

農業水利施設과 小水路掘鑿用 Trencher
V型の開發에 對하여

Resear cher & Coordinator, Canal Reseach & Development, japan

C.R.D 代表 鈴木 清

Resume

One of most important problems in the Monsoon Asia today is the production of rice paddy to meet the needs of the ever increasing population. Diverse means are being employed to meet this demand, both by increasing productivity of existing farm land and by bringing further areas into cultivation. The primary step in either field is to ensure that there is sufficient moisture in the soil to suit the paddy, and at the same time this means that excess moisture has to be drained off the land, while in others irrigation has to be employed to bring sufficient water to an area.

In view of the fact that the project comprises a huge amount of earthwork, it can be carried out by extensive use of construction machinery in order to shorten the period.

As farm ditch has a comparatively small section with shallow cutting depth, in addition, there is lack of access road in the field, the excavation equipment with bulldozer or tractor-shovel (backhoe) type are not applicable because there are mostly adapted for the excavation of deep and wide section. Mini-backhoe with its bucket width not larger than 0.3m, and width of blade not larger than 1.00m seems to be more adaptable.

About 80% of excavation of ditch section will be done by the machinery while the other 20% of excavation together with the finishing of the section are supposed to be done by man-power. The embankment of ditch section can be compacted by the crawler of backhoe when it is moving along the ditch for excavation.

However, Lowland paddy field in the Monsoon Asia are made particularly in rain season, therefore, heavy machinery is not easy excavation for ditch.

It is very important to know exact ground support power of the working site and select machines with corresponding ground pressure.

Ground support power is variable subject to quality and water content of soil and therefore selection of machines should be made duly considering ground condition of the site at the time of construction works.

Farm ditches dug and compacted by manual labor are of poor quality and subject to destruction after one or two years of operation. On the other hand, excavation and

compaction by bulldozer is not practical for ditches. Backhoe is suitable for slope land, but this is required cycle time of bucket excavation and dumped out.

If a small-scale farm ditch trencher adaptable to lowland paddy field is invented, such a machine could greatly accelerate the massive construction work envisaged in many countries and thus significantly speed up the most difficult part of irrigation development and management in Monsoon Asia.

I. 序 言

世上에는 왜 이러한 必要不可缺한 것이 없는가 하는 疑問을 갖는 일이 가끔 이리난다. 現時代는 機械化, 裝備化의 時代라고 말하는데 多量生産, 多量消費의 生産擴大主義 時代로부터 資源有限時代에 即應한 多種少量生産, 多樣化의 要請에 對處할 수 없기 때문이다. 우리의 周邊에서도 이러한 矛盾을 느끼게 된다. 日本에서는 댐의 建設 干拓事業 등의 大規模開發이 점차 줄어들고 있는 反面에 耕地整理, 排水對策과 같은 자출구래한 農業土木事業이 全國의 規模로써 展開되어 가고 있다.

勞動力의 不足과 時間의 制約下에서 連續의이고 迅速한 施工을 위해서 機械化促進이 時急해지는 오늘의 現實이지만 農業土木事業은 一般土木建設工事業와는 달리 土地基盤이 갖는 農業의 特性을 無視하지는 所期의 目的을 達成할 수 없다.

現代의 表現을 빌리자면 “Small is beautiful”로서 農業用建設機械로서의 中間技術의 集積이 必要했었다. 日本에서는 이 目標을 내걸고 耕地整理用, 小水路의 掘鑿機의 開發에 着手하게된 것은 日本에서의 必要性보다도 東南亞細亞의 低濕畝水利整備의 主要性的 認識에서 부터 始作된 것이다.

그리하여 우리들은 研究團體로서 C.R.D(CANAL RESEARCH AND DEVELOPMENT)를 設置하여 研究開發에 着手한지 2年の 歲月을 거쳐 마침내 機械의 完成을 보기에 이르렀다. 그러나 아직도 開發改良의 餘地가 많아 連續的인 研究를 進行할 必要가 있으나 1979年 2月 2日 아세아開發銀行 Seminar에서 紹介된것을 契機로 그 成果를 發表하여 實用에 寄與하는 期會를 求하는 의미에서 이 조그마한 冊子를 研究資料로서 發表하는 바이다.

II. 農家水準에 依한 水利整備와 水管理

1. 序 言

1971年 가을 以後 食糧危機를 부르짖는 소리가

높아졌다. 亞細亞는 開發途上國 人口의 70%를 占한 食糧이 가장 不足한 地域이며, 長期的이고 또한 安定的인 亞細亞의 米穀自給態勢의 確立은 先進國의 輸出需要를 促進하며 不況對策도 되어 關心을 集中시키고 있다.

