

深層海水冷源作為蝴蝶蘭涼溫催花之研究¹

葉育哲²、蔡月夏³

摘 要

利用 9-11℃ 的深層海水為天然冷媒，能產生 10-12℃ 的冷水，冷水接引至溫室內的冷風機後，可以吹送出 19-20℃ 的冷風供降溫催花應用。夏季高溫的催花期間，能維持 20 坪(66 m²)的雙層塑膠布溫室內日均溫為 21.9℃；日/夜溫為 23.9/20.0℃，可有效將溫室內溫度較室外降低 10℃ 以上。在此催花環境下，*Phal.* Sogo Yukidian ‘Ping Tung King’、*Phal.* Hwafeng Redjewel、*Dtps.* Sin-Yaun Golden Beauty 及 *Dtps.* Queen Beer ‘滿天紅’ 等 4 品種之抽梗率可達 100%，同時在催花後 100 天左右開花。經催花後之開花品質與高海拔對照區相似，甚至較轄內平地催花冷房之催花效果更佳。深層海水冷源溫室夏季催花所需電費為 13.3 元/株，與上山催花的代工費相較節省了一半，與平地催花的冷房用電相比更是節省了將近 80%。

(關鍵詞：抽梗、催花、節能、開花、降溫、朵麗蝶蘭)

1. 花蓮區農業改良場研究報告第 230 號。

2. 花蓮區農業改良場作物改良課助理研究員。

3. 花蓮區農業改良場作物改良課技佐。

前 言

蝴蝶蘭在台灣種植面積約200公頃，僅占蘭花種植面積的1/3，但在2008年，蝴蝶蘭出口值已達到蘭花類的64.6% (楊 2010)，由於其花期長、花色繁多、花型優美且耐貯運，因而深受國內外消費者之喜愛，現今已成為我國重要且最具競爭力的花卉種類之一；主要外銷美、日和歐洲等地(李及林 1984、李及李 1996)。蝴蝶蘭花期調節的方式，包括日本(小西等人 1996、Yoneda *et al.* 2004)及大陸(朱等人 2005、劉等人 2005)，經常都是將蝴蝶蘭於夏季移往高冷地，以促進花芽分化，引發花梗抽出。如李及林(1984)的方式，於9月初將蝴蝶蘭於海拔600 m之山區予以天然涼溫處理，3星期後即抽出花梗，6星期後抽梗達97%，10月中旬移回平地，若氣溫維持20℃以上，花期提前3至4個月，可於12月開花。高海拔地區催花雖然可以降低冷氣的電費成本，但夜晚氣溫驟降，天冷時的加溫成本也需考量在內，以免葉片受到寒害(Chilling injury)。另外，高海拔山區催花抽梗期變化過大，並且需要考慮天候變數、承擔運輸時的耗損、異常氣候與人為風險(方 2005、劉等人 2006b、小西等人 1996)。

因此，為使開花期一致、周年生產調節且減少運輸成本，平地催花冷房成為越來越普遍的蝴蝶蘭催花方式。一般傳統園藝栽培設施所採用之冷卻降溫方法(例如：加濕冷卻法、冷水冷卻法、屋頂灑水法、遮光法)皆無法在夏季達到所需低溫環境，所以利用冷氣調節溫度似乎是唯一的選擇。然而，台灣夏季較長且氣溫過高，以冷氣調節溫度勢必大幅增加設施用電量及生產成本(吳等人 2004)。花蓮縣內的蘭花栽培業者，因轄內並無適合的催花場地，為調節蝴蝶蘭的產期，大部分農民亦是千里迢迢，將成熟蘭株繞過中央山脈載往阿里山區催花，開花後再運回販售，此方式的運輸及消耗費用更鉅(葉 2009)。

要降低蝴蝶蘭催花的昂貴電力花費，必須尋求更節能的降溫系統或是利用天然環境的冷源來代替傳統冷氣。海洋深層水亦稱深層海水(Deep Ocean Water 縮寫為 D.O.W.；或稱 Deep Sea Water)，就是一項富有運用潛力的天然冷媒。水深 200 m 以下的深層海水，水溫終年保持低溫安定的狀態，溫度平均為 13℃ 左右，以此低溫特性，利用熱交換原理，深層海水可運用在空調及冷卻上，從事冷房作物或低溫植物之生產應用(陳等人 2003)。在精緻農業的應用上，利用其低溫特性作為冷地蔬菜(如菠菜、萵苣、蘑菇等)、水果(如草莓、桃、橘子等)及花卉栽培溫室之冷房或根部冷卻，可以提高作物產量、品質或調整開花期(周 2004)。台灣的東部外海約 3-4 公里海域水深即可達 600 m 以上，水質經採樣分析結果優良，為世界上少數具有開採經濟價值之理想地點(鍾 2004)。花蓮東海岸目前已有三個業者成功開發深層海水，包括幸福水泥集團、台肥公司及光隆企業等公司團體(陳及廖 2006)。花蓮得天獨厚的條件，成為台灣最適也最早從事深層海水開發之地區，本研究希望可以藉此優勢，利用深層海水作為天然冷媒，以熱交換的方式提供涼溫作為蝴蝶蘭催花之用。期能有效運用這項低碳排放且無污染的新興綠能，開發出能源成本較低、抽梗整齊、品質優良且環保之蝴蝶蘭涼溫催花模式。

