

綜 説

Some Aspects of Great Diminution of *Culex tritaeniorhynchus summorosus*, the Principal Vector of Japanese Encephalitis: With Special Reference to the Recent Advance in Agricultural Methods. Kiyoshi KAMIMURA and Mamoru WATANABE (Toyama Institute of Hygiene and Medical Microbiology, 1-15 Otemachi, Toyama 930)

日本脳炎媒介蚊の激減を導いた農業の近代化について 上村 清, 渡辺 護 (富山県衛生研究所, 930 富山市大手町1-15)

1. はじめに

日本脳炎(日脳)はコガタイエカ *Culex tritaeniorhynchus summorosus* (別名コガタアカイエカ)を媒介者として、吸血によって増幅動物(主に豚)から人に伝播され、その流行は有毒蚊の発生量に支配されている^{6,31)}。この日脳の流行が近年、全国的に激減し、流行地として知られた富山県においても1968年来患者発生は皆無である^{6,25)}。豚の血中日脳HI抗体価の動きをみても流行の低下は明らかで、1968年来全国的に抗体上昇はおくれ、1970~72年は特に著しかった^{6,7,25)}。

日脳流行の低下に関しては、ワクチン接種など防疫対策に基づくものでも、気象変化やウイルスの変異など自然的要因によるものでもなく、むしろ媒介蚊数の減少に起因するとの意見が大勢を占めている^{6,8,25,30)}。

コガタイエカは日本全土に広く存在する水田とその側溝を主要発生源(図1:全量のはぼ80%と考えられ

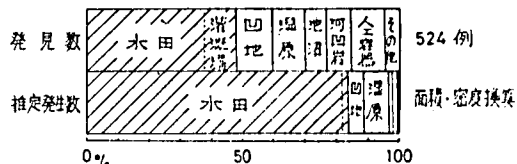


図1. コガタイエカ幼虫の発生源(全国, '61~'66)

る)として、西南日本を中心に分布し、その発生消長は水田の動態に大きく支配されている^{4,6,20)}。また、豚、馬、牛などの家畜を好んで吸血し、繁殖する^{6,25,29)}(図2)。つまり、農業生産の場で人為的にコガタイエカを多発させ、日脳の流行を導いているといっても過言ではないと思われる^{6,9)}。従って、総面積の18%、全耕地の92%を水田で占める全国有数の水稲単作地帯である富山県としては、豚の飼養頭数も少なくないことから、コガタイエカは当然多発してもよいものと思われる。しかし実際には、他県と比べて蚊数は少なく、

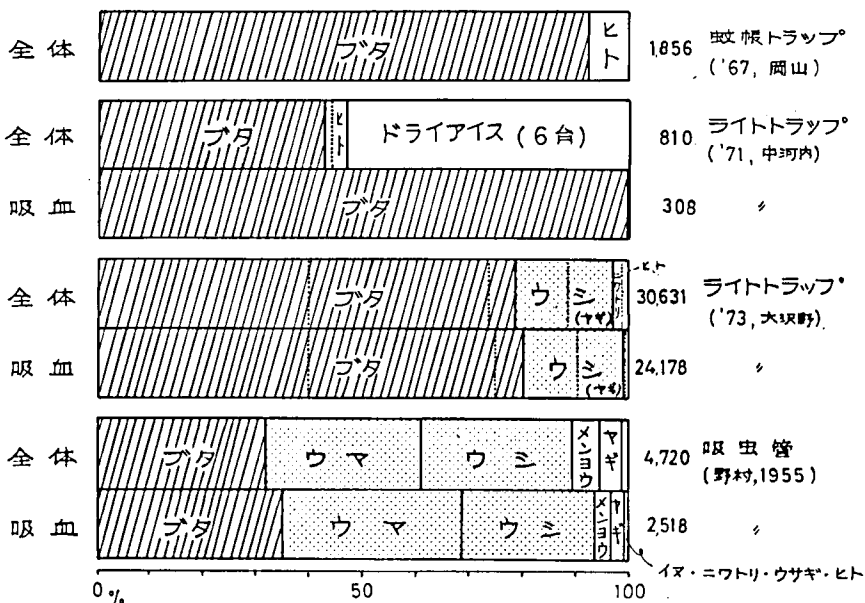


図2. コガタイエカの動物嗜好性(斜線:ブタ)

水田調査においても著しく少ない^{5,6,25)}。しかも、1967年来、一部の例外を除いて、年々著しく減少してきており、現在では1952, 53年の10%程度しか捕集できないと思われる^{6,11,12,25)} (図3)。この媒介蚊の減少は全国的にも認められることで、決して単なる調査のむらなどによるものではないようである^{8,30)}。

