

## 中国雲南省におけるマラリア血清疫学調査

### —地球温暖化によるマラリア流行の拡大予測に関する基礎的研究—

川合 覚<sup>1)\*</sup> 脇 誠治<sup>2)</sup> 小野雅司<sup>3)</sup> 車 立剛<sup>4)</sup>  
湯 林華<sup>5)</sup> 狩野繁之<sup>1)</sup> 鈴木 守<sup>1)</sup>

(<sup>1)</sup>群馬大学医学部寄生虫学教室, 〒371 群馬県前橋市昭和町3丁目39-22

\*現所属: 獨協医科大学医動物学教室, 〒321-02 栃木県下都賀郡壬生町北小林880,

<sup>2)</sup>群馬県立医療短期大学, 〒371 群馬県前橋市上沖町323-1,

<sup>3)</sup>国立環境研究所環境疫学室, 〒305 茨城県つくば市小野川16-2,

<sup>4)</sup>雲南省疟疾防治研究所, 中国思茅市西園路7号,

<sup>5)</sup>中国予防医科学院寄生虫病研究所, 中国上海市瑞金二路207号)

(掲載決定: 平成8年11月22日)

#### 要 約

本研究では地球温暖化によるマラリア流行域の拡大を予測するための基礎資料を得る目的で、1992年6月から1995年5月までの期間、中国-ミャンマー国境地帯に位置する中国雲南省、向東村(戸数102戸、人口約500人)において、血清疫学を中心としたマラリアの調査を行った。1992年9月、1993年5月および1993年8月の調査では住民間に高い抗体陽性率と二峰性を示す抗体価分布曲線が認められ、passive case detectionでも症例の多くが1992年6月から1993年1月までの期間に集中していたことから、調査開始当初は前年に発生した大規模な流行の影響が強く残っていたと考えられた。本調査地はHackett法に準じた疫学基準によると hypoendemic area であったが、その一方で住民のマラリア既往歴は高く(59%)、8~9月をピークにした抗体陽性率の季節変動、加齢にともなう抗体陽性率の増加が見られた。これらの結果は住民間の流行形態が常時流行するにまでは至らない unstable malaria であることを示しており、媒介蚊が活動に適した気温と降雨量に達する6~7月を中心に毎年感染を繰り返していると推測された。

**Key words:** malaria; epidemics; global warming; seroepidemiology; China.

#### 緒 言

近年、先進国を中心とする経済活動の一層の高度化に加え、開発途上国を中心とした貧困と人口の急増・都市集中、さらには国際的な相互依存関係の拡大等を背景とした、さまざまな地球環境問題が顕在化している。また急速に進行する工業化や都市化は大量の二酸化炭素、メタン、水蒸気など種々多様な「温室効果ガス」を大気中に排出する結果を生み、これら温室効果ガスの対流圏への蓄積により来世紀に向けて地球温暖化が避け難くなりつつあると考えられている(環境白書, 1995)。地球温暖化問題に対しては1988年以来、世界気象機関(WMO)、

国連環境計画(UNEP)および各国政府が「気候変動に関する政府間パネル(IPCC)」を組織し、地球温暖化の予測、影響、対策について最新の知見をまとめ、温暖化防止政策に科学的な基盤を与える試みが成されている。IPCCによる1990年の報告では、温室効果ガスが現在の増加率で増え続けた場合、大気と地表の平均気温は21世紀までに約3度上昇、海水面は約65cm(最大1m)上昇することが予測され、今後は国際的な枠組みのなかで対応戦略が推進されることを提唱している(IPCC, 1990)。

地球温暖化は暑熱ストレスのように人間の健康に対して直接的に影響を与えるばかりでなく、感染症を媒介する昆虫の生態系にも影響を与え、結果的に昆虫媒介性の感染症が拡大する可能性が懸念される。ハマダラカによって媒介されるマラリアは、流行地域における気候環境の影響を比較的受けやすい寄生性疾患のひとつで、現在のマラリア分布の北限は5℃の等温線、南限は15℃の等

Correspondence: Satoru Kawai

本調査は環境庁地球環境研究総合推進費による研究「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・B-13(2)」の一環として遂行した。

温線にほぼ対応しているが、温暖化によって分布限界地域の流行要因間バランスがくずれた場合、流行に適した環境が新たに作り出されることが考えられる（今井, 1994）。地球温暖化とマラリア流行の関係を明らかにするためには、特定の流行地域におけるマラリアの現状、媒介蚊および気象条件の関係を定量的かつ長期的に把握することが不可欠である。今回我々は「地球温暖化による動物媒介性感染症の拡大予測に関する研究（環境庁）」の一環として、地球温暖化によるマラリア流行域の拡大を予測するための基礎資料を得る目的で、中国予防医学科学院寄生虫病研究所および雲南省マラリア防治研究所の協力のもと、中国雲南省国境地帯に位置する一村落において1992年6月から1995年5月までの期間にわたり、マラリアの血清疫学を中心とした調査（担当：群馬大学医学部寄生虫学教室）、マラリア媒介蚊に関する調査（担当：長崎大学熱帯医学研究所・生物環境部門）、および気象情報の収集（担当：国立環境研究所・環境疫学研究室）を同一地域で実施した。本論文では血清疫学的調査を中心に調査地域におけるマラリア流行の現状を明らかにした。

