

第四屆 清華與華碩網路原住民科展

「飛鼠部落」部落的其他事物與科學

## 顏色與文化的美麗邂逅



團隊名稱：得勒樂卡研究團隊 2

團隊成員：金沛琿、潘家祥、羅思佳、簡雅鳳

指導老師：鍾志華、張雅玲、曾家暉

## 魚摘要

我們以數位式溫度計來研究不同質量（1g、2g、3g）、不同顏色（白、紅、黃、綠、藍、紫、黑），以及各顏色不同比例（2：1、1.5：1.5、1：2）所組成的反應系統對太陽能吸收效能的影響。結果顯示，**黑色>紫色>藍色>綠色>無顏料>黃色>紅色>白色**，而且當黑色、紫色、藍色和綠色顏料質量增加，吸收太陽能效率就會微幅增加；相對的，黃色、紅色和白色的顏料質量增加，吸收太陽能效率就會下降。另外，我們也比較紅、黃、綠這三色的植物萃取染料對太陽能吸收的效能，其結果為**綠色>黃色>紅色**。

當我們混合不同的顏色，同樣的，當黑色、紫色、藍色和綠色，這些效能愈好的顏色混合比例愈多，其吸收效能則越好，在各種組合中，將黑與紫以 2：1 混合效果最佳，紅與白以 1：2 混合效果最差。

我們魯凱族下三社，世居在高雄市茂林區的山中，因為和排灣族相鄰與通婚等因素，服飾和文化與排灣族類似。最早期的魯凱族傳統服裝是獸皮或芋蔴，布料則是日本統治時期從外地買入部落裡的，大多以黑色為主，也有藍色和紅色，但顏色都偏重。原住民族早期衣飾為禦寒蔽體，而依我們的實驗，深色對太陽能吸收效能較好，祖先選擇這樣的服飾顏色很能達到增溫效果。有受訪者認為黑底布的族服可能基於「保守」之意或是百步蛇崇敬，但實際原因仍不明。另外，以前的年青女性會穿藍、紅或綠色底布傳統服裝，但是婚禮中的女性仍會以黑色或紅色服為主，喪服則一律為黑色。據訪談結果，族服以黑布為底的原因不明，且早期部落裡無染布，也少織布，倒是刺繡、珠飾和編袋子的技術較多。紅色、黃色和綠色是魯凱傳統繡線顏色。

## 魚壹、研究動機

我們魯凱族世居於山中，服裝大多以黑色、紅色或綠色為底色，配上美麗的刺繡圖案、珠飾和頭飾等，看起來蠻華麗的。不過，華麗的服裝穿在身上，可真得有點熱。這讓我們開始思考，我們魯凱族住在山上，為什麼服裝不輕便一些呢？！為什麼大多用黑色、紅色和綠色？！難道，是為了保暖？還是有什麼其他原因？然後，我們又想到，現代人蠻怕曬黑的，我們乾脆就來做我們常用族服顏色來做吸熱效果實驗，並且透過訪問看社區耆老們祖先求證一下我們的懷疑，順便也了解一下魯凱祖先們的防曬方法。

另外，我們由顏色開始思考，當然也就好奇魯凱族服飾的染布，以及魯凱文化對於顏色的看法。於是，我們計劃藉由訪問來獲得上述這些答案。







## 貳、研究目的

- 一、利用水溫的升降來量測不同顏色（白、紅、黃、綠、藍、紫、黑）對吸收太陽能的影響
- 二、利用水溫的升降量測不同質量（1g、2g、3g）的顏料對吸收太陽能的影響
- 三、了解植物萃取的紅、黃和綠色染料，這三種顏色對吸收太陽能效能的影響
- 四、魯凱族服的顏色與染布
- 五、魯凱族的防曬妙招



## 參、研究設備及器材

編號	研究器材	製造廠商	型號	備註
1	電子天平	AND	HL-400	
2	數位式溫度計	永原儀器	SS-31A	
3	壓克力版		10×10 cm	
4	廣告顏料	飛龍文具		
5	蒸餾水	福歌化工廠		
6	燒杯		250ml	
7	萬壽菊、腎蕨和非洲鳳仙花，取自校園			



## 肆、研究方法

### 一、不同顏色對於太陽能吸收的影響

- (一) 取 10×10 面積透明壓克力板
- (二) 分別在壓克力板上，均勻塗上 1g（白、紅、黃、綠、藍、黑）廣告顏料
- (三) 將 100ml，常溫的蒸餾水倒入燒杯中
- (四) 將各壓克力板蓋在燒杯上，放到空曠無遮蔽的地點，以吸收太陽能
- (五) 每隔一小時使用數位式溫度計量測蒸餾水溫度，並紀錄之

### 二、不同顏色的量對於太陽能吸收的影響

- (一) 取 10×10 面積透明壓克力板
- (二) 分別在壓克力板上，均勻塗上 2g（白、紅、黃、綠、藍、黑）廣告顏料
- (三) 將 100ml，常溫的蒸餾水倒入燒杯中
- (四) 將各壓克力板蓋在燒杯上，放到空曠無遮蔽的地點，以吸收太陽能
- (五) 每隔一小時使用數位式溫度計量測蒸餾水溫度，並紀錄之
- (六) 重覆上述步驟，但顏料改用 3g

### 三、萃取植物染料對於太陽能吸收的影響

- (一) 採集校園中的非洲鳳仙（紅花）、萬壽菊和（黃花）和腎蕨（綠葉）
- (二) 擠壓上述植物的汁液
- (三) 取 10x10 面積透明壓克力板
- (四) 分別在壓克力板上，均勻塗上紅、黃和綠的植物汁液
- (五) 將 100ml，常溫的蒸餾水倒入燒杯中
- (六) 將各壓克力板蓋在燒杯上，放到空曠無遮蔽的地點，以吸收太陽能
- (七) 每隔一小時使用數位式溫度計量測蒸餾水溫度，並紀錄之

### 四、不同比例的顏色混合對於太陽能吸收的影響

- (一) 取 10x10 面積透明壓克力板
- (二) 取 3g 的顏料以不同比例（2：1、1.5:1.5、1：2）混合，並均勻塗在壓克力板上
- (三) 將 100ml，常溫的蒸餾水倒入燒杯中
- (四) 將各壓克力板蓋在燒杯上，放到空曠無遮蔽的地點，以吸收太陽能
- (五) 每隔一小時使用數位式溫度計量測蒸餾水溫度，並紀錄之

