

# 新都市水環境管理方式-

USA: Low Impact Development (LID)

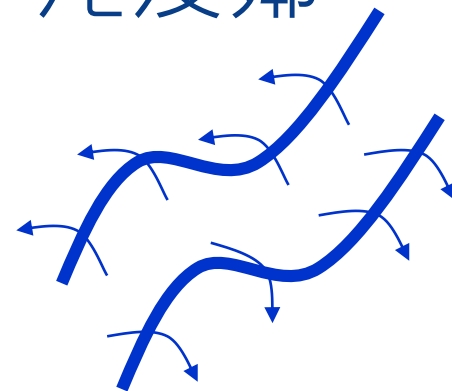
UK: Sustainable Drainage Systems (SuDS)

Australia: Water Sensitive Urban Design  
(WSUD)

Japan: 総合治水

# 水患成因

- \* 以前淹水從河道兩邊開始，淹沒鄰近區域



- \* 現在直接在都市區積水

—————> 排水不及?

# 淹水原因

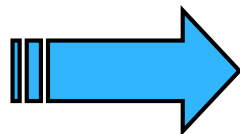
# 傳統處理方式 新處理方式

排水不及/不良?



加強排水、導水、抽水

地勢低窪?

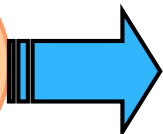


避免在低窪地區開發

雨下太大?

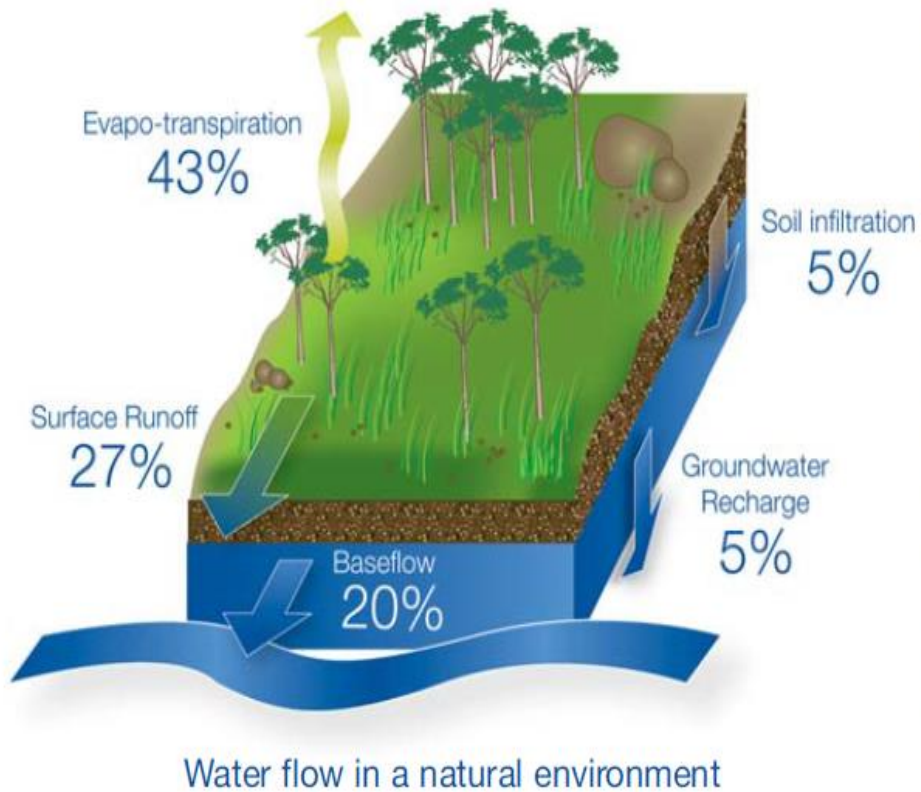
新都市水環境管理

逢水必淹?!

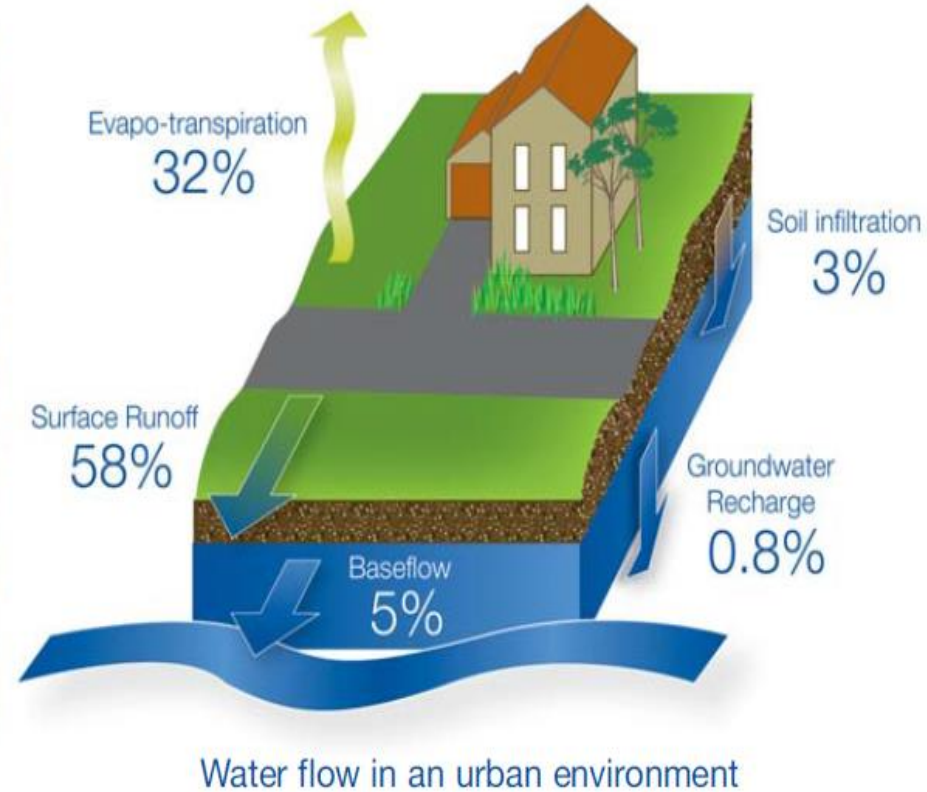


解決暴雨淹水問題

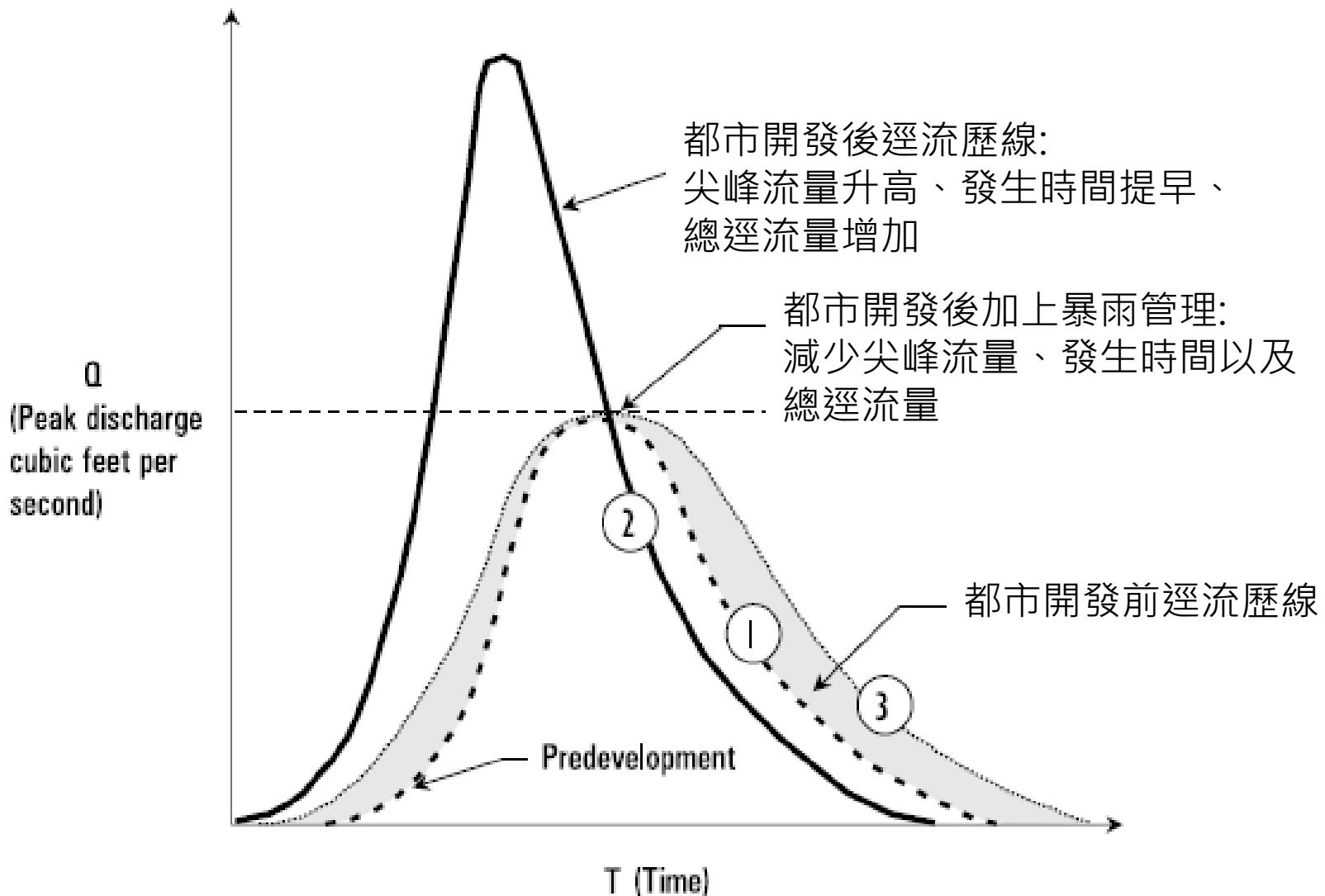
## Changes to water flows in urban areas



自然環境水循環

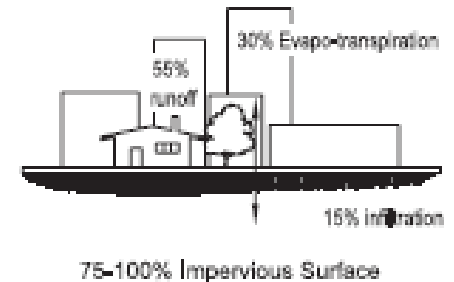
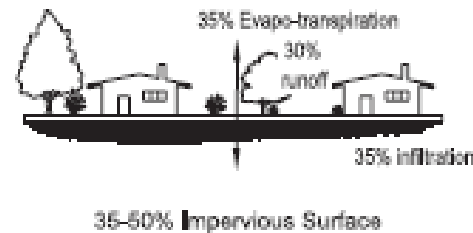
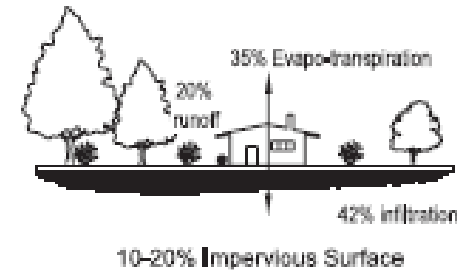
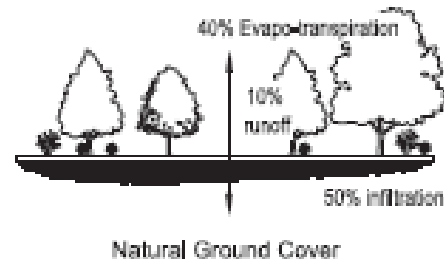


