

B-10 温暖化による健康影響と環境変化による社会の脆弱性の予測と適応によるリスク低減に関する研究

(3) 温暖化による動物媒介性感染症の増加の予測と効果的予防対策の研究

独立行政法人国立環境研究所

環境健康研究領域 疫学・国際保健研究室 小野雅司
西前 出 (重点研究支援協力員)
岡田周平 (重点研究支援協力員)

平成11-13年度合計予算額 16,697千円
(平成13年度予算額 4,359千円)

[要旨] これまでの研究において、地球の温暖化によりマラリア、デング熱は現在の流行地域の周縁へ拡大すると予想されているが、従来のモデルの多くにおいては社会・経済的な要因が考慮されていない。本研究では、従来のモデルの精度向上とともに、マラリア、デング熱等の流行に関わる社会・経済的要因を含む総合的な影響予測モデルの構築を目指して、以下の研究を行った。

1) 雲南省、広西壮族自治区、海南省の数十地区(マラリア:1984-1993年、1994-2000年)、雲南省、広西壮族自治区、広東省、海南省の数十地区(デング熱:1987-1996年、1997-2000年)に関して各種資料の収集を行った。収集データに基づいて、媒介蚊の季節的消長並びに患者発生と環境要因との関連について解析を行った。

2) 1992年に開始した雲南省内の3地区(高度流行地域、中程度流行地域、非流行地域)における血清疫学調査結果により、住民のマラリア抗体価は季節変動(夏季に高く、冬季に低い)の他、冬期に限ってみると経年的な上昇傾向が観察された。また、経済発展による生活習慣の変化がマラリア流行に関連していることを示唆する結果が得られた。

3) デング熱およびマラリア媒介蚊について異なる条件下で成育実験(媒介蚊の発育速度、生存期間、等に関する温度依存性の検討)を継続した。実験結果から、デング熱およびマラリア媒介蚊の発育・生存に対して至適温度が存在し、低温での成長阻害とともに過度の高温での生存期間の短縮を示す結果が得られた。また、種により大きな違いのみられることが明らかになった。

4) これまでに提示された流行モデルをもとに、マラリアやデング熱の流行を規定する主要な要因である社会・経済的要因を組み込んだモデル構築について検討した。

5) マラリアおよびデング熱媒介蚊のわが国における実態と今後の対策について検討した。

[キーワード] マラリア、デング熱、媒介蚊、気温、社会・経済要因

1. はじめに

マラリア及びデング熱は世界の熱帯・亜熱帯地域における保健衛生上の最重要課題である。加

えて、地球の温暖化に伴う亜熱帯・温帯地域への拡大の恐れが指摘されている。その理由として、熱帯から亜熱帯地域にかけて広く分布する媒介蚊の生息域は温暖化に伴い確実に北上・拡大する。また降水量の変化に関しても、媒介蚊の生態系・ハビタートに与える影響は不確実なもの、総体としては生息域の拡大につながると予想される。そして、気温の上昇は、媒介蚊ならびに原虫、ウィルスの成長を促進する。ことなどがあげられている。

これまでの研究において、地球の温暖化によりマラリア、デング熱は現在の流行地域の周縁へ拡大すると予想されているが、それらの研究においては、社会・経済的な要因が考慮されておらず、あくまでも潜在的な危険性を示すに止まっていた。このような状況から、より現実性の高い、総合的な影響予測モデルの構築が求められている。

2. 目的

これまでの研究において、地球の温暖化によりマラリア、デング熱は現在の流行地域の周縁へ拡大すると予想されているが、幾つかの問題点が残されている。特に大きな問題として、従来の研究において社会・経済的な要因が考慮されてこなかったことがあげられる。本研究では、これまで考慮されなかった、マラリア、デング熱等の流行に関わる社会・経済的要因を含む様々な因子を取り入れた総合的な影響予測モデル構築のための基礎資料を得ることを目指すものである。

3. 研究方法

3. 1 マラリア及びデング熱流行に関する資料の収集解析調査

中国雲南省、広西壮族自治区、広東省、海南省でマラリア、デング熱の流行に関する統計資料、社会経済指標を収集しデータベース化をはかる。

3. 2 中国海南省におけるマラリア、デング熱媒介蚊の成育に関する実験的研究

海南省熱帯病防治研究所の協力を得て、マラリア、デング熱の主要媒介蚊（コガタハマダラカ、ネッタイシマカ、等）について異なる温度条件で成育実験を行い、温暖化影響予測モデルにおけるパラメータを決定する。

3. 3 中国雲南省におけるマラリアの血清疫学的研究

雲南省内の3地区（高度流行地域、中程度流行地域、非流行地域）において、住民を対象としたマラリア抗体価の検査、マラリア原虫検査、等の血清疫学的調査を実施する。

3. 4 わが国におけるマラリア、デング熱のリスク評価

わが国におけるマラリア、デング熱媒介蚊の実態を把握するとともに、リスク評価および今後の対策について検討する。

4. 結果と考察

図1に調査対象地域を含む東南アジア地域のマラリア流行状況と同地域の植生図、気温（2月、8月平均気温）分布図を、図2には中国・東南アジアに広く分布するマラリア媒介蚊のうち、コガタハマダラカおよびシナハマダラカの分布を示した。広域的にみて、マラリア媒介蚊の分布域、マラリア流行域とも気温と強い関連を示す傾向がみられる。一方、植生図に関しては、解析途中にあり、直接的な関連性を認めることは困難であるが、土地利用とともにマラリア流行にとって重要な要素であると考えられている。リモートセンシングによって得られる画像データ等を加え、

