

スプリンクラーの散水特性に関する研究

—中間圧式噴流交差型の場合—

太 田 頼 敏[※]

Yoritosi ŌTA

Studies on the Characteristics of Sprinkler Distribution Patterns.

—On the Middle Pressure Type Sprinkler with Crossing

Two Water Jets—

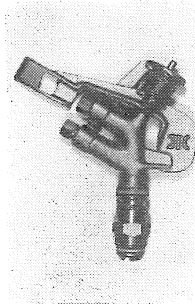
1 ま え が き

中間圧式のスプリンクラーは一般の汎用型であるが、最近の散水防除用として開発された噴流交差型の場合はその資料に乏しく今後種々検討を要する型式といわねばならぬ。

著者はこれの利用に当たっての風の影響を調べることにより、実際の圃場に適用する場合の具体的な資料を提供することを目的として実験研究を行ない種々の知見を得た。

2 実験方法及び結果

2.1 スプリンクラーの性能



口径 4.8×2.4mm, ノズル
圧力 2.5kg/cm² の場合の散水
量 29.0l/min.

写真の如く、ノズルが同一方向を向いた全回転式で、かつ上下についている主、副両ノズルのうち、副ノズルの噴射角度を変えることによって、両ノズルからの噴流を交差、衝突させて散水を行なうようになっている。

主ノズルの噴射角度は水平から約27°である。
製作会社は共立金属工業株式会社である。

2.2 実験場所および方法

本学農学部南棟の東側の芝生地に 2m 方眼の直角座標点を約250カ所設け、直径 20cm の受水カンを設置

し、30分間の散水を行ない、同時にピラム式風向、風速計で風の観測を行ない、その後ウインドローズにより主風向を定めもつばら風との関係を追求することにした。

さらにこの結果からスプリンクラーを複合配置する場合の最適配置について専ら図解法によりこれを決定することにした。

2.3 スプリンクラーの噴射特性

主ノズルは回転動力となっているがそれぞれの主、副ノズルの噴射量及び流量係数について実験により求める

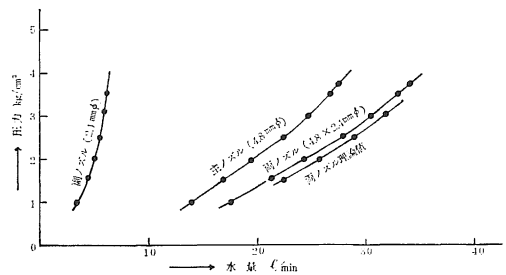


Fig. 1 噴射量曲線

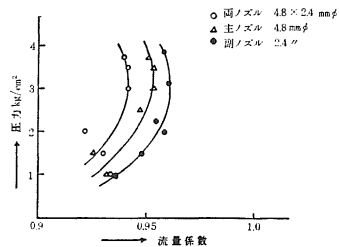


Fig. 2 圧力と流量係数

※ 農業施設工学研究室

ことにした。その結果が Fig. 1 及び 2 である。

主ノズルの散水直径を主風向に対し上, 下流方向に測定し, さらに同方向に対する散水量の割合を調べた結果を Fig. 3 に示す。

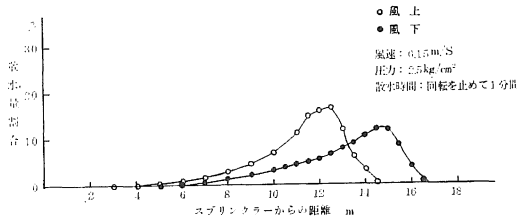


Fig. 3 主ノズル散水分布曲線

風上においては 12m 付近に, 風下においては 15m 付近が最大量となりその差は量的に 5% 前後であることが判明した。

圧力と噴射量, 流量係数の関係より見てこのスプリンクラーは 2.5kg/cm² 付近が係数が最大となり最適の圧力と考え, 以後この圧力を中心にして検討をすることにした。

2.4 風速と散水面積, 中心偏差

単体散水分布図は無風では一般に円形で等散水線は同心円となるが, 風の下では風速が増加するに従い, 主風向と同一方向で散布径が増加し, 直角方向で減少することがわかる。

