

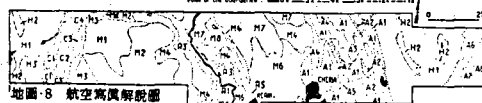
土地開發을 위한 土壤調查와 그의 活用(Ⅱ)

Soil Survey and its use for Land Development (Ⅱ)

辛 Sang 相 Hyuk 懨* Synn

(2) 要素分析(Element analysis)

이 分析法는 過去 和欄의 國際航空寫眞訓練센터에서 Buringh 에 依하여 發展된 것이며, 航空寫眞解



H: 石灰岩地帶 M: 礫地帶
 C1 C2 C3 C4 C5 C6 C7 C8 C9 C10 C11 C12 C13 C14 C15 C16 C17 C18 C19 C20
 C: 崩壞地帶 R: 河川堤地帶 A: 沖積段丘地帶
 A1 A2 A3 A4 A5 A6 A7 A8 A9 A10 A11 A12 A13 A14 A15 A16 A17 A18 A19 A20
 村落 / 河川

그림 1. 半精密土 航空寫眞解說圖

點이 있어서 가장 普遍的인 方法이다. 이것은 體系의인 分析法이며, 이 結果로 만들어진 航空寫眞解說圖는 다음段階의 野外檢査에 基礎가 된다. 現在까지 이要素分析에서는 約20個에 達하는 要素들을 認定하고 있다. 이들은 다시 다음과 같은 4個의 그룹으로 나눌수 있다. 첫째그룹은 地球形態(Geomorphology)와 關聯이 있는 要素들로 構成된다. 둘째는 植生 및 土地利用과 關聯이 있는 要素들의 그룹이다. 셋째는 航空寫眞의 色調과 構成과 같은 形狀들을 말하며, 넷째그룹은 人爲의인 것들 即 집의 位置, 堤, 灌溉水路가 뚝은 모습, 그리고 이와 비슷한 여러基準들로 構成된다.

이것에 關한 說明이 그림1이다. 이그림에서는 많은要素中에서 6個의 다음과 같은 要素들을 選定하였다.

- (가) 地域을 土地型(Land type)의 差異에 따라 分析한다. 이土地型은 地形的(Physiographic)·地球形態的(Geomorphological)單位를 뜻한다.
- (나) 立體鏡을 통해서 보는 航空寫眞위의 傾斜度의 差異에 依한 分析이다.
- (다) 排水狀態
- (라) 地隙(Gully)과 排水類型
- (마) 母質物
- (바) 植生 및 土地利用에 關한 分析

이와같이 이地域에 關한 여섯가지 要素에 對한 分離分析을 行한 後 每地圖에 그려진 境界線들이 서로 相關關係가 깊다고 假定할때 地圖-7은 航空寫眞解說의 價値를 나타내고 있다. 이地圖에 나타난 여러 가지 서로 다른 要素의 境界線이 겹친 數에 따라 價値가 附與된다. 即 여섯번 겹친 境界線은 土壤의 境界線과의 相關關係가 가장 깊다는 것을 뜻한다. 따라서 이모든 相異한 境界線사이의 比較的인 差異가 나타난다. 단지 한번 나타난 線 即 植生과 土地利用 分類圖에서만 한번 나타난 線은 信憑性이 적으므로 野外檢査時 特別한 注意를 必要로 한다. 이리

說에 經驗이 적은 土壤調查員들도 利用할 수 있는 利

*농업 진흥공사 농공시험소

한 것에 根據하여 地圖-8은 航空寫眞解脫의 結果로 얻은 豫備地圖이다. 흔히 土壤調查를 하기위한 航空寫眞解脫圖로 일컬어 지는 이地圖은 野外作業에 基礎가 되는 同時에 特別한 注意를 要하는 地點들에 關하여 決定을 내릴수 있게 한다. 이리하여 이 航空寫眞解脫圖를 가지고 野外檢査를 하여 土壤의 境界가 調整되고, 土壤이 記載되어 드디어 土壤圖가 만들어 진다.

(3) 地形分析(Physiographic analysis)

航空寫眞의 地形分析은 地形과 土壤과의 相關關係에 對한 充分한 知識과 靜的要素보다는 오히려 動的作用에 關한 識別에 根據를 두고 있다. 이分析法은 要素分析과는 달리 分離된 個體로서의 要素를 分離分析하는 것이 아니라 可能한限 그地域을 形成하는데 있어서 過去나 現在에서 가장 두드러지는 役割을 한다고 認定되는 地形體系(Physiographic system)를 發見하는 것이다. 地形體系란 때로는 構造的, 地層形成的 地質現象 일수도 있으며, 或은 沈積 및 侵蝕作用 일수도 있다. 이分析은 要素分析보다는 훨씬 効率的인 것이 長點이나, 効率的인 地形分析을 하기 까지는 많은 經驗을 要한다.

다. 航空寫眞解脫의 利點

첫째로 航空寫眞自體가 土壤調查에 있어서 正確한 基圖(Base map)로 쓸수 있다는 것이 큰 利點이다.

이외에 앞에서 말한바와 같은 解脫過程을 거쳐 그 結果를 土壤調查에 應用하는데 있어서 다음과 같은 利點을 들수 있다.

(1) 正確性

航空寫眞은 普通地形圖보다 地形을 더 正確하게 識別할수 있으므로 土壤의 境界線을 正確히 그릴수 있다. 全地域을 仔細하게 調查하지 않는 土壤調查에서는 그正確性이 더 높다. 이것은 踏査하기 힘든 地域에서 特別히 重要하다.

(2) 時間節約

特別히 土地開發計劃을 遂行하기 위한 土壤調查에서는 時間이 制限因子일 境遇가 많다. 豫算이 承認되면서 事業이 곧 始作되고, 計劃이 樹立됨과 同時에 그結果를 要求하는수가 많다. 그리고 어떤 境遇엔 土壤調查의 結果가 뒤늦게 配付되기도 한다. 이런것은 될수록 避해야 한다. 要求하는 期間內에 調查가 끝나야 하며, 結果가 活用되어야 한다. 半精密土壤調查에서는 航空寫眞을 利用하므로써 이를 利用치 못하는 調查에서 要하는 時間의 1/4 乃至 1/10의 時間 밖에 걸리지 않는다. 이는 結局 土壤調查員의 作業能率을 4倍 乃至 10倍 境加시키는 것

이 된다.

(3) 費用節減

地域이 넓고, 生産力이 낮고 人口密度가 적은 地域을 調查할때 航空寫眞을 利用하면 費用을 節約할수 있다.

(4) 効率向上

調査前後에 地形에 對한 研究를 하여 重點的으로 野外調査를 해야할 地點을 選定하는 등 野外作業을 効率的으로 計劃할수 있다. 土壤調查員이 重點的으로 어느 地域에 調査作業을 集中시킬수 있다. 補助員이 한일을 檢討하기 쉽게 하며, 다른 科學者와의 協助 또한 쉬워 진다. 資金, 車輛輸送, 時間, 人力 등이 制限因子인 境遇엔 航空寫眞解脫을 통한 適當한 調査法을 利用하여 土壤에 關한 가장重要한 資料 만이라도 얻을수 있도록 한다.