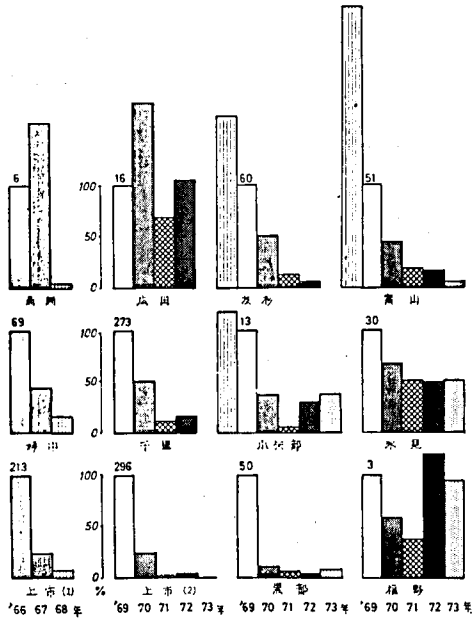


図3. 富山県下各地におけるコガタイエカの年次別捕集数の推移 (1966, 69年をおのおの100とする。数字は連日捕集推定値の1/1000)

媒介蚊の数が激減すれば、日脳患者は単に蚊数に比例して減るだけではなく、それ以上に日脳媒介能は大幅に押えられる。すなわち、同一吸血源に多数の蚊が群っている場合、蚊は個体間干渉によって着着きをなくし、それぞれ不完全な吸血を何度も繰返すし、分散も大きくなる¹⁾。従って日脳媒介の機会はずいぶん高いわけであるが、反対に一畜体に一定密度以下の蚊数になれば、おのおの1回の吸血で満足し、行動範囲も狭くなるため、媒介の機会はずいぶん低下するものと思われる。

さて、この媒介蚊の激減をもたらしたものは一体何であろうか。コガタイエカは前述のごとく農業生産の場に依存した蚊であるため、「農業形態の変化」についてまず考えてみる必要があるであろう。すなわち、農業は生産性の追求を目的として、直接には日脳防疫対策などとは関係なく、その近代化を推進させてきたのであるが、しかし実際には、その副産物として日脳媒介蚊の激減をもたらしたことが考えられる^{5,9)}。以

下、これら見解を明らかにし、農業関係者の協力を得てさらに防疫対策を進めるべく、問題点を提議してみたい。

2. 水管理の発展が果たした役割

コガタイエカは卵から幼虫、蛹を経て成虫になるまで約10日間、必ず停滞水が必要である(図4)。そこで、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るならば、その発生は抑制されることになるはずである。

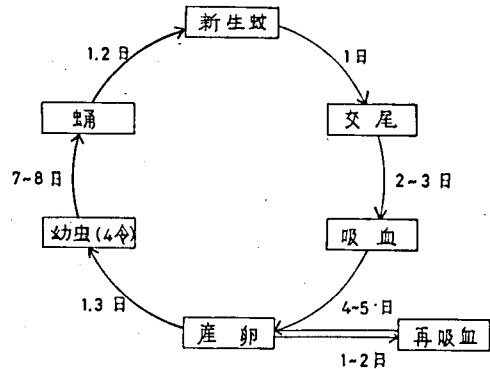


図4. コガタイエカ雌の生活環 (27°C)

さて、1950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であった²⁴⁾。湛水栽培におけるこの水は、温度の調節、肥料養分の供給、雑草や病害虫の生育阻止など多くの利点をそなえていたところが、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になり、増収のためにも、また機械力導入のためなどにも、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(図5, 表1)。

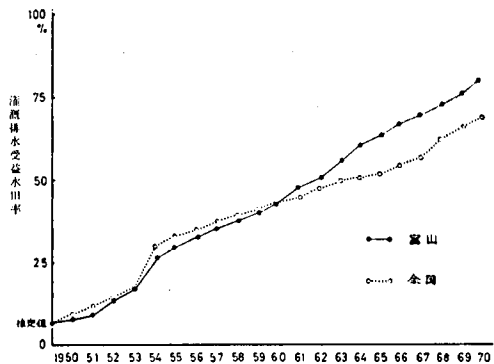


図5. 湛水排水受益累積水田率の推移 (出発点推定)

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	'46~50	'51~55	'56~60	'61~65	'66~70	合計
基幹灌漑排水	全国	308.2	286.0	229.3	319.8	603.5	1746.8
	(富山)	(4.9)	(21.5)	(8.3)	(18.2)	(12.9)	(65.8)
団体営灌漑排水	全国	165.2	264.0	212.2	201.4	217.6	1060.4
	(富山)	(—)	(11.0)	(13.3)	(8.9)	(8.1)	(41.3)
暗きよ排水	全国	29.1	60.2	65.4	63.3	71.5	289.5
	(富山)	(—)	(1.8)	(0.9)	(0.4)	(0.4)	(3.5)
ほ場整備 (区画整理)	全国	10.3	144.3	160.7	157.1	240.7	713.1
	(富山)	(—)	(4.4)	(2.5)	(5.8)	(13.5)	(26.2)

