



【Research report】

褐飛蠹卵及初齡若蟲耐寒性之研究【研究報告】

朱耀沂、賴麗秀、賴紫薇、烏曉天

*通訊作者E-mail:

Received: Accepted: Available online: 1984/03/01

Abstract

摘要

關係褐飛蠹卵及初齡若蟲耐寒性的研究，共分五部分進行，而得其結果如下：1. 褐飛蠹卵之胚胎發育：卵期可分為分割期、胚盤期、胚帶期、黃斑期、反轉期、眼點期及孵化期；在25°C下卵約18小時(0.75天)進入胚帶期；42小時(1.75天)進入黃斑期；114小時(4.75天)進入眼點期；在9.5-12.2天若蟲孵化。2. 在定溫下發育之試驗：胚帶期卵在定溫下之發育速率與溫度的迴歸曲線方程式為： $Y = -62.943 + 7.096X - 0.115X^2$ ， $R^2 = 0.8167$ ；發育臨界溫度為10.74°C，有效積溫是32.96日度。黃斑期卵在定溫下發育速率與溫度的迴歸曲線方程式： $Y = -114.866 + 11.021X - 0.182X^2$ ， $R^2 = 0.7445$ ；發育臨界溫度為13.38°C，有效積溫是24.87日度。眼點期卵在定溫下發育速率與溫度的迴歸曲線方程式： $Y = -51.715 + 5.411X - 0.104X^2$ ， $R^2 = 0.9303$ ；發育臨界溫度為12.62°C，有效積溫是67.34日度；整個卵在定溫下發育速率與溫度的迴歸曲線方程式： $Y = -17.029 + 1.802X - 0.03X^2$ ， $R^2 = 0.8840$ ；發育臨界溫度為11.75°C。3. 褐飛蠹卵耐寒性測定：在25°C下將卵分別發育到胚帶、黃斑、眼點期後，使溫度漸降至10°C或5°C，在10°C及5°C下放置5、10、15、30、45、60、75天後，再於20°C下加溫；發現在10°C低溫處理後再加溫時，45天處理區的胚帶期、黃斑期卵的死亡率顯著增加，眼點期的卵在60天處理區，死亡率才顯著增加。即對10°C的耐寒力為眼點期>黃斑期>胚帶期之順序。在5°C低溫處理後再加溫時，胚帶期於30天處理區，眼點期於45天處理區死亡率驟然增加，黃斑期死亡率與5°C的處理期間無影響；對5°C的耐寒力，在5°C下處理短於15天時，與在10°C時的耐寒力相似。但長於15天者，則黃斑期>眼點期>胚帶期。由卵期，可知三種不同發育期卵於10°C、5°C低溫下，雖停止發育，然此仍屬於休息之現象，一旦溫度上昇，即可繼續發育。在10°C低溫處理後的孵化率為眼點期>黃斑期>胚帶期，在5°C低溫處理時，短處理期於12天時的孵化率與10°C低溫處理者相同，長於12天後，其孵化率順序為黃斑期>眼點期>胚帶期；而且經5°C處理後，卻有促進發育的現象。4. 第一齡到第三齡若蟲耐寒性之測定：將25°C、20°C、15°C孵化之若蟲於孵化之溫度或漸進降溫條件下飼養；結果發現凡是溫度在15°C以上者，即有約90%之存活率，並在16天之內發育到第四齡期；在三種不同溫度下孵化之若蟲，當飼養的溫度漸進降溫至10°C時，發現2、3齡若蟲對10°C之耐寒力大於第一齡若蟲；然在10°C下2-6天後，其存活率急遽下降，5-23天後的存活率只剩50%，18-42天後全部供試蟲即告死亡；飼養溫度漸進降溫到5°C時，第一齡若蟲耐寒力大於第二齡若蟲，在5°C下處理1天時存活率即急遽下降，而6-9天內全部死亡。可知第一齡至第三齡若蟲對10°C。

Key words:

關鍵詞:

Full Text:  PDF(1.16 MB)

下載其它卷期全文 Browse all articles in archive: <http://entsocjournal.yabee.com.tw>

褐飛蟲卵及初齡若蟲耐寒性之研究¹

朱耀沂 賴麗秀 賴紫薇 烏曉天

國立臺灣大學農學院植物病蟲害學研究所

摘 要

關於褐飛蟲卵及初齡若蟲耐寒性的研究，共分五部分進行，而得其結果如下：

1. 褐飛蟲卵之胚胎發育：卵期可分為分割期、胚盤期、胚帶期、黃斑期、反轉期、眼點期及孵化期；在 25°C 下卵約 18 小時 (0.75 天) 進入胚帶期；42 小時 (1.75 天) 進入黃斑期；114 小時 (4.75 天) 進入眼點期；在 9.5~12.2 天若蟲孵化。
2. 在定溫下發育之試驗：胚帶期卵在定溫下之發育速率與溫度的迴歸曲線方程式為：
$$Y = -62.943 + 7.096X - 0.115X^2, R^2 = 0.8167$$
；發育臨界溫度為 10.74°C，有效積溫是 32.96 日度。黃斑期卵在定溫下發育速率與溫度的迴歸曲線方程式為：
$$Y = -114.866 + 11.021X - 0.182X^2, R^2 = 0.7445$$
；發育臨界溫度為 13.38°C，有效積溫是 24.87 日度。眼點期卵在定溫下之發育速率與溫度的迴歸曲線方程式為：
$$Y = -51.715 + 5.411X - 0.104X^2, R^2 = 0.9303$$
；發育臨界溫度為 12.62°C，有效積溫是 67.34 日度；整個卵期在定溫下之發育速率與溫度的迴歸曲線方程式為：
$$Y = -17.029 + 1.802X - 0.03X^2, R^2 = 0.8840$$
；發育臨界溫度為 11.75°C。
3. 褐飛蟲卵耐寒性測定：在 25°C 下將卵分別發育到胚帶、黃斑、眼點期後，使溫度漸降至 10°C 或 5°C，在 10°C 及 5°C 下放置 5、10、15、30、45、60、75 天後，再於 20°C 下加溫；發現在 10°C 低溫處理後再加溫時，45 天處理區的胚帶期、黃斑期卵的死亡率顯著增加，眼點期的卵在 60 天處理區，死亡率才顯著增加。即對 10°C 的耐寒力為眼點期 > 黃斑期 > 胚帶期之順序。在 5°C 低溫處理後再加溫時，胚帶期於 30 天處理區，眼點期於 45 天處理區死亡率驟然增加，黃斑期死亡率與 5°C 的處理期間無影響；對 5°C 的耐寒力，在 5°C 下處理短於 15 天時，與在 10°C 時的耐寒力相似。但長於 15 天者，則為黃斑期 > 眼點期 > 胚帶期。由卵期，可知三種不同發育期卵於 10°C、5°C 低溫下，雖停止發育，然此仍屬於休息之現象，一旦溫度上昇，即可繼續發育。在 10°C 低溫處理後的孵化率為眼點期 > 黃斑期 > 胚帶期，在 5°C 低溫處理時，短處理期於 12 天時的孵化率與 10°C 低溫處理者相同，長於 12 天後，其孵化率順序為黃斑期 > 眼點期 > 胚帶期；而且經 5°C 處理後，却有促進發育的現象。
4. 第一齡到第三齡若蟲耐寒性之測定：將 25°C、20°C、15°C 孵化之若蟲於孵化之溫度或漸進降溫條件下飼養；結果發現凡是溫度在 15°C 以上者，即有約 90% 之存活率，並在 16 天之內發育到第四齡期；在三種不同溫度下孵化之若蟲，當飼養的溫度漸進降溫至 10°C 時，發現 2、3 齡若蟲對 10°C 之耐寒力大於第一齡若蟲；然在 10°C 下 2~6 天後，其存活率急速下降，5~23 天後的存活率只剩 50%，18~42 天後全部供試蟲即告死亡；飼養溫度漸進降溫到 5°C 時，第一齡若蟲耐寒力大於第二齡若蟲，在 5°C 下處理 1 天時存活率即急速下降，而 6~9 天內全部死亡。可知第一齡至第三齡若蟲對 10°C

¹ 本研究承蒙國科會研究經費補助及獎助，謹此致謝。

的耐寒力遠比對 5°C 的耐寒力為強。

5. 褐飛蟲卵及第一齡至第三齡若蟲在臺灣地區越冬情形。預測：如只考慮臺灣冬季氣溫變化情形，利用卵在 10°C 下處理不同天數的死亡率及孵化率之迴歸曲線分析，可知臺北、臺中、嘉義地區分別有 69.47%，76.67% 及 76.67% 之存活率；而孵化率則分別是 23.23%，34.78%，34.78%。第一齡若蟲至第三齡若蟲，在臺北、臺中、嘉義地區，分別有 37.72%、62.21% 及 65.98% 之存活率。而屏東地區，卵及第一至第三齡若蟲終年不受氣溫影響而正常發育。

前 言

褐飛蟲為現今臺灣最重要之水稻害蟲，關於其冬季生態及越冬之可能性已於臺灣（朱、楊1980，楊1983）、中國大陸（陳等1982，程等1979）、日本（二宮、竹澤1956、山下等1956、山崎等1956、竹澤1961 a, b 等）等地有多篇報告。而就臺灣而言，在北部仍有少數的褐飛蟲成、若蟲可以生存，而冬季休耕田中的殘株、再生稻、落地自生禾，成為褐飛蟲冬季之主要寄主及產卵場所，因此在田間，不同生長期之褐飛蟲卵仍會存在（楊1983）。然而冬季產於再生稻等寄主上的卵，其生長情形、孵化率如何未有詳細之研究。此對褐飛蟲早春之族群形成有密切的影響。在日本方面，三宅、藤原（1961），三宅（1966），川瀨、石崎（1954），奧村（1963）等，曾試驗證明此蟲的卵有休眠現象，而三宅（1966）更指出其休眠的誘因影響力依序為：溫度、密度、寄主條件及日照條件；即將成蟲飼養在低溫、高密度、出穗期葉鞘及短日照條件下，為產生休眠卵之條件，而產生休眠卵之最高比率高達 93.8%。

二宮、竹澤（1956）曾將晚秋再生稻上之褐飛蟲卵塊，取回飼養，至氣溫上升後，其卵仍可孵化，而認為褐飛蟲卵態越冬可能性極高。奈須、末永（1956），研究飛蟲類胚胎發育時指出，對以卵越冬之飛蟲類，確認是以黃斑期休眠。竹澤（1961 a, b）將秋末野外採回褐飛蟲卵塊作調查，發現野外飛蟲卵之胚胎發育於黃斑期占極大的比率，推測褐飛蟲卵可能以黃斑期越冬；且產卵期越晚者，褐其孵化率越高。

而在中國大陸，陳氏等（1982）曾測定褐飛蟲卵的過冷卻點及結冰點。所得結果各為 -7.66°C 與 -7.63°C ，並認為褐飛蟲卵如已發育至眼點期，即使經 0°C 至 -2°C ，或 -2°C 至 -4°C 之低溫處理，溫度再升高時，仍能孵化。

本試驗的目的，即在探討褐飛蟲卵的耐寒性，以便作為褐飛蟲在臺灣以卵期越冬可能性之依據。如此，使此蟲全年生活史資料，更臻完整，且可作為今後建立褐飛蟲之長期發生預測及防治體系上之參考。

材 料 與 方 法

將羽化 4 日後之長翅型雌成蟲，接入於抽穗期水稻使之產卵 12 小時後，割下水稻，於 80 倍解剖顯微鏡下，取出卵塊，放置在直徑 3.5 公分，高 1 公分，內鋪有濕棉花及濾紙之有蓋培養皿中，進行下列一、二之試驗：

