

傾斜地における作業機の下方移動防止

島 田 実 幸

PREVENTING THE IMPLEMENTS FROM SLIDING DOWN ON THE SLOPING LAND

Miyuki SHIMADA

下方移動の防止法として、トラクタに対する山側荷重、ロアーリンクの山側移動、作業機の保持輪の角度変化、ローリングコルタなどをとり上げてその効果を検討した。

傾斜地には8~15°の等高線ほ場と波状傾斜地を供し、各種下方移動防止装置を組合せて行なった。作業機としてロータリ、カルチベータ、デスクハロー、ビートハーベスタ直装型、および半直装型を供した。トラクタの走行は等高線方向に限定して実施し、操向角、機体偏角などを測定し、対地姿勢の挙動を把握した。

I 緒 言

すでに造成傾斜地において、トラクタおよび各種作業機を供して、その下方移動特性の解明を試みてきた¹⁾。下方移動防止法としては、山側荷重によるトラクタ左右分担荷重の均衡、ロアーリンクの山側移動を採り上げたが、さらに、1) 作業機の保持輪の角度を山側へ向けた場合、2) 保持輪の角度をハンドルにより作業中に操作をした場合、3) トラクタ前部にスクレーパを取付けて走行用の溝を作った場合、4) 作業機に下方移動防

止ブレードを装着した場合、5) ハーフトラックをはかせた場合、などの下方移動防止装置を試験の対象とし、その効果について現地の傾斜地において調査した。

本試験の実施にあたり、酒井富吉専門技術員、北見農業試験場三好宗春管理科長に測定の協力を得た。久保田鉄工株式会社、スガノ農機株式会社、三興精機株式会社からは作業機の提供を受けた。以上の方々に厚く謝意を表する。

II ほ場条件

草地をプラウ耕して試験ほ場を作成した。土性

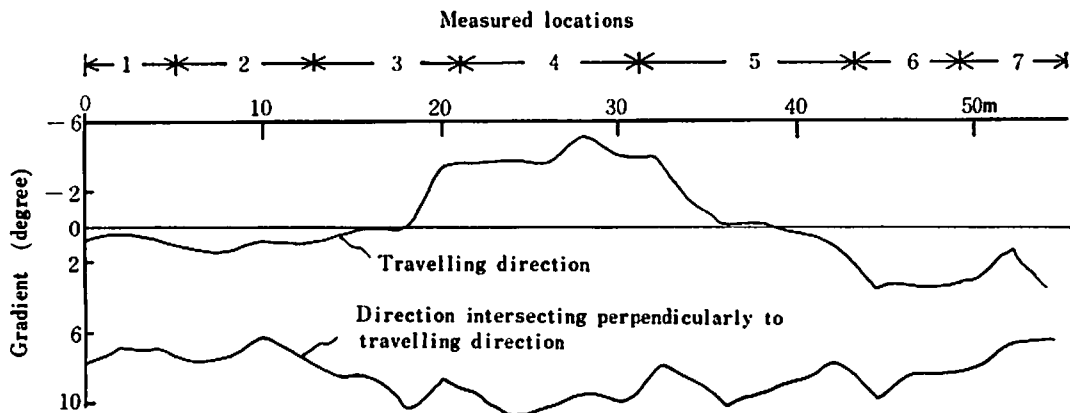


Fig. 1 Condition of sloping field (wavelike slope, plot 1)

は砂壤土で、表土に火山灰を被覆した洪積土壌である。ロータリの試験路面の造成はブルドーザにより鎮圧し、ビートハーベスタの場合にはデスクハローを2回掛けた。

土壌水分は30~35% (湿潤基準) であった。試験区を次のように3区設定した (Fig 1)。

Ⅰ区 傾斜度 7~10° 波状を呈する

Ⅱ区 傾斜度 8~10° 等高線斜面

Ⅲ区 傾斜度 13~15° 等高線斜面

III 供試機の概要

1 トラクタおよび作業機の主要諸元は Table 1 に示すとおりである。

2 直装型ビートハーベスタ：保持輪はタップ

Table 1 Specifications of tractor and implements

Tractor & implements	Overall length (mm)	Overall width (mm)	Height (mm)	Total weight (kg)	Note
FIAT 415-S	3,170	1,680	1,520	1,650	45 ps
Disk harrow (tandem)	1,205	2,100	1,340	450	Angle of gangs 8 degree
Rotary plow	1,200	1,900	900	400	width of cut 1,800 mm
Cultivator (4 row)	920	2,800	890	160	Spring tine
Beet harvester (integral-mounted)	2,250	1,640	1,900	670	
Beet harvester (semi-mounted)	3,230	2,000	2,300	990	

