

試驗報告第315號

BULLETIN No. 315

紅檜種子發芽研究

胡大維 林讚標 鍾永立 楊武俊

The Germination Study of the Seeds of
Chamaecyparis formosensis

by

Ta-Wei Hu, Tsan-Piao Lin, Yong-Ly Chung, Wu-Jiun Yang

臺灣省林業試驗所

臺 灣 臺 北

中華民國六十七年十一月

TAIWAN FORESTRY RESEARCH INSTITUTE

Taipei, Taiwan, Republic of China

November, 1978

目 次 (Contents)

摘要 Abstract	1
一、緒 言 : Introduction	1
二、材料及方法 : Materials and Methods	1
三、結果與分析 : Results and Analyses	3
四、討 論 : Discussion	9
五、參考文獻 : Literature Cited	10
六、英文摘要 : English Summary	11

紅檜子種發芽研究

胡大維 林讚標 鍾永立 楊武俊

The Germination Study of the Seeds of *Chamaecyparis formosensis*

by

Ta-Wei Hu, Tsan-Piao Lin, Yong-Ly Chung, Wu-Jiun Yang

摘要 (Abstract)

在不同溫度與不同光期下進行紅檜種子發芽試驗，以期找出適當之發芽條件。在 16 小時光照下 15°C 時有最高之發芽率 (38%)。在各種變溫處理 16 小時光照下，25—15°C 有最高之發芽率 (32.2%)。在 24 小時光照下，15°C 時有最高之發芽率 (20.7%)。因此紅檜種子在有晝夜別之條件下，能有較高之發芽率。在定溫下 16 小時光照處理，較其他處理顯示提早發芽與較快之發芽速度。當各種處理結果套入發芽值公式中，尚發現此一相同條件可以縮短最後發芽之計算日數。

一、緒 言 (Introduction)

林木種子之發芽係受內在及外在因子之影響，其中外在因子包括溫度、光線、水分、化學環境和時間因素等等 (Koller 1972) 或是溫度水份、氧、二氧化碳、陽光、X 光、溶液酸鹼度、大氣壓力及生長素等 (王子定 1965) 在這諸項因子中，溫度與光線二項條件為實驗室操作上較易控制之二因子。

各種林木種子之發芽，均存有最高溫度限制 (upper temperature limit) 超出此一範圍則無法發芽，然雖同屬此一溫度界限之內，不同種類所表現之最適溫度亦有頗大差異 (Koller 1972)，而此與樹種產地之海拔高度及緯度不同之氣候區 (Stearns & Olson, 1958)，種子低溫貯藏期，(Joseph 1929; Weiss 1926) 和發芽期間之長短 (Edwards 1932) 均有關係。

紅檜為本省重要原產造林樹種，本樹種之種子發芽尚無前人研究，本試驗旨在以完整之試驗過程，以探討光照與溫度二因子，對紅檜種子發芽之影響，並找出紅檜發芽之最適當條件，以為全省各林區，進行發芽檢定之參考。

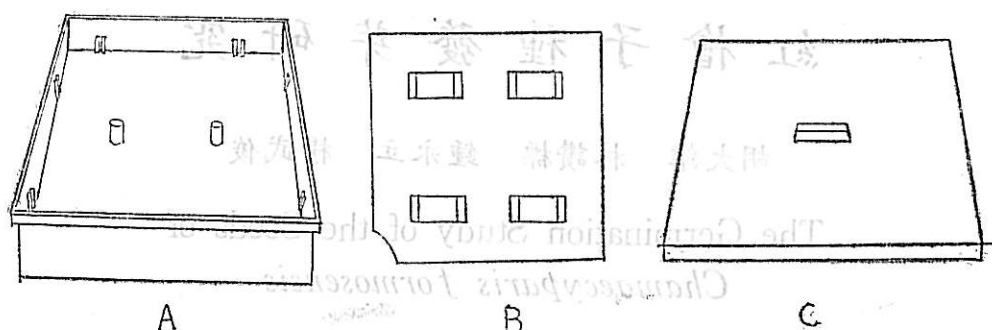
二、材料及方法 (Materials and Methods)

本試驗之紅檜種子來自大雪山，海拔 2,200~2,400 公尺，均為 65 年多所採集者，經精選，取樣、分裝，密封並儲存於零下 20°C 之冰櫃中，於民國 66 年 2 月開始進行試驗。

