

中華民國第四十七屆中小學科學展覽會
作品說明書

國小組 自然科

第三名

081546

米象習性及休眠的研究

學校名稱：臺北市內湖區內湖國民小學

作者： 小六 陳夢晴 小六 周立欣 小六 鄒佳玲 小六 羅思庭	指導老師： 黃加嬋 劉俞均
---	---------------------

關鍵詞：米象 休眠 假死

米象習性及休眠的研究

摘要

米象不會游泳，不喜歡有水的環境，喜歡窩在黑暗、狹窄的地方，對顏色無特別偏好，相對濕度 40%以下容易死掉。很少飛，一般以爬行爲主，爬行時有負趨地性。受到驚動時常常會假死幾秒及鑽出米堆向外向上爬。

在低溫及差的空氣品質下，米象會休眠、降低代謝以渡過不良環境，但不會被缺乏食物、日照長短、濕度降低等因素影響而休眠。存活率與休眠的時間成反比，而當日死亡數與休眠的時間及溫度下降量成正比。

經實驗證明，乾燥的柚子皮、花椒、山葵、八角茴香、煙草、活用備長炭皆無防治米象效果，甚至蒜頭米、辣椒、老薑還會使米發霉變質，唯有將米放冰箱、在密封狀態下灌二氧化碳或加去氧劑，或降低相對濕度至 40%以下，才能徹底消滅米象。

壹、研究動機

前年 5 月在米堆中發現一些米蟲，看起來很令人討厭。米缸中的米象是如何產生的？如何趕走這討人厭的米象？聽說將米放進冰箱就可以殺死米象，但等牠們六腳朝天不動後，將這袋米拿出，這些米象卻死而復活，好像什麼事都沒發生過。這些有趣的現象，引起我們的好奇心，進而決定研究米象的生活習性與休眠機制，再來探討如何防治米象。

貳、研究目的

一. 研究米象的生活習性：

研究米象進食和運動的方式、受驚動時的反應及交配狀況；米象對顏色、乾濕度、明暗及空間的喜好度；濕度與溫度改變以及不進食對米象的影響。

二. 探討米象的休眠機制：

研究何種環境下米象會呈現休眠狀態；米象在冰箱的冷凍庫、冷藏室及保鮮室的休眠狀況；米象在溺水、缺氧以及灌充二氧化碳後的休眠情形。

三. 尋找防治米象的方法：

檢驗網路上各種盛傳能夠防治米蟲的物品或環境，是否確實有防治效果。

參、研究設備及器材

數位相機、試管、二氧化碳鋼瓶、去氧劑、乾燥劑、放大鏡、蒜頭米、辣椒、花椒、薑、山葵、柚子皮、八角茴香、煙草、活用備長炭、透明塑膠容器（布丁盒）



飼養場景

肆、研究過程或方法及結果

一. 米象的生活習性探討

(一) 米象如何吃米？對米有何影響？

【方法】

用放大鏡觀察，米象的嘴巴在哪？如何吃米？米被吃後有何影響？

【觀察結果】

米象頭部前方有一根尖尖長長、如大象鼻子般的「口吻」，成蟲以最前端的口從米外面開始咬食。而幼蟲一生都在米粒內，漸漸將米嚙咬成空洞，排泄於米粒外。

米象蛀食米粒造成碎塊，產生大量粉屑及糞便污染糧食，而且增加米的吸濕性，使米容易發霉、產生黴菌，因此米象實在是糧食的大害蟲。

		
成蟲從外面開始咬食米粒（圖右），幼蟲則從內部開始蛀空米粒（圖左）	米象不但將米粒破壞，米也容易發霉變質	

(二) 米象爬行時有何特性？

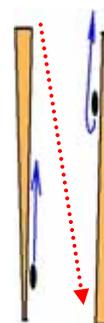
【爬行實驗】

【方法】

觀察米象爬行的路徑與速度，然後將米象放在竹筷上使其往上爬，若將竹筷倒轉使米象頭朝下，觀察牠們是否會繼續往下爬，還是會倒頭往上爬？

【結果】

=>正常環境下米象行走路線大約是直的，在平地爬行速度每秒約 10mm。而將竹筷倒轉時，大部分的米象會倒頭再往上爬（右圖藍線），因此有負趨地性。



(三) 米象會飛嗎？

【方法】

將米象往上丟到空中及讓牠跌落一公尺的地上，觀察米象是否會飛。

【觀察結果】

不管將米象往上丟或讓牠跌落地上，米象都不飛。雖然米象有翅膀，一般以爬行為主，我們飼養米象快兩年，只觀察到二隻曾經飛過。



(四) 米象受到驚動時有什麼反應？

【方法】

用手攪動米粒及振動容器，觀察米象受到驚動時有什麼反應？

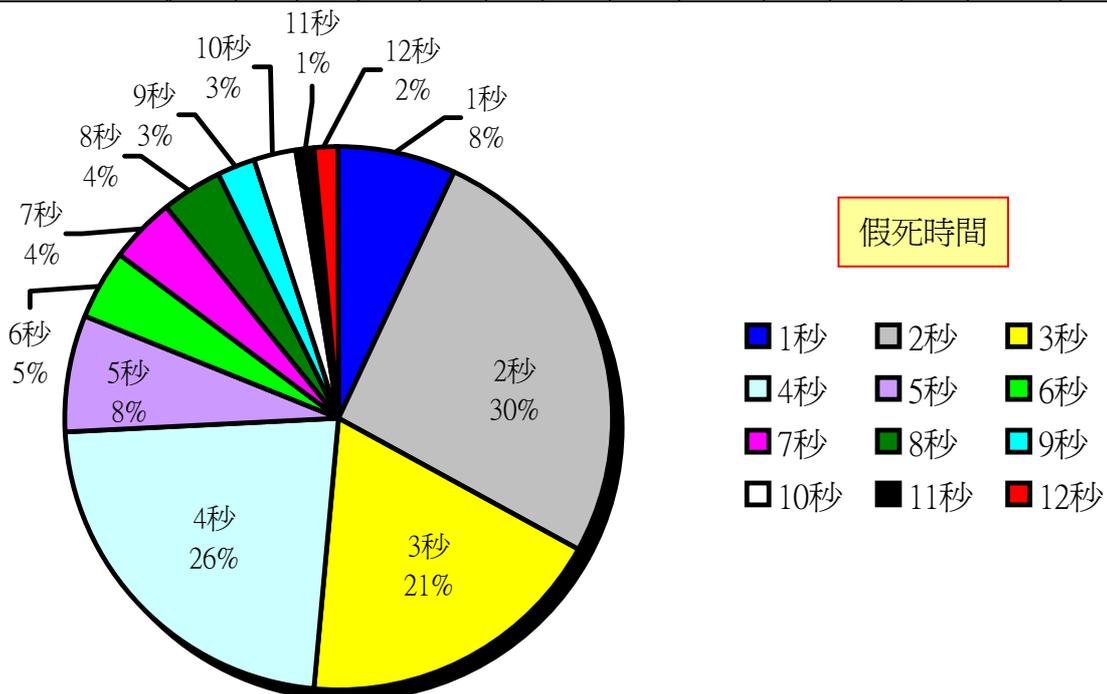
【結果】

=>米象受到驚動時會假死及往外向上爬：

	
<p>當觸碰到米象周圍容器或是當牠感覺到風吹草動、天敵入侵時，牠常常會六腳一縮、裝死倒了下來。不過這種避敵行為不會維持很久，幾秒鐘後就會爬起來快速走動。</p>	<p>當攪動米粒或是振動容器時，幾乎所有的米象在1分鐘之內，會從米堆裡爬出，然後從容器內壁往上爬，最後聚集在最高處，1~2小時後才慢慢鑽回米堆裡。</p>

【表】假死時間多久(室溫)

實驗 \ 秒	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13↑	共
A組	1	16	20	4	4	3	3	2	3	2	1	1	0	60
B組	10	15	10	7	4	3	3	2	2	2	1	1	0	60
C組	3	23	8	10	6	3	2	3	0	1	0	1	0	60
共(隻)	14	54	38	21	14	9	8	7	5	5	2	3	0	180
百分比(%)	7.8	30	21	26	7.8	5	4.4	3.9	2.8	2.8	1.1	1.7	0	100



(五) 米象如何交配？

【觀察結果】



米象是以公上母下、頭部同向交配。交配時很謹慎，一有風吹草動，二者馬上分開。

(六) 米象喜歡什麼顏色的環境？

【顏色實驗】

【方法】

將紅橙黃綠藍靛紫黑白等顏色塗在紙上，然後將 20 隻米象放入，觀察牠們是否會沿某一條顏色線行走？

【結果】

=>當放入 20 隻米象時，牠們會朝不同方向以直線路徑向前走，顏色對行走路線無關，休息時也不會特別集中在某一區域。

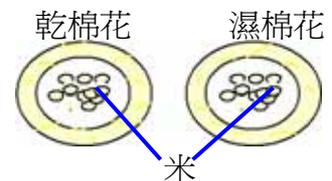


(七) 米象喜歡乾或濕的環境？會游泳嗎？環境的相對濕度下降會死嗎？

【乾濕環境實驗】

【方法】

分別將 10 粒米放在透明箱的乾棉花與濕棉花圍成一圈的中間，然後放入 40 隻米象，一天後觀察牠們會越過那種棉花去吃米？



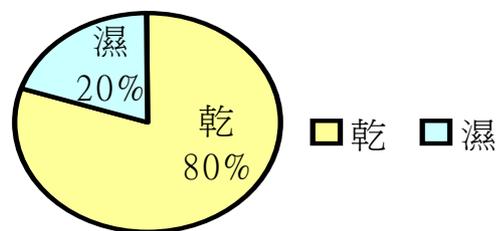
【結果】

=>米象較喜歡乾的環境：

【表】米象喜歡乾或濕的環境

實驗	棉花	
	乾	濕
A 組	25	2
B 組	22	5
C 組	21	10
共 (隻)	68	17
百分比 (%)	80	20

喜歡乾濕環境圓形圖表



【米象游泳與下沉實驗】

【方法】

將 64 隻米象放到水面上，觀察牠是否會游泳？會沈到水中嗎？多久會不動？

【結果】

=>米象不會游泳，剛放入水中不會下沉：



將米象丟到水上可輕易漂浮在水面，但牠六腳儘管不斷滑動，身體卻無法順利向前游動，碰到牆壁也無法爬上，也就是說米象不會游泳。5 分鐘後有些米象開始不動，有些開始沈到水底了。20 分鐘許多米象腳互相纏在一起而形成許多集團，似乎想爬到對方身上遠離水面。

