

因應氣候變遷下野溪多樣化環境設計指標之開發

The Development of Design Index for Torrent Diversity with Climate Change

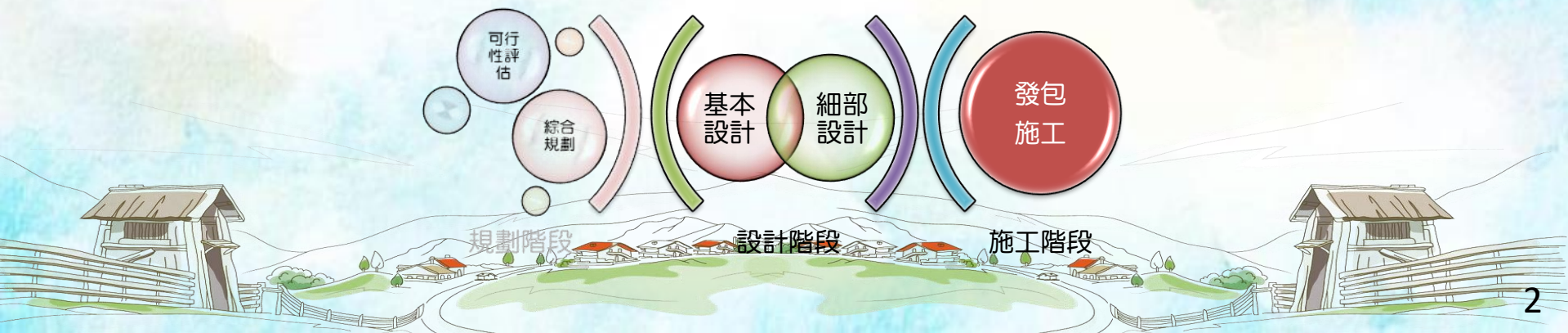
計畫主持人：蔡明波 博士

前言

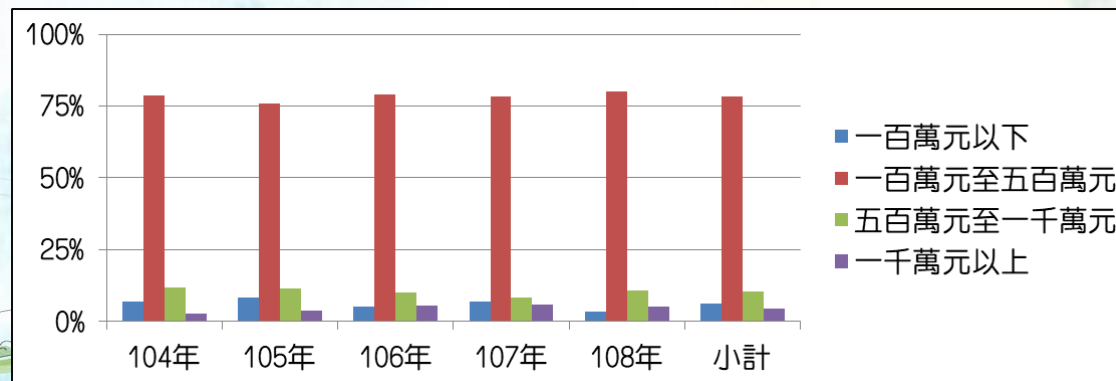
氣候變遷使溪流生態系統處於顯著壓力，而對於台灣野溪環境的影響，主要有溪流流量在溼季提高，乾季減少；發生極端氣候事件機率上升，使得發生複合災害的風險提高；以及在降水量少時，溪流流速較為緩慢，削弱溪流自淨能力。



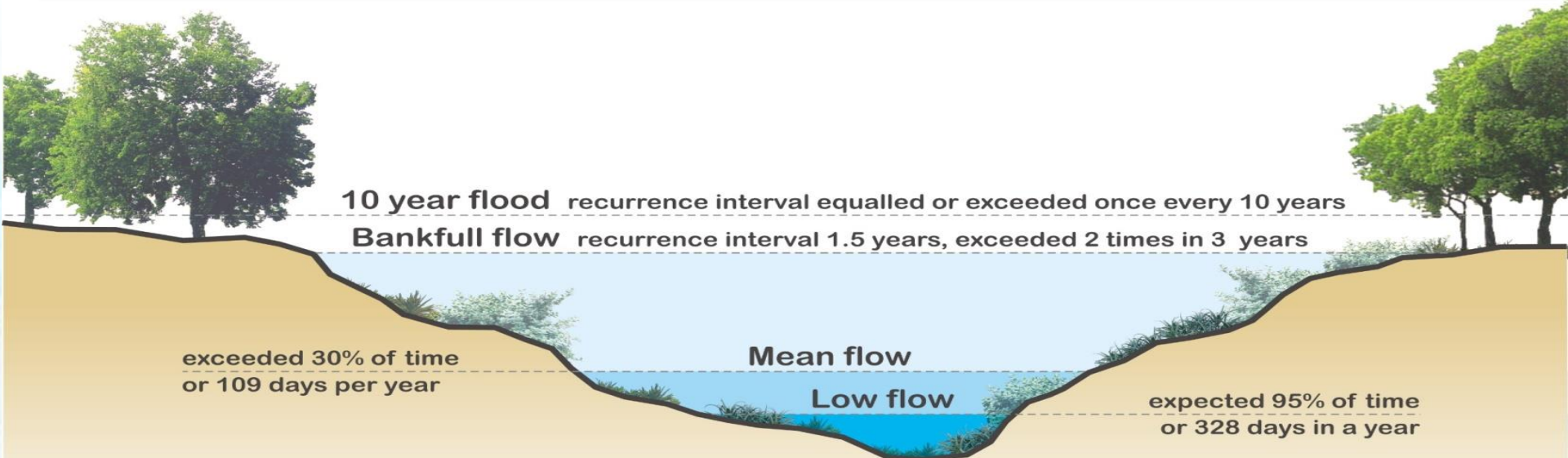
- 現階段野溪設計人員，乃依據法規、規範之規定執行野溪治理工作，水理安全、結構安全、合理預算編製是目前執行之項目。
- 現階段工程設計書圖並無強制須提出調查、計算、評估野溪多樣化環境之量化指標，而實際執行施工廠商按圖施作，自然無法落實多樣化野溪環境之營造。



- 一般工程之辦理期限，二十天日曆天內完成基本設計，核定後十日曆天內完成細部設計，並編制工程預算書，共約三十至四十日，在時間上較為緊湊。
- 工程經費以一百萬至五百萬元間為大宗，單案之工程經費較低。施工方式以鋼筋混凝土等剛性結構為主，優點為設計快速、施工便利。



許多研究、手冊與案例顯示溪流復育為營造多樣化溪流環境、有效減輕氣候變遷影響的執行模式，而各國皆已開始進行相關執行手冊編撰，例如歐洲溪流復育技術手冊、美國國家工程師手冊(2007)，可見**溪流復育模式為因應氣候變遷下野溪環境多樣化設計之有效模式**，同時國際上皆已有相關參考手冊與案例。



The amount of water in a river channel and the frequency with which such an amount occurs.

