

# 茎葉処理農薬の作物・雑草への移行と農薬用アジュバントの作用機構

アグロカネショウ株式会社研究所 わた 渡 なべ 部 ただ 忠 かず 一

## はじめに

作物や雑草等の地上部に散布される茎葉処理農薬の活性は茎葉面上の散布液の付着量と広がり（湿展性）および付着液滴からの植物体組織への吸収・移行量に影響される。この農薬の挙動は農薬活性成分自体と作物や雑草の種類によって異なるほか、製剤型や加用されるアジュバント（界面活性剤・オイル・高分子化合物等）によっても変動する（Adjuvants and Agrochemicals, 1989；渡部, 1993）。

農薬散布液の植物表面上の付着と湿展は主に表面微細構造（特に epicuticular wax, 以後 epi-wax）と散布液表面張力に依存し（渡部, 1992）、他方、付着水滴から農薬の植物への移行は植物表面層（クチクラ層）の透過に依存する（渡部, 1993；SCHÖNHERR, 1996）。この透過の機構としては①クチクラ層透過と②気孔浸入に大別されるが、気孔浸入は液滴表面張力が約 20 数  $\text{mNm}^{-1}$  以下へ低下する場合に限られる（SCHÖNHERR, 1996）ので、前者が主要なルートと考えられている（HOLLOWAY, 1990）。

本小論では作物・雑草等に散布液として施用された農薬のクチクラ層透過の挙動とその解析法に関する諸研究を概説すると共に、筆者らが開発した新しい数量モデルによるアジュバントの作用性に関する知見を解説する。

## 1 農薬の葉面への吸収・移行の挙動

植物表面に付着した液滴（水滴）と農薬のクチクラ層透過の挙動を模式的に図-1に示すように、付着した1個の散布液滴は一般に1~10  $\mu\text{l}$  程度で、数10分以内に大部分の水は蒸散する。農薬の透過は水滴の付着直後から①水滴のクチクラ層接触界面への吸着と集積、②クチクラ層外層部分（特に epi-wax 層）への分配、③クチクラ層内部（cuticularized layer および cutinized layer）拡散および④クチクラ層下組織への再分配よりなるが、特に①および②が律速と考えられる（Ad-

juvants and Agrochemicals, 1989；渡部, 1993；SCHÖNHERR, 1996；HOLLOWAY, 1990）。

このクチクラ層透過に関与する要因としては農薬の  $\log P_{ow}$ 、水溶解度および分子容や mp 等の物化性状・特性（渡部, 1993；SCHÖNHERR, 1972；HOLLOWAY, 1990）と植物側のクチクラ層、特に epi-wax 層の化学組成と結晶構造（SCHREIBER, 1996）が重要である。この他、製剤型や界面活性剤・オイル・ワックス・高分子物質等アジュバントによって大きく影響を受ける（植物防疫, 47, 7~12 (1993)参照）（渡部, 1993；Adjuvants for Agrochemicals, 1995）。この農薬のクチクラ層透過挙動を定量的に測定する手法として、多くの場合アイソトープで標識した農薬のクチクラ層透過測定法が開発・使用されてきた。

### 1 分画・抽出法（HAMILTON, 1982；KIRKWOOD, 1992）

供試植物の葉面に農薬を含む散布液を置き、経時的に葉面上残存量、クチクラ層内移行量および透過量を溶剤抽出によって測定するものである。正確さには欠けるが実際の施用状態に近い条件で測定できる。

### 2 拡散セル法（FERNANDES, 1965；SCHÖNHERR, 1996；SCHREIBER, 1996）

葉面クチクラ層を酵素的（ペクチナーゼ+セルラーゼ等）、化学的（ $\text{ZnCl}$  や  $\text{ZnSO}_4$  等）または物理的に単離したクチクラ層（クチクラ膜、以後 CM）をドナー液とレシーバー液間に挟み、ドナーからレシーバーへの拡散移行を経時的に測定する方法である。

