

深層海水冷源應用於春石斛催花之研究

李文南¹

¹ 行政院農業委員會臺東區農業改良場作物改良課 助理研究員

摘 要

深層海洋水或稱深層海水 (Deep Ocean Water, DOW)，於臺東知本外海深約 650 公尺處抽取之深層海水約介於 7°C 至 9°C 之間，利用熱交換機使 RO 純水降溫至 11°C 左右，可經由冷風機吹送出冷風供高經濟價值花卉催花使用。利用此天然冷源進行 13 品種春石斛催花，結果顯示 *Dendrobium* Tian Mu Diamond No. 2 之總花朵數 31.7 朵、開花節位比例 70.6%；*Den.* Tian Mu Diamond No. 3 之總花朵數 29.9 朵、開花節位比例 74.1%；*Den.* Tian Mu No. 4 開第 1 朵花需 108.2 天、總花朵數 23.5 朵、開花節位比例 50.1%；*Den.* Tian Mu No. 1 開第 1 朵花需 121.2 天，總花朵數 21.6 朵、開花節位比例 56.3% 與未催花者有顯著差異。以上 4 種春石斛於催花後皆具商業觀賞價值，顯示深層海水冷源對春石斛具有催花之應用潛力。

一、前言

春石斛 (Nobile-type *Dendrobium*) 為石斛蘭屬 (*Dendrobium*) 石斛蘭節 (Section *Dendrobium*) 內之原種群所雜交選育出之品種群的總稱。屬名 *dendro* 意為樹木，而 *bium* 為生長，意為著生於樹上之植物。原種分布廣，亞洲各地、臺灣、菲律賓、婆羅洲、澳洲、新幾內亞及紐西蘭等均可見。春石斛花形與花色瑰麗繽紛，且具怡人香氣，可為高價之贈禮用盆花。目前春石斛之主要生產及育種國為日本、荷蘭、泰國等，臺灣春石斛栽培雖歷史悠久，但品種幾乎皆由國外引進，除種苗費高昂外，亦有品種風土適應性不佳，不易掌握品種生長及開花特性，導致花朵品質不佳等問題，故臺灣之春石斛栽培尚未專業化生產。春石斛之開花機制與蝴蝶蘭相同，均為春化作用 (Vernalization)，假球莖成熟後經一段低溫處理即可開花。若能透過試驗掌握各品種之適宜催花溫度與時間，即可進行商業計畫型生產，具有國際市場潛力。一般而言，春石斛之正常花期為華人年節後，故選育低溫需求低，可於華人年節前開花良好之品種，

可降低催花生產成本及增加收益，應為臺灣春石斛未來之重要發展目標。

深層海洋水或稱深層海水 (Deep Ocean Water, DOW; 或 Deep Sea Water)，為一富有運用潛力之天然冷源。深層海水為斜溫層下 (約海平面 200 公尺以下) 之海水，其水溫終年保持低溫，隨深度愈低溫度愈低。利用熱交換原理，可將此冷源轉換為空調使用，應用於需低溫作物之生產⁽²⁾。因此，本試驗擬利用深層海水之天然冷源，進行臺灣本地選育之春石斛催花之用，篩選低溫需求較低之優良品種與探討深層海水冷源應用於催花之可行性，以供未來商業生產利用參考。

二、材料與方法

(一) 植物材料

參試品種皆為臺灣選育之品種，共 13 品種春石斛，其中 4 品種購自天母蘭園，分別為：*Dendrobium. Tian Mu No. 1*、*Den. Tian Mu Diamond No. 2*、*Den. Tian Mu Diamond No. 3* 及 *Den. Tian Mu No. 4*；9 品種購自嶺馨芳蘭園，分別為：1.*Den. Arco Pearl Queen*、2.*Den. Lai's New Sailor*、3.*Den. Lai's New Christmas*、4.*Den. Lai's Lovely Queen*、5.*Den. Mildas 'Princess'*、6.*Den. Sailor Boy 'Popye'*、7.*Den. Mild Yumi 'Kokusa'*、8.*Den. Hambuhren Gold Lady* 及 9.*Den. Hamana Lake* × *Den. Lai's Hunter Stage*。購自天母蘭園之 4 品種為 2 年生植株，購自嶺馨芳蘭園之 9 品種，因部分品種有隔年開花特性，故購買 3 年生植株。2012 年 3 月至 4 月間購入，購入後於本場 6 號溫室進行日常管理。

(二) 試驗處理

2012 年 11 月 1 號開始試驗，將上述 13 品种植株送入位於知本之精緻農業館設施催花，催花處理分為負壓風扇水牆 (non-DOW) 與深層海水空調 (DOW) 兩種處理。試驗期間，以連續式光度溫度紀錄器 HOBO (Onset Computer Corporation, U.S.A.) 每小時記錄催花區域內正中央之光度及溫度。

