

# 日本脳炎の疫学的研究

山口県衛生研究所 生物細菌部

専門研究員 板垣国昭

# 日本脳炎の疫学的研究

山口県衛生研究所生物細菌部  
専門研究員 板垣 国昭

Epidemiological Studies on Japanese Encephalitis

Yamaguchi Prefectural Research Institute of Hygiene

Kuniaki ITAGAKI

# 目 次

I 緒 論 .....	1
1) 実験動物による日本脳炎ウイルス感染実験について	
2) 家畜および野生鳥獣の日本脳炎H I 抗体の保有状況の調査について	
3) コガタアカイエカの消長と周辺動物の感染状況の調査について	
II 材料および方法 .....	2
1) 実験動物による日本脳炎ウイルス感染実験方法	
2) 家畜および野生鳥獣の日本脳炎H I 抗体の保有状況の調査方法	
(1)と畜場におけるブタの抗体調査方法	
(2)畜舎内動物の抗体調査方法	
(3)イヌの抗体調査方法	
(4)ネコの抗体調査方法	
(5)野生鳥獣の抗体調査方法	
3) コガタアカイエカの消長と周辺動物の感染状況の調査方法	
(1)蚊の消長と気象要因の調査方法	
(2)捕集蚊からのウイルス分離方法	
(3)畜舎および犬舎内捕集蚊の吸血源の調査方法	
III 実験結果および調査成績 .....	4
1) 実験動物による日本脳炎ウイルス感染実験の結果	
2) 家畜および野生鳥獣の日本脳炎H I 抗体の保有状況調査の成績	
(1)と畜場におけるブタの抗体調査の成績	
(2)畜舎内動物の抗体調査の成績	
(3)イヌの抗体調査の成績	
(4)ネコの抗体調査の成績	
(5)野生鳥獣の抗体調査の成績	
3) コガタアカイエカの消長と周辺動物の感染状況の調査成績	
(1)蚊の消長と気象要因の調査成績	
(2)畜舎内捕集蚊からのウイルス分離成績	
(3)畜舎および犬舎内捕集蚊の吸血源の調査成績	
IV 考 察 .....	6
1) 実験動物による日本脳炎ウイルス感染実験について	
2) 家畜および野生鳥獣の日本脳炎H I 抗体の保有状況調査について	
3) コガタアカイエカの消長と周辺動物の感染状況について	
V 総 括 .....	11
参考文献 .....	13
論文に関する図および表 .....	21
論文に関する写真 .....	40

## 1. 緒 論

日本脳炎ウイルス (Japanese Encephalitis Virus 以下JEV) が、雌蚊 (主として *Culex tritaeniorhynchus* 以下蚊) によって媒介伝播されることに就いては、我国に於いて1933年三田村 [50] により最初に報告され、蚊の生態研究に見事な業績 [51—52] があり、JEV分離に就ては1934年にサルを用いた林 [12]、現在の中山株を分離した笠原ら [28] の報告がみられる。

以来、本ウイルスは、日本における節足動物媒介ウイルス (Arthropod-borne Virus) の代表的なウイルスとなった。ヒトのほかにもJEVに感受性を示す動物は、城井ら [107] がウマの流行性脳炎の報告を最初に行い、清水ら [108]、山本ら [133] のウシ、三田村 [54]、田淵ら [114] のヤギ、清水ら [109]、田淵ら [115] のブタ、緒方ら [68—69] のイヌ、川島ら [29]、高橋ら [117] のニワトリ、三田村ら [54]、北岡ら [36]、KOBAYASHI ら [39] の野鳥、MIURAら [59—60] のコウモリなどほとんどの哺乳動物及び鳥類に就ての報告がみられ、その宿主は極めて広く、近年冷血動物についても感染サイクルの究明のため研究の対象とされてきた [14, 41, 105]。また、1960年前後におけるヒト [1, 100]、ブタ [2, 101, 102] 鳥類 [3—5, 15]、ケツ歯類 [103] などの血清疫学的調査や媒介蚊 [98—99] の調査等大規模な日米協同研究が行われたが、JEV伝播サイクルの全容は尚解析されえなかった。現今、自然界におけるJEVの循環と感染伝播の背景についての概念的な説明として、JEVの活動季節に高度な viremia (ウイルス血症) を発現するブタと蚊の間に Pig-Mosquito Cycle [23, 45—46, 136] が提唱されているが、JEVとブタ以外の動物間における相互の生態調査については未解明の部分が多いようである。さらに、冬期におけるJEVの生態については、蚊の体内に於ける越冬 [47, 56, 84, 118]、動物の体内に於ける越冬 [7, 10, 36, 45]、あるいは渡り鳥等による遠隔地からのJEVの導入 [81—83] などが考えられているがいずれも決定的ではなく、その伝播サイクルは未だに不明である [49]。

仮に初夏に於けるReservoir (JEV保有動物) をXとすれば、 $X \rightarrow \text{蚊} \rightarrow \text{Amplifier (JEV増巾動物)} \rightarrow \text{蚊}$  のサイクルにより、大量の蚊がJEV保有蚊 (以下保毒蚊) になるものと考えられるが、このようなJEVのAmplifierとして鳥類ではサギ類 [2—5, 15, 71]、哺乳動物ではブタ [81—82, 89, 101—102] が多く報告され、現在もJEV汚染地区指定には、と畜場のブタが汚染指標動物とされており、汚染度はブタの赤血球凝集抑制抗体 [6, 97] (Hemagglutination inhibition antibody 以下HI抗体) の保有状況により決定されている。

ヒトや動物の日本脳炎 (Japanese Encephalitis 以下JE) で特徴的なことは、動物の種類、さらには個体別にも感染差があり、ほとんどの宿主が不顕性に経過し、感染個体の極少数が顕性発症するが、これらのMechanismも不明な点が多く、ヒトの顕性感染では死亡率が高率である [26, 48, 80, 85]。

近年のヒトのJE患者数をFig. 1, Table 1に示したが、その発生は激減し地方病的様相を呈しており、これら患者の減少傾向と相まって、JEVの研究者も少なくなってきたが、1978年以降JE患者は再び増加する傾向を示している。ヒトの患者発生が多分に偶発的であることは、三田村 [55] も「地から湧いたようだ」と形容し指摘しており、著者は、ヒトのJE疫学のみでは、このウイルスの生態は解析困難であり、獣医学的領域に於ける自然界のJEVの生態を把握し、低流行の現今の成績と過去の流行時に於ける先人の成績とを比較検討することにより、自然界に於けるJEVのEcologyの一端が解明されるのではないかと考え、動物感染実験、野生動物を含む各種動物の抗体保有状況調査、媒介蚊の調査を行い、病原体、媒介者、宿主間の疫学的検討を行った。なお、山口県に於ける日本脳炎に関する調査地区をFig. 2に示した。

### 1) 実験動物による日本脳炎ウイルス感染実験について

前述したように、JEVが広い宿主域を示すことはよく知られているにもかかわらず、そのEcologyは十分に解析されているとはいえない。宿主の種類、さらには個体間においてさえも感染時の病理像等に差がみられ、臨床的には症状の発現がほとんど見られないため、JEV分離や血清疫学的調査のような本病の生態学的解析は充分になされていないように思われる。人工培地に増殖しないウイルスに対しては、感受性動物を用いた実験病理

は不可欠であり、あらゆる疾病において健康群の生態と疾病群の病態生理の比較が、感染の本質を知る意味で最も重要であると考え、数種類の動物を用いた感染実験によって病理学的観察を行った。

## II) 家畜及び野生鳥獣の日本脳炎H I 抗体の保有状況調査について

サギ類及びブタがAmplifier として重要であることについては多くの先人の報告があり、現今においてもPig-Mosquito Cycle が主体をなし、ブタ以外の調査はあまり見られないようである。感受性を示すあらゆる動物が、自然界におけるJ E V伝播サイクル内でAmplifier 或いはReservoir としてどの程度、如何なる役割を果たしているか究明されるべき点が多い。著者は、と畜場におけるブタ、同一畜舎内で飼育した数種類の動物、人に身近かなイヌ及びネコ、狩猟等で捕獲された野生鳥獣などについてH I 抗体を測定し、動物種類別のH I 抗体保有状況及び抗体価分布状況について解析を行った。

## III) コガタアカイエカの消長と周辺動物の感染状況の調査について

自然界におけるJ E V伝播サイクル内での蚊の役割は、J E V の生存に不可欠である。

すなわち、蚊の発生、消長、密度、吸血活動などがJ E V の散布に大きく影響し、ヒトの流行を決定する主要因である〔24—25〕。また、蚊の生態は気象や環境に影響を受けるため、これらを考慮した疫学的解析が必要であり、三田村〔51—52, 55〕, SABIN〔98〕, SASA〔99〕, 北岡〔35〕等の先人の多くの報告がみられる。著者は、ヒトの患者の激減した現今における蚊の生態を知る目的で、野外における蚊の調査、数種類の動物を飼育した畜舎内の蚊の調査及び捕集蚊からのウイルス分離を行い、さらに、人に身近かな動物であるイヌに対する蚊の吸血活動を知る目的で、犬舎内における蚊の調査を行った。

また、畜舎内及び犬舎内捕集蚊が、いかなる動物を吸血しているかを知る目的で蚊の吸血源の調査も併せて行った。

## II 材料および方法

### I) 実験動物による日本脳炎ウイルス感染実験方法

感染実験に供試した動物はイヌ、ウサギ、マウスであり、それらの種類、供試个体数、年令その他ウイルス接種方法などの概要をTable 2 に示した。供試動物として、イヌ、ウサギ、7週令マウス、1週令マウスを選定し、実験前にJ E V未感染であることをH I 抗体の測定により確認し、マウスは供試个体と同腹の个体について測定した。

接種ウイルスはマウス脳継代株で、国立予防衛生研究所より分与されたものであり、接種ウイルス濃度は、あらかじめ1週令マウス脳内接種によるReed and Muench 法〔94〕により定量を行い、ウイルス接種部位は蚊による咬刺吸血が体表であることを考慮し、頸部背側皮下に行った。イヌの採血は前肢静脈、ウサギは心臓穿刺、マウスは1回3～4個体について全放血を行い、H I 抗体の測定は後述すると畜場におけるブタの抗体測定の術式に従い、抗体価10倍以上を陽性とした。なお観察内容を下記に概括した。

観察項目	期 間	間 隔	方 法
体重	13 日	2日ごとに9時	上皿天秤
臨床症状	"	1日2回, 9時, 16時	肉眼的観察
血球数	"	2日ごとに9時	自動血球計数装置 (SYSMEX, CC108)
血液像	"	"	スライド塗抹, マイ, ギムザ染色
抗体変動	"	"	アセトン処理, マイクロタイター法
組織像	"	死亡時, 13日後	ヘマトキシリン, エオジン染色

### 2) 家畜及び野生鳥獣の日本脳炎H I 抗体の保有状況の調査方法

#### (1) と畜場におけるブタの抗体調査方法

1980年はFig. 2に示すA及びB地点の岩国市及び防府市営と畜場のブタ278頭、1981年はA地点の岩国市営と畜場のブタ160頭について、J E V活動期の7月から9月の期間に採血し血清分離を行い、血清をアセトン処理〔86〕し、ヒヨコ血球を用いマイクロタイター法〔38, 104〕により、市販抗原（北里研究所及び武田

薬品) を使用してH I 抗体を測定した。

なお、抗体価10倍以上を陽性とし、新鮮感染を把握するため、血清中の19s 抗体を破壊する目的で2-Mercaptoethanol (以下2ME)処理(77)を行い、2ME感受性抗体価を併せて測定した。調査成績は、各月上中下旬に区分して解析を行った。

#### (2) 畜舎内動物の抗体調査方法

1980年及び1981年の7月から9月の期間に、Fig. 2に示すD地点の山口市郊外農村地区の同一畜舎内に、ウシ、ブタ、イヌ、ニワトリ、ウサギ、ハト、マウスを飼育し、各月上中下旬1回採血して血清分離を行った。採血方法は、ウシ、ブタは耳静脈、イヌは前肢静脈、ウサギは心臓穿刺、ニワトリ、ハトは腋下静脈でそれぞれ採血し、マウスについては3個体づつ全放血して血清分離を行い、H I 抗体の測定はブタ同様の術式に従った。なお、畜舎及び供試動物の種類、供試個体数その他についての概要をTable 3に、供試動物を飼育した畜舎の概要をFig. 3に示した。

#### (3) イヌの抗体調査方法

1981年6月から9月の期間に、Fig. 2に示すA、C、F地点の保健所に集められたイヌのうち、推定年齢7か月以内の幼令のイヌ178頭について、採血、血清分離を行い、H I 抗体の測定はブタ同様の術式で行った。また、イヌの母子間移行抗体を知る目的で、母親の抗体が判明している生後2週間以内の哺乳犬9頭及び母親の抗体が不明な23頭についてH I 抗体を測定し、さらに1982年7月には親の抗体の判明している出産直後の子イヌで、初乳を授乳していない5頭について心臓穿刺により採血し、授乳後10日目により採血して乳汁による抗体移行の調査を行った。

#### (4) ネコの抗体調査方法

1981年6月から1982年7月の期間に、Fig. 2に示すC地点の山口保健所に集められたネコ33個体について採血して血清分離を行い、ブタ同様の術式でH I 抗体の測定を行った。

#### (5) 野生鳥獣の抗体調査方法

1980年7月から1981年12月の期間において、Fig. 2に示す地域で、狩猟その他で捕獲された野生鳥獣について、生存中或いは死後2～3時間以内に心臓穿刺または全放血して血清分離を行い、ブタ同様の術式によりH I 抗体の測定を行った。また、1982年7月にはFig. 2のF地点にある自然動物園のアメリカクロクマ7個体(1977年にアメリカから捕獲輸入され調査時8才)についてもH I 抗体を測定した。なお、供試鳥獣の概要をTable 3に示した。

### 3) コガタアカイエカの消長と周辺動物の感染状況の調査方法

#### (1) 蚊の消長と気象要因の調査方法

1980年及び1981年の7月から9月の期間に、野外調査はFig. 2に示すE地点の蚊の発生しやすい干拓湿地帯を選定し、ドライアイス法により捕集を行った。(J E Vに感受性を示す蚊としてコガタアカイエカ及びアカイエカ[56]、シロハシイエカ及びキンイロヤブカ[16]等が報告されているが、コガタアカイエカに比較し、他の蚊は著しい低感受性であり、著者はコガタアカイエカのみ調査対象とした)

畜舎内調査は、前述した数種類の動物を飼育している畜舎(Fig. 3)の中央部床面より高さ1.5mの位置にライトトラップを設置し、蚊の捕集を行った。Table 5に調査方法の概要を示したが、調査項目のうち、平均気温、日照率、降雨量、平均湿度については、畜舎より約2500m離れて位置している山口測候所の資料を参考にし、農薬散布については畜舎周囲の稲作田所有者より聴取した。さらに、1981年は畜舎より200m離れて位置する犬舎(4㎡)にイヌ2頭(ポインター2才)を飼育し、犬舎内における蚊の捕集を行った。

#### (2) 捕集蚊からのウイルス分離方法

畜舎内の蚊がどの時期に保毒蚊になりうるかを知る目的で、畜舎内で捕集した蚊のうち未吸血の蚊を1プール50個体ごとに区分し、PBS(Phosphate-buffered-saline)を加え磨砕して、1週令マウスを用いた脳内接種法[87]により、ウイルス分離を行った。なお、J E V分離方法を下記に概括した。

### 捕集蚊からのウイルス分離方法

- 供試材料 : 未吸血コガタアカイエカ, 1 プール50匹, 1 回 8 プール作成
- 乳材作成 : 1 プール+ PBS 2 ml (2% BSA+100  $\mu$ ペニシリン, 100 r ストレプトマイシン)  
→乳鉢磨碎→3500 rpm, 20 分遠心→上清
- 接種マウス : ddYI 週令マウス, 視床部 0.02 ml 接種  
(視床部の接種部位は右耳・左眼と左耳・右眼の直線交点の深さ 2 mm)
- 観察期間 : 接種後13日間→発症マウス→継代
- ウイルス同定 : 継代发症マウス脳乳材→エーテル・アセトン処理抗原作成→HI 試験・  
ニワトリ胎児細胞単層培養上プラック観察 (写真13~14)

#### (3) 畜舎及び犬舎内捕集蚊の吸血源の調査方法

ライトトラップにより 1980 年には畜舎内で, 1981 年には犬舎内で捕集した蚊について, それぞれの磨碎乳剤を抗原として沈降素法により, その吸血源の調査を行った。抗血清の作成は, 吸血された蚊体内の動物血のうち, 液状成分の血清がまず消化吸収され, 血球成分がより長く残存するであろうとの仮定で, ウシ, ブタ, イヌ, 及びニワトリの血液から血球のみ分離して DGV (Dextrose-gelatin-veronal) で 4 回洗浄後,  $-20^{\circ}\text{C}$  凍結破壊を 2 回行い遠心分離した上清を, ウサギ (日本白色 4 カ月令) に, 2 日ごと計 5 回数カ所の皮下に接種し免疫した。類属反応の出現を避けるためアジュバントは用いず, 接種量は 5 ml を初回に次第に増量し, 最終回に 25 ml 接種して, 7 日後に心臓採血を行った。抗原は, 捕集蚊のうち吸血により腹部が膨満した蚊の腹部内容を, PBS に磨碎溶解した上清を用いた。また, 本試験前にあらかじめ OUCHTERLONY の double diffusion 法〔78-79〕により, 供試動物間に類属反応がみられない抗血清の希釈率を求め, 本試験は血球凝集板 (Tomy 製) を用いた血色素沈降素検査法〔20, 113, 126, 132〕により測定し,  $4^{\circ}\text{C}$  5 時間反応後判定を行った。なお 1980 年に供試した畜舎内の吸血蚊数は, 抗血清を作成したウシ, ブタ, イヌ及びニワトリごとに 7 月 200 個体, 8 月 150 個体, 9 月 90 個体の計 440 個体 (供試総数 1,760 個体) であり, 1981 年に供試した犬舎内における吸血蚊数はイヌ抗血清に対し, 7 月 60 個体, 8 月 50 個体, 9 月 50 個体の計 160 個体である。(写真15~16)

### III 実験結果及び調査成績

#### 1) 実験動物による日本脳炎ウイルス感染実験の結果

供試動物の体重の経日変化は Fig. 4 に示すように, 1 週令マウスの接種群が 3 日以降に減少し, 7 週令マウスの接種群と対照群の体重曲線に逆転が見られたが, イヌ, ウサギでは両群に有意差を認めなかった。臨床症状の発現はマウスにみられ, 1 週令マウスでは運動異常, 軽度の痙攣, 麻痺, 授乳不能などが 3 日より発現し, 4 日にはさらに重篤な症状を呈して瘦削し 5 日に全て死亡した。7 週令マウスでは観察期間中に死亡する個体はみられなかったが, 5 日に立毛 12 個体, 運動異常 (旋回運動) 3 個体がみられ, 立毛は 7 日にいずれも消失し, 旋回運動は 7 日, 8 日にそれぞれ 1 個体が消失し, 1 個体は観察期間中みられたが, イヌ及びウサギでは著変がみられなかった。血球数の推移は, Fig. 5, Fig. 6, Fig. 7 に示すように, 1 週令マウス接種群の 3 日に白血球数の増多, 5 日に減少がみられ, 7 週令マウス接種群の白血球数が 5 日まで減少傾向を示し, 7 日に増加する不規則な推移を示し, イヌ及びウサギでは両群に有意差はみられなかった。血液像では, 1 週令マウス接種群の 3 日目の所見に, 好中球とリンパ球の増多が, 5 日目にこれらの減少が観察され, 7 週令マウス接種群の 7 日目に, リンパ球と好中球のわずかな増多が観察されたほかには, イヌ及びウサギに著変はみられなかった。(写真 1~3)

観察終了日における解剖時の所見には, 全体を通じて特記すべき肉眼的病変は認められなかったが, 病理組織学的には大脳にみられ, 1 週令マウスでは, 大脳全域に亘るビマン性の小円形細胞浸潤, 大脳皮質の浮腫, 囲管性細胞浸潤, 神経細胞変性等がみられ, 7 週令マウスでは, 少数のグリア結節, 大脳皮質の浮腫, 脳軟膜血管の軽度の充血と軽微な小円形細胞浸潤, グリア細胞の増加, 大脳皮質の軽い浮腫, 神経細胞の軽度の変性がみられた。ウサギでは, グリア細胞のビマン性増殖, 大脳皮質の浮腫, 脳軟膜毛細血管の充血, 神経細胞の軽度の変

性がみられ、これらの病理像の発現は、マウスで著明であり、イヌ、ウサギでは軽度であったが、いずれの供試動物においても共通して非化膿性脳炎像を呈した。(写真4~12)

つぎに、供試動物のH I抗体の変動をFig. 8に示した。すなわち、接種後5日に全例死亡した1週令マウス以外はいずれも有意の抗体上昇が認められ、7週令マウスが5日、イヌ、ウサギが9日に免疫応答がみられた。

抗体価の最高値はイヌ320倍、7週令マウス160倍、ウサギ80倍であった。

## 2) 家畜及び野生鳥獣の日本脳炎H I抗体の保有状況調査の成績

### (1) と畜場におけるブタの抗体調査の成績

H I抗体保有率の月別推移をTable 6, Table 7, Fig. 9, Fig. 10に示した。1980年は7月中旬よりH I抗体保有率の上昇がみられ、9月中旬には100%に達した。2ME感受性抗体は7月下旬より上昇し、8月上旬83.3%に達した。これに対し、1981年は7月下旬にH I抗体の保有率の上昇がみられたが、前年の越夏抗体で2ME感受性抗体は検出されず、8月上、中旬には再び0%となり、8月下旬より上昇し9月中旬にようやく50%に達した。

これと平行して2ME感受性抗体の保有率も8月下旬より上昇し、9月上旬には100%に達したが、1981年の抗体保有率の推移は、1980年に比較して約1カ月遅れであった。

### (2) 畜舎内動物の抗体調査の成績

1980年の成績をFig. 11に、1981年の成績をFig. 12に示した。すなわち、1980年はイヌが最も早く7月中旬に抗体の上昇がみられ、ついで、ブタ、ニワトリ、ウシ、ハトの順であったが、ウサギ、マウスでは抗体の上昇がみられなかった。また、抗体価の最高値はブタの640倍であった。これに対し1981年は、8月中旬にイヌ及びブタの抗体上昇が同時にみられ、ついでウシ、ニワトリ、ウサギ及びマウスの順にみられ、抗体価の最高値はブタの640倍であった。

### (3) イヌの抗体調査の成績

1981年のイヌの調査成績をTable 8, Fig. 13に示した。抗体保有率の上昇は7月下旬よりみられ、9月中旬には87.5%に達した。

2ME感受性抗体の保有率の上昇は7月下旬よりみられ、8月下旬に81.8%に達したのち降下し、と畜場のブタの2ME感受性抗体に比較して約1カ月早い出現であった。出生後2週間以内の子イヌの抗体価はTable 9に示すように、親の抗体価が80倍の子イヌ、同じく160倍の子イヌ及び親の抗体価の不明な子イヌのいずれも10倍以下で陰性であった。

