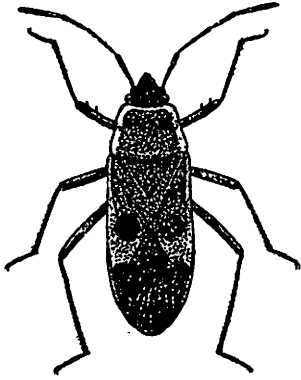


性染色体の発見史

竹 中 要



第1図 ヒメホシカメムシ

細胞の発見, 核の発見という生物学上の大発見がなされ, “細胞は細胞から”, “核は核から”という標語が生れるようになり, 核が遺伝と関係があることが, オスカー, ヘルトウィヒ, ウィズマン, ストラスブルガー等によつて唱えられるようになった。そして核からできる染色体の研究がすすんできて, この染色体が遺伝物質をもつていと推察された。しかしこの時代は19世紀の末であつて, まだメンデルの遺伝の法則は再発見されていなかった。

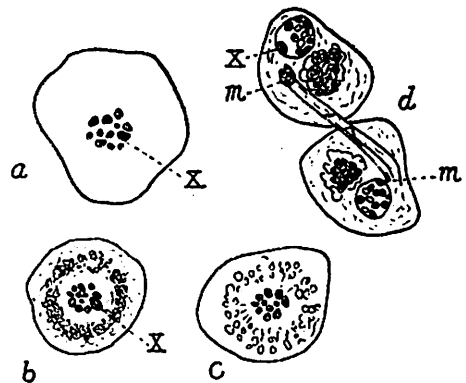
細胞分裂に先んじて現れる染色体, 生殖母細胞の減数分裂時の染色体の行動について, 多数の生物学者が強い関心をもつて観察をつづけている時代のことであつた。ドイツの細胞学者ヘンキング (HENKING) は半翅類の1種ホシカメムシ (*Pyrrhocoris*) の精子形成を研究している内に, 精母細胞の中に1個の特別な行動をする染色粒を発見した。そしてそれをもつものと, もたぬものとの2種の精子ができることを考えた。しかし彼はこれが性と関係のある染色体であるなどとは考えおよばなかつた。ただ仁のようなものと考えて記載したのであつた。しかしこの発見が性染色体発見の動機となつた。

ヘンキングがホシカメムシで特別な染色粒を発見する前にも先駆者はあつた。ローエンタール (LOEWENTHAL) は1888年にネコの染色体の研究で, サンフェリス (SANFELICE) も同年にネズミで, ラクジャンフ (LUKJANOW) は1889年に蛔虫の1種で, それぞれ特別な染色小体を見だした。しかしその意味については誰も気がつかなかつた。

ヘンキングがこの特別な染色粒を発見してから, にわかにこの方面の研究に興味をもつものが多くなつた。1895年にはウィルコックス (WILCOX) が直

翅類の *Caloptenus* で, 1896年にはワグナー (WAGNER) がクモ類で, 1897年にはモンゴメリー (MONTGOMERY) が半翅類の *Pentaloma* で, 1898年にはポールミャー (PAULMIER) も半翅類の *Anasa* で, それぞれヘンキングと同じような特別な染色粒を発見した。しかし, なおその意味については考えおよばなかつた。

ついで1899年に米国のマックラング (McCLUNG) が直翅類のツユムシの1種 *Xiphidium* の精母細胞を研究して, ヘンキングの見た染色粒にあたるものを見出した。そしてその発生過程を追及して, それが1個の特殊な染色体であることを知つた。彼はこれに特殊染色体 (*Accessory chromosome*) と名づけた。しかしこの特殊染色体は成熟分裂において2回分裂すると考え, 精子に2型ができるとは思わなかつた。彼はつづいて他の直翅類において, 同様な特殊染色体の研究をなし, 遂に1900年になつてバッタの1種 *Hippiscus* の詳細な研究の結果, この特殊染色体は第1成熟分裂においては分裂しない



第2図 ヘンキングの発見したホシカメムシ (*Pyrrhocoris apterus*) の特殊染色体要素 (ヘンキング模写)

- a: 精母細胞の第1分裂, Xは特殊染色体要素 (peculiar chromosome element)。
- b, c: 第2分裂の2娘核板, bにXがありcにない。
- d: 連結のとけぬ2精細胞, 一方のみXをもつ。



第3図 Dr. McClung

で、一方の娘細胞にはいることを知った。このため精子には、この特殊染色体をもつものと、もたぬものが半数ずつできることがわかった。同じ1900年にサットン (SUTTON) はバッタの1種 *Brachystola* で、あくる1901年にはドシネー (DE SINETY) がバッタの1種 *Orphana* で同様の発見をして、マックラングの研究を裏づけた。

