

# 火焰焼土除草器に関する研究 (第1報)

小 島 新

## Studies on the Farm Flame Projector (I)

Shin KOJIMA

(Laboratory of Farm Mechanics I)

### I 前 言

新しい農機具の進歩発達は最近特に著しいが、その一つに火焰焼土除草器がある。この器械の原理は液体又はガス体燃料をバーナーから噴出させ（液体の場合は霧化させる）それに点火し空気と完全に混合して燃焼させ高温の火焰を発生させる。本器の用途は雑草（成体、根、種子を含む）、害虫（成幼虫、卵など）、病原微生物などの焼殺および殺菌ならびに焼土による土壤改良にも利用しようとするものである。

上述のように利用範囲の広いものであるにもかかわらず未だに実地に即したデータが存在しない。ここに筆者は本器の取扱条件（針弁開度、噴射圧力および噴射角度）をかえた場合の火焰温度の変化、ならびに土壤条件（土粒の大きさ、および土壤の硬さ）をかえた場合の焰熱の伝わり方、冷え方について実験を行い一応の結果をえたので発表する。

本実験を行うにあたり御指導を賜わった本学中馬豊助教授に対し感謝の意を表する。

### II 実験器具および燃料

#### 1) 実 験 器

液体燃料を使用するものであり火焰を発生させるバーナーの原理および構造にはいくつかの種類があるが本実験には燃料を高压（30～60  $lbs/in^2$  程度）に加圧して噴射霧化させるメカニカル型のものを使用した。

名 称：M式火焰焼土除草器、一頭火口、手提型

全重量：1.7 Kg. 火口巾：100 mm.

