

附錄一 非點源污染推估方法

本研究將非點源污染特性因子納入考量，以期能得出較具全面性考量之站網優選結果。非點源污染量之推估方法則參考林（90年）如下，採用 Thiessen Polygons 法來求得各子集水區之雨量，再以 AGNPS 模式進行非點源污染之模擬分析，推估出非點源污染量。

1. 降雨量空間變異性分析

採用 Thiessen Polygons 法求得各子集水區之雨量，Thiessen Polygons 法是利用兩兩相鄰雨量站距離中點當做各雨量站代表範圍之分界點，畫分出各雨量站在該集水區之代表範圍，並以各雨量站代表範圍在子集水區之面積比例來推算各子集水區降雨量之權重與降雨量。

假設擬求子集水區 p 之代表雨量為 h_p ，令雨量站 j 之座標為 (x_j, y_j) ，降雨量為 h_j ，在該子集水區 p 之權重為 w_{pj} 。則 h_p 可以下式決定：

$$h_p = \sum_{j=1}^n w_{pj} h_j$$

針對子集水區 p ，雨量站 j 之權重值 w_{pj} 可以下式決定：

$$w_{pj} = \frac{a_{pj}}{a_p}$$

其中 a_{pj} 為子集水區 p 中屬雨量站 j 代表範圍內之面積， a_p 為該子集水區面積。

2. 農業非點源污染推估模式

以 AGNPS 模式進行非點源污染模擬分析，此模式為單場暴雨事件型、網格式之模式，雖然 AGNPS 有較新的版本及連續式的模式，但因水質部分之適用性較差，且無完整連續性資料可

供使用，因此採用 3.65 版。

AGNPS 的輸入參數可分為集水區參數與網格參數兩大類，如表(附)-1、表(附)-2 所示，集水區需輸入的參數有 12 項，網格需輸入的參數有 22 項，網格參數的資料可分為六大項目：(1)網格(2)地形(3)土地利用(4)土壤(5)渠道(6)現場調查。除了這些參數，模式建立中較重要的工作包括集水區範圍界定、網格界定、降雨沖蝕指數、逕流排向、坡度及其參數資料之整理，以下簡要說明之：

(1)集水區範圍界定降雨量

先利用集水區的 GIS 資料檔畫出案例區的集水區範圍，再對照 1/10000 航空照片圖的經、緯度，即可決定較為準確的集水區範圍，之後可依據案例區大小進一步界定網格。

(2)網格界定

臺灣地區的數位高程資料普遍的尺度是以 40m×40m 為一個單位，因此主要依據 DEM 資料的邊長倍數進行分割；所採用的網格為 640m×640m (101 公畝×101 公畝)。

(3)降雨量

依據蔡 (82 年) 之研究，將日降雨量大於 12.7mm (0.5inch) 者視為一場暴雨。

(4)降雨沖蝕指數

在降雨沖蝕指數的推求方面，參考 USLE (Universal Soil Loss Equation) 的公式。

$$R = \frac{E \times I_{30}}{100} = \frac{\left[\sum (916 + 331 \times \log I_t) (I_t T) \right]}{100} \times I_{30}$$

E：降雨動能，(feet – tonf / acre – inch)

I_{30} ：場暴雨中最強的三十分鐘之降雨強度，(inch / hour)

I_t ：階段平均降雨強度，(inch / hour)

T：降雨持續時間，(hour)

對於以日為單位記錄的雨量資料，以真實降雨強度分析

方法來估算 I_{30} 最為方便直接，估算準確程度也較為理想，該計算公式如下：

$$\log(I_{30}) = 0.705 \times \log(I) + 0.848$$

I_{30} ：自然最大30分鐘降雨強度，(mm/hr)

I ：平均降雨強度，(mm/hr)

(5) 逕流排向

於逕流排向之決定方面，依據 1/10000 航照圖，以人工判讀之方式先將次集水區及河流在航照圖中繪出，再將有河流流經的網格流向繪出，接著依據等高線之分佈決定其他網格逕流排向。

(6) 坡度

坡度的計算可利用所收集到的數位高程 DEM 資料，利用程式計算出模式輸入的坡度。

(7) 其他參數資料之整理

由於林 (90 年) 在德基水庫 AGNPS 模式輸入參數部份已相當完整，所以在 AGNPS 的其他參數，例如曼寧係數、作物與管理因子(C)、水土保持因子(P)等項目，這部份參數先參考林 (90 年)，再依據需要調整參數大小。

附錄二 案例區非點源污染推估

1. 案例區資料收集

主要對 AGNPS 模式參數需求，進行相關資料的收集整理工作，收集之資料包括數位高程資料、相關地圖、雨量站及流量站等資料，以下簡述說明所收集之資料。

(1) 數位高程資料

DEM 資料用於產生案例區數位資料檔，提供集水區範圍內每隔 40 公尺的經度、緯度及高度，由此資料可計算模式所需的網格坡度。

(2) 相關地圖

有助於模式部份輸入參數的決定工作；運用平地 (1/5000)、山區 (1/10000) 的航照圖以繪出案例研討區域陵線、集水區範圍界定、模式網格的分割與界定、土地利用形態的判讀、逕流排向的判讀及數位高程資料的比對等。收集到有由林務局農林航空測量所提供 1/10000 德基水庫集水區域航照圖。

(3) 雨量站、流量站、水庫操作資料

收集到 1995 年前的雨量站、流量站、水庫操作資料均為 IWMM-TC 模式中提供，其中雨量站資料包括德基水庫集水區中桃山、平岩山、志佳陽山、環山、松茂、佳陽山、達見、捫山、梨山、松峰十個雨量站的資料；流量站資料為 1990 年到 1995 年每日的水庫水位、出水量及洩洪量資料；水庫操作資料為 1983 年到 1995 年每日的各項水質監測資料與集水區治理報告。而 1996-1999 年年雨量站資料為由陳秋陽教授助理洪惠祥先生提供。

(4) 降雨資料

集水區內有環山、達見、梨山、松茂、志佳陽、平岩山、佳陽山、桃山、捫山、松峰等十個自動雨量偵測站，收集各

雨量站 1999 年之 41 場雨量資料，美國 USDA (1978) 建議在推估非點源污染模式時，是採用 25 年 24 小時平均雨量為代表值；但鑑於國內集水區之雨量資料往往沒有長期連續的記錄，若由目前所擁有的雨量資料去模擬 25 年的代表雨量亦有所誤差，因而在非點源污染的雨量決定上，是延襲 Kao and Tsai (1997) 之作法，以所有暴雨事件所推估出的非點源污染資料進行分析。

以降雨量大於 12.7mm (0.5inch) 方視為有效暴雨，取同一時間十個雨量站中位數大於 12.7mm 者視為一場有效降雨，各雨量站相對位置如圖(附)-1 所示。從 1999 年的 41 場降雨中，選擇較具代表性的暴雨事件，利用 AGNPS 進行農業非點源污染量之模擬推估。

2. 農業非點源污染推估模式

運用 AGNPS 模式來模擬德基水庫集水區的非點源污染產生量。

(1) 集水區範圍

德基水庫集水區總面積有 60160.68 公頃，依需要及 GIS 資料檔將德基水庫集水區劃分 63 個次集水區。

(2) 網格界定

採用網格大小為 640m×640m。整個德基水庫集水區可劃分為 1619 個網格，每個網格面積為 101.17 公頃。

(3) 坡度

根據數位高程 DEM 資料，利用程式將網格內的最高點和最低點的經、緯度找出，再利用三角函數計算 \sin ，作為模式輸入的坡度。

(4) 其他參數

數據如表(附)-3 所示。