媒介蚊の生息さらにはマラリアおよびデング熱の流行を規定する諸要因を明らかにするための解析を継続中である。

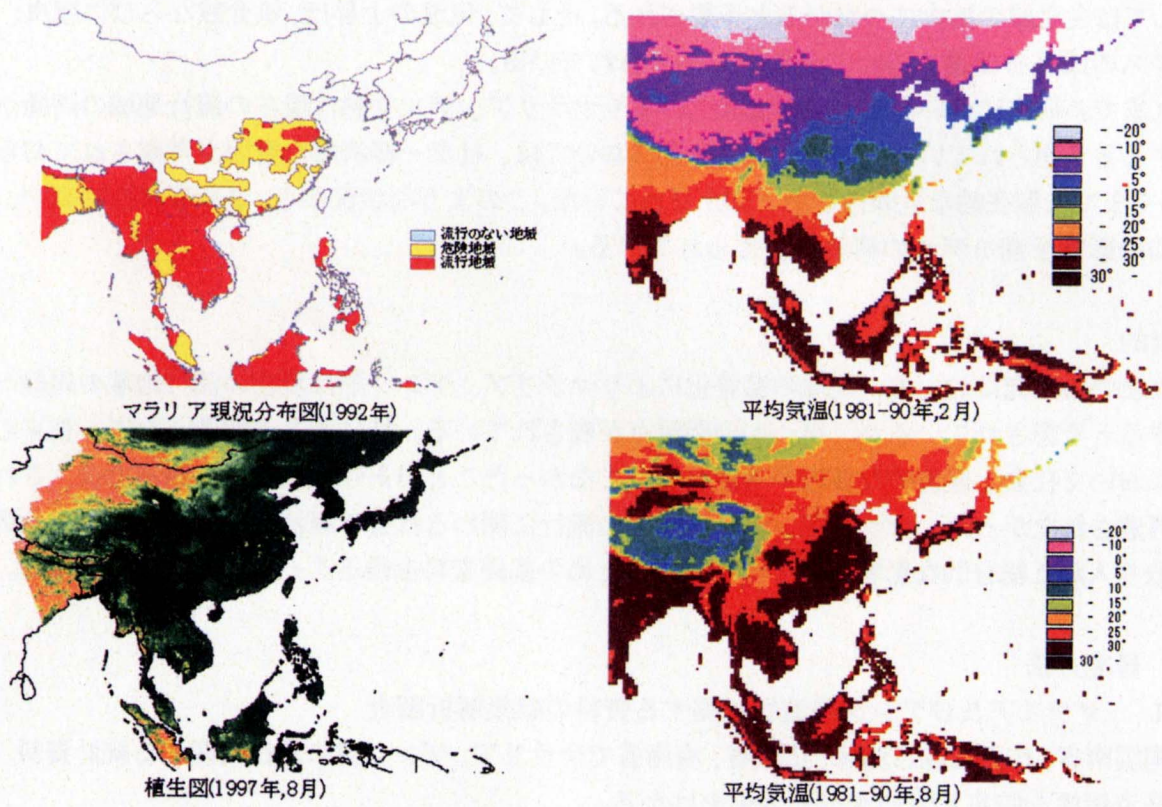


図1 東南アジア地域におけるマラリア流行状況および植生図、気温分布

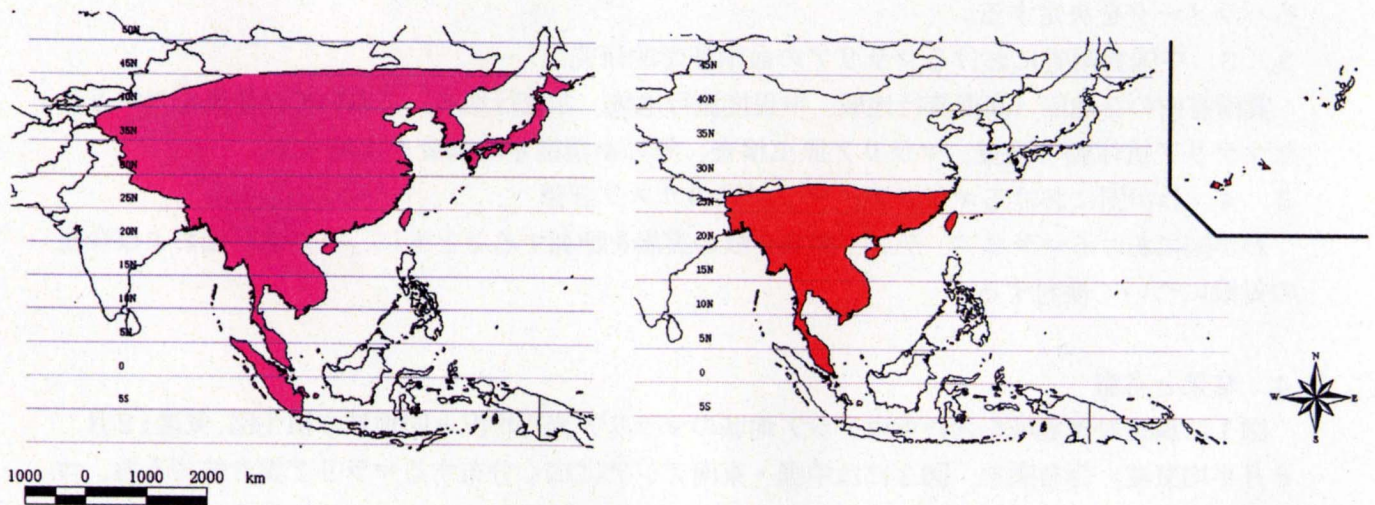


図2 東南アジア地域におけるマラリア媒介蚊の分布
(左:シナハマダラカ、右:コガタハマダラカ)

4. 1 マラリア及びデング熱流行に関連する資料の収集解析調査

1) マラリア及びデング熱流行に関連する資料

マラリアに関しては雲南省、広西壮族自治区、海南省の数十地区について1984～1993年分（Ⅰ期）、1994～2000年分（Ⅱ期）について、同じくデング熱に関しては雲南省、広西壮族自治区、広東省、海南省の数十地区について1987～1996年分（Ⅰ期）、1997～2000年分（Ⅱ期）について、各種資料の収集をおこなった（図3(a-c)）。収集対象としたデータは、気象データ（気温、降水量、他）、マラリア、デング熱患者発生数、媒介蚊（コガタハマダラカ、ネッタイシマカ、他）の生息密度、等である。収集データ（十数年間分）に基づいて、媒介蚊の季節的消長並びに患者発生と環境要因との関連について解析を行っているところであるが、ここでは結果の概要を紹介する。

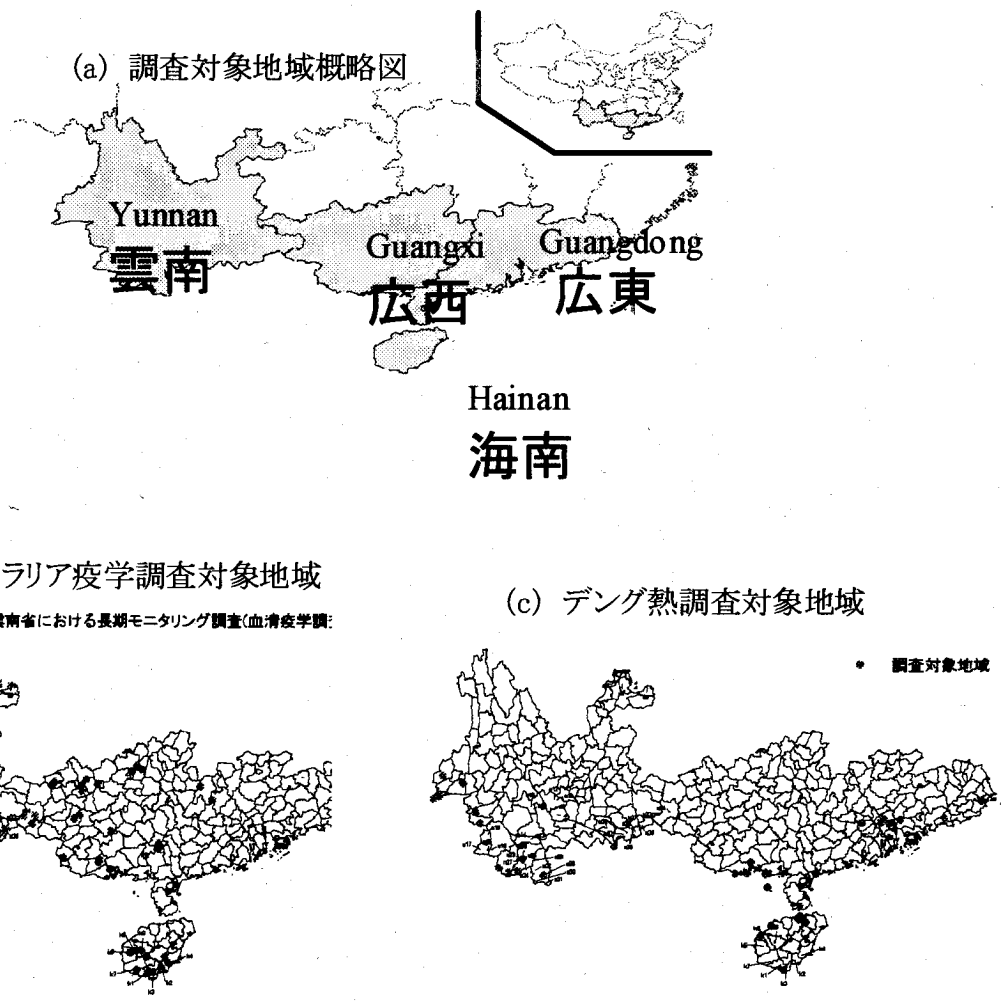


図3 中国南部地域における調査対象地域

表1に雲南省、広西壮族自治区、海南省におけるマラリアおよび気象データの経年変化（1984～1993年：第I期分）を示した。このデータをもとにマラリア患者数およびマラリア媒介蚊と気象要因との関連性を見たのが表2、3である。最も特徴的な点は、三日熱マラリアの流行に月平均気温が大きく関わっていることであり、その他、一部地域では降水量や日射量との関連も見られる。次にこれらの地域で主要な媒介蚊とされているコガタハマダラカおよび *Anopheles dirus* の生息密度とマラリア患者との関連をみたのが表3であるが、コガタハマダラカは雲南省の三日熱マラリア、熱帯熱マラリアおよび広西壮族自治区の三日熱マラリアと、*Anopheles dirus* は海南省の三日熱マラリア、熱帯熱マラリアと、それぞれ強い関連を示すことが明らかになった。

マラリアの特徴の一つとして、地域が異なれば媒介蚊の種類が異なるということがあげられるが、今回の調査結果からもはっきり示されており、今後マラリアの流行予測、対策立案に当て地域の特性を考慮したより細やかな対応が求められる。

表1 雲南省、広西壮族自治区、海南省におけるマラリアおよび気象の経年変化(1984-1993年)

雲南省	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993
罹患率(1/万)	53.65	59.38	36.77	34.96	24.98	24.82	20.69	24.40	21.99	24.84
日照時間(時間)	153.9	152.9	157.7	159.6	153.6	153.5	147.9	152.9	157.9	162.3
最高気温(°C)	26.4	26.0	26.1	26.5	26.3	26.3	26.3	26.5	26.0	26.3
最低気温(°C)	15.3	15.3	15.3	15.8	15.7	15.3	15.6	15.9	15.0	15.5
平均気温(°C)	19.6	19.5	19.5	20.1	19.8	19.7	19.8	20.1	19.6	19.8
降水量(mm)	206.9	132.8	127.6	94.2	135.0	94.2	105.9	172.9	191.7	96.1
広西壮族自治区	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993
罹患率(1/万)	7.75	6.14	6.49	9.04	5.88	3.54	2.37	1.99	2.10	1.69
日照時間(時間)	120.9	120.3	129.4	130.2	120.6	128.2	122.0	113.1	130.1	125.9
最高気温(°C)	24.3	24.6	25.2	25.9	24.7	24.6	25.3	25.2	25.1	24.9
最低気温(°C)	16.1	16.5	16.5	17.2	16.5	16.8	17.2	17.1	16.5	16.3
平均気温(°C)	19.7	20.0	20.0	20.9	19.8	20.1	20.9	20.3	20.1	20.0
降水量(mm)	128.5	131.7	132.5	144.8	151.5	107.6	147.8	114.9	118.5	158.8
海南省	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993
罹患率(1/万)	194.4	212.3	182.8	186.1	195.4	176.8	164.8	192.1	144.9	101.6
日照時間(時間)	149.7	144.2	167.3	168.5	155.0	160.8	153.2	167.6	157.0	163.4
最高気温(°C)	29.0	29.4	29.3	30.2	29.4	29.4	30.1	30.4	29.9	30.3
最低気温(°C)	20.0	20.4	20.3	20.7	20.6	20.1	20.1	20.2	19.9	19.9
平均気温(°C)	23.7	24.0	24.0	24.7	24.2	23.9	24.3	24.5	23.8	24.3
降水量(mm)	149.7	162.8	165.7	121.0	158.7	198.3	195.7	162.9	195.2	145.7

表2 雲南省、広西自治区、海南省におけるマラリア罹患と気象との関連

	気象要因	相関係数		
		三日熱マラリア	熱帯熱マラリア	合計
雲南省	月平均気温	0.827 *	0.479	0.801 *
	月平均降水量	0.028	0.414	0.387
	月累積日射量	-0.568	-0.817 *	-0.594
広西自治区	月平均気温	0.822 *		0.784 *
	月平均降水量	0.641 *		0.588 *
	月累積日射量	0.882 *		0.880 *
海南省	月平均気温	0.838 *	0.736 *	0.812 *
	月平均降水量	0.919 *	0.887 *	0.912 *
	月累積日射量	0.761 *	0.631 *	0.733 *

