



河川水質模式簡易操作手冊 簡介

李祖川

國立臺北科技大學水環境研究中心

民國108年6月10日

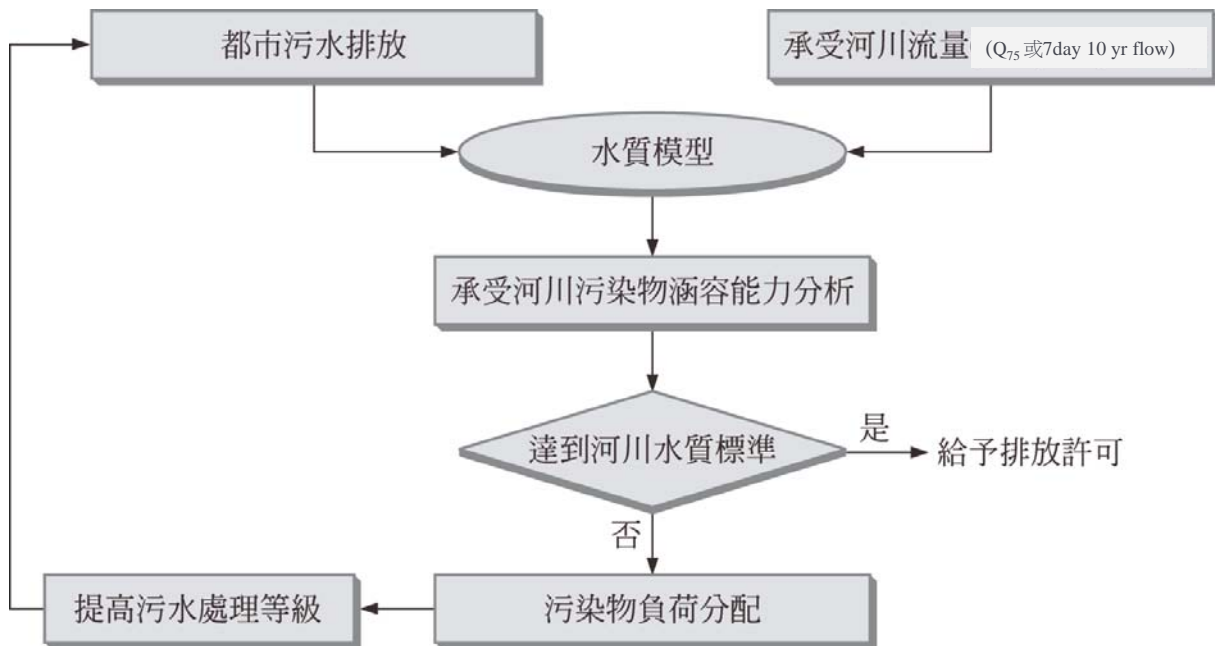




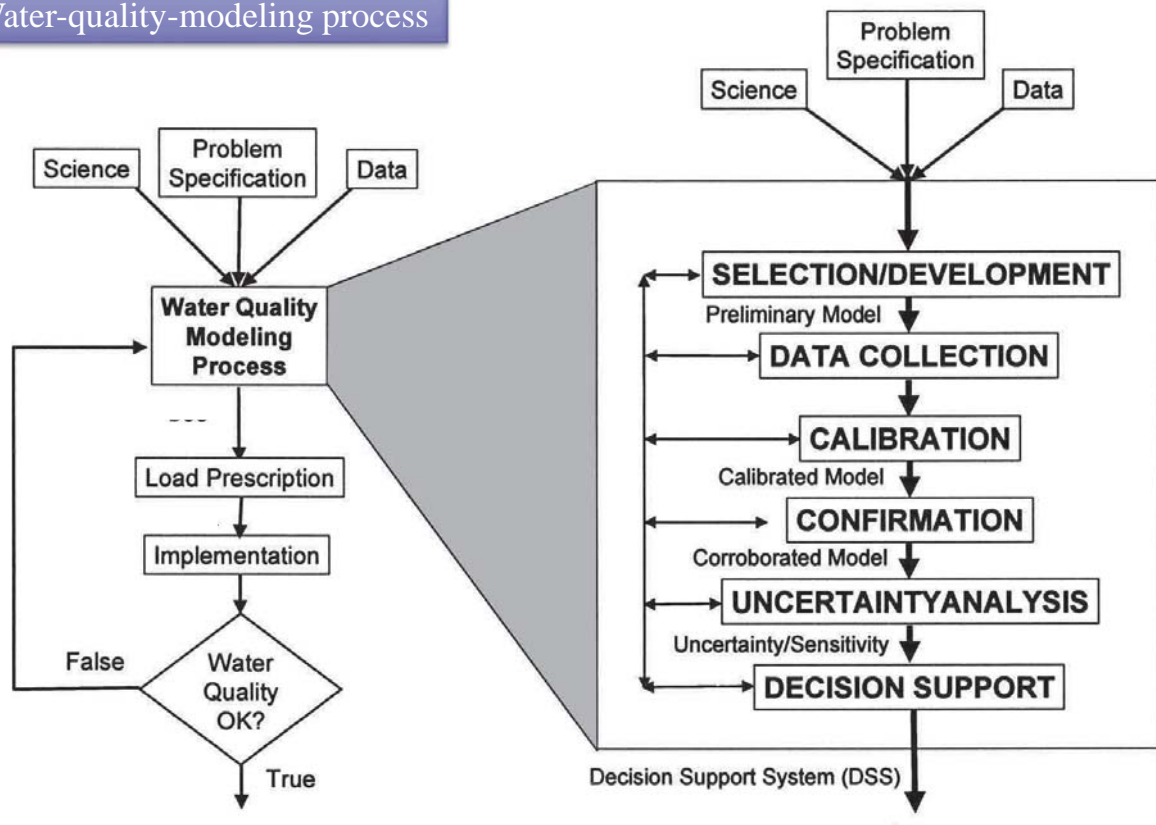
河川水質模式




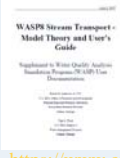


