

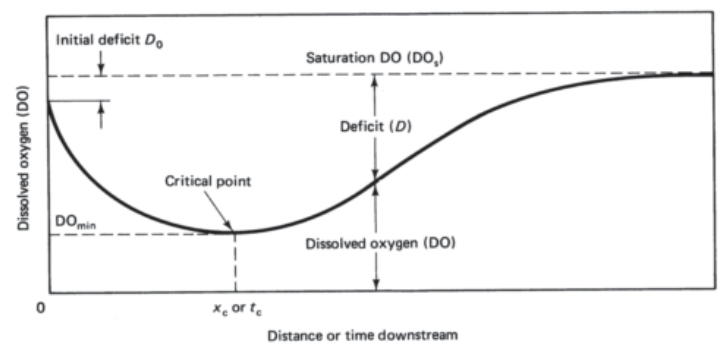
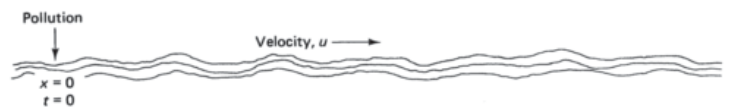
河川水質模式運用推廣現況說明

陳起鳳

文化大學土地資源系

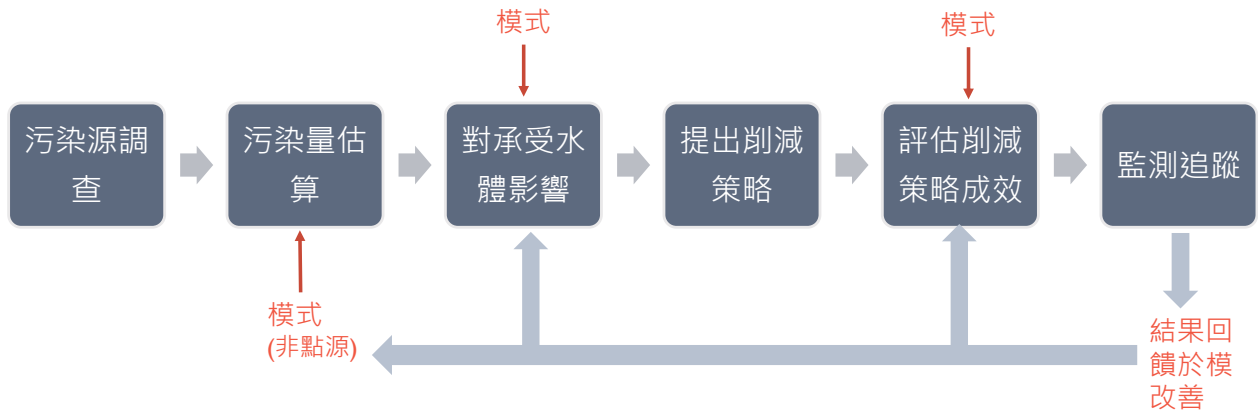
河川水質模式的用途

- 目的：釐清污染源與水質關係
- 用途：
 - 環境影響評估-預測水質影響
 - 污染削減措施效益評估
 - 現地處理設施設計
 - 計算非點源污染量
 - 總量管制策略



