

マイクロ波のキイロショウジョウバエの生殖細胞 に与える影響—速報—

外村 泰子・木村 主幸*

(Received November 30, 1992)

1985 年来われわれは、マイクロ波のショウジョウバエの生体に与える影響をいろいろな方面から調査をすすめてきた (外村・島, 1986; 大野・島・外村, 1988; 外村・島・鈴木・岸, 1990)。

1991 年にはマイクロ波照射実験を 3 令後期幼虫の神経節細胞の体細胞染色体上からその影響を観察し、結果として出力 200 W, 30 秒区の実験区における雌 1 個体に多倍数性の細胞が 3% の高い頻度で出現したことを把握した (外村・島・木村, 1992)。

本実験では前年度の結果をふまえて、マイクロ波がハエの生殖細胞にどのような影響をおよぼすか。X 線障害 (菊池康基・他, 1984) などと同じ様な染色体の構造上の変化が起こるか。もし影響があるならばその先子孫へどのように遺伝してゆくのかを考えて予備的研究を施行することを計画した。被照射材料は、1991 年同様 *D. melanogaster* の野生型 (山田系) によった。

(1) 染色体標本の実験対象は、2 令幼虫 (孵化 72 時間), 3 令後期幼虫, 若い蛹 (蛹化 24 時間内), 老いた蛹 (羽化直前の蛹化期), に分けて行った。マイクロ波の照射時間は、電子レンジ周波数 2.45 GHz, 出力 200 W で、5 秒, 10 秒, 30 秒の被曝実験区をつくった (Figs. 1, 2 and 3)。標本作製は、羽化後の成虫バエの雄からは精巣, 雌からは卵巣を取り出し、エアドライ法 (外村・島・木村, 1990) または、茅野 (1987) の押しつぶし法によった。生殖細胞の染色体上の観察は対照区と比較し検討した。この場合 1 枚のプレパラートには

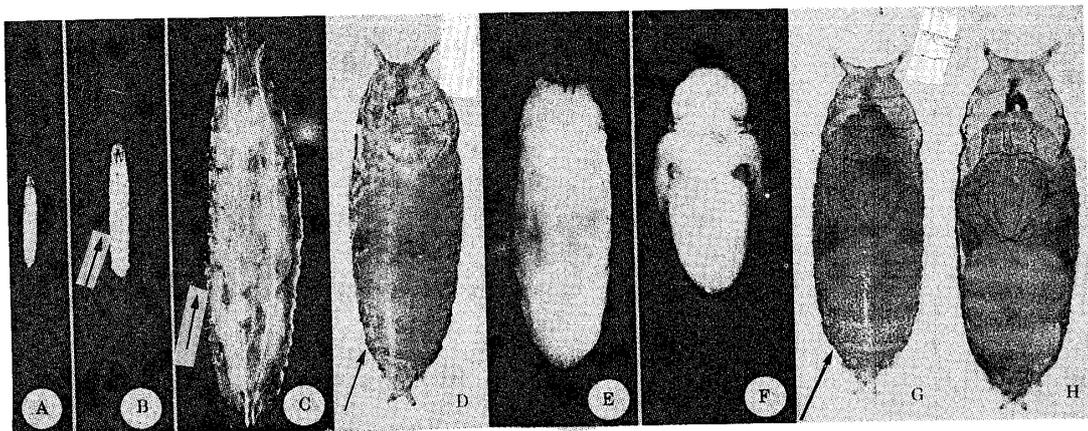


Fig. 1. Larval and pupal stages of *Drosophila melanogaster*. A, First- B, Second- C, third-instar larvae. D, Young puparium G, Old puparium. After Strasburger (1935). Arrows indicate stages of exposure test with microwaves (2.45 GHz) at an output power of 200 W.

