



プランジャ・ポンプの吐出量変動(農業工学)

川村, 恒夫
西村, 功
岡本, 嗣男
長沢, 啓太

(Citation)

神戸大学農学部研究報告, 15(1):129-133

(Issue Date)

1982

(Resource Type)

departmental bulletin paper

(Version)

Version of Record

(JaLCD0I)

<https://doi.org/10.24546/00227263>

(URL)

<https://hdl.handle.net/20.500.14094/00227263>



プランジャ・ポンプの吐出量変動

川村 恒夫*・西村 功*・岡本 嗣男**・長沢 啓太***

(昭和56年8月10日受理)

FLUCTUATIONS OF DISCHARGE RATE OF PLUNGER PUMP MOUNTED ON AIR BLAST SPRAYER

Tsuneo KAWAMURA, Isao NISHIMURA, Tsuguo OKAMOTO, and Keita NAGASAWA

Abstract

A plunger pump mounted on the air blast sprayer usually has an air chamber for suppressing fluctuations of the discharge rate and the discharge pressure. If the air chamber removes from the plunger pump, fluctuations become large, so an oil damper is constructed in the pressure regulator to avoid the resonance of the pressure regulating spring with the fluctuations of discharge rate and pressure, and to suppress the fluctuation of pressure regulating valve. In case of using this plunger pump mounted on the air blast sprayer, it was found that the discharge rate of the plunger pump decreased gradually according to the lapse of time.

This phenomenon was investigated by relations among the vibration of body of the air blast sprayer, the fluctuations of discharge pressure, and the displacement of pressure regulating valve.

Measuring points were the discharge pressure of plunger pump, the displacement of pressure regulating valve, and the vibrations of body of the air blast sprayer at the side of plunger pump and of crank case on the plunger pump. The discharge pressure was measured by a flash diaphragm type pressure detector with 100kgf/cm² (9.81MPa) capacity. The vibration was measured by a strain gage type accelerometer with 5G capacity. The displacement of pressure regulating valve was detected by a linear variable differential transformer. This air blast sprayer had 20 nozzles constructed by ceramic disk whose discharge rate were variable. So the discharge rate of 10 nozzles was measured by a track scale and a water tank. At the same time, the discharge rate of remaining 10 nozzles was returned to the water tank of air blast sprayer.

The experimental parameters were the discharge pressure and the discharge rate of nozzles. The discharge pressure was set at 10kgf/cm² (0.981MPa), 15kgf/cm² (1.472MPa), and 20kgf/cm² (1.962MPa). The discharge rate of nozzles was set at little (total discharge rate of nozzles about 30—40 l/min.), medium (about 40—50 l/min.), and much (about 52—66 l/min.). It was made sure from the experiments that the discharge rate of nozzles decreased gradually according to the lapse of time in spite that the discharge rate was much or little. Especially, it was found that the decrease of discharge rate was large at which the discharge pressure was 20kgf/cm² (1.962MPa) and the discharge rate of nozzles was about 52—66 l/min. And when the discharge rate of nozzles was large, the opening of pressure regulating valve became small. Then, it was found that the vibration of body of the air blast sprayer, namely, the vibrations by the revolutional speed of engines for the blower and the plunger pump, affected with the displacement of pressure regulating valve.

