

# 中華民國第 60 屆中小學科學展覽會 作品說明書

---

國小組 生物科

080309

「溫」「食」效應—溫度和食物對紅姬緣椿象發  
育期的生活史特性之影響

學校名稱：臺東縣臺東市東海國民小學

作者： 小五 王文昕 小五 韓孟芯 小五 黃歆茹	指導老師： 洪雪英 陳玉齡
-----------------------------------	---------------------

關鍵詞：環境溫度、種子、紅姬緣椿象

## 摘要

本研究探討不同的環境溫度、不同階段的臺灣欒樹種子和倒地鈴種子對紅姬緣椿象發育期的生活史特性之影響。我們發現，環境溫度的高低和種子的成熟度會影響紅姬緣椿象的各齡期的發育時間、發育數量、存活率和椿象壽命：在接近 25 度的室溫條件下，紅姬緣椿象的存活率和發育齡期的完整性較佳，相對的，環境溫度過低或過高，會影響椿象的存活率和發育齡期的完整性都會明顯降低；我們更發現，臺灣欒樹種子是紅姬緣椿象的主要寄主食物，所以不管以哪一種型態的臺灣欒樹種子飼養的椿象，發育狀態都比非主要寄主植物倒地鈴種子飼養來得更為完整，且發育狀態以臺灣欒樹未成熟種子餵食的椿象優於餵食已成熟種子的椿象。

## 壹、研究動機

每年的秋冬之際，學校的臺灣欒樹下總會出現一隻隻的紅色昆蟲—紅姬緣椿象，牠們的族群似乎隨著臺灣欒樹開花、結果到蒴果落盡而有所變化，學校的學姐們曾探討紅姬緣椿象與臺灣欒樹互利共生的情形。但是，我們在文獻中發現，在春天時期，紅姬緣椿象會慢慢從牠們的主要寄主植物—臺灣欒樹下失去蹤影，之後卻出現在無患子科植物—倒地鈴的環境中，也就是說，平時紅姬緣椿象主要以取食臺灣欒樹種子為主，可是到了春天沒有臺灣欒樹種子可以取食時，牠們便轉而取食倒地鈴的種子。於是，我們想了解紅姬緣椿象卵的孵化率、各齡期存活率、發育時間及壽命等生活史特性是否會受到不同寄主植物的影響，而臺灣欒樹種子成熟度是不是也和這些生活史特性有關聯，同時，我們也想知道各季節不同差異的溫度是不是也是影響牠們生活史特性的一項重要因素。

## 貳、研究目的

- 一、溫度和食物對紅姬緣椿象卵的孵化率之影響
- 二、溫度和食物對紅姬緣椿象各齡期存活率之影響
- 三、溫度和食物對紅姬緣椿象各齡期發育時間之影響
- 四、溫度和食物對紅姬緣椿象壽命之影響





## 參、研究方法

### 一、飼養環境

我們將飼養環境分成實驗室室溫飼養和控制溫度二種環境，在實驗室室溫飼養方面，以室溫的環境飼養，不控制溫度；控制環境溫度方面，我們自製溫控環境，溫控環境有分成二種，一為溫控箱，溫度控制在 10 度、15 度和 20 度，一為利用陶瓷加熱燈，將溫控環境控制在 30 度。


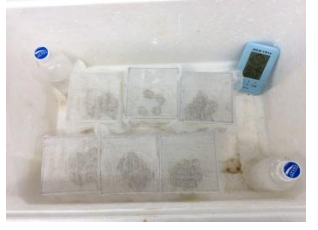

(一)自製溫控箱

- 1、材質：保麗龍
- 2、體積：56cm\*38cm\*29.5cm
- 3、製作方法：

步驟	步驟 1	步驟 2	步驟 3	步驟 4
圖片				
說明	先準備好一個 56cm*38cm*29.5cm 的有蓋保麗龍箱。	在蓋上裁切一個 26cm*18cm 的面積，並貼上透明片，觀察溫度的變化。	完成養殖環境的範圍設計。	放入冰塊調節溫度後，溫控箱完成。

4、控溫材料：用空寶特瓶裝水冷凍，就成為製作方法步驟 4 調節溫度的冰塊。

5、溫控箱總類：

溫控箱總類	10 度溫控箱	15 度溫控箱	20 度溫控箱
圖片			
說明	10 度的溫控箱裡要放 2 瓶 975ml 的冰塊 (完全冰凍的)，一天要換 2 次。	15 度的溫控箱裡要放 2 瓶 345ml 的冰塊(完全冰凍的)，一天要換 2 次。	20 度的溫控箱裡要放 1 瓶 975ml 的冰塊(不是完全冰凍的)，一天要換 2 次。

(二)30 度溫控環境

我們使用陶瓷加熱燈讓溫度環境控制在 30 度，陶瓷加熱燈只提供環境熱源，讓飼養的椿象也同室溫養殖一樣有「日夜」時間之分。

(三)各環境溫度紀錄統計資料，統計資料見附錄(一)。

環境溫度	10 度環境溫度	15 度環境溫度	20 度環境溫度	30 度環境溫度	室溫環境溫度
編碼	A	B	E	C	D
平均溫度	10.1±2	14.2±2	19.3±2	31.2±2	25.8±3

- 1、在 10 度環境溫度的最高溫是 13.3 度，最低溫是 6 度，總平均溫度是 10.1 度。
- 2、在 15 度環境溫度的最高溫是 21 度，最低溫是 10.5 度，總平均溫度是 14.2 度。
- 3、在 20 度環境溫度的最高溫是 25 度，最低溫是 15 度，總平均溫度是 19.3 度。
- 4、在 30 度環境溫度的最高溫是 33.1 度，最低溫是 27.9 度，總平均溫度是 31.2 度。
- 5、在室溫環境溫度的最高溫是 30.8 度，最低溫是 21.1 度，總平均溫度是 25.8 度。




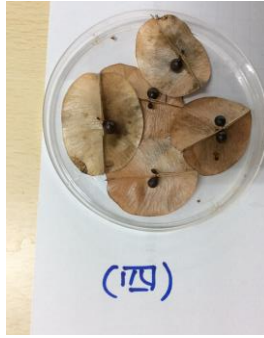
## 二、養殖食草

### (一)臺灣欒樹種子

臺灣欒樹種子為紅姬緣椿象的主要寄主植物，其種子會隨著成熟度的差異，種子成分而有所不同。因此我們將臺灣欒樹種子依成熟度的不同，分成四個階段(如下表)，再選擇以成熟度差異最大的第一階段和第四階段種子飼養紅姬緣椿象，觀察種子成熟度對紅姬緣椿象發育的影響，又因春天時沒有臺灣欒樹種子做為食草，便轉換以倒地鈴種子為食，所以我們才會使用臺灣欒樹第一階段種子、臺灣欒樹第四階段種子及倒地鈴種子餵食紅姬緣椿象。

#### 1、臺灣欒樹四個階段種子示意圖及解剖圖

##### (1)臺灣欒樹四種階段種子示意圖

第一階段種子	第二階段種子	第三階段種子	第四階段種子
			
(一)	(二)	(三)	(四)
青綠色	土黃色	紅紫色	黑色

##### (2)臺灣欒樹第一階段種子和第四階段種子解剖圖

###### ①第一階段種子

第 1 天的種子解剖圖		第 2 天的種子解剖圖
		

###### ②第四階段種子

		
-------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------

## 2、臺灣欒樹第一階段種子和第四階段種子成分分析

種子階段 分析項目	第一階段	第四階段
熱量	154.6 Kcal/100g	383.2 Kcal/100g
蛋白質	0.1 g/100g	0.1 g/100g
脂肪	3.6 g/100g	6.6 g/100g
碳水化合物	30.5 g/100g	80.7 g/100g
水分	63.5 g/100g	7.9 g/100g
灰分	3.2 g/100g	4.6 g/100g
糖	0.3 g/100g	0.7 g/100g
鈉	0.6 g/100g	0.9 g/100g

成分圓形圖	第一階段	第四階段

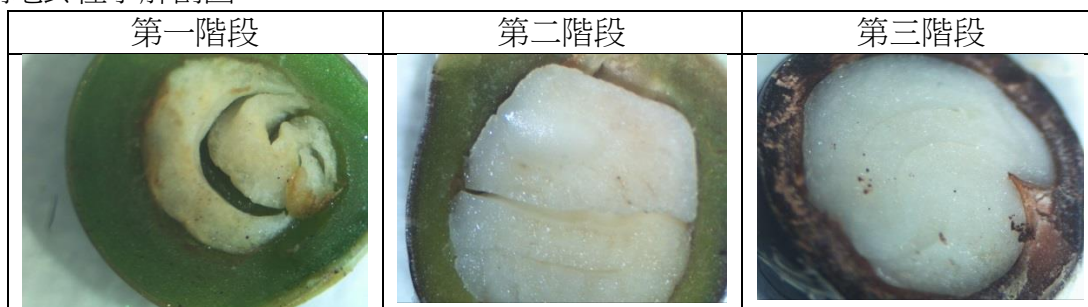
### (二)倒地鈴種子

在春天時，因臺灣欒樹蒴果落盡，紅姬緣椿象會遷徙到有倒地鈴的地方生活，而我們將倒地鈴分成三個階段，選用水分較多的第一階段種子和成熟度較高的第三階段種子飼養紅姬緣椿象。

#### 1、倒地鈴種子的示意圖



#### 2、倒地鈴種子解剖圖



### 三、養殖樣本：

我們將 3 隻剛孵化的一齡椿象放在同一個正方體盒中一起做比較，觀察紅姬緣椿象育情形。

(一) 實驗組：放入 3 隻剛孵化的一齡蟲，以 10 度環境、15 度環境、20 度環境和 30 度環境分別養殖。

(二) 對照組：放入 3 隻剛孵化的一齡蟲，室溫環境養殖。

### 四、養殖方法

我們在實驗中使用不同種類的種子飼養椿象，觀察椿象在不同溫度的發育情形。

(一)我們在實驗中分了二種飼養的組別，其中實驗組編號為 1，對照組編號為 2。

#### (二) 養殖環境布置

##### 1、種子數量

(1) 倒地鈴種子 4 個果莢(2 個放有第一階段種子的果莢、2 個放有第三階段種子的果莢)

(2) 臺灣樂樹第一階段種子和第四階段種子 9 顆(分別放入不同的培養皿)

(三) 將種子放入培養皿中，加入一個沾了稀釋過蜂蜜水的棉花(步驟一)，再放進 10x10x10 的正方體盒中(步驟二)。最後放入椿象於不同的環境溫度中，並兩天換一次食物，觀察其發育情形(步驟三)。



#### (四)養殖編碼方式

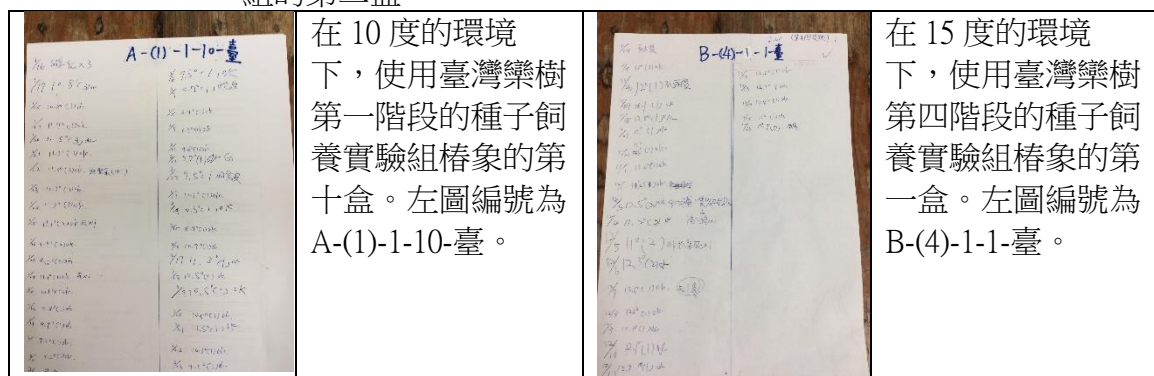
我們的養殖編碼方式是，溫度-(種子階段)-組別-第幾盒-種子種類

例如：A-(1)-1-1-臺，意為在 10 度的環境下，使用臺灣樂樹第一階段的種子飼養，實驗組的第一盒。

B-(4)-1-2-臺，意為在 15 度的環境下，使用臺灣樂樹第四階段的種子飼養，實驗組的第二盒。



E-1-3-倒，意為在 20 度的環境下，使用倒地鈴的種子飼養，實驗組的第三盒。

D-(1)-2-2-臺，意為在常溫的環境下，使用臺灣樂樹第一階段的種子飼養，對照組的第二盒。



## 肆、研究設備及器材




### 一、研究設備

器材	顯微鏡	陶瓷加熱燈
圖片		

### 二、研究器材(飼養器材)

器材	10*10*10 正方體盒	培養皿	醫療用紗布	醫療用棉花	透明罐(40 cc)
圖片					

### 三、研究器材(飼養食物)

器材	臺灣欒樹種子 第一階段	臺灣欒樹種子 第四階段	倒地鈴種子	蜂蜜水 (蜂蜜加水稀釋)
圖片				

### 四、研究器材(觀察器材)

器材	雄獅金屬色奇異筆 1.0mm(漆筆)	水彩筆	鑷子	便條紙
圖片				

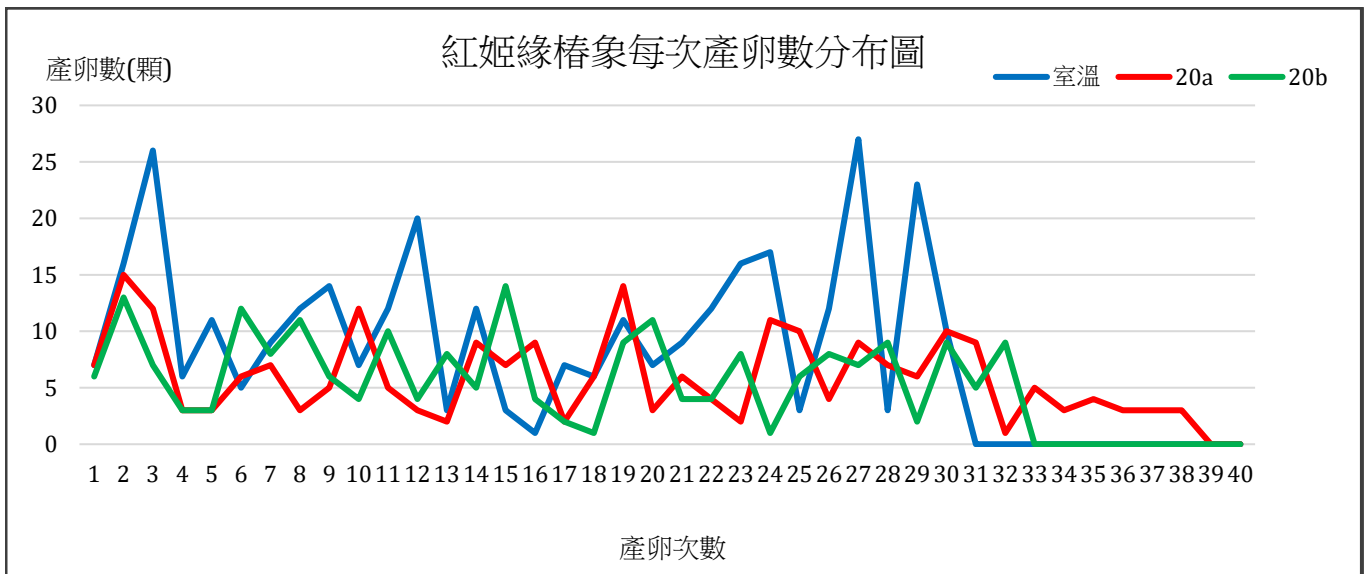
## 伍、研究結果及討論

### 結果一：溫度和食物對紅姬緣椿象卵的孵化率的影響

#### (一)在不同環境溫度下紅姬緣椿象產卵情形比較

我們飼養的紅姬緣椿象有四對交配產卵，分別是室溫養殖一對、20 度環境養殖二對(20a 和 20b)和 30 度環境養殖一對(30a)，這四對的養殖種子都是臺灣欒樹第一階段種子，以下表格是這四對紅姬緣椿象產卵總數、總產卵次數、平均每次產卵數以及孵化率。

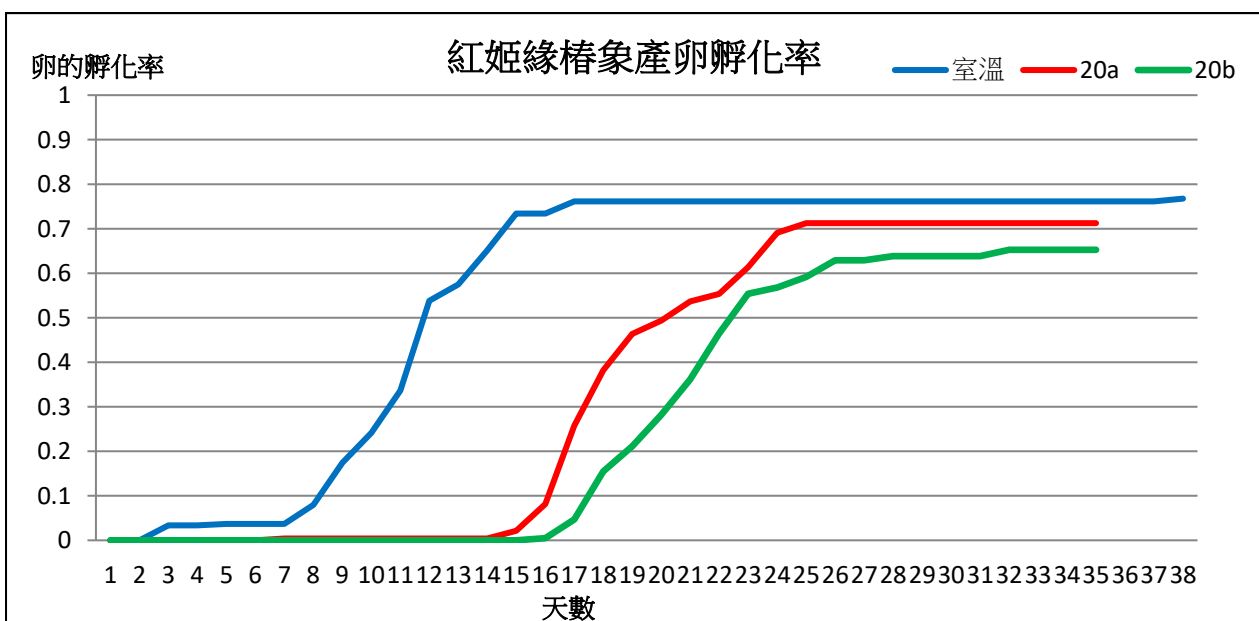
	產卵總數(顆)	產卵次數(次)	平均每次產卵數(顆)	孵化數(顆)	孵化率
室溫	327	30	10.9	251	77%
20a	233	38	6.1	166	71%
20b	213	32	6.7	139	65%
30a	3	2	1.5	0	0%



**討論：**

- 1、在室溫環境下養殖的紅姬緣椿象雌蟲產卵數較多，產卵次數比 20 度環境養的椿象產卵次數少，從上圖可發現，室溫養殖的椿象產卵時間較集中，且幾乎每次的產卵數皆高於 20 度環境養殖的椿象。
- 2、在 30 度環境溫度養殖的椿象，只產了 3 顆卵，卵全部沒有孵化。

(二)紅姬緣椿象卵的孵化率比較，統計資料見附錄(二)。





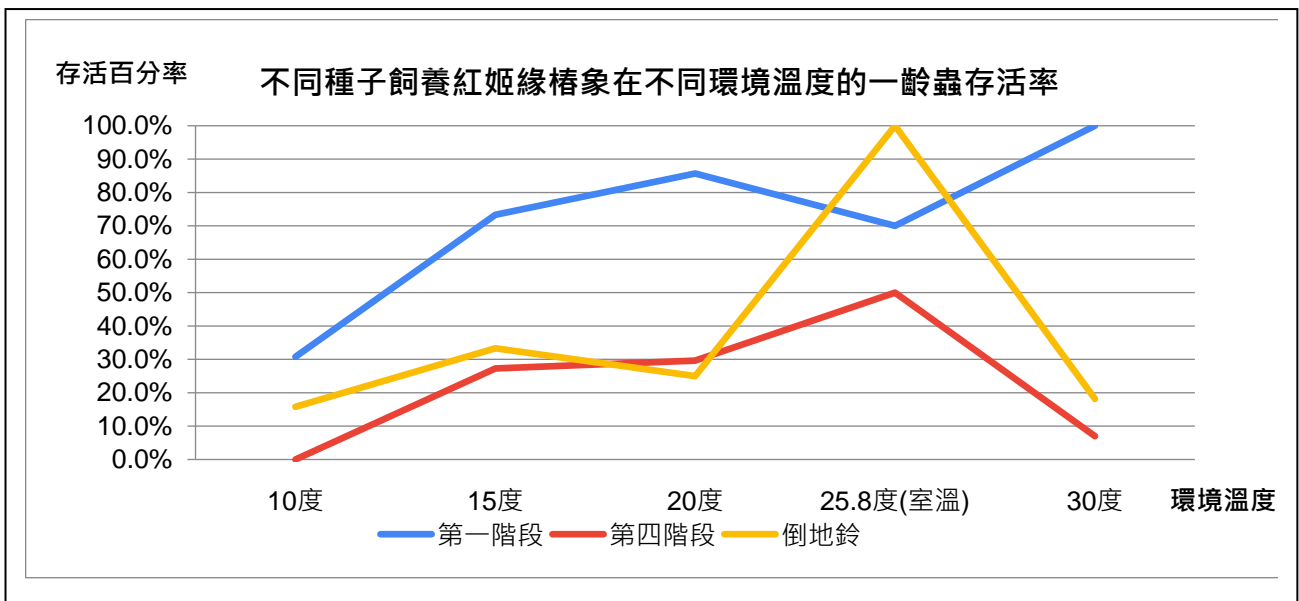
## 討論：

- 1、在 20 度環境養殖卵(20a 和 20b)的孵化率都低於室溫養殖的卵。
- 2、室溫孵化樣本是第 7 天開始明顯孵化，一直到第 15 天左右孵化率近八成後，就不再有卵孵化；20 度環境養殖的卵(20a 和 20b)從第 15、16 天開始孵化，一直到第 25 天左右孵化率近七成後，就不再有卵孵化。20 度的開始孵化的時間比室溫的開始孵化時間晚了約一個星期，結束孵化的時間也比室溫晚了一個星期，所以室溫的孵化率達到最高峰時，就是 20 度開始孵化的時間。
- 3、在室溫的環境下，卵孵化的速度比較快，20 度環境養殖卵(20a 和 20b)的孵化的速度比較慢。但是兩種環境的孵化區間都集中在約一個星期的時間達到孵化最高峰。