Fig. 4 は風速の増加に伴う散水中心の偏差であり, 圧力 2.0, 2.5kg/cm² のおのおのについて示した。

風速 3.0m/s 以上になると飛散損失が急増し, 中間圧式ではこの風速が適用限界とされている。

本実験では 2~3m/s で中心偏差が 2~3m となり, 無風時の散布径 28m 前後に対し10%程度の値となる。

著者はこの割合を難心率と名付けることにした。

Fig. 5 は単体の散水面積であり 風速と共に減少することがわかる。圧力 2.5kg/cm² の場合の方が散水面積は大となり, 限界風速といわれる 3.0m/s 付近でも 600m² を下らぬことがわかる。圧力 3.0kg/cm² に上昇すると風速の増加による飛散が急増するが, これは噴射水滴が細滴化することによるものである。

尚本実験では検討の結果主, 副ノズルの交差点を約 15cm とし, これを使用することにした。

Fig. 6~Fig. 8 に散水径と風速の関係を示した。

圧力段階は 2.0kg/cm², 2.5kg/cm², 3.0kg/cm² の

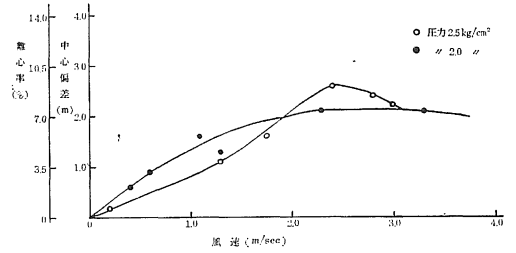


Fig. 4 風速と散水中心の偏差

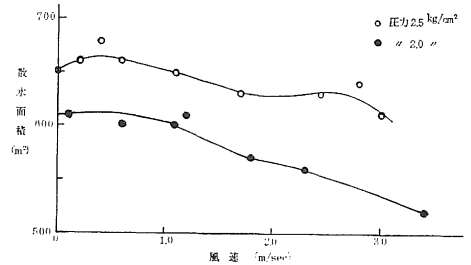


Fig. 5 風速とスプリンクラーの散水面積 (単体)

3段階とした。尚散水径の伸縮率とは無風時の直径に対する割合であり, 直径は主風向に同一と直角の両方向にとっている。

この結果では圧力 2.5kg/cm² が比較的安定していることがわかる。

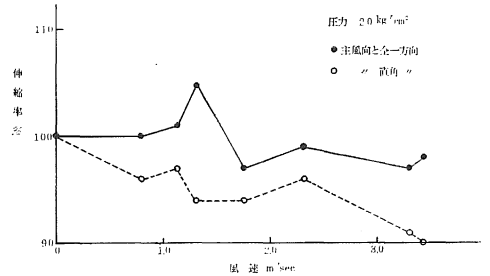


Fig. 6 風速と散水径の伸縮率 (No.1)

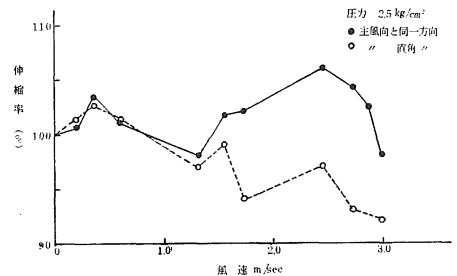


Fig. 7 風速と散水径の伸縮率 (No.2)

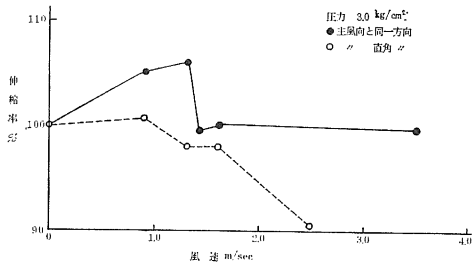


Fig. 8 風速と散水径の伸縮率 (No.3)

3 重複散水図の風による影響

単体の散水図を用いて図解法により重複散水図を画いた。この場合圧力を 2.5kg/cm^2 の一定としてこの最適圧を採用し、単体散水図の主風向を重複散水図の縦軸とし、配置間隔設定の場合の主軸とした。

