

# ウリミバエの飛翔力と繁殖力におよぼす非遺伝的要因の解析(1):

誌名	日本応用動物昆虫学会誌
ISSN	00214914
著者名	仲盛,広明
発行元	
巻/号	31巻4号
掲載ページ	p. 315-320
発行年月	1987年11月

農林水産省 農林水産技術会議事務局筑波産学連携支援センター  
Tsukuba Business-Academia Cooperation Support Center, Agriculture, Forestry and Fisheries Research Council  
Secretariat



## ウリミバエの飛翔力と繁殖力におよぼす非遺伝的要因の解析

### I. 成虫の餌条件および交尾・産卵経験

仲 盛 広 明

沖縄県農業試験場

Analysis of Environmental Factors Affecting the Reproductive and Flight Ability of the Melon Fly, *Dacus cucurbitae* COQUILLET (Diptera; Tephritidae). I. Effect of Adult Food, Copulation and Oviposition. Hiroaki NAKAMORI (Okinawa Prefectural Agricultural Experiment Station, 4-222, Sakiyama-cho, Naha, Okinawa 903, Japan). *Jpn. J. Appl. Ent. Zool.* **31**: 315-320 (1987)

Effect of adult food and physiological status of adult melon flies, *Dacus cucurbitae* COQUILLET, on the flight ability was studied. Flight duration of the flies decreased remarkably as the starvation period increased. These phenomena were more conspicuous for the 15 and 30 days old flies than for the 5 days old ones. These results suggest that the flies should search and take food every time. No adverse effect of starvation was observed on the flight velocity. Flight duration was the longest when the ratio of protein hydrolysate and sugar in adult food was 1:5 and it decreased with the content of protein hydrolysate. These results show that protein hydrolysate is an important element for the flight ability of the melon fly. Flight duration in non-copulated 15 and 30 days old female was longer than that in the copulated ones. However, such differences were not observed in male flies. Sexual difference in the flight performance seems to be natural since females mate a few times but males mate many times through out their lifespan. Flight duration of flies which had oviposited was shorter than that of flies which had not oviposited, suggesting that the dispersion ability of the melon fly may increase after the oviposition.

#### はじめに

昆虫の飛翔力は成虫の餌条件に強く影響される (WILLIAMS et al., 1943; WIGGLESWORTH, 1949; KISHABA et al., 1967; BARTELLET et al., 1969; ROBERTS and KITCHING, 1974)。また、交尾経験の有無や産卵前後の生理的な状態によっても変化する (JOHNSON, 1969)。

これまでのミバエ類の大量増殖に用いられている成虫の餌成虫や成分の構成比に関する研究は、いずれも大量増殖効率を高めるという角度から、できるだけ多数の卵と高い生存率を得ることが目的とされてきた (HAGEN, 1953; MITCHELL et al., 1965; 杉本, 1978)。

不妊虫放飼法による害虫防除を効率よく進めるには、産卵数や生存率のみならず飛翔行動と餌との関連性を明らかにする必要がある。また、交尾、産卵の飛翔力への影響を知ること本種の飛翔行動の性質を明らかにする上で重要である。本報告では成虫の餌条件と交尾、産卵経験が飛翔力におよぼす影響について述べる。

本文に先立ち本研究を進めるにあたってご指導いただいた沖縄県農業試験場ミバエ研究室志賀正和博士に感謝の意を表す。

#### 材料および方法

供試虫は添盛・仲盛 (1981) の方法で育成された大量増殖系統であり、この系統は1983年7月から沖縄県那覇市の沖縄県ミバエ対策事業所の大量増殖施設において引き続き大量累代飼育されている。実験に供されるまでの世代数は35~40である。飛翔力の指標として、以下に述べる異なる条件下での成虫の飛翔時間と飛翔速度を NAKAMORI and SIMIZU (1983) のフライトミル法を用いて測定した。

