

傾斜地等高線平行耕耘における耕耘機の直進性について

中 馬 豊

Effects of Moving Conditions of Rotary Power Tiller on the Faculty of Straight Running at the Contour Farming on the Inclined Farm

Yutaka CHUMA

(Laboratory of Agricultural Machinery)

I 前 言

傾斜地機械耕耘における技術目標の一つは、平地と同様に手放し直進耕耘を可能ならしめることにある。

すなわち、直進性能が良好なことは操向操作の労力を軽減しうると共に作業精度の向上に資する点が多岐に及ぶ。従つて畦型、土壌遷位、登坂性能等と共に傾斜地機械耕耘における重要な研究問題と考えられる所以である。

筆者はこゝに、傾斜地等高線平行耕耘において運転諸条件を主とする各種因子が耕耘機の直進性に及ぼす影響を実験的に究明しようと試みた次第である。

II 試 験 方 法

1 供 試 機

耕耘機（ロータリ駆動型、クボタ KLB-16 型）

① 重量：373 kg, ② 耕耘巾：48 cm, ③ 爪：普通爪，ナタ爪 2種，14 本装着，④ 塔載エンジン：クボタ ENR-水冷ラジエータ付 5～6 HP.

2 人工傾斜圃場の準備

農学部構内に長さ 30 m, 巾 5 m, 傾斜 9° の人工傾斜圃場を設置した。

圃場条件の斉一を期するため一実験毎に全面耕起し、ローラで輾圧し角度を補正した。ついで落下式硬度計（田村式）により土壌の縮り程度を検定した。

最後に傾斜上方側（山側）の車輪に沿つて等高線に平行白線を引き基線とした。

3 直進性（下降距離）の測定要領

機体を発進させるには山側車輪を基線に沿わせ、機体を等高線と平行ならしめる。

ついで、運転条件を整えて発進させるが、進行間は耕耘部が浮き上らぬように手でハンドルを軽く押える。

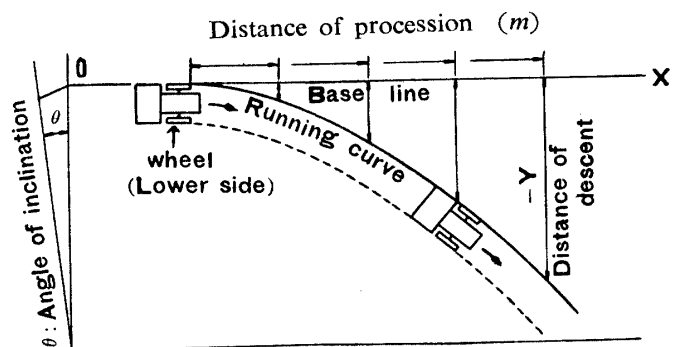


Fig. 1 Determination of running curve of tread.

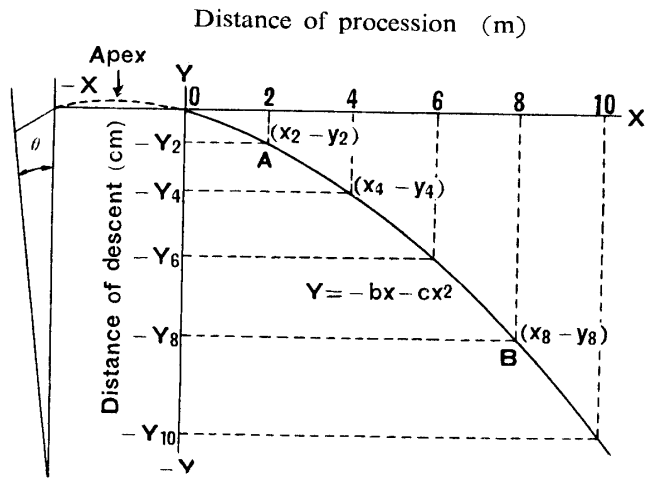


Fig. 2. Analysis of running curve.

であるが、1次項を考慮した方が実際に近いことが判つた。

従つて Fig 2 において2次項の係数は $-c$ 、また頂点は $-x$ 側に存在する如くなつて1次項の係数は $-b$ となる。

$$y = -bx - cx^2$$

曲線上の2点 A, B をとり連立方程式を立て係数 b, c を定める。

$$\begin{cases} -y_2 = bx_2 + cx_2^2 \\ -y_8 = bx_8 + cx_8^2 \end{cases}$$

$$\begin{cases} -y_2 = 2b + (2)^2c \\ -y_8 = 8b + (8)^2c \end{cases}$$

$$\therefore c = -\frac{(y_8 - 4y_2)}{48} \quad b = -\frac{(16y_2 - y_8)}{24}$$

$$\therefore y = -\frac{(16y_2 - y_8)}{24}x - \frac{(y_8 - 4y_2)}{48}x^2$$

実験式より判定するに $y = -bx - cx^2$ において

- ① c の絶対値が大(小)ならば、直進性が劣る(優れる)。
- ② b の絶対値が大(小)ならば、初期の下降量が大(小)である。
- ③ 1次項の常数が正ならば、傾斜上方側の轉向点までは耕耘機は登坂する。

5 実験項目

機体の直進性に影響を及ぼすと考えられる諸因子の中、次の事項について検討した。

- ① 耕耘速度が機体直進性に及ぼす影響(以下略記する)。
- ② 爪車の回転数。
- ③ 耕深。
- ④ 爪の種類。
- ⑤ 爪の装着数。
- ⑥ 轆間距離。
- ⑦ タイヤの空気圧力。
- ⑧ 土層貫入硬度。
- ⑨ 土壌含水比。
- ⑩ 機体発進時の偏位角。
- ⑪ ハンドルの附加重量。
- ⑫ 尾輪角。
- ⑬ 機体偏位角と尾輪角の組合せ。
- ⑭ 爪車への草根の巻きつき程度。

6 実験における共通条件

以下特に断わりない限り次のような共通条件下において実施した。

- ① エンジン回転数 1500 r.p.m (発進直前に調整)

進行距離は 8~10 m 位とし、山側車輪の運行軌跡と基線間の斜面上距離 ($-y$) を下降距離として進行 1 m 毎に測定する。(Fig1参照)

4 実験式の算出

機体の耕耘軌跡は Fig. 1 のように2次曲線を描いて下降する。

出発の位置を原点とし進行距離を x 、下降距離を y とし、各供試条件に対する実験式を求めた。

出発位置を原点にとれば $y = a + bx + cx^2$ なる2次式の a, b は零となる筈

- ② 進行速度は中速 (0.56 m/sec), 爪車の回転は粗 (175 r.p.m) で耕耘ピッチは 19.3 cm
 ③ 轍間距離 64 cm ④ 爪の種類ナタ爪 (小) ⑤ 耕深 12 cm
 ⑥ タイヤ空気圧力 16 lbs/in² ⑦ 傾斜 9° ⑧ 土層の貫入硬度 11~15 cm
 ⑨ 土壌含水比 24~26%

III 実験結果と考察

1 傾斜地進行間の機体下降力

(1) 滑動分力の発生 耕耘機が傾斜姿勢にあるとき自重 W により傾斜下方に滑動しようとする分力 F は

$$F = W \sin \theta \quad (1)$$

(1) 式に $W = 373 \text{ kg}$, $\theta = 9^\circ$ を代入すれば $F = 58 \text{ kg}$, すなわち傾斜下方に向つて常に 58 kg の力が作用している。

(2) 進行間に機首の変向に関与する因子 機体が傾斜すれば左右車輪にかかる荷重は不均等になる。Fig. 4. 5 の如く 10° 傾斜において谷側車輪の荷重は 53 kg 増の 243 kg で、この増加分は全重量の 14% に達する、重心位置 G は 9.0 cm (轍距の 1/7) だけ下方に移動する。

これらの結果

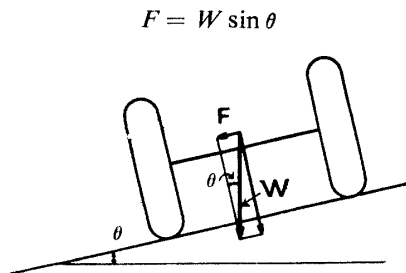


Fig. 3. Occurrence of sliding component.