一、褐飛蟲卵的胚胎發育

把含有卵塊的培養皿，移入 25°C 恆溫箱中之後，每隔 12 小時，在 80 倍解剖顯微鏡下，觀察、並記錄胚胎發育狀況。

二、在不同定溫下的卵期發育

將含有卵塊的培養皿，放入 $15 \pm 1^{\circ}\text{C}$ ， $20 \pm 1^{\circ}\text{C}$ ， $22 \pm 1^{\circ}\text{C}$ ， $25 \pm 1^{\circ}\text{C}$ ， $28 \pm 1^{\circ}\text{C}$ ， $30 \pm 1^{\circ}\text{C}$ 之定溫箱中，每 24 小時觀察，並記錄其胚胎之發育速率、發育臨界溫度及有效積溫。

三、褐飛蠶卵的耐寒性

以72年10月至12月底在田間採獲的長翅型褐飛蠶為供試蟲源。將長翅型雌成蟲，接入抽穗期水稻，讓其產卵12小時後，吸回供試蟲，解剖水稻葉鞘部，取出蟲卵，將卵塊放入與上述同樣的培養皿中，進行下列試驗：

1. 在10°低溫處理後之加溫試驗

將含有卵塊之有蓋培養皿，放入25°C定溫箱中之後，每隔2天降溫5°C直到10°C；在10°C下經5, 10, 15, 30, 45, 60, 75天後，再移回20°C中，每隔2天觀察、記錄並計算10°C低溫處理不同天數卵之死亡率及移回20°C後之孵化率及孵化所需日數。本試驗每處理供試10個卵塊（共有40~70卵粒），並以如下公式計算死亡率及孵化率。

$$\text{死亡率} = \frac{10^\circ\text{C處理不同時間後之死亡卵數}}{\text{供試卵數}}$$

$$\text{孵化率} = \frac{\text{孵化若蟲數}}{\text{供試卵數} - 10^\circ\text{C處理不同時間後之死亡卵數}}$$

2. 在5°C低溫處理後之加溫試驗

將含有卵塊之有蓋培養皿，放入25°C定溫箱中，分別隔1天，2天，5天後，移入20°C定溫箱中；然後每隔2天降溫5°C，直到5°C為止，在5°C下經5, 10, 15, 30, 45, 60, 75天後再移回20°C中；每隔2天觀察、記錄，並計算死亡率、孵化率及孵化所需日數。本試驗每處理供試10個卵塊（共40~70粒卵），死亡率與孵化率之計算方法與上項試驗相同。

四、初齡（第一齡至第三齡）若蟲的耐寒性

將羽化4日後之長翅型雌成蟲各40隻，分別在25±1°C，20±1°C，15±1°C之恆溫箱中飼育並接入稻苗中，俟其產卵、孵化。將孵化之若蟲，接入試管中，每試管中接入一隻若蟲，作下列之處理，每處理50個重複。

1. 就不同溫度下孵化之第一齡若蟲，在如下六種溫度下飼育而計算其完成第1、2、3齡期的生長的若蟲百分率及至完成第3齡期生長所需的發育日數。

- a、在25°C孵化之若蟲在25°C下飼養。
- b、在25°C孵化之若蟲，2天後移入20°C下飼養。
- c、在25°C孵化之若蟲，每2天降溫5°C，至15°C下飼養。
- d、在20°C孵化之若蟲，在20°C下飼養。
- e、在20°C孵化之若蟲，2天後移入15°C下飼養。
- f、在15°C孵化之若蟲，在15°C下飼養。

2. 將25°C，20°C，15°C各溫度下孵化之若蟲，每隔2天降溫5°C，一直到10°C之溫度條件下飼育，計算其完成第1、2、3齡期的若蟲百分率及在10°C下的存活率及發育情形。

3. 將25°C，20°C，15°C各溫度下孵化之若蟲，每隔2天降溫5°C，一直到5°C為止之條件下飼養，計算其完成第1、2、3齡期的若蟲百分率及在5°C下的存活率及發育情形。

五、褐飛蠶越冬卵數之預測

調查1979年11月至1984年3月，五年來臺北、臺中、嘉義、屏東四地區，每年11月至翌年3月的日均溫變化，日均溫低於卵或若蟲發育臨界溫度持續天數的頻率，代入由試驗(三)所得的卵死亡率及孵化率，由試驗(四)若蟲存活率，由此預測以卵越冬之情形，並以如下方法計算：

①褐飛蠶卵的存活率 = $\frac{1}{3}$ 胚帶期卵的存活率 + $\frac{1}{3}$ 黃斑期卵的存活率 + $\frac{1}{3}$ 眼點期卵的存活率。

各發育期卵的存活率 = [各發育期在10°C放置天數的存活率]^X X：在11.75°C下持續天數的頻率。

②褐飛蠶卵的孵化率 = $\frac{1}{2}$ 胚帶期卵的孵化率 + $\frac{1}{2}$ 黃斑期卵的孵化率 + $\frac{1}{2}$ 眼點期卵的孵化率。

各發育期卵的孵化率 = [各發育期在10°C放置天數的孵化率]^x

結果與討論

一、褐飛蠶卵的胚胎發育

本試驗在 25°C 恆溫箱中進行，並觀察褐飛蠶卵之外觀變化，褐飛蠶卵為長橢圓形，前極有卵帽，由前極至後極長約 24.93 μ m，最寬部分約 5.37 μ m，而以眼點期卵最為寬大，長約 27.72 μ m，寬約 6.17 μ m，其胚胎發育時序及外觀變化如下，並表示於圖一、二。

產卵後 0~6 小時：卵呈白色透明狀，質軟易變形；前極較細長，後極較肥大。此為分割期。

6~18 小時：透過半透明的卵膜，可見到漿狀的內部，後極出現較透明的囊狀物，是為胚盤。此期為胚盤期。(圖一，2-1 a)

18~42 小時：卵呈網目狀，網中有核；並可見彎延而上的胚帶；此為胚帶期。(圖一，2-1 b)

42~66 小時：卵出現不透明之白色或淡黃色的黃斑，位置在胚帶上方；此為黃斑前期(圖一，2-2 a)

66~84 小時：黃斑明顯，向上移動，稍大，位在前極中央，即為黃斑中期。(圖一，2-2 b)

84~102 小時：黃斑移至卵的腹面；此期為黃斑後期。(圖一，2-2 c)

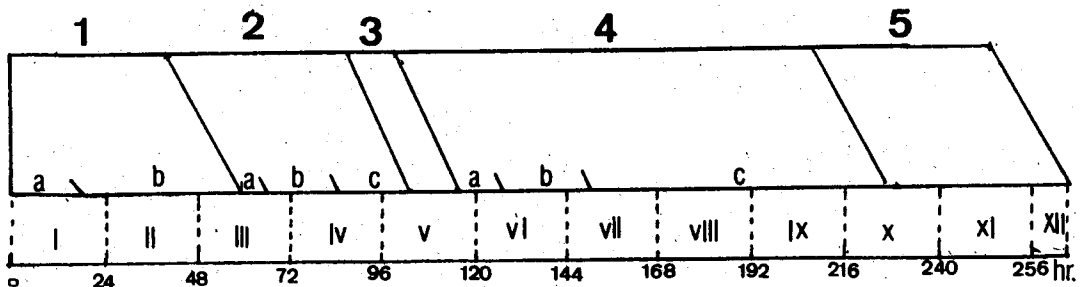
102~114 小時：黃斑由腹面到背面，向下移動；此為反轉期。(圖一—3)

114~126 小時：紅褐色眼點出現，直徑未達 25 μ 前之時期，眼點在背側面，此時黃斑移至後極；此乃眼點前期。(圖一，2-4 a)

126~150 小時，眼點漸大，著色加深，卵背面可見明顯頭縫線；此為眼點中期。(圖一，2-4 b)

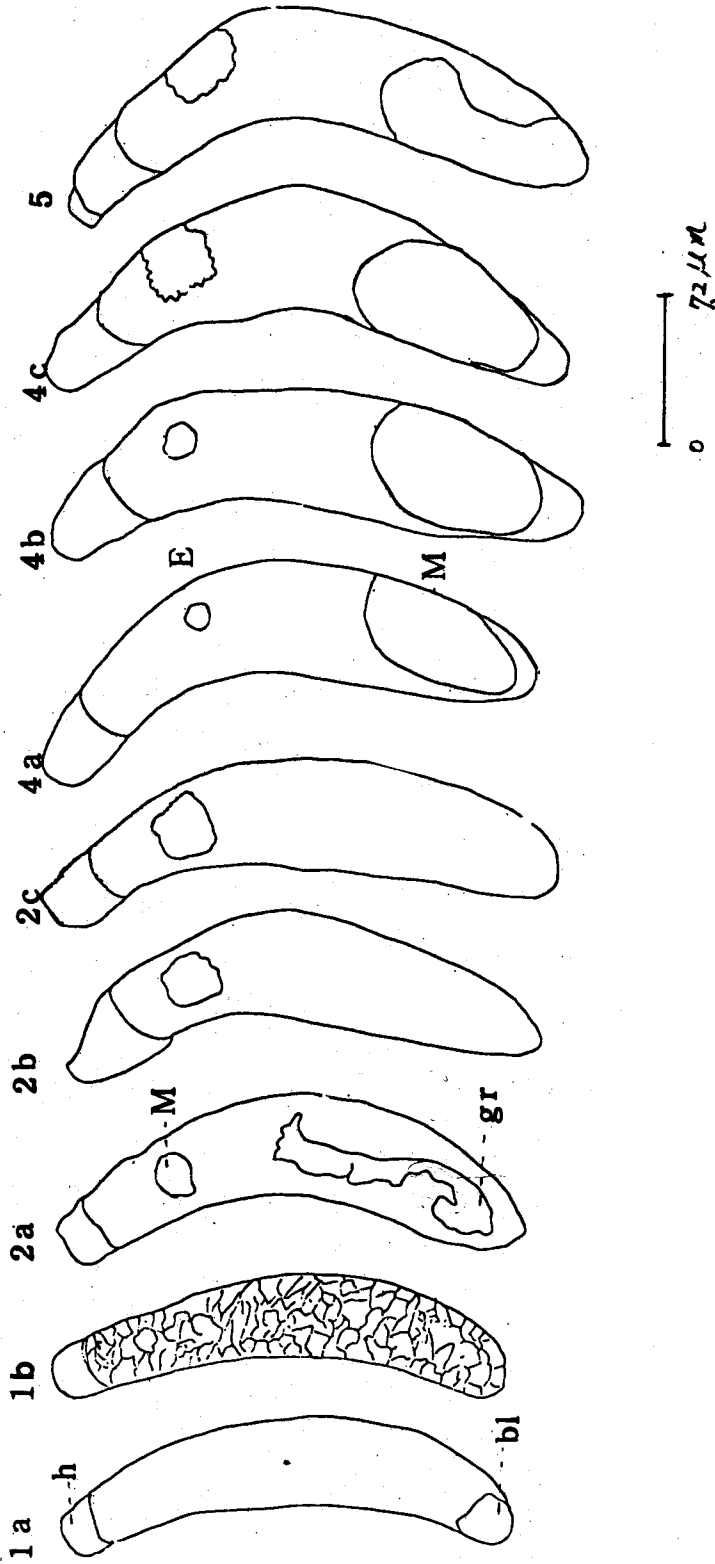
150~226 小時：眼點呈暗紅色，漸呈橢圓形，約 45 μ 以上；小眼面分明可見，並可區分頭部、胸部及腹部；此為眼點後期。(圖一，2-4 c)