火力最高温度：1300°C. 噴射圧：30～60  $lbs/in^2$

#### 2) 燃 料

スタンダードバキューム会社製軽油（自動車などに用いるもの）を使用した。本器には上質白灯油を使用するのが建前となっているが都合によつて軽油を使用した。

#### 3) 加 圧 装 置

燃料を加圧噴射させるためにM式人力用背負型全自動噴霧器（6升入，最高圧力 100  $lbs/in^2$ ）を使用した。

#### 4) 測 定 計 器

圧力計：噴射圧測定用（ブルドン管式工業用圧力計 100  $lbs/in^2$ ，目盛板径 4"）

スプリング秤：油の減量測定用（トキコ製 10 Kg, 50 gm 目盛，自動温度調節付）

熱電対：火焰温度測定用（鉄コンスタンタンおよび銅コンスタンタン何れも  $0.8\text{ mm}\phi$ ）

$mV$  計：熱起電力測定用（直流， $-1 \sim 40\text{ mV}$ ， $1\text{ mV}$  目盛，可動線輪型，0.5 級）

棒状ガラス温度計：地温測定用（水銀封入  $100^\circ\text{C}$ ， $1/10^\circ\text{C}$  目盛）

その他：ストップウォッチ，ハンドレベルなど。

### III 実験装置概略及び測定法

実験装置の概要は Fig. 1 の通りである。

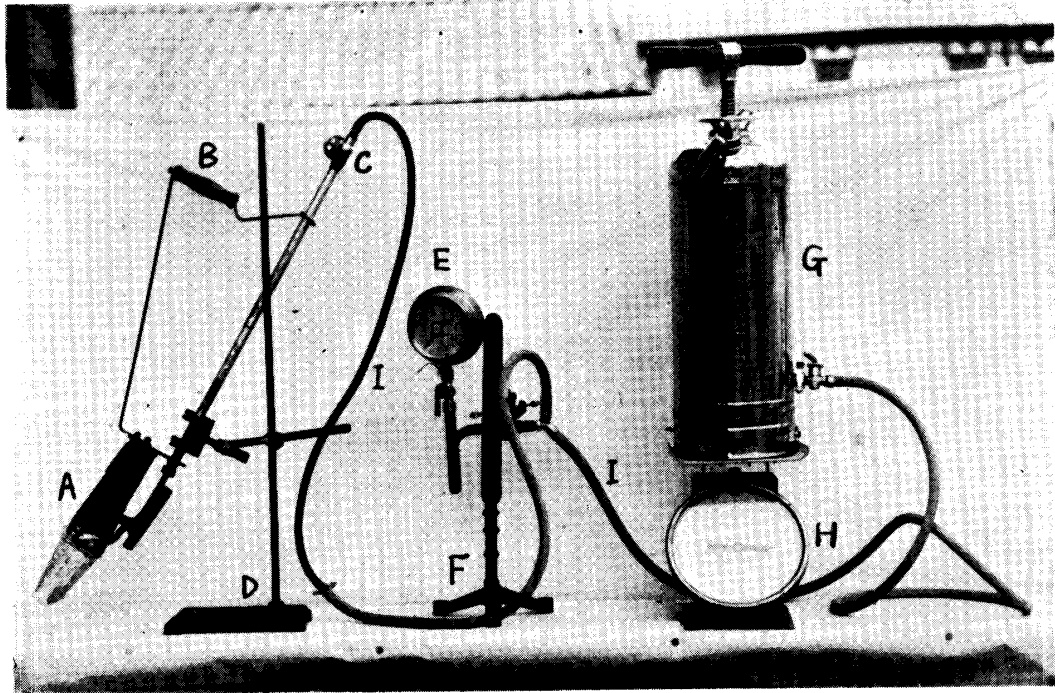


Fig. 1. Apparatus for measuring.

A: Burner of projector. B: Handle. C: Needle valve. D: Iron stand for holding flame projector. E: Pressure gauge for measuring jet pressure. F: Iron stand for holding pressure gauge. G: Pump added pressure on the fuel—utilizing farm hand type sprayer. H: Spring balance for determining fuel consumption. I: Gum hose.

噴霧器Gにより加圧した燃料をゴムホースIで火焰焼土除草器に送り針弁Cにより噴射量を調節した。ゴムホースの途中に圧力計Eを入れ圧力を常に測定した。バーナーは鉄製スタンドDで支え噴射角度を任意にかえられるようにした。

温度測定は火焰温度の場合（実験1～3）は熱電対を使用し地温は棒状温度計によつた。燃料消費量は噴霧器をスプリング秤H上におきその減量と時間から算出した。

### IV 実験方法

実験1：針弁開度と火焰温度および燃料消費量

測温点は Fig. 2 のようである。測温点1は温度計の不良のため成績が得られなかつた。噴射角度は  $16^\circ$  で本器を両手で支持した時の角度である。

使用圧力は  $40\text{ lbs/in}^2$  とした。

火口より測温点2までの距離は、温度計（熱電対）の都合により  $25\text{ cm}$  とした。

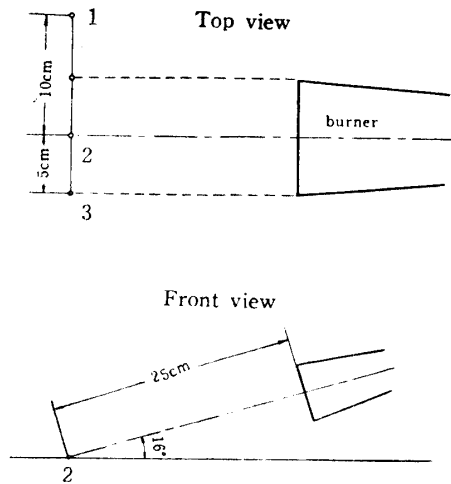


Fig. 2. Illustration of points measured temperature and burner in the experiment 1.

実験2: 噴射圧力と火焰温度

測温点は Fig. 3 に示す.

針弁開度は実験1の結果から経済的開度と考えられる 0.3/8 とした. 噴射角度  $16^\circ$ .

火口からAまでの距離は温度計の都合により 35 cm とした.

実験3: 火口傾斜角度と火焰温度

測温点は Fig. 4 に示す. 針弁開度 0.25/8 は実験1の結果による.

噴射圧力は  $30 \text{ lbs/in}^2$  とした. これは本器の最低限の圧力であり, これ以下では火焰が変動するので実用限界圧力である.

距離は 30 cm とした.

