

還元澱粉糖化物（エコピタ®）液剤の作用特性

協友アグリ株式会社 **お** **た** **やす** **ひろ**
太 **田** **泰** **宏**

はじめに

近年、環境保全型農業への志向と期待の高まりを受け、その理念に沿った種々の病害虫防除資材が提供されている。複合交信かく乱物質（性フェロモン）をはじめ、微生物農薬や天敵農薬などの防除資材が次々と開発され、総合的病害虫管理（IPM）がいよいよ実用化段階に入り、多くの農業場面でこれらの資材を活用した防除体系が完成されつつある。

筆者らは、「安全・安心な農産物生産の一助となりうる防除資材」、「天敵や訪花昆虫等の有用生物に影響が少なく、環境負荷の少ない防除資材」および「薬剤抵抗性害虫・耐性菌出現の回避につながる防除資材」を念頭に置き、化学合成農薬とは異なる防除資材として還元澱粉糖化物（エコピタ®）液剤を開発した。

本剤は有効成分として還元澱粉糖化物（60%）およびその他成分として水と界面活性剤（40%）からなる。還元澱粉糖化物は、オリゴ糖を高高温高圧下で水素還元することにより得られる多糖類で、還元水あめとも称され、清涼飲料水、菓子、マヨネーズ、ケチャップ、つくだ煮など種々の食品に甘味料として使用されている。

本剤は、多くの化学合成農薬に対して感受性の低下が懸念されている各種ハダニ類やアブラムシ類およびうどんこ病菌などの病害虫に対して高い殺虫・殺菌効果を示し、2000年に（社）日本植物防疫協会にて評価が開始され、05年12月14日に農薬登録された。その後、有効薬剤が少なく難防除害虫であるタバココナジラミバイオタイプQ等のコナジラミ類に対しても高い防除効果を有することが確認され、野菜類のコナジラミ類を対象に適用拡大された。08年10月現在の本剤の適用内容を表-1に示す。

本剤は、各種天敵類への影響が少ないことからトマト、ピーマン、イチゴなどの果菜類をはじめとするIPM推奨剤の一つとされ、本剤を組み込んだIPM防除体系が目下普及しつつある。

本剤は、有効成分が高い粘性を有することから、昆虫

やハダニ類の気門経路を塞ぐことにより殺虫効果を発現する、いわゆる気門封鎖型防除剤の一種であると考えられる。このような防除剤の殺虫効果の特徴と作用機作は、オレイン酸ナトリウム（松田ら、1995）やデンブン製剤（本藤、1999）で報告されている。このうち、松田らは、オレイン酸ナトリウムは対象害虫の気門を単純に被覆・封鎖するだけでなく、気管内部に浸潤して毛細気管に作用し、呼吸阻害を引き起こすことにより殺虫効果を発現すると考察している。

本報では、還元澱粉糖化物（エコピタ®）液剤の殺虫作用を検討し、本剤は気門封鎖型防除剤であるとする結論を得たので、その内容を中心に本剤の特性を紹介する。

I 殺虫スペクトルと天敵に対する影響

還元澱粉糖化物液剤の100倍希釈液は、チョウ目、アザミウマ目、コウチュウ目等のある程度大型の害虫に対しては実用的防除効果を示さなかったが、ハダニ類、アブラムシ類およびコナジラミ類などの微小害虫に対しては高い防除効果を示した。その詳細は日本植物防疫協会の新農薬実用化試験（2000年から）で報告されているので、同検討会報告集を参照されたい。

一方、捕食性天敵であるカブリダニ類とハナカメムシ類および寄生性天敵であるハチ類に対する本剤の影響はほとんど認められなかった（表-2）。そこで、本剤のこのような特性に着目し、イチゴにおいてハダニ類を対象とした天敵（ミヤコカブリダニおよびチリカブリダニ）と本剤の併用による体系防除が各地で試験されて効果が確認されている（厚井、2008）。また、新たな分野として、本剤と微生物殺虫剤の混用も相乗効果が期待できることが明らかとなり、トマトにおいてタバココナジラミバイオタイプQを対象とし本法による体系防除の確立が図られつつある。

II 還元澱粉糖化物液剤の作用特性

本剤処理が供試虫の行動に及ぼす影響、虫体上の本剤処理部位と殺虫効果の関係および処理虫体上における本剤の付着状態等に関する実験と観察を通じて、本剤の作用特性（機作）を探った。実験には、室内のダイコン芽生え上で累代飼育しているモモアカアブラムシ、初生葉

