廢水處理程序對生物急毒性影響及生物急毒性關鍵因子評估研究

期末報告

國立高雄師範大學
田倩蓉教授
呂季穆、林淑君

ASE Confidential / Security-C

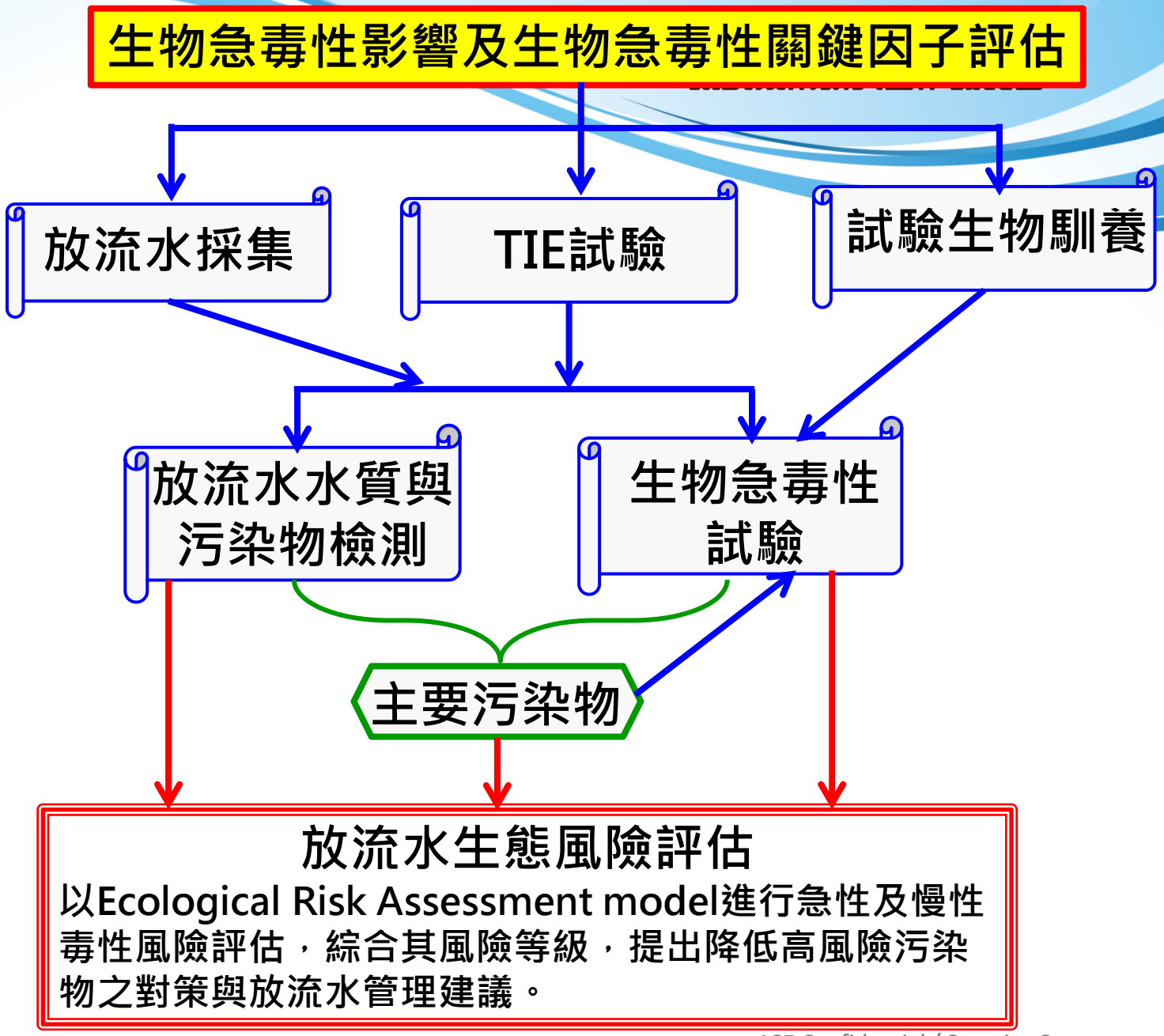
專案背景說明

- 專案名稱：**廢水處理程序對生物急毒性影響及生物急毒性關鍵因子評估研究**
- 專案目的：1. 針對材料廠及海放廠區放流水進行生物毒性分析
  2. 潛在新興污染物及Target 污染物分析
  3. 建立關鍵污染物內部管控值
- 專案 KPI ：1. 放流水對環境生態衝擊評估
  2. 降低後勁溪生態風險
  3. 瞭解製程物質對生態衝擊
- 專案教授：國立高雄師範大學　生物科技系
  田倩蓉　教授
- 研究專長：生態風險評估、生物復育及環境微生物、藻類生物指標、環境危害風險評估

計畫目標

- 針對晶圓封測廠與材料廠(A, B與D)以及中水回收廠(C)之放流水進行生物急毒性試驗，以瞭解晶圓封測產業之放流水對環境生物衝擊；
- 針對具有高生物急毒性之放流水進行美國環保署規範之Toxicity Identification Evaluation (TIE)生物急毒性分析來界定主要造成生物毒性之污染物；
- 進行放流水中(新興)污染物風險評估，並提出降低高風險污染物之管理對策。

計畫執行架構


生物急毒性影響及生物急毒性關鍵因子評估
放流水採集
TIE試驗
試驗生物馴養
放流水水質與污染物檢測
生物急毒性試驗
主要污染物
放流水生態風險評估
以Ecological Risk Assessment model進行急性及慢性毒性風險評估，綜合其風險等級，提出降低高風險污染物之對策與放流水管理建議。

結果與討論

1. 生物急毒性試驗
2. 放流水水質與污染物檢測
3. TIE試驗
4. 廢水處理藥劑與原物料單一毒性試驗
5. 海放口與後勁溪之生態風險評估

生物急毒性試驗：A廠與D廠放流水

- A廠與D廠6次採集的放流水對水蚤與鯉魚之TUa值皆小於法規管制標準值1.43。

水樣日期	A廠		D廠	
	水蚤(TUa)	鯉魚(TUa)	水蚤(TUa)	鯉魚(TUa)
2015/10/05	1.13	<1.00	<1.00	<1.00
2015/10/19	<1.00	<1.00	<1.00	<1.00
2015/11/02	<1.00	<1.00	<1.00	<1.00
2015/11/16	<1.00	<1.00	<1.00	<1.00
2015/11/30	<1.00	<1.00	<1.00	<1.00
2015/12/15	<1.00	<1.00	<1.00	<1.00

