

Studies on the Mothproofing Effect of Dyestuff. Yasuko TSUJII* and Kayoko Izumi** (Faculty of Home Economics, Nara Women's University, Nara* and Aichi Shukutoku Junior College, Nagoya**) Received September 18, 1975. *Botyu-Kagaku* 41, 36, 1976. (with English Summary 41)

8. 染料の防虫効果に関する研究 辻井康子*, 泉加代子** (奈良女子大学家政学部*, 愛知淑徳短期大学**) 50. 9. 18 受理

酸性および酸性媒染染料などを用いて羊毛織物を染色し、イガ (*Tinea pellionella*) による食害試験を行なって染料の防虫効果について検討した。染色した羊毛織物は白布より食害量が減少し、染料によって食害量に差を生じた。食害量が非常に減少する染料では濃度にも関係があり、高濃度で染色するほど食害量は小さくなった。しかし染料には殺虫力は認められず、食害を抑制する原因は染料の化学構造に起因すると思われる。

Meckbech¹⁾ が Martius Yellow に防虫効果のあることを発見し、ついで Minaeff²⁾ は染料による防虫効果を知る目的で各種染料を用いて検討し、Methyl Violet など数種の染料に効果のあることを見出している。そこで現在羊毛の染色に多く用いられている酸性染料、酸性媒染染料が、わが国の羊毛害虫として重要なイガ (*Tinea pellionella*) の食害に対してどの程度の防虫効果を有するかについて検討した。

本文に入るに先立ち、終始御指導を賜りました京都大学農学部内田俊郎教授に厚く御礼申し上げます。また実験に御協力いただいた中野令子氏にも併せて謝意を表します。

材料および方法

この実験に用いたイガは筆者の研究室で継続飼育している系統である。飼育には内径11 cm、深さ7 cmのガラスシャーレを用い、蓋はすり合せのガラス板とし中央に直径3 cmの穴をあけて40メッシュの金網をはり空気の流通をよくした。20±1°C、65±2% RHの恒温恒湿室内で飼育した。飼料はカツオブシ粉末30 g、乾燥粉末酵母(市販エビオス)9 gを混合したものをを用いた。試験に用いたイガ幼虫は前記飼育中のものから羽化した成虫を集めて産卵させ、24時間以内に産下した卵1,000個を前記と同様の条件で飼育し、ふ化後50日目の幼虫で体重の揃ったものを選んで用いた。イガ幼虫はみの虫のような鞘果をもっておりそれをふくめて平均体重は2.12 mgである。

食害試験用の染色布は羊毛標準試料布 (Test Fabrics, Inc., U. S. A. 密度55×45, 重さ6.6オンス/ヤ², エーテル抽出分0.5%以下) を、酸性染料15種、酸性媒染染料5種、塩基性染料3種を用いてそれぞれ常法で染色し、2 cm×2 cmに裁断した布を試料とした。酸性媒染染料は重クロム酸カリで媒染した染色布と媒染していない染色布の2種類を用いた。

1 染色布の食害試験

1) 強制食害法: 染色布と白布を24時間恒温恒湿室内に放置後重さを測定し、直径4 cm、深さ1.5 cmの蓋つきガラスシャーレの中に試験布1枚とイガ幼虫10頭を入れて10日間食害させた。その後試験布をとり出し重さを測定し減量分を食害量として算出した³⁾。なお食害率は染色布の食害量/白布の食害量×100として求めた。くり返しは10回である。

2) 選択食害法: 直径25 cm、深さ6.5 cmの蓋つきガラスシャーレの中に各染色布28枚と白布1枚をランダムに入れ、イガ幼虫を58頭入れた。1)と同条件下で2週間摂食させて同様に食害量、食害率を求めた。

2 濃度別染色布の食害試験

1の1)の試験結果から食害率の大きかった Phloxine, Tartrazine XX, Scarlet for Silk の3種と食害率が小さかった Palatine Chrome Red R, Suminol Milling Black 8BX, Suminol Milling Cyanine GR extra の3種について、0.1, 0.5, 1.0, 5.0, 10.0% (o. w. f) の濃度で染色し、強制食害法で1週間の試験をして染料濃度が食害にあたる影響について検討した。