都市環境水循環：  
地表逕流增加、地下水補充減少



# 開發造成過多暴雨逕流

- \* 當土地型態改變成道路、停車場、建築物等不透水表面，將改變當地水文：
- \* 尖峰流量增加
- \* 集流時間縮短
- \* 非點源污染產生



# 都市暴雨治理新思維

- \* 污染控制：  
從管末處理(污染處理)到源頭管制(預防污染)

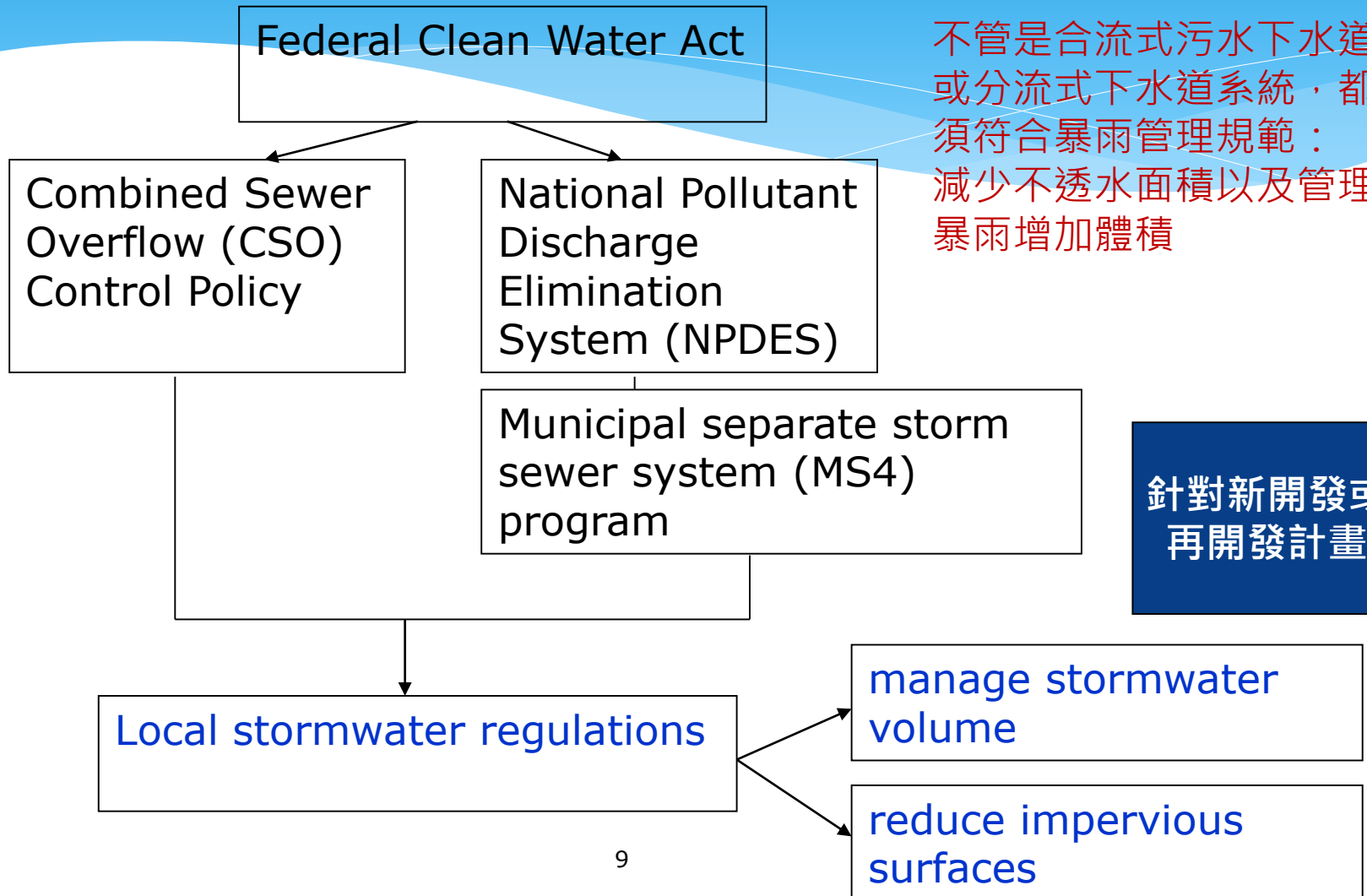
同樣的：

- \* 暴雨治理：  
從排水工程(逕流水處理)到源頭控制(控制逕流水)

# 美國低衝擊開發 LID(low impact development)



# 美國的stormwater policy



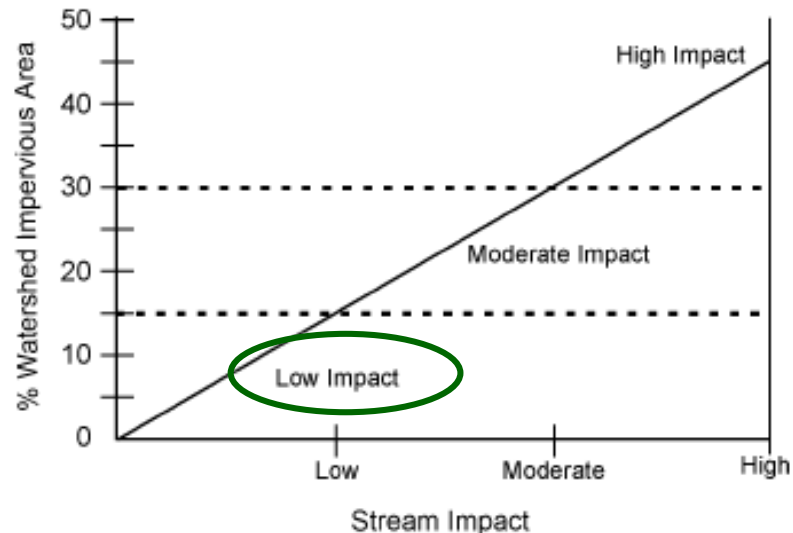
# LID起源

- \* 1998年美國馬里蘭州喬治王子縣 (Prince George' s County, MD) 以LID計畫獲得環保署都市暴雨管理競賽的第一名 (first-place National Excellence Award for Municipal Stormwater Management Programs)
- \* 1999年，美國環保署資助喬治王子縣完成LID的指導手冊，將其推廣於其他州。

# 何謂LID

## LID (Low Impact Development) 低衝擊開發

- \* 中心概念：進行土地開發利用時，盡量維持該地區天然水文循環特性。
- \* 透過源頭管理(source control)，將水留在當地，而不是急於將水排出。



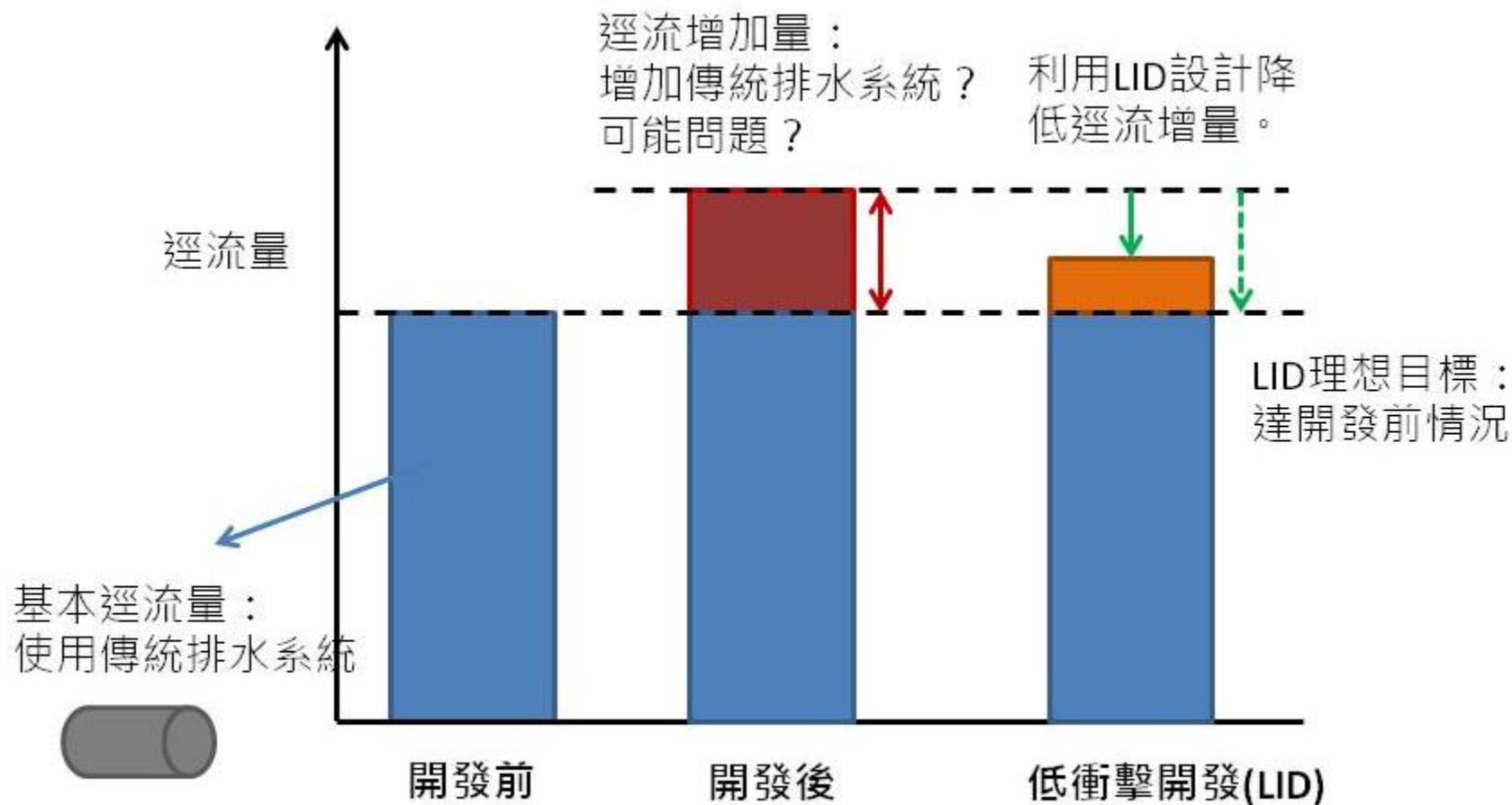
# 傳統 v.s. LID

## 傳統暴雨治理

- **導水、排水為主**：  
快速將雨水導引離開。
- **常見設施**：排水溝、排水管、滯洪池、抽水設備。
- **對河川影響**：承接過多的地表逕流量，河道改變。
- **缺點**：不處理**水質**問題、對水生生態、河濱棲地恐有衝擊。

## LID暴雨治理

- **源頭控制以及入滲為主**：  
將雨水入滲量最大化，使地表逕流、污染濃度**減少**。
- **常見作法**：把開放空間設於低地，滯留雨水；不要在滲透性高的土地上開發；搭配各種LID設施。
- **對河川影響**：降低尖峰流量、增加地下水補注。