##### 1. 絶食期間と飛翔力

飛翔力の測定は羽化後5, 15, 30日齢に行った。測定を行う1~3日前から蛋白加水分解物 (Amber-BYF, Series 100®) と砂糖を1対5に混合した標準餌を各飼育箱から取り除き、水のみを与えた。飛翔力の測定開始

時刻は絶食開始時間に合わせ、午前9時を起点とした。くり返しは各絶食期間、日齢別に雌雄それぞれ最低30匹としたが、5日齢成虫の3日絶食個体では、雌18、雄12匹を用いた。

## 2. 餌成分の構成比率と飛翔力

飛翔力測定の前日まで蛋白加水分解物と砂糖の混合比率を1対5(対照区)、0.5対5.5、0.25対5.75に調整した餌または砂糖のみの餌と水を与えた。ただし、本実験では、杉本(1978)の給餌法に従い、砂糖と蛋白加水分解物の選好摂食をさけるため、少量の水を加え、両成分が十分練り合わさるようにした。測定は羽化後5、15、30日齢に行い、繰返しは各区とも雌雄それぞれ30匹以上にした。

## 3. 交尾の有無と飛翔力

羽化後3日目に3°Cの低温で麻酔し、雌雄に分けた後、標準飼育箱(30×30×45 cm)に約500匹ずつ成虫を入れ標準餌と水を与え、測定の前日まで飼育した。飛翔力を測定する前日に各飼育箱より雌雄1対を取り出し、小型飼育箱(10×10×12 cm)で交尾させて交尾を確認後、飛翔力の測定に供した。交尾は飼育室の照明が全暗になってから約3時間後の午後10~11時に確認した。既交尾個体と未交尾個体の飛翔力は、羽化後5、15、30日齢の3回測定した。くり返しはそれぞれ30個体以上、5日齢虫では雌17、雄21匹であった。

## 4. 産卵の有無と飛翔力

雌雄の成虫約500匹を標準飼育箱で飼育し、飛翔力測定の前日に雌を1匹ずつ取り出し、小型飼育箱に移して餌と水を与えると同時に、人工採卵器を設置して産卵させ、産卵の有無を確認した。未産卵個体も産卵個体と同

様に小型飼育箱に移したが、人工採卵器は設置しなかった。飛翔力は羽化後7、15、30日齢の成虫を測定し、くり返しは各区とも30匹以上にしたが、7日齢虫は19匹である。

## 結 果

### 1. 絶食期間と飛翔力

Fig. 1に絶食日数と飛翔時間の関係を示した。雌の5および15日齢の飛翔時間は、絶食日数の増加とともに直線的に減少した。30日齢では絶食後1日目に急激に減少したが、2日目の飛翔時間は1日目のそれと同程度であった。5日齢の雄では絶食期間の経過とともに飛翔時間が短くなる傾向を示した。15および30日齢虫では絶食1日目に急激に減少し、2日目も1日目と同程度であった。飛翔時間を日齢別に比較すると、各絶食期間別の飛翔時間は雌雄ともに若い5日齢虫において長かった。絶食3日目の5日齢虫ではごく少数の飛翔が認められたが、いずれの個体も飛翔時間は1分以内であった。15および30日齢虫は、3日間の絶食では大部分の個体が死亡し、飛翔力の測定が不可能になった。一方、飛翔速度は雌雄ともにほぼ一定で日齢による差は認められなかった(Fig. 2)。