#### 調査地の概要および調査方法

##### 調査地:

中国雲南省西双版纳傣族自治州の北西部に位置する向東（Xan-dong）村（東経100°44′，北緯21°42′，標高

500m）を調査対象地とした（Fig. 1）。同地はミャンマー国境へ通じる比較的大きな街道沿いにあり、戸数102戸、人口約500人の水田による稲作とゴム栽培を主体とした農村である。集落は約1 km<sup>2</sup>の緩やかな丘陵地に点在し、集落北側を通る街道をはさんで水田が広がり、集落南側の丘陵地にはゴム栽培農園が隣接していた（Fig. 2）。向東村を管轄する景洪（Jin-hong）市気象台による記録では、1984年から1994年にかけての年平均気温は $22.6 \pm 0.3^{\circ}\text{C}$ 、年降雨量は $1098.0 \pm 132.1\text{mm}$ であるが、月別の平均気温および降雨量の記録からは冬期間の乾期と夏期間の雨期との区別が比較的明らかな地域であることを示していた（Fig. 3）。なお調査地の年平均気温は1950年 $21.43^{\circ}\text{C}$ 、1960年 $21.08^{\circ}\text{C}$ 、1970年 $21.85^{\circ}\text{C}$ 、1980年 $22.45^{\circ}\text{C}$ 、1990年 $22.60^{\circ}\text{C}$ と徐々に上昇傾向にあることが報告されている（景洪市気象台報告）。村民は小学校の教諭など外部からの居住者数名を除き、殆どが土着の少数民族（愛妮族）であり、村民の越境および遠隔地域からの転入、転出はほとんどなく、人口移動によるマラリア流行が発生しにくい地域と考えられた。また同地域内においては、特別な媒介蚊対策や村民に対する抗マラリア剤の集団予防内服は実施されていない。

##### 調査方法:

調査は1992年9月より1995年5月までの期間内に、合計10回の血清疫学調査を実施した。初回調査時にはマラ

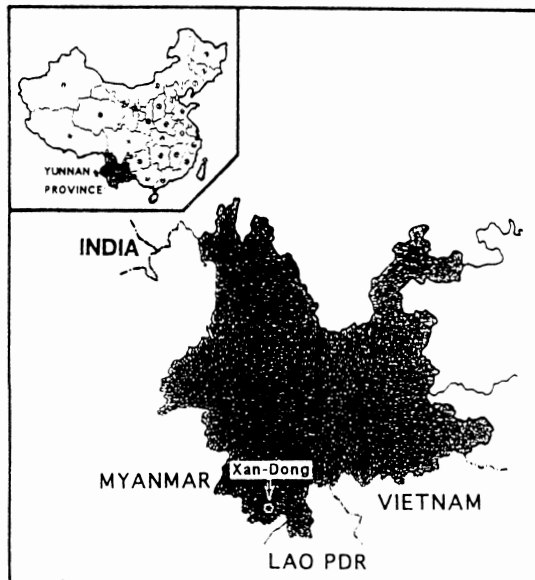


Fig. 1 Map of Yunnan province of southwest China showing the location of Xan-dong.



Fig. 2 A dwelling site of inhabitants in Xan-dong.