(三) 植株肥培管理

除原蘭園出貨時即置於盆內之長效肥，至試驗前未施肥。試驗中，每 2 週施用 peter's 5-12-26 (Scotts company LLC., U.S.A.) 稀釋 2,000 倍之液肥 (含灌

溉)，每株每次施用 100 毫升。

(四) 調查項目

1. 腋芽創始所需日數：滿足低溫需求後，春石斛之腋芽即會打破休眠，突起呈圓球狀。催花處理至肉眼可見腋芽突起之時間稱之。
2. 總腋芽創始數：成功打破休眠之腋芽總數。
3. 第1朵花開花日數：催花處理至第1朵花開花之時間。
4. 50%花朵萎凋日數：所有花朵開花後至50%花朵萎凋之時間。
5. 花芽成功分化數：腋芽成功分化為花芽之總數。
6. 高芽數：腋芽分化為高芽（不定芽）之總數。
7. 消蕾數：未分化為花芽或高芽的腋芽（盲芽）總數。
8. 總花朵數：成功開花之花朵總數。
9. 花朵直徑。
10. 開花節位比例：經由花芽成功分化數/總腋芽創始數 $\times 100\%$ 後求得。

(五) 試驗設計

試驗採逢機完全設計（CRD），2 處理，每重覆 12 植株。

(六) 數據分析

所有數據以統計分析軟體 SAS Enterprise Guide 4（SAS Institute, U.S.A.）進行最小顯著差異法分析（Fisher's Least Significant Difference, LSD）。

三、結果與討論

(一) 兩區催花冷房之溫度

試驗期間，利用板式熱交換器以 9°C-11°C 之深層海水為冷源，吹送出冷風供精緻農業館玻璃溫室降溫使用。在 2012 年 11 月至 2013 年 3 月試驗期間，深層海水空調之設施，日均溫約為 25°C，夜均溫約為 18°C（圖 1）。而利用負壓風扇水牆降溫之設施，日均溫約為 30°C，夜均溫約為 22°C（圖 2），顯示深層海水可有效降低玻璃溫室內溫度。但圖 1 亦顯示，深層海水空調之設施，有日夜溫差大及不同天數之溫度穩定度不足等兩大特徵。主要原因可能為設施容

