

馴化黑天鵝生長、繁殖及人工孵化之調查⁽¹⁾

蕭智彰⁽²⁾⁽³⁾ 練慶儀⁽²⁾

收件日期：111 年 9 月 5 日；接受日期：112 年 3 月 13 日

摘 要

本研究旨在調查馴化黑天鵝(以下簡稱黑天鵝)之生長、繁殖及人工孵化等基礎資料。調查分成二部分：一、利用黑天鵝雛鵝 20 隻(8 公與 12 母)調查舍內飼養之生長性狀；二、利用黑天鵝種鵝 20 隻(10 公與 10 母)，調查其於舍內飼養期間之繁殖性狀。以 41 枚黑天鵝種蛋進行人工孵化，並調查種蛋物理性狀。試驗結果顯示，生長性狀方面，不同性別之黑天鵝於 16 週齡體重有顯著差異，且公黑天鵝之體高較母黑天鵝高($P < 0.05$)。繁殖性狀方面，以自然孵化方式之種蛋受精率與受精蛋孵化率則分別為 45.6% 及 34.4%。人工孵化方面，孵化之溫、濕度分別為前期(1—14 天) 37.5℃、55%，中期(15—28 天) 37.2℃、60% 及後期(29—36 天) 36.6℃、65%，人工孵化種蛋受精率及受精蛋孵化率則分別為 61.1% 及 63.2%，人工孵化之受精蛋孵化率較自然孵化者高($P < 0.05$)。此外經產及初產母黑天鵝之種蛋在長徑、短徑及蛋重均以經產母黑天鵝顯著較初產母黑天鵝高，惟蛋形係數以初產母黑天鵝較高($P < 0.05$)。本調查結果顯示，人工孵化成績較自然孵化成績佳，相關飼養、繁殖技術可作為未來改善人工飼養黑天鵝之參考。

關鍵詞：人工孵化、黑天鵝、生長、繁殖。

緒 言

馴化黑天鵝(*Cygnus artatus*)係指經人工飼養於舍內之黑天鵝(以下簡稱黑天鵝)，其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。野生黑天鵝壽命約可存活 10 年以上(Black and Rees, 1984)，最高有 33 歲的紀錄(Brown *et al.*, 1992)。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、臺北市立動物園、國軍退除役官兵輔導委員會武陵農場、某些私立休閒動物園及私人農場數量較多。

一般而言，孵化率和雛禽的品質會受到種蛋品質、種蛋貯存條件與種蛋孵化條件的影響(Reis *et al.*, 1997; Elibol *et al.*, 2002; Elibol and Brake, 2006)。尚等(2016)針對戶外黑天鵝人工飼養管理與四季繁殖提出建議，其黑天鵝蛋之人工孵化溫度為 99.5°F，濕度為 50—70%。而王等(2008)指出，鵝蛋孵化的溫度可分為 4 個階段，分別為 99.8 (第 1—7 天)、99.5 (第 8—25 天)、99.2 (第 26—28 天)、98.8°F (第 29—30 天)，搭配濕度自動控制器控制相對濕度，其相對濕度於 4 個孵化階段分別設定為 65、70、75、80%，可提高鵝蛋的孵化率。

國外天鵝之研究以疣鼻天鵝(*Cygnus olor*)為對象居多，主要聚焦於種群數量動態(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)，然針對舍內飼養之黑天鵝生長、繁殖及人工孵化文獻尚付闕如。本調查之主要目的為舍內飼養之黑天鵝生長、繁殖及人工孵化之調查，透過人工飼養與觀察，並建立人工孵化參數，可作為未來改善舍內人工飼養技術之參考。

材料與方法

I. 試驗動物與飼養管理

調查一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 108 年 9 月至 109 年 2 月

(1) 行政院農業委員會畜產試驗所研究報告第 2738 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。

