



# HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	北海道産天蚕の繭質特性
Author(s)	菊池, 邦夫; KIKUCHI, Kunio; 斎藤, 寛 他
Citation	北海道大学農学部農場研究報告, 28, 9-18
Issue Date	1993-03-25
Doc URL	<a href="https://hdl.handle.net/2115/13414">https://hdl.handle.net/2115/13414</a>
Type	departmental bulletin paper
File Information	28_p9-18.pdf



## 北海道産天蚕の繭質特性

菊池 邦夫・斎藤 寛・飯塚 敏彦

(北海道大学農学部附属農場養蚕部)

山岸 渉・瓜田 章二

(福島県蚕業試験場)

(1992年11月27日受理)

### 緒 言

菊池ら<sup>1)</sup>は、北海道大学附属農場において天蚕 (*Antheraea yamamai*) を飼育し、飼料樹を異にした場合の飼育成績について報告した。

本実験では、これら樹種別飼育によって得られた繭の繭質について調査し、その絹糸としての特性についても明らかにしたので報告する。

### 材料および方法

#### 1. 供試繭

飼料樹をミズナラ (*Quercus mongolica* var. *grosseserrata*)、コナラ (*Q. serrata*)、アカナラ (*Q. acuta*)、ヨーロッパナラ (*Q. robur*)、カシワ (*Q. dentata*)、クヌギ (*Q. acutissima*)、コウリユウ (*Salix* sp.) およびリンゴ (*Malus pumila*) の8種とし、1990年本農場で飼育した天蚕乾繭を供試した。

#### 2. 煮繭および一粒繰り

煮繭は瓜田 (未発表) の方法により行い、一粒繰りは検尺器により繰糸速度を約100 m/minで50回 (56.3 m) ごとに繰糸可能部位まで繰り上げた。繰解部の温度は40℃とした。

繭質の判定のために、繭糸の切断回数、繭糸量、緒糸量、蛹襯 (ヨウシン、蛹を包んでいる薄膜) 量等が求められた。供試繭粒数は各区15粒とした。

#### 3. 生糸量歩合、解舒 (カイジョ) 率、繭糸織度および減耗量の算出

総繭糸量より生糸量を、切断回数より解舒率を、繭糸量および繭糸長より繭糸織度を、繭層量より緒糸量および蛹襯量を差し引いて減耗量をそれぞれ算出した。生糸量およびその他の秤量は、生量 (生糸の公定水分率) 換算とし、乾繭量で除した後それぞれの値を求めた。

#### 4. 繭糸の力学測定

テンシロンUTMIII-500型を使用して、繭層部位別ごとに試長250 mm、引っ張り速度100 mm/minで強度、伸度、ヤング率および回復弾性率を測定した。測定の温度条件は、20℃、65%RHとした。なお、ヤング率の計算に必要な比重は4塩化炭素量-トルエン系による浮沈法によって測定した。

#### 5. 繭糸の繭層部位別応力伸度曲線の作成

各繭層部位別の応力伸度曲線の合成により作成した。

### 結果および考察

#### 1. 繭質

各種計量形質を求め、供試8樹種別繭質を明らかにしTable 1に示した。

繭層歩合 (cocoon shell percentage) は、リンゴ、コナラ、アカナラ、クヌギの順に良く、生糸量歩合 (raw silk percentage) もリンゴ、コナラ、クヌギの順に高かった。これら3種類の飼料樹で得られた繭は、生糸量歩合のみならず繭糸量

**Table 1.** The cocoon qualities and raw silk properties of wild silkworm, *Antheraea yamamai* reared on different species of trees

	Weight of dried cocoon (g)	Dried cocoon shell percentage (%)	Raw silk percentage (%)	Weight of cocoon filament (g)	Length of cocoon filament (m)	Reelability percentage (%)	Size of cocoon filament (d)	Brushing waste percentage (%)	Yoshin percentage (%)	Percentage decrease in cocoon shell weight (%)
<i>Q. mongolica</i> ver. <i>grosseserrata</i>	2.67	20.1	8.91	0.246	410	32.1	5.97	6.04	2.75	2.37
<i>Q. serrata</i>	2.93	21.1	10.69	0.313	466	35.0	6.04	5.09	3.47	1.86
<i>Q. acuta</i>	2.91	20.7	9.24	0.269	386	31.8	6.34	5.78	3.33	2.37
<i>Q. robur</i>	2.97	19.4	5.21	0.155	241	19.4	5.89	5.90	7.58	0.74
<i>Q. dentata</i>	3.02	19.3	8.23	0.259	394	21.9	5.82	7.09	3.00	0.98
<i>Q. acutissima</i>	3.13	20.4	10.34	0.324	449	28.0	6.37	5.65	3.29	1.08
<i>Salix</i> sp.	3.08	19.3	7.74	0.230	369	24.1	5.41	6.36	3.46	1.99
<i>Malus pumila</i>	2.14	23.8	11.34	0.242	436	37.5	4.73	5.00	4.03	3.43