LID非用來取代傳統排水系統，而是作為輔助系統，尤其適用於新開發區域，且排水系統已建置完成地區。

# LID特性

## \* 目的

- \* 管理、補助、延遲、保存開發地區的地表逕流量，以至於**與開發前(predevelopment)的水文狀態相同**。

## \* 功能

- \* 保存與水相關的生態功能
- \* 同時維持人類開發的潛力

## \* 原則

- \* LID不是發展出新的方法技術，而是**整合現有相關方法技術以及概念，成為新管理原則**。

# LID方法

## LID現地設計

- 定義開發行為
- 減少總不透水面積
- 分割不透水面積
- 增加排水路徑

## LID水文分析

- 分割子集水區
- 定義設計暴雨
- 定義模式技術
- 評估開發前狀況與建立基準值
- 評估整合性管理措施表現

## LID公眾參與

- 定義公眾參與目標
- 找出主要利益相關者
- 建立參與方式
- 推廣

## LID沖刷與沉積控制

- 規劃
- 操作時程
- 土壤沖刷控制
- 沉積控制
- 維護

## LID整合性管理措施 (IMP)

- 界定水文控制程度
- 現場限制條件
- 篩選可行的IMPs
- 選擇最佳IMP
- 依需要增加特殊控制

# LID設計的五步驟

- \* 步驟一：保存水量 (Conservation)
  - \* 減少curve number (CN)值的改變量
- \* 步驟二：環境衝擊最小化
- \* 步驟三：維持原地表逕流集流時間(predevelopment time of concentration)
- \* 步驟四：設法維持開發前的總逕流量
- \* 步驟五：污染預防



## 步驟二：環境衝擊最小化

例如：

- 減少清除行為
- 保存上層土壤
- 減少土地干擾
- 進行土壤修正
- 造林
- 分割開發區
- 減少使用管線、排水溝
- 減少不透水面積

### Minimize Impacts

- Minimize clearing
- Minimize grading
- Save A and B soils
- Limit lot disturbance
- Soil amendments
- Alternative surfaces
- Reforestation
- Disconnect
- Reduce pipes, curb and gutters
- Reduce impervious surfaces



(Coffman, 2002)

## 步驟三：維持原地表逕流集流時間

例如：

- 開放性排水
- 善用綠地空間
- 適度減少坡度
- 分散排水路線
- 延長排水路
- 使用草溝草帶
- 維持天然水路
- 增加片流機會

### Maintain Time of Concentration

- Open drainage
- Use green space
- Flatten slopes
- Disperse drainage
- Lengthen flow paths
- Save headwater areas
- Vegetative swales
- Maintain natural flow paths
- Increase distance from streams
- Maximize sheet flow



(Coffman, 2002)

## 步驟四：設法維持開發前的總逕流量

LID的整合性措施(IMP)，例如：

- 開放性排水溝
- 生物滯留池
- 小型的管線與陰溝
- 入滲
- 窪地貯水
- 屋頂貯水
- 管線貯水
- 雨水利用
- 土壤管理

IMP: integrated management practices

### Storage Detention & Filtration “LID’s IMP’s”

- Uniform Distribution at the Source
  - Open drainage swales
  - Rain gardens /bioretention
  - Smaller pipes and culverts
  - Small inlets
  - Depression storage
  - Infiltration
  - Rooftop storage
  - Pipe storage
  - Street storage
  - Rain water use
  - Soil management

(Coffman, 2002)

# 不同LID設施的功能

Table 2: Low Impact Hydrologic Design and Analysis Components (Coffman, 2000)

LID Practice	Low Impact Hydrologic Design and Analysis Components			
	Lower Post-Development CN	Increase Tc	Retention	Detention
Flatten Slopes		X		
Increase Flow Path		X		
Increase Roughness		X		
Minimize Disturbances	X			
Flatten Slopes on Swale		X		X
Infiltration Swales	X		X	
Vegetative Filter Strips	X	X	X	
Disconnected Impervious Areas	X	X		
Reduce Curb and Gutter	X	X		
Rain Barrels		X	X	X
Rooftop Storage		X	X	X
Bioretention	X	X	X	
Revegetation	X	X	X	
Vegetation Presentation	X	X	X	

Source: USEPA, 2000

# 步驟五：污染預防

例如：

- 維護管理
- 適當的使用、處理與處置
  - 一般民眾(家庭)
  - 工業
  - 商業

減少非點源污染的  
產生與累積

## Pollution Prevention

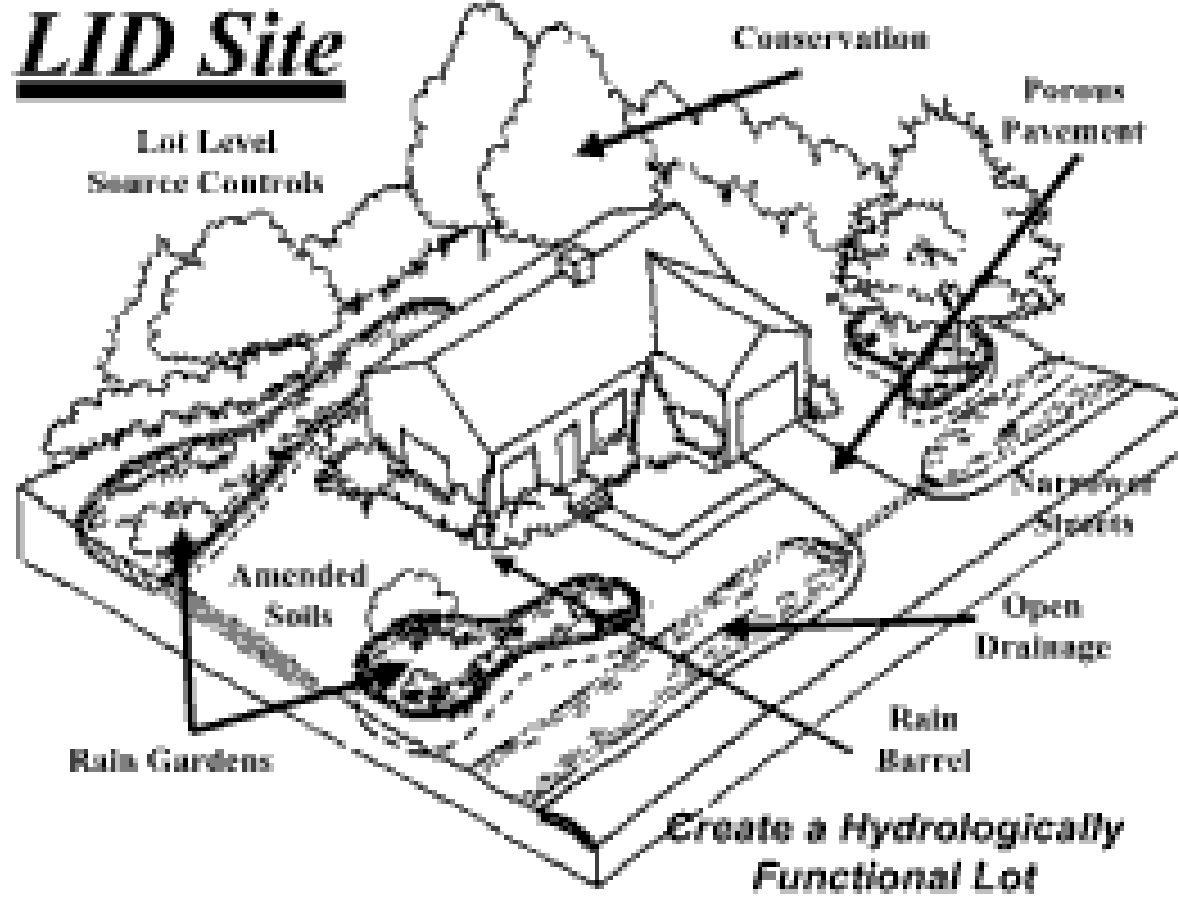
*30 - 40% Reduction in N&P*

*Kettering Demonstration Project*

- Maintenance
- Proper use, handling and disposal
  - Individuals
    - Lawn / car / hazardous wastes / reporting / recycling
  - Industry
    - Good house keeping / proper disposal / reuse / spills
  - Business
    - Alternative products / Product liability



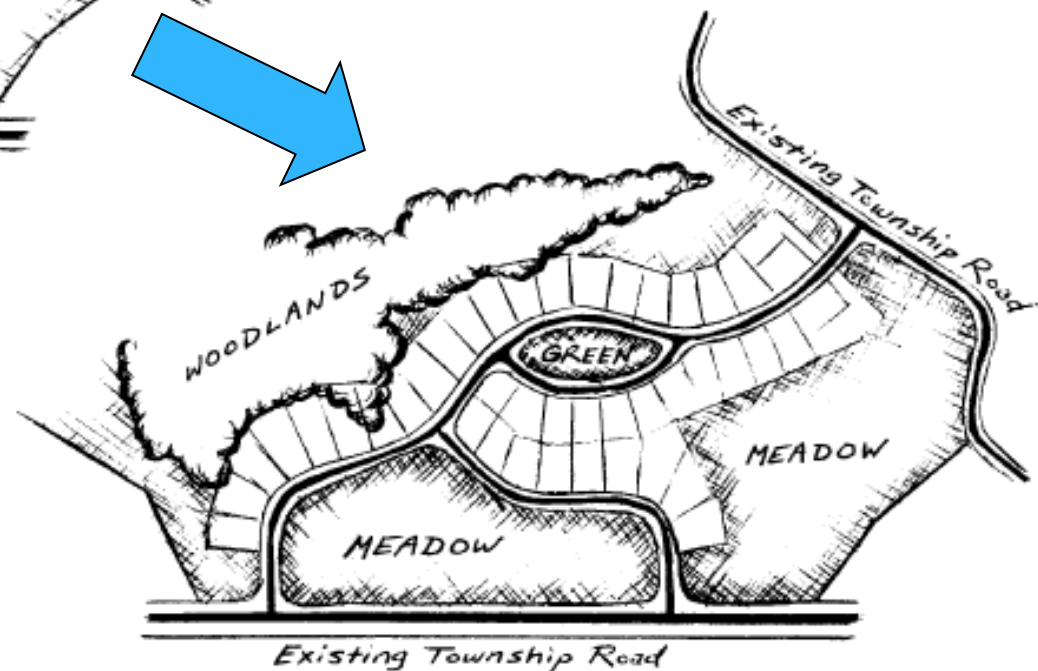
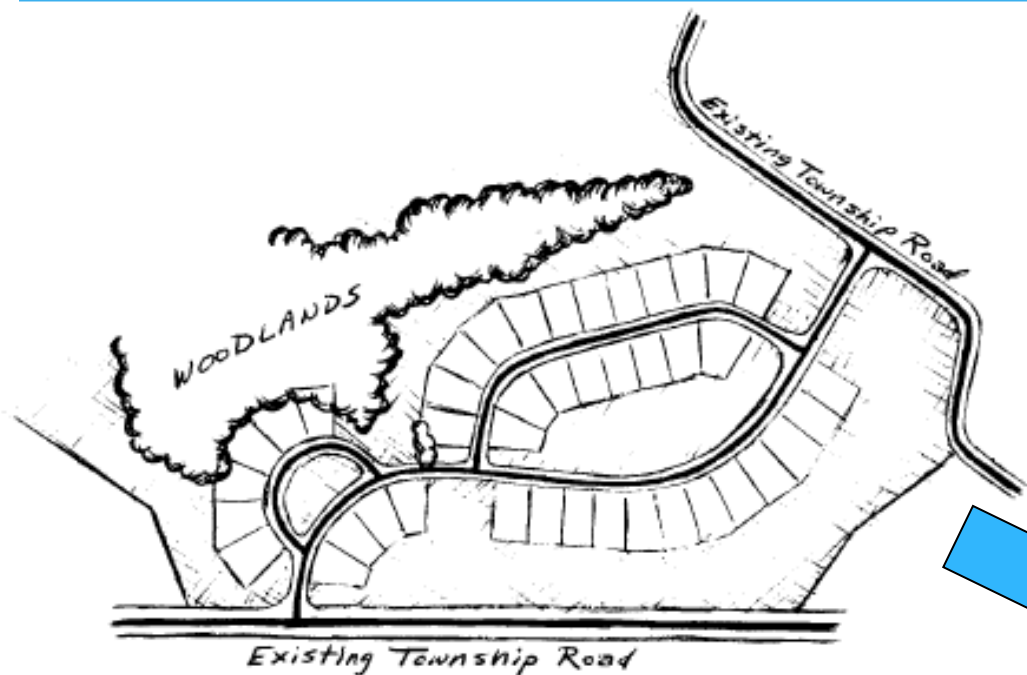
# LID場址示範



