

中華民國第四十四屆中小學科學展覽會

作者說明書

高中組生物(生命科學)科

040722

國立新竹高級中學

指導老師姓名

傅慧鳳

作者姓名

葉建緯

楊鎧群

中華民國第四十四屆中小學科學展覽會 作品說明書

科 別：生物科

組 別：高中組

作品名稱：孵化條件對雉科鳥類性別的影響

關 鍵 詞：雄雌比、孵化溫度、性染色體

編 號：

目次

壹、摘要.....	P2
貳、研究動機.....	P2
參、研究目的.....	P3
肆、研究設備及器材.....	P4
伍、研究過程或方法.....	P4
陸、研究結果.....	P6
柒、討論.....	P18
捌、結論.....	P20
玖、參考資料及其他.....	P21

壹、摘要

現在的生物學一般認為雉科鳥類早在孵化前即決定其性別，受環境影響不大，但是在一連串的實驗中，我們發現了其實孵化條件對雉科鳥類性別是有很顯著的影響，而在眾多孵化條件中，溫度對其仔代性別影響最為顯著。

貳、研究動機

我們偶然看到葉雲宏先生的「人工孵化器多元運用探討」這個實驗，這個實驗的目的是孵化南方山齒鶉及北方山齒鶉。為了達到南方山齒鶉、北方山齒鶉孵化所需的相對濕度 45%，而將正常孵化溫度由 98.5°F 提高到 99.1°F (因為溫溼度是曲線關係)，結果意外發現 99.1°F 溫度下孵化的仔代雄雌比率差異很大 (如表一)。我們覺得這個結果相當具有研究價值，決定擴展這項實驗。因為上述實驗樣本數量不足，所以決定採用產蛋期較長且產蛋數較多的宮廷雞為對象並加進其他可能導致改變的因素做進一步的實驗。以證實是否孵化溫度改變會影響仔代性別比率。

表一、1998 年以不同溫濕度條件對不同鳥種蛋所孵出之仔代雄雌比例統計

	種名	溫度 99.1°F，濕度 45% RH.				溫度 98.5°F，濕度 55% RH.			
		育成數	雄	雌	雄雌比 (倍)	育成數	雄	雌	雄雌比 (倍)
1	加州冠鶉	25	15	10	1.50	18	10	8	1.25
2	Gambel's 鶉	58	32	26	1.23	8	4	4	1.00
3	深山竹雞	15	13	2	6.5	2	0	2	0.00
4	南方山齒鶉	28	26	2	13.00	7	5	2	2.50
5	北方山齒鶉	52	48	4	12.00	5	2	3	0.66
6	紅襟野雞	38	18	20	0.90	24	10	14	0.71
7	綠頭鴨	102	48	54	0.87	100	52	48	1.09
8	鴛鴦	17	9	8	1.13	6	2	4	0.50

參、研究目的

鳥類在自然界中大部分品種雄雌比率差異很小，可能造成雄雌比率差異的因素有（一）種系的遺傳特性（二）母代種雞的年齡（三）雄雌配對比率（四）飼糧成份不同（五）不同孵化溫度。

而在葉先生的實驗中發現在孵化溫度差異下，所呈現出的仔代性別有明顯比例失衡的現象，目前生物界已知道部分爬蟲類的性別由孵化時的溫度決定，但是鳥類的性別一般認為由蛋裏的性染色體決定，所以本實驗的目的是為了檢驗禽鳥類在各種可能的因素下，所呈現的仔代性別比例是否有影響。

肆、研究設備及器材

人工孵化器(空氣循環式, 溫濕度可調)三台(見圖一-1 P. 7)

宮廷雞(見圖一-2 P. 8)

溫濕度計(見圖一-3 P. 9)

數位相機

伍、研究過程或方法

1999年2月出生的第一代宮廷雞編號 1號(♂)、2號(♀)、3號(♀)、4號(♀)及2000年4月出生的F1仔代編號 5號F1(♂)、6號F1(♂)、7號F1(♂)、8號F1(♀)、9號F1(♀)、10號F1(♀)。

一、同雞齡編號1(♂)與編號2(♀)、3(♀)、4(♀)雞交配所生產的蛋，分別隨機取樣各分成實驗組及對照組，再將實驗組及對照組隨機取樣各分成七組(A~G)，對照組以溫度98.5°F 濕度55% RH. 孵化，實驗組在濕度55% RH. 的條件下以不同溫度(97°F~103°F) 孵化，觀察不同孵化溫度對同雞齡不同母雞所產的仔代雄雌比例的影響。

二、編號1(♂)、2(♀)、3(♀)、4(♀)號雞，在不同雞齡時(從2000年2月~2002年8月)生產的蛋，隨機取樣分成實驗組及對照組，對照組以溫度98.5°F 濕度55% RH. 孵化；實驗組在孵化溫濕度100°F 55% RH. 的孵化條件下孵化，觀察同隻母雞在不同雞齡所產之蛋，是否對仔代雄雌比例有影響。