(5) 새로운 可能性 開發

이에 對한 例를 들면 다음과 같은 것들이 있다.

(가) 最終 土壤圖로서 航空寫眞自體나 모자이크(Mosaic)를 利用한다.

(나) 半精密調査를 할수 있다.

(다) 調査하기 어려운 地域에 對한 土壤作圖가 可能하다.

(라) 相異한 調査法을 쓸수 있기 때문에 事業의 各段階別로 여러型의 土壤圖를 配付할수 있다.

5. 土壤調查의 種類^(81, 82)

土壤調查는 調査目的, 地域의 狀態, 時間, 豫算, 動員할수 있는 人員 등에 따라 各各 다른 몇개의 精密度段階에서 行하여 진다. 사람이 살지않는 森林地帶와 農業의 利用도가 적어져서 새집과 商街를 지으려는 어느大都市의 郊外에 對하여 똑같은 土壤調查를 한다면 이것은 分明히 어리석은 일이다.

가. 開發土壤調查(Exploratory Soil Survey)

이調査는 概略土壤調查(Schematic soil survey)의 結果로 만들어 지는것으로서 넓은 地域에 對한 매우 概括的인 調査를 말하며, 그地域의 土壤生成因子 即 氣候, 植生, 岩石의 性質을 包含한 地質, 起伏 및 地表面의 年令, 이미 刊行되었거나 또는 未發表의 城壤의 研究 및 旅行者의 紀行文 등에서 誘導·推定하여 作成하며 可能하면 그地域을 踏査하기도한다. 圖示單位는 通常 大土壤群의 相(Phase)의 群域(Association)이며 圖面 1:1,000,000 縮尺이 흔히 쓰인다.

이런調査는 어느나라 또는 어느地域에 사람이 살

지않는곳을 開拓하기 위하여 第1段階로 行한다. 이것에 依하여 開墾事業을 위한 精密調査를 해야할 地域을 定하거나, 또는 그나라의 土壤의 凡例를 檢討할 수도 있으며 開拓地階導도 할 수 있다.

나. 豫察土壤調査(Reconnaissance soil survey)

豫察土壤調査는 開發土壤調査보다 좀더 精密한 調査를 말한다. 이는 全地域을 두루 踏查經路를 따라 土壤과 土壤境界를 視察한다음 利用할수있는 다른 地圖와 航空寫眞解說을 通하여 踏查經路사이에 圖示單位들의 境界線들을 延長하는 것에 依하여 이루어진다. 一般의 圖示單位(Mapping unit)는 相의 群域, 土壤統 또는 高次分類單位 들이나 豫察土壤調査의 圖面的 縮尺은 大概 1:62,500에서 1:500,000에 이른다.

다. 精密土壤調査(Detailed soil survey)

精密土壤調査는 가장 精密한 調査이다. 地圖上에 表示한 單位사이의 境界線은 모두 觀察에 依해서 그려진다. 精密度는 미리 알수있는 土地利用度에 依해서 定할수 있다. 乾燥地域에서 放牧이 그 土壤의 主用途일 境遇 圖示單位는 土壤統의 群域의 相을 採擇한다.

山岳 및 山林地에서도 同一한 圖示單位에 依한다. 이런것들은 精密度가 낮은 低度(low intensity)의 精密土壤調査이다. 이때 土壤圖의 縮尺은 흔히 1:30,000에서 1:60,000에 이른다.

中度의 精密土壤調査는 가장 많이 쓰이는 土壤調査이다. 이 調査의 圖示單位는 一般의 土壤統의 相이다. 土壤은 通常의 1m 또는 1.5m 길이 까지 調査한다. 그러므로 農耕地에 對한 調査로 適當하다. 土壤圖의 縮尺은 흔히 1:15,000에서 1:30,000이다.

高度의 精密土壤調査는 土地가 高度로 利用되는 地域에 限한다. 이것은 灌溉事業을 開發하는데 또는 同地域의 相當한 部分을 住宅地로 利用해야 할 急激한 人口增加地域에서 行해진다. 이러한 高度의 精密調査에서는 土壤과 土壤體(Solum) 밑의 地質母材를 包含해서 數m의 길이까지 調査한다. 作圖의 縮尺은 흔히 1:7,920 이거나 目的에 따라선 이보다 더 縮尺이 커진다. 圖示單位는 普通 土壤區의 相이다.

이러한 種類의 土壤調査外에 몇몇나라에서는 半精密土壤調査(Semi-detailed soil survey)로 불리는

調査를 많이 施行하고 있는데 이는 위에서 말한 低度乃至 中度사이의 精密土壤調査를 가리킨다. 圖示單位는 普通 土壤統의 相들이며, 때로는 土壤의 群域을 使用하는수도 있다. 土壤圖의 縮尺은 大概 1:20,000에서 1:60,000이다.

一般土壤圖(General Soil map)라는 것이 있으며, 이는 開發, 豫察 및 精密土壤圖를 綜合化, 한것으로 혼히는 이들中 두가지 調査方法을 結合하여 만들어진다. 圖示單位의 縮尺과 型은 利用目的에 따라 定해진다. 많은 나라에서 一般土壤圖의 縮尺은 低度乃至 中度의 精密土壤調査報告書와 더불어 1:100,000에서 1:350,000 範圍로 出版되고 있다. 全般的 土地利用計劃과 地理의 相關關係를 究明키 위하여는 小縮尺의 一般土壤圖 1:5,000,000 또는 그보다 더 적은 것이 쓰이기도 한다. 現代의 高度의 精密土壤調査는 漸漸 費用이 비싸게 먹힌다. 어느 것은 1ha當 平均 2달라(740원), 中度精密土壤調査조차도 高價로 1ha當 1달라 25센트(460원) 所要되는데, 이들 經費에는 印刷費 및 人件費가 다 包含된 것이다. (25)

그러나 土壤調査가 原價에 比하여 몇배의 利益을 가져온다는것을 當局에 提示하지 못한다면 이러한 大規模의 調査事業을 支援해줄 政府機關이나 研究所는 없을 것이다. 土壤調査에 들어가는 費用과 이것을 活用하므로써 얻는 受益에 關한 投資效率은 이 土壤調査結果가 적어도 25年間은 쓸모가 있다고 보고 1:45 또는 그 以上이 된다는 것이다. 이는 이 調査의 全經費의 每1달라에 對해서 첫해에 거의 2달라의 受益을 준다는 것을 뜻한다. 調査地域을 土地利用度에 따라서 世群으로 나누면 다음과 같은 平均 投資效率이 나온다.

