

## トンボ数種の染色体

平井久男 (山階鳥類研究所)

昭和30年11月26日 受領

トンボ目 (Odonata) の染色体の研究は非常に早くから開始され、多くの業績がある。トンボには所謂 *m*-染色体が存在して、核型の上から系統学上興味が深い。この度3科6種の染色体の研究をしたのでここに報告する。研究に使用した種類を下に記す。

### I. 不均翅亜目 (Anisoptera)

#### A. サナエトンボ科 (Gomphidae)

- (1) ヤマサナエ (*Gomphus melaenops* Selys)。 (2) タベサナエ (*G. citimus* Asahina)。  
(3) フタスジサナエ (*G. melampus bifasciatus* Asahina)

#### B. トンボ科 (Libellulidae)

- (4) マユタテアカネ (*Sympetrum eroticum eroticum* Selys)。 (5) チヨウトンボ (*Rhyothemis fuliginosa* Selys)。

### II. 均翅亜目 (Zygoptera)

#### C. カワトンボ科 (Calopterygidae)

- (6) アオハダトンボ (*Catopteryx virgo japonica* Selys)

マユタテアカネ及びアオハダトンボは長崎県下で採集したもので、キヤロサーズ液で固定し、その後パラフィン法によつて切片を作り、鉄ハイデンハイン氏法で染色したが、他の4種類は香川県下で採集し、固定・染色は牧野・西村氏の水処理おしつぶし法により、フクシン染色を行つた。後者の水処理法は、在来の固定染色法に縲ての点において勝るとも劣らぬ好結果をえたように思われる。

稿を進めるに當つて常に御懇篤なる御指導ならびに御鞭達を賜つた北海道大学の牧野教授に衷心から感謝の意を表す。また採集に協力して下さつた豊島弘学士に深謝する。

### 観 察

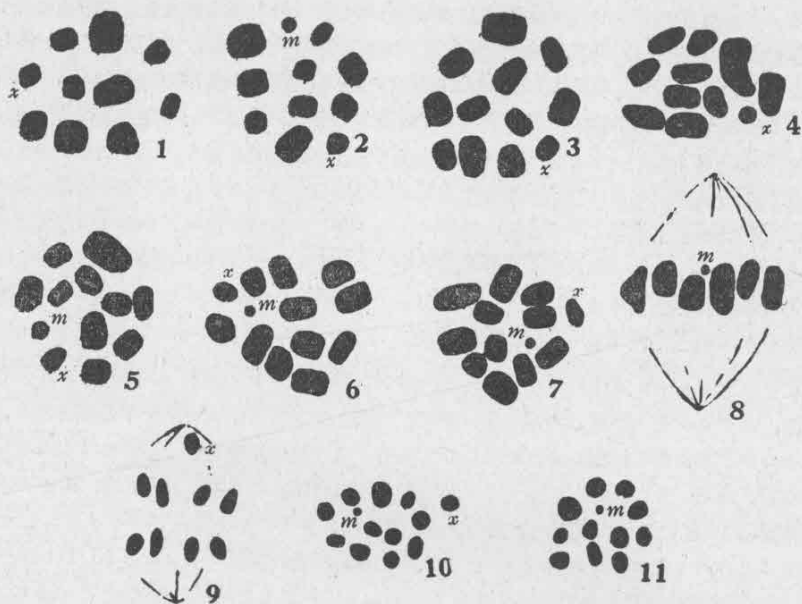
(1) ヤマサナエ (*Gomphus melaenops*): 半数染色体数は10個で、 $10 = x + 9a$  ( $x$ : 性染色体,  $a$ : 常染色体) の構成で、*m*-染色体を欠いている (Fig. 1)。第一精母細胞の極面観では大小種々の二価染色体からなり、 $x$ -染色体は一群中最も小形の染色体で代表されている。染色体の配列は、他種のトンボと同じで同心円状で、性決定様式は  $x-0$  型である。 $10 = x + 9a$  という構成は以前から予想されていたものではあるが、トンボ目としては今回初めて明らかにされたものである。

(2) タベサナエ (*Gomphus citimus tabei*): 前種と同属であるが、第一精母細胞の構成は  $11 = m + x + 9a$  ( $m$ : *m*-染色体) で、*m*-染色体が存在する (Fig. 2)。各々の二価染色体の形態は他種のトンボと同様で、大きさも大小種々である。*m*-染色体は一群中最小で、 $x$ -染色体はその次位の大きさの染色体で代表されている。 $11 = m + x + 9a$  もその存在が学界に最初に報告された構成である。

