

四輪트렉터를 爲한 效率的인 耕起方法과 圃場形狀에 關한 研究

Studies on Efficient Plowing Methods and the Shapes
of Field for 4 Wheel Tractor

翁 章 祐 李 相 祐
Chang - Woo Ong, Sang Woo Lee

Summary

1. Experiments were made for the efficient plowing method by the 4 wheel tractor, the results are as follows;

1) In case of plowing of inner side of the field, the efficient turning method to be the smallest turning time is the Q-shaped turning method in the turning distance less than $2r$ (r is the minimum turning radius of the tractor.), and also, it is the U-shaped turning method in the turning distance larger than $2r$.

2) $2.5r$ is most efficient in the unit turning section "w" on plowing of the inner side of the field.

3) In case of plowing of outer side of the field, intermitted plowing method is efficient in case of $W > -0.0345L + 35.84$, and also, semi-followed plowing method is efficient in case of $W < -0.0345L + 35.84$.

4) The smaller the width of outer side of outer side of the field "l" is, the higher is the plowing efficiency, and it is estimated that the minimum value $2r$ is suitable to "l" in plowing of inner side and outer side of the field.

2. Study on the correlation between the unit field and plowing efficiencies obtained the following results;

1) plowing efficiencies increase generally according as length-width ratio L/W and area A increase.

2) Percent of increase of plowing efficiencies decreases generally according as length-width ratio and area enlarge.

3) The limit that change of T is large owing to L/W is 6 for 20 a, 5 for 30 a, 4 for 50 a, 3 for 80 a, less than 2.5 for 100 a, generally, in $L/W-T$ curve.

4) Rate of change of $T-A$ curve is similar to rate of change of $T=A-\frac{2}{3}$ curve in spite of influence of L/W .

5) In case that length-width ratio is more than 3, effects of increase of 10 a area influenced upon plowing efficiencies are as much as effects of about 5 increase of length width ratio without correlation of size of the field.

6) In case that length-width ratio is 2 to 3, effects of increase of 10 a area influenced upon plowing efficiencies are as much as effects of about 4 to 2 increase of length-width ratio without correlation of size of the field, and the effects decrease according as not only length-width ratio decreases but also area increases, generally.

I. 緒 言

農耕地의 區劃크기 및 그 形은 地形條件, 土質, 營農方法, 營農規模, 作業方法等의 諸條件에 依하여 달라진다. 特히 耕起作業에 있어 四輪 트렉터를 利用할 때는 畜力 및 耕耘機를 利用할 때 보다 單位耕地區劃의 形狀과 크기가 作業能率에 크게 影響을 미친다.

一般的으로 耕地區劃이 크면 클수록 또한 縱橫比가 크면 클수록 作業能率은 良好하여지나 물管理, 地形, 其他 여러가지 面에서 難點이 있고 이들은 서로 逆의 關係를 갖이고 있다. 그러므로 이들의 相關關係를 究明하는 것은 耕地의 區劃整理에 있어서 가장 重要하고도 必要한 일이므로 本 研究는 이에 着眼하여 먼저 트렉

터에 의한 効率的 耕起方法을 實驗考察하고 그 結果를 利用하여 單位 耕地區劃의 形狀과 크기가 作業能率에 미치는 關係를 考察하였다.

이에 使用되는 트랙터의 크기 및 性能은 同一 耕地에 있어서도 作業能率에 많은 影響을 가져옴으로 各種 크기 및 型의 트랙터에 關하여 各各 實驗하여야 하나 여기서는 30馬力의 中型 트랙터를 中心으로 하여 여러가지 耕起方法에 對한 作業能率을 比較하여 가장 能率의인 耕起方法을 選定하고 이 耕起方法을 利用하여 區劃의 크기 및 縱橫比變化와 作業能率을 調査하여 捕場의 크기 및 形狀을 選定하는데 基礎資料로 삼고자 한다

II. 實驗方法

1. 供試機具 및 圃場

實驗에 使用한 트랙터는 Ford 트랙터 Model NAA (30 Hp, General Purpose Type)이며 使用 車輪은 5.5"×16", 10"×28" Tire 車輪, Plow는 二連 14" Plow이다.

使用圃場은 砂壤土의 田과 壤土의 畝이다.

2. 耕起方法

耕起方法은 未耕地를 全히 두지 않도록 하기 爲하여 圃場을 中心部와 周邊部로 二分하여 實驗하였다. 實驗測定時의 耕深 d=0.15 m, 耕巾 b=0.7 m, 耕起直進速度 $V_1=1$ m/sec로 하였다.

中心部의 耕起에 있어서는 Head land에 있어서의 旋回方法에 關하여 實驗測定하여 가장 能率의인 旋回方法을 選定하고 이에 의하여 耕起所要時間의 算出式을 求하였다.

周邊部의 耕起는 接續耕法, 半接續耕法, 前處理耕法, 往復耕法, 複合耕法의 五種耕起方法⁽²⁾이 있으며 이들 耕起方法의 耕起 動作에 對하여 實驗測定하여서 耕起所要時間의 算出式을 求하고 이들을 比較하여 能率의인 耕起方法을 選定하였다.

위의 方法에서 求한 圃場 中心部와 周邊部의 各 耕起所要時間을 合하여 全體 圃場의 耕起所要時間 算出式을 求하고 이에 의하여 圃場의 크기 및 縱橫比를 變化시켜 가면서 耕起能率을 考察 檢討하였다.

III. 實驗結果 및 考察

1. 圃場 內側의 耕起

圃場 內側에서는 直線間斷耕法이 適用되며 이는 內返耕法과 外返耕法이 있으나 走行距離 및 耕起所要時間에는 거의 差가 없고 作業의 難易點에 多少 差가 있어 本實驗에서는 內返耕法을 擇하여 實驗 考察하기로 한다.

가. 旋回法

直線間斷耕法에 의한 圃場耕起 作業中 耕起所要時間 및 走行距離에 影響을 주는 因子는 旋回法이며 이 旋回法에는 往耕線과 復耕線과의 距離가 旋回間隔 $2r$ 以內時는 8字型, Ω 字型, V字型과 旋回間隔 $2r$ 以上에서는 U字型의 旋回種類⁽³⁾를 생각할 수 있고 上記 旋回法 中에서 가장 적합하고 능율이 좋은 方法을 擇하기 爲하여 旋回所要時間을 測定 考察하였다(r : 最小旋回半지름).

