

二化螟虫과 果樹잎말이나방類 害虫의 合成 Pheromone 에 關한 研究

宋裕漢* · 宋惠暎** · 金鶴基*** · 張英德** · P.C. Lippold*

Studies on the Synthetic Pheromones of Striped Rice
Borer and Tortricid Insect Pests

Song Y.H*., H.Y. Song,** H.K. Kim,*** Y.D. Chang,** P.C. Lippold*

ABSTRACT

Pheromones of several insect species were evaluated in a screening program in terms of their usefulness in pest forecasting and control in Korea. Species included striped rice borer (*Chilo suppressalis*) and tortricid moths, which attack deciduous fruit, and colding moth. The pheromone of striped rice borer was supplied through the courtesy of the Tropical Products Institute, London. Pheromones of other species were obtained from Cornell University and the Zoecon Corporation of Palo Alto, California.

The results of this experiment were as follows:

1. Live traps containing virgin striped rice borer female moths were more effective in attracting male moths than were the pheromone traps.
2. Since the effectiveness of the striped rice borer pheromone decreased dramatically with time, it was difficult to estimate the peak time of the borer emergence.
3. The primary species trapped in deciduous fruit orchards was the oriental fruit moth, *Grapholitha molesta*. The traps were baited with the pheromones, OFM and LAW.
4. Several moth species were trapped with OBLR, RBLR, SPAR and ArcM pheromones but few were trapped with the remaining eight tortricid pheromones.
5. The following tortricid pheromones might be useful for forecasting the species given:

OFM, LAW ; *Grapholitha molesta*

OBLR ; *Archips brevipreanus*

OBLR, RBLR, ArcM ; *Archippus coreensis*

Archips fuscocupreanus

Hoshinoa longicellana

SPAR, TBM ; *Phyroderces* sp.

緒 論

人間과 害虫의 먹이資源에 對한 不斷한 競爭은 有機合成殺虫劑가 開發되므로서 人間の 勝利로 일 단락지워진 듯 했으나 抵抗性系害虫의 유발, 有用天敵의 殺害,

農藥毒性등 農藥使用上的 많은 副作用이 擡頭되기에 이르렀다. 이러한 難題를 解決하기 위해 應用昆蟲學分野에서는 새로운 防除手段을 摸索하기 시작했으며, 最近에는 可能的한 모든 防除手段의 效果的인 組合을 適用하는 綜合的 防除로 轉換하고 있는 實定이다. 이러

*農振廳·作物改良研究事業所(Crop Improvement Research Center, O.R.I.D)

**農振廳·農技研(Institute of Agr. Science, ORD)

***韓國農藥(株)(Korea Agr. Chemical Co. Ltd)

한 綜合的防除의 一環으로 對象害虫을 보다 選擇的으로 防除하는 殺虫劑 또는 防除法의 開發이 要望됨에 따라 害虫의 性誘引物質(Sex Pheromone)에 關한 問題가 큰 興味를 끌게 되었으며 殺虫劑와의 混用, 교미活動의 교란¹³⁾, 發生豫察機構로서의 利用²¹⁾ 등 다각도에서 研究되고 있다.

昆蟲은 生長, 脫皮, 교미등에 關連된 重要한 生理的 技能을 支配하는 物質이 있는데 特히 교미活動中 同種間의 情報傳達手段으로 利用되는 外分泌物質을 Bethe (1932)는 Ectohormon 이라고 불렀으나 그뒤 Karlson 과 Butenandt 등에 의해 Pheromone 으로 名名되었다^{10, 21)} 교미활동을 主導하는 性誘引物質에 關한 연구는 Butenandt 가 50萬마리의 누에 암컷에서 Bombycor 라는 物質을 分離해 낸것이 最初이며, 美國의 Jacobson 이 山林의 大害虫인 蠶絲나방으로부터 Gyptol 이라는 性誘引物質을 分離, 同定, 合成하므로써 性誘引物質의 害虫防除手段으로서의 利用에 획기적인 契機가 되었다¹⁴⁾. 그 후 性誘引物質에 對한 數 많은 研究가 修行되어 蠶絲나방^{1, 2, 9, 11)}, 목화다래나방^{4, 7)}, 흰불나방⁶⁾, 일말이나방류^{8, 19)}, 밤나방과의 수종^{3, 20)} 등 約 200여종에서 性誘引物質이 확인 추출되어 發生豫察 등 害虫防除手段으로서 利用可能性이 檢討되고 있으며 二化螟虫에 對해서도 性誘引力이 밝혀져¹⁵⁾ 英國의 열대生産物研究所에서 分離 合成을 試圖하고 있다.

