

菊花電照省電方式之研究：最佳化之電燈架設¹

許謙信、龍國維、田雲生、黃勝忠²

摘 要

本文以物理光學上照度之計算，推估菊花進行電照時，在不同水平距離下之最佳電燈架設高度及平面配置，藉以節省電費。最佳架設高度為量測點至電燈水平距離除以1.414。若為矩形配置，正方形為最佳平面配置，而最佳架設高度為正方形邊長之半。考慮菊花之生長造成高度之減少，適宜高度為最佳高度加上30 cm。若以光量(照度×時間)為電照需求基準，提高架設燈泡密度及照度並減少照明時間，可以節省用電量。

關鍵字：菊花、暗期中斷、電燈架設、最佳化。

前 言

菊花栽培必須利用夜間電照調節開花，估計臺灣每年之用電量在六千萬元以上⁽¹⁾。電照時，如何架設電燈以達到最低照度需求，符合菊花調節開花之需要^(2,10,14,15)，並節省架設及用電成本，早為學者重視^(5,7,13)。諸多研究資料及栽培技術書籍，多以在一固定高度，不同架設距離下之實測照度推薦架設法^(5,7,10,13,15)。唯光照度之計算本為物理學上之基本原理^(6,9)，本文嘗試以物理及數學之原理推算最佳架設方法，並將理論上之最佳架設法與田間實例做一比較，以推估改進架設方法來節省電費之可能性。

利用電照調節植物開花成功與否與電照時之照度^(11,12,16)、時間^(2,12,16)與光量^(12,15,16) (light amount)有關，如何量測照度以估算各品種所需最低光量，為商業栽培時必須考慮之實務^(5,13)。照度之需求由諸多學者之研究依品種有介於3-13 lux之間⁽¹¹⁾、12-98 lux之間⁽¹⁰⁾等之差異，同時，電照之時間長短亦是必須考慮之因子^(2,12,14,15,16)。然而，亦有學者指出，電照之需求為光量(=照度×時間)之關係^(15,16)，在照度高時電照時間可以較短，反之若電照時間長，照度可以較低⁽¹²⁾。本文嘗試依據最低照度及最低光量需求兩種方式，來探討最佳化架設時用電量之差異。

材料與方法

照度之計算

首先，以田間常見之燈泡架設方法之矩形為依據，假設其邊長分別為 $2a$ 及 $2b$ ，中心點至矩形之一頂角水平距離為 c ，於頂角位置架設電燈，高度為 h ，電燈與地面矩形中心點之空間

¹臺中區農業改良場研究報告第 0559 號。

²臺中區農業改良場助理研究員、副研究員、助理、研究員。

直線距離為 d ，其中 $d = (c^2 + h^2)^{1/2}$ (圖一)。此時單一燈泡對中心點之照度 L 為算式一。中心點之實際照度應為四個頂角位置燈泡對中心點照度之總合，為算式一之四倍。

$$L = I \cdot h / d^3 \quad (\text{算式一})^{(6,9)}$$

其中 I 為燈源之光通量，單位為“流明”(lumen)。 L 為照度，單位為“流明/平方公尺”(lumen/m²)，或稱lux^(6,9)。

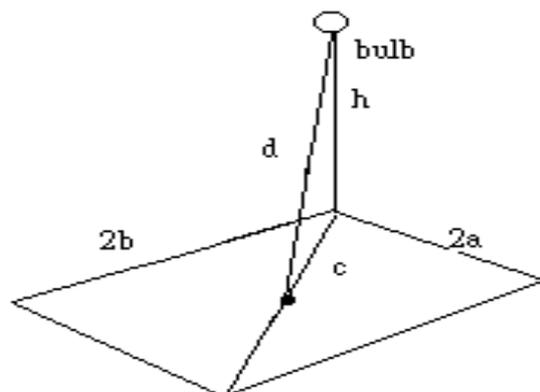
光量及用電量之計算

光量 LA 為照度與照明時間之乘積如算式二。

$$LA = L \cdot T \quad (\text{算式二})$$

其中 L 為照度， T 為時間， LA 為光量，單位為lux · min^(6,9)。

用電量為電功 W 與時間之乘積，因為光源之電功與其提供之光通量為等比例關係，而在固定點之照度與光源之光通量亦為等比例(算式一)，本文以上述圖一矩形中心點為討論重點，為簡化計算，以光量計算結果替代用電量，因二者為等比之關係。



