

低濕畝의 地下排水 (I)

—國際聯合韓國排水改善試驗事業報告 (I)—

金 在 坤 · 具 閔 瑞

I. 序 言

우리나라의 農業生産은 持續的이며 意慾的인 政府의 農業開發政策에 힘입어 1976年度의 主穀인 쌀의 自給率은 108.6%, 보리의 自給率은 103.6%를 達成하기에 이르렀다. 이는 新品種 育成, 農地基盤造成, 用水開發 等の 農業側面의 成功的인 目標達成과 아울러 消費節約, 價格保障, 混食장려, 人口調節 等の 非農業側面의 綜合的인 成果라고 할수있다.

그러나 加熱된 國際的인 資源競爭과 이에 따른 經濟先進國들의 經濟保護政策은 開發途上國들의 國際收支에 壓迫을 加重시킬 것이며 農業의 自立은 食糧의 武器化政策에의 對應策으로써는 勿論 經濟成長力의 一次的인 制限要因이 될것임을 의심할수없다. 主穀의 自給이 達成된 1976年度에도 小麥의 自給度는 5.5%에 不過하며 大豆를 비롯한 雜穀類의 自給度 역시 50% 線을 간신히 維持하고 있는 現在의 農業生産은 앞으로의 農業生産과 人口增加의 相關關係를 감안할때 主穀自給의 繼續的인 維持는 勿論 農產物 增産을 위한 倍前의 勞力과 投資가 不可避하다 하겠다. 여기에 農地의 擴大, 改良은 農業生産力의 不斷한 增大를 위하여 絶對的인 命題가 되겠으며 農工人들에게 주어진 時代的 課題가 되기도 하겠다.

農地의 利用擴大와 改良의 兩面의 效果를 同時에 겨냥하고 있는 地下排水의 本格的인 推進은 巴야호로 韓國 農業이 當面하고 있는 主要 課業中 그 어느것에도 못지않는 重要性을 가지고 있는 것이며 農地基盤造成事業中 他의 어느 事業에 뒤지지 않는 時急性을 要請하는 것이라 하겠다.

UNDP 排水改善示範事業이 達成코저하는 主要目標은 高度의 水管理技術을 要求하는 오늘의 水稻作의 栽培技術을 適用할수 있는 農地基盤造成과 二毛

作面積의 擴大, 畝裏作物의 增收 및 乾畝化에 의한 機械化作業의 效率 增進等이며 이는 土地生産性은 勿論 勞動生産性的의 提高라고 하는 綜合的인 農業生産性的의 增大에 있는 것이다.

그러나 이러한 多角的인 效果가 期待되는 地下排水事業을 本格的으로 推進하기 위해서는 氣象, 地質, 水文, 土壤, 水管理 等の 各分野의 基本的인 知識이 綜合的으로 反映되어야 할 것이며 設計基準의 樹立과 適切한 材料, 機械의 選擇을 위해서는 農業 土木, 土壤, 作物, 經濟 等の 各 分野가 共同으로 參與 하여야 하며 長期間의 試驗事業이 先行되어야 한다.

따라서 政府는 UNDP와 共同으로 이 地下排水改善事業을 本格的으로 推進하기 위해 必要한 諸般 資料를 蒐集 分析하고 調査, 設計, 施工基準를 樹立하기 위해 國際聯合韓國排水改善事業을 着手하기에 이른것이다. 以下 本事業의 內容과 成果를 繼續的으로 紹介코저 하며 시험사업에 대한 基本資料로써 本報告書를 提出하는 바이다.

II. 國際聯合韓國排水改善事業의 概要

1974年 國家綜合開發計劃 評價時本事業이 UNDP 事業으로 採擇되어 1975年 5月 F.A.O의 準備作業班의 概略踏査를 통하여 作成된 基本事業計劃案에 明示된 本事業의 目的과 概要는 다음과 같다.

1. 目 的

가. 地下排水 試驗 事業을 통한 排水改善의 作物 增收效果와 이의 經濟性 分析.

