上五島と平戸島および長崎県田平町のショウリョウバッタ集団における過剰染色体（B染色体）

茅野　博*・茅野　愛子**

（1989年4月24日受理）

Maintenance of B chromosomes in natural populations of *Acrida lata* MOTSCHULSKY in Kami-goto Ilands, Hirado-jima, and Tabira-chyo in Nagasaki Prefecture

Hiroshi KAYANO and Aiko KAYANO

Abstract

Chromosomes of *Acrida lata* MOTSCHULSKY were studied using males collected in natural populations at four localities : Madara−jima and Uku−jima both of Kami−goto Ilands (upper part of Goto Ilands west to Kyushu), and Hirado−jima and Tabira−chyo in Nagasaki Prefecture (Fig. 1). Chromosome numbers of the males varied from $2n♂ = 23$ to $2n♂ = 25$ due to B chromosomes, *i. e.*, $2n♂ = 22 + X$ (consisting of A chromosomes only), $2n♂ = 22 + X + 1B$, and $2n♂ = 22 + X + 2B$. The B chromosomes were the same as found in other populations in Kyushu (cf. Kayano, Sannomiya and Nakamura 1970). Mitotic chromosomes at metaphase of spermatogonia and meiotic chromosomes at metaphase of primary spermatocytes were shown in Figs. 2a − 3b and Figs. 4−6. Frequencies (%) of males with B chromosomes in the four populations were 35.0 (Madara−jima), 24.4 (Uku−jima), 18.0 (Hirado−jima), and 17.0 (Tabira−chyo), 100 males being observed in each of the populations excepting the Uku−jima population in which 119 males were oberved (Table 1). The result was discussed bio−geographically taking the low mobility of *A. lata* into consideration.

まえがき

体細胞染色体は2組の半数染色体組から成り立っているので，同一種であれば，個体が異なっても染色体の数は原則として同じである．この原則から外れている場合，余分な染色体は過

＊ 長崎大学教養部生物学教室
＊＊ 長崎市滑石5丁目2−27−303

剰染色体とよばれる．近年多数の種において，自然集団の個体間に染色体数の変異が報告され，変異の原因が過剰染色体によることが明らかになった．そのため，染色体数の変異の性格を，より適切に表記することが必要になり，染色体組の内容をA染色体とB染色体とに区分することが一般的になってきた（Jones and Rees 1982参照）．個体の間で共通に含まれている基本的な染色体がA染色体である．それに対して，染色体数の変異の原因になっている過剰染色体がB染色体である．これまでにB染色体をもっていることがわかった生物の数は，被子植物で1007種，動物で263種である（Jones and Rees 1982）．B染色体は個体の正常な発育，生長および生殖にとって無くてもすまされる．また，多くの場合，B染色体は個体の生活力や生殖細胞の稔性を下げることがわかっている．それにもかかわらず，B染色体が自然集団に保持されているのは，卵あるいは精子をとおして，B染色体が子孫へ伝わりやすい細胞学的機構によることが，いくつかの生物について明らかにされている．しかし，B染色体をもつことが，その種にとってどんな利点があるのかについては，未だに謎として残されている．また，B染色体の起源も明らかにされていない．

ショウリョウバッタ（*Acrida lata* MOTSCHULSKY）の自然集団では，B染色体があるために雄の染色体数が $2n♂=23$ から $2n♂=27$ の間で変異すること（$2n♂=22+X+0〜4B$）が報告されている（Kayano, Sannomiya and Nakamura 1970）．ショウリョウバッタの場合には，同一個体ではB染色体はどの細胞にも同じ数だけ含まれているので，B染色体の数は個体間の変異を表すだけでなく，集団間の遺伝的関係を示す指標にもなる．本研究ではショウリョウバッタのB染色体を指標として，上五島と平戸島あるいは九州本土との生物地理的関係を追求することを目的とした．

材料および方法

染色体観察のために長崎県北松浦郡宇久町（上五島の宇久島），長崎県北松浦郡小値賀町の斑島（上五島の小値賀島に隣接した小島），長崎県平戸市の川内峠（平戸島）および長崎県北松浦郡田平町の中瀬草原でショウリョウバッタの雄を採集した（**図1**）．ショウリョウバッタの採集を行ったのは1988年8月23日（宇久島），8月25日（斑島），9月8日（平戸島）および9月9日（田平町）である．昼間に採集したバッタを，その日の夜に解剖し，精巣をNewcomer（1953）の処方による固定液で固定した．固定した精巣を研究室に持ち帰り，第一精母細胞の染色体標本を作るまで冷蔵庫に保存した．

