ハスモンヨトウの処女雌トラップによる発生消長調査

宮原 義雄・島津 光明・和田 節

農林省九州農業試験場

(1976 年 6 月 14 日 受 領)

Seasonal Occurrence of *Spodoptera litura* (F.) as Measured by a Virgin Female Trap. Yoshio MIYAHARA, Mitsuaki SHIMAZU and Takashi WADA (Kyushu National Agricultural Experiment Station, Chikugo, Fukuoka 833) *Jap. J. appl. Ent. Zool.* **21** : 59~65 (1977)

Seasonal occurrence of *Spodoptera litura* (F.) was studied with a virgin female trap in Chikugo from 1972 to 1975. Catches in a water trap baited with 10 1-day-old females were counted daily from mid-March to mid-December, and the number of egg masses laid on taro plants in the field was counted twice weekly from June to November. Spring emergence started between late March and early April and flight activity lasted until mid-December, during which five generations were detected and the number of captured moths increased as the season progressed. The virgin female trap caught 81 times more male moths than did a light trap equipped with a 20-watt fluorescent chemical lamp (BLB) and the seasonal incidence of moth capture differed considerably between the two traps: namely, in the virgin female trap four peaks were detected during June to October, whereas no similar trend was obtained in the light trap. The virgin female trap seemed to be more effective in the early season when field populations were low. Egg masses were found on taro plants from July to early November. During this period the largest ovipositional peak, that of laying by the third generation moths, was usually found between late August and early September. In the third generation, the date of 50% oviposition was 4 to 10 days earlier than that of 50% moth capture by the virgin female trap. The number of egg masses laid on taro plants by the fourth-generation moths in October was generally low in comparison with the number of catches by the virgin female trap, owing to the decline of air temperature.

緒 言

ハスモンヨトウ *Spodoptera litura* (F.) の処女雌に対して雄蛾が強く誘引されることは、湯嶋ら (1969) によって明らかにされた。本種の性フェロモンの化学的同定がなされ (TAMAKI *et al.*, 1973), 合成物による誘引性が確かめられる (YUSHIMA *et al.*, 1974) までの間、処女雌を用いたいろいろの生態学的な研究が行なわれてきた (ÔTAKE and OYAMA, 1974; 大竹ら, 1974; YUSHIMA *et al.*, 1973)。筆者の一人宮原も 1972 年以来、処女雌を用いて実験を行ない、その一部については既に報告した (宮原, 1974)。本報告においては、過去 4 年間に実施した処女雌による誘殺消長調査の結果と、ブラックライトのそれとの比較について述べる。

この調査を行なうにあたり、処女雌トラップの作製およびその使用について御教示いただいた元四国農業試験

場虫害研究室長 大竹昭郎博士および同研究室 小山光男技官に心からの謝意を表する。また産卵調査のためのサトイモほ場を提供いただいた当场作況研究室長 石丸治澄技官、および有益な御批判をいただいた元当场環境第 1 部長 岡本大二郎博士にあわせて謝意を表する。

方 法

1. 処女雌トラップによる調査

処女雌トラップは ÔTAKE and OYAMA (1974) のものと規格は同一であるが、雄成虫の侵入口のかえりとして直径 5cm のプラスチックパイプを三つ割りしたものを固定したこと、および処女雌を収容する虫かごに、市販のプラスチック製のもの (8cm×17cm×17cm) を使用したことなどが異なる。収容した処女雌は、インゲンマメを主体にした人工飼料で累代飼育した羽化翌日の未交尾雌 10 頭を用い、原則として毎日取り替えた。供試

第1表 処女雌トラップおよびブラックライトの初誘殺日、最終誘殺日

年 次 (年)	調 査 期 間 (月日)	処女雌トラップ		ブラックライト	
		初誘殺日(月日)	最終誘殺日(月日)	初誘殺日(月日)	最終誘殺日(月日)
1972	4. 23~11. 28	— —	11. 20	6. 21	11. 20
1973	3. 21~11. 30	3. 29	11. 27	6. 19	11. 16
1974	3. 28~12. 10	4. 6	12. 10	5. 13	12. 3
1975	3. 18~12. 9	4. 10	12. 8	5. 2	12. 7

