

## 界面活性剤を添加した色素液による蚕の雄蛾の染色

誌名	蠶絲研究
ISSN	00364495
著者	杉山, 八郎 大槻, 良樹
巻/号	79号
掲載ページ	p. 41-50
発行年月	1971年4月

## 界面活性剤を添加した色素液による 蚕の雄蛾の染色\*

杉山八郎・大槻良樹

交雑種を採種する場合、交配作業の混乱を防ぎ、交尾・割愛の作業能率を高めるために雄蛾の染色が行なわれる。従来から雄蛾の染色には色素の水溶液を噴霧する方法が用いられているが、この方法では染色効果が十分でなく、改善が望まれている<sup>2)</sup>。一部の蚕種製造業者は、このために色素をエチルアルコール希釈液にとかして噴霧する方法を用いている<sup>3)</sup>が、経費が高いことなどの理由によって一般には利用されていないようである。

著者らは少量の界面活性剤を色素液に添加することによって、噴霧した液滴の表面張力が小さくなり、蛾の翅および体表への色素液の浸潤がよくなれば、少ない経費で染色性を高めることができるであろうと考え、界面活性剤添加の効果を試験した。

その結果、市販されている各種の界面活性剤を染色補助剤として色素液に添加すると、水溶液の場合に比較して染色性の高まることがわかった。また、このために十分な量の界面活性剤を添加しても、適当な種類を選び、用法に注意すれば、雄蛾に対する生理的障害はほとんどないことも確かめた。ここでは各種界面活性剤を添加した色素液による雄蛾の染色性ならびに染色した雄蛾の交尾機能、生命時数、この雄蛾を交配させた雌蛾の産卵状態および受精卵の発現などについて調査した結果を報告する。とりまとめに当たり助言を賜った生理部長伊藤智夫博士ならびに高見丈夫博士に対しお礼申しあげる。

### 材料および方法

**試験をした蚕種と供試蚕品種** 試験は1969年春蚕期から1970年夏蚕期にかけて行なった。試験には交雑種および原種の蛾を用いたが、その詳細については結果の項で述べる。

**色素液および添加した薬剤** 用いた色素はエオシンまたはファストグリーンFCFで、これを水または種々な濃度のエチルアルコールあるいは界面活性剤100mlに対し0.5gの割合で溶解して色素液を調製した。これらの色素は、従来から蛾の染色に用い

\* この概要は日本蚕糸学会関東支部第21回学術講演会（1970）で発表した。

られている食用色素で、水溶性食用色素として現在法律で認められている5色14種のなかに含まれている<sup>1)</sup>。界面活性剤は市販されている8種類を選んだ。すなわちA剤(トキシマル300)、B剤(ツイン60)、C剤(スパン20)、D剤(オクタポール100)、E剤(ニューカルゲン254)、F剤(ノニポール85)、G剤(ノニポール100)およびH剤(ノニポール400)で、これらはいずれも生物に対して薬害がほとんどないとされている非イオン系の合成界面活性剤である<sup>3)</sup>。

**噴霧の条件** 色素液の噴霧は東洋濾紙式クロマトグラフ用噴霧器をエアコンプレッサーに連結したものをを用いて行なった。噴霧にはいろいろな条件が考えられるが、予備実験の結果から、圧力0.3 kg/cm<sup>2</sup>、液量115 ml/m<sup>2</sup>、噴霧口の高さ30cm、散布角度(散布面に対する)約70度で噴霧した。

雄蛾あるいは相手の雌蛾についての調査方法はそれぞれの項目で述べる。

## 結 果

### I 各種色素液による蛾の染色

#### 1 エチルアルコール

色素のエチルアルコール溶液を用いることはすでに一部の業者によって行なわれているが<sup>2)</sup>、界面活性剤との比較の意味で、本実験においても色素の30~95%アルコール溶液を雄蛾に噴霧し、その染色性を調べた。結果を第1表に表す。

