

# プラスチックハウス内の防除装置の自動運転に 関する研究 (第1報)

— 噴霧車の自動運転 —

小嶋和雄・杉村輝男

(農学部 農業機械学研究室)

## Automatic Operation of the Pest Control Equipment in Plastic House (I)

— Automatic Operation of the Spraying Car —

Kazuo KOJIMA and Teruo SUGIMURA

**Abstract:** For the purpose of reduction of pest controlling labor in plastic house, authors studied on the automatic operation of the spraying car. The outline were as follows;

(1) The spraying car had a sprayer, a spray tank (80 l) and D. C. motor (47 V, 350 W) on the battery car. We attached the automatic operation device to the spraying car.

(2) The circuit of automatic operation device was chiefly composed of the time relay circuit that used unijunction transistors and thyristors. It controlled starting, backing and stoppage of the spraying car, and controlled spraying.

(3) Authors had running direction control of the spraying car by setting guide plates along rows (model equipment) and attaching guide wheels to the spraying car. The spraying car ran along the guide plate.

(4) Method of automatic operation test were as follows; (a) The transport car carrying the spraying car moves from the starting point, then stops in front of the first row spacing. (b) The spraying car starts from the transport car runs on the row spacing and stops at the end. (c) The spraying car starts backward and begins spraying at the same time. (d) The spraying car runs on the transport car, then stops running and spraying. (e) The transport car moves to the next row spacing. (f) After all spraying is done, the transport car carrying the spraying car returns to the starting point. (g) The spraying car stops automatically and the buzzer sounds, when spraying liquid decreased under a certain quantity.

(5) The test showed a good result, but improvement of the transport car was necessary.

### 緒 言

プラスチックハウス内の諸作業の自動化、無人化が最近注目され始め、換気、灌水、加温などは一応自動化技術が完成し一般農家のハウスにも普及し始めた。防除作業もくん煙機、蒸散機の導入により無人防除が可能となったが、適用薬剤の種類、防除効果、機械の価額などに問題があって一般に広く利用されるに至っていない。噴霧機は現在なおハウス内の防除の主役をなしているが、人手を多く要しさらに薬剤が人体へ付着するなどの大きな問題つまり農薬汚染による健康障害のおそれがある。これらの問題を解決するには噴霧作業を無人化する以外に方法はない。噴霧装置の自動運転についてはモノレール式が開発されたが、ハウスの強度上の問題がありほとんど利用されていない。最近信田ら<sup>1)</sup>による自走式の噴霧装置の研究がある。当機の直進はセンサ方式を、畦端の回行は施回レール方式を採用している。

筆者らは上記方式より装置の規模は大きくなるが直進はガイドプレート方式を採用し、畦端では回行を行わず畦間から畦間への移動は運転の確実性を高めるため運搬車を利用することにした。

噴霧装置を積載した車両と畦間移動用運搬車の運転は防除作業において一体となるべきものであるが、研究報告にあたっては都合によりこれを二分し、ここでは前者についてのみ報告することにした。なお噴霧装置を積載した車両を以後噴霧車、噴霧車を移動させる運搬車を移動用運搬車とよぶことにする。

## 実 験 方 法

### (1) 走行路

実際のハウス内で噴霧車を自動運転しその性能を検討すべきであるが、実験の都合上特に移動用運搬車が代用品であるため特別の実験装置を製作した。移動用運搬車はトロリ式収穫運搬車<sup>2)</sup>として試作したものをバッテリー式に改造したものをを用いたが、この運搬車は荷台が高くこの荷台上に噴霧車が乗り入るためには噴霧車の走行路面を 50 cm 程盛土する必要がある、畦間が畦より高い装置となった。

Fig. 1 に示すように高さ約 48 cm の台形状の土台を 2 個作り、その上面に内幅 60 cm、側面高 15 cm の木製の走行路をのせた。

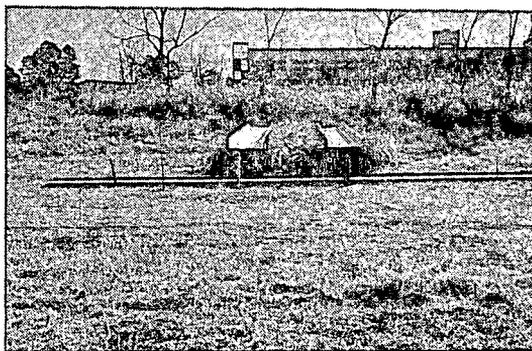


Fig. 1 Experimental equipment

実際のハウスに於て噴霧車の進行方向を制御するには畦肩に沿って板（以後ガイドプレートという）を垂直に立て、噴霧車には誘導輪（以後ガイドホイールという）を取り付けガイドホイールがガイドプレートに接触しながら走行させる方式となる。Fig. 1 の走行路はハウス内の畦間に相当するものであり、走行路の側板は畦間に立てたガイドプレートとなる。