生物急毒性試驗：B廠放流水

- B廠放流水對水蚤之生物急毒性TUa值除了2015/11/16有機廢水外，其他6次水樣之TUa值皆為>5.00(高急毒性) 。
- 對鯉魚之生物急毒性除了2015/11/02的水樣外，其他6次水樣之TUa值小於法規管制標準值1.43。

水樣日期	水蚤(TUa)	鯉魚(TUa)
2015/10/05	>5.00	<1.00
2015/10/19	>5.00	<1.00
2015/11/02	>5.00	2.84
2015/11/16	>5.00	<1.00
2015/11/16(有機)	<1.00	<1.00
2015/11/30	>5.00	<1.00
2015/12/15	>5.00	<1.00

生物急毒性試驗：C廠放流水

- C廠放流水對水蚤之生物急毒性除了2015/11/02與11/30的水樣之外，其他7次水樣之TUa值皆小於法規管制標準值。
- 對鯉魚之生物急毒性除了2015/11/02的水樣之外，其他5次水樣之TUa值為<1.00，小於法規管制標準值。

水樣日期	水蚤(TUa)	鯉魚(TUa)
2015/10/05	1.07	<1.00
2015/10/19	1.27	<1.00
2015/11/02	4.70	1.63
2015/11/16	<1.00	<1.00
2015/11/30	1.47	<1.00
2015/12/15	1.34	<1.00

水樣日期	水蚤(TUa)
2016/5/30	1.18
2016/6/11	<1.00
2016/7/21	<1.00

A廠放流水之水質與相關污染物檢測結果

水樣日期	2015/10/5	2015/10/19	2015/11/2	2015/11/16	2015/11/30	2015/12/15
pH	7.9	7.9	7.8	7.6	7.6	8.2
溫度(°C)	24.9	26.4	28.0	26.6	23.7	23.5
溶氧(mg/L)	3.4	3.8	3.5	3.6	3.9	3.7
導電度(μS/cm)	3670.0	3400.0	3700.0	3820.0	3860.0	3520.0
餘氯(mg/L)	0.06	0.15	0.03	0.01	0.02	0.11
氨氮(mg/L)	>10.00	>10.00	>10.00	>10.00	14.90	16.10
氟鹽(mg/L)	0.40	0.38	0.51	0.59	0.28	0.72
SS(mg/L)	5.5	5.0	3.7	NA	3.7	4.2
COD(mg/L)	135.0	122.1	117.0	NA	140.0	135.0
銅(mg/L)	0.266	0.128	0.192	0.277	0.045	0.196
鎳(mg/L)	0.020	<0.020	<0.020	0.033	NA	NA
鋁(mg/L)	NA	NA	NA	NA	0.041	0.039
鈉(mg/L)	725.0	664.0	590.0	778.0	835.0	624.0
鉀(mg/L)	NA	NA	NA	163.0	96.2	132.9
硫酸鹽(mg/L)	508.6	211.0	588.8	755.1	583.5	678.3
氯離子(mg/L)	656.5	562.9	609.3	564.4	788.9	576.7
壬基酚(mg/L)	0.0023	0.0025	0.0022	0.0021	0.0027	0.0021

B廠放流水之水質與相關污染物檢測結果

水樣日期	2015/10/5	2015/10/19	2015/11/2	2015/11/16	2015/11/30	2015/12/15
pH	7.9	8.0	7.8	7.7	7.7	7.9
溫度(°C)	24.8	26.3	28.1	26.5	23.8	23.6
溶氧(mg/L)	4.2	3.4	3.2	3.7	4.0	4.0
導電度(μS/cm)	1666.0	3610.0	2850.0	2520.0	1606.0	1647.0
餘氯(mg/L)	0.02	0.18	0.56	0.12	0.23	0.06
氨氮(mg/L)	0.89	0.44	1.30	0.39	0.45	0.33
氟鹽(mg/L)	0.93	0.88	1.15	0.99	1.25	0.77
SS(mg/L)	1.4	2.1	2.4	4.9	1.3	2.7
COD(mg/L)	17.0	17.0	24.2	18.1	16.0	17.0
銅(mg/L)	0.034	<0.020	0.054	<0.020	<0.020	0.031
鎳(mg/L)	ND	ND	ND	ND	NA	NA
鋁(mg/L)	NA	NA	NA	NA	0.540	0.538
鈉(mg/L)	326.0	669.0	488.0	510.0	299.0	269.0
鉀(mg/L)	NA	NA	NA	12.0	19.9	13.4
硫酸鹽(mg/L)	444.4	492.3	483.1	460.7	458.8	618.4
氯離子(mg/L)	116.0	766.1	517.9	411.9	18.1	0.0
壬基酚(mg/L)	0.0010	0.0008	0.0005	0.0022	0.0006	0.0007