- 三、隨機挑選 F1 的仔代成雞，分為 4 組 (H~K) 不同雄雌比例進行配對繁殖，將生產的蛋隨機取樣分成實驗組及對照組，對照組以溫度 98.5°F 濕度 55% RH. 孵化；實驗組在孵化溫濕度 100°F 55% RH. 的孵化條件下孵化，觀察親代**不同雄雌配對**比例，是否對仔代雄雌比例有影響。
- 四、隨機挑選 F1 的仔代，分成 2 組以不同飼糧進行養殖，飼糧則採用廣成牌及台糖所出產之飼料(成分組成如表五)，將生產的蛋隨機取樣分成實驗組及對照組，對照組以溫度 98.5°F 濕度 55% RH. 孵化；實驗組在孵化溫濕度 100°F 55% RH. 的孵化條件下孵化，觀察**不同飼糧成分**，是否對仔代雄雌比例有影響。
- 五、2001 年~2003 年每年均將編號 2 (♀)、3 (♀)、4 (♀)、8 (♀)、9 (♀)、10 (♀) 成雞連續 14 天內所生的蛋，一次隨機選取二分之一的蛋並分為三組：實驗組 P 溫度 97.5°F，濕度 55% RH.；實驗組 Q 溫度 100.1°F，濕度 55% RH.；對照組 R 溫度 98.5°F，濕度 55% RH. 的條件下孵化，綜合觀察在相同濕度，**不相同溫度**孵化條件下，是否會對孵出之仔代雄雌比例有影響。
- 六、將(一)的實驗組結果加以統計，觀察是否在**相同濕度**，**相同雞齡**，**不同溫度**的情況下孵化，是否會對孵出之仔代雄雌比例有影響。
- 七、將(二)的實驗組結果加以統計，觀察是否在**相同濕度**，**不同雞齡**，**不同溫度**的情況下孵化，是否會對孵出之仔代雄雌比例有影響。
- 八、將(三)的實驗組結果加以統計，觀察是否在**相同濕度**，**不同雄雌配對**，**不同溫度**的情況下孵化，是否會對孵出之仔代雄雌比例有影響。
- 九、將(四)的實驗組結果加以統計，觀察是否在**相同濕度**，**不同飼糧成分**，**不同溫度**的情況下孵化，是否會對孵出之仔代雄雌比例有影響。