## 結果二：溫度和食物對紅姬緣椿象各齡期存活率的影響

我們以臺灣欒樹第一階段種子、第四階段種子和倒地鈴種子飼養紅姬緣椿象，發現不同種子在不同溫度環境下的存活率有差異，以下為各齡期的存活率比較，統計資料見附錄(三)。

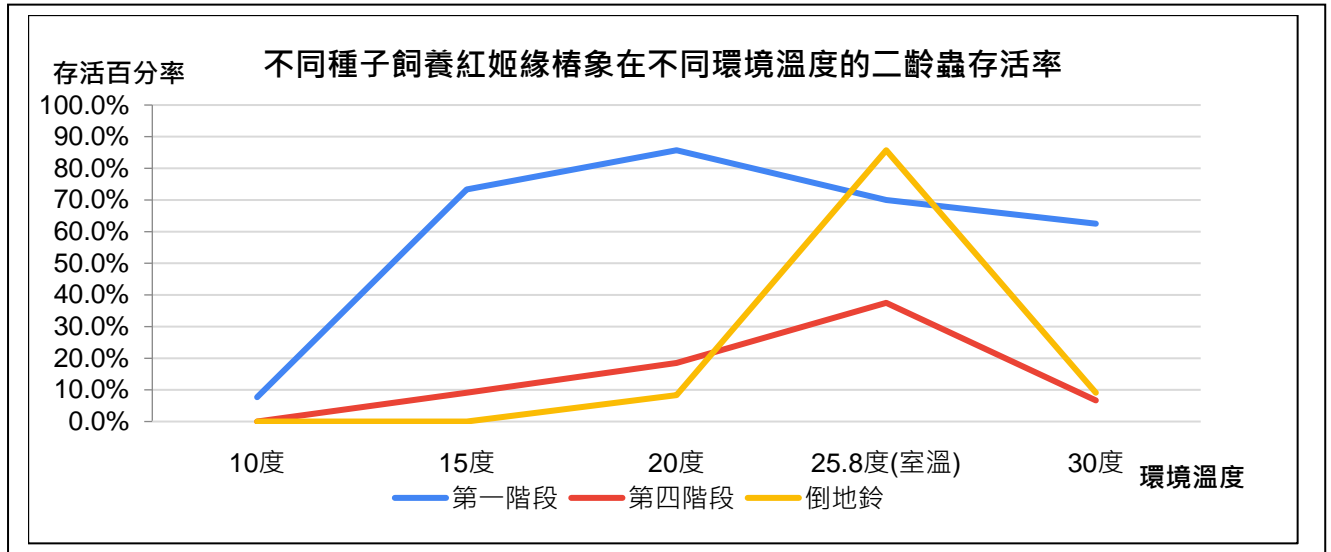
### (一)一齡蟲存活率比較



## 討論：

- 1、以臺灣欒樹第四階段的種子餵食椿象，不管在哪一個溫度環境，存活率都很低，而以臺灣欒樹第一階段餵食的椿象存活率都比較高，倒地鈴種子則是在 25.8 度的環境下存活率較高，其他環境溫度較低。
- 2、以臺灣欒樹第一階段種子、第四階段種子和倒地鈴種子飼養的椿象，一齡蟲的存活率會隨著環境溫度的增加而增加，但是紅姬緣椿象的存活率會在環境溫度升到 25.8(室溫)以上時，以臺灣欒樹第四階段種子和倒地鈴種子飼養的存活率明顯下降，唯以臺灣欒樹第一階段種子飼養的椿象存活率呈現顯著增加。

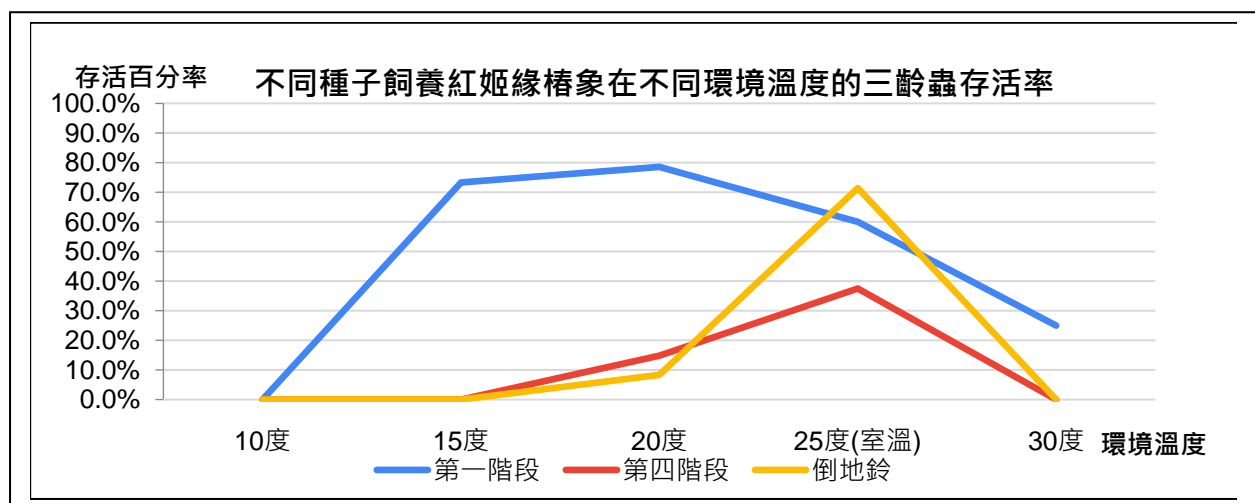
## (二)二齡蟲存活率比較



### 討論：

- 1、以臺灣欒樹第四階段的種子餵食椿象，不管在哪一個溫度，存活率都很低，而臺灣欒樹第一階段餵食的椿象存活率都比較高。
- 2、以臺灣欒樹第四階段種子飼養的椿象，二齡蟲的存活率會隨著環境溫度的增加而增加。但是第四階段種子和倒地鈴種子飼養紅姬緣椿象的存活率會在環境溫度升到 25.8 度(室溫)以上時，以臺灣欒樹第四階段種子和倒地鈴種子飼養的存活率明顯下降，而臺灣欒樹第一階段種子則是在溫度上升到 20 度時，存活率會下降，但下降趨勢不顯著。

## (三)三齡蟲存活率比較

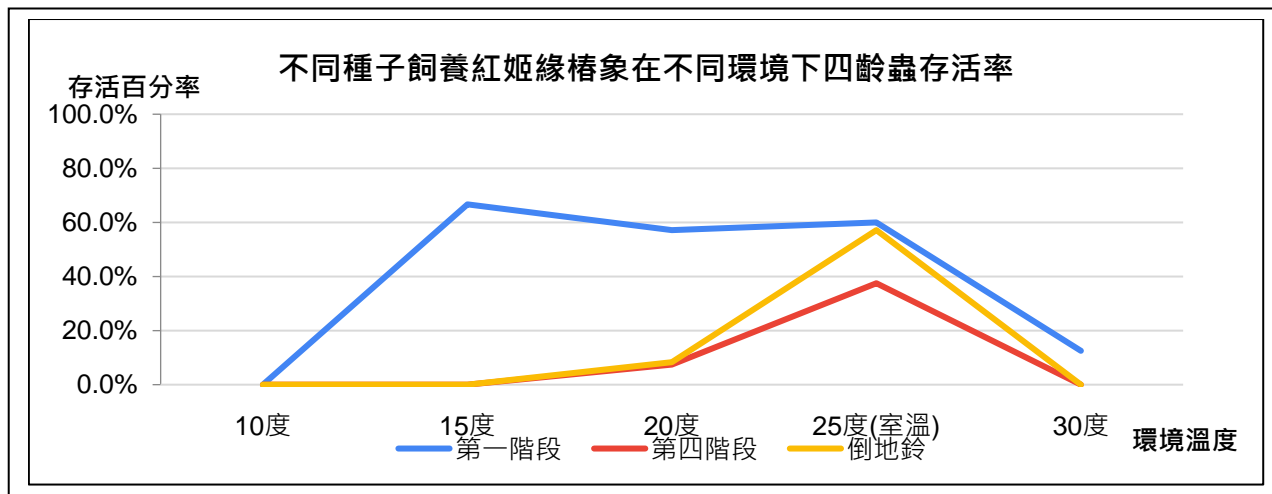


### 討論：

- 1、以臺灣欒樹第四階段的種子餵食椿象，不管在哪一個溫度，存活率都很低，而臺灣欒樹第一階段種子餵食的椿象存活率都比較高。
- 2、以臺灣欒樹第一階段種子飼養的椿象在環境溫度上升到 20 度時，存活率開始下降。但是以臺灣欒樹第四階段種子和倒地鈴種子飼養的椿象反而在室溫環境的存活率是升高的。

- 3、在 10 度或 30 度的環境溫度下，以臺灣欒樹第四階段種子和倒地鈴種子飼養的椿象存活率都是 0，只有以臺灣欒樹第一階段種子飼養的椿象在 30 度的環境溫度下存活率接近 25%。

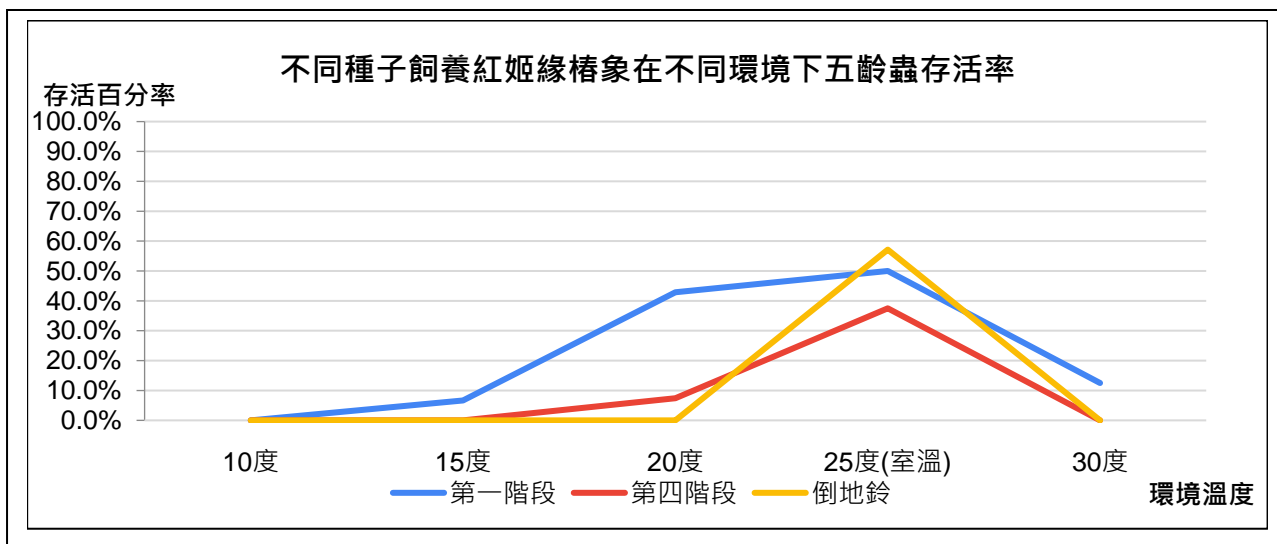
#### (四)四齡蟲存活率比較



#### 討論：

- 1、以臺灣欒樹第四階段的種子餵食椿象，不管在哪一個溫度，存活率都很低，而臺灣欒樹第一階段種子餵食的椿象存活率都比較高。
- 2、以臺灣欒樹第一階段種子飼養的椿象在環境溫度上升到 20 度時，存活率開始下降，但是下降趨勢不顯著。但是以臺灣欒樹第四階段種子和倒地鈴種子飼養的椿象反而在室溫環境的存活率是升高的。
- 3、在 10 度或 30 度的環境溫度下，以臺灣欒樹第四階段種子和倒地鈴種子飼養的椿象存活率都是 0，只有以臺灣欒樹第一階段種子飼養的椿象在 30 度的環境溫度下存活率接近 15%。

#### (五)五齡蟲存活率比較



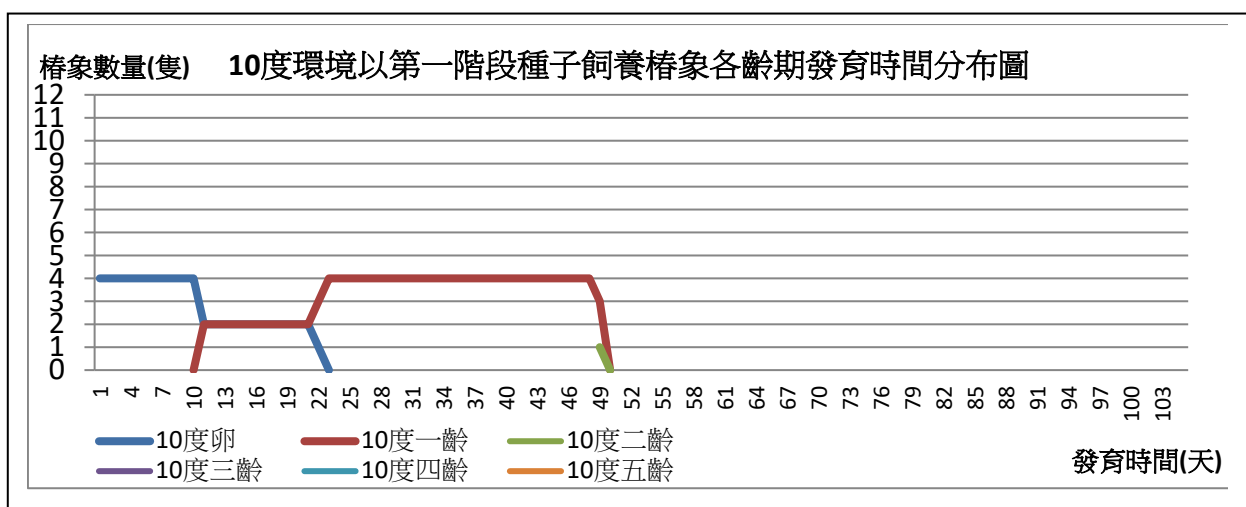
## 討論：

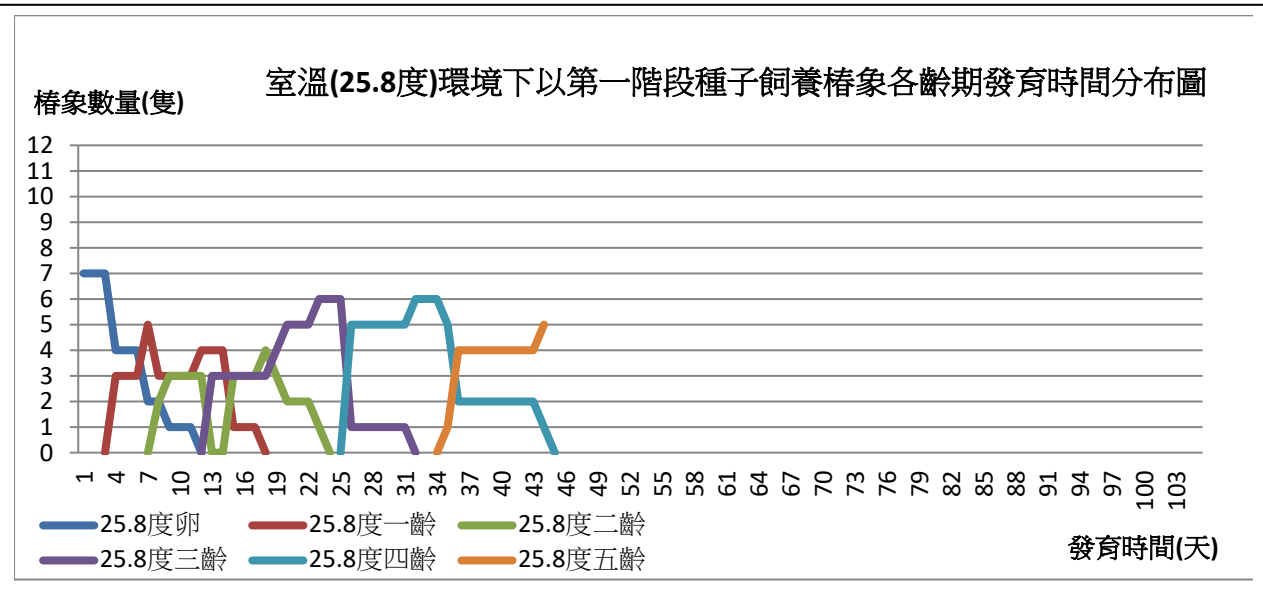
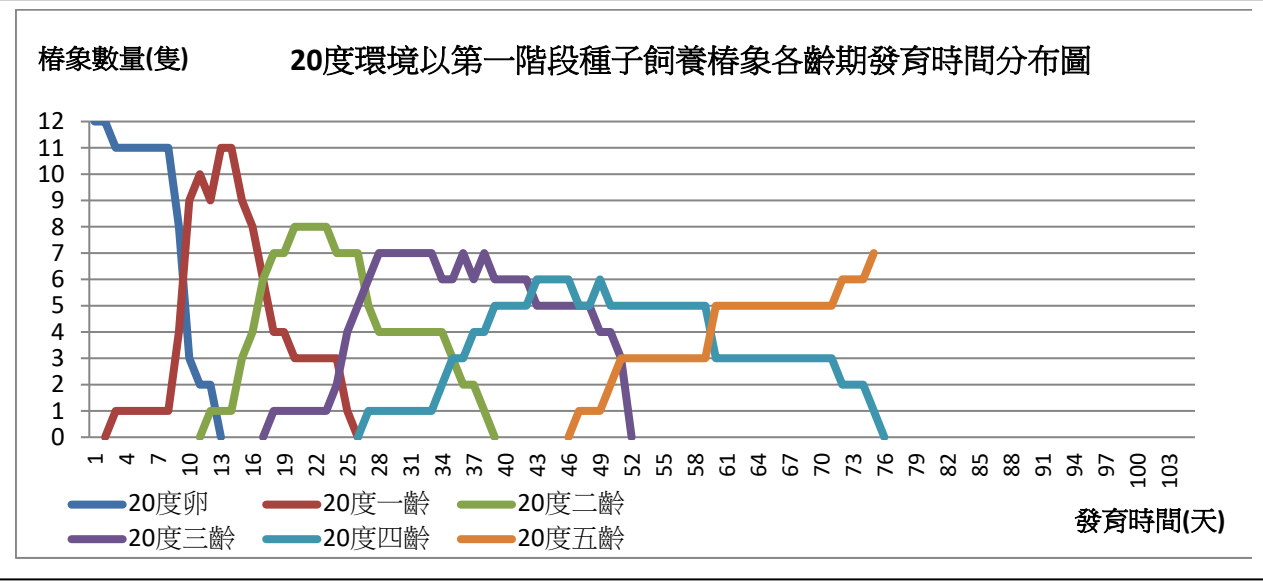
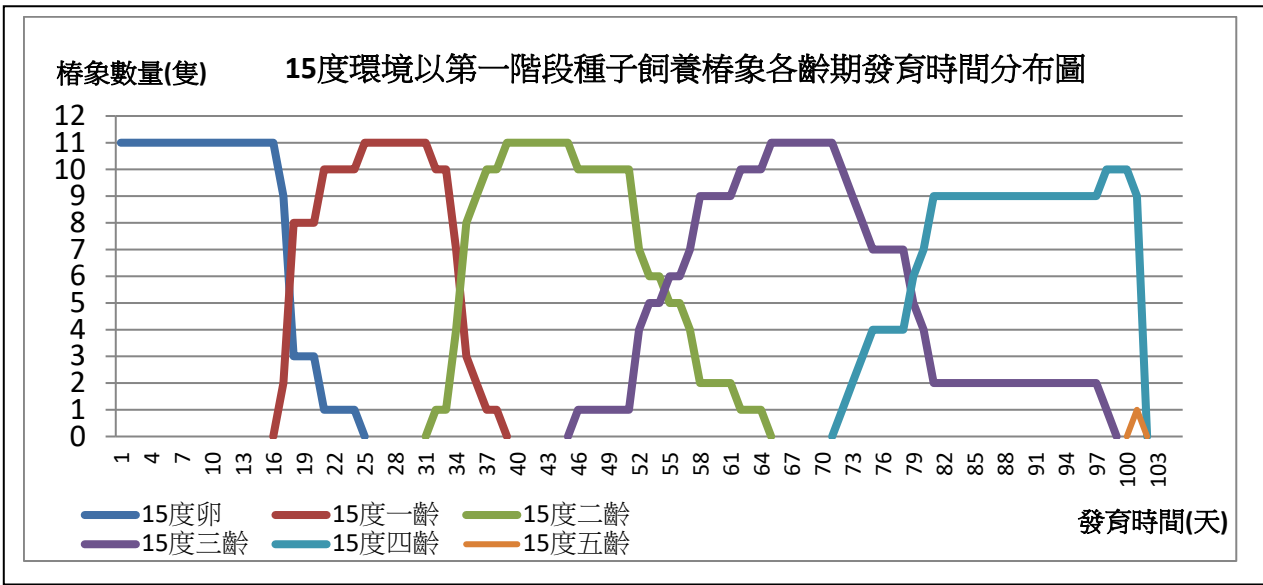
- 1、以臺灣欒樹第四階段的種子餵食椿象，不管在哪一個溫度，存活率都很低，而臺灣欒樹第一階段種子餵食的椿象存活率都比較高。
- 2、以臺灣欒樹第一階段種子飼養的椿象會隨著環境溫度上升存活率持續增加，但是在室溫環境溫度 25.8 度以上，椿象的存活率開始下降。但是以臺灣欒樹第四階段種子和倒地鈴種子飼養的椿象反而在室溫環境的存活率是升高的，且此時以倒地鈴種子餵食的存活率甚至高於以臺灣欒樹第一階段種子餵食的椿象。
- 3、在 10 度或 30 度的環境溫度下，以臺灣欒樹第四階段種子和倒地鈴種子飼養的椿象存活率都是 0，只有以臺灣欒樹第一階段種子飼養的椿象在 30 度的環境溫度下存活率接近 12%。