【表】64 隻米象放水面不動與下沉個數

時間		5m	10m	15m	20m	25m	60m	90m	2h	8h	12h	18h	22h
不 動	累積個數	12	17	21	21	25	29	40	43	55	61	63	64
	百分比(%)	19	27	33	33	39	45	63	67	86	95	98	100
下 沈	累積個數	5	8	14	15	17	20	24	28	33	35	37	37
	百分比(%)	8	13	22	23	27	31	38	44	52	55	58	58

【註】：「m」、「h」分別表示分、時

【濕度實驗】

【方法】

在室溫有食物下，將 10 隻米象放到內含乾燥劑的容器中(空氣相對濕度 30%、40%、50%、60%與對照組 70%各 3 組)，觀察牠會活多久？

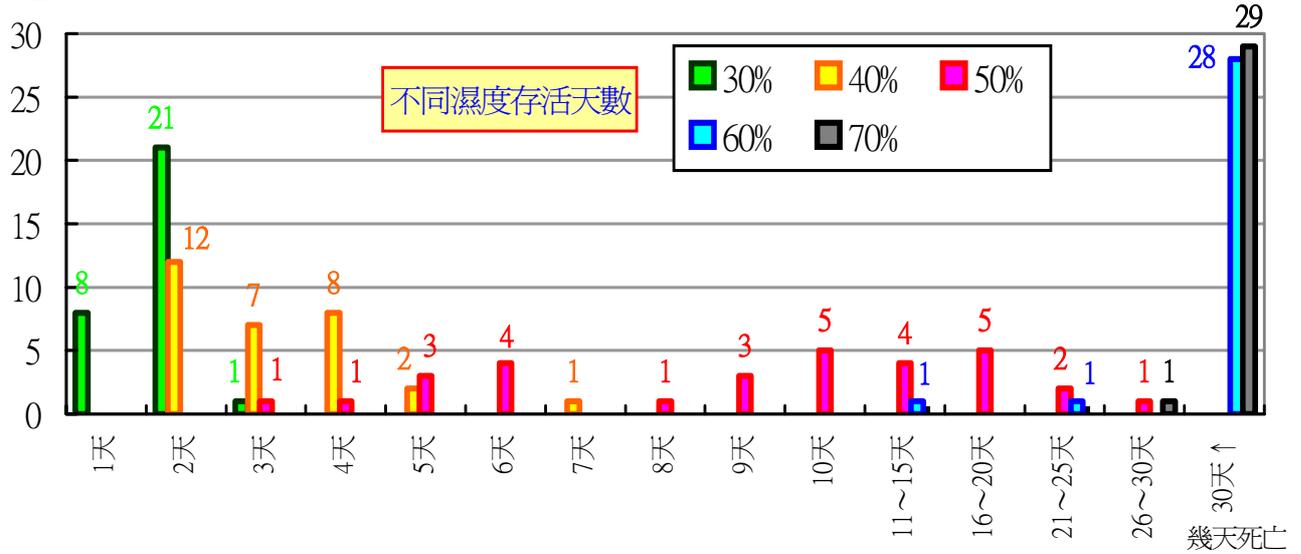
【結果】

=>米象適合居住在相對濕度 60%以上的環境，濕度 50%時可活數週，濕度 40%以下則沒幾天就死掉：

【表】 相對濕度下降米象多久會死掉

濕度 \ 天		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11~15	16~20	21~25	26~30	30 ↑	
		30%	A 組	3	7												
B 組			9	1													
C 組	5		5														
共	8		21	1													
40%	A 組		5	2	2	1											
	B 組		3	3	3			1									
	C 組		4	2	3	1											
	共		12	7	8	2		1									
50%	A 組					1	2		1	2	2	1	1				
	B 組			1	1		2				2	1	2	1			
	C 組					2				1	1	2	2	1	1		
	共			1	1	3	4		1	3	5	4	5	2	1		
60%	A 組											1					9
	B 組													1			9
	C 組																10
	共											1		1			28
70%	A 組														1		9
	B 組																10
	C 組																10
	共														1		29

死亡個數



(八) 米象喜歡明亮或黑暗的環境？

【明暗實驗】

【方法】

將 40 隻米象放到密封的試管中，然後以黑布包住半邊，觀察牠們比較喜歡待在明亮或黑暗的環境？

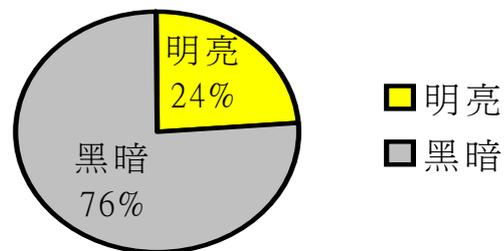


【結果】

=>米象較喜歡黑暗的環境：

【表】米象喜歡明亮或黑暗的環境

實驗	環境	
	明亮	黑暗
A 組	10	30
B 組	11	29
C 組	8	32
共 (隻)	29	91
百分比 (%)	24	76



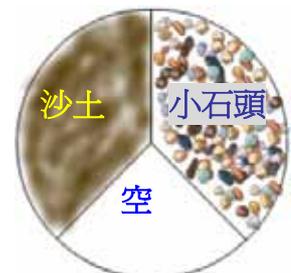
喜歡明或暗的環境

(九) 米象休息時喜歡窩藏在狹窄或空曠的環境還是土中？

【窩藏環境實驗】

【方法】

將容器分三格，其中兩格各放滿小石頭、沙土，然後將 20 隻米象放入，觀察牠們比較喜歡在那種環境休息？



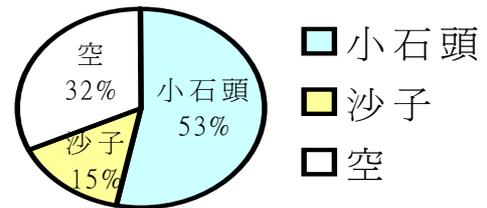
【結果】

=>米象較喜歡狹窄的環境：

【表】米象喜歡狹窄或空曠的環境

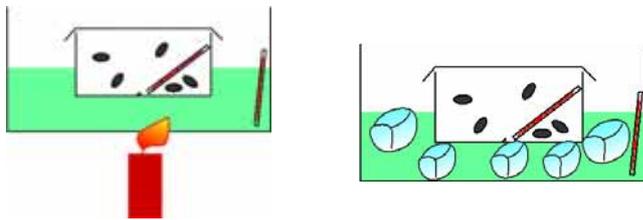
環境 \ 實驗	小石頭	沙子	空
A 組	12	2	6
B 組	11	2	7
C 組	9	5	6
共 (隻)	32	9	19
百分比 (%)	53	15	32

喜歡狹窄或空曠的環境



(十) 溫度對米象有何影響？

【方法】



將米象放入透明容器中隔水加熱使其溫度上升，另一組將冰塊放在容器四周使其溫度下降，然後每 5°C 觀察牠們的活動力與在容器壁爬行的速度。

【結果】

=>溫度上升，米象活動力增加，但超過 45°C 就會昏迷；溫度下降，米象活動力減少，但降至 18°C 就會休眠。

	實驗組			
溫度(°C)	35	40	45	50
活動力	全部疾走	有些疾走 有些倒下不動	一半昏迷 少數疾走	全部不動
爬行速度 (mm/秒)	5.7	3.8	2.8	0

	對照組	實驗組		
溫度(°C)	30	25	20	15
活動力	活動力佳 走的較快	有些在走動 有些在休息	大部分在休息 行動變慢	全部不動
爬行速度 (mm/秒)	4.0	2.3	1.0	0

(十一) 室溫下米象成蟲可活 3~6 個月。若不進食可活多久？一粒米可讓一隻米象活多久？

【禁食實驗】

【方法】

分三組，各將 50 隻米象放進空盒中，統計沒進食可活多久。另統計一粒米可讓一隻米象

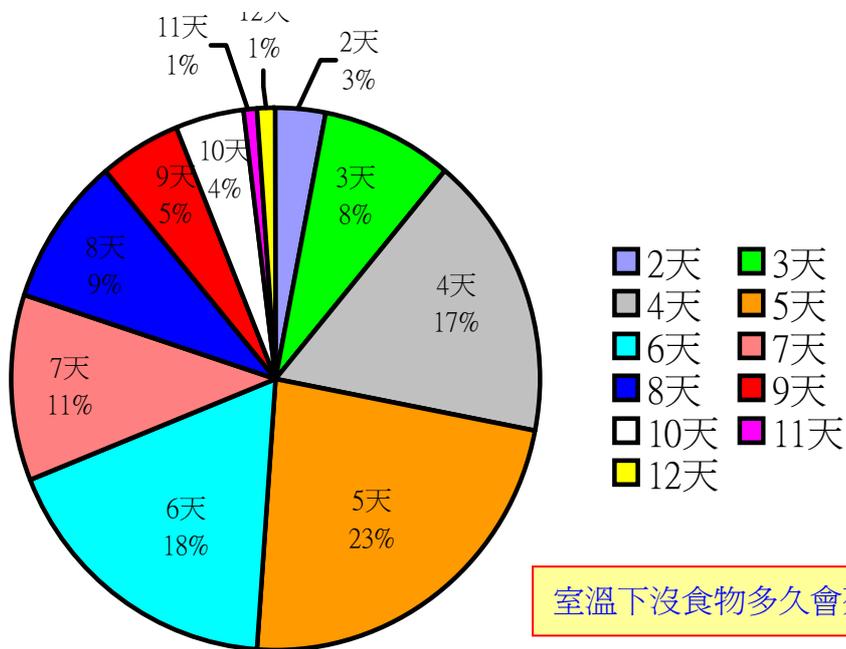
活多久？

【結果】

=>米象沒進食大部分 3~8 天會死，一粒米約可讓米象活 2~3 個月：

【表】室溫下沒食物多久會死

實驗 \ 天	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13 ↑	共
A 組		1	3	7	13	12	5	4	3	2				50
B 組			2	5	7	9	10	6	4	3	2	2		50
C 組		4	7	13	15	6	1	3		1				50
共 (隻)	0	5	12	25	35	27	16	13	7	6	2	2	0	150
百分比 (%)	0	3	8	17	23	18	11	9	5	4	1	1	0	100



