

環境因子對水蚤影響之研究

國中組生物科第一名

高雄市立明義國民中學

作者：賴韻如

指導教師：梁楹佳

一、研究動機

生物課本上冊實驗1-2利用顯微鏡觀察水中的小生物，使我們了解到，生物分佈的廣泛與多采多姿，引起我們對觀察水中小生物的興趣。實驗觀察過程中，我們常可以在採集水中，看到一些長得圓嘟嘟的水蚤。由於在觀察過程中產生許多疑問，因而引發我們去飼養水蚤，並進一步探討各種環境因子對水蚤所產生的影響。

二、研究目的

- (一)水蚤之飼養及形態觀察。
- (二)探討各種環境因子對水蚤體色、存活率、心搏速率之影響。
- (三)探討水蚤在不同污染源中是否可作為污染指標。

二、研究設備與器材

- (一)顯微攝影裝置
- (二)顯微投影機
- (三)PH值測定儀
- (四)加熱器
- (五)冰箱
- (六)打氣機
- (七)凹槽載波片
- (八)玻璃器皿
- (九)藥品

四、研究過程與方法

- (一)水蚤的採集、飼養與形態觀察

1.採集地點與方法

- (1)採集地點有以下七處：

- A.學校附近過埤路旁一處廢棄魚池
- B.學校旁稻田
- C.學校西側水溝
- D.學校南側水溝
- E.學校北側水溝

F.學校南側稻田灌溉溝渠

G.前鎮橋附近前鎮河

詳細記錄各採集區之環境與水質，並拍照存檔。

2.飼養水蚤的方法

(1)將採集水以濾紙過濾，使小生物留於濾紙上，備妥標本瓶，並加入適量池水，將濾紙上的小生物放入其中。

(2)觀察水中可以看到水蚤之種類。並以顯微攝影裝置拍攝之。

(3)將標本瓶中的水蚤挑出，並置入另外容器中開始培養，每日餵食酵母粉少許，溫度以加熱器控制約在25°C到28°C之間。

(4)以顯微鏡及顯微投影裝置觀察水蚤之形態，與運動方式並加以記錄。

(二)環境因子對水蚤之影響

1.個體密度對水蚤心跳、體色、存活率之影響。

分別觀察記錄水蚤5、10、15、20、25、30、35、40、45、50隻在3ml池水中之心跳、體色、存活率。

2.環境溫度對水蚤心跳、體色、存活率之影響

控制溫度在5°C、10°C、15°C、20°C、25°C、30°C、35°C、40°C，定量水蚤在3ml池水中之心跳、體色、存活率。

3.環境PH值對水蚤心跳、體色、存活率之影響

配製PH為3、4、5、6、7、8、9、10、11、12之試水，置入定量水蚤，觀察水蚤心跳、體色、存活率。

4.水的混濁度對水蚤心跳、體色、存活率之影響

取泥土曬乾後以研鉢磨成細粉狀，分別稱取0、0.2、0.4、0.6、0.8、1.0、1.2、1.4、1.6、1.8、2.0g置入3ml之試水中，並取定量之水蚤放入其中，觀察並記錄水蚤之心跳、體色、存活率。

5.鹽份濃度對水蚤心跳、體色、存活率之影響

分別調配鹽份濃度2%、1%、0.8%、0.6%、0.4%、0.2%、0.1%之試水3ml，置入定量之水蚤，觀察並記錄水蚤之心跳、體色、存活率。

6.溶氧量對水蚤心跳、體色、存活率之影響

取定量水蚤放入9ml池水中，一支試管不打氣，其餘三支分別接口徑0.4cm、0.2cm、0.1cm之塑膠管，並打氣入試管中，觀察記錄水蚤之心跳、體色、存活率。

7.年齡對水蚤心跳、體色、存活率之影響

收集剛出生之小水蚤，並分別培養之，觀察記錄水蚤每日心跳、體色、存

活率。

(三)各種不同環境水質對水蚤之影響

- 1.取池水、自來水、蒸餾水、市售礦泉水、地下水、前鎮河水，放入定量水蚤，觀察記錄水蚤之心跳、體色、存活率。
- 2.取重度污染之前鎮水分別稀釋為3/3、2.5/3、2/3、1.5/3、1/3、0.5/3、0/3、(x/3x表示前鎮河水之ml數，x/3則代表加入3ml池水中，前鎮河水的量。)置入定量水蚤後，觀察並記錄水蚤之心跳、體色、存活率。
- 3.取各採集點中的水各3ml，置入定量水蚤，觀察並記錄水蚤之心跳、體色、存活率。

