



# HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	ポテトディガにおける堀取刃加振効果について
Author(s)	酒井, 憲司; SAKAI, Kenshi; 端, 俊一 他
Citation	北海道大学農学部邦文紀要, 15(4), 380-384
Issue Date	1987-10-31
Doc URL	<a href="https://hdl.handle.net/2115/12081">https://hdl.handle.net/2115/12081</a>
Type	departmental bulletin paper
File Information	15(4)_p380-384.pdf



# ポテトディガにおける掘取刃加振効果について

酒井 憲司・端 俊一・南部 悟

(北海道大学農学部農業機械学教室)

(昭和62年6月30日受理)

## Performance of a Vibrating Cutting Blade on a Potato Digger

Kenshi SAKAI, Shun-ichi HATA  
and Satoru NANBU

(Laboratory of Agricultural Machinery, Faculty of Agriculture,  
Hokkaido University, Sapporo 060, Japan)

### I 緒 論

土壌の振動耕うん・振動切削に関しては1950年代から独、米、英等で研究の蓄積があり、わが国でも振動切削によるけん引抵抗低減効果を利用した振動式サブソイラが市販されている<sup>1)~5)</sup>。また、近年ではこの振動切削をポテトディガに応用して、掘取刃を前後に振動させる形式の振動ポテトディガが市販されるに至った。

ポテトディガによってのもの掘取りを行う際に、土壌条件によっては掘取刃上の土の流れが悪くなって滞留を起こす、この状況が進むと、土が圧縮されていもと土の分離が悪くなるなど、作業精度低下の原因となる。これに対し、振動式ポテトディガは掘取刃を加振することによって土の流れを良好にし、掘取刃上の土の滞留を回避することを意図している。すなわち、振動式サブソイラにおいては振動切削によるけん引抵抗低減効果を意図しているのに対し、振動式ポテトディガでは土の流れ性向上を図った。

振動式ポテトディガの掘取り部を振動耕うん装置の一種としてとらえるとき、決定すべき設計パラメータとして振動数・振幅・振動方向・切削角度が挙げられる。これらの適正値を求めるためには、掘取刃加振による土の流れ向上のメカニズムを解明する必要がある。本報ではこれに先立って、市販の振動式ポテトディガの掘取刃部を供試して、土の流れ性向上の有無と、土の流れの計量方法について検討するとともに、動力特性についても検討を加えた。

### II 実験装置および方法

#### 1. 供 試 機

振動式ポテトディガ(ニプロ VB130)を供試機とした。機構の概略を Fig. 1 に示す。入力軸が偏心軸となっており、クランク機構によって回転支点 O を中心として、掘取刃先端は近似的に前後振動を行う。掘取刃先端の運動方向と水平面のなす角度を振動方向角  $\beta$  と呼ぶが、本供試機においては  $\beta=0^\circ$  である。

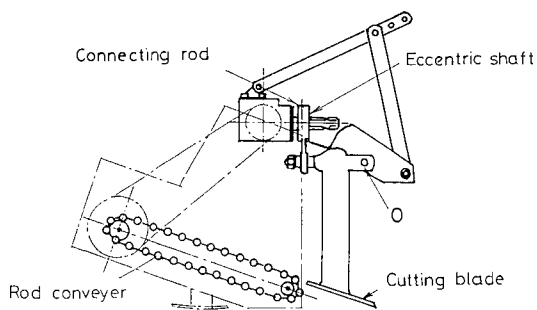


Fig. 1. Tested vibrating potato digger.