すなわち、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1969年現在、富山県内で59%、全国では53%となった^{14,19,23,26)}。また、用・排水ともに完備した水田は富山県で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1966年、富山県で87%、全国では59%の水田で実施され、間断灌漑は1969年、富山県の80%の水田で実施されている^{18,24,27)}(図6)。蚊の繁殖に好適な高温であればあるほど、水田は酸素不足をきたして稲の根腐れを起すため、それを防ぐ掛け流しや間断灌漑が積極的に実施される。これら一連の水田水管理の普及が、

蚊の発生成育を阻止し、好適発生源を取りあげ、蚊数の減少をもたらした効果は大きい。

さらに、除草剤の出現は、その殺虫効果もさることながら、雑草の繁茂抑制のための深溜を不要とし、浅溜で排水を容易にして幼虫の成育をおさえ、成虫の潜伏場所を失くしてしまうことになった。水田面積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²¹⁾。

そして、1970年に始まった米の減反政策、すなわち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水田の壊廃も、発生水域の縮小に役立っている(図7)。富山県では、1969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、1970年7,364ha、1971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、1970年には35万haに激増し、その大半は水の入らぬ休耕田となっている。加えて、この休耕田を利用して上述のほ場整備が急速に進められ、1970、71両年、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し得る。また、発生水域をなくす水田の壊廃は、コガタイエカ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¹⁶⁾。

なお、このように水田が蚊の発生源として不適当となったため、現在の富山県では、コガタイエカは主に湿地帯のような自然的環境を産卵場所としているかのような印象を与えるが、しかし、県下には実際そのような環境はきわめて少ない。一方、捕集蚊の産卵経験率からみて、コガタイエカは最盛期においても高率に産卵をすませている、水田棲息蚊幼虫の令構成が若令に片寄っている²⁰⁾。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、依然として多くの個体は水田に産卵しているが、それらが成虫化できずにいることを示していると思われる。

なお、同じく水管理の行き届いた隣県の加賀地区でも日齢が激減しているが、排水不良田が多く、旧態依

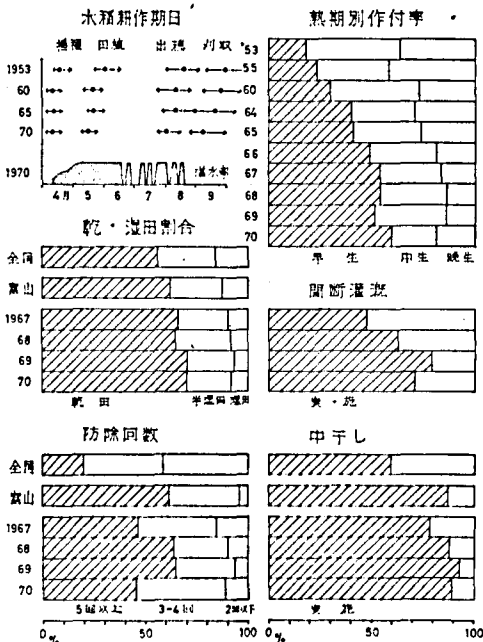


図6. 富山県における稲作の年次別推移

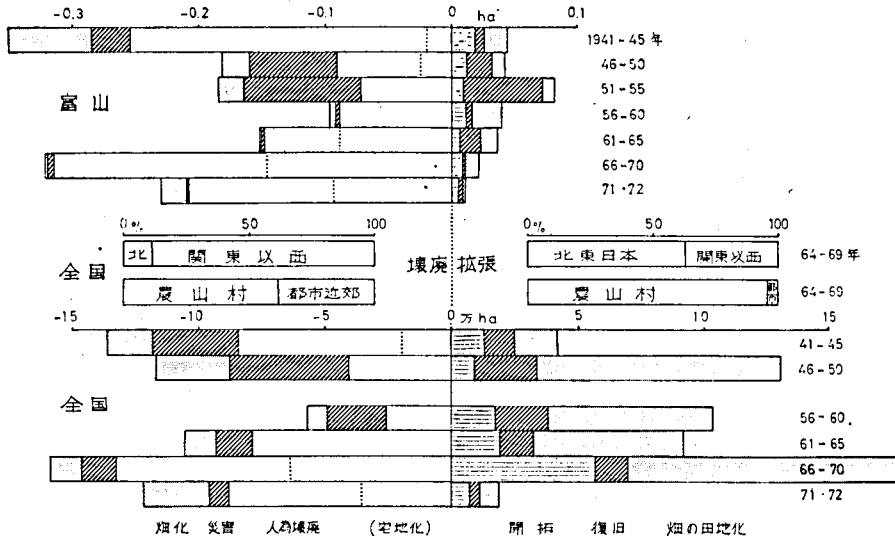


図7. 水田の拡張・壊廃累年面積とその内訳 (単位: 万ヘクタール)

然とした水管理の行なわれている能登地区ではなおも日脳患者は発生している⁷⁾。また、1969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、最多日捕集数は1970年の7倍にも達した⁸⁾。これらのことは、やはり水田の水管理の徹底が蚊数減少をもたらすことを裏付けているのではないと思われる。富山県は水資源に恵まれ、一般に水はけが良好なので、水管理の普及に伴ってコガタイエカが著しく減少したとしても決して不思議ではない。