(3) フタスジサナエ (*Gomphus melampus bifasciatus*): 同種のサナエトンボ (ヤマサナエ, ヒメヤマサナエ) (*G. melampus*) の染色体は已に Oguma (1930) により報告されている。その亜種であるフタスジサナエの染色体を調べた。第一分裂中期の極面観には比較的大型で、各染色体間に余り差のない二価染色体が観察された (Fig. 3)。核型は  $12 = x + 11a$  で、サナエトンボの  $10 = m + x + 8a$  と異り興味がある。

(4) マユタテアカネ (*Sympetrum eroticum eroticum*): この属の染色体については、已に3種調査されている。この度さらに1種を追加した。第一精母細胞の分裂中期の極面観には、*m*-染色体を欠いた11個の染色体を数えることが出来た (Fig. 4)。染色体の形態は他の同属のものに比べて比較的大形である。

(5) チョウトンボ (*Rhyothemis fuliginosa*): トンボ科の染色体研究は約 20 種にわたって行われているが、この属の研究は今回が最初である。 $n, 12=m+x+10a$  である。大小種々の二価染色体からなり、 $m$  と  $x$ -染色体は一群中で最小形の 2 個で代表されている (Fig. 5)。



1. ヤマサナエ (*Gomphus melaenops*). 第一精母細胞, 中期, 極面観。2. タベサナエ (*G. citimus tabei*). 第一精細胞, 中期, 極面観。3. フタスジサナエ (*G. melampus bifasciatus*). 第一精細胞, 中期, 極面観。4. マユタテアカネ (*Sympetrum eroticum eroticum*). 第一精母細胞, 中期, 極面観。5. チョウトンボ (*Rhyothemis fuliginosa*). 第一精母細胞, 中期, 極面観。6. アオハダトンボ (*Calopteryx virgo japonica*). 6~8: 第一精母細胞, 中期 (6~7, 極面観。8, 側面観)。9~11: 第二精母細胞, 後期 (9, 側面観。10~11, 極面観。10,  $x$ -群 11,  $0$  群)。  $x=x$ -染色体,  $m=m$ -染色体。

(6) アオハダトンボ (*Calopteryx virgo japonica*): この属の染色体研究はトンボ目の中で一番最初に開拓されたもので、同種の Carnoy (1885) の歴史的な研究と、Oguma (1930) が 2 種報告している。このたびの材料は Carnoy (1885) が調査した種類の亜種である。第一精母細胞中期の極面観では二価染色体は  $13=m+x+11a$  で表わされ、各染色体間には余り差がない。 $m$ -及び  $x$ -染色体は一群中最小の 2 個で代表されている (Figs. 6~7)。第一分裂は他のトンボと全く同様で、各染色体は等分裂をすることは Fig. 8 で明瞭である。第二精母細胞の側面観によると、分裂の仕方は特異であつて、横溝が明瞭でないという Oguma (1930) の説の所謂ヤンマ型の変形である (Fig. 9)。この分裂では、 $x$ -染色体は一方の極にだけ先行分離する後還元分裂である。したがつて、この分裂の結果  $x$  を含む群と含まぬ群が生じ、その結果 2 種類の精子細胞が出来る (Figs. 10~11, 10:  $x$ -class, 11:  $0$ -class)。

### 考 察

トンボ目 (Odonata) の昆虫の常染色体には所謂  $m$ -染色体という極めて小形の染色体が存在している。 $m$ -染色体は、極く近縁の種類間においても種によつてその大きさがきわめて異なつていて、たとえ染色体数と同数であつても、 $m$ -染色体の大きさを観察することによつて種類が判定出来る程に分類学上一つの目標

になつてゐる。さらに興味あることは同じ種であつても、その大きさが違つていて次第に大きさを減じていく傾向があることが数種で報告されている。たとえば Oguma and Asana (1933) が報告したハネビロトンボ (オオウスバキトンボ) (*Tramea chinensis*) や、Kichijo (1941) のヒメアオイトトンボ (*Lestes sponsa*) がそれである。このようにトンボ目においては、 $m$ -染色体の存否およびその大きさの減小によつて、種間に一連の染色体形式が存在する。以下、従来の報告と今回の研究結果を総合して考察してみたいと思う。

サナエトンボ科のサナエトンボ属 (*Gomphus*) は従来 4 種類の染色体が報告されており、今回さらに 3 種を追加した。これら 7 種の染色体式を表にすると次の通りである。

12=	X+11a.....	ハキササエ, フタスジサナエ
12=	$m$ +X+10a.....	オジロサナエ
11=	X+10a.....	ヒトスジサナエ
11=	$m$ +X+ 9a.....	タベサナエ
10=	X+ 9a.....	ヤマサナエ
10=	$m$ +X+ 8a.....	サナエトンボ