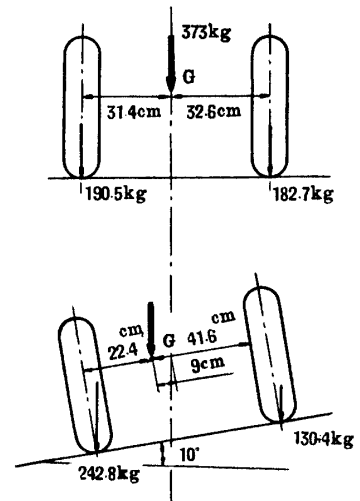


Fig. 4. and Fig. 5. Variation of center of gravity.

① ゴム車輪装着の場合、下方側のタイヤがくぼみ、従つて左右輪の有効径が異なるから旋回走行の原因となる。

② 下方側車輪の沈下増大のためころがり抵抗を増大するに至れば、たとえば駆動輪軸上に Differential Gear を具える耕耘機に於ては当然下向旋回が顕著になる。

③ ロータリ耕耘爪により生ずる耕進力 (耕耘機を前進させようとする力) が、駆動車輪の発生しうる粘着力以上になれば旋回走行の原因となりうる (実際はあまり起りえないが)

④ 下方車輪のスリップは下降旋回の一因となるが、機体傾斜に基く車輪分布荷重の変化は、外力等が作用しない限り、車輪スリップの因子になり得ない。

例えば、機体発車の条件式を考えると、

$$Wc + \frac{W}{g} \alpha \leq W\mu$$

Wc はころがり抵抗

$\frac{W}{g} \alpha$ は加速抵抗

$W\mu$ は駆動輪粘着力

$$\therefore c + \frac{\alpha}{g} \leq \mu$$

$$\therefore \alpha \leq g(\mu - c)$$

W : 自重

c : ころがり抵抗係数

g : 重力加速度

α : 発車加速度

μ : 粘着係数

となり、それぞれ左右の駆動輪が発生しうる加速度は、機体分布重量 W を factor に含まないから同じ値である。

2 耕耘速度と機体の直進性

耕耘速度の差異が機体直進性に及ぼす影響を知るため 3 種 of 速度について供試した。

Fig. 6 にみる如く低速耕耘においては下降が少く直進性が良好である。

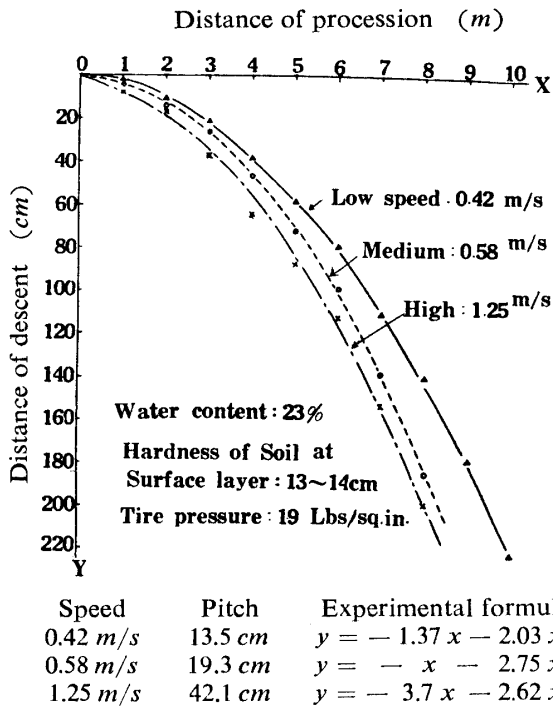


Fig. 6. Effect of running speed on the faculty of straight running.

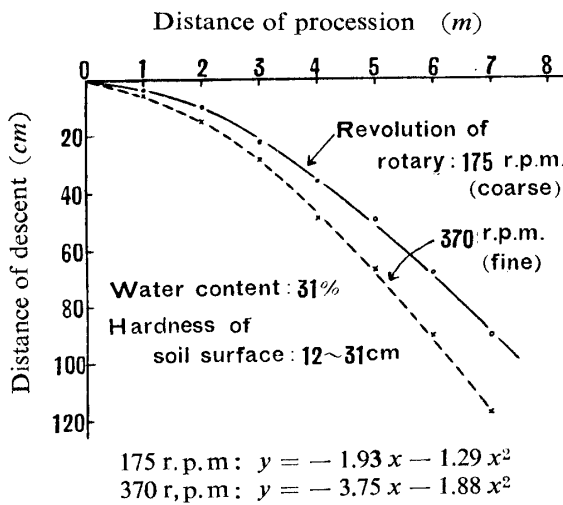


Fig. 7. Effect of revolution of rotary on the faculty of straight running.

これは車速が速いほど耕耘ピッチが大となり、耕耘の際に耕耘爪から発生する振動が大きくなる。また機体のピッチング、ローリング、ヨーイングも大きくなり機体安定が悪くなつて下方に滑動し易くなるためと思われる。

3 爪車回転数と機体の直進性

爪車回転数を変えて粗耕と細耕について比較した結果、Fig 7 にみる如く爪車回転の早い方が下降は著しい。

爪車回転数が多ければ、耕耘爪の耕土突入の際の反力に基づく振動が多く、これが車輪部の下降滑動を促進するものと考えられる。

耕耘ピッチは粗耕 (175 r.p.m) では 19.3 cm,

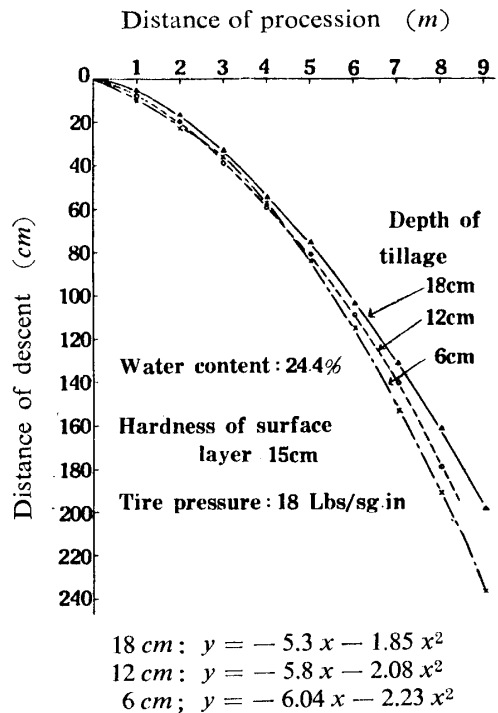


Fig. 8. Effect of the depth of tillage on the faculty of straight running.

細耕 (370 r.p.m) では 10.2 cm であり, 粗耕においては耕耘土塊が著しかつた。

4 耕深と機体の直進性

Fig. 8 は尾輪を上下して耕深を 6, 12, 18 cm に変化させたときの結果である。特に深耕側においてはエンジン回転数を上げて進行速度を略一定に保つた。

すなわち, 耕深の影響はさほど顕著でないが, 6 m 進行以後においては深耕の方が明らかに直進性は良好となる。

これは深耕においては耕耘部が低くなつて重心が後方に移動し, また耕耘トルク増大および耕進力のために車輪上の分布荷重が減少する結果, 車輪の下方側への滑りが減少し, 既存の機体偏位角(Fig) 9 が保たれ易いためと考えられる。

Fig 10 は耕深の変化に伴つて, ① 尾輪上の分布荷重, 並びに, ② 重心位置が変化する状況を実測した値である。特に 6 cm 耕深以上においてこれらの変化が顕著である。

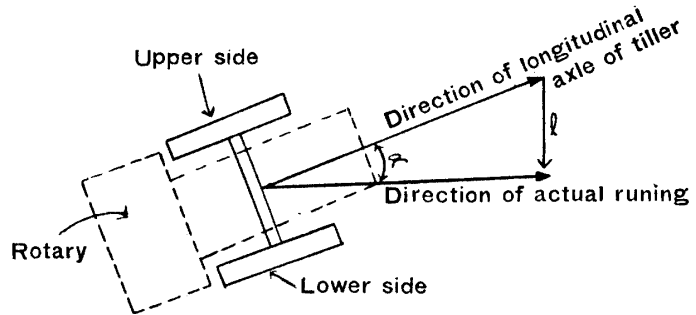


Fig. 9. Deviation angle (α) of power tiller.