226~273 小時：卵腹面可見黑化的三對胸足及觸角，卵帽突出，此時胚胎已發育完成，隨即將孵化；此乃孵化期。(圖一，2-5)



圖一 褐飛蠶卵胚胎發育之時序

1 a : 胚盤期 1 b : 胚帶期 2 a : 黃斑前期 2 b : 黃斑中期 2 c : 黃斑後期
3 : 反轉期 4 a : 眼點前期 4 b : 眼點中期 4 c : 眼點後期 5 : 孵化期



圖二 褐飛蠶卵胚胎發育之模式圖

1 a: 胚盤期
 1 b: 胚帶期
 2 a: 黃斑前期
 2 b: 黃斑中期
 2 c: 黃斑後期
 3 a: 眼點前期
 3 b: 眼點中期
 3 c: 眼點後期
 4 a: 眼點前期
 4 b: 眼點中期
 4 c: 眼點後期
 5: 孵化期
 h: 卵帽
 bl: 胚盤
 M: 黃斑
 gr: 胚帶
 E: 眼點

關於褐飛蠱卵之胚胎發育，川瀨、石崎（1954）曾對越冬卵，以卵色區分其狀態；二宮、竹澤（1956）將褐飛蠱之卵期，分成眼點未形成卵及眼點形成卵之兩個時期；鮫島（1956）對褐飛蠱越冬卵形態的變化也詳細觀察，且將之分為六階段，各階段更分為六小階段，而記載卵之發育狀態。奈須、末永（1958）研究飛蠱類的胚胎發育，詳述飛蠱類之胚胎發育，分成分割期、胚盤期、胚帶期、黃斑期、反轉期、眼點期及孵化期。

本試驗發現，在 25°C 下褐飛蠱卵在 18 小時後，進入胚帶期；42 小時（1.75 天）進入黃斑期，比奈須、末永（1958）所作褐飛蠱胚胎發育快 2~3 小時。進入黃斑期後，發育速率即漸緩慢，114 小時（4.75 天）後，才發育到眼點期，比奈須、末永（1958）所述略遲了 24 小時左右。整個卵期為 9.5~12.5 天。而奈須、末永（1958）在 25°C 下所測得之褐飛蠱卵期只有 8~9 天，即日本產褐飛蠱其卵期發育速率比臺灣較快。而陳（1978）也曾指出同樣的趨勢。

二、在不同定溫下之卵期發育

將胚帶期之卵培養於 15±1°, 20±1°, 22±1°, 25±1°, 28±1°, 30±1°C 六種定溫下，至其孵化，測定其發育期間及發育速率而得如表一之結果。

表一 褐飛蠱胚帶期卵在不同定溫下之發育期間及發育速率

溫度 (°C)	發育期間 (天)	標準機差 (S. E)	發育速率 (% per day)
15	5.19	±0.31	19.3
20	3.19	±1.11	31.3
22	3.17	±0.65	31.5
25	2.10	±0.39	47.6
28	1.94	±0.42	51.4
30	2.44	±0.50	40.98

即溫度在 15~28°C 之間，溫度上升可促進發育，但溫度超過 30°C，則出現高溫延遲生長之效應，至於其發育速率與溫度之迴歸曲線方程式為 $Y = -62.943 + 7.096X - 0.115X^2$ ($R^2 = 0.8167$) 求得之發育臨界溫度為 10.74°C (圖三)

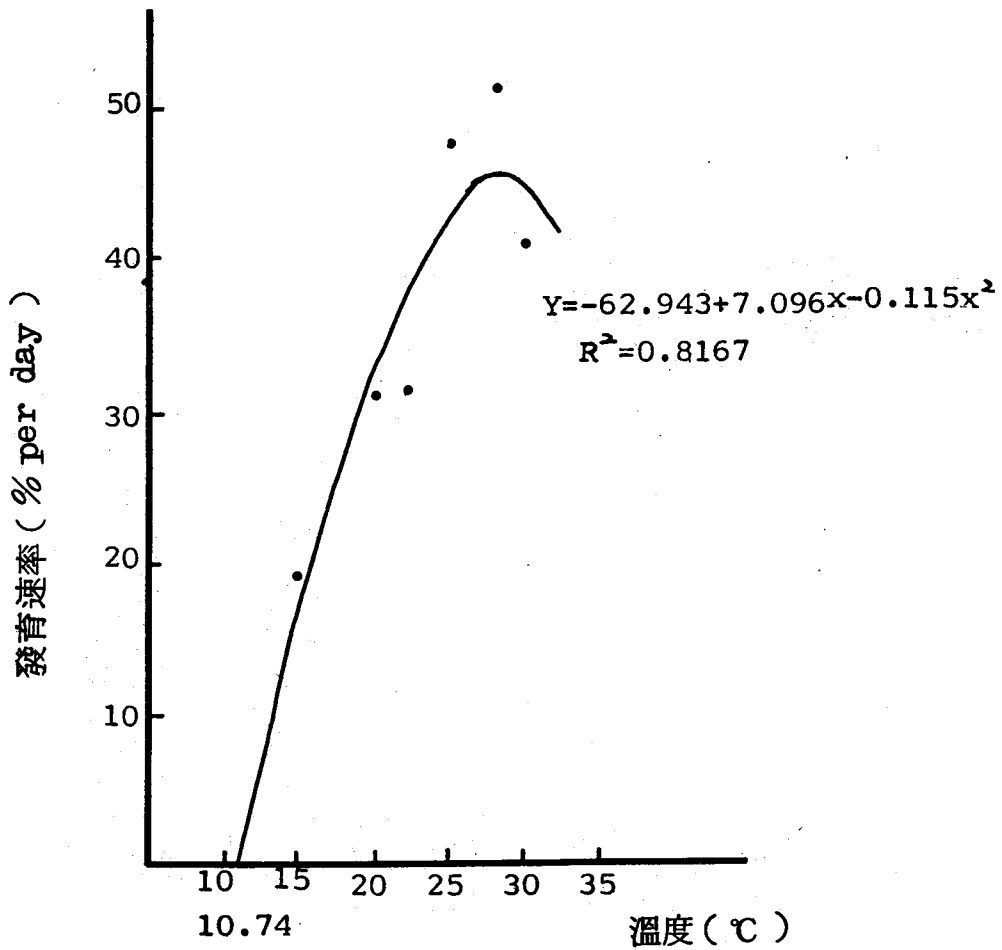
而以同樣方法所求之黃斑期、眼點期卵在定溫下之發育期、發育速率及與溫度之迴歸曲線方程式，分別表示於表二、三及圖四、五。

表二 褐飛蠱黃斑期卵在不同定溫下之發育期間及發育速率

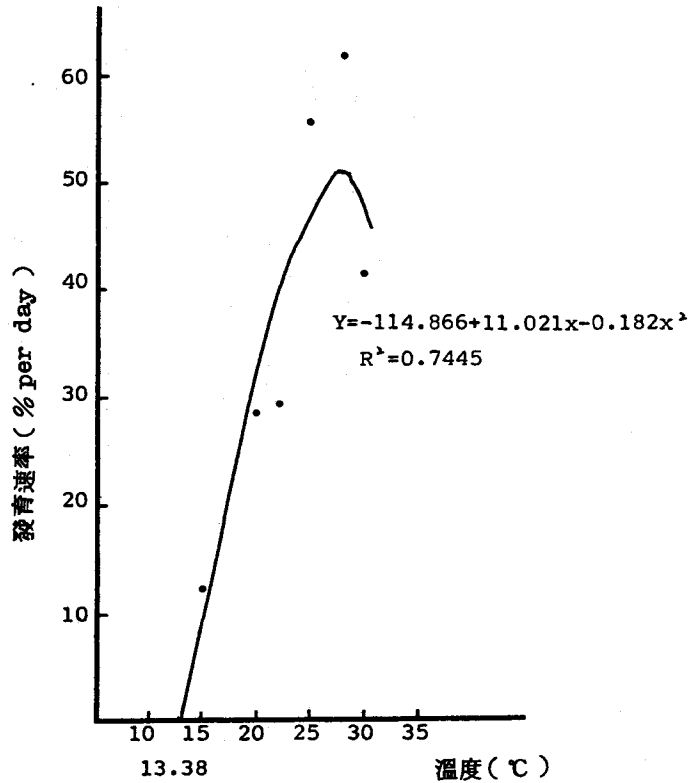
溫度 (°C)	發育期間 (天)	標準機差 (S. E)	發育速率 (% per day)
15	7.79	±1.42	12.8
20	3.50	±1.17	28.6
22	3.39	±0.49	29.5
25	1.79	±1.11	55.9
28	1.61	±0.70	62.1
30	2.40	±1.67	41.7

表三 褐飛蠶眼點期卵在不同定溫下之發育期間及發育速率

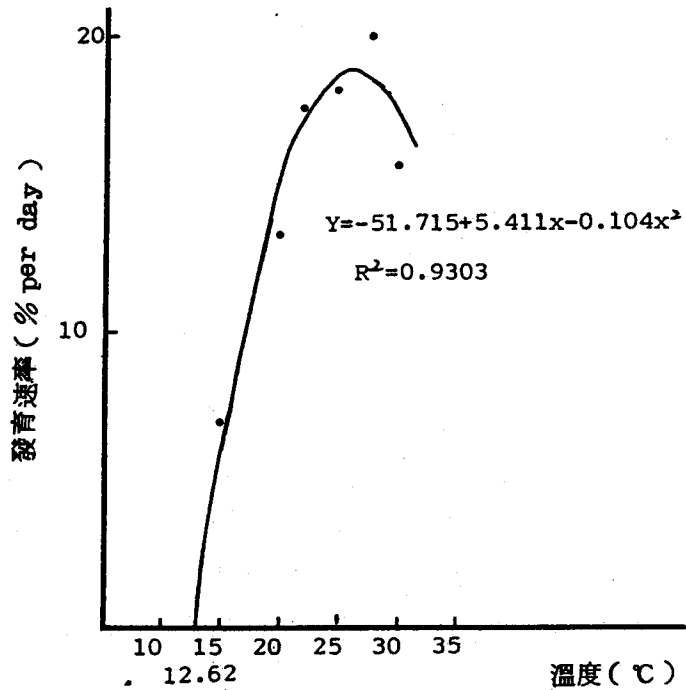
溫度 (°C)	發育期間 (天)	標準機差 (S. E)	發育速率 (% per day)
15	15.33	±0.89	6.50
20	7.50	±1.07	13.30
22	5.70	±0.76	17.60
25	5.45	±1.63	18.30
28	5.00	±0.97	20.00
30	6.40	±1.67	15.60