五、研究結果

(一)水蚤的採集、飼養及形態觀察

※結果1-1採集結果分析

【表1-1】

採集地點	A	B	C	D	E	F	G
採集地特徵	無污染源流入池中有馬達抽水打氣	由灌溉渠道或蓄積雨水而來	由稻田引水道及學校排出廢水會合而成	主要來自學校廢水	原為稻田灌溉水道學校施工已為泥土阻塞	渠道旁除住宅稻田外無其它污染源	為環保局列為重度污染之河川
水混濁度	++土黃色	+++土黃色	++無色但帶有污物	++無色但帶有污物	++++土黃色	+無色但帶有污物	++++黑色
水流動性	+	-	++	++	-	++++	+++
水中生物	水蚤(體呈透明)劍水蚤	水蚤(體呈紅色)貝蚤	水蚤(體呈透明)劍水蚤	水蚤(體呈透明)劍水蚤	水蚤(體呈紅色)劍水蚤貝蚤	無	無

- 1.水中生物以肉眼可見之小型甲殼類為主
- 2."+"、"- "表示程度之多寡+多-少。
- 3.A. 學校附近過埤路旁一廢棄魚池。 B. 學校旁稻田中水。 C. 學校西側水溝。 D. 學校南側水溝。 E. 學校北側水溝。 F. 學校南側稻田灌溉溝渠。 G. 前鎮橋附近前鎮河。