結果および考察

強制食害法による食害試験の結果は Table 1 に示した。白布の食害率100%に対して染色布は93.97%以下に減少し、白布の食害量とすべての染色布の食害量の間には有意差が認められた。食害率が60%以下に減少した染料は、Orange BC, Suminol Milling Black 8 BX, Suminol Milling Cyanine GR extra, Palatine Chrome Red R, Nappthol Yellow S, Matius Yellow である。

試験に用いたイガ幼虫の生理的条件をできるだけ一定にしてもその結果のバラツキが大ききことが多いので今回もくり返しを10回とした。変動係数は染料によ

って異なっているが7.86~20.6の間にあり、イガ幼虫の成長時における摂食量の個体変異の変動係数と大差はみられなかったので再現性は比較的よいと考えられる。

強制食害法ではイガ幼虫はあたえられた1枚の布だけを食害することしかできないので、自由に歩きまわり選択して摂食できる選択食害法について検討した。

選択食害法による試験結果を示したのが Table 2 である。白布の食害率100%に対して食害率の小さいものから Suminol Milling Cyanine GR extra, Orange BC, Palatin Chrome Red R, Suminol Milling Cyanine 5R extra, Wool Brown TG, Diamond Blue Black B の順で、20%以下の食害率

を示した。大部分の染料は食害率20~50%の間に含まれ50%以上の食害率を示したものは, Phloxine Acid Violet 4 BN, Scarlet for Silk, Quinoline Yellow O. D. conc で、これら4種の染色布は白布の食害率との間に有意差は認められなかった。選択食害法では変動係数が示すようにその値が大きく食害状況にかなりのバラツキがみられるので差を生じなかったものと思われる。しかし染料間には食害率が20%以下、20~50%、50~80%と差があり、選択食害法の場合も明らかに染料の種類によって著しく食害量が異なっていた。

食害順位は強制食害法と比較すると若干の相違がみられたので両試験法の関係をみたのが Fig. 1 である。相関係数は0.7405で強制法と選択法の結果にはかなり

Table 1. Amount of feeding of the clothes moth larvae against dyed woolen fabrics.

Dyestuff	Amt. of feed mg/10 larvae	Amt. of feed S. D.	Amt. of feed C. V.	Amt. of feed %
None dyed fabric	34.32	2.357	6.32	100.0
Tartrazine XX	32.25	3.372	11.15	93.97
Scarlet for Silk	28.69	2.45	7.86	83.6
Sunchromine Yellow MD	26.77	2.666	7.87	78.05
Chrome Brilliant Violet B*	26.23	2.532	9.65	76.43
Chrome Brilliant Violet B	23.67	2.048	8.65	68.97
Diamond Blue Black B	23.03	2.033	8.83	67.1
Diamond Blue Black B*	22.61	1.916	8.47	65.88
Wool Brown TG	22.18	3.152	14.21	64.63
Sunchromine Yellow MD*	21.73	4.404	17.03	63.33
Orange BC	17.74	2.913	14.76	51.69
Acid Red RS	26.48	2.714	10.25	77.16
Wool Black 6G conc	26.31	2.166	8.23	76.66
Palatine Scarlet	24.26	4.501	18.55	70.69
S. M. Cyanine 5R extra	22.87	3.021	10.74	66.64
Acid Blue Black 10B	22.99	2.157	9.38	66.99
Palatine Chrome Red R*	22.54	3.111	12.7	65.67
S. M. Black 8BX	18.82	2.578	13.7	54.84
S. M. Cyanine GR extra	17.4	2.02	10.0	50.7
Palatine Chrome Red R	16.17	2.739	15.58	47.12
Magenta	27.72	4.403	12.55	80.82
Malachit Green	27.43	7.152	20.6	79.96
Acid Violet 4BN	23.75	3.508	14.77	69.2
Phloxine	30.33	3.136	8.17	88.42
Rhodamine B Lake	22.89	4.276	14.76	66.74
Anthracene Blue SW2G*	28.8	2.544	8.13	83.89
Anthracene Blue SW2G	22.87	2.855	11.48	66.63
Naphthol Yellow S	16.57	2.33	12.94	48.27
Matus Yellow	3.18			9.27
Quinoline Yellow O. D. conc	25.64	3.243	12.65	74.71

