

中華民國第 55 屆中小學科學展覽會
作品說明書

高中組 生物（生命科學）科

040716

防曬乳對水中生物的影響

學校名稱：花蓮縣私立海星高級中學

作者： 高二 陳新名 高二 龔益晴 高二 邱以芹	指導老師： 黃郁翔
---	------------------

關鍵詞：防曬乳、生物毒性、水蚤

摘要

本研究選用了分別以奧克立林、桂皮酸鹽、氧化鋅為主成分的六款市售防曬乳，因有一種以氧化鋅為主成分的防曬乳不溶於水，故購買氧化鋅原料來與另一種可溶於水的防曬乳做較完整的對比。透過序列稀釋法配置成 10000ppm、1000ppm、100ppm、10ppm、1ppm、0.1ppm、0.01ppm 等七種不同濃度的水溶液，在 48 小時內觀察水蚤在這些溶液中的存活情形，初步結果顯示三種成分中以奧克立林的致死率最高，氧化鋅次之，桂皮酸鹽最低。除此之外，水溫的高低與光照的有無也對這些成分的致死率有些影響。

壹、研究動機

一、炎熱的夏天總是讓人迫不及待地想要到溪邊戲水，但為了不被炙熱的烈日曬傷、曬黑，人們大都會塗抹防曬乳來預防。但各式各樣的防曬成分並非對人體完全沒有影響，也曾經看到一篇網路媒體的報導，提到每年約有 4000-6000 噸的防曬乳從海邊戲水的民眾身上淘洗到海水裡，其中的某些防曬成分在進入海洋之後，會促進病毒攻擊珊瑚的共生藻，間接使得珊瑚白化甚至死亡；我們不禁想到，這些防曬成分在進入溪水之後，是否也會對淡水中的生物造成某些影響呢？我們選擇了最常用來測試生物毒性的水蚤作為實驗材料，探討常見防曬成分對水蚤的影響。(環境資訊中心：選對防曬產品 我也是愛海洋的白晝水美人！ <http://e-info.org.tw/node/86645>)

貳、研究目的

- 一、探討三種防曬成分在不同濃度下對水蚤的死亡率。
- 二、探討水溫的高低是否會影響三種防曬成分對水蚤的死亡率。
- 三、探討光照的有無是否會影響三種防曬成分對水蚤的死亡率。

參、研究設備及器材

電子天平、水浴槽、滴管、燒杯、附蓋玻璃瓶、溫度計、加熱攪拌器、塑膠盆、六款市售防曬乳、氧化鋅、水蚤

肆、研究過程或方法

一、文獻探討

(一) 紫外線的種類與對人體的影響

太陽光中的紫外線可分為 UVC (波長：200~290nm)、UVB (波長 290~ 320nm) 及 UVA (波長 320~ 400nm) 三種，UVC 因穿透大氣層的能力較弱，所以對人體影響甚小，UVB 主要會傷害皮膚表層，使皮膚發紅或曬傷，而 UVA 因穿透力強，會破壞真皮中的膠原蛋白和彈性纖維，並引發黑色素形成，使皮膚漸次曬黑、甚至造成皮膚提早老化等現象。(衛福部食藥署：認識防曬產品及正確防曬

http://www.fda.gov.tw/tc/siteNews.aspx?sid=40&id=20&chk=ce618dc8-daec-41d6-945b-915ee0989834#.VSKeQ_mUd8E)

(二) 防曬係數的意義

常見的市售防曬乳上所標示防曬係數包含 SPF 與 PA 兩種，茲分述如下：

1. SPF, Sun Protection Factor, 代表可延長皮膚被 UVB 曬紅時間的倍數。舉例來說，如果原本不擦防曬劑時 20 分會產生皮膚發紅，塗抹某防曬劑後需 2 小時才發紅，此防曬劑 SPF 即為 6 ($120/20=6$)。目前衛生署規定防曬劑的防曬係數標示上限為 50，若超過 50 者，則以「SPF 50+」或「SPF 50 Plus」標示之。
2. PA, Protection grade of UVA, 通常以「+」號的多寡來表示，其中 PA+表示 PPD 數值 2~4，PA++表示 PPD 數值 4~8，PA+++表示 PPD 數值>8。PPD 值代表可延長皮膚被 UVA 照射後產生持續性曬黑時間的倍數。舉例來說，一般人若曬十分鐘的太陽會有持續性的曬黑出現，使用 PA+++的防曬產品可延長到 80 分鐘以上才會產生持續性的曬黑。(快樂小藥師：認識防曬係數，了解正確防曬原則 <http://mulicia.pixnet.net/blog/post/4071435>)