以上の結果から、成虫期に絶食させると飛翔時間が絶食期間の増加につれて短くなり、飢餓に対する耐性は若齢期に高いことが示された。

### 2. 餌成分の混合比率と飛翔力

Fig. 3に蛋白加水分解物と砂糖の混合比が異なる餌を与えられた各成虫の飛翔時間を示した。各区とも羽化後5日目の飛翔時間は雌雄とも同じであったが、15日

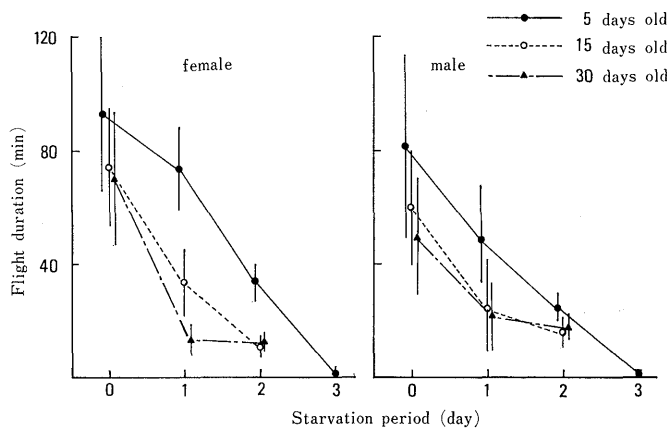


Fig. 1. Effect of starvation period in the adult on flight duration for each age group. Vertical bars show confidence interval for 95% probability.

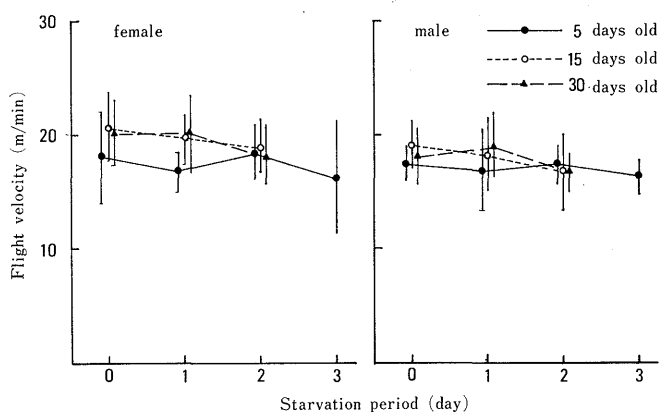


Fig. 2. Effect of starvation period in the adult on flight velocity for each age group. Vertical bars show confidence interval for 95% probability.

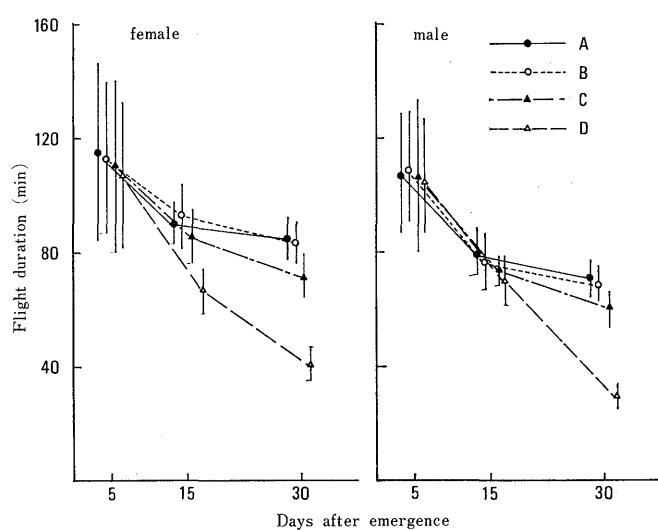


Fig. 3. Relationship between flight duration and content of protein hydrolysate and sugar in adult food. Vertical bars show confidence interval for 95% probability. Adult food contents are as follows, A: protein hydrolysate: sugar=1: 5, B: protein hydrolysate and sugar=0.5: 5.5, C: protein hydrolysate: sugar=0.25: 5.75, D: sugar only.