各種の配置を組合わせ各風速段階ごとに図上で重複させた結果が Fig.9~Fig.14 である。

それぞれの図面の下に平均散水深 m 、均等係数 Cu 、パターン効率 Ep を示した。

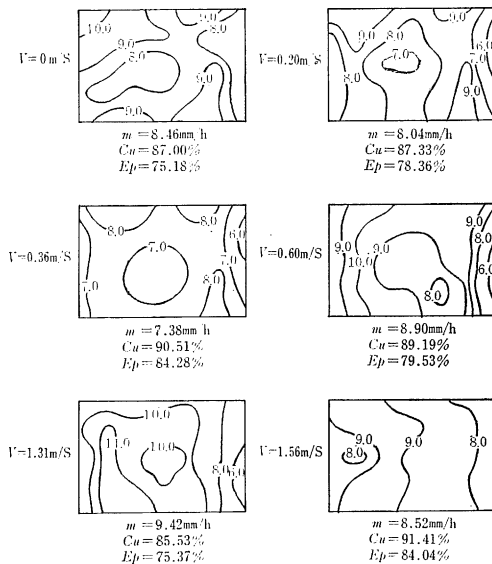


Fig. 9 組み合わせ散水分布図 $p = 2.5\text{kg/cm}^2$
 $8 \times 12\text{m}$

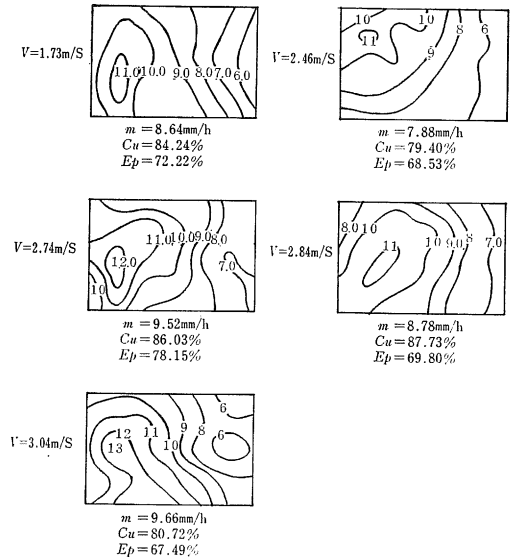


Fig. 10 組み合わせ散水分布図 $p = 2.5\text{kg/cm}^2$
 $8 \times 12\text{m}$

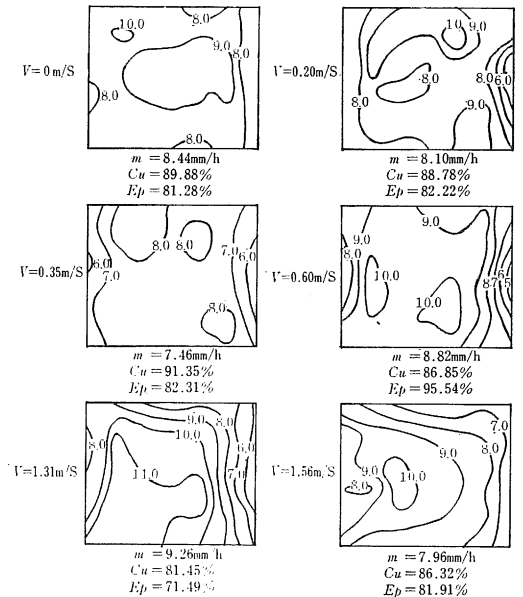


Fig. 11 組み合わせ散水分布図 $p = 2.5\text{kg/cm}^2$
 $10 \times 10\text{m}$

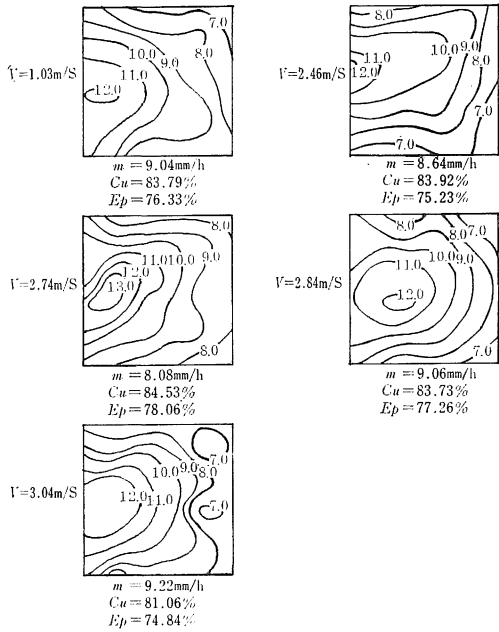


Fig. 12 組み合わせ散水分布図 $p = 2.5\text{kg/cm}^2$
10×10m

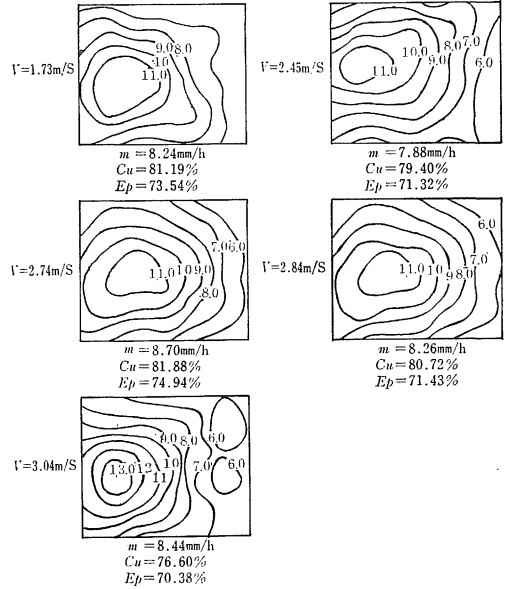


Fig. 14 組み合わせ散水分布図 $p = 2.5\text{kg/cm}^2$
10×12m

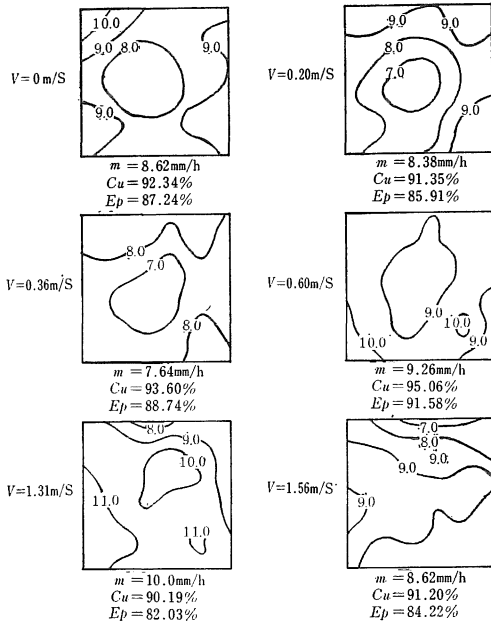


Fig. 13 組み合わせ散水分布図 $p = 2.5\text{kg/cm}^2$
10×12m

表1, 2は以上の結果をまとめたものである。

これらの結果より見れば、一応均等係数を80%以上確保するとして、しかも出来るだけ間隔を大に取ることが工費の節減になることを考えると、10×12mの配置が風の影響下では最もすぐれているといえる。

すなわちスプリンクラー間隔、ライン間隔を無風時の散水直径の35%及び42%にとることが安全であるといえる。しかしこのことは工費との関係で必ずしも断定出来ぬことであり今後の課題といえる。

表-1 各種配置における風速と均等係数およびパターン効率 (圧力 2.5kg/cm²)

$S_1 \times S_2 m$		Vm/sec										
		0	0.20	0.36	0.60	1.31	1.56	1.73	2.46	2.74	2.84	3.04
8×12	<i>Cu</i>	87.00%	87.33	90.51	89.19	85.53	91.41	84.24	79.40	86.03	82.72	80.42
	<i>Ep</i>	75.18%	78.36	84.28	77.53	75.37	84.74	72.22	68.53	78.15	69.80	67.49
8×14	<i>Cu</i>	70.77	73.42	78.96	72.95	72.04	78.44	77.94	75.06	84.24	79.60	74.61
	<i>Ep</i>	60.68	51.37	59.64	50.86	51.30	64.21	68.21	65.27	74.17	67.20	65.37
