

甲虫類の染色体研究

X. チビクワガタ属 (*Figulus*) 3 種の雄性生殖細胞染色体

阿部 東・工藤貢次・市川敏之・斎藤和夫

Chromosome Studies of Beetles

X. Male Germ-line Chromosomes of Three Species of *Figulus* (Coleoptera, Lucanidae, Figulinae)

Azuma ABE

Hirosaki High School,
Hirosaki, 036 Japan,

Toshiyuki ICHIKAWA

Ôji-honchô 2-1-17,
Kita-ku, Tokyo, 114 Japan

Kohji KUDOH

Shibata Girls' High School,
Hirosaki, 036 Japan,

and Kazuo SAITOH

Department of Biology,
Hirosaki University,
Hirosaki, 036 Japan

Abstract Male germ-line chromosomes are examined in *Figulus binodulus* WATERHOUSE, 1873, *F. boninensis* NAKANE et Y. KUROSAWA, 1953, and *F. punctatus* WATERHOUSE, 1873, of the family Lucanidae. The diploid number of chromosomes is 20 in *F. binodulus* and *F. boninensis*, while 26 in *F. punctatus*. In the former two species, the sex-bivalent is indistinguishable in the first division, suggesting a similar shape of X and Y. The sex-bivalent of *F. punctatus* assumes a parachute shape. Thus, the meioformula, $9+XY$, is proposed for the former two species and $12+Xy_p$ for *F. punctatus*. From these chromosomal features, it is concluded that *F. binodulus* and *F. boninensis* are related and that they are cytotaxonomically distinct from *F. punctatus*.

はじめに

これまで著者ら (阿部ほか, 1969; KUDOH *et al.*, 1970; ABE *et al.*, 1976, 1992) は, 日本のクワガタムシ科 (Lucanidae) の 7 属 (*Ceruchus*, *Aesalus*, *Platycerus*, *Lucanus*, *Prismognathus*, *Prosopocoilus* および *Dorcus*) 10 分類単位の染色体を調べ, とくに染色体数と性染色体の対合様式に注意を払ってきた。この報告では, これまで調べられていないチビクワガタ属 (*Figulus*) の 3 種, チビクワガタ (*Figulus binodulus* WATERHOUSE, 1873), オガサワラチビクワガタ (*F. boninensis* NAKANE et Y. KUROSAWA, 1953) およびマメクワガタ (*F. punctatus* WATERHOUSE, 1873) の雄性生殖細胞染色体の観察結果をのべる。また, これら 3 種はたがいに外部形態が似ているので, 所検

の範囲内でこれらの細胞分類学的相互関係にも言及する。

材料および方法

使用材料はすべて成虫雄である。これらの精巣を乳酸酢酸オルセイン液 (1%) によって押しつぶし処理後、位相差装置 (対物レンズ: Olympus PLL) を使用して染色体を観察した。

材料の産地、染色体調査の結果をまとめて表示した (Table 1)。

なお、第1分裂の2価染色体は、必要に応じて大きさ (長さ) の順に番号を付して記述した。本文中の和名および学名は、おもに岡島・山口 (1988) に従った。

Table 1. Chromosome survey with testis-squashes in three species of *Figulus* (Lucanidae, Figulinae).

Species	Locality	No. of males used for chromosome counting	No. of complements examined in:			Chromosome no. (2n)*	Meio-formula
			Spermatogonial mitosis	First division	Second division		
<i>F. binodulus</i>	Nara-shi	6	1	26	18	20	9+XY
	Hachijō-jima	3	3	64	2		
<i>F. boninensis</i>	Chichi-jima	3	18	52	18	20	9+XY
<i>F. punctatus</i>	Mikura-jima	5	4	16	8	26	12+Xy _p

* Variation in the chromosome number was not observed.

観 察

3種とも、精原細胞の染色体数は確められたが、染色体の重なりや、接近のない核板はみられなかった。

i) チビクワガタ (*Figulus binodulus*)