開發途上國의 農業開發은 收益性이 낮는데다가 生産되기까지는 長期間이 걸린다는 點과 自然條件에 크게 支配되어 確實性이 없고 더욱 農民多數를 相對로한 管理上의 困難性등으로 國際機構에 依한 融資가 充分하지 못하였다. 그러나 1968年度부터 類例없는 食糧危機에 直面하여 農村의 貧困한 人들을 위한 救濟策의 重要性이 認識되어 農業部門의 融資가 急增하게 되었다.

亞細亞 16個國의 畝收穫面積은 1975年現在 約 8,000萬ha, 中 65%는 天水에 依存하며, 33%는 水利不完全畝, 即 水利施設은 있어도 末端의 논까지 充分하게 給水할 수 없는 것으로서 水路密度가 約 15 m/ha이하의 農地들이다. 水路密度가 50m/ha以上이고 完全한 水利施設을 갖춘 農地를 水利安全畝이라고 부르는데 이것도 겨우 2%에 지나지 않는다.

1966年 PHILIPPINES의 國際稻作研究所(IRRI)에서 農家に 普及한 新品種은 1973년에는 1,560萬ha에 達하여 Miracle rice라하여 大歡迎을 받았으나 그 후 1,900萬ha에서 머물게 되었다.

그것은 水利施設이 完備되지 않는 限 畝增産은 人口增加에 依한 需要增加를 다르지 못한다는 것을 證明하는 것이다. 즉 綠色革命은 水利革命이 隨伴되지 않는 限 이루어질 수 없다. 前述한 바와 같이 自然條件에 左右되는 不確實성은 每年 畝收量의 變動을 가져온다.

亞細亞의 平均 畝收量은 1人當 150kg(1954, 1969 1970, 1973年)에서 130kg(1955, 1963, 1972年)까지 約 13%의 變動幅이 나타나 있다. 이 主原因은 降雨量의 多少라고 생각된다. 水利整備率이 적은 나라 일수록 이 變動幅이 크다. 1~2年耕作이 連續되던 一時的 畝의 過剩現象이 일어나고 있는데 充分없이 來襲할 異常氣象을 豫期한 長期的繼續事業으로서 水利整備가 必要한 理由가 된다.

쌀 收量에 影響을 끼치는 因子로서는 品種, 肥料 農業, 水利이며 이중에서도 가장 相關關係가 큰 것은 水利整備率과 쌀 收量과의 關係이다. 水利整備率 98%인 日本에서의 쌀 收量은 6t/ha, 韓國은 86%로 5.2t/ha, 臺灣은 70%로 4t/ha, 그 外의 여러 國家가 35%로 2t/ha로 되어있다.

日本이나 韓國과 같이 1966年에서 1974年의 8年 동안에 1t/ha의 쌀 增收한 國家도 있는가 하면 臺灣 NEPAL과 같이 減少된 國家도 있다. INDONESIA의 0.8ton/ha에서 BURMA의 0.1ton/ha의 隔差가 있으나 微增으로 平均 0.5ton/ha에 不過하다. 따라서 水利施設이 甚의 多收穫品種의 普及速度에 適切게 進展한다 하여도 向後 15年間に 平均 1.0ton/ha 程度의 增産이 必要인 것이다.

1961年以來 世界의 쌀 生産伸長率(年 2.6%)은 小麥生産伸長率(3.5%)에 比하여 相當히 떨어져 있으나 亞細亞에서는 特別히 差異가 顯著하며 쌀의 生産伸長率 2.5%는 小麥의 生産伸長率 5.8%의 半 以下이며, 人口增加率 2.1%를 약간 上廻할 程度이다.

亞細亞에서는 쌀은 戰略的食用作物이며 그 生産의 伸長率鈍化의 結果 農業所得, 營養水準, 雇用機會 또는 食糧의 安定保證이 一般의 好轉되어 되지않다.