나. 示範地區의 排水改善을 위한 調査設計 및 施工 指針의 樹立

다. 耕地整理를 包含한 農地基盤造成事業 推進을 위한 排水 技術의 開發

라. 排水改善을 위한 技術人力의 開發 및 確保

2. 事業概要

가. 各種資料의 蒐集 分析을 통한 2,000~4,000ha의 3개 示範地域의 選定과 이의 開發을 위한 暫定設計基準의 樹立

나. 各 示範地區內 20~50ha의 試驗 事業 實施

다. 試驗事業을 통해 暫定設計基準를 檢定하고 이를 基礎로 하여 各 地區 200~1,000ha의 示範地區 擴大 開發

III. 事業地區의 選定

事業의 基本計劃書에 따라 1975年 10月 荷蘭인 地下排水專門家 Mr. J.C. Cavelaars는 示範地區 選定을 위한 用役作業을 위해 來韓하였다. 그는 農業振興公社 技術團이 提供한 各種 資料 및 12個 地區의 候補地를 對象으로 事業地區의 選定에 임하였다. 大部分의 候補地가 排水의 被害對象地 였고 또는 地表水 排除가 不完全하여 地下排水 以前의 制約條件을 가지고 있어 相當한 困難을 겪었다. 示範地區 選定에 適用한 基準를 紹介하면 다음과 같으며 이 基準은 앞으로 地下排水 改善 對象地를 選定하는 基準으로도 그대로 適用 될수 있을 것으로 믿는다.

1. 示範地區 選定基準

가. 水稻栽培後 冬季 麥作이 氣候의으로 可能的인 地帶

地下排水施設이 水稻栽培 持히 多收穫品種인 IR系統의 벼에는 相當한 增收效果가 있음이 試驗的으로나 實際的으로 이미 認知되고 있긴 하나 示範事業의 效果를 감안하여 氣候帶의 制限이 不可避하였다. 二毛作 可能 限界線의 設定에 있어서는 水稻와 麥類의 作付體系에 따라 相當한 差異가 있으며 「早生統一」과 「올보리」의 組合으로는 金浦—水原—龍仁을 잇는 線까지 栽培限界線이 北上 된다고 한다. 그러나 農民들의 實際慣行으로는 아직도 忠南 以南地域으로 制限되고 있는 實情인바 示範地區의 選定도 忠南 以南으로 限定하였다.

나. 暗渠排水를 통해 地下水位 調節의 必要性이 있는 地域

排水不良한 低濕畝는 한마디로 地下水位를 下降시키기 위한 調節機能을 가진 施設이 要求되는 畝이다. 그러나 때로는 用水確保를 위해 人爲的으로 強制 湛水하는 경우도 있으며 土壤의 透水係數가 커서

暗渠를 追加的으로 設置하지 않아도 現存하는 開渠排水路나 流出口를 改善하는것 만으로도 充分한 경우가 있다. 이러한 地域은 暗渠施設이 없어도 耕地整理時 土壤透水係數에 따라 明渠(地區排水路)의 深度를 決定하고 適切한 間隔을 維持하므로써 地下水位의 下降이 可能하다.

다. 畚裏作 期間中 主排水路의 水位가 暗渠의 自然流出이 可能할 程度로 낮아야 한다.

이는 暗渠機能을 發揮시켜 地下水位를 低下시키는데 있어 必須不可缺한 條件이다. 이 條件은 現存排水不良地區에서는 거의 찾을수가 없었다. 따라서 暗渠埋設前에 開渠의 深度를 적어도 畚面에서 1.20~1.30m의 길이로 굴착 改善할것을 前提로 하였다.

라. 用排水組織이 分離되어 있을것.

一部 低地帶에서는 耕地整理의 不備로 인해 用排水組織이 分離되지 않은 狀態였다. 用排水組織이 分離되지 않은 狀態下에서는 暗渠를 利用한 合理的인 물管理 操作이 不可能하다. 持히 4~5月の 灌溉期間에 排水路를 차단하여 用水源으로 使用하는 경우 畚裏麥作에 주는 致命的인 被害는 餘他 時期의 暗渠排水 效果를 相殺하고도 남음이 있는 것이다.

마. 適切한 流出口 條件.

