

繰絲張力に關する研究

繭絲織度と繰絲張力との關係に就て

Investigation of the reeling tension, with special reference
to the denier of the cocoon fibre.林 貞 三
應 野 誠 一

緒 言

著者は曩に繰絲張力に關係ある製絲技術的事項を調べ繰絲張力の恒定なる事を究明し、又繭其のものゝ繰絲張力に影響する事項として繭絲の膠着力と溶解度が主なるものである事を報告した。

而して膠着力は Sericin の溶解度以外に膠着面の大小即ち主として繭絲の織度に關係するものと考へらるゝが故に、繭絲織度を主とし繰絲張力に影響ありと思はるる繭の諸形質につき研究を進め、繭質鑑定上の便宜と繰絲張力恒定原理を一層明確にするを得たるを以つて、此處に報告する次第である。

I 實 驗 方 法

1. 供 試 繭

供試繭は實驗の種類に依り次の如き a, b 及び c の 3 群を用ひた。

- 上田蠶絲専門學校原蠶部産繭、支 105、歐 17 ♀、金黃♀ 及び清光♀
- 同校養蠶部産繭、支 16×歐 16、支 15×支 105 及び歐 18×支 106
- 同校養蠶部産繭、歐 18×支 106(春)、支 105×歐 17(春)、支 105×支 15(春)、支 98×歐 7(春) 及び日 110×支 105(秋)、
上田市場購入繭 黄(春)、A.(秋白) 及び B.(秋白)
小縣蠶業學校産繭、日 110×支 106(秋)

繭絲織度、繭絲の形狀、繭形、繭重及び繭容積の大小等の各々と繰絲張力との關係を知らんとする本實驗に於いて最も困難を感じる問題は材料である繭が各々その Sericin の性狀を異にする事である。又同一の繭であつてもその繭層の位置により同様に異なるものと考えらるゝが故に、上記實驗に使用する材料は出来る丈性狀の同じきものを選ぶ必要がある。此の考から本實驗に於ては各品種毎に 1 蛾育せる繭を同一條件の下に乾燥貯藏を行ひ材料とした。

2. 煮繭器並繰絲張力測定機

煮繭器は木製の深さ 38.6cm. 口徑 33cm. の煮繭槽にして實驗専用のものであり、蒸汽の吹出管は底部に置き蒸汽の吹出を出来る丈一様にする爲吹出孔の配置並にその大き等には充分注意してあるものである。

張力測定機は上田蠶絲専門學校同窓會編、蠶絲業研究彙集所載の物と同様に於て、本實驗に使用せる物は最近増澤商店に於て製作せるものである。

3. 煮繭方法並に張力測定方法

煮繭方法は前記煮繭槽を2箇極く接近して設置し、一方を高溫槽他方を低溫槽とし、熱湯處理を行ふ熱湯煮繭の方法を採用した。處理溫度は高溫湯 208°F、低溫湯 122°F 處理時間は高溫湯30秒、低溫湯 20 秒、而して煮繭時間の計算には處理時間の 50 秒は之を加算しない。

繭絲張力の測定は煮繭を 104°Fの揚湯に移し5分間放置して後之を繭絲鍋に移し、更に5分間放置したる後5粒づゝ測定する。而して如何なる實驗に於いても張力の測定は必ず4回以上繰返して行ひその平均を求めたのである。此の場合の繭絲速度及び繭絲溫度は實驗に依り異なるのは勿論である。張力測定と同時に同一の絲につき織度を調査したのであるが、方法は線枠に廻轉計を取付け置き100回毎に線枠を停止し、100回づゝ絲を區別して切取り、之を乾燥秤量したのである。

II 實驗結果に對する考察

1. 繭容積及び繭重と繭絲張力との關係

繭容積及び繭重と張力との關係を知らんとし、前述の如く完全に同一荷口の繭の中から繭容積の異なる(同時に繭重も異なる)ものを數階級に區別して採り、同一條件の下に張力を測定したものである。その結果は第1表の如くである。

