

きなかったことは、アタマジラミでは近親交配を重ねているコロニーの割合が多いことを予見させる。抵抗性アタマジラミコロニーに見出された4つのアミノ酸置換のうち、D11Eは神経軸策内膜でN末端近傍に位置する。この領域に関して遺伝子配列が公表されている3つの昆虫種の

para-orthologous Na⁺ チャンネルの配列と比較すると、D11はAspとGluの酸性アミノ酸残基の連続する中に現れる座位であり、また進化的にもGluと交替し易いタイプの置換である。したがってD11Eは殺虫剤感受性に関わらない置換である可能性がある。M850IはドメインIIの膜貫通セグメント1と2の間の外膜ループに位置する。他の害虫種でピレスロイド抵抗性系統特異的な種々のアミノ酸置換が見つかったが、抵抗性に関連した外膜ループの置換の例はこれまでにない。

M850は進化的に保存されたアミノ酸座位である。保存性が高いという点ではL955FとT952Iも同様である。これら2つの置換は共にドメインIIの膜貫通セグメント5に位置する。コロモジラミとアタマジラミでドメインIIの膜貫通セグメント5と6を含むP931-N1062のペプチド配列が公表され、2つの置換が米国・英国由来のピレスロイド抵抗性アタマジラミに特異的なアミノ酸置換として見出されている(Lee et al, 2000)。これらの置換は今回われわれが日本人と英国人に寄生した抵抗性アタマジラミに見出したL955FとT952Iに一致した。いずれにせよ、これら4つの抵抗性コロニー特異的なアミノ酸置換の中に殺虫剤感受性低下をもたらす点突然変異が含まれていると考えられる。

ミトコンドリア遺伝子：

昆虫種間で相同性の高いペプチド配列に基づく縮重プライマーセットにより、チトクロム酸化酵素サブユニット1(CO I)遺伝子の部分配列1209塩基を得た。これから予想されるコロモジラミ由

来のペプチド配列をキイロショウジョウバエとヒトと比較したところ、両者に対し共に68%の同一性を示した(図4)。

人工吸血法の改良：

37℃のヒートブロック上で保温した血液パッド上にシラミの乗った布片を置くと(図5A)、直ちに行動が活発となり、布片から血液パッドへ移動する行動が認められた(図5B)。多くのシラミは逆立ちして前脚をパッドに固定し、口器を挿入して吸血を開始した(図5C)。第一回目試行での孵化後日数と生存率の関係をグラフに表した(図6)。56個体の1齢幼虫から飼育を始め、最終的に成虫にまで達したのはわずか3個体

(5.4%)であった。死亡率が高かった原因のひとつとして、血球成分の沈降が挙げられた。これは、作成後十数分経過した血液パッドより十分量血液摂取した個体において、体色が人から直接吸血した場合と比べて明らかに薄いことから推察された。作成後時間が経過した血液パッドでは、血球成分が沈殿し、シラミは上清に含まれる血漿成分のみを摂取していたと考えられる(図7A, B)。その結果、成長するために必要な栄養分を十分に補給することが出来ず、シラミが死に至ったのではないかと考察された(図7C, D)。2回目の試行では血液をマイナス70度で凍結し、溶血させることで、吸血後のシラミは鮮血色に染まり、血液成分を均一に摂取させることが可能になった

(図7E, F)。2回目の試行結果は、孵化後4日目までの生存率には1度目の試行と大きな違いが認められなかったが、6日目以降に死亡率が大きく上昇した1度目の試行と異なり、2回目の試行では比較的生存率が高く維持され、最終的に33%の幼虫が成虫にまで達した(図6)。

アタマジラミ症の実態調査：

(i) 就学前・就学児童の罹患率

平成12年5月1日現在の学校調査によると、全

国では保育所数は22,327所で在所児数1,790千人、幼稚園数は14,451園で在園児数1,774千人、小学校数は24,106校で、児童数7,366千人である。従って、11年度のアタマジラミ罹患率は年度の延べ発生件数から計算すると、それぞれ0.17%、0.02%、0.07%になった。

石川県での集計では、大半のケースに施設の児童数或いは在園児数の記載があり、各施設の罹患率が算出できた。保育所では23施設でアタマジラミ症が発生し（幼稚園のケースは無）、施設の中では140名在児数に対して22名患者（罹患率15.7%）、150名に対して18名（同12%）、60名に対して7名（同11.7%）といった高い罹患率を示す施設があったが、これらを取りまとめて見ると、アタマジラミ症発生施設の在児数は9124名の内患者は147名、罹患率は1.61%と上記値を遙かに下回った。小学校では23施設で発症がみられ、患者数75名、総児童数1,267名、罹患率5.9%と驚異的な数字となった。最も罹患率が高いケースは児童数90名の小学校で18名の延べ患者が出たケースであった。ところで、石川県の保育所と幼稚園の総施設数は451、総在児数は34,000名、一方、小学校は275施設、総児童数は70,000名となっている。このことからみると、県内にはアタマジラミ症フリーの施設が数多く存在が認められ、アタマジラミ症は局在化していることが示唆された。事実、発生場所を照合すると、41市町村が存在する中で、保育所の事例はその100%が金沢市内の施設であり、小学校では金沢市18校、小松市3校、七尾市1校、志賀町1校と、局在していた（但し、この局在が実態を反映しているのか、各市町村のアタマジラミ症に対する調査業務の濃淡によるのかはよくわからない）。

また、施設以外のアタマジラミ症発生場所に個人宅とされているところがある。添付資料から罹患者の年齢構成を調査したところ、小学生未満で

は約43%、小学生約48%を示し、従って、幼児および児童がその90%以上を占有していることがわかった。中学生では0.42%、高校生では0%、18歳以上の約3%であった。このことから、個人宅（発生件数773件、延べ罹患者数1,143人）での罹患は、幼児が約500名であり、児童が約550名と推定された。

平成11年度の児童、生徒の疾病罹患率調査によれば、伝染性眼疾患の罹患率は、幼稚園児で男子0.22%、女子0.14%、小学生では男子0.15%、女子0.12%になっている。アタマジラミ症はほぼ同程度の疾病として考えられ、罹患率が高い地区では、寄生虫卵保有率（幼稚園男子0.93%・女子0.56%、小学生男子1.87%・女子1.44%）と同等か、それ以上の位置にあることが明らかになった。

(ii) 地域別駆除指導

平成11年度ねずみ衛生害虫被害発生状況調査ではアタマジラミの被害発生状況報告をみると、47都道府県の大半は個々の対応については明らかにされていない集計データのみでの報告であったが、中には、北海道10、青森県22、秋田県15、山形県38、岩手県13、福島県44、埼玉県6、富山県6、石川県1、福井県41、山口県18、宮崎県1、沖縄県26の計241通（内162通について一部解説済み）の添付報告があった。これらの添付資料も個々の詳細なアタマジラミ被害の実態を把握するには不十分であり、対応する県或いは保健所担当者の意識によってもその内容に差がみられた。そこで、統計的に整理を行うには統一的な基準がないため実態とは異なる誤った解析を行う危険性があるが、これらの添付資料をもとに各地方の被害発生時の駆除対応を概観してみると、以下のようなことが指摘できた。

a) 駆除対策については、全ての自治体で何らかの対策指導用の資料を用意している模様であり、保健便り、学級便りなどの資料に加えて、当該施

設の全保護者家庭への指導・情報提供等に活用されていることがわかった（どのようなものかは取り寄せてはいない）。また、駆除は個別指導がイジメ問題を配慮に置いた、罹患者に対する個別指導によるものが主体であった。