* After treatment with chrom

Table 2. Amount of feeding of the clothes moth larvae against dyed woolen fabrics choice exp: All fabrics dyed with different kinds of dyestuff put together and were left to the choice of moth larvae.

Dyestuff	Amt. of feed mg/10 larvae	Amt. of feed S. D.	Amt. of feed C. V.	Amt. of feed %
None dyed fabric	16.94	11.209	66.17	100.0
Scarlet for Silk	11.47	7.891	68.8	67.71
Tartrazine XX	8.81	5.045	64.6	52.01
Chrome Brilliant Violet B*	7.51	6.38	84.95	44.33
Diamond Blue Black B*	6.72	9.309	138.53	39.67
Chrome Brilliant Violet B	5.77	5.26	91.16	34.06
Sunchromine Yellow MD*	4.91	3.804	77.47	28.98
Sunchromine Yellow MD	4.13	3.533	85.54	24.38
Diamond Blue Black B	3.33	5.689	170.84	19.66
Wool Brown TG	2.87	4.383	152.72	16.94
Orange BC	1.43	1.947	136.15	8.44
Palatine Scarlet	6.9	5.55	80.43	40.73
Palatine Chrome Red R*	6.06	2.814	46.44	35.77
Acid Red RS	5.93	8.096	136.53	35.01
S. M. Black 8BX	4.51	2.33	51.66	26.62
Acid Blue Black 10B	4.37	2.413	55.22	25.80
Wool Black 6G conc	4.09	4.077	99.68	24.14
S. M. Cyanine 5R extra	2.74	3.366	122.85	16.17
S. M. Cyanine GR extra	2.17	2.198	101.29	12.81
Palatine Chrome Red R	1.28	1.526	119.22	7.56
Acid Violet 4BN	11.43	4.935	43.18	67.47
Malachite Green	5.1	2.518	49.37	30.1
Magenta	4.68	3.718	79.44	27.63
Phloxine	10.92	8.754	80.16	64.46
Rhodamine B Lake	6.00	3.798	63.30	35.42
Anthracene Blue SW2G*	5.74	6.957	121.20	33.88
Anthracene Blue SW2G	4.22	1.906	45.172	24.91
Naphthol Yellow S	4.96	2.441	49.21	29.27
Quinoline Yellow O. D. conc	12.28	8.323	67.78	72.49

* After treatment with chrom

よい一致がみられた。両者を通じてもっとも食害量の小さい染料は、Suminol Milling Cyanine GR extra, Orange BC, Palatine Chrome Red R であり、大きかったのは、Scarlet for Silk, Tartrazine XX, Phloxine であった。Acid Violet 4BN, Quinoline Yellow O. D. conc は選択食害法でとくに食害量が大きかった。

強制食害法の染色布の食害率は大部分が60~80%の範囲に含まれているのと比較して、選択食害法は殆んどが50%以下に減少し染色布の食害量が小さくなっている。このことはイガ幼虫が種々の染色布と白布の間を歩きまわってその結果白布に集中して食害した結果

であると考えられ、染料には明らかにイガ幼虫の食害を抑制する効果のあることが認められた。

次に染料の色相と食害の関係について検討してみると、同じ色であっても例えば黄色の場合 Quinoline Yellow O. D. conc は食害量が大きく、Sunchromine Yellow MD は小さい。赤色では Scarlet for Silk は大きく、Palatine Chrome Red R の食害量は小さかった。さらに青色は Diamond Blue Black B* は食害量が多く、Suminol Milling Cyanine GR extra の食害量は少なく、黒、赤、青という色相の間に食害量の差は認められなかった。このことに関してはヒメマルカツオブシムシ (*Anthrenus verbaci*) の染色布