(三) 防曬乳中的常見成分與對人體的影響

我們在各家藥妝店裡檢視防曬乳背面所標示的成分，挑出了比較常見的三種成分進行調查：

1. 氧化鋅(Zinc Oxide, ZnO)

屬於物理性防曬成分，防護範圍包括 UVB 與全部的 UVA，可反射紫外線。但使用後會造成皮膚乾燥，具收斂性，針對面皰具有部份制菌、乾燥功效。

2. 奧克立林(Octocrylene)

屬於化學性防曬成分，防護範圍主要為 UVB，濃度高時可防護部分 UVA，可吸收紫外線。但會增加皮膚中游離自由基的形成，長期使用可能增加患皮膚癌機率和加速皮膚細胞衰老。衛生署規定上限為 10 %。

3. 桂皮酸鹽(Octyl Methoxycinnamate)

屬於化學性防曬成分，防護範圍為 UVB，可吸收紫外線。是目前被全世界廣為使用的防曬成份。但會干擾內分泌，導致男性體內睪固酮下降。衛生署規定上限為 10 %。(化粧品、保養品全成份查詢分析 - Cosdna

<http://www.cosdna.com/cht/stuff.php>)

二、市售防曬乳樣本選擇

在市面上的眾多商品中，我們依前述三種物質為目標，各自選出了兩種不同防曬係數的產品來進行實驗（如表 1）。另外選用氧化鋅與曼秀雷敦 SUNPLAY 防曬乳液－溫和寶貝型做相較於曼秀雷敦 SUNPLAY 防曬乳液－戶外玩樂型的比較。

表 1. 六款防曬乳、氧化鋅的比較

代號	品名	主成分	類型	SPF	PA
A	sebamed 施巴防曬乳液 SPF50	奧克立林	化學性	50	未標示
B	雪芙蘭防曬乳液 SPF30 戶外運動/抗汗配方	奧克立林	化學性	30	+++
C	Biore 含水防曬保濕水凝露 PA+++ /SPF50	桂皮酸鹽	化學性	50	+++
D	Biore 含水防曬保濕水凝露 PA+++ /SPF30	桂皮酸鹽	化學性	30	+++
E	曼秀雷敦 SUNPLAY 防曬乳液－溫和寶貝型	氧化鋅	物理性	50+	+++

F	曼秀雷敦 SUNPLAY 防曬乳液－戶外玩樂型	氧化鋅	物理性	50+	++
G	氧化鋅	氧化鋅	物理性	X	X

三、以水蚤檢測六款市售防曬乳的生物毒性

(一) 防曬乳濃度與水蚤死亡率的關聯

1. 使用一般配置溶液的方式配出氧化鋅的 7 種 ppm 數，其他六種防曬乳則用序列稀釋法配置成 100000ppm、10000ppm、1000ppm、100ppm、10ppm、1ppm、0.1ppm、0.01ppm 的水溶液。
2. 先使用 80 目濾網濾出較大的水蚤，再於附蓋的玻璃管中加入 9ml 的池水與 50 隻水蚤，再加入 1ml 的前述水溶液，蓋上蓋子輕輕翻轉三次，使液體混合均勻，即為 10000ppm、1000ppm、100ppm、10ppm、1ppm、0.1ppm、0.01ppm 等七種濃度，接著將蓋子旋鬆以保持空氣流通。
3. 將水溫控制在 20°C，持續 48 小時。
4. 分別在 24 小時與 48 小時後計算水蚤的死亡率。

(二) 水溫高低對防曬成分生物毒性的影響。

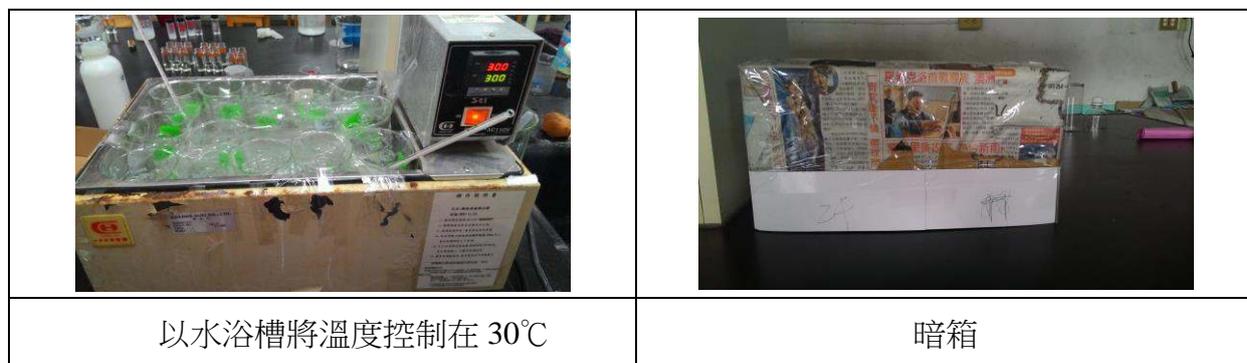
1. 參考實驗(一)的結果後，選擇 1000ppm、100ppm、10ppm 等三種濃度進行進一步的實驗。
2. 將水溫分別控制在 20°C 與 30°C，持續 48 小時。
3. 分別在 24 小時與 48 小時後計算水蚤的死亡率。