b) 被害発生に対する対応の仕方として、近隣の施設を含めた発生状況調査を行って地域ぐるみの駆除体制を取り（青森県、山形県の一部）、再発防止措置を考慮しているところ（青森県）、罹患者の追跡調査を行って被害の終焉を調査するところ（青森県、福島県、福井県、山口県、沖縄県）、施設で一斉検髪をするところ（秋田県、岩手県、福井県、山口県）などが見受けられた。個人別対応として取り扱っているケースもある。東京、埼玉、千葉、名古屋、大阪などの大都市での集計が圧倒的に個人宅が多いことから、大都市では個人対応型が多いと判断できる。多分に大都市では市町村の担当者は業務が繁忙であることや個人のプライバシーを優先する姿勢が強いためと思われた。

c) カーペット使用室の使用停止（北海道）、マット運動の停止（石川県）など被害に伴う対応策が取られたケースや、施設の燻蒸（バルサンなど）の徹底（富山県）や燻煙剤などの薬剤の一部使用（山口県）が見られた。給食用着衣やタオル類、昼寝用寝具類の消毒と合わせ、施設への駆除薬散布はどの地域でも一般的に行われている対策のように思われた。

d) 個別の駆除対策指導では、医療機関での治療を勧めるケース（北海道（新聞記事）、山形県、大都市圏）、保健所等の指導に基づいて家庭での治療を勧めるケース（その他の地域）に分かれた。後者では、駆除薬についての情報は一般的になっていて、県でも担当者は商品名を知っている模様であった。北海道では新聞報道によると薬剤では根治が困難とされていて、薬剤の効果に疑問を投げかけている。すき櫛を用いた駆除方法を提案し

たところは、沖縄県以外はなかった。

スミスリン・シャンプーなり、パウダーの使用法にはすき櫛の使用も紹介されているので、すき櫛による物理的防除法は普及していると思われるが、更なる普及活動が必要であると考えられる。

e) シラミ症が発見された後、県によっては施設の児童の髪を一斉に調査するところ（秋田県、岩手県、福島県、石川県、山口県：計19件）が見受けられたが、全国的にはプライバシー保護のために大半は一斉検査を慎んでいるようであった。アタマジラミ症の蔓延防止には一斉調査が必要と思われ、父兄、教育委員・教師や、保健所等の行政担当のアタマジラミ症に対する意識改革が必要ではないかと考える。なお、施設の夏期のプール授業直前にアタマジラミ症とは関係なく調査されたケースは2件のみであって、少なかった。

D. 考察

アタマジラミに対するピレスロイド系駆除剤の有効性：

殺虫試験を行った10コロニー中3コロニーがフェノトリン抵抗性であり、同剤で駆除困難なレベルの抵抗性コロニーが含まれていたが、日本のアタマジラミ集団では抵抗性コロニーの割合は半数を超えていないものと推測される。しかしながら、大半の感受性のコロニーに対しては、フェノトリン製剤は依然として有効であり、当面は利用され続けると思われる。問題はアタマジラミ罹患者にとっては、駆除すべきシラミの殺虫剤感受性が予めわからない点である。抵抗性と知らずに過剰に駆除剤を使用することを避けるためにも、医師の処方や製剤販売者の使用説明などには抵抗性であった場合の駆除剤使用中止や代替法の勧めへの配慮が必要となろう。

日本でアタマジラミ症が再興した要因として次の3つのことを疑って本研究を開始した。

(i) 生活様式の変化

- ・親がこどもの洗髪・髪の手入れに割く時間が減ったこと
- ・また授業・課外活動・遊びにおけるこどもの接触機会が増えたこと

(ii) シラミ罹患者の流入

- ・日本人海外生活者や外国人労働者が増加したこと

(iii) 薬剤抵抗性の発達による駆除の失敗

これらのうち、海外でのピレスロイド系駆除剤に対する抵抗性の報告例から、最後の要因を最も疑っていた。もちろん、これまでと同様にピレスロイド系殺虫剤のみに依存して駆除を続けるとするならば、早晚、抵抗性により罹患者の爆発的増加が起きる可能性も考えられる。しかしながら、冒頭でも述べたように、1988年にはいったん1900人までに減少した罹患者数が1999年には1万人に増加したとされている厚生省統計が、毎年一定の検出率に基づいていたものと仮定すると、日本における1990年代のアタマジラミ症の再興の要因として、抵抗性発達の要因だけでは説明しがたい側面があるように感じる。

現在、抵抗性の判定には、生虫を用いた殺虫試験と同じ供試虫の遺伝子型解析という現実だが労力を要する方法に頼っている。日本のシラミ集団に保有されている抵抗性Na⁺チャンネル遺伝子が多様でないかまたは抵抗性が特定座位のアミノ酸置換に限られることが判明すれば、応用的なPCR法の適用により、試料収集の比較的容易な卵や死虫を用いての簡敏な抵抗性検出が可能になる。このような方法により、特定の地域に抵抗性コロニーが蔓延し、他の地域では感受性であるような分布をしているなら、殺虫剤で駆除すべきか、あるいは代替法をとるかの選択の一助になろう。

人工吸血法の改良：

2回目の試行で羽化率が約6倍にまで上昇した。

しかし、依然として70%程度の個体は成虫まで達する前に絶えたことから、人工吸血法によりコロモジラミを継代飼育するにはさらに改良を加える必要がある。2回目の試行では、血液をあらかじめ凍結融解し、血球を破壊することで血球成分の沈殿を抑え、血液成分を均一にしたことが羽化率上昇の大きな要因の一つとなったと考えられる。このような改良を一つずつ加えることによってさらに生存率が上昇するであろう。

ヒトの皮膚には微細な溝（しわ）が数多く存在し、シラミはこれを足場にして効率よく吸血を行う。一方、今回の実験に用いたパラフィルム表面構造はこれとは異なり、シラミにとって足場を固めるのが容易ではない。実験中、吸血意欲があるものの足場をうまく固定できず吸血を断念してしまう個体が数多く見受けられた。このような個体はやがて体力を消耗して死んでしまう。パラフィルム表面をヒトの皮膚同様にシラミの足場として適当な構造へと加工することが出来れば、明らかな吸血率と生存率の向上が見込まれる。

最終的に、本法はコロモジラミとアタマジラミの野外系統に応用可能であることを目的としている。コロモジラミ感染研系統は長期にわたり室内飼育された系統で、吸血間隔が長く（1～2日に1回）、また一度に吸血する血液量が多い。これに対し、野外の系統は少量の血液を数時間おきに吸血する。今後シラミの吸血を促すような吸血刺激物質の解明が必要と考えられる。

E. 結論

・抵抗性識別薬量を用いて殺虫試験を行う場合、感受性コロニーの若齢幼虫を誤って抵抗性と判定しないために適当な最小限のフェノトリン濃度は100mg/m²であった。

・罹患者より採取した10のアタマジラミのうち、3つがフェノトリン抵抗性で、しかもフェノトリ

ン製剤による駆除が事実上不可能なレベルにあると推定された。なし
3. その他
なし

- ・殺虫試験でフェノトリン抵抗性と判定した3つのコロニーは、比較した範囲内で同じNa⁺チャネルの対立遺伝子をホモ接合で保有していた。作用点の感受性低下をもたらす要因は4つのアミノ酸置換の中で絞られると予想される。
- ・ヒトジラミの伝播動態を分子系統地理学的に解明するためのベースとして、ミトコンドリアのチトクロム酸化酵素サブユニットI遺伝子配列を新たに決定した。
- ・ヒト血液の間接吸血における吸血時の物理的環境と吸血用血液の保存条件に種々の改良を加え、孵化後成虫に至るまでの生存率を著しく改善する条件を得た。

F. 健康危険情報

なし

G. 研究発表

1. 論文発表

なし

2. 学会発表

- 1) 富田隆史, 葛西真治 (2001) ヒトジラミのミトコンドリア DNA 多型の解析 I - コロモジラミ遺伝子の部分配列決定. 第26回日本衛生動物学会東日本支部大会 (上田市), 2001年10月13日.
- 2) 葛西真治, 高橋正和, 富田隆史, 安居院宣昭, 三原實 (2001) ヒトジラミ人工吸血法の確立 (1). 第26回日本衛生動物学会東日本支部大会 (上田市), 2001年10月13日.

