あつたが此の前処理残渣は

1) 硫酸塩法により極めて容易にパルプ化された。得られた未晒、晒パルプは共に高級製紙用パルプとして優秀であつた。

2) 全アルカリ所要量は残渣乾燥物に対して約 17% (原料小麦藁乾燥物に対しては約 11%) で、未晒、晒パルプ収量は残渣乾燥物に対しそれぞれ約 49% 及び 45% で、原料小麦藁乾燥物に対してはそれぞれ約 32% 及び 30% であつた。

3) ソーダ法に比し蒸解力は本法の方が優れており歩留りも良かった。従つて製紙用特に高級製紙用パルプの製造はソーダ法よりも本法によつた方が良いであろう。但し人織用パルプの製造法としては本法は不適當であると考えられる。

終りに臨み種種有益なる御助言を賜つた東京大学農学部右田伸彦先生に厚く御礼申し上げます。

(1) 西田屹二：木村化学工業(下巻)p. 959.

(2) 右田伸彦：パルプ及び製紙工業実験法 p. 493.

Summary

The 0.5% H_2SO_4 pretreated residue of wheat straw (50 lb/in², press., 20~30 min., time) was digested by the sulphate process. The results are shown in Table 1~3.

The residue was more easily digested by this process, and could obtained more pulp than by the soda process.

Accordingly, this sulphate process will be better than the soda process, especially to make higher quality pulp for paper, but it will not be suitable for rayon pulp production.

葉面に於ける撒布液の附着量について

農薬の物理性に関する研究(第9報)

鈴木 照 磨 (農林省農業技術研究所)

昭和 27 年 6 月 6 日 受理

Quantity of deposition of spray liquid on leaf surface (Studies on the physical properties of agricultural chemicals. IX)

By Terumaro SUZUKI (National Institute of Agricultural Sciences)

緒言 農薬の液剤撒布に於ては(肥料の葉面撒布に於ても同様である)葉面に附着する撒布液は容易に飽和して滴下するために撒布液の附着量には限界があり、この限界以上に附着させることは出来ない。この限界が生物試験に於て薬剤附着量の目安として用いられているが、一方ではそのために附着する薬剤量も亦一定の限度を有することとなる。

他方葉面の中には甚だ濡れ難い(即ち液が附着し難い)種類があつて、この点を改善するために撒布液中に補助剤を加えることが実施されている。撒布液中に添加する補助剤の量も亦撒布液の附着量に影響を与えており、

葉面を均一に濡らして然かも附着量の多いことが必要である。その上作物の葉面はあらゆる傾斜を含んでいるから作物に一定量の薬剤を附着させるためには添加補助剤量、撒布液中の薬剤濃度を如何に決定すべきかについて検討しなければならない。近年ミストブローが試作され、従来の撒布濃度に比し 10 倍以上の濃厚撒布も企てられようとしている。本報は種種の条件を含めた撒布液の附着量を算出し、附着量の限界の存在と之に必要な条件を検討し補助剤添加量や薬剤濃度の決定の参考とするものである

Fig. 1. Balance of Liquid Droplet

斜面に於ける最大附着量の算出 角 φ の傾斜を有する斜面に半径 r の液滴が容積 v を占めて釣合う時 (Fig. 1) 後退接触角 θ_r , 液の比重 ρ , 表面張力 σ とすれば次式が成立つている。

$$\rho v g \sin \varphi = 2 \pi r \sigma (1 + \cos \theta_r) \quad (1)$$

次に拡張性試験法⁽²⁾によつて実験的に次式が得られ (Fig. 1 参照)

$$\pi r^2 = a + bv \quad (b: \text{拡張指数}^*)$$

$$v = \frac{\pi r^2 - a}{b} \quad (2)$$

(2) 式を (1) 式に代入して v を消去すれば

$$\frac{\rho}{\pi \sigma} = \frac{2br(1 + \cos \theta_r)}{(\pi r^2 - a)g \sin \varphi} \quad (3)$$

となる。同じ液であれば $\rho/\pi\sigma$ は一定であるから、 r と φ との間には $2br(1 + \cos \theta_r) = K(\pi r^2 - a)g \sin \varphi$ (但し K は一定) が成立つ。

Fig. 1 によつて示される (1) 式の関係は釣合いの限界を示し、 r が少しでも大きくなれば最早釣合いは破れ重力の作用によつて落下する。

かような r は当然 φ の函数であるから (3) から r と φ との関係を示せば次の通りである。

$$\sin \varphi = k \frac{br}{\pi r^2 - a} \quad \text{但し } k = \frac{2\pi\sigma(1 + \cos \theta_r)}{\rho g} \quad (4)$$