表 1. 쌀 및 小麥의 生産伸長率

1961—1976

	쌀	小麥	人口
東 亞	2.5	5.8	2.1
其 他 地 域	3.2	3.0	1.7
世 界	2.6	3.5	1.9

表 2. 쌀 및 小麥의 總 生産 및 一人當生産伸長率

1961—1976

	總 生産		一人當生産	
	쌀	小麥	쌀	小麥
世 界	2.6	3.5	0.7	1.6
東 亞	2.5	5.8	0.4	0.7
第 I 群				
BANGLADESH	1.5	12.2	-0.9	9.8
BURMA	1.3	3.0	-1.0	—
NEPAL	1.1	6.8	-1.1	-4.6
第 II 群				
INDONESIA	3.5	—	0.9	—
PHILIPPINES	3.4	—	0.4	—

SRILANKA	2.9	—	0.6	—
韓 國	2.5	-3.2	0.2	-5.5
INDIA	2.2	7.7	-0.2	5.3
THAILAND	2.2	—	-1.0	—
第 II 群				
PAKISTAN	6.8	6.0	3.8	3.0
MALAYSIA	5.3	—	2.5	—
其他 開發途上國家				
中 美	5.0	4.8	1.8	1.6
南 美	3.2	2.0	0.5	-0.7
極 東	3.0	5.3	0.3	2.6
AFRICA	2.6	4.0	—	1.4
先進國/地域				
北 美	4.2	3.1	3.1	2.0
西 歐	1.4	2.3	0.1	1.0
日 本	-0.4	-14.0	-1.5	-15.1
OCEANIA	8.1	2.2	6.2	0.3

備考: 第 I 群 總生産伸長率이 2%未滿인 곳

II " 2%~4% "

III " 4% 넘는 곳

伸長年度 1969—1976

FAO調查資料에서

表 3. 쌀 및 小麥의 植付面積 및 收量伸長率

1961—1976

	쌀		小麥	
	面積	收量	面積	收量
世 界	1.1	1.5	0.6	2.8
極 東	0.9	1.6	2.0	3.7
第 I 群				
BANGLADESH	1.1	0.4	7.4	4.5
BURMA	0.5	0.7	1.7	1.2
NEPAL	1.0	0.1	6.2	0.6
第 II 群				
INDONESIA	0.7	2.8	—	—
PHILIPPINES	0.8	2.6	—	—
SRILANKA	0.9	1.9	—	—
韓 國	0.3	2.2	-9.1	6.4
印 度	0.7	1.5	3.3	4.3
THAILAND	1.0	1.2	—	—
第 III 群				
PAKISTAN	2.1	4.6	1.8	4.2
MALAYSIA	3.9	1.4	—	—
其他開發途上國家				
中 美	2.2	2.7	-0.5	5.3
南 美	3.0	0.2	1.9	0.1

極 東	1.8	1.2	1.3	3.9
AFRICA	2.6	0.2	1.4	2.6
先進國/地域				
北 美	2.7	1.5	0.9	2.2
西 歐	1.2	0.2	-1.1	3.4
日 本	-1.7	1.3	-15.0	1.2
OCEANIA	6.8	1.2	1.8	0.4

備考：第Ⅰ群 總生產伸長率이 2%未滿인곳

Ⅱ " " 2%~4% "

Ⅲ " " 4%넘는곳

伸長年度 1969-1976

FAO調査資料에서

2. 쌀 生産의 伸長率鈍化의 原因

亞細亞에서 쌀 生産의 伸長率이 낮은 原因은 쌀의 生産適地에는 이미 植付를 하고 있다는點, 물 管理가 適切하지 못하다는點, 多收穫品種은 洪水, 浸水, 病蟲害等に 弱하다는點, 그 밖에 經濟的 社會制度的 阻害등을 들 수 있다. 그 中에서도 가장 相關性이 큰 問題에 對하여 다시 追求하여 본다.

(i) 氣 象

小麥은 乾燥溫帶계 亞熱帶作物이나 쌀은 栽培地域이 廣範圍하여 溫帶에서 熱帶에 이르기까지 걸쳐 있으며 그 結果 濕潤한 條件下에서 繁殖하는 病蟲害의 影響을 받기 쉬운데다 쌀은 小麥에 比해서 水分供給餘力, 거기에 물 供給의 均一性에 對한 要求가 훨씬 높다. 그 結果 쌀의 栽培는 降雨量이 適當하거나 또는 用水의 供給이 灌溉에 依해 保證되어 있는 地域에 限定되게 마련이다. 또 多毛作化를 圖謀하는 可能性은 氣溫과 매로는 降雨의 樣相에 依해 制限된다. 最近 一部의 國家에서는 年降雨量 1,500mm이하의 地域을 乾燥地, 1,000mm이하의 地域을 偏乾燥地라고 부르는데 蒸發量이 1,000mm以上에 이르는 것을 考慮하면 當然하다고 말 할 수 있다.

米作面積의 比率이 겨우 30%이고 小麥作付面積이 66%에 達한다고 하는 것은 品種과 肥料등이 收量에 影響을 주고 물 供給과는 比較的無關係한 것이 原因인것 같이 생각된다.