河川水質管理中的水質模式分析



Water-quality-modeling process



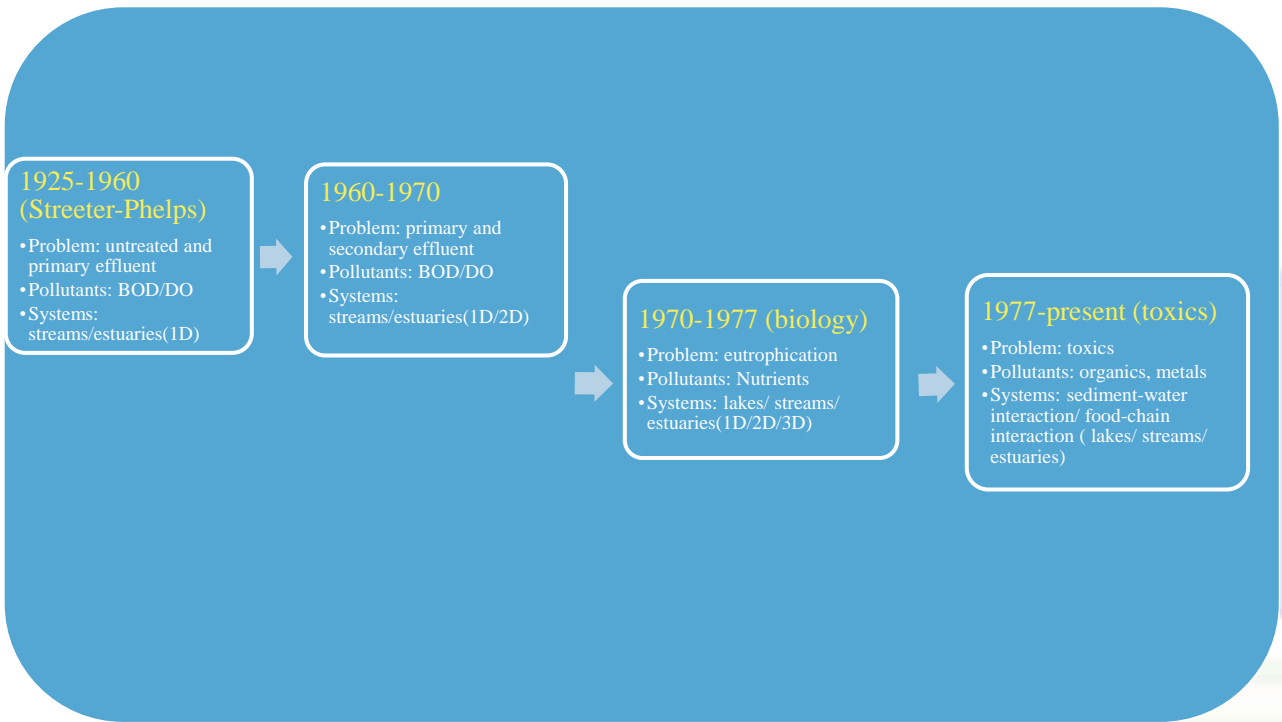
資料來源：Chapra (2003), Journal of Water Resources Planning and Management.