### 五、訪問社區耆老與人士

- (一) 魯凱族的傳統服飾顏色
- (二) 魯凱族的染布
- (三) 魯凱族的防曬方法



## 伍、研究結果

圖1-1 不同顏色 1g 對吸收太陽能，促使水溫變化的情形

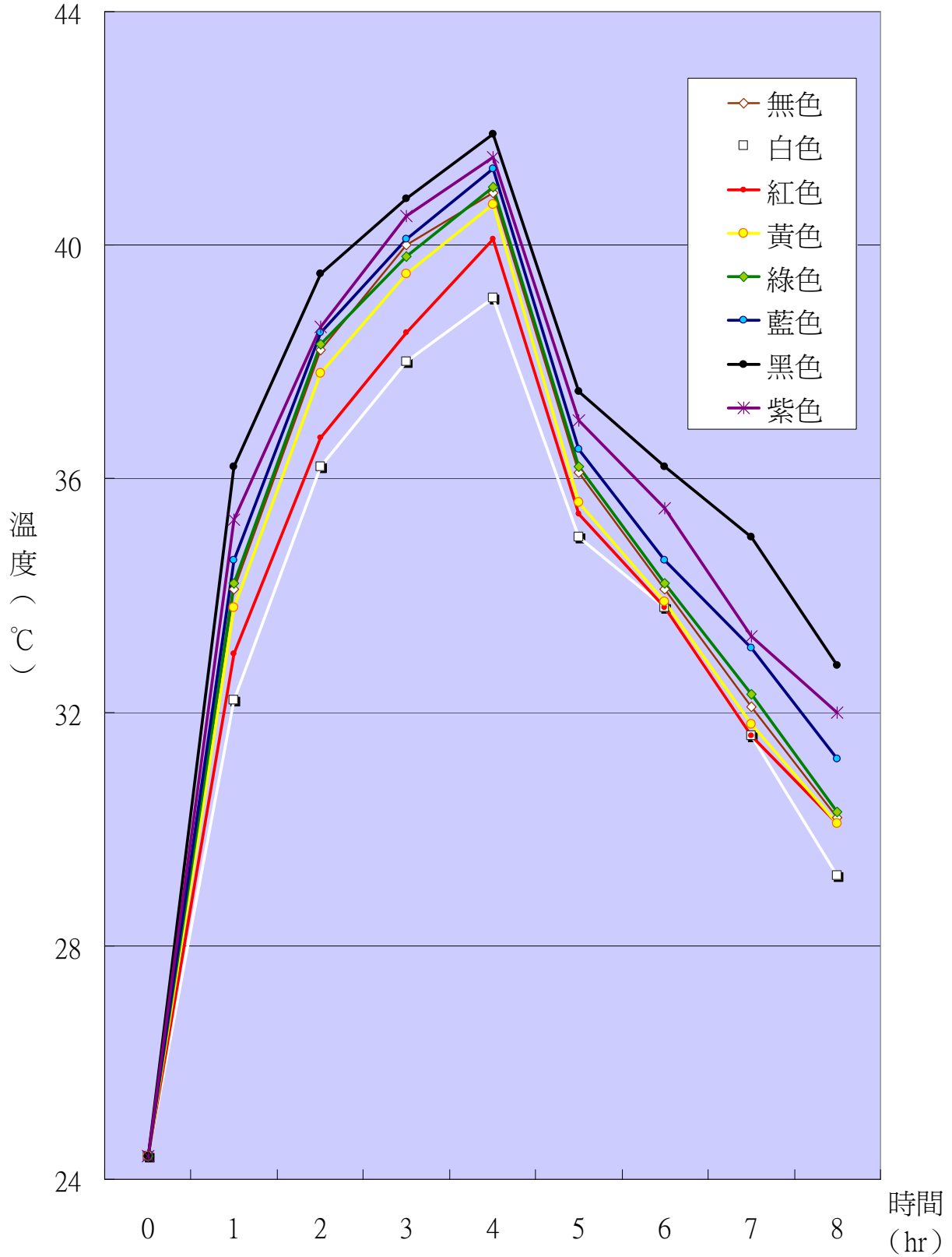


圖1-2 不同顏色 2g 對吸收太陽能，促使水溫變化的情形

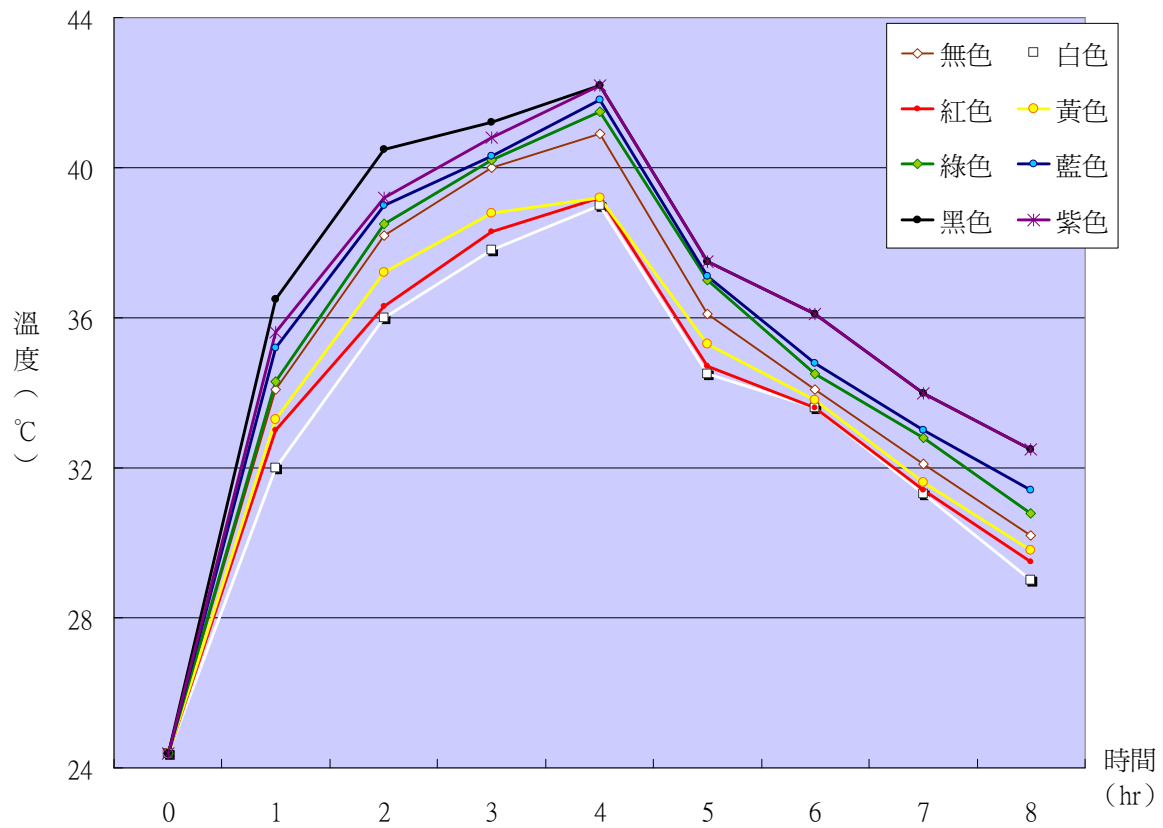


圖1-3 不同顏色 3g 對吸收太陽能，促使水溫變化的情形

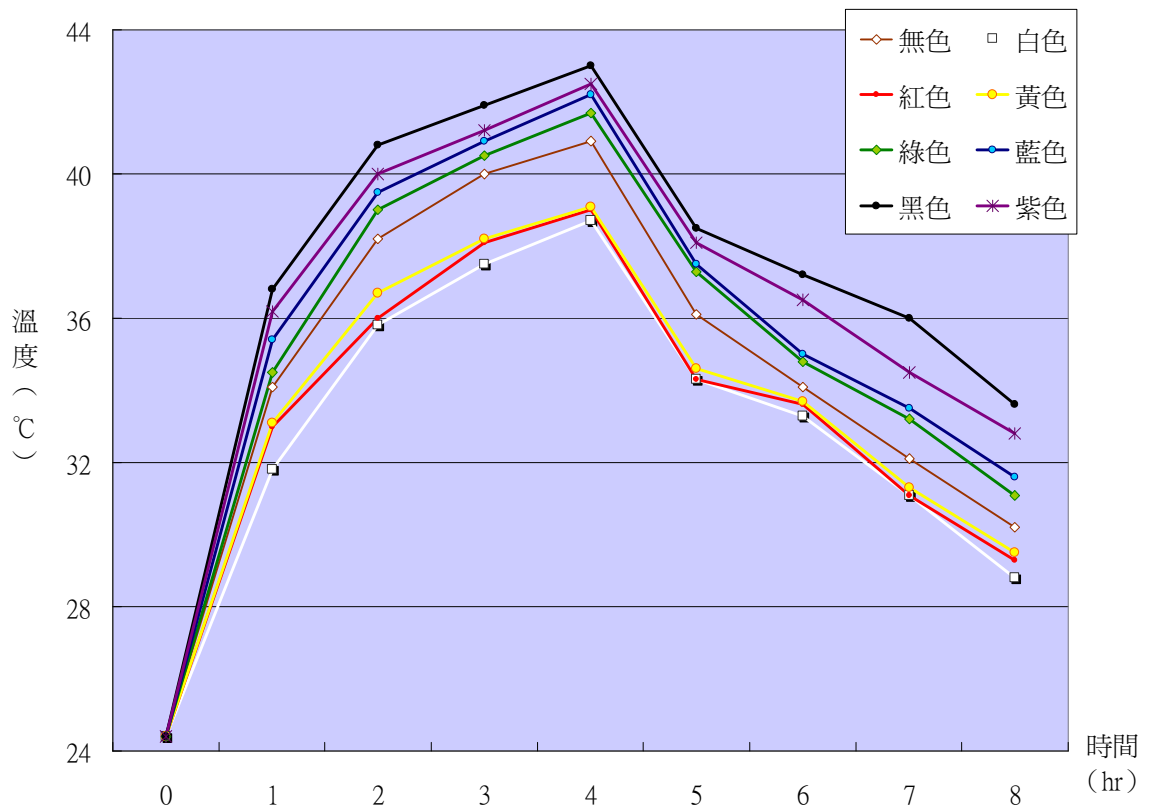


圖2-1 使用不同質量的白色顏料對吸收太陽能的影響

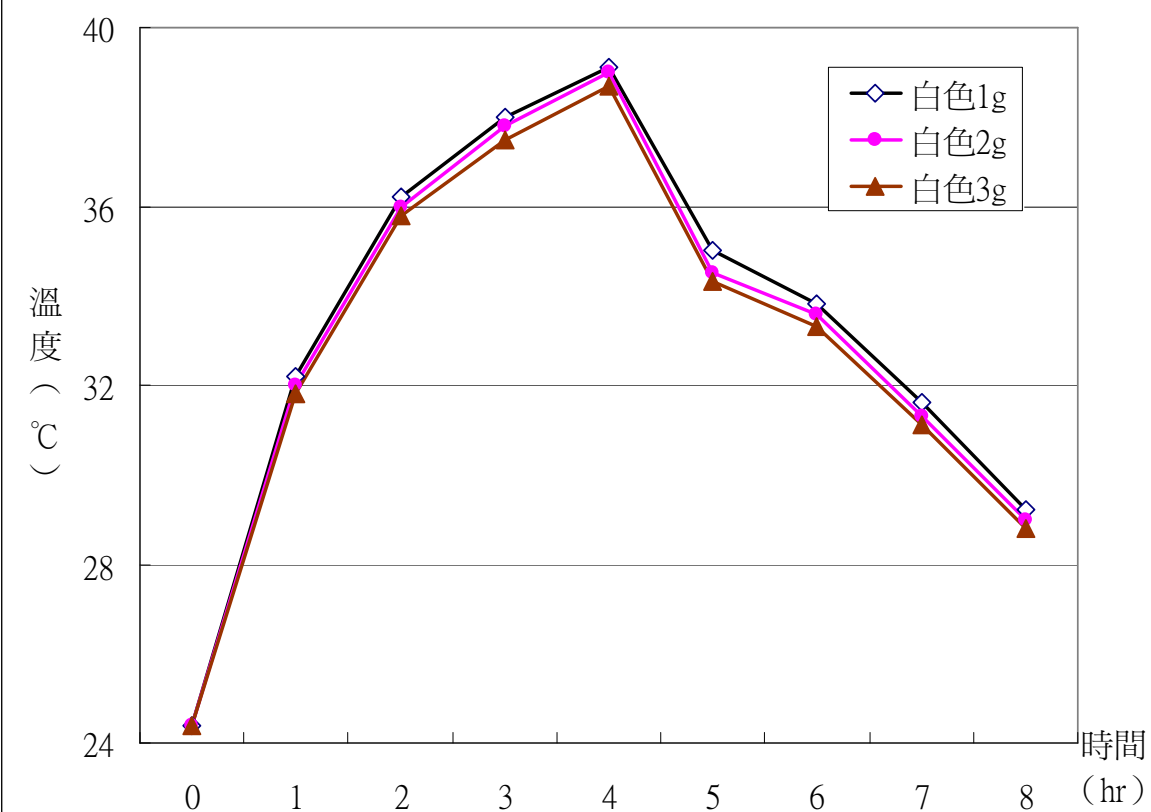


圖2-2 使用不同質量的紅色顏料對吸收太陽能的影響

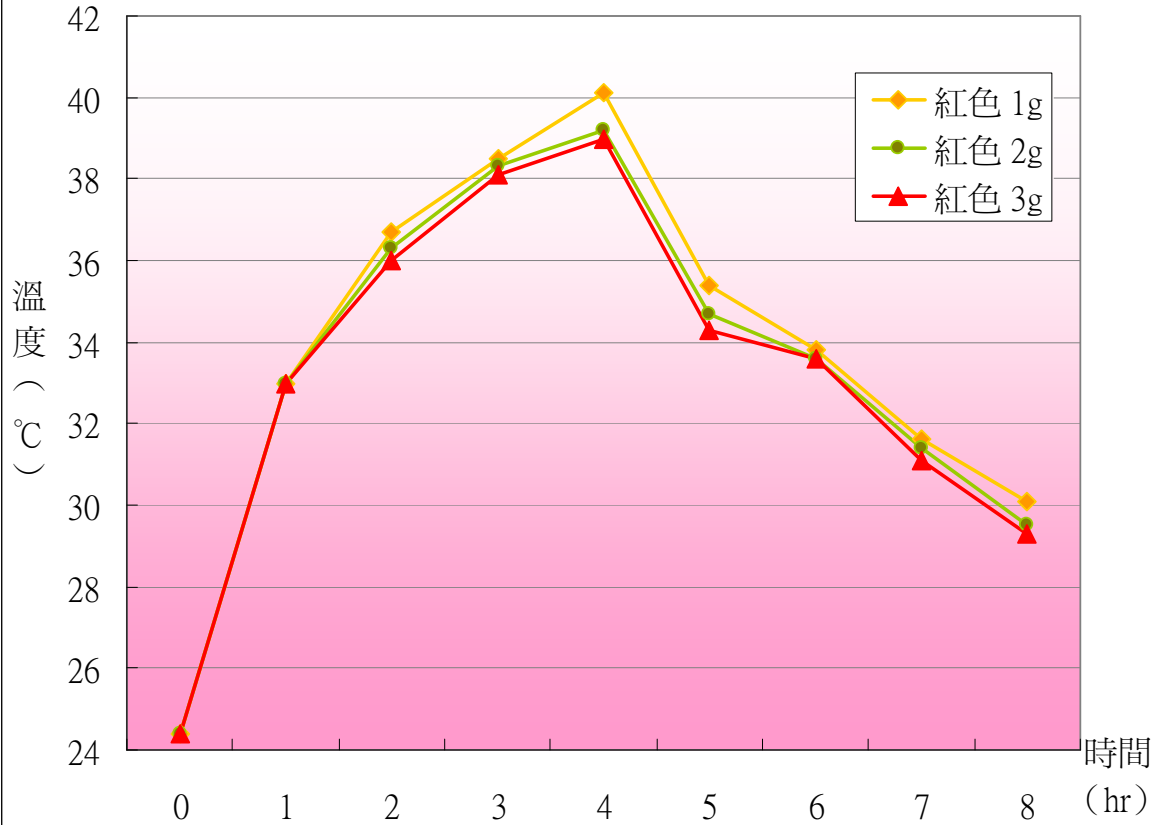


圖2-3 使用不同質量的黃色顏料對吸收太陽能的影響