3. 早期栽培の普及が果たした役割

前述のごとく、乾田化に伴う水管理が行き届いて、蚊数を抑制してはいるが、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、この期間の蚊の発生をおさえ、もしくは、発生した蚊の生存を妨げることができるならば、蚊数をさらに減少させ、ひいては日脳流行を抑制することが可能であろう。この意味では、1953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ようである。

稲の増収を計るべく、早期栽培を可能にしたのは、裏作(麦)の減少、保護苗代の技術、一化期ニカメイチュウ駆除の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¹⁷⁾。

麦の輸入依存による裏作作付面積の減少(図8: 1950年富山県10%、全国28%だったのが1971年富山県0%、全国5%に激減)と、保護苗代の普及(1955年富山県16%、全国7%だったのが、1967年富山県95%、

全国61%まで増加)は、直播の水苗代に比べて田植期を著しく早め、富山県では、田植後の第一回湛水期が平均気温20°C以下の低温期に繰上げられることになったため、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った^{27,32)}。

また、早生種の普及(富山県では1953年当時18%にすぎなかったが、現在では県の品種奨励などによって60%近くまで普及し、全国的にも同様傾向が認められる)は、全体に耕作期間を短縮化し、湛水期間を最小限に縮め、さらに落水期を早めるため、コガタイエカはそれだけ時期的に発生成育の機会を失うことになった^{18,27)}。

さらに、殺虫剤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、その折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 にはじまり、BHC、パラチオンと続いた殺虫剤は、現在、1950年当時のほぼ10倍の使用量となり、富山県においては年5回以上の防除を実施する水田が半数にも達して、全国レベルよりも使用量が多い^{3,15,18)}。(図9)

その上、8月上旬に行なわれるウンカ、ヨコバイ駆除のための農薬空中散布(図8: 1959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)はそれが広域にわたることから、行動範囲の大きなコガタイエカ成虫には非常に効果的で、出穂前の第二期湛水期に急増した蚊を、幼虫も含めて、その直後に一斉に駆除してしまうという

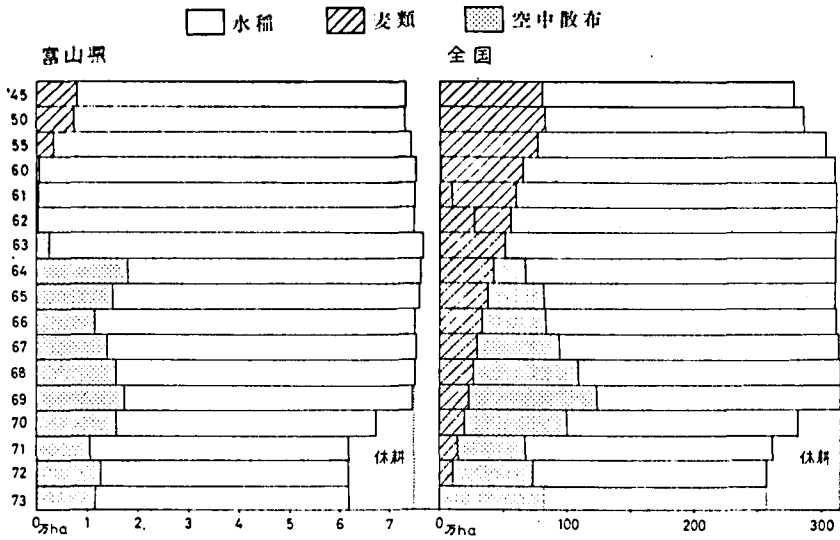


図8. 水田作付面積（水稲と麦類）と空中散布実施面積の推移（単位：万ヘクタール）

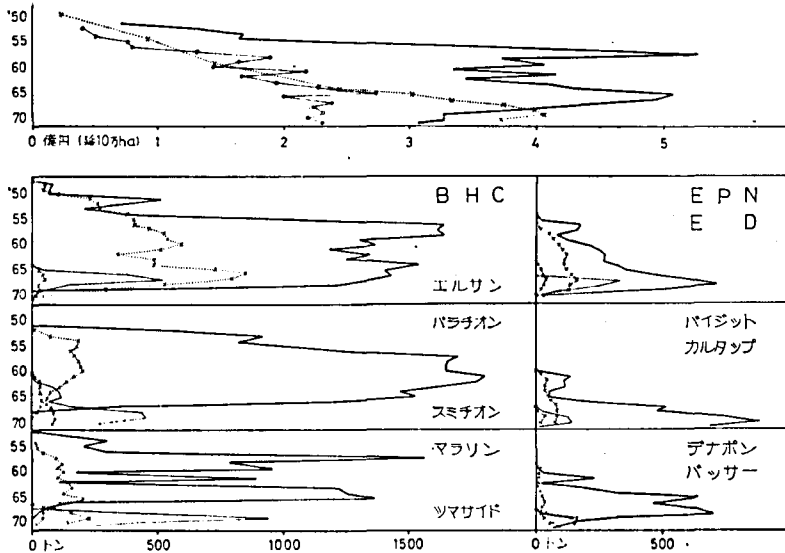


図9. 富山県の水田における殺虫剤使用状況と全国殺虫剤生産高（点線，1/100）

力を持つ^{6,19)}。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^{6,20)}。

早期栽培によって湛水期間を最短にし、蚊の発生を阻止しても、なおかつ発生してくる蚊を駄目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を規制される傾向にあり、頭打ちとなっている。これらは蚊撲滅効果が一時的にしろ大