圖三 褐飛蠶胚帶期卵發育速率與溫度之關係



圖四 褐飛蟲黃斑期卵發育速率與溫度之關係

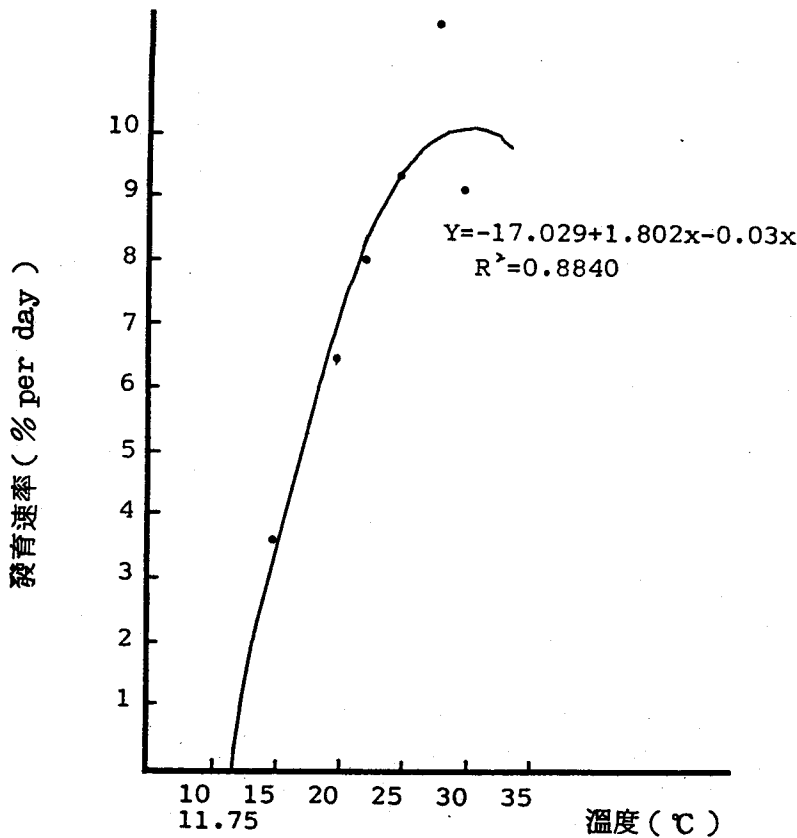


圖五 褐飛蟲眼點期卵發育速率與溫度之關係

即黃斑期與眠點期之發育速率與溫度之迴歸曲線方程式各為 $Y = -114.866 + 11.021X - 0.182X^2$ ($R^2 = 0.7445$) 與 $Y = -51.715 + 5.411X - 0.104X^2$ ($R^2 = 0.9303$) 而其臨界溫度各為 13.38°C 與 12.62°C ，而綜合表一、二、三之結果，在不同定溫之下整個卵期之發育期及發育速率即得如表四之結論，即發育速率與溫度之迴歸曲線方程式為 $Y = -17.029 + 1.802X - 0.03X^2$ ($R^2 = 0.8840$) 求得之發育臨界溫度為 11.75°C (圖六) 並各溫度下的有效積溫列於表五，其平均為 24.87 日度。

表四 褐飛蠶卵在不同定溫下之發育期間及發育速率

溫度 ($^\circ\text{C}$)	發育期間 (天)	標準機差 (S. E)	發育速率 (% per day)
15	27.75	± 1.42	3.60
20	15.50	± 1.75	6.45
22	12.47	± 1.12	8.01
25	10.67	± 1.30	9.37
28	8.56	± 1.29	11.70
30	11.00	± 2.12	9.09



圖六 褐飛蠶卵期發育速率與溫度之關係

表五 褐飛蠶不同發育期卵於不同定溫下之有效積溫。(日度)

發育期	供試度溫 (°C)					
	15	20	22	25	28	30
胚帶期	22.11	29.54	35.69	29.95	33.48	46.99
黃斑期	12.62	23.17	29.22	20.80	23.54	39.89
眼點期	36.49	58.50	53.47	67.47	76.90	111.23

有關溫度對褐飛蠶卵的發育影響，桑原等(1965)曾指出，溫度與發育速率的迴歸曲線為 $Y = 0.0905 + 0.0058(X - 23.8)$ ，卵的發育臨界溫度在 10.48°C ，Kisimoto(1976)認為卵的發育臨界溫度在 10°C 左右；末永(1963)發現，如果溫度範圍是 15°C 至 28°C ，其發育速率與溫度呈直線關係，即卵的發育速率 $Y = 8.848 + 0.754(X - 22.0)$ ，發育臨界溫度為 10.77°C ，而在 $27\sim 28^{\circ}\text{C}$ 時，發育速率最快；若溫度範圍在 $15\sim 35^{\circ}\text{C}$ 時，則兩者關係不能以直線表示，而呈一種拋物線的關係，即溫度高於適溫以上，其發育速率漸趨下降，由本試驗所得結果亦發現，不論是胚帶期、黃斑期、眼點期、整個卵期，溫度在 $27\sim 28^{\circ}\text{C}$ 時，發育速率最快，其後，發育速率則漸下降與末永(1963)所述相符，因此本試驗結果也採用拋物線方程式，而求出發育速率與溫度的關係及發育臨界溫度。陳氏(1978)也曾試驗求出的發育速率與溫度之關係為 $Y = -16.7416 + 1.6368X - 0.0241^2(R^2 = 0.8811)$ ，發育臨界溫度為 12.5°C 。且發現在日本，褐飛蠶發育速率比臺灣快，與試驗(一)及本項試驗有相同結果。而且由本試驗所得結果，可知日本產褐飛蠶卵之發育臨界溫度與臺灣褐飛蠶的發育臨界溫度兩者比較，前者有較低的趨勢。

三、褐飛蠶卵的耐寒性

本項試驗目的在褐飛蠶以卵期越冬可能性的探討，而若能越冬時，則進一步探討其休眠(Diapause)性的存在可能。因此本試驗先測定該蟲卵期的耐寒性。供試的蟲源為72年10月至12月底在田間所採獲的長翅型褐飛蠶。將雌成蟲所產的卵，置於 25°C ，然後使溫度漸漸降低為所定溫度，並置於一定期間後，再使溫度上升。而觀察低溫處理後的卵死亡率、加溫後的孵化率、孵化所需日數，由死亡率及孵化率檢視其耐寒性及越冬的可能性。而由孵化所須日數，利用試驗(二)所得的發育臨界溫度及有效積溫來判斷，褐飛蠶在卵期休眠之可能性。

從試驗(一)而知，褐飛蠶卵之胚胎發育，卵在約1天後進入胚帶期，約2天後進入黃斑期，5天後進入眼點期，因此本試驗所用的卵在 25°C 下，分別放置1天、2天、5天後，將三種不同發育期的卵，當為本試驗之材料。

1. 在 10°C 低溫處理後之再加溫試驗

表六表示胚帶期、黃斑期、眼點期三種不同發育期的卵，由 25°C 漸進降溫至 10°C ，然後在 10°C ，經5、10、15、30、45、60、75天後之死亡率。

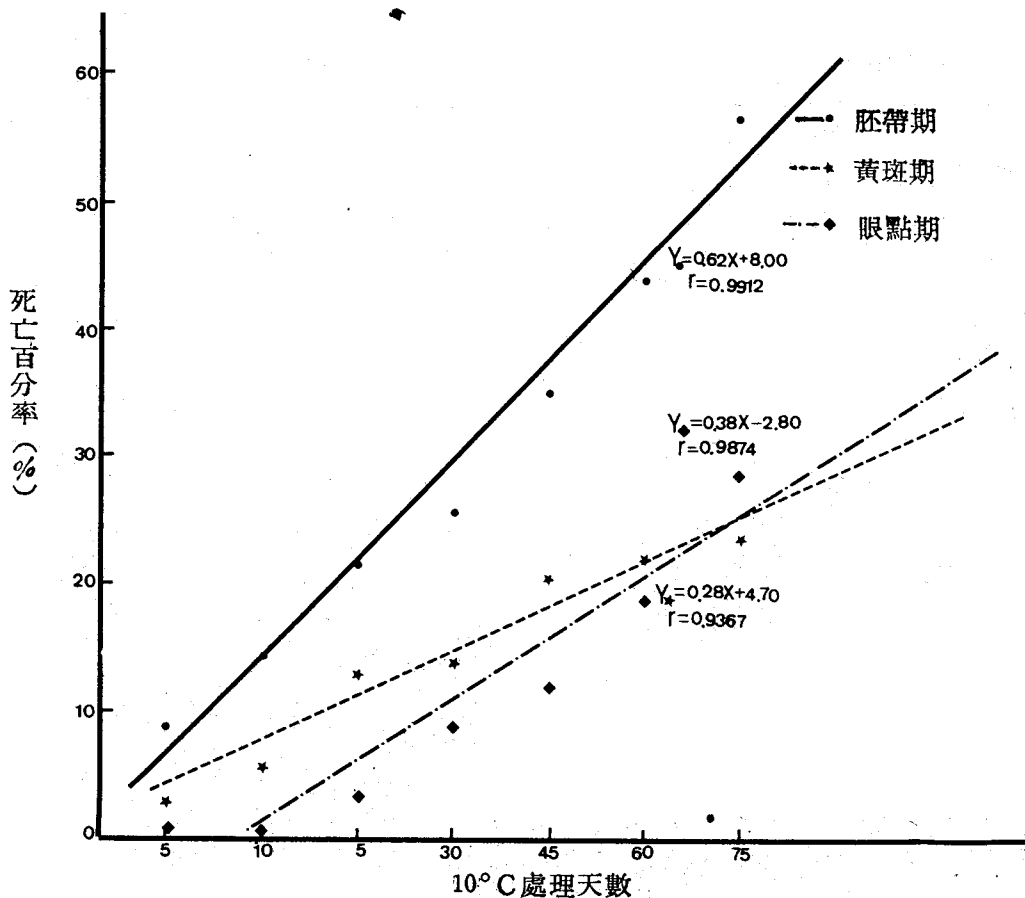
表中顯示，胚帶期卵約在 10°C 放置45天後，死亡率有顯然增加之現象，黃斑期卵亦然；而眼點期約是60天後死亡率才有顯著增加之趨勢；將各生長期的卵於 10°C 下之死亡率繪成迴歸時，在胚帶期為 $Y = 0.62X + 8.00$ ($r = 0.9912$)；黃斑期為 $Y = 0.28X + 4.70$ ($r = 0.9367$)；眼點期為 $Y = 0.38X - 2.80$ ($r = 0.9874$)。

由圖七可知在 10°C 放置75天以內時，各發育期的死亡率為胚帶期 > 黃斑期 > 眼點期，亦即愈早期的卵，對 10°C 的忍受力愈弱；由斜率 0.62、0.28、0.38 可知，死亡率增高的速度依序為胚帶期、眼點期、黃斑期。

表六 褐飛蠶不同發育期卵，從25°C漸進降溫至10°C時，卵之死亡率

10°C 處理天數	發 育 期		
	胚 帶 期	黃 斑 期	眼 點 期
5	8.90 ^a	2.76 ^a	0.32 ^a
10	14.40 ^a	5.52 ^{abc}	0.97 ^a
15	21.47 ^{ab}	13.10 ^{abcd}	3.20 ^{ab}
30	25.65 ^{ab}	13.79 ^{abcd}	8.74 ^{ab}
45	35.08 ^{bc}	20.34 ^{bcd}	11.97 ^{abc}
60	43.72 ^{cd}	21.72 ^{cd}	18.77 ^{bc}
75	56.43 ^d	23.45 ^d	28.48 ^c

依 LSD 最小顯著差異測驗分析 (P=0.05)，有相同英文字母者無顯著差異。
每處理供試卵數40—70粒



圖七 褐飛蠶不同發育期卵，從25°C漸進降溫至10°C後置於不同期間時的死亡率

表七為將胚帶期之卵，從25°C經漸進降溫至10°C然後置於不同處理時間下，再移回20°C時之卵期間及孵化率。即在10°C下的處理時間較長者，其平均卵期較短。由表5的褐飛蠊各發育期卵的發育臨界溫度及有效積溫來判斷，胚帶期的卵經漸進降溫至10°C時，胚帶發育至黃斑中期，經10°C處理，再移回20°C，在20°C下約12天即可孵化，與平均卵期之試驗比值，兩者相差-6至+0.89天，並無延長卵期的現象，且卵期與10°C處理期間之間，並無相關，因此褐飛蠊卵在10°C低溫下之現象為休息(Quiescence)而非休眠。

