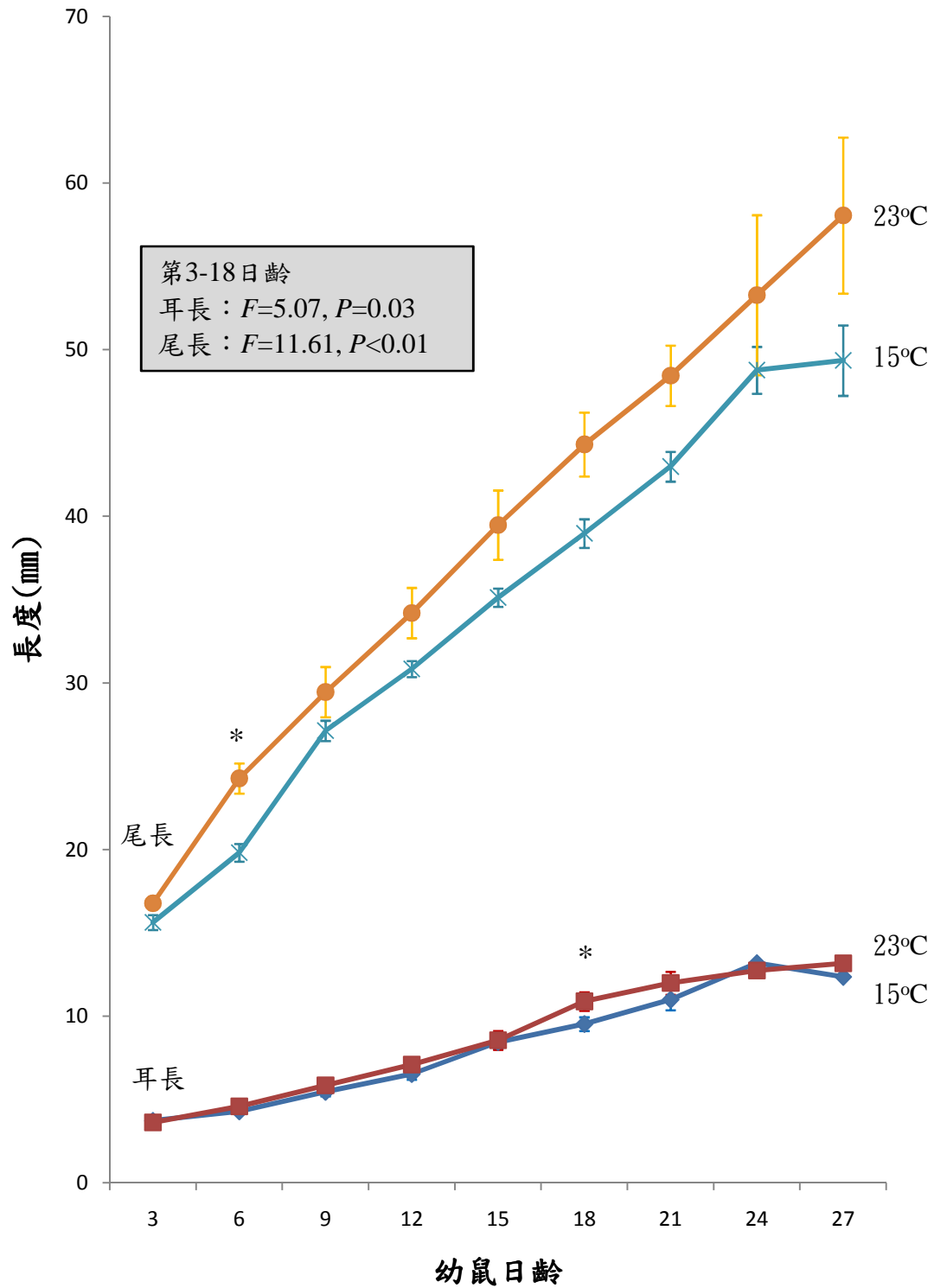


圖 6、不同圈養溫度，父親不在對高山田鼠(*M. kikuchii*)幼鼠體長、耳長、尾長的比較(Mean±SE)。(*表示 U-test: P<0.05 顯著差異)

