蚊族の個体性と病原伝播性に関する研究¹⁾*Culex pipiens* の鳥マラリア原虫伝播に対する
個体性出現に関する研究

阿 部 康 男

東北大学医学部衛生学教室（主任近藤教授）鹿児島大学医学部寄生虫学教授

INDIVIDUAL IMMUNITY AND SUSCEPTIBILITY OF
MOSQUITOES TO MOSQUITO-BORN EMICROORGANISM— STUDIES ON SUSCEPTIBLE AND INSUSCEPTIBLE *CULEX PIPENS*
VAR. *PALLENS* COQUILLET TO AVIAN MALARIA —

YASUO ABE

Department of Hygiene, Faculty of Medicine, Tohoku University

(Prof. Shoji Kondo M.D.)

Department of Parasitology, Faculty of Medicine, Kagoshima Prefectural University

Malaria, Filaria 症, Dengue 熱, 黄熱又最近問題となつてゐる日本脳炎等の如き蚊族性疾患の予防医学上の問題としての防蚊対策の主眼は総合対策より対種対策の方向に進みつゝある傾向にあるが、従来の疾病伝播者の概念は単に「種」がその疾病の伝播者であることの問題から一步前進して同一種族間の生物学的生態型、並に個体変異の度合によつて規定される“race”の問題にまで及ばんとしている。その一例とし、欧洲内陸部に於ける Malaria の流行が、*Anopheles maculipennis* Meigen に起因する事が明かにされたにも拘わらず流行の累率的存続に対する疑問は久しく未解決のまゝにされていたが Roubaud (1921), Hackett et Missiroli (1935), Weyer (1937), 及び Bates et Hackett (1939) 等の相継ぐ結論的業績、所謂“Rassen-Frage”によつて見事な解答が与えられた。

この問題の解決により経昆虫性疾患の流行病学的意義は従来の一般的常識——1) 主要伝播種の存在, 2) 伝播種のその土地に於ける発生密度, 3) その土地の人口密度並に稠密度, 4) 伝播源となる可き保菌者の侵入, 5) 伝播種の人間同志間並に人間対保菌動物及び感受動物同志間に於ける移行頻度, 6) 伝播種の壽命並に病原体攝取後に於ける病毒保持持続期間, 等の諸条件の外に伝播者同一種間に於ける病原体に対する感受性の多寡, 即ち病原体感受個体の性格発現の条件も加えられねばならなくなつた。終戦後日本に見られた熱帯マラリアの流行に対する原因究明の解決は実にこの最終条件を主張としてこそ完成され得る問題である。

1) 本研究は昭和19年度以降24年度迄の文部省科学研究費によりなされたものである。

尙本報文の要旨は「文部省科学研究費による研究発表会（東北地方会）」（昭和24・25年）に於て発表した。

本研究の端緒は Malaria の感染防禦に関する研究、特にマラリア原虫の Sporozoiten 殺滅剤の効果試験に使用する目的での鳥マラリア原虫とその伝播種たるアカイエカ (*Culex pipiens* var. *pallens* Coquillett) との間に恰も自然免疫の現象と思われる程に感受性に差異が歴然と存在してる事実を見出し、その間の事情を明かにする為めに本研究題目を取り上げた次第である。

本報文を稿するにあたり研究遂行上の便宜並に多大の支援を与えられた元伝染病研究所々長・東京大学教授三田村播志郎博士並に報告の機会を与えられた東北大学教授近藤正二博士に対し深謝の意を表すると共に勝田(林)幹子、宮内繁子両氏の助力に感謝する。