Models	Model version	Characteristics	User Manual
QUAL 2K models	QUAL I ; QUAL II; QUAL2E ; QUAL 2K	The USEPA developed QUAL I in 1970. QUAL models are suitable for dendritic river and non-point source pollution, including one-dimensional steady-state or dynamic models.	 http://www.qual2k.com/
WASP models	WASP1-8 models	The USEPA developed WASP model in 1983. WASP models are suitable for water quality simulation in rivers, lakes, estuaries, coastal wetlands, and reservoirs, including one-, two-, or three-dimensional models.	 https://www.epa.gov/ceam/water-quality-analysis-simulation-program-wasp
HSPF/ BASINS models	HSPF 11; HSPF 12.4; BASINS 3; BASINS 4	assessment, biology, compliance, deposition, discharge, environmental effects, estuaries, hydrology, lakes, metals, monitoring, NPS related, nutrients, permits, pesticides, point source(s), rivers, sediment, streams, surface water, test/analysis, TMDL related, toxicity	 https://www.epa.gov/ceam/hydrological-simulation-program-fortran-hspf
SWMM/ BASINS models	SWMM4.0 SWMM5.1 BASINS 3; BASINS 4	aquatic biology, assessment, combined sewer, community, discharge, environmental effects, metals, NPS related, point source(s), procedure, rivers, stormwater, streams, surface water, test/analysis, TMDL related	 https://www.epa.gov/water-research/storm-water-management-model-swmm

資料來源：USEPS, Surface Water Models.



水質模式發展階段



資料來源： Chapra (2008)



操作手冊案例來源

環評個案來源

◆ 本團隊支援環保署環評河川水質評估

- 自技術規範生效後，已協助審查**167件** (至108年4月)。



既有環評個案模式參數彙整與建置

- 技術規範施行以來河川水質模式模擬之個案進行資料收集，並蒐集主要河川參數。

已蒐集之模式參數流域/河段

模式	流域/河段
HSPF	和平溪、南澳溪、金瓜寮溪**、逮魚岬溪**、北勢溪**、大漢溪**、頭前溪**、鳳山溪、礮溪*
SWMM	翡翠水庫集水區**、頭前溪**、大埔美排水*
QUAL2K	得子口溪*、新店溪**、頭前溪**、大漢溪*、和平溪*、鹽水溪 (大洲排水)*、番仔寮排水*、乾華溪、大安溪*、新街溪*
WASP	急水溪**、大漢溪*、烏溪*、濁水溪*、客雅溪