* P<0.05

表3 雲南省、広西自治区、海南省におけるマラリア罹患と媒介蚊密度との関連

	気象要因	相関係数		
		三日熱マラリア	熱帯熱マラリア	合計
コガタハマダラカ	雲南省	0.881 *	0.819 *	0.795 *
	広西自治区	0.813 *	0.078	0.814 *
	海南省	-0.054	0.076	0.047
<i>Anopheles dirus</i>	海南省	0.756 *	0.662 *	0.792 *

* P<0.05

2) 社会・経済指標

中国におけるマラリアおよびデング熱調査の対象地域である雲南省、広西壮族自治区、海南省、広東省を対象に、過去 10 年間・3 時点の各県別の社会・経済指標に関する情報を収集しデータベース化を行った。収集した項目は、人口、農村人口、農村労働力人口、農林漁業従事者数、食糧生産高、国民総生産など 20 数項目である。一例として国民総生産高を図 4 に示したが、非常に大きな地域格差が見られる。特にマラリア流行に関しては、生物学的要因だけでなく社会・経済的要因が大きく関与することが指摘されており、現在解析を継続中である。

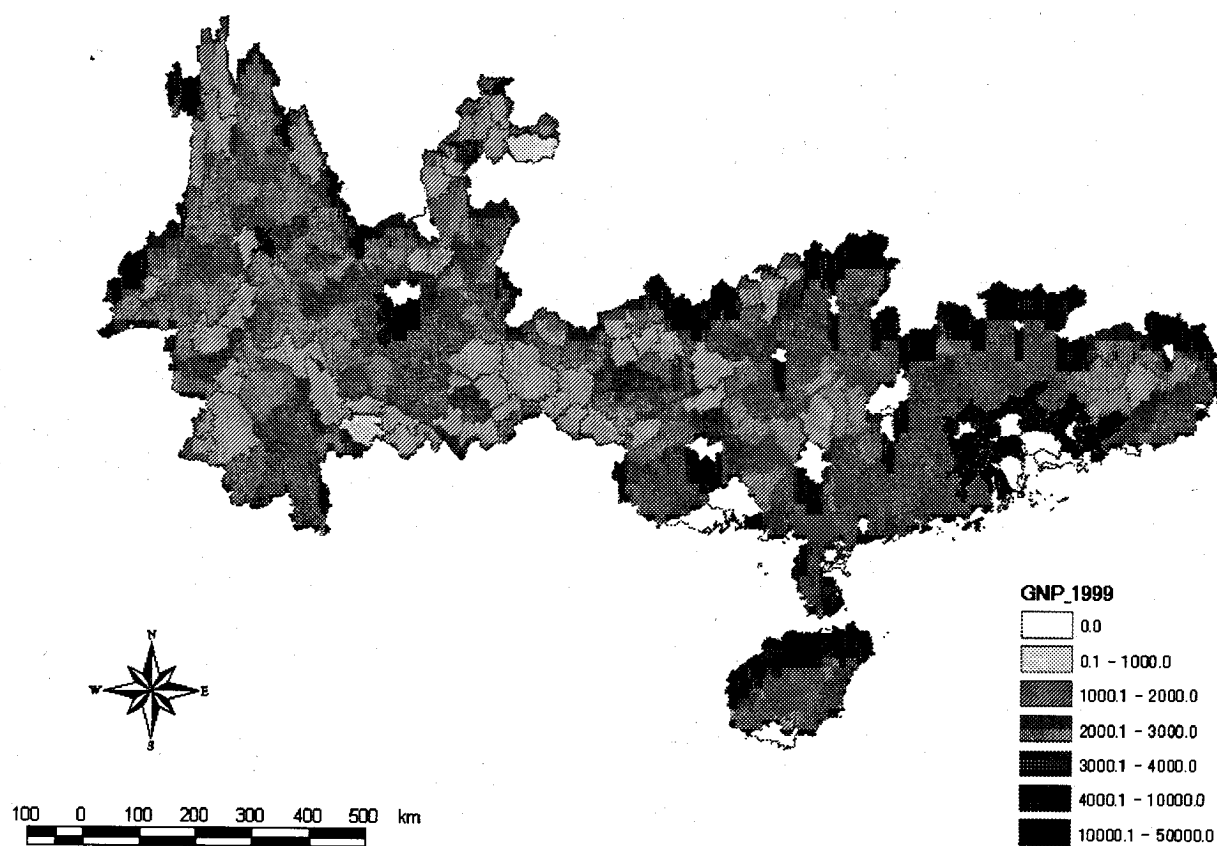


図 4 中国南部諸省における社会・経済指標（1人当り国民総生産）

4. 2 中国雲南省におけるマラリアの血清疫学的研究

1992年に開始した雲南省内の3地区（向東村：高度流行地域、石咀村：中程度流行地域、整碗村：非流行地域、図3(b)参照）における住民を対象に実施したマラリア抗体価の検査結果を図5（三日熱マラリア）、図6（熱帯熱マラリア）に示した。図中には調査対象地域を代表する気象観測所のデータ（気温）を併せて示した。版納ステーションは向東村および石咀村に対応し、思茅ステーションは整碗村に対応する。三日熱マラリア、熱帯熱マラリアとも季節変動（夏季に高く、冬季に低い）の他、冬期においては1994年から2000年にかけて経年的な上昇傾向がうかがえる。現在、同時期の気温変化等との関連性について検討中である。その他、これまでの調査から次のような結果が得られた。

調査開始時に高度流行地域、中程度流行地域、非流行地域として3つの村を対象に選んだが、その後の追跡調査で、高度流行地域と中程度流行地域におけるマラリア抗体陽性者率が逆転していることが示された。詳細について現在解析中であるが、一つの大きな理由として社会・経済的な要因の関与が考えられている。すなわち、かつて高度流行地域であった向東村は近年プランテーション（ゴム）事業の確立によりめざましい発展と変貌を遂げている。一例を示せば、かつて人と同じ開け放しの家屋内に棲み、集落中を徘徊していたブタはほとんど見かけなくなり、また農耕の主役であった水牛もトラクターにとって替わられた。さらに、朝早くから夜遅くまで、幼い子供までもが田畑で働いていた昔の生活スタイルは全く見られなくなっており、近代化されたそれぞれの家屋で食後家族でテレビをみて過ごすといった、数年前にも想像出来なかった生活になっている。このようなライフスタイルの変化が、特に媒介蚊に刺されるチャンスを劇的に減少させ、流行程度の低下につながったのではないかと考えられている。一方、中程度流行地域であった石咀村は現在も10数年来変わらぬ生活を続けており、これがマラリア流行には大きな変化が見られない原因であろう。もう一点目に付くのは、非流行地と考えられている整碗村についてであるが、近年わずかながら継続して低度の流行を繰り返している。この点に関しても詳細は検討中であるが、一つには人口の移動があげられる。国内外を問わず、非流行地と流行地の間で繰り広げられる、交易、就業といった様々な目的の人々の移動は少なくはなく、村民の流行地での罹患と流行地域からの患者の流入が一因となってこのような現象が起きているのではないかと考えられている。