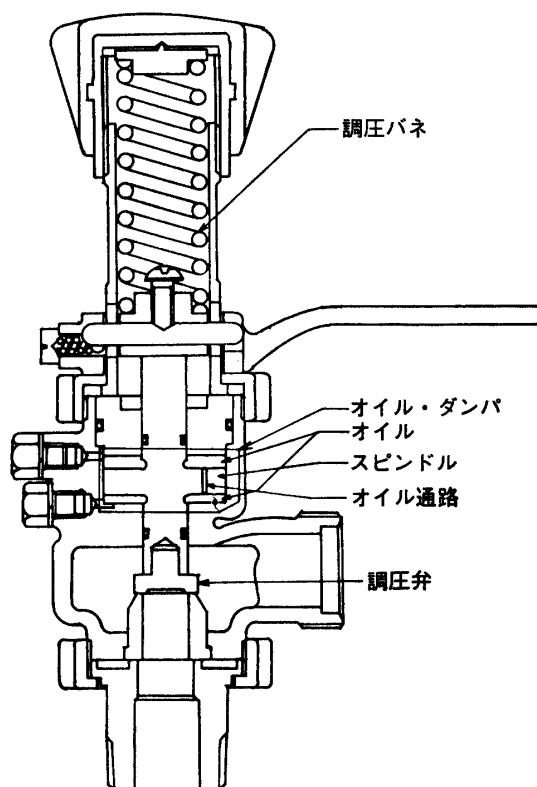
* 圃場機械学研究室

** 東京大学農学部

*** (株)吉田工業

I. 緒 言

この10数年の間に、スピードスプレヤによる果樹園防除は急速に進み、現在、スピードスプレヤの普及台数は2万台を超えている。スピードスプレヤに搭載される噴霧用ポンプには低圧大吐出量を特長とする渦巻ポンプと、高圧小吐出量を特長とする往復動ポンプがあり、現在では往復動ポンプがほとんどを占めている。これは、薬液を高圧で微粒化し、樹々のすみずみまで薬液を付着させようとするためである。往復動ポンプは、通常、吐出圧力及び吐出量の変動を軽減するために空気室を持っているが、空気室を取り去り、その代りに圧力調整器にオイル・ダンパを組み込んだ往復動ポンプも作られている。この空気室のない往復動ポンプ（プランジャ・ポンプ）を搭載したスピードスプレヤにおいて、ノズルから出る噴霧水量が、時間とともに漸減する現象が観察された。本研究はこのスピードスプレヤを用い、ノズルから出る噴霧水量の漸減現象を、プランジャ・ポンプの圧力調整弁の動きと、スピードスプレヤの車体各部の振動や吐出圧力の変動の関連のもとに調査したものである¹⁾。



第1図 調圧弁の構造

II. 実験装置及び方法

1. 供試スピードスプレヤ

供試スピードスプレヤはA社製SS—6600WDLである。その主要諸元を第1表に示す。供試スピードスプレヤに搭載されている動力噴霧機には空気室がなく、代りに圧力変動及び吐出量変動と調圧バネ等との共振を避け、調圧弁の変動を緩和するために、圧力調整器にオイル・ダンパが組み込まれている。この圧力調整器の構造を第1図に示す。第1

第1表 供試スピードスプレヤの主要諸元

形 式	SS—6600WDL	
用 途	自走, 6輪式, 立木用	
ステアリング	スキッド・ステアリング	
機 体 寸 法	312cm (L) × 126 (W) × 127 (H), 880kgf	
エ ン ジ ン	走行及び噴霧機用	送 風 機 用
排 気 量 定 格 出 力 定 格 ト ル ク	水冷4サイクル 横型 2気筒ディーゼル, C55型 0.566 l 11 P S (8.25Kw)/2700rpm 3.2kgf-m/2300rpm	水冷4サイクル 縦型 3気筒ディーゼル, K3D型 0.979 l 20PS(15Kw)/3000rpm 5.5kgf-m/1800rpm
送 風 機 吐 出 口 径 常 用 回 転 数 常 用 風 量	軸 流 型 600φ mm 2800rpm 800m ³ /min.	
噴 霧 機 常 用 回 転 数 1 回 転 当 り 吐 出 量 吐 出 量	3連プランジャ・ポンプ US—60 1260rpm 0.0591 l/rev. 74.5 l/min.	
ノ ズ ル	噴霧量調節式セラミック・ディスク・ノズル	

図において、細線で囲んだ部分がダンパである。これは、調圧バネの圧力を調圧弁に伝えるスピンドルの一部を円盤状に加工し、円盤に小孔をあけて油の通路とし、円盤の上下の空間に油を満たし、ダンパとしたものである。