第1表 エチルアルコールに溶解した色素による雄蛾の染色

濃 度%	95	90	80	70	50	30
染 色 性*	+	+	+	±	-	-

\* +: 噴霧後直ちによく染まる。

±: 噴霧後しばらくすると色素液が浸潤してよく染まる。

-: 色素液が大小の水滴状になって残り染まらない。

アルコールの濃度が高い(95~80%)と色素液は、噴霧後直ちに蛾の翅あるいは体表に浸潤してよく染まった(表中+記号で表す)。70%アルコールでは、噴霧後は色素液が大小の水滴状になって翅あるいは体表に付着しているが、時間の経過につれて次第に浸潤した(表中±)。50%および30%では、水溶液の場合と同様に液の浸潤が悪く(表中-)、アルコールの効果はほとんど認められなかった。

このように、色素のアルコール溶液は水溶液に比べて染色性がすぐれているが、アルコール濃度が70%以下では有効でなかった。

#### 2 非イオン系界面活性剤

8種類の非イオン系界面活性剤に溶解した色素での染色性を第2表に示す。

すなわち、界面活性剤の濃度がある程度以上になると、色素液は蛾の翅あるいは体表

第2表 非イオン系界面活性剤に溶解した色素による雄蛾の染色

界面活性剤の種類		界面活性剤の濃度% (希釈倍率)								
		1.0 (100)	0.5 (200)	0.25 (400)	0.10 (1000)	0.05 (2000)	0.025 (4000)	0.017 (6000)	0.013 (8000)	0.010 (10000)
A	剤	+	+	+	+	-				
B	〃	+	+	-	-	-				
C	〃	+	+	+	-	-				
D	〃				+	+	+	±	±	-
E	〃				+	+	+	±	-	-
F	〃				+	+	+	+	±	±
G	〃				+	+	+	±	-	-
H	〃				±	-	-	-	-	-

第1表の脚注参照。

に浸潤してよく染まったが、濃度が低いと、色素液の浸潤に時間がかかったり、または水溶液の場合と同様に、翅に水滴状に付着するだけで浸潤せず、染色性が劣った。染色性を十分に高めるための界面活性剤の濃度は、その種類によって大差があり、供試した8種類のうちでもっとも高濃度を要したのはB剤で、0.5% (200倍) 以下では染色性を高める効果がなかった。またC剤、A剤およびH剤も低濃度では効果が認められなかった。一方、もっとも低濃度で有効なものはF剤で、0.017% (6000倍) で十分な効果があった。F剤について低濃度で有効なものはD剤、E剤およびG剤で0.025% (4000倍) で効果を認めた。このように蛾の翅および体表への色素液の浸潤をよくし、染色性を高めるのに有効な濃度は界面活性剤の種類によって大差があるので、使用する個々の界面活性剤について適当な濃度を検討する必要がある。

## II 染色した雄蛾の交尾歩合

用いた界面活性剤が雄蛾の交尾能力に影響を及ぼすか否かを調べるために、界面活性剤を加えた色素液で染色した雄蛾の交尾歩合を、水溶液染色蛾および無染色蛾と比較した。1969年春、夏および1970年夏の3期に行なった調査の結果を第3表および第4表に示す。

第3表で1969年春(1)の成績をみると、交尾歩合は界面活性剤を用いた5区のうち、4区は水溶液区と同様100%で、F剤の0.1%区だけが98%であった。しかし無染色区も98%であったからF剤0.1%区の場合、加えた界面活性剤が交尾歩合に影響したとは考えられない。同様の実験を繰り返して行なった1969年春(2)および1969年夏の成績では、界面活性剤区、水溶液区および無染色区いずれもが100%の交尾歩合を示した。また第4表によって、繰り返して4回交配に使った場合の交尾歩合を比較すると、初交～4交のいずれの場合にも、界面活性剤区と水溶液区との間に差はなかった。したがって界

