

表 1. 石垣島野底地域で 2007 年 9 月に実施した定期調査の結果

種	類	トラップ	人囿	合計	
1	<i>Ma. crassipes</i>	25	3	28	
2	<i>Cx. vishnui</i>	9	8	17	
3	<i>An. minimus</i>	1	7	8	
4	<i>Or. anopheloides</i>	6	0	6	
5	<i>An. lesteri</i>	0	6	6	
6	<i>Cx. tritaeniorhynchus</i>	2	3	5	
7	<i>Ma. uniformis</i>	1	4	5	
8	<i>Ae. vexans</i>	0	5	5	
9	<i>Ae. albopictus</i>	4	0	4	
10	<i>Ar. subalbatus</i>	3	0	3	
11	<i>Ur. yaeyamana</i>	2	0	2	
12	<i>Ae. riversi</i>	1	0	1	
13	<i>Ur. javksoni</i>	1	0	1	
14	<i>Cx. pseudovishnui</i>	0	1	1	
	合	計	55	37	92

表 2. 新潟県新潟市佐潟におけるハマダラカ類の採集結果 (2007 年 5~10 月)

採集方法	5月	6月	7月	8月	9月	10月	総計
ドライアイストラップ	0	0	0	1	2	1	4
人囿採集			0	0	2	0	2
幼虫採集	-	-	-	+	++	+	

表 3. 2007 年に採集したハマダラカ類の種類と個体数

採集日	採集地	形態学的同定結果	発育ステージ & 個体数
8月30日	新潟県佐潟	シナハマダラカ	1 雌
9月19日	新潟県佐潟	シナハマダラカ	2 雌
9月20日	新潟県佐潟	シナハマダラカ	10 雌, 5 雄 (幼虫)
9月20日	新潟県佐潟	オオツルハマダラカ	3 雌, 4 雄 (幼虫)
9月20日	新潟県福島潟	シナハマダラカ	2 雌, 5 雄 (幼虫)
9月20日	新潟県福島潟	オオツルハマダラカ	1 雌, 2 雄 (幼虫)
8月20日	鹿児島県川辺郡河辺町	シナハマダラカ	30 雌
8月20日	鹿児島県川辺郡河辺町	オオツルハマダラカ	9 雌
6月~7月	東京港野鳥公園	シナハマダラカ	(幼虫)
9月10-12日	石垣島	コガタハマダラカ	成虫
9月10-12日	石垣島	シナハマダラカ	成虫
9月10-12日	石垣島	オオツルハマダラカ	成虫

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

アジアで流行している感染症の我が国への侵入監視の強化に関する研究

「マalaria流行の数理解析」に関する研究

分担研究者 石川洋文
研究協力者 笛田 薫

岡山大学大学院環境学研究科教授
岡山大学環境学研究科講師

研究要旨 マalariaの伝播過程においては媒介蚊が重要な役割を果たしており、その数、一人当たり人刺咬数が増えることにより侵入したマalariaが流行する可能性が高くなる。特に温暖化により熱帯熱マalaria媒介蚊の生息域の北上、生息数の増加が起こった場合、本邦における熱帯熱マalaria流行の危険性が高まる。そのため本研究では統計的手法を用いて気候とマalaria媒介蚊数の関係、一人当たり人刺咬数、及び長期トレンドに基づく気候の将来予測を行った。また、過去の流行状況を扱う数理モデル構築のために必要となる罹患者数が未観測の年の推定、及びマalaria侵入のモデル化のための観光客滞在日数分布の推定を行った。本研究はマalaria流行の危険性を評価し、対策構築に資するものである。

A. 研究目的

1. マalariaの流行には蚊による媒介が必要であるため、マalaria媒介蚊の数を推定することは流行の危険性を評価するために重要である。マalaria媒介蚊の数は様々な要因によって変化すると思われるが、本研究では過去のデータが入手可能な気温、降水量と媒介蚊の成虫、幼虫の密度の関係、また蚊の密度と一人当たり人刺咬数の関係を調べた。さらに気温、降水量の季節変動調整後のトレンドを求めることで将来の気温、降水量を推定し、そこから将来のマalaria媒介蚊密度を推定した。

2. マalaria流行に関する数理モデルの構築のために、石垣島における過去の熱帯熱マalariaの流行のデータが用いられている。しかし罹患者数が未観測の年があり、また侵入経路である観光客の、石垣島での滞在日数分布も必要である。これらの未観測情報を統計的手法により用いて推定した。