H. 私的財産権の出願・登録状況

1. 特許情報

なし

2. 実用新案登録

Table 1. Primers for reverse transcription, PCR and sequencing of *para*-orthologous sodium channel mRNA or cDNA

RT	PCR*	Sequencing	Forward primer	Reverse primer
GSP-RT				CTTCATCTTCATCATCGTATCGTATT
	1		AGGTTGGGAGGGTCCTAGAG	CGTATCGTATTTCTTTTTGCTTTTCTTCC
		1A	TCCGGGACACGCCTTCT	
Poly(dT)				TAATACGACTCACTATAGGGAGA+ (dT)₁₆
	2		GAGCGGACGGAGAGTATATGG	GTCTGAGACATTGAATCCTGG
		2A	TCTGCCGTTAAGGTCATGGC	
		2B		CTATGAAGTCAAGCCAATTCC
		2C	CGGTTGGGCTTTTCTATCTTCG	
	3		TTCGCAATCCTACTCCTGG	TGTCTCTATCGCGTCCATC
		3A		CGTCATTCATATCCACTGTGC
		3B		CGAATGTTAAATTACCCAAAGCTCC
		3C	CCGTGTTACGTTTCATTTAGGC	
	4		TGGCTTTGTTACTCTCAAATTTCCGG	TGCAGATTTCAAATACGATGGC
		4A	AACGCATGGGTAAAACGAAG	
		4B		GAGACGTAATTTGCTCCAACC
		4C	AAGATTATCCGTCGGATTGTTG	
		4D	ACGCATTAGTTCAAGCTATACC	
	5		ACCTCGTCCGAAGTGGAAC	AGCGTCACATTGTAAAGAAGAGG
		5A		CGTCGTCTATTCCGCTATTG
		5B		TCTATCGGATCCCCTTTCTC
		5C	GCGTTACATTGTTACGATCAG	

* PCR 1, 2, 3, 4, and 5 mainly covers N-terminal and domain 1, 2, 3, and 4, respectively.

Table 2. Analysis of probit

Stage of lice	Treatment hours	Regression line*	X^2	df	p	Expected. KC**		95% CL	
						Conc (mg/m ²)	Lower	Upper	
1st inst. larva	3hr	P=8.42667X-14.43165	3.13	3	0.37	KC 1	27	22	31
						KC50	52	48	55
						KC99	97	86	117
1st inst. larva	24hr	P=11.98166X-18.30698	0.64	3	0.89	KC 1	22	18	24
						KC50	34	32	26
						KC99	53	47	64
adult	3hr	P=10.84628X-16.50371	4.64	3	0.20	KC 1	20	17	22
						KC50	33	32	35
						KC99	54	48	66
adult	24hr	P=15.10947X-22.50196	2.16	3	0.54	KC 1	22	19	23
						KC50	31	30	32
						KC99	44	40	51

* P, probit; X, logarithm of phenothrin concentration in mg/m²

** KC, knockdown concentration, a theoretical concentration at a knockdown percentage

表3. 罹患者より採取されたアタマジラミのスミスリン感受性

採取日	罹患者 (国籍)	採取機関・病院等	供試 虫数	各スミスリン濃度 (mg/m ²) における ノックダウン虫数/供試虫数						殺虫剤 感受性	抵抗性比
				100	200	400	800	1600	3200		
010925+	3歳女+ 6歳女	池袋保健所, 豊島区	12	0/9		0/3				抵抗性	≥ X20
011012	3歳女	小児病院, 久喜市	1			1/1				感受性	
011024	3歳女	小児病院, 久喜市	3	1/1	1/1	1/1				感受性	
011212	6歳女	池袋保健所, 豊島区	3	0/1			0/1	0/1		抵抗性	≥ X80
011220	88歳女 (英国)	東京女子医大, 新宿区	3	0/1				0/1	0/1	抵抗性	≥ X160
020204	4歳	皮膚科医院, 平塚市	2	1/1				1/1		感受性	
020207	8歳女	日通病院, 文京区	3	1/1		1/1		1/1		感受性	
020220	9歳女	皮膚科医院, 小田原市	2	1/1		1/1				感受性	
020306	9歳女	皮膚科医院, 横浜市	1	1/1						感受性	
020315	7歳女	都立荏原病院, 大田区	5	1/1	1/1	1/1		1/1	1/1	感受性	

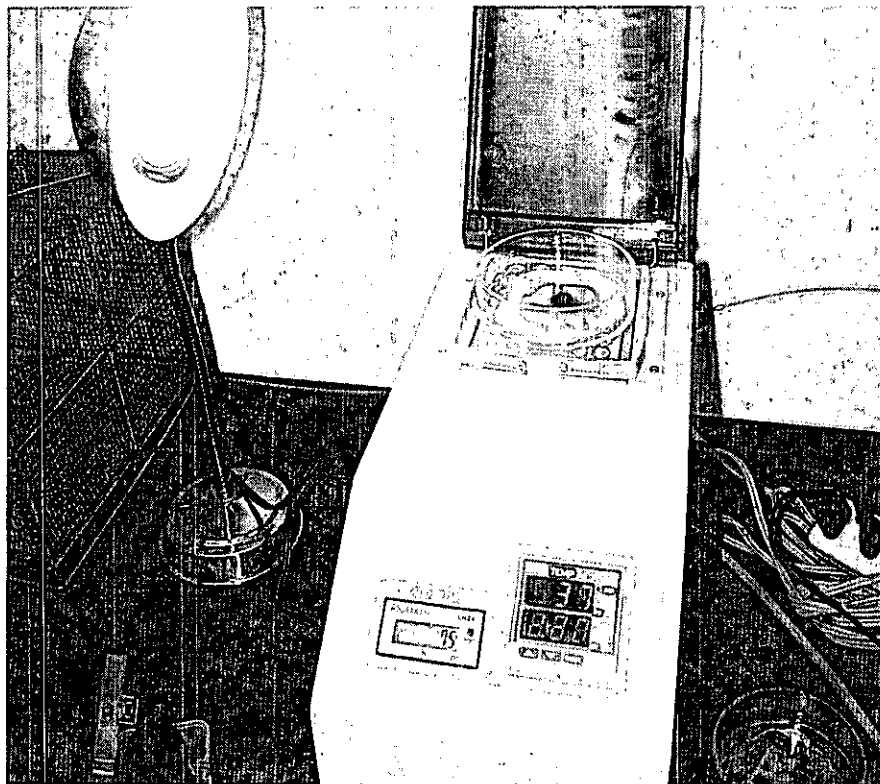
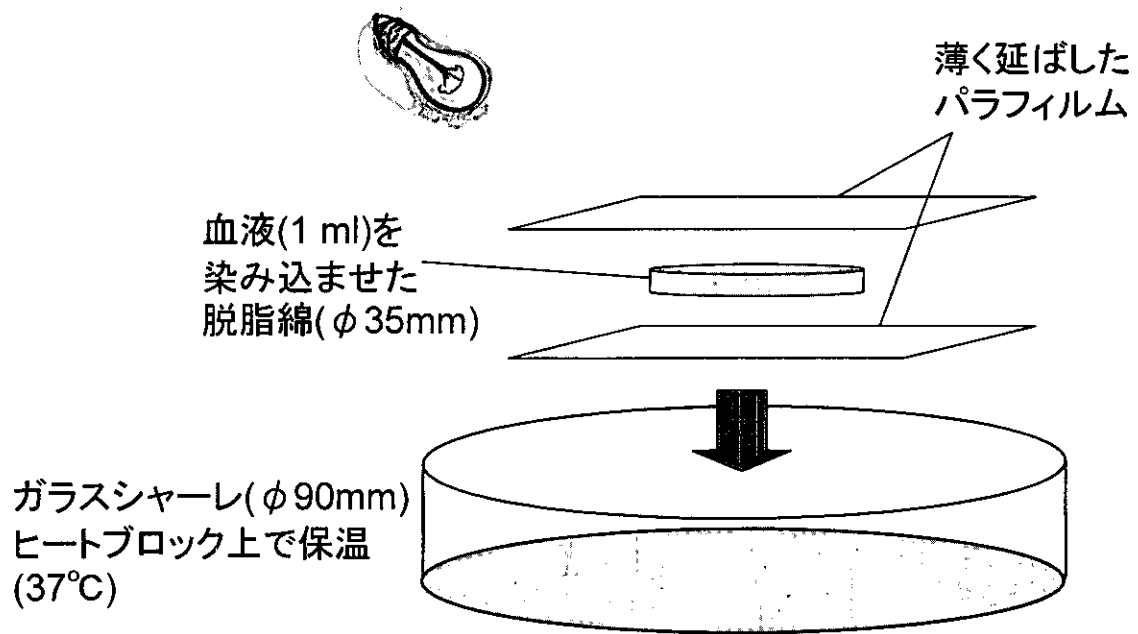