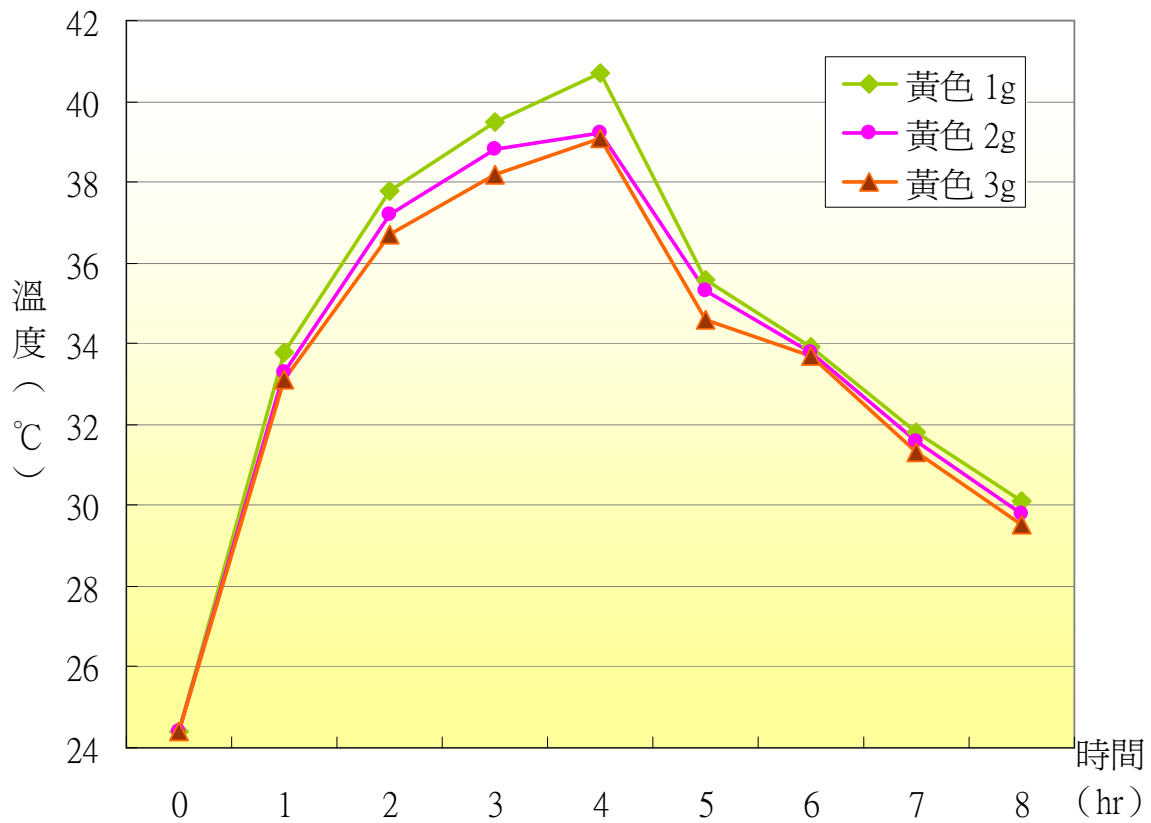


圖2-4 使用不同質量的綠色顏料對吸收太陽能的影響

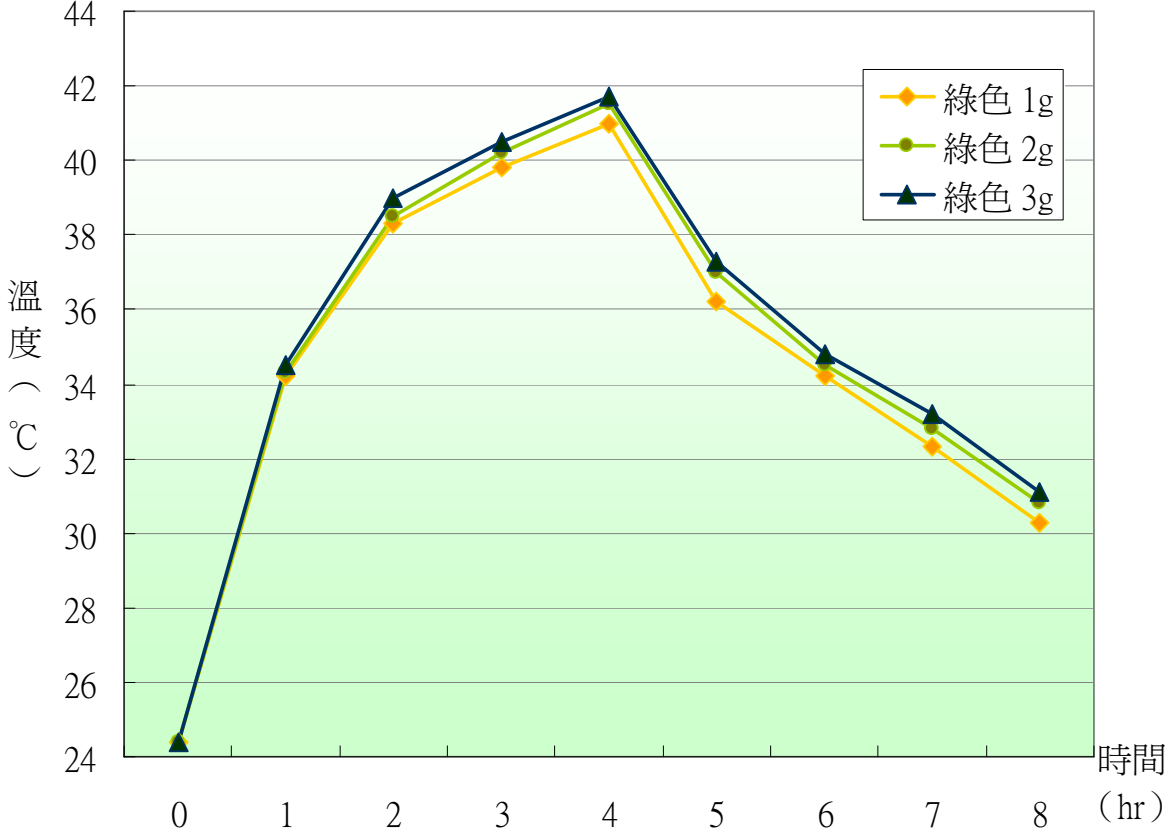




圖2-5 使用不同質量的藍色顏料對吸收太陽能的影響

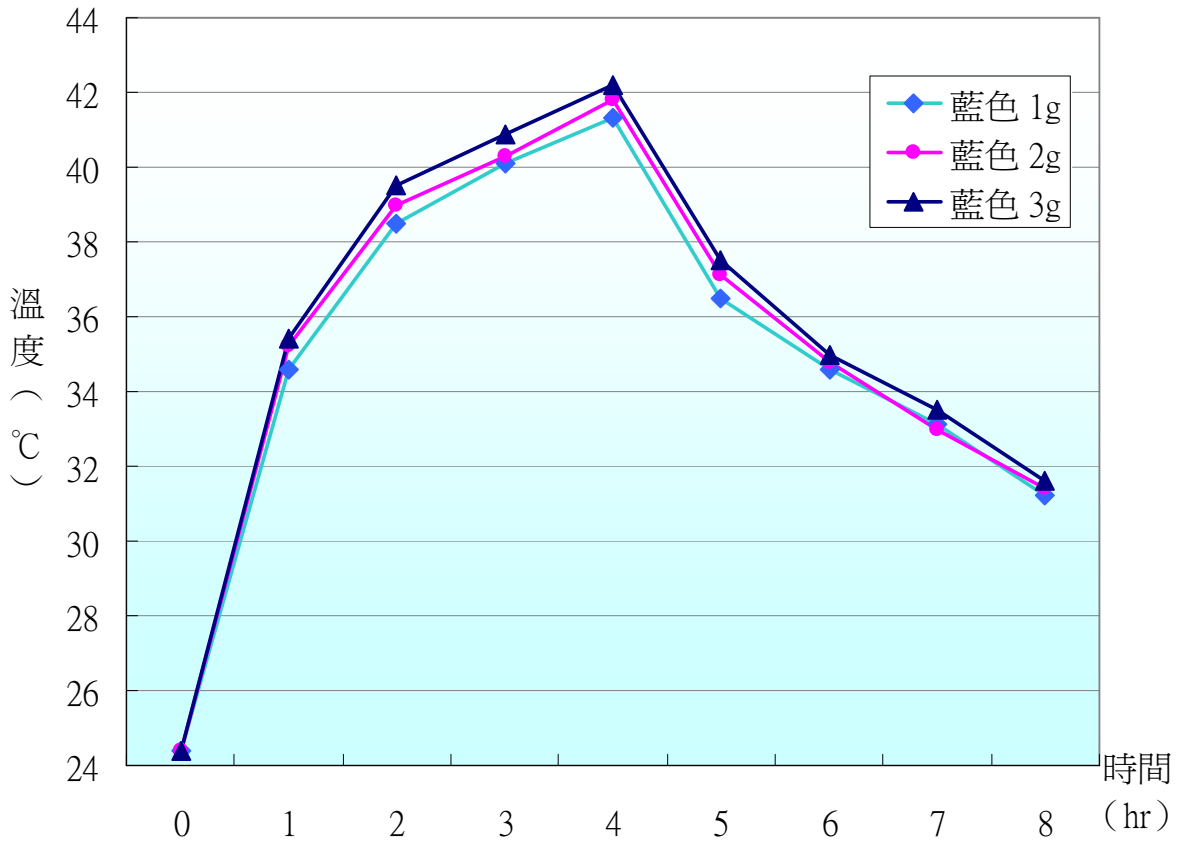


圖2-6 使用不同質量的紫色顏料對吸收太陽能的影響

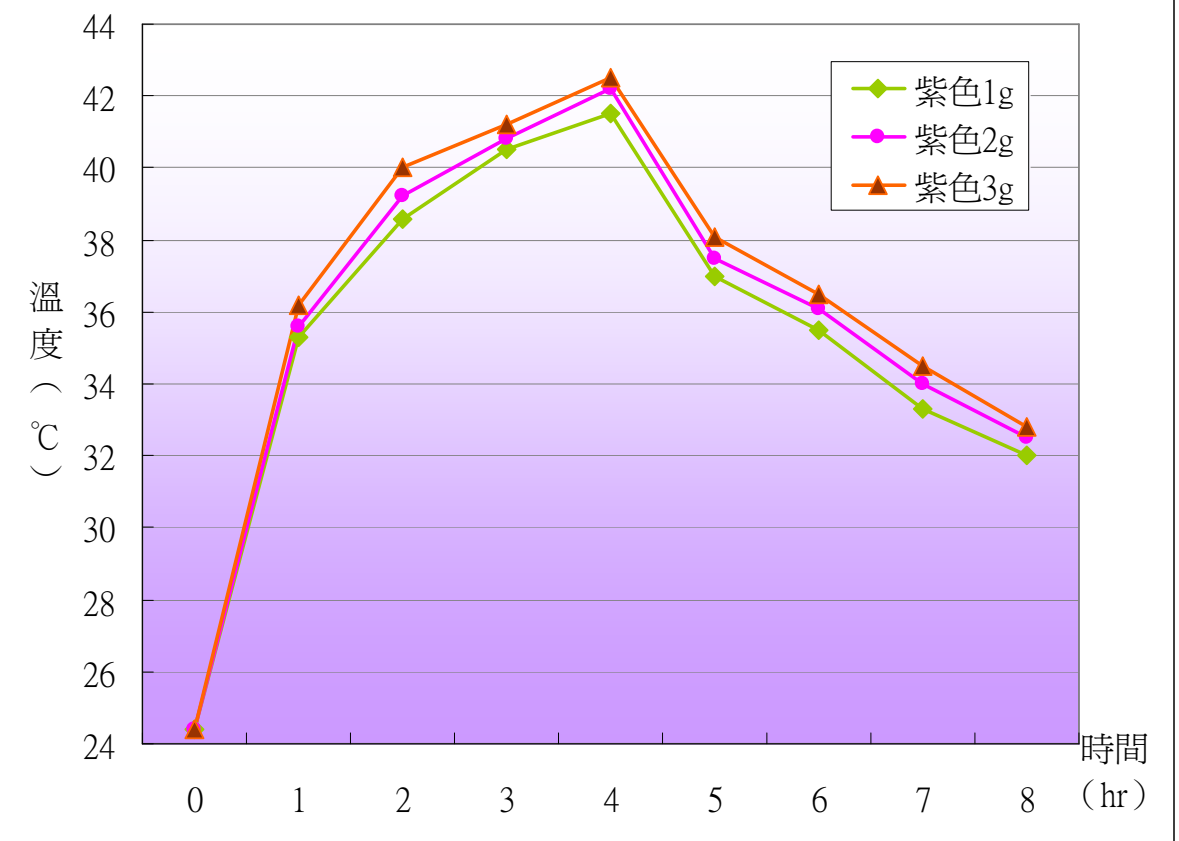


圖3-1 黑色與其他顏色以 2：1 方式混合，對吸收太陽能的影響

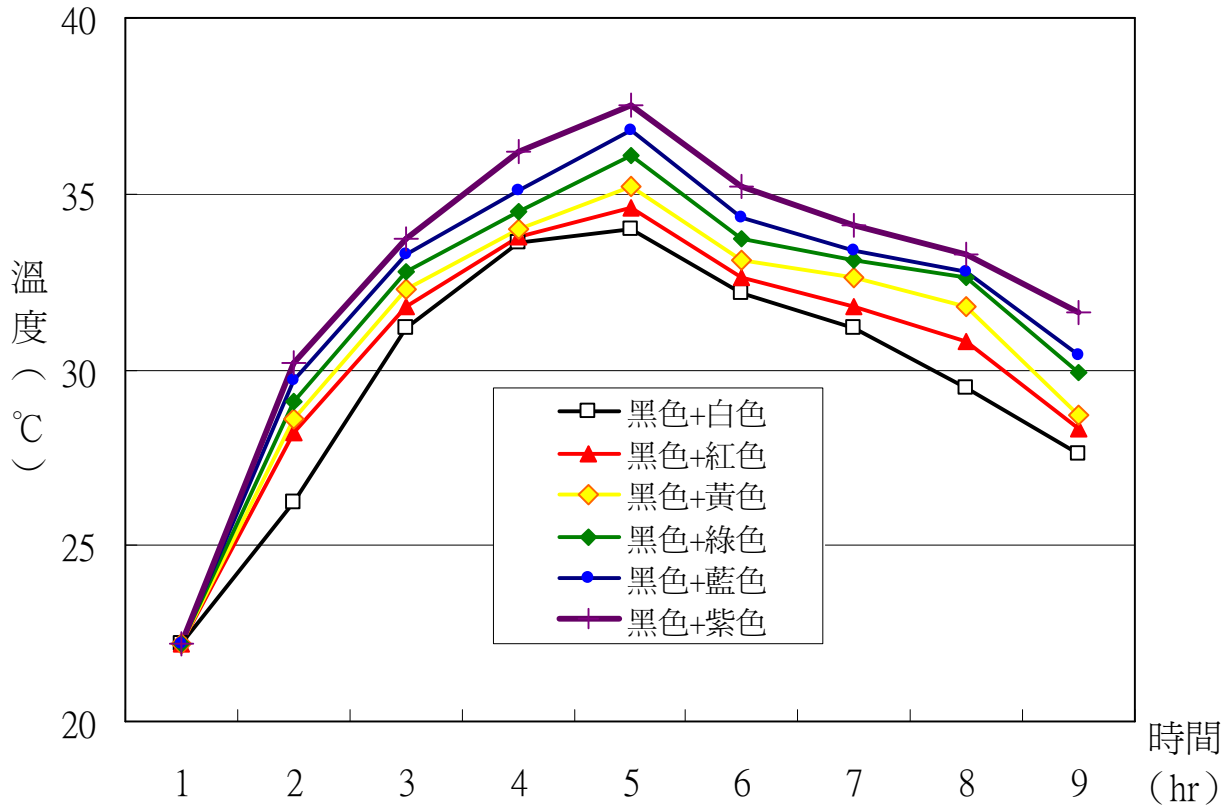


圖3-2 紫色與其他顏色以 2：1 方式混合，對吸收太陽能的影響

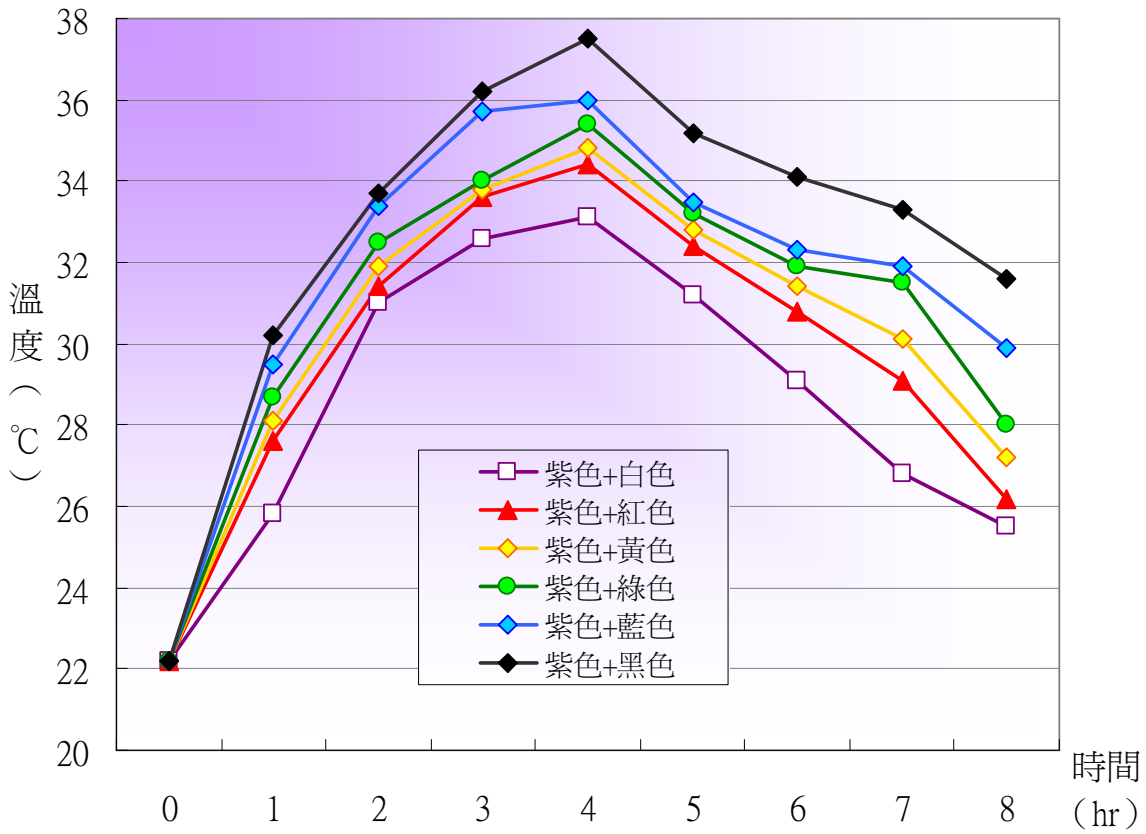


圖3-3 藍色與其他顏色以 2：1 方式混合，對吸收太陽能的影響

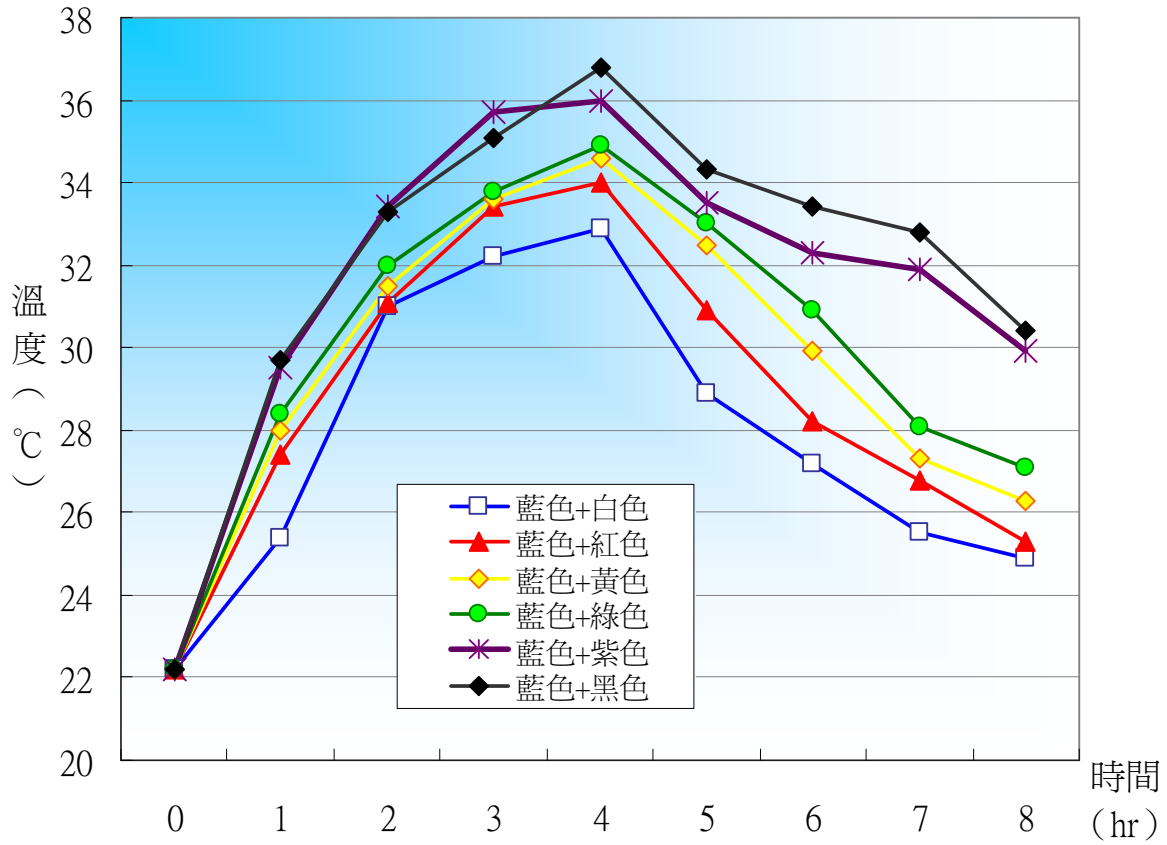