積過大與玻璃型日光溫室日間蓄熱不易控制所致，未來若實際應用於高價花卉催花，需針對此2點做改善。

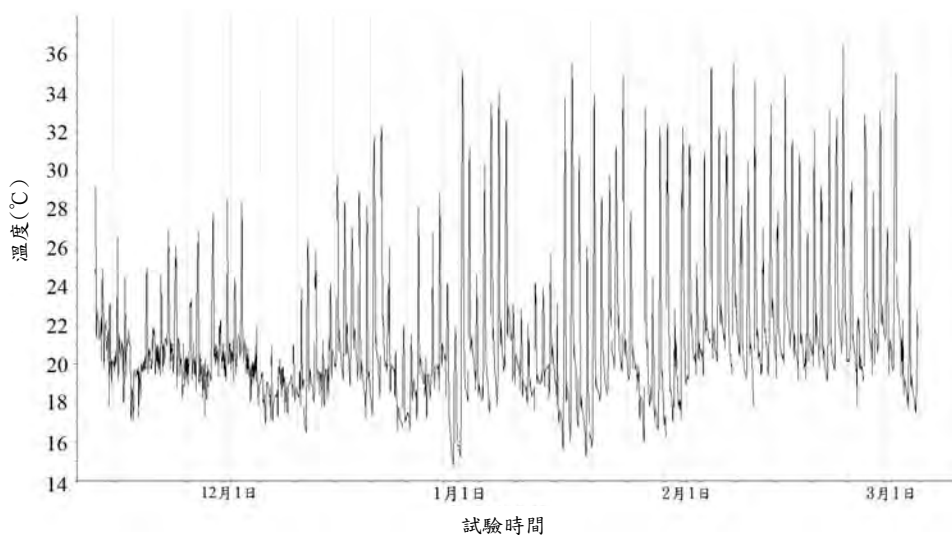


圖1. 試驗期間深層海水涼溫空調 (DOW) 之溫度變化。

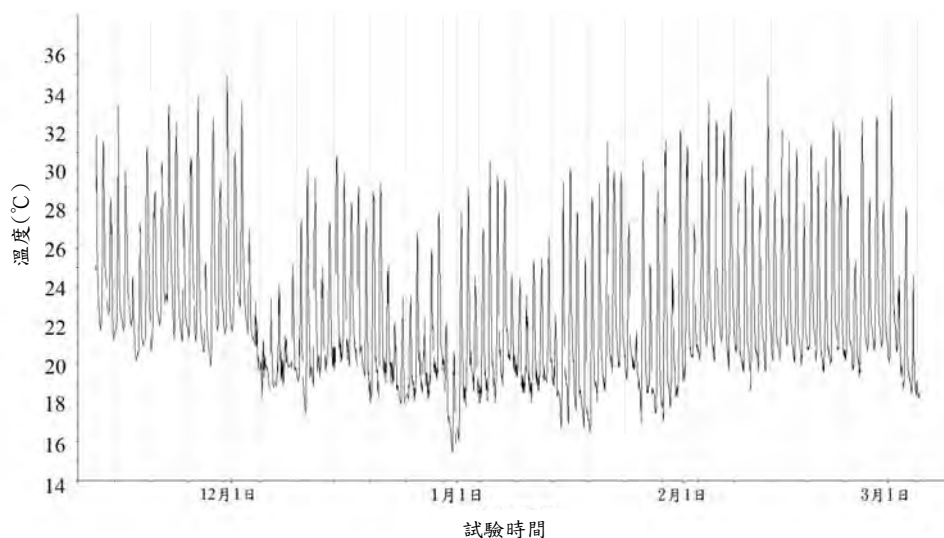


圖2. 試驗期間負壓風扇水牆 (non-DOW) 之溫度變化。

(二) 深層海水催花對不同品種春石斛腋芽發育及開花時間之影響

在腋芽創始所需日數方面，幾乎所有參試品種均有顯著差異，惟 *Den. Sailor*

Boy 'Popye'與 *Den. Hamana Lake* × *Den. Lai's Hunter Stage* 兩品種無顯著差異。而總腋芽創始數，*Den. Lai's New Sailor*、*Den. Lai's New Christmas*、*Den. Lai's Lovely Queen*、*Den. Mildas 'Princess'*、*Den. Mild Yumi 'Kokusai'*及 *Den. Hambuhren Gold Lady* 等 6 品種無顯著差異外，其他品種皆有顯著差異。至於花芽成功分化數方面，*Den. Lai's New Sailor*、*Den. Lai's New Christmas*、*Den. Mildas 'Princess'*及 *Den. Hambuhren Gold Lady* 等 4 品種無顯著差異外，其他品種皆有顯著差異。而高芽與消蕾方面，多數品種皆無顯著差異，僅 *Den. Arco Pearl Queen* 高芽有顯著差異，以深層海水空調處理者較少高芽（表1）。而 *Den. Tian Mu Diamond No. 3* 於消蕾數有顯著差異，以深層海水空調處理者消蕾數較少（表12）。

日本研究指出低夜溫可促進春石斛花芽發育，且夜溫（4 小時至 12 小時）愈長，效果愈佳。低夜溫處理期間，若遭遇 4 小時至 8 小時 30°C 日溫，則完全抑制開花，並產生多數高芽⁽⁴⁾。坂西等（1982）指出花芽分化溫度（臨界溫度）因品種而異，*Den. Nodoka* 臨界溫度 20°C 至 25°C，*Den. Snowflake 'Red Star'* 臨界溫度 15°C 至 20°C。但在臨界溫度內，即使花芽分化，亦容易產生盲芽（消蕾）。從圖 1 及圖 2 可以觀察到，相較於深層海水空調，負壓風扇水牆之日夜溫均明顯較高，日夜溫較高之環境，其總腋芽創始數較少，花芽成功分化數亦較少，此與前人研究相吻合。

而在第 1 朵花開花時間方面，*Den. Lai's Lovely Queen*、*Den. Sailor Boy 'Popye'*、*Den. Tian Mu No. 1*、*Den. Tian Mu Diamond No. 3* 及 *Den. Tian Mu No. 4* 等 5 品種有顯著差異。深層海水空調處理者第 1 朵花開花天數較短，當中以 *Den. Tian Mu Diamond No. 3* 為最短，僅需 95.9 天即開花（表12）。Christine 等（2011）利用 *Den. Sea Mary 'Snow King'* 此品種之催花研究亦表明，低溫 13°C、15°C 處理較 18°C 之開花天數短。本試驗結果亦支持此結論。另低溫 10°C 處理之開花天數反而較 13°C 及 15°C 處理長，此可能為過度低溫下，花朵發育反而較遲。本試驗中，*Den. Tian Mu Diamond No. 2* 品種，深層海水空調處理者第 1 朵花開花天數 89 天較 85 天長（表11），亦可能為此原因。

Den. Tian Mu Diamond No. 2、*Den. Tian Mu Diamond No. 3* 及 *Den. Tian Mu No. 4* 等 3 個品種因開花較早，試驗 150 天後部分花朵已凋謝，故圖片為試驗

110 天後之開花情形（圖 13、14 及 15）。

（三）深層海水催花對不同品種春石斛開花表現之影響

前人研究指出，於較低溫度發育之花朵有花朵直徑較大、畸形率較少之現象⁽⁵⁾。本試驗亦有類似情形，*Den. Arco Pearl Queen*、*Den. Lai's New Sailor*、*Den. Lai's New Christmas*、*Den. Lai's Lovely Queen*、*Den. Mildas 'Princess'*、*Den. Mild Yumi 'Kokusai'*、*Den. Hambuhren Gold Lady*、*Den. Tian Mu No. 1*、*Den. Tian Mu Diamond No. 3* 及 *Den. Tian Mu No. 4* 等 10 品種皆有顯著差異；大致上以深層海水處理之總花朵數較多，且花朵直徑較大。但如 *Den. Tian Mu Diamond No. 2* 以深層海水處理之總花朵數 31.7 朵，遠高於負壓風扇水牆處理之 18.2 朵，但花朵直徑並未呈現顯著差異（表 11）。葉等（2012）利用深層海水進行蝴蝶蘭催花，結果顯示，花朵數較少之處理其花徑較大，可能與植株養分之分配有關，春石斛可能亦有類似之反應。