對象地區의 最終 流出口 즉 排水場 또는 排水門은 적절한 容量과 暗渠施設의 機能을 充分히 發揮할수 있게끔 充分한 深度를 가져야 한다. 海岸에 連하여 있는 排水閘門은 바닥(seal)이 全然 地下水位를 考慮하지 않아 內部에暗渠를 施工한다 하더라도 正常的인 機能 發揮를 期待할수 없었으며 一部 排水場은 地下排水를 위해 必要한 吸入揚程이 不足한 경우도 있었다. 이 條件은 排水不良地의 耕地整理 또는 排水改善設計時 充分히 考慮되어야할 事項이다.

또한 流出河川의 水位가 높아 地下排水施設을 통한 排除水의 自然 排水가 不可能한 경우도 많았다.

바. 暗渠의 效果를 減少시킬 要因이 없는 地區

暗渠排水의 效果 測定과 一般的인 設計基準 樹立을 目的으로 하는 本事業地區로써는 特殊한 條件이나 暗渠效果를 減少시키는 要因을 가진 地區는 이를 對象에서 除外하였다. 이러한 地區로써는

1) 隣近 河川이나 高地帶에서 漏水가 심한 砂質이나 礫質斷面을 가진 地區

2) 最近 干拓된 未成熟 土壤.

이와같은 特殊條件을 가진 地區에 대해서는 本事業의 後期段階에서나 또는 別途의 研究事業으로 遂行되는것이 바람직 하다.

低濕畝의 地下排水

사. 示範地域은 아래 各項에 있어 代表的이면서 2,000~4,000ha의 面積을 包含하는 廣域地域이어야 한다.

- 一 土壤條件
- 一 水文條件
- 一 물管理條件

이것은 本事業에 의해 수집될 排水改善에 대한 資料의 適用範圍를 極大化 하기 위한 選定基準이다. 地下排水의 設計基準은 前記한 條件에 따라 各已相

異할수 밖에 없기 때문에 이는 現場排水試驗을 통하여 얻어 貯야한다. 따라서 示範地는 土壤 水文, 氣候 및 물管理面에서 韓國의 主要 農業地帶를 代表할수 있는 廣域地域 이어야 했던 것이다.

2. 示範地區

前述한 選定基準에 의해서 一次選定된 5개 候補地 및 그 特性은 表 1과 같다.

표 1. 示範地區 1次候補地 및 그 特性

順位	地區	該當農組	土性, 透水係數	豫定試驗地區	備 考
1	東 津	東津農組	微砂植壤質 0.2~2m/day	玉亭地區	排水門補修, 心土破碎
2	扶 餘	扶餘農組	植壤質 0.05~2.5 "	扶餘地區의 西南部	
3	晉 城	晉陽農組	" 0.15~0.7 "	中央部排水場부근	
4	錦 江	錦江事業所	" —	龍頭地區	簡易排水場設置
5	咸 安	咸安農組	微砂植壤質 0.7~1.7 "	咸安地區의 南쪽	

이상 5개 후보지는 耕地整理에 의하여 用排水支渠는 分離되어 있으나 支渠 및 主排水路의 深度가 낮아 暗渠埋設에 先行하여 排水路 굴착이 要求되고 있다. 晉城 및 咸安地區는 서로 인접하고 있으며 이 地域은 一般의으로 小規模의 地區가 散在하여 있기 때문에 많은 地區를 合하여 1개 示範地區로 해야 하기 때문에 晉陽과 咸安은 同一 示範地區로 統合하

였다.

5개의 1차 후보지에 대하여 位置와 展示效果等을 고려하여 東津地區, 扶餘地區, 晉城-咸安 地區를 示範地區로 決定하였으며 이들 示範地區內에서 扶餘 玉亭, 晉城 3개 地區를 試驗地區로 選定하였다.

各 試驗地區의 位置는 다음 그림 1, 2, 3과 같다.