### 3 寒天ゲルカラム法（SANTIER, 1992）

単離した CM を多数の寒天ゲルカラム上にセットし、その上面に農薬を含む水滴を置き、寒天ゲルへ移行した農薬量を経時的に測定するものである。

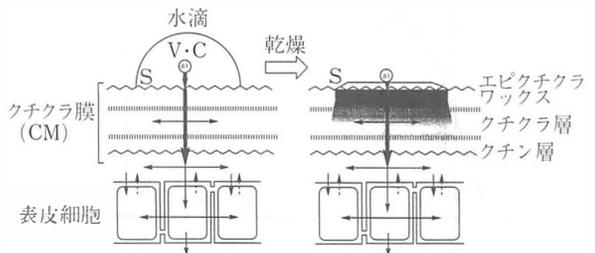


図-1 農薬の表面クチクラ層透過の模式図

Modes of Action of Adjuvants in Transcuticular Penetration of Foliar-Applied Pesticides. By Tadakazu WATANABE (キーワード: Pesticide, Adjuvant, Transcuticular Penetration, Mode of Action, Logistic-Kinetic Model)

#### 4 UDOS (unilateral desorption from outer surface) 法 (BAUR, 1992)

レーザー溶液を入れた透過測定セルの開放面に CM を密着させたあと CM 内表面に農薬を含む水滴をのせ、一定時間後この残液を省き、CM に分配した農薬のレーザー溶液への移行量を測定する。農薬の CM への分配と CM 中の拡散を区別して測定できる。

#### 5 透過セル法 (渡部, 1994)

単離した CM を寒天ゲルの薄いディスク上にセットし、ディスク下面はレーザー溶液に接する。CM 上面に農薬を含む施用液滴を置き、レーザー溶液に透過する農薬を経時的に測定するもので、付着水滴からの農薬の移行を連続的に測定できる。

## II 農薬のクチクラ層(膜)透過挙動と数量モデル

農薬の付着した散布液滴からのクチクラ層透過挙動を一般化すると、透過は1~2時間のラグタイムの後ほぼ直線的に増大するが時間経過と共に透過速度は徐々に減少し、全透過量に接近する(図-2)。この透過挙動に関与する要因を定量的に解析するには透過挙動の数量モデルが必要であり、現在まで研究された数量モデルまたは解析法を次にまとめた。

#### 1 移行速度定数法 (rate-constant model) (PRICE, 1985; BREEZE, 1992)

透過過程を3~7のコンパートメントに区分し、各コンパートメントへの農薬の移行速度定数の変化から要因を解析するものである。BUCHOLTZ ら (1987) や McCALL ら (1988) はこの方法により農薬の植物への移行における CM への分配と拡散の重要性を指摘した。

#### 2 回帰モデル (regression model)

全透過挙動の回帰的な数値モデル化を行って関与する

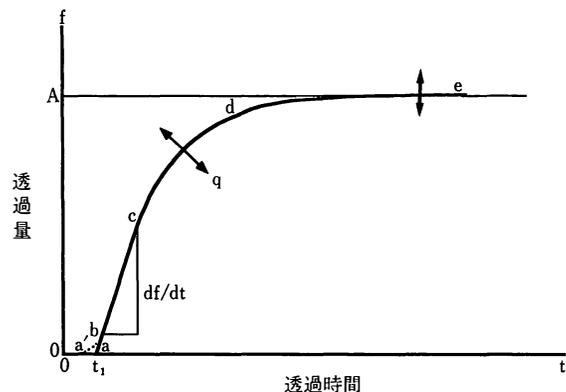


図-2 農薬のクチクラ層透過挙動の一般化

要因を解析するものである。STEVENS らは式(1)を用いた ( $M_{up}$ ; 透過量,  $M$ ; 最大透過量,  $P$ ; 透過曲線因子,  $S$ ; 非線型透過速度因子,  $t$ ; 透過時間 (STEVENS, 1991)。

$$M_{up} = M - (P \cdot S \cdot t) \quad (1)$$

BUICK らは酵素反応の MICHAELIS-MENTEN 式から式(2)を誘導した ( $D$ ; 透過定数,  $t$ ; 透過時間) (BUICK, 1992)。

$$M_{up} = M / [1 + (D/t)] \quad (2)$$

#### 3 UDOS モデル (BAUR, 1992; SCHÖNHERR, 1992)

単離 CM を用いる UDOS 法によって農薬が CM を透過してレーザー溶液へ移行する量を測定し、初期の透過速度を式(3)によって解析する ( $M_t$ ; 透過量,  $M_o$ ; 全施用(分配)量,  $t$ ; 透過時間,  $k$ ; 移行定数)。

$$-\ln [1 - (M_t/M_o)] / t = k \quad (3)$$

SCHÖNHERR らは農薬のクチクラ層透過は農薬の  $\log P_{cw}$  (クチクラ膜/水間分配係数) に相関し、透過速度は分子容に依存する事を示した。