※結果1-2觀察飼養結果

- 1.水蚤：屬於節肢動物，甲殼綱、呈半透狀、肉眼可見運動方式以跳躍方式進行。

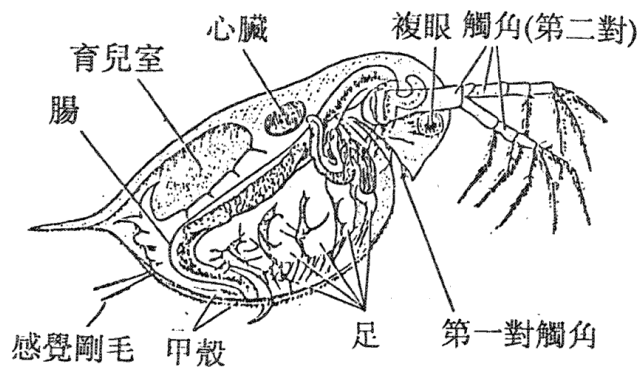


圖1-1

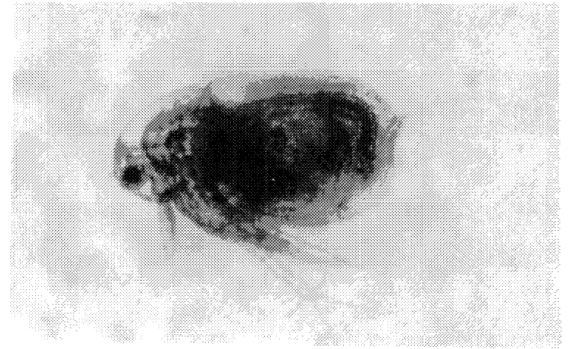


圖1-2

2. 劍水蚤：屬節肢動物甲殼綱體呈透明肉眼可見，動作較水蚤迅速。

3. 貝蚤：節肢動物甲殼綱，體不透明，爬行方式運動，體型較前兩者大。

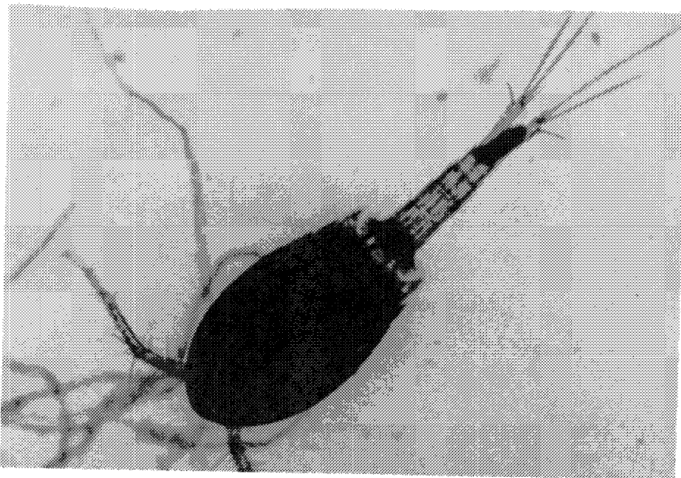


圖1-3

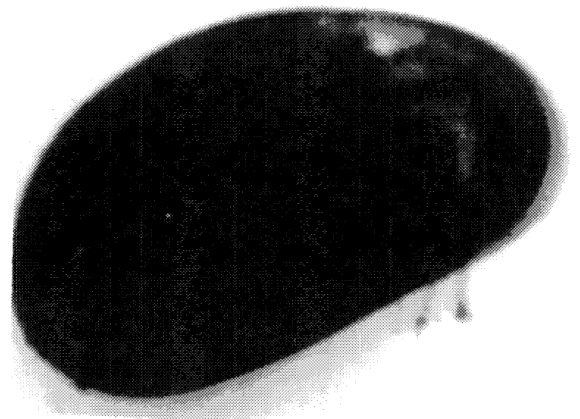


圖1-4

(二) 環境因子對水蚤之影響

※ 結果2-1 水蚤個體密度對水蚤之影響

水質：池水 水的體積：3ml ●平均心搏之單位為 次 / 分。

水蚤個體密度	5/3	10/3	15/3	20/3	25/3	30/3	35/3	40/3	45/3	50/3
平均心搏數	248	256	252	268	290	308	328	356	360	396

【表2-1】不同個體密度下水蚤平均心搏次數比較表

水質：池水 水的體積：3ml

水蚤個體密度	5/3	10/3	15/3	20/3	25/3	30/3	35/3	40/3	45/3	50/3	
第一天	存活數	5	8	14	22	31	27	38	39	36	20
	存活率	100%	80%	93%	110%	124%	90%	109%	98%	80%	40%
	體色	透明	透明	透明	透明	淡紅	淡紅	紅	紅	紅	紅
第二天	存活數	5	8	12	25	28	22	20	20	34	8
	存活率	100%	80%	80%	125%	112%	73%	57%	50%	76%	16%
	體色	透明	透明	透明	淡紅	淡紅	淡紅	紅	紅	紅	紅
第三天	存活數	8	8	12	30	22	14	12	10	8	1
	存活率	160%	81%	80%	150%	88%	47%	34%	25%	18%	20%
	體色	透明	透明	透明	紅	紅	淡紅	紅	淡紅	淡紅	淡紅
第四天	存活數	8	5	9	28	22	7	6	4	6	0
	存活率	160%	50%	60%	140%	88%	23%	17%	10%	13%	00%
	體色	透明	透明	透明	紅	紅	紅	紅	紅	紅	×
第五天	存活數	8	5	9	20	18	7	3	1	0	0
	存活率	160%	50%	60%	100%	72%	23%	9%	3%	00%	00%
	體色	透明	透明	淡紅	紅	紅	紅	紅	淡紅	×	×
第六天	存活數	6	2	9	16	15	5	0	0	0	0
	存活率	120%	20%	60%	80%	60%	17%	00%	00%	00%	00%
	體色	透明	透明	淡紅	紅	紅	紅	×	×	×	×
備註	1. X/3表示3ml水中有水蚤X隻。 2. 體色原為紅色之水蚤，死後身體會呈透明無色。 3. 存活率=存活的水蚤數 / 原有的水蚤隻數。小數點以下一位四捨五入。										