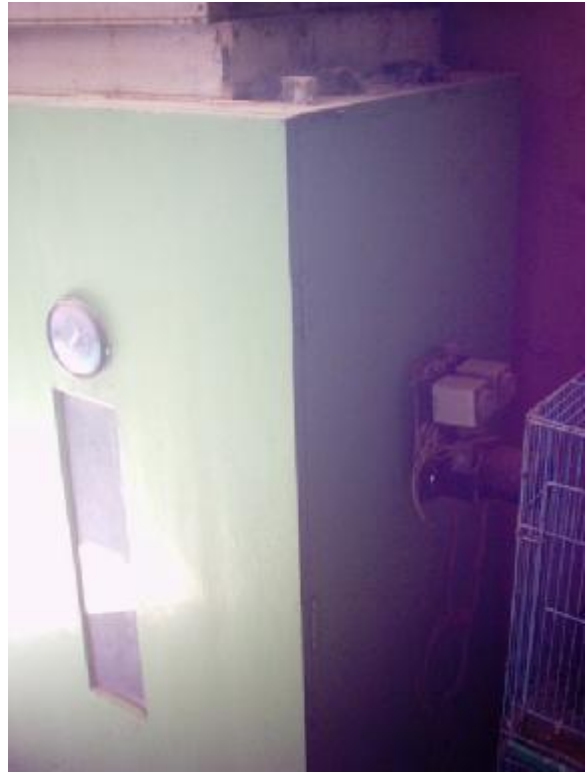
陸、研究結果

實驗結果顯示：

- 一、宮廷雞品系，雞齡相同，不同母雞種蛋以(溫度 98.5°F 濕度 55% RH.) 孵化，仔代雄雌比例的影響不顯著(見表二-1、圖二-1)。
- 二、相同母雞不同雞齡所產的蛋在孵化條件(溫度 98.5°F，濕度 55% RH.) 下孵化對仔代雄雌比例的影響並不顯著(見表三對照組、圖三對照組)。
- 三、宮廷雞不同雄雌配對比例在孵化條件(溫度 98.5°F 濕度 55% RH.) 下孵化仔代雄雌比例的影響不顯著(見表四對照組、圖四對照組)。
- 四、宮廷雞以不同飼糧成分飼養在孵化條件(溫度 98.5°F 濕度 55% RH.) 下孵化仔代雄雌比例的影響不顯著(見表五對照組、圖五對照組)。
- 五、在相同孵化濕度下不同孵化溫度對宮廷雞孵化之仔代雄雌比例差異顯著(見表六、圖六)。
- 六、宮廷雞品系，雞齡相同(實驗組)編號 02、03、04 母雞種蛋以不同溫度〔97°F~103°F〕 濕度 55% RH. 孵化仔代雄雌比例的影響顯著(見表二-2、圖二-2)。
- 七、不同雞齡宮廷雞(實驗組)所產的蛋在孵化條件(溫度 100°F 濕度 55% RH.) 下孵化對仔代雄雌比例的影響顯著(見表三實驗組、圖三實驗組)。
- 八、宮廷雞不同雄雌配對比例(實驗組)在孵化條件(溫度 100°F 濕度 55% RH.) 下孵化仔代雄雌比例的影響顯著(見表四實驗組、圖四實驗組)。
- 九、宮廷雞以不同飼糧成分飼養(實驗組)在孵化條件(溫度 100°F 濕度 55% RH.) 下孵化仔代雄雌比例的影響顯著(見表五實驗組、圖五實驗組)。



(1)



(2)



(3)

◀▲ 圖一 (1) (2) (3)
(1)人工孵化器正面 (2)人工孵化器側面 (3)人工孵化器內部



(1)



(2)

▲圖二 (1) (2) 宮廷雞



◀ ▼圖三 (1) (2) 溫濕度計
(人工孵化器內部)

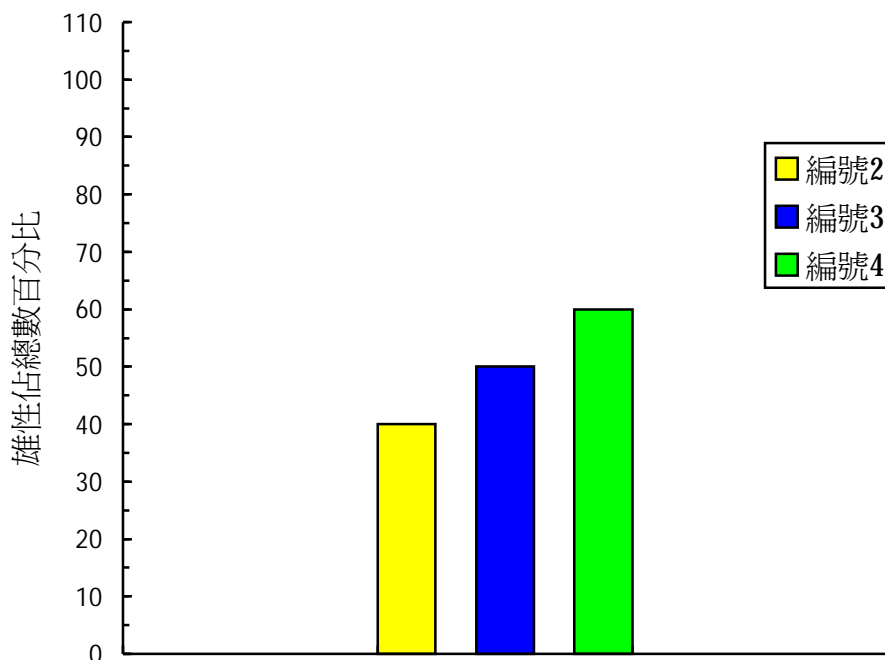
(1)



(2)