(ii) 물 管理

물의 適切한 管理는 쌀의 生産上, 生産性的 向上뿐만 아니라 每年 生産의 安全을 期하기 위한 가장 決定的인 Input로서 認識되어 있다. 多收穫品種은 洪水나 旱魃에 對하여 敏感하며 또한 化學肥料 其他의 投入財의 施用에 隨伴하는 危險性이 增加하기 때문이다. 대체로 벼의 收量은 水利施設率에 正比

例하고 있다. 特히 亞細亞農業에서는 密接한 關係를 갖이고 있다는 것을 重視하지 않을 수 없다. 世界全體에서 볼 때 灌溉에 依한 벼의 收穫量은 3.67 ton/ha이나 天水에 依한 벼의 收穫量은 그 半인 1.86ton/ha에 不週하다. 그 差를 全的으로 水利施設 때문이라고만 할 수는 없으나 適切한 물管理는 多收穫品種 및 化學肥料의 施用增大등 其他의 補充的 生産要素의 利用을 자극한다. 그러나 多收穫品種이 水利의 完全한곳에서 最高의 生産을 올렸다는 嚴然한 事實은 存在하고 있다.

(iii) 多收穫品種

亞細亞의 大部分地域에서 60年代에서 70年代初에 걸쳐 急速히 普及되어 綠色革命은 成功한것 처럼 보였다. 그러나 쌀의 多收穫品種은 小麥作付面積의 半에 不週하며, 全作付面積의 27%만이 多收穫品種이었다. 그러면 普及을 制約하여온 것은 무엇인가. 「矮小性」品種이기 때문에 洪水被害를 받는다는 것과 病蟲害에 걸리기 쉽다는데 있다. 또한 多收穫品種의 導入은 二毛作과 同意語이나 連作으로 因해 病蟲害를 더욱 惡化시킨 것이 아닌가 하는 생각이 든다. 「矮小性」의 品種이 導入되기 때문에 물 管理의 必要性이 더욱 絶對的이 된다. Monsoon 時期의 洪水에 依하여 危險에 빠지게 되며, 또한 이들 品種은 그 收量增加의 大部分이 化學肥料에 依存하고 있으며 萬恙에 물 管理의 適正이 缺如되고 特히 排水不良일 때는 化學肥料가 浪費되는 것이다. 浸水는 窒素의 吸收를 阻害하고 분일이 늦어지며 倒伏에까지 連結되는 結果를 招來한다.

또하나의 關聯問題는 Monsoon季節中 日照不足이 일어나는 일이다. 따라서 多收穫品種의 벼는 雨期作에는 適合치 않다는點이다. 物理的阻害要因은 以上과 같다고 생각되며 經濟的要因으로서 各國마다 그나름의 理由가 있어 一般的 共通된 要因은 들기 어려우나 各國마다 쌀의 自給政策을 내세우고 있어 生産者價格에 對한 支持와 生産財補助金은 共通的으로 實施하고 있으나 74, 75年の 化學肥料價의 昂騰은 肥料의 施用意慾을 減退시킨것은 分明하다.

다음 制度的要因으로서의 亞細亞의 農民은 零細農家로서 農地는 細分化되어 있어 小規模灌溉에 對한 投資를 妨害할 뿐만 아니라 耕地用水路의 建設, 維持費의 昂騰을 가져 오게 한다. 流通制度의 不備도 農民受取價格에 意慾減殺의 效果를 가져오게 하며 나아가서는 生産努力에 對한 重大한 障害를 招來하고 있다. 또한 不充分한 信用, 普及事業등의 支援서비

表 4. 쌀 主要生産地域 및 國別灌漑와
쌀 生産性과의 連關性

(1973—1974年)

地域別 國別	米作灌漑比率	國別地域別 ha當收量(ton)
北美 및 中美	73	3.8
南 美	33	1.9
AFRICA	22	1.7
ASIA 및 遠東	30	2.4
日 本	98	5.8
韓 國	85	5.1
MALAYSIA	45	3.0
INDIA	37	1.7
THAILAND	25	1.8
BANGLA DESH	6	1.7
世界平均	31	2.4

資料 : FAO, International Rice commission, 14 session, April 1977

스 그 自體가 增産의 隘路點이 되어있다. 農業協同組合의 設立도 經營能力의 不在에서 絶望的이라고 까지 말하고 있다.

