

## 農業工學에 있어서의 電子計算機의 利用 (II)

—電算機 利用 實例—

權 純 國\*

### 1. 머리말

우리나라에서 電子計算機가 導入, 使用된지도 어언간 약 15년이란 세월이 흘러갔지만 農工學分野에서는 他 工學分野에 비하여 아직까지도 刮目할 만한 活用이 이루어지지 않는 實情이며 一部 利用된 實例가 있다하더라도 農業用水開發事業에서 土木工學的인 側面에 斷片的으로 利用되었을 뿐이다.

본 講座에서 紹介하고자 하는 農工學分野 電算機 利用 實例는 外國 特히 美國에서 最近 10餘年內에 開發된 電算프로그램으로 農業 및 農工學分野에 直接 關聯된 것에 局限하였으며 될수있는 대로 農工學 各分野의 實例를 고루고루 取扱코져 하였다. 本 實例가 우리나라 實情에는 多少 맞지 않는點이 있다 하더라도 電子計算機가 農工分野에서 利用되고 있는 狀況을 살펴보는 데는 큰 도움을 줄 것으로 생각되며 本稿가 農工學界에 從事하는 學者, 技術者에게 Computer-oriented-mind를 定着시키는 계기가 되었으면 하는마음 간절하다.

### 2. 農業工學 各分野別 電算機 利用 實例

#### 가. 農業水利分野

##### 1) 灌溉時期決定모델—IRRIGATE

물은 質과量 兩面에서 볼 때 앞으로 점점 不足하게될 資源이고 灌溉는 이러한 不足資源에 대한 最大消費者이다. 이러한 觀點에서 볼때 灌溉管理를 잘 하므로써 물을 節約, 保全하는 問題는 農業水利分野의 當面課題로 되어있다. IRRIGATE는 이러한 必要性에 副應하여 美國 Nebraska大學에서 開發된 灌溉모델 電算프로그램이다. 본 프로그램은 現地에

서는 AGNET(Agricultural computer network)라고하는 農業指導 電算 Network를 通하여 使用되며 電氣와 小型 手動式 端末裝置만 있으며 어디서나 연결하여 사용될수 있도록 되어있다. IRRIGATE의 特徵은 본 프로그램이 使用者中心으로 만들어진 것이어서 資料入力 型式이 使用者가 質問에 答하는 모양으로 되어있으므로 電算機 運轉에 대하여 무지하더라도 이용할수 있도록 되어 있다는 점이다.

IRRIGATE는 美國에서 開發된 프로그램이니만치 灌溉計劃 프로그램이다. 본 프로그램은 作物栽植後부터 圃場土壤水分狀態를 계속 기록 유지하여 이를 바탕으로 앞으로의 灌溉用水量과 灌溉時期를 決定해준다. 관개조건의 對象도 各種 灌溉組織(Center pivot, Solid set, gated pipe, siphon tube 등), 9가지의 作物, 8種의 土壤條件에 대해서 適用토록 되어있고 蒸發散量 計算은 修正 Penman公式과 Bleny-Criddle 공식중 選別使用토록 되어있다.

프로그램을 構造上으로 보면 銀行에서 家計手票 預金殘高를 관리하는 것과 꼭 같은 方式으로 되어 있다. 즉 初期水分量으로 부터 每日의 蒸發散量을 土壤水分에서 빼내고 灌溉나 降雨는 預金처럼 보태준다. 灌溉量은 平均蒸發散量, 灌溉組織能力, 土壤水分 고갈한계점(作物生育에 지장을 주지않아서 收量이 減少되지않는 토양수분조건)에 따라 결정된다 灌溉回數는 圃場內 어떤部分도 土壤水分 고갈한계점에 도달되지 않도록 하는 時間間隔을 결정하므로서 定해진다. 또한 本 灌溉모델은 土壤水分 balance 만을計算하는것이 아니라 圃場 data file을 自動的으로 作成 유지하므로 圃場重要데이터를 保管하기가 아주 용이한 長點이 있다.

