は明確に証明できなかったが、浮遊苞と株上苞の羽化時期の違いから、浮遊苞を形成する個体は発生経過がより早いものと考えられた。このため、それらの個体が株上に苞を形成するには、イネの生育が充分でないため苞の材料不足を補うため葉の節約を行っていること、あるいは、まだ軟弱な葉では株上に苞を形成するには強度不足なことなどが考えられる。また、そのような状況で苞を形成することに伴う天敵の危険からの逃避等が考えられる。したがって、第1世代幼虫が蛹化を開始する時期にイネが最低限十分な大きさに達していればイネ株上に苞を形成するものと考えられ、発生経過が遅い個体ほど、すなわち移植後の日数がたつほど株上苞内で蛹化する可能性が高く、浮遊苞の形成率は低下するものと思われる。

幼虫は5齢末期に体外周囲に白い繊維状のろう質物を出しそ

の中で蛹化するが、この意味あるいは機能についての詳しい研究はなく(中筋, 1988)不明である。苞が水面上にあるときには浮力材としての役割が少なからず考えられ、かつ、防水や水温が低い場合の保温材としての効果も想像される。

引用文献

- 中筋房夫(1988) 第2章 イチモンジセセリの生活、蝶、海へ還える。東京:冬樹社, pp. 26-59.
 白水 隆(1967) セセリチョウ科。原色昆虫大図鑑I(蝶蛾編)。東京:北隆館 pp. 1-8.
 筒井喜代治(1975) 作物病害虫図譜(第7版)。東京:養賢堂, 438 p.

ムクドリによるダイポール水和剤処理葉 摂食モンシロチョウ幼虫の食下率 および糞のカイコに対する毒性

伏見 進^{*)}・井関 聡^{**}・中村和雄^{**}

^{*}住友化学工業株式会社農業化学品研究所

^{**}農業研究センター

Feeding on Dipol-Infested Common Cabbage Worm, *Pieris rapae*, by the Gray Starling; and Toxicity of the Gray Starling's Feces to the Silkworm, *Bombyx mori*. Susumu FUSHIMI²⁾ (Agricultural Chemicals Research Laboratory, Sumitomo Chemical Co., Ltd., Takatsukasa, Takarazuka, Hyogo 665, Japan), Satoshi ISEKI and Kazuo NAKAMURA (Bird Control Laboratory, National Agriculture Research Center, Kannondai, Tsukuba, Ibaraki 305, Japan). *Jpn. J. Appl. Entomol. Zool.* **39**: 338-340 (1995)

Key words: *Bacillus thuringiensis*, silkworm, Dipol, gray starling

微生物農薬として害虫防除に用いられているBT剤は、野鳥を通してカイコを汚染する可能性があることが長野県農業技術課(1986)によって指摘された。すなわち、BT剤処理によって昆虫体内で *Bacillus thuringiensis* が増殖し、死亡した昆虫を野鳥が食下したのち桑園で排糞すれば、糞の中に存在する *B. thuringiensis* によってカイコが被害を受ける可能性があるというものである。そこで、この報告では野鳥としてムクドリ *Sturnus cineraceus* を用い、昆虫体内における *B. thuringiensis* の増殖、BT剤

によって死亡した幼虫のムクドリによる食下率およびカイコに対する糞の毒性を調べ、BT剤散布が養蚕業に与える影響について検討した。

材料および方法

供試したBT剤はダイポール水和剤(1,000 B.m.a 単位/mg, Lot. NCD011)である。兵庫県において捕獲したモンシロチョウ成虫から得られた第1世代幼虫をカンラン(品種:四季穫)葉を餌として25°Cで4齢まで飼育し摂食実験に用いた。食下実験に供試したムクドリは茨城県つくば市農業研究センター構内において捕獲したのち、飼育室内でQ-CHAN®(日本ペットフード製九官鳥用粒餌)を与えて飼育していた若鳥3羽、成鳥3羽である。*B. thuringiensis*の活性の生物検定には蟻蚕(品種:錦秋×鐘和)を用いた。これらの材料を用いて以下の実験を行った。

1. ダイポール水和剤処理葉を摂食したモンシロチョウ幼虫磨砕液の蟻蚕に対する毒性 ダイポール水和剤の1,000倍希釈液に直径5.5 cmに切り取ったカンラン(品種:四季穫)葉を浸漬し、風乾ののち幼虫10頭を放飼し、25°C下で2日間摂食させ、その後5日間経時的に苦悶虫数と死虫数を数えた(2反復)。

これとは別に、摂食1, 2, 3および5日後に幼虫10頭を磨砕して、20 mlの蒸留水に懸濁した液(原液)と、この10倍希釈液を調製した。原液および10倍希釈液に桑葉を浸漬し、風乾ののちこの上に蟻蚕を10頭放飼し、3日後の生死を観察した

1) 現在 住友化学工業株式会社大分工場

2) Present address: Oita Works, Sumitomo Chemical Co., Ltd., Tsurusaki, Oita 870-01, Japan.