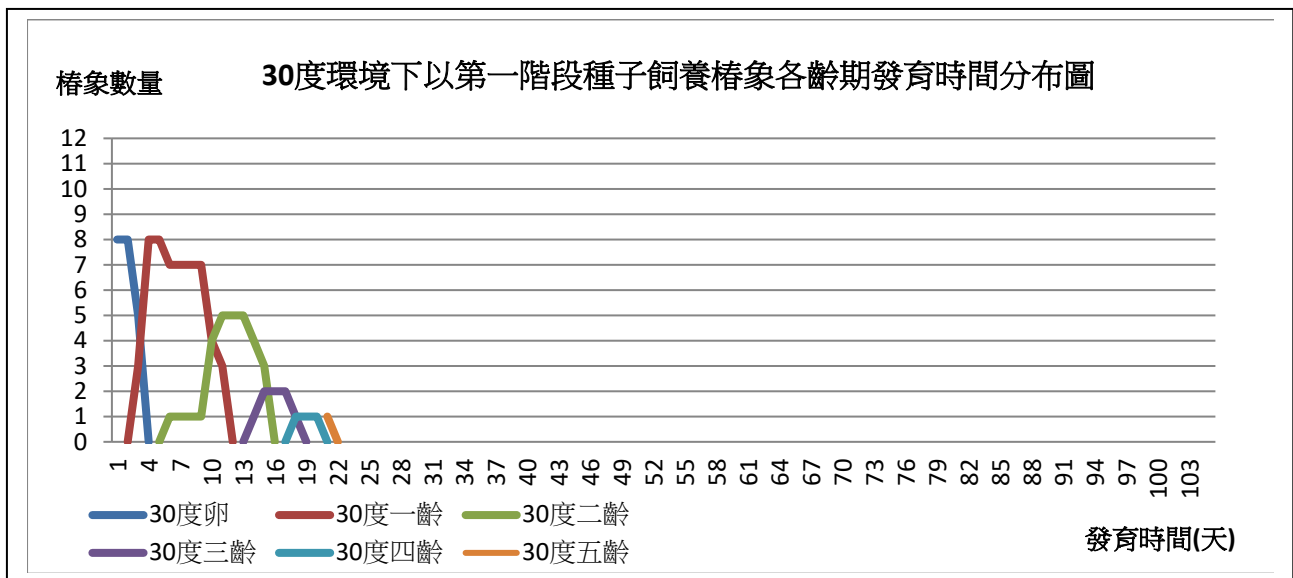
## 結果四：溫度和食物對紅姬緣椿象各齡期發育時間的影響

我們以臺灣欒樹第一階段種子、第四階段種子和倒地鈴種子飼養椿象，觀察牠們在不同環境溫度下齡期發育的表現情形，我們將發現的結果分成三個部分，第一部分是比較以臺灣欒樹第一階段種子餵食椿象，觀察椿象在 10 度環境、15 度環境、20 度環境、室溫環境和 30 度環境的齡期發育差異；第二部分是比較以臺灣欒樹第四階段種子餵食椿象，觀察椿象在 10 度環境、15 度環境、20 度環境、室溫環境和 30 度環境的齡期發育差異；第三部份是以倒地鈴種子餵食椿象，觀察椿象在 10 度環境、15 度環境、20 度環境、室溫環境和 30 度環境的齡期發育差異，統計資料見附錄(四)。

### (一)以臺灣欒樹第一階段種子飼養紅姬緣椿象，各環境溫度椿象齡期發育時間比較





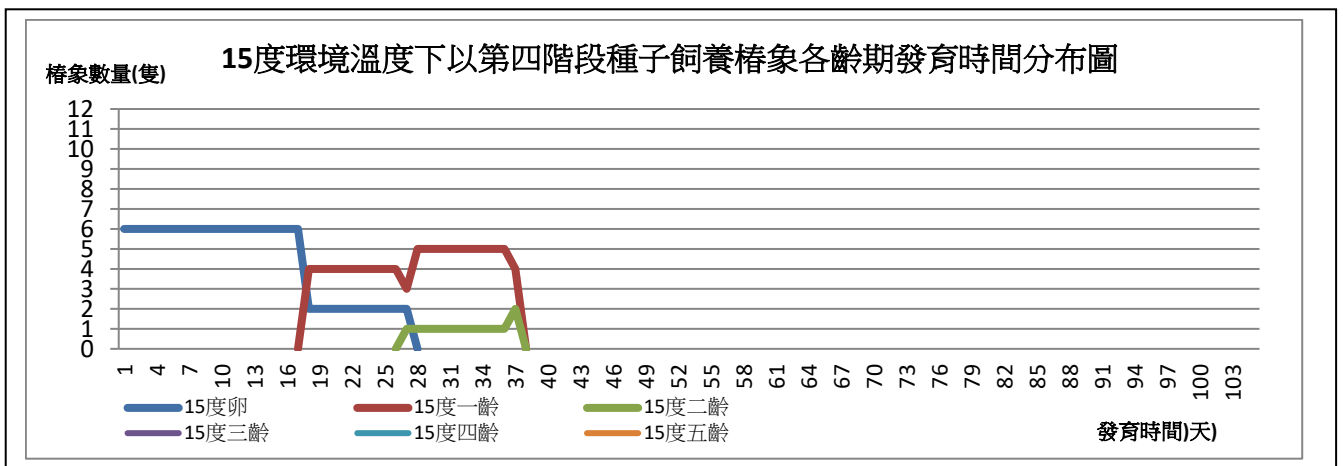


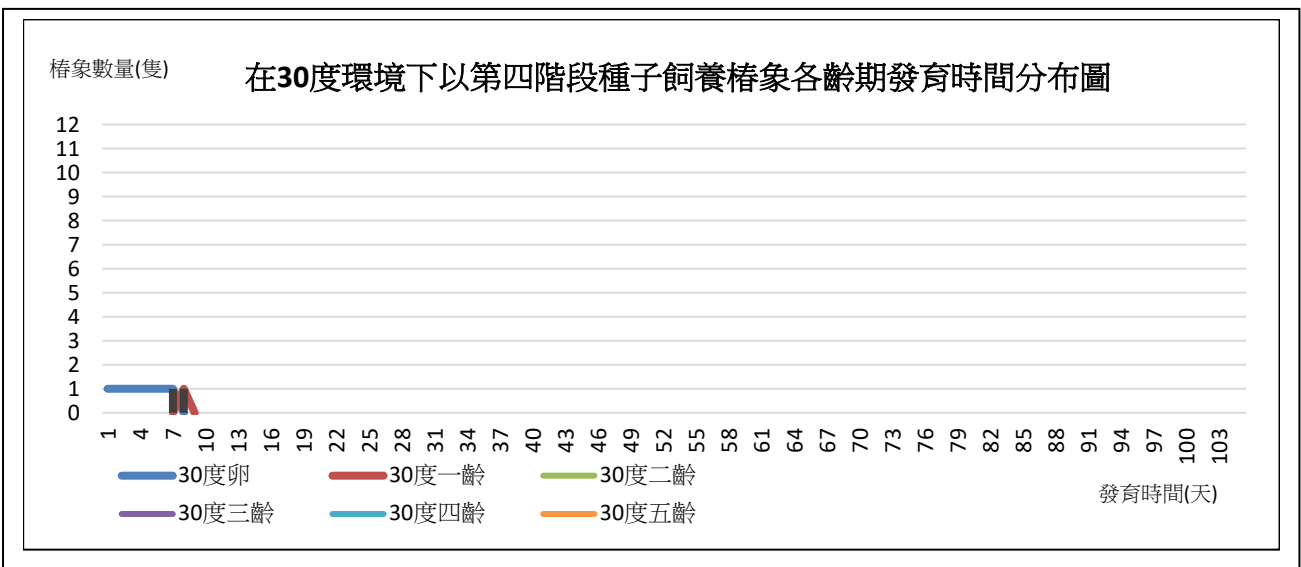
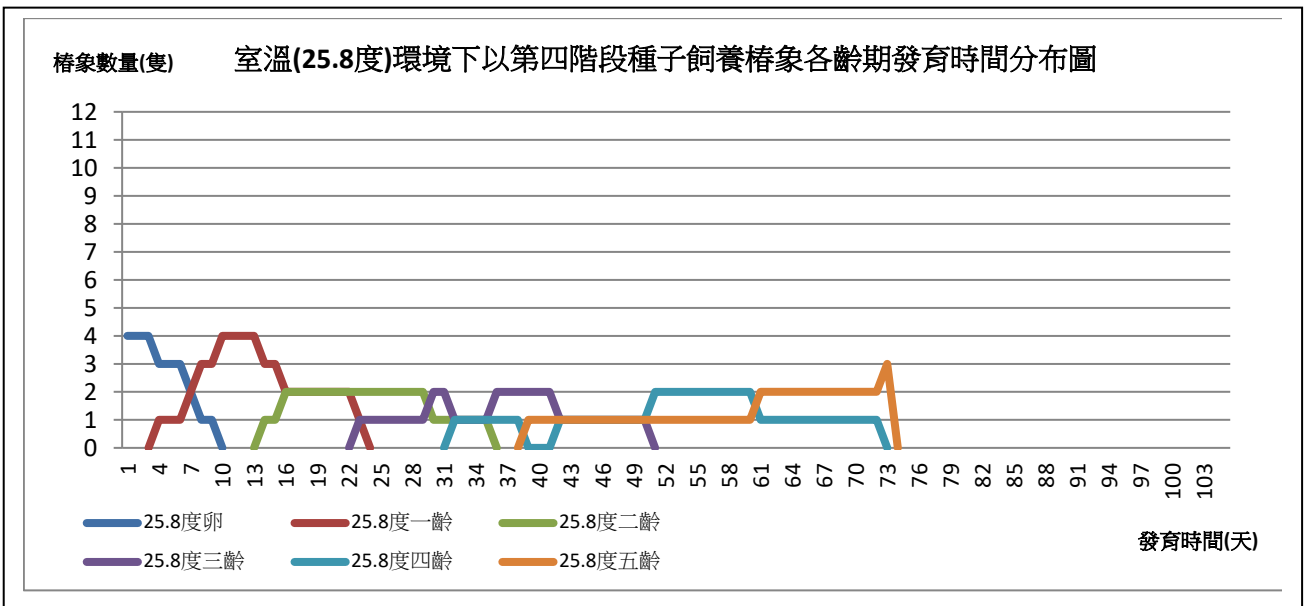
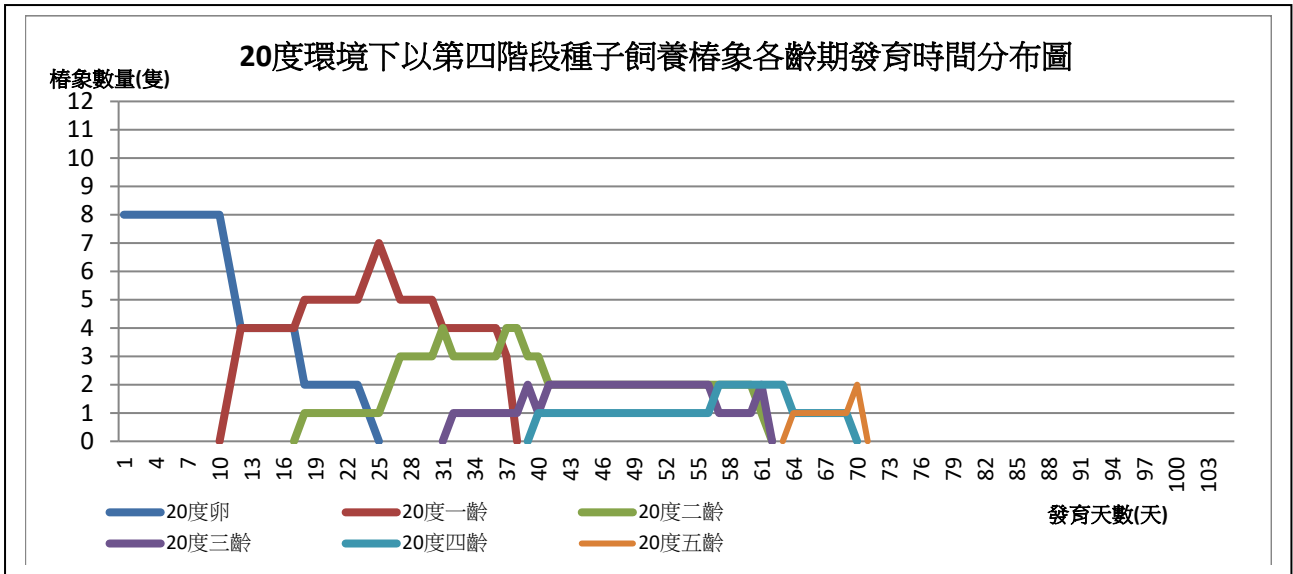
**討論：**

- 1、在15度~30度飼養環境溫度發現，養殖環境溫度越低，椿象每一齡期的發育時間越長，反之，溫度越高則越短。但是在10度的環境溫度下，一齡蟲發育時間比其他環境溫度的一齡蟲長出許多，且無法發育至二齡蟲，呈現滯育狀態。
- 2、椿象每一齡期發育時間會隨著溫度的上升而逐漸變快，椿象發育至五齡狀態的數量，也會隨著飼養的環境溫度上升而增加，但是當環境溫度超過室溫(25.8度)後，每個齡期的發育時間除了加快外，椿象發育至五齡狀態的數量是減少的。
- 3、在五個環境溫度中，20度和25.8度從卵發育至五齡的蟲數最多，10度、15度和30度的蟲數則最少。

**(二)以臺灣欒樹第四階段種子飼養紅姬緣椿象，在各環境溫度椿象齡期發育時間比較**

以臺灣欒樹第四階段種子餵食椿象的觀察實驗中，飼養在 10 度環境溫度的椿象沒有活超過一齡，死亡率很高，所以在發育時間分布圖的部分，沒有數據可以和飼養在其他環境溫度的椿象比較。

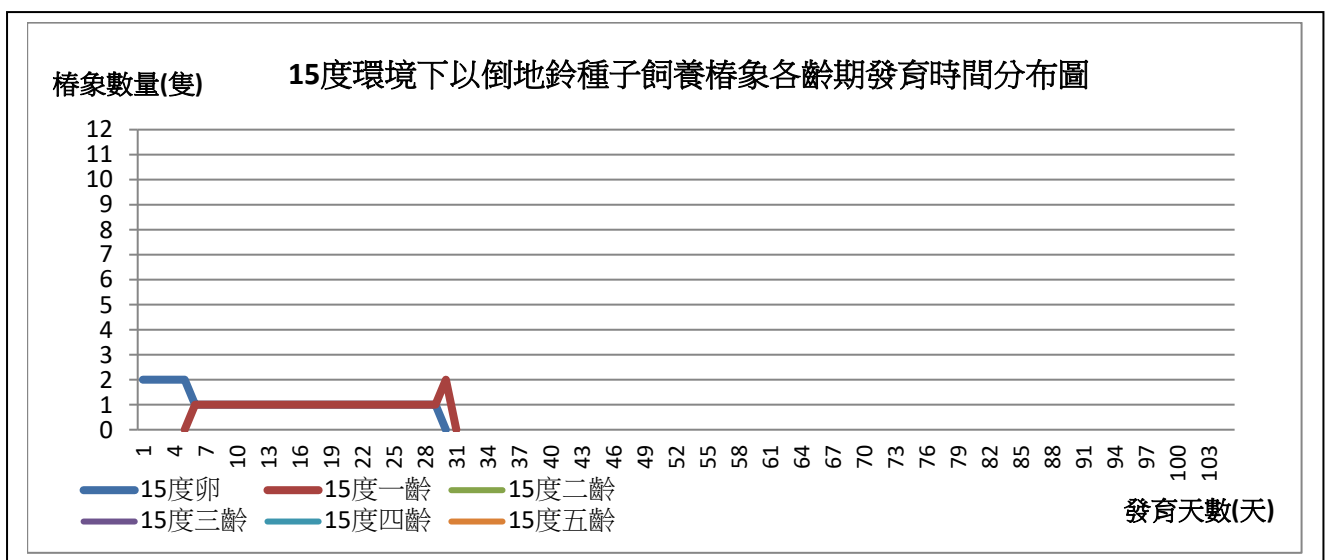
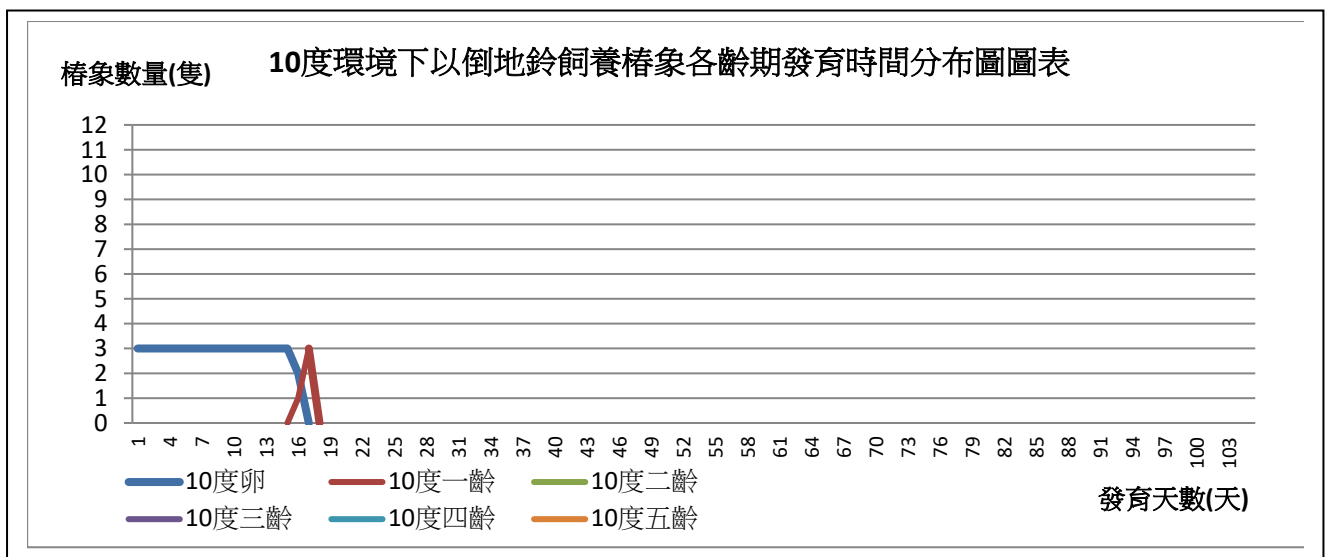




## 討論：

- 1、不管在哪一個齡期，椿象在環境溫度20度和25.8度的發育時間都比較長，在環境溫度15度和30度的椿象的每一齡期的發育時間較短。
- 2、以室溫(25.8度)為對照組，以20度飼養的紅姬緣椿象能夠成功發育成五齡蟲的數量比較少。
- 3、在15度和20度的飼養環境下，紅姬緣椿象每一齡期發育的數量會逐漸減少，但是在室溫(25.8度)的環境下，椿象每一齡期的發育數量變化不大，30度的紅姬緣椿象只能發育到二齡，而且椿象發育的數量是少的。

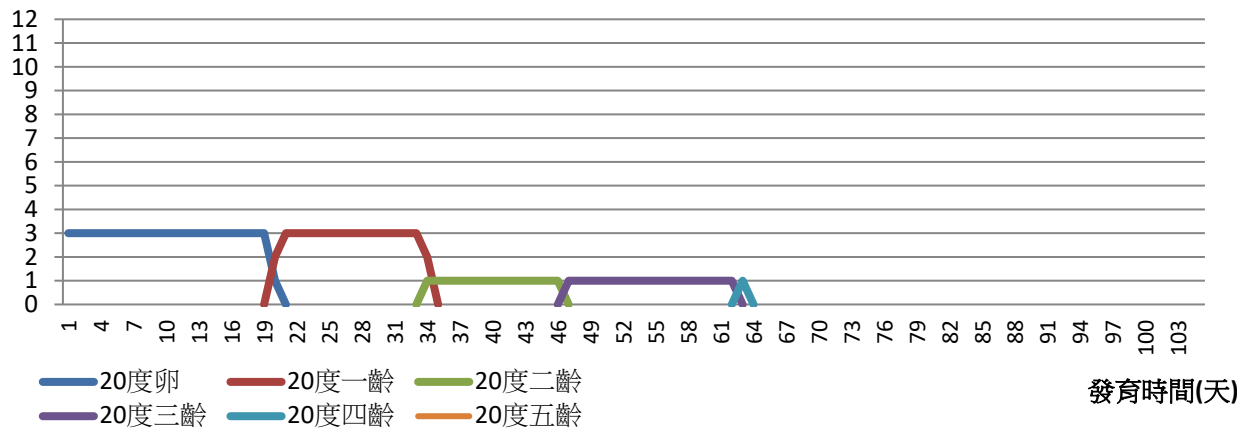
### (三)以倒地鈴種子飼養紅姬緣椿象，在各環境溫度椿象齡期發育時間比較





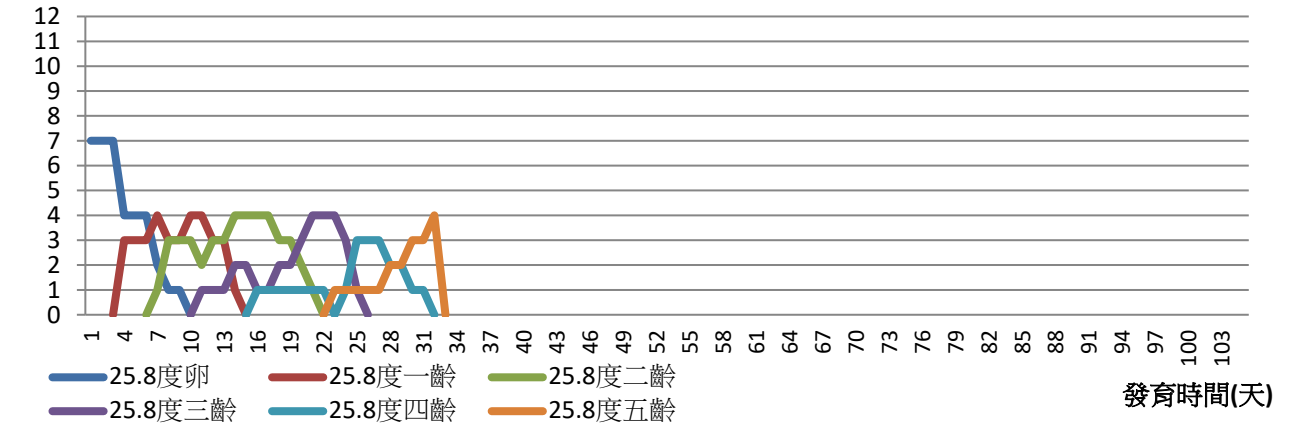
椿象數量(隻)