上記のようにフタスジサナエ及びハキササエの 11 個の常染色体の中 1 個が  $m$ -染色体となつてオジロサナエの型となり、オジロサナエが有している  $m$ -染色体が無くなつてヒトスジサナエの型となり、以下同様にしてサナエトンボの型になる行程が非常に明らかである。或は逆の過程をたどるのかもしれないが、今の所何ともいえない。ただ一連の関係が存在するということだけは確かである。染色体数 ( $n$ ) がたとえ同数であつても  $m$ -染色体の有無によつて種別が容易である。例えばフタスジサナエ及びハキササエとオジロサナエ・ヒトスジサナエとタベサナエ・ヤマサナエとサナエトンボの関係のようである。11= $m$ +X+9a 及び 10=X+9a という型は今回はじめて発見されたものでトンボ科にもまだ見られていないものである。フタスジサナエの型は 12=X+11a であり同種のサナエトンボのそれは 10= $m$ +X+8a であるが、この点については将来の研究にまかせたい。フタスジサナエとハキササエは共に 12=X+11a で、第一分裂の染色体の形態も非常によく似ていることは恐らく両種が大変近縁関係にあることを示しているのではなからうかと思われる。

トンボ科の染色体の研究は約 20 種類行われているが、サナエトンボ科のように種間に染色体数の差異がなく、殆んど大部分が  $n$  (6), 13= $m$ +X+11 である。各種は辛うじて  $m$ -染色体の大きさの違いによつて特長づけられているようである。ただ Oguma (1917, 1930) が報告したアキアカネ (*Sympetrum frequense*) のみが  $m$ -染色体を欠いて 12=X+11a である。然るにこの度調査したマユタテアカネのそれは 11=X+11a でトンボ科としては全く新しい型である。またチヨウトンボも全く新しい型の 12= $m$ +X+10a である。したがつてトンボ科の単数染色体数は  $m$ -染色体の存否によつて、

13=	$m$ +X+11a.....	(トンボ科の大部分)
12=	X+11a.....	アキアカネ
12=	$m$ +X+10a.....	チヨウトンボ
11=	X+10a.....	マユタテアカネ となる。

従来トンボ科の染色体数は  $n$ =13 で科としてまとまつてゐるよう考えられていたが、この科も研究が進めばサナエトンボ科のように種間に相当な差異があるのではなからうかと思われる。

カワトンボ科の染色体研究は今回調査したアオハダトンボと同種の *Calopteryx virgo* について Carnoy (1885) は、第一精母細胞に 8~14 個、第二精母細胞に 5~7 個の染色体が存在していると報告しているが、これは余りにも今日からみるとかけはなれてゐるので、歴史的なものとして除外したい。そうすると、この科に属するものについてはハグロトンボ属 (*Calopteryx*) とカワトンボ属 (*Muais*) の昆虫の染色体の報告がある。ハグロトンボ属については Oguma (1930) がハグロトンボ (*C. strata*) 及びミヤマカワトンボ (*C.*

*cornelia*) が、ヤナギトンボ属については同じく同氏 (1930) のヤナギトンボ (*M. strigata*) 及びカワトンボ (*M. costalis*) がある。半数染色体数は今回のアオハダトンボを含めて 5 種共全部が共通の  $n, 13=m+X+11a$  であるが、この科がはたして 13 個という数で一元されるものか、又は他科と同じく染色体数に変異があるものかはまだ調査された種類が少ないので何とも今の所断言出来ない。二価染色体の形はトンボ科のものよりもヤンマ科のものに似ているが、それよりも更に細長い。性染色体は他科に比べてやや小形であるが、前後引続いて行われる成熟分裂の際の行動は他科と全く同様である。前述のように第二精母細胞の分裂の方法は特異であつて、横溝が明らかでないヤンマ型の変型である。 $m$ -染色体は例外なく全種が持っている。ハグロトンボとミヤマカワトンボとは分類学上前者は黒色の翅を有し体は中位の大きさであるのに、後者は褐色で本科中体長が最大であるというように一見容易に区別出来る程に差異がある。然るに染色体は非常に類似していて両者を区別することが出来ない。アオハダトンボの  $m$ -染色体は同属の 3 種中で最も小形であるので他の 2 種と容易に区別ができる。ヤナギトンボの各染色体は非常に巨大である。この現象はイトトンボ科では極く普通にみられるものであるが、この科としては今の所唯一例である。同属の極く近縁と思われるカワトンボには已にかかる現象は見られない。又、 $m$ -染色体の大きさは性染色体に比べて非常に小形である。したがつて Oguma (1913) は先にこの両種は同一種であつて単に亜科の関係にあると発表されたが、その後同氏 (1930) は両種の染色体を比較検討することによつて明らかに両種が別種であることが明瞭になつたと報告されている。