Source: Luna B. Leopold, View of the river.

計畫目標

- 藉由國內野溪治理規範與國外野溪治理案例進行探討，開發可行之野溪多樣化之設計指標。
- 野溪多樣化設計指標開發，除作為基層執行野溪設計工作之參考，並作為未來技術規範或操作手冊之研究基礎。



野溪設計指標模式探討

國內

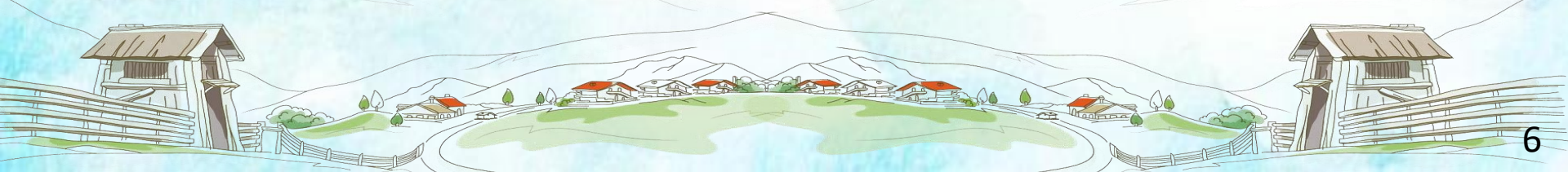
美國、歐洲、日本100個案例



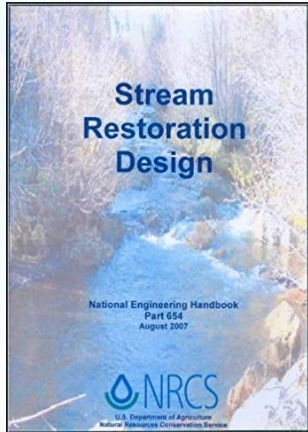
野溪整治及水土保持
工程設計簽證執行計畫書

1. 溪流復育設計手冊
2. 溪流技術手冊
3. 河川復育手冊
4. Manual of River Restoration Techniques
5. River Restoration in Denmark
6. ふるさとの川をつくり育てる—
ふるさとの川整備事業事例集
7. 河川環境の保全と復元—多自然
型川づくりの実際

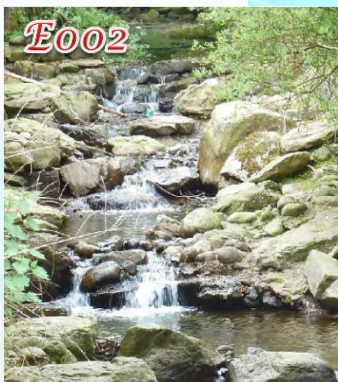
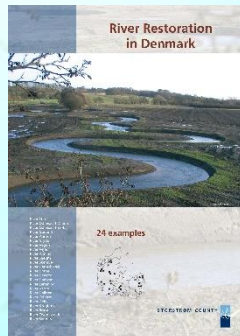
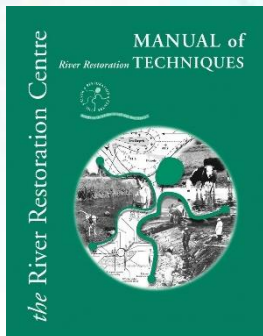
野溪設計指標模式



➤ National Engineering Handbook 654: Stream Restoration Design

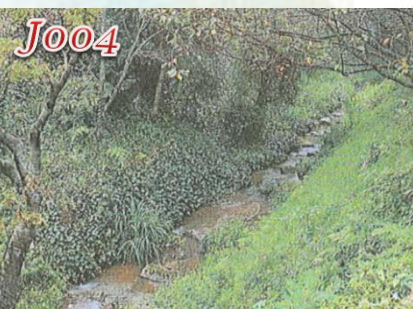
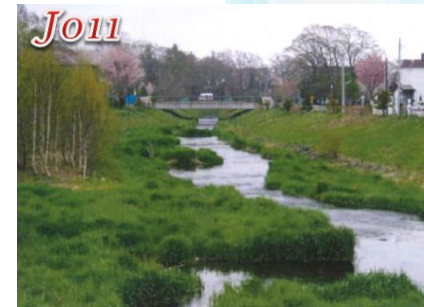
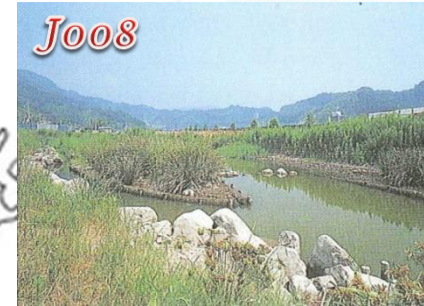
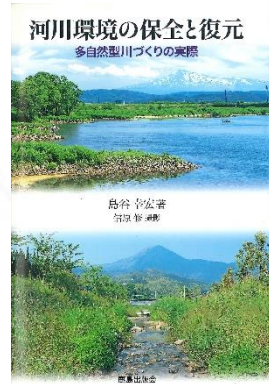
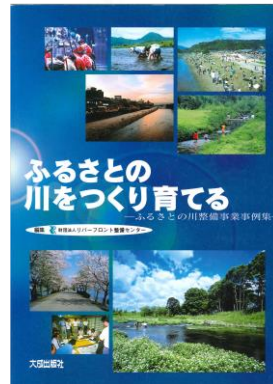
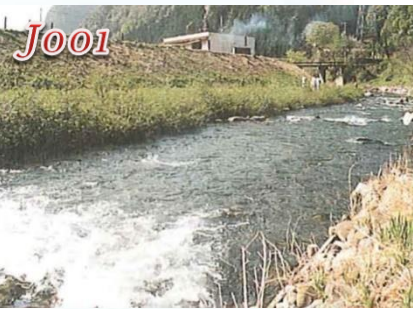