以下에서 旋回의 走行距離는 計算에 依함이 主고 實驗測定值로서 補完하였다.

旋回 所要時間은 實驗測定值를 回歸直線法에 의하여 方程式을 求하고 이를 計算式에 利用하였다.

Head Land는 實驗測定值와 計算으로 定하였다.

1) 8字型

그림 1의 Y-Y' 境界線에 Plow 끝이 왔을때 Plow를 올리고 最少旋回半지름의 孤를 그리고 Y-Y' 線上에서 Plow를 내려서 耕起하는 것으로 하였다.

旋回所要時間은 Y-Y' 線上을 지날때 부터 Y-Y' 線을 通過할때 까지를 測定하였다.

不耕旋回距離 S_8 은

$$S_8 = \pi r + 4C_1 = \frac{8}{3}\pi r^{(1)}$$

로서 旋回間隔 x 의 增加에 依하여 P, P' 點이 x 軸에 接近하면서 增加되어 平均値는 $\frac{8}{3}\pi r$ 로 된다.

旋回所要時間 y_8 은 實驗 實測 結果(參考 Appendix 1)

$$y_8 = 0.78x + 12$$

로서 x 가 극히 적은 最初의 旋回時는 Handle 操作이 어려움으로 多小 差가 있으나 그 以外는 大略 旋回距離에 準하였다.

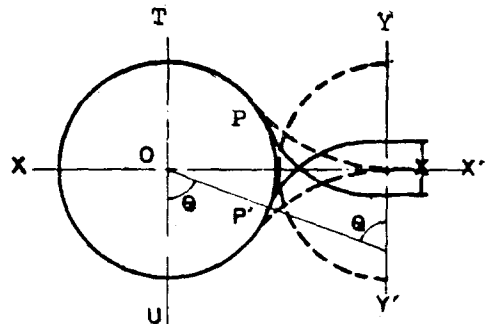
Head Land l_8 은 大略 $3r$ 이면 된다.

運轉은 x 가 적을때 가장 不便하여 힘이 들고 x 가 增加함에 따라 多小 容易하여지나 全般的으로 힘이드는 便이다.

2) Ω 字型

그림 2에서와 같이 不耕走行距離 S_Ω 는

$$S_\Omega = \pi r + 4C_2 = \frac{5}{2}\pi r^{(1)}$$



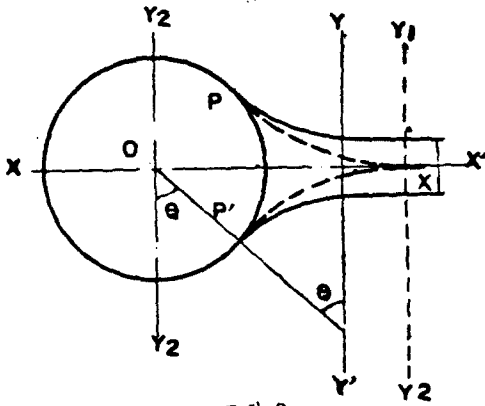


그림 2

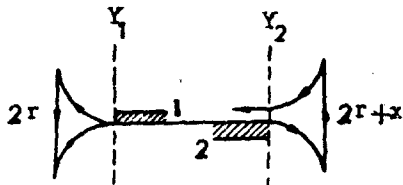


그림 3.

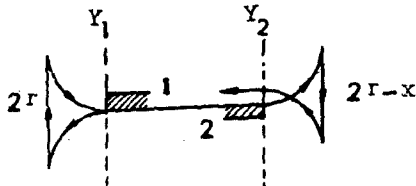


그림 4.

로서 旋回間隔 x 의 增加에 따라 多少 減少하여 平均 値가 $\frac{5}{3}\pi r$ 이다.

旋回所要時間 y_Q 는 實驗 實測 結果

(參考 Appendix 1)

$$y_Q = -0.6x + 13$$

로서 x 의 增加에 따라 1次의 減少하였다.

Head Land l_Q 는 $3r$ 이면 된다.

運轉은 x 가 적을 때 多少 어려우나 x 의 增加에 의하여 크게 容易하여졌다.

3) ▽字型

그림 3, 4에서 不耕走行距離 S_V 는

$$S_V = \pi r + 2r + x$$

로서 x 의 增加에 따라 增加한다.

旋回所要時間 y_V 는 實驗 實測 結果

(參考 Appendix 1)

$$y_V = 0.32x + 16$$

으로 他 旋回法에 比하여 走行距離는 적으나 後進을 위한 變速으로 가장 큰 値였다.

Head Land l_V 는 그림 3의 型에서는 $2r$, 그림 4

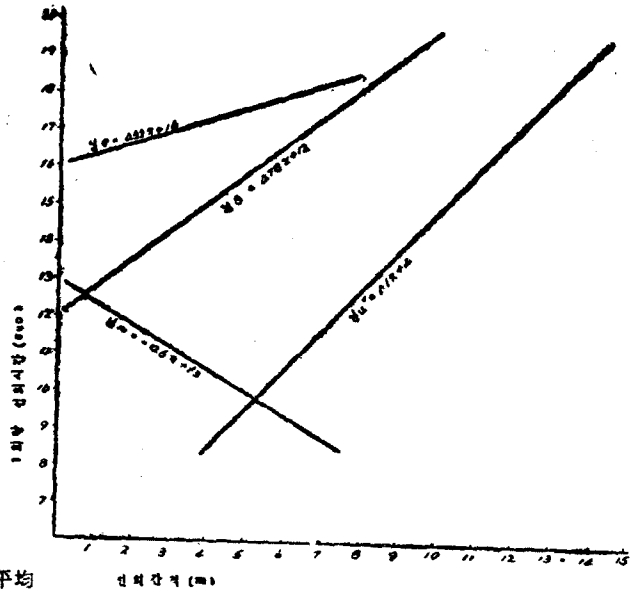
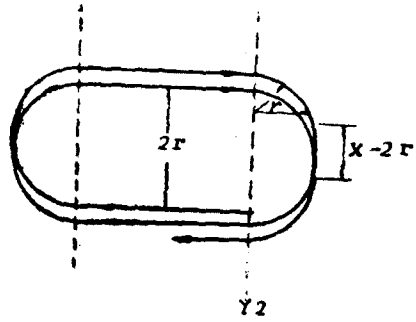


그림 6 旋回間격과 旋回所要시간

型에서는 $3r$ 이면 된다.