(三) 光照有無對防曬成分生物毒性的影響。

1. 參考實驗(一)的結果，選擇 1000ppm、100ppm、10ppm 等三種濃度進行進一步的實驗。
2. 一批放置於日光燈下照射，另一批放置於暗箱中，持續 48 小時。
3. 分別在 24 小時與 48 小時後計算水蚤的死亡率。(生物急毒性檢測方法－水蚤

靜水式法

http://gazette.nat.gov.tw/EG_FileManager/eguploadpub/eg017065/ch07/type1/gov60/num19/OEg.pdf



伍、研究結果

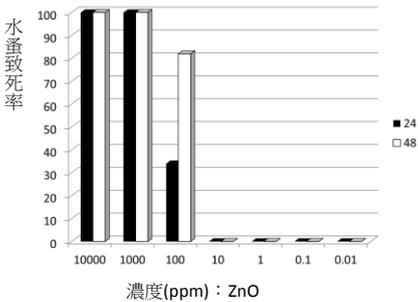
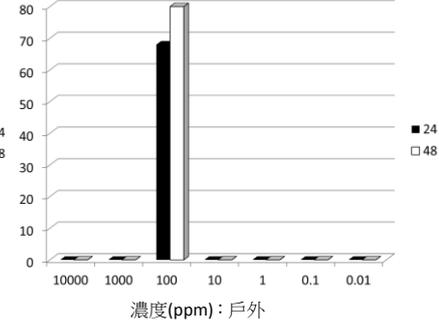
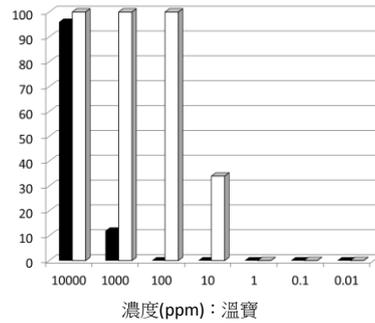
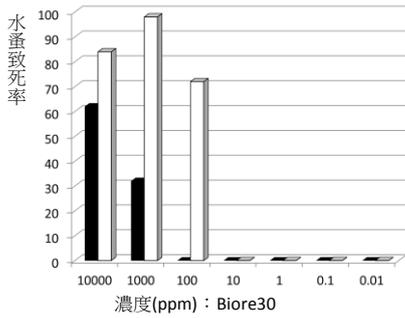
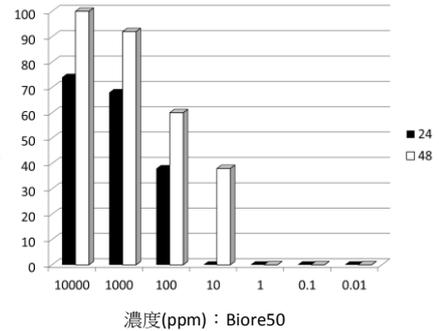
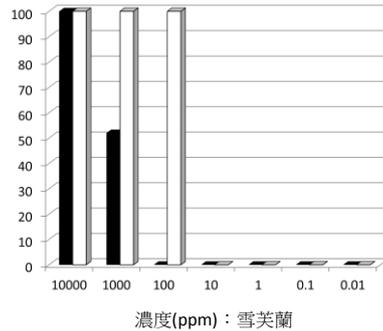
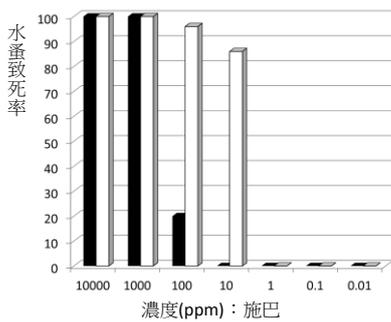
一、 防曬乳濃度與水蚤死亡率的關聯