材料與方法

一、試驗材料

選定台灣市場銷售量較多的蝴蝶蘭盆花為參試品種。供試蝴蝶蘭為 3.5 寸盆徑規格的成熟分生植株，參試的 4 個品種蝴蝶蘭(植株條件如表一)分別為：大白花 *Phal.* Sogo Yukidian ‘Ping Tung King’、大紅花 *Phal.* Hwafeng Redjewel、紅唇大黃花 *Dtps.* Sin-Yaun Golden Beauty、多花型小紅花 *Dtps.* Queen Beer ‘滿天紅’。

二、試驗方法

於2010年5月中旬非蝴蝶蘭花期的季節，將上述4個品種的成熟植株，分別送進深層海水冷源溫室、

利用壓縮機冷氣降溫的平地催花房進行催花，並以東部地區蝴蝶蘭栽培業者主要的高海拔天然涼溫催花方式為對照組，對照組地點位於阿里山上的蘭園(海拔約1,300 m)。2010年5月17日至9月30日試驗期間，利用連續式溫度、光度記錄器(HOBO公司，型號UA-002-64)每小時紀錄各區催花冷房內植床正中央位置的溫度。各區催花冷房的環境設備條件分別如下：

(一) 深層海水冷源溫室

深層海水冷源溫室(東潤水資源公司，花蓮縣新城鄉，海拔 20 m 以下)為利用海平面以下 700 m 抽取上岸的深層海水，經過高效能的板式熱交換器(Alfa Laval 公司，型號 TL10-BFM)與常溫的逆滲透水作熱交換。熱交換後的逆滲透水，利用具有 PVC/NBR 橡塑海綿保溫材料包覆 PVC 塑膠管的保溫管路接引降溫後的淡水，將其送至深層海水冷源溫室內供冷風機運作。面積 20 坪(66 m²)的雙層塑膠布保溫溫室中，於溫室四周牆面 2 m 高度處，分別裝置 4 座冷風機，調整出風口方向使冷氣能均勻於溫室內循環。深層海水冷源溫室具有遮光 70% 的外遮光網，催花試驗期間固定將遮光網張開。

(二) 壓縮機冷氣降溫的平地催花溫室

利用壓縮機冷氣降溫的平地催花房(蓮花蘭園，花蓮縣壽豐鄉，海拔 30 m 以下)，同樣為面積 20 坪左右的冷房，設置在具有循環風扇及水牆降溫的溫室隔間中。冷房利用冷氣能力 25.0 kW 的水冷式箱型冷氣機(日立公司，型號 RP-NP81W)降溫，冷房內同時設置 2 台內循環風扇(花王公司，1/8 匹馬力)，並調整冷氣機出風口方向使冷氣能均勻於溫室內循環。催花溫度設定日/夜溫為 25/17℃，內循環風扇設定則與冷氣連動，當冷氣機運作時則同時開啓內循環風扇運作。平地催花溫室上層具有遮光率 70%，可自動收放的遮光網設備，催花試驗期間設定每日 9:30-15:00 自動張開遮光網。

(三) 高海拔天然涼溫催花溫室

對照組的高海拔涼溫催花溫室(高大蘭園，嘉義縣竹崎鄉，海拔約 1,300 m)，則是面積約 300 坪的單層塑膠布溫室，僅具有風扇及水牆設備做為降溫。溫室上層具有遮光率 70%，可自動收放的遮光網設備，高海拔地區因下午雲霧增加，遮光網的開啓設定為當光強度超過 15,000 Lux 時即自動張開。

試驗期間供試蝴蝶蘭植株每 2 週以 Peters Professional 花多多肥 2 號(Scotts 公司，10-30-20)化學肥料，稀釋 3,000 倍進行施肥澆灌。同時調查各區催花冷房中溫度變化，以及供試植株自送入各區催花房至第一朵花開放所經過的日數。模擬蝴蝶蘭栽培業者的催花模式，當各區催花冷房中的蝴蝶蘭具有 1-2 朵花開放時，即將開花植株移出涼溫的催花環境，送回無冷源供應的一般栽培環境。無涼溫的一般栽培環境為花蓮區農業改良場內具有風扇與水牆的玻璃溫室(設定溫度超過 25℃時水牆及 2 座風扇自動開啓，超過 28℃時 4 座風扇全部啓動)。溫室外層遮光網的遮光率為 70%，利用定時器控制設定每日 9:00-16:00 自動張開；遮光率 50% 的內層遮光網則以定時器控制每日 11:00-14:00 自動張開。利用連續式溫度、光度記錄器(HOBO 公司，型號 UA-002-64)紀錄玻璃溫室內植床正中央位置的光強度，在 2010 年 10 月 1 日正午 12:00 時的光強度為 34,432 Lux。不同催花地點的參試植株移回玻璃溫室後，調查自試驗開始至到達盛開所經過日數及後續開花情形，盛花日的定義為每盆蝴蝶蘭株最長的花梗上，僅剩 1 花苞未開放或花朵全部開放的時期稱之。同時調查盛開時的植株花朵數、花徑、花梗數、花梗長度及花梗分枝數等性狀。

試驗採完全逢機設計(CRD)，每品種取 5 株為一重複，每處理三重複共 15 株。試驗結果以最小顯著差異法(Fisher's Least Significant Difference, LSD)進行統計分析，檢測各處理間 5% 的差異顯著性。

表一、本研究 4 供試蝴蝶蘭品種的性狀

Table 1. The characteristics of 4 *Phalaenopsis* cultivars in the research.