圖3-4 綠色與其他顏色以 2：1 方式混合，對吸收太陽能的影響

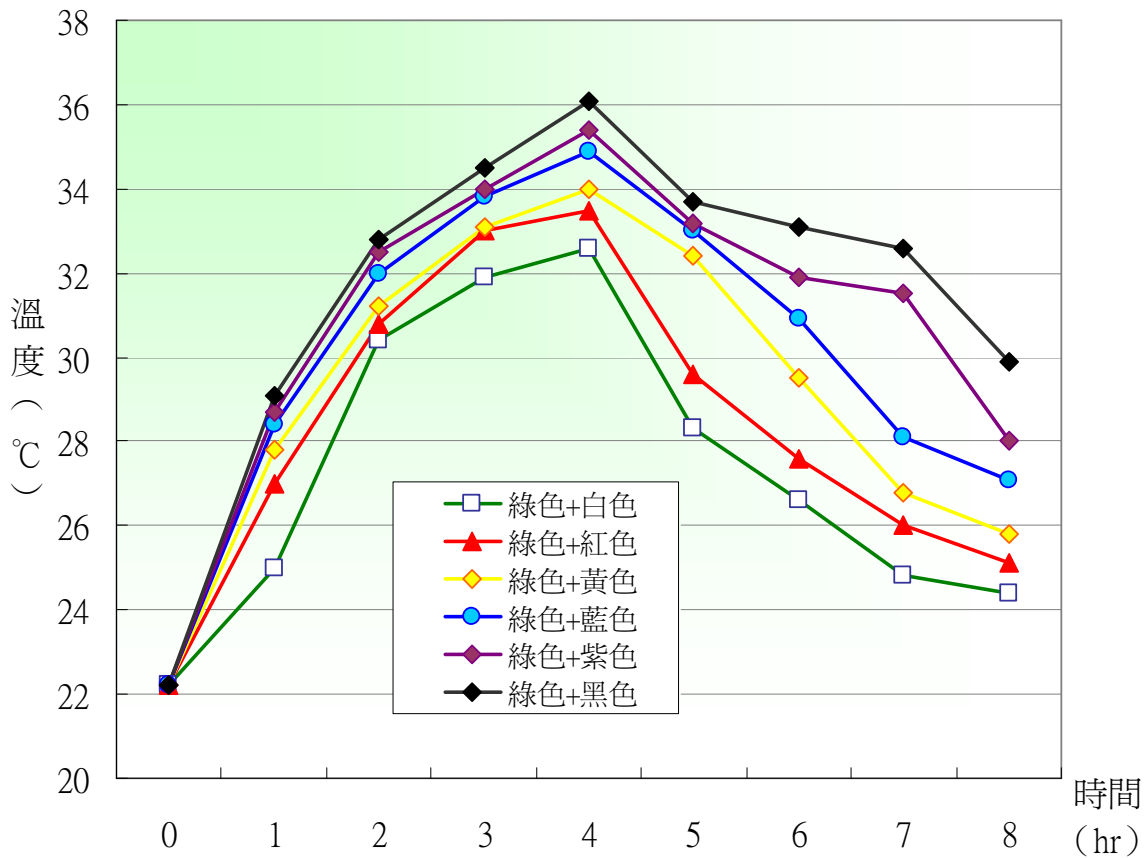


圖3-5 黑色與其他顏色以 1 : 2 方式混合，對吸收太陽能的影響

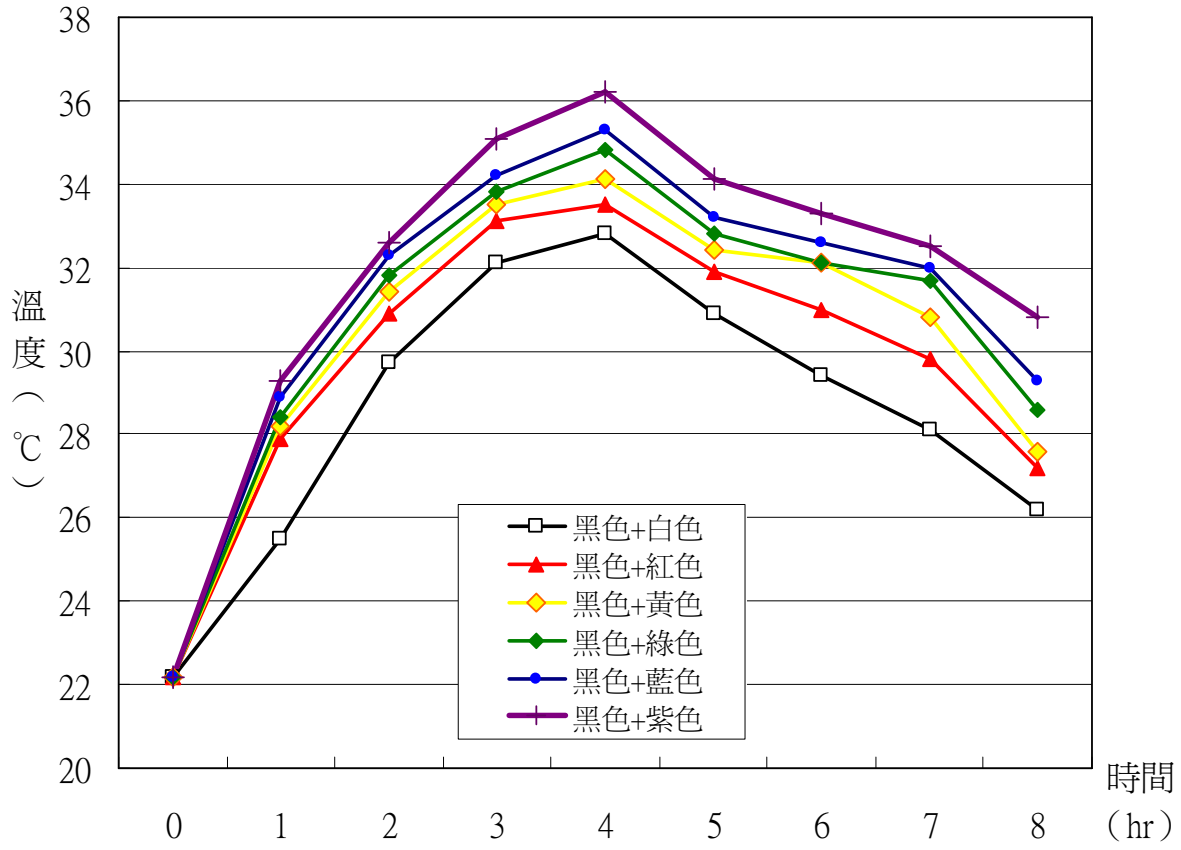


圖3-6 紫色與其他顏色以 1 : 2 方式混合，對吸收太陽能的影響

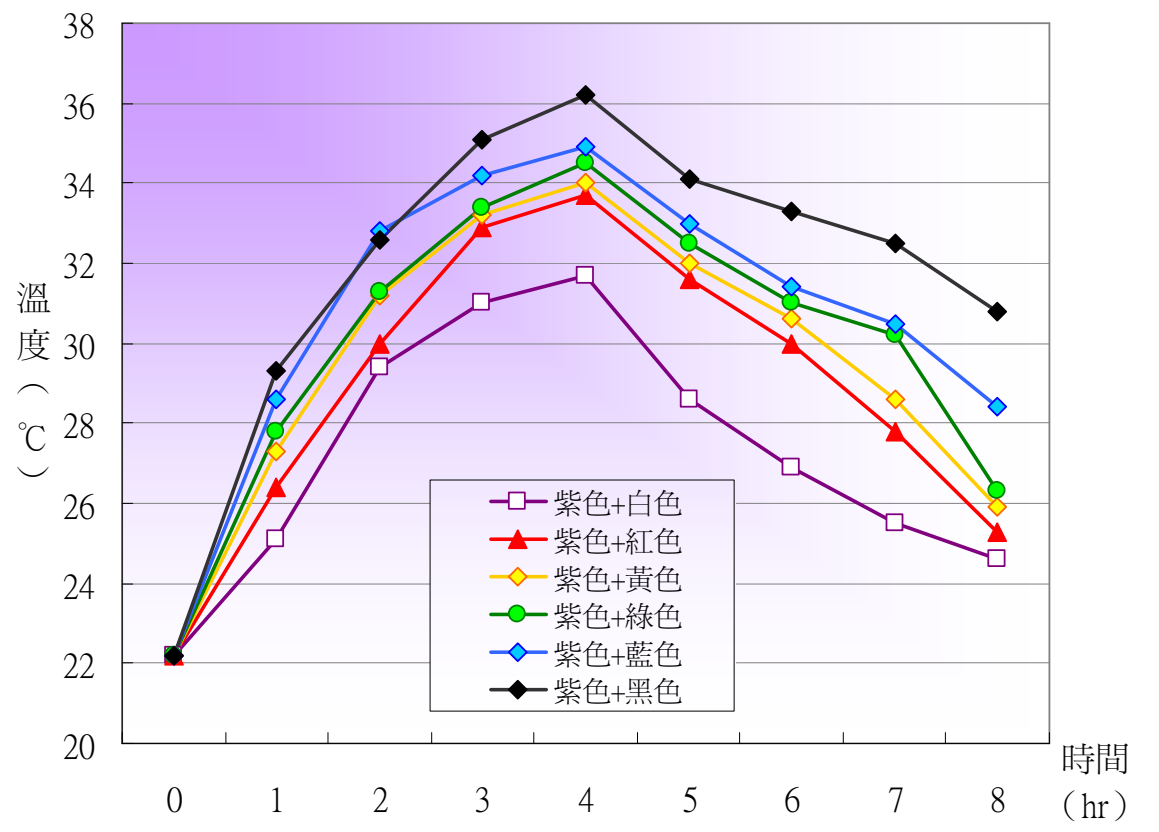


圖3-7 藍色與其他顏色以 1 : 2 方式混合，對吸收太陽能的影響

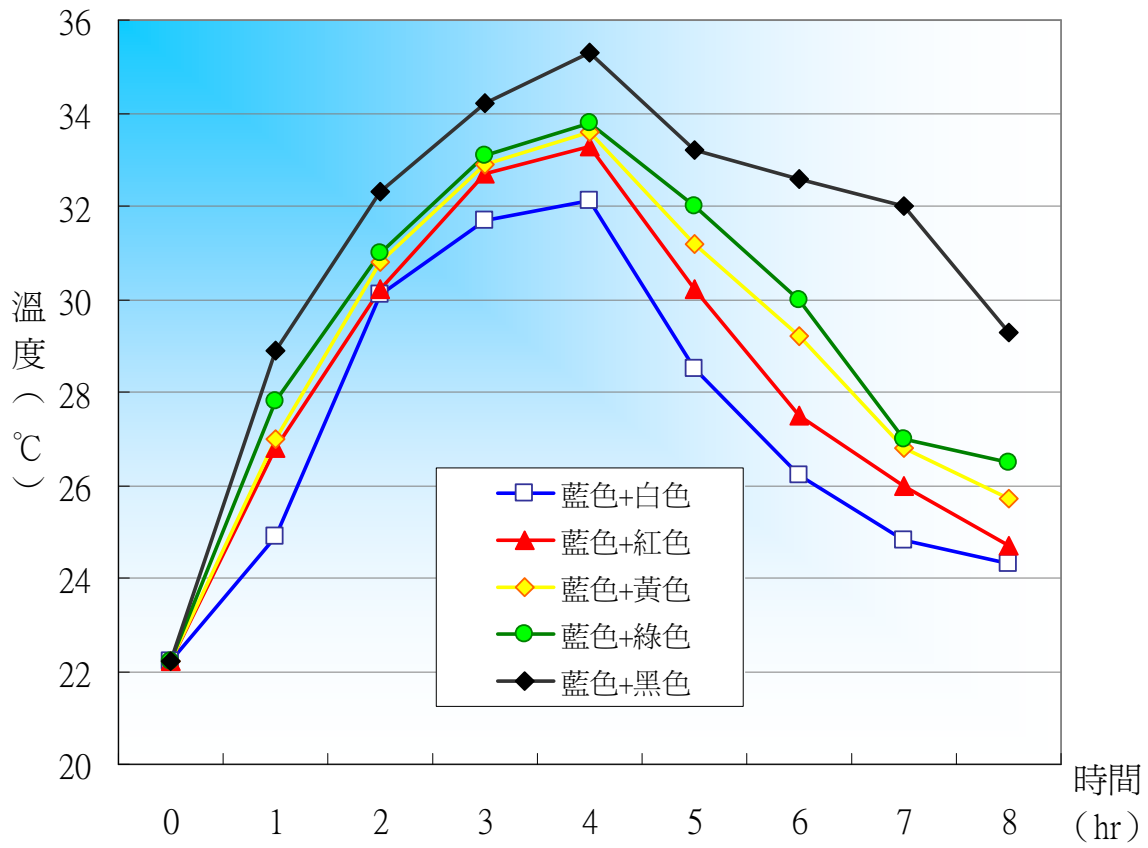


圖3-8 綠色與其他顏色以 1 : 2 方式混合，對吸收太陽能的影響

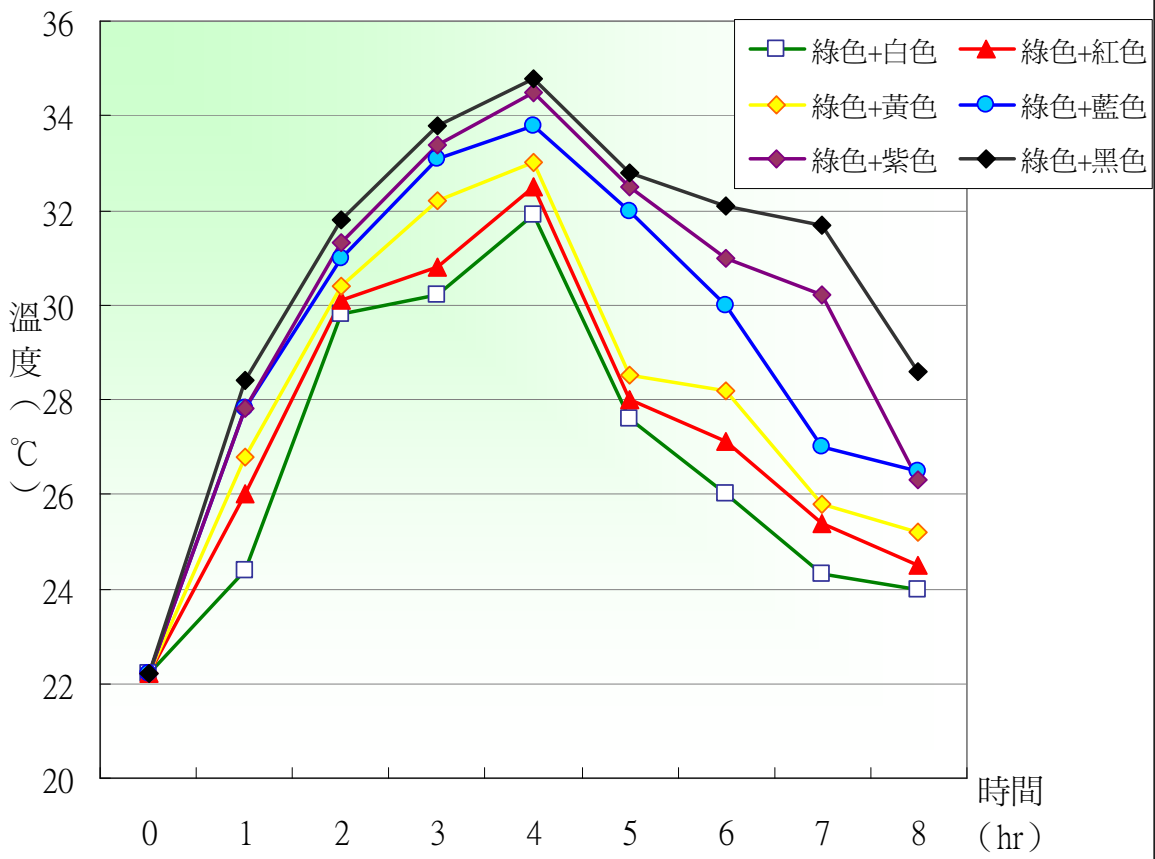




圖4-1 黑色與白色顏料用不同比例混合，對吸收太陽能的影響

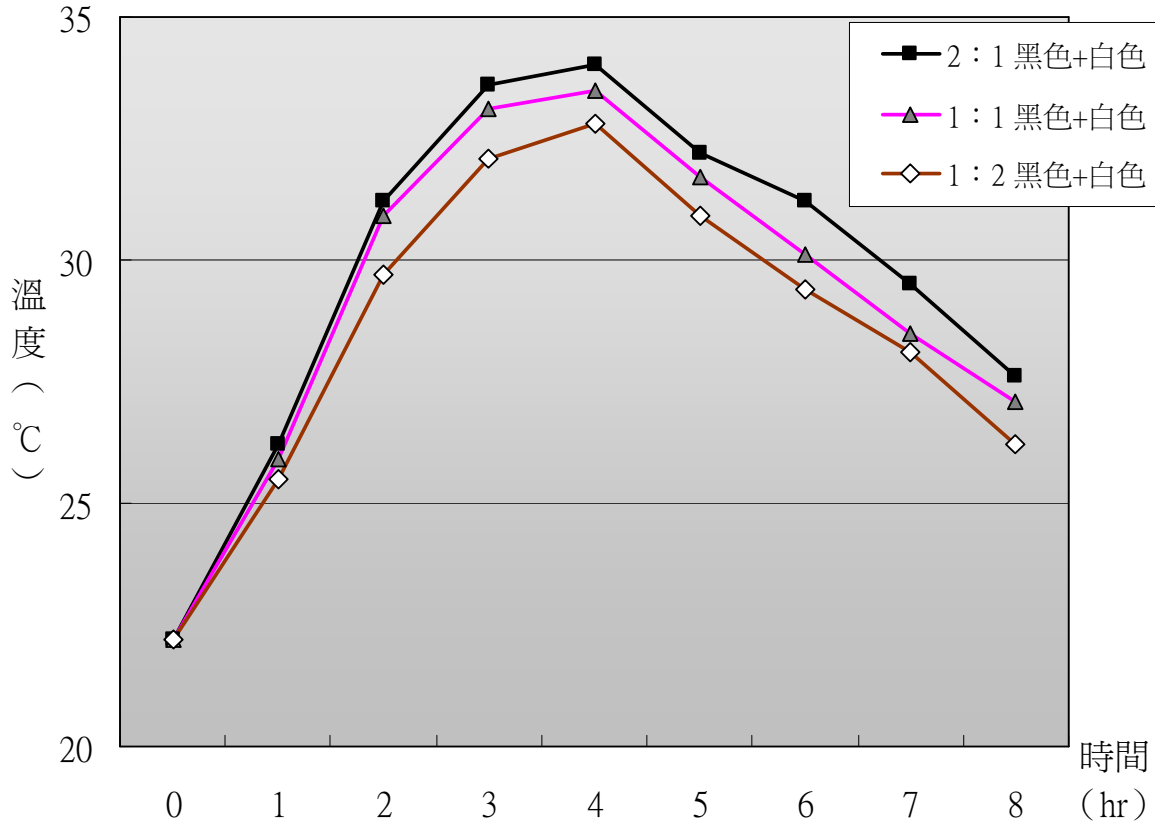


