

人工不妊昆虫の生態に関する研究

VII. 奄美大島のミカンコミバエに及ぼす

^{137}Cs ガンマー線の影響^{a)}

清 久 正 夫・佃 律 子

(応用昆虫学研究室)

Received December 1, 1973

Studies on the Ecology of Insects Sterilized Artificially (Gamma Radiation)

VII. Influence of Gamma Rays Radiation from ^{137}Cs on the Oriental Fruit Fly in Amami-Ōshima Island

Masao KIYOKU and Ritsuko TSUKUDA
(Laboratory of Applied Entomology)

Larvae of an oriental fruit fly line introduced from Amami-Ōshima island were reared using an artificial medium prepared with the base ingredient as corn-flour. When pupae were irradiated with a dose of 8 KR from the ^{137}Cs as gamma-rays source two days before emerging, both male and female adults emerged showed complete sterility. Percentage in emergence, however, was not significantly reduced. In an experiment that two hundred sterilized plus ten normal males were confined with ten normal females in a mating cage, the sterilized males were fully competitive with normal ones in mating to the normal females. Longevity of the sterilized adult males, however, tended to be slightly shorter than that of the normal ones when compared in the survival curves. When less than one hundred and fifty sterilized males were confined, however, few larvae were able to grow to adults. These progeny adult males and females showed the *inherited sterility*. When dose was 6 KR there was neither significant difference in the longevity between sterilized and normal adults, nor the complete sterility. Besides, the *inherited sterility* in offspring was not shown clearly. When more than two hundred sterilized plus ten normal males were combined with ten normal females, however, a considerable sterility was found. Causes of the sterility were investigated by dissection of the testes and spermathecae in females mated with 8 KR-sterilized males.

緒 言

ミカンコミバエの対策に関しては、はやくからメチルオイゲノールによる雄絶滅法 (Male annihilation method) が考案され、Steiner ら (1955, 1965) は 1952・53 年にハワイのハマクワで、1962・63 年にマリアナ諸島のロタ島で実施された。我が国においても 1960・61 年に小笠原諸島で、1968・69 年に奄美群島の喜界島 (児島司忠, 1968) と 1969・70 年に与論島 (松井好直, 1970) で実施された。

a) 昭和47年度文部省科学研究費によった。この一部は昭和48年4月、日本応用動物昆虫学会 第17回大会において発表した。

しかしその後この方法のみでは効果が不充分であることが判明し、ガンマー線による不妊処理法 (Sterile male technique) を併用することが論議された。Steiner ら (1970) は 1963～1965 年グアム、サイパンおよびテニアン島でそれぞれ併用を試みた。我が国でも 1967 年頃にこれを併用する意見もあったが、虫の交尾習性や莫大な経費を要するなどの難点があることでかなり批判的であった (栄, 1968)。しかし東京都は小笠原のミカンコミバエにメチルオイゲノールに反応を示さない個体が存在するという結論に達し、その対策として大羽と北川 (1973) が 1971・72 年に X 線による不妊化実験を行なった。また門司植物防疫所は 1972 年以来 ^{60}Co を用いて奄美大島のミカンコミバエの不妊化実験を実施した (江口ら, 1973)。筆者らは 1967 年度以来 ^{137}Cs ガンマー線による人工不妊昆虫の生態に関する研究を続行中であつたが、1972 年度文部省から研究費の援助を受け、農林大臣の許可を得て、岡山において奄美大島産ミカンコミバエの不妊化実験に着手した。我が国においてこの方面の研究の開始をみたことは喜ばしいことであるが、同一種のものに対して線源の異なる 3 種のガンマー線が用いられたことは興味がある。ここにおいて筆者らの 1972 年 11 月より 1973 年 4 月に至る間の実験結果を発表し、併せて大羽らの X 線および江口らの ^{60}Co ガンマー線による実験結果との比較をも行なう。