Mode of Action of the Hydrogenated Starch Hydrolysate. By
Yasuhiro Ota

（キーワード：還元澱粉糖化物，エコピタ液剤，作用特性，モモアカアブラムシ，ナミハダニ，気門封鎖型防除剤）

表-1 還元澱粉糖化物 (エコピタ®) 液剤の適用内容 (2008 年 10 月現在)

作物名	適用害虫名	希釈倍数	10 a 当たり 使用液量	使用 時期	使用 方法	還元澱粉糖化物 を含む農薬の 総使用回数
かんきつ	ミカンハダニ	100 ~ 200 倍	200 ~ 700 l	収穫 前日 まで	散布	—
野菜類 (いちご, しそを除く)	アブラムシ類 コナジラミ類 うどんこ病	100 倍	100 ~ 300 l			
しそ	アブラムシ類 コナジラミ類 カンザワハダニ うどんこ病					
いちご	ナミハダニ アブラムシ類 コナジラミ類 うどんこ病					
ごま	アブラムシ類					
花き類 観葉植物	アブラムシ類 うどんこ病					

表-2 還元澱粉糖化物 (エコピタ®) 液剤 100 倍希釈液の天敵類に対する影響

種類名	ステージ	試験方法	薬剤の影響
ミヤコカブリダニ	卵	虫体散布法	◎
	成虫	虫体散布法	◎
チリカブリダニ	卵	虫体散布法	◎
	成虫	虫体散布法	○
	成虫	薬液風乾後接種	◎
ヤマトクサカゲロウ	中齢幼虫	虫体浸漬法	○
	若齢幼虫	薬液風乾後接種	◎
タイリクヒメハナカメムシ	成虫	虫体浸漬法	○
ナミテントウ	中齢幼虫	虫体浸漬法	○
コレマンアブラバチ	マミー	マミー浸漬法	◎
オンシツツヤコバチ	蛹	マミーカード浸漬法	○

※薬剤の影響 (◎: 死亡率 0 ~ 30%, ○: 30 ~ 80%, △: 80 ~ 99%, ×: 99 ~ 100%).

天敵に対する薬剤の影響はバイオリジカルコントロール協議会で定める室内試験の評価指数に準じる。

期インゲンで累代飼育しているナミハダニおよびポット植えのキャンキツ樹上で累代飼育しているミカンハダニを供試した。いずれも各種薬剤に感受性の高い系統を選んだ。

1 処理虫に対する行動抑制と殺虫活性の発現

マイクロピットを用い、本剤の 100 倍希釈液 5 μ l をダイコン葉 (品種: 耐病総太り) に寄生しているモモアアブラムシ虫体上に滴下した後, 所定の経過時間ごとに行動を観察した。滴下 5 分後の葉上は薬液により湿

潤状態となっており、アブラムシ虫体はその薬液中に没し行動が制限されていた（図-1 右上）。同 15 分後の葉上では、薬液は既に乾燥していたが、アブラムシは行動を完全に停止し（図-1 右下）、さらに同 24 時間後にはその状態のまま死亡していた。インゲン葉（品種：長うずら）上のナミハダニ雌成虫も同様の過程を経て、薬液滴下 24 時間後には死亡が確認された。このように本剤薬液が供試虫の体表を覆うことにより殺虫活性が認められた。

次に、ナミハダニとミカンハダニの産下 1 日卵に対して 160 l/10 a 相当量の本剤 100 倍希釈液を室内自動散布装置にて処理したところ、両種ハダニ卵においてともにふ化が抑制された。抑制の程度はミカンハダニ卵で特に高かった（表-3）。ハダニ卵にも呼吸器官の存在が知ら

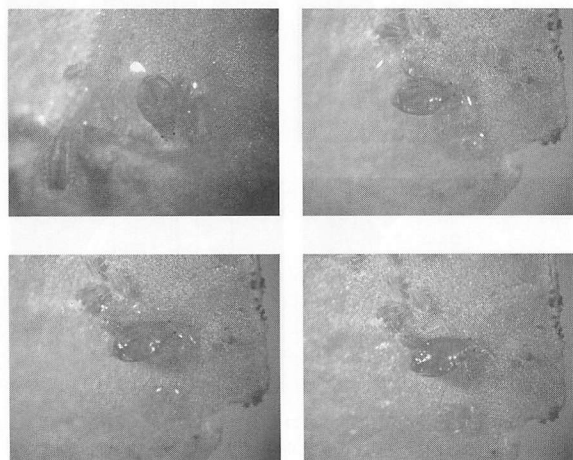


図-1 還元澱粉糖化物（エコピタ®）液剤 100 倍希釈液 5 μ l を滴下したモモアカアブラムシ成虫の様子
写真左上：滴下直後，右上：5 分後，左下：10 分後，右下：15 分後。

