

厚生労働科学研究費補助金（新興・再興感染症研究事業）
分担研究報告書

産卵トラップへの昆虫成長制御剤投入に関する基礎的研究

分担研究者 安居院宣昭（国立感染症研究所 昆虫医科学部）
研究協力者 水田英生（神戸検疫所）

研究要旨

産卵トラップ（オビトラップ）は蚊の調査、特にヤブカ属（*Aedes* 属）等、一部の種の調査に欠くことのできないものである。しかし、産卵トラップは、卵あるいは蛹を含む幼虫の採集間隔が長い場合、産卵された卵が成虫となり、発生源となることがある。野外に設置した産卵トラップに、昆虫成長制御剤（メトプレン活性炭懸濁剤及びピリプロキシフェン粒剤）を投入し、昆虫成長制御剤の産卵忌避性および羽化阻止効果をみた。メトプレン及びピリプロキシフェン共、産卵の忌避性は認められなかった。羽化阻止効果については、カクイカ *Culex (Lutzia)* sp. の発生や高気温等の自然環境の影響で、対照群の結果に異常がみられ、信頼できる結果は得られなかったが、規定量の4倍投入では、羽化阻止率がメトプレンは75% から95%、ピリプロキシフェンは82% から95%の範囲で認められた。また、薬剤投入1カ月後の羽化阻止効果は、両剤共50%前後に減少した。昆虫成長制御剤の産卵トラップへの利用は、侵入蚊の監視や移動分散の監視に有効と思われるが、今回用いた製剤は、産卵トラップ内に発生した蚊の幼虫の羽化を完全に阻止できなかった。今後は、その他の製剤についても効果及び使いやすさについて検討する必要があると思われる。

A. 研究目的

人工容器で繁殖する蚊、特にネッタイシマカ *Aedes aegypti* やヒトスジシマカ *Ae. Albopictus* の侵入及び移動分散の監視に、産卵トラップを利用することにより、監視作業を効率よく実施することができると思われるが、産卵トラップ内に産み付けられた蚊の卵や蛹を含む幼虫の回収が遅れると、卵や孵化幼虫は成虫にまで発育し、繁殖蚊の分散につながり、侵入蚊の定着・分散防止に相反することとなる。産卵トラップを侵入蚊等の繁殖源にさせないため、野外に設置した産卵トラップ内に昆虫成長制御剤投入し、産卵に対する忌避性、孵化幼虫に対する羽化阻止効果

の試験研究を実施し、昆虫成長制御剤投入産卵トラップの侵入蚊の監視に対する有用性を検討することが目的である。

B. 研究方法

神戸市兵庫区遠矢浜町にある神戸検疫所敷地内（26,811 m²）に産卵トラップを設置して試験を実施した。なお、昆虫成長制御剤には、メトプレン活性炭懸濁剤及びピリプロキシフェン粒剤を用いた。産卵トラップには、縦20 cm、直径19 cmの黒色ポリエチレン製円筒容器に、2 L以上でオーバーフローするように、下から約11 cmの所に直径5 mm水抜き穴を空けたものを用いた。設置場所は、

10 m 以上離れた場所 4 カ所 (A 地点、B 地点、C 地点、D 地点) を設定し、各設置場所に、対照用産卵トラップ、メトブレン用産卵トラップ、そしてピリプロキシフェン用産卵トラップの 3 種類の産卵トラップを隣接して設置することにした。

(1) 第 1 回試験：脱カルキ水 2 L を入れ、流水域に適用する規定量の昆虫成長制御剤を投入した 2 種の産卵トラップと、制御剤を入れない対照の産卵トラップを各地点に設置し、日々点検し、蚊の幼虫発生後 1 週間目に、すべてのトラップに発生している幼虫及び蛹をピペットを用いて、トラップごとに 300 ml 用蓋付きポリスチレン製カップに個体数を測定しながら水ごと採集し、蓋をして試験室に持ち帰った。試験室では、25°C でカップのまま飼育し、羽化数及び死亡数を計測した。なお、昆虫成長制御剤の流水域の規定量とは、メトブレン、ピリプロキシフェン共最終濃度 0.05 ppm、がであり、実際は、脱カルキ水 2 L に対し、10%メトブレン懸濁原液の 200 倍希釈液を 2 ml、あるいは 0.5%ピリプロキシフェン粒剤を 20 mg 投入した。また、トラップの設置日は、平成 14 年 5 月 17 日で、採集日は 6 月 10 日 (トラップ設置後 23 日目) であった。日々の点検でカクイカの発生をみた場合は適宜除去した。

(2) 第 2 回試験：第 1 回試験とは異なり、トラップには 1 L の脱カルキ水を入れ、昆虫成長制御剤は、流水域に適用する規定量の 4 倍量を投入した。第 1 回試験と同様に幼虫及び蛹を採集し (トラップ設置後 15 日目) で試験室に持ち帰った。さらに今回は、トラップはそのまま放置し、採集から 2 週間後 (トラップ設置後 29 日目)、再び発生している幼虫を同様に採集して試験室に持ち帰った。試験室では、第 1 回試験と同様に幼虫を飼育し、羽化数及び死亡数を計測した。なお、トラッ

プの設置日は、平成 14 年 6 月 25 日で、1 回目の採集日は 7 月 10 日 (トラップ設置後 15 日目)、2 回目の採集日は 7 月 24 日 (トラップ設置後 29 日目) であった。

C. 結果

(1) 第 1 回試験：A 地点における羽化阻止率は、メトブレンが 20%、ピリプロキシフェンが 40%、対照が 0% であり、3 種類のトラップ共、発生していた種はヒトスジシマカであった。B 地点においては、メトブレンに発生がなく、羽化阻止率は、ピリプロキシフェンが 40%、そして対照が 0% であり、発生していた種はすべてヒトスジシマカであった。C 地点においては、メトブレンが 100% で、発生種はヤマトクシヒゲカ *Cx. sasai*、ピリプロキシフェンが 100% で、発生種はヒトスジシマカ、対照が 0% で、発生種はヒトスジシマカであった。D 地点においては、メトブレンが 56% で、発生種はヤマトクシヒゲカとヒトスジシマカ、ピリプロキシフェンが 7% で、発生種はヤマトクシヒゲカ、対照が 0% で、発生種はヤマトクシヒゲカであった。

なお、神戸地方は、トラップ設置日の 17 日に 11.0 mm の降雨があり、設置から幼虫採集までには、合計 30.0 mm の降雨があった (表 1)。

(2) 第 2 回試験：発生後 1 週間目の採集に関し、A 地点における羽化阻止率は、メトブレンが 95%、ピリプロキシフェンが 95%、対照が 25% であり、発生種は 3 種類のトラップ共ヒトスジシマカであった。B 地点においては、メトブレンが 100%、ピリプロキシフェンが 100%、対照が 100% であり、発生種は 3 種類のトラップ共アカイエカ *Cx. pipiens pallens* であった。C 地点においては、メトブレンが 75%、ピリプロキシフェンが 82% であり、発生種は 2 種類のトラップ共ヒトスジ

シマカ、アカイエカそしてカクイカの一つであったが、対照にはカクイカの一つのみが発生し、共食い等を起こし、正確な羽化阻止率が計測できなかった。D 地点においては、メトブレンが 75%で、発生種はヒトスジシマカ、アカイエカそしてカクイカの一つ、ピリプロキシフェンが 88%で、発生種はヒトスジシマカとカクイカの一つであったが、対照は C 地点と同様で、羽化率の計測は不可能であった（表 2）。

トラップ設置後 29 日目の採集に関し、A 地点における羽化阻止率は、メトブレンが 75%で、発生種はヒトスジシマカ、アカイエカそしてカクイカの一つ、ピリプロキシフェンが 64%で、発生種はヒトスジシマカとカクイカの一つ、対照が 19%で、発生種はヒトスジシマカ、アカイエカそしてカクイカの一つであった。B 地点においては、メトブレンが 42%、ピリプロキシフェンが 45%、対照が 17%であり、発生種は 3 種類のトラップ共ヒトスジシマカとアカイエカであった。C 地点においては、メトブレンが 60%、ピリプロキシフェンが 63%、対照が 22%で、発生種は 3 種類のトラップ共ヒトスジシマカであった。D 地点においては、メトブレンが 100%、ピリプロキシフェンが 100%、対照が 0%であったが、発生個体数も少なく、発生種がカクイカの一つであったため、信頼できる結果は得られなかった（表 2）。