雌の餌として、1972 年は 10% 砂糖液を与えたが、1973 年以降は 2 日以上供試した場合をのぞき、全く与えなかった。トラップ内は中性洗剤を 1000 倍に希釈した水道水（地下水）を虫かごの下面から数 cm 下まで満たし、水面に落下した成虫がぬれ易いようにした。トラップ内の水は水面に落下した成虫の体毛により汚れるので、汚染に応じて早い時で 3 日、長くて 2 週間、普通は週 1 度取り替えた。トラップは地面から 1.3m の高さの木製台の上に置いた。トラップの設置場所は九州農試の構内で、片側は研究室の建物があり、片側は広い市道が通る。調査期間は第 1 表のとおりである。このうち、初年目の 1972 年は調査開始がやや遅れた。この期間、毎日誘殺虫数を数えた。

2. ブラックライトによる調査

ブラックライトは 20 ワットの蛍光ケミカルランプ（東芝製、FL-20 BL）を、稲作害虫調査用予察灯の漏斗中央に垂直に固定した乾式誘殺灯である。調査の期間は処女雌トラップと同様で、かつ毎日誘殺虫数を数えた。ブラックライトの位置は農試は場の一端にあり、周囲はほとんど水田で、調査場所としては処女雌トラップのそれよりすぐれているものと思われた。両トラップの位置は直線距離で約 600m 離れた。

3. 産卵調査

ハスモンヨトウの産卵消長を、場内は場のサイトモ畑で 6 月中旬から 11 月初めまで調べた。調査は場は年により場所は異なり、両トラップの間やブラックライトから 200~300m 離れた位置で、面積は 1~2 アール、品種は大吉であった。1972 年、1973 年、1975 年の 3 年は 7 月~9 月は週 2 回、6 月と 10 月以降は 1 回、1974 年は週 1 回、いずれもサトイモ葉上の卵塊数を全株調べた。調査のさいに発見された卵塊は採集し、ふ化幼虫集団は卵塊として数えるとともに、その卵塊周辺の葉をマジックインキでマークして、次回調査で再度数えるのを防いだ。

結 果

1. 誘殺調査

調査期間における両トラップの初誘殺日および最終誘殺日は第 1 表のとおりである。すでに OTAKE and OYAMA (1974) は、処女雌トラップによる調査から、善通寺では 3 月から誘殺されることを報告したが、筑後においても早い年には 3 月末から誘殺がみられた。一方、最終誘殺は 12 月上旬であった。ブラックライトの最終誘殺日は処女雌トラップとあまり違わなかったが、初誘殺日は 1 か月から 3 か月、処女雌トラップより遅れた。

処女雌トラップおよびブラックライトによる日別誘殺消長の結果から、5 日間の移動平均の推移を第 1 図に示した。処女雌トラップで連続的に誘殺されるようになるのは 5 月以降であるが、第 1 図では比較的誘殺数が増加した 6 月以降 11 月まで、ブラックライトは 7 月以降について雌雄の計を示した。第 1 図から、両トラップの同年次間の誘殺消長を比較すると、両者の間にはほとんど類似性はみられなかった。ハスモンヨトウの処女雌トラップは、調査地点間の距離がこの試験の程度離れていても、その誘殺消長には極めて高い類似性がみられる（宮原、1974）ので、両トラップの誘殺消長の違いは、場所間差によるものではなく、誘引機構の違いを示すものと考えられる。