20度環境下以倒地鈴種子飼養椿象各齡期發育時間分布圖



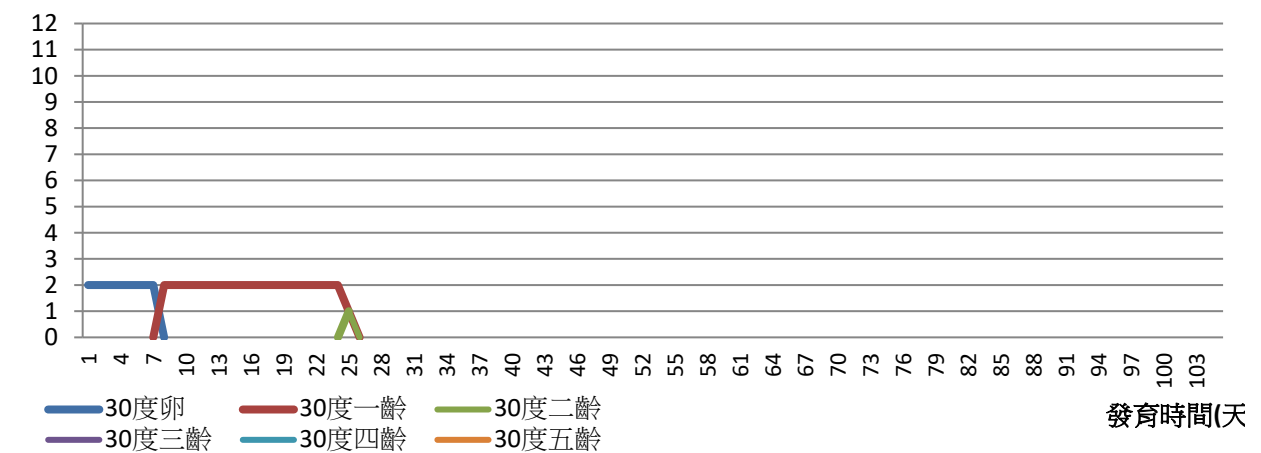
椿象數量(隻)

室溫(25.8度)環境下以倒地鈴種子飼養椿象各齡期發育時間分布圖



椿象數量(隻)

30度環境下以倒地鈴飼養椿象各齡期發育時間分布圖

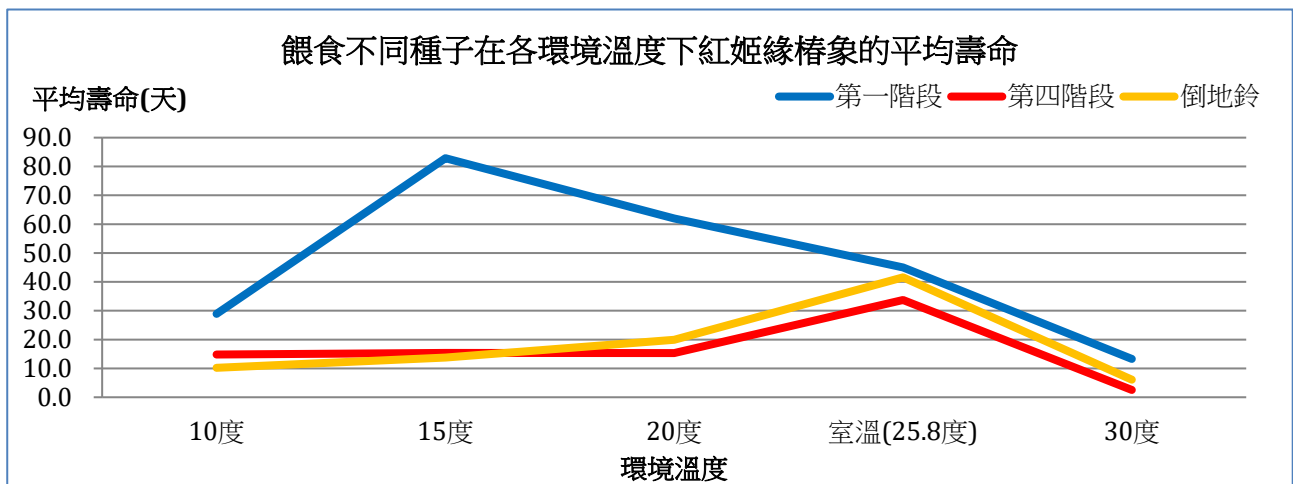


## 討論：

- 1、室溫(25.8 度)的環境飼養的椿象，每一齡期的發育時間都比 10 度、15 度、20 度、30 度的環境溫度發育時間短，而且環境溫度低於室溫和環境溫度高於室溫的一齡的發育齡期都很長。
- 2、在每一齡期發育的數量方面，只有室溫環境溫度飼養的紅姬緣椿象有發育到五齡，其他環境溫度的都只有最多發育到四齡。

## 結果四：溫度和食物對紅姬緣椿象壽命的影響

我們以臺灣欒樹第一階段種子、第四階段種子和倒地鈴種子飼養紅姬緣椿象，發現不同種子在不同溫度環境下椿象的平均壽命會有所差異，以下為紅姬緣椿象在不同環境下平均壽命的比較，統計資料見附錄(五)。



## 討論：

- 1、不管在哪一個溫度，使用臺灣欒樹第一階段種子飼養的椿象，椿象的平均壽命都比用臺灣欒樹第四階段種子飼養的高。倒地鈴種子和臺灣欒樹第四階段種子飼養的平均壽命差異性不大。
- 2、在環境溫度 10 度~室溫(25.8 度)之間，以倒地鈴種子和臺灣欒樹第四階段種子飼養的椿象，其平均壽命都是逐漸增加，一直到環境溫度為 30 度時，椿象的平均壽命降到最低。
- 3、在室溫的環境下，以倒地鈴種子和臺灣欒樹第四階段種子飼養的椿象，其平均壽命皆高於其他環境溫度，甚至其平均壽命已趨近於以臺灣欒樹第一階段種子飼養的紅姬緣椿象。
- 4、以臺灣欒樹第一階段種子飼養的椿象，在較低溫的環境中—10 度和 15 度，椿象的平均壽命是增加的，且在 15 度的環境達到平均壽命最高峰，椿象的平均壽命隨著環境溫度逐漸升高，平均壽命也逐漸降低，降低到與其他兩種種子—倒地鈴種子和臺灣欒樹第四階段

種子飼養的平均壽命逐漸趨於一致。

5、在 10 度環境和 30 度環境下，以三種種子飼養的椿象平均壽命都很低。

## 陸、結論

- 一、環境溫度的高低會影響紅姬緣椿象的卵的孵化率、發育時間、發育數量、存活率和椿象壽命，當環境溫度越高，椿象卵的孵化率高、發育時間越快，發育齡期愈完整、存活率越高以及椿象壽命越短；當環境溫度越低，椿象卵的孵化率較低，發育時間越慢，發育齡期較不完整、存活率越低以及椿象壽命較長。但是，在過低的環境溫度下，椿象會呈現滯育狀態。
- 二、種子的成熟度會影響紅姬緣椿象的發育時間、發育數量、存活率和椿象壽命，當種子成熟度低，椿象的發育齡期越完整，存活率也較高以及椿象壽命也越長；當種子成熟度高，椿象的發育齡期越不完整，存活率低以及椿象壽命也較短。
- 三、環境溫度過低或過高，會影響椿象的存活率和發育齡期的完整性，但是只要在過高或過低的環境下餵食較不成熟的種子，會提高椿象的發育齡期的完整性和增加椿象的存活率。我們比較成熟與未成熟的種子發現，成熟與未成熟種子成分最大的差異是水分、熱量、脂肪量和碳水化合物，有研究報告指出，種子內含水分對無患子椿象吸食有一定影響，且隨著種子內含水分的增加，倒地鈴種子被吸食的針數增加(第50屆全國科展)。因此，以含水分較多的種子餵食在較惡劣環境下的椿象，會提高其存活率，甚至也會增加其發育齡期的完整性。
- 四、臺灣欒樹種子是紅姬緣椿象的主要寄主植物，所以不管以哪一種型態的臺灣欒樹種子飼養的椿象，發育狀態較完整，且發育狀態以未成熟種子餵食的椿象優於餵食成熟種子的椿象。文獻提到欒樹種子在春天蒴果落盡時，紅姬緣椿象會遷徙到有倒地鈴的環境中(吳秀雲，2010)，雖然以非寄主植物倒地鈴種子飼養的椿象，發育狀態沒有像餵食主要寄主植物發育狀態較完整，紅姬緣椿象也因遷徙到倒地鈴的環境中，族群數量會因而減少，但卻可以在寄主植物缺少的情形下，得以延續族群。

## 柒、參考資料

- 一、未來兒童 2019 年 12 月 第 69 期
- 二、洪巧珍、黃振聲試驗昆蟲之大量飼育革新第十九號(八十六年三月)
- 三、吳秀雲(2010) 臺灣欒樹上紅姬緣椿象之生活史碩士論文 國立屏東科技大學
- 四、嘉義縣立六嘉國民中學。喙生會食—探討無患子椿象喙的差異對食物選擇的影響。全國中小學第 50 屆科展作品說明書
- 五、臺東縣臺東市東海國民小學。欒紅椿動--臺灣欒樹和紅姬緣椿象共生互利探究。全國中小學第 56 屆科展作品說明書
- 六、林子欽(2011) 小紅姬緣椿象與倒地鈴的互利共生關係碩士論文 國立台南大學

### 附錄(一)環境溫度記錄統計資料

溫度	平均溫度(°C)	溫度的次數分配表			溫度區間(°C)
		溫度(°C)	次數(次)	區間說明(°C)	
10	10.1	2	0	0<X≤2	10.1±2
		4	0	2<X≤4	
		6	0	4<X≤6	
		8	0	6<X≤8	
		10	0	8<X≤10	
		12	17	10<X≤12	
		14	73	12<X≤14	
		16	62	14<X≤16	
		18	18	16<X≤18	
		20	6	18<X≤20	
		22	2	20<X≤22	
		24	0	22<X≤24	
		26	0	24<X≤26	
		28	0	26<X≤28	
		30	0	28<X≤30	
32	0	30<X≤32			
34	0	32<X≤34			
15	14.2	2	0	0<X≤2	14.2±2
		4	0	2<X≤4	
		6	0	4<X≤6	
		8	0	6<X≤8	
		10	0	8<X≤10	
		12	17	10<X≤12	
		14	73	12<X≤14	
		16	62	14<X≤16	
		18	18	16<X≤18	
		20	6	18<X≤20	
		22	2	20<X≤22	
		24	0	22<X≤24	
		26	0	24<X≤26	
		28	0	26<X≤28	
		30	0	28<X≤30	
32	0	30<X≤32			

		34	0	32<X<=34	
30	31.2	2	0	0<X<=2	31.2±2
		4	0	2<X<=4	
		6	0	4<X<=6	
		8	0	6<X<=8	
		10	0	8<X<=10	
		12	0	10<X<=12	
		14	0	12<X<=14	
		16	0	14<X<=16	
		18	0	16<X<=18	
		20	0	18<X<=20	
		22	0	20<X<=22	
		24	0	22<X<=24	
		26	0	24<X<=26	
		28	1	26<X<=28	
		30	24	28<X<=30	
32	57	30<X<=32			
34	34	32<X<=34			
室溫	25.8	2	0	0<X<=2	25.8±3
		4	0	2<X<=4	
		6	0	4<X<=6	
		8	0	6<X<=8	
		10	0	8<X<=10	
		12	0	10<X<=12	
		14	0	12<X<=14	
		16	0	14<X<=16	
		18	0	16<X<=18	
		20	2	18<X<=20	
		22	5	20<X<=22	
		24	30	22<X<=24	
		26	24	24<X<=26	
		28	34	26<X<=28	
		30	25	28<X<=30	
32	6	30<X<=32			
34	0	32<X<=34			
20	19.3℃	2	0	0<X<=2	19.3±2
		4	0	2<X<=4	
		6	0	4<X<=6	
		8	0	6<X<=8	
		10	0	8<X<=10	
		12	0	10<X<=12	
		14	0	12<X<=14	
		16	7	14<X<=16	
		18	36	16<X<=18	
		20	45	18<X<=20	
		22	51	20<X<=22	
		24	6	22<X<=24	
		26	1	24<X<=26	
		28	0	26<X<=28	
		30	0	28<X<=30	
32	0	30<X<=32			
34	0	32<X<=34			

附錄(二)紅姬緣椿象在 20 度環境溫度和室溫環境溫度卵的孵化率

樣本	E-(1)-1-3-臺	E-(1)-1-5-臺-交	D-(1)-2-3-臺	20a	20b	室溫
1	233	213	327	0	0	0
2	233	213	327	0	0	0
3	233	213	316	0	0	0.033639
4	233	213	316	0	0	0.033639
5	233	213	315	0	0	0.036697
6	233	213	315	0	0	0.036697
7	232	213	315	0.004292	0	0.036697
8	232	213	301	0.004292	0	0.079511
9	232	213	270	0.004292	0	0.174312
10	232	213	248	0.004292	0	0.24159
11	232	213	217	0.004292	0	0.336391
12	232	213	151	0.004292	0	0.538226
13	232	213	139	0.004292	0	0.574924
14	232	213	114	0.004292	0	0.651376
15	228	213	87	0.021459	0	0.733945
16	214	212	87	0.081545	0.004695	0.733945
17	173	203	78	0.257511	0.046948	0.761468
18	144	180	78	0.381974	0.15493	0.761468
19	125	168	78	0.463519	0.211268	0.761468
20	118	153	78	0.493562	0.28169	0.761468
21	108	136	78	0.536481	0.361502	0.761468
22	104	114	78	0.553648	0.464789	0.761468
23	90	95	78	0.613734	0.553991	0.761468
24	72	92	78	0.690987	0.568075	0.761468
25	67	87	78	0.712446	0.591549	0.761468
26	67	79	78	0.712446	0.629108	0.761468
27	67	79	78	0.712446	0.629108	0.761468
28	67	77	78	0.712446	0.638498	0.761468
29	67	77	78	0.712446	0.638498	0.761468
30	67	77	78	0.712446	0.638498	0.761468
31	67	77	78	0.712446	0.638498	0.761468
32	67	74	78	0.712446	0.652582	0.761468
33	67	74	78	0.712446	0.652582	0.761468
34	67	74	78	0.712446	0.652582	0.761468
35	67	74	78	0.712446	0.652582	0.761468
36	67	74	78	0.712446	1	0.761468
37	67	74	78	0.712446	1	0.761468
38	67	74	76	0.712446	1	0.767584

附錄(三)紅姬緣椿象存活率統計資料

一、餵食不同種子紅姬緣椿象在各環境溫度一齡存活率統計

種子 溫度	第一階段	第四階段	倒地鈴
	一齡的存活率	一齡的存活率	一齡的存活率
10 度	30.8%	0.0%	15.8%
15 度	73.3%	27.3%	33.3%
20 度	85.7%	29.6%	25.0%
25.8 度(室溫)	70.0%	50.0%	100.0%
30 度	100.0%	7.0%	18.2%

二、餵食不同種子紅姬緣椿象在各環境溫度二齡存活率統計

種子 溫度	第一階段	第四階段	倒地鈴
	二齡的存活率	二齡的存活率	二齡的存活率
10 度	7.7%	0.0%	0.0%
15 度	73.3%	9.1%	0.0%
20 度	85.7%	18.5%	8.3%
25.8 度(室溫)	70.0%	37.5%	85.7%
30 度	62.5%	6.7%	9.1%

三、餵食不同種子紅姬緣椿象在各環境溫度三齡存活率統計

種子 溫度	第一階段	第四階段	倒地鈴
	三齡的存活率	三齡的存活率	三齡的存活率
10 度	0.0%	0.0%	0.0%
15 度	73.3%	0.0%	0.0%
20 度	78.6%	14.8%	8.3%
25.8 度(室溫)	60.0%	37.5%	71.4%
30 度	25.0%	0.0%	0.0%

四、餵食不同種子紅姬緣椿象在各環境溫度四齡存活率統計

種子 溫度	第一階段	第四階段	倒地鈴
	四齡的存活率	四齡的存活率	四齡的存活率
10 度	0.0%	0.0%	0.0%
15 度	66.7%	0.0%	0.0%
20 度	57.1%	7.4%	8.3%
25.8 度(室溫)	60.0%	37.5%	57.1%
30 度	12.5%	0.0%	0.0%

五、餵食不同種子紅姬緣椿象在各環境溫度五齡存活率統計

種子 溫度	第一階段	第四階段	倒地鈴
	五齡的存活率	五齡的存活率	五齡的存活率
10 度	0.0%	0.0%	0.0%
15 度	6.7%	0.0%	0.0%
20 度	42.9%	7.4%	0.0%
25.8 度(室溫)	50.0%	37.5%	57.1%
30 度	12.5%	0.0%	0.0%

附件(四)紅姬綠椿象各齡期發育時間統計資料

一、臺灣樂樹第一階段種子餵食紅姬綠椿象在不同環境溫度下各齡期發育統計資料

試管	10度					15度					20度					25度					30度				
	10度一齡	10度二齡	10度三齡	10度四齡	10度五齡	15度一齡	15度二齡	15度三齡	15度四齡	15度五齡	20度一齡	20度二齡	20度三齡	20度四齡	20度五齡	25.8度一齡	25.8度二齡	25.8度三齡	25.8度四齡	25.8度五齡	30度一齡	30度二齡	30度三齡	30度四齡	30度五齡
1	4					11					12				7						8				
2	4					11					12	0			12	7					8	0			
3	4					11					11	1			12	7					7	5	3		
4	4					11					11	1			12	4	3				7	0	8		
5	4					11					11	1			12	4	3				7	8	0		
6	4					11					11	1			12	4	3				7	7	1		
7	4					11					11	1			12	2	5	0			7	7	1		
8	4					11					11	1			12	2	3	2			7	7	1		
9	4					11					8	4			12	1	3	3			7	7	1		
10	4					11					3	9			12	1	3	3			7	4	4		
11	2					11					2	10	0		12	1	3	3			7	3	5		
12	2					11					2	9	1		12	0	4	3	0		7	0	5		
13	2					11					0	11	1		12	0	4	0	3		7	5	0		
14	2					11					11	1			12	4	0	3			7	4	1		
15	2					11					9	3			12	1	3	3			7	3	2		
16	2					11	0				8	4			12	1	3	3			7	0	2		
17	2					11	9	2			6	6	0		12	1	3	3			7	0	2	0	
18	2					11	3	8			4	7	1		12	0	4	3			7	4	1		
19	2					11	3	8			4	7	1		12	0	4	3			7	4	1		
20	2					11	3	8			3	8	1		12	0	3	4			7	0	1		
21	2					11	1	10			3	8	1		12	2	5				7	1	1		
22	1					11	1	10			3	8	1		12	2	5				7	0	1		
23	0					11	1	10			3	8	1		12	1	6				7	0	0		
24	4					11	3	7			3	7	2		12	0	6				7	6			
25	4					11	0	11			1	7	4		12	6	6				6				
26	4					11	11				0	7	5	0	12	5	6				1	5			
27	4					11	11				0	5	6	1	12	5	6				1	5			
28	4					11	11				4	7	1		12	4	7	1			1	5			
29	4					11	11				4	7	1		12	4	7	1			1	5			
30	4					11	11				4	7	1		12	4	7	1			1	5			
31	4					11	0				4	7	1		12	4	7	1			1	5			
32	4					11	10	1			4	7	1		12	4	7	1			0	6			
33	4					11	10	1			4	7	1		12	4	7	1			0	6			
34	4					11	7	4			4	6	2		12	4	6	2			6	0			
35	4					11	3	8			3	6	3		12	2	6	3			5	1			
36	4					11	2	9			2	7	3		12	2	7	3			2	4			
37	4					11	1	10			2	6	4		12	2	6	4			2	4			
38	4					11	1	10			1	7	4		12	2	6	4			2	4			
39	4					11	0	11			0	6	5		12	2	6	5			2	4			
40	4					11	11				6	5			12	2	6	5			2	4			
41	4					11	11				6	5			12	2	6	5			2	4			
42	4					11	11				6	5			12	2	6	5			2	4			
43	4					11	11				5	6			12	2	6	5			2	4			
44	4					11	11				5	6			12	2	6	5			2	4			
45	4					11	0				5	6			12	5	6				1	5			
46	4					11	10	1			5	6	0		12	5	6	0			1	5			
47	4					11	10	1			5	5	1		12	5	5	1			1	5			
48	4					11	10	1			5	5	1		12	5	5	1			1	5			
49	3			1		11	10	1			4	6	1		12	4	6	1			1	5			
50	0			0		11	10	1			4	5	2		12	4	5	2			1	5			
51	4					11	10	1			3	5	3		12	3	5	3			1	5			
52	4					11	7	4			0	5	3		12	3	5	3			1	5			
53	4					11	6	5			5	3	8		12	5	3	8			3	8			
54	4					11	6	5			5	3	8		12	5	3	8			3	8			
55	4					11	5	6			5	3	8		12	5	3	8			3	8			
56	4					11	5	6			5	3	8		12	5	3	8			3	8			
57	4					11	4	7			5	3	8		12	5	3	8			3	8			
58	4					11	2	9			5	3	8		12	5	3	8			3	8			
59	4					11	2	9			5	3	8		12	5	3	8			3	8			
60	4					11	2	9			5	3	8		12	5	3	8			3	8			
61	4					11	2	9			5	3	8		12	5	3	8			3	8			
62	4					11	1	10			3	5	8		12	3	5	8			3	5	8		
63	4					11	1	10			3	5	8		12	3	5	8			3	5	8		
64	4					11	1	10			3	5	8		12	3	5	8			3	5	8		
65	4					11	0	11			3	5	8		12	3	5	8			3	5	8		
66	4					11	11				3	5	8		12	3	5	8			3	5	8		
67	4					11	11				3	5	8		12	3	5	8			3	5	8		
68	4					11	11				3	5	8		12	3	5	8			3	5	8		
69	4					11	11				3	5	8		12	3	5	8			3	5	8		
70	4					11	11				3	5	8		12	3	5	8			3	5	8		
71	4					11	0				3	5	8		12	3	5	8			3	5	8		
72	4					11	10	1			2	6	8		12	2	6	8			3	5	8		
73	4					11	9	2			2	6	8		12	2	6	8			3	5	8		
74	4					11	8	3			2	6	8		12	2	6	8			3	5	8		
75	4					11	7	4			1	7	8		12	2	7	8			3	5	8		
76	4					11	7	4			0				12	2	7				3	5	8		
77	4					11	7	4			7	4			12	2	7				3	5	8		
78	4					11	7	4			7	4			12	2	7				3	5	8		
79	4					11	5	6			4	7			12	2	7				3	5	8		
80	4					11	4	7			4	7			12	2	7				3	5	8		
81	4					11	2	9			2	9			12	2	9				3	5	8		
82	4					11	2	9			2	9			12	2	9				3	5	8		
83	4					11	2	9			2	9			12	2	9				3	5	8		
84	4					11	2	9			2	9			12	2	9				3	5	8		
85	4					11	2	9			2	9			12	2	9				3	5	8		
86	4																								