D. 考 察

第 1 回試験において、結果にばらつきが認められた。薬剤投入トラップを設置した日の夜に、神戸地方には 11.0 mm の雨が降り、トラップ内の水がオーバーフローをしたと思われるが、投入してある薬剤は、流水に用いることができるもので、投入量も流水に対応できる量であった。さらに、トラップの設置場

所を考えると、流入した水の量は、トラップ水量の 10%以下と考えられ、結果のばらつきは、雨によるものではないと考えられる。投入量を考えると、メトブレン活性炭懸濁液では、はじめに原液を 200 倍に希釈し、そこからピペットで 2 ml 採取し、トラップに投入したが、各段階における攪拌が不十分であったかも知れない。一方、ピリプロキシフェン粒剤では、投入量が 20mg と 1 kg 包装の 5000 分の 1 で、投入される粒子に含まれる薬剤の量にばらつきがあるなら、その影響がでたかも知れない。いずれにしろ、投入製剤量が微量であったことが、結果に影響を与えた可能性があると思われる。

第 2 回試験において、比較的良好な結果が得られたが、幼虫発生 1 週間後（トラップ設置後 15 日目）の試験では、A 地点を除き対照群に異常があり、資料として問題であるが、B 地点を除くと、C 地点も D 地点もカクイカの発生による異常なので、得られた結果は参考資料になり得ると思われる。B 地点に関しては、トラップの設置場所が中日の当たるところであり、採集当日、3 種類のトラップ共、幼虫は水面直下で瀕死の状態であり、採集終了時点にはほとんどが死滅していたことから、高気温と発生種が、水面直下で生活するアカイエカがであったことが、異常結果につながったものと思われる。ちなみに、採集前日の最高気温は 32.8℃、また、当日の採集時点（午前 10 時頃）の気温は 30.0℃であり、日の当たるところに置かれた黒色トラップ内の水温は、かなり上昇していたものと思われる。

トラップ設置後 29 日目の試験では、カクイカのみが発生していた D 地点を除き、羽化阻止効果が減少しており、野外において、産卵トラップにメトブレン活性炭懸濁剤あるいはピリプロキシフェン粒剤を投入する場合は、規定量の 4 倍量投入したとしても、ほぼ、2

週間置きに薬剤を取り替える必要があると思われる。

野外における産卵トラップへのメトブレン活性炭懸濁剤あるいはピリプロキシフェン粒剤の投入試験では、蚊の産卵忌避は認められなかったが、100%の羽化阻止効果は望めなかったため、侵入蚊の監視に産卵トラップを用いる場合は、産卵トラップに発生した蚊が成虫になり、分散するのを防止するため、週1回の卵及び幼虫の採集が必要であり、それが困難な場合にのみ、昆虫成長制御剤を使用すべきである。

今回の試験では、降雨等による産卵トラップ内の水のオーバーフローを考慮し、供試薬剤を流水にも適応できるメトブレン活性炭懸濁剤及びピリプロキシフェン粒剤としたが、オーバーフローが無くとも、完全な羽化阻止効果は望めず、また、1カ月後には効果が減少しており、約2週間に1度の卵及び幼虫の回収と薬剤の交換が必要となるので、今後は、ピリプロキシフェン発砲錠等、持続性はないが、包装容量の小さい製剤についても検討する必要がある。

E. 結論

昆虫成長制御剤のうちメトブレン及びピリプロキシフェンには、蚊に対する産卵忌避性は認められず、産卵トラップに適用できることが判明した。

メトブレン活性炭懸濁剤あるいはピリプ

ロキシフェン粒剤の蚊に対する羽化阻止効果は完全なものではなく、野外に設置した産卵トラップに適用した場合、規定の4倍量を投入したとしても100%の羽化阻止効果が望めないこと、1カ月後には効果が減少すること、また、規定量を投入した場合、投入量が微量であり、羽化阻止効果にばらつきが出ることなどが判明した。

したがって、両製剤は、蚊に対する産卵忌避性が認められないので、産卵トラップに投入し、蚊の侵入・移動分散の監視に利用可能であるが、しかし、完全な羽化阻止効果が望めないため、蚊の侵入・移動分散の監視、特に、侵入蚊の監視においては、産卵トラップに発生した侵入蚊を分散させないために、週1回の卵及び幼虫の回収が必要である。

週1回の卵及び幼虫の回収が困難な場合は、メトブレン活性炭懸濁剤あるいはピリプロキシフェン粒剤の投入が必要と思われるが、この場合でも、最低2週間に1回の卵及び幼虫の回収と薬剤の交換が必要であると思われる。

F. 健康危険情報

特になし。

G. 研究発表

なし。

H. 知的財産権の出願：登録状況

なし。

表1. 第1回試験結果

薬剤濃度	実施日	幼虫採集日	設置地点	薬剤名	採集 個体数	羽化数	蛹 死亡数	幼虫 死亡数	羽化 阻止率	発生種	
規定量 (0.05ppm) 水2L	5月17日	6月10日	A	メトレン	5	4	1	0	20%	<i>Ae. albopictus</i>	
				ピリプロキシフェン	10	6	4	0	40%	<i>Ae. al.</i>	
				対照	6	6	0	0	0%	<i>Ae. al.</i>	
			B	メトレン	発生なし			-			
				ピリプロキシフェン	26	0	26	0	100%	<i>Ae. al.</i>	
				対照	7	7	0	0	0	<i>Ae. albopictus</i>	
			C	メトレン	15	0	15	0	100%	<i>Cx. sasai</i>	
				ピリプロキシフェン	4	0	4	0	100%	<i>Ae. al.</i>	
				対照	9	7	2	0	22%	<i>Ae. al.</i>	
			D	メトレン	27	12	15	0	56%	<i>Cx. sa.</i> (59%), <i>Ae. al.</i> (50%)	
				ピリプロキシフェン	28	26	2	0	7%	<i>Cx. sa.</i>	
				対照	32	32	0	0	0%	<i>Cx. sa.</i>	

表2. 第2回試験結果

薬剤濃度	実施日	幼虫採集日	設置地点	薬剤名	採集 個体数	羽化数	蛹 死亡数	幼虫 死亡数	羽化 阻止率	発生種
規定4倍量 (0.2ppm) 水1L	6月25日	7月10日	A	メトレン	19	1	15	3	95%	<i>Ae. albopictus</i>
				ピリプロキシフェン	21	1	19	1	95%	<i>Ae. al.</i>
				対照	4	3	0	1	25%	<i>Ae. al.</i>
			B	メトレン	19	0	14	5	100%	<i>Cx. pipiens pallens</i>
				ピリプロキシフェン	15	0	0	15	100%	<i>Cx. p. p.</i>
				対照	21	0	0	21	100%	<i>Cx. p. p.</i>
		C	メトレン	12	0	9	3	75%	<i>Ae. al., Cx. p. p., *Cx. halifaxii</i>	
			ピリプロキシフェン	11	2	9	0	82%	<i>Ae. al., Cx. p. p., *Cx. ha.</i>	
			対照	3	1	共食い	1	(0%)	<i>Cx. ha.</i>	
		D	メトレン	4	1	1	2	75%	<i>Ae. al., Cx. p. p., *Cx. ha.</i>	
			ピリプロキシフェン	8	1	2	5	88%	<i>Ae. al., *Cx. ha.</i>	
			対照	5	0	共食い	1	(0%)	<i>Cx. h.</i>	
	7月24日	A	メトレン	20	5	13	8	75%	<i>Ae. al., Cx. p. p., *Cx. ha.</i>	
			ピリプロキシフェン	22	8	6	2	64%	<i>Ae. al., *Cx. ha.</i>	
			対照	21	17	2	8	19%	<i>Ae. al., Cx. p. p., *Cx. ha.</i>	
		B	メトレン	24	14	2	8	42%	<i>Cx. p. p.</i>	
			ピリプロキシフェン	22	12	2	0	45%	<i>Cx. p. p.</i>	
			対照	12	9	2	5	17%	<i>Cx. p. p.</i>	
	C	メトレン	15	6	4	3	60%	<i>Ae. al.</i>		
		ピリプロキシフェン	8	3	2	0	63%	<i>Ae. al.</i>		
		対照	9	7	2	0	22%	<i>Ae. al.</i>		
	D	メトレン	**4	0	4	0	100%	<i>Cx. h.</i>		
		ピリプロキシフェン	**1	0	1	0	100%	<i>Cx. h.</i>		
		対照	**1	1	0	0	0%	<i>Cx. h.</i>		