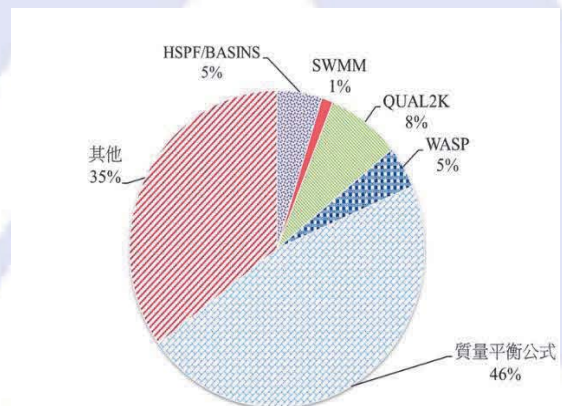
註：*案件已完成環評程序；**本團隊建置參數

已蒐集之模式參數流域/河段



河川水質模式簡易操作手冊

- 製作6條河川水質模式簡易操作手冊
 - 頭前溪 (HSPF/BASINS)
 - 大漢溪 (QUAL2K)
 - 烏溪 (WASP)
 - 大埔美排水 (SWMM)
 - 大安溪 (QUAL2K)
 - 濁水溪 (WASP)





操作手冊內容



手冊目錄

目錄

PART I：前言.....	1
PART II：環評案例.....	2
2.1 建置頭前溪河川水質模式 HSPF	2
2.2 建置大漢溪河川水質模式 QUAL2K.....	9
2.3 建置烏溪河川水質模式 WASP	16
2.4 建置大埔美排水河川水質模式 SWMM.....	23
2.5 建置大安溪 QUAL2K 河川水質模式.....	32
2.6 建置濁水溪（WASP）河川水質模式.....	40
PART III：歷年環評個案河川水質模式常見問題樣態彙編	50
3.1 歷年常見問題.....	50
3.2 環評河川水質模式檢核表（Check list）.....	50
3.3 環評河川水質模式個案問答集.....	53
附錄一 環境影響評估河川水質評估模式技術規範.....	61

製作 6 條河川

常見問題樣態



河川水質模式簡易操作手冊

- 水質模式模擬簡易操作手冊將包括以下四部分：
 - 案例說明
 - 操作步驟：
 - (1) 模式選用
 - (2) 背景資料蒐集
 - (3) 模式建置
 - 結果呈現及說明
 - 環評個案應用河川水質模式常見問題樣態



河川水質模式簡易操作手冊

案例一 頭前溪 (HSPF/BASINS)

一、開發案件說明

- 承受水體
 - 自來水水質水量保護區
- 水質概況及分類標準
 - 乙類水體標準



頭前溪水系圖

河川水質模式簡易操作手冊

案例一 頭前溪 (HSPF/BASINS)

一、開發案件說明

- 承受水體
- 水質概況及分類標準



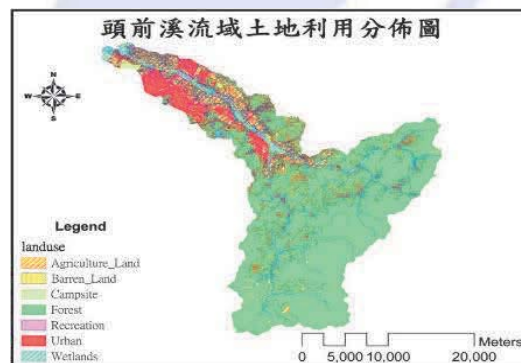
頭前溪流量及水質資料分佈圖

河川水質模式簡易操作手冊

案例一 頭前溪 (HSPF/BASINS)

二、操作步驟

- 模式選用
 - 開發案件之承受水體位於自來水水質水量保護區，選用HSPF/BASINS。
- 背景資料蒐集
 - 流量、數位圖層（河系圖、邊界圖、土地利用、數值高程圖）、水質調查及土地利用等資料。



土地利用圖

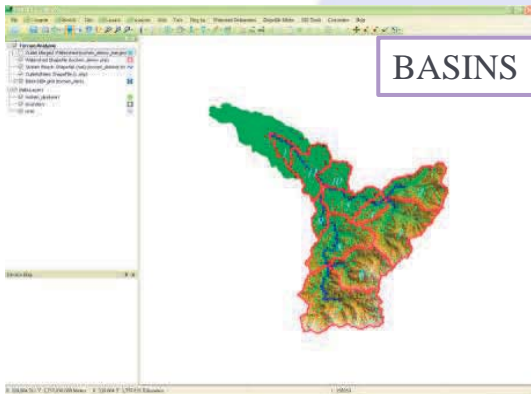
河川水質模式簡易操作手冊

案例一 頭前溪 (HSPF/BASINS)

