

日本脳炎患者の減少に関する考察

——農業形態の近代化がもたらした役割*

富山県衛生研究所

上村 清之
松田 宗之

目次

- I はじめに
- II 日本脳炎減少要因の検討
 - (1) 気象の変化
 - (2) ワクチンの普及および抵抗力の増大
 - (3) ウイルスの変化
 - (4) 媒介蚊の減少
- III 灌漑排水の発展—媒介蚊発生場所の縮小
- IV 早期栽培の普及—媒介蚊駆除と発生成育の阻止
- V 家畜の多頭飼育化—媒介蚊吸血活動の阻止
- VI 結論と今後の問題点
- VII まとめ
文献

I はじめに

富山県はかつて日本脳炎の流行地として知られ大正13、14年、昭和10、14、23、24、25年などには大流行をきたし、ことに大正13年には罹患率95（10万人対）に達した。しかし、図1に示すごとく、近年急激に減少し、全国平均を下回って、昭和43年来患者は全く発生をみない。馬における発病も同様で、昭和22年には50頭（罹患率350）、23年には19頭（同134）だったのが29年以降は皆無である。豚の血中H I抗体価の

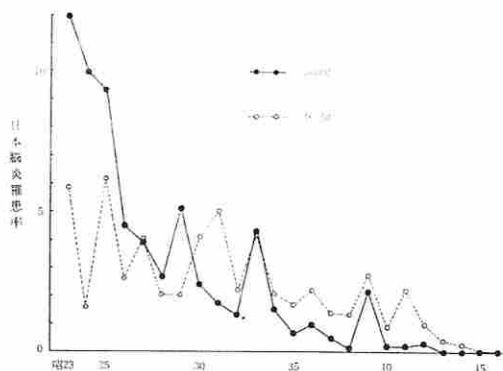


図1 日本脳炎患者の年次別推移
(実線：富山県、点線：全国)

動きをみても、昭和43年来抗体上昇はおくれ、46年には9月になっても抗体保有率が低く、抗体価40倍以上のものは認められなかった（図2）

富山県ほど顕著ではなくても、全国的にも同様の現象が認められる。日本脳炎の近年の、このような減少は一体何に因るのであろうか。その要因としては、たとえば、①気象など自然環境の変化、②ワクチンの普及および人の抵抗力の増大、③ウイルスの変異など、④媒介蚊の減少などが考えられる。ここでは、これら一つ一つについて検討を加え、「日本脳炎減少の主因は農業形態の近代化に基づく媒介蚊の減少にある」という見解について述べてみたい。

脚注 ※この報告の一部は「第8回日本脳炎ウイルス生態研究会シンポジウム」（昭和47年2月、大阪）で発表を行なった。

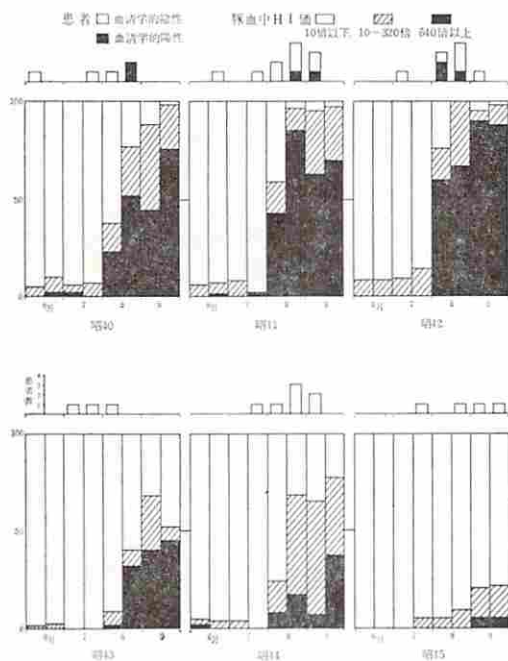


図2 豚血中H I抗体価分布と日本脳炎患者の年次・月別推移（富山県、昭和40～45年度）

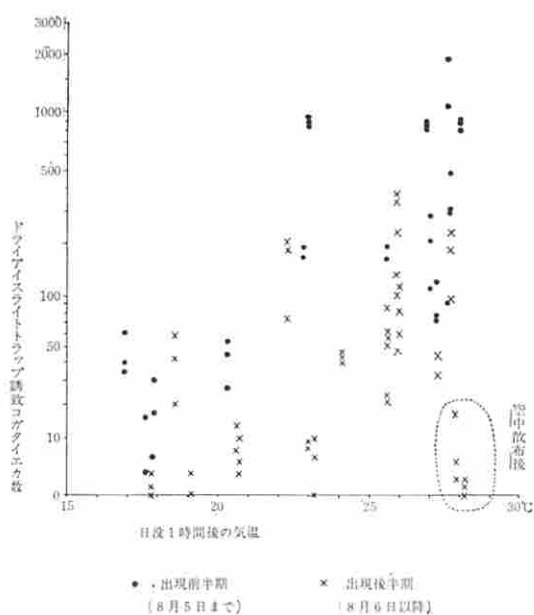


図3 誘致コガタイエカ数と気温との関係（昭和44年度、富山空港）

II 日本脳炎減少要因の検討

(1) 気象条件の変化

日本脳炎の予防としては、普通、身心の疲労を避け、媒介蚊に刺されないことが肝要とされている。しかし実際には、高温多湿の気象ほど体力の消耗が激しく、また、媒介蚊の飛来も多いわけで（図3）、従って、夏場の気温の高さと日本脳炎患者の発生数との間には理論的には相関関係が認められるはずである。ところが、図4にみるように気温（最高気温30°C以上、最低気温25°Cまで、同じく20°Cまでの各年間日数）とカッコ内の日本脳炎患者数とはその関係は明確でない。たとえば昭和36年は最高気温30°C以上の日が54日、最低気温25°Cまでの日が11日、20°Cまでの日が76日と昭和23年来もっとも暑い年であったが、患者発生は10名にすぎなかった。逆に99名の多発をみた昭和24年は30°C以上が36日、25°Cまでが1日、20°Cまでが58日と全般に涼しい年であった。非流行年の昭和46年は梅雨あけが平年よりも10日ほど遅れ、7、8月の中、下

旬に冷涼で、30°C以上38日、25°Cまで4日、20°Cまで55日であったが（図4、5）、別にこのような傾向の年に日本脳炎が減少しているとは断定できない。

加藤（1968）は宮城県では2月低温、4、6、7月高温の年に日本脳炎が流行するとの報告を行なっているが、富山県においては、それに該当する昭和38年には患者発生は1名にのみ止まり、99名の流行をみた昭和24年には逆に2月高温、4、6、7月低温を呈し、また51名の患者を出した昭和29年も2月が高温、6、7月が低温であった（図4）。さらに、正垣（1971）は名古屋における報告で、3、8月高温、5、6月少雨、7月多雨の年に媒介蚊多発の傾向があると述べているが、富山県においては、とりたててその様な傾向は観察されなかった。

一方、蚊の活動や発育にとって、温度、湿度、降雨、風力、日照、月明りなどの気象条件が大きな影響を与えていることはいうまでもなく、幾多の報告が知られている。ざりと

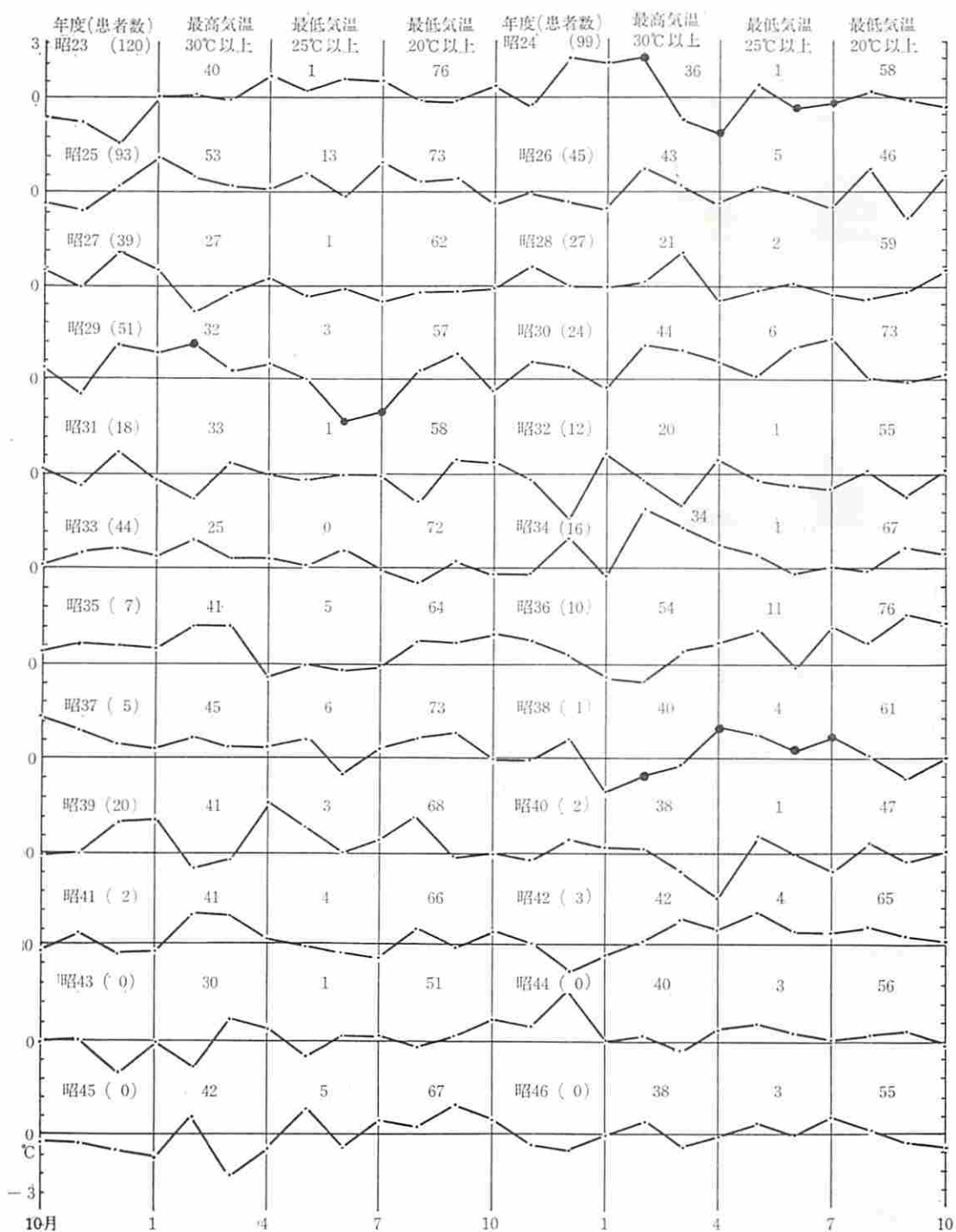


図 4 富山の年別月平均気温の平年との差および暖候日数と日本脳炎患者数(年度と日本脳炎患者数、最高气温30℃以上の日数、最低气温25℃以上の日数、20℃以上の日数の順、富山地方気象台)