運轉은 後進을 爲한 變速으로 複雜하여 가장 힘이 들었다.

4) U字型

그림 5에서 不耕走行距離 S_U 는

$$S_U = \pi r + x - 2r$$

旋回所要時間 y_U 는 實驗 實測 結果

(參考 Appendix 1)

$$y_U = 1.1x + 4$$

Head Land l_U 는 $2r$ 이면 된다.

運轉은 가장 容易하였다.

나. 旋回法の 比較

前項 各의 結果는 圖示한 그림 6에서 旋回所要時間을 最少로 하는 效果의인 旋回法은

$x < 2r$ 때는 \bigcirc 字型

$x > 2r$ 때는 U字型 이고

Head Land는 $3r$ 以內이다.

旋回間隔 x 에 對한 A_1 을 Ω 字型 旋回에 關한 積分 時間, A_2 를 U 字型 旋回에 關한 積分時間이라 하면

$$A_1 = \int_0^{5.3} (-0.6x + 13) dx$$

$$= \left[\frac{-0.6}{2} x^2 + 13x \right]_0^{5.3} = 60.47$$

$$A_2 = \int_{5.3}^x (1.1x + 4) dx$$

$$= \left[\frac{1.1}{2} x^2 + 4x \right]_{5.3}^x = 0.55x^2 + 4x - 36.6495$$

平均值 t 는 $t = \frac{A_1 + A_2}{x}$ 이다.

t 가 最小가 되는 x 의 값은 $(t)' = 0$ 일 때의 x 值인 故로

$$(t)' = \left(\frac{A_1 + A_2}{x} \right)' = \left(0.55x + 4 + \frac{23.9}{x} \right)'$$

$$= 0.55 - \frac{23.9}{x^2}$$

$$0.55 - \frac{23.9}{x^2} = 0 \text{에서}$$

$$x = \sqrt{43.5} - 6.6 = 2.5r \text{ 이다.}$$

지금 x 를 耕巾 $b (= 0.7 \text{ m})$ 의 倍數로 取하면 7 m 以 上으로 $w = 7 \text{ m}$ 時 가장 能率의 임을 알수 있다.

다. 耕起所要時間

圃場內側의 單位旋回區에 있어서 가장 能率的인 耕起法에 依한 耕起所要時間을 t' 이라 하면 前項 가, 나 의 結果에서

$$t_1 = \frac{w}{V_1 b} (L - 2l) + \frac{1}{b} (0.55w^2 + 4w + 23.9) \dots\dots(1)$$

지금 $w = 7 \text{ m}$, $b = 0.7 \text{ m}$, $V_1 = 1 \text{ m/sec}$ 를 適用하면

$$t_1' = \frac{7}{0.7} (L - 2l) + \frac{1}{0.7} (0.55 \times 7^2 + 4 \times 7 + 23.9) \dots\dots(1)'$$

$$= 10(L - 2l) + \frac{1}{0.7} (26.95 + 28 + 23.9)$$

$$= 10(L - 2l) + \frac{1}{0.7} (78.85)$$

$$= 10(L - 2l) + 112.64$$

單位面積當의 平均所要時間 t_1 은

$$t_1 = \frac{t_1'}{w(L - 2l)}$$

$$= \frac{V_1}{b} + \frac{1}{bw(L - 2l)} (0.55w^2 + 4w + 23.9) \dots\dots(2)$$

또 (1)'에서

$$t_1' = \frac{10(L - 2l)}{w(L - 2l)} + \frac{112.64}{w(L - 2l)}$$

$$= 1.4 + \frac{16.09}{(L - 2l)} \dots\dots(2)'$$

故로 t_1' 는 $1.4 < t_1'$ 이며

L 가 크면 클수록, l 가 작으면 작을수록 能率的이다.

內側의 總耕起時間을 Tc 라 하면 즉 $W - 2l$ 巾의 耕起時間 Tc 는(1)式에서

$$Tc = \frac{W - 2l}{w} t_1'$$

$$= \frac{(W - 2l)}{bV_1} (L - 2l)$$

$$+ \frac{(W - 2l)}{wb} (0.55w^2 + 4w + 23.9) \dots\dots(3)$$

(1)'式에서

$$Tc' = \frac{W - 2l}{w} t_1'$$

$$= \frac{10}{7} (W - 2l)(L - 2l) + \frac{(W - 2l)}{7} \times 112.64$$

$$= 1.4(W - 2l)(L - 2l) + 16.09(W - 2l) \dots\dots(3)'$$

W 巾의 耕起時間을 $Tc'w$ 라 하면

$$Tc'w = 1.4W(L - 2l) + 16.09W \dots\dots(3)''$$

單位面積當의 平均所要時間 Jc 는

$$Jc = \frac{Tc}{(L - 2l)(W - 2l)}$$

$$= \frac{1}{bV_1} + \frac{0.55w^2 + 4w + 23.9}{wb(L - 2l)} \dots\dots(4)$$

$$Jc' = 1.4 + \frac{16.09}{L - 2l} \dots\dots(4)'$$

故로, Jc' 는 W 에 無關하고 L 가 크면 클수록, 작으면 작을수록 能率的이다.

2. 圃場 周邊部의 耕起

이에는 直線斷耕法과 連結耕法이 適用된다. 또 周邊部의 耕起는 그림 7과 같이 兩邊의 Head Land 만을 耕起하는것과 그림 8과 같이 周邊部 全體를 耕起하는 方法의 두 方式을 생각할 수 있다.

가. 兩 Head Land 만을 耕起할때

殘耕部の 耕起上 兩 Head Land 만을 耕起하는 方法 으로는 다음 2種을 생각할수 있다.

1) 混合耕法

$W \times l$ 區를 그림 9와 같이 $(W - 2l) \times l$ 의 中央部를 圃場內側 耕起時와 같은 方法으로 耕起하고 兩末耕地를 後退耕하여 完成하는 方法이다.

이 경우의 $l \times l$ 未耕地의 後進耕起 所要時間 ye 는 實驗實測 結果(參考 Appendix 2)

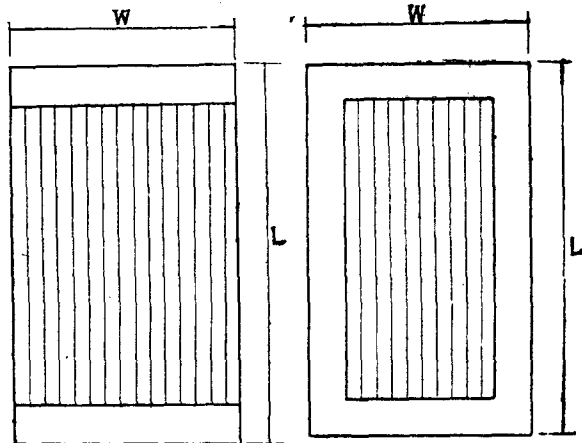


그림 7.

