

# 불도우저에 의한 開墾 工法の 改善과 熟地化에 關한 研究

## Study on the Improvement of Land Clearing Methods by Bulldozer & Fertilization of Cleared Soil

黃 垠  
Hwang, Eun

### Summary

The Government is trying to increase total food grain yield to meet national self sufficiency by means of increasing unit yield as well as extending crop land, and this year he set the target of 321,000 hectare of forest to clear for cropping.

This study was carried to investigate the most efficient method of clearing hillock by bulldozer, and successful method to develop yielding potential of newly cleared land in short term.

Since the conventional land clearing method is just earth leveling and root removing neglecting top soil treatment, the growth of crop was poor and farmer tends not to care the land. The top-soil-furrowing method is applied through out this study, that is advantageous especially for the land having shallow top soil and low fertility like Korean forest.

In this study, various operating method were tried to find out most efficient method separately in connection with the land slope less than 25 percent and over, and several fertilizing methods to develop yielding potential. The results are as follows;

- 1) For the natural land slope utilization method, applicable to the land having less than 25 percent slope, reverse operating was more efficient than using forward gear of bulldozer. The operating time was 3 hour 32 minutes and 36 seconds using forward gear was 2 hour 32 minutes and 30 seconds for reverse gear operation per 1,000 square meter.
- 2) Bulldozer having angle blade adjustment needed 7hr 15min. for constructing of terrace per 10a compare with the one having angle & tilt adjustment needed 6hr 4min for same operations. Specially there is significant difference for operation time of first period (earth cutting) such as bulldozer having angle blade adjustment needed 3hr 56min compared with the one having angle & tilt adjustment 3hr 59min.

In construction of terrace, the bulldozer having tilting and angle blade adjustment was most suitable and performed efficiently.

- 3) For the fertilizer application treatment, the grass (Ladino clover) yield in first year was almost same as ordinary field's in the plot applied(N.P.K+lime+manure) while none fertilizer plot showed one tenth of it, and (N.P.K.+lime) applied plot yielded on third.
- 4) The effect of different land clearing method to yield showed significant difference between each treatment especially in the first year, and the conventional method was

- the lowest. In the second year, still conventional terracing plot yielded only half of ordinary field while the other plots showed as same as ordinary field's.
- 5) The downward top soil treatment plot showed most rapid improvement in soil structure during one year physio chemically, it showed increase in pH rate and organic composition, and the soil changed gradually from loam to sand-loam and the moisture content increased against the pF rate, and it gives good condition to grow hay due to the increase of field water capacity with higher available water content.
  - 6) Since the soil of tested area was granite, the rate of soil erosion was increased about 2 to 5 percent influencing in soil structure more sand reducing clay content, and an optimum contour farming method should be prepared as a counter measure of erosion.

## I. 序 論

우리나라는 國土面積에 對한 農耕地比率의 1921年의 22.2%인데 比하여 1973年이 22.7%로 뚜렷한 變化를 發見할수 없는데 人口는 3千萬 을넘어서서 人口增加와 食糧需要增加로 年間 3.4%의 消費增加率을 보이는데 反하여 食糧生産增加率은 年間 0.8%로 每年 食糧不足率이 2.6%씩 늘어나서 10年前인 1965年에 食糧自給率이 94.2%이던것이 1973년에는 68.6%로 떨어져 年間 31.4%를 輸入하여야 한다. 그 중에서 쌀과 보리는 自給率이 92.1%와 85.7%로 크게 떨어지지 않으나 콩은 75.2%로 念慮스러우며 밀, 옥수수는 거의 全量을 外國에 依存하여야 하는 實情이다. 이와같은 食糧不足은 世界 130餘 國家의 大部分에서 惹起되고 있어서 거의 大部分의 國家가 輸入에 依存하고 있으며 輸出國은 겨우 11個國에 不過하다. 이것도 昨今の 產油國과의 利害關係로 穀物輸出入을 規則하고 있어서 穀價가 1973年에 比하여 2.4배나 抑壓한것은 고사하고 輸入이 점점 難關에 達着하여 國家安保의 次元에서 深刻한 問題로 浮刻하였다. 더우기 農家戶當 平均 耕地面積이 0.9ha밖에 되지 않는 零細성과 0.5ha未滿의 農家가 아직도 全農家의 33.9%나 되어 農業의 機械化와 有畜農業을 阻害하고 있다. 그리하여 單位面積當 生産量의 增加를 爲하여 品種改良과 土壤改良은 勿論 農耕地의 擴張을 위하여 農地擴大開發促進法의 出現을 보게되어 山地所有者로 하여금 開墾을 任務化시키는 政策을 쓰게 되었다.

現在 山地利用開發可能面積은 農耕地 65千ha, 果樹栽培地 72千ha, 牧野地 119千ha, 桑田, 草地 65千ha 計 321千ha로 調査되어 있어 그 分布를 道別로 보면(附表 1)과 같다. 이것을 每年 20千ha씩 本格的으로 開墾할 計劃으로 있거니와(附表 2參照)田

地農業의 改良을 前提로 한 農耕地造成이 활발히 이루어질 것을 期待하는 한편 開墾의 效果를 올리기 위하여 適地調査의 着手로부터 工事의 實施에 이은 營農管理에 이르기까지 全過程을 通해서 量的擴大뿐 아니라 質的管理面도 注力하여 主產地形成을 위한 團地中心의 綜合的인 開發로 方向을 돌려서 機械化營農을 前提로한 機械化開墾을 하여야 할 것이다.

아세아 몬순地帶에 놓여있는 우리나라의 農業은 夏季의 集中降雨로 옛부터 畓을 만들어 왔으며 畓을 만들수 없는 地形條件인 山間地帶나 丘陵地帶에 田을 만들어왔다.

그리하여 田作地는 傾斜가 느린 것은 斜面田으로, 急한 것은 階段田으로 造成되었다. 우리나라의 山地는 一般的으로 土深이 얇고 急傾斜를 이루어 있어서 土壤侵蝕이 甚하여서 表土가 얇고 오랜동안의 落葉奪取로 瘠薄하여 作物栽培에 優秀한 適地로 보기 어려운 곳이 많다. 그위에 開墾作業過程에서 心土의 過多한 露出로 熟地化가 느려서 開墾地의 生産力이 매우 낮아서 그 이듬해에는 耕種하지 않고 不毛地로 버려두는 것을 볼 수 있다. 더우기 앞으로의 開墾豫定地는 土地標高의 高度化, 急傾斜地化, 分散과 小面積化, 傾斜地用 作業機의 未開發 등 各種 나쁜 條件을 內包하고 있어서 이들을 克服하여야 하는데 특히 開墾工事를 잘하고, 빠르게하고, 그리고 싸게 한다는 工事原則을 基本으로 適正工法을 찾아 내도록 꾸준히 努力해야 할 것이다.

아직 우리나라에는 이 方面의 研究가 없어서 앞으로의 開墾事業에 어려운 바가 山積하여 있다. 多幸히 本研究가 機械開墾에 一助가 되어 우리나라와 같이 瘠薄한 野山地帶의 開墾에 크게 도움을 주어 政府가 意圖하는 農耕地擴大에 크게 寄與할것이다.

따라서 本研究의 目的은 過去와 같은 人力이나 畜

力中心의 開墾을 脫皮하여 機械에 의한 開墾方法을 취하여 單純히 일면 된다는 土木的인 開墾이 아니라 熟地化를 前提로 開墾後에 地力을 떨어트리지 않는 方向으로 불도우저에 의한 機械開墾方法을 改善하고 可及的 빨리 熟地化시켜 從來와 같이 開墾後 瘠薄한 地力으로 農民이 돌보지 않는 農耕地가 되지 않도록 하는데 있다. 그 具體的인 內容은 다음과 같다.