2. 測定方法

測定点は、動力噴霧機の吐出圧力、調圧弁の変位、動力噴霧機とスピードスプレヤの車体の振動、及びノズルからの噴霧量である。この動力噴霧機には、前述のように空気室が取り付けられてはおらず、かなりの圧力変動があると思われる。従って、動的圧力変動の測定に適した、容量 100 kgf/cm^2 (9.81 MPa) のフラッシュ・ダイヤフラム型圧力変換器 (PGM-100KE) を動力噴霧機の吐出口に取り付け、吐出圧力を測定した。次に、スピードスプレヤの車体の振動、あるいはエンジンの振動が、調圧弁に影響を与えているかどうか及びその程度を調べるために、スピードスプレヤの車体で動力噴霧機の横と動力噴霧機のクランクケースの上の2点に、各々容量 5 G の歪ゲージ式加速度計を取り付け、上下方向の振動成分を測定した。調圧弁には弁の変動を緩和するためにオイル・ダンパが組み込まれている。吐出量の変動を調べるためには、この弁の変位を測定することが重要となってくる。そこで調圧弁スピンドルを、調圧ハンドルを貫通して延長し、差動トランスで調圧弁の変位を測定した。これら4つの測定点は、4チャンネルの磁気テープレコーダ(R-210)で記録した。

噴霧量は、トラックスケール (感量 500 gf) に水槽をのせ、水の重量で測定することにした。供試スピードスプレヤのノズルは全部で20個あり、これがノズル4個を装着したノズル配管と、6個装着したノズル配管各2本に別れ、動力噴霧機に結ばれている。これら全部のノズルからの噴霧量を水槽で受けることができなかったで、半分の噴霧量、即ち、ノズル4個装着と6個装着のノズル配管各1

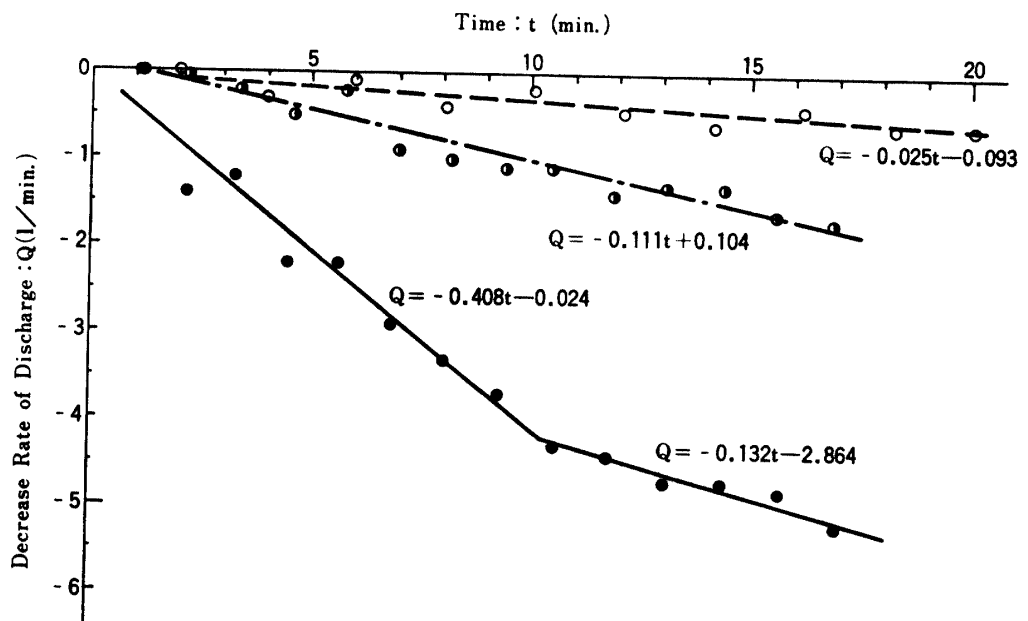
本からの噴霧量を測定することとし、一定重量の水を噴霧するのに要する時間をストップウォッチで測定し、噴霧量に換算した。この時、残りのノズル配管のコックも開き、水をスピードスプレヤのタンクに戻した。なお、ノズルには全部ビニール管をかぶせ、噴霧粒子の散逸を防いだ。