第 1 表 繭容積、繭重並に繭絲織度と繭絲張力

項目 種品	順 位	容 積 (cc.)	繭 重 (g.)	絲 長 (m.)	織 度 (d.)	繭 絲 張 力 (g.) (對 1 粒)	繭 絲 張 力 (g.) (對 1 d.)
支 105 號	1	7.72	0.52	595	2.72	0.2963	0.1089
	2	7.33	0.52	576	2.71	0.3073	0.1134
	3	6.87	0.46	522	3.05	0.3153	0.1034
	4	6.55	0.45	527	2.80	0.3037	0.1085
	5	6.24	0.44	501	2.78	0.3099	0.1115
	6	4.95	0.50	447	2.80	0.2942	0.1051
	7	4.53	0.34	437	2.62	0.2894	0.1105
	8	3.70	0.28	365	2.22	0.2743	0.1236
	9	3.38	0.24	333	2.27	0.2827	0.1245
歐17號♀	1	10.89	0.84	934	2.66	0.3077	0.1157
	2	9.99	0.80	835	2.74	0.3059	0.1116
	3	9.95	0.78	734	2.87	0.3265	0.1138
	4	9.72	0.78	757	2.95	0.3328	0.1128
	5	8.82	0.78	797	2.88	0.3311	0.1150
	6	8.80	0.76	869	2.70	0.3005	0.1113
	7	8.56	0.76	744	2.99	0.3333	0.1115
	8	8.33	0.74	748	2.81	0.3189	0.1135
	9	6.86	0.68	658	2.87	0.3277	0.1142
金 黃 ♀	1	7.51	0.66	627	3.05	0.283	0.0928
	2	7.18	0.60	593	3.19	0.308	0.0966
	3	6.93	0.58	580	3.06	0.285	0.0931
	4	6.48	0.58	558	3.00	0.275	0.0917
	5	6.28	0.56	559	3.19	0.301	0.0943
	6	5.95	0.54	528	3.08	0.300	0.0974
	7	5.76	0.54	520	2.91	0.306	0.1052
	8	5.12	0.48	489	2.57	0.268	0.1043
	9	4.70	0.44	443	2.57	0.278	0.1082

清光♀	1	10.68	0.72	578	3.51	0.3362	0.0958
	2	10.26	0.73	553	3.86	0.3647	0.0945
	3	9.72	0.70	550	3.66	0.3363	0.0919
	4	9.45	0.68	529	3.67	0.3346	0.0912
	5	7.56	0.66	535	3.45	0.3463	0.1004
	6	7.73	0.70	513	3.86	0.3766	0.0976
	7	7.51	0.68	495	3.74	0.3621	0.0968
	8	6.34	0.64	519	3.64	0.3639	0.1000
	9	5.64	0.56	447	3.20	0.3285	0.1027

備考 順位とは容積の大なる順位の事なり。容積は繭幅×繭幅×繭長を以て示せり。煮繭線絲の條件は各區毎に一定なり。同一實驗の反覆回數は4~6回即20粒~30粒である。

上表に見る如く先づ本材料については繭容積及び繭重の各々と線絲張力との間には何等規則正しい傾向を見出し得ない事、容積と繭重との間には極めて規則正しい關係が存在する事、容積及び繭重と織度との間には一定の傾向が見られない事である。之等は吾人が繭重(或は容積)と繭絲織度との間にはかなり大なる正の相關關係ありとする常識と矛盾してゐるやうであるが此の場合には差支ないと思ふ。(之れ等の吟味は此の報告の重要部でないから省略する)

而して實驗の結果は繭容積及び繭重は全然線絲張力に關係ない事を示し問題は簡單になつたのである。然しながら織度と張力との間に大なる關係があり(この事は後に述べる)この爲に繭容積及び繭重と線絲張力との關係が現はれないものとすれば、對1 denierの張力と繭重及び繭容積との關係を見ねばならないのであるが、而も此の結果に於ても繭容積及び繭重と線絲張力との間には全然一定の傾向を見出し得ない。

只だ極端に容積の小なるもの(同時に繭重絲長織度共に小)は張力(對1 denier)稍大なる傾向あるのであるが、これは容積及び繭重が直接關係あるのではなく煮熟程度に關係する結果と考へられる。即小形繭は大形繭に比べて煮熟程度は遅れる傾向がある様である。

2. 繭形と線絲張力との關係

繭形が線絲張力に影響ありや否やを知る爲に繭形の比較的丸いものから次第に長形のものに至る間を數階級に分けて張力を測定したのである。第2表は其の結果を示す。

第2表 繭形と線絲張力

項目 繭長繭幅の比		内 容 織 度						平 均
		100回	200	300	400	500	600	
No. 1	1.41	2.80	2.71	2.26	1.91	1.59	1.62	2.29
2	1.47	2.97	2.95	2.42	2.02	1.61	1.63	2.42
3	1.50	2.98	2.85	2.41	1.98	1.79	1.44	2.41
4	1.53	3.08	3.00	2.57	2.09	1.69	1.62	2.48
5	1.56	3.09	2.95	2.46	1.99	1.49	1.48	2.40
6	1.59	2.95	2.74	2.57	2.13	1.66	1.45	2.42
7	1.65	2.96	2.98	2.60	2.22	1.91	1.64	2.46
平 均		2.98	2.88	2.47	2.05	1.68	1.55	