#### 4 一次過程モデル (first-ordered process model)

透過の全過程を一次過程として記述するモデルである。LEWIS らは昆虫表皮クチクラ層の農薬透過を式(4)で記述し、透過定数  $k$  によって透過特性を評価した ( $C$ ; 透過量,  $C_o$ ; 施用量,  $t$ ; 透過時間) (LEWIS, 1980)。

$$C = C_o \cdot (1 - e^{-kt}) \quad (4)$$

PRICE らは式(5)を提案し、 $k$  は CM と農薬の  $\log P_{ow}$  に関係する事を示した ( $C$ ; 透過率%) (PRICE, 1985)。

$$C = 100 \cdot (1 - e^{-kt}) \quad (5)$$

一方、BREEZE らは農薬の葉面への施用後に於ける農薬の空中への蒸散を考慮して式(6)を誘導し、透過量を解析した ( $M_{up}$ ; 透過量,  $M_i$ ; 施用量,  $K_{up}$ ; 移行速度定数,  $K$ ;  $K_{up} + K_{evap}$ ,  $K_{evap}$ ; 蒸散速度定数) (BREEZE, 1992)。

$$M_{up} = M_i (K_{up}/K) \cdot (1 - e^{-kt}) \quad (6)$$

以上、既存の数量モデルについて述べたが、移行速度定数法では移行速度定数だけでは透過を駆動する各過程の原因を特定できず、回帰モデルや一次過程モデルは1種のシミュレーションであり、関与するパラメーターを内包していないので要因の解析に不適である。UDOS モデルは透過過程の初期しか取り扱わない。実際の透過は長時間に渡って分配と拡散が非平衡的に関与する透過過程からなり、上記モデルでは十分な数量解析が不可能と考えられた。

### III 農薬のクチクラ層透過の logistic-kinetic model (渡部, 1993; 渡部, 2000)

筆者らは農薬の水滴からクチクラ層透過に関与するパラメーターを水滴容量 (V), 農薬濃度 (C), 水滴接触面積 (S), 施用農薬量 (V・C), 透過農薬量 (f) および透過時間 (t) とし, 有限の農薬施用量が比較的長時間にわたって全透過量に漸近的に接近する全挙動 (図-1 および図-2 参照) をロジスティックな動力学的モデル (logistic-kinetic model) として式 (7) を誘導した。

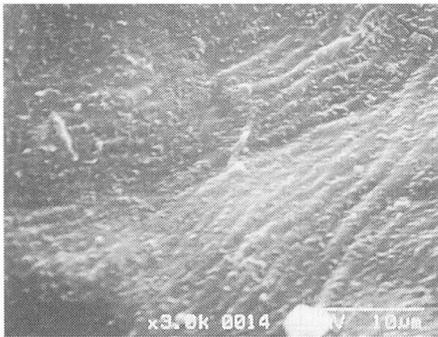
$$f = Pu \cdot V \cdot C \cdot S \cdot [K / (K + e^{-qt})] \cdot (1 - e^{-qt}) \quad (7)$$

ここで, Pu; 単位分配率 (cm<sup>-2</sup>), K; 0.6, q; 透過

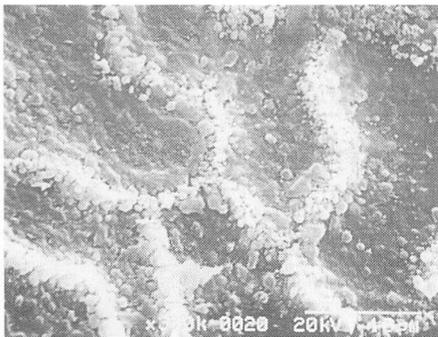
表-1 農薬の葉面クチクラ膜透過の諸条件と透過パラメーターの依存関係

要因	A	q
(1) 農薬の変化	変動	変動
(2) クチクラ膜の変化	変動	変動
(3) 農薬の濃度の増大	増大	不変
(4) 水滴接触面積の増加	増大	不変
(5) 温度の上昇	増大	増大
(6) 湿度の増大	増大	減少

(A: 全透過量, q: 透過速度因子)