図1. 上:人工吸血器模式図 下: 実際の様子

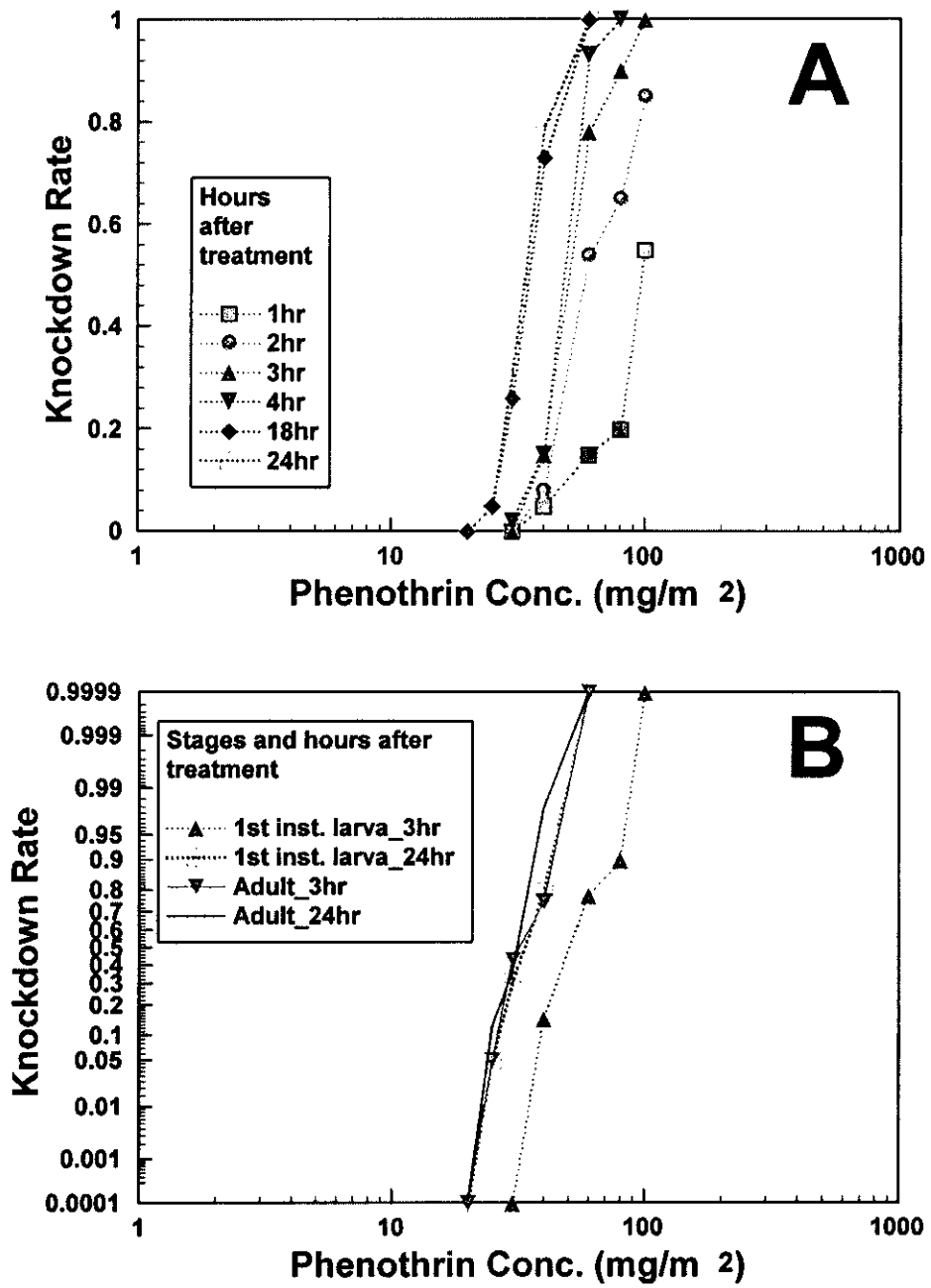


Figure 2. Sensitivity of NIID bodylouse to phenothrin. A, sensitivity of first instar larvae after various treatment times; B, sensitivity of first instar larvae and adults in normalized knockdown rate after three and 24 hours treatment.

アタマジラミ	スミスリン	Asp	Val	Ala	Leu	Asp	Ala	Arg	Arg	Ser	Ser	Arg	Arg
コロニー*	感受性	11	143	235	328	363	442	461	481	489	518	596	697
		Glu											
NIID**	感受性	GAT	GTA	GCC	CTG	GAT	GCC	AGA	AGA	TCA	TCT	CGC	AGG
011016	感受性	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
011024	感受性	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
010925+	抵抗性	..A	..T	..T	T..	..C	..T	..G	..G	..T	..A	..T	..A
011220	抵抗性											..T	..A
アタマジラミ	スミスリン	Thr	Val	Met	Thr	Leu	Ser	Leu	Gly	Gly	Phe	Ala	
コロニー*	感受性	766	805	850	952	955	1012	1046	1120	1231	1275	1376	
				Ile	Ile	Phe							
NIID**	感受性	ACA	GTT	ATG	ACA	CTT	TCT	TTG	GGT	GGA	CCG	GCC	
011016	感受性	..G	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
011024	感受性	..G	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
010925+	抵抗性	..G	..A	..T	.T.	T..	..A	C..	..A	..T	..A	..T	
011220	抵抗性	..G	..A	..T	.T.	T..	..A	C..					

