

# 우리나라 쟁기와 Plow 의 牽引抵抗에 關한 比較研究

A Comparison Test of Eastern and Western Plow in Draft Resistance

崔            在            甲  
Jae           Kap           Choi

### Summary

Korean Janggi and Western plow to have developed for a long time in the east and west were tested and compared in their draft resistance.

The characteristic of Korean Janggi and plow to be able to make deep plowing, on of the most important factors influenced the increased yield, were observed.

This study was undertaken to obtain these basic factors' to device and construct the deep plowing Janggi.

The results were as follow;

1. The draft resistance of Korean Janggi far less than that of plow and on the dry field, the influence of soil moisture content to the draft resistance was larger in the Korean Janggi than in the western plow, but on the rice paddy, there was not differences between them.

2. The plow was more stable than that of Janggi in their operation.

3. The relation ship between the specific draft resistance and plowing depth was shown by the carved equation,

$$K = Ax + \frac{B}{x} + C$$

(K; specific draft resistance,  $x$ ; plowing depth)

A, B, C; Constant controled by soil and instrument factor)

4. Minimum values of the specific draft resistance were as follow;

- a. On the dry field;

Korean Janggi;  $x=8\sim 14cm$

$K=280\sim 330gr/cm^2$

Westean plow;  $x=10\sim 12cm$

$K=480\sim 490gr/cm^2$

- b. On the rice paddy;

Korean Janggi;  $x=8\sim 12cm$

$K=255\sim 280gr/cm^2$

Western plow;  $x=7\sim 10cm$

$K=415\sim 420gr/cm^2$

### I. 緒 論

옛 부터 農作業中 가장 힘이 많이 들고 어려운 作業이 耕耘作業이다. 이와같은 重作業을 人力에서 牛馬等의 畜力으로 代替하려는 努力과 研究로서 考案 製作한 쟁기와 plow 는 그當時에는 가장 偉大한 發明이었다.

東洋의 쟁기나 西洋의 plow 는 제각기 다른 徑路로 發展을 하였지만 人類가 農耕生活을 하는 동안 가장 오랜 農機具이며 오늘에 發達된 農作業過程을 살펴 보아도 가장 기본이 되는 作業機의 하나이다.

東洋의 쟁기는 古代 中國 揚子江 中心의 農業의 發展과 같이 發達한 것으로 韓國 日本 其他 東洋各地에 傳播되어 諸各己 改良 發達시킨것을 日本의 森周六<sup>(1)</sup>博士가 그當時(1930~1940)의 韓國 台灣 滿州의 在來 쟁기를 比較 研究하여 各地方의 地勢와 土質에 適合하도록 改良에 많은 貢獻을 했고 美國과 歐州에서 使用 發達해온 plow 는 獨逸의 Kühne<sup>(2)</sup> Holldack<sup>(3)</sup> 美國의 Smith<sup>(4)</sup>, Turner<sup>(5)</sup>, Johnson<sup>(6)</sup> 등이 plow 의 科學的 理論과 실제로 比較研究하여 現在 使用하고 있는 plow bottom 을 만들어 내는데 많은 貢獻을 했다.

以上과 같이 東과 西에서 오랜 역사를 갖고 發達해온 쟁기와 plow 를 牽引抵抗面에서 比較試驗한 目的은 食糧의 增産으로 自給自足을 위한 政府施策에 副應하고자 增收效果에 가장 큰影響을 주는 深耕多肥 그리고

\* 筆者 서울大學校 農科大學

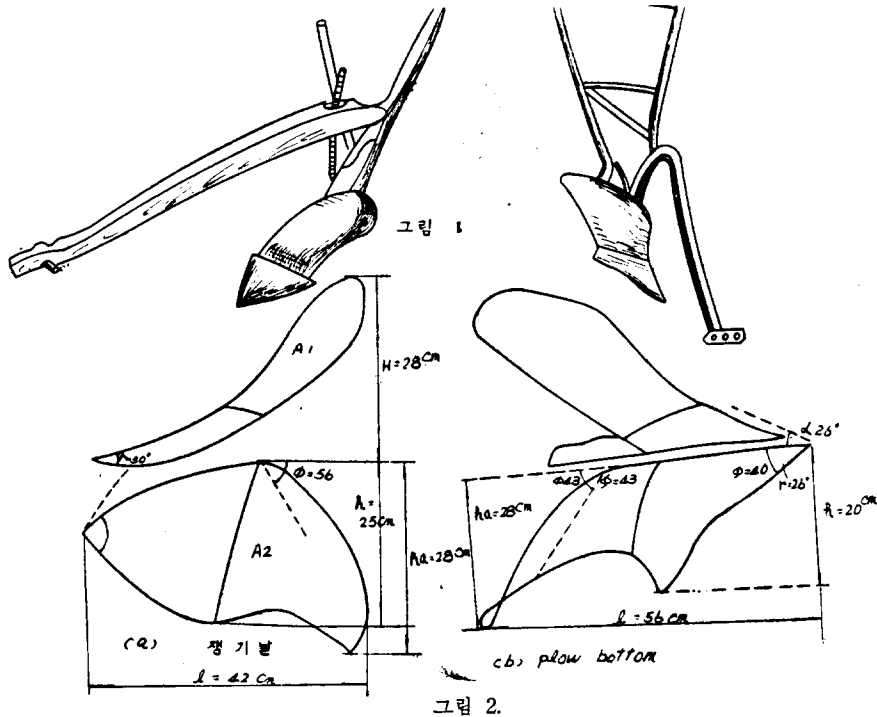


그림 2.