B. 研究方法

1. マalaria媒介蚊数の将来予測 第2次世界大戦終結まで、及び1950年代に激しいマalaria流行があった八重山群島の石垣島を研究対象地として選んだ。利用したデータはToma et al. (2002)によって、

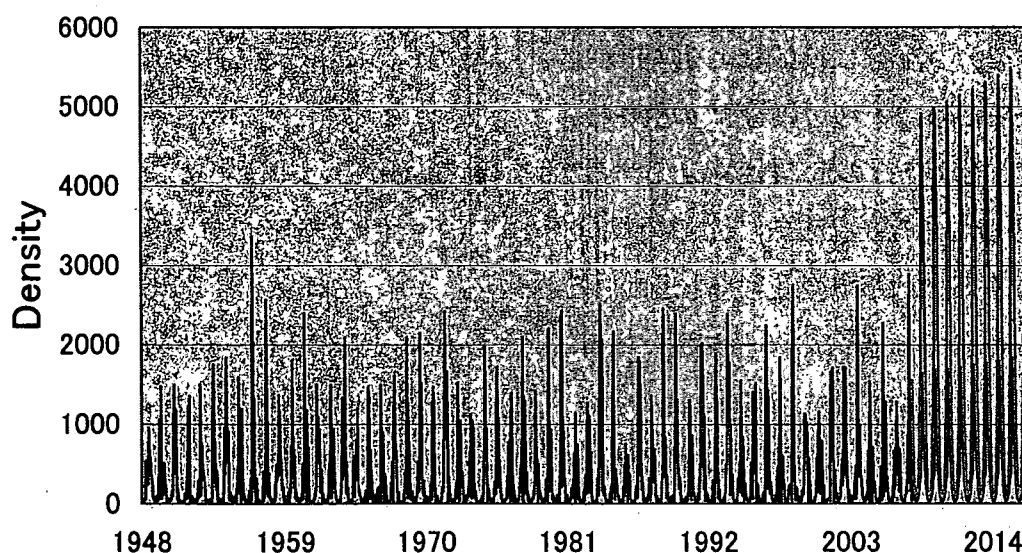
1998年11月から1999年11月の間に採取されたコガタハマダラカの幼虫および成虫捕獲数およびシナハマダラカの成虫捕獲数のデータである。蚊の発生密度に影響を与える要因として、水温のデータは入手できなかったため、気象庁が公表している気温、降水量のデータを利用した。統計解析手法としては、蚊の発生密度と気候に関する厳密な公式が明らかにされていないため、汎用性の高い一般化線型モデルを用いた。発生密度と一人当たり人刺咬数の関係の推定のためには津田(2007)の報告書から2001-2006に人

囷法によって採取されたデータを用いた。

2. 数理モデルの構築のためのデータ推定 八重山保健所により1945年まで、及び1954、1955、1956、1960年に観測された罹患者数のデータに基づいて幾つかの統計的補完法を用いて1046~1959年の間の未観測年における罹患者数を推定した。また沖縄県庁が発表している6日間までの各日数の滞在者数と平均滞在日数から7日間以上の各日数の滞在者数を推定した。

