傾斜地における作業機の下方移動防止（第2報）

島　田　実　幸†

PREVENTING THE FARM IMPLEMENTS FROM SLIDING DOWNWARD ON THE SLOPING LAND (II)

Miyuki SHIMADA

実験室内に20°の傾斜地を作り，等高線に平行にレールを敷設し，6分力試験枠を設置した。これにより下方移動力を抽出し，トラクタの対地姿勢と下方移動力の関係を明らかにすると共に，下方移動防止装置の効果特性を究明した。防止装置として，山側重錘附加，保持輪の角度変化，保持輪の山側移動，ホイールスパイクおよびコルタを供した。保持輪の角度変化による効果が確認され，他方スパイクは下方移動力の減少をもたらさなかった。

I 緒　　言

すでに造成傾斜面でトラクタおよび作業機の下方移動特性を究明し[1]，さらに，現地傾斜ほ場において，各種下方移動防止装置を装着して，その効果を確認してきた[2]。しかし，実際に作業機やトラクタを下方移動させると，試験条件の設定が不均一であり，測定装置にも限界があって，下方移動防止特性を明確には握することは困難であった。そこで，本試験においては，斜面にレールを敷設して，均一な斜面作りを可能にするなど条件の均一化を図った。

また，従来の自由走行を避けて，トラクタを試験枠に固着して下方移動を禁じ，下方移動距離の代りに移動力を抽出して，下方移動防止装置の効果特性の解析を試みた。

II 試験装置

1. レール敷設

山土壌 (LiC) を 700 m³ 搬入し，実験室内に20°の傾斜面を造成した。この斜面に 36 m のレールを敷設した。2本のレール間隔保持には溝形鋼を用い，斜面表面下 30 cm の所に5個所埋設し，両レールをボルトで固定した。

2. 試　験　枠

この試験枠の内にトラクタをセットして，下方移動力を抽出した (Fig. 1)。試験枠は，フレームとレールに垂直な鉄車輪4個，レールに水平な車輪4個からなっており，この水平車輪により試験枠が左右に動かないようにレールを両端より挟む構造にした (Fig. 1)。試験枠とトラクタはターンバックルを介して6個所で固定した。

張力の測定には張力ゲージを製作した。

3. 耕耘整地装置

1) 耕耘　　10 PS 級の耕耘機を使用した。耕耘機は20°斜面では走行が不可能であるので横ずれ防止装置を製作し，これにより耕耘作業は良好に行なわれた。

2) 均平および鎮圧　　この装置で耕耘による土の下方移動分を掻げると同時に斜面の均平，鎮圧を行なった (Fig. 2)。均平板はスクリュウにより作用深の調節が可能で，均平後はローラを連結して鎮圧した。駆動にはモーターを使用し，変速機，ウインチを介して適当な前進速度を得ると共に，後進も可能とした。

4. 測定装置

1) 走行速度計　　ドラム(円周 200 mm)に細線を巻いておき，ドラムが1回転するごとに1個のパルス信号を発生し，オシログラフに記録した

† 中央農業試験場

(Fig.3)。乾電池を電源とし，パルスの大きさはボリュウムにより電圧調整をした。記録紙を一定速度で流しておき，次式により走行速度を算出した。

$$V=\frac{D\cdot N}{T}\quad (m/s)$$

ここに V： 走行速度 (m/s)
D： ドラムの有効円周 (m)
N： T 秒間におけるパルスの数
T： 時間 (秒)

ドラムに巻く線の巻数によりドラムの直径が変化するので，巻数により D は次の値をとる。

1 巻のとき $D_1=0.200$ m
2 巻のとき $D_2=0.207$ m
3 巻のとき $D_3=0.214$ m

2) スリップ計 鉄製円環を 12 等分した個所に 20 mm 幅の真鍮片をはり，その他の部分には硬質プラスチック板をはって絶縁した。ただし，真鍮片は相互に円環により短絡している。この円環をトラクタ車輪の内側に，トレッド調節用取付金具を利用して，トラクタ本体とは絶縁状態で固定した (Fig. 4)。一方，入出力の接触ポイント 2 本を終減速装置のハウジングに固定し，円環と適度の接触圧を保つように押しバネで調節した。車輪 1 回転につき 12 パルスの信号を発生し，走行速度のパルスと関連づけて，次式により山，谷車輪のすべり率を算出した。

$$S=(1-\frac{D\cdot N'}{L_0})\times 100\quad (\%)$$

ここに S： 滑り率 (%)
D： ドラムの有効円周 (m)
N′： 駆動輪回転に自記した速度パルプ間の数
L_0： 無負荷時の R 回転に進んだ距離 (m)

III 試験方法

1. 供試機

トラクタはフィアット 415-S を使用した (Table 1)。作業機はモデル作業機を製作し(Fig. 5)，保持輪およびコルタを装着した。

2. 下方移動防止装置

1) ホィールスパイク スパイクは片輪につき 16 本を有し，25 mm ごとに 0～100 mm まで貫入深を調節できる。スパイク幅は 90 mm，厚さは 12 mm である (Fig. 6)。

2) ローリングコルタ モデル作業機の後部に取り付け，ボルトにより固定する。コルタ直径は 460 mm である。

3) 保持輪 保持輪をモデル作業機に装着し (Fig. 5) 保持輪角の調整はボルトにより行なう。タイヤサイズは 6.00—12 (幅 170 mm，直径600 ϕ mm) である。

Table 1 Specifications and location of center of gravity FIAT 415-S Tractor

Total weight with additional weight	(kg)	1580
Weight on front wheels	(kg)	650
Weight on rear wheels	(kg)	930
Tread	(mm)	1300
Wheel base	(mm)	1960
Location of center of gravity From rear wheel	(mm)	710
Height	(mm)	845