低度地域—主로 牧野地와 林地—1:46

中度地域—混合農業, 約半이 作物栽培地—1:46
高度地域—急速度로 膨脹하는 大都市의 郊外, 約 1/4이 都市化 된곳—1:123 以上과 같이 土壤調査는 大體로 이 調査에 들어간 費用의 45倍 以上の 利益을 돌려주고 있는데 反하여, 어느 土壤調査는 失敗한것도 있다, 이 失敗의 大部分은 그 土壤調査를 한 目的이 確實치 않아서 失敗한것과 土壤을 確認하고 記載하며 分類하는데 있어서 嚴密한 科學的管理를 疏忽히 했기 때문에 失敗한것 들이다.

이에 關한 實例로 美國에서 있었던 어느 調査의 境遇를 들어 본다.

10餘年前 밑이 主作物이었던 地域에서 土壤調査가 施行되었다. 地圖는 徵稅의 基圖로서의 實用的인 目的이 있었다. 이 土壤이 生産한다고 생각되는

밀의 收量을 圖示하는것은 아주 簡單한 것이라고行政的으로 決定을 내렸다. 여기서 凡例(Legend)는 土壤의 性質이 아닌 밀의 收量으로 만들어 졌다. 即 밀收量이 같으면 다른 性質의 土壤도 一群이 되었다. 土壤圖가 完成된 時期와 거의 同時에 作物育種學者는 새로운 밀品種을 導入해서 그로因하여 밀栽培限界를 먼저번의 限界보다 類百마일 더 넓히게 되었다. 따라서 이新品種은 前의 밀品種의 生産이 不適當하였던 土壤에서도 生育이 可能하였다. 이러한 土壤의 分布를 알고 싶었으나 이土壤圖는 오직 前의 밀의 收量에 根據한 土壤區分만을 表示하였을 뿐이므로 不可能 하였다. 結局 이調查結果는 技術의 進歩와 더불어 밀의 收量의 變化를 가져왔기 때문에 全部廢物이 되고 말았다.

6. 土壤調查解說과 그의 活用

土壤調查解說은 土壤을 利用하기 위한 管理法에 關한 豫測을 하는 것이며 勸告를 하는 것은 아니다. 土壤資源을 利用하기 위한 가장 좋은 方法은 그土壤의 特徵과 應酬 외에 經濟的 社會的 政治的 때로는 宗教的이기 조차한 많은 要因에 依存된다. 土壤圖, 土壤의 特徵, 土壤分類 그리고 土壤에 對한 技術的分類 等은 모두 土地利用의 類型을 가려내고 土地를 分類하는데 基礎가 된다. 그러나 經濟的 意味에서의 土地는 土壤條件 외에도 面積의 크기 그리고 다른 土地, 물, 輸送製備, 市場과의 關係 等이 問題가 된다. 所有者 또는 經營者의 資本, 技術 嗜好역시 土地利用, 作付體系 및 土壤管理法을 定하는데 큰 몫을 擔當한다.

土壤은 場所에 따라 큰 差異가 있다. 어느곳에서든지 土壤管理를 잘 하면 作物收量은 增加될수 있으나 이때에 그管理法은 土壤의 種類에 따라 다르게 마련이다.

農民들은 數世紀를 통하여 그들이 耕作하는 土壤이 서로 다르다는 것을 알고있었으나, 不過 지난數十年間에 그들은 土壤調查의 結果와 土壤管理에 關한 聯關性있는 研究의 惠澤을 입게 되었다. 2次大戰以後 土壤分類과 土壤圖製作은 急速한 發展을 하였다. 이제 土壤調查는 많은 나라의 土地開發計劃을 樹立하는데 있어서 優先順位가 가장 높은 것이 되었다. 優秀한 土壤圖가 많이 나오고 있으며, 數千種에 이르는 土壤에 對한 特徵과 應酬가 研究되고 있고, 이들의 一覽表가 作成되고 있으며, 土地管理法을 決定하는데 實際로 活用되고 있다. 그러나 아직도 土壤에 關한 解說은 土壤圖製作에 미치지 못

하고 있다.

土壤圖는 營農 또는 다른 實際目的에 活用되지않는 限 價値가 적다. 土壤調查의 效率인 活用은 몇가지의 技術指針을 必要로 하나 이것이 이調查地域이 아닌 다른 새로운 土壤調查를 行한地域의 耕作者들이 利用할수 있는 것은 못된다. 土壤圖製作과 土壤分類는 반드시 土壤專門家에 依하여 行해 져야 한다. 이土壤調查를 한 專門技術者들이야 말로 이土壤을 管理하기 위한 土壤의 應酬과 이土壤을 研究하기 위해 必要한 모든 일을 할수있는 最適任者들이다. 그러나 흔히 이러한 土壤學者는 막 끝낸土壤調查結果를 解說하기 위하여 必要하다고 認定되는 事實들을 蒐集하고 檢討하기도 前에 다시 또다른 새로운 土壤調查를 하기 위해 돌려지고 있다. 오늘날 土壤調查解說은 先進國에서는 많은 發展을 했으나 發展途上에 있는 많은 나라에서는 아직도 踏歩狀態에 있다.

優秀한 土壤調查는 그목적에 있어서 實用的이어야 하며 그構成에 있어선 科學的이어야 한다, 거의 모든 土壤調查가 政府機關에 依하여 遂行되고 있으나 만큼 完成된 土壤解說圖가 實用的인 目的에 寄與하지 않는한 政府는 그事業을 더이상 支援해 주지 않을 것이다. 圖示單位 또한 科學的이 아니면 그土壤圖는 技術的인 進歩에 있어서 活用성을 잃게 된다.

土壤은 景觀(Landscape)의 三次元的個體의 一片이다. 土壤은 길이와 넓이 그리고 傾斜度를 가지고 있다. 每土壤은 많은 特徵을 가지며, 이特徵들은 그土壤의 全歷史를 反映한다. 每土壤은 그의 環境안에서 그와 함께 進化해 왔으며 現在의 環境과도 여러모로 交互作用을 繼續하고 있다. 土壤學者는 土壤을 研究하며 그것을 分類하고 種類가 다른 土壤들의 分布狀態를 表示한 土壤圖를 만들고 있다. 어떤 特殊한 環境下에 있는 어떤 種類의 土壤도 管理와 操作에 對한 豫測되는 應酬을 갖고 있다. 土壤調查解說을 하는 것은 어떤 土壤이 實際로 利用될 때에 어떻게 應酬하는가 豫測하는 것이다.

土壤調查解說은 土壤과 關係가 있는 일에 從事하는 사람들에게 쉬운 參考書로 譯어 져야 하며, 土壤學教育을 받지 못했으나 土壤과 關係가 있는일에 從事하고 있는 사람들에게 勸告를 해주는 것이어야 한다. 이解說은 農業技術者, 林業技術者, 土木技術者 및 그외의 專門家들에게 그들事業에 重要하다고 認定되는 主要한 土壤特徵과 應酬를 알려 주는 것이어야 한다. 一般的으로 解說은 等級, 表, 圖表, 解說圖 및 解說文의 形態를 取하고 있다.