機械의 合理的인 利用을 하기 위하여 적은 힘으로 깊이 갈수있는 效率인 쟁기<sup>(6)</sup>나 plow를 考案製作하는데 있어 相互間의 長短點을 찾아 現在 利用되는 畜力을 보다 能率으로 使用하고 또 能率인 機械力 即 動力耕耨機 및 Tractor로 牽引하는 보다 새로운 쟁기나 plow의 考案製作에 必要한 基本資料를 얻으려고 土壤條件의 變化에 따른 한국쟁기의 牽引抵抗에 關한 研究<sup>(20)</sup>와 같이 같은 土壤條件下의 밭과 논에서 比較試驗하였다.

## II. 研究史

쟁기의 牽引抵抗에 關한 研究로는 森博士<sup>(7)(8)</sup>의 長期間의 研究로 많은 貢獻이 있고 其後 床司英信教授<sup>(9)</sup>의 研究로 쟁기 各部分에 作用하는 抵抗力을 調査分析하였고, 部分的인 研究로는 肥料連用이 土壤抵抗에 미치는 影響에 對하여 鍋木豪夫<sup>(10)</sup>의 研究와 牽引力이 牽引하는 方向 即 牽引角 其他에 關聯이 있음을 田村教授<sup>(11)</sup>의 研究로 關係方程式까지 마련 되었다.

plow의 牽引抵抗에 關해서는 Mould board의 形狀에 따라 差異가 있음을 實驗하여 報告<sup>(12)</sup>했고 其後 耕深 耕幅 Mould board의 形狀 모습의 銳利等이 牽引抵抗에 미치는 影響에 對하여 理論적이고 實際적인 研究<sup>(13)</sup>가 있고 또 作業의 速度가 所要 牽引力에 미치는 影響에 對하여 各種의 實驗이 行하여져서 報告<sup>(14)</sup>된 以後 各土質에 適合한 plow의 能率인 使用이 可能하게 되었다. 其後 常松榮教授<sup>(15)</sup>는 plow의 磨耗가 甚한 곳이 抵抗이 많다고 하였고, 耕深 耕幅이 牽引抵抗

에 미치는 影響에 對해서도 日本鴻巢農試<sup>(16)</sup>의 報告가 있다. 그러나 아직 東洋의 쟁기나 plow의 牽引抵抗에 미치는 요인中 아직 不明한 것이 많고 또한 牽引力에 對한 쟁기와 plow를 比較研究한 것이 거의 없다.

## III. 實驗裝置 및 方法

### 1. 供試器

本試驗에 使用한 쟁기와 plow의 主要部分의 치수 및 重量은 表1과 같으며 外形은 그림1의 (a)(b)와 같고 쟁기의 보습 및 벅과 plow의 Share & mould board의 투영도는 그림2의 (a)(b)와 같다.

表 1. 쟁기와 Plow의 主要部의 치수와 重量

部分名稱	機名	쟁기(cm)	Plow(cm)
Beam length		155.0	100.0
Mmax length of bottom		41.3	57.0
Handle length		121.0	124.0
Max Width of bottom		30.0	22.0
Length of landside		35.1	35.0
Weight		27.1kg	27.2kg

### 2. 試驗포장의 狀態

試驗한 田畝의 土壤의 物理的性質은 表2와 같다.

### 3. 試驗裝置

試驗裝置의 略圖는 "그림 3"과 같으며 "그림 3"에서 보는바와 같이 성애(Beam) 中央部에 새로 考案製作한 耕深測定 gauge<sup>(20)</sup>를 附着하여 耕深을 Recording

表 2 供試土의 物理的性質

밭 F(Field)  
논 P(Paddy)