本報文を草するにあたり、1972 年夏実験開始に先立って、実験材料のご配慮や、ミカンコミバエの飼育・生態などに関してアドバイスをいただき、また奄美諸島や沖縄本島への視察旅行に際していろいろとご便宜をはかって下さった方々、神戸植物防疫所 小泉憲治氏、同 宇野出張所 佐藤稔氏、門司植物防疫所 堀江平三氏、山崎昭氏、同名瀬出張所 小林宏氏 および所員の方々、鹿児島農試大島支場吉国平氏、新留伊俊氏、那覇植物防疫事務所伊波興清氏、松原芳久氏、沖縄県農試宮良高忠氏、照屋林宏氏。放射線による不妊化に関してご意見をいただいた東京都立大学理学部大羽滋教授、ミカンコミバエの生態に関するご意見をいただいた東京都小笠原支庁岩橋統氏、飼育に関するご意見をいただいた杉本民雄氏の方々に深謝の意を表する。なおまた岡大農学部においてデータの整理、図表の作成に当った応用昆虫学研究室技術補佐員古谷知子嬢に、また実験材料および飼育器具の整備などで助力された佐藤豊子夫人に感謝する。

材 料 および 方 法

奄美大島産ミカンコミバエの蛹を羽化させ塩化コリンを含む水とその食物として角砂糖およびフィトン、イースト・エキストラクトとマッカラム混合剤の混合物を与えた。交配して得た幼虫の飼料は Watanabe と Kato (1971) および 渡辺 (1972) の組成と 門司植物防疫所名瀬出張所の組成を参考として作ったトウモロコシ粉を主体とした半合成飼料であった。飼育については長嶺と与儀 (1970) および杉本 (1972) の意見を参考とした。

飼育室は植物防疫法にしたがい特別に作ったもので、その中のハエ飼育室は $180 \times 180 \times 180$ cm. 25°C , 65～70% R. H. 8 時間暗黒, 16 時間照明 (ただし前後の各 2 時間は薄光) とした。放射線は ^{137}Cs ガンマー線 4 KR/hr. で、その線量は 4, 6 および 8 KR であつて、その照射時期は羽化予定日の 2 日前の蛹であつた。本報文中では所定の線量を照射した区より発生した成虫を不妊化雄・雌と呼び、S ♂ と S ♀ の記号で、また照射しなかった区のを正常雄・雌と呼び、N ♂ と N ♀ の記号で示した。

不妊化の程度は、10 S ♂ $\times$ 10 N ♀, 10 N ♂ $\times$ 10 S ♀ の組のそれぞれ繰りかえし 3 回の孵化率平均値で、成虫の生存状態は各種の組み合わせにおいて毎日 (または隔日) 調査した生存百分率を縦軸に、交配日からの日数を横軸として作図した生存百分率曲線で示した。産卵は大体 5

日おきに産卵器を入れ2日後に取り出し、さらに2日後に卵数150~200粒を単位として孵化率を調査した(ただし卵数が100個にみえない場合はその実数)。これらの組み合わせ実験に用いたハエ飼育箱は、27×15×20 cmの全面金網張りのものであった。次の何倍かの不妊化雄と正常雌と組み合わせで交尾競争を調べるために用いた箱は30×30×30 cmの大きさの志賀製ハエ飼育箱であった。なお解剖や不妊化雄と正常雌の組み合わせより発生した次代の雄・雌の不妊性をも調査したがその方法は本文中で述べる。

結 果

ガンマー線を蛹へ照射した場合の羽化状態

羽化2日前の蛹に対し¹³⁷Csガンマー線を照射し羽化率を調べた結果は第1表である。

Table 1. Percentages in emergence of the oriental fruit flies treated as pupae with the ¹³⁷Cs gamma radiation.

No. experiment \ Dose (KR)	0	6	8
1	78.4	88.4	88.5
2	86.9	81.2	87.3
3	96.5	98.9	71.7
4	92.5	97.8	88.2
5	88.1	95.7	95.1
6	86.5	96.6	—
Mean	88.15 ± 5.59	93.10 ± 6.20 ^{a)}	85.16 ± 7.71 ^{a)}

a) not significantly different at the 5% level by the t-test.

第1表の平均値によると6KR照射区の羽化率は対照区よりやや高く、8KR照射区のそれは幾分低いが、統計的検定の結果それぞれの差は有意でなかった。なお羽化した成虫の中には翅のよく伸びない個体が見られたが、これは無照射区からも往々出現した。したがって¹³⁷Csガンマー線の6~8KRの線量は蛹の死亡や奇型を多くするとは思われない。成虫の生存日数については後で述べる。

ガンマー線による不妊化個体と正常個体の交配実験(ガンマー線による不妊判定)