Streeter-Phelps oxygen sag curve

模式應用於水質管理



應用於環境影響評估

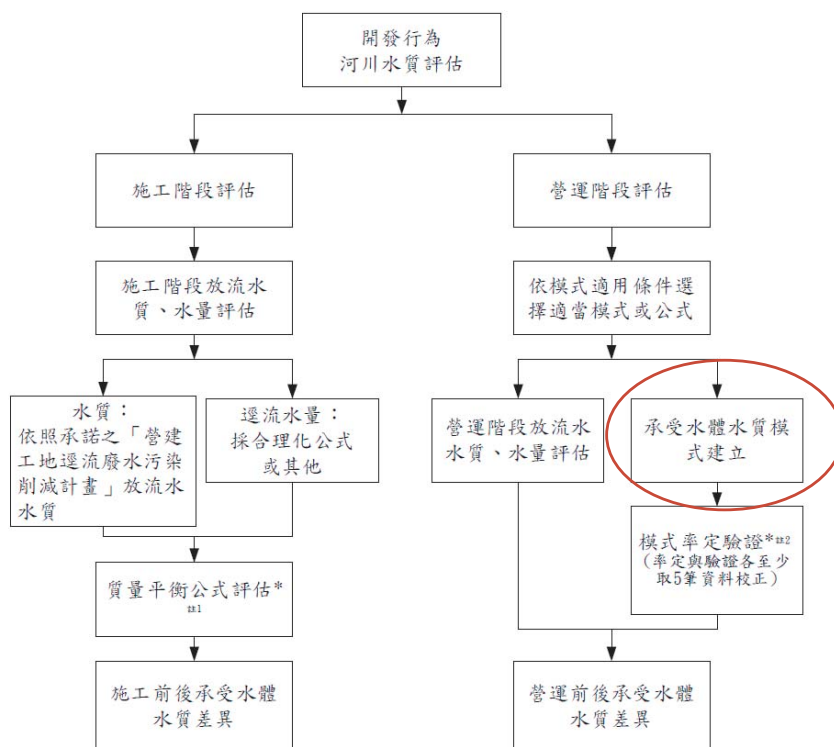
環境影響評估河川水質評估模式技術規範

■ 中華民國100年11月29日行政院環境保護署環署綜字第1000104517B號令訂定發布全文10點

■ 自中華民國101年3月1日生效

- 一. 為使開發單位進行環境影響評估之河川水質評估模式模擬時，有一致之步驟與方法，特訂定本規範。
- 二. 開發單位於辦理環境影響評估之河川水質評估模式模擬作業時，應依本規範就施工階段與營運階段開發行為產生且排放至河川之廢（污）水，評估對該河川水質之影響。
- 三. 河川水質評估模式之使用，應考量以下三項因素：（一）模擬區域其水文及流域特性。（二）開發行為及區域環境之特性。（三）模式之限制條件。
- 四. 河川水質應分為施工階段與營運階段進行評估，其評估流程與方式詳見附圖一。

附圖一 開發案件水質評估流程



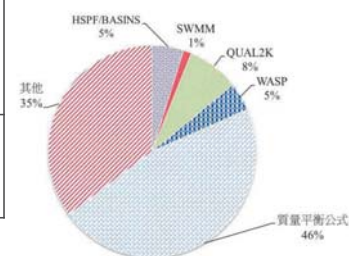
五. 本規範現階段認可之河川水質評估模式或公式如下表，得適時增修訂，其中，承受水體及放流水之性質符合表列適用條件者，應選用該適用條件對應之河川水質評估模式或公式；承受水體及放流水之性質未符表列適用條件者，得考量本規範第三點因素，自行選用現階段認可之河川水質評估模式或公式，如下表所列：

模式名稱	適用條件
質量平衡公式	承受水體：排水路、缺乏水力資料的小型河川 放流水：放流水水量小於承受水體設計流量的百分之十 污染源：點源、非點源
BASINS/HSPF	承受水體：位於自來水水質水量保護區 污染源：點源、非點源 污染物屬性：沉積物(SS)*、有機物(BOD)*、營養鹽(NH3-N, TP)*
QUAL2K	承受水體：屬於為甲類、乙類及丙類水體河川 污染源：點源 污染物屬性：有機物(BOD)*、營養鹽(NH3-N, TP)*
SWMM	承受水體：不拘 放流水：工廠或工業區地表逕流 污染源：非點源 污染物屬性：沉積物(SS)*、有機物(BOD)*、營養鹽(NH3-N, TP)*
WASP	承受水體：屬於為甲類、乙類及丙類水體河川 污染源：點源 污染物屬性：有機物(BOD)*、營養鹽(NH3-N, TP)*

*：括弧中僅列舉部分污染物項目，非模式限制項目。

前項承受水體設計流量，承受水體有流量紀錄者，設計流量應採用等於或小於日流量延時曲線中超越機率百分之七十五所對應之流量(Q₇₅)，無流量紀錄者採枯水期實測值。放流水水量採擬申請排放許可證之設計最大排水量。

非點源污染模擬得採用實際降雨資料或採重現期距為二十五年之降雨強度(I₂₅)作為設計雨量。



自101年至107年環評案件各模式採用比例分析

- 六. 選用第五點表列質量平衡公式以外之模式時，應先進行模式相關參數之校估，其中參數率定與驗證各至少取五筆資料校正，並且列出校估之誤差值、修正參數值。河川水質模式使用指南參考附件一，河川水質模式輸入資料參考附件二。
- 七. 選用第五點以外之其他模式時，應先檢附以下各項資料送請中央主管機關認可：（一）模式程式。（二）國內或國外個案模式及其模擬與驗證結果。（三）與本規範第五點認可模式之比對結果。
- 八. 河川水質評估模式模擬結果，應採施工階段與營運階段之模擬結果摘要表呈現，其格式詳如附件三。
- 九. 河川水質之模擬應參考模式使用指南進行影響預測分析，其模式模擬流程、結果及相關輸入資料應納入環境影響說明書或環境影響評估報告書初稿以供審查。
- 十. 本規範之採樣檢測，除經中央主管機關核准外，應委託中央主管機關核發許可證之環境檢驗測定機構並依相關規定辦理。

表一 施工階段水質影響評估

項目 水質項目	開發前 環境現況 水質 ^[1]	施工階段 逕流量 ^[2]	施工階段 逕流水質 ^[3]	施工階段 承受水體 水質評估 結果 ^[4]	施工階段 水質濃度 增量 ^[5]	承受水體 類別 ^[6]	承受水體 水質標準 ^[6]