Cultivars	Leaf no.	Second uppermost leaf		Leaf span (cm)
		Length (cm)	Width (cm)	
<i>Phal.</i> Sogo Yukidian	7.1±0.7 ^z	22.2±0.8	7.3±0.2	33.7±3.4
<i>Phal.</i> Hwafeng Redjewel	5.8±0.4	23.4±2.3	10.2±0.8	33.2±4.6
<i>Dtps.</i> Sin-Yaun Golden Beauty	6.6±1.0	19.4±2.6	6.9±0.5	31.2±3.5
<i>Dtps.</i> Queen Beer	5.2±0.5	16.3±1.2	7.5±0.6	26.5±2.1

^z The data represent means ± S.D..

結果與討論

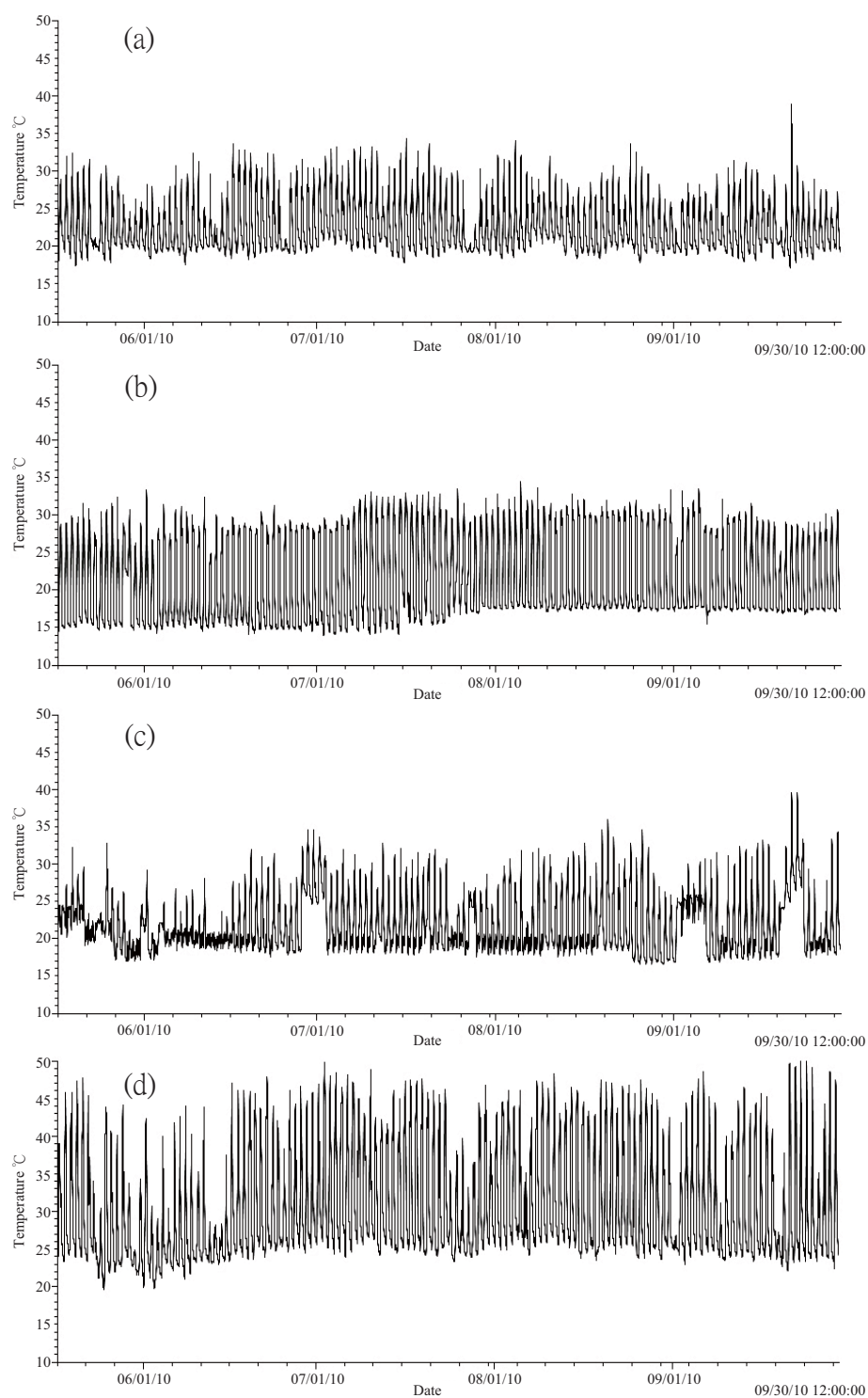
一、各區催花冷房的溫度

試驗期間內，利用高效能的板式熱交換器以 9-11℃ 的深層海水為冷媒，經熱交換能把常溫 27℃ 左右的逆滲透水降溫為 10-12℃，降溫後的冷逆滲透水利用保溫管路接引至深層海水冷源溫室內，冷水送至溫室後回溫至 15℃ 左右，15℃ 的冷水再接引至溫室內的冷風機後，可以吹送出 19-20℃ 的冷風供降溫催花利用。在 2010 年 5 月 17 日至 9 月 30 日的夏季高溫催花期間，利用 4 座冷風機能維持面積 20 坪的雙層塑膠布保溫溫室內日均溫 21.9℃、白晝均溫 23.9℃、夜晚均溫為 20.0℃。以相同的溫度紀錄器記錄深層海水冷源溫室外的室外溫度，其日均溫 30.5℃、白晝均溫 35.4℃、夜晚均溫為 25.5℃。深層海水冷房內利用深層海水為冷媒，可有效將溫室內的日均溫較室外降低 8.6℃；白晝均溫更是降低 10℃ 以上。同期間位於花蓮縣壽豐鄉，海拔 30 m 以下，利用壓縮機冷氣降溫的平地催花房，試驗期間日均溫 21.4℃、白晝均溫 25.8℃、夜晚均溫為 17.1℃；而在高海拔 1,300 m 的對照組涼溫催花溫室，試驗期間日均溫則是 22.5℃、白晝均溫 24.7℃、夜晚均溫為 20.3℃(圖一)。

Chen *et al.*(2008)、Blanchard and Runkle(2006)指出蝴蝶蘭花梗的形成，可被 20℃ 涼夜溫所誘導，但明顯會被 28℃ 高溫所抑制。20℃ 涼溫的栽培環境，已被台灣與日本的蝴蝶蘭栽培業者廣泛的運用在開花日的調節。由此可見，本研究所有處理的溫度環境，都符合能誘導花梗形成的條件，同時也沒有會抑制花梗形成的 28℃ 以上高溫出現。本研究的供試蝴蝶蘭，在所有涼溫環境中皆 100%抽梗開花，這與李及林(1984)利用日/夜溫 25/20℃ 處理，可使蝴蝶蘭 100%抽梗開花；劉等人(2006a)以 *Dtps.* Taida Salu 與 *Dtps.* Jiuhbao Red Rose 蝴蝶蘭大苗，於日/夜溫 25/19℃ 催花可 100%抽梗的結果相符。