【表2-2】不同個體密度下水蚤存活率、體色比較表。

※結果2-2環境溫度對水蚤的影響

水質：池水

水的體積：3ml

環境溫度	5℃	10℃	15℃	20℃	25℃	30℃	35℃	40℃	45℃	50℃
平均心搏數	134	144	168	268	284	324	368	292	死亡	死亡

【表2-3】不同環境溫度下水蚤平均心搏次數比較表。

水質：池水

水的體積：3ml

環境溫度		5℃	10℃	15℃	20℃	25℃	30℃	35℃	40℃	45℃	50℃
第一天	存活數	5	7	16	24	24	22	13	8	0	0
	存活率	25%	35%	80%	120%	120%	110%	65%	40%	00%	00%
	體色	透明	透明	透明	透明	透明	透明	透明	透明	×	×
第二天	存活數	3	3	14	18	23	18	7	1	0	0
	存活率	15%	15%	70%	90%	115%	90%	35%	5%	00%	00%
	體色	透明	透明	透明	透明	透明	透明	透明	透明	×	×
第三天	存活數	2	1	14	22	20	19	3	0	0	0
	存活率	10%	5%	70%	110%	100%	95%	15%	00%	00%	00%
	體色	透明	透明	透明	透明	透明	透明	透明	×	×	×
第四天	存活數	0	0	8	22	18	15	0	0	0	0
	存活率	00%	00%	40%	110%	90%	75%	00%	00%	00%	00%
	體色	×	×	透明	淡紅	淡紅	透明	×	×	×	×
第五天	存活數	0	0	7	16	17	10	0	0	0	0
	存活率	00%	00%	35%	80%	85%	50%	00%	00%	00%	00%
	體色	×	×	透明	淡紅	淡紅	淡紅	×	×	×	×
第六天	存活數	0	0	6	12	12	5	0	0	0	0
	存活率	00%	00%	30%	60%	60%	25%	00%	00%	00%	00%
	體色	×	×	透明	淡紅	淡紅	淡紅	×	×	×	×
備註	1. 45℃的溫度下水蚤10分鐘後全部死亡。在50℃下水蚤立即死亡。 2. 在5℃下水蚤可忍受，但活動非常緩慢。 3. 存活率=存活的水蚤數/原有的水蚤隻數。小數點以下一位四捨五入。										

【表2-4】不同環境溫度下對水蚤的存活率、體色比較表。

※結果2-3環境PH對水蚤之影響

水質：池水

水的體積：3ml

環境酸鹼度 (PH值)	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
平均心搏數	204	236	232	256	272	280	292	304	328	332

【表2-5】不同環境酸鹼度下水蚤的心搏次數之比較表。

水質：池水

水的體積：3ml

環境酸鹼度 (PH值)	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
第一天	存活數	7	13	18	18	17	23	18	20	9	8
	存活率	35%	65%	90%	90%	85%	115%	90%	100%	45%	40%
	體色	透明	透明	透明	透明	透明	透明	透明	透明	透明	透明
第二天	存活數	2	10	14	17	16	22	21	18	4	5
	存活率	10%	20%	70%	85%	80%	110%	105%	90%	20%	25%
	體色	透明	透明	透明	透明	透明	透明	透明	透明	透明	透明
第三天	存活數	0	5	8	12	16	19	17	11	3	1
	存活率	00%	5%	40%	60%	80%	95%	85%	55%	15%	5%
	體色	×	透明	透明	透明	透明	透明	透明	透明	透明	透明
第四天	存活數	0	1	6	10	12	19	16	5	0	0
	存活率	00%	5%	30%	50%	60%	95%	80%	25%	00%	00%
	體色	×	透明	透明	透明	透明	透明	淡紅	透明	×	×
第五天	存活數	0	0	5	4	9	17	13	4	0	0
	存活率	00%	00%	25%	20%	45%	85%	65%	20%	00%	00%
	體色	×	×	透明	透明	透明	淡紅	淡紅	透明	×	×
第六天	存活數	0	0	0	2	6	13	12	2	0	0
	存活率	00%	00%	00%	10%	30%	65%	60%	10%	00%	00%
	體色	×	×	×	透明	透明	淡紅	淡紅	透明	×	×
備註	1. 存活率=存活的水蚤數 / 原有的水蚤隻數。小數點以下一位四捨五入。										