C. 研究成果

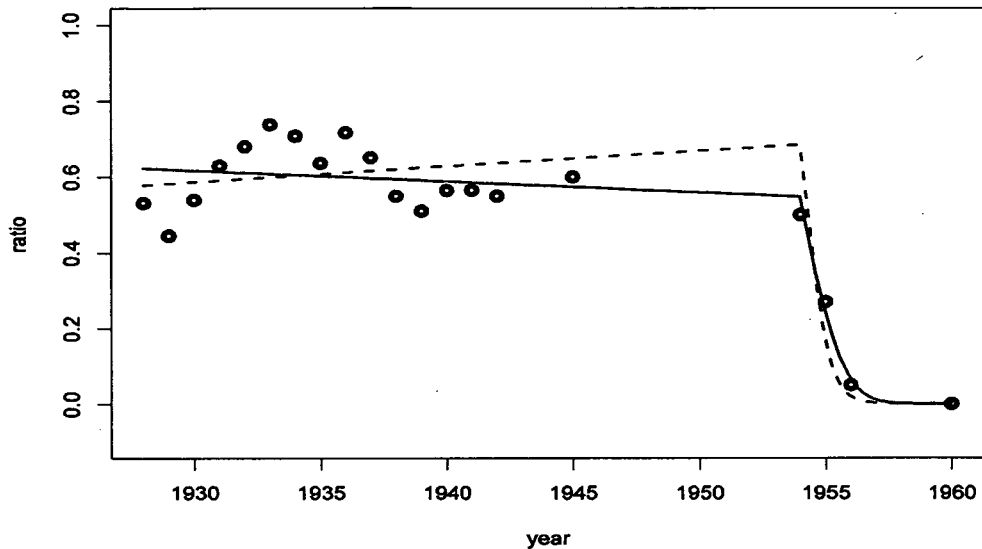
1. 統計解析の結果、今後10年間についての予測値を求めた。



上の図はコガタハマダラカの幼虫密度に関して、2007年9月までは実測値を、それ以降は、予測平均値と95%の確率で起こりうる最悪のケースでの予測値を示し

たものである。高い値の方が95%最悪ケースでの予測値であり、年々高まっていることが見て取れる。詳細は植木らの論文にまとめている。

2. 未観測年に対して幾つかの補完法を用いて推定を行った。



上の図において、点は表された実測値を、実線は標準正規分位点変換による補完を、破線はロジット変換による補完を示している。補完の詳細、及び観光客滞在日数に関する推定結果も植木らの論文にまとめている。

D. 考察

- 今後10年間に95%の確率で起こりうる最悪ケースの場合、幼虫密度は現在の倍近くになるため、マラリアの侵入防止策を策定する際には幼虫密度が現在の倍であっても防止出来る策であることが必要であると思われる。
- 二つの補完法からは数値的には極めて似た値が得られ、補完されたデータに基づく数値モデルの構築にはどちらを使っても大差ないが、変動の滑らかさの点

では標準正規分位点変換による補完を行ったほうが良いと思われる。

E. 結論

本研究の主目的は将来時点における蚊の密度推定であったが、それを決定する要因は確率変動するため、将来の蚊の密度も確率的に大きく変動する。今回は一つの例として95%の確率で起こる最悪のケースを示したが、社会の要求に応じてより厳しいケースの予測も必要になるであろう。

研究協力者

植木 優夫
 岡山大学大学院環境学研究科 環境統計学研究室 マラリア流行解析のための統計モデリング

F. 研究発表

1. 論文発表

植木 優夫、中川 祐希、笛田 薫、石川 洋文

石垣島におけるマラリア流行解析のための統計モデリング

Journal of The Faculty of
Environmental Science and Technology,
Okayama University,(印刷中)

2. 学会発表

なし

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

アジアで流行している感染症の我が国への侵入監視の強化に関する研究

「マラリア流行の数理解析」に関する研究
本邦におけるマラリア再興の可能性の検討 -マラリア伝播モデルに基づいて

分担研究者 石川 洋文 岡山大学環境学研究科教授

研究要旨 現在本邦において侵入したマラリアが感染拡大した事例は報告されていない。しかしながら、隣国韓国では、1979年に一度終息した三日熱マラリアが再び1993年ごろより、再びDMZを越えて侵入し、マラリア感染環が維持されるに至った。また、クロロキン薬剤耐性株によるマラリア流行拡大が懸念されている。地球温暖化の進展により、マラリア媒介蚊の生息密度の増大や生息域の拡大が進行し、マラリアの侵入や再興が懸念される。東アジア地域では1990年代より、朝鮮半島DMZ地帯を中心として三日熱マラリアが再興している。本研究では、マラリアの侵入、感染流行の拡大についてマラリア伝播数理モデルによる考察を行ってきた。

A. 研究目的

1. アジア地域では、マラリア対策が進み、マラリア流行の様相に変化が現れている。また、マラリア流行国からの国際航空便によるマラリア侵入なども懸念されている。地球温暖化の進展により、マラリア媒介蚊の生息密度の増大や生息域の拡大が進行している。本研究では、マラリア伝播数理モデルに基づき、国内への熱帯熱マラリア感染侵入による感染環の成立の可能性について検討する。本年度は、マラリア媒介蚊の生息する八重山諸島石垣島を対象として熱帯熱マラリアに関する過去の流行状況の分析を通して国内マラリア侵入数理モデルにより予測を行うことを目的とする。今回気候要因に基づく *An. minimus* 動態モデルを統計モデルとして構成し、将来の気候変動予測と共にこれに基づき媒介蚊の予測を行った。今後、熱帯熱マラリアの侵入の可能性について、入島観光客に関する統計、気温・降水量などの気象統計並びに予測及びこれに基づく *An. minimus* 動態モデル、マラリア診断までの期間をもとに八重山熱帯熱マラリア伝播モデルを改編し確率シミュレーションを行う。