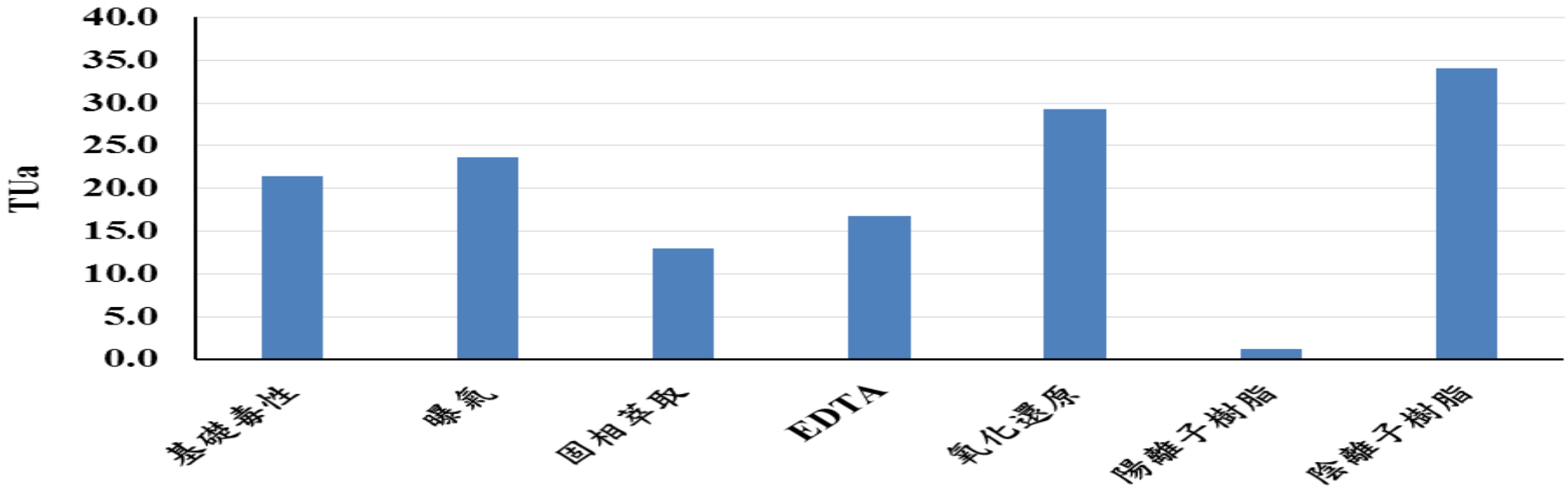
C廠放流水之水質與相關污染物檢測結果

水樣日期	2015/10/5	2015/10/19	2015/11/2	2015/11/16	2015/11/30	2015/12/15
pH	7.6	7.6	7.8	7.5	7.5	7.7
溫度(°C)	25.0	26.5	27.9	26.4	23.8	23.7
溶氧(mg/L)	4.1	3.6	3.5	3.8	4.1	4.0
導電度(μS/cm)	4560.0	4810.0	5810.0	3850.0	3270.0	4600.0
餘氯(mg/L)	0.08	0.04	0.15	0.17	0.17	0.03
氨氮(mg/L)	0.44	1.08	5.92	0.45	0.59	1.02
氟鹽(mg/L)	1.38	0.96	1.37	1.23	0.81	1.39
SS(mg/L)	0.0	0.0	0.0	0.0	<0.1	<0.1
COD(mg/L)	17.4	17.4	16.7	18.0	1.2	10.5
銅(mg/L)	0.025	0.076	0.079	0.056	0.052	0.115
鎳(mg/L)	0.066	0.079	0.046	0.076	NA	NA
鋁(mg/L)	NA	NA	NA	NA	4.560	5.260
鈉(mg/L)	963.0	970.0	981.0	771.0	639.0	715.0
鉀(mg/L)	NA	NA	NA	37.0	28.8	34.0
硫酸鹽(mg/L)	721.0	762.6	1123.6	723.6	665.9	689.7
氯離子(mg/L)	891.7	1034.5	1378.4	689.1	550.4	892.0
壬基酚(mg/L)	0.0013	0.0011	0.0011	0.0007	0.0011	0.0010

D廠放流水之水質與相關污染物檢測結果

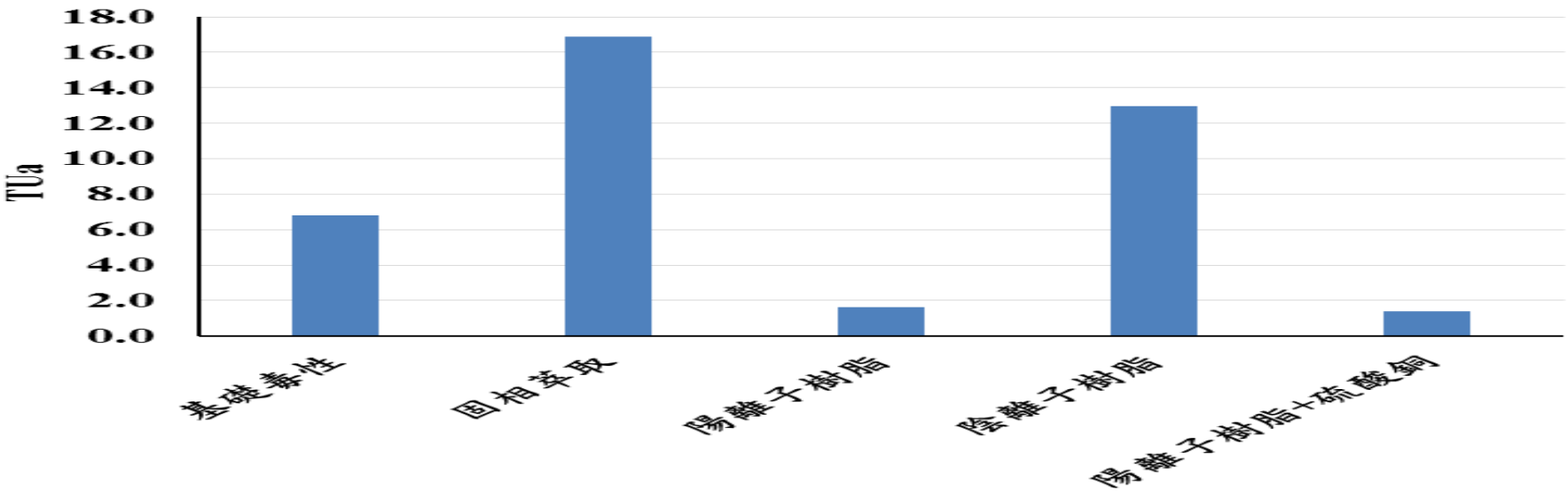
水樣日期	2015/10/5	2015/10/19	2015/11/2	2015/11/16	2015/11/30	2015/12/15
pH	7.9	7.8	7.9	7.6	7.7	7.8
溫度(°C)	24.9	26.4	27.6	26.3	23.7	23.8
溶氧(mg/L)	4.3	3.6	3.8	4.1	4.2	3.6
導電度(μS/cm)	2660.0	3240.0	934.0	1728.0	1381.0	2670.0
餘氯(mg/L)	0.14	0.02	0.07	0.00	0.07	0.09
氨氮(mg/L)	0.31	0.46	0.38	0.49	0.54	1.14
氟鹽(mg/L)	0.30	0.38	0.26	0.22	0.00	0.62
SS(mg/L)	1.4	2.5	3.0	1.4	3.5	1.1
COD(mg/L)	10.0	10.0	9.8	10.3	10.3	10.0
銅(mg/L)	<0.020	<0.020	<0.020	<0.020	ND	ND
鎳(mg/L)	ND	ND	ND	ND	NA	NA
鋁(mg/L)	NA	NA	NA	NA	0.571	0.681
鈉(mg/L)	485.0	557.0	141.0	292.0	286.0	461.0
鉀(mg/L)	NA	NA	NA	37.0	28.8	34.0
硫酸鹽(mg/L)	412.3	312.1	164.0	240.4	360.0	563.2
氯離子(mg/L)	474.9	708.5	0.0	244.9	0.0	321.9
壬基酚(mg/L)	0.0012	0.0012	0.0005	0.0011	0.0006	0.0019

