

極細・極太繭糸と巻取速度の相違による生糸の引張り性質

誌名	日本蠶絲學雜誌
ISSN	00372455
著者	劉, 冠峰 坂部, 寛 宮原, 達男 有本, 肇
巻/号	55巻6号
掲載ページ	p. 461-466
発行年月	1986年12月

極細・極太繭糸と巻取速度の相違 による生糸の引張り性質

劉 冠峰¹⁾・坂部 寛²⁾・宮原達男³⁾・有本 肇^{2)*}

- 1) 中華人民共和国浙江省杭州市・浙江絲綢工学院
- 2) 京都市左京区松ヶ崎・京都工芸繊維大学繊維学部 (〒 606)
- 3) 熊本県鹿本郡植木町・九州農業試験場作物第二部 (〒 861-01)

(1986年5月7日 受領)

LIU GUAN FENG¹⁾, HIROSHI SAKABE²⁾, TATSUO MIYAHARA³⁾ and HAJIME ARIMOTO²⁾: Relation between the tensile properties of raw silk reeled with fine or coarse cocoon thread and the reeling speed

As a rule, the increase of speed in silk reeling results in the increase in the reeling tension and affects the tensile properties of raw silk. In this case, it appears that in the raw silk reeled with the MK line (very fine bave) the tenacity and Young's modulus were affected and conversely in raw silk reeled with the N5D line (very coarse bave) the elongation was affected.

A negative correlation between tenacity and elongation of raw silk was observed in the case of the MK line, while a positive correlation was observed in the case of the N5D line.

Based on those results, it is considered that the differences between the MK and N5D lines are responsible for variation in the tensile properties of silk, which in turn account for the differences in the micro-structure of their silk fibroin between the MK and N5D lines. ⁽¹⁾ Zhejiang

Silk Engineering Institute, Hangzhou, China; ⁽²⁾ *Faculty of Textile Science, Kyoto Institute of Technology, Matsugasaki, Sakyo-ku, Kyoto, 606;* ⁽³⁾ *Kyushu Agricultural Experiment Station, Ueki-cho, Kumamoto, 861-01)*

巻取速度の増加は繰糸張力を増大し、生糸の引張り性質に影響を及ぼす。この場合強度と初期引張抵抗度への影響は極細織度の MK に、伸度への影響は極太織度の N5D に顕著に見られる。また強度と伸度の間の相関は、MK では負に、N5D では正となり、このことは MK と N5D の引張り性質に違いのあることを本質的に示しているとともに、両系の繊維微細構造の差を示唆している。

織度の特に細い繭糸を用いて繰製された生糸は抗張力に富むため、戦前は落下傘の素材として珍重された。このため高級細糸用の特別な蚕品種の育成もされてきたが(平塚, 1969), 戦後の生糸の需要が靴下から織物へ変わったため、普通蚕種の繭糸織度はやや太目に推移してきた。しかしめざましい進歩を見せつつある差別化商品絹様合成繊維(上田, 1937;

本研究の概要は、日本蚕糸学会第55回大会において発表

した。
現在:京都市右京区花園坤南町9 (〒 616)

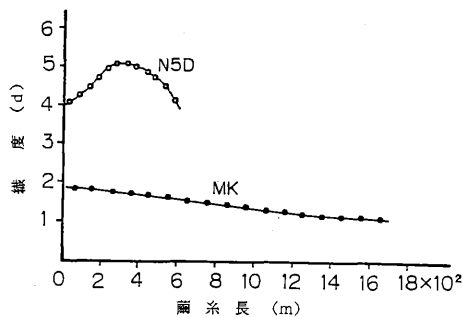
岡本, 1976; 石崎, 1981; 和田, 1984)に刺戟され、絹の多様化を進め且つ新しい形質を生糸に付与するため、最近極細または極太繭糸に注目が集まり、そのため織度特性の異なる繭糸生産蚕品種の選抜育成が急がれている。

著者らは極細または極太系繭糸を用いて製糸した際に生ずる諸問題を明らかにするため、単織度約1.5デニールのMKと、約4.5デニールのN5Dの2系の繭を用い、巻取速度を変えて生糸を繰製し、その引張り性質を比較検討した。