3. 実施方法

1) 斜面条件 {硬斜面 ローラ掛け回数 7 回
軟斜面 同 1 回

2) トラクタ姿勢
偏角 0° の時，操向角 0～15° (2.5°間隔)
偏角 2.5° の時，操向角 −2.5～12.5° (同)
偏角 5° の時，操向角 −5～10° (同)

3) 山側重錘付加 {無
有 26.4 kg×7 個＝184.8 kg 1 個ずつ附加する

4) 保持輪
i) 山方向へ変角 0～15° (2.5° おき)
ii) 両輪，片輪 (谷)
iii) 変角基準 a) 進行方向線に対する角度
b) 作業機機体に対する角度

5) ロアーリンク山移動
作業機保持輪がトラクタ中心より山側へ 0～170 mm (Max) の移動

(注) ① 4)と5)については組合せて実施
② 重錘付加位置 トラクタ中心より山側へ1300 mm，高さ地表面より570 mm

IV 試験枠による下方移動力測定

トラクタを試験枠にセットしたときの引張力を

「初期引張力」と仮称する。初期引張力を与えてからトラクタが走行し始めると，引張力は変化し，一定走行後に平衡状態に達して引張力は安定する。このときの引張力を「平衡引張力」と称することにする。

1. 引張力が作用している場合

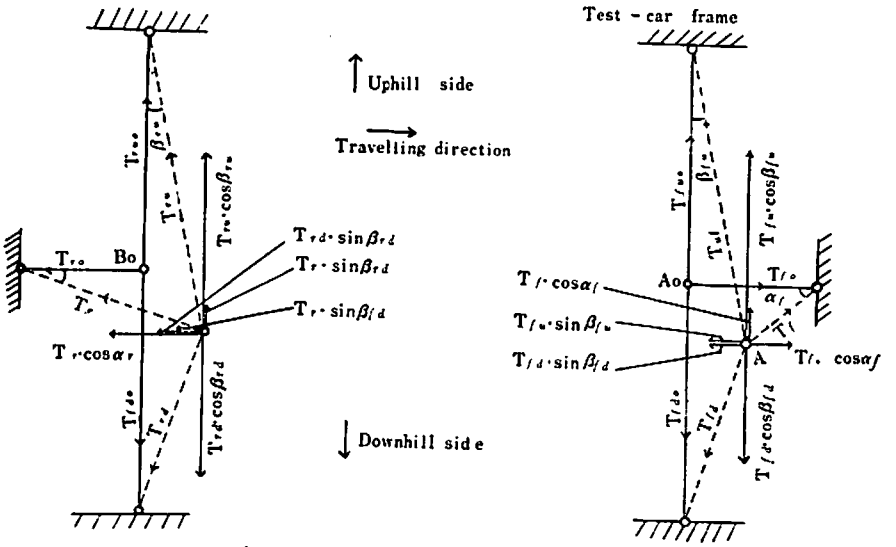

Fig. 7 Relation of six component of the force acting upon the tractor fixed test-car

前後，左右の張力関係を Fig. 7 に示す。トラクタが走行し始めると，初期引張力時の A_0，B_0 から平衡状態に達し，平衡引張力時のヒッチ点 A，B に変化する。この時の進行方向についての引張力関係は

$$T_{fu}\cdot\sin\beta_{fu}+T_{fd}\cdot\sin\beta_{fd}-T_f\cdot\cos\alpha_f+T_r\cdot\cos\alpha_r+T_{ru}\cdot\sin\beta_{ru}+T_{rd}\cdot\sin\beta_{rd}=0\cdots(1)$$

山谷方向の引張力関係は

$$T_{fu}\cdot\cos\beta_{fu}+T_f\cdot\sin\alpha_f-T_{fd}\cdot\cos\beta_{fd}-F_s+T_{ru}\cdot\cos\beta_{ru}+T_r\cdot\sin\alpha_r-T_{rd}\cdot\cos\beta_{rd}-F_r=0\cdots(2)$$

ここに　F_s：前輪の下方移動力

F_r：後輪の下方移動力

(2)式について，前輪，後輪がそれぞれ平衡状態に達するので，

$$F_s=T_{fu}\cdot\cos\beta_{fu}-T_{fd}\cdot\cos\beta_{fd}+T_f\cdot\sin\alpha_f$$

$$F_r=T_{ru}\cdot\cos\beta_{ru}-T_{fd}\cdot\cos\beta_{rd}+T_r\cdot\sin\alpha_r$$

測定時においては初期張力をある程度与えておくので，山平衡張力の増加による固定桿の伸びは僅少であり，α_f，α_r は微少量であり，第3項は無視し得る。また，前後張力についても同様に初期張力を与えているので，

$$\cos\beta_{fu}\fallingdotseq 1,\quad \cos\beta_{fd}\fallingdotseq 1$$

であり，よって直接オシログラフに記録される値 T_{fu}，T_{fd} を用いて，　$F_s=T_{fu}-T_{fd}$

により，下方移動力を求めることができる。

2. 前後張力が山谷張力差に及ぼす影響

前後張力和を 100 kg～800 kg まで変えたときに，$T_{fu}\cdot\cos\beta_{fu}-T_{fd}\cdot\cos\beta_{fd}$，$T_{ru}\cdot\cos\beta_{ru}-T_{rd}\cdot\cos\beta_{rd}$ に及ぼす影響度を Fig. 8 に示した。これによると，前輪，後輪それぞれ 200 kg，260 kg とほぼ一定値を示し，T_f+T_r による影響がほとんどないことが明らかである。