- Manual of River Restoration Techniques
- River Restoration in Denmark



日本案例蒐集

- ▶ ふるさとの川をつくり育てる—ふるさとの川整備事業事例集
- ▶ 河川環境の保全と復元—多自然型川づくりの実際

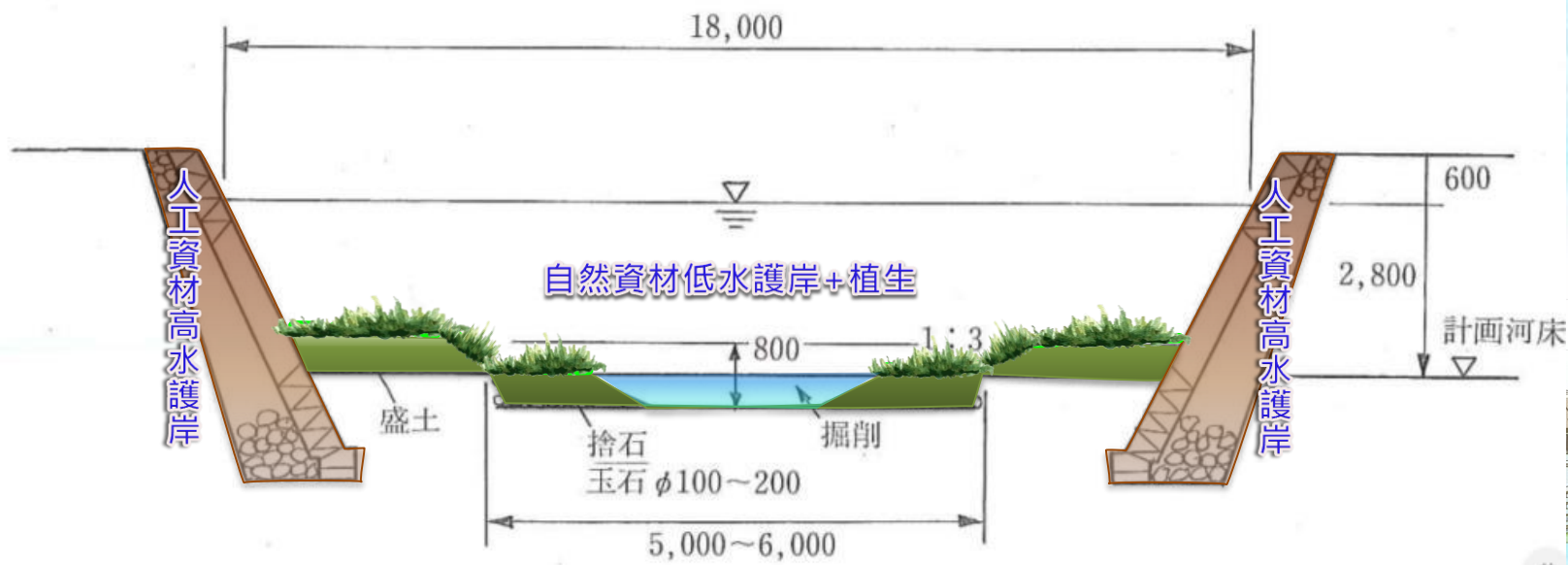


GOOD CONSULTANT
Technology Consultants Co., Ltd
GOQO.TECH

▶ 自然及人工資材綜合設計(案例J003 いたち川)



いたち川低水路標準断面図（昭和57年施工）



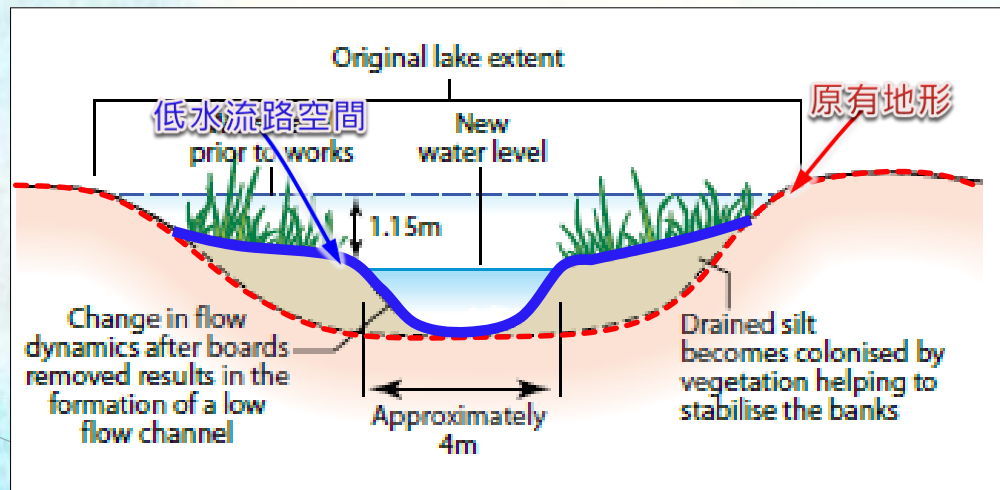
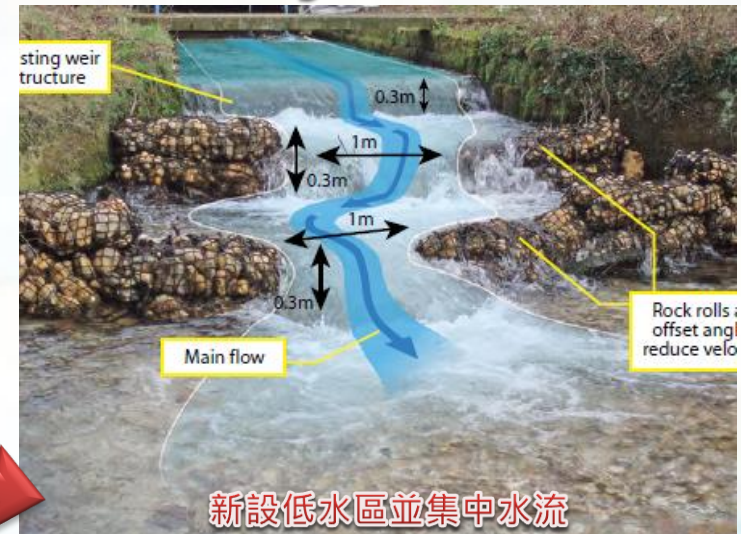
案例探討

➤ 高低水綜合設計 (案例 E010 Babingley River)