きだけに、将来それにとって代るだけの駆除方法が日脳対策のためには考えられなくてはならない。天敵利用などもその一つであろう^{6,20)}。有機塩素系殺虫剤の散布量減少と、カーバメイト系殺虫剤使用の増大が、天敵の増加をうながし、日脳の流行を低下させた要因となっている可能性がある³⁰⁾。

結局、早期栽培の普及によって最初に蚊の発生をみ

る第一回湛水期（田植後）が6月中旬の低温期に早められ、殺虫剤散布もなされるので、成虫、幼虫ともに十分な活動成育ができず、続いて7月中旬までの中干期にかけて、蚊は成育場所を失ない、7月下旬から約10日間の第二回湛水期（出穂前）には急増するが、しかしすぐに大規模な殺虫剤広域散布にあつて激減させられ、その後、高温期の積極的な掛け流しや間断湛水によって蚊はもはや大量発生をみることもなく、8月下旬の落水で幼虫の発生存は妨げられ、9月上旬には早くも稲が刈取られて蚊は休息場所も失なってしまうという具合である（図10）。

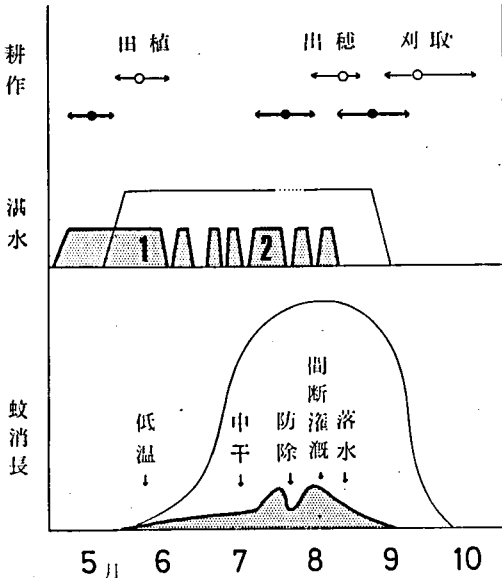


図10. 富山県における稲作形態とコガタイエカ季節消長の推移（1950年を上軸線、1970年を下軸線で示す）

要するに、発生しても成育させない、成育しても活動させないというふうに、「蚊の発生成育のタイミング」を根本から狂わせ、本種に十分な「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という点で早期栽培の普及は大きな意味をもつ。これは、蚊数を減少させる上で「行き届いた水管理」が「蚊の発生場所を取りあげる」効果とあたかも対をなすものであろう。

なお、同じ早稲米地帯でも温暖な三重県では、第一回湛水期が蚊の成育に適するため、この期に蚊が多発し、最盛期となっている⁹⁾。また、裏作が多く行なわれる九州地方では、早期栽培の導入が遅れており、そのためコガタイエカの減少が他地方ほど著しくなく、従って日脳患者の減少もまた顕著でないのではないかと思われる^{17,31)}。

4. 家畜の多頭飼育化が果たした役割

コガタイエカの増殖には雌成虫の吸血が必須条件で、それによって240卵程度を産下するが、日本脳炎もまた、この吸血によって伝播される。従って、この吸血活動にブレーキをかけ、吸血蚊そのものを駆除することは、水田の蚊対策以上に、蚊数減少あるいは日脳低下に大きな効果をもたらすことになる。

日脳は人のほか、馬、豚、牛、山羊などに感染するが、媒介蚊のコガタイエカはこれらの大動物、とくに豚を好んで吸血することが知られている^{6,25,29)}。そうして、犬、鶏、兎、人などからの吸血はほとんど無視できる程度である^{11,12)}。

吸血源としてこれほど重要な家畜であるが、山羊や綿羊は飼養頭数が少なく、最多年の1960年前後においても吸血源としては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、吸血源として重要な位置を占めてはいない。しかし、牛は役肉牛が減少した反面、乳牛が増加し、全体では富山県で1万頭前後、全国で300万頭前後と横ばい状態で、吸血源として重要視される。また吸血源として最も重要な豚は、全国的にも富山県においても、1960年来急増してきている（1955年富山県8千頭、全国83万頭だったのが、1971年4.8万頭と690万頭にまで増加）^{16,28)}。このように吸血源として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、日脳媒介蚊が年々減少してきていることは、一見矛盾しているかのように思われる。