処女雌トラップは 1975 年をのぞくと、10 月以前の例年ほぼ同じ時期に、明りような 4 つの山がみられた。これらは世代の推移を示すように思われるので、6 月上旬、7 月上~中旬、8 月上~中旬、9 月中~下旬の誘殺数の減少期を目安にして、時期別に誘殺数をまとめると第 2 表のようになる。この表の 6 月上旬以前の誘殺虫を第 1 回成虫、以下 7 月上~中旬、8 月上~中旬、9 月中~下旬までをそれぞれ第 2 回成虫、第 3 回成虫、第 4 回成虫とし、9 月中~下旬以降を第 5 回成虫と呼ぶことにした。第 2 表には、処女雌トラップと同期間におけるブラックライトの誘殺数を示すとともに、各世代の 50%

第1図 ハスモンヨトウの処女雌トラップおよびブラックライトによる日別誘殺消長。
太線：処女雌トラップ，細線：ブラックライト（雌雄計）。

第2表 ハスモンヨトウの処女雌トラップおよびブラックライトによる誘殺数

年次 (年)	世代	誘殺期間 (月日)	処女雌トラップ (頭)	ブラックライト		処女雌トラップ(雄) /ブラックライト(雄)	有効積算温量 (日度)
				雌(頭)	雄(頭)		
1972	1	4. 23~ 6. 9	180	0	0	—	473.6
	2	6. 10~ 7. 16	1,372	1	3	457	478.8
	3	7. 17~ 8. 17	1,945	3	11	177	699.6
	4	8. 18~ 9. 25	6,106	31	50	122	412.1
	5 計	9. 26~11. 28	8,085	80	122	66	
			17,688	115	186	95	
1973	1	3. 29~ 6. 2	241	0	0	—	540.7
	2	6. 3~ 7. 9	1,112	1	1	1,112	563.0
	3	7. 10~ 8. 9	2,268	13	24	95	558.3
	4	8. 10~ 9. 17	5,305	82	130	41	483.2
	5 計	9. 18~11. 30	7,514	53	88	85	
			16,440	149	243	68	
1974	1	4. 6~ 6. 6	306	1	2	153	487.6
	2	6. 7~ 7. 18	1,960	7	6	327	537.0
	3	7. 19~ 8. 17	1,819	26	47	39	676.9
	4	8. 18~ 9. 29	6,878	52	117	59	437.3
	5 計	9. 30~12. 10	8,660	160	215	40	
			19,623	246	387	51	
1975	1	4. 10~ 6. 10	254	0	1	254	518.9
	2	6. 11~ 7. 19	927	3	4	232	638.9
	3	7. 20~ 8. 16	841	13	9	93	626.4
	4	8. 17~ 9. 21	2,993	23	53	56	499.4
	5 計	9. 22~12. 9	13,047	110	94	139	
			18,062	149	161	112

第2図 处女雌トラップの誘殺消長とサトイモにおける産卵消長。

誘殺日間の有効積算温度も示した。なお、ハスモンヨトウの卵から蛹までの発育最低温度は、Miyashita(1971)の報告から 10°C とした。第2表から、1年間の総誘殺数を両トラップで比較すると、处女雌トラップとブラックライトの雌雄計との比は、1972年から1975年までそれぞれ59, 42, 31, 58倍となり、平均して47.5倍ブラックライトより多く、雄だけを比較すると95, 68, 51, 112倍、平均81.4倍となり、处女雌トラップの誘殺数は極めて多かった。各世代の誘殺数は両トラップいずれもほぼ世代を追って増加し、本種の周年発生型の特徴を示している。各世代間の誘殺数を比較すると、第1回成虫から第2回成虫、第3回成虫から第4回成虫への増加が著しかったが、第2回成虫から第3回成虫、第4回成虫から第5回成虫への増加は少なく、特に第2回から第3回成虫にかけて、1974年と1975年のように逆に減少する年もみられた。

2. 産卵消長

誘殺結果とほ場における発生との関係を明らかにするため、处女雌トラップの誘殺消長とサトイモでの産卵消長（アールあたり）との関係を図示すると、第2図のようになる。筑後における本種の作物への産卵は、6月以前は発見困難で、例年7月以降にみられた。この4年間では、第3回成虫による産卵の山は1972年、1973年は明りようでなく、また、第5回成虫による産卵も1975年をのぞけば非常に少なかった。しかし、第4回成虫の