ガイドプレートへのガイドホイールの接触力はガイドホイールの高低に影響されない<sup>2)</sup>ので、ガイドプレートの高さは強度上また経費上低くした方が有利であるが、当実験では手間をはぶくため購入した材料をそのまま使用したので幾分高くなった。走行路幅は高知県園芸試験場のモデハハウスの畦間幅を参考にし 60 cm とした。

走行路の全長は 5 m 75 cm であるが末端で防除車を停止させるため、防除車のリミットスイッチ作動用の停止棒を末端より 35 cm のところに設置したので実走路長は 5 m 40 cm となった。

走行路の始端の地面には走行路に直角に長さ約 12m の軌道を作った (Fig. 1)。この軌道は防除車を畦間から畦間へ移すための移動用運搬車が走行するためのものである。既述したように当実験に供試した移動用運搬車は仮のものであり次年度に本格的試作を行なう予定である。

### (2) 噴霧車

噴霧車（静岡県金谷町・川崎鉄工場製）の構造は Fig. 2, Fig. 3, Fig. 4 のようで、4 輪式バッテリーカーの荷台上に薬液タンク、動力噴霧機、モータおよびバッテリーを積載したものである。これに自動運転のための制御装置を取り付けた。

#### a) バッテリーカー

バッテリーカーの原動機は D. C. モータ (24 V, 125 W, 3,575 rpm) で動力はギヤ式減速機 (減速比 10) を経て駆動軸に伝達される。駆動軸の回転は爪クラッチの切替えにより高、低速の二段に変速される。総減速比は高速の場合 81.3, 低速で 156.3 である。車速は高速で約 65 cm/s, 低速で約 35 cm/s である。当実験はすべて低速走行で行った。

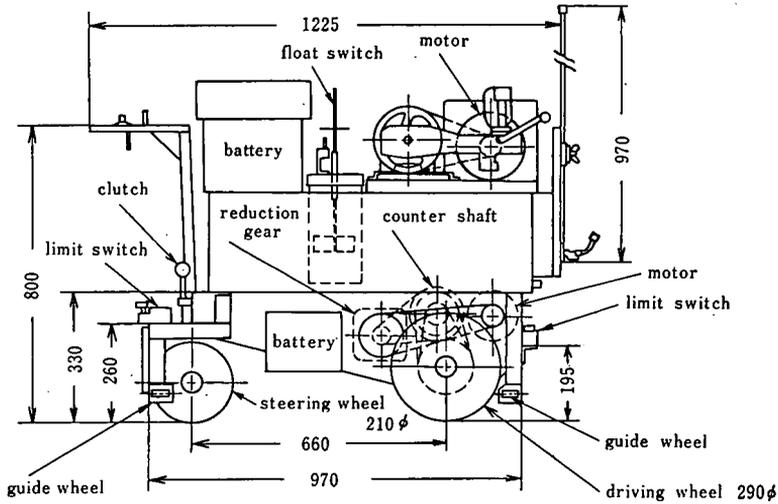


Fig. 2 Spraying car (side view)

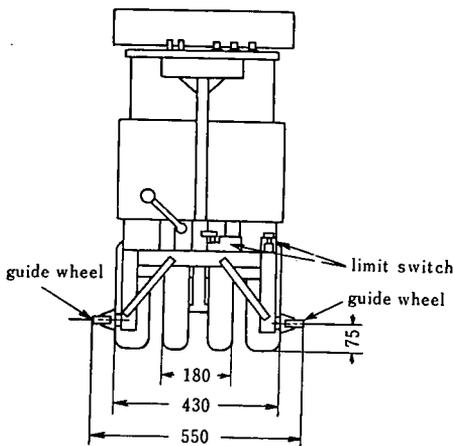


Fig. 3 Spraying car (rear view)