1. 불도우저에 의한 開墾工法에 關한 研究

- (1) 土地傾斜度 15°以下에 있어서의 原地形 開墾
- (2) 土地傾斜度 15°以上 20°까지의 水平型 階段田開墾

2. 開墾地의 熟地化에 關한 研究

- (1) 牧草導入과 地力增進
- (2) 土壤性狀의 變化

II. 文獻概要

우리나라는 옛부터 山野에 불을 지르거나 평이로 땅을 파고 경기로 갈아 耕地를 일구는 것이 오랜 慣行으로 내려오다가 1929년에 京畿道 水原郡 日旺面 踏里 所在 東山農場 雜種地(土質은 沖積土, 表土 2~3寸, 心土 赤褐色을 띤 粘質土)에서 人力, 카타피라 트랙터 別로 開墾을 하여(但 拔根作業은 除外됨) 그 經濟的 價値를 比較한즉 人力에 比하여 2圓 59錢의 利益이 있으며 開墾後의 狀態도 良好하고 雜草도 除去되고 碎土가 完全하며 耕深도 깊고 作物生育面에서도 良好하였다고<sup>1)</sup> 報告한 것이 機械開墾方法의 첫 試圖이었다. 다음해 1930年 朝鮮總督府 農事試驗場 北鮮支場(咸南 甲山郡 寶惠面)을 設置하면서 開墾方法 및 地力維持試驗事業에 着手하게 되어 1932, 1933兩년에 거쳐 密林地帶의 開墾 및 그 効果試驗에서 拔根, 機械耕起가 人力에 의한 所要勞力 보다 10.3人/反이 節約되고 栽培收入이 가장 많이 開墾은 機械力을 利用하는 것이 좋다고<sup>2)</sup> 機械開墾을 提唱하였으며 그 자리에 7年間 귀리를 栽培하고 6年間 감자를 栽培하여 地力維持를 試驗한 즉 拔根機械耕區가 가장 地力이 오래 維持되고 不拔根火入 호미耕區, 不拔根無火入 호미耕區 順으로 地力消耗가 빨랐다고 報告하였다<sup>3)</sup>. 이것이 光復以前 우리나라에서 開墾試驗을 한 成果이다. 解放과 6·25動亂을 치른 收拾期에 들어서 1961년에 定着農家가 遊休傾斜地 開發<sup>4)</sup>을 어떻게 하고 있는

지 聽取調査를 한즉 모두들 2~4年 사이에 本格的인 開墾을 하고 있으며 一般田作物栽培가 70%以上이고 그 외는 特殊作物栽培나 果樹園을 經營하며 主畜農家는 入住當年부터 開墾하여 그 1/3 정도는 一般田作物과 果樹園으로 利用하고 2/3를 草地로 利用하고 있었으며, 崔<sup>5)</sup> 등은 1961년에 京畿, 忠北, 慶南 慶北의 遊休傾斜地 開發農家 74戶를 探問調査한즉 傾斜度 20~30%, 砂壤土 또는 砂質壤土를 pH 5.3 內外, 有機質 0.45~0.43%로 開墾初의 作物選擇은 單作으로 耐瘠性 作物인 大豆, 薯類, 胡麥·粟를 심고 있었다. 그리고 機械開墾은 經費를 20~30% 節約하고 作業能率이 人力은 1a/日인데 첫갈이 50~100a/日, 쇠토20~40a/日, 첫갈이兼碎土 40~70a/日로 機械開墾의 經濟性을 立證하였으며 金泉農高<sup>6)</sup>은 1966년에 金泉市 및 金陵郡內에서 階段形開墾의 實態調査에서 참흙과 모래참흙이 75.9%로 大部分을 차지하며 酸度는 pH=5~4가 77.1%나 되고 耕土깊이는 10~15cm가 45.5%로 半數 가까이 瘠薄한 땅이며 土地의 傾斜度는 10~20°가 50.9%, 20~30°가 23.1%로 階段田이 많이 造成되었는데 幅은 1~2.5m가 75.6%이며 비탈높이 1~2m가 68.7%를 차지하여 있고 이곳에 堆肥를 舍척 주지 못한 것이 29.7%로 調査되어 있다. 그後 1968년에 朴<sup>7)</sup>은 山地開發을 中心으로한 農地開發活動의 經濟的 分析에서 1962~1967年間에 全國開墾農家中 925筆地의 標本調査에서 戶當開墾規模는 1.0ha (1ha未滿 75%, 2ha以上 6%)로 작은 筆地가 많으며 이곳에 자라고 있는 植物相은 總面積의 74%에 풀, 소나무, 雜木이 섞여 자라고 單純한 草地는 19%이며 茂盛한 소나무 林相은 6%로 開墾된 땅의 約 90%는 木材가 生産되지 않는 椎樹林이거나 草地였다. 그리하여 土地傾斜度 18°以上되는 傾斜地를 開墾한 筆地가 26%나 되며 原地形開墾이 52%, 階段形開墾이 48%이었다. 이 趨勢는 앞으로 더욱 늘어날 것이다. 그리하여 1筆地의 階段田은 23個의 階段으로 0.85ha 이어서 1階段은 平均 111坪이었다. 開墾地의 表土條件은 ① 비가 온 다음에 진흙이 된다. ② 모래흙에 가까워 가물을 탄다. ③ 자갈이 많아 耕作에 支障이 있다. ④ 作土의 깊이가 얕다 順으로 對答한 것이 78.8%나 되며 135人/ha의 勞力을 投入하여 開墾한 땅의 土地利用率은 開墾當年에 53%가 開墾만 하고 作物을 심지 않았으며 土壤改良劑로서 石灰는 1ha當 2.7%를 投入하여 大體로 標準量을 施肥하고 있으나 堆肥는 1ha當 4%로 標準量 12%의

$\frac{1}{3}$ 밖에 되지 않았다. 이와 같이 大體로 施肥量이 적어서 收量도 50.7%로 既耕地收量의  $\frac{1}{2}$ 밖에 되지 않는 實情이라고 報告하여 앞으로의 開墾規模와 方向을 提示하였다.

韓<sup>9)</sup> 등은 1967~1968년에 土地傾斜度 6°, 10°, 15°에서 原地形開墾과 階段形開墾을 人力으로 行한즉 階段形開墾費用이 平均 2.67배나 많이 들면서 實耕面積이 平均 80%로 減少하며 作物收量도 平均 21%나 減收되고 熟地化도 늦었다.

따라서 農地保全農法을 쓰면 土壤流失이 적고 耕地의 單一化로 農事作業率이 오르므로 土地傾斜度 15°까지는 可能的 限 原地形開墾을 하도록 권장하였으며 黃<sup>10)</sup>은 1970~1972에 거쳐 安城地區의 野山開墾에서 15°以下의 原地形開墾은 主를잡아 作業方法을 適用하는 것이 첫갈이가 確實하며 碎土作業도 簡單히 處理되고 15°以上 20°까지의 階段田開墾은 위에서 아래로 表土깎기 作業方法을 適用하는 것이 作業時間이 短縮되고 開墾後의 熟地化도 빨라서 有利하다고 報告하였다. 그리고 1973年度에 農業振興公社에서 全北 高敞地區에 實施한 開墾實績<sup>11)</sup>에서 II級地로 土地傾斜度 6~10° (8°30')에서 開田幅 15m를 38 PS 트랙터로 첫갈이하는데 369坪/h, 1日(10時間) 0.98ha日 [1日 6時間으로 換算 0.59ha/日로 됨] 所要人員 100.33/ha로 報告하였다. 단, 土地傾斜度 10°以上은 트랙터作業이 不便하였음을 指摘하고 있다. 그런데 農水産部 國際聯合農業機構<sup>12)</sup>는 傾斜度 20% (11°20') 以上の 地區는 垂直高 1m일때 階段幅이 3.5m以內로 되어 果樹園이 아니면 機械化營農이 困難하며 40PS 트랙터 作業能力은 0.26ha/日 (23時/ha를 換算함)이며 42.6人/ha의 人力이 所要되었다. 따라서 上記 두機關에서의 實績에는 機械와 人力이 서로 相反된 품을 나타내고 있어 機械開墾內容의 複雜性을 잘 反映하고 있다.

日本은 第2次 世界大戰後에 戰後復舊와 失業者 救濟를 위하여 全國土를 開墾하면서 많은 經驗을 얻고 있다. 池田<sup>13)</sup>은 一般土木作業이 點 또는 線의 作業을 하는 Mass土工인데 比하여 開墾作業은 넓이를 가진 面的機械土工이므로 이를 一般土木과 같이 取扱하면 많은 차질을 가져 올 것이다. 즉 農地를 對象으로 하는 土工<sup>14)</sup>은 一般으로 道路나 廣場造成을 위한 建設土工과 따라서 單位面積當 取扱土量은 比較的 적다. 특히 階段工에서는 運土以외의 손질

이 必要的 作業이 많아서 그 效率은 一般土工보다 떨어진다. 즉 一個所에서 흙을 깎는 것이 아니라 面으로서 고르게 깎아야 하므로 볼도우저의 運土距離는 單一值로 代表할 수 없어서 많은 事例가 있어야 한다하고 伊藤<sup>15)</sup>은 原地形開墾을 할 수 있는 上限傾斜度를 17°, 等高線帶狀耕作을 하면 上限傾斜度를 25~30°까지 擴張할 수 있으며 階段形開墾의 上限傾斜度는 30° 以上까지도 할 수 있으나 17° 以上에서 土壤保全工法 및 土壤保全農法이 必要하다고 力說하였다. 그리하여 土崎는 機械開墾作業<sup>16)</sup>은 拔根, 排根, 첫갈이, 碎土, 土壤改良등을 一貫作業으로 短時日에 하여야 하므로 一時에 많은 投資가 必要하나 人力施工에 比하여 施工速度가 빠르고 營農計劃을 短時日에 세울수 있는 利點이 있어 그 必要性을 認定하는데 一般으로 規模가 작고 工事時間이 몇個月 以內로 限定되므로 工程管理를 充分히 하기 어려운 傾向에 있다. 그리고 原地形開墾에서는 拔根, 排根에 드는 時間이 機械開墾作業時間<sup>17)</sup>의 50%以上을 차지하는데 傾斜도가 크게 영향을 미치므로 一律으로 論할 수 없다. 여기서 拔根은 가장 勞力이 드는 것으로 山崎는<sup>18)</sup> 樹徑, 根株의 腐敗程度, 材質의 硬軟 기타 여러가지 種類의 因子에 따라 左右되는데 그 중에서도 땅속에 떨어진 뿌리의 狀態에 큰 關係가 있어서 나무뿌리의 모양을 直根系, 側根系, 斜根系의 3가지로 크게 나누었다. 소나무는 側根이 얇게 떨어진 것이 特徵이다. 一般으로 直根系는 側根系에 比하여 拔根時間이 많이 걸린다. 土崎<sup>19)</sup>도 이 說에 同調하나 단 흙을 알고 있는 側根系는 더욱 拔根하기 어렵다고 하여 흙과의 接着狀態를 強調하였다. 그런데 根系의 分類는 拔根後가 아니면 區別하기 어려운 것으로 紀藤<sup>20)</sup>, 등은 뿌리를 뽑는 要領에는 Push法과 Side Cut法, Spike法이 있는데 實際는 이들 方法을 組合하여 拔根하는 것으로 操縱者의 經驗에 많이 左右되나 拔根時間은 側根系가 많이 걸리고 있다. 그런데 아직 拔根과 同時에 첫갈이 한 試驗成績은 얻지 못하고 있다.