* 北海道工業大学教養部

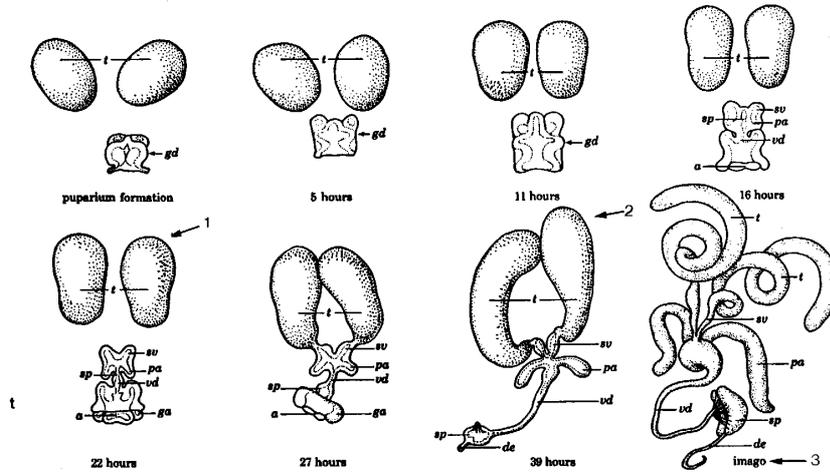


Fig. 2. Successive stages in the pupal development of the male genital disc and testes. Hours shown indicate the time after puparium formation at which the various stages of development are reached. *a*, anal plates; *de*, ductus ejaculatorius; *ga*, genital arch; *gd*, genital disc; *pa*, paragonia; *sp*, sperm pump; *sv*, seminal vesicles (vasa efferentia); *t*, testis; *vd*, vas deferens. After Dobzhansky (1930). Arrows 1 and 2 indicate an irradiation test with microwaves and an output power of 200 W. 1, Young pupa; 2, Old pupa; 3, Male reproductive system.

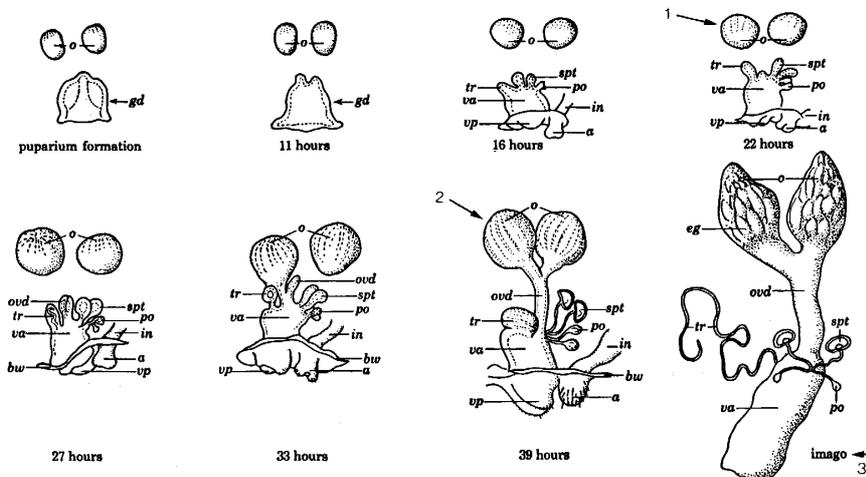


Fig. 3. Successive stages in the pupal development of the female genital disc and the ovaries. Hours shown indicate the time after puparium formation at which the various stages of development are reached. *a*, anal plates; *bw*, body wall; *eg*, eggs; *gd*, genital disc; *in*, intestine; *o*, ovary; *ovd*, oviduct; *po*, parovaria; *spt*, spermatheca; *tr*, tubular receptacle; *va*, vagina; *vp*, vaginal plates. After Dobzhansky (1930). Arrows 1 and 2 indicate an irradiation test with microwaves and an output power of 200 W. 1, Young pupa; 2, Old pupa; 3, Female reproductive system.

1 個体からの精巣あるいは卵巣をのせた。各実験区雌雄 20 個体ずつのハエの生殖細胞と対照区の生殖細胞からの減数分裂時の染色体観察は顕微鏡写真 690 枚余にもとづいて解析を行った。

ここで実験結果を述べる前に先ずショウジョウバエの精巣、卵巣の発達状況を述べなければならない。M. Demerec 編の *Biology of Drosophila* (1950) によると、雄の生殖巣の起原として孵化したばかりの幼虫期での精巣は、およそ 36 ケから 38 ケの細胞からなり、雌の卵巣では、8 ケから 12 ケの細胞からなっている。幼虫の発生にともない精巣、卵巣が大きくなり、幼虫期 24 時間目には雄では精原細胞の大きな核が観察され 50 時間目には前方には精原細胞、後方には精母細胞が見られるようになる。そうして蛹化期では精原細胞

から精子形成に至るまで、すなわち、減数分裂での細胞が観察される。一方卵巣では、幼虫期 96 時間目頃にやっと卵原細胞へと分裂がすすみ、蛹化期においても第 I 卵母細胞期でとどまる。その後の分裂は精子が体内に入ってきてからとなると記載されている。