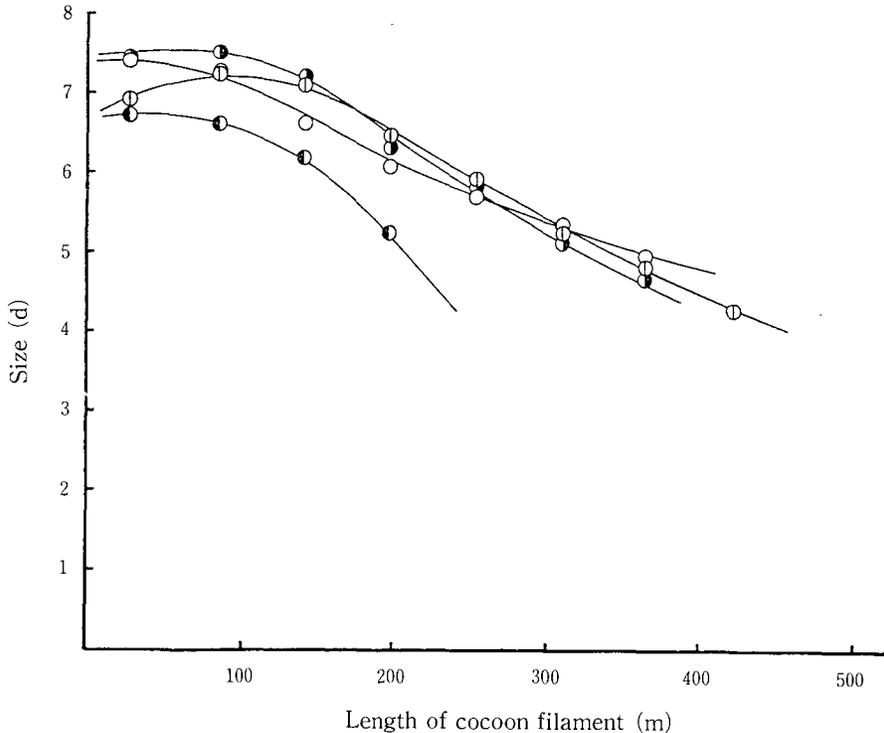
(weight of cocoon filament) も多く、かつ繭の生糸割合を示す解舒率 (reelability percentage) が高く従って絹繊維の長さを示す繭糸長 (length of cocoon filament) も長かった。

このように、コナラ、クヌギ、リンゴを飼料樹として得られた繭は、優れた繭質を示していた。特に、リンゴを飼料樹とした場合、繭重は軽いが生糸歩合は 11.34 % と高く、解舒率も良いこと

から繭糸長も 436 m とコナラ、クヌギについて良好な成績を示した。しかし、リンゴの場合繭層重の減耗率 (decrease in percentage of cocoon shell weight) が高かったが、このことは煮繭が進むとセリシンの流亡が多いことを示した。

## 2. 代表織度曲線

本飼料樹で得られた各繭糸の代表織度曲線を



**Fig. 1.** Size curves of cocoon filament of *Antheraea yamamai* reared on different species of trees :

○, *Q. mongolica* var. *grosseserrata* ; □, *Q. serrata* ; ●, *Q. acuta* ; ◐, *Q. robur*.