物理的性質	F~I		P~II	P~III		
	(1)	(2)	(1)	(1)	(2)	(3)
土壤含水比(%)	24.4	18.4	41.0	24.0	29.5	30.0
內部摩擦角( $\phi$ )	29	17	22	30	40	35
內部摩擦係數(fi)	0.56	0.3	0.4	0.58	0.8	0.7
粘着力 kg/cm <sup>2</sup> (c)	0.47	0.3	0.18	0.47	0.19	0.25
경도 $\delta$ r/cm( $\delta$ )	1.58	1.6	1.84	1.85	1.85	1.8
土壤? 鐵摩擦係數(s)	0.3	0.4	0.1	0.3	0.3	0.3
보착력 kg/cm <sup>2</sup> CA	0.015	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
土壤形		clay	clay		sandy loam	
比重		2.57	2.57		2.59	
流動性限界含水量%		42.50	48.50		N. p	
可塑性限界含水量%		25.54	27.88		2	
粘土含量%		36	38		12	
沈泥含量%		48	44		29	
모래含量%		16	18		59	

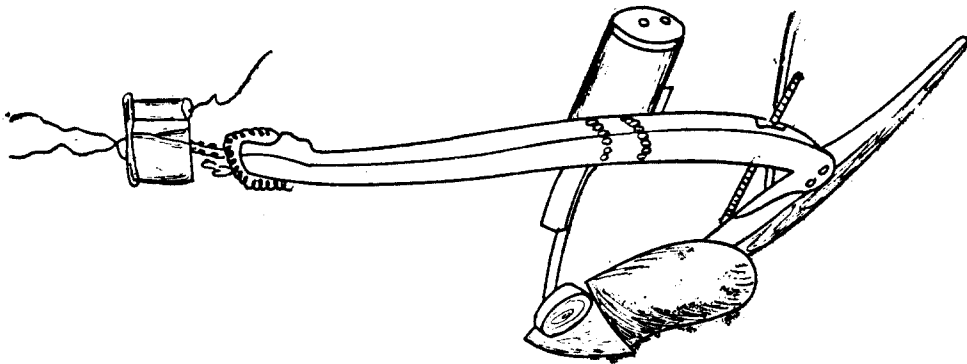


그림 3.

paper 에 전달하는 地面接觸 Roller 를 쟁기先端에 作動하도록 하였고 牽引力計는 Beam 끝과 牽引 Rope 와의 中間에 장치하여 牽引抵抗을 測定하도록 하였다.

#### 4) 試驗方法

“그림 3”에서 보는바와 같은 시험장치를 各各 쟁기와 plow 에 붙여서 “表 2”와 같은 物理的性質을 가진 自然狀態의 모장에서 土壤은 밭에서 1, 논에서 2, 모두 3 形態를 擇하였으며 土壤含水量은 各各 土壤의 形態마다 1~3 단계로 變化시켜 各各의 경우 耕深은 5~18 cm 범위 내에서 耕耘實驗을 施行했다. 耕深 牽引抵抗은 自記 기록장치에 기록되도록 했으며 이때 쟁기와 plow 自重은 各各 27.1, 27.2 kg 牽引速度는 0.45 m/sec 1 回 走行距離는 60 m 로 하여 세번 반복 施行했다.

### IV. 試驗成績 및 考察

#### 1. 쟁기와 plow의 牽引抵抗의 比較

“그림 4”에서 보는바와 같이 쟁기의 견인저항은 plow 의 그것보다 훨씬 적었다.

그런데 粘土含量이 36%인 밭에서 쟁기의 견인저항은 土壤含水量의 減少에 따라 耕深 增加에 의한 牽引抵抗增加率은 컸으며 plow 는 土壤含水量 減少에 의한 牽引抵抗 增加率이 實驗한 範圍內에서는 거의 變化가 없었다. 그 理由로는 plow 는 주로 打起角  $\alpha$  切斷角  $\delta$  撥土角  $\phi$  등이 쟁기 보다 작으므로 土壤水分含量의 영향을 적게 받기 때문이라 生覺되었다.

粘土含量이 38%이며 含水量이 41%인 논에서는 쟁

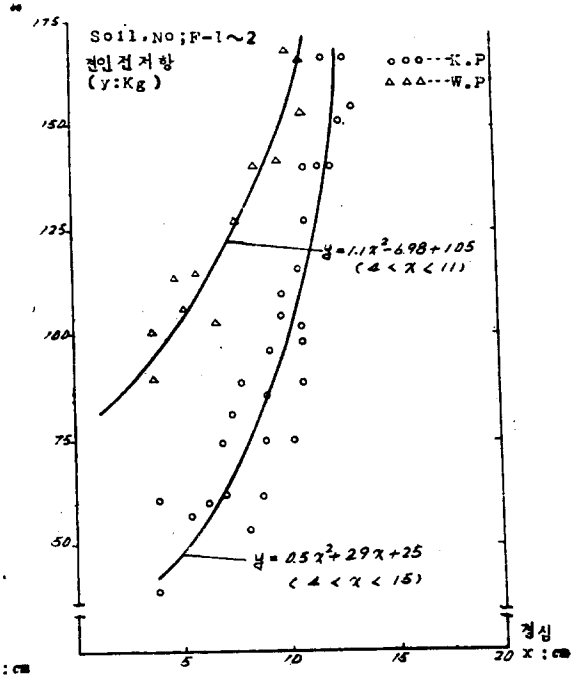
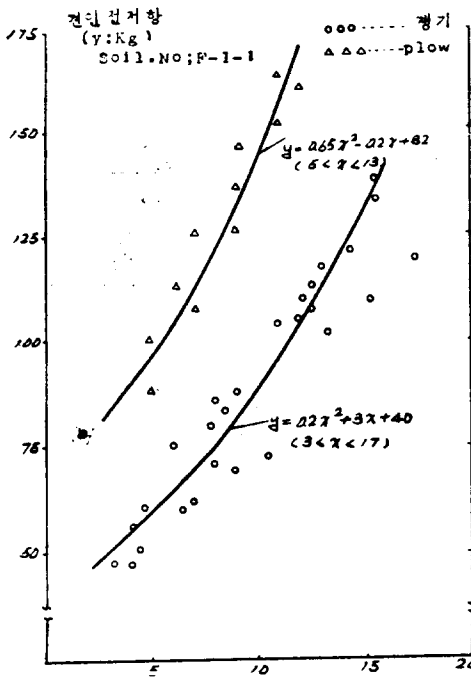