그러나 우리나라에서는 흰불나방의 性誘引에 關한 報告⁶⁾ 이외에는 Pheromone 에 對한 研究가 수행된 바 없다. 따라서 본 試驗은 國外에서 이미 開發된 果樹害虫의 合成 Pheromone 14種을 導入하여 이들의 性誘引力 및 誘引害虫의 種類를 밝히므로써 國內害虫의 發生豫察 및 防除에 利用可能한 Pheromone 을 選拔하고자 수행하였다. 또한 現在 開發도중에 있는 二化螟虫의 Pheromone 을 導入하여 본 害虫의 未交尾를 암나방과 그 誘引力을 比較檢討하고 豫察에의 利用可能性을 打診한 結果를 綜合하여 報告한다.

본 研究를 위해 二化螟虫 Pheromone 을 분양해 준 영국 국제생산물연구소의 B.F. Nesbitt 박사에게 심심한 사의를 표하는 바이다.

材料 및 方法

1. 二化螟虫

3月中旬 野外的 벌집에서 越冬중인 二化螟虫 幼虫을 採集하여 室內에서 雌雄을 區分하고 蛹化시켜 羽化하는 나방을 二化螟虫의 性誘引力 檢定에 使用하였다. 合成 Pheromone 은 영국의 熱帶生産物研究所의 B.F. Nesbitt 가 合成한 것으로 (Z)-11-hexadecenal 164 μ g

과 (Z)-13-octadecenal 36 μ g 및 산화방지제 Butylated hydroxy toluene 1mg 을 含有한 4ml 들이 Plastic vial 을 사용하였다. Trap 으로는 美國 3M 社가 製作한 Sectar-1 끈끈이 Trap (1975年 使用)과 直徑 11cm 높이 15cm 되는 廣통의 양쪽뚜껑을 除去하고 內面에 끈끈이를 바른 Can Trap (1976年 使用)을 使用하였다. Trap 안쪽에 Pheromone Vial 또는 二化螟虫나방 未交尾 암컷을 넣은 小型 Cage(직경 2cm, 높이 5cm 의 원통으로 양쪽에 망사를 씌움)를 附着시키고 調査포장의 벼상단으로부터 50cm 높이에 設置한 後 一定한 日別間隔으로 誘殺된 나방의 數를 調査하였다.

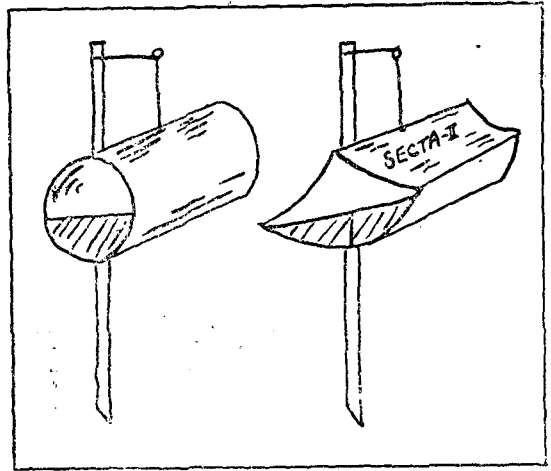


Fig. 1. Two types of trap used in this experiment
2. 果樹害虫

美國 Zocon 社가 合成하여 供給하고 있는 주요 Pheromone 을 供試하였으며 이들의 名稱, 對象害虫 및 化學的性狀은 表 1과 같다.

表 1에 표시한 14種의 Pheromone 을 供試하여 二化螟虫의 性誘引實驗에 使用한 것과 동일한 형의 Can Trap 의 안쪽에 各種 Pheromone Cap 을 附着시키고 園藝試驗場 사과園場의 16年生 사과나무에 設置하였다. Trap 間의 間隔은 約 20m 이었으며 높이 2m 되는 南向枝의 끝에 設置하였다. 또한 수원시 울전동의 포도 果樹園과 배나무 果樹園에 LAW, OFM, 및 GBM 을, 그리고 인계동의 배·복숭아 果樹園에 OFM 과 LAW 를 각각 2개씩 設置하고 설치포장의 위치와 果樹의 種類에 따른 誘引種의 差異를 檢定코자 하였다.

