

生糸機械検査システムの開発に関する研究（第3報） - 日本と中国とのデータ交換 -

宮下昌則・坂部 寛・森 良種・神津剛夫

Masanori MITASHITA, Hiroshi SAKABE, Yoshitane MORI, Takeo KOHZU

要 約

本部横浜事務所では、生糸機械検査システムの開発をしてきた。一方、中国においても、生糸検査の機械化のために電子生糸検査装置及び検査基準を開発しているところである。日中技術協力の一環として、日中の生糸機械(電子)検査システムの比較試験を実施した。同一生糸試料によるデータ交換を行った結果、平均織度に差がみられないこと。大中節については計測原理が異なるものの節の出現傾向に一致がみられることが分かった。

1 はじめに

1.1 目的

本部横浜事務所では、図1に示すような「生糸機械検査システム」(以下「日本システム」という。)を開発してきた¹⁾。

一方、我が国の生糸消費量の大部分を中国生糸が占めている現状から、中国が進めようとしている図2に示すような「電子生糸検査装置」(以下「中国システム」という。)の開発に対する技術協力の一環として、中国と同一生糸による日中生糸機械検査装置の比較試験を行ったので報告する²⁾。

1.2 日中の機械検査システムの比較

(1) 中国システムの概要

中国浙江檢驗檢疫局生糸センター(CIQ、杭州市)は、平成14年から図2に示すような静電容量方式の生糸機械検査機(日本国計測器工業(株)製)を設置して実験中であり、検査基準(草案)を策定している³⁾。また、一部光電方式も並置して実験中である。装置の巻き取り部は、12錘のチーズワインダーを使用している。解析装置としてCLASSUFAULT Model CFT が用いられ、織度測定用としてCV% Unitが付加されている。



図1 日本生糸機械検査システム(日本システム)



図2 中国電子生糸検査装置(中国システム)

(2) 日中の検査項目

中国システムの課題は、表1に示すように現行検査の繊度、節、糸むら成績の忠実な再現が難しく、測定成績の新たな解釈及び評価が必要であることである。また、節、糸むらの場所の特定は不可能である。長所は、スピードが速いこと及び費用(1糸条当たりのコスト)が安いことである。

一方、日本システムの最大の長所は現行検査の繊度、節、糸むら成績がかなりの程度忠実に再現できることである。節、糸むらの場所の特定も可能である。課題は、検査速度が遅いこと及び費用(1糸条当たりのコスト)が高いことである。

そのため、同一生糸試料のデータを解析することにより両者の特徴を抽出して、お互いの装置の開発に資することとした。

(3) 日中の出力データ

両者のシステムによる出力データの概要を表2「検査出力データの比較」に示す。日本システムでは、現行検査に対応した検査項目及び検査数値を表示できるようにしてある¹⁾。

表1 日中の生糸機械検査システムの検査項目の比較

項目	日本生糸機械検査システム	中国電子生糸検査装置	備 考
装置	一糸条のボビン - かせ巻き取り(400m/min)	12錘のチーズワインダー(600m/min)	
織度の測定原理	赤外レーザーセンサによって糸の外径から織度を測定	静電容量センサによって糸の質量から織度の相対的変化を測定	
節の測定原理	2方向光电センサにより遮光量から検出。ショックセンサーと併せて、節を7種類に分類。	・静電容量センサによって糸の質量の変化率から検出。 ・節の長さとおさの変化率により3のタイプと41の格に分類(現行の節との対応は無し)	中国 - 光电センサによって糸の遮光量の変化率から検出(静電センサと併用実験中)
織度表示単位	デニール	基準に対する%表示	
平均織度、織度偏差、織度最大偏差	可	不可 基準に対する%表示	
糸むらの判定	可	不可 (瞬間的な織度の変化を糸むらと判定するよう検討中)	
リアルタイム表示	可 織度変化をグラフ表示	可 測定値のみ	
ヤング率	可	不可	