가. 土壤特徵(soil characteristics)과 土壤性質(Soil quality)

土壤特徵과 土壤性質은 土壤管理에 影響을 미친다. 土壤特徵이란 層位의 두께, 土性, 有機物含量, 土壤反應, 粘土의 種類, 植物營養含量, 土壤構造의 形態, 等級 級數 및 保水力 等과 같이 볼수 있거나 測定할수 있는 項目들을 말한다. 大部分의 土壤에서 이런 特徵은 土壤斷面中 層位別로 相當한 差異가 있다.

그러나 土壤性質은 土壤特徵과 土壤管理, 土壤特徵과 環境과의 交互作用의 結果로, 생기는 것을 말한다 예를 들면 土壤肥沃도와 土壤生産力 等이 그것이다. 土壤에 對한 實際의인 分類 및 生成學의 分類의 基準으로서 흔히 쓰이는 自然土壤排水의 級數를 例로 들면 이는 地下水位를 變化시키는 土壤透水性과 滲透 및 側面漏水(Lateral seepage)에 依해서 土壤속으로 들어가는 물의 量과의 交互作用의 結果에 根據를 둔 土壤性質의 하나이다. 그러므로 土壤性質은 直接 測定할수 있는 土壤特徵으로부터 推定할수 밖에 없다.

나. 交互作用의 原理

土壤特徵, 土壤性質, 環境, 그리고 管理法 等에 關한 效果는 單獨으로는 考察할수 없으며 단지 이들의 相互關係 또는 成長하는 植物과의 關係로서만 알수 있다. 이交互作用은 品質이 좋고 높은 收量을 낼수 있는 作物應酬를 가져오거나 또는 昆蟲, 旱魃 過少量의 養分으로 因한 生産의 減小 또는 失敗와 같은 바라지 않은 作物應酬를 가져 오기도 한다. 土壤과 그環境은 分離的 이거나 또한 相關의인 많은 特徵을 갖고 있다. 이와같이 모든 交互作用은 매우 큰 範圍에 미치고 있으므로 一般의으로 어떤 몇가지의 管理에 組合한것 만을 選擇할수 있을 뿐이다. 植物은 뿌리가 뻗을수 있는 場所, 養分, 물, 空氣를 및 光線을 必要로 한다. 높은 收量을 얻기 爲하여 耕作者는 適當한 支持物質과 植物을 支持하기 爲한 充分히 깊은 根圈을 必要로 하며, 養分에 均衡된 供給과 언제나 물의 供給이 圓滑해야 하고, 適當한 通氣와 病蟲害로 부터의 保護가 돼 있어야 하고, 물 또는 光線이 植物의 競爭으로 因하여 適量 以下로 減小될 憂慮가 없어야 한다.

植物生長에 影響을 주는 여러 要因에 關한 成績은 單純한 算術에 依하여 算出할수는 없다. 왜냐하면 每要因은 다른 많은 要因에 依存하기 때문이다. 특히 처음이거나 試驗해 보지 않은 處理에 對한 應

酬는 豫測할수 없으며, 반드시 經驗에 依하여 알수 밖에 없다. 例를 들면 아래와 같은 境遇이다.

Hauck는 가나(Ghana)에서 肥料과 다른 生産要因들과의 組合에 關한 結果를 보여 주는 落花生의 圃場試驗成績을 다음과 같이 引用하고 있다. (14) 慣行法에 依한 落花生 正常收量은 400kg/ha 였다. 密植(90×15cm)을 한 結果 收量은 800kg로 增加하였다. 密植을 하고 過磷酸石灰(20% P₂O₅)100ha/ha를 施用한 結果 收量은 1,200kg가 되었다. 密植, 過磷酸石灰施用 그리고 菌劑를 種子에 섞어 뿌린 結果 收量은 1,320kg가 되었다. 끝으로 이세가지 處理에 다시 改良品種을 심은 結果 收量은 1,580kg/ha가 되었다.

다. 代表的인 土壤에 對한 資料蒐集

土壤調查解說은 어느 定하여진 條件下에서 土壤管理에 關한 豫測을 하는 것을 말한다. 이豫測은 몇개의 代表的인 土壤의 管理에 關한 觀察과 測定을 하므로써 始作되며 이結果는 한거를 더 나아가 다른 土壤과 다른 管理法과의 組合한것을 網羅한 豫測을 할수 있도록 언제나 延長 되어야 한다. 資料가 많이 蒙集될수록 더 믿을수 있는 豫測을 할수 있다.

그러나 土壤調查解說을 하는 사람들은 보통 그들이 원하는 바와 같은 土壤의 特徵과 土壤의 管理에 關한 많은 資料를 갖고 있지 않다. 그러므로 이들은 圃場試驗, 實驗實分析 및 農民으로부터의 成績을 통하여 더 많은 資料를 繼續 얻어야 한다.

資料에 對한 올바른 蒐集과 管理方法 역시 重要하다. 每代表土壤마다 作物, 草本, 樹木에 利用할수 있는 資料가 있어야 하며, 土木技術과 非農業的 用途에 利用할수 있는 資料도 있어야 한다. 많은 土壤에 對한 散漫한 資料 보다는 몇개의 代表土壤에서나마 完全한 圃場試驗과 實驗實分析成績을 얻는 것이 낫다.

라. 作物에 對한 適應性 等級^(15, 16)

어디서나 選定된 作物에 對한 土壤種類別 等級을 나누는 것이 土壤調查解說의 段階가 된다. 이러한 等級이 비록 實測收量 또는 그러한 資料에 根據하지 않은 것이라 하더라도 土地開發計劃의 첫段階에서는 커다란 價値가 있다. 이런 資料를 얻음과 同時에 收支關係의 計算을 하기 위해서도 收量豫測은 역시 必要한 것이다. 때로는 資料를 蒐集할때까지 기다리지 않으면 안될 때도 있다. 一般의으로 特定作物을 위한 土壤等級은 管理技術을 어느 주어진 水準으로 假定한 다음 4內至 5個의 適應性級으로 나

누는 것을 原則으로 하고 있다. 이境遇에 收量豫測은 土壤別差異를 보다 數量的으로 表示할수 있게하며 이것은 다시 後에 2個 또는 그以上の 管理水準을 두는 것으로 다시 만들수도 있다.

가이아나(Guyana)에서 普通 栽培되는 몇가지 作物에 대한 土壤別 等級을 나눈것을 보면 表-1과 같다.

表-1 가이아나(Guyana)에서의 作物生産을 위한 土壤等級^(*)

土 壤 名	適 應 性				
	벼	사탕무	코코아 넛	地下食 糧作物	도마도 의체소
코 렌 틴 埴 土	1	1	3	1	1
리 치 킬 드 埴 土	1	1	2	1	1
드 벨 드 셀 트 質 壤 土	2	1	2	1	1
리 버 그 埴 土	2	2	3	2	3
노 바 壤 質 砂 土	4	3	1	1	1
카사라바 壤 質 砂 土	4	2	1	2	1

마. 定해진 管理水準下의 作物收量豫測

土壤別로 作物收量を 豫測하는 것은 土壤調査報告를 活用하려는 많은 사람들이 원하는 것이긴하나 이는 土壤作圖와 다른 土壤研究의 成績들을 蒐集하는 것과 더불어 耕作자들이 理解할수 있는 用語로 評價되어 있어야 한다. 土壤學者는 基礎的인 事實과 이들의 相互關係에 關한 資料를 蒐集해야 한다. 少數의 사람들만이 利用할수 있는 收量成績에 따라 이들 土壤에 關한 모든 特徵을 綜合的으로 考察한 嚴

密한 土壤研究를 할수 있으며, 비로서 이土壤의 管理에 關한 正確한 豫測을 할수 있다.