濃度在 0.01ppm~1ppm 之間時，防曬乳對水蚤的影響不太明顯；從 10ppm 開始，死亡率隨濃度提高而增加，若由防曬乳的主成分來看，毒性由強至弱依序為奧克立林(A、B 組)、氧化鋅(E、F、G 組)，桂皮酸鹽的毒性則較弱(C、D 組)。(如表 2)對於 B、D 兩組 ppm 濃度下死亡率為零，我們推測 B 組會有此種結果可能是 A、B 兩款防曬乳係由不同公司所製造，因此使用的成分有所差異，又或是與 C、D 兩組原因相同，係因 SPF 數值差異而造成的結果。

表 2. 防曬乳濃度與水蚤死亡率

	10000ppm		1000ppm		100ppm		10ppm		1ppm		0.1ppm		0.01ppm	
	24H	48H	24H	48H	24H	48H	24H	48H	24H	48H	24H	48H	24H	48H
A	100	100	100	100	20	96	0	86	0	0	0	0	0	0
B	100	100	52	100	0	100	0	0	0	0	0	0	0	0
C	74	100	68	92	38	60	0	38	0	0	0	0	0	0
D	62	84	32	98	0	72	0	0	0	0	0	0	0	0
E	96	100	12	100	0	100	0	34	0	0	0	0	0	0
F	×	×	×	×	68	80	×	×	×	×	×	×	×	×
G	100	100	100	100	34	82	0	0	0	0	0	0	0	0

(註：F 為曼秀雷敦 SUNPLAY 防曬乳液戶外玩樂型，經攪拌 24 小時後仍無法形成均勻態，也無法進行序列稀釋，故僅以等同於 100ppm 的比例配置成不均勻態來進行實驗)



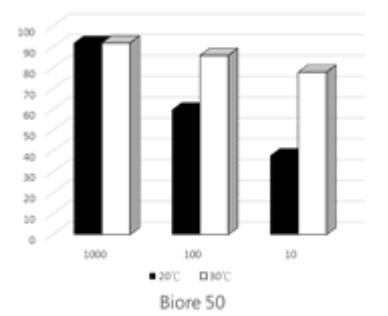
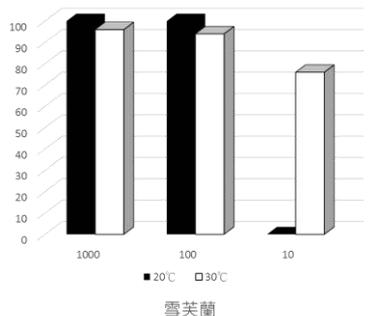
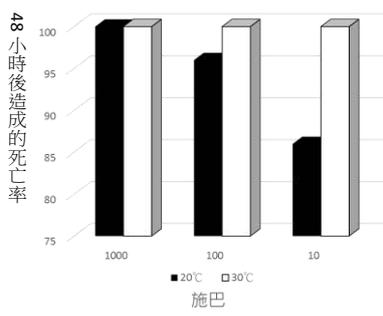
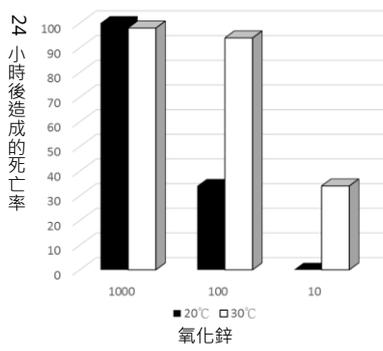
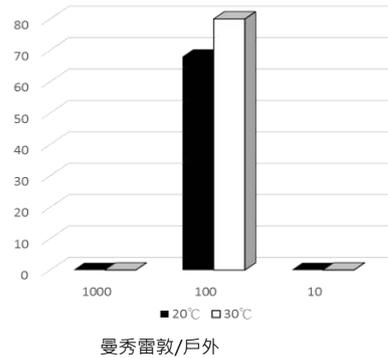
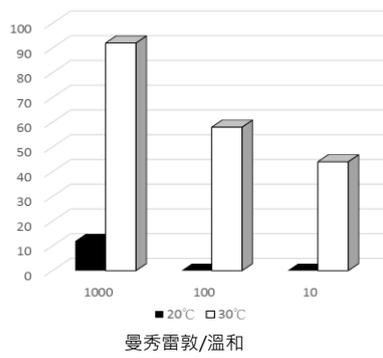
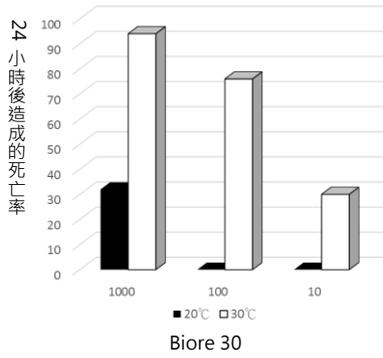
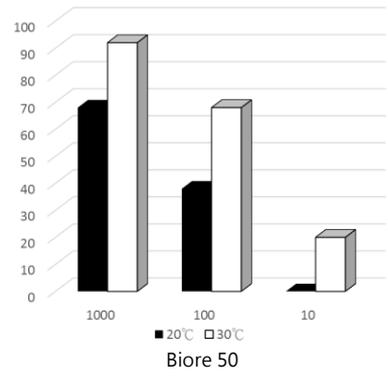
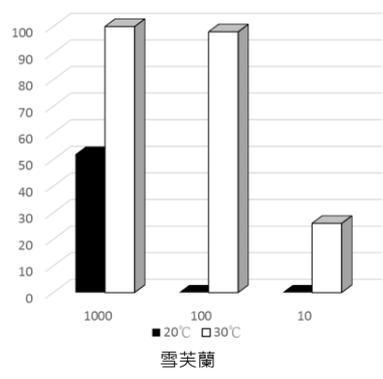
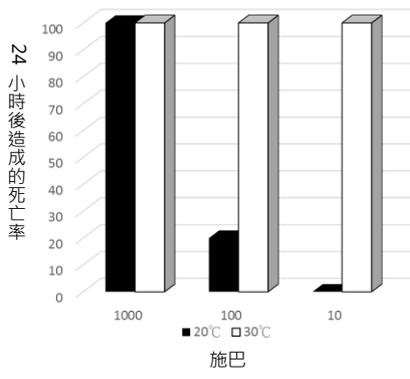
二、 水溫高低對防曬成分生物毒性的影響。