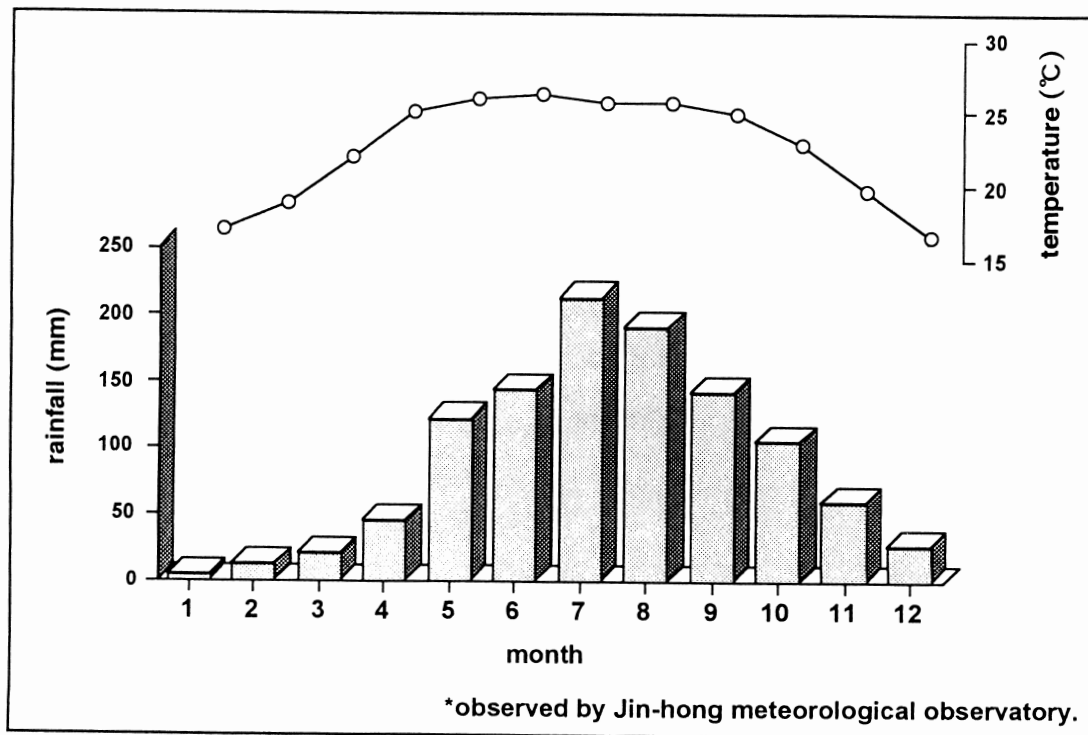


Fig. 3 Mean monthly rainfall and temperature in Xan-dong during the period between 1984 and 1994.

リアの既往歴および治療経験を問診したのち、Hackett法 (WHO, 1963) を基準にした脾腫の触診を行ったうえ、耳介穿刺による濾紙採血を実施した。濾紙 (採血用濾紙 I 型, 東洋濾紙・東京) は採血後十分に乾燥したのち、ポリエチレン袋に包んで抗体検査時まで10°C以下に保管した。第2回調査以降は同様の方法による採血のみを実施した。また1992年6月より1993年8月までの期間は雲南省マラリア防治研究所の医師1名が村内診療施設に常駐し、発熱を訴えて当施設を訪れた村民について、血液塗抹標本より顕微鏡下でマラリアの確定診断を行い (passive case detection), 症例数と原虫種 (熱帯熱マラリア原虫, 三日熱マラリア原虫または混合感染) を記録した。マラリアの確定診断を受けた村民に対しては、診療施設に常備してあるピリメサミンとサルファ剤の合成剤を医師の指示にしたがって、規定量を投与した。なお1993年9月以降は常駐医師が不在となったため確定診断例数は記録されなかった。

#### 抗体検査:

抗体検査は採血濾紙から得られた血清抽出液を用いて (Gilles, 1990a), 間接蛍光抗体法により行った (Kano *et al.*, 1990)。今回の調査では事前に群馬大学医学部寄生虫学教室と中国予防医学科学院寄生虫病研究所の両研究機関の間で検査技法を統一したうえで、第1, 2, 3回目は日本側, 第4回目以降は中国側が抗体検査を行った。熱帯熱マラリアについては培養により得られた *Plasmodium falciparum* (PFH-2株) を抗原として用いたが、三日熱マラリアについては第2回, 第3回目調査検体は日本人三日熱マラリア患者より採取した *P. vivax* を抗原に用い, 第1回および第4~10回目調査検体ではアカゲザルより採取した *P. cynomolgi* を抗原として使用した。その理由は, (1)中国側で検査用 *P. vivax* 抗原の入手が極めて困難であった, (2)文献上, 両原虫抗原に高い共通性のあることが報告されている

(Tobie *et al.*, 1961, 1970; Kamboj *et al.*, 1988; Wanidworanun *et al.*, 1989)。(3)日本人の三日熱マラリア患者血清10例を用いた事前検査で, 両抗原による抗体価の検出結果に相関 (C. C.=0.83) が確認されたことから, 両抗原が三日熱マラリアに関する抗体検査に対応可能であると判断した。また今回の調査ではいずれの検査も被検血清を4倍, 16倍, 64倍, 256倍, 1024倍, 4096倍に段階希釈し, 抗体価16倍以上を陽性と判定した。

## 結 果

#### 村民の罹患経験および脾腫の程度:

初回調査 (1992年9月) の問診では, 受診者455名中268名 (59%) がマラリアの既往歴ありと回答し, そのうち251名 (94%) が治療経験ありと回答した。脾臓の触診では, クラス1~3の脾腫が31名に認められ, 年齢別の陽性率は10歳以下および41歳以上に高い傾向がみられた (Table 1)。

#### 抗体検査成績:

本調査では初回調査の455名 (村民の約90%) を最高に, 第2回目は227名, 第3回目以降は毎回350名以上 (村民の70%以上) の協力を得ることができた (Table 2)。熱帯熱マラリアの抗体陽性率は, 1992年9月の初回調査で最高値を示したあと, 1993年8月まで高い陽性率がみられた。その後1993年11月, 1994年2月, 1994年5月まで漸減したが, 1994年8月には再度増加し, 1994年11月, 1995年2月, 5月まで徐々に減少する傾向を認めた (Table 2)。これら全調査期間を通じた熱帯熱マラリアの平均抗体陽性率は17.9±7.0%であった。一方三日熱マラリアの抗体陽性率は, 1992年9月の初回調査で最高値を示したのち急激に減少し, 1993年5月以降は9.5~17.4%の間を推移した (Table 3)。全調査期間を通じた三日熱マラリアの平均抗体陽性率は14.8±7.8%であった。また全調査期間における年齢別の平均抗体陽