그림 8.

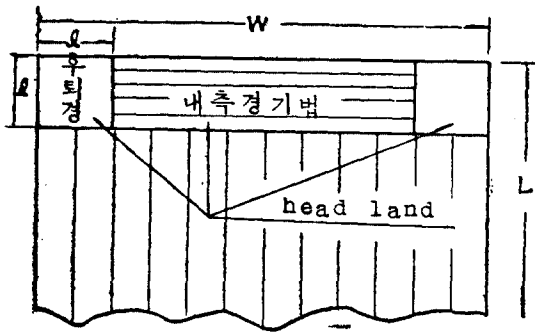


그림 10.

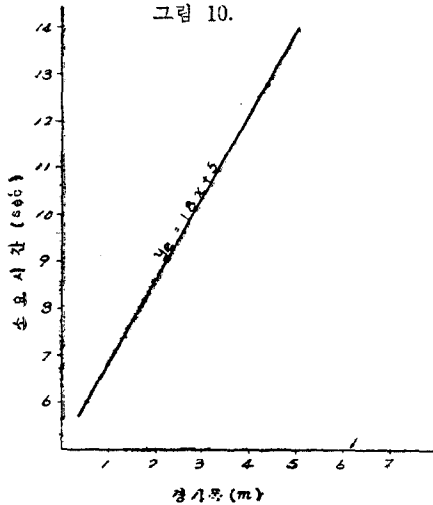


그림 10. 後進複耕起의 所要時間

$y = 1.8x + 5$ 이었다.

故로 耕起所要時間 Ta_1 은 (1)式과 組合하여

$$Ta_1 = 4 \times \frac{1}{b} (1.8l + 5) + \frac{l}{bV_1} (W - 2l) + \frac{1}{b} (0.55l^2 + 4l + 23.9) \dots\dots(5)$$

$b = 0.7m$, $V_1 = 1m/sec$ 를 適用하면

$$\begin{aligned} Ta_1' &= 5.71l(1.8l + 5) + 1.4l(W - 2l) + 1.4(0.55l^2 + 4l + 23.9) \\ &= 10,278l^2 + 28.55l + 1.4Wl - 2.8l^2 + 0.77l^2 + 5.6l + 33.46 \\ &= 8.24l^2 + 34.15l + 1.4Wl + 33.46 \dots\dots(5)' \end{aligned}$$

單位面積當 所要時間을 Ja_1 이라하면

$$Ja_1 = \frac{Ta_1}{Wl} = \frac{4}{wb} (1.8l + 5) + \frac{1}{bWV_1} (W - 2l) + \frac{1}{Wlb} (0.55l^2 + 4l + 23.9) \dots\dots(6)$$

$$Ja_1' = \frac{Ta_1'}{Wl} = 8.24 \frac{l}{W} + 34.15 \frac{1}{W} + 1.4 + 33.46 \frac{1}{Wl} \dots\dots(6)'$$

故로, $l > 2$ 時는 l 가 적을수록 能率의이나 l 의 最小値는 7m 임으로 $l = 7m$ 時 가장 能率的이다. 또 W 가 크면 클수록 能率的이다.

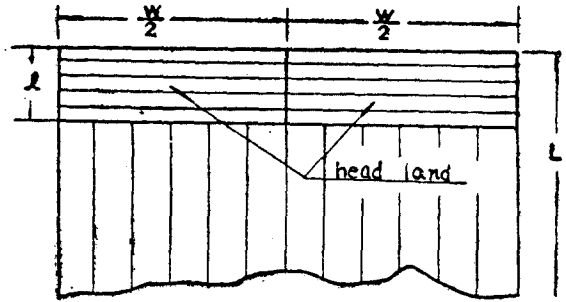


그림 11.

特히 $l = 7m$ 時는

$$\begin{aligned} Ja_1'' &= \frac{57.68}{W} + \frac{34.14}{W} + 1.4 + \frac{4.78}{W} \\ &= \frac{96.6}{W} + 1.4 \dots\dots(6)'' \end{aligned}$$

故로, Ja_1'' 는 W 가 크면 클수록 적어지고 最少 1.4 이다.

2) 後退耕法

Wl 區를 그림 11과 같이 2等分하여 各各을 後退耕하는 方式이며 이의 耕起所要時間 Ta_2 는 1)의 實驗結果에서

$$Ta_2 = 4 \frac{l}{b} \left(1.8 \frac{W}{2} + 5 \right) = \frac{4l}{b} (0.9W + 5) \dots\dots(7)$$

$b = 0.7m$ 를 適用하면

$$Ta_2' = 5.71l(0.9W + 5) = 5.139Wl + 28.55l \dots\dots(7)'$$

單位面積當 所要時間을 Ja_2 라 하면

$$Ja_2 = \frac{Ta_2}{Wl} = \frac{4(0.9W + 5)}{Wb} = \frac{3.6}{b} + \frac{20}{Wb} \dots\dots(8)$$

$$Ja_2' = \frac{Ta_2'}{Wl} = 5.139 + \frac{28.55}{W} \dots\dots(8)'$$

故로, W 가 클수록 能率的이고 l 에는 無關하다.

3) 比較

1)에서 混合耕時는 $l = 7m$ 일때 能率的이며, 2)에서 後退耕時는 l 에 無關하므로 $l = 7m$ 에서 比較한다.

式 (6)''와 式 (8)''에서

$$\frac{96.6}{W} + 1.4 = 5.139 + \frac{28.55}{W}$$

$$W = 18$$

故로, $W > 18m$ 이던 混合耕法에 依한 耕起方法이 能率的이고, $W < 18m$ 이던 後退耕法에 依한 能率的이다.

그러나, W 는 實에 있어 18m 以上이어야 함으로 混合耕法이 能率的인 耕起方法이며 이때 Head Land 는 最少値(7m)를 取함이 效果的이다.