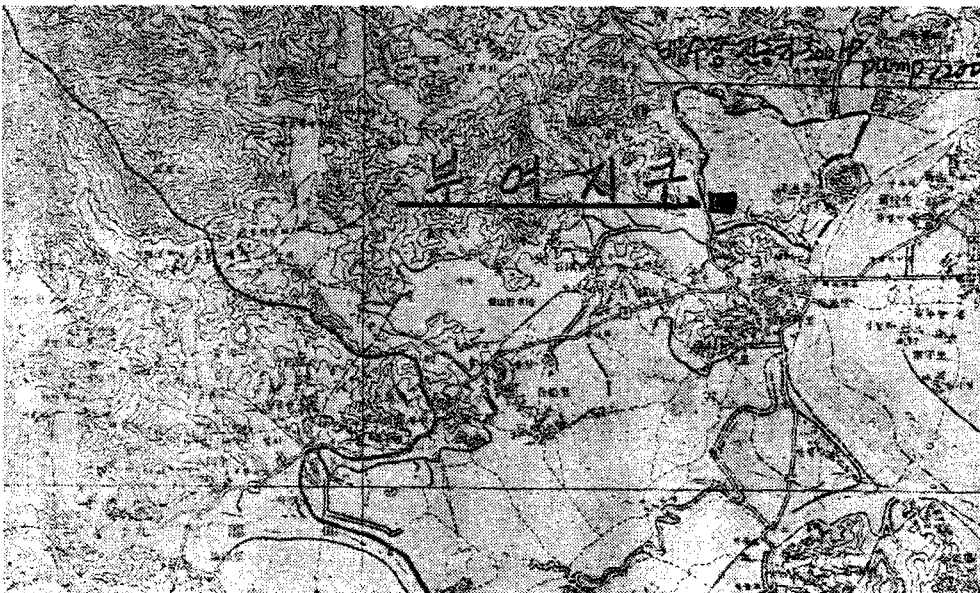


그림 1. 扶餘地區位置圖 (1/50,000)

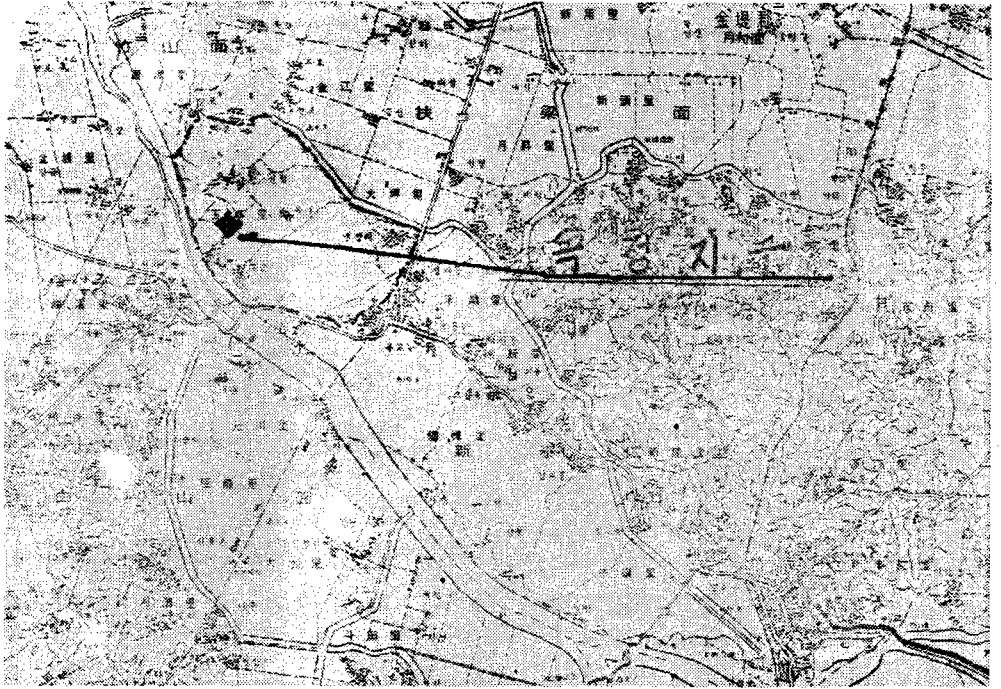


그림 2. 五亭地區位置圖 (1/50,000)