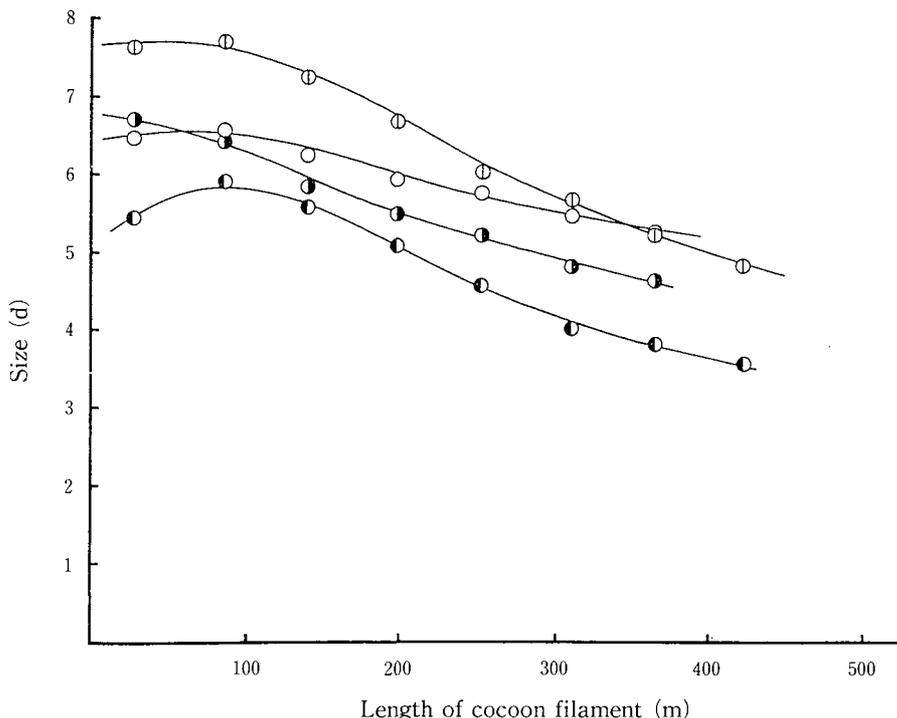


Fig. 2. Size curves of cocoon filament of *Antheraea yamamai* reared on different species of trees :

○, *Q. dentata* ; ⊕, *Q. acutissima* ; ●, *Salix sp.* ; ◐, *Malus pumila*

Table 2. Mechanical properties of cocoon filament of wild silkworm, *Antheraea yamamai* reared on different species of trees

	Tenacity (g/d)	Elongation (%)	Young's modulus (kg/mm <sup>2</sup> )	Recovery modulus (%)	Density (d <sup>*</sup> )
<i>Q. mongolica</i> Var. <i>grosseserrata</i>	3.369	29.23	515.5	51.80	1.316
<i>Q. serrata</i>	3.818	30.83	438.5	50.13	1.326
<i>Q. acuta</i>	3.087	32.37	484.8	49.43	1.312
<i>Q. robur</i>	2.843	30.66	379.0	47.87	1.314
<i>Q. dentata</i>	3.254	30.37	493.8	50.17	1.322
<i>Q. acutissima</i>	3.168	29.13	351.5	49.65	1.309
<i>Salix sp.</i>	3.277	32.05	397.3	46.88	1.308
<i>Malus pumila</i>	3.545	30.87	511.8	51.66	1.323

Fig. 1 と Fig 2 に示した。

一般に家蚕繭糸の場合、繭の外層に繊度 (cocoon filament) のピークが認められている。本実験で得られたコナラ属を中心とした飼料樹からの繭の繊度も概ね同様な曲線が得られた。ただ、リンゴの場合、繊度は他の飼料樹からの繭よりは各部位で細かった。また、各繊度曲線は、内層部位で曲線が増加関数曲線を示した。このことは、煮繭の方法によっては、さらに内層部位まで繰糸

が可能であり、生糸量歩合が向上することを示した。

### 3. 繭糸の力学特性

各飼料樹から得られた繭糸について、強度 (tenacity)、伸度 (elongation または strain)、ヤング率 (Young's modulus)、回復弾性率 (recovery modulus) ならびに比重 (density) について測定し Table 2 に示した。

**Table 3.** Percentage of loss in boiling-off for cocoon shell and cocoon filament of wild silkworm, *Antheraea yamamai* reared on different species of trees

	Percentage of loss in boiling-off (%)	
	cocoon shell	cocoon filament
<i>Q. mongolica</i> var. <i>grosseserrata</i>	25.97	20.89
<i>Q. serrata</i>	26.76	21.56
<i>Q. acuta</i>	28.58	22.31
<i>Q. robur</i>	25.34	20.46
<i>Q. dentata</i>	26.74	21.36
<i>Q. acutissima</i>	26.49	21.05
<i>Salix</i> sp.	24.32	19.93
<i>Malus pumila</i>	27.35	21.77

繭質については前途のようにコナラ、クヌギ、リンゴで優れていたが、繭糸の力学特性からみると、これら3種の飼料樹の場合は勿論のこと、ミズナラ、アカナラも優れた力学特性を示した。中でも、コナラ、リンゴおよびミズナラにおいて、強度、伸度、回復弾性率が高く、総合的に優れた繭であった。

#### 4. 繭層ならびに繭糸の練減り (ネリベリー loss in boiling-off)

繭層ならびに繭糸が繭から良くはなれる、いわゆる解舒の良さはセリシン量の多さに依存しており、練減り率によって示すことができる。本実験における練減り率については Table 3 に示した。

この結果、アカナラ、リンゴ、コナラ、クヌギで練減り率が高く、セリシン量を多く含むことを示した。このことが解舒率を高めていた。

#### 5. 繭層部位別強伸度

8種の異なる飼料樹によって得られた繭の中、繭質の優れているミズナラ、コナラ、アカナラ、クヌギ、リンゴの5種について繭糸の強伸度の平均値を測定し Fig. 3 に示した。