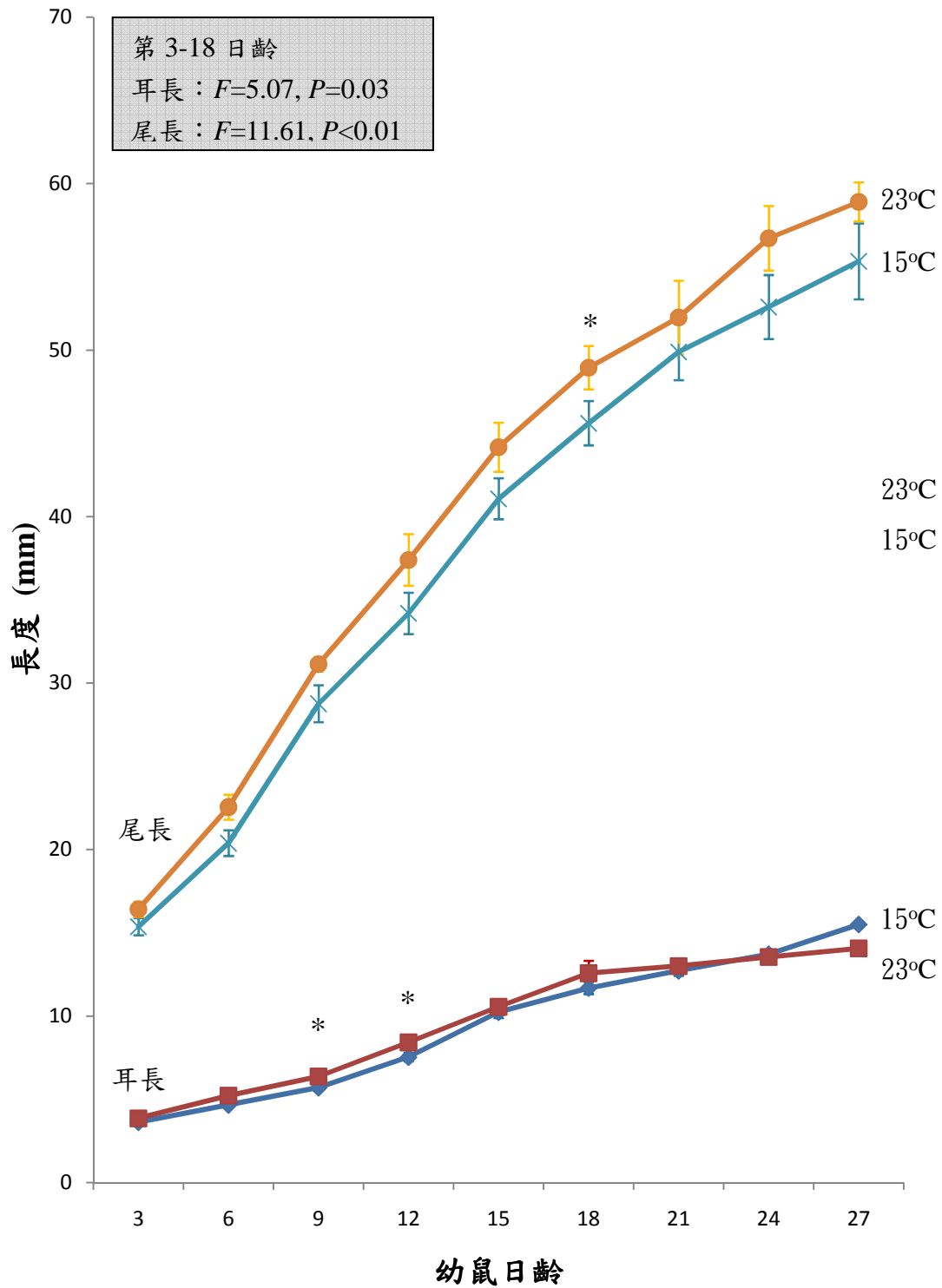


圖 7、不同圈養溫度，父親存在對高山田鼠(*M. kikuchii*)幼鼠體長、耳長、尾長、的比較(Mean±SE)。(*表示 U-test: P<0.05 顯著差異)

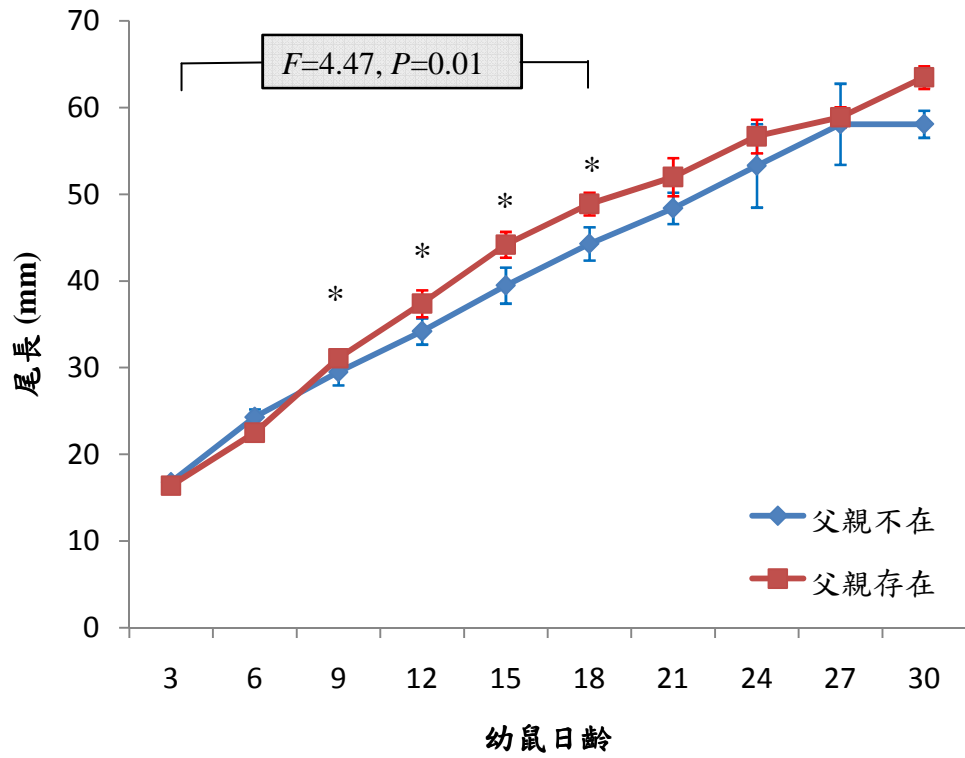


圖 8、23°C 圈養溫度的高山田鼠 (*M. kikuchii*) 幼鼠尾長變化圖

(Mean±SE)。(*表示 U-test: $P < 0.05$ 顯著差異)

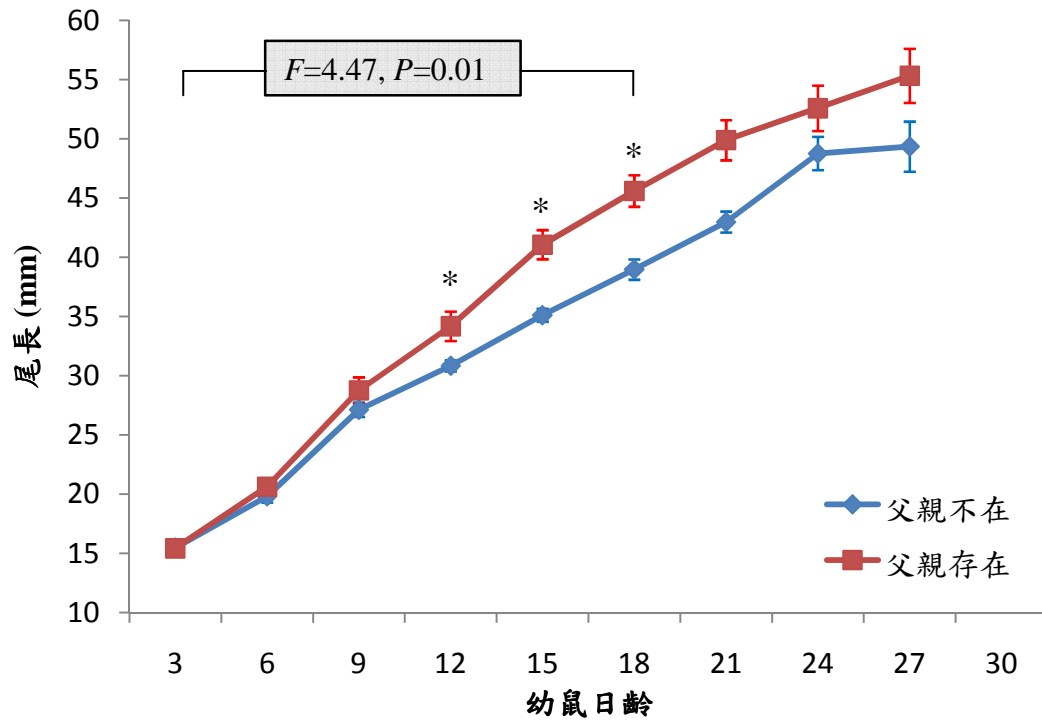


圖 9、15 °C 圈養溫度的高山田鼠 (*M. kikuchii*) 幼鼠尾長變化圖

(Mean±SE)。(*表示 U-test: P<0.05 顯著差異)