나. 環狀으로 周邊部를 耕起할 때

이에는 連續耕法에 依한 것과 直線間斷耕法에 依한 것이 適用되며 直線間斷耕法에 依한 方法은 여러가지

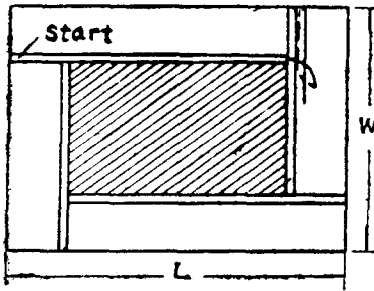


그림 12

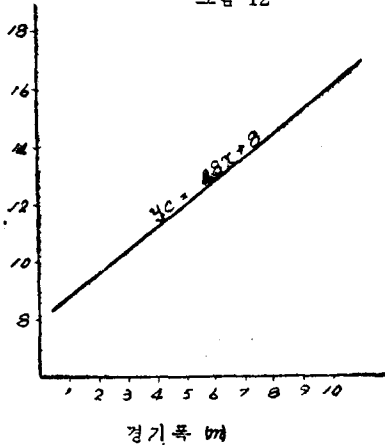


그림 13 방향변환후 후진소요시간 있으나 그중 가장 能率인 것은 半接續耕法이다.

1) 半接續耕法에 의한것

이는 그림 12와 같이 方向 變換時 畦畔까지 後退한 後에 耕起를 始作하는 方式이다.

plow를 올리고 方向 變換을 한後 畦畔까지 後進하여 耕起를 始作할때까지의 所要時間 yc는 實驗測定 結果

$$yc = 0.8l + 8$$

로서 그림 13과 같았다(參考 Appendix 3)

故로 耕起 所要時間 Ta_3 는

$$\begin{aligned} Ta_3 &= 2 \frac{l}{bV_1} (W-l) + 2 \frac{l}{bV_1} (L-l) \\ &\quad + 4 \frac{l}{b} (0.8l + 8) \\ &= 2 \frac{l}{bV_1} (W+L-2l) + 4 \frac{l}{b} (0.8l + 8) \dots\dots(9) \end{aligned}$$

$$Ta_3' = 2.85l(W+L-2l) + 5.7l(0.8l + 8) \dots\dots(9)'$$

또한, 單位面積當 所要時間을 Ja_3 라 하면

$$\begin{aligned} Ja_3' &= \frac{Ta_3}{2Wl + 2Ll - 4l^2} = 1.42 + \frac{2.28l}{W+L-2l} \\ &\quad + \frac{22.8}{W+L-2l} \dots\dots(10)' \end{aligned}$$

故로, l 가 적을수록, $W+L$ 가 클수록 能率의이다.

l 는 最小值가 7m 임으로

$l=7m$ 이면

$$Ta_3 = 1.42 + \frac{15.96 + 22.8}{W+L-14}$$

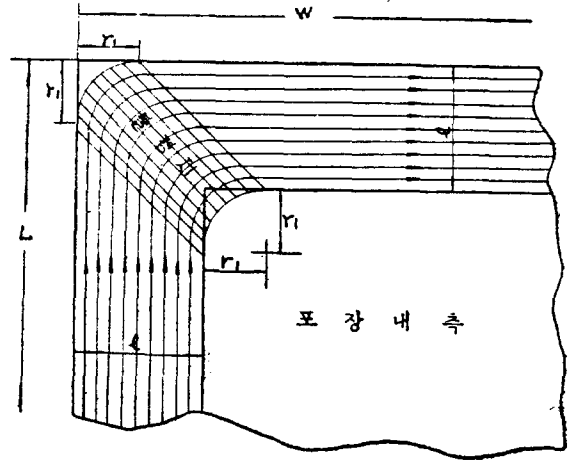


그림 14 불경지

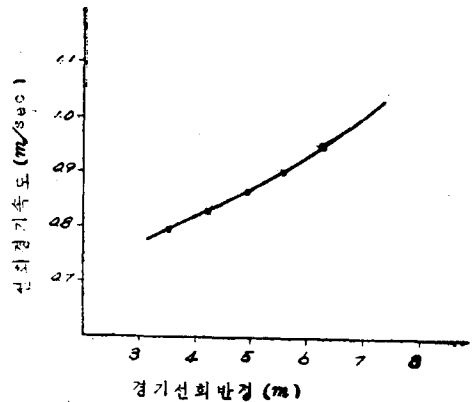


그림 15 선의경기속도와 선회반경

$$yc = 1.42 + \frac{38.76}{W+L-14} \dots\dots(10)''$$

2) 連續耕法에 의한것

이 耕法에 依하면 方向 轉換時 不耕地가 그림 14와 같이 일어남으로 이곳을 最後에 後退耕法에 依하여 處理 하여야 한다.

連續耕時 方向變化에 依한 耕起速度의 變化는 實驗 實測 結果 그림 15와 같았다(參考 Appendix 4).

實地耕起에 있어서 不耕地를 저게 함으로서 後處理 面積이 적으므로 가장 效率의 方法은 耕起 旋回半徑 (r_1)을 最少로 取해야 한다.

供試機에 依한 實驗 測定 結果는 最少가 $r_1=3.5m$ 이고 이때의 速度는 8.8m/sec 이었다.

故로, 耕起所要時間 Ta_4 는 그림 14에서

$$\begin{aligned} Ta_4 &= 2 \frac{l}{bV_1} (W+L-2l-4r_1) + \frac{l}{bV_3} 2\pi r_1 \\ &\quad + 4 \frac{r_1 \text{cosec} 45^\circ}{b} (1.8l \text{cosec} 45^\circ + 5) \\ &= 2 \frac{l}{bV_1} (W+L-2l-4r_1) + \frac{l}{bV_3} 2\pi r_1 \end{aligned}$$

$$+ 5.6 \frac{r_1}{b} (2.52l + 5) \dots\dots\dots(11)$$

$r_1=3.5m, b=0.7m, V_3=0.8m/sec$ 를 適用하면

$$Ta'_4 = 2.85l(W+L-2l-14) + 39.2l + 70.56l + 140 \dots\dots\dots(11)'$$

$$= 2.85l(W+L-2l) + 69.86l + 140$$

單位面積當 所要時間은

$$Ja'_4 = \frac{To'_4}{2Wl+2Ll-4l^2} = 1.42 + \frac{69.86l+140}{2Wl+2Ll-4l^2}$$

$$= 1.42 + \frac{35l+70}{l(W+L-2l)} \dots\dots\dots(12)$$

故로, l 가 적을수록, $W+L$ 가 클수록 能率的이다.

l 는 最少值가 7m 임으로

$l=7m$ 를 適用하면

$$Ja''_4 = 1.42 + \frac{35 \times 7 + 70}{7(W+L-14)}$$

$$= 1.42 + \frac{45}{W+L-14} \dots\dots\dots(12)''$$

3) 比較

式 (10)''와 式 (12)''를 比較하면 다음과 같다.