また、Table 10に示すように、抗体価が80倍の親イヌから出生した子イヌの抗体価は、初乳授乳前の出生直後と授乳した出生10日後のいずれも10倍以下で陰性であった。

### (4) ネコの抗体調査の成績

ネコの抗体調査成績をTable 11に示したが、推定年令が1才から4才の7個体のうち1個体(14.3%)が陽性で抗体価は10倍であった。

また、推定年令が4カ月から7カ月の26個体のうち2個体(7.7%)が陽性で抗体価は2個体とも20倍であった。

### (5) 野生鳥獣の抗体調査の成績

抗体保有状況をTable 12に、その抗体価をTable 13に示した。すなわち、鳥獣種類別の個体数が同数でなく、比較することは困難であるが、イノシシ、ゴイサギ、ヤマドリ、キジ、カモ類及び自然動物園のアメリカクロクマが高い保有率を示し、スズメ、ヘビ、クマネズミに低い傾向がみられた。

抗体価は、イノシシ、ゴイサギに高く他の鳥獣では低い傾向を示した。なお、6月上旬から9月下旬をJEV活動期、10月上旬から5月下旬をJEV活動休止期とみなし、採捕された鳥獣を区分して比較検討したが、例数も少なく有意差はあまりみられないが、活動期におけるスズメ1個体(40倍)、ゴイサギ1個体(40倍)はいずれも2ME感受性であり、活動期に近い10月10日に採捕されたイノシシ2個体が2ME感受性であった。

## 3) コガタアカイエカの消長と周辺動物の感染状況の調査成績



#### (1) 蚊の消長と気象要因の調査成績

野外における成績はFig. 14に示すように、1981年の7月、8月の捕集蚊数は1978年以来最低であった。また、過去4年間の気象条件をみると、平均気温、日照率は低温多雨のいわゆる異常気象といわれた1980年の7月、8月が最低で、降雨量は最高であった。

1980年の畜舎内の成績をTable 14, Fig. 15に、1981年の成績をTable 15, Fig. 16に示した。

すなわち、1980年における1夜当たり(月平均)の捕集蚊数は、7月の27,320個体が最も多く、吸血率も98.2%で最も高率であり、気象条件は低温多雨の傾向で、農薬散布は例年より多くみられた。これに対し、1981年の1夜当たりの捕集蚊数は8月が25,720個体で最も多く、吸血率は85.2%で最も高率であった。また、両年の調査開始時の7月上旬と調査終了時の9月下旬の捕集蚊数に大差がみられた。1981年に調査した犬舎における捕集蚊数はFig. 17に示すように、捕集蚊数の増減は平均気温の高低によく一致し、吸血率は50%前後で月別に大差がみられなかった。

#### (2) 畜舎内捕集蚊からのウイルス分離の成績

1980年は7月10日に捕集した蚊から、1981年は8月16日の捕集蚊から分離され、前年に比較して保毒蚊の出現は約1カ月遅れであった。

#### (3) 畜舎及び犬舎内捕集蚊の吸血源の調査成績

Table 16に示すように、1980年に実施した畜舎内における各動物に対する蚊の吸血源の調査成績は、ウシを吸血した蚊が最も多く、ついでブタ、イヌ、ニワトリの順であった。

1981年に実施した犬舎内の成績では、イヌを吸血したものが96.9%であり、供試蚊160個体のうち5個体はイヌ以外の動物を吸血していた。

## IV 考 察

### 1) 実験動物による日本脳炎ウイルス感染実験について

供試動物のうち最も高い感受性を示したのは1週令マウスで、体重減少、高度な神経症状、白血球減少、大脳組織像の著変などを呈し5日までに全て死亡した。六反田〔95〕によれば、1週令マウス脳内50継代株のJ E Vの毒力は、wild株に比較し脳内接種で10倍、皮下接種で100倍増大すると報告しており、幼若動物のJ E Vに対する高い感受性を示すもので、このような実験動物の年齢による感受性差については、マウスの報告〔11, 33, 40, 65, 72〕が多くみられる。

著者の経験では、1週令マウスを用いて脳内視床部にJ E Vを接種しLD<sub>50</sub> (Reed and Muench)を算出する場合、接種後3日に発症あるいは死亡する個体が多くみられるが、頸部皮下では5日であることは、J E Vの接種部位が異なると中枢神経に作用するまでの時間、すなわち潜伏期間に差があることを示唆している。菅野ら〔112〕は、8週令マウスの皮下にJ E Vを接種し、ウイルスが表在リンパ節に1年間不顕性に持続感染したと報告している。

田村ら〔120〕は、ウサギの耳静脈にJ E Vを接種し、6時間後に接種部位の血管壁細胞内でウイルス増殖が起り、24時間後にviremiaがみられたと報告し、J E V増殖がまず侵入部位の血管壁で起ることを明らかにしている。

J E V感染時における血液所見について石井らの家畜伝染病診断学書によれば、赤血球は発熱時増加、瀕死期に激増し、白血球は発熱時に増加、病的経過と共に減少するが、診断的見地からは参考に過ぎないと記載され、今村らの急性感染症の臨床診断書によれば、白血球は一般に増加し、第1週では核の左方移動を伴う好中球増多症があり、第2週よりリンパ球の比率が増えると記載されている。

また、美甘らの伝染病学書によれば、赤血球は第2週まで減少し、白血球は第1週では増減いずれもみられると記載されている。

著者の成績では、顕性を示した1週令マウス接種群の3日目に好中球及びリンパ球の増多が、5日目にこれら

の減少がみられ、7週令マウス接種群の5日目にわずかなリンパ球の増多がみられたが、不顕性を示したイヌ及びウサギでは著変が認められず、J E V感染時には必ずしも定型的血液像の変化はみられないことや、感受性動物の種類によっては血液所見が異なることが示唆された。7週令マウスの血球数の推移が不規則な経過を示したことは、血液検査ごとに3～4個体の血液について平均算出したため、個体差があらわれたものと思われる。(Fig. 6, Fig. 7, Fig. 8)

病理組織像においては、草野〔27〕、白木ら〔106〕の報告、江本の病理学書、石井の伝染病診断学書に記載のごとく著者の成績も病変部位は主に大脳に占座していた。すなわち、顕性を示したマウス、不顕性を示したイヌ及びウサギのいずれも程度の差はあれ、神経細胞変性、血管周囲細胞浸潤、グリア結節、脳軟膜毛細管の充血等の非化膿性脳炎像を呈し、1週令マウス接種群の5日像、7週令マウス接種群の神経症状の発現日等から推測すれば、イヌやウサギにおいても、接種後5～7日が最も強い病理像を呈したと思われる。7週令マウス、イヌ及びウサギの13日像は回復期像であることがうかがわれる。抗体変動は、1週令マウス以外の供試動物にみられ、病理組織像と併考すればいずれも viremia を起したことが示唆される。保有抗体価は、イヌの320倍が最も高く、免疫応答に高い感応性が覗かれる。(Fig. 8) このように抗体上昇をみるにもかかわらず発症しないイヌやウサギは、ヒトの不顕性感染像にも似て注目される。大仲ら〔74〕によると、イヌにおいても脳内にJ E V接種を行うと重篤な症状を呈し、その症状は10日以上も持続すると報告しており、さらに同人ら〔75〕は、イヌの日本脳炎を疑う症例を示し、感冒様症状を伴う軽い脳炎で、ジステンパー脳炎と考えられているなかに、日本脳炎の混在が充分考えられると記載しており、著者の実験結果からも前述のように犬は高い抗体価を示すので、Amplifier あるいはReservoirとしての自然界における役割を今後さらに究明すべきであると思われる。

## 2) 家畜及び野生鳥獣の日本脳炎H I抗体の保有状況調査について

1969年から1981年(13年間)の県内と畜場におけるブタのH I抗体保有率の推移とヒトの患者発生数をFig. 18に示した。すなわち、ブタのH I抗体保有率が早期に上昇し、しかも100%あるいはそれに近い保有率を示す年度では、ヒトの患者の多発傾向がみられ1969年、1971年、1973年、1974年、1978年、1979年がこれに相当する。換言すれば、保毒蚊の出現が早く、その密度も高く、J E V散布が広範囲であったことが示唆される。1980年と1981年を比較してみると(Fig. 9, Fig. 10)、1980年は7月下旬にH I抗体7%(3/43)の上昇があり、このうち2ME感受性抗体は33.3%(1/3)で新鮮感染が早期であり、8月下旬には90%(36/40)に上昇し、ヒトの患者3名の発生があった。これに対し、1981年は7月下旬H I抗体35%(7/20)の上昇をみたが2ME感受性でなく前年の越夏抗体であり、8月上、中旬は0%になり8月下旬20%(4/20)に上昇し、このうち75%(3/4)が2ME感受性抗体であった。抗体保有率は9月中旬ようやく50%(10/20)に達し、前年に比較して約1カ月遅れであり、ヒトの患者発生はみられなかった。このことは、ヒトやブタ以外の家畜及び野生鳥獣界においても、1980年と1981年では保毒蚊の出現時期に大きな差があったことを示唆するものである。遠藤ら〔9〕、根津〔67〕、高橋ら〔119〕は、ブタの抗体保有率が早期に上昇する年はヒトの患者発生も多く、保毒蚊の出現が早期であることについて、すでに1960年代に見事な解析を行っているが、今回の著者の成績もこれらにほぼ一致するものであった。また、1980年における防府市及び岩国市の両と畜場におけるブタのH I抗体保有率の推移には(Table 6)、南部の防府市で早く、北部の岩国市で遅いJ E V散布の北進現象〔34, 70〕が現われており、岩国と畜場の成績のみでは山口県全体の汚染推定の指標になり難いことが明らかになった。同一畜舎内で飼育した供試動物の抗体変動は、同種の動物では抗体陽転時期及び抗体価がほぼ同じ成績であり、動物種類別では差がみられ、J E Vに対する各供試動物の感受性差が示唆される。また、実験感染の成績と同様にイヌがブタについて免疫応答に高い抗体価を示すことが注目される。(Fig. 11, Fig. 12)

1980年と1981年の畜舎内における成績を比較してみると、1980年はイヌが最も早く7月中旬、ついで7月下旬にブタの抗体上昇がみられ、1981年はイヌとブタの抗体上昇が8月中旬にみられ前年よりも1カ月遅れであった。このことは、1980年と1981年ではと畜場のブタの成績同様に保毒蚊の出現に1カ月の差があったことを示唆している。畜舎内のイヌあるいはブタの抗体陽転がみられた日から1～2週間前がウイルス出現日と推測され、このことは実験動物におけるJ E V感染実験結果において、イヌの抗体上昇が接種後9日目にみられ、現象的に

明確であり、抗体上昇時期による保毒蚊の出現予測と、後述する畜舎内捕集蚊からのウイルス分離成績は、よく一致していた。

イヌ、ブタ以外の供試動物の両年における抗体変動をみると、ウシ、ニワトリでは両年ともほぼ同じ時期であり、前年には、抗体陽転のみられなかったウサギ、マウスが後年では9月中旬に陽転しており、このことは、1980年は7月上旬から8月中旬の期間に保毒蚊の数的密度が高く早期のウイルス散布があり、1981年は両年のイヌやブタの抗体陽転時期に約1カ月の差がみられるようにウイルス散布は遅延型を示したものである。著者の行った1畜舎に多種類の動物を飼育した調査報告は他にみられず比較することはできないが、黒木ら〔42〕は、同じ地区で飼育されているウマ、ブタ、ウシ等についてH I抗体を調査した結果、畜種による陽転時期にあまり差がなかったと報告しており、著者の成績と異なるが、黒木らの報告した1畜舎1種類の動物飼育の場合、それぞれの畜舎内の蚊の吸血はその動物に集中し、真の感受性差が現われ難く、各畜舎内動物の陽転時期がほぼ同じになることが推察される。

1981年に調査した保健所に集められたイヌのH I抗体保有率の推移を、同年のと畜場のブタの成績と比較すると (Table 7, Table 8, Fig. 10, Fig. 13), 7月下旬検出されたブタの35%のH I抗体は前年の越夏抗体であったのに対し、同期におけるイヌの保有率は31.3% (5/16) で、このうち2ME感受性抗体は40% (2/5) であった。

8月下旬にはブタの保有率は20% (4/20) で、このうち2ME感受性抗体は75% (3/4) であり、同期におけるイヌの保有率は45.8% (11/24) で、このうち2ME感受性抗体は81.8% (9/11) で、ブタ同様の早期上昇型を示し、このことは、岩国市と畜場のブタの2ME感受性抗体と、岩国保健所のイヌの2ME感受性抗体が、8月下旬の同期に上昇していることから明確である。近年、食肉流通機構の変化により、山口県においては他県の大と畜場に移送されるブタが多く、県内と畜場からのブタの血液の入手が困難となっており、1981年は岩国と畜場のみ調査したが、ブタ同様にイヌもJ E V汚染指標動物として利用できることが判明した。大城ら〔76〕は、兵庫県のイヌの2ME感受性抗体を調査し、7月25.0%, 8月30.4%であり、夏期における幼犬のJ E V感染がかなりあることを報告している。また、IMAIら〔21〕も夏期における犬が高い保有率を示し、抗体価の最高値は160倍であったと報告している。著者の成績は、三田村〔53〕、緒方ら〔68〕の成績とほぼ一致しており、現今においてもイヌのJ E V汚染が広範囲であることが解明された。また、山口保健所と岩国保健所のイヌの保有率を比較すると、山口のイヌの抗体保有率の上昇が早期で岩国では遅く、と畜場のブタ同様の北進現象がみられた。このように、イヌは著者の行った調査対象の供試動物のうち、ブタ及び後述するイノシシについて高い感受性を示し、緒方ら〔69〕、友永ら〔125〕もイヌはヒトの住居に比較的近い距離に多くのことが多く、その役割について注目に値すると報告していることに共感を覚える。

つぎに、イヌのviremiaの可能性であるが、六反田〔96〕や大谷〔91〕によれば、ウイルスが侵入した局所とそのウイルスによる特有のtarget organ とが離れている場合、血流による体内伝播が最も可能性が高く、最初に脳以外の末梢組織でウイルスの増殖が起り、ついでウイルスが血中に出て脳に達するという、即ちウイルス侵入→脳外増殖→ウイルス血症→脳内増殖→脳炎の過程がみられ、コガタアカイエカ1回の吸血によるJ E V注入量を $10^4$  MLD 50とした場合〔91, 123〕発症阻止には少量ではあるが一定限度の抗体量が血中に必要であり、発症阻止と血中抗体価は強い相関があると報告している。このことは、viremia の程度と抗体価の相関を示唆するもので、現在までにviremia が報告されているブタやゴイサギなどと同じように、高い抗体価を示す動物は、viremiaがあっても発病を阻止しているものと思われる。著者のイヌの感染実験では、不顕性で高い抗体価と非化膿性脳炎像がみられ、畜舎内におけるイヌの調査でも、不顕性で早期の抗体上昇とブタについて高い抗体価を示し、保健所に集められたイヌの抗体調査では夏期に高い保有率がみられ、さらに犬舎においては捕集蚊の約半数がイヌを吸血していることなどから、イヌもviremia を発現することが現象的に考えられるが実証は得られなかった。

今回調査した哺乳犬32個体 (Table 9) は全て抗体を保有しておらず、河合や村松の免疫学書によれば、イヌの母子間の抗体移行はある程度は胎盤通過によりおこるが大部分は母乳 (初乳) による移入で、消化管による抗体吸収の継続期間はごく短時間、あるいは10日と記載されているが、著者の成績では抗体が80倍の親イヌから出生

した子イヌは、授乳前の出生直後及び授乳10日後においても抗体価は10倍以下であり、J E Vに対するイヌの母子間の抗体移行は、親の抗体価がhigh level でないと子イヌに移行しないことが判明した。(Table 10) ネコの調査成績は、前述したイヌに比較してH I 抗体の保有率及び保有抗体価のいずれも低く感受性の低い運動と思われ、J E Vの伝播経路においてはあまり重要な動物ではないことが示唆された。

つぎに、野生鳥獣の抗体保有状況であるが、イノシシの抗体保有率が100%で抗体価も160~640倍と高くブタ同様有蹄類であり注目される。(Table 12, Table 13) しかし緒方ら〔73〕は、兵庫県で採捕したイノシシ72個体について調査した結果、抗体保有率は50%で抗体価の最高は80倍であったと報告しており、著者の成績に一致しない。この原因は、イノシシの個体差、採捕季節や環境条件の相違等による保毒蚊の密度差等々によるものであろう。野鳥類の成績のうち、大型鳥獣のキジ、ヤマドリについては、工藤ら〔43〕の成績の66.7%及び53.9%にほぼ一致するが、工藤らはカモ類については抗体が陰性であったと報告しており、著者の40%と大差がある。例数も少なく適確なことはいえないが、北方系の渡り鳥であるカモが、山口県に9月上旬すでに飛来していることは著者も確認しており、山口県ではJ E Vの活動期にカモ類が飛来するので感染の機会があると思われる。これに対し、工藤らの報告した岩手県では、カモの生息時期とJ E V活動期にズレがあることが考えられ、渡り鳥を指標とした地方別J E V散布期間を知る方法として興味ある問題である。スズメの抗体保有率については、工藤ら〔44〕や緒方ら〔68〕の0%、HAMMONら〔15〕の20%の報告があり、著者の成績では3.9% (4/102)で、陽性を示した4個体のうち1個体は抗体価40倍で2ME感受性抗体であった。

このことは、大群で集団行動を営むスズメのJ E V感染が、ヒトの世界の患者発生様式に似た偶発的な現象であることが考えられ、J E V伝播サイクル外の鳥獣であることが示唆されるが、三田村〔54〕はスズメもJ E V感染時に高度なviremiaを起すと報告している。供試したゴイサギ3個体は全て抗体を保有しており、BUESCHERら〔3〕、北岡〔36〕、緒方ら〔71〕の成績に一致する。著者のカラス及びハトの成績は、HAMMON〔15〕のカラス4.9%、ハト0%の報告と大差がみられ、今後検討を要するが工藤ら〔43〕の33.3%にほぼ一致している。

S. P. CHUNIKHINら〔110〕は、実験的にハトはJ E V接種後39日間J E Vが分離され、H I抗体は10日~14日が最高であったと報告しており、自然界においてもかなり長期間viremiaを呈することが示唆される。著者のクマネズミの成績は0% (0/5)であり、山田ら〔134〕、緒方ら〔68〕の報告に一致しSCHERER〔103〕は2.9%の抗体保有率を報告しているがマウスに比較して感受性の低い動物と思われる。ヘビは冬期におけるReservoirとしての可能性を重要視されているが著者の成績では0% (0/5)であり、MIFUNEら〔61〕は2%であったと報告しているが、真にH I抗体であるか否かの検討を要すと附記している。大谷ら〔88〕によると、実験的に11月にJ E Vを接種したカナヘビが翌年4月にviremiaを発現することを証明しており、冷血動物によるJ E V越冬の可能性を報告している。

著者の成績を、供試野生鳥獣の棲息環境別に検討すると、イノシシ、タヌキ、ゴイサギ、キジ、ヤマドリ及びカモ等比較的大型或は地表において休息する鳥獣は保有率が高く、スズメ、ハト及びカラス等小型或は樹上等で休息する鳥類は保有率が低く、ヘビ及びクマネズミ等では抗体を保有しておらず、蚊に咬刺吸血される頻度に差があることが示唆される。自然動物園のアメリカクロクマ7頭は全て抗体を保有しており、日本に輸入されてからの5年の間に感染したものと思われ、J E Vが出現する地方の日本のクマも自然界において汚染されていることが示唆される。ヒヨドリ、イタチ、ノウサギ及びタヌキについては例数も少なく、考察することは無意味であるが、これらの動物も抗体を保有することが判明し、J E Vの広い宿主域が覗かれる。

つぎに、供試野生鳥獣の抗体価であるが、鳥獣の種類別最高値は、イノシシ640倍、ゴイサギ160倍、カラス、キジ及びヤマドリ80倍、タヌキ80倍、アメリカクロクマ40倍、ハト40倍、ヒヨドリ及びイタチ10倍であり、イノシシ及びゴイサギの抗体価が高く、いずれもviremiaを起すことが示唆されたが、ゴイサギについては、BUESCHERら〔3〕緒方ら〔71〕の320~1,280倍より著者の成績は低い傾向を示した。これら野生鳥獣から直接J E V分離を行った報告はみられないが、田淵ら〔116〕は、北方系の渡り鳥であるアオジ、カシラダカに寄生するシラミバエからJ E Vを分離している。シラミバエは、南方系の渡り鳥であるイワツバメにも多く寄生しており、ヒトの患者の発生がみられるソビエト〔92〕、韓国〔130〕、中華民国〔131〕及びインド〔93〕等アジア諸国

[58] の地理的条件を考えると、渡り鳥による J E V 導入源の根拠として注目される。このような野生鳥獣に対する調査の重要性については、HAYASHI ら [17]、北岡 [37]、緒方ら [68]、OYA ら [89] も指摘しており、バーネットの動物ウイルス学書によれば、J E はもともと鳥類の病気であると記載されている。このように J E V 感受性動物について多くの報告があるにもかかわらず、現今における J E V 伝播サイクルはいわゆる Pig-Mosquito Cycle が基本型式となり、他の動物に対する Amplifier 或は Reservoir としての知見に乏しい。Table 17, Fig. 19 に示すごとく、ヒトの世界に常に大きな流行のあった 1964 年当時と、患者発生が少ない 1980 年の J E V 感受性動物の飼育頭数を比較すると、ブタ、ニワトリが増加し、他の動物は全て著しく減少し、イヌについても、登録頭数は増加しているが、徘徊犬（野犬）を含めると、近年の畜犬指導の成果により、その数は減少している。最近橋村ら [19] は、鹿児島県でブタの顕性感染を報告し、山口県においてもと畜場に搬入されるブタは前述のごとく、毎年高率に J E V に感染しており、多頭集中飼育化された現在においても、蚊の数的密度の高い大規模豚舎の周囲で媒介蚊の飛来可能な場所では、ヒトの患者発生があつて然りであるが、このような報告はみられない。上田ら [127] は、山口県内のブタの J E ワクチン接種は 4 月～5 月に実施され、抗体価は 3 週～4 週間で最高となり 3 か月後では 10～20 倍に低下し、夏期に感染の有りうることを報告している。

大谷ら [90] は群馬県において、ワクチン接種実験地区と非接種地区の保毒蚊の出現時期にあまり差のないことを報告し、ブタ以外の動物も Amplifier になりうることを示唆している。渡辺 [129] によれば、九州山間部の孤立した部落で、ウシとヒトのみ住んでいる場所でヒトの患者発生例が数件あり、時と場所により、ブタ以外の Amplifier が存在する可能性を指摘しており、長崎県においては、ブタの飼育のみられない市街地に居住し、外部とあまり接触のない乳児 4 名の患者発生 [13] もみられる。このような事実から最も高い感受性を示すブタ以外に Amplifier 或は Reservoir となりうるものとして、県内推定棲息数 1 2, 0 0 0 頭といわれるイノシシをはじめ他の野生鳥獣、人に身近な動物でしかも高い感受性を示すイヌ等についても、ヒトの患者発生との関連において究明されるべき点が多く注目すべきことである。