10×10	<i>Cu</i>	92.34	91.35	93.60	95.06	90.19	91.20	83.79	83.92	84.53	83.73	81.06
	<i>Ep</i>	87.24	85.91	88.74	91.58	82.00	84.22	76.33	75.23	78.06	77.26	74.84
10×12	<i>Cu</i>	89.88	88.78	91.19	86.86	81.45	86.32	81.19	79.40	81.88	80.72	76.60
	<i>Ep</i>	81.28	82.22	82.31	75.74	71.49	81.91	73.54	71.32	74.94	71.43	70.38
10×14	<i>Cu</i>	74.54	73.82	79.35	69.59	73.14	78.79	79.34	77.92	83.24	78.96	75.59
	<i>Ep</i>	45.53	50.68	58.63	51.39	57.77	66.94	73.64	70.99	75.96	70.11	62.11
12×12	<i>Cu</i>	83.04	84.02	84.45	81.83	77.10	80.21	74.89	71.50	76.70	75.85	70.78
	<i>Ep</i>	67.91	65.18	74.00	69.45	65.73	68.00	64.69	58.97	69.35	64.67	60.11
12×14	<i>Cu</i>	72.52	73.26	76.54	72.56	73.55	75.20	75.41	71.82	77.69	77.06	73.37
	<i>Ep</i>	50.28	53.04	60.63	57.03	64.64	67.66	66.27	60.13	68.41	63.83	59.88
12×18	<i>Cu</i>	65.56	64.47	70.31	67.07	74.29	73.79	78.87	74.57	78.93	76.80	74.25
	<i>Ep</i>	60.71	54.61	64.40	58.19	65.78	66.92	65.52	60.08	64.73	62.36	67.42
12×20	<i>Cu</i>	66.38	67.15	73.94	71.66	77.04	77.78	76.55	73.97	76.11	77.92	75.45
	<i>Ep</i>	57.31	57.96	67.70	63.33	53.97	65.56	62.29	54.46	64.11	63.45	54.10
12×22	<i>Cu</i>	71.08	72.60	78.60	77.44	81.53	79.78	74.24	72.34	71.61	74.84	72.94
	<i>Ep</i>	60.69	60.27	70.87	67.48	66.13	64.09	64.19	58.54	61.23	67.74	54.96
12×24	<i>Cu</i>	74.93	77.11	83.60	81.60	78.43	80.36	69.41	67.61	65.14	68.97	66.01
	<i>Ep</i>	62.33	64.56	74.21	71.24	65.79	64.36	60.10	57.98	56.25	59.00	55.17