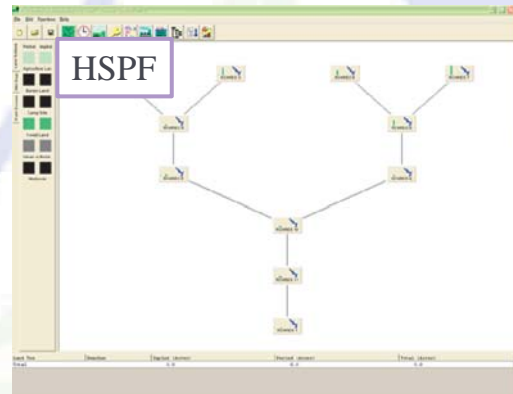
二、操作步驟

■ 模式建置

- 模式介紹
- 集水區切割



集水區切割



HSPF操作介面示意圖

河川水質模式簡易操作手冊

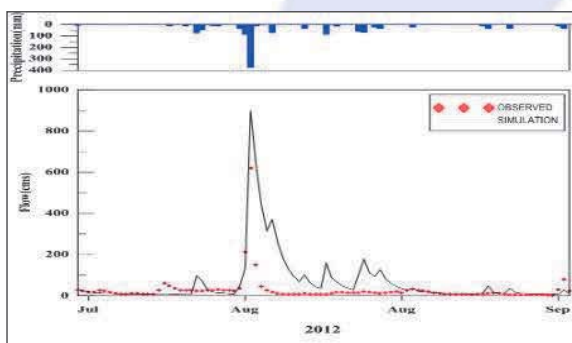
案例一 頭前溪 (HSPF/BASINS)

二、操作步驟

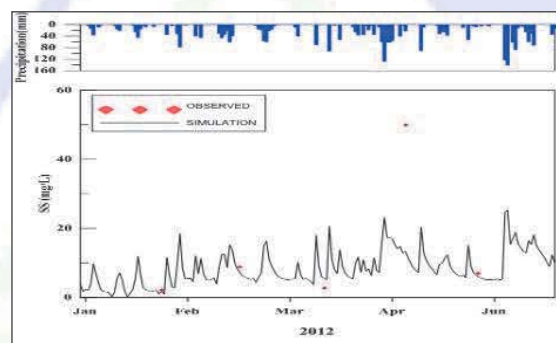
■ 模式建置

- 模式介紹
- 水量與水質率定驗證

	時間	判定指標
流量率定	七月至九月	$R^2 = 0.53$
流量驗證	十月至十二月	$R^2 = 0.56$
SS率定	一月至六月	MAPE = 50 %
SS驗證	七月至十二月	MAPE = 44 %



流量率定驗證結果



水質率定驗證結果

案例一 頭前溪 (HSPF/BASINS)

HSPF模式所需水文參數表

參數名稱	定義	單位	最小值	最大值	頭前溪參數
PWATER					
LZSN	下層土壤含水量	in	0.01	100	25
INFILT	入滲能力指標	in/hr	0	100	0.015
LSUR	漫地流長度	ft	1	none	150
SLSUR	漫地流坡度		0	10	0.3
KVARY	地下水出流參數	1/in	0.0	none	0.0
AGWERC	地下水退水率	-	0	0.999	0.99
INFEXP	入滲公式指數	-	0	10	2.0
INFILD	最大與平均入滲量比值	-	1	2	2.0
DEEPER	地下水入流參數	-	0	1	0.1
BASETP	基流蒸發散參數	-	0	1	0.02
AGWETP	地下水流蒸發散參數	-	0	1	0
CEPSC	截流量	in	0	10	0.1
UZSN	上層土壤含水量	in	0.01	10	10
NSUR	曼寧N值	-	0	1	0.2
INTFW	中間流入流參數	-	0	none	100
IRC	中間流退水率	1/day	0	0.999	0.7
LZETP	下層土壤蒸發散參數	-	0	1.5	0.6
CEPSC	截流儲存量	-	0	100	0.01
SURS	表面儲存量	-	0	100	0.01
UZS	上層土壤儲存量	-	0	100	10
IFWS	中間流儲存量	-	0	100	0.01
LZS	下層土壤儲存量	-	0	100	25
AGWS	活動地下水流儲存量	-	0	100	1
GWVS	地下水坡度指標	-	0	100	0