收量 및 土壤管理에 關한 豫測은 다음과 같은 두 가지 方法에 依하여 可能하다. 即 1) 土壤圖示單位의 標本地域으로 부터의 實際 收量成績이 提供하는 證據를 土臺로 한 判斷 2) 土壤特徵들間의 比較와 植物의 養分要求量에 關한 基礎資料를 土臺로 한 判斷을 通해서 이다. 많은 發展途上의 나라에서는 大部分의 土壤에 對한 豫測은 이러한 比較判斷에 根據를 두고 있다. 그러나 이때에 있어서도 最少限度 몇개의 代表土壤에 關한 資料는 圃場區劃試驗, 農家圃場試驗, 또는 耕作者들의 經驗으로 부터 얻을 수 있어야 한다.

(1) 收量豫測을 하기 위한 資料의 出處

- (가) 野外觀察
- (나) 試驗圃場成績
- (다) 農家圃場試驗
- (라) 農家圃場의 標本區의 收量成績
- (마) 耕作者의 經驗
- (바) 其他 各種 統計資料

(2) 土壤別 收量豫測過程

(가) 土壤調査員은 野外觀察를 通하여 主要作物들의 生産力 順位를 따라 土壤種類別로 一覽表를 作成한다.

- (나) 管理水準別로 實際 收量を 記錄한다.
- (다) 主要作物別 收量を 豫測한다.
- (라) 管理水準別로 이들 資料를 檢討한다.

收量の 豫測法에는 여러가지가 있으나 다음과 같은 例(表2)를 들어 보기로 한다.⁽⁶⁶⁾

表-2 두 管理水準下에 主要作物의 एका當 豫測 平均數量

(乾燥地)

(A 欄의 收量은 普通管理下에서 實際얻은 것이며, B 欄의 것은 改良된 管理下에 豫測되는 收量임)

土 壤	棉 花		옥 수 수		수 수		밀	
	Ib of lint		Bu.		Lb.		Bu.	
	A	B	A	B	A	B	A	B
어스틴셀트質壤土, 傾斜度1~3%	200	300	22	36	1,800	3,000	14	26
던 발 細 砂 壤 土, 傾斜度 3~5%	175	230	16	25	1,300	2,300	13	21
허스틴 黑 埴 土, 傾斜度 1~3%	275	350	26	38	2,200	3,700	23	36
허스틴 黑 礫 質 埴 土, 傾斜度 5~8%	235	300	21	32	1,800	3,200	17	29
메위스빌셀트質埴土, 傾斜度3~5%	200	275	20	34	1,600	2,800	13	24
산안토니오埴壤土, 傾斜度3~5% 侵蝕	185	230	20	30	1,600	2,600	12	26
비 너 스 壤 土, 傾斜度 0~1%	220	300	22	36	1,800	3,000	15	26

바. 土地利用計劃에 活用

土地利用計劃에는 大體로 두가지가 있다. 하나는 大地域을 相對로 한 土地利用에 關한 開發計劃을 말하며 이런 類의 土地利用計劃은 地域計劃 또는 一般計劃으로 불린다.

다른 하나는 圃場, 牧場, 段丘, 農場 또는 어느 發展하는 都市의 郊外에 對한 開發計劃과 같은 것이며, 이는 精密計劃 또는 運營計劃이라 불린다.

美國의 홀로리다주 케이프 케네디 近方 約 6,000 平方마일에 對한 土地利用計劃(地域計劃)을 推進하는데 있어 土壤圖와 土壤에 關한 諸研究結果가 活用된 例를 들어 보기로 한다. 이計劃을 推進하는데 있어서도 土壤圖가 必要했다. 그러나 이 地域에 對한 精密土壤調査는 아직 되어 있지 않았었다. 그리하여 이 地域의 主要土壤의 性質과 더불어 다른 地域에 있는 이와 類似한 性質을 가지고 있는 土壤을 取扱해본 經驗으로부터 土壤別로 制限性과 危險度가 豫測되었다. 이리하여 만들어진 土壤圖와 土壤에 關한 解說은 이 地域에 對한 都市의 成長, 類型의 豫測을 하는데, 그리고 將來를 위한 空地의 保存, 水源 再確保 地域의 確認, 用途에 競合을 벌리고 있는 地域 例를 들면 柑橘類栽培과 都市 郊外로의 開發과의 競合으로 分爭이 있는 地域을 定하는 等等에 큰 도움을 주었다.⁽⁶⁾

和蘭에서는 룩델담 近處의 미들 델후란드(Midden Delfland) 地方에 對한 土地利用計劃의 例를 들어 본다.⁽⁷⁾ 이計劃에 依하면 向後 15~20年內에 現在 이 地域의 大部分을 차지하고 있는 草地面積이 約 50%로 減小되는 한편 住宅地, 道路, 園藝地의 面積 차차 늘리고 이中 約 1,000ha를 休養地로 만들기로 作定하였다. 이 休養地는 主로 住宅地 附近에 두기로 하고 中心部는 農業的인 用途로 保存키로 하였다. 몇몇 湖水는 機能要素로서 休養地域에 두었고, 湖水의 모양도 이와 같은 目的에 부합하도록 하였다. 湖水를 만들기 위해서 파낸 表層粘土와 泥炭土는 休養地域을 두우는 데와 農業과 園藝地帶를 改良하는데 使用키로 하였다. 이 土地利用計劃을 樹立하기 위하여 이 地域의 表面下 8~35m 깊이까지의 詳細한 地質, 土壤, 水文學의 調查研究을 行하여 졌던 것이다.

이와같은 土地利用計劃을 遂行하기 위하여는 흔히 앞서 말한 一般土壤圖(General Soil map)를 만들어 利用하고 있다.

사. 林地管理에 利用

土壤圖와 土壤調査解說은 林地造成과 管理에 對해서도 基本的인 資料를 提供한다. 그러나 過去의 많은 土壤調査는 林業經營者의 要求를 滿足시켜 주지 못하였다. 왜냐하면 過去의 土壤圖는 圖示單位가 너무 많아서 林木의 成長과 收穫에 影響을 주는 土壤의 主要 差異點을 가려 낼수 없었기 때문이다. 오늘날의 林地管理를 目的한 土壤調査는 林學者의 協力을 얻어 實際 林地에 對한 보다 信憑性있는 解說을 提供하고 있다.