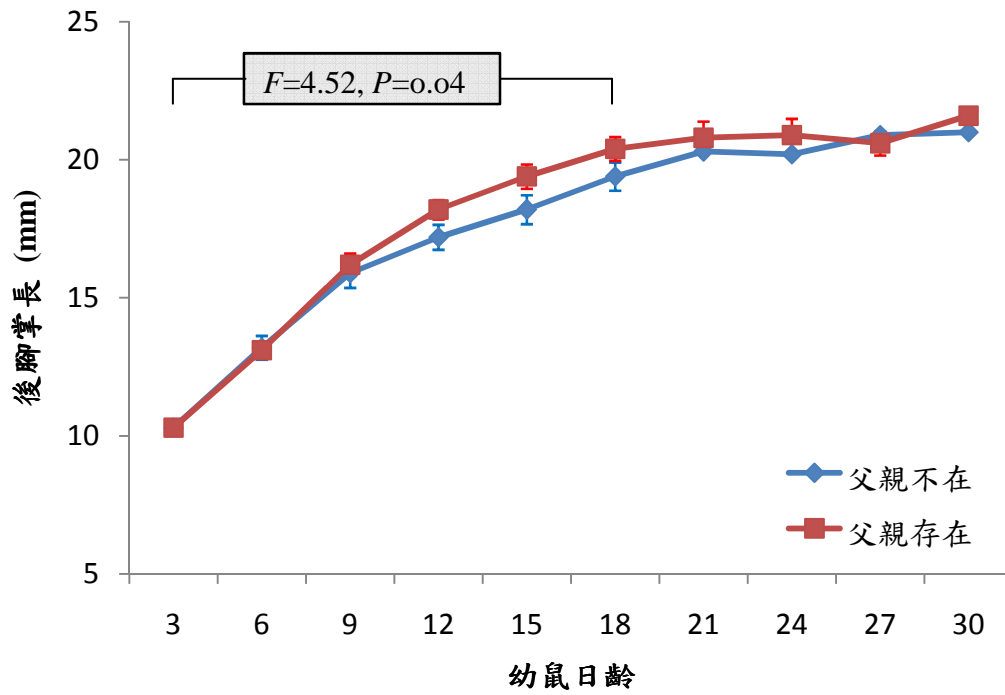


圖 10、23 °C 圈養溫度的高山田鼠 (*M. kikuchii*) 幼鼠後腳掌長變化圖

(Mean±SE)。

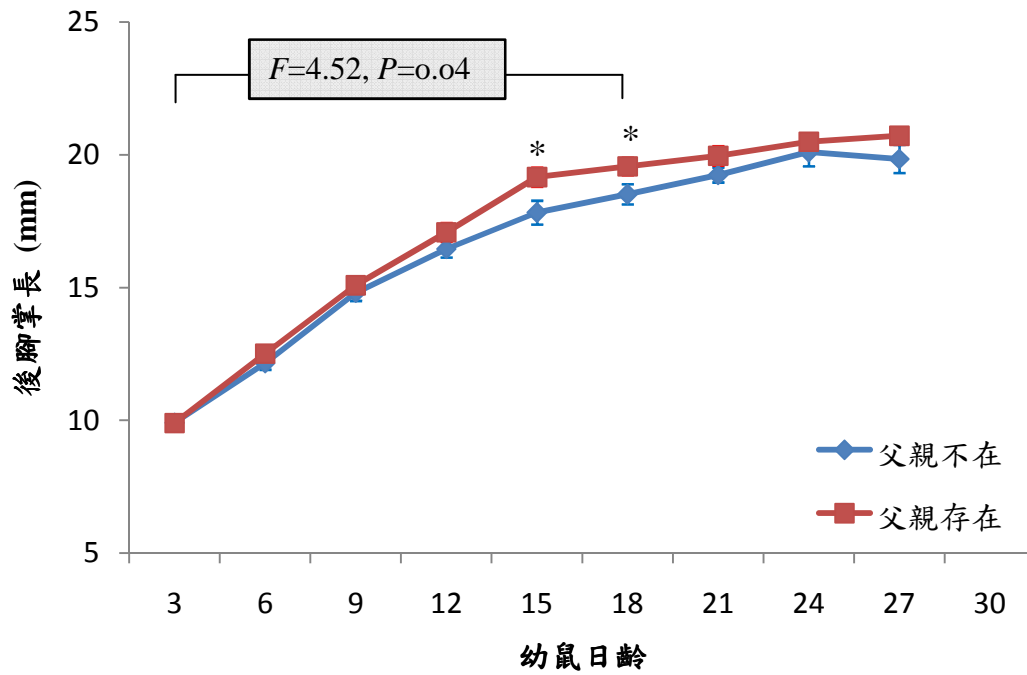
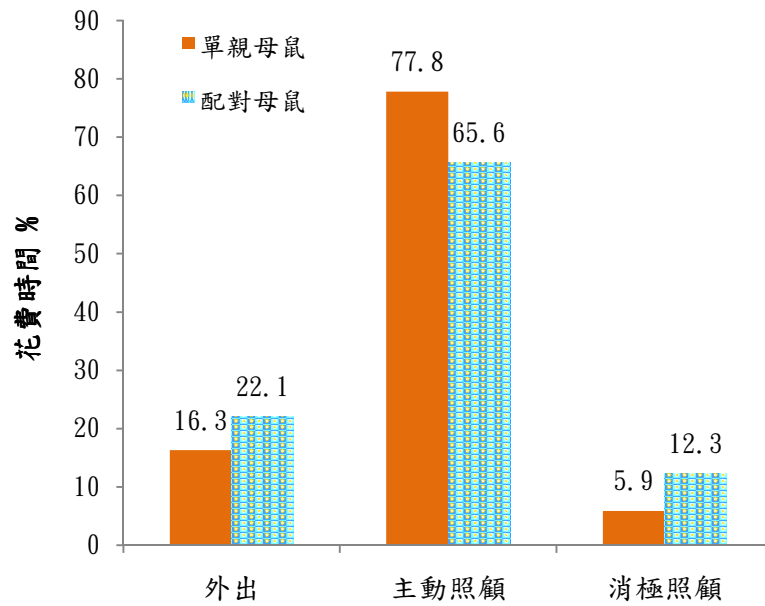


圖 11、15°C 圈養溫度的高山田鼠 (*M. kikuchii*) 幼鼠後腳掌長變化圖

(Mean±SE)。(*表示 U-test: P<0.05 顯著差異)

a)



b)