また、個々の飼料樹によって得られた繭糸の繭層部位別強伸度を調査し、クヌギの場合を Fig. 4、ミズナラの場合を Fig. 5、リンゴの場合を Fig. 6、コナラの場合を Fig. 7、アカナラの場合を Fig. 8 に示した。

繭糸の強伸度は、いずれも内層部になるに従っ

て強度は増加する一方、伸度は減少する傾向を示した。また、従来、家蚕繭糸の伸度は一般に正規分布を示す(平林, 1980)<sup>2)</sup>のに対し、天蚕繭糸の場合はシグモイド曲線を示した。

本実験結果、力学特性はコナラ、リンゴおよびミズナラにおいて特に優れ、内層部位と外層部位との曲線の開差が小さく、いわゆる踊り場についても内層部になるに従って小さくなるがそれに相当する伸長量は大きい傾向を示した。このことは、機織性に優れた特性を有する根拠を示していた。

#### 6. 繭糸の比重

一般に家蚕繭糸の比重は、繭層部位別では、外層より中層にかけて比重は低下し、内層部で高くなる(山本ら, 1980)<sup>3)</sup>。本実験における天蚕繭糸の比重については Fig. 9, Fig. 10 に示した。いずれの繭糸においても、家蚕繭糸と同様の傾向を示したが、天蚕繭糸の傾向としては、その値がいずれも低かった。特にクヌギとコウリュウの場合に低い値を示した。

以上の力学特性を表現する各数値について総合的に評価した結果、北海道産天蚕繭糸は、織物素材として機織性に優れ、しかも腰があり、風合豊かな絹糸であると結論される。

また、飼料樹としてもコナラ、クヌギ、リンゴにおいて優れた繭を生産できることから、北海道地域で生育良好なコナラ、リンゴ、アカナラ、ミズナラ等を天蚕用に育成し、天蚕繭生産のモデルを作ることが望ましいという結論に達した。

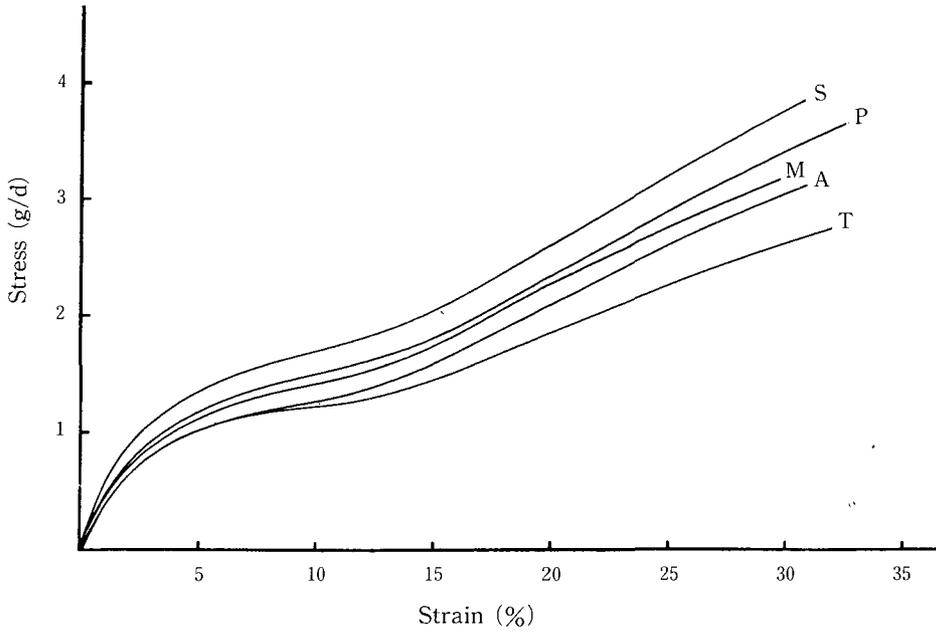


Fig. 3. Stress-strain curves for cocoon filament of wild silkworm, *Antheraea yamamai* reared on different species trees :  
 A, *Q. acutissima* ; M, *Q. mongolica* var. *grosseserrata* ; P, *Malus pumila* ;  
 S, *Q. serrata* ; T, *Q. acuta*.