3. 可能性있는 Approach

多收穫品種의 研究, 灌漑등 물 管理組織의 整備가 특히 重要한것은 勿論이지만 投資를 集中할것인가 均等하게 할것인가, 他作物에 依한 代替를 어떻게 할것인가, 營養不良人口의 消費增대를 위한 特別計劃을 樹立할 것인가등 檢討할 問題가 많다.

灌漑 및 물 管理의 重要性은 開發途上國뿐만 아니라 모든 國際機構에서도 認識되어 亞細亞에서 大中小, 여러가지 灌漑project의 計劃이 遂行되고있다. 近年 亞細亞地域에서 施行된 果年の 灌漑投資額은 約 17億弗, 그 中 國內資金이 9億弗, 海外의 資金이 8億弗이다. 그럼에도 米作灌漑面積은 總收穫面

表 5. 極東:쌀 및 小麥의 HYV'a栽培面積比率 및 平均收量推移

	쌀			小 麥		
	1965/70	1974/75 (참경值)	收 量 1974/75 ton/ha	1969/70	1974/75 (참경值)	收 量 1974/75 ton/ha
PHILIPPINES	43%	64%	1.7	—	—	—
SRILANKA	4	53	2.3	—	—	—
PAKISTAN	30	40	2.2	43	62	1.3
INDONESIA	10	40	2.6	—	—	—
INDIA	11	30	1.7	30	62	1.3
韓 國	—	25	5.2	—	—	—
NEPAL	4	19	2.0	33	85	1.2
BANGLADESH	3	15	1.8	8	23	1.2
THAILAND	—	6	1.8	—	—	—
平均 值	10	27	—	33	62	—

資料 : Dana G. Dalrymple "Development and spread of High Yield Varieties of wheat and Rice in the Less Developed Nations" USDA

積의 30%에 不過하며 米作農業의 大部分이 不安定한 條件下에 行하여지고 있는 形便이다. 따라서 多收穫品種의 可能性을 全面的으로 實現시키기 위해서는 不可缺한 化學肥料, 農藥등의 購入生産財로의 投資가 阻害되게 된다.

또한 灌漑施設의 不備은 多毛作의 可能性을 잘라 놓는다.

쌀 生産은 主로해서 單位面積當의 收量增加 및 多毛作에 依해 期待할 수 밖에 없는 食糧不足地域에서는 灌漑 및 물管理를 最優先으로 다룰 수 밖에 없다.

ADB의 高瀨國雄氏는 쌀 1ton/ha年을 增産하기

위한 Cost比較를 하여 末端水路施設(200ton), 天水畚의 水利新設(300ton)로 亞細亞의 가장 水利施設率이 낮은 地域을 1970年の 30%(1.8ton/ha)에서 66%(3.8Ton/ha)로 引上할것을 骨子로한 Master plan을 策定하여 大來佐武郎氏와 같이 提唱하였다.

亞細亞全體에 對해서 2,639萬ha의 天水畚 2,150 ha의 水利不安全畚을 水利安全畚으로 轉換하는 일을 1976년부터 15年間에 實施한다. 그 費用은 1975年價格으로 482億弗로 概算하였다.

4. 小水路 全斷面 掘鑿機 開發의 必要性

灌漑project의 成功如否은 幹線水路나 排水路의

構造에 있는것이 아니고 作物生産을 위한 Input로서 提供하였을 때의 물의 生産성에 달려있다는 認識에서부터 시작해야 한다. 물管理의 主要性은 耕地末端水路網施設의 完全如否에 달려있다. 그러나 巨額의 投資를 要하는 水源工事나 導水工事は 近代技術의 精粹를 모아 中央政府나 地方政府에 依하여 實施되나 耕地의 末端水路網은 農民自體의 自負擔으로 施行되는 경우가 많다.

零細한 農民으로서는 灌溉排水施設의 建設이나 維持管理는 負擔이 되며 組織이 없는 그들은 機械的으로 움직이지 못한다. 高若 혼자서 버티어보아도 水路는 連結되지 않는限 機能을 發揮하지 못한다. 如何히 巨大한 project를 實現하여도 作物生産에 물을 Input하지 않는限 生産性은 向上하지 않는다.

亞細亞銀行은 philippines의 마갓트에 물 管理센타를 建設하여 指導農民에게 물 管理의 必要性을 說明하여 왔다. 水利施設에 對해서는 60m/ha의 水路로 물 管理하면 4ton/ha의 收量이 確保할 수 있다는 事實도 證明해 왔다.