項目 繭長繭幅の比		内 容 張 力						平 均
		100回	200	300	400	500	600	
No. 1	1.41	0.362	0.373	0.295	0.245	0.208	0.200	0.298
2	1.47	0.338	0.367	0.310	0.263	0.235	0.255	0.297
3	1.50	0.368	0.378	0.298	0.260	0.243	0.220	0.309
4	1.53	0.353	0.361	0.300	0.250	0.225	0.205	0.289
5	1.56	0.362	0.349	0.287	0.243	0.218	0.205	0.289
6	1.59	0.346	0.366	0.312	0.269	0.229	0.230	0.299
7	1.65	0.358	0.383	0.311	0.276	0.241	0.233	0.304
平 均		0.355	0.368	0.316	0.258	0.228	0.221	

項 目	繭長繭幅の比	對 張 力						平 均
		100回	200	300	400	500	600	
No. 1	1.41	0.1292	0.1396	0.1396	0.1282	0.1308	0.1234	0.1318
2	1.47	0.1138	0.1244	0.1244	0.1301	0.1459	0.1564	0.1325
3	1.50	0.1235	0.1326	0.1326	0.1313	0.1358	0.1527	0.1347
4	1.53	0.1146	0.1203	0.1203	0.1196	0.1331	0.1265	0.1224
5	1.56	0.1172	0.1183	0.1183	0.1221	0.1463	0.1385	0.1268
6	1.59	0.1173	0.1336	0.1336	0.1263	0.1379	0.1586	0.1345
7	1.65	0.1209	0.1285	0.1285	0.1243	0.1262	0.1421	0.1284
平 均		0.1195	0.1282	0.1282	0.1260	0.1366	0.1426	

備考 供試繭支 105 號 繭長繭幅の比は小なるもの程球形に近く大なるもの程細長き形となる。

表に見る如く繭形も亦前述の繭容積及び繭重の如く、繰絲張力との間に何等一定の傾向を示さない。又對 1 denier の張力より見るも同様一定の傾向を示して居ない。

繰絲張力は繰絲中繭の運動量の變化に従ふべきものであるから繭の形状の如きは運動量に變化を與へ繰絲張力に多少の變化があるべき筈である。然るに上述の如く一定の傾向を見出し得ないのは其の測定方法が比較的高速度繰絲の場合であつて然も平均繰絲張力を主として見て居るから現はれて來ないものと解せられる。

3. 繭絲織度と繰絲張力との關係

此の問題は本報の主眼とする所である。

實驗 a.

前述の如く Sericin の性状の異なるものに就いては實驗を行ひ得ない爲、品種、飼育、上簇その他の條件を出来る丈同じくせる數種の繭を採り、その各々につき多數實驗を行ひその結果を観察したのである。

前掲の第 1 表に於ける織度と張力との間には明に一定の傾向が認められるが此の關係を一層明瞭ならしめるために張力と織度との比を求めて見たのである。

即表の右端の行がそれでその數字は各區毎に略一定の値を示してゐる事を發見する。換言すれば織度と張力との間には略直線的の關係ある事を示すものであり、張力が略織度に比例する事を示すものである。

以上は繭の平均織度と繰絲張力との關係である。

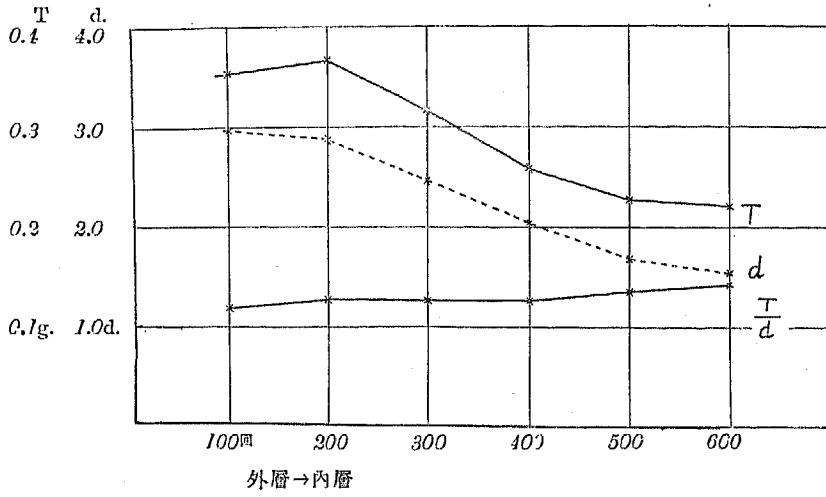
實驗 b.