この特別の染色粒とか特殊染色体とかいうのは、今日性染色体の早熟とか、異常凝縮とかのことで表現されているものである。

さて種々の曲折をへて、1901年にマックラングは、この特殊な行動をする染色体が性決定と関係しているのではないかと考え、“特殊染色体は性を決定するか”という論文をだした。それは動物の性比が概して1:1であり、しかも精子に2型が半々に存在することから推理したのであつた。これは嘗つてメンデルがネーゲリーに書き送つた手紙の内容に似ている。しかしマックラングがこの考えを発表した当時はメンデルの法則の再発見直後であつて、いまだ遺伝の法則さえ、一般の学者には知られていなかったから、マックラングがメンデルの雌雄性についての考えを知っている筈はない。したがつてマックラングの考えは独創的のものであるといえる。

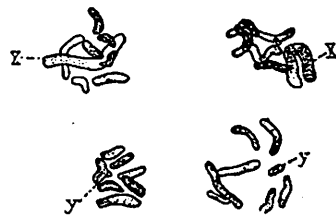
1902年にはマックラングは、この特殊染色体は性

の決定に直接的に関係をもつと決定的な論文をだした。彼は当時メス個体の染色体を研究していなかつたし、オスがこれを1個もつているので、これをもつた精子によつて受精された卵はオスになり、もたない精子によつて受精されたものはメスになると考えた。これは今日われわれが到達した結果とは逆である (因に彼はこの誤りを後で訂正した) が、彼が性決定と染色体とを関係づけずいた卓見は、その後の研究への道標となつた。

この優れたマックラングの見解に対して、反対する多数の人々がでた。ことにグロス (GROSS) は1904年と1906年の論文で、半翅類の *Syromastes* および *Pyrrhocoris* の染色体の研究から、精母細胞に見られる特殊染色体は、卵母細胞にも見られるもので、両性に同じとのべた。またウォールス女史 (WALLACE) は、1905年に特殊染色体をもつ精子のみが卵子を受精せしめ、もたないものは退化すると主張した。このような反対に対して、他方ではステブンス (STEVENS) は多くの鞘翅類と天竺鼠の研究 (1908) から、ウィルソン (WILSON) は半翅類の多数の研究 (1905~1912) から、性染色体の性決定機構を徹底的に研究し、確固不動の細胞学的基礎を与えた。

ウィルソンはこの性別に関係する特殊染色体にX染色体と名づけ、オスの細胞はそれを1個もつし、メスはそれを2個もつことを確めた。オスにはXの相手となる小さい染色体が存在することがあるが、それにY染色体の名を与えた。すなわち動物のメスは常に2Xであるが、オスには2型あつてX-YとX-Oである。したがつて卵は1種であるが、精子には2種あつて、Xをもつものともたないものである。

これ等の研究につづいて多数の動物についての研究がなされ、上記のようなメスがホモでオスがヘテロであるものに反対で、メスがヘテロで、オスがホ



第4図 スフェロカルプスの染色体 (アレン)