間舍內飼養之黑天鵝雛鵝 20 隻 (8 公與 12 母) 為調查對象，收集其出生至 16 週齡舍內飼養期間之生長性狀。調查二係以彰化場於民國 108 年 7 月至 110 年 1 月間 (分別為 108 年 7 月至 109 年 2 月、109 年 7 月至 110 年 1 月) 飼養之黑天鵝種鵝 20 隻 (10 公與 10 母) 為調查對象 (年齡為 2 – 10 歲)，收集其舍內飼養期間之繁殖性能，包括種蛋數、受精率及受精蛋孵化率等，其中於 109 年及 110 年將同窩種蛋分成自然孵化與人工孵化，種蛋於孵化前未經過儲存程序，僅經簡易消毒後進行不同孵化方式比較，並利用 3 個繁殖週期之初產種蛋 (計 46 枚) 及經產種蛋 (計 58 枚)，進行物理性狀測定。另透過種蛋人工孵化技術，記錄其孵化參數及結果，人工孵化係使用 RCOM 孵蛋機 (型號，PRO20，Korea)，該機可自動翻蛋及自動控制溫、濕度。人工孵化之溫、濕度分別為前期 (第 1 – 14 天) 37.5℃、55%，中期 (第 15 – 28 天) 37.2℃、60% 及後期 (第 29 – 36 天) 36.6℃、65%，此參數係參考吳 (1996) 及王等 (2008) 之人工孵化參數進行修正。種蛋均於孵化後 10 – 14 天進行照蛋，剔除無精蛋。人工孵化 15 日後，種蛋每日涼蛋 1 次，時間 10 分鐘。黑天鵝均飼養於舍內，種鵝飼養於泥土地面，飼養場地之長、寬分別為 9 m × 5 m (共 3 欄，每欄 1 公與 1 母) 與 4.5 m × 5 m (共 7 欄，每欄 1 公與 1 母)，設有水池，水池深度 40 – 60 cm，並提供乾草讓黑天鵝築巢自然孵化使用。育成鵝亦飼養於泥土地面，飼養場地之長、寬為 4.5 m × 5 m (共 2 欄，每欄 10 隻)，亦設有水池，水池深度同上。鵝鵝飼養於高床地面，其床面結構體選用不鏽鋼材質，床面高度 1 m，周邊及底層以塑膠網或不鏽鋼網鋪蓋 1.1 × 1.1 cm 網目。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 10704 號、畜試彰動字第 10804 號、畜試彰動字第 10903 號)。

表 1. 試驗飼糧組成

Table 1. The composition of experimental diets

Ingredients	Brooding period	Growing period	Laying period	Resting period
Yellow Corn, ground	29.20	30.00	28.00	22.50
Soybean meal, 44%	27.90	20.00	22.00	7.30
Brown rice	29.20	30.00	28.00	22.50
Wheat bran	—	6.00	0.50	21.00
Rice hull	—	—	7.00	20.00
Alfalfa meal	2.00	7.00	4.00	—
Soybean oil	3.00	—	—	—
Molasses	1.00	4.00	4.00	4.00
Fish meal, 65%	5.00	—	—	—
Calcium carbonate	0.70	0.50	2.00	0.20
Dicalcium phosphate	1.00	1.50	1.50	1.30
Oyster shell	—	—	2.00	—
Salt	0.30	0.30	0.30	0.30
Choline chloride, 50%	0.10	0.10	0.10	0.10
DL-Methionine	0.15	0.15	0.10	0.20
L-Lysine	0.05	0.10	0.10	0.30
Vitamin premix ¹	0.25	0.20	0.25	0.20
Mineral premix ²	0.15	0.15	0.15	0.10
Total	100.00	100.00	100.00	100.00
Calculated value				
Crude protein, %	20.24	15.00	15.06	12.05
ME, kcal/kg	2,914.00	2,557.00	2,501.00	2,204.00

¹ Supplied per kilogram of diet: 10,000 IU vitamin A, 2,000 IU vitamin D₃, 20 IU vitamin E, 1 mg vitamin B₁, 4.8 mg vitamin B₂, 3 mg vitamin B₆, 0.01 mg vitamin B₁₂, 0.2 mg Biotin, 1.5 mg vitamin K₃, 10 mg D-calcium pantothenate, 0.5 mg Folic acid, 25 mg Nicotinic acid.

² Supplied per kilogram of diet: 80 mg Mn (Mn₃O₄), 50 mg Zn (ZnSO₄ · H₂O), 15.0 mg Cu (CuSO₄ · 5H₂O), 80 mg Fe (FeSO₄), 0.85 mg I (KIO₃), 0.25 mg Co (CoCO₃).