式 (12)''-式(10)''

$$= \left\{ 1.42 + \frac{45}{W+L-14} \right\} - \left\{ 1.42 + \frac{38.76}{W+L-14} \right\}$$

$$= \frac{6.24}{W+L-14}$$

그런데 $(W+L-14) > 0$ 임으로 $\frac{6.24}{W+L-14} > 0$ 이다.

故로, W 와 L 의 모든 값에 對하여 半接續耕法이 有利함을 알수 있고 l 가 적을수록, $W+L$ 가 클수록 能率的이다.

3. 耕法 選定

圓場 周邊部의 耕起 方法의 2種 即 兩邊의 Head Land 단을 耕起하는 方法과 環狀으로 周邊部를 耕起하는 方法을 定함에 따라 圓場 內側의 耕起面積과 耕起能率이 變함으로 周邊部와 內側을 組合하여 作業 能率을 比較 檢討한다.

가. 周邊部 耕起를 兩邊의 Head Land 로 하여 耕起 할때

前項의 1-다와 2-나-3)의 結果에 依하면 l 는 最少值를 取함이 가장 能率的임으로 $l=7m$ 를 取하여 總耕起 所要時間 T_{t1} 을 求하면

式 (3)''와 式 (5)''에서

$$T_{t1} = \{1.4W(L-2l) + 16.09W\}$$

$$+ \{8.24l^2 + 34.15l + 1.4Wl + 33.46\}$$

$$= 1.4WL - 1.4Wl + 16.09W + 8.24l^2$$

$$+ 34.15l + 33.46 \dots\dots\dots(13)$$

$l=7m$ 를 取하면

$$T_{t1}' = 1.4WL - 9.8W + 16.09W + 676.27$$

$$= 1.4WL + 6.29W + 676.27 \dots\dots\dots(13)'$$

單位面積當 耕起所要時間 J_{t1} 은

$$J_{t1} = 1.4 + \frac{6.29}{L} + \frac{696.27}{WL} \dots\dots\dots(13)''$$

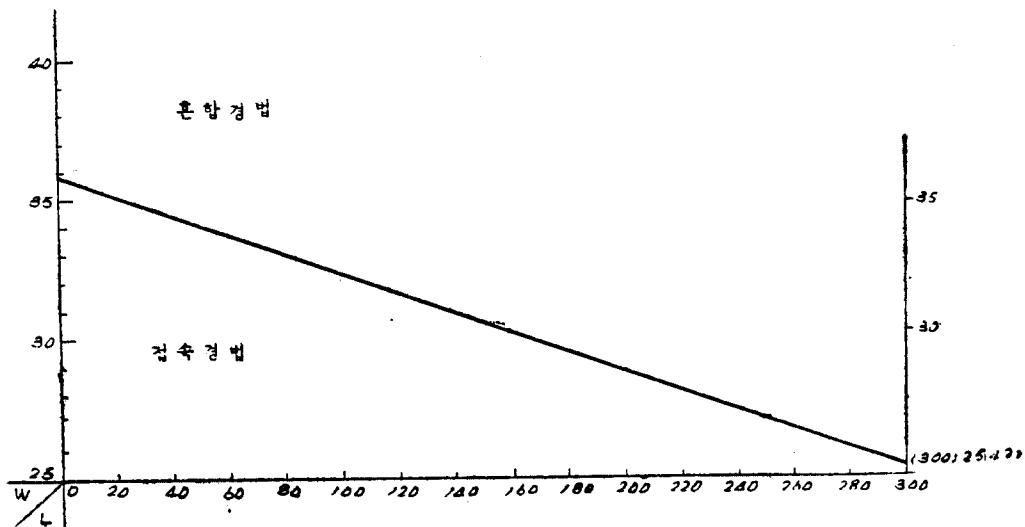


그림 16 혼합경법과 접속경법의 이용범위

나. 周邊部 耕起를 環狀으로 하여 耕起할때.

2-나-1)의 結果에 依하여 l 는 最小值를 取함이 가장 能率的인 것으로 $l=7m$ 를 取하여 總耕起所要時間 Tt_2 를 求하여

式 (3)' 와 式 (9)'에서

$$Tt_2 = \{1.4(W-2l)(L-2l+16.09(W-2l)) + [2.85l(W+L-2l)+5.7(0.8l+8)]\} \\ = \{1.4WL-2.8Wl-2.8Ll+5.6l^2+16.09W \\ -32.18l\} + \{2.85Wl+2.85Ll \\ -5.70l^2+4.56l^2+45.6l\} \\ = 1.4WL+0.05Wl+0.05Ll+16.09W \\ +4.46l^2+13.42l \dots\dots\dots(14)$$

$l=7m$ 를 取하면

$$Jt_2' = 1.4WL+16.44W+0.35L+312.48 \dots\dots\dots(14)'$$

單位面積當 耕起所要時間 Jt_2 는

$$Jt_2 = 1.4 + \frac{16.44}{L} + \frac{0.35}{W} + \frac{312.48}{WL} \dots\dots\dots(14)''$$

다. 比較

前項의 式 (13)'와 式 (14)'에서

$$(13)'-(14)' \\ = \{1.4WL+6.29W+676.27\} \\ - \{1.4WL+16.44W+0.35L+312.48\} \\ = -10.15W-0.35L+363.79 \dots\dots\dots(15)$$

式 (15)에서

$$-10.15W-0.35L+363.79=0$$

$$W = -0.0345L + 35.84$$

故로, $W > -0.0345L + 35.84$ 時는 混合耕法이 能率의이고, $W < -0.0345L + 35.84$ 時는 半接續耕法이 能率의이다.

그림으로 나타내면 그림 16과 같다.