HSPF模式所需水質參數表

參數名稱	定義	單位	最小值	最大值	頭前溪參數
SEDMNT					
SMPF	操作管理因子	-	0	1	0.7
KRER	土壤分離係數	-	0	none	0.8
JRER	土壤分離指數	-	none	none	2
AFFIX	土壤再壓密率	1/day	0	1	0.7
COVER	土壤覆蓋率	-	0	1	0
NVSI	大氣落塵量	lb/ac-day	none	none	0
KSER	分離泥沙之冲刷係數	-	0	none	0.25
JSER	分離泥砂之冲刷指數	-	none	none	2
KGER	土壤沖蝕係數	-	0	none	0
JGER	土壤沖蝕指數	-	none	none	2
DETS	分離泥砂之初始存量	tons/ac	0	none	1-0.05
SEDTRN					
BEDWID	估計河床泥沙深度	ft	1	none	25
BEDWRN	河床深度	ft	0	none	4
POR	河床孔隙率	-	none	none	0.5
KSAND	泥砂承載公式之係數	-	0	none	0.7
EXPSND	泥砂承載公式之指數	-	0	none	1
TAUCD	底床之沉澱臨界剪應力	lb/ft ²	0	none	0.1
TAUCS	底床之沖蝕臨界剪應力	lb/ft ²	0	none	0.32
M	底床之沖時臨界剪應力	lb/ft ² .d	0	none	0.0005

河川水質模式簡易操作手冊

案例二 大漢溪河川水質模式QUAL2K

一、開發案件說明

- 承受水體
 - 自來水水質水量保護區範圍
- 水質概況及分類標準
 - 乙類水體水質標準



大漢溪後池堰至柑園大橋河段水系圖

資料來源：台3線37K武巒橋拓寬改善計畫環境影響說明書

河川水質模式簡易操作手冊

案例二 大漢溪河川水質模式QUAL2K

二、操作步驟

■ 模式建置

- 污染背景輸入值
- 水量與水質參數

地點	流量 (m ³ /s)	SS (mg/L)	BOD (mg/L)	氨氮 (mg/L)
武嶺橋	0.562 (施工前) 0.627 (施工後)	18.3	6.8	0.37
埔頂排水	0.396	16.1	10.0	0.29
大溪排水	0.169	4.7	7.0	0.38
草嶺溪	1.460	3.0	1.4	0.1
鶯歌溪	0.552	17.5	19.8	5.0

Qual2k模擬大漢溪後池堰至柑園大橋河段水質參數

Parameter	Value	Units	Symbol
Stoichiometry:			
Carbon	40	gC	gC
Nitrogen	7.2	gN	gN
Phosphorus	1	gP	gP
Dry weight	100	gD	gD
Chlorophyll	1	gA	gA
Inorganic suspended solids:			
Settling velocity	0.1	m/d	v _i
Oxygen:			
Reaeration model	User specified		
Temp correction	1.024		θ _a
Reaeration wind effect	None		
O ₂ for carbon oxidation	2.69	gO ₂ /gC	r _{oc}
O ₂ for NH ₄ nitrification	4.57	gO ₂ /gN	r _{on}
Oxygen inhib model CBOD oxidation	Exponential		
Oxygen inhib parameter CBOD oxidation	0.60	L/mgO ₂	K _{socf}
Oxygen inhib model nitrification	Exponential		
Oxygen inhib parameter nitrification	0.60	L/mgO ₂	K _{soma}
Oxygen enhance model denitrification	Exponential		
Oxygen enhance parameter denitrification	0.60	L/mgO ₂	K _{sodn}
Oxygen inhib model phyto resp	Exponential		
Oxygen inhib parameter phyto resp	0.60	L/mgO ₂	K _{sop}
Oxygen enhance model bot alg resp	Exponential		
Oxygen enhance parameter bot alg resp	0.60	L/mgO ₂	K _{sob}
Fast CBOD:			
Oxidation rate	0.5	/d	k _{ac}
Temp correction	1.07		θ _{ac}
Ammonium:			
Nitrification	0.86	/d	k _{na}
Temp correction	1.07		θ _{na}