掘取られた土といもはロッドコンベヤによって後方に搬送され、その過程で両者が分離される。しかし、本報では掘取刃部の加振による土の流れ向上という現象に主眼を置いているために、コンベヤによる影響を除く必要があり、これを取り外した。

#### 2. 供 試 場

北大農業機械特別実験室内のシルト質ロームほ場を供試ほ場とした。貫入抵抗線図を Fig. 2 に示した。

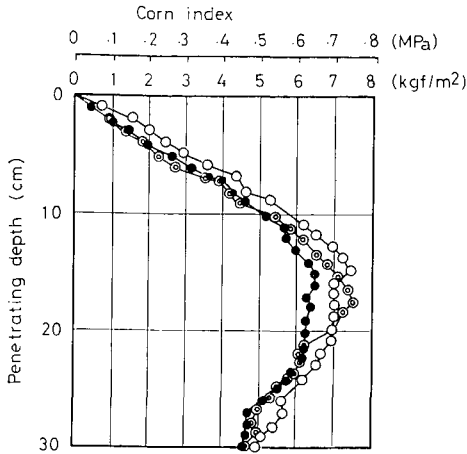


Fig. 2. Corn index-depth curves of tested field.

なお、左右に相対するブラウによって土を盛り、その後ローラで鎮圧して畦を形成した。

### III 実験結果および考察

#### 1. 掘取刃通過土壌プロフィール

無加振時と加振時の掘取刃通過土壌プロフィール例を Fig. 3, Fig. 4 に示した。それぞれ作業速度  $V_0=0.23$ ,  $0.60$  m/s の場合である。図中黒丸が無加振時を白丸が加振時を示している。 $V_0=0.23$  m/s の場合、振動数  $f=3.7$  Hz においては加振による土の流れの向上は確認されなかった。これに対し  $f=9.0$  Hz では加振による効果が見られ、無加振時に対して  $4\sim 5$  cm 程度土壌表面高さが低下している  $V_0=0.60$  m/s の場合にも同様のことが

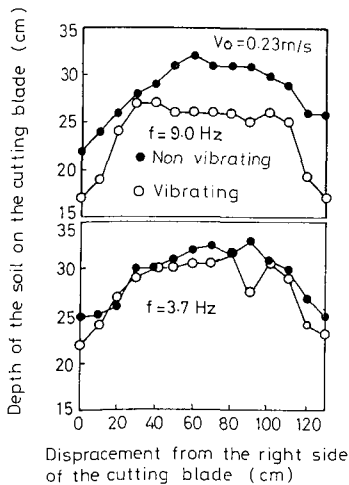


Fig. 3. Soil surface profiles on the cutting blade for  $V_0=0.23$  m/s.

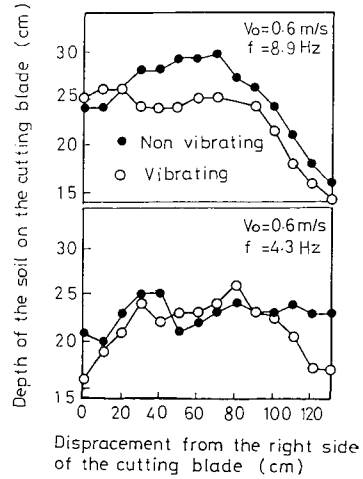


Fig. 4. Soil surface profiles on the cutting blade for  $V_0=0.60$  m/s.

言え、 $f=4.3$  Hz では効果が認められなかったが、 $f=8.9$  Hz では加振による土の流れ向上が確認された。

#### 2. 掘取刃通過土壌断面積比

上述の切削刃土壌プロフィールから、掘取刃通過土壌断面積を求める。無加振時と加振時の土壌断面積をそれぞれ  $S_0$ ,  $S_v$  で表し、 $S_0$  に対する  $S_v$  の比を掘取刃通過土壌断面積比  $r_s$  と定義する。これを、加振による土の流れ易さを量的に記述する関数として用いた。

Fig. 5 に掘取刃通過土壌断面積比  $r_s$  と振動数  $f$  の関係を示す。振動数の増加によって  $r_s$  が減少することが理解できるが、ある程度以上の振動数では  $r_s$  の減少は緩やかになる。Fig. 6 に掘取刃通過土壌断面積比  $r_s$  と速度比  $\lambda$  の関係を示す。速度比とは、トラクタの作業速度と掘取刃の最大相対速度との比として次式で定義される。

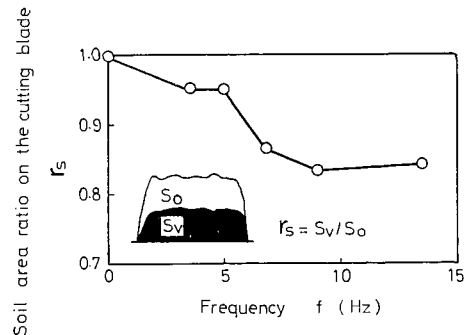


Fig. 5. Relation between soil area ratio on the cutting blade and frequency.