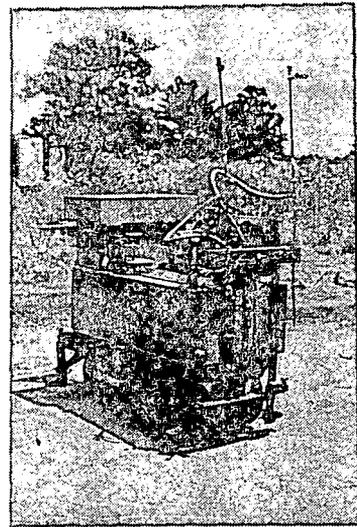


Fig. 4 Spraying car

車体重は 72 kg で荷台の寸法は 83 cm×42 cm である。動力源は直列に結線した 12 V のバッテリー (12 N 24) を 2 個積載している。これで 3 時間ほど連続走行できる。バッテリーの充電は車体に充電用のコンセントがあり専用の充電機により簡単に行うことができる。

b) 噴霧装置

動力噴霧機 (400~800 rpm, 360~730 l/H) を積載し D. C. モータ (47 V, 350 W, 2,800 rpm) を原動機とし V ベルトで伝導駆動される。バッテリーは 12 V のもの (12 N 24) を 4 個備えている。薬液タンクの容量は約 80 l である。これに薬液減少時の報知装置を試作し取り付けした。この装置の原理はタンク内の薬液にフロートを浮かし、薬液の減少によりフロートが下降するとそれに取り付けた軸も下降し、軸に取り付けた円板がリミットスイッチを作動させるようになっている。これにより噴霧車は停止しブザーが鳴る。なお上記円板の取り付け位置を変えることにより報知す

る液面の位置を変えることができる。噴霧管は左右に1本ずつ装着した。ノズルはそれぞれ4個ずつついている。噴霧圧は原動力の関係で  $10 \text{ kg/cm}^2$  程度である。

噴霧車の重量はバッテリーカー 72 kg, 噴霧機部分 45 kg で計 117 kg, 薬液がタンクに約 80 l はいるので最大 200 kg 程度となる。

### (3) 自動運転の方法

噴霧車を積載した移動用運搬車は噴霧車の走行路（畦間）のところに来るとリミットスイッチの作動により停止する（Fig. 5）。

移動用運搬車の停止位置を正確ならしめるためストッパーとして軌道内に帯鉄（厚さ約 5 mm）

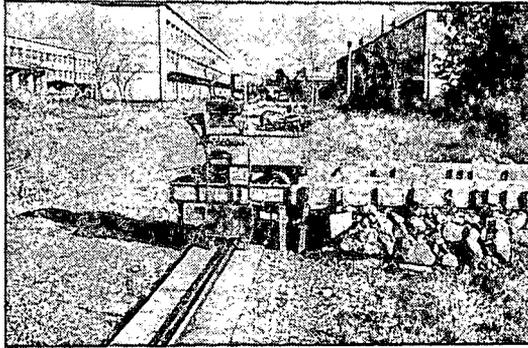


Fig. 5 Spraying car on the transport car

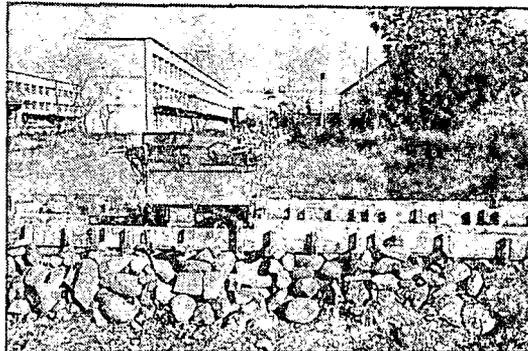


Fig. 6 Spraying car on the way

を取り付けた。

噴霧車は移動用運搬車が走行中前進しないようタイムリレー回路の低抗値を時間的余裕を見込んでセットし、メインスイッチを ON にしておく。なお噴霧関係、ブザー関係スイッチも同時に ON にしておく。

移動用運搬車が停止してしばらくすると噴霧車は前進し（Fig. 6）、走行路の末端近くに来るとリミットスイッチの作動で停止する。5秒後噴霧車は復路走行に移り同時に噴霧を開始する。つまり噴霧は復路のみ行うことになるが、これは噴霧により機体がぬれることを少なくするためである。走行路の始点までくるとそのまま移動用運搬車に乗り込むが、リミットスイッチの作動により走行と噴霧作業を停止する。噴霧車を積載した移動用運搬車は再び前進を行い次の走行路のところに来ると停止し同じ行程を繰り返す。最終列の畦の噴霧作業が終了したならば、移動用運搬車は噴霧車を積載したまま専用軌道の終端まで走行し停止する。このとき噴霧車のメインスイッチ

