

カイコの第23連関群地図の改訂

誌名	日本蠶絲學雜誌
ISSN	00372455
著者	中山, 光育 土井, 良宏 伴野, 豊
巻/号	57巻1号
掲載ページ	p. 53-56
発行年月	1988年2月

カイコの第23連関群地図の改訂

中山光育¹⁾・土井良 宏²⁾・伴野 豊³⁾

1) 福岡市南区・香蘭女子短期大学 (〒 816)

2) 福岡市東区・九州大学農学部 (〒 812)

(1987年7月3日 受領)

MITSUIKU NAKAYAMA¹⁾, HIROSHI DOIRA²⁾ and YUTAKA BANNO³⁾: Revision of the genetic map of the linkage group 23 in *Bombyx mori*

It was revealed that the mutant *Nd-t*, which had been mapped at 0.0 position on the twenty-third linkage group, was not a gene mutation but a chromosomal aberration of the type T(23;25)*Nd*. A series of crossing over experiments was carried out to revise the genetic map of the twenty-third linkage group. Heterozygous F₁ males of the type *Bph^B tub sp/Bph^C ++* were backcrossed to *Bph^B tub sp* females. The recombination value between *Bph* and *tub* obtained from the segregation in male larvae was 6.88%, whereas the value between *tub* and *sp* was calculated to be 15.98% based on the observation of female moths. Taking previously determined order of gene arrangement on the chromosome into consideration, the map units of the genes on the twenty-third linkage group were revised as follows: *Bph* (0.0), *tub* (6.9), *Pfl* (8.6), *sp* (22.9).
¹⁾Koran Women's Junior College, Minami-ku, Fukuoka 816;
²⁾Faculty of Agriculture, Kyushu University, Higashi-ku, Fukuoka 812)

カイコの第23連関群の基点にあてられてきた裸蛹 *Nd-t* が遺伝子突然変異ではなく、T(23;25)*Nd* の染色体附着であることが立証された。そこで第23連関群の地図を改訂するため、血液酸性ホスファターゼ *Bph*、樽蚕 *tub* 及び紡錘形卵 *sp* を用いて交叉実験を行った。その結果、*Bph-tub* 間 6.88%、*tub-sp* 間 15.98% の組換え価が得られた。既往の知見を参照すれば、本連関群の地図は *Bph* を基点として改めることが妥当であり、これら3遺伝子のほか幼虫型雌蛋白質遺伝子 *Pfl* が *tub* の右方1.7単位に占座しているものと判断される。したがって第23連関群所属遺伝子の座位はそれぞれ、*Bph* 0.0, *tub* 6.9, *Pfl* 8.6, *sp* 22.9 となる。

染色体数 $n=28$ のカイコにおいて、これまで第23連関群の基点にあてられてきた裸蛹 *Nd-t* は、第25連関群に所属する裸蛹 *Nd* の1交雑系から得られたもので形質の特徴も *Nd* と同じである(土井良ら, 1984)。著者らはこの *Nd-t* の成因、遺伝的性状の分析を行い、*Nd-t* は新生の遺伝子突然変異ではなく、*Nd* 遺伝子を担った第25染色体(部分)が第23染色体に附着した T(23;25)*Nd* であることを確認した(土井良ら, 1987)。現在、第23連関群には *Nd-t* 及び樽蚕 *tub* (土井良ら, 1980) のほか、

血液酸性ホスファターゼ *Bph* (藤森ら, 1984)、紡錘形卵 *sp* (土井良ら, 1984)、幼虫型雌蛋白質 *Pfl* (伴野ら, 1987) の諸遺伝子が知られているが、いずれも座位決定に当っては直接或いは間接的に *Nd-t* が基準として用いられている。一般に転座、附着などをもつ異常染色体との対合により得られる組換え価は、特に融合点附近の遺伝子間で低率になることが明らかにされている(Dobzhansky, 1931)。したがって *Nd-t*、その実 T(23;25)*Nd* を基点にあててきた第23連関群の地図が改訂を要するのは当

然であるが、単純に *Nd-t* を除くことによって遺伝子間の距離を正しく表わし得ないものと推察される。

そこで著者らは新たに第23連関群所属の諸遺伝子間での交叉実験を行い、本連関群地図の基点を *Bph* に改めると共に、各遺伝子の座位を決定したのでここに報告する。

材料と方法

供試した系統はいずれも九州大学農学部において保存、或いは育成されたものであるが、以下に形質の概要を記述する。

樽蚕：幼虫の胸部環節が短く体の中央部が膨満するため、全体として紡錘形を呈する劣性形質である。遺伝子記号は *tub* とされている（土井良ら、1980）。

紡錘形卵：卵の両端が尖り細長く、卵面が隆起する。劣性、偽母性遺伝をなし、遺伝子記号は *sp* である（Toyama, 1912）。

血液酸性ホスファターゼ：ゲル電気泳動で陽極側への易動度の速い順に A, B, C, D, E の5種の活性バンドと活性を欠く0型の変異があり、それぞれ共優性の *Bph* 複対立遺伝子群に支配される（Yoshitake and Akiyama, 1964; 高浜・江口, 1984）。