しかし、飼養戸数からみれば、かえって著しい減少が起っており（図11：1955年豚飼養農家数富山県6千戸、全国80万戸だったのが、1971年1千戸と40万戸に減少、牛も同様傾向が認められる）、しかも減少しているのは主に肥育豚10頭未満の小規模豚舎や、成畜2頭以下の小規模牛舎で、結局全般に多頭飼育化しているわけである^{19,28)}。この傾向は全国レベルよりも富山県により著しい。そして、この多頭飼育化は豚舎などの衛生管理を向上させ、防虫捕蚊を積極的に行なわせる上、飼養戸数の減少で吸血源の分布が少なくなることと相まって、蚊の吸血による日脳の伝播および産卵繁殖を阻止し、コガタイエカ、そして日脳の減少に大きく寄与していると考えられる。

つまり、家畜の多頭飼育化によって、当然衛生管理には気が配られ、豚舎も解放的なものから、壁のある防虫網も完備した閉鎖的なものに移り変わり、従って蚊の侵入脱出は妨げられることになった。また、蚊の多発する真夏には扇風機や殺虫剤、蚊取り線香などが用いられることなどもあって、吸血活動が阻止され、駆

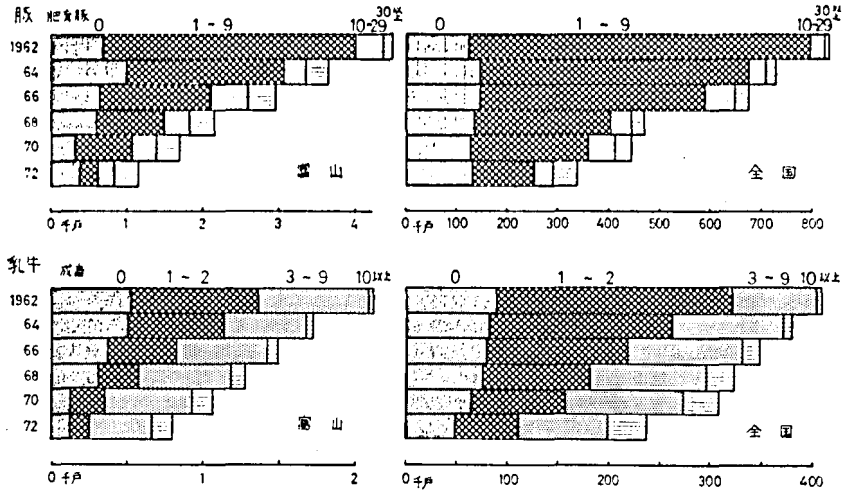


図11. 豚・乳牛の頭数別飼養戸数 (左: 富山県, 右: 全国)

除される。さらに、1963年ライトトラップ捕虫機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、1970年には大手5社の累積台数が35万台に達し、全国の20%内外の畜舎に設置されたものと考えられ、富山県においても1971年に豚舎の55%、牛舎の34%で使用された(図12)⁶⁾。

しかし従来、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もので、一つの試みとして、1973年8月上旬に、ライトトラップと脱出ウインドトラップとを組合せた仔豚2頭入りの閉鎖式豚舎を2台設置し、両トラップの捕集蚊

を比較してみた。その結果コガタイエカ 飛来数2,163頭のうち、ライトトラップ捕集は平均90%に及び、ウインドトラップへの脱出と室内残存のものは計10%程度にすぎなかった(図13)。通常の畜舎ではこれ程の捕集効果は期待できないにしても、ライトトラップの普及は日脳媒介蚊の繁殖を大きく抑制しているものと思われ、畜舎へのさらに多くの普及が望まれる。