表二-1、雞齡相同（對照組）編號 02、03、04 母雞種蛋以相同溫濕度（溫度 98.5°F 濕度 55% RH 孵化），仔代雄雌比例統計

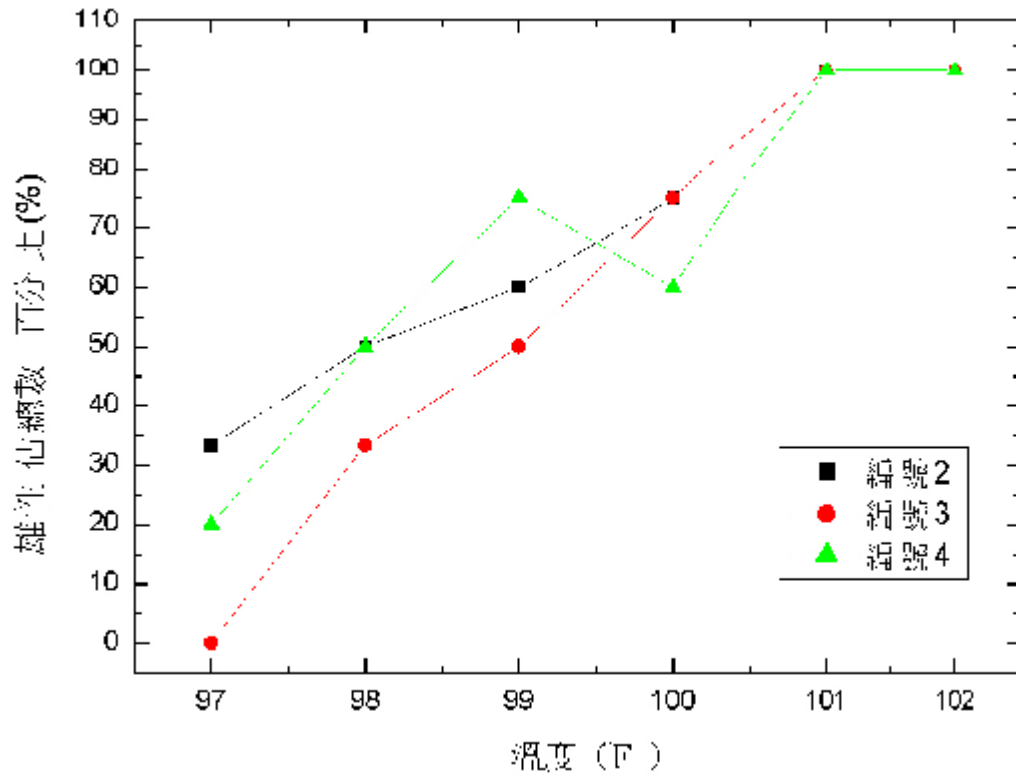
編號	蛋數(個)	受精蛋(個)	孵化數(隻)	育成數(隻)		備註
				♂	♀	
02	5	5	5	2	3	
03	4	4	4	2	2	
04	6	6	5	3	2	



▲圖二-1 雞齡相同編號 02、03、04 母雞種蛋在相同濕度相同溫度（溫度 98.5°F 濕度 55% RH）下，仔代雄性百分比長條圖

表二-2、雞齡相同（實驗組）濕度 55% RH. 的條件下以不同溫度（97°F~103°F）
孵化，仔代雄雌比例統計

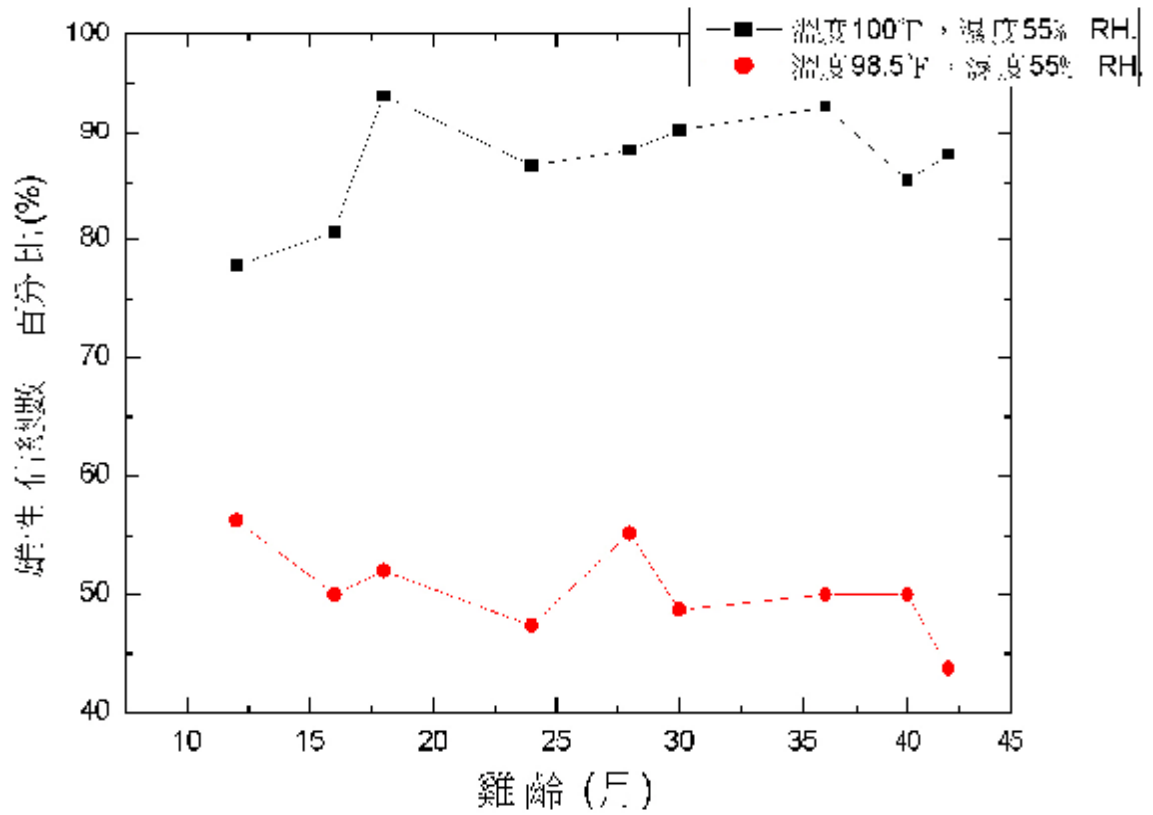
編號 02 母雞						
孵化溫度 (°F)	蛋數(個)	受精蛋(個)	孵化數(隻)	育成數(隻)		備註
				♂	♀	
97	5	5	3	1	2	2 顆孵化中期終止
98	5	4	4	2	2	
99	5	5	5	3	2	
100	5	5	4	3	1	1 顆孵化後期終止
101	5	4	3	3	0	1 顆孵化前期終止
102	5	5	1	1	0	4 顆孵化第 2 週終止
103	5	3	0	0	0	3 顆孵化第 1 週終止
編號 03 母雞						
孵化溫度 (°F)	蛋數(個)	受精蛋(個)	孵化數(隻)	育成數(隻)		備註
				♂	♀	
97	4	3	3	0	3	
98	4	4	3	1	2	1 顆孵化後期終止
99	4	2	2	1	1	
100	5	4	4	3	1	
101	4	4	2	2	0	2 顆孵化前期終止
102	4	3	1	1	0	2 顆孵化第 2 週終止
103	4	2	0	0	0	2 顆孵化第 2 週終止
編號 04 母雞						
孵化溫度 (°F)	蛋數(個)	受精蛋(個)	孵化數(隻)	育成數(隻)		備註
				♂	♀	
97	6	5	5	1	4	
98	6	6	4	2	2	2 顆孵化後期終止
99	5	4	4	3	1	
100	6	6	5	3	2	1 顆孵化後期終止
101	6	3	1	1	0	2 顆孵化前期終止
102	6	6	2	2	0	4 顆孵化第 2 週終止
103	6	6	0	0	0	6 顆孵化第 1 週終止