### 3) コガタアカイエカの消長と周辺動物の感染状況の調査について

野外における 1980 年と 1981 年の捕集蚊数を比較してみると (Fig. 14), 前年がシグモイド型減少で後年は直線型減少であり、両年の平均気温と日照率の比較では後年がはるかに高く、降雨量は前年が多い値を示しているが、両年とも受精卵や幼虫が流失するほどの大雨はみられず、産卵場所が拡大するため降雨量の多い前年が、蚊の発生に有利であったと推測される。1978 年から 1981 年の経過と共に、7 月、8 月の野外捕集蚊数が減少傾向を示すことは、捕集地の気象条件、環境要因にもあまり有意な関係はみられないが、天敵（水棲、陸棲）の増加等によるのかもしれない。

蚊の天敵について MOGI ら [62] は、捕食性天敵の密度が高い場合は蚊の羽化率は低く、天敵除去地区では蚊の生存率は顕著に高くなると報告している。WADA ら [128] は、産卵後の卵は気温が 16°C 以下ではほとんど発育せず 16°C 以上では気温の上昇と共に発育が早まると報告しており、著者が調査した 1980 年、1981 年の気象は、これらの条件の範囲内であった。

1980 年と 1981 年の畜舎内捕集蚊を比較してみると (Fig. 15, Fig. 16), 前年では調査開始時の 7 月上旬すでに、 $10^4$  個体の捕集蚊数で、後年では  $10^2$  個体と少なく、蚊の活動が終息する 9 月下旬では、前年はほとんど捕集されず後年では  $10^3$  個体の蚊が捕集され、1 夜当りの平均捕集蚊数の最高値にも 1 か月の差がみられることから、1980 年は早期発生早期終息型であり、1981 年は遅延型を示している。

また、1980 年と 1981 年の捕集蚊の吸血率を比較してみると (Table 14, Table 15), 前年は後年よりも各月とも約 10% 高い値を示している。

MOGI ら [63] によれば、蚊体内の卵が成熟卵になる数は吸血量に比例すると報告しており、三田村ら [57]、高橋ら [121 - 122]、山本 [135] は保毒蚊の感染能力の発現は保毒後 1 週間前後で、最適温度は 25°C から 32°C であり、感染能力は蚊の終生持続すると報告しており、この温度条件が媒介蚊の唾液腺中の J E V が最も高濃度であることが考えられ、前述した成績からみても 1980 年は蚊の交尾繁殖も旺盛であり数的密度も高く、J E V 媒介伝播も早期且活発であったことが示唆される。ちなみに、蚊からの J E V 分離は 1980 年は 7 月 10 日、1981 年

は8月16日で約1か月の差があり、山口県内のJE患者は前年に3名、後年は発生がみられなかった。

畜舎周囲の稲作田における農薬散布は、7月上旬から8月中旬まではイモチ病予防等の殺菌剤が主体で、8月中旬から9月下旬はウシカ類防除の殺虫剤が主体をなし、1980年は低温多雨のため農薬散布回数も多く、捕集蚊数、吸血率に影響がみられ、1981年は散布回数が少なく有意でない。

1981年の犬舎における捕集蚊数は、気温に最も強く影響を受け、気温の高低は捕集蚊数の増減によく一致したが、吸血率は各月ともに50%前後と一定し、気温にあまり影響を受けないでイヌを吸血している。(Fig.17)

中村ら〔66〕は、畜舎内の吸血源動物が異なると吸血率に差があることを報告しており、著者の成績も畜舎と犬舎では供試動物の種類や個体数が異なり吸血率に大差が見られる。

つぎに、1980年実施した畜舎内捕集蚊の吸血源の調査では(Table 16)、ほとんどの蚊がウシとブタを吸血していることが明らかになった。ウシ2頭を例にその吸血蚊数(1夜当りの全吸血蚊数×72.5%)を計算すると、7月1夜当り19,450個体となる。唐木〔30〕、TAKAHASHIら〔123〕の報告から、蚊1個体が平均2mgの吸血量とすれば、1か月に約1.2Lの吸血量となり、ウシの苦痛、畜主の経済的損失も大きいものと思われる。ともあれ、動物の種類により、その吸血蚊数は相違しており、体表面積も考慮すべきではあるが、蚊の吸血に嗜好性があることが示唆された。TENPELISら〔124〕は、野外捕集吸血蚊の吸血源動物を沈降素法で調査し、ブタに対する嗜好性を報告し、同じ方法で石田ら〔22〕は、ウシとブタに対する嗜好性を報告しており、唐木ら〔31〕は、養豚場の吸血源動物は97%がブタで、3%は他の動物であったと報告している。著者はこれらの報告と異なり同一畜舎内に各種動物を集中飼育して、畜舎侵入蚊が供試動物を自由に選択吸血できる状態にして吸血源を調査し比較検討して見たが、その結果はウシを多く吸血しており、蚊の吸血パターンは蚊の密度、吸血源動物の種類、その体表面積、個体数等々により異なることが示唆された。EDMAN〔8〕によれば、蚊の吸血源動物は夏から秋には哺乳類に高く、冬から春では鳥類に高いと報告しており、JEV活動休止期の冬期における鳥類が、Reservoirである可能性も否定できないであろう。

犬舎における蚊の吸血源調査では、やはりイヌが96.9%と最も多く、3.1%は畜舎のウシを吸血していたが、SUENAGAら〔111〕は、アカイエカがイヌをよく吸血し、再びヒトを吸血することがしばしばあると報告している。前述した3.1%の吸血源動物は、犬舎から200m離れて位置する畜舎内のウシを吸血した後、犬舎に飛来したものと推測されるが、蚊の飛翔距離は500m或は2kmから4kmとも報告〔32, 64〕されており、海上では海岸より50km離れて捕集された報告〔18〕もあり、その行動範囲は環境条件により大きく異なり推測は非常に困難と思われる。

## V 総 括

1) JEV感染実験においては、マウスのみが臨床症状の発現をみたが、顕性、不顕性にかかわらず病理組織像は非化膿性脳炎像を呈し、いずれの供試動物にも有意の抗体上昇がみられ、供試動物のうち最も高い抗体価を示すイヌについては、JEVに対する感受性の高い動物であることが示唆された。

2) と畜場におけるブタの抗体調査では、流行当時に報告された多くの先人の成績に一致した、高い感受性が覗われたが、山口県におけるブタによるJE流行予測は、北部の岩国市と畜場のブタの成績のみでは、山口県全域のJEV汚染推定の指標となり難いことが明らかになった。

3) 同一畜舎内における各種動物の自然感染調査では、供試動物には種類別による明確なJEV感受性差があるが、全ての供試動物がJEV活動期に感染することが判明し、イヌがブタ同様ウイルス活動期の夏期に早期感染型を示し、ブタについて高い抗体価を保有することが明確となった。

4) 保健所に集められたイヌの抗体調査では、と畜場のブタ同様のJEV活動期における早期の感染と高い抗体保有率を示し、ブタ血液の入手困難な山口県における現況では、イヌ血液によるJEの流行予測も可能であることが明らかになった。また、出生後間もない子イヌは親イヌからの移行抗体に依存しているが、親の抗体価がhigh levelでないと初乳を介して移行しないものと思われ、出生直後からJEV感染のありうることが判明した。

5) 野生鳥獣の抗体調査では、自然界における J E V の侵淫が現在も広範囲であることが確認された。また、高い抗体価を示すイノシシの Amplifier としての可能性が示唆された。

6) 野外における蚊の調査では、捕集蚊数が過去 4 年間の年次経過と共に減少する傾向を示すことが明らかになった。

7) 畜舎内における蚊の吸血源の調査では、それぞれの供試動物に対する蚊の吸血嗜好性が判明し、同一畜舎内ではウシ、ブタ等の大型動物に吸血が集中し、犬舎のように 1 畜舎 1 種類の動物飼育では、蚊の吸血はその動物に集中し、犬舎で捕集された蚊の約半数がイヌを吸血していることが明らかになった。

8) 1980年と1981年の調査成績を年度別に比較すると、前年が後年よりも約 1 か月 J E V の出現、伝播が早期であったことで、あらゆる成績が一致した。

以上の成績から、現在も流行時と変わらない自然界での J E V の活動がみられる。夏期におけるこのウイルスの出現期日は、先人の報告と大差がないにもかかわらずヒトの患者は減少しているが、この要因を今回行った調査の範囲内で考察すれば、ブタとニワトリ以外の感受性動物の絶体数の減少および保毒蚊の数的密度の低下が第 1 義的に挙げられる。

現今、J E V の自然界における伝播サイクルの究明は、最も困難な研究として残されており、ヒトの患者の減少傾向に比較して、自然界における J E V の侵淫は広範囲であることが今回の調査で明らかになった。このことは、ヒトの J E 免疫力が低下した場合は大流行することも考えられ、患者の減少した現今においてこそ、ヒトに身近な動物でブタ同様に高い感受性を示すイヌについて Dog - Mosquito Cycle の存在を考慮すべきである。

また、ブタと同様に有蹄類で高い感受性を示すイノシシ、その他の種々の鳥獣についても、自然界における J E V 伝播サイクル内で Amplifier 或は Reservoir としての役割をしているか、即ち X - Mosquito Cycle の可能性について、今後獣医学的観点から基礎的研究を十分に蓄積し、このウイルスに対するさらに詳細な疫学的観察を行うことが必要であると思料する。

(論文の要旨については、第16回、第17回、第18回九州・山口地区日本脳炎研究会にて講演し、山口獣医学雑誌および獣医畜産新報に発表した)

稿を終わるに臨み、論文の御校閲を賜った麻布大学家畜病理学教室斎藤保二教授ならびに御指導いただいた田淵清教授、清水武彦教授に深甚の謝意を表します。また、御助言いただいた山口県衛生研究所田中一成博士、山県宏博士、御協力いただいた関係保健所、大日本猟友会山口県支部の方々に心からお礼申し上げます。

## 文 献

- (1) BUESCHER, E.L., SCHERER, W.F., GROSSBERG, S.E., et al. : Immunologic studies of Japanese Encephalitis Virus in Japan. Antibody Responses following Overt Infection of Man, *J. Immunol.*, 83, 582-593 (1959).
- (2) BUESCHER, E.L., SCHERER, W.F. : Ecologic studies of Japanese Encephalitis Virus in Japan. Epidemiologic Correlations and conclusions, *Am. J. Trop. Med. Hyg.*, 8, 719-722 (1959).
- (3) BUESCHER, E.L., SCHERER, W.F., McCLURE, H.E., et al. : Ecologic studies of Japanese Encephalitis Virus in Japan. Avian Infection, *Am. J. Trop. Med. Hyg.*, 8, 678-688 (1959).
- (4) BUESCHER, E.L., SCHERER, W.F., ROSENBERG, M.Z., et al. : Immunologic studies of Japanese Encephalitis Virus in Japan. Infection and Antibody Responses of Birds, *J. Immunol.*, 83, 605-613 (1959).
- (5) BUESCHER, E.L., SCHERER, W.F., ROSENBERG, M.Z. : Immunologic studies of Japanese Encephalitis Virus in Japan. Maternal Antibody in Birds, *J. Immunol.*, 83, 614-619 (1959).
- (6) CLARKE, D.H., CASALS, J. : Techniques for Hemagglutination and hemagglutination-inhibition with arthropod-borne virus. *Am. J. Trop. Med. Hyg.*, 7, 561-573 (1958).
- (7) DOI, R., OYA, A., SASA, M. : Susceptibility of the eizards to Japanese encephalitis virus. The 16th Ann. Meet. *Jap. Virol.*, 32 (1968).
- (8) EDMAN, J.D., TAYLOR, D.J. : *Culex migripalpus* Seasonal Shift in the Bird-Mammal Feeding Ratio in a Mosquito Vector of Human Encephalitis. *Science*, 161, 67-68 (1968).
- (9) 遠藤好喜, 我妻 仁, 日下君子ほか: プタ血中HI抗体より見た日本脳炎の流行予測について, 第22回日本公衆衛生学会総会演説要旨, 86 (1965).
- (10) 福見秀雄, 三舟求真人, 七条明久: 日本脳炎ウイルスの生態学的研究. 長崎大学熱帯医学研究所年次要覧, 昭和42年度版, 13 (1967).
- (11) 藤崎優次郎, 杉森 正, 守本富昭ほか: 日本脳炎ウイルスによるマウスの実験的胎児感染. *日本獣医学雑誌*, 31, 50-51 (1969).
- (12) 林 道倫: 流行性脳炎. *日新治療*, 218, 5 (1934).
- (13) 東 房一, 一瀬英親, 松尾礼三ほか: 昭和54年, 長崎県における日本脳炎の疫学的調査. 長崎県衛生公害研究所報, 昭和54年度版, 90-95 (1979).
- (14) 林 薫, 三舟求真人, 松尾幸子: 日本における日本脳炎ウイルスの生態, 特に流行閉期の調査結果に基く考



- 察. 熱帯医学, 20 (2), 81-96 (1978).
- [15] HAMON, W.M., SATHER, G.E., McCLURE, H.E. : Serologic survey of Japanese B Encephalitis Virus Infection in Birds in Japan. *Am. J. Hyg.*, 67, 118-133 (1958).
- [16] HAYASHI, K., MIFUNE, K., SHICHIJO, A., et al. : Ecological studies on Japanese encephalitis virus. Isolation of Japanese encephalitis virus from mosquitoes. *Endem. Dis. Bull. NAGASAKI Univ.*, 8(2), 61-73 (1966).
- [17] HAYASHI, K., MIFUNE, K., SHICHIJO, A. : Problems on Overwintering of Japanese Encephalitis Virus in Japan. *Endem. Dis. Bull. NAGASAKI Univ.*, 7(2), 99-106 (1965).
- [18] HAYASHI, K., MIFUNE, K., SHICHIJO, A., et al. : Ecology of Japanese Encephalitis Virus in Japan. The results of investigation in AMAMI island, southern part of Japan, from 1973 to 1975. *Trop. Med.*, 17(3), 129-142 (1975).
- [19] 橋村兼次, 上宮田正己, 赤崎正武ほか: 野外における日本脳炎ウイルスによる豚の精巢感染. *日獣師会誌*, 34, 314-319 (1981).
- [20] HOLSTEIN, M. : Preparation and reduction in time of using precipitin sera for detecting ingested blood of insects. *Acta. Tropica. Basle.*, 5, 306-326 (1948).
- [21] IMAI, N., TABUCHI, K., HIGA, J. et al: Incidence of Japanese Encephalitis Virus in Dogs: A Serological Survey. *Bll. of Azabu Vet. Coll.*, 18, 15-21 (1968).
- [22] 石田名香雄, 白地良一, 山本 仁ほか: 日本脳炎を媒介するコガタアカイエカの吸血源の解析. *最新医学*, 24 (8), 1750 - 1755 (1969).
- [23] 石田名香雄, 山本 仁, 今野二郎ほか: 日本脳炎の疫学. *日本細菌学雑誌*, 24, 273-387 (1969).
- [24] 石田名香雄, 山本 仁, 遠藤好喜ほか: 日本脳炎の疫学. *日本細菌学雑誌*, 31, 375-386 (1976).
- [25] 伊藤寿美子, 中村 央, 吉田政弘: コガタアカイエカの越冬について. *衛生動物*, 19, 112 (1968).
- [26] 岩佐成明, 近藤平一郎: 徳島県において過去10か年間に発生した日本脳炎患者の臨床的・疫学的観察. *徳島県衛研年報*, 13, 85-94 (1974).
- [27] 草野信男: 日本脳炎の感染病理. 日本脳炎ウイルスに関する研究, *ウイルス*, 15 (4), 117 (1965).
- [28] 笠原四郎, 上田守長, 浜野麓一郎ほか: 流行性脳炎の実験的研究 (2). *北里実験医学*, 13, 248-268 (1936).
- [29] 川島秀雄, 三船亮介: 馬日本脳炎ウイルスの鶏感染試験. *家衛試研究報告*, 22, 181-196 (1949).
- [30] 唐木利朗, 前田 理: 吸血蚊による日本脳炎 H I 抗体測定, *医学のあゆみ*, 65 (11), 582-586 (1968).
- [31] 唐木利朗, 佐々木 修, 黒田晃生ほか: 日本脳炎ウイルスのリザーバーに関する研究. *京都市衛研年報*, 45, 88-89 (1977)

- [32] 上本基一, 竹村邦夫, 近藤三郎: 記号放逐によるコガタアカイエカの分散調査. 京都市衛研年報, 34, 88—91 (1969).
- [33] 金子順一, 松山繁夫, 山下貢司: 諸種の実験動物に於ける日本脳炎の比較病理に関する研究. 日本脳炎ウイルスに関する研究, ウイルス, 15 (4), 120—121 (1965).
- [34] 北岡正見: 日本脳炎の流行病学に就て. 日本医事新報, 1067, 5—7 (1948).
- [35] 北岡正見, 三浦悌二, 緒方隆幸: アカイエカの一斉羽化について. 医学と生物学, 20 (3) 93—95 (1951).
- [36] 北岡正見, 大久保 薫, 三浦悌二ほか: サギ類と日本脳炎ウイルスとの関係. 日本細菌学雑誌, 7, 525—527 (1952).
- [37] 北岡正見: 日本脳炎に就て解決すべき二三の問題. 日本医学会17回総会学術講演要旨, 2, 476—480 (1967).
- [38] 厚生省公衆衛生局保健情報課: 日本脳炎. 伝染病流行予測調査術式, 74—79, 厚生省 (1975).
- [39] KOBAYASHI, R., ANDO, K., TOYAMA, Y., et al.: On susceptibility of Japanese Wild Birds for Japanese B Encephalitis Virus. The Japanese Medical Journal, 1(4), 282—288 (1948).
- [40] 小林正美, 亀岡洋裕, 今井由紀子: 老令マウスの日本脳炎ウイルスに対する感受性. アルボウイルスに関する研究, 国立予研年報, 昭和54年版, (112—113) (1980).
- [41] 黒田晃生, 佐々木 修, 唐木利朗ほか: 日本脳炎ウイルスの越冬に関する研究特にカエル類の役割について. 京都市衛研年報, 昭和41年度版, (65—66) (1975).
- [42] 黒木 洋, 林 重美: 南九州における日本脳炎流行の様相について. 日獣師会誌, 22 (5), 423—429 (1969).
- [43] 工藤啓子, 谷藤勝雄, 中野 弥: と殺豚及び山奥の放牧牛馬と野鳥の日本脳炎H I 抗体保有状況. 岩手県衛研年報, 昭和41年度版, 6—10 (1966).
- [44] 工藤啓子, 谷藤勝雄, 中野 弥: 哺乳動物および鳥類のH I 抗体について. 岩手県衛研年報, 昭和42年度版, 6—13 (1967).
- [45] 今野二郎, 遠藤好喜, 我妻 仁ほか: 日本脳炎の疫学, 医学のあゆみ, 53, 113—118 (1965).
- [46] KONO, J., ENDO, K., AGATSUMA, H. et al.: Cyclic outbreak of Japanese encephalitis among pig and humans. Am. J. Epid., 84, 292—300 (1966).
- [47] LAMOTTE, L. C. : Japanese B encephalitis virus in the organs of infected mosquitoes. Am. J. Hyg., 72, 73—87 (1960).
- [48] 牧野 慧: 日本脳炎ワクチン. 北里メディカルニュース, 22 (8), 2551—2556 (1975).
- [49] 松本 稔: ウイルス病の病学における人と動物の役割. ウイルス, 17 (3), 143—147 (1967).
- [50] 三田村篤志郎: 流行性脳炎の病理に関する研究. 医海時報, 2053号, 1—11 (1933).
- [51] 三田村篤志郎, 北岡正見, 森 和雄ほか: 自然界の蚊に於ける日本脳炎ウイルスの証明, 東京医事新誌, 3076, 820—824 (1938).
- [52] 三田村篤志郎: 昭和13年に於ける岡山市の蚊の季節的消長並びにその有毒性. 実験医学雑誌, 23, 344 (1939).
- [53] 三田村篤志郎: 流行性脳炎の感染経路に就て. 日独医学協定締結1周年記念講演集, 5—38 (1940).
- [54] 三田村篤志郎, 北岡正見, 森 和雄ほか: 健康人及び健康動物血液並びに口腔液からのウイルスの分離実験. 東京医事新誌, 3076, 779—789 (1938).
- [55] 三田村篤志郎, 北岡正見: 流行性脳炎の流行病学. 総合医学, 4, 253 (1947).
- [56] 三田村篤志郎, 羽里彦左衛門, 北岡正見ほか: 日本流行性脳炎の蚊に依る媒介に関する実験. 東京医事新誌, 3006, 3173—3176 (1936).
- [57] 三田村篤志郎, 北岡正見, 渡辺 漸ほか: 日本流行性脳炎ウイルスで感染せしめた蚊の伝播力に及ぼす飼育温度の影響について. 日本医学及健康保険, 3270, 23—26 (1942).