5. おわりに

以上、土地改良による「水管理の発達」が水田を蚊の発生場所として不向きにし、「早期栽培の普及」が

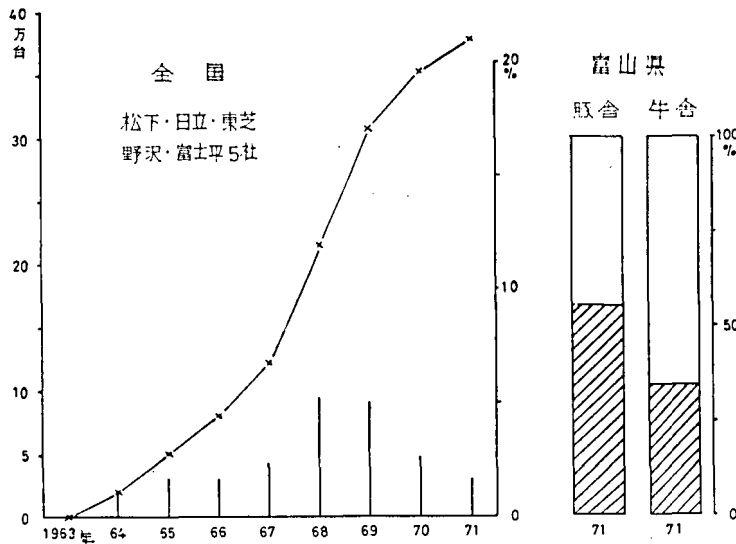


図12. ライトトラップの累年出荷台数と畜舎数に占める割合

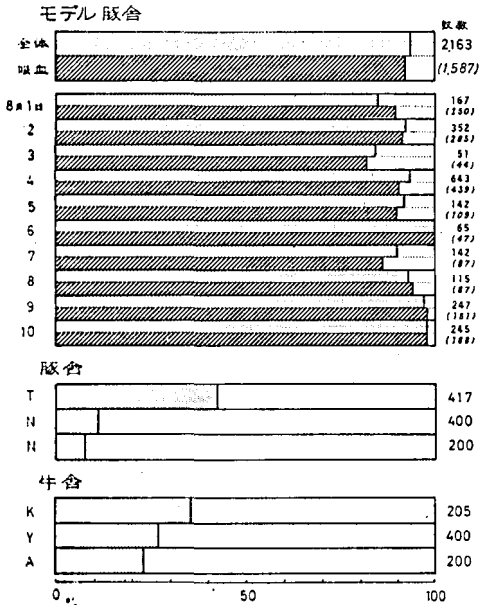


図13. コガタイエカの畜舎ライトトラップ回収率

水田の湛水期間を短縮して、蚊の発生成育を直接困難にする一方、時期的に発生のタイミングを失なわしめ、その駄目押しとして殺虫剤が効を成し、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、これらが相まってコガタイエカを激減させ、日脳流行を低下させているという見解を述べてきた。もし、この見解が正しければ、今後土地改良がさらに徹底することにより、また多頭飼育化が今後ますます盛んになることにより、日脳媒介蚊はさらに減少し、日脳の大流行を招くこともほとんどないであろうかのように思われる。

しかし、富山県においては上述の農業形態の近代化がほぼ限界に達し、省力化のゆきすぎによって水田の水管理が不徹底になり、環境汚染対策のために農薬使用が減退し、うまい米増産のために晩生種など栽培品種が多様化し、蚊数減少のために畜舎での防虫捕蚊対策がおろそかになる傾向が認められ、これらはいずれも蚊数増大の要素となる。そうして実際、1972、73年には前年よりも蚊発生量が増し、日脳による豚の汚染も著しくなった²⁵⁾。そのうえ、人の日脳免疫力が低下しているところへ、たまたま気象異常や災害が起って、時として媒介蚊が爆発的に発生し、日本脳炎も大流行をきたすかも知れないという危険性をたえずはらんでいる。

そこで、今後さらに農業関係者の協力のもとに、より積極的に蚊の防除を進めることが日脳対策上必要と思われる。すなわち、停滞水をより少なくするために

間断灌漑などの徹底、湛水期に多発する蚊の共同防除の努力、裏作地帯や排水不良地区における蚊の積極的な駆除対策、畜舎でのライトトラップの普及と防蚊対策など、農業生産の場からある種の加害者意識に根ざした積極的な協力がえられれば、媒介蚊の撲滅、ひいては日脳の完全抑制も決して不可能ではないと思われる。

いうまでもなく、上述の著者らの見解は、富山県内での実状を基に、農業形態の変化に媒介蚊の生活史を結びつけて考えた推測にすぎない。従って、これら農業の近代化があるいは偶然真の減少要因と同時に働き、表面的に一致しただけかもしれず、実際には別の因子が媒介蚊の減少に関与している可能性もないわけではない。たとえば、前近代的な農業の韓国でも最近、日脳の大縮小（1966年12だった罹患率が1969年0.3、1970年0.1に低下）が認められる^{10,22)}。このように媒介蚊の減少機構についてはまだまだ不明点が多く、推測の域をでぬため、今後これら減少要因の究明に一層多くの調査研究が望まれる次第である。

6. ま と め

近年の日脳流行の低下、および媒介蚊減少は、農業形態の近代化が副次的にもたらした結果であるとの見解について述べてきた。

すなわち、乾田化が進み、水田水管理技術の高度化によって、中干し、間断灌漑、掛け流しなどが可能となった。これらは、媒介蚊の主要発生源である水田から長期にわたる停滞水をなくして、水田を蚊の発生場所として不向きにした。除草剤の出現、生産調整による休耕田の増大、関東以西を中心とする水田の壊廃は発生場所の縮小にさらに拍車をかけた。

また、早期栽培の普及による早生種の出現は湛水期間を短縮し、裏作の減少と保護苗代の普及は田植後の湛水を低温期に早め、蚊は発生成育が妨げられ、殺虫剤はさらにこれに駄目押しをかけて蚊の大幅な駆除を可能にし、連続して、タイミングよく蚊数を抑制するのに効果をあげている。

