

チャノコカクモンハマキの交信攪乱圃場における
大気中の合成性フェロモン濃度と交尾率の関係

大泰司誠*・内嶋善兵衛**・山本 昭***

* 農林水産省野菜・茶業試験場

** お茶の水女子大学理学部

*** 信越化学工業株式会社合成技術研究所

Relationship between Aerial Concentration of a Synthetic Sex Pheromone Component and Mating in the Disruption Field of the Smaller Tea Tortrix, *Adoxophyes* sp. (Lepidoptera: Tortricidae). Makoto OTAISHI (National Research Institute of Vegetables, Ornamental Plants and Tea, Kanaya, Shizuoka 428, Japan), Zenbei UCHIJIMA (Ochanomizu University, Tokyo 112, Japan) and Akira YAMAMOTO (Shin-Etsu Chemical Co., Ltd., Jyoetsu, Niigata 942, Japan). *Jpn. J. Appl. Ent. Zool.* **35**: 207—211 (1991)

The aerial concentration of a synthetic sex pheromone component (Z-11-tetradecenyl acetate) and the mating ratio of tethered females of the smaller tea tortrix were measured under field conditions. The aerial concentration of the pheromone component and mating ratio show a logarithmic linear relationship. The aerial concentration of the synthetic pheromone component should be more than 20 ng/m³ to suppress the mating to less than 30%.

Key words: pheromone, aerial concentration, mating ratio, smaller tea tortrix

緒 言

チャノコカクモンハマキ *Adoxophyes* sp. と、チャハマキ *Homona magnanima* は、チャのハマキガ類と総称され、日本においては年間 4～5 回発生し、チャを加害する重要害虫である。チャノコカクモンハマキの性フェロモンは、玉木らによって、Z-9-tetradecenyl acetate, Z-11-tetradecenyl acetate, E-11-tetradecenyl acetate および 10-methyldodecyl acetate の 4 成分の成分比 63/31/4/2 の混合物として同定され (TAMAKI et al., 1979), また、チャハマキの性フェロモンは、野口らによって、Z-11-tetradecenyl acetate, Z-9-dodecenyl acetate および 11-dodecenyl acetate の 3 成分の成分比 30/3/1 の混合物として同定された (NOGUCHI et al., 1979)。この両種の害虫は、成虫発生がほぼ同じ時期に重なるため、合成性フェロモンを利用した交信攪乱防除法も、同時交信攪乱方法が検討され、両種の性フェロモンの共通成分である Z-11-tetradecenyl acetate を使って、2 種のハマキガを同時に交信攪乱防除できる方法が開発され (玉木ら, 1983), 実用化されている。

これら以外にも、性フェロモンを使う交信攪乱防除法は、綿のワタアカミムシ、果樹のモモンクイガ、ナンシメシンクイガやコスカシバ類、野菜のコナガやシロイチモジヨトウなどで、すでに実用化されている。性フェロモンを使う交信攪乱試験の初期の段階では、単位面積当りの性フェロモンの処理量と交信攪乱効果の関係がよく研究されたが、性フェロモンを長期間一定の速度で放出させるための製剤が開発されて以来、処理量にかわって単位面積当りの製剤からの性フェロモンの放出速度と交信攪乱効果についての研究がなされてきた (大泰司, 1986)。しかしながら、交信攪乱の効果を定量化するためには、性フェロモンの大気中における濃度を測定する必要がある。性フェロモンの大気中の濃度についてはマイマイガなどのフェロモンについていくつかの報告があるが、(CARO et al., 1977; PLIMMER et al., 1978), この濃度と交信攪乱の効果の関係は詳しくは研究されていない。

本論文では、合成 Z-11-tetradecenyl acetate (以下 Z-11-14: Ac) を用いたチャノコカクモンハマキの交信攪乱処理茶園において、Z-11-14: Ac の大気中の濃度を測定

1990 年 10 月 22 日受領 (Received October 22, 1990)

1991 年 5 月 8 日登載決定 (Accepted May 8, 1991)