第1表 試料繭の繭質 (1983年産春繭)

系 統	繭糸織度 (d)		繭糸長* (m)	繭糸量* (g)	解舒率* (%)	繭層練減率 (%)			
	平均	標準偏差				外層	中層	内層	平均
MK	1.49	0.192	1976	0.327	22.9	39.2	24.0	19.1	27.8
N5D	4.61	0.443	714	0.317	79.1	31.4	21.4	21.8	25.1

* 農林水産省九州農業試験場養蚕研究室にて調査



第1図 織度曲線

材料と方法

実験に供した繭は、細織度系の MK (宮原, 1978) と太織度系の N5D で、いずれも宮原が選抜育成中のものである。その原料性状を第1表に、織度曲線を第1図に示す。

煮繭には水道水を使用し、減圧浸透処理したものを鍋煮繭法により、沈煮ならびに浮煮を行った。減圧浸透処理にはデンケーターを用い、真空度 600 mmHg, 60°C の温湯で2分間吸水処理した。前処理後 98°C の温湯中に投入し、煮繭時間の 2/3 を沈煮し、1/3 を浮煮して煮繭を終った。

繰糸はグンゼ式多糸機により、外層から順次内層へ定粒にて行った。この試験緒のはか予備緒を設け、試験緒で落緒した場合には、予備緒の中から落緒繭と同程度に繰糸されている繭を選び取り、接緒を行った。粒付数と繰取速度は、MK では10粒付, 0, 30, 60及び120 m/min とし、N5D では7粒付, 0, 60, 120及び210 m/min とした。

繰取速度 0 m/min 区とは、ケンネルよりを掛けた状態で手挽きを行い、繰枠に巻くことなく自由な状態で容器中に1晩放置し、繰枠に巻かれた生糸と同様の方法で、試料織度糸を採取した。

繰枠に巻き取った生糸はそのまま1晩放置し、いずれの試験区も翌日テックス番用手用検尺器 (枠周 1 m) にて最外層と最内層に該当する部分を除き、MK は100m, N5D は50m 宛の織度糸として巻き取った。

またこれらの試料糸は標準状態の室に1週間放置、調湿してから引張り試験を行なった。

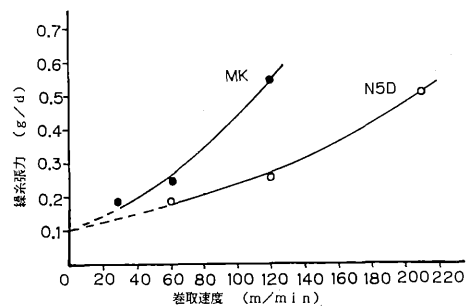
張力の測定はシンコー社製 Yarn Tensometer SI-2 型 (電気式) と、田中計器製 Tension Meter (機械式) を併用し、絡交鈎の前 (下) で測定した。

生糸織度は天秤により試料織度糸の平均織度を求めたほか、単糸による試験のためには、旭光精機製自動振動式織度測定器 Deniroscope D25-D 型により短糸長の織度を測定した。引張り試験は島津製オートグラフ DCS-100 型により試験を行った。束糸での試料長は10cm, 引張り速度10cm/min で、単糸での試料長は5 cm, 引張り速度 5 cm/min で測定した。

結果

1. 繰取速度と繰糸張力との関係

第2図は繰取速度別に、繭層全域にわたる張力の



第2図 繰取速度と繰糸張力との関係

平均値でもって、両者の関係を描いたものである。

第2図に見られるごとく、巻取速度を2倍、さらに2倍と増加して行った場合繰糸張力は明らかに増大するも、その影響はMKの場合に顕著である。

MKでは120m/min以上に巻取速度を増加することは、解じょと繰糸張力との関係で実施できなかった。反対にN5Dでは、さらに巻取速度を増し得る状態にはあったが、繰糸機の性能上実施できなかった。