交雑実験：育成済みの第23連関群に所属する劣性遺伝子 *tub* 及び *sp* を共に有する二重劣性系統 w23 を用いた。調査の結果、w23 系統の血液酸性ホスファターゼは B 型 (*Bph^B*) であったので、同アイソザイム C 型の正常形質系統として c04 を選び、両系統間で交雑実験を行った。すなわち、*Bph^B tub sp* × *Bph^C ++* の交雑 F₁ 雄を *Bph^B tub sp* の雌に戻し交雑して12区を1蛾育てた。その5齢盛食期に雌雄及び+と *tub* との幼虫体形について分別し、雌個体は上簇して羽化後に卵形を調査した。雄幼虫は個体別に採血して電気泳動を行い、*Bph* の成分型を調査したが、実験の都合上、供試し得たのは9蛾区についてのみであった。

血液酸性ホスファターゼの電気泳動分析：まず、個体別に採血した血液試料を濃度 6.5%、幅 12cm、厚さ 1mm のアクリルアミドゲルを支持体とし、pH 8.6 のトリス・グリシンを泳動用緩衝液に用いて、垂直スラブゲル電気泳動を行った（伴野ら、1987）。

泳動後における *Bph* アイソザイムの検出は Yoshitake and Akiyama (1964) の方法に準じて行った。

結果と考察

まず *tub sp* の二重劣性系統 w23 の血液を用いて電気泳動分析を行った結果、酸性ホスファターゼは易動度が比較的速い B 型 (*Bph^B*) であった。そこで九州大学保存の正常体形 (+*tub*)、正常卵形 (+*sp*) 系統の中から *Bph* に関し B 型よりも易動度の遅い C 型 (*Bph^C*) の c04 系統を選んで、両系統間で交雑を行った。w23 (*Bph^B tub sp*) と c04 (*Bph^C ++*) との交雑 F₁ は、全個体が幼虫体形正常で、血液酸性ホスファターゼは B 型と C 型とを共に有する BC 型であり、雌蛾の産下卵は正常形であった。その交雑 F₁ の雄を w23 系統の雌に戻し交雑し、12区を1蛾育てて形質分離を調査した結果を一括して Table 1 に示す。表中、*Bph* に関する分離は12区中の9区における雄個体についての5齢盛食期時点での調査結果であり、*sp* に関する分離は12区全部の雌個体の産下卵について調査したものである。*Bph* 型の調査数は1351頭であるが、この結果から *tub-Bph* 間の組換え価を算出すると 6.88% である。一方、雌蛾総数1351頭についての卵形調査結果から *tub-sp* 間の組換え価を求めれば 15.98% となる。

本交雑系は交配形式上では3点実験の形をとってはいるものの、幼虫体形変異 *tub* に関する形質別に *Bph* の分離は雄個体について、*sp* の分離は雌個体について、それぞれ独立に調べたものであり、3点

Table 1. Crossing over experiment between *Bph*, *tub* and *sp* (*Bph^B tub sp* ♀ × *Bph^B tub sp/Bph^C ++* ♂)

Body-shape	<i>Bph</i> -isozyme		Egg-shape	
	BC	BB	+	<i>sp</i>
+	657	46	662	101
<i>tub</i>	47	601	115	473

In electrophoretic analysis of the *Bph* isozymes male larvae were used, and the *sp* character was observed on the eggs laid by the emerged females.

実験にはなり得ていない。本来ならば雌個体を用いて *Bph*, *sp* の両形質について個体毎に対応させて調査しなければならない。しかし, *sp* は卵形異常という形質の特性上から雌蛾の産下卵, 或いはせいぜい蛹末期の開腹調査によってはじめて認知することが可能となる。ところがその時期では血液酸性ホスファターゼの活性は微弱になり, 電気泳動的検出は困難である。それ故, 理論的には5齢盛食期の血液試料と羽化した雌との個体対応が可能のように処置した上で両形質を調査すればよいのであるが, 実際上では交交実験には多数の個体を取扱う必要があるため, その実施は極めて困難である。そこで次善の策として, 同一区に分離した雄個体と雌個体について別個に2遺伝子間での組換え価を求める方法をとったのであるが, 本実験の結果のみからでは *tub*, *sp*, *Bph* 3 遺伝子の配列順序を決定することはできない。