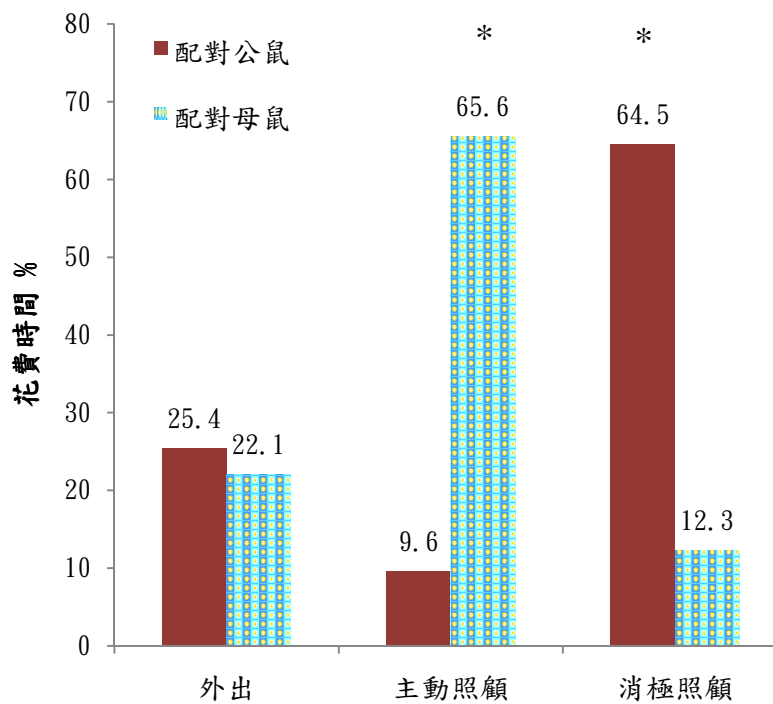
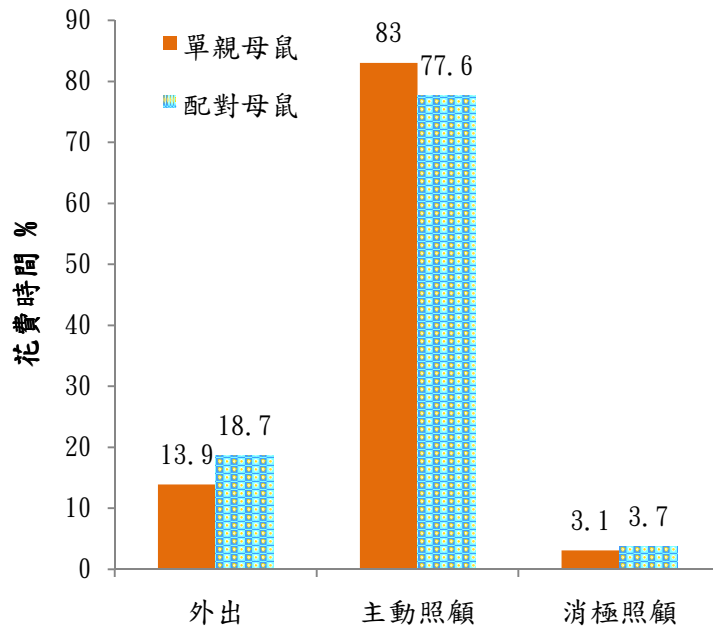


圖 12、23 °C 圈養溫度下親代照顧花費在外出、主動照顧、消極照顧的時間百分比。a: 單親母鼠與配對母鼠之比較，b: 配對公鼠與配對母鼠之比較。(*表示 U-test: $P < 0.05$ 顯著差異)

a)



b)

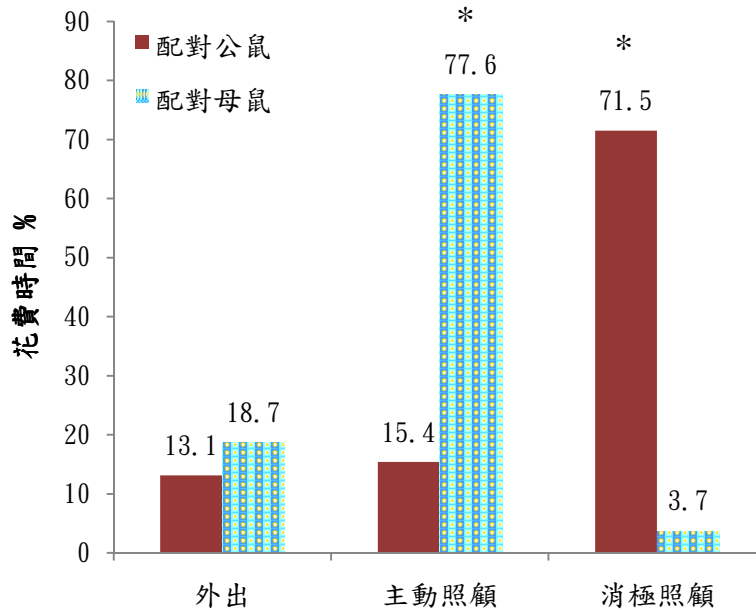


圖 13、15 °C 圈養溫度下親代照顧花費在外出、主動照顧、消極照顧的時間百分比。a: 單親母鼠與配對母鼠之比較，b: 配對公鼠與配對母鼠之比較。(*表示 U-test: P<0.05 顯著差異)