しかし，谷張力を取り除くと，

$$T_{fd}\cdot\cos\beta_{fd}=0,\quad T_{rd}\cdot\cos\beta_{rd}=0$$

より

$$F_s=T_{fu}\cdot\cos\beta_{fu}+T_f\cdot\sin\alpha_f$$

$$F_r=T_{ru}\cdot\cos\beta_{ru}+T_r\cdot\sin\alpha_r$$

谷張力を除去すると，4個所で固定されるので，固定度が弱まり，α_f，α_r が増加する。すなわち，$F_s=\text{const}$ であるから，$T_{fu}\cdot\cos\beta_{fu}$ は実際張力よ

り小さい値で現われてくることになる。この関係を Fig. 9 に示しており，前後輪共に T_f+T_r 値の増大に伴い，50～100 kg の減少となっている。以上の結果より，前後張力による山張力の干渉度を微少にとどめるには谷張力を与えた方がよい。

次に(1)式によって，前後張力が山谷張力に及ぼす影響をみると，

$$|T_f\cdot\cos\alpha_f-T_r\cdot\cos\alpha_r|=T_{fu}\cdot\sin\beta_{fu}+T_{fd}\cdot\sin\beta_{fd}+T_{ru}\cdot\sin\beta_{ru}+T_{rd}\cdot\sin\beta_{rd}$$

ここで　$\beta_{fu}=\beta_{fd}=\beta_f$，$\beta_{ru}=\beta_{rd}=\beta_r$

とおくと，

$$|T_f\cdot\cos\alpha_f-T_r\cdot\cos\alpha_r|=(T_{fu}+T_{fd})\sin\beta_f+(T_{ru}+T_{rd})\sin\beta_r$$

であり，左辺が増大すると，β_f，β_r は減少するので，$T_{fu}+T_{fd}$，$T_{ru}+T_{rd}$ は増加するはずである。しかし，β_f，β_r が微少なので，$T_{fu}+T_{fd}$，$T_{ru}+T_{rd}$ の増加値は僅少であり，実験値では明確に現われていない。

さらに，前後張力の相互干渉作用は著しく，$\beta_f=\beta_r=0$ として，(1)式は

$$T_f\cdot\cos\alpha_f-T_r\cdot\cos\alpha_r=0$$

となり，前方引張力の増減に伴って，後方引張力が増減する (Fig. 10)。

3. 走行路面に高低差がある場合

トラクタが走行する斜面に凹凸がある場合には，路面が高くなるにつれて，前後方引張力和は著しく増大し，高さ 0 mm で 200 kg であるが，45 mm の高さでは 900 kg に増加した(Fig. 11)。しかし，この高低差による影響は山谷張力差には敏感に及ばず，後輪については 250 kg で一定値を示し，前輪で50kgの減少にとどまっている(Fig. 12)。路面に高低差があるということは，左右の高低差の存

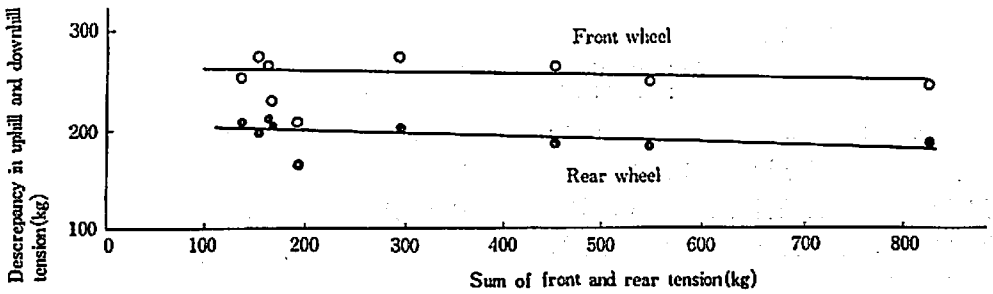

Fig. 8　Influence of front and rear tension on descrepancy in uphill and downhill tension

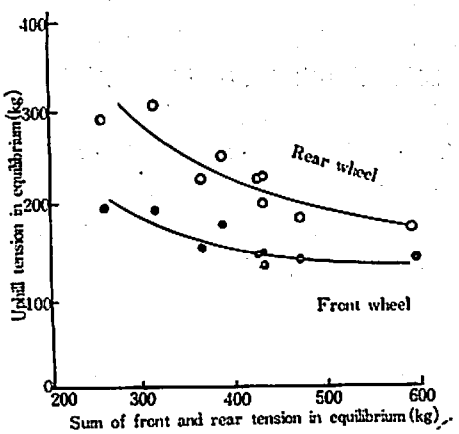

Fig. 9　Influence of front and rear tension on uphill tension

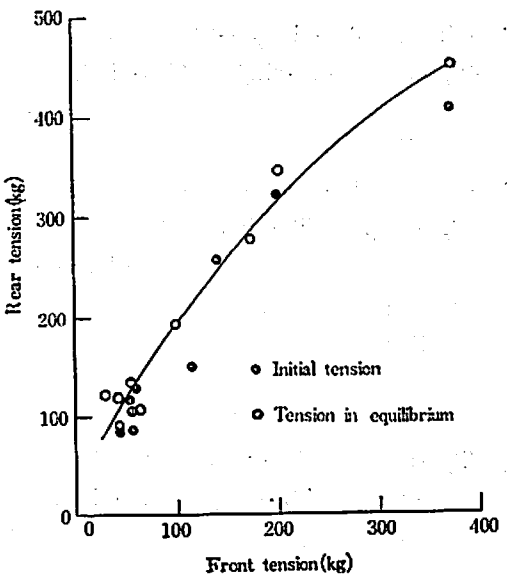

Fig. 10　Interference between front and rear tension (with both uphill and downhill tension)

在をも意味し，試験の実施に当たっては，高低差を除去した完全に均一な路面作成が重要である。

V 試験結果

1. 板斜面における試験

斜面の均一性を目的として，20° 斜面に板をはり，トラクタを走行させた。

1) 山側重錘付加　トラクタ単体で山側車輪荷重を増加させていくと，若干の増加傾向は見られるが，下方移動力の減少効果は認められない (Fig. 13)。前輪については 184.8 kg の付加によって 30 kg 程度の下方移動力が増加し，後輪については同様に 295 kg から 320 kg と 2.5 kg の増加が示された。