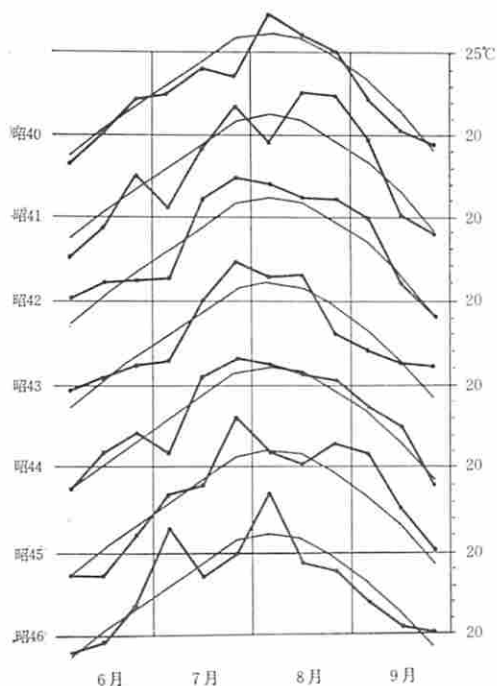


図5 富山の旬平均気温の年次別推移
(富山地方気象台)

て、高温がすぐさま増加要因になっているとは限らず、たとえば、高温が水田の酸素不足をもたらし、それが稲の根腐れ防止のための掛け流しや間断灌漑といった水管理を進展させ、ひいては蚊の発生を抑制して蚊数を減少させる、あるいは、暑さが畜舎などの機械による通風を積極的に行なわせ、また蚊が増えれば増えるほど防虫捕蚊作業を積極的にしそして、結果的に蚊を減少させるという風にして現われる。従って、日本脳炎、あるいは媒介蚊の増減と気象条件とを一元的に結びつけ、さらに日本脳炎の近年の減少を気象条件の変化で説明しようとするのは無理があるように思われる。

(2) ワクチンの普及および抵抗力の増大

日本脳炎ワクチンの接種は昭和23年、馬を中心に始まり、富山県では昭和24～34年の10年間に9～21%の馬に接種された。昭和29年からは人においても実用化されて、最近では全国で10～14%、富山県では15～20%がこれ

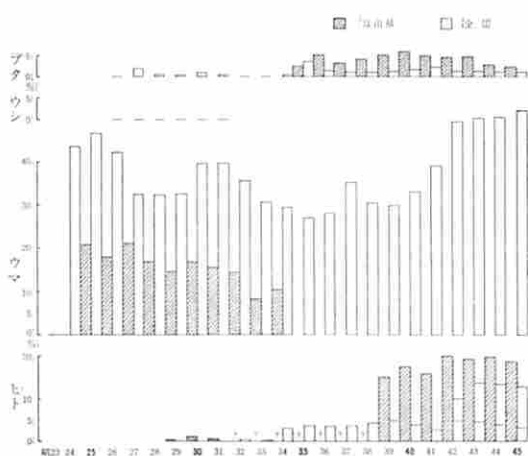


図6 家畜および人の日本脳炎ワクチン接種率の年次別推移(富山県および全国)

を受けている(図6)。これら不活化ワクチン接種によって、馬、人ともに日本脳炎の発症率は約4/5にも低下していることが知られている。しかし、人も馬も共に終末感染であるため、この程度の接種率が日本脳炎流行の抑制を完全にしているとは考えがたい。

増幅動物として重要視されている豚でも、昭和26年来接種が行なわれて来ているが、一部実験区の生ワクチン使用を除いて、接種頭数はごく低率で、しかもそれは繁殖豚にはほぼ限定されている。富山県でも同様で、昭和35年来わずか2～6%の豚に接種が行なわれているにすぎず、しかも流行にあずかる肝心の肥育豚には全く実施されていない。

さらに、ワクチン効果についても疑問があり、日本脳炎の人血中抗体価からみても、富山県における昭和44、45年度調査で明らかのように、ワクチン歴のある者とない者との間には有意差はない(図7)。すなわち山田村の様な蚊の少ないワクチン歴の少ない山村においてすら、抗体を持っている者が87%もあり、調査地区全体では91%にもものぼる。低年齢層はワクチン歴が高率であるにもかかわらず、中和抗体平均価が低いことなどから結局抗体産生の多くは、ワクチンによる効果というより、蚊の吸血に起因するものと思われる。これらのことを考え合わせると、将来生

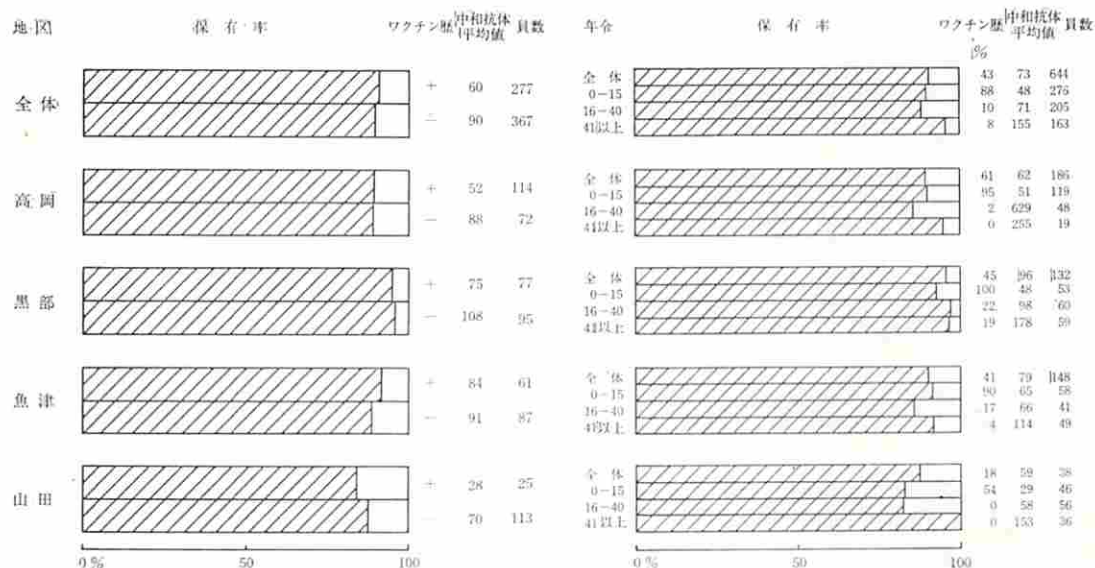


図7 富山県下住民の中和抗体保有率とワクチン歴（昭和44、45年度）

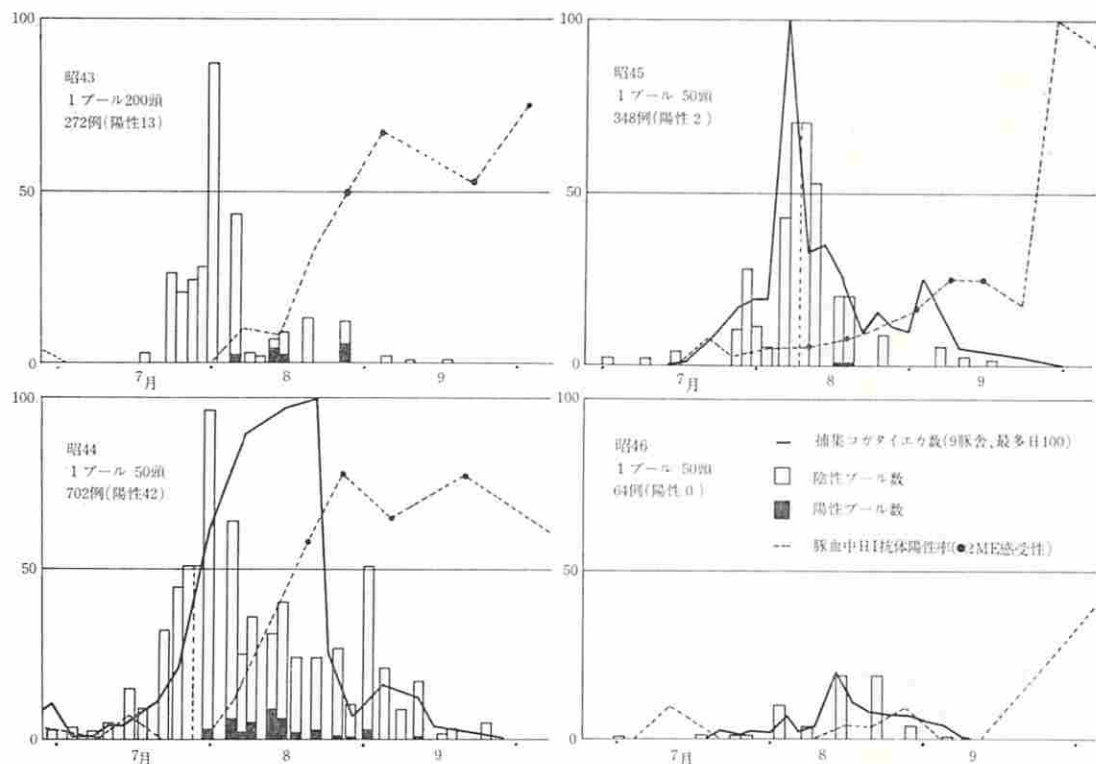


図8 コガタイエカ捕集数(9豚舎合計)、蚊からの日本脳炎ウイルス分離成績、および豚血中H I抗体陽性率の推移(昭和43~46年度)

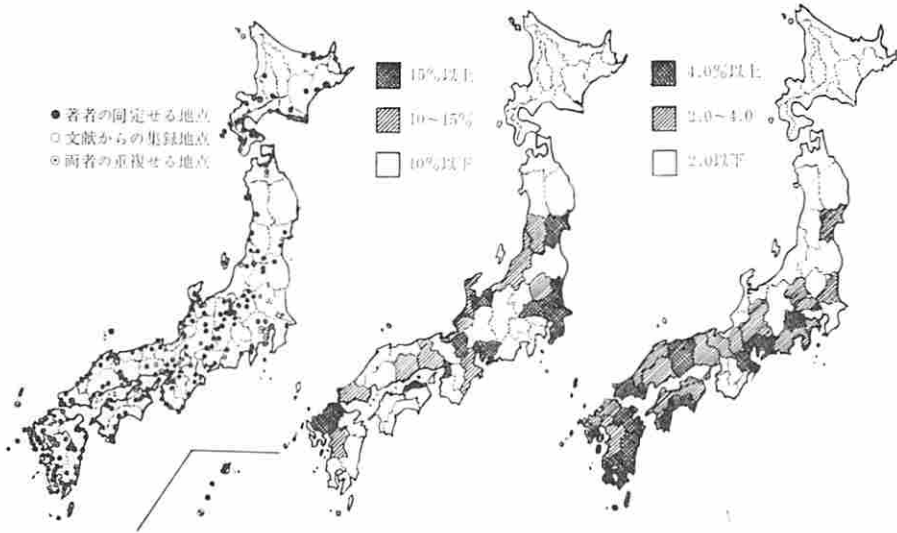


図 9 コガタイエカの採集地点、水田分布率および日本脳炎罹患率(県別)

ワクチンが肥育豚にも大々的に接種されるのならともかく現況ではワクチンの改良、普及が日本脳炎流行の抑制に大きく寄与しているとは考えがたい。

ワクチン効果とは別に、日本脳炎発病低下は、近年生活環境の向上によって、人の抵抗力自体が増大してきたためとの見方もあるがそれにしては昭和15~22年の食糧事情悪化期の日本脳炎患者の減少には矛盾がある。また日本脳炎に罹患した豚肉を摂食することによって抗体が増加しているという可能性も考えられないではないが、根拠は薄い。