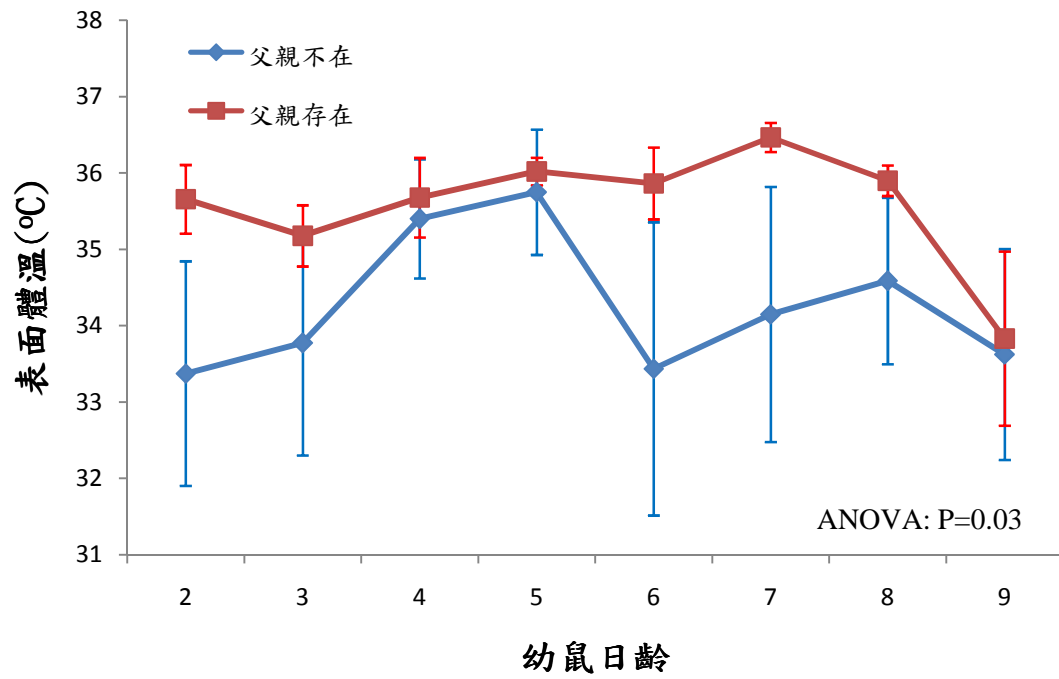


圖 14、在 15°C 圈養溫度父親存在與否對高山田鼠 (*M. kikuchii*) 幼鼠體溫調節之比較 (Mean±SE)。

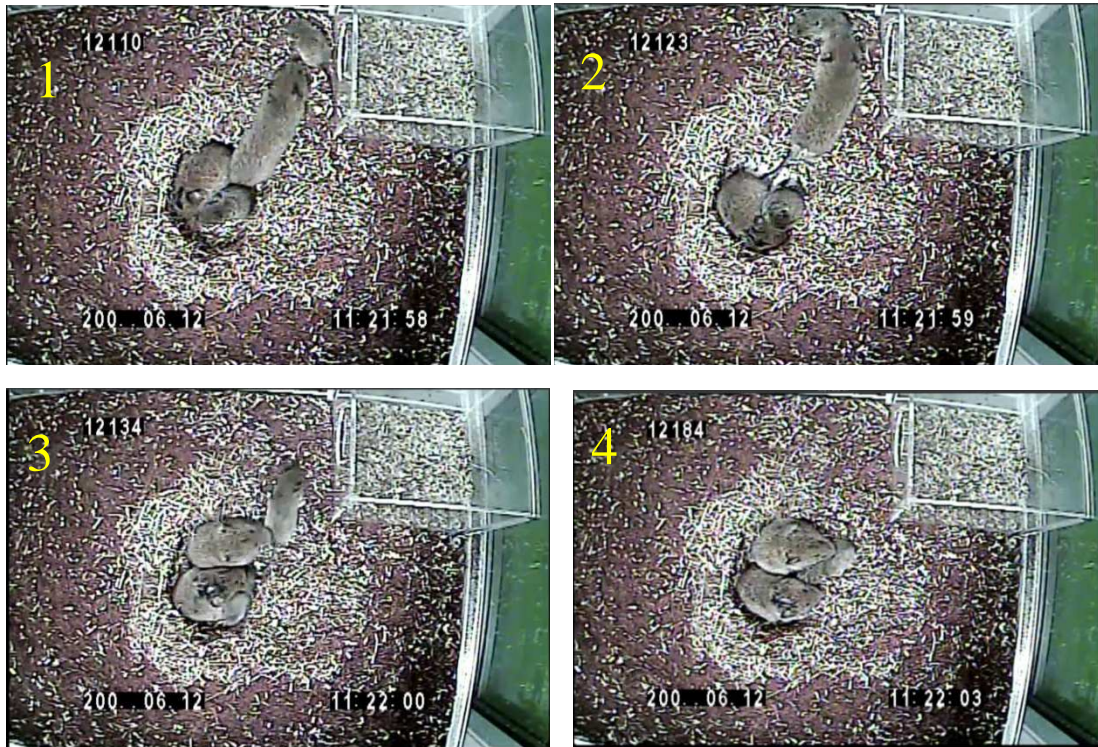


圖 15、公鼠叨幼鼠回巢。1：公鼠前半部伸出巢外，2-3：叨住幼鼠的大腿處，往巢的方向拖，4：幼鼠回到巢內。

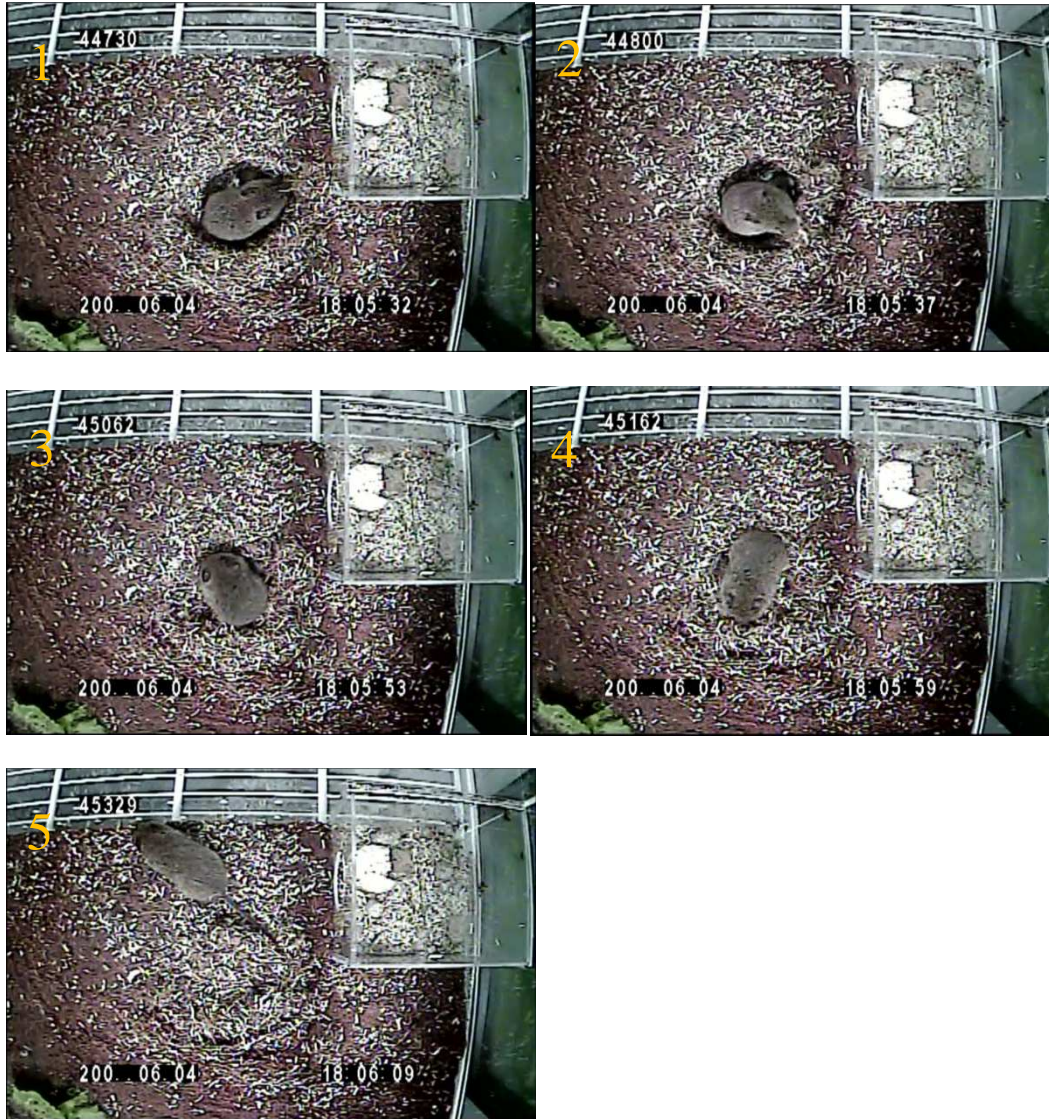


圖 16、公、母鼠離巢前用木屑覆蓋幼鼠。1：母鼠不在巢內，公鼠準備要離巢。2-4：把巢材往內拉，順時針方向整理巢材，最後用一些木屑蓋住正中央。5：公鼠離開巢，幼鼠完全被木屑蓋起來了。