実験4: 土壤粒径と熱伝導

土壤中の害虫 (成虫幼虫, 卵) 有害微生物 (主

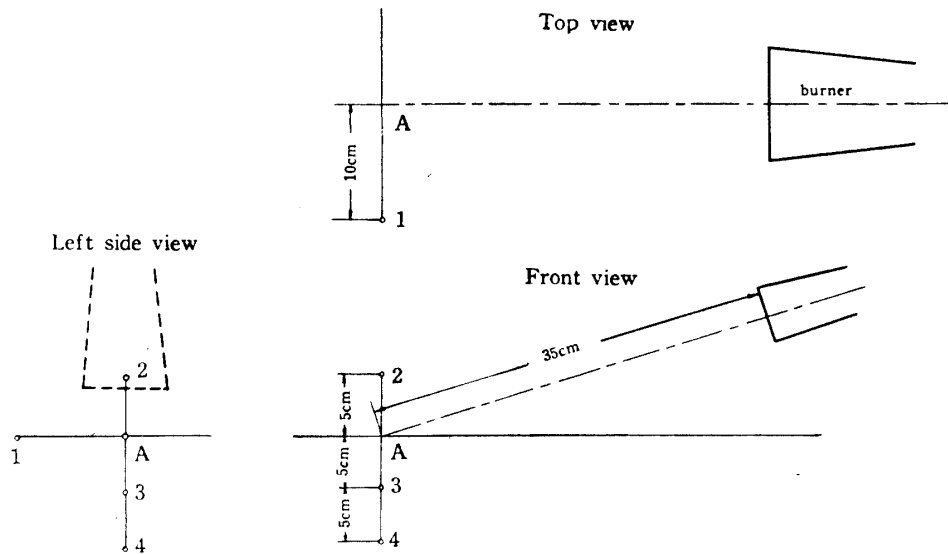


Fig. 3. Illustration of points measured temperature and burner in the experiment 2.

に立枯れ及び青枯れ菌) の焼殺殺菌のためには  $50\sim 60^\circ\text{C}$  で 10 分位熱すればよいとされているのでその中間の  $55^\circ\text{C}$  になる時間をしらべた.

粒径は篩分けて Fig. 5 に示したように 1.5 cm 以下, 1.5~2.0 cm, 2.0~4.0 cm の三段階に分け, 小径, 中径, 大径とした.

火焰中心点下 3 cm, 6 cm, 9 cm に棒状温度計を挿入して測定した. (Fig. 6)

土壤は砂土 (本学畑土) で含水比 12 %, 傾斜角度  $60^\circ$ , 噴射圧力  $40 \text{ lbs/in}^2$ , 針弁開度 0.25/8.

実験5: 土壤の硬さと熱伝導

実験装置は実験4と全く同様, 土壤は実験4に供試された小径 (1.5 cm 以下) のものを用い一つは固めず, 一つは充分につき固め, 残りは中間の硬さになるようにつきかためた. その硬さは田村式落下土壤硬度計によると次のようであつた.

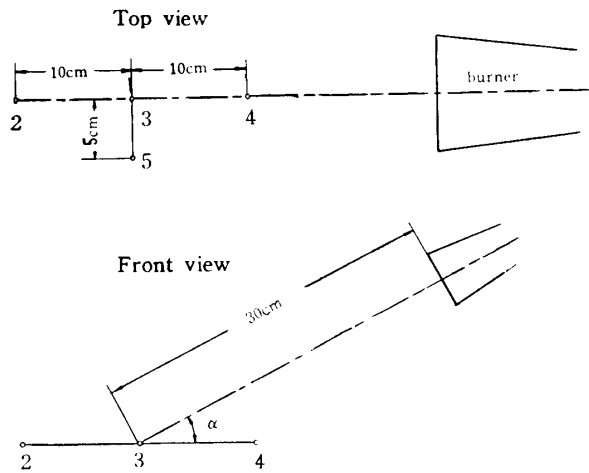


Fig. 4. Illustration of points measured temperature and burner in the experiment 3.

$\alpha$ : Angle of inclination of burner mouthpiece.

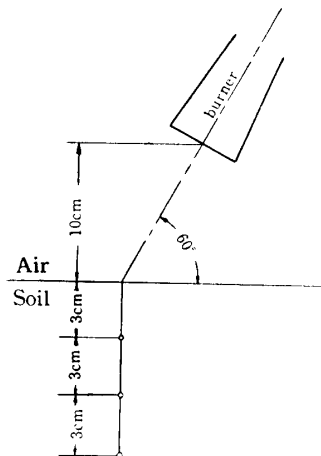


Fig. 6. Illustration of points measured temperature and burner in the experiment 4.