表 1. 圃場의 크기 및 縱橫比와 耕起所要時間

※ 混合耕法에 依하여 算出함

W/C	T(sec)	A(m ²)									
		1,000	2,000	3,000	4,000	5,000	6,000	7,000	8,000	9,000	10,000
1	單位耕起時間	2,243	1,879	1,740	1,669	1,624	1,594	1,572	1,555	1,541	1,531
	總耕起時間	2,243	3,758	5,221	6,674	8,121	9,563	11,003	12,439	13,873	15,305
2	單位耕起時間	2,096	1,827	1,707	1,639	1,598	1,570	1,550	1,534	1,522	1,512
	總耕起時間	2,096	3,654	5,120	6,558	7,991	9,421	10,848	12,274	13,698	15,121
3	單位耕起時間	2,032	1,782	1,689	1,626	1,587	1,559	1,540	1,525	1,513	1,504
	總耕起時間	2,032	3,564	5,066	6,506	7,934	9,358	10,780	12,201	13,621	15,040
4	單位耕起時間		1,756	1,667	1,619	1,580	1,553	1,534	1,520	1,508	1,499
	總耕起時間		3,511	5,001	6,477	7,899	9,320	10,739	12,157	13,575	14,991
5	單位耕起時間		1,738	1,653	1,607	1,575	1,549	1,530	1,516	1,505	1,496
	總耕起時間		3,476	4,958	6,427	7,875	9,294	10,712	12,128	13,543	14,958
6	單位耕起時間		1,725	1,642	1,598	1,569	1,546	1,527	1,513	1,502	1,493
	總耕起時間		3,451	4,927	6,391	7,848	9,275	10,691	12,106	13,520	14,933
7	單位耕起時間			1,635	1,591	1,564	1,543	1,521	1,511	1,500	1,491
	總耕起時間			4,904	6,364	7,817	9,260	10,675	12,089	13,502	14,914
8	單位耕起時間			1,628	1,586	1,559	1,540	1,523	1,509	1,499	1,490
	總耕起時間			4,885	6,343	7,793	9,239	10,662	12,075	13,487	14,899
9	單位耕起時間			1,623	1,581	1,555	1,536	1,522	1,508	1,497	1,489
	總耕起時間			4,870	6,325	7,774	9,218	10,625	12,064	13,475	14,886
10	單位耕起時間				1,578	1,551	1,533	1,520	1,507	1,496	1,488
	總耕起時間				6,311	7,758	9,201	10,640	12,054	13,465	14,875

※ 半接續耕法에 依하여 算出함

또 이때 L 는 적을수록, L 및 W 는 클수록 能率的이다.

4. 圃場과 耕起能率과의 關係

前項 3의 的 結果를 適用한 能率的 耕起方法에 依한 耕起所要時間을 求하면 表 1과 같다.

가. 圃場의 縱橫比와 耕起所要時間

表 1에서 縱橫比 $\frac{L}{W}$ 와 單位面積當 平均耕起所要時間 T 와의 關係를 圖表로 表示하면 그림 17과 같다.

圖表는 다음 關係를 表示하였다.

1) $\frac{L}{W}$ 가 크면 一般的으로 T 가 減少하여 가고 減少率은 $\frac{L}{W}$ 가 增加함에 따라 次次 減少한다.

2) 圃場面積의 크기에 依하여 $\frac{L}{W}$ 가 T 에 미치는 影響이 變하며 一般的으로 面積이 클수록 $\frac{L}{W}$ 의 影響이 減少한다.

3) $\frac{L}{W}-T$ 關係曲線 가운데 $\frac{L}{W}$ 에 對한 T 의 變化가 큰 範圍는 面積이 增加함에 따라 次次 減少하여 概略의 限界는 直線 A 이다. 以上에서 縱橫比는 大略 $20a$ 에서 6, $30a$ 에서 5, $50a$ 에서 4, $80a$ 에서 3, $100a$ 에서는 2.5以內에서 영향이 컸다.

나. 圃場의 크기와 耕起所要時間

表 1에서 圃場面積 A 와 單位面積當 平均耕起所要時間 T 와의 關係를 圖表로 表示하면 그림 18과 같다.

그림은 다음 關係를 表示하였다.

1) A 가 크면 一率的으로 T 가 減少한다. 減少率은 A 가 增加함에 따라 次次 減한다.

2) A 의 變化가 T 의 變化에 미치는 影響은 $\frac{L}{W}$ 의 影響을 받으나 比較的 적으며 $\frac{L}{W}$ 가 크면 클수록 影響이 極히 적어진다.

3) $T-A$ 의 曲線方程式은 大略

$$T = \frac{1}{A} (312 + 16.5 \frac{1}{\sqrt{AK}} + 0.4 \sqrt{\frac{K}{A}}) + 1.4$$

示됨으로 曲線의 變化는 大略 $T = A^{-\frac{2}{3}}$ 曲線과 같은 變化率이다.

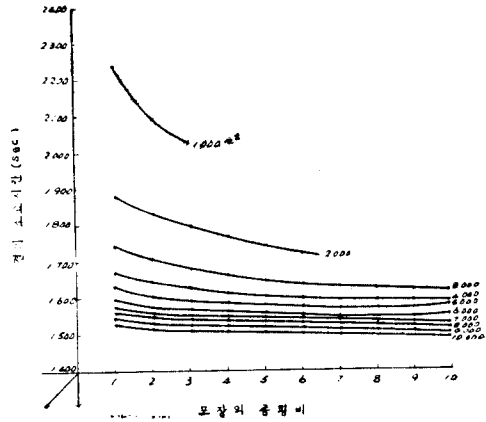
다. 圃場의 크기와 縱橫比가 耕起所要時間에 미치는 影響의 比較

T 를 一定하게 한 $\frac{L}{W}-A$ 圖表는 그림 19와 같으며 다음 關係를 表示하였다.

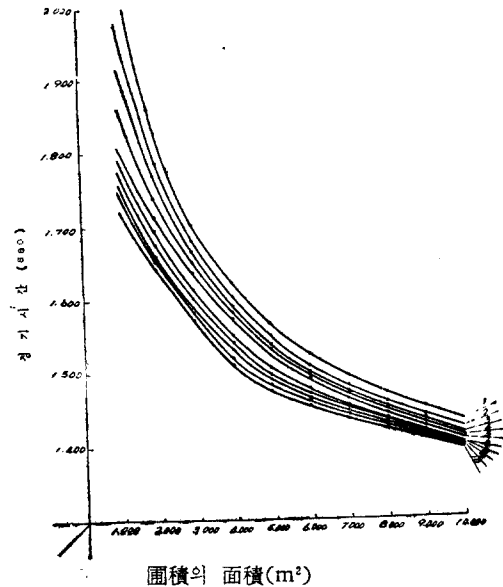
1) T 에 미치는 A 와 $\frac{L}{W}$ 影響의 比率은 A 의 變化에 큰 차이가 없고 특히 $\frac{L}{W}$ 가 3以上에서도 大略 一定하다.