- (58) MITAMURA, T., KITAOKA, M., MIURA, T. : On the geographical distribution of Japanese B encephalitis in Far East Asia. Jap.M.J., 3, 257-264 (1950).
- (59) MIURA, T., KITAOKA, M. : Viruses isolated from bats in Japan. Arch.virol., 53, 281-286 (1973).
- (60) MIURA, T., SULKIN, S.E., TOYOKAWA, I. : Symposium on Arbovirus diseases, Animal vectors and reservoirs. Abstracts of Papers of the 11th Pacific Science Congress. 8 (1966).
- (61) MIFUNE, K., SHICHIJO, A., UEDA, Y. : Low Susceptibility of Common Snakes in Japan to Japanese Encephalitis Virus. Trop.Med., 11(1), 27-32, (1969).
- (62) MOGI, M., MORI, A., WADA, Y. : Survival Rates of Immature Stage of *Culex tritaeniorhynchus* (Diptera, Culicidae) in Rice Fields under Summer Cultivation. Trop. Med., 22(2), 111-126 (1980).
- (63) MOGI, M., WADA, Y., OMORI, N. : The follicular development of *Culex Tritaeniorhynchus summorosus* females after taking various amounts of blood in reference to feeding and oviposition activity. Trop.Med., 14(1), 55-63 (1972).
- (64) 中田吾一：生態学的に見た日本の蚊。第10回日本衛生動物学会西日本地方会講演要旨，11（1955）。
- (65) 中村惇治，中村 肇，竹原孝一：獣疫としての日本脳炎及びそのワクチンに関する研究。日本脳炎ウイルスに関する研究，ウイルス，15（4），122（1965）。
- (66) 中村 央，藤戸貞男：コガタアカイエカ，アカイエカ，シナハマダラカの吸血嗜好性に関する一資料。大阪府公害衛生研究所報，公衆衛生編，16，39-43（1979）。
- (67) 根津尚光：日本脳炎の血清疫学的考察。第22回日本公衆衛生学会総会演説要旨，86（1965）。
- (68) 緒方正名，長尾 寛，長谷川敬産ほか：哺乳類および留鳥，住民の日本脳炎血球凝集反応抑制抗体価。医学と生物学，74（3），149-154（1967）。
- (69) 緒方正名，長尾 寛，北村直次：イヌの日本脳炎血球凝集反応抑制抗体および2ME感受性抗体。医学と生物学，76(2)，67-70（1968）。
- (70) 緒方正名：日本脳炎の疫学的研究。岡山医学会雑誌，79（1-2別巻），67-84（1967）。
- (71) 緒方正名，長尾 寛，北村直次：サギの日本脳炎血球凝集抑制反応抗体価。医学と生物学，74（1），6-10（1967）。
- (72) 緒方隆幸，三浦悌二，江間 実ほか：マウスの日本脳炎感受性におよぼす加齢の影響。日衛誌，30（3），411-416（1975）。
- (73) 緒方隆幸，町田和彦，林 良博：野生イノシシのウイルス分離と血中抗体保有。国立予研年版，昭和47年度版，84（1973）。
- (74) 大仲三郎，船坂和彦：イヌの実験的日本脳炎の研究。日獣師会誌，19，148（1966）。
- (75) 大仲三郎，菅瀬造通：日本脳炎をうたがう犬の1症例について。日獣師会誌，19，417（1966）。
- (76) 大城俊彦，野田一男，井間 徹ほか：兵庫県における人および牛，豚，犬の日脳不顕性感染のHI抗体度数分布について。日本伝染病学会誌，40（5），167（1966）。

- [77] OTSUKA, S., MANAKO, K., KUNIHIRO, H., et al. : Studies on the effect of 2-mercaptoethanol on swine anti-sera against Japanese encephalitis virus. Jap. J. Bact., 21, 724-730 (1966).
- [78] OUCHTERONY, O. : Antigen antibody reactions in gels. Types of reactions in cordiated systems of diffusion. Acta Pathol. Microbiol. Scand., 32, 23-240 (1953).
- [79] OUCHTERONY, O. : Diffusion in gel methods for immunological analysis. Progressive in Allergy, 5, 1 (1958).
- [80] 大谷 明 : 日本脳炎ワクチン. 公衆衛生, 45 (10), 785 - 787 (1981).
- [81] 大谷 明 : アルボウイルス感染症に関する疫学の現段階. 公衆衛生, 26 (15), 265 - 272 (1962).
- [82] 大谷 明, 北岡正見 : 日本におけるアルボアニマルウイルス感染症の疫学. 医学生物学最近の展望, 483 - 495 (1960).
- [83] 大谷 明, 高橋三雄, 矢沢文男 : 旅鳥のアルボウイルス感染の調査. アルボウイルスに関する調査, 国立予研年報, 昭和47年度版, 81-82 (1973).
- [84] 大谷 明, 矢部貞雄, 土井陸雄 : 日本脳炎ウイルスの蚊による越冬調査. アルボウイルスに関する調査, 国立予研年報, 昭和54年度版, 111 (1980).
- [85] 大谷 明 : 近年の日本脳炎流行の動向. 日本公衛誌, 19 (2) 55-59 (1972).
- [86] 大谷 明 : 日本脳炎およびその関連疾患の血清診断方法について. 日本臨床, 18, 113 - 116 (1960).
- [87] 大谷 明, 奥野 剛 : 日本脳炎ウイルス. ウイルス実験学各論, 2版, 125 - 131, 丸善, 東京 (1969).
- [88] 大谷 明, 土井陸雄 : トカゲ類の日本脳炎感染に関する研究. 国立予研年報, 昭和44年度, 77-78 (1969).
- [89] OYA, A. : The Role of Mammals as Primary and Supplementary Host. Jap. J. Med. Sci. Biol., 20, 26-30 (1967).
- [90] 大谷 明 : J E V の野外生態に関する研究. 国立予研年報, 昭和39年度, 83-84 (1965)
- [91] 大谷 明 : 日本脳炎感染防禦における抗体の役割. ウイルス, 18 (3), 273 (1968).
- [92] PETRISHCHEVA, P. A. : Abstracts of Symposium on Arbovirus diseases, Animal vectors and reservoirs. The 11th Pacific Science Congress, 8 (1966).
- [93] RAO, T. R. : Vector control in Asia, Symposium on Arbovirus diseases, Animal vectors and reservoirs. J. J. Med. Sci. Biol., 20, 59-60 (1967).
- [94] REED, L. J., MUENCH, H. : A Simple method of estimating fifty per cent endpoints. Am. J. Hyg., 27, 493 (1938).
- [95] 六反田日南枝 : 日本脳炎ウイルスのマウスに於ける病原性に関する研究. ウイルス, 16 (6), 314 (1966).
- [96] 六反田日南枝 : 日本脳炎発病病理における VIREMIA の位置づけ. ウイルス, 18 (3), 269 - 273 (1968).
- [97] SABIN, A. B., BUESCHER, E. L. : Unique physicochemical properties of Japanese B encephalitis virus hemagglutinin. Proc. Soc. Exp. Biol. Med., 72, 224 (1950).
- [98] SABIN, A. B. : Search for virus of Japanese B Encephalitis in Various

Arthropods collected in Japan. Am.J.hyg.,51,36-62(1950).

- [ 99 ] SASA,M.,SABIN,A.B. :Ecological studies on the Mosquitoes of OKAYAMA in relation to the epidemiology of Japanese B Encephalitis. Am.J.Hyg., 51,21-35(1950).
- [100] SCHERER,W.F.,KITAOKA,M.,OKUNO,T.,et al. :Ecologic studies of Japanese Encephalitis Virus in Japan. Human Infection. Am.J.Trop.Med.Hyg.,8, 707-718(1959).
- [101] SCHERER,W.F.,MOYER,J.T.,IZUMI,I. :Ecologic studies of Japanese Encephalitis Virus in Japan. Swine Infection, Am.Trop.Med.Hyg.,8,698-706 (1959).
- [102] SCHERER,W.F.,MOYER,J.T.,IZUMI,I.,et al. :Immunologic studies of Japanese Encephalitis Virus in Japan. Maternal Antibody Responses and Viremia following Infection of Swine, J.Immunol.83,620-623(1959).
- [103] SCHERER,W.F.,BUESCHER,E.L.,SOUTMAN,C.M.,et al :Ecologic Studies of Japanese Encephalitis Virus in Japan. Survey for Infection of Wild Rodents. Am.J.Trop.Med.Hyg.,8,716-718(1959).
- [104] SEVER,J.L. :Application of a Microtechnique to Viral serological investigations. J.Immunol.,88,320-329(1962).
- [105] SHICHIJO,Y.,MIFUNE,K.,HAYASHI,K. :Ecological studies on Japanese Encephalitis Virus, Survey of virus dissemination in NAGASAKI area, Japan,in 1966 and 1967. Trop.Med.,10(3),168-180(1968).
- [106] 白木博次, 山本達也:日本脳炎の神経病理学的研究. 日本脳炎に関する研究, ウイルス, 15(4), 119 ~ 120 (1965)。
- [107] 城井尚義, 安藤啓三郎, 佐藤久蔵ほか:吾邦におけるウマの流行性脳炎の原因学的研究. 実験医学雑誌, 21, 1849 - 1856 (1937)。
- [108] 清水武彦, 望月 宏, 須川章夫ほか:日本脳炎ウイルスによる牛の自然感染例. 牛の日本脳炎の研究(1), 家衛試研究報告, 23, 111 - 118 (1951)。
- [109] 清水武彦, 川上善三:豚の流行性死産とくに日本脳炎との関係について. 家衛試研究報告, 22, 117-128 (1949)。
- [110] S. P. CHUNIKHIN, 高橋三雄, 武田久雄ほか:イエバトにおける日本脳炎長期感染. 国立予研年報, 昭和46年度版, 80 (1971)。
- [111] SUENAGA,O.,ITOH,T. :Relative Feeding Preferences of Mosquitoes for Man and Dogs. Trop.Med.,18(1),59-63(1976)。
- [112] 菅野正義, 松山繁夫, 山下貢司ほか:ヌードマウスの日本脳炎ウイルスに対する感染態度. 第27回日本ウ

- イルス学会総会演説要旨, 364 (1979) .
- [113] 佐藤武雄:沈降素価と沈降素とに関する研究. 社会医学雑誌, 517, 1—9 (1930) .
- [114] 田淵英一, 細田哲哉, 秋山 綽ほか:山羊日本脳炎について. 家衛試研究報告, 23, 165—185 (1951) .
- [115] 田淵英一, 細田哲哉, 秋山 綽ほか:青森県並岩手県下に於ける豚の流行性死産について. 家衛試研究報告, 22, 129—140 (1949) .
- [116] 田淵英一, 細田哲哉, 成田亮一:小型渡鳥の外部寄生虫の日本脳炎との関係について. 家衛試研究報告, 23, 93—102 (1951) .
- [117] 高橋克己, 松尾礼三, 熊 正昭:鶏の日本脳炎ウイルス感染調査. 日本細菌学雑誌, 22(4), 281 (1967) .
- [118] 高橋克己, 松尾礼三, 熊 正昭ほか:蚊による日本脳炎ウイルス越冬についての考察. 日本細菌学雑誌, 22(4), 280—281 (1967) .
- [119] 高橋克己, 松尾礼三, 熊 正昭:1965年長崎県における日本脳炎流行の疫学的研究. 長崎大学風土病紀要, 8(1), 8—17 (1966) .
- [120] 田村 弘, 石原智明, 松田良一ほか:ウサギ耳静脈における日本脳炎ウイルス増殖. 日本衛生学雑誌, 31(1), 261 (1976) .
- [121] 高橋三雄:日本脳炎媒介蚊の生態と生理. 日本医学会17回総会学術講演集, 464—465 (1967) .
- [122] TAKAHASHI, M., SUZUKI, K. :Japanese Encephalitis Virus in Mosquito salivary glands. *Am. J. Med. Hyg.*, 28(1), 122—135 (1979) .
- [123] TAKAHASHI, M. :Variation in susceptibility among colony strains of *Culex tritaeniorhynchus* to Japanese Encephalitis Virus Infection. *Jap. J. Med. Sci.*, 33, 321—329 (1980) .
- [124] TEMPELIS, C. H., LOFY, M. F. :A modified precipitin method for identification of Mosquito Blood-Meals. *Am. J. Trop. Med. Hyg.*, 2, 825—831 (1963) .
- [125] 友永純亮, 楠木五郎, 高原 勲ほか:福岡市のイヌにおける日本脳炎赤血球凝集抑制抗体の保有状況について. 日獣師会誌, 20, 558 (1967) .
- [126] 利岡静一:吸血蚊の沈降反応検査に就て. 衛生動物, 2(3), 70—71 (1951) .
- [127] 上田正士:日本脳炎ウイルスに起因する豚の異常産対策について. 山口獣医学雑誌, 3, 1—6 (1976) .
- [128] WADA, Y., OMORI, N. :Ecology of Vector Mosquitoes of Japanese Encephalitis, Especially of *Culex tritaeniorhynchus summorosus*. *Trop. Med.*, 13(4), 193—199 (1971) .
- [129] 渡辺守松:第17回日本ウイルス学会総会記録. ウイルス, 20(3), 13—14 (1970) .
- [130] WANG, L. H. :Symposium on Arbovirus diseases, Animal vectors and reservoirs. Abstracts of Papers of the 11th Pacific Science Congress, 8 (1966) .
- [131] WEI, H. Y., HSU, T. C., HUANG, C. T., et al. :Symposium on Arbovirus diseases, Animal vectors and reservoirs. Abstracts of Papers of the 11th Pacific Science Congress, 8 (1966) .
- [132] WEITZ, B., BUXTON, P. A. :The rate of digestion of blood meals of various haematophagous arthropods determined by the precipitin test. *Bull. Ent. Resear.*, 44(3), 445—450 (1953) .
- [133] 山本脩太郎, 椿原彦吉, 吉田 孝ほか:牛の日本脳炎について. 家衛試研究報告, 22, 197—203 (1949) .

- [134] 山田堅一郎, 橋本信夫, 金光正次: 北海道における日本脳炎の疫学的研究. ウイルス, 22 (1-2), 38-47 (1972).
- [135] 山本英穂: 日本脳炎媒介蚊の出現消長と汚染との関係およびヒト流行への影響. 医学のあゆみ, 65, 239-244 (1968).
- [136] YAMAMOTO, H., ISHIDA, N., AKIYAMA, K., et al.: Epidemiological analyses of Japanese Encephalitis Virus spread from Mosquitoes to Pigs through 5 years. Jap. J. Med. Sci., 23, 75-85 (1970).

# 日本脳炎の疫学的研究

論文中の図および表

FIG. I----FIG. I9

・ TABLE I----TABLE I7



FIG. 1. 年次別日本脳炎患者発生状況

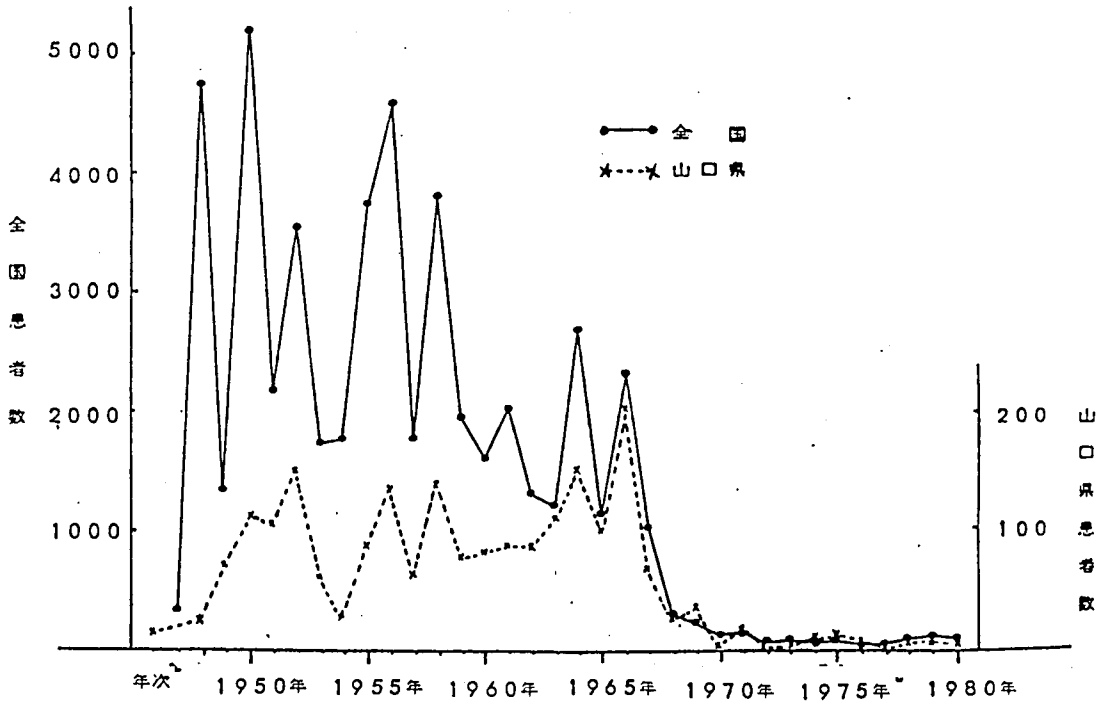


FIG. 2 日本脳炎に関する調査地域

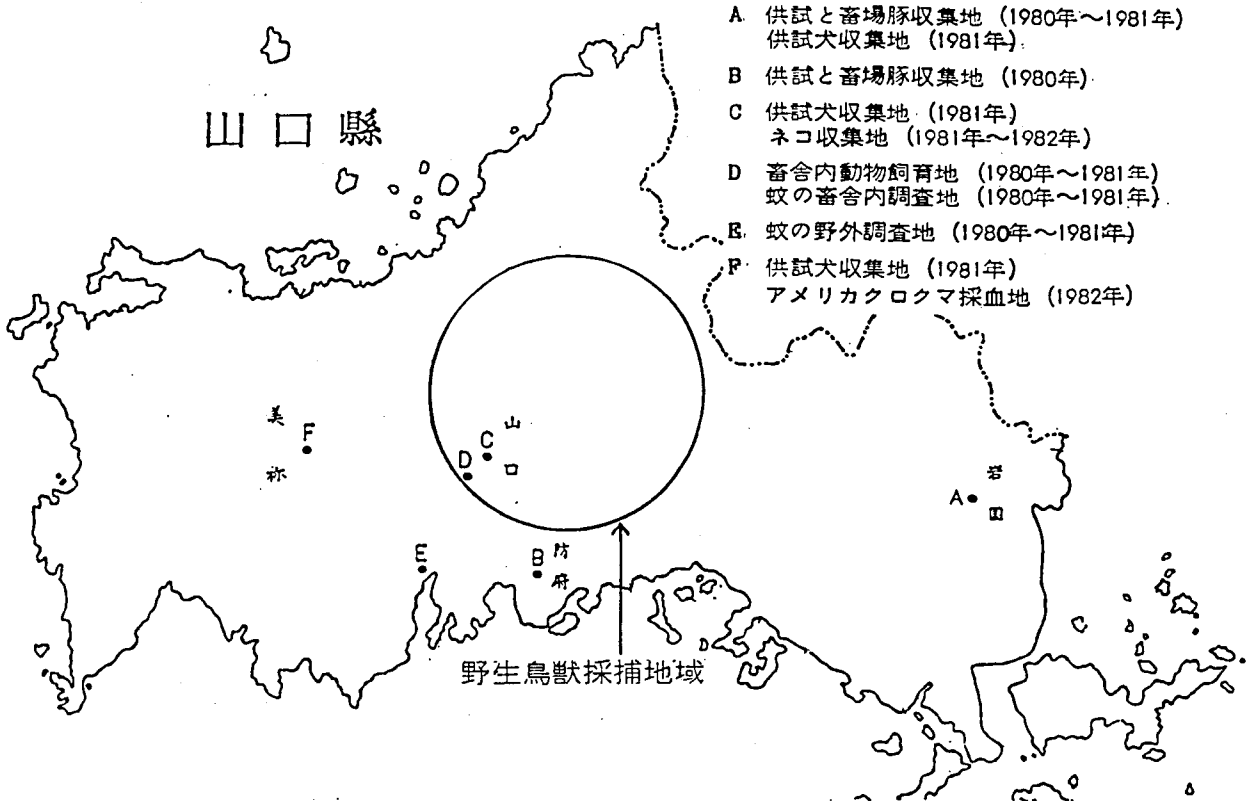
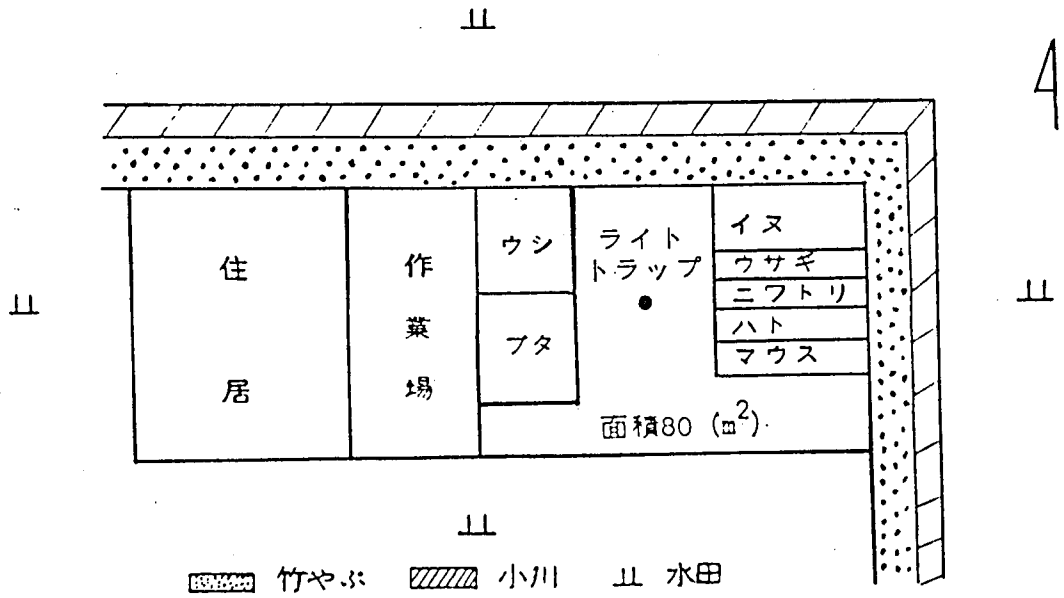


FIG. 3 供試動物を飼育した畜舎の概要

(1980~1981年)



(注)1980年はハトを除く(供試動物の詳細はTable 3 参照)

FIG. 4 供試動物の体重の経日変化.