表七 褐飛蠊胚帶期卵，從25°C漸進降溫至10°C時之卵期間與孵化率

10°C 處理日數	卵 期 (天)			孵 化 率 (%)
	最 長	最 短	平 均	
5	16	10	12.00	60.87
10	18	8	12.70	86.96
15	14	6	12.33	58.06
30	10	4	6.82	73.91
45	17	10	12.89	34.61
60	10	4	6.00	23.08
75	8	8	8.00	9.52

每處理供試卵數40—70粒

表八 褐飛蠊黃斑期卵，從25°C漸進降溫至10°C時之卵期間與孵化率

10°C 處理日數	卵 期 (天)			孵 化 率 (%)
	最 長	最 短	平 均	
5	16	6	12.00	73.53
10	17	11	11.81	82.22
15	14	10	12.19	58.33
30	18	10	12.50	60.87
45	17	2	7.88	59.26
60	17	2	13.43	33.33
75	6	2	5.14	25.00

每處理供試卵數40—70粒

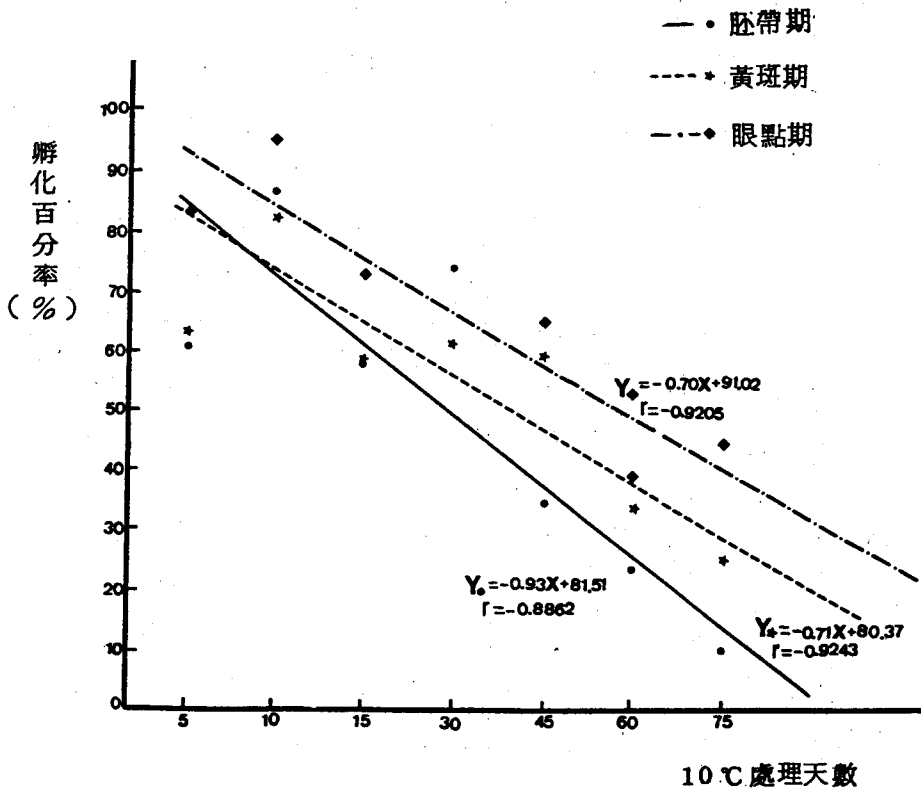
表八為將黃斑期之卵，從25°C漸進降溫至10°C然後置於不同時數處理，再移回20°C時之完成卵期發育所需日數及孵化率。由表五可知，溫度降低到10°C時，胚胎已發育到黃斑後期，而溫度又昇到20°C時，理論上約11天應可孵化，然與平均卵期所得的實驗值比較，稍有延遲的現象，但是10°C處理時間與平均卵期間之間並無相關關係，所以黃斑期卵在10°C也可認為進入休息狀態。

表九為眼點期卵，漸進降溫至 10°C 然後置於不同時間處理，再移至 20°C 之卵期完成發育所需的日數與孵化率；依表五可知，理論上 20°C 下約經 5.4 天可孵化，就平均卵期比較，所得的實驗值比理論值稍短，可能是眼點期卵的發育臨界溫度為 12.62°C 與本試驗所用之低溫 10°C 相差不多，使卵仍能繼續發育的結果；而觀其 10°C 處理時間與平均卵期之間亦無相關關係，從此可推測眼點期的卵在 10°C 下亦呈休息現象。

表九 褐飛蠶眼點期卵，從 25°C 漸進降溫至 10°C 時之卵期間與孵化率

10°C 處理日數	卵 期 (天)			解 化 率 (%)
	最 長	最 短	平 均	
5	10	4	4.38	84.00
10	6	2	4.68	95.15
15	22	2	4.67	72.73
45	10	2	5.30	64.52
60	6	2	3.00	38.10
75	6	2	4.00	44.44

每處理供試卵數 40—70 粒



圖八 褐飛蠶不同發育期卵，從 25°C 漸進降溫至 10°C 後之不同處理時間與孵化率之關係

圖八是將表七、八、九中的各發育期的卵於10°C處理不同期間後，經加溫至20°C後之孵化率所繪成的迴歸曲線。於10°C下處理時間與孵化百分率之關係，在胚帶期為 $Y = -0.93X + 81.51$ ($r = -0.8862$)；在黃斑期為 $Y = -0.71X + 80.37$ ($r = -0.9243$)；眼點期為 $Y = -0.70X + 91.02$ ($r = -0.9205$)；亦即各發育期於10°C處理不同時間後之孵化率高低依序為眼點期、黃斑期、胚帶期，即發育愈晚期的卵，具有較高的孵化率。

2. 在5°C低溫處理後之再加溫試驗

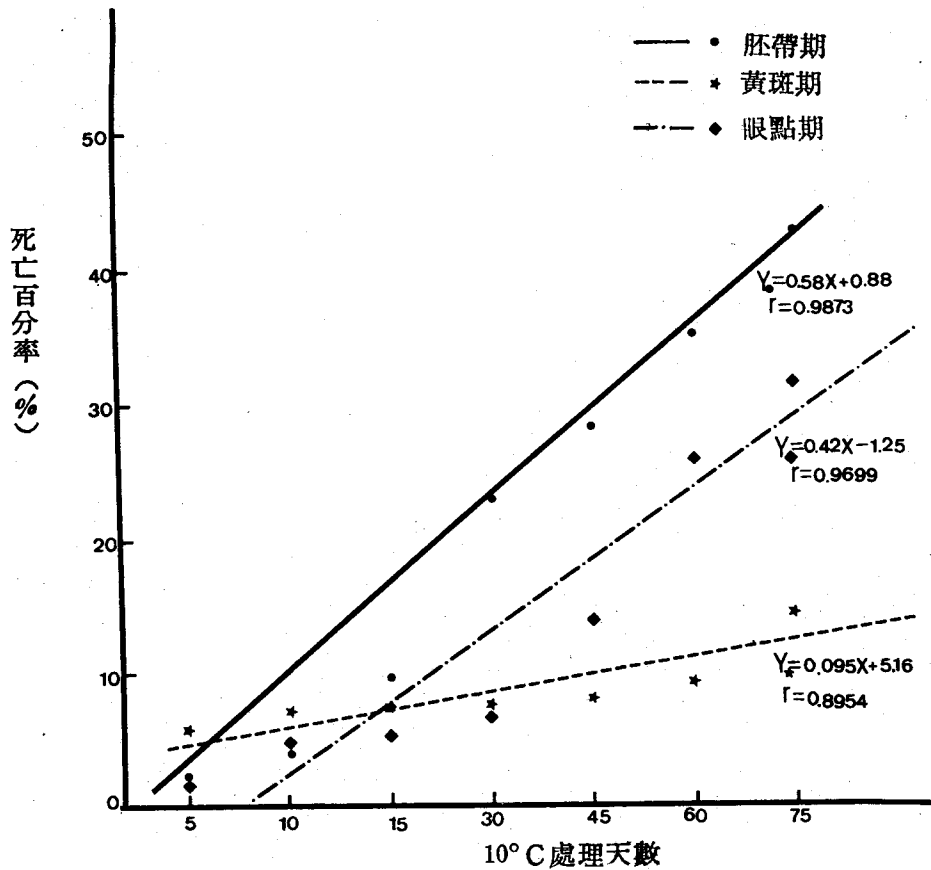
表十表示胚帶、黃斑、眼點期三種不同發育期的卵，由25°C漸進降溫至5°C，然後在5°C下經5、10、15、30、45、60、75天後之死亡率；經LSD最小顯著差異測驗分析，胚帶期卵在5°C下30天時，死亡率遽增；黃斑期於5°C處理時間之死亡率間無差異；眼點期則在45天時有差異，死亡率遽增。將各發育期的卵於5°C下之死亡率繪成迴歸曲線（圖九），在胚帶期為 $Y = 0.58X + 0.88$ ($r = 0.9873$)，黃斑期為 $Y = 0.095X + 5.16$ ($r = 0.8954$)，眼點期為 $Y = 0.42X - 1.25$ ($r = 0.9699$)，胚帶期的死亡率較黃斑、眼點期高，而眼點期的卵在5°C處理期間短於15天者，死亡率低於黃斑期，但其增高速度極快，長於15天，則漸越過黃斑期之死亡率。亦即5°C處理長於15天時，對5°C的耐寒力順序成為黃斑期>眼點期>胚帶期。

表十 褐飛蠶不同發育期卵，從25°C漸進降溫至5°C時之死亡率

5°C 處理天數	發 育 期		
	胚 帶 期	黃 斑 期	眼 點 期
5	2.42 ^a	5.90 ^a	2.41 ^a
10	4.12 ^a	7.02 ^a	5.20 ^{ab}
15	9.93 ^a	7.02 ^a	5.50 ^{ab}
30	23.24 ^b	7.02 ^a	6.73 ^{ab}
45	28.33 ^{bc}	8.15 ^a	14.07 ^b
60	35.11 ^{cd}	9.55 ^a	25.99 ^c
75	42.86 ^d	14.33 ^a	31.50 ^c

依LSD會小顯著差異測驗分析 ($P = 0.05$)，有相同英文字母者無顯著差異
每處理供試卵數40—70粒

表十一為將胚帶期之卵經漸進降溫至5°C然後置於不同期間，再移回20°C時之完成卵期發育所需時數與孵化率；由表五所得之理論值可知，在20°C下已進入胚帶期的卵應經12天後可孵化，而表十一中除在5°C下處理15天者外，其餘各處理區的卵期都比理論值稍短，且平均卵期與5°C處理時間之間亦無關係；表十二為將黃斑期卵經漸進降溫至5°C然後置於不同時間處理，再移回20°C時之卵期完成發育所需的時數與孵化率。在理論值上，可推測此等卵約11天後可孵化。然與表中之平均卵期比較，都比理論值稍短。表十三是將眼點期卵從25°C經漸進降溫至5°C然後置於不同處理時間，再移回20°C時之卵期時數與孵化率。同樣的，平均卵期比理論值的5.4天稍為縮短，而且平均卵期為5°C處理時間之間，並無相關關係，由表十一、十二、十三可知褐飛蠶三種不同發育期的卵在5°C低溫下所表現停止發育的現象亦屬休息；而且經5°C之低溫處理後，有促進卵發育的現象。



圖九 褐飛蠶不同發育期卵，從25°C漸進降溫至5°C後之不同處理時間與死亡率之關係

表十一 褐飛蠶胚帶期卵，從25°C漸進降溫至5°C時之卵期間及孵化率

5°C 處理日數	卵 期 (天)			孵 化 率 (%)
	最 長	最 短	平 均	
5	12	4	8.76	61.82
10	12	4	10.00	72.09
15	16	6	13.89	43.18
30	14	10	12.29	43.75
45	14	8	11.43	22.58
60	4	4	4.00	13.64
75	4	4	4.00	10.00