圖 17、母鼠成被動姿勢餵奶。1：弓背姿勢把幼鼠抱在肚子下方。2：母鼠側躺，幼鼠得自己靠近母鼠吸奶。3：如果是父親存在組，母鼠側躺在幼鼠身上，公鼠會幫母鼠理毛。

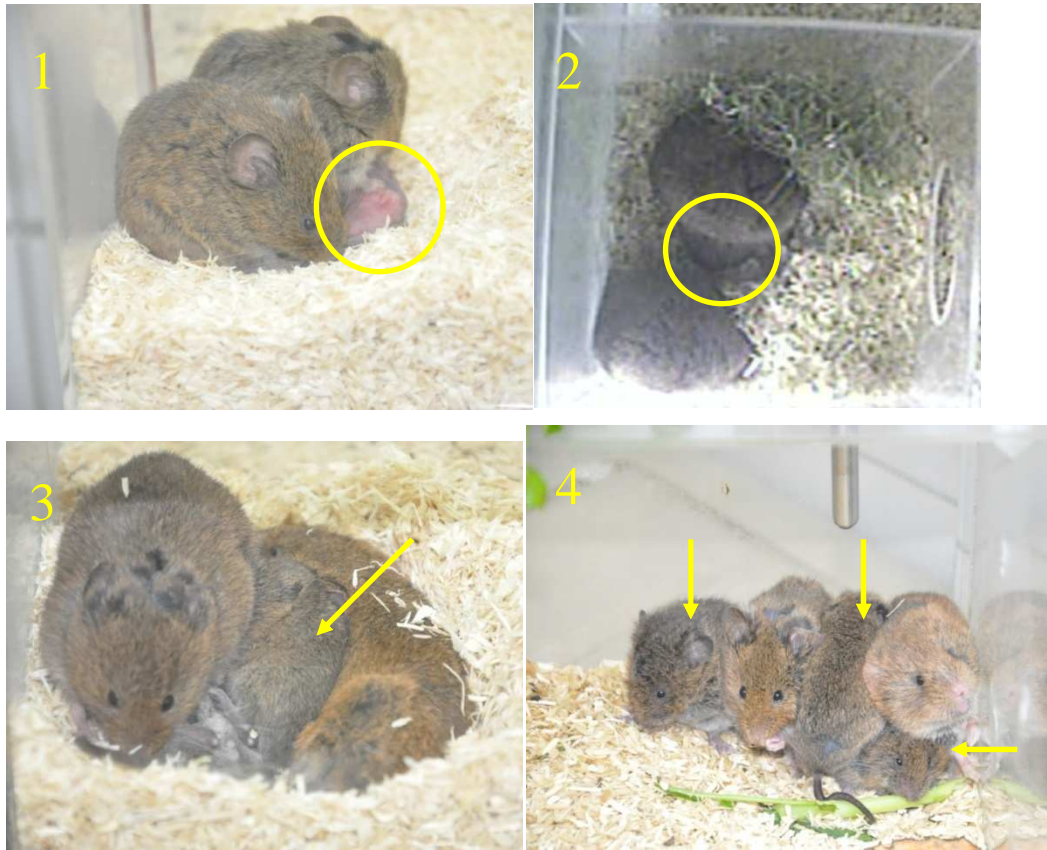


圖 18、幼鼠在巢箱中位置的變化。1：幼鼠剛出生時，身體並沒有毛髮覆蓋，母鼠會把幼鼠(圓圈處)抱在肚子下。2：幼鼠長大，母鼠的肚子無法完全覆蓋幼鼠，露出部分身體(圓圈處)。3：幼鼠(箭頭處)快斷奶時，會側躺並主動鑽到公母鼠中間吸奶。4：斷奶後，幼鼠(箭頭處)已經太大無法被抱到公母鼠下方，會依靠在公母鼠身旁，並自行進食。

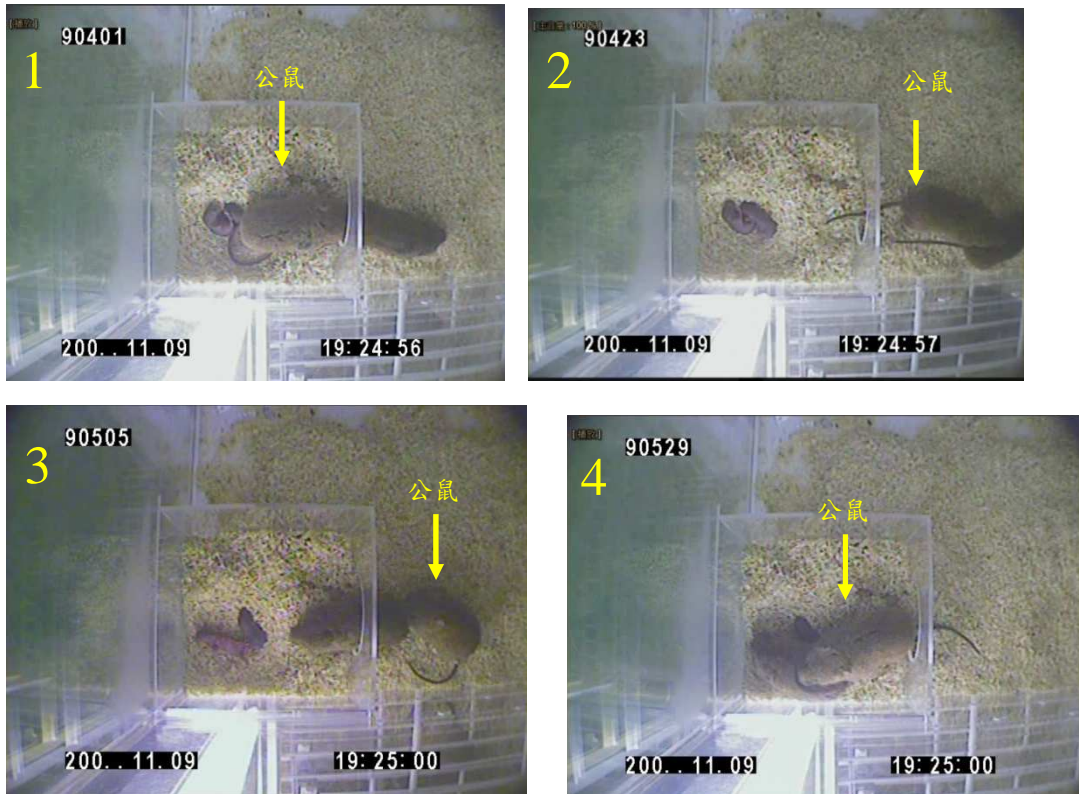


圖 19、高山田鼠強迫伴侶回巢行為。1：公鼠注意到母鼠要離巢了。
2：公鼠跟著母鼠離巢，吻部靠在母鼠後半部。3：試圖改變母鼠的方
向往巢箱移動。4：母鼠回巢覆蓋在幼鼠身上。