實驗 a は織度と繰絲張力との關係を平均織度から見たのであるが、更に繭層の内外に依て織度の異なる事よりして織度と張力との關係を見たのである。但し繭は内外層に依り性状を異にするから正確に織度と張力との關係にはならないが大體の傾向を知る事は出来やうと思ふ。

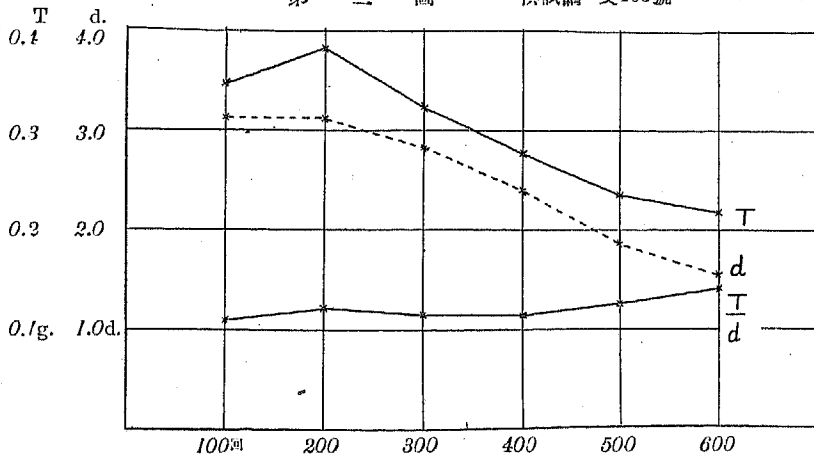
即第 2 表に於ける 100 回毎の平均織度と之に應ずる 100 回毎の平均張力との關係を見たのである。第一圖は其の關係を示すものにして、上から張力の分布曲線、織度の分布曲線及び對 1 denier の張力の分布曲線である。

圖に見る如く兩曲線は頗る相似の形状をなし一見して織度と張力との間には密接なる關係のある事が知れるのである。對 1 denier の張力が内層に於て稍大であるのは内層 Sericin が外層 Sericin に比べて溶解度が小であるためと、煮繭の際に於ける熱作用が外層に比べて緩であるからと考へられる。

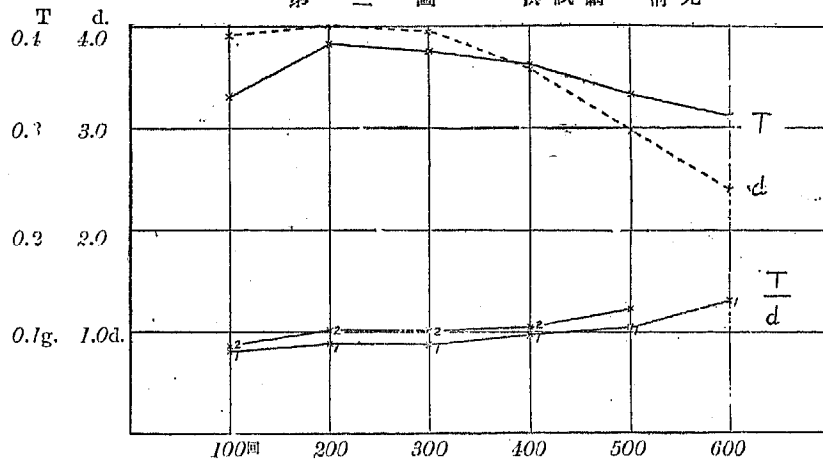
第一圖 供試繭 支105號



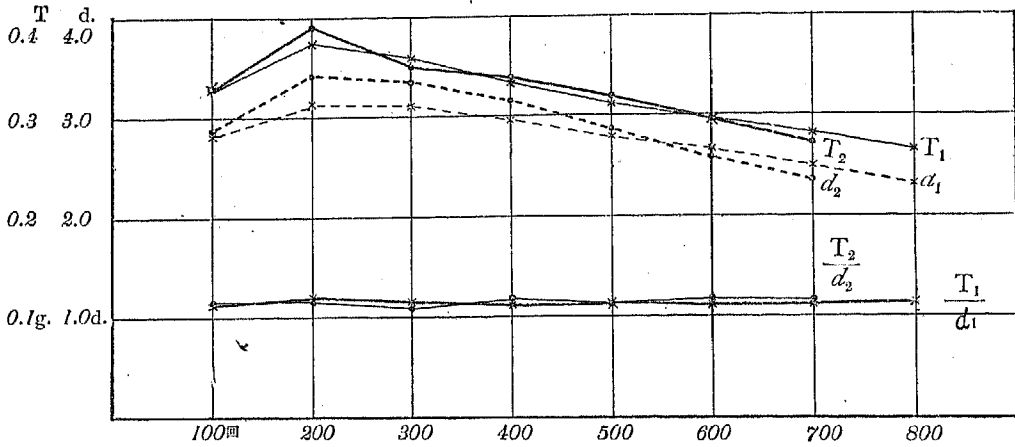
第二圖 供試繭 支105號



第三圖 供試繭 清光



第 四 圖 供 試 繭 廠 17 號



一般にはこの2つの原因から内層に於ける張力は實驗の示す値より遙に大であるべき筈であるが、然も内層に於ける張力は殆んど織度に比例する程度に低いのは、著者の1人(林)が蠶に蠶絲科學講演會で述べた内層の膠着度が外層のそれより小であるといふ事から説明する事が出来るのである。