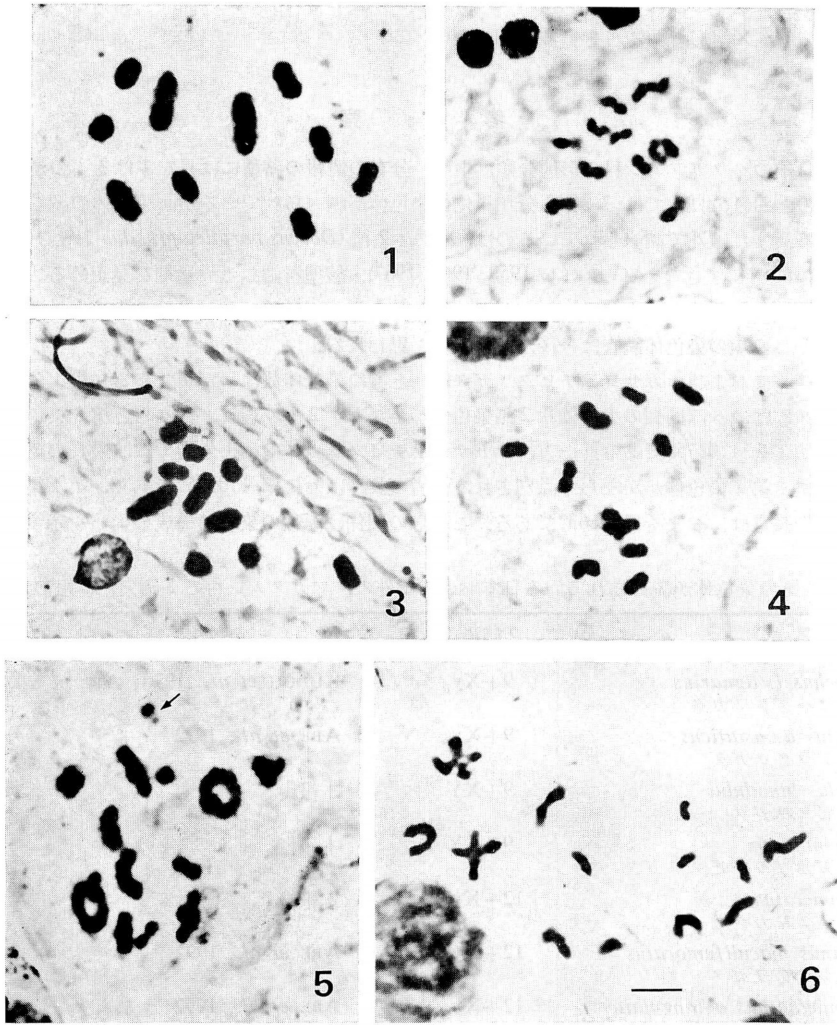
染色体数は $2n, 20; n, 10$ である。染色体数に変異はみられない。精原細胞は、その染色体数から推して性染色体を2本もつものと思われる。

第1分裂では、ほぼ同長 (同大) の棒状2価染色体がかならず2本みられる。これらは大型で、他の染色体から容易に区別される。これらに次ぐ第3染色体は、これらのおよそ75%の長さである。対合した性染色体は識別できない (Fig. 1)。第2分裂では、やはり大きさによって識別できる2染色体がみられる。これらは、第1分裂でみられた大型染色体と考えられる。第2分裂では染色体の2腕性がはっきりみられる (Fig. 2)。産地による染色体数および形態の違いはみられない。

ii) オガサワラチビクワガタ (*F. boninensis*)

染色体数は前種と同じく $2n, 20; n, 10$ である。染色体数に変異はみられない。この種も、精原細胞は2本の性染色体を含むと考えられる。

第1分裂では第1染色体と第2染色体の2本がかならず識別され、ともに棒状の2価染色体である。第2染色体長は第1染色体のおよそ75%、第3染色体長は第1染色体のおよそ63%である。対合した性染色体は識別されない (Fig. 3)。第2分裂でも、第1および第2染色体と思われる2本が識別される。染色体の2腕性がよくわかる。



Figs. 1-6. Male germ-line chromosomes of *Figulus*. — 1 & 2. *F. binodulus*; 1, first division (n , 10); 2, second division (n , 10). — 3 & 4. *F. boninensis*; 3, first division (n , 10); 4, second division (n , 10). — 5 & 6. *F. punctatus*; 5, first division (n , 13), arrow indicates Xy_p ; 6, second division (n , 13), X-class.

All are from orcein-squashes of testes. Scale bar represents ca. 5 μ m.

また所検の範囲では、下記のマメクワガタでみられたような環状2価染色体はチビクワガタおよびオガサワラチビクワガタにはみられていない。

iii) マメクワガタ (*F. punctatus*)

染色体数は、上の2種と異なって $2n$, 26; n , 13 である。染色体数に変異はみられない。精原細胞は、やはり2本の性染色体を含むと思われる。

第1分裂では、2個の大型環状2価染色体が顕著である (Fig. 5)。また、性染色体の対合は明らか

にパラシュート型 (Yy_p) である (Fig. 5; ↑ 印). 第2分裂でも大型の染色体が2個みられ, これらは両腕が開裂してX字形であることが多い (Fig. 6).