* は除去
** はすべて蛹

厚生労働科学研究費補助金（新興・再興感染症研究事業）
分担研究報告書

南西諸島、特に石垣島・西表島における侵入蚊の調査
及びネッタイシマカの侵入監視システムの検討

分担研究者 安居院宣昭（国立感染症研究所 昆虫医科学部）
研究協力者 水田英生・森 英人（神戸検疫所）
後藤郁夫（名古屋検疫所）
金城 毅・山本誠一（那覇検疫所石垣出張所）

研究要旨

亜熱帯地域に属し、我が国最南端の島々である南西諸島は、熱帯地域から侵入した蚊が最も定着しやすい地域であり、定着した蚊が北上する拠点ともなる地域である。南西諸島のうち、主として石垣島と西表島において侵入蚊の定着状況を調査すると共に、沖縄本島においても侵入蚊の分散状況を調査した。また、石垣港において産卵トラップによるネッタイシマカ *Aedes aegypti* の監視システムの検討を行った。石垣島では、侵入蚊の定着は認められなかったが、1990年に南西部で侵入定着が確認された *Culex vishnui* が、今回、東部にも拡散しているのが認められた。西表島では、国外から侵入したのか、石垣島から侵入したのかは不明であるが、初めて *Cx. Vishnui* の生息が確認された。沖縄本島においては、2002年6月に初めて *Cx. vishnui* の生息が確認されたが、今回、その近隣地域にも生息しているのが確認され、*Cx. Vishnui* が北上し始めていることが明らかとなった。石垣港において実施したネッタイシマカの侵入監視では、事務官（事務職員）のみが配置されている検疫所であっても、技官（技術職員）の配置のある検疫所と連携することにより、ネッタイシマカの侵入監視が十分実施できることが明らかとなった。したがって、特別な知識や技術を有する者及び検査施設が存在しない地域であっても、一般住民が検体採集等を実施すれば、検体の輸送が可能な地域であれば如何なる地域であっても、ネッタイシマカの監視が可能になることが明らかとなった。

A. 研究目的

疾病媒介蚊の多くは、熱帯・亜熱帯に生息している。これらの蚊が、我が国に侵入し定着するとすれば、亜熱帯に位置し、台湾との国境を接する南西諸島が最もその可能性が高い。また、南西諸島は、侵入定着した蚊が日本列島を北上し、分散あるいは拡散していく拠点となる可能性も高い。南西諸島南端の石

垣島及び西表島における侵入蚊の実態調査と沖縄本島における侵入蚊の移動分散の調査を実施し、さらには、石垣港において、産卵トラップによるネッタイシマカの監視を実施し、熱帯・亜熱帯に生息する疾病媒介蚊の侵入・移動分散の監視について考察することが目的である。

B. 研究方法

I. 南西諸島、特に石垣島・西表島における侵入蚊の調査：

石垣島・西表島における侵入蚊の現状を把握するため、両島において生息蚊の調査を実施した。

1) 石垣島における生息蚊の調査：石垣島では、2002年6月14日から15日と同年9月3日から4日までの計4日間、平得地区、轟川流域、大里地区、通路川流域、ファナン川流域、平久保地区、名倉地区、崎枝地区、川平地区、米原地区において、ヒシヤクとピベットを用いて蚊の幼虫を採集し、生息状況を調査した。

2) 西表島における生息の蚊調査：西表島では、2002年6月13日と同年9月2日の2日間、古見地区、フカーリー川流域、白浜地区においてヒシヤクとピベットを用いて蚊の幼虫を採集し、生息状況を調査した。

3) 南西諸島における *Cx. vishnui* の移動分散状況の調査：石垣島及び西表島の侵入蚊調査に加え、2002年9月31日に沖縄本島金武地区と屋嘉地区の水田地帯において、ヒシヤクとピベットを用いて蚊の幼虫を採集し、*Cx. vishnui* の侵入状況を調査し、南西諸島における *Cx. vishnui* の移動分散状況を調査した。

II. ネットイシマカ監視システムの検討：

石垣島の市街地の中心石垣港をネットイシマカの監視地点とし、監視システムの検討を行った。石垣港をほぼ等間隔に取り囲むように5つの調査点を設定し、各調査点に2個の産卵トラップを約5mから10m離して設置し(図1)、産卵台の回収、乾燥そして検査施設(神戸検疫所)への郵送並びに産卵トラップの維持管理を那覇検疫所石垣出張所職員(事務官)に依頼した。なお、監視期間は、平成14年6月12日から12月17日ま

でとした。

産卵トラップには、高さ約20cm、直径約19cmの蓋付き円筒容器を用い、蓋中心部に直径約5cmの穴を空けたものに脱カルキ水2Lを入れ、産卵台として長さ約30cm、幅約15cmのペーパータオルを蓋部分から水中に垂らしたものをを用いた。

産卵台の回収は、月初めと月半ばの月2回とし、回収した産卵台は、産卵面を内側に折りたたみ、新聞紙に挟み持ち帰り、室温で2日間乾燥させた後、個々にポリ袋に入れて神戸検疫所に郵送した。郵送された産卵台は、神戸検疫所に到着後ポリ袋から出し、300ml用蓋付きカップに投入の後、精製水200mlと酵母エキス加ネズミ飼育用固形飼料粉末を微量加えて蓋をし、25°C前後の室に放置し、卵を孵化させた。孵化した幼虫は、高齢幼虫又は成虫にまで飼育し、種の同定を実施した。通常、産卵台の液浸は、到着日に実施したが、土曜日及び日曜日に到着したものは、月曜日に実施した。なお、産卵トラップの水は、産卵台回収時にすべて取り替えた。

C. 結果

I. 南西諸島、特に石垣島・西表島における侵入蚊の調査：

1) 石垣島における生息蚊の調査：石垣島においては、ハマダラカ属(*Anopheles* 属)2種、ヤブカ属(*Aedes* 属)3種、セスジャブカ属(*Ochlerotatus* 属)3種、クロヤブカ属(*Armigeres* 属)1種、ナガスネカ属(*Orthopodomyia* 属)1種、イエカ属(*Culex* 属)12種、ナガハシカ属(*Tripterooides* 属)1種、チビカ属(*Uranotaenia* 属)5種、カギカ属(*Malaya* 属)1種、オオカ属(*Toxorhynchites* 属)1種の計10属30種が採集されたが、新たな侵入蚊の定着は認められなかった。ただし、かつて、南西部に侵入定

着した *Cx. vishnui* が、南東部の通路川流域と轟川流域でも採集された (表 1)。

2) 西表島における生息蚊の調査: 西表島においては、ハマダラカ属 3 種、ヤブカ属 2 種、セスジヤブカ属 4 種、クロヤブカ属 1 種、ナガスネカ属 1 種、イエカ属 8 種、チビカ属 3 種、カギカ属 1 種、オオカ属 1 種の計 9 属 25 種が採集され、西表島で初めて *Cx. vishnui* が侵入定着していることが明らかとなった (表 1)。

3) 南西諸島における *Cx. vishnui* の移動分散状況の調査: 石垣島及び西表島の調査結果に加えて実施した沖縄本島の調査結果では、金武地区において、水田及び田芋畑 5 枚中 2 枚から、屋嘉地区において、水田 4 枚中 2 枚から *Cx. vishnui* が採集され、沖縄本島にも *Cx. Vishnui* が侵入し、確実に定着していることが確認された (表 2)。

II. ネットアイシマカ監視システムの検討:

石垣港において実施したネットアイシマカの監視システムは、順調に機能を果たした。2 日間室温で乾燥させた産卵台は郵送され、2 日から 4 日後に神戸検疫所に到着した。産卵台に産み付けられた卵は、産卵台の液浸後 1 日ないし 2 日目から孵化しはじめ、孵化幼虫は順調に生育し、同定に供することができた。今回の調査期間内に採集された卵はすべてヒトスジシマカ *Aedes albopictus* であり、ネットアイシマカの侵入は認められなかった (表 3)。