安保<sup>21)</sup> 등은 機械開墾의 體系中에서 拔根과 排根 作業이 全作業의 60~70%나 된다고 強調하면서 根徑 25cm以上되는 것은 火藥을 併用토록 권하였다. 高橋<sup>22)</sup> 등은 拔根, 排根作業의 實所要時間을 無刈 取區에서 15hr/ha, 殺草劑撒布區에서 12hr/ha, 刈 取區에서 10hr/ha를 얻어 事前作業을 한것이 作業時間 短縮에 效果가 있으며 拔根後 數日間 放置한 다음 排根하면 表土移動量이 그 前보다 30%줄어

들어 勞力이 節減되고 片桐<sup>11)</sup> 등은 根株의 높이를 地上에서 20cm정도 남기고 베는 것이 拔根에 有利하며, 大村<sup>12)</sup> 등은 根徑 12~18cm까지는 小型 불도우저가 最適으로 180本/hr의 拔根能力을 가지며 傾斜度 15°以上에서는 表土다루기가 困難하여 心土가 露出하고 畑田<sup>13)</sup> 등은 傾斜度 3°~5°의 土地에서 徑 20cm의 돌이 1,000개/ha 있는 질흙(모래질 16.5%, 점토질 83.5%)을 等高線에 平行히 길이 20cm로 첫갈이하는 排根線은 BBⅣ이 60cm, D<sub>1</sub>이 70m 前後다 하여 排根線의 距離를 効率的으로 定하여 作業能率을 向上시켰다. 이와같이 모두들 拔根, 排根에 注力하여 많은 成果를 얻었다.

一般으로 불도우저作業은 重力을 利用하여 可能하면 내림勾配에서 行하는 것이 좋고 斜面을 오르내릴 때는 可及的 傾斜面에 따라 곧장 오르내리지 않으면 불도우저가 轉覆하기 쉽다. 그리고 車가 옆으로 기울어진채 走行하면 履帶, 轉輪, 車體에 無理가 생긴다. 불도우저의 作業走行速度는 흙의 抵抗이 增加할 수록 느리게 되어 作業能率도 低下한다. 走行速度가 느리게 되는 것은 Engine의 回轉速度의 低下에도 原因이 있으나 最大의 原因은 불도우저의 驅動輪의 空轉率이 增加하는데 있다. 불도우저에 Angle을 달면 山腹의 切取에 가장 알맞는데 車體方向이 흙이 밀려 나가는 方向으로 나가기 쉬우므로 操向크라치틀 操作하여 恒常 車體가 곧장 進行하도록 注意해야 한다. 土作業에서 불도우저의 作業能力<sup>14)</sup>은 地形, 傾斜, 土質 등의 現場條件, 機械의 性能, 排土板의 形狀·面積 등 機械條件에 따라 다른데 小型 NTK는 排土板容量은 1.5m<sup>3</sup>이나 1回の 運土量 1.3m<sup>3</sup>, 運土重量 1.87ton (흙의 單位重量 1.44ton/m<sup>3</sup>를 容納)을 運搬한다. 安富<sup>15)</sup>은 排土板에 들어가는 切土量은 排土板에 가득찰때까지 作業距離와 同時에 增大하는데 大型불도우저는 距離 45~100m까지의 整地作業과 흙의 運搬에 適合하며 中型불도우저는 切土에 適合하고 運土距離는 0~45m까지라 하였다. 吉田<sup>16)</sup>은 階段田을 만들때 傾斜地의 頂上部에 불도우저의 前後進 可能地(밭갈)을 만들어 여기서 山地의 等高線에 따라 傾斜面을 切取하여 흙을 아래로 떨어트려서 盛土하는 切盛土工法이 普通行하고 있는 工法이며 불도우저로 階段田을 만들면 斜面勾配가 21°~26° 前後로 만들어지고 急傾斜地에서는 機械作業効率が 70%정도로 低下하여 運搬距離 6.5m에서 運土量 55.2m<sup>3</sup>/h이라 (BD-11 불도우저)하였다. 中田<sup>17)</sup>은 불도우저에 의한 機械開墾에 관한 調查에서 土地의 傾斜限界는

22° 程度이며 그以上은 불도우저의 밭갈을 만들기 困難하고 盛土의 비탈면이 길어져 工事費가 늘어나며 또 全體面積에 대한 耕地面積이 더욱 적어져 不經濟이고 新設 比탈면의 崩壞되기 쉽고 특히 心土가 表面에 나오는 것이 致命的인 欠點으로 되어 地力이 떨어지고 酸性(pH)이 높아져 作物栽培를 하면 收量이 너무 떨어져 收支採算이 맞지 않으므로서 힘들어 造成한 耕地를 放置하는 일이 생기고 있는 實情이라 調查報告하고 比탈면의 保護를 위하여 比탈 길이를 2m以內로 하고 勾配를 45° 정도로 하고 불도우저로는 30~35°까지 만들고 잔디를 입혀 다루리할 때 45°로 만들며 아울러 運土距離 30m에서 平均運土量 276m<sup>3</sup>/10a를 所要時間 4~5.4 時間/10a에 開墾하여 熟地化하는데 4~6년이 걸렸다고 調查報告<sup>18)</sup>하였다. 加藤<sup>19)</sup> 등은 岐阜縣 및 愛知縣에 造成한 階段田을 設計面에서 살펴 볼때 ① 나비의 最低는 불도우저의 排土板의 길이가 되고 ② 비탈높이는 2m以下 ③ 비탈면은 45°~60°의 急잔디와 돌담쌓기에 依存하고 ④ 等高線에 따라 區劃의 長邊을 取하고 불도우저의 運土距離는 20~30m, 運土量은 250m<sup>3</sup>/10a以內가 되도록 切盛土하고 所要時間은 5時間/10a라 하였다. 이와같이 불도우저 開墾에 관한 많은 研究가 進行되었으나 階段田의 比탈면에 잡질을 하는 頻度는 提示하지 못하였다.

作物이 生育하는데 耕地가 어느정도 理化學的으로 좋아졌는가를 알기 위하여 土性, pH價, 有機物含量, pF值, 侵蝕率, 粘土率 등의 變化를 일으킨다. 既耕地의 理想的 有機物含量은 作土層에서 2~5%<sup>20)</sup>이고 pH=7로 團粒構造를 이루어 團粒容水量이 크고 平均 有効水分量이 많아서 作物이 水分을 充分히 利用할 수 있으며 나아가서 耐蝕性土壤이 되어야 하겠다. 그렇게 만들자면 무엇보다도 各種肥料의 投入이 必要하다. 그런데 金肥의 施用은 農事資金만 있으면 短期日에 마련할 수 있고 運搬도 그 量이 적어 容易하다. 그러나 堆肥는 自家生産으로 充當해야 하는 것으로 開墾地熟地化의 成되는 堆肥의 圓滿한 供給에 있다. 특히 앞으로는 國土의 効率的인 利用으로 山野에서 雜草를 採取하여 堆肥를 生産하는 일은 점점 어려운 形便이다. 그러므로 開墾地自體에서 採草地를 마련하여야 堆肥生産과 그 運搬問題가 解決되겠다. 이는 한편 初期生産力이 아주 낮아 收量이 1/2以下 밖에 되지 않은 耕種栽培를 할 것이 아니라 牧草栽培로 堆肥를 充分히 마련하고 土壤의 理化學的 組成을 向上시킨 다음에 耕種栽培로 옮기는 것이 熟地化를 促進