繰糸張力は巻取速度のほか、生糸織度(繭粒付数)、繰糸温度、糸道の抵抗、繭の煮熟度、繭の浮沈等により影響を受ける。従って第2図に示した結果はその1例に過ぎず、もっと影響の大きい場合(上昇曲線が急勾配)も当然あり得よう。

なお手挽きと言えども、繭糸を解離する以上牽引速度が0と言うことはあり得ない。本研究では手挽き試料を、巻取速度0m/minの無張力生糸と見做したが、第2図において、MK及びN5Dの各巻取速度における繰糸張力の各点から巻取速度0における張力を外挿すると、両系ともおよそ0.1g/dとなった。石川・沖本(1966)は低張力で繰糸した生糸を試料としているが、この場合の張力は0.1g/d以下と報告しており、本研究の推定値とほぼ一致している。

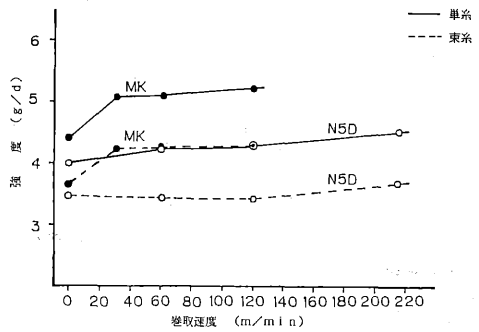
2. 巻取速度が引張り性質に及ぼす影響

引張り試験用の試料は各試料織度糸の中から、東糸の場合は両系とも3個の試料を、単糸の場合は同一織度糸の中からMKは12本の、N5Dは15本の単糸を切り取って供試し、それぞれの平均値を求めた。

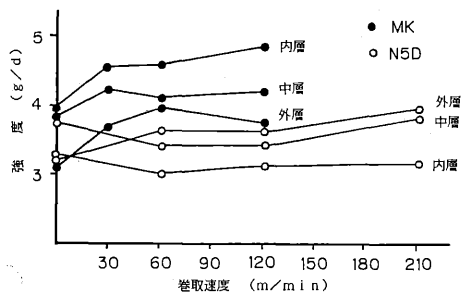
かくして外層から内層へと全繭層にわたって強度、伸度及び初期引張抵抗度を調べ、その中からMKは100, 900及び1600mの、N5Dは100, 350及び600mの繭層部位をそれぞれ外層、中層及び内層の代表値と見做して取り上げ、巻取速度と引張り性質との関係を検討し、以下の結果を得た。

(1) 強度への影響

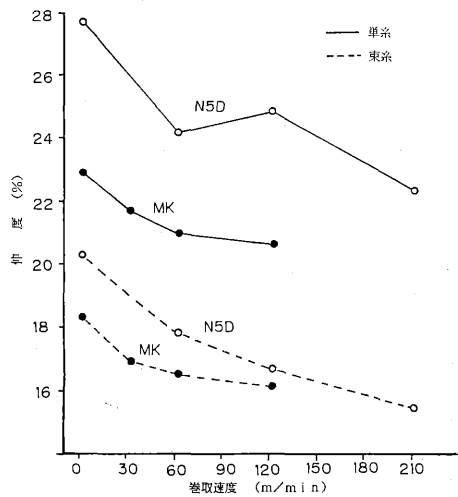
外、中、内層の3者の平均値を全層の代表値と見做し、巻取速度と強度との関係を第3-a図に示す。図より明らかなごとく、MKは巻取速度0から30m/minの間で、単糸も東糸も、大きな増加が見られる。N5Dでは、単糸の場合0から60m/minの間で小さな強度の増加が見られるも、東糸の場合に



第3-a図 巻取速度と強度との関係



第3-b図 巻取速度と強度との関係(東糸の場合)



第4図 巻取速度と伸度との関係

は大きな変化が見られない。

また第3-b図は、東糸状態で試験した場合のもので、外、中および内層によりかなりの差が見られ

る。第3-b図で注目されるのは、N5Dの中、内層部の強度は、巻取速度0から60m/minの間で低下が見られることである。なおMKとN5Dとでは、外、中および内層の強度の大きさの順位が、相反している点も興味がある。