美國에서는 林地利用을 目的하여 土壤을 그의 潛在生産力과 制限因子의 種類에 따라 類別하고 있다.⁽⁸⁾ 現在 美國에서 刊行되고 있는 많은 土壤調査報告書에는 Lemmon이 紹介한 林地土壤의 類別法이 많이 利用되고 있다.

다음 表3은 林地管理에 影響을 주는 林地適應性群(Wood land suitability group), 潛在生産力, 主要 制限性 및 危險度 등의 等級을 보여주고 있다.⁽⁹⁾

아. 工學的 利用

植物生長에 影響을 주는 土壤의 性質은 工學的用途와 그외의 非農業的用途에도 역시 影響을 미친다.⁽¹⁰⁾ 粘土含量, 粘土의 收縮과 膨脹, 透水性 電導度 季節別 濕度, 岩盤까지의 土深 등이 그것이다.

緩透緩透水性土壤은 植物의 뿌리를 制限할 뿐 아니라 腐敗탱크에 對한 土壤의 利用度를 制限하며 道路에 對해서도 不良하다. 몬트모릴로나이트가 많은 土壤은 濕하면 收縮과 膨脹을 하여 植物뿌리, 給油管 및 建物의 鐵筋콘크리트基礎 등을 破壞한다. 또한 그의 容積荷重은 울타리 기둥, 果樹園의 나무, 電柱 등을 기우러지게 한다. 土壤中 高電導度의 原因이 되는 鹽類는 植物生長을 防止할뿐 아니라 數年內에 給油管을 蝕식수도 있다. 年間 단지 數年間 또는 數日 물이 氾濫하는 排水不良한 氾濫土壤은 作物生産은 좋을 수도 있으나 住宅과 工場에 對해서는 適合치 않다.

土壤에 對한 優秀한 記載과 解說을 隨伴하고 있는 土壤圖는 土性, 透水性, 保水量, 土壤排水, 反應 그리고 圖示單位의 다른 性質 등에 關한 資料를 提供하거나 推理할수 있게 한다. 몇개의 選定된 土壤에서의 主要層位에 對한 工學的試驗은 그와 비슷한 土壤의 性質을 豫測하게 한다. 特別히 工學的인 用途에 쓰일것을 前提로 한 土壤調査는 土壤에 關한 記載에 있어서 基層의 性質 岩盤까지의 깊이, 岩盤의 種類에 關한 資料가 包含되어 있어야 한다.

表4와 表5는 몇個土壤에 對한 主要한 記載과 解

管理에 影響을 미치는 林地適應性群, 潛在生産力, 主要制限度引 危險度 等級

(林地保全을 위한 土壤調査報告에 基據한 生産力豫測 및 地位要因 等級, Georgia Progress Report 1961)

林地適應性群	豫測潛在生産力		土地와 關係있는 土地因子			要望되는 品種				
	換金樹木	地位指數	年間生長量	植物被合	裝備制限	苗木死亡率	侵蝕危險	風蝕危險	天然樹木	推薦樹木
1 群: 台地, 段丘 및 足指斜面(toe slopes)에 있는 中立乃至 細粒質心土가 있는 土深이 깊은 排水良好한 土壤	Loblolly 소나무	79	1.3	中度	弱度乃至 中度	弱度	弱度乃至 中度	弱度	소나무	Loblolly 소나무
	短葉 소나무	67	0.09						참나무	短葉 소나무
	Virginia 소나무	77	1.3							Virgime 소나무
	하얀 소나무	96	1.8							
	하얀 참나무	70	0.6							
	빨간 참나무	80	0.7							
2 群: 台地, 段丘 및 足指斜면에 있는 土深이 깊고, 排水良好하며, 強度侵蝕을 받은 中粒乃至 細粒質土壤	Loblolly 소나무	80	1.3	弱度	弱度乃至 中度	中度	強度	中度乃至 強度	소나무(순천히)	Loblolly 소나무
	短葉 소나무	81	1.6							短葉 소나무
	Virginia 소나무	81	1.3							Virginia 소나무
	하얀 소나무	100	2.0							
	빨간 소나무	80	0.7							
	Loblolly 소나무	81	1.3		中度	中度乃至 強度	中度	弱度	소나무(순천히)	Loblolly 소나무
3 群: 台地, 足指斜面 및 段丘에 있는 土深이 보통이고 排水良好乃至 中度로 良好한 中粒質土壤	短葉 소나무	66	1.3							短葉 소나무
	Virginia 소나무	78	1.3							하얀 소나무
	빨간 참나무	80	0.7							
	Virginia 소나무	67	1.2		弱度	中度乃至 強度	強度	中度乃至 強度	소나무(순천히)	Virginia 소나무
	Loblolly 소나무	64	1.0							Loblolly 소나무
	短葉 소나무	60	1.1							
4 群: 台地에 있는 土深보평, 排水良好乃至 中度로 良好한 中細質土壤	빨간 참나무	70	0.6							
	하얀 소나무	90	1.7	中度乃至 強度	中度乃至 強度	弱度乃至 中度	中度乃至 強度	中度乃至 強度	소나무(순천히)	Loblolly 소나무
	Virginia 소나무	77	1.3							短葉 소나무

林 地 適 應 性 群	豫 測 潛 在 生 產 力			地 位 와 關 聯 있 는 土 壤 因 子			要 望 되 는 品 種			
	換 金 樹 木	1/1 地 位 指 數	年 間 生 長 量	植 物 競 合	裝 備 制 限 度	苗 木 死 亡 率	侵 蝕 危 險 度	風 蝕 危 險 度	天 然 樹 木	推 薦 樹 木
									植物競合	裝備制限度
質 土 壤	Loblolly 소나무	76	1.2	強度	弱 度	弱 度	弱 度	中 度	노란포플라	노란포플라
6 群 : 低地, 足指斜面 및 氾濫原에 있는 土梁이 깊고, 排水良好한 主로 中粒質인 土壤	短葉 소나무	66	1.3	強度	弱 度	弱 度	弱 度	中 度	하얀 소나무	Loblolly 소나무
	黃色 포플라	120	2.0	強度	弱 度	弱 度	弱 度	中 度	Virginia 소나무	하얀 소나무
	하얀 참나무	80	0.7	強度	弱 度	弱 度	弱 度	中 度	Virginia 소나무	하얀 소나무
	하얀洋 물프레나무	80	1.1	強度	弱 度	弱 度	弱 度	中 度	Virginia 소나무	하얀 소나무
	Loblolly 소나무	90	1.5	強度	弱 度	弱 度	弱 度	中 度	Virginia 소나무	하얀 소나무
7 群 : 河川段丘, 氾濫原 및 低河川段丘에 있는 土梁이 깊고, 排水가 中도로 良好 乃至若干 不良한 中粒乃至中細粒質土壤	Virginia 소나무	85	1.4	強度	弱 度	弱 度	弱 度	中 度	Loblolly 소나무	하얀 소나무
	Loblolly 소나무	76	1.2	強度	弱 度	弱 度	弱 度	中 度	Loblolly 소나무	하얀 소나무
	短葉 소나무	64	1.3	強度	弱 度	弱 度	弱 度	中 度	하얀 소나무	하얀 소나무
8 群 : 氾濫原 및 低河川段丘에 있는 土梁이 깊고, 排水不良한 中粒乃至 細粒質 土壤	플라타나스	90	1.6	強度	弱 度	弱 度	弱 度	中 度	플라타나스	플라타나스
	Sweet gum	90	1.7	強度	弱 度	弱 度	弱 度	中 度	Sweet-gum	Sweetgum
	푸른洋물프레나무	80	1.1	強度	弱 度	弱 度	弱 度	中 度	푸른洋물프레나무	푸른洋물프레나무
9 群 : 台地和 低河川段丘에 있는 土梁이 깊음 乃至 낮은, 排水若干不良 및 中도로 良好한 中粒乃至 細粒質土壤	Loblolly 소나무	77	1.3	強度	弱 度	弱 度	弱 度	中 度	Loblolly 소나무	Loblolly 소나무
	短葉 소나무	76	1.5	強度	弱 度	弱 度	弱 度	中 度	短葉 소나무	短葉 소나무
10 群 : 台地에 있는 排水가 好하고 淺根系의 中粒乃至細 粒質土壤	Virginia 소나무	70	1.2	強度	弱 度	弱 度	弱 度	中 度	Virginia 소나무	短葉 소나무
	Loblolly 소나무	68	1.1	強度	弱 度	弱 度	弱 度	中 度	Loblolly 소나무	Loblolly 소나무
	短葉 소나무	56	1.0	強度	弱 度	弱 度	弱 度	中 度	短葉 소나무	Loblolly 소나무