表二 營運階段水質影響評估（最大濃度）

※ 水質評估點位置：放流口或距離放流口下游幾公里處或河川環境敏感點。

項目 水質項目	開發前 環境現況 水質 ^[1]	營運階段 水質評估 結果 ^[2]	營運階段 水質濃度 增量 ^[3]	承受水體 類別 ^[4]	承受水體 水質標準 ^[4]	模式設計 流量 ^[5]

表三 營運階段水質影響評估（平均濃度）

※ 水質評估點位置：放流口或距離放流口下游幾公里處或河川環境敏感點。

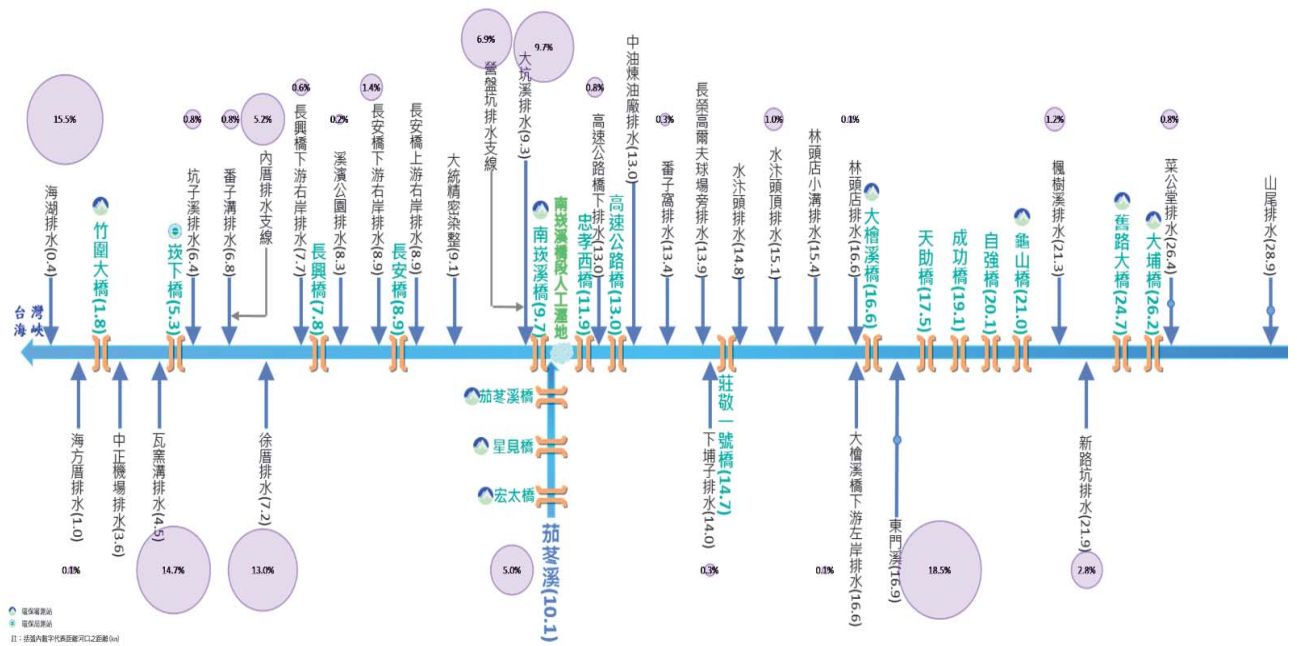
項目 水質項目	開發前 環境現況 水質 ^[1]	營運階段 水質評估 結果 ^[2]	營運階段 水質濃度 增量 ^[3]	承受水體 類別 ^[4]	承受水體 水質標準 ^[4]	模式設計 流量 ^[5]