第3表 溶媒の異なる色素液で染色した雄蛾の交尾歩合\*

調査時期 および 供試品種	試 験 区			供試蛾数	交尾蛾数	交尾歩合
1969年 春(1)  日122号 × 支115号	D	剤	0.025%液	40 <sup>ガ</sup>	40 <sup>ガ</sup>	100%
	E	"	0.025%液	40	40	100
	F	"	0.017%液	40	40	100
	"	"	0.025%液	40	40	100
	"	"	0.1%液	40	39	98
	水	溶	液	40	40	100
無	染	色	40	39	98	
1969年 春(2)  日122号 × 支115号	F	剤	0.1%液	20	20	100
	水	溶	液	20	20	100
	無	染	色	20	20	100
1969年 夏  支131号	F	剤	0.02%液	20	20	100
	"	"	0.1%液	20	20	100
	水	溶	液	20	20	100
	無	染	色	20	20	100

\* 当日発蛾の雄を処女蛾（雄蛾の数の1.5倍）と混合し，1時間後に調査した。

第4表 染色した雄蛾の交尾次数別交尾歩合

試 験 区	初 交		2 交		3 交		4 交	
	供試蛾数	交尾歩合	供試蛾数	交尾歩合	供試蛾数	交尾歩合	供試蛾数	交尾歩合
F 剤	ガ	%	ガ	%	ガ	%	ガ	%
0.025%液	15	100	15	100	15	100	15	100
水 溶 液	15	100	15	100	15	100	15	93

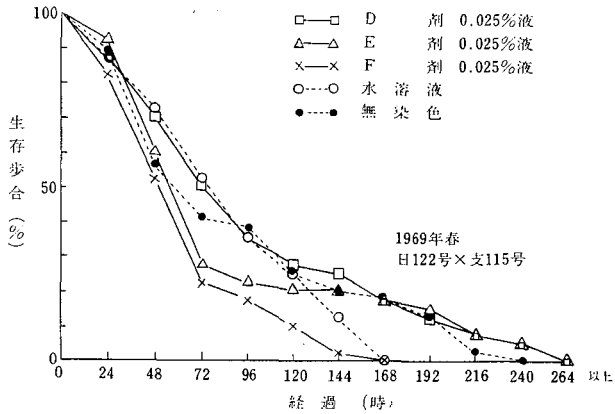
1970年夏，支124号。

初交（3時間交尾）および2交（4時間交尾）を第1日に，3交（4時間交尾）を第2日，4交（5時間交尾）を第3日に行なった。割愛後の雄蛾は5℃に冷蔵した。

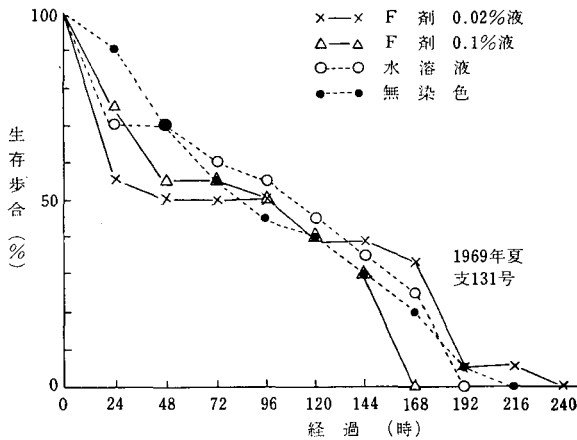
界面活性剤添加色素液で染色した雄蛾の交尾能力は，界面活性剤無添加の場合あるいは無染色蛾に比べて劣らないものと考えられる。

### III 生命時数

界面活性剤添加色素液で染色した雄蛾を交尾・割愛後に約22×19×4cmのプラスチックの容器に入れ，春蚕期は25℃，夏蚕期は室温（24.5℃～31.0℃）に保護して毎日定時にへい死蛾数を調べた。各調査時における生存蛾数を第1，2図に，また調査結果から



第1図 染色蛾の生存歩合(1)



第2図 染色蛾の生存歩合(2)