圖一、矩形架設電燈時之各邊長、高度及燈泡與中心點關係示意圖。

Fig. 1. Length of sides of a rectangle, height of bulb, and distance from center of the rectangle to bulb.

實測光度之方法

架設垂直燈桿，於夜間將照度計(TES1332 digital lux meter)置於水平地面，距離燈桿之水平距離分別為184、198、212、226 cm處，依本文推算之最佳高度分別為130、140、150、160 cm。量測不同水平距離時，東亞牌220 V，100 W鎢絲燈架設於最佳高度，低於最佳高度20或50 cm，及高於最佳高度30 cm時之照度，每點量測兩次，取其平均值。

田間架設實例之量測

於田尾及虎尾地區，選擇露天及設施各三例，量測其電燈架設之燈行距，燈距及電燈架設高度，各量測四重複，取其平均值。其照度依算式一以100 lumen光源推算。

結果與討論

固定高度下不同水平距離之照度

依郭氏⁽⁴⁾之資料鎢絲燈泡之光源效率為10.6~16 lumen/W，為便於計算，假設100 W鎢絲燈泡提供之光通量為100 lumen，其與葉氏⁽⁷⁾之模擬推算與許氏等⁽³⁾之實際量測值之差距如表一。在水平距離約為150 cm時，其差距均在10%以內，距離較遠時，差距增大，可能因量測儀器之設計及量測技術所致⁽³⁾。因多人量測之結果均不一致^(3,5,7)，本文以100 W鎢絲燈泡提供100 lumen為基準，推算照度，以利各項計算。

在固定之光源I及固定高度h下，照度與光源至不同受測點空間直線距離之立方成反比(算式一)。假設燈泡高度為1 m，光源之光通量為100 lumen，不同水平距離c之照度值如圖二。根據盧⁽⁸⁾之推算，在較近光源位置，照度之分佈與距離為指數之函數，而較遠處為乘冪之函數。以圖二理論值曲線，在過於接近燈源之位置其曲線與指數函數之差異較大。就高度而言，在距離燈泡1 h以上較符合指數函數。參考一般田間架設之距離約為高度之1~2 h，以實測照度利用指數函數回歸曲線，應可大致估算不同距離點之照度，並以此一方式在固定光源高度下，推估模擬不同距離之照度，並以此方式推介已知最低照度需求時之平面架設配置⁽⁸⁾。雖然不同水平距離之照度理論值曲線接近指數迴歸曲線，為減少因量測儀器及技術造成之誤差，本文之各項計算採用算式一及圖二之理論值。

表一、100W 鎢絲燈泡假設光通量為 100 流明於不同水平距離之照度與實際量測值之比較

Table 1. Light intensity (lux) of 100W incandescent tungsten filament bulb in hypothesized estimation and practical measurement

	Height	Point 1		Point 2		Point 3	
		Distance	Light int.	Distance	Light int.	Distance	Light int.
Est.*	180	150	14.00	200	9.24	250	6.16
許氏等 ⁽³⁾	180	150	13.60	200	8.20	250	5.10
Difference %			2.90		12.70		20.80
Est.	150	153	15.25	198	9.79	294	4.17
葉氏 ⁽⁷⁾	150	153	13.75	198	8.75	294	3.75
Difference %			10.90		11.90		11.20

* Est: estimate 100 lumen from one 100W incandescent tungsten filament bulb.