第一次TIE試驗(2015/10/19水樣)



	基礎毒性	曝氣	固相萃取	EDTA	氧化還原	陽離子樹脂	陰離子樹脂
pH	7.81	8.03	7.94	5.01/7.83	7.82	1.77/7.89	12.34/7.82
溫度(°C)	24.5	24.5	24.6	24.4	24.6	24.5	24.4
溶氧(mg/L)	4.55	4.40	4.05	4.28	4.22	3.94	4.14
導電度(μS/cm)	3590	3630	3560	3570	4080	3580	3530
餘氯(mg/L)	0.17	0.05	NA	NA	0.07	0.05	0.07
氨氮(mg/L)	0.68	0.72	NA	NA	NA	0.38	0.51

第二次TIE試驗(2015/11/02水樣)



	基礎毒性	固相萃取	陽離子樹脂	陰離子樹脂	陽離子樹脂+硫酸銅
pH	7.79	7.97	1.82/7.71	11.14/7.82	1.89/7.80
溫度(°C)	22.9	22.8	22.6	22.8	22.6
溶氧(mg/L)	4.47	4.06	4.35	4.58	5.01
導電度(μS/cm)	2910	2900	3480	2710	3210
餘氯(mg/L)	0.22	NA	0.04	0.00	0.00
氨氮(mg/L)	1.35	NA	NA	NA	NA
銅(mg/L)	0.054	NA	<0.020	NA	0.039
鎳(mg/L)	ND	NA	ND	NA	ND
鈉(mg/L)	488	NA	668	385	658
硫酸鹽(mg/L)	483.1	NA	451.7	51.7	487.6
氯離子(mg/L)	517.9	NA	800.0	914.7	708.5

第三次TIE試驗(2015/11/30水樣)

	基礎毒性	陽離子樹脂	陰離子樹脂	陽離子樹脂+硫酸銅	陽離子樹脂+6%硫酸鋁
TUa	4.63	2.53	0.98	>5.00	>5.00
pH	7.88	2.40/7.92	11.45/7.95	2.40/7.96	2.40/7.94
溫度(°C)	22.5	22.6	22.4	22.6	22.7
溶氧(mg/L)	4.11	4.21	3.98	3.97	3.94
導電度(μS/cm)	1604	1649	1762	1642	2660
餘氯(mg/L)	0.02	0.10	0.00	0.02	0.45
氨氮(mg/L)	0.71	0.33	0.64	0.58	0.61
氟鹽(mg/L)	1.07	1.01	0.16	0.91	0.48
銅(mg/L)	<0.020	<0.020	NA	4.760	0.123
鋁(mg/L)	0.540	0.628	NA	0.355	221
鈉(mg/L)	299	363	284	352	372
鉀(mg/L)	19.900	0.045	15.900	0.043	0.143
硫酸鹽(mg/L)	458.8	465.9	16.5	489.4	1600.0
氯離子(mg/L)	18.07	24.09	504.70	15.66	695.00

第四次TIE試驗(2015/12/15水樣)

	基礎毒性	陽離子樹脂	陰離子樹脂	陽離子+硫酸銅	陽離子樹脂+洗淨劑
TUa	7.31	<1.00	13.02	94.34	12.20
pH	7.69	2.34/7.75	11.78/7.82	2.34/7.64	9.14
溫度(°C)	23.2	23.1	23.0	23.1	23.0
溶氧(mg/L)	4.92	4.56	4.14	4.25	3.73
導電度(μS/cm)	1683	1700	1897	1706	1743
餘氯(mg/L)	0.14	0.02	0.11	0.05	0.00
氨氮(mg/L)	0.41	0.19	0.26	0.18	0.95
氟鹽(mg/L)	ND	1.48	0.09	1.43	9.6
鈉(mg/L)	269	364	329	179	251
鉀(mg/L)	13.4	0.447	17.70	0.534	32.20
銅(mg/L)	0.031	ND	ND	1.510	ND
硫酸鹽(mg/L)	618.4	632.2	ND	650.6	625.3

第五次TIE試驗(2016/05/17水樣)

	基礎毒性	陽離子樹脂	陽離子樹脂+硫酸銅	陽離子樹脂+硫酸鋁	陽離子樹脂+6%硫酸鋁	陽離子樹脂+氫氧化鉀	陽離子樹脂+洗淨劑	陰離子樹脂	陰離子樹脂+氯化鈉	陰離子樹脂+硫酸鈉
TUa	7.09	1.05	>16.00	2.72	2.07	1.07	3.04	17.51	9.20	13.33
pH	7.70	7.67	7.78	7.78	7.66	7.79	7.69	8.13	7.90	7.85
溫度(°C)	24.1	24.2	24.0	24.2	24.1	23.9	23.8	24.1	24.2	24.0
溶氧(mg/L)	1.60	4.27	4.70	5.06	6.23	5.15	4.70	4.15	4.65	4.25
導電度(μs/cm)	1518	1525	1488	1844	2160	1843	1544	1783	16910	7260
餘氯(mg/L)	0.02	0.04	0.15	0.15	0.20	0.09	0.14	0.03	0.06	0.13
氨氮(mg/L)	19.90	0.16	0.75	1.36	0.38	0.64	0.74	8.50	9.60	10.60
氟鹽(mg/L)	0.88	0.80	0.73	0.14	0.00	0.38	1.37	0	0.35	0.6
鈉(mg/L)	236	328	327	387	418	269	333	280	3912	1525
鉀(mg/L)	11	1.069	0.377	1.074	0.654	174	11	11	11	12
銅(mg/L)	<0.020	<0.020	0.750	<0.020	0.029	NA	NA	ND	NA	NA
鋁(mg/L)	0.500	0.375	0.615	28.900	49.600	NA	NA	<0.100	NA	NA
硫酸鹽(mg/L)	304.5	297.7	284.1	447.7	586.4	286.4	288.6	63.6	47.7	2839.1
氯離子(mg/L)	53.8	71.20	75.6	154.0	140.9	342.9	119.1	472.2	5681.4	446.1