齢の雌では砂糖のみを与えた区の飛翔時間が他の3区よりも短かった ( $p < 0.05$ , MANN-WHITNEY の  $U$ -検定)。一方、15日齢の雄の飛翔時間は各区ともほぼ類似した値を示した。羽化後30日齢虫では雌雄とも蛋白加水解物の混合比が高くなるほど飛翔時間も長くなる傾向があったが、砂糖のみを与えた区は他の3区と比較して、飛翔時間が有意に短かった。なお飛翔速度には日齢および餌の違いによる差は認められなかった。

### 3. 交尾の有無と飛翔力

Fig. 4 に交尾および未交尾個体の飛翔時間を示した。羽化後5および15日齢の雌の飛翔時間には、交尾、未交尾の個体間に差は認められなかったが、30日齢虫では交尾雌の飛翔時間が未交尾雌のそれより有意に長かった ( $p < 0.05$ , MANN-WHITNEY の  $U$ -検定)。一方、雄の飛翔力は交尾、未交尾および羽化後の日齢にかかわらずほぼ同じ値を示した。交尾経験の有無による飛翔速度の差は認められなかった。

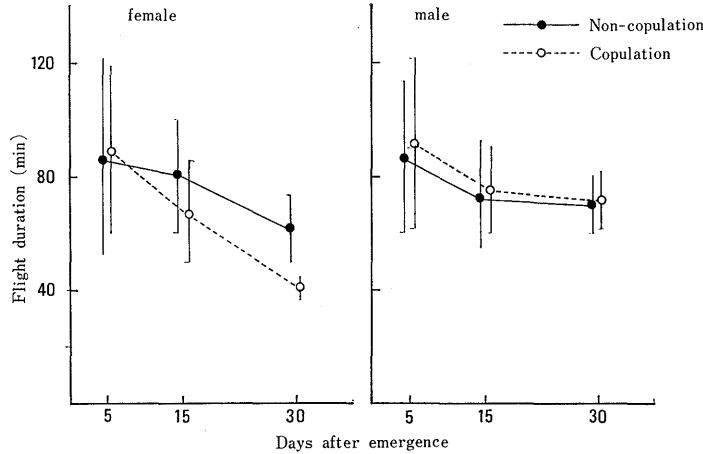


Fig. 4. Effect of copulation on flight duration for each age group. Vertical bars show confidence interval of 95% probability.

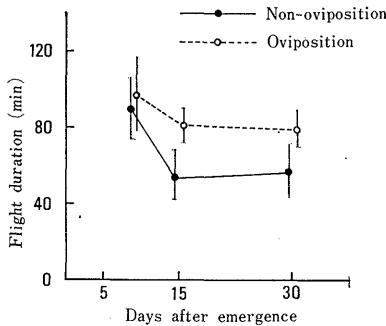


Fig. 5. Effect of oviposition on flight duration for each age group. Vertical bars show confidence interval of 95% probability.

#### 4. 産卵の有無と飛翔力

Fig. 5 に産卵、未産卵個体の飛翔時間を日齢別に示した。羽化後 7 日齢の飛翔時間は産卵、未産卵個体間に大差が認められなかった。しかし、15 日齢になると産卵区の飛翔時間は未産卵区よりも長くなった (MANN-WHITNEY の  $U$ -検定)。30 日齢虫においても 15 日齢の個体と同様、産卵個体の飛翔時間は未産卵個体よりも長い傾向を示した。飛翔速度には産卵経験による差はなかった。

#### 考 察

絶食期間と飛翔時間の関係では、絶食期間が増加するにつれて飛翔時間は急激に減少し、さらにその減少は羽化後の日齢が進むにつれて大きくなった。ところで昆虫を絶食条件下に置くと飛翔力が高まること *Oncopeltus fasciatus* (DINGLE, 1968); セジロウンカ, *Sogatella furcifera*;