次に面積 s に附着し得る液量を求めると s に含まれる釣合いの限界にある液滴の数は $s/\pi r^2$ となり、容積 V は

$$V = v \cdot \frac{s}{\pi r^2} = \frac{\pi r^2 - a}{b} \cdot \frac{s}{\pi r^2} = \frac{s}{b} \left(1 - \frac{a}{\pi r^2} \right) \quad (5)$$

となる。この式には φ は含まれないから (4) 式を用いて r を φ に転換すると (6) 式が得られる。

$$V = \frac{s}{b} \frac{2}{1 + \sqrt{1 + \frac{\pi^2 a}{b^2 k^2} \sin^2 \varphi}} \quad (6)$$

(6) 式は面積 S 傾斜角 φ の場合の最大附着量を与え、撒布液及び葉面の性質を示す因子として σ , ρ , θ_r , a , b を含んでいる。この式から次のことが明かになる。

Fig. 2. Relations between each of φ , s , b and V

i) φ が大きくなる程 V は減少する。その関係は Fig. 2 (a) に示す通りである。減少が急激でないのは φ が増し r に対応する r が減少しても液滴数が増加し、之を補うことを意味している。 $\varphi = 0$ の時に附着量は最大となり s/b となる。

ii) V に大きな影響を与える因子は s と b である。 V は s に比例して増加し [Fig. 2 (b)] 逆に b の増加と共に減少する [Fig. 2 (c)]

iii) ρ は小さい程、 σ は大きい程、 θ_r は小さい程 V は大きくなり、之等の影響は φ が大きい程明瞭に現われるが V に及ぼす影響は s や b に比べて僅少である。

以上によつて斜面に於ける最大附着量を増すためには φ , b , ρ , θ_r は小さく s , σ は大きい程良いこととなる。

附着量の安定部分と不安定部分 以上は一応の理論的算出であつて実状とは相違する。何故ならば φ による影響はもつと大きいし又 V が s に比例することも正確とは言えない。例えば s が増すと実際には液滴は合併して大きな滴となり釣合いの限界を越えて落下することが起つている。それは理論的附着量 V の中に安定部分と不安定部分が存在しており、不安定部分は計算上は存在するが実際には存在しない領域であると考えること

* b は θ_a 前進接触角の函数として示される。

によつて説明することが出来る。しかも安定部分と不安定部分との境界は不連続ではなく、その中間に準安定部分を考慮した連続と解することが出来る。この部分は葉面の動揺や噴霧による衝撃によつてひき起す附着量の不

整性を現わすものである。

最大附着量の算出に当つて傾斜角 ϕ に於て釣合う限界液滴の径 r は ϕ のみの函数で、 s については一応無関係に取扱つてきたが、もし s が πr^2 に比べて大きければ (Fig. 3 参照) s 上に附着した液滴は合併して衝撃や動揺によつて落下流亡する惧れは非常に多い。逆に s が πr^2 に比べて小さい程液滴は安定になるから $s = \pi r^2$ を安定部分と不安定部分との限界と考えることが出来る。この関係を (4) 式に代入すると

$$\sin \phi = \frac{bk\sqrt{s}}{\sqrt{\pi(s-a)}} \quad (7)$$

となる。

(7) 式の関係より ϕ 又は s が小さい部分は安定部分であつて (6) によつて求められる通りの V が得られ、 ϕ 又は s が次第に大きくなると不安定部分となり附着量は0となる (Fig. 2)。前述の通り実際にはこの限界は不連続でなく図に示す如き連続値をとると考えられ、之を仮に準安定部分と称することとする。それ故かような条件下で附着量を測定しても測定結果が不整になることは已むを得ないというべきである。又 b と V との関係を見れば Fig. 2 (c) に示す通りの関係があり、これ又 (7) 式に相当する b の値で安定部分と不安定部分が接する。かように不安定部分の存在を考慮すれば (6) 式を検討した結果得られた b が小さい程、 S が大きい程増すという理論的附着量の何れにも一定の限度のあることが明瞭である。この限界が撒布液の附着量に限度のあることを示しており b の選択にも制約の存在する所以である。

樹冠或は平滑でない面に於ける附着量 液剤撒布は作物の茎葉に撒布するから、決して一定の角度の平面にのみ撒布されるわけではない。又附着量の測定に於て測定結果を不明瞭にする原因は葉面が平滑でないこと、殊に多くの葉の裏面に褶曲が多く時には毛茸を有していることである。之等の場合の附着量を推定するために次の如き検討を行つた。