ュレーションを行う。

2. 日本列島では、三日熱マラリア媒介蚊である *An. sinensis* が、本州、九州などに生息している。また、数十年前までは各地で三日熱マラリアの流行が見られた。アジア諸国において流行している三日熱マラリアの日本への侵入が懸念されている。特に朝鮮半島では、近年三日熱マラリアが再興するに至っている。本研究では、マラリア侵入についてのいくつかのシナリオを設定しこの可能性について三日熱マラリア伝播確率モデルを構成して検討を行う。

B. 研究方法

1. マラリア媒介蚊の動態統計モデルの構成 八重山群島・石垣島には、熱帯熱マラリア媒介蚊として *An. minimus* が生息している。今回気候要因(気温、降水量)に基づく媒介蚊動態統計モデルを構成した。さらに将来の気候変動予測を過去50余年の観測データに基づき実施し、その結果に基づき媒介蚊の密度予測を行った。

2. 八重山群島熱帯熱マラリア再興期の再現モデル Stochastic modelを用いた熱帯

熱マラリア伝播数学モデルを構築する。潜伏期間、回復期間、感染力損失期間は、ガンマ分布、指数分布などの確率分布に従うとし、その分布の母数は各種の調査結果により定めた。感染伝播は二項分布に従って進行するものとした。*An. minimus*集団の季節変動は、Toma *et al.*(2002)の観測データに基づき、またその対人密度は、人囀法調査結果(Tsuda *et al.*.,2007)により定めた。

3. 三日熱マラリア国内侵入モデルマラリアの国内侵入は、マラリア媒介蚊の生息する地域において、少数又は1人の感染者より感染拡大が開始されると考えられる。少人数の集団では、流行に揺らぎが大きく作用し、その結果をDeterministicモデルで取り扱うのみでは不十分であるため、流行の中央値とともに信頼区間の範囲を予測し、また流行再興の確率を調べるためStochasticモデルを構成する。これを用いて、マラリア侵入についてのいくつかのシナリオを設定し、マラリアの国内侵入監視の評価を行う。

C. 研究成果

1. 一般線形化モデルにより、石垣島の気温、降水量に基づくマラリア媒介蚊の密度の推定式を得た。さらに、気温の上昇の将来予測を行い、これによる将来のマラリア媒介蚊密度増大の推定を行った
2. 八重山熱帯熱マラリア伝播モデルに基づき、石垣島の旧有病地・旧大浜村地区を対象として200回の確率シミュレーションを行い再興及び収束の状況を解析した。
3. アジアにおけるメコン住血吸虫症のコントロールについての数理モデル解析について以下の結果を得た。

ラオス及びカンボジアのメコン川流域で流行が見られるメコン住血吸虫症に対して、メコン川の流量の季節変動に対応した中間宿主貝の動態モデルを構成し、また動物宿主を考慮し、感染伝播数理モデルによるシミュレーションを行い、主にカンボジア・Chatnaol (sentinel villages)を対象として各種のコントロール対策の効果判定解析を行った。

D. 考察

1. 入島観光客に関する統計、気温・降水

量などの気象統計並びに予測及びこれに基づく*An. minimus*動態モデル、マラリア診断までの期間をもとに八重山熱帯熱マラリア伝播モデルを改編し確率シミュレーションを行うことにより、熱帯熱マラリアの侵入の可能性についての検討を進める。

2. 日本列島では、三日熱マラリア媒介蚊である *An. sinensis* が、本州、九州などに生息している。国際空港、亜熱帯地方、かつての三日熱マラリア流行地である日本海沿岸などを対象として三日熱マラリア侵入についてのいくつかのシナリオを設定しこの可能性について三日熱マラリア伝播確率モデルを構成して検討を行う。