れていることから（DITTRICH and STREIBERT, 1969 ; DITTRICH, 1971），処理薬液がこれらの卵の呼吸器官を閉塞させることによりふ化を抑制した可能性が推測された。

2 殺虫作用部位の検証

虫体における本剤の作用部位を検証するために、本剤をモモアカアブラムシおよびナミハダニの成虫虫体において、気門に沿った腹部両側面（気門処理区）または気門を含まない背面一箇所（背面処理区）に処理し、その殺虫効果を調べた。処理は、マイクロシリンジ局所施用法を用い、一箇所当たりの処理薬液量を 0.03 μ l とし、投与有効成分量を変化させて行った。その結果、アブラムシにおいて、気門処理区では 1.828 ~ 3.656 μ g/頭の投与有効成分量で 65 ~ 70% の高い死虫率が得られたのに対し（表-4）、背面処理区では投与有効成分量に関係なく死亡虫は全く認められなかった。ナミハダニにおいても、気門処理区でのみ高い死亡率が認められ、モモアカアブラムシの場合と同様の結果が得られた。

次に、パラフィルムを用いた経口毒性試験（日本植物防疫協会編「農業生物検定法」に記載された方法に準ずる）を行ったところ、本剤の 20 倍希釈液（登録されている最高濃度は製剤の 100 倍希釈液）においてさえ両供試虫に対する殺虫活性は全く認められなかった。

以上に示したように、気門部を含む腹面に本剤を処理した場合にのみ顕著な殺虫活性が認められたことから、本剤は呼吸器を中心とした部位に作用するものと考えられた。

3 走査電子顕微鏡による気門封鎖の検証

モモアカアブラムシ成虫を供試し、160 l/10 a 相当量の本剤 100 倍希釈液を室内自動散布装置により虫体に処理後、死亡虫の体表における薬剤成分の付着状態を走査電子顕微鏡で観察した。その結果、無処理虫体気門部

表-3 還元澱粉糖化物（エコピタ®）液剤のミカンハダニ卵に対するふ化抑制活性

供試薬剤	希釈倍率 (倍)	供試卵数	処理 10 日後		
			未ふ化 卵数	ふ化後 死亡幼虫数	死亡率 (%)
還元澱粉糖化物（エコピタ®）液剤	100	90	83	4	96.7
	200	91	83	0	91.2
ヒドロキシプロピルデンブレン液剤	100	85	34	0	40.0
プロピレングリコールモノ脂肪酸エステル乳剤	1,000	93	14	14	30.1
マシ油乳剤	200	92	84	5	96.7

※ 1) 供試虫：ミカンハダニ卵（産卵 24 時間以内）。

※ 2) 160 l/10 a 相当量散布（室内自動散布装置）。

表-4 マイクロシリンジ局所施用法によるモモアカアブラムシ成虫に対する経皮毒性

供試薬剤	有効成分投与量 ($\mu\text{g}/\text{頭}$)	処理1日後死虫率(%)	
		背面処理区	気門処理区
還元澱粉糖化物 (エコピタ [®])液剤	3.656	0	70.0
	1.828	0	65.0
	0.914	0	41.2
	0.3656	0	10.0
	0.1828	0	0
	0	0	0