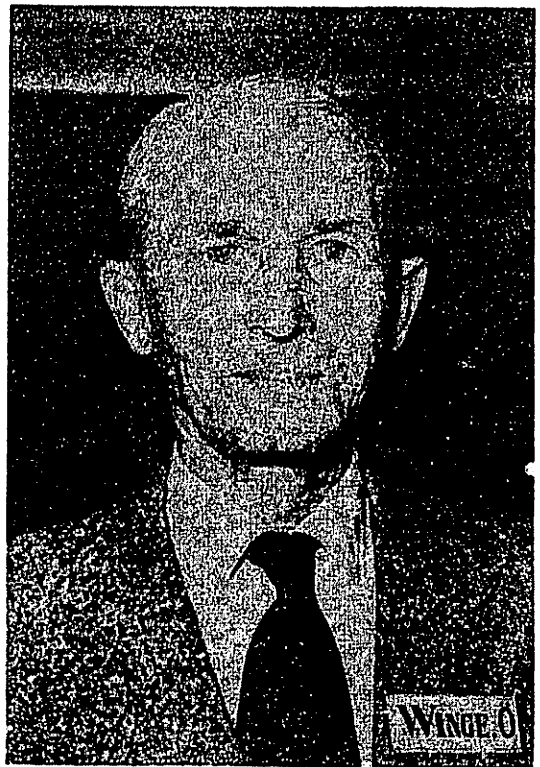
モであるものも見いだされた。この型のものをZ-WおよびZ-O型とよぶ。

ちょうどこの頃はメンデルの法則が再発見されて、

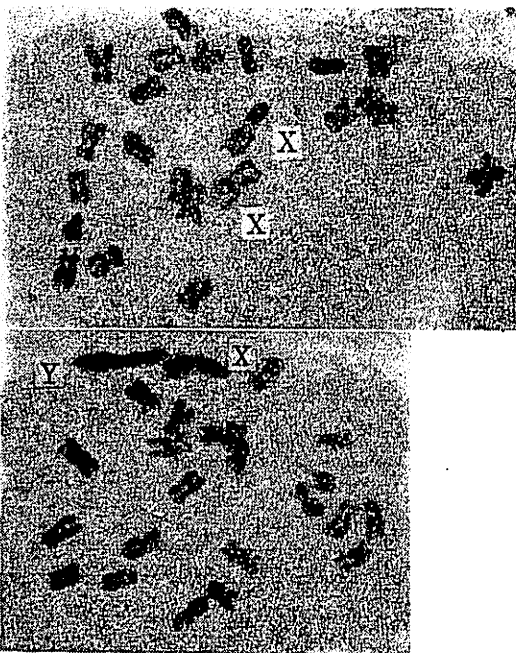
それが減数分裂における染色体の行動と平行的な現象であることが注目された時期であつた。この減数分裂についても、ウィルソンによると、ヘンキングはつぎのようなことを示唆している。すなわち彼は(1891)減数分裂過程は染色体が2個ずつ接合することによつてはじまり、その対をなす2個ずつの染色体が、後に離れることによつて終るといつている。この考えは後にモンゴメリー(1901)によつて発展させられた。モンゴメリーもこの当時はいまだメンデルの法則を知つてはいなかったが、昆虫の染色体の大きさの関係から、両親から相同の染色体が1組ずつきて、減数分裂によつて、それ等が配偶細胞にわかれていくことを知つたのである。この説は間もなくサットン(1902)によつて一層発展させられた。

このように性染色体の発見に深い関係をもつヘンキングは、減数分裂についても大きな貢献をなしているのである。

さて動物界に性染色体が発見され、いろいろの型のものが知られたのであるが、植物界ではなかなか性染色体が発見されなかつた。当時細胞学の最高権威ストラスブルガーは、動物界の研究に刺戟されて、種々の雌雄異株植物の染色体をしらべた。すなわちミズゴケ、ゼニゴケ、ヒロハノマンテマ(石竹



第5図 Dr. WINGE



第6図 ヒロハノマンテマの根端細胞
(上) ♀ 22a+2X (下) ♂ 22a+X+Y

科), プリオニア(瓜科), アサ, セイヨウヤマアイ, ホウレンサウ, ヤマノイモ, イチョウ等について研究したが、不結果に終つた。彼の門下ロス(ROTH)はスイバについて研究した。またザイクス(SYKES)も種々の雌雄異株植物について研究した。これらは1909~1910年の頃のことであつた。ストラスブルガーのような権威が研究して、不結果に終つたのであるから、植物界では性染色体の研究は半ばあきらめられて、興味を中心から遠ざかつていたのであつた。

しかるに1917年になつてアレン(ALLEN)はコケの1種 *Sphaerocarpus donnellii* で性染色体を発見し、ついでセーケ(SCHAKE)も *Sphaerocarpus texanus* で性染色体を報告した。

ところが1923年になると、いい合せたように世界各地で高等植物に性染色体の発見が続出した。すなわちフィリピンのサントス(SANTOS)がカナグモ(*Elodea gigantea*)で、英国のブラックバーン女史がヒロハノマンテマ(*Melandrium album*)で、デンマークのウインゲ(WINGE)がヒロハノマンテマ、ホップ(*Humulus lupulus*), カナムグラ



第7図 木原均博士(右)と小野知夫博士

(*H. japonicus*), セキシヨウモ (*Vallisneria*) で、日本の木原および小野がスイバ (*Rumex acetosa*) で、それぞれ性染色体を発見した。これを機にして世界各地で植物における性染色体の研究がさかとなり、日本では篠遠が多数の被子植物で性染色体を記載した。そして、かつてストラスブルガーによって検鏡されたプレパラートが再検されたが、ハイツ (HEITZ, 1925) はヒロハノマンテマの材料で性染色体を見いだしたのみならず、その点にストラスブルガーは、しるしをしていた、ということである。ストラスブルガーが用心深い 着実な人であつたことは、ひろく知られているが、このことが逆に植物界の性染色体の研究史を10年あまり遅らせたことは皮肉である。しかしいずれにしても、高等植物における性染色体の同時発見の栄誉を日本人がわけたことは嬉しいことである。

大正11年4月、盛岡高等農林学校を卒業したばかりの小野知夫氏は、笈を負つて上洛した。当時の京都帝国大学理学部植物学科で、郡場教授、木原講師の講座のもとで助手を拝命した小野氏は、まずミクロテクニク