E. 結論

1. 八重山諸島石垣島では、確実な気温の上昇傾向がみられ、10年後には平均気温が数度上昇し、媒介蚊*An. minimus*密度は、5割程度の増加が起こる事が予想され、今後再興の危険の高まりが懸念される。
2. 八重山諸島石垣島における1950年代の熱帯熱マラリアのアウトブレイクを、投薬効果を熱帯熱マラリア伝播モデルに組み込むことで再現した。
3. 石垣島を対象とした、熱帯熱マラリア再興について検討した結果、感染環の確立には診断に至る期間の長短が大きく関係しているとの結論を得た。本研究をさらに進めれば、近未来に熱帯熱マラリア侵入の危険が現実化したときその厚生行政対策としての示唆を与えることができる。

研究協力者

笛田 薫

岡山大学大学院環境学研究科 人間生態学講座講師 久兼 直人

岡山大学大学院環境学研究科 環境保健モデル数理学研究室 中川 祐希

岡山大学大学院環境学研究科 環境保健モデル数理学研究室 隣 恵理子

岡山大学大学院環境学研究科 環境保健モデル数理学研究室 銭花 知宏

岡山大学大学院環境学研究科 環境保健モデル数理学研究室

G. 研究発表

1. 論文発表

Nishina T, Ishikawa H.

A stochastic model of *Echinococcus multilocularis* transmission in Hokkaido, Japan, focusing on the infection process. *Parasitology Research*. **102** 465-479. (2008)

Chen TT, Nishina T, Hisakane N, Ohmae H, Ishikawa H.

A mathematical model of *Plasmodium falciparum* transmission making allowance for drug resistance: Simulations in the situation of The Solomon Islands. *Tropical Medicine and Health*, **35** (2) 217. (2007)

Fukutome A, Watashi K, Kawakami N, Ishikawa H.

Mathematical modeling of Severe Acute Respiratory Syndrome nosocomial transmission in Japan: the dynamics of incident cases and prevalent cases. *Microbiology and Immunology*. **51** (9) 823-832. (2007)

陳 甜甜、仁科 朝彦、久兼 直人、石川 洋文

クロロキン薬剤耐性に関する熱帯熱マラリア数理モデル解析。ソロモン諸島を対象としたシミュレーション。

J. Fac. Environmental Sci. & Tech. Okayama U. **12** (1) 19-27. (2007)

2. 学会発表

第48回日本熱帯医学会

久兼 直人、千種雄一、桐木雅史、銭花知弘、松田肇、石川洋文

中間宿主貝の動態を考慮した数理モデルによるメコン住血吸虫症のコントロール解析
別府市、別府ビーコンプラザ 2007.10

第48回日本熱帯医学会

隣 恵理子、中川祐希、石川洋文

デング熱症不顕性感染の流行への影響に関する数理モデル解析 ータイを対象として
別府市、別府ビーコンプラザ 2007.10

International Meeting on Malaria Network.

Ishikawa H, Nakagawa Y, Bito T, Ueki M, Fueda K, Fujita K, ChinTT.

Is there any probability of malaria emerging in Jpn? -From the malaria transmission models' point of view.

National Institute of Infectious Diseases, Tokyo. 2008.11

第78回日本衛生学会

銭花 知宏、久兼 直人、森本 智子、石川 洋文

天然痘バイオテロ攻撃に対するコントロール対策の Individual Based Model に基づく効果判定

熊本市、熊本市市民会館 2008.3 予定

第77回日本寄生虫学会

中川 祐希、尾藤 伴行、隣 恵理子、植木 優夫、笛田 薫、石川 洋文

石垣島を対象とした熱帯熱マラリア侵入に関する数理モデル解析

長崎市、長崎ブルックホール 2008 予定

Study on Forecasting and Warning of Malaria Epidemics in Anhui Province, China

Principal Project Agency

National Institute of Parasitic Diseases, Chinese Center for Disease Control and Prevention, 207 Rui Jin Er Road, Shanghai 200025, China

Project Principal Investigator

Prof. Tang Linhua, MD, Director

Mailing address: National Institute of Parasitic Diseases, Chinese Center for Disease Control and Prevention, 207 Rui Jin Er Road, Shanghai 200025, China.

Phone: 86-21-64373359.

Fax: 86-21-64332670.

E-mail: ipdtlh@sh163.net

BACKGROUND

China has been severely afflicted by malaria. In 1955 malaria cases totaled about 5.97 million in the whole country. With active implementation of malaria control measures for more than 50 years, considerable success has been achieved. However, up to the present, malaria is still an important public health problem in China. In recent years, the re-emergence of malaria was considerable in provinces of central part of the country, especially in Anhui Province. The case number in Anhui has been the largest in the country since 2005. 3 4994 malaria cases were reported from the province in 2006, accounting for 57.95% of the total cases in China, with an incidence of 57.1797/10,000 increased by 313.2 % than that in 2004. Great importance has been attached to this problem by the Ministry of Health and the provincial health authority. Constructing a forecasting and warning system for malaria epidemics will greatly facilitate prevention and control of the disease in the province.