## 【評語】 080309

本作品探討不同寄主植物(臺灣欒樹種子和倒地鈴種子)對紅姬緣椿象的影響，並研究溫度和食物對紅姬緣椿象發育、存活率及壽命的影響。

1. 溫度和食物對紅姬緣椿象發育的影響在許多文獻中已討論，建議可以思考如何利用現有文獻資料來進行深入的研究設計。
2. 雖然本觀測之昆蟲為紅姬緣椿象，但在研究中完全沒有紅姬緣椿象的觀測、分類或是說明如何界定不同齡的紅姬緣椿象。
3. 研究筆記記載詳細，是非常好的研究態度。從生態學實驗中比較分析而作結論，但是所做的觀察與條件的設定應該有更詳細的描述。

# 壹、研究動機

每年的秋冬之際，學校的臺灣欒樹下總會出現一隻隻的紅色昆蟲—紅姬緣椿象，牠們的族群似乎隨著臺灣欒樹開花、結果到蒴果落盡而有所變化，學校的學姐們曾探討紅姬緣椿象與臺灣欒樹互利共生的情形。但是，我們在文獻中發現，在春天時期，紅姬緣椿象會慢慢從牠們的主要寄主植物—臺灣欒樹下失去蹤影，之後卻出現在無患子科植物—倒地鈴的環境中，也就是說，平時紅姬緣椿象主要以取食臺灣欒樹種子為主，可是到了春天沒有臺灣欒樹種子可以取食時，牠們便轉而取食倒地鈴的種子。於是，我們想了解紅姬緣椿象卵的孵化率、各齡期存活率、發育時間及壽命等生活史特性是否會受到不同寄主植物的影響，而臺灣欒樹種子成熟度是不是也和這些生活史特性有關聯，同時，我們也想知道各季節不同差異的溫度是不是也是影響牠們生活史特性的一項重要因素。

# 貳、研究目的

- 一、溫度和食物對紅姬緣椿象卵的孵化率之影響
- 二、溫度和食物對紅姬緣椿象各齡期存活率之影響
- 三、溫度和食物對紅姬緣椿象各齡期發育時間之影響
- 四、溫度和食物對紅姬緣椿象壽命之影響

# 參、研究設備及器材

## 一、飼養環境

我們將飼養環境分成實驗室室溫飼養和控制溫度二種環境，在實驗室室溫飼養方面，以室溫的環境飼養，不控制溫度；控制環境溫度方面，我們自製溫控環境，溫控環境有分成二種，一為溫控箱，溫度控制在10度、15度和20度，一為利用陶瓷加熱燈，將溫控環境控制在30度。

### (一)自製溫控箱

1. 材質：保麗龍
2. 體積：56cm\*38cm\*29.5cm
3. 製作方法：

步驟	步驟1	步驟2	步驟3	步驟4
圖片				
說明	先準備好一個56cm*38cm*29.5cm的有蓋保麗龍箱。	在蓋上裁切一個26cm*18cm的面積，並貼上透明片，觀察溫度的變化。	完成養殖環境的範圍設計。	放入冰塊調節溫度後，溫控箱完成。

4. 控溫材料：用空寶特瓶裝水冷凍，就成為製作方法步驟4調節溫度的冰塊。

### 5. 溫控箱總類：

溫控箱總類	10度溫控箱	15度溫控箱	20度溫控箱
圖片			
說明	10度的溫控箱裡要放2瓶975ml的冰塊(完全冰凍的)，一天要換2次。	15度的溫控箱裡要放2瓶345ml的冰塊(完全冰凍的)，一天要換2次。	20度的溫控箱裡要放1瓶975ml的冰塊(不是完全冰凍的)，一天要換2次。

### (二)30度溫控環境

我們使用陶瓷加熱燈讓溫度環境控制在30度，陶瓷加熱燈只提供環境熱源，讓飼養的椿象也同室溫養殖一樣有「日夜」時間之分。

### (三)各環境溫度紀錄統計資料，統計資料見附錄(一)。

環境溫度	10度環境溫度	15度環境溫度	20度環境溫度	30度環境溫度	室溫環境溫度
編碼	A	B	E	C	D
平均溫度	10.1±2	14.2±2	19.3±2	31.2±2	25.8±3

1. 在10度環境溫度的最高溫是13.3度，最低溫是6度，總平均溫度是10.1度。
2. 在15度環境溫度的最高溫是21度，最低溫是10.5度，總平均溫度是14.2度。
3. 在20度環境溫度的最高溫是25度，最低溫是15度，總平均溫度是19.3度。
4. 在30度環境溫度的最高溫是33.1度，最低溫是27.9度，總平均溫度是31.2度。
5. 在室溫環境溫度的最高溫是30.8度，最低溫是21.1度，總平均溫度是25.8度。

## 三、養殖樣本：

我們將3隻剛孵化的一齡椿象放在同一個正方體盒中一起做比較，觀察紅姬緣椿象發育情形。

### (一)實驗組：放入3隻剛孵化的一齡蟲，以10度環境、15度環境、20度環境和30度環境分別養殖。

### (二)對照組：放入3隻剛孵化的一齡蟲，室溫環境養殖。

## 四、養殖方法

我們在實驗中使用不同種類的種子飼養椿象，觀察椿象在不同溫度的發育情形。

### (一)我們在實驗中分了二種飼養的組別，其中實驗組編號為1，對照組編號為2。

### (二)養殖環境布置

#### 1. 種子數量

- (1) 倒地鈴種子4個果莢(2個放有第一階段種子的果莢、2個放有第三階段種子的果莢)
- (2) 臺灣欒樹第一階段種子和第四階段種子9顆(分別放入不同的培養皿)

### (三)將種子放入培養皿中，加入一個沾了稀釋過蜂蜜水的棉花(步驟一)，再放進10x10x10的正方體盒中(步驟二)。最後放入椿象於不同的環境溫度中，並兩天換一次食物，觀察其發育情形(步驟三)。

步驟一	步驟二	步驟三

### (四)養殖編碼方式

我們的養殖編碼方式是，溫度-(種子階段)-組別-第幾盒-種子種類

- 例如：A-(1)-1-1-臺，意為在10度的環境下，使用臺灣欒樹第一階段的種子飼養，實驗組的第一盒。
- B-(4)-1-2-臺，意為在15度的環境下，使用臺灣欒樹第四階段的種子飼養，實驗組的第二盒。
- E-1-3-倒，意為在20度的環境下，使用倒地鈴的種子飼養，實驗組的第三盒。
- D-(1)-2-2-臺，意為在室溫的環境下，使用臺灣欒樹第一階段的種子飼養，對照組的第二盒。

## 二、養殖食草

### (一)臺灣欒樹種子

臺灣欒樹種子為紅姬緣椿象的主要寄主植物，其種子會隨著成熟度的差異，種子成分而有所不同。因此我們將臺灣欒樹種子依成熟度的不同，分成四個階段(如下表)，再選擇以成熟度差異最大的第一階段和第四階段種子飼養紅姬緣椿象，觀察種子成熟度對紅姬緣椿象發育的影響，又因春天時沒有臺灣欒樹種子做為食草，便轉換以倒地鈴種子為食，所以我們才會使用臺灣欒樹第一階段種子、臺灣欒樹第四階段種子及倒地鈴種子餵食紅姬緣椿象。

#### 1. 臺灣欒樹四個階段種子示意圖及解剖圖

##### (1) 臺灣欒樹四種階段種子示意圖

第一階段種子	第二階段種子	第三階段種子	第四階段種子
青綠色	土黃色	紅紫色	黑色

##### (2) 臺灣欒樹第一階段種子和第四階段種子解剖圖

###### ① 第一階段種子



###### ② 第四階段種子



#### 2. 臺灣欒樹第一階段種子和第四階段種子成分分析

分析項目	第一階段	第四階段
熱量	154.6 Kcal/100g	383.2 Kcal/100g
蛋白質	0.1 g/100g	0.1 g/100g
脂肪	3.6 g/100g	6.6 g/100g
碳水化合物	30.5 g/100g	80.7 g/100g
水分	63.5 g/100g	7.9 g/100g
灰分	3.2 g/100g	4.6 g/100g
糖	0.3 g/100g	0.7 g/100g
鈉	0.6 g/100g	0.9 g/100g

成分圖形圖	第一階段	第四階段
水分	24.8%	16.6%
碳水化合物	11.9%	80.3%
脂肪	1.4%	1.4%
蛋白質	0.0%	0.0%
灰分	1.2%	0.2%
糖	0.1%	0.2%
鈉	0.2%	0.2%

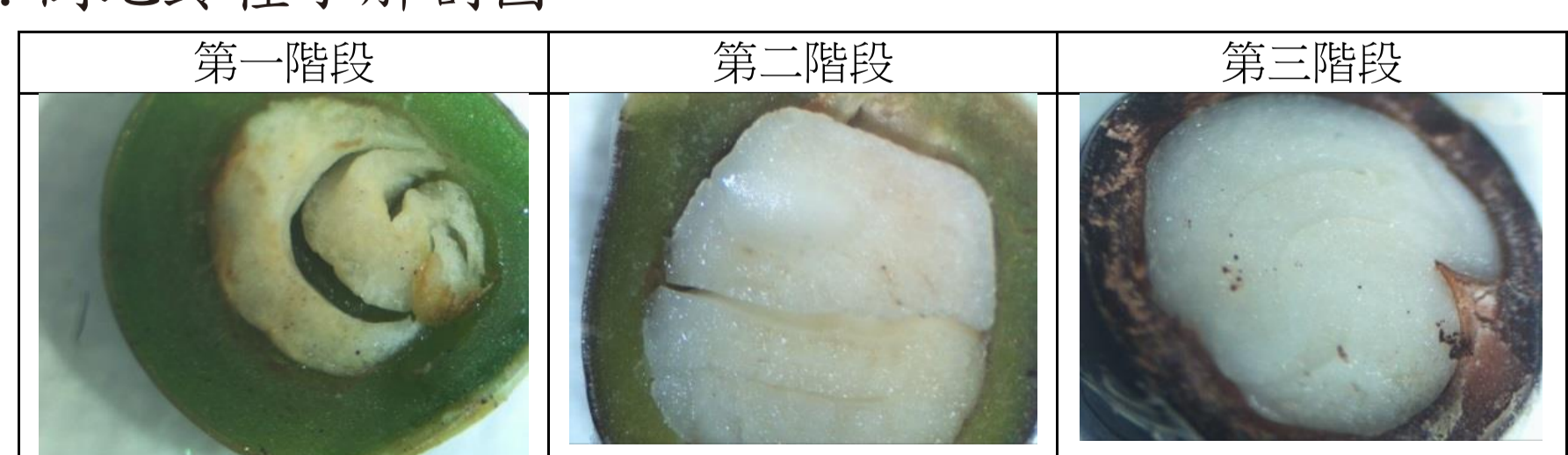
### (二)倒地鈴種子

在春天時，因臺灣欒樹蒴果落盡，紅姬緣椿象會遷徙到有倒地鈴的地方生活，而我們將倒地鈴分成三個階段，選用水分較多的第一階段種子和成熟度較高的第三階段種子飼養紅姬緣椿象。

#### 1. 倒地鈴種子的示意圖





#### 2. 倒地鈴種子解剖圖



	在10度的環境下，使用臺灣欒樹第一階段的種子飼養實驗組椿象的第一盒。左圖編號為A-(1)-1-10-臺。		在15度的環境下，使用臺灣欒樹第四階段的種子飼養實驗組椿象的第一盒。左圖編號為B-(4)-1-1-臺。
--	------------------------------------------------------	--	-----------------------------------------------------

# 肆、研究設備及器材



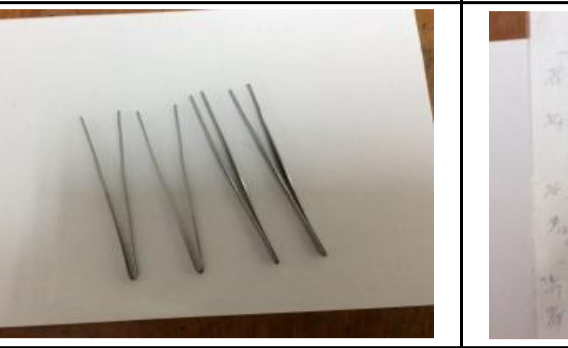
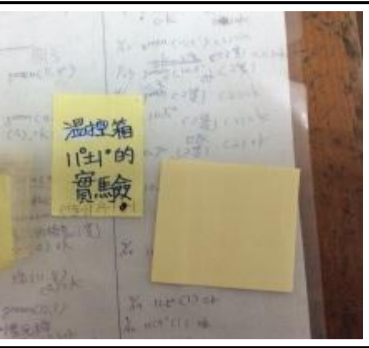
## 一、研究設備

器材	顯微鏡	陶瓷加熱燈
圖片		


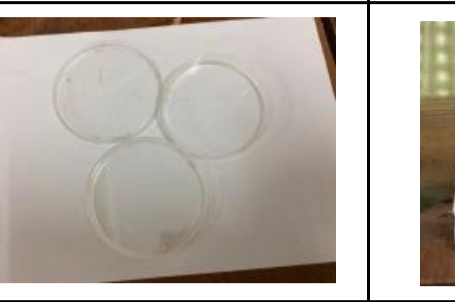



## 三、研究器材(飼養食物)

器材	臺灣樂樹種子 第一階段	臺灣樂樹種子 第四階段	倒地鈴種子	蜂蜜水 (蜂蜜加水稀釋)
圖片				

## 四、研究器材(觀察器材)

器材	雄獅金屬色奇異筆 1.0mm(漆筆)	水彩筆	鑷子	便條紙
圖片				

## 二、研究器材(飼養器材)

器材	10*10*10 正方體盒	培養皿	醫療用紗布	醫療用棉花	透明罐(40 cc)
圖片					

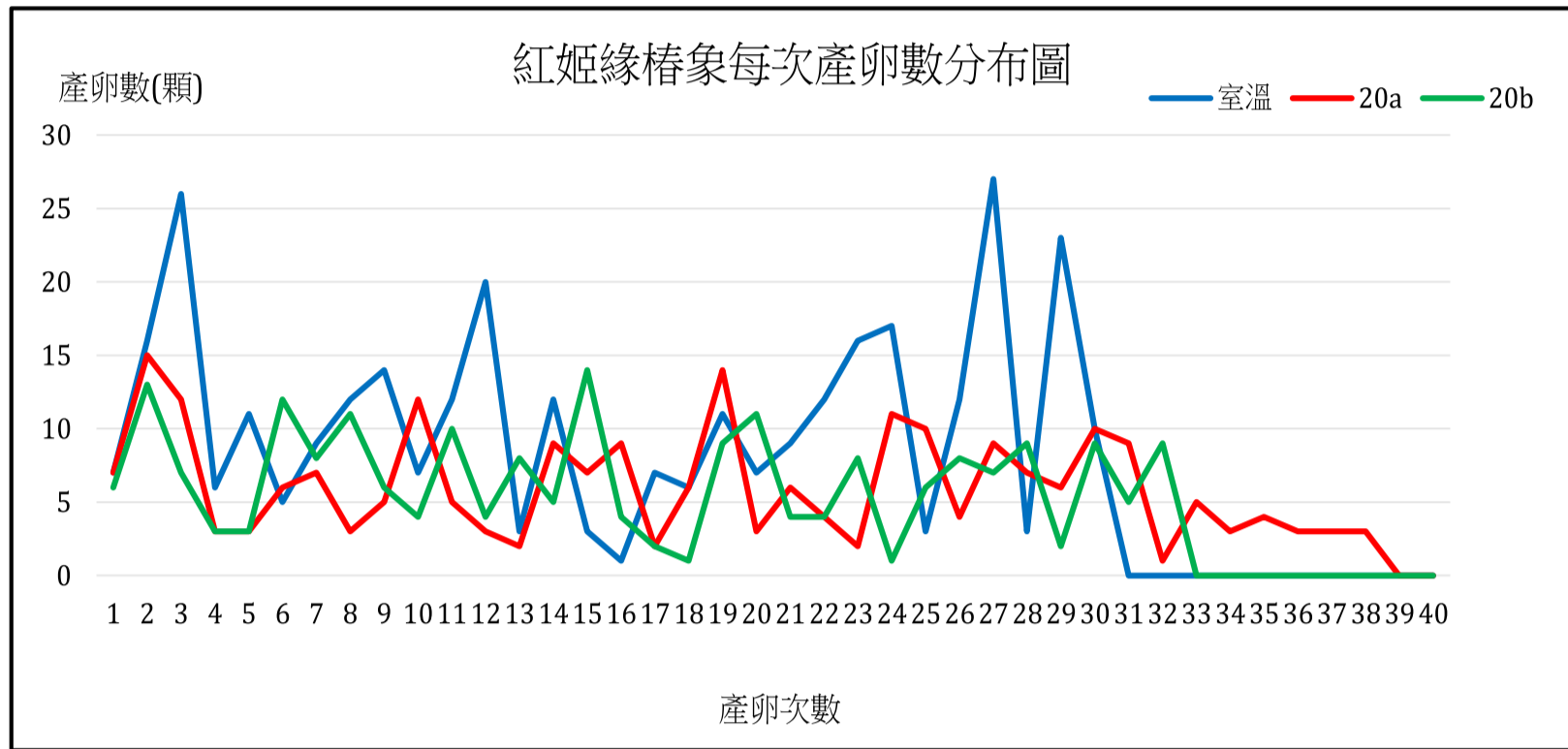
# 伍、研究結果及討論

## 結果一：溫度和食物對紅姬緣椿象卵的孵化率的影響

### (一)在不同環境溫度下紅姬緣椿象產卵情形比較

我們飼養的紅姬緣椿象有四對交配產卵，分別是室溫養殖一對、20度環境養殖二對(20a和20b)和30度環境養殖一對(30a)，這四對的養殖種子都是臺灣樂樹第一階段種子，右邊表格是這四對紅姬緣椿象產卵總數、總產卵次數、平均每次產卵數以及孵化率。