種子以人工精選，純度為百分之百，種子均勻地播於 20.7×20.7×4 公分之正方形有蓋發芽盤，發芽盤之結構如圖一所示，此發芽盤由林業試驗所自行設計。

發芽盤 A 內預先盛水，約 1 公分高，次將有四個長方形孔之塑膠板 B 套入 A 內，並於孔處放置紗布，再於塑膠板上放置吸水紙，水份經由紗布而滲透至吸水紙上。種子便均勻地播於吸水紙上，再覆上盤蓋 C。此一設計具許多優點，最顯著的是，只須加水一次，便可使用一個月以上，無需再度加水，種子播於發芽盤後，便將發芽盤移入生長控制箱內。

生長控制箱 (growth chamber) 共有五部，其容積均為 5 立方英尺，箱內之溫度可調節自 -5°C 至 60°C，光度則由六支生長燈控制，視光照強度需要而易於裝拆，在本試驗中凡有光照，均調為



圖一、種子發芽盤 A. 為底盤，B. 為發芽板 C. 為盤蓋。

3000 lux，此外溫度與光線可由計時器 (timer) 調整為試驗所需之週期。

本試驗中有些試驗24小時均為一定溫度，並為連續光照下進行，有些則在變溫變光下進行，例如在每日24小時週期中，室溫 30°C 下同時有光照16小時，與 5°C 下同時無光照8小時，即組合為一個週期，此一週期因為計時器能自行轉動，而能循環不斷。雖定為16小時為 30°C，8小時為 5°C，但實際上，當黑暗轉變為光照時，由 5°C 回升為 30°C，與自有光照轉變為黑暗，由 30°C 下降為 5°C，均需要一段時間來達成，故在變溫情況下，各組溫度，若差距愈大，則達到指定溫度費時愈長。

本試驗所使用之五個長箱，溫度變化時達到指定溫度需要的時間列如表一。

表一、五個生長箱溫度變化需耗時間紀錄表

溫度變化	5 → 10	10 → 15	15 → 20	20 → 25	25 → 30	5 → 30 (合計)
光 (分)	10*	5	4	6	7	32
暗 (分)	5	10	4	8	5	32
溫度變化	5 ← 10	10 ← 15	15 ← 20	20 ← 25	25 ← 30	5 ← 30 (合計)
光 (分)	38	26	17	12	8	101
暗 (分)	13	10	8	7	6	44

* 時間為五個生長箱測得之平均數，僅取整數。

試驗紀錄乃每二天檢查一次發芽數，種子發芽之認定以胚根突出種皮做為標準，在每一溫度處理下，種子發芽紀錄繼續至發芽活動停止為止。

由於有許多處理種子發芽可拖長至數個月以上，仍可繼續發芽，為了要決定何時可視為發芽完成，頗為困難。通常在判定種子發芽勢時所使用的二種方法似可引用；其一是於種子發芽，開始迄於減退之際，其所發芽之數。其二為 Bates (1963) 所指出發芽勢之限期，係按逐日發芽數之減退情形而定，迄發芽種子於 2 粒以下，次日且不再見增時即為發芽勢終止之期。

此外若根據1976年國際種子檢驗規則可以找到數種扁柏屬 (*Chamaecyparis*) 的樹種 (但無紅檜)，其發芽溫度在 20°C 時，發芽之最後計算 (final counts) 日期，均定為28日。

由於本試驗之紅檜種子發芽試驗溫度範圍由 5°C 至 30°C，並有變溫處理，依據上面任何一種情

況，在應用時均有困難，因此我們採用 Djavanshir & Pourbeik 於1976年所發表之一新的公式，用來判定有效發芽之最後計算日期。這便是首先要求出發芽值 (germination value)。發芽值的定義乃是：苗圃或野外播種發芽後，期望存活之成苗率。發芽值之計算公式如下：

$$GV = \frac{\sum DGS}{N} \times GP \times 10$$

GV 為發芽值。

N 為頻數、自發芽開始之日算起。

GP 為累積之發芽率。

DGS 為每日發芽速度，此由累積發芽率除以試驗進行之日數而得。

應用此一公式，可預測種子於苗圃播種或野外成活率之估計，並可決定試驗結束之日期。

爲了要知道發芽值在進行試驗後要多少日才能達到最大值，便首先算要做出一個表格，列出頻率 (N)、發芽試驗進行日數、累積發芽率 (GP)、每日發芽速度 (DGS)、 $\sum DGS/N$ 、發芽值 (GV)。於是將每日所得資料填入上列各項之下，以便求得每日之發芽值。