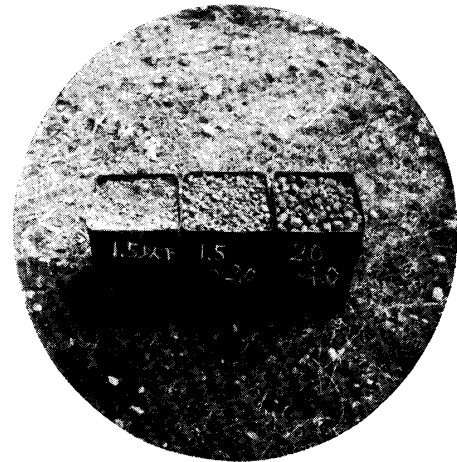


Fig. 5. Figure shows difference of diameter of clod. The numbers indicate lower and upper limits of diameter of clod. Unit is *cm*.

硬: 10 *cm*. 温度計の押込み挿入不能, 指圧にてへこまない.

中: 26 *cm*. 温度計はかろうじて 押込み挿入可能, 指圧で若干へこむ.

軟: 48 *cm*. 温度計の 押込み挿入自由.

火焰器の条件は実験 4 と同じ, 但し照射時間は 何れも 10 分間とした.

## V 実験結果及び考察

実験 1: 針弁開度と火焰温度及び燃料消費量 (Fig. 7)

イ) 針弁開度に関係なく火焰中心点 2 が火焰端 3 より常に高温を示している.

ロ) 火焰温度( $^{\circ}\text{C}$ )及び燃料消費量( $\text{kg/hr}$ )は

1.25/8 までは針弁開度に従って増加するがそれ以上は一定である. 又この三つの 曲線は同じ傾向のカーブである.

ハ) 燃料消費量と火焰温度との相関は極めて明らかである.

ロ) 及び ハ) は針弁開度 1.25/8 の流積と噴射孔断面の大きさとが等しいことを示すものである. 故に燃料の噴射量は 1.25/8 以下の針弁開度では針弁の流積によつて決定されるが, 1.25/8 以上では針弁の流積より小さい噴射孔流積によつて抑えられると考えられる.

針弁開度 0.25/8 と 1.25/8 以上との 燃料消費量の差は 0.4  $\text{kg/hr}$  であるが 火焰温度差は測点 2, 3 共に約  $15^{\circ}\text{C}$  で小さい. 即ちいたずらに針弁を開いても燃料消費量がある程度まで増加させるだけで火焰温度の上昇は少い. 従つて針弁開度による火焰温度の調節は燃料消費量をまずだけで火焰温度はまさずに不経済であり燃料消費量の少い針弁開度を用い後述のように圧力をあげて用いるのが得策と考えられる.

実験 2: 噴射圧力と火焰温度 (Fig. 8)

イ) 高温の順に記すと火口中心より 5 cm 上②, 火口中心より 5 cm 下③, ③より更に 5 cm 下④, 火口中心より横に 10 cm ① であつて, 圧力に無関係に常にこの順位である.

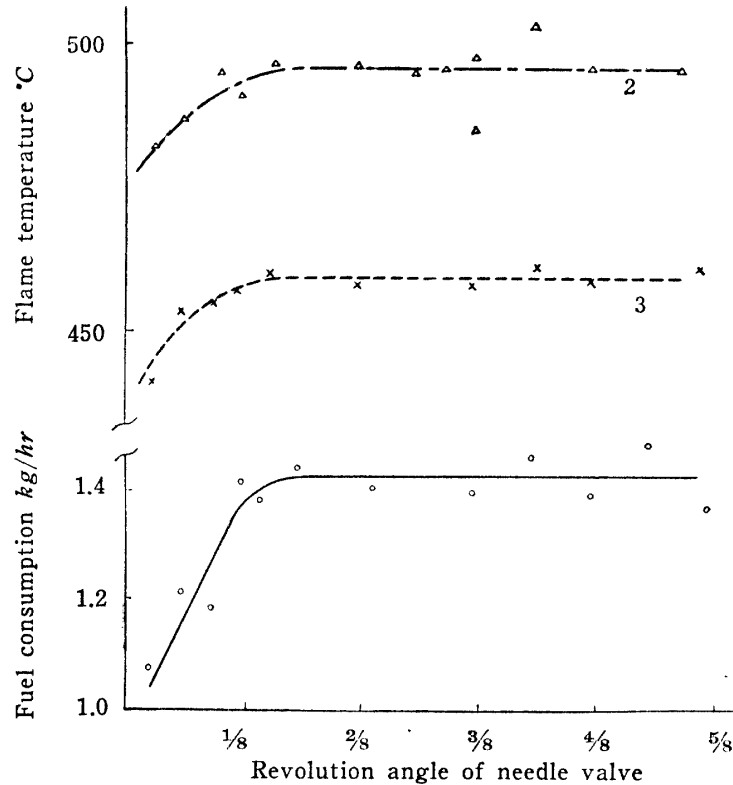


Fig. 7. Effect of revolution angle of needle valve, illustrated oil path at it, on the fuel consumption and the flame temperature. The numbers, 2 and 3, are the same as in Fig. 2.