Den. Sea Mary 'Snow King' 於 15°C、18°C 及 21°C 不同溫度下催花，催花溫度愈低，總花數及開花比例則愈高⁽⁶⁾。本試驗中亦觀察到類似情形，整體而言，深層海水處理組較負壓風扇水牆處理，開花節位比例與總花朵數較高，且多有顯著差異。

Den. Lan Tarn Beauty 與 *Den. Lucky Girl* 經相同低溫催花 46 天後，於不同日夜溫下進行花朵發育的結果顯示，日夜溫度愈高，則儲架壽命愈短⁽⁵⁾。本試驗結果部分品種亦有類似情形，深層海水處理者之 50% 花朵萎凋日數較長。如 *Den. Tian Mu No. 1*，深層海水處理者之 50% 花朵萎凋日數為 48.3 天，負壓風扇水牆處理者為 22.3 天，具顯著差異（表 10）；*Den. Tian Mu Diamond No. 3* 深層海水處理者之 50% 花朵萎凋日數為 32.3 天，負壓風扇水牆處理者為 36.5 天，具顯著差異（表 12）。但多數品種無顯著差異，且花朵開花後並非在同溫度下觀察，而是繼續於不同之處理條件下觀察，故有關儲架壽命需要更詳細之試驗探討。

春石斛之觀賞價值大部分取決於開花比例之高低，終端價格與開花比例成正比。以外觀而言，至少需達 50% 左右方有商業價值。而本試驗結果顯示，僅有 *Den. Lai's Lovely Queen*、*Den. Tian Mu No. 1*、*Den. Tian Mu Diamond No. 2*、*Den. Tian Mu Diamond No. 3* 及 *Den. Tian Mu No. 4* 等 5 個品種，經過深層海水

催花後，開花比例大於 50%（圖 12、13、14 及 15）。其中又以 *Den. Tian Mu Diamond No. 2*、*Den. Tian Mu Diamond No. 3* 開花比例超過 70% 為最多；另外，此兩品種之第 1 朵花開花日分別為 1 月下旬與 2 月初，最具華人春節前催花生產潛力。*Den. Tian Mu No. 1* 及 *Den. Tian Mu No. 4* 之第 1 朵花開花日分別為 2 月中旬及 3 月初，若能更提早產期，應配合栽培及催花試驗研究。*Den. Lai's Lovely Queen* 之第 1 朵花開花日為 3 月下旬，較無春節前催花生產潛力。

四、結論

本試驗首度利用深層海水冷源進行春石斛催花，結果顯示深層海水之天然冷源確實可應用於春石斛催花。惟圍於溫室與熱交換器之距離所造成的冷源損失，及試驗設施非小容積之催花冷房，深層海水僅能有限度地降低設施內溫度；而春石斛之低溫需求較高，僅有低溫需求較低之品種可順利催花至具商業價值之外觀，故改善冷源之利用效率，為有效利用深層海水催花及降低催花成本之重要環節。結合專業環控技術與設施工程，建立可利用深層海水冷源之精準控溫催花冷房，可增加關聯產業發展，應為未來深層海水應用於花卉發展的重點項目。



圖 3. *Den. Arco Pearl Queen* 於試驗 150 天後之開花情形，右方兩列為深層海水催花植株。

表 1. 深層海水冷源催花對 *Den. Arco Pearl Queen* 開花表現之影響

| 處理 | 腋芽 創始 所需 日數 (no.) | 總腋 芽創 始數 (no.) | 第 1 朵花 開花 日數 (no.) | 50% 花朵 萎凋 日數 (no.) | 花芽 成功 分化 數 (no.) | 高 芽 數 (no.) | 消 蕾 數 (no.) | 總 花 朵 數 (no.) | 花 朵 直 徑 (公分) | 開花 節位 比例 (%) |
|---------------------|-------------------------------|-------------------------|--------------------------------|--------------------------------|------------------------------|----------------------|----------------------|---------------------------|--------------------------|-----------------------|
| 負壓風扇水牆 (non-DOW) | 88.3 ^Z | 2.0 | 118.7 | 60.2 | 1.5 | 0.3 | 0 | 4.5 | 74.3 | 22.5 |
| 深層海水空調 (DOW) | 69.0 | 4.2 | 115.6 | 69.2 | 4.1 | 0 | 0 | 10.5 | 73.5 | 34.8 |
| Significance | *** | ** | NS | ** | *** | * | NS | *** | *** | ** |

^ZMean separation within columns by LSD test at $P \leq 0.05$.