ーフィルターホイールの駆動輪になっているので、とくに傾斜地用にユニバーサルジョイントを介して動力の伝達を行ない、角度範囲は±10°である (Fig. 2)。

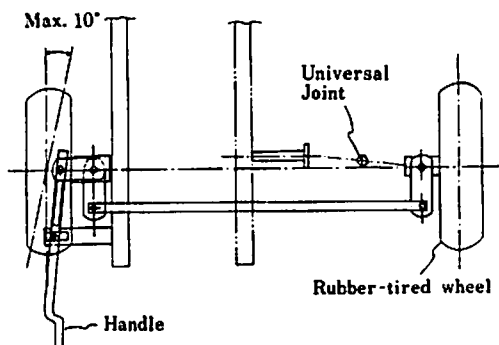


Fig. 2 Integral mounted beet harvester

3 半直装型ビートハーベスタ：保持輪変角機構と作業機の変位機構 (トラクタに対し左右に移動できる) とが連動していて、ハンドルにより操作される。調節範囲は、保持輪角±10°, 変位量±240 mm である (Fig 3)。

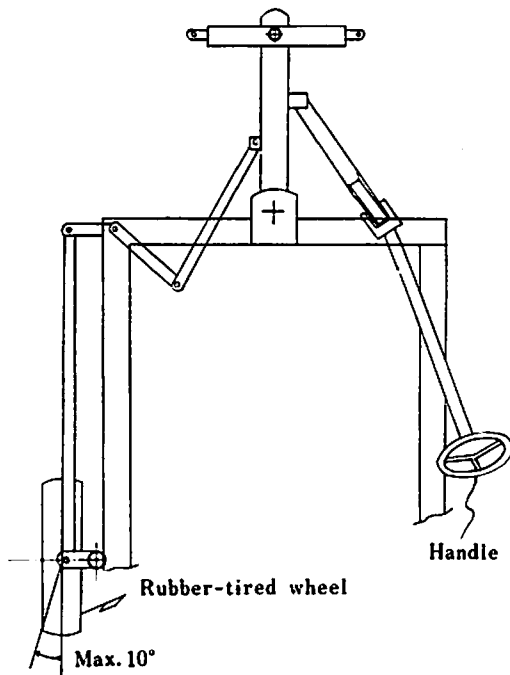


Fig. 3 Semi-mounted beet harvester

4 ローリングコルタ：直径 460 mm で半直装

ハーベスタの最後部に取付けられている (Fig 4)。

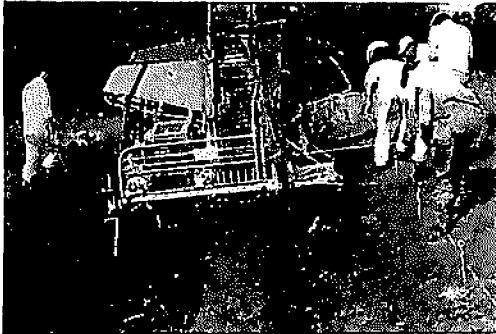


Fig. 4 Rolling colter attached to the semi-mounted beet harvester

5 フロントスクレーパ: スクレーパはトラクタ前輪の前方に取付けられ、車輪が通る溝を作る。スクレーパは平行リンク機構を持ち、上下作動が自由であり、定規車で深さを規制する (Fig 5)。



Fig. 5 Front-mounted scraper equipped with to the tractor

6 ハーフトラック: FIAT 415-S に取付けた。履帯接地幅は 470 mm, 接地長は 1,200 mm である。

IV 試験方法

1 下方移動防止の処理方法

1) トラクタに対する処理

- | | | | | | | | |
|--------------|---|----|---|----|--------|--|----|
| a) 重錘附加 | <table border="0"> <tr> <td>山</td> <td>側</td> <td>Wm</td> </tr> <tr> <td>トラクタ中心</td> <td></td> <td>Wc</td> </tr> </table> | 山 | 側 | Wm | トラクタ中心 | | Wc |
| 山 | 側 | Wm | | | | | |
| トラクタ中心 | | Wc | | | | | |
| b) ローリンク | <table border="0"> <tr> <td>山</td> <td>側</td> <td>Lm</td> </tr> <tr> <td>トラクタ中心</td> <td></td> <td>Lc</td> </tr> </table> | 山 | 側 | Lm | トラクタ中心 | | Lc |
| 山 | 側 | Lm | | | | | |
| トラクタ中心 | | Lc | | | | | |
| c) フロントスクレーパ | FS | | | | | | |
| d) ハーフトラック | HT | | | | | | |