圖4-2 黑色與黃色顏料用不同比例混合，對吸收太陽能的影響

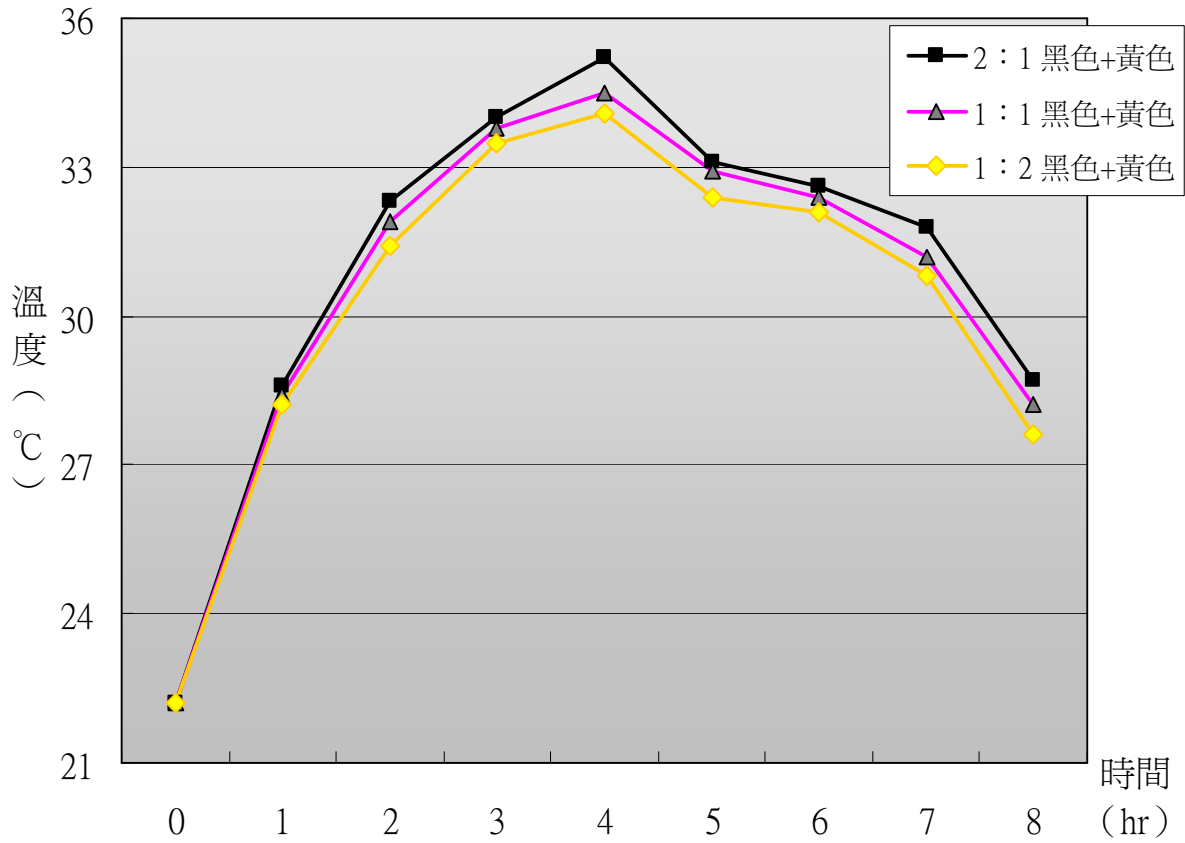


圖4-3 黑色與藍色顏料用不同比例混合，對吸收太陽能的影響

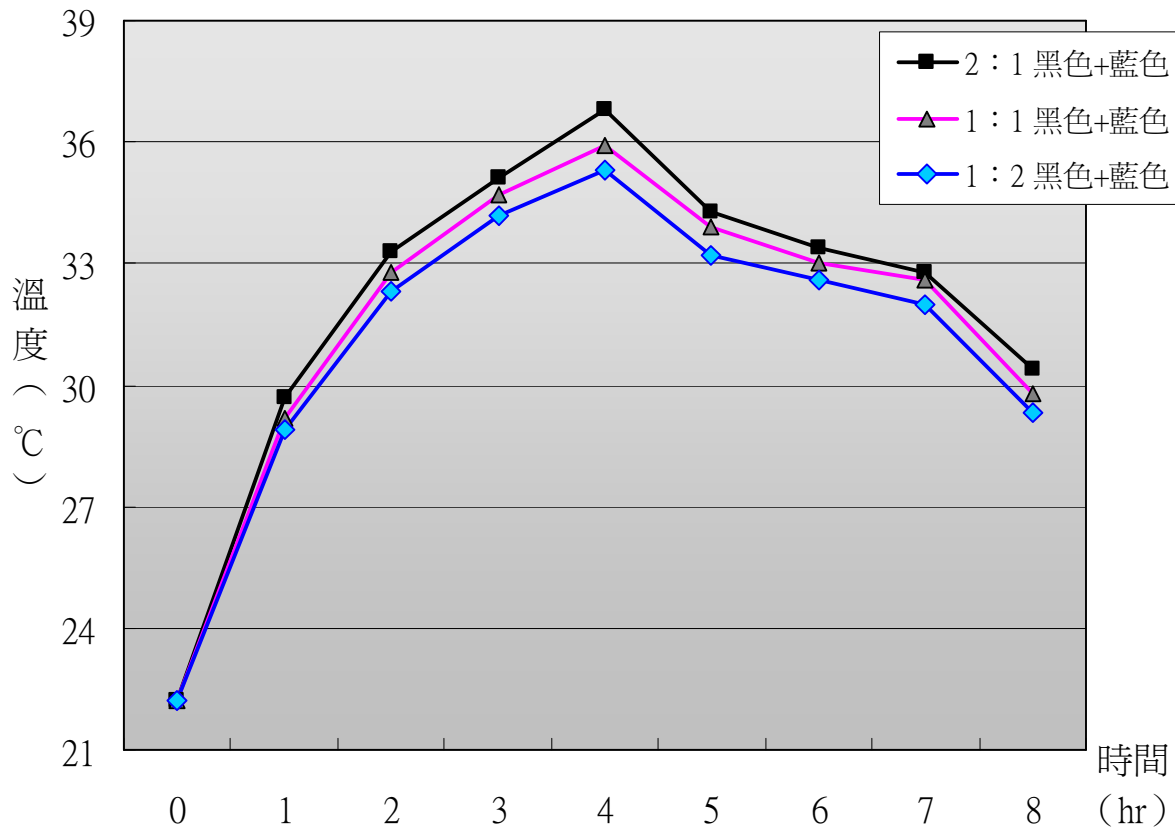


圖4-4 黑色與紫色顏料用不同比例混合，對吸收太陽能的影響

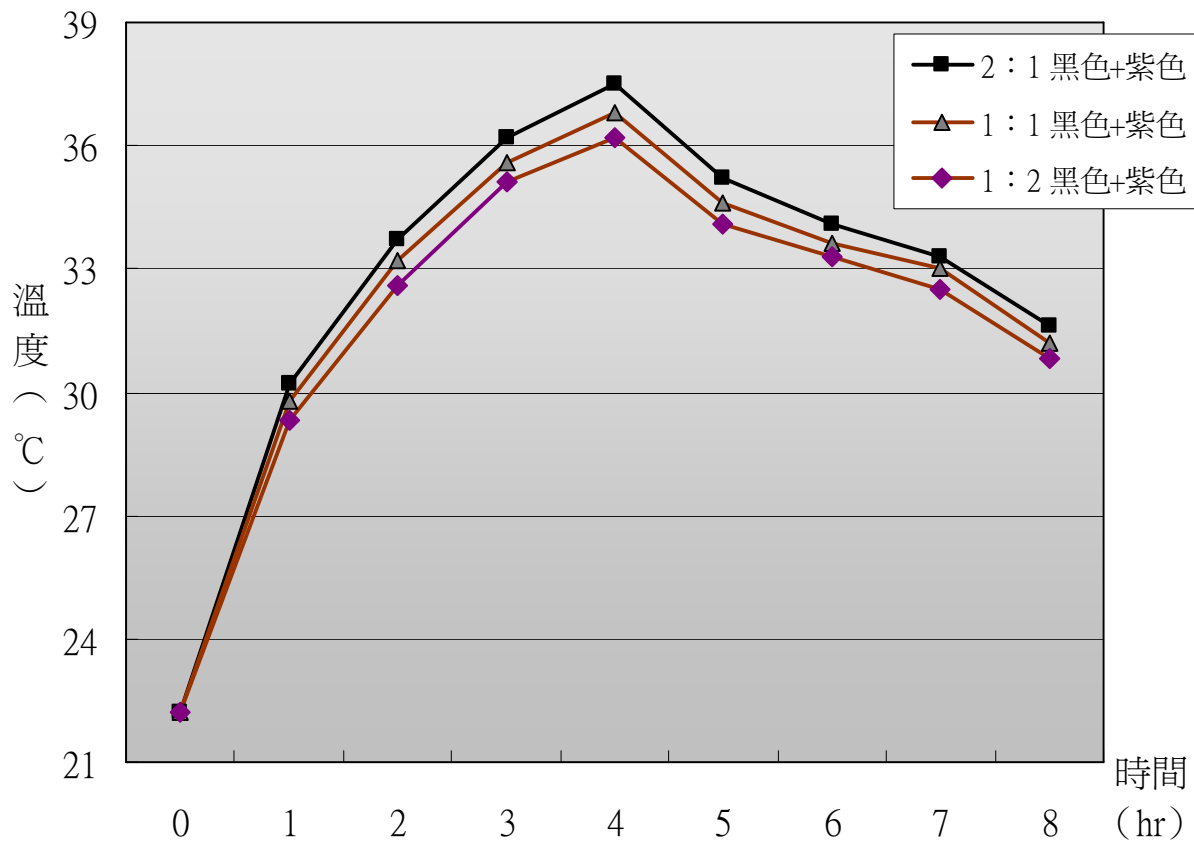


圖4-5 紫色與白色顏料用不同比例混合，對吸收太陽能的影響

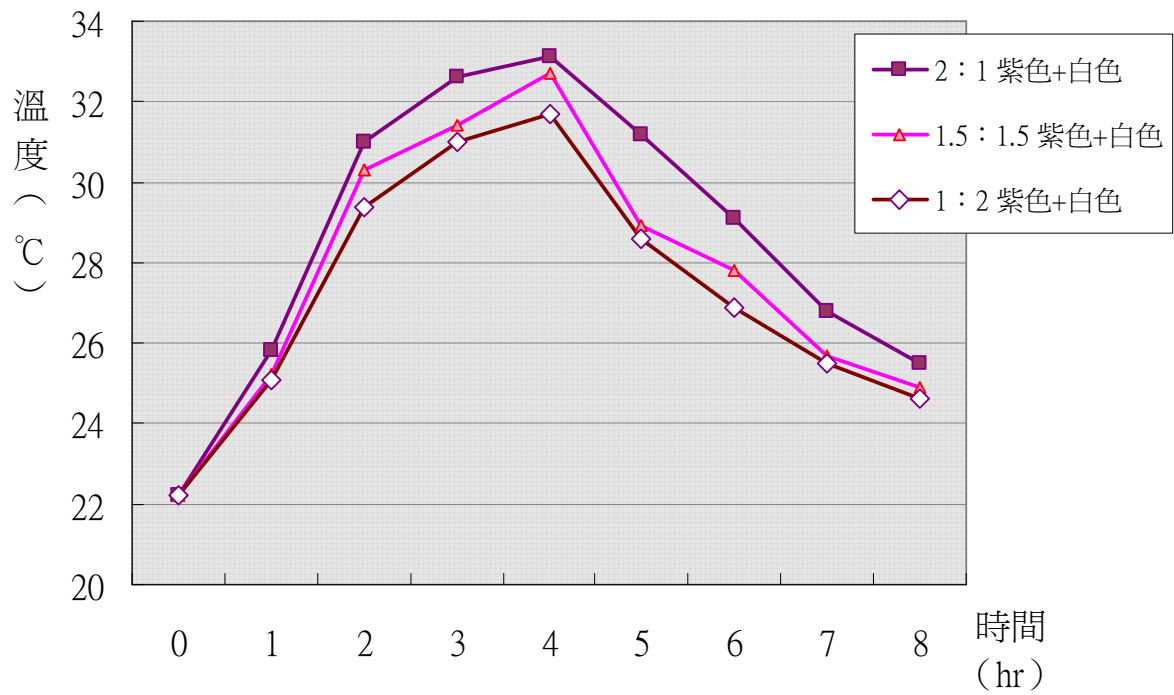


圖4-6 紫色與紅色顏料用不同比例混合，對吸收太陽能的影響

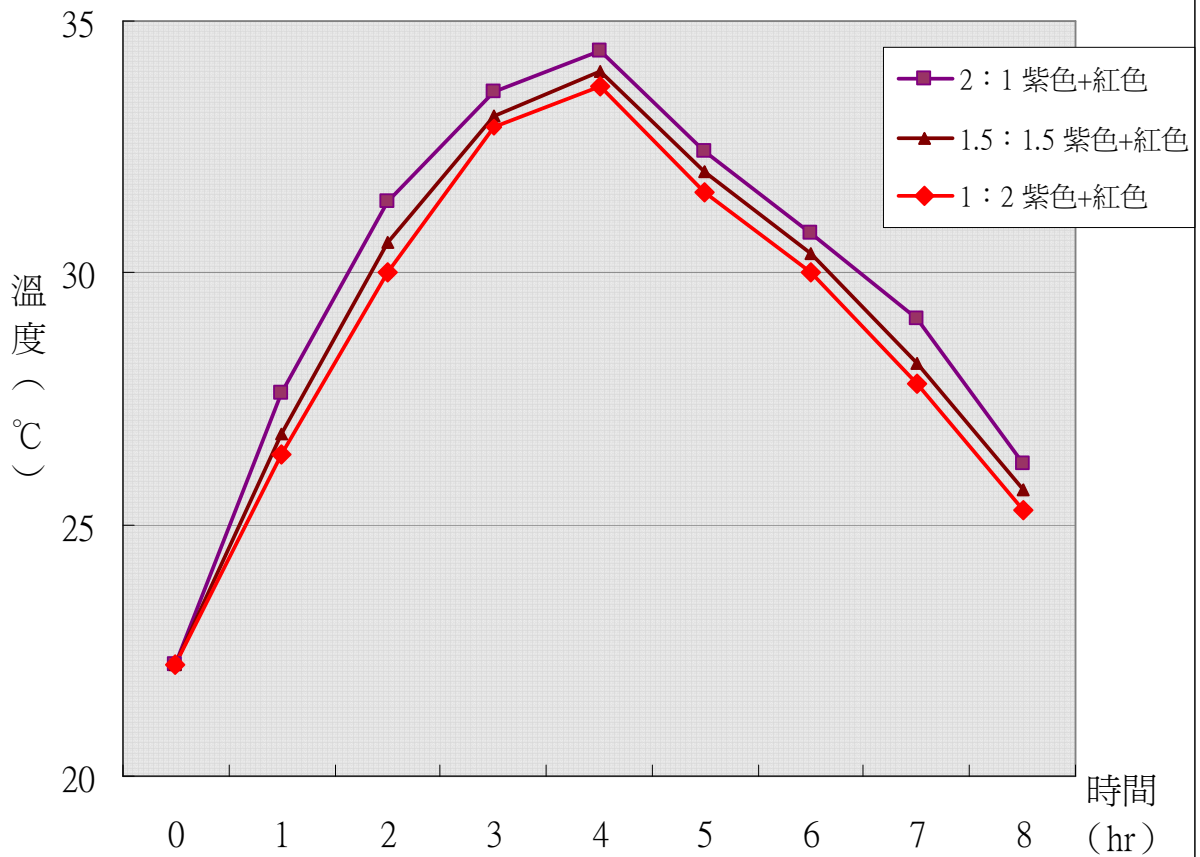


圖4-7 紫色與綠色顏料用不同比例混合，對吸收太陽能的影響

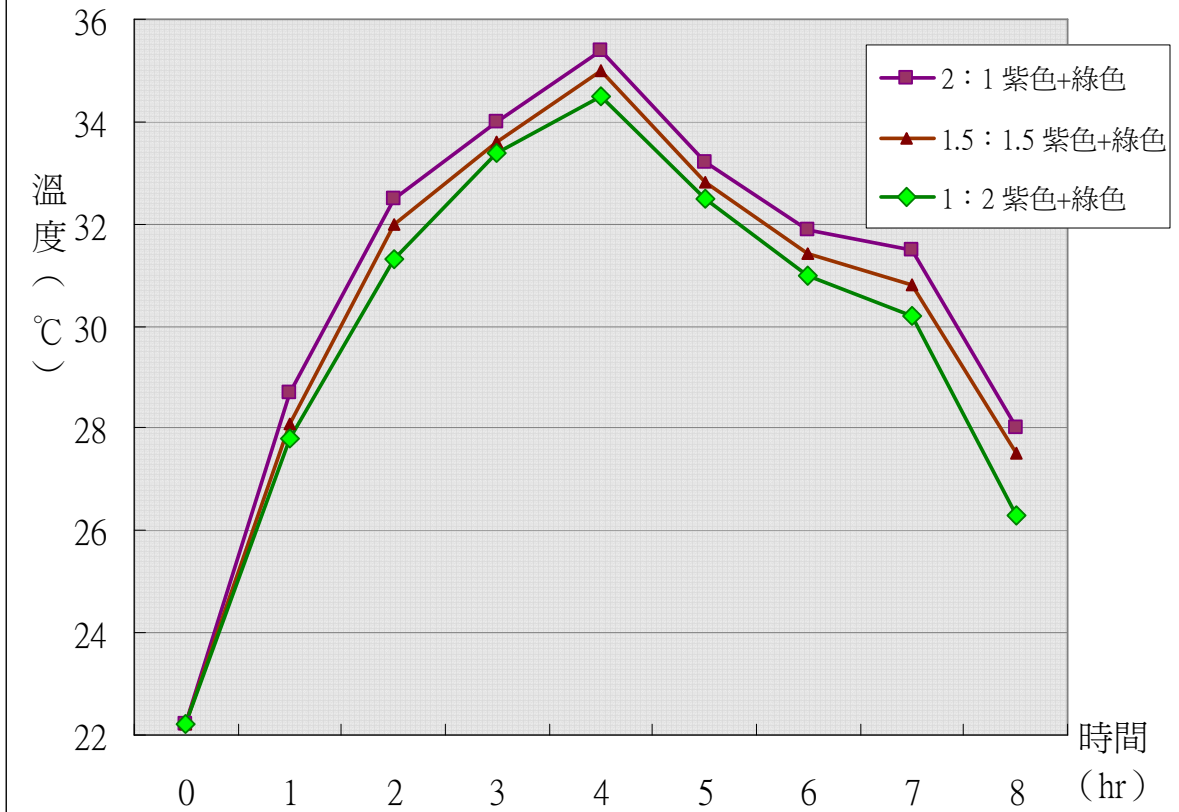
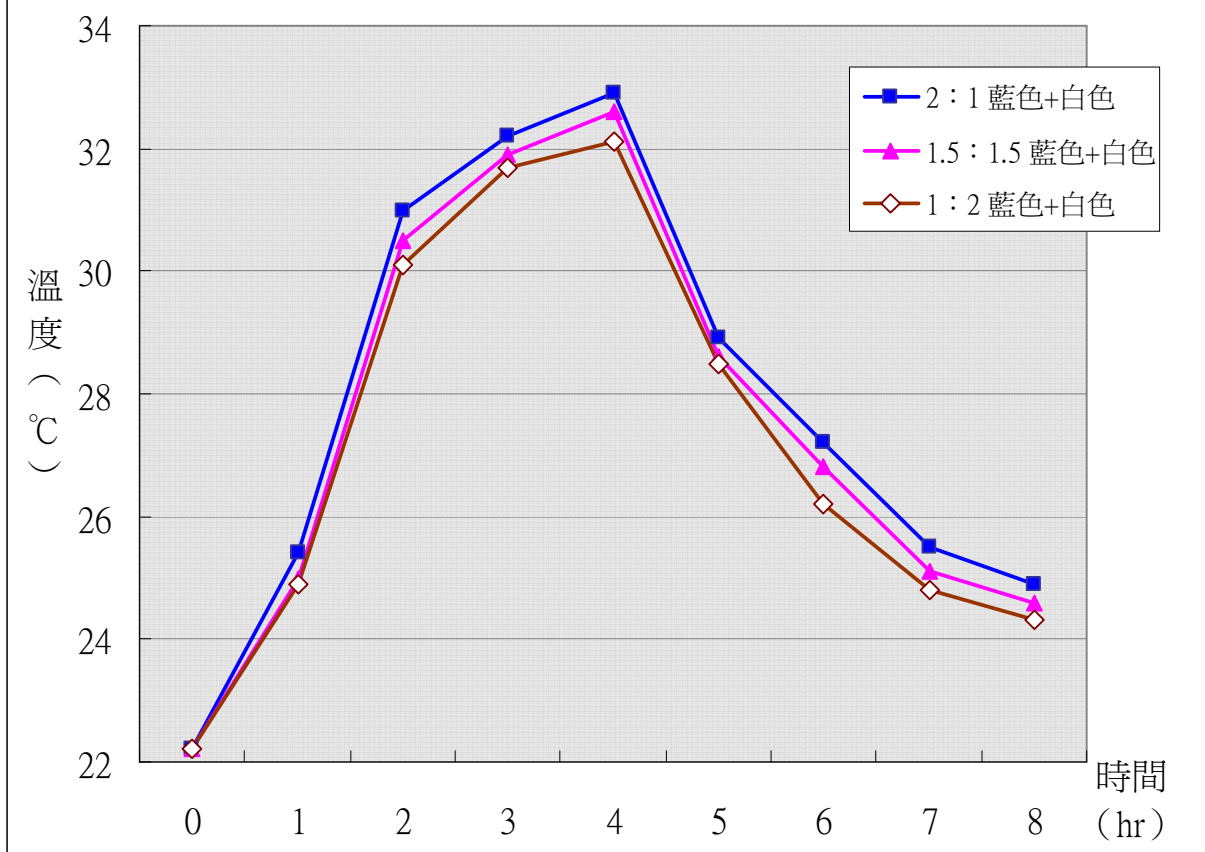