(3) ウイルスの変化

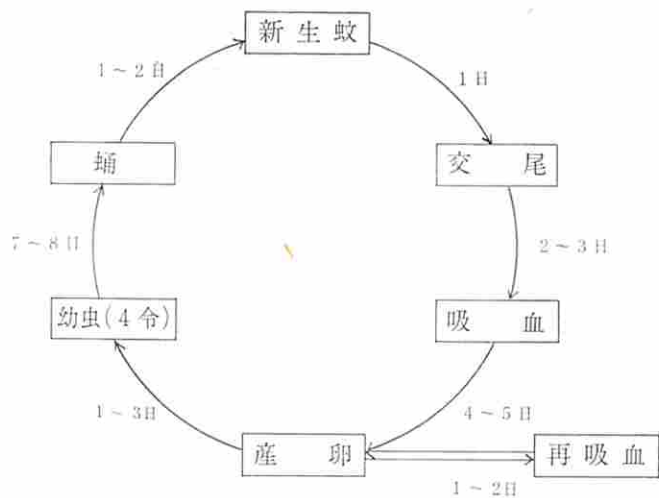
それでは、近年の日本脳炎の減少はインフルエンザにみられるごとくウイルスの変異に基づいていると考えられるであろうか。大谷・北岡(1962)は本仮説に否定的な見解を報告しているが、著者らを含めた厚生省による最近の大々的な日本脳炎流行株抗原構造の調査成績からみても、顕著な抗原変化が起って日本脳炎が減少しているとは思われない。とするならば、ウイルスの減少、または蚊とウイルスとの出現期のズレが、あるいは日本脳炎の流行抑制に関与しているのであろうか。し

かし、図8に示すごとく、最近ウイルス分離例が少なくなったのは、蚊のウイルス感染率が低下したためとみるより、むしろ媒介蚊数が少なくなったためと考える方が妥当である。各地方衛生研究所での成績をみても同様な傾向がうかがわれ、ウイルス分離時期が蚊の最盛期からずれたとも思われないので、日本脳炎患者の減少がウイルスの変化に基づくと考えるのも困難である。

(4) 媒介蚊の減少

日本脳炎媒介蚊 コガタイエカ *Culex tritaeniorhynchus summorosus* は 西南日本を中心に奄美から北海道まで日本全土に分布し、それらの約80%は水田とその側溝から発生していると考えられる(図9、10:上村、1968)。一方、全国有数の水稲単作地帯である富山県は、総面積の18%、全耕地の92%を水田が占め、コガタイエカは当然多発してよいと考えられる。しかし実際には他県と比べて蚊数は少なく(図11、12)、しかも昭和42年来、一部の例外を除いて、年々減少してきている(図13)。

野村(1953、55)によると、昭和27、28年富山県小杉高校豚舎における、日没後1~2時



コガタイエカ幼虫の発生源 (全国, 昭36~41年度調査)

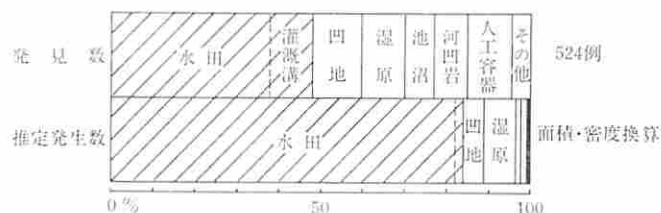


図10 コガタイエカの生活環と幼虫の発生源

間吸血管 1人採集では、最多日には 320および 218頭捕集しているが、現在ではライトトラップ終夜捕集で132頭 (昭和45年8月3日)、32頭 (昭和46年8月9日) しか捕集できず、同一方法で採集したときには、当時の10%程度の捕集しかできないものと思われる (図14)。また、昭和39年には大門町の水田とその側溝からコガタイエカ幼虫を容易に採集できたのが、現在の水田では非常に困難となり、さらに、昭和43年の調査において、山間部の水田では採集できたものの、平野部の乾田からは発見できなかった (上村ら, 1969)。

この蚊の減少はまた、全国的にも認められる現象で、岡山大学の稲臣らによる昭和25年から20年間にわたる定点採集、各地方衛生研究所による蚊の消長調査などでも同様な傾向がうかがえる (山口ら, 1950など)。これらから、蚊の減少は決して単に調査のムラなどによるものではないと思われる。

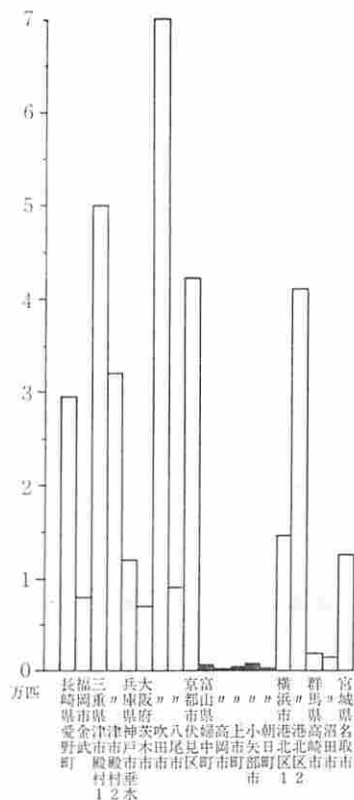


図11 日本各地のコガタイエカ最盛期捕集数 (昭和43年度、畜舎ライトトラップ)

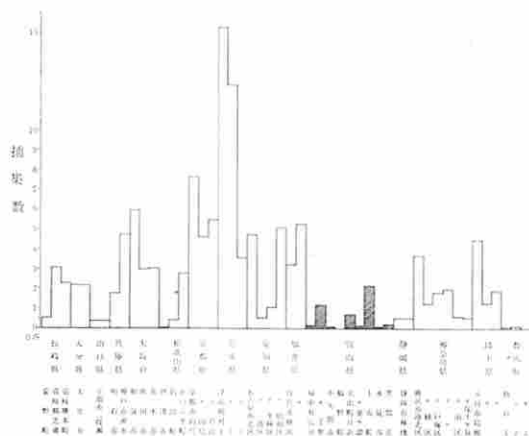


図12 日本各地のコガタイエカ最盛期捕集数 (昭和44年度、畜舎ライトトラップ)

媒介蚊の数が減少すれば、日本脳炎患者の減少を導くことはまちがいない (山本, 1971など)。その上、それは単に数に比例して減

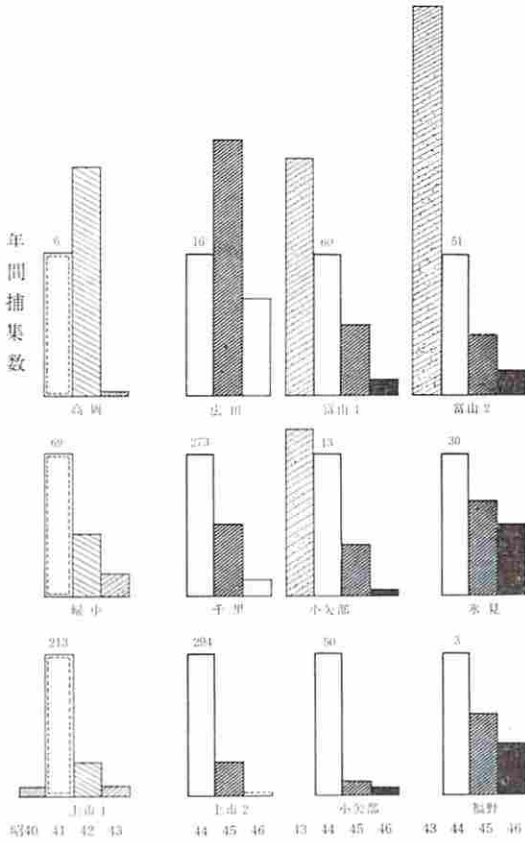


図13 富山県下各地におけるコガタイエカの年次別捕集数(積分值)の推移(昭和41年度または44年度を100として比較、数字は連日捕集推定値の1/1000)

るだけでなく、多発していた蚊が減少することによって日本脳炎媒介能はさらに大幅に押えられることになると考えられる。すなわち、同一吸血源に多数の蚊が群がっている場合、蚊は個体間干渉によって集団的に落着きをなくし、それぞれ不完全な吸血を何回も繰返すことになる(藤戸ら、1971など: 著者らも30cm角ケージに多数の蚊を入れ、1cmあたり最大2頭程度しか壁で休息できないことを観察している。) 一方、ウイルス吸入量の多少は蚊の媒介能にあまり影響しないことが知られている(高橋ら、1968)。そしてその度に、ウイルスは保毒蚊から伝播され、それだけ日本脳炎媒介のチャンスが高くなるわけであるが、一畜体に一定密度以下の蚊数になると、各々1回の吸血で満足し、媒介の機会は

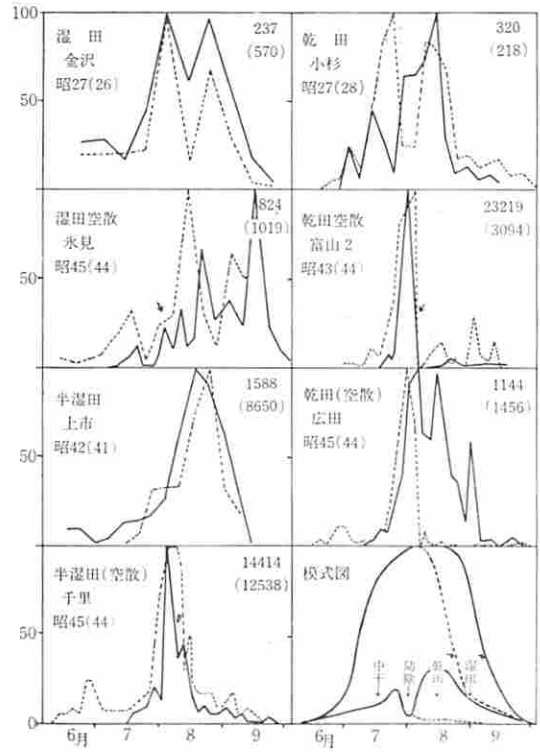


図14 富山県下各地におけるコガタイエカの発生様相(最多日の数を100とする、点数はカッコ内の年度の捕集を示す)

ぐっと低下することになる。

この様に、日本脳炎媒介蚊の減少は累進的に日本脳炎を減らし、患者発生を大幅に低下させるものと思われる。では、この媒介蚊の減少をもたらしたのは一体何であろうか。著者らは、農業形態の近代化による行き届いた水田の水管理と早期栽培、さらに家畜の多頭飼育化が導いた結果であると考え、これらが相まって日本脳炎の抑制に大きな役割を果たしているとの見方を強めている。また、富山県ではそれらが全国的レベルを上回って行なわれたために蚊数の減少が著しいと考えている。以下、これらについて詳説してみたい。

III 灌漑排水の発展—媒介蚊発生場所の縮小

コガタイエカの生活環は、実験室内飼育により図10のように考えられる。これに明らかなごとく水表面に産まれた卵は、幼虫、蛹を経て成虫

表1 土地改良事業受益面積の推移(単位:千ヘクタール)