D. 考 察

石垣島においては、新たな侵入蚊の定着はなかったが、西表島及び沖縄本島において、日本脳炎や西ナイルウイルスの媒介能を有する *Cx. vishnui* の侵入定着を認めた。*Cx. vishnui* は、Miyagi *et al.* により 1990 年に石垣島南西部で初めて生息が確認された蚊で、その後、生息域を拡大させ (水田ら、1999)、

今回、名倉地区、通路川流域そして轟川流域で幼虫が採集されたことから、石垣島南部一帯に完全に定着しているようである。過去の調査で生息が確認されなかった西表島や沖縄本島でも生息が確認されたことから、生息域がさらに拡大し、北上の兆しをみせているように思われる。西表島で *Cx. vishnui* が採集された場所は、2000 年 9 月の調査において生息が確認されなかった場所 (水田ら、2000) で、ごく最近侵入してきたものと思われる。沖縄本島では、2002 年 6 月に當間らにより数年ぶりに行われた金武地区の水田地帯の調査で初めて採集されており、今回の調査 (9 月末) でも同地区の田芋畑、そして約 8 km 離れた屋嘉地区の水田からも採集されているので、沖縄本島への侵入は、数年前に起こったものと思われる。侵入蚊の北上を防止するため、南西諸島における定期的な侵入蚊の調査並びに定着した蚊の移動分散の監視が望まれる。

Cx. vishnui が採集された場所を地理的にみると、石垣島における 1990 年の調査では、石垣島南部西側一帯の水田で採集されており、一番南に位置する水田は石垣港に近く、石垣港から 1 km から 2 km の距離に存在する。西表島の採集場所は、島の西部にある白浜地区のごく限られた地域の水田である。なお、西表島は、石垣島の西方約 20 km (最短) にあり、白浜地区は、石垣島南西部から西に約 40 km 行った所で、石垣島から最も近い西表島東部からは、約 500 m の山越えとなる。また、西表島には、外国から来航できる海港や空港はなく、西方約 200 km に *Cx. vishnui* が生息している台湾が位置している。沖縄本島の採集場所は 2 地区とも中南部の東側で、金武湾に面したところに位置している。金武地区の水田地帯は、金武湾の北部にあり、約 2 km 圏内に米軍基地と、約 1 km 離れた位置

に米軍の港がある。ただし、この港を利用する船舶は年間数隻である。屋嘉地区の水田地帯は、金武湾に沿って西方約 8 km の位置にあるが、金武地区に向かって隣接する伊芸地区にかけ、水田が連続して点在している。伊芸地区の水田と金武地区の水田との最短距離は約 3 km で、金武地区内の約 1 km は市街地となっている。また、屋嘉地区の南南東約 3 km の位置に外国船が入港する火力発電所のバースがあり、年間、オーストラリアから 8 隻前後、インドネシアから 3, 4 隻、中国から 1, 2 隻が入港している。これらのことから、西表島に関しては、台湾に生息している蚊も存在していることから、輸送機関を介さず侵入したものと思われ、石垣島についても、輸送機関を介さず侵入したものと思われるが、輸送機関を介して侵入した可能性もある。沖縄本島に関しては、金武湾が太平洋に面していることから、今のところ、輸送機関を介して国外から侵入した可能性が高いと思われる。したがって、侵入蚊の監視は、国境と接する地域、国際港・国際空港（無線検疫港を含む）及びその周辺、そして、米軍基等の地周辺において実施することが最も効率よいと思われる。

石垣島及び西表島の両島合わせて 10 属 33 種が採集されていることから、両島には、侵入蚊の定着に適した環境が多数存在するものと思われる。また、石垣島や西表島には熱帯熱マラリアの媒介蚊コガタハマダラカ *An. minimus* が広く分布しており、石垣空港から約 3 km 離れた地点で幼虫が採集されたこともあり（森ら、1999）、今回の調査でも、新空港の予定地から約 2 km 離れた地点で幼虫を採集している。このことは、国内線航空機を介して、他の地域にコガタハマダラカが移動分散する可能性がわずかであるが存在していることを示している。したがって、南西諸島、

特に石垣島等においては、侵入蚊の継続的な監視はもちろん、コガタハマダラカの移動分散の監視も必要である。また、沖縄本島南部や本島南部以南の島々には、かつて、黄熱や Dengue 熱の媒介能力を有するネッタイシマカ *Ae. aegypti* が一般的に生息しており、リュウキュウシマカとも呼ばれていた。上水道の整備等、生息環境の変化により今日では絶滅し、今回の調査でも生息は確認されなかったが、隣接する台湾の南部には、今なおネッタイシマカが生息しており、時折、Dengue 熱の流行を引き起こしている。したがって、南西諸島におけるネッタイシマカの侵入監視も重要である。今日まで、石垣島あるいは石垣島周辺の離島において、大学、那覇検疫所石垣出張所あるいは沖縄県八重山保健所によるコガタハマダラカ等の調査がなされているが、その調査結果を基に、現在まで石垣島等において、行政によるコガタハマダラカやネッタイシマカの監視が実施されたことはない。

ネッタイシマカの侵入監視に関しては、検疫所が検疫港における監視を行うことになっているが、事務官のみの検疫所（出張所）では、監視はされていない。今回の監視システムは、那覇検疫所石垣出張所のように事務官のみの配置になってしまった検疫所であっても、技官（技術職員）の配置のある検疫所と連携することにより、ネッタイシマカの侵入監視を可能にし、また、検疫港以外、特別な知識や技術を有する者、あるいは検査施設が存在しない地域であっても、一般住民等に産卵台の回収、乾燥及び郵送が依頼でき、そして、郵送の可能な地域であれば、如何なる地域であってもネッタイシマカの監視が可能となるので、ネッタイシマカの定着が可能な地域、特に、南西諸島においては、今回の監視システムを用いた継続的なネッタイシマカの監視が望まれる。ただし、ネッタイシマカの監

視に関し、月2回の回収では、卵からすでに成虫になり、飛び立ってしまう可能性があり、産卵トラップが繁殖源ともなりかねないので、産卵台の回収は、特別な事情がない限り1週間隔にすべきである。なお、今回の監視システムは、ヒトスジシマカの監視にも利用できるため、ヒトスジシマカの生息域北上の監視に利用すれば、生息域北上の監視が効率よく実施できるものと思われる。

コガタハマダラカの移動分散の監視に関しては、生息状況について多くの調査結果がすでに報告されているので、移動分散の監視のための調査定点（水域）の設定やコガタハマダラカが誘引される牛舎周辺における調査定点の設定、さらには、海港及び空港周辺における調査定点の設定がなされ、継続的な監視が実施できる法整備と体制の確立が望まれる。コガタハマダラカの監視は、主として地方自治体すなわち沖縄県が実施すべきであるが、県外への移動分散の防止の観点から、国も監視に携わる必要がある。

その他の侵入蚊の監視において、特に、検疫感染症及び検疫感染症に準ずる感染症、すなわち、黄熱、デング熱、日本脳炎そしてマラリアの媒介能を有する蚊については、検疫所が検疫港及び検疫飛行場ごとに国が定めた政令区域に限って調査することとなっており、調査権が与えられている。しかし、政令区域における陸域の設定は狭く、特に海港にあっては、通常海岸線から内陸に向かい400m未満の地帯となっており、海岸線にへばりつくように設定されている。したがって、政令区域内は、埠頭やコンテナヤード、そして倉庫街等、単一環境となっており、多くは政令区域外に侵入蚊が定着しやすい環境が存在している。空港については、空港区域と政令区域が一致していることが多く、大きな空港は別として、小さな空港は、海港とほぼ同じ状況

である。現在の政令区域の設定は、国際保健規則に則り制定されたもので、あくまで、港湾や空港を介して船舶や航空機に疾病媒介蚊、特にネッタイシマカを侵入させないためのものであり、侵入蚊に対して考慮したものではない。石垣港にみるように、政令区域が、港湾近くの水田までを包括するように設定され、蚊の調査が実施されていたなら、もっと早期に侵入蚊の発見が可能であったと思われる。このように、現状では検疫所が実施している疾病媒介蚊の国内への侵入監視体制には限界がある。また、我が国には、検疫港及び検疫飛行場以外における疾病媒介蚊の侵入監視に関する法やシステムは存在していない。今後は、疾病媒介蚊の侵入監視に対する検疫所の役割や地方自治体の役割を明確にするための法の整備及びシステムの構築が望まれる。特に、検疫所においては、侵入蚊の監視に対する政令区域の見直しが望まれ、蚊は、自力飛行に加え風に乗って長距離を飛行すると思われる（水田ら、2001）ので、政令区域を近隣の水田や林等、蚊の生息しやすい地域にまで拡大する必要があると思われる。地方自治体においては、検疫港や検疫飛行場と同様に国外と交通の行き来にある軍基地等においても、国外からの蚊の侵入の門戸となり得るので、基地等の周辺の侵入蚊調査を実施する必要があると思われる。