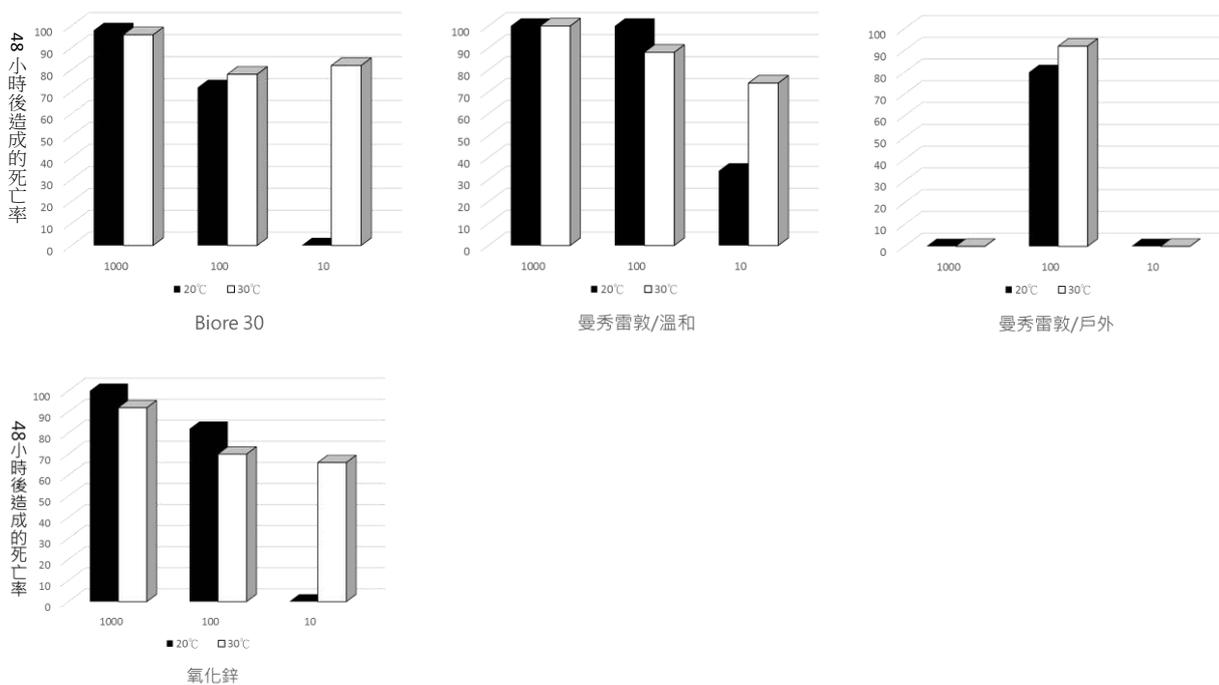
水溫提高到 30°C 時，大部分的組別中水蚤的死亡率都有明顯提升，但仍有部分組別呈現不升反降的狀況。針對此一結果我們目前無法解釋，可能還需要再重複幾次實驗操作以確認是否為操作時的疏忽所導致的誤差。(如表 3)