# LID：創造多功能的地景景觀與公共設施

整體設計的兩個主要原則：

- 減少總不透水面積
- 減少直接相連的不透水面



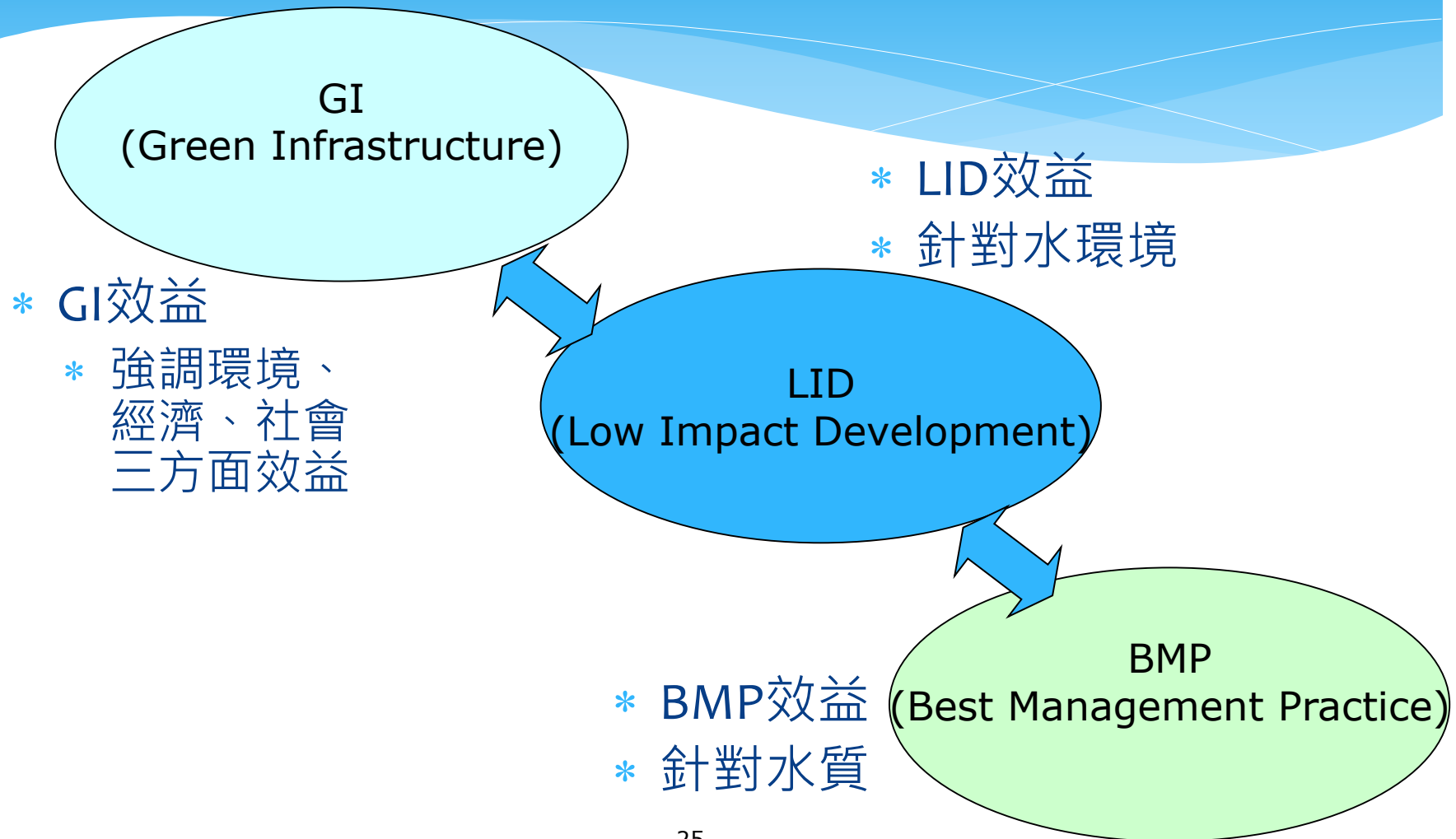
# LID常用的IMP

LID措施大多為：

- \* 綠屋頂 (Green roof/ ecoroof/ vegetated roof/ living roof)
- \* 生物滯留池 (Bioretention cell /island/ strip/ swale/ rain gardens)
- \* 透水性鋪面 (Permeable Pavements)

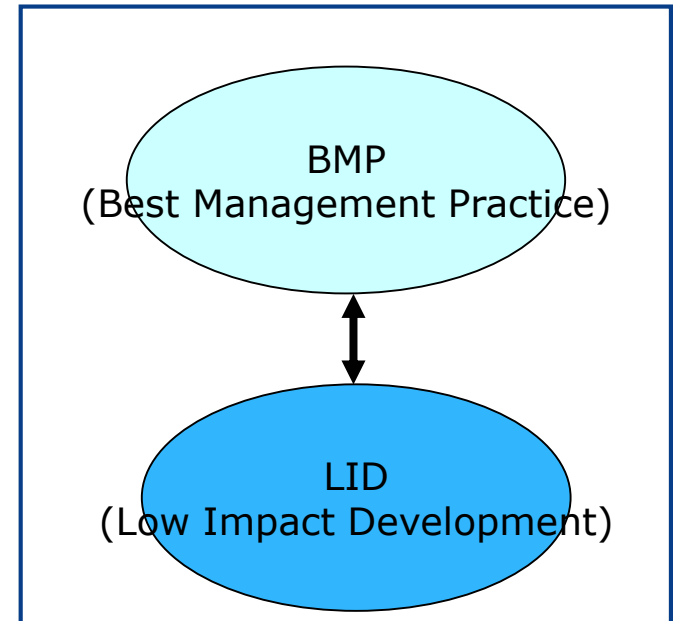
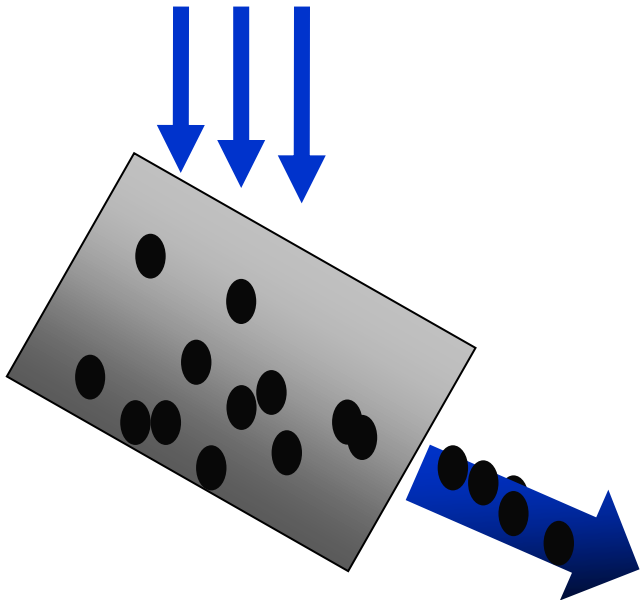


# GI、LID、BMP三者關係



# 暴雨逕流可能成為非點源污染

- \* 非點源污染來自暴雨沖刷
- \* 逕流水成污染物載體
- \* 處理逕流水可控制非點源污染，所以LID設施大多同時具有BMP功能



# 英國永續排水系統 SuDS (Sustainable Drainage Systems )

# 英國洪水管理新法規

- \* 英國2010年洪水與水管理法(The Flood and Water Management Act) 針對洪水風險以及地表水管理，包含水源保護，所訂定的新法。
- \* 此法的形成契機主要因為2007年發生在英國的洪水災害，使得此項新法被快速通過實施。
- \* 此法的中心目的在於減少極端氣候的洪水風險。



## Flood and Water Management Act 2010

### CHAPTER 29

### CONTENTS

#### PART 1

#### FLOOD AND COASTAL EROSION RISK MANAGEMENT

##### 1. Key concepts and definitions

- 1 "Flood" and "coastal erosion"
- 2 "Risk"
- 3 "Risk management"
- 4 "Flood risk management function"
- 5 "Coastal erosion risk management function"
- 6 Other definitions

##### 2. Strategies, co-operation and funding

- 7 National flood and coastal erosion risk management strategy: England
- 8 National flood and coastal erosion risk management strategy: Wales
- 9 Local flood risk management strategies: England
- 10 Local flood risk management strategies: Wales
- 11 Effect of national and local strategies: England
- 12 Effect of national and local strategies: Wales
- 13 Co-operation and arrangements
- 14 Power to request information
- 15 Civil sanctions
- 16 Funding
- 17 Levies

##### 3. Supplemental powers and duties

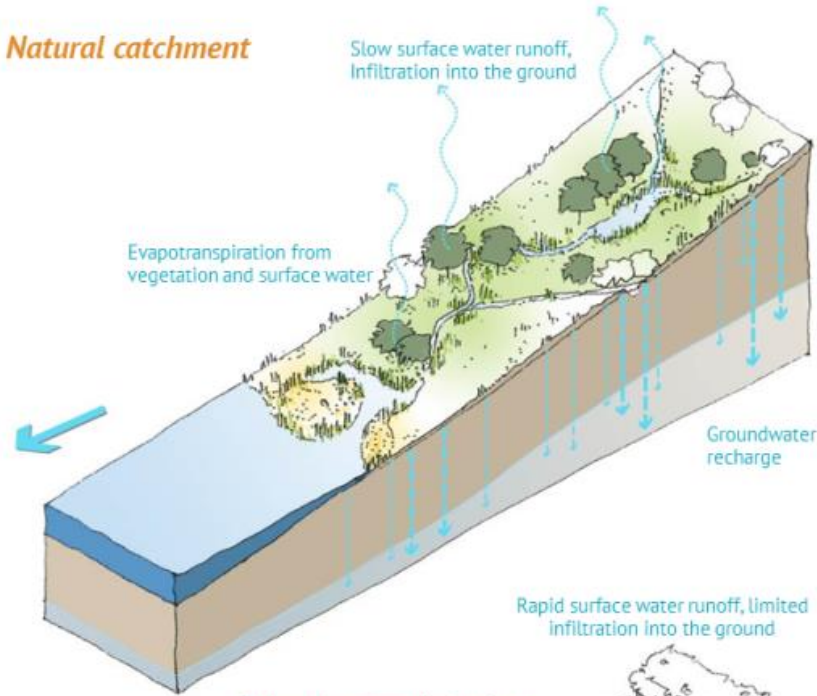
- 18 Environment Agency: reports

# The Flood and Water Management Act 2010

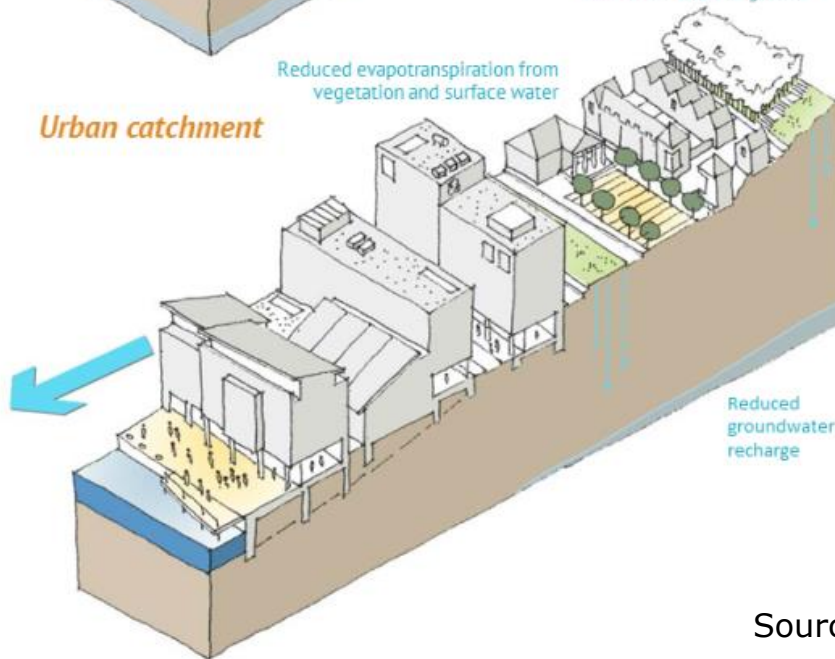
該法的實施細則提到：

- \* 各地方必須成立 SuDS Approving Body (SAB)
- \* SABs 的責任是在新的開發建設開始前，審查並認可其管理雨水的排水系統計畫
- \* 各地方需先公告國家永續排水系統的標準(National Standards for sustainable drainage Systems)
- \* SABs必須依照國家標準判斷所提出的排水計畫
- \*
- \* 另外同時修改The Water Industry Act 1991，要經過SAB認可過的排水計畫，才可以將地表逕流連接到公共下水道系統。

