

# 農業 小流域으로 부터의 土壤浸蝕 및 流砂量 試算을 爲한 電算摸擬 모델 (I)

## Digital simulation model for soil erosion and Sediment Yield from Small Agricultural Watersheds(I)

權            純            國\*  
Soon        kuk        Kwun

### Summary

A deterministic conceptual erosion model which simulates detachment, entrainment, transport and deposition of eroded soil particles by rainfall impact and flowing water is presented. Both upland and channel phases of sediment yield are incorporated into the erosion model. The algorithms for the soil erosion and sedimentation processes including land and crop management effects are taken from the literature and then solved using a digital computer.

The erosion model is used in conjunction with the modified Kentucky Watershed Model which simulates the hydrologic characteristics from watershed data. The two models are linked together by using the appropriate computer code.

Calibrations for both the watershed and erosion model parameters are made by comparing the simulated results with actual field measurements in the Four Mile Creek watershed near Traer, Iowa using 1976 and 1977 water year data. Two water years, 1970 and 1978 are used as test years for model verification.

There is good agreement between the mean daily simulated and recorded streamflow and between the simulated and recorded suspended sediment load except few partial differences. The following conclusions were drawn from the results after testing the watershed and erosion model.

1. The watershed and erosion model is a deterministic lumped parameter model, and is capable of simulating the daily mean streamflow and suspended sediment load within a 20 percent error, when the correct watershed and erosion parameters are supplied.

2. It is found that soil erosion is sensitive to errors in simulation of occurrence and intensity of precipitation and of overland flow. Therefore, representative precipitation data and a watershed model which provides an accurate simulation of soil moisture and resulting overland flow are essential for the accurate simulation of soil erosion and subsequent sediment transport prediction.

---

\* 서울大學校 農科大學

3. Erroneous prediction of snowmelt in terms of time and magnitude in conjunction with the frozen ground could be the reason for the poor simulation of streamflow as well as sediment yield in the snowmelt period. More elaborate and accurate snowmelt submodels will greatly improve accuracy.

4. Poor simulation results can be attributed to deficiencies in erosion model and to errors in the observed data such as the recorded daily streamflow and the sediment concentration.

5. Crop management and tillage operations are two major factors that have a great effect on soil erosion simulation. The erosion model attempts to evaluate the impact of crop management and tillage effects on sediment production. These effects on sediment yield appear to be somewhat equivalent to the effect of overland flow.

6. Application and testing of the watershed and erosion model on watersheds in a variety of regions with different soils and meteorological characteristics may be recommended to verify its general applicability and to detect the deficiencies of the model. Furthermore, by further modification and expansion with additional data, the watershed and erosion model developed through this study can be used as a planning tool for watershed management and for solving agricultural non-point pollution problems.

## I. 緒 論

人間の活動에 起因된 土壤流失은 漸增하는 問題가 되고 있다.<sup>(85)</sup> 美國 農務省 土壤保全局에서 1974 年에 調査 發表한 바에 依하면 土壤流失은 現在까지도 美國 農業의 主要問題點이며 約 60% 以上の 農耕地가 土壤流失을 最少許用值 以下로 낮추기 爲해서 어떤 措置가 講究되어야 한다고 結論을 내리고 있다. 더욱이 土壤流失은 人口增加로 因한 食糧增產의 要求度가 높아질수록 더 增加할 것으로 豫見된다.<sup>(86)</sup>

土壤流失은 食糧生産에 대한 土地利用度를 減退시킬뿐 아니라 土壤流失로 생긴 流砂는 河川 및 湖沼에서의 主要 公害源이 되고 있다는 事實이다. 地表流去로 移動되는 流砂는 美國에서만 年間 約 40 億톤이 되며 그 中 約 30 億톤이 農林地로 부터 流失된 것으로 推定된다.<sup>(87)</sup> 따라서 農地로 부터의 土壤流失量과 流砂量을 推定하는 問題는 農地保全 構造物을 計劃 設計하는데 有用한 資料를 提供한다는 點에서 大端히 重要하다고 할 수 있다. 또한 土地利用度 變動에 따른 土壤流失率 豫測과 流域의 效果的인 管理를 爲해서도 앞으로의 河川 流砂量 및 土壤流失率 豫測은 正確함과 同時에 使用하기 便利하도록 發展되어야 할것이다. 지난 20餘年間 農業流域으로 부터의 流砂 發生量을 推定하는 技術은 큰 進

歩가 있었으며 몇가지 形態의 豫測技法이 現在 使用되고 있으나 大部分 流域의 複雜한 土壤流失過程을 無視하고 어떤 地點에서의 單純 土壤移動量만을 決定하는데 그치고 있다.