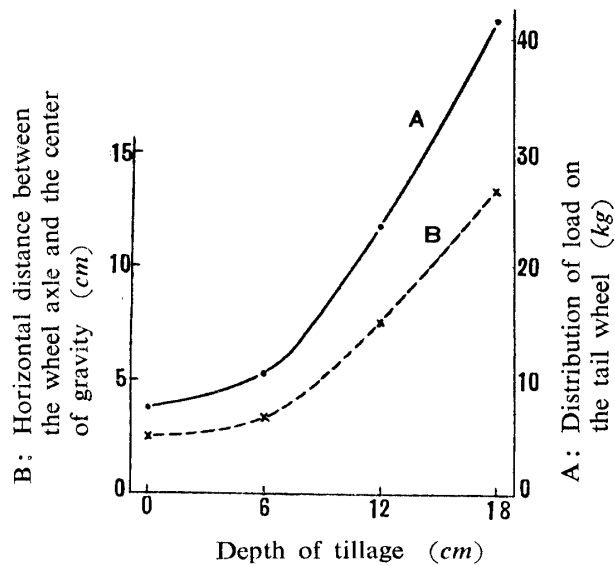


Fig. 10. Effect of the depth of tillage on the distribution of load on the tail wheel.

5 爪の種類と機体の直進性

ロータリ爪各種について検討した結果, Fig. 11 にみる如く, 直進性の最良は普通爪, ついでナタ爪 (小), ナタ爪 (大) となつた。

すなわち耕耘抵抗の大なる爪ほど, 機体を著しく下降せしめる傾向にあるが, これを以てすれば巴爪の如きはさらに直進性を低下せしめる事になる。

6 耕耘部の爪数の影響

耕耘機の応用的利用の面において爪を一つ置きに除去して使用することがあり, 特に開墾に賞用されるので, この影響を検討した。

Fig. 12 において, ④ は爪を完全装備したとき, ① は一つ置きに半数除去したとき, ③ は極値として全爪除去のときであるが, 爪を耕耘カバー上に縛りつけ, 耕耘部荷重は ④ と同一に保つたもの, ② は全爪除去 (耕耘部荷重は減少) した場合である。

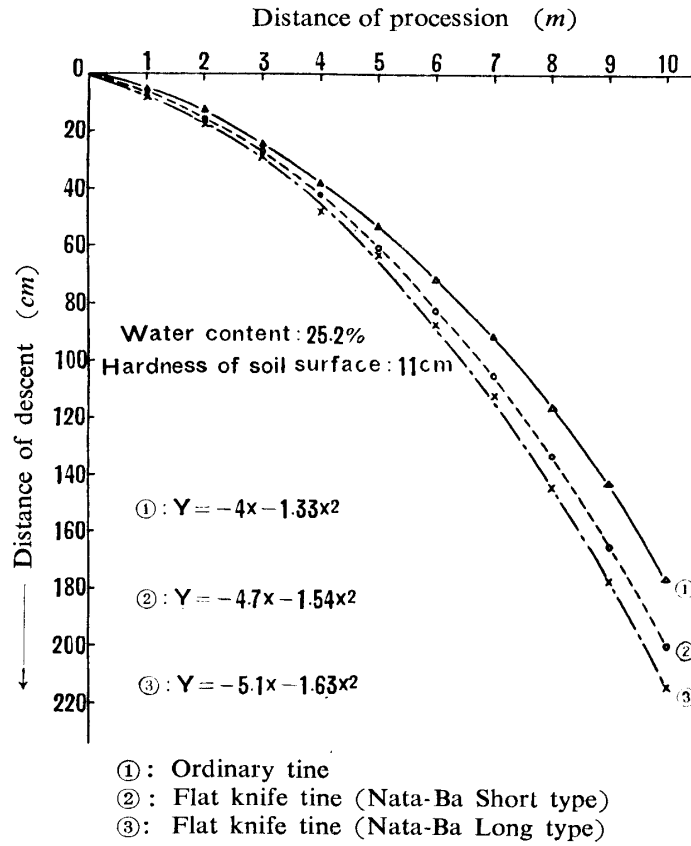


Fig. 11. Effect of the sort of tine on the faculty of straight running

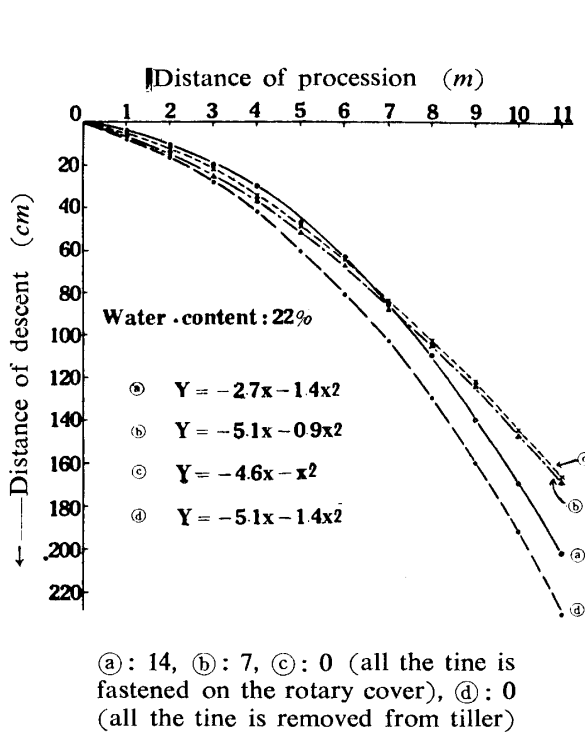


Fig. 12. Effect of the number of tine equipped on the faculty of straight running.

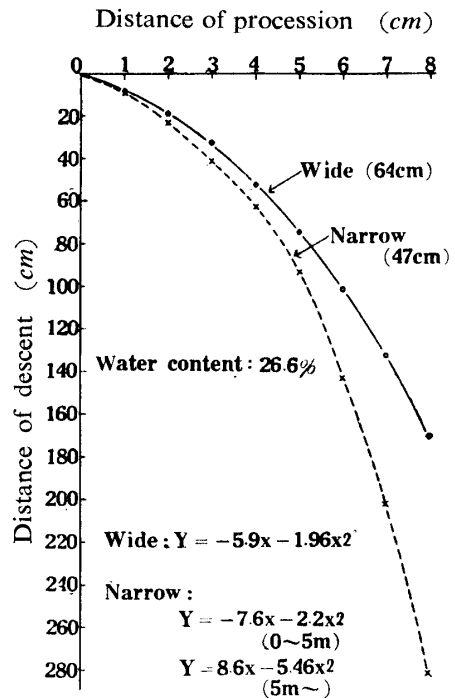


Fig. 13. Effect of the spread of tread center to center on the faculty of straight running.

まず ①, ②, ③を比較するに, 6 m 以後の下降距離は明らかに ① > ② > ③ の順序となり, 爪の装着数の多いほど, 機体の下降する傾向を示した。

これは爪数の多いほど, 爪の耕土突入時の反力に基づく振動が多く, これが車輪部の下降滑動を促進するものと説明される。

③ と ④ の差は明らかに耕耘部重さの差, すなわち重心位置 (耕耘機の縦方向について) の差に基づくもので, ④ は重心が機首に偏るため ③ よりも下降が促進されたものである。

いま耕耘爪の装脱による重心位置移動の実測値を表示する。

Table 1. Travelling of the center of gravity due to the number of tine equipped.