二、不同催花方式對蝴蝶蘭催花後至始花與盛花時間之影響

本研究中除了 *Dtps.* Queen Beer ‘滿天紅’在不同催花環境的始花日數都相似外，其他3個品種包括 *Phal.* Sogo Yukidian ‘Ping Tung King’、*Phal.* Hwafeng Redjewel 及 *Dtps.* Sin-Yaun Golden Beauty 都在高海拔的對照組涼溫催花溫室最早開花，分別是 97.3 天、94.3 天及 111.9 天；而在利用壓縮機冷氣降溫的平地催花房中，這3個品種都需要最久的時間才開第1朵花(表二)。



圖一、不同催花環境的溫度變化。(a)高海拔天然涼溫催花溫室(對照組)、(b)壓縮機冷氣降溫的平地催花溫室、(c)海洋深層水冷源溫室內、(d)海洋深層水冷源溫室外

Fig. 1. Fluctuation of Temp. at different environments. (a)High altitude area (CK), (b)General cooling house, (c)inside D.O.W. cooling house, (d)outside D.O.W. cooling house.

在李及林(1984)的研究中，以*Phal. amabilis*利用日/夜溫25/20℃處理30天後100%抽梗，104天後開花；若降低溫度用20/15℃處理65天後100%抽梗，205天後才開花，但花梗多而短、花小並有畸形花序。可見在可催花的涼溫範圍內，溫度越低則開花時間越晚。而在本研究所有的催花環境中，以高海拔對照組的日均溫22.5℃最高(白晝均溫24.7℃、夜晚均溫20.3℃)；其次為深層海水冷源溫室的21.9℃(白晝均溫為23.9℃、夜晚均溫為20.0℃)；壓縮機冷氣降溫的平地催花房日均溫最低為21.4℃(白晝均溫25.8℃、夜晚均溫為17.1℃)(圖一)。使得*Phal. Sogo Yukidian* 'Ping Tung King'、*Phal. Hwafeng Redjewel*及*Dtps. Sin-Yaun Golden Beauty*三品種，在日均溫最高的高海拔對照組都是最早開花，而在日均溫及夜溫皆最低的壓縮機冷氣降溫平地催花房都是最晚開花(表二)。雖然壓縮機冷氣降溫的平地催花房日夜溫差最大，但由表二的結果可以看出日夜溫差大對開花的早晚並無影響。Blanchard and Runkle(2006)的研究中亦有相似的情形，以*Phal. Brother Goldsmith* '720'及*Phal. (Miva Smartissimo × Canberra)* '450'試驗，利用日均溫23℃涼溫催花處理(日/夜溫23/23℃或26/20℃)，均較以日均溫20℃處理(日/夜溫20/20℃、23/17℃或26/14℃)的催花能較早開花，日夜溫差對開花早晚的影響並無差異。