染色体標本は1988年10月から1989年2月にかけて作製した．精巣を固定液から出して70%アルコールに浸し（10分），その後アルコール塩酸カーミン（Snow 1953）で2〜3時間染色し，45%酢酸を用いてフォリクルごとに押しつぶし標本にした．斑島で採集したショウリョウバッタ（♂）のうち，少数を生きたまま研究室に持ち帰り，精原細胞の中期染色体を観察した．精原細胞の染色体の観察には，バッタの腹腔に0.03%コルヒチン溶液を0.05 ml注射し，3時間後に解剖，精巣をコルヒチン（0.05%）を含んだ1%クエン酸ナトリウム溶液に10分間浸し，酢酸アルコール（1：3）で1〜2日間固定し，アルコール塩酸カーミンで3時間染色，45%酢酸を用いてフォリクルごとに押しつぶし標本にした．

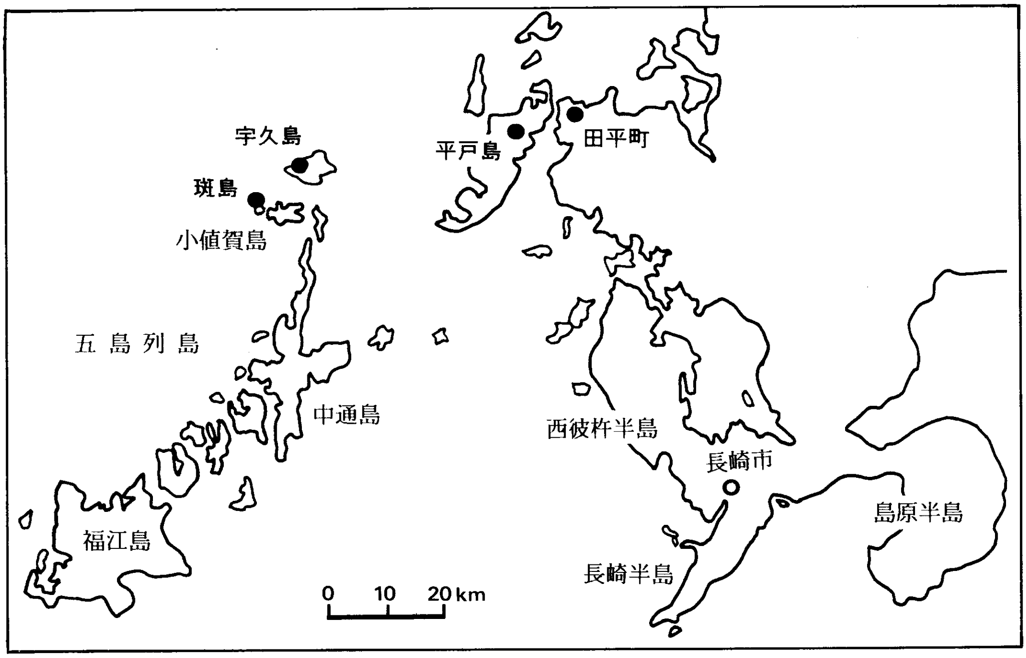

図1 九州西部と五島列島の地図．黒丸はショウリョウバッタの採集地．

結　果

1．B染色体による染色体数の変異

今回の観察で確認されたショウリョウバッタの染色体数は $2n♂=23$〜25 であった．染色体数 $2n♂=23$ の個体はA染色体だけをもっており，この中にはX染色体（性染色体）が1本含まれていた（$2n♂=23=22+X$）．A染色体だけから構成されている個体の精原細胞中期の染色体を**図2a**と**2b**に，また，第一精母細胞中期の染色体を**図4**に示す．染色体数 $2n♂=24$ の個体では，A染色体より小さくて，明らかに区別されるB染色体が1個含まれていた（$2n♂=24=22+X+1B$）．B染色体を1個もつ個体の精原細胞中期の染色体を**図3a**と**3b**に，また，第一精母細胞中期の染色体を**図5**に示す．染色体数 $2n♂=25$ の個体にはB染色体が2個含まれていた（$2n♂=25=22+X+2B$）．B染色体を2個もつ個体の第一精母細胞中期の染色体を**図6**に示す．今回観察されたショウリョウバッタのB染色体は，さきにKayanoら（1970）によって報告された九州の11集団のものと同じ型であった．