3. 実験条件

実験は、コンクリートの平坦路上にスピードスプレヤを停車させ、動力噴霧機及び送風機をほぼ定格回転数で回転させて噴霧を行った。実験のパラメータは、吐出圧力と噴霧量調節式セラミックノズルから吐出される噴霧量である。吐圧力は、 10 kgf/cm^2 (981 KPa)、 15 kgf/cm^2 (1.472 MPa)、 20 kgf/cm^2 (1.962 MPa) の3段階に変えた。噴霧量は、ノズル1個から吐出直後に出る噴霧量を小 (約 $1.5 \sim 2 \text{ l/min.}$)、中 (約 $2 \sim 2.5 \text{ l/min.}$)、大 ($2.6 \sim 3.3 \text{ l/min.}$) の3段階に変えた。この噴霧量は、動力噴霧機全体では、約 $30 \sim 40 \text{ l/min.}$ 、 $40 \sim 50 \text{ l/min.}$ 、 $52 \sim 66 \text{ l/min.}$ となる。実験区は、これらの組合せの9区で、おのおの5回ずつ繰り返して実験を行った。

Ⅲ. 実験結果及び考察

第2図に噴霧量が時間と共に減少していく実験結果を示す。縦軸は、吐出開始直後の噴霧量を基準として、どれくらい噴霧量が減少したかを示す。第2図は上から、



第2図 噴霧量の漸減現象

ノズルからの噴霧量が少ない時（○印），中程度の時（●印），多い時（●印）の測定値と最小二乗近似で求めた回帰直線（破線…噴霧量小，一点鎖線…中，実線…多）を示している。この3つの実験の条件を第2表に示す。なお，噴霧量はノズル10個分のデータであり，動力噴霧機全体ではほぼ2倍になると考えられる。この図において，ノズルからの噴霧量の多少にかかわらず，噴霧開始後1～2分で噴霧量の減少が始まり，時間と共に減少量が大きくなるのが判る。特に，噴霧量が多い場合，吐出開始から約11分までと以後では，近似直線の傾きが異なっている。これは，1本の直線で近似した噴霧量が中程度の場合にも見られる。この11分以後の傾きを比べると，噴霧量が多くなるほど傾きが急になっている。これは，泡の発生等の過渡状態が11分ほど続いたあと，定常状態になっているものと考えられる。

次に，吐出開始直後の圧力調整弁の位置を基準にとり，弁の時間的変動を示したのが第3図である。縦軸は上方向で弁が開き，下方で閉じる。第3図において，○印と一点鎖線は噴霧水量が中程度の場合，●印と実線は多い場合で，各々の実験条件を第3表に示す。この図でも，第2図と同じく，噴霧量が多いと調圧弁の開度が徐々に小さくなっていくのが判る。この現象は，始め，調圧弁の変位を検出している差動トランスが，振動で動いたのか，あるいは，ゼロ点のドリフトかと考えたが，実験終了直後にチェックしても実験前と変わらなかったもので，実際に調圧弁が変位しているものと考えられる。第3図において噴霧量が多い場合の結果から，調圧弁変位と噴霧量の関係を第4図に示す。この図の直線の回帰式を求め，分散分析を行ったところ，

1%の危険率で有意であった。以上の結果から判ったことは，吐出圧力が20 kgf/cm² (1.962 MPa) でノズルからの噴霧量が多，即ち，52～66 l/min. の時に，噴霧量の減少が著しかった。ここで，調圧弁の開度が噴霧量の増大とともに小さくなるのは，タンク内のかくはんやプランジャの運動等により気泡が発生し，これが調圧弁付近にたまり，圧縮を生じて弁が下方に押されるためではないかと考えられる。

