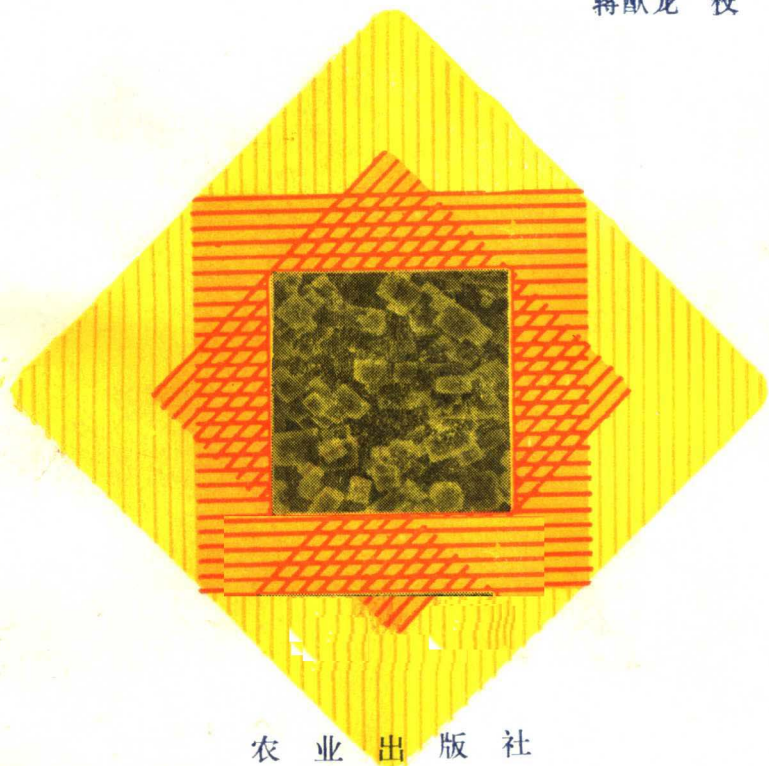


[日] 北条舒正 主编

蚕丝的形成和结构

徐俊良 周耀祖 孟智启 陆建利 译

蒋猷龙 校



农业出版社

蚕丝的形成和结构

〔日〕北条舒正 主编

徐俊良 周耀祖
孟智启 陆建利 译
蒋猷龙 校

农业出版社

蚕丝的形成和结构

〔日〕北条舒正 主编

徐俊良 周耀祖 译
孟智启 陆建利

蒋猷龙 校

* * *

责任编辑 范 林

农业出版社出版 (北京市朝阳区农展馆北路2号)
新华书店北京发行所发行 农业出版社印刷厂印刷

787×1092mm32开本 12.375印张 271千字

1990年12月第1版 1990年12月北京第1次印刷

印数: 1—970册 定价 6.40元

ISBN 7-109-01243-3/S·886

译 校 者 序

日本1980年信州大学纤维学部出版北条舒正主编的《缂蚕丝的结构》一书，集日本蚕丝学术界各领域的专家，分别以最新成就，或从生物学角度论述吐丝昆虫的种类、吐丝机制和蚕丝特性，或从物理学角度论述蚕丝的特性，又从加工和丝织物角度论述丝和丝织物的染色和服用性能等，为蚕业和丝绸业提供重要的科研资料。我们从蚕业角度，选译其中可饲养蚕、育种、烘茧和缂丝实践参考的章节，定书名为《蚕丝的形成和结构》。值此我国注重于提高茧质、丝质之际，本书之出版，将对祖国蚕丝科技和生产有所促进，是所企盼。限于译校者水平低浅和专业知识有限，错误之处，敬希指正。

译校者

目 录

第一部分 丝的生物学

一、日本产的野生吐丝昆虫…… 小山长雄 官田 渡 (1)	
(一) 日本产野生吐丝昆虫的种类	2
(二) 各种说明	4
二、家蚕丝腺的生理和遗传	
..... 田中一行 武井隆三 长岛荣一 (20)	
(一) 丝腺的发生	20
(二) 丝腺的生长	21
(三) 桑叶成分和丝蛋白质	26
(四) 饲养环境和丝蛋白质的生成	29
(五) 射线对丝腺的影响	31
(六) 丝蛋白的分泌和移动	31
(七) 丝腺和茧色素	35
(八) 菲氏腺的机能	36
(九) 结束语	36
三、丝蛋白的变异及其遗传控制	
..... 蒲生卓磨 (38)	
(一) 前言	38
(二) 含有二硫键的丝蛋白质	39
(三) 丝蛋白质种类和分泌部位	40
(四) 与丝蛋白合成有关的突然变异	43
(五) 丝素的遗传变异	44
(六) 丝胶的遗传变异	46