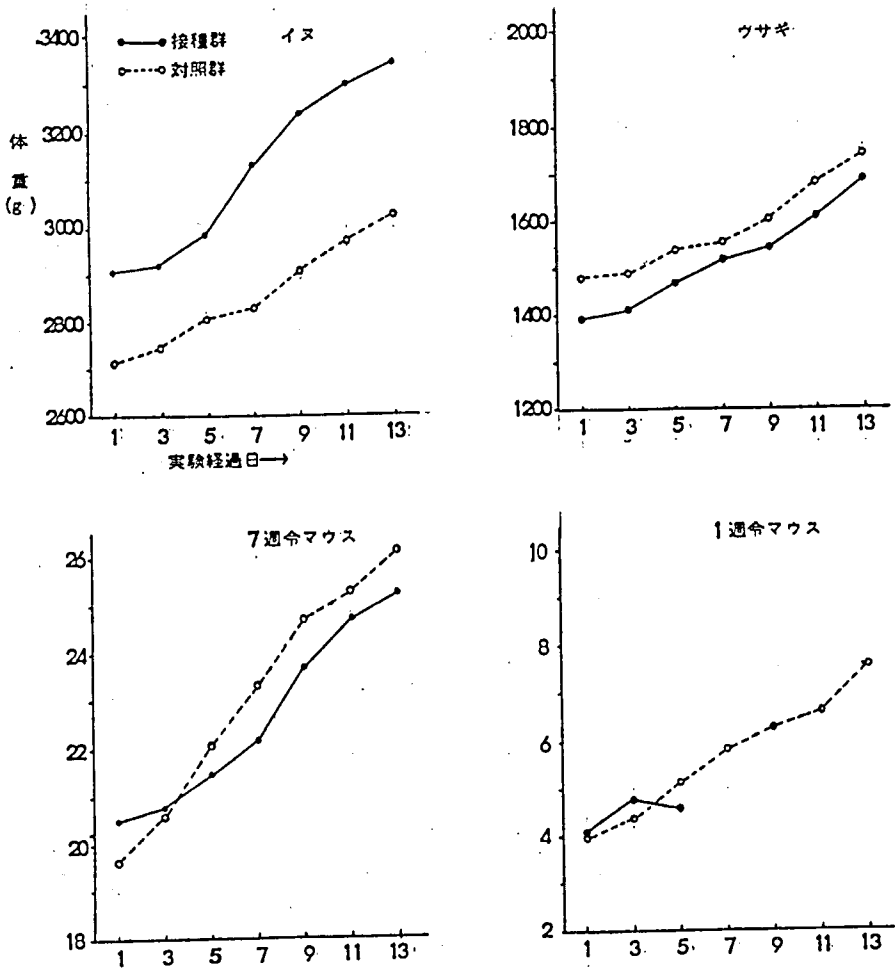


FIG. 6 供試したイヌの血球数の推移

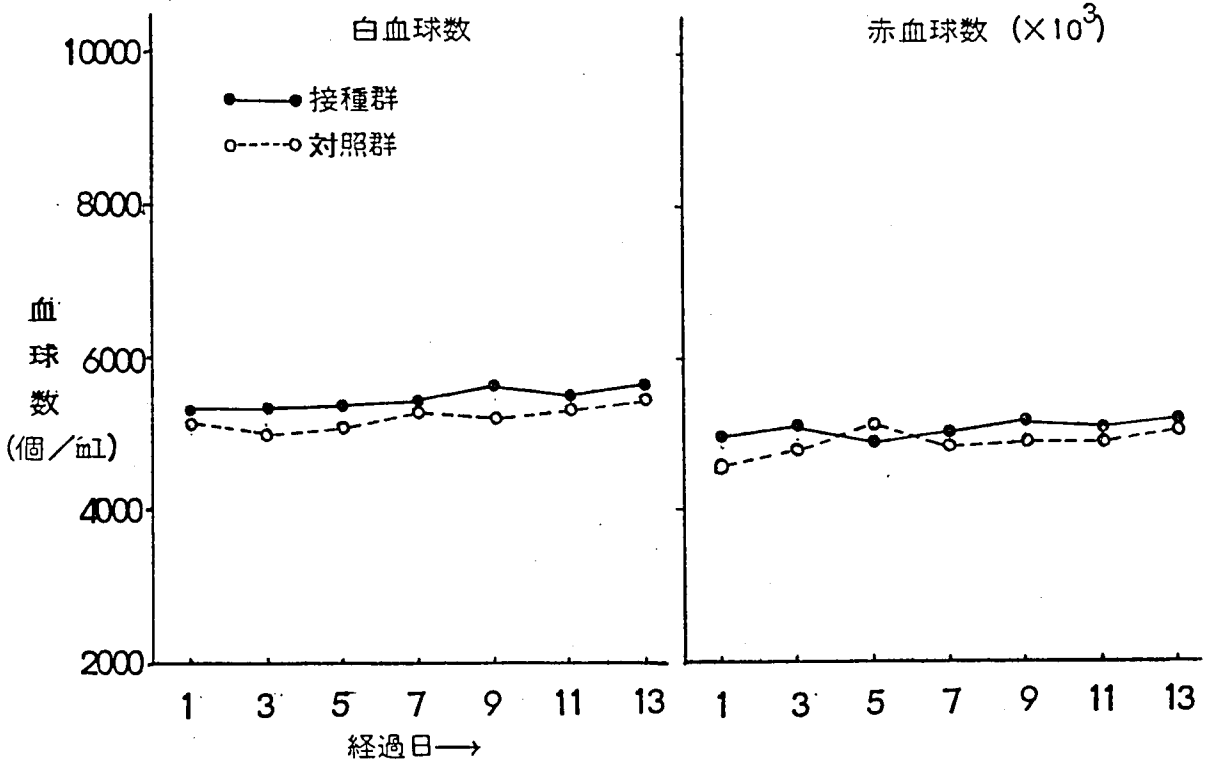


FIG. 5 供試マウスの血球数の推移

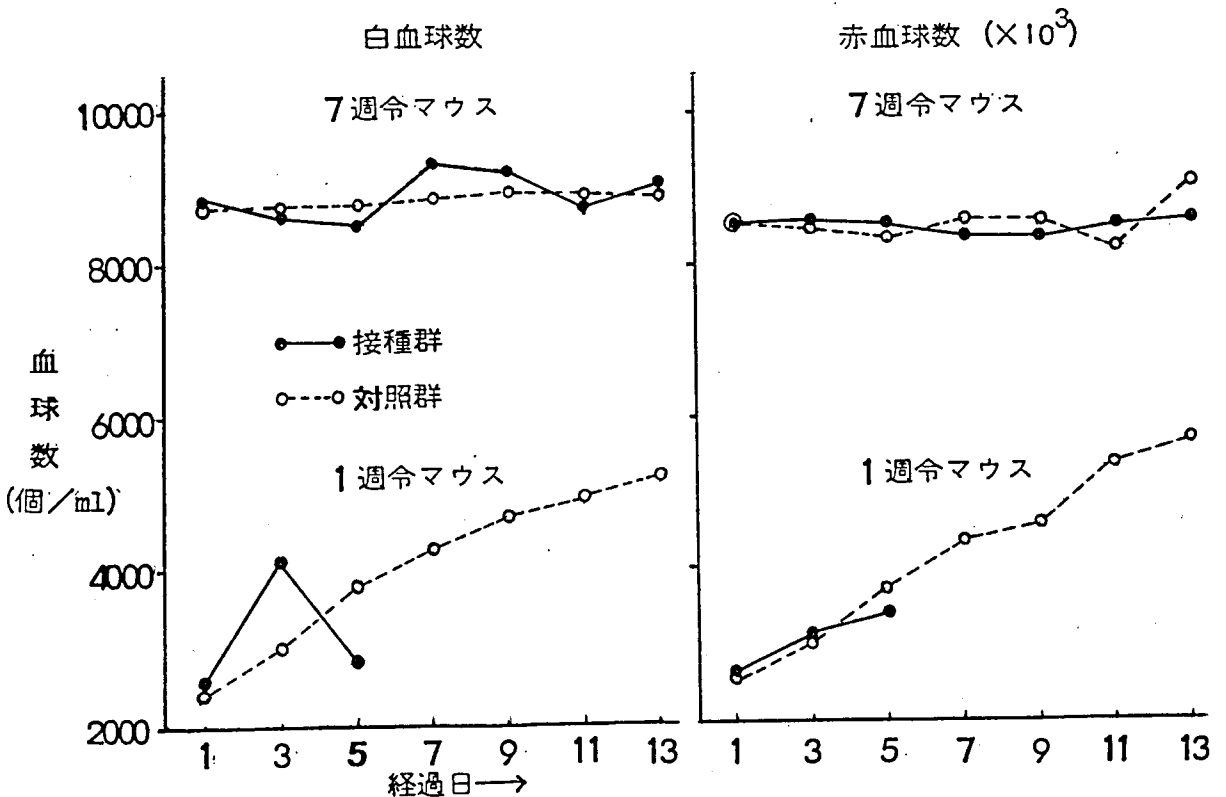


FIG. 7 供試したウサギの血球数の推移

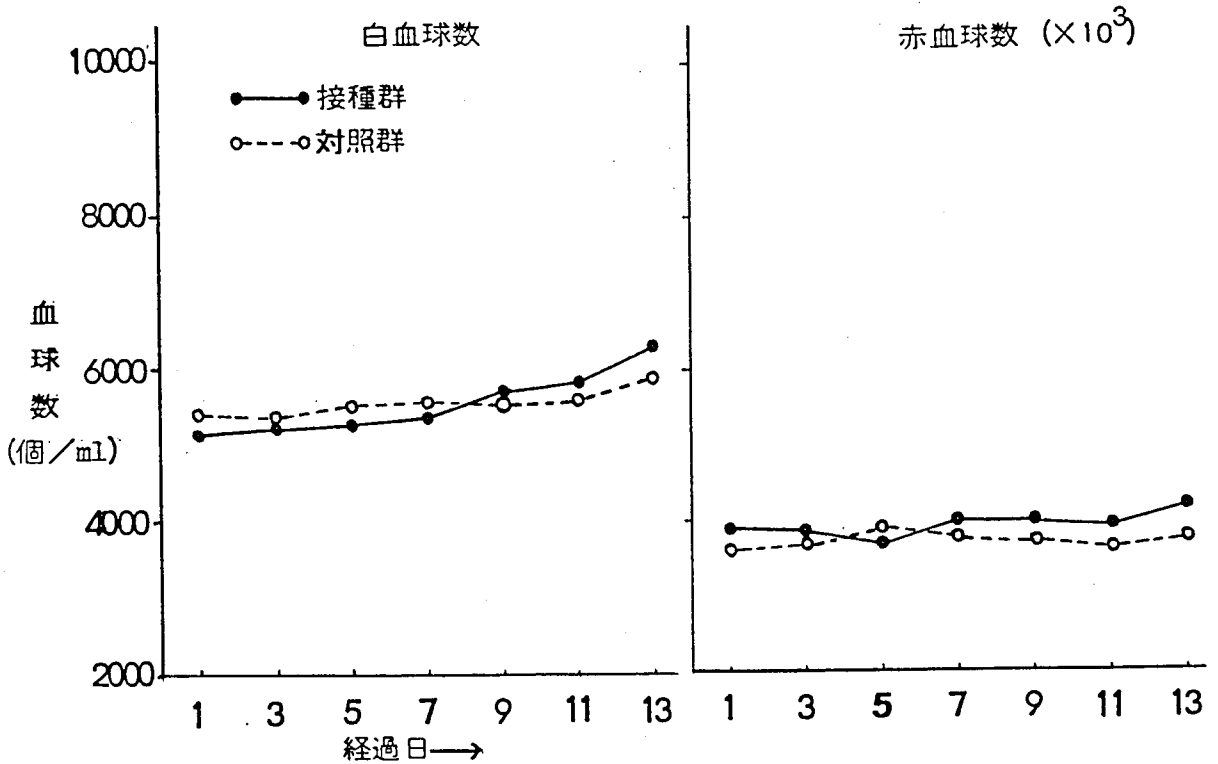


FIG. 8 ウイルス接種群の日本脳炎HI抗体の変動

(1981年)

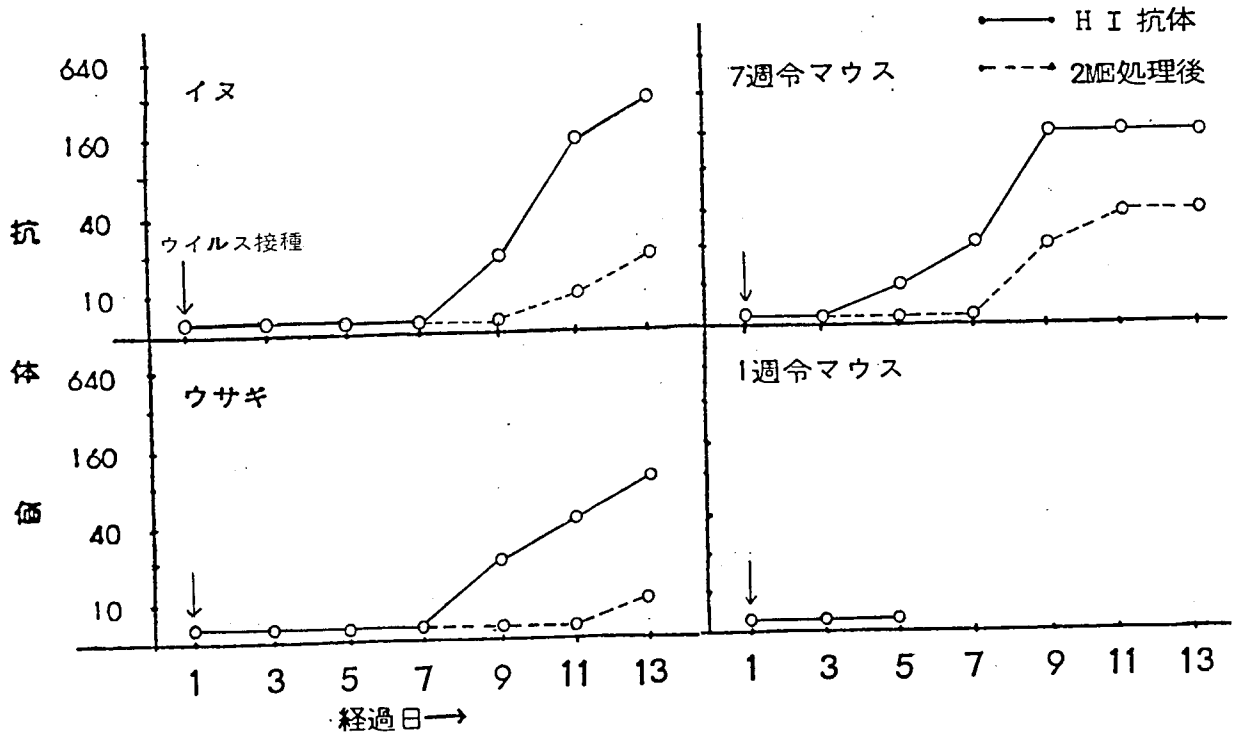
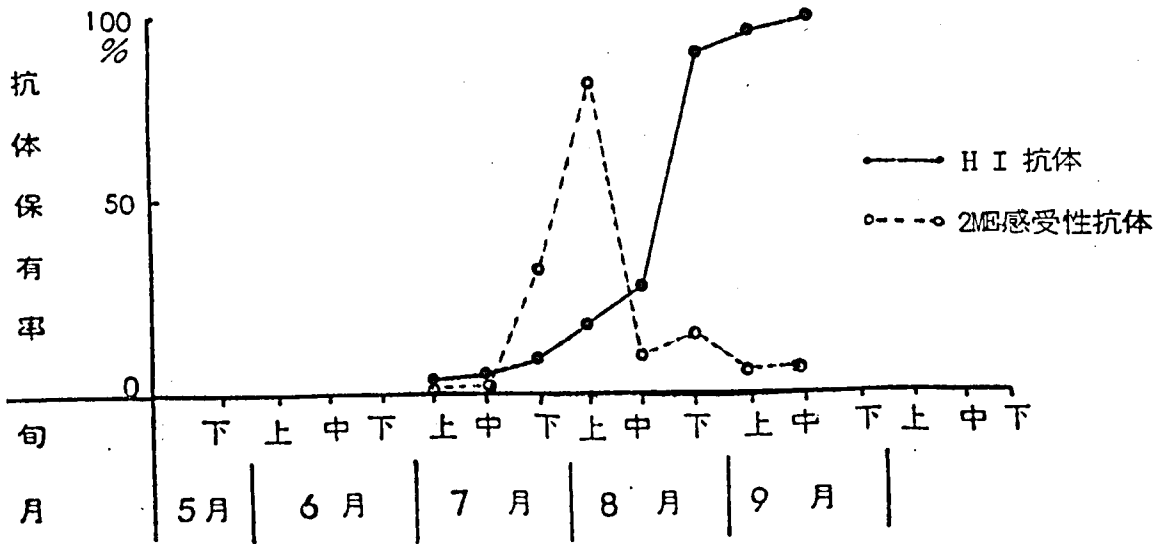


FIG. 9 と畜場におけるブタの日本脳炎H I 抗体保有率の推移

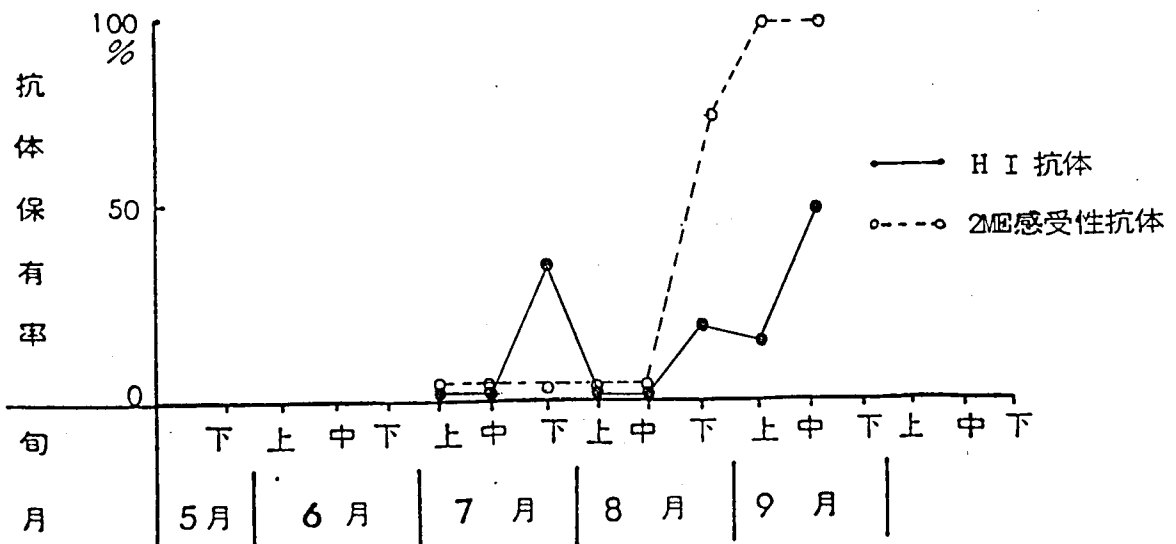
(1980年)



(注) 破線はHI抗体陽性頭数のうち2ME感受性抗体保有頭数の百分率

FIG. 10 と畜場におけるブタの日本脳炎H I 抗体保有率の推移

(1981年)



(注) 破線はHI抗体陽性頭数のうち2ME感受性抗体保有頭数の百分率

FIG. 11 畜舎内動物の日本脳炎H I 抗体の推移 (1980年)

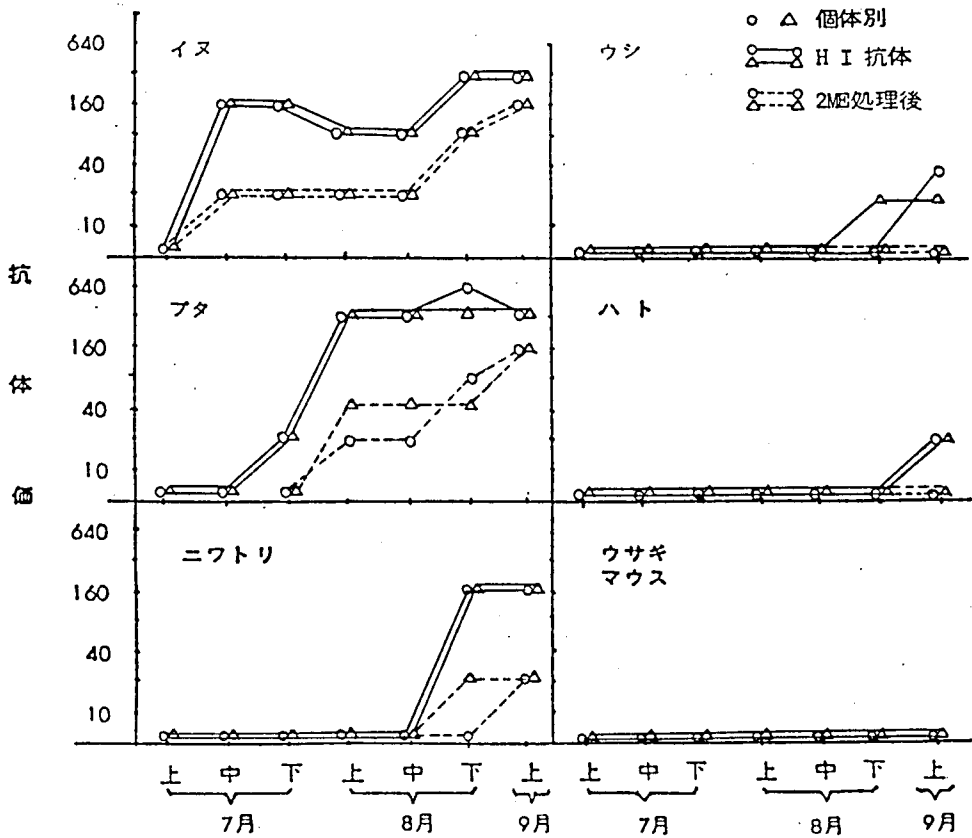


FIG. 12 畜舎内動物の日本脳炎H I 抗体の推移

(1981年)

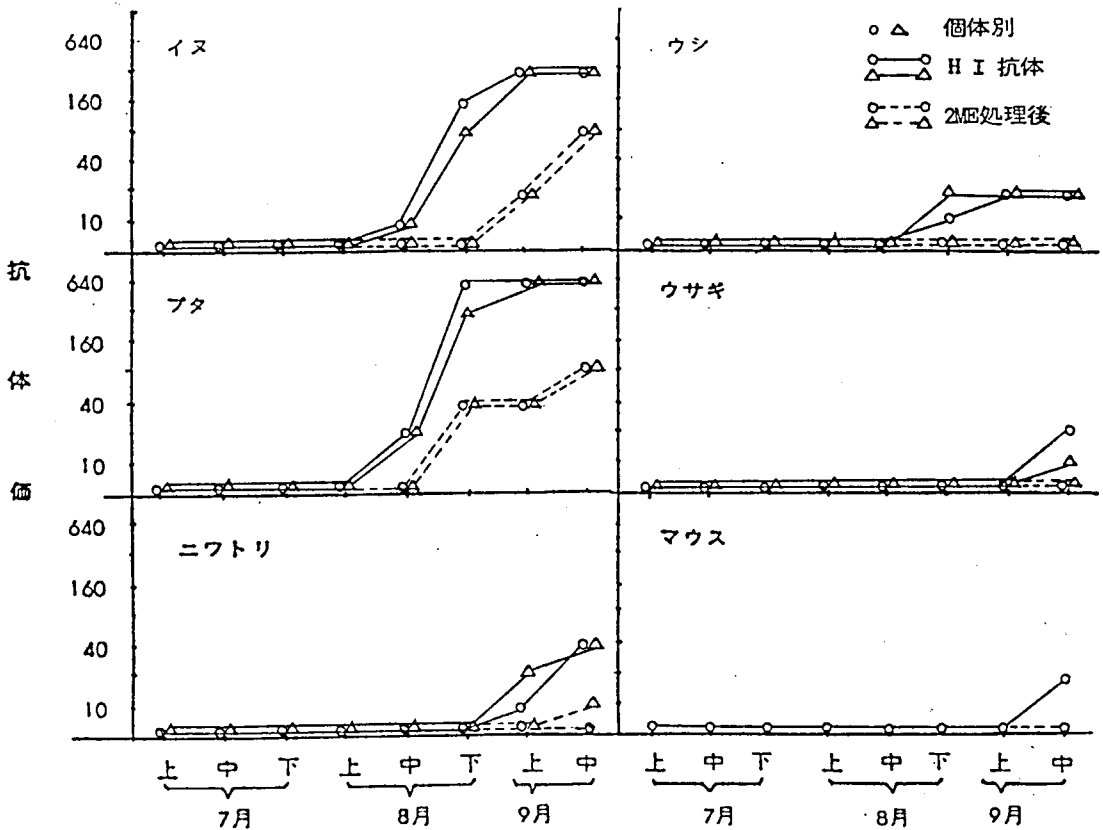
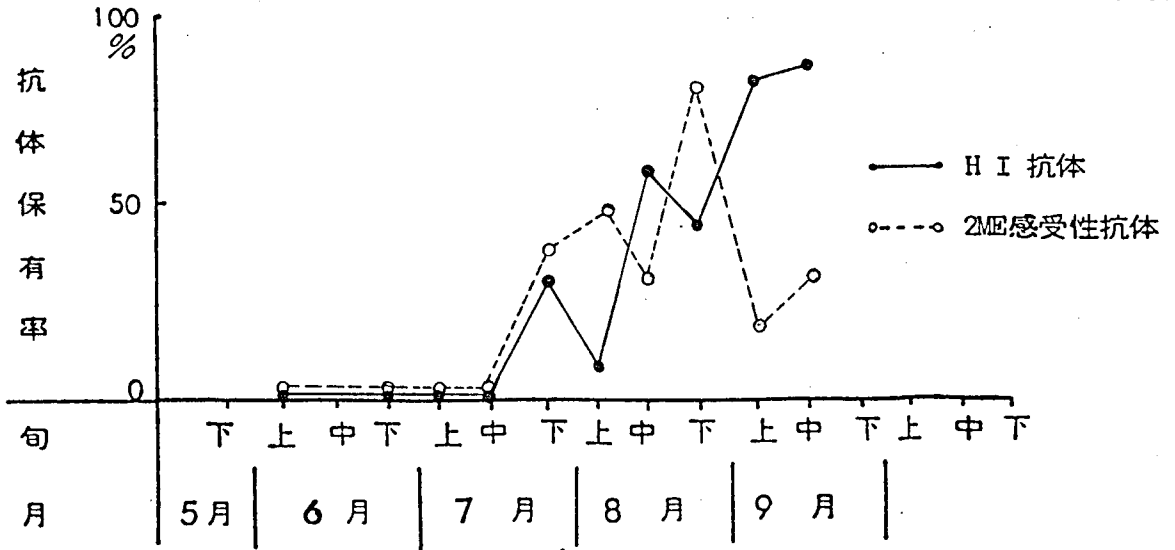


