

人工飼養黑天鵝繁殖與行為調查⁽¹⁾

蕭智彰⁽²⁾⁽³⁾ 王勝德⁽²⁾ 練慶儀⁽²⁾

收件日期：109 年 2 月 14 日；接受日期：109 年 3 月 30 日

摘 要

本調查旨在了解黑天鵝人工飼養後之繁殖行為，調查分成二部分：一、利用黑天鵝種鵝 16 隻（8 公、8 母）調查其於戶外飼養期間之繁殖性能；二、利用黑天鵝種鵝 18 隻（9 公、9 母）調查其於舍內飼養期間之繁殖性能，並記錄其配種後各項行為時間。調查結果顯示，戶外飼養之黑天鵝有 1—4 個產蛋週期，每次可產蛋 1—7 枚、產蛋週期平均產蛋數 4.17 枚，孵化期約 35—38 天，受精率與受精蛋孵化率分別為 42.23% 和 26.11%。舍內飼養之黑天鵝除產蛋週期較少外，其餘之繁殖性能結果與戶外飼養者相近。另觀察舍內飼養之公、母黑天鵝於配種後之各項行為時間分別為：游泳及洗澡占 31.83% 及 41.25%，採食與飲水占 2.04% 及 2.04%，站立與警戒占 2.00% 及 2.04%，伏臥休息占 30.54% 及 30.25%，陸上理毛占 33.38% 及 24.71%。本調查結果顯示，舍內飼養黑天鵝除受精率及受精蛋孵化率較佳外，有利於後續繁殖期管理。另透過黑天鵝行為觀察可了解其繁殖習性，可作為未來改善人工飼養技術之參考。

關鍵詞：黑天鵝、繁殖、行為、舍內飼養、戶外飼養。

緒 言

黑天鵝 (*Cygnus artatus*) 在生物學分類屬雁形目、鴨科的鳥禽，原產地為澳大利亞及紐西蘭。黑天鵝屬長壽的鳥類，約可存活 10 年以上 (Black and Rees, 1984)，更有活到 33 歲的紀錄 (Brown *et al.*, 1992)。因黑天鵝屬性單形動物 (sexual monomorphism species)，外觀上不易分辨其公母 (林等, 2006)，可利用體重、體長、體高及頸長等表徵作為初步判定 (吳, 1996)。野生黑天鵝群落散佈在湖泊、溪流一帶，食物來源以穀物、水草、藻類為主 (Mitchell and Wass, 1996)。臺灣尚無野生黑天鵝棲息報告，人工飼養則以桃園大溪後慈湖、臺北市立木柵動物園及某些私立動物園數量較多。

國外天鵝之研究以疣鼻天鵝 (*Cygnus olor*) 為對象居多，主要關於種群數量動態 (Petrie and Francis, 2003)、繁殖行為與對環境生態可能危害性 (Włodarczyk and Wojciechowski, 2001; Wood *et al.*, 2014)，然針對黑天鵝繁殖相關文獻尚付闕如。本調查之主要目的係提供黑天鵝種鵝於人工飼養環境下之配對、築巢、產蛋及孵化等繁殖行為，作為改善繁殖性能及後續研究之參考。

材料與方法

I. 試驗動物與飼養管理

- (i) 調查一（戶外飼養）係以行政院農業委員會畜產試驗所彰化種畜繁殖場（以下簡稱彰化場）於民國 96 年至 99 年間飼養之黑天鵝種鵝 16 隻（8 公、8 母）為調查對象（年齡為 3—9 歲），收集其戶外飼養期間之繁殖性能。飼養場地之長、寬分別為 20 m × 18 m 與 20 m × 19 m，均設有水池，前者的飼養場地再分成 4 小區、每區飼養 1 公、1 母，後者則未區隔放養 4 公、4 母。