(七) 结束语	51
四、蚕茧的光线反射性..... 泷泽达夫 (53)	
(一) 前言	53
(二) 蚕茧的光线反射量	53
(三) 蚕茧的光泽	57
(四) 茧的褶皱和光线反射性	59
(五) 结束语	60
五、丝腺的超微形态..... 赤井 弘 (61)	
(一) 前言	61
(二) 丝腺的组织形态	61
(三) 丝腺的超微形态和分泌	64
(四) 丝腺的成长和内分泌控制	77
(五) 结束语	79
六、丝素的生物合成..... 志村宪助 (80)	
(一) 前言	80
(二) 丝腺的丝素合成量	80
(三) 丝素的合成反应	82
(四) 丝素合成的调节	91
(五) 结束语	97
七、丝素的分子量和亚单位结构..... 田代 裕 (99)	
(一) 前言	99
(二) 丝素的沉降分析与分子量	99
(三) 液态丝的丝素	101
(四) 丝素的亚单位结构	111
(五) 丝素的电镜观察	119
(六) 结束语	122
八、丝蛋白生物合成的分子遗传学..... 坂口文吾 (123)	
(一) 前言	123
(二) 丝蛋白的氨基酸组成中推定的mRNA特性	124

(三) 丝蛋白质、特别是丝素mRNA的分离鉴定及其特性	126
(四) 与丝蛋白合成相关的基因	128
(五) 丝素基因的转录	137
(六) 丝蛋白生物合成过程中的调节	140
(七) 结束语	142

第二部分 丝的物理学

一、丝的力学性质	饭塚英策 (143)
(一) 蚕丝力学性质与纤度的关系	143
(二) 丝胶的力学性质	147
(三) 蚕丝力学性质的种属特异性	148
二、蚕丝的微细结构	松村初太郎 (151)
(一) 前言	151
(二) 利用离子蚀刻对家蚕的丝微细结构的观察	151
(三) 利用离子蚀刻对家蚕茧丝和野蚕茧丝微细结构的观察	152
(四) 结束语	157
三、丝纤维及其微茸纤维的微细结构	皆川 基 (158)
(一) 前言	158
(二) 蚕丝形态的微细结构特性	158
(三) 微茸纤维的微细结构	174
四、丝的微细组织及其物理特性	石川 博 (181)
(一) 前言	181
(二) 丝的纤维化特色	181
(三) 丝的定向性	182
(四) 丝的结晶性	184
(五) 丝的结晶性、定向性和机械性质	188
(六) 球晶和空孔	194

(七) 结晶区的崩溃和再生	195
(八) 结束语	196
五、丝的变形和结构形成	平林 洁 (198)
(一) 前言	198
(二) 收缩引起的结构变化	198
(三) 有机溶剂对丝的作用	201
(四) 丝的热性质	206
(五) 因延伸引起的结构变化	209
(六) 生丝的伸度	213
(七) 结束语	216
六、丝素的 α 结构	小西 孝 (218)
(一) 前言	218
(二) 实验的结果和讨论	218
(三) 结束语	227
七、丝的结晶结构	笠井畅民 (238)
(一) α -结构丝	231
(二) β -结构丝	232
(三) 野蚕丝素	244
(四) 其它结构丝	249
八、液态丝蛋白的结构	饭塚英策 (251)
(一) 丝素的二级结构	251
(二) 液态丝结构	255
(三) 丝胶的二级结构	260
(四) 丝蛋白二级结构的种属特异性	261
九、茧丝的形成机制	饭塚英策 (267)
(一) 再生丝素的机械变性	269
(二) 家蚕的吐丝机制	275
(三) 影响纤维化的种种要因	285

第三部分 丝的化学

一、丝素的化学结构	志村宪助 片方阳太郎(289)
(一) 前言	289
(二) 丝素的氨基酸组成	291
(三) 丝素的分子量	292
(四) 丝素的结晶部	295
(五) 丝素的非结晶部	298
(六) 对丝素结构的研究	306
二、野蚕丝的化学与结构	小松计一(308)
(一) 野蚕的种类	309
(二) 野蚕茧的特性	309
(三) 野蚕茧层的组成	311
(四) 丝胶的氨基酸组成	317
(五) 丝素的氨基酸组成与化学结构	320
(六) 野蚕丝素的分子形态与结晶构造	324
(七) 野蚕丝的形态和在力学上的特性	327
(八) 结束语	331
三、丝胶的化学与结构	小松计一(333)
(一) 丝胶的构成蛋白质与分子量	334
(二) 丝胶的溶解特性和层状结构	339
(三) 丝胶的氨基酸组成与化学结构	346
(四) 丝胶的分子形态与变性	351
(五) 丝胶的结晶构造与多级结构	362
(六) 结束语	370
四、作为丝纤维模式的聚氨基酸纤维	
.....	西 则雄 野口顺藏(372)
(一) 前言	372
(二) 聚- α -氨基酸纤维的调制法	373

