

# 動物學雜誌(第四十三卷)第五百十七號

昭和六年十一月十五日

## 報 文

### 直翅類の一種マダラカマドウマ (*Diestrammena japonica* KARNY) の染色體<sup>1)</sup>

(9 月 5 日 受領)

牧 野 佐 二 郎

北海道帝國大學理學部動物學教室

(1 Pl., 5 Figs. )

マダラカマドウマ (*Diestrammena japonica*) は直翅類の一種とは云へ、全く兩翅を缺き、其特長ある穹狀に隆起した背部と長大な後肢と頗る長い觸角とを以て臺所や物置等の床下に穴居生活をしてゐる。現在の分類學では直翅類中 Stenopelmatidae なる特別な一科をつくつて居るが、古くは Locustidae の中に編入されてゐたものである。Gryllotalpidae, Gryllidae, Locustidae 等の間に在つて、分類學的に非常に興味のある地位に立つてゐる本種が、その染色體の morphology に於て何等か上述の各科のものに連關した事實を提供するものではなからうかと云ふ推測が先づ第一に筆者の興味を引いたのである。併し乍ら結果は後述の通り、その特異な染色體數を有するといふ事以外には何等變つた事實を見出す事が出来得なかつたのである。

本種の染色體については既に SCHELLENBERG が 1913 年にその研究を公にしてゐるが、氏は單に精原細胞の各 stage に於ける性染色體の觀察に重きを置いて、精母細胞の研究は全く不完全である。本研究に於て、その缺けた點を補ひ得たつもりである。

材料は凡て北海道千歲郡支笏湖畔の丸駒溫泉附近の一個所で採集したもので、體長約 5 mm から 10 mm の個體約 30 匹である。結果から見て生殖細胞の研究には七月上旬頃が最も適當した時期であるやうである。最小な specimen も最大な specimen もその spermatogenesis の過程に於て全く同一であつた事を特に附記しておく。

固定液としては FLEMMING's strong solution, HERMANN's mixture 及び

1) 北海道帝國大學理學部動物學教室業績第十五號。

FLEMMING's weak solution に氷醋酸を除いたものを用いた。本種の精巢はうすい膜に包まれてゐるので、固定に際しては、針で此膜を破り、直接 follicles が、液に触れるやうにした方が結果がよい。三種の固定液中 HERMANN's mixture は他に比して染色體が幾分太くなるやうである。又最後にあげた液は特に精母細胞染色體の固定に良好である。

切片の厚さは 13—15  $\mu$ 。染色は HEIDENHAIN's iron haematoxylin と light green の二重染を用いた。又 iron acetocarmine method も併用した。

圖は凡て Zeiss apochromatic object 2 mm と K. 20 ocular によつて、顯微鏡の置いてある机上で drawing apparatus を用ひて描いたものである。<sup>1)</sup>

本研究は恩師小熊博士の御指導の下に行はれたもので、其の間常に懇篤なる御助言を賜つた先生に對し茲に謹んで感謝の意を表するものである。又材料採集に多大の援助を與へられた當教室岡田一次君に厚く御禮を申上げる。

## I 精原細胞の染色體 (Figs. 1—3, Pl. I)

精原細胞の metaphase の equatorial plate は小形な染色體を中心に大形のを周邊にして美しい rosette を形成する。各染色體は其の一端を中心に向けて radial に配列してゐる。常に 57 個の染色體を數へる事が出来る (Figs. 1—3, Pl. I)。56 個は telomitic fiber attachment を有する棒狀染色體で、只 1 個だけ median fiber attachment の大形な V 字形染色體が存在する。此の者は大さ、位置、形等がらして明らかに他の染色體と區別が出来る。此の染色體精母細胞各期に於ける行動や雌に於ける染色體の觀察からして、これが性染色體 (X-chromosome) である事は直に決定し得るのである。