電燈架設之最佳高度

在高度固定下，不同水平距離之照度已有許多研究之成果^(5,7,13)。惟在一固定水平距離時，電燈架設之高度是否有其理想值，園藝上尙未有資料可供參考。

由算式一，不同高度燈泡對固定水平距離c點之照度應為

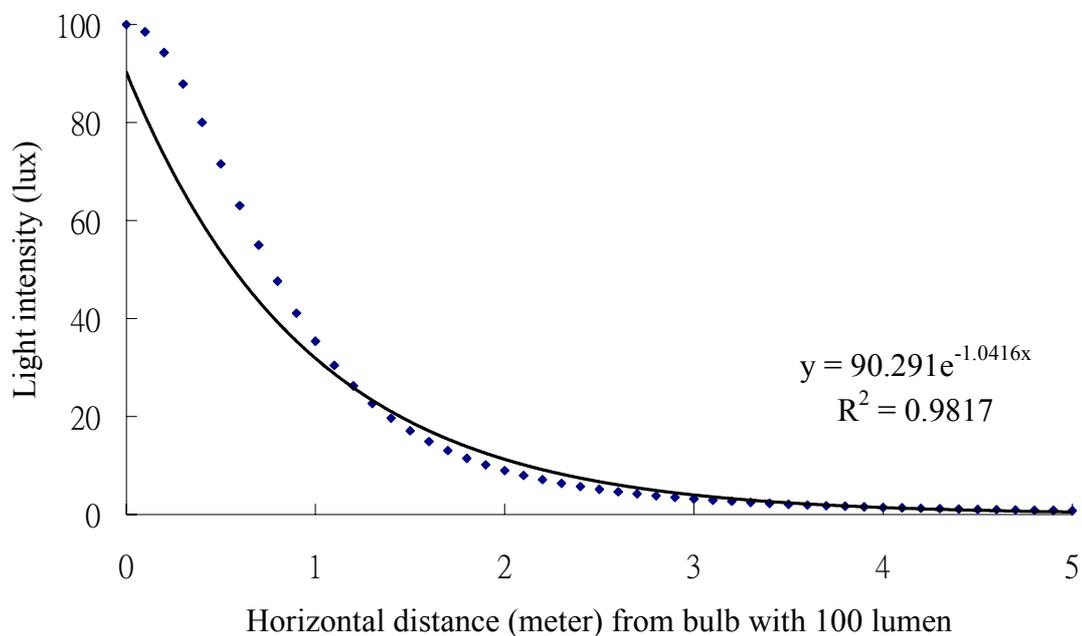
$$\begin{aligned}
 L &= F(h) = I \cdot h/d^3 \\
 &= I \cdot h/[(c^2 + h^2)^{1/2}]^3 \\
 &= I \cdot h/(c^2 + h^2)^{3/2}
 \end{aligned}$$

將上式函數微分

$$\begin{aligned}
 F'(h) &= [I \cdot (c^2 + h^2)^{3/2} - I \cdot h \cdot 3/2 \cdot (c^2 + h^2)^{1/2} \cdot 2h] / (c^2 + h^2)^3 \\
 &= I \cdot (c^2 + h^2)^{1/2} \cdot [(c^2 + h^2) - 3h^2] / (c^2 + h^2)^3 \\
 &= I \cdot (c^2 + h^2)^{1/2} \cdot (c^2 - 2h^2) / (c^2 + h^2)^3 \\
 &= I \cdot (c^2 + h^2)^{1/2} \cdot (c + 2^{1/2}h) \cdot (c - 2^{1/2}h) / (c^2 + h^2)^3 \quad (\text{算式三})
 \end{aligned}$$