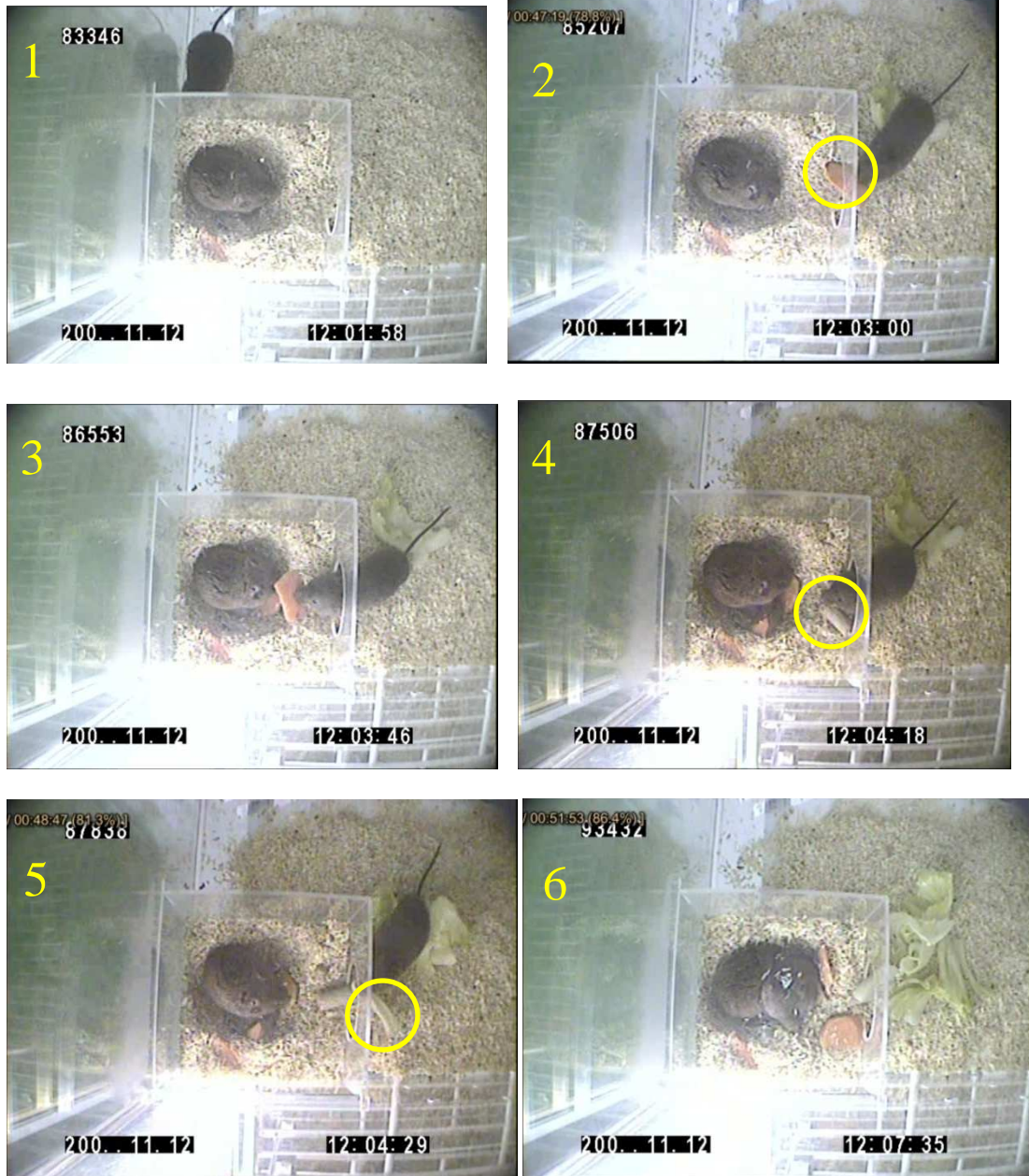


圖 20、公鼠在巢箱內照顧幼鼠，母鼠帶回食物。1：公鼠在巢箱內照顧幼鼠，母鼠外出。2-3：母鼠叨回地瓜一片。4：母鼠叨回乾飼料一個。5：母鼠叨回菜葉一片。6.母鼠回巢邊照顧幼鼠邊吃東西。

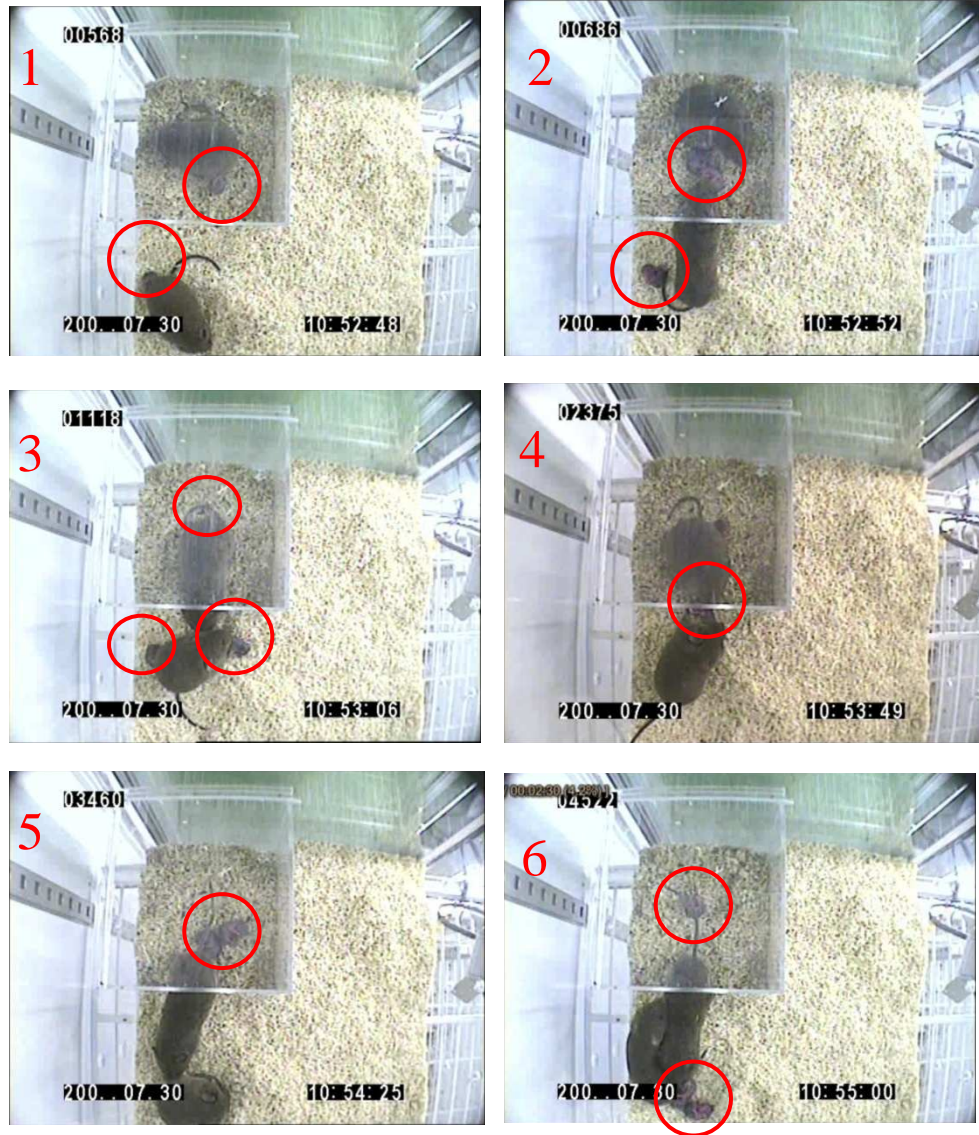


圖 21、公鼠與母鼠爭搶幼鼠(圓圈處)。1：母鼠在巢箱內，公鼠在巢箱外，已經叨出 1 隻幼鼠。2：公鼠進到巢箱內叨另一隻幼鼠。3-4：母鼠見狀便與公鼠爭搶幼鼠。5：母鼠出來巢箱外搶公鼠底下的幼鼠。6：公鼠趁機進到巢箱內叨幼鼠。