在檢查每日發芽值可發現發芽值會逐漸升高再逐漸下降，發芽值達到最大時，該值便是苗圃或野外播種發芽後，期望存活之成苗率。同時發芽值達到最大之時試驗進行日數，即視為試驗結束之日期。

本試驗內所有發芽值依上述方法求得，於是對於不同條件下之發芽試驗便可一一定出發芽最後計算日數。

本發芽試驗，由三組試驗組合而成。

第一組：

五個生長箱之溫度分別調為10°, 15°, 20°, 25°和30°C，每日光照時間為24小時。

第二組：五個生長箱分別調為 10°, 15°, 20°, 25° 和 30°C。每日光照時間為16小時，另 8 小時則為黑暗狀態。

第三組：生長箱之每日溫度週期由二種溫度組合而成，此即視為變溫，共有十五種組合，分別是：

30°~25°, 30°~20°, 30°~15°, 30°~10°, 30°~5°, .

25°~20°, 25°~15°, 25°~10°, 25°~5°, 20°~15°, .

20°~10°, 20°~5°, 15°~10°, 15°~5° 和 10°~5°, .

每一組合之高溫均為16小時光照，低溫 8 小時無光照。

三組試驗使用完全逢機設計，每一發芽盤放置一百粒種子，重複四次，先就各處理下之發芽率進行角度變換，再進行變異數分析，對於第一組與第二組試驗，進行正交對比，檢定溫度及光度間之交互反應。

三、結果與分析 (Results and Analyses)

(1)第一組試驗：

五種處理為 10°, 15°, 20°, 25°, 30°C，光照為24小時，重複四次，完全逢機設計，試驗結果之資料如表二所示。

由表二經角度變換，再進行變異數分析，如表三。

$F=22.6388 > 4.89$ ，此即各處理在不同溫度之下之發芽率間，均具有極顯著之差異。然後進行正交對比，結果顯示當溫度增加時，發芽率呈二次曲線下降，以 15°C 發芽率為最高 (20.7%) (圖二)。

表二、完全隨機試驗結果記錄表

重 複	各 不 同 處 理 下 的 發 芽 率 (%)					總 計
	10 °C	15 °C	20 °C	25 °C	30 °C	
1	17	22	21	10	3	73
2	25	15	16	4	3	63
3	13	27	22	8	4	74
4	13	19	17	5	4	58
總 計	68	83	76	27	14	268
平 均	17	20.7	19	6.7	3.5	13.4

表三、變異數分析表

變 異 來 源	自 由 度	平 方 和	均 方	F 值
處 理 間	4	927.6320	231.908	22.6388**
機 誤	15	153.6575	10.2438	
總 計	19			

$$F(0.5, 4d, 15) = 3.06 F(0.1, 4d, 15) = 4.89$$

又試驗之資料套入發芽值之公式中，而求得在不同溫度下之發芽率計算之最後日期。見表四。

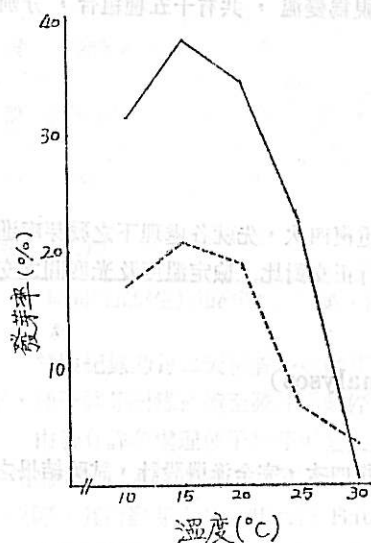
表四、不同溫度下發芽率之最後計算日期數

溫 度 (°C)	10	15	20	25	30
發芽率計算之最後日期數 (天)	59	41	33	23	21

在發芽試驗開始進行之後，種子並非立即發芽，而是經歷了一段時間才開始發芽，此一段時間是為種子之準備期 (lag phase) 在本試驗中，此一日期均予記錄，列如表五。