外表面



内表面

図-3 ナツダイダイ葉表面クチクラ膜のSEM像

速度因子 (hr<sup>-1</sup>), t; 透過開始 (通常の無気孔のクチクラ膜では1~2 hrsのラグタイムがある) 後時間 (hr) である。ここで, 透過初期は一次的透過挙動を仮定し, qは全過程挙動の透過速度を規定する因子である。Pu=A/(V・C・S)で, 水滴の単位接触面積当たりのCMへの分配率を表わす。本式の数理構造はPu・V・C・S項は全透過量 (=A), [K/(K+e<sup>-qt</sup>)]項は農薬のクチクラ層外層への分配速度, (1-e<sup>-qt</sup>)項はクチクラ層内の透過速度である。VとCおよび実験条件の温度と湿度は人為的に制御できるのでCM透過挙動を規定する固有のパラメーターはA (=Pu・V・C・S), Pu, Sおよびqで互いに独立する。本式はCMを用いた透過セルで測定した透過挙動によく一致した (渡部, 1993)。これら固有のパラメーターと透過条件との関連を表-1に示した (渡部, 2000)。t=長時間とするとfはAに一致し, ある基準透過1と比較透過2を区別して式 (8)を得る (渡部, 2000)。

$$A_2/A_1 = (Pu_2/Pu_1) \cdot (S_2/S_1) \quad (8)$$

式(8)はAがqには関係なくSとPuのみに依存する事を示す。以下, 農薬自体およびアジュバント添加による透過挙動をナツダイダイ成葉 (無気孔) CM (図-3) を使用した透過測定セルで測定し, 本モデルにより透過変動要因を解析した (25°CおよびRH 70%)。

### IV 農薬のクチクラ膜透過挙動およびアジュバント効果

#### 1 各種農薬の透過挙動とその解析

分子量がほぼ同一 (約200前後) で固体, logPow; -0.47~2.76の, <sup>14</sup>C-ラベルした linuron, carbaryl, tricyclazole, simazine, methomyl と oxamyl (濃度C 1,000 ppm, 容量V 10 µl, 以下同様) の透過挙動を図-4に, パラメーターを表-2に示した。この結果, AとMW, MVおよびqとの間に相関関係は見られず, Puに正の相関, mpに負の相関が見られた。これは, AがlogPowに関係なく, mpが低いほど水分の蒸散によって水滴が乾燥または乾涸した後も液状態を保持し, CMへの分配時間が長いほど全透過量が増大する事を示唆するものである (液体農薬については別途測定する必要がある)。

#### 2 <sup>14</sup>C レベル oxamyl と linuron の透過におよぼす界面活性剤 Tritons の効果等

Oxamyl (logPow: -0.47) および linuron (同: 2.76) (各1,000 ppm) に Tritons (polyoxyethylene octylphenyl ether: EO 附加モル数5~40) 各0.1%の添加効果を調べた (表-3; oxamylの場合)。油溶性の

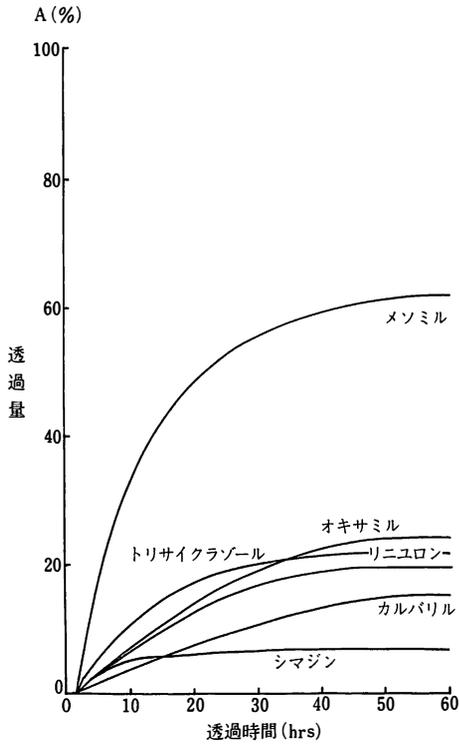


図-4 各種農薬のクチクラ膜透過挙動 (ナツダイダイ葉面CM)

linuron では A は 2~3 倍程度に増大し, EO モル数の小さいほど S の増加に, EO モル数の大きいほど Pu の増加に透過が依存した。水溶性の oxamyl では A は 4.5~7 倍に増加するが X-100 と X-165 で大きく, 主に Pu の増大に依存した。いずれの場合も q は EO モル数の増大で低下し, 保湿効果の寄与が示唆された。