▲圖二-2 雞齡相同編號 02、03、04 母雞種蛋在相同濕度不同溫度下，仔代雄性百分比

表三、不同雞齡之宮廷雞種蛋在相同孵化溫濕度所孵出之仔代雄雌比例統計

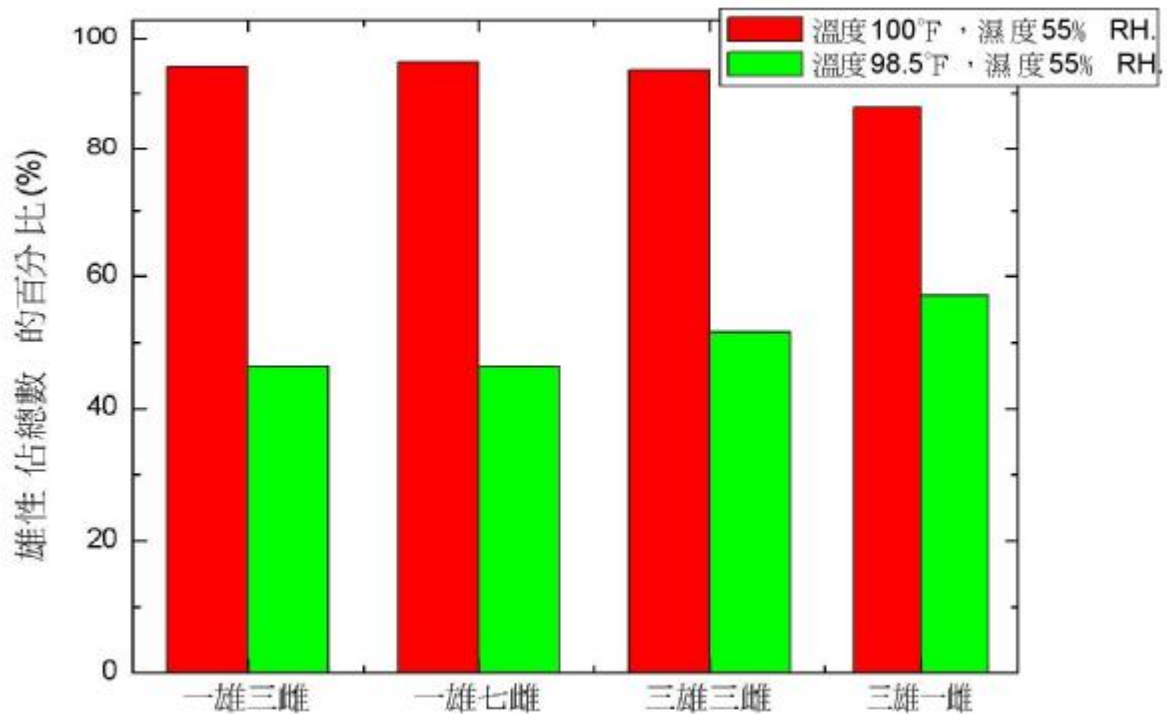
(實驗組)溫度 100°F，濕度 55% RH.							
產蛋月份	產蛋數 (個)	受精蛋 (個)	孵化數 (隻)	育成數(隻)		雄雌比 (倍)	備註
				♂	♀		
2000年 2月	25	19	19	14	4	3.50	1隻死亡
2000年 6月	34	32	31	25	6	4.16	
2000年 8月	36	35	33	30	2	15.00	1隻死亡
2001年 2月	28	17	15	13	2	6.50	
2001年 6月	40	35	35	30	4	7.50	1隻死亡
2001年 8月	48	43	41	37	4	9.25	
2002年 2月	32	30	28	25	2	12.50	1隻死亡
2002年 6月	36	29	28	23	4	5.75	1隻死亡
2002年 8月	45	43	41	36	5	7.20	
(對照組)溫度 98.5°F，濕度 55% RH.							
產蛋月份	產蛋數 (個)	受精蛋 (個)	孵化數 (隻)	育成數(隻)		雄雌比 (倍)	備註
				♂	♀		
2000年 2月	24	17	16	9	7	1.72	
2000年 6月	36	33	31	15	15	1.00	1隻死亡
2000年 8月	36	28	25	13	12	1.01	
2001年 2月	27	21	21	9	10	0.90	2隻死亡
2001年 6月	39	32	30	16	13	1.20	1隻死亡
2001年 8月	48	44	39	19	20	0.95	
2002年 2月	31	26	25	12	12	1.00	1隻死亡
2002年 6月	37	32	29	14	14	1.00	1隻死亡
2002年 8月	45	40	34	14	18	0.50	2隻死亡