아울러 園藝試驗場의 동일한 圃場에 自動誘蛾燈(100 W 백열등부착, Model MT-7)을 설치하여 Pheromone Trap 과의 誘引力을 比較하였다.

其他 詳細한 事項은 結果 및 考察에서 다시 言及하였다.

Table 1. Trade name, target species and chemical properties of the pheromones used in this experiment.

Trade name	Target species	Chemical property (Ratio)
OFM	<i>Grapholitha molesta</i>	C8-12 : AC(6) + 12 : OH(1 : 4)
OBLR	<i>Choristoneura rosaceana</i>	C11-14 : AC
SPAR*	<i>Sparganothis sulfureana</i>	T11-14 : AC
RBLR	<i>Argyrotaenia velutinana</i>	C11-14 : AC(12) + 12 : AC(2 : 3)
ArcP*	<i>Archips podana</i>	C11-14 : AC + C11-14 : OH(2 : 3)
ArcM*	<i>Archips motuanus</i>	C11-14 : AC + C11-14 : OH(1 : 1)
TBM	<i>Platynota idaeusalis</i>	T11-14 : OH + T11-14 : AC(1 : 1)
GBM	<i>Paralobesia viteana</i>	C9-12 : AC(9)
PAND*	<i>Pandemis limitata</i>	
VL	<i>Platynota limitata</i>	T11-14 : AC
FTLR	<i>Archips argyrosyphilus</i>	
ESBM	Eye-spotted berry moth	
LAW	<i>Grapholitha prunivora</i>	C8-12 : AC
CM	<i>Cydia pomonella</i>	

*Names were given by the authors for the convenience

結果 및 考察

1. 二化螟虫

二化螟虫의 性誘引力の 有無를 確認하기 위해 羽化한 나방의 性과 日齡을 달리하여 Trap 속에 넣고 水原市 울전동의 벼포장에 4反復으로 설치한후 誘引된 나방의 數를 매일 조사하였다.

Table 2. Number of striped rice borer, *Chilo suppressalis* Walker, moths attracted to the traps baited with vergin moths of different sexes, ages, and number in a trap (Yulcheon-Dong, 1975)

No. and Sex of Moth Baited	Days after Emergence					Total
	1	2	3	4	5	
1 Male	0	0	0	0	0	0
1 Female	15	7	15	5	0	42
2 Female	23	18	10	5	0	56
3 Female	18	25	27	5	0	75
Total	56	50	52	15	0	173

그 結果 表 2에서 보는바와 같이 암컷의 性誘引力은 높았으나 수컷은 性誘引力이 전혀 없었다. Trap 속에 공시한 誘引原인 암컷의 數가 증가함에 따라 誘引된 나방의 數도 增加하는 傾向을 보였으나 큰 差異는 없었다. 한편 암컷의 경우 羽化後 3日까지는 誘引力이 높았으나 4日經過나방은 誘引力이 減少하였으며 5日를 經過하면 전혀 誘引力이 없었다. Jacobson(1965)¹⁰⁾에 의하면 수컷이 암컷을 유인하는 種類가 50여種이나 알려져 있으나 대부분 암컷이 수컷을 誘引하는 것으로 報告되어 있어 二化螟虫도 後者の 部類에 속하는 것으로 생각된다. 一般적으로 昆虫의 性誘引力은 交尾時期와

關係가 깊으며 Kamito와 Kurihara(1929)¹²⁾는 二化螟虫은 羽化 1日後에 大部分 交尾한다고 보고했다. 또한 Padilla(1964)¹⁶⁾는 필리핀에서 二化螟虫의 性誘引力을 檢定한 結果 羽化 1日後의 암컷이 가장 誘引力이 높았으며 날자가 經過할수록 誘引力이 減少한다고 報告했다. 이와같은 差異는 試驗環境과 地域的 生態種의 相異에 起因한 것으로 생각되어지나 再考해 보아야 할 것으로 생각된다.

二化螟虫의 合成 Pheromone을 넣은 Trap 과 未交尾 암컷을 넣은 Trap을 水原市 울전동, 구운동 및 작물 시험장포장에 각각 3反復으로 설치하여 이 두 誘引原의 誘引力을 比較하였다.