ロ) 各点とも圧力とともに温度は上昇するが特に ②の上昇は著しい。ただし ②および ④では 70  $lbs/in^2$  において上昇度が低下する。

ハ) 火焰中心より上下に対称 (5 cm) におかれた ②, ③点の温度の傾向は著しくことなる。即ち上の方 ②が著しく高温となり圧力上昇による温度上昇が著しいが下の方 ③ではその傾向が少い。さらに ③より 5 cm 下 ④では殆どその差は見られない。即ち火焰は火口より 下になる部分には殆んど有効でない。又横に対しても火焰があまりひろがらないことが判る。

ニ) 火口中心より下に 10 cm ④, 横に 10 cm ①の温度はあまり異ならないが下の方 ④が若干高い。

ホ) 燃料消費量と温度は密接な相関を持つている。(圧力上昇で燃費, 温度共に上る)。以上の結果を考察すると次のようである。

(1) ②点が高温となるのは火焰が若干吹きあげられ又 付近の 熱せられた空気自体も上昇するためと考えられる。

(2) 70  $lbs/in^2$  以上でそれ以下の傾向とことなるのは 次の理由によるものと 考えられる。即ち 火焰温度はある程度まで燃料消費量と 共に増加し, かつ 霧粒化 (空気との接触面が多く完全燃焼するために必要である) の程度によつて著しく影響される。

一般に霧粒化は噴射圧力と共に増大する。しかるに流量は  $Q = CA\sqrt{2gh}$  で表され噴射圧力  $h$  の平方根に比例するが一方  $h$  が増加すると加速度的に 燃料と噴孔との 間の摩擦抵抗が増し, 係数  $C$

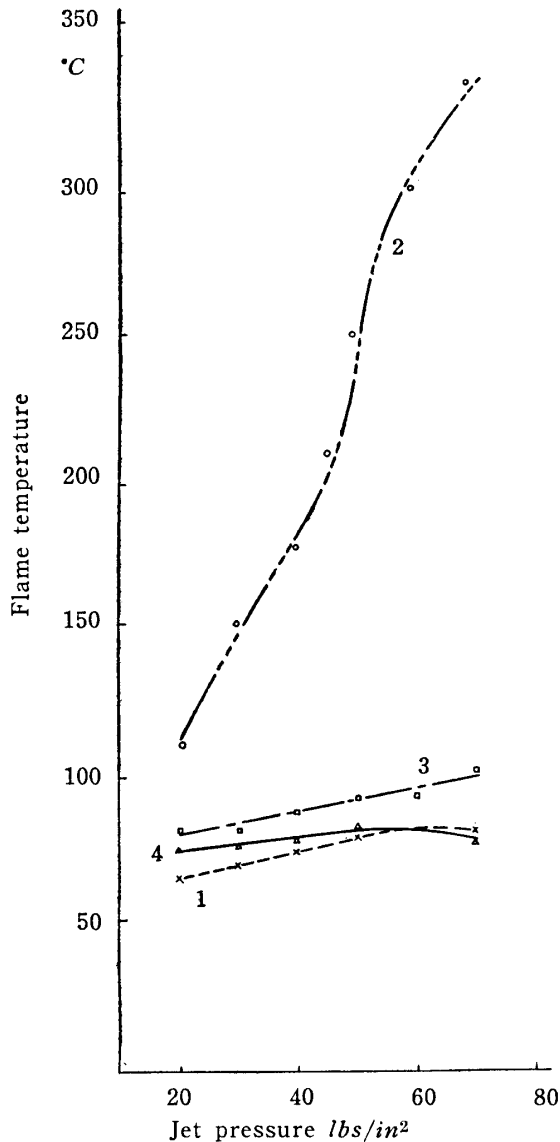


Fig. 8. Effect of jet pressure on the flame temperature. The numbers, 1~4, are the same as in Fig. 3.