【表】一粒米可讓一隻米象活多久

組別	A 組					B 組					C 組					平均
編號	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o	
天	55	60	66	68	71	43	60	66	78	87	57	63	72	78	91	68

二. 米象休眠的探討

(一) 何種環境下米象會呈現休眠狀態？

在不良環境條件下，有些昆蟲會暫時停止活動而呈靜止或昏迷狀態，以安全渡過不良環境。因此我們要防治米象，除了要先瞭解牠們的生活習性外，更要知道牠們的休眠狀態，不然牠們會（死而復活）！

【方法】

人工製造一些不良環境，觀察米象是否會休眠及休眠時的特徵。若休眠後 5 分鐘，將環境恢復正常，觀察米象是否會恢復活動及快甦醒時有哪些特徵。

【結果】

=>米象休眠時會六腳一縮、靜止不動而倒下。甦醒前，會先微抖腳上的附節及觸角，然後揮舞六腳以便翻身。

【表】何種環境下米象會休眠

變因	不良環境	米象反應
溫度	冷	溫度低於 18°C 開始休眠，溫度上升不一會就會正常活動
	熱	加熱至 40°C 開始慢慢不動，50°C 就全部不動，溫度回復正常後也不會動了（已死亡）
空氣	水中	在水上 5 分鐘開始慢慢不動（有些掙扎 10 小時才不動），離開水面需一段時間才恢復正常
	二氧化碳	將密閉容器灌入二氧化碳沒幾秒後就全部休眠，接觸空氣後不久會恢復正常活動
	缺氧	密閉容器放入去氧劑 0.5 小時後全部休眠，接觸空氣後需一段時間才恢復正常活動
食物	挨餓	挨餓 3~8 天死最多，放入食物後也不會動了
日照	黑暗	持續黑暗也無法讓其休眠
	光亮	持續照明也無法讓其休眠
濕度	乾燥	濕度 40% 以下，2~4 天慢慢不動死去，濕度回復正常後也不會動了

(二) 米象在冰箱冷凍庫(-15°C)的休眠研究：

【方法】

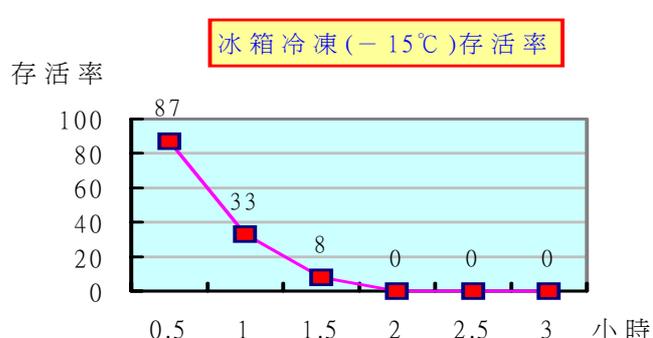
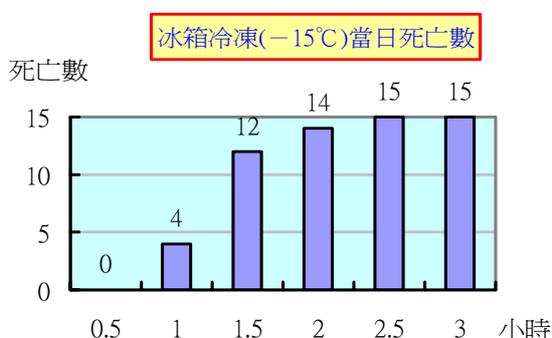
將米象放入空的布丁盒中，上面蓋住密閉(濕度 70)，然後置於 -15°C 的冰箱冷凍庫中使其昏迷。每半小時拿出 5 隻米象放在室溫，觀察牠們多久開始走動及回復正常環境後幾天死掉。

【結果】

=>詳見【附錄一】

-15°C,濕度 70%的時數	0.5	1	1.5	2	2.5	3
當日死亡數	0	4	12	14	15	15
中途死亡數	2	6	2	1	0	0
總死亡數	2	10	14	15	15	15
存活率 (%)	87	33	8	0	0	0

【註】：「當日死亡數」：解除不良環境當時的死亡總數，「中途死亡數」：解除不良環境後 30 天內的中途死亡總數，「總死亡數」：解除不良環境後 30 天內的總死亡總數（當日死亡數加上中途死亡數），「存活率」：（解除不良環境後可存活超過 30 天以上的總數）/15（全部）



(三) 米象在冰箱冷藏室(4°C)、塑膠盒有蓋(濕度 70%)的休眠研究：

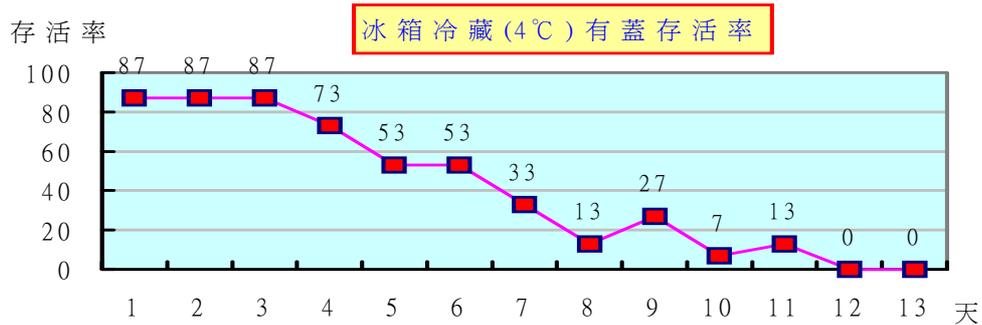
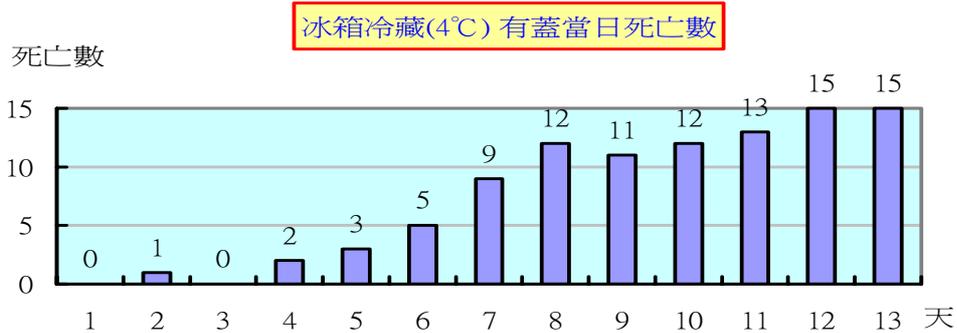
【方法】

將米象放入空的布丁盒中，上面蓋住密閉(濕度 70%)，然後置於 4°C 的冰箱冷藏室中使其昏迷。每一天拿出 5 隻米象放在室溫，觀察牠們多久開始走動及回復正常環境後幾天死掉。

【結果】

=>詳見【附錄二】

4°C,濕度 70%的天數	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
當日死亡數	0	1	0	2	3	5	9	12	11	12	13	15	15
中途死亡數	2	1	2	2	4	2	1	1	0	2	0	0	0
總死亡數	2	2	2	4	7	7	10	13	11	14	13	15	15
存活率 (%)	87	87	87	73	53	53	33	13	27	7	13	0	0



(四) 米象在冰箱冷藏室(4°C) 、塑膠盒無蓋(濕度 10%)的休眠研究：

【方法】

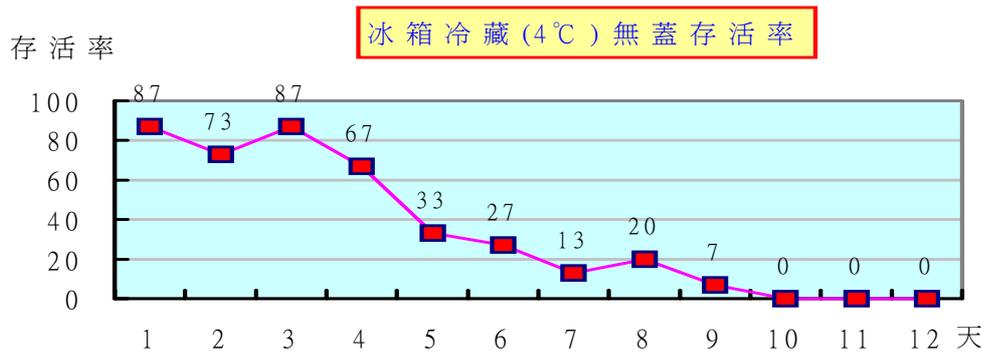
將米象放入空的布丁盒中，上面不要蓋住，然後置於 4°C 的冰箱冷藏室(濕度 10%)中使其昏迷。每一天拿出 5 隻米象放在室溫，觀察牠們多久開始走動及回復正常環境後幾天死掉。