E. 結論

石垣島及び西表島において、ネッタイシマカ等重要な疾病媒介蚊の侵入は認めなかったが、石垣島において、1990年に南西部で侵入定着が確認された *Cx. vishnui* が、南部一帯に生息域を拡大させているのが確認され、西表島においては、新たに *Cx. vishnui* が侵入定着しているのが確認された。また、沖縄本島において、2000年6月に金武地区で侵入

定着が確認された *Cx. vishnui* が、約 8 km 離れた屋嘉地区にも侵入定着しているのが確認され、北上の兆しが認められた。

石垣港で実施したネタイシマカ監視システム、すなわち産卵トラップを用いた監視システムは、専門知識を有する人や検査施設のない地域においても、ネタイシマカの監視が実施でき、また、ヒトスジシマカ北上の監視にも利用できることが明らかとなった。

検疫所が実施している検疫港及び検疫飛行場における侵入蚊の監視では、大きな空港を除き調査権を有する政令区域の奥行きが 400 m 未満と狭く、政令区域外に侵入蚊の定着可能な水域が多く存在し、侵入蚊が政令区域を素通りして定着する可能性があり、現行の政令区域内の調査だけでは、侵入蚊の監視が不十分であることが明らかとなった。また、熱帯地域から北上してくる疾病媒介蚊の監視に対し、国の機関として、那覇検疫所石垣出張所の機能強化が望まれた。

現在、地方自治体は、疾病媒介蚊の侵入監視及び移動分散の監視に対する義務は負っていないが、侵入監視については、検疫港・検

疫飛行場以外でも侵入蚊の門戸となり得る場所が存在するので、そのような場所及び周辺地域について、疾病媒介蚊を監視する必要がある、また、重要な疾病媒介蚊の生息地を有している地方自治体は、それらが、航空機により国内各地に移動分散する可能性があるため、対象となる蚊の生息状況及び移動分散について、監視する必要があると思われる。

F. 健康危険情報

特になし。日本脳炎や西ナイルウイルスの媒介能を有するといわれている *Cx. vishnui* は、同様のウイルス媒介能を有し、以前から生息しているコガタアカイエカに置き換わってきているだけで、生息数も多くなく、現状では特に問題はない。

G. 研究発表

なし。

H. 知的財産権の出願・登録状況

なし。

表1. 石垣島・西表島における生息蚊の調査結果

調査地区及び 採集ポイント 採集種	西表島 (2002.6.13, 2002.9.2)					石垣島 (2002.6.14-15, 2002.9.3-4)																												
	古	フ	白	西	平	森	大	通	フ	平	名	崎	川	米	石	見	カー	白	表	得	川	里	路	ア	久	名	崎	川	米	石				
	洞	川	洞	洞	洞	水	田	洞	水	田	洞	洞	洞	洞	洞	洞	洞	洞	洞	洞	洞	洞	洞	洞	洞	洞	洞	洞	洞	洞	洞	洞	洞	
1 <i>An. (Cal.) minimus</i> コガタハマダラカ		●			●				●	●																							●	
2 <i>An. (Ano.) sinensis</i> シナハマダラカ		●				●		●																									●	
3 <i>An. (Ano.) saperoi</i> オオハマダラカ		●				●																											●	
4 <i>Ae. (Stg.) riversi</i> リバースシマカ	●		●	●		●																			●								●	
5 <i>Ae. (Stg.) albopictus</i> ヒトスジシマカ								●																									●	
6 <i>Ae. (Stg.) flavopictus miyarai</i> ミヤラシマカ	●		●	●		●																				●							●	
7 <i>Oc. (Fin.) aureostriatus taiwanus</i> オキナワヤブカ(台湾)	●		●			●																			●								●	
8 <i>Oc. (Fin.) japonicus yaeyamensis</i> ヤマトヤブカ(ヤエヤマ)			●			●																											●	
9 <i>Oc. (Fin.) watasei</i> ワタセヤブカ	●					●																											●	
10 <i>Oc. (Geo.) baisasi</i> カニアヤブカ		●				●																											●	
11 <i>Ar. (Arm.) subalbatus</i> オオクワヤブカ				●		●																											●	
12 <i>Or. anopheloides</i> ハマダラナガスネカ			●			●																											●	
13 <i>Cx. (Cux.) bitaeniorhynchus</i> カラツイエカ																																	●	
14 <i>Cx. (Cux.) pipiens quinquefasciatus</i> ネットアイエカ																																	●	
15 <i>Cx. (Cux.) tritaeniorhynchus</i> コガタカイエカ						●	●																			●	●							●
16 <i>Cx. (Cux.) pseudovishnui</i> シロハシエカ						●	●																											●
17 <i>Cx. (Cux.) vishnui</i>						◎	◎																											●
18 <i>Cx. (Eum.) hayashii ryukyuanus</i> コガタクロウスカ			●			●																												●
19 <i>Cx. (Eum.) okinawa</i> オキナワクロウスカ			●			●																												●
20 <i>Cx. (Lop.) bicornutus</i> クロツノフサカ			●		●	●																				●	●							●
21 <i>Cx. (Lop.) infantulus</i> フトシマツノフサカ						●																												●
22 <i>Cx. (Lop.) tubaris</i> カニアツノフサカ																																		●
23 <i>Cx. (Qui.) ryukyensis</i> リュウキュウクシヒゲカ						●																												●
24 <i>Cx. (Lut.) fuscanus</i> サキジロカクイカ																																		●
25 <i>Cx. (Lut.) halifaxii</i> トラフカクイカ																																		●
26 <i>Ur. (Pfc.) novobscura ryukyana</i> リュウキュウフタクロホシチビカ			●			●																												●
27 <i>Ur. (Pfc.) yaeyamana</i> ハラグロカニアナチビカ																																		●
28 <i>Ur. (Pfc.) ahamei</i> シロオビカニアナチビカ																																		●
29 <i>Ur. (Ura.) annandalei</i> オキナワチビカ			●			●																												●
30 <i>Ur. (Ura.) macfarlanei</i> マクファレンチビカ						●																												●
31 <i>Tr. (Trp.) bambusa yaeyamae</i> ヤエヤマキンバラナガハシカ			●		●	●																				●	●							●
32 <i>Ml. genurostris</i> オキナワカギカ			●		●	●																												●
33 <i>Tx. (Tax.) manicatus yaeyamae</i> ヤエヤマオオカ			●		●	●																												●

●1は地裏付近の樹洞 ●2は川の水が引き込まれた水田 ◎は生息が初めて確認された

表2. 南西諸島における *Cx. vishnui* の移動分散状況

採 集 場 所			採 集 成 績 (個体数)						調査年月日	備 考
地 域	地 名	水 域	<i>Cx.vi.</i>	<i>Cx.ps.</i>	<i>Cx.tr.</i>	<i>Cx.bi.</i>	<i>Cx.Lu.</i>	<i>An.si.</i>		
西表島	白浜A地区	水田跡轍跡	0	2	9	0	0	0	2002.6.13	白浜1地区:2000.9.2001.9調査時採集されず(水田ら)
	白浜B地区	水田	5	2	10	0	0	5	2002.9.2	白浜2地区:2000.9調査時採集されず(水田ら)
石垣島	名倉地区	草地プール	13	0	2	0	0	2	2002.6.15	名倉地区:1990初採集(Miyagi <i>et al.</i>), 1998, 2000, 2001, 2002採集(水田ら)
	轟川流域	水田跡轍跡	3	2	3	0	0	0	2002.6.12	轟川上流:1998.7, 10採集されず, 2000.9初採集(水田ら)
	通路川流域	水田	7	0	8	1	0	10	2002.9.3	通路川上流:1990採集されず(Miyagi <i>et al.</i>), 1998, 2000, 2002採集(水田ら)
沖縄島	金武地区	田芋畑1	3	0	27	0	1	5	2002.9.31	金武地区:2002.6初採集(當間ら):2002.12.2調査時採集されず(<i>Cx.tr.</i> , <i>Cx.bi.</i> , <i>An.si.</i> , <i>Ae.ve.</i>)
		田芋畑2	0	0	33	0	0	1		
		田芋畑3	1	0	23	0	0	3		
		田芋畑4	0	0	21	0	0	6		
		水田	0	0	1	0	0	3		
	屋嘉地区	水田1	5	0	16	0	0	1	2002.9.31	屋嘉地区:2002.12.2調査時水なし
水田2		4	0	11	0	0	8			
水田3(山脚)		0	0	6	0	0	3			
水田4(山脚)		0	0	9	0	0	0			