そして、増幅動物であり、蚊の主要吸血源でもある豚の多頭飼育化は、衛生管理を向上させて防虫捕蚊を積極的に進め、蚊の吸血による増殖を抑制し、日脳の伝播を妨げている。

これら、生産性追求のために進められた農業の近代化の要素がそれぞれ相まって、期せずしてコガタイエカの減少を導いたのではないかと考えられる。

しかし、これらはあくまで富山県内の実状に基づいての推察の域を出ず、また、これら近代化が限界に達し、水管理や畜舎管理の不徹底、農薬使用の減少、晩生種など栽培品種の多様化の傾向が認められるので、

人の免疫力の低下などと重なって、蚊が爆発的に発生し、日脳の大流行を招くという危険性が決してないわけではない。従って、今後とも農業関係者の協力のもとに、日脳防疫対策はさらに積極的に進められねばならず、一方蚊の減少原因究明に関しては、より一層地道な努力が望まれる次第である。

引用文献

- 1) 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: 衛生動物, 22, 38 (1971).
- 2) 池内まき子: 農業技術, 23, 31 (1968).
- 3) 伊藤達雄ほか13名: 富山県植物防疫史, 富山県, 190 (1971).
- 4) 上村 清: 衛生動物, 19, 15 (1968).
- 5) 上村 清, 香取幸治: 衛生動物, 20, 87 (1969).
- 6) 上村 清, 松田宗之: 富山県農村医誌, 3, 66 (1972).
- 7) 木村晋亮, 高橋直邦, 池田外雄: 石川県衛研年報, 6, 51 (1970).
- 8) 前田 理, 竹之熊国八: 衛生動物, 23, 288 (1973).
- 9) 丸山勝己: 衛生動物, 22, 213 (1971).
- 10) Ministry of Agriculture & Forestry Republic of Korea: Year book of agriculture and forestry statistics, Yu Pung Printing Co. Ltd. 507 (1971).
- 11) 野村幸男: 十全医誌, 55, 45 (1953).
- 12) 野村幸男: 十全医誌, 57, 1550 (1955).
- 13) 農林省: 農林水産航空年報, 1970, 農林水産航空協会, 218 (1970).
- 14) 農林省農地局: わが国の耕地の現状, 同局, 142 (1970).
- 15) 農林省植物防疫課: 農薬要覧, 1971, 植物防疫協会, 514+12 (1971).
- 16) 農林省統計調査部: 農林省統計表, 第46次, 農林統計協会, 506 (1970).
- 17) 農林省統計調査部: 作物統計, 昭和45年産, 農林統計協会, 484 (1971).
- 18) 農林省富山統計調査事務所: 富山県における水稲の収量成立型の考察, 同所, 87 (1971).
- 19) 農政調査委員会: 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, 172 (1971).
- 20) 緒方一喜, 中山孝夫: 衛生動物, 14, 157 (1963).
- 21) 緒方一喜, 田中生男, 水谷 澄, 鈴木 猛: 衛生動物, 19, 38 (1968).
- 22) 大谷 明: 日本公衛誌, 19, 55 (1972).
- 23) 柴田裕ほか9名: 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, 1177 (1968).

- 24) 高井静雄: 稲の灌漑の理論と実際, 農業図書(株), 191 (1970).
- 25) 富山県衛生研究所: 昭和47年度日本脳炎調査試験報告書, 同所, 50 (1973).
- 26) 富山県耕地課: 土地改良事業執務便覧, 同課, 34 (1969).
- 27) 富山県農林水産部: 稲作形態の解析, 同部, 90 (1969).
- 28) 富山県統計調査課: 富山県統計年鑑, 同課, 379 (1971).
- 29) 和田芳武, 渡辺 護: 衛生動物, 22, 24 (1971).
- 30) 和田義人: 衛生動物, 23, 291 (1973).
- 31) 山本英穂: 衛生動物学の進歩, 1, 77 (1971).
- 32) 吉田勝一, 加藤陸奥雄, 渡辺孝男, 石井 孝: 衛生動物, 19, 114 (1968).

Summary

The authors conclude that the great decrease in numbers of *Culex tritaeniorhynchus summorosus*, the principal vector of the Japanese encephalitis virus, is attributable to the recent advance in agricultural methods. The grounds for this conclusion are given below.

1. The spread of dry rice field and the improvement in techniques for water management made intermittent irrigation possible. Thus the rice field became more and more unsuitable as the breeding site for the mosquitoes.

2. The short period cultivation of rice became popular due to the appearance of early-ripening varieties as a result of crossbreeding. This forced the water-filled period of the rice field becoming shorter, at which time the temperature is too low for the mosquitoes to grow. In addition, timely application of insecticides at this period or shortly later is also effective in controlling the vector mosquitoes.

3. From the hygienic standpoint, large scale swine-raising farms, which survived after the recent economical selection, tend to possess better mosquito control systems. Thus the propagation of the mosquitoes was greatly interfered, decreasing the opportunity of the Japanese encephalitis virus amplification and its transmittance.