最初 프로그램을 使用할 때는 圃場데이터 즉 栽植日字, 豫想成熟期, 土壤形態, 更土層까지의 깊이 土壤水分 測定用 石膏의 種類와 位置, 流量計의 位置와 形態, 灌溉組織에 대한 데이터등을 入力한다.

\* 서울大學校 農科大學  
(本誌 23卷 2號 23페이지 繼續)

그다음 降雨, 灌溉, 圃場水分메이타 등도 入力하며 이들을 data file로서 보관된다. 일단 data file이 形成되면 그후는 매번 운전때마다 새로운 降雨, 灌溉量, 土壤水分資料만 入力하면 되고 圃場資料는 data file에서 自動적으로 취해진다.

IRRIGATE는 1977年度에 美國 Nebraska州에서 약 25,000 acre의 農地에 採用되어 물 節約效果는 물론 年間 灌溉費用的의 약 30~50%를 節約할수 있었다고 한다.

2) 스프링클러 설계에 電算 graphic 프로그램의 사용

스프링클러 設計는 利用可能한 스프링클러의 機種이 아주많은 한 種類의 스프링클러라 하더라도 여러가지 노즐, 분사압력등의 設計조건이 있으며 그와 灌溉條件, 土壤條件등이 相異하므로 適正設計를 얻는것은 대단히 어렵고 複雜한 과정이다. 이러한 問題를 해결코져 등장한것이 스프링클러 graphic 프로그램이다.

본 프로그램은 스프링클러의 특성과 各種 設計方法에 대한 效果를 視覺적으로 演示하며 計算結果는 CRT로서 나타낼수도 있고 printer나 plotter를 이용하여 그라프로 얻을수도 있다.

본 프로그램은 각각 서로 다른 기능을 가진 4개의 Module로서 구성되어 있다. 첫번째 Module(Module 1)은 現在 生産, 市販되고 있는 各種스프링클러에 대한 資料를 貯藏, 保管하고 있는 一種의 data bank 役割을 하는것이다. 포함되는 資料는 一定壓力下的 스프링클러 灌溉率, 散布距離, 灌溉分布形態등이다 設計者가 어떤 特定 스프링클러를 選擇코져 할 경우 본 Module 1을 使用하여 그 機種에 대한 灌溉分布 그림표와 灌溉率을 얻을수 있고 또한 他機種과의 迅速한 比較檢討도 할 수 있다.

Module 2는 두개의 스프링클러가 어떤 간격을 취했을때 두 스프링클러에 대한 1次元的 overlapping application rate를 나타내어(그림. 1) 스프링클러 간격에 대한 效果를 演示할수 있도록 되어있다.

Module 3는 實際圃場條件에서와 같이 여러개의 스프링클러를 사용할 경우 어떤 面積全體에 대한 組合 灌溉率을 計算하여 2次元的 平面圖로 나타내준다. 이때 스프링클러에 대한 모든 資料는 Module 1로부터 提供받도록 되어있다. Module 3로 부터 얻을수 있는 結果(output)는 어떤 一定面積에 대한 灌溉量 數值 Matrix, 平均灌溉量, 灌溉均等係數등이다(그림. 2)

Module 4는 Module 1, 2, 3에서의 計算結果를 貯藏하여 나중에 이를 다시 檢索할 수 있도록 하는 data file의 役割을 하는 프로그램이다.