應用於污染削減措施效益評估

南崁溪流域與水質測站位置圖

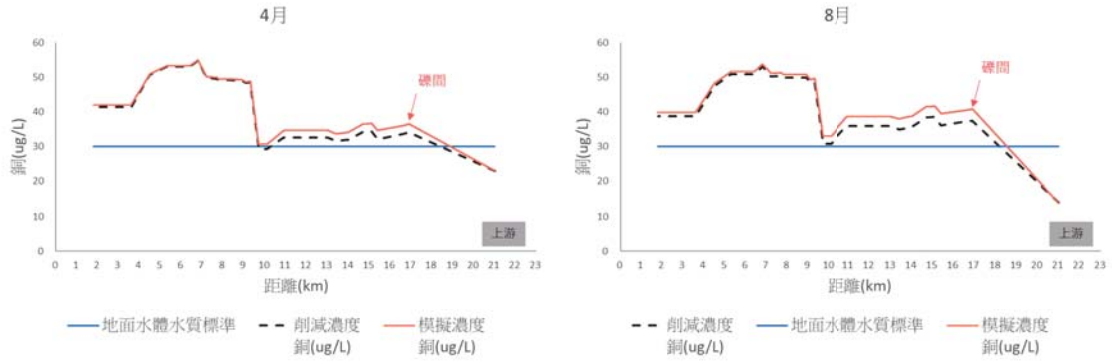


上游(網格點)	
龜山橋(28)	
(27)	←東門溪
林頭店排水	←大樟溪橋下游左岸排水
林頭店小溝排水	
水汙頭頂排水	
水汙頭排水	
(23)	
莊敬一號橋(22)	
(21)	←下埔子排水
長榮高爾夫球場旁排水	
番子高排水	
中油煉油廠排水	
高速公路橋下排水	
(18)	
(17)	
人工溼地(16)	
(15)	←茄苳溪
南崁溪橋(14)	
(13)	
大坑溪排水	
營盤坑排水支線	
大統精密染整	
長安橋上游右岸排水	
長安橋下游右岸排水	
溪濱公園排水	
(10)	
長興橋(9)	
(8)	
長興橋下游右岸排水	
(7)	←徐厝排水
番仔溝排水	
內厝排水支線	
坑子溪排水	
(5)	
拔下橋(4)	
(3)	←瓦窯溝排水
(2)	←中正機場排水
竹圍大橋(1)	



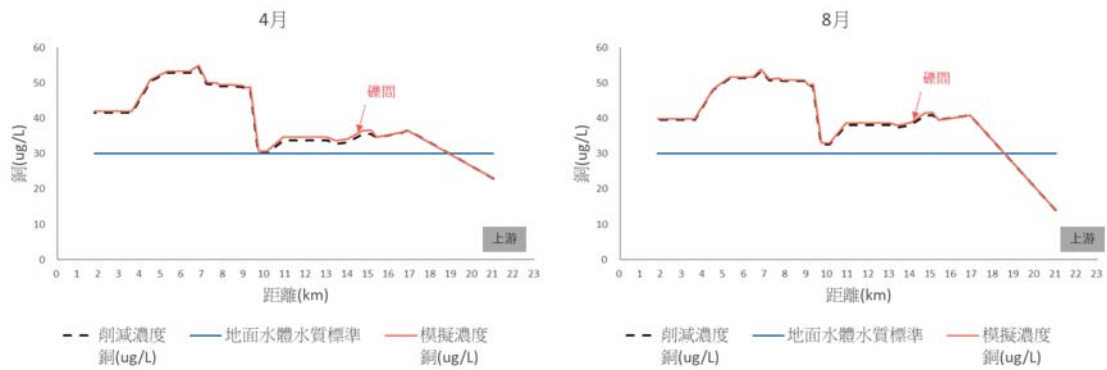
水質模式應用於現地處理設施成效評估

朝陽公園礮間



水質模式應用於現地處理設施成效評估

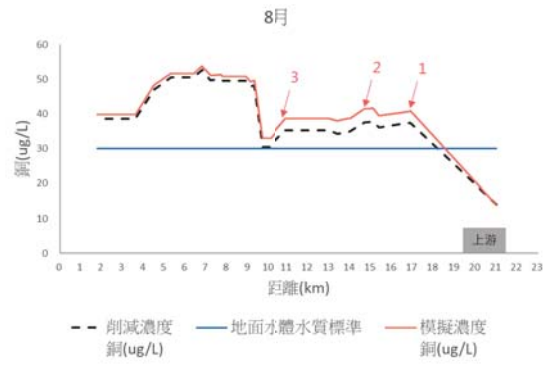
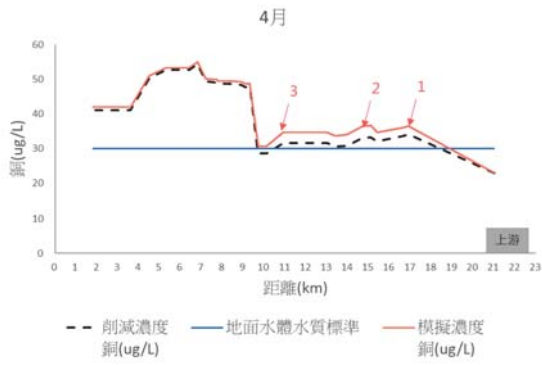
水汴頭礮間