一般に直翅類の X-chromosome は精原細胞の metaphase に於て、他の autosome に比してその染色の度が非常に弱く、contour が極めて粗になつて所謂特異な heteropycnosis の状態を表はすものである。これは Gryllidae に於て特に顯著に見られるやうである (OHMACHI, '27, TATEISHI, '31)。併しマダラカマドウマの場合には全く斯の如き X-chromosome の heteropycnosis は見られない。其の染色の度に於て全く他の autosome と變る所を見ないのである。又精原細胞の telophase に於て、X-chromosome が特別な vesicle を作る事が Locustidae, Acrididae 等に於て知られてゐる。此の現象も亦マダラカマドウマの場合には見る事が出来ないのである。

SCELLENBERG ('13) は氏の論文の大部分に於て、V 字形の X-chromosome が精原細胞の early prophase に於て二本の棒狀染色體から成る事を説いてゐ

1) text-figures は凡て 2/3 に縮小されてゐる。

る。而も何等其の染色體の精母細胞に於ける運命を追究しては居ない。少くとも筆者の見た材料に於ては、氏の説いてゐるやうな状態も見られなかつたし、又氏の圖にあるやうな X-chromosome の精原細胞、prophase に於ける異常濃染の現象も観察出来なかつた。結果は後述のやうに、X-chromosome は細胞の各 generation を通じて、常に同一の median fiber attachment を保持してゐるのである。

今茲に簡単に直翅類一般について、その精原細胞の染色體数を比較して見ると、Acrididae, Blattidae, Gryllidae, Gryllotalpidae, Locustidae, Mantidae, Phasmidae, の各科に於て勿論總括的には言へないが、15 から 35 までの間の數例へば 15, 21, 23, 27, 31, 35 といふやうな數が最も普通のやうである。35 以上を有するものでは Phasmidae の一種 *Leptynia* (SINETY, '01) 及び Locustidae の *Ceuthophilus* (STEVENS, '12) の 37 と、Locustidae の中の *Stenopelmatus* (STEVENS, '09) の 47 の三例のみであらう。PEHANI ('25) が Phasmidae の一種の *Dixippus* なるものの oogonia で、60 を數へてゐるが、氏の圖を見てもわかるやうに此の counting は正確だとは思はれないから、之を除くならば、マダラカマドウマは直翅類中最大の染色體数を有するものであらう。

精原細胞の分裂回数は屢々直翅類の他のものに知られてゐると同様に此の種に於ても八回である。

## II 雌の體細胞染色體 (Figs. 4—5, Pl. I)

雌に於ける染色體の diploid complex を見るために、follicle cell の染色體を観察した。metaphase の equatorial plate を見ると大體に於て、其の配列の方法は精原細胞の場合と同様である。染色體数は常に 58 個、56 個は telomitic の棒狀染色體で、只 2 個だけ median fiber attachment を持つた大形な V 字形染色體が存在する (Figs. 4, 5, Pl. I)。精原細胞の染色體と比較して此の 2Vs が X-chromosome なる事は明白である。即ち本種に於ける sex-chromosome complex は最も簡単な XO-XX 型である

## III 第一精母の細胞の染色體 (Figs. 6—9, Pl. I 及 Text-Figs. 1—3)

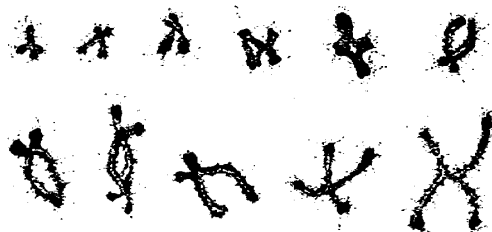
第一精母細胞の metaphase の染色體は非常に condense した compact な mass であつて、其の tetrad の構造は全く見る事が出来ない。併し乍ら、early diakinesis にあつては、これらの compact chromosomes も非常に明らかに tetrad の構造を表はしてゐるものである。text figure の 1 及 2a にそれを見る事が出来る。併し時期の進むにつれて、これら各種の ring-, cross-, rod-

tetrads も次第に condensation を起して (Text-fig. 2, b), 遂には metaphase に見られるやうな compact な mass になるのである。