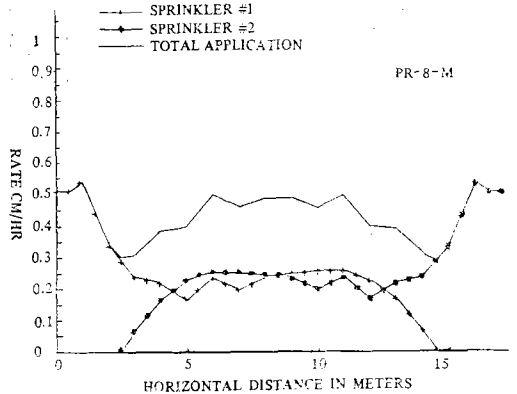


그림. 1. 단독살포형태 및 30m間隔의 경우 組合 스프링클러 살포형태

0.51	0.29	0.21	0.42	0.51	0.51	0.42	0.21	0.29	0.51
0.29	0.23	0.18	0.40	0.51	0.51	0.40	0.18	0.23	0.29
0.21	0.18	0.24	0.39	0.50	0.50	0.39	0.24	0.18	0.21
0.42	0.40	0.39	0.29	0.49	0.49	0.39	0.39	0.40	0.42
0.51	0.51	0.50	0.49	0.48	0.48	0.49	0.50	0.51	0.51
0.51	0.51	0.50	0.49	0.48	0.48	0.49	0.50	0.51	0.51
0.42	0.40	0.39	0.39	0.49	0.49	0.39	0.39	0.40	0.42
0.21	0.18	0.24	0.39	0.50	0.50	0.39	0.24	0.18	0.21
0.29	0.32	0.18	0.40	0.51	0.51	0.48	0.18	0.23	0.29
0.51	0.29	0.21	0.42	0.51	0.51	0.42	0.21	0.29	0.51

BUCKNER MODEL 180 W/ 4. 4MM BY 2. 4MM-7 NOZZLE @ 345 KPA  
THE AVERAGE APPLICATION RATE IS 0.38 CM. PER HR.  
THE COEFFICIENT OF UNIFORMITY IS 73.84 PERCENT

그림. 2. 18x18m의 배열시 전형적인 스프링클러 살포분포 및 살수량

본 스프링클러 설계 프로그램은 BASIC言語로 되어져있으며 8k byte graphic display 端末裝置로 운전가능하다. 또한 Module이나 메이타는 전부 magnetic tape에 저장하고 필요에 따라 편리하게 사용할 수 있다.

나. 農業施設分野-養鷄場 換氣組織 設計

養鷄場 換氣組織 設計 프로그램은 본래 美國 미시지피 주립대학에서 개발된 家禽類의 thermal homeostasis에 대한 數學的 모델을 기본으로 養鷄場 thermal model이 첨가되어 完全한 housing model로 開發, 發展된 것이다. 본 프로그램은 主프로그램

과 몇 개의 프로그램으로構成되어있으며 1,398 statement, 5,896 byte의 기억용량이 必要하다. 개략적인 계산과정을 보이는 Flow chart는 그림. 3과 같다.

入力資料는 養鷄場 천정 및 벽의 熱傳達係數, 氣候條件에 따른 外部露點溫度, 養鷄場 室內適溫(願하는 溫度), 飼育頭數 등이며 計算結果는 每 外氣溫 5°F 變化當, 每 週齡當 養鷄場 換氣量 및 室內相對濕度이다.

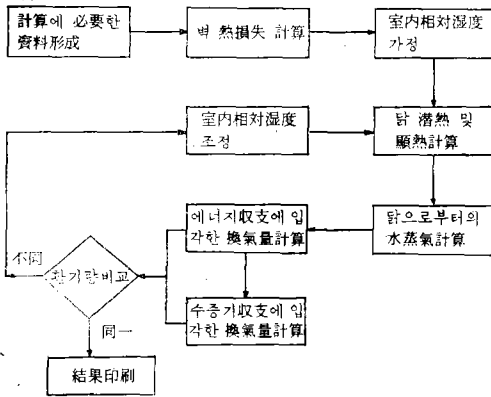


그림. 3. 養鷄場 換氣組織 Flow chart

이와같은 house model을 利用하므로써 얻는 利點은 電算機의 신속한 계산으로 인하여 實際 그러한 養鷄場에 대해서 實驗을 통하여 資料를 얻는것 보다 훨씬 短時間에 各種 換氣裝置를 比較할 수 있게 되고 또한 여러가지 기후조건과 各種 築造方式 및 使用材料에 대한 斷熱程度를 신속히 파악할 수 있다는 것이다.