研究材料並に方法

鳥マラリア原虫に関する研究は従来人間のマラリア問題の解決の鍵となつてゐる事は言を俟たない。本研究に使用した原虫 *Plasmodium relictum* Grassi et Feletti (当時伝染病研究所々持株) はカナリヤ (*Serinus canarius*) を実験上の宿主として累代的に人工接株して保存したもので実験を施行する際には必ず罹患カナリヤの血液中に原虫の両性の生殖体が存在するのを確認した上で接株を行い実験上の不均一性を招来せぬ様に心掛けた。又伝播蚊としては日本に最も普通に見られるアカイエカ (*Culex pipiens* var. *pallens* Coquillett) を使用した。本種は既に片平、有馬、石井等により鳥マラリア原虫に対し高度の親和性を有するものである事が確められているものである。

実験に使用したアカイエカは主として東京都内、及びその周辺より採集したものを実験室内で夫れ夫れの系統を明かに累代飼育を繰り返して得たるものを主として用いた。

特に本実験を開始するにあつては上述の飼育蚊の中の各系統に所属する一雌蚊の産出した全卵を一単位として完全飼育法²⁾を以て飼育を行つた。

実験成績

1. 鳥マラリア原虫のアカイエカに対する親和性について

鳥マラリア原虫罹患カナリヤの血液検査の結果一視野 (X1200) に5個以上の両性生殖母体の観察出来るものを選び、カナリヤの両翼を上背面においてクリップ止めにし、蚊が吸血する際に出来るだけ活動的でないようにし、これを各系統のアカイエカ成虫の飼育籠の中に収め、籠全体を黒布を以て覆い、籠内温度は25°C~28°C、同湿度は常に85%以上を保つようにした。吸血時間は30分~60分とし各系統毎の充分に吸血した雌蚊を保存籠 (20×20×15cmk) にうつし、これを25(±1)°Cの恒温室に入れ、蚊体内での原虫發育を完成せしむる様に処置した。

蚊の中腸内に吸引されたマラリアの雌雄性生殖母体は変態して接合を行つた後、環境温度に影響されながら徐々に發育していく。25°Cの外温では、含原虫血液吸引後約24時間で虫様体形成が始まり、遅くとも72時間後に完成する。蚊の中腸外壁に形成される Oocyste の形成は72時間目より始まり、その包囊内に Sporozoiten が完成するまでに

2) 蚊族の飼育法に関しては第5回日本昆虫学会大会(昭和17年)に於て発表した、これにエビオス粒子選択法を加味して完全飼育を完成した。

は約312時間(13日間)を要する。

一般にマラリア原虫に対して親和性の無い個体では虫様体形成以後の原虫の発育は認められない。そのため実験途上の観察に於ては感受性の有無を明確に判定するため、及び既交配雌蚊に産卵を行わしめることにより次代への感受性の遺伝傾向をも調べる目的の下に吸血後約168時間(7日間)の発育経過後、つまり感受性個体に於ては、包囊内の空胞増大期以降、乃至288時間(12日間)の小顆粒配列期迄の時期に相当するものについて中腸の摘出及びパラフィン切片法を用いて検鏡することにより判定を下した。

実験の結果は第1表に示される如く系統及び卵舟群の如何を問わず罹患カナリヤ吸血蚊数に対するマラリア原虫に対して感受性を有する蚊の割合に差異を有することが知られる。

第1表. アカイエカの鳥マラリア原虫に対する感受性の差異

	小岩系 累代飼育13代 A ₁ A ₂ A ₃			小岩系 累代飼育8代 B ₁ B ₂ B ₃			渋谷系 累代飼育6代 C ₁ C ₂ C ₃			芝系 採集卵飼育 D ₁ D ₂ D ₃			芝系 採集幼虫飼育 E ₁ E ₂	
雌蚊の吸血率 (吸血後一時間)	60	38	78	75	60	53	58	72	30	68	73	53	85	63
対原虫感受個体 数/吸血蚊数	92	49	56	32	68	51	88	92	91	52	21	59	13	71