2) 作業機に対する処理

- a) 保持輪変角 $I_0^\circ, I_5^\circ, I_{10}^\circ$
 b) ローリングコルタ Lc

以上の処理について実施組合せは次のとおりである。

- | | | | | | |
|-------------------------|---|------------------------|----------|-------------------------|--------------------|
| i) デスクハロー | <table border="0"> <tr> <td>Wc—Lc</td> <td rowspan="3">} の 4 通り</td> </tr> <tr> <td>Wc—Lm</td> </tr> <tr> <td>Wm—Lc</td> </tr> </table> | Wc—Lc | } の 4 通り | Wc—Lm | Wm—Lc |
| Wc—Lc | | } の 4 通り | | | |
| Wc—Lm | | | | | |
| Wm—Lc | | | | | |
| ii) ロータリ | Wm—Lm | | | | |
| iii) カルチベータ | Wm—Lm | | | | |
| iv) ビートハーベスタ | <table border="0"> <tr> <td>Wc—Lc—I_0°</td> <td rowspan="3">} の 4 通り</td> </tr> <tr> <td>(直装) Wm—Lm—I_0°</td> </tr> <tr> <td>Wm—Lm—I_5°</td> </tr> </table> | Wc—Lc— I_0° | } の 4 通り | (直装) Wm—Lm— I_0° | Wm—Lm— I_5° |
| Wc—Lc— I_0° | | } の 4 通り | | | |
| (直装) Wm—Lm— I_0° | | | | | |
| Wm—Lm— I_5° | | | | | |
| v) ビートハーベスタ | (半直装) Wm—Lm— I_{10}° | | | | |
| vi) ローリングコルタ: | <table border="0"> <tr> <td>Wm—Lm—I_0°—Lc</td> <td rowspan="2">} の 4 通り</td> </tr> <tr> <td>Wm—Lm—I_5°—Lc</td> </tr> </table> | Wm—Lm— I_0° —Lc | } の 4 通り | Wm—Lm— I_5° —Lc | |
| Wm—Lm— I_0° —Lc | } の 4 通り | | | | |
| Wm—Lm— I_5° —Lc | | | | | |
| vii) フロントスクレーパ: | <table border="0"> <tr> <td>Wc—Lc—FS</td> <td rowspan="2">} の 4 通り</td> </tr> <tr> <td>Wm—Lm—FS</td> </tr> </table> | Wc—Lc—FS | } の 4 通り | Wm—Lm—FS | |
| Wc—Lc—FS | } の 4 通り | | | | |
| Wm—Lm—FS | | | | | |

である。

2 走行要領

等高線走行を原則とした。各試験区を等高線に平行に間縄を張り、トラクタをこのラインに沿って走行させた。この際、片ブレーキを使用せずハンドル操作のみとした。

3 測定方法

1) トラクタおよび作業機の偏角: トラクタについてはトラクタ縦軸に平行に棒を取付け、3700 mm 隔てた両端より巻尺を等高線に対して直角に伸ばし、等高線との交点を前後同時に読み取り、 $\alpha = \sin^{-1} \left(\frac{Bt - At}{3700} \right)$ を偏角とした (Fig 6)。

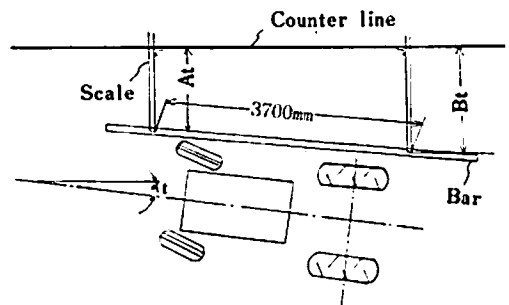


Fig. 6 Method for measuring the deflection of tractor and implement

作業機については、半直装型ハーベスタのみが測定対象であり、測定方法はトラクタと同様で、 $\alpha_i = \sin^{-1} \left(\frac{Bi - Ai}{1850} \right)$ である。

2) トラクタの操向角：前輪のキングピンの軸心上部に分度器を接着し、一方フレームより固定針を出しておき、前輪の角度変化を合図のあるごとに直接読み取った。

3) すべり率、走行速度：測定はペグとストップウォッチを用いた慣行法によった。

V 試験結果

1 デスクハロー：草地をプラウ耕した後、あらかじめデスクハローを縦横に掛けて整地した。走行速度は1 m/secとした。Fig.7にトラクタ姿勢の経時変化を示す。偏角は山側荷重の影響を受けるより、むしろローアリンクの位置による影響が