그림 4 Janggi와 Plow의 전인견저항 비교

comparison-curve of the Janggi and the plow in their draft resistance

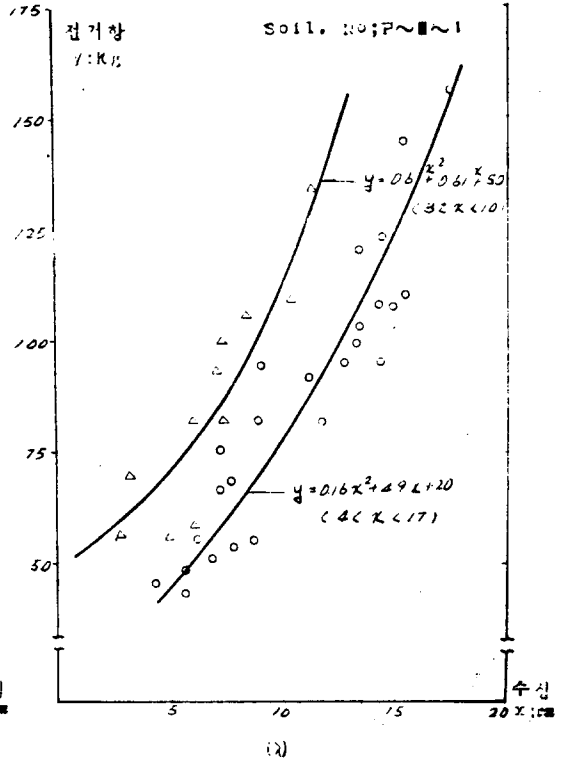
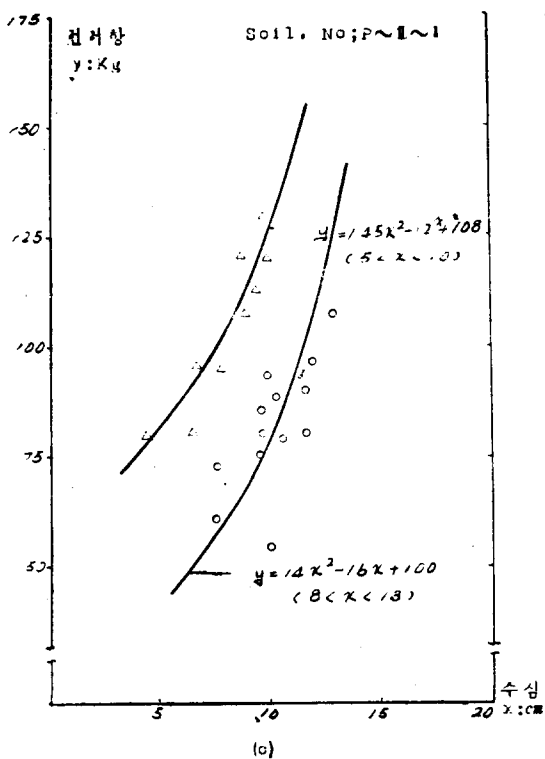