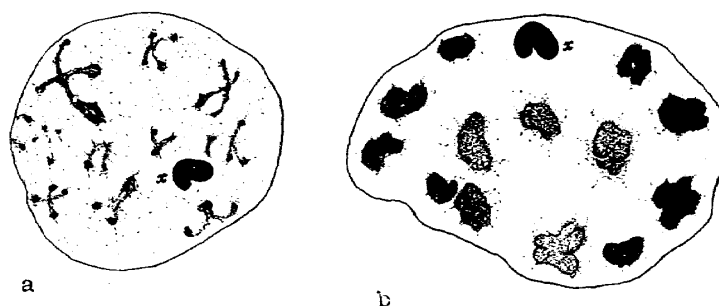
metaphase の equatorial plate に竝んだ各染色體の間には、大さ及形に於ける差が顯著に見られるから、精原細胞の染色體との関係は大體推察し得られる。明らかに 29 個の染色體を数へる事が出来る (Figs. 6—7, Pl. I)。1 個の X-chromosome は常に V 字形をしてゐる。そしてその顯著な precession のために他の 28 個の tetrads とは同一の plane に表はれない (Fig. 8, Pl. I 及び Text-Fig. 3)。spindle fiber は常に V の apex に附着して、その apex を向けた方の pole に引かれて行く。即ち此の分裂に於ても X-chromosome は median fiber attachment を持つてゐるのである。



Text-Fig. 3. Early anaphase of primary spermatocyte division, side view; x, the sex chromosome.



Text-Fig. 1. Various forms of tetrads in diakinesis.



Text-Fig. 2. a, b. Diakinetic nuclei; a, early diakinesis, b, late diakinesis.

各 tetrads の anaphase に於ける daughter chromosomes の形を見ると、凡て V 字形をして spindle fiber はその apex に附着してゐる (Text-Fig. 3)。併し、これは眞の V 字形ではなく、telomitic の棒状染色體が spindle fiber の附着點で互に癒合したものと考ふべきものである。言ひ換へれば anaphase の染色體は duality を表はした棒状染色體なのである。従つて第二分裂では此の附着點から分れて行くのである。即ち第一分裂に於ても autosome の fiber attachment は telomitic である。

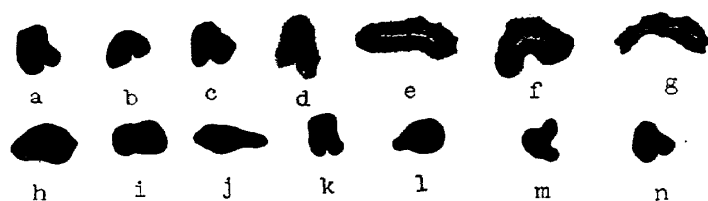
第一分裂 anaphase に於ける染色體の daughter complexes を pole から見ると二種の染色體數を数へる事が出来る (Fig. 9 a, b, Pl. I)。一方は 29 個で X-chromosome を含み他方は 28 個で X を含ま

ない。即ち此の分裂は X-chromosome について reductional である。X-chromosome は常に此の時期に他の autosome と同様に明らかな duality を表はしてゐる (Fig. 7a, Pl. I 及 Text-Fig. 3)。

或る種の直翅類で報告されてゐるやうな X-chromosome 間の linkage (*Mantis*, OGUMA, '21; *Gryllotalpa*, PAYNE, '16), 或は X-chromosome と autosome との linkage (*Hesperotettix*, McCLUNG, '17), 或は最近發表された autosome 間の linkage (*Brachytrupes*, TATEISHI, '31) 等は、少くとも筆者の取扱つた材料の範囲内では随分注意を拂つたけれども全く觀察されなかつた。従つてそれに歸因する染色体の numerical variation も見られなかつた。

#### IV 成長期に於ける性染色体 (Text-Fig. 4)

精母細胞の成長期に於ける X-chromosome は heteropycnosis なる特異な現象によつて、その形を各 stage にわたつて追究する事が出来る。Text-Fig. 4 に見られるやうに synaptic stage (d) から、ややその contour が粗になつて來



Text-Fig. 4 The sex chromosomes in the growth period. a, b, from protobroch nucleus; c, from leptotene stage; d, from synapsis; e, f, g, from pachytene stage; h, i, from diplotene stage; j, k, l, from confused stage; m, n, from diakinesis.