造成完了年次	区 分	昭21~25	昭26~30	昭31~35	昭36~40	昭41~45	合 計
基幹灌漑排水	全 国 富 山	308.2 (4.9)	286.0 (21.5)	229.3 (8.3)	319.8 (18.2)	603.5 (12.9)	1746.8 (65.8)
団体営灌漑排水	全 国 富 山	165.2 (一)	264.0 (11.0)	212.2 (13.3)	201.4 (8.9)	217.6 (8.1)	1060.4 (41.3)
暗きよ排水	全 国 富 山	29.1 (一)	60.2 (1.8)	65.4 (0.9)	63.3 (0.4)	71.5 (0.4)	289.5 (3.5)
ほ場整備 (区画整理)	全 国 富 山	10.3 (一)	144.3 (4.4)	160.7 (2.5)	157.1 (5.8)	240.7 (13.5)	713.1 (26.2)

注) 全国(上段)および富山県(下段カッコ内)の国庫負担・補助事業別に、県・市町村単独補助事業、非補助融資事業で、たとえば昭和41~45年度に全国において930.8千haの灌漑排水受益面積があり、同年度の開拓・干拓造成水田面積46.6千haもこれらに準じる。

になるまで約10日間、必ず停滞水が必要である。そのため、水田を主要発生源とする本種にとって、10日間以上にわたる湛水を減らすことができれば発生は抑制されることになるはずである。

さて、昭和25年頃までの水田は、田植から乳熟期ごろまで一様に水を湛えるのが通例とされていた。そのため、コガタイエカにとっては好適の発生源であった。ところが、近年、いたずらに水を湛えるのは稲や水田に悪影響をもたらすことが明らかとなり、増収のためにも、また機械力導入のためにも、排水管理技術が高度化して、それを可能とする施設の整備が進められてきた。すなわち表1に示すごとく、近年、国庫助成による土地改良事業が急速に進められ、地上部の排水だけに止まらず、地下水位調節の暗きよ排水技術が普及し乾田すなわち排水良好田(地下水位70cm以上)が昭和44年現在、富山県内で59%、全国では53%となった(図15)。また、用・排水ともに完備した水田が富山県で29%、全国では20%に達した。それらに支えられて、中干し、間断灌漑、掛け流しといった停滞水をなくす水管理技術が普及し、中干しは昭和41年、富山県内87%、全国59%の水田で実施され、間断灌漑は昭和44年、富山県内80%の水田で実施されている(図15)。最近の富山県における代表的な乾田水管理状態を図15に示すが、これ以上に省力化のために必要以上の節水栽培をする傾向さえみられる。また、蚊の繁殖に好

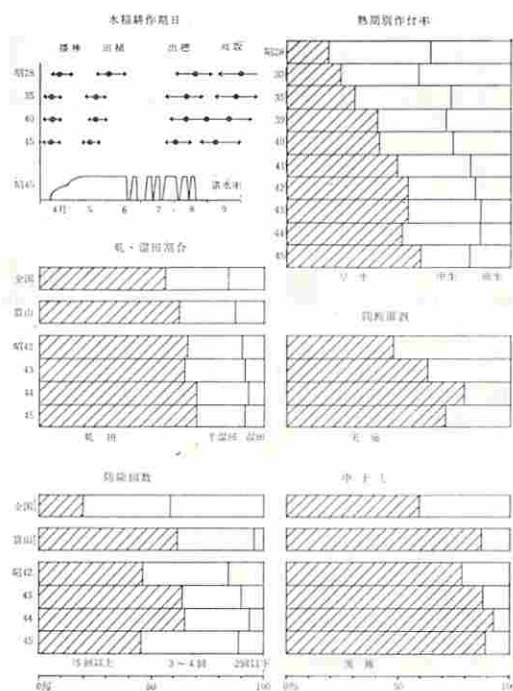


図15 富山県における稲作形態の年次別推移

適な高温であればあるほど掛け流しや間断灌漑が実施される。これら一連の水田水管理の普及は、蚊の発生成育を妨げ、蚊の好適繁殖場所をとりあげるようになった。

その上、水田の湛水は保温のほか、雑草の繁茂抑制を目的としていたが、除草剤の出現は以前の深溜を浅溜にかえ、排水を容易にし、蚊の成育を阻止すると共に、雑草を減らして成虫の潜伏場所としても不向きにしている。水田面積

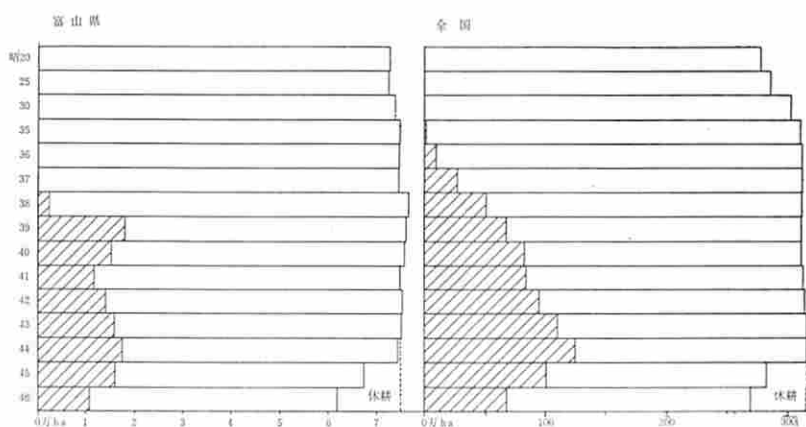


図16 水田作付面積と空中散布実施面積の年次別推移

(単位：万ヘクタール、左：富山県、右：全国)

10m×30mを基盤とするほ場整備もまた同様で、雑草の生い茂ったけい畔を少なくしている。(表1)

このように、乾田での水管理技術の発展が蚊数を減らすことになり、同じく水管理の行き届いた隣県に加賀地区でも日本脳炎は激減している。しかし反対に、旧態依然とした水管理の行なわれている能登地区では、依然として日本脳炎患者が発生している(木村ら、1970)。また昭和44年8月の洪水で、水田の水管理が放置された富山県上市町では、当時蚊数が急増し、22,273頭にも達した(昭和45年の最多日3,420頭)ことは、やはりこれを裏付けている。

さらに、昭和45、46年度の生産調整による休耕田の激増、あるいは最近の宅地化などによる田の壊廃も、全体としては大きな影響ではないが、発生水域の縮小に役立っている。すなわち、富山県では、昭和44年までは例年、稲を作付けない水田が1,000ha前後にすぎなかったのが、45年7,364ha、46年13,054haにも達し、また全国でも例年4万ha前後だったのが、45年には35万haに激増して、その大半は水の入らぬ休閑田となっている(図16)。加えて、この休閑田を利用して上述のほ場整備が急ピッチで進められ昭和45、46年、富山県で休耕田の43%と36%、全国では12%と、7%において実施されたこと

は注目に値する。それほど大きな値ではないが水田の拡張が媒介蚊の少ない東北、北海道で多く行なわれている反面、発生水域を少なくする水田の壊廃は媒介蚊の多産する関東以西の水田に多く、かつ人と蚊との接触機会が多い都市近郊に多い(図17：昭和26年以降15年間累積で、富山県の田の壊廃6,130ha、田の拡張975ha、全国では32万haと38万ha)。

このように水田が蚊の発生源として不向きとなったために、現在の富山県においては、コガタイエカは主に富山新港付近の湿地帯のような自然的環境を発生源としているのではないかと印象を受ける。しかし、県下にはそうした環境はきわめて少ない。一方、富山市南部水田地帯で捕集した蚊の産卵経験率を図18に示すが、最盛期においても高率に産卵をすませていることがわかった。これらのことは蚊の産卵場所が水田から湿地帯のような自然的環境にかわったのではなく、水田に依然として産卵しているがそれが成虫化できずにいることを表わしていると思われる。

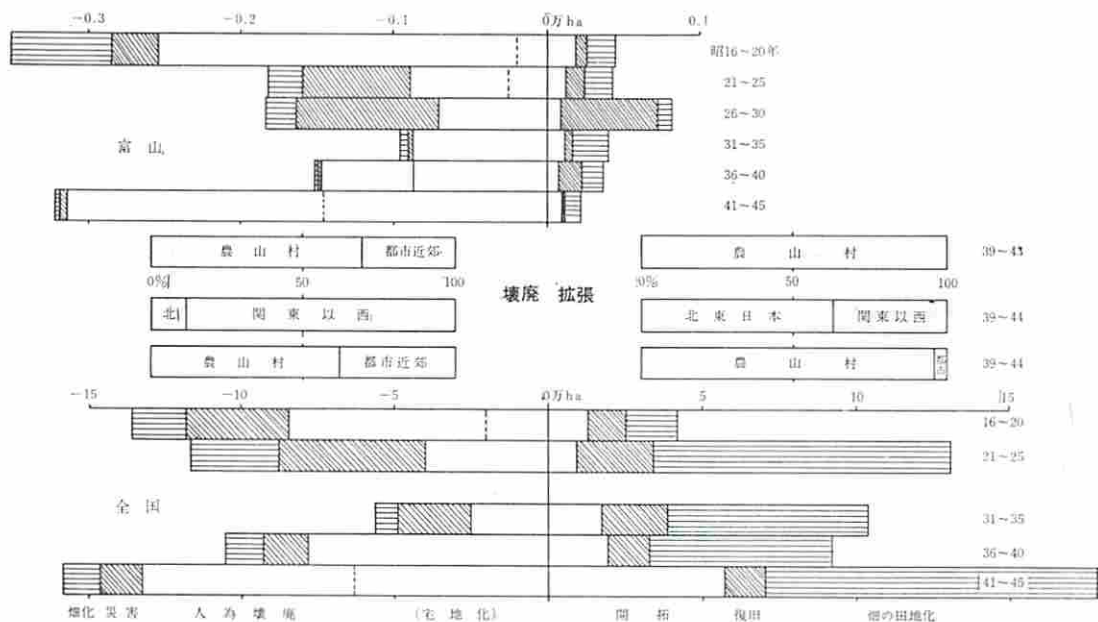


図17 水田の拡張・壊廃黒年面積とその内訳(単位: 万ヘクタール、上段: 富山県、下段: 全国)

Ⅳ 早期栽培の普及—媒介蚊駆除と発生成育の阻止

前述のごとく、乾田化に伴なう水管理が行き届いて、蚊数を抑制ではいるが、しかし稲作には田植後および出穂前にどうしても10日間以上の湛水は必要である。従って、この期間の蚊発の生をおさえ、もしくは、発生した蚊の生存を妨げ駆除することができるならば蚊数を減少させ、ひいては日本脳炎を抑制することが可能であろう。この意味では、昭和28年以来政府奨励によって全国に普及してきた稲の早期栽培技術が大いに貢献している。

さて、図15、19は代表的な富山県はじめ各県の水稲耕作期日の変遷を示したものである。現代の代表的な稲作期日を富山県を例にとって述べるとまず6月中旬頃までは田植後の湛水があり、7月中旬までは県下90%内外の水田で中干しや間断灌漑が行なわれ、7月下旬から出穂期までの約10日間には再び湛水があり(蚊はこの時期に急増)、8月上旬にはウンカ、ヨコバイ防除のための農薬空中散布などが行なわれる。続いて8月高温時には、停滞水をなくすため、間断灌漑や掛け流しが行なわれ、8月下旬には早くも落水、そして9月上旬刈取を迎える。