今回での実験の幼虫期での照射区からは、X 線障害などのような染色体異常らしい現象は観察されなかった。

蛹化期では、雄の若い蛹に 30 秒照射させた羽化後のハエの第 I 精母細胞期中期多倍数性(?)が、羽化直前の蛹では、10 秒区の第 I 精母細胞、第 II 精母細胞前期に染色体の異常が見られた (Fig. 4a~c)。対照区では、減数分裂での染色体異常の誘発はみられなかった (Fig. 5a~c)。

(2) 次にこれらの照射区のタンパク質合成の生化学的分野での実験は、これまで同様ポリアクリルアミド電気泳動法 (ただしゲル濃度は 12 ゲルとした) によった。マイクロ波の影響は若い蛹化期に 10 秒間被曝させた羽化バエの雌個体に、また老いた蛹化期に 10 秒間被曝させた羽化バエの雄個体に 100 K ダルトン近傍のタンパク質バンドの欠落が観察された。これは高分子タンパク質の欠落とみなされる (Fig. 6)。

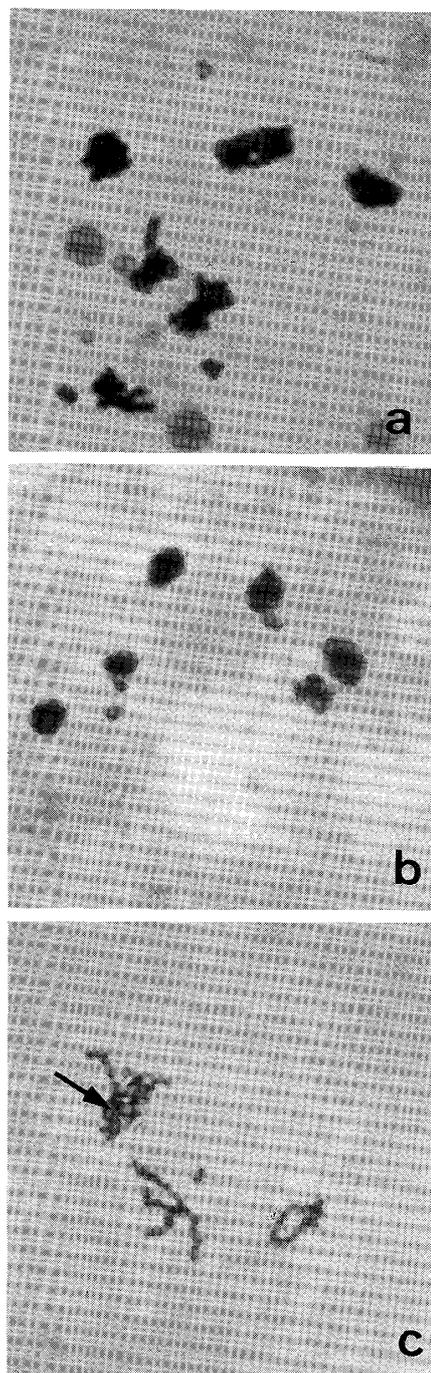
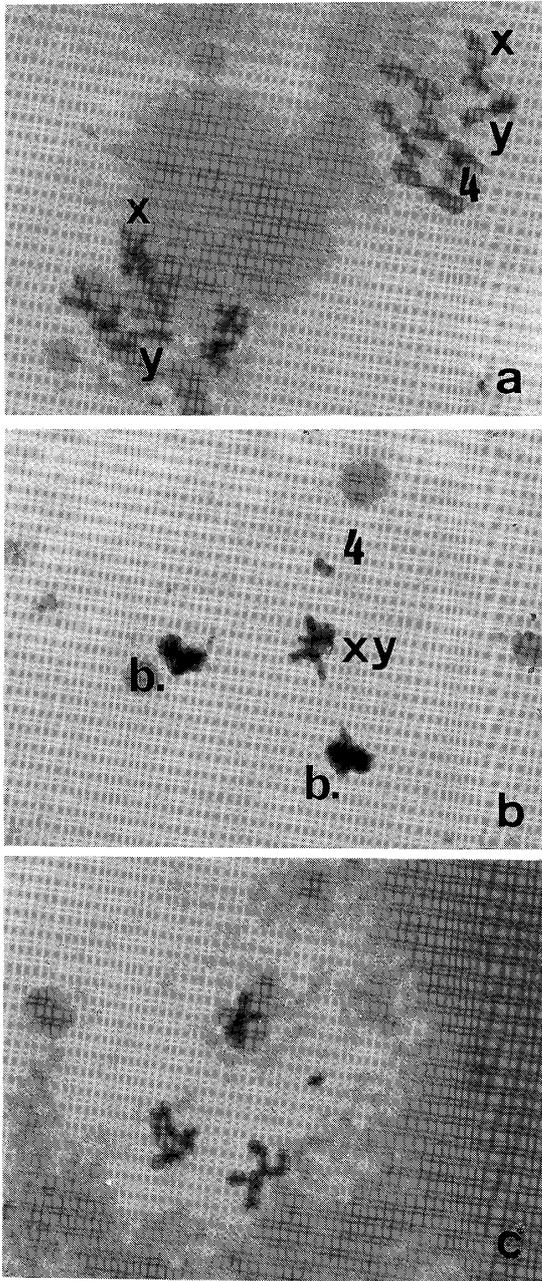