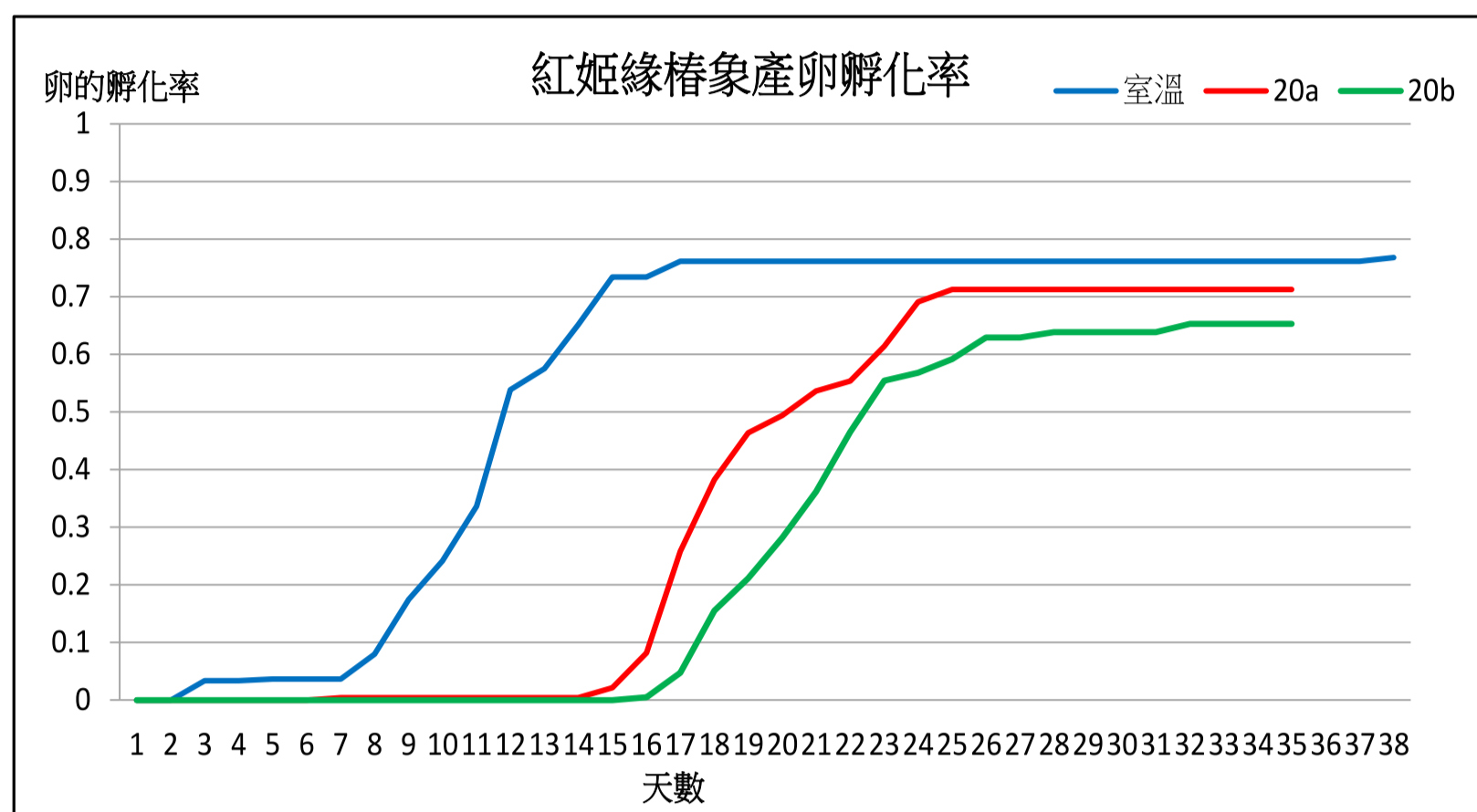
	產卵總數(顆)	產卵次數(次)	平均每次產卵數(顆)	孵化數(顆)	孵化率
室溫	327	30	10.9	251	77%
20a	233	38	6.1	166	71%
20b	213	32	6.7	139	65%
30a	3	2	1.5	0	0%



### 討論：

1. 在室溫環境下養殖的紅姬緣椿象雌蟲產卵數較多，產卵次數比20度環境養殖的椿象產卵次數少，從左圖可發現，室溫養殖的椿象產卵時間較集中，且幾乎每次的產卵數皆高於20度環境養殖的椿象。
2. 在30度環境溫度養殖的椿象，只產了3顆卵，卵全部沒有孵化。

### (二)紅姬緣椿象卵的孵化率比較，統計資料見附錄(二)。



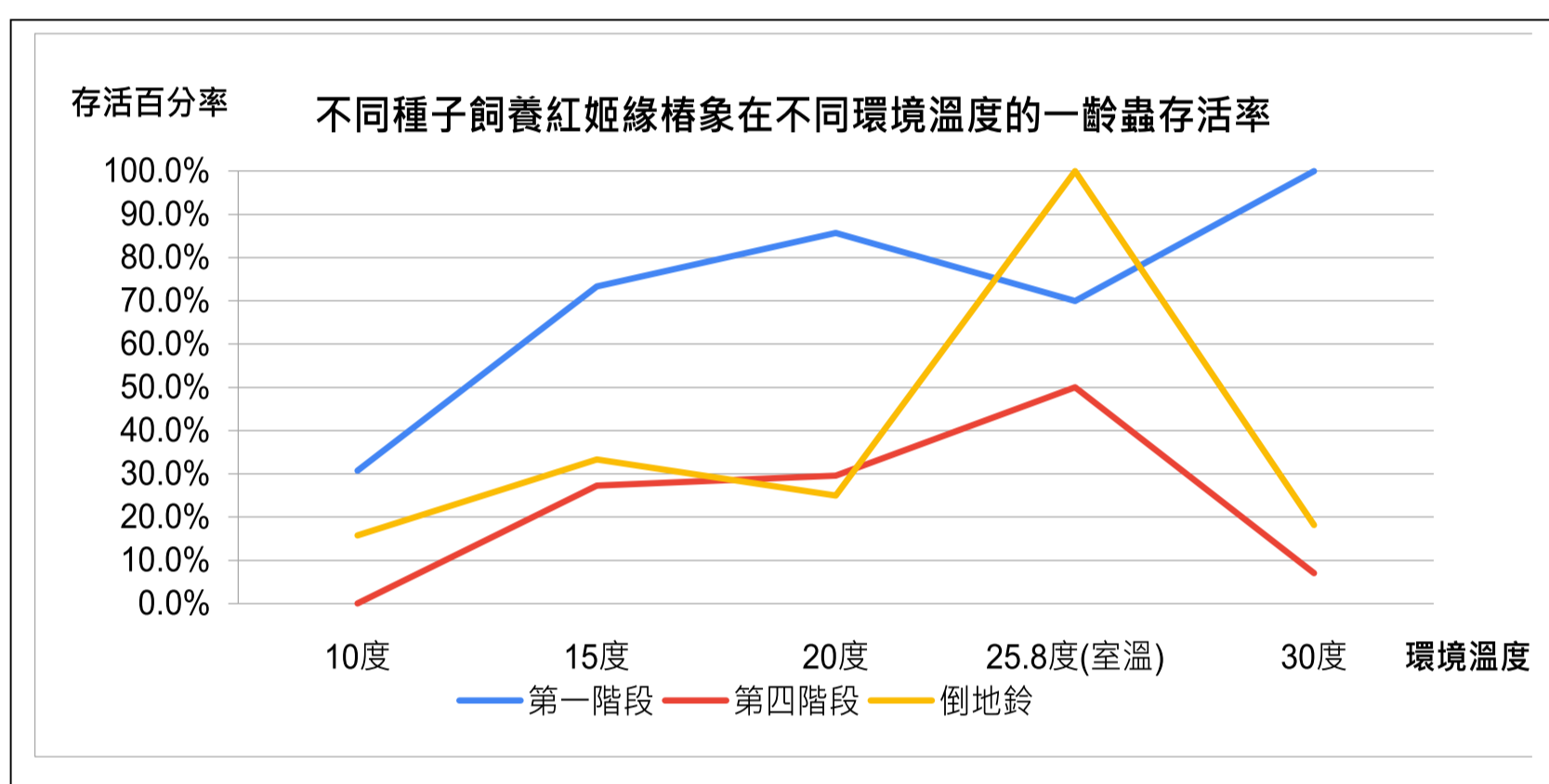
### 討論：

1. 在20度環境養殖卵(20a和20b)的孵化率都低於室溫養殖的卵。
2. 室溫孵化樣本是第7天開始明顯孵化，一直到第15天左右孵化率近八成後，就不再有卵孵化；20度環境養殖的卵(20a和20b)從第15、16天開始孵化，一直到第25天左右孵化率近七成後，就不再有卵孵化。20度的開始孵化的時間比室溫的開始孵化時間晚了約一個星期，結束孵化的時間也比室溫晚了一個星期，所以室溫的孵化率達到最高峰時，就是20度開始孵化的時間。
3. 在室溫的環境下，卵孵化的速度比較快，20度環境養殖卵(20a和20b)的孵化的速度比較慢。但是兩種環境的孵化區間都集中在約一個星期的時間達到孵化最高峰。

## 結果二：溫度和食物對紅姬緣椿象各齡期存活率的影響

我們以臺灣樂樹第一階段種子、第四階段種子和倒地鈴種子飼養紅姬緣椿象，發現不同種子在不同溫度環境下的存活率有差異，以下為各齡期的存活率比較，統計資料見附錄(三)。

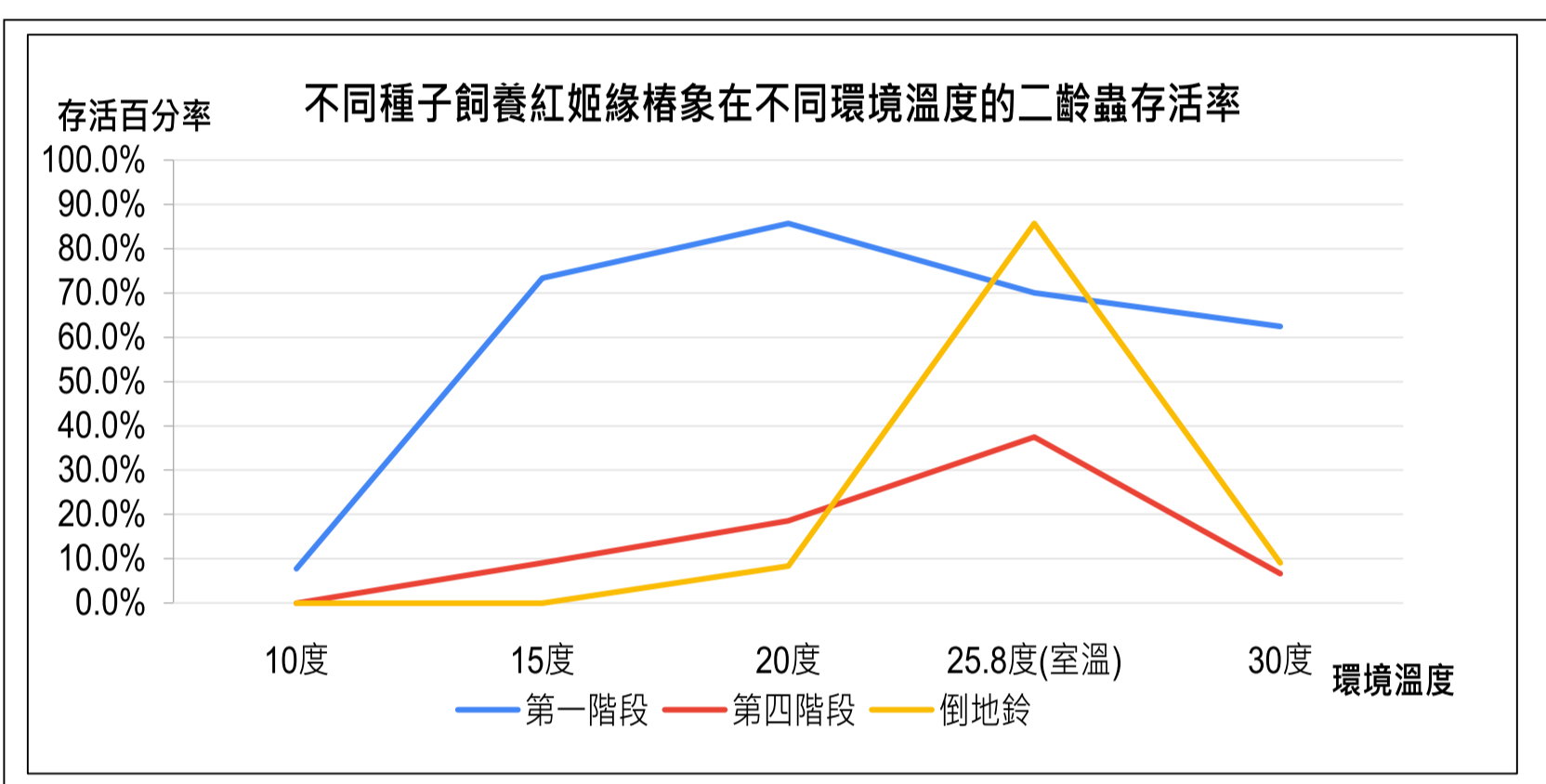
### (一)一齡蟲存活率比較



### 討論：

1. 以臺灣樂樹第四階段的種子飼養椿象，不管在哪一個溫度環境，存活率都很低，而以臺灣樂樹第一階段飼養的椿象存活率都比較高，倒地鈴種子則是在25.8度的環境下存活率較高，其他環境溫度較低。
2. 以臺灣樂樹第一階段種子、第四階段種子和倒地鈴種子飼養的椿象，一齡蟲的存活率會隨著環境溫度的增加而增加，但是紅姬緣椿象的存活率會在環境溫度升到25.8(室溫)以上時，以臺灣樂樹第四階段種子和倒地鈴種子飼養的存活率明顯下降，而以臺灣樂樹第一階段種子飼養的椿象存活率呈現顯著增加。

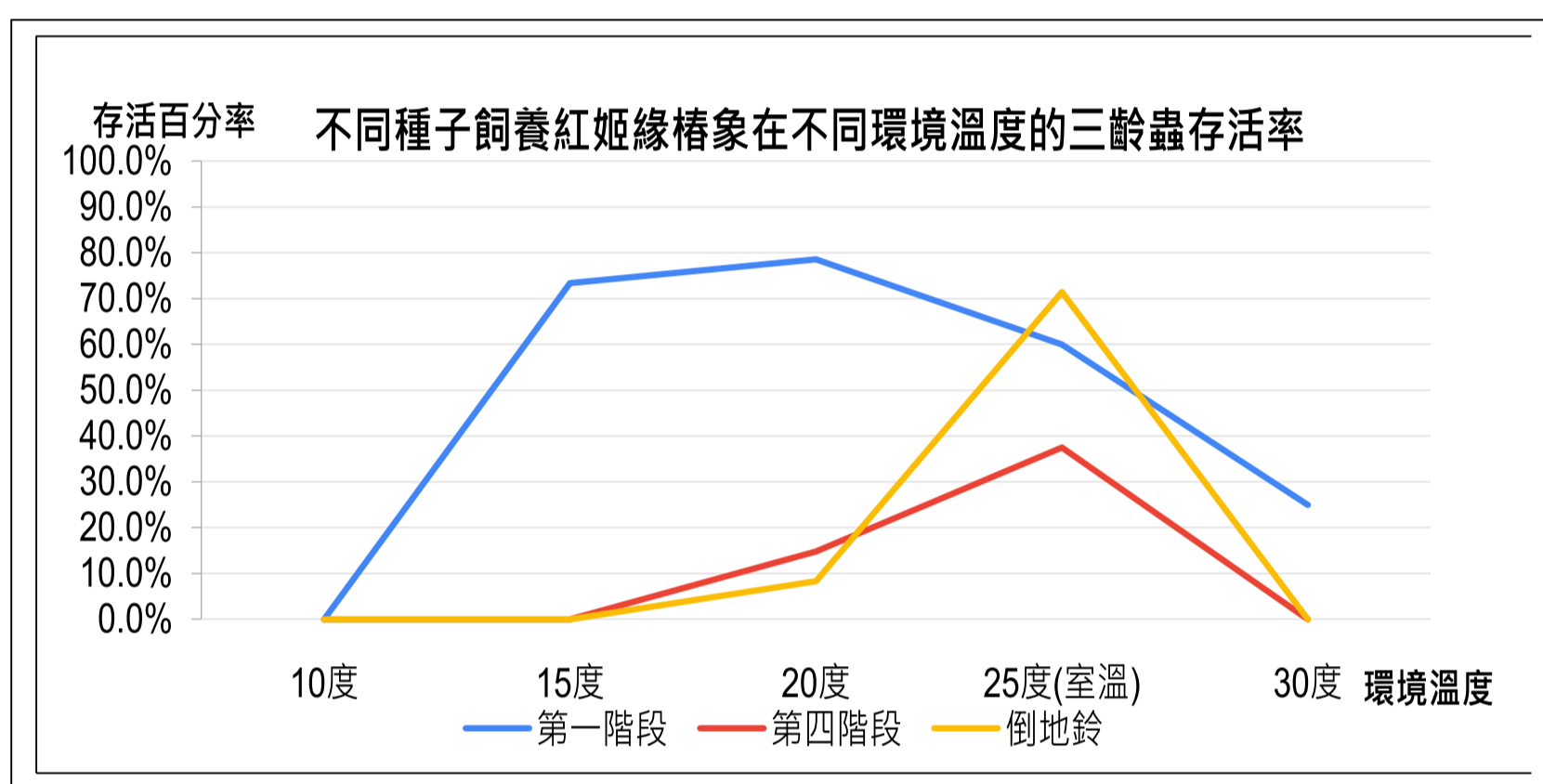
### (二)二齡蟲存活率比較



### 討論：

1. 以臺灣樂樹第四階段的種子飼養椿象，不管在哪一個溫度，存活率都很低，而以臺灣樂樹第一階段飼養的椿象存活率都比較高。
2. 以臺灣樂樹第四階段種子飼養的椿象，二齡蟲的存活率會隨著環境溫度的增加而增加。但是第四階段種子和倒地鈴種子飼養的紅姬緣椿象的存活率會在環境溫度升到25.8度(室溫)以上時，以臺灣樂樹第四階段種子和倒地鈴種子飼養的存活率明顯下降，而以臺灣樂樹第一階段種子則是在溫度上升到20度時，存活率會下降，但下降趨勢不顯著。