高速 計數型 電算機의 出現은 土壤浸蝕 分野의 새로운 研究方向을 提示하고 있으며 電算機를 使用하므로써 複雜한 土壤浸蝕 過程을 迅速하게 또한 集中의 으로 計算할 수 있게 되었다. 現在 農業流域에서의 土壤流失 및 流砂量 豫測技術은 農業 無地點公害(Non-point pollution)의 範圍와 特性을 把握하기 爲한 基礎資料로서의 必要性때문에 急速히 發展되고 있는 實情이다.

本 研究의 目的은 水蝕에 對한 數學的 土壤浸蝕 모델을 開發하는데 있으며 土壤浸蝕 모델은 農地의 諸條件을 受容할 수 있도록 包括的이며 計數型 電算機로 計算할 수 있도록 하였다. 또한 浸蝕 모델은 반드시 水文 모델과 並用하여야 하므로 既存의 水文 모델과 土壤浸蝕 모델을 連結시키는 技術의 開發도 아울러 試圖하였다. 끝으로 水文 및 浸蝕 모델의 實用性 與否를 評價하기 爲하여 實際 農業 小流域에 本 모델을 適用하여 實測 流出量 및 流砂量과 電算 모델로 부터의 豫測量을 比較 檢討하였는데 約 20% 以內的 日流砂量 誤差로서 滿足할만한 模擬試算 結果를 얻었기에 이를 報告하는 바이다.

## II. 研究史

約 30餘年前 Ellison<sup>(15)</sup>은 土壤流失을 “浸蝕力에 의한 土壤物質의 分離 및 運搬의 過程”으로 定義한 바 있다. 分離라 함은 浸蝕力에 의하여 土粒子가 土壤으로 부터 떨어져나가는 것을 말하며 運搬이라 함은 分離된 土粒子가 본래 位置로 부터 移動된다는 것을 뜻한다. 여기서 浸蝕力은 兩滴의 打擊力과 流去의 剪斷力을 指稱하는 것이다.

土壤浸蝕過程이 土壤流失 研究에 重要하다는 事實은 1940年代에 이미 認識되었으며<sup>(6),(16)</sup> Ellison의 土壤流失 定義는 그 後 約 30餘年間 이 方面의 顯著한 發展이 있었음에도 不拘하고 有効하며 아직도 使用되고 있다.

土壤流失을 計算하기 위한 土壤流失 公式은 土壤流失에 대한 基本的인 要因들을 考慮하여 여러가지 型態의 公式이 發表되었다. Zingg<sup>(9)</sup>는 傾斜長과 傾斜도의 土壤流失과의 關係式을 經驗的으로 誘導하였고 Musgrave<sup>(28)</sup>는 Zingg의 公式에 降雨効果와 作物被覆效果를 添加하여 改良된 公式을 發表하였다. 그後 Musgrave 公式은 地域의 條件에 맞추어 各種形態로 變型 使用되어 왔으며, Wischmeier<sup>(34)(35)(36)</sup>은 Musgrave 公式과 Browning<sup>(4)</sup>의 概念을 合하여 有名한 흄손실基本方程式(Universal Soil Loss Equation)을 만들었다.

흄손실基本方程式(이하 USLE 라 약칭함)은 現在 農地 土壤流失量을 概略的으로 推定하는데 널리 使用되고 있다. 그러나 비록 USLE를 開發할 當時에는 土壤流失 基本原理가 考慮되기는 했으나 그 關係式은 約 10,000 plot 年의 데이터를 統計處理하여 얻었던 經驗的인 公式이므로 河川과 湖沼에서의 流砂量 推定에 必須的인 短期間 土壤流失推定에는 適用하지 못한다는 欠點이 있다.<sup>(33)</sup> 이러한 USLE의 短點을 補充하고자 Foster<sup>(19)</sup>은 USLE 公式中 降雨要因을 變形 改良하여 暴雨別 土壤流失量을 計算할 수 있도록 하였다. 그러나 窮極的으로 USLE는 經驗的인 土壤流失公式이며 따라서 中間過程으로 生길수 있는 推積量을 推定할 수 없다는 것이다.<sup>(19)</sup>