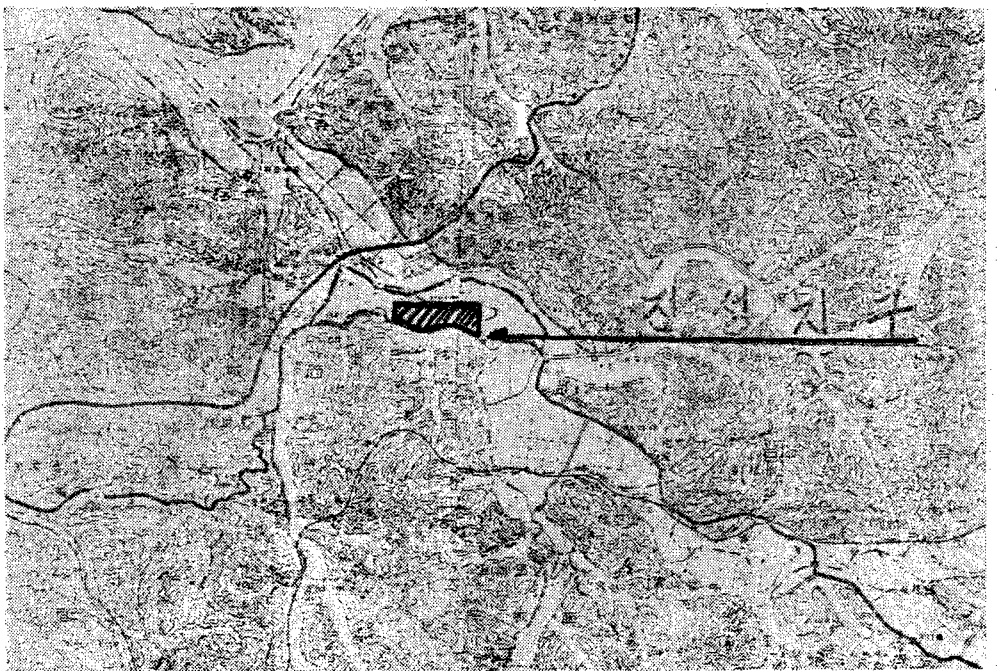


그림 3. 晉城地區位置圖 (1/50,000)

IV. 試驗地區特性

選定된 3개 試驗團에 대한 조사를 1976 8~9월에 걸쳐 實施하였으며 調査內容은 다음과 같다.

1. 位置

地區名	道	郡	面	農組名
扶餘地區	忠南	扶南	窺岩	扶餘農組
玉亭地區	全北	金堤	扶梁	東津農組
晉城地區	慶南	晉陽	晉城	晉陽農組

2. 地區概況

가. 扶餘地區

錦江의 支流인 은산천 河口에 位置한 本地區의 灌溉用水는 나복揚水場 및 함양 取入坎에 의해 給水되며 排水는 나복排水場과 나복 排水閘門에 의해 地表水排除는 充分히 이루어지나 排水支渠 및 支線의 깊이가 不足하고 土壤의 透水係數가 不良하여 地下水排水가 要請된다. 耕地整理는 1972年度에 施行되었으며 Block의 크기는 100m×40m이다.

나. 玉亭地區

東津江 河口에 位置한 本地區는 浸漬貯水地를 用 水源으로 하고 있으며 地表排水는 排水閘門을 통해 東津江으로 自然排除되고 있다. 既存 排水路의 깊이가 不足하고 地下水 排除가 不充分하여 地下水排水가 必要하다. 또한 1m 以下の 토양이 未成熟狀態에서 개거 深度를 깊게 하기 위해서는 토질학적인 特別 功법을 필요로 한다. 1970年度에 耕地整理가 施行되었으며 Block의 크기는 100m×40m이다.

다. 晉城地區

南江의 支流인 班城川에 連하고 있는 本地區는 1969年度에 耕地整理가 施行되었으며 Block의 크기는 100m×40m이다. 用水 및 排水는 晉城揚排水場에 의해 이루어지며 地表水 排除는 充分하다. 또한 排水場의 吸入揚程이 非灌溉期의 地下水 排除에 利用될 수 있다. 2개소의 溜水池 및 承水路가 地區를 貫通하고 있다.

3. 地區別 面積 및 排水組織

3개 試驗地區의 地區 및 流域面積, 傾斜, 排水組織은 다음 표 2와 같다.