した結果と、つなぎ雌法によって求めた交尾攪乱-交尾阻害結果との関係を考察した。

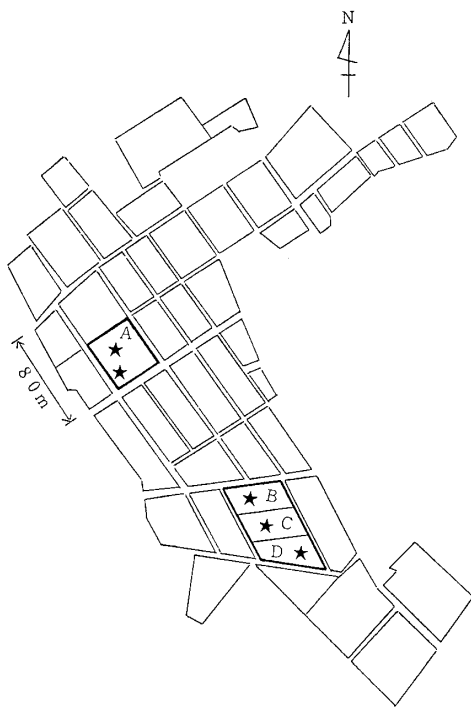
なお、農業環境技術研究所の玉木佳男博士には、本文の校閲をしていただいた。厚くお礼申し上げる。

材料および方法

1. 実験圃場とディスペンサーの設置

1987年に静岡県金谷町の農林水産省野菜・茶業試験場の平地の茶園、第1図のA, B, C, Dの圃場4区を使用して、実験を行った。

A区は、4月14日にハマキコンL-40 {信越化学工業株式会社製、長さ20cmのポリエチレンチューブにZ11-14: Ac (Z体純度94%, E体純度6%を含有)を160mg充填した通年タイプの交尾攪乱用フェロモン製剤}を10a当り500本の割合で、茶樹の摘採面頂部から約5cm下方の枝に設置した。B区は、8月6日の午前10時にハマキコン (信越化学工業株式会社製、長さ20cmのポリエチレンチューブにハマキコンL-40と同じZ11-14: Acを80mg充填した交尾攪乱用フェロモン製剤)を10a当り200本の割合で、同様にして設置した。C区にはB区と同じ時に、ハマキコンを10a当り100本の割合で、同様にして設置した。D区は無処理区とした。



第1図 試験に使った圃場。農林水産省野菜・茶業試験場の平らな茶園。A区20a; B, C, D区10a。★印は濃度測定を行った場所。1987年8月、静岡金谷町。

2. 大気中のフェロモン成分の濃度測定

第1図のA, B, C, D区の★印の場所の茶株間に高さ1.5mの支柱を立て、茶樹の頂部の高さ(地上70~80cm)に活性炭を充填した内径8mmφ長さ80mmのガラス製の吸尿管を支柱に固定した。吸尿管の大気への取り入れ口には内径6mmφ長さ300mmのテフロン製チューブに内径2mmφの穴を10個あけてあるものを、地上に対し水平にセットし、これらの穴を通して大気への吸入を行った。吸尿管の反対側の口は、エアポンプに接続し、12l/minの吸引速度で、サンプリングを行った。

サンプリングは、1987年8月6日22時から8月7日6時まで行った後、新しい吸尿管にかえて、8月7日22時から8月8日6時まで、2回行った。サンプリングした吸尿管は、密栓して実験室に持ち帰り、活性炭に吸着されたZ11-14: Acをヘキサミンにて脱着、抽出後、濃縮して、ガスクロマトグラフ-マススペクトロメーター(GC-MS Hewlett-Packard社製)にて定量した。定量値はあらかじめ測定していた吸尿管の吸引効率80%で補正した。定量値をポンプの大気への全吸入量(5.76m³)で割り、大気1m³中のZ11-14: Acの濃度を求めた。

3. フェロモン成分放出速度の測定

A区に設置したハマキコンL-40を7月31日に100本取り外し、重量を天秤にて測定した後、もとの位置に再び設置した。8月14日に同じハマキコンL-40を100本取り外し、同様にして重量を測定した。7月31日の重量から8月14日の重量を差し引いた重量を、経過日数(14日間)で割った値を5倍して、その期間中の10aおよび1日当りのZ11-14: Acの平均放出速度を求めた。

B区およびC区に設置したハマキコンは、設置前の8月6日10時に10本の製剤について、中に入っているフェロモンの液長(液柱の長さ)を測定し、平均の液長を求めた。設置して、大気へのサンプリングの終わった8月8日10時に、前と同じ10本のハマキコンを取り外し、残存のフェロモン液長を同様にして測定して、平均の液長を求めた。これらの値から次式に従って、上記期間の1日1本当りの平均放出速度を推算した。なお、液長1mm当り、Z11-14: Ac 0.44mgに相当する。

$$\{(8月6日の液長\text{ mm}) - (8月8日の液長\text{ mm})\} \\ \times 0.44\text{ mg} \div 2$$