NS, *, **, *** Nonsignificance or Significant at $P \leq 0.05$, 0.01, or 0.001, respectively.



圖 4. *Den.Lai's New Sailor* 於試驗 150 天後之開花情形，右方三列為深層海水催花植株。

表 2. 深層海水冷源催花對 *Den.Lai's New Sailor* 開花表現之影響

| 處理 | 腋芽 創始 所需 日數 (no.) | 總腋 芽創 始數 (no.) | 第 1 朵花 開花 日數 (no.) | 50% 花朵 萎凋 日數 (no.) | 花芽 成功 分化 數 (no.) | 高 芽 數 (no.) | 消 蕾 數 (no.) | 總 花 朵 數 (no.) | 花 朵 直 徑 (公分) | 開花 節位 比例 (%) |
|---------------------|-------------------------------|-------------------------|--------------------------------|--------------------------------|------------------------------|----------------------|----------------------|---------------------------|--------------------------|-----------------------|
| 負壓風扇水牆 (non-DOW) | 88.9 ^Z | 5.0 | 129.5 | 29.9 | 4.0 | 0 | 1.2 | 7.9 | 65.7 | 36.3 |
| 深層海水空調 (DOW) | 81.0 | 5.4 | 125.6 | 50.0 | 4.1 | 0 | 0.6 | 8.1 | 78.3 | 41.1 |
| Significance | * | NS | NS | ** | NS | NS | NS | NS | *** | NS |

^ZMean separation within columns by LSD test at $P \leq 0.05$.

NS, *, **, *** Nonsignificance or Significant at $P \leq 0.05$, 0.01, or 0.001, respectively.



圖 5. *Den. Lai's New Christmas* 於試驗 150 天後之開花情形，右方三列為深層海水催花植株。

表 3. 深層海水冷源催花對 *Den. Lai's New Christmas* 開花表現之影響

| 處理 | 腋芽 創始 所需 日數 (no.) | 總腋 芽創 始數 (no.) | 第 1 朵花 開花 日數 (no.) | 50% 花朵 萎凋 日數 (no.) | 花芽 成功 分化 數 (no.) | 高 芽 數 (no.) | 消 蕾 數 (no.) | 總 花 朵 數 (no.) | 花 朵 直 徑 (公分) | 開花 節位 比例 (%) |
|---------------------|-------------------------------|-------------------------|--------------------------------|--------------------------------|------------------------------|----------------------|----------------------|---------------------------|--------------------------|-----------------------|
| 負壓風扇水牆 (non-DOW) | 93.8 ^z | 2.8 | 132.7 | 29.9 | 2.8 | 0 | 0 | 6.1 | 57.7 | 24.6 |
| 深層海水空調 (DOW) | 79.3 | 3.5 | 135.7 | 39.3 | 3.5 | 0 | 0 | 7.0 | 67.3 | 25.4 |
| Significance | *** | NS | NS | NS | NS | NS | NS | NS | *** | NS |

^zMean separation within columns by LSD test at $P \leq 0.05$.

NS, *, **, *** Nonsignificance or Significant at $P \leq 0.05$, 0.01, or 0.001, respectively.



圖 6. *Den. Lai's Lovely Queen* 於試驗 150 天後之開花情形，右方兩列為深層海水催花植株。

表 4. 深層海水冷源催花對 *Den. Lai's Lovely Queen* 開花表現之影響

| 處理 | 腋芽 創始 所需 日數 (no.) | 總腋 芽創 始數 (no.) | 第 1 朵花 開花 日數 (no.) | 50% 花朵 萎凋 日數 (no.) | 花芽 成功 分化 數 (no.) | 高 芽 數 (no.) | 消 蕾 數 (no.) | 總 花 朵 數 (no.) | 花 朵 直 徑 (公分) | 開花 節位 比例 (%) |
|---------------------|-------------------------------|-------------------------|--------------------------------|--------------------------------|------------------------------|----------------------|----------------------|---------------------------|--------------------------|-----------------------|
| 負壓風扇水牆 (non-DOW) | 106.3 ^Z | 8.0 | 157.2 | 23.7 | 7.1 | 0 | 0.8 | 17.1 | 50.6 | 51.6 |
| 深層海水空調 (DOW) | 99.0 | 8.3 | 148.4 | 32.4 | 7.9 | 0 | 0.4 | 21.3 | 56.2 | 58.0 |
| Significance | *** | NS | *** | ** | NS | NS | NS | * | *** | * |

^ZMean separation within columns by LSD test at $P \leq 0.05$.

NS, *, **, *** Nonsignificance or Significant at $P \leq 0.05$, 0.01, or 0.001, respectively.