1940年代로 부터 1950年代에 圃場試驗을 通하여 開發되어온 土壤流失方程式은 여러가지 短點을 內包하여 河川 流砂量 計算에 難關이 많으므로 1970年代에는 高速 計數型電算機에 依한 좀더 廣範圍한 氣象 및 流域條件에 使用할 수 있는 浸蝕모델 開發에 主力하고 있다. 이러한 時代的인 要請에 副應하여 1960

年代末 Meyer<sup>(27)</sup>은 Ellison<sup>(15)</sup>의 研究를 土台로 土壤流失過程을 數學的 모델로 表示한바 있으며 시물레이션 過程을 通하여 그러한 모델이 水蝕의 性質을 豫測 할수 있다는 可能性을 보여준바 있다. Meyer<sup>(27)</sup>의 數學的 浸蝕 모델은 두가지 重要한 意味를 나타내준다고 하겠다. 즉 (1) 土壤浸蝕의 各 過程이 獨立되어 있으므로 物理的인 概念의 使用을 容易하게 하고 이들 各 過程은 圃場試驗을 通하여 直接 觀察하여 改良 發展시킬 수 있다. (2) 土壤浸蝕過程을 土壤分離와 土粒子 運搬過程으로 區分하여 이들 兩값을 比較하므로써 推積量을 計算할 수 있게 하는것 등이다.

Negev<sup>(29)</sup>는 Crawford<sup>(8)</sup>에 依하여 開發된 Stanford 水文모델을 基本으로 河川에서의 流砂量을 推定할수있는 電算모델을 開發한바 있으며 Rowilson<sup>(31)</sup>도 Meyer<sup>(27)</sup>의 土壤流失모델을 變型하여 地表 傾斜도와 地表水深의 土壤流失에 對한 效果를 定量的으로 評價할 수 있도록 하였다. Rowilson<sup>(31)</sup>의 모델에서 한가지 特記할 事項은 地表流에 依한 土粒子 分離過程을 無視한 것이다. Meyer<sup>(27)</sup>, Rowilson<sup>(31)</sup>의 浸蝕모델에 對한 基本的인 概念은 Foster<sup>(16)(17)(18)</sup>에 依해서 農地에서의 土壤浸蝕모델로 改良 發展되었다. 이들은 分離된 土粒子의 供給源에 따라 細流間浸蝕과 細流浸蝕으로 浸蝕過程을 區分하였으며 實驗結果에 따라 土粒子 運搬連續方程式과 流砂量—土粒子分離 關係式을 利用하여 土壤浸蝕 過程을 모델화 하였다.

David<sup>(11)</sup>은 Meyer<sup>(27)</sup>의 基本모델과 비슷한 土壤流失모델을 發展시켰으며 水文모델로서 Kentucky 水文모델을 使用하였다. 본모델에서는 分離 土粒子가 地表面에 貯留될 수 있다는 概念을 導入, 使用하였으며 大流域에 適用시킬 수 있는 利點이 있다. 그러나 이 모델은 多數의 統合 parameter를 포함하고 있어 parameter補正 때문에 본모델을 使用하기 爲하여 正確한 水文데이터가 要求된다. 따라서 水文測定 觀測所가 없는 地域에 對해서는 適用할 수 없다는 短點이 있다.

Bruce<sup>(5)</sup>은 獨立降雨모델에서의 流出量試算을 利用하여 流域에서의 流砂, 農藥成分 運搬을 計算할 수 있는數學的모델을 開發 發展시켰으며 Curties<sup>(6)</sup>는 Meyer<sup>(27)</sup>의 土壤流失關係式과 運動學의 水文모델을 利用하여 都市地域에서의 土壤流失 및 流砂量을 豫測할 수 있는 모델을 提案하였는데 본모델은 前述한 모델들 과는 달리 分布型모델이다. Smith<sup>(32)</sup>는 水文모델로서 運動學的 數量모델에 流砂에 대한 連續