【結果】

=>詳見【附錄三】

4°C,濕度 10%的天數	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
當日死亡數	1	2	1	3	7	6	11	11	14	15	14	15
中途死亡數	1	2	1	2	3	5	2	1	0	0	1	0
總死亡數	2	4	2	5	10	11	13	12	14	15	15	15
存活率 (%)	87	73	87	67	33	27	13	20	7	0	0	0





(五) 米象在冰箱保鮮室(8°C)的休眠研究：

【方法】

將米象放入空的布丁盒中，上面蓋住密閉(濕度 70%)，然後置於 8°C 的冰箱保鮮室中使其昏迷。每一天拿出 5 隻米象放在室溫，觀察牠們多久開始走動及回復正常環境後幾天死掉。

【結果】

=>詳見【附錄四】

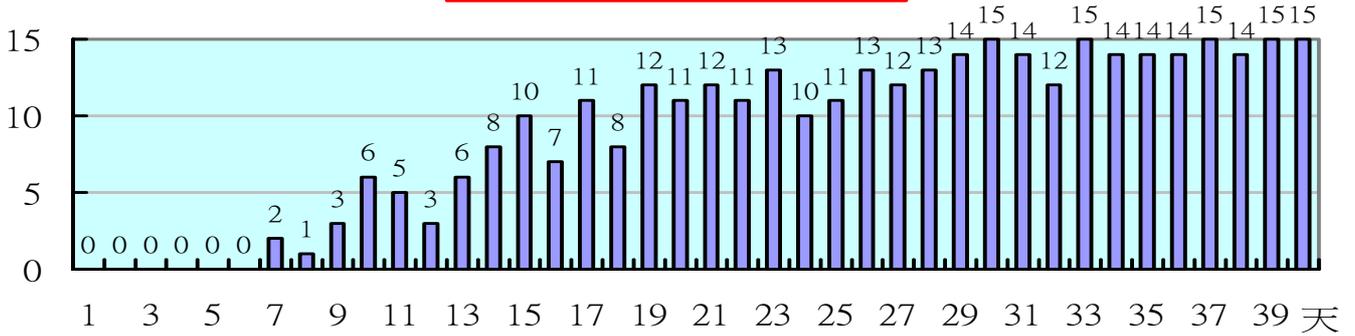
8°C,濕度 70%的天數	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
當日死亡數	0	0	0	0	0	0	2	1	3	6	5
中途死亡數	0	1	2	1	0	3	2	3	1	1	4
總死亡數	0	1	2	1	0	3	4	4	4	7	9
存活率 (%)	100	93	87	93	100	80	73	73	73	53	40

12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
3	6	8	10	7	11	8	12	11	12	11	13	10	11	13
4	3	4	1	1	1	1	1	0	1	1	0	1	2	1
7	9	12	11	8	12	9	13	11	13	12	13	11	13	14
53	40	20	27	53	20	40	13	27	13	20	13	27	13	7

27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
12	13	14	15	14	12	15	14	14	14	15	14	15	15
2	1	1	0	1	3	0	1	1	1	0	1	0	0
14	14	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15
7	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

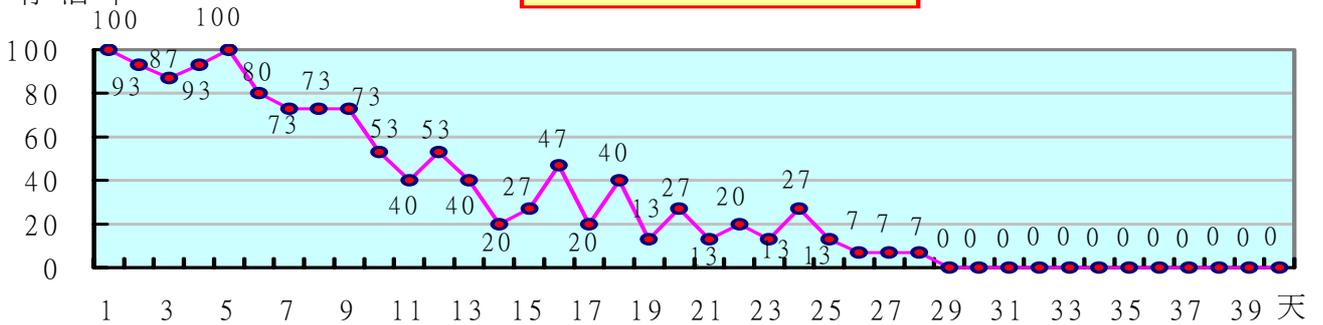
死亡數

冰箱保鮮(8°C)當日死亡數



存活率

冰箱保鮮(8°C)存活率



(六) 米象淹水的休眠研究：

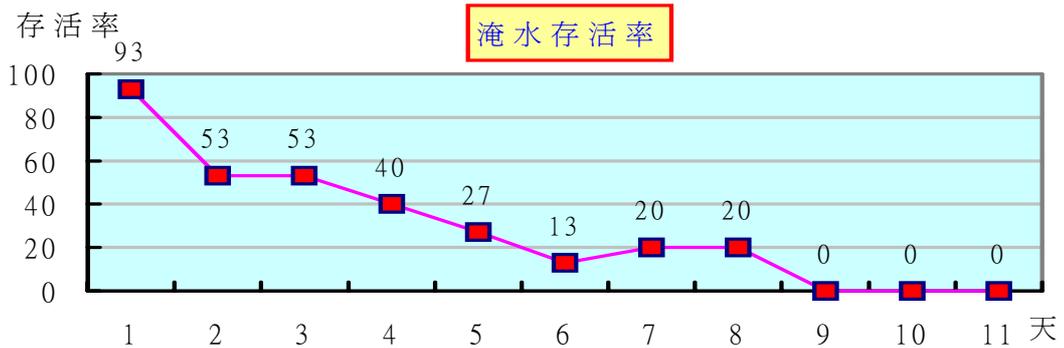
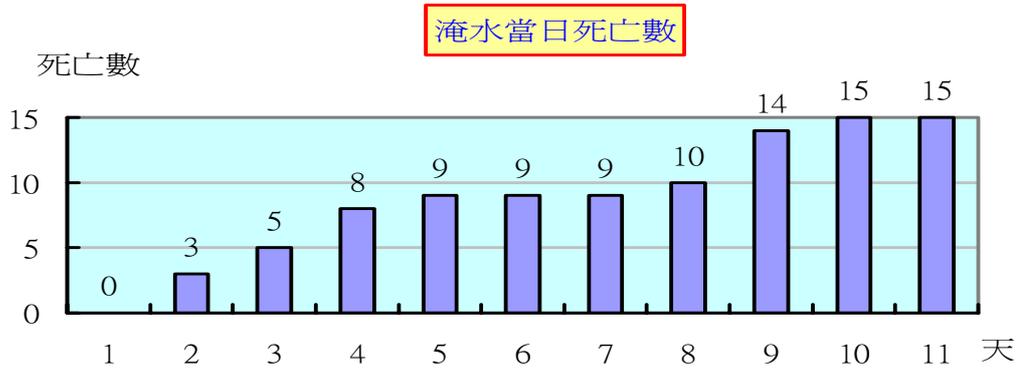
【方法】

將米象丟到水面使其昏迷，然後每一天拿出 5 隻米象放在乾的正常環境，觀察牠們多久開始走動及回復正常環境後幾天死掉。

【結果】

=>詳見【附錄五】

放入水中的天數	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
當日死亡數	0	3	5	8	9	9	9	10	14	15	15
中途死亡數	1	4	2	1	2	4	3	2	1	0	0
總死亡數	1	7	7	9	11	13	12	12	15	15	15
存活率 (%)	93	53	53	40	27	13	20	20	0	0	0



(七) 米象在放去氧劑的休眠研究：

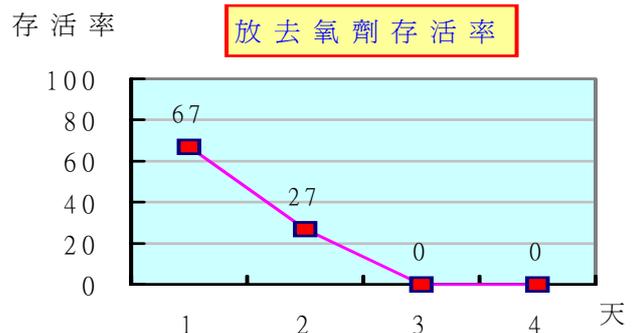
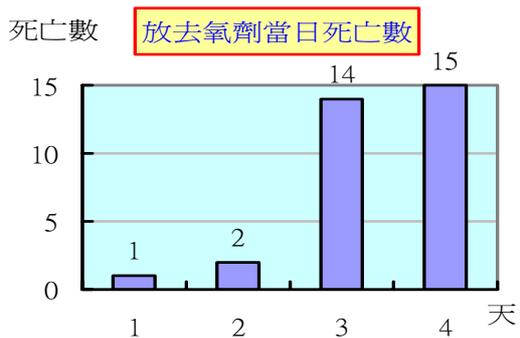
【方法】