대체적으로 보아 본 프로그램을 사용하므로써 養鷄場施設 設計에 있어 가장 의문이 되는 i) 양계장 형태와 단열제의 종류 ii) 환기장치의 능력과 형식 iii) 적정실내온도 및 습도 등에 대한 解答를 提供 받을 수 있고 닭의 飼料利用과 溫濕度關係 資料만 完備되면 養鷄에 대한 經濟性 分析에도 利用할 수 있다.

#### 다. 農產加工分野—穀物 貯藏施設 分析에 대한 電算機 利用

農產物 貯藏施設은 農家の 立場에서 보면 자주 投資하는 것도 아니고 農機械 구입처럼 經驗이 많은 것도 아니므로 投資에 대한 利潤保障이 확실하지 않은 것이 보통이며 따라서 大部分의 경우 農家實情을

잘 알지 못하는 施工業者에게 모든것을 의존할 수 밖에 없다. 穀物 貯藏施設 分析 프로그램은 이와같은 경우 農夫에게 穀物 貯藏施設 投資에 대한 意思決定을 하는데 도움을 줄수있는 電算프로그램이며 다음의 3가지 基本的인 事項에 초점을 맞추어 편성된 것이다.

- ① 投資의 經濟的 意味는?
- ② 貯藏, 加工, 乾燥에 대한 選擇權 및 이러한 선택에 대한 費用比較는?
- ③ 주어진 施設과 收穫시스템에 대한 障害點은?

穀物貯藏 電算프로그램은 4가지(CACHE, CHASE, BNDZN, SQUASH)의 獨立的인 기능을 가진 프로그램으로 構成되어 있으며 CACHE와 CHASE는 현재 貯藏施設을 갖추지 못한 農家에서 새로이 貯藏施設에 投資코져하는 경우에 필요한 프로그램이고 SQUASH는 이미 既存 貯藏施設이 있으나 變更 또는 확장하고자 할 경우에 필요한 것이다.

CACHE(Computer analysis of corn handling and economics)는 어떤 農家の 農場조건과 經濟的인 조건에 대한 約 30가지의 質問에 答하는 형식으로 入力된다. 본 프로그램은 前述한 바와같이 新規 投資의 경우 利潤計算을 해주고 萬若 分析結果 利潤이 保障된다면 CHASE로 계속 계산이 진행되지만 이윤이 없다면 계산이 정지되도록 되어있다.

CHASE(Corn Handling and Storage Evaluator)는 農家の 規模, 豫想收穫量, 勞動과 에너지費用 등 14종류의 入力資料가 必要하며 出力內容은 運轉方法, 乾燥方法, 穀物取扱技術, 市場選擇, 投資, 年間費用等 約 60가지의 解答이 나오도록 되어있다. CHASE의 計算結果를 살펴보고 좀더 상세한 設計內譯을 願한다면 BNDZN을 계속 사용한다.

BNDZN(Bin Design)은 要求入力 資料가 많으나 大部分 앞의 프로그램에서 요구했던 것이고 實際 入力에 必要한 데이터는 6가지 종류정도이다. BNDZN으로부터 出力은 貯藏施設에 대한 詳細한 配置圖, 設計圖, 에너지 消費程度, 각 施設內譯에 대한 投資費用과 年間유지비용등이 포함된다.