Table 3. Number of male striped rice borer captured in traps baited with a virgine female or a pheromone cap (10th~30th of June in 1975)

Source of Attraction	Experimental Sites			Total
	Yulcheon-Dong	Guun-Dong	Crop Exp. Sta.	
Pheromone Vial	15	7	16	38
Virgin Female	48	12	23	83

表 3에 표시된 바와 같이 모든 調査地에서 未交尾 암컷이 合成 Pheromone보다 誘引力이 월등히 높았다. 合成 Pheromone은 一般적으로 매우 不安定한 物質인 性 Pheromone을 그 有效構造만 모방하여 比較的 安定한 想態로 誘導하는 것이 보통인데 이러한 有似구조의 誘導過程이나 正確도에 따라 誘引力이 左右되는 것으로 알려져 있다¹⁰⁾. 이러한 觀點에서 볼 때 본 合成 Pheromone의 誘引力이 낮은 것은 아직도 有效構造, 使用濃度, 使用方法등이 不適合하기 때문인 것으로 생각된다.

合成 Pheromone 이 二化螟虫의 發生豫察에 使用될수 있는 可能性을 檢定하기 爲해 京畿道 平澤郡 平澤邑 벼 栽培地에 100m 間격으로 12個의 Pheromone Trap 을 設置하고 誘引된 나방의 數를 調査하여 誘蛾燈의 誘殺數와 比較하였다.

그림 2에서 나타난 데로 合成 Pheromone 은 設置初期에 誘引力이 좋았으나 時間이 經過할수록 誘引力이 減少하였고 나방의 密度가 매우 낮은 시기인 7月 12日에 Pheromone 을 交替한 結果 다시 誘殺數가 增加하였다. 반면 誘蛾燈은 6月 11日과 18日사이의 發生頂點을 잘 나타내어 주고 있으며 全般的으로 Pheromone Trap 보다 誘引나방의 數가 많았다. 즉 合成 Pheromone 은 設置後 誘引力이 急速히 減少하여 發生頂點을 잡을 수 없었으며 Pheromone 의 交替時期에 따라 誘引力이 좌우되어 豫察을 위한 誘殺기구로서는 아직도 未洽한 점이 많은 것으로 생각된다.

2. 果樹害虫

現在 分離, 同定, 合成되어 實用化단계에 있는 14種의 合成 Pheromone 을 供試하여 國內의 果樹害虫에 對한 誘引力을 檢定함으로써 豫察 및 防除에 利用可能한 合成 Pheromone 을 選拔하기 爲해 3年間에 걸쳐 水原市 園藝試驗場圃場, 인제동果樹園, 栗田洞果樹園 등에서 試驗한 結果 表 4에 기재된 種類들의 害虫이 誘引되었다.

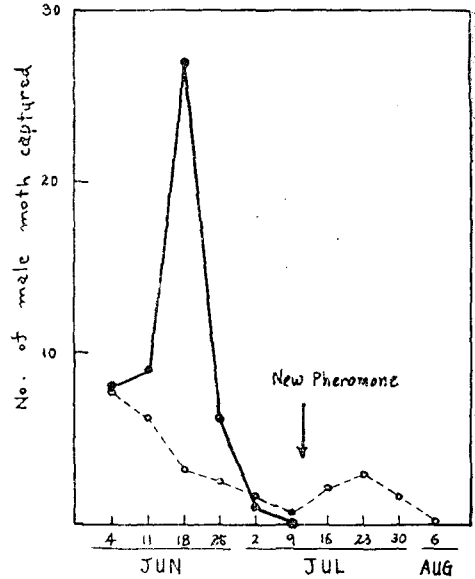


Fig 2. Number of male striped rice borer moth captured by pheromone (dotted line with unfilled circle) and light trap (black line with filled circle) (Pyeong-taek, in 1976)