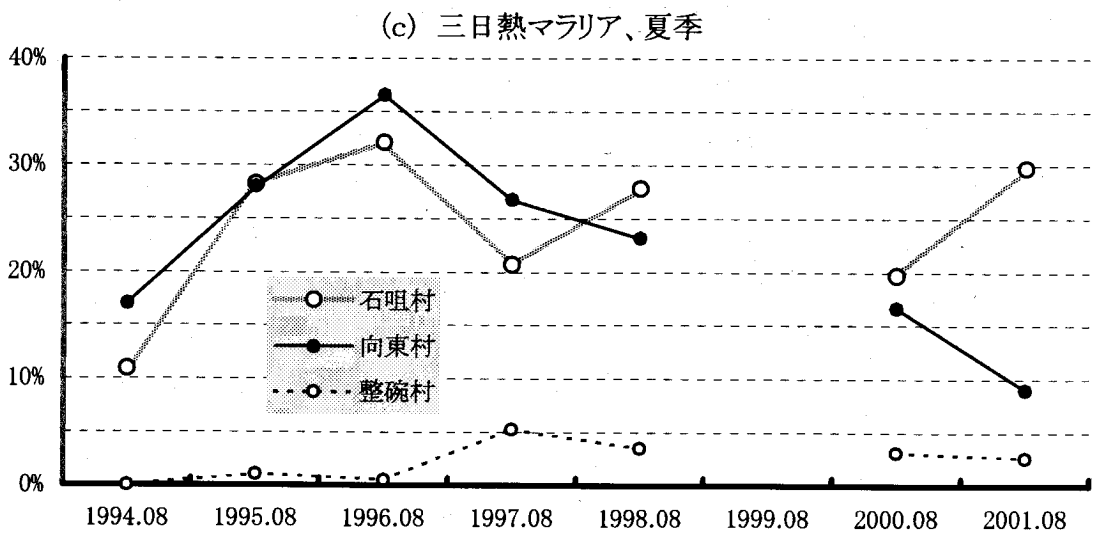
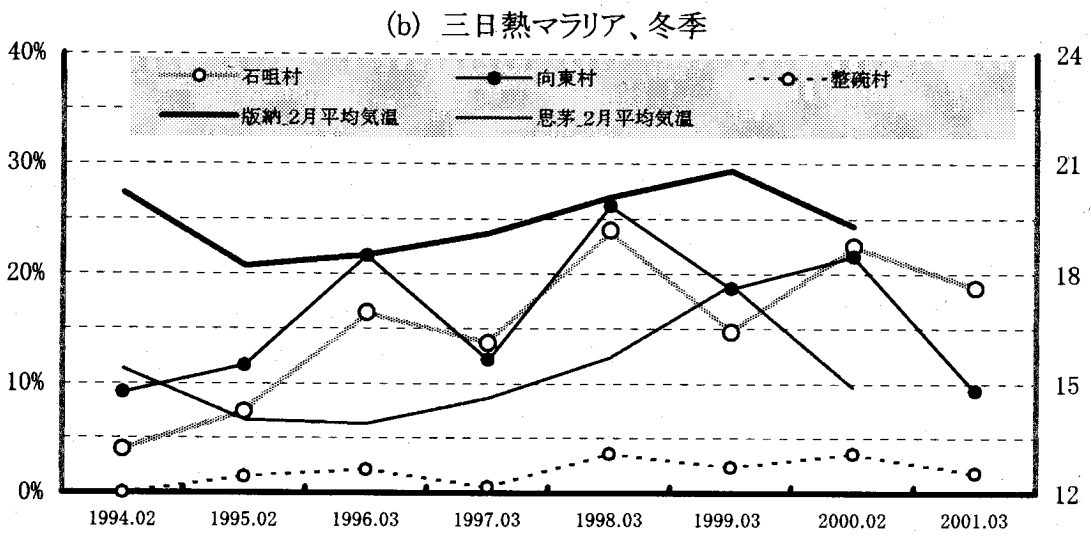
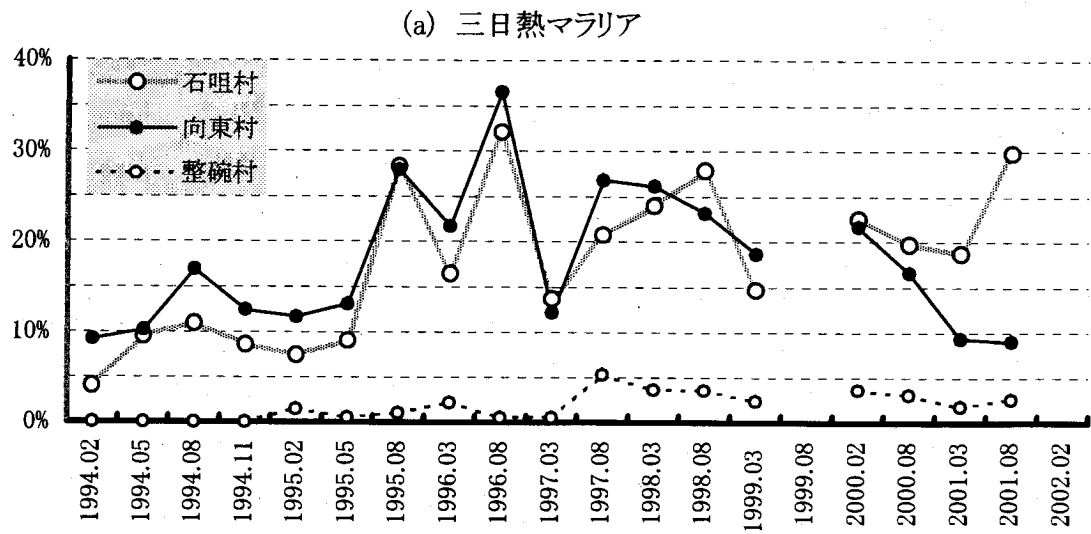


図5 マラリア抗体陽性者率の年次推移(三日熱マラリア)

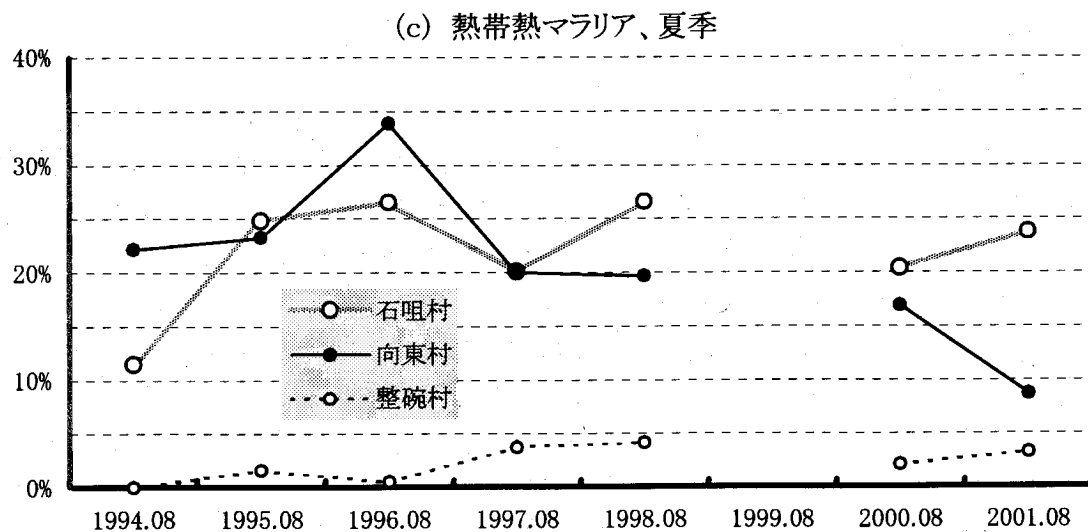
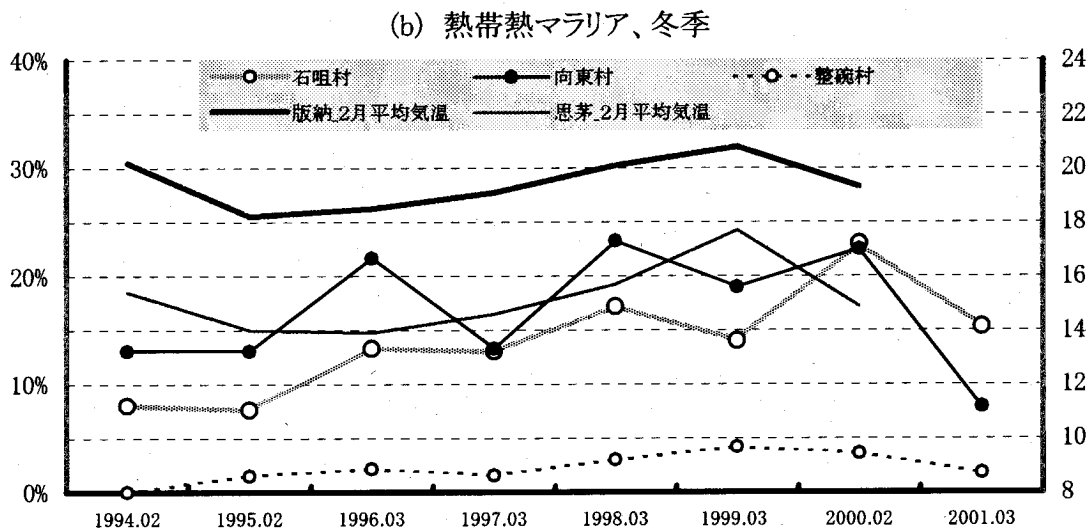
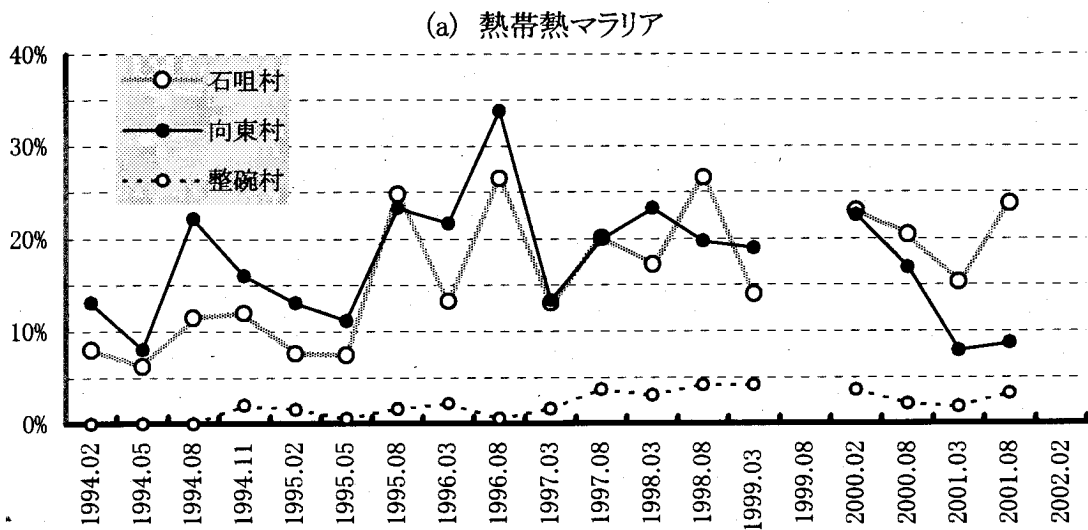


図6 マラリア抗体陽性者率の年次推移(熱帯熱マラリア)

4.3 中国海南省熱帯病防治研究所におけるマラリア、デング熱媒介蚊の成育に関する実験的研究
 マラリア、デング熱媒介蚊はその分布域が種により異なるとともに、大局的には気温分布と重なる(図2参照)。これまでもデング熱媒介蚊を対象に異なる温度条件下での成育実験を行った陳ら¹⁾の報告はあるが、必ずしも十分とはいえない状況にある。そこで、われわれは中国海南省熱帯病防治研究所の協力を得て、デング熱媒介蚊に加えマラリア媒介蚊を対象に、異なる温度条件下で成育実験を実施した。対象はデング熱媒介蚊としてネッタイシマカとヒトスジシマカの2種、マラリア媒介蚊としてコガタハマダラカと *Anopheles dirus* の2種で、幼虫の発育に関する実験と成虫の生存期間に関する実験を、それぞれ6~7レベルの温度条件下で行った。具体的な実験条件を表4に示した。