(2) 伸度への影響

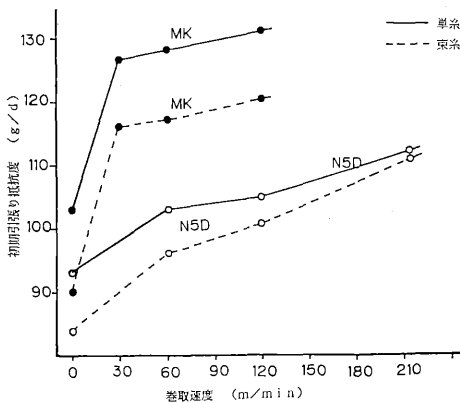
強度の場合と同様、外、中および内層の3者の平均値を全繭層の平均値と見做し、巻取速度と伸度との関係を図示したのが第4図である。伸度は巻取速度の増加に伴って減少の傾向を示すも、巻取速度の影響は強度の場合よりも大きく、特にN5Dの場合顕著と言える。

(3) 強度と伸度との相関

強度と伸度とは最も一般的な引張り性質として注目されているが、両者の間に見られる相関係数は第2表のとおりで、きわめて高い相関関係にある。しかし第2表から明らかなごとく、MKの場合の相関係数の符号は負であるが、N5Dでは正で、全く相反する様相を見せており、きわめて注目される。

第2表 強度と伸度との相関係数

MK (16点)			N5D (12点)		
巻取速度	単糸	束糸	巻取速度	単糸	束糸
m/min			m/min		
0	-0.855	-0.816	0	0.905	0.948
30	-0.825	-0.710	60	0.920	0.956
60	-0.702	-0.676	120	0.884	0.772
120	-0.910	-0.826	214	0.959	0.928



第5図 巻取速度と初期引張り抵抗度との関係

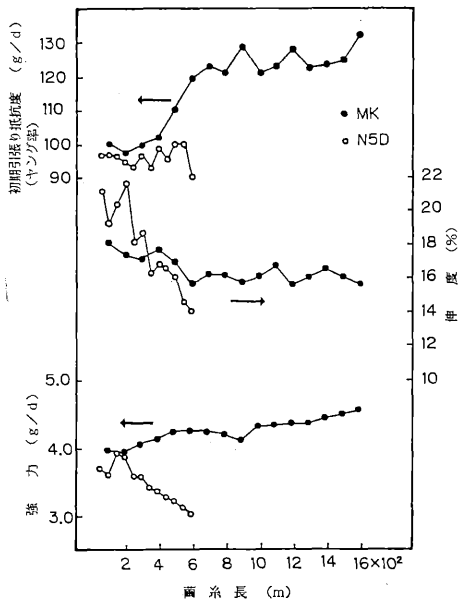
(4) 初期引張抵抗度への影響

第5図は、強度ならびに伸度の場合と全く同じ方法で、巻取速度と初期引張抵抗度との関係を図示したものである。この場合顕著なのはやはり巻取速度0から30、または60m/minまでの変化で、それ以後の変化は緩やかである。この場合大きな変化を示すのはMKで、その割合はN5Dの10% (単糸) ~ 15% (束糸) に対し、MKでは22% (単糸) ~ 29% (束糸) の増となっている。

(5) 繭層部位別に見た引張り性質

第3-b図に外、中および内層別に見た巻取速度と強度との関係を示したが、多くの試験結果の中から代表として巻取速度60m/min、束糸試験の場合における、更に細分した繭層部位別の引張り性質を一括して第6図に示す。

MKとN5Dを比較して第6図から明らかなことは、多少の違いはあるにしても、伸度は繭層部位別にほぼ減少傾向を同じくしている。これに反して強度では全く相反した傾向にある。また初期引張抵抗度は、N5Dでは繭層部位による大きな差は見られないが、MKでは外層から中層にかけて大きく変化し、以後の変化は少ない。このように両系は、



第6図 繭層部位別繭糸による生糸の引張り性質 (巻取速度: 60m/min, 束糸による引張り試験)