Item cf. Fig. 12	Number of tine equipped	Horizontal distance between the center of gravity and axle	Distribution on the tail wheel
①	14	9.3 cm	29 kg
②	7	8.4 "	26 "
③	0	7.5 "	23 "
④	0	9.8 "	29 "

7 轍間距離と直進性

Fig. 13 によれば轍距の大なるほど直進性は良好である。狭距の場合 5 m 進行以後の下降が甚だしい。

一般に傾斜面において左右駆動輪における機体重量分布の差は近似的に次式で求められる。¹⁾

$$\frac{2W}{L} h_w \tan \gamma$$

W ; 機体総重量, L ; 轍間距離, h_w ; 耕耘機重心地上高, γ ; 耕地傾斜角度。

すなわち「轍距 L は小さいほど左右駆動輪への機体重量分布差は大である」から, 狭距にあつては下方側車輪に荷重が掛り, 上方側車輪は浮いた状態となる。そのため耕進力に対するだけの十分な粘着力を得にくい場合が起り, 結果的に機体の下降が促進される。

しかし, この轍距を徒らに拵げれば, 耕作体系に支障を来し, 軸の撓みの点でも問題がある。特にテイラーについてホイールチューブの撓みが話題になつた折柄, この限界については更めて検討したい。

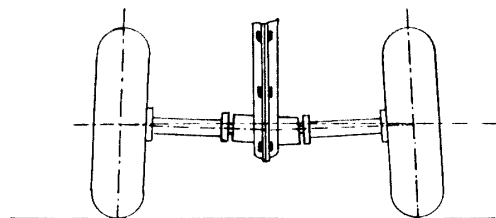


Fig. 14. Deflection of wheel-tube of tiller type tractor,

8 タイヤ空気圧力と直進性

(1) 左右のタイヤ圧を均等に変えたとき,

供試タイヤの適圧は 16 Lbs/in^2 とみなされるが (1 ply 当り $8 \sim 10 \text{ Lbs/in}^2$), いま空気圧を 10, 18, 25 Lbs/in^2 に変化させて直進性を比較した結果, Fig. 15 の如く高压側において直進性は良好と

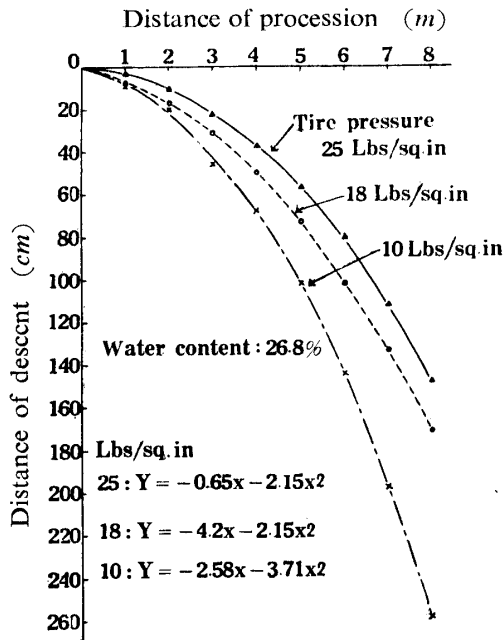
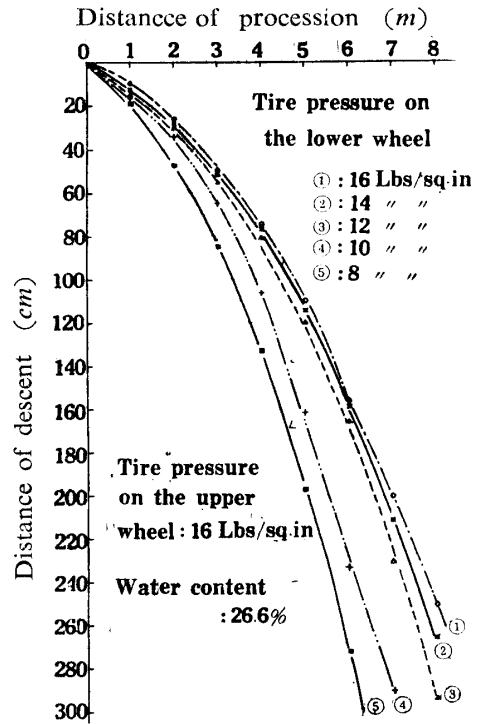


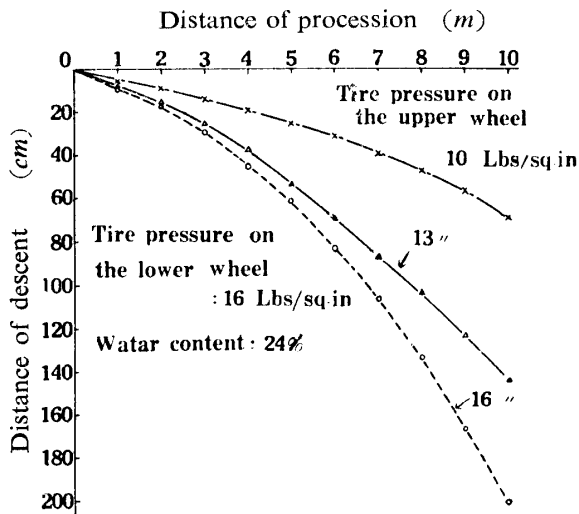
Fig. 15. Effect of tire pressure on the faculty of straight running.



Pressure (lower side)

16 Lbs/sq.in : $y = -6.85x - 3.07x^2$
14 " : $y = -6.80x - 3.98x^2$
12 " : $y = -7.7x - 3.45x^2$
10 " : $y = 5.0x - 5.6x^2$
8 " : $y = -11.2x - 5.75x^2$

Fig. 16. Effect of the reduction of tire pressure of lower side on the faculty of straight running.



Pressure (upper side)

10 Lbs/sq.in : $y = -3.3x - 0.33x^2$
13 " : $y = -6.2x - 0.85x^2$
16 " : $y = -5.2x - 1.48x^2$

Fig. 17. Effect of the reduction of tire pressure of upper side on the faculty of straight running.

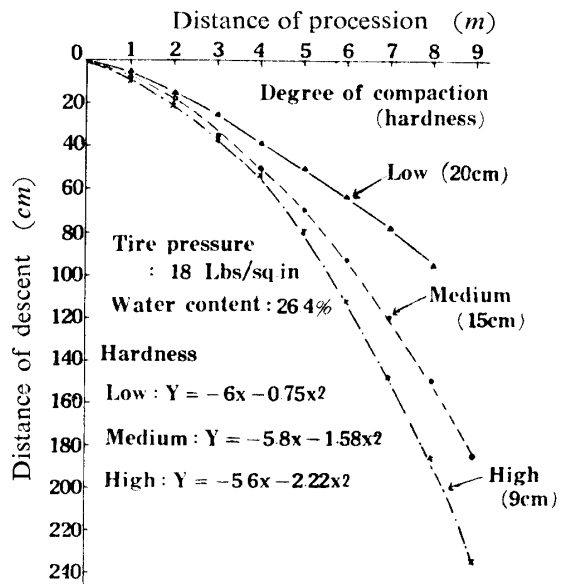


Fig. 18. Effect of the degree of compaction of surface soil on the faculty of straight running.