Fig. 4. Photomicrographs of the meiotic division of young and old pupae which were subjected to irradiation with microwaves at output power of 200 W. a, 30-second exposure of first spermatocyte of young pupa (Metaphase polyploidy?). b, 10-second exposure of first spermatocyte of old pupa (Abnormal chromosome configuration). c, 10-second exposure of secondary spermatocytes of old pupa (arrows indicate chromosomal aberrations).



以上の実験から 2, 3 の興味ある結果が明らかとなった。1) 羽化直前の蛹へのマイクロ波の照射ではハエの羽化率が非常に少なかったこと。蛹を解剖したところ頭部, 眼, 翅などは殆ど成虫時のものとして形成されつつあったが, 尾部の外部形態, すなわち, 外部生殖器は雌雄の区別すらはっきりせず, また腹部内からは小さな顆粒状のものが沢山流れ出てくるなど完全にハエの下半身部は崩壊状態となっていたといえよう。2) 今後被曝した生殖細胞での減数分裂期の染色体へのマイクロ波の影響を観察するには若い蛹と老いた蛹に被曝させ, 特にその羽化バエの雄個体を重点的に用いることでよいと判断することが出来た。しかし実験例数個体は少なくとも 100 匹は用いなければ確実なデータは得られないと思われる。

Fig. 5. Photomicrographs of the meiotic division of which had been not subjected to not an irradiation test when they were young and old pupae (Control). a, Spermatogonia; b, First spermatocyte (Metaphase 2, 3, X-Y chromosomes of bivalent configurations); c, Secondary spermatocyte.

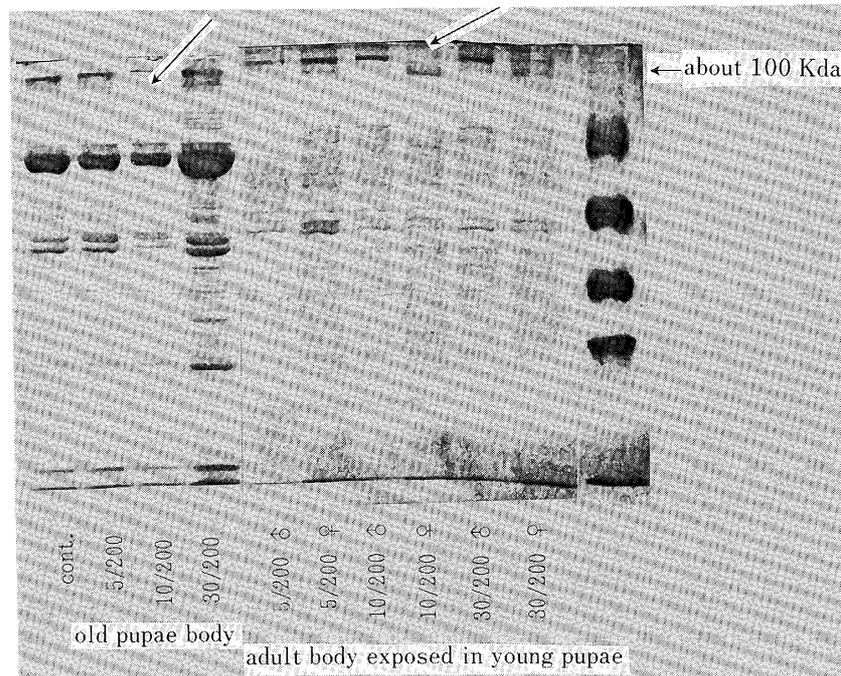


Fig. 6. Somatic protein analysis by SDS-PAGE of sibling adult flies subjected to an irradiation test when they were young pupae and old pupae with microwaves (2.45 GHz; output power of 200 W). Arrows indicate the loss of protein bands in the molecular-weight region of near 100 K dalton in flies of the 10-second-exposure young pupae group or the 10-second-exposure old pupae group.