표 2. 地區別 面積 및 排水組織

地區名	面積 (ha)		傾 斜		排 水 組 織		
	地區	流域	東西	南北	流出口	主排水路	排水支渠
扶餘地區	262.1	350.0	1/5,000	1/1,200	排水場 排水門	25條 18,000m	26條 19,000m
玉亭地區	365.0	381.0	1/3,000	1/1,800	排水門	2條 1,197m	6條 4,180m
晉城地區	159.6	512.0	1/2,000	1/2,000	排水場	3條 3,131m	9條 2,880m

4. 氣 象

蒐集된 氣溫, 降水量, 降雨頻度, 蒸發量, 서리 및 어몰에 대한 氣象資料는 다음 表 3, 4, 5, 6, 7과 같다.

표 3. 氣溫(°C)

地區名	區分 年平均	1月 平均	8月 平均	1月日		測候 所名
				最低氣 溫平均	最高氣 溫平均	
晉 城	13.5	0.2	26.7	-5.4	30.9	晉州
扶 餘	12.8	-2.8	26.9	-8.2	31.7	論山
玉 亭	14.0	-1.8	26.7	-6.7	31.1	金堤

표 4. 降水量(mm)

區 分 地區名	年平均	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12											
		晉 城	1,344.7	20.0	40.6	72.8	173.7	129.7	180.2	242.4	205.4	203.3	60.9
扶 餘	1,239.4	22.3	34.6	52.8	87.6	90.1	160.0	267.6	258.0	139.7	16.2	45.4	29.1
玉 亭	1,070.1	24.5	25.9	35.9	76.8	84.1	142.7	234.8	196.7	129.4	46.6	43.7	29.3

표 5. 降雨量頻度

區分 地區名	1日降雨量(mm)		2日降雨量(mm)		測候所名
	10年	20年	10年	20年	
晉城	164.8	185.6	226.8	259.0	晉州
扶餘	198.5	223.5	258.6	318.6	裡里
玉亭					

표 6. 蒸發量(mm)

區分 地區名	年平均	灌溉期間平均	非灌溉期間平均	測候所名
扶餘	1,267.7	658.8	802.7	裡里
玉亭				

표 7. 서리 및 어름

區分 地區名	初霜日	晚霜日	無霜日	初氷日	解氷日	
晉城	Nov. 2	Apr. 13	202	Nov. 30	Mar. 31	晉州
扶餘	Oct 14	// 14	182	Nov. 5	Apr. 2	扶餘
玉亭	Oct. 18	// 10	190	Nov. 4	Mar. 26	金堤

5. 土壤特性

가. 扶餘地區

1) 土壤의 分布

河海混成沖積層 위의 沖積層을 母材로 하는 本地區의 土壤은 大部分 微砂埴壤質 土性으로서 排水若干 不良한 平澤統이 分布하고 있다. 試驗地區의 南쪽에는 微砂壤質의 排水良好 및 若干不良의 窺岩, 南坪統이 分布하고 있으나 이는 地區에서 除外하였다. 平澤統과 南坪統의 境界 處 試驗地區의 南緣에는 10~30cm 두께의 砂質層이 混在하고 있는 土壤이 散在하고 있다.

2) 土壤斷面

全般的으로 土性斷面은 地表로 부터 微砂壤質(silty loam), 微砂埴壤質(silty clay loam) 微砂壤質(silty loam) 順의 層位를 보이고 있으며 一部에 砂壤質(sandy loam) 내지 細砂砂壤質(fine sandy loam)의 層位가 散見되고 있다. (土壤斷面圖 參照) 微砂埴壤質 層位까지는 排水若干不良이나 下層의 微砂壤質 層位 以下에서는 排水不良 내지 極히不良하며 構造 發達 亦是 極히 不良하다. 地表下 2.60~2.80 m 以下에서는 未成熟 土壤構造가 나타나고 있다.

3) 透水係數

排水深 上部의 (0~100cm) 透水係數는 2.692m/day에서 6.177×10⁻³ m/day의 範圍를 보이고 있다

며 下部層(1.0~2.0m)의 透水係數는 上層部에 比하여 均一한 便이며 0에서 2.266 m/day의 分布를 보이고 있다. 試驗圖區域의 平均透水係數는 上層部가 5.690×10⁻³ m/day 下層部는 4.955×10⁻³ m/day 이다. 深層部透水係數는 地表下 1.5~2.3m에서 1.434×10⁻³m/day, 2.5~3.7m에서 7.303×10⁻³ m/day, 3.50~4.70m에서 1.837×10⁻³ m/day였다. 深層部 透水係數와 深層部 土壤斷面 兩者를 考慮할 때 不透水層은 地表下 2.60m에 位置하고 있음을 알 수 있다.