産卵は1975年をのぞくと例年もっとも多かった。各種の作物にみられる幼虫の被害は、この第4回成虫の産卵に由来するもので、それ以前の被害はほとんど無く、第5回成虫のそれは年により変動が著しかった。1975年は第1図のように誘殺消長が2つの山に分かれたため、産卵の山も2つに分かれ、他の年とは著しく傾向が異なった。この年は8月以前の誘殺消長も山はみられず、かつ低密度で終止し、例年と様相が異なった。

第4回成虫の誘殺と産卵の消長を第2図でみると、1972年から1974年までの3年は、いずれも産卵の山が誘殺の前半に偏る傾向がみられる。そこで、この第4回成虫の累積誘殺曲線と累積産卵曲線とを求めると第3図のようになり、産卵50%日が誘殺50%日より4日から10日先行する傾向が認められた。

考 察

处女雌トラップが発生消長調査の手段として有効なためには、野外における雄成虫の発生を正確に反映していることが必要である。ハスモンヨトウ成虫の屋間の居場所とは明らかでないが、恐らく寄主植物を問はず、野外の広範な植物の葉裏に休止するものと思われる。このことは、筆者らの4年間の産卵調査の際に発見された成虫は、極めてまれであったことから推察される。そのため、野外の雄成虫密度を日中に把握することは労力的に困難で、雄成虫に代る野外の発生の指標として、産卵をとり

第3図 第4回成虫の累積誘殺曲線と累積産卵曲線。

あげた。また、産卵調査が本種のように移動力の大きいと思われる種で1筆にすぎなかったのは、調査労力上の問題もあるが、調査地帯が稲作地帯のため、適当な寄主作物が得られなかったことなどによる。

誘殺結果と産卵調査の結果は第2図のように、第4回成虫についてはそれに対応した産卵がみられ、第3回成虫については年により対応した産卵がみられた。しかし、第1回と第2回成虫期間の産卵は確認されておらず、第5回成虫については誘殺虫数に比較し、産卵は極めて少なかった。1975年の第5回成虫の産卵だけが10月上旬まで多かったのは、この年は9月下旬以降10月第1半旬まで、平均気温は他の年より数度高目に経過したことによるものと思われる。この第5回成虫の残りの3年の産卵が少なかったのは、気温条件だけに支配されるのか、他の原因としてサトイモ以外の植物への産卵の転換などがあるのかは明らかでないが、筑後でこの時期に本種の産卵植物として新しく作付された作物は少ない。しかし、本種は秋季に樹木などに産卵する習性を有する(宮原ら, 1972)ので、作物以外への産卵の可能性は残る。以上のように、処女雌トラップの誘殺消長と産卵消長との間には、第4回成虫を中心に一応時間的対応はみられたが、両者の量的関係は明らかでなかった。処女雌トラップの誘殺消長から5世代に分けたのは、以上のような誘殺と産卵との対応のほか、各世代の50%誘殺日間の有効積算温量が第2表のように、ほぼ本種の発育に要する温量を満足したことによる。本種の卵から羽化までに要する有効積算温量を岡本・岡田(1968)は470.0日度、MIYASHITA(1971)は526.3日度としたが、第2表の値は一部の例外はあるが全体的に満足する。なお、処女雌トラップの雄成虫の消長と産卵消長との間には直接の結びつきはないので、ブラックライト雌成虫の消長

と産卵消長について同様の検討を試みたが、処女雌トラップの場合ほど明りような両者の関係は得られなかった。

ハスモンヨトウの発生回数について、堀切(1964)は鹿児島での室内飼育の結果から、岡本・岡田(1968)は室内飼育および特定ほ場における幼虫の発生消長調査から、いずれも年6世代とした。これらの結果のうち、鹿児島の世代数とは、筑後と鹿児島の気温差を考慮すると、処女雌トラップの結果と矛盾するものではないが、福山の世代数より1世代少なかった。両者の違いについては、筑後では第1回と第2回成虫期間、福山では7月中旬以前についても、いずれも卵・幼虫の経過は確認されていないので、これらの期間を中心に明らかにする必要がある。