トビイロウンカ, *Nilaparavata lugens* (大久保, 1981), ホソハリカメムシ, *Cletus punctiger* (ITO, 1984) などで見いだされており、これらの種では絶食時の寿命がきわめて長い。しかし、ウリミバエの絶食時の寿命は短く、3 日間の絶食でその大部分が死亡する (久場ら, 1982)。このことはウリミバエがつねに食物探索を行い、食物を連続的に摂取することを示すものと考えられる。5 日齢成虫の飛翔時間は 15 および 30 日齢虫と比較して長かったが、これは若齢期ほど絶食後の生存率が高いこと (久場ら, 1982) を考慮すると、齢期が進むほど絶食の影響が強くなるものと考えられる。雌雄とともに羽化後 5 日齢の飛翔時間は成虫の餌成分である蛋白加水分解物と砂糖の混合比率に影響されなかった。しかし、日齢が進むにつれて蛋白加水分解物の比率が高い区ほど飛翔時間が長くなり、蛋白加水分解物を与えなかった区では 15 日齢以後になると他区よりも明らかに飛翔時間が減少し、とくにこの傾向は雌において著しかった。ミバエ類の成虫は砂糖だけでも生存可能である (KEISER and SCHNEIDER, 1969) が、卵形成には蛋白質の摂取が不可欠と考えられている (HAGEN, 1953)。またニクバエの一種, *Calliphora vicina* (STRANGWAY, 1961) やヒツジキンバエ, *Lucilia cuprina* (ROBERTS and KITCHING, 1974) ではアラタ体からの繁殖にかかわるホルモン分泌ばかりでなく卵黄形成に必要な蛋白質の摂取が重要であると考えられている。本研究の結果は、蛋白加水分解物の摂取が雌の卵形成のみならず飛翔の維持においても重要であることを示している。なお GREEN (1964) は蛋白質を与えたクロバエの 1 種 *Phormia regina* の分散行動が与えなかったものよりも

高いと述べている。

一方、蛋白加水分解物を与えなかったウリミバエ雄成虫の飛翔時間は与えなかった個体のそれと差が認められなかったのに対し、雌では蛋白加水分解物を与えないと与えた場合よりも飛翔時間が有意に減少した。DETHIER (1961) や BELZER (1978) によれば *C. vicina* の雄の性的成熟にとって蛋白質の摂取は不可欠ではない。また TYNDALE (1971) はイエバエの 1 種、*Musca vetustissima* の雄の蛋白質の摂取量が雌と比べてきわめて少なく、かつ周期性を示さないことから、蛋白質の摂取と性成熟との関連性が薄いと述べている。一方、BARTELLET et al. (1969) は蛋白質を与えたヒツジキンバエ雄は与えなかった個体よりも活動性が高いこと、ROBERTS and KITCHING (1974) は同雄に蛋白質を与えると、与えなかったものよりも砂糖の摂取量が高まることから、ヒツジキンバエの活動性の維持にとって蛋白質が重要であることを示唆した。

ウリミバエでは蛋白加水分解物を与えなかった羽化後 30 日齢個体の飛翔時間がそれを与えた同齢の個体よりも有意に短いことから、蛋白加水分解物は本種の飛翔を維持するのに必要であることが示唆される。また、このような飛翔時間の減少は雄より雌において著しいことから、雌では性成熟から卵形成にいたる過程で、より多くの蛋白加水分解物を必要とすることが考えられる。

羽化後 30 日齢の未交尾雌の飛翔時間が交尾個体よりも長かったのに対し、同齢の未交尾雄の飛翔時間は既交尾のそれと差はなかった。このような性差は性的行動特性を反映した結果と考えられる。

産卵の有無と飛翔時間の関係では、羽化後の日齢が進むと産卵個体の飛翔時間は未産卵個体よりも長くなる傾向を示した。昆虫の飛翔行動と卵形成(成熟)の関係については、これまで“Oogenesis-flight syndrome”として JOHNSON (1969) や DINGLE (1982) により、おもに移動性昆虫の適応的特性を考察するうえから議論されてきた。ウリミバエの飛翔力も羽化後 5~10 日齢に最大となり、その後徐々に低下する (NAKAMORI and SIMIZU, 1983)。今回の産卵個体と未産卵個体の飛翔実験の結果から、さらに産卵後に一時的に飛翔力が高まることも示唆される。このような現象はショウジョウバエの 1 種、*Drosophila funebris* (WILLIAMS et al., 1943); シロチョウ科の、*Ascia monuste* (NIELSEN, 1961); *Oscinella frit* (SOUTHWOOD et al., 1961) においても知られており、成虫の寿命が比較的長く、多回産卵を行う昆虫において共通するよう思える。