當微分方程式 $F'(h)=0$ ， $F(h)$ 有極大極小值。

由算式三，當 $c=2^{1/2}h$ 時， $F'(h)=0$ ， $F(h)$ 有極大值。

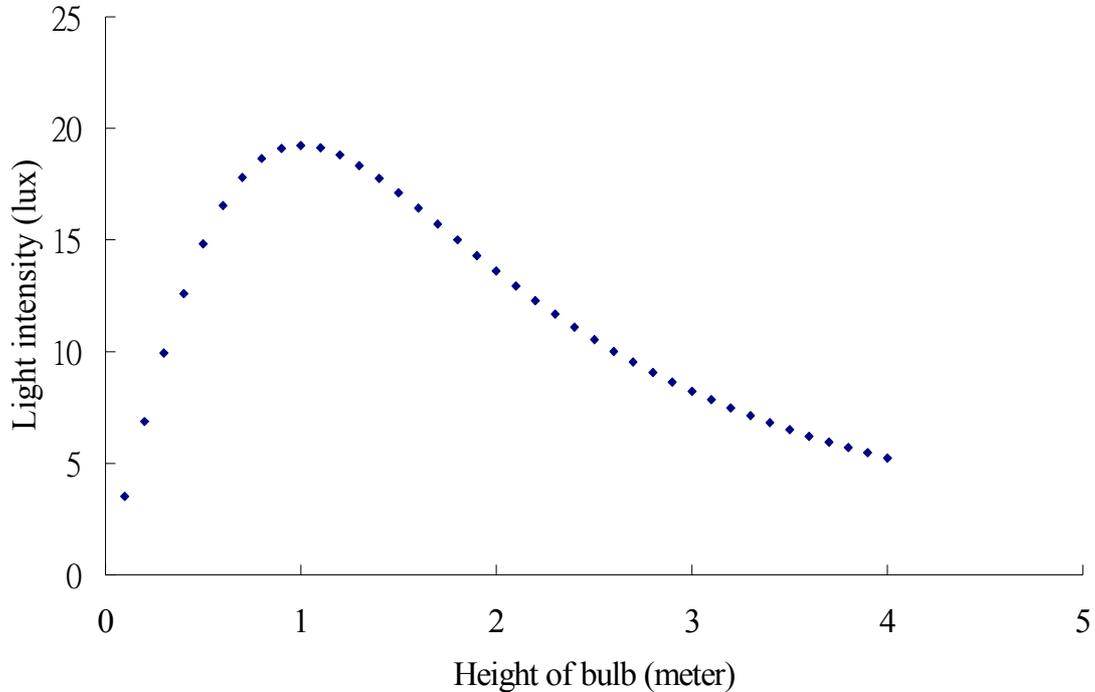


圖二、100 流明光源架設高度為 1 m 時不同水平距離之理論照度。

Fig. 2. Theoretical light intensity of a 100 lumen light source installed at one meter high.

圖三為固定水平距離1.414 m，將100 lumen光源架設於不同高度之理論照度。依據算式三，照度之極大值於架設高度為1 m處。依圖三，在最佳高度之兩側，每距離10 cm所造成照度之減少程度不同，當高度少於最佳高度時，每單位差距造成之照度減少量大於高度多於最佳處時，因為當高度小於最佳高度時其光源對投射點之入射角大，而導致光線之損失。

表二以不同固定水平距離於最佳高度之照度為基準，計算於不同架設高度時之照度損失。考慮菊花電照時期之生長，熄燈前菊花一般有40~50 cm之高度，適當之架設高度應為最佳高度加上20~30 cm，使電照時期因高度變化造成之照度損失降到最低(表二)。以最佳架設高度170 cm為例，種植時之架設高度若為200 cm，生長前後期因高度產生之照度變化與最佳高度時之差異僅在-1.8%。架設時之高度若為最佳高度170 cm，熄燈前之照度損失將達7.1%。



圖三、100 流明光源架設於不同高度對固定水平距離 1.414 m 處之理論照度。

Fig. 3. Theoretical light intensity of a 100 lumen light source installed at different height when the horizontal distance keeps at 1.414 meter.