每處理供試卵數40—70粒

表十二 褐飛蠶黃斑期卵，從25°C漸進降溫至5°C時之卵期間及孵化率

5°C 處理日數	卵 期 (天)			孵 化 率 (%)
	最 長	最 短	平 均	
5	12	8	9.08	75.00
10	14	8	9.55	75.71
15	14	6	10.31	65.31
30	16	7	9.91	53.66
45	15	2	6.65	75.51
60	12	2	7.11	47.36
75	9	6	6.83	23.08

每處理供試卵數40—70粒

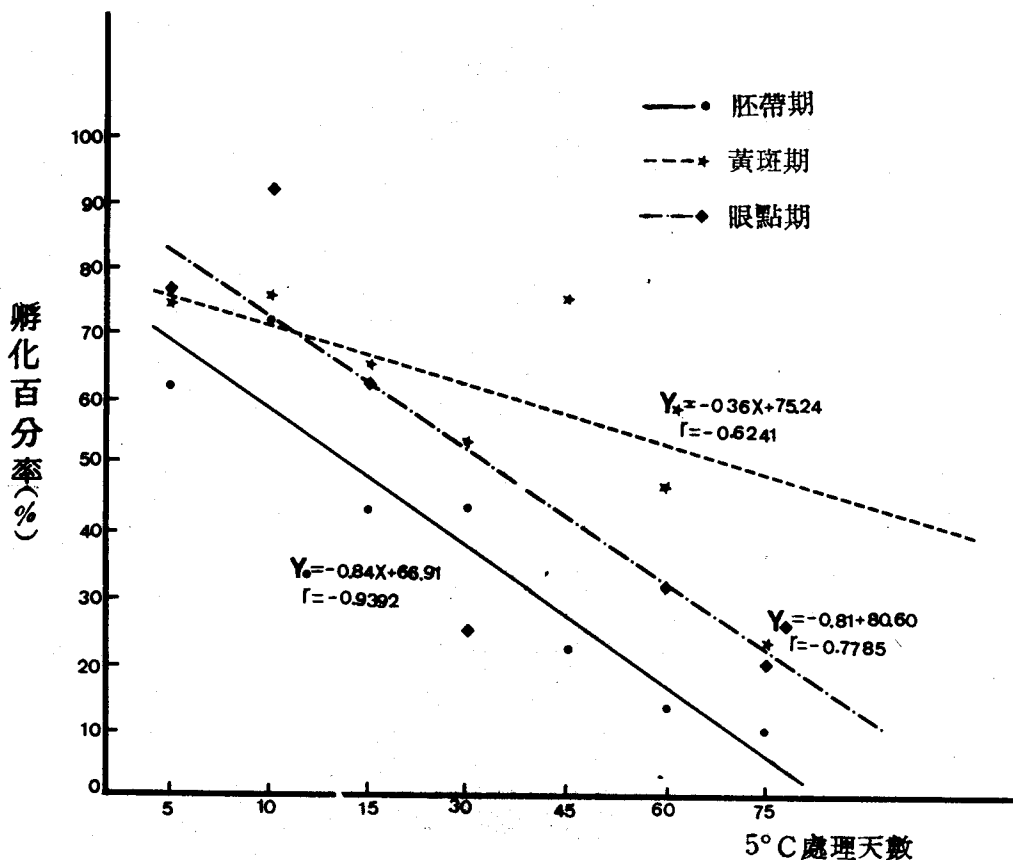
表十三 褐飛蠶眼點期卵，從25°C漸進降溫至5°C時之卵期間及孵化率

5°C 處理日數	卵 期 (天)			孵 化 率 (%)
	最 長	最 短	平 均	
5	6	3	3.60	75.47
10	9	1	4.07	92.00
15	8	2	4.50	62.50
30	10	2	5.33	25.00
45	10	2	6.00	64.29
60	6	4	5.33	31.58
75	6	6	6.00	20.00

每處理供試卵數40—70粒

將表十一、十二、十三中所示之孵化率與在5°C下之處理期間經整理後可得如圖十的迴歸曲線；即胚帶期的迴歸曲線為 $Y = -0.84X + 66.91$ ($r = -0.9392$)；黃斑期為 $Y = -0.36X + 72.24$ ($r = -0.6271$)；眼點期為 $Y = -0.81 + 80.60$ ($r = -0.7785$)；而在5°C下的處理期間長於12天時，其孵化率之高低依序為黃斑期>眼點期>胚帶期。

杉本(1967)曾將於15°C短日照條件下所產的褐飛蠶冬卵，置於5°C下，處理0、10、20、30、40、50天，再置於27.5°C下後，發現在5°C處理日數愈長，孵化所需日數愈短。同時在5°C下的處理日數與在27.5°C加溫後孵化所需日數之和，都很相近。可見在日本，冬季褐飛蠶的卵呈休眠的現象。由本試驗的結果而知，在臺灣褐飛蠶卵於冬季並非有休眠的現象，只是在低溫下暫且停止發育，遇到適宜的溫度，即可發育，即在所謂休息狀態下渡過冬季。



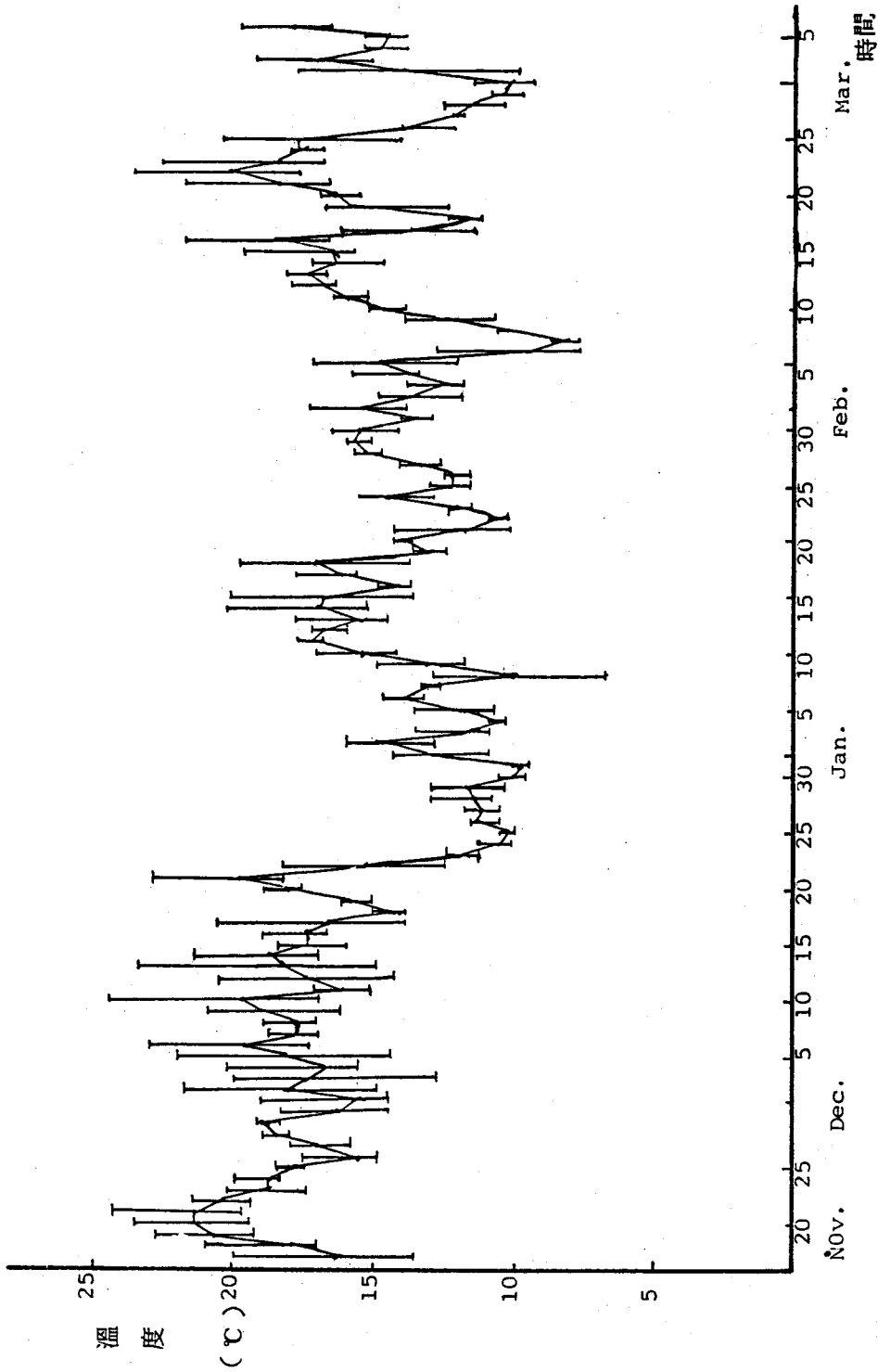
圖十 褐飛蠶不同發育期卵，從25°C漸進降溫至5°C後之不同處理時間與孵化率關係

四、初齡（第一齡至第三齡）若蟲的耐寒性

由前面試驗已知各不同發育期的卵在10°C下放置30天或5°C下放置20天都可得到約50%的孵化率，即從臺灣冬季的氣候條件而看，不少褐飛蠶的卵在冬季仍然能够孵化，而此種孵化的若蟲，在冬季下生存的機會如何，此為決定初春褐飛蠶族群密度的關鍵因子之一，因此在本試驗中探討第一齡至第三齡若蟲的耐寒性。

臺灣秋、冬氣溫變化極大，即以1983年11月至1984年3月為例（圖十一），在11月下旬，日均溫都還在20°C以上，12月21日之前，平均氣溫仍在17~18°C之間，12月23日首次寒流來襲，溫度急遽下降，至11~12°C之間，寒流過後，溫度又回升至17~18°C，甚至更有到20°C以上者；而寒流影響之維持時間在2~15天之間，兩次寒流之間的時間為1~11天。因此本試驗即以25°C、20°C、15°C的溫度下孵化的第一齡若蟲為材料進行如下之試驗。

表十四為15°C、20°C、25°C三種不同溫度下孵化之第一齡若蟲，在漸進降溫至15°C之條件下飼養的結果。由其各齡期的存活率及完成第三齡期所需之平均發育日數。可知溫度在15°C以上時，至少有88.89%以上之第一齡若蟲可在15.50天之內，發育到第四齡期。即15°C之溫度對褐飛蠶初齡若蟲之生存，幾無影響。