所有處理中，在高海拔對照組催花的*Phal. Hwafeng Redjewel*品種最早開花，僅需94.3天；黃花的*Dtps. Sin-Yaun Golden Beauty*在3種涼溫環境下都是最晚開花，尤其在壓縮機冷氣降溫的平地催花房中需要122.2天才會開花。所有參試品種則以*Phal. Sogo Yukidian* 'Ping Tung King'平均最早開花，平均為99.8天(高海拔對照組97.3天開花、深層海水冷源溫室99.1天開花、壓縮機冷氣降溫的平地催花房103.1天開花)(表二)。品種間開花日的差異，歸因它們的遺傳背景不同使得各品種對溫度的感應性不一樣(Blanchard and Runkle 2006)。此外，表二中*Dtps. Sin-Yaun Golden Beauty*品種明顯需要較長的催花時間才會開花，這與目前國內栽培業者的經驗中，黃色花的蝴蝶蘭需要較久催花時間才能出貨的結果一致。

另外，在Wang(2007)的研究中，朵麗蘭*Doritis pulcherrima*的雜交後代，可能需要以涼日溫配合溫暖夜溫以誘導抽梗，因為當以20/25℃處理時15植株中有14株開花，如果是以25/20℃處理則只有5株開花，以30/25或25/30℃處理則都不開花。本研究使用的*Dtps. Queen Beer* '滿天紅'品種，為朵麗蘭*Dor. pulcherrima*與蝴蝶蘭*Phal. Meteor*的雜交後代，具有50%的朵麗蘭*Dor. pulcherrima*血緣(OrchidWiz 2009)。本研究中該品種以接近25/20℃環境的暖日溫/涼夜溫處理下，所有植株都能抽梗開花(表二、表三)，這結果與該學者的研究不同。可見就算是具有50%的朵麗蘭*Dor. pulcherrima*血緣，但是品種或個體不同，其涼溫催花特性可能也不一致。但是一般觀察，朵麗蘭或是朵麗蝶蘭(*Doritaenopsis* spp.)，與蝴蝶蘭的抽梗開花特性有明顯的差異，該2屬的抽梗特性與具體花期調控技術，還有待未來的研究與技術建立。

表二、不同催花方式對蝴蝶蘭催花後至第1朵花開所需日數之影響

Table 2. Comparison of different forcing treatments on time requirement of first floret anthesis on *Phalaenopsis*.

Forcing treatments	Days to first floret anthesis			
	<i>Phal. Sogo Yukidian</i>	<i>Phal. Hwafeng Redjewel</i>	<i>Dtps. Sin-Yaun Golden Beauty</i>	<i>Dtps. Queen Beer</i>
High altitude area (CK)	97.3 b ^z	94.3 c	111.9 c	110.1 a
D.O.W. cooling house	99.1 b	100.2 b	115.5 b	103.6 a
General cooling house	103.1 a	107.2 a	122.2 a	106.1 a

^z Means within a column follow by the same letter are not significantly different at the 5% level by LSD test.

表三、不同催花方式對蝴蝶蘭催花後至盛開所需日數之影響

Table 3. Comparison of different forcing treatments on time requirement of full flowering on *Phalaenopsis*.

Forcing treatments	Days to full flowering			
	<i>Phal.</i> Sogo Yukidian	<i>Phal.</i> Hwafeng Redjewel	<i>Dtps.</i> Sin-Yaun Golden Beauty	<i>Dtps.</i> Queen Beer
High altitude area (CK)	128.2 b ^z	113.2 b	141.1 a	152.1 a
D.O.W. cooling house	131.2 a	123.1 a	141.6 a	145.1 b
General cooling house	129.5 ab	126.3 a	141.3 a	141.3 b

^z Means within a column follow by the same letter are not significantly different at the 5% level by LSD test.

一般栽培業者進行蝴蝶蘭催花作業時，當蘭株具有 1-2 朵花開放後，即可將開花的蝴蝶蘭載運下山或移出涼溫催花房，送回無冷源供應的一般栽培環境。表三即是 3 種催花環境的蘭株，在達到 1-2 朵花開放後，送回花蓮區農業改良場內無涼溫的栽培環境，調查到達蘭株盛開所經過的日數。結果以 *Dtps.* Queen Beer ‘滿天紅’到達盛開所需的日數最久，尤其是在高海拔的對照組，需要 152.1 天才達盛花。其次則為 *Dtps.* Sin-Yaun Golden Beauty 品種，在 3 種涼溫環境下都是 141 天左右達盛花。整體而言，供試的 4 個品種因不同的涼溫催花環境，會影響催花後至第 1 朵花開放所需時間(表二)。但是不同催花環境的涼溫效果，對於蘭株在後續無涼溫環境下的開花，似乎影響不大。各處理達始花日的快慢與達盛開日數的時間並無一致，因此供試植株並不會因始花日數較短，而相對較早達花朵盛開日(表二、表三)。以 *Dtps.* Queen Beer ‘滿天紅’為例，在 3 種不同涼溫環境下，催花後至第 1 朵花開花所需日數並無差異(表二)，但是供試植株在後續無涼溫環境下並無同時盛開(表三)。*Dtps.* Queen Beer ‘滿天紅’在高海拔對照組環境催花後能開放 27.0 朵花，顯著較另外 2 種催花環境多(表四)，同時高海拔對照組環境下會最晚到達盛開，需經過 152.1 天(表三)。因此，至盛開所需日數應與該供試植株能盛開的花朵數有關，供試植株日後能盛開的花朵數越多，其到達盛開所需經過時間則越長。這在李及林(1987)的研究中也有相似的情形，蝴蝶蘭會因花序長，發育時間較長，而延長開花時間。