(三) 聚氨基酸纤维的性质	379
(四) 今后的展望	384

第一部分 丝的生物学

一、日本产的野生吐丝昆虫

小山长雄 官田 渡

所谓吐丝昆虫，种类很多，若就其吐丝目的来划分，大致可分为以下三项：

1. 保持体位的：鳞翅目的凤蝶科和粉蝶科等昆虫，在化蛹时，有用丝将身体固着在其他物体上的习性。蛹是裸蛹，通常叫做带蛹。

2. 转移位置的：鳞翅目，特别是蛾类的幼虫，是以丝来悬挂自己的身体，借丝条的摆动而移动位置。

3. 保护身体的：蛾类的稚龄幼虫，往往结网而生活，美洲白蛾就是很好的例子，这种习性似乎也有保持群体的意义，但也许主要是为了保护自己的身体。

膜翅目的小茧蜂类，寄生于昆虫，化蛹时钻出寄主体外而作茧，毛翅目中的多数昆虫在水中把石子之类缀合一起作成茧子。鳞翅目是吐丝机能十分发达的种群，特别是枯叶蛾科、蓑衣蛾科、天蚕蛾科和蚕蛾科等的幼虫作茧，这些昆虫都是由幼虫的吐丝管吐丝的，但是纺脚目昆虫的吐丝管生在脚的跗节上，从这里吐丝，这种事例是极为罕见的。

一般认为茧子不仅有很好的保护身体的功能，而且还对

温热代谢具有较大的影响。

大家知道，人类利用的茧子最具代表性的是家蚕茧，天蚕茧和柞蚕茧也有利用价值。蓑衣蛾的茧虽然也用于制造钱包和女式的手提包之类的小物件，但是没有珍奇的价值。

以上所述，昆虫的吐丝都是属于消极方面的作用，而没有象蜘蛛那样具有攻击和捕食的积极方面的意义。

(一) 日本产野生吐丝昆虫的种类

昆虫吐丝，毋庸置疑，主要是鳞翅目蚕蛾科的家蚕和天蚕蛾科的柞蚕。

所谓吐丝昆虫，或纺丝虫，虽然不是分类学上的名称，但是被广泛地作为实用上的种群名来理解。须田在《野生吐丝虫论》一书中也包括枯叶蛾科，八木在野生吐丝虫的总论中，记述了日本产的野生吐丝昆虫，但是仅限于天蚕蛾科的幼虫。

后来再没有见到过有关这个种群的总论。我们将吐丝昆虫限于蚕蛾科和天蚕蛾科的种，归纳如下（表1）。

表1 日本的野生蚕

科 学 名	分 布	利 用
Bombycidae (蚕蛾科)		
1. <i>Bombyx mori</i> Linnaeus (家蚕)	日本全国	缂丝
2. <i>B. mandarina</i> Moore (桑蚕, 野蚕)	本州、四国、九州、对马	缂丝
3. <i>Oberthueria falcigera</i> Butler (大拟桑蚕)	北海道、本州、九州、四国	
4. <i>Pseudandracra gracilis</i> Butler (拟钩翅蛾)	本州、四国、九州	

(续)