將米象放入空的小密閉容器中，再放入去氧劑使其昏迷。然後每一天拿出 5 隻米象放在有空氣的正常環境，觀察牠們多久開始走動及回復正常環境後幾天死掉。

【結果】

=>詳見【附錄六】

放去氧劑的天數	1	2	3	4
當日死亡數	1	2	14	15
中途死亡數	4	9	1	0
總死亡數	5	11	15	15
存活率(%)	67	27	0	0



(八) 米象在充二氧化碳的休眠研究：

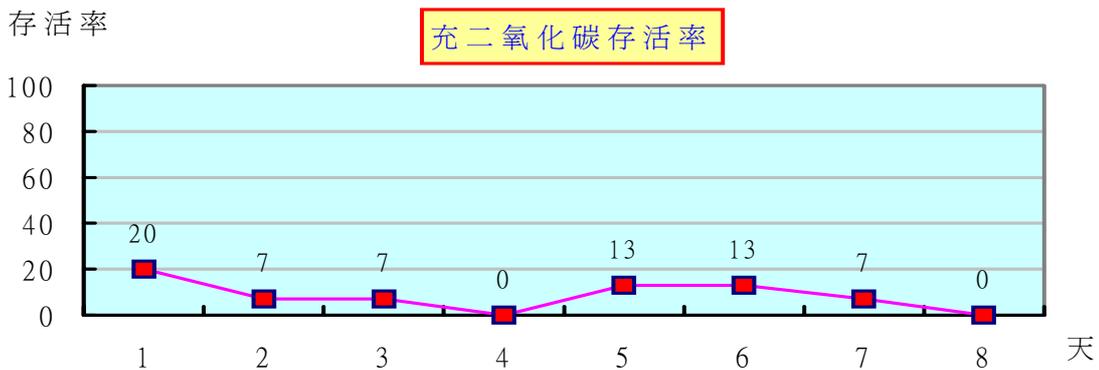
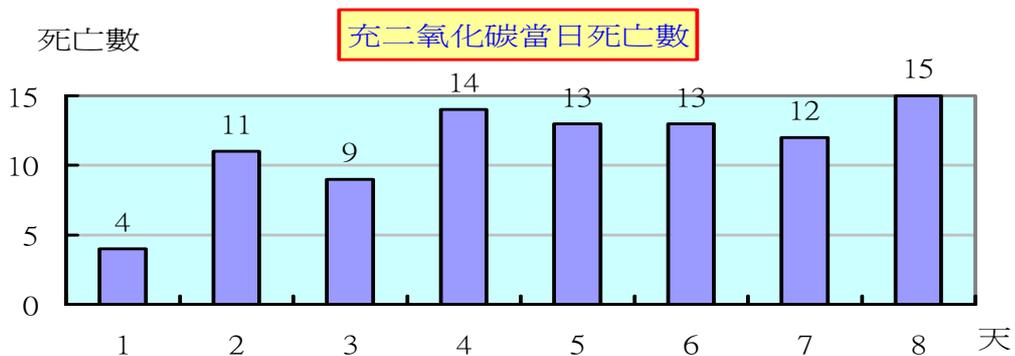
【方法】

將米象放入空的小密閉容器中，再灌進二氧化碳使其昏迷。然後每一天拿出5隻米象放在有空氣的正常環境，觀察牠們多久開始走動及回復正常環境後幾天死掉。

【結果】

=>詳見【附錄七】

二氧化碳中的天數	1	2	3	4	5	6	7	8
當日死亡數	4	11	9	14	13	13	12	15
中途死亡數	8	3	5	1	0	0	2	0
總死亡數	12	14	14	15	13	13	14	15
存活率(%)	20	7	7	0	13	13	7	0



三. 米象的防治

【米象的防治實驗】

【方法】

我們將網路上盛傳有防米蟲的物品或環境，例如刺激性辛辣的調味料蒜頭米、新鮮辣椒、乾燥花椒、老薑、哇沙米原料山葵（市售米蟲剋星及防米蟲貼）、中藥調味料八角茴香、含精油的芸香科植物乾燥柚子皮、含有尼古丁的煙草、乾燥劑（使濕度降至40%）、充二氧化碳、吸收氧氣的脫氧劑、防蟲淨水脫臭的活用備長炭、冰箱上層冷凍-15°C、中層冷藏4°C、下層

保鮮 8°C 及小冰箱 15°C 等，分別付予或加入【成蟲組】及【幼蟲與蛹組】中，長期觀察米象生長狀況。【成蟲組】是放入 20 克新鮮米（約 1000 粒）及 20 隻米象（無米象幼蟲），【幼蟲與蛹組】是放入約 40 克含米象幼蟲的舊米上（無成蟲）。



【結果】

=>有以下三種情況發生：

1. 米象會提早死亡：乾燥劑、充二氧化碳、去氧劑或放入冰箱皆能有效防治米象

防治項目		組別		成蟲組（原先 20 隻）			幼蟲與蛹組（原先無成蟲）		
		時間		10 天	30 天	60 天	10 天	30 天	60 天
實驗組	乾燥劑(40%)			0	0	0	0	0	0
	充二氧化碳			0	0	0	0	0	0
	去氧劑			0	0	0	0	0	0
	冰箱冷凍 -15°C			0	0	0	0	0	0
	冰箱冷藏 4°C			5	0	0	0	0	0
	冰箱保鮮 8°C			12	2	0	0	0	0
	小冰箱 15°C			17	4	0	0	0	0
對照組				20	20	80	8	25	53

※ 數字表示有多少隻活的米象成蟲

2. 米象不會死亡：乾燥花椒、防米蟲貼（米蟲剋星略有效）、乾燥柚子皮、八角茴香、煙草及活用備長炭對於防治米象沒有效

防治項目		組別		成蟲組（原先 20 隻）			幼蟲與蛹組（原先無成蟲）		
		時間		45 天	60 天	90 天	45 天	60 天	90 天
實驗組	乾燥花椒			33	77	96	19	37	58
	米蟲剋星			14	18	30	31	32	42
	防米蟲貼			31	84	118	35	51	64
	乾燥柚子皮			33	45	99	51	42	46
	八角茴香			27	43	90	35	42	51
	煙草			29	40	87	14	24	38
	活用備長炭			22	35	55	18	29	47
對照組				30	80	113	39	53	68

3. 米發霉而米象死亡：蒜頭米、新鮮辣椒及老薑使米發霉而米象最後也死亡，防治效果最差

防治項目		組別		成蟲組				幼蟲與蛹組			
		時間	一週	二週	三週	四週	一週	二週	三週	四週	
實驗組	蒜頭米		A	BC	D		A	BC	D		
	新鮮辣椒	A	B	C	D	A	B	C	D		
	老薑	A	BC	D		A	BC	D			
對照組		正常	正常	正常	正常	正常	正常	正常	正常		

註：A 實驗材料開始發霉 B 米開始發霉，米象仍正常活動
 C 容器四周出現小水滴 D 水滴更多，米更發霉，米象不動

伍、討論

一. 米缸中的米象從何而來

米缸中的米蟲，是原先買來的米就帶有米象的卵或幼蟲。米象會在一粒米的表面產下一顆卵，幼蟲孵出後便會鑽入米中，以這粒米為食。幼蟲在這粒米內生長、化蛹，直到羽化成蟲後，才會離開這粒米去交配，並產卵在別粒米上。

		
幼蟲無足，肥胖而多折皺，幼蟲期約 20 天	蛹長約 3.5mm，蛹期約 12 天	從卵至羽化約需 35 天，剛羽化的米象顏色較淡

二. 氣體與水分如何進出米象

昆蟲體表最外層是含有蠟質的上表皮，可防止水分蒸發和其它水溶性物質的侵入。因此氣體與水分的進出，是靠氣管系統進行呼吸來完成。米象胸腹部有 9 對氣門，每個氣門都向內連通著氣管。氣管一再分支，最後由微小的分支與各細胞發生聯繫，進行呼吸作用。呼吸就是吸入空氣以得到氧氣，通過氣管系統將氧氣送入組織中，將細胞新陳代謝產生的二氧化碳和水，再經由氣孔排出體外，因此昆蟲的呼吸就是通過氣門跟外界交換氣體的。氣門附有瓣膜可以控制氣體的進出，調節體內的水分。瓣膜關閉時可防止體內水分蒸發及空氣進入。

三. 為何在濕度 10% 的冰箱米象能活超過 5 天以上

常溫下濕度 40% 的環境，米象很少存活 4 天；濕度 30% 的環境，米象很少存活 2 天；但在濕度 10% 的冰箱冷藏庫中，米象卻能活較久（5 天之內拿出，有一半以上仍可能復活，繼續生存下去）。因為低溫而休眠時，米象的氣孔會縮小，不但可降低呼吸及代謝率，而且可減少體內水分的流失。

四. 休眠對米象有何益處

乾燥環境不會啟動米象的休眠機制，但一旦因其他因素啟動米象的休眠機制後，卻可以使氣孔縮小，避免水分流失以抵抗乾燥環境。

米象沒進食大部分 3~8 天會死，絕不會超過 12 天。但低溫引發休眠後，有些甚至二十幾天不吃也沒死。

米象在水中沒有鰓來呼吸，但可以將氣孔關小休眠閉氣以停止呼吸，用僅存在體內的氧氣來維持基本代謝。由於氣孔關小，水分子無法進入體內，因此也避免淹死。

五. 如何才能啟動休眠機制

有些文獻上說日照長短、食物短缺或溫度上升會啟動休眠機制，但經我們實驗，持續黑暗或照明一個月也不會使米象休眠。室溫下沒食物米象幾天就會餓死，給牠食物也無法復活。溫度上升米象昏倒後，若沒馬上回復正常溫度，牠就會死去。唯有低溫及差的空氣品質才能啟動休眠機制。

六. 休眠、假死與死有何區別？

【表】休眠、假死與死的區別

	休眠	假死	死
外觀	六腳彎曲倒在地面	同左	同左
時機	環境惡劣	受到驚嚇	環境惡劣、病、老
目的	降低代謝率，提高生存率	避敵	無
是否會恢復活動	環境惡劣時間短會恢復，時間太長則不會	會	不會
不動時間	視惡劣環境維持多久	2~12 秒	永遠
翻身速度	幾秒至幾十分鐘（逐漸恢復活動）	立刻	不會