第5表 染色した雄蛾の生命時数

調査時期 および 供試品種	試 験 区			調査蛾数	生 命 時 数		
					最 短	最 長	平 均
1969年 春 日122号 × 支115号	D	剤	0.025%液	40	24	264	92.7
	E	〃	0.025%液	40	24	240	79.8
	F	〃	0.025%液	40	24	156	58.5
	水	溶	液	40	24	156	78.3
	無	染	色	39	24	216	85.2
1969年 夏 支131号	F	剤	0.02%液	18	24	228	92.6
	〃	〃	0.1%液	20	24	168	93.6
	水	溶	液	20	24	192	107.4
	無	染	色	20	24	216	105.0

第6表 染色雄蛾を交配した雌蛾の産卵状態\*

調査時期 および 供試品種	試 験 区		調 査 蛾 数	不 産 卵 蛾 区	少 数 卵 蛾 区	不 受 精 卵 蛾 区	不 越 年 卵 蛾 区	異 形 卵 蛾 区	累 積 卵 蛾 区	そ の 他 卵 蛾 区	正 常 卵 蛾 区
			ガ	ガ	ガ	ガ	ガ	ガ	ガ	ガ	ガ %
1969年 春  (日122号) <sup>2</sup> × 支115号)	D 剤	0.025%液	40	2		3			2		33 ( 83)
	E "	0.025%液	40			4					36 ( 90)
	F "	0.017%液	40			5					35 ( 88)
	"	0.025%液	40	1		5					34 ( 85)
	水 溶 液		40		1	3				1	35 ( 88)
	無 染 色		39	1		5			1		32 ( 82)
1969年 夏  支 124 号	F 剤	0.02%液	18		1	1					16 ( 89)
	"	0.1%液	20		1	1					18 ( 90)
	水 溶 液		20	1	5						14 ( 70)
	無 染 色		20	2	1						17 ( 85)
1969年 晩秋  (日124号) <sup>2</sup> × 支124号)	F 剤	0.02%液	28								28 (100)
	水 溶 液		28	1							27 ( 96)
	F 剤	0.02%液	40								40 (100)
	水 溶 液		40	1	1						38 ( 95)
	F 剤	0.02%液	26	2							24 ( 92)
	水 溶 液		26	1				1			24 ( 92)

\* 調査は蚕糸試験場（1970）飼育者便覧による。

算出した蛾の生命時数を第5表に示す。

第1および2図に示した生存蛾の減少状態をみると、1969年春蚕期（第1図）には、水溶液区および無染色区の生存曲線はなだらかな下降状態を示し、D剤区もこれとほぼ同様な傾向を示したのに対し、E剤およびF剤の生存曲線は、72時間までの下降がやや急激で、早期へい死蛾の多いことを示した。また1969年夏蚕期（第2図）の生存曲線も第1図の傾向に近似しており、F剤添加の2区では、48時間までの生存率が他の区に比べてやや急激に減少した。

平均生命時数をみると、1969年春の試験ではF剤区が58.5時間で最も短かったが、E剤区およびD剤区では水溶液区に劣らず、特にD剤区では無染色区に比べてもみおとりがしなかった。1969年夏の試験では、界面活性剤の両区の平均生命時数が水溶液区および無染色区に比べてわずかに短かった。

以上の結果は、界面活性剤添加液で染色した雄蛾には、無染色の雄蛾よりも早期にへい死する蛾がやや多い傾向を示している。したがって染色雄蛾を用いて2交、3交と交配を繰り返すような場合には、準備蛾数を多くし、冷蔵保護などに注意する必要がある。