圖 7. *Den. Mildas 'Princess'*於試驗 150 天後之開花情形，右方三列為深層海水催花植株。

表 5. 深層海水冷源催花對 *Den. Mildas 'Princess'*開花表現之影響

| 處理 | 腋芽 創始 所需 日數 (no.) | 總腋 芽創 始數 (no.) | 第 1 朵花 開花 日數 (no.) | 50% 花朵 萎凋 日數 (no.) | 花芽 成功 分化 數 (no.) | 高 芽 數 (no.) | 消 蕾 數 (no.) | 總 花 朵 數 (no.) | 花 朵 直 徑 (公分) | 開花 節位 比例 (%) |
|---------------------|-------------------------------|-------------------------|--------------------------------|--------------------------------|------------------------------|----------------------|----------------------|---------------------------|--------------------------|-----------------------|
| 負壓風扇水牆 (non-DOW) | 81.0 ^z | 2.0 | 114.4 | 37.4 | 1.5 | 0.5 | 0 | 3.0 | 55.3 | 12.5 |
| 深層海水空調 (DOW) | 69.7 | 2.5 | 120.2 | 35.8 | 2.5 | 0 | 0 | 6.5 | 60.4 | 26.1 |
| Significance | ** | NS | NS | NS | NS | NS | NS | * | ** | ** |

^zMean separation within columns by LSD test at $P \leq 0.05$.

NS, *, **, *** Nonsignificance or Significant at $P \leq 0.05$, 0.01, or 0.001, respectively.



圖 8. *Den. Sailor Boy 'Popye'*於試驗 150 天後之開花情形，右方兩列為深層海水催花植株。

表 6. 深層海水冷源催花對 *Den. Sailor Boy 'Popye'*開花表現之影響

| 處理 | 腋芽 創始 所需 日數 (no.) | 總腋 芽創 始數 (no.) | 第 1 朵花 開花 日數 (no.) | 50% 花朵 萎凋 日數 (no.) | 花芽 成功 分化 數 (no.) | 高 芽 數 (no.) | 消 蕾 數 (no.) | 總 花 朵 數 (no.) | 花 朵 直 徑 (公分) | 開花 節位 比例 (%) |
|---------------------|-------------------------------|-------------------------|--------------------------------|--------------------------------|------------------------------|----------------------|----------------------|---------------------------|--------------------------|-----------------------|
| 負壓風扇水牆 (non-DOW) | 62.75 ^Z | 4.3 | 146.6 | 40.7 | 1.0 | 1.5 | 1.8 | 1.5 | 69.0 | 12.7 |
| 深層海水空調 (DOW) | 69.3 | 5.8 | 123.3 | 53.7 | 2.6 | 1.9 | 1.2 | 5.0 | 72.4 | 33.8 |
| Significance | NS | * | *** | * | * | NS | NS | ** | NS | *** |

^ZMean separation within columns by LSD test at $P \leq 0.05$.

NS, *, **, *** Nonsignificance or Significant at $P \leq 0.05$, 0.01, or 0.001, respectively.



圖 9. *Den. Mild Yumi 'Kokusai'* 於試驗 150 天後之開花情形，右方兩列為深層海水催花植株。

表 7. 深層海水冷源催花對 *Den. Mild Yumi 'Kokusai'* 開花表現之影響

| 處理 | 腋芽 創始 所需 日數 (no.) | 總腋 芽創 始數 (no.) | 第 1 朵花 開花 日數 (no.) | 50% 花朵 萎凋 日數 (no.) | 花芽 成功 分化 數 (no.) | 高 芽 數 (no.) | 消 蕾 數 (no.) | 總 花 朵 數 (no.) | 花 朵 直 徑 (公分) | 開花 節位 比例 (%) |
|---------------------|-------------------------------|-------------------------|--------------------------------|--------------------------------|------------------------------|----------------------|----------------------|---------------------------|--------------------------|-----------------------|
| 負壓風扇水牆 (non-DOW) | 90.5 ^Z | 2.3 | 128.2 | 31.5 | 1.5 | 0.4 | 0.3 | 2.6 | 68.8 | 19.4 |
| 深層海水空調 (DOW) | 68.2 | 3.3 | 121.1 | 42.9 | 3.1 | 0.1 | 0 | 5.4 | 73.6 | 31.0 |
| Significance | *** | NS | NS | ** | * | NS | NS | * | ** | * |

^ZMean separation within columns by LSD test at $P \leq 0.05$.

NS, *, **, *** Nonsignificance or Significant at $P \leq 0.05$, 0.01, or 0.001, respectively.