図3. アタマジラミのナトリウムチャンネル遺伝子における塩基置換と予想されるアミノ酸置換

* 表3の採取日と一致する

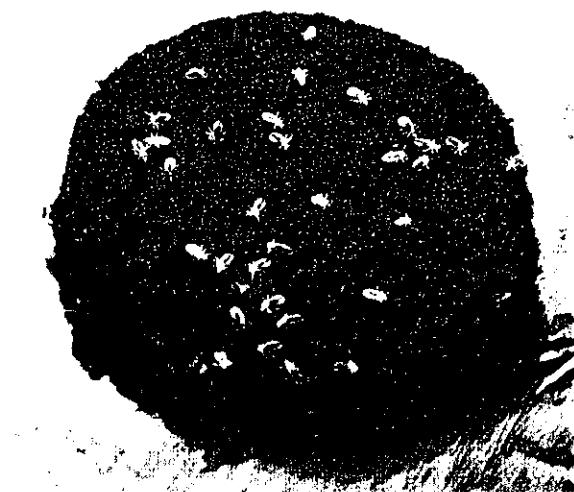
** コロモジラミ対照系統

```

pedhu IMFYGSGVWVGLLGLSLSMIRLELSSTGILLSDSHLYNVVVTSHAIVMIFTFVMPVVMGGFANWLVPSMLGSPDMAFFPRMNMSTWLLTFSGILLISS 100
drome TLYYIFGAWAGVGTSLSLIRAEELGHPGALIGDDQIYNVIVTAAAFVIMIFFVMPFIMIGGFGNWLVPMLGAPDMAFFPRMNMSTWLLTFSGILLISS 100
homsa TLYLLFGAWAGVLTALSLIRAEELGHPGALIGDDQIYNVIVTAAAFVIMIFFVMPFIMIGGFGNWLVPMLGAPDMAFFPRMNMSTWLLTFSGILLISS 100
      * * * * *
pedhu FVQGGVGTGWTVPYPLSSLEGQPSVSDLAAILSLHLAGVSSILGSVNFISTIFMGPQYFGLVRLPLFCVSVLVTAFLLLLSLFVLAGAITMLMDRNFN 200
drome MVENGAGTGWTVYFPLSAGIAGGGASVDLAIPLSLHLAGISSILGAVNFITVINMRSTGISLDRMPLFVWSVVTALLLSSLPVLAGAITMLLTDNRNLN 200
homsa MVEAGAGTGWTVYFPLAGNYSHPGASVDLTIPLSLHLAGVSSILGAINFITTIINMKPPANTQYQTFPLFVNSVLTAVLLLLSLFVLAAGITMLLTDNRNLN 200
      * * * * *
pedhu CSFFDPLGGGDPVLYIQELFWTFGPEVYIILILPGFGLISEMVVDCCKKEVFGSLGMIYAMSAIGALGFVVAHEMFTVGLDVIDSRAYFSAITMI LAIPT 300
drome TSFFDPAGGGDPILYQELFWTFGPEVYIILILPGFGLISEMISQESGKKEVFGSLGMIYAMLAIGLLGFVVAHEMFTVGMVDVTRAYFSAITMI LAIPT 300
homsa TTFDDPAGGGDPILYQELSNWTFGPEVYIILILPGFGLISEMIVTYSQKKEVFGSLGMIYAMSAIGALGFVVAHEMFTVGMVDVTRAYFSAITMI LAIPT 300
      * * * * *
pedhu GVKVFSWLATLFGPKLK-SSISLWSLGLFIFLFTIGGLTGIVLSNSSVDVSLDHTYVVAHFHYVLSMGAVFAIFGANNHWTSLGTGLKLRKSFNVHFW 400
drome GIKIFSWLATLHGTQLS-YSPAILWALGFVFLFTVGGLTGIVLANSVDIILEDYVVAHFHYVLSMGAVFAIMAGFTIHWYPLFTGLILNKKWLRKSHFI 400
homsa GVKVFSWLATLHGSNMK-WSAAVWALGFIFLFTVGGLTGIVLANSVDIVLEDYVVAHFHYVLSMGAVFAIMGGFTIHWYPLFTGLIQTIAKIRFA 400
      * * * * *
pedhu LSFV 404
drome DMFI 404
homsa DMFI 404
      * *

```

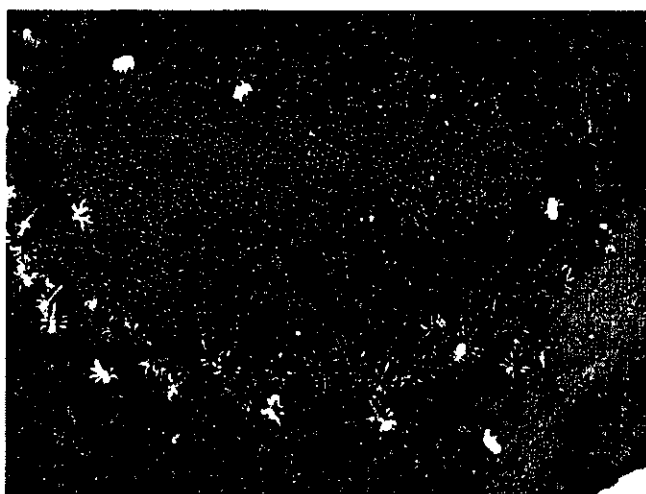
Figure 4. Alignment of partial mitochondrial cytochrome oxidase subunit 1 (CO I) sequences. Labels of pedhu, drome, and homsa denote *Pediculus humanus*, *Drosophila melanogaster*, and *Homo sapiens*, respectively.



A. シラミを血液パッド上に置いた直後



B. 行動が活発になり、次々と足場を固め始める



C. 吸血の様子

図5. 人工吸血器上でのシラミの吸血行動

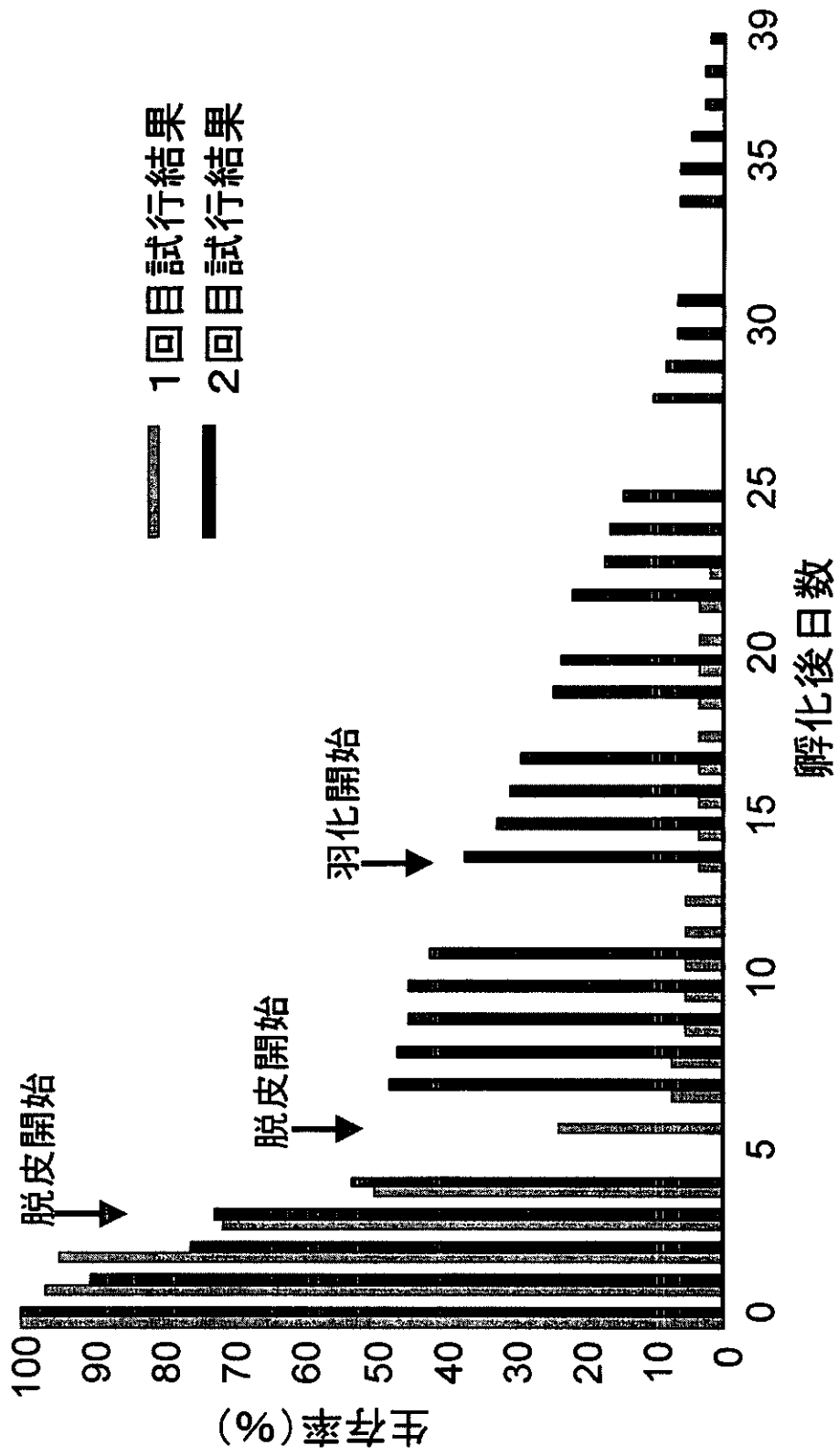
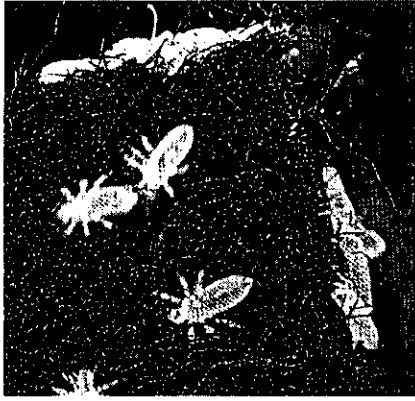
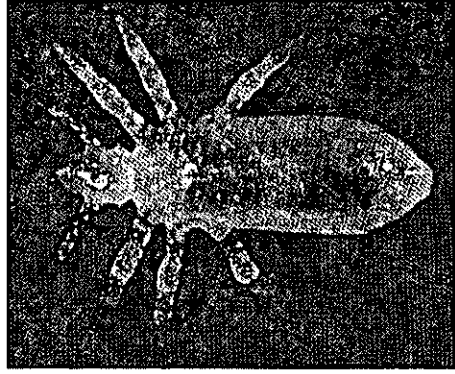