第二圖、第三圖及び第四圖は共に繭絲織度と繭絲張力との關係を知らんとして實驗せる結果の第3、第4及び第6表から第二圖と同様の關係を圖示したものである。外層内層に於ける張力の分布は織度の分布に比例したものと理解舒良好の様である。

第一圖乃至第四圖に於ける對 1 denier の張力の分布曲線は普通の繭を普通の煮繭方法で略適當と思はれる程度に煮繭したものゝ結果である。従つて普通煮熟繭は對 1 denier の張力即煮熟程度は内層に於て遅れておるものと見る事が出来るのである。此の點を考慮して次の實驗を行つた。

第 3 表 繭重並に繭絲織度と繭絲張力

項 目		内 容						平 均
		100回	200	300	400	500	600	
No. 1	0.72g	3.91	3.76	3.85	3.33	3.46	2.45	3.460
2	0.72	4.14	4.32	4.28	3.92	3.34	2.53	3.755
3	0.70	3.74	4.02	4.03	3.82	3.15	2.12	3.480
4	0.68	3.81	4.16	3.99	3.61	2.96	2.82	3.558
5	0.66	3.78	3.94	3.88	3.68	3.06	2.14	3.413
6	0.70	3.99	4.22	4.25	3.91	3.05		3.854
7	0.68	3.87	4.13	4.11	3.69	2.76		3.712
8	0.64	3.70	3.91	4.00	3.81	3.03		3.609
9	0.56	3.56	3.71	3.43	2.74	2.15		3.897
平 均		3.93	4.02	3.98	3.61	3.00	2.41	

項 目		内 容						平 均
		100回	200	300	400	500	600	
No. 1	0.72g	0.347	0.355	0.343	0.345	0.323	0.305	0.3363
2	0.72	0.341	0.390	0.388	0.385	0.340	0.320	0.3606
3	0.70	0.322	0.355	0.345	0.355	0.317	0.325	0.3531
4	0.68	0.325	0.345	0.338	0.338	0.335	0.310	0.3318
5	0.66	0.316	0.367	0.372	0.375	0.347	0.302	0.3465
6	0.70	0.341	0.412	0.402	0.382	0.345		0.3763
7	0.68	0.332	0.392	0.383	0.372	0.332		0.3622
8	0.64	0.350	0.445	0.423	0.388	0.350		0.3912
9	0.56	0.313	0.385	0.385	0.338	0.318		0.3478
平 均		0.332	0.384	0.375	0.364	0.334	0.312	

項目 番 號	繭 層 別 對 1d. 張 力						平 均
	100 m	200	300	400	500	600	
No. 1	0.0887	0.0944	0.0891	0.1036	0.0934	0.1245	0.09916
2	0.0824	0.0903	0.0909	0.0982	0.1021	0.1268	
3	0.0861	0.0883	0.0856	0.0932	0.1006	0.1533	
4	0.0853	0.0829	0.0847	0.0936	0.1132	0.1099	
5	0.0836	0.0931	0.0959	0.1019	0.1134	0.1411	
平 均	0.0822	0.0898	0.0892	0.0981	0.1045	0.1311	
6	0.0855	0.0976	0.0948	0.0977	0.1131	0.10437	
7	0.0858	0.0949	0.0956	0.1011	0.1202		
8	0.0946	0.1133	0.1058	0.1018	0.1099		
9	0.0879	0.1038	0.1122	0.1234	0.1479		
平 均	0.0885	0.1025	0.1021	0.1060	0.1228		

備考 供試繭 清光

第 4 表 繭重並繭絲織度と絲張力

項目 繭 重	内 容 織 度								平 均
	100m	200	300	400	500	600	700	800	
No. 1 0.84g	2.82	3.14	3.00	2.87	2.79	2.67	2.41	2.32	2.75
2 0.80	2.84	3.14	3.17	3.03	2.79	2.66	2.47	2.40	2.815
3 0.78	2.84	3.12	3.10	2.95	2.77	2.65	2.51	2.30	2.780
4 0.76	2.95	3.26	3.24	3.11	2.89	2.69	2.52	2.35	2.900
5 0.76	2.66	3.03	3.09	2.90	2.75	2.68	2.57	2.30	2.747
平 均	2.822	3.138	3.120	2.972	2.798	2.670	2.496	2.334	
6 0.74	2.97	3.55	3.44	3.36	2.95	2.82	2.29		3.025
7 0.74	2.74	3.17	3.32	3.07	2.79	2.53	2.30		2.846
8 0.76	3.01	3.52	3.48	3.33	3.05	2.90	2.70		3.141
9 0.68	2.88	3.59	3.37	3.04	2.79	2.47	2.19		2.904
10 0.68	2.79	3.27	3.24	3.05	2.70	2.43			2.913
平 均	2.878	3.42	3.37	3.17	2.856	2.59	2.37		