시킬 것이다. 荳科牧草가 空中窒素固定能力을 가지고 있어서 徹底的으로 土壤肥沃土를 높인다는 것은 이미 알고 있는 事實이지만 더욱 強調되어야 할 것은 荳科나 禾本科의 牧草는 뿌리가 깊어 그리고 緻密하게 發達하므로써 土壤의 構造를 改善하고 保水力을 增大한다. 그중에서도 禾本科牧草는 輕鬆한 土壤을 緊密하게 만들고 重粘土壤을 膨軟하게 만든다. 즉 單粒構造를 團粒構造로 만들고 있다. 以上으로 開墾地에 牧草를 導入하는 일은 土壤自體의 改善 뿐 아니라 生産力을 向上시키는데 큰 뜻을 가지고 있다는 것을 알 수 있다. 荳<sup>37)</sup>는 每年 1,125 kg/10a정도의 堆肥를 밭에 供給하여야 腐植量을 維持할 수 있다고 한다. 그리하여 이량의 堆肥를 마련하는데 堆肥는 原料風乾物量<sup>4)</sup>의 約 3倍로 볼 수 있어서 1年 2作出, 經營規模 2.5ha에서 10a當 400kg의 乾草를 生産하여야 한다. 따라서 이는 0.58ha 정도의 採草地가 必要하다. 라디노클로버는 땅을 가리지 않고 잘 자라서 1957~1958의 2年間に 걸쳐 開墾地에 各種 飼料作物을 播種하여 放任狀態로 管理한 成績에 依하면 野生草나 雜草보다 生存競爭에서 떨어지며 4月 10일에 播種한 라디노클로버가 80日間 生存하였다. 이와같이 施肥管理를 하지 않고 放置하면 飼料作物은 弱하여 收穫을 올릴 수 없는데 1957~1959까지 3年間 畜産試驗場의 耕種標準要綱에 依據하여 導入牧草栽培適否試驗<sup>38)</sup>을 한 것에 의하면 라디노클로버는 2回の 刈取로 生草平均收量 2,861,792kg/10a로 他種보다 收量이 가장 많았고 1959년에는 라디노클로버에 의한 牧野地改良試驗<sup>39)</sup>에서 無處理區 100에 대한 (石灰+磷酸)區의 收量指數가 721.9로 가장 높아서 뚜렷한 多收의 效果가 있음을 보여 주었다. 그리고 濟州牧場에서 1960~1963까지 4個年에 걸쳐 原野地에 石灰, 磷酸, 加里를 施肥하여 라디노클로버를 撒播한 試驗<sup>40)</sup>에 依하면 無處理區 435kg/10a, 石灰區 822kg/10a, 石灰, 磷酸區 1,230kg/10a, 石灰, 磷酸, 加里區 1,470kg/10a을 얻어 生草平均收量 989.25kg/10a를 얻고 있어서 無處理區인 原野地에 肥料를 投入하지 않으면 그 收量이 400kg/10a이어서 收量이  $\frac{1}{2}$ 以下로 떨어져 좋지 못하였다. 그러나 石灰만 投入하여도 收量은 2倍정도로 增加하고 磷酸, 加里를 添加하는데 따라 收量이 거의 倍程度씩 增加하고 있어서 여기에 窒素와 堆肥를 添加한다면 훨씬 더 收量이 增加할 것이 豫想된다. 같은 年인 1961年에 牧草에 對한 刈取回數와 草生維持 및 生産에 關한 試驗<sup>41)</sup>에서 라디노클로버는 3回刈取로 3,550,410kg/10a를 얻었고

1964년에는 1960~1964年의 5個年에 걸친 飼料作物品種保存區의 生育調査<sup>42)</sup>에서 生草平均收量 6,400 kg/10a로 라디노클로버는 優良荳科牧草로서 撰拔되었다. 그리하여 1966年度에 荳科牧草 品種比較試驗<sup>43)</sup>에서 生草平均收量 6,405.3kg/10a의 收穫을 올리고 있다. 따라서 本試驗에서는 (無肥), (石灰+3要素), (堆肥+石灰+3要素)別로 開墾作業方法에 따른 收量調査를 하기로 하였다. 一般적으로 開墾地에서 初年에 3,000kg/10a程度의 收量만 올린다면 相當히 地力이 向上된 것으로 解釋할 수 있으며 2年次에는 初年에 生産된 生草를 堆肥로 投入할 수 있어서 더욱 加重的으로 地力이 向上되어 熟地化가 促進될 것이다.

한편 Veihmeyer와 Hendrickson<sup>44)</sup>은 圃場容水量을 "排水가 良好한 均一한 構造를 가진 土壤으로 多量의 降雨가 있는 2~3日後 물의 下降移動이 매우 적어졌을 때의 土壤分量이라 規定하고 그後 Moor<sup>45)</sup>와 Richards<sup>46)</sup>은 圃場容水量에 對應하는 水分量아래 不飽和 透水係數가 거의 零이 되는 水分量이라 提唱하고 圃場容水量 狀態로 到達하는 時間을 Veihmeyer<sup>47)</sup> 등은 灌水後 2~3日이라 規定하여 圃場容水量은 水分當量과 같다고 말하고 Richards<sup>48)</sup> 등은  $\frac{1}{3}$ 氣壓水分에 該當한다고 하였다. Marshall<sup>49)</sup>은 이들 規定이 土性에 따라 一致하기도 하고 不一致하기도 하여 不確實하다고 하였는데 土壤標本採取는 面積 1.5m×1.5m에 100~150mm의 灌水를 하여 24時間 放置하여 (비닐로 덮음) 깊이 15cm~95cm 사이를 20cm間隔으로 攪亂하지 않은 試料를 採取하여 測定하고 있다. 圃場容水量을 水分壓力으로 나타내는데 白井等<sup>50)</sup>은 pF 4~3는 室內에서 遠心法에 의하여 測定하되 1mm以下の 細土를 遠心器에 넣어서 그 含水比에 1mm以下の 粒子 含有率을 곱하여 原土에 대한 含水比를 얻고 있으며 pF 1.5를 圃場容水量으로 定하여도 좋을 것이라 하였다. 遠心分離法<sup>51)</sup>은 一定遠心力과 平衡하는 土壤水分量을 抽出하는 것으로 可測水分範圍는 pF 1.0~4.2사이이다. 生島等<sup>52)</sup>은 pF 3.2가 되면 植物의 正常生育을 阻害하며 富士岡等<sup>53)</sup>은 作物生育과 土壤水分關係에서 水分當量(pF3.0)은 土性如何를 不問하고 正常生育에서의 最低土壤水分을 나타낼과 同時에 正常生活의 限界點을 表示하는 것으로 JIS에 의한 遠心水分當量試驗法으로 測定하였다.

Webber L.R<sup>54)</sup>은 侵蝕받지 않는 土粒子는 團粒의 安定度가 牧草連作區에서 最高이며 有機物 含有量이 4.21±0.24%이며 옥수수連作區는 3.1%로 가

장 떨어져고 侵蝕上은 砂를 적게 包含하고 細粒土를 많이 含有하고 있다. Middleton<sup>47)</sup>은 分散率과 侵蝕率을 提唱하여 耐蝕性土壤은 分散率이 5.2~15.1, 侵蝕率이 2.2~12.2사이에 있고 受蝕性土壤은 13.0~66.0과 12.4~65.2사이에 있다고 하였다. 日本 四國農試<sup>48)</sup>는 花崗岩質土壤에서 分散率이 17.9~51.1 侵蝕率이 37.5~151.5, 粘土率 2.6~11.4 사이에 있다고 한다. Bouyoucos<sup>49)</sup>는 粘土率을 提唱하여 耐蝕性土壤은 受蝕性土壤에 比해서 粘土粒子가 많이 들어 있으며 水分當量이 높으라고 하였는데 우리나라에서는 이들을 測定한 바가 없는 것으로 안다.

## Ⅱ. 불도우저에 의한 開墾工法에 關한 研究

### 1. 土地傾斜度 15° 以下에 있어서 原地形 開墾

#### 가. 圃場 및 機械

##### (1) 圃場

京畿道 安城郡 寶蓋面 上三里 山 8番地 안에 있는 본 試驗圃場은 標高 340m인 清凉山 기슭에 펼쳐진 標高 80m 정도되는 느린 골짜기로 面積 999m<sup>2</sup> 안에 10~12年生 소나무 218本 (지름 6.9~10.5cm)

Table 1. Soil texture & analysis data

Gravel (%)	Mechanical analysis (%)			soil texture	pH	O.M (%)	available P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (ppm)	C.E.C (me/100g)	Exchangeable (me/100g)			
	sand	silt	clay						Mg <sup>++</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	Ca <sup>++</sup>
27.3	73.30	18.03	8.67	S.L	5.23	0.3	6.4	5.50	2.4C	—	—	3.36

Fertilizer application (kg/10a)

lime	double superphosphate	potassium chloride	compost
120	14.8~17.4	2	1,125

상수리나무 95本 (지름 6.4~8.3cm) 計 313本이 混植된 雜樹林地이다. [附圖 1 參照] 그 아래 地被物로 새類가 거의 대부분의 면적을 덮고 있으며 점점이 조릿대풀 등이 자라고 있어 生長이 旺盛하였다. 土層을 조사한즉 表土는 길이 平均 10cm (5~15cm) 정도이고 心土가 平均길이 1.4m(1.0~1.8m) 아래까지 깊숙히 쌓이고 굵은 모래보다 약간 굵은 자갈은 있으나 청소하여야 할 자갈파위는 발견할 수 없으며 地下水가 낮아 排水가 잘되고 腐植은 적어 0.3%정도였으며 淡褐色을 띤 壤質砂土로 되어 있다. 土地傾斜度는 東西向으로 平均 10°(8~12°)이며 土性 및 土壤檢定結果는 Table 1과 같다.