なる。すなわち、低圧側にあつては傾斜下方側タイヤの変形歪みを増し、有効半径が減少するからである。

低圧タイヤにおける **Deflection** (撓みの実測値のタイヤ高さに対する商を % で示した値) の問題は、この種考察の基本となる。

(2) 下方側車輪を減圧したとき

上方側タイヤは一定 (16 Lbs/in^2) とし、下方側タイヤを逐次減圧した結果 Fig. 16 をえた。

減圧に応じて機体下降量は増大するが 10 Lbs/in^2 以下になると特に著しい。これは下方車輪の有効半径の縮小に加うるに重心の下方移動 (10 Lbs/in^2 において 3 mm 移動) に基くものである。

Fig. の傾向からみて、下方側タイヤ圧は 12 Lbs/in^2 を一応の限界と考えられる (左右の差圧 4 Lbs/in^2)

(3) 山側車輪を減圧したとき

前記とは逆に谷側車輪を 16 Lbs/in^2 に保ち、山側車輪を逐次減圧した結果 Fig. 17 をえた。すなわち減圧に応じて直進性は向上する。

実用上は左右タイヤ圧に差があれば、特に斜面上で往耕と復耕の耕跡が不均整に交叉し、作業困難および精度の低下を来す。

9 土壌締り程度と直進性

落下式土壌硬度計の貫入硬度が軟 (20 cm)、中庸 (15 cm)、硬 (9 cm) なる 3 種の土壌締り状態について機体の直進性を比較した。

Fig. 18 に示した如く、土壌締り程度の弛い側で直進し易いことは特筆すべき傾向である。この理由は、① 土壌が膨軟ならば深耕となつて Fig. 8 の結果に導くものである。② $L_1 > L_2$ (L_1 : 耕耘部の下方滑り量, L_2 : 車輪部の下方滑り量) となり、偏位角を増大させるため下降量が減少する。③ 土壌が硬く締つた状態では耕耘部の反力振動により車輪部の下降滑動が促進される。

10 土壌含水比と直進性

スプリンクラー灌水の後 24 時間放置し、任意含水比の区について直進性を検討した。

Fig. 19 によれば直進性は土壌含水比の多いほど低下を示した。

すなわち 36% 区では $L_1 < L_2$ となり易く、結果として下降量を増大した。

土壌の状態は 36% でかなり変化し、耕耘土塊は微粉碎されず、 $10 \sim 15 \text{ cm}$ 径の塊状となつた。

11 発進時の機体偏位角と直進性

傾斜地の等高線平行耕耘を容易ならしめるには、機体に偏位角を与える必要があるが、この角度が直進性に及ぼす影響を検討した。

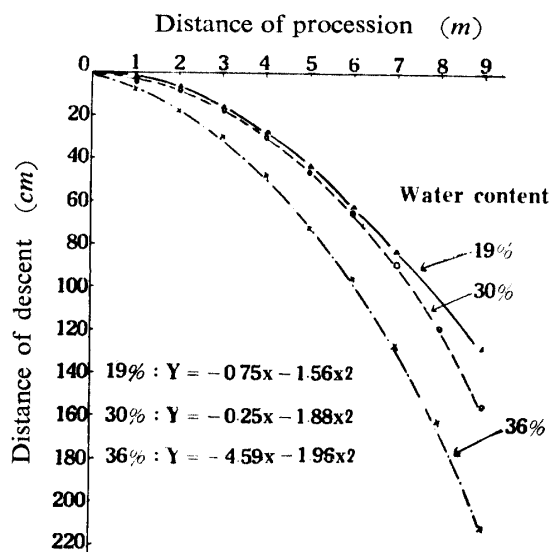


Fig. 19. Effect of water content of soil on the faculty of straight running.

(1) 偏位角 2.5° の場合

偏位角を大きくとれば、機体は一旦登坂を始め、ある点で転向して下降に移る。この点を転向点と名付けることにする。

Fig. 20 において転向点 ㉑ は 0.75 m 進行の附近である。

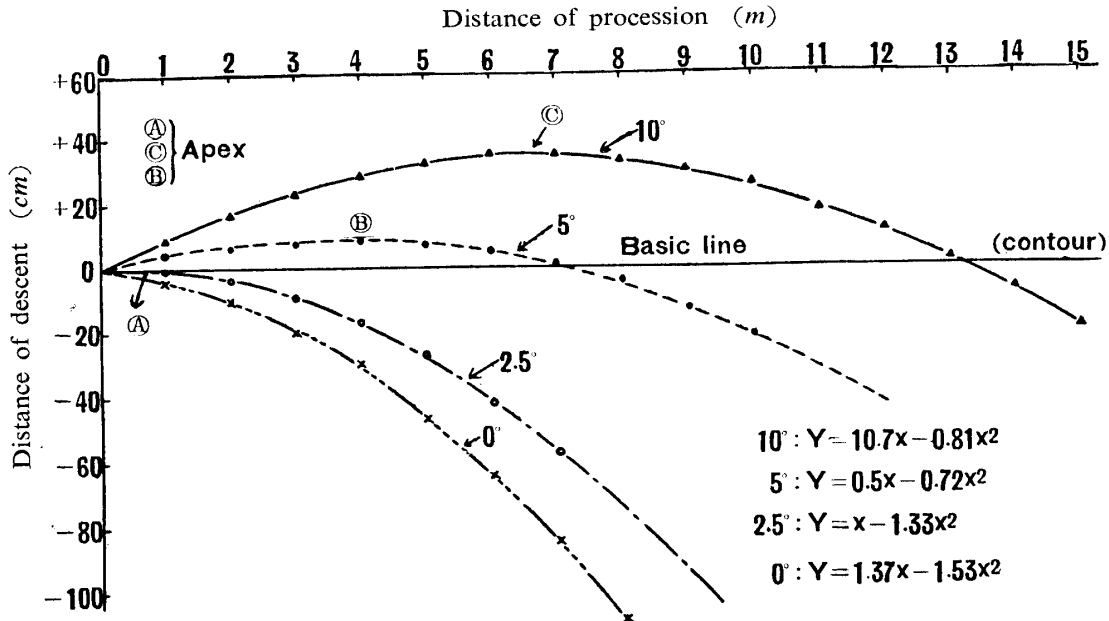


Fig. 20. Effect of deviation angle of tiller on the faculty of straight running.

(2) 偏位角 5° の場合

殆んど直進し、転向点 ㉒ は 3.5 ~ 4 m 進行した個所にある。而も基線から山側への上昇はわずかに 8 cm である。7 m 進行後に基線と交叉するが、まず 9 m までは実用上直進とみなしうる。

(3) 偏位角 10° の場合、

登坂が著しく、転向点 ㉑ までの上昇は 35 cm、進行距離は 6.6 m であつた。これは偏位角が過大である。

このように偏位角を増大すると、一時は登坂方向に進むため耕耘軌跡の実験式は、これまで $y = -bx - ax^2$ であつたものが $y = bx - ax^2$ となり、1 次項の常数が正となる。

12 ハンドルの附加荷重と直進性

ハンドルに適宜の荷重を附与し、 L_1 と L_2 との関係をうまく調整すれば等高線平行耕耘が可能になるはずである。

すなわち森教授らによる²⁾ $L_1 = L_2$ の場合に相当するが、この実験においては発進時の偏位角を 0° とし、ハンドル（傾斜下方側）への附加重量を変化させたときの直進性を検討した。

Fig. 21 において 30 kg 荷重では 4 m 間は殆んど直進に近いが、詳細にはその前半はわずかに下降し、その後漸次上昇する。この 2 ~ 3 m までの下降は発進時の偏位角不足によるもので $L_1 \leq L_2$ の状態である。この期間に偏位角漸増への推移が蓄積され 2 ~ 3 m 進行後において $L_1 > L_2$ となり登坂を開始する。なお ㉑、㉒ の曲線は同一附加重量に対し、土壌含水比の多い方が（㉒ は 30%、㉑ は 20%）機体の下降量が増大することを示し、Fig. 19 の結果を裏付けている。