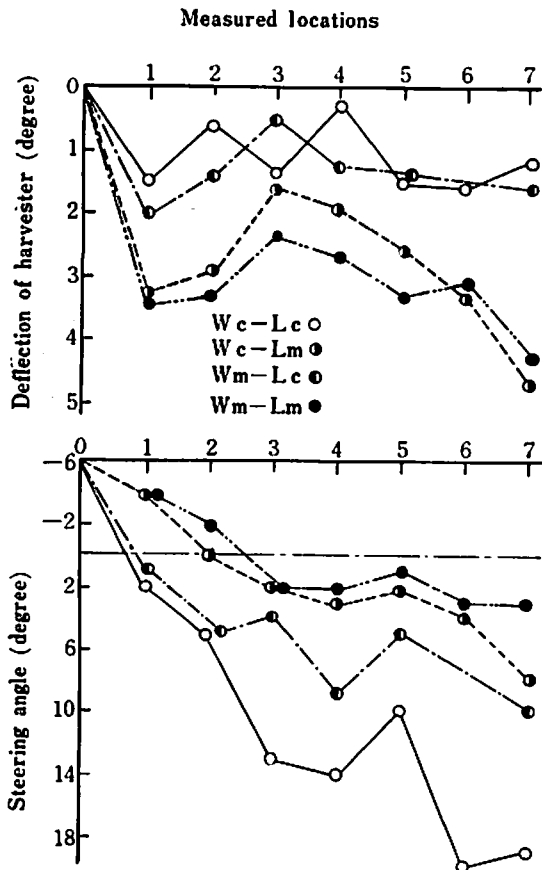


Fig. 7 Disk harrow

大きい。Lcで偏角は2°以内にとどまったが、Lmでは走行距離がのびるにつれて偏角が大きくなり5°程度に達した。一方操向角は偏角とは逆にLmのときで8°以内におさまり、Lcでは約20°に及んだ。6~7区は上り坂にあたり、偏角、操向角共に増大した。

2 ロータリ：偏角については処理間に差が現われ難く、ロータリのように押出力のある作業機は、ほかの作業機に比較して偏角、操向角共に4°以内であり走行性が良好である (Fig.8)。デスクハロー同様、Lmでは操向角を谷方向へ切っている。

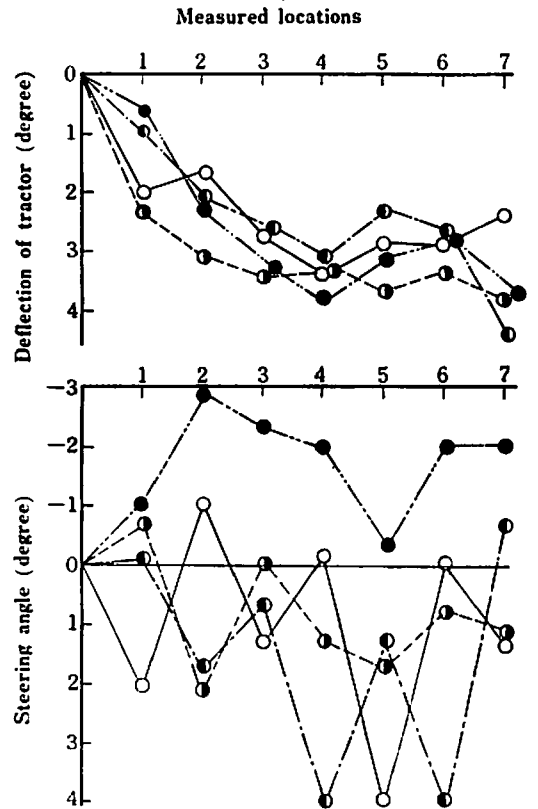


Fig. 8 Rotary plow

3 カルチベータ：いずれの処理も4°以内におさまり、LcがLmに比較して若干良好である。操向角はLmの方が少ない (Fig.9)。この傾向はデスクハロー、ロータリと類似している。

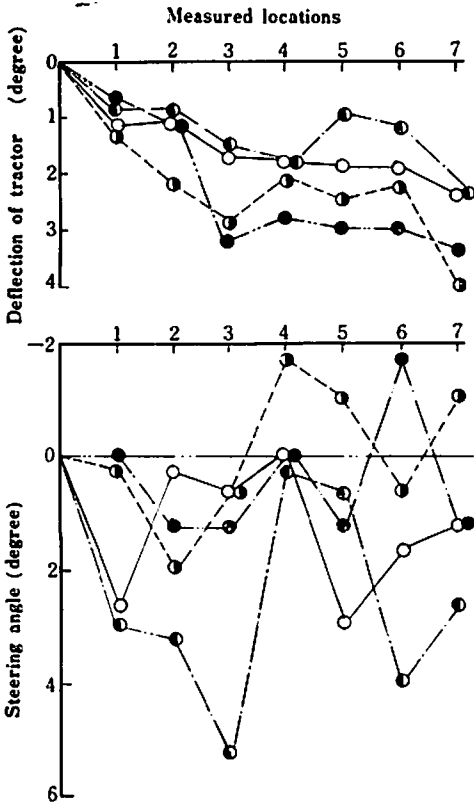


Fig. 9 Cultivator

4 ビートハーベスタ (直装型)

Fig.10 に見るように、Wm—Lm—I_{10°} の場合に顕著な効果が現われ、操向角を 10~20° と大きく山方向へ切っているにもかかわらず、偏角は 0~-3° と負の方向へ向いた。これは作業機の保持輪の効果が大きくトラクタに影響を及ぼした結果である。しかし、保持輪を 5° に下げると無処理との差はなくなった。(Fig.10)。