孵化率：8KR照射区よりの10♂×10♀の組は産卵開始後5日目ごとの調査日には毎回産卵をするが、その孵化率はすべて0、10♂×10♀と10♂×10♀の産卵はほとんど0で、まれにみられた数個の卵はその孵化率が0であった。よって8KR照射では完全不妊が期待できる。これに対して6および4KR照射では孵化率が0、まれには産卵数0の場合もみられたが、一般に産卵が比較的多く(ただし雌が照射された場合には比較的小さい)、その孵化率が高いことがあった。よって6KR以下の線量では完全不妊が望めない。両線量区よりの10♂×10♀と10♂×10♀のそれぞれ繰りかえし3回の孵化率平均値を、対照区とした10♂×10♀と比較するために第1図を作成した。

第1図によれば、10♂×10♀では4KR、6KRとも毎回の孵化率が対照区よりもかなり低い(10%以下)。4KRと6KR照射区の間にはそれほど大きい差がない。よって雄に対しては4KR~6KRの照射によってかなり高い不妊が期待される。しかし雌への照射の場合ではかならずしもそうでなく、4KR照射区の10♂×10♀において孵化率がときに30%台を示し、6KR照射区のそれでは50%台の孵化率が示された。よって4~6KRの線量を雌に

照射して高い不妊を期待するのは無理と思われる。

成虫の生存百分率：ガンマー線 8 KR によって完全不妊が得られても、不妊化成虫の生存日数が短かくては、不妊処理法における効果が充分ではないであろう。不妊化成虫の生存を調べるため 6 および 8 KR 両照射区の不妊化雄・雌の生存百分率曲線と正常雄・雌のそれらとを第 2 図において比較してみた。

第 2 図をみると、上段の 6 KR 照射区の S ♂ と N ♂ および S ♀ と N ♀ の生存百分率曲線はそれぞれ相互に接近している。6 KR 照射では不妊性は充分ではないが、不妊化成虫の生存は正常とあまりかわらない。これに対して下段の 8 KR 照射区の S ♂ と N ♂ および S ♀ と N ♀ の生存百分率曲線では S ♂, S ♀ の曲線がそれぞれ N ♂, N ♀ のそれよりかなり下がっている。完全不妊が期待された 8 KR 不妊化雄・雌の生存は正常雄・雌のそれより短い傾向が示された。

解剖所見

ガンマー線を照射した雄・雌としなかったものをそれぞれ羽化後 2, 4, 6, 8, 10, 14 日目にリンゲル液中において双眼実体顕微鏡の下で解剖観察をしてつぎの知見を得た。

正常雌の卵巣は羽化後 6 日目頃までさほど發育をせず、なお小さく半透明であるが、全体が丸みがありその輪郭は明瞭である。400 倍に拡大すると小型の卵巣小管がよく見える。8 日目になると急に發育をし、卵の形成がみられ全体の色が白味がかかる。10 日目ではほぼ發育が完成する。羽化 2 日前の雌蛹へ ^{137}Cs ガンマー線

8 KR を照射すると、羽化した成虫の卵巣は 10 日目はもちろん 14 日目のものも發育を遂げず完全な卵形成も見られない。14 日目のものの外観は一見正常のものの 5, 6 日目のものに相当するように思われた。ただし受精嚢と附属腺は外見的には正常のものとあまりかわらなかった。本実験において 8 KR 不妊化雌と正常雄の組み合わせにおいて、産卵数が 0 か、まれに僅か産卵され、その孵化率がすべて 0 であったのは、ガンマー線による卵巣の發育不良が主な原因であろう。

雄では、正常雄の羽化後 4 日目の精巣はすでに黄色味があり、その中に未熟な精子包囊が認

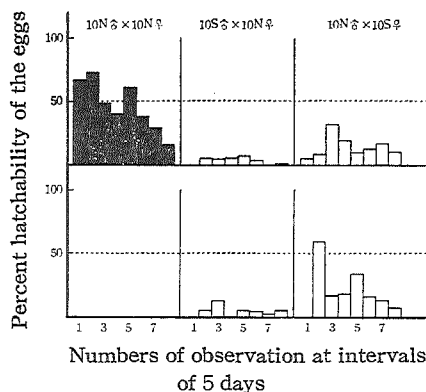


Fig. 1. Percent hatchability of the eggs laid by the oriental fruit fly sterilized (S) as pupae and crossed with normal fly (N) of the opposite sex (avg of 3 replicates). Radiation dosages were 4 KR (above) and 6 KR (below).