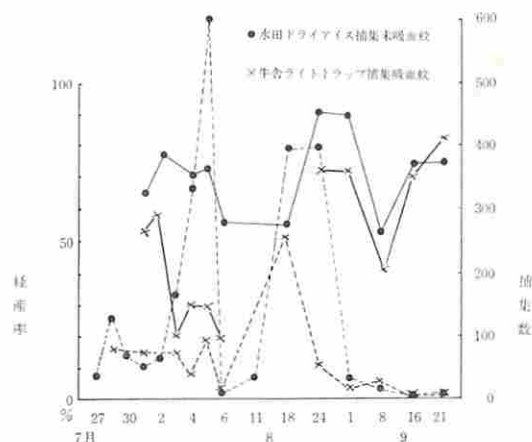


図18 コガタイエカの経産率と捕集数(点線)(昭和46年度、富山県港と付近牛舎)

稲の増収を計るべく、このような経過をたどる早期栽培を可能にしたのは、保護苗代の技術、一化期のニカメイチュウを駆除するための強力な殺虫剤、および品種改良による早生種の登場であった。

この保護苗代(昭和30年富山県16%、全国7%だったのが、昭和42年富山県95%、全国61%まで普及)は、直播の水苗代に比べて田植期を著しく早め、そのため田植後の湛水時期は富山で

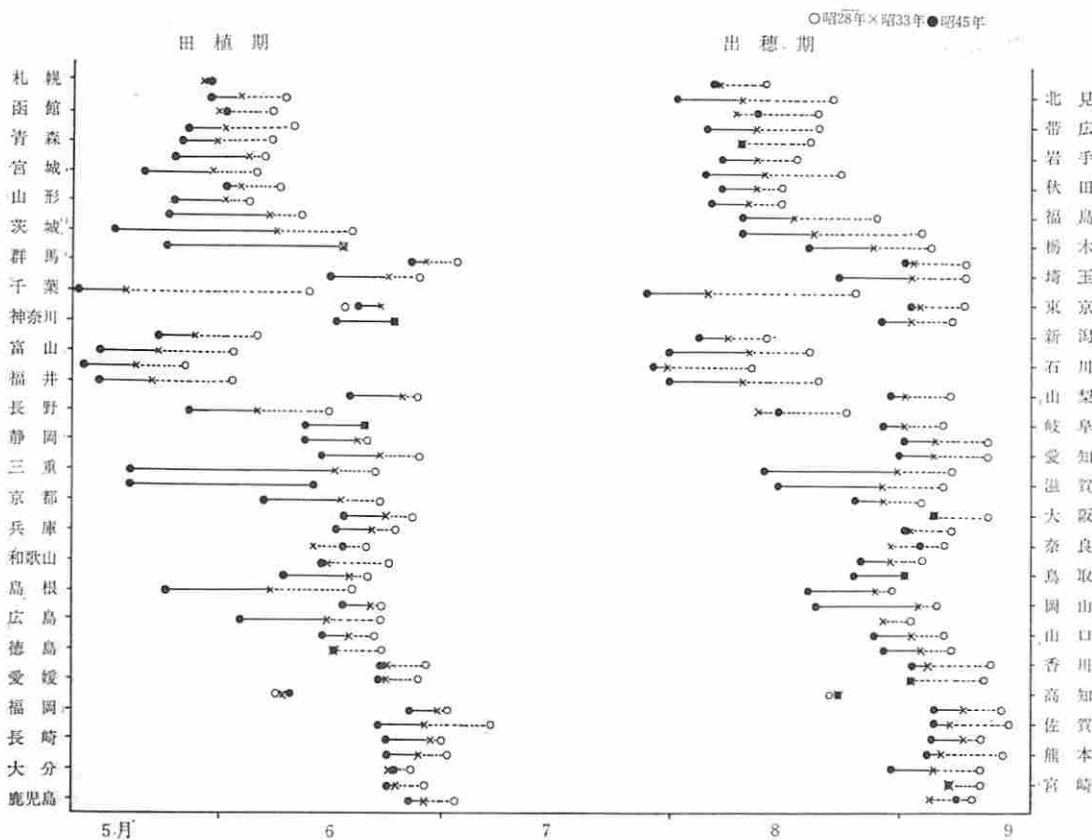


図19 昭和28、33、45年の各県における水稲耕作期日

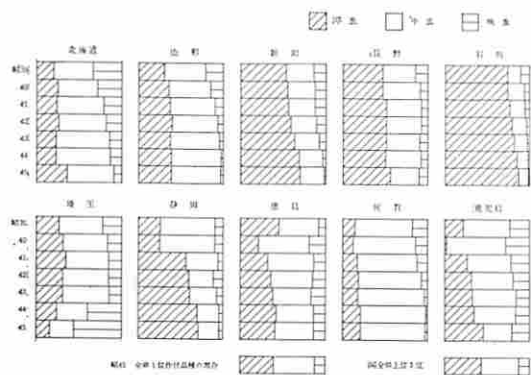


図20 主要県における熟期別作付面積割合の年次別推移

は平均気温 20°C 以下の低温期となった。従って、この期に発生したコガタイエカ幼虫は成育期間を非常に長びかされ、成虫も吸血産卵活動を妨げられることになる(吉田ら、1968など)。

また、早生種の普及(富山県では昭和28年当

時20%に達しなかった早生種が、現在では県の品種奨励などにより60%近くまで普及している(図15、20)は、全体に耕作期間を短縮化し、湛水期間も最少限に縮め、さらに落水を蚊の発生可能な時期に早めるため、媒介蚊にとってはそれだけ発生成育の場を失なうことになる。

それに今一つ、農薬の改良普及はニカメイチュウを防除することで早い時期の田植を可能にしたと同時に、大量発生した蚊を一斉に駆除する威力を発揮した。終戦後のDDTに始まり、BHC、パラチオンと続いた農薬は、昭和25年当時のほぼ10倍の使用量となり、富山県においては5回以上防除を実施する水田が半数に達している(図15、21)。

すなわち、8月上旬に行なわれるウンカ、ヨコバイのための農薬空中散布(図16:昭和34年来実施され、関東東山、九州地方での普及が著しく、富山県下では約15~20%の水田に実施)

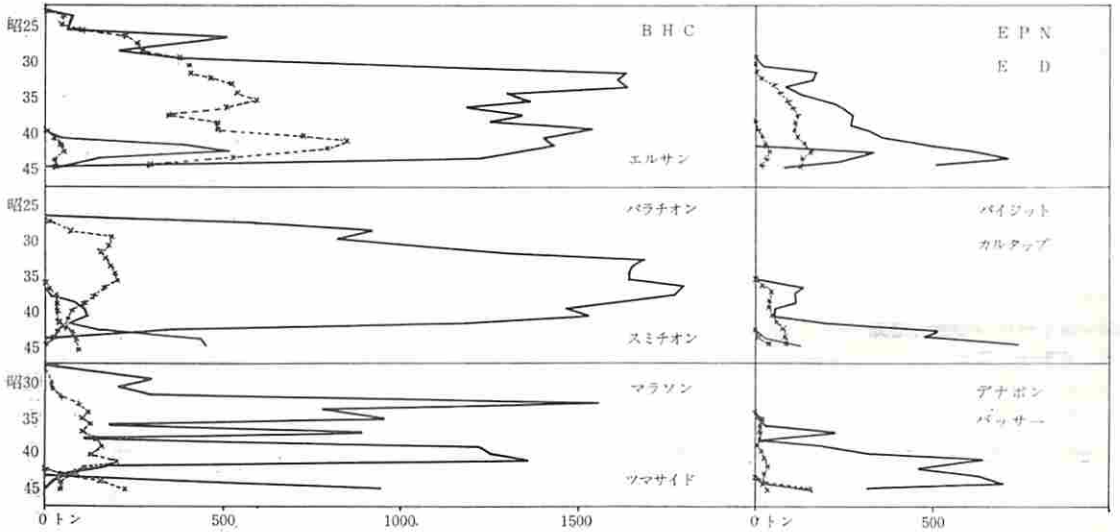
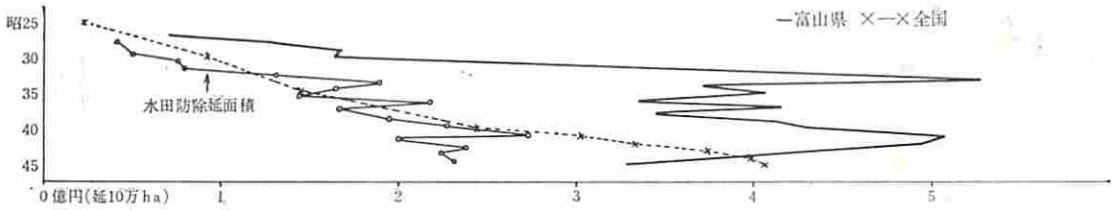


図21 富山県の水田における殺虫剤使用状況と全国殺虫剤生産高

(上段：全体、下段：主要殺虫剤別、一富山県、×…×全国・単位 $\frac{1}{100}$)

は広域にわたることから、行動範囲の大きなコガタイエカにとっても非常に効果的で、出穂前の湛水期に急増した蚊をその直後、一斉に駆除してしまうという威力を発揮する。つまり、従来農薬が蚊幼虫に対しては有効であると認められた反面、成虫に対してはその効果が疑問視されていたが、著者らの実験で、空中散布直前に水田に持込んだコガタイエカ成虫およびチカイエカ幼虫は 100% 死亡し、わずかに蛹の一部のみ生き残るという結果をえた(表2)。さらに、散布後の捕集蚊数は散布前日の0.1~1.2% (昭和43年8月7日 88頭、1.2%、44年8月6日 3頭、0.1%、7日 24頭、0.8% : 図14、22、23) にまで激減した。空中散布だけでなく、地上散布も共同化によってかなりの効果をあげている(例：広田、福野、小矢部などの捕集数)。なお、昭和45、46年、住民の反対で空中散布が中止された富山市南部では前年までのこの期の極端な

減少がみられなかったことも、やはりこの効果を裏付けているものと思われる。

早期栽培によって湛水期間を最少にし、蚊の発生を阻止しても、なおかつ発生してくる蚊をダメ押しの形で一斉駆除してしまうこの農薬も最近では環境汚染の観点からその使用が云々されるに至り、頭打ちとなっている。その蚊撲滅効果が大きいだけに、将来それにとって代わるだけの駆除法が日本脳炎対策のために考えられなくてはならない。

その一つの試みとして、農薬散布の全く行なわれない休閑田を利用して、天敵の効果を検討した。すなわち、富山県福光町中河内の廃村休閑田に、昭和46年8月15日 孵化幼虫 9,264頭を60cm×80cmの方形枠12ヶにわけて放逐し、1週間後回収したが、生存率は約10%で、減ったのはガムシ幼虫などの天敵に捕食されたためと考えられた(図24)。魚などの大形捕食者は含ま

表2 エルサン（PAP剤）空中散布による水田内放置蚊の駆除効果試験

（昭和44年8月6日、富山市友杉水田）

地区	コガタイエカ 雌成虫	チカイエカ 幼虫	チカイエカ 蛹
イ	44	150	
	74	186	
ロ	44	189	
	139	234	
	402	260	
ハ	80	366	
	51	250	
	184	266	
	283	290	
	69	313	
	80		
合計	1,350	2,504	20
死亡	1,350	2,504	16
死亡率	100	100	80