Malaria is caused by infection with Plasmodium species parasites, which are transmitted to humans through the bite of anopheline mosquitoes. The complicated interaction between parasite, vector, environmental conditions and the human host contribute to the complexity of malaria. Factors which may cause an increase in transmission of malaria in Anhui province are numerous. They can be classified into two main groups—man-made and natural. Both groups operate by modifying the environment, thereby increasing the capacity of vectors to transmit the malaria parasite from one person to another. Factors linked to human activities can result in changes or modifications to the environment, in turn leading to predictable increases in malaria transmission. In contrast, climatic variations, natural disasters, and other disturbances can

lead to unexpected environmental modifications. Sometimes these are accompanied by large-scale population movements and in such situations, there may be a resurgence of malaria epidemics.

Through experiences gained from previous malaria epidemics in Anhui province it is obvious that meteorological/weather data, when routinely collected in specific locations and analyzed, can provide a warning signal in predicting malaria epidemics. Unusual climatic events such as heavy rainfall after an unusually dry period or unexpected higher temperature and/or humidity for a given altitude appear to be a prominent cause of many epidemics. Such warning systems, which depend on good collaboration between the meteorological services and vector-borne diseases control programmes located within the department of health, can predict an epidemic several weeks in advance allowing health staff to be better prepared to prevent the epidemic or control the epidemic at its earliest stage.

Long-range weather forecasting data are expected to provide decision-makers/local authorities with warnings at provincial or county levels well in advance (from two to six months). Such forecasts predict at best the seasons' overall climate rather than individual weather changes. These may be the most useful in certain geographic areas and during certain years. While these forecasts are not very reliable, they may be used to heighten awareness of possible problems in the coming year.

Forecasting and early warning system will help reinforce the capacity of provincial and county health officers to prepare for and respond to potential malaria epidemics. This includes the timely preparation of drugs, supplies and other equipment needed for control, as well as to recognize at an early stage the occurrence of a malaria epidemic. And allow local authorities and communities to make better and timely use of cost-effective preventive and

control options.

In the present study, we choose twenty townships of ten endemic counties in Anhui province as study fields. Successive surveillance data of malaria, vector, malaria prevention and control activities, climate, environmental, population and remote sensing vegetation surveillance data of the selected area will be collected from 2000 to 2007, to analysis the malaria epidemic situation and the influence factors of past years using remote sensing data and Geographic Information System, thereby develop a forecasting and warning model for malaria epidemics in Anhui province, China.

METHODS

2.1 NDVI (normalized difference vegetation index) and LST analysis ERDAS8.6 software was used to do file format conversion and projection transformation for MODIS images. The raster calculation and zonal statistics calculator function, integrated in the spatial analyst module contained in ArcGIS8.3 were applied to extract and synthesize all kinds of NDVI and LST.

2.2 Spatial distribution analysis Kriging interpolation method was used in different scales (county and town) to show the malaria endemic features of the spatial distribution in Anhui province, from 2000 to 2007, so to observe the distribution and intensity of higher malaria incidence. By comparing different year's spatial distribution to observe the changes of malaria epidemic, and infer the likely trends of the following year.

2.3 Indicators choosing Nearly three months of remote sensing and weather factors were expanded, so to form indicators to reflect the status of different periods.

2.4 Thematic maps making Using ArcGIS8.3 software to make thematic maps, so to visually display the spatial characteristics of the incidence of malaria, various NDVI and LST, and the main social factors.

2.5 Relationship between malaria incidence and weather factors analysis Using Spearman rank correlation to analyze the relationship between malaria incidence and weather factors, NDVI, LST and social factors in different scales.

2.6 Variables selection Multiple linear regression analysis was conducted to selected variables, and to evaluate the influence on current malaria incidence for previous malaria incidences according to the coefficient of determination changes.

2.7 Factor analyst function construction Principal component analysis and factor analysis were used to fully extract the information contained in variables of weather , NDVI and LST, and to construct factor analyst function.