三、不同品種蝴蝶蘭在各催花環境中的開花表現

在表四的結果中，*Phal.* Sogo Yukidian ‘Ping Tung King’與 *Phal.* Hwafeng Redjewel 品種的花梗數、花梗長度及花梗分枝數在不同催花環境下都無顯著差異。另外，表四中大黃花 *Dtps.* Sin-Yaun Golden Beauty 品種則是以深層海水冷源溫室催花植株的花梗數相對較多；花梗長度在壓縮機冷氣降溫的平地催花房中則是最短，只有 54.8 cm。

大白花 *Phal.* Sogo Yukidian ‘Ping Tung King’、大紅花 *Phal.* Hwafeng Redjewel 及大黃花 *Dtps.* Sin-Yaun Golden Beauty 品種都是在深層海水冷源溫室催花植株的花朵數最多，其次為高海拔對照組環境催花，壓縮機冷氣降溫的平地催花房中植株的花朵數最少。這 3 種大花品種的花朵大小也都以壓縮機冷氣降溫的平地催花房中的植株為最大，分別是 12.6 cm、10.0 cm 及 8.5 cm(表四)。另外，表四中本研究唯一的小花供試品種 *Dtps.* Queen Beer ‘滿天紅’，在高海拔對照組環境具有 27 朵的最多開花數，在壓縮機冷氣降溫的平地催花房只有 17.6 朵花。但是高海拔對照組植株的花徑，與壓縮機冷氣降溫催花房的植株花徑並無差異。

Phal. Sogo Yukidian ‘Ping Tung King’、*Phal.* Hwafeng Redjewel 及 *Dtps.* Sin-Yaun Golden Beauty 品種，大致上都是花朵數最少的處理組具有最大的花徑(表三、表四)。這結果與李及林(1984)的研究相似，催花處理後，植株花朵數少之處理其花徑相對較大。本研究 3 種大花植株，花數與花徑大小成反比，應與蘭株的營養分配有關。而相較於這 3 種大花的品種，*Dtps.* Queen Beer ‘滿天紅’品種的花朵大小並不會因為植株的開花數目多少而有差異(表四)，這可能是 *Dtps.* Queen Beer ‘滿天紅’為小花品種，花朵大小的變化差異不會太大。

表四、不同催花方式對 4 品種蝴蝶蘭開花表現之影響

Table 4. Effects of different forcing treatments on flowering performance of 4 *Phalaenopsis* cultivars.

Cultivars	Forcing treatments	Number of flower	Floret diameter (cm)	Number of flower stalk	Length of stalk (cm)	Branch of stalk
<i>Phal.</i> Sogo Yukidian	High altitude area	10.4 def ^z	12.1 b	1.0 b	92.4 a	0.0 c
	D.O.W. cooling house	11.5 d	12.3 ab	1.0 b	90.2 a	0.0 c
	General cooling house	9.4 fg	12.6 a	1.0 b	94.7 a	0.0 c
<i>Phal.</i> Hwafeng Redjewel	High altitude area	8.3 gh	9.6 d	1.0 b	65.0 b	0.0 c
	D.O.W. cooling house	9.6 efg	9.9 c	1.0 b	67.0 b	0.0 c
	General cooling house	7.1 hi	10.0 c	1.0 b	62.2 b	0.0 c
<i>Dtps.</i> Sin-Yaun Golden Beauty	High altitude area	11.1 de	8.0 f	1.1 b	65.5 b	0.4 b
	D.O.W. cooling house	11.9 d	8.3 ef	1.3 a	62.4 b	0.3 b
	General cooling house	6.7 i	8.5 e	1.1 b	54.8 c	0.0 c
<i>Dtps.</i> Queen Beer	High altitude area	27.0 a	5.6 g	1.5 a	46.6 d	2.0 a
	D.O.W. cooling house	22.8 b	5.5 g	1.3 a	41.8 de	1.7 a
	General cooling house	17.6 c	5.7 g	1.5 a	39.2 e	1.8 a

^z Means within a column follow by the same letter are not significantly different at the 5% level by LSD test.