河川水質模式簡易操作手冊

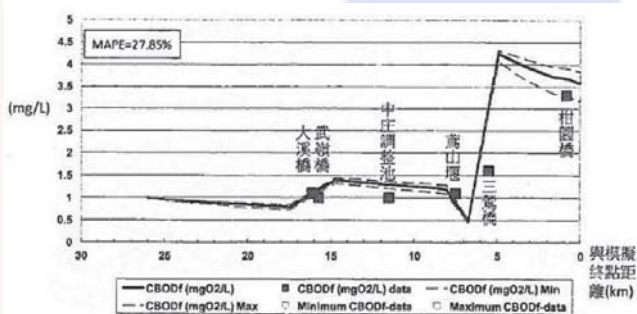
案例二 大漢溪河川水質模式QUAL2K

二、操作步驟

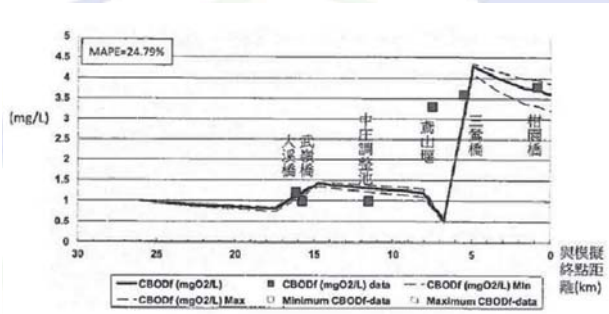
■ 模式建置

- 模式率定驗證結果

	時間	判定指標
DO率定	100年11月	MAPE = 8.9 %
DO驗證	102年2月	MAPE = 20.7 %
BOD率定	100年11月	MAPE = 27.9 %
BOD驗證	102年2月	MAPE = 24.8 %



水質CBOD率定結果



水質CBOD驗證結果

三、結果呈現及說明

根據技術規範填寫，例如：

項目 水質 項目	開發前 環境現況 水質 ^[1] (mg/L)	營運階段 水質評估 結果 ^[2] (mg/L)	營運階段 水質濃度 增量 ^[3] (mg/L)	承受水 體類別 ^[4]	承受水體 水質標準 (mg/L) ^[4]	模式設計 流量 ^[5] (cms)
SS	48.8	48	-0.8	乙類	25 (mg/L)	64.2

營運階段水質影響
評估 (最大濃度)

- [1]: 開發前環境現況水質，若採用水質監測站資料，須註明測站名稱與監測時間，或採用現場補充調查資料（大肚溪五秀橋監測值）。
- [2]: 營運階段之水質評估結果，應採用率定驗證後的模式評估結果。
- [3]: “營運階段水質濃度增量”=“營運階段水質評估結果”-“開發前環境現況水質”。
- [4]: 調查承受水體水質分類類別及其對應之水質標準。
- [5]: 註明模式使用之流量。

項目 水質 項目	開發前 環境現況 水質 ^[1] (mg/L)	營運階段 水質評估 結果 ^[2] (mg/L)	營運階段 水質濃度 增量 ^[3] (mg/L)	承受水 體類別 ^[4]	承受水體 水質標準 (mg/L) ^[4]	模式設計 流量 ^[5] (cms)
SS	2.6	3.5	+0.9	乙類	25 (mg/L)	2.47

營運階段水質影響
評估 (平均濃度)