しかしながら, ここでは便宜上 *Nd-t* と表示する T(23; 25) 染色体上の *Nd* 遺伝子を基準に用いた交交実験において, *Nd-t-Bph-tub* (藤森ら, 1984) 及び *Nd-t-tub-sp* (土井良ら, 1984) の順に配列していることが明らかにされている。18.2 位とされてきた *Bph* 遺伝子も, さらに右方 28.9 位とされた *sp* 遺伝子も共に第23連関群の *Nd* とは独立であるので, 第23染色体に座乗していることは確実である。一方, T(23; 25) *Nd* 染色体はほぼ完全な第23染色体と第25染色体とが附着したものであって (中山ら, 1986), この附着染色体における両者の融合点はこれまで第23連関群の基点とされてきた *Nd-t* と 19.8 位とされている *tub* との間の *tub* 座の近傍である (土井良ら, 1987)。また, 現行地図上, 第25連関群は *Nd* を基点とし *oy* 座が 17.6 の位置であるが (土井良ら, 1985), 著者らが附着染色体の構成を解明するため別に行った実験によれば, *oy* 座の近傍で第23染色体と接着している (発表準備中)。これらの事情を総合すると, *Bph* 座が第23染色体の一方の末端, 或いは少なくともその近傍であるとみて差支えないであろう。したがって第23連関群の地図は *Bph* を基点 0.0 位とし, *tub*, *sp* の順に配列しているとするのが妥当であると言える。組換え価は *Bph-tub* 間 6.88%, *tub-sp* 間 15.98% であるので, *tub* 座が 6.9, *sp* 座が 22.9 となる。

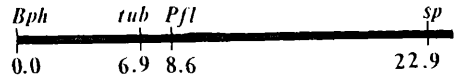


Fig. 1. Revised map of the twenty-third linkage group of *Bombyx mori*.

本連関群にはこれら3遺伝子のほか, 幼虫型雌蛋白質遺伝子 *Pfl* が座乗している (伴野ら, 1984)。伴野ら (1987) はさらに *Pfl* 遺伝子の座位を決定するため *Bph* 及び *tub* を基準に用いて, 附着染色体を持たない正常系統との間で交交実験を行い, 組換え価として *Bph-tub* 間 6.39%, *tub-Pfl* 間 1.68%, *Bph-Pfl* 間 8.07% の実験値を得た。その調査個体数は 829 頭であるが, *Bph-tub* 間の組換え価は本報における値と極めてよく合致している。それ故, *Pfl* 遺伝子は第23連関群上, *tub* の右方 1.7 単位, すなわち 8.6 とすることができる。以上を要するに第23連関群の地図は Fig. 1 に示すように改訂されなければならない。

上記の自由な第23染色体相互の対合により得られた諸遺伝子間の組換え価は, 既報の T(23; 25) *Nd* 附着染色体と自由な第23染色体 (+第25染色体) との対合による組換え価よりも有意に高い値になっている。すなわち, 前出の藤森らによる *Bph-tub* 間の組換え価が 1.25% であるのに対して本報の値は 5.5 倍, 伴野らの値は 5.1 倍にも及び, *tub-sp* 間での組換え価は土井良らによる 9.07% の 1.8 倍である。このことは遺伝学上広く認められている転座染色体との対合による組換え価が逆位, 欠失などの場合と同様に正常な値よりも有意に低下するという知見と合致するものである。特に *Bph-tub* 間での組換え価の低下が *tub-sp* 間における低下よりも格段に顕著であることは, *Bph* 座が第23染色体のほぼ左端であり, 第25染色体との附着点に近いとする見解を裏づけるものであろう。結局, 異常染色体との組合せにおける組換え価の低下はその融合点附近の遺伝子間で顕著であり, 遠ざかれば組換え価への影響は軽減するのである。

文 献

- 伴野 豊・河口 豊・徐 孟奎・土井良 宏(1984):
日蚕雑, 53, 549-550.
伴野 豊・河口 豊・徐 孟奎・土井良 宏(1987):

- 日蚕雑, 56, 106-108.
- DOBZHANSKY, TH. (1931): Amer. Nat., 65, 214-232.
- 土井良 宏・河口 豊・中山光育 (1984): 日蚕雑, 53, 513-518.
- 土井良 宏・木原 始・永井長利 (1980): 日蚕雑, 49, 521-524.
- 土井良 宏・中山光育・伴野 豊・河口 豊 (1987): 日蚕雑, 56, 220-225.
- 土井良 宏・中山光育・河口 豊・木原 始 (1985): 日蚕雑, 54, 222-226.
- 藤森胡友・清水久仁光・榎島守利 (1984): 日蚕雑, 53, 181-182.
- 中山光育・伴野 豊・土井良 宏 (1986): 九州蚕糸, 17, 65.
- 高浜洋一・江口正治 (1984): 日蚕関西講要, (50), 15.
- TOYAMA, K. (1912): Biol. Zentralbl., 32, 593-607.
- YOSHITAKE, N. and AKIYAMA, M. (1964): Jpn. J. Genet., 39, 26-30.