**Natural catchment**



**Urban catchment**



**Sustainable Drainage Systems (SuDS)**

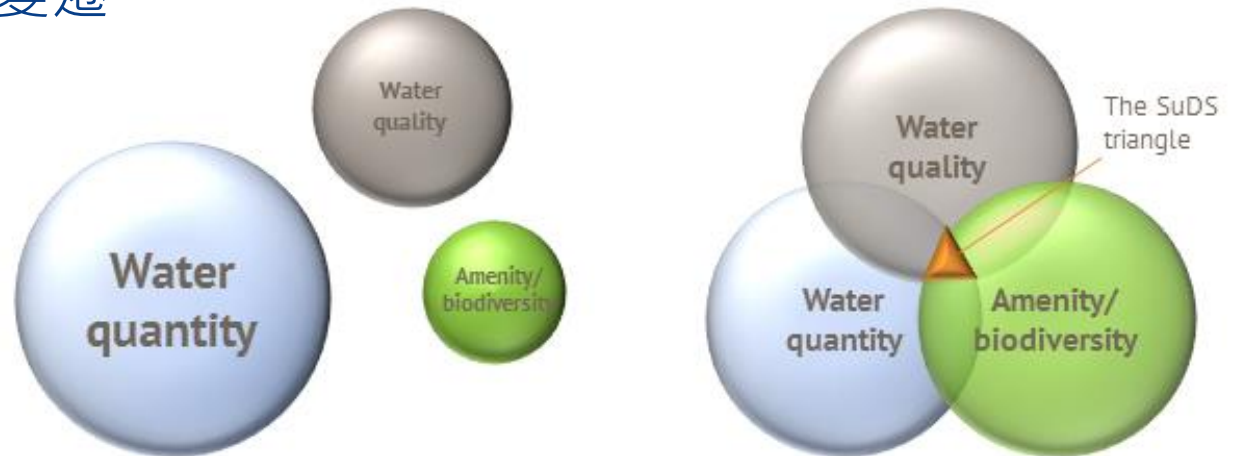
# Sustainable Drainage Systems (SuDS)

- \* Sustainable Drainage Systems (SuDS) 的目的是管理地表水，並盡可能地模仿天然水文狀態。
  - \* 開發地區的地表逕流會快速流入下水道，增加下水道系統負擔，在有限的排水能力下，會增加下游發生洪水災害的風險。
- \* SuDS 的作法是減少逕流流速、逕流量，以降低洪水風險。常見作法：
  - \* 使用透水鋪面
  - \* 增加入滲空間
  - \* 建設雨水滯留池

<http://www.defra.gov.uk/environment/quality/water/sewage/sustainable-drainage/>

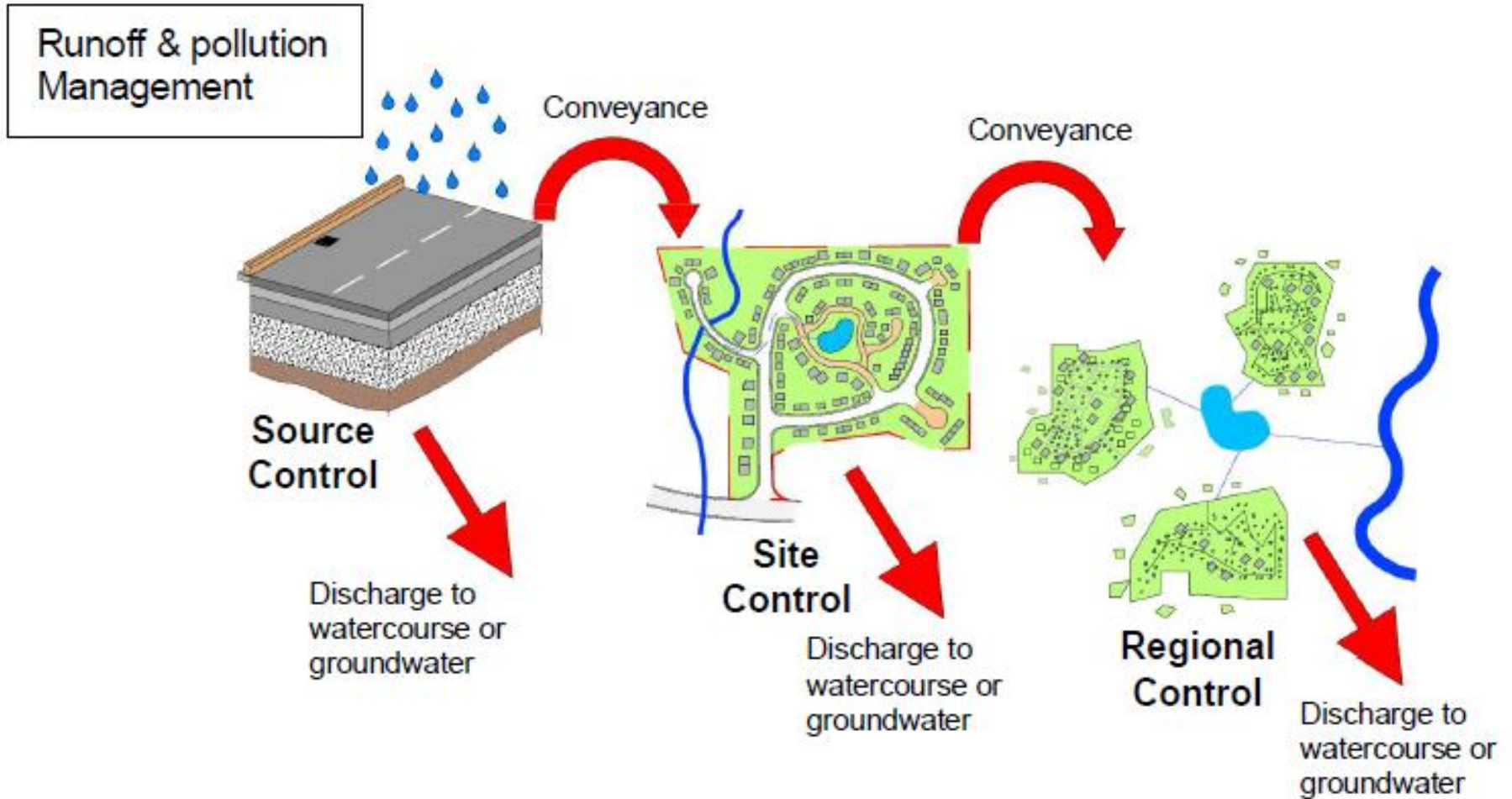
# Sustainable Drainage Systems (SuDS)

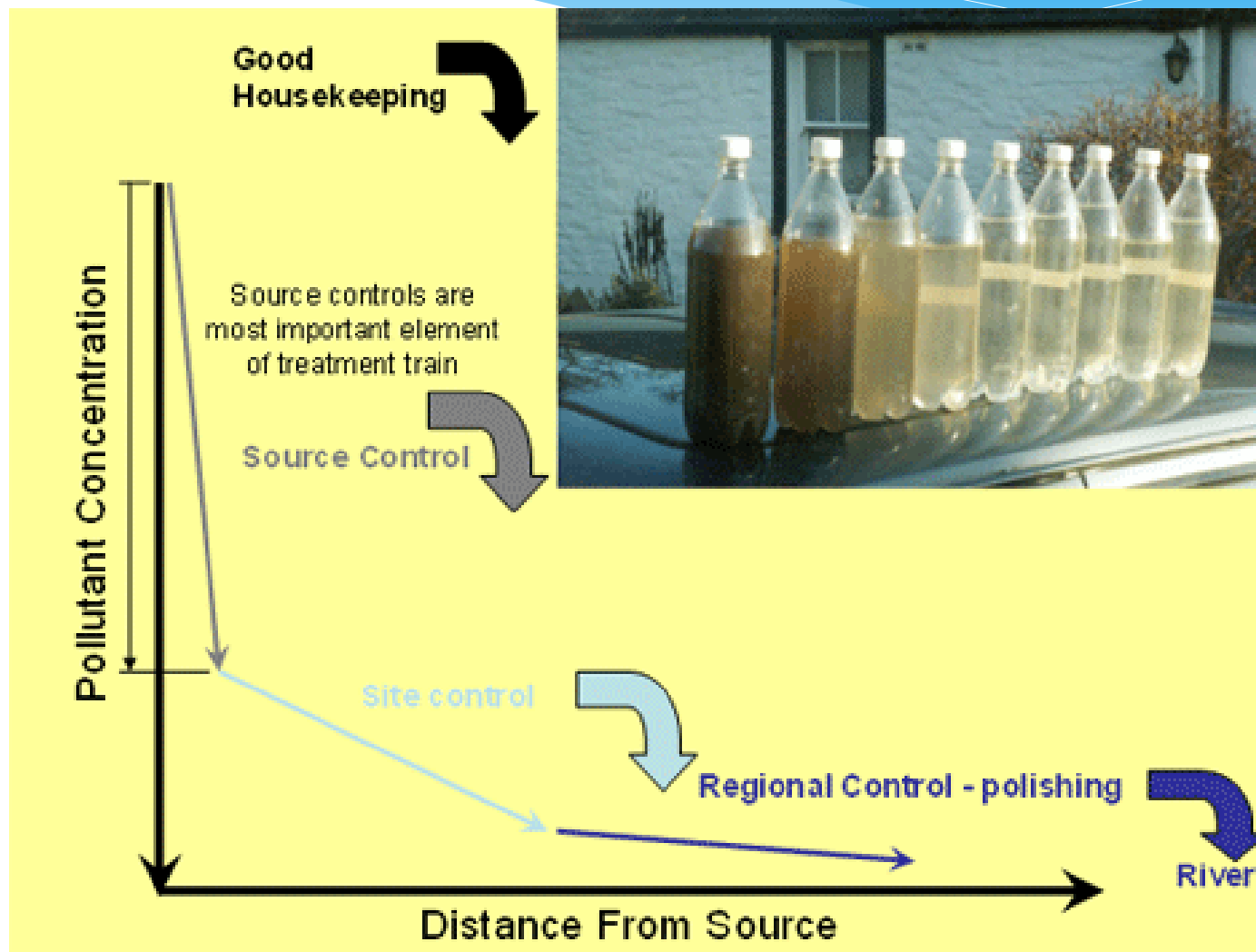
- \* SuDS除了降低洪水風險外，其他效益包括：
  - \* 改善水質
  - \* 增加生物多樣性
  - \* 增加環境舒適價值
  - \* 調適氣候變遷