廢水處理藥劑與原物料單一毒性試驗

	鯉魚LC_{50}	水蚤LC_{50}	使用量	單位	A(使用量/排放水量)	鯉魚(A/LC_{50})	水蚤(A/LC_{50})
Coating溶液	7.16%	11.01%	40	L/day	0.0026%	0.04%	0.02%
界面活性溶液	0.03%	0.191%	64	L/day	0.0041%	14%	2%
Polymer溶液	15.25%	51.21%	10	kg/day	0.0006%	0.004%	0.001%
洗淨劑	0.19%	0.26%	640	L/day	0.0413%	22%	16%
6%硫酸鋁溶液	0.17%	0.168%	1500	kg/day	0.0968%	57%	58%
硼酸廢液	1.19%	3.85%	320	L/day	0.0206%	2%	1%

廢水處理藥劑與原物料單一毒性試驗

- B廠放流水中銅、鋁與鉀離子濃度<LC_{50}值；硼在硼酸廢液之LC_{50}<在硼酸標準溶液之LC_{50}
- 在混合狀況再加上其他陰離子與有機化合物下

✓ 對水蚤之毒性屬於高急毒性等級，

✓ 顯示這些化合物之混合毒性作用可能為加乘作用(synergism)或相加作用(addition)。

	LC_{50}	
	鯉魚	水蚤
硫酸銅-銅 (μg/L)	49.56	48.87
硫酸鋁-鋁 (mg/L)	14.27	13.46
氫氧化鉀-鉀(mg/L)	107.67	116.42
硼酸-硼 (mg/L)	114.70	125.09
硼酸廢液-硼 (mg/L)	19.37	62.46

A、B與D廠海放放流水生態風險評估

- A、B與D廠放流水排放至加工出口區的廢水收集區中，由加工出口區將所收集的加工出口區內所有廠商排放之所有廢水匯集到揚水加壓站再送到蚵子寮放流站，排放到蚵子寮外海。三廠放流水在流入外海前已被稀釋142倍。
- 綜合A、B與D廠放流水水質資料，以毒性偏高之水質項目、新興污染物與TIE試驗獲得之主要造成毒性化合物列入考量→推估放流水中之可能潛勢關連化合物(Chemicals of potential concern, COPCs)為銅與氨氮。
- 蚵子寮外海之生態調查資料缺乏，故根據所獲得之生物毒性資料，查詢各類資料庫以曾出現於台灣海域之生物的毒性資料來進行評估。

銅之生態效應商數值

Species Scientific Name	EEQ	Species Scientific Name	EEQ
Algae	0.00	*Penaeus monodon*	0.00
Bacillariophyta	0.00	*Engraulidae*	0.01
Dunaliella tertiolecta	0.00	*Epinephelus coioides*	0.00
Enteromorpha intestinalis	0.00	*Lates calcarifer*	0.00
Enteromorpha sp.	0.00	*Liza vaigiensis*	0.00
Isochrysis galbana	0.00	*Priopidichthys sp.*	0.00
Nannochloropsis gaditana	0.04	Plantae	0.01
Nitzschia closterium	0.01	*Anadara granosa*	0.00
Phaeodactylum tricornutum	0.00	*Mytilus sp.*	0.05
Thalassiosira weissflogii	0.05	*Onchidium sp.*	0.01
Ulva pertusa	0.01	*Perna viridis*	0.00
Amphipoda	0.00	*Nereis diversicolor*	0.02
Balanus improvisus	0.00	*Nereis sp.*	0.04
Penaeus chinensis	0.06		