그림 5

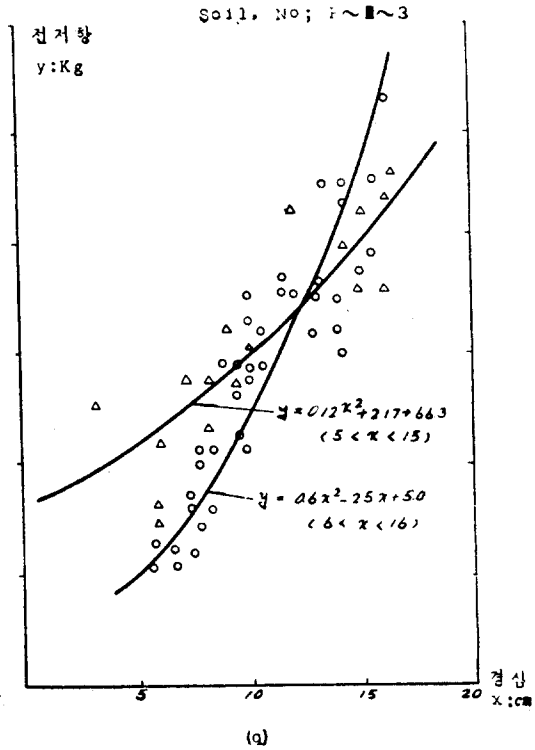
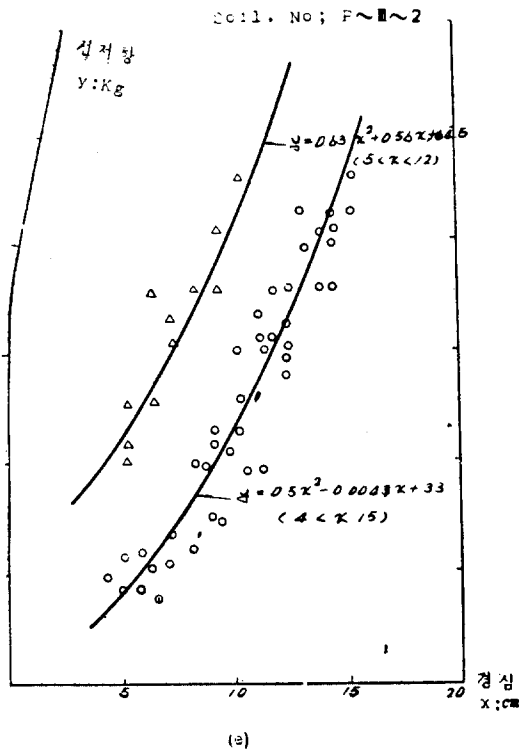


그림 6

기耕耘이 plow 耕耘보다 牽引全抵抗이 훨씬 적었다. 이 理由로 plow 는 주로 田作中心의 歐美에서 發展했고 쟁기는 畝作中心의 東洋에서 發達하였기 때문이라 생각되었다

耕深增加에 따른 牽引全抵抗의 增加率은 各各의 경우 큰 差異는 없었다.

plow 가 쟁기 보다 牽引抵抗이 큰 理由로는 plow 에 있어서는 Land-side 가 직각으로 되어 未耕土와의 接觸面이 넓으므로 마찰력이 큰 反面 쟁기의 “바닥쇠”는 좁고 平面形이라 마찰抵抗이 적기 때문이라 生覺되었다. 다른 또 하나의 理由로는 쟁기의 보습은 A形으로 耕土 절삭날 即 보습의 左右 兩側으로 均衡이 잡혀 질 때(Wedge) 作用하지만 plow 날은 D形으로 耕土 절삭날 即 Share 는 右側一面만이 突出하여 銳利하기는 하나 左側面은 垂直面을 이루고 있어 左右均衡이 잡혀 있지 않아 摩擦力만을 增加시켜주고 있기 때문이라 생각되었다. 그런데 plow 는 接地面積이 쟁기 보다 넓고 東洋의 長床犁와 같이 安定性이 높고, 耕耘作業時 쟁기에 비해 特異한 技術이 要하지 않을뿐 아니라 調整이 便했다.

## 2) 쟁기와 plow 의 牽引比抵抗 比較

牽引抵抗이란 牽引全抵抗을 耕土斷面積으로 나눈 값으로서 耕土 單位斷面積當 걸리는 牽引抵抗인데 “그림

5” (a)(b)에서 보는바와 같이 耕深과 比抵抗과의 關係를  $K = Ax + \frac{B}{x} + C$  형의 曲線을 나타내고 있으며 粘質土 밭에서 土壤含水量이 24%일때 最小牽引比抵抗이 쟁기의 경우 耕深 14 cm 일때 287gr/cm<sup>2</sup> plow 의 경우 耕深 12cm 일때 480 gr/cm<sup>2</sup> 으로 plow 의 경우 美國에서의 이 研究<sup>(3)(4)(13)</sup>에서 耕深이 plow 幅(22.6cm)의  $\frac{1}{2}$ 인 11.3 cm 이어야 할터인데 本試驗에서는 10 cm ~ 12cm이고 日本에서 試驗한바 쟁기幅(26cm)의  $\frac{1}{2}$ 인 13cm 보다 좀 많은 14cm 로 過去 美國에서나 日本에서 試驗한바 一般通念과 비슷한 傾向이었다. 그러나 같은 土壤에서 含水量이 18.4%로 極히 乾燥할때 最小牽引比抵抗이 쟁기의 경우 耕深 8 cm 일때 330 gr/cm<sup>2</sup> plow 의 경우 耕深 10 cm 일때 480 gr/cm<sup>2</sup> 이었다.