2) ロアーリンク山移動　保持輪を作業機機体に平行状態で固定し，ロアーリンクを山側へ移動すると，Fig. 14 のように，トラクタ中心より離れるにつれて後輪の下方移動力は増加し，前輪は若干減少する。ロアーリンクを最大に山移動させ

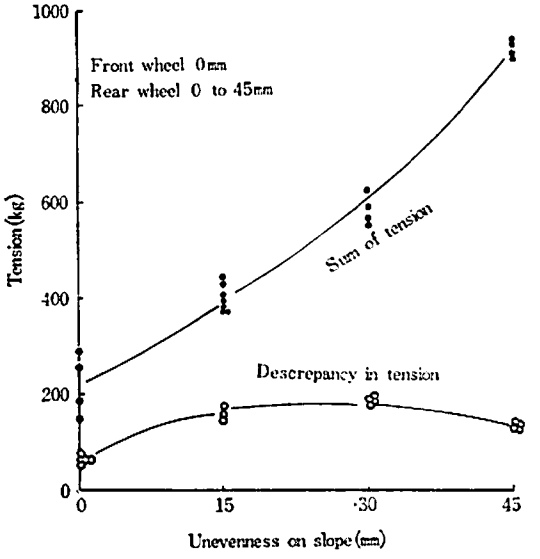

Fig. 11 Influence of unevenness on slope on front and rear tension

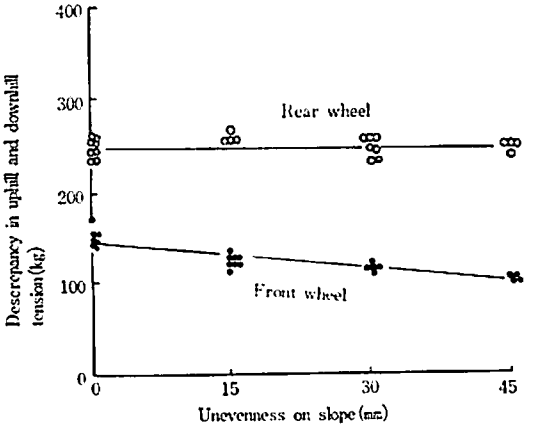

Fig. 12 Influence of unevenness on slope on descrepancy in uphill and downhill tension

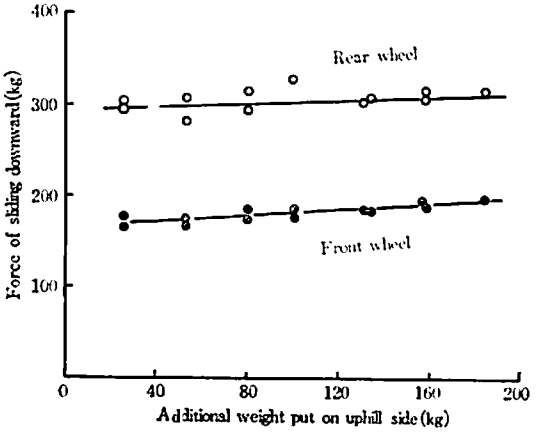

Fig. 13 Relation between weight transfer towards uphill side and force of sliding downward

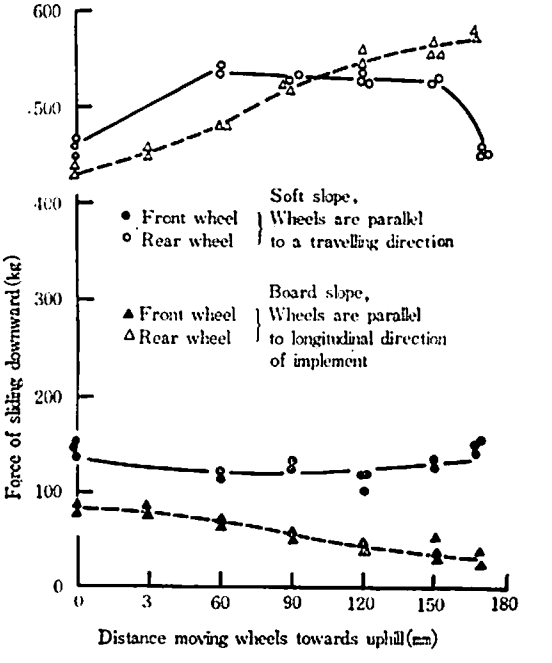

Fig. 14 Influence of moving the wheels towards uphill on force of sliding downward

ると，保持輪は進行方向に対して5° 谷方向へ向くことになり，下方への推進力が発生する。この推進力がトラクタ後輪の下方移動力をもたらし，一方前輪はモーメントの作用で山方向へ押し揚げられ，下方移動力が減少した。

3) 保持輪の変角　作業機をトラクタ中心に固定して，保持輪角度を変えると，下方移動力は減少する (Fig. 15)。とくに保持輪の両輪共角度をつけると，この傾向は著しく，15° では 0° に比較して 300 kg の減少を示す。一方前輪は 100 kg 程度増加する。この関係は 2) の場合と逆である。

保持輪 2 個のうち，谷輪角度のみを変えた場合には，両輪と同様な傾向を示すが，その減少程度が少なく，15° で 150 kg の減少に止まった。逆に前輪は 75 kg の増加となる。