繭層の部位により引張り性質に差のあるのは明らかである。

考 察

1. 巻取速度の増加に伴う繰糸張力の増大は、林 (1932)、中川 (1952)、小野ら (1962) その他多くの報告と同様に、巻取速度の増加に伴って張力は増大した。この場合張力増大の割合は、極細織度 MK において顕著に見られる。

このような張力の増加は、当然生糸の品質に影響を及ぼすことが十分に考えられる。しかし張力を増大させる要因は繰糸速度以外にも多く知られているが、繰糸速度にほぼ比例して解じょ張力が増大することは力学的に説明されており (阿部・牧, 1959)、このことが繭糸を延伸させてその力学的性質に影響を及ぼすことは容易に理解される。従ってここでは繰糸速度による張力変化に限定して考察を進める。

2. 巻取速度と強力・伸度との関係は、巻取速度の増加に伴い繰糸張力は増大し、繰製される生糸の強力は増加し、伸度の減少を見るのが一般の傾向である (小野ら, 1966; 有本・小西, 1967; 水出・佐藤, 1969; 増尾ら, 1970; 道鎮・坪井, 1972)。また同一巻取速度においても、例えば鼓車の数を増加したり、重錘を荷するなどして糸道に抵抗を附与することにより巻取張力を増加させた実験の場合、やはり強力は増加し、伸度の減少することを示している (梅沢・東, 1969; 島田・荻原, 1970)。

本研究においても上記の報告と同様の結果を示し、この場合強度よりも伸度への影響が大きき、特に極太織度 N5D の場合顕著と言える。

MK と N5D の強伸度につきその大小関係を見ると、強度は $MK > N5D$ 、伸度では $MK < N5D$ の関係にある。MK ならびに N5D は極細または極太の特別な織度特性を持った蚕系統であるが、両糸の間に見られる強伸度の大小関係は、繭糸織度の細太と強伸度との関係を調べた石川・沖本 (1966) の報告とよく一致している。

これに反して堀内ら (1962) は、いずれの繰糸張力のもとにあっても、太織度繭糸による生糸の強力・伸度は細織度繭糸によるものより、常に大きい結果を得た。一方、同一と見られる巻取速度で繰糸した平林ら (1977) の場合、繭糸織度を異にする蚕品種別の比較では、強度には余り差が見られないが、

伸度ではバラツキが大きいながらも、細織度系のものは伸度の大きいものが多い傾向にある。このように細織度系のもの伸度の大きい傾向は、進士 (1964) の報告と一致している。

上記のように繭糸織度の相違と生糸の強力・伸度との間には、研究者により必ずしも一致した結果は得られていない。これは供試材料繭や繰糸法 (普通・多条・自動繰糸機別) の違いのほか、堀内ら、進士および平林らの繰糸は繭の外、中及び内層の混合繰糸されたものであるのに反し、石川・沖本や著者らでは層別繰糸した生糸について調べた結果によることも影響していると考えられる。

引張り強度ならびに伸度につき、MK と N5D の間に大小の差のあることは先に記したが、更にこれら2系の強度と伸度との相関を調べた結果、両者は密接な高い相関関係にあることが判明すると同時に、相関係数の符号が MK では負に、N5D では正と相反する結果を示した。このことは、蚕系統には強度と伸度の相関に種々のものがあることを物語っているとも考えられ、これが引張り性質の多様性を生み出す1因になっていることも推測される。

3. 強力・伸度以上に注目される繊維の力学的性質はヤング率であると言われているが、本報ではこれを初期引張抵抗度 (g/d) として取り上げ、紺野 (1962)、小野ら (1966)、水出・佐藤 (1969)、増尾ら (1970) 等の報告と同様に、巻取速度・張力の増加に伴い、初期引張抵抗度は大きく増加することを確認した。

この場合 0~30m/min の巻取速度の増加に伴い、MK ではその傾向が特に顕著であり、かつ N5D に比して常に絶対値も大きい。また繭層の部位別では、MK の中、内層において大きいのが特徴と言える。