この式から求めた値を200倍してB区の10a、1日当りの放出速度、100倍してC区の10a、1日当りの放出速度を求めた。

4. つなぎ雌による交尾率の測定

使用したチャノコカクモンハマキは、山谷・玉木

第1表 Z11-14: Ac の製剤からの放出速度と大気中の濃度およびつなぎ雌の交尾率

区および測定位置	8月6日～8月7日		8月7日～8月8日		平均放出速度 mg/10a・日
	濃度 ^a ng/m ³	交尾率% (個体数) ^b	濃度 ng/m ³	交尾率% (個体数)	
A区 中央	32	11 (54)	20	17 (48)	350
A区 園端	154	5 (39)	34	36 (39)	350
B区 中央	36	25 (48)	23	30 (40)	280
C区 中央	30	35 (48)	16	58 (40)	140
D区 ^c 中央	11	60 (48)	14	75 (40)	—

^a 濃度は茶樹の頂部 (70～80 cm) の高さで、22時から翌朝6時まで、大気をサンプリングして測定。

^b つなぎ雌の回収個体数。

^c D区は無処理区。

第2表 実験期間中の気温、風速及び風向^a

時刻	8月6日～8月7日			8月7日～8月8日		
	気温°C	風速 m/秒	風向	気温°C	風速 m/秒	風向
23:00	22.8	2.4	北北東	24.7	2.9	西南西
24:00	23.1	1.9	北東	24.6	3.9	南西
1:00	23.3	0.4	北北東	24.5	2.6	西南西
2:00	22.5	2.1	北北東	24.6	2.9	西南西
3:00	22.5	1.2	北北東	24.3	1.4	北西
4:00	22.5	2.5	北	24.7	2.1	西北西
5:00	22.5	3.7	北	23.9	0.8	西北西
6:00	22.8	1.1	北東	24.0	1.1	北北東
平均	22.8	1.9		24.4	2.2	

^a 野菜・茶業試験場内の地上6mの気象観測所のデータ。数字は1時間ごとの平均値を示している。

(1972)の方法によって25°C, 16時間照明下で累代飼育したものをを用いた。蛹化後、雌を選別し、腰高シャーレに入れ室内条件下で羽化させた。羽化1日後の処女雌を使用して、炭酸ガスにて麻酔させて、つなぎ雌を作製した。つなぎ雌は、0.3号のテグス糸で右前翅のつけ根を結び、テグス糸の15cm先を茶園に立てた竹柱に粘着テープで固定した。つなぎ雌は、茶株上に位置するようにした。設置場所は、フェロモン濃度測定のための吸気管の位置を中心にして、1区39～54個体を1.5m間隔とし、夕方セットして、翌日の早朝に回収した。回収した雌は、実体顕微鏡下で精包の有無を調べ交尾を確認した。つなぎ雌実験は、8月6日夕方から8月7日の早朝にかけて、8月7日の夕方から8月8日の早朝にかけての2回実施した。

5. 気象条件の測定

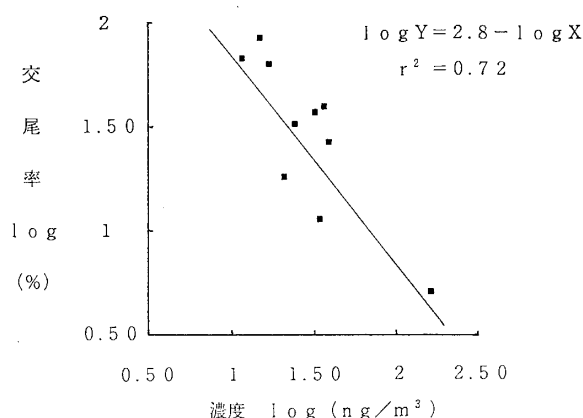
実験圃場と同じ野菜・茶業試験場に常設されている気象観測所のデータによって、大気サンプリング期間の平均気温、平均風速および風向を求めた。なお、気象観測所のデータは、地上6mの場所で取られている。

結 果

第1表にZ11-14: Acの1日・10a当りの平均放出速度と、大気中の濃度および交尾率の関係を示した。また、第2表に気象条件の測定結果を示した。

放出速度とZ11-14: Acの大気中の濃度との関係は、放出速度の大きい圃場ほど、濃度が高い傾向にあるが、有為な相関はなかった。フェロモンを処理していないD区においても、11 ng/m³と14 ng/m³の濃度が検出された。フェロモンを処理した圃場では、8月6～7日のフェロモン濃度が8月7～8日のそれよりもすべての地点で高い値を示した。これは、8月6～7日の平均風速1.9 m/秒は、8月7～8日の平均風速2.2 m/秒より小さく、とくに22時から翌日の3時までの風速を比べるとかなり小さいことから、風速の小さいほど、フェロモン濃度が高いという傾向を示していると思われる。また、風が弱く、サンプリングの間ずっと風下に当たった8月6～7日のA区の園端の濃度は、154 ng/m³ときわめて高い濃度を示した。