科 学 名	分 布	利 用
5. <i>Prismosticta hyalinata</i> Butler (透翅蚕) Saturniidae (天蚕蛾科)	本州、四国、九州	
1. <i>Attacus atlas atlas</i> Linnaeus (大乌柏蚕)	西表岛 屿那国岛 石垣岛	纺纱
2. <i>Samia cynthia pryeri</i> Butler (栲蚕) <i>S. cynthia walkeri</i> C. et R. Felder (栲蚕)	全日本 (亚种) 对马	外科缝线, 纺纱 外科缝线, 纺纱
3. <i>S. cynthia ricini</i> Donovan (蓖麻蚕)	有时在日本饲养	缂丝、纺纱
4. <i>Rodinia fugax fugax</i> Butler (薄手天蛾) <i>R. fugax diana</i> Oberthur (薄手天蛾)	本州、四国、九州 (亚种) 北海道	
5. <i>R. jankowskii hattoriae</i> Inoue (黑薄手天蛾) <i>R. hokkaidoensis</i> Inoue (黑薄手天蛾)	本州、四国 (亚种) 北海道	
6. <i>Antheraea yamamai yamamai</i> Guérin-Meneville (天蚕蛾) <i>A. yamamai yoshimotoi</i> Inoue (天蚕蛾)	北海道、本州、四国、九州、对马、伊豆 (亚种) 奄美 冲绳岛	缂丝 缂丝
7. <i>A. pernyi</i> Guérin-Méneville (柞蚕)	有时在日本饲养	缂丝
8. <i>Dictyoploca japonica japonica</i> Moore (樟蚕, 栗蚕) <i>D. japonica arisana</i> Shiraki (樟蚕)	北海道、本州、四国、九州、对马、伊豆 (亚种) 奄美 对马	纺纱、外科缝线 纺纱、外科缝线
9. <i>Caligula boisduvallii jonasii</i> Butler (乔氏天蚕蛾)	本州、四国、九州、对马、屋久岛	

(续)

科 学 名	分 布	利 用
<i>C. boisduvallii fallax</i> Jordan (乔氏天蚕蛾)	(亚种)北海道	
10. <i>Eriogyna pyretorum</i> Westwood (枫蚕)	日本曾经饲养	外科缝线
11. <i>Actias artemis artemis</i> Bremer & Grey (大水青蛾)	(亚种)北海道	纺纱
<i>A. artemis aliena</i> Butler (大水青蛾)	本州、四国、九州、对马、八丈岛、种子岛、屋久岛、	纺纱
12. <i>A. gnoma gnoma</i> Butler (长尾水青蛾)	本州	纺纱
<i>A. gnoma tomariactias</i> Butler (长尾水青蛾)	(亚种)北海道、对岛	纺纱
<i>A. gnoma miyatai</i> Inoue (长尾水青蛾)	(亚种)伊豆	纺纱
13. <i>Loepa katinka sakaei</i> Inoue (齿车天蚕蛾)	奄美 冲绳岛	
14. <i>Aglia tau microtau</i> Inoue (虾夷四目大蚕蛾)	本州、四国、九州、	
<i>A. tau japonica</i> Leech (虾夷四目天蚕蛾)	(亚种) 北海道	

其结果是，蚕蛾科有4个属5个种，而天蚕蛾科有9个属13个种生活在日本。但是，枫蚕并非日本原产，是从中国海南岛移入中国的台湾饲养之后，才引进日本饲养的。

(二) 各种说明

1. 蚕蛾科 (Bombycidae)

(1) 家蚕蛾 (*Bombyx mori* Linnaeus)(略)(图1)

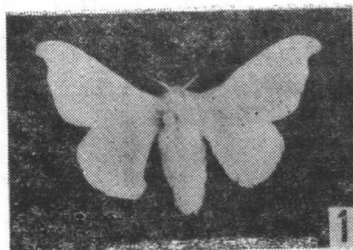


图1 家蚕蛾

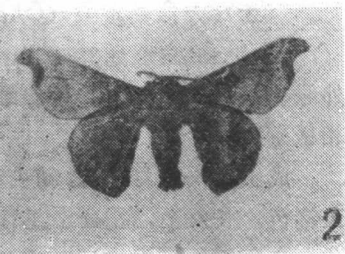


图2 桑蚕蛾

(2) 桑蚕(*Bombyx (mori) mandarina* Moore) (图2) 成虫展翅32—45mm, 暗褐色, 前翅有颜色稍深的内外2条横线, 亚外缘线弯曲成细“S”字形, 其外侧呈细浅色, 翅端部有暗色的半月纹, 一看就能同家蚕蛾相区别。幼虫虽与家蚕相似, 但体暗灰褐色, 散布复杂斑纹, 白天多数静止在枝条上, 夜间食桑。染色体数, 家蚕为 $n=28$, 桑蚕 $n=27$, 从这些情况及其他一些习性上的不同点来看, 可说与家蚕为不同的种, 但从两者的杂交种可以累代饲育来看, 可说是家蚕的亚种。