表2 検査出力データの比較

	日本(生糸機械検査システム)	中国(Electronic Testing for Raw Silk)
検査糸長	総糸長(m)	Total length(km)
検査糸重量	総重量(g)	Total weight(kg)
織度	平均織度(D)	織度変化%(Count ave %)
織度偏差	織度偏差(D) 織度最大偏差(D)	Std (%) CV%
小節	小節個数(対49,500m)(個)	Total IPM(個)
・中節 ・大節 ・特大節 ・ずる節	中節個数(対49,500m)(個) 大節個数(対49,500m)(個) 特大節個数(対49,500m)(個) ずる節個数(対49,500m)(個)	Slub 糸欠陥の長さ(1, 2, 7, 10, 20mm)とおさの変化率(+100, +150, +250, +400%)により20種類に分類(対100km)(個)
糸むら	類、類、類、細むら、糸むらの区別	・Thick(太い箇所): 糸欠陥の長さ(1,4,8,25,60cm)とおさの変化率(+15,+35%)により10種類に分類(対100km)(個) ・Thin(細い箇所): 糸欠陥の長さ(1,4,8,25,60cm)とおさの変化率(-15,-40%)により10種類に分類(対100km)(個)
物性(強度、伸度)	ヤング率(伸度との相関)	Thin(細い箇所)個数が単糸強伸度に関係

注:IPMとは、Imperfection Monitorの略。ウースター試験機で小節の代用に使っている不純物のことである。

2 実験方法

(1) 試料及び試料交換の手順

表3に使用した日本産、中国産、織度別の試料の一覧を示す。全部で6種類の試料を用いた。

(2) 試料交換の手順

試料交換の手順を図3に示す。横浜事務所では、日本システムを用いて、採取したボビンの検査を行った。この検査済みボビンを、格付通知書及びこの検査成績とともに中国浙江センターに送付する。浙江センターは、中国システムを用いて、受領したボビンの検査を行った。次に、このボビンをセリプレーン板(黒板)に巻いて、現行肉眼検査(節検査及び糸むら検査)を行った。この検査結果(検査成績)を横浜事務所へ送り返してもらった。なお、中国で調製した試料も同様の手順で検査した。

表3 日本と中国とのデータ交換に用いた試料一覧表

試料番号	産地	織度(D)	ボビン数	検査糸長(m)
J1 - A	日本	30/32	1	6,202
J1 - B	日本	30/32	1	7,553
J2	日本	20/22	6	65,916
J3 - A	日本	26/28	1	10,000
J3 - A	日本	26/28	1	10,000
C1	中国	20/22	2	23,487
C2	中国	19/21	9	46,859
C3 - A	中国	25/27	1	10,472
C3 - B	中国	25/27	1	10,759