II. 調查項目與分析方法

- (i) 生長性狀：測定黑天鵝出生、1、2、4、8、12 及 16 週齡生長性狀，測定方式說明如下：
 1. 體重 (body weight)：活體重量 (kg)。
 2. 體長 (body length)：前胸外緣至尾根部之長度 (cm)。
 3. 體高 (body height)：正常站立時，頭頂至地面高度 (cm)。
 4. 頸長 (neck length)：頭蓋骨下緣至鎖骨緣之長度 (cm)。
- (ii) 繁殖性狀：於每次產蛋週期 (clutch) 結束後 10 日進行照蛋，並調查產蛋週期之平均產蛋數、受精率及受精蛋孵化率等，計算方式如下：
 1. 產蛋週期平均產蛋數 (average egg production of clutches)：繁殖季黑天鵝所生產總蛋數 (枚) / 母黑天鵝產蛋週期數 (次)。
 2. 受精率 (fertilization rate)：受精蛋占親鵝孵化蛋數之百分率 (%)。
 3. 受精蛋孵化率 (hatching rate of fertilized egg)：雛天鵝孵出數占受精蛋數之百分率 (%)。
 4. 蛋重 (egg weight)：每一枚蛋的重量 (g)。
 5. 蛋之長徑與短徑 (egg length and egg width)：蛋之長端距離 (mm) 及蛋之短端距離 (mm)。
 6. 蛋形係數 (egg shape index)：蛋之短徑 / 長徑的比值之百分比。

III. 統計分析

試驗所得資料利用統計分析系統 (SAS, 2004) 進行統計分析，依一般線性模式 (general linear model procedure, GLM) 進行變方分析，再以 Tukey's Studentized Range Test 比較處理組間之差異顯著性。

結果與討論

I. 生長性狀

於舍內飼養之黑天鵝出生至 16 週齡體重分析結果如表 2，不同性別之黑天鵝體重於 12 週齡前無顯著差異，惟公黑天鵝 16 週齡體重較母黑天鵝為重 ($P < 0.05$)。蕭等 (2011) 指出，戶外飼養黑天鵝，公母鵝 12 週齡前，體重差異不顯著，至 14 週齡以後，則公黑天鵝體重顯著較母黑天鵝重，顯示黑天鵝於戶外或舍內飼養並不影響生長性狀。戶外飼養之黑天鵝育成率 75 – 80%，死亡大都發生在 10 週齡以前，而 10 週齡時公黑天鵝體重為 2,067 g；母黑天鵝為 1,763 g。本次調查顯示，雛鵝於出生至 1 週齡前生長緩慢，2 週齡後體重逐步增加，到 8 週齡時公黑天鵝體重為 2,290 g；母黑天鵝為 2,063 g，此與孫等 (2013) 調查戶外黑天鵝雛鵝生長發育結果相似。另黑天鵝體型資料列於表 3。黑天鵝體高以公黑天鵝較母黑天鵝高 ($P < 0.05$)，惟體長與頸長於公母鵝間無顯著差異。孫等 (2013) 指出，120 日齡戶外黑天鵝體長約為 96.5 ± 3.2 cm，與本調查結果相似。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)，故常難以辨別雌雄，藉由測量身體各部位之形態，由公母鵝間體型之些微差異，用於初步性別鑑定 (吳，1996；趙等，2011；Griffiths *et al.*, 1998)。另王等 (2012) 指出，黑天鵝透過泄殖腔性別識別法鑑定，其準確率可達 95%，然操作人員需經過專業訓練的技術人員才能成功鑑定性別。

表 2. 黑天鵝出生至 16 週齡之體重

Table 2. The comparison of body weight at birth to 16 weeks of age in black swans

Age(wk)	Body weight (g)	
	Cob (n = 8)	Pen (n = 12)
Birth	143.3 ± 18.4	155.4 ± 14.6
1	256.9 ± 53.2	252.4 ± 44.7
2	485.5 ± 50.2	392.4 ± 68.8
4	1,032.0 ± 489.0	984.0 ± 446.0
8	2,290.0 ± 748.0	2,063.0 ± 621.0
12	3,229.0 ± 753.0	2,917.0 ± 520.0
16	4,149.0 ± 695.0 ^a	3,528.0 ± 396.0 ^b

Mean ± SD.