七. 休眠與滯育有何區別？

在不良環境條件下，有些昆蟲會暫時停止活動而呈靜止或昏迷狀態，以安全渡過不良環境。這時新陳代謝降低，食物或氧氣需求大幅減少，處於不活動狀態，這種停止發育的現象可區分為休眠和滯育：

	休眠	滯育
原因	對不良外界環境的一種適應性	長期適應不良環境而形成的遺傳性
何時可恢復活動	不良環境改善後即可	不良環境改善也不會恢復活動，必須經過一段時間再給予某種刺激才能
例如	昆蟲在低溫下呈現昏迷狀態	松鼠、青蛙或蛇的冬眠

八. 日常生活運用：

（一）米象平時喜歡躲在陰暗的米堆中，很難發現牠的蹤跡。我們可以利用牠受到驚動時向上爬的習性，用力攪動米堆而使牠們爬出米堆再加以捕捉。

（二）米象體積小、與米很難分開，我們可以利用牠漂浮不會游泳的習性，在洗米食攪動米堆而將討厭的米象與米分離。

（三）米象在相對濕度 40% 以下很難活過五天，因此將米保存在乾燥箱中不失為一理想的方法。

法。

(四) 米象在低溫下會休眠，停止活動。因此最簡單防治米象的方法就是將米保存在冰箱。但是溫度回復正常後牠們又會甦醒，因此將米在 -15°C 的冷凍庫中至少放 2 小時以上，在 4°C 的冷藏室中至少放 12 天以上，在 8°C 的保鮮室中至少放 30 天以上，米象才一定會死亡。

(五) 由休眠獲得的啓示：溫度低、代謝率低，不吃東西活的較久。假若我們飼養某一種甲蟲，因某因素（如出國玩或要將此甲蟲快遞郵寄給朋友）不能每天照顧時，若我們知道引發他休眠的溫度與存活率後，若讓牠休眠就可以減少死亡率了。例如米像在 8°C 中不吃不喝 5 天，仍有九成以上的存活率，遠大於正常值六成五。

人體器官移植，像心臟與肺臟，只能在體外存活六個小時。胰臟與腎臟，則無法超過一天。因此，器官移植能否成功，取決於速度。若我們能由休眠而研究出如何延長待移植器官的壽命，這不是人類的一大福音嗎？

陸、結論

- 一. 米象成蟲從外面開始咬食米粒，幼蟲則從內部開始蛀空米粒，然後米容易發霉變質。
- 二. 米象受到驚動時常常會假死幾秒鐘及鑽出米堆向容器壁上爬。
- 三. 米象較喜黑暗、狹窄的環境，不喜歡有水的環境，不會游泳，空氣相對濕度 40%以下容易死掉。對顏色無特別偏好，米象很少飛，一般以爬行爲主，爬行時有負趨地性。
- 四. 米象交配時若有風吹草動，馬上分開。
- 五. 常溫下米象成蟲可活 3~6 個月，若不進食 60%只能活 4~6 天。一粒米足夠讓米象幼蟲成長至蛹，也可使一隻成蟲活 2 個月。
- 六. 溫度上升，米象活動力增加，但超過 45°C 就會昏迷；溫度下降，米象活動力減少，但降至 18°C 就會休眠。
- 七. 在不良環境條件下，米象會呈昏迷狀態，停止活動、降低代謝以渡過不良環境。會使米象產生休眠的不良環境有溫度及空氣，食物、日照、濕度無法讓牠休眠：

不良 環境種類	溫度		空氣			食物	日照		濕度
	冷	熱	水中	二氧化碳	缺氧	挨餓	黑暗	光亮	乾燥
反應	○	▼	○	○	○	▼	×	×	▼

○ 表示不動後會休眠，短期環境好時會甦醒

▼ 表示不動後就死掉，環境好時仍不會醒來

× 表示無法讓其不動

- 八. 由低溫引發的休眠，若環境溫度恢復正常，米象大多能在幾分鐘之內甦醒、活動。因缺氧或二氧化碳濃度過高等空氣品質不良而引發的休眠，若環境空氣恢復正常，米象需較久才會甦醒，大約數小時才會正常活動。
- 九. 休眠當日死亡數與時間、溫度下降量成正比，而存活率與時間成反比。
- 十. 米的保存一定要乾燥，若有濕氣，米不久就會發霉，因此絕對不能以蒜頭米、辣椒或老薑等未乾燥的物品來防治米象。市面上販售號稱專門防治米象之「米蟲剋星」及「防米蟲貼」，對米象的防治效果也不大。唯有放冰箱及充二氧化碳、加去氧劑，或降低相對濕

度至 40%以下才能徹底消滅米象。

柒、參考資料及其他

一. 參考資料：

- (一) 食品害蟲的防治/77 年 11 月/于世芬/淑馨出版社
- (二) 昆蟲研究法/69 年 1 月/陳維壽/順先出版社
- (三) 人蟲大戰/2005.11 /朱耀沂/國家圖書館出版社
- (四) 法布爾昆蟲全集 7/2002.10/遠流出版社

二. 參考網頁：

- (一) 米好端端的為什麼會長米蟲 <http://tw.knowledge.yahoo.com/question/?qid=1305100221612>
- (二) 昆蟲的呼吸方式 <http://nhjy.hzau.edu.cn/kech/ptkc/study-online/insect/chapter22/22-2.htm>
- (三) 台灣婦女網路論壇 <http://forum.frontier.org.tw/women/viewtopic.php?topic=2796&forum=7&14>
- (四) 夏季大米防虫法 http://www.hnol.net/content/2002-07/22/content_1460707.htm

三. 其他：

【附錄一】：米象在冰箱冷凍庫(-15°C)的休眠研究：

時間(時)	組別	放室溫後多久開始走動					回復正常環境後多久死掉(天)				
0.5h	A 組	10m	20m	40m	1d ↓	1d ↓	8	30 ↑	30 ↑	30 ↑	30 ↑
	B 組	2m	2m	3m	3m	3m	30 ↑	30 ↑	30 ↑	30 ↑	30 ↑
	C 組	20m	30m	30m	35m	50m	5	30 ↑	30 ↑	30 ↑	30 ↑
1h	A 組	25m	1h ↓	1d ↓	1d ↓	×	0	7	7	30 ↑	30 ↑
	B 組	5m	10m	10m	×	×	0	0	0	30 ↑	30 ↑
	C 組	30m	2h	2.5h	2.5h	1d ↓	2	2	3	3	30 ↑
1.5h	A 組	1.5h	×	×	×	×	0	0	0	0	3
	B 組	10m	15m	×	×	×	0	0	0	7	30 ↑
	C 組	×	×	×	×	×	0	0	0	0	0
2h	A 組	×	×	×	×	×	0	0	0	0	0
	B 組	1h	×	×	×	×	0	0	0	0	1
	C 組	×	×	×	×	×	0	0	0	0	0
2.5h	A 組	×	×	×	×	×	0	0	0	0	0
	B 組	×	×	×	×	×	0	0	0	0	0
	C 組	×	×	×	×	×	0	0	0	0	0
3h	A 組	×	×	×	×	×	0	0	0	0	0
	B 組	×	×	×	×	×	0	0	0	0	0
	C 組	×	×	×	×	×	0	0	0	0	0

【註】：本研究「×」表示放室溫後不能活過來，「s、m、h、d」分別表示秒、分、時、天，「30 ↑」表示存活 30 天以上，「↓」表示在多少時間以內

【附錄二】：米象在冰箱冷藏室(4°C)、塑膠盒有蓋(濕度 70%)的休眠研究：

時間(天)	組別	放室溫後多久開始走動					回復正常環境後多久死掉(天)				
1	A 組	0.5m	0.5m	0.5m	0.5m	1m	30 ↑	30 ↑	30 ↑	30 ↑	30 ↑
	B 組	15m	20m	25m	1h	1d ↓	4	4	30 ↑	30 ↑	30 ↑
	C 組	0.5m	1m	1m	2m	2m	30 ↑	30 ↑	30 ↑	30 ↑	30 ↑
2	A 組	2m	3m	20m	3h	×	0	30 ↑	30 ↑	30 ↑	30 ↑
	B 組	4m	30m	30m	60m	1d ↓	5	30 ↑	30 ↑	30 ↑	30 ↑
	C 組	3m	4m	6m	8m	20m	30 ↑	30 ↑	30 ↑	30 ↑	30 ↑
3	A 組	0.5m	1m	2m	2m	2.5m	30 ↑	30 ↑	30 ↑	30 ↑	30 ↑
	B 組	5m	5m	15m	20m	1d ↓	4	24	30 ↑	30 ↑	30 ↑
	C 組	6m	6m	8m	8m	10m	30 ↑	30 ↑	30 ↑	30 ↑	30 ↑
4	A 組	0.5m	2m	3m	4m	4m	30 ↑	30 ↑	30 ↑	30 ↑	30 ↑
	B 組	3m	5m	2.5h	×	×	0	0	5	30 ↑	30 ↑
	C 組	6m	14m	15m	15m	20m	3	30 ↑	30 ↑	30 ↑	30 ↑
5	A 組	1.5m	1.5m	2m	4m	1d ↓	30 ↑	30 ↑	30 ↑	30 ↑	30 ↑
	B 組	20m	2h	1d	1d	×	2	3	4	30 ↑	30 ↑
	C 組	5m	6m	6m	×	×	0	0	1	30 ↑	30 ↑
6	A 組	10m	25m	1d	1d	×	0	30 ↑	30 ↑	30 ↑	30 ↑
	B 組	5m	30m	×	×	×	0	0	0	30 ↑	30 ↑
	C 組	20m	20m	1d ↓	1d ↓	×	0	2	2	30 ↑	30 ↑
7	A 組	0.5m	2m	9m	55m	×	0	30 ↑	30 ↑	30 ↑	30 ↑
	B 組	×	×	×	×	×	0	0	0	0	0
	C 組	1h	7h	×	×	×	0	0	0	2	30 ↑
8	A 組	2.5m	7m	×	×	×	0	0	0	30 ↑	30 ↑
	B 組	5m	×	×	×	×	0	0	0	0	30 ↑
	C 組	1h	×	×	×	×	0	0	0	0	0