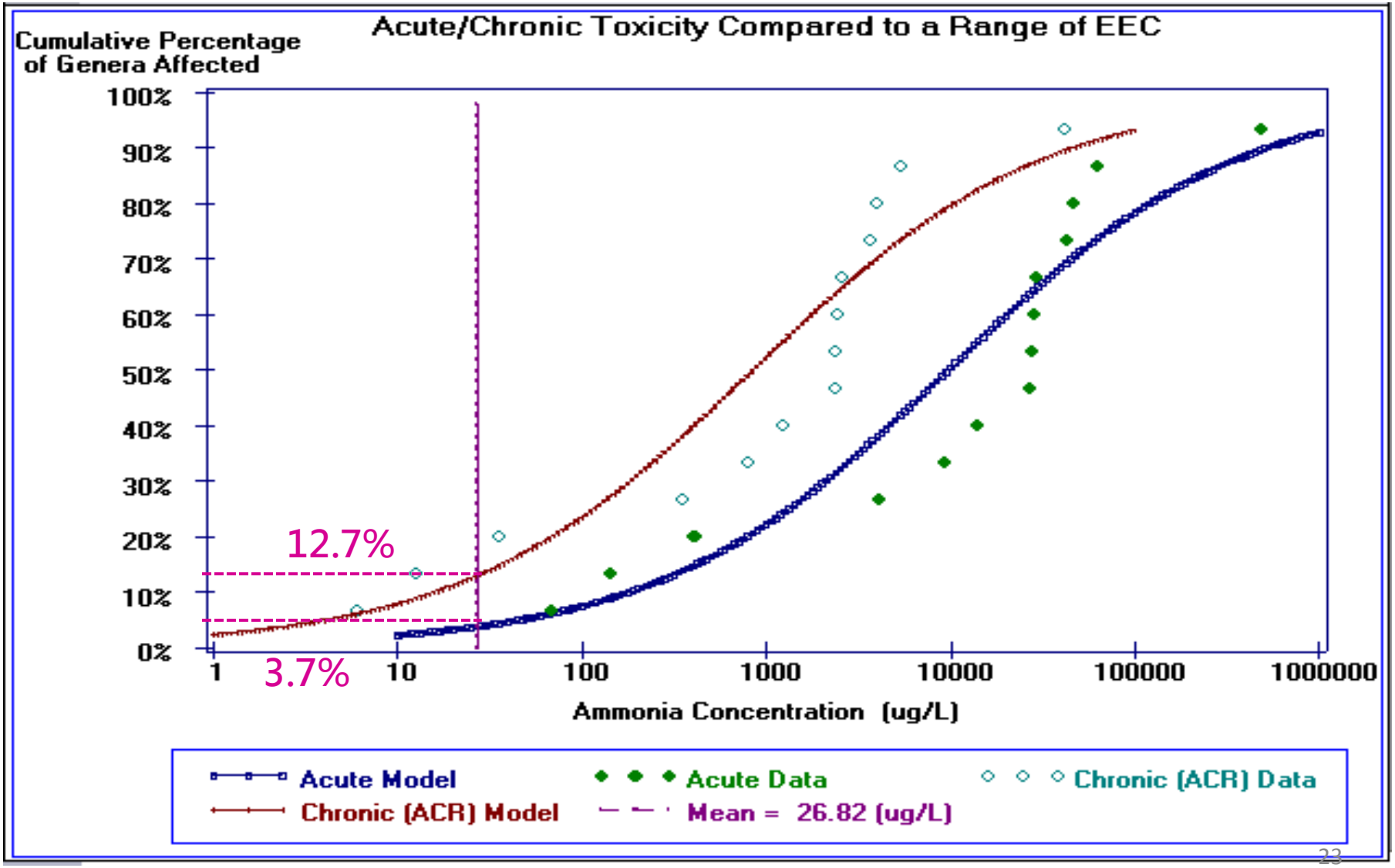
海放口放流水中銅之最高濃度 1.01 μg/L

氨之生態效應商數值

Species Scientific Name	EEQ	EEQ(X10)	EEQ(X100)
Ceratocorys horrida	0.50	0.05	0.01
Lingulodinium polyedrum	1.05	0.11	0.01
Pyrocystis noctiluca	0.18	0.02	0.00
Ulva fasciata	0.00	0.00	0.00
Fenneropenaeus penicillatus	0.00	0.00	0.00
Metapenaeus ensis	0.00	0.00	0.00
Penaeus chinensis	0.00	0.00	0.00
Penaeus japonicus	0.00	0.00	0.00
Lates calcarifer	0.01	0.00	0.00
Morone saxatilis	0.00	0.00	0.00
Pagrus major	0.02	0.00	0.00
Brachionus plicatilis	0.00	0.00	0.00
Anadara granosa	0.00	0.00	0.00
Perna viridis	0.01	0.00	0.00

海放口放流水中氨之最高濃度 71.59 μg/L

以AERA model所建立之氨濃度與生態受體受影響機率間對數迴歸關係



C廠放流水對後勁溪之生態風險評估

- 綜合C廠放流水水質資料，推估放流水中之COPCs為氨氮、銅、鎳、鋁、三氯甲烷、一溴二氯甲烷、鄰苯二甲酸乙己酯與壬基酚。
- 以COPCs在水中最大濃度為預期環境濃度(EEC)，依據排放口下之後勁溪水量來估算該COPCs之稀釋倍數，推估C廠放流水進到後勁溪的區外匯流口後被稀釋約3倍，流到德惠橋下後被稀釋約64倍，將各化合物在水中最大濃度除以此稀釋度作為EEC進行估算生態效應商數(EEQ)。
- 綜合參考文獻得後勁溪魚類有28種、底棲生物有17種，藻類有6種，將以這些生物作為風險評估之目標生物進行生物毒性資料蒐集，作為生態風險基準(ERC)。

銅之生態效應商數值

Species Name	EEQ	EEQ(X3)	EEQ(X64)	Species Name	EEQ	EEQ(X3)	EEQ(X64)
Chlorella pyrenoidosa	5.75	2.14	0.09	*Liza vaigiensis*	0.11	0.04	0.00
Chlorella saccharophila	0.12	0.04	0.00	*Mugil sp.*	0.03	0.01	0.00
Chlorella sp.	5.15	1.92	0.08	*Oreochromis sp.*	0.10	0.04	0.00
Chlorella vulgaris	0.21	0.08	0.00	*Oreochromis niloticus*	0.00	0.00	0.00
Oscillatoria sp.	0.06	0.02	0.00	*Poecilia reticulata*	0.43	0.16	0.01
Daphnia galeata	3.30	1.23	0.05	*Carassius auratus*	0.38	0.14	0.01
Daphnia longispina	2.51	0.94	0.04	*Tilapia mossambica*	0.09	0.03	0.00
Daphnia lumholtzi	2.15	0.80	0.03	*Chironomus plumosus*	0.00	0.00	0.00
Daphnia magna	0.91	0.34	0.01	*Chironomus riparius*	0.03	0.01	0.00
Daphnia obtusa	6.76	2.52	0.11	*Chironomus sp.*	0.34	0.13	0.01
Daphnia pulex	2.85	1.06	0.04	*Chironomus tentans*	0.04	0.02	0.00
Channa punctata	0.30	0.11	0.00	*Physella sp.*	1.06	0.39	0.02
Channa striata	0.01	0.00	0.00	*Dugesia tigrina*	0.05	0.02	0.00
Cyprinus carpio	0.09	0.03	0.00	*Nereis diversicolor*	1.83	0.68	0.03
Epinephelus coioides	0.47	0.17	0.01	*Nereis sp.*	4.94	1.84	0.08
Gambusia affinis	0.84	0.31	0.01	*Tubifex tubifex*	489.36	182.51	7.64
Gambusia affinis ssp.	0.04	0.01	0.00	*Cyprinus carpio (Lab)*	2.32	0.87	0.04
Lates calcarifer	0.33	0.12	0.01	*Daphnia magna (Lab)*	2.35	0.88	0.04

鎳與鋁之生態效應商數值

Species Scientific Name	EEQ	EEQ(X3)	EEQ(X64)
鎳			
Chironomus plumosus	0.12	0.04	0.00
Chironomus sp.	0.01	0.00	0.00
Daphnia magna	0.08	0.03	0.00
Gambusia affinis	0.01	0.002	0.00
Gambusia affinis ssp. affinis	0.00	0.00	0.00
Liza vaigiensis	0.00	0.00	0.00
Cyprinus carpio	0.04	0.02	0.00
Carassius auratus	0.00	0.00	0.00
Poecilia reticulata	0.00	0.00	0.00
鋁			
Daphnia magna	0.81	0.30	0.01
Daphnia pulex	0.72	0.27	0.01
Carassius auratus	35.07	13.08	0.51
Physa sp.	0.17	0.06	0.00
Daphnia magna (Lab)	0.39	0.15	0.01
Cyprinus carpio (Lab)	0.37	0.14	0.01