5 ビートハーベスタ (半直装型)

トラクタ偏角については処理、無処理間で大きな差は見られないが、作業機偏角では I_{10°} で最も良く、次いで I_{5°} が良好であった(Fig.11)。I_{0°} は 5~6° と最悪であるが、これは 340 mm 山側へ作業機を偏立させたので、保持輪が谷方向へ向く結果となり、逆効果を生じたためである。

I_{10°}、I_{5°} では作業機を介してトラクタ後部を山方向へ押揚げるモーメントが作用するので、操向角を逆に谷方向へとらなければならず、I_{10°} で-

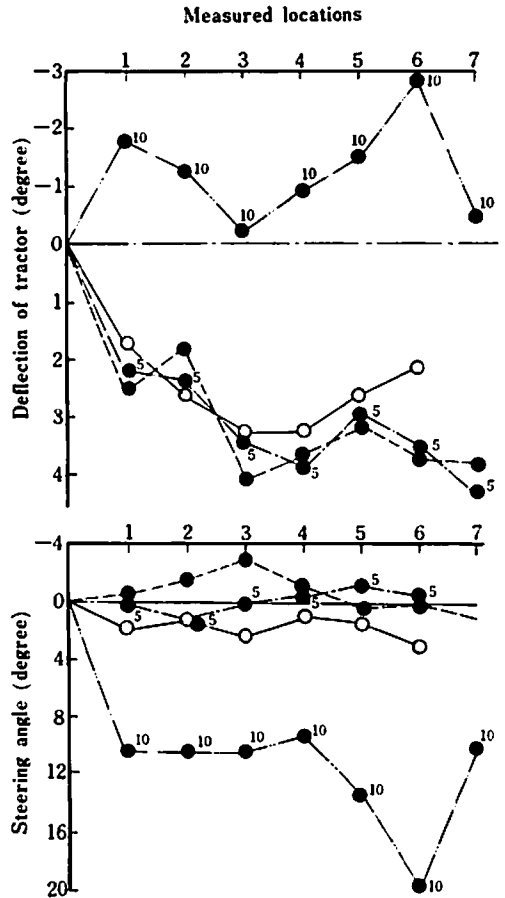


Fig. 10 Integral mounted beet harvester

3°, I_{5°} で -2° となった。他方無処理についてはモーメントが作用せず、操向角は約 4° と大きい。

ローリングコルタを併用した場合には Fig.12 に示すように、コルターを土中へ 200 mm 作用させた I_{0°} のとき、作業機の姿勢は良く、-4° と谷へ向いた。トラクタ操向角の安定性も I_{0°} のコルター併用がよく、I_{10°} のコルターなしの処理では 7° と最も不良であった。

連続ハンドル操作により、ハーベスタの姿勢を制御した状況を Fig.13 に示した。進行するにつれて、トラクタの偏角が増加し始めるが、作業機の操縦者が山側へハンドルを切ることによって、作業機の偏角を約 2° 以内にとどめ得た。一たん偏角が増大したが、ハンドル操作により修正された。トラクタ操向角は 0° を中心に変動し、走行性が良好であることを示した。