2.8 ARIMA models construction SPSS13.0 software was used to construct the ARIMA models in different scales based on the monthly malaria incidence of Anhui province, with residual un-correlation and concision was considered. Alaike's information criterion (AIC) and Bayesian information criterion (BIC) were used to confirm the fitness of model. The model fitting and prediction results were evaluated.

2.9 Forecasting and warning function development Months were divided into three groups that are higher epidemic month, moderate month and lower epidemic month, according to the ratios of malaria cases happened in the month to that of the whole year. Then the Fisher discriminant analysis was applied to construct function based on the weather factors, which would be

carried out to distinguish whether a month is higher epidemic month. The distinguish results were evaluated.

RESULTS AND DISCUSSION

3.1 Increasing trend of epidemic intensity and epidemic scale Both malaria epidemic intensity and epidemic scale increased from 2000 to 2007, with Yongqiao, Guzhen, Mengcheng counties as center for malaria incidence higher than 1/10 000, and spread west and south. An increasing trend was speculated for malaria incidence for the next year.

3.2 NDVI and malaria incidence Abundance and extensive coverage of NDVI was founded in endemic area of Anhui province. The results of Spearman correlation analysis showed that: the greatly average annual NDVI (Vl_{max_y}), the average annual NDVI (Vl_{mean_y}), the ratio of pixels (annual average NDVI more than 140, Vic_{140m}), and so on had a positive correlation to annual malaria incidence. Some correlation also was founded between the monthly incidence of malaria and the nearly three months NDVI. Factors analysis showed that: the first common factor could be explained as average vegetation coverage factor, and the second as extreme vegetation coverage factor.

3.3 Meteorological factor and malaria incidence A consistent fluctuations was showed for the temperature, rainfall and the malaria incidence, particularly for temperature. But the emerged time for peak of malaria incidence slightly later than the temperature and rainfall. Correlation analysis indicated that: the strongest correlation was found between temperature and malaria incidence, with the correlation coefficient over 0.7, and followed by rainfall. The regression analysis for the whole province showed that: the nearly three-month average temperature ($T_{mean012}$) and the average temperature

of the last month (T_{mean1}) could explain 56.7% and 56.1% of the changes for the malaria incidence, respectively. The models fitness increased 15.5% and 14.9% after the malaria incidence of last month (I_1) contained in the function, respectively. For Huaiyuan county, the determinants of coefficient (R^2) was 0.662 when the regression function contained T_{max012} (The nearly three-month average maximum temperature) and M_{12} (The average moisture of last month and before the last month). And R^2 increased to 0.732 after the malaria incidence of the last month and T_{mean01} contained in the function. Factor analysis showed that: the first and the second common factors could fully extract the information contained in the variables, with a cumulative contribution equates to 88%. The first common factor could be explained as pre-meteorological factor, and the second as recent meteorological factor.

3.4 LST and malaria incidence The time of monthly average LST higher than 16°C lasted more than 8 months a year. Positive correlation was founded between malaria incidence and all kinds of LST, especially for the nearly three-month greatly average LST (LT_{max012}) and the maximum LST of the last month (LT_{max1}). A similar factor analysis results to meteorological factors was founded.

3.5 Protection measure performing and malaria incidence The rates of family using door-window screen (X_1), bednet, repellent incense, insecticide to prevent mosquito bites were 32.55%, 61.51%, 81.84% and 57.67%, respectively. The rate of sleeping outdoors (X_6) in local residents was 6.13%, and 25.85% for either sleeping or chatting outdoors. In general, 0.261 bednet each owner (X_2) and 0.3 head of livestock per people was rose. Correlation analysis showed that: X_1 and X_2 had negative correlation to annual malaria incidence (Y) ($P < 0.01$, $P < 0.05$), while X_6 , last yearly malaria incidence (X_9) and the malaria incidence of the year before last (X_{10}) had positive correlation to Y ($P < 0.01$). Regression analysis indicated that: variables of X_1 ($\beta = -0.109$,

$P < 0.01$) and $X_2(\beta = -9.762, P < 0.05)$ had negative association to Y' (transformed from Y by Box-Cox method, $\lambda = 0.337$), while $X_6(\beta = -0.119, P < 0.05)$ and $X_9(\beta = 0.033, P < 0.01)$ had positive association to Y' .

3.6 ARIMA model The ARIMA model formed better reflected the incidence of malaria temporal changes trend in three different spatial scales, with a consistent fluctuation between actual incidence and incidence from ARIMA.