方程式을 結合한 動的 시뮬레이션 모델을 開發하였으며 複雜한 降雨形態를 受容할 수 있는 降雨侵入函數를 使用하고 있는것이 特徵이다. 其他 Li<sup>(24)</sup>, Beasley<sup>(1)</sup>, Yoo<sup>(8)</sup>등도 各各 相異한 水文모델을 利用하여 獨自인 土壤流失 시뮬레이션 모델을 開發한바 있다, 特히 最近 Crawford 등<sup>(7)</sup>, Donigan 등<sup>(12)(13)(14)</sup>의 Hydrocomp 研究陣들은 Negev<sup>(20)</sup>의 流砂모델과 Stanford 水文모델을 利用하여 河川에서의 물, 流砂, 農藥, 肥料分 流失等 各種 農業公害源에 대한 시뮬레이션이 可能한 相當히 包括인 電算모델을 開發하였고 同 Hydrocomp의 Lyetham 등<sup>(23)</sup>, 은 이모델에 河川의 流砂運搬모델을 添加하여 農業公害에 대한 管理모델로 發展시켰으며 앞으로 數學的 土壤浸蝕 시뮬레이션 모델은 農業의 無地點公害 (Nonpoint pollution) 問題解決을 爲하여 繼續 發展해 나갈 것이다.

### Ⅲ. 數學的 土壤浸蝕 시뮬레이션 모델의 開發

農業流域에서 土壤浸蝕을 豫測하기 爲하여 여러 가지 方法이 利用될 수 있으나 流域의 크기, 利用 可能한 入力 데이터의 種類, 浸蝕計算 結果의 用途, 土壤浸蝕過程에 대한 實際的인 知識程度에 따라 그 方法의 選擇도 달라지게 된다.

土壤浸蝕을 支配하는 物理的 諸過程이 複雜하므로 流域의 浸蝕量 計算은 數學的 시뮬레이션을 利用하여 모델화하는 것이 現在 가장 適合한 方法으로 알려져 있다. 그러나 自然現象 하나하나를 全部모델화 하는것은 實際로 不可能하므로 土壤浸蝕모델화를 爲해서는 浸蝕過程의 概念的인 單純化作業이 必須不可缺한 段階로 되어 있다. 이러한 모델화過程을 通하여 自然狀態에서는 大端히 複雜한 降雨 및 流去에 依한 土壤浸蝕 過程과 土粒子運搬 過程을 縮少 單純化 시킬 수 있다. 모델化 作業에 있어 各各의 土壤浸蝕 過程이 健全하고 基本的인 自然法則에 依한다면 過程의 單純化에도 不拘하고 正確성이 缺如되지 않을 것이다.

本研究에서 浸蝕모델은 決定모델의 形態를 取하게되며 土壤浸蝕과 流砂移動에 대한 理論 및 經驗式을 土臺로 모델을 組立하였다. 土壤浸蝕모델의 特徵은 實測 parameter를 될수 있는대로 많이 使用케 하여 補正 parameter의 數字를 減少시키도록 한 것이다. 또한 農業 小流域에서는 一般의으로 데이터의 利用이 制限되므로 모델에서의 데이터 要求度가 最

少되도록 하였다. 本모델은 앞으로 새로이 開發되는 土壤浸蝕 理論이나 새로운 데이터를 受容할 수 있도록 浸蝕過程을 成分別로 區分하여 모델을 形成하였으며 全體모델을 바꾸지 않고도 모델의 一部를 修正할 수 있도록 하였다.

#### 1. 基本概念

質量運搬에 대한 連續方程式은 地表流에 依한 流砂運搬에 대한 基本過程이 된다<sup>(8)</sup>. 地表流內에서의 流砂分散을 無視하고 흐름의 準定流狀態를 假定하면 質量運搬에 대한 連續方程式은 式(1)과 같이 單純化 시킬 수 있다<sup>(17)</sup>,

$$\frac{\partial G}{\partial x} = D_i + D_r, \dots\dots\dots(1)$$

여기서

$G$  = 流砂量

$D_r$  = 細流浸蝕에 의한 土壤分離率

$D_i$  = 雨滴浸蝕에 의한 土壤分離率

式(1)을 距離에 대하여 積分하면 流砂量은 式(2)와 같이 表示될 수 있다.