1] 50年生 優性或은 共同優性樹木의 平均樹高(피트)

土 壤 名	土 壤 과 位 置 에 對 한 記 載	分 類		篩 通 過 率 (%)		透水性 inch/ 時間	有 効 水 分 含 inch/ inch of soil	收縮~ 膨脹
		美 農 務 省 土 性 類	統 一 分 類	No.4 (4.7mm)	No.10 (2.0mm)			
단바 細砂壤土 傾斜度 0~2 %	約 1 1/2 피트의 砂質壤土 위에 約 1 1/2 피트 또는 그 이상의 壤土가 깔려 있다. 低小(Knolls) 및 小丘(Ridges)에 있는 若干排水가 不良한 土壤, 季節의 으로 約 1 피트 깊이에 地下水位	0-15 細砂壤土	SM or ML A-4	100	100	0.8-2.5	0.10	낮음
그레더 壤土	1/2 피트의 砂質壤土 乃至 砂質 壤土 위에 約 1 1/2 피트의 壤土 그 밑엔 約 1 피트에서 5 피트 深에는 그 以上의 壤土가 깔려있음, 小丘形 低地에 있는 排水가 不良한 土壤, 雨期엔 表面에 물이 고인다.	15-30 砂質壤土	CL	100	100	0.2-0.8	0.10	보통
레은 砂土	約 3 乃至 6 피트의 砂土, 그 밑엔 砂質壤土가 깔려있다. 低砂堤에 있는 若干 壤土가 不良하거나, 不良한 土壤, 固結된 16-20 inch의 有總物硬盤이 있음, 季節의 으로 表面까지 까지 濡은 地下水位	30-40 壤壤	CL or CH A-6, A-7	100	100	0.05-0.2	0.10	높음
土深이 얇은 細스퀴한나 壤質砂土, 傾斜度 2-8 %	1/2 피트의 砂質壤土 위에 約 1/2 피트의 壤土, 그 밑엔 여러곳에서 砂岩盤까지 約 1 피트의 壤土가 깔려있음, 台地에 있는 若干排水가 不良한 土壤, 季節의 으로 1 피트 까지 地下水位가 生김.	0-5 壤土	SM	100	100	0.8-2.5	0.12	낮음
위허 細砂質壤土	3 피트 또는 그 以上の 砂質壤土 위에 約 1 1/2 피트의 細砂質壤土, 季節의 으로 泥蓋하는 低河川 段丘에 있는 中度로 排水 良好하거나 排水 不良한 土壤	5-13 砂壤土 乃至 砂質壤土	A-2, A-4	100	100	0.8-2.5	0.12	보통
		13-44 壤土	CL	100	100	1 J	0.13	보통
		0-16 砂土	SP-SM, SM A-3, A-2	100	100	5.0-10.0	0.05	낮음
		16-20 砂土	SM	100	100	2.5-5.0	0.05	낮음
		20-40 砂土	SP-SM, SM A-3, A-2	100	100	5.0-10.0	0.05	낮음
		1-10 壤質砂土	SM	100	100	2.5-5.0	0.08	낮음
		10-16 砂質壤土	CL	100	100	0.2-0.8	0.11	보통
		16-24 壤土	CH or MH	100	100	0.05-0.2	0.12	높음
		細砂壤土	SM or ML A-4	100	100	0.8-2.5	0.09	낮음
		砂質壤土	CL	100	100	0.2-0.8	0.11	보통

1 J 0.05 inch/時間 以下

表-5

土壤의 工學的性質에 對한 解說

土壤統	資源別適應性		下記因子에 影響을 미치지 않는 土壤性質				汚物 埋藏에 對한 適應	
	表土	表土 以下	農業排水		灌溉			
			貯水地	貯水池	貯水地	貯水池		
라크랜드	보통 중음 (나쁜等級)	보통내지 중음	불안정 불안정 불안정	불안정 불안정 불안정	불안정 불안정 불안정	불안정 불안정 불안정	일반적으로 토양 질 이 양호하다	일반적으로 토양 질 이 양호하다
레온砂質土	나쁨 보통 (나쁜等級)	보통내지 중음	불안정 불안정 불안정	불안정 불안정 불안정	불안정 불안정 불안정	불안정 불안정 불안정	일반적으로 토양 질 이 양호하다	일반적으로 토양 질 이 양호하다
링커버그	나쁨 보통 (나쁜等級)	보통내지 중음	불안정 불안정 불안정	불안정 불안정 불안정	불안정 불안정 불안정	불안정 불안정 불안정	일반적으로 토양 질 이 양호하다	일반적으로 토양 질 이 양호하다
제인트존스	나쁨 보통	보통내지 중음	불안정 불안정 불안정	불안정 불안정 불안정	불안정 불안정 불안정	불안정 불안정 불안정	일반적으로 토양 질 이 양호하다	일반적으로 토양 질 이 양호하다
셴스	나쁨 불안정	보통내지 중음	불안정 불안정 불안정	불안정 불안정 불안정	불안정 불안정 불안정	불안정 불안정 불안정	일반적으로 토양 질 이 양호하다	일반적으로 토양 질 이 양호하다
제스퀴한나	나쁨 불안정	보통내지 중음	불안정 불안정 불안정	불안정 불안정 불안정	불안정 불안정 불안정	불안정 불안정 불안정	일반적으로 토양 질 이 양호하다	일반적으로 토양 질 이 양호하다
디후튼	나쁨 보통 (나쁜等級)	보통내지 중음	불안정 불안정 불안정	불안정 불안정 불안정	불안정 불안정 불안정	불안정 불안정 불안정	일반적으로 토양 질 이 양호하다	일반적으로 토양 질 이 양호하다

說 그리고 工學的으로 重要한 物理性豫測을 表示하고 있다.