各世代を識別する目安となった処女雌トラップ誘殺数の変動(第1図)は、ブラックライトでは誘殺数が少なかったこともあって把握できなかった。このことは、少なくとも筑後においては処女雌トラップの長所と思われる。同様の結果は、現在調査されている合成フェロモンでも期待できるのではないかと考えるが、ÔTAKE and OYAMA(1974)の報告や、他の場所で実施された合成フェロモンによる調査(未発表)では、このような結果は得られていない。すなわち、処女雌、フェロモンいずれのトラップも誘殺数が極めて多いこと、および8~10月に特にその傾向が著しいことはこの調査と同様であるが、10月以前の4つの山は認められていない。これが調査地域の違いか、調査方法によるものか、あるいはその他の原因によるものか、現在のところ明らかでない。

処女雌トラップによる1年間の総誘殺数は第2表のように16,400頭から19,600頭で、この4年間の間では極めて安定していると同時に、ブラックライトに比べると

非常に多かった。調査地点が典型的な稲作地帯に位置し、かつトラップの設置場所が農試構内であったことを考えあわせると、予想以上の数字であった。大竹ら(1974)は普通寺市南部の調査で、寄主作物の少ない地帯でも多数誘殺されたことを報告したが、この調査でも同様であった。これは、大竹ら(1974)も述べているように、成虫の移動力が大きいことが主な原因と考えられるが、野外の雑草で老令幼虫を発見する場合もあるので、作物以外に雑草を食草として利用していることもあげられる。さきに処女雌トラップにはブラックライトの雄に比較し 81.4 倍誘殺されたことを述べたが、従来の調査手段と比べた処女雌またはフェロモンの誘殺数の関係を他のりん翅目昆虫についてあげると、次のとおりである。*Phycionia frustrana* では、15W のブラックライトおよび 100W の白熱電球と粘性性処女雌トラップとの誘殺数に、いずれも差はみられなかった (MANLEY and FARRIER, 1969)。*Heliothis zea* では SNOW *et al.*, (1971) は、処女雌トラップはブラックライトより 5 倍誘殺されたとしたが、ROACH (1975) は *H. zea*, *H. virescens* のいずれについても、15W のブラックライトは処女雌トラップよりはるかに多かったと報告した。直接比較を試みたものではないが、*Trichoplusia ni* では合成フェロモンはブラックライトより約 20 倍誘殺し (KISHABA *et al.*, 1970), 吸引トラップと比較したものでは *Cydia nigricana* の場合、処女雌トラップは 17 倍 (粘着トラップ) から 130 倍 (水トラップ) の誘殺がみられた (LEWIS *et al.*, 1975)。以上の結果は調査の方法がそれぞれの報告によって異なり、かつ同じ処女雌トラップでも、捕虫に粘着剤を用いたものと水を用いたものとは捕虫効率が異なるので、一律には比較できないが、処女雌またはフェロモントラップの従来の誘殺手段に比べた誘引効率は、種によってまちまちであることを示している。このことは、同じりん翅目でも、性フェロモンの交尾行動に果す役割の多様性を示唆する。本種の場合、上記の種のなかでは処女雌トラップはすぐれた誘引効率を有すると思われる。

処女雌トラップはその誘引の機構から、野外の雌の個体数や雌雄の交尾能力などによって、トラップの効率に影響を受けることが考えられる。野外密度との関係について *H. zea* (SNOW *et al.*, 1972; STADELBACHER *et al.*, 1972; ROACH, 1975), *H. virescens* (ROACH, 1975), *Laspeyresia pomonella* (HOWELL, 1974) ではいずれも野外の低密度時に効率的に働き、高密度になるとその効率が低下することが知られている。本種について、第 2 表