項目 繭 重	内 容 張 力								平 均
	100m	200	300	400	500	600	700	800	
No. 1 0.84g	0.328	0.385	0.360	0.338	0.303	0.288	0.280	0.270	0.3190
2 0.80	0.333	0.393	0.378	0.347	0.322	0.305	0.287	0.275	0.3300
3 0.78	0.332	0.368	0.342	0.317	0.307	0.295	0.277	0.258	0.3120
4 0.76	0.353	0.387	0.363	0.340	0.327	0.305	0.293	0.270	0.3297
5 0.76	0.296	0.342	0.362	0.327	0.300	0.285	0.275	0.257	0.3055
平 均	0.3284	0.3750	0.3610	0.3338	0.3118	0.2956	0.2824	0.2660	
6 0.74	0.358	0.390	0.363	0.340	0.330	0.308	0.283		0.3387
7 0.74	0.310	0.395	0.378	0.340	0.308	0.288	0.255		0.3248
8 0.76	0.330	0.378	0.253	0.320	0.313	0.300	0.285		0.3112
9 0.68	0.314	0.398	0.382	0.338	0.313	0.283	0.265		0.3275
10 0.68	0.335	0.393	0.377	0.353	0.332	0.298			0.3480
平 均	0.329	0.391	0.351	0.338	0.310	0.295	0.272		

項目 番 號	繭 層 別 對 1d. 張 力								平 均
	100m	200	300	400	500	600	700	800	
No. 1	0.1163	0.1226	0.1200	0.1178	0.1086	0.1079	0.1162	0.1164	0.1144
2	0.1162	0.1252	0.1192	0.1145	0.1154	0.1147	0.1162	0.1146	
3	0.1169	0.1179	0.1103	0.1075	0.1170	0.1175	0.1112	0.1116	
4	0.1197	0.1187	0.1120	0.1093	0.1131	0.1134	0.1163	0.1148	
5	0.1090	0.1129	0.1172	0.1128	0.1091	0.1063	0.1070	0.1117	
平 均	0.1156	0.11946	0.11574	0.11239	0.11264	0.11196	0.11338	0.11382	
6	0.1205	0.1157	0.1026	0.1210	0.1119	0.1176	0.1236	0.1138	
7	0.1131	0.1246	0.1139	0.1107	0.1104	0.1138	0.1109		
8	0.1096	0.1074	0.1014	0.0961	0.1026	0.1034	0.1056		
9	0.1090	0.1111	0.1134	0.1112	0.1122	0.1348	0.1210		
10	0.1201	0.1201	0.1164	0.1157	0.1230	0.1236			
平 均	0.1145	0.1158	0.1096	0.1109	0.1120	0.1184	0.1153		

備考 供試繭 歐 17 號

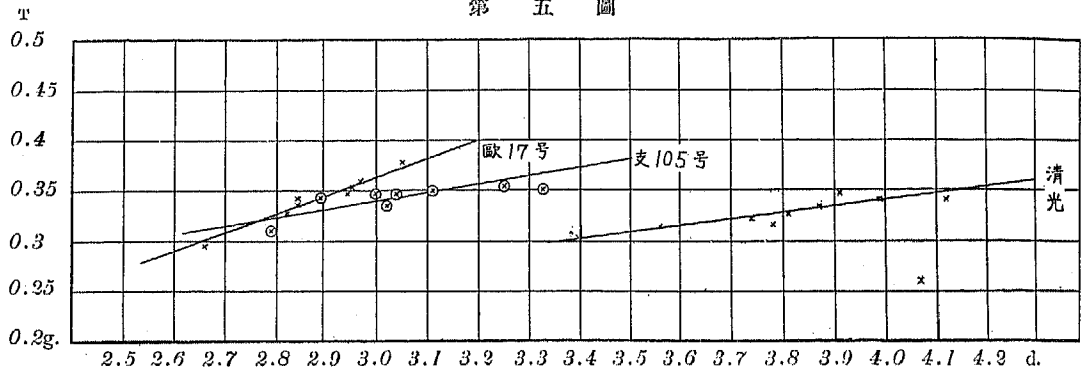
出来る丈種々の条件を同じにした繭を同一条件の下に於て張力を測定し、同時に同じ絲につき100回毎に織度を調査したのである。斯くする時は個々の繭の張力は、繭の同じ位置の Sericin の性状及び煮繭作用等同じである爲、繭絲織度の方に依つて影響されその他の條件は總て同じと考へる事が出来る。従つてその結果から眞に近い織度と張力との關係を知り得るのである。第2、第3、及び第4表は斯くて得たる結果である。