圖4-8 藍色與白色顏料用不同比例混合，對吸收太陽能的影響



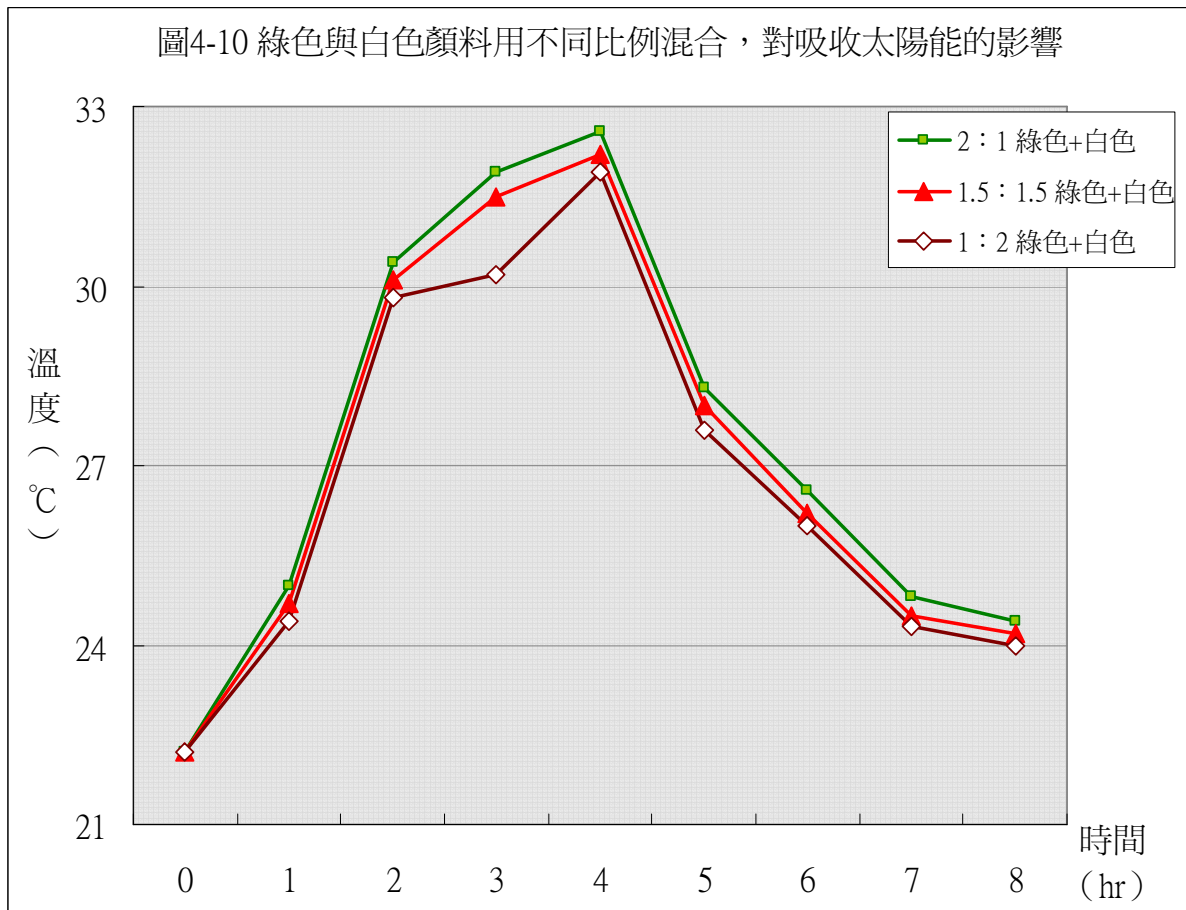
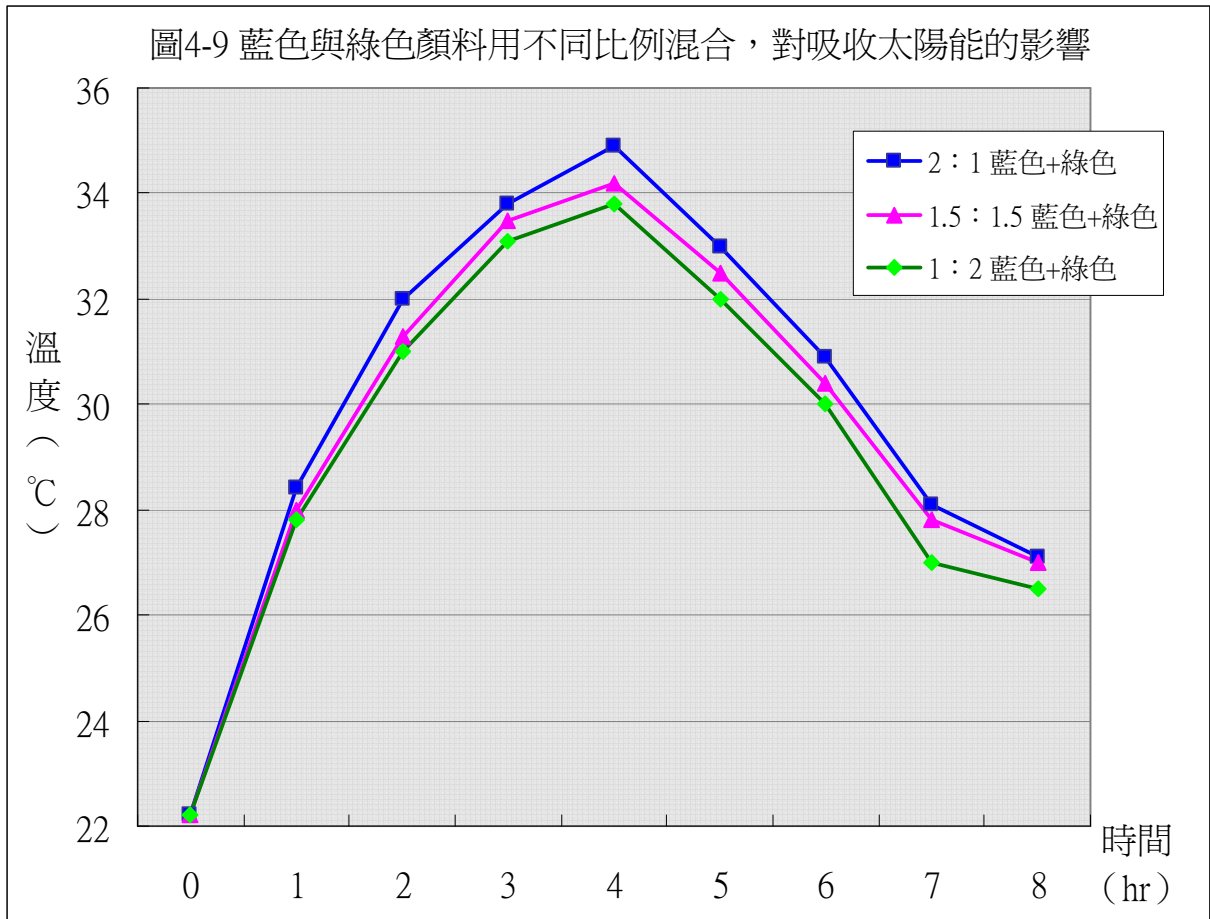




圖4-11 綠色與黃色顏料用不同比例混合，對吸收太陽能的影響

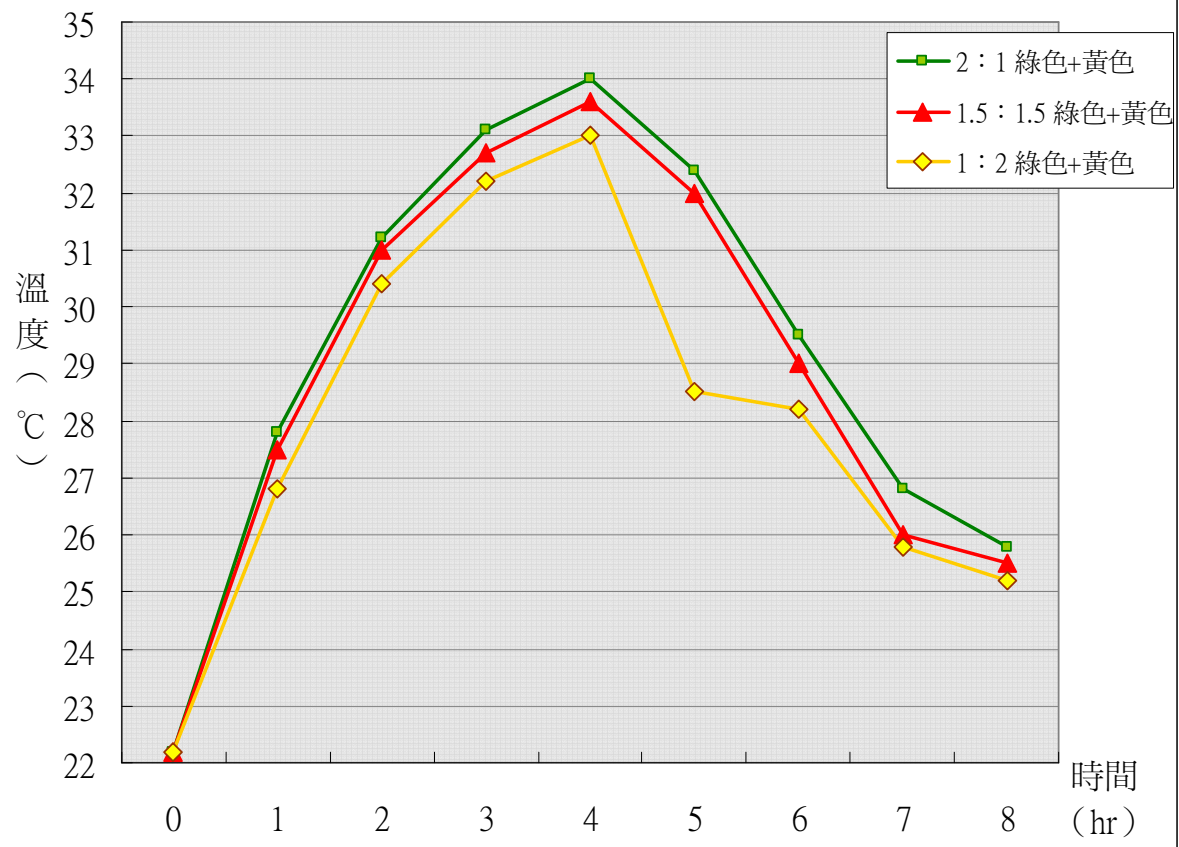
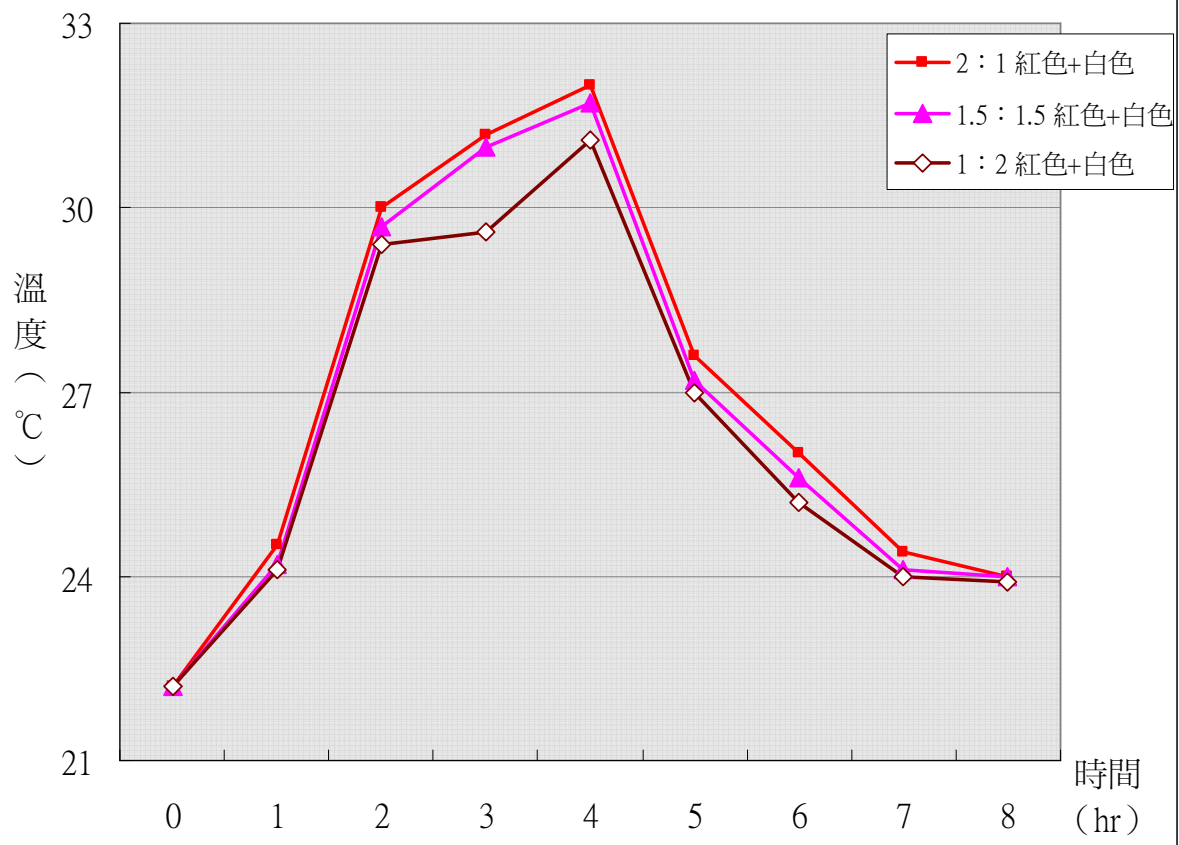


圖4-12 紅色與白色顏料用不同比例混合，對吸收太陽能的影響



表一、不同質量的顏色吸收太陽能之溫度變化

溫度變化 (°C)		日照時間									
		0 小時	1 小時	2 小時	3 小時	4 小時	5 小時	6 小時	7 小時	8 小時	
無顏色		溫度	24.4	34.1	38.2	40	40.9	36.1	34.1	32.1	30.2
白色	1g	溫度	24.4	32.2	36.2	38	39.1	35	33.8	31.6	29.2
	2g	溫度	24.4	32	36	37.8	39	34.5	33.6	31.3	29
	3g	溫度	24.4	31.8	35.8	37.5	38.7	34.3	33.3	31.1	28.8
紅色	1g	溫度	24.4	33	36.7	38.5	40.1	35.4	33.8	31.6	30.1
	2g	溫度	24.4	33	36.3	38.3	39.2	34.7	33.6	31.4	29.5
	3g	溫度	24.4	33	36	38.1	39	34.3	33.6	31.1	29.3
黃色	1g	溫度	24.4	33.8	37.8	39.5	40.7	35.6	33.9	31.8	30.1
	2g	溫度	24.4	33.3	37.2	38.8	39.2	35.3	33.8	31.6	29.8
	3g	溫度	24.4	33.1	36.7	38.2	39.1	34.6	33.7	31.3	29.5
綠色	1g	溫度	24.4	34.2	38.3	39.8	41	36.2	34.2	32.3	30.3
	2g	溫度	24.4	34.3	38.5	40.2	41.5	37	34.5	32.8	30.8
	3g	溫度	24.4	34.5	39	40.5	41.7	37.3	34.8	33.2	31.1
藍色	1g	溫度	24.4	34.6	38.5	40.1	41.3	36.5	34.6	33.1	31.2
	2g	溫度	24.4	35.2	39	40.3	41.8	37.1	34.8	33	31.4
	3g	溫度	24.4	35.4	39.5	40.9	42.2	37.5	35	33.5	31.6
紫色	1g	溫度	24.4	35.3	38.6	40.5	41.5	37	35.5	33.3	32
	2g	溫度	24.4	35.6	39.2	40.8	42.2	37.5	36.1	34	32.5
	3g	溫度	24.4	36.2	40	41.2	42.5	38.1	36.5	34.5	32.8
黑色	1g	溫度	24.4	36.2	39.5	40.8	41.9	37.5	36.2	35	32.8
	2g	溫度	24.4	36.5	40.5	41.2	42.2	37.5	36.1	34	32.5
	3g	溫度	24.4	36.8	40.8	41.9	43	38.5	37.2	36	33.6

表二、黑色與不同顏色比例混合對於吸收太陽能之溫度變化

日照時間 溫度變化 (°C)		0 小時	1 小時	2 小時	3 小時	4 小時	5 小時	6 小時	7 小時	8 小時	
		無顏色	溫度	22.2	28.1	32	33.2	34.5	32.6	30.1	27.4
黑色+白色	2 : 1	溫度	22.2	26.2	31.2	33.6	34	32.2	31.2	29.5	27.6
	1.5 : 1.5	溫度	22.2	25.9	30.9	33.1	33.5	31.7	30.1	28.5	27.1
	1 : 2	溫度	22.2	25.5	29.7	32.1	32.8	30.9	29.4	28.1	26.2
黑色+紅色	2 : 1	溫度	22.2	28.2	31.8	33.8	34.6	32.6	31.8	30.8	28.3
	1.5 : 1.5	溫度	22.2	28.1	31.6	33.5	34.1	32.4	31.2	30.4	27.7
	1 : 2	溫度	22.2	27.9	30.9	33.1	33.5	31.9	31	29.8	27.2
黑色+黃色	2 : 1	溫度	22.2	28.6	32.3	34	35.2	33.1	32.6	31.8	28.7
	1.5 : 1.5	溫度	22.2	28.4	31.9	33.8	34.5	32.9	32.4	31.2	28.2
	1 : 2	溫度	22.2	28.2	31.4	33.5	34.1	32.4	32.1	30.8	27.6
黑色+綠色	2 : 1	溫度	22.2	29.1	32.8	34.5	36.1	33.7	33.1	32.6	29.9
	1.5 : 1.5	溫度	22.2	28.8	32.3	34.1	35.2	33.2	32.6	32.3	29.1
	1 : 2	溫度	22.2	28.4	31.8	33.8	34.8	32.8	32.1	31.7	28.6
黑色+藍色	2 : 1	溫度	22.2	29.7	33.3	35.1	36.8	34.3	33.4	32.8	30.4
	1.5 : 1.5	溫度	22.2	29.2	32.8	34.7	35.9	33.9	33	32.6	29.8
	1 : 2	溫度	22.2	28.9	32.3	34.2	35.3	33.2	32.6	32	29.3
黑色+紫色	2 : 1	溫度	22.2	30.2	33.7	36.2	37.5	35.2	34.1	33.3	31.6
	1.5 : 1.5	溫度	22.2	29.8	33.2	35.6	36.8	34.6	33.6	33	31.2
	1 : 2	溫度	22.2	29.3	32.6	35.1	36.2	34.1	33.3	32.5	30.8