Before



After

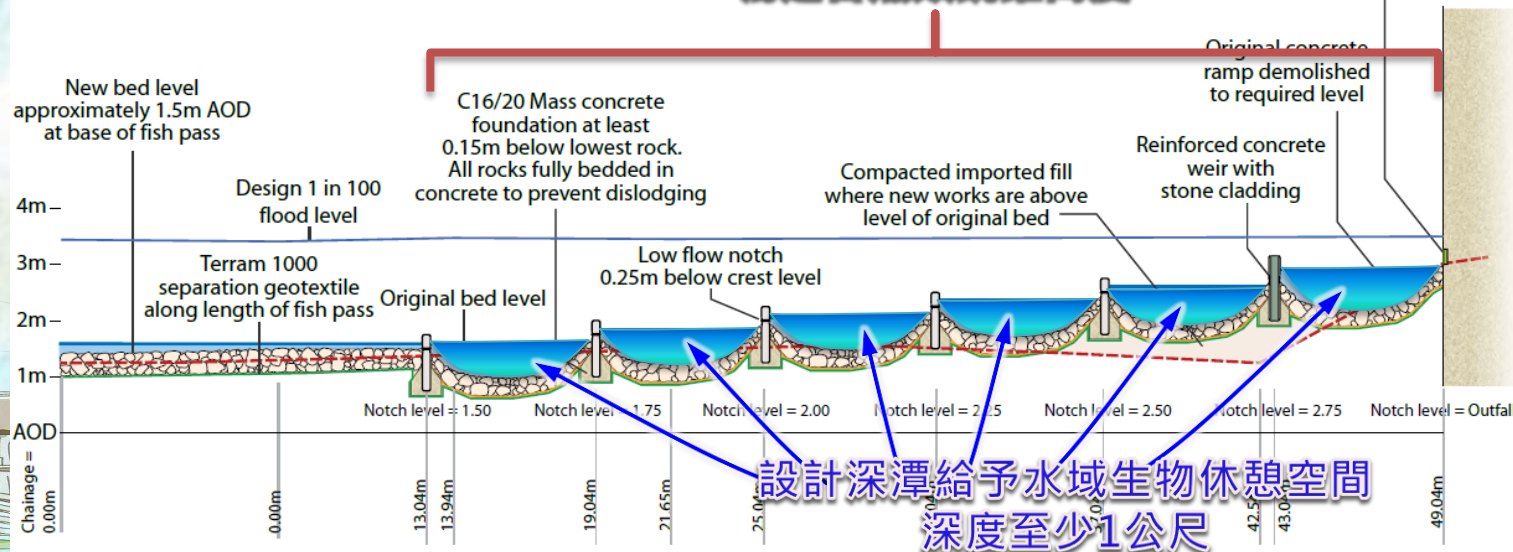


➤ 依據生態現況設計 (案例 E005 Lodge Burn)

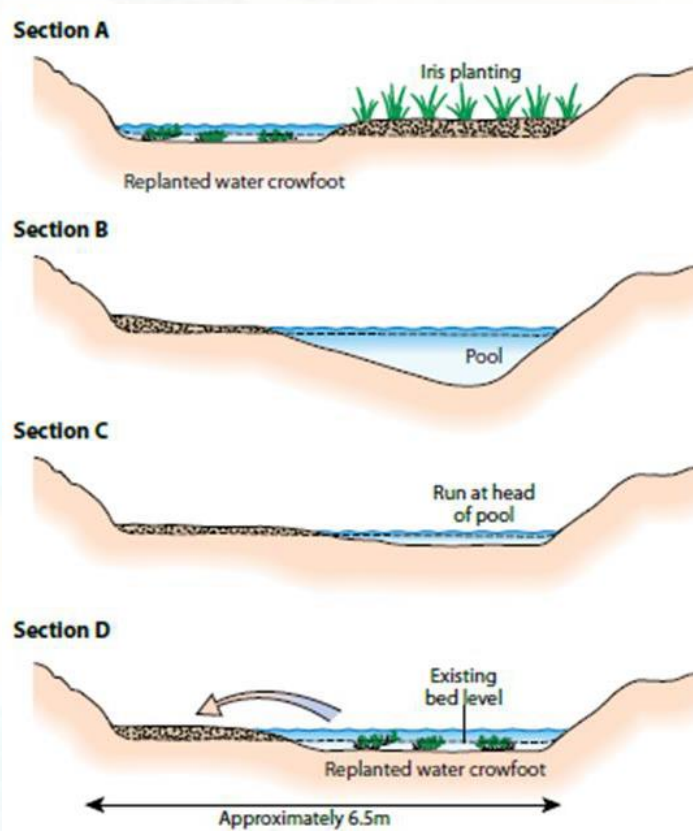


固床工高程差以25公分為主
為適合魚類跳躍高度

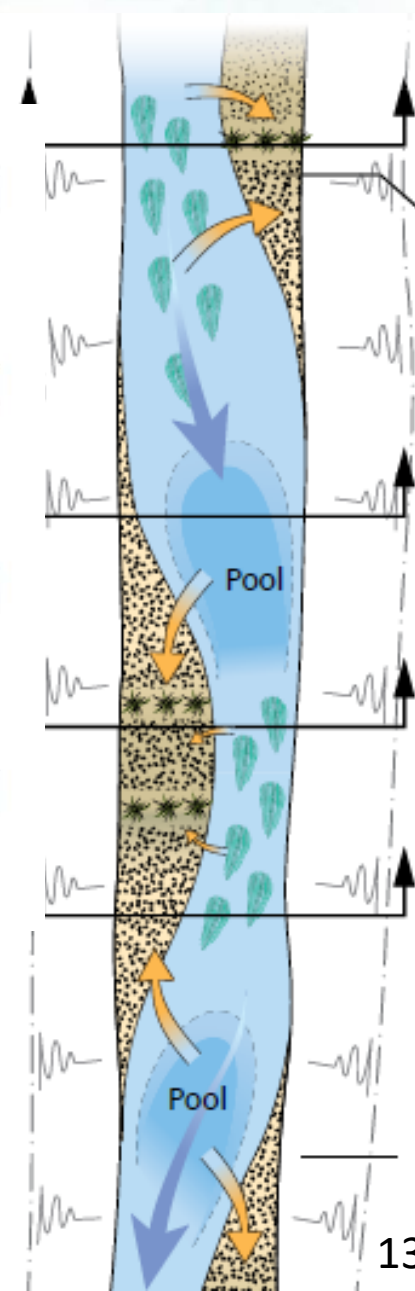
Outfall at 3.0m AOD
Concrete lip constructed at
outfall to retain water levels
in culvert reach in low flows