雌蚊に人為吸血を行わしめる場合、同一条件の下に而も同一時間内に全収容蚊に充分な吸血を行わしめる事は困難であり、実験中は雌蚊の羽化後48時間(実験的の吸血活動最高度の時間)経過したものをを用うるのを原則としたが、マラリア株の好適条件と蚊の吸血活動好適条件とを一致せしめるために多少の時間的の差が生じた。又吸血時間を比較的短時間に限定したのは、より以上の時間を経過せしめると重篤罹患カナリヤが途中で死亡することがしばしば起り実験上不均一性を招来する結果となるために吸血時間に制限を加えた。この点は本研究全般に適用された。

吸血雌蚊が、実験前に既に交尾を完了したもので、吸血後7~10日すると卵細胞が完熟して産卵が行われるが、この卵を獲得する目的で考案された椀型シャーレを各保存籠の中に用意され、産出された新生卵は、更に各卵舟毎に完全飼育が行われ、感受性の遺伝的傾向を験べるため次代の感受性試験が行われた。その結果は第1図に見られる如く各卵舟群によつてその成蚊の感受性の度合はまちまちであるが、感受性強度の親蚊を有した次代の子孫は相対的に強度の感受性を有するものが生じ、これに反して非感受性の親蚊の子孫は概して低度の感受性又は非感受性のものとなつて現れる。この現象は更に各系統毎に見ても共通の現象として現れてくる。

この際問題となるのは、蚊の内部組織の生理作用、並に生化学的作用とマラリア原虫との間の相対性の如何である。この点は本質的に鳥マラリア原虫に対して親和性を全く欠如している *Aedes* 属の一部の蚊に於て、蚊の中腸内に収められた原虫の両性生殖体は接合を行つた後正常の場合と同様に虫様体形成を行うが、その後の活動力が鈍く、中腸細胞間隙を潜行してその外壁に包囊形成を行う様子は全く見られず、時間の経過と共に

に中腸内から次第に姿を消す。この現象を説明するものは中腸腔分泌液の化学的成分、中腸壁細胞の構造及びその生機学的行動が虫様体の活動に積極的支援を与えぬために生ずるものと判断される。然るにアカイエカの如く本質的に鳥マラリア原虫に対して強度の感受性を有す蚊族の種類に於て、実験に示された様な非感受性個体が発現する事実に対しての説明は更に別個の因子を考えざるを得ない。

第1図. アカイエカの鳥マラリア原虫に対する感受性の F_1 えの伝承様式。(系統別)
上段・親蚊の有する感受個体(黒色部)と非感受個体(白色部)の比率.
下段・親蚊の感受性及び非感受性個体より産下された F_1 蚊に於て現れたマ
ラリア原虫に対する親和性の出現比率.

Huff (1929) が米国産 *Culex pipiens* L. の鳥マラリア原虫 *Plasmodium cathemerium* に対する親和性についての研究報告で仮設した所謂 race の存在は、その発現因子を性格上の変異として説明している。

本報告に於ける試供アカイエカは形態学的に *C. pipiens* L. の変種としての類縁関係を有しては居るが、変異性に富み、ことに成蚊の場合は發育環境及其他の条件によつて受ける影響が大きく、肉眼的に恰も別種の如き様子を示すものすら現れる。この成蚊の変異性を系統的に配列することは目下至難とさえ考えられる。一方幼虫形態に於ても部位的には成蚊と同様の非系統的変異が強く現れるが、第四期に属する成熟幼虫の第8

腹節の両側に存在している櫛板の歯 (Comb teeth) の配列数は各個体によつて夫れ夫れ異つた数値を有し、形態学上の種の特徴として各側に16~53個の幅のある配列状態が認められている。

然るにこの配列状況は単一の雌蚊から産出された卵舟より育つた成熟幼虫群に於ては、両側の数値に多少の異動はあるが概して一定の数値群を形成し広範囲に涉つて散在性に存在することは無い。その様子は第2表に見られる如く、各卵舟毎に独立性のある分布構成が認められる。