からブラックライトと比較した処女雌トラップの世代ごとの誘殺比をみると、年により変動はみられるが、世代経過にともなって減少し、上記の報告と傾向は一致した。しかし、*H. zea* や *H. virescens* でみられたような、低密度時と高密度時においてブラックライトとフェロモントラップの誘殺数が逆転するような極端な傾向 (ROACH, 1975) ではなく、第 1 図のように両トラップは、いずれも秋季にむかって増大する傾向に変わりはない。

さきに、第 4 回成虫の誘殺消長と産卵消長とに対応のあることを述べたが、両者を細かく比較すると第 3 図のように、産卵消長が誘殺消長より先行する事例がみられた。従来、各種害虫の予察灯による誘殺消長調査では、産卵は誘殺に追従するものとの前提に立っているので、処女雌トラップの結果は一つの問題点となる。この現象について現在考えられる原因としては、次のようなことがあげられる。その一つは、水田における農薬散布の影響である。第 2 図によると、第 4 回成虫の誘殺時期は例年 8 月後半から 9 月前半にわたる。この時期、特に 8 月後半は調査地帯の水田では、病虫害防除のための各種薬剤がもっともひん繁に散布される時期に相当する。この調査のトラップ設置場所は水田とは隔たるが、水稻病虫害防除のための薬剤散布が雄成虫の誘引に何等かの悪影響を及ぼし、この時期の誘殺が発生の実態より過少に評価される可能性がある。殺虫剤の散布が散布ほ場に近接したトラップの誘殺数に悪影響を考えたときみられる事例について、筆者らは経験している。第 2 に野外の雌の存在が処女雌トラップの誘引効率に影響し、誘殺消長にひずみを生ずる可能性が考えられる。世代間についてはすでに述べたが、世代内にこのような機構が存在しないだろうか。この問題については若干の検討を試みたが、現在結論的なことを述べる段階にはなく、今後の検討を要する。最後に、処女雌トラップと産卵調査のそれぞれの調査方法が表現する有効範囲の食い違いから生ずる可能性が考えられるが、雌雄の移動能力、処女雌トラップの有効範囲および雌成虫の産卵選択などの面で不明の点が多く、これ以上の論議は困難である。

摘 要

処女雌トラップを用いてハスモンヨトウ雄成虫の消長を調べるとともに、誘殺消長とほ場における発生との関連を明らかにするため、サトイモにおける産卵を 1972 年から 1975 年までの 4 年間、筑後市で調べた。その結果、処女雌トラップによる誘殺は早い年では 3 月末からみられ、その後誘殺はつづき、その終期は 12 月上旬で

った。この間、5世代の発生が推定された。これらの世代の誘殺数は、季節の進行にしたがって増加した。処女雌トラップの誘殺数を20Wのブラックライトのそれと比べると、処女雌トラップにはブラックライト(雄)の81倍の誘殺がみられた。両トラップの誘殺消長には類似性はみられず、処女雌トラップでは世代が識別できたが、ブラックライトでは識別できなかった。処女雌トラップはブラックライトに比べた場合、野外の低密度時により効率的に誘殺した。サトイモへの産卵は7月以降に第3回成虫による産卵から発見され、8月下旬から9月上旬の第4回成虫による産卵がもっとも多かった。第4回成虫の処女雌トラップによる誘殺とサトイモにおける産卵の間には、産卵50%日が誘殺50%日より4日から10日先行する傾向がみられた。第5回成虫による産卵は例年非常に少なかったが、これは気温の低下が原因の一つと考えられる。