表五、在定溫下、紅檜種子發芽前其準備期之平均日數

溫 度 (°C)	30	25	20	15	10
24 小 時 光 照 準 備 期 (天)	10.5	8	10	17.5	30
16 小 時 光 照 準 備 期 (天)	9.5	5.5	9.2	11	20.5



圖二、紅檜種子在不同溫度下與發芽率之關係。

.....24小時光照
——16小時光照

(2) 第二組試驗：

五種溫度處理分別為10, 15, 20, 25 和 30°C, 光照時間為16小時, 重複四次, 完全隨機設計, 試驗結果之資料, 如表六所示。

表六、完全隨機試驗結果記錄表

重 複	各 不 同 處 理 下 的 種 子 發 芽 率 (%)					總 計
	10 °C	15 °C	20 °C	25 °C	30 °C	
1	34	33	31	25	1	124
2	33	47	39	26	1	146
3	23	39	37	20	0	119
4	36	34	31	19	0	120
總 計	126	153	138	90		509
平 均	31.5	38.2	34.4	22.5	0.5	25.45

由上表經角度變換, 再進行變異數分析, 如表七。

表七、變 異 分 析 表

變 異 來 源	自 由 度	平 方 和	均 方	F 值
處 理 間	4	3344.2130	836.0533	82.7598**
機 誤	15	151.5325	10.1022	
總 計	19	3495.7455		

$$F = 82.7598 > 4.89$$

故知, 不同溫度下, 發芽率有極顯著之差異。然後進行正交對比, 結果顯示, 當溫度增加時, 呈二次曲線下降, 以15°C 時發芽率最高為38.5% (圖二)。

又試驗之資料套入發芽值 (GV) 之公式中而求得諸不同溫度下之發芽率計算之最後日期, 見表八。

表八、不同溫度處理下發芽率計算之最後日期數

溫 度 °C	10	15	20	25	30
發芽率最後計算之日期(天)	41	27	21	29	13

在本試驗中, 種子發芽前之準備期因溫度處理不同而有變化, 列如表五。

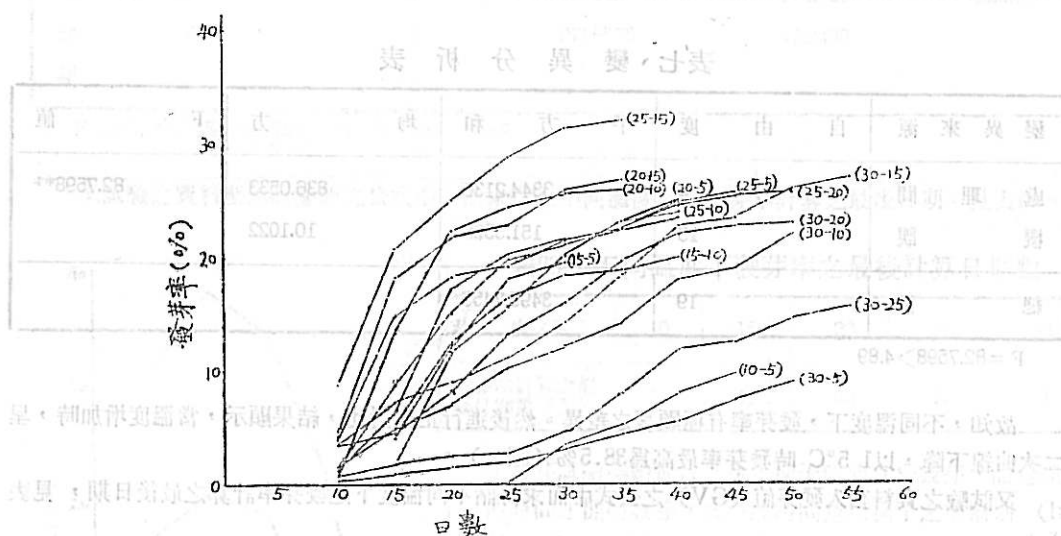
上面二試驗, 均有五種相同之溫度處理, 因此為進一步了解光照時間, 與溫度間之交感效應, 茲再進行複因子變異數分析, 如表九。