考 察

現在, 日本のクワガタムシ科の形態分類, 生態, 分布の情報の蓄積には目をみはるものがある. しかし既述のとおり, 日本では7属13分類単位の染色体が調べられているが, 染色体の調査はまだ不十分である. また国外で調べられているのは, わずか2種 (*Dorcus parallelipedus* および *Sinodendron rugosum*) にすぎない (VIRKKI, 1959, 1966, 1967). 核型を調べる最適期を見定めることの難しさが, この類の染色体の検索が進んでいない一因となっている. しかし, 最近の生活史の知見の増加によって, この類の染色体調査は今後, 進むものと思われる.

チビクワガタおよびオガサワラチビクワガタは, とともに染色体数は $n, 10$ である. 第1分裂ではチビクワガタには, ほぼ同長の大型棒状2価染色体がかならず2本みられ, これらと第3染色体の長さの比は, およそ $1:0.75$ である. 一方, オガサワラチビクワガタの第1分裂では, 最長の第1染色体とそれに次ぐ第2染色体がかならず識別され, 両者の長さはおよそ $1:0.75$ であり, 第1染色体と第3染色体の長さは, およそ $1:0.63$ である. これらの関係は両種の染色体構成の違いを示すものであ

表 2. 雄の染色体が調べられている日本および国外のクワガタムシ科の2価染色体組のまとめ.

	2 価染色体組	文 献
<i>Ceruchus l. lignarius</i> ツヤハダクワガタ	$9+Xy_p$	KUDOH <i>et al.</i> , 1970; ABE <i>et al.</i> , 1992
<i>Aesalus a. asiaticus</i> マダラクワガタ	$9+Xy_p$	ABE <i>et al.</i> , 1992
<i>Figulus binodulus</i> チビクワガタ	$9+XY$	本報告
<i>F. boninensis</i> オガサワラチビクワガタ	$9+XY$	本報告
<i>F. punctatus</i> マメクワガタ	$12+Xy_p$	本報告
<i>Lucanus maculifemoratus</i> ミヤマクワガタ	$12+Xy_p$	ABE <i>et al.</i> , 1992
<i>Prismognathus a. angulatus</i> オニクワガタ	$12+Xy_p$	ABE <i>et al.</i> , 1992
<i>Prosopocoilus hachijoensis</i> ハチジョウノコギリクワガタ	$9+Xy_p$	ABE <i>et al.</i> , 1976
<i>P. inclinatus</i> ノコギリクワガタ	$9+Xy_p$	ABE <i>et al.</i> , 1976
<i>Dorcus rubrofemoratus</i> アカアシクワガタ	$4+Xy_r$	阿部ほか, 1969; ABE <i>et al.</i> , 1976
<i>D. striatipennis</i> スジクワガタ	$6+Xy_p$	ABE <i>et al.</i> , 1976
<i>D. rectus</i> コクワガタ	$8+Xy_r$	ABE <i>et al.</i> , 1976
<i>D. parallelipedus</i> *	$8+neo-XY$	VIRKKI, 1959
<i>Sinodendron rugosum</i> *	$8+Xy_p$	VIRKKI, 1966, 1967

* 学名は, 原著どおりである.

ろう. また, 両種の精原細胞の染色体数 ($2n$) は偶数であるから, 性染色体が2本含まれていることは疑いないが, 第1分裂では対合した性染色体は識別されていない. このことは, 性染色体 (X および Y) に一見して区別できるほどの形態的分化がなくて, たがいに似ていることを示している. とはいえ, これら2種の性染色体の形態, 対合様式の最終確認には, さらに多くの中期像の精査が必要であり, とくに分染法による解析を必須とすることはいうまでもない. 詳しい所見がえられるまで, これら2種の対合した性染色体をXYとしておくのが妥当であると判断される. したがって, これら2種の第1分裂の2価染色体組は, $n, 10=9+XY$ と示されることになる. (Table 1). なお, 両種の細胞分類学的関係の解析には, 常染色体の分染像の比較も当然必要である.

マメクワガタは上の2種より染色体数が多い. また, この種も染色体数から推して, 精原細胞は性染色体を2本含むことがわかる. 事実, 第1分裂では大きさが明らかに異なるXとYが容易に識別され, 対合様式はパラシュート型 (Xy_p) である. その2価染色体組は, $n, 13=12+Xy_p$ で示される (Table 1).

このように, 調べられた3種は, 染色体構成が明らかに異なるチビクワガタ, オガサワラチビクワガタとマメクワガタとの2群に大別されることがわかった. 今後, ダイトウマメクワガタ (*Figulus daitoensis* FUJITA et ICHIKAWA, 1986) の染色体の検討が望まれる.

次に, 雄の染色体が調べられている日本および国外のクワガタムシ科の2価染色体組を表2にまとめて示してみる. これからわかるように, チビクワガタ, オガサワラチビクワガタと同じく, $n, 10$ のものでは対合した性染色体はすべてパラシュート型 (Xy_p) であり, またその他のものでもXYが報告されている例はない. チビクワガタおよびオガサワラチビクワガタは, やはり注目される種だといえよう.