交尾率は回収された1圃場1回39～54個体から求め



第2図 大気中のフェロモン (Z11-14: AC) 濃度と交尾率の相関関係を示した図。フェロモン濃度および交尾率を両対数で示した。1987年8月, 静岡金谷町。

たが、5~75%の値があり、フェロモン濃度が高いほど、交尾率が低い傾向がみられた。2回のデータを両対数グラフ上にプロットしてみると、フェロモン濃度と交尾率は直線的な関係を示し、両者の間には高い相関がみられた(第2図)。なお、風向が一定していた8月6~7日の実験のほうが、風速も強くて、風向も一定していない8月7~8日の実験よりも相関がみられた(第1表)。

考 察

合成性フェロモンによる交信攪乱防除において、どの程度の性フェロモンが空气中に存在すれば、十分な交信攪乱効果が得られるかを知ることは、きわめて重要である。同じ交信攪乱圃場で、大気中のフェロモン濃度の測定と、つなぎ雌試験を同時に行った結果、フェロモン濃度測定値 (X) が大きいほど、交尾率 (Y) が低下し、両者の関係には、

$$\log Y = 2.8 - \log X, r^2 = 0.72$$

の相関がみられた。

従来の小面積 (20 a 以下) の交信攪乱による防除実験で、効果があるとされているときの処理圃場における平均的な交尾率は、およそ30%と考えられる(大泰司, 1986)。本実験はA区20 a, BおよびC区10 aの小面積の実験であるが、A区は正方形で面積も大きく、細長く面積も小さいB区, C区よりも、中央におけるフェロモン濃度と交尾率の関係は、より安定していると推定される。A区中央では8月6~7日のフェロモン濃度が32 ng/m³で、交尾率は11%であり、8月7~8日のフェロモン濃度が20 ng/m³で、交尾率は17%であったことを重視して考えれば、本実験の結果からつなぎ雌の

交尾率を30%以下に抑えるには、20 ng/m³程度のZ11-14: Acの大気濃度が必要と考えられる。また、30 ng/m³以上の濃度があれば、一晩当りの交尾率を20%以下に抑制することが可能であると示唆された。

また、本実験結果の一部で濃度測定値が相対的に高い値を示しているにもかかわらず、交尾率が高くなっているケースがある。これは、濃度測定と交尾の時間的差異によるものと思われる。すなわち、フェロモン濃度測定値は、8時間サンプリングの合計値を示しているが、交尾は一時的にフェロモン濃度が下がったときに行われる可能性が高い。そして、濃度が高くなったり低くなったりする場合、風向の影響が大きいと思われる。たとえば、A区中央とA区園端で風向は、8月6~7日にかけてはほぼ北と一定しており、風下に当る園端は常に中央より濃度は高く、交尾率も低かったものと思われる。ところが、8月7~8日にかけてのA区園端の濃度は34 ng/m³とA区中央の20 ng/m³より高いにもかかわらず、交尾率が逆に高くなっているのは、風向が変わり一時的に濃度が低くなる時があったためと推定できる。気象データによると、この虫の交尾時間帯でもある8月8日の2時頃は、西南西の風であり、このときのA区園端のフェロモン濃度が低かったと予想される。一方、A区中央は、風向が変わっても一定の濃度レベルを保っていたものと推定される。このことは、交信攪乱圃場の園端は、たとえ大部分の時間が風下であっても、効果が安定しないという従来の圃場実験結果を支持している。

従来、製剤からのフェロモン成分放出速度と交尾率の関係について論じられてきたが(大泰司, 1986)、この相関が高い場合は、交信攪乱圃場が大面積 (50 a 以上) のときと考えられ、本実験のような小面積の場合は必ずしも相関が高くなかった。このことは、本実験で、放出速度と大気中のフェロモン濃度が比例していないことから理解される。理論的には、同一の条件下でフェロモン濃度を測定すれば、製剤からのフェロモンの放出速度と大気中の濃度は、比例関係にあるはずである。しかしながら本実験圃場のように、小面積でかつ圃場が隣接しているために、区間相互のフェロモンの流れの影響が大きい場合、区の中央においても、相関がとれない場合が多くなると考えられる。