$$G = \int D_i dx + \int D_r dx = G_i + G_r \dots(2)$$

여기서

$G_i$  = 雨滴浸蝕에 依한 流砂量

$G_r$  = 細流浸蝕에 依한 流砂量

式(2)는 本研究에서 浸蝕모델의 基本概念이다. 즉 農耕地로 부터의 土壤浸蝕은 流砂의 供給源에 따라 雨滴浸蝕(細流間浸蝕)과 細流浸蝕으로 浸蝕過程이 區分된다. 雨滴浸蝕은 主로 빗방울의 衝擊力에 依한 土壤浸蝕이며 細水路(細流) 사이의 地域에서 生기는 浸蝕이다. 現在까지 細流間 地域에서 土粒子移動에 대한 理論의 및 經驗的인 關係가 定立되지 못했으므로 本研究에서는 細流間 地域에서 빗방울로 因하여 分離된 土粒子는 全部 細流로 集中되는 것으로 假定하였다.

細流浸蝕은 地表流 浸蝕力(洗掘力)에 依한 土粒子 分離로 特徵지워진다. 本研究에서는 雨滴浸蝕과 細流浸蝕으로 부터 生긴 實際 土粒子 移動 發生量을 面狀浸蝕이라 定義하며 따라서 面狀浸蝕은 降雨 및 地表流에 依한 總 土粒子分離能力 보다는 尙상 적은 값이 된다. 즉 土粒子 分離能力은 細流에서 地表流에 依하여 下流로 移動될 수 있는 最大浸蝕土量이 된다는 것이다. 萬若 地表流의 運搬能力이 總分離能力보다 적으면 細流에서의 流砂는 運搬能力 만큼만 移動되고 同時에 堆積이 生기게된다.

또한 細流內에 流砂가 包含되어 있을 境遇는 式

(3)을 사용하여 實際 細流浸蝕量을 調整한다<sup>(17)</sup>.

$$D_r = C_r(T_c - G) \dots\dots\dots(3)$$

여기서

$D_r$  = 細流에서의 地表流 土粒子 分離量

$T_c$  = 地表流 運搬能力

$C_r$  = 反應係數

$G$  = 流砂量

地表流의 土粒子 運搬能力을 나타내기 爲해서 Yalin

(17)의 公式을 使用하였다. Yalin의 公式은 簡單하고 公式誘導에 使用된 假定들이 地表流에서의 條件과 잘 符合되므로 土粒子 運搬公式에 가장 適合할것으로 生覺된다. Yalin의 公式은 地表流에 의한 土粒子 移動을 流砂의 河床運搬과 同一하게 假定하였다.

土壤流失過程을 單純化하기 爲한 假定은 다음과 같다. (1) 細流間地域에서 生진 浸蝕 土粒子는 細流로 全部 集中된다. (2) 細流는 不透水性地域과 非