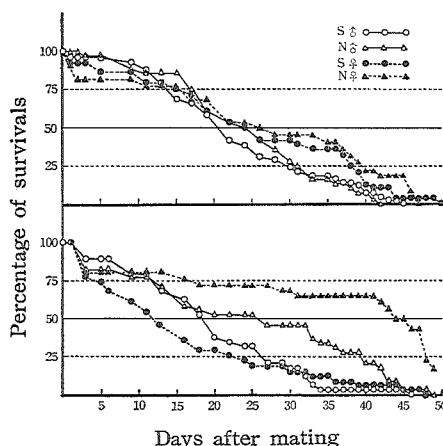


Fig. 2. Comparison between the survival curves of sterilized flies (S♂, S♀) and those of normal flies (N♂, N♀). Dosages used for sterilization were 6 KR (above) and 8 KR (below).

められる。6日目の精巣はその大きさが正常に近く、色はますます黄色味が増し、その中にはよく発達した長い型の精子包囊がみられる。8日目において精巣より取り出したフリーの精子はリンゲル液中で活動し、外見的に成熟したようにみえた。羽化2日前の雄蛹へ ^{137}Cs ガンマー線8KRを照射すると羽化成虫の精巣は卵巣のように外見的に明瞭な異常がみられない。羽化後10日目および14日目の精巣より取り出したフリーの精子はいずれも正常なものと同様にリンゲル液中において活動をしている。

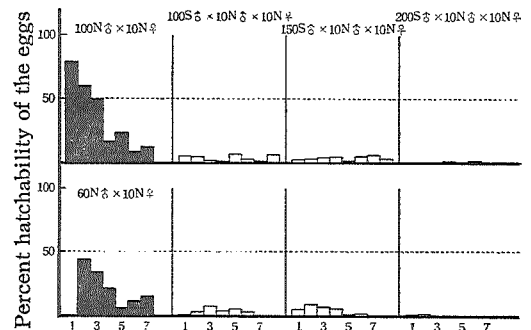
照射した雄を正常雌と交配し卵を産出しはじめた羽化後20日目の正常雌を解剖し、受精嚢内を400倍に拡大して観察すると、中に侵入した精子が活動しているのを認めることができた。本実験において8KR不妊化雄を正常雌と交配させたとき卵は産出されるが、全く孵化をみなかったのは、ガンマー線による精巣や精子の雌への移動、活動力の異常によるのではなく、精子内に誘発された致死変異が主な原因であろうことが予想される。

ガンマー線による不妊化雄と正常雄を正常雌と組み合わせた実験（不妊化雄と正常雄の交尾競争に関する実験）

孵化率：蛹に6KRおよび8KRのガンマー線を照射した不妊化雄(S♂)100, 150, 200個のそれぞれと正常雄(N♂)10個を正常雌(N♀)10個と組み合わせた場合のそれぞれの繰りかえし3回の平均孵化率を第3図に示した。対照区は正常雄100個に対し正常雌10個、および前者の60個に対し後者10個のそれぞれの組み合わせである。

第3図によれば、対照区の60N♂×10N♀の孵化率が予想外に低い、100個以上S♂を組み入れたいずれの組み合わせの孵化率もすべてそれよりはるかに低く(8%以下)、とくにS♂200個を組み入れた場合は6KR, 8KR両区とも孵化率はほとんど0であった。つぎにS♂とS♀両方を組み入れた場合は、実験の都合で多くの組み合わせができなかったので、N♂とN♀の10対に対して6KR照射区よりS♂とS♀をそれぞれ100個ずつ、8KR照射区より50個ずつを組み合わせた実験結果のみを第4図に示した。これらの組み合わせから8KR区において孵化率がかなり高いこともあった(約15%)が一般に対照区より比較的低い結果が得られた(8%以下)。

成虫の生存百分率：6KRと8KR照射区より得たS♂×N♂×N♀のS♂とN♂の生存百分率曲線の比較を第5図に示し



Numbers of observation at intervals of 5 days

Fig. 3. Competitiveness of multiple sterilized male oriental fruit flies (S♂) caged with equal numbers of normal males (N♂) and females (N♀) (avg. of 3 replicates). Radiation dosages were 6 KR (above) and 8 KR (below).