表二、以最佳架設高度為基準比較不同架設高度之照度損失(unit: %)

Table 2. Loss of light intensity (%) at different installed height compared with optimum installed height

Difference of height between practical and optimum installation (cm)	Horizontal distance (m)			
	1.414	2.121	2.4038	2.828
	Optimum height of bulb installation (m)			
	1.0	1.5	1.7	2.0
-50	-23.0	-9.4	-7.1	-5.0
-40	-14.0	-5.7	-4.4	-3.1
-30	-7.4	-3.1	-2.4	-1.7
-20	-3.1	-1.3	-1.0	-0.7
-10	-0.7	-0.3	-0.2	-0.2
0	0.0	0.0	0.0	0.0
+10	-0.6	-0.3	-0.2	-0.2
+20	-2.3	-1.1	-0.8	-0.6
+30	-4.7	-2.3	-1.8	-1.3
+40	-7.7	-3.8	-3.1	-2.3
+50	-11.0	-5.6	-4.5	-3.4

不同架設高度實測照度與理論值之差距

當矩形之對角線長 $2c$ 為定值時，以正方形之面積最大，是為最佳平面配置。此時之正方形邊長若為 $2a$ ， $c=2^{1/2}a$ ，燈泡之最佳高度為 a 。

假設架設之水平距離為固定，將燈泡架設於不同高度，以100 W鎢絲燈泡估計光源為100 lumen，或以220 V，100 W鎢絲燈泡實測之照度，比較其結果如表三。因使用之電壓、燈泡種類及架設時電線長度等實際狀況之差異，表三之實測值與表一略有不同。無論實測照度或依估算值，表三之結果均符合本文之推論，在最佳高度時照度最高。然而，黃與朱⁽⁵⁾，Kofranek⁽¹³⁾等實測之結果，卻在架設高度低於最佳高度時之照度大於或等於最佳高度時之照度，與本文之推論結果不同。此不同結論之原因，可能是在距離燈下較遠之處，因量測儀器之設計，及光線入射角大之關係，而提高其量測之不準度。

依據固定高度及不同距離下之實測照度推估架設方法，已有諸多報告^(5,7,13)。然而，依本文之計算及推論，亦應考慮非適當之架設高度造成照度之損失，並考慮量測之不準度。實際利用上，利用實測值是否優於推論值之考慮，尚須建立更準確之量測方法以減少與理論推算值之差距。

表三、定距離下不同燈泡架設高度之估算及實測照度(unit:lux)

Table 3. Estimated and measured light intensity (lux) using different installed height at certain horizontal distance

Horiz. dist. (cm)	Optimum height (cm)	Optimum width of Sq.		Height difference with optimum height (cm)			
				-50	-20	0	+30
184	130	260	Est.*	9.9	11.2	11.4	11.1
			Meas.	10.7	11.0	13.0	11.9
198	140	280	Est.	8.7	9.7	9.8	9.6
			Meas.	9.7	11.0	11.9	11.0
212	150	300	Est.	7.8	8.4	8.6	8.4
			Meas.	8.0	8.6	8.8	8.6
226	160	320	Est.	6.9	7.4	7.5	7.4
			Meas.	7.6	8.3	8.4	8.3
240	170	340	Est.	6.2	6.6	6.7	6.5
255	180	360	Est.	5.6	5.9	5.9	5.8
269	190	380	Est.	5.0	5.3	5.3	5.3
283	200	400	Est.	4.6	4.8	4.8	4.7

* Est: estimate 100 lumen from one 100W incandescent tungsten filament bulb.

Meas: actual measurement from 220V, 100W incandescent tungsten filament bulb.