表 3. 水溫高低與水蚤死亡率

		1000ppm		100ppm		10ppm	
		20°C	30°C	20°C	30°C	20°C	30°C
A	24H	100	100	20	100	0	100
	48H	100	100	96	100	86	100
B	24H	52	100	0	98	0	26
	48H	100	96	100	94	0	76
C	24H	68	92	38	68	0	20
	48H	92	92	60	86	38	78
D	24H	32	94	0	76	0	30
	48H	98	96	72	78	0	82
E	24H	12	92	0	58	0	44
	48H	100	100	100	88	34	74
F	24H	×	×	68	80	×	×
	48H	×	×	80	92	×	×
G	24H	100	98	34	94	0	34
	48H	100	92	82	70	0	66

(註：F 為曼秀雷敦 SUNPLAY 防曬乳液戶外玩樂型，經攪拌 24 小時後仍無法形成均勻態，也無法進行序列稀釋，故僅以等同於 100ppm 的比例配置成不均勻態來進行實驗)





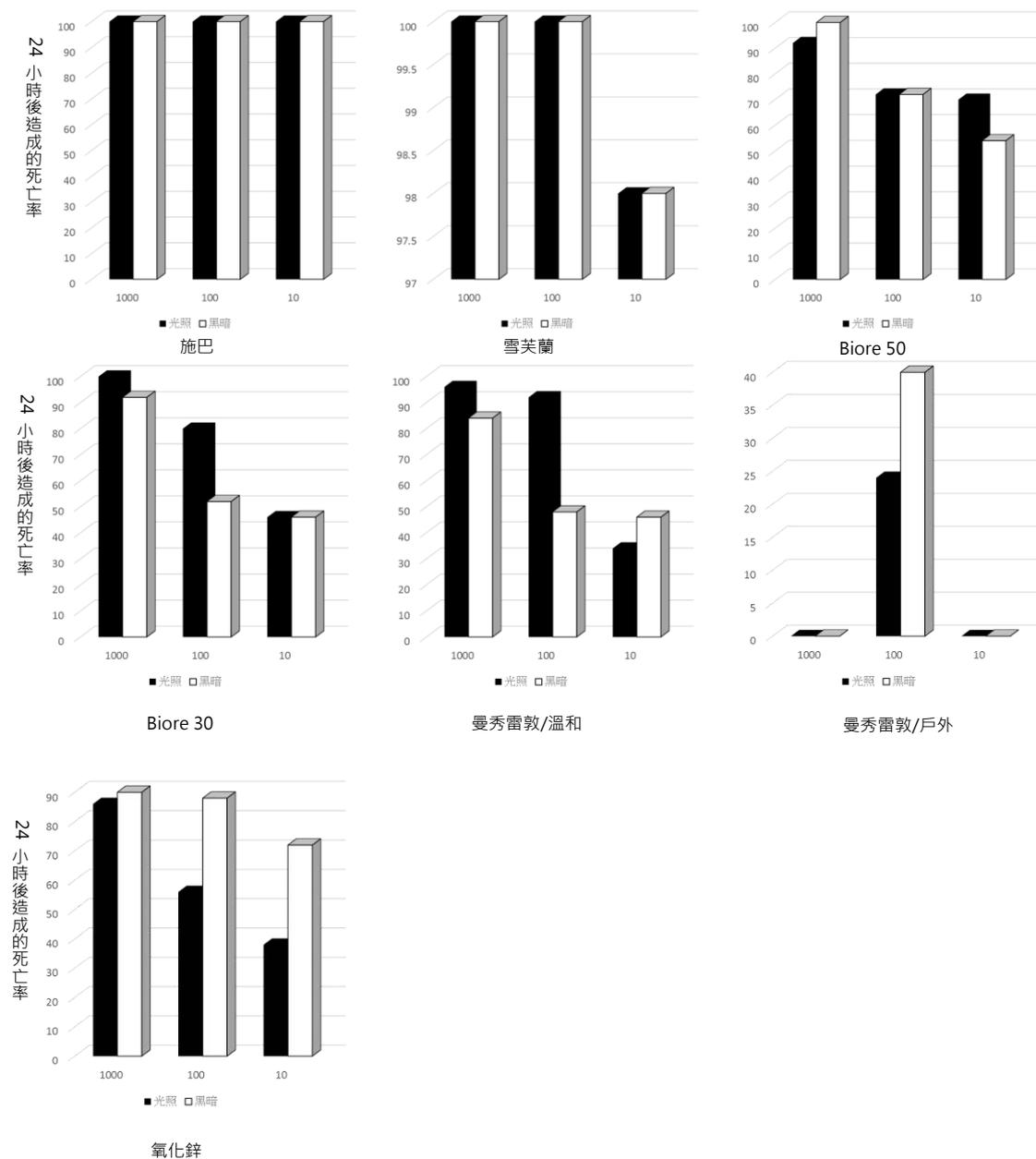
三、 光照有無對防曬成分生物毒性的影響。

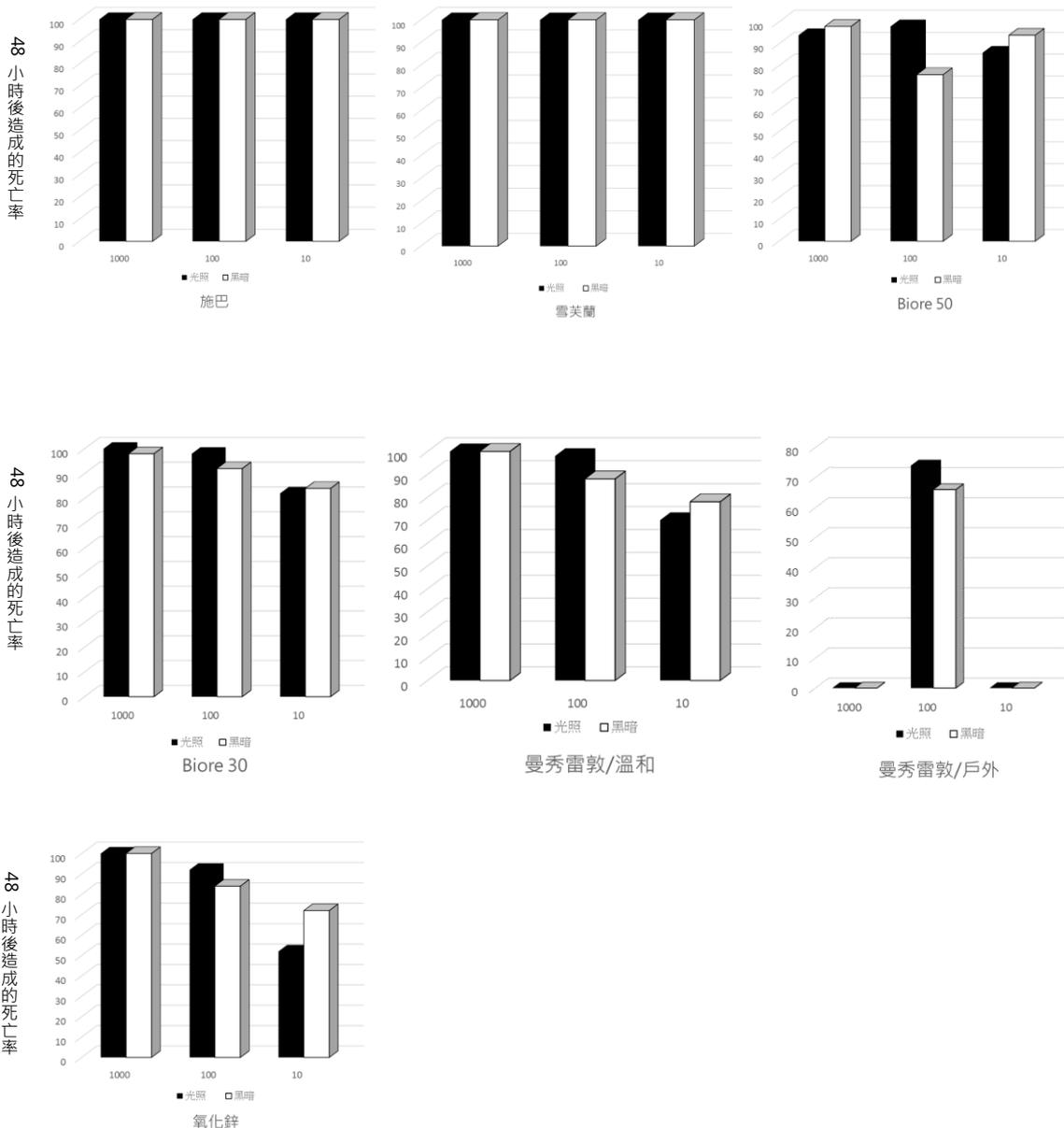
根據不同類型防曬成分的作用原理推測，化學性成份在吸收紫外線後分子結構會發生改變，光照的有無對致死率應該會有明顯的影響；物理性成份因為只是反射紫外線，故光照的有無對致死率應該不會有明顯的影響。雖有部分數值與假設不符，但大體上看來還是印證了我們的假設。(表 4. 光照有無與水蚤死亡率)