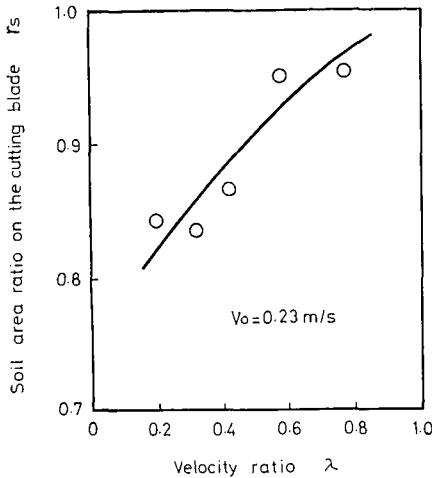


Fig. 6. Relation between soil area ratio on the cutting blade and velocity ratio.

$$\lambda = V_0 / 2\pi af$$

但し,  $V_0$ : 作業速度 (m/s)

$a$ : 掘取刃の振幅 (m)

$f$ : 掘取刃の振動数 (Hz)

これは、振動耕うん・切削の現象を記述する際に広く用いられる変数であり、振動が大きくなると速度比が小さくなる。

速度比  $\lambda$  の減少につれて掘取刃通過土壌断面積比  $r_s$  は減少している。けん引抵抗については速度比に強く支配されることがすでに明らかとなっているが、Fig. 5, Fig. 6 の結果から、土の流れ易さも振動数や振幅よりも、速度比の大小に強く影響を受けているものと推察できる。

3. 超音波距離計による土壌表面高さの連続計測

作業停止直後の掘取刃通過土壌プロファイルの計測とともに、超音波距離計を用いて掘取刃通過土壌表面の作業中の変動を、連続的に計測した。Fig. 7 の上段に無加振時と加振時における掘取刃通過土壌表面の変動を示し

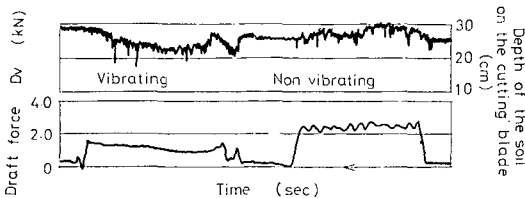


Fig. 7. Measurement of the depth of the soil on the cutting blade by a supersonic wave displacement sensor.

た図中の下段はけん引抵抗である。けん引抵抗は加振によって大幅に低減していることが理解できる。土壌表面も加振によって7 cm 程度低下している。掘取刃通過土壌プロファイルの測定は作業停止後に行わねばならず、各計測区間について1点しか求められないが、この方法を用いると、土の流れの状態を連続的に観察出来る利点がある。

4. けん引抵抗の低減

先に述べたように、振動式ポテトディガにおいては、掘取刃への加振は土の流れの向上および土と土の分離性向上が第1の目的であるが、けん引抵抗の低減も重要な加振効果のひとつである。また、サブソイラ等下層土の振動切削については、過去に実機レベルでの研究報告がなされているが、表土の振動切削に関しては室内のモデル実験が主で、実機レベルの研究報告はわずかである。よって、下層土と表土における振動切削の比較という観点から、振動式ポテトディガのけん引抵抗低減特性を調べておくことに意義がある。