Cx.vi.: *Culex vishnui*, *Cx.ps.*: *Culex pseudovishnui*, *Cx.tr.*: *Culex tritaeniorhynchus*, *Cx.bi.*: *Culex bitaeniorhynchus*, *Cx.Lu.*: *Culex (Lutzia) sp.*, *An.si.*: *Anopheles sinensis*, *Ae.ve.*: *Aedes vexans nipponii*

図1. 石垣港におけるネッタイシマカ監視用オビトラップの配置図

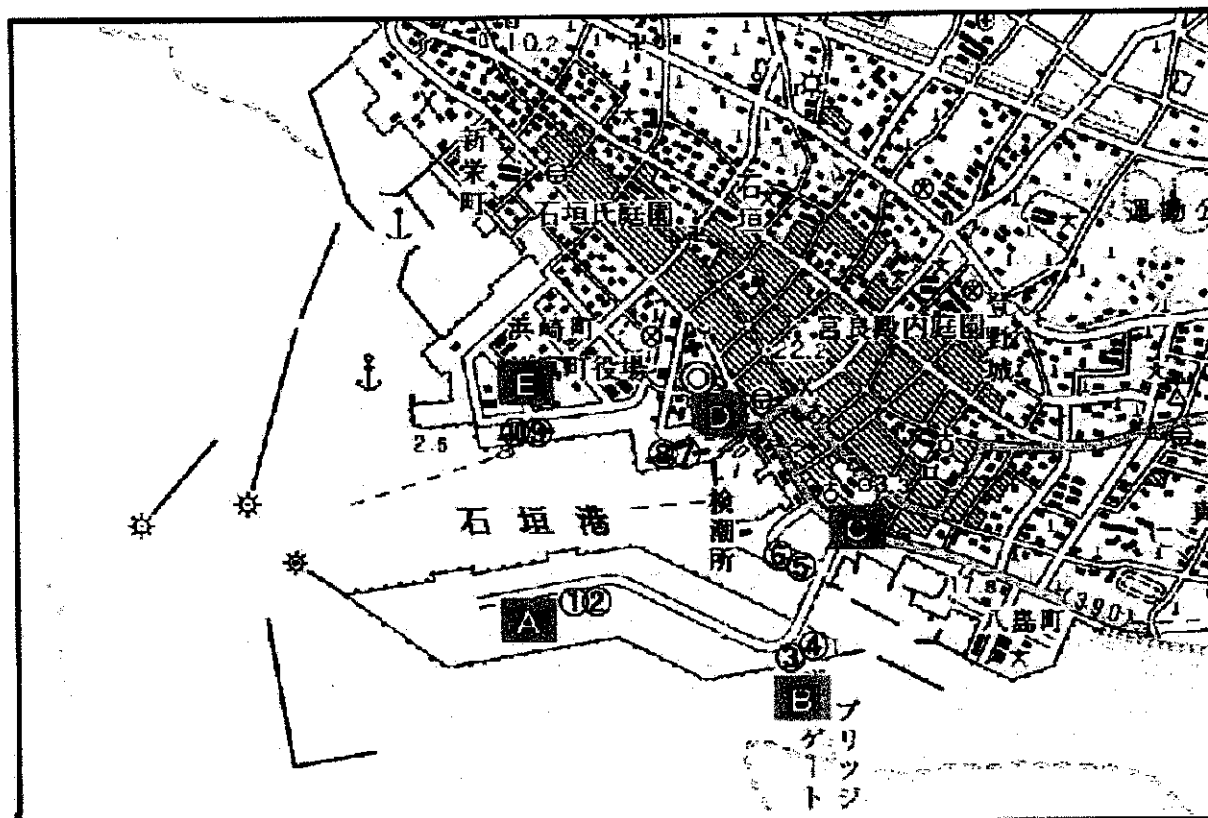


表3. 石垣港における産卵トラップによる調査結果

地区	No.	6月		7月			8月		9月			10月		11月		12月		蚊の種
		16日	2日	15日	1日	22日	1日	17日	1日	16日	6日	19日	4日	17日				
A	1	NT	0	0	0	4	6	2	6	5	0	1	0	10	ヒトスジシマカ			
	2	NT	0	0	0	0	12	5	49	9	0	20	0	2	ヒトスジシマカ			
B	3	10	0	26	10	0	24	28	41	22	11	1	25	52	ヒトスジシマカ			
	4	7	12	15	13	0	51	22	38	12	4	66	0	7	ヒトスジシマカ			
C	5	20	24	NT	51	13	2	46	NT	27	25	0	1	0	ヒトスジシマカ			
	6	0	21	0	1	0	9	43	3	34	0	20	0	17	ヒトスジシマカ			
D	7	10	15	39	11	0	12	11	15	10	24	0	39	0	ヒトスジシマカ			
	8	0	14	31	29	15	22	65	57	16	1	0	7	6	ヒトスジシマカ			
E	9	5	20	2	13	12	12	7	7	12	10	NT	1	53	ヒトスジシマカ			
	10	0	16	2	12	29	37	0	4	26	2	6	4	0	ヒトスジシマカ			

数字: 孵化個体数
NT: 調査できず

厚生労働科学研究費補助金（新興・再興感染症研究事業）
分担研究報告

侵入衛生昆虫の系統分類・同定

分担研究者 倉橋 弘 国立感染症研究所昆虫医科学部 室長
研究協力者 森林敦子 国立感染症研究所昆虫医科学部 主任研究官
林 利彦 国立感染症研究所昆虫医科学部 主任研究官
篠永 哲 東京医科歯科大学大学院 助教授
岡留恒丸 名城大学農学部 教授
J. D. ウェルス アラバマ大学法医科学部 准教授
K. スコンタソン チエンマイ大学医学部 准教授

研究要旨

空港、港湾経由の侵入衛生昆虫の同定と系統分類を行い疾病媒介可能性昆虫の侵入監視と状況把握を行う。検疫所、感染研、専門家集団を結ぶ監視・分類・同定システムの研究。最新技術による国内外の人親和性昆虫の分類、移動能力の解析や自然経由で侵入する昆虫の飛翔能力・移動分散能力の生理生態学的解析を行い、問題になる種の生物学的特性を研究する。

A. 研究目的

1. 空港及び港湾経由の侵入昆虫の同定と国内外の衛生昆虫類の系統分類を行う。
2. 空港、港湾の検疫所などと感染研レファレンス・ミュージアムと分類・生態学専門家を結ぶ侵入昆虫分類・同定システムを構築する。
3. 空港、港湾経由又は自然侵入の監視調査及び解析を行う。
4. 移動能力をもつ人親和性昆虫の分子生物学的解析による野生種との比較分類と同定
5. 昆虫の飛翔能力と移動分散能力の生理生態学的解析を行う。

B. 研究の方法

1. 感染症研究所の昆虫医科学部にあるレファ

レンス・ミュージアムの機能を向上させ、あらゆる侵入昆虫種の同定ができるように国内外の衛生昆虫類のレファレンス・コレクションと同定に必要な参考文献の整備をする。

2. 空港、港湾など検疫所の監視地点や野外定点調査地点とレファレンス・ミュージアムと分類学や生態学の専門家とを結ぶ侵入衛生昆虫の系統分類・同定システム（図1）を作り、監視ネットワークと同定ネットワークを監視体制の中に構築し、稼働させる。