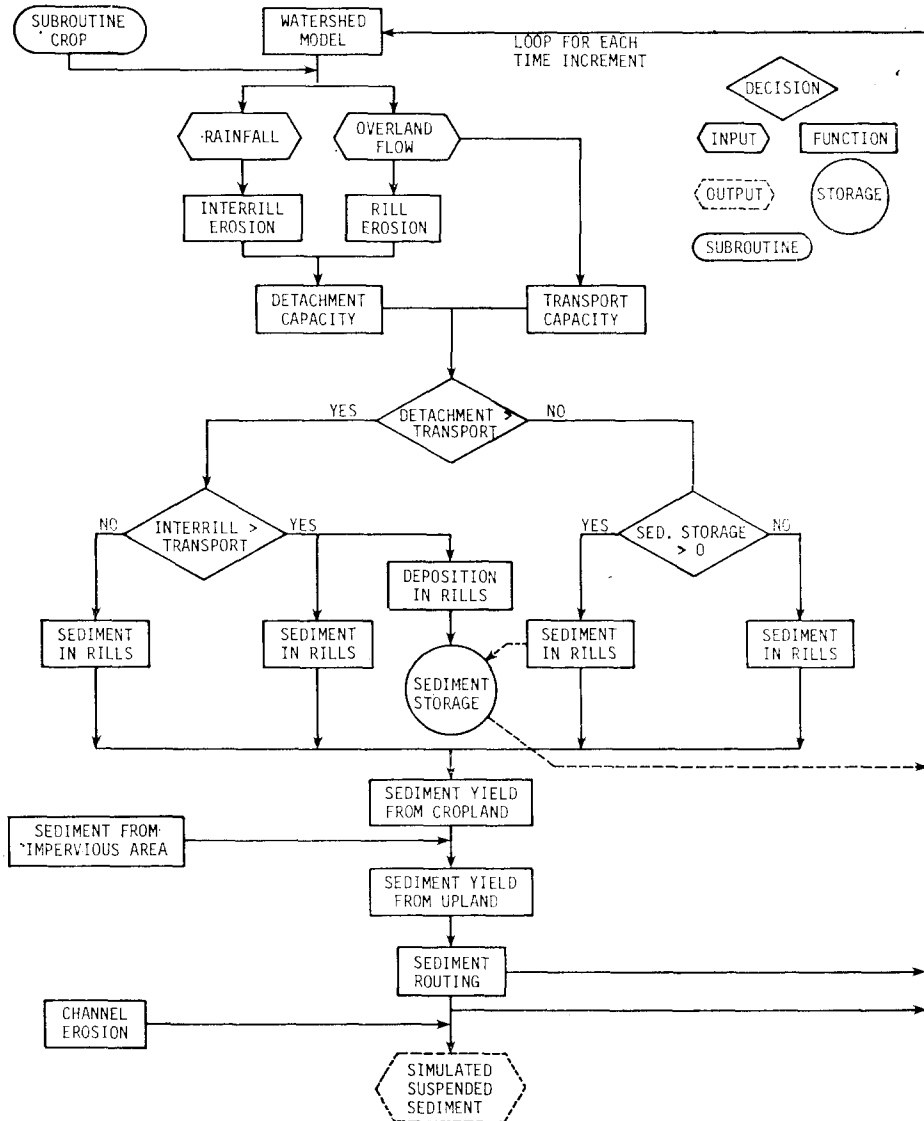


Fig. 1. Flowchart of the erosion model

農業地域을 除外하고는 全流域에 걸쳐 均一하게 分布되어 發生된다. (3) 流砂는 만드시 細流를 通하여 下流로 運搬된다. (4) 堆積은 雨滴浸蝕量이 地表流 運搬能力보다 클 境遇에만 生진다. (5) 地表流 運搬能力이 制限되면 細流浸蝕量은 式(3)에 依據 減少 調整된다.

上記 假定에 依하면 面狀浸蝕의 全過程은 다음의 4가지 基本모델 成分으로 區分할 수 있다. 즉 (1) 雨滴浸蝕過程 (2) 細流浸蝕過程 (3) 浸蝕土粒子 運搬過程 (4) 堆積過程 등이다. 各各 모델成分에 對한 數學的 表現式은 現在 使用되고 있는 土壤浸蝕 理論 및 經驗式을 利用하여 開發되었다. 總 面狀浸蝕은 面積柱狀圖法<sup>(6)</sup>을 利用한 流砂量 追跡으로 河川을 通하여 下流로 내려가도록 하였으며, 河川이 自然水路일 境遇에는 水路바닥 및 堤防으로 부터의 水路浸蝕도 考慮하였다. 以上과 같은 土壤浸蝕 成分은 電算프로그램으로 變換되어 既存의 水文모델과 並用하여 全 土壤浸蝕 過程을 모델화 하였다. 土壤浸蝕의 各成分에 對한 說明은 紙面關係上 省略하고자 하며, 詳細한 것은 Kwun<sup>(22)</sup>의 論文을 參考하기 바란다.

## 2. 土壤浸蝕 電算모델의 作動

土壤浸蝕모델은 農業流域에서 부터 河川에 供給하는 流砂量을 計算 推定할 수 있다. 河川에서의 流砂 追跡過程도 本 모델에 포함되어 있고 流域의 農業 및 土地利用 效果도 考慮되어 있다. 따라서 浸蝕 모델은 各種 作物栽培條件 및 管理體系를 가진 農業流域에서 使用할 수 있다. 本 土壤浸蝕모델에 適用 가능한 流域의 面積은 氣候, 地形條件에 따라 다르겠으나 대개 50~70km<sup>2</sup>의 面積을 本 모델의 적용범위로 생각한다.