OFM 에는 本 Pheromone 의 適用害虫인 복숭아순나방이 年間 Trap 當 200~900마리나 誘引되었으며 LAW

Table 4. Species and number of moths attracted to the given pheromones

Pheromone	Species Attracted	No. of Moths Attracted in a year		
		1975*	1976	1977
OFM	<i>Grapholitha molesta</i> B.	±	233	947
LAW	<i>Grapholitha molesta</i> B.	±	149	—
OBLR	<i>Archippus coreensis</i> P.	±	31	79
	<i>Archips fuscocupreanus</i> (W.)	0	10	11
	<i>Archippus ingentanus</i> (W.)	0	2	0
	<i>Hoshinoa longicellana</i> (W.)	+	32	2
	<i>Archippus semistructus</i> (M.)	±	0	53
	<i>Archippus breplicanus</i> (W.)	0	0	11
	<i>Grapholitha molesta</i> B.	0	0	4
	RBLR	<i>Archippus coreensis</i> P.	±	79
<i>Hoshinoa longicellana</i> (W.)		+	42	11
<i>Archips fuscocupreanus</i> (W.)		0	13	4
<i>Archippus semistructus</i> (M.)		0	0	4
<i>Pyroderces</i> sp.		0	0	1
<i>Archips breplicanus</i> (W.)		0	1	0
SPAR	<i>Pyroderces</i> sp.	—	142	102
	<i>Hoshinoa lingicellana</i> (W.)	—	2	6
	<i>Hamadaula anisocentra</i> (M.)	—	11	0
	<i>Archippus semistructus</i> (M.)	—	0	3
	<i>Grapholitha molesta</i> B.	—	0	3
ArcM	<i>Archippus coreensis</i> P.	—	42	41

	<i>Hoshinoa longicellana</i> (W.)	—	34	1
	<i>Hamadaula anisocentra</i> (M.)	—	0	2
	<i>Archippus semistructus</i> (M.)	—	0	1
	<i>Archips fuscocupreanus</i> (W.)	—	0	1
TBM	<i>Hamadula anisocentra</i> (M.)	0	0	90
	<i>Pyroderces</i> sp.	0	46	8
	<i>Hoshinoa longicellana</i> (W.)	0	0	1
	<i>Hyponomeuta mochlocrossa</i> M.	0	1	0
GBM	<i>Archippus semistructus</i> (M.)	—	0	10
	<i>Rhopobota naevana</i> H.	—	183	0
	<i>Pyroderces</i> sp.	—	0	4
	<i>Grapholitha molesta</i> B.	—	5	0
ArcP	<i>Archippus coreensis</i> P.	—	14	—
	<i>Archips fuscocupreanus</i> (W.)	—	2	—
	<i>Hoshinoa longicellana</i> (W.)	—	1	—
	<i>Hyponomeuta</i> sp.	—	1	—
PAND	<i>Adoxophyes orana fasciata</i> W.	—	3	—
	<i>Clepsis pallidana</i> (F.)	—	2	—
	<i>Archippus pulchra</i> (B.)	—	3	—
	<i>Hyponomeuta</i> spp.	—	6	—
VL	<i>Archips breviplicanus</i> (W.)	—	3	—
	<i>Hoshinoa longicellana</i> (W.)	—	1	—
FTLR	<i>Archips breviplicanus</i> (W.)	—	9	—
	<i>Archips fuscocupreanus</i> (W.)	—	1	—
ESBM	Gelechidae	0	3	—
CM	<i>Olethreutes</i> spp.	±	—	—
	<i>Asthenes</i> spp.	±	—	—
	<i>Plusia</i> spp.	±	—	—

*The signs, “H, + and ±,” indicate the high, moderate and low attraction respectively. The sign “—” means that the pheromone was not checked in the given year.

Table 5. Number of given species attracted to the pheromone trap and to the light trap

Species	Source of Attraction		Attract Pheromones
	Pheromone	Light	
<i>Grapholitha molesta</i>	872	4	OFM
<i>Archips brevipreanus</i>	8	3	OBLR
<i>Archippus coreensis</i>	47	23	OBLR, RBLR, ArcM
<i>Archips fuscocupreanus</i>	11	3	OBLR, RBLR, ArcM
<i>Archippus semistructus</i>	46	0	GBM, OBLR, RBLR
<i>Hamadaula anisocentra</i>	41	0	TBM

에도 복숭아순나방이 多量 誘引되었다. OBLR 과 RBLR 및 ArcM 에는 新種으로 발표된 한국잎말이나방이 주로 유인되었으며, SPAR 에는 집나방과의 일종인 *Pyroderces* sp.가 주로 유인되었고 GBM 에는 매실애기잎말이나방이 多數 誘引되었으며 기타의 Pheromone Trap 에서도 약간의 잎말이나방류를 유인하였으나 그 수가 적었다. 또한 우리나라에 分布하는 것으로 誤認되었던 Codling moth 의 Pheromone 인 CM 에는 약간의 잎말이나방류가 유인되었을 뿐으로 사과의 大害虫인 Codling Moth 가 韓國에 分布하지 않는다는 박(1975)¹⁷⁾의

報告를 뒷받침해 주었다.