Table 1 Age distribution of spleen rate in September 1992

Age	Number			Class of spleen				Sex		
	M	F	Total	1	2	3	Total	M	F	%
<10 year	72	73	145	11	2	1	14	8	6	9.7
11-20 year	50	40	90	2	2	0	4	2	2	4.4
21-40 year	75	70	145	7	0	0	7	4	3	4.8
>41 year	35	40	75	5	1	0	6	1	5	8.0
Total	232	223	455	25	5	1	31	15	16	6.8

M: male F: female

Table 2 Age distribution of seropositive rate of falciparum malaria

Date	<10 year			11~20 year			21~40 year			>41 year			unknown	Total		
	Pos. n	cases	(%)	Pos. n	cases	(%)	Pos. n	cases	(%)	Pos. n	cases	(%)	n	Pos. n	cases	(%)
92. Sep.	145	21	14.5	90	18	20.0	145	44	30.3	75	53	70.7	0	455	136	29.9
93. May	93	10	10.8	41	7	17.1	76	24	31.6	17	14	82.4	0	227	55	24.2
Aug.	125	10	8.0	81	17	21.0	117	39	33.3	44	31	70.5	0	367	97	26.4
Nov.	109	7	6.4	69	5	7.2	101	17	16.8	43	22	51.2	43	365	55	15.1
94. Feb.	111	7	6.3	62	4	6.4	102	15	14.7	41	17	41.5	44	360	47	13.1
May	108	6	5.6	64	2	3.1	105	8	7.6	45	12	26.7	41	363	29	8.0
Aug.	110	10	9.1	65	11	16.9	107	28	26.2	39	25	64.1	41	362	82	22.7
Nov.	109	5	4.6	67	5	7.5	107	21	19.6	43	24	55.8	36	362	58	16.0
95. Feb.	110	5	4.5	66	4	6.1	107	14	13.1	45	23	51.1	33	361	45	12.5
May	112	2	1.8	63	5	7.9	105	13	12.4	42	19	45.2	37	359	40	11.1
X ± SD	7.2 ± 3.4			11.3 ± 6.3			20.6 ± 8.7			55.9 ± 15.6				17.9 ± 7.0		

Table 3 Age distribution of seropositive rate of vivax malaria

Date	<10 year			11~20 year			21~40 year			>41 year			unknown	Total		
	Pos. n	cases	(%)	Pos. n	cases	(%)	Pos. n	cases	(%)	Pos. n	cases	(%)	n	Pos. n	cases	(%)
92. Sep.	145	35	24.1	90	28	31.1	145	44	39.3	75	50	66.7	0	455	170	37.4
93. May	93	5	5.4	41	4	9.8	76	24	18.4	17	5	29.4	0	227	27	12.3
Aug.	125	5	4.0	81	4	4.9	117	39	14.5	44	12	27.3	0	367	38	10.4
Nov.	109	6	5.5	69	4	5.8	101	17	13.9	43	15	34.9	43	365	39	12.1
94. Feb.	111	5	4.5	62	4	6.4	102	15	8.8	41	12	29.3	44	360	30	9.5
May	108	2	1.8	64	3	4.7	105	8	16.2	45	14	31.1	41	363	36	11.2
Aug.	110	11	10.0	65	10	15.4	107	28	19.6	39	14	35.9	41	362	56	17.4
Nov.	109	6	5.5	67	4	6.0	107	21	15.0	43	15	34.9	36	362	41	12.6
95. Feb.	110	2	1.8	66	2	3.0	107	14	14.0	45	14	31.1	33	361	33	10.6
May	112	5	4.5	63	4	6.4	105	13	13.3	42	22	52.4	37	359	45	14.0
X ± SD	6.7 ± 6.2			9.4 ± 8.0			17.3 ± 7.8			37.3 ± 11.9				14.8 ± 7.8		

性率は、熱帯熱および三日熱マラリアともに、加齢にともなう陽性率の増加が認められた (Tables 2, 3)。

熱帯熱マラリア特異抗体の抗体価分布曲線は、1992年9月と1993年5月時点では抗体価1:64をピークに、1:254~4096を示す陽性者が高い頻度で分布し、1993年8月においても陽性者のピークが1:16に移行しているものの、1:64~256を示す陽性者が高い割合で認められた。1993年11月以降は大部分の陽性者が抗体価1:16を示しており、村民の陽性率が一時的に急増した1994年8月においても、陽性者は抗体価1:16をピークに1:64, 1:

256と低下し、1:1024以上を示す陽性者はほとんど認められなかった (Fig. 4)。

また三日熱マラリアの抗体価分布曲線では、1992年9月の初回調査における陽性者の抗体価は1:16をピークに1:64~256の範囲で高頻度にみられたのち、1993年5月にはピークが1:256に推移していた。1993年8月には抗体価1:16, 64, 256に同程度の分布がみられ、1993年11月、94年2月、5月では陽性者のほとんどが抗体価1:16に分布した。また村民の陽性率が一時的に増加しているようにみえる1994年8月においても、陽性者