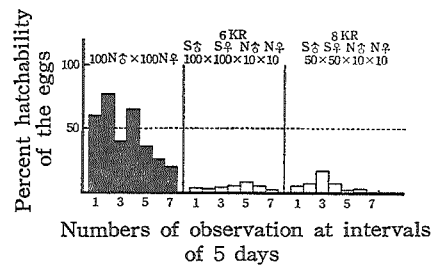


Fig. 4. Average percentages in hatching of the eggs laid by multiple sterilized females (S♀) and/or normal ones (N♀) which were exposed to multiple sterilized males (S♂) and/or normal males (N♂) in the mating cage (avg. of 3 replicates).

た。

第5図によれば、上段の6KR照射区ではS♂とN♂の生存百分率曲線が相互に接近している。これに対し下段の8KR照射区ではS♂の曲線がN♂のそれより下がっている。この組み合わせにおいても6KRの不妊化雄は正常雄に比べて生存がかわらないが、8KR照射のそれは幾分生存が短いようである。孵化率と成虫の生存百分率から考えて8KR照射区は孵化率が低く、S♂の組み入れの割合が多ければ高い不妊効果が期待できるが、成虫の生存が短いために不妊処理法のための不妊化雄としてはやや不満足であるように思われる。

ガンマー線による不妊化雄 100 個以上と正常雄 10 個を正常雌 10 個と組み合わせた場合 それらより発生した次代の成虫の不妊現象

前項で述べた組み合わせより発生した次代(F₁世代)の雄・雌成虫をF₁♂とF₁♀の記号で示す。F₁世代における生残個体の发育状態は第2表に示すとおりあまりよくなかった。

Table 2. Percentages in pupation and emergence of the F₁ generation produced by mating in which more than one hundred sterilized (S♂) plus ten normal males (N♂) were combined with ten normal females (N♀).

Dose (KR)	Mating S♂ × N♂ × N♀	No. eggs	No. pupae	% pupation	No. adults	% emergence
6	150 × 10 × 10	500	38	7.6	♂ 14 ♀ 13	71.05
	100 × 10 × 10	500	51	10.2	♂ 20 ♀ 21	80.39
8	150 × 10 × 10	1000	39	3.9	♂ 14 ♀ 19	84.61
	100 × 10 × 10	1000	70	7.0	♂ 32 ♀ 27	84.28
0	0 × 100 × 100	1000	558	55.8	♂ + ♀ 485	86.91

发育したF₁♂とF₁♀の成虫を用い27×15×20 cmの金網箱の中にF₁♂×N♀、N♂×F₁♀およびF₁♂×F₁♀の3種の組み合わせを作った。用意した卵は少なくはなかったが、第2表に示すとおり成虫数が少なかったので雄・雌15対で6KRと8KR区から上記3種の組み合わせが各1組ずつであるが、それらから得た孵化率を第6図に示す。

第6図によると、6KR照射区より得たF₁♂×N♀では孵化率がかなり低い(5%以下)。しかしN♂×F₁♀(65%以下)もF₁♂×F₁♀(58%以下)も低くはなかった。しかし8KR照射区より得た各組はF₁♂×N♀が14%以下、N♂×F₁♀が6%以下、F₁♂×F₁♀が25%以下で、対照区と比べてかなり低い。よって8KR照射区より得られた次世代の成虫には一応不妊性を認めることができる。

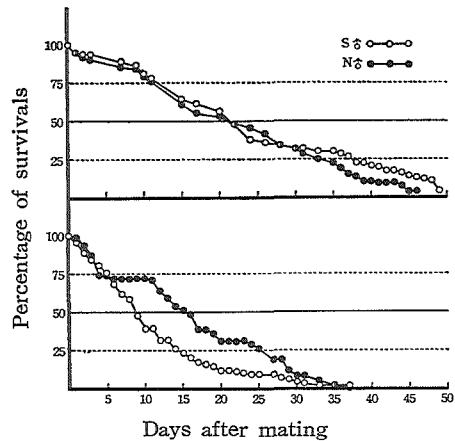
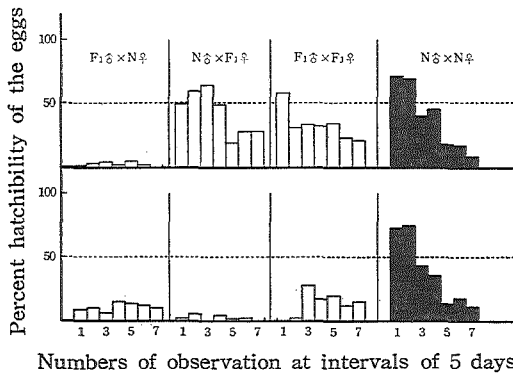


Fig. 5. Comparison between the survival curves of sterilized males (S♂) and those of normal ones (N♂) in the mating experiments in which more than one hundred sterilized flies plus ten normal males were combined with ten normal females. Dosages used were 6 KR (above) and 8 KR (below).