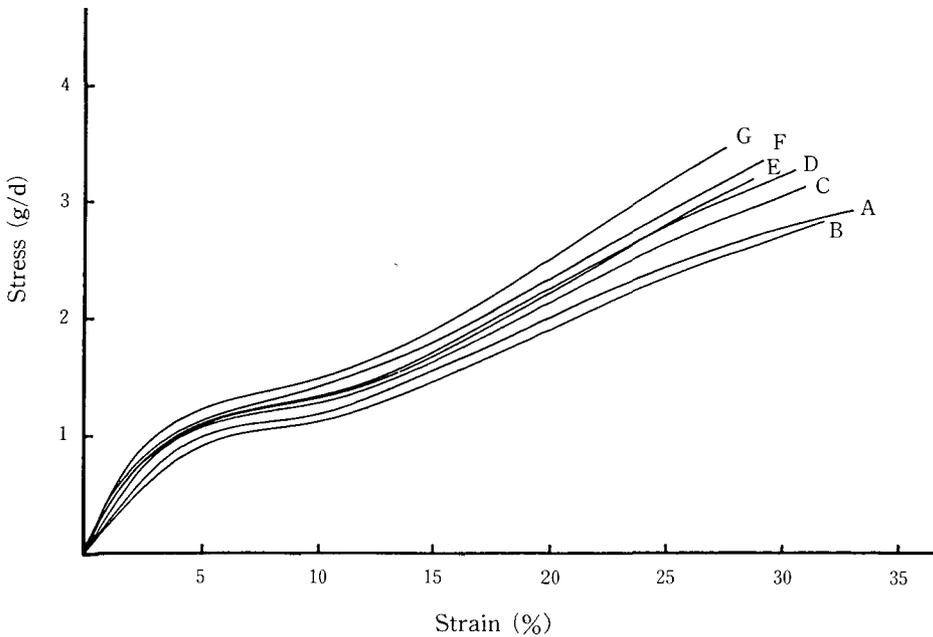


Fig. 4. Stress-strain curves for cocoon filament of different layers of wild silkworm, *Antheraea yamamai* reared on *Q. acutissima* of species trees :  
 A, 0~56.3m ; B, ~112.5m ; C, ~168.8m ; D, ~225.0m ; E, ~281.3m ; F,  
 ~337.5m ; G, ~393.8m

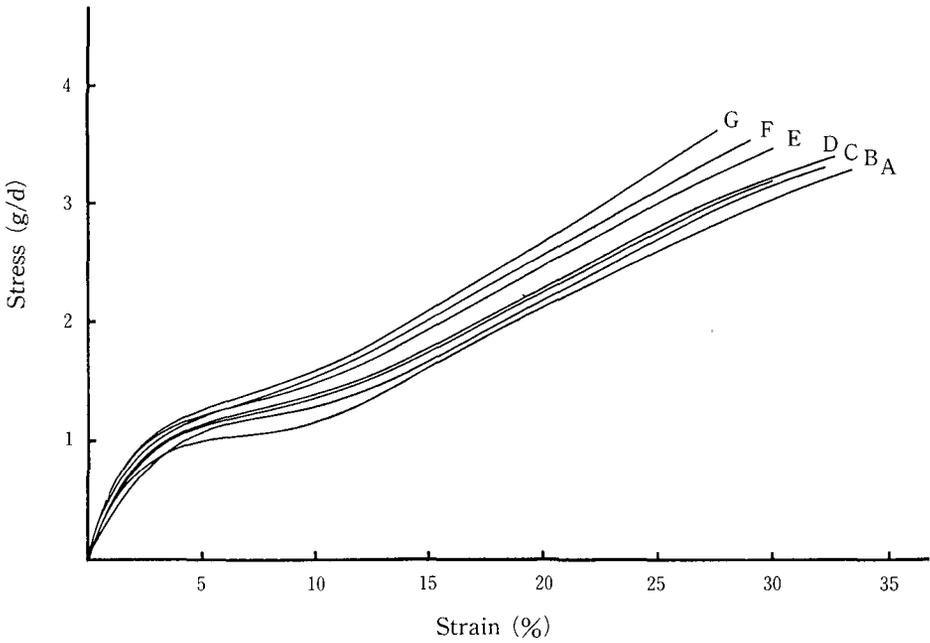


Fig. 5. Stress-strain curves for cocoon filament of different layers of wild silkworm, *Antheraea yamamai* reared on *Q. mongolica* var. *grosseserrata* of species trees :  
 A, 0~56.3m ; B, ~112.5m ; C, ~168.8m ; D, ~225.0m ; E, ~281.3m ; F, ~337.5m ; G, ~393.8m