##### (2) 使用機械

소형 불도우저는 보통 담두추력으로 운반할 수 있어 機動性이 있고 작업량이 알맞아 소형 PS41 불도우저 (JD350)를 使用하였다. (諸元은 附表3 參照) 불도우저의 排土板의 좌우경사각은 25°~30°이며 登

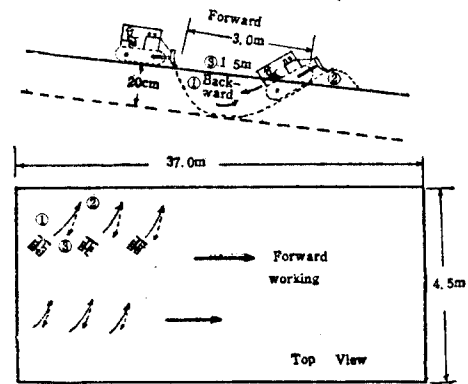


Fig. 1. Working process of Forward warking method

坂能力은 30° 정도로 排土板을 수평면에 대하여 약 10°정도 경사지게 하는 Tilt裝置를 하도록 하였다.

#### 나. 作業方法

原地形開墾에서 불도우저에 의한 주름잡이 開墾作業을 하되 前進法과 後進法에 의한 것을 比較하도록 하였다. 試驗圃의 크기는 作業中에 端數를 없애기 위하여 4.5m×37m=166.5m<sup>2</sup>를 취하였다.

##### (1) 前進주름잡이 作業方法

Fig.1과 같이 開墾地의 높은 머리에서 地形에 따라 適當한 角度로 불도우저를 앞쳐서 排土板을 내려 約 3m정도 斜方向으로 前進하기를 2~3回 反覆하여 길이 20cm정도를 과해서 나지막하게 밀어올린



Fig. 2. Dozer is pushing soil to angled direction by turning at the forward working method

다. 이 作業이 끝나고 나면 불도우저를 橫斷方向으로 돌려 排土板을 내려서 土層을 고루어 原位置에 돌아온다. 그러면 露出된 心土가 무너지면서 고랑에 내려가서 거칠게나마 一次적으로 고른 것이 되어 다음 總土作業이 쉬워진다. (Fig 2. 參照)

이 作業이 끝나고 나면 마지막 높은 자리에서 첫머리를 보고 排土板을 내려 前進하면서 造成耕土面을 고루어 나가면 파 일켜진 心土가 무너지면서 大部分 고랑에 내려가고 若干이 表土에 섞이면서

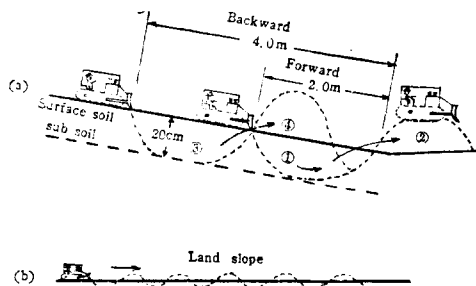


Fig. 3. Furrowing working process by backward working method

다. 그리고나서 다음 土層이 칸을 바로 보도록 若干 方向을 틀면서 約 1.5m정도 後退한다. 다음 칸에 3m정도 前進할 때는 역시 土層을 꺾어서 斜方向으로 進入한다. 이와 같은 作業要領을 反覆하면서 前進하는 것이다. 이와같이 하여 全開墾地를 파서 밀어두면 縱斷方向으로 비스듬히 土層이 생긴

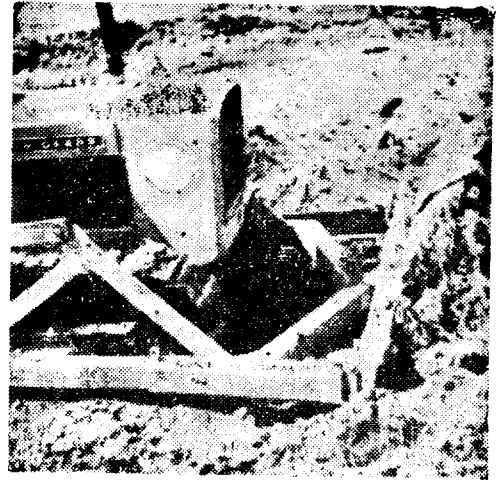


Fig. 4. Dozer is pushing soil forward 2m ahead of it at first step of the backward working method

거칠게나마 1次的으로 表面을 고르게 되어 다음 碎土作業이 容易해진다. (Fig 4. 參照)

(2) 後退土層잡이 作業方法

Fig.3과 같이 原土地傾斜의 낮은 곳 첫머리에서 排土板을 땅에 挿入하여 約 2m정도 前進하면서 前方에 흙을 나지막하게 쌓아 올리는 일을 하되 길이 20cm정도를 층층이 밀어 올리기를 2~3회정도 反覆한다. 그러면 排土板앞에 고랑이 생긴다. 그 다음 4m정도 後退하여 다시 이와같은 要領의 作業을 反覆한다. 이 作業方法을 開墾地의 끝까지 繼續하면 全開墾地에 나지막한 凹部가 여러개가 생긴다.

다. 試驗成績 및 考察

前述한 前進法과 後退法의 作業方法에 의하여 開墾한 作業時間과 運土量은 Table 2, 3과 같다. 前進法과 後退法은 다같이 運土量에서는 240m<sup>3</sup>/10a를 벗어나지 않고 作業이 이루어져서 作業方法과 運土量사이에는 別다른 關聯없이 無意義 하였다. 그런데 作業時間은 Table 4와 같이 兩作業方法사이의 高度의 有意性を 나타내어 後退法이 훨씬 作業時間



Table 2. Furrowing working performance

Method	Rep.	Working time	Working time per 10a
Forward working method	I	41min10sec	4hr07min00sec
	II	34 17	3 25 42
	III	30 50	3 05 00
	Mean	35 26	3 32 36
Backward working method	I	29 25	2 46 30
	II	28 10	2 49 00
	III	25 25	2 32 30
	Mean	27 58	2 47 48

※ Plot size 4.5m×37m=166.5m<sup>2</sup>

이 短縮되었다. 그러므로 地形에 別다른 特殊條件이 없는限 後退法을 使用하는 것이 心土의 露出도 적고 첫갈이도 徹底히 되며 作業能率이 오를 것이다.

Table 3. Earth moving measurement

Method	Rep.	Driving distance (m)	No. of excavation	Earth moving (m <sup>3</sup> )	Earth moving per 10a
Forward working method	I	6.0	109	47.3	284.0
	II	4.8	98	40.1	241.0
	III	5.7	83	36.9	221.2
	Mean	5.5	96	41.4	248.7
Backward working method	I	5.0	127	45.8	274.8
	II	4.3	108	39.8	238.7
	III	4.8	107	37.8	226.8
	Mean	4.7	114	41.1	246.8

주름잡이 作業方法은 耕地의 熟地化를 促進하고 滲透를 좋게하여 土壤侵蝕防止에 도움이 되어 別途로 表土다루기를 할 것이 없다. 그런데 주름잡이 作業은 機械의 前進後退와 排土板 上下의 連續으로 機械에는 無理한 作業이 되어 損耗가 크고 運轉士는 單調로운 作業過程으로 권태를 느끼는 것이 欠点이다.

前進法은 斜方向으로 前進하였다가 後退하고 다음 주름잡이에 들어가기 위하여 핸들을 꺾어야 하므로 運轉士가 恒常 注意를 기울리 하지 않으나 遠心力이 作用하여 轉倒의 危險이 따르며 圃場의 모서리 掘鑿이 充分하지 못하였다. 그리고 耕地面 고르기에서 불도우저의 方向을 바꾸어서 橫斷方向으로 運行하게 되어 한칸 건너서 心土의 露出이

甚하였다.

後退法은 圃場의 短邊에 平行히 後退하므로 모서리의 掘鑿이 徹底히 되며 運轉에 安定感이 있어 疲勞가 덜하고 1後退過程의 주름잡이가 끝나면 圃場의 높은 곳에서 곧 고르기로 動作의 連結이 잘되어 作業時間에 希비가 없었다. 그리하여 後退法이 前進法에 比하여 高度의 有意性을 認定할 수 있어서 平均作業時間을 112.5sec보다 훨씬 많은 448sec나 短縮시켜 後退法이 有利하다고 뚜렷하게 말할 수 있다.