2．集団におけるB染色体の頻度

ショウリョウバッタの斑島集団の100個体，宇久島集団の119個体，平戸島集団の100個体および田平町集団の100個体（いずれも雄）について，第一精母細胞中期の染色体を観察した．その結果，4集団のすべてにB染色体が存在していることが明らかにされた．斑島の集団では35％，宇久島では24.4％の個体にB染色体が含まれており，平戸島では18％，田平町では17％の個体にB染色体が含まれていた．斑島，宇久島および平戸島の集団には，B染色体を2個もった個体($2n♂=25=22+X+2B$)も存在した．B染色体を2個もつ個体の割合は斑島で10％，宇久島で3.4％，平戸島で1％であった．集団中にB染色体が含まれている度合いを数量的に表すには，B染色体をもった個体の割合（％）と個体当たりのB染色体数の両方を用いるのが適切である（**表1**）．

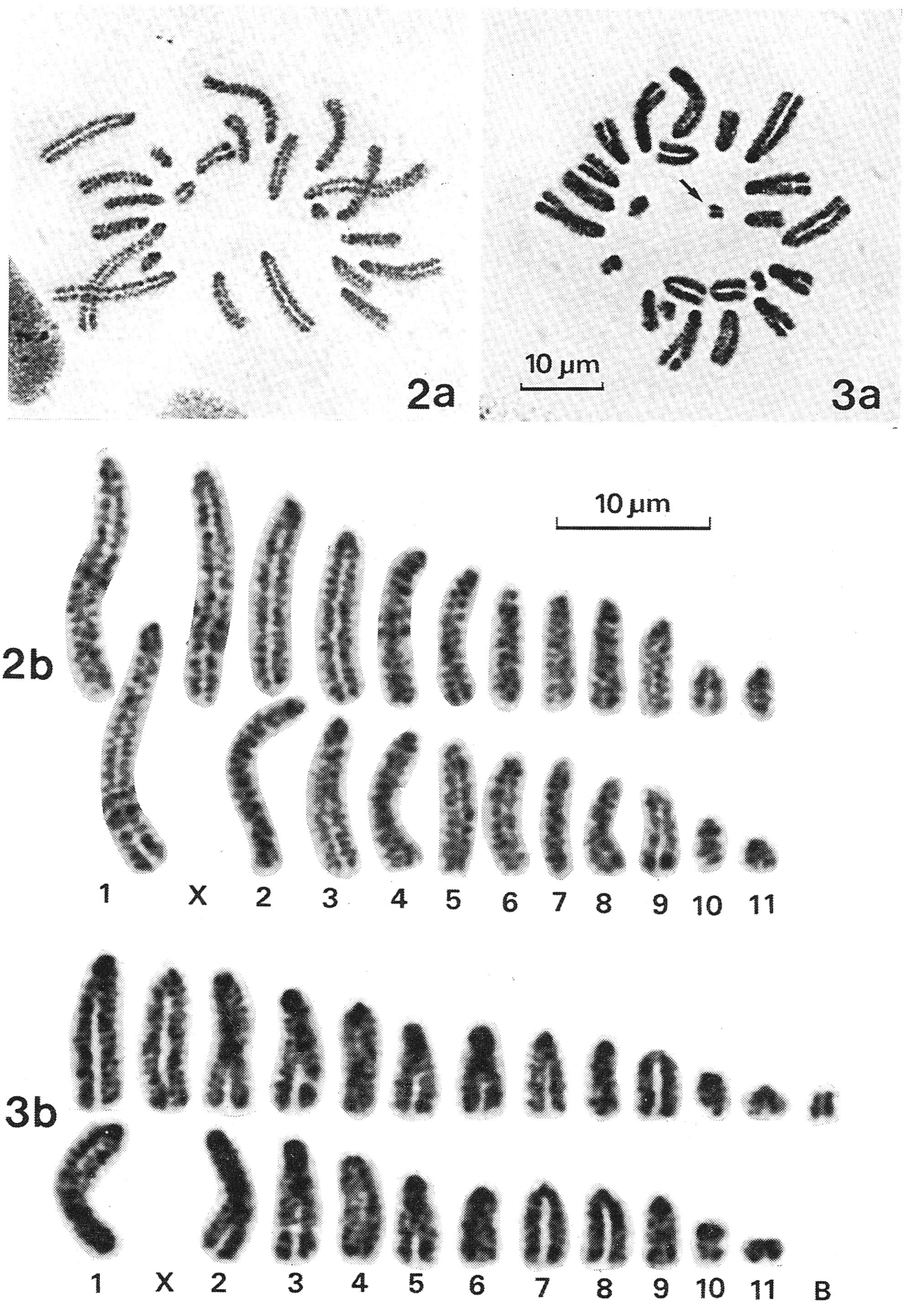

図2a－3b　ショウリョウバッタ精原細胞の中期染色体．2a，b．$2n$♂ = 23 = 22 + X．3a，b．$2n$♂ = 24 = 22 + X + 1B．矢印はB染色体．2bと3bでは半数染色体組ごとに染色体の大きさの順に並べ，相同染色体を上下に配置した．数字は染色体の番号．