3 <sup>14</sup>C ラベル amitrole と pyroquilon の透過に及ぼす保湿剤の効果

Amitrole (logPow: -0.87, mp: 157°C) と pyroquilon (logPow 1.31, mp: 112°C) (各 1,000 ppm) に glycerine 1%, polyacrylate (Na 塩) と POE-POP-POE block polymer 各 0.5% の添加効果を調べた。両農薬とも glycerine と POE-POP-POE の添加で A は増大し q は減少した。polyacrylate では A も q も減少した。前 2 者は明らかに乾燥遅延 (q 減少) で分配率が増大し, 後者は農薬が吸水性ゲルに内包されて CM へ分配されないことを示した。

4 <sup>14</sup>C ラベル oxamyl と linuron の透過におよぼすオイル乳剤の添加効果

Oxamyl および linuron (各 1,000 ppm) の透過に及ぼすマシン油, Solvesso 150 および大豆油各乳剤 1% の添加効果を調べた。油性 linuron ではどのオイルも A は 2~3 倍に増大し, Solvesso では S の増大が, マシン

表-2 各種農薬のクチクラ膜透過パラメーター

農薬	V (μl)	VC (μmol)	S (cm <sup>2</sup> )	A (μmol)	q (hr <sup>-1</sup> )	Pu (cm <sup>-2</sup> )
<sup>14</sup> C-リニユロン	10	0.040	0.338	0.0076 (19%)	0.095	0.56
<sup>14</sup> C-カルバリル	10	0.050	0.332	0.0065 (14%)	0.085	0.39
<sup>14</sup> C-トリサイクラゾール	10	0.053	0.358	0.0106 (20%)	0.201	0.56
<sup>14</sup> C-シマジン	10	0.050	0.344	0.0030 (6%)	0.405	0.17
<sup>14</sup> C-メソミル	10	0.046	0.264	0.0281 (61%)	0.198	2.31
<sup>14</sup> C-オキサミル	10	0.062	0.283	0.0149 (24%)	0.078	0.85

表-3 Oxamyl と linuron の葉面クチクラ膜透過挙動に及ぼす Tritons 界面活性剤の影響

	Control	+ Triton® X-45 0.1%	+ Triton® X-114 0.1%	+ Triton® X-100 0.1%	+ Triton® X-165 0.1%	+ Triton® X-405 0.1%
A (%)	13	50	45	90	59	30
Pu (cm <sup>-2</sup> )	0.82	1.66	1.27	3.63	2.48	1.46
q (hr <sup>-1</sup> )	0.035	0.041	0.044	0.037	0.031	0.026
A <sub>2</sub> /A <sub>1</sub>	—	3.85	3.46	6.92	4.54	2.31
S <sub>2</sub> /S <sub>1</sub>	—	1.87	2.00	1.57	1.51	1.27
Pu <sub>2</sub> /Pu <sub>1</sub>	—	2.02	1.90	4.43	3.02	1.78
q <sub>2</sub> /q <sub>1</sub>	—	1.17	1.26	1.06	0.89	0.74

表-4 葉面施用農薬用アジュバントの作用機構と分類

	作用性分類	作用部位	作用パラメーター			
			A	Pu	S	q
1	水滴湿展作用 (湿展剤 spreader)	水滴接触面積増大 (界面吸着増加)	増加 (または減少) (または不変)	不変 (または減少)	増大	不変
2	水滴内部改質作用 (水滴内部改質剤 modifier)	水滴内部物性改質 (液化化, 乾燥遅延・結晶の向上・分配促進)	増加	増加	不変	不変 (または減少) (または増大)
3	クチクラ膜活性化作用 (クチクラ膜活性化剤 activator)	クチクラ膜内拡散速度促進	増加	不変	不変	増大
4	気孔浸入作用 (気孔浸入剤 stomatal infiltrator)	気孔 (および水滴接触面積増大等)	増加	増加	増大	増大
5	複合作用 (Cemposite)	複数部位	増加	増加	増大	不変 または減少 または増大

(A: 全透過量, Pu: 単位分配率, S: 水滴接触面積, q: 透過速度因子)

油と大豆油では Pu の増大が寄与した。水溶性 oxamyl ではいずれも A は 1~2 倍しか増大せず, Solvesso とマシン油で S, 大豆油で Pu の増大が寄与した。いずれも q は低下した。