(1) 行政院農業委員會畜產試驗所研究報告第 2634 號。

(2) 行政院農業委員會畜產試驗所彰化種畜繁殖場。

(3) 通訊作者，E-mail: ccchang@mail.tlri.gov.tw。

- (ii) 調查二 (舍內飼養) 係以 106 年飼養之黑天鵝種鵝 18 隻 (9 公、9 母) 為調查對象 (年齡為 2 – 8 歲)，除收集其舍內飼養期間之繁殖性能外，並記錄配種後各項行為之時間。舍內二種飼養場地之長、寬分別為 9 m × 5 m (共 5 欄，每欄 1 公、1 母) 與 4.5 m × 5 m (共 4 欄，每欄 1 公、1 母)，均設有水池。舍內除四周採光外，屋頂每隔 5 m 設置一條約 1 m 寬透明採光板補充舍內光線，飼養期間飼料及飲水均任食，飼糧組成如表 1 所示。本試驗取得實驗動物同意書 (動物實驗申請表暨同意書編號：畜試彰動字第 10604 號)。

表 1. 黑天鵝試驗產蛋期飼糧組成

Table 1. The composition of the laying period of experimental diet in black swan

Ingredients	Laying stage
Yellow Corn, ground	56.65
Soybean meal, 44%	25.50
Alfalfa	3.00
Molasses	3.00
Fish meal, 65%	2.50
Calcium carbonate	3.10
Dicalcium phosphate	1.60
Salt	0.30
Choline chloride, 50%	0.10
Oyster shell, ground	3.50
DL-Methionine	0.15
Vitamin premix ^a	0.40
Mineral premix ^b	0.20
Total	100.00
Calculated value	
Crude protein, %	18.08
Metabolizable energy, kcal/kg	2,650

^a Supplied per kilogram of diet: vitamin A 10,000 IU, vitamin C 2,000 IU, vitamin E 20 IU, vitamin B₁ 1 mg, vitamin B₂ 4.8 mg, vitamin B₆ 3 mg, vitamin B₁₂ 0.01 mg, Biotin 0.2 mg, vitamin K₃ 1.5 mg, D-calcium pantothenate 10 mg, Folic acid 0.5 mg, Nicotinic acid 25 mg.

^b Supplied per kilogram of diet: Mn (Mn₃O₄) 80 mg, Zn (ZnSO₄ · H₂O) 50 mg, Cu (CuSO₄ · 5H₂O) 15.0 mg, Fe (FeSO₄) 80 mg, I (KIO₃) 0.85 mg, Co (CoCO₃) 0.25 mg.

II. 調查項目與分析方法

- (i) 繁殖性狀：於產蛋週期 (clutch) 結束後 10 日由親鵝進行孵化之人工照蛋，並調查產蛋週期之平均產蛋數、受精率及受精蛋孵化率等資料，計算方式如下：
1. 產蛋週期平均產蛋數 (average of egg production of clutches)：繁殖季黑天鵝所生產總蛋數 (枚) / 母天鵝產蛋週期數 (次)。
 2. 受精率 (fertilization rate)：受精蛋占親鵝孵化之總蛋數之百分率 (%)。
 3. 受精蛋孵化率 (hatching rate of fertilized egg)：雛天鵝孵出數占受精蛋總蛋數之百分率 (%)。
- (ii) 舍內黑天鵝配種後行為時間：以攝影機記錄配種後黑天鵝之行為，統計分析之時間為每日上午 7 時至下午 5 時，以分鐘為單位共記錄 4 天，收集數據共 2,400 筆。行為觀察分五大項：一、游泳及洗澡：黑天鵝於水面上游動，且快速將頭浸入水中並清洗身體等行為；二、採食與飲水行為：黑天鵝於飼料槽攝食飼料及飲水等行為；三、站立與警戒：黑天鵝以腳著地，頸部直立，對周遭環境張望，並有攻擊等行為；四、伏臥休息：黑天鵝臥於地面，軀體不動，多數時間閉眼，包括躺臥靜棲及蹲伏靜棲等行為；五、陸上理毛行為：黑天鵝利用喙或爪理毛及展翅等行為。