圖 10. *Den. Hambuhren Gold Lady* 於試驗 150 天後之開花情形，右方兩列為深層海水催花植株。

表 8. 深層海水冷源催花對 *Den. Hambuhren Gold Lady* 開花表現之影響

| 處理 | 腋芽 創始 所需 日數 (no.) | 總腋 芽創 始數 (no.) | 第 1 朵花 開花 日數 (no.) | 50% 花朵 萎凋 日數 (no.) | 花芽 成功 分化 數 (no.) | 高 芽 數 (no.) | 消 蕾 數 (no.) | 總 花 朵 數 (no.) | 花 朵 直 徑 (公分) | 開花 節位 比例 (%) |
|---------------------|-------------------------------|-------------------------|--------------------------------|--------------------------------|------------------------------|----------------------|----------------------|---------------------------|--------------------------|-----------------------|
| 負壓風扇水牆 (non-DOW) | 98.5 ^Z | 5.0 | 136.8 | 50.2 | 1.8 | 0.1 | 0.5 | 4.25 | 73.6 | 32.3 |
| 深層海水空調 (DOW) | 91.5 | 3.5 | 135.6 | 51.0 | 2.0 | 0.9 | 0.5 | 4.5 | 82.6 | 50.1 |
| Significance | *** | NS | NS | NS | NS | NS | NS | NS | *** | *** |

^ZMean separation within columns by LSD test at $P \leq 0.05$.

NS, *, **, *** Nonsignificance or Significant at $P \leq 0.05$, 0.01, or 0.001, respectively.



圖 11. *Den. Hamana Lake X Den. Lai's Hunter Stage* 於試驗 150 天後之開花情形，右方兩列為深層海水催花植株。

表 9. 深層海水冷源對 *Den. Hamana Lake X Den. Lai's Hunter Stage* 開花表現之影響

| 處理 | 腋芽 創始 所需 日數 (no.) | 總腋 芽創 始數 (no.) | 第 1 朵花 開花 日數 (no.) | 50% 花朵 萎凋 日數 (no.) | 花芽 成功 分化 數 (no.) | 高 芽 數 (no.) | 消 蕾 數 (no.) | 總 花 朵 數 (no.) | 花 朵 直 徑 (公分) | 開花 節位 比例 (%) |
|---------------------|-------------------------------|-------------------------|--------------------------------|--------------------------------|------------------------------|----------------------|----------------------|---------------------------|--------------------------|-----------------------|
| 負壓風扇水牆 (non-DOW) | 11.0 ^z | 2.5 | 137.6 | 27.0 | 2.0 | 0.4 | 0 | 5.1 | 62.4 | 32.3 |
| 深層海水空調 (DOW) | 6.0 | 4.9 | 139.0 | 34.8 | 4.4 | 0.1 | 0.5 | 10.9 | 68.1 | 50.1 |
| Significance | NS | * | NS | NS | * | NS | NS | NS | NS | *** |

^zMean separation within columns by LSD test at $P \leq 0.05$.

NS, *, **, *** Nonsignificance or Significant at $P \leq 0.05$, 0.01, or 0.001, respectively.



圖 12. *Den. Tian Mu No. 1* 於試驗 150 天後之開花情形，右方兩列為深層海水催花植株。

表 10. 深層海水冷源催花對 *Den. Tian Mu No. 1* 開花表現之影響

| 處理 | 腋芽 創始 所需 日數 (no.) | 總腋 芽創 始數 (no.) | 第 1 朵花 開花 日數 (no.) | 50% 花朵 萎凋 日數 (no.) | 花芽 成功 分化 數 (no.) | 高 芽 數 (no.) | 消 蕾 數 (no.) | 總 花 朵 數 (no.) | 花 朵 直 徑 (公分) | 開花 節位 比例 (%) |
|---------------------|-------------------------------|-------------------------|--------------------------------|--------------------------------|------------------------------|----------------------|----------------------|---------------------------|--------------------------|-----------------------|
| 負壓風扇水牆 (non-DOW) | 95.4 ^Z | 5.6 | 139.3 | 22.3 | 2.1 | 1.2 | 2.1 | 5.0 | 57.7 | 14.5 |
| 深層海水空調 (DOW) | 64.1 | 9.6 | 121.2 | 48.3 | 8.5 | 0 | 1.0 | 21.6 | 61.7 | 56.3 |
| Significance | *** | *** | *** | *** | *** | NS | NS | *** | * | *** |

^ZMean separation within columns by LSD test at $P \leq 0.05$.

NS, *, **, *** Nonsignificance or Significant at $P \leq 0.05$, 0.01, or 0.001, respectively.



圖 13. *Den. Tian Mu Diamond No. 2* 於試驗 110 天後之開花情形，右方三列為深層海水催花植株。

表 11. 深層海水冷源催花對 *Den. Tian Mu No. 2* 開花表現之影響

| 處理 | 腋芽 創始 所需 日數 (no.) | 總腋 芽創 始數 (no.) | 第 1 朵花 開花 日數 (no.) | 50% 花朵 萎凋 日數 (no.) | 花芽 成功 分化 數 (no.) | 高 芽 數 (no.) | 消 蕾 數 (no.) | 總 花 朵 數 (no.) | 花 朵 直 徑 (公分) | 開花 節位 比例 (%) |
|---------------------|-------------------------------|-------------------------|--------------------------------|--------------------------------|------------------------------|----------------------|----------------------|---------------------------|--------------------------|-----------------------|
| 負壓風扇水牆 (non-DOW) | 36.5 ^Z | 9.7 | 85.0 | 47.7 | 7.8 | 0 | 1.9 | 18.2 | 47.8 | 51.6 |
| 深層海水空調 (DOW) | 24.4 | 12.8 | 89.0 | 43.1 | 11.4 | 0 | 1.41 | 31.7 | 45.4 | 70.6 |
| Significance | *** | *** | NS | NS | *** | NS | NS | ** | NS | ** |

^ZMean separation within columns by LSD test at $P \leq 0.05$.