### V 農薬のクチクラ膜透過機構とアジュバントの作用

植物表面上の農薬を含む水滴はその乾燥過程, 乾燥後の液晶薄膜形成, 涸渇と農薬の「不動化」(残留)の全過程を通じて epi-wax に農薬を分配する。この epi-wax への分配と透過が全透過量と透過速度を規定する。epi-wax は C 数 22~36 程度の VLCFA (very long chain fatty acids) 誘導体からなる疎水的で結晶性の大きい組織であり, 農薬透過の障壁である (SCHÖNHERR, 1972; SCHREIBER, 1996)。

農薬自体の透過挙動では A は Pu に相関し, q は mp に逆相関した。これは CM への分配率が小でも短時間の内に分配が終了すると q が大となる (図-2, 反対に初期透過速度  $df/dt$  が大でも A 大では q は必ずしも大にならない)。一方, 各種アジュバントの農薬の透過に及ぼす作用では全透過量 A が Pu のほか S が関与する。保湿剤やオイル乳剤の添加で q は低下するが最終的に分配時間を延長して CM への分配 (Pu) が増大する (polyacrylate の効果は既に述べた)。また, Tritons と linuron のように界面活性剤と農薬の組み合わせによっては, A (従って Pu と S も) も q も増加する場合には, 界面活性剤が CM の epi-wax 構造内に透入してこれを弛緩または膨潤して拡散速度を増大する場合と, 水中の農薬と会合またはミセル中に可溶化して epi-wax

表面への分配する量と速度が増加する場合が考えられる。Tritons の場合は前者, 高分子である POE-POP-POE の場合は後者であろう。

以上, 散布液に添加される農薬用アジュバントの作用 (A の増大) をまとめると, ①農薬の分配面積を大きくする水滴の湿展効果 (S 増加), ②農薬の液体状態を延長する保湿剤・オイル乳剤や界面活性剤の保湿効果 (q 低下) 及び③透過速度を増大する (界面活性剤による農薬の CM への分配速度の増大と界面活性剤のクチクラ膜への透入による拡散速度の増加の 2 種類がある) (q 増大) が基本作用と考えられる。この解析結果から農薬のクチクラ層透過促進の農薬用アジュバントの基本的作用は (1)湿展作用 (spreader, S 増加), (2)水滴内部改質作用 (inner modifier, q の減少, 増加または不変と Pu の増大) および (3)クチクラ膜活性化作用 (activator (Stock, 1993), q 増加) に分類される。実際の作用はこれら基本作用の複合である場合が多い。さらに, 気孔を持つ植物表面では散布液表面張力の極度に低下する場合, 散布液が気孔に侵入し接触面積が増大して全透過量が急激に増大する (シリコン系の界面活性剤やオイル乳剤)。この場合には透過曲線が y 軸を切る (Stevens, 1991)。したがって, アジュバントの基本作用に (4)気孔浸入作用 (stomatal infiltrator) を加え, 表-4 にまとめて示した (渡部, 2000)。

### おわりに

以上, 農薬のクチクラ膜透過および農薬アジュバント作用に関する既存の研究手法と筆者らの開発した logistic-kinetic model による研究法を紹介してきた。特に

この研究方法では農薬の植物への透過挙動やアジュバント作用の解析を透過の全過程を数量的に解析し、その作用をA, S, Pu およびqの変動から定量的に特定することができる。この結果から農薬用アジュバント (tank-mix/pour-on用) の基本作用を特定し①湿展作用 (spreader), ②水滴内部改質作用 (inner modifier), ③活性化作用 (activator) および④気孔侵入作用 (stomatal infiltrator) に分類した (表-4)。