#### IV 産卵状態調査および不受受精卵歩合

染色した雄蛾を交配した相手雌蛾の産卵状態を調査するとともに、一部の材料についてはその雌蛾の産下卵の不受受精卵歩合をも調査した。

第7表 染色雄蛾の交配次数別産卵状態

調査時期 および 供試品種	交配次数	試 験 区	調 査 蛾 数	不	少	不	不	異	累	そ	正	
				産	数	受	越	形	積	他	常	
				ガ	ガ	ガ	ガ	ガ	ガ	ガ	ガ	%
1969年 晩秋  (支124号 <sup>2</sup> × 日124号)	初 交	F 無 染 色	28 28	ガ	ガ	ガ	ガ	ガ	ガ	ガ	ガ	26 ( 93) 26 ( 93)
	2 交	F 無 染 色	28 28									28 (100) 28 (100)
	3 交	F 無 染 色	20 20		2							18 ( 90) 20 (100)
	4 交	F 無 染 色	20 20			1						19 ( 95) 14 ( 70)
	5 交	F 無 染 色	20 20		4 4	1						16 ( 80) 15 ( 75)
1970年 夏  支 124 号	初 交	F 水 溶 液	15 15		5 2							10 ( 67) 13 ( 87)
	2 交	F 水 溶 液	15 15	1	2 1							12 ( 80) 14 ( 93)
	3 交	F 水 溶 液	15 15	1	6 3	1						9 ( 60) 10 ( 67)
	4 交	F 水 溶 液	15 14	2		1						13 ( 87) 13 ( 93)

F 剤：1969年晩秋は0.02%，1970年夏は0.025%。

第4表および第6表の脚注参照。



第6表に示した1969年春の成績をみると、不受精卵蛾区がいずれの試験区にも多く、正常卵蛾区歩合も区間に大差がみられなかった。1969年夏蚕期の成績では、水溶液区に少数卵蛾区が5蛾あり、正常卵蛾区歩合ももっとも低く、F剤の両区と無染色区との間には正常卵蛾区歩合に大差がなかった。さらに1969年晩秋蚕期には、同じ濃度のF剤を用いて3回調査したが、3回とも、F剤区の正常卵蛾区歩合が水溶液区に劣らなかった。

同じ雄蛾を4～5回繰り返し交配に用いた場合の産卵状態を第7表に示す。

1969年晩秋蚕期のF剤区の正常卵蛾区歩合をみると、初交が93%、2交が100%でいずれも無染色区と差がない。3交では90%で無染色区の100%に比べて劣ったが、4交、5交では逆に無染色区が劣った。したがってこの成績からはF剤の添加によって産卵状態が悪くなるとは云えない。1970年夏の成績では、F剤区が水溶液区に比べて少数卵蛾区あるいは不産卵蛾区が多くなる傾向を示し、正常卵蛾区歩合も初交から4交を通じてF剤区のほうが劣った。この2回の実験でみられる結果の相違は、晩秋蚕期に比べて夏蚕期は室温が高かったことと、界面活性剤の濃度が高かったことなどが累積して現われたためであろうと考える。

第8表 染色雄蛾の交配次数別不受精卵歩合

試験区 調査蛾区	交配次数 初 交		2 交		3 交		4 交	
	F 剤	水溶液	F 剤	水溶液	F 剤	水溶液	F 剤	水溶液
	%	%	%	%	%	%	%	%
1	0.3	0.9	0	2.4	0	0	1.2	0.7
2	0	4.7	0.3	0	0	0.5	1.9	0
3	17.8	1.9	0.5	3.9	0.2	0.2	0.3	0
4	1.2	1.8	1.1	1.2	4.9	0.4	4.2	1.4
5	0	1.8	0	0	14.9	0.3	0	0.6
6	5.6	1.2	0.8	0.6	0.8	0	1.9	1.0
7	5.8	7.5	0.3	0.5	1.8	1.2	1.4	0.3
8	0.9	2.8	0.7	0	1.3	0.6	0.6	0.3
9	0.7	0.3	11.9	1.1	0	0.9	0	0.8
10	0.8	0.8	3.4	0.1	—	0	4.5	2.3
11	—	1.4	0.2	1.4	—	—	0.5	0.3
12	—	0	0	0.7	—	—	3.3	0.9
13	—	1.1	—	3.5	—	—	0.3	1.6
14	—	—	—	1.2	—	—	—	—
平 均	3.3	2.0	1.6	1.2	2.7	0.4	1.5	0.8