トンボ目全般にわたつて半数染色体数組を調べてみると、今尙不明であるのは  $13=X+12a, 9=X+8a$  を有する種類のみとなつた。以下に表で示すと次の通りである。不明の処は今後の研究にまちたい。

$14=m+X+12a$ .....	<i>Anax junius</i>
$13=$	$X+12a$ ..... ?
$13=m+X+11a$ .....	オニヤンマ, アオハダトンボ
$12=$	$X+11a$ .....
	ハキササエ, フタスジサナエ
$12=m+X+10a$ .....	オジロサナエ, チョウトンボ
$11=$	$X+10a$ .....
	ヒトスジサナエ, マユタテアカネ
$11=m+X+$	$9a$ .....
	タベサナエ
$10=$	$X+9a$ .....
	ヤマサナエ
$10=m+X+$	$8a$ .....
	ヒメヤマサナエ
$9=$	$X+8a$ ..... ?
$9=m+X+$	$7a$ .....
	ギフヤマトンボ

### 摘 要

1. 6 種のトンボ、即ち不均翅亜目のサナエトンボ科のヤマサナエ、タベサナエ、フタスジサナエ及びトンボ科のマユタテアカネ、均翅亜目のカワトンボ科のアオハダトンボにおいて染色体を研究した。
2. すべて性決定様式は  $\delta X-O$  型で、性染色体は後還元分裂をする。
3. タベサナエ、ヤマサナエについてサナエトンボ科で、チョウトンボ、マユタテアカネについてトンボ科で最初の半数染色体組を発見した。特にマユタテアカネの  $n=11$  はトンボ科で最小数である。
4. アオハダトンボは同属中で一番小さい  $m$ -染色体を持っている。
5. トンボにみられる  $m$ -染色体の意義について考察した。

### 文 献

- Carnoy, J. B. 1885. La Cellule, **1**: 189-  
 Kichijo, H. 1939. Jap. Jour. Genet., **15**: 287-289.  
 1941. 長崎医雄. **19**: 2032-2041. Oguma, K. 1930. Jour. Fac. Sci. Hokkaido Imp. Univ.,

Ser. VI, 1: 1-32  
VI, 1: 133-142.

and J. J. Asana, 1932. Jour. Fac. Sci. Hokkaido Imp. Univ., Ser.

### Résumé

## Chromosomes of Six Species of Dragonflies

Hisao HIRAI

The Yamashina's Institute for Ornithology and Zoology

The chromosome formulae of six species of dragonflies in relation to taxonomy are shown in the following table:

Species	n-number	Formula
Anisoptera		
Gomphidae		
<i>Gomphus melaenops</i>	10	X+ 9a
<i>G. citinus tabei</i>	11	m+X+ 9a
<i>G. melanipus bifasciatus</i>	12	X+11a
Libellulidae		
<i>Sympetrum eroticum eroticum</i>	11	X+10a
<i>Rhyothemis fuliginosa</i>	12	m+X+10a
Zygoptera		
Calopterygidae		
<i>Caropteryx virgo japonica</i>	13	m+X+11a
(m=m-chromosome. X=X-chrom. a=autosome.)		

There is present an unpaired X-chromosome, without exception, in all species studied.

The occurrence of the m-chromosome was observed in three species. The m-chromosome varies from species to species. The significance of the m-chromosome in connection with the species distinction was considered in the Odonata.

## 会 記 IV

### 規約改正についてのお知らせ

昭和31年4月23日午前10時より東大理学部動物教室で開催された臨時評議員会で下記の通り本会の規約を改正することに決定をみたので御知らせします。(全評議員出席)

第7条4を次の如く改正。(線を引いた部分)

本会の事業及び運営に関する意見を、支部を経て又は直接、評議員会及び総会に予め文書を以て提出すること。

第16条は現行を次の如く改正。

総会は年1回大会開催の際に開き、出席会員を以て構成し、議長は出席会員中から選ぶ。

1. 評議員会は総会に次の事項を報告してその承認を求める。

- (イ) 前年度内に評議員会で議決したこと
- (ロ) 前年度の決算
- (ハ) 前年度の事業経過及びその年度の事業内容
- (ニ) 役員選出の結果

2. 会員は総会に意見を提出することができる。

以 上

なお、改正全文はその中本誌にのせるつもりであります。