この農薬のクチクラ層透過の定量的解析法とその結果はアジュバント作用の理解とその合理的利用や農薬自体の植物への移行の研究に有用と思われる。

#### 参 照 文 献

- 1) Adjuvants and Agrochemicals, CRC Press, Boca Raton (1989)
- 2) 渡部忠一ら (1993): 植物防疫 47: 7.
- 3) 渡部忠一ら (1992): 同上 46: 25.
- 4) SCHÖNHERR, J. et al., (1996): Plant Cuticle, BIOS Scientific, Oxford pp. 135~155.
- 5) ——— et al., (1972): Plant Physiol., 49: 813.
- 6) HOLLOWAY, P. J. et al., (1990): Industrial Application of Surfactants, RSC, Cambridge, pp. 303~337.
- 7) SCHREIBER, L. et al., (1996): Plant Cuticle, BIOS Scientific, Oxford, pp. 109~119.
- 8) Adjuvants for Agrochemicals, New Zealand F. R. I., Rotorua., (1995)
- 9) R. J. HAMILTON, (1982): The Plant Cuticle, Academic Press, London, pp. 303~313.
- 10) KIRKWOOD, R. C. et al., (1992): Adjuvants for Agrochemicals, CRC Press, Boca Raton, pp. 117~126.
- 11) FERNANDES, A. M. S. et al., (1965): Ann. Appl. Biol., 56: 297.
- 12) SANTIER, S. et al., (1992): Adjuvants for Agrochemicals, CRC Press, Boca Raton, pp. 101~108.
- 13) BAUER, H. et al., (1992): Pestic. Sci., 35: 1.
- 14) 渡部忠一ら: 実開平 6-72635.
- 15) BUCHOLTZ, D. et al., (1987): Pestic. Biochem. Physiol., 28: 1.
- 16) McCALL, P. J. et al., (1988): Weed Sci., 36: 424.
- 17) STEVENS, P. J. G. et al., (1991): Pestic. Sci., 33: 371.
- 18) BUICK, R. D. et al., (1992): Pestic. Sci., 36: 127.
- 19) SCHÖNHERR, J. et al., (1992): Adjuvants for Agrochemicals, CRC Press, Boca Raton, pp. 17~35, 1992
- 20) LEWIS, C. T. (1980): Cuticle Techniques in Arthropods Springer-Verlag, NY., pp. 367~400.
- 21) PRICE, C. E. et al., (1985): Pestic. Sci., 16: 369.
- 22) BREEZE, V. C. et al., (1992): ibid., 36: 101.
- 23) 渡部忠一ら, 日本農薬学会第18回大会講演要旨, 府中, 平成5(1993)年3月27~29日.
- 24) STOCK, D et al, (1993): Pestic. Sci., 38: 165.
- 25) 渡部忠一 (2000): 日本農薬学会誌, 25: 285.

## 新しく登録された農薬 (12.10.1~10.31)

掲載は、種類名、有効成分および含有量、商品名(登録番号:製造業者又は輸入業者)登録年月日、対象作物:対象害虫:使用時期および回数など。ただし、除草剤については、適用雑草:使用方法を記載(…日…回は収穫何日前まで、何回以内散布又は摘採何日前まで、何回以内散布の略)。(登録番号 20477~20480)

#### 「殺虫剤」

##### スタイナーネマ・グラセライ

スタイナーネマ・グラセライ (感染態3期幼虫) 1億 2500万頭/容器

バイオトピア (20478, エス・ディ・エスパイオテック) 12.10.11

芝・かんしょ:コガネムシ類幼虫:発生初期:6回

##### BT水和剤

BT菌の生芽胞及び産生結晶毒素 10.0%

チューンアップ顆粒水和剤 (20479, エス・ディ・エスパイオテック) 12.10.30

#### 「除草剤」

##### グリホサートイソプロピルアミン塩液剤

グリホサートイソプロピルアミン塩 0.40%

ネコソギAL (20480, シー・ジー・エス) 12.10.30

公園, 庭園, 提とう, 駐車場, 道路, 運動場, 宅地, のり面等:一年生雑草・多年生雑草:雑草生育期(草丈30cm以下):雑草茎葉散布:3回

#### 「植物成長調整剤」

##### トリネキサバクエチル液剤

トリネキサバクエチル 10.4%

プリモマックス液剤 (20477, ノバルティクスアグロ) 12.10.11

日本芝:草丈の伸長抑制による刈込み軽減:生育盛期:全面均一散布:3回

! 新刊の特別増刊号 No. 7!

## 植物防疫誌にみるフェロモン研究

B5判 381頁 定価 3,150円税込み (本体 3,000円) 送料 180円

環境保全型病害虫防除手段として、近年々々利用が増えているフェロモン剤は、本誌では1968年に初出しています。以来1999年までの関係論文を年代順に再収録いたしました。

お申し込みは直接当協会へ、前金(現金書留・郵便為替)で申し込むか、お近くの書店でお取り寄せ下さい。

社団法人 日本植物防疫協会 出版情報グループ 〒170-8484 東京都豊島区駒込1-43-11

郵便振替口座 00110-7-177867 TEL(03)3944-1561(代) FAX(03)3944-2103 メール: order@jppa.or.jp