はリミットスイッチの作動により開く。一定時間停止後復路走行を開始し出発点までもどり全行程を終了する。

噴霧作業中薬液がある量以下に減少した場合は、既述したように噴霧車は停止しブザーが鳴る。薬液を補充したあとはリセットスイッチを ON にすればタイムリレー回路の作動により一定時間後噴霧車は発進、噴霧作業を再開する。この間に作業者はハウス外に退去できる。

### 自動制御装置の概要

噴霧車の自動制御装置の回路図は Fig. 7 のようである。その外観は Fig. 8 のようである。図中 A, B, C, D, E, F, G, H, P, R, U, X, Z はリレーの電磁コイル,  $a_1, a_2, b_1, b_2, \dots, z_1, z_2$  などはそれぞれ同文字のリレーの接点,  $M_{S1}, M_{S2}$  はそれぞれ 12V, 48V 回路のメインスイッチ,  $S_S$  はスタートスイッチ,  $F_S$  はフロートスイッチ,  $P_{S1}$  はブザー停止スイッチ,  $P_{S2}$  はタイム

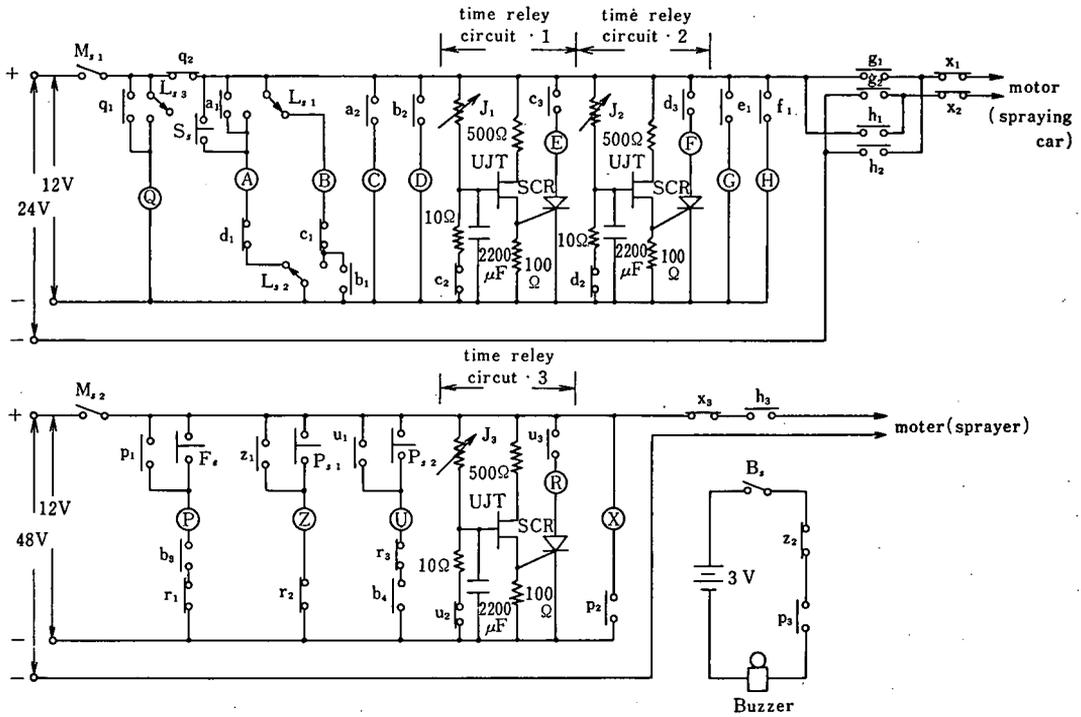


Fig. 7 Circuit of automatic operation device

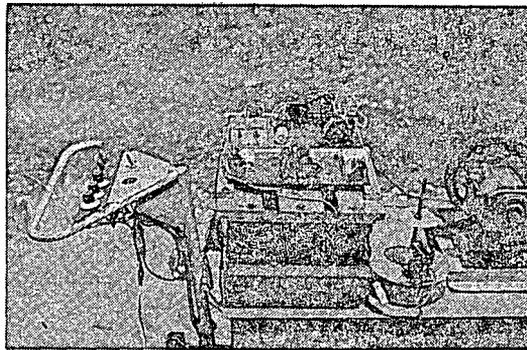


Fig. 8 Circuit of automatic operation device

リレー回路・3作動用のリセットスイッチ,  $L_{S1}$  はタイムリレー回路・1作動用のリミットスイッチ,  $L_{S2}$  はタイムリレー回路・2作動用のリミットスイッチ,  $L_{S3}$  はメイン回路を開くためのリミットスイッチ, Buzzer と  $B_S$  はそれぞれ薬液減少時の報知用ブザーおよびブザー用のスイッチを示す。UJT (2SH・13), SCR (SF1B 12) はそれぞれユニジャンクショントランジスタ, サイリスタを示す。(以後各部の名称に電磁コイル, リレーの接点などの説明をつけることを省略する)

運転に先立ち各タイムリレー回路の低抗値  $J_1, J_2, J_3$  が目標とする停止時間に合致する値になるように可変低抗器の目盛をあわせる。 $M_{S1}, M_{S2}, B_S$  を ON にし  $S_S$  を ON にすると A が励磁される。このとき移動用運搬車のタイムリレー回路作動用のスイッチも ON にする。A の励磁により  $a_1, a_2$  が ON となる。 $a_2$  の ON により C が励磁され  $c_1, c_2$  が OFF,  $c_3$  が ON とな