2. 土斜面における試験

耕耘，均平，鎮圧装置の製作により，極めて均一な斜面をつくることができた。

1) トラクタ姿勢　斜面条件として，硬，軟両斜面を作り，硬斜面硬度は 5～10 cm 深で 2～5 kg/cm², 10～14 cm 深では 5～7 kg/cm² である。軟斜面についてはローラを 1 回掛けとし，硬度は 10 cm 深で 2 kg/cm² 以内である。土壌せん断抵抗については，$c=0.20\sim0.23$ kg/cm², $\phi=36\sim45°$ であり，山側斜面が全般に値が低い。

トラクタ偏角と操向角を種々変えたときの下方移動力特性を Fig. 16 に示す。後輪についてみると，操向角を一定とすると，偏角を増加することによって，下方移動力は著しく減少する。軟斜面の場合では，操向角 (0～10°) の違いによる下方移動力の差異は少なく，最大で 25 kg 程度である。すなわち，軟斜面では操向角の作用が弱まり，後輪に及ぼす影響がほとんどないことを示す。他方，硬斜面では操向角の違いによって，下方移動力減少にも明確な差がみられ，一定な偏角 0～5° に対して，操向角変化 0～10° による下方移動力の減少は最大 100 kg であり，偏角 2.5° のとき，最も効果が発揮されやすい。

前輪については，操向角を一定とすると，偏角の増加による前輪の下方移動力に及ぼす影響は比

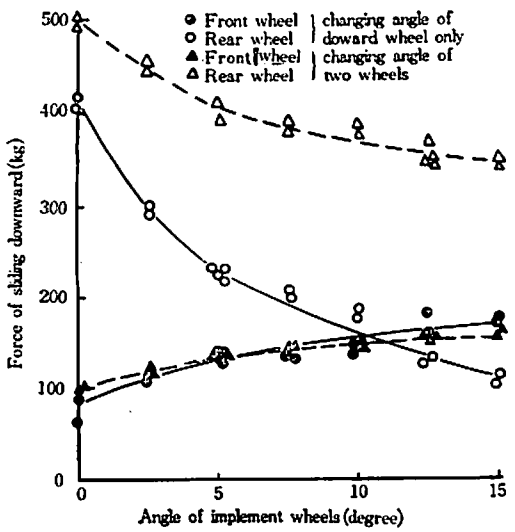

Fig. 15　Effect of changing angle of wheels on sloping board of 20°

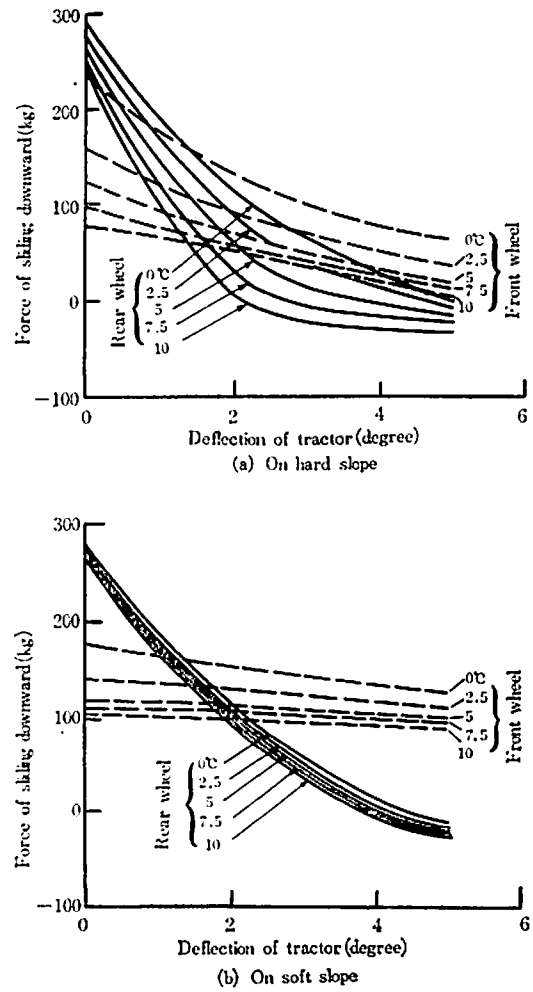

Fig. 16　Relation between attitude of tractor and force of sliding downward

較的少なく，軟斜面で20～50 kgの減少であり，硬斜面では60～150 kgの減少である。硬軟いずれの場合も，操向角の小さいほど，減少割合が大きい。これは過度の操向角は登坂力の発生より，むしろ，走行抵抗の増大をもたらすためである。また，偏角を一定にすると，偏角の小さい場合ほど，操向角増加による効果は現われやすい。軟斜面では偏角0°とき，操向角変化による前輪の減少は70 kgであるが，偏角を5°にすると30 kgとなり，硬斜面についても同様な傾向を示し，偏角0°で150 kgであるが，偏角5°では50 kgにとどまる。

2) 保持輪角　作業機をトラクタの縦軸中心線上に固定して，保持輪の角度を大きくしていくと，硬軟斜面いずれの場合も類似した傾向を有し，下方移動力は著しく減少する (Fig. 17)。すなわち保持輪角を0～15°に変化されると，軟斜面で200 kg，硬斜面では250 kgの移動力が減少する。とくに保持輪角5°までは減少割合が大きい。一方，前輪については，下方移動力が50～70 kg増加する。したがって，前輪のマイナス効果を考慮すると，過度に保持輪角をつけることは必ずしも有利ではない。

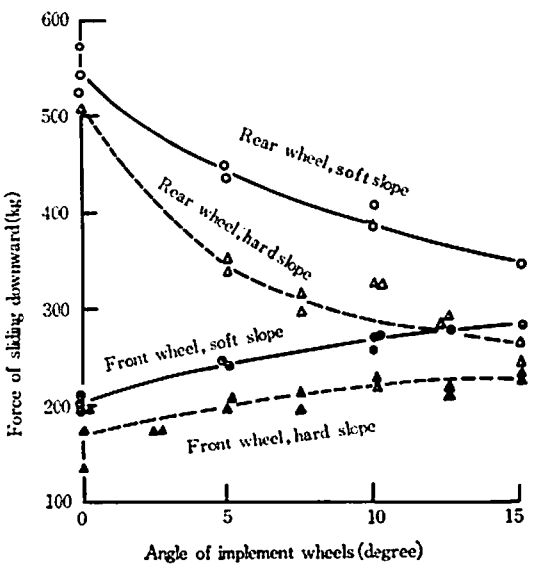

Fig. 17 Effect of changing the angle of implement wheels (Implement is fixed on a longitudinal center line of tractor)