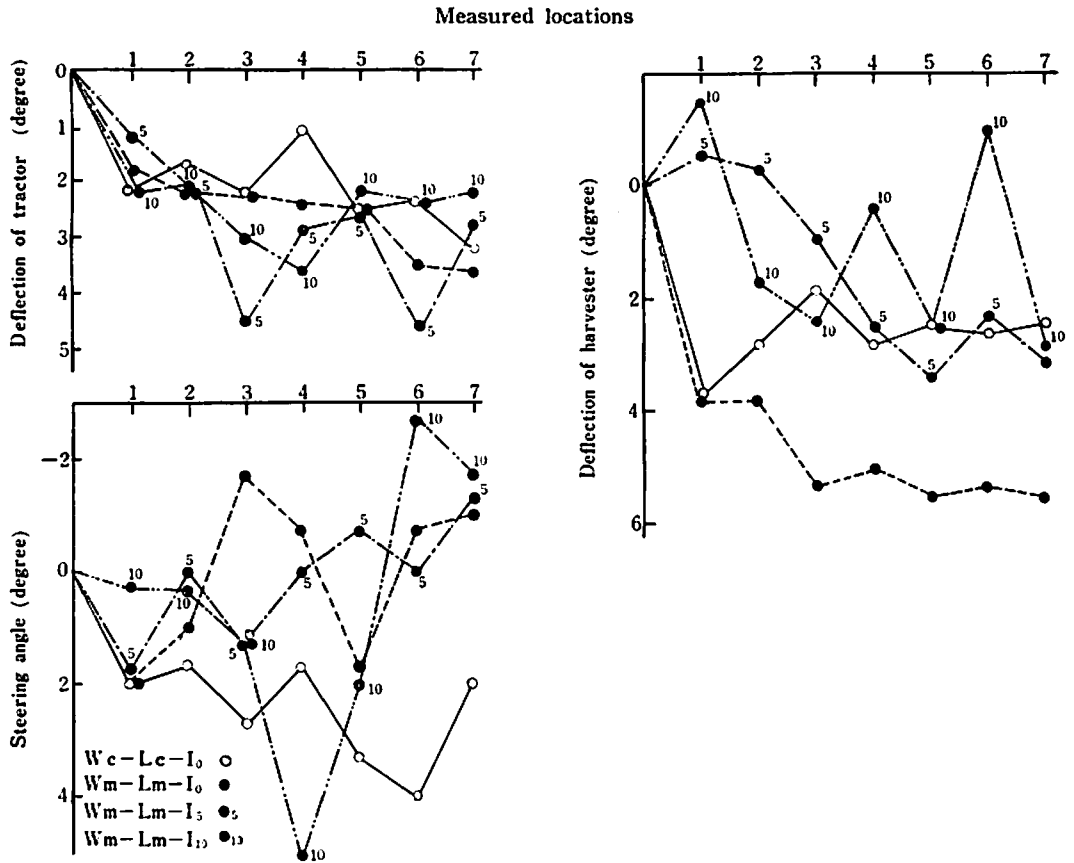


Fig. 11 Semi-mounted beet harvester

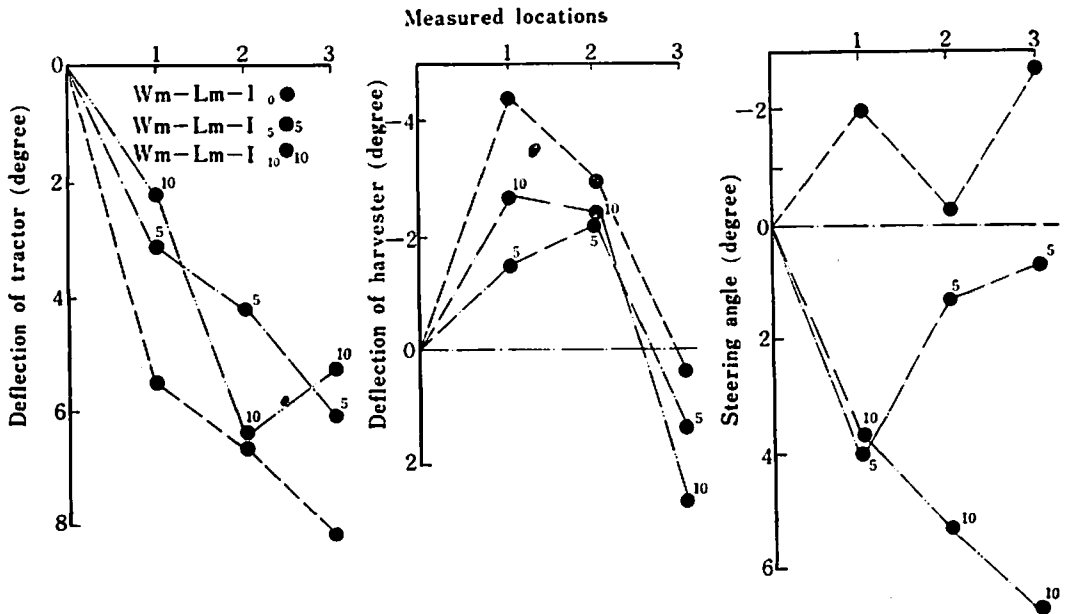


Fig. 12 Behavior of tractor and harvester with rolling colter (Plot III)

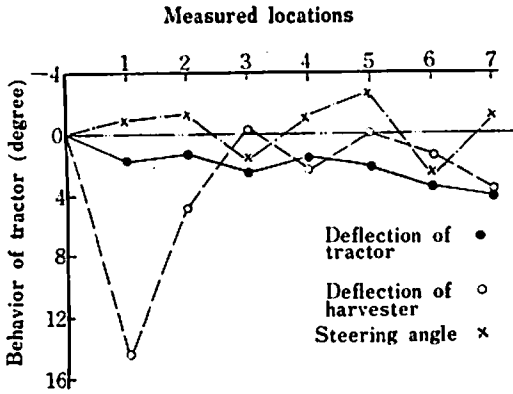


Fig. 13 Behavior of tractor and harvester operated the handle continuously corresponding to gradient

6 フロントスクレーパ: Fig.14 に示すように、フロントスクレーパをつけない Fig.7 と比較するとその差違が明らかである。トラクタ偏角はスクレーパの有無にかかわらず、差は見られないが、操向角に関しては、スクレーパのない場合には 6~12° であるが、スクレーパをつけた場合には -3~3°にとどまった。