の出現率は抗体価 1 : 16 をピークに 1 : 64, 1 : 256 と低下し, 1 : 1024 以上を示す陽性者は認められなかった (Fig. 5)。

村内診療施設における確定診断例数 (passive case detection) :

調査期間中, 発熱を訴えて診療施設を訪れた村民は 1992 年 8 月の 144 名を最高に, 毎月 20~40 名程度が医師

による健診を受けた (Table 4)。その結果, 熱帯マラリア, 三日熱マラリアおよび混合感染の確定診断を受けた症例数は 599 名中 232 例であった。症例の多くは 1992 年 6 月から 1993 年 1 月までの期間に集中しており, この期間内における熱帯熱マラリアの症例数は 1992 年 8 月をピークに, 9 月にはいったん減少, 10 月には再び増加し, 以降漸減した。一方三日熱マラリアについても 1992 年 7 月に増加, 8 月にはいったん減少, 9 月には再び増加し,

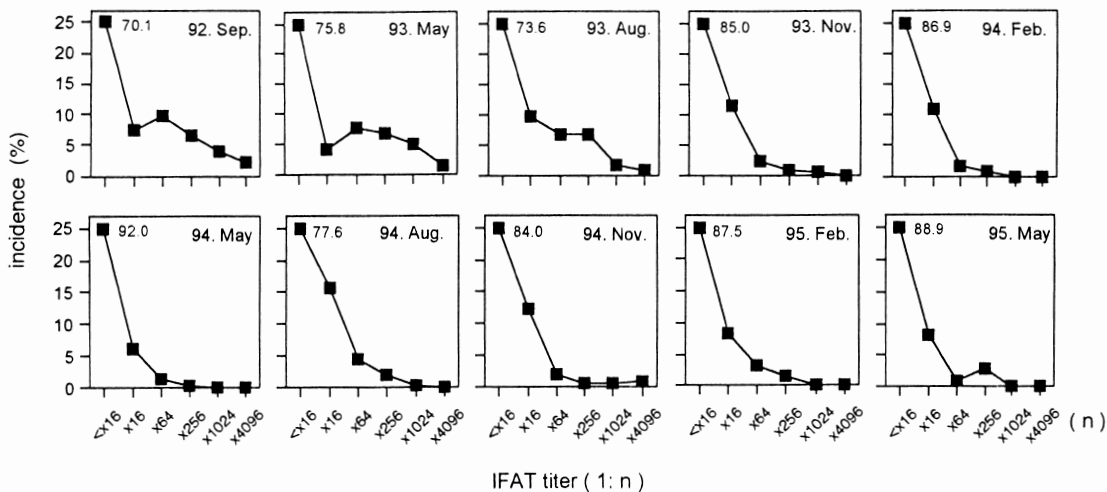


Fig. 4 Change of the frequency distribution curves of the anti-*P. falciparum* antibody titers.

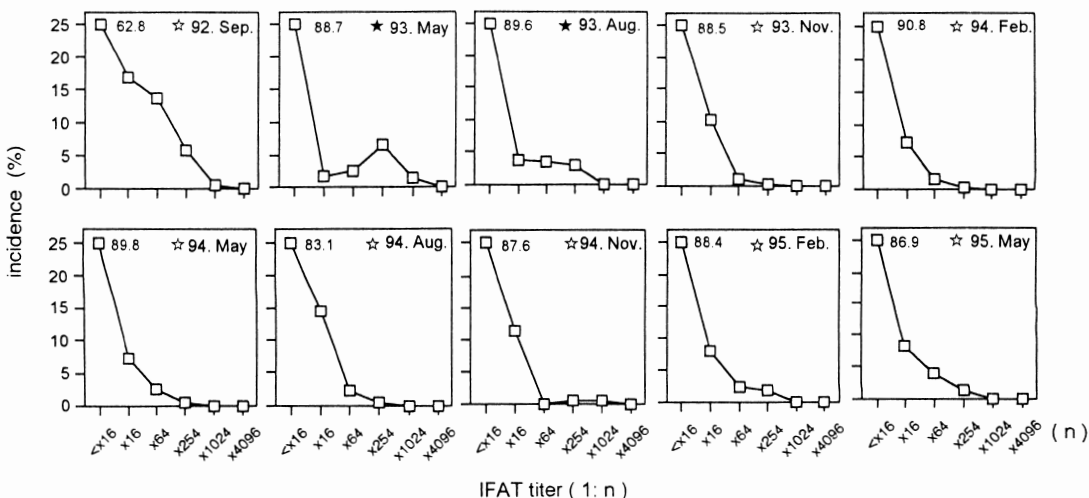


Fig. 5 Change of the frequency distribution curves of the anti-*P. vivax* or anti-*P. cynomolgi* antibody titers.  
\*antigen (★: *P. vivax*, ☆: *P. cynomolgi*)