圖十一 臺灣地區自1983年11月至1984年3月之間的氣溫變化

存，在% 10 齡 15 的 齡 若 100 約 達 10

表十四 在不同溫度下孵化之褐飛蠶若蟲，在孵化溫度漸進降溫至 15°C 時之發育情形

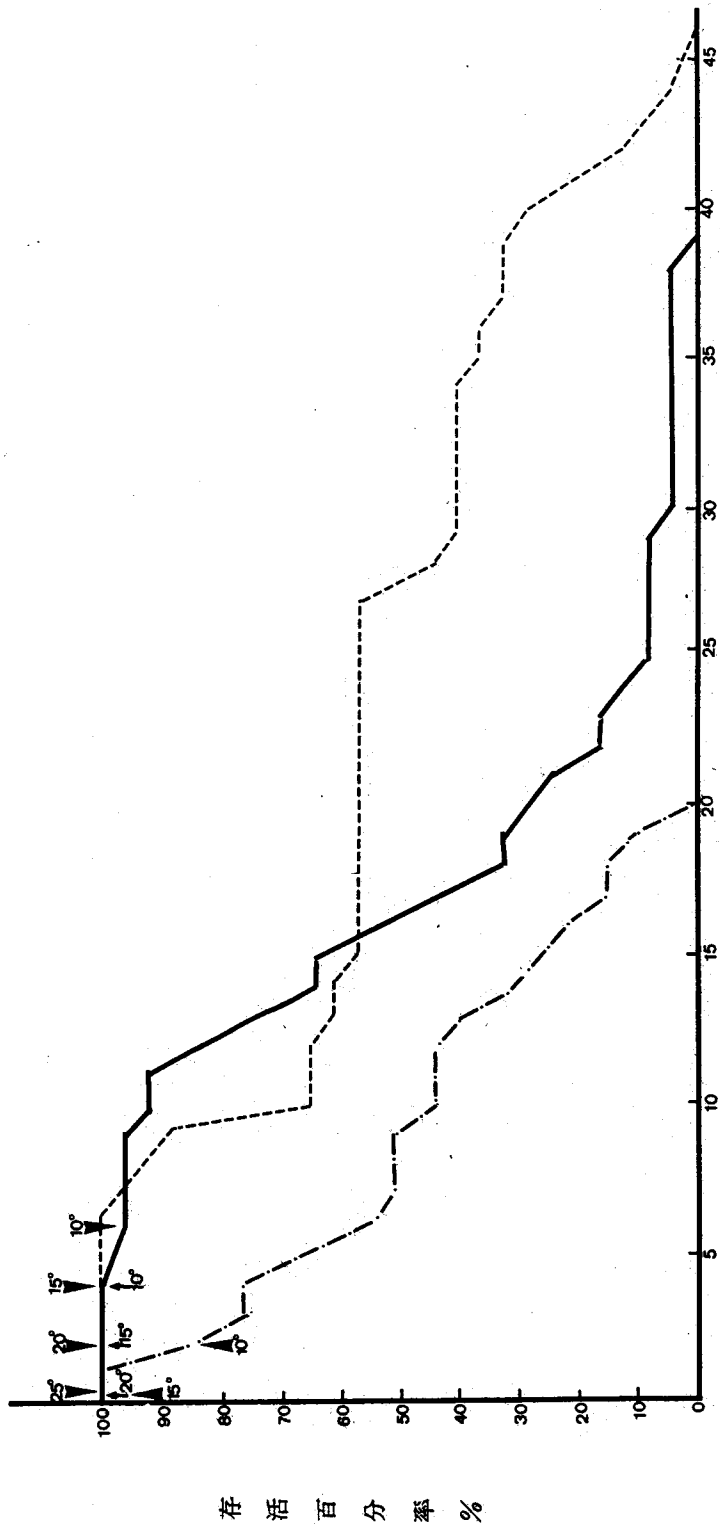
處理溫度	各齡期之生存率			至第四齡之 平均發育日數
	1 令	2 令	3 令	
25°C	100.00	100.00	100.00	7.32
25°C→20°C	100.00	100.00	91.67	9.85
25°C→20°C→15°C	100.00	95.83	95.83	11.39
20°C	100.00	100.00	95.83	14.00
20°C→15°C	100.00	93.10	93.10	15.11
15°C	92.59	92.59	88.98	15.50

表十五 在不同溫度下孵化之褐飛蠶若蟲，在漸進降溫至10°C 時之發育情形

處理溫度	各齡期之生存率(%)			至第四齡之 平均發育日數
	1 令	2 令	3 令	
25°C→20°C→15°C→10°C	100.00	24.00	0.00	11.76 ^{ab}
20°C→15°C→10°C	89.29	14.29	0.00	23.39 ^a
15°C→10°C	0.00	0.00	0.00	7.82 ^b

表十五為與前項同樣的試驗中，將溫度漸降到10°C之結果。由各齡期的生存率及在10°C下平均存活日數來看。經25°C→20°C→15°C→10°C之降溫系列處理後，第一齡若蟲都可脫皮到第二齡期，惟有24%之供試蟲可脫皮到第三齡蟲，而都無法脫皮到第五齡期。溫度降低到10°C後，供試蟲仍在第二至第三齡期。並在10°C下仍可存活約12天；經20°C→15°C→10°C之降溫系列處理後，約88%之供試蟲脫皮到第二齡期，約14%之供試蟲可發育到第三若齡蟲，但無法發育到第四齡若蟲；在10°C下，第二、三齡若蟲可存活約23天；而由15°C降低到10°C之變溫中，孵化若蟲都維持在第一齡期，而在10°C下仍可存活7~8天。平均存活日數經LSD最小顯著差異測驗分析，可知20°C→15°C→10°C之溫度處理，供試蟲在10°C下的存活日數，與15°C→10°C之處理時之供試蟲在10°C的存活日數間有顯著的差異。換言之，第二、三齡若蟲對10°C的耐寒力大於第一齡若蟲。

圖十二為在15、20、25°C孵化之第一齡若蟲，在漸進降溫至10°C之條件下飼養的結果，由其各齡的存活率及至第四齡期所需的日數，可知在25°C→20°C→15°C→10°C之變溫系列中，受處理的若蟲在10°C下，經6天後，存活率急遽下降，經10天後存活率只剩50%。23天後達到的死亡率為100%。在20°C→15°C→10°C之處理中，若蟲在10°C之下，5天後存活率急遽下降，23天後只剩約一半的若蟲，42天後即全部死亡。在15°C→10°C之處理中，若蟲在10°C之下，2天後存活率即急遽下降，5天後的存活率約為50%，18天後供試蟲亦全部死亡；由此可見供試蟲在20°C→15°C→10°C之降溫系列處理中，在10°C下之忍受力還相當之強。



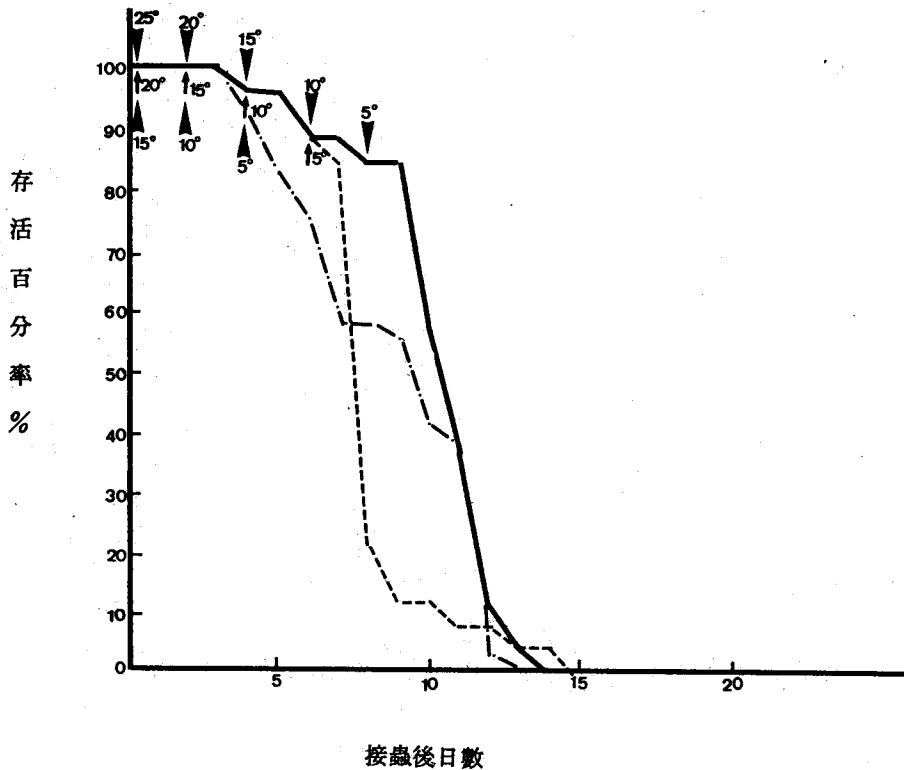
接蟲後日數

圖十二 不同溫度下孵化之褐飛蠶若蟲，在漸進降溫至10°C時之存活率

表十六 在不同溫度下孵化之褐飛蠶若蟲，在漸進降溫至 5 °C 時之發育情形

處理溫度	各齡期之生存率			至第四齡之 平均發育日數
	1 令	2 令	3 令	
25°C → 20°C → 15°C → 10°C → 5°C	92.00	0.00	0.00	2.20
20°C → 15°C → 10°C → 5°C	45.83	0.00	0.00	2.25
15°C → 10°C → 5°C	0.00	0.00	0.00	5.03

表十六為在15、20、25°C三種不同溫度下孵化之第一齡若蟲，在漸進降溫至5°C的條件下飼養的結果，其完成各齡期的存活率及在5°C下的平均存活日數來看。經過25°C → 20°C → 15°C → 10°C → 5°C之變溫系列的處理後約有92%之供試蟲仍可脫皮到第二齡期，而第二齡若蟲在5°C下，平均存活2.20天，然不能脫皮到第三齡若蟲。在20°C → 15°C → 10°C → 5°C之降溫處理，約46%之供試蟲仍可脫皮到第二齡若蟲。而第二齡若蟲在5°C下，平均可存活2.25天，但不能脫皮而發育到第三齡期。然在15°C → 10°C → 5°C之變溫處理區，若蟲都停留在第一齡階段。而第一齡若蟲可在5°C之下，平均可存活5.03天；在上述三種處理中，若蟲於5°C下之平均存活日數，經LSD最小顯著差異測驗分析(P=0.05)，發現並無顯著差異，但可見第一齡若蟲對5°C之耐寒力，較大於第二齡若蟲對5°C之耐寒力，而三宅(1966)也在測定各齡若蟲對5°C的耐寒力時也得到相似的趨勢。



圖十三 不同溫度下孵化之褐飛蠶若蟲，在漸進降溫至 5 °C 時之存活率

如將15、20、25°C孵化之第一齡若蟲，在漸進降溫至5°C之條件下的飼養時所得到的存活率及發育情形表示於圖十三，在25°C→20°C→15°C→10°C→5°C之變溫系列處理區，溫度至5°C後，1天後存活率即急遽下降，而6天後若蟲全部死亡。在20°C→15°C→10°C→5°C之處理區，也發現若蟲在5°C下1天後，若蟲急遽死亡，經9天的處理供試蟲都無法存活；在15°C→10°C→5°C之處理區，若蟲經5°C處理後，也急遽死亡，而在9天後，供試蟲都全部死亡。將圖十二與十三比較，褐飛蝨初齡若蟲對10°C與5°C之耐寒力之間有很大的差異。

五、臺灣地區褐飛蝨卵及初齡若蟲越冬預測

由上面試驗已知褐飛蝨卵的發育臨界溫度為11.75°C，而在臺灣地區從1979年—1984年，五年來，每年11月至翌年3月間，日均溫在褐飛蝨卵的發育臨界溫度以下之持續天數及其頻率表示於表十七。即日均溫在臨界溫度以下的頻率共有52次，其中持續日數只有一天者佔25次，二天者佔19次，而日均溫在11.75°C以下的天數乃是間歇性的發生，其間褐飛蝨卵都可正常發育。且其中除了1、2天的日均溫是在10°C以下，其餘皆在11.75~10°C之間；若以五年中，平均氣溫最低的1983年11月至1984年3月為例，將此溫度條件代入於圖七、圖八所表示的死亡率及孵化率之迴歸曲線，可求得此年褐飛蝨卵冬季的存活率及孵化率。