表4 海南省熱帯病予防治療研究所におけるマラリアおよびデング熱媒介蚊の成育実験

1. 幼虫発育実験	
マラリア媒介蚊	コガタハマダラカ、 <i>Anopheles dirus</i> 22°C、25°C、28°C、31°C、34°C、36°C
デング熱媒介蚊	ネッタイシマカ、ヒトスジシマカ 22°C、25°C、27°C、29°C、31°C、34°C、36°C
検討項目	蛹化速度、羽化速度、幼虫・蛹死亡率
2. 成虫生存実験	
マラリア媒介蚊	コガタハマダラカ、 <i>Anopheles dirus</i> 22°C、25°C、28°C、31°C、34°C、36°C
デング熱媒介蚊	ネッタイシマカ、ヒトスジシマカ 22°C、25°C、27°C、29°C、31°C、34°C、36°C
検討項目	生存期間、産卵数

以下に結果の概要を示す。

1) 蛹化時間、蛹化速度

半数が蛹になるまでに要する時間と速度を図7に示した。まず2種のデング熱媒介蚊(ネッタイシマカ、ヒトスジシマカ)では比較的似かよった結果が得られた。おおむね100時間から200時間で半数が蛹になるが、その時間には飼育温度が関係する。すなわち、低温条件では比較的長時間を要すが、飼育温度が高くなるにつれ蛹になるまでの時間は短縮する。およそ31°C付近で最短となり、その後再び延長する傾向が見られる。

一方、マラリア媒介蚊については種間で大きな違いが見られた。*Anopheles dirus*では、22°C~31°Cの条件ではデング熱媒介蚊とほぼ同程度の蛹化時間であり、また低温で遅く高温で速くなるという結果も同様であった。ただし、34°Cを超えた条件では大半が死亡し、正常に蛹化することは出来なかった。また、コガタハマダラカは他の3種に比べて蛹になるまでの時間がほぼ2倍と発育速度の遅いことが特徴的である。温度依存性も見られ、28°Cを最短に、低温、高温ではともに発育が遅くなることが示された。*Anopheles dirus*同様に36°Cでは正常に蛹化できなかった。

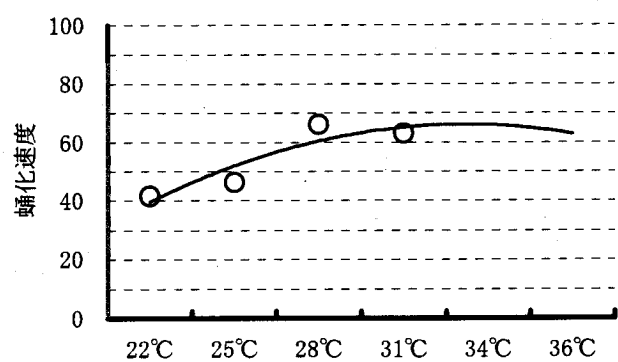
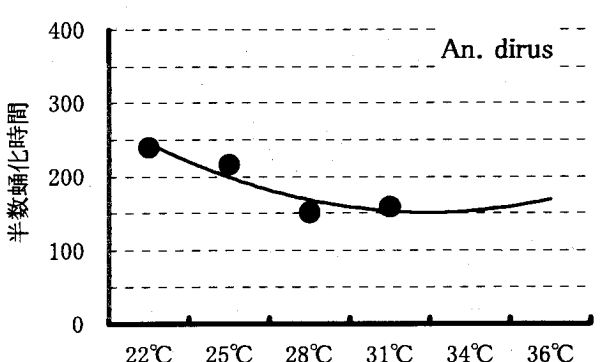
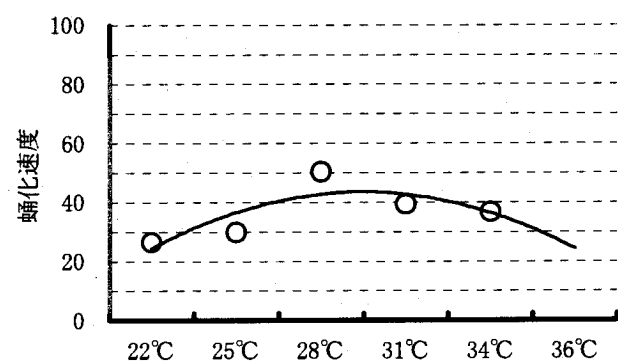
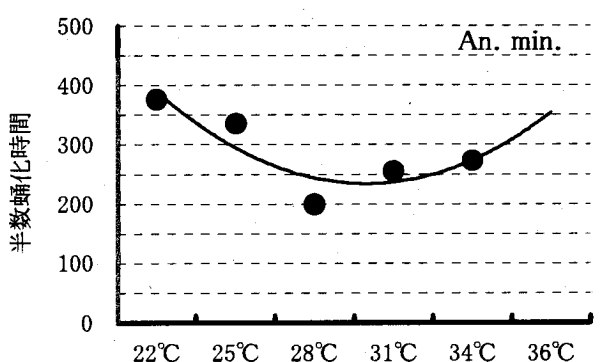
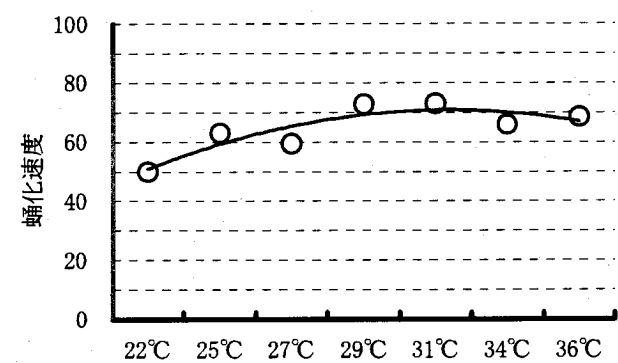
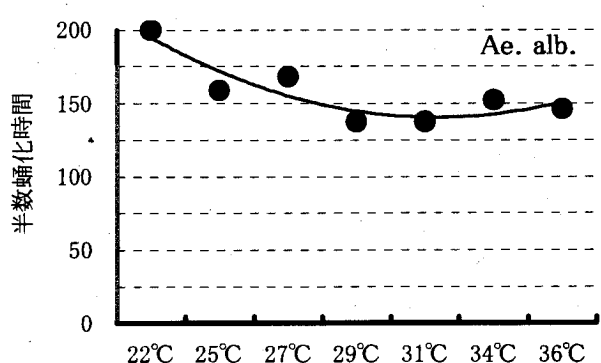
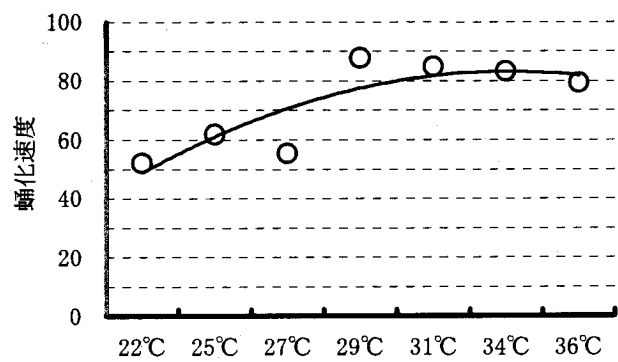
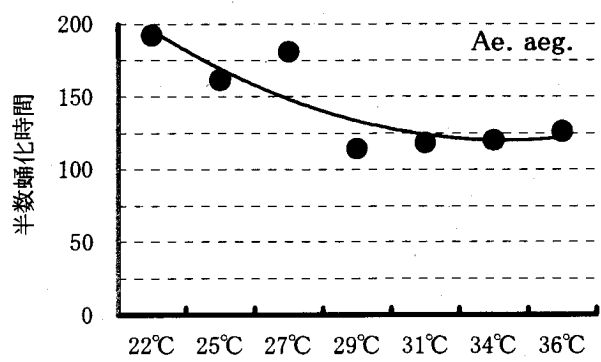


図7 半数蛹化時間・蛹化速度

2) 羽化時間、羽化速度

半数の蛹が羽化するまでに要する時間と速度を図8に示した。すべての種で、蛹化に比べてわずかに長時間を要するほかは、極めて類似の結果が得られた。

両者を合わせると、デング熱媒介蚊（ネッタイシマカ、ヒトスジシマカ）と *Anopheles dirus* では 300 時間から 500 時間、すなわち2週間から3週間で成虫になり、コガタハマダラカでは 400 時間から 800 時間、すなわち3週間から5週間で成虫になると考えられる。