3) ロアーリンク山移動　軟斜面で保持輪を進行方向に平行にしながら山側へ移動させた結果，下方移動力の減少は認め難い (Fig. 14)。移動量が60～150 mmの場合には，520～530 kgと下方移動力はほとんど変わらない。ただし，変位量が0と170 mm時で450 kg程度と移動力が低く出ているが，これは保持輪の角度が若干山方向へ向いたためであり，したがって，前輪の移動力は増加している。

4) ホイールスパイク　硬軟斜面の硬度は貫入深10 cmまでについて，軟面では2 kg/cm²以下，硬斜面で4 kg/cm²である。せん断抵抗については，硬面で$c=0.10\sim0.12$ kg/cm², $\phi=25\sim34°$，含水比は25 %であった。耕耘深は15 cmである。

ホイールスパイクを0～100 mmまで貫入深を増加させると，下方移動力は減少せず，逆にわずかであるが，増加の傾向を示す (Fig. 18)。後輪については，硬軟いずれの斜面においても差異がみられず，スパイクなしで325 kg前後，100 mm時では360 kg前後となり，移動力増加は35 kgほどである。前輪については，硬斜面で250～260 kgと，下方移動力に変化がなく，軟斜面では260 kgから100 mm長で320 kgと60 kg前後の増加となっている。実際のスパイク貫入深はタイヤ自体の沈下があるので，その分だけ深く作用することになり，スパイク長さ25 mmのときで50～60 mm，100 mm長さで120 mmの貫入深となっている。さらに後輪の進行距離（1回転当たり）をみると，スパイクなしの時には3.5 mで若干短いが，25以

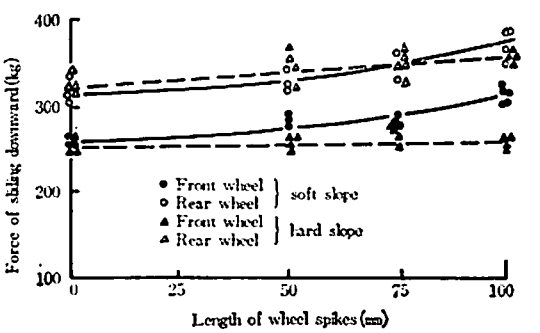

Fig. 18 Influence of changing length of spikes on the force of sliding downward

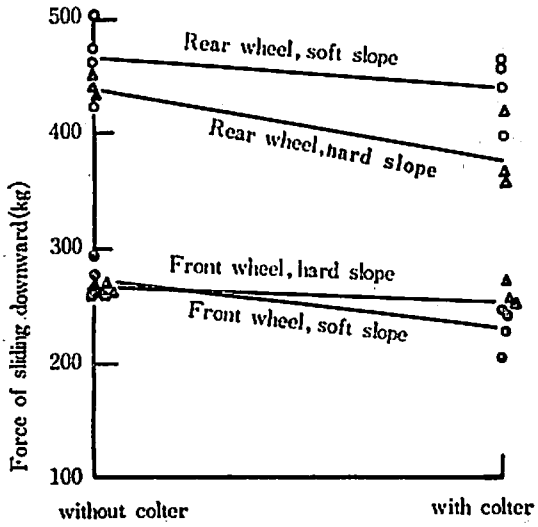

Fig. 19 Effect of rolling coltor attached implement on the force of sliding downward

上のスパイクをつけると，3.6m前後で差がなく，山谷車輪のすべり率に差はなかった。

5) ローリングコルタ　ローリングコルタが完全に硬盤に達した状態で実施した。硬斜面においては 100 kg の下方移動力の減少がみられるが，軟斜面ではほとんど現われていない (Fig. 19)。前輪については，硬軟斜面で差異がほとんどなく，わずかに減少の傾向がある。コルタの貫入深は 15 cm あって，円板には下方移動力を支える負荷がかかり，貫入状態でコルタを動かすことはできなかった。したがって，コルタを堅牢にすることにより，下方移動を防止することに効果がある。

VI 考　　察

1. 山側重錘付加による防止効果

傾斜面に等高線に平行に静止しているときの山谷分担荷重は

$$W_u=\frac{W}{2}-\frac{H\cdot W}{L}\cdot\tan\theta$$

$$W_d=\frac{W}{2}+\frac{H\cdot W}{L}\cdot\tan\theta$$

ここに W_u：山荷重
W_d：谷荷重
W ：全重量
H ：重心高さ
L ：トレッド
θ ：傾斜度

であるから，$\theta=20°$ の時，$W_u=650$ kg，$W_d=930$ kg となる。

また，山側付加重錘位置を水平に l，垂直に h，重量を w とすると，

$$R_d+R_u-W_d-W_u-w=0$$

$$W_d\cdot L\cdot\cos\theta-R_d\cdot L\cdot\cos\theta-w\,(l\cdot\cos\theta-h\cdot\sin\theta)=0$$

ここに R_u：山車輪反力
R_d：谷車輪反力

したがって，山側に重錘を付加することによって分担荷重は次のように変化する。

$$R_d=W_d-w\frac{l\cdot\cos\theta-h\cdot\sin\theta}{L\cdot\cos\theta}$$

$$R_u=W_u+w+w\frac{l\cdot\cos\theta-h\cdot\sin\theta}{L\cdot\cos\theta}$$

上式に $W_d=930$ kg　$W_u=650$ kg
$w=185$ kg　$L=1{,}300$ mm
$l=650$ mm　$\theta=20°$
$h=570$ mm