註). 地表下 2m까지의 透水係數는 Auger hole method, 2m 以下의 透水係數는 D. Kirkham의 Piezometer method를 使用하였음.

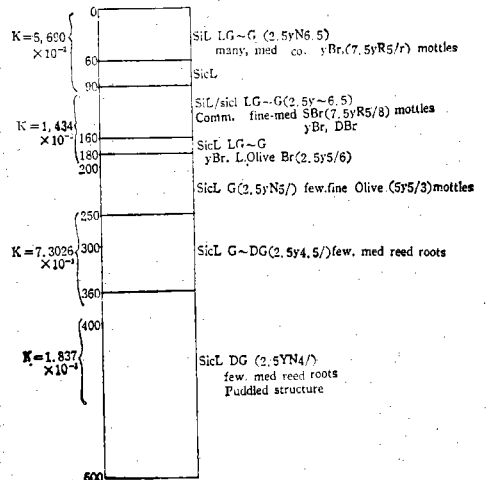


그림 4. 扶餘地區 深層土壤斷面圖

나. 玉亭地區

1) 土壤分布

河海混成沖積層을 母材로 發達한 本地區의 土壤은 微砂壤質(silty loam) 내지 細砂砂壤質(fine sandy loam)의 土性과 排水不良인 廣活統으로 이루어져 있으며 地區內 上流部 一部에는 地表下 0.3~1.0m 까지의 層位가 微砂壤質, 排水若干不良의 全北統 土壤이 分布하고있다. 下流部에는 同一土性의 排水 若干不良의 萬項統이 分布하고 있으나 이 地域은 試驗地區에서 除外하였다.

2) 斷面特性

上層部の 微砂壤質排水 若干不良인 全北統의 土壤도 地表下 1m~1.50m 以下에서는 廣活統과 同一하게 微砂壤質 내지 細砂砂壤質의 土性으로 變하고 있으며 排水狀態는 不良이다. 排水不良한 1.0m ~1.2m 以下에서는 構造 發達이 極히 不良하고 未成熟한 軟弱地盤을 이루고있다. 深層部斷面의 特性은 2.00m 以下에서는 微砂壤質의 均一한 土性을 보이고 있으며 2.30m 以下에서는 暗灰色~濃暗灰色으로서 排水가 極히 不良하고 未成熟된 土壤構造를 가졌으며 2.70m 以下에서는 極細砂壤質의 土性이 나타나고 있다.