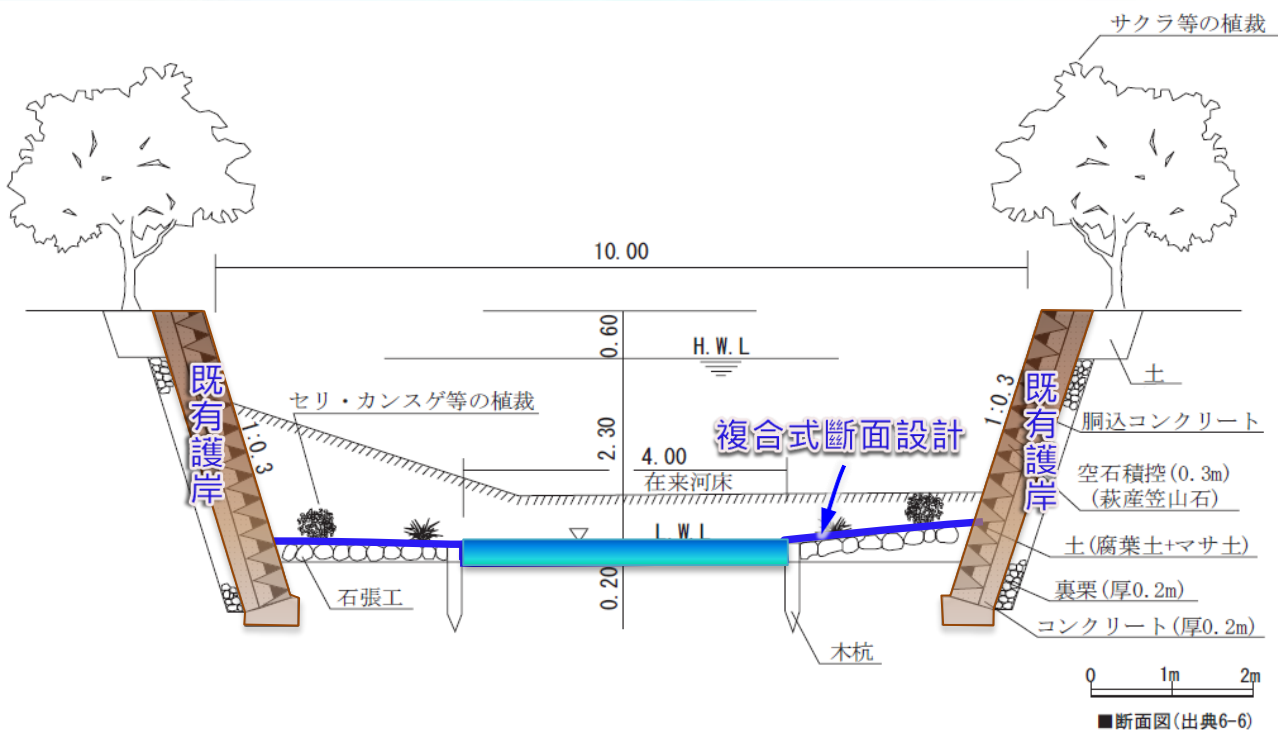
▶ 複合型斷面設計 (案例 E017 River Darent)



蜿蜒河道及
多樣化複合式斷面設計



▶ 原始断面設計(案例J012 一の坂川)



案例探討

➤ 依據蒐集生態資料設計 (案例J011 茂漁川)



依據所蒐集的生態資料，設計複合式給予各種物種棲息空間



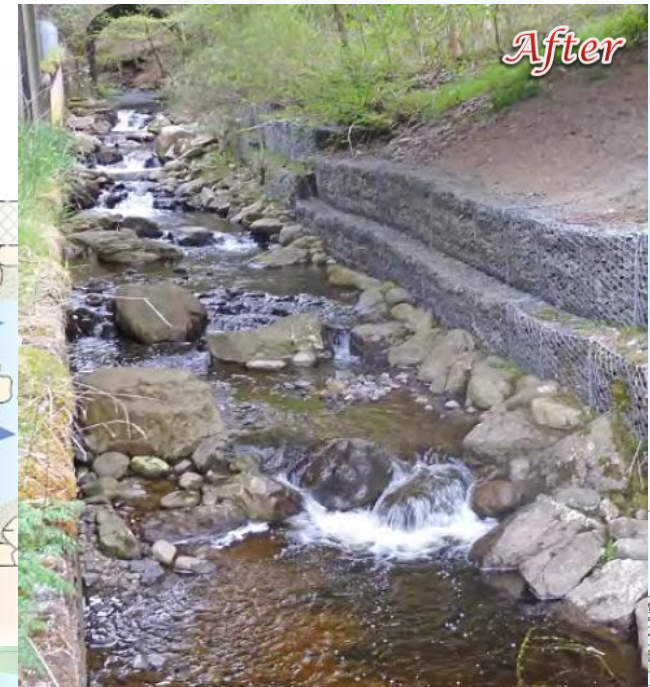
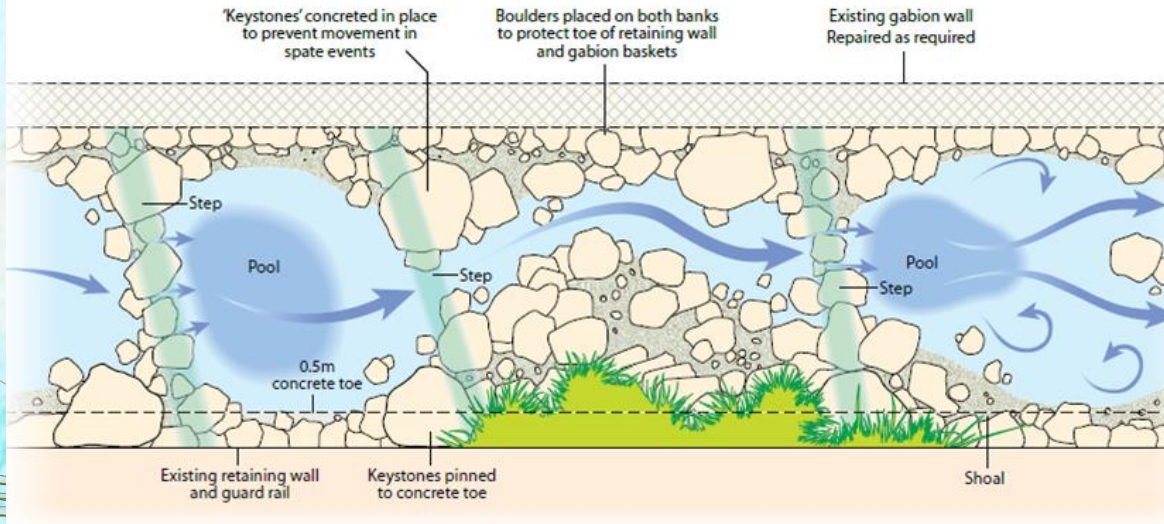
資料來源：日本河川・流域再生ネットワーク (JRRN)