表三、紫色與不同顏色比例混合對於吸收太陽能之溫度變化

日照時間 溫度變化 (°C)		0 小時	1 小時	2 小時	3 小時	4 小時	5 小時	6 小時	7 小時	8 小時	
		無顏色	溫度	22.2	28.1	32	33.2	34.5	32.6	30.1	27.4
紫色+白色	2 : 1	溫度	22.2	25.8	31	32.6	33.1	31.2	29.1	26.8	25.5
	1.5 : 1.5	溫度	22.2	25.2	30.3	31.4	32.7	28.9	27.8	25.7	24.9
	1 : 2	溫度	22.2	25.1	29.4	31	31.7	28.6	26.9	25.5	24.6
紫色+紅色	2 : 1	溫度	22.2	27.6	31.4	33.6	34.4	32.4	30.8	29.1	26.2
	1.5 : 1.5	溫度	22.2	26.8	30.6	33.1	34	32	30.4	28.2	25.7
	1 : 2	溫度	22.2	26.4	30	32.9	33.7	31.6	30	27.8	25.3
紫色+黃色	2 : 1	溫度	22.2	28.1	31.9	33.8	34.8	32.8	31.4	30.1	27.2
	1.5 : 1.5	溫度	22.2	27.7	31.6	33.5	34.1	32.3	30.9	28.9	26.7
	1 : 2	溫度	22.2	27.3	31.2	33.2	34	32	30.6	28.6	25.9
紫色+綠色	2 : 1	溫度	22.2	28.7	32.5	34	35.4	33.2	31.9	31.5	28
	1.5 : 1.5	溫度	22.2	28.1	32	33.6	35	32.8	31.4	30.8	27.5
	1 : 2	溫度	22.2	27.8	31.3	33.4	34.5	32.5	31	30.2	26.3
紫色+藍色	2 : 1	溫度	22.2	29.5	33.4	35.7	36	33.5	32.3	31.9	29.9
	1.5 : 1.5	溫度	22.2	29	33	35.1	35.3	33.2	31.9	31.2	29
	1 : 2	溫度	22.2	28.6	32.8	34.2	34.9	33	31.4	30.5	28.4

表四、藍色與不同顏色比例混合對於吸收太陽能之溫度變化

		日照時間		0 小時	1 小時	2 小時	3 小時	4 小時	5 小時	6 小時	7 小時	8 小時
		無顏色	溫度	22.2	28.1	32	33.2	34.5	32.6	30.1	27.4	26.7
藍色+白色	2 : 1	溫度	22.2	25.4	31	32.2	32.9	28.9	27.2	25.5	24.9	
	1.5 : 1.5	溫度	22.2	25	30.5	31.9	32.6	28.6	26.8	25.1	24.6	
	1 : 2	溫度	22.2	24.9	30.1	31.7	32.1	28.5	26.2	24.8	24.3	
藍色+紅色	2 : 1	溫度	22.2	27.4	31.1	33.4	34	30.9	28.2	26.8	25.3	
	1.5 : 1.5	溫度	22.2	27	30.8	32.9	33.5	30.7	27.8	26.3	24.9	
	1 : 2	溫度	22.2	26.8	30.2	32.7	33.3	30.2	27.5	26	24.7	
藍色+黃色	2 : 1	溫度	22.2	28	31.5	33.6	34.6	32.5	29.9	27.3	26.3	
	1.5 : 1.5	溫度	22.2	27.5	31.1	33.2	33.9	31.5	29.6	27	26	
	1 : 2	溫度	22.2	27	30.8	32.9	33.6	31.2	29.2	26.8	25.7	
藍色+綠色	2 : 1	溫度	22.2	28.4	32	33.8	34.9	33	30.9	28.1	27.1	
	1.5 : 1.5	溫度	22.2	28	31.3	33.5	34.2	32.5	30.4	27.8	27	
	1 : 2	溫度	22.2	27.8	31	33.1	33.8	32	30	27	26.5	



**表五、綠色與不同顏色比例混合對於吸收太陽能之溫度變化**

日照時間 溫度變化 (°C)		0 小時	1 小時	2 小時	3 小時	4 小時	5 小時	6 小時	7 小時	8 小時	
		無顏色	溫度	22.2	28.1	32	33.2	34.5	32.6	30.1	27.4
綠色+白色	2 : 1	溫度	22.2	25	30.4	31.9	32.6	28.3	26.6	24.8	24.4
	1.5 : 1.5	溫度	22.2	24.7	30.1	31.5	32.2	28	26.2	24.5	24.2
	1 : 2	溫度	22.2	24.4	29.8	30.2	31.9	27.6	26	24.3	24
綠色+紅色	2 : 1	溫度	22.2	27	30.8	33	33.5	29.6	27.6	26	25.1
	1.5 : 1.5	溫度	22.2	26.4	30.4	32.1	33	29.4	27.3	25.7	24.9
	1 : 2	溫度	22.2	26	30.1	30.8	32.5	28	27.1	25.4	24.5
綠色+黃色	2 : 1	溫度	22.2	27.8	31.2	33.1	34	32.4	29.5	26.8	25.8
	1.5 : 1.5	溫度	22.2	27.5	31	32.7	33.6	32	29	26	25.5
	1 : 2	溫度	22.2	26.8	30.4	32.2	33	28.5	28.2	25.8	25.2

**表六、黃色、紅色與白色以不同比例混合對於吸收太陽能之溫度變化**

日照時間 溫度變化 (°C)		0 小時	1 小時	2 小時	3 小時	4 小時	5 小時	6 小時	7 小時	8 小時	
		無顏色	溫度	22.2	28.1	32	33.2	34.5	32.6	30.1	27.4
黃色+白色	2 : 1	溫度	22.2	24.7	30.2	31.4	32.2	27.7	26.2	24.6	24.3
	1.5 : 1.5	溫度	22.2	24.2	30	31.2	32	27.4	25.9	24.3	24.1
	1 : 2	溫度	22.2	24	29.6	29.9	31.6	27.2	25.8	24	24
黃色+紅色	2 : 1	溫度	22.2	26.7	30.5	32.7	33	29.1	27.2	26.9	25
	1.5 : 1.5	溫度	22.2	26	30.2	31.8	32.5	28.8	27	25.4	24.7
	1 : 2	溫度	22.2	25.7	29.8	30.4	31.9	28.5	26.7	25.1	24.5
紅色+白色	2 : 1	溫度	22.2	24.5	30	31.2	32	27.6	26	24.4	24
	1.5 : 1.5	溫度	22.2	24.2	29.7	31	31.7	27.2	25.6	24.1	24
	1 : 2	溫度	22.2	24.1	29.4	29.6	31.1	27	25.2	24	23.9

表七、黑色與不同顏色比例混合對於太陽能熱量之吸收情形

日照時間 吸收熱量 (卡)		0 小時	1 小時	2 小時	3 小時	4 小時	5 小時	6 小時	7 小時	8 小時	
		無顏色	熱量	0	590	980	1100	1230	1040	790	520
黑色+白色	2 : 1	熱量	0	400	900	1140	1180	1000	900	730	540
	1.5 : 1.5	熱量	0	370	870	1090	1130	950	790	630	490
	1 : 2	熱量	0	330	750	990	1060	870	720	590	400
黑色+紅色	2 : 1	熱量	0	600	960	1160	1240	1040	960	860	610
	1.5 : 1.5	熱量	0	590	940	1130	1190	1020	900	820	550
	1 : 2	熱量	0	570	870	1090	1130	970	880	760	500
黑色+黃色	2 : 1	熱量	0	640	1010	1180	1300	1090	1040	960	650
	1.5 : 1.5	熱量	0	620	970	1160	1230	1070	1020	900	600
	1 : 2	熱量	0	600	920	1130	1190	1020	990	860	540
黑色+綠色	2 : 1	熱量	0	690	1060	1230	1390	1150	1090	1040	770
	1.5 : 1.5	熱量	0	660	1010	1190	1300	1100	1040	1010	690
	1 : 2	熱量	0	620	960	1160	1260	1060	990	950	640
黑色+藍色	2 : 1	熱量	0	750	1110	1290	1460	1210	1120	1060	820
	1.5 : 1.5	熱量	0	700	1060	1250	1370	1170	1080	1040	760
	1 : 2	熱量	0	670	1010	1200	1310	1100	1040	980	710
黑色+紫色	2 : 1	熱量	0	800	1150	1400	1530	1300	1190	1110	940
	1.5 : 1.5	熱量	0	760	1100	1340	1460	1240	1140	1080	900
	1 : 2	熱量	0	710	1040	1290	1400	1190	1110	1030	860

表八、紫色與不同顏色比例混合對於太陽能熱量之吸收情形

日照時間 吸收熱量 (卡)		0 小時	1 小時	2 小時	3 小時	4 小時	5 小時	6 小時	7 小時	8 小時	
		無顏色	熱量	0	590	980	1100	1230	1040	790	520
紫色 + 白色	2 : 1	熱量	0	360	880	1040	1090	900	690	460	330
	1.5 : 1.5	熱量	0	300	810	920	1050	670	560	350	270
	1 : 2	熱量	0	290	720	880	950	640	470	330	240
紫色 + 紅色	2 : 1	熱量	0	540	920	1140	1220	1020	860	690	400
	1.5 : 1.5	熱量	0	460	840	1090	1180	980	820	600	350
	1 : 2	熱量	0	420	780	1070	1150	940	780	560	310
紫色 + 黃色	2 : 1	熱量	0	590	970	1160	1260	1060	920	790	500
	1.5 : 1.5	熱量	0	550	940	1130	1190	1010	870	670	450
	1 : 2	熱量	0	510	900	1100	1180	980	840	640	370
紫色 + 綠色	2 : 1	熱量	0	650	1030	1180	1320	1100	970	930	580
	1.5 : 1.5	熱量	0	590	980	1140	1280	1060	920	860	530
	1 : 2	熱量	0	560	910	1120	1230	1030	880	800	410
紫色 + 藍色	2 : 1	熱量	0	730	1120	1350	1380	1130	1010	970	770
	1.5 : 1.5	熱量	0	680	1080	1290	1310	1100	970	900	680
	1 : 2	熱量	0	640	1060	1200	1270	1080	920	830	620

表九、藍色與不同顏色比例混合對於太陽能熱量之吸收情形

日照時間 吸收熱量 (卡)		0 小時	1 小時	2 小時	3 小時	4 小時	5 小時	6 小時	7 小時	8 小時	
		無顏色	熱量	0	590	980	1100	1230	1040	790	520
藍色 + 白色	2 : 1	熱量	0	320	880	1000	1070	670	500	330	270
	1.5 : 1.5	熱量	0	280	830	970	1040	640	460	290	240
	1 : 2	熱量	0	270	790	950	990	630	400	260	210
藍色 + 紅色	2 : 1	熱量	0	520	890	1120	1180	870	600	460	310
	1.5 : 1.5	熱量	0	480	860	1070	1130	850	560	410	270
	1 : 2	熱量	0	460	800	1050	1110	800	530	380	250
藍色 + 黃色	2 : 1	熱量	0	580	930	1140	1240	1030	770	510	410
	1.5 : 1.5	熱量	0	530	890	1100	1170	930	740	480	380
	1 : 2	熱量	0	480	860	1070	1140	900	700	460	350
藍色 + 綠色	2 : 1	熱量	0	620	980	1160	1270	1080	870	590	490
	1.5 : 1.5	熱量	0	580	910	1130	1200	1030	820	560	480
	1 : 2	熱量	0	560	880	1090	1160	980	780	480	430

**表十、綠色與不同顏色比例混合對於太陽能熱量之吸收情形**

日照時間 吸收熱量 (卡)		0 小時	1 小時	2 小時	3 小時	4 小時	5 小時	6 小時	7 小時	8 小時	
		無顏色		0	590	980	1100	1230	1040	790	520
綠色 + 白色	2 : 1	熱量	0	280	820	970	1040	610	440	260	220
	1.5 : 1.5	熱量	0	250	790	930	1000	580	400	230	200
	1 : 2	熱量	0	220	760	800	970	540	380	210	180
綠色 + 紅色	2 : 1	熱量	0	480	860	1080	1130	740	540	380	290
	1.5 : 1.5	熱量	0	420	820	990	1080	720	510	350	270
	1 : 2	熱量	0	380	790	860	1030	580	490	320	230
綠色 + 黃色	2 : 1	熱量	0	560	900	1090	1180	1020	730	460	360
	1.5 : 1.5	熱量	0	530	880	1050	1140	980	680	380	330
	1 : 2	熱量	0	460	820	1000	1080	630	600	360	300

**表十一、黃色、紅色與白色以不同比例混合對於太陽能熱量之吸收情形**

日照時間 吸收熱量 (卡)		0 小時	1 小時	2 小時	3 小時	4 小時	5 小時	6 小時	7 小時	8 小時	
		無顏色		0	590	980	1100	1230	1040	790	520
黃色 + 白色	2 : 1	熱量	0	250	800	920	1000	550	400	240	210
	1.5 : 1.5	熱量	0	200	780	900	980	520	370	210	190
	1 : 2	熱量	0	180	740	770	940	500	360	180	180
黃色 + 紅色	2 : 1	熱量	0	450	830	1050	1080	690	500	470	280
	1.5 : 1.5	熱量	0	380	800	960	1030	660	480	320	250
	1 : 2	熱量	0	350	760	820	970	630	450	290	230
紅色 + 白色	2 : 1	熱量	0	230	780	900	980	540	380	220	180
	1.5 : 1.5	熱量	0	200	750	880	950	500	340	190	180
	1 : 2	熱量	0	190	720	740	890	480	300	180	170



## 陸、討論

### 一、不同顏色對吸收太陽能的影響

我們用廣告顏料來研究不同顏色（白、紅、黃、綠、藍、紫、黑）對吸收太陽能的溫度變化。實驗結果顯示，各種顏色吸收太陽能效能後，其溫度變化由大到小依序為：**黑色** > **紫色** > **藍色** > **綠色** > **無顏料** > **黃色** > **紅色** > **白色**。黑色對提升溫度（吸收太陽能）的效能最好，而白色則最差，這樣的結果剛好印證自然與生活科技課本所學得的一黑色可吸收所有光線、白色可反射所有光線，而其他顏色則是部分吸收與部份反射。我們把實驗結果整理為圖 1-1 到 1-3，以及表 1。

我們的實驗也發現當顏色越深，對提升溫度的效果就越強。以 1g 顏料在第一小時時，黑色就上升了 11.8°C、藍色 10.2°C、綠色 9.8°C、無顏料 9.7°C，黃色 9.4°C，紅色 8.6°C，而白色 7.8°C。其中，塗上白色、黃色與紅色的壓克力板反而比不塗上顏色者的吸收效率還要低。

另外，我們用公式<sup>1</sup>計算在實驗中所量測到的數據，整理後為下頁表十二。由公式計算後，我們發現相同 3g 質量下，黑色顏料最高可吸收 1860 卡，白色最高為 1430 卡，兩者差了 430 卡。



▲老師指導我們實驗和如何操作儀器



▲我們用電子天平來量測顏料的重量

<sup>1</sup> 我們利用自然與生活科技課本計算蒸餾水吸收太陽能之熱量變化，其公式為： $\Delta H = M \times S \times (T_2 - T_1)$

說明： $\Delta H$ ：熱量變化，單位為卡 (cal)；M：質量，單位為克 (g)；S：比熱，單位 cal/g°C；  
T<sub>2</sub>：末溫，單位°C；T<sub>1</sub>：初溫，單位為°C

表十二、不同質量的顏色吸收太陽能之熱量變化

日照時間 吸收熱量 (卡)		0 小時	1 小時	2 小時	3 小時	4 小時	5 小時	6 小時	7 小時	8 小時	
		無顏色	熱量	0	970	1380	1560	1650	1170	970	770
白色	1g	熱量	0	780	1180	1360	1470	1060	940	720	480
	2g	熱量	0	760	1160	1340	1460	1010	920	690	460
	3g	熱量	0	740	1140	1310	1430	990	890	670	440
紅色	1g	熱量	0	860	1230	1410	1570	1100	940	720	570
	2g	熱量	0	860	1190	1390	1480	1030	920	700	510
	3g	熱量	0	860	1160	1370	1460	990	920	670	490
黃色	1g	熱量	0	940	1340	1510	1630	1120	950	740	570
	2g	熱量	0	890	1280	1440	1480	1090	940	720	540
	3g	熱量	0	870	1230	1380	1470	1020	930	690	510
綠色	1g	熱量	0	980	1390	1540	1660	1180	980	790	590
	2g	熱量	0	990	1410	1580	1710	1260	1010	840	640
	3g	熱量	0	1010	1460	1610	1730	1290	1040	880	670
藍色	1g	熱量	0	1020	1410	1570	1690	1210	1020	870	680
	2g	熱量	0	1080	1460	1590	1740	1270	1040	860	700
	3g	熱量	0	1100	1510	1650	1780	1310	1060	910	720
紫色	1g	熱量	0	1090	1420	1610	1710	1260	1110	890	760
	2g	熱量	0	1120	1480	1640	1780	1310	1170	960	810
	3g	熱量	0	1180	1560	1680	1810	1370	1210	1010	840
黑色	1g	熱量	0	1180	1510	1640	1750	1310	1180	1060	840
	2g	熱量	0	1210	1610	1680	1780	1310	1170	960	810
	3g	熱量	0	1240	1640	1750	1860	1410	1280	1160	920