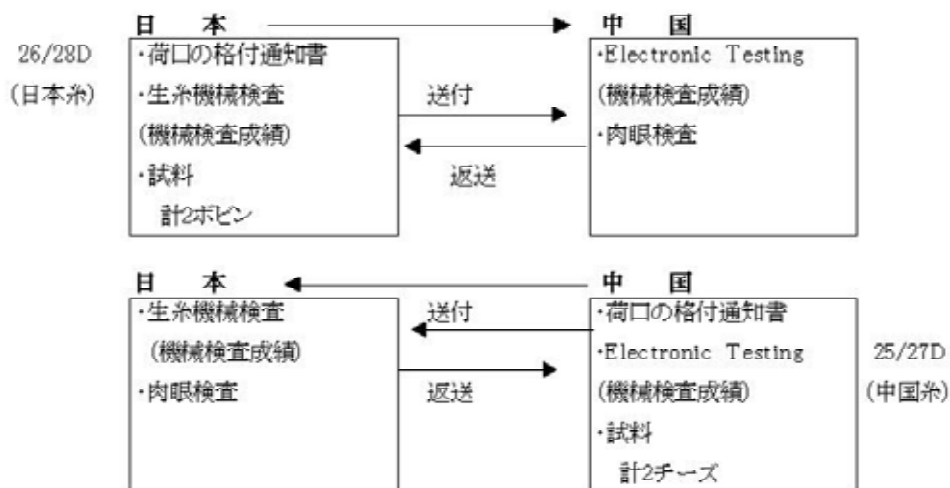


図3 生糸試料交換手順図

3 結果及び考察

表4及び表5に日中のデータ交換の結果を示す。その概要は次のとおりである。なお、糸むらについては、中国側が開発途中であるため解析を行わなかった。

(1) 平均織度及び織度偏差

中国システムの平均織度と織度偏差は織度%とCV%から算出した。表6に平均織度及び織度偏差の日本システムと中国システムとの相関係数を示した。その結果、

- () 平均織度については重相関係数 $R^2=0.994$ と高い相関が見られ、日本システムと中国システムの織度データはよく一致していることが分かった。
- () 織度偏差については重相関係数 $R^2=0.6267$ とやや相関が見られない。この理由は、織度偏差の計算をする基礎数字の単位(織度糸という。)が、日本システムではパソコン上に112.5mの織度糸を作り計算している。これに対して中国ではデータ入力毎の瞬間的な計測値個々を単位としているためと考えられる。

(2) 大中節データ

大中節データについて検討すると、

- () 節検査結果を比較すると、日本システムが節の数が多く、中国システムが少ないという差がみられた。これはそれぞれのシステム間の計測原理が異なるからである。中国システムの静電容量方式は、2つの電極の間を通る質量変化(質量のある「ずる節系」)を電流量に変換している。そのため、質量の無い「わ・さけ節系」のものは検出されにくいという特性がある。一方、日本システム及び中国システム(補完的に並置)の光電センサは、入射光でできた影を光電池の電流量として変換しているため「わ・さけ節系」のものでも比較的検出し易いためである。このことについては、中国システムを開発した浙江センターは、平成16年の報告で「光電センサは、静電センサーでの検出がたいへん難しい「さけ節」までよく検出できる」と報告している⁴⁾。
- () (特大節+大節+中節)の合計数を比べると日本、中国(光電)と中国(肉眼)と似た傾向が見られる。しかしながら、節の数が多い試料になると乖離が目立ち始める。
- () 中国(静電)は節を捕りきれないように思われる。これは、中国側でも認識しており、このため補完的に中国(光電)を設置した経緯がある。
- () 日本は小節をよく拾っている。全体的に見ると、現行検査(肉眼検査)に比べると細かく拾う傾向がある。

(3) 同一かせのポピン間のデータ比較(織度、大中節)

ケーススタディとして、表7-1及び表7-2に示すように、同一かせを6区に分けて織度及び大中節について比較検討した結果は次のとおりである。

- () 平均織度及び織度偏差については上述したように一致が見られる。
- () 大中節については、中国システムでは「わ・さけ系」の節が検出されにくいですが、表7-1に示しているように日本システム、中国(光電)及び中国(現行肉眼)ともかなり一致した傾向が見られた。

(4) 日本システムにおける機械検査と現行検査(官能検査)の織度及び節検査結果が良く一致することは、すでに報告している^{5)、6)、7)}。従って、日本システムは現行検査(官

能検査)の代替機能を発揮でき中国システムの補助支援機として利用できるものと考えられる。

表4 日中試料交換結果(総括表、日本 中国)