表九、複因子變異數分析表

變異原因	自由 度	平 方 和	均 方	F 值	米米
處 理	9	4764.6490	529.4054		52.0402 **
光照時間 (D)	1	492.8040	492.8040		48.4423 **
溫 度 (G)	4	3687.5115	921.8779		90.6201 **
D×G	4	584.3335	146.0834		14.3599 **
和	30	303.1900	10.1730		
總 計	39	5069.8390			

由上表知，主效應 D、G 之實測 F 值均極為顯著。即光照時間之長短不同與不同溫度下發芽率均具極顯著之差異，其交互效應，亦極顯著。接著進行複因子之正交對比，而得知呈二次曲線下降。

由第一組試驗與第二組試驗之資料，可以顯示紅檜種子進行試驗之日數，與發芽率之關係，在此關係中顯現各種定溫處理下，所形成之曲線，見圖三。



圖三、紅檜種子進行試驗之日數，與發芽率之關係。

(3) 第三組試驗：

變溫處理共有15種，分別是：

30°~25°，30°~20°，30°~15°，30°~10°，30°~5°，

25°~20°，25°~15°，25°~10°，25°~5°，20°~15°，

20°~10°，20°~5°，15°~10°，15°~5°，10°~5°。

各重複四次，高溫配合光照16小時，低溫無光照有8小時，完全隨機設計，試驗之結果，如表十所示。

表十、完全隨機試驗結果記錄表

重 複	各 不 同 處 理 下 的 種 子 發 芽 率 (%)															總計
	30 25 °C	30 20 °C	30 15 °C	30 10 °C	30 5 °C	25 20 °C	25 15 °C	25 10 °C	25 5 °C	20 15 °C	20 10 °C	20 5 °C	15 10 °C	15 5 °C	10 5 °C	
1	15	25	25	31	5	20	41	25	20	36	23	22	18	14	7	327
2	13	22	33	19	14	24	32	27	37	27	25	26	22	21	15	357
3	18	15	21	18	10	31	25	19	25	28	30	23	26	25	11	325
4	16	30	29	24	11	28	31	26	23	28	27	33	14	21	6	347
總 計	62	92	108	92	40	103	129	97	105	119	105	104	80	81	39	1,356
平 均	15.5	23	27	23	10	25.75	32.2	24.2	26.2	29.7	26.2	26	20	20.2	9.7	22.6

由上表經由角度變換，再進行變異數分析，如表十一。

表十一、變異數分析表

變 異 來 源	自 由 度	平 方 和	均 方	F 值
處 理 間	14	1335.9160	95.4226	7.9526 **
機 誤	45	539.9525	11.9989	
總 計	59	1875.8685		

$F(0.5, 14845) = 1.92$, $F(0.1, 14845) = 2.50$

由此可知在不同變溫組合之下，發芽率有極顯著之差異。各不同變溫情況下之發芽曲線，如圖三所示。其中以 25°~15°C 之變溫情況下有最高之發芽率 (32.2%)。

又試驗資料依發芽值 (GV) 之公式計算而求得在各種不同溫度下之發芽率計算之最後日期列如表十二。

表十二各種不同變溫下發芽率計算之最後日期數

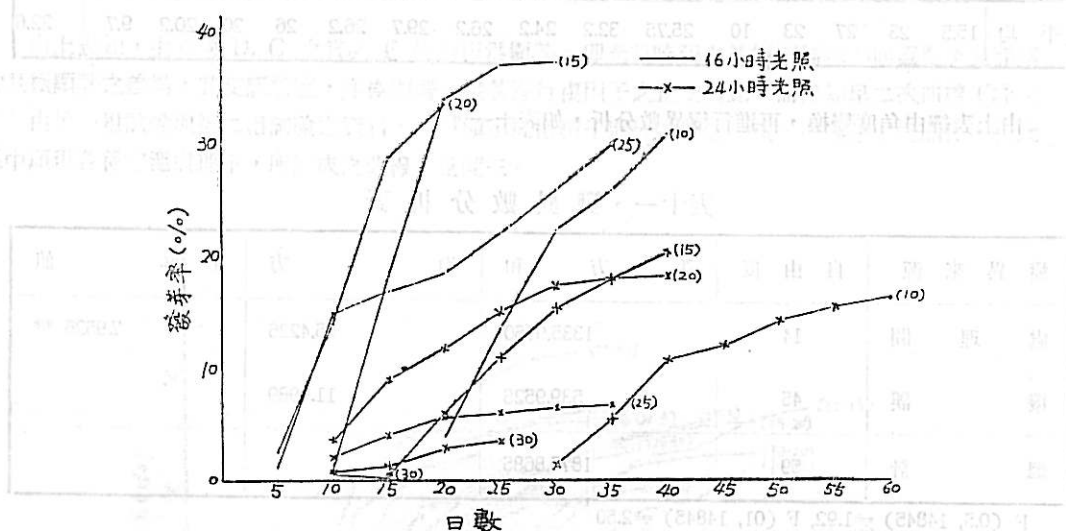
變 溫 (°C)	發芽率最後計算之日數(天)	變 溫 (°C)	發芽率最後計算之日數(天)	變 溫 (°C)	發芽率最後計算之日數(天)	變 溫 (°C)	發芽率最後計算之日數(天)
30 ~ 25	44	25~20	41	20~15	29	15~10	31
30 ~ 20	45	25~15	31	20~10	35	15~ 5	27
30 ~ 15	51	25~10	35	20~ 5	41		
30 ~ 10	51	25~ 5	41				
30 ~ 5	53						