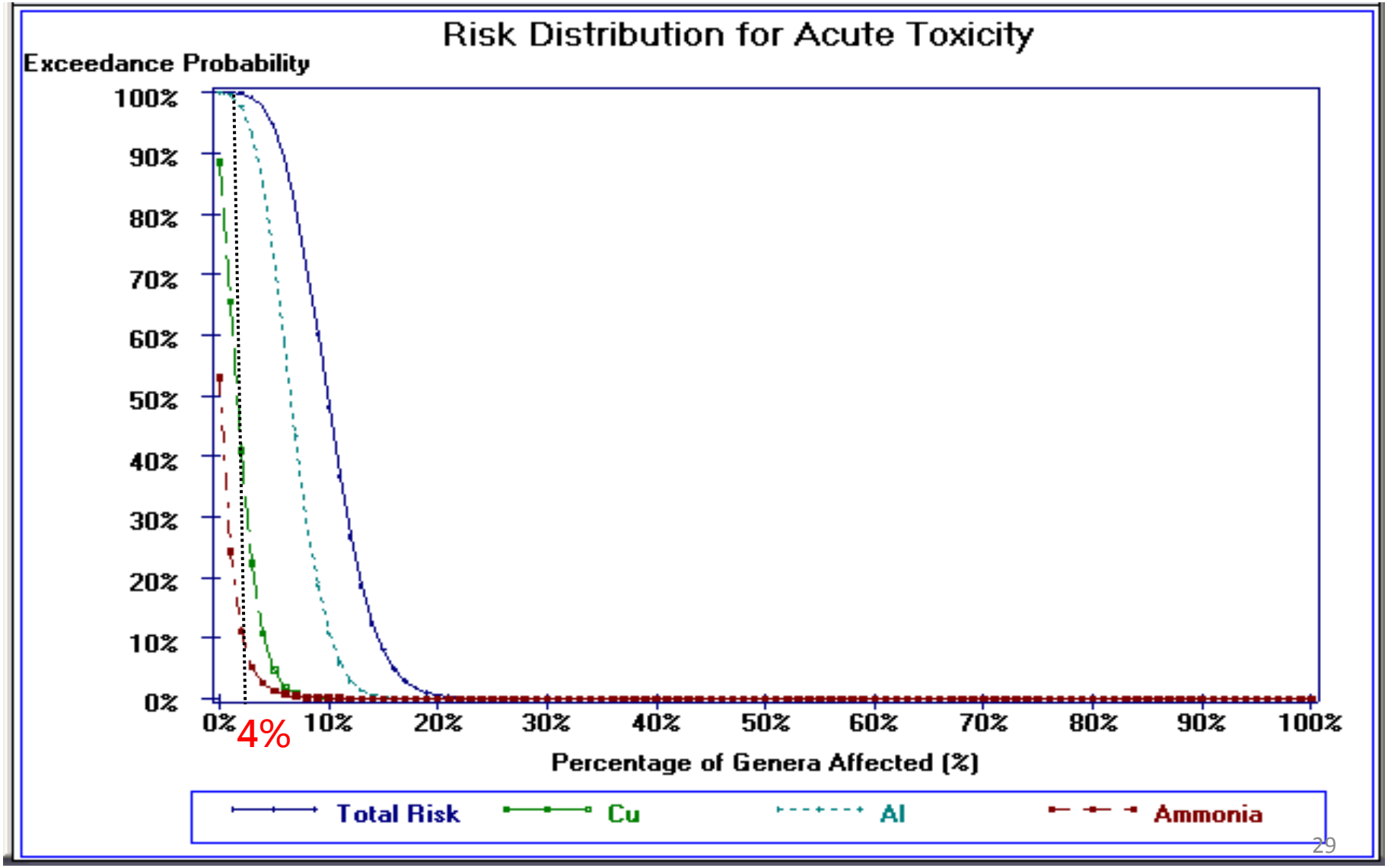
氨之生態效應商數值

Species Scientific Name	EEQ	EEQ(X3)	EEQ(X64)
Daphnia magna	1.20	0.45	0.02
Daphnia pulex	1.74	0.65	0.03
Channa punctata	0.14	0.05	0.00
Chanos chanos	0.35	0.13	0.01
Clarias batrachus	1.69	0.63	0.03
Cyprinus carpio	9.90	3.69	0.16
Poecilia reticulata	0.08	0.03	0.00
Lates calcarifer	0.51	0.19	0.01
Cyprinus carpio	3.63	1.35	0.06
Chironomus riparius	3.61	1.35	0.06
Chironomus tentans	0.02	0.01	0.00
Physa fontinalis	4.15	1.55	0.07
Daphnia magna (Lab)	1.67	0.62	0.03