以桑蚕作为家蚕的亚种时, 学名为 *Bombyx mori mandarina* Moore。

当作独立的种时, 学名为 *Bombyx mandarina* Moore。

笔者等看作是独立的种, 拟使用后者的 *Bombyx mandarina*。如若使用前者的 *Bombyx mori mandarina* 时, 当然家蚕的学名就成为 *Bombyx mori mori* Linnaeus。再者包括在别的属 *Theophila*, 虽然也有使用 *Theophila mandarina* Moore 的, 但现在还不能认为妥当。在中国台湾则产 *Bombyx formosana* Matsumura。

(3) 大拟桑蚕蛾 (*Oberthueria falcigera* Butler)

(图 3) 成虫展翅38—46mm, 与桑蚕相似, 但前后翅的外缘呈锯齿状, 在前翅外缘端部没有半月纹, 这点可同桑蚕相区别。

成虫在7—9月出现, 幼虫和蛹的形态均与下述的种相似。茧褐色, 长2cm, 宽1cm左右。

众所周知, 在中国的台湾还有齿形拟桑蚕蛾 (*O. formosibia* Matsumura), 朝鲜和中国有波形拟桑蚕蛾 (*O. caeca* Oberthiir)。

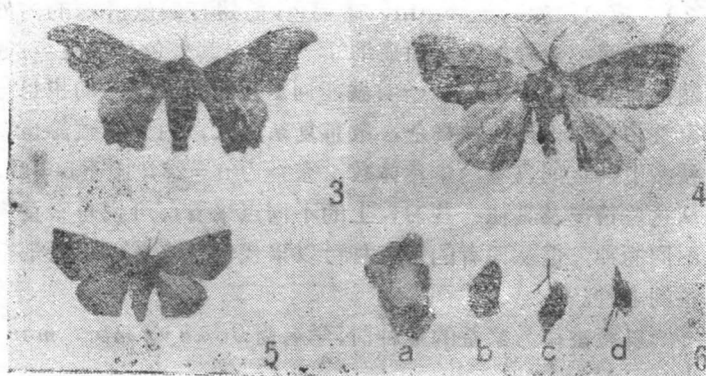


图 3 大拟桑蚕蛾

图 4 拟钩翅蛾

图 5 透翅蚕蛾

图 6 蚕蛾科的茧

a. 桑蚕茧 b. 大拟桑蚕茧 c. 拟钩翅蛾茧 d. 透翅蚕蛾茧

(4) 拟钩翅蛾 (*Pseudandracra gracilis* Butler)

(图4) 成虫展翅40mm左右, 下唇须向上, 达不到面部中央, 吻极短, 因为在后脚胫节上有2对距, 所以能与只有1对距的大拟桑蚕蛾区别。前翅外缘上部尖端没有桑蚕和大拟桑蚕那样外凸, 在前翅的横脉上有1个黑点。一年发生2次,

时间在4—5月和8月。

幼虫有明显的尾角，末龄幼虫头部红褐色，密生刺毛，体长40mm左右。

预蛹白色透明，茧褐色，椭圆形，长1.8cm，宽0.9cm，稍扁平。幼虫吃思维树 (*Stewartia monadelpha*) 叶。以蛹态越冬。

本种是从 *Andraca* 属分离出来的，现已归入新的 *Pseudandraca* 属。同中国台湾的二点拟钩翅蛾 (*A. bipunctata* Walker) 幼虫的外形显著不同，拟钩翅蛾虽是裸形，但有尾角，而二点拟钩翅蛾则密布黄褐色绒毛，而看不出尾角。

(5) 透翅蚕 (*Prismosticta hyalinata* Butler) (图5) 成虫展翅27—30mm，下唇须橙黄色，身体橙色，混生暗褐色的毛，在前翅的6室和7室各有1个透明部分。成虫一年发生2次，在6月和8—9月出现，白天从草丛中飞出。

本种过去包括在带蛾科的透带蛾亚科，但最近已归入蚕蛾科。

幼虫形态具有蚕蛾科的特征，特别是在有尾角、没有长刺毛、呈裸形的这点上，不象带蛾科的性状，可是根据复眼上生有眼毛、蛹的体表和尾端的形状、幼虫的瘤状突起等来推测，极有可能带有蚕蛾科以外的科的血缘。

幼虫吃华山矾等的叶，在稚龄期有沿着食痕静息的习性。在土中结长1.3cm、宽0.5cm的粗糙茧 (图6)。

2. 天蚕蛾科 (Saturniidae)

(1) 大乌柏蚕 (*Attacus atlas atlas* Linnaeus) (图7、图8) 成虫展翅200—250mm，可说是世界上最大的蛾。翅的顶端部弯曲成镰刀状，并有犁头样的黑纹。

末龄幼虫体长约11cm，体色乳白略带青色。吃花梨。