案例探討

► 依據調查生態資料設計 (案例 E002 Birnam Inchewan-burn creek)

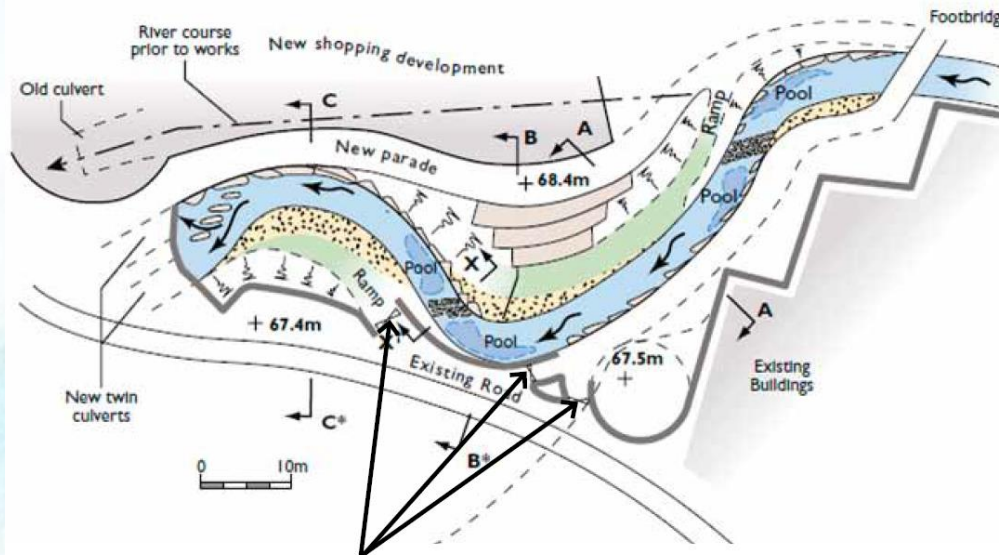


本溪流為鮭魚洄游之主要路徑，
故以鮭魚生存之條件設計此溪段

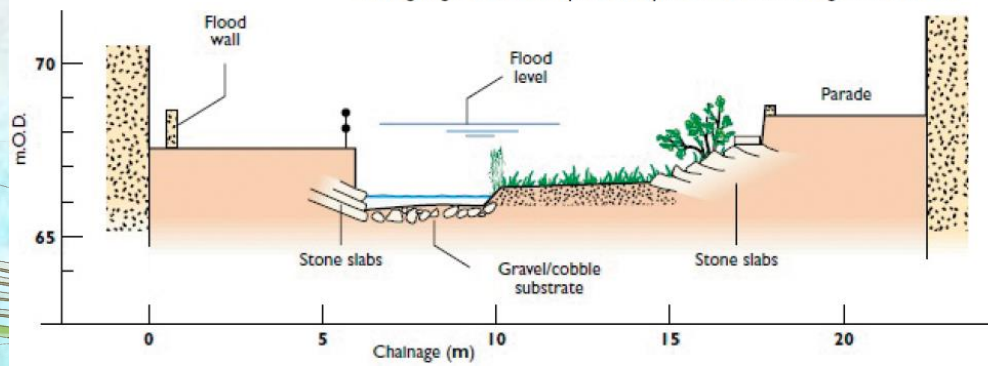


► 綜合考量設計 (案例 E001 River Marden)

1. 自然資材及人工資材綜合設計
2. 高低水綜合設計
3. 依據生態現況資料設計
4. 複合型斷面設計



Flood gates that can be closed off to prevent the town from flooding during high water and prevents public access during these events



➤ 綜合考量設計 (案例 J002精進川)

1. 2007年日本土木優秀賞
2. 以恢復野溪原始樣貌為設計主軸
3. 針對關鍵性物種棲地保育設計
4. 因應用地及周遭環境採用分段設計



原始樣貌區段



河岸安全區段



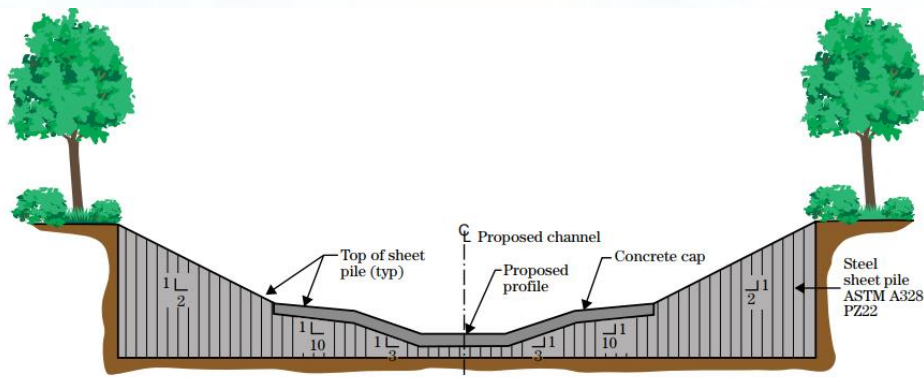
自然保育區段



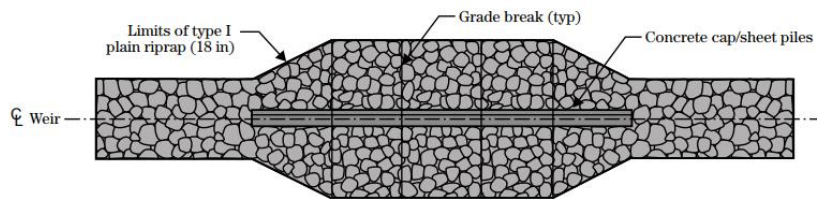
案例探討

► 綜合考量設計 (案例 A007 Coffee Creek)