그러나 現實的으로 生産의 伸張率은 如前히 低調한 狀態인은 前述한바와 같다. 農民自體에 組織力이 없다는것과 또 勞動力도 不足하다는 것과 또는 勞動에 견딜수 있는 人力動員이 不可能하다는 것등이 큰 要因이다. 生産意慾이 減殺된 農民에게 무엇을 期待할것인가 1976年 가을 아시아農業調查 Consultant로서 1976年 7月 26일부터 8月 23일까지 Philippines, Thailand, Indonesia, Bangladesh 및 India를 巡訪한 高瀨國雄氏(當時海外協力基金調查部長 現아시아開發銀行農業農村開發局次長)은 現在 아시아는 아직도 食糧不足에 苦惱하고 있으며 綠色革命이라는 밝은 希望이 있었던 1967年보다 훨씬 더 큰 威脅을 받고있다. 무엇이 이렇게 惡化시켰는가. 우리들의 見解로서는 두가지 큰 理由가 있다고 생각된다.

첫째는 政策立案者 및 企劃者가 1968~70年の 良好한 氣象條件에서 主로 發生했던 一時的인 食糧過剩에 迷惑되어 灌溉施設의 急速한 擴張 및 改良하는 努力을 기울리 하였기 때문이라고 『아시아에서의 農業開發의 最重點으로서의 灌溉管理』 1976年 11月 ADB, AAS II에서 指摘하고 있다. 또하나 提言으로서 制度上의 問題에 對한 協調融資對策의 改革, 長期的인 地域計劃의 準備 地域別特別調查 및 訓練計劃의 必要, 그리고 農業用水路掘鑿機의 開發에 對해서 의 意義있는 發想이다.

특히 마지막項目의 農業用水路掘鑿機의 開發에

對해서 「本調査地域의 諸國에서는 農業開發이 겨우 始作된데 不過하다는 事實에 비추어 銀行으로서 低濕地稻作地帶에 適合한 小型水路掘鑿機의 研究開發을 支援하는 것이 急先務이다. 이 機械의 導入에 依해 各國에서는 豫定된 大規模建設計劃을 크게 促進할것이며 또한 이들 諸國의 灌溉 program의 Speed up에 큰 役割을 하게 될것이다」라고 結論지었다.

氏의 提言에 對해 同感의 뜻을 表하였던바 무엇인가 좋은 IDEA가 없을가 하는 말이 나와서 생긴것이 우리들의 조그마한 研究 Group인 C.R.D (CANAL RESEARCH & DEVELOPMENT)인 것이다. 그리하여 뜻을 같이한 親知들을 招請하여 研究會結成을 서둘렀으나 石油波動의 不況이 各社를 拖襲하여 不急의 支出을 避하는 傾向이 커서 開發研究의 費用分擔問題로 意見이 一致되지 않아 各社의 自體開發에 맡기기로 하고 Coordination을 筆者가 맡기로 하였다. 그리하여 마침내 發足한 것이 1977年 4月이었다. 八郎濕干拓工사에서 開發研究된 施工機械의 再檢討, 現地의 土壤, 植性, 其他의 條件을 調査함과 同時에 歐美의 排水用機械의 文獻蒐集, 檢討도 하고 臺灣, PHILIPPINES, INDONESIA, THAILAND, 韓國에도 갔다 왔다.

現地調査의 結果 가장 必要로 하는것은 排水路의 掘鑿 및 維持管理用機械였다. 臺灣에서는 用排水路의 維持管理의 省力化와 干拓地의 鹽分除去를 위한 排水路網의 建設에 韓國에서는 西海岸干拓低濕地의 地表排水에 利用코져하는 意向을 把握하였다. INDONESIA에서는 水資源으로서의 灌溉計劃은 公共事業省, 末端의 水路施設은 農業省의 所管으로 되어 있어 情報를 把握하는데 힘이었다으나 Pilot unit의 水路建設등에서 우선 Test를 兼한 Demonsfration을 할 必要性을 느끼게 되었다. PHILIPPINES에서는 特히 排水路의 建設關係로 現地建設業界로부터 要索이 많았다.

土質, 土壤, 植性, 乾濕 등 物理的條件外에 現地 農民들도 操作할 수 있을것, 接地壓이 적은것 등 要求는 廣範圍하며 特히 水路의 比탈面 기술기가 1割에서 1割 5분에 맞추는 것이 가장 困難한 問題라고 생각된다.

從來, 水路의 機械施工의 困難性은 單位當工事量이 적고, 比탈面崩壞가 생기기 쉽고 最終的으로는 人力으로 比탈面의 끝마무리, 堤防의 더 들기를 하여 堤防을 整理하지 않으면 안된다는 點, 그리고 地盤軟弱 때문에 차가 빠지는 경우가 많은것 등이다.