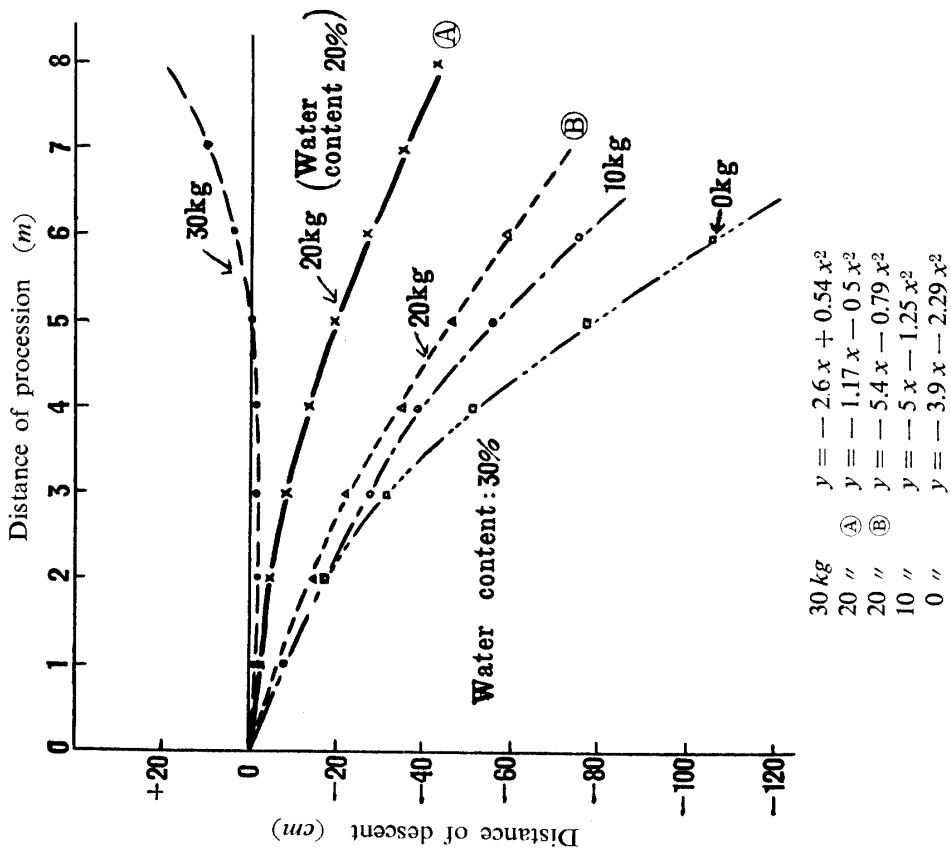


Fig. 21. Effect of handle-equipped weight on the faculty of straight running.

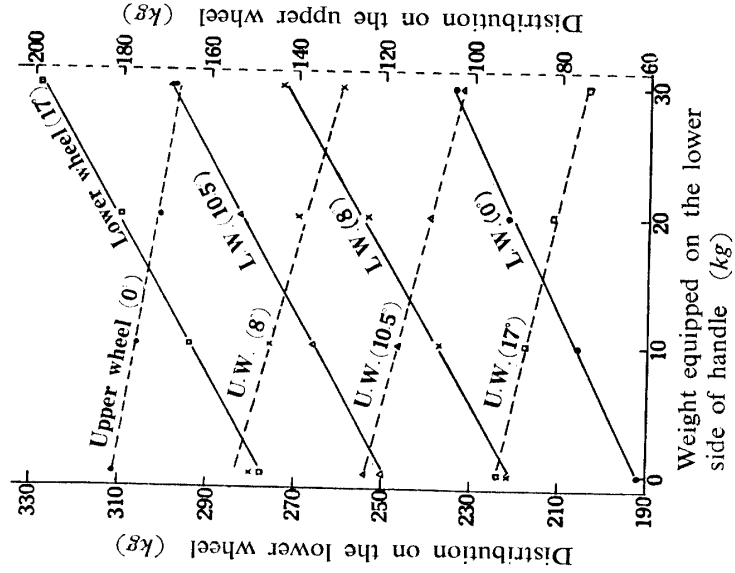


Fig. 22. Effect of weight attached to handle on the distribution of load on both wheels.

Table 2. Increase of distribution on tail wheel due to the increase of weight equipped to lower side of handle.

Weight equipped to handle kg	Total weight of tiller kg	Inclination of tiller	Distribution on tail wheel kg	Inclination of tiller	Distribution on tail wheel kg	Inclination of tiller	Distribution on tail wheel kg
0	373.2	0°	15.5	10.5°	14.5	17°	21.0
10	383.2	0°	25.5	11°	26.0	17°	32.2
20	393.2	1°	36.4	11°	38.1	17.2°	44.0
30	403.2	1°	47.3	11.1°	49.7	17.2°	55.5

また 30 kg 附加重において進行軌跡は登坂したため、2 次項の係数は正となった。

$$y = -2.6x + 0.542x^2$$

また Fig. 22 はハンドルに附荷したときの両車輪の荷重分布を実測した結果である。

特に留意すべきは、各傾斜共、ハンドル荷重を増加しても上方側車輪への分布荷重は漸次減少し、それだけ下方側車輪に掛ることである。

また同様に尾輪の分布荷重を実測して第 2 表をえた。すなわちハンドル附加重量を増せば、全体としての重心が後部に移動することが察知できる。

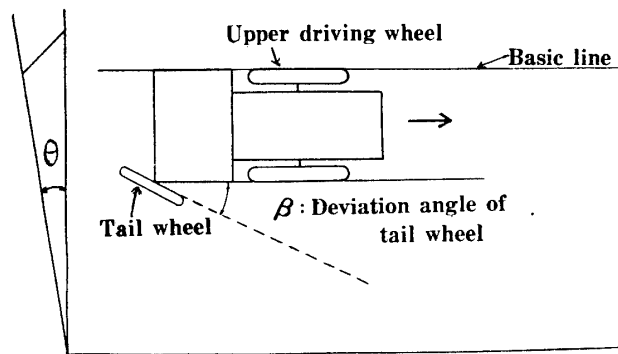


Fig. 23. Deviation angle of tail wheel equipped to lower side.

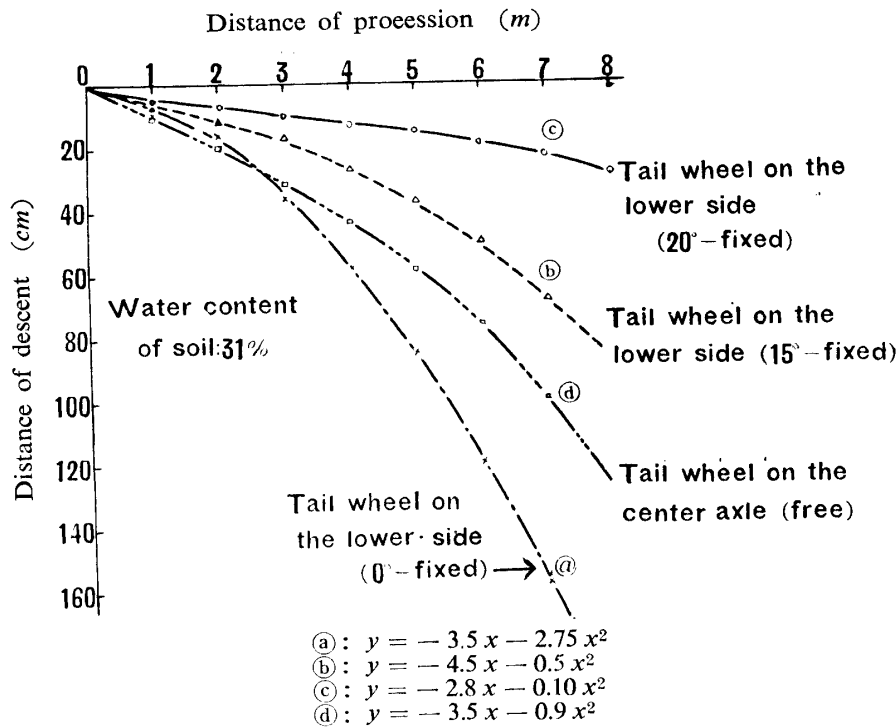


Fig. 24. Effect of deviation angle of tail wheel on the faculty of straight running.