る。pachytene stage (e, f, g) になると明かな duality が表はれ、其の形はやや elongate される。diplotene stage (h, i), confused stage (j, k, l) になると再び condense して其の contour も滑らかになる。diakinesis

(m, n) に入るともう metaphase に見られるやうな V の形が明らかになつて來る。此の間 X-chromosome は常に nuclear membrane に attach して存在し、他の種類で知られてゐるやうな特別な vesicle を作る事はない。

#### V 第二精母細胞の染色体 (Figs. 10—13, Pl. I 及 Text-Fig. 5)

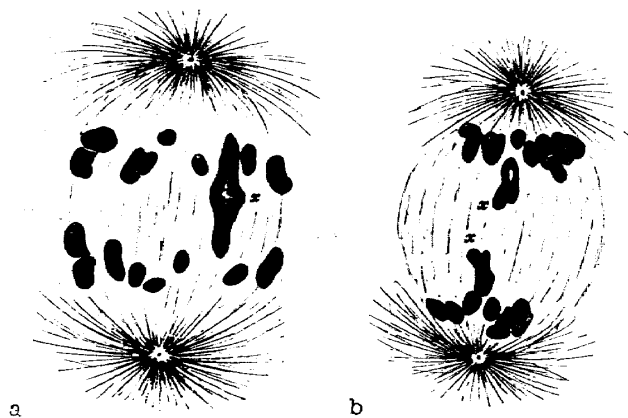
第一分裂によつて出來た二種の細胞は次の第二分裂に入る前に interkinesis の stage を経る。BAUMGARTNER ('04), BRUNELLI ('09) は *Gryllus* に於て interkinesis の際に X-chromosome が nucleus の外に特別な vesicle を作る事を報告してゐるが、マダラカマドウマの場合には直翅類一般に見られるやうに X-class の細胞にあつて、X はただ nucleus の内部で heteropycnosis の状態を呈してゐるのみである。

第二精母細胞に於ては二種の染色体數を含む equatorial plate を見る。その一は X を含むもので 29 個の dyads を有し (Fig. 10, Pl. I), 他は X を

含まない 28 個の dyads を有するものである (Fig. 11, Pl. I)。X-chromosome を除く他の dyads は凡て telomitic で、その spindle fiber の附着點を中心に向けて radial に配列してゐる。そして free end は互に相離れて著しい duality を見せてゐる。anaphase になると各 dyads は fiber の附着してゐる端から離れて各 pole に引かれて行く (Text-Fig. 5)。此の分裂は dyad の單なる separation で anaphase の daughter chromosomes を pole から見ると明らかな棒状染色體が見られる (Fig. 12 a, b, Pl. I)。

X-chromosome は此の分裂に於ても median fiber attachment を有し、anaphase にあつては明らかに他の autosome と區別され、V 字形をしてゐる (Text-Fig. 5, x)。又 daughter plates に於ても X は其の V-shape を保つてゐる (Fig. 13, x, Pl. I)。

第二分裂では X-chromosome は勿論 equational の分裂をする。X は分裂の際に、その形の大きいため、多少他の autosome におくれるやうである。



Text-Fig. 5. a, b. Side views of secondary spermatocyte anaphases; x, the sex chromosome.

## VI 摘 要

1. 精原細胞の染色體數は 57 個。56 個は telomitic で只 1 個 median の大形な V 字形染色體が存在する。性染色體は此の 1 個の V によつて代表される。雄は XO type である。

2. 雌の體細胞 (follicle cells) に於て、58 個の染色體が數へられる。56 個は telomitic で、2 個の大形な median の V 字形染色體が存在する。雄と比較して、この 2Vs が性染色體である事は明白である。

3. 第一分裂に於ては 29 個の染色體が數へられる。1 個の X は V 字形で、常に V の apex を向けた方の pole に顯著な precession をなす (preheterokinesis)。

metaphase では tetrads の構造は見られないが、diakinesis では明らかに rings, crosses, rods 等の tetrads が觀察される。chromosome-linkage は見られない。