れていないため、天敵による抑制効果はきわめて大きく、湿田では殺虫剤散布をすれば逆にこれら天敵を殺してしまい、蚊数の増大をきたす危険さえ考えられる。従って、将来殺虫剤の使用が低下すれば、乾田においても何らかの天敵利用の道を講じることが、日本脳炎予防のために必要となるであろう。

以上、早期栽培を可能にした要素が、それぞれ蚊の発育を困難にし、あるいは直接駆除してしまう効果と同時に、早期栽培による耕作期日のズレがもたらす効果はより大きいと思われる。すなわち、田植後1回目の湛水期には低温で成虫幼虫ともに十分成育できず、続いて中干し期で成育場所を失ない、2回目の湛水で急増してもすぐに大がかりな農薬散布で激減させられ、以後高温期の掛け流しや間断灌溉にあって、もはや大量発生をみることもなく、8月下旬には早くも落水によって発生源を失ない、9月上旬には稲の刈取りで休息場所も失ってしまうわけである。しかし同じ早場米地帯でも温暖な三重県では、第1回目の湛水期が蚊の成育に適し、この期に蚊は多発し、最盛期になっている（丸山、1971）。また、裏作の行なわれる九州地方

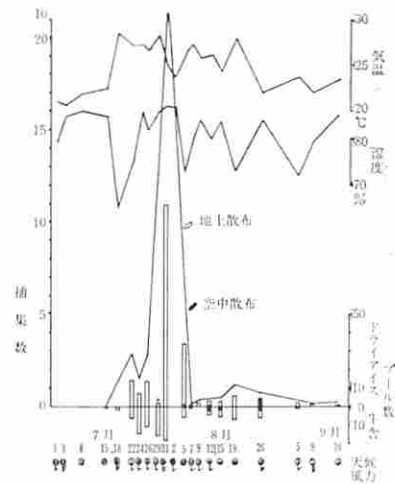


図22 コガタイエカ捕集数と日本脳炎ウイルス分離成績、並びに日没1時間後の気象（昭和43年度、富山空港）

は、早期栽培の導入が困難なため蚊の減少が著しくなく、従って日本脳炎患者の減少も顕著ではないと考えられる。

結局、発生しても成育できない、成育しても活動できないというふうな、蚊の発生成育のタイミングを狂わせ、十分な繁殖のチャンスを与えないままシーズンを終わらせてしまう点で、早期栽培の普及は大きな意味をもつものと考えられる。これは蚊数を減少させる上で、行き届いた水管理が蚊の発生場所をとりあげる効果とあたかも対を成すものであらうと思われる。

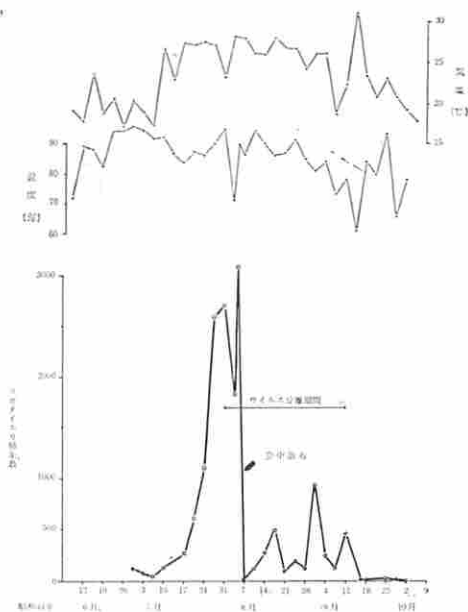


図23 コガタイエカ捕集数と日没1時間後の気象 (昭和44年度、富山空港)

V 家畜の多頭飼育化—媒介蚊吸血活動の阻止

コガタイエカの増殖には雌成虫の吸血が必須条件で、吸血によって日本脳炎の媒介も行なわれる(図10)。従って、吸血を阻止し、吸血蚊を駆除することは、水田の蚊対策以上に蚊数減少あるいは日本脳炎減少に果す効果が大いこととなる。日本脳炎は人のほか馬、豚、牛、山羊などに感染することが知られているが、とくに豚は増幅動物として重視されている。一方、媒介蚊のコガタイエカはこれら大動物を好んで吸血することが知られ、これら家畜の多頭飼育化によって衛生管理が行き届いたため、蚊の増殖を抑制しているとの見方が成り立つ。

図25にコガタイエカの動物嗜好性調査の結果を示すが、富山県小杉高校畜舎における野村(1955)の調査結果でも、コガタイエカの襲来は豚、馬、牛など大動物に圧倒的に多く、綿羊、山羊には比較的少なく、犬、鶏、兎、および人はほとんど無視できる程度の吸血源である。このことは岡山県児島干拓地における蚊帳トラップ調査でも明らかで、コガタイエカは吸血源の

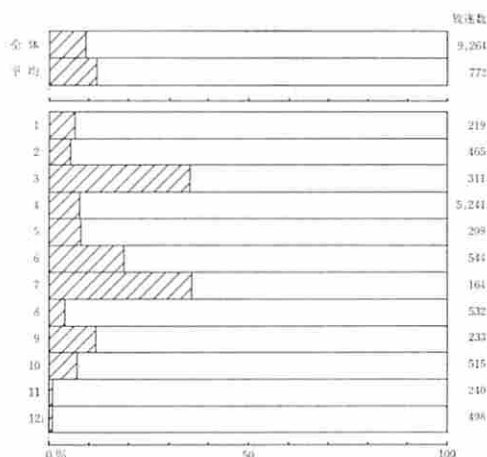


図24 コガタイエカ孵化幼虫の水田内放逐における週間生存率(昭和46年8月15~22日、60×80cm方形枠12ヶ、中河内休閑田)

大人2人よりも仔豚2頭の方に12倍もの割合で襲来している(和田ら、1971)。また、昭和46年夏、富山県福光町中河内の廃村に、仔豚2頭、人10数名が入村し、持込んだコガタイエカ雌成虫1,900頭(羽化後3~4日、雄もほぼ半数加う)を放逐して実験したところ、その後9日間で1豚舎、2宿舎、6台のドライアイスの各ライトトラップに計810頭が捕集された。その内訳は、図26に示すごとく、人家よりも豚舎に圧倒的に多く、とくに吸血蚊においては人家内では1頭のみ不完全に吸血しているにすぎず、豚舎の方が300倍を占めた。

吸血源としてこれほど重要な家畜の、富山県および全国における飼養頭数の推移を図26に示す。ここで明らかなように、山羊や綿羊は飼養頭数からみても最近は少なく、最多年の昭和35年前後においても吸血源として重視するほどの数ではない。馬もまた全国的に軍馬、役馬の必要がなくなって、富山県内においても現在30頭ばかりが飼養されているにすぎず、吸血源としてそれほど重要な位置は占めていない。しかし、牛は役肉牛が減少している反面、乳牛が増加し、全体では横ばい状態だが、吸血源として重要視される。ただし、富山県における牛の飼養頭数は全国レベルよりも低い(図26)。

一方、増幅動物として、また吸血源として重

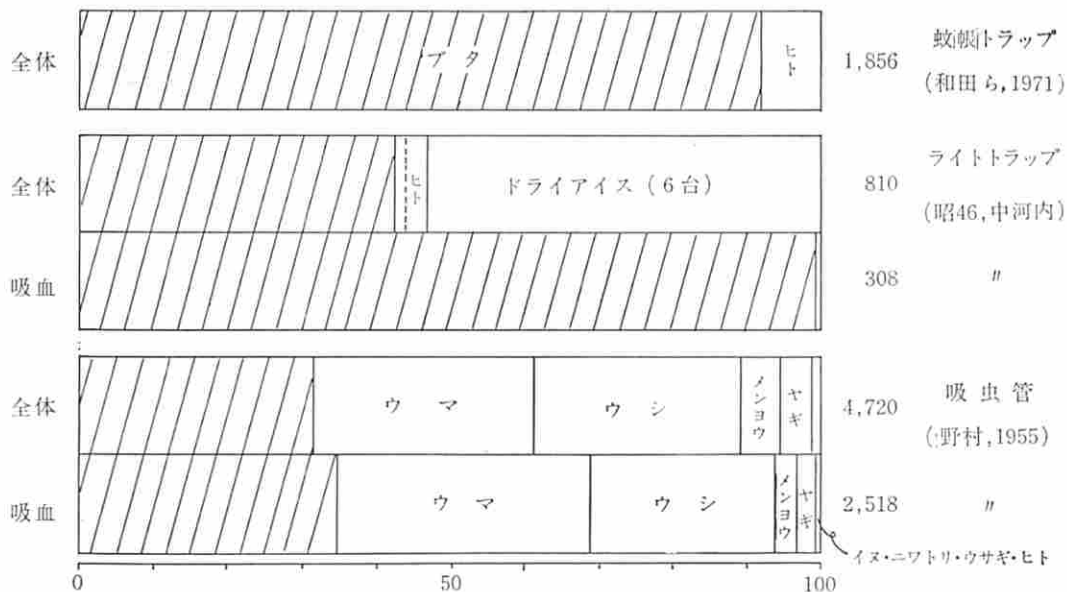


図25 コガタイエカの動物嗜好性(斜線:豚)

要な豚は全国的にみても、富山県においても昭和35年来急増してきている。このように主要な位置を占める豚が年々増加しているにもかかわらず、日本脳炎が減少してきているのは一見矛盾しているかに思える。

しかし、飼養戸数からみれば実は図27に示すごとくかえって著しい減少が起っており、しかも減少しているのは肥育豚10頭未満の豚舎や、成畜2頭以下の小規模牛舎が多く、この傾向は全国レベルよりも富山県が上回っている。この様に多頭飼育化が起これば、当然衛生管理に気が配られ、豚舎も解放的なものから、壁のある防虫網も備わったものに移りかわり、従って蚊の出入りがむづかしくなる。さらに真夏には扇風機が使われ、殺虫剤や蚊取線香が用いられることなどもあって、吸血活動が妨げられたりもする。

そして昭和38年ライトトラップが市販されてからは、価格が手頃なこともあって、次第に畜舎に普及しはじめ、大手5社の累積台数からみて、昭和45年には全国の20%内外の畜舎に設置されたものと考えられる(図28)。富山県(立山町を除く)でも昭和46年の調査で、豚舎の55%、牛舎の34%と予想以上に普及していることがわ

かった(図28)。しかし、侵入蚊数の内どれくらいがライトトラップに捕集されるかについては明らかではなかったため、一つの試みとして富山市南部の2豚舎、3牛舎および実験室(50㎡)において、昭和46年8月下旬から10月上旬にかけて放逐回収試験を行なってみた。すなわち、野外捕集蚊には蛍光色素(ケイコールBZ)の0.3%水溶液でラベルをつけ、大半の飼育蚊には未交尾のためマークをつけぬまま放逐して回収し、未受精蚊を再捕獲のもののみなし、図29の成績をえた(野外捕集蚊はほぼ100%交尾しているため)。この実験によれば、捕集効果はアカイエカよりも日本脳炎媒介蚊のコガタイエカの方がよりよく、畜舎で20%内外、閉鎖的な実験室では60%内外が当夜のうちに捕集できた。吸血蚊でもアカイエカは吸血当夜はゼロ、1日目以降はかろうじて若干捕集されたのに対し、コガタイエカは実験室で30%程度の捕集効果をあげた。これらのことから、ライトトラップの普及は日本脳炎媒介蚊であるコガタイエカの繁殖を大きく抑制しているものと考えられ、畜舎へのさらに多くの普及が望まれる。