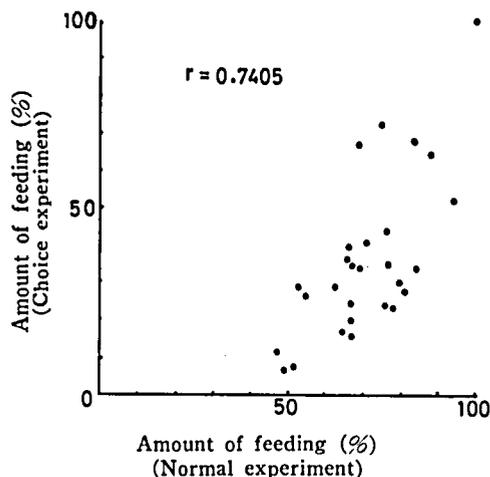


Fig. 1. Relationship between two different methods of feeding test and % of feeding amount.

の食害についての研究⁹⁾でも認められている。染色布の食害量が白布に比べて減少し、染料間に差がみられることは色相に関係なく、染料の構造に起因するものと考えられる。Fig.2 に示したように今回使用した染料は殆んどが Azo 染料であり、その他 Nitro, Triphenylmethane, Xanthen, Quinoline, Anthraquinone 染料であるが、こうした発色団別のグループ間には食害の様相に著明な差異は認められなかった。Jackson⁵⁾は Matis Yellow の防虫効果は、その構造中に含まれる OH 基と NO₂ 基によるものと指摘しているが、構造中に OH 基、NO₂ 基をもつ Acid Blue Black 10B conc や、Diamond Blue Black B には著しい防虫効果は認められなかった。化学的毒性をもつ化合物は、その化学構造がわずかに変化しても毒性は急減するのが通例であるので、染料の場合も NO₂ 基、OH 基をもっているでも簡単に結論づけられず、食害に差異を生ずる原因はさらに詳細な構造の解析が必要である。

今回5種の酸性媒染染料を用いたが、重クロム酸カリで媒染処理をした染色布としなかった染色布の間には、その殆んどに食害量の差はなくなかってクロム媒染した染色布の食害量が大きくなった。クロムが媒染剤として使用された場合、羊毛はコイガ (*Tineola bisselliella*) やバクテリアに抵抗性がみられる⁶⁾ともいわれているが今回の実験結果からはクロムによる抵抗性の増大は認められなかった。これはイガ幼虫の腸内では重金属イオンは不溶性の硫化物として排泄される^{7,8)}ということと関係があるのかも知れない。

食害が減少した染料とあまりそういう傾向がみられなかった染料3種ずつを用いて染色濃度と食害量の関

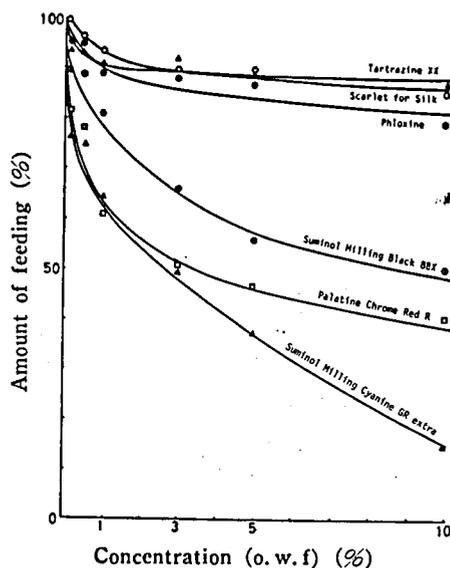


Fig. 3. Relationship between concentration of dye and % of feeding amount.