III. 統計分析

試驗所得資料利用統計分析系統 (SAS, 1999) 進行統計分析，並以 t-test 比較兩處理組間之差異性。

結果與討論

I. 繁殖性狀

(i) 繁殖季

黑天鵝於戶外飼養 (96 – 99 年) 之繁殖季為 8 月至隔年 3 月間，其中 8 月及隔年 3 月僅 1 對種鵝生產，其餘種鵝均於 9 月至隔年 2 月間生產。分析黑天鵝戶外繁殖季節資料，黑天鵝產蛋數分佈以 11 月最多 (71 枚，33.65%)，其次為 12 月 (37 枚，17.54%) 及 1 月 (37 枚，17.54%)，其餘各月繁殖比例合計 66 枚，僅占 31.27%。而黑天鵝於舍內飼養 (106 年) 之繁殖季則集中於 12 月至隔年 2 月間，黑天鵝產蛋數分佈以 12 月最多 (17 枚，40.48%)，其次為 1 月 (14 枚，33.33%)，再其次為 2 月 (11 枚，26.19%) (表 2)。張等 (2007) 分析戶外飼養黑天鵝不同月份之產蛋數結果以 12 月份最高，與本調查結果略有不同，惟繁殖季節時間相符。另戶外飼養黑天鵝有 1 – 4 個產蛋週期，每次間隔 14 – 30 天 (平均約 22 天)，此與張等 (2007) 分析黑天鵝繁殖性能之結果相似。舍內飼養黑天鵝則因繁殖天數縮短，導致僅有 1 – 2 個產蛋週期，每次間隔約 20 天。

表 2. 黑天鵝戶外及舍內飼養於不同月份產蛋數調查

Table 2. Investigation of egg number across calendar months in outdoor feeding and in-house rearing in black swan

Month	Egg number	
	Outdoor feeding (%)	In-house rearing (%)
January	37 (17.54)	14 (33.33)
February	11 (5.21)	11 (26.19)
March	4 (1.90)	0 (0)
August	3 (1.42)	0 (0)
September	23 (10.90)	0 (0)
October	25 (11.84)	0 (0)
November	71 (33.65)	0 (0)
December	37 (17.54)	17 (40.48)
Total	211 (100.00)	42 (100.00)

(ii) 配對產蛋與孵化行為

繁殖季來臨時，已配對之黑天鵝會有交頸 (neck dipping) 與戲水行為，時間以早晨和黃昏為主，時間約 2 – 8 分鐘。配種行為從產蛋前 15 天開始，公黑天鵝於水面上會繞著母黑天鵝打轉示愛，而後駕乘在母黑天鵝身上，完成配種工作。配種後公黑天鵝煽動翅膀並高聲鳴叫，呈興奮狀，母黑天鵝則將頭與頸時而埋在水中並進行理毛。戶外飼養之母黑天鵝於配種後平均 15 天左右開始產蛋，而舍內飼養則縮短時間至 12 天，每個產蛋週期可產 1 – 7 枚 (舍內飼養為 2 – 6 枚)。調查一為不同配種方式對黑天鵝繁殖性能之比較 (表 3)，黑天鵝以小區獨對方式飼養繁殖，在產蛋週期產蛋數方面差異不大，但受精率顯著較大區多對飼養方式者佳 ($P < 0.05$)，且受精蛋孵化率亦較高 (26.11%)，惟未達顯著差異 ($P < 0.05$)。大區多對飼養之黑天鵝種蛋受精率較低，推測可能與公黑天鵝於繁殖期間有強烈的領域行為有關，造成繁殖期間黑天鵝相互追逐打鬥、干擾配種行為所致。另調查黑天鵝舍內飼養之受精率及受精蛋孵化率分別為 38.24% 及 23.08%，此結果與戶外小區獨對方式飼養者相近。孵化期間母黑天鵝藉由理毛時，用濕潤羽毛提供黑天鵝蛋溼度，且在孵化後期，會將中止蛋踢出巢內，而自然孵化時間為 35 – 38 天 (舍內飼養為 36 – 37 天)，此與廖 (1997) 調查之結果相似。尚等 (2016) 觀察指出，要提高黑天鵝受精率和雛天鵝數與其育成率是保證黑天鵝繁殖的關鍵。另有研究指出，在一夫一妻制配對候鳥中，彼此至少需相處 12 – 24 個月才有較佳繁殖效能 (Claire