また、放出速度に関しては、大気サンプリング時間帯にのみ測定するのが最良であるが、微量のため測定が困難であったので、2日間以上のデータから1日当りの平均の放出速度を求めた。厳密には、放出速度は、気温による影響が大きく、8月7~8日の24.4°Cの時は、8月

6～7日の22.8°Cの時より、室内実験の結果から推定すると約1.2倍多く放出していたと推定される。にもかかわらず、8月6～7日の濃度は、8月7～8日のそれよりすべての点において高くなっている。一方、風速のほうは、8月6～7日が1.9 m/秒と、8月7～8日の2.2 m/秒より小さくなっており、とくに22時から翌日の3時までの風速を比べると、1.7倍以上小さくなっている。拡散の理論式によると、茶樹上のフェロモン濃度は風速の逆数に比例すると推定できるが、本実験では風速の違い以上にフェロモン濃度の違いがあった。これは風速として、地上6mの1時間ごとの値を平均した値を用いることによるのかもしれない。しかし、風が弱いほど、フェロモンは圃場に滞留しやすいという拡散の理論を支持する結果にはなっているので、8月6～7日にフェロモン濃度が高かったことは、風速が小さかったことに起因していると推定できる。

以上、大気中のフェロモン濃度と交尾率の間に相関は認められたが、製剤からの放出速度と大気中のフェロモン濃度および交尾率の間には、それぞれ相関関係が認められない場合があり、今後、交信攪乱効果を考えるとき、大気中のフェロモン濃度を中心に考える必要があることが示唆された。フェロモン濃度を本実験のようにその都度サンプリングによって測定することは、多くの労力を要するため現実的ではないが、交信攪乱実験を成功させるためには、フェロモン濃度に影響を与える要因、すなわち、放出速度、風速、風向、圃場の条件(面積の大きさなど)および圃場の端における交信攪乱効果の低下に対する対策などを、総合的に考えることが重要であることが本実験から示唆された。

摘 要

静岡県金谷の茶園で、チャノコカクモンハマキに対して、合成性フェロモン成分、Z-11-tetradecenyl acetateを使って交信攪乱を行い、Z-11-tetradecenyl acetateの大気中の濃度とつなぎ雌の交尾率の関係を求めた。その

結果、Z-11-tetradecenyl acetateの濃度が高まると交尾率は低下し、両者の関係は両対数で直線的な関係を示した。一晩当りの交尾率を約30% (従来の小面積防除試験で防除効果が得られた場合の平均的な値) に低下させるためには、20 ng/m³程度の濃度が必要と考えられた。また、30 ng/m³以上の濃度であれば、一晩当りの交尾率を20%以下に抑制することが可能であることが示唆された。さらに、Z-11-tetradecenyl acetateの濃度は、風速によって影響され、平均風速1.9 m/秒の8月6～7日の濃度は、平均風速2.2 m/秒の7～8日よりもすべての地点で高い値を示した。

引用文献

- CARO, J.H., B.A. BISEL, H.P. FREEMAN, D.E. GLOTTELTY and B.C. TURNER (1977) Disparlure: Volatilization rates of two microencapsulated formulations from a grass field. *Environ. Entomol.* **6**: 877—881.
- NOGUCHI, H., Y. TAMAKI and T. YUSHIMA (1979) Sex pheromones of the tea tortrix moth: isolation and identification. *Appl. Ent. Zool.* **14**: 225—228.
- 大森司誠 (1986) 交信かく乱法によるチャのハマキガ類の防除. *植物防疫* **40**: 51—54.
- PLIMMER, J.R., J.H. CARO and H.P. FREEMAN (1978) Distribution and dissipation of aerially-applied disparlure under a woodland canopy. *J. Econ. Entomol.* **71**: 155—157.
- TAMAKI, Y., H. NOGUCHI, H. SUGIE, R. SATO and A. KARIYA (1979) Minor components of the female sex-attractant pheromone of the smaller tea tortrix moth (Lepidoptera: Tortricidae): isolation and identification. *Appl. Ent. Zool.* **14**: 101—113.
- 玉木佳男・野口 浩・杉江 元 (1983) チャノコカクモンハマキおよびチャハマキによる雌雄間交信の同時攪乱物質の選定. *応動昆* **27**: 124—130.
- 山谷絹子・玉木佳男 (1972) ハマキガ類の大量増殖法. *植物防疫* **26**: 165—168.