2) $\frac{L}{W}$ 가 3以上에 있어서는 A 의 10a 增加 影響이 $\frac{L}{W}$ 의 5 程度 增加와 같다.

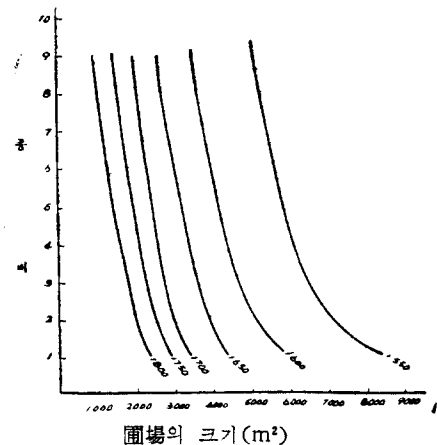
3) $\frac{L}{W}$ 가 2~3時는 A 의 10a 增加 影響이 $\frac{L}{W}$ 의 4~2 增加와 같으며 그 값은 $\frac{L}{W}$ 가 적을수록 또 A 가 클수록 次次 減少한다.



圃場의 縱橫比
그림 17. 圃場의 縱橫比와 耕起所要時間



圃場의 面積(m²)
그림 18. 圃場이 크기와 耕起所要時間



圃場의 크기(m²)
그림 19. T를 一定하게 한 $\frac{L}{W}$ 와 A의 關係

IV. 摘 要

1. 트랙터에 의한 效率의 耕起方法을 實驗 考察하여 다음과 같은 結果를 얻었다.

가. 圃場內側耕起에 있어서 旋回所要時間을 最少로 하는 效率의 旋回法은 旋回間隔이 $2r$ (r =最少旋回半徑) 보다 작을때는 Q字型, 클때는 U字型이다.

나. 圃場內側耕起의 單位旋回區 巾 w 는 2.5r 時 가장 效率의이다.

다. 圃場周邊部 耕起에 있어서는 $W > -0.0345L + 35.84$ 時는 混合耕法이 能率의이고 $W < -0.0345 + 35.84$ 時는 半接續耕法이 能率의이다.

라. 圃場周邊部의 巾 l 는 內側耕起時와 周邊耕起時에 있어서 모두 적을수록 效果의임으로 最少值인 $2r$ 가 가장 適合하다.

2. 트랙터에 의한 單位圃場과 耕起能率과의 關係를 考察하여 다음과 같은 結果를 얻었다.

가. 縱橫比 $\frac{L}{W}$ 및 面積 A 가 크면 一般的으로 耕起能率은 增加한다.

나. 耕起能率의 增加率은 縱橫比 및 面積이 크면 클수록 增加率이 점차적으로 減少한다.

다. $\frac{L}{W} - T$ 曲線에서 $\frac{L}{W}$ 에 對한 T 의 變化가 큰

範圍는 大略 $20a$ 에서 6, $30a$ 에서 5, $50a$ 에서 4, $80a$ 에서 3, $100a$ 에서 2.5以內이다.

라. $T-A$ 曲線의 變化率은 $\frac{L}{W}$ 의 影響을 받으나 大略 $T = A^{-\frac{2}{3}}$ 曲線의 變化率과 같다.

마. 縱橫比가 3以上일때는 面積의 크기에 相關없이 耕起能率에 미치는 $10a$ 面積增加의 效果는 約 5程度의 縱橫比 增加效果와 같다.

바. 縱橫比가 2~3일때는 面積의 크기에 相關없이 耕起能率에 미치는 $10a$ 面積增加의 效果는 約 4~2程度의 縱橫比 增加效果와 같으며 이는 縱橫比가 적을수록, 面積이 클수록 次次 減少한다.

參 考 文 獻

1. 居垣千尋(1963); 四輪トラクタの耕起能率に 關する 研究(1), 日本 農業機械學會誌 25卷第2號 p.71~47
2. 居垣千尋(1963); 四輪トラクタの 耕起能率に 關する 研究(2), 日本 農業機械學會誌 25卷 第4號 p.235~237
3. 涌井學(1963); トラクタ耕起作業における 旋回操作 から見た 水田의 適正作業單位區劃に ついて, 日本 農業機械學會誌 25卷 第1號 p.17~21

Appendix 1. 旋回法에 依한 旋回間隔과 旋回時間

Q字型	旋回間隔(m)	0.7	1.4	2.1	2.8	3.5	4.2	4.9						
	旋回時間(sec)	12.6	12.1	11.7	11.2	10.9	10.4	10.0						
▽字型	旋回間隔(m)	0.7	2.1	2.8	3.6	4.9	5.7							
	旋回時間(sec)	16.2	16.6	16.9	17.1	17.5	17.8							
8字型	旋回間隔(m)	0.7	1.4	0.7	2.1	2.8	3.6	4.2	4.9	5.6	6.3	7.0	7.7	8.4
	旋回時間(sec)	12.5	13.1	12.5	13.6	14.1	14.7	15.3	15.8	16.3	16.9	17.4	18.0	18.5
U字型	旋回間隔(m)	5.6	6.3	7.0	7.7	8.4	9.8	10.5	11.8	13.0	14.0			
	旋回時間(sec)	10.2	10.9	11.7	12.4	13.2	14.7	15.5	16.9	18.1	19.2			

Appendix 2. 後進複耕時의 所要時間(測定平均值)

旋回間隔(m)	0.7	1.4	2.1	2.8	3.5	4.2	5.0
所要時間(sec)	6.3	7.5	8.8	10.0	11.4	12.5	14

APPendix 3. 方向變換後 後進所要時間(測定平均值)

旋回間隔(m)	0.7	1.4	2.1	2.8	3.5	4.2	4.9	5.6	6.3	7.0	8.4	10
所要時間(sec)	8.5	9.0	9.7	10.2	10.7	11.3	12.0	12.5	13.0	13.5	14.7	16.0

Appendix 4. 旋回耕起速度와 旋回半徑(測定平均值)

耕起旋回半徑(m)	3.5	4.2	4.9	5.6	6.3	7.0
旋回耕起速度(m/sec)	0.8	0.83	0.86	0.90	0.95	1.0