et al., 2017), 此結果或許可以反應受精率較低原因。

II. 黑天鵝配種後行為時間分配

舍內飼養之黑天鵝於配種後，公、母黑天鵝各項行為時間如圖 1 所示。調查每日上午 7 時至下午 5 時之公、母天鵝各項行為時間分別為：游泳及洗澡占 31.83% 及 41.25%；採食與飲水皆占 2.04%；站立與警戒占 2.00% 及 2.04%；伏臥休息占 30.54% 及 30.25%；陸上理毛占 33.38% 及 24.71%；公黑天鵝築巢占 0.21%。顯示公、母黑天鵝時間分配大致相似，其中以游泳及洗澡行為加上理毛時間占整體觀察時間的 2/3，說明黑天鵝每天要花相當長時間來整理自己的身體及羽毛，也呼應「水中貴族」的稱號。理毛是鳥類普遍具有的一種行為，一方面使羽毛保持順暢以利飛行，另一方面可透過理毛使之具有較亮麗外表，特別是對雄性鳥類非常重要，藉此吸引異性完成繁殖過程。本調查資料顯示，公黑天鵝之理毛時間為 33.38%，母黑天鵝為 24.71%，或可反映理毛為黑天鵝的重要行為。調查期間之黑天鵝採食行為發生在早上及傍晚，且先食再進行飲水，僅占 2.00% 左右，而中午時則有游泳及洗澡行為發生。另警戒與站立行為時間方面，則與黑天鵝飼養周圍環境安寧度有關。在人工飼養環境下，僅人員進行飼養管理工作，而有進出致本項行為時間占比小。值得一提的，調查期間發現舍內飼養之公黑天鵝有銜草動作與母黑天鵝共同完成築巢工作。Hixon *et al.* (1983) 指出，在野外環境下之鳥類時間分配除採食外，亦與溫度、地域性、性別及年齡等因素有關。張等 (2012) 觀察人工飼養疣鼻天鵝，發現其孵化期之行為時間分配存在性別差異，以母疣鼻天鵝明顯較長，但在繁殖、站立、休息、游泳及洗澡等行為之調查結果，本調查結果與之相似。

表 3. 不同配種方式對黑天鵝繁殖性能之比較

Table 3. Comparison of different mating strategies for reproductive performances in black swan

Items	Type I ¹	Type II ²
Clutch length (egg number)	4.40 ± 1.90	4.17 ± 2.08
Fertilization rate (%)	24.82 ± 6.09 ^b	42.23 ± 11.69 ^a
Hatchability (%)	14.88 ± 2.17	26.11 ± 4.84

Mean ± SD.

¹ Type I: The experimental design was conducted with random mating (4 cobs and 4 pens).

² Type II: The experimental design was conducted with designated mating (1 cob and 1 pen).

^{a, b} Means with the different superscripts differ ($P < 0.05$).