- [1]: 開發前環境現況水質，若採用水質監測站資料，須註明測站名稱與監測時間，或採用現場補充調查資料（大肚溪五秀橋監測值）。
- [2]: 營運階段之水質評估結果，應採用率定驗證後的模式評估結果。
- [3]: “營運階段水質濃度增量”=“營運階段水質評估結果”-“開發前環境現況水質”。
- [4]: 調查承受水體水質分類類別及其對應之水質標準。
- [5]: 註明模式使用之流量。

環評個案應用河川水質模式常見 問題樣態

■ 環評個案應用河川水質模式常見問題樣態

- 實務界水質模式評估單位自我檢核表 (Check list)
- 製作環評個案水質模擬問題彙整及問答集
 - 污染排放量推估
 - 水質評估方法
 - 模式參數設定及輸入資料
 - 重製模式輸出結果，比對開發單位所送模擬結果一致性
 - 模擬結果之摘要表格式填寫
 - 環境背景調查資料
 - 其他

實務界水質模式評估單位自我檢核表 (Check list)

檢核項目	備註說明 (若填否，應提出說明)	是否依技術 規範規定
(一) 污染排放量推估合理性		
1. 是否推估施工階段逕流廢水的污染排放量		<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否
2. 是否推估營運階段污染排放量		<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否
(二) 模式選用及繳交		
1. 報告書是否繪出承受水體之水系圖		<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否
2. 是否評估施工階段之承受水體水質		<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否
3. 是否評估營運階段之承受水體水質		<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否
4. 是否依據技術規範第五點適用條件選用模式		<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否
5. 是否交送選用水質模式執行檔至環保署		<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否
6. 是否選用技術規範第五點以外之其他模式		<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否

(三) 模式參數設定及輸入資料		
1. 報告書是否說明模式參數及表列主要參數		<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否
2. 模式是否完成率定驗證程序		<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否
3. 參數率定與驗證是否各至少取五筆資料校正		<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否
4. 是否列出校估之誤差值、修正參數值		<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否
5. 設計流量是否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 (Q ₇₅ 或枯水期流量)		<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否
6. 是否已檢視模式參數設定與報告書說明是一致		<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否
7. 非點源污染模擬是否採用實際降雨資料或採重現期距為二十五年之降雨強度 (125) 作為設計雨量		<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否
8. 施工階段水質是否依照承諾之「營建工地逕流廢水污染削減計畫」放流水水質		<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否
(四) 模式輸出結果檢核		
1. 是否已檢視模式輸出結果及與報告書模擬結果一致		<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否
2. 是否填寫施工階段模擬結果摘要表		<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否
3. 是否填寫營運階段之模擬結果摘要表		<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否
4. 是否將模擬結果依照技術規範附件三摘要表格式填寫		<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否
5. 是否將模擬結果依照技術規範附件三摘要表內容填寫		<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否



環評個案水質模擬問題彙整及問答集（摘錄）

常見問題	對應之回答
一、污染排放量推估方面	
1. 案件已提出施工階段的 逕流廢水污染削減計畫 ，是否須進行施工階段的承受水體水質評估。	1. 須進行施工階段的承受水體水質評估，請依照技術規範第四點及附圖一辦理。
二、水質評估方法方面	
1. 開發區之承受水體若無水體水質標準的 小排水路 ，其適用的評估方法？	1. 承受水體若為排水路、缺乏水理資料的小型河川，可採用技術規範認可質量平衡公式評估。
三、模式參數設定及輸入資料方面	
1. 推估非點源污染輸出量，應採用幾年 降雨強度 計算道路逕流量。	1. 依照技術規範第五點，應採用二十五年之降雨強度（ I_{25} ）作為非點源污染的設計雨量。
四、環境背景調查資料方面	
1. 有些 小溪流 ，當枯水期時，流量非常小，以至於無法採到水進行水質檢測，該如何進行模式模擬？	1. 枯水期時採樣時，採樣點無法採到水樣，應往下游採到具代表性之採樣點。
五、其他	
1. 縣（市）政府之環評案件 若有河川水質模式須專業團隊檢視，是否可 支援環評案件審查 ？	1. 縣（市）環保局可透過環保署將水質模式及相關資料遞送至本中心，本中心可支援協助河川水質模式之環評案件審查。



簡報完畢
敬請指教