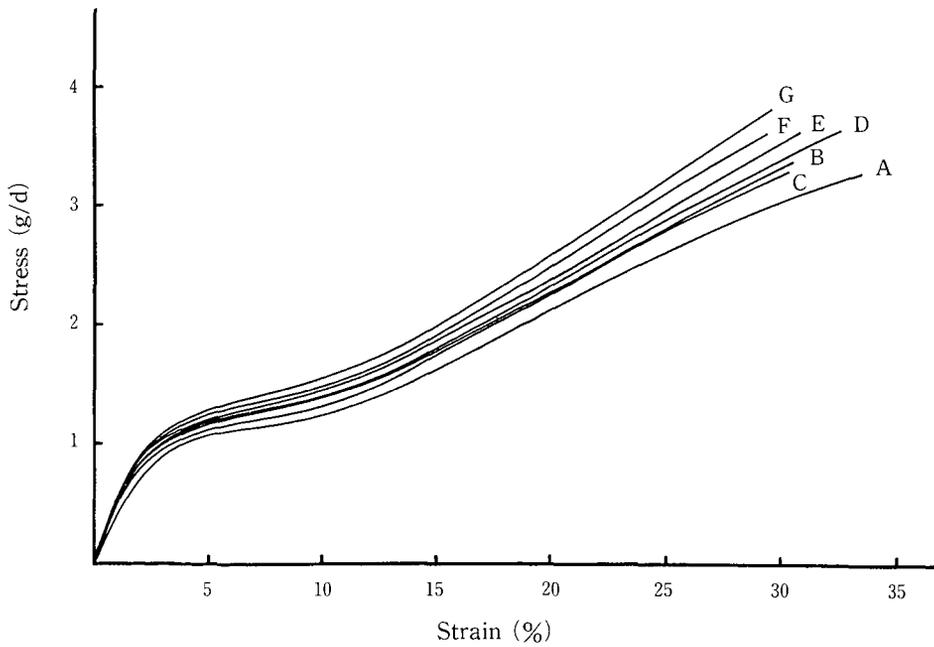


Fig. 6. Stress-strain curves for cocoon filament of different layers of wild silkworm, *Antheraea yamamai* reared on *Malus pumila* of species trees :  
 A, 0~56.3m ; B, ~112.5m ; C, ~168.8m ; D, ~225.0m ; E, ~281.3m ; F, ~337.5m ; G, ~393.8m

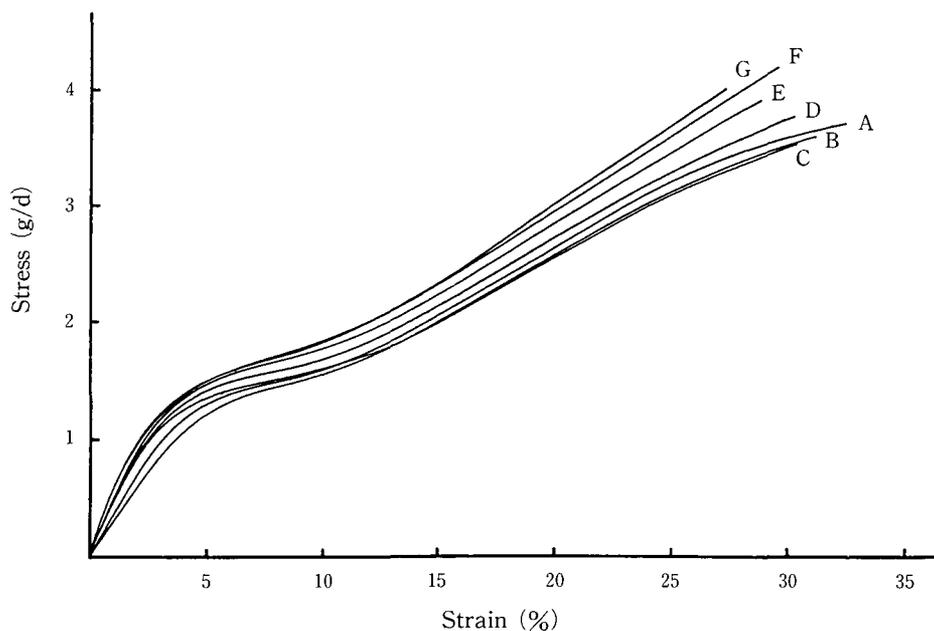


Fig. 7. Stress-strain curves for cocoon filament of different layers of wild silkworm, *Antheraea yamamai* reared on *Q. serrata* of species trees :  
 A, 0~56.3m ; B, ~112.5m ; C, ~168.8m ; D, ~225.0m ; E, ~281.3m ; F, ~337.5m ; G, ~393.8m