FIG. 13 イヌの日本脳炎HI抗体保有率の推移

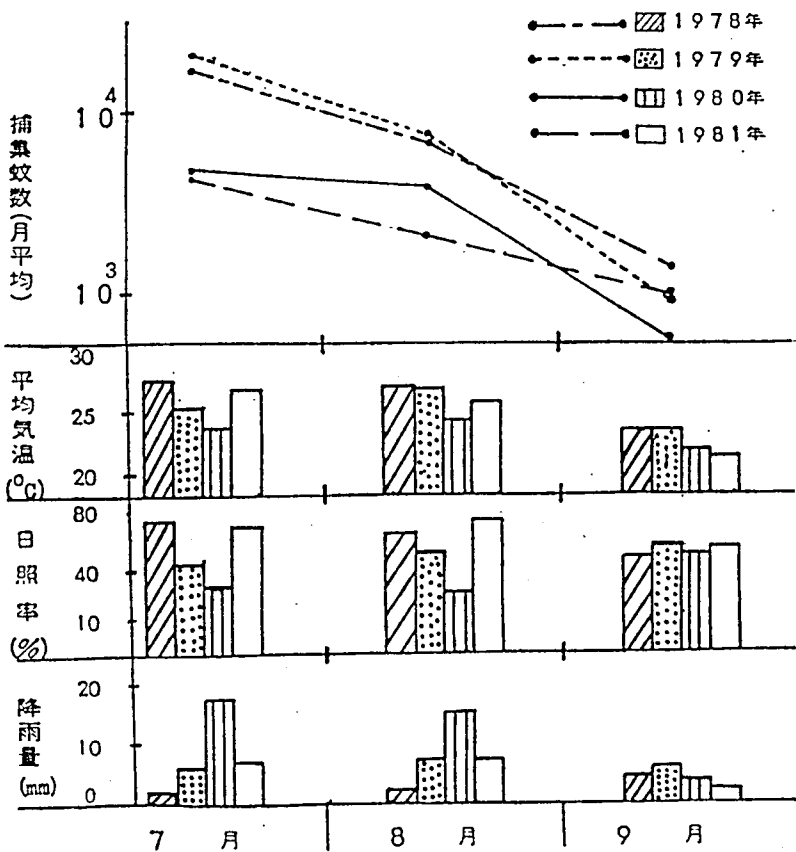
(岩国・山口・美禰集計 1981年)



(注) 破線はHI抗体陽性頭数のうち2ME感受性抗体保有頭数の百分率

FIG. 14 コガタアカイエカの野外調査成績

(1980~1981年)



(注) 1978~1979年の成績は山口県衛生研究所報告資料

Fig. 15 畜舎内捕集蚊数と気温・降雨量・農薬散布 (1980年)

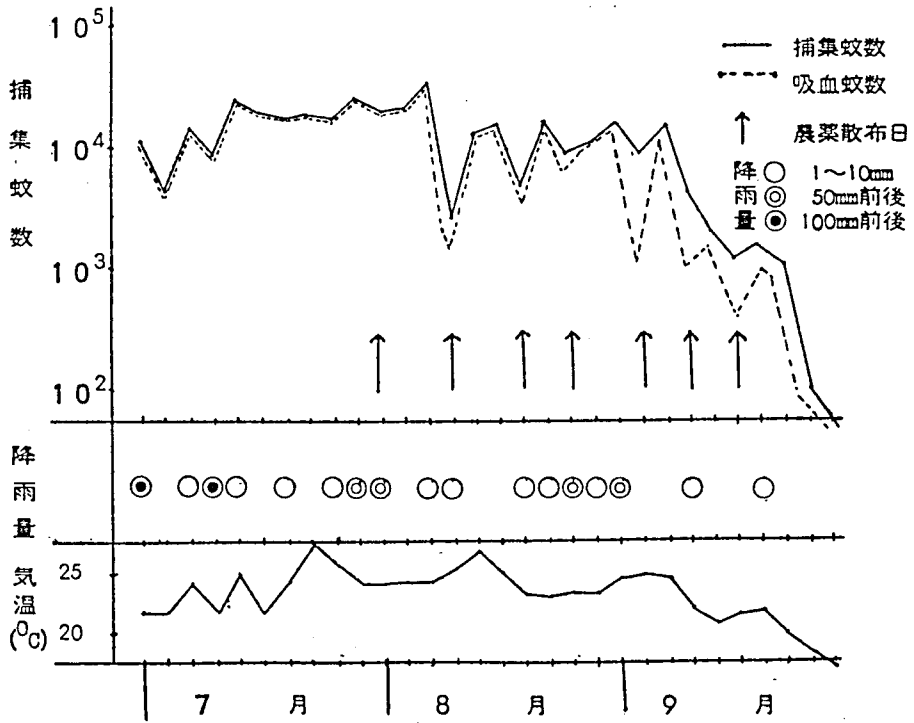


Fig. 16 畜舎内捕集蚊数と気温・降雨量・農薬散布 (1981年)

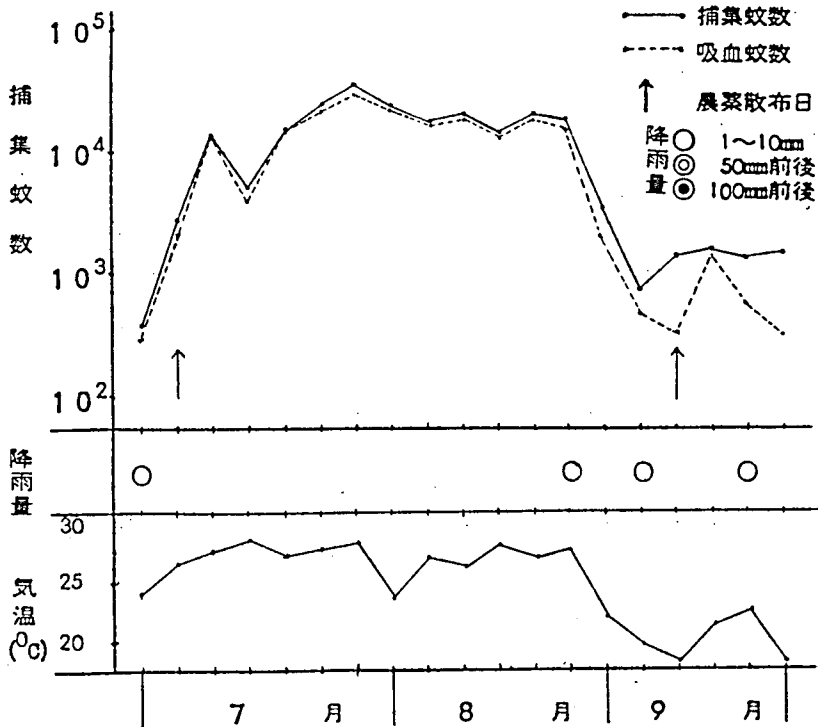




FIG. 17 犬舎における捕集蚊数と気温・降雨量・農薬散布 (1981年)

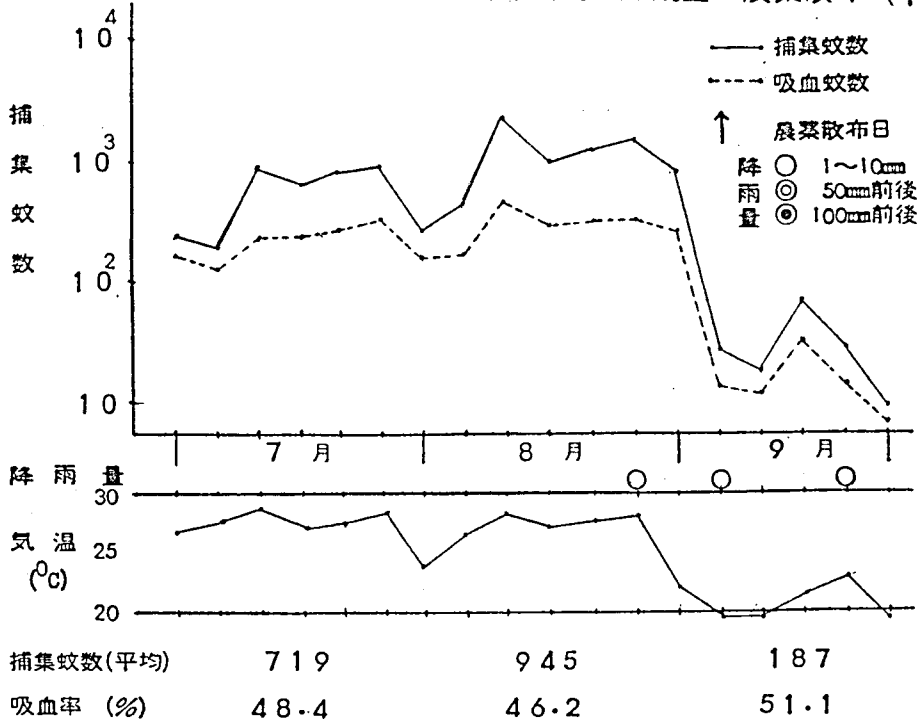


FIG. 18 と畜場におけるブタの日本脳炎 H I 抗体の推移

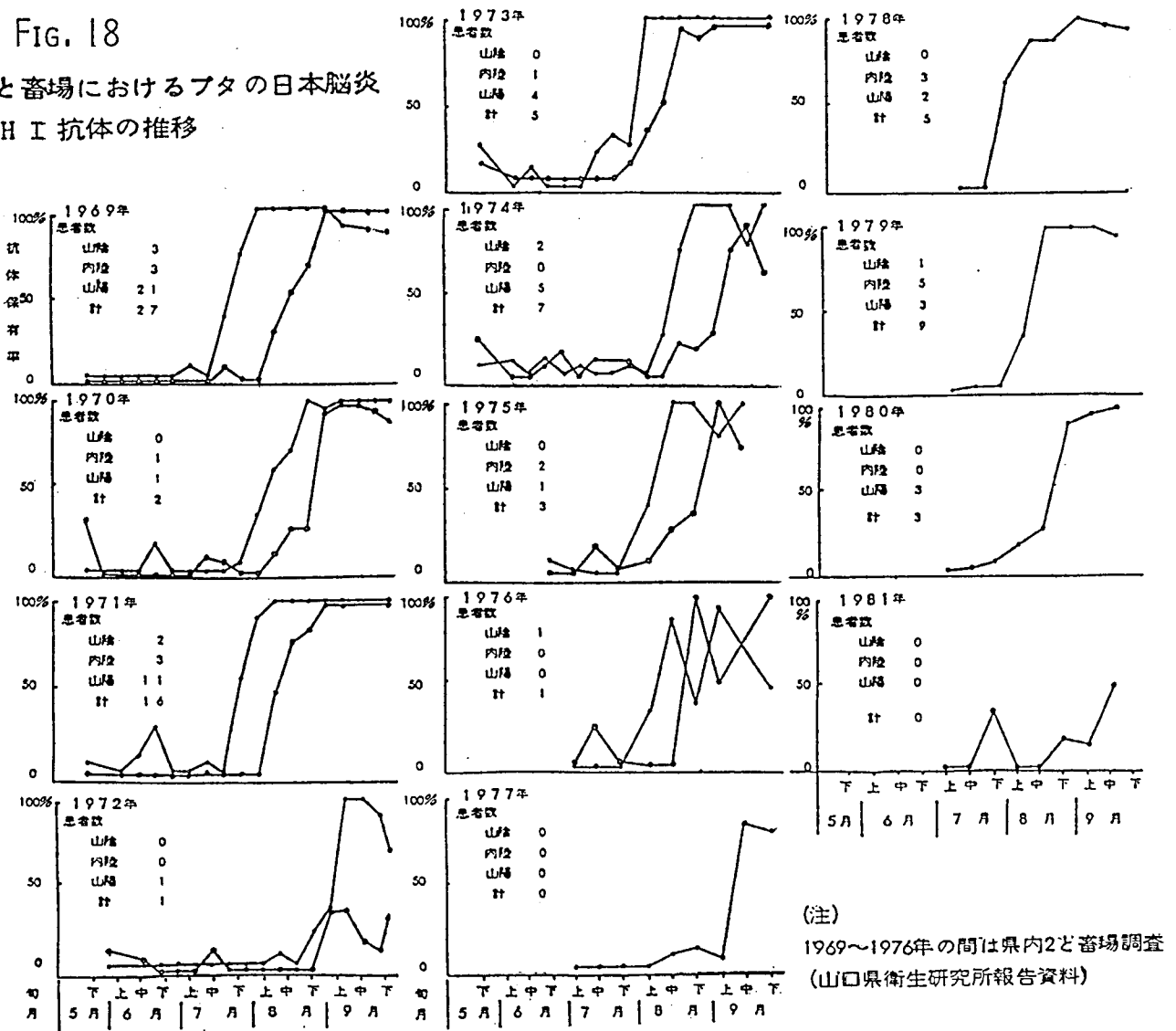
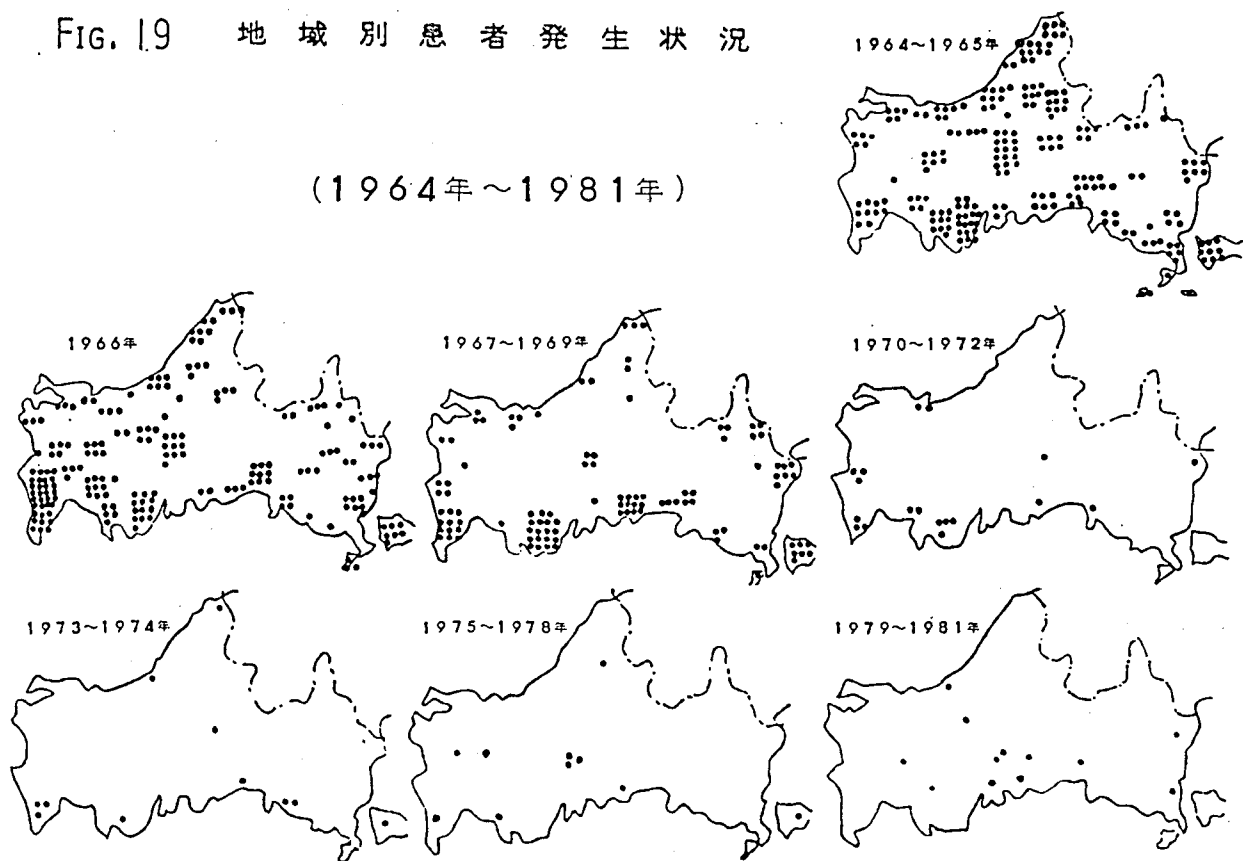


Fig. 19 地域別患者発生状況

(1964年～1981年)



(九州・山口地区日本脳炎研究会資料)

TABLE I. 地方別日本脳炎患者発生状況

(1973~1980)

県別	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980
全 国	70 (27) *	6	27 (6)	13 (9)	5 (0)	88 (21)	86 (26)	39 (15)
沖 縄	1 (0)	0	1 (0)	0	0	0	0	1 (0)
福 岡	22 (9)	3 (1)	5 (2)	6 (4)	0	10 (2)	8 (1)	2 (1)
熊 本	6 (3)	1 (0)	6 (1)	2 (1)	2 (0)	37 (10)	35 (11)	14 (6)
佐 賀	7 (5)	2 (1)	1 (0)	0	0	4 (1)	9 (2)	0
長 崎	6 (2)	0	0	0	0	9 (4)	4 (1)	2 (1)
大 分	0	0	0	0	0	0	2 (1)	0
宮 崎	3 (1)	0	0	0	0	1 (1)	1 (0)	0
鹿 児 島	1 (0)	0	0	0	0	1 (0)	0	0
高 知	2 (1)	0	3 (2)	2 (2)	0	2 (1)	1 (1)	1 (0)
徳 島	1 (0)	0	8 (1)	0	0	1 (0)	4 (1)	3 (2)
香 川	0	0	1 (0)	0	0	1 (0)	0	0
愛 媛	0	0	0	0	0	7 (1)	1 (0)	3 (1)
山 口	4 (1)	0	0	1 (1)	0	5 (0)	7 (5)	3 (0)
広 島	2 (0)	0	0	0	0	0	1 (0)	1 (0)
島 根	2 (0)	0	0	0	0	1 (0)	0	0
岡 山	0	0	0	0	0	2 (0)	0	1 (0)
兵 庫	3 (1)	0	0	0	0	0	3 (0)	1 (0)
大 阪	4 (2)	0	0	0	1 (0)	1 (0)	3 (2)	2 (0)
奈 良	1 (0)	0	1 (0)	1 (1)	0	0	0	0
滋 賀	1 (0)	0	0	1 (0)	0	0	0	0
京 都	1 (0)	0	1 (1)	0	0	0	0	0
和 歌 山	0	0	0	0	2 (0)	0	5 (1)	4 (4)
三 重	0	0	0	0	0	1 (0)	0	0
石 川	1 (0)	0	0	0	0	2 (1)	1 (0)	0
神 奈 川	2 (1)	0	0	0	0	1 (0)	0	1 (0)
秋 田	0	0	0	0	0	1 (0)	0	0
愛 知	0	0	0	0	0	0	1 (0)	0

\* ( )内は死亡例

(予研：病原微生物検出情報より)

TABLE 2 感染実験に供試した動物の概要

(1981年)

実験動物種類	品種系統	供試個体数	年齢	体重(g)	性	ウイルス接種部位	接種ウイルス株	接種ウイルス濃度	接種ウイルス量	観察期間	対照個体数
イヌ	雑種(洋系)	2	3月令	(1)2758 (2)3061	↑↑ ○○	頸部皮下	JaGAO#1 (マウス脳継代)	4.6 10 <sup>4.6</sup> LD <sub>50</sub> (0.02ml)	0.4ml	1981年 7月5日 7月17日 (13日間)	2
ウサギ	日本白色	2	〃	(1)1314 (2)1470	↑○ ○+	〃	〃	〃	〃	〃	〃
マウス	d.d.Y	3・1	7週令	20.5 (平均)	↑ ○	〃	〃	〃	0.04ml	〃	28
マウス	〃	22	1週令	4.12 (平均)	〃	〃	〃	〃	〃	7月5日 7月9日 (5日間)	21

(注) イヌ2個体、ウサギ2個体は同腹出産、マウスは5~6腹出産個体

TABLE 3 畜舎内 供試動物の概要

動物種	品 種	供試個体数	年 令	性 別	調査期間
ウ シ	ホルスタイン	2	7か月令	↑○	1980年
ブ タ	ランドレースFII	2	4か月令	↑○	
イ ヌ	洋系雑種	2	5か月令	↑○	6月下旬～ 9月上旬
ニワトリ	フロイラー	2	5か月令	↑○	
ウサギ	日本白色	2	3か月令	↑○	1981年
マウス	ddY	40	7週令	↑○ (40)	
ハ ト	イエバト	2	不詳	↑○	6月下旬～ 9月中旬

(注) 10日ごと各旬1回採血  
1980年はハトを除く

TABLE 4 抗体調査に供試した野生鳥獣の概要

鳥獣の種類	捕獲した期間		供試個体数	採血方法 (全)(心臓)
	開始日	終了日		
カラス	1980年 7月 6日	1981年 7月 26日	56	○ ○
ハ ト	〃	〃	52	○ ○
スズメ	1981年 8月 27日	〃 9月 11日	102	○
カモ	1980年 12月 21日	〃 2月 15日	20	○ ○
キジ	〃 〃 28日	〃 〃	18	○ ○
イノシシ	〃 10月 10日	〃 5月 7日	12	○
ヘビ	1981年 6月 21日	〃 9月 25日	9	○
ヤマドリ	〃 2月 2日	〃 2月 15日	5	○ ○
クマネズミ	〃 4月 11日	〃 7月 12日	5	○
ゴイサギ	〃 2月 10日	〃 9月 13日	3	○
ヒヨドリ	〃 2月 10日	〃 2月 11日	2	○
イタチ	1980年 11月 20日	〃 1月 15日	2	○
ノウサギ	〃 12月 28日	〃 〃	2	○
タヌキ	1981年 12月 3日		1	○
アメリカクロクマ	1982年 7月 7日 Fig. 2 F地点自然動物園にて採血		7	前肢静脈