先ず前項に揚げた s は単位の平滑な面と考える。従つて稲の如き長い葉が彎曲している時には之を分けて幾つかの平面 s から成ると考え、褶曲の多い葉では s を微小な平面とし、又樹冠の場合には平面 s の葉の種種の傾斜の集積と考える。そして少くとも作物の1株を考える場合に平面 s は ϕ に関して均等な分布から成るといふ概念によつて計算を行うこととする。

即ち (6) 式に於ける V を ϕ について 0° から 90° まで積分することによつて s, b の場合に於ける附着量の和を求めることが出来る。但し (6) 式は ϕ について直接積分することが困難であるため便宜上 $\sin \phi$ について積分した (積分の概念を Fig. 3 に示した)。その結果

$$\Sigma V = \frac{s}{b} \cdot \frac{2}{K^2} \left\{ \frac{K}{0.4343} \log (K + \sqrt{1+K^2}) - \frac{K^2}{1 + \sqrt{1+K^2}} \right\}$$

$$\text{但し } K^2 = \frac{\pi^2 a}{b^2 k^2} \quad \text{となつた。}$$

この幾何学的意味は Fig. 2 (a) の曲線下の総面積で表わされる。然し ΣV の値は安定部分と不安定部分を含んだ V を積分した値であるから当然両部分を含んでいる。よつて安定部分を求めると

$$\int_{\sin \phi=0}^{\frac{bk\sqrt{s}}{\sqrt{\pi(s-a)}}} V d(\sin \phi) \quad \text{となる。}$$

然し実際には Fig. 3 に示す通り $s < \pi r^2$ の場合には $s = \pi r^2$ の場合の附着量より大きくはならないから、その場合の附着量を $\sin \phi$ まで集めたものが真の安定部分となるのである。

$$V \cdot \sin \phi = \frac{s}{b} \cdot \frac{2}{1 + \sqrt{1 + \frac{\pi^2 a}{b^2 k^2} \frac{s}{\pi(s-a)}}} \cdot \frac{bk\sqrt{s}}{\sqrt{\pi(s-a)}} = \frac{1}{\pi} k \sqrt{S}$$

ここに得られた式には b が含まれていない。従つてかような考の上に立つ安定附着量は s が一定ならば b に拘らず等しいということになる。唯異るのは安定部分の限界に相当する $\sin \varphi$ の値が異なるのである。前述の通りその限界は $\sin \varphi = \frac{bk_1 \sqrt{s}}{\pi(s-a)}$ によつて決まるがそれには b が関係し、 b の大きい程あらゆる角の面に均等に附着し得ることを示している。たとえ量は等しくとも質的には異つてゐるわけである。

若し $\sin \varphi = \frac{bk_1 \sqrt{s}}{\pi(s-a)} \geq 1$ ならば最早不安定部分は存在しなくなる。従つて $\frac{k_1 \sqrt{s}}{\pi} \geq \frac{s-a}{b}$ ならば全部安定部分であり、然らざる時は不安定部分を含むこととなる。安定部分のみの場合の附着量は次のように計算することが出来る。

$$\frac{k_1 \sqrt{s}}{\pi} \times \frac{1}{\frac{bk_1 \sqrt{s}}{\pi(s-a)}} = \frac{s-a}{b}$$

b が増すにつれて附着量は次第に減少する。以上によつて s を一定とする時 b の増加による V の変化は Fig. 4 (a) に示す通り、量が一定の間は質が変化し、質が一定(安定部分)になると量は漸減するから均一且

Fig. 4. Relations between each of ΣV , s and b .

$$\frac{b_1 \sqrt{s}}{\pi} = \frac{s-a}{b} \quad b = \frac{\pi}{k} \left(\sqrt{s} - \frac{a}{\sqrt{s}} \right) \quad \text{によつて}$$

Fig. 4 (b) に示すような傾向を示す。之によれば S が小さければ必ずしも b は大きくなくともよく小さな葉は大きな葉に比して補助剤の量が少なくてすむことを示している。

以上は s について集積した附着量を論じたのであるが若し1枚の葉の面積を s とするならば $\frac{1}{\pi} k_1 \sqrt{s} \times \frac{S}{s} = \frac{k}{\pi} \frac{S}{\sqrt{s}}$ となり s の小さい場合程附着量の多いこと即ち粗表面は平滑な平面に比べて附着量が多くなるのである。このことは葉の表面より裏面が、又毛茸のないものに比べてあるものが附着量の多いことを表わしている。