さらに，車体等の振動が調圧弁に及ぼす影響を調べるため，動力噴霧機近くの車体及び動力噴霧機のクランクケース上の2点の振動と調圧弁

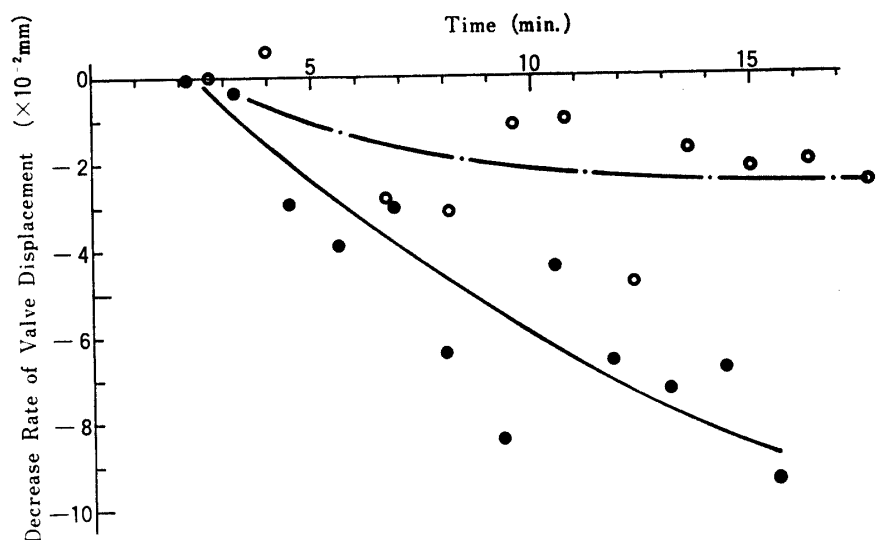
第2表 実験条件

噴霧量	少	中	多
吐出圧力(kgf/cm ² , (MPa))	10, (0.981)	20, (1.962)	20, (1.962)
噴霧機主軸回転数 (rpm)	1258	1260	1269
送風機回転数 (rpm)	2142	2491	2540
初期噴霧量 (l/min.) (ノズル10個分)	15.1	25.6	28.0
最終噴霧量 (l/min.)	14.5	23.9	22.8

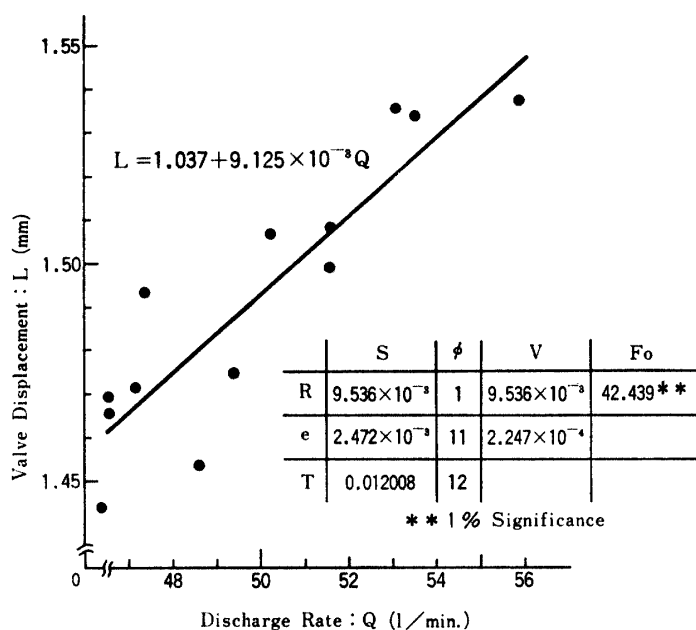
第3表 実験条件

噴霧量	中	多
吐出圧力(kgf/cm ² , (MPa))	15, (1.472)	15, (1.472)
噴霧機主軸回転数 (rpm)	1269	1258
送風機回転数 (rpm)	2540	2485
初期噴霧量 (l/min.) (ノズル10個分)	28.0	22.1
最終噴霧量 (l/min.)	22.8	21.3