引用文献

- 堀切正俊 (1964) ハスモンヨトウの生態と防除. 植物防疫 18 : 269~274.
- HOWELL, J. F. (1974) The competitive effect of field populations of codling moth on sex attractant trap efficiency. *Envir. Entomol.* 3 : 803~807.
- KISHABA, A. N., W. W. WOLF, H. H. TOBA, A. F. HOWLAND and T. GIBSON (1970) Light and synthetic pheromone as attractants for male cabbage loopers. *J. econ. Entomol.* 63 : 1417~1420.
- LEWIS, T., C. WALL, E. D. M. MACAULAY and A. R. GREENWAY (1975) The behavioural basis of a pheromone monitoring system for pea moth, *Cydia nigricana*. *Ann. appl. Biol.* 80 : 257~274.
- MANLEY, C. and M. H. FARRIER (1969) Attraction of the Nantucket pine tip moth, *Rhyacionia frustrana*, to incandescent light and blacklight, and to virgin females. *Ann. ent. Soc. Am.* 62 : 443.
- 宮原義雄・脇門敏治・田中 章 (1972) ハスモンヨトウの板・木柱および樹木にたいする特異な産卵について. 鹿児島農試鹿屋支場研報 9 : 1~6.
- 宮原義雄 (1974) 筑後地方におけるハスモンヨトウ雄成虫の発生実態. 九病虫研会報 20 : 28~30.
- MIYASHITA, K. (1971) Effects of constant and alternating temperatures on the development of *Spodoptera litura* F. *Appl. Ent. Zool.* 6 : 105~111.
- 岡本大二郎・岡田斉夫 (1968) 牧草害虫としてのハスモンヨトウに関する研究. 中国農試報 E2 : 111~144.
- ÔTAKE, A. and M. OYAMA (1974) Capture of male of *Spodoptera litura* F. (Lepidoptera : Noctuidae) in virgin female traps and influence of blacklight upon them 1. Males of natural sources. *Appl. Ent. Zool.* 9 : 19~28.
- 大竹昭郎・滝川 昇・小山光男 (1974) 簡易処女雌トラップとそれによるハスモンヨトウの発生調査について. 四国農試報 28 : 59~64.
- ROACH, S. H. (1975) *Heliothis zea* and *H. virescens* : Moth activity as measured by blacklight and pheromone traps. *J. econ. Entomol.* 68 : 17~21.
- SNOW, J. W., R. L. BURTON, A. N. SPARKS and W. W. CANTELA (1971) An attempt to eradicate the corn earworm, *Heliothis zea*, from St. Croix, U. S. Virgin Island, by the sterile-male technique. Application of induced sterility for control of lepidopterous populations. International Atomic Energy Agency, Vienna. 141~150.
- SNOW, J. W., A. N. SPARKS and W. J. LEWIS (1972) Seasonal capture of corn earworm adults in light traps near Tifton, Georgia, compared with captures in traps baited with virgin females. *J. Georgia ent. Soc.* 7 : 85~89.
- STADELBACHER, E. A., M. L. LASTER and T. R. PRIMMER (1972) Seasonal occurrence of populations of bollworm and tobacco budworm moths in the central delta of Mississippi. *Envir. Entomol.* 1 : 318~323.
- TAMAKI, Y., H. NOGUCHI and T. YUSHIMA (1973) Sex pheromone of *Spodoptera litura* F. (Lepidoptera : Noctuidae) : Isolation, identification and synthesis. *Appl. Ent. Zool.* 8 : 200~203.
- 湯嶋 健・野口 浩・玉木佳男・深沢永光 (1969) ハスモンヨトウの交尾行動と処女雌および性フェロモンによる誘引効果. 応動昆講演 (名古屋).
- YUSHIMA, T., Y. TAMAKI, S. KAMANO and M. OYAMA (1974) Field evaluation of a synthetic sex pheromone, "Litlure", as an attractant for males of *Spodoptera litura* F. *Appl. Ent. Zool.* 9 : 147~152.
- YUSHIMA, T., H. NOGUCHI, Y. TAMAKI, N. FUKAZAWA and T. SUGINO (1973) Mating and sex pheromone of *Spodoptera litura* (F.) (Lepidoptera : Noctuidae) : An introductory report. *Appl. Ent. Zool.* 8 : 18~26.