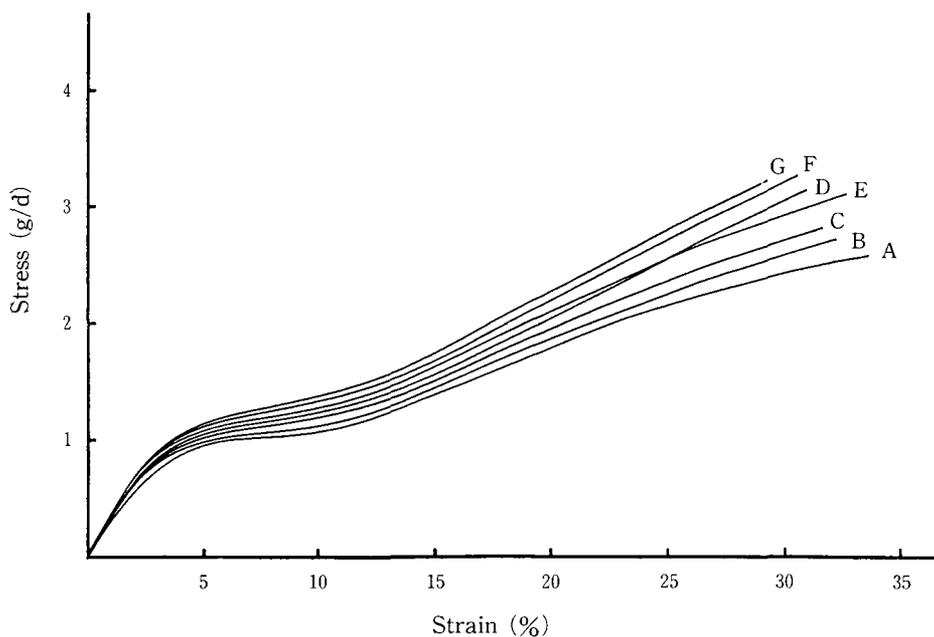


Fig. 8. Stress-strain curves for cocoon filament of different layers of wild silkworm, *Antheraea yamamai* reared on *Q. acuta* of species trees :  
 A, 0~56.3m ; B, ~112.5m ; C, ~168.8m ; D, ~225.0m ; E, ~281.3m ; F, ~337.5m ; G, ~393.8m

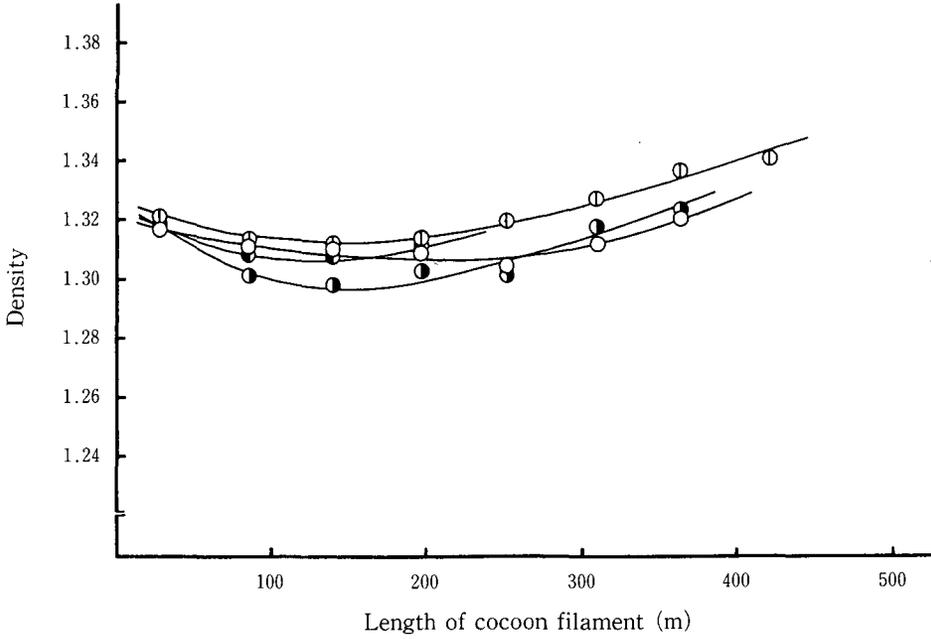


Fig. 9. Density curves of cocoon filament of wild silkworm, *Antheraea yamamai* reared on different species trees :  
 ○, *Q. mongolica* var. *grosseserrata* ; ⊖, *Q. serrata* ; ●, *Q. acuta* ; ◐, *Q. robur*.