の変位との相互パワースペクトル密度，相互コリレーション等をFFTにより求めた。使用測定器は岩崎通信機（株）製のデジタルメモリ（DM-703）とデータプロセッサ（SM-1330）の組合せである。これによりデータレコーダに記録したデータから，デジタルメモリのクロックレート1 ms，サンプル語数 512 word，平均回数2⁸回の指数加重平均により，ソフトウェアFFTを行って相互パワースペクトル密度等を求めた。スペクトルのピークは約21Hz，35Hz，42Hz，45Hz，65Hz，70Hz，90Hzに大きく表われている。このうち，21Hzは動力噴霧機のクランク軸回転数で42Hz，65Hzはこの2倍と3



第3図 調圧弁の開度の漸減現象



第4図 調圧弁変位と、ノズルから出る噴霧量の関係

倍の高調波であると考えられる。42 Hz には、送風機用エンジンの回転数が、また、65 Hz には3連プランジャの運動が含まれているものと思われる。35 Hz と 70 Hz は、動力噴霧機駆動用エンジンの回転数の基本波と2倍高調波であると考えられる。これらのことから、スピードスプレヤの車体の振動や送風機や動力噴霧機駆動用エンジンの回転数が、調圧弁の変位に影響を及ぼしているのが判った。

以上の実験結果から、噴霧量の漸減現象が起きることが確かめられ、特に、大吐出量時に著しいことが判った。測定結果には表われないが実験中に気付いた事をあげると、噴霧量が多い時には、動力噴霧機の余水が理論吐出量の約10%と限界に近づくこと、余水のタンクへの戻り口が、動力噴霧機の吸込口のま上にあり、吸込口で大量の気泡を発生させていること、また、タンクのかくはん機も吸込口の横にあり、同様に気泡を発生させていること等である。このことから、気泡を動力噴霧機が吸い込み、調圧弁の付近に気泡がたまり、噴霧量が減少したことも考えられる。今後は薬液のかくはん速度を遅くしたり、余水口を吸込口のま上からずらして、気泡の出るのを防ぎ、実験を行うつもりである。また、気泡の発

生を電気抵抗等により測定することも考えている。

IV. 摘 要

空気室を取り去り、代りに圧力調整器に差圧弁の変動を緩和するためのオイル・ダンパを組み込んだ動力噴霧機を搭載したスピードスプレヤにおいて、噴霧量が時間とともに漸減する現象が見られた。

この現象を、スピードスプレヤの車体等の振動、吐出圧力の変動、調圧弁の変位に関連させて調査した。

測定点は動力噴霧機の吐出圧力、圧力調整弁の変位量、動力噴霧機横の車体と噴霧機のクランクケース上部の振動の4点である。圧力は容量 100 kgf/cm² (9.81MPa) のフラッシュダイヤフラム型圧力変換器で、振動は容量 5 G の歪ゲージ式加速度計で、調圧弁の変位は差動トランスで検出した。噴霧量はトラックスケール上に水槽を置き、全ノズル20個のうち、10個のノズルから一定重量の水が吐出されるのに必要な時間を測定し、換算した。この時、残り10個のノズルからの噴霧量はスピードスプレヤのタンクにもどした。

実験は吐出圧力を 10 kgf/cm² (0.981MPa)、15 kgf/cm² (1.472MPa)、20 kgf/cm² (1.962MPa) の3段階に、ノズルからの噴霧量を少・中・多の3段階、計9区で行った。

その結果、噴霧量の多少にかかわらず、漸減現象が起きることが確かめられ、特に大吐出量に著しいことが判った。即ち、吐出圧力が 20 kgf/cm² (1.962 MPa) で噴霧量が 52~66 l/min. の時にこの現象が著しかった。また、噴霧量が多いと調圧弁の開度が小さくなっていくのが判った。さらに、スピードスプレヤの車体の振動、即ち、送風機用と動力噴霧機用エンジンの回転数による振動が調圧弁の変位に影響を与えていることも判った。

参 考 文 献

- 1) 西村 功, 岡本嗣男, 川村恒夫: 農機関西支部報, 48, 59-60, 1981,