1970年夏、支124号の正常卵蛾。

1970年夏蚕期に産卵状態の調査に用いた蛾の産下卵について不受精卵歩合を調べた。結果を第8表に示す。

調査蛾区の個々についてみると、F剤区の初交、2交および3交にそれぞれ1蛾不受精卵歩合が特に高いものがあるが、それ以外の蛾区では水溶液区と同程度の値であった。4交では初交～3交の場合ほど顕著ではないが、上記と同様のことがいえる。このようにF剤添加液で染色した雄蛾の受精機能は、ほとんど水溶液染色雄蛾と大差ないが、不受精卵歩合の高い蛾区が少数みられ、これらはおそらく染色によって雄蛾の一部に受精機能が減退するものがあることを示すものと考えられる。しかしこの現象は、夏蚕期の高温あるいは界面活性剤の濃度が高かったことによって助長されたのかも知れない。

以上のことから、界面活性剤に溶解した色素液で染色した雄蛾を交配に用いると、その相手の雌蛾の産卵状態は水溶液染色蛾あるいは無染色蛾の場合と大差ないといえる。しかし夏蚕期の高温のような悪条件のときに高濃度の界面活性剤添加液を用いると、不産卵蛾あるいは少数卵蛾が多くなり産卵状態が悪くなる可能性がある。また、F剤添加液で染色しても雄蛾の受精機能にはほとんど影響はないと考えられるが、ごく一部の雄蛾では受精機能が減退する傾向がみられたので、高温時に使用するときには濃度をよく検討する必要がある。

## 総 括

蚕種製造の交配作業を能率よく行なう目的で雄蛾を染色する場合、色素水溶液に界面活性剤を添加すると、色素液の翅および体表への浸潤性が高まり、染色性が著しく改善された。

色素液に添加する界面活性剤は非イオン系の8種類を用いて試験したが、これらの添加によって染色性がよくなる程度は、界面活性剤の種類とその濃度によって著しい差がある。また、雄蛾の交尾能力ならびにその雄を交尾させた雌蛾の産卵状態および産下卵の不受精卵歩合に及ぼす影響も種類あるいは濃度によって異なる。したがって使用に当たっては界面活性剤の種類と濃度を十分検討する必要がある。

今回使用した8種類の界面活性剤のうち、雄あるいはその雄を交配した雌への影響がもっとも軽微であったのはF剤で、本剤は雄蛾を染色するときの染色補助剤として実用に供しうると考えられる。しかし染色した雄蛾には無染色の雄蛾に比べて早くへい死する蛾がやや多く、生命時数が短くなる傾向がみられるので、雄蛾を2交以上の交配に用いる場合には、準備する蛾数を多くし、冷蔵保護などに留意する必要がある。

また噴霧量が多すぎると脚もとに液が溜り蛾がいたむから、実際の散布に当たっては金網などを染色台として用い、余剰液の影響を除く配慮が必要である。

なお、界面活性剤を染色補助剤として使用する时候の経費を、もっとも低濃度で有効なF剤を例にとって計算してみると、1kg当たり約200円であるから、0.02%液を187作るに要する界面活性剤3.6gは約72銭となり、アルコール溶液を用いる場合に比べて

少ない経費で同じ効果をあげることがわかった。

#### 文 献

- 1) 川城 巖・藤井清次 1969. 食品添加物ハンドブック 光生館：東京.
- 2) 協同組合全国蚕種研究会 1969. 雄蛾の染色 蚕種技術研修会記録 (14)：106—109.
- 3) 鈴木照磨 1965. 農薬製剤学 南江堂：東京.
- 4) 杉山八郎・大槻良樹 1970. 界面活性剤等を添加した色素液による雄蛾の染色 第21回日本蚕糸学会関東支部講要集：36.