る。c<sub>2</sub> の OFF により J<sub>1</sub> を通じてコンデンサ (2,200 μF) に充電され始めタイムリレー回路・1の作動が開始する。一定時間経過後 UJT のエミッタ電圧が飽和電圧に達すると放電を開始し、SCR のスイッチング効果により E が励磁され e<sub>1</sub> が ON になる。このため G が励磁され g<sub>1</sub>, g<sub>2</sub> が ON になり、x<sub>1</sub>, x<sub>2</sub> は始めから ON であるのでモータが起動し噴霧車は走行を開始する。噴霧車走行中はタイムリレー回路・1のコンデンサは充放電を繰り返す。走行路の終点近くで L<sub>S2</sub> が停止棒に触れると A が消磁され a<sub>1</sub>, a<sub>2</sub> が OFF になる。a<sub>2</sub> の OFF により C が消磁され c<sub>1</sub>, c<sub>2</sub> が ON, c<sub>3</sub> が OFF となる。c<sub>2</sub> の ON によりコンデンサは抵抗 (10Ω) を通じて放電し、以後電流は UJT を通らず c<sub>2</sub> を通るためタイムリレー回路・1の作動は停止する。また c<sub>3</sub> の OFF により E が消磁され e<sub>1</sub> が OFF となる。このため G が消磁され g<sub>1</sub>, g<sub>2</sub> が OFF となるから噴霧車は停止する。

前述のように L<sub>S2</sub> の作動により A が消磁される一方 B が励磁され b<sub>1</sub>, b<sub>2</sub>, b<sub>3</sub>, b<sub>4</sub> が ON になる。b<sub>2</sub> の ON により D が励磁され d<sub>1</sub>, d<sub>2</sub> が OFF, d<sub>3</sub> が ON になる。d<sub>2</sub> の OFF によりタイムリレー回路・2が作動を始め、UJT, SCR のスイッチング効果により F が励磁される。このため f<sub>1</sub> が ON になりさらに H が励磁されて h<sub>1</sub>, h<sub>2</sub> が ON になり噴霧車は後退を開始する。また H の励磁により h<sub>3</sub> も ON になり噴霧機のモータが回転するので、復路走行とともに噴霧作業を開始することになる。実際は噴口から薬液が出始めるには多少の時間の遅れが生ずるが、防除効果に影響を及ぼすほどではない。