4. 第一分裂の結果二種の第二精母細胞が生ずる。其の一は X を含む 29 個の染色體を有し、他は 28 個 (X を含まず) の染色體を有す。

X を除く dyads は凡て telomitic で、spindle fiber の附着點から離れて行く。X は median で、此の第二分裂では勿論 equational に分れて行く。

(VIII, 1931)

### 後 記

種類の同定は東大理學部動物學教室古川晴男氏によつたもので、茲に謹んで感謝の意を表するものである。

古川氏によるとマダラカマドウマの學名として今迄久しく行はれてゐた所の *Diestrammena marmorata* D. H. は *D. japonica*, KARNY と變更しなければならぬと言ふ。そして本種の正確なる産地は日本に限られたもので、SCHELLENBERG (13) が材料として用ひた *D. marmorata* は、實は 歐米に普通なクラズミウマ *Diestrammena (Tachycines) asynamorus*, ADELUNG の誤であると言つてゐる。

本稿の最初に書いた科名については松村博士著日本昆蟲大圖鑑によつたものである。

### (Résumé)

## The chromosomes of *Diestrammena japonica*, KARNY. (an orthopteran)<sup>1)</sup>

By

SajiRO MAKINO

(5 text-figures and 1 plate)

*Diestrammena japonica* is a rare wingless orthopteran which belongs to the family Stenopelmatidae. Under the old system of orthopteran taxonomy, it was included in the family Locustidae. I have wished to study the chromosomes of this insect for several years, owing to its interesting taxonomical position among the following orthopteran families, Gryllotalpidae, Gryllidae, Locustidae. This spring I had the opportunity to examine this material, some thirty specimens having been collected near Lake Shikotsu in Hokkaido.

The study of the germ cells of a species belonging to the same genus has

1) Contribution No. 15 from the Zoological Institute, Faculty of Science, Hokkaido Imperial University, Sapporo, Japan.

been SCHELLENBERG (1913). The observation of SCHELLENBERG, however, is based on the spermatogonial cells, mainly on the behavior of the accessory chromosome during prophase stages of the latter, while in the present study, the chromosomes of both spermatogonia and spermatocytes, and of the female cells as well, have been investigated.

The testes and ovaries were taken out of the live insects by vivisection and then fixed with FLEMMING's strong solution, HERMANN's mixture, and FLEMMING's weak solution without glacial acetic acid. As the testis of this insect is covered with a thin membrane, the best preservation of chromosomes is only to be obtained when the membrane is broken by means of fine needles, for the purpose of fast penetration of fixatives. Of the three kinds of fixatives given above, the last one is favourable for preserving spermatocyte chromosomes. Sections were cut 13-15 micra thick. For staining, HEIDENHAIN's iron haematoxylin with counterstaining of light green was applied.

### I. The chromosomes in the spermatogonia

The chromosomes of the spermatogonial metaphase arrange themselves radially upon the equator showing a rosette. The larger chromosomes take their position always in the peripheral part of the spindle and the smaller ones occupy the central part, surrounded by the former, as seen in Figs. 1-3, Pl. I.

After careful counting of well preserved equatorial plates, it has become clear that the spermatogonium possesses 57 chromosomes, 56 telomitic, straight or slightly curved rod-shaped, and 1 atelomitic V-shaped one, which lies always at the periphery of the equatorial plate. Compared with the female diploid chromosome garniture, the spermatogonium has only 1 atelomitic V-shaped chromosome instead of the 2 Vs in the female cell, as stated in the next section; hence it is suggested that this pairless V-shaped chromosome would be the sex chromosome. The sex chromosome complex, therefore, is a simple XO in the male.

The weak affinity for basic dyes of the sex chromosome in the metaphase or the formation of a chromosome vesicle of the latter in telophase are very often observed in orthopteran spermatogonia. In *Diestrammena*, however, both of these conditions could not be observed.