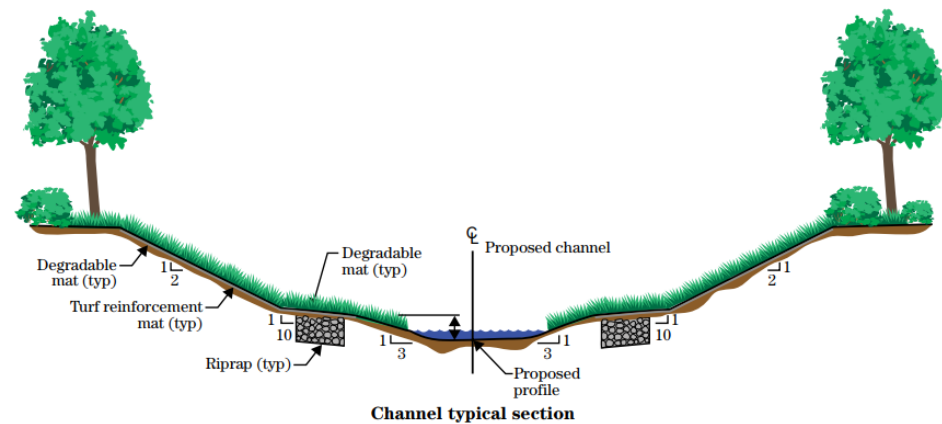
1. 以保護河岸邊坡為主，營造親水天然環境
2. 護岸緩坡化
3. 安全性上使用鋼板樁及混凝土為基礎
4. 低水採用2年重現期流量、高水採用500年重現期流量進行設計



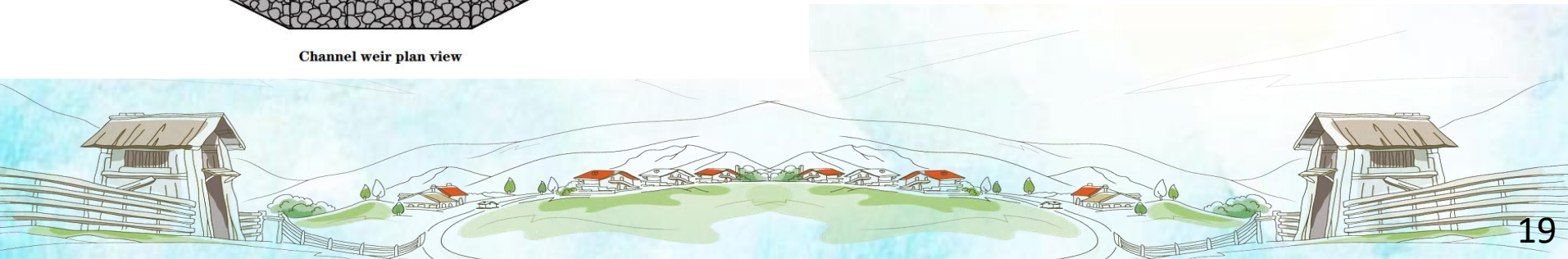
Channel weir typical cross section



Channel weir plan view



Channel typical section



► 綜合考量設計 (案例 A007 Coffee Creek)

1. 以保護河岸邊坡為主，營造親水天然環境
2. 護岸緩坡化
3. 安全性上使用鋼板樁及混凝土為基礎
4. 低水採用2年重現期流量、高水採用500年重現期流量進行設計



野溪設計原則及指標

► **明細表法**涵蓋的資訊較具系統化，利於決策者綜合分析。

項次	野溪設計原則	野溪設計指標
1	材料來源合理性	採用自然資材設計
		採用人工資材設計
		自然資材及人工資材綜合設計
2	水理條件相容性	高水量設計
		低水量設計
		高低水量綜合設計
3	生態機能回復性	依據現況設計
		依據蒐集資料設計
		依據調查資料設計
4	地形條件適合性	擴大斷面設計
		原始斷面設計
		複合型斷面設計

結果與討論(一)

全球案例設計指標之探討

項次	設計原則	野溪設計指標	權重百分比
1	材料來源合理性	採用自然資材設計	19%
		採用人工資材設計	1%
		自然及人工資材綜合設計	80%
2	水理條件相容性	高水量設計	7%
		低水量設計	17%
		高低水量綜合設計	76%
3	生態機能回復性	依據現況設計	40%
		依據蒐集資料設計	30%
		依據調查資料設計	30%
4	地形條件適合性	擴大斷面設計	30%
		原始斷面設計	30%
		複合型斷面設計	40%

結果與討論(一)

全球案例設計指標之探討

材料來源合理性，採綜合設計指標，權重達到80%，採全自然資材佔19%，採全人工資材僅佔1%。**多樣化設計案例優於單一材料之設計。**

水理條件相容性，高水與低水量綜合設計指標，權重達到76%，高水量設計佔7%，採低水量為17%。**多水位之案例較為符合多樣化環境設計之需求。**

生態機能回復性，依據現況設計方式佔40%，依據蒐集資料設計30%，依調查資料設計30%。數據顯示**各指標之間差異不大。**

地形條件適合性，採擴大斷面設計30%，依原始斷面設計30%，複合型斷面設計40%。**各項指標差異性不大。**

結果與討論(二)

全球野溪設計指標排序之探討

排序	設計指標	權重百分比
1	自然及人工資材綜合設計	81%
2	高低水量綜合設計	76%
3	依據生態現況設計	40%
4	複合型斷面設計	40%
5	原始斷面設計	30%
6	依據蒐集生態資料設計	30%
7	依據調查生態資料設計	30%
8	擴大斷面設計	30%
9	採用自然資材設計	19%
10	低水量設計	17%
11	高水量水設計	7%
12	人工資材設計	1%

結果與討論(三)

日本案例設計指標之探討

排序	設計指標	權重百分比
1	自然及人工資材綜合設計	93%
2	高低水量綜合設計	93%
3	依據生態現況設計	44%
4	複合型斷面設計	44%
5	依據蒐集生態資料設計	37%
6	原始斷面設計	33%
7	擴大斷面設計	22%
8	依據調查生態資料設計	19%
9	採用自然資材設計	7%
10	低水量設計	5%
11	高水量設計	2%
12	人工資材設計	0%

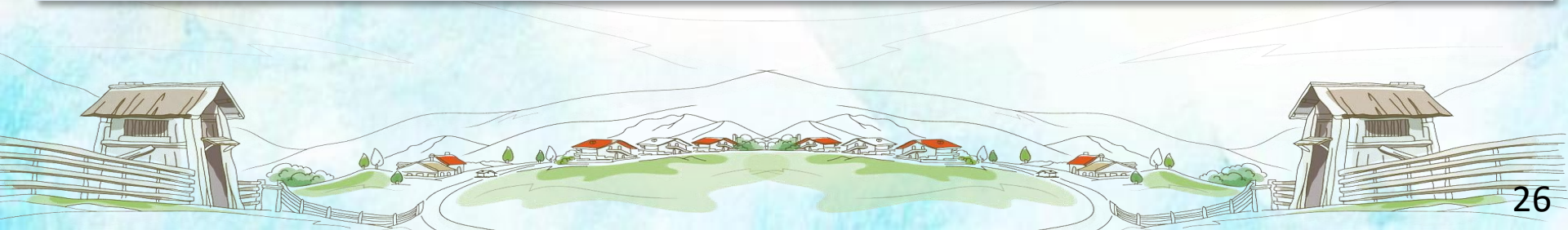
結果與討論(三)