速度比  $\lambda$  とけん引抵抗比  $D_R$  の関係を Fig. 8 に示した。速度比が減少するにつれてけん引抵抗比は大幅に低減し  $\lambda=0.23$  では  $D_R=0.17$  と加振によってけん引抵抗は1/6に低下している。また、 $\lambda>1.0$  においても20%程度のけん引抵抗が観察されている。供試機の振動方向  $\beta$  は  $0^\circ$  であり、 $\beta=0^\circ$  の振動式サブソイラでは  $\lambda>1.0$  にお

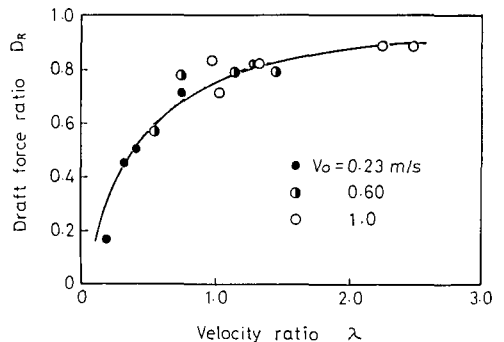


Fig. 8. Relation between draft force ratio and velocity ratio.

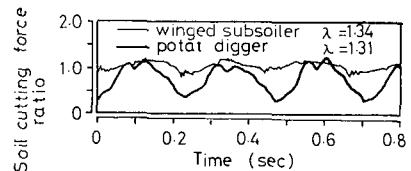


Fig. 9. Behaviour of soil cutting forces for the subsoiler and the potato digger.

いてけん引抵抗低減は観察されておらず、 $\lambda > 1.0$  におけるけん引抵抗低減は興味ある結果と言える。

振動式ポテトディガと振動式サブソイラにおける、 $\lambda > 1.0$  の場合の切削抵抗波形をそれぞれ Fig. 9 に示した。サブソイラの場合にはわずかな変動しかみせないが、ポテトディガにおいては最大切削速度付近において切削抵抗が最大となった後に、抵抗が大幅に低下している。この現象によって  $\lambda > 1.0$  においても 20% 程度のけん引抵抗が観察されたわけであり、エネルギー的にも有利な土壌切削が行われているものと理解できる。

5. 所要動力特性

掘取刃による土壌の切削・破壊に要する動力は PTO 軸と駆動輪軸の 2 経路から伝達される。トラクタの PTO 軸に取り付けたトルクピックアップによって PTO 軸動力  $N_p$  を計測する。駆動輪から供給される動力の主体はけん引動力  $N_D$  であり、加振時のけん引動力を  $N_{DV}$ 、無加振時のけん引動力を  $N_{D0}$  と表すとすると、それぞれ次式のようになる。

$$N_{DV} = V_0 \cdot D_V, \quad N_{D0} = V_0 \cdot D_0$$

但し、 $V_0$ : トラクタ作業速度 (m/s)

$V_V$ : 加振時けん引抵抗 (N)

$D_0$ : 無加振時けん引抵抗 (N)

次に、全所要動力比  $P_t$  を次式で定義し、加振による所

$$P_t = N_{DV}/N_{D0}$$

要動力の変化を記述する関数として用いる。

Fig. 10 に速度比  $\lambda$  と全所要動力比  $P_t$  の関係を示した。速度比  $\lambda$  の減少にしたがって  $P_t$  は急激に増大し、最大で 6 倍もの値を示す。これは振動式サブソイラの場合

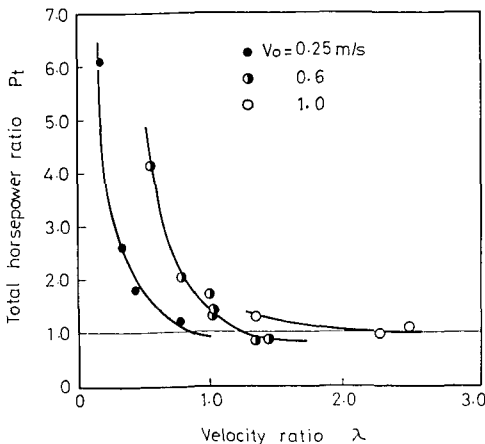


Fig. 10. Relation between total horsepower ratio and velocity ratio.