13 尾輪角と直進性

傾斜下方側に片尾輪を装着し尾輪角を変えたときの直進性を検討した。

(1) 尾輪角 0° の場合 (Fig. 24 の (a) 曲線)

これは尾輪面を機体縦軸と平行に固定 (fix) した場合で、従来の中央尾輪回転自在 (free) の (d) 曲線より直進性は低下した。

(2) 尾輪角を 15°, 20° と増加すれば (b), (c) 曲線の如く直進性は漸次向上する。

20° に固定したときは 6 m の進行に対し 20 cm の下降にすぎない。これらの傾向より判ずれば 22° 附近で平行耕耘実現の可能性がある。

(3) 中央尾輪 free の ㉔ 曲線の場合は、尾輪は任意の角度 (例えば Fig. 25 の β) をとって進行し、片尾輪を 0° に fix した場合の ㉔ 曲線よりも直進し易い。

この中央尾輪を一定の尾輪角に固定すれば ㉔, ㉕ 曲線と同様に直進性は向上するであろうし、両尾輪を用いれば効果は一層顕著となるであろう。

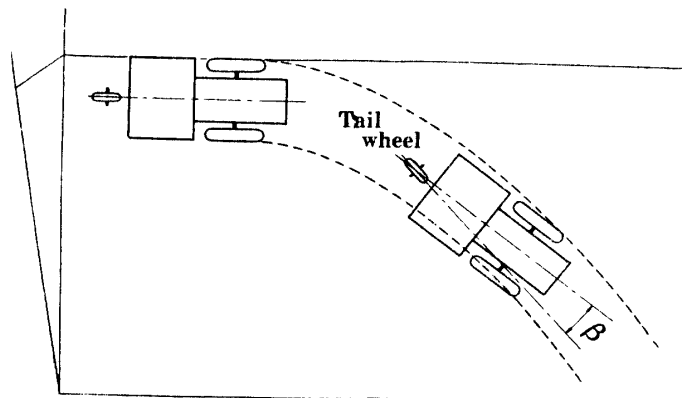


Fig. 25. Tail wheel equipped on the Longitudinal center axle of tiller. Deviation angle " β " is usually changeable on the way of running.

14 機体偏位角と尾輪角の組合せ

実験 11 と 13 により機体の直進性を良好ならしめる適値は、偏位角 $\alpha < 5^\circ$ 、尾輪角 $\beta < 25^\circ$ と推定されるので、この α 、 β を適宜組合せて直進性を検討した。

(1) 偏位角 5°、尾輪角 15° の場合

機体は 6 m まで直線的に進行し 26 cm 登坂した後転向し、下降に移った。この α 、 β の組合せ角は過大である。

(2) 偏位角 4°、尾輪角 20° の場合

この場合は Fig. 20 の偏位角 15° のときと近似するが転向点はさらに 1 m 伸び、また 10 m 進

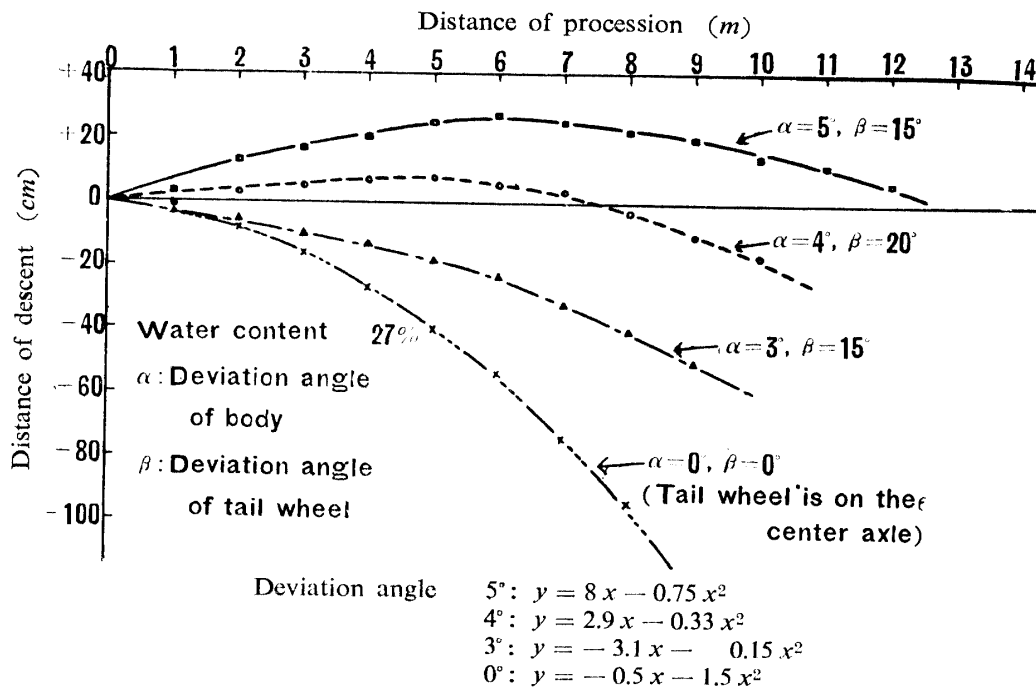


Fig. 26. Effect of the combination of deviation angle given both for the body and tail wheel on the faculty of straight running.

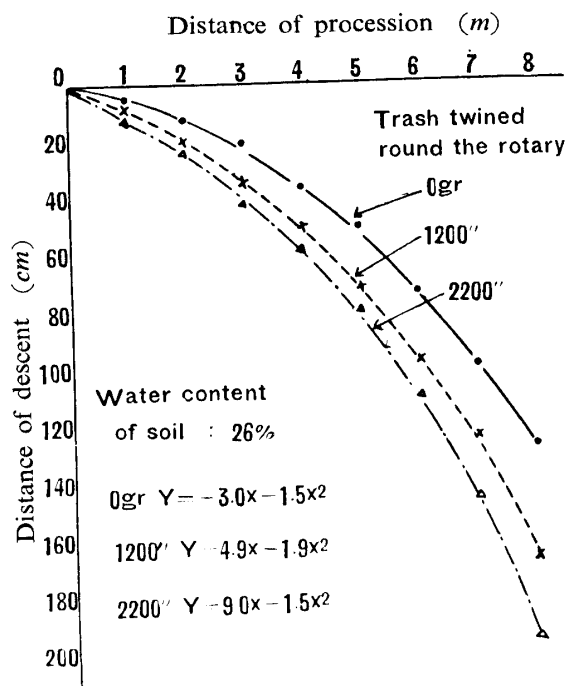


Fig. 27. Effect of the amount of farm trash twined round the rotary on the faculty of straight running.

行の下降距離は 18 cm となり減少した。すなわち直進性は一歩前進を示した。

15 爪車軸への草根巻きつきの影響

ロータリ爪車半径の 1/2 (2200 gr の重さ), 1/4 (1200 gr の重さ) に相当する稲藁を巻きつけたときの直進性を検討した。この際出発当初の耕深は同一にした。

Fig. 27 にみる如く、巻きつけ量の多い時ほど機体は下降し易いが、この理由としては ① 草が爪軸に巻きつくと十分な耕深が得られず減耕になり勝ちであり、それだけ重心が機体前方に移動する。② また耕耘トルクおよび耕進力の減少によつてさらに駆動輪分布重量が増し、前述の L_1 と L_2 のバランスが崩れ易くなるためと思われる。

IV 実験項目の比較

実験各項目が機体直進性に及ぼす程度を比較検討するため実験式各項の係数を纏めて表示する。

一般式 $Y = a + bx + cx^2$
 x : 進行距離 m
 Y : 下降距離 cm
 $a = 0$

Table 3.—(1) Comparison of coefficient of experimental formula $y = bx + cx^2$

実験項目 Item	条件 Moving conditions	b の範囲 The value of b	c の範囲 The value of c
耕耘速度 Speed of running	低速 (0.42 m/s) Low	- 1.0 ~ - 3.7	- 2.03 ~ - 2.75
	中速 (0.58 m/s) Medium		
	高速 (1.25 m/s) High		
爪回転数 Revolution of rotaryin	細 (370 r.p.m) Fine	- 1.93 ~ - 3.75	- 1.29 ~ - 1.88
	粗 (175 r.p.m) Corse		
耕 深 Depth of tillage	深 耕 (18 cm)	- 5.3 ~ - 6.04	- 1.85 ~ - 2.23
	中 耕 (12 cm)		
	浅 耕 (6 cm)		