As a rule, the spermatogonial chromosome number of orthoptera is not more than 35, except in three cases. Two of the exceptional cases are 37 in *Leptynia* (SINETY, '01) and in *Ceuthophilus* (STEVENS '12), and the third is 47 in



*Stenopelmatus* (STEVENS, '09). 57 in *Diestrammena*, therefore, is the highest number ever known in orthoptera.<sup>1)</sup>

## II. The chromosomes in the somatic cells of female individuals

For confirmation of the female diploid chromosome groups, I selected the follicle cells as the material on account of the facility of study.

In the epithelium of the follicle several cells are in process of division, and some of them are available for the purpose of counting the complete set of chromosomes contained. In the metaphase plate we find constantly 58 chromosomes, 56 telomitic, straight or slightly curved rod-shaped, and 2 atelomitic V-shaped ones, which seem to be a homologous pair (Figs. 4-5, Pl. I). These 2 Vs represent the sex chromosomes, as readily determined in comparison with the spermatogonial chromosomes.

## III. The chromosomes in the primary spermatocytes

The chromosomes of the primary spermatocyte show, in the metaphase, a very condensed condition, in which the finer structure of the tetrads is not clear (Figs. 6-7, Pl. I). In early diakinesis, however, they evidently assume various forms of typical tetrad nature (Text-Figs. 1-2a); some of them rings, some crosses and rods. In the latter period of diakinesis, the condensation process of the tetrads advances and finally they become compact as seen in Text-Fig. 2b.

The primary spermatocyte metaphase shows 29 chromosomes, 28 tetrads of autosomes and 1 V-shaped sex chromosome (Fig. 6-7, Pl. I). Owing to its conspicuous precession the sex chromosome can not be arranged always in the same plane with the autosomes (Fig. 8, Pl. I & Text-Fig. 3), and consequently, it can be detected only by changing the focus, when the metaphase plate is observed from a pole. When the anaphase complexes are viewed from the pole, two kinds of daughter chromosome sets become very clear, one showing 29 of X-class and the other 28 of no X-class (Fig. 9, a, b, Pl. I). This fact indicates that the first division is reductional for the sex chromosome. The anaphase autosomes are all V-shaped, composed of two monads joined at one end where the spindle fibers attach (Text-Fig. 3).

The various cases of linkage between the spermatocyte chromosomes are described by several authors in some species of orthoptera (PAYNE, '16,

1) Recently PEHANI ('25) reported a large number; 60 in the oogonia of *Phasmod, Dixippus* but I am doubtful of his count owing to unsatisfactory preservation of the material.

McCLUNG, '17, OGUMA, '21, TATEISHI, '31). So far as many materials are concerned, these linkage conditions between chromosomes could not be observed, although careful research was made.

#### IV. The sex chromosomes during the meiotic prophase

Text-Fig. 4 shows the various features of the sex chromosome during the growing period. In the synaptic stage, it becomes rough in contour. It shows its double nature in conspicuous clearness and becomes narrower during the pachytene stage. But in the latter period of diakinesis, it takes smooth contour and compact form by condensation.

The sex chromosome is closely applied to the nuclear wall through the meiotic prophase stages, without forming peculiar vesicle.

#### V. The chromosomes in the secondary spermatocytes

There are two kinds of secondary spermatocytes. One has the X-element and shows 29 chromosomes (Fig. 10, Pl. I). The other possesses no X-element, thus having only 28 chromosomes (Fig. 11, Pl. I).

In the metaphase, every autosome dyad appears as two rods superimposed with the inner ends, where the spindle fibers attach. Each chromosome is so divided that it becomes two telomitic, rod-shaped daughter halves, resulting in the separation of each arm from its joints (Fig. 12, Pl. I & Text-Fig. 5). The sex chromosome, on the contrary, divides into two atelomitic, V-shaped daughter halves (Fig. 13, x, Pl. I & Text-Fig. 5, x). Throughout the metaphase division and anaphase as well, the sex chromosome follows slightly behind the autosomes. The second division is equational for the sex chromosome.

(17, August, 1931.)