		1000ppm		100ppm		10ppm	
		光照	黑暗	光照	黑暗	光照	黑暗
A	24H	100	100	100	100	100	100
	48H	100	100	100	100	100	100
B	24H	100	100	100	100	98	98
	48H	100	100	100	100	100	100
C	24H	92	100	72	72	70	54
	48H	94	98	98	76	86	94
D	24H	100	92	80	52	46	46
	48H	100	98	98	92	82	84

E	24H	96	84	92	48	34	46
	48H	100	100	98	88	70	78
F	24H	×	×	24	40	×	×
	48H	×	×	74	66	×	×
G	24H	86	90	56	88	38	72
	48H	100	100	92	84	52	72

(註：F 為曼秀雷敦 SUNPLAY 防曬乳液戶外玩樂型，經攪拌 24 小時後仍無法形成均勻態，也無法進行序列稀釋，故僅以等同於 100ppm 的比例配置成不均勻態來進行實驗)





陸、討論

- 一、由實驗結果可知，防曬乳的濃度達到 10ppm 時，就已經開始造成死亡率，但仍然有組別是沒有造成死亡的，我們推測是配製防曬乳所使用的成分有所差異，又或是與 C、D 兩組原因相同，係因 SPF 數值差異而造成的結果。
- 二、防曬乳濃度達 100ppm 時，對水蚤的致死率相當明顯，但此時的水溶液已成明顯的白濁狀態。依此推測，以正常方式與正常用量來使用防曬乳時，對水蚤的影響不算明顯。但對溪流中的水棲昆蟲來說，對水蚤沒有影響的濃度是否會對牠們產生危害仍不確定，後續應以這些可作為水質指標的水棲昆蟲來進行實驗對象。
- 三、本次實驗以靜止水體為主，水蚤與防曬乳溶液進行了長時間的接觸，但在流動水體

裡的水棲昆蟲不太可能長時間與防曬乳溶液接觸，每次的接觸應該都只是短暫的，至於接觸次數是否會影響牠們的存活，仍需進一步的實驗來確認。

四、為了使此實驗有對比性，我們以身高為 1.8 公尺的人當作比例尺，測量攔沙壩的水量，並以平常我們去溪邊遊玩時所大約使用的防曬乳溶液相除，來測量大約會達到多少 ppm 數，經過運算後得出的 ppm 數約為 0.01585ppm，由此可知單單一人所造成的 ppm 數並不會對水中生物造成太大的危害。

五、水溫實驗中，水溫提高應造成死亡率的增加，但仍有部分組別呈現下降的現象，對於這樣的結果是否與成分性質有關，需要後續進一步的探討。

柒、結論

- 一、三種常見防曬成分中，奧克立林的生物毒性最高，氧化鋅次之，桂皮酸鹽稍弱。
- 二、氧化鋅在 10ppm 時就會影響水蚤，另外兩者則要在 100ppm 以上才開始產生影響。
- 三、水溫與光照對防曬成分的生物毒性是否有影響，還需要更嚴謹的實驗來確認。

捌、參考資料及其他

- 一、環境資訊中心：選對防曬產品 我也是愛海洋的白晝水美人！
<http://e-info.org.tw/node/86645>
- 二、衛福部食藥署：認識防曬產品及正確防曬
http://www.fda.gov.tw/tc/siteNews.aspx?sid=40&id=20&chk=ce618dc8-daec-41d6-945b-915ee0989834#.VSKeQ_mUd8E
- 三、快樂小藥師：認識防曬係數，了解正確防曬原則
<http://mulicia.pixnet.net/blog/post/4071435>
- 四、化粧品、保養品全成份查詢分析 - Cosdna <http://www.cosdna.com/cht/stuff.php>

五、 生物急毒性檢測方法－水蚤靜水式法

http://gazette.nat.gov.tw/EG_FileManager/eguploadpub/eg017065/ch07/type1/gov60/num19/

OEg.pdf

【評語】 040716

探討三種防曬乳成分在不同濃度下對水蚤的死亡率。實驗動機有趣，但研究深度不足，僅用水蚤不能代表對生態之影響。防曬成分是否溶於水也是要考慮。