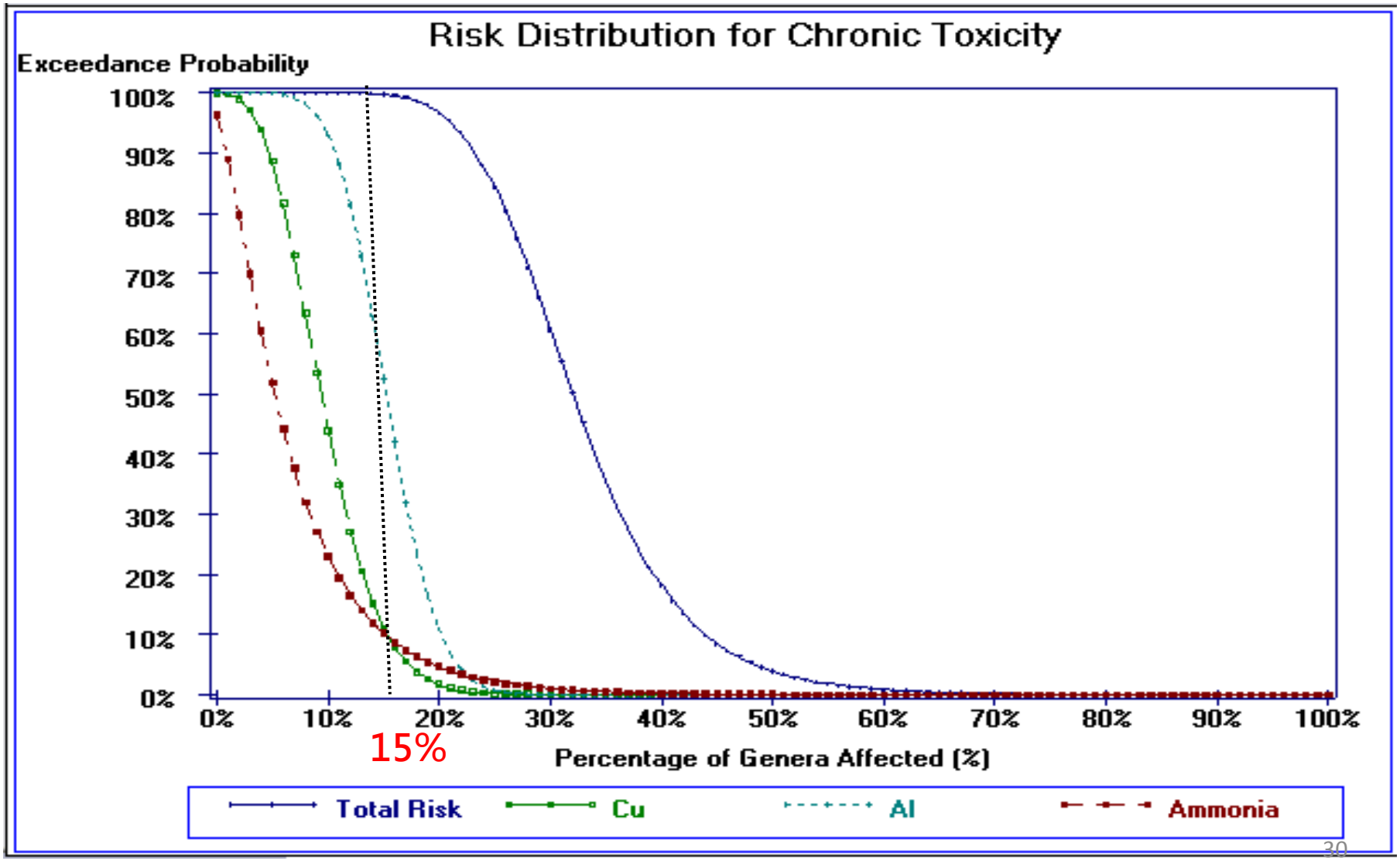
鄰苯二甲酸乙己酯，壬基酚，三氯甲烷與一溴二氯甲烷之生態效應商數值

Species Scientific Name	EEQ	EEQ(X3)	EEQ(X64)
鄰苯二甲酸乙己酯			
Chlorella sp.	0.03	0.01	0.00
Chironomus plumosus	0.00	0.00	0.00
Daphnia magna	0.00	0.00	0.00
Daphnia pulex	0.08	0.03	0.00
Carassius auratus auratus	0.00	0.00	0.00
Poecilia reticulate	0.03	0.01	0.00
壬基酚			
Chlorella sp.	0.00	0.00	0.00
Oscillatoria sp.	0.00	0.00	0.00
Daphnia magna	0.01	0.00	0.00
Chironomus riparius	0.00	0.00	0.00
Chironomus tentans	0.00	0.00	0.00
三氯甲烷			
Chlorella sp.	0.00	0.00	0.00
Daphnia magna	0.00	0.00	0.00
Chironomus riparius	0.00	0.00	0.00
Cyprinus carpio	0.00	0.00	0.00
Carassius auratus auratus	0.00	0.00	0.00
Poecilia reticulate	0.00	0.00	0.00
一溴二氯甲烷			
Tetrahymena pyriformis	0.00	0.00	0.00

以放流水流到德惠橋平均濃度推估之銅、鋁與氨急毒性加成風險分布



以放流水流到德惠橋平均濃度推估之銅、鋁與氨慢毒性加成風險分布



結論與建議

- A、B、C與D廠放流水之水質與相關污染物的檢測上，在所列管項目之測值皆低於放流水標準，符合法規規範。
- A與D廠6次採集的放流水對水蚤與鯉魚之生物急毒性TUa值皆小於法規管制標準值1.43。
- B廠6次採集的放流水對水蚤之生物急毒性TUa值皆超過法規管制標準值；但其對鯉魚之生物急毒性TUa值有5次是小於法規管制標準值1.43。
- C廠9次採集的放流水有7次對水蚤之生物急毒性TUa值小於法規管制標準值1.43；而6次採集的放流水有5次對鯉魚之生物急毒性皆小於法規管制標準值1.43。

結論與建議

- 針對B廠放流水進行5次毒性鑑定評估(TIE)試驗，結果確認水中氨氮、銅與鋁離子之濃度對水蚤之急毒性扮演重要角色，而氯離子與硫酸根離子增加可緩衝陽離子的毒性。
  - 建議該廠之廢水處理廠需強化此3種物質之處理效能或減少其使用量，以降低其對水蚤之毒性。
- 原物料與廢水處理添加藥劑中，Coating溶液、界面活性溶液、Polymer溶液與硼酸廢液在放流水中生物急毒性不高。
  - 但6%硫酸鋁溶液與洗淨劑在放流水中可能對具生物急毒性，需減少其使用量。

結論與建議

- A、B與D廠海放放流水生態風險評估結果發現，海放放流水中之COPCs為氨氮，其排放濃度對水生生物之整體生態風險並不高。
- C廠放流水排放於後勁溪之生態風險評估結果發現，放流水中之COPCs為氨氮、銅與鋁，其排放後流到德惠橋後對水生生物之整體風險並不高。
  - 但其中以鋁對後勁溪生態風險貢獻度最高，因此需要加強廢水處理程序針對鋁之處理效能，或減少其相關化合物使用量，以降低其對後勁溪水生生物之影響。

結論與建議

- 在實場貢獻上，
  - 協助釐清各晶圓相關廠區之放流水對鯉魚與水蚤的急毒性資訊，
  - 確認造成生物急毒性之關鍵因子與造成高生態風險之物質，
  - 提供各廠廢水處理操作參數修正之依據，使其符合放流水法規
  - 藉由考量放流水毒性、潛在生態風險與河川生態保育來提升企業環保責任及環境管理。
- 學術價值在於
  - 建立適合晶圓封測廠與材料廠以及中水回收廠放流水之TIE試驗方法與生態風險評估架構，提供廢水處理技術重要之基線資訊。

Key performance indicator (KPI)

KPI	完成內容	完成率
放流水對環境生態衝擊評估	A、B與D廠海放放流水中之COPCs為氨氮，其對水生生物之整體生態風險並不高。 C廠放流水排放於後勁溪中之COPCs為氨氮、銅與鋁，以鋁風險貢獻度最大，其排放到德惠橋對水生生物之整體生態風險並不高。	100%
降低後勁溪生態風險	加強廢水處理程序針對鋁、銅與氨之處理效能，或減少其相關化合物使用量，以降低其對後勁溪水生生物之影響。	100%
瞭解製程物質對生態衝擊	確認洗淨劑(製程物質)與6%硫酸鋁(廢水處理添加藥劑)之排放可能造成水生生物毒性作用，影響生態系統。	100%

Thank you very much for your attention!