四、不同蝴蝶蘭催花方式的用電成本比較

目前蝴蝶蘭的主要催花方式，一種是在平地以冷房的方式進行；或是利用高海拔環境的天然涼溫進行。蝴蝶蘭上山催花至開花株的成本目前約為25-30元/株，以4個月估算，平均每月的成本為6.25-7.5元/株(方 2005)。在吳等人(2004)的研究中，以位於宜蘭縣礁溪鄉金車生物科技公司的蝴蝶蘭催花冷房用電進行分析，秋季(9-11月)催花用電成本為24.2元/株，而夏季(6-8月)催花用電成本則高達44.7元/株。若以全年(3-11月)15,000株蝴蝶蘭計算，分三批次催花(每批次5,000株)，全年約需耗用140,450度電力，則每株蝴蝶蘭平均催花所需電費約28.4元/株(平均每月的成本為9.5元/株)。

利用方(2005)的方式計算，以本研究所使用，面積20坪(66 m²)的深層海水冷源溫室為例，固定式植床的溫室空間使用率為70%，因此實際使用植床面積為20坪×70%=14坪，每坪可催花66株，則該溫室可催花株數為14坪×66株=924株。本研究於深層海水冷源溫室裝設的獨立電表記錄，顯示自2010年5月28日至9月28日的用電量為3,732.2度，每年自6月1日至9月31日止屬於夏季用電，其電價為3.3元/度，因此每株蝴蝶蘭平均催花所需電費約3,732.2度×3.3元/924株=13.3元/株，平均每月的成本為3.3元/株。因此深層海水冷源溫室的催花成本僅為上山催花(6.25-7.5元/株/月)的一半；與一般平地的催花冷房全年催花成本(9.5元/株/月)相較也節省2/3。若是與一般平地的蝴蝶蘭催花冷房夏季催花成本(14.9元/株/月)相較，後者的電費更是高出將近5倍，在夏季(6-8月)以面積20坪的催花溫室計算，*Phal.* Sogo Yukidian 'Ping Tung King' 品種100天可開花，在深層海水冷源溫室催花的電費可節省約35,728元；若是催120天左右才開花*Dtps.* Sin-Yaun Golden Beauty黃花品種，在深層海水冷源溫室催花的電費更是節省約42,874元。

在催花品質上，本研究利用深層海水為冷媒，可以維持面積20坪的雙層塑膠布溫室內白天23.9℃、晚上20℃的溫度。此催花環境經過3個月的催花結果，能使*Phal. Sogo Yukidian* ‘Ping Tung King’、*Phal. Hwafeng Redjewel*、*Dtps. Sin-Yaun Golden Beauty*及*Dtps. Queen Beer* ‘滿天紅’等4品種100%抽梗開花。同時在催花後100天左右能開第一朵花(表二)；開花品質與高海拔對照區相似，甚至較花蓮縣內平地催花冷房之催花效果更佳(表四)。另外在設施建置成本的考量上，海水空氣調節(Sea Water Air Conditioning, SWAC)係利用深層冷海水的低溫特性替代能源耗用極高的傳統冷卻系統。美國Makai海洋工程公司曾完成此一可行性分析，海水空氣調節系統電力耗用可較傳統空氣調節系統節省約80-90%，主要投資成本(冷海水供應系統)約3-7年即可回收(臺東縣政府全球資訊網2008)。

海洋深層水的冷源農業利用，僅是在海水抽取上岸的管路前端，將業者取水生產包裝飲用水過程中所浪費的冷源加以回收利用，並非只是單獨為了農業生產而配管取水。此外，深層海水冷源利用時的海水都是在管路內流通並未與外界接觸，也不會因為冷源回收而改變了深層海水的成分特性，熱交換後升溫的海水還是能繼續輸送到後端進行一系列商品的製作應用。因此，與上述幾項催花方式相較，利用海洋深層水為天然冷媒從事低溫農業生產，更能突顯出環保節能的優勢(葉及蔡 2010)。在開發了利用深層海水冷源培育洋桔梗種苗的技術後(葉及蔡 2010)，本研究同樣利用深層海水的冷源作設施內降溫，進行需涼溫的蝴蝶蘭催花研究，不但增加深層海水農業生產的利用性，也為天然環保的海洋深層水產業開拓更多的契機。方等人(2006)採用節能的冷凍空調熱泵系統、充氣式雙層塑膠布隔間與完全密閉的溫室設計，已能將4個月的催花耗電成本降為每株13元以下。本研究利用深層海水當作冷媒，催花溫室的電力耗費僅有抽水馬達及冷風機的使用，更是大幅減低了催花過程的冷氣用電成本。

結 論

整體而言，在深層海水冷源溫室中催花，供試品種都可100%抽梗，經催花後之開花品質也與高海拔對照區相似，甚至較轄內平地催花冷房之催花效果更佳。在催花時的耗電評估方面，深層海水冷源溫室也相對較為節能，可見深層海水為一項能夠實際應用於蝴蝶蘭催花的天然冷源。另一方面，本研究所利用的深層海水冷源溫室地點，離板式熱交換器距離200 m以上，所以冷水在輸送的過程中已回溫3-5℃，因而降低了冷源利用率。在將來的應用發展上，深層海水冷源溫室的位置必須設置距離海水取水口或是熱交換器的周圍，如此則更能有效減少冷水接引過程的冷源損失，並提供溫度更低且更穩定的冷房環境。同時也能因深層海水冷源溫室與熱交換器的距離縮短，而減少冷水輸送的抽水馬達用電，對於電費的節省效益更大。