# Surface Water Management Train



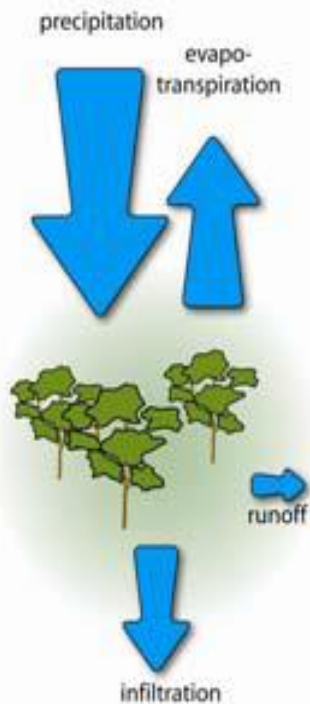


# 澳洲水敏感都市設計 WSUD(Water Sensitive Urban Design )

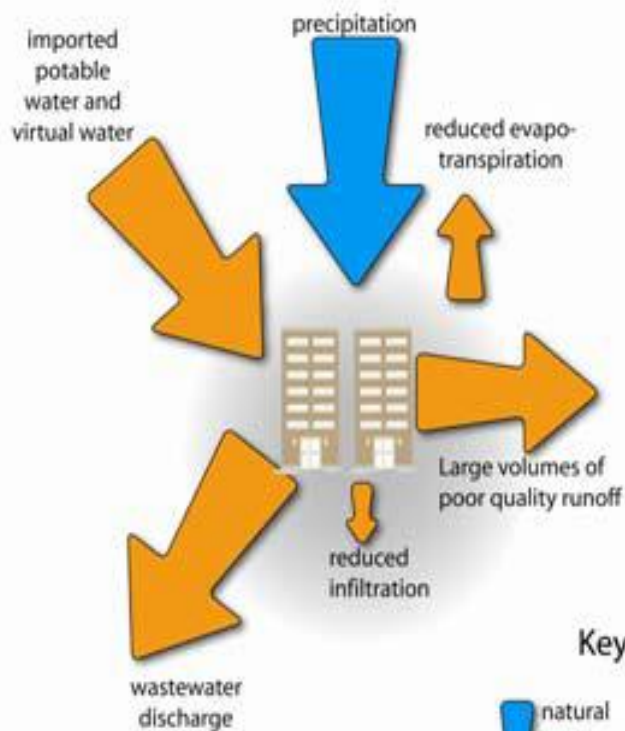
- \* Water Sensitive Urban Design (WSUD) is about integration of water cycle management into urban planning and design.

WSUD結合水循環管理於都市計畫與區域設計。

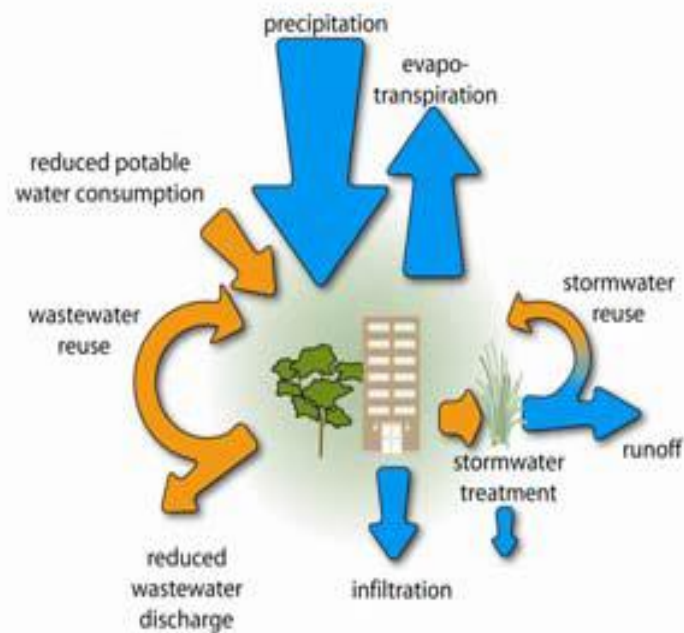
## natural water balance



## Urban water balance



## WSUD water balance



Key:



藍色箭頭是天然水循環狀態，  
橘色箭頭是被改變的水狀態

WSUD：將藍色箭頭加  
回都市環境，並改良橘  
色箭頭狀態。

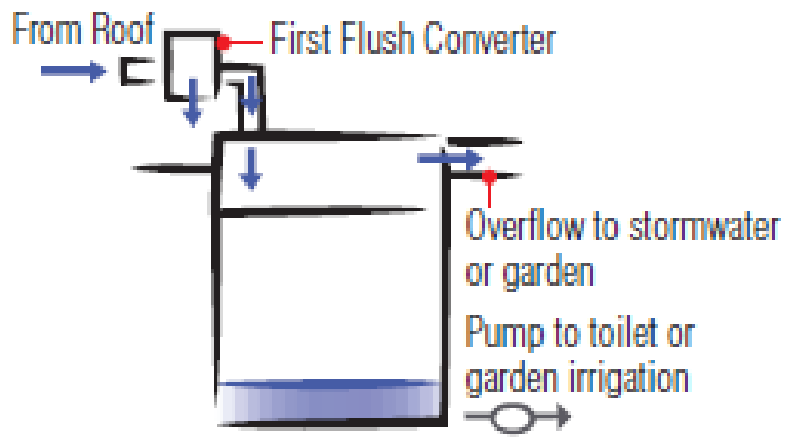
# WSUD 原則

- \* 對天然狀態與生態程序的衝擊降至最低
- \* 集水區水文循環的改變降至最低
- \* 保護地表水與地下水水質
- \* 改善放流污水水質
- \* 結合逕流的收集處理系統並再利用，例如屋頂雨水回收、污水處理回收
- \* 減少都市發展造成的逕流與尖峰流量
- \* 減少廢水產生，加強污水處理再利用
- \* 降低成本

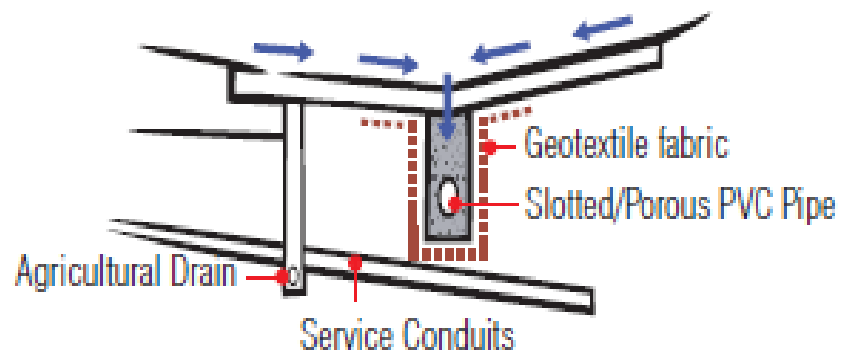
# WSUD 作法

- \* 草溝 (Grassed or landscaped swales)
- \* 入滲溝與生物滯留池 (Infiltration trenches and bio retention systems)
- \* 人工溼地 (Constructed wetlands)
- \* 雨水回收再利用 (Rainwater tanks – stormwater harvesting & reuse)
- \* 中水回收再利用 (Greywater harvesting & reuse)
- \* 雨水花園、綠屋頂、都市森林 (Rain gardens, rooftop greening, urban forests)
- \* 透水鋪面 (Porous pavements)