Table 4 Results of passive case detection in June 1992~August 1993

Date	No. of fever case	No. of malarial patient			
		<i>P. falciparum</i>	<i>P. vivax</i>	Mix infection	Total
92. Jun.	48	7	15	0	22
Jul.	98	28	22	0	50
Aug.	144	37	13	0	50
Sep.	39	8	30	1	39
Oct.	46	19	9	3	31
Nov.	22	12	3	1	16
Dec.	22	5	2	0	7
93. Jan.	16	3	1	0	4
Feb.	8	0	0	0	0
Mar.	17	0	0	0	0
Apr.	40	0	2	0	2
May	22	0	6	0	6
Jun.	23	0	2	0	2
Jul.	28	0	1	0	1
Aug.	26	0	2	0	2
Total	599	119	108	5	232

以降は熱帯熱マラリアと同様に漸減する傾向をとった。

#### 考 察

中国におけるマラリアの発生状況は、1952年から1956年にかけての調査では年間罹患患者数14万人～42万人、致死率1.8～8.3%と記録されており、1970年代前半まで同様のレベルで増減を繰り返す状況にあった (Zhu *et al.*, 1994)。1970年代後半になると時代の経過とともに減少傾向をとりはじめ、特に1980年代の後半以降はクロロキンなど特効的な抗マラリア剤の投入によって罹患患者数は著しく減少し (Liu *et al.*, 1995)、1993年の調査では中国全土におけるマラリア罹患患者数は58,569人、死亡例数は19例までに至っている (Advisory Committee on Malaria, MOPH, 1994)。

雲南省においても省内全域を対象とした調査では同様の経緯で減少傾向がみられるものの、同省の国境地域に限ると数年間隔で勃発する限局的な流行や、周辺国からの越境者に発生するマラリア罹患を含め、ここ数年は年間罹患患者数に大きな変化が見られないのが現状である (Zhu *et al.*, 1994)。1988年から1992年にかけてラオス、ミャンマー、ベトナムと国境を接する26 counties 内の発熱者を対象に行われた調査では、検査総数972,914人中58,983例のマラリア原虫陽性者が確認され、調査期間中の年間平均 Parasite rate は6.06%と報告されている (Zhu *et al.*, 1994)。また同調査では対象地域の API

(annual parasite incidence rate) を1988年2.15%、1989年2.29%、1990年1.76%、1991年2.69%、1992年2.56%と報告しており、これら国境周辺地域における近年の現状をうかがい知ることができる。さらに同様の調査地域を中国-ミャンマー国境地区、中国-ラオス国境地区、中国-ベトナム国境地区の3地区に分けて行った解析では、それぞれの平均 parasite rate は7.3%、15.8%、2.3%であり、各地区の全マラリア患者に対する熱帯熱マラリアの出現割合はそれぞれ40.1%、35.4%、9.3%であったと報告している。これはこの周辺地域が一概に雲南省国境地帯と呼ばれているものの、各地区間の Parasite rate および検出される熱帯熱マラリアと三日熱マラリアの出現割合に差異がみられ、それぞれの地区で流行の状況がかなり異なることを示唆している (Zhu *et al.*, 1994)。

今回の調査対象となった向東村は中国-ミャンマー国境地区に含まれ、調査が開始される前年の1991年8月から10月にかけて、周辺地域にマラリアの大規模な流行が発生した。我々の調査においても、1992年9月の初回調査で熱帯熱マラリアおよび三日熱マラリアともに高い陽性率が認められ、村内診療施設における passive case detection でも症例の多くが1992年6月から1993年1月までの期間に集中していたことから、調査開始当初は流行が終息段階にあったものの、前年の影響が強く残っていたと考えられる。

また Hackett 法 (WHO, 1963) による疫学基準では、本調査地は hypoendemic area に属する地域であるが、その一方で問診時のマラリア既往率は高く、11~40歳の成人や41歳以上の高齢者にもクラス3以下の脾腫を検出し、血清疫学的調査では加齢にともなう抗体陽性率の増加が認められた。これらのことから、本地では住民が過去にたびたびマラリアの感染を経験しているものの常時流行するにまではいたらない、いわゆる unstable malaria の地域と推察された。

Gilles (1990 b) は unstable malaria の経緯をとる地域では、季節性の流行や一過性の大規模な流行がしばしばみられることを報告しており、このような流行形態が成り立つ重要な要因の一つとして、通年の季節変動をあげている。つまり気温および降雨量の季節変動は、媒介蚊の密度に直接的影響を及ぼすばかりでなく、媒介蚊体内におけるマラリア原虫の発育にも影響を与えることから、雨季と乾季および夏期と冬期の差が明瞭な地域では通年の媒介が成立しにくく、媒介がきわめて限られた期間のみになる。このような地域では数年間隔で生ずる気象異変が、蚊の密度上昇や breeding activity の増加および生存期間の延長などを引き起こし、限定的な地域に突発的なマラリアの大流行が誘起されるものと考えられている。また unstable malaria の経緯をとる地域に居住する住民は一般的にマラリアに対して持続的な免疫獲得で低率であるため、結果的に季節性のあるマラリアの流行が発生するものと思われる (Gilles, 1990 b)。