第2表. 各卵舟毎に成育した成熟幼虫の櫛板歯数の配列状態

卵舟群	被 検 数	櫛歯数→							
		16 ~20	21 ~25	26 ~30	31 ~35	36 ~40	41 ~45	46 ~50	51 ~55
A	360	右	40	88	144	64	20	4	
		左	8	104	164	68	16		
B	376	右	16	24	84	156	76	16	3
		左	12	16	92	120	96	36	3
C	275	右		8	24	102	114	24	3
		左		11	24	114	90	30	6
D	256	右			12	68	132	32	12
		左			16	60	108	60	12
E	258	右			3	24	96	102	18
		左			6	24	90	96	30

各個々の幼虫につき各側の櫛板歯数の和の2分の1を以て櫛板歯指数を現わす数値とすれば、各卵舟群より得たる幼虫群の構成する櫛板歯指数の分布状況は第2図に示される如く、B卵舟群はA及びD卵舟群の中間に、又C卵舟群はB及びE卵舟群の中間に存在し、両極側群を形成するもの以外は、夫れ夫れ両翼群の交雑によつて形成さるるものの如く考えられる。

A卵舟群から得た雌雄の成蚊 (F_1) の間の交配によつて新生された子孫の成熟幼虫 (F_2 の幼虫期) の櫛板歯指数は各卵舟群に於て多少の差異は認められるが殆ど常にA卵舟群櫛板歯指数の分布範囲内に収まり、その独立性を確保している。更に F_2 成蚊より新生された F_3 幼虫に於ては大部分は独立性の認められる範囲内に収まるが、一部にはB卵舟群櫛板歯指数分布範囲の方向に傾く様子を示すもの、及び少数例としてB卵舟群範囲に完全に一致するもの、発現が見られる。

更にB卵舟群、D卵舟群についても同様な試みがなされたが、B群に於ける F_2 幼虫の各群卵舟櫛板歯指数はA群の場合と同様にB群指数分布範囲内に独立性を示して収まり、又 F_3 幼虫に於ては一部分のものは分布範囲を両側に拡大して、A群及びD群の方向に強く傾いてゆく様子が見られる。又D群に於ては、A群の場合と反対に F_3 幼虫の

場合はB群に傾く少数例が出現する。

以上の各群の計測の結果各群に共通な点は F_1 の時代に於て群毎に独立性を維持する事、及び F_2 世代に於ても独立性に特別な変化が認められないが、 F_3 世代になると各独立区域を中心にして各側群の何れかに傾かんとする傾向が強く現れ、分離遺伝の法則に従うかの如き様子を明確にしてくる。

この形式は第3図に依て示される通りであるが、この様な移行型の分離出現は実験に供した蚊族が室内に於て累代飼育を行つたとは云うものの、自然界に於て種々の性格を有するものが自由に交配する事に依て生じた蚊族を基としての飼育であるため、累代飼育の過程に混合因子が代を追うにつれて分離してくるものと考えられる。

第2図. 各卵舟群毎に成育した成熟幼虫の櫛板歯指数の分散曲線

3. 蚊族幼虫櫛板歯指数の分布構成とマラリア原虫に対する感受性との関連性

前実験に使用したA卵舟群、B卵舟群及びD卵舟群に属する雌成蚊を使用してマラリア罹患カナリヤを吸血せしめ各群の蚊に対するマラリア感受性の比較検討を試みた結果、第3表に見られる如く、A群に於ては低度、B群では中等度、D群では高度の感受性が存在することが認められた。これにより櫛板歯指数とマラリア感受性度との間に一応の関連性が存在することが窺い知られるが、更にこの関係を第2図に示した櫛板歯指数配列曲線上に於て吟味検討を加えて見ると一層明確になる。第2図上の横軸上の31~35歯数位置上に一線を設け各群の構成する曲線に依て囲まれた平面を切断すると、この線に依て劃された各群の面積比率は第4表の如くなり、特にA、B及D群に就て見れば、夫れ夫れの面積比率と各該当群の雌蚊のマラリア原虫に対する感受性の比率の関係は第5表の如くなる。以上の総合結果より伝播蚊の成熟幼虫期の櫛板歯指数の多寡は、個体のマラリア原虫に対しての親和力の多少と密接な関係を有し、又櫛板歯上に現れた蚊族の個体形質の一部はマラリア伝播性と同一行動を取ることが推知せられる。