日本応用動物昆虫学会誌(応動昆) 第39巻 第4号: 338-340 (1995)

1994年12月26日受領(Received 26 December 1994)

1995年7月21日登載決定(Accepted 21 July 1995)

第 1 表 ダイボール水和剤処理葉を摂食したモンシロチョウ幼虫の状態とその磨砕液の蟻蚕に対する毒性

処理葉摂食後の日数	モンシロチョウ幼虫の状態 ¹⁾		磨砕液の蟻蚕に対する毒性 ²⁾	
	苦悶率 (%)	死虫率 (%)	×1 ³⁾	×10
1	70	20	0	0
2	35	60	0	0
3	0	100	150	0
5	0	100	100	0

1) 供試モンシロチョウ幼虫の数は 10 頭 (2 反復).

2) ダイボール水和剤処理葉摂食モンシロチョウ幼虫の磨砕物を蒸留水に懸濁した液による蟻蚕の死亡率 (%).

3) モンシロチョウ幼虫 10 頭を摩砕し, 蒸留水 20 ml に懸濁した液を原液とした.

第 2 表 ダイボール水和剤処理葉摂食後の日数が異なるモンシロチョウ幼虫をムクドリに給餌したときの食下率¹⁾ (ダイボール水和剤処理葉摂食モンシロチョウ幼虫の食下率 (%) / 健全幼虫の食下率 (%))

	処理葉摂食後の日数			
	1 日後 ¹⁾	2 日後	3 日後	5 日後
No. 1 (若鳥)	70/100	0/100	30/100	0/100
No. 2 (若鳥)	100/100	100/100	100/100	90/100
No. 3 (成鳥)	100/100	100/100	100/100	100/100

1) 5 時間絶食後のムクドリに 10 頭のダイボール水和剤処理葉摂食モンシロチョウ幼虫および健全幼虫を同時に給餌し, 1 時間後の食下率を算出した.

第 3 表 ダイボール水和剤により死亡したモンシロチョウ幼虫を強制投与したムクドリの糞の蟻蚕に対する毒性

ムクドリ	糞回収時間	排糞量 (g)	糞の蟻蚕に対する毒性 ¹⁾		
			×1 ²⁾	×10	×100
No. 4 (成鳥)	0-1 時間	1.60	100	15	0
	1-3 時間	1.19	0	0	0
	3-5 時間	1.37	0	0	0
	5-24 時間	3.61	0	0	0
No. 5 (若鳥)	0-1 時間	1.65	100	5	0
	1-3 時間	1.53	5	0	15
	3-5 時間	1.62	0	0	0
	5-24 時間	4.77	5	5	0
対照 (健全幼虫を投与)					
No. 6 (成鳥)	0-1 時間	1.97	0	0	0
	1-3 時間	1.29	0	0	0
	3-5 時間	3.23	0	0	0
	5-24 時間	3.70	5	5	0

1) ダイボール水和剤処理後 5 日のモンシロチョウ幼虫 20 頭をムクドリに強制投与したのち糞を回収し, 蒸留水に懸濁した液による蟻蚕の死亡率 (%).

2) 糞を蒸留水 50 ml に懸濁した液を原液とした.

(2 反復).

2. ダイボール水和剤処理葉を摂食したモンシロチョウ幼虫のムクドリによる食下 上記と同様に, ダイボール水和剤処理したカンラン葉を摂食した幼虫 10 頭 (摂食 1, 2, 3, 5 日後) および健全幼虫 10 頭 (無処理葉摂食) を鳥かごに設置した餌箱に入れ, 5 時間絶食させたムクドリに 1 時間摂食させて, 食下率 (%)

((食下虫数 / 給与虫数) × 100) を求めた. ムクドリは 1 羽ずつ別々の鳥かごに入れて, 平均 15~20°C の野外に置いた.

3. *B. thuringiensis* 罹病虫を与えたムクドリが排泄した糞のカイコに対する毒性 上記と同様にダイボール水和剤処理葉を摂食したモンシロチョウ幼虫 (摂食 5 日後) 20 頭または健全幼虫 (無処理葉摂食) 20 頭をムクドリに強制投与したのち, 0~1 時間後, 1~3 時間後, 3~5 時間後, 5~24 時間後に排泄した糞を回収した. 回収糞を 50 ml の蒸留水に懸濁したものを原液とし, 10 倍希釈液, 100 倍希釈液を調製し, 上記 1. と同じ方法で蟻蚕に対する毒性を調べた.

結 果

1. ダイボール水和剤処理葉を摂食したモンシロチョウ幼虫の磨砕液の蟻蚕に対する毒性

第 1 表に示したようにダイボール水和剤処理したカンラン葉を摂食した幼虫は, 摂食後の日数が経つに従って死虫率が増加し, 3 日目には 100% に達した. 一方, 蟻蚕に対するこれらの幼虫磨砕液の毒性は, 摂食後の日数の経過に伴って高まった. すなわち, 蟻蚕の死亡は摂食 3 日後での磨砕液原液で初めて検出され (蟻蚕死虫率 15%), 5 日後には 100% の蟻蚕死虫率を示した. しかし, 10 倍希釈液では, 5 日後まで蟻蚕死虫率は 0% のままであった.