以上에서 보여주고 있드시 쟁기는 plow 보다 比抵抗이 적었으나 土壤含水量이 적으면 耕深 耕幅에 關連되는 比抵抗의 變動은 컸다. 이와같이 “그림 5”의 (c)(e)에 나타나고 있는 것과 같이 粘質土이며 水分含水量이 밭에 비해 논에서 耕深이 8~10 cm 까지 증가할때 比抵抗이 減少하다가 그以上 耕深이 증가함에 따라 급격한 比抵抗의 增加는 plow 보다 쟁기가 甚하였다. 이는 쟁기의 “벗”은 plow 의 mould-board 보다 反轉面이 滑面이 아니기 때문에 土壤의 附着의 影響<sup>(17)</sup>이라 생각되었다.

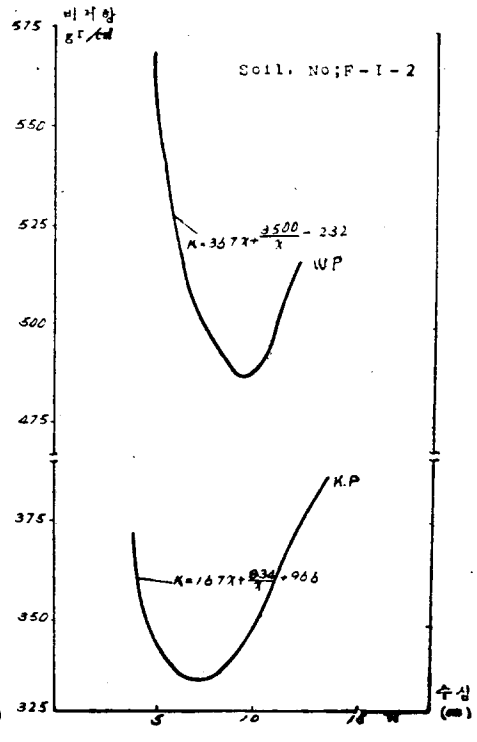
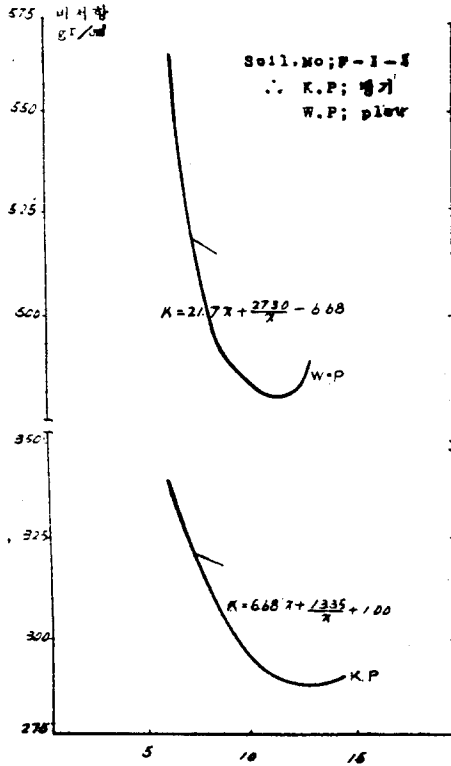


그림 7 쟁기와 Plow 의 牽引抵抗의 比較

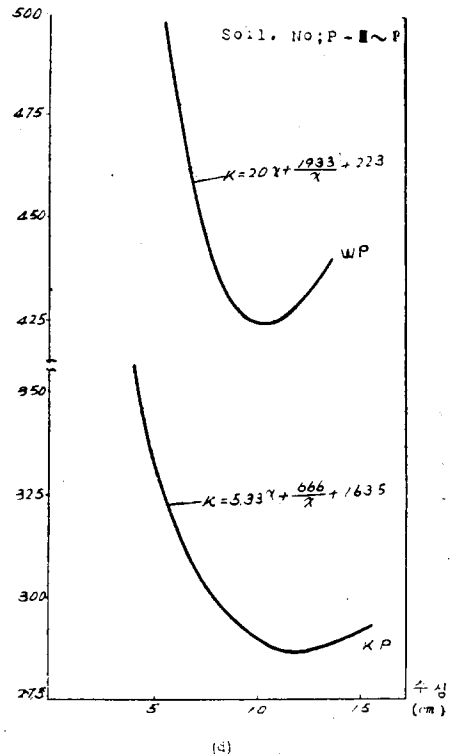
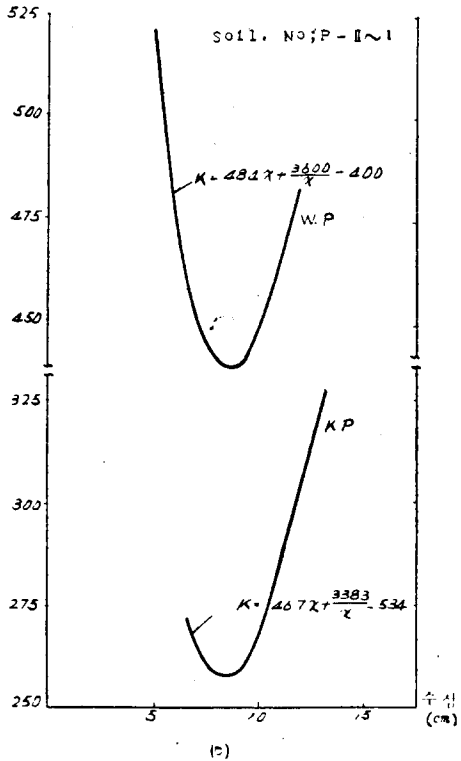