### (三)三齡蟲存活率比較



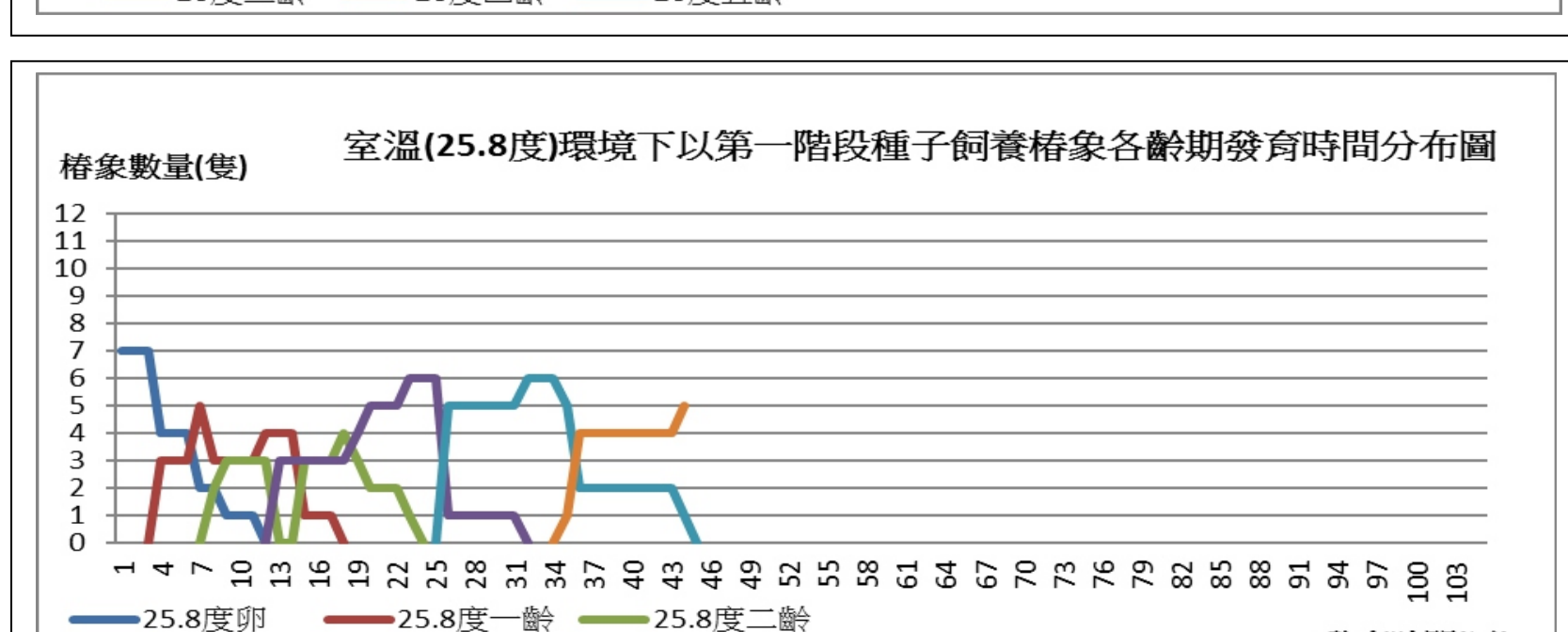
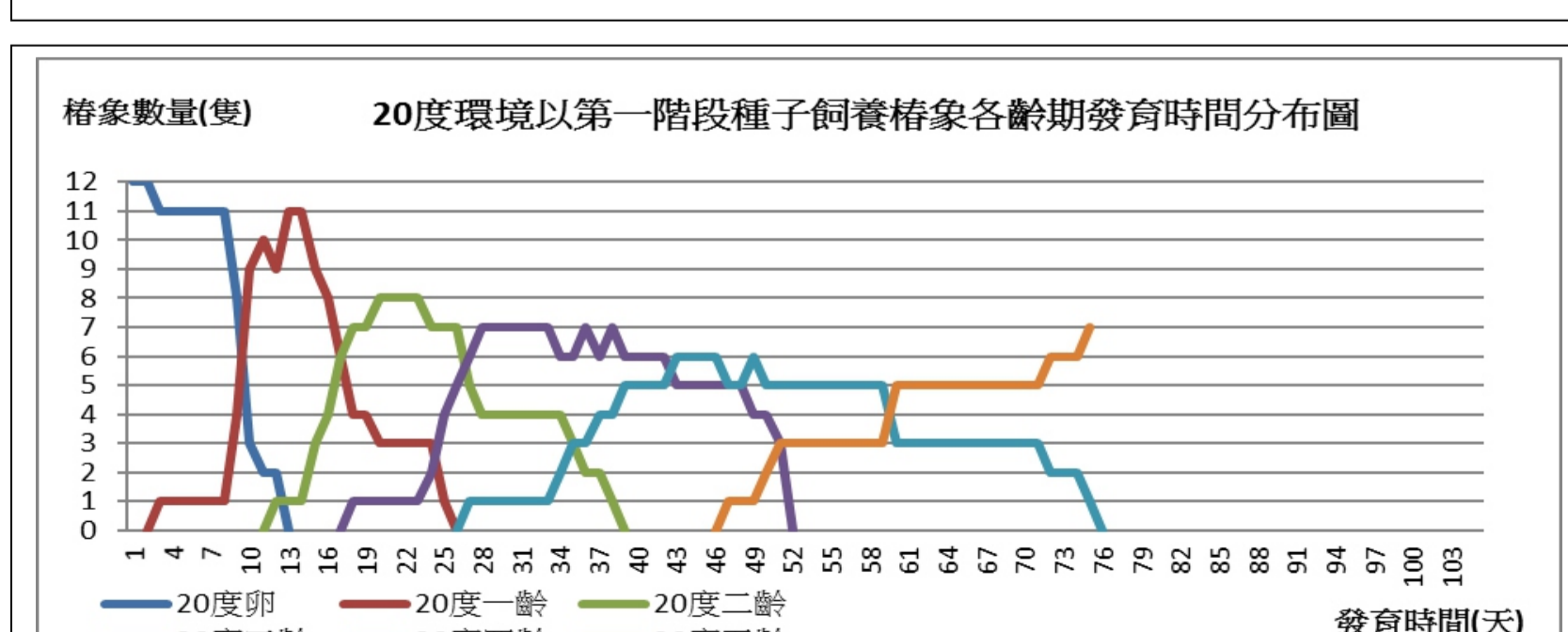
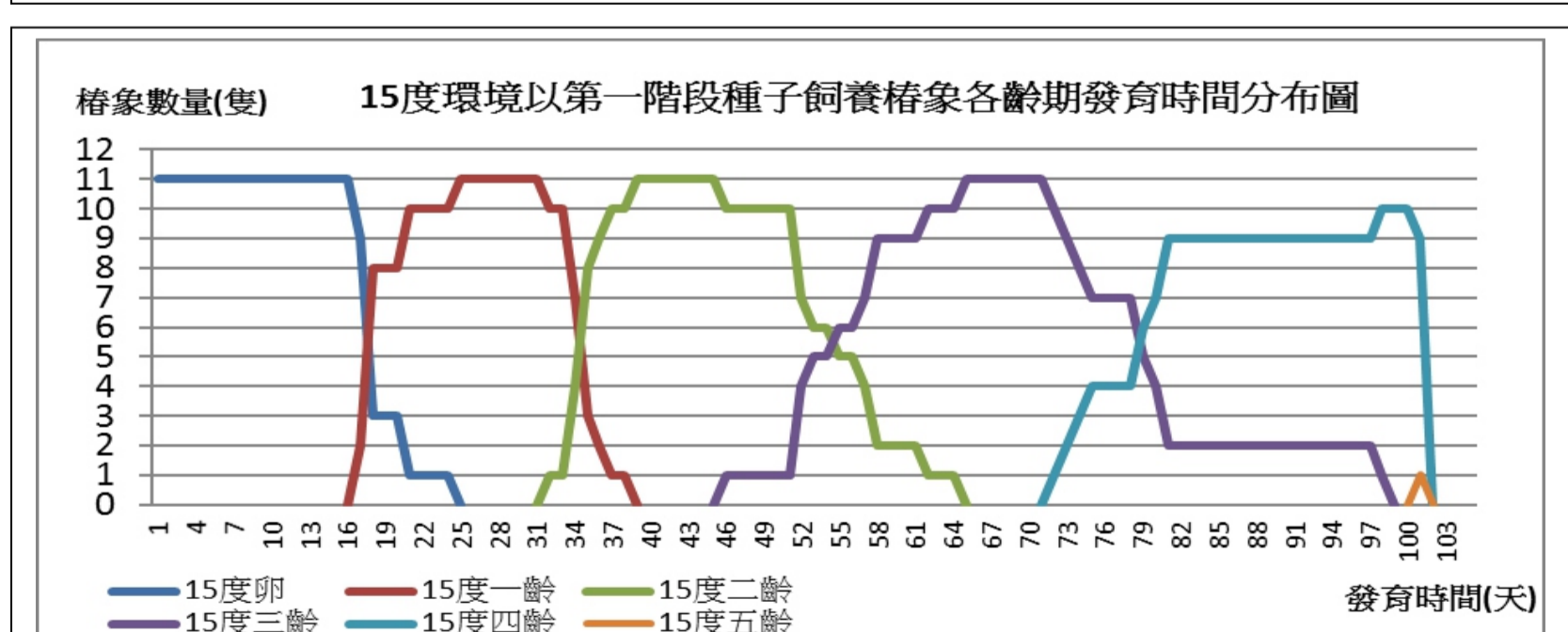
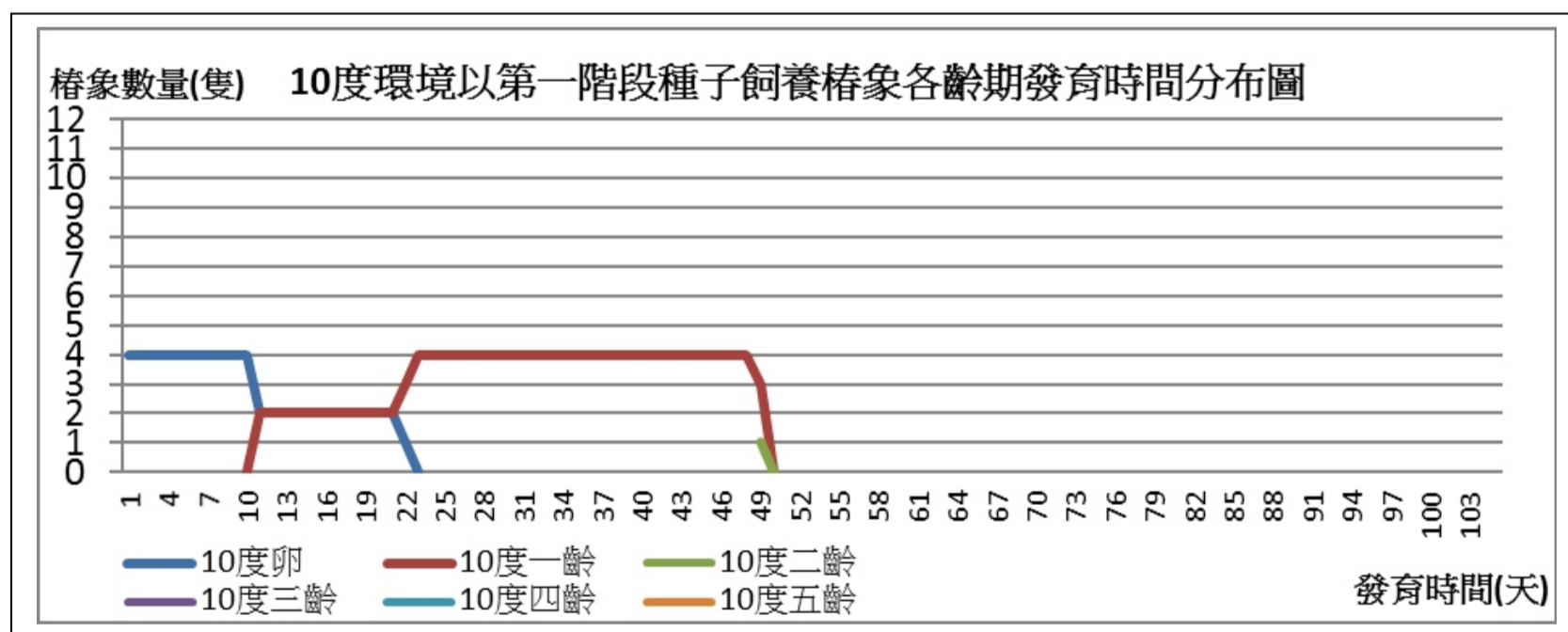
### 討論：

1. 以臺灣樂樹第四階段的種子飼養椿象，不管在哪一個溫度，存活率都很低，而以臺灣樂樹第一階段種子飼養的椿象存活率都比較高。
2. 以臺灣樂樹第一階段種子飼養的椿象在環境溫度上升到20度時，存活率開始下降。但是以臺灣樂樹第四階段種子和倒地鈴種子飼養的椿象反而在室溫環境的存活率是升高的。
3. 在10度或30度的環境溫度下，以臺灣樂樹第四階段種子和倒地鈴種子飼養的椿象存活率都是0，只有以臺灣樂樹第一階段種子飼養的椿象在30度的環境溫度下存活率接近25%。

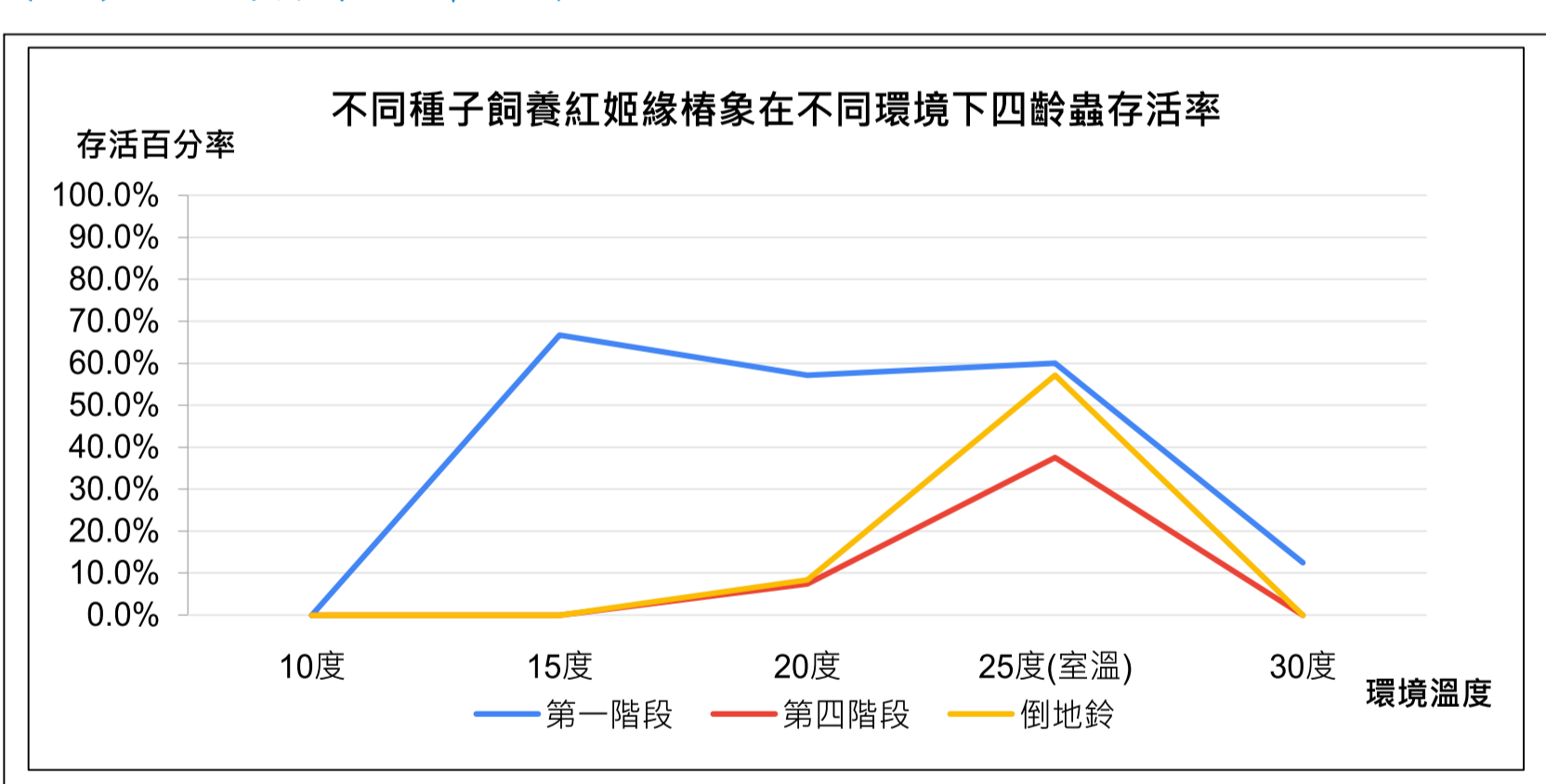
## 結果三：溫度和食物對紅姬緣椿象各齡期發育時間的影響

我們以臺灣樂樹第一階段種子、第四階段種子和倒地鈴種子飼養椿象，觀察牠們在不同環境溫度下齡期發育的表現情形，我們將發現的結果分成三個部分，第一部分是比較以臺灣樂樹第一階段種子飼養椿象，觀察椿象在10度環境、15度環境、20度環境、室溫環境和30度環境的齡期發育差異；第二部分是比較以臺灣樂樹第四階段種子飼養椿象，觀察椿象在10度環境、15度環境、20度環境、室溫環境和30度環境的齡期發育差異；第三部份是以倒地鈴種子飼養椿象，觀察椿象在10度環境、15度環境、20度環境、室溫環境和30度環境的齡期發育差異，統計資料見附錄(四)。

### (一)以臺灣樂樹第一階段種子飼養紅姬緣椿象，各環境溫度椿象齡期發育時間比較



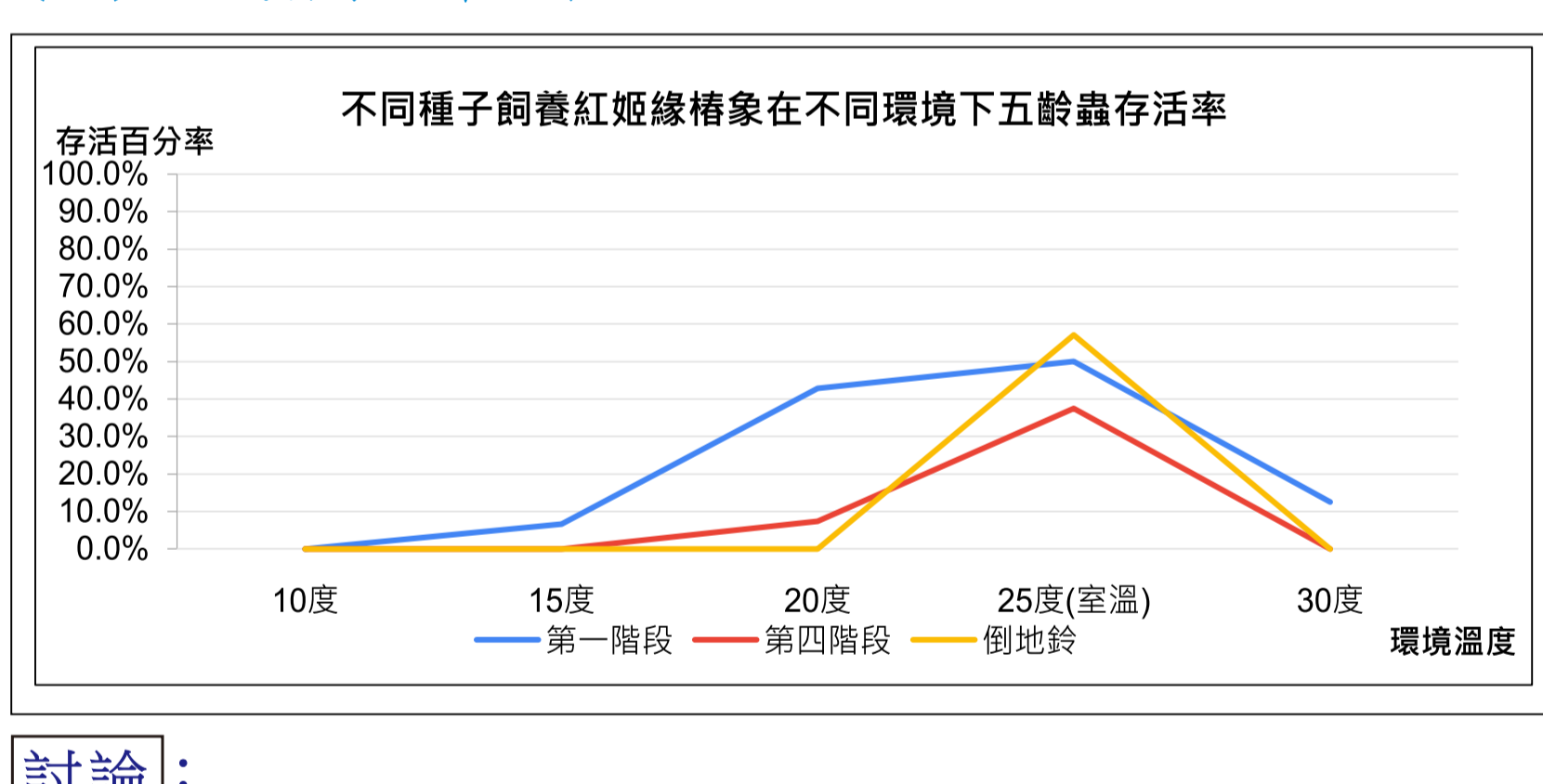
### (四)四齡蟲存活率比較



### 討論：

1. 以臺灣樂樹第四階段的種子飼養椿象，不管在哪一個溫度，存活率都很低，而以臺灣樂樹第一階段種子飼養的椿象存活率都比較高。
2. 以臺灣樂樹第一階段種子飼養的椿象在環境溫度上升到20度時，存活率開始下降，但是下降趨勢不顯著。但是以臺灣樂樹第四階段種子和倒地鈴種子飼養的椿象反而在室溫環境的存活率是升高的。
3. 在10度或30度的環境溫度下，以臺灣樂樹第四階段種子和倒地鈴種子飼養的椿象存活率都是0，只有以臺灣樂樹第一階段種子飼養的椿象在30度的環境溫度下存活率接近15%。