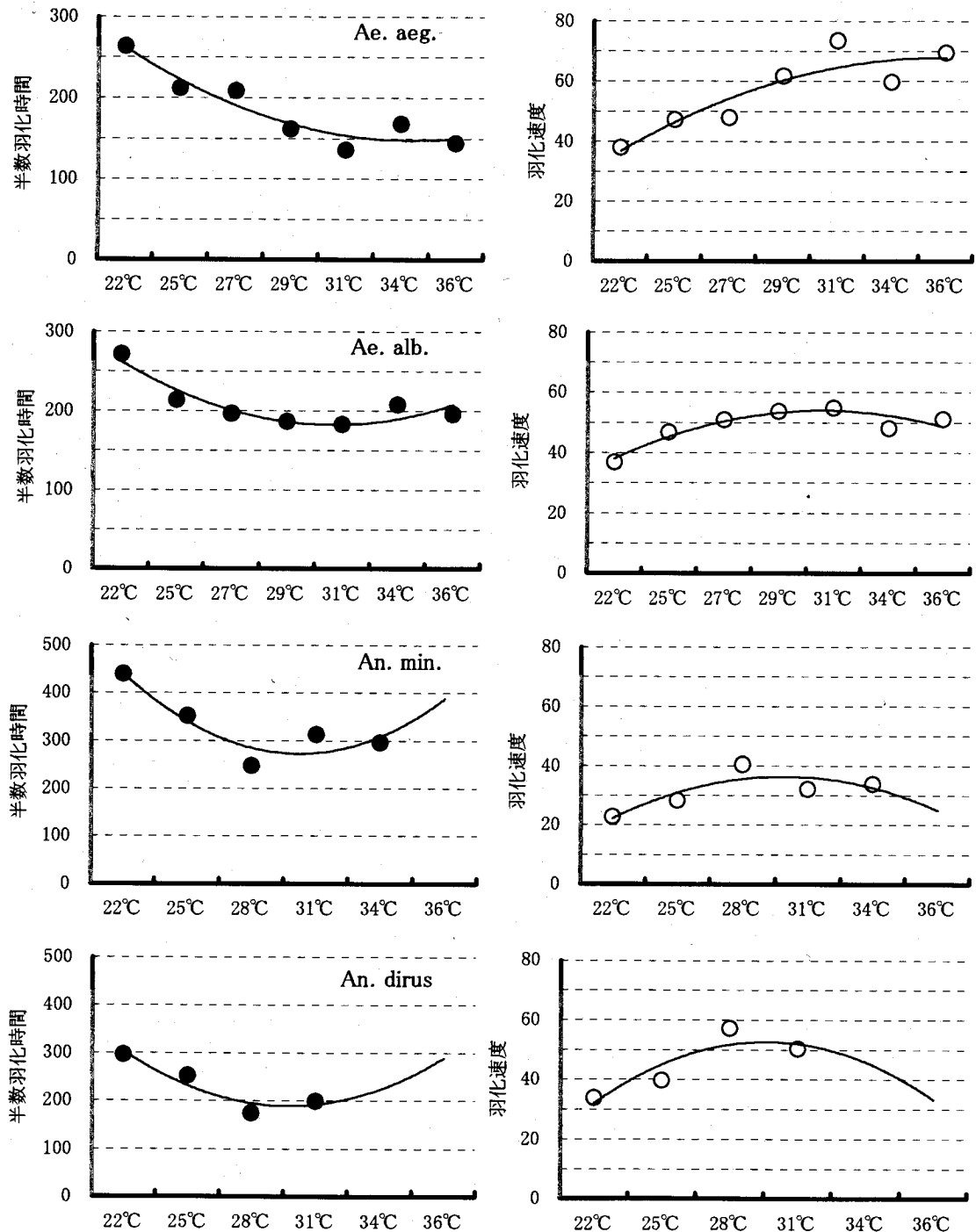


図8 半数羽化時間・羽化速度

3) 死亡率

前節で蛹化、羽化に要する時間をみてきたが、幼虫の発育でもう一つ大事な要素がある。すなわち幼虫、蛹の段階での死亡率である。幼虫、蛹を通じての死亡率を図9に示したが、4種それぞれ異なるパターンが見られた。最も死亡率の低かったのはネッタイシマカで、34℃、36℃で30%前後まで上昇したほかは、22℃から31℃まで10%未満の死亡率であった。ヒトスジシマカでは、22℃から29℃ではおおむね10%程度かそれ以下であったが、31℃を越えると死亡率は急激に上昇した(31℃、34℃で約40%、36℃で約70%)。

次に、マラリア媒介蚊についてみると、*Anopheles dirus*は、22℃~28℃では20%以下の死亡率であったが、31℃で30%、34℃、36℃でほぼ100%となった。一方、コガタハマダラカは全体的に死亡率が高く、25℃で20%、28℃で25%のほかは、31℃で45%、34℃で75%、36℃で100%であり、さらに22℃でも35%とかなり高率であった。

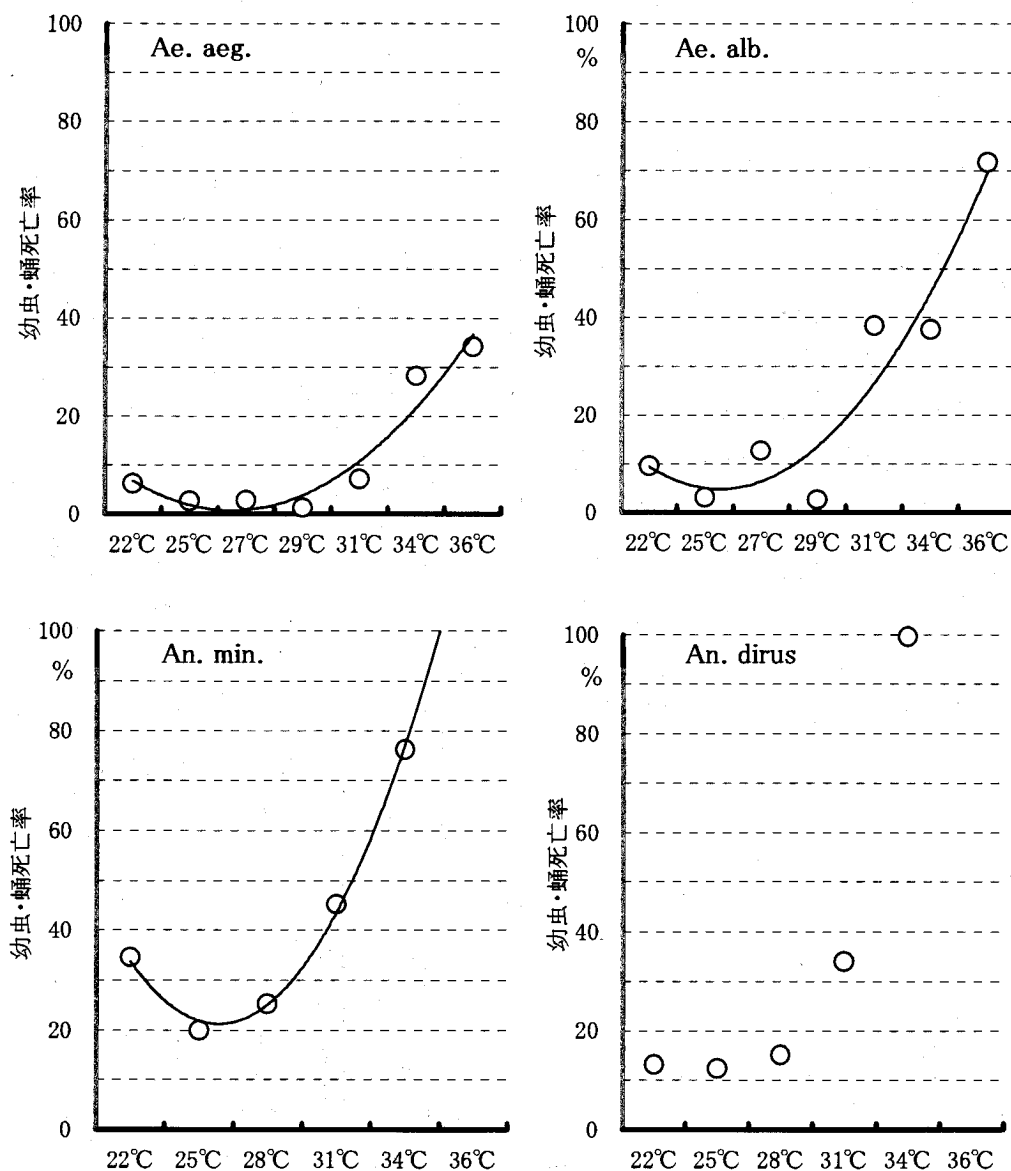


図9 幼虫・蛹の死亡率

4) 成虫の生残期間

前節と同様の条件下で、4種の媒介蚊の1日齢成虫を十分な食餌を与え飼育し、生残期間の検討を行った。結果は、デング熱媒介蚊とマラリア媒介蚊で大きく異なった(図10)。

デング熱媒介蚊は2種ともほぼ同様の結果であった。①いずれの温度条件下でも、雄に比べ雌の生残期間が長い、②雌雄とも27℃あるいは29℃(ネッタイシマカの雌)で生残期間が最も長く、高温になるに従って急激に短くなっていた。とはいえ、ヒトスジシマカの34℃(約10日)を除けば、おおむね20日以上生き延びた。③低温側でも対照的に生残期間は短縮したが、22℃でも雌では40日を越える平均生残期間で、温度の影響は比較的小さかった。

次に、マラリア媒介蚊についてみると、①デング熱媒介蚊に比べ平均生残期間が短い(かつ、コガタハマダラカ<*Anopheles dirus*)、②雌雄差が小さい(雌>雄)、③生残期間は25℃が最長で、高温側、低温側とも短縮がみられる、といった特徴が見られた。特に高温域では、コガタハマダラカは31℃、*Anopheles dirus*は34℃を超えると平均生残期間の著しい短縮が見られた。