3. 首都圏の近い距離にあるモデル地域で（例えば東京港）でのトラップ使用による長期監視体制を実施する。

4. 近縁種や種内の生態品種（害虫型）地理的変異などの区別をPCR法による分子生物学的手法でもって同定する研究体制の準備をする。

5. 長距離海上飛来を含む自然経由による侵入

や季節移動の実態を野外調査と室内実験により解明する。

C. 研究結果

1. 空港及び港湾経由の侵入昆虫の同定と系統分類

成田空港検疫所から国際線旅客・貨物機 59 機中から採集された昆虫類について 2002 年 4 月から 2003 年 2 月までに 3 回の同定依頼があった。サンプル総数は 95 個体であった。結果は数の多い順に以下のとおりであった：鞘翅目 24, 鱗翅目 17, 双翅目 14, 直翅目 12, ゴキブリ目 9, 膜翅目 8, 半翅目 6, 革翅目 2, 脈翅目 1, サソリ 1, クモ 1 であった (図 2)。これら検体中、衛生との関わりを持つと思われる種類は、アカイエカ *Culex pipiens* (広義) でシンガポール発マニラ経由成田着の航空機内で 1 個体採集された。標本の状態は良好であったが、1 個体でははっきりとしたコンプレックス内の種の同定結果が出せなかったが、ネッタイエカ *C. pipiens quinquefasciatus* Say の可能性もある。今回の検体の多くは夜間灯火に集まる習性の種がほとんどで、夜間駐機中に侵入の可能性が考えられた。しかし、明らかに外国由来と思われる種は皆無であった。ヒト親和性の種としてはゴキブリ目の 8 個体、全てがチャバネゴキブリ *Blattella germanica* (Linnaeus) であった。有毒動物の侵入も見逃せないものとして、外来種の 2 例が見つかった。サソリ *Heterometrus* sp. に関しては、商業目的のタイ国バンコックからの輸入個体が逃げたものであった。また、バンコク発の直行便 KZ204 からはツマグロスズメバチ *Vespa affinis* (Linnaeus) の亜種 (亜種名は未確定) が荷物室で発見され、検疫官が刺されたサンプルが持ち込まれた。本種は日本では八重山諸島以

南に生息しているが、熱帯アジアに広く分布して、いくつかの亜種に分けられている。(林)

2. 空港、港湾経由または自然侵入の監視調査及び解析

今年度感染研での最終的同定チェック体制 (図 1) の中では疾病媒介昆虫では空港及び港湾経由で明らかに侵入したと考えられるサンプルは見あたらなかった。野外調査や分類・生態研究者のネットワークの中で侵入によるものと考えられる獣医学や衛生上重要なまた検疫上注意医されるべきハエ 4 種について解析した (図 3) このうち 2 種については昨年度より研究を継続した (倉橋)。

1. ルリキンバエ *Protophormia terraenovae* (Robineau-Desvoidy, 1830) (図 4)

米国カーネギー自然史博物館からのアフリカ産衛生昆虫類の同定依頼をうけ、クロバエ科のハエ標本中に西アフリカ、ゴールドコーストで 1913 年 6 月 27 日に採集されたルリキンバエ *Protophormia terraenovae* (Robineau-Desvoidy) の 1 オス標本を見いだした。本種はユーラシア大陸と北米大陸の寒冷地に全北区的に広く分布しているヒト親和性の強い衛生昆虫であるが、アフリカ大陸からの記録はない。かなり昔の標本に基づいた記録であるが、ミスラベルでない限り、西アフリカへの本種の北からの侵入がかってあったことを物語るものとして残しておきたい。この時代ではアフリカ西海岸と欧州との間は頻繁な船舶の行き来があったことから、人為的にヒト親和性の強い北からの侵入も容易に考えられるが、1977 年ガーナの海岸地帯での AHC 媒介可能性昆虫のかなり大がか

りな調査を行った際に記録されなかったことや、アフリカの双翅類昆虫のカタログ(Crosskey, 1980)にも本種の記録はないので、その後、定着し、西アフリカに分布を拡大したというものではないようである。

2. クチブトイエバエ *Musca crassirostris* Stein, 1903 (図5)

本種は牛、馬、ロバなどの家畜、時にヒトの傷口から吸血や分泌液を吸う、獣医学的に重要なイエバエである。アフリカ原産と思われるが、1900年代初頭には中東から東洋区に広く分布していることが判っている。フィリピン、台湾や中国からの記録は1965と1992年の報告にいくつかあったが、わが国からの記録はなかった。また、国内の動物相研究調査のまとめ(Shinonaga and Kano, 1971)でも記録されていない。研究協力者の篠永博士により西表島(1998, 2001)と波照間島(1998)に分布していることが確認された。引き続き2002年9月9日から12日まで、八重山諸島の石垣島および与那国島において調査を実施した。調査地点は図3に示したとおりで、石垣島7地点、与那国島お3地点で、3地点は放牧場で10地点屋外牛舎であった。今回の調査で判明したことは、本種が与那国島と石垣島から放牧場を除いた調査地点すべてで記録されたことと、放牧場では発生源となる牛糞が乾燥して発生しにくいということである。与那国島には北牧場、南牧場、東牧場という大きな放牧場があるが、いずれの地点でも牛体、牛糞や周辺の草本などから成虫が採集できなかつた。成虫は牛舎餌場近くの雑草上に、夕方休んでおり、牛体に傷口があればしつこく蝟集するのが観察された(篠永)。

3. シリアカニクバエ *Parasarcophaga crassipalpis* (Macquart, 1839) (図6)

昨年度チェンマイ大学医学部寄生虫学教室スコントソン助教授より、インセクタリウムに侵入しイエバエの培地に産仔するハエの同定依頼があり(2001年11月)、検査の結果、タイ国からは新記録のシリアカニクバエであることが判明した。タイ国でのニクバエ相の大きかりな調査(Tumrasvin and Kano, 1979)でも記録がなかった。これまでの分布を解析したところ、北からの侵入による分布の拡大の可能性が高いことが判った。北緯30度以北に全北区的に広く分布している外、南半球でも同緯度の温帯に分布している。わずかな例外はあるが熱帯地域からは記録が少ない。チェンマイは北緯18度48分にある大きな都市である。本種はヒト親和性が強く、よく建物の中に侵入する。病院での幼児のハエ蛆症を引き起こす衛生上重要種である。都市昆虫といえるハエであり、物資やヒトの移動にともなって侵入した可能性が高い。2003年2月にチェンマイ大学の協力により現地において、シリアカニクバエの定着を確認するためチェンマイ市内、郊外、周辺の農村地帯に計5台のトラップを1週間設置して調査を実施した。回収されたトラップのうち、郊外の診療所の庭に設置した1台に1メスが捕獲された。羽化トラップ内にはこのメスが産仔し、発育したと思われる成熟幼虫約10頭が発見された。この幼虫はチェンマイ大学で継続飼育され羽化させた後にオスにより最終的な種の決定を行う予定である。今回の調査は乾季(冬)であるにもかかわらず1頭採集されたという事は定着している可能性が高いことがわかった。今後の発生動態やタイ国内の他の地域への分布拡大など引き続き注意していくことなど意見交換を行なった。

4. *Phytosarcophaga destructor* (Malloch, 1929) (図4)

成田空港の植物検疫によりウガンダからのトケイソウの生果実から発見された幼虫を飼育して得られたというニクバエを同定したところ、熱帯アフリカから地中海、中近東に分布する *Phytosarcophaga destructor* (Malloch, 1929) [= *Helicobia destructor* (Malloch, 1929)] であることがわかった。本種はニクバエでありながら、腐敗した植物質にも発生できるとの報告 (Wood, 1933) があり、しかも、雌雄同時にある数みられたということから、このような侵入の経路も“意外な衛生昆虫”侵入の経路として注意する必要がある。

3. モデル地域でのトラップによる長期監視体制

この研究目標については当初感染研独自で長期監視体制を計画したが、モデル地域の予定地の協力が得られなかったことや、かなりの頻度でサンプリングを実施しなければならず、これにさける人力に限界があることがわかり、実現できなかった。野外調査が如何に労力のかかるものかあらためて反省させられた。

4. 移動力のある害虫型と野生型や近縁種とのPCR法による分子生物学的系統・分類・同定

オビキンバエ *Chrysomya megacephala* (Fabricius) は東洋区に広く分布し、汚物と食品の間を頻繁に行き来することから、各種消化器伝染病の病原体や寄生虫卵を伝播する衛生上重要な種である。しかも、これまで記録のなかったアフリカ、南北アメリカ大陸に最近侵入し、定着し、分布を拡大している。この極めてヒト