日本産30/32D										
検査項目	日本システム		中国システム							
	生糸A	生糸B	生糸A	生糸B						
検査糸長	6202	7553	5910	7250						
平均織度	30.91	29.24	30.67	29.21						
織度偏差	0.84	1.30	0.86	1.19						
織度最大偏差	2.0	2.7								
	日本システム		中国システム(静電)		中国システム(光電)		中国 肉眼			
	生糸A	生糸B	生糸A	生糸B	生糸A	生糸B	生糸A	生糸B	ざる・おけ	ざる・おけ
特大節	0	0	(大-0)	(大-0)	(大-0)	(大-0)				
大節	0	0	(中-0)	(中-0)	(中-1)	(中-0)				
中節	11+18	3+13	(小-3)	(小-1)	(小-9)	(小-7)	2+7	5+4		
節数	29	16	3	1	10	7	9	9		
節数	2339	2243								
80点パネル	1	0					1	0		
85点パネル	6	3					9	4		
90点パネル	11	17					7	17		
95点パネル	0	2					1	1		
小節点	87.77	89.77					87.22	89.31		
日本産20/22D										
検査項目	日本システム		中国システム							
	生糸A	生糸B	生糸A	生糸B						
検査糸長	65916		62070							
平均織度	20.50		20.53							
織度偏差	1.07		1.01							
織度最大偏差	3.4									
	日本システム		中国システム(静電)		中国システム(光電)		中国 肉眼			
	生糸A	生糸B	生糸A	生糸B	生糸A	生糸B	生糸A	生糸B	ざる・おけ	ざる・おけ
特大節	0		(大-5)		(大-8)				0	
大節	1+0		(中-4)		(中-11)				7+0	
中節	22+47		(小-33)		(小-51)				35+1	
節数	70		42		70				43	
75点パネル	0						1			
80点パネル	0						0			
85点パネル	0						1			
90点パネル	3						61			
95点パネル	28						66			
100点パネル	133						32			
小節点	96.96						93.91			
日本産26/28D										
検査項目	日本システム		中国システム							
	生糸A	生糸B	生糸A	生糸B						
検査糸長	10000	10000	8380	8430						
平均織度	24.72	26.19								
織度偏差	1.08	1.20								
織度最大偏差	2.6	2.7								
	日本システム		中国システム(静電)		中国システム(光電)		中国 肉眼			
	生糸A	生糸B	生糸A	生糸B	生糸A	生糸B	生糸A	生糸B	ざる・おけ	ざる・おけ
特大節	0	0	(大-1)	(大-1)	(大-0)	(大-1)				
大節	0	0	(中-1)	(中-0)	(中-2)	(中-2)				
中節	7+5	6+4	(小-2)	(小-5)	(小-8)	(小-2)				
節数	12	10	4	6	10	5				
80点パネル										
85点パネル										
90点パネル										
95点パネル										
小節点										

表5 日中試料交換結果(総括表、中国 日本)

中国産20/22D									
検査項目	日本システム		中国システム						
	検査糸長	23487		(23487)					
平均織度	20.76		20.77						
織度偏差	1.21		1.04						
織度最大偏差	3.1								
		日本システム		中国システム(静電)		中国システム(光電)		日本 肉眼	
		ずる+おけ						ずる+おけ	
特大節	0		(大-1)					0	
大節	1+0		(中-7)					0	
中節	35+74		(小-17)					1+44	
節数	110		25					45	
節数	18541								
65点パネル	1								
70点パネル	3								
75点パネル	9								
小節点	73.08								
中国産19/21D								[検査番号:600198]	
検査項目	日本システム		中国システム						
	検査糸長	46858		45590					
平均織度	19.87		20.44						
織度偏差	0.90		1.29						
織度最大偏差	1.40								
		日本システム		中国システム(静電)		中国システム(光電)		日本 肉眼	
		ずる+おけ						ずる+おけ	
特大節	0		(大-8)					0	
大節	0+5		(中-5)					3+0	
中節	29+134		(小-44)					10+23	
節数	176		57					36	
75点パネル	1							0	
80点パネル	0							1	
85点パネル	12							6	
90点パネル	31							9	
95点パネル	55							79	
100点パネル	0							1	
小節点	93.93							94.27	
中国産25/27D								[検査番号:504242]	
検査項目	日本システム		中国システム						
	生糸A	生糸B	生糸A	生糸B					
検査糸長	10472	10759	10040	10300					
平均織度	25.47	25.55	26.06	26.29					
織度偏差	0.90	1.34	1.11	1.16					
織度最大偏差	1.85	3.70							
		日本システム		中国システム(静電)		中国システム(光電)		日本 肉眼	
		生糸A 生糸B		生糸A 生糸B		生糸A 生糸B		生糸A 生糸B	
		ずる+おけ		ずる+おけ					
特大節	0	0	(大-2)	(大-0)				0	0
大節	1+0	1+2	(中-0)	(中-1)				0	0+1
中節	7+24	4+34	(小-2)	(小-6)				1+15	3+6
節数	32	41	4	7				16	10
75点パネル	1	2						0	0
80点パネル	1	3						0	0
85点パネル	4	10						0	0
90点パネル	19	9						0	0
95点パネル	0	2						25	26
小節点	88.20	86.15						95.00	95.00