다음 表3은 排水 및 灌溉事業을 위해서는 特別한 土壤圖에 依하여 土壤에 關한 資料가 提供되어야 한다고 하였다. "이러한 特別한 土壤圖은 大縮尺이어야 하고 단지 灌溉 및 排水事業 또는 特別한 土壤 調查試驗을 위한 選定된 地域만을 網羅해야 한다.

(1) 排水事業을 위하여 標示한 資料는 다음과 같은 것을 要求한다.

(가) 地域에 對한 水文地質學의 特徵

(나) 數m 깊이 까지의 여러 土層에 對한 透水性

(다) 排水計劃上 排水深下에 있는 不透透性이라고 생각되는 層位의 位置

(라) 冬期, 夏期의 地下水位, 調査가 여름에 遂行되었으면 斷面特徵으로 부터 冬期의 地下水位를 豫測해야 한다.

(마) 全土壤斷面에 對한 植物生育上 地下水位의 影響을 받지 않았을 때에 必要한 用水量을 計算한다.

(바) 排水孔 間隔

(사) 地下水位, 氣候(降水量, 蒸發量)作物 및 土壤의 保水量과 關聯이 있는 排水必要量

(2) 灌溉事業을 위하여는 다음과 같은 項目을 調査한다.

(가) 乾燥 및 雨期別 透透量

(나) 透水性, 特히 心土의 透水性

(다) 土壤斷面에 對한 水分保有量(圃場容水量, 萎凋點 및 有効水分量)

(라) 土壤이 濕해진後에 表層土의 耕作性 및 安定度

(마) 化學成分: 肥沃度水準, pH, 有機物含量

(바) 鹽度, 鹽類集積 또는 滯水의 危險度

7. 參 考 文 獻

- (1) Bramlett, G. L. 1965. Soil Survey of Gordon County, Georgia, USDA-SCS. in cooperation with University of Georgia, College of Agriculture, Agricultural Experiment Station 171 pp., illus., maps.
- (2) Buringh, P. 1960. Photo interpretation in the I. T. C. Soil Section, I. T. C. Publication B2, Delft.
- (3) Buringh, P. 1960. The applications of aerial photography in Soil surveys, in: Manual of photographic interpretation, Washington, D.C., p. 633 seq.
- (4) De Bakker H. and J. Schelling. 1966. System of soil classification for the Netherlands. 33 pp.
- (5) Doyle, R. H. 1966. Soil surveys and the regional land use plan. pp. 8-14 in Soil survey and land use planning.
- (6) Dudal, R., R. Tavernier and D. Osmond. 1966. Soil map of Europe 1:2,500,000 Text and Map.
- (7) Dudal, R. 1968. Definitions of Soil units for the soil map of the World.
- (8) Edelman, C.H. 1963. Applications of soil survey in land development in Europe. 42pp.
- (9) FAO Special Fund Final Report on the Soil Survey of British Gu yana. FAO ST/19 BRG 1966.
- (10) Frost, R.E. et al. 1960. Photo interpretation of soils, Man. of Photogr. Interpre. pp. 343-402. Washington, D.C.
- (11) Goosen, D. 1967. Aerial photo interpretation in soil survey. FAO Soils Bulletin No.6, Rome.
- (12) Haans, J.G.F.M. and G.J.W. Westerveld. 1970. The application of soil survey in the Netherlands. Geoderma 4(3): 279-309.
- (13) 한국수자원개발공사 한강유역합동조사단. 1969. 1968년도성과보고서 (하) pp. 253-364.
- (14) Hauck, F.W. 1966. Fertilizer needs and effectiveness with tropical crops in West Africa. FAO, Rome. Processed, 16 pp.
- (15) 林業試驗場 山林資源調査所. 1970. 山林資源調査事業報告書 520pp.
- (16) 中央農業技術院 1954. 韓國의 土壤調査 19 pp.
- (17) 中央農業技術院. 1954. 土性調査報告書 全羅南道, 392 pp.
- (18) 朝鮮農會, 1944. 朝鮮農業發達史 政策編 p. 586.
- (19) 菅野一郎. 1953. 土壤調査法 15-17.
- (20) 菅野一郎. 1994. 日本の 土壤型 pp. 61

- (21) 川口桂三郎 外 7人, 1965. 土壤學 223 pp.
- (22) 川村一水, 1956, 農林土壤學 392 pp.
- (23) 川村一水, 船引眞吾 1966. 農林土壤學 428 pp.
- (24) Klingebiel, A.A. and P.H. Montgomery. 1961. Land-capability classification. USDA. Agricultural Handbook No. 210. 21pp.
- (25) Klingebiel, A.A. 1964. Costs and Returns of Soil Surveys. Soil Conservation 30:3-6.
- (26) Lemmon, P.E. 1966. Soil surveys as an aid to woodland management in the United States. Advancing Frontiers of Plant Sciences, Vol. 15 87~96.
- (27) 農村振興廳 植物環境研究所. 1971, 土壤統說明書 (英文版) 第1卷 309 pp
- (28) Pons, L.J. and I.S. Zonneveld. 1965. Soil ripening and Soil classification. 13-14.
- (29) Simonson, R.W. 1957. What Soils are. in Soil. the yearbook of Agriculture USDA 17-31.
- (30) Simonson, R.W. 1967. Soil science in the United States. Stiinta Soluti (Romania) 5: 15 5-170.
- (31) Smith, G.D. 1965, Lectures on Soil classification (Pedology no spec. 4, 1965, Bulletin de la Societe Belgique de Pedogic). 1-7.
- (32) Soil survey Staff. 1951. Soil survey manual. USDA. 23-41.
- (33) Steele, J.G. 1967. Soil survey interpretation and its use. FAO Soils Bulletin No.8, 68pp. Rome
- (34) Taylor, F. B. et al. 1966. Soil survey of Bexar County, Texas USDA-SCS in cooperation with Texas Agri. Exp. Sta., 123pp., illus., maps.
- (35) 土地改良組合聯合會, 1967. 土地改良事業 20年史. 340—350.
- (36) 土地改良組合聯合會, 1969. 土地利用能力區分調查事業完了綜合報告書(1962—1968) 173pp.
- (37) U.S.D.A. 1959. Land use and its pattern in the United States. Agric. Handbook No. 153, Washington, D.C
- (38) Vink, A.P.A. 1963. Planning of Soil surveys in Land development. 55 pp.
- (39) Vink, A.P.A. and Van Zuilen, E.J. 1967, De Geschiktheid van de Bodem van Nederl and voor Akker-en Weidebouw, Schaal 1:200, 000. Stichting voor Bodemkartering, Wageningen, 49 pp.
- (40) Williams, D.A. 1966. Soil surveys for non-farm uses. Soil Conservation 32:23.