考 察

マラリア流行学上の問題となつて所謂 “Malaria ohne Anophelism” 又は “Anophelism ohne Malaria” はマラリア伝播者である蚊族の種族性及び同一種属間に於ける個性性を無視出来ない。例えば従来日本に熱帯マラリアの伝播者の存在が否定されていたにも拘らず終戦後に局地的流行が見られたがその伝播者として *Anopheles hyrcanus sinensis* の一型としての *lesteri* が推論され又 *Anopheles lindesayi japonicus* の変種としての種名再検討の問題も登場して来た。

第3図. 橈板歯指数の各系統毎に於ける伝承模式図

模式図中円周の大小は系統の出現頻度 小文字は他系統への移行傾向を示す。

又戦後マラリアの問題としての中心をなした三日熱マラリアについても、その伝播者としての価値を有する *A. hyrcanus sinensis* が全国的に分布し又高密度に発生している地域が比較的多いにも拘らずマラリア患者の大量帰国の機会に遭遇しながらも国内での新感染者は局地的に散在して見られたに過ぎず大流行の素因とならなかつた事実は、予防医学陣の徹底と云う事の他に、伝播者である *A. hyrcanus sinensis* の個性性とマラリア原虫との親和性の問題の再検討の機会を与えてくれた好機会とも考えられる。

鳥マラリアに関する研究は人間のマラリア研究の基礎をなすものである事は既述したが Huff, C. G. (1927—1935) が *Plasmodium cathemerium* と *Culex pipiens* L.との間の親和性に関する研究に於て *C. pipiens* の同一種内に於ても親和性に差異のある事を認め Biological race によるものと報告した。尙この親和性、つまりマラリア原虫に対する *C. pipiens* の感受性は遺伝的に子孫に伝承され而も感受性性格は優性的に、非感受性性格は劣性的に働く簡単な Mendel の遺伝法式を取るものと考えている。著者の

第3表. 各群F₁の各卵舟毎に於けるマラリア原虫への感受性出現度合

A群F ₁ 卵舟	使用雌蚊数	マラリア感染カナリヤ吸血蚊数 (吸血率)	マラリア原虫感受蚊数 (感受性率)
1	112	72 (64.29)	10 (13.89)
2	208	115 (55.29)	18 (15.65)
3	162	105 (64.81)	15 (14.29)
4	98	60 (61.22)	12 (20.00)
5	89	59 (66.29)	9 (15.25)
A v.	133.8	82.2 (61.43)	12.8 (15.58)
B群F ₁ 卵舟			
1	185	128 (69.19)	59 (46.09)
2	95	50 (52.63)	26 (52.00)
3	143	85 (59.44)	42 (49.41)
4	205	95 (46.34)	56 (58.95)
5	113	70 (61.95)	38 (54.29)
A v.	148.2	85.6 (57.75)	44.2 (51.64)
D群F ₁ 卵舟			
1	153	88 (57.52)	71 (80.68)
2	162	76 (46.91)	66 (86.84)
3	118	78 (66.10)	59 (75.64)
4	133	93 (69.92)	82 (90.81)
5	140	62 (44.29)	55 (88.71)
A v.	141.2	79.4 (56.24)	66.6 (83.88)

第4表. 櫛板歯指数31~35を以て割した第2図上の各群に於ける
各指数区分の構成する両側指数域の比率

		少 指 数 域 ← 31 35 → 多 指 数 域
A	群	85.01 : 14.99
B	群	49.93 : 50.07
C	群	30.88 : 69.12
D	群	16.05 : 83.95
E	群	5.72 : 94.28