不同架設密度之照度及用電量

由算式一，設若電燈高度為 a ，及以邊長為 $2a$ 之正方形配置時，其單一燈泡之照度 L 為

$$L = I \cdot a / (3^{1/2} \cdot a)^3 \\ = I / (3 \cdot 3^{1/2} \cdot a^2)$$

頂角四個燈泡合計之照度 L 為

$$= 4 \cdot I / (3 \cdot 3^{1/2} \cdot a^2) \text{ (算式四)}$$

假設最低光量需求(=照度 \times 時間)為 LA ，則照燈時間 T 為 LA 除以照度 L

$$T = LA / [4 \cdot I / (3 \cdot 3^{1/2} \cdot a^2)] \\ = 3 \cdot 3^{1/2} \cdot LA \cdot a^2 / (4 \cdot I)$$

單位面積之能量需求為光源之光通量 I 與時間 T 之乘積除以面積

$$= [I \cdot 3 \cdot 3^{1/2} \cdot LA \cdot a^2 / (4 \cdot I)] / (4 \cdot a^2) \\ = 3/16 \cdot 3^{1/2} \cdot LA$$

當 LA 為已知需求時，能量需求恒為定值，與架設法之邊長與高度 a 無關。於單一矩形架設四個燈泡之用電量，在固定光量需求時不因最佳架設法之邊長與高度而改變。其中，矩形外之光量，不予考慮。

然而，當矩形之個數增加時，田間面積之增加與燈泡個數之增加為非線性關係，同時與田間面積長寬增加時之矩形個數有關。此一狀況使得架設密度高時(正方形中心點照度高)之用電量小於密度低時(正方形中心點照度低)，但是節省電量比例因田間面積增大而漸小。由於其數學模式之變因較多而演算複雜，今以實例說明較為簡明。

一般田尾地區之畦寬為1.3 m，以一長度為39 m，寬分別為7.8、15.6及31.2 m之田區為三個實例，分別計算兩種架設距離，均為架設最佳化時之用電量。目前田尾地區多以每三畦架設一排燈，架設之燈行距為3.9 m，若為正方形排列，最佳高度為1.95 m，今假設增加架設密度，提高照度，將架設距離定為二畦，為2.6 m，同為正方形排列，此時最佳高度為1.3 m，不同架設密度之正方形中心點照度依據算式一推算。依據前人研究^(3,12,15,16)，假設菊花某品種之光量需求為4800 lux·min，依據兩種架設密度之光度可以推算其燈照時間，並以不同架設密度之燈泡數及燈照時間推算其用電量。架燈距離2.6 m之用電量與燈距3.9 m相比，在小面積舉例7.8 \times 39 m可節省14%，面積最大之舉例31.2 \times 39 m，可節省6.6%(表四)。

田間實例與最佳架設之比較

表五為於彰化田尾地區及雲林虎尾幾個菊花栽培田區之架設實況，以燈泡與矩形中心點之水平距離為基準，推估其最佳化平面配置及燈泡架設高度後，計算其可能之用電量損失。由表五，各栽培點之架設情況並不一致，因平面矩形之長寬差異損失之照明面積，最高達26.9%，其中四例之平面配置與正方形最佳配置時之面積相差3%以下。考慮菊花電照生長期之高度，將最佳高度加上30 cm為適宜高度(表二)，比較實際架設法與架設高度假設為適宜高度時，田間栽培之照度，兩個例子損失為7.9%，而於柳鳳之一溫室因具有栽培床，架設高度不足之照度損失達11.7%。

表四、不同架設高度及距離最佳化時之用電量比較

Table 4. Comparison of electricity consumption of two optimum installations with different width and height in three cases

Factors of installation*	7.8 m × 39 m		15.6 m × 39 m		31.2 m × 39 m	
	Plan1	Plan2	Plan1	Plan2	Plan1	Plan2
Wd. Sq. (m)	3.9	2.6	3.9	2.6	3.9	2.6
Opt. Ht. (m)	1.95	1.3	1.95	1.3	1.95	1.3
Int. at Sq. C. (lux)	20.24	45.55	20.24	45.55	20.24	45.55
Hyp. LA (lux·min)	4800	4800	4800	4800	4800	4800
Time (min)	237.2	105.4	237.2	105.4	237.2	105.4
Amount of Bulbs	33	64	55	112	99	208
Elec. Con (kw·hr)	13.0	11.2	21.7	19.7	39.1	36.5
Rel. area (%)	100	100	200	200	400	400
Rel. Elec. Con. (%)	100	86	167	152	301	281

* Wd. Sq.: width of square, Opt. Ht.: optimum height, Int. at Sq. C.: light intensity at center of square, Hyp. LA: hypothesized critical light amount, Time: time of lighting, Elec. Con: electricity consumption, Rel. area: relative area, Rel. Elec. Con.: Relative electricity consumption.