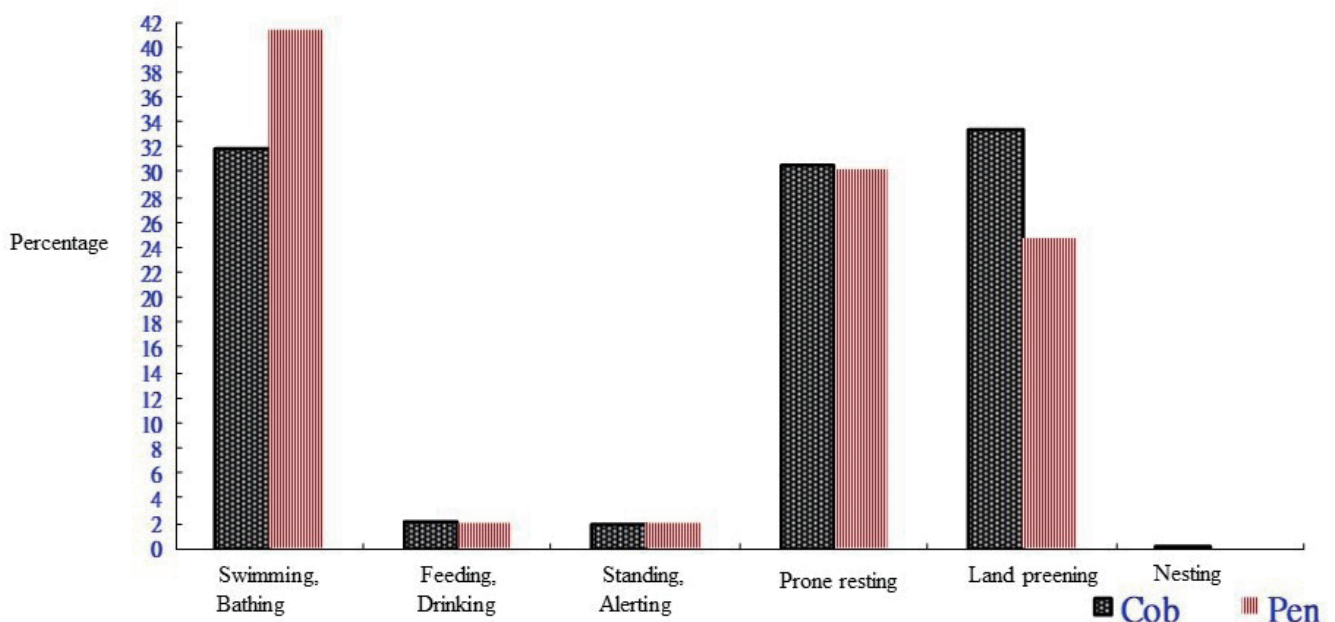


圖 1. 舍內飼養之黑天鵝於配種後之公、母天鵝各項行為表現時間。

Fig. 1. The percentage of time for each behavior spent by in-house rearing cobs and pens after mating in-house.

結 論

黑天鵝採用小區獨對方式飼養繁殖，其受精率及受精蛋孵化率均較佳，而將黑天鵝移入舍內飼養後，黑天鵝繁殖產蛋時間較集中，利於後續飼養管理，並基於防疫與生物安全考量，舍內飼養有其必要性。另對於新配對黑天鵝，應儘早獨對飼養，使黑天鵝於配種前有充分相處時間，對於後續繁殖效能可能有助益。透過本調查有助了解黑天鵝繁殖習性，此項結果可作為未來舍內人工黑天鵝飼養繁殖改進之參考。

誌 謝

本調查承蒙行政院農業委員會科技計畫(108 農科 -2.5.1- 畜 -L1) 經費支持，感謝陳長貴先生、王國村先生、詹志立先生、張琦彰先生及現場工作人員的協助與支持，使調查工作如期完成，特此致謝。