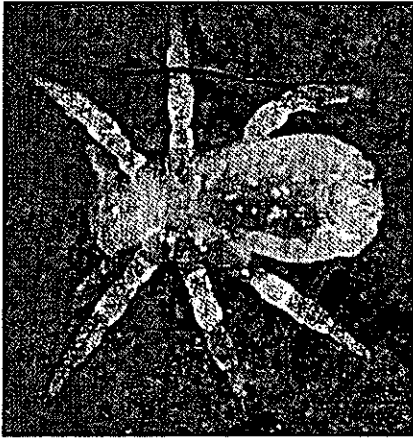
図6. 孵化後生存率の推移



A



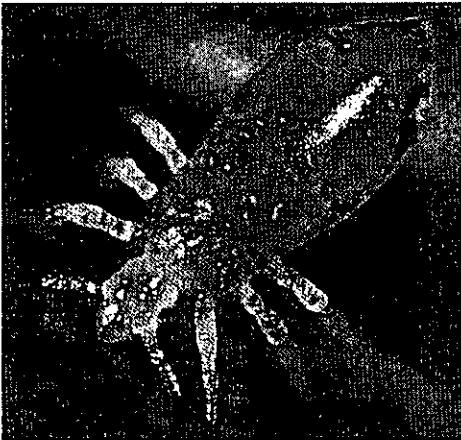
B



C



D



E



F

図7. 血液保存法がシラミ発生に及ぼす影響

厚生科学研究補助金事業（新興・再興感染症研究事業）

分担研究報告書

侵入毒グモの分布拡大・防除に関する研究

分担研究者 吉田政弘 大阪府立公衆衛生研究所

研究要旨 セアカゴケグモの分布状況を昨年度に引き続き大阪府内を重点的に調査した。その結果昨年度よりもさらに分布域ならびに個体数においても拡大しつつある事が明らかになった。また個体数の多い地域で新たな患者が1名発生した。近隣の兵庫県においても大阪府内と同様に発見当初より分布域を広げている事が明らかになった。ハイイロゴケグモに関しては以前に生息が確認された府県の多くの地域で、その勢力は発見当初以来衰退の傾向がうかがえられていたが、本年度の再調査で未調査地を除いて全ての府県で増殖している事が明らかになった。また新たに兵庫県と鹿児島県でも確認された。南西諸島の鹿児島県域の奄美大島から沖縄県与那国島にかけて、特に調査した殆どの地域で定着、増殖している事が新たに判明した。生息確認された地域は沖縄、奄美フェリー航路と完全に一致している事が明らかになり、本種の日本における分布拡大は、フェリーで運ばれるコンテナなどの人為的な要因による事が判明した。もう一種のヤエヤマゴケグモの分布は、従前と同様に沖縄県西表島および波照間島に限局して認められた。波照間島では広範囲の地域で認められ、以前いわゆる幻の存在が本島では広範囲に分布しつつあることが判明した。セアカゴケグモの防除については、物理的、化学的防除にかかわらず一定の期間では極めて有効な手段ではあるが、高温期経過後の秋季には個体数が元の密度に回復する事が確認され、定期的な防除作業の必要性が同時に行った野外生態調査でも示唆された。

A) 研究目的

1995年11月に大阪府内で外国からの侵入種である *Latrodectus hasseltii* (セアカゴケグモ) が初めて確認され、ほぼ同時期に三重県四日市市でも確認されてきた。

Latrodectus geometricus (ハイイロゴケグモ) も同時期に沖縄県、福岡県、大阪府、愛知県、神奈川県、東京都の6都府県で確認された。また沖縄県では *Latrodectus indicus* (ヤエヤマゴケグモ) の生息が確認された。日本全体では3種のゴケグモ類が確認された。これらのゴケグモ類は神経毒 α -ラトロトキシンを有し、オーストラリアでは毎年多数(昨年の本研究の成果での

情報では年に6000名)の患者発生をみている。これらのことからゴケグモ類の分布の動向および生態的知見を集積し、被害の予防に役だてる。

B) 研究方法

1) ゴケグモ類の分布調査 *Latrodectus hasseltii* (セアカゴケグモ) については大阪府内に重点的に周年現地調査を行うと共に関係行政機関での情報を提供してもらう。*Latrodectus geometricus* (ハイイロゴケグモ) と *Latrodectus indicus* (ヤエヤマゴケグモ) については、過去に生息確認されている都府県と、それ以外の特に南西諸

島を中心にフェリー発着場周辺と空港周辺の野外現地調査を実施し、現時点での分布の概要を把握する。特にセアカゴケグモについては地理情報システムにより大阪府における分布解析を他の研究者との共同研究者に対して資料を提供する。

2) ゴケグモ類の発育 昨年にはセアカゴケグモの飼育方法を試み、一定の成果が得られた。本年は、セアカゴケグモの飼育方法と同様の方法で野外から採集してきた成雌グモから得た卵嚢を、25℃恒温室で20 ml 容量のネジロバイヤルガラス瓶で密閉し、出嚢してきた2令を個別に上記の20 ml 容量のネジロバイヤルガラス瓶に1頭のみ入れ、各温度条件下で飼育した。これらの飼育経過から脱皮の確認をし、令期および雌雄の性成熟を判別した。2～4令のクモ1個体には週1回チャバネゴキブリの若令幼虫を1匹、5令以上クモには、キンバエ類の老熟幼虫を各1匹与えて飼育した。