噴霧車が走行路の始点にもどり移動用運搬車に乗り込むと、L<sub>S1</sub> が作動し B が消磁されて b<sub>1</sub>, b<sub>2</sub>, b<sub>3</sub>, b<sub>4</sub> が OFF になる。b<sub>2</sub> の OFF により D が消磁され d<sub>1</sub>, d<sub>2</sub> が ON, d<sub>3</sub> が OFF, このため F が消磁され f<sub>1</sub> が OFF さらに H が消磁されて h<sub>1</sub>, h<sub>2</sub>, h<sub>3</sub> が OFF となり噴霧車と噴霧機の運転は停止する。また d<sub>2</sub> の ON によりコンデンサに充電された電気は抵抗 (10Ω) を通じて放電し、タイムリレー回路・2は作動を停止する。一方 L<sub>S1</sub> の作動により A, C が励磁され c<sub>2</sub> の OFF によりタイムリレー回路・1が作動を開始する。

噴霧途中で薬液面があらかじめ定めたところより低くなった場合には F<sub>S</sub> が作動する。つまり薬液面上のフロートが低下すると、フロート軸に取り付けた円板がリミットスイッチに接触しこれを ON にする。F<sub>S</sub> の ON により P が励磁されて p<sub>1</sub>, p<sub>2</sub>, p<sub>3</sub> が ON になる。p<sub>2</sub> の ON により x が励磁され x<sub>1</sub>, x<sub>2</sub>, x<sub>3</sub> が OFF となる。このための噴霧車、噴霧機は運転を停止する。B<sub>S</sub> は最初 ON にしておくので p<sub>3</sub> の ON によりブザーが鳴る。ブザーの音を聞いて作業員は薬液の補充をするわけであるが、まず P<sub>S1</sub> を押すと Z が励磁されて z<sub>1</sub> が ON, z<sub>2</sub> が OFF となる。このためブザーは鳴りやむ。薬液を補充したあと P<sub>S2</sub> を ON にすると U が励磁され u<sub>1</sub>, u<sub>3</sub> が ON, u<sub>2</sub> が OFF になる。u<sub>2</sub> の OFF によりタイムリレー回路・3が作動を開始する。一定時間後 UJT と SCR のスイッチング効果により R が励磁され、r<sub>1</sub>, r<sub>2</sub>, r<sub>3</sub> が OFF となる。r<sub>1</sub> の OFF により P が消磁され p<sub>1</sub>, p<sub>2</sub>, p<sub>3</sub> が OFF となる。r<sub>2</sub> の OFF により Z が消磁されて z<sub>1</sub> が OFF, z<sub>2</sub> が ON となる。p<sub>2</sub> の OFF により X が消磁されて x<sub>1</sub>, x<sub>2</sub>, x<sub>3</sub> が ON となり噴霧車と噴霧機が運転を再開する。また r<sub>3</sub> の OFF により U が消磁され u<sub>1</sub>, u<sub>3</sub> の OFF, u<sub>2</sub> の ON によりタイムスイッチは作動を停止し R は消磁され r<sub>1</sub>, r<sub>2</sub>, r<sub>3</sub> は ON になりもとの状態に復し走行中何回も薬液の補充ができる。なお F<sub>S</sub> の作動が必要となるのは復路の噴霧作業中であるから、往路走行中は F<sub>S</sub> が作動しないよう b<sub>3</sub> を OFF の状態で入れ復路走行中のみ ON の状態になるようにした。

最後の畦間の防除が終了し、噴霧車が移動用運搬車に乗り込み続いて移動用運搬車が発進するが、適当なところに停止棒を立てておき移動用運搬車を停止させると同時に噴霧車の L<sub>S3</sub> も作動させるようにする。L<sub>S3</sub> の作動により Q が励磁され q<sub>1</sub> が ON, q<sub>2</sub> が OFF となる。q<sub>2</sub> の OFF により各リレーは消磁されタイムリレー回路・1, 2 は作動を停止する。このままの状態では噴霧車は

出発点へもどる。そこで  $M_{S1}$ ,  $M_{S2}$  を OFF にすると  $Q$  が消磁され  $q_1$  が OFF,  $q_2$  が ON となり最初の状態に復帰する。

### タイムリレー回路の特性

タイムリレー回路・1, 2の特性をしらべるため, Fig. 7の回路図中の  $J_1$ ,  $J_2$  の抵抗値と噴霧車の停止時間(噴霧車のモータが停止してから再び起動するまでの時間)の関係を調査した。タイムリレー回路・3については  $J_3$  の抵抗値と  $P_{S2}$  を押してから噴霧機のモータが起動するまでの時間の関係を調査した。その結果は Fig. 9 のようである。測定値は3回測定した結果を平均した。抵