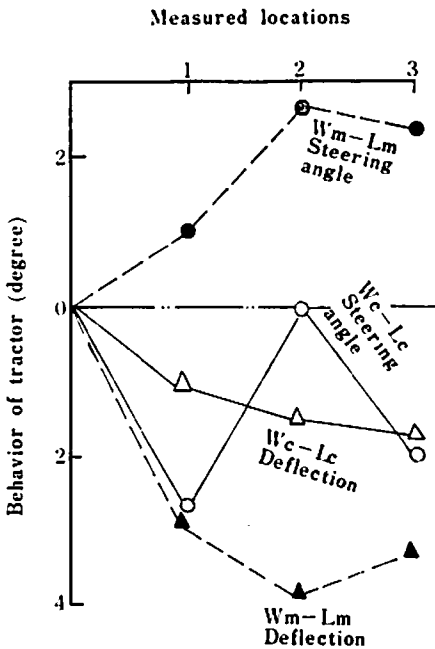


Fig. 14 Behavior of tractor with scraper (Plot II) (Disk harrow attached to the tractor)

7 ハーフトラック: ハーフトラックを履かせた場合を Fig.15 に示す。この効果は Fig 7 と比較すると、それほど期待できない。偏角については効果はないが、操向角では車輪型で最大 20° に達したが、ハーフトラックでは 6°にとどまった。

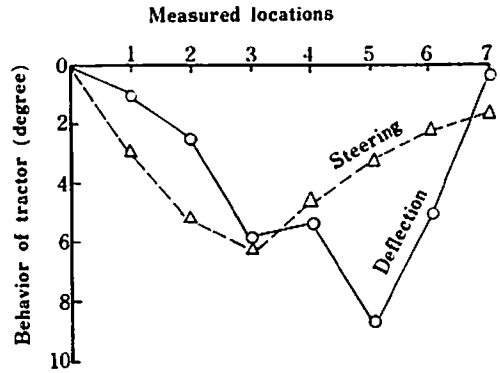


Fig. 15 Half-track (Disk harrow attached to the tractor)

VI 考 察

1 山側荷重とローリンク山側移動: 山側荷重は牽引力の増大には顕著な効果があるが、下方移動の防止に対してはその効果はほとんど見られない。また、ローリンクについても現地試験では効果を確認するには至らなかった。結果の項でふれたように、ローリンクを山側へ移動すると逆効果を呈したが、次の理由が考えられる。ローリンクを山側へ偏位すると、作業機は谷方向へ向く姿勢になり、したがって、トラクタ後輪を谷側へ下げる力が作用し、トラクタにモーメントを発生させ、前輪を山側へ押し上げる。デスクハロー、カルチベータ、ロータリのようにローリンクを山側へ移動した場合に偏角が増大し、前輪の操向角が減少した理由である。とくにロータリのように、押出力のある作業機は、ほ場が硬い場合には特別な傾斜地用の装置を持たなくとも、十分な作業ができると考えられる。

2 保持輪の山側変角: 保持輪を山側へ角度をつけることにより、作業機の横ずれが減少し、走行の向上が認められる。直装型ハーベスタについては、作業機に発生する登坂力が直接トラクタを山

側へ押し上げる力として作用する。保持輪角を 10° にすると、この押し上げ現象は顕著に現われ、トラクタ偏角は逆に負となって前輪より後輪が山側へ寄った姿勢となる。その結果、前輪が谷方向へとられるので、逆に山方向へ大きく切る必要がある。半直装型ハーベスタについてはトラクタと作業機が別に動き得るので、直装型のように作業機の影響が直接トラクタに伝わることは少ないようである。トラクタ偏角、操向角共に各処理間に明らかな差違が認められない。しかし、作業機自体については、保持輪角度を 10° にした場合が最も効果が大きく、負の角度を示した。これは角度を 10° にすることは過剰であることを示しており、 10° 以下で使用することが必要であると考えられる。保持輪を 5° にすると作業機偏角は 2° 程度におさまり、適度な姿勢と思われる。結局、半直装型では、作業機自体の姿勢を制御することは大きな効果のあることが認められた。

3 ローリングコルタによる防止効果：コルタによる効果は、保持輪のように登坂力は発生しないが、下方への移動を阻止する点で大きい。コルタ作用深 100 mm と 200 mm とを比較してみると、 200 mm では効果が過剰であり、 100 mm 程度が走行姿勢として良好のようである。コルタの効果は硬盤に達して発揮されるが、硬盤に貫入させることは実際上容易ではなく、油圧などの手段を要するであろう。コルタのようなブレードを使用した場合の効果程度を知る予備的な段階であり、防止装置としての研究は今後待たねばならない。