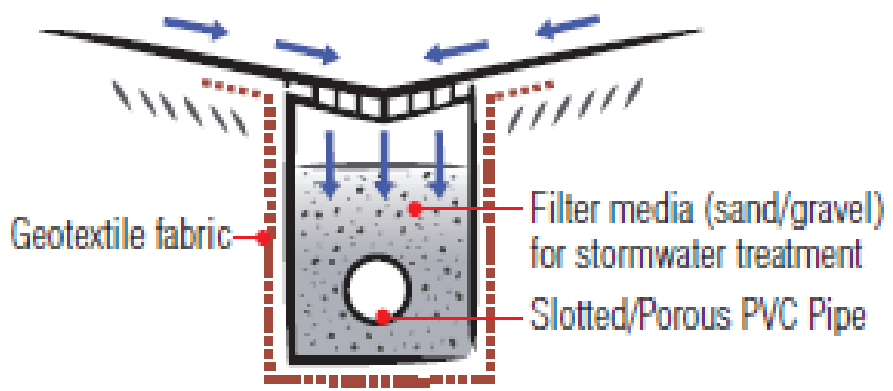
# 1 Rainwater Storage Tank



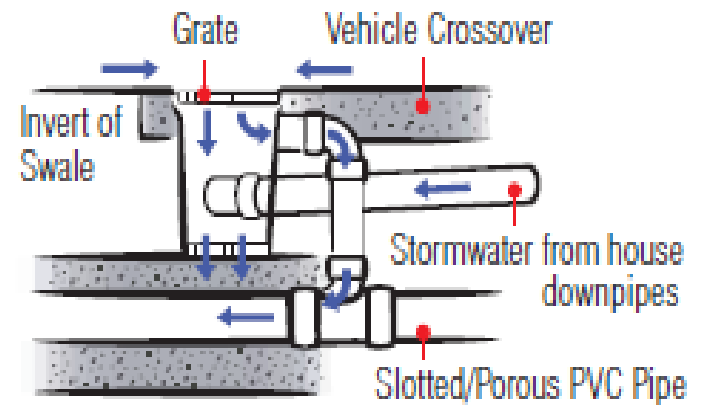
# 3 Swale Vehicle Crossing



# 2 Grass Swale/ Bioretention Trench

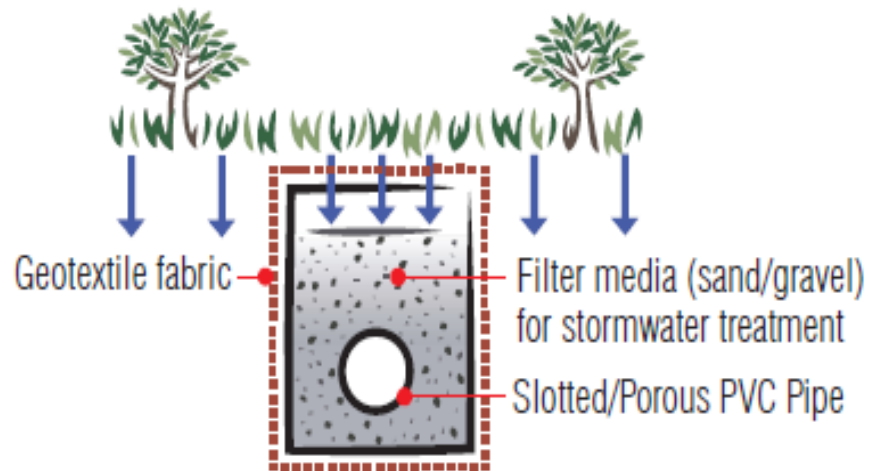


# 4 Driveway Pit & House Connection

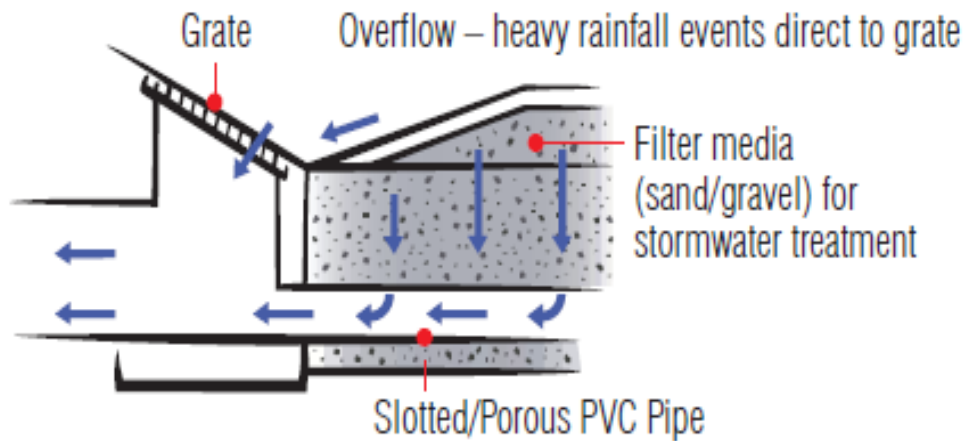




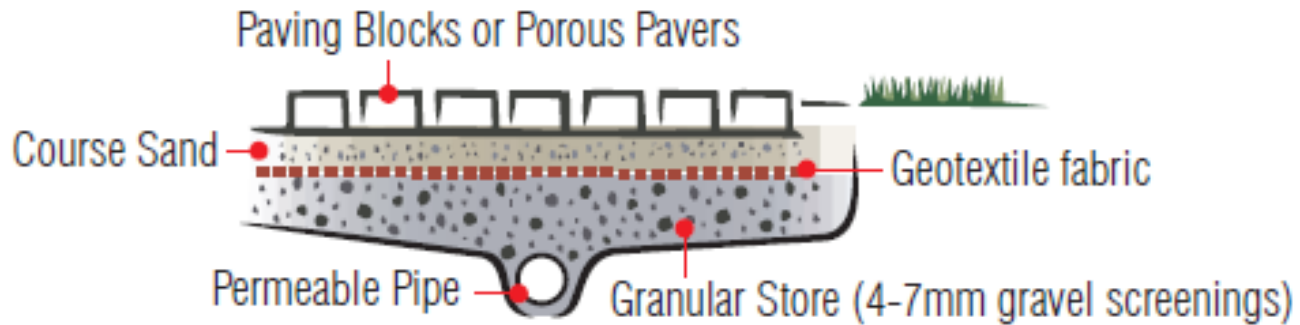
## 5 Vegetated Swale/ Bioretention Trench



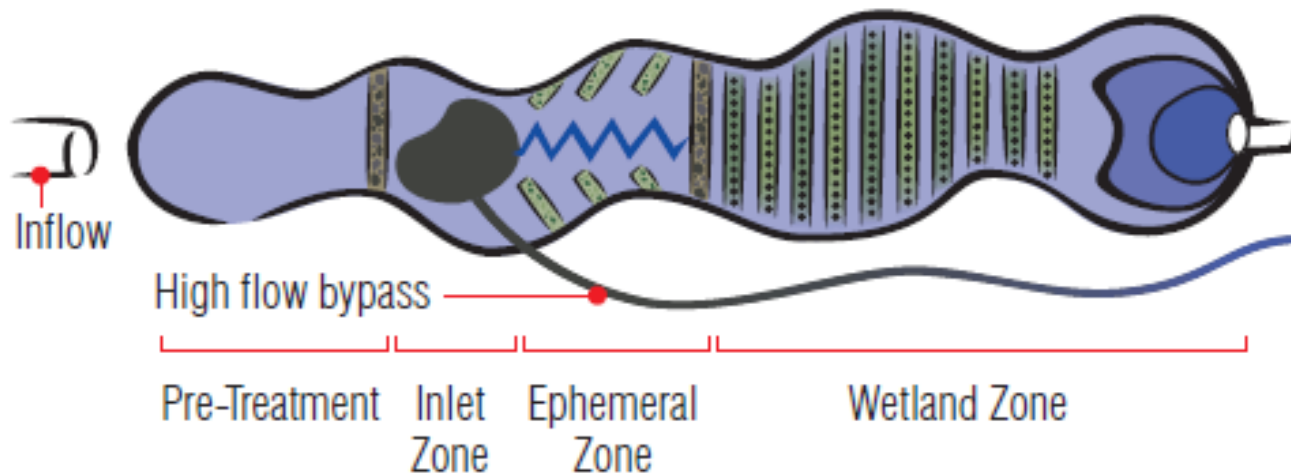
## 6 End of Swale/Bioretention Trench

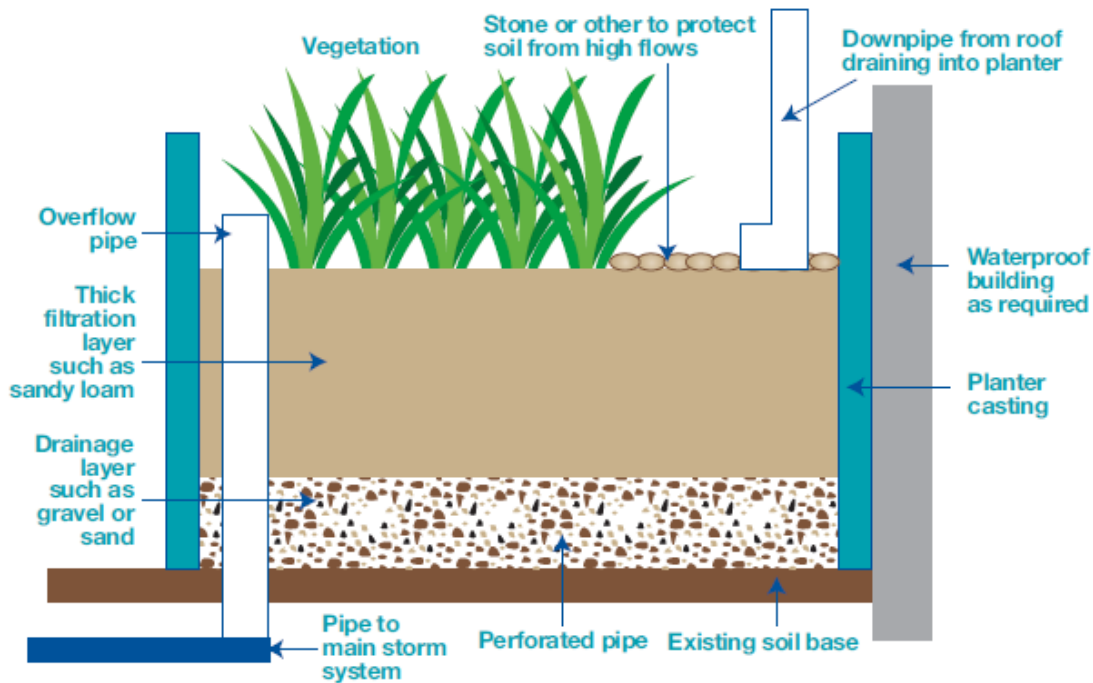


## 7 Porous Pavement



## 8 Treatment Pond/Wetland\*





## 雨水花園是一般住家常用的WSUD作法



### 引屋頂雨水

Downpipe delivering water from roof to raingarden.

### 使用本土耐旱植物

Drought tolerant native species fare well in raingardens.

### 增加入滲率

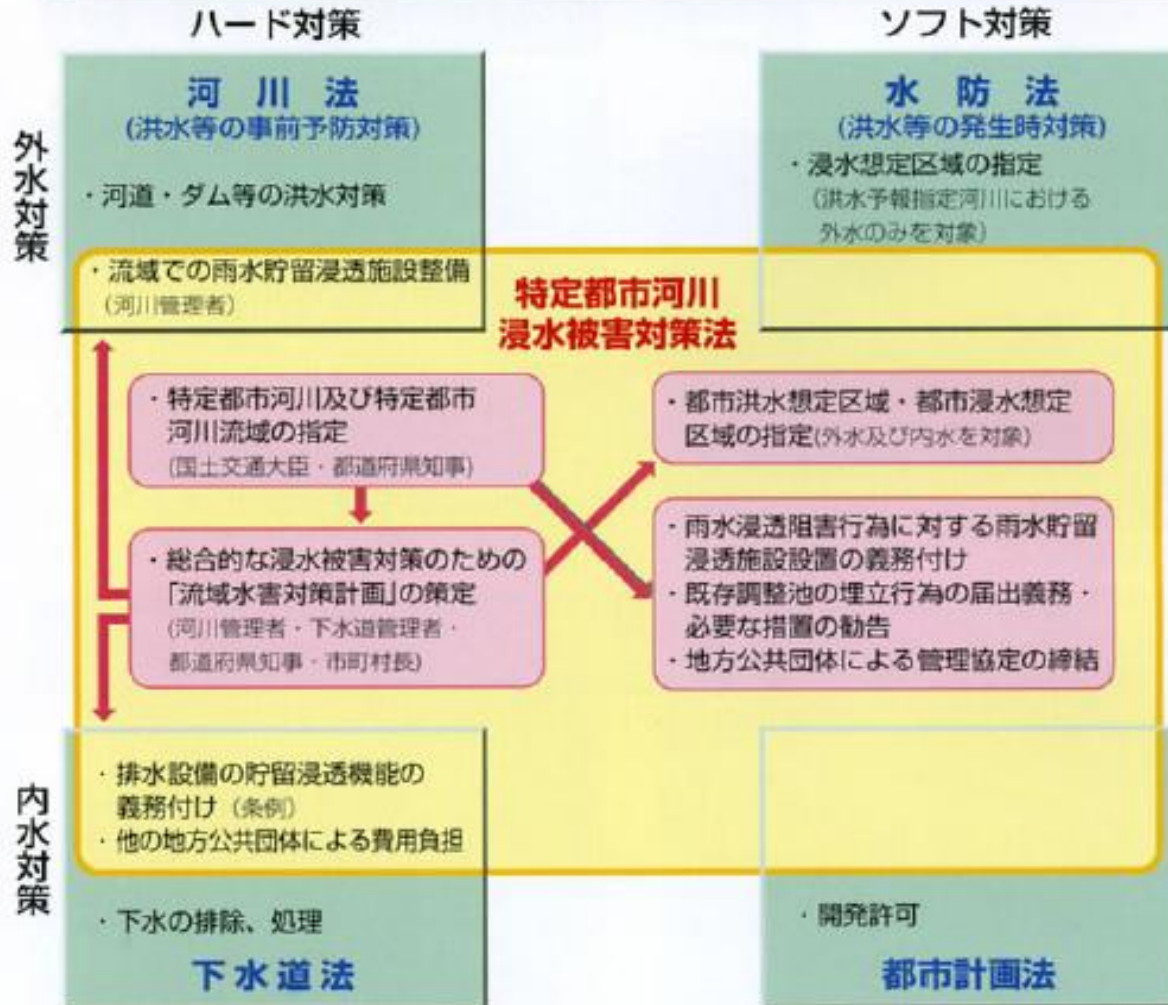
Mulch in garden to keep infiltration capacity high.