を代入して $R_d=867$(kg)
$R_u=898$(kg)

となり，山谷分担荷重はほぼ等しくなる。

以上のように山谷分担荷重が等しくなっても，下方移動力が増加するのは，付加重量による増加が原因である。すなわち，下方移動力は $F=\mu\cdot W\cdot\sin\theta$，$\theta=20°$，$W=184.8$ kg，μ はゴム車輪と板斜面であるので $\mu=0.8$ とすると，$F=51$ kg である。一方，前述の前輪，後輪の移動力の増加分を加えると 55 kg であり，両者はほぼ一致し，付加重量が移動力増加の原因であることが明らかである。

今回の試験においては，牽引抵抗が小さい限り，分担荷重の均衡による下方移動力の減少は期待できない。

2. ロアーリンク山移動による防止効果

ロアーリンクを山移動して，作業機をトラクタに対して変位させる場合，他の要因が作用しない限り，後輪の下方移動力の減少に効果はみられない。すなわち，ロアーリンクを山移動させることによって，トラクタ重心から保持輪までの距離が L_0 から L に変化する ($L_0>L$)。保持輪角を α，操向

力をfとすると，保持輪作用点P_0，P点におけるモーメントは，$M_0=L_0\cdot f\cdot\sin\alpha$

$$M=L\cdot f\cdot\sin\alpha$$

であり，当然$L_0>L$から，$M_0>M$となって，保持輪角を併用する限り，山移動による後輪の下方移動力の減少はあり得ない。$\alpha=0$であれば，下方移動力はロアーリンクの位置に無関係となる。一般に走行性が悪い場合には，後輪の移動と同時に，前輪の下方移動が大きく，これを補うように操向角を山方向へとる。そこで，ロアーリンクを山移動させると，トラクタに山回りのモーメントを発生させ，前輪を下方移動力に打ち勝って，山側へ押し揚げることになる。この時，操縦者はハンドル操作が楽になったことを感知する。丁度，片ブレーキを掛けたときと類似の現象といえるであろう。板斜面試験のように，作業機を山移動させると，保持輪は谷方向を向き，後輪の下方移動力は増加し，前輪のそれは減少する。これは前述と同じ現象であり，後輪が下方移動のし難い条件下の作業であれば，かかる措置は逆療法として有効な手段になると考える。

3. 保持輪変角による防止効果

保持輪による下方移動防止効果は極めて大きい。しかし，硬軟いずれの場合も，保持輪角5°までは最も効果が発揮され，前輪の下方移動力の増加も少ないが，10°以上になると，前輪の谷方向の移動力が増加し，操縦者は前輪を山方向へ大きく向けなければならず，逆効果をもたらすことになる。したがって，10°以上の過度の変角にならないよう注意を要する。

両保持輪の変角に対して，片輪変角の効果は著しく減少し，板斜面においては1/3に止まっている。したがって，角度調節機構を採用する際には，両輪共変角可能とすることが肝要である。

4. ホイールスパイクによる防止効果

土壌が砂質分が多く，38％を占め，粘土分が25.1％であり，さらに単粒化していることから，せん断抵抗が小さい。硬度については12 cmまで硬軟共に大きな差はない。つまり，12 cmまでは類似した層を形成しているとみることができる。したがって，クーロンの式

$$T=c+\sigma\tan\phi$$

について，層の深さにかかわらず，c，ϕをほぼ一定とすると，$\sigma=\frac{P}{A}$により決まり，Pはせん断面に対する垂直荷重であるから，硬度が一定な斜面である限り一定であり，したがって，Aによりせん断強さが決まる。スパイクは幅が一定で深さを変えるので，貫入深が2倍になればTは1/2になり，それだけせん断が起こり難いことになる。しかし，土性がせん断抵抗の小さいことと相まって，スパイク自体が駆動部であるので，自ら土壌壁を破壊する可能性があり，かつ，スパイクが断続に作用するところに期待した効果がみられない要因の1つがあるものと考えられる。この点についてはなお今後の研究に待たなければならない。

5. ローリングコルタによる防止効果

コルタは土中15 cm貫入して硬盤に達し，進行方向の長さが長いこと，したがって，接触面積が大きいので，操向能力はあるようである。むしろ，方向変換に対して負に作用する力が大きいと考えられる。さらにコルタは被駆動であり，土中貫入作用が連続であり，この点がホイールスパイクと大きく異なる。登坂力の発生が全くないので，前輪の下方移動力のような増加はみられない。このように，コルタは保持輪が積極的に下方移動防止に作用するのとは異なり，消極的な作用といえる。

VII 要　約

1. トラクタに偏角をつけることによって，後輪の下方移動力は硬軟共に著しく減少するが，前輪に及ぼす影響は少ない。特に軟面では，前輪による上方への操向能力は少なく，走行性の困難さが示された。

2. 山側重錘付加により，山谷車輪の分担荷重を等しくしても，下方移動力は減少しない。

3. 作業機の保持輪による効果は極めて大きく，軟斜面で後輪は200 kg，硬斜面で250 kgの下方移動力の減少が認められた。一方，前輪は50～100 kgの増加となるが，操向角を山方向へむけることにより消去できる。

4. トラクタ後輪にスパイクを取り付けた場合に

は，後輪の下方移動力の減少はみられない。せん断抵抗の少ない既耕地ではその防止効果は期待できない。

5. 作業機にローリングコルタを装着した場合には，硬軟いずれの斜面についても効果がみられ，下方移動力の減少は 50～100 kg であり，硬斜面でより効果がある。

6. 作業機（保持輪を有する）を山側へ平行移動させることにより，保持輪が谷方向へ向くことになり，後輪の下方移動力が増加して偏角を助長する方向へ作用する。保持輪を進行方向に平行に山移動させた場合には下方移動力に及ぼす影響はほとんどない。

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，35，9，33—47.