Fig. 1은 土壤浸蝕모델의 一般構造와 作動狀態를 나타내고 있다. 浸蝕모델은 電算프로그램 構造上으로 보아 EROS와 CROP의 두 副프로그램으로 構成되어 있으며 EROS는 降雨와 地表流에 依한 土粒子 運搬過程을 計算하고 副프로그램 CROP는 作物에 依한 土壤被覆과 耕運作業의 影響에 對한 季節的인 變化를 計算한다. 水文모델과 土壤浸蝕모델을 서로 連結한 水文浸蝕모델은 Iowa 州立大學校의 ITEL AS/6 電子計算組織에 의하여 計算하였는바 1年值 데이터에 對하여 電算操作時間은 約 39초였다.

土壤浸蝕모델을 評價하기 爲한 基本데이터는 水文 및 氣象 데이터로서 日平均流出量, 日 平均 浮遊流砂量, 時降雨量, 其他 流域의 水文特性을 나타내는 parameter 등이다. 水文浸蝕모델은 連續的인 시물레

이션 모델이므로 計算期間에 該當되는 期間의 데이터가 要求된다. 모델로 부터 計算되어 나오는 出力(output)은 流出量, 面狀浸蝕量, 水路浸蝕量, 浮遊流砂量 등이다.

水文浸蝕모델은 어떤 特定한 流域에 適用할때마다 評價되어야 하는 여러가지 parameter를 포함하고 있다. 浸蝕모델은 各種條件의 農業流域에 適用될 수 있도록 考案된 것이므로 parameter는 流域의 地形, 水文, 土壤, 作物條件에 對하여 시물레이션을 調整하기 爲한 메카니즘이 된다. 大部分의 浸蝕 parameter는 既知의 流域特性으로 부터 쉽게 얻어지나 直接 評價되지 않는 parameter는 補正過程을 通하여 그 값을 求해야 한다. parameter 補正은 實測 데이터와 모델 計算值와의 差異를 없애는 過程을 利用하여 모델 parameter 값을 求하는 過程을 말한다. 土壤浸蝕모델에는 3가지 形態의 parameter가 있으며 1) 水文모델로 부터 傳移된 parameter 2) 補正過程을 通하여 求해지는 parameter 3) 既知의 流域 및 作物에 關한 parameter 등으로 區分될 수 있다. 紙面關係上 浸蝕모델의 各 parameter 紹介는 省略하고자 한다.

## IV. 土壤浸蝕모델의 試驗 및 評價

農耕地의 土壤浸蝕을 시물레이션 하기 爲해서는 水文모델과 土壤浸蝕모델의 두 種類의 모델이 必要하며 本 研究에서는 Stanford Watershed Model을 濕潤地域에 適合하도록 改良한 Kentucky Watershed Model을 水文모델로서 使用하였다. Stanford 水文 모델과 Kentucky 水文모델의 根本的인 差異는 없으며 Fig. 2는 Stanford 水文모델의 主要成分과 그들의 交互作用을 나타내고 있다. Stanford 水文모델은 이미 많은 研究者(David<sup>(19)</sup>, James<sup>(21)</sup>, Huang 등<sup>(20)</sup>, Magette<sup>(23)</sup> 등)에 依하여 詳細히 研究되어 그 結果가 報告되어 있으므로 本 論文에서는 水文모델의 詳細한 說明은 省略하고자 한다.

### 1. 試驗流域 現況

水文 및 浸蝕모델을 評價하기 爲하여 비교적 正確한 氣象 및 水文데이터를 얻을 수 있는 美國 Iowa 州, Traer 근처에 位置한 Four Mile Creek 流域을 選定 試驗하였다. Four Mile Creek는 Iowa 中東部 Tama 郡에 位置한 面積 約 50km<sup>2</sup>의 小流域으로서 排水施設이 잘 發達되어 있는 典型的인 農業地帶이다. 流域面積의 約 75%는 옥수수 및 콩을 栽培하고 있으며 나머지 25%는 牧草地帶로 되어 있다.