表-2 各種配置における風速と平均散水深 (圧力 2.5kg/cm²)
(mm/hr.)

$S_1 \times S_2 m$		Vm/sec										
		0	0.20	0.36	0.60	1.31	1.56	1.73	2.46	2.74	2.84	3.04
8×12		8.46	8.04	7.38	8.90	9.42	8.52	8.64	7.88	9.52	8.78	9.66
8×14		7.68	7.28	6.74	8.10	8.46	7.60	7.80	7.14	8.44	7.88	8.72
10×10		8.62	8.38	7.64	9.26	10.00	8.62	9.04	8.64	9.48	9.06	9.22
10×12		8.44	8.10	7.46	8.82	9.26	7.96	8.24	7.88	8.70	8.26	8.44
10×14		7.60	7.30	6.72	7.94	8.24	7.38	7.36	7.10	7.82	7.36	7.60
12×12		8.04	8.10	7.00	8.38	8.52	7.50	7.42	7.02	7.70	7.36	7.42
12×14		7.16	7.24	6.30	7.54	7.58	6.74	6.64	6.32	6.90	6.58	6.68
12×18		5.60	5.42	5.00	5.98	6.02	5.32	5.22	4.96	5.50	5.26	4.42
12×20		5.06	4.90	4.52	5.40	5.44	4.82	4.72	4.48	4.96	4.76	5.36
12×22		4.68	4.48	4.12	4.92	4.96	4.40	4.30	4.10	4.54	4.34	4.84
12×24		4.30	4.12	3.80	4.52	4.56	4.04	3.96	3.76	4.16	4.00	4.06

4 実験結果の考察

中間圧式噴流交差型スプリンクラー（ノズル口径 4.8 × 2.4mm）を供試し、主として風の影響について種々の実験を行なった結果、次のことが明らかとなった。

(1)無風時の散水分布図は水深が周辺部で高く、中間距離で低い形を成しており、風の影響により、馬蹄形、丘陵部および盆形部の分布が顕著である。

(2)散水分布図の中心偏差および散水面積は、丘陵部および盆形部が発達する風速 2.0m/sで特長ある変化を示す。

(3)散水分布図、ノズルの流量特性、組合せ散水分布図、配置の観察などから圧力 2.5kg/cm²、配置 10 (34%) × 12 (41%)m が適正值と考えられる。

但し無風時を選んで散水防除をする場合は 12 × 12m で差支えないと考えられる。

参 考 文 献

- (1) 太田頼敏：島根大農研報 7 : 151-157, 1973.
- (2) 岡村俊一：2つの噴流の交差によるスプリンクラー散水分布図の制御，農士論集 29, p.14~21, 1970.

Summary

In this paper, the results of experimental study on the characteristics of distribution patterns by a middle pressure type sprinkler with crossing two water jets are shown.

These experiments were conducted under windy and windless condition.

It is inferred from the measurements that the two thick wet parts are appear near the center of wet area when the wind blows over 2m/sec.

From the results of uniformity of sprinkler distributions by graphical solutions, the space from nozzle to nozzle and from line to line is 10m by 12m or 34% by 41% of the maximum diameter of wet area under the windless condition.

It is expected that uniformity coefficient of sprinkler distribution amounts to over 80% and in this case the optimum pressure is about 2.5kg/cm².