NS, *, **, *** Nonsignificance or Significant at $P \leq 0.05$, 0.01, or 0.001, respectively.



圖 14. *Den. Tian Mu Diamond No. 3* 於試驗 110 天後之開花情形，右方三列為深層海水催花植株。

表 12. 深層海水冷源催花對 *Den. Tian Mu No. 3* 開花表現之影響

| 處理 | 腋芽 創始 所需 日數 (no.) | 總腋 芽創 始數 (no.) | 第 1 朵花 開花 日數 (no.) | 50% 花朵 萎凋 日數 (no.) | 花芽 成功 分化 數 (no.) | 高 芽 數 (no.) | 消 蕾 數 (no.) | 總 花 朵 數 (no.) | 花 朵 直 徑 (公分) | 開花 節位 比例 (%) |
|---------------------|-------------------------------|-------------------------|--------------------------------|--------------------------------|------------------------------|----------------------|----------------------|---------------------------|--------------------------|-----------------------|
| 負壓風扇水牆 (non-DOW) | 39.7 ^Z | 9.3 | 95.9 | 32.3 | 7.4 | 0 | 1.9 | 22.2 | 47.2 | 47.7 |
| 深層海水空調 (DOW) | 28.5 | 11.6 | 101.5 | 36.5 | 11.0 | 0 | 0.6 | 29.9 | 54.7 | 74.1 |
| Significance | *** | *** | ** | * | *** | NS | ** | *** | *** | *** |

^ZMean separation within columns by LSD test at $P \leq 0.05$.

NS, *, **, *** Nonsignificance or Significant at $P \leq 0.05$, 0.01, or 0.001, respectively.



圖 15. *Den. Tian Mu No. 4* 於試驗 110 天後之開花情形，右方三列為深層海水催花植株。

表 13. 深層海水冷源催花對 *Den. Tian Mu No. 4* 開花表現之影響

| 處理 | 腋芽 創始 所需 日數 (no.) | 總腋 芽創 始數 (no.) | 第 1 朵花 開花 日數 (no.) | 50% 花朵 萎凋 日數 (no.) | 花芽 成功 分化 數 (no.) | 高 芽 數 (no.) | 消 蕾 數 (no.) | 總 花 朵 數 (no.) | 花 朵 直 徑 (公分) | 開花 節位 比例 (%) |
|---------------------|-------------------------------|-------------------------|--------------------------------|--------------------------------|------------------------------|----------------------|----------------------|---------------------------|--------------------------|-----------------------|
| 負壓風扇水牆 (non-DOW) | 85.6 ^Z | 9.8 | 127.2 | 31.0 | 5.0 | 0 | 0.9 | 14.0 | 68.1 | 32.3 |
| 深層海水空調 (DOW) | 53.0 | 5.4 | 108.2 | 32.6 | 8.9 | 0 | 0.4 | 23.5 | 61.9 | 50.1 |
| Significance | *** | *** | *** | NS | *** | NS | NS | ** | * | *** |

^ZMean separation within columns by LSD test at $P \leq 0.05$.

NS, *, **, *** Nonsignificance or Significant at $P \leq 0.05$, 0.01, or 0.001, respectively.

參考文獻

1. 坂西義洋、富士原健三。1982。デンドロビウムにおけるシュートの成長とえき芽の發育におよぼす温度の影響。園学要旨 57 秋: 422-423。
2. 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。
3. 葉育哲、蔡月夏。2012。深層海水冷源作為蝴蝶蘭涼溫催花之研究。花蓮區農業改良場研究彙報 30: 1-11。
4. 篠田浩一、須藤憲一。1988。デンドロビウムの發育生理に関する研究（第7報）花芽分化に及ぼす低温ならびに高温遭遇時間の影響。園学要旨 63 秋: 542-543。
5. Ariningsun, P. C. 2011. Studies in photosynthesis, flowering regulation, and simulated shipping in Nobile *Dendrobium*. 碩士論文。臺北：國立臺灣大學園藝系（所）。
6. Christine, Y. T. Y., Y. T. Wang, G. Niu, and T. W. Starman. 2008. Effects of Cooling Temperature and duration on Flowering of the Nobile *Dendrobium* orchid. HortScience 43: 1765–1769.
7. Lin, M., T. W. Starman, Y. T. Wang, and G. Niu. 2011. Vernalization duration and light intensity influence flowering of three hybrid Nobile *Dendrobium* cultivars. HortScience 46: 406-410.