^{a, b} Means in the same row with different common superscripts differ significantly ($P < 0.05$).

表 3. 黑天鵝 16 週齡體長、體高及頸長

Table 3. The comparison of body length, body height and neck length in black swans at 16 weeks of age

Item	Cob (n = 8)	Pen (n = 12)
Body length (cm)	61.4 ± 2.7	59.3 ± 2.6
Body height (cm)	95.3 ± 3.1 ^a	92.0 ± 3.5 ^b
Neck length (cm)	51.5 ± 3.2	49.4 ± 2.3

Mean ± SD.

^{a, b} Means in the same row with different common superscripts differ significantly ($P < 0.05$).

II. 繁殖性狀

(i) 自然孵化

舍內飼養之黑天鵝繁殖季主要在 7 月至翌年 1 月，每季有 1 – 3 個產蛋週期，每週可產蛋 1 – 6 枚、平均產蛋數 5.1 枚；以自然孵化之孵化期約 35 – 38 天，種蛋受精率與受精蛋孵化率分別為 45.6% 和 34.4% (表 4)，此結果與蕭等 (2020) 調查結果相似，其中 9 – 12 月份產蛋數占全年度 70 – 80%。蕭等 (2011) 調查戶外飼養黑天鵝繁殖性狀，種蛋受精率與受精蛋孵化率則分別為 42.3% 及 26.1%，與本研究以舍內飼養之舍內調查結果相似，顯示黑天鵝於戶外或舍內飼養並不影響繁殖性狀。Jaime and Claudio (2021) 指出，黑頸天鵝於戶外自然孵化繁殖成功比例不高，僅 11.1 – 17.3%，其主因受到環境影響。另有研究指出，在一夫一妻制配對的候鳥中，彼此至少需相處 12 – 24 個月才有較佳的繁殖性狀 (Claire *et al.*, 2017)，且尚等 (2016) 則指出，要提高戶外黑天鵝受精率、雛天鵝數及其育成率是改善黑天鵝繁殖性能的關鍵。孵化期間黑天鵝於理毛時，利用濕潤羽毛提供馴化黑天鵝種蛋濕度，且在孵化後期會將中止蛋踢出巢外，此與廖 (1997) 之調查結果相似。

表 4. 2019 – 2021 年黑天鵝不同孵化方式之比較

Table 4. The comparison of reproductive performances in black swans from 2019 to 2021

Year	Incubation	Total egg number (n)	Fertilization rate (%)	Hatchability (%)
2019.7 – 2020.2	Nature	64	53.7 ± 34.6	34.5 ± 30.6
2019.7 – 2020.2	Artificial	19	47.6 ± 29.5	64.3 ± 47.6
2020.7 – 2021.1	Nature	86	40.7 ± 35.8	34.3 ± 38.1
2020.7 – 2021.1	Artificial	41	70.5 ± 22.1	62.5 ± 30.5
2019.7 – 2021.2	Nature	150	45.6 ± 35.3	34.4 ± 34.9 ^b
2019.7 – 2021.2	Artificial	60	61.1 ± 27.2	63.2 ± 37.0 ^a

Mean ± SD.

^{a, b} Means in the same row with different common superscripts differ significantly ($P < 0.05$).