合と全く同様の傾向であり、適正な振動数・振幅の組み合わせを選択することにより、 $P_t$  を抑制することが可能である。

IV 摘 要

振動式ポテトディガの土の流れ向上を掘取刃通過土壌プロフィールと超音波距離計によって計量し評価する方法を試みた。それとともに、けん引抵抗と所要動力に対する掘取刃加振の効果を調べた。その結果を以下に述べる。

1. 掘取刃通過土壌プロフィールの観察から加振による土の流れ向上に対する効果が  $f = 9.0$  Hz 程度では明らかに確認出来たが、 $f = 3.5$  Hz 程度の低振動数ではその効果が認められなかった。超音波距離計を用いて、掘取刃の土壌表面高さを非接触かつ連続的に計測した。その結果からも加振による効果が確認された。

2. 速度比  $\lambda$  の減少に対して、掘取刃通過土壌断面積比  $r_s$  は直線的に減少する。このことから、他の振動耕うん・切削装置におけるけん引抵抗低減特性と同様に、掘取刃上の土の流れも速度比  $\lambda$  に強く支配されているものと推察される。

3. 速度比の減少に従って、 $\lambda = 0.23$  では  $D_{re} = 0.17$  と最大で 83% もの抵抗低減が得られた。また、 $\lambda > 1.0$  においても 20% 程度のけん引抵抗低減が確認された。

謝 辞

本研究を進めるにあたり、実験遂行上特に協力を得た卒論専攻学生、佐藤 聡君 (現 井関農機株式会社) に深謝する。また、振動式ポテトディガ (VB 130) を供試機として提供された北海道ニプロ株式会社 に謝意を表す。

引用文献

1. 酒井・寺尾・松居：振動式サブソイラにおける土壌の振動切削に関する研究 (第 1 報)、農機誌, 45 (1), 55-62. 1983
2. Lynn, F. J.: A Vibrating Blade for the Potato Harvester, Trans. of ASAE, 17 (5): 867-870. 1974
3. Colin, D. M., G. C. Misener and L. P. McMillan: Vibrated Sieving Shares for Potato Harvesting, Canadian Agricultural Engineering, 28 (2): 91-95. 1986
4. Misener, G. C., C. D. McLoed and L. P. McMillan: Evaluation of a Prototype Potato Harvester, Trans. of ASAE, 27 (1): 24-28. 1984

5. 酒井・寺尾：振動式サブソイラにおける土壌の振動切削に振する研究(第2報), 農機誌, 47(1): 43-49. 1985

### Summary

It is generally recognized that the draft force and the mechanical damage of potato tuber can be reduced using a vibratory cutting blade on the potato harvester or the potato digger. A lot of studies have done been on these topics in U.S.A., Canada and Poland etc.. To determine the optimal parameters of the vibrating cutting blade, it have to be made clear the mechanism of the improvement of soil flow and potato damage on the vibrating cutting blade and the effects of these parameters (amplitude, frequency, velocity ratio, cutting directional angle) on soil flow and potato damage. Before trying to solve these problem, in this report, some method to measure soil flow on the vibrating cutting blade were developed and

confirmed the effect of the vibration on soil flow. The results obtained were as follows.

1. The improvement of soil flow on the cutting blade were measured by profiles of the soil surface and a supersonic wave displacement sensor. It was made clear that the effect of a vibration to the soil cutting blade on the soil flow improvement at  $f=9.0$  Hz. But at  $f=3.7$  Hz this effect was not observed.

2. The soil area ratio on the cutting blade  $r_s$  reduced linearly as the velocity ratio was smaller. From this result, it is determined that the velocity ratio has a improvement of soil flow as well as the draft force reduction on a vibrating subsoiler.

3. The draft force reduced as the velocity ratio was smaller. This result is the same as on the vibrating subsoiler. At  $\lambda=0.23$  draft force ratio  $D_R$  became 0.17 and about 20% of draft force reduction were obtained even in  $\lambda>1.0$ .