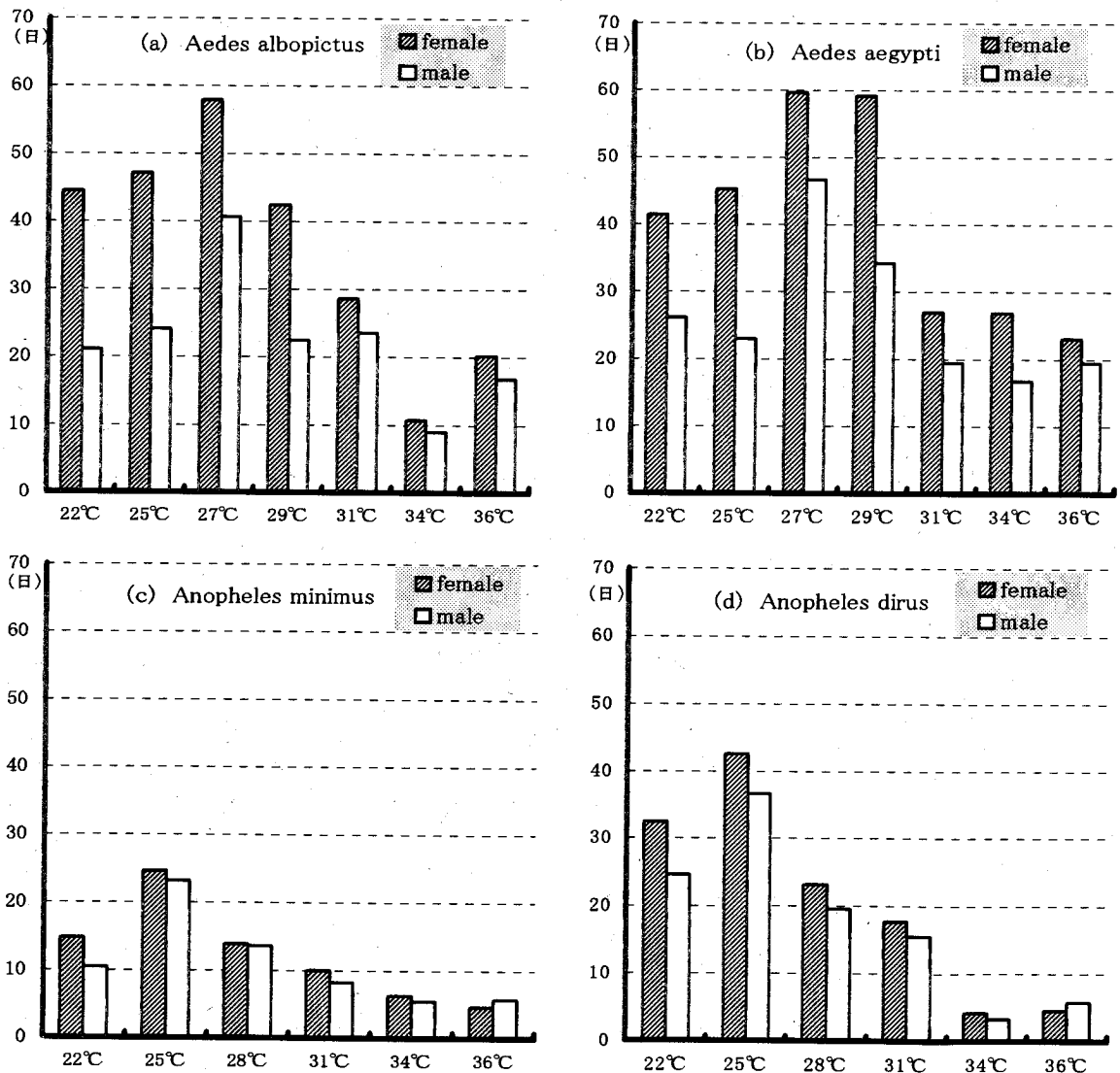


図10 平均余命

5) 産卵数

実験期間中の産卵数についても観察した。多くの場合生後 1 週齢程度から周期的な産卵が観察され、産卵状況は生残期間と比べて温度依存性は小さいように思われた。ただし、コガタハマダラカのみは異なり、25℃では十分な産卵が確認できたが、それ以外の温度条件下では 28℃でやや良好な状態であったほかはいずれも極めて悪い産卵状況で、散発的な産卵のみが観察された。

今回の実験結果から、マalaria、デング熱媒介蚊の発育・生存に対して至適温度が存在し、過度の高温、低温での発育速度の遅延、生存期間の短縮を示す結果が示された。Marking-release recapture 法等を使った野外での観察実験結果との比較は行ってはいないが、媒介蚊の成育に温度が強く関係することだけは確認された。

4. 3 東南アジア、中国および日本におけるマラリアおよびデング熱媒介蚊の分布

東南アジアにおけるジャーナマラリア媒介蚊であるコガタハマダラカとシナハマダラカの分布は図2に示したとおりである。ちなみに、これら両種はわが国にとっても重要なマラリア媒介蚊である(正確には、“かつて”重要なマラリア媒介蚊であった)。両種の分布域は大きく異なり、シナハマダラカは日本列島全域を含む北緯45度以南に広く分布する。一方、コガタハマダラカはおよそ北緯28度を北限としてインドシナ、マレー半島に広がっている。図11に宮城²⁾がまとめた、琉球列島におけるハマダラカの分布を示した。図2からもわかるように、シナハマダラカ(*Anopheles sinensis*)は琉球列島はもちろんのこと日本全国に分布するが、コガタハマダラカ(*Anopheles minimus*)は現在のところ琉球列島の最南端に広がる南西諸島(宮古諸島、八重山諸島)にのみ生息するとされている。わが国の主要都市の気温分布(図12)を比較すると、冬季の平均気温は、コガタハマダラカの生息する南西諸島と比べ、沖縄本島では高々2℃、奄美諸島で3~5℃、九州(鹿児島、福岡)でおよそ10℃低い気温となる。前節に示した実験結果から、コガタハマダラカの成育にとっての至適温度が極めて狭い(25℃付近)可能性も考えられるが、温度条件の似かよった沖縄本島、奄美諸島についてはコガタハマダラカの生息可能地域とみなすべきであろう。また、沖縄本島に関する実態把握のための調査は極めて限定的なものであり、必ずしも十分とはいえない状況にある。はるか海で隔てられているという幸運があるとはいえ、沖縄本島、奄美諸島については実態把握のための詳細な現地調査の速やかな実施と継続的な監視体制(サーベイランス)の確立が、わが国の今後のマラリア対策にとって急務と考えられる。

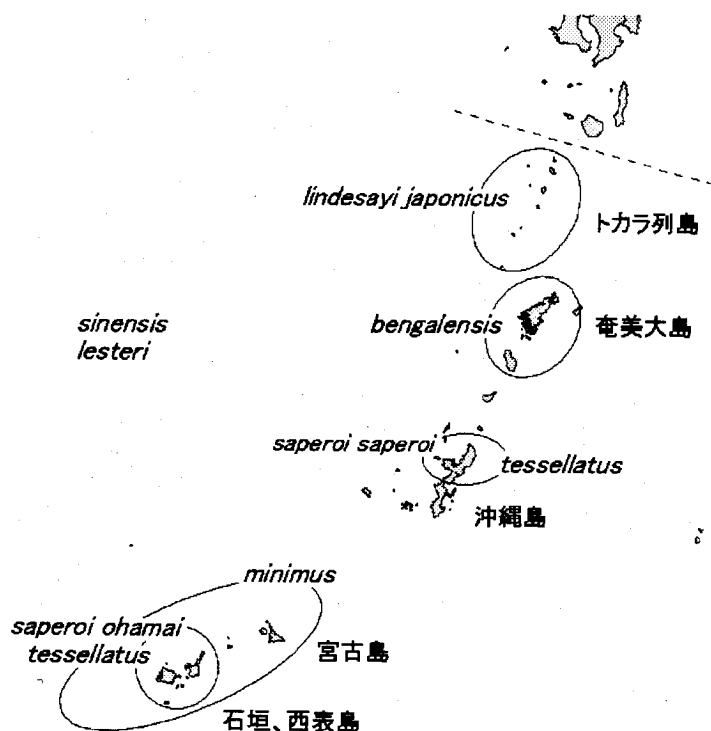


図11 琉球列島におけるハマダラカ族の蚊と地理的分布(宮城より)