SQUASH(Simulation of the Queues involving Unloading and Arrivals for Systems of Harvesting)는 收穫, 加工處理, 乾燥, 貯藏에 대한 애로점을 評價하기 위한 프로그램이다. 入力資料는 현재 보유하고 있는 收穫機(Combins), 운반차량, 加工處理施設, 乾燥方式, 貯藏量등에 대한 것이며 出力內容은 收穫 및 加工, 貯藏에 대한 全般的인 시스템

템 分析을 提供한다. 이러한 결과를 이용하므로서 收穫, 運搬, 貯藏, 加工施設의 變更에 대한 效果를 신속히 알수있다. 例를들면 餘分の combine을 구입하거나, 手動式 auger를 bucket식 elevator로 交換할 경우에 생기는 效果를 직접 볼수있게 된다.

CACHE, CHASF, BNDZN은 Fortran言語를 使用하고 SQUASH는 GASPIV Simulation言語를 사용하여 프로그램 된것이다. 프로그램은 SQUASH를 제외하고는 모두 確率과정을 使用하고 있는 것이 特徵이라 할수 있다.

결론적으로 본 穀物貯藏 프로그램은 주어진 農家の 조건에서 추수후 시설(post-harvest)에 대한 全般的인 意思決定 過程에 도움을 주는 방대한 電算 프로그램이라 할수 있다.

### 라. 農業機械分野—電算機에 의한 農用트랙터 設計

最近의 農用트랙터는 운전자와 안전을 위한 까다로운 기준과 고성능 출력을 위한 대형화가 그 특징으로 되어있다. 이에따라 檢査機關의 檢査 기준도 더욱 세분화되고 설계상 고려해야할 요인들이 대폭 증가되었다. 더구나 설계자는 제한된 시간과 예산 범위내에서 設計作業을 수행하여야 하므로 農用트랙터의 設計에 있어서 電子計算機의 利用은 시간과 노력을 절약하고 동시에 設計能率을 向上시키기 위해서 必須不可缺한 要素이다.

既存의 많은 設計資料와 公式를 정리하여 電算機에 기억시키고 주요 機械要素에 대한 設計프로그램을 packagl化하므로써 주어진 荷重條件 및 設計條件에서 必要한 機械要素의 寸수를 決定할 수있다. 또한 전체적인 作動시스템을 Simulation化하므로써 주어진 운전 및 작업상태에서 設計條件이 充分

히 만족되었는가를 檢토할 수 있어 이에따른 개선과 수정작업을 용이하게 할수있다. 또한 改善 및 修正作業도 電算化하므로써 시작기 제작과 性能試驗에 필요한 시간과 경비까지도 절감할 수 있다. Graphic system을 利用하여 設計 layout를 映像化 시키므로써 設計의 修正作業이 더욱 편리해지고 있으며 最終 設計圖面도 電算機를 利用한 print에 의하여 원하는 縮尺으로 部品圖, 全體圖를 作成할 수 있다.

이러한 電算시스템의 이용은 아직 우리나라에서는 實用化되어 있지 않지만 先進各國에서는 이미 實用化단계에 있다. 특히 自動車 設計分野에서는 이미 오래전부터 電算機의 利用이 실현되어 왔다. 큰 會社에서는 自體의 電算시스템을 보유하여 自體의 設計 program package를 사용하고 있으며 이미 凡用化된 package도 많이 있다. CSMP(Continuous system modeling program)와 자동차의 動力學的인 시스템分析을 위한 NASTRAN(Nasa Structua Analysis)프로그램이 이에 속한다고 하겠다.

### 3. 맺는 말

지금까지 紹介한 各種 프로그램은 農工分野 電算 프로그램의 極히 一部分에 지나지 않으며 수많은 프로그램이 開發되어 있는것으로 思料된다. 좀더 자세한 것을 소개치 못하여 아쉬운 감은 있으나 제한된 지면관계상 다음 기회로 미루기로 한다.

이상에서 본바와 같이 앞으로 農工學의 未來指向의 發展을 도모하기 위해서는 기술의 電算化 作業을 서둘러야 겠으며 學界 및 政府機關에서도 각종 software開發에 精神的 및 財政的 支援을 아끼지 말아야 할 것이다. (계속)