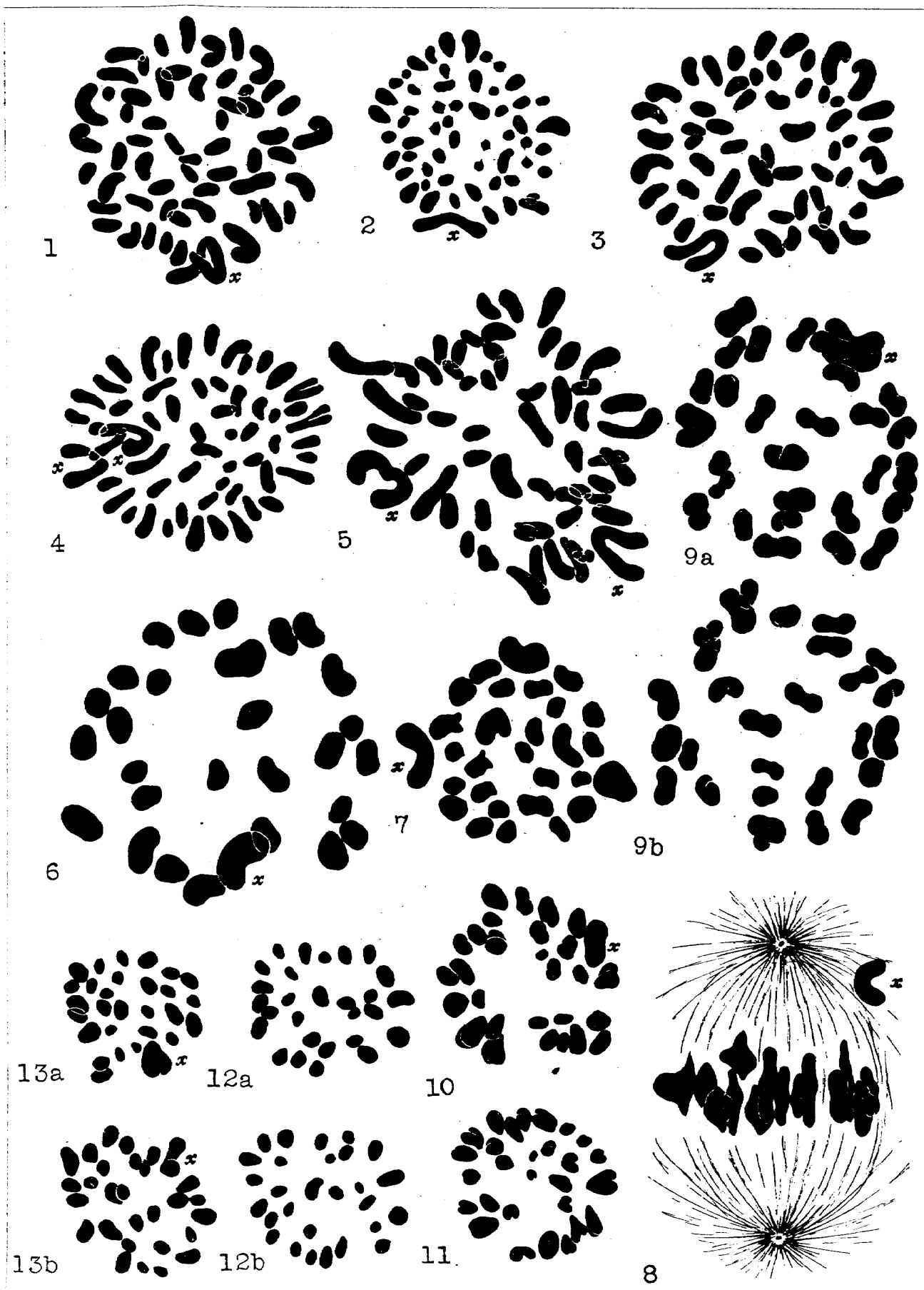
### Literature

1. BAUMGARTNER, W. J. (1904). Some new evidences for the individuality of the Chromosomes. *Biol. Bull.* 8.
2. HARUYAMA, S. (1927). 伊吹ギスの染色体について 動. 雑. 39
3. HARVEY, E. B. (1916). A review of the chromosome numbers in Metazoa, Pt. 1. *Jour. Morph.*, 23.
4. ITO, H. (1929). ミツモンカハゲラの染色体について 動. 雑. 41.
5. MACHIDA, J. (1917). The spermatogenesis of an orthopteron, *Atractomorpha beddii*. *Jour. Coll. Agr. Tokyo Imp. Univ.*, 6.
6. McCLUNG, C. E. (1914). A comparative study of the chromosomes in orthopteran spermatogenesis. *Jour. Morph.*, 25.