係について示したのが Fig. 3 である。食害抑制効果の小さかった Tartrazine XX, Scarlet for Silk, Phloxine については濃度が高くなっても食害量に差が認められず、食害抑制効果の大きかった Suminol Milling Black 8BX, Palatine Chrome Red R, Suminol Milling Gyanine GR extra については濃度が高くなるにしたがって食害は減少し、染料の濃度と食害量の間には逆比例的な直角双曲線に似た関係がみられた。

食害試験期間中のイガ幼虫の摂食の様相を検討するため、毎日の食害量を測定しその変動の累積値を Fig. 4 に示した。どの染料の場合も食害量はほぼ直線

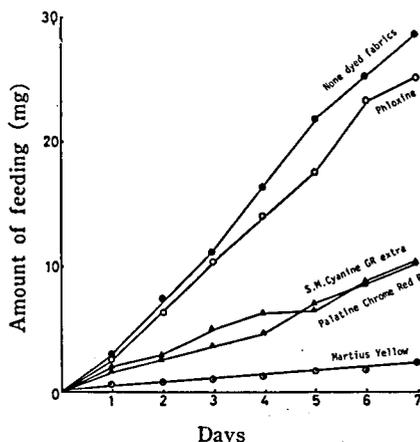


Fig. 4. Accumulation of amount of feeding.