謝 辞

本研究をすすめるにあたり生殖細胞染色体作製の手ほどきをしてくださった杏林大学の松田宗男博士に、また顕微鏡写真の判定に貴重なご助言を賜った長崎大学の茅野 博教授に厚くお礼申し上げます。なお実験をすすめるにあたり直接手伝ってくださった本学学生の小林佐知子氏と外谷久子氏に深く感謝いたします。

References

- Demerec, M. 1950. *Biology of Drosophila*. New York. John Wiley and Sons, Inc.
- Kayano, H. and Kayano, A. 1987. Establishment of sex-limited inheritance due to a reciprocal translocation between the X-chromosome and an autosomal chromosome in *Drosophila*. *Bulletin of the Faculty of Liberal Arts, Nagasaki University, Natural Science* **27**: 1-17.
- 菊池康基・藤川和男・木村善昭・一ツ町晋也・劉 美愛 1984. ショウジョウバエの体細胞染色体の研究法—短期 *in vivo* 染色体試験としての有用性—環境変異原研究 **6**: 99-105.
- Ohno, K., Shima, T. and Tonomura, Y. 1988. The biological effects of microwave irradiation on *Drosophila*. *Science Reports of Tokyo Woman's Christian University* **38**: 933-941.
- Tonomura, Y. and Shima, T. 1986. A preliminary report of the biological effect of microwave irradiation in *Drosophila melanogaster*. *Science Reports of Tokyo Woman's Christian University* **36**: 859-872.
- Tonomura, Y., Shima, T., Suzuki, K. and Kishi, M. 1990. Effects of microwaves and magnetic fields on *Drosophila*. *Science Reports of Tokyo Woman's Christian University* **40**: 1031-1049.
- Tonomura, Y., Shima, T. and Kimura, K. 1991. Effects of microwave on *Drosophila*, Part II. *Science Reports of Tokyo Woman's Christian University* **42**: 1159-1175.

Effect of Microwaves on Germ Cells of *Drosophila melanogaster*

Yasuko TONOMURA and Kazuyuki KIMURA*

Abstract

The purpose of this study is to examine the effect of microwaves on germ cells of *Drosophila melanogaster*.

1) The materials used were 72-hour old larvae, late third instar larvae, young pupae, and old pupae. The microwaves were applied for five seconds, 10 seconds, and 30 seconds using household electronic range (2.45 GHz) with an output power of 200 W (Fig. 1). We thus attempted to observe the chromosomal aberrations of meiotic division and to do a somatic protein syntheses analysis of sibling adult flies. 2) In this study, cytological preparations were made by the air-drying method (Tonomura and Shima, 1986) or by the squash method (H. Kayano and A. Kayano, 1987). 3) The primary electrophoresis method was used for the biological analysis protein synthesis by SDG-PAGE on sibling adult bodies and old pupae.

We conducted are study by using more than 690 microphotographs of germ cells of 20 females and 20 males taken from each group and exposed to microwaves at various lengths of time to see whether or not cell division had taken place. No abnormal chromosomes were found in larvae exposed to microwaves in the current experiment. However, metaphase polyploidy (?) was found in the first spermatocyte of flies which emerged from young pupa that had been exposed to microwaves for 30 seconds (Fig. 4a). We have also observed chromosomal aberrations in the first spermatocyte and secondary spermatocyte for the 10-second-exposure group of pupae immediately before the emergence (Fig. 4b and c). No chromosomal aberrations were found in the control group (Fig. 5a-c).

Electrophoresis using polyacrylamide gel (density; 12 gel) was performed for a biochemical study of protein synthesis in these exposed groups. No abnormalities were found to result from the electrophoresis in male and female flies which had been exposed while they were larvae. However, a loss of protein bands in the molecular-weight region of near 100 K dalton was found in flies of the 10-second-exposure group or that had been exposed while they were young pupae or in old pupae immediately before emergence. This is assumed to be caused by the lack of high-polymer proteins (Fig. 6).

* School of General Education, Hokkaido Institute of Technology.