が加速度的に減少してくる。従つて高压の  $70 \text{ lbs/in}^2$  では  $h$  よりも  $C$  が大きく作用して、 $70 \text{ lbs/in}^2$  で噴射量もそれ以前とことなり火焰温度が制限されてくるものと考えられる。本器の使用圧は前述のように  $30 \sim 60 \text{ lbs/in}^2$  であるが、本試験に徴して妥当なものといえよう。

火焰温度の調節は圧力の調節によることが得策であり、高い圧力(ただし本器では  $60 \text{ lbs/in}^2$  までが有効であらう)を用うべきである。

実験 3: 火口傾斜角度と火焰温度 (Fig. 9)

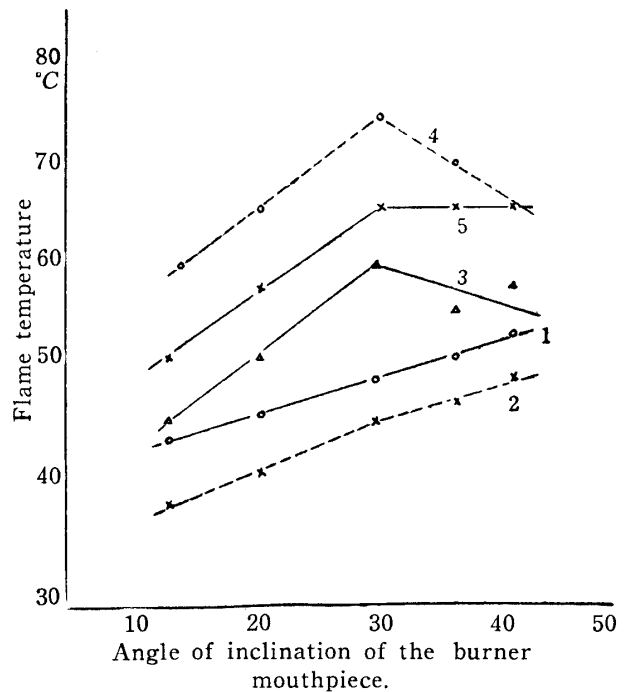


Fig. 9. Effect of angle of inclination of the burner mouthpiece on the flame temperature. Numbers, 1~5, are the same as in Fig. 4.

イ) 火焰中心点③より手前にある④が常に高温となる。前方にある②は低温である。傾斜  $32^\circ$  の時最高となる。(④, ③)。しかし②はその変化が少い。

この理由として(1)火焰の中心となるべき③は  $30 \text{ cm}$  もの距離があること。(2)火焰は幾分上に吹き上げる傾向がある。(3)火口壁よりの輻射熱により④が熱せられること等をあげることが出来る。

実験 4: 土壌粒径と熱伝導 (Fig. 10)

粒径が大なる程  $3 \text{ cm}$  深さの地温上昇速度がはやい。  $55^\circ\text{C}$  になると同時に火焰をさえぎり 2 秒後の地温変化では大径は空間が多いため熱の伝導が良いので既に  $55^\circ\text{C}$  よりも低温度となつている(熱のつたわりより冷える方がはやい)

中径、小径では火焰停止後も地温が昇り、小径では停止時に比べて約  $10^\circ\text{C}$  も高い。

以上の結果から火焰焼射にあたつては土壌を細く砕き土中に充分に熱を貯えるようにすることが

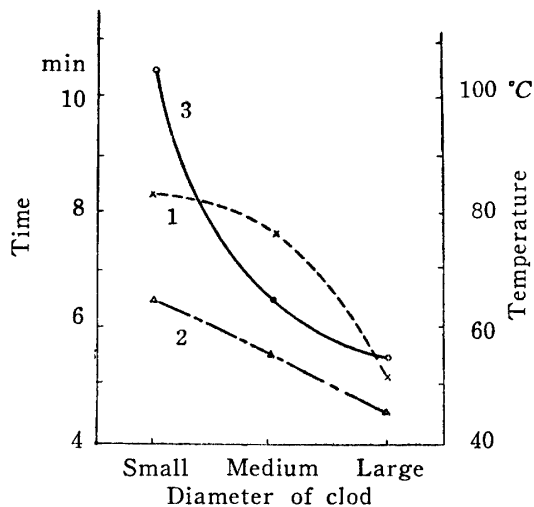


Fig. 10. Effect of diameter of soil clod on the time and the temperature.  
Curve 1: Time needed to make  $55^{\circ}\text{C}$  soil temperature at  $3\text{cm}$  depth. Curve 2: Soil temperature at  $3\text{cm}$  depth 2 seconds after stopped burning. Curve 3: Soil surface temperature at the same time as Curve 2.