在本組試驗中，種子發芽前之準備期亦因溫度處理不同而有變化，列如表十三。

表十三 不同變溫處理，16小時光照下，紅檜種子發芽前準備期之平均日數

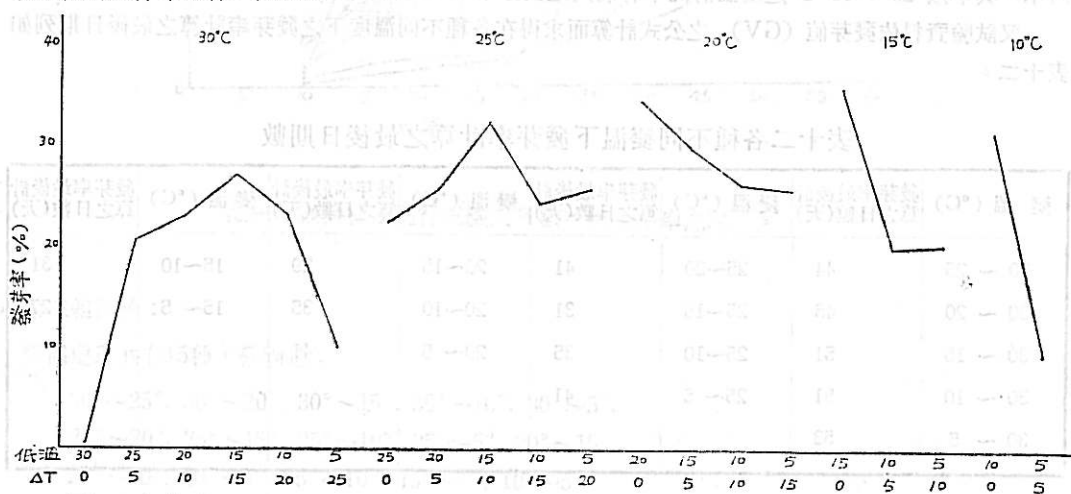
變溫 (°C)	準備期 (天)	變溫 (°C)	準備期 (天)	變溫 (°C)	準備期 (天)	變溫 (°C)	準備期 (天)	變溫 (°C)	準備期 (天)
30~30	9.5	25~25	5.5	20~20	9.2	15~15	11	10~10	20.5
30~25	12.5	25~20	8	20~15	8.2	15~10	13.5	10~5	30.2
30~20	8.5	25~15	7.7	20~10	12.2	15~5	13.2		
30~15	8.5	25~10	10	20~5	14.2				
30~10	10.5	25~5	12						
30~5	17								

由上面資料，可以顯示紅檜種子進行試驗之日數與發芽率之關係，在此關係中顯現各種變溫處理下所形成之曲線，見圖四。



圖四、紅檜種子進行試驗之日數與發芽率之關係。

由第二組試驗與第三組試驗之結果互相對照，可顯示紅檜種子在各種高溫低溫組合之週期下，顯現不同之發芽率曲線，見圖五。

圖五、紅檜種子在各種高溫低溫 (ΔT) 組合下，顯示不同之效應。(均為16小時光照)