表6 平均織度及び織度偏差の相関

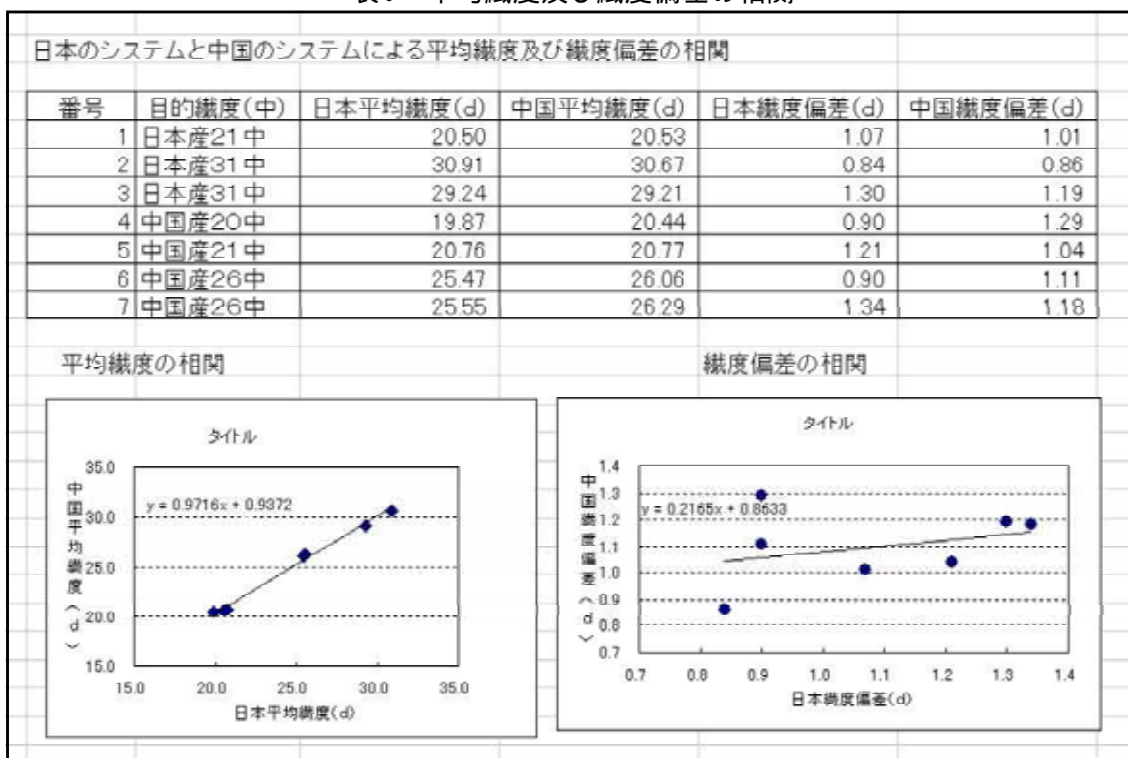


表7 - 1 織度の分析(6ボビン)

日本産20/22D						
平均織度(d)						
	B1	B2	B3	B4	B5	B6
日本システム	20.73	20.87	20.52	20.20	20.30	20.57
中国システム	20.57	21.07	20.75	20.83	21.27	21.35
織度偏差						
	B1	B2	B3	B4	B5	B6
日本システム	0.92	1.17	1.02	0.95	1.01	1.00
中国システム	1.08	1.20	1.15	1.05	1.24	1.13

表7-2 節数の分析(6ボビン)

日本産20/22D							
節数							
中国静電							
	B1	B2	B3	B4	B5	B6	
大	1	3	1	0	0	0	5
中	1	1	0	1	0	1	4
小	3	9	4	4	8	5	33
	5	13	5	5	8	6	42
							*34 (B5を除く)
中国光電							
	B1	B2	B3	B4	B5	B6	
大	2	4	1	1	0	1	9
中	0	7	1	1	0	1	10
小	4	3	7	8	12	5	49
	6	14	9	10	12	7	68
							*56 (B5を除く)
日本システム							
	B1	B2	B3	B4	B5	B6	
特大	0	0	0	0	0	0	0
大	0	1	0	0	0	0	1
中	5	16	14	7	16	6	64
	5	17	14	7	16	6	65
							*49 (B5を除く)
中国現行肉眼							
	B1	B2	B3	B4	B5	B6	
大ずる	2	4	0	1	*	0	7
小ずる	4	9	5	9	*	8	35
さナ	0	1	0	0	*	0	1
	6	14	5	10	*	8	43
							*43 (B5を除く)
ボビン5を省いたものの比較							
節数	B1	B2	B3	B4	B6		
日本システム(光電)		5	17	14	7	6	
中国システム(光電)		6	14	9	10	7	
中国(現行肉眼検査)		6	14	5	10	8	