Table 4. Furrowing working performance

Treatment Rep	Forward working method	Backward working method	Total
1	2,470sec	1,765sec	4,235sec
2	2,057	1,690	3,747
3	1,850	1,525	3,375
Total	6,377	5,035	11,412
Mean	2,126	1,678	—

ANOVA Table

Factor	d.f.	S.S	M.S	F
Source	5	345,975.0	—	※※
Treatment	1	300,160.7	300,160.7	F=26.2>
Error	4	45,814.3	11,453.8	21.2

$$L.S.D = t_{\frac{\alpha}{2}} \cdot 0.05 \times \sqrt{\frac{2S^2}{n}} = 112.5$$

## 2. 土地傾斜度 15° 以上 20° 까지의 水平型 階段田 開墾

### 가. 水平型 階段田의 設計

#### (1) 階段田의 斷面

傾斜面을 깎을 경우에 機體는 水平 또는 山側으로 기울도록 操縱하고 田面의 造成勾配는 水平으로 만든다. (Fig 5)

$$\begin{aligned} \text{直線 SON: } & y = mx & m &= \tan\theta \\ \text{〃 MN: } & y = m_1(x - rb) & m_1 &= \tan\theta_1 \\ \text{〃 RS: } & y = m_2(x + (1-r)b) & m_2 &= \tan\theta_2 \end{aligned}$$

라 하면 N의 座標(x<sub>1</sub>, y<sub>1</sub>) 및 S의 座標(x<sub>2</sub>, y<sub>2</sub>)에서 x<sub>1</sub>, y<sub>1</sub>, x<sub>2</sub>, y<sub>2</sub>의 絕對値는

$$\left. \begin{aligned} x_1 &= \frac{m_1 rb}{m_1 - m} & y_1 &= \frac{mm_1 rb}{m_1 - m} \\ x_2 &= \frac{m_2(1-r)b}{m_2 - m} & y_2 &= \frac{mm_2(1-r)b}{m_2 - m} \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots(1)$$

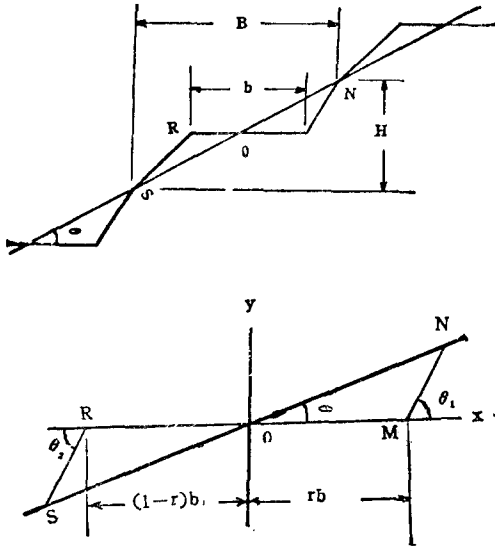


Fig. 5. Section view of terrace

- H: Terrace height
- B: Terrace width
- b: Effective width
- $\theta$ : Natural land slope
- $\theta_1$ : Cutting sectional of slope
- $\theta_2$ : Banking sectional of slope
- $\triangle OMN$ : Cutting section
- $\triangle ORS$ : Banking section
- $\triangle OMN = \triangle ORS$

이때  $\triangle OMN = \triangle ORS$  이므로

$$\frac{1}{2} r \delta y_1 = \frac{1}{2} (1-r) \delta y_2$$

$$\frac{mm_1 (rb)^2}{m_1 - m} = \frac{mm_2 (1-r)^2 b^2}{m_2 - m}$$

$$\therefore r = \frac{\sqrt{m_2(m_1 - m)}}{\sqrt{m_1(m_2 - m)} + \sqrt{m_2(m_1 - m)}}$$

$$= \frac{\sqrt{\cot \theta - \cot \theta_1}}{\sqrt{\cot \theta - \cot \theta_1} + \sqrt{\cot \theta - \cot \theta_2}} \dots\dots(2)$$

또  $H = y_1 + y_2$ 로 하면 (1)로부터

$$H = \frac{mm_1 rb}{m_1 - m} + \frac{mm_2 (1-r)b}{m_2 - m}$$

(2)의 값을 代入하면

$$H = \frac{b}{\sqrt{\cot \theta - \cot \theta_1} + \sqrt{\cot \theta - \cot \theta_2}} \dots\dots(3)$$

$$b = H \frac{\sqrt{\cot \theta - \cot \theta_1} + \sqrt{\cot \theta - \cot \theta_2}}{\dots\dots(3)}$$

다음에

$$B = x_1 + x_2 = \frac{H}{m}$$

(3)으로부터

$$B = \frac{b \cdot \cot \theta}{\sqrt{\cot \theta - \cot \theta_1} + \sqrt{\cot \theta - \cot \theta_2}} \dots\dots(4)$$

$$b = \frac{B \sqrt{\cot \theta - \cot \theta_1} + \sqrt{\cot \theta - \cot \theta_2}}{\cot \theta}$$

(2) 10a當 切土量, 盛土 비탈面積 및 田地造成率

10a當 切土量 V는

$$V = \frac{1,000}{B} \times \triangle OMN$$

$$= \frac{1,000}{B} \times \frac{1}{2} \times \frac{mm_1 (rb)^2}{m_1 - m}$$

$$\therefore V = 500 \cdot b \tan \theta \sqrt{\frac{\cot \theta - \cot \theta_2}{\cot \theta - \cot \theta_1}} \cdot r^2 (m^2/10a) \dots\dots(5)$$

$\theta_1 = \theta_2$ 라 하면

$$V = 125 b \tan \theta \dots\dots(6)$$

또 (3)과 (5)에 의해서

$$V = 500 r^2 H \tan \theta (\cot \theta - \cot \theta_2)$$

$$= 500 H \tan \theta \frac{(\cot \theta - \cot \theta_1) (\cot \theta - \cot \theta_2)}{(\sqrt{\cot \theta - \cot \theta_1} + \sqrt{\cot \theta - \cot \theta_2})^2} \dots\dots(7)$$

$\theta_1 = \theta_2$ 라 하면

$$V = 125 H \tan \theta (\cot \theta - \cot \theta_1) \dots\dots(8)$$

10a當 盛土비탈면적의 面積 A는

$$A = \frac{1,000}{B} \times RS$$

$$= \frac{1,000}{B} \times \frac{mm_2 (1-r)b}{m_2 - m} \sqrt{1 + \cot^2 \theta_2}$$

$$\therefore A = 1,000 \tan \theta \operatorname{cosec} \theta_2 \sqrt{\frac{\cot \theta - \cot \theta_1}{\cot \theta - \cot \theta_2}} (1-r) \dots\dots(9)$$

$\theta_1 = \theta_2$ 라 하면

$$A = 500 \tan \theta \operatorname{cosec} \theta_1 \dots\dots(10)$$

田地造成率  $\frac{b}{B} = \alpha$ 는 (4)로부터

$$\alpha = \frac{\sqrt{\cot \theta - \cot \theta_1} + \sqrt{\cot \theta - \cot \theta_2}}{\cot \theta} \dots\dots(11)$$

$\theta_1 = \theta_2$ 라 하면(斜面勾配에 支配되므로)

$$\alpha = 1 - \frac{\cot \theta_1}{\cot \theta} \dots\dots(12)$$

原傾斜度  $\theta$ 가 急할수록 田地造成率이 減少하는 것으로  $\theta = 20^\circ$ , 비탈면기울기  $\theta_1 = 50^\circ$ 에서  $\alpha = 70\%$ ,

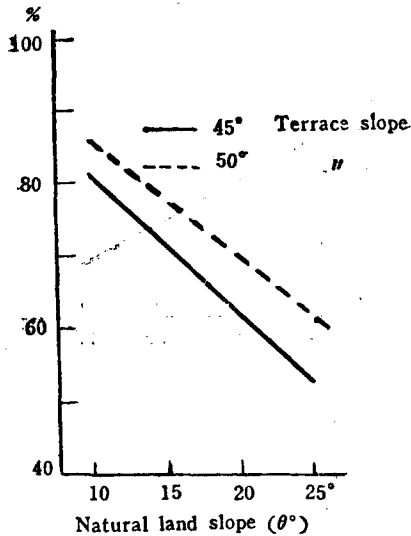


Fig. 6. Land utilization rate at the different terrace slope

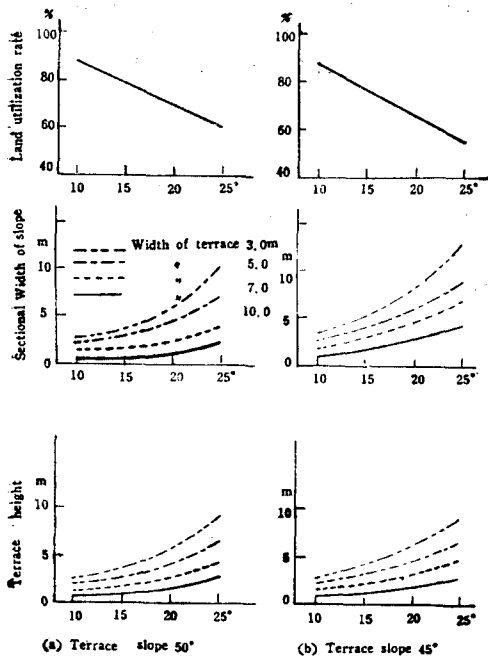


Fig. 7. Relations between natural land slope and terrace height, sectional slope length

Table 5. Critical slope

H(m) \ V	less than 250m <sup>2</sup> (θ°)	less than 300m <sup>2</sup> (θ°)
1.5	8~17°	8~17°
2.0	8~20°	8~20°
2.5	11~22°	8~22°

潰滅地率 30%로 造成費와 大 關係가 있다.