以上のごとく、家畜の多頭飼育化は豚舎などの衛生状態を向上させ、防虫捕蚊を積極的に

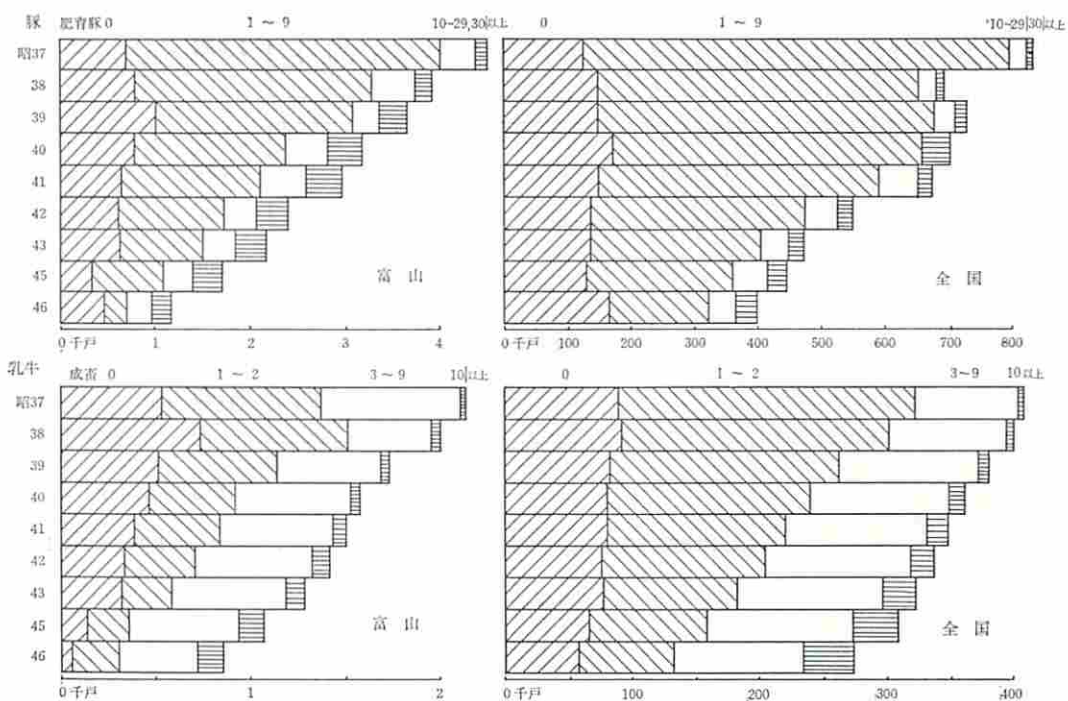


図26 家畜飼養頭数の年次別推移 (点線：富山県、実線：全国・ $\times 100$)

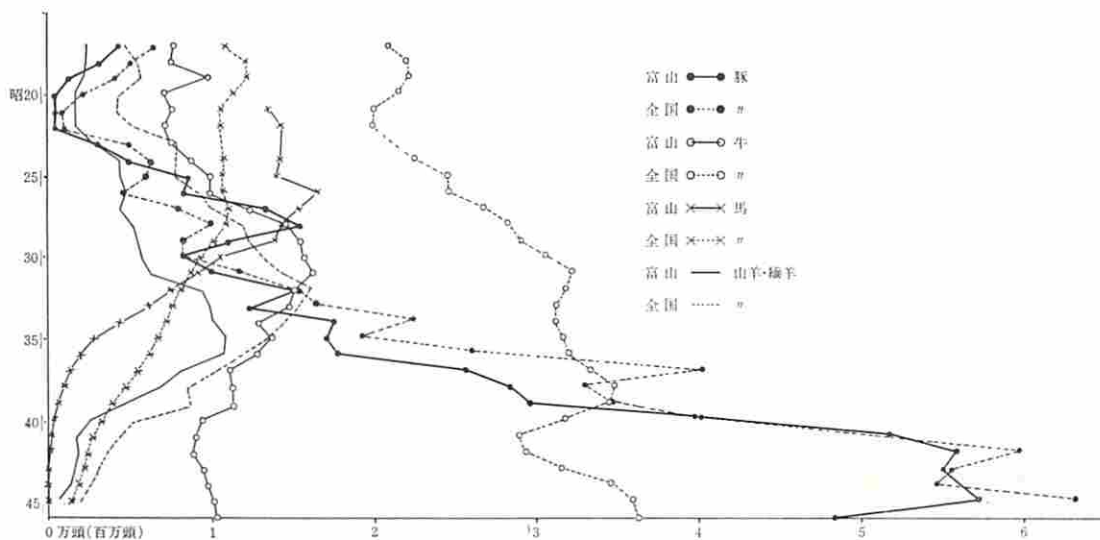


図27 豚・乳牛の頭数別飼養戸数の年次別推移 (左：富山県、右：全国)

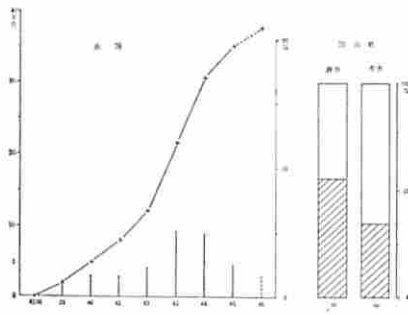


図28 ライトトラップの累年出荷台数（松下・日立・東芝・野沢・富士平5社の合計）と畜舎数に占める割合

なわしめる上、飼養戸数の減少で吸血源の分布が少なくなることが相まって、蚊が吸血によって日本脳炎を伝播し、産卵繁殖することを困難にして、蚊および日本脳炎の減少に大きく寄与していると考えられる。

Ⅶ 結論と今後の問題点

以上、土地改良による水管理の発達の水田を蚊の発生源として不向きにし、早期栽培の普及が水田の湛水期間を短縮する上、低温、殺虫剤によって蚊の成育を困難とし、さらに吸血源および増幅動物として重要な豚の多頭飼育化が蚊の吸血増殖を抑制し、これらが相まって日本脳炎の流行を大きく抑制しているという私見を述べて来た。もしこの見解が正しければ、今後土地改良がさらに進展し、水田の水管理がさらに徹底することになりまた多頭飼育化が今後ますます盛んになると思われるので、あたかも日本脳炎の流行は大いに抑えられ、将来大流行を招く恐れはほとんどないであろうかのようにさえ考えられる。

しかし、これらはたまたま真の減少要因と同時的に働いたための表面的な一致であって、流行にはあるいは別の因子が関与しているという危険性がないでもない。

すなわち、以上の説明では、大正13年、昭和23年における大流行の原因、および昭和元年～9年、15～22年の間には 富山県における日本脳

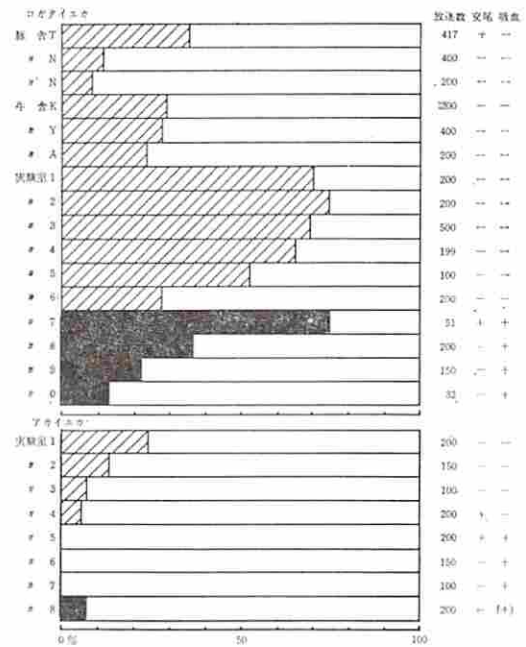


図29 コガタイエカとアカイエカのライトトラップ放逐当夜回収率（昭和46年度、カッコ内吸血は吸血2日目を示す）

炎患者が8名以下にまで低下している理由について何らの突明もなされていない。ただし、この時代は日本脳炎患者の把握はきわめて不十分で、データとして信用されてはいない。また、この頃は媒介蚊が多発していたため、多くの者は大流行時に免疫を獲得し、その後免疫力が低下するまでの期日に流行が低下したことは十分考えられる。

さらに大谷（1972）の指摘による通り、最近韓国でも日本脳炎は大巾に減少し、昭和41年12だった罹患率が、44年0.3、45年0.1となっているが、あるいは農業形態の近代化が共通しているのであろうか。韓国では、昭和41年現在、天水田がなお18.5%を占め、水利安全な水田が全体の58.8%であるが、排水設備を伴わないものが多く、裏作（麦）のために早期栽培を導入できないでいた上、豚の飼養数は少なく、小規模豚舎が多い（海外技術協力事業団、1968など）。それが、水利安全田を昭和46年に70%まで引上げることが目標に、全天候農業用水源開

発計画が推進されており、また昭和41年には3.8億円にすぎなかった日本からの農薬輸入が、昭和45年には18億円にまで達している（農林省植物防疫課、1971）。さらに、コガタイエカが水田にあまり見当らず、自然的環境で見い出されるそうである（高橋談）。従って、韓国においてもあるいは著者らの見解があてはまるかも知れず、さらに検討が必要である。

また著者らの見解が正しいとしても、日本脳炎の免疫力が低下しているところへ気象異変や災害によって水管理や湛水期が変わり、あるいは環境汚染対策のために農薬使用を禁止されたり、うまい米増産のために晩生種の栽培が増大し、栽培品種が多様化して一斉防除などが困難となることなどによって、媒介蚊が爆発的に発生し、日本脳炎の大流行をもたらすという危険性はたえずはらんでいる。

従って、この先こうした不明点を解明していく過程で、著者らの考えもあるいは訂正をせまられることになるであろうし、日本脳炎の大流行に関しても決して予断は許されないのである。そのためにも、今後これらの究明のために一層多くの調査研究がのぞまれる次第である。

VII ま と め

近年の日本脳炎患者の減少は、気象条件の変化、ワクチンの改良普及、人の抵抗力増大、あるいはウイルスの変異ないしウイルスと蚊の出現期のズレなどに起因するのではなく、農業形態の近代化に伴う媒介蚊の減少に主因があるとの見解を述べた。

すなわち、政府の助成金によって、媒介蚊の主要発生源である水田の土地改良が進行し、乾田が増大した。乾田化によって、10日間以上の停滞水をなくす中干し、間断灌漑、掛け流しといった水管理技術が普及し、水田を蚊の発生源として不向きにした。さらに除草剤の出現は浅溜を可能とし蚊の成育と潜伏を困難にした。生産調整による休閑田の増大、関東以西に多い水田の壊廃は発生源の縮小に拍車をかけた。