【表2-6】不同環境酸鹼度下對水蚤的存活率、體色比較表。

※結果2-4環境混濁度對水蚤之影響

水質：自來水

水的體積：3ml

環境混濁度	0	0.2	0.4	0.6	0.8	1.0	1.2	1.4	1.6	1.8	2.0
平均心搏數	268	276	284	280	276	284	272	288	296	304	292

【表2-7】不同環境混濁度下水蚤的心搏次數之比較表。

水質：自來水

水的體積：3ml

環境混濁度	0	0.2	0.4	0.6	0.8	1.0	1.2	1.4	1.6	1.8	2.0	
第一天	存活數	14	13	16	18	15	16	18	14	10	7	8
	存活率	70%	65%	80%	90%	75%	80%	90%	70%	50%	35%	40%
	體色	透明	透明	透明	透明	透明	透明	透明	透明	透明	透明	透明
第二天	存活數	11	13	16	16	14	16	10	10	9	4	6
	存活率	55%	65%	80%	80%	70%	80%	50%	50%	45%	20%	30%
	體色	透明	透明	透明	透明	透明	透明	透明	透明	透明	透明	透明
第三天	存活數	10	11	15	13	14	7	8	7	8	1	6
	存活率	50%	55%	75%	65%	70%	35%	40%	35%	40%	5%	30%
	體色	透明	透明	透明	透明	透明	透明	透明	透明	透明	透明	透明
第四天	存活數	7	7	14	7	13	6	9	4	6	0	3
	存活率	35%	35%	70%	35%	65%	30%	45%	20%	30%	00%	15%
	體色	透明	透明	淡紅	透明	透明	透明	透明	透明	透明	×	透明
第五天	存活數	4	5	13	9	9	4	7	2	3	0	2
	存活率	20%	25%	65%	45%	45%	20%	35%	10%	15%	00%	10%
	體色	透明	透明	淡紅	透明	透明	透明	透明	透明	透明	×	×
第六天	存活數	2	4	7	9	7	3	2	1	3	0	0
	存活率	10%	20%	35%	45%	35%	15%	10%	5%	15%	00%	00%
	體色	透明	透明	淡紅	透明	透明	透明	透明	透明	透明	×	×
備註	1. 存活率=存活的水蚤數 / 原有的水蚤隻數。小數點以下一位四捨五入。											

【表2-8】不同環境混濁度下對水蚤的存活率、體色比較表。

※結果2-5環境鹽度對水蚤之影響

水質：自來水 水的體積：3ml

環境鹽分濃度	0	10%	8%	6%	4%	2%	1%
平均心搏數	272	152	180	196	224	244	276

【表2-9】不同環境鹽分濃度下水蚤的心搏次數之比較表。

水質：自來水 水的體積：3ml

環境鹽分濃度	0	10%	8%	6%	4%	2%	1%	
第一天	存活數	16	0	5	9	10	13	17
	存活率	80%	00%	25%	45%	50%	65%	85%
	體色	透明	×	透明	透明	透明	透明	透明
第二天	存活數	12	0	3	5	9	9	15
	存活率	60%	00%	15%	25%	45%	45%	75%
	體色	透明	×	透明	透明	透明	透明	透明
第三天	存活數	9	0	0	4	9	7	12
	存活率	45%	00%	00%	20%	45%	35%	60%
	體色	透明	×	×	透明	透明	透明	透明
第四天	存活數	7	0	0	2	7	6	8
	存活率	35%	00%	00%	10%	35%	30%	40%
	體色	透明	×	×	透明	透明	透明	透明
第五天	存活數	7	0	0	0	5	3	7
	存活率	35%	00%	00%	00%	25%	15%	35%
	體色	透明	×	×	×	透明	透明	透明
第六天	存活數	3	0	0	0	1	3	4
	存活率	15%	00%	00%	00%	5%	15%	20%
	體色	透明	×	×	×	透明	透明	透明
備註	1. 鹽分濃度在10%、8%、時觀察計算心搏次數時，可以發現當水蚤在載玻片上，吸乾其周圍水分後水蚤身體扭曲變形。（如圖2-11）							