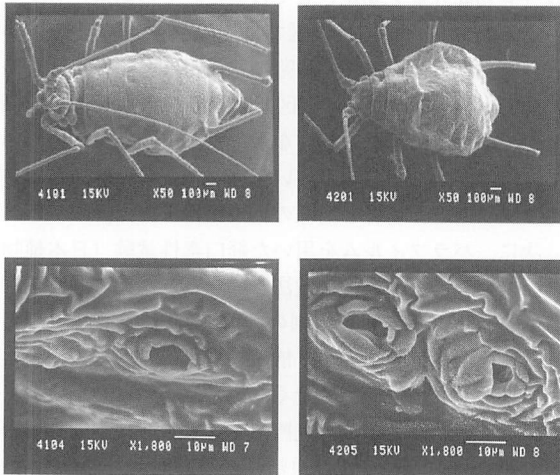


図-2 還元澱粉糖化物(エコピタ[®])液剤100倍希釈液で処理したモモアカアブラムシ(成虫)死亡虫の走査電子顕微鏡写真

写真左上:無処理虫虫体の全身像,右上:本剤処理死亡虫虫体の全身像,左下:無処理虫の気門部,右下:本剤処理死亡虫の気門部。

(図-2下段左)と本剤処理虫体気門部(図-2下段右)の様子に特に差異は観察されず,本剤により気門開口部が封鎖されている状態は見いだされなかった(図-2)。

同様に,ナミハダニ雌成虫でも観察を行った。無処理虫体気門部(図-3左白実線矢印部分)と本剤処理虫体気門部(図-3右白実線矢印部分)の体表面における溝がはっきりと観察され,本剤の薄膜の存在は観察されなかったものの,本剤処理虫体背面の刺毛(図-3右白点線矢印部分)が体表面に貼りついた状態が観察された。また,卵の観察では,ナミハダニの場合,卵表面に目立った構造がないため(図-4上段左,無処理卵),処理卵表面における本剤被膜の存在の有無を確認するには至らなかった(図-4上段右,処理卵)。これに対し,ミカンハダニでは,卵頂部に直立した柄が観察されるが

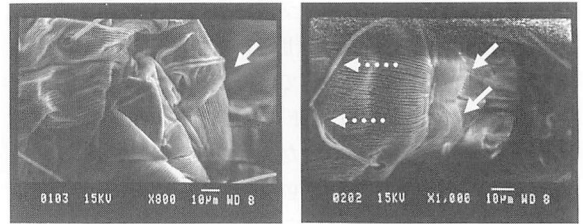


図-3 還元澱粉糖化物(エコピタ[®])液剤100倍希釈液で処理したナミハダニ(雌成虫)死亡虫の走査電子顕微鏡写真

写真左:無処理中の気門部,右:本剤処理死亡虫の気門部,白実線矢印:気門部位,白点線矢印:体表面に貼りついた虫体背面の刺毛。

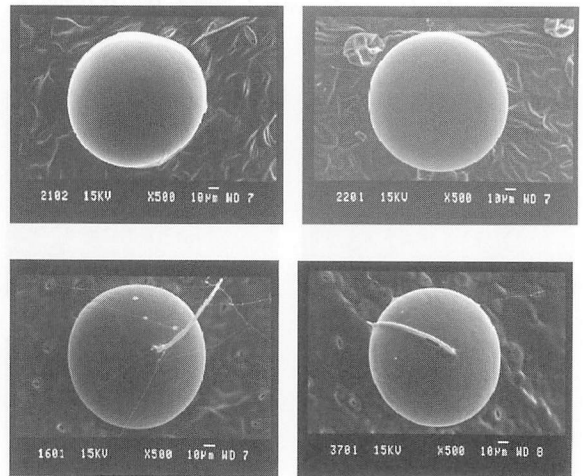


図-4 還元澱粉糖化物(エコピタ[®])液剤100倍希釈液で処理したナミハダニ卵とミカンハダニ卵の走査電子顕微鏡写真

写真上:ナミハダニ(左:無処理卵,右:処理卵),写真下:ミカンハダニ(左:無処理卵,右:処理卵)。

(図-4下段左,無処理卵),処理卵では頂部の柄が倒れて卵表面に密着し,密着部境界線が不鮮明であったことから,卵表面における被膜物の存在が示された(図-4下段右,処理卵)。本剤処理によりミカンハダニ卵全体が本剤の被膜に覆われているものと推察された。

ミカンハダニ卵における観察結果から,実際には他の処理供試虫においても体表を覆っている本剤被膜が存在するが,これらは走査電子顕微鏡下では通常明確にできないほどの極めて薄い層を形成しているものと思われる。本剤は虫体の気門開口部を直接覆って封鎖することではなく,むしろ本剤に含まれる界面活性剤が薬液の表面張力を低下させることにより還元澱粉糖化物(有効成分)を体表全体に拡散させ,さらには気門開口部を経て