親和性の強いオビキンバエは系統解析の結果森林に生息していた野生型から小進化して人為的な環境に適応した生態型が生じたことがわかった。この害虫型が人類生活環境に侵入し世界の熱帯・亜熱帯地域に広がったものと考えられる。このことはオビキンバエ種群全体の系統解析と分子生物学的解析からわかった。研究協力者のウエルスの計算によれば、害虫型の起源は約1万年とされた。このことは系統進化と地理的分布の分析から起源はパプアランドで、焼畑農耕による自然林の破壊と関係が高いことを示唆してきた仮説を支持したものとなった。分子生物学的解析はアラバマ大学のウエルス博士をHS研究費で招聘できたので協同研究の結果をまとめてブリスベンの国際会議で発表した。

5. 昆虫の飛翔能力と移動分散の生理生態的解析

オオクロバエ *Calliphora nigribarbis* Vollenhoven, 1863 の脂質に関する研究

オオクロバエは低温、短日条件下において世代交代を行なうが、長日条件下においてはオスメスとも涼しいところで越夏し、雌成虫の卵巣は発育せずに成虫(卵巣)休眠に入る。この繁殖と休眠の境に成虫の移動がみられる。移動、休眠状態での越夏、冬季に交尾し産卵活動するといった状態は、他のハエ類に比べて比較的低温で行われる。このような低温での成虫の移動や活動を支える脂質の検討を行った。本種の成虫の構成脂肪酸は、主にシス型のパルミトオレイン酸で40-50%を占めることがわかった。融点は±0.5℃と低く低温下で液状であることから、環境に適応していることが考えられる。この脂肪酸合成がどのようになされるかを検討するためにラベルしたパルミチン酸とオレイン酸

を使用し羽化後7日令のオス成虫に注入し、1日、2日後のラベル化合物の動向をガスマス、ガスクロ、高速液クロ、薄層クロマト等を用いて検討した。ラベル化合物は主にそのままの形でジグリセロールやリン脂質に取り込まれていた。パルミトオレイン酸にラベルが移行しなかったことから、パルミトオレイン酸はパルミチン酸やオレイン酸を経由せずに他の経路で合成されるものと考えられる。(森林)

D. 考察

(1) 空港、港湾所轄の検疫所等の監視地点や野外定点調査地点とレファレンス・ミュージアムと分類学、生態学専門家を結ぶ侵入衛生昆虫の系統分類・同定システムは3年目を迎え順調に機能している。現場から同定依頼が一方所からにかたよっているのは検疫所内での同定作業が可能となったところが増加したこと、一方人員の交代などにより専門家がいないところが出てくることもあり、年によりかなり変動が出てくることもわかってきた。成田空港からの依頼サンプル結果からわかるように現場でとれたもののサンプル数は今年度は95件と多かったが、航空機内で見つかったものの多くは大きめの昆虫で、一般的に小形の蚊などの衛生上重要種は発見しにくいことがうかがえる。この点は今後に残された大きな課題である。

(2) 監視下で空港、港湾経由で見つかった疾病媒介昆虫類の中で航空機内で発見され、ネットワークで同定依頼のために持ち込まれたものはアカイエカ *Culex pipiens complex* の1個体だけであった。シンガポール発マニラ経由成田着の航空機であったため、ネッタイエカ *C. pipiens quinquefasciatus* Say の可能性もある。アカイエカ群の衛生上重要種は形態学的に区別

が難しく、標本状態によっては種の特定は困難である。しかも、ヒト親和性が強く世界に広く分布し、国内でも見られる。このため、明らかに外国から侵入したものは断定できなかった。しかし、アカイエカ群の力が航空機内に侵入し、移動していることは容易に考えられる。このように移動性の高い衛生昆虫は逆に、すでに分布が広がっていて、どこにでもいるということから、侵入地を特定しにくいのが難点である。

自然環境下で分布を拡大している衛生昆虫類については、研究協力者や専門家の野外調査や標本資料の検査で今年度新たに2種がわかった。ルリキンバエはユーラシア大陸と北米大陸の寒冷地に広く全北区的に分布しているヒト親和性の強い衛生昆虫であるが、アフリカ大陸からは記録がなかった。西アフリカで採集された1オス標本はミスラベルでない限りすでに1913年に本種の西アフリカへの北からの侵入があったことを示しており、古い時代においてもアフリカと欧州などのように頻繁な船舶やヒトの往来があったようなところでは、ヒト親和性が強い種が運ばれ、離れた地域に侵入したことが考えられる。その後の本種の記録はこの地域からないので一過性のものであったようである。クチブトイエバエは獣医学上極めて重要なイエバエであり、原産地アフリカから東に分布を拡大し、中国、台湾、フィリピンにまで到達したが、長い間本邦からの記録はなかった。1998年に西表島と波照間島(1998)の牧場で採れたという標本があり、2001年に研究協力者により西表島に定着していることが確認され、さらに、2002年9月に与那国島と石垣島から確認された。本年度の発見は分布の拡大によるものなのか、調査の不足によるものなのか判断は難しい。南西諸島では南方系の昆虫の北への侵入による分布の拡大は、温暖化の進行

や近年の交通機関の発達により珍しいことでは無いのかもしれないが、侵入予想地域の事前の調査が不十分なことが多いため断定的なことを言うことができない。今後、侵入予想地域の動物相の徹底した調査が必要である。

シリアカニクバエのように北方系の種類も南に侵入し、分布を拡大していることが、タイ国のチェンマイからネットを通じての同定依頼でわかった。侵入昆虫監視のネットワークは一国内にとどまることなく隣接地域の国々の間でも緊密に情報交換が行われ、国際的規模で常に稼働させておくことを、WHOなどの国際機関でもとりあげ、将来考えていく必要がある。

Phytosarcophaga destructor (Malloch, 1929) のように空港の植物検疫で生果実から幼虫が発見された事例は、空港での検疫体制が衛生昆虫類に対しても対象が植物検疫にまで及ぶことを示唆している。このような侵入経路も”意外な衛生昆虫・疾病媒介昆虫”侵入の経路として、現場で注意する必要がある。

(3) 自然侵入する衛生昆虫の中でも季節的に海を渡って国内に侵入してくると考えられている日本脳炎媒介蚊コガタアカイエカなど長距離移動の実態と室内実験は難しく、あまり研究は進んでいない。オオクロバエは媒介昆虫ではないが、病原体の運び屋として汚染した場所より感染性の疾病を持ち込む危険性が大きい。実験室で飼育が可能となり、サイズも大きいので、長距離飛翔の生理的な実験をするのに適している。エクジステロイドと脂質の変動はケブカクロバエと共通した「冬のハエ」の特性をもつことが明らかとなった。しかも、羽化から産卵までの日数が約3週間とケブカに比べて3倍長いことが特徴的であり、このことが長距離移動と何らかの関連を持っているのではないかと推察される。移動と休眠状態での越夏、冬季に交尾

して産卵活動するといった生活史は、他のハエ類に比べ比較的低温で行われる。このことは成虫の構成脂肪酸の40-50%が融点の低いシス型のパルミトオレイン酸であることから、低温に対する生理的適応力を得て、冬や夏山の環境にも適応していることうかがえる。オオクロバエの休眠誘導と覚醒、長距離移動の開始と終了時の変動が今後残された課題である(森林)。

E. 結論

多種多様な昆虫が航空機により移動していることが判明した。航空機内での発見は多くの場合死骸がおもで、図2に示されるように、衛生昆虫以外の昆虫が多くこれらは夜間に駐機中に灯火に誘引されて侵入したものと考えられる。疾病媒介の可能性がある衛生昆虫ではカ、ハエ、ゴキブリが認められたが、監視地点での第一次同定作業が確立されたため、ネットを通して感染研に送られてくる数は少なくなった。一方、クチブトイエバエの八重山群島への侵入と分布拡大が船舶による牛の搬入によって広がった可能性が高く、初年度で述べたように船舶では生きた個体が採集されることが多く、これによって侵入し定着する可能性が高い。その他、植物検疫で生果実についてアフリカ産ニクバエの幼虫が見つかったことから、食品に付着して輸入される場合も考慮しなければならないことがわかった。侵入が自然分布の拡大による場合は、自国内の分布調査が事前に十分なされていない場合はっきりと侵入と断定できないことがある。また、日本国内から移動して外国へ侵入することも同時に起こっていることも、ハワイのマウイ島へのチャバネトゲハネバエの侵入から示唆される。

自然環境下で長距離移動して国内に侵入するオオクロバエではそれを支える飛翔能力と生理