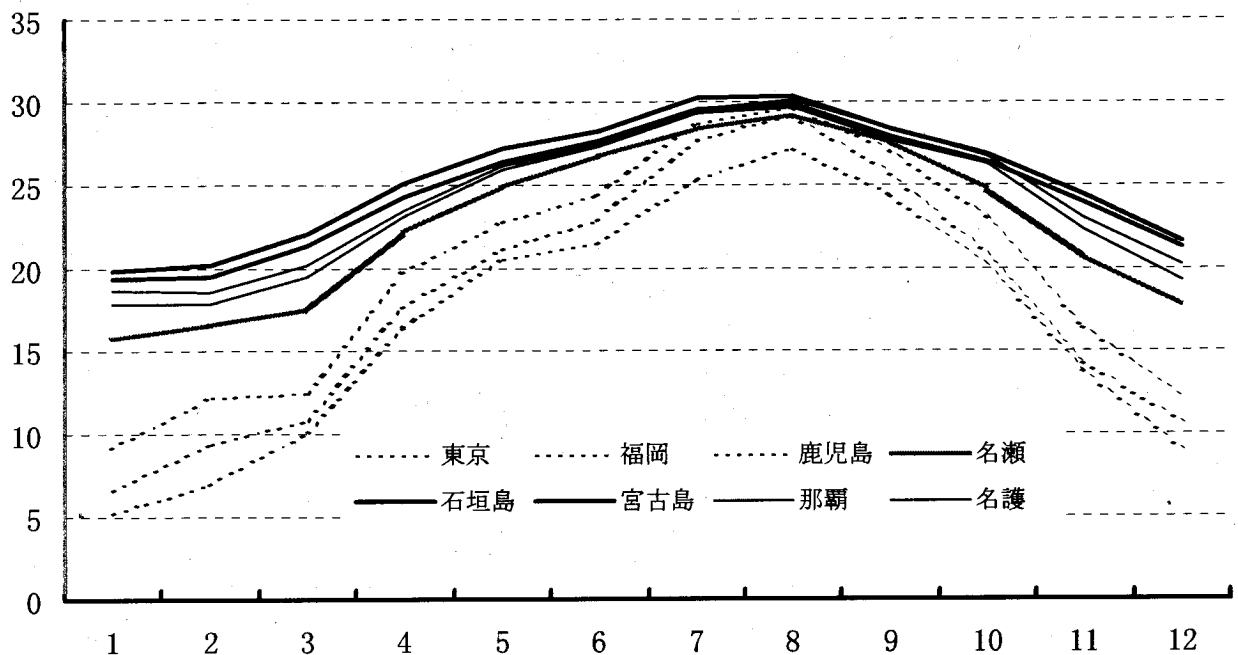
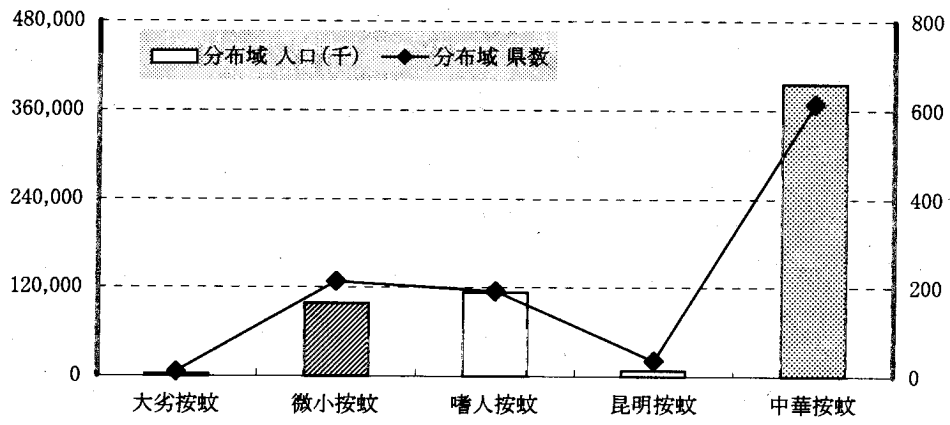


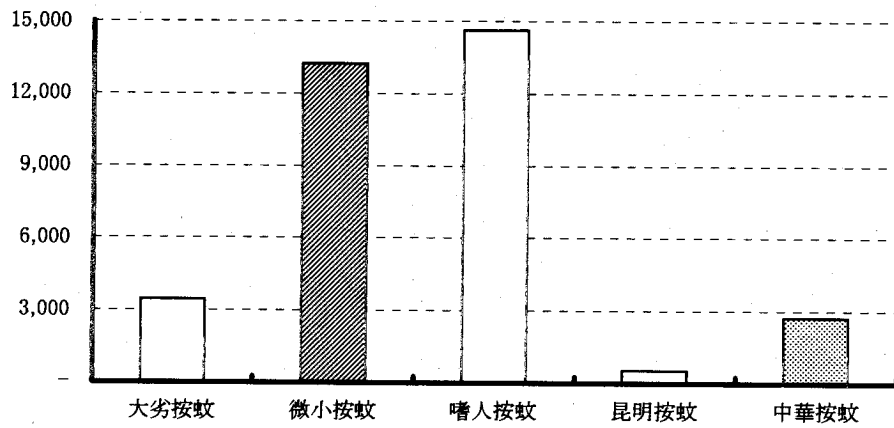
図 12 主要都市における月別平均気温

もう一点、留意しておかなければならないことがある。前述したような国内の一部地域に限局して分布する種（コガタハマダラカ）や国内には生息しない種（ネツタイシマカ）等についての、分布域の拡大防止や海外からの流入防止のための監視体制とともに、すでに国内に広く分布する種についての実態把握である。その代表として、シナハマダラカ（マラリア媒介蚊）とヒトスジシマカ（デング熱媒介蚊）があげられる。両種は現在も国内に広く分布しているが、その実態は必ずしも正確に把握できていない。両種ともアジア諸国では現在も重要な媒介蚊であり、わが国においても“かつて”媒介蚊であった、ことから、①国内の詳細な分布域マップ、②気温への適応能、③マラリアあるいはデング熱媒介能、といった様々な観点からの検討が望まれる。

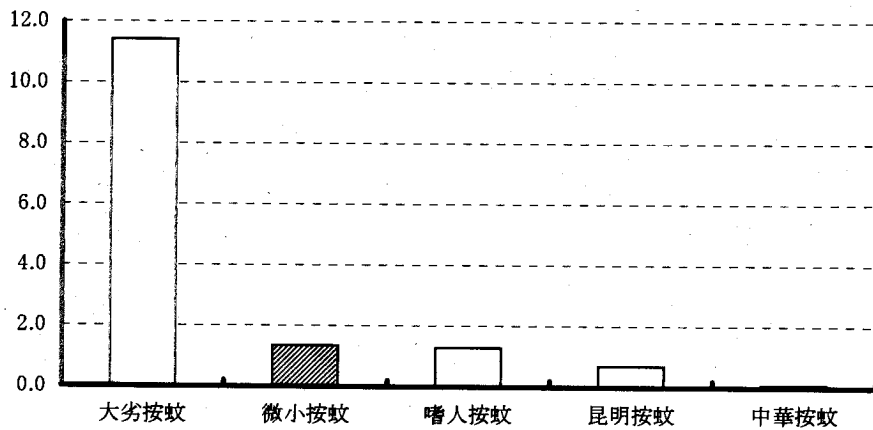
これに関連して、図 13 は中国におけるシナハマダラカを含むマラリア媒介蚊の分布とマラリア患者発生に関連を示すデータである。シナハマダラカは中国国内のマラリア媒介蚊の中で、その分布域が最大の種であり、生息域にあたる県数はおよそ 600、同地域内の居住人口は 4 億人に達する。しかしながら、シナハマダラカが主要媒介蚊である地域内で発症するマラリア患者数は必ずしも多くはなく、3,000 人弱である。これを危険地域人口当りに換算すると、*Anopheles dirus* の 1/165、コガタハマダラカの 1/20 である。しかし、見方を変えれば、シナハマダラカが原因でマラリアに罹患する患者は国内患者の 10% 弱であり決して無視できる数値ではない。これと同じ事がわが国についても言えるのではないか。仮に媒介能が低いとしても、国内での分布域の広さを考えるとき、シナハマダラカ（マラリア）やヒトスジシマカ（デング熱）による感染リスクを科学的に明らかにすることは重要である。



(a) 媒介蚊分布域の人口および県数



(b) 発病人数(人)



(c) 発病率 (1/万)

図13 中国におけるマラリア媒介蚊と発生患者との関係

5. 本研究により得られた成果

- 1) マラリア、デング熱流行地域に位置する中国南部各省を対象に行った ecological study より、患者発生と月平均気温、降水量、日射量の関連性が示された。また、同様に、患者発生と主要媒介蚊密度との間に有意な関連性が確認された。
- 2) 中国雲南省の3地域における長期継続調査から、三日熱マラリア、熱帯熱マラリアとも、わずかながら近年増加の傾向にあることが示された。しかしながら、経済状態の大きく発展した村（流行地域）ではマラリア流行がわずかながら沈静化しており、社会・経済要因とマラリア流行との関連が疑われた。
- 3) 中国海南省熱帯病防治研究所における実験結果から、デング熱媒介蚊、マラリア媒介蚊とも飼育温度により幼虫の発育速度、死亡率、成虫の生残期間に大きな違いの見られることが明らかになった。いずれの種においても、それぞれの種に適した温度が存在し、高温域、低温域のいずれにおいても成育が阻害されることが示された。
- 4) わが国でマラリア媒介蚊として懸念されるコガタハマダラカに関しては、他の種に比べて、幼虫の発育速度が遅い、至的溫度以外での死亡率が高い、生残期間が短い、といった特徴を備えていることが示され、わが国でのマラリア流行を考える際の重要な知見が得られた。
- 5) 今後の予防策を考えるとき、現在わが国にはいないかあるいはごく一部地域に限局して分布する媒介蚊（ネッタシマカやコガタハマダラカ）についての正確な実態把握と監視と、また、すでにわが国に広く分布する種（シナハマダラカやヒトスジシマカ）について生息実態と媒介能についての科学的評価が必要と考えられた。

6. 文献

- 1) 陳 錦生、他：登革熱病媒蚊之生態學研究 1. 発育零点與生命表之比較、Yushania、5(3)、1-15、1988.
- 2) 宮城一郎：南西諸島のマラリア媒介蚊、特にコガタハマダラカ *An. minimus* の生態、
[地球温暖化による人類の生存環境と環境リスクに関する研究、地球環境研究総合推進費終了研究報告書（平成5年度～平成7年度、代表：安藤 満）、157-158、1996.]

[国際共同研究等の状況]

地球温暖化の動物媒介性感染症への影響予測に関する日中共同研究

独立行政法人国立環境研究所

小野雅司

中華人民共和国

中国予防医学科学院寄生虫病研究所 所長・湯 林華

海南省熱帯病研究所

雲南省マラリア防治研究所

広東省寄生虫病防治研究所

広西壮族自治区寄生虫病防治研究所

[研究成果の発表状況] (1) 誌上発表 なし (2) 口頭発表 なし (3) 出願特許 なし
(4) 受賞等 なし (5) 一般への公表・報道等 なし