Ⅲ. 農業用水路 TRENCHER V型

1. 물 管理

水路를 掘鑿하는 경우는 큰것은 運河에서부터 작은것은 溝에 이르기까지 多様하다. 運河라든가 큰 斷面의 水路掘鑿은 이미 機械化施工法이 完成되어 問題가 없으나 여기서 問題가 되어 있는것은 支線水路라든가 耕地內水路이며 水利施設이 完了된 논에서는 1ha當 用排水路共히 60m/ha, 合計 120m/ha 以上の 水路가 물 管理를 容易하게 하고있다. 濕畝에서는 勿論 地下水位가 높아 이 地下水의 排除나 降雨에 依한 地表滲水를 速히 農地에서 排除하기 爲해 暗渠排水가 實施되기 때문에 1ha當 1,000m 以上の 排水暗渠가 作여진다.

논은 흙과 물이 特別한 關係를 갖는다. 이것은 논의 生産力에 關해서 重要한 意味를 갖는것이다. 따라서 이 關係를 改善한다는것 卽 排水改善과 벼 栽培期間中 물의 管理를 한다는것이 논의 生産性向上을 위한 有力한 手段이된다.

排水改善의 結果는 (1) 土地利用의 高度化, (2) 土壤生産力의 増大, (3) 農作業의 機械化, (4) 물 管理의 合理化등 이다. 논에 灌水하면 作土層은 還元狀態로되어 Plus이나 이것은 水稻生育에는 Mimus가 된다. 可能한 限 Minus面을 抑制하고 Plus面을 크게 할려는 것이 물 管理이며 灌水時의 浸透速波를 適正하게 하고 또한 中乾, 間斷灌溉, 早期落水 등을 해서 土壤속의 酸素를 取入하여 作土를 極端의 으로 還元化하는 것을 避하면서 土壤養分의 有効化를 圖謀하는 것이다.

熱帶地域에서 물의 影響을 가장 받기 쉬운 것은 라토솜 및 라테라이트로서 라타라이트는 溫暖高温으로 濕潤과 乾燥를 隨伴하는 熱帶氣候下에서 생긴다. 溫暖濕潤期에는 鐵, Aluminum化合物의 脫水가 일어나며 飽和度가 낮은 酸化土로 되고 脫水한것은 土色이 赤色을 強하게 한다. 地下水位가 比較的 높거나 地下水가 土層內를 上下하는 地形에서는 遊離된 鐵은 不可逆의으로 脫水되어있는 一種의 核을 中心으로 同心圓의組織을 갖인 鐵富化의 瘤塊가 生 진다. 이것을 뿌린사이드라 하며 일단 空氣에 露出되어 乾燥하여 脫水가 進行되면 매우 딱딱해진다. 라테라이트는 河川水位, 地下水位등 水位變動과 乾燥過程을 隨伴하는 條件下에 生成하는 것으로 생각 된다.

1筆地의 耕地內排水는 畦畔造成이나 作溝에 依한 方法과 耕地全般에 傾斜를 두는 方法등이 있으나 降雨量이 많을 때, 耕地內에 小排水溝의 數를 많이 넣는 것이 實際의이며 畦立栽培가 그 좋은 例이다. 畦立栽培는 畦立까지의 機械化는 可能하나 土地利用率의 低下나 播種以後의 機械化가 困難한 缺點이 있지만 地區排水組織이 完備되어 있지 않을 경우에는 有効한 方法이다.

畦畔을 걸러서 灌水畝과 隣接할 경우에는 畦畔에 따라서 畦畔漏水 또는 滲透水를 集水하는 小溝水路의 掘鑿이 効果的이다.

耕地內排水가 整備되어 있는 地區에서는 周邊의 排水路나 承水路등의 底面에 面積해있는 土砂를 掘鑿하여 流水가 잘되게 할 必要가 있다.

2. 水路掘鑿

耕地周邊에 設置되는 小排水路, 支線排水路, 幹線排水路의 排水規模, 耕地의 大小에 따라서 그 斷面에 變化가 많고, 任意斷面의 掘鑿이 必要하게 된다. 이에 對하여 耕地內에 施工되는 排水溝는 그 斷面이 작고 一定한 斷面으로 掘鑿되는 경우가 많다.

(A) 任意斷面의 水路

排水路는 計劃된 幅과 깊이로 地盤이 掘鑿되는 것이 必要하다. 그 規模와 地盤의 狀況에 따라서 各種의 掘鑿機械를 使用한다. 普通地盤의 경우 Shovel系 掘鑿機 特의 Back hoe이 많이 使用되어 왔다.