# 日本：綜合治水

# 特定都市河川浸水被害対策法

(平成15年法律第77号)

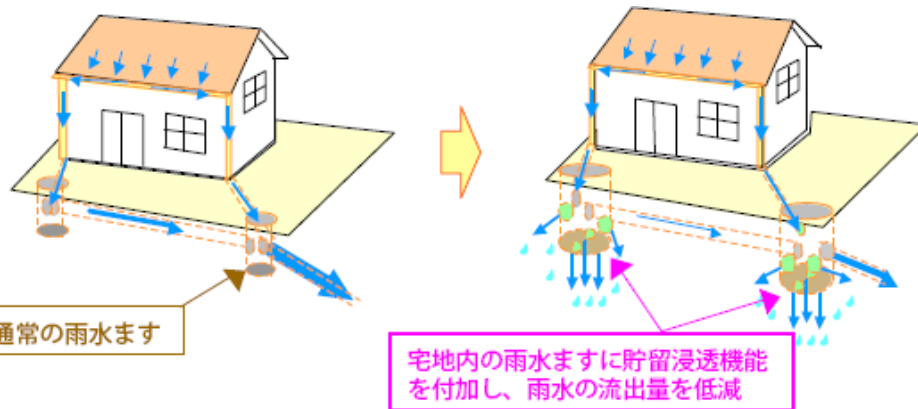
都市部を流れる河川の流域において、著しい浸水被害が発生し、又はそのおそれがあり、かつ、河道等の整備による浸水被害の防止が市街化の進展により困難な地域について、特定都市河川及び特定都市河川流域として指定し、浸水被害対策の総合的な推進のための流域水害対策計画の策定、河川管理者による雨水貯留浸透施設の整備、雨水の流出を抑制するための規制、都市洪水想定区域の指定等、浸水被害の防止のための対策の推進を図る。



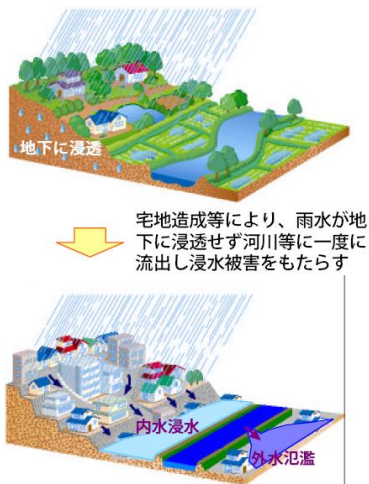
日本因應都市淹水制定的新法，內容涵蓋河川法、水防法、下水道法、都市計畫法的範圍。

# 日本：特定都市河川浸水被害対策法

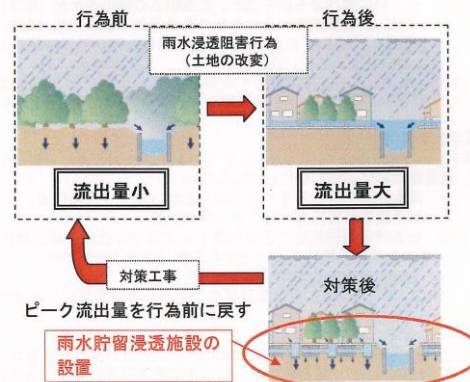
\* 因應都市淹水災害所訂的特別辦法，促進被指定地區的防洪總合計畫發展。



住家雨水排水規定



## <雨水浸透阻害行為と対策の概念>



為防止開發造成雨水入滲受到阻礙，  
阻擋之面積超過1000m<sup>2</sup>以上者，須申請許可。

## 許可の対象となる雨水浸透阻害行為

許可の対象となる雨水浸透阻害行為として、以下の4つの行為を規定している。

1) 「宅地等」にするために行う土地の形質の変更

「宅地等」以外の土地  
(流出係数 小)

【山地】 【林地】  
【耕地】 【原野(草地)】  
【締め固められていない土地】

雨水浸透阻害行為

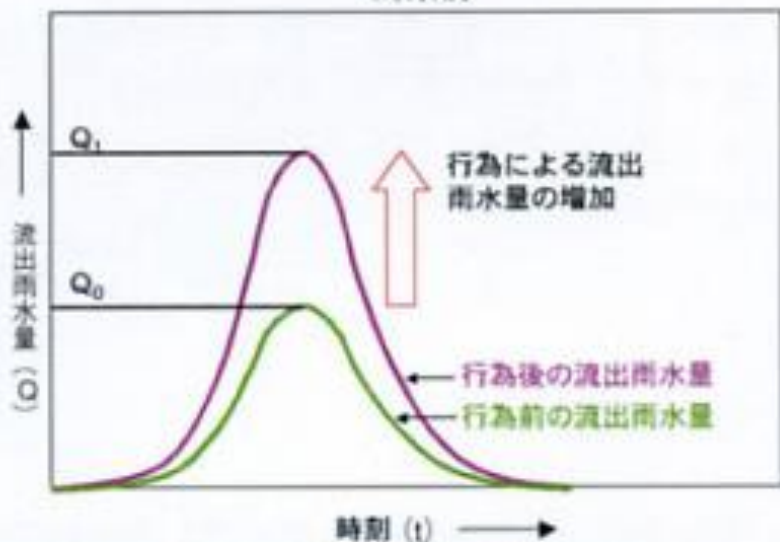


「宅地等」に含まれる土地  
(流出係数 大)

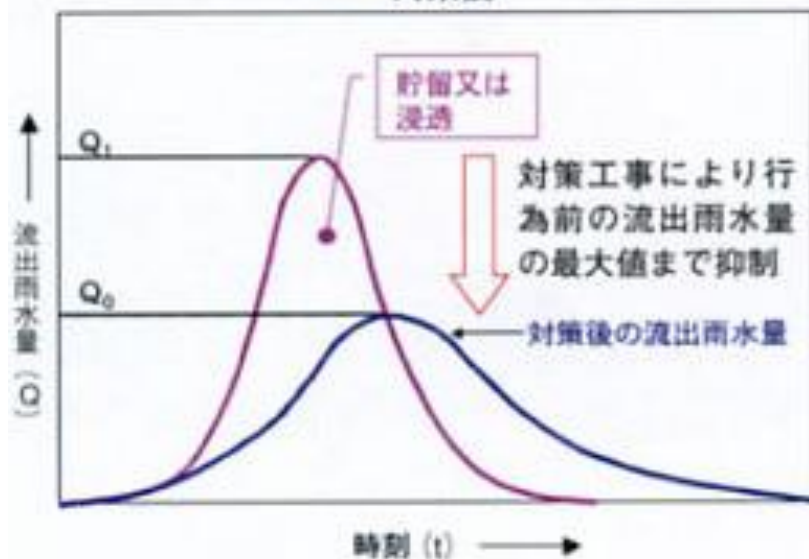
【宅地】 【道路】  
【池沼】 【水路】 【ため池】  
【鉄道線路】 【飛行場】

- 2) 土地の舗装 例) 農地の駐車場への改変
- 3) 排水施設を伴うゴルフ場、運動場等の設置
- 4) ローラー等により土地を締め固める行為

対策前



対策後



●ビルや家がたくさん建ったので水害がたびたび起きるようになりました。

○開発が進む前



○開発が進んだ後



# 東京都の総合治水対策

そうごうちすいたいさく

雨がやみきに川に流れださないよう、安全でうるおいのあるまちづくりを進めています。いま東京でたびたび起きている水害は、むかし、畑や林などだったところに家が建ち、アスファルトの道路かできて地面をおおったため、雨が一度に川へ流れこむのがおもな原因です。このような水害を防ぐため、河川の改修や下水道の整備のほか、雨水を一時的にためたり、地下にしりこませたりする取り組みを含めて「総合治水対策」といいます。

●みなさんと力を合わせて、東京をもっと安全なまちに…。



●水害が起きないように、いろいろな取り組みが行われています。



透水性アイル舗装  
●雨水も地面にしりこませる工夫がされたアイルをいいます。



雨水貯留池  
●雨水をそのままだめにしりこませる舗装です。平野から上りの建設です。



緑屋貯留 (足立区)  
●アパートやビルなどの床下を少し高くして、雨水をためておく工夫をしています。



河川改修 (野村、新小金井町) 河川改修  
●川の幅を広く作り、深くもたせ、川底がたかくなるようにする工事です。



河川改修 (野村、新小金井町) 河川改修

地下河川整備工 (前橋区)

●雨水を一時的にためておく下水道の施設です。



地下河川 (杉並区)

●現状1号線の地下に川をつくらせて、雨水を海に直接流すことも可能です。

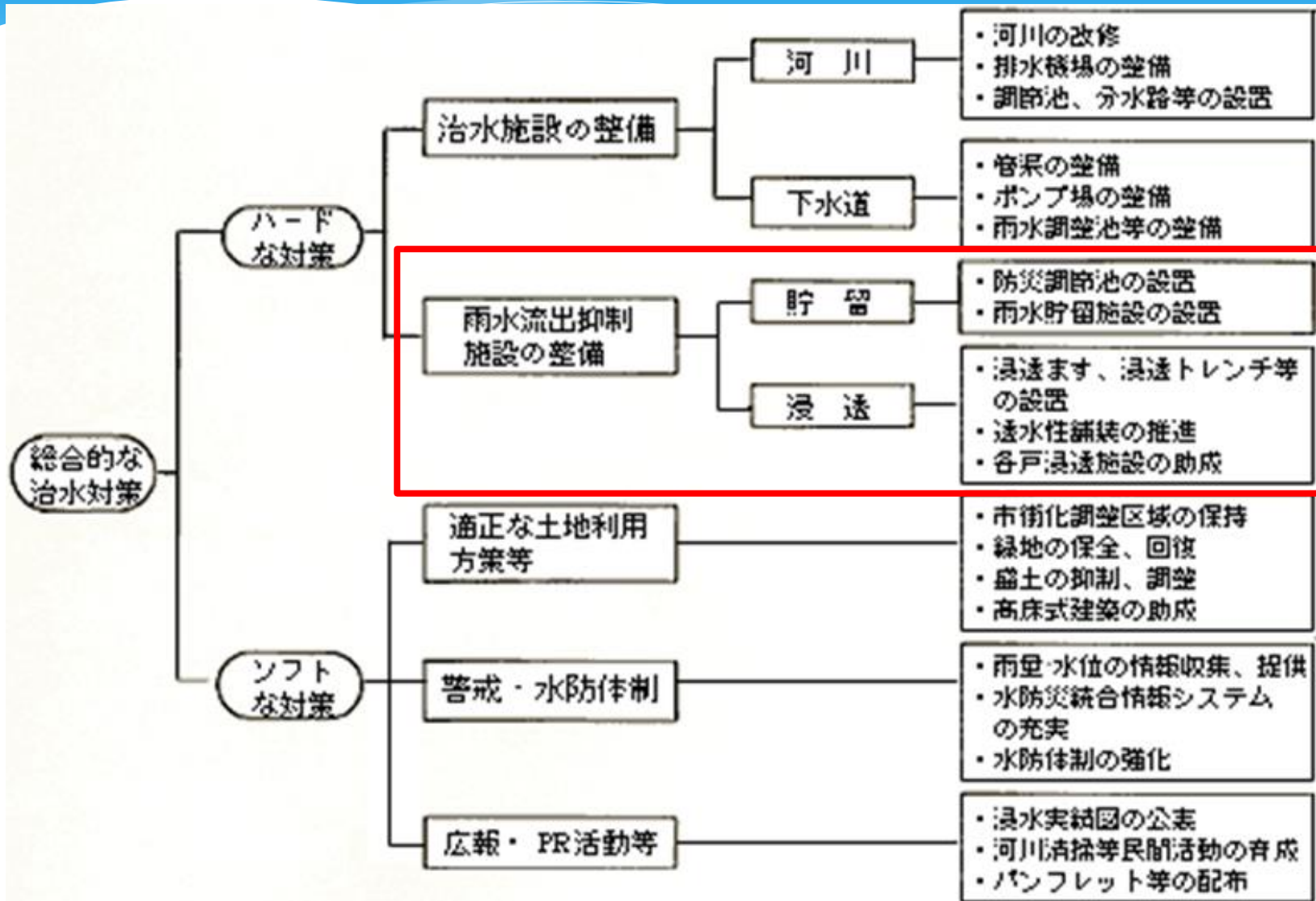


分譲第一種団地 (中野区・東横区)

●住宅、公園、調節池が一画になった施設です。







# 小結

- \* 國際上新的都市水環境管理做法名稱不同，中心概念相同：模仿天然水循環，管理都市水環境。
- \* 強調同時處理水質、水量以及維持生態或營造舒適生活環境。
- \* 實際作法相似：入滲設施、滯留設施、回收再利用設施等。
- \* 需與下水道、都市計畫、建築物、道路等元素一起設計。