Numbers of observation at intervals of 5 days
 Fig. 6. Inherited sterility of the F_1 generation produced by the mating more than one hundred sterilized flies plus ten normal males and ten normal females. Radiation dosages used at the parent generation were 6 KR (above) and 8 KR (below). $F_1\text{♂}$ and $F_1\text{♀}$ show F_1 male and female flies that developed from eggs laid in cages containing both sterilized and normal flies.

考 察

筆者らの研究によれば、奄美大島産ミカンコミバエのトウモロコシ粉が主体の半合成飼料による飼育系統では、羽化2日前の蛹へ ^{137}Cs ガンマー線の8 KRを照射すると、それらの羽化率には大きい変化がなく、奇型の出現も少なく、羽化した成虫は完全不妊となった。同数の正常雄と雌へその20倍の8 KR不妊化雄を組み合わせると、ほとんど完全な不妊が得られた。不妊化雄が15倍以下であれば、次代に孵化幼虫が若干みられ、それらのうち若干が発育を完了するが、それら雄・雌成虫はともにかなり高い不妊性を示した。しかし8 KR不妊化雄の生存は正常雄よりやや短かい傾向があった。

生存が短かい欠点を補正するために、照射線量を6 KRに下げると、6 KR不妊化雄の生存曲線は正常雄と大差ないが、完全不妊を望むことは無理であった。しかし正常雄・雌へ20倍以上の6 KR不妊化雄を組み入れると孵化率は比較的低かったので、初代において完全不妊を望まないならば、6 KRでも不妊処理法に間に合うのではなかろうか。ただこれらの組み合わせより発生した次代の成虫には不妊性を期待することがあまりできないから、生存がやや短かい欠点があるが、8 KR不妊化雄がむしろ有望であるように思われる。

大羽と北川(1973)の研究によれば、小笠原産ミカンコミバエのトウモロコシ粉を主体とした半合成飼料による飼育系統では、蛹化7、8日目の蛹へX線を8 KRと10 KR照射して、ともに完全不妊が得られたが、6 KR照射では不完全であった。この結果は筆者らのと線源が異なるがよく一致する。生存曲線は正常雄との間に大きな差がなかった。これは筆者らの8 KR不妊化雄より不妊処理法のためには都合がよいようである。

江口ら(1973)の研究によれば、奄美大島産ミカンコミバエでは、蛹化後6日目の蛹へ ^{60}Co を6, 8, 10 KR照射し、どの線量でも完全不妊を得ている。 ^{60}Co を線源としたこの研究では筆者らや大羽と北川の研究より低い線量によって完全不妊を得ている。照射の時期がすこし早いことがその原因かも知れない。

厳密には上記3種の実験結果を比較論評することはできないかも知れないが、X線、 ^{60}Co および ^{137}Cs ガンマー線の同じ線量を照射した場合に物理的には差があっても生物的にはそれほど大きい差がないことも知られている(Bushland, 1960)ので、実用的にはミカンコミバエのガンマー線による完全不妊はX線も ^{60}Co も ^{137}Cs ガンマー線も、ミカンコミバエの変異や照射時の条件の相違は考慮されねばならないが、羽化2日前の蛹に大体8 KRの線量を照射すればよいという一般的な結論が得られる。

8 KR照射による不妊の原因については、大羽と北川の研究ではX線の場合雄の精巣および精子に明らかな異常がなかったこと、筆者らの研究で ^{137}Cs ガンマー線による完全不妊を示した雄の精巣内の精子が正常と同様に活動しているのみならず、不妊化雄と交尾した正常雌の受

精囊内に活動精子を認めたこと、不妊化雄の交尾競争に関する実験において、一部の孵化幼虫より発生した次代の雄も雌も正常なものと交尾して比較的高い不妊を示した事実によって優性致死変異が 8 KR 不妊化雄の不妊の主因であろうことが予想された。一般にガンマー線を受けた昆虫の不妊原因には Proverbs (1969) が述べているように数種の異なったものが存在する。清久・佃 (1969) はハスモンヨトウにおいて、同一個体の不妊が 2 種の不妊原因に起因した場合を認めた。ミカンコミバエの不妊処理法には優性致死変異に起因する不妊を利用するのが最も効率が高い。羽化 2 日前の蛹に 8 KR を照射して大体その目的にかなう不妊化雄を得ることができるのであるが、今後照射の線量と照射時期を工夫して強壮で不妊効率の高い不妊個体を大量につくる研究が必要であろう。