Table 3—(1) *cont'd*

実験項目 Item	条 件 Moving conditions	b の 範 囲 The value of b	c の 範 囲 The value of c
爪 の 種 類 Sort of tine	普 通 爪 Standard tine	— 4 ~ — 5.1	— 1.33 ~ 1.63
	ナ タ 爪 (小) Flat-knife tine (short type)		
	ナ タ 爪 (大) Flat-knife tine (Long type)		
爪 数 Number of tines equipped	完 全 装 備 (14 本)	— 2.7 ~ — 5.1	— 0.9 ~ — 1.4
	半 数 爪 (7 本)		
	全 爪 除 去 (0 本)		
轍 間 距 離 Tread center to center	広 距 (64 cm) Wide	+ 8.6 ~ — 5.9	— 1.96 ~ — 5.46
	狭 距 (47 cm) Narrow		
タ イ ヤ 圧 Tire pressure (Both side is equal)	25 ポンド lbs/sqin	— 0.65 ~ — 4.2	— 2.15 ~ — 3.71
	18 ポンド lbs/sqin		
	10 ポンド lbs/sqin		

Table 3—(2) Comparison of coefficient of experimental formula $y = bx + cx^2$

実験項目 Item	条 件 Moving conditions		b の 範 囲 The value of b	c の 範 囲 The value of c
タ イ ヤ 圧 Tire pressure	山側 16 ポンド Higher on the mount side tire 16 lbs/sq-in	谷側 16 ポンド Lower side 谷側 12 ポンド " 谷側 8 ポンド "	— 6.85 ~ — 11.2	— 3.07 ~ — 5.75
	山側 16 ポンド Mount side	谷側 16 ポンド		
	山側 13 ポンド " 山側 10 ポンド "	Higher on the lower side tire 16 lbs/sq-in		
土 壌 硬 度 Hardness of soil layer	軟 Low (20 cm)		— 5.6 ~ — 6	— 0.75 ~ — 2.22
	中 Medium (15 cm)			
	硬 High (9 cm)			
含 水 比 Water content of soil	19% (硬度 13 cm)		— 0.25 ~ — 4.59	— 1.56 ~ — 1.96
	30% (" 12 cm)			
	36% (" 11 cm)			

Table 3—(2) *cont'd*

実験項目 Item	条 件 Moving conditions	b の範囲 The value of b	c の範囲 The value of c
偏位角 Deviation angle of body	0°	10.7 ~ 0.5	-0.72 ~ -1.53
	2° 5		
	5°		
	10°		
尾輪偏位角 Deviation angle of tail wheel	0° (fixed)	-2.8 ~ -4.5	-0.10 ~ -2.75
	15° (")		
	20° (")		
	free		

Table 3—(3) Comparison of coefficient of experimental formula $y = bx + cx^2$

実験項目 Item	条 件 Moving conditions	b の範囲 The value of b	c の範囲 The value of c
ハンドルウェイト Handle equipped weight	0 kg	- 1.17 ~ - 5.4	+ 0.54 ~ - 0.5
	10		
	20		
	20 (20% 含水比)		
	30		
機体偏位角と 尾輪角の組合せ Combination of deviation angles given both for the body and tail wheel	0°	- 0.5 ~ + 8.0	- 0.15 ~ - 1.5
	3°		
	4°		
	5°		
草根巻付量 Amount of trash twined round the rotary	0 g	- 3.0 ~ - 9.0	- 1.5 ~ - 1.9
	1200 g (爪車半径の 1/4)		
	2200 g (" 1/2)		

V 摘 要

傾斜地等高線平行耕耘において、運転諸条件を主とする各種の因子が、ロータリー式耕耘機の直進性に及ぼす影響を検討し、次の結果を得た。

- (1) 耕耘機進行速度の低下につれて、機体の直進性は良好となる。
- (2) 爪車回転数の低下につれて直進性は良好となる。
- (3) 耕深の影響は比較的少いが、6~18 cm の間において深耕側では直進性は良好となる。
- (4) ロータリ爪各種については、普通爪、ナタ爪 (小)、ナタ爪 (大)、の順序に前者ほど直進性は良好である。
- (5) 耕耘爪装着数の少いほど直進性は良好となる。
- (6) 轍間距離が広いほど直進性は良好となるが、他面、耕作体系、軸の撓み等の面から限界が考えられる。
- (7) タイヤ空気圧が高いほど直進性は良好である。山側タイヤの 16 Lbs/in^2 に対し谷側タイヤ 10 Lbs/in^2 以下では特に下降が著しい。
- (8) 走行地面が膨軟なほど機体は直進し易くなる。
- (9) 土壌含水比の低下につれて (19~36% の間) 直進性は良好となる。
- (10) 9° の傾斜で機体偏位角 $5'$ を与えたとき直進性は最良を示した。
- (11) ハンドル (谷側) に重錘を附加すれば直進性は著しく向上し、 30 kg 附加において殆んど直進を示した。耕跡の一般式 $y = -bx - cx^2$ において x^2 の係数は始めて正となつた。
- (12) 尾輪角 β を固定 (fix) して発進させれば直進性は向上し、 $\beta \doteq 22^\circ$ で良好となつた。
- (13) 機体偏位角 α と尾輪角 β を適宜組合せれば機体はさらに直進する。 $\alpha = 4^\circ$, $\beta = 20^\circ$ においては最良値を示した。
- (14) ロータリ爪車輪の草根巻きつき量が少いほど直進性は良好となる。
- (15) 以上各項目の実験式における諸係数を一表にまとめて比較した。

附 記

本研究は昭和 33 年度文部省科学試験研究「傾斜地農業の機械化に関する研究」(主任研究者 九大森 周六教授)の一環として行つたものである。

まとめに際しては森周六教授・坂井純一氏の助言を得た。また教室員大迫貞雄技官・稲葉誠一学生は終始熱心に協力された。

茲に記して深甚の謝意を表する次第である。

文 献

- 1) 森 周六・古賀茂夫・坂井 純：傾斜地における動力耕耘機利用法の基礎理論に関する研究，
p. 7, 農業機械学会九州支部 (1957).
- 2) 同 上 p.13.

R é s u m é

Relations between the moving conditions of rotary power tiller and the faculty of straight running at the contour farming on the inclined farm (9) were investigated, and the following results were obtained.

The faculty of straight running of power tiller advances according to the following conditions :

- (1) the decrease of running speed of power tiller.
- (2) the decrease of revolution of rotary.
- (3) on the side of deep tillage.
- (4) the sort of equipped tine in the following order :
standard formed tine > flat knife tine (short type) > flat knife tine(Long type).
- (5) the decrease of the number of equipped tine.
- (6) the increase of the distance of the tread center to center.
- (7) at the higher air pressure of pneumatic tire.
- (8) on the slacked soil surface more than the compact.
- (9) the decrease of water content of soil.
- (10) the highest faculty at the deviation angle 5° of power tiller for the basic line.
- (11) the increase of handle-equipped weight on the lower side within the certain limit.
(30 kg in this experiment).
- (12) at the suitable deviation angle of tail wheel, remarkably 22° in this experiment.
- (13) the selection of the suitable combination of deviation angles given both for the power tiller (α) and tail wheel (β). (The best result was obtained at the value of $\alpha = 4^{\circ}$, $\beta = 20^{\circ}$ in this experiment).
- (14) the decrease of the amount of farm trash twined round the rotary.
- (15) The coefficients of these experimental formula were arranged in one table.