結局経済的である。

#### 実験5：土壌硬度と熱伝導

最高温度に達する時間、最高上昇温度（最初の地温との差）焼射開始より15分後の $3\text{cm}$ 深さの上昇温度（最初の地温との差）を示すとFig. 11 のようになる。

最高地温に達する時間は軟、中、硬の順序で増加している。最高地温及び15分後の上昇温度は軟、中、硬と減少している。これは硬の熱伝導が極めて悪いことを示すものである。又最高温持続時間も軟、中、硬の順に減少している。

これらのことを総合して考えると火焰消毒においては土壌を極めて膨軟に耕耘して後に火焰を焼射することが必要である。また実験4にも述べたように土粒が大にすぎると熱の発散が大きくなるので土粒も小にする必要がある。

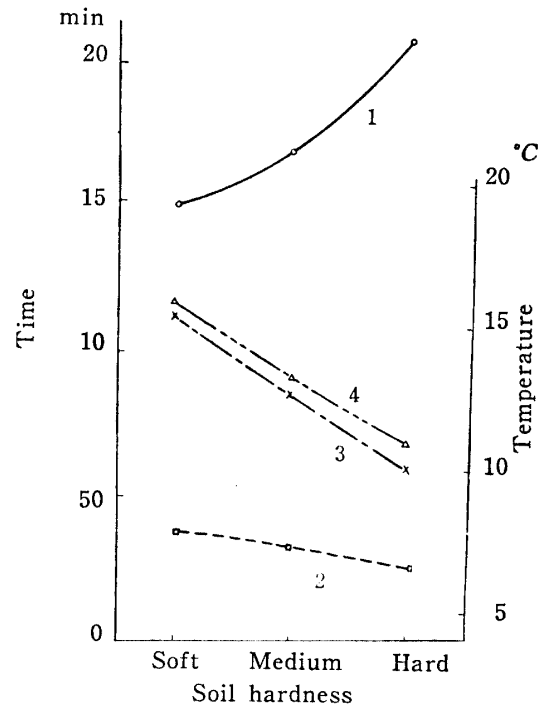


Fig. 11. Effect of soil hardness on the time and the temperature. Curve 1: Time, till soil indicates maximum temperature. Curve 2: Time during which soil keeps maximum temperature. Curve 3: Raised degree of soil temperature at  $3\text{cm}$  in depth 15 minutes after the commencement of burning. Curve 4: Raised degree when the soil temperature at  $3\text{cm}$  in depth reached the maximum.

## VI 摘 要

M式火焰焼土除草器に軽油を用いて使用し、次の結果を得た。

- 1) 針弁を開いても噴孔で油量が制限され燃費、温度共に上らない。
- 2) 燃費と温度とは相関関係にある。
- 3) 火焰温度上昇のためには針弁を開くよりも圧力を上げる方が有効である。
- 4) 火焰は幾分吹き上げる傾向があるので使用に際しては注意を要する。
- 5) 火口の傾斜角度  $32^{\circ}$  の時対象物は最高温度を示す。
- 6) 土粒径が大きい時は熱はつたわりやすい代りに冷却も速い。小さい時は逆に熱のつたわりは遅いがよく熱を貯える。
- 7) 火焰焼射においては土粒を細に、しかも膨軟に耕耘しておくことが重要である。

---

*R é s u m é*

The results of the flame projector worked by light oil are as follows:—

- 1) Even when the needle valve opens more than a certain clearance, oil quantity is restrained by the size of the nozzle, and then fuel consumption and flame temperature are kept constant.
- 2) Flame temperature is correlative to fuel consumption.
- 3) To raise flame temperature, giving pressure is more effective than the degree of opening of the valve.
- 4) In the use of this projector, great care must be taken, as flame tends to spout upwards.
- 5) The temperature of the object proves to be maximum at the angle of inclination  $32^{\circ}$  of the burner mouthpiece.
- 6) To a clod which has a big diameter heat conduction is good, but the cooling is speedy; to a clod which has a small diameter, on the contrary, heat conduction is slow, but its preservation is good.
- 7) To use this flame projector, soil must be cultivated finely and mollifyingly.