水質模式應用於現地處理設施成效評估

三個現地處理削減情形

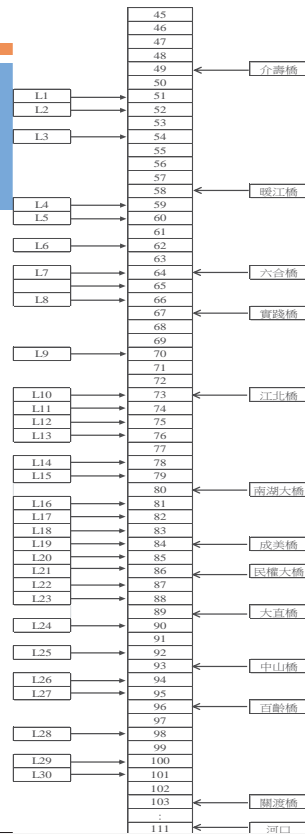
- ◆ 1→朝陽礮間
- ◆ 2→水汴頭礮間
- ◆ 3→人工溼地



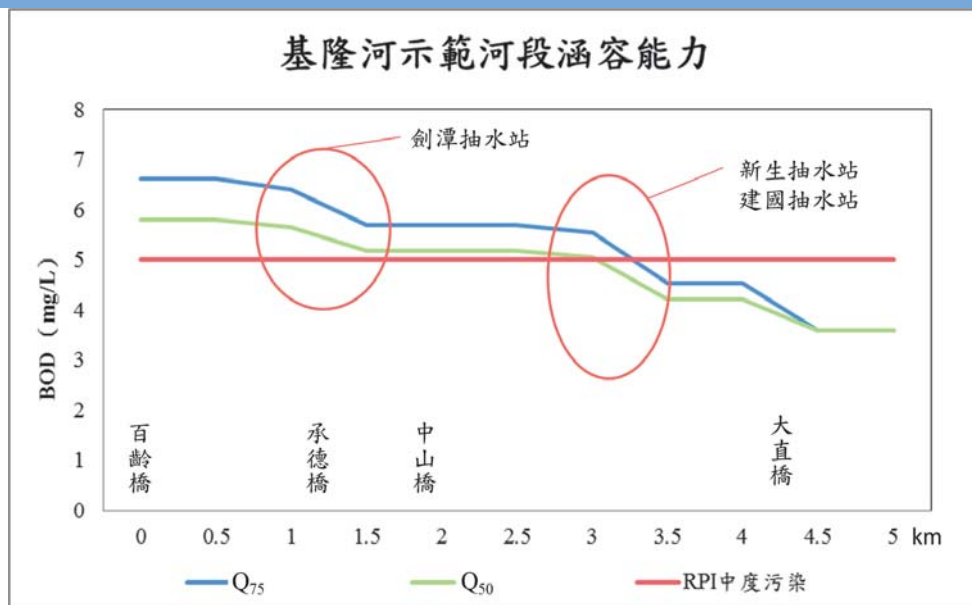
應用於河川總量管制

基隆河WASP模式

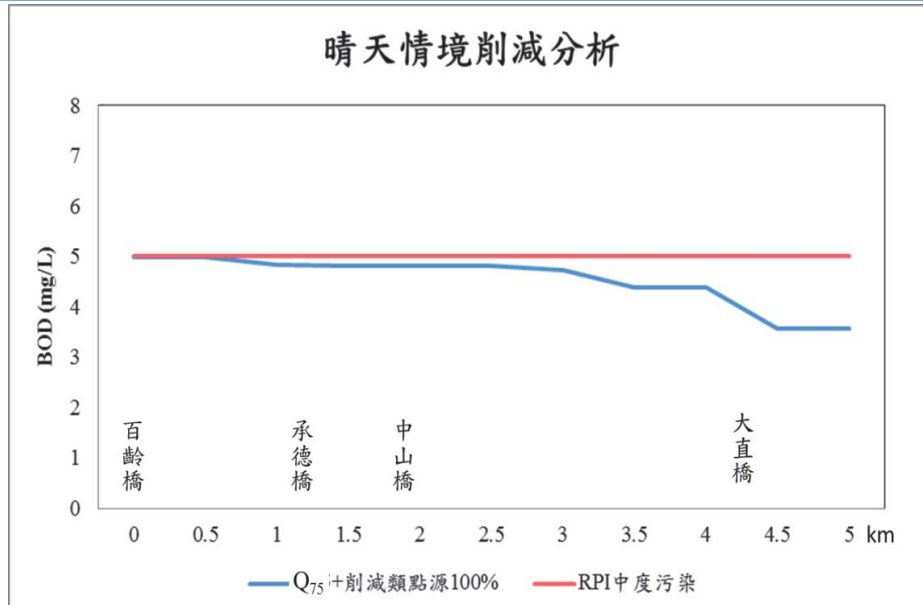
負荷輸入點	BOD負荷 (kg/day)	排水路名稱
L1	45	瑞芳國小旁排水
L2	209	深澳坑溪、八分溪
L3	7	瑞芳粗坑口排水
L4	54	四角亭山溝排水
L5	92	暖暖溪
L6	274	大武崙溪
⋮	⋮	⋮
L24	606	中山抽水站
L25	3359	新生抽水站、建國抽水站
L26	1642	劍潭抽水站
L27	322	大龍抽水站
L28	4405	雙溪、士林抽水站、社子抽水站
L29	2293	洲美一抽水站、洲美二抽水站
L30	201	磺港溪