綜合上述三組試驗，得到表十四之結果。

表十四 不同光照溫度處理下之最高發芽率之溫度與發芽率

24 小 時 光 照		16 小 時 光 照		15 種 變 溫 組 合	
發芽率最高之溫度	發芽率 (%)	發芽率最高之溫度	發芽率 (%)	發芽率最高之溫度	發芽率 (%)
15°C	20.7	15°C	38	25~15°C	32.2

四、討 論 (Discussion)

(1) 在定溫狀態下，發芽前所須之準備期 (lag phase) 之長短與溫度成反比關係。溫度愈高，其開始發芽前之準備期也愈短。由此可知溫度對紅檜之發芽確為一重要限制因子。

由表四可知定溫下，16小時光照較24小時光照，種子之發芽準備期較短，亦即變光能縮短種子發芽前所須之日數。當與變溫變光所得之結果 (表十二) 互相比較，無法看出是否有縮短之勢。若單就變溫變光之20種處理看，日夜溫相差愈大，種子之準備期反而愈長。日夜溫均甚低時，亦得到相同之結果。

(2) 由定溫之第一組試驗與第二組試驗，知16小時光照下，其發芽試驗結束之日期 (即發芽值達最高點，見表八) 較24小時光照下 (表四) 要提早甚多，而且發芽率亦較高。一般而言，溫度愈高，發芽結束之日期愈早，發芽進行之速度亦較快。至於第三組試驗之變溫變光試驗，發芽截止日期均甚長 (表十二)。一般而言，變溫範圍愈大，發芽期間亦愈長。由上面之結果推測，紅檜種子在晝夜別之條件下能使得提早發芽，而且發芽較為集中，因此發芽期限較短，也有較高之發芽率。而變溫由比較上看似乎阻止了變光之效果，因此使得延後發芽，發芽期亦延長。

(3) Edwards (1932) 曾指出適溫 (optimum temperature) 與發芽試驗之時間長短有極密切之關係。試驗時間愈久，適溫亦有逐漸移到低溫之趨向，此外最高與最低溫亦有逐漸增大之傾向。本試驗亦顯示類似之現象 (圖三)。例如紅檜在24小時發芽試驗進行15天後有 20°C, 25°C, 30°C，均已發芽，其中 20°C 之發芽率為最高，由於培養時間愈長，15°C 與 10°C 亦漸次有發芽現象，發芽溫度範圍顯然擴大，到了發芽後期之最適溫低於 10°C 左右。但我們由試驗得知，發芽時間愈長，適溫則從未轉移到高溫上去。此亦即是高溫使得發芽開始較早，而進行較快，且其漸近於零的速率較低溫要快得多。

(4) 由 GV 值來判定發芽最後計算日期是否可行，尚須以更多樹種以加試驗。在國際種子檢驗規則內，載有扁柏屬的其他三樹種，其發芽適溫為 20°C 或 20~30°C 種子發芽率之最後計算日期均為28日。而在本試驗中光照24小時，諸不同溫度處理所得之結果並計算其發芽值時，求得紅檜種子在20°、25°和 30°C 下之最後計算日期分別為33、23和21日 (平均是26日) 與上面三種扁柏屬植物之28天可謂相當接近。

(5) 日夜溫有所變化 (circadian fluctuation) 之試驗，通常對於種子之發芽率有增加之趨勢 (Koller, 1972) 有些植物如 *Musa balbisiana* 變溫處理乃是其種子發芽活化之機制 (Stoltzky & Cox, 1962) 但也並非每一種植物均為絕對必要。一般認為是變溫處理可增加種子對水與氣體之通透性或促使種皮弱化，並使得胚部能膨大突破種皮 (Crocker, 1906; Griesbach & Voth, 1957; Morinaga 1926; Perter, 1949; Ransom, 1935; Toole et al., 1956)。變溫之另一功效可能是破壞阻止發芽之抑制物質或是進而合成活化發芽促進物質。變溫中的高溫通常對破壞抑制物質有效 (Evenari, 1949) 但也有些植物種子低溫反有助於阻抑制物質之堆積 (Ransom, 1935; Went, 1953)

。高溫雖提供發芽所需之能量，但低溫時某些植物酵素之合成與活動較高溫時要大。(Stokes, 1953)。Toole et al. (1956) 曾以為連續之變溫處理乃是打破不斷合成中之抑制物質所不可或缺的，如此使得呼吸循環或其他代謝過程中之中間產物得以保持著一種有利之平衡。