その内部に浸潤させ、その後の薬液の乾燥により気管系内部（毛細気管）を被膜・封鎖するのであろう。

以上のことから、本剤はオレイン酸ナトリウム液剤（松田ら、1995）やデンプン製剤（本藤、1999）と同じく気門封鎖型防除剤に含まれると判断した。

おわりに

本研究の結果から、還元澱粉糖化物（エコピタ®）液剤の主な作用特性は以下のように考えられる。

本剤は、対象虫の気門を封鎖することにより殺虫効果を発現するいわゆる「気門封鎖型防除剤」である。しかし、本剤により虫体上に形成される薄膜は、気管系の開口部である気門を直接被膜・封鎖するのではなく、気管系内部に浸潤して毛細気管を被膜し、呼吸を阻害する。

本剤は、このような物理的な作用によって殺虫効果を示すことから、従来の化学合成農薬でしばしば見られる薬剤抵抗性虫出現の問題とは無縁であり、しかも有効成分が食品にも使用されている還元澱粉糖化物であることから多くの有用天敵に安全性が高く、生態系に及ぼす影響の少ない防除剤である。

なお、本剤をはじめとする「気門封鎖型防除剤」は、

その作用特性上、薬液が虫体に十分かからなければ高い防除効果が期待できないため、実用場面ではしばしば散布むら等による効果不足の問題が生じる。本剤使用に当たってはこの点に留意することが必要である。

複合交信かく乱剤をはじめ、微生物製剤や天敵農薬と本剤の併用は害虫密度の総合的管理に最も効果的であり、かつ化学合成農薬に対する抵抗性・耐性出現の回避や化学合成農薬使用回数の低減につながることを実証されつつある。その中で、本剤が害虫管理のための有力なIPM資材として今後も広く活用されることを期待する。

最後に、本研究に当たり走査電子顕微鏡観察による検証においてご指導を賜った山口大学農学部田中秀平教授並びにご指導を賜った九州沖縄農業研究センターの柏尾具俊上席研究員に厚くお礼申し上げる。

引用文献

- 1) DITTRICH, V. and P. STREIBERT (1969): Z. Angew. Entomol. 63: 200 ~ 211.
- 2) ——— (1971): Ann. Entomol. Soc. Am. 64: 1134 ~ 1143.
- 3) 本藤 勝 (1999): 現代農業 78(6): 180.
- 4) 細辻豊二ら (1985): 最新農薬生物検定法, 全国農村教育協会, 東京, p. 243.
- 5) 厚井隆志 (2008): 植物保護の明日を考える, (株)化学工業日報社, 東京, p. 168 ~ 171.
- 6) 松田径央ら (1995): 植物防疫 49: 50 ~ 53.

登録が失効した農薬 (20.9.1 ~ 9.30)

掲載は、種類名、登録番号：商品名（製造者又は輸入者）登録失効年月日。

〔殺虫剤〕

- クロルピリホスメチル乳剤
14752: 日産レルダン乳剤 40 (ダウ・ケミカル日本) 08/09/24
- 14753: クミアイレルダン乳剤 40 (クミアイ化学工業) 08/09/24
- シフルトリン・プロチオホス液剤
20243: カボクメート液剤 AL (バイエルクロップサイエンス) 08/09/27
- オンシツツヤコバチ剤
20900: ツヤコバチ EF (シンジェンタ ジャパン) 08/09/17

〔殺虫殺菌剤〕

- ダイアジノン・イソプロチオラン粒剤
14701: ヤシマフジワндаイアジノン粒剤 (協友アグリ) 08/09/04

〔殺菌剤〕

- ストレプトマイシン液剤
13996: 三共ヒトマイシン液剤 S (三共アグロ) 08/09/14
- EDDP 粉剤
14723: ヤシマヒノザン粉剤 DL (協友アグリ) 08/09/24

● ヘキサコナゾール水和剤

19336: 日農アンビルフロアブル (日本農薬) 08/09/10

〔除草剤〕

● ピリブチカルブ・ベンスルフロンメチル粒剤

- 19343: 三共クサトリ E ジャンボ (三共アグロ) 08/09/27
- 19344: クサトリ E ジャンボ (デュボン) 08/09/27
- 19345: [DIC] クサトリ E ジャンボ (日本曹達) 08/09/27
- 19346: 三共クサトリ E ジャンボ L (三共アグロ) 08/09/27
- 19347: クサトリ E ジャンボ L (デュボン) 08/09/27
- 19348: [DIC] クサトリ E ジャンボ L (日本曹達) 08/09/27

〔植物成長調整剤〕

● アブジシン酸水溶液

- 19323: 三共アブジシン酸水溶液 (三共アグロ) 08/09/10
- 19324: ホクコーアブジシン酸水溶液 (北興化学工業) 08/09/10