2. ダイボール水和剤処理葉を摂食したモンシロチョウ幼虫のムクドリによる食下

第 2 表に示したように, ダイボール水和剤処理葉を摂食したモンシロチョウ幼虫の食下率は, 供試した 3 羽のうち 1 羽では, 健全幼虫の場合に比べ劣り, 摂食後の日数の経過に伴い低下する傾向が認められた. しかし, 残りの 2 羽では少なくとも 5 日間は, 健全虫と変わらなかった.

なお, 用いたモンシロチョウ幼虫の生死は第 1 表と同様であり, 1 日後ではほぼ死亡あるいは苦悶の状態であった.

3. *B. thuringiensis* 罹病虫を与えたムクドリの排泄する糞のカイコに対する毒性

第 3 表に示したように, 投与後 0~1 時間に排泄された糞には蟻蚕に対する毒性が検出された. 一方, 投与後 1 時間以上を経過して排泄された糞には毒性はほとんど認められなかった.

考 察

昆虫体内での *B. thuringiensis* の増殖については、既にいくつかの報告があり、腸内細菌により影響を受けるが (秋葉, 1986), カイコ (鮎沢ら, 1962), オオタバコガ, ハスモンヨトウ, シロイチモジヨトウ (PRASERTPHON et al., 1973), マツカレハ, マイマイガ, アメリカシロヒトリ (片桐・島津, 1974) などで増殖することが知られている。本実験で用いたモンシロチョウ幼虫においても, 第1表に示したようにダイボール水和剤処理葉を摂食した幼虫の磨砕液の蟻蚕に対する毒性が処理葉摂食後の日数が経過するにつれて高まっていることから, *B. thuringiensis* が増殖し, δ エンドトキシンが形成されていると推察される。しかし, 蟻蚕に十分な毒性を示すには5日間を要するので, 野鳥による *B. thuringiensis* の拡散とそれに伴う養蚕業への影響が起こるためには, ダイボール水和剤処理葉を摂食ののち数日間経過した昆虫を野鳥が食下することが必要と考えられる。

第2表に示したように, 3羽のうち2羽のムクドリはダイボール水和剤処理葉を摂食して死亡したモンシロチョウ幼虫を死亡後5日目でも食下することが観察されたが, 1羽のムクドリではその食下率は健全幼虫に比べると低下する傾向にあった。この差が何に基づくかは不明である。今後ムクドリの個体数を増やしてさらに検討する必要がある。

次に排泄した糞による汚染拡大についてであるが, BT剤によって死亡した昆虫を鳥に投与した際, 排泄される糞のカイコに対する毒性については, 既にいくつかの報告がある。BT剤の摂食により死亡したマツカレハをウズラに投与した場合は, 2~4時間後に排泄される糞に高い毒性が検出され (片桐・串田, 1975), またBT剤によって死亡したカイコとアメリカシロヒトリをニワトリに投与した場合には, 1~3時間後の糞に最も高い

毒性が認められた (長野県農業技術課, 1986)。本実験において, ダイボール水和剤処理葉を摂食したモンシロチョウ幼虫をムクドリに強制的に投与した試験では, 第3表に示したように, 投与後0~1時間に排泄された糞にのみ毒性が認められた。野外において鱗翅目幼虫を摂食する可能性のある野鳥は, カラスを除くと, 大部分のものがムクドリと同程度か, それ以下の大きさであるから, ウズラやニワトリで得られた値よりも, ムクドリで得られた値の方が, 野外の状況をより正確に表していると考えられる。従ってムクドリの糞を介した蚕毒問題が発生するとしても, その可能性は摂食虫の食下後1時間以内の鳥の行動域に桑園が存在する場合が最も高いと考えられる。

上記のことから実際場面でムクドリの糞を介して蚕毒問題が発生するには, *B. thuringiensis* によって死亡した幼虫を野鳥が大量に摂食した後, 比較的短時間で桑園への飛来・排糞するなど, 種々の条件が満たされることが必要である。今後, 各種の野鳥ならびにその生態を含めた総合的かつ定量的な検討が必要であるものの, 現実には野鳥の摂食・排糞による蚕毒問題が起こる可能性はそれほど高くないと考えられる。

引用文献

- 秋葉芳男 (1986) 応動昆 **30**: 99-105.
鮎沢啓夫・河原畑勇・佐藤文子 (1962) 日蚕雑 **31**: 253-257.
片桐一正・串田 保 (1975) BT剤に関する基礎的研究成績. 東京: 日本植物防疫協会, pp. 43-50.
片桐一正・島津光明 (1974) 日林誌 **56**: 325-331.
長野県農業技術課 (1986) 昭和 61 年度農林水産航空事業成績書: 46-59.
PRASERTPHON, S., P. AREEKUL and Y. TANADA (1973) *J. Invertebr. Pathol.* **21**: 205-207.