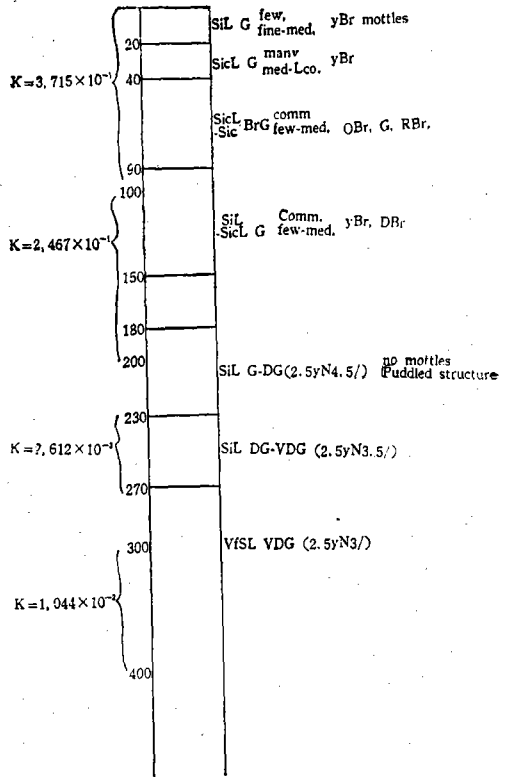
3) 透水係數

土壤分布의 相異와는 달리 透水係數의 分布는 全地區가 均一하다. 上層部에서는(0~1.00m) $7.193 \times 10^{-1} \text{m/day}$ 에서 $4.727 \times 10^{-1} \text{m/day}$ 의 分布를 나타내고 있으며 下層部에서는 $4.308 \times 10^{-1} \text{m/day}$ 에서 $4.688 \times 10^{-1} \text{m/day}$ 의 分布를 보이고 있다. 平均透水係數는 上層部가 $1.169 \times 10^{-1} \text{m/day}$ 下層部가 $1.125 \times 10^{-1} \text{m/day}$ 이다. 深層部の 透水係數는 2.30~2.70 m에서 $2.612 \times 10^{-8} \text{m/day}$ 그 以下에서는 $1.044 \times 10^{-8} \text{m/day}$ 이다. 土壤斷面과 深層部透水係數를 對備하여 볼때 不透水層의 깊이는 地表下 2.30m로 算定된다.

다. 晉城地區

1) 土壤分布

河成沖積層을 母材로 하는 本地區의 土壤은 地表下 0.2~0.5m 以下에서 2.0m까지가 微砂壤質(silty clayloam) 土性과 排水가 若干不良한 平澤統이 支配的이며 主排水路 週緣地區에서는 微砂壤質 土性과 排水良好한 新興統이 一部 分布하고 있다. 南



그린 5. 玉亭地區深層土壤斷面圖

쪽 用水路 및 천곡 承水路周邊 部分에서는 石礫을 包含한 土壤이 小規模로 散見된다.

2) 斷面特性

土壤斷面은 比較的 均一하여 灰褐色(10yr 5/2) 微砂壤質 表土에 灰褐色~灰色(2.5Yn5/)의 微砂壤質 排水가 若干 不良한 土壤을 나타내고 있다. 土壤構造의 發達은 地表下 3.0m까지는 大體로 發達이 良好하다. 深層部の 斷面은 地表下 3.50~3.70m까지는 均質이나 3.70m 以下에서는 綠灰色의 자갈이 있는 壤質, 排水 및 構造不良한 層位가 位置하고 있어 그 以上の Auger 굴착이 不可能하였다.

3) 透水係數

1m/day 以上の 높은 透水係數를 보이는 主排水路 週緣部の 上層部 透水係數는 6.774m/day 에서 1.611

m/day의 分布를 보이고 있으며 平均透水系數는 3.32 m/day이다. 下層部에서는 0에서 3.588m/day의 分布를 보이며 平均은 3.751×10^{-1} m/day이다. 平澤統이 분포하고 있는 南部의 透水系數는 上層部가 7.867m/day에서 1.701×10^{-1} m/day의 分布로 平均 4.935×10^{-1} m/day이며 下層은 1.741×10^{-1} m/day에서 0까지의 分布로 平均 2.993×10^{-1} m/day이다. 深層部 透水系數는 2.3~3.0m에서 3.48×10^{-1} m/day이며 3.0~4.0m에서 거의 0였다. 深層部 土壤 斷面과 比較 判斷할때 不透水層은 地表下 3.7m의 綠灰色 자갈이 있는 植壤質 層으로 判斷된다.

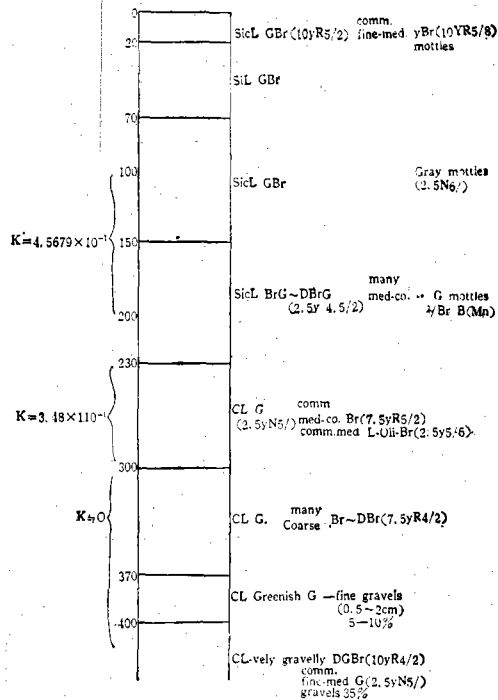


그림 6. 晋城地區深層土壤斷面圖