摘 要

奄美大島産ミカンコミバエ蛹を岡山で羽化させ、トウモロコシ粉を主体とする半合成飼料を用いて飼育し、蛹化 2 日前の蛹へ ^{137}Cs ガンマー線を 4, 6, 8 KR 照射して各種の実験を行った。(1) 4, 6, 8 KR を照射した蛹は、正常のものと大差なく高い羽化率を示し、奇型の出現も少ない。(2) 羽化 2 日前の蛹へ 8 KR を照射すると雄・雌成虫とも完全不妊となる。しかし、それらは正常雄・雌より生存日数がやや短い傾向を示す。(3) 10 個の正常雌に対して正常雄 10 個とその 20 倍の 8 KR 不妊化雄 200 個を組み合わせるとほとんど完全不妊効果が示される。15 倍の 150 個以下では若干の孵化幼虫が発育して次代の成虫となる。(4) 上記雄・雌成虫は正常の雌・雄と組み合わせられたとき、比較的高い不妊を示す。(5) 生存日数がやや短いという欠点を補正するために、6 KR 不妊化雄をつくと、もちろん完全不妊ではない。また次代に発育ができた成虫も不妊性があまり期待できない。しかし 6 KR 不妊化雄を正常雄の 20 倍、すなわち 200 個以上組み入れると比較的に高い不妊が得られる。(6) 我が国における他の研究と比較して、X 線、 ^{60}Co および ^{137}Cs ガンマー線は実用的には大体おなじ線量 8 KR でミカンコミバエを完全不妊にできることがわかった。(7) なお解剖観察によって 8 KR 不妊化雄の不妊原因は精巢そのもの、精子の雌への移動、精子の活動力などの異常によるよりも優性致死変異に起因するものと推察された。

引 用 文 献

- 1) BUSHLAND, R. C.: Adv. Pest Cont. Res. 3, 1—25, New York and London (1960).
- 2) 江口寛明・高木 茂・山崎 昭: ^{60}Co 照射によるミカンコミバエの不妊化実験, 照射虫の交尾能力について. 1—7 門司植物防疫所 (1973).
- 3) 小泉憲治: 奄美大島の特殊害虫に関する私信 (1967).
- 4) 小泉憲治: 九州植物防疫 (299), 1 (1968).
- 5) 児島司忠: 九州植物防疫 (294), 1 (1968).
- 6) 清久正夫・佃 律子: 岡山大農学報 (34), 15—24 (1969).
- 7) 清久正夫・佃 律子: 第 17 回応動昆虫大会講演要旨 182 (1973).
- 8) 松井好直: 九州植物防疫 (324), 2 (1970).
- 9) 長嶺和亘・与儀喜雄: 沖縄農業 9 (1), 31—37 (1970).
- 10) 大羽 滋・北川 修: ミカンコミバエの X 線照射による不妊雄産出の研究 (小笠原諸島におけるミカンコミバエ生態研究報告, 54—59 東京都, (1973).
- 11) PROVERBS, M. D.: Ann. Rev. Ent. 14, 81—102 (1969).

- 12) 榮 政文：奄美群島に発生する特殊病害虫，7—17 鹿児島県農試大島支場 (1968).
- 13) STEINER, L. F. and R. K. S. LEE: J. Econ. Ent. 48 (3), 311—317 (1955).
- 14) STEINER, L. F., W. C. NITCHELL, E. J. HARRIS, T. T. KOZUMA, and M. S. FUJIMOTO: J. Econ. Ent. 58 (5), 961—964 (1965).
- 15) STEINER, L. F., W. C. HART, E. J. HARRIS, R. T. CUNNINGHAM, K. OHINATA and D. C. KAMAKAHI: J. Econ. Ent. 63 (1), 131—135 (1970).
- 16) 杉本民雄：ミバエ飼育に関する意見についての私信 (1972).
- 17) WATANABE, N. and T. KATO: Res. Bull. Pl. Prot. Japan. (9), 1—5 (1971).
- 18) 渡辺 直：ミカンコミバエ大量飼育に関する私信 (1972).