그림 8

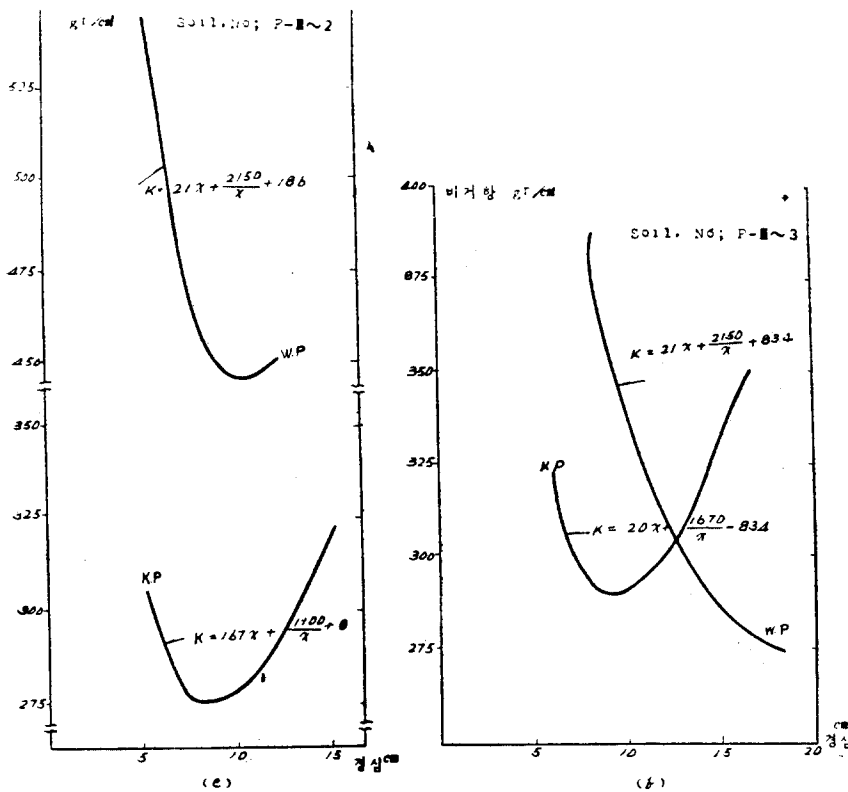


그림 9

比抵抗의 最小點을 보다 깊은 耕深으로 向上시키려 면 보다 效率인 深耕쟁기나 plow는 田用 畜用이 別 途로 마련 되어야 하겠다. 牽引比抵抗의 最小點이 눈 에서 보다 밭에서 더 깊은 耕深에 있다는것은 土壤의 物理的性質中 特히 土壤含水量比와 粘質土의 增加에 따라 比抵抗이 增加한다는 것은 美國<sup>(4)(5)(9)</sup> 또는 日本<sup>(9)(10)</sup> 에서 제각기 실험 測定한 例가 있다.

本實驗에서는 含水量 25%內外가 比抵抗이 가장 적었다. 그러므로 本研究에 使用한 쟁기나 plow는 눈보 다는 밭에 알맞고, 밭이나 눈에서 含水量이 適當할 때 耕耘함이 能率의일을 알수 있었고 plow보다 쟁기의 比抵抗이 적어 보다 弱한 牛馬로도 耕耘할 수 있음을 發見할수 있었다.

### V. 結 論

1. 韓國쟁기의 牽引全抵抗은 plow보다 훨씬 적었고 밭에서 土壤含水量이 牽引全抵抗에 미치는 영향은 plow보다 쟁기에 있어 컷으나 눈에서는 差異가 거의 없었다.
2. 耕耘作業時의 安全도는 plow가 높아 運轉조정이 便하고 쟁기는 技術이 必要하고 未熟練한 사람에게 힘 이 많이 要하였다.
3. 牽引比抵抗과 耕深과의 關係는

$$K = Ax + \frac{B}{x} + c \quad (K = \text{比抵抗 } \text{gr/cm}^2, x = \text{耕深 } \text{cm})$$

形의 曲線式으로 나타난다.