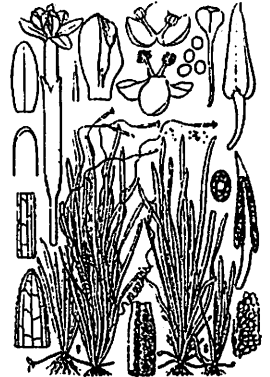


第8図 ヒロハノマンテマ

スイバの蕾の固定したものを与えられた。この材料は先年木原博士が大学の実験圃場の附近で採取して固定しておいたものであつた。性来器用で丹念な小野氏は立派なプレパラートを作つて覗いた。すると減数分裂第1中期に7個の染色体が見られたので、それを木原博士に報告した。ところが木原博士は先年同じ材料で8個の染色体を見ていたので、不思議に思つて検鏡した。約30分の後博士は大きな三連染色体を発見した。すなわち大きな染色体があり、その両端にそれぞれ1個ずつ染色体が接着しているのであつた。木原博士の頭の中には動物の性染色体の像が浮び上つた。そこで早速分類学の研究室に走り、スイバが雌雄異株植物であることを知り、ここで、上記のものが性と関連ある染色体であることに自信をえたのであつた。夏の間ほとんど葉をなくしているスイバも、秋となれば立派なロゼットを生ずるので、彼等は根端細胞の研究を開始した。そしてある株には染色体が14本で、ある株には15本であることを見た。14本のものには大きなV字型の染色体が2本あり、15本のものには大きなV字型の



ホップ



セキシヨウモ



スイバ

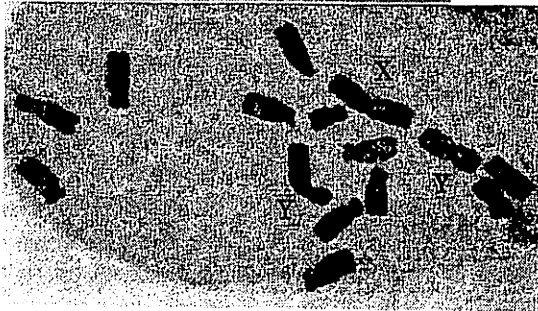
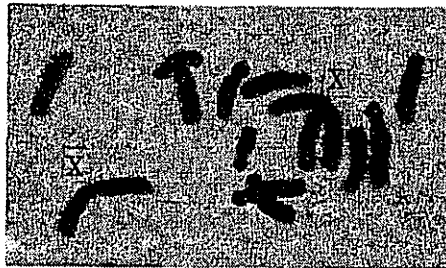


カナムグラ

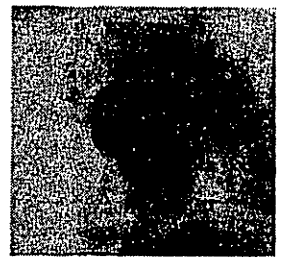
染色体が1本と、それよりやや小さいV字型のものが2本あることを見た。すなわち15本のは花粉母細胞で研究された結果と一致するからオス株であることは推察される。すなわちスイバでは、メスは $2n=14$ で、それは $12a+2X$ の染色体構成であり、オスは $2n=15$ で、 $12a+X+Y+Y$ の構成である。

早速1922年(大正11年)の秋には論文として植物学雑誌に投稿されたが、印刷されたのは翌年1923年となった。申すまでもなく昨秋根端を研究した材料の内、14の染色体数をもつものからは雌花が、15の染色体数のものからは雄花が開いた。

この発見を見ると、いかにも偶然のようであるが、小野氏の技術もさることながら、木原博士の頭が時代の先端をいつていたということが、この発見の母となっているのである。



第9図 スイバの根端細胞
(上) ♀ $12a+2X$ (下) ♂ $12a+X+2Y$



第10図 スイバの花粉母細胞三連染色体

当時の青年学徒小野氏は、申すまでもなく現在の東北大学第一教養学部主事小野知夫博士である。同氏は大正12年(1923)3月京都帝国大学の助手を辞して、東北大学理学部生物学科に入学し、一学生として仙台に赴いたのであった。

—国立遺伝学研究所 理博—

写真だより

オニユリの体細胞核分裂

小林

茂夫



オニユリの子房絨氈細胞核分裂中期側面観 (×200)

データ

材料：オニユリの子房絨氈細胞組織。
標本製作：シヤウジン液固定。パラフィン法によりミクロトームで約 12μ の厚さに連続切片を作る。ハイデンハイン鉄ヘマトキシリン染色後 アルコールで脱水し、キシロールを通して永久プレパラートにする。
撮影方法：1500倍に拡大したものを顕微鏡撮影装置により撮影する。

f 1.9, 露出5秒, ネオパン SS, 写真約 200倍

説明

体細胞核分裂中期側面観で、染色体が細胞の中央に赤道板を形成し、J字型の12対の相同染色体が、動物体を中心にしてたがいに対称の位置に並んでいる。なお撮影にあたり和歌山大学生物教室深瀬繁氏のお手をわずらわした。ここに感謝します。

—和歌山県那賀郡岩出町北大池 260—