我們魯凱族服裝大多是黑色底布，世居在山上，氣溫較平地低，剛好能夠保暖，只是夏天，黑色族服難免就比較悶熱。實際上，我們魯凱族真得少有白色底布的衣服。依據我們訪問的結果，年紀較大的村民們說，我們魯凱族最早的傳統服飾其實是獸皮或苧麻衣（取自樹皮），布料是日本統治時代從平地買來的，族人說反正黑色布就是比較多。雖然，我們還是有疑問，為什麼那麼剛好呢？老師說，台灣不是棉花產區，棉布料大多是外地進口。我有問家人，他們說當他小時候，傳統服飾也有絨布和麻紗布。不論如何，我們猜想，有沒有可能是當時黑色布料比較便宜，還是最早的時候，族人就是喜歡黑色呢？我們訪談了幾位族人，就人說「黑色，代表保守」啊！或許真是如此，我們魯凱族的確是比較保守的民族。

另外，依據我們訪問結果，年青族人才會比較愛用紅布、綠布和藍布做底布，而老人家則多以黑色為主。



◀2012 年多納黑米。照片中的男性魯凱族服飾—有頭飾、帽子、頸飾、肩帶、披肩、上衣、裙和綁褲。

◀2009 年多納黑米祭。照片中的女性魯凱族服飾—頭飾、帽子、頸飾、單串琉璃珠鍊、肩帶、上衣、手環、手套和裙。照片中以黑布為底，加上很多珠飾、十字繡、小鈴噹，和鋁飾品。



## 二、不同顏色質量對吸收太陽能的影響

我們研究不同顏色質量（1g、2g、3g）對於吸收太陽能的溫度變化。我們把實驗結果整理成圖 2-1 到 2-6，和表一。

由實驗結果，我們發現黑色、紫色、藍色、綠色等四個顏色會隨著顏料質量增多，其吸收效率會隨之微幅增加，而黃色、紅色及白色反而會隨著顏料質量越多，吸收效率卻隨之下降。

實驗過程中，吸收四小時的太陽能後，各個燒杯裡的水溫均會達到最高溫。比較各種顏色的 3g 和 1g，增溫和降溫的情形，整理如下表十三：

表十三、各種顏色升、降溫變化（溫度差為 3g 時水溫－1g 時水溫）

溫度差	黑色	紫色	藍色	綠色	黃色	紅色	白色
(3g 時水溫－1g 時水溫)	1.1℃	1℃	0.9℃	0.7℃	-1.3℃	-0.9℃	-0.4℃

由實驗結果顯示，黑色、紫色、藍色和綠色等四個顏色原本對於吸收太陽能的的比例就大於反射太陽能（內容詳見上述討論 1，或圖 1-1 到 1-3），因此，當顏料的質量越多，對於太陽能的吸收效率就會增加！不過，增加了顏料質量也會增加壓克力板上顏料的厚度，而增加的厚度就會阻礙熱量的傳導，這兩個因素相互影響下，使得燒杯內的水溫呈現微幅上升。總而言之，黑色、紫色、藍色和綠色的顏料質量愈多，愈能增加吸收太陽能的效能。

黃色、紅色及白色反而會隨著顏料質量越多，太陽能的吸收效率會隨之下降。單獨看黃色、紅色及白色為 1g、2g 和 3g 的實驗結果，吸收太陽能的效率都比黑色、紫色、藍色和綠色差，甚至無塗顏料的吸收效果都比這三種顏色好，可見這三種顏色吸收太陽能比例小於反射太陽能。當顏料厚度增加時，又更加阻礙了熱量的傳導，吸收太陽能的效益更差了，於是更加促其溫度下降。

依據訪談族人，黑色布是日本統治時期才有的，而早期是用樹藤、山羊和皮做的衣服，因此原先是白色的。日本統治台灣後，魯凱族少女是紅、白、綠這三種鮮豔顏色；年老婦女會改穿黑色和深藍；老人則習慣穿黑、藍色，而男孩子則不一定。族人對於顏色的看法是，深色看起來較老成，而淺色系顯得比較年輕。現代魯凱族人會依個人喜好來選擇魯凱族服飾的色彩，也有創新服飾可以選擇。

### 三、萃取植物染料對於太陽能吸收的影響

我們傳統魯凱族服飾以深色系，雖然手染布極少，但是刺繡技術卻很發達，其中，我們善用紅、黃和綠色繡線。我們參考族人習慣用萬壽菊和腎蕨來做的花環，於是採用這兩者來做為黃色和綠色染劑，而紅色我們則用校園中的非洲鳳仙花汁液。首先，我們收集這些花和葉，研磨加入蒸餾水後，萃取其汁液，然後把它們分別滴在 10x10cm 的透明壓克力板上。等這些汁液乾了之後，再把它們蓋在燒杯上，量測燒杯的水溫變化。



▲萬壽菊



▲腎蕨



▲非洲鳳仙花

我們發現紅色、綠色和黃色植物萃取染料對吸收太陽能的效能為：**綠色** > **黃色** > **紅色**。當染料為廣告顏料時，這三者的排序也相同。但是，以植物萃取的染料，吸收太陽能的效能比廣告顏料差。以紅色而言，植物萃取染料的吸收效能就比廣告顏料低於 22%、黃色則為 -13%；綠色為 -6%。

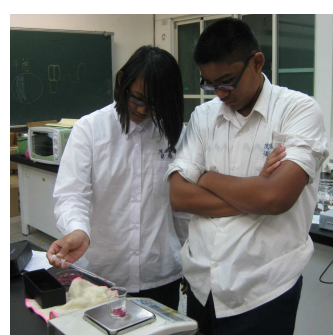
廣告顏料是化學濃縮物，而我們的技術只會用搗碎花、葉和加入蒸餾水方式來取得植物汁液，再將其塗在壓克力板，因此，顏料的濃度就較低。即使如此，但至少證明綠色、黃色和紅色，這三者間對吸收太陽能熱能的效益。



▲壓碎萬壽菊



▲壓非洲鳳仙花



▲萃取汁液並稱重量

我們將不同顏色 1g 所吸收的太陽能熱量整理如表十四。

**表十四、不同顏色 1g 所吸收太陽能熱量<sup>2</sup>**

日照時間 吸收熱量 (卡)		0 小時	1 小時	2 小時	3 小時	4 小時	5 小時	6 小時	7 小時	8 小時
		紅色	廣告顏料	0	860	1230	1410	1570	1100	940
植物萃取	0		671	952	1101	1226	862	735	565	450
黃色	廣告顏料	0	940	1340	1510	1630	1120	950	740	570
	植物萃取	0	819	1166	1315	1416	972	828	645	501
綠色	廣告顏料	0	980	1390	1540	1660	1180	980	790	590
	植物萃取	0	930	1319	1460	1570	1116	932	739	552

#### 四、不同比例的顏色混合對於太陽能吸收的影響

我們用不同顏色共 3g 的顏料，以 2：1、1.5：1.5，和 1：2 的不同比例混合，來研究不同比例顏色混合時，其對太陽能吸收的影響。我們把實驗結果做成圖 3-1 到 3-8，圖 4-1 到 4-12。

依據我們討論一的結果，各顏色對吸收太陽能的效益為**黑色 > 紫色 > 藍色 > 綠色 > 無顏料 > 黃色 > 紅色 > 白色**，而當我們混合顏料進行實驗後，研究結果也符合上述現象，即當黑色、紫色、藍色和綠色的比例較較高時，較能有效的吸收太陽能；而當黃色、紅色，和白色的比例較高時，反而阻礙太陽能吸收效能。可見，黑色、紫色、藍色和綠色吸收太陽能的效能較高；黃色、紅色，和白色的效能較差。

在各種不同的顏色組合中，我們發現，當黑色的比例愈高，愈會吸收太陽熱能。詳細的實驗數據，我們整理為表七到表十一。各種組合中，以 2：1 混合黑色和紫色對太陽能吸收的效果最好，而 1：2 混合紅色與白色的效能較差。再將上述兩組做比較，前者最高溫度為 37.5°C（表二），後者最高溫為 31.1°C（表六），兩組差了 6.4°C，由此可知，兩者的效能差距大。

我們傳統服裝中，年青女性會用紅色、深藍和深綠做底布，大致而言，整個服裝的色系都偏深色，配上美麗的珠飾與紅色、黃色、綠色刺繡，對比明顯，整體感覺很亮眼喔！

<sup>2</sup> 我們利用自然與生活科技課本計算蒸餾水吸收太陽能之熱量變化，其公式為： $\Delta H = M \times S \times (T_2 - T_1)$

說明： $\Delta H$ ：熱量變化，單位為卡 (cal)；M：質量，單位為克 (g)；S：比熱，單位 cal/g°C；  
T<sub>2</sub>：末溫，單位°C；T<sub>1</sub>：初溫，單位為°C



## 五、訪問社區耆老與人士

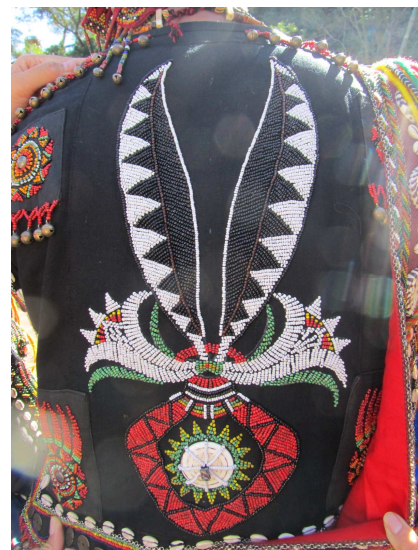
我們屬於魯凱族下三社，群聚地點就是高雄市茂林區，雖然同為魯凱族，卻和西魯凱（霧台）和東魯凱的語言並不相同，就連下三社裡也有三個語言不相同的小族群—茂林、萬山和多納。由於我們世居山中，而且長期與排灣族往來，兩族的服裝與習俗有些相似，因此日治時代還被劃入排灣族。老師有幫我們找一些魯凱族相關書籍，但內容大多是霧台魯凱或東魯凱。

所以，我們在研究自己族群對於顏色的文化意義時，資料比較少，只能靠著訪問社區耆老、家人或是族語老師。我們所獲得的資料，也可能和其他文獻記載不太相同<sup>3</sup>。

### （一）魯凱族的傳統服飾顏色

以服飾來說，我們傳統服飾是獸皮和苧麻，常用的獸皮是山羌、山羊或豹皮，山豬皮就比較硬。由於是獸皮和苧麻衣，因此顏色在原先的魯凱下三社文化中並沒有特別意涵。有些年紀比較大的受訪者就說，魯凱族最先最早的服飾不是黑色，而是白色的（苧麻的樹皮曬乾，抽成纖維後製成衣服，顏色會有帶點白色）！

大約是日本統治台灣時期，我們和排灣族藉由交易或通婚以獲得布料，也有人說是日本人教魯凱下三社人染色技巧。不過，我們受談者幾乎都說魯凱族的布都是外來的，可用的顏色就是如此。為什麼恰好形成黑色、藍色或紅色底布的衣服，他們就沒那麼肯定了。倒是，訪談人士他們都說，我們後來布料都是深色系為主，繡線以紅、黃和綠色為主。布料幾乎沒有什麼顏色變化，不過，刺繡的圖騰卻非常豐富與美麗，而且圖騰具有文化意涵，例如陶壺、百合花、人像紋或百步蛇紋等。



<sup>3</sup> 王蜀桂（2004），台灣原住民傳統織布一書，第 228-232 頁，介紹魯凱族的織布文化，書中為霧台魯凱，茂林下三社魯凱族沒有書中所言的織布房。但書中提及，早期穿著皮革製皮褲。

我們訪談記錄中，多納魯凱曾經出現染布，但可能是近十幾年有人曾經嘗試，而我們三位族語老師很肯定的說，我們魯凱族下三社沒有染布，連查得的資料也說如此<sup>4</sup>，所以，早年魯凱族下三社的布都是向外地購買或交換而得來的。可能因為如此，我們在訪談顏色在魯凱族的文化意涵時，很難肯定說顏色在我們文化中的特殊意義，很可能是當時的選擇少，或如同受訪者提到的，黑色底布恰好我們保守的民族要求或百步蛇崇拜。不過，至少，藉由我們的實驗，恰好黑色和藍色布對於居住在山區的我們，是具有實際的增溫效果的。亞磊絲·泰吉華坦（p.52）提到，各原住民族早期衣物都以蔽體禦寒為主要目的。如果依照亞磊絲·泰吉華坦所言，配合我們實驗的驗證，我們魯凱祖先選用黑色、藍色為主的服飾，可說十分有智慧。

對於黑色和白色，族語老師說這兩色對於魯凱族下三社而言，很可能代表對百步蛇和百合花的崇敬。至於年輕女性，為了看起來活潑，則會選用黑色布以外的藍布、紅布或綠色布（綠色布比較少），而長年者一律是黑色和深藍色。

另外，早期我們魯凱族為貴族社會，但是，據我們訪談，衣飾的顏色和階級並沒有關係，衣飾的圖騰才具有文化意涵，另外，前面提及的年輕女性可選擇較亮眼的色彩，而在特殊場合，例如結婚慶典中，新娘衣服也是紅色或黑色，而男生會基於表示地位，會有毛皮的服飾。另外，喪禮服飾則一律為黑色。

在我們的文化中，慶典中有編織花環，而美麗的花環有些以腎蕨為環，裝飾有各色的萬壽菊和野花。我們的研究就是採用黑、白、紅、黃、藍、綠，和紫色來做研究。



<sup>4</sup> 對照文獻記錄，我們訪談資料和喬宗志（2001）所寫的台灣原住民史-魯凱族史篇相同，書中第70頁「茂林地區七十歲左右的報導人肯定的表示，茂林一帶的魯凱族不會織布，布農族才會。」

至於亞磊絲·泰吉華坦（2006），認識台灣原住民族—充滿藝術氣息的魯凱族，第52頁中提及魯凱族有染布技術，所指的應是染色繡線。



## (二) 魯凱族的染布

如前面所述，我們魯凱族下三社沒有染布，但我們很可能會染繡線，只是因為交易方便，後來，我們都是向外地交換或購買。如果使用染料的話，我們是植物染料，把線泡入加水的植物汁液中，再來拿曬和用火爐烘乾。據多納魯凱的受訪者表示，他們會使用的染色植物為 cengeé (染紅色)、dadase (染黃色)、miceé 和 wadebeé，不過，受訪者不會這些植物名稱的中文名稱。在此，我們要感謝多納里的江添祿先生，當我們第二次去訪談他時，他想起家裡有本植物書籍，於是他找了很久，想要告訴我們那些植物，可惜，還是沒有找到。



▲多納里江先生盡力幫我們找植物圖鑑

## (三) 魯凱族的防曬方法

我們知道了魯凱族服飾顏色具有實質上的吸熱效果外，也順便問了早年的魯凱族人在山林或野外的防曬方法。受談者提到，祖先們沒有特別防曬方法，他們以前會綁葉子在身上，例如山棕葉。萬一真得曬傷了，他們會塗豬油。基本上，我們山上很少聽到有人曬傷，除非在溫泉旁曬太陽，曬到睡著吧。



▲潘廣雄先生



▲魏頂上先生



▲賴銀花女士



▲駱秋香女士



## 柒、結論

- 一、我們萃取魯凱下三社常用的繡線顏色—紅色、黃色、綠色，實驗其對太陽能吸收的效能。實驗結果為吸收太陽能效能由大到小依序為**綠色>黃色>紅色**。
- 二、廣告顏料吸收太陽能的效能大小依序為 **黑色>紫色>藍色>綠色>無顏料>黃色>紅色>白色**。
- 三、黑色、紫色、藍色、綠色等四個顏色會隨著顏料質量越多，其吸收太陽能效率會隨之微幅增加；而黃色、紅色及白色卻會隨著顏料質量越多，吸收效率會隨之下降。
- 四、吸收太陽能效能越好的顏色混合比例越多，其混合後吸收的效能越好，例如組合顏色時，黑色和紫色愈多，效能愈好。
- 五、各種顏色不同的組合中，我們將黑色與紫色以 2：1 混合及紅色與白色以 1：2 混合，兩組吸收太陽能效能最好與最差作比較，前者最高溫度可達 37.5°C，而後者只可達 31.1°C，差距為 6.4°C。
- 六、相同 3g 質量下，黑色顏料最高可吸收 1860 卡，白色最高為 1430 卡，兩者差了 430 卡。
- 七、我們魯凱族下三社傳統衣服原是獸皮和芋蔴衣，後來經由交易得到布料，以黑色和藍色為主，年輕女性會穿藍、紅和綠色底布的衣服。
- 八、我們魯凱族下三社沒有染布，黑色可能是保暖、百步蛇崇拜或保守之意。其他顏色較不具文化意涵。



## 捌、參考資料

一、感謝下列人士接受訪問，提供我們資料：

- ㄟ 茂林區茂林里魏頂上先生（社區文化工作者，族語教師）
- ㄟ 茂林區萬山里賴銀花女士
- ㄟ 茂林區萬山里駱秋香女士（社區文化工作者，族語教師）
- ㄟ 茂林區多納里張正妹女士（族語教師）
- ㄟ 茂林區多納里潘廣雄先生（族語教師）
- ㄟ 茂林區多納里江添祿夫婦（部落四個長老之一）
- ㄟ 茂林區多納里江魯金雲女士（多納里里長）
- ㄟ 茂林區多納里賴銀柳先生（多納里牧師）
- ㄟ 茂林區多納里巫秋田夫婦
- ㄟ 茂林區多納里江添祿先生

二、喬宗志（2001），台灣原住民史 魯凱族史篇，南投市：省文獻會

三、王蜀桂（2004）台灣原住民傳統織布，台中市：晨星

四、亞磊絲·泰吉華坦（2006），認識台灣原住民族－充滿藝術氣息的魯凱族，台北市：原產會