【表2-10】不同環境鹽分濃度下對水蚤的存活率、體色比較表。

※結果2-6環境溶氧量對水蚤之影響

水質：池水 水的體積：3ml

環境溶氧量	0	0.1 cm	0.2 cm	0.4 cm
平均心搏數	272	224	196	184

【註】環境溶氧量以打氣馬達所接玻璃管或塑膠管口徑大小代表通氣量之多寡。

【表2-11】不同環境溶氧量對水蚤的心搏次數之比較表。

水質：池水 水的體積：3ml

環境溶氧量		0	0.1 cm	0.2 cm	0.4 cm
第一天	存活數	48	54	23	4
	存活率	80%	90%	38%	7%
	體色	透明	透明	透明	透明
第二天	存活數	52	48	12	1
	存活率	87%	80%	20%	2%
	體色	淡紅	透明	透明	透明
第三天	存活數	42	50	7	0
	存活率	70%	83%	12%	00%
	體色	紅	透明	透明	×
第四天	存活數	34	40	0	0
	存活率	57%	67%	00%	00%
	體色	紅	透明	×	×
第五天	存活數	18	32	0	0
	存活率	30%	53%	00%	00%
	體色	紅	透明	×	×
第六天	存活數	10	29	0	0
	存活率	17%	48%	00%	00%
	體色	紅	透明	×	×
備註	1. 存活率 = 存活的水蚤數 / 原有的水蚤隻數。小數點以下一位四捨五入。 2. 環境溶氧量以打氣馬達所接玻璃管或塑膠管口徑大小代表通氣量之多寡。				

【表2-12】不同環境溶氧量對水蚤的存活率、體色比較表。

※結果2-7水蚤年齡對水蚤的影響

水質：池水 水的體積：3ml

水蚤年齡	第一天	第二天	第三天	第四天	第五天	第六天
平均心搏數	216	248	268	276	296	272
體 色	透明	透明	透明	透明	透明	透明

【表2-13】水蚤年齡對水蚤心搏、體色的比較表。

(三)各種不同環境水質對水蚤的影響

※結果3-1各種不同水質對水蚤的影響

水的體積：3ml

水質種類	自來水	地下水	蒸餾水	礦泉水	池水	前鎮河水
平均心搏數	272	256	248	256	264	296

【表3-1】不同環境水質下水蚤的心搏次數之比較

※結果3-2前鎮河水濃度對水蚤的影響

水質：前鎮河河水 水的體積：3ml

前鎮河水濃度	3/3	2.5/3	2/3	1.5/3	1/3	0.5/3	0/3
平均心搏數	304	296	276	268	252	256	260

【表3-3】前鎮河水濃度對水蚤心搏之影響

水質：前鎮河河水

水的體積：3ml

前鎮河水濃度		3/3	2.5/3	2/3	1.5/3	1/3	0.5/3	0/3
第一天	存活數	11	13	13	18	16	18	20
	存活率	55%	65%	65%	90%	80%	90%	100%
	體色	透明	透明	透明	透明	透明	透明	透明
第二天	存活數	8	10	12	11	15	17	18
	存活率	40%	50%	60%	55%	75%	85%	90%
	體色	透明	透明	透明	透明	透明	透明	透明
第三天	存活數	3	7	11	9	11	23	21
	存活率	15%	35%	55%	45%	55%	115%	105%
	體色	透明	透明	透明	透明	透明	淡紅	淡紅
第四天	存活數	1	5	5	7	10	20	19
	存活率	5%	25%	25%	35%	50%	100%	95%
	體色	透明	透明	透明	透明	透明	淡紅	淡紅
第五天	存活數	0	2	2	4	11	17	19
	存活率	00%	10%	10%	20%	55%	85%	95%
	體色	*	透明	透明	透明	透明	淡紅	淡紅
第六天	存活數	0	0	1	2	7	15	16
	存活率	00%	00%	5%	10%	35%	75%	80%
	體色	*	*	透明	透明	透明	淡紅	淡紅
備註	1. 存活率 = 存活的水蚤數 / 原有的水蚤隻數。小數點以下一位四捨五入。 2. X/3 X表示前鎮河水的量單位ml，X/3則代表在加入試管的3ml水中前鎮河水所含的量。							