Pheromone 은 種에 對한 特性이 強하여 該當種類에만 誘引力을 나타내는 것이 보통이나^{10,21)} 表 4에 나타난 테로 한 種類의 合成 Pheromone 에 여러種의 害虫이 誘引된다든가 또는 한 種의 害虫이 數種의 Pheromone 에 誘引되는 現象을 보인 것은 Pheromone 의 合成 과정에서 多少의 構造式의 變化로 近緣種에까지 適用 範圍가 擴大된 때문으로 풀이된다.

以上の 結果에서 誘引된 數가 많았던 6種의 잎말이나방類를 對象으로 Pheromone Trap 과 誘蛾燈과의 誘

引力을 比較하였다.

表 5에서 나타난 바와 같이 6種의 對象害虫 모두가 Pheromone Trap에 압도적으로 많이 誘引되었다. 湯嶋(1976)²¹⁾가 지적한 대로 果樹잎말이류는 走光性이 매우 弱한 때문인 것으로 보이며 誘蛾燈으로 이들의 發生消長을 追跡하기는 매우 困難함을 示唆해 준다.

表 4와 表 5의 結果를 綜合해 볼 때 國內에서 發生消長調査 및 防除에 利用可能한 果樹害虫과 適用 Pheromone의 組合은 복숭아순나방—OFM, LAW; 한국잎말이나방—OBLR, RBLR, ArcM; 검모부녀잎말이나방—OBLR, RBLR, ArcM; 딸기잎말이나방—OBLR, RBLR, GBM; 사과잎말이나방—OBLR, RBLR, ArcM 등을 들 수 있다.

복숭아순나방을 비롯한 數種의 果樹잎말이류의 合成 Pheromone Trap에 의한 發生消長이 조사되었다. 그 결과 복숭아순나방은 대체로 년간 4회 發生하는 것으로 생각되었거나 年次變動이 매우 심하였으며 사과잎말이나방은 年 2회(6月末, 8月末), 검모부녀 잎말이나방은 年 1회(6月中), 딸기잎말이나방은 年 2회(6月初, 8月初) 그리고 한국잎말이나방은 年 2회(6月中, 8月中~9月初) 發生하는 것으로 나타나 日本의 蛾類幼虫圖鑑¹⁵⁾에 記載된 內容과 類似하였다. 그러나 나방류의 性誘引力은 季節과 氣象에 따라 달라지며 季節의 性比가 다른 可能性도 있으므로(湯嶋, 1976)²¹⁾ 본 試驗結果를 토대로 좀더 상세한 發生消長조사가 이루어져야 할 것으로 생각된다.

摘 要

본 試驗은 二化螟虫과 과수의 잎말이류 및 Codling Moth의 Pheromone 등 모두 15種의 合成 Pheromone을 도입하여 國內害虫의 豫察과 防除에 利用可能한 Pheromone의 選拔코자 遂行하였다. 二化螟虫 Pheromone은 英國의 熱帶生産物研究所에서 合成한 것을 使用하였으며 果樹害虫의 Pheromone은 Cornell大學과 Zoecon會社에서 공급받았다.

본 試驗의 結果는 다음과 같다.

1. 二化螟虫의 未交尾암컷을 넣은 Trap이 合成 Pheromone을 넣은 Trap보다 숫컷을 유인하는 能力이 컸다.

2. 二化螟虫의 合成 Pheromone은 설치후 時間이 경과함에 따라 유인력이 감소하여 發生頂點을 잡을수 없었다.

3. 果樹잎말이류 害虫中 복숭아순나방이 OFM과 LAW Pheromone에 가장 많이 誘引되었다.

4. OBLR, RBLR, SPAR, 그리고 ArcM Pheromone에 數種의 果樹잎말이류 나방이 多數 유인되었으나 기타 8種의 Pheromone에는 誘引나방의 數가 적었다.

5. 本 試驗의 結果로 보아 害虫의 發生豫察에 利用可能한 것으로 생각되는 合成 Pheromone과 이들의 적용해충은 다음과 같다.