4 ハンドル操作による作業機の姿勢制御効果：実際の傾斜地における作業は一定した等高線状をなしたほ場ではなく、波状を呈した複雑なところで行なわれる。したがって、必要に応じて作業機の位置を制御することが重要である。本試験では、トラクタの対地姿勢に関係なく作業機を制御することが可能であることが明らかとなった。出発時点で必ず初期下方向移動が生じるが、その後のハンドル操作により修正され、偏角はほぼ 0 度となり等高線作業を行ない得た。しかし、トラクタ自体が下方へ横ずれを起こすと地面上の軌跡は

幅が広くなり、実際上の利用には問題が残る。

5 フロントスクレーパの効果：トラクタ偏角については、その効果はほとんどみられないが、操向角についてはかなりの効果があるようである。Wm-Lmでフロントスクレーパがない場合には $0\sim 2^\circ$ であるが、スクレーパを作用させると負の角度となり、前輪が溝にのれば下方向移動し難いことを示した。今回のように、前輪にスクレーパを取付けると、後輪との距離が遠くなり、スクレーパがつけた溝に後輪が乗り難く、偏角を消去することができなかった。さらに前部におくと、トラクタにモーメントを生じ、後輪を谷側へ落とす傾向があるので、むしろトラクタ中腹部に位置するのが適当と考えられる。スクレーパの利用は、土を削ることによりトラクタと作業機の斜度が減少する利点がある。しかし、反面、中耕除草、防除作業を行なう場合、土の移動が作物に与える影響を無視できないので作物、作業の種類との関連で、その利用の可能性について検討を要する。

6 ハーフトラックによる効果：偏角については、車輪型に比較して向上しているとはいえないが、操向角は良好のようである。このように偏角が同じでも、操向角が減少することは作業走行が容易であることを示している。ハーフトラックの問題点は履帯の幅が広いことであり、車輪型と同一偏角をなした場合でも通過後の路面軌跡は幅広くなり、畦作物を対象として考える際には、作物の損傷を避けるためにより広い畦間が要求されるであろう。

VII 要 約

1 トラクタに対する山側荷重は下方向移動防止に効果が期待できない。ローリンクの山側移動により、作業機が谷方向へ向く姿勢になるので、トラクタ後輪を谷側へ移動させる結果になり逆効果であることが明らかになった。

2 作業機の保持輪を山方向へ角度をてつけることにより、顕著な効果が認められた。角度を 10 度にすると効果は過剰となり、トラクタの前輪は谷方向へとられた。

3 作業機の後部にローリングコルタを取り付

けた結果、保持輪の角度をつけた場合より下方移動防止に効果がみられた。この際コルターが十分硬盤に達することが必要である。

4 波状傾斜地におけるかじ取装置は、作業機の対地姿勢制御にかなりの効果が認められた。

5 トラクタの前部にスクレーパを取付け溝をつくった結果、トラクタの走行性が向上した。しかし、後輪が溝にのり難く、機体の偏角に効果をあげるには至らなかった。

6 車輪型トラクタにハーフトラックをはかせた場合には、トラクタ偏角は車輪型と差がないが、操向角は減少し、ハンドル操作の容易さが認められた。

参考文献

- 1) 島田実幸, 1968; 傾斜地におけるトラクタの走行性と牽引力, 北農, 35, 9.

Summary

There are methods of preventing the tractor and the implements from sliding down. Especially we tested the following devices; that is, (a) transferring weight to uphill wheel of the tractor, (b) moving the lowerlinks of the tractor toward the up-hill side, (c) varying the angle of one or two rubber-tired wheels of the implements, (d) rolling colter mounted rearward on the implement and (e) mounting the scraper on the front of the up-hill front wheel.

This experiments were held on a sloping field belonging to Kitami, Agr. Exp. Sta. The results were as follows:

1. Weight transfer against the up-hill

wheel did not have the effect of preventing the tractor from sliding downward. As the implements directed downwards with the lowerlinks transferred upwards, it became clear that the rear wheel of the tractor moved downward conversely.

2. When the angle of the wheels of the implements was made to the direction of down-hill, the effect preventing the implement from sliding downward was clearly noticed. In case of making angle of 10 degree the effect goes to excess, and the front wheel of the tractor tends to turn towards down-hill.

3. When the rolling colter was mounted on the rear of the implement, the effect preventing it from sliding downwards was noticed. In this case penetrating enough rolling-colter into hardpan is required.

4. On the wavelike sloping land the steering device of the implement had the considerable effect of controlling the behavior of the implement.

5. The front-mounted scraper facilitated the operation of the tractor. But it was very difficult to put the rear wheel on the furrow, and the deflection of the tractor did not decrease than untreatment.

6. In regard to deflection of the tractor the difference between the half-track and the wheel-type tractor was not recognized. But the half-track tractor decreased the steering angle, and the ease of the operation was recognized.