▲圖三 不同雞齡之宮廷雞種蛋實驗組及對照組之仔代雄性百分比折線圖

表四、宮廷雞種鳥不同雄雌配對比所孵出之仔代雄雌比例統計

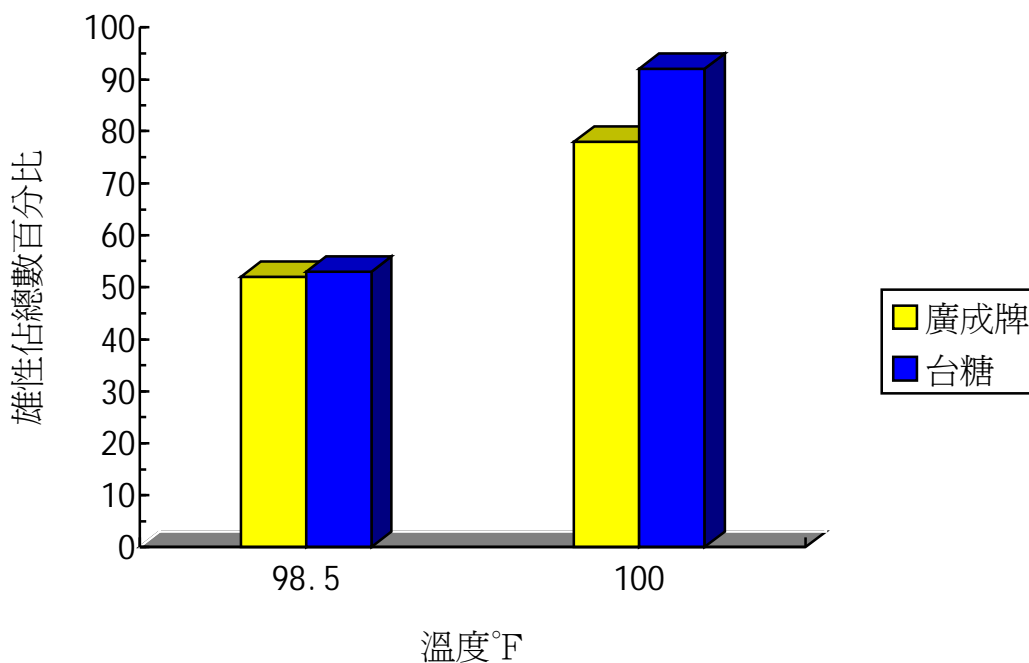
(實驗組)以溫度 100°F，濕度 55% RH.							
組合	產蛋數 (個)	受精蛋 (個)	孵化數 (隻)	育成數(隻)		雄雌比 (倍)	備註
				♂	♀		
1 雄 3 雌	45	42	39	37	2	18.50	
1 雄 7 雌	78	75	72	67	3	22.30	2 隻死亡
3 雄 3 雌	42	38	36	33	2	16.50	1 隻死亡
3 雄 1 雌	17	16	16	14	2	7.00	
(對照組)以溫度 98.5°F，濕度 55% RH.							
組合	產蛋數 (個)	受精蛋 (個)	孵化數 (隻)	育成數(隻)		雄雌比 (倍)	備註
				♂	♀		
1 雄 3 雌	44	43	42	19	22	0.89	1 隻死亡
1 雄 7 雌	78	71	69	32	37	0.81	
3 雄 3 雌	41	33	32	16	15	1.09	1 隻死亡
3 雄 1 雌	17	15	14	8	6	1.33	