2) ————，1971；傾斜地における作業機の下方移動防止，道農試集，23，11—19.

Summary

The slope of 20° was made in our laboratory and two rails were laid on the slope. The relation between the attitude of tractor and the force of sliding downward was made clear by taking out six tensions through the test-car that fixed the tractor in and measured the component of force, and the characteristics of the devices preventing it from sliding downward were investigated. We tested the following devices of preventing it from sliding downward; that is, (a) with additional weight on the uphill side (b) changing the angle of the wheels attached to the implement towards the uphill side (c) attaching the spikes to the tractor rear wheels (d) with the rolling colter.

The results were as follws:

1. By deflecting the tractor towards the uphill side, the force of sliding downward on the rear wheels decreases greatly on both hard and soft slope, but the effect of the tractor deflection on the force of sliding downward on the front wheels is poor.

2. The force of sliding downward does not decrease with the additional weight on the uphill side.

3. It is very effective for decreasing the force of sliding downward to change the angle of the implement wheels towards the uphill side. And the force of sliding downward on the tractor rear wheels decreases 200 kg on the soft slope and does 250 kg on the hard slope. On the other hand, the force of sliding downward on the front wheels increases 50 to 100 kg, but the increasing tendency is eliminated by turning the angle of steering wheels towards the uphill side.

4. With the spikes on the tractor rear wheels the force of sliding downward does not decrease. Especially the efficiency preventing the tractor from sliding on the plowed field with small shearing strength can be anticipated.

5. When the rolling colter is attached to the implement the efficiency is recognized a little on both hard and soft slope. The force of sliding downward decreases 50 to 100 kg, and the decrease on the hard slope is more than the soft slope.

6. As moving the implement towards the uphill side causes the wheels to turn towards downhill, the force of sliding downward on the rear wheels increases and the increase like this causes the tractor to deflect. When the wheels are moved parallel to the travelling direction, the effect on the force of sliding downward is not recognized.

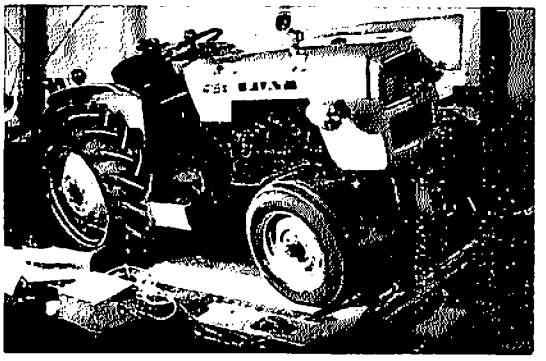

Fig. 1 Tractor fixed test-car by means of tension pieces and turnbuckles

Fig. 4 Device measuring slipage (view from rear). Two points makes contact with the ring fixed the inside of wheel

Fig. 2 Leveller and roller driven by means of winch. Levelling clearance is adjusted by turning screws

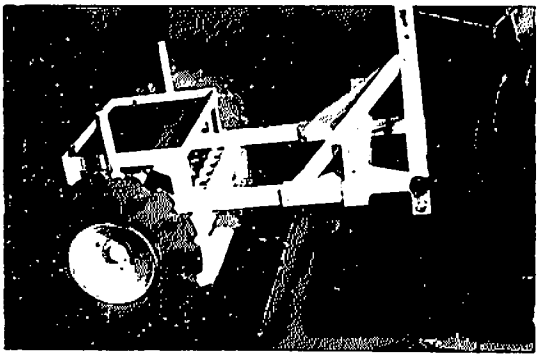

Fig. 5 Model implement with wheels

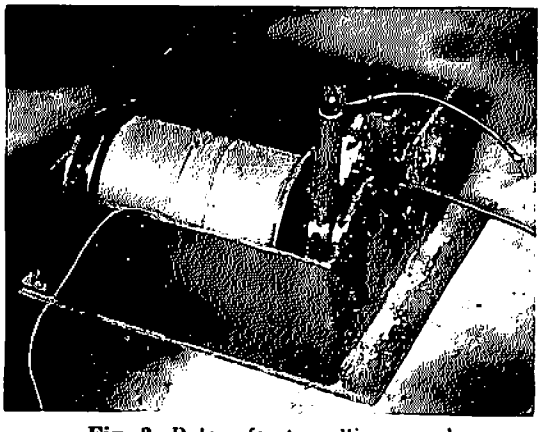

Fig. 3 Pulser for travelling speed

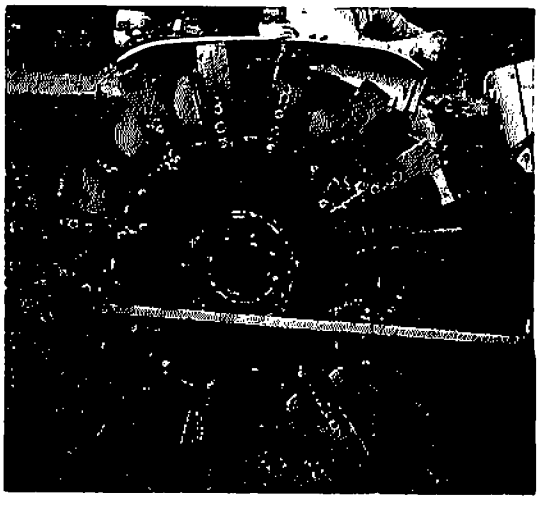

Fig. 6 Spikes attached to the rear wheel. Size of spike: length ranges 0 to 100 mm width is 90 mm, thickness is 12 mm