### 4. 牽引比抵抗의 最小點은

a) 밭에서

쟁기의 경우

$x = 8 \sim 14 \text{ cm}$  일때  $K = 280 \sim 330 \text{ gr/cm}^2$

plow의 경우

$x = 10 \sim 12 \text{ cm}$  일때  $K = 480 \sim 490 \text{ gr/cm}^2$

b) 눈에서

쟁기의 경우

$x = 8 \sim 12 \text{ cm}$  일때  $K = 255 \sim 280 \text{ gr/cm}^2$

plow의 경우

$x = 7 \sim 10 \text{ cm}$  일때  $K = 415 \sim 420 \text{ gr/cm}^2$

以上과 같은 實驗値가 算出되었다.

5. 韓國쟁기나 plow는 눈에서 보다 土壤含水量이 적은 밭에 알맞는 것임을 알았고 牽引全抵抗이나 比抵抗에서 볼때 쟁기는 plow보다 훨씬 적었다.

### 參 考 文 獻

1. 森周六; 犁와 犁耕法. 1932
2. Kühne; Handbuch der Landmaschine-Kunde. 1932.
3. Holldack; Maschinenlehre für Landwirle. 1949
4. Smith; Farm Machinery and Equipment. 1948
5. Turner & Johnson; Machines for the Farm Ranch and Plantation. 1948.

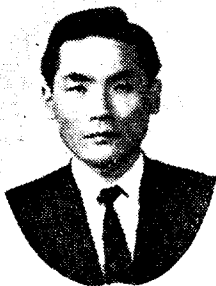
6. 韓成金, 金聲來; 深耕型 "再建"쟁기의 研究.
7. 森周六; 本邦在來犁의 研究 農士研 II-1. 1937.
8. " ; 犁의 牽引力에 影響을 미치는 諸要因에 對하여 農士 III~2. 1931.
9. 床司英信; 農業機械學概論. 1965.
10. 鍋木豪夫; 肥料가 土壤抵抗에 미치는 影響에 對하여 農機誌 X~1; 1948.
11. 田村豊; 步行犁의 引綱傾斜의 適度 農具新報 vol. ~11; 1930.
12. American Society of Agricultural Engineering "Trans" Vol. V. p.13, 1912.
13. American Society of Agricultural Engineering "Trans" Vol. IV. p.39~44. 1920.
14. American Society of Agricultural Engineering "Trans", Vol. XIII. p.69. 1920.
15. 犁體의 摩減箇所 札幌農林學會 XXVII No.126. 1935.
16. 耕深, 耕幅이 牽引抵抗에 미치는 影響에 對하여 日本 鴻巢農誌報告. 1936.
17. 淺井實; 畑用犁의 鋤面에 미치는 土壤의 附着現象 農及園 XIX, 9. 1944.
18. 森, 淺井, 常松; 輕鬆土畑用犁의 研究와 其의 成果 機械化農業 No. 2351.
19. 増田正三; 트렉터-農機具. p.81. 1941.
20. 土壤條件의 變化에 따른 한국 쟁기의 牽引抵抗에 關한 研究 농공학회지 Vol. 12-1. 1970.

祝

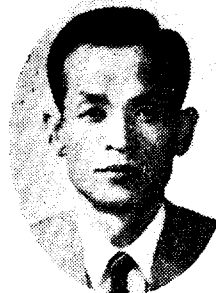
合

格

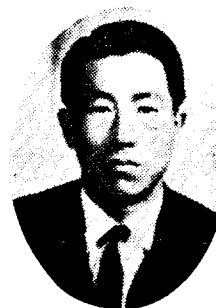
지난 6月 10日 科學技術處에서 實施한 第7回 技術士試驗에서 우리 農工分野에서는 다음 3名의 會員이 合格의 榮譽를 獲得하였습니다. 全會員과 더불어 기뻐해 마지 않으며 祝賀합니다. 이번 合格된 會員은 다음과 같습니다.



姓名: 李相護  
 生年月日: 1928. 11. 18 生  
 專門分野: 農工學(灌溉排水)  
 出身學校: 서울大學校農科大學  
 農工學科(1956. 3. 卒)  
 現職: 農業振興公社 一般  
 事業部 農業用水課長



姓名: 金在坤  
 生年月日: 1932. 4. 2 生  
 專門分野: 農工學(灌溉排水)  
 出身學校: 서울大學校農科大學  
 農工學科(1955. 3 卒)  
 現職: 農業振興公社  
 特定事業部 事業課長



姓名: 金斗植  
 生年月日: 1935. 8. 7 生  
 專門分野: 農工學(農地造成)  
 出身學校: 서울大學校農科大學  
 農工學科(1959. 3 卒)  
 現職: 農業振興公社  
 特定事業部 事業課  
 技手