(注) 採血方法 (全) は胸部切開、(心臓) は心臓穿刺

TABLE 5 コガタアカイエカの調査方法

区分 場所	地区	方法	期間	回数		時間	調査項目
				1980年	1981年		
野 外	山口市	ドライア	7月上旬	5日間隔	5日間隔	19時	捕集数 吸血率 気 温 日照率 雨 量 湿 度 農薬散布
	郊外	イス法	～	(19回)	(18回)	～	
	水田地区		9月中旬			21時	
畜舎内	〃	ライト ラップ法	7月上旬 ～ 9月下旬	3日間隔 (31回)	5日間隔 (19回)	19時 ～ 翌朝	

(注) 1981年の犬舎内調査は畜舎内に順じた

TABLE 6 と畜場におけるブタの日本脳炎H.I抗体保有率の推移

(1980年)

採血月旬	岩 国			防 府			平 均		
	検査頭数	陽性頭数	陽性率 (%)	検査頭数	陽性頭数	陽性率 (%)	検査頭数	陽性頭数	陽性率 (%)
7月 上旬	20	0	0	10	1	10.0	30	1	3.3
7月 中旬	19	0	0	20	1	5	39	1	2.6
7月 下旬	20	0	0	23	3 (1)	13.0 (33.3)	43	3 (1)	7.0 (33.3)
8月 上旬	20	0	0	12	6 (5)	50.0 (83.3)	32	6 (5)	18.8 (83.3)
8月 中旬	20	1	5.0	12	8 (1)	66.7 (12.5)	32	9 (1)	28.1 (11.1)
8月 下旬	20	20 (1)	100 (5.0)	20	16 (5)	80.0 (31.3)	40	36 (6)	90.0 (16.7)
9月 上旬	20	20	100	22	20 (1)	90.9 (5.0)	42	40 (1)	95.2 (2.5)
9月 中旬	20	20 (1)	100 (5.0)	0	0	0	20	20 (1)	100 (5.0)
9月 下旬									

(注1) 陽性頭数下段の( )はH I抗体陽性頭数のうち2ME感受性抗体保有頭数

(注2) 陽性率下段の( )はH I抗体陽性頭数に対する2ME感受性抗体保有率

(1981年)

TABLE 7 と畜場におけるブタの  
日本脳炎H I 抗体保有率の推移

採血月旬	岩 国		
	検査頭数	陽性頭数	陽性率 (%)
上旬	20	0	0
7月中旬	15	0	0
下旬	20	7	35
上旬	25	0	0
8月中旬	20	0	0
下旬	20	4 (3)	20 (75.0)
上旬	20	3 (3)	15 (100)
9月中旬	20	10 (10)	50 (100)
下旬			

(注1) 陽性頭数下段の( )はH I 抗体陽性頭数のうち2ME感受性抗体保有頭数

(注2) 陽性率下段の( )はH I 抗体陽性頭数に対する2ME感受性抗体保有率

TABLE 8 イヌの日本脳炎H I 抗体保有率の推移

(1981年)

採血月旬	岩 国			山 口			美 祿			平 均		
	検査頭数	陽性頭数	陽性率 (%)	検査頭数	陽性頭数	陽性率 (%)	検査頭数	陽性頭数	陽性率 (%)	検査頭数	陽性頭数	陽性率 (%)
上旬							11	0	0	11	0	0
6月中旬												
下旬				9	0	0				9	0	0
上旬				12	0	0				12	0	0
7月中旬	13	0	0							13	0	0
下旬				16	5 (2)	31.3 (40.0)				16	5 (2)	31.3 (40.0)
上旬	13	0	0	11	2 (1)	18.2 (50.0)				24	2 (1)	8.3 (50.0)
8月中旬				15	9 (3)	60.0 (33.3)				15	9 (3)	60.0 (33.3)
下旬	11	2 (1)	18.2 (50.0)	13	9 (8)	69.2 (88.9)				24	11 (9)	45.8 (81.8)
上旬				6	5 (1)	83.3 (20.0)				6	5 (1)	83.3 (20.0)
9月中旬	16	14 (6)	87.6 (42.9)	4	4 (1)	100 (25.0)	28	24 (8)	85.7 (33.3)	48	42 (15)	87.5 (35.7)
下旬												
計	53	16 (7)	30.2 (43.8)	86	34 (16)	39.5 (47.1)	39	24 (8)	61.5 (33.3)	178	74 (31)	41.6 (41.9)

(注1) 陽性頭数下段の( )はH I 抗体陽性頭数のうち2ME感受性抗体保有頭数

(注2) 陽性率下段の( )はH I 抗体陽性頭数に対する2ME感受性抗体保有率

TABLE 9 出生2週間以内のイヌの日本脳炎HI抗体価 (1981年)

子イヌの調査数	母イヌの抗体価	子イヌの抗体価	調査期間
23	不詳	<10	6月下旬
5	80倍	<10	?
4	160倍	<10	9月上旬

TABLE 10 受乳前後の哺乳犬の抗体価 (1982年)

母イヌの抗体価	子イヌの抗体価		
	受乳前 (出産直後)	受乳後 (10日目)	
80倍	NO1	<10	<10
	NO2	<10	<10
	NO3	<10	<10
	NO4	<10	—
	NO5	<10	<10

(注) NO4は受乳前の心臓採血後死亡

TABLE II 供試したネコの抗体保有状況 (1982年)

供試頭数	推定年齢	陽性個体数	陽性率 (%)
7	1才~4才	1	14.3
26	4か月~7か月	2	7.7
計 33	4か月~4才	3	9.1

(注) 1~4才の陽性個体の抗体価は10倍、4~7か月の陽性2個体は20倍  
採血期間 1981年6月~1982年7月

TABLE I2 供試野生鳥獣の  
H I 抗体保有状況

鳥獣の種類	供試個体数	陽性個体数	陽性率 (%)
カラス	56	8	14.3
ハト	52	11	21.2
スズメ	102	4(1)	3.9
カモ	20	8	40.0
キジ	18	9	50.0
イノシシ	12	12(2)	100
ヘビ	9	0	0
ヤマドリ	5	4	80.0
クマネズミ	5	0	0
ゴイサギ	3	3(1)	100
ヒヨドリ	2	1	50.0
イタチ	2	1	50.0
ノウサギ	2	0	0
タヌキ	1	1	100
アメリカクロクマ	7	7	100

(注) ( )はHI抗体陽性頭数の  
うち2ME感受性抗体保有頭数

TABLE I3 供試野生鳥獣のH I 抗体価保有状況

鳥獣の種類	抗体価						6月上旬～9月下旬							10月上旬～5月下旬							計
	<10	10	20	40	80	160	<10	10	20	40	80	160	320	640							
カラス	10	1					38	1	3	2	1						56				
ハト	15	1	2				26	2	4	2							52				
スズメ	98	1	2	1													102				
カモ							12	1	2	3	2						20				
キジ							9	4	2	1	2						18				
イノシシ											3	1	4	4			12				
ヘビ	9																9				
ヤマドリ							1			1	4						5				
クマネズミ	2						3										5				
ゴイサギ				1									2				3				
ヒヨドリ							1	1									2				
イタチ							1	1									2				
ノウサギ							2										2				
タヌキ											1						1				
アメリカクロクマ			3	4													7				
計	134	3	7	6			93	10	11	9	12	3	4	4			296				

(注) 期間の区分：1980年・1981年6月上旬～1981年・1982年9月下旬  
：1980年・1981年10月上旬～1981年・1982年5月下旬



TABLE I4 コガタアカイエカの畜舎内調査成績

(1980年)

月別	捕集蚊数 (一夜当り)	吸血率 (%)	平均気温 (C)	平均相対 湿度(%)
7月	27,320	98.2	24.2	87.5
8月	17,569	94.4	26.9	89.2
9月	3,701	72.0	21.8	81.5

TABLE I5 コガタアカイエカの畜舎内調査成績

(1981年)

月別	捕集蚊数 (一夜当り)	吸血率 (%)	平均気温 (C)	平均相対 湿度(%)
7月	18,933	84.5	27.1	81
8月	25,720	85.2	26.2	78
9月	1,825	60.1	21.2	78

TABLE 16 コガタアカイエカの吸血源調査成績

		(1980年)								
動物種	個体数	体平均重 (kg)	月別			計	吸血蚊数 (7月1夜当り)			
			7月	8月	9月					
ウシ	2	250	$\frac{158}{200}$ 79.0	$\frac{100}{150}$ 66.7	$\frac{61}{90}$ 67.8	$\frac{319}{440}$ 72.5	19,450			
フタ	2	63	$\frac{65}{200}$ 32.0	$\frac{53}{150}$ 35.3	$\frac{34}{90}$ 37.8	$\frac{152}{440}$ 34.5	9,255			
イヌ	2	12.6	$\frac{1}{200}$ 0.5	$\frac{1}{150}$ 0.7	$\frac{0}{90}$ 0	$\frac{2}{440}$ 0.45	121			
ニワトリ	2	2.2	$\frac{0}{200}$ 0	$\frac{1}{150}$ 0.7	$\frac{0}{90}$ 0	$\frac{1}{440}$ 0.23	62			

		(1981年)								
動物種	個体数	体平均重 (kg)	月別			計	吸血蚊数 (7月1夜当り)			
			7月	8月	9月					
イヌ	2	24.2	$\frac{58}{60}$ 96.7	$\frac{50}{50}$ 100	$\frac{47}{50}$ 94.0	$\frac{155}{160}$ 96.9	260			

注：  $\frac{\text{当該動物の吸血蚊数}}{\text{検査蚊数}}$  百分率

TABLE 17 山口県内の動物飼育頭数の比較 (1964 : 1980)

動物年	ウシ	ウマ	メンヨウ	ヤギ	ウサギ	イヌ 登録数	フタ 処分数	ニワトリ	
1964	77,430	2,090	850	4,640	1,990	39,305	30,095	31,120	2,139,000
1980	34,891	98	5	260	1,022	55,762	21,749	56,774	5,348,559
増減	-42,539	-1,992	-845	-4,380	-968	-2,889	+25,654	+3,209,559	

(注) 山口県農林部・衛生部統計資料

# 日本脳炎の疫学的研究

論文中の写真

写真1-----写真16

## 写真説明

- 写真1 1週令マウスのJ E V 接種後5日臨床像  
運動不能・神経症状
- 写真2 1週令マウスのJ E V 接種後3日血液像 (マイ・ギムザ×400)  
白血球増多 (好中球・リンパ球)
- 写真3 1週令マウスのJ E V 接種後5日血液像 (マイ・ギムザ×400)  
白血球減少
- 写真4 1週令マウスのJ E V 接種後5日組織像 (弱拡大×H E 染色)  
大脳全域のヒマン性リンパ球浸潤
- 写真5 同上 (中拡大)  
大脳皮質の浮腫 ・神経細胞変性
- 写真6 同上 (強拡大)  
血管周囲細胞浸潤
- 写真7 7週令マウスのJ E V 接種後13日組織像 (中拡大×H E 染色)  
大脳皮質の浮腫 ・円形細胞浸潤 ・神経細胞変性
- 写真8 同上  
グリア細胞のヒマン性増殖・血管周囲細胞浸潤
- 写真9 イヌのJ E V 接種後13日組織像 (中拡大×H E 染色)  
脳軟膜毛細管の充血・軽微な円形細胞浸潤
- 写真10 同上  
大脳皮質の軽い浮腫
- 写真11 ウサギのJ E V 接種後13日組織像 (中拡大×H E 染色)  
脳軟膜毛細管の充血・軽微な円形細胞浸潤
- 写真12 同上  
大脳皮質の浮腫
- 写真13 マイクロタイター法によるH I 抗体の判定例
- 写真14 ニワトリ胎児細胞単層培養上のJ E V プラック (ニュートラルレッド染色)
- 写真15 OUCHTERONY のdouble diffusion 法による沈降線 (ウシ)(ボンソー3 R 染色)
- 写真16 血球凝集板上の赤血球沈降素検査例 (ウシ)