(B) 一定斷面의 水路

小水路등의 一定한 斷面의 永久施設로서의 水路는 計劃斷面과 同一한 斷面을 갖는 사다리꼴 Bucket를 裝置한 Back hoe로 施工할 수 있다. 耕地排水溝등의 假設의水路는 主로 軟弱地盤의 乾燥促進을 爲해 施工되며 그 斷面은 크지는 않지만 그 間隔은 좁고 그 延長은 길다. 따라서 機械의 走行과 同時에 能率의으로 溝形成을 할 수 있는 機械가 많이 使用된다. 軟弱地盤에서는 作業低抗을 機械의 移動에 負擔시키지않는 驅動型作 溝形成의 것이 走行性確保面에서 優秀하나 現實의으로는 各機械에 缺點이 있어 効率의인 機械의 開發이 要望되고 있다.

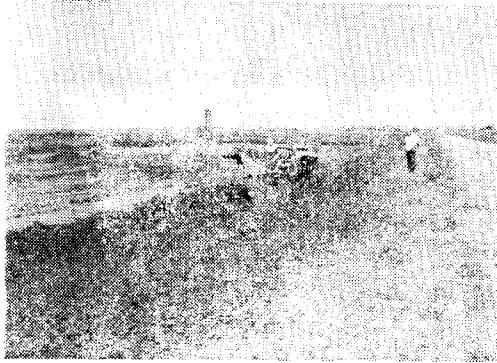
3. 工種과 機械의 特性

(1) Shovel系掘鑿機械

Back hoe는 一般掘鑿 및 積載工事外에 水路工事

$$V = V_0 \times E_1 \times E_2 = 80 \text{m}^3/\text{hr} \times 0.65 \times 0.91 = 47.3 \text{m}^3/\text{hr}$$

이 경우 溝底面의 整理에 所要되는 費用으로 a/40



/m가 推算되므로 (6.67a/47.3) + 0.025a = 0.166a

(c) Trencher-V型 掘鑿의 경우

$$V = V_0 \times E_1 \times E_2 = 180 \times 0.65 \times 0.91 = 106.5 \text{m}^3/\text{hr}$$

$$10.17a/106.5 = 0.095a$$

따라서 上記計算을 比較하면 다음 表와 같다.

表 7. 上記掘鑿斷面 1m當의 工費比較

掘鑿機種	工費	人力을 省한 工費比較率	備考
人力掘鑿 Back hoe (0.35m ³ 級 塚掘機)	1.28a 0.166a	100% 13%	Back Hoe
Trencher CT-60V型	0.095a	7.4%	開渠을 省한 裝置 暗渠을 省한 裝置

黃 砂

農業振興公社 土質擔當役 金 周 範

거의 해마다 불어던 周期的으로 찾아오는 自然 現象이 있다. 온 大地를 누렇게 뒤덮는 黃砂現象이다. 이는 서쪽에 넓게 자리잡고 있는 黃河流域에서부터 바람에 날려오는 것이라고들 한다. 이를 土質에서는 風積土라 하며 大氣中에 浮遊하는 것으로 土粒子의 크기는 一般的으로 0.05mm 以下の 粒徑을 가진 실트以下の 粉子이다. 今年에는 4月13日에 이 現象이 일어나 거의 16日아침까지 계속되었다. 아깝게도 13日에는 기회를 놓치고 14日아침부터 黃砂의 移動量을 測定하기 爲하여 方法을 생각하고 모으기 始作했다. 깨끗한 유리판에 내려앉은 量으로 計算코져 하였다. 그런데 不幸하게도 15日 밤에 비가 내려 모처럼의 좋은 기회를 망쳐 놓았다. 그런대로 유리판에 모인 黃砂를 計測하여 보았다. 1km²에 0.65ton의 量이었다. 이를 全國土의 面積 10km²에 날라온 量으로 計算하면 무려 6.5萬ton의 量이다. 約 5~6年前에 計測한 것으로는 南韓에만 約 60萬ton의 黃砂가 날아와 堆積된 事例가 있었다. 이번에도 完全 採取가 되었더라면 아마 이만한 量은 能히 되었을 것이다. 16日 아침 出勤하면서 自動車 지붕에 진 黃砂의 얼룩자국을 보아도 그만한 量은 되었으리라..... 아무튼 黃砂現象이 있으면 松虫이 全滅한다고 하니 올해는 제발 松虫이 극성 피우지 말았으면 하는 마음 간절하다.