OFM, LAW: 복숭아순나방

OBLR: 사과부녀잎말이나방

OBLR, RBLR, ArcM: 한국잎말이나방, 검모부녀 잎말이나방, 사과잎말이나방

SPAR, TBM: *Pyroderces* 속의 일종

引用 文 獻

1. Acree, F. Jr. 1953. The isolation of Gyptol, the sex attractant of the female gypsy moth. J. Econ. Entomol. 46(2) : 313-315.
2. Adlung, K.G. 1964. Field tests on the attraction of male num moths (*Lymantria monach* L.) and Gypsy moth (*Lymantria dispar* L.) to gyplure, a synthetic sex attractant. Z. Angew. Entomol. 54(3) : 304-309.
3. Berger, R.S. 1966. Isolation, identification, and synthesis of the attractant of the cabbage looper, *Trichoplusia ni*. Ann. Ent. Soc. Am. 59(4) : 767-771.
4. Berger, R.S., McGough, J.M., Martin, D.F., and L.R. Ball. 1964. Some Properties and the field evaluation of the pink bollworm sex attractant. Ann. Ent. Soc. Amer. 57(5) : 606-609.
5. Burgess, E.D. 1950. Development of gypsy moth sex attractant traps. J. Econ. Entomol. 43(3) : 325-328.
6. Choi, S.Y. and Y.H. Song. 1970. Field studies on the sex attraction of the fall webworm moths (*Hyphantria cunea* D.) and the development of sex-attractant trap. Kor. J.Pl.Prot.Vol. 9, No.2,
7. Gentry, C.R., and J.D. Hoffman. 1964. A sex attractant in the tobacco budworm. J. Econ. Entomol. 57(6) : 819-821.
8. George, J.A. 1965. Sex pheromone of the oriental fruit moth, *Grapholitha molesta* (B.). Can. Ent. 97 : 1002-1007.
9. Holbrook, R.F. 1953. Gypsy moth sex attractant from Europe for use in trapping program. J. Econ.

- Entomol. 46(2) : 355-357.
10. Jacobson, M. 1965. Insect sex attractants. New York, London and Sydney, John Wiley and Sons Inc.
 11. Jacobson, M., Boroza, M., and W.A. Johnes. 1961. Insect sex attractants. I. the isolation, identification, and synthesis of the sex attractant of the gypsy moth. J. Amer. Chem. Soc. 83 : 4819-4824.
 12. Kamito, A. and S. Kurihara. 1929. Mating of the rice stem borer moth. Oyo-Dobuts. Zasshi, 1 : 55-56. Sited from Kiritani (1964) in "The major insect pests of the rice plant"
 13. Kawasaki, K., and K. Miyashita. 1976. Mating suppression by individual components of the sex pheromone of *Spodoptera litura* F. under field conditions. Appl. Ent. Zool. 11(4) : 320-326.
 14. Miyashita, K., Nakamura, K. and Y. Ita. 1972. The rate of catch of the male of *Spodoptera litura* F. by virgin female traps. Appl. Ent. Zool. 7(3) : 109-115.
 15. 六浦晃 号 1969. 原色 日本蛾類幼虫圖鑑, 保育社.
 16. Padilla, M.T. 1964. Mating habits and sex attraction in striped rice borer, *Chilo suppressalis* Walker. Philip. Univ. (IRRI), Master's thesis.
 17. Park, K.T., and J.S. Park. 1976. The absence of codling moth *Cydia pomonella* L. in Korea. Korean Jour. Plant Prot. 15(2) : 79-81.
 18. Perez, R. and W.H. Long. 1964. Sex attractant and mating behavior in the sugarcane borer. J. Econ. Entomol. 57(5) : 688-690.
 19. Roelofs, W.L. and Kuo-Ching Feng. 1967. Isolation and bioassay of the sex pheromone of the red-banded leaf roller, *Argyrotaenia velutinana* (Lepidoptera, Tortricidae). Ann. Ent. Soc. Am. 60(6) : 1199-1203.
 20. Sekul, A.A. and A.N. Sparks. 1967. Sex pheromone of the fall armyworm moth. Isolation, identification and synthesis. J. Econ. Entomol. 60(6) : 1270-1273.
 21. 湯嶋 健, 1976. 性フェロモンによる害虫の発生豫察. 農業および園藝 51巻 4號 : 498-501.