次に實驗毎に第1次100回から第2次、第3次と順次に繭層の同位置に於ける個々の場合の織度とそれに對應する張力とのグラフを畫き如何なる關係あるかをみる事にした。

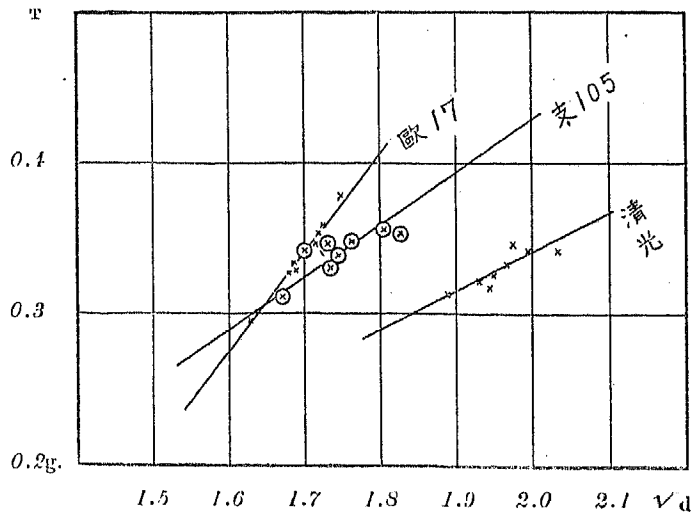
第5表 織度並織度の平方根と繰絲張力

種別 項目 實驗番號	清 光			支 105 號			歐 17 號		
	織度d.	√織度	張力g.	織度d.	√織度	張力g.	織度d.	√織度	張力g.
No. 1	3.91	1.977	0.347	3.25	1.802	0.354	2.82	1.679	0.328
2	4.14	2.034	0.341	3.33	1.824	0.352	2.84	1.685	0.333
3	3.74	1.933	0.322	3.04	1.743	0.339	2.84	1.635	0.332
4	3.81	1.951	0.325	3.11	1.763	0.349	2.94	1.714	0.347
5	3.78	1.944	0.316	3.00	1.7321	0.347	3.05	1.746	0.378
6	3.99	1.997	0.341	3.02	1.737	0.330	2.95	1.718	0.353
7	3.87	1.967	0.332	2.89	1.700	0.341	2.66	1.631	0.296
8	3.56	1.886	0.313	2.79	1.670	0.312	2.97	1.723	0.358

第 五 圖



第 六 圖



第5表及び第五圖は各品種の第1次100回の各々の織度とこれに對應する張力との關係を示したものである。圖の如く大体に於て兩者の間には直線的關係があるのであるが織度の範圍が僅である爲、即圖上の點が極めて接近したものの許りで極端のものがない爲、はつきり直線か否かを知る事の困難なる憾がある。此處に於て各行の張力の對1 denierの張力を計算したのである。この場合この張力が完全に一定な値を示せば兩者は完全に比例する事になり、もしその偏差が小であれば大体に於て比例すると見做し得る。而してその結果は各表に見る如く各行毎に略一定の値を示しており實用的には比例すると見て差支なしと認められる。

以上の如く繭絲織度と線絲張力とは大体に於て比例する事を知つたのであるが、この兩者の關係は結局新繭が繭層に在て膠着してゐる時の膠着面積の大小と線絲張力との關係に歸して考へる事が出来る。従つてこの膠着面積に關係するものとして繭絲織度（繭絲横斷面積）の外に繭絲織度の平方根（繭絲の直徑）が考へられるのである。

こゝに於て前述の繭層の同位置に於ける織度と張力との關係を調査したのと同様、繭層の同位置に於ける織度の平方根と張力との關係を觀たのである。第六圖は第1次100回に於ける \sqrt{d} と張力との關係を圖示したものである。

即、前同様略直線となるのであるが織度と織度の平方根の何れがより以上張力に比例するかを次の如く計算に依つて比較する事とした。

即、第6表に於ける如く g/\sqrt{d} を計算し之と g/d につき夫々各行の算術平均 M を求め次に夫々各行の標準偏差 σ を求めたのである。更に各行の變異係數 V を求め、此の V の値を夫々横に合計しその算術平均を求め、其の大小を比較したのである。その結果は第6表に示す如くである。

第6表 繭絲織度並繭絲織度の平方根と線絲張力

項目		内 容						平均織度
		100回	200	300	400	500	600	
No.	$\frac{g}{d}$	$\frac{g}{d}$	$\frac{g}{d}$	$\frac{g}{d}$	$\frac{g}{d}$	$\frac{g}{d}$	$\frac{g}{d}$	$\frac{g}{d}$
1	0.52	3.21	3.17	2.95	2.64	1.87	1.57	2.575
2	0.50	3.00	2.99	2.65	2.16	1.74	1.39	2.321
3	0.46	3.33	3.33	2.98	2.52	1.99	1.75	2.650
4	0.46	3.04	2.97	2.84	2.43	1.87	1.61	2.460
5	0.44	3.11	3.19	2.72	2.25	1.87	1.48	2.437
平	均	3.14	3.13	2.83	2.40	1.87	1.56	