3) セアカゴケグモの防除 昨年と全く同一地点の大阪府内の5市6地点と2000年から生息確認されている兵庫県西宮市西宮浜全域を対象とした。防除方法は卵嚢も含め、全個体取り除きと、生息が確認された周辺への市販の家庭用殺虫スプレー（ピレスロイド系）の噴霧をいずれの対象地でも実施した。墓地では、昨年の実施から約8ヶ月経過後の2001年6月に1回限り実施し、西宮市では2ヶ月間隔で2002年2月まで実施された成績環境衛生課から情報の提供を受けた。

4) セアカゴケグモの野外生息環境調査 セアカゴケグモの生息数の異なる3地点で昨年度に引き続き生息している雨水溝での個体数調査と温湿度を自動記録計を

設置し、2ヶ月毎にデータを回収した。クモの観察方法は温湿度測定の日データを回収と同一日に2ヶ月おきに1回定期的に観察した。初期と最終回のみ全数取り除き、研究室に持ち帰り令期別、雌雄別、卵嚢別に計数した。それ以外は、現地で目視により観察し、除去は一切行わなかった。

C) 研究結果

1) セアカゴケグモの分布

大阪府内で本クモの分布は、昨年の分布域を更に広げた。この分布の実態は、共同研究者のGISを利用しての結果に委ねた。

2) ハイイロゴケグモに関する結果

A) ハイイロゴケグモの分布 2001年8月より12月にかけてフェリー発着場および空港周辺を重点的に調査した結果は、図1と図2に示した。調査した南西諸島（奄美大島から西表島にかけての）22島中19島で、また調査した6空港周辺（表1参照）中4ヶ所で個体数の多少はあったが生息が認められた。日本本土では、調査した全ての地点で生息が認められた。この結果から、日本におけるハイイロゴケグモの分布はセアカゴケグモの分布域をはるかに越え広域に分布している事が判明した。その中でも宮古島、奄美大島や従来から棲息が確認されてきている沖縄島では、かなり多数の棲息数がフェリー発着場および空港周辺で認められた。各調査地点（特にフェリー発着場）でコンテナにひそんでいるハイイロゴケグモの虫体や卵嚢を採取確認し

た。日本本土での調査地点の選択は意識的に沖縄、奄美航路に的を絞って行った事が今回の調査成績に反映されたと考えられた。

B) ハイイロゴケグモの発育 野外から採集した成雌グモから得た卵囊を用いて飼育温度を変えて室内飼育を行なった。各温度条件下で出囊2令期より単独個体分離飼育した。その結果、図3と図4に示すように雄性成熟令は25℃では5令で81.8%、および6令で18.2%であったが、34、36.5℃の高温条件では、5令で全て成熟した。いずれの温度条件下でも雌では7令から9令で成熟し、8令で成熟するものが最大であった。雌雄の性成熟までに要する期間は表2に示した。雄は25℃では平均36日、34℃で32日、36.5℃では31日であった。雌では25℃で、77日、34℃で61日、36.5℃では64日であった。雌雄ともに高温になるほど性成熟に要する期間は短縮された。この成績はセアカゴケグモとよく類似していた。各令期の死亡率は表3にしめした様に2、3令期に集中していた。

3) セアカゴケグモの野外棲息環境調査

A) 公園排水溝におけるセアカゴケグモ駆除後の個体群動態及び温湿度調査

2000年12月に大阪南部の広域公園緑地の排水溝に生息するセアカゴケグモを含めた全てのクモ類について殺虫剤等を使わずに虫体及び卵囊を巣材ごと完全に除去することで駆除を行い、同月より2ヶ月おきに1年間、同一地点で個体群動態調査及び温湿度調査を行った。2000年12月と2001年12月は駆除を実施したため、回収した虫体等は実験室内で同定、計数したが

それ以外の調査日は現地で同定、計数を行った。図5に示したように駆除2ヶ月後の2月には既に再侵入が見られた。その間の温度分布は最高温度17.9℃、最低温度-0.2℃、平均温度6.4℃であった。侵入したセ

アカゴケグモの齢構成は206頭中雌成体1、初期幼体180、後期幼体25頭で卵囊は皆無で、少なくとも冬期のセアカゴケグモの分布拡大は幼体の分散によるものであることが示唆された。成長とともにクモ数は減少し6月には雌親グモのみとなっているが、その間子グモ数の増加は認められず子グモの再侵入は無かったと考えられる。越冬は幼体の状態で行われるものが大多数であるが全てのステージで行われることが確認された。図6に示したように卵囊は6月の調査時に初めて確認されたが、同地点に生息していたマダラヒメグモやオオヒメグモ、ユウレイグモの卵囊は2月あるいは4月の調査時には既に見つかっており、その間の温度分布は2～4月間の平均温度12.1℃、4～6月間の平均温度20.8℃でセアカゴケグモの産卵はこれらのクモよりも遅く始まり高温度が必要と考えられた。しかしながらセアカゴケグモはその後12月迄産卵を続け、それに応じてクモ数、特に幼体が増加し続けている。この長期にわたる産卵と越冬形態がこのクモの分布拡大の大きな要因であると考えられる。調査排水溝の最高温度は7月の46.1℃、最低温度は2月の-0.5℃。月別平均温度の最高値は7月と8月(15日以降のデータのみ)の30.7℃、最低値は1月の5.3℃、年間の平均温度は17.5℃であった。

湿度については0～99%と広範囲の値を示したが、データの欠落があるため詳細な分析は行えなかった。

B) セアカゴケグモと餌となりうる節足動物との関係

夏季と冬季に排水溝の底に粘着トラップを仕掛け、捕獲された餌となり得る節足動物とセアカゴケグモとの関係を見た4地区7地点での調査で7月では12目56種が確認され、個体数では膜翅目(アリ類)が最も

多く認められた。12月の寒冷期でも12目59種が確認され、その種構成は7月と大きな変化は見られなかったが、個体数はトビムシ目が最多数であった。これらのことから排水溝は寒冷期でもセアカゴケグモに充分食料を供給できる場所であることが分かった。図7のようにセアカゴケグモ数は捕獲された総節足動物数との間に有意な相関が認められた。また7月はオカダンゴムシ数(図8)と12月はヒメトビムシ数(図9)と有意に相関したが同地点の他のクモはこれらの節足動物との相関が認められなかった。排水溝の蓋1枚分あたり1トラップを設置した調査でも冬季、夏季ともに図10、11に示すようにセアカゴケグモ数と捕獲された節足動物数のピークが一致した。これらからセアカゴケグモは餌に対する依存度が大きいことが示唆された。セアカゴケグモの繁殖には餌が豊富な場所を優先すると考えられる。卵囊径と餌となりうる節足動物との関係はデータ数の関係もあり、相関関係は認められなかった。今後さらにデータを蓄積して分析する必要がある。

4) セアカゴケグモの防除に関する結果

大阪府内における防除の結果は、表2に示した。昨年の防除時よりおおむねどの墓地も8ヶ月程度経過していた。泉大津市の墓地では、発生が認められなかった。他の墓地では前回の個体数(雌グモの合計個体数)に対する減少率で見ると、15%から50%の減少率であり個体数の回復傾向が認められた。防除が成功した泉大津市の墓地と個体数の回復傾向が認められた墓地の違いは、前者の周辺でのセアカゴケグモの棲息は認められていないが、後者では墓地周辺あるいは防除域が一部で対象外の区域で棲息が認められ、常に防除対象域への

再侵入によってもたらされた結果であろうと推測した。2000年10月に中旬に比較的大規模な西宮市の団地(0.485平方キロメートル)での防除成績は表3に示した。防除の間隔は2ヶ月である。気温の低い時期には、比較的低密度を維持していたが、高温期になるにつれ個体数の回復が顕著になり、棲息確認当初の50%程度(雌グモの合計個体数)にまで高まっていた。この傾向は前述の大阪府内墓地での傾向とよく類似していた。