(ii) 人工孵化

以 19 枚及 41 枚種蛋分別進行 2 年度 (109 年與 110 年) 之人工孵化試驗，孵化之溫、濕度分別為前期 (1 – 14 天) 37.5°C、55%，中期 (15 – 28 天) 37.2°C、60%，後期 (29 – 36 天) 36.6°C、65%，109 年及 110 年種蛋受精率與受精蛋孵化率分別為 47.6%、64.3% 和 70.5% 和 62.5% (表 4)。種蛋受精率介於 0 – 100% (部分馴化黑天鵝為初次生產)，受精蛋孵化率亦介於 0 – 100%。由 109 年與 110 年利用人工孵化與自然孵化之比較 (表 4)，人工孵化種蛋受精率及受精蛋孵化率則分別為 61.1% 及 63.2%，人工孵化之受精蛋孵化率較自然孵化者高 ($P < 0.05$)，顯示黑天鵝種蛋人工孵化可行性。趙等 (2011) 指出，黑天鵝種蛋孵化之溫、濕度分別為前期 (1 – 10 天) 38.5°C、55%，中期 (11 – 20 天) 37.8°C、60%，後期 (21 – 32 天) 37.8°C、65%，入發生機時則為 (33 – 36 天) 37°C、75%，其受精蛋孵化率可達 50% 以上，與本試驗結果相似。另黑天鵝種蛋於孵化 8 – 9 天後，整窩蛋以人工孵化，可有效提高孵化率並刺激黑天鵝種鵝產蛋量，其主因是未自然孵化而持續生產。另中國深圳市野生動物園趙及趙 (2000) 亦指出，黑天鵝種蛋人工孵化之溫度為 97.7°F，第 0 – 33 天，濕度為 55 – 65%，第 34 天 – 出殼，其濕度 65 – 70%。採自然孵化者 12 日以上受精蛋結合人工孵化，可以有效提高戶外黑天鵝的產蛋數和出雛數。而孵化中後期濕度增加，可使破殼機率增加，顯示濕度扮演重要角色，可呼應本調查前段結果。另人工孵化期間，每日涼蛋 10 分鐘，對黑天鵝種

蛋人工孵化有必要性。Salamon (2020) 指出，鵝蛋於孵化期間，因胚胎發育及其新陳代謝產生熱量，因此蛋的溫度持續高於孵化器內的溫度，適當涼蛋時間，有助於提升受精蛋孵化率。

(iii) 黑天鵝種蛋物理性狀

不同產次黑天鵝種蛋之比較如表 5 所示。由表中可以看出，經產之種蛋的長徑、短徑及蛋重均有顯著較初產者高 ($P < 0.05$)，而蛋形係數則以初產種蛋較高 ($P < 0.05$)，顯示經產種蛋較初產大且蛋形較長。馮及許 (1999) 指出，蛋形係數會影響孵化率，鴛鳥的蛋形係數在 0.79 – 0.83 間，以 0.82 有較佳孵化率，而雞蛋的蛋形係數為 0.72 時有較佳的孵化率 (林等, 2019)。本調查中黑天鵝的蛋形係數在 0.63 – 0.65 間，與吳 (1996) 及趙等 (2011) 研究結果相似。

表 5. 不同產次黑天鵝種蛋物理性狀之比較

Table 5. The comparison of egg physical characteristics at different laying periods in black swans

Item	First laying period (n = 46)	Second laying period (n = 5)
Egg weight (g)	223.9 ± 0.5 ^b	267.3 ± 2.2 ^a
Egg length (mm)	99.9 ± 1.2 ^b	109.9 ± 0.7 ^a
Egg width (mm)	65.1 ± 0.8 ^b	69.8 ± 0.5 ^a
Egg shape index	0.65 ± 0.1 ^a	0.63 ± 0.2 ^b

Mean ± SD.

^{a, b} Means in the same row with different common superscripts differ significantly ($P < 0.05$).

結 論

本調查結果顯示，舍內飼養黑天鵝之生長及繁殖性狀與舍外飼養之結果相似，且人工孵化結果較自然孵化者佳，相關飼養、繁殖技術可作為未來改善人工飼養黑天鵝之參考。

誌 謝

本調查承蒙行政院農業委員會科技計畫 (109 農科 -2.5.1- 畜 -L1) 經費支持，感謝陳長貴先生、詹志立先生、張琦彰先生及現場工作人員的協助，使調查工作如期完成，特此致謝。