致 謝

試驗期間感謝東潤水資源公司、高大蘭園及蓮花蘭園慨借場地設備，本場史劉鴻興先生、楊俊宏先生、邱若閔小姐協助試驗。文成後復蒙嘉義大學沈再木副校長及宜蘭大學園藝系黃秀真副教授悉心斧正，謹此致謝。

參考文獻

- 1.方煒 2005 蝴蝶蘭催花溫室之設計與冷凍空調熱泵在蝴蝶蘭產業的應用 蘭花產業及病蟲害管理研討會專輯 國立嘉義大學園藝學系編印 p.1-13。
- 2.方煒、劉耀仁、黃啓南、林厚志 2006 蝴蝶蘭平地催花冷房節能設計與成果 台灣園藝 52(4):548。
- 3.朱根發、陳明莉、孫映波、王碧青 2005 不同上山時期處理對蝴蝶蘭花芽分化與發育的影響 中國農業通報 21(8):275-277。
- 4.李岍 1991 蝴蝶蘭之幼年性 園藝作物產期調節研討會專集II 台中區農業改良場編印 p.77-86。
- 5.李岍、林菁敏 1984 溫度對白花蝴蝶蘭生長發育與開花之影響 中國園藝 30(4): 223-231。
- 6.李岍、林菁敏 1987 溫度對白花蝴蝶蘭生長發育與開花之影響 園藝作物產期調節研討會專集 台中區農業改良場編印 p.27-44。
- 7.李岍、李嘉慧 1996 蝴蝶蘭花芽誘引和花序發育時之碳水化合物變化 中國園藝 42(3): 262-275。
- 8.吳柏青、謝銘融、黃建維、林耀川 2004 蝴蝶蘭冷房催花設施作業用電成本分析 農業機械學刊 13(1):41-57。
- 9.周偉馨 2004 花蓮廠開發為海洋深層水科技產業及主題觀光休閒園區構想 臺肥季刊 45(1):23-26。
- 10.陳仁仲、溫子文、徐仕昇 2003 陽光無法眷顧的海洋深層寶貝-藍金的應用現況與發展 節約用水 31:32-41。
- 11.陳仲賢、廖宗盛 2006 台灣深層海水資源利用政策與產業推動策略 臺灣水利產業發展促進協會網站 http://www.water.org.tw/simply/twic/twic_c.htm。
- 12.楊玉婷 2010 全球蘭花發展現況與未來展望-兼論我國蝴蝶蘭與文心蘭發展策略 台灣經濟研究月刊 33(3):36-38。
- 13.葉育哲 2009 花蓮地區蝴蝶蘭產業現況分析 花蓮區農業專訊 68:11-13。
- 14.葉育哲、蔡月夏 2010 利用天然冷源作為洋桔梗育苗之研究 花蓮區農業改良場研究彙報 28:9-20。
- 15.臺東縣政府全球資訊網 2008 深層海水的特性與用途分析 台東縣設置深層海水生物技術園區可行性及BOT前置作業規劃報告 http://web2.taitung.gov.tw/Deep_Seawater/introduce.htm。
- 16.劉添壽、張永柏、廖福琴、黃萍萍 2005 蝴蝶蘭高海拔節能栽培關鍵技術 廣西農業科學 36(5):430-431。
- 17.劉耀仁、黃啓南、林厚志、方煒 2006a 葉片數目對蝴蝶蘭抽梗與開花品質的影響 台灣園藝 52(4):547-548。
- 18.劉耀仁、黃啓南、林厚志、方煒 2006b 雙層充氣式蝴蝶蘭催花抽梗率及雙梗率之調查 2006生機學會論文發表會論文摘要集。
- 19.鍾啓東 2004 日本海洋深層水開發現況參訪 臺肥季刊 45(2):27-34。
- 20.小西國義、今西英雄、五井正憲 1996 花卉花期控制 p.252-259 李叡明譯 淑馨出版社。
- 21.Blanchard, M.G. and E.S. Runkle. 2006. Temperature during the day, but not during the night, controls flowering of *Phalaenopsis* orchids. J. Exp. Bot. 57:4043-4049.
- 22.Chen, W.H., Y.C. Tseng, Y.C. Liu, C.M. Chuo, P.T. Chen, K.M. Tseng, Y.C. Yeh, M.J. Ger, and H.L. Wang. 2008. Cool-night temperature induces spike emergence and affects photosynthetic efficiency and metabolizable carbohydrate and organic acid pools in *Phalaenopsis aphrodite*. Plant Cell Rep. 27(10):1667-1675.
- 23.OrchidWiz. 2009. OrchidWiz Encyclopedia Version 6.0 June 2009 Database. Ames, IA: OrchidWiz Database LLC.
- 24.Wang, Y.T. 2007. Average daily temperature and reversed day/night temperature regulate vegetative and reproductive responses of a *Doritis pulcherrima* lindley hybrid. HortScience 42(1): 68-70.
- 25.Yoneda, K., K. Teruhiko, and H. Shigeto. 2004. Effects of flower bud removal treatment on flower stalk emergence and flowering in *Phalaenopsis* orchids. Hortic. Res. 3(3):283-286.