表十七 臺灣地區1979年11月至1984年3月之間，日均溫在褐飛蝨卵發育臨界溫度(11.75°C)下，持續天數之頻率

地 區	年 份	持 續 天 數					
		1	2	3	4	5	6
臺 北	1979—1980	2	2	1	—	—	—
	1980—1981	1	2	1	—	—	—
	1981—1982	4	—	—	—	—	—
	1982—1983	2	2	—	1	—	—
	1983—1984	2	3	—	2	1	—
臺 中	1979—1980	2	—	1	—	—	—
	1980—1981	—	2	—	—	—	—
	1981—1982	1	—	—	—	—	—
	1982—1983	—	1	—	—	—	—
	1983—1984	3	3	—	—	—	—
嘉 義	1979—1980	2	—	1	—	—	—
	1980—1981	2	—	—	—	—	—
	1981—1982	1	—	—	—	—	—
	1982—1983	—	1	—	—	—	—
	1983—1984	3	3	—	—	—	—
屏 東	1979—1980	—	—	—	—	—	—
	1980—1981	—	—	—	—	—	—
	1981—1982	—	—	—	—	—	—
	1982—1983	—	—	—	—	—	—
	1983—1984	—	—	—	—	—	—

資料由中央氣象局資料科提供。

即在只考慮氣溫條件的情形下，由上述之估算，可得臺北地區卵之存活約是 69.47%，臺中、嘉義地區約是76.67%；孵化率臺北地區約23.23%，臺中、嘉義地區約是 34.78%；而屏東地區，氣溫皆在11.75°C以上，褐飛蝨的卵冬季將不受溫度之影響。(表十九)

再看初齡若蟲冬季的發育及存活的情形。據陳氏之報告褐飛蝨若蟲之發育臨界溫度為12.50°C (陳, 1978)。自1979至1984年這五年來，每年11月至翌年3月間，日均溫在若蟲發育臨界溫度以下之持續天數及其頻率表示於表十八。

表十八 臺灣地區1979年11月至1984年3月之間，日均溫在褐飛蝨若蟲發育臨界溫度(12.50°C)下，持續天數的頻率

地 區	年 份	持 續 天 數								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
臺 北	1979—1980	2	1	1	—	—	—	—	—	—
	1980—1981	3	1	2	—	—	—	—	—	—
	1981—1982	4	1	—	—	—	—	—	—	—
	1982—1983	5	2	—	—	—	—	—	—	—
	1983—1984	4	2	—	2	—	—	—	—	1
臺 中	1979—1980	2	1	1	—	—	—	—	—	—
	1980—1981	1	1	1	—	—	—	—	—	—
	1981—1982	5	—	—	—	—	—	—	—	—
	1982—1983	3	—	—	—	1	—	—	—	—
	1983—1984	3	2	2	—	—	—	—	—	—
嘉 義	1979—1980	2	—	1	—	—	—	—	—	—
	1980—1981	3	1	—	—	—	—	—	—	—
	1981—1982	3	—	—	—	—	—	—	—	—
	1982—1983	2	1	—	—	—	—	—	—	—
	1983—1984	3	2	1	—	—	—	—	—	—
屏 東	1979—1980	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	1980—1981	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	1981—1982	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	1982—1983	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	1983—1984	—	—	—	—	—	—	—	—	—

資料由中央氣象局資料科提供。

即日均溫在臨界溫度以下的頻率共有 73 次，而也以持續日數一日者為最多。茲將 1983 年11月至 1984 年 3 月為例參照圖十二之所示的初齡若蟲之存活率，即在只考慮氣溫條件的狀況下，冬季初齡若蟲在臺北地區約可存活 37.72%，臺中地區約62.21%，嘉義 65.98%，屏東地區初齡若蟲將不受氣溫的影響而正常發育。(表十九)

表十九 褐飛蝨卵及初齡若蟲冬季存活率之推測

	臺 北	臺 中	嘉 義	屏 東
卵 孵 化 率	23.23	34.78	34.78	—*
初齡若蟲存活率	37.72	62.21	65.98	—*

* 屏東地區卵及初齡若蟲都可行正常發育。

引 用 文 獻

- 三宅利雄、藤原昭雄 1961 セジロウンカの休眠と寄主選擇。應動昆 5(3):174—179。
- 三宅利雄 1966 ウンカ類の生態と休眠。廣島縣立農業試驗場報告,第24號 53pp.
- 川瀨英爾、石崎久次 1954 トビロウンカの越冬卵について。應用昆蟲 10(2):93—97。
- 竹澤秀夫 1961 a トビロウンカの越冬に関する研究 I.自然温下における卵態越冬ならびに越冬後の發育經過。應動昆 5(1):40—45。
- 竹澤秀夫 1961 b トビロウンカの越冬に関する研究 II.秋期における産卵時期と卵期越冬の關係。應動昆 5(2):134—140。
- 朱耀沂、楊平世 1980 臺灣におけるトビロウンカ越冬の可能性に関する覺書。Rostria 33:373—378。
- 杉本達美 1967 トビロウンカ卵の孵化條件に関する研究。應動昆 11(2):76—78。
- 桑原正芳、平岡興二、阪野和男 1956 トビロウンカの生態並びに越冬に関する實驗的研究 P. 54—65 農林省振興局植物防疫課「セジロウンカ及びトビロウンカの越冬並びに第一次發生源に関する研究」。288 pp.
- 陳若筦、趙健、徐秀媛 1982 褐飛蝨越冬溫度指標之研究。昆蟲學報 25(4):390—396。
- 陳秋男 1978 水稻褐飛蝨 *Nilaparvata lugens* (Stål) 之生態。農業發展委員會出版—水稻病蟲害:生態學與流行學。P 1—22。
- 程遐年、楊若筦、刁學、楊聯民、朱子龍、吳進才、錢仁貴、楊金生 1979 稻褐飛蝨遷飛規律的研究。昆蟲學報 22(1):1—21。
- 楊平世 1983 褐飛蝨在臺灣冬季之生態研究。臺灣大學植物病蟲害學研究所博士論文 171 pp.
- 奧村隆史 1963 セジロウンカおよびトビロウンカ成蟲飼育條件にする卵休眠の誘起。應動昆 7(4):285—290。
- Kisimoto R. 1976. Bionomics, forecasting of outbreaks and injury caused by the rice brown planthopper. p. 27—41. In 「The rice brown planthopper」 compiled by Food and Fertilizer Technology Center for the Asia and Pacific Region, ASPAC. 258pp.

THE STUDIES ON THE COLDHARDINESS OF BROWN PLANTHOPPER ON ITS EGG AND YOUNGER NYMPHAL STAGES.

Yau-I Chu, Li-Hsiu Lai, Chich-Wei Lai and Hsiou-Tean Wu
*Division of Entomology, Department of Plant Pathology and
Entomology, National Taiwan University, Taipei, Taiwan, R. O. C.*

Brown planthopper (*Nilaparvata lugens* (Stål) = BPH) is a serious threat to rice production in Taiwan, while the population dynamics of BPH is so variable annually. It is generally presumed to due to the composition of 2 different initiating populations in the spring season. Accordingly one is the trans-oceanic immigrated strain, and the other is the local overwintered one.

The purpose of the present studies is set on the target to evaluate the importance of the local overwinter strain as the initiating population.

For the fundamental study for the evaluation, the coldhardiness of the egg and younger nymphal stage of BPH are estimated in the present work. The work is composed of five parts and following results are obtained.

1) The embryogenesis of BPH.

Based on the external characteristics, the embryonic development of BPH can be divided into 6 stages. Those are blastoderm stage, germband stage, yellow-spot stage, blastkinesis stage, eye pigmentation stage, and hatching stage.

2) The embryonic development at constant temperatures.

The duration of germband, yellow-spot, eye pigmentation, and whole egg stages were estimated at $15\pm 1^{\circ}\text{C}$, $20\pm 1^{\circ}\text{C}$, $22\pm 1^{\circ}\text{C}$, $25\pm 1^{\circ}\text{C}$, $28\pm 1^{\circ}\text{C}$ and $30\pm 1^{\circ}\text{C}$. The regression curves between the growth velocity and temperature are as follow:

Germband stage: $Y=62.943+7.096x-0.115x^2$; $R^2=0.8167$,

Yellow-spot stage: $Y=-114.866+11.021x-0.182x^2$; $R^2=0.7445$,

Eye pigmentation stage: $Y=-51.757+5.411x-0.104x^2$; $R^2=0.9303$,

Whole egg stage: $Y=-17.029+1.802x-0.03x^2$; $R^2=0.8840$.

The physiological zero points for germband, yellow-spot, eye pigmentation and whole egg stage are 10.74°C , 13.38°C , 12.62°C and 11.75°C respectively. The accumulative temperatures for the growth of germband, yellow-spot and eye pigmentation stages were 32.96 D.D., 24.87 D.D. and 67.34 D.D. respectively.

3) Test of coldhardiness of the egg stage.

BPH were reared in the growth chamber at 25°C , until they develop to the 3 different embryonic stage, namely, germband, yellow-spot and eye pigmentation. Then the temperature was decreased to 10°C or 5°C . They were kept under those low temperature for different duration. After the cold treatment the temperature is re-rised to 20°C . The observation is continued until the end of the 3rd instar stage.

a) Effect of decreasing temperature to 10°C .

The mortality of germband and yellow-spot stage increased significantly after 45 days treatment under 10°C temperature, and 60 days for the eye pigmentation stage. The order of the

coldhardiness under 10°C is as follow: eye pigmentation stage > yellow-spot stage > germband stage.

b) Effect of decreasing temperature to 5°C.

The mortality of germband stage increased markedly after 30 days treatment, and 45 days for the eye pigmentation stage. In the case, the duration of the cold treatment is shorter than 15 days, the order of coldhardiness is as follow: eye pigmentation stage > yellow-spot stage > germband stage. While the duration prolonged over 15 days, the order become as follow: yellow-spot stage > eye pigmentation stage > germband stage.

The effect of low temperature to the duration of egg stage are also studied. The degree of prolongation is much variable with the duration of the cold treatment. While they can re-start their embryonic development soon after replaced under warm condition. Therefore, the retardation of the embryonic development is considered to be caused by quiescence but not diapause.

4) Test of coldhardiness on the younger nymphal stage.

The egg are firstly incubated under the temperature of 25°C, 20°C and 15°C. After the hatching, the nymphs are provided to the gradually decreasing temperature condition till 15°C. Then, within 15.50 days, at least 88.89% of hatched nymph developed to the 4th instar nymph. At the another test which the temperature is gradually decreased to 10°C, the high mortality occurred during 2nd to 6th days after the cold treatment. In a series of this test, half of provided nymphs are died between 5th and 23rd day. And all of them are extinguished between 18th and 42nd day.

Under 10°C condition, the 2nd and 3rd instar nymph showed higher cold hardiness than the 1st instar nymph. When the temperature decrease to 5°C, the majority of the younger nymph died within 24 hr. One hundred percent of mortality is obtained by 6-9 day's exposure of 5°C temperature. It is a worthy noted fact that, the 1st instar nymph is slightly more tolerable to 5°C condition than the 2nd or 3rd instar nymph.

5) Tentative estimation of percent hatching a surviving of younger nymph during the winter season.

The estimation is conducted based on the meteorological data during 1979-1984. Combining the results obtained in the present work. The following figures are suggested, to be occurred in the early spring. The percent of survived egg in Taipei, Taichung and Chiayi are 69.47, 76.67 and 76.67% respectively. The percent of egg hatching in Taipei, Taichung and Chiayi are 23.23, 34.78 and 34.78% respectively. The percent of survival of younger nymph in Taipei, Taichung and Chiayi are 37.72, 62.21 and 65.98% respectively. Owe to the warm condition in Pintung, both egg and younger nymphs of BPH are expected can grow to get rid of the influence of the low temperature.