7. ——— (1917). Multiple chromosomes of *Hesperotettix* and *Mermiria*. *Jour. Morph.*, 29.
8. MINOUCHI, O. (1928). On the fixation of chromosomes in mammals and some other animals. *Jap. Jour. Zool.*, 1.
9. MINOUCHI & KISHIMOTO (1931). ショーリョーバツタの精子發生 動. 雜. 43.
10. OGUMA, K. (1921). The idiochromosomes of the Mantis. *Jour. Coll. Agr. Hokk. Imp. Univ.*, X.
11. ——— (1930). A comparative study of the spermatocyte chromosome in allied species of the dragonfly. *Jour. Facult. Sci. Hokk. Imp. Univ. Ser. VI. Vol. 1.*
12. OKA, T. (1928). The chromosome behavior in the spermatogenesis of *Oxya velox*. 動. 雜. 40.
13. OHMACHI, F. (1927). Preliminary note on cytological studies on Gryllodea. *Proc. Imp. Acad.* 3.
14. ——— (1929). On the chromosome-numbers and sex-chromosomes of four species of Gryllodea. *Proc. Imp. Acad.* 5.
15. ——— (1929). A short note on the chromosomes of *Gryllotalpa*. *Proc. Imp. Acad.* 5.
16. PAYNE, F. L. (1916). A study of the germ cells of *Gryllotalpa borealis* and *Gryllotalpa vulgaris*. *Jour. Morph.* 28.
17. PEHANI, H. (1925). Die Geschlechtzellen der Phasmiden. Zugleich ein Beitrag zur Fortpflanzungsbiologie der Phasmiden. *Zeit. wiss. Zool.* 125.
18. ROBERTSON, W. R. B. (1931). Chromosome studies II. Synapsis in the Tettigidae, with special reference to the presynapsis split. *Jour. Morph.*, 51.
19. SCHELLENBERG, A. (1913). Das accessorische Chromosome in den Samenzellen der Locustide *Diestrammena marmorata* DE HAEN. *Zeit. Zellf.* 11.
20. SCHRADER, F. (1928). *Die Geschlechtschromosomen.*
21. SCHRODER, CHR. (1927). *Handbuch der Entomologie.* P. 847.
22. TATEISHI, S. (1931). On the chromosome variations of formosan large crickets. *Jour. Soc. Trop. Agr. Taihoku Imp. Univ.* III.
23. WILSON, E. B. (1925). *The cell in development and heredity.*

### Explanation of Plate

- All the figures of this plate were drawn at the level of the desk on which the microscope was set, with the aid of Abbe's drawing apparatus under magnification in using Zeiss apochromatic objective 2 mm and compensating ocular K. 20, t. 1. 160 mm. x designates the X-chromosome.
- Figs. 1-3. Polar views of spermatogonial metaphase plates, 57 chromosomes.
- Figs. 4-5. Polar views of female diploid groups (follicle cells), 58 chromosomes.
- Figs. 6-7. Polar views of primary Spermatocyte metaphase plates, 29 chromosomes.
- Fig. 8. Side view of primary spermatocyte metaphase.
- Fig. 9 a, b. Polar views of the daughter sets of primary spermatocyte chromosomes in anaphase: a, X-class (29 chroms.), b, no X-class (28 chroms.)
- Fig. 10. Polar view of secondary spermatocyte metaphase plate, X-class, 29 chromosomes.
- Fig. 11. The same, no X-class, 29 chromosomes.
- Fig. 12 a, b. Polar views of the daughter sets of secondary spermatocyte chromosomes in anaphase: no X-class, 23 chromosomes in each plate.
- Fig. 13 a, b. The same; X-class, 29 chromosomes in each plate.



S. MAKINO del.