▲圖四宮廷雞種鳥不同雄雌配對比所孵出之仔代雄性百分比長條圖

表五、宮廷雞種蛋在不同飼糧飼養孵化條件下孵出之仔代雄雌比例統計

(對照組)溫度 98.5°F，濕度 55% RH.											
成分									育成數		雄雌比 (倍)
粗蛋白 不低於	粗脂肪 不低於	粗纖維 不超過	粗灰份 不超過	水分 不超過	鹽酸 不溶物 不超過	鈣	磷	♂	♀		
廣成牌	15%	2%	7%	12.5%	13%	3%	2.80%	0.65%	19	17	1.11
台糖	18%	2.5%	6%	9%	13%	3%	0.95%	0.75%	14	12	1.16
(實驗組)溫度 100°F，濕度 55% RH.											
成分									育成數		雄雌比 (倍)
粗蛋白 不低於	粗脂肪 不低於	粗纖維 不超過	粗灰份 不超過	水分 不超過	鹽酸 不溶物 不超過	鈣	磷	♂	♀		
廣成牌	15%	2%	7%	12.5%	13%	3%	2.80%	0.65%	18	5	3.6
台糖	18%	2.5%	6%	9%	13%	3%	0.95%	0.75%	26	2	13



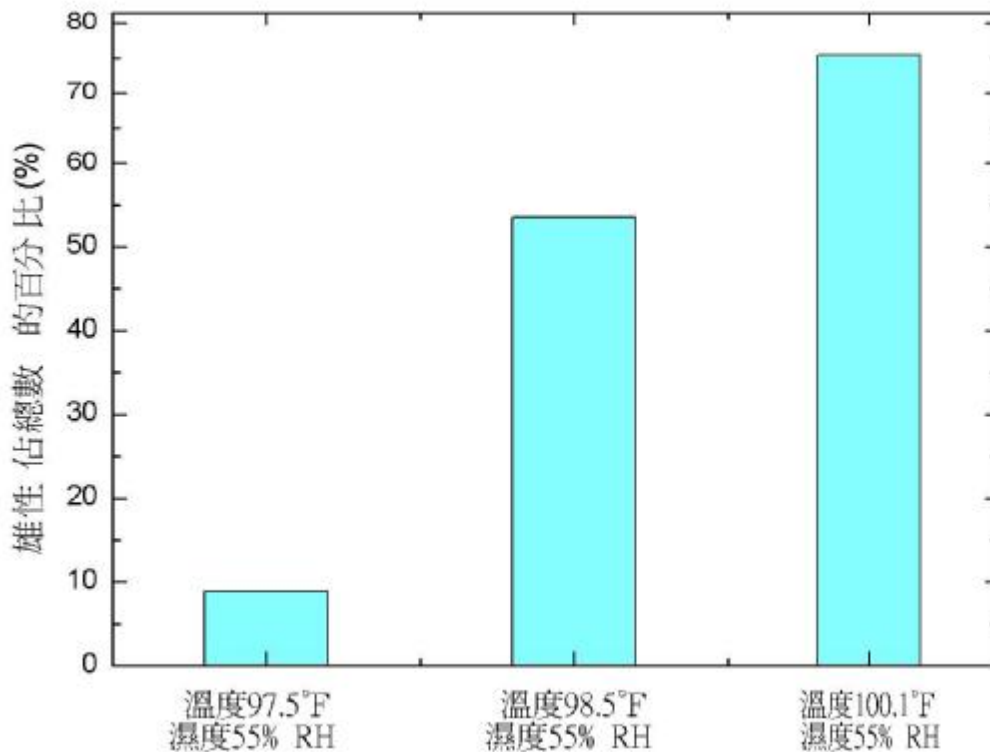
▲圖五宮廷雞以不同飼糧飼養實驗組及對照組仔代雄性百分比長條圖

表六、2001 年至 2003 年宮廷雞種蛋在相同濕度不相同溫度孵化條件下孵出之仔
代雄雌比例統計

溫度 97.5°F，濕度 55% RH.				
編號	育成數	雄	雌	雄雌比(倍)
02	35	3	32	0.10
03	27	5	22	0.25
04	40	2	38	0.09
08	18	1	17	0.07
09	30	4	26	0.10
10	41	2	39	0.10
總合	191	17	174	0.10

溫度 98.5°F，濕度 55% RH.				
編號	育成數	雄	雌	雄雌比(倍)
02	30	18	12	1.50
03	34	16	18	0.90
04	28	15	13	1.10
08	40	22	18	1.20
09	20	9	11	0.80
10	20	12	8	1.50
總合	172	92	80	1.15