以上の結果から、ウリミバエの飛翔の特徴は次のように要約される。すなわち、飛翔時間は羽化後の卵形成(性成熟)に達する前に最大となる。若齢期の個体の飛翔時間は老齢期と比較して絶食や成虫の餌である蛋白加水分解物と砂糖の混合割合によって影響されない。飛翔速度は餌条件が変わってもある程度一定した値を示す。これらの結果に加え、交尾および産卵と飛翔時間の関係を考慮すると、ウリミバエの飛翔力は雌では性成熟に達する前に餌や交尾相手の探索行動を反映して最大となり、卵巣の発育が進むにつれて低下するが、産卵後にやや増加するものと考えられる。しかし、全体的には羽化後の日齢が経過するにつれて漸減傾向を示す。一方、雄の飛翔時間は性成熟前に最大となった後、徐々に低下するが、雌のように交尾によって影響されることはない。ウリミバエのこのような飛翔の特徴は JOHNSON (1969) が“Oogenesis-flight syndrome”として普遍化しようとしたこと、DINGLE (1982) がさらに比較的寿命が長く、一生の間にいくつもの産卵場所を移動する昆虫においても拡張して解釈した結果と共通するよう思える。

## 摘 要

ウリミバエの飛翔におよぼす成虫の餌条件および交尾、産卵の経験の有無についての実験を行った。羽化後 5, 15, 30 日齢虫を 1~3 日間絶食させると、いずれの日齢虫とも絶食条件を与えなかった個体より低く、絶食期間が長くなるにつれ飛翔時間は短くなった。羽化 5 日目の若齢虫は羽化 15 および 30 日齢の個体ほどには絶食による影響を受けなかった。蛋白加水分解物と砂糖の混合割合を変えた餌を与えると羽化後 5 日目の若齢個体では蛋白加水分解物の混合割合のいかんにかかわらず、飛翔時間が低下することはなかった。しかし、日齢が経過するにつれて蛋白加水分解物を与えた個体の飛翔時間は与えなかった個体よりも長く、この傾向は雄よりも雌において強かった。雄の飛翔時間は交尾経験の有無によって影響されなかったが、羽化後の日齢の経過した未交尾雌の飛翔時間は、交尾を経験した個体よりも長かった。若齢期には産卵経験の有無により飛翔時間が変わることはなかった。しかし、羽化後の日齢が経過すると未産卵個体の飛翔時間は産卵個体よりも長い傾向を示した。

## 引用文献

- BARTELLET, R. J., H. H. SHORY and B. L. BROWN (1969) Pheromonal stimulation of the sexual activity of male of the sheep blowfly, *Lucilia cuprina* (Calliphoridae) by the female.