表五、田間實例因架設高度及距離非最佳化之用電量損失

Table 5. Loss of electricity caused by height of bulb and plain design in some practical cases

Factors of installation*	In field	In houses					
		Chi-Shin	Liu-Fong	Chi-Shin	Liu-Fong	Fu-Wei 1	Fu-Wei 2
Installation of practical cases	Dt. Line (cm)	420	400	330	310	460	280
	Dt. Bulb (cm)	270	330	270	390	200	300
	Ht. Bulb (cm)	170	170	180	160	200	200
	Dt. BtoC (cm)	250	259	213	249	251	205
	Es.L.int.(lux)	25	22.5	33	25	25	35
Optimum plan	Opt. Wd. Sq.(cm)	353	367	301	352	355	290
	Opt. Ht.(cm)	177	183	151	176	177	145
	App. Ht.(cm)	210	210	180	210	210	180
Loss of energy (%) caused by	Plain area	-9.0	-1.8	-2.0	-2.6	-26.9	-0.2
	Ht.	-7.9	-7.9	0	-11.7	-0.5	-3.5
	Total	-16.2	-9.5	-2.0	-14.0	-27.2	-3.7

* Dt. line: distance between line of light, Dt. Bulb: distance between bulbs, Ht. Bulb: Height of bulb, Dt. BtoC: distance from bulb to center of rectangle, Est. L. int.: estimated light intensity, Opt. Wd. Sq.: optimum width of square, Opt. Ht.: optimum height, App. Ht.: appropriate height, Ht. Height.

推薦架設法

考慮目前田尾之栽培模式，畦寬為1.3 m，電燈架設高度為1.7 m，依本文之推算，電燈架設之配置應為正方形，行距、燈距同為2.6 m，架設高度為1.6 m (考慮菊花生長之高度變化，為最佳架設高度130 cm加上30 cm)。

結論與建議

以最低照度為電照架設標準時，不同品種必須考慮不同之架設距離^(5,7,10,11)，對臺灣季節性品種栽培模式，及常變換品種之栽培習慣，要針對品種間對照度需求之差異^(5,10,11)來架設電照，有其實務上之困難。以最低需光量為電照之標準，國外已有諸多研究結果支持此一論點^(12,15,16)，臺灣需要測試各品種之最低光量標準。以本文推薦之方法，縮短目前架設之高度及架設距離，增加架設燈泡密度，是省能之方法。在固定之架設法及照度下，以縮短時間或間歇電照之方法^(12,15)，測試各品種所需照射時間(在固定照度下等同於光量需求)，為園藝上必須進一步進行之試驗。

架設密度提高時，因燈泡個數增加可能產生電壓之壓降，導致照度降低⁽¹³⁾。然而提高電燈架設密度後，在較高照度下，電照時間可以縮短^(12,15)，此法於實務應用時則可以考慮分段照明或間歇電照分配照明時段及燈泡之個數，其所須之電源容量設置⁽¹⁵⁾應與目前電照方式相似。

葉氏⁽⁷⁾曾建議在電照後期因燈下照度增加，可利用調整電壓以節省電費。然而，在田間實例上，因架設高度多低於適宜高度，隨作物之長高，於架燈矩形中心點之照度，事實上較生長早期為低，不適利用調光措施。若依本文之推薦適宜架設高度，照度之最低點因植物生長高度發生之差異小，應無調光之必要。