3.7 Discriminant function The discriminant function formed including variables of T_{min1} (the lowest temperature of last month), R_{12} (the average rainfall of last month and the month before last) and T_{max012} had a higher distinguish accuracy than 85%.

CONCLUSIONS

Both malaria epidemic strength and epidemic scale increased in recent years in Anhui province, an increasing spread of malaria epidemic was seen from the northeastern to west and south in the following year.

Variables such as V_{lmax_y} , V_{lmean_y} , V_{ic140m} were good indicators for annually malaria epidemic monitoring when performed in large scale, while LT_{max012} and LT_{max1} were good ones for monthly malaria monitoring when did in large scale. $T_{mean012}$ and T_{mean1} were good indicators too, while T_{mean01} integrated to I_1 would be better for monthly malaria incidence monitoring. X_1 , X_2 , X_6 and X_9 were good indicators for annual malaria monitoring when performed during a little longer periods, such as 3 years.

The ARIMA model formed better reflected the incidence of monthly malaria temporal changes trend in different spatial scales, the discriminant function formed could do good work with accuracy more than 85%, and will provide

useful information for forecasting and warning of malaria epidemics in the province.

ACKNOWLEDGEMENT

The research team would like to thank Ministry of Health, Labor and Welfare, Japan financially supporting the project. Thanks also go to Dr Hiroshi Ohmae and Dr Takuro Endo for their kind coordination .

**Ministry of Health
National Center for Parasitology,
Entomology and Malaria Control
(CNM)**

**Kingdom of Cambodia
Nation- Religion- King**

**Report of Project Activities
on
Strengthening and integrating of Malaria
Control Activities in Remote and
Endemic Villages in Kampot
Province, Southern Cambodia.**

Period: September 2007 to February 2008

Date: 29th February 2008

**Dr. Duong Socheat
Dr. Chea Nguon**

Supported

By

**Ministry Of Health, Welfare and Labour, Japan
(A grant on "Research for emerging And Re-Emerging infections)**

I. Introduction:

Malaria is still a concern as one of the main causes of mortality and morbidity in the Kingdom of Cambodia posing a severe economic threat on the families, due to the loss of income being spent on the private drug market in a futile way as they are found to be often dangerous and inappropriate and sometimes offering counterfeit drugs. According to rapid population growth, economic demand and poverty, many people migrated to forested areas and engaged in deforestation converting it for farming for their livelihood. They are the risk groups for getting malaria. Increasing human contacts with vector mosquitoes in the newly developed region and the lack of access to health care have caused for the malaria being epidemic in these forest fringe areas.

It has both the short- and long-term consequences for national economic development and has therefore been given high priority by the government and donor agencies. Malaria is the third highest known cause of outpatient attendance (4.6%) and the first cause of hospitalization (13.7 %) and hospital death (16 %) according to the latest statistics collected. Real figures are certainly much higher as most malaria cases are either treated first through private clinics and drug sellers or do not seek treatment at all.

In Cambodia the malaria transmission happened in the remote forest areas with little development or nothing and in very poor areas that created complexity in controlling that disease as well as problem of providing and receiving the service delivery from the public health sector. The main problems are that those areas were isolated with the complicated geographical barriers, no roads or roads are very bad or very far away from the health facility that caused hurdle for the intervention, especially in the rainy season. In addition, the dearth of transportation means,, the expensive cost of traveling etc...combined with the limited budget provision for malaria control program made those hyper endemic and secluded areas separated the public service for many years. Besides the above mentioned, there are still many problems involved and contributed to the low utilization of the public health service.

Responding to this serious problem of malaria, in 2005-2006, with the important grant from Ministry of Health, Welfare and Labor, Japan (A grant on "Research for emerging and re-emerging infections"), the National Malaria Center has piloted the community-based malaria control in six selected newly formed remote villages in Stung Keo commune, Kampot district, Kampot Province. Through this generous support of General National Institute of Infectious Diseases, Japan for the control activities in the project area, the accurate baseline data on malaria incidence and prevalence in those pilot villages was collected. The village volunteers were selected and trained for offering the malaria diagnosis and treatment through Paracheck and Antimalaria Drug Combination Therapy (ACT) to the community according to the national malaria guidelines. The additional health education sessions on malaria prevention and insecticide bed net utilization were also introduced to raise the level of community awareness and their health seeking behavior for early diagnosis and prompt treatment.