- Animal Behaviour 17: 576—583.
- BELZER, W.R. (1978) Pattern of selective protein ingestion by the blowfly, *Phormia regina*. Physiol. Entomol. 3: 169—175.
- DINGLE, H. (1968) The influence of environmental and heredity on flight activity in milk weed bug *Oncopeltus*. J. Exp. Biol. 48: 175—184.
- DINGLE, H. (1982) Function of migration in the seasonal synchronization of insect. Ent. Exp. & Appl. 31: 36—48.
- DETHIER, V.G. (1961) Behavioral aspects of protein ingestion in the black blowfly, *Phormia regina* Meigen. Biol. Bull. Marine Biol. Lab., Wood Hole 121: 456—470.
- GREEN, G.W. (1964) The control of spontaneous locomotor activity in *Phormia regina* MEIGEN. 1. Locomotor patterns of insect flight. J. Insect Physiol. 10: 711—726.
- HAGEN, K.S. (1953) Influence of adult nutrition upon the reproduction of three fruit fly species. Special Report on Control of Oriental Fruit Fly (*Dacus dorsalis*) in Hawaiian Island, 3rd, Senate of the State of California, USDA, pp. 72—76.
- Ito, K. (1984) The effect of feeding on the subsequent starvation longevity in post-hibernating *Cletus punctiger* (Heteroptera: Coreidae). Appl. Ent. Zool. 19: 461—467.
- JOHNSON, C.G. (1969) Migration and dispersal of insect flight. London: Methuen, 763 p.
- KEISER, A.N. and E.L. SCHNEIDER (1969) Need for immediate sugar and ability to withstand thirst by newly emerged oriental fruit flies untreated or sexually sterilized with gamma radiation. J. Econ. Entomol. 62: 539—540.
- KISHABA, A.N., J.J. HENNEBERRY, J.J. HANCOCK and H.H. TOBA (1967) Laboratory technique for studying flight of cabbage looper moth and effect of age, sex, food, and temperature on flight characteristics. J. Econ. Entomol. 60: 359—366.
- 久場洋之・淵野英二・小山重郎 (1982) ウリミバエの不妊虫放飼法に関する研究. 1. 成虫の餌と麻酔法の検討. 沖農研 7: 101—108.
- MITCHELL, S., N. TANAKA and L.F. STEINER (1965) Method for mass-culturing oriental, melon and mediterranean fruit flies. USDA, ARS, 33—104, 1—12.
- NAKAMORI, H. and K. SIMIZU (1983) Comparison of flight ability between wild and mass-reared melon fly, *Dacus cucurbitae* COQUILLET (Diptera: Tephritidae), using a flight mill. Appl. Ent. Zool. 18: 371—387.
- NIELSEN, E.T. (1961) On the habitats of the migration butterfly *Ascia munustal*. Biol. Meddr 23: 1—81.
- 大久保宜雄 (1981) 稲ウンカ類の移動飛翔の行動学および生態学的研究. 京都大学博士論文.
- ROBERTS, J.A. and R.L. KITCHING (1974) Ingestion of sugar, protein and water by adults *Lucilia cuprina* (WEID.) (Diptera: Calliphoridae). Bull. Entomol. Research 64: 81—85.
- SOUTHWOOD, T.R., W.F. JEPSON and H.F. VANEMAN (1961) Studies on the behaviour of *Oscinella fruit* L. (Diptera) adults of pancle generation. Ent. Exp. Appl. 4: 196—210.
- STRANGWAY, D.J. (1961) The relationship between nutrition hormones, and reproduction in the blowfly *Calliphora erythrocephala* (MEIG.). 2. Selective feeding in relation to the reproductive cycle the corpus allatum volume and fertilization. J. Exp. Biol. 38: 225—235.
- 杉本 渥 (1978) ウリミバエの大量採卵法の検討. 応動昆 22: 204—205.
- 添盛 浩・仲盛広明 (1981) ウリミバエの大量増殖における新系統育成とその増殖特性. 応動昆 25: 229—235.
- TYNDALE, B.M. (1971) Protein-feeding by male of the Australian Bush fly, *Musca vetustissima* Wlk., in relation to mating performance. Bull. Exp. Res. 60: 609—614.
- WILLIAMS, C.B., L.A. BARNES and W.H. SAUYER (1943) The utilization of glycogen by flies during flight and some aspect of the physiological aging of *Drosophila*. Mar. Biol. Lab., Wood Hole 84: 263—272.
- WIGGLESWORTH, V.B. (1949) The nutrition of reserve substance in *Drosophila* during flight. J. Exp. Biol. 26: 150—163.