但在本試驗中，我們卻無法肯定變溫對紅檜種子發芽之效果。在比較試驗二與試驗三時，我們發現試驗二具有最大之促進發芽效果。由此可確定變光對紅檜種子發芽具有促進之效。變溫似乎有降低變光所引發之種子發芽促進作用。

在本試驗中發現 15°C 乃是紅檜種子發芽上之一個重要之溫度，由圖五知在其他高溫下若低溫是 15°C 時，常有最高之發芽率，當晝夜溫均維持 15°C 時發芽率更為其他任何處理之冠，因此我們推測 15°C 對於紅檜種子之意義，可能包含多種生理上之功能。

五、參考文獻 (Literature Cited)

1. Bates, C. G. 1963. The technique of seed testing. Proc. Soc. Amer. Foresters 8 : 127—138.
2. Crocker, W. 1906. Role of seed coats in delayed germination. Bot. Gaz. 42 : 265—291.
3. Djavanahir K. & H. Pourbeik 1976. Germination value—a new formula, Silvae Genetica 25 (2) : 79—83.
4. Edwards, T. I. 1932. Temperature relations of seed germination. Quart. Rev. Biol. 7 : 428.
5. Evenari M. 1949. Germination inhibitors. Bot. Rev. 15 : 153—194.
6. Griesbach, R. A. & P. D. Voth 1957. On dormancy and seed germination in *Hemerocallis*. Bot. Gaz. 118 : 223—237.
7. International Rules for Seed Testing Rules 1970. Seed Sci. & Technol. 4 : 3—49.
8. Joseph, H. C. 1929. Germination and vitality of birch seeds. Bot. Gaz. 87 : 127—151.
9. Koller, D. 1972. Seed Biology I: Environmental control of seed germination. 1 : 20. Academic Press., Inc. New York.
10. Morinaga, T. 1926. Effect of alternating temperatures upon the germination of seeds. Amer. Jour. Bot. 13 : 141—158.
11. Perter, R. H. 1949. Developments in seed technology. Bot. Rev. 15 : 221—344.
12. Ransom, Elizabeth R. 1935. The interrelations of catalase, respiration, after-ripening, and germination in some dormant seeds of the *Polygonaceae*. Amer. Jour. Bot. 22 : 815—825.
13. Stearns, F. & Olson, J. 1958. Interaction of photoperiod and temperature affecting seed germination in *Tsuga canadensis*. Amer. Jour. Bot. 45 : 53.
14. Stokes, Pearl. 1953. A physiological study of embryo development in *Heracleum sphondylium* L. III. The effect of temperature on metabolism. Ann. Bot., N. S. 17 : 157—169.
15. Stotzky, G. & Elsie A. Cox, 1962. Seed germination studies in *Musa*. II. Alternating temperature requirement for the germination of *Musa balbisiana*. Amer. Jour. Bot. 49 (7) : 763—770.
16. Toole, E. H., S. B. Hendricks, H. A. Borthwick, and Vivian K. Toole. 1956. Physiology of seed germination. Ann. Rev. Plant. Physiol. 4 : 347—362.

17. Weiss, F. 1926. Seed germination in the grey birch. Amer. Jour. Bot. 13 : 737—742.
18. Went, F. W. 1953. The effect of temperature on plant growth. Ann. Rev. Plant Physiol. 347—362.
19. 王子定 1965 應用育林學上卷 國立編譯館 222—253頁。
20. 劉宣誠 1976 林業試驗統計 臺灣省林業試驗所 512 頁。

六、英文摘要 (English Summary)

Germination studies on the *Chamaecyparis formosensis* under different temperatures and photoperiods, were conducted to find a suitable condition for germination. Under 16 hours light, the seeds reached the maximum germination percentage in constant temperature 15°C (38.2%) . Under various alternating temperatures and different photoperiods, the seeds reached the maximum germination percentage in 25—15°C, 16 hours light (32.2%) . Under 24 hours light, the seeds reached the maximum germination percentage in constant temperature 15°C (20.7%) . It is concluded that the seeds of *Chamaecyparis formosensis* showed better germination percentage under day-night photoperiod condition. Under constant temperature and 16 hours light, it made the seeds germinated faster and earlier than other treatments.

When the various informations obtained from treatments are calculated for its germination value, the same condition can shorten the final counts of germination duration.