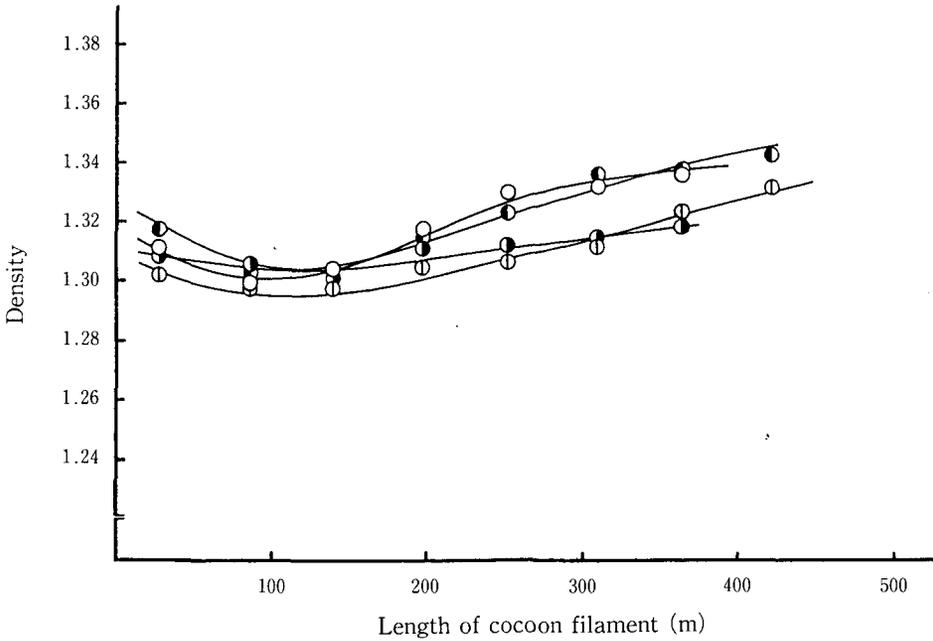


Fig. 10. Density curves of cocoon filament of wild silkworm, *Antheraea yamamai* reared on different species trees :  
 ○, *Q. dentata* ; ⊖, *Q. acutissima* ; ●, *Salix* sp. ; ◐, *Malus pumila*.

## 摘 要

北海道大学農学部附属農場において、1990年8種の異なる飼料樹で飼育した天蚕繭を得た。本実験では、これら8種の異なる飼料樹で得られた乾繭の繭質ならびに絹糸の特性について調査した。

繭層歩合ならびに生糸量歩合は、リンゴ、コナラ、アカナラ、クヌギ等で飼育された繭において優れた成績を示し、繭糸長もこれらの繭で優れた成績を示した。

繭糸の力学特性についても明らかにされ、強度、伸度回復弾性率等の調査では、コナラ、リンゴおよびミズナラ等で総合的に優れた成績を示した。

繭から糸を得やすい性質を示す解舒率でもアカナラ、リンゴ、コナラ、クヌギで良好な成績を示した。

総合的な繭質としては、本州で生産される天蚕繭の成績よりも優れており、コナラ、リンゴおよびクヌギ等で飼育された北海道産天蚕繭は機織素材として極めて優秀である、との結論に達した。

## 引用文献

1. 菊池邦夫・斎藤 寛・飯塚敏彦：飼料樹を異にする天蚕繭の飼育成績。北海道大学農学部農場研究報告 27：1-6, 1991
2. 平林 潔：絹の変形と構造形成。「続絹糸の構造解析」北條舒正編著：225-242, 1990
3. 山本英夫・宍戸政雄・瓜田章二・長谷部豊：繭解舒に関する基礎的研究IV繭のアンモニア処理による解舒の影響について(その2)。糸絹研集録 30：21-25, 1980

## Quality of Cocoon and Silk in the Wild Silkworm, *Antheraea yamamai* Produced at Hokkaido

Kunio KIKUCHI, Hiroshi SAITO and Toshihiko IZUKA

(Experiment Farms, Faculty of Agriculture, Hokkaido University, Sapporo 060, Japan)

Wataru YAMAGISHI and Shoji URITA

(Fukushimaken Sericultural Experiment Station, Yanagawa, Fukushima 960-07, Japan)

(Received November 27, 1992)

### Summary

The wild silkworm, *Antheraea yamamai* was reared on leaves of eight different species of dietary trees. The quality of these cocoons and silk fiber were investigated.

The quality of cocoons were estimated by the cocoons shell and raw silk percentage. The value of these characters were excellent in cocoons from the dietary trees *Malus pumila*, *Quercus serrata*, *Q. acuta* and *Q. acutissima*.

The tenacity, elongation and recovery modulus which show the mechanical properties of silk fiber were also estimated.

The result of mechanical analysis of silk fiber from cocoons of the dietary trees *Q. serrata*, *Malus pumila* and *Q. acutissima* showed an excellent value compared to cocoons of other silkworms.

Generally speaking, the quality of cocoons and silk fiber produced from the dietary trees *Q. serrata*, *Malus pumila* and *Q. acutissima* at Hokkaido have demonstrated excellent properties depending on easy reelability than cocoons from other areas.