9	A組	2m	2.5m	×	×	×	0	0	0	30↑	30↑
	B組	×	×	×	×	×	0	0	0	0	0
	C組	3m	×	×	×	×	0	0	0	0	30↑
10	A組	6m	12m	×	×	×	0	0	0	30↑	30↑
	B組	×	×	×	×	×	0	0	0	0	0
	C組	1m	9m	×	×	×	0	0	1	1	30↑
11	A組	1.5m	3m	×	×	×	0	0	0	30↑	30↑
	B組	×	×	×	×	×	0	0	0	0	0
	C組	5m	×	×	×	×	0	0	0	0	30↑
12	A組	1.5m	1.5m	×	×	×	0	0	0	30↑	30↑
	B組	×	×	×	×	×	0	0	0	0	0
	C組	×	×	×	×	×	0	0	0	0	0
13	A組	×	×	×	×	×	0	0	0	0	0
	B組	×	×	×	×	×	0	0	0	0	0
	C組	×	×	×	×	×	0	0	0	0	0
14	A組	×	×	×	×	×	0	0	0	0	0
	B組	×	×	×	×	×	0	0	0	0	0
	C組	×	×	×	×	×	0	0	0	0	0

【附錄三】：米象在冰箱冷藏室(4°C)、塑膠盒無蓋(濕度 10%)的休眠研究：

時間(天)	組別	放室溫後多久開始走動					回復正常環境後多久死掉(天)				
1	A組	6m	8m	9m	9m	×	0	30↑	30↑	30↑	30↑
	B組	11m	23m	25m	50m	60m	4	30↑	30↑	30↑	30↑
	C組	0.5m	0.5m	0.5m	1m	1m	30↑	30↑	30↑	30↑	30↑
2	A組	2m	2.5m	2.5m	8m	×	0	30↑	30↑	30↑	30↑
	B組	0.5m	1m	1m	2m	×	0	30↑	30↑	30↑	30↑
	C組	2m	2m	10m	1d↓	1d↓	2	7	30↑	30↑	30↑
3	A組	1m	1m	1m	1m	1m	30↑	30↑	30↑	30↑	30↑
	B組	2m	4m	8m	7h↓	×	0	2	30↑	30↑	30↑
	C組	6m	6m	8m	8m	14m	0	30↑	30↑	30↑	30↑
4	A組	1m	3m	3m	5m	×	0	1	1	30↑	30↑
	B組	2m	2m	7m	×	×	0	0	30↑	30↑	30↑
	C組	2m	4m	5m	9m	10m	30↑	30↑	30↑	30↑	30↑
5	A組	1m	1m	1m	1m	1m	1	30↑	30↑	30↑	30↑
	B組	3m	20m	×	×	×	0	0	0	3	4
	C組	6m	×	×	×	×	0	0	0	0	30↑
6	A組	1m	1m	2m	2m	3m	2	2	30↑	30↑	30↑
	B組	1d↓	×	×	×	×	0	0	0	0	2
	C組	19m	20m	1d↓	×	×	0	0	2	5	30↑
7	A組	2m	3m	×	×	×	0	0	0	1	1
	B組	×	×	×	×	×	0	0	0	0	0
	C組	2m	2m	×	×	×	0	0	0	30↑	30↑
8	A組	1.5m	×	×	×	×	0	0	0	0	1
	B組	×	×	×	×	×	0	0	0	0	0
	C組	2m	2.5m	7m	×	×	0	0	30↑	30↑	30↑
9	A組	×	×	×	×	×	0	0	0	0	0
	B組	×	×	×	×	×	0	0	0	0	0
	C組	3m	×	×	×	×	0	0	0	0	30↑

10	A組	×	×	×	×	×	0	0	0	0	0
	B組	×	×	×	×	×	0	0	0	0	0
	C組	×	×	×	×	×	0	0	0	0	0
11	A組	2m	×	×	×	×	0	0	0	0	1
	B組	×	×	×	×	×	0	0	0	0	0
	C組	×	×	×	×	×	0	0	0	0	0
12	A組	×	×	×	×	×	0	0	0	0	0
	B組	×	×	×	×	×	0	0	0	0	0
	C組	×	×	×	×	×	0	0	0	0	0

【附錄四】：米象在冰箱保鮮室(8°C)的休眠研究：

時間(天)	組別	放室溫後多久開始走動					回復正常環境後多久死掉(天)				
1	A組	0	0	0.5m	0.5m	0.5m	30↑	30↑	30↑	30↑	30↑
	B組	1m	2m	2m	3m	3m	30↑	30↑	30↑	30↑	30↑
	C組	1m	1m	1m	1m	2m	30↑	30↑	30↑	30↑	30↑
2	A組	1m	1m	1m	1m	2m	20	30↑	30↑	30↑	30↑
	B組	1m	1m	3m	3.5m	5m	30↑	30↑	30↑	30↑	30↑
	C組	0.5m	0.5m	0.5m	0.5m	0.5m	30↑	30↑	30↑	30↑	30↑
3	A組	0.5m	1m	1m	1.5m	2m	20	30↑	30↑	30↑	30↑
	B組	1m	1m	2m	2m	3m	7	30↑	30↑	30↑	30↑
	C組	0.5m	0.5m	0.5m	2m	2m	30↑	30↑	30↑	30↑	30↑
4	A組	1m	2m	2m	2m	3m	4	30↑	30↑	30↑	30↑
	B組	1m	1m	1.5m	2m	3m	30↑	30↑	30↑	30↑	30↑
	C組	1m	1m	2m	2m	3m	30↑	30↑	30↑	30↑	30↑
5	A組	1m	1.5m	2m	2.5m	3m	30↑	30↑	30↑	30↑	30↑
	B組	1m	1m	1m	1.5m	2.5m	30↑	30↑	30↑	30↑	30↑
	C組	0.5m	1m	1m	1m	1m	30↑	30↑	30↑	30↑	30↑
6	A組	2m	4m	4m	4m	5m	20	30↑	30↑	30↑	30↑
	B組	0.5m	0.5m	1m	1.5m	2m	30↑	30↑	30↑	30↑	30↑
	C組	0.5m	0.5m	0.5m	1m	2m	3	8	30↑	30↑	30↑
7	A組	30s	1m	1m	1m	2m	29	30↑	30↑	30↑	30↑
	B組	0.5m	0.5m	1m	1m	2m	30↑	30↑	30↑	30↑	30↑
	C組	0.5m	0.5m	0.5m	×	×	0	0	3	30↑	30↑
8	A組	2m	2m	2.5m	3.5m	5m	30↑	30↑	30↑	30↑	30↑
	B組	0.5m	1m	2m	20m	×	0	1	30↑	30↑	30↑
	C組	1m	1m	1m	1m	1m	2	2	30↑	30↑	30↑
9	A組	0.5m	2.5m	2.5m	3.5m	×	0	30↑	30↑	30↑	30↑
	B組	1m	1m	1m	1m	×	0	1	30↑	30↑	30↑
	C組	1m	1m	2m	2m	×	0	30↑	30↑	30↑	30↑
10	A組	1m	1m	1m	3m	4m	30↑	30↑	30↑	30↑	30↑
	B組	0.5m	1.5m	5m	×	×	0	0	2	30↑	30↑
	C組	10m	×	×	×	×	0	0	0	0	30↑
11	A組	1m	2m	2.5m	3m	4	12	30↑	30↑	30↑	30↑
	B組	0.5m	1m	4m	×	×	0	0	2	30↑	30↑
	C組	1m	2m	×	×	×	0	0	0	1	3
12	A組	1m	2m	4m	4m	6m	4	30↑	30↑	30↑	30↑
	B組	1m	1m	1m	1.5m	2m	3	30↑	30↑	30↑	30↑
	C組	2m	4m	×	×	×	0	0	0	1	3
13	A組	0.5m	1m	2.5m	20m	×	0	28	30↑	30↑	30↑
	B組	1m	2m	2m	4m	×	0	2	2	2	30↑
	C組	3m	×	×	×	×	0	0	0	0	30↑