(3) 施工限界

施工限界는 10a當 切土量外에 使用機械의 排土板幅에 의해서 制限을 받는데 JD350은 2.3m이어서 이것을 效率面에서 볼때 切土幅은 2.0m以上 있어야 한다. 機械의 使用限度로는 b의 最小幅이 2.3m이다. 따라서 b=2.3m로 하여 施工限界를 살펴 보면 Table 5에서 10a當 切土量을 250m<sup>2</sup>/10a로 假定할때 H=1.5, 2.0, 2.5m에 따라 θ<8°~11°로 되면 이 土工量을 超過하고, 300m<sup>2</sup>/10a로 假定하면 H=1.5, 2.0, 2.5m에 따라 θ<8°일때 그 量을 超過하게 된다. 즉 H를 크게 하면 傾斜가 急한 곳도 施工할 수 있으나 10a當 切土量이 늘어나고 또 田地造成率이 낮아진다. 그리하여 階段工의 評價는 田地造成率과 田面機能의 兩面에서 檢討되어야 한다.

(4) 田面幅과 田地造成率

原傾斜角度와 田地造成率과의 關係는 Fig.6과 같으며 水平階段田의 田面幅을 3, 5, 7, 10m로 각각 一定하게 固定시킨 경우에 原傾斜角度一階段高, 原傾斜角度一階段斜面長의 變化는 Fig. 7과 같다. 田地造成率은 田面幅에 關係없이 斜面기울기에 따라서 一定한 比率로 減少하였다. 따라서 同一 田地造成率인데도 田面의 機能은 다르므로 이것을 田地造成率에서 論할 수 없다. 一般으로 田面幅을 넓게 취할수록 階段高와 階段斜面長이 늘어난다.

그런데 造成後의 安定性을 考慮하여 階段高, 斜面 기울기의 制限條件을 주었을 경우에 原傾斜角度와 田面幅과의 關係를 求하면 Fig. 8과 같다. 斜面 기울기를 45°, 50°로 하여 階段高의 最高限度를 2.0m로 한즉 原傾斜角度가 增加하는데 따라 田面幅이 減少한다.

따라서 階段高 2.0m에서 田面幅을 5m以上 維持 하려면 原傾斜 角度의 造成限界가 16~17°이며 原傾斜度 20°에 階段田을 造成하려면 田面幅이 4.0~3.5m로 되어 田面幅이 좁아진다.

以上은 造園形態諸元의 理論値에서 여러가지를 考

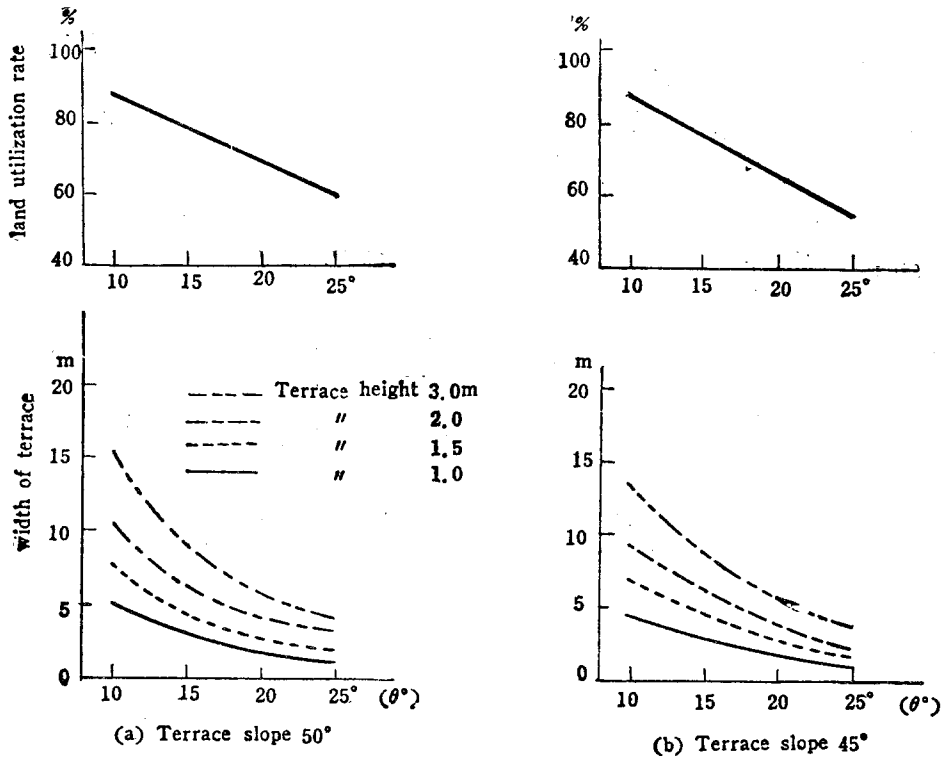


Fig. 8. Width of terrace according to natural land slope in the condition of constant terrace height.

察한 것인데 이것을 볼도우저로 施工關係를 살펴보면, 볼도우저는 重機械이므로 傾斜角도의 適應性, 機體, 機體裝備 무게가 무겁고 鈍하므로 急傾斜地에서는 坂관이 一般으로 나쁘고 轉落恐怖心이 결드러서 施工精度, 作業의 安全性, 機種의 大小等 施工上의 制約이 다르기 마련이다.

(5) 切土深

開墾工程에서 切土의 深淺은 造成過程에서 切盛運土에 따라서 表土나 心土가 反轉攪拌하여 耕土가 劣等화한다.

그 結果 土壤改良資材量의 大小, 運搬, 撒布품, 造成後의 土壤管理등에 直接·間接으로 영향을 미치므로 公式에서 切土深을 求한즉 Fig. 9와 같다. 즉 階段田은 階段高를 制限하면 原傾斜角의 增加에 따라 田面幅이 좁아지고 또 切土深도 얇게 된다.

實地로 急傾斜地 일수록 表土가 얇으며 이에 比하여 切土深이 깊게 되면 表土와 下層土가 造成過程에서 攪拌되어 瘠薄한 心土가 露出되므로 土壤管理面에 問題가 생긴다. 故로 切土深은 얇은 것이 바람직하다.

(6) 造成土工量

切土工量은 Fig. 10과 같이 階段高를 制限한즉 切土深에서 본 바와 마찬가지로 原傾斜角의 增加에 따라 切土工量도 減少하였다. 여기서 一定 切土工量에 대한 限界原傾斜角을 살펴본즉 土工量을 3,000m<sup>2</sup>/ha 以下로 머물게 하자면 階段高를 2m로 制限할때 斜面 기울기 50~45°에서 原傾斜角 8°~30°까지가 2,240~1,050m<sup>2</sup>/ha를 나타내어 어느 것이나 3,000m<sup>2</sup>/ha 以下가 된다. 그런데 階段田의 造成土工量은 半切土 半盛土이기 때문에 切土量의 2倍로 보면 理論的으

나. 불도우저에 의한 階段田造成

(1) 圃場 및 機械

(가) 圃場

本試驗圃場 (1)에서와같이 安城郡 寶蓋面 上三山 山 8番地에 마련한 것으로 本農場의 出入道路곁에 位置한 面積 4,300m<sup>2</sup>를 果樹園으로 開發하기 위하여 階段田을 造成하였다. 本階段田은 附圖 (1)에서 보는바와같이 3區劃으로 되어있는것 중 中央의 것으로 7階段을 造成하는 것에서 最下段은 除外하고 위 6階段을 對象으로 試驗하였다. 6階段의 面積 1,320 m<sup>2</sup>內에 10~12年生 소나무 146本(徑6.9~10.1cm), 상수리나무 27本(徑 6.4~8.3cm) 計 173本이 混植되어 있는 椎樹林地이다. 그 아래 地被物로 새類가 거의 大部分의 面積을 덮고 있으며 점점이 썩과 나리 등이 자라고 있어 生長은 普通이었다. 淡褐色을 띤 花崗岩質 砂壤土로 된 本階段田試驗圃는 表土가 깊이 平均 10cm(5~15cm)정도이며 心土는 平均깊이 1.4m(1.0~1.8m)아래까지 쌓여 있고 地下水가 낮아 排水가 잘되고 裸地로 露出된 곳은 점점이 가벼운 侵蝕現象을 볼수 있었다. 腐植은 매우 적어서 0.3%정도 이었으며 土地傾斜度는 平均