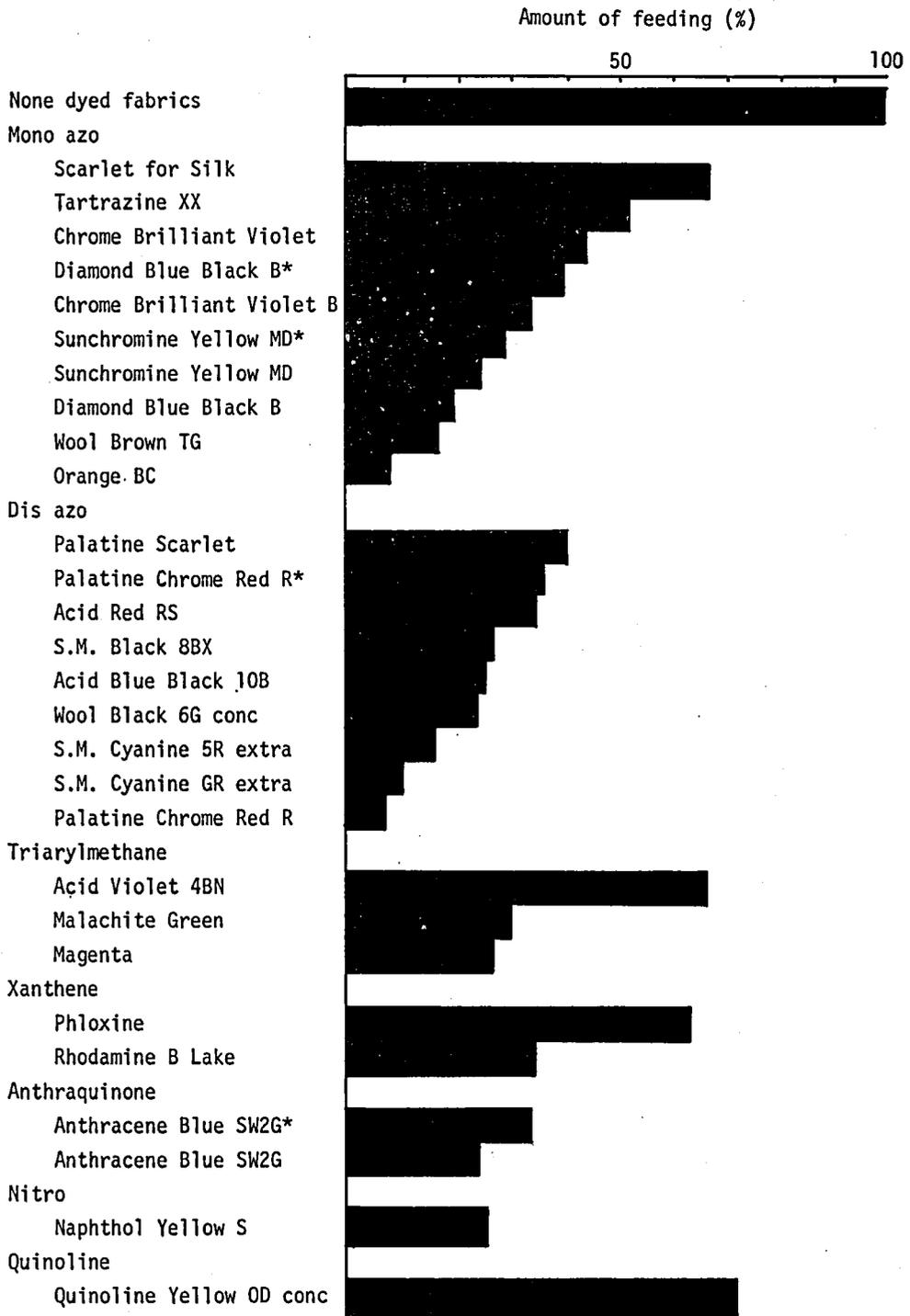


Fig. 2. Amount of feeding in woolen fabrics dyed with various dyestuff. (Choice experiment).

的に増加しており、食害の大きいものは毎日の摂食量が多く、少ないものは毎日少しの量を摂食するので、染料の如何を問わず1日の食害量はそれぞれ一定量であることが認められた。

染料の防虫性を検討するために、強制法と選択法の二方法による食害試験を試みた結果、選択法では白布に食害が集中し染色布では白布に比して食害率は低かった。この現象はイガ幼虫の染色布の臭や味など感覚的嗜好性の差異による結果とみなされ、染料はイガ幼虫の食害に対する抑制効果のあることが明確に認められた。一方、強制法の場合はかりにイガ幼虫の嗜好性に合わない染色布であっても、摂食を強制されるため食害量は選択法の場合に比して大であった。したがってイガ幼虫の染色布に対する忌避性の検討には選択法が適するものと考え、しかし、染料のイガ幼虫の生体におよぼす影響、すなわち毒性の検討には強制法が適しており、今回の強制法による食害試験結果死亡したイガ幼虫は1頭もみられず、染料にはある程度の防虫効果はあるが殺虫力はないと判断された。

文 献

- 1) Meckbach, E.: *Melliand Textilber*, 2, 350 (1921).
- 2) Minaeff, M. G.: *Textile Colourist*, 49, 89 (1927).
- 3) ASTM, Designation, D582-54 (1956).
- 4) 谷川美知子: 家政学雑誌, 9, 186 (1958).
- 5) Jackson, L. E. and H. F. Wassell: *Ind. Eng. Chem.*, 19, 1175 (1927).
- 6) Moncriff, R. W.: "Mothproofing", Leonard

Hill Ltd., London. 40 (1952).

- 7) Waterhouse, D. F.: "Advances in Pest Control Reseach II", Interscience Publishers, Inc., New York, 207 (1958).
- 8) Freeland, G. N. et al.: *J. Text. Inst.*, 63, 643 (1972).

Summary

The feeding test of the case-bearing clothes moth (*Thinea pellionella*) larvae against the woolen fabrics dyed with twenty-three kinds of dyestuff was made to examine the moth proofing effect of these dyestuff.

The results are as follows.

- 1) The feeding amount on the dyed fabrics was less than that on the none dyed fabrics. There was also considerable difference in the feeding amount among the dyed fabrics, but its difference was not resulted from dye's hue but may depend on the chemical structure of dyestuff.
- 2) In the dyestuff tested, the higher dyeing concentration becomes, the less feeding amount becomes.
- 3) Though the dyestuffs don't have pesticidal effect, the samples of wool dyed with the following dyestuff resisted strongly the attack of clothes moth larvae in the following order: Palatine Chrome Red R, Orange BC, Suminol Milling Cyanine GR extra.