### (五)五齡蟲存活率比較

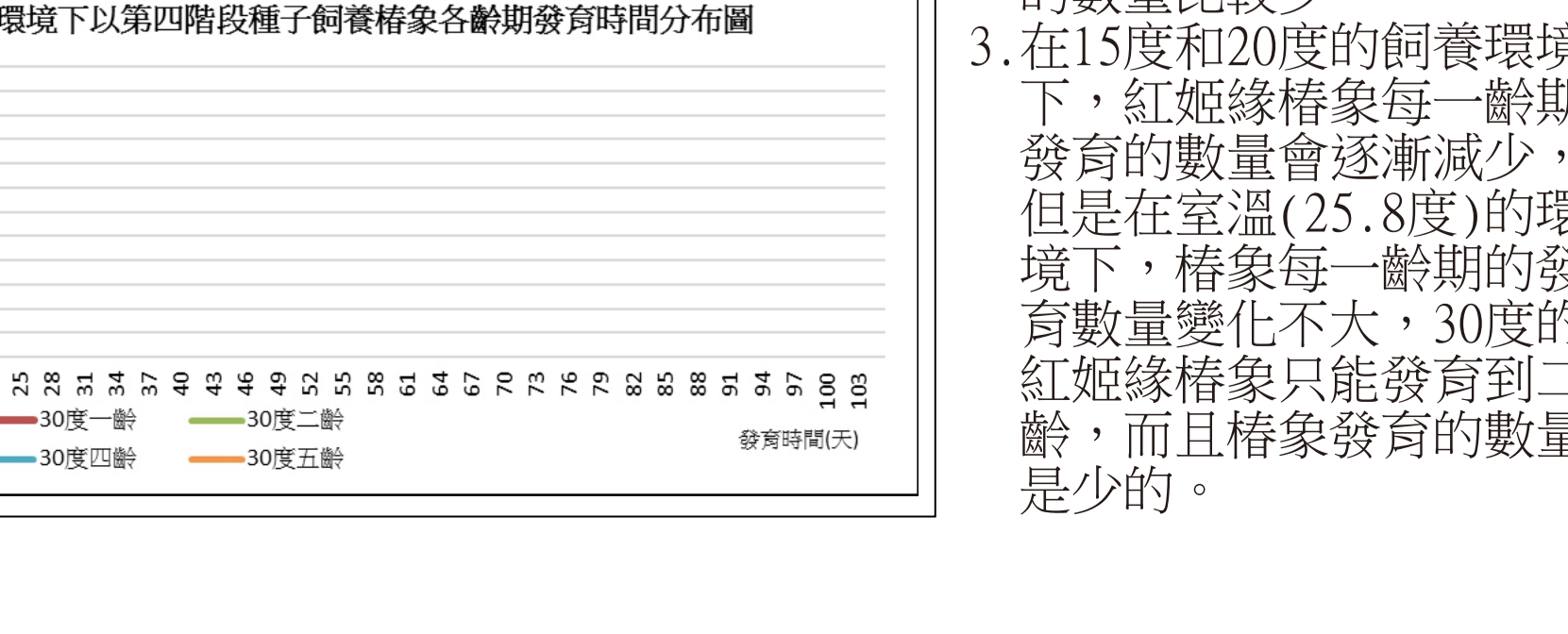
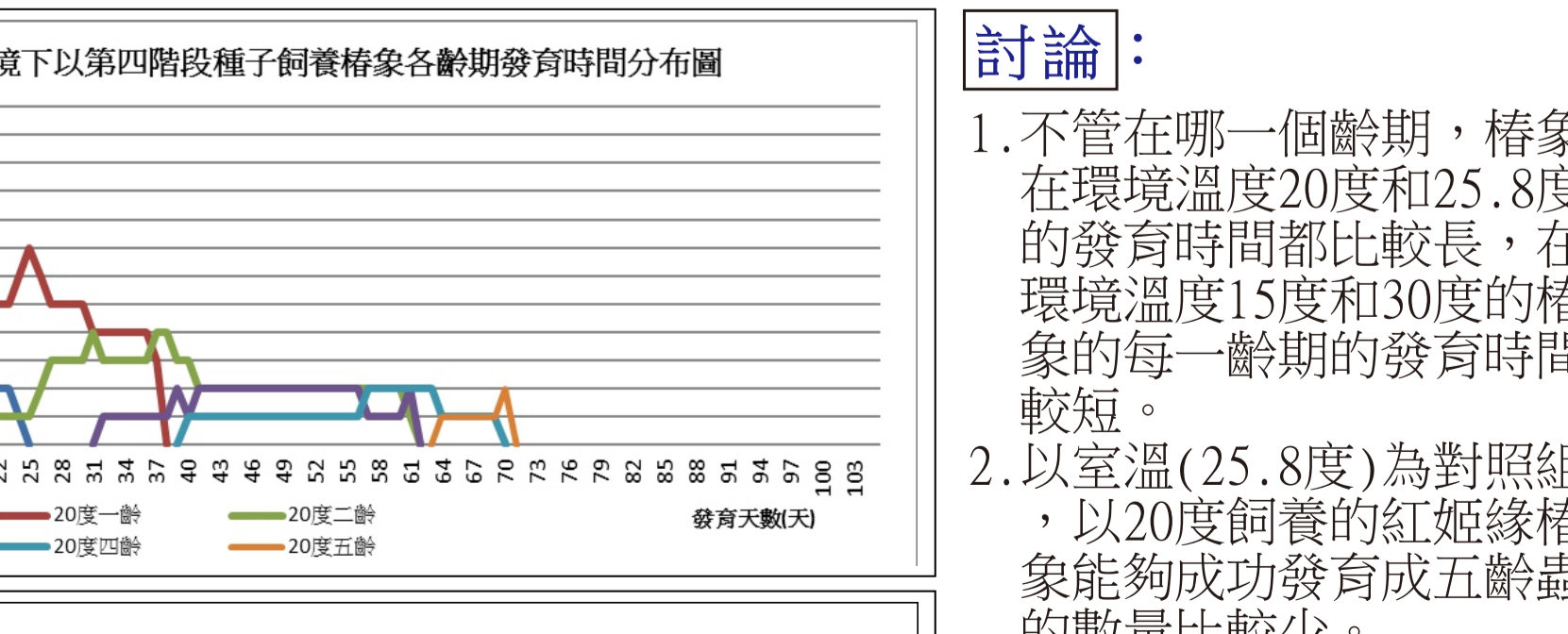
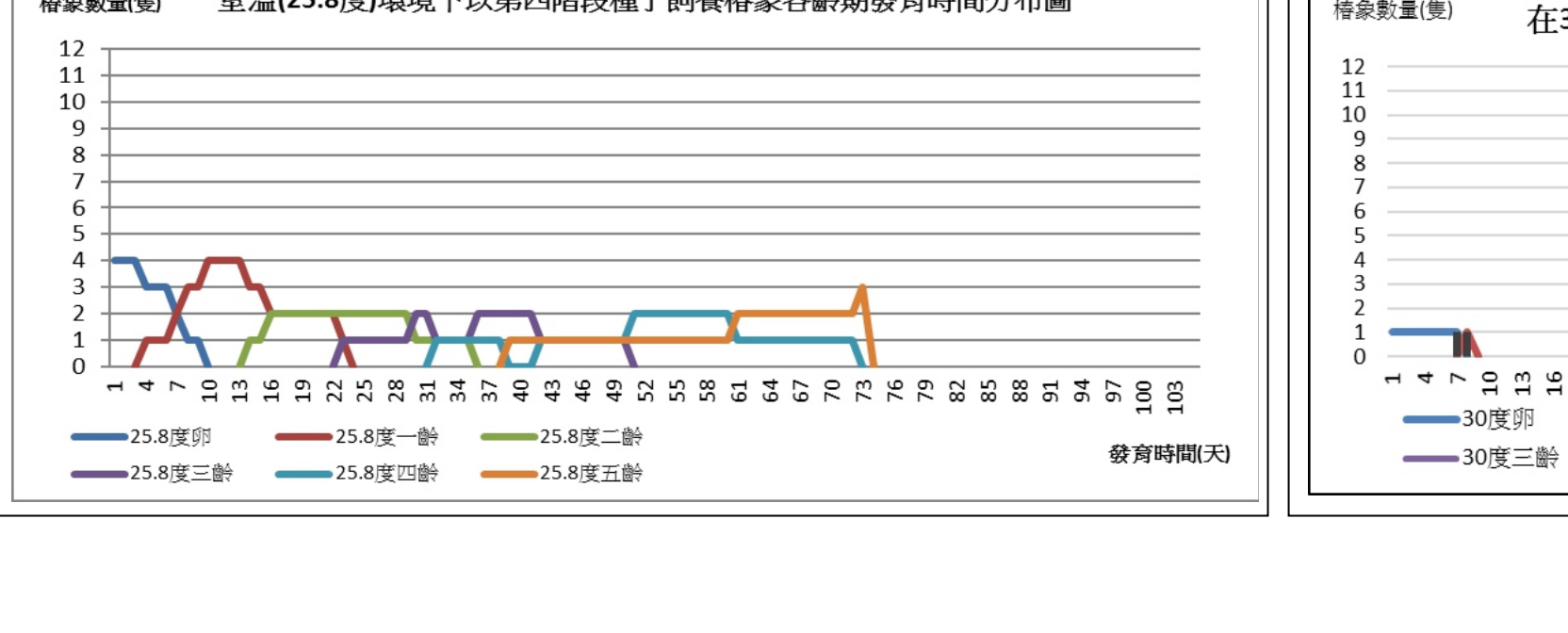
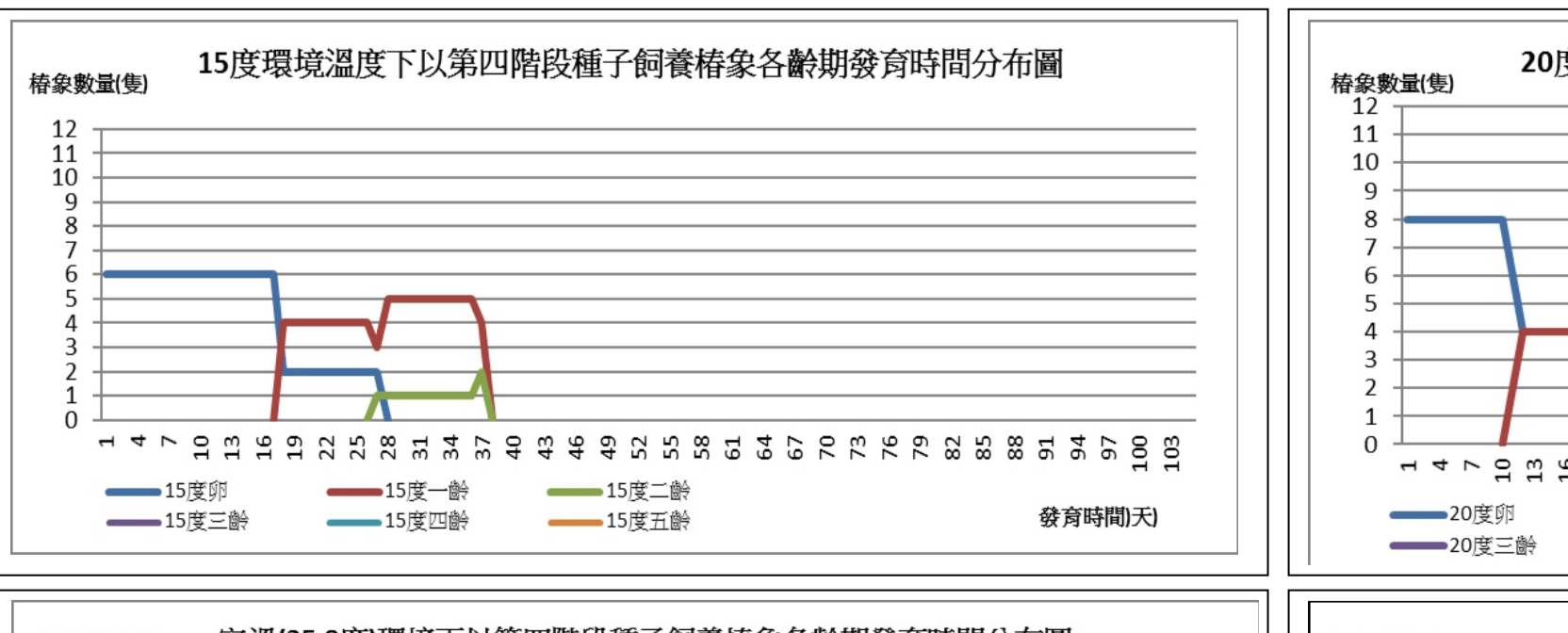


### 討論：

1. 以臺灣樂樹第四階段的種子飼養椿象，不管在哪一個溫度，存活率都很低，而以臺灣樂樹第一階段種子飼養的椿象存活率都比較高。
2. 以臺灣樂樹第一階段種子飼養的椿象會隨著環境溫度上升存活率持續增加，但是在室溫環境溫度25.8度以上，椿象的存活率開始下降。但是以臺灣樂樹第四階段種子和倒地鈴種子飼養的椿象反而在室溫環境的存活率是升高的，且此時以倒地鈴種子飼養的椿象甚至高於以臺灣樂樹第一階段種子飼養的椿象。
3. 在10度或30度的環境溫度下，以臺灣樂樹第四階段種子和倒地鈴種子飼養的椿象存活率都是0，只有以臺灣樂樹第一階段種子飼養的椿象在30度的環境溫度下存活率接近12%。

### (二)以臺灣樂樹第四階段種子飼養紅姬緣椿象，在各環境溫度椿象齡期發育時間比較

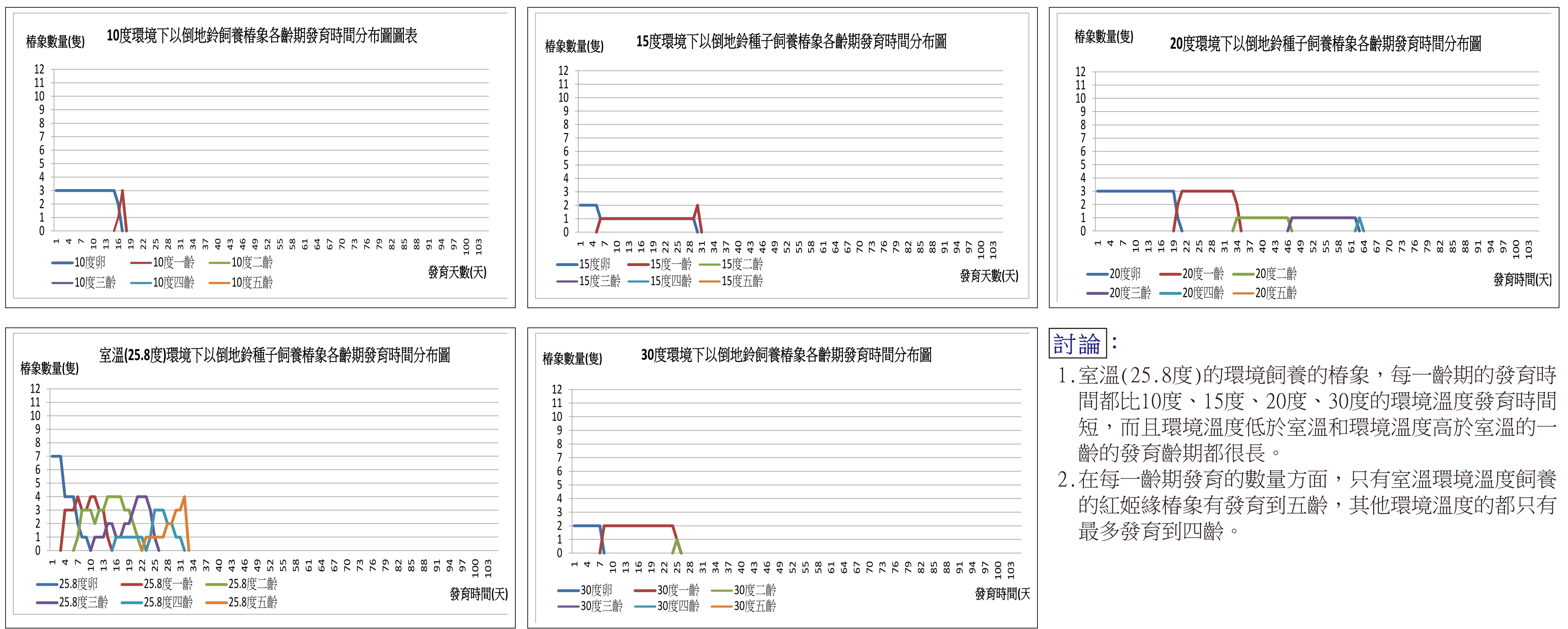
以臺灣樂樹第四階段種子飼養椿象的觀察實驗中，飼養在10度環境溫度的椿象沒有活超過一齡，死亡率很高，所以在發育時間分布圖的部分，沒有數據可以和飼養在其他環境溫度的椿象比較。



### 討論：

1. 不管在哪一個齡期，椿象在環境溫度20度和25.8度的發育時間都比較長，在環境溫度15度和30度的椿象的每一齡期的發育時間較短。
2. 以室溫(25.8度)為對照組，以20度飼養的紅姬緣椿象能夠成功發育成五齡蟲的數量比較少。
3. 在15度和20度的飼養環境下，紅姬緣椿象每一齡期發育的數量會逐漸減少，但是在室溫(25.8度)的環境下，椿象每一齡期的發育數量變化不大，30度的紅姬緣椿象只能發育到二齡，而且椿象發育的數量是少的。

### (三)以倒地鈴種子飼養紅姬緣椿象，在各環境溫度椿象齡期發育時間比較

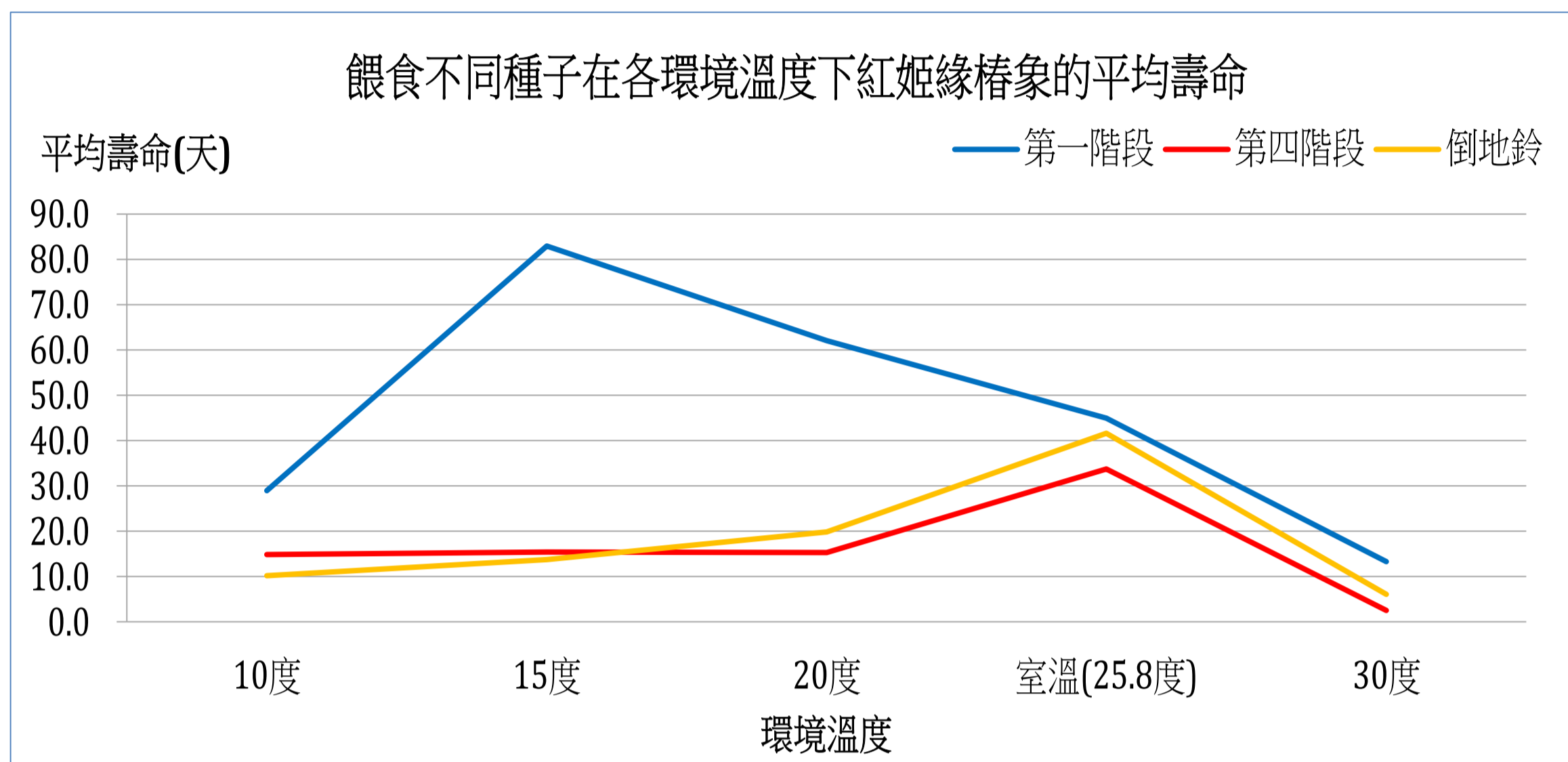


#### 討論：

1. 室溫(25.8度)的環境飼養的椿象，每一齡期的發育時間都比10度、15度、20度、30度的環境溫度發育時間短，而且環境溫度低於室溫和環境溫度高於室溫的一齡的發育齡期都很長。
2. 在每一齡期發育的數量方面，只有室溫環境溫度飼養的紅姬緣椿象有發育到五齡，其他環境溫度的都只有最多發育到四齡。

### 結果四：溫度和食物對紅姬緣椿象壽命的影響

我們以臺灣欒樹第一階段種子、第四階段種子和倒地鈴種子飼養紅姬緣椿象，發現不同種子在不同溫度環境下椿象的平均壽命會有所差異，以下為紅姬緣椿象在不同環境下平均壽命的比較，統計資料見附錄(五)。



#### 討論：

1. 不管在哪一個溫度，使用臺灣欒樹第一階段種子飼養的椿象，椿象的平均壽命都比用臺灣欒樹第四階段種子飼養的高。倒地鈴種子和臺灣欒樹第四階段種子飼養的平均壽命差異性不大。
2. 在環境溫度10度~室溫(25.8度)之間，以倒地鈴種子和臺灣欒樹第四階段種子飼養的椿象，其平均壽命都是逐漸增加，一直到環境溫度為30度時，椿象的平均壽命降到最低。
3. 在室溫的環境下，以倒地鈴種子和臺灣欒樹第四階段種子飼養的椿象，其平均壽命皆高於其他環境溫度，甚至其平均壽命已趨近於以臺灣欒樹第一階段種子飼養的紅姬緣椿象。
4. 以臺灣欒樹第一階段種子飼養的椿象，在較低溫的環境中—10度和15度，椿象的平均壽命是增加的，且在15度的環境達到平均壽命最高峰，椿象的平均壽命隨著環境溫度逐漸升高，平均壽命也逐漸降低，降低到與其他兩種種子—倒地鈴種子和臺灣欒樹第四階段種子飼養的平均壽命逐漸趨於一致。
5. 在10度環境和30度環境下，以三種種子飼養的椿象平均壽命都很低。

## 陸、結 論

- 一、環境溫度的高低會影響紅姬緣椿象的卵的孵化率、發育時間、發育齡期、存活率和椿象壽命，當環境溫度越高，椿象卵的孵化率高、發育時間越快，發育齡期愈完整、存活率越高以及椿象壽命越短；當環境溫度越低，椿象卵的孵化率較低，發育時間越慢，發育齡期較不完整、存活率越低以及椿象壽命較長。但是，在過低的環境溫度下，椿象會呈現滯育狀態。
- 二、種子的成熟度會影響紅姬緣椿象的發育時間、發育齡期、存活率和椿象壽命，當種子成熟度低，椿象的發育齡期越完整，存活率也較高以及椿象壽命也越長；當種子成熟度高，椿象的發育齡期越不完整，存活率低以及椿象壽命也較短。
- 三、環境溫度過低或過高，會影響椿象的存活率和發育齡期的完整性，但是只要在過高或過低的環境下餵食較不成熟的種子，會提高椿象的發育齡期的完整性和增加椿象的存活率。我們比較成熟與未成熟的種子發現，成熟與未成熟種子成分最大的差異是水分、熱量、脂肪量和碳水化合物，有研究報告指出，種子內含水分對無患子椿象吸食有一定影響，且隨著種子內含水分的增加，倒地鈴種子被吸食的針數增加(第50屆全國科展)。因此，以含水分較多的種子餵食在較惡劣環境下的椿象，會提高其存活率，甚至也會增加其發育齡期的完整性。
- 四、臺灣欒樹種子是紅姬緣椿象的主要寄主植物，所以不管以哪一種型態的臺灣欒樹種子飼養的椿象，發育狀態較完整，且發育狀態以未成熟種子餵食的椿象優於餵食成熟種子的椿象。文獻提到欒樹種子在春天蒴果落盡時，紅姬緣椿象會遷徙到有倒地鈴的環境中(吳秀雲，2010)，雖然以非寄主植物倒地鈴種子飼養的椿象，發育狀態沒有像餵食主要寄主植物發育狀態較完整，紅姬緣椿象也因遷徙到倒地鈴的環境中，族群數量會因而減少，但卻可以在寄主植物缺少的情形下，得以延續族群。

## 柒、參考資料

- 一、未來兒童2019年 12月 第69期
- 二、洪巧珍、黃振聲試驗昆蟲之大量飼育革新第十九號(八十六年三月)
- 三、吳秀雲(2010) 臺灣欒樹上紅姬緣椿象之生活史碩士論文 國立屏東科技大學
- 四、嘉義縣立六嘉國民中學。喙生會食—探討無患子椿象喙的差異對食物選擇的影響。全國中小學第50屆科展作品說明書
- 五、臺東縣臺東市東海國民小學。欒紅椿動—臺灣欒樹和紅姬緣椿象共生互利探究。全國中小學第56屆科展作品說明書
- 六、林子欽(2011) 小紅姬緣椿象與倒地鈴的互利共生關係碩士論文 國立台南大學