第5表. 櫛板歯指数と感受性の比較

	A 群	B 群	D 群
成熟幼虫櫛板歯の少指数域: 多指数域	85.01: 14.99	49.93: 50.07	16.05: 83.95
雌成蚊のマラリア原虫に対する 非感受性度: 感受性度	84.43: 15.57	48.77: 51.64	16.12: 83.88

実験に於ても *Plasmodium relictum* Grassi et Feletti と日本産 *Culex pipiens* var. *pallens* Coquillett との間に於て、Huff の提唱した親和性の差異が認められ、伝播者である同一種属の間にも病原体に対しての感受性の異なる品種が存在すると同時にこの性質は遺伝的に子孫に伝承され得る事が指摘され得た。更にこの際伝播者の病原体に対しての感受性及び非感受性の性格は感熟幼虫の第8腹節の両側にある櫛板の櫛歯数の多寡と関連性を有し、少櫛歯数の個体より発育した雌蚊は病原体に対しての感受性は弱く、多櫛歯数の幼虫より出た雌蚊は強感受性を有する事が実証された。又この櫛歯上に現れた数的多寡の形質は遺伝的に子孫に伝承され、而も遺伝学上の分離の法則に準拠することが明かにされた。この形質の遺伝形式は当然成蚊の病原体感受性格を随伴させている事は勿論である。

蚊族幼虫の櫛歯上の形質遺伝因子の存在位置については、Storey (1932) の糸痕病と *Cicadulina nebila* との間の伝播者としての親和性に関する研究の結果、昆虫の性の出現と密接な関係を有している事を述べているが、蚊の場合は雄蚊が吸血性を欠いている為め雄蚊に病原体に対する感受性の有無を立証する事は不可能であるが、形質が比較的簡単な分離形式を取る点より見て雄蚊にも潜在的に斯る性質が存在し得るものと想像され、形質発現因子は感受性因子を随伴させて染色体上に存在しているものと考えられる。Huff (1935) は病原体に対する蚊族の親和性は雄蚊にも潜在的因子として存在し、その性格上の生態品種は環境によつて変化され得るものでないと説明しているが、著者の実験が実験室内累代飼育と云う比較的一定した環境に依て行われたにも拘らず性格分離が明かに行われた事実は Huff の構想に一致するものと考えられる。又個体形質に随伴して現れる病原体に対する感受性の遺伝的の優劣の問題は更に実験的究明を必要とするが、自然界に生育しつつある幼虫は概して多櫛歯型のものが多く、又実験室内飼育に於てもこの型のものが比較的容易に飼養され得る等の諸点より見て多櫛歯型が優性とも考えられ、従つて感受性々格が優性的に現れるものと推論され得る。この点に於ても Huff の生態品種上の劣性因子は非感受性個体に存すると云う考え方に一致してくる。

然し上記の如く多櫛歯型の個体集団が比較的によく自然界に見られるとは云うものの発生は水域に依つて少櫛歯型の個体集団が多く見られる所があるが、この原因は生育環境因子が多櫛歯型と少櫛歯型との間に多少の差異のある事によるものと解される。この点の説明は多櫛歯型のは多栄養型の発生水域に又少櫛歯型のは貧栄養型の水域に見られる事が多い事実を以て解釈され得る。

結 論

1) *Plasmodium relictum* とその伝播者である *Culex pipiens pallens* との間の親和性は、伝播蚊の個体により異つた発現が見られ、この親和性発現の個性性は蚊族の成熟幼虫の第8腹節両側に排列する櫛板歯数の多寡により異つた発現を示す。

2) 伝播蚊の病原体に対する感受性、非感受性発現の限界は、その幼虫期に於ける櫛板歯指数 31~35 を中心にし指数少なる域にある個体は非感受性々格を現わし、指数大なる域にあるものは感受性が強度に現れる。