本調査地では抗体陽性率をみるかぎり、三日熱マラリアは1993年5月以降変動が小さく、明確な季節変動は認められなかったが、熱帯熱マラリアでは1993年8月以降約2年間に亘り、8~9月をピークに次年の5月まで徐々に減少する推移をとっており、季節変動の存在が推測された。また1992年9月の三日熱マラリアに対する抗体陽性率、および1992年9月から1993年8月の熱帯熱マラリアに対する抗体陽性率はともに高い値が認められ、これらの期間は調査前年の1991年8月から10月に発生した一過性の大規模な流行の影響を受けたものと考えられる。気象情報の収集を担当した国立環境研究所・環境疫学研究室の小野らは、本調査地を含む地域内の過去10年間の月別患者発生数と気温、降雨量の関係を解析したところ、熱帯熱マラリアでは月間平均気温24℃以上、三日熱マラリアでは17℃以上を記録した月を境に患者発生数が急激に増加する傾向がみられ、月間平均降雨量との関係は三日熱マラリアでは明瞭な相関が見られないものの、熱帯熱マラリアでは200~400mmを記録する月に多くの患者が発生していることを報告している (1996, 私信)。またマラリア媒介蚊に関する調査を担当した長崎大学熱帯医学研究所・環境生物部門の高木らによると、本地の

主なマラリア媒介蚊はコガタハマダラカ (*Anopheles minimus*) であり、発生の開始と個体数の増加が乾季の終りから雨季の初期 (3~4月頃) に確認されると報告している (1996, 私信)。これらのことを総合すると、本調査地では気温が上昇をはじめた4月頃に発生開始する媒介蚊が、活動に適した気温と降雨量に達する6~7月を中心にマラリア原虫を媒介し、住民への感染が成立すると考えられる。その結果として現地での passive case detection では7~8月にかけて症例が急増し、村民の抗体陽性率は8~9月にピークをむかえ、その後媒介蚊の活動に不適切な10~12月および1~3月には新たな感染が成立しないために、住民の抗体陽性率は漸減傾向を示すことになるのであろう。さらに今回の結果は本調査地のマラリアの発生に季節性があるうえ、数年間隔で生ずる気象変動によって突発的な大流行が起こっている現状も示していた。

また今回は継続的な抗体調査により村民の抗体価分布曲線の変化を観察することができた。Kano *et al.* (1993) はマラリアの流行が見られる一定地域住民の抗体価分布曲線を継続的に解析することで、近い過去に発生した流行の規模や流行の時期を推定可能であると述べている。今回の調査では熱帯熱および三日熱マラリアともに1992年9月から1993年8月までの間、抗体陽性者は1:64以上の高い抗体価に分布しており、1:16倍以下の陰性者を含めた抗体分布曲線の形状は二峰性を示した。これは調査時点から近い過去に比較的規模の大きい流行があった影響によって住民の抗体価が上昇し、1993年11月以降1:16倍以下の陰性者をピークにした単峰性に推移したことはこの地域の流行が終息し、村民間に低い抗体価が維持されたためと考えられる。

「地球温暖化がマラリアの流行に及ぼす影響の解明」および「地球温暖化によるマラリアの拡大予測」を最終目的とする本調査はまだ始まったばかりである。来世紀へむけて拡大予測に関するシミュレーションを描くためには、さらなるデータの集積、対照地区の設定、年単位での流行消長の観察等を長期的に推進しなければならない。本調査は1993年8月以降、中国雲南省内で向東村とほぼ同じ標高ながらマラリアの流行が全く見られない集落 (整碗村: 向東村より北東約150km) と、向東村とほぼ同じ標高で同程度のマラリア流行の見られる山間部の集落 (石咀村: 向東村より北東約50km) の2カ所を加え、1996年10月現在も継続中である。今後も今回の基礎データを生かした調査活動を長期的に継続し、地球温暖化によるマラリア流行域の拡大予測がより高い精度で可能となることを期待する。