また政府の奨励によって、早期栽培が普及し保護苗代の利用は田植後の湛水期を低温期にず

らし、殺虫剤の使用は出穂前の湛水期における発生蚊などを駆除し、早生種の普及は湛水期間を短縮させ、タイミングよく蚊数を抑制している。

さらに増幅動物である豚の多頭飼育は衛生管理を良くさせ、防虫捕蚊を積極的行なわしめ、蚊の吸血による増殖を抑制し、日本脳炎の媒介を困難としている。

これら農業の近代化に伴う媒介蚊の減少はその減少度以上に、蚊の個体間干渉などによって日本脳炎の流行を抑制しているとみなした。

これら見解が正しいとしても、免疫力の低下に気象異変、災害あるいは農薬使用禁止、晩生種の増加などが加われば蚊が爆発的に発生して、日本脳炎の大流行をもたらす危険性ははらんでいる。また、減少要因についても不明点が多いので、今後、より一層の究明が日本脳炎対策の上から望まれる。

本論説をまとめるにあたり、この研究を積極的に援助して下さった富山県衛生研究所久保田憲太郎所長に厚くお礼申し上げますとともに、共同研究者である富山県衛生研究所渡辺護研究員、香取幸治研究員をはじめ、ウイルス部、細菌部諸氏の協力に深謝する。また農林省農地局灌漑排水課福沢達一課長、経済課村上明課長補佐、農林水産技術会議伊藤隆二研究管理官、畜産局衛生課貝塚一郎技官、農政局植物防疫課小林直人技官、北陸農政局富山統計調査事務所農林構造統計課滝野勉課長、作物統計課平田与一係長、農林水産航空協会調整課吉田一雄氏、国立予防衛生研究所ウイルス・リケッチャ部大谷明部長、衛生昆虫部高橋三雄技官、京都府衛生研究所石井孝主査、長崎大学医学部和田義人教授、環境庁水質保全局土壌農薬課吉池昭夫課長補佐、富山県農産普及課高野豊作係長はじめ、富山地方気象台、富山県公衆衛生課、畜産課、農政課、耕地課、統計調査課その他多くの方々から資料の提供をいただき有益な助言をしていただいた。また日本脳炎研究会での討論を通じ、多くの方々から批評や励ましをいただいた。上記の方々にあらためて心からお礼申し上げます。

文 献

(※は同題の別年度のものも参考に用いたことを示す)

- 1) 天辰克己・井利一・伊東達雄・北野弘・松浦欣哉(1968) : 北陸の稲作、富民協会刊 346頁
- 2) 渥美三千里(1969) : 昭和43年三重県日脳患者減少に関する考察、三重県衛生研究所年報 15 : 63—71
- 3) 藤戸貞雄・武衛和雄・中島貞夫・伊藤寿美代吉田政弘・園田浩・中村央(1971) : コガタアカイエカ *Culex tritaeniorhynchus* Giles の個体数が吸血率に及ぼす影響とその日本脳炎流行との関連について、衛生動物 22(1) : 38—44
- 4) 飯村保三(1936) : 日本に於ける流行性脳炎の流行学的調査報告、日本学術振興会学術部第3小委報告 1 : 1—167
- 5) 飯村保三(1936) : 全国に於ける発生及流行状況、流行性脳炎 : 3—31 (稲田竜吉監修 日本医事新報社刊 430頁)
- 6) 伊東達雄ほか13名(1971) : 富山県植物防疫史、富山県植物防疫協会刊 190頁
- 7) 海外技術協力事業団(1968) : 韓国の土地改良に関する参考資料、同団刊 29頁
- 8) 上村清(1968) : 日本における衛生上重要な蚊の分布と生態、衛生動物 19 (1) : 15—34
- 9) 上村清(1971) : 蚊の地理的分布とその被害、熱帯 6 (1) : 18—26
- 10) 上村清・香取幸治(1969) : 富山県におけるコガタアカイエカの消長と農薬空中散布の影響および日本脳炎流行との関連、衛生動物 22(2) : 87—94
- 11) 上村清・渡辺護・香取幸治(1970) : 富山県における蚊成虫の季節消長、とくに種構成の地域差、衛生動物 21 (2) : 120
- 12) 上村清・渡辺護・香取幸治(1972) : 過去7カ年間の富山県下におけるコガタイエカの消長調査、衛生動物 22 (4) : 310
- 13) 春日斎(1966) : 日本脳炎、アルプス・シリーズ 368 : 69頁
- 14) 加藤陸奥雄(1968) : コガタアカイエカの生態一季節発生消長と年令構成の動態、衛生動物 16 (2) : 136—137
- 15) 川喜田愛郎ほか(1968)※ : 日本脳炎ワクチン研究報告集(3)、日本脳炎ワクチン研究会刊 111頁
- 16) 加用信文ほか10名(1971) : 農林統計の見方、使い方、家の光協会刊 332頁
- 17) 木村晋亮・高橋直邦・池田外男(1970)※ : 日本脳炎の疫学的調査(昭和43年度)一県内産屠場豚の血中脳H I 抗体の推移、石川県衛研年報 6 : 51—59
- 18) 厚生省統計調査部(1956)※ : 衛生年報 昭和29年、同部刊 333頁
- 19) 厚生省統計調査部(1971)※ : 保健所運営報告昭和45年、同部刊 155頁
- 20) 丸山勝己(1971) : 三重県津地区における蚊成虫の季節的消長と蚊からの日本脳炎ウイルスの出現、衛生動物 22 (3) : 213—217
- 21) 野村幸男(1953) : 富山市及び周辺地区の蚊に関する研究 第1報 昭和27年夏季に於ける蚊の発生状況並びに動物嗜好性について、十全医誌 55 (1) : 45—56
- 22) 野村幸男(1955) : 富山市及び周辺地区の蚊に関する研究 第2報 昭和28年夏季における蚊の発生状況と動物嗜好性並びに昨年度との比較について、十全医誌 57 (9) : 1550—1564
- 23) 農林省(1971)※ : 農林水産航空年報 1970、農林水産航空協会刊 218頁
- 24) 農林省家畜衛生課(1970)※ : 家畜衛生統計 昭和43年、農林弘済会刊 142頁
- 25) 農林省構造改善事業課(1971) : 農業改善事業の実施概要、同課刊 30頁
- 26) 農林省農地局(1970) : わが国の耕地の現状—土地改良総合計画補足調査報告、同局刊 142頁
- 27) 農林省植物防疫課(1971)※ : 農薬要覧 1971、植物防疫協会刊 514+12頁
- 28) 農林省統計調査部(1955) : 農林省累年統計表明治1年～昭和28年、農林統計協会刊 236頁
- 29) 農林省統計調査部(1970)※ : 農林省統計表第46次 昭和44～45年、農林統計協会刊 506頁
- 30) 農林省統計調査部(1971)※ : ポケット農林水産統計 1971年版、農林統計協会刊 358頁
- 31) 農林省統計調査部(1971)※ : 作物統計 昭和45年産、農林統計協会刊 484頁
- 32) 農林省統計調査部(1969) : 耕地総合統計昭和32年～43年、農林統計協会刊 377頁
- 33) 農林省統計調査部(1970) : 畜産統計—家畜飼養の概況 昭和43年度、農林統計協会刊 337頁
- 34) 農林省富山統計調査事務所(1971) : 富山県

- における水稻の収量成立型の考察. 同所刊 87頁
- 35) 農林省富山統計調査事務所 (1971) * : 富山農林水産統計年報 昭和45~46年. 富山県統計協会刊 239頁
- 36) 農政調査委員会 (1971) : 戦後における土地改良事業の展開とその評価に関する参考資料. 同会刊 172頁
- 37) 大谷明 (1962) : 近年の日本脳炎流行の動向. 日本公衛誌 19 (2) : 55—59
- 38) 大谷明・北岡正見 (1962) : 日本における *Arbor animal virus* 感染症の疫学—日本脳炎を中心として. 医学生物学最近の展望 1 : 483—495
- 39) 佐々学 (1971) : 日本脳炎の患者発生数はどうしてきまるか. 衛生動物 22 (3) : 181—186
- 40) 柴田裕ほか 9名 (1968) : 富山県農業の展開と経済成長. とくに土地改良事業を回って. 農林省北陸農政局刊 1.177頁
- 41) 鈴木猛・緒方一喜・水谷澄・田中生男 (1967) : 日本のコガタアカイエカに関する文献集 (1945年~1966年). 日本環境衛生センター刊 80頁
- 42) 正垣幸男 (1971) : 名古屋市の中心地におけるコガタアカイエカの季節的消長と気象要因との関係について (1970). 第4報. 衛生動物 22 (2) : 80—81
- 43) 高橋三雄 (1972) : 第8回日本脳炎ウイルス生態研究会討論会談
- 44) 高橋三雄・清水康資・矢部貞雄 (1968) : コガタアカイエカの日本脳炎ウイルス吸入量と増殖および媒介能との関係. 衛生動物 19 (2) : 117
- 45) 高井静雄 (1970) : 稲の灌漑の理論と実際. 農業図書(株)刊 191頁
- 46) 館林宜夫・若松栄一・浜崎直哉 (1952) 最近4カ年に於ける日本脳炎全国発生状況の概観. 日本脳炎 1950~51年 : 90~100 日本脳炎調査研究協議会刊
- 47) 富山地方气象台・富山県 (1971) * : 富山県気象月報 昭和46年 1~12月. 日本気象協会富山支部 計 293頁
- 48) 富山県畜産課 (1971) * : 富山の畜産. 同課刊 66頁
- 49) 富山県畜産課 (1971) : 家畜保健衛生所二十年の歩み. 同課刊 34頁
- 50) 富山県耕地課 (1969) * : 土地改良事業執務便覧. 同課刊 97頁
- 51) 富山県厚生部 (1971) * : 富山県衛生統計年報 (第21号) 昭和44年. 同部刊 224頁
- 52) 富山県公衆衛生課 (1971) * : 富山県における日本脳炎. 同課刊 40頁
- 53) 富山県公衆衛生課・富山県衛生研究所 (1970) * : 昭和44年度日本脳炎調査試験報告書. 同所刊 63頁
- 54) 富山県農林部 (1969) : 富山県農業の現状と問題点. 同部刊 254頁
- 55) 富山県農林水産部 (1969) * : 稲作形態の解析. 同部刊 90頁
- 56) 富山県統計調査課 (1969) : 富山県累年統計要覧 明治16年~昭和41年. 同課刊 228頁
- 57) 富山県統計調査課 (1971) * : 富山県統計年鑑 昭和44年. 同課刊 379頁
- 58) 和田芳武 (1970) : コガタアカイエカ類の生態の研究 III 野外における休息習性の比較観察. 衛生動物 21 (1) : 54—60
- 59) 和田芳武・渡辺護 (1971) : コガタアカイエカ類の生態に関する研究 IV コガタアカイエカとシロハシイエカの生態の比較. 衛生動物 22 (1) : 24—30
- 60) 山本仁・白取剛彦・今野二郎・石田名香雄 (1971) : 日本脳炎の疫学—近年減少の理由 日本ウイルス学会第18回総会演説抄録 II : 63
- 61) 山本英穂 (1971) : 日本脳炎媒介蚊の出現消長と汚染—疫学的な視点から. 衛生動物学の進歩 1 : 77—103 (佐々学編)
- 62) 山口左伸・稲臣成一 (1950) * : 岡山市に於ける1950年度日本脳炎の流行と蚊の灯火採集成績に就いて. 衛生動物 1 (1) : 67—69
- 63) 吉田勝一・加藤陸奥雄・渡辺孝男・石井孝 (1968) : コガタアカイエカ個体群の季節変動の解析 2. 雌成虫の温度反応. 衛生動物 19 (2) : 114