14	A組	1m	1m	1.5m	×	×	0	0	30↑	30↑	30↑
	B組	2m	5m	20m	×	×	0	0	1	2	4
	C組	3m	×	×	×	×	0	0	0	0	1
15	A組	1m	1m	2m	11m	×	0	30↑	30↑	30↑	30↑
	B組	×	×	×	×	×	0	0	0	0	0
	C組	2m	×	×	×	×	0	0	0	0	4
16	A組	0.5m	0.5m	0.5m	×	×	0	0	4	30↑	30↑
	B組	16m	25m	30m	30m	1d↓	30↑	30↑	30↑	30↑	30↑
	C組	×	×	×	×	×	0	0	0	0	0
17	A組	1m	2m	4m	×	×	0	0	30↑	30↑	30↑
	B組	1.5m	×	×	×	×	0	0	0	0	2
	C組	×	×	×	×	×	0	0	0	0	0
18	A組	1.5m	1.5m	2m	4m	5m	30↑	30↑	30↑	30↑	30↑
	B組	2m	3m	×	×	×	0	0	0	1	30↑
	C組	×	×	×	×	×	0	0	0	0	0
19	A組	1m	1d	×	×	×	0	0	0	30↑	30↑
	B組	1m	×	×	×	×	0	0	0	0	2
	C組	×	×	×	×	×	0	0	0	0	0
20	A組	0.5m	0.5m	1m	×	×	0	0	30↑	30↑	30↑
	B組	1m	×	×	×	×	0	0	0	0	30↑
	C組	×	×	×	×	×	0	0	0	0	0
21	A組	1m	×	×	×	×	0	0	0	0	1
	B組	3m	×	×	×	×	0	0	0	0	30↑
	C組	×	×	×	×	×	0	0	0	0	0
22	A組	1m	1.5m	×	×	×	0	0	0	30↑	30↑
	B組	1m	2m	×	×	×	0	0	0	0	1
	C組	×	×	×	×	×	0	0	0	0	0
23	A組	1m	2m	×	×	×	0	0	0	30↑	30↑
	B組	×	×	×	×	×	0	0	0	0	0
	C組	×	×	×	×	×	0	0	0	0	0
24	A組	1m	1m	1m	2m	5m	1	30↑	30↑	30↑	30↑
	B組	×	×	×	×	×	0	0	0	0	0
	C組	×	×	×	×	×	0	0	0	0	0
25	A組	1m	1.5m	×	×	×	0	0	0	30↑	30↑
	B組	1m	1m	×	×	×	0	0	0	1	1
	C組	×	×	×	×	×	0	0	0	0	0
26	A組	1m	1m	×	×	×	0	0	0	2	30↑
	B組	×	×	×	×	×	0	0	0	0	0
	C組	×	×	×	×	×	0	0	0	0	0
27	A組	1m	2m	×	×	×	0	0	0	3	30↑
	B組	3m	×	×	×	×	0	0	0	0	1
	C組	×	×	×	×	×	0	0	0	0	0
28	A組	1m	1m	×	×	×	0	0	0	2	30↑
	B組	×	×	×	×	×	0	0	0	0	0
	C組	×	×	×	×	×	0	0	0	0	0
29	A組	0.5m	×	×	×	×	0	0	0	0	3
	B組	×	×	×	×	×	0	0	0	0	0
	C組	×	×	×	×	×	0	0	0	0	0
30	A組	×	×	×	×	×	0	0	0	0	0
	B組	×	×	×	×	×	0	0	0	0	0
	C組	×	×	×	×	×	0	0	0	0	0

31	A組	1m	×	×	×	×	0	0	0	0	3
	B組	×	×	×	×	×	0	0	0	0	0
	C組	×	×	×	×	×	0	0	0	0	0
32	A組	0.5m	0.5m	1m	×	×	0	0	2	3	4
	B組	×	×	×	×	×	0	0	0	0	0
	C組	×	×	×	×	×	0	0	0	0	0
33	A組	×	×	×	×	×	0	0	0	0	0
	B組	×	×	×	×	×	0	0	0	0	0
	C組	×	×	×	×	×	0	0	0	0	0
34	A組	1m	×	×	×	×	0	0	0	0	1
	B組	×	×	×	×	×	0	0	0	0	0
	C組	×	×	×	×	×	0	0	0	0	0
35	A組	1m	×	×	×	×	0	0	0	0	3
	B組	×	×	×	×	×	0	0	0	0	0
	C組	×	×	×	×	×	0	0	0	0	0
36	A組	0.5m	×	×	×	×	0	0	0	0	2
	B組	×	×	×	×	×	0	0	0	0	0
	C組	×	×	×	×	×	0	0	0	0	0
37	A組	×	×	×	×	×	0	0	0	0	0
	B組	×	×	×	×	×	0	0	0	0	0
	C組	×	×	×	×	×	0	0	0	0	0
38	A組	5m	×	×	×	×	0	0	0	0	1
	B組	×	×	×	×	×	0	0	0	0	0
	C組	×	×	×	×	×	0	0	0	0	0
39	A組	×	×	×	×	×	0	0	0	0	0
	B組	×	×	×	×	×	0	0	0	0	0
	C組	×	×	×	×	×	0	0	0	0	0
40	A組	×	×	×	×	×	0	0	0	0	0
	B組	×	×	×	×	×	0	0	0	0	0
	C組	×	×	×	×	×	0	0	0	0	0

【附錄五】：米象淹水的休眠研究：

時間(天)	組別	拿出水後多久開始走動					回復正常環境後多久死掉(天)				
1	A組	1h	1.5h	2h	2h	2h	30↑	30↑	30↑	30↑	30↑
	B組	1h	1.5h	2h	2h	2h	30↑	30↑	30↑	30↑	30↑
	C組	1.5h	1.5h	1.5h	2h	7h↓	5	30↑	30↑	30↑	30↑
2	A組	80m	8h↓	8h↓	8h↓	×	0	4	8	30↑	30↑
	B組	8h↓	8h↓	8h↓	8h↓	×	0	30↑	30↑	30↑	30↑
	C組	1d↓	1d↓	1d↓	1d↓	×	0	2	2	30↑	30↑
3	A組	2h	6h↓	6h↓	6h↓	6h↓	30↑	30↑	30↑	30↑	30↑
	B組	1d↓	1d↓	1d↓	×	×	0	0	0	2	30↑
	C組	1d↓	1d↓	×	×	×	0	0	0	2	30↑
4	A組	7h↓	7h↓	7h↓	7h↓	7h↓	30↑	30↑	30↑	30↑	30↑
	B組	7h↓	×	×	×	×	1	0	0	0	0
	C組	1d↓	×	×	×	×	0	0	0	0	30↑
5	A組	7h↓	7h↓	7h↓	7h↓	7h↓	4	17	30↑	30↑	30↑
	B組	×	×	×	×	×	0	0	0	0	0
	C組	1d↓	×	×	×	×	0	0	0	0	30↑
6	A組	7h↓	7h↓	7h↓	7h↓	10h	1	3	6	10	30↑
	B組	×	×	×	×	×	0	0	0	0	0
	C組	1d↓	×	×	×	×	0	0	0	0	30↑

7	A組	8h	9h	11h	20h	×	0	5	9	30↑	30↑
	B組	1d	×	×	×	×	0	0	0	0	5
	C組	1d↓	×	×	×	×	0	0	0	0	30↑
8	A組	12h	20h	2d↓	×	×	0	0	15	30↑	30↑
	B組	1d	×	×	×	×	0	0	0	0	30↑
	C組	1d↓	×	×	×	×	0	0	0	0	8
9	A組	2d	×	×	×	×	0	0	0	0	5
	B組	×	×	×	×	×	0	0	0	0	0
	C組	×	×	×	×	×	0	0	0	0	0
10	A組	×	×	×	×	×	0	0	0	0	0
	B組	×	×	×	×	×	0	0	0	0	0
	C組	×	×	×	×	×	0	0	0	0	0
11	A組	×	×	×	×	×	0	0	0	0	0
	B組	×	×	×	×	×	0	0	0	0	0
	C組	×	×	×	×	×	0	0	0	0	0

【附錄六】：米象在放去氧劑的休眠研究：

時間(天)	組別	空氣進入後多久開始走動					回復正常環境後多久死掉(天)				
1	A組	9h	9h	9h	9h	9h	21	30↑	30↑	30↑	30↑
	B組	9h	9h	9h	9h	×	0	30↑	30↑	30↑	30↑
	C組	7h	7h	7h	7h	1d↓	5	5	30↑	30↑	30↑
2	A組	13h	22h	22h	22h	×	0	1	3	30↑	30↑
	B組	22h	22h	22h	22h	×	0	2	3	4	30↑
	C組	7h↓	7h↓	14h	14h	15h	2	5	30↑	30↑	30↑
3	A組	×	×	×	×	×	0	0	0	0	0
	B組	×	×	×	×	×	0	0	0	0	0
	C組	10m	×	×	×	×	4	0	0	0	0
4	A組	×	×	×	×	×	0	0	0	0	0
	B組	×	×	×	×	×	0	0	0	0	0
	C組	×	×	×	×	×	0	0	0	0	0

【附錄七】：米象在充二氧化碳的休眠研究：

時間(天)	組別	空氣進入後多久開始走動					回復正常環境後多久死掉(天)				
1	A 組	2h	1d ↓	1d ↓	1d ↓	1d ↓	2	6	30 ↑	30 ↑	30 ↑
	B 組	7h	7h	14h	14h	×	0	2	3	5	5
	C 組	1d ↓	1d ↓	×	×	×	0	0	0	2	2
2	A 組	×	×	×	×	×	0	0	0	0	0
	B 組	2h	×	×	×	×	0	0	0	0	8
	C 組	1h	7h ↓	7h ↓	×	×	0	0	1	3	3
3	A 組	0.5m	0.5m	×	×	×	0	0	0	2	30 ↑
	B 組	20m	40m	1d	×	×	0	0	5	5	6
	C 組	1d	×	×	×	×	0	0	0	0	2
4	A 組	×	×	×	×	×	0	0	0	0	0
	B 組	×	×	×	×	×	0	0	0	0	0
	C 組	1d ↓	×	×	×	×	0	0	0	0	3
5	A 組	0.5m	×	×	×	×	0	0	0	0	30 ↑
	B 組	1m	×	×	×	×	0	0	0	0	30 ↑
	C 組	×	×	×	×	×	0	0	0	0	0
6	A 組	0.5m	×	×	×	×	0	0	0	0	30 ↑
	B 組	×	×	×	×	×	0	0	0	0	0
	C 組	1h	×	×	×	×	0	0	0	0	30 ↑
7	A 組	0.5m	0.5m	×	×	×	0	0	0	1	30 ↑
	B 組	20m	×	×	×	×	0	0	0	0	2
	C 組	×	×	×	×	×	0	0	0	0	0
8	A 組	×	×	×	×	×	0	0	0	0	0
	B 組	×	×	×	×	×	0	0	0	0	0
	C 組	×	×	×	×	×	0	0	0	0	0

【評 語】 081546 米象習性及休眠的研究

內容完整，結果具實用性價值。顏色及沈水實驗的意義不很明確，此外部份實驗內容的描述不夠清楚，可再提昇。