又単位当附着量は $\frac{k_1 \sqrt{s}}{\pi} / s = \frac{k}{\pi} \frac{1}{\sqrt{s}}$ であるから平滑の場合でも小さな葉は大きな葉に比べて比較的多量の液を附着し得ることを示している。

計 算 例⁽³⁾

(1) パラフィン板上の水：

$$a=0.16 \quad b=2.8 \quad \rho=1 \quad g=980 \text{ dyne/cm} \quad \sigma=72 \text{ dyne/cm} \quad \sigma \cos \theta_r=11 \text{ dyne/cm}$$

を用いて $s=1, 10$ の場合を算出すれば

$$s=1 \text{ のとき } (k_1 \sqrt{s})/\sqrt{\pi} ; 0.30 = (s-a)/b ; 0.30$$

$$s=10 \text{ のとき } (k_1 \sqrt{s})/\sqrt{\pi} ; 0.97 < (s-a)/b ; 3.52$$

$s=1$ の時はからうじて均一に附着したが $s=10$ になると附着量は3倍になるが安定部分の限界は僅かに $\varphi=9^\circ$ に過ぎなくなる。

(2) 甘藷葉上の水： $a=0.6 \quad b=13 \quad \sigma \cos \theta_r=84 \text{ dyne/cm}$

$$s=1 \text{ のとき } (k_1 \sqrt{s})/\sqrt{\pi} ; 0.56 > (s-a)/b ; 0.03$$

$$s=10 \text{ のとき } (k_1 \sqrt{s})/\sqrt{\pi} ; 1.78 > (s-a)/b ; 0.73$$

何れの場合も均一且安定に附着する条件を満たしている。最大附着量は何れも $(s-a)/b$ で示されるが、何れの場合もパラフィン板上の水に比べて少い。

要 約

作物茎葉を多方向を有する一群の集団と見做して均等に附着する最大附着量の条件を検討した。その結果

- 1) 附着量は $\frac{k\sqrt{s}}{\sqrt{\pi}}$ 但し $k = \frac{2\pi\sigma(1+\cos\theta_r)}{\rho g}$ で与えられる。
- 2) この附着量は b の増加と共に次第に不均一から均一の方角に進む。
- 3) 附着が完全に均一になると $(s-a)/b$ で表わされ b の増加と共に減少する。
- 4) 葉面の種類は a, b , 及び θ_r に補助剤の種類並びに添加量は a, b, σ 及び θ_r に影響を与える。
- 5) 附着量を等しくするためには s が増すと b も増す必要がある。
- 6) 葉に褶曲が多いときは平滑の時より附着量が多く、平滑の時は小さい葉の方が大きい葉より多い。
- 7) 葉面の附着量が減少する時は当然撒布薬剤濃度を増加しなければならない。

- (1) 昭和 27 年 4 月農芸化学会大会にて講演。
 第 1 報 応用昆虫 6, 133 (1950). 第 2 報 応用昆虫 6, 172 (1951).
 第 3 報 防虫科学 16, 75 (1951). 第 4 報 応用昆虫 7, 25 (1951).
 第 5, 6 報 昭和 26 年応用昆虫応用動物合同大会講演。
 第 7 報 応用昆虫, 印刷中。
 第 8 報 昭和 26 年 7 月植物病理学会関東部会にて講演。
- (2) 応用昆虫 5, 27 (1949).
- (3) 計算に用いた数値は、実験室に於ける測定例、並びに昭和 26 年 10 月関東支部講演会に於ける講演内容に依る。

Summary

The author has studied on the conditions giving maximum uniform adhesive quantity on leaves and stems of plant seen as a mass of various inclinations.

- 1) Maximum adhesive quantity can be represented as $V = \frac{k\sqrt{s}}{\sqrt{\pi}}$ while

$$k = \frac{2\pi\sigma(1+\cos\theta_r)}{\rho g}$$

s : unit area of leaf,

σ : surface tension of spray liquid,

ρ : density of spray liquid,

θ_r : receding contact angle,

- 2) As the value of b increases, adhesion of liquid will become uniform, while b is spreading index.

- 3) When adhesion of liquid is completely uniform, $V = \frac{s-a}{b}$ which value decreases as that of b increases. While a is a constant.

- 4) The value of a, b , and θ_r vary as the plant differs, and those of a, b, σ and θ_r vary as the quantity and kinds of spreader differ.

- 5) It is necessary to increase the value of b when that of s is increased in order to maintain the adhesion quantity constant.

- 6) Adhesive quantity is larger on the leaf of rough surface than that of smooth surface, and on the larger leaf than the smaller one in latter case.

- 7) It is necessary to increase the concentration of spray liquid when the adhesion quantity on leaf reduces.