燈罩可以增加照度，唯目前之燈罩多為聚光效果，在接近燈泡下方增加之照度多，而距離燈泡下方遠時，增加之照度小^(7,13)。開發適合菊花電照時提高電燈架設矩形中心點最低照度區域之專用燈罩，有研發之必要。在具燈罩之情況下，最佳架設高度是否仍接近理論值，尚需實驗測試。

誌 謝

本文之數學演算承國立員林高級農工職業學校陳香妘老師協助，特此致謝。

參考文獻

1. 臺灣農產品生產成本調查報告 2001 冬菊 p.138 行政院農業委員會中部辦公室。
2. 許謙信、張致盛 1995 菊花 p.525-540 增修訂再版臺灣農家要覽農作篇(二) 豐年社 臺北。
3. 許謙信、魏芳明、田雲生、陳彥睿 2002 菊花電照省電方式之研究：省電燈泡與間歇照明 臺中區農業改良場研究彙報 76:43-53。
4. 郭華生 1994 旅館業照明省能利器--省電燈泡 能源節約技術報導 13(5):2-12。
5. 黃敏展、朱建鏞 1984 電照菊標準照明方法之研究 興大園藝 9:45-49。
6. 楊建人 譯 2000 光學原理 p.145-165. 財團法人徐氏基金會。
7. 葉庭瑋 1996 菊花電照光源最適配置與控制之研究 p.91 國立中興大學農業機械工程學系碩士論文。

8. 盧世祥 2001 補光光源控制系統之研究 p.131 國立中興大學農業機械工程學系碩士論文。
9. 盧喜瑞 譯 1998 最新物理手冊 p.365-377 財團法人徐氏基金會。
10. 船越桂市 1989 開花調節技術 p.28-50 船越桂市編 切り花栽培の新技術キク(上) 誠文堂新光社 東京。
11. Accati-Garibaldi, E., A. M. Kofranek and R. M. Sachs. 1977. Relative efficiency of fluorescent and incandescent lamps in inhibition flower induction in *Chrysanthemum morifolium* "Albaltross". Acta Hort. 68:51-56.
12. Cathey, H. M. and H. A. Borthwick. 1961. Cyclic lighting for controlling flowering of chrysanthemum. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 78:545-552.
13. Kofranek, A. M. and M. Robinson. 1973. Tables for calculating desired light flux densities for horticultural crops. Scientia Hort. 1:263-269.
14. Larson, R. A. 1992. Cut chrysanthemum. In Introduction to Floriculture (2nd ed). p.1-42. Academic Press. San Diego. California.
15. Machin, B. and N. Scopes. 1978. Chrysanthemums Year-Round Growing. p.233. Brandford Press, Poole, Dorset, Illinois. US.
16. Vince-Prue, D. 1975. Photoperiodism in Plants. p.70-130. McGraw-Hill Book, Maidenhead, Berkshire, England.

Energy Saving in Chrysanthemum Night-break:¹ Optimum Light Installation

Chian-Shinn Sheu, Gwo-Wei Long, Yun-Sheng Tien and Sheng-Chung Huang²

ABSTRACT

Light intensity is one of basic consideration of night-break in chrysanthemum commercial production. The optimum installing height of light and configuration calculated by physical and mathematical principle was described for saving energy. The optimum height of light is the horizontal distance between light and measured point divided by 1.414. The best arrangement for lighting area is a square if a rectangle area is used. Considering the growth of chrysanthemum, height will be reduced between light and plant. It was suggested adding 30 cm of optimum height as an appropriate height. If light amount is considered as a critical factor, increasing installation density and light intensity as well as reducing time of lighting could reduce energy cost.

Key words: chrysanthemum, night-break, light installation, optimum.

¹Contribution No. 0559 of Taichung DAIS, COA.

²Assistant Horticulturist, Associate Engineer, Assistant, and Research Fellow of Taichung DAIS, COA.