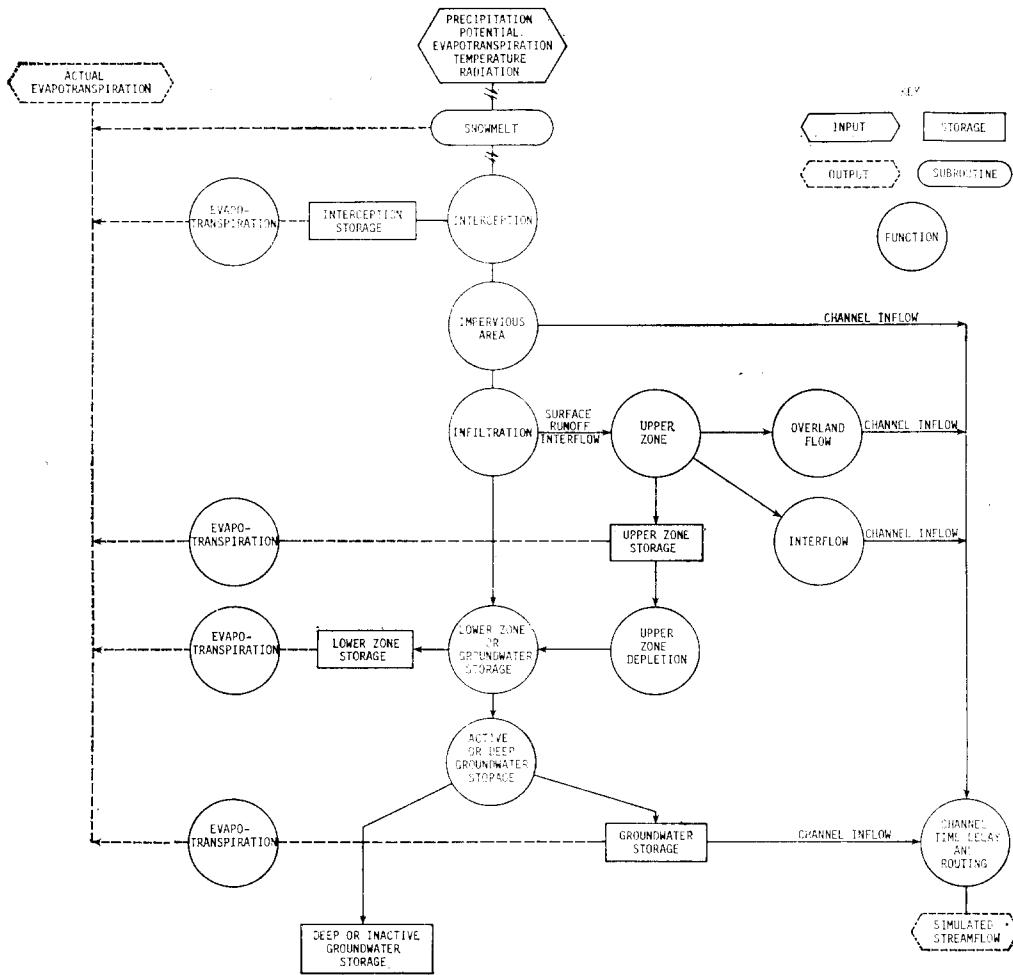


Fig. 2. Flowchart of the Stanford Watershed Model IV

流域의 大部分은 輪作이 이루어지고 있으며 典型的인 作物體系는 옥수수-옥수수-콩-목초이다. 그러나 大體로 보아 平坦地에서는 條播作物이 傾斜地에서는 牧草가 栽培되고 있다.

流域의 年 平均流出量은 約 150mm程度이고 30年 平均氣溫은 8.7°C, 18年間 年 平均 降雨量은 823mm 이다.

Four Mile Creek 流域에 對한 水文觀測은 1962年 부터 美國 地質調查所의 Traer 觀測所에서 流出量을 測定하여 왔고 1969年 從부터 流砂量을 測定하기 始作 하였다. 그러나 最近 降雨量, 太陽輻射量, 氣溫,

蒸發量 등 좀더 廣範圍한 데이터가 必要해짐에 따라 1976年 從부터 Iowa 州立大學 農工學科에서 Four Mile Creek 流域에 對한 各種 水文 및 氣象資料를 測定 蒐集하고 있다. 降雨量測定用으로 流域內 自己降雨 量記錄計 6組를 設置하였으며 Fig. 3에서 보는바와 같이 各種 氣象데이터도 流域內에서 測定하였다. 그러나 水文모델에서 主要한 部分을 차지하고 있는 融雪過程을 試算하기 爲한 冬季間 日最低, 最高溫度는 그 期間동안 觀測所가 폐쇄되므로 測定하지 못 하였으며 流域으로 부터 約 15km 떨어진 Grundy Center 觀測所의 測定值를 利用하였다.

(다음호 계속)