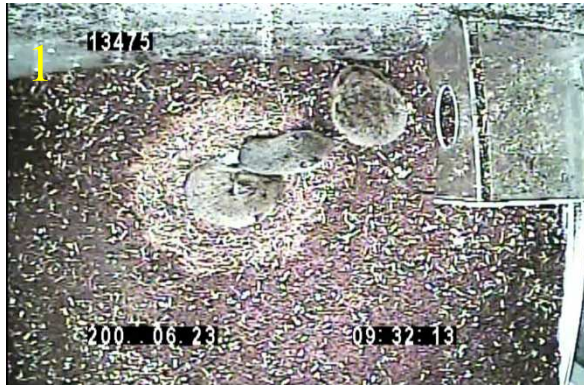


圖 22、幼鼠的學習行為。1：母鼠在巢外。2：幼鼠移動去拉母鼠的尾巴。3：母鼠回到巢內。

附錄 1、高山田鼠飼養與繁殖心得

飼養環境

高山田鼠雖為居住在海拔 2500 公尺以上的動物，不過可以適應 15-23^oC 的飼養溫度，光與暗循環週期設定為 12:12 小時。飼養空間為 48.3 x 25.2 x 21.2cm (鞋盒型大鼠籠)，底部鋪上約 5 公分的木屑，木屑除了適合田鼠活動、保暖也可以吸附尿液與糞便方便清理，亦可以提供泥炭土做為底層的鋪設，飼養箱的清理約 1 周 2 次。飼養在人工環境的田鼠，由於食物充足和空間狹窄的關係都會有過胖的現象，可以提供滾輪或是在清理的空檔讓田鼠可以在較大的空間中活動。此外，可以讓田鼠多曬太陽。曬太陽時則要注意田鼠的狀況，不宜過久以免個體熱衰竭造成死亡。飼養箱內可以置入塑膠水管或是水管增加環境歧異度，降低田鼠個體的壓力，也可以減少刻板行為的發生。

餵食

野外採集回來的個體，有些並不會使用餵水瓶，此時應主動將出水口碰觸個體的吻部，讓田鼠知道這是出水的地方，以提升使用餵水器的意願。高山田鼠為植食性動物，餵食的食材在平地可以用蔬菜、水果代替。舉凡青葉類(空心菜、高麗菜、菠菜、A 菜、大陸妹、萵

苴、油菜、小白菜等)、五穀類(小米、燕麥、粟粟、葵瓜子等)、其他類(南瓜、蘿蔔、竹筍、玉米、蘋果、地瓜等)都可以列入高山田鼠的菜單中。不定時的提供大黍或是白老鼠飼料，甚至是偶爾餵食少量的麵包蟲，都可以為田鼠的健康加分。餵食不同食物時要注意田鼠的接受狀況，例如：某些個體在吃玉米時並不會翻面，或是有些個體不吃葵瓜子。如果沒有其他食物的話，個體就有可能挨餓死亡。餵食重點為充足且多樣化的食物以及乾淨的水源。

田鼠的繁殖

高山田鼠從春末 3 月開始進入繁殖期，夏季 5、6 月是繁殖高峰，到了 9 月繁殖的個體比例會降低，冬天 (12-2 月) 是幾乎不會繁殖的。高山田鼠在人為飼養的環境下四季皆可配對，但是從野外採集的個體在冬天生殖的機會比較低，繁殖週期還是比較符合野外的狀況。配對個體的挑選應盡量為健康 (毛髮平順、柔軟、排泄正常) 且行為正常 (無刻板行為、看見人不會暴衝、緊迫) 的個體。野外的田鼠不論公母，成體的體重皆大於 30 克，未滿 30 克則可視為亞成體。雌鼠單獨飼養 1 個月以上，體重沒有明顯上升或是乳頭沒有明顯脹大，就能視為無懷孕之個體，並與其他雄性個體配對。從亞成體就開始飼養的雌、雄個體，因為飼養條件比較好，體重很容易到達 30 克以上。故在合適

配對的個體體重應達 35 克以上再進行配對，以增加配對成功率以及降低配對時打架的死亡率。配對時建議將田鼠換到較大的飼養箱（耐酸桶 54 x 36.8 x 27cm，並蓋上鐵網），並置入 2-3 天份的食物量，讓處於磨合期的田鼠有空間可以躲避以及充足的食物可以吃。剛配對完的田鼠，應避免打擾或是頻繁的更換墊料，若有打架行為或是激烈的追逐行為則應立即分開，並更換配對對象，以避免個體的損傷。約 5 到 7 天後，配對成功的兩隻個體會窩在同一角落休息、互相理毛。配對成功的田鼠則開始定期記錄體重等變化，同時也須持續注意個體間的相處狀況。若配對成功的田鼠在未生殖前出現打鬥行為，則應視打鬥行為的輕重程度，決定是否繼續配對，以減少個體的傷亡。田鼠的妊娠期約 30 天左右，懷孕的判定上，乳頭明顯膨脹，腹部會凸起來，懷孕體重可達 40-50 克。如果配對 1 個半月後雌鼠都沒有懷孕的跡象，就要考慮拆對並且重新配對，因為配對過久的田鼠會開始打架，甚者受傷、死亡。

幼鼠的出生

幼鼠快出生時，母鼠會變得不太活動，大多蹲臥在巢箱的角落。應每日固定早晚巡察，並將母鼠趕離角落，以判斷是否生產。剛出生的幼鼠盡量不要直接觸摸，以免沾染人類氣味，可以帶手套避免造成

棄養或是殺嬰的行為，約 5 天後幼鼠就算用手直接觸碰也沒問題。幼鼠出生時，盡量減少不必要的干擾，動作不要太大，因公鼠容易受驚嚇出現而爭搶幼鼠的行為。置換飼養箱時，應把原飼養箱內沾有公母鼠氣味的墊料與幼鼠一併放入，讓到新環境的公母鼠盡早適應新環境，並且迅速回巢照顧幼鼠。在觀察中，搬運仔鼠的行為很少出現，除非仔鼠掉出巢箱外，或是主動離巢時公母鼠才會把他們叼進巢箱。只要食物充裕，大部分的幼鼠都可以順利長大。當幼鼠逐漸長大，就要注意餵水瓶的高度，食物的數量等事項，並在飼養箱內放入，滾輪、塑膠瓶、磨牙時等，增加飼養環境的歧異度，有助於減少幼鼠的刻板行為的發生。