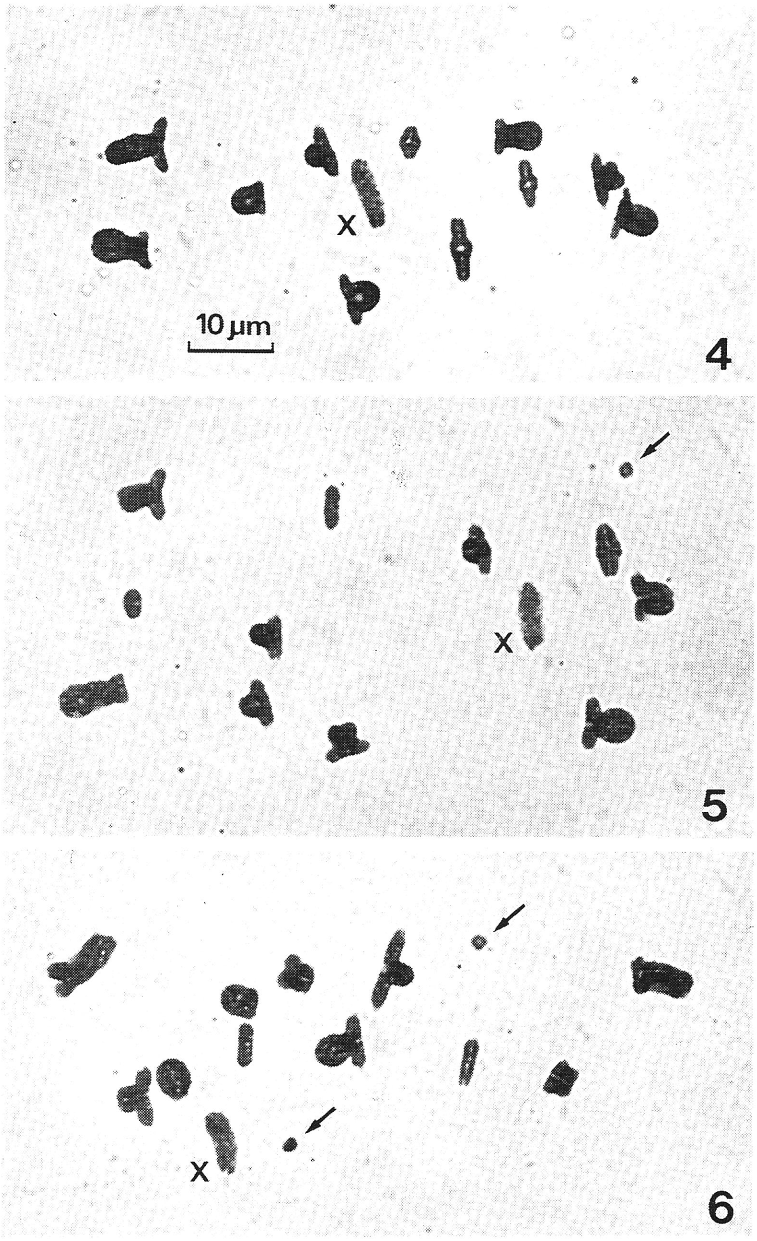

図４—６　ショウリョウバッタ第一精母細胞中期の染色体.
４．11_{II}＋Ｘ.　５．11_{II}＋Ｘ＋１Ｂ.
６．11_{II}＋Ｘ＋２Ｂ.　矢印はＢ染色体.