【表3-4】不同環境前鎮河水濃度對水蚤的存活率、體色比較表。

水的體積：3ml

水質種類		自來水	地下水	蒸餾水	礦泉水	池水	前鎮河水
第一天	存活數	12	14	10	11	20	8
	存活率	60%	70%	50%	55%	100%	40%
	體色	透明	透明	透明	透明	透明	透明
第二天	存活數	10	7	12	9	23	6
	存活率	50%	35%	60%	45%	115%	30%
	體色	透明	透明	透明	透明	透明	透明
第三天	存活數	8	6	7	10	27	5
	存活率	40%	30%	35%	50%	135%	25%
	體色	透明	透明	透明	透明	淡紅	透明
第四天	存活數	5	3	4	5	22	1
	存活率	25%	15%	20%	15%	110%	5%
	體色	透明	透明	透明	透明	淡紅	透明
第五天	存活數	3	5	1	5	18	0
	存活率	15%	25%	5%	25%	90%	00%
	體色	透明	透明	透明	透明	淡紅	*
第六天	存活數	1	4	0	2	14	0
	存活率	5%	20%	00%	10%	70%	00%
	體色	透明	透明	*	透明	淡紅	*
備註	1. 存活率 = 存活的水蚤數 / 原有的水蚤隻數。 小數點以下一位四捨五入。						

【表3-2】不同環境水質對水蚤的存活率、體色比較表。

※結果3-3各處採集點水質對水蚤之影響

水的體積：3ml

採集地點	A	B	C	D	E	F	G
平均心搏數	272	268	264	256	296	244	300

【表3-5】各處採集點水質對水蚤心搏之比較表

水的體積：3ml

採集地點		A	B	C	D	E	F	G
第一天	存活數	21	22	22	18	24	19	7
	存活率	105%	110%	110%	90%	120%	95%	35%
	體 色	透明	淡紅	透明	透明	紅	透明	透明
第二天	存活數	23	24	17	11	26	10	5
	存活率	115%	120%	85%	55%	130%	50%	25%
	體 色	淡紅	紅	透明	透明	紅	透明	透明
第三天	存活數	24	27	17	11	22	12	2
	存活率	120%	135%	85%	55%	110%	60%	10%
	體 色	淡紅	紅	透明	透明	紅	透明	透明
第四天	存活數	22	21	14	8	18	9	0
	存活率	110%	105%	70%	40%	90%	45%	00%
	體 色	淡紅	紅	淡紅	透明	紅	透明	*
第五天	存活數	17	17	11	7	17	6	0
	存活率	85%	85%	55%	35%	85%	30%	00%
	體 色	淡紅	紅	淡紅	透明	紅	透明	*
第六天	存活數	14	14	8	7	14	4	0
	存活率	70%	70%	40%	10%	70%	20%	00%
	體 色	淡紅	紅	淡紅	透明	紅	淡紅	*
備								
註								

【註】1. 存活率 = 存活的水蚤數 / 原有的水蚤隻數。

小數點以下一位四捨五入。

1. 採集地點有下列七處：

- | | |
|-------------------|----------------|
| A. 學校附近過埤路旁一廢棄魚池。 | E. 學校北側水溝。 |
| B. 學校旁稻田中水。 | F. 學校南側稻田灌溉溝渠。 |
| C. 學校西側水溝。 | G. 前鎮橋附近前鎮河。 |
| D. 學校南側水溝。 | |