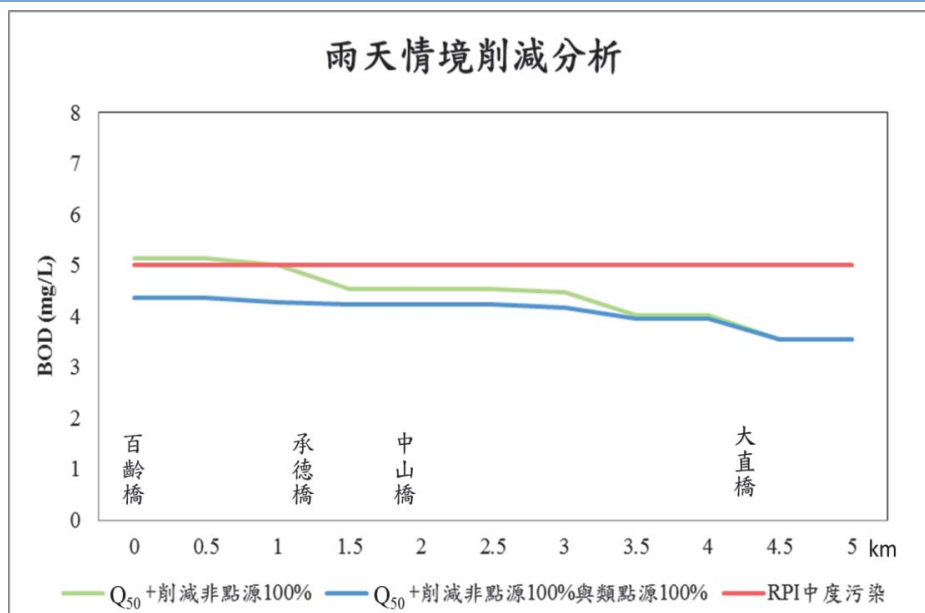
大直橋至百齡橋涵容能力圖



- 削減情境: 削減全數之類點源污染, 可扣除 1280.17 kg/day

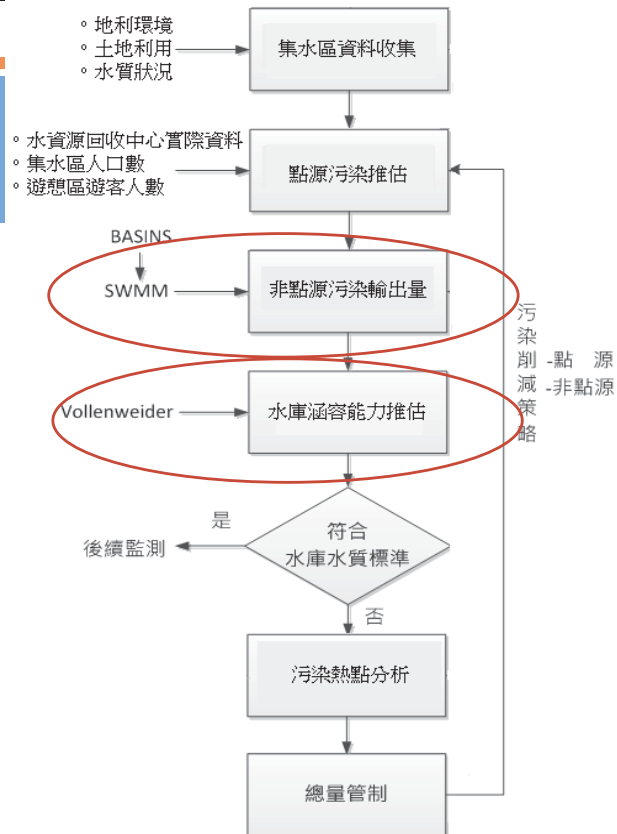


- 削減情境：
 - 削減 100% 非點源污染
 - 削減 100% 非點源污染與 100% 類點源污染



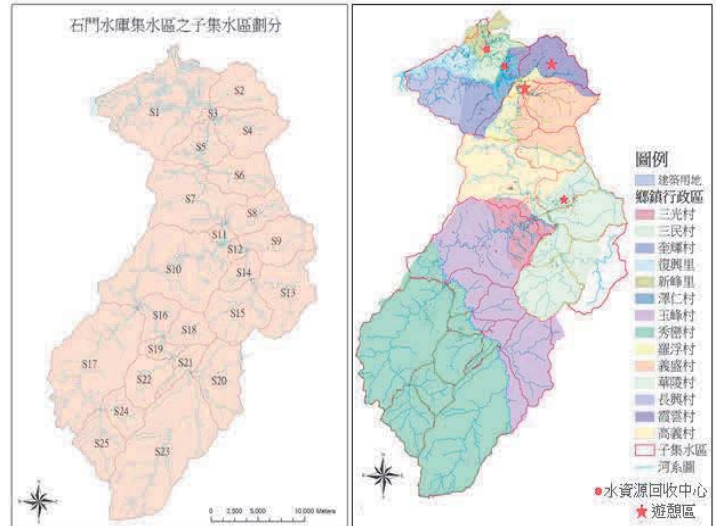
應用於水庫總量管制

水庫TMDL評估步驟



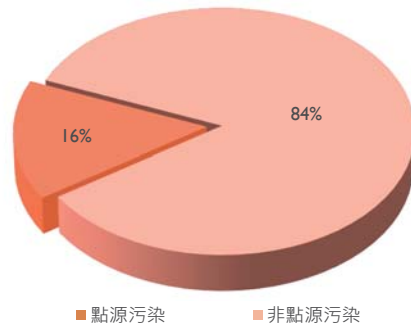
石門水庫污染源來源分析 POLLUTION SOURCES

- 點源：生活污水、遊憩污水(又分為觀光污水(以沖廁污水為主)及住宿污水)
 - 利用當地當地水資源回收中心數據以及人口數估算
- 非點源
 - 採用率定驗證後集水區模式評估(SWMM)



	面積 (ha)	人口	生活污水年污染量 (kg/yr)	觀光污水年污染量 (kg/yr)	住宿污水年污染量 (kg/yr)	點源污染 (kg/yr)	非點源污染 (kg/yr)	污染總和 (kg/yr)	單位面積污染負荷 (kg/yr/ha)	污染貢獻占總量比例	點源污染比例	備註
S01	7990	8737	2176	65	33	2274	4089	6363	0.80	19.9%	36%	石門水庫風景區
S02	2436	708	186	5	11	202	1199	1401	0.57	4.4%	14%	東眼山森林遊樂區
S03	340	527	139	31	17	186	225	411	1.21	1.3%	45%	小烏來風景區
S04	2698	519	136		11	148	1064	1211	0.45	3.8%	12%	
S05	1878	405	107		6	112	612	724	0.39	2.3%	15%	
S06	2394	235	62			62	584	645	0.27	2.0%	10%	