## 文 献

- 1) Advisory Committee on Malaria, MOPH (1994): Malaria situation in the People's Republic of China in 1993. *Chin. J. Parasitol. Parasitic Dis.*, 12, 161-164.
- 2) Gilles, H. M. (1990 a): Serological tests. In *Essential Malariology*, Gilles, H. M. and Warrell, D. A. 3rd ed., Edward Arnold, London, 88-93.
- 3) Gilles, H. M. (1990 b): Malaria in the human community. In *Essential Malariology*, Gilles, H. M. and Warrell, D. A. 3rd ed., Edward Arnold, London, 127-131.
- 4) 今井長兵衛 (1994) : 地球環境の変化とマラリア流行に関する一試論. *寄生虫誌*, 43, 453-461 (In Japanese with English abstract).
- 5) IPCC (1990): *The IPCC's Scientific Assessment*, Cambridge University Press, Cambridge, 365 pp.
- 6) Kamboj, K. K., Barnwell J. W., Nussenzweig, R. S. and Cochrane, A. H. (1988): Characterization of cross-reactive blood-stage antigens of the *Plasmodium cynomolgi* complex using anti-*Plasmodium vivax* monoclonal antibodies. *J. Parasitol.*, 74, 403-408.
- 7) 環境庁編 (1995) : 環境白書 各論 (平成7年版), 大蔵省印刷局, 東京, 256 pp.
- 8) Kano, S., Salah, H. and Susuki, M. (1993) : Antibody frequency distribution curve for risk assessment of a malaria epidemic in the Sudan. *Jpn. J. Trop. Med. Hyg.*, 21, 207-211.
- 9) Kano, S., Waki, S., Igarashi I., Nakazawa, S., Masuda, G. and Suzuki, M. (1990): Retrospective malaria diagnosis by indirect fluorescent antibody titration on Japanese patients. *Jpn. J. Parasitol.*, 39, 475-481.
- 10) Liu, C., Qian, H., Tang, L., Zheng, X., Gu, Z. and Zhu, W. (1995): Current malaria stratification in China. *Chin. J. Parasitol. Parasitic Dis.*, 13, 8-12.
- 11) Tobie, J. E., Coatney, G. R. and Evans, C. B. (1961): Fluorescent antibody staining of human malaria parasites. *Exp. Parasitol.*, 11, 128-132.
- 12) Tobie, J. E., Kuvin, S. F., Contacos, P. G., Coatney, G. R. and Evans, C. B. (1963): Fluorescent antibody studies on cross reactions between human and simian malaria in normal volunteers. *Am. J. Trop. Med.*, 11, 589-596.
- 13) Wanidworanun, C., Barnwell, J. W., Nagasawa, H., Aikawa, M. and Shear, H. L. (1989): Cross-reacting antigens to Pc96, a protective antigen of *Plasmodium chabaudi*, in *P. falciparum*, *P. vivax*, and *P. cynomolgi*. *Am. J. Trop. Med. Hyg.*, 40, 579-584.
- 14) World Health Organization. (1963): *Terminology of malaria and eradication*. Monograph Series No. 13.
- 15) Zhu, D., Che, L. and Su, F. (1994): The malaria situation on the frontiers of Yunnan province, China. *Southeast Asian J. Trop. Med. Public Health*, 25, 19-24.

Abstract

A SEROEPIDEMIOLOGICAL SURVEY FOR MALARIA AT A  
COMMUNITY OF CHINA-MYAMMAR BORDER AREA  
IN YUNNAN PROVINCE, CHINA  
– A PRELIMINARY STUDY ON ANALYTICAL METHODS TO MONITOR MALARIA  
EPIDEMICS PROVOKED BY GLOBAL WARMING –

SATORU KAWAI<sup>1)\*</sup>, SEIJI WAKI<sup>2)</sup>, MASASHI ONO<sup>3)</sup>, LI-GANG CHE<sup>4)</sup>,  
LIN-HUA TANG<sup>5)</sup>, SHIGEYUKI KANO<sup>1)</sup> AND MAMORU SUZUKI<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup>*Department of Parasitology, Gunma University School of Medicine,  
Showa-machi 3-39-22, Maebashi, Gunma 371, Japan.*

*\*Present address: Department of Medical Zoology, Dokkyo University School of Medicine,  
Kitakobayashi 880, Mibu-machi, Tochigi 321-02, Japan.*

<sup>2)</sup>*Gunma Prefectural College of Health Sciences, Kamioki-machi 323-1, Maebashi, Gunma 371, Japan.*

<sup>3)</sup>*National Institute for Environmental Studies, Onogawa 16-2, Tsukuba, Ibaragi 305, Japan.*

<sup>4)</sup>*The Research Institute of Malaria Prevention and Treatment of Yunnan Province, Sumao 665000, China.*

<sup>5)</sup>*Institute of Parasitic Diseases, Chinese Academy of Preventive Medicine, Shanghai 200025, China.*

To elucidate the spreading of malaria under global warming, a seroepidemiological study of malaria was conducted in a community of China-Myanmar border in Yunnan Province, China, during the period from June 1992 to May 1995. The study site, Xan-dong, had approximately 500 inhabitants settling in narrowly distributed in 102 houses. About 60% of the inhabitants claimed malaria histories in the past. In this community, population movements were very limited if any, and anti-malaria operation had never been done before. Local climate records show a modest but ever-increasing temperature since 1950. Blood samples were collected from ear pricks on standard "strip type" filter papers and tested for *Plasmodium falciparum* and *P. vivax* antibodies using the indirect fluorescent antibody test. The IFAT titer of >1:16 was determined as seropositive. For *P. falciparum*, while the overall prevalence remained high in the first three consecutive examinations in September 1992, in May and August 1993 (29.9%, 24.2% and 26.4%), it declined in November 1994 and fluctuated showing a peak in August afterwards. The prevalence of seropositive for *P. vivax* was also high (37.4%) at the first examination in September 1992. However, it decreased to 12.3% in May 1993 and showed a slight seasonal fluctuation in 1994 and 1995. The frequency distribution of IFAT titers for both *P. falciparum* and *P. vivax* showed a remarkable changes during the first one year. However they did not show seasonal fluctuations. These results indicate that the endemicity of malaria in Xan-dong was seasonal with occasional outbreak of epidemics.