表1 ショウリョウバッタ集団におけるB染色体の頻度

集団	B染色体の数と個体数 0B	1B	2B	3B	4B	計	B染色体をもつ個体の割合（%）	個体当たりB染色体数
斑　島	65	25	10	—	—	100	35.0	0.450
宇久島	90	25	4	—	—	119	24.4	0.277
平戸島	82	17	1	—	—	100	18.0	0.190
田平町	83	17	—	—	—	100	17.0	0.170

論　議

上五島のショウリョウバッタ集団に，平戸島および九州本土の集団に含まれていたものと同じ型のB染色体が含まれていたことは，生物地理の観点からは大へん興味深い．ショウリョウバッタは飛翔力が小さいので，移動を妨げる環環要因があれば，地理的には近い場所でも隔離された集団として繁殖している（Kayano, Sannomiya and Nakamura 1970）．現在のように上五島が海によって平戸島および九州本土から隔てられている状態では，平戸島あるいは九州本土から上五島にショウリョウバッタが移住することは困難である．実際に宇久島と斑島のショウリョウバッタ集団に保持されているB染色体の頻度と，田平町および平戸島の集団に含まれているB染色体の頻度とを比較すると，大きな差がみられる．このことは，宇久島と平戸島との間の約20 kmという距離が，ショウリョウバッタにとっては集団が隔離される要因になっていることを示している．しかし，これらの隔離された集団が同じ型のB染色体を共有しているという事実を見ると，上五島，平戸島および九州本土が陸続きであった過去の時代（後氷河期以前）に，この地域にショウリョウバッタが連続的に分布していたと考えられる．この考えによれば，過去のショウリョウバッタ集団に含まれていたB染色体が，現在では地理的に隔離されている上五島の集団と本土側の集団に，共通に保存されていることが無理なく説明される．

この研究と似た研究がHewittとJohn（1970）によって行われている．バッタの一種*Myrmeleotettix maculatus*はヨーロッパ大陸とグレートブリテン島の両方に分布している．この種ではヨーロッパ大陸の集団にはB染色体をもった個体は存在せず，B染色体をもった個体はグレートブリテン島にしか存在しない．現在のイギリス海峡が成立したのは後氷河期以降と考えられ，それ以前の時期には現在のグレートブリテン島とヨーロッパ大陸とが陸続きであったと考えられ，その時代に，すでにこのバッタは両地域にまたがって分布していたと考えられている．このことから，HewittとJohn（前出）はこのバッタの分布の歴史の中で，グレートブリテン島の集団がヨーロッパ大陸の集団から隔離された後に，グレートブリテン島の集団でB染色体が生じ，島内の集団に広がったと主張している．HewittとJohn（前出）はグレートブリテン島の*M. maculatus*集団がイギリス海峡によって隔離されるようになったのは，最近の10,000年ないし8,000年の間であろうと考えている．

上述のバッタの一種*M. maculatus*の場合には，種の分布が隔離された後に一方の分布域でB染色体が生じたという研究であるのに対し，本研究におけるショウリョウバッタの場合には，隔離が成立する以前に，両地域の集団にB染色体が共有されていたという点で異なっている．しかし，後氷河期以降の海進によって現在では隔離されているが，それ以前の陸続きであった

時代に連続的分布をしていたと考えられる種を研究対象としている点で，２つの研究は生物地理的には共通の背景をもった研究である．

生物地理の研究では，生物相が地域の間で異なることを対象とする面と，同一種が隔離されて分布していることを取り扱う面とがある．生物進化の観点からは，遺伝物質を共有する生物は同じ祖先をもっていると考えられる．この観点は生物地理の研究にも適用できるであろうと考え，本研究では隔離された地域に分布をもつ同一種について，特定の遺伝物質であるＢ染色体を対象として研究したものである．その背景としては，この研究に用いたショウリョウバッタが移動性の小さい動物であることが鍵になっている．今回の研究で取り扱った九州本土あるいは平戸島と上五島との関係は，比較的に隔たりの小さい地域であるが，同じ視点で九州本土と対馬のように，より隔たりの大きい地域の関係を調べることは，今後に残された重要な研究課題である．

謝　辞

本研究は昭和63年度長崎大学特定研究「対馬暖流域の生物地理」（研究班代表者　伊藤秀三教授）の一部として行われたもので，研究費の援助を戴いたことを記し，厚く感謝の意を表します．

〔引 用 文 献〕

Hewitt, G. M. and B. John 1970. The B-chromosome system of *Myrmeleotettix maculatus*. Ⅲ. The dynamics. Evolution 24: 169–180.

Jones, R. N. and H. Rees 1982. *B* chromosomes. Academic Press, London, NewYork, *etc*.

Kayano, H., M. Sannomiya, and K. Nakamura 1970. Cytogenetic studies on natural populations of *Acrida lata*. Heredity 25: 113–122.

Newcomer, E. H. 1953. A new cytological and histological fixing fluid. Science 118: 161.

Snow, R. 1963. Alcoholic hydrochloric acid-carmine as a stain for chromosomes in squash preparations. Stain Technol. 38: 9–13.