【表3-6】不同採集地點水質對水蚤的存活率、體色比較表。

六、討論

- (一)由結果1-1、3-2、3-3中，可以發現在重度污染的水中（如前鎮河），水蚤生存率低，但在乾淨的水質中（如自來水、蒸餾水）水蚤的生存率也差。另外，從七處採集地點來加以分析，(f)是一條水質清澈、流動性高之溝渠，所採之水並無水蚤，重度污染之前鎮河，經觀察亦無水蚤，但在含些許有機物稍混濁的水質中，水蚤卻是簡單易見的。因此我們可以推知，水蚤可作為輕度或中度污染之指標生物。
- (二)影響水蚤心搏之因素甚多，在本實驗所探討之七項因子中，除混濁度影響不明顯外，其餘均極為明顯，而且水蚤之心跳於顯微鏡下，清晰易見，又易於採得，實為觀察心臟之最佳實驗生物。
- (三)水蚤體色之變化極可能與血紅素有關。由實驗中各項因子之探討，及採集結果，我們可以推測，在水質溶氧量低、個體密度大、水中廢物堆積太多時，水蚤會呈現紅色或淡紅色。
- (四)水蚤耐低溫的能力比耐高溫能力強，由實驗2-2可知，在5℃的低溫水蚤仍能存活數天，只是活動力稍差，但一超過40℃水蚤即刻死亡。
- (五)進行實驗2-5鹽份濃度對水蚤影響時，發現高濃度的鹽水如1%，0.8%時水蚤均有嚴重脫水現象，甚至身體變形。但0.6%以下濃度之鹽水即無此情形發生。
- (六)以不同大小口徑之塑膠管打氣，管子口徑為0.4cm的結果，未到第三天水蚤即全部死亡。可見流動性太高的水水蚤難以存活。採集地點(f)灌溉渠道、水的流動性也相當高，水蚤難以存活。
- (七)水蚤行單性生殖，一般情況下只有雌性水蚤，但生活環境惡化，則會有雄性水蚤出現。在實驗中偶會發現雄性水蚤。但它在何種條件下產生？如何產生？實有待進一步探討。

七、結論

- (一)水蚤可作為輕度或中度污染之指標生物。
- (二)影響水蚤心搏的環境因子結果如下
 - 1.個體密度愈大，水蚤心跳愈快。
 - 2.環境溫度、酸鹼度（PH值）愈高，水蚤心搏愈快。
 - 3.環境混濁度對水蚤心搏並無明顯影響。
 - 4.環境鹽份濃度愈高，水蚤心跳愈慢。

- 5.溶氧量愈高，水蚤心搏愈慢。
- 6.年齡愈大，水蚤心搏愈快。但第七天後心跳速率開始下降。
- 7.各種水質之不同，對水蚤心搏並無明顯影響。

(三)影響水蚤存活率之因子結果如下：

- 1.水蚤個體密度在5/3~25/3之存活率最高，最適合水蚤生存。
- 2.環境溫度在20℃~25℃之存活率最高。
- 3.環境酸鹼度PH值在8~9之存活率最高。
- 4.環境混濁度對水蚤並無明顯影響。
- 5.環境鹽份濃度在0%~0.1%之存活率最高。
- 6.以0.1cm之塑膠管打氣時之存活率最高，溶氧情形適合水蚤生存。
- 7.在各處採集點中以高度污染之前鎮河存活率最低。以稻田、魚池、學校旁水溝水蚤存活率最高。

八、參考資料

高級中學生物課本第二冊		國立編譯館
大英百科全書		光復書局
光復兒童百科全書		光復書局
生態學概論	郝道猛著	徐氏基金會

<備註>

註一：水蚤平均心搏數，以計算心搏10次後再予以平均。

註二：水蚤之存活率及體色觀察，以六天為一周期。

註三：高雄市環保局編印環保行政概況1987年、1989年版前鎮河為重度污染之河川。

評 語

利用現有的本土生物水蚤做詳細的試驗觀察，發現水蚤的心跳、體色及存活率對環境生態因子—溫度，環境污染因子—水的混濁度、鹽分、酸鹼度等做了深入的試驗，發現水蚤可以做為不同污染源的指標生物，即可由水蚤的心跳指出水源是屬於輕度與中度污染，同時亦可由水蚤的大量死亡來指出重度的污染源，故其試驗結果有應用價值，故給予推薦與鼓勵。