謝 辞

材料の入手にお力ぞえくださった今西 修氏にお礼を申し上げる.

要 約

チビクワガタ (*Figulus binodulus*), オガサワラチビクワガタ (*F. boninensis*) およびマメクワガタ (*F. punctatus*) 成虫雄の, 生殖細胞染色体を調べた. チビクワガタ, オガサワラチビクワガタは, それぞれ染色体数 $2n, 20; n, 10$ で, 2 価染色体組は $9+XY$ である. しかしマメクワガタでは, $2n, 26; n, 13$ で, $12+Xy_p$ であった.

文 献

- 阿部 東, 工藤貢次, 近藤 格, 斎藤和夫, 1969. クワガタムシ科5種の染色体. 昆虫, **37**: 179-186.
- ABE, A., K. KUDOH & K. SAITOH, 1976. Chromosome studies of beetles. VIII. A revised and supplemental chromosome study in the genera *Prosopocoilus*, *Nipponodorcus* and *Macrodercas* of the Lucanidae. *Sci. Rept. Hirosaki Univ.*, **23**: 50-56.
- , T. ICHIKAWA & K. SAITOH, 1992. Chromosome studies of beetles. IX. Some karyological aspects of five taxa of stag beetles (Lucanidae). *Ibid.*, **39**: 31-36.
- KUDOH, K., A. ABE, I. KONDOH, N. SATOH & K. SAITOH, 1970. Some cytological aspects of three species of beetles. *Kontyû, Tokyo*, **38**: 232-238.

岡島秀治, 山口 進, 1988. クワガタムシ. 207 pp. 保育社, 大阪.

VIRKKI, N., 1959. Neo-XY mechanism in two scarabaeoid beetles, *Phanaeus vindex* MacL. (Scarabaeidae) and *Dorcus parallelipedus* L. (Lucanidae). *Hereditas*, **45**: 481-499.

——— 1966. Observations on the spermatogenesis of some scarabaeoid beetles. *J. Agric., Univ. Puerto Rico*, **50**: 338-341.

——— 1967. Chromosome relationships in some North American scarabaeoid beetles, with special reference to *Pleocomia* and *Trox*. *Can. J. Genet. Cytol.*, **9**: 107-125.

Elytra, Tokyo, **20** (2): 222, Nov. 15, 1992

ルリクワガタ雄の体細胞染色体

阿部 東・工藤貢次・斎藤和夫

ABE, A., K. KUDOH & K. SAITOH: Male Somatic Chromosomes of
Platycerus delicatulus delicatulus LEWIS, 1883
(Coleoptera, Lucanidae)

ルリクワガタ雌の体細胞の染色体数は, $2n, 20$ で, X染色体が1対含まれていると考えられた (ABE *et al.*, 1992).* 引き続き, 青森県平賀町産の1雄蛹の脳を, 上記の雌と同じ処理をして, 9核板で体細胞染色体を観察した。これらのすべてで $2n, 20$ の染色体数が確認され, また, X染色体とY染色体が区別された。Xは明らかにYより大きい。Fig. 1 に, 核型と, 分析した中期像を示す。

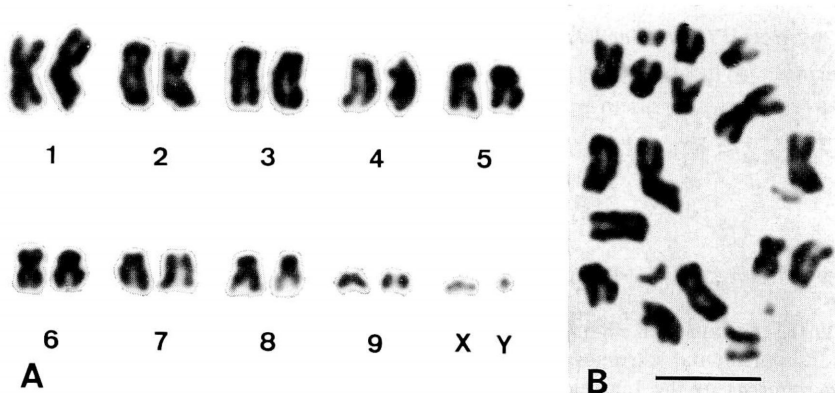


Fig. 1. Karyotype (A) and analyzed complement (B) from a brain cell of *Platycerus delicatulus delicatulus* male pupa ($2n, 20$). Scale bar represents ca. $5 \mu\text{m}$.

* ABE, A., K. KUDOH, T. ICHIKAWA & K. SAITOH, 1992, *Sci. Rept. Hirosaki Univ.*, **39**: 31-36.