S07	4961	831	218			218	2528	2746	0.55	8.6%	8%	
S08	1884	422	111	20	111	242	1075	1317	0.70	4.1%	18%	達觀山(拉拉山)自然保護區
S09	2659	344	90		55	146	1293	1438	0.54	4.5%	10%	
S10	7920	2356	619		11	630	2635	3265	0.41	10.2%	19%	
S11	426	150	39			39	120	159	0.37	0.5%	25%	
S12	341	154	40		22	63	256	318	0.93	1.0%	20%	
S13	3498	11	3			3	1001	1004	0.29	3.1%	0%	
S14	1113	161	42		6	48	674	722	0.65	2.3%	7%	
S15	3014	100	26			26	1395	1421	0.47	4.4%	2%	
S16	1494	124	33			33	584	617	0.41	1.9%	5%	
S17	8183	887	233		11	244	2318	2562	0.31	8.0%	10%	
S18	1422	-	-			0	354	354	0.25	1.1%	0%	
S19	758	289	76		28	104	303	406	0.54	1.3%	25%	
S20	3239	-	-			0	821	821	0.25	2.6%	0%	
S21	973	324	85		28	113	242	355	0.37	1.1%	32%	
S22	1916	309	81		17	98	615	712	0.37	2.2%	14%	
S23	9450	-	-			0	2608	2608	0.28	8.1%	0%	
S24	1411	-	-			0	229	229	0.16	0.7%	0%	
S25	2290	-	-			0	223	223	0.10	0.7%	0%	
	74689	17595	4504	121	366	4990	27044	32034				