写真 1

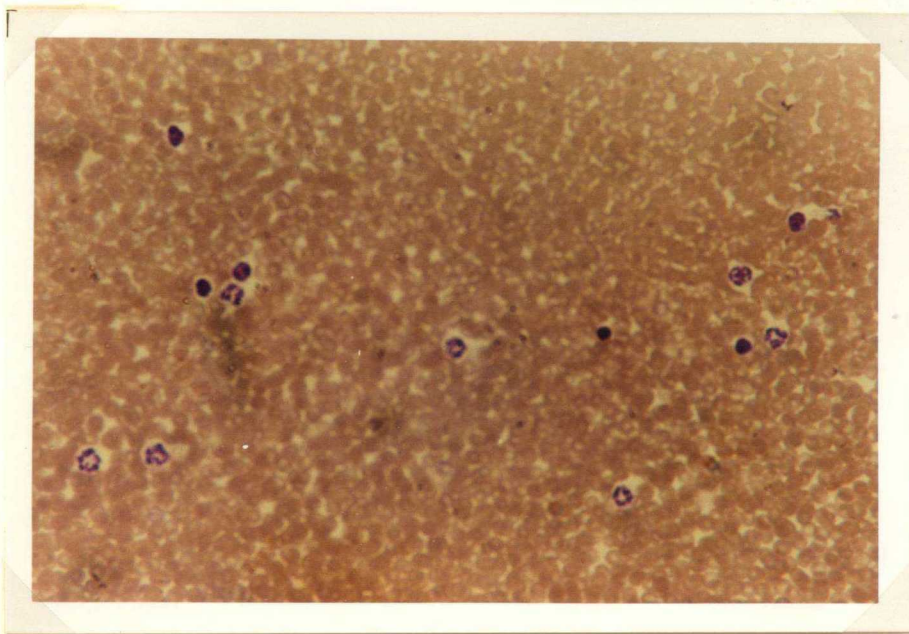


写真 2

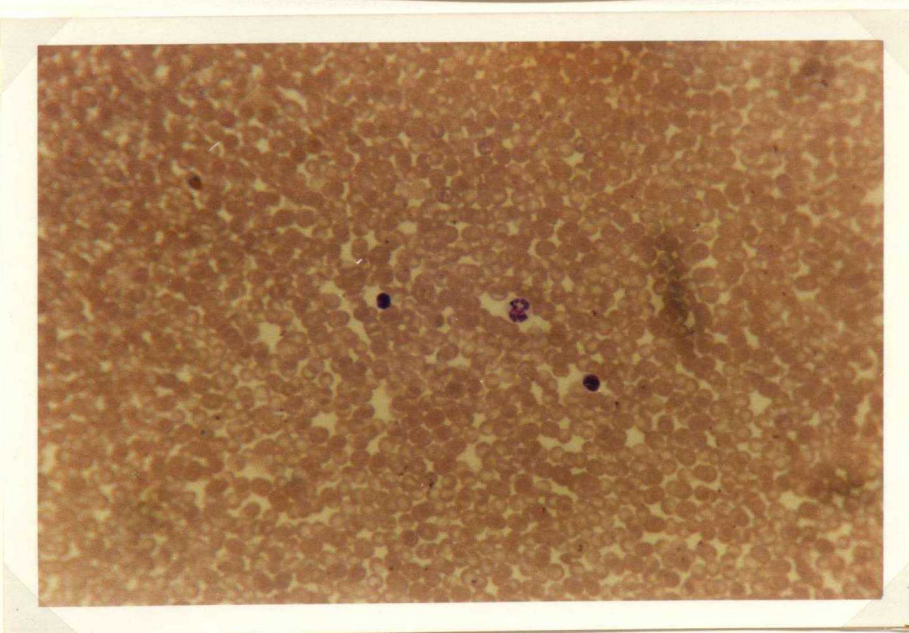


写真 3

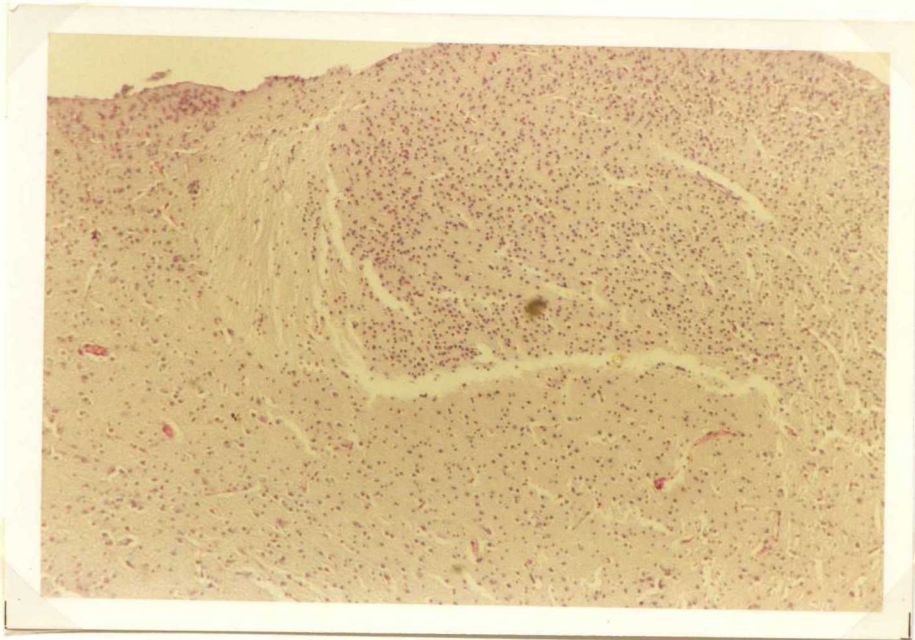


写真 4

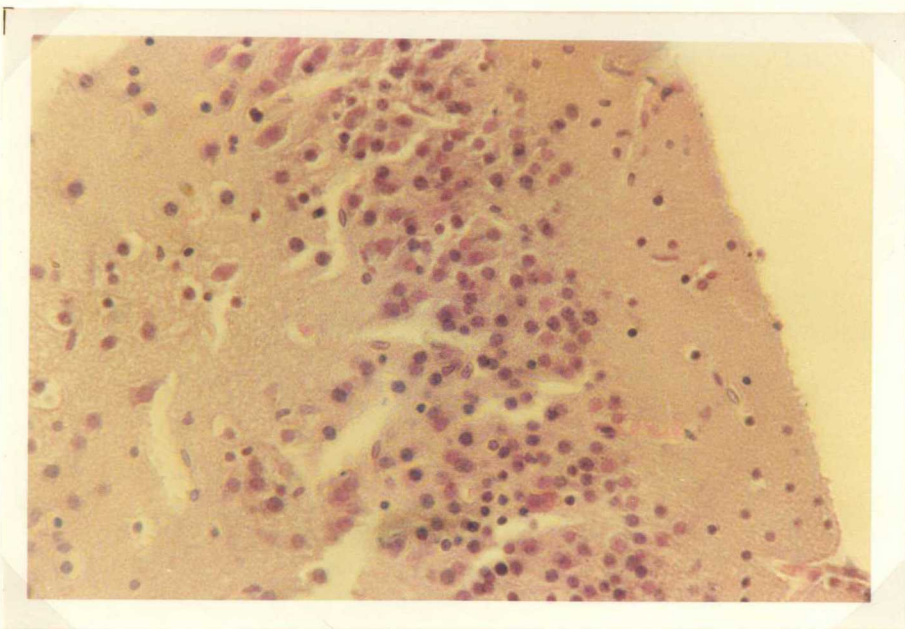


写真 5

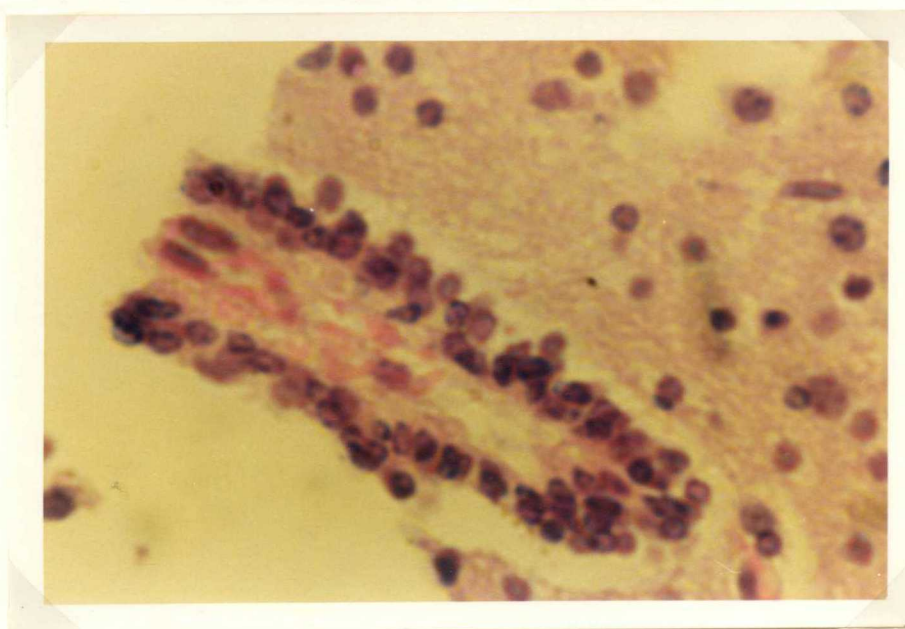


写真 6

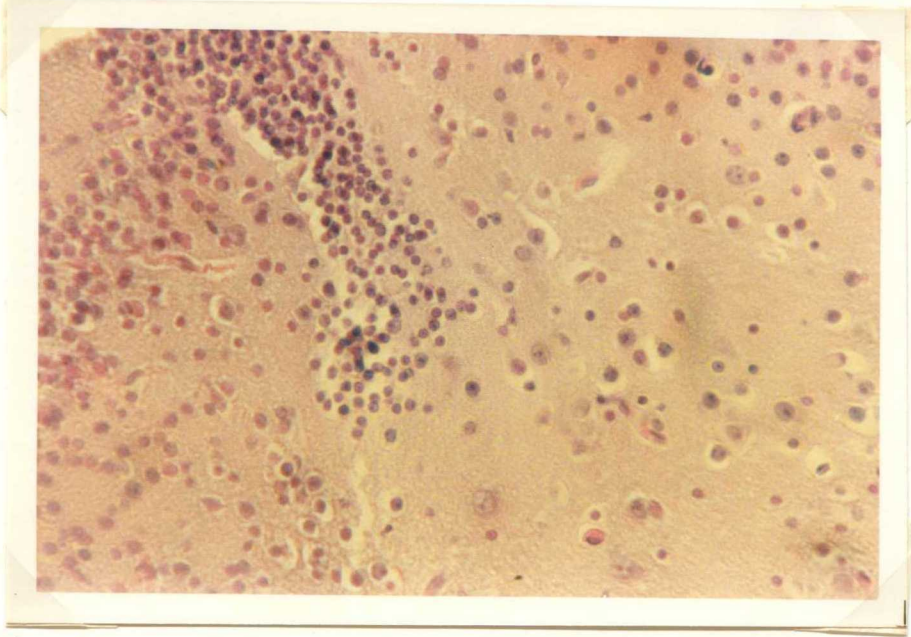


写真 7

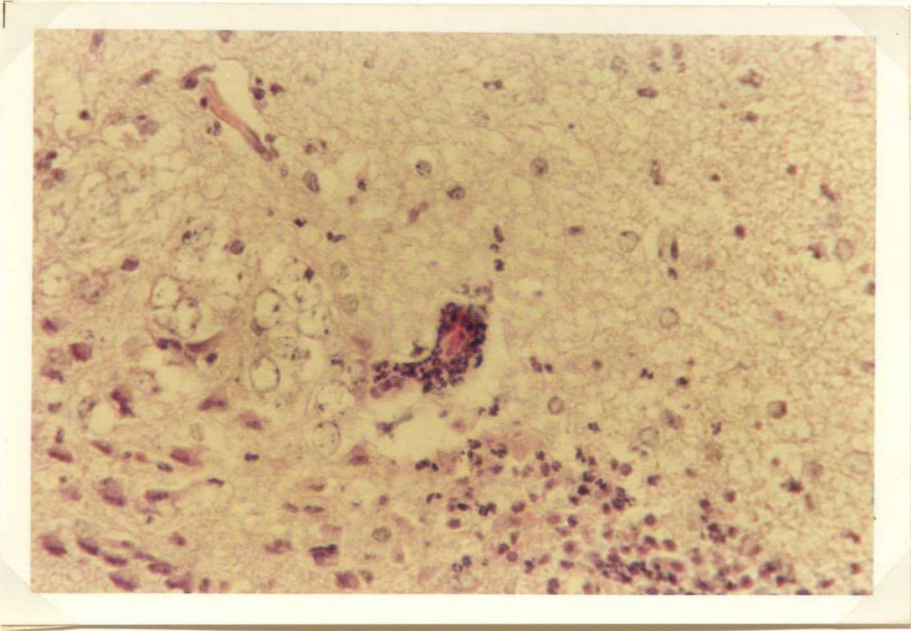


写真 8

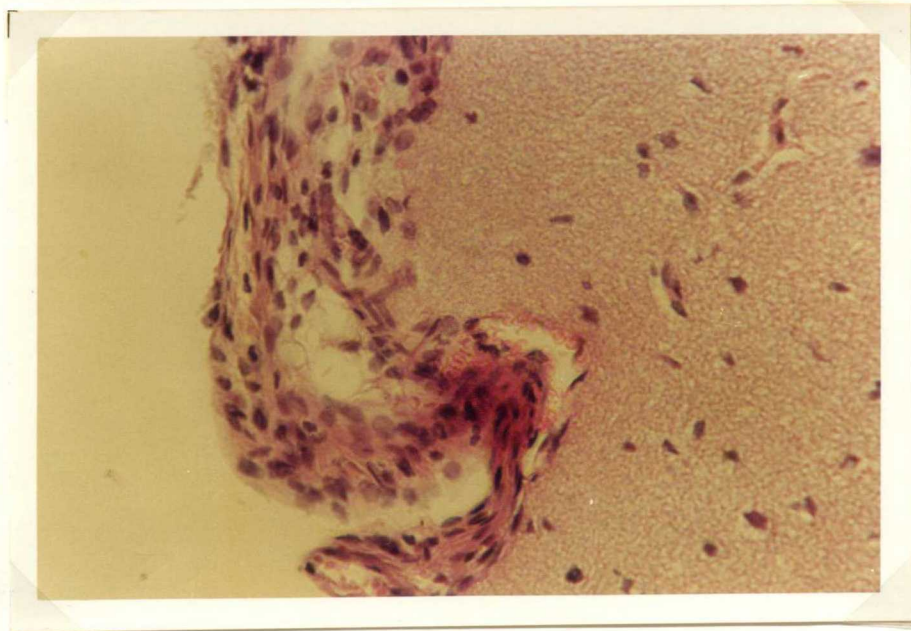


写真 9

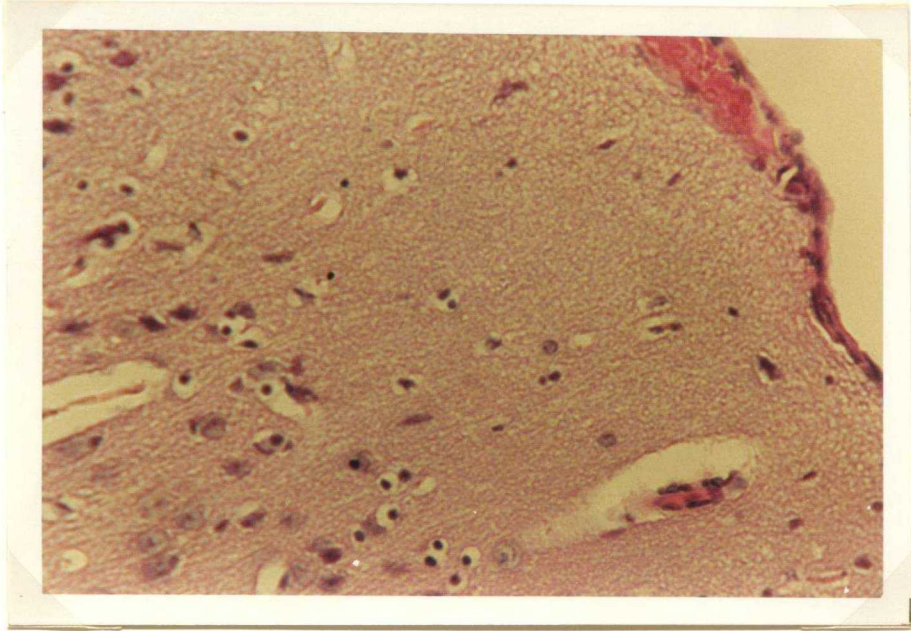


写真10

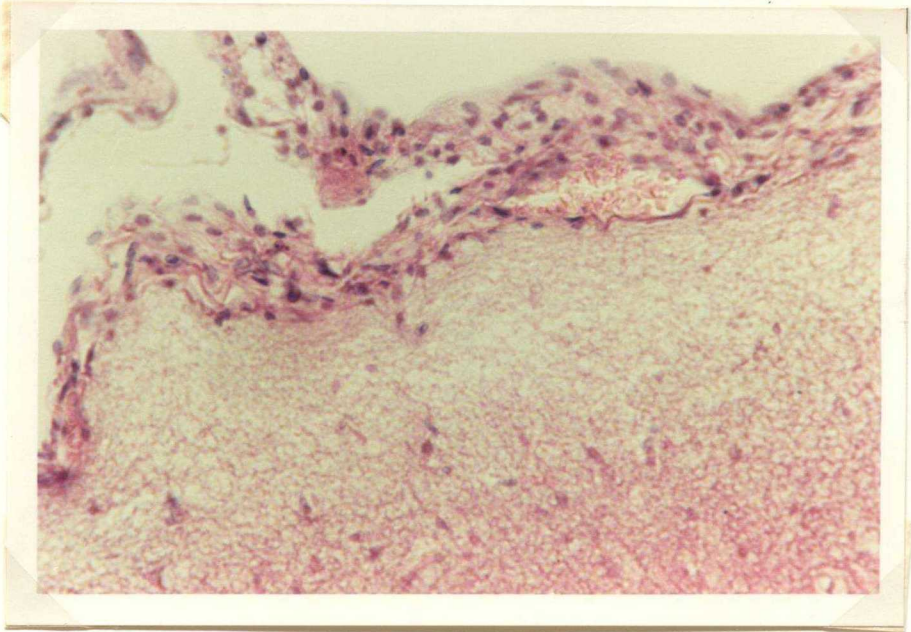


写真11

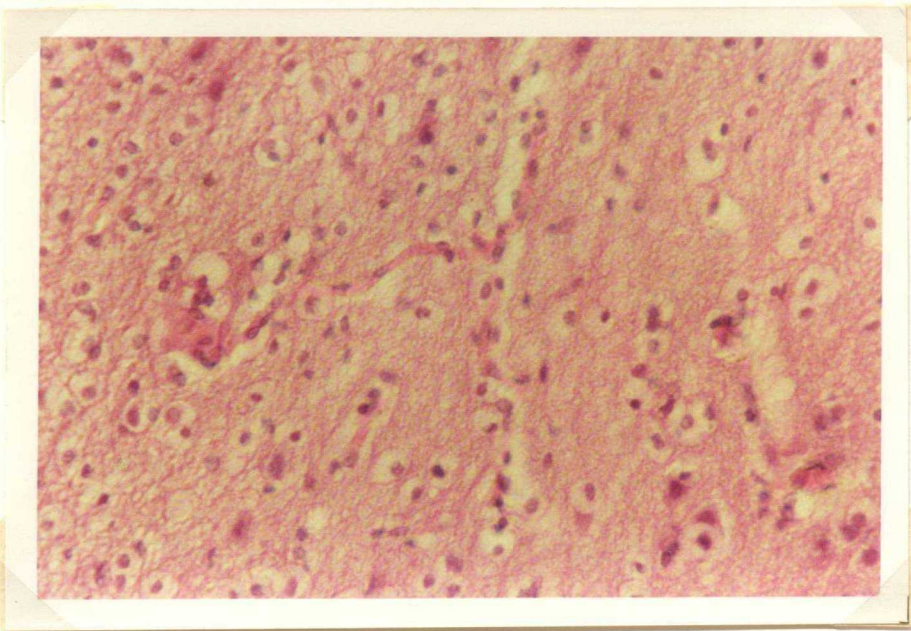


写真12



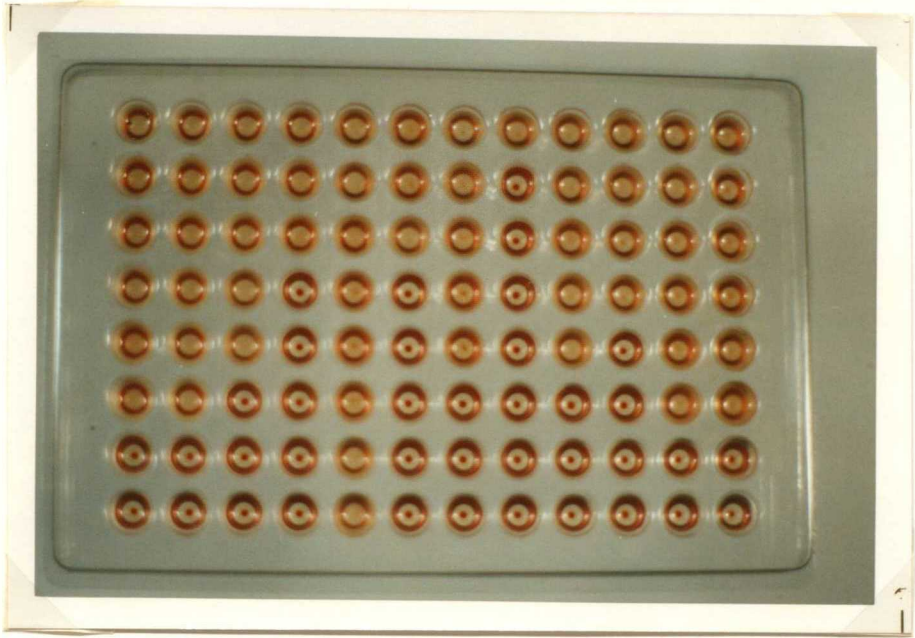


写真13



写真14



写真15



写真16

Epidemiological Studies on Japanese Encephalitis

(SUMMARY)

# Epidemiological Studies on Japanese Encephalitis

Kuniaki ITAGAKI

Yamaguchi Prefectural Research  
Institute of Hygiene

## I. Introduction

Mitamura (1933) reported on Japanese Encephalitis Virus (JEV) carried and disseminated by *Culex tritaeniorhynchus* (hereinafter as mosquito). Hayashi (1934) and Kasahara (1936) first made reports on JEV isolation. JEV has since been a typical species among arthropod-borne Viruses in Japan. A wide variety of animals are hosts of JEV; mammals, birds and cold-blood animals. The pig-mosquito cycle between pigs as a highly sensitive animal to JEV and mosquito has been proposed, but most of the mutual ecology among other host-animals, mosquito, and JEV is still unknown. Significant decrease in the number of patients of Japanese Encephalitis and its localization were once a trend but increasing number of patients have been since 1978. For touching on the fringe of JEV's ecology in the natural condition, a survey was made by the author on the ecology of pathogens (JEV), vectors (mosquito) and hosts (sensitive animals) using Veterinary Science Methods for comparison with the past results obtained when Japanese Encephalitis was in prevalence.

## II. Materials and Methods

## 1. JEV Infection Experiments to examined Animals.

Experiment pathology using sensitive animals is inevitable for viruses which show no multiplication in artificial culture. In view of the importance to find essential qualities of infection which is detectable from the analysis of the ecology of normal groups and pathophysiology of morbus groups, infection tests were performed on dogs, rabbits, and 1- and 7-week old mice to make analysis on body weight, clinical symptoms, hemograms, tissues, and hemagglutination inhibition antibody (HI antibody) during the 13-day period from July 5, 1981 to 17 the same month.

## 2. Survey on Japanese Encephalitis HI Antibody in Animals

Research is required on the roles of animals as amplifiers or reservoirs of JEV in the natural condition. HI antibody measurement were made to analyze JEV infiltration rates and 2-mercaptoethanol sensitivity antibody (2ME-sensitivity antibody) measurement for determining a first infection to JEV in the summer were also made during July-September periods in 1980 and 1981. The examined animals using in this survey were as follows; pigs (438 subjects) in 2 slaughterhouses in Yamaguchi prefecture, animals raising in the same barn (cattle, pigs, dogs, rabbits, domestic fowl, pigeons, and mice), wild animals (289 subjects) captured by hunting etc. during the two years, infantile dogs (178 subjects) under 7 months after birth, lactated dogs (32 subjects) under 2 weeks after birth collected from June to september 1981, newborn puppies (5 subjects) before and after

drinking foremilk from their mother collected in July 1982, cats (33 subjects) collected from June 1981 to July 1982 and American black bears raising in zoo (*Euarctos americans*, 7 subjects) collected in July 1982.

### 3. Survey on Relationship between the Incidence of Vector Mosquitoes and Infection of Decoy-Animals

Mosquito is very important for JEV dissemination. The ecology of mosquito is much affected by meteorology and environments. For this, a survey taking into account these factors was needed. A survey was made on the effects of meteorological factors and sprays of agricultural chemicals over propagation of mosquito in a same barn during July - September priods in 1980 and 1981 and in a doghouse located 200 m apart from the same barn in 1981. JE viruses were isolated from mosquitoes captured in the same barn. Further, for determination of animals species from which mosquito sucked blood, lapino-immune antisera were prepared with the hemocytes of examined animals and the serological analyses were made by the precipitin method. Mosquitoes were collected in the same barn in 1980 and in the doghouse in 1981 (1760 pcs. in the same barn and 160 pcs. in the doghouse). Districts where our survey on Japanese Encephalitis were made in Yamaguchi Prefecture are shown in Fig. 1.

### III. Test Results and Survey Outcome

#### 1. Results of JEV Infection Experiments to Examined Animals

On the examined animals, body weight changes, appearance of clinical symptoms, and abnormal blood conditions were found in inoculated mice group. In 1-week-old inoculated mice group, body weight decrease, abnormal exertion, convulsion, paralysis, lactation inability, lymphocytosis, and neutrophilia were found from the 3rd day and all died on the 5th day due to lymphopenia and neutropenia. No dead cases were found in 7-week-old mice except piloerection, circling movement found in some subjects, and slight increase of leukocytes. Pathohistological changes were found in cerebrums of all examined animals and minor teres cellular infiltration, glia cell proliferation, cortical edema, periarterial cellular infiltration, and neurocyte denatured images were shown. These findings were appreciable in mice and partly found in dogs and rabbits. Significant increase of HI antibodies were shown in animals except 1-week-old mice which died in the 5th day. Maximum 320 elevated antibody levels were found in dogs.

## 2. Survey Results of Japanese Encephalitis HI Antibody in Animals

Pigs in the slaughterhouse showed high sensitivity to JEV in 1980 and 1981 and a 1-month difference was observed in an increase of 2ME-sensitivity antibody; early July in 1981 and late in August in the following year. Both dogs and pigs raising in the same barn showed the higher levels of antibodies than the other examined animals.

The increasing time of the positive antibody rates were one month earlier in 1980 than 1981. Infantile dogs collected to the health center in 1981 showed emergence of 2ME-sensitivity antibodies and elevation of the positive antibody rates earlier than pigs in the slaughterhouse. The positive antibody rates of dogs were as high as pigs. In the lactated dogs within 2 weeks after birth and the newborn puppies (drinking foremilk or not drinking it from their mother) no antibody to JEV infection were found in their sera. Low positive rates of antibody and low antibody levels were found in cats. High positive rates of antibody were shown in wild boars, night herons, copper pheasants, pheasants, and ducks. While the low positive rates were shown in crows, pigeons, sparrows, snakes, and rats. High elevated antibody levels were found in wild boars and night herons. Although the high positive rates (100%) to JEV infection were found in the American black bears examined in this survey, their antibody levels were relatively low. In which, sparrows (1 subjects), night herons (1 subjects), and wild boars (2 subjects) infected in the summer, i.e. the 2ME-sensitivity antibodies were elevated.

### 3. Survey Results of Relationship between the Incidence of Vector Mosquitoes and the Infection of Decoy-Animals

Mosquitoes Captured in the field were larger in number in 1980 than 1981 and no significant relations between the number of captured mosquitoes and meteorology were found except temperature and rainfall. The number of mosquitoes captured in the same barn



were larger in 1980 than 1981 with its peak shown earlier in 1980 and blood-sucking rates were approx. 10% higher.

The number of mosquitoes captured in the doghouse in 1981 were proportionate to temperature and the sucking rates were stable with around 50% each month.

First isolation of JEV from mosquitoes collected in the same barn was made in July 10, 1980 and about a month later on August 16 in the following year. Coincidence was found with the time of positive antibody conversion and JEV isolation in the same barn. The survey on blood sources of the mosquitoes collected in the same barn and doghouse showed approx. 70% from cattle, approx. 30% from pigs in the same barn and 96.9% from dogs in the doghouse.

#### IV. Discussion

1-week-old mice showed significant changes in JEV infection tests, which revealed high sensitivity of infantile animals. Dogs and rabbits were notable for submerged symptoms accompanied by slight pathohistological changes and high antibody levels on account of its similarity to submerged infection found in humans. High elevated antibody levels in dogs (maximum 320) revealed a possibility of severe viremia and dogs' role as amplifiers or reservoirs in the JEV dissemination cycle in natural condition should also be clarified. We think that the condition of epidemics of JEV infection in the summer can be expressed by testing the

sera from dogs. Animals used in this survey showed a high sensitivity based on the elevated HI antibody levels.

Positive rates of the antibody from pigs in the slaughterhouse were higher in 1980 than in 1981. This suggests early appearance of 2ME-sensitivity antibody and JEV spread. Expansion northward of JEV was found earlier in the slaughterhouse at Bofu than that at northern Iwakuni. Individual difference was small in antibody changes of examined animals of the same species in the same barn in 1980 and 1981, but difference was among each species of animals. This shows sensitivity difference in each species of animals.

Dogs showed 2nd high sensitivity after pigs. New infected bodies were found in late July in infantile dogs collected to the health center in 1981. It was the infection appearance earlier than in pigs in the slaughterhouse and proved dogs' high JEV contamination as high as pigs' in summer. No antibody was found in the lactated dogs within 2 weeks after birth and the newborn puppies (before and after drinking foremilk). The fact suggests that the JEV infection to dogs easily caused. Cats may not play the important role to the JEV dissemination cycle. It seems that American black bears infected to JEV during past 5 years after being imported from USA. Comparatively large terrestrial wild life like wild boars, night herons, pheasants, copper pheasants, and ducks have high antibody positive rates, small arboreal birds like sparrows, crows, pigeons, etc. low rates, and underground-dwelling snakes and rats have no antibody, respectively.

The analysis of animals by habitual environment revealed differences in mosquito's opportunity to bite and suck blood and sensitivity of each group of animals.

Survey on Vector Mosquito and Decoy-Animals showed the number of mosquitoes captured in the field larger in 1980 than 1981, which was attributable to much rainfall and resultant expansion of oviposition places. The number of mosquitoes captured in the same barn peaked in July 1980; showing the early-appearance type, and in August 1981; the delayed type. Coincidence was found with the time of positive conversion of antibody and JEV isolation in the same barn. This shows positive copulation-propagation of mosquito in the previous year. Japanese encephalitis patients in the Yamaguchi Prefecture were 3 in 1980 and none in the following year. The number of mosquitoes collected in the doghouse in 1981 were proportionate to temperature with stable blood-sucking rates at approx. 50% presenting many materials for later analysis. Most mosquitoes sucked blood from large animals like cattle and pigs in the same barn showing their sucking habit, despite large surface area of those animals to be taken into account as a factor. Blood sources in the doghouse were of course dogs with as much as 96.9%. No such blood-sucking habit was noticeable when one species of animals were raised in one cage and blood-sucking was concentrated on that animal.

## V. Conclusion

In the past, JEV was active in the natural condition. At present, the JEV activity is the same as the past condition. It was demonstrated from these findings that the JEV spread is mainly dependent on the Pig-Mosquito Cycle. There are few reports that describe the other animals (X-Mosquito Cycle) as amplifiers or reservoirs. It is necessary to study on various animals; not only pigs which show high sensitivity to JEV but other animals. From the results obtained above, a possibility of Dog-Mosquito Cycle against JEV infection may be conceded. The condition of JEV infection in the summer can be expressed by testing the sera from dogs. Further studies are necessary for the Animal-Mosquito Cycle such as wild boars and dogs, in particular, because dogs live closely with human environment. In the field of JEV studies, at present, one of the most difficult subjects is to dissolve the JEV dissemination cycle in the natural condition. Although human cases of JEV infection gradually decrease during the past decade, the JEV and its spread in the natural condition did not decrease according to our reports.

From the point of view, the fundamental studies based on Veterinary Science Methods and its application of the epidemiological investigations are required for exterminating the Japanese Encephalitis Epidemics.

Fig.1 Survey Area

- A. Iwakuni Slaughterhouse(For collecting pigs,1980-1981)  
Iwakuni Health Center(For collecting dogs,1981)
- B. Bofu Slaughterhouse(For collecting pigs,1980)
- C. Yamaguchi Health Center(For collecting dogs,1981)  
" (For collecting cats,1981-1982)
- D. Rasing place of animals(1980-1981)  
Survey place for mosquito in the barn(1980-1981)
- E. Survey place for mosquito in the field(1980-1981)
- F. Mine Health Center(For collecting dogs,1981)  
Mine zoological garden(for collecting American black bears,1982)