參考文獻

- 王佩華、許欣安、林恩仲、袁孝維、丁詩同。2012。鳥類性別辨識方法之探討。中畜會誌 41：15-32。
- 王錦盟、李舜榮、吳國欽、賈玉祥。2008。不同濕度控制法對種鵝蛋孵化率之影響。畜產研究 41：145-151。
- 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。
- 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。
- 林正鏞、郭曉芸、張以恆。2019。產蛋期代謝能餵飼量對籠飼褐殼蛋雞產蛋性能及雞蛋品質之影響。畜產研究 52：182-190。
- 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，臺北市，pp. 204-209。
- 孫傳東、趙芳菊、高志瑾、拱萬里、田秀華。2013。黑天鵝雛鳥生長發育研究。野生動物 34：215-218。
- 馮誠萬、許振忠。1999。鴛鳥種蛋物理性狀與孵化率關係之研究。中畜會誌 28 (增刊)：68。
- 廖炎發。1997。黑天鵝飼養與繁殖的初步研究。鳥禽天地 25：37-41。
- 趙芳菊、拱萬里、田秀華。2011。黑天鵝人工繁育研究。野生動物 32：324-328。
- 趙春喜、趙云華。2000。黑天鵝的人工孵化。廣東畜牧獸醫科學 25：40-41。
- 蕭智彰、賈玉祥、陳盈豪。2011。臺灣人工飼養澳洲黑天鵝生長與繁殖性能之觀察。中畜會誌 40 (增刊)：79。
- 蕭智彰、王勝德、練慶儀。2020。人工飼養黑天鵝繁殖與行為調查。畜產研究 53：25-30。

- 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 swans 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.* 134: 147-154.
- Elibol, O. and J. Brake. 2006. Effect of flock age, cessation of egg turning, and turning frequency through the second week of incubation on hatchability of broiler hatching eggs. *Poult. Sci.* 85: 1498-1501.
- Elibol, O., S. D. Peak, and J. Brake. 2002. Effect of flock age, length of egg storage, and frequency of turning during storage on hatchability of broiler hatching eggs. *Poult. Sci.* 81: 945-950.
- Griffiths, R., M. C. Double, K. Orr, and R. J. Dawson. 1998. A DNA test to sex most birds. *Mol. Ecol.* 7: 1071-1075.
- Jaime, R. R. and T. Claudio. 2021. Reproductive ecology of the Black-necked Swan *Cygnus melancoryphus* in a marine wetland of southern Chile. *Marine Ornithology* 49: 205-209.
- 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.
- Reis, L. H., L. T. Gama, and M. C. Soares. 1997. Effects of short storage conditions and broiler breeder age on hatchability, hatching time, and chick weights. *Poult. Sci.* 76: 1459-1466.
- Salamon, A. 2020. Fertility and hatchability in goose eggs: a review. *Int. J. Poult. Sci.* 19: 51-65.
- SAS Institute. 2004. SAS/STAT Guide for Personal Computers. Version 9.1. SAS Inst. 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 growth, reproduction and artificial hatching in domestic black swans ⁽¹⁾

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

Received: Sep. 5, 2022; Accepted: Mar. 13, 2023

Abstract

The aim of the current study was to investigate the growth, reproduction and artificial hatching in domestic black swans. The investigation combined two parts: I. An investigation of the growth performances for 20 cygnets (8 cobs and 12 pens) in house feeding. II. The twenty breeders black swans (10 cobs and 10 pens) were used to investigate the reproductive performances during in-house rearing period. The 41 hatching eggs with artificial incubation were used to invest in physical characteristics. The results showed that the body weight at 16 weeks of age differed significantly in sexes, whereas the cobs were taller than the pens ($P < 0.05$). The average fertilization rate and the hatching rate of fertilized eggs were 45.6% and 34.4%, respectively. In artificial incubation, optimum temperature and humidity were 37.5°C and 55% in early phase (1-14 d), 37.5°C and 60% in metaphase (15-28 d) and 36.6°C and 65% in late phase (29-36 d). The fertilization and hatching rate of fertilized eggs were 61.1% and 63.2%, respectively. The hatching rates of fertilized eggs were taller than the natural incubation ($P < 0.05$). The length, width and weight of eggs were significantly longer and heavier in the second laying period compared with the first laying period. However, the egg shape index was significantly higher in the first laying period ($P < 0.05$). The results of artificial incubation were better than those of natural hatching. Our funding could be the reference for improving the artificial feeding technology.

Key words: Artificial incubation, Black swan, Growth, Reproduction.

(1) Contribution No. 2738 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.