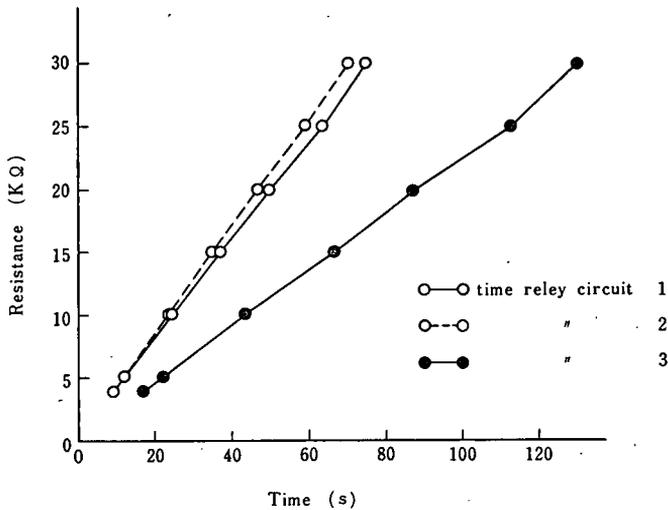


Fig. 9 Relation between resistance of timer and stoppage time of the car

抗は3.0, 9.0, 5.1, 10.0, 15.0, 20.0, 25.0, 30.0 KΩ のものを用い, これらをロータリスイッチに取り付けて可変抵抗器とした。

Fig. 9 によれば各回路とも直線性が認められるが, 抵抗値が同じでも時間には多少の差がでた。各回路とも抵抗, コンデンサ, UJT, SCR は同じ標記値のものを使用したのであるが, 同じ種類(メーカー)でないものがあり同じ種類のもでも真の特性は標記値と多少は異なることがあるのでこのためと思われる。Fig. 9 の結果からタイムリレー回路・1, 3の時間設定を10秒きざみに60秒まで, タイムリレー回路・2は5秒きざみに30秒まで変化できるように  $J_1$ ,  $J_2$ ,  $J_3$  の可変抵抗器を製作した。

### 実験結果および考察

実験結果は所期の目的を十分はたすことができた。しかしながら次のような問題点, 改良点が考えられた。

- 1) 噴霧車の進行方向制御用ガイドプレートの強度の向上または新方式の開発
- 2) 当噴霧車は回行を行わないので後輪の輪距を大きくすると安定性, 直進性が向上する。
- 3) 当噴霧車は薬液注入口にフロートスイッチ部分を装備したが, 液面検出装置は別の場所に取り付ける方がよい。

- 4) 移動用運搬車の荷台高は極力低くする必要がある。この点については今後研究を進める。

### 摘 要

プラスチックハウス内の防除作業の無人化をなすため噴霧車の自動運転に関する実験を行ったので報告する。

- 1) 噴霧車はバッテリーカーに動力噴霧機、薬液タンク (80 l)、D. C. モータ (47V, 350 W) などを積載したもので、これに自動制御装置を装着した。
- 2) 自動制御回路はユニジャンクショントランジスタ、サイリスタを使用したタイムリレー回路が主体で、噴霧車の発進、後退、停止と噴霧の開始および停止などを行った。
- 3) 噴霧車の進行方向制御は走行路にガイドプレートを設置し、噴霧車に取り付けたガイドホイールをこれに接触させることによって行った。
- 4) 自動運転試験の方法は下記のようなものである。(a) 噴霧車を乗せた移動用運搬車は出発点より走行を開始し最初の走行路(畦間)の前で停止 (b) 噴霧車は移動用運搬車より降りて走行路を走行、終点で停止 (c) 後退と同時に噴霧開始 (d) 移動用運搬車に乗り入むと同時に停車、噴霧停止 (e) 隣の走行路へ移動 (f) 最終畦の噴霧終了後移動用運搬車に乗ったまま出発点へもどる (g) 薬液が一定量より減少したときは噴霧車は自動停止し、ブザーが鳴る
- 5) 実験結果は十分その目的をはたしたが、移動用運搬車の改良が必要である。

### 参 考 文 献

- 1) 信田・小川・大橋：施設園芸の装置化による作業の省力化に関する研究 (第3報), 農機学会第34回総会講演要旨, (1975), p. 2-25
- 2) 小嶋・池見・土居・杉村：ビニールハウス内の運搬の機械化に関する研究 (第5報), 農機誌, 36-1, (1974), p. 89

(昭和50年7月23日受理)