4. 手挽き生糸は繰糸張力がきわめて小さいばかりか、繰枠に巻かず無張力の状態に放置したため、巻取速度の影響はほとんど無視できると考えられるが、石川・沖本 (1966) と同様、この生糸には営繭時の捲縮が僅かに残り、嵩高の糸になっている。両系の嵩高無張力生糸も、例えば第3-b図、第6図に見るように、外層、中層及び内層生糸の引張り性質をそれぞれ異にする。

第1表に見るごとく両糸のセリシン含有量には若干の差はあるも、引張り性質に及ぼすセリシンの影

響はそれ程大きくないので、両系の引張り性質に差の見える要因には、当然蚕系統の違いを要因の1つとして挙げなければならない(室賀, 1949)。

5. 本研究材料として供試した MK ならびに N5D は、いずれも育成過程中的蚕系統であり、普通蚕種として登録されている原種や交雑種による試験結果と本実験結果を比較し、繭糸織度との関連で一般論として論議するには多少無理があり、必ずしも適当ではない。従ってここではあくまで極細または極太の特定蚕系統としての MK または N5D についての結果である。

これまでの要点を総括すれば、極細織度特性を有する MK を用いて製糸する場合、巻取速度の増加により繰糸張力は大きく増加し、それに伴って繰製された生糸の強度ならびに初期引張抵抗度は大きくなり、伸度は低下し、従来からの知見によく従う。極太織度特性を有する N5D では、MK に比して強度への影響は少なく、初期引張抵抗度の増加はやや少ない。しかし伸度への影響は MK よりも大きい。

更に強度と伸度との間に見られる相関はいずれの巻取速度の場合も、MK も N5D も共に高い相関関係にある。しかしその相関係数の符号は MK では負、N5D では正と全く逆である。また繭層の部位別に見た場合、MK に比して N5D は強度と初期引張抵抗度において顕著な差が見られる。

このように両系の繭糸の引張り性質の間に見られる大きな差は、本質的には両系の繊維微細構造の差

を示唆しているものと考えられる。

文 献

- 阿部高明・牧 裕 (1959) : 日蚕雑, **28**, 130-138.
 有本 肇・小西 孝 (1967) : 日蚕雑, **36**, 485-490.
 道鎮孝雄・坪井 恒 (1972) : 蚕糸研究, (85), 153-161.
 林 貞三 (1932) : 蚕学雑, **4**, 91-109.
 平林 潔・荒井三男・小林玉枝・安村作郎・佐藤幸夫(1977) : 日蚕雑, **46**, 1-4.
 平塚英吉 (1969) : 日本蚕品種実用系譜, pp. 136-146, 蚕研, 東京.
 堀内典男・小池良介・菅沼よし (1962) : 糸網研集録, (12), 106-108.
 石川喜夫・沖本治美 (1966) : 糸網研集録, (16), 101-106.
 石崎舜三 (1981) : 織学誌, **37**, 92-99.
 累野 宏 (1962) : 生糸, **11**, 26-28.
 増尾茂之・有本 肇・青木一三 (1970) : 糸網研集録, (20), 27-28.
 宮原達男 (1978) : 蚕糸研究, (160), 73-88.
 水出通男・佐藤和子 (1969) : 糸網研集録, (19), 44-48.
 室賀兵左衛門 (1949) : 新しい養蚕の原理, pp. 12, 泰文館, 東京.
 中川房吉 (1952) : 技術資料, (23), 1-67.
 岡本三宣 (1976) : 織学誌, **32**, 318-326.
 小野四郎・荒井三男・益子 堯・行広省三 (1966) : 糸網研集録, (16), 75-76.
 小野四郎・荒井三男・佐藤秀夫・高橋晃夫 (1962) : 糸網研集録, (12), 36-43.
 島田潤一・荻原清治 (1970) : 日蚕雑, **39**, 359-362.
 進士安治 (1964) : 京工織大織報, **4**, 251-261.
 上田敬造 (1973) : 織学誌, **29**, 341-345.
 梅沢秀次・東 武夫 (1969) : 糸網研集録, (19), 31-35.
 和田 脩 (1984) : 織学誌, **40**, 300-302.