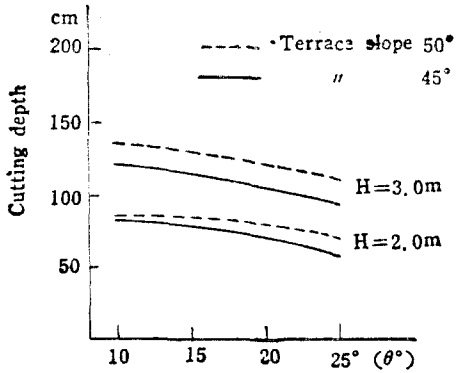


Fig. 9. Cutting depth vs. natural land slope

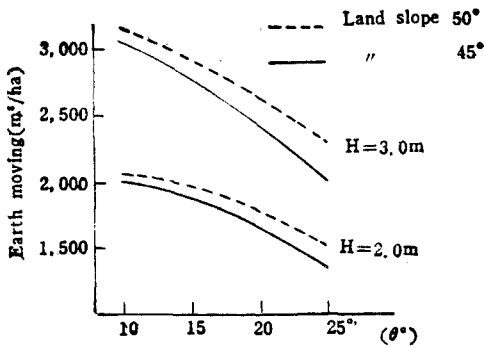


Fig. 10. Earth moving vs. natural land slope

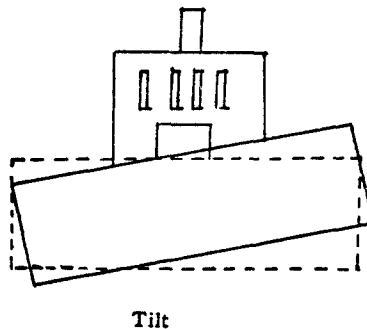
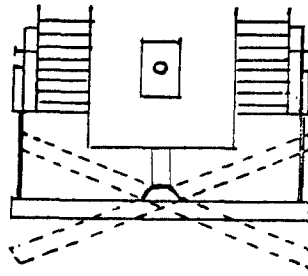


Fig. 11. Angle & tilt adjustment

로는 簡單히 求해지나 實地로 造成過程에서는 運土 作業이 加算되므로 造成土工量에서 造成結果의 判定을 하기는 매우 困難하다.

더우기 瘠薄한 丘陵地에서 表土다루기를 할 경우는 더욱 그러할 것이며 불도우저의 Angle만 使用할 경우와 Angle과 Tilt 裝置를 使用할 경우는 많은 差異를 가져 올 것이 豫想된다. 그리하여 各종의 作業內容과 各 作業距離 度數分布를 調査키로 하였다. 大·中型 불도우저에는 Tilt裝置가 없고 小型불도우저에 Angle裝置가 있으나 Tilt裝置가 있는 것이 있고 없는 것이 있어서 이 比較試驗이 必要하였다. (Fig. 11 參照)

Table 6. Soil texture & analysis data

Gravel (%)	Mechanical analysis(%)			Soil texture	pH	O.M (%)	avail P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (ppm)	C.E.C (me/100g)	Exchangeable (me/100g)			
	sand	silt	clay						Mg <sup>++</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	Ca <sup>++</sup>
24.7	71.84	18.20	9.96	SL	5.4	0.3	10.76	7.52	1.04	—	—	2.34

20°(18~22°)로 東에서 西南北方으로 扇形으로 기울어져 있다.

土性 및 土壤檢定結果는 Table 6과 같다.

(나) 使用機械

小型볼도우저는 (1)에서와같이 JD350을 사용하였다.

(2) Angle裝置만 사용한 경우

水平型 階段田開墾에서 위에서 아래로 表土깎기 作業方法區가 作業時間이 慣行區(切盛土工法)보다 25.7%가 많은 6時7分43秒/10a이었으나 有意인 差로 認定할 수 없으며 運土量도 역시 368.58m<sup>3</sup>/10a로

36%정도 增加하였으나 土地生産力을 考慮할때 단한 것이 못된다고 1972년에 報告<sup>17)</sup> 하였거니와 지금 위에서 아래로 表土깎기 作業方法의 要領을 들면 다음과 같다. Fig. 13에서 a를 表土가 있는 그대로 切盛土하고 그위에 b의 表土를 깊이 10cm정도 밀어낸다. 다음에 b의 心土를 切盛土하여 水平으로 고루고 c의 表土를 깊이 10cm 정도 밀어낸다. 이와같이 하면서 차례차례 위段으로 옮겨 나간다. 이렇게 하면 最終階段은 表土가 없어지고 心土만 남게 되나 表土를 밀어 올리는 作業이 없기 때문에 作業能率이 높으나 이것은 心土를 전혀 아래로 밀어 내지 않고 表土만 깎아 내려 攪拌하므로써 土壤의 飽和度를 增加시키며 地上有機物을 表土에만 混入하므로 作物的 初期生育이 좋다.

볼도우저 作業은 重力을 利用하여 可能하면 내림 勾配에서 行하는 것이 좋으며 作業走行速度는 흙의 抵抗이 增加할수록 느리게 되어 作業能率도 低下한다. 走行速度가 느리게 되는 것은 Engine의 回轉速度의 低下에도 原因이 있으나 最大의 原因은 볼도우저의 驅動輪의 空轉率이 增加하기 때문이다. 그리고 볼도우저가 斜面을 오르내릴때는 可及의 傾斜面에 따라 몸장 오르내리지 않으면 轉倒할 危險이 따르며 車體가 옆으로 기울어진채 走行하면 履帶, 轉輪, 車體에 無理가 생기기 마련이다. 階段田을 만들때는 于先 볼도우저의 前後進이 可能하도록 발판을 車體長의 2배길이와 輪軸距離+1m 정도의 幅을 마련하여야 하므로 階段幅의 最低는 排土板의 길이로 취하여 傾斜地의 等高線에 따라 比달面의 造成勾配를 均準하게 의하여 가능하면서 切取하여 半圓形을 그리면서 아래로 밀어내린다. 이와 같은 要領에 의하여 水平型階段田을 Fig. 13과 같이 造成토록 하였다.

階段의 比달面을 切取하는때는 Angle을 裝置한 볼도우저가 좋은데 車體方向이 흙이 밀려서 나가는 方向으로 나가기 쉬워서 操向 크락치를 操作하여 恒常 車體가 몸장 進行하도록 注意할 것이다.

(Fig. 14 參照)

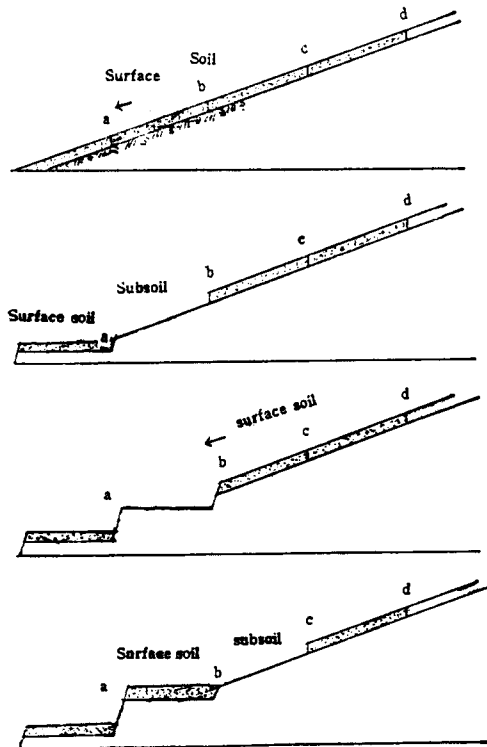


Fig. 12. Surface soil utilization method of land clearing

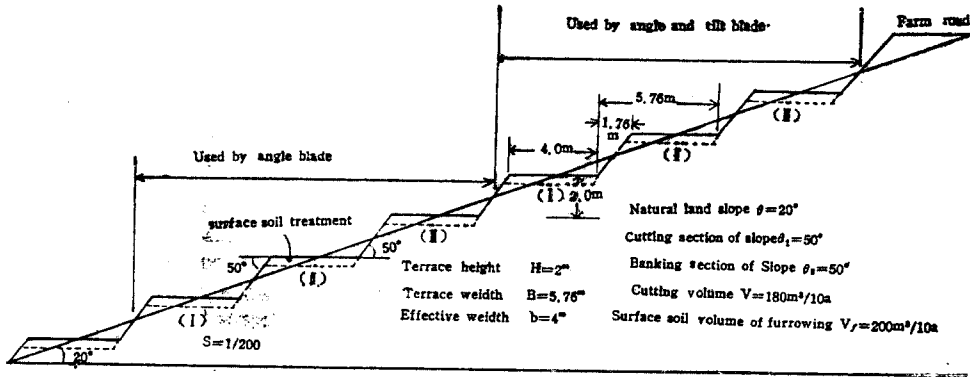


Fig. 13. Horizontal type terrace section view

## 알 림

當學會 會員으로서 多年間 教育界에 從事하여 오던중 今年에 名譽로운 博士學位를 받은 이 會員에게 全會員과 더불어 祝賀하는 바입니다. 앞으로 農工分野에 보다 깊은 研究가 있으시기를 바랍니다.

所屬; 서울 産業 大學

姓名; 黃 垠

生年月日; 1928. 9. 27

最終學校; 서울 大學校 農科 大學 農工學科 卒業

學位授與處; 서울 大學 校

授與年月日; 1975. 2. 26

學位論文; 불도우저에 의한 開墾工法の 改善과 熟地化에 關한 研究