石門水庫集水區總磷污染量 TP POLLUTION LOADS

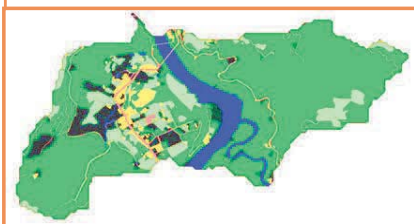


污染來源	總磷年總污染量 kg/yr
點源污染 PS (生活污水與遊憩污水)	4,990
非點源污染 NPS	27,044
合計 Total	32,034

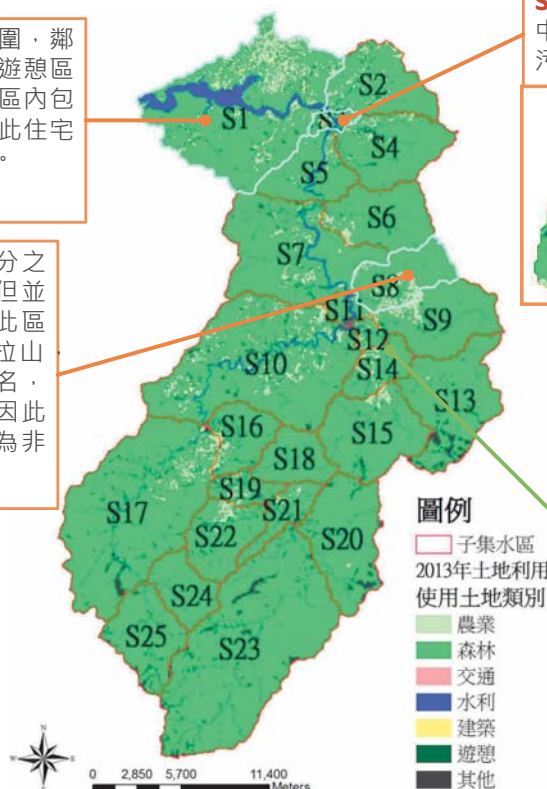
S1 為石門水庫周圍，鄰庫區內之餐廳及遊憩區眾多，且子集水區內包含許多鄉鎮，因此住宅區也多坐落於此。

S8，雖然也有部分之住宅區和餐廳，但並無S1及S3多，但此區域主要為巴陵拉拉山以種植水蜜桃為名，山上多為農地，因此該區域主要削減為非點源污染為主。

S3中，大多數為建築用地，且該區中有小烏來風景區，遊客所產生之污染量皆沒有進行處理。



此外，在單項排序列於前面的S12與S14不納入熱點，是因為S12之污染總量太少佔總體污染量之比例小於1%，若將其首重處理，亦難以看出成效，而S14則是因為點源比例少，但兩者可建議於下階段優先處理。

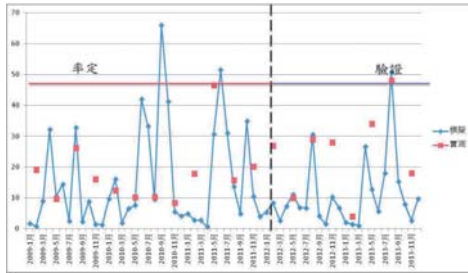


水庫涵容總量推估

- 利用零維水庫總磷模式Vollenweider，計算水庫總磷濃度。
 - 關鍵參數：總磷沉降率。經驗證後為10 m/yr。
- 再由目標總磷濃度，推得容許的總磷輸入量。

$$\frac{\Delta PV}{\Delta t} = M - (P * Q) - (PV * \sigma)$$

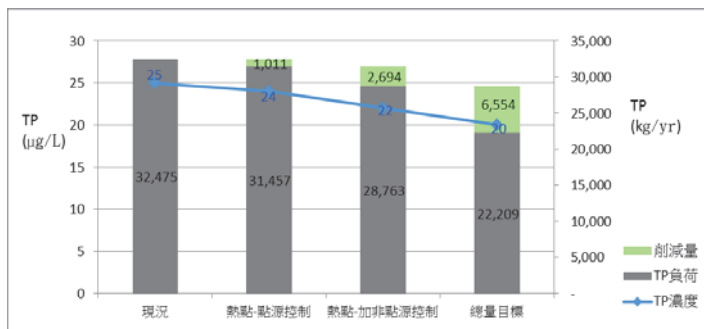
假設steady-state，則 $\frac{\Delta PV}{\Delta t} = 0$



全年水庫入流體積(m ³ /yr)	Q _{in}	查詢水庫水情資料
全年水庫出流體積(m ³ /yr)	Q _{out}	查詢水庫水情資料
磷損失的比例	R _p	(v/v+qs)
總磷沉降率(m/yr)	v	10(率定驗證得出)
進到水庫的水量/水庫表面積	q _s	Q _{in} /A
水庫表面積(m ²)	A	8000000
全年磷輸入量(g/yr)	M	SWMM模式模擬總磷負荷 /水體涵容總量
總磷濃度(g/m ³)	P	模式模擬值所對應之水庫濃度 /目標總磷濃度

污染削減與水質效益

- 石門水庫現況總磷濃度約25 μg/L，現況總磷負荷為32,475 kg/yr。
- 設總磷濃度目標值為甲類水體水質標準20 μg/L，總磷涵容總量22,209 kg/yr (M50)，則總削減率為31.6%。
- 若先由3處污染熱點子集水區先行控制 (短期目標)：
 - 點源削減每年1,011公斤總磷。(收集未處理生活污水至放流水標準)
 - 假設非點源污染削減50% (經由各式BMP措施)，每年可削減2,694公斤。



3處熱點控制後，水庫總磷預計從25 μg/L 降至22 μg/L。



結論

- 水質模式是有用的工具，協助預測、評估政府政策、開發案件、工程之效益。
- 需經過有效的率定驗證過程才能使用。
- 實際監測數據越多越好，但採樣品質需注意。



報告完畢 敬請指教