溫度 100.1°F，濕度 55% RH.				
編號	育成數	雄	雌	雄雌比(倍)
02	15	9	6	1.50
03	8	6	2	3.00
04	21	17	4	4.25
08	30	25	5	5.00
09	18	14	4	3.66
10	22	15	7	2.14
總合	114	86	28	3.07



▲圖六 2001 年至 2003 年宮廷雞種蛋在相同濕度不相同溫度孵化條件下孵出之仔代雄性百分比長條圖

柒、討論

雉科鳥類在自然界中大部分品種雄雌比率差異很小，因此可能造成雄雌比率差異的因素有（一）種系的遺傳特性（二）母代種雞的年齡（三）雄雌配對比率（四）飼糧成分不同（五）不同孵化溫度。

一、種系遺傳特性的影響—對於種系的遺傳特性這個因素，當溫度變化時，我們可在表一得知雄雌比率的變化，不只是宮廷雞品系有此明顯差異，其他品系也有類似的情形，所以我們認為種系的遺傳特性並不是主要影響其雄雌比率的因素。

二、母代種雞年齡對仔代性別的影響—在實驗中，我們發現即使是種雞的年齡不同，相同溫度孵化其雄雌比率差異並無明顯差異。

三、雄雌配對比率的影響—對於此項因素，我們在實驗中可發現，分別在 1 雄 3 雌、1 雄 7 雌、3 雄 3 雌、3 雄 1 雌 的雄雌配對下其仔代的雄雌比率並沒有顯著的變化。

四、不同飼糧成分—以不同飼糧養殖過程中，其仔代的雄雌比率並沒有顯著的變化。

五、不同孵化溫度的影響—此項因素，是我們在實驗前懷疑之主要原因，而且我們在(六)(七)(八)(九)項的結果中發現，以不同溫度孵化皆會造成雄雌比率明顯的差異。所以我們認為此項因素應是影響雄雌比率差異明顯的主要因子。這個結果已經打破以往的認定，認為雉科鳥類，早在孵化前即決定其性別。

限於儀器不足，我們無法對宮廷雞卵中的染色體或基因進行分析，以確切得知鳥類為何在不同溫度下，其仔代的雄雌比率有如此明顯的變化，不過我們推測造成此一結果的原因可能是因為雞是卵生的動物，環境中的溫度會改變其性染色體的決定，但是這些已超出本實驗之研究內容，不能妄加揣測。建議擴充種系實驗及種蛋的性染色體檢驗，以增進本研究之周嚴性。不過本實驗之結果已足以證實溫度會對雉科鳥類卵的性狀表現產生顯著且決定性的改變。

另外我們在實驗中也發現，宮廷雞的蛋孵化溫度可分為幾個區域，103°F 為孵化之臨界溫度，即在此溫度以上之卵孵化不出仔代來，在 101°F~102°F 時，孵化出的仔代全都是雄性，在 100°F 時，仔代雄性的比例較高，不過不全然為雄性，

在 98°F~99°F時，仔代的雄雌約佔各半，而在 97°F時，仔代雌性之比例較高，不過也不全然為雌性。

我們希望藉此一實驗結果引起有關人士或相關單位重視，以發現溫度影響雉科鳥類性別的真正原因，進而運用在稀有及瀕危鳥類的復育，或者蛋雞及肉雞的生產，〔例如：蛋雞都需要雌雞，肉雞則大部分是雄雞。〕目前蛋雞及肉雞的雄雌鑑別多採用人工鑑別，不但耗費人力，而且準確度據訪查結果只有 85% ，其中錯誤的 15% ，等到成雞才能發現，這樣會造成生產成本的增加。如果採用孵化溫度控制的方法能夠精確控制雄雌，同時也能節省人力及生產成本，對大規模的家禽生產，將會是一大福音。

捌、結論

根據我們所做出的實驗結果，已顯示溫度會對宮廷雞仔代的性別造成顯著的影響，是何種原因造成其溫度對仔代性別的影響我們不敢妄下定論，不過此一結果已足以打破以往我們對一般鳥類的認知，如再加上往後進一步詳細的研究想必可能得知其中真正的原因。

玖、參考資料及其他

一、Practical Incubation—Rob. Harvey

二、葉雲宏。2000年。人工孵化器多元運用探討。海峽兩岸第三屆珍稀雉類飼養繁殖技術學術研討會。

三、國立台灣海洋大學 海洋生物研究所 程一駿。海龜的生態與保育之研究

四、癌症新探 醫學逸趣一小龍女 第七期。

五、1974年12月。科學月刊雜誌第60期。

六、現代畜殖第十四集。69年7~12月

評語

040722 高中組生物科 佳作

孵化條件對雉科鳥類性別的影響

1. 能控制溫度、濕度及飼料等孵化條件影響雉科鳥類之性別。
2. 能長期進行研究觀察與分析。