日本案例設計指標之探討

日本與台灣同為東亞地區，日本亦為台灣之鄰國，地理位置相近，探討日本案例之設計指標，將有助於台灣在野溪設計執行工作因地制宜上之參考。

由日本案例分析，材料來源多樣化設計、水理條件綜合設計指標，與全球案例呈現之趨勢一致。

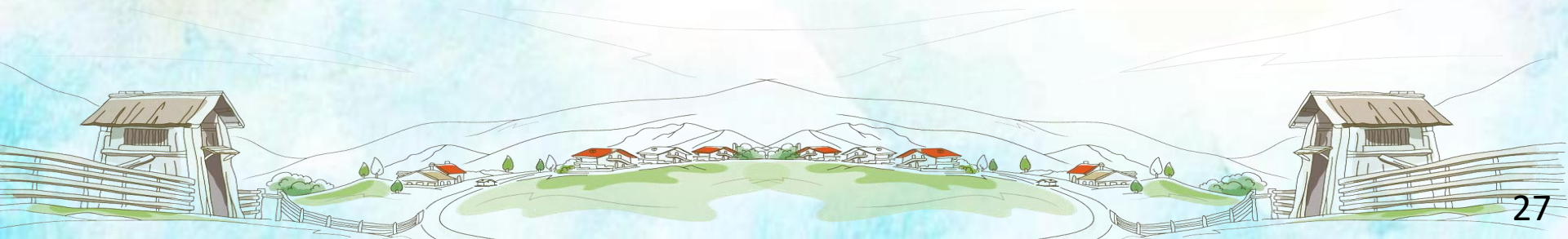
生態機能回復性，地形條件適合性探討方面，兩項分析各指標之間差異並不明顯。



結果與討論(四)

■ 野溪設計指標群組之開發

1. 從全球案例或是鄰近日本案例分析，資材之綜合設計、高低水位綜合設計兩項指標做為領先指標(Leading indicator)。
2. 單一設計指標，即落後指標(Lagging indicator)，可以做為檢視野溪設計工作是否符合現階段溪流復育設計之趨勢。
3. 一般性指標(Normal indicator)包含六項指標，屬於因地制宜設計指標。



結果與討論(四)

野溪設計指標群組之開發

排序	設計指標	權重百分比
1	自然及人工資材綜合設計	80%
2	高低水量綜合設計	76%
3	依據生態現況設計	40%
4	複合型斷面設計	40%
5	原始斷面設計	30%
6	依據蒐集生態資料設計	30%
7	依據調查生態資料設計	30%
8	擴大斷面設計	30%
9	採用自然資材設計	19%
10	低水量設計	17%
11	高水量水設計	7%
12	人工資材設計	1%

領先指標群組

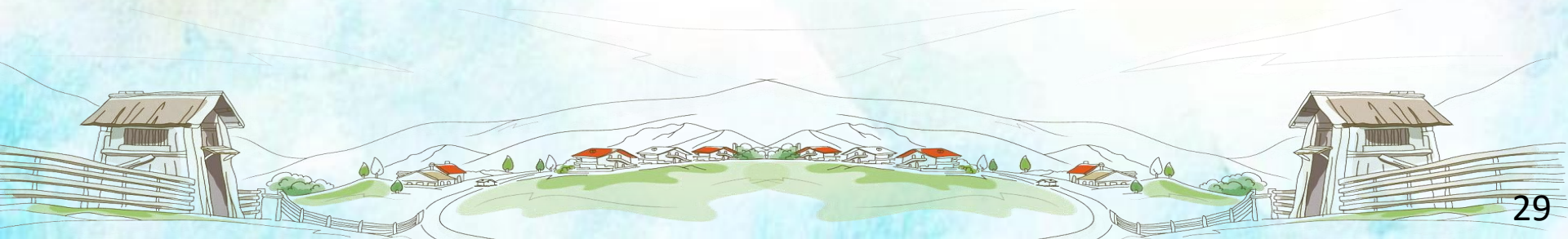
一般指標群組

落後指標群組

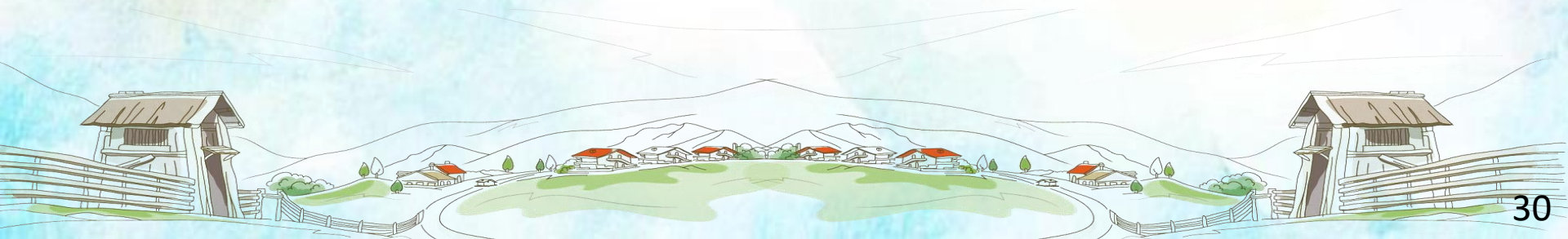
結果與討論(四)

■ 野溪設計指標群組之運用

領先指標群組，可協助設計者快速檢視設計內容是否與現階段多樣化溪流復育設計趨勢相符之程度；一般性指標群組，設計者則需要搭配領先指標，因地制宜進行設計；落後指標群組顯示，設計者較無法與全球溪流復育案例設計趨勢接軌。



1. 蒐集全球一百個案例，探討四個設計原則與十二項設計指標。
2. 開發具有溪流復育設計內涵之國內野溪設計指標之組合，包含**領先指標**、**一般性指標**及**落後指標**等三個指標群組。
3. 探討之設計原則、設計指標、設計指標群組，可作為適合台灣之野溪設計者執行上之參考，期能使野溪設計工作，能符合現階段氣候變遷之趨勢，同時接軌全球之溪流復育設計發展方向。



簡報結束

GOOD EARTH



計畫執行方法