D. 考察

日本における毒グモの分布はセアカゴケグモに加え、ハイイロゴケグモも広域に分布している事が明らかになった。その分布拡大の主たる要因はコンテナに付着して運搬され、拡大したものと考察される。この根拠は、沖縄、奄美航路に

関係する調査地点(いずれもフェリー発着場周辺)で確認された(東京、神奈川県、愛知県、大阪府、兵庫県および鹿児島県)事による。今後未調査の地域を調査する事により、より明らかになると考えられる。セアカゴケグモの防除に関しては、墓地における結果や西宮市での広域防除の結果より、低温期での防除は比較的長期間低密度を維持する事が可能であるが、高温期での個体数の回復を抑制する防除方法の検討を要請されている。野外での定期的な生態調査の結果で明らかになった様に排水溝内でのクモの餌としての節足動物の個体数とセアカゴケグモの個体数とは高い相関関係が認められた事は、このような棲息環境の発生を制御する事(具体的には溝底の堆積物の除去)が有効である事を示唆しているものと考えられた。またハイイロゴケグモの分布拡大の主要な要因がコンテナにある事よりこれらの器物からのクモフリー環境対策

が肝要である。

E) 結論

ハイイロゴケグモの発見される地域は、沖縄、奄美航路の発着場のある都府県で共通して認められ、フェリー貨物のコンテナ輸送によって本種の分布を広げていることが明らかになった。セアカゴケグモの防除は、生息確認された一時の防除だけでは不十分であり、定期的な管理、監視が必要である。特に高温期での増殖を制御する必要がある。雨水溝などの発生源でのクモの餌となっている節足動物群の制御が、すなわち水路底面の堆積物を取り除くことによって制御がたやすくなると考えられた。

ハイイロゴケグモの性成熟発育期間は、雌雄共にセアカゴケグモとよく類似していた。

F) 健康危機情報

2001年10月29日大阪府内泉南市で56歳、男性会社員1名がセアカゴケグモに咬まれ被害が発生した。被害発生場所でのセアカゴケグモの密度は高かった事が確認されている。大阪府内での本クモの分布拡大の勢いが増す事が推測され、被害発生の予防にはより一層の監視と住民への啓蒙必要である。

G) 研究発表

学会発表

2001年4月 第53回日本衛生動物学会 セアカゴケグモの分布 吉田 政弘 (山形)

2001年11月 第13回日本環境動物昆虫学会年次大会 侵入毒グモの分布拡大

—特に沖縄、南西諸島におけるハイイロゴケグモの分布状況について—

吉田 政弘 (大阪)

2001年11月 第13回日本環境動物昆虫学会年次大会 京阪神地域におけるアメイロアリの分布 —侵入種実態調査(1)

幸形 聡 吉田政弘 吉田永祥 (大阪)

本報告に際し、セアカゴケグモの分布情報ならびに防除に関して、大阪府健康福祉部 環境衛生課 衛生指導グループ、大阪府富田林、和泉、泉佐野および岸和田保健所、堺市環境衛生課、西宮市環境衛生課、神戸市保健福祉局生活衛生課の関係の皆様、野外環境調査に際しては、堺市衛生研究所の皆様、(株)ホームサービスの皆様に多大のご協力を頂きました。本文にかえてお礼申し上げます。

表1 2001年ハイイロゴケグモの調査結果

府県		2000年以前	2001年	調査場所	卵囊	幼、成、雄	調査場所	卵囊	幼、成、雄
東京都		1996年	再確認	フェリー発着場	10	29			
神奈川県	横浜市	1999年	再確認	フェリー発着場	6	24			
愛知県	名古屋市	1996年	再確認	フェリー発着場	36	45			
大阪府	大阪市	1996年	再確認	フェリー発着場	2	1			
兵庫県	神戸市		初確認	フェリー発着場	51	21			
福岡県	北九州市	1996年	未調査						
鹿児島県	鹿児島市		初確認	フェリー発着場		87			
鹿児島県	始良郡		初確認				空港周辺		4
鹿児島県	奄美大島		初確認	フェリー発着場	8	70	空港周辺	50	36
鹿児島県	加計呂		陰性	フェリー発着場					
鹿児島県	喜界島		初確認	フェリー発着場		26	空港周辺	0	0
鹿児島県	徳之島		初確認	フェリー発着場		31			
鹿児島県	沖永良部島		初確認	フェリー発着場	4	80			
鹿児島県	与論島		初確認	フェリー発着場		6		0	0
沖縄県	沖縄島	1997年より	継続	フェリー発着場	9	37	空港周辺	5	264
沖縄県	伊平屋島		初確認	フェリー発着場		28			
沖縄県	伊是名島		初確認	フェリー発着場		161			
沖縄県	渡嘉敷島		初確認	フェリー発着場		23			
沖縄県	粟国島		初確認	フェリー発着場	15	8			
沖縄県	阿嘉島		初確認	フェリー発着場		3			
沖縄県	座間味島		初確認	フェリー発着場	5	60			
沖縄県	宮古島		初確認	フェリー発着場	2	139	空港周辺	23	507
沖縄県	伊良部島		初確認	フェリー発着場	6	10			
沖縄県	石垣島		初確認	フェリー発着場		21	空港周辺	0	0
沖縄県	竹富島		初確認	フェリー発着場	0	1			
沖縄県	黒島		初確認	フェリー発着場	0	1			
沖縄県	小浜島		初確認	フェリー発着場		37			
沖縄県	嘉弥真島		陰性	フェリー発着場	0	0			
沖縄県	西表島		初確認	フェリー発着場	5	6			
沖縄県	波照間島		陰性	フェリー発着場	0	0			
沖縄県	与那国島	1997年より	未調査	フェリー発着場					

表5 西宮浜におけるセアカゴケグモの推移

調査年月日	2000.10.28	2000.11.18	2001.2.28	2001.4.21	2001.6.16	2001.9.16	2001.11.17	2002.2.2
大	290	33	2	4	5	167	8	15
中	213	11	8	7	0	105	6	11
小	219	3	7	7	21	55	0	2
雄	29	4	1	1	0	5	0	0
新卵囊	298	13	2	0	11	119	5	3
古卵囊	420	28	4	3	5	84	0	2

表2 ハイイロゴケグモ雌雄の発育

温度	条件		雄				雌				合計	
	飼与え時期	供試個体数	n	AV	STD	n	AV	STD	成グモ数	成グモ率		
25a	1.day	146	61	36.54	12.851	53	78.55	16.415	114	0.7808		
25b	8.days	112	40	38.08	7.378	35	77.31	11.958	75	0.6696		
25c	3.days	100	39	34.03	9.126	40	75.85	10.791	79	0.7900		
25d	4.days	67	19	34.79	4.224	18	72.94	5.62	37	0.5522		
34	4.days	48	24	31.79	9.855	19	60.53	6.544	43	0.8958		
36	4.days	49	22	30.82	10.391	16	64.19	5.431	38	0.7755		

表3 ハイイロゴケグモ性成熟令までの死亡

温度	飼与え時期	供試個体数	死亡令								合計	死亡率
			2令	3令	4令	5令	6令	7令	8令			
25a	1.day	146	9	16	4	2	1				32	0.2192
25b	8.days	112	19	5	4	4	0	3			35	0.3125
25c	3.days	100	3	10	3	1	1	2	1		21	0.2100
25d	4.days	67	9	12	3	1	1	2	2		30	0.4478
34	4.days	48	1	1	2	0	1	0			5	0.1042
36	4.days	49	3	4	2	2	0	0			11	0.2245