3) 単一卵舟より育成された幼虫の有する橈板歯指数は卵舟毎に独立した排列分布が見られ、又この形質発現は遺伝的に子孫に伝承され、又その過程に於て遺伝学上の分離の法則が適用される。この現象と関連して成蚊の病原体に対する感受性も同様の経過を取つて子孫に伝わる。

4) 伝播蚊の幼虫に現れる多橈板型、少橈板型は遺伝学的に見ると、前者は優性的性格を有し、後者は劣性的性格を有するものと判断され、その随伴性格である病原体に対する感受性度合の発見も夫々優性及び劣性的に現れる。

5) 伝播蚊の生育中の環境因子は個体形質発現に対して直接影響せず、形質発現因子は先天的のものと解される。

6) 多橈板型個体の発生場所と少橈板型個体の発生水域は夫々選択性を有し、伝播者としての親和性も地域的に異つて現れる。

附記。本報文は昭和25年2月に脱稿したものであるが、紙数の関係上印刷発表が遅れていたものである。ここに全文を要約して報告する次第である。

参 考 文 献

- 1) 阿部康男 (1950) ヤマトハマダラカの種名再検討, 動物学雑誌 59, 37
- 2) 有馬巖 (1933) プロテロゾーマの感染に関する実験的研究, 福岡医学会雑誌 26, 36—58
- 3) Hackett, L. W. et Missiroli, A. (1935) The varieties of *Anopheles maculipennis* and their relation to the distribution of malaria in Europe. Riv. Malariol., 14, 45—109
- 4) Hackett, L. W. (1937) Malaria in Europe. An ecological study. 336, S. Oxford Univ. Press, H. Milford, London
- 5) Huff, C. G. (1927) Studies on the infectivity of Plasmodia of birds for mosquitoes with special reference to the problem of immunity in the mosquito. Amer. Jour. Hyg., 7, 706—734
- 6) Huff, C. G. (1929) The effects of selection upon susceptibility to the bird malaria in *Culex pipiens* Linn. Ann. Trop. Med. and Parasit., 23, 427—442
- 7) Huff, C. G. (1930) Individual immunity and susceptibility of *Culex pipiens* to various species of bird malaria as studied by means of double infectious feedings. Amer. Jour. Hyg., 12, 424—441
- 8) Huff, C. G. (1931) The inheritance of natural immunity to *Plasmodium cathemerium* in two species of *Culex*. Jour. Prev. Med., 5, 249—259
- 9) Huff, C. G. (1934) Comparative studies on susceptible and insusceptible *Culex pipiens* in relation to infections with *Plasmodium cathemerium* and *P. relictum*. Amer. Jour. Hyg., 19, 123—147
- 10) Huff, C. G. (1935) Natural immunity and susceptibility of Culicine mosquitoes to Avian malaria. Amer. Jour. Trop. Med., 15, 427—433
- 11) 石井信太郎 (1932) 「マラリア」に関する研究 (第1報) 実験医学雑誌 23, 1760—1767
- 12) 大鶴正満 (1949) 日本産 *Anopheles hyrcanus* の一新型について 医学と生物学 14, 1・2・3 号
- 13) 大鶴正満 (1949) 戦争マラリアの流行学的観察, 日新医学 36, 8 号
- 14) Storey, H. H. (1932) The inheritance by an insect vector of the ability to transmit

- a plant virus. Proc. Royal Soc. B., CXII, 46—60
- 15) Weyer, F. (1935) Die Variabilität der Grösse beiden Rassen von *Anopheles maculipennis* unter natürlichen Bedingungen und im Experiment. Arch. Schiffs-u. Tropenhyg., 39, 399—408
- 16) Weyer, F. (1937) Rassenforschung bei Stechmücken. Naturw. 25, 529—535
- 17) Weyer, F. (1939) Die Malaria-Überträger, Georg Thieme, Leipzig. 78—86
-