參考文獻

- 林德育、劉瑞珍、陳若菁、吳國欽、張秀鑾、吳明哲。2006。澳洲黑天鵝性別鑑定遺傳標記。畜產研究 39：281-288。
- 吳國欽。1996。天鵝繁殖性能調查。第四屆野生動物及動物園經營管理實務論文集。臺北。臺灣。pp. 204-209。
- 尚昱樸、張春旺、劉雪晴、劉冰許、郭凌。2016。黑天鵝飼養管理與四季繁殖。河南林業科技 36：18-21。
- 張仲彰、林旻蓉、吳國欽、賈玉祥、范揚廣。2007。臺灣之澳洲黑天鵝於不同月份之繁殖性能分析。中畜會誌 36 (增刊)：146。
- 張延君、高劍富、田秀華。2012。籠養疣鼻天鵝孵化期行為時間分配與日節律的性別差異。東北林業大學學報 40：82-85。
- 廖炎發。1997。黑天鵝飼養與繁殖的初步研究。鳥禽天地 25：37-41。
- Black, J. M. and E. C. Rees. 1984. The structure and behavior of the whooper swan population wintering at Caerlaverock, Dumfries and Galloway, Scotland: An introductory study. Wildfowl 35: 21-36.
- Brown, M. J., E. Linton and E. C. Rees. 1992. Cause of mortality among wild swan in Britain. Wildfowl 43: 70-79.
- Claire, S. T., J. C. Sarah and M. Thomas. 2017. Birds choose long-term partners years before breeding. Anim. Behav. 2017: 147-154.
- Hixon, M. A., F. L. Carpenter and D. C. Paton. 1983. Territory area, flower density and time budget in hummingbirds: an experimental and theoretical analysis. Am. Nat. 122: 366-391.
- Mitchell, S. F. and R. T. Wass. 1996. Grazing by black swans (*Cygnus atratus* Latham), physical factors, and the growth and loss of aquatic vegetation in a shallow lake. Aquat. Bot. 55: 205-215.
- Petrie, S. A. and C. M. Francis. 2003. Rapid increase in the lower Great Lakes population of feral mute swans: A review and a recommendation. Wildl. Soc. Bull. 31: 407-416.
- SAS Institute. 1999. SAS/STAT Guide for Personal Computers. Version 9.1. SAS Inst. Inc., Cary, NC.
- Włodarczyk, R. and Z. Wojciechowski. 2001. The breeding ecology of the mute swan (*Cygnus olor*) in central Poland. Wildfowl 52: 157-168.
- Wood, K. A., R. A. Stillman, F. Daunt and M. T. O. Hare. 2014. Chalk streams and grazing mute swans. Brit. Wildl. 25: 171-176.

Investigation on reproductive behavior in captive black swan ⁽¹⁾

Chih-Chang Hsiao ⁽²⁾⁽³⁾ Sheng-Der Wang ⁽²⁾ and Ching-Yi Lien ⁽²⁾

Received: Feb. 14, 2020; Accepted: Mar. 30, 2020

Abstract

The aim of the study was to investigate the reproductive behavior in captive black swan. The investigation included two parts: I. An investigation of the reproductive performances for 16 breeders black swan (8 cobs and 8 pens) in outdoor feeding. II. Eighteen breeders black swan (9 cobs and 9 pens) were used to investigate the reproductive performances under in-house rearing. After mating, the time spent for each behavior was recorded. The results showed that the black swans reared outdoor owned 1 to 4 clutches. Each pen owned 1 to 7 laying eggs per clutch (average number of eggs was 4.17), an incubation period was about 35 to 38 days, the average fertilization rate and the hatching rate of fertilized egg were 42.23% and 26.11%, respectively. Reproductive performances of both in-house and outdoor rearing black swan were similar, except for the number of laying cycle (in-house < outdoor). After mating, the percentage of time for each behavior spent by in-house rearing cobs and pens were: swimming and bathing in the water (31.83%, 41.25%); feeding and drinking (2.04%, both cobs and pens); standing and alerting (2.00%, 2.04%); prone resting (30.54%, 30.25%); land preening (33.38%, 24.71%). The results showed that the black swan reared in indoor house had higher fertilization rate, hatching rate of fertilized eggs which was beneficial to the management of the subsequent breeding period. The behavior of black swan can be realized by observation, which could be used as the reference for future improvement in artificial feeding technology.

Key words: Black swan, Reproduction, Behavior, In-house rearing, Outdoor feeding.

(1) Contribution No. 2634 from Livestock Research Institute, Council of Agriculture, Executive Yuan.

(2) Changhua Animal Propagation Station, COA-LRI, Changhua 52149, Taiwan, R. O. C.

(3) Corresponding author, E-mail: ccchang@mail.tlri.gov.tw.