ボビン番号	日本システム(光電)	中国システム(光電)	中国(現行肉眼検査)
B1	5	6	6
B2	17	14	14
B3	14	9	5
B4	7	10	10
B6	6	7	8

4 まとめ

本部横浜事務所では、生糸機械検査システムの開発をしてきた。一方、中国においても、生糸検査の機械化のために電子生糸検査装置及び検査基準を開発しているところである。このため、日中技術協力の一環として、日中の生糸機械(電子)検査システムの比較試験を実施した。同一生糸試料によるデータ交換を行った結果、平均織度に差がみられないこと。大中節については計測原理が異なるものの節の出現傾向に一致がみられることが分かった。

成果をまとめると、

- () 中国浙江檢驗檢疫局生糸検査センター(CIQ、杭州市)は生糸電子検査システム(静電容量方式)を開発し、検査基準(草案)を策定している。横浜事務所は、生糸機械検査システム(光電センサー方式)の利点を生かし、同一生糸試料を用いて、日本システムと中国システムとで検査したデータを交換した。
- () この結果は、平均織度に差がみられないこと、及び大中節については計測原理が異なるものの節の出現傾向に一致がみられることが分かった。

これらの成果の一部は、「国際生糸機械検査技術会議」(中国、平成17年10月)¹⁾及び「2006国際シルクフォーラム」(中国、平成18年10月)²⁾で公表した。

5 謝辞

本研究を実施するに当たり、中国浙江出入境檢驗檢疫局生糸検査センター、農林水産省生産局特産振興課、財団法人大日本蚕糸会を始めとする蚕糸絹業団体及び関係大学並びに横浜事務所及び神戸センターの皆様からご支援をいただきましたので感謝申し上げます。

6 文献

- 1) Hiroshi Sakabe, Masanori Miyashita, Yoshitane Mori, Takeo Kohzu (2005) : Collaboration between Japan and China on Automatic (Electronic) Inspection for Raw Silk, I. Proposal Regarding Joint Development of Automatic (Electronic) Inspection for Raw Silk, II. Development of New Automatic Testing System for Raw Silk, III. Comparison with Traditional Inspection, International Exchanging Conference of silk electrical testing Technologies, in Hangzhou (China) . (生糸機械検査に関する日中共同研究、 . 生糸機械検査の共同開発に関する提案、 . 新しい生糸機械検査システムの開発、 . 現行検査との比較、国際生糸機械検査技術会議、中国浙江省杭州市)
- 2) Sakabe, Miyashita, Mori, Data Exchange between Japan and China on Automatic (Electronic) Inspection for Raw Silk, 9, in Hangzhou(China), Oct 26-27(2006)
- 3) Study Group of Chinese Standards of Electronic Testing for Raw Silk: Standards of Electronic Testing for Raw Silk, Exchange Materials for 2006 International Silk Forum (2006)

- 4) Jun Lu:New Development of Electronic Inspection for Silk, Hangzhou International silk inspection technology conference, in Hangzhou (China), 1-7, Oct. (2004).
- 5) Mori, Miyashita, Sakabe, Comparison between Automatic and Traditional Inspection for Raw Silk, 11, in Hangzhou(China), Oct . 26-27(2006)
(生糸の機械検査と現行検査との比較)
(生糸機械(電子)検査における日本と中国とのデータ交換)
- 6) 森 良種・宮下昌則・坂部 寛・山田晶子：生糸の国際標準格付方法に関する研究
(第1報) 農林水産消費技術センター調査研究報告、30、33-36(2006)
- 7) 森 良種・宮下昌則・坂部 寛・山田晶子：生糸の国際標準格付方法に関する研究
(第2報) 農林水産消費技術センター調査研究報告、30、37-42(2006)