項目		内 容						平均張力
		100回	200	300	400	500	600	
No.	$\frac{g}{d}$	$\frac{g}{d}$	$\frac{g}{d}$	$\frac{g}{d}$	$\frac{g}{d}$	$\frac{g}{d}$	$\frac{g}{d}$	$\frac{g}{d}$
1	0.52	0.354	0.383	0.332	0.298	0.248	0.235	0.3083
2	0.50	0.347	0.381	0.310	0.254	0.222	0.195	0.2850
3	0.40	0.352	0.386	0.330	0.295	0.249	0.225	0.3061
4	0.45	0.339	0.374	0.318	0.273	0.235	0.220	0.2931
5	0.44	0.349	0.398	0.326	0.261	0.225	0.215	0.2957
平	均	0.348	0.384	0.323	0.276	0.236	0.218	

項目		繭 層 別 對 1d. 張 力						平 均
		100回	200	300	400	500	600	
No.		$\frac{g}{d}$	$\frac{g}{d}$	$\frac{g}{d}$	$\frac{g}{d}$	$\frac{g}{d}$	$\frac{g}{d}$	
1		0.1089	0.1208	0.1125	0.1129	0.1326	0.1497	
2		0.1157	0.1274	0.1170	0.1176	0.1276	0.1403	
3		0.1057	0.1159	0.1107	0.1171	0.1251	0.1286	
4		0.1115	0.1259	0.1120	0.1123	0.1257	0.1460	
5		0.1122	0.1248	0.1200	0.1160	0.1203	0.1453	
M		0.1108	0.1230	0.1144	0.1152	0.1263	0.1420	
σ		0.0037	0.00464	0.00391	0.00243	0.00445	0.00319	
$V\% = \frac{\sigma}{M} \times 100$		3.34	3.77	3.42	2.11	3.52	5.77	3.654%

項 目 番 號	繭 層 別 對 \sqrt{d} 張 力						平 均
	100回	200	300	400	500	600	
No. 1	0.1964	0.2187	0.1934	0.1834	0.1814	0.1877	2.855%
2	0.2003	0.2204	0.1905	0.1729	0.1683	0.1655	
3	0.1930	0.2116	0.1912	0.1859	0.1766	0.1702	
4	0.1945	0.2188	0.1887	0.1752	0.1719	0.1735	
5	0.1980	0.2228	0.1977	0.1740	0.1646	0.1768	
M	0.1964	0.2185	0.1923	0.1783	0.1726	0.1747	
σ	0.00287	0.00418	0.00345	0.00594	0.00664	0.00836	
$V\% = \frac{\sigma}{M} \times 100$	1.46	1.91	1.794	3.33	3.85	4.79	

備考 供試繭支 105 號

$$\sigma \text{ は次式により計算す } \sigma = \pm \sqrt{\frac{\sum fd^2}{n-1}}$$

即、 g/d にあつては、その變異係數の平均は 3.654% であり、 g/\sqrt{d} にあつては 2.855% であり、その差 0.799% である。即、本計算に於ては、繰絲張力は織度よりも一層織度の平方根即繭絲の直徑に比例する結果を示したのである。然しながら兩者共その V の値は極めて小であり又その差も極めて僅であるから、實用的には、繰絲張力は繭絲織度に比例すると云つても差支へないと考へるのである。

實驗 c.

繭絲横斷面の形狀と繰絲張力との關係

織度同一なるも横斷面の形狀を異にする場合はその膠着面積を異にし、従つて張力に相違を來す事は想像にかたくない事である。即、 g/d を以て張力の分布を示した場合も、繭層の位置に依る繭絲の形狀の相違により、その扁平なる程大なる張力を示すものと考へられるのである。此の關係を知らんとして各品種に於ける繭絲の形狀を、外層より 100 回目毎に測定し次の結果を得たのである。

第 7 表 繭層の位置による繭絲の形狀

項 目 種 別	測 定 部 の 繭 層 の 位 置	織 度 d.	長 徑 μ	短 徑 μ	比
支 105 號	最外層の部	3.33	31.17	16.30	1.912
	100回目	3.99	33.21	16.59	2.002
	200	3.78	31.75	12.87	2.467
	300	3.66	31.17	13.73	2.270
	400	3.07	31.75	14.87	2.135
	500	2.10	27.31	9.58	2.851
金 黃	最外層の部	2.18	32.29	11.46	2.818
	100回目	2.83	33.40	11.50	2.904
	200	2.99	32.03	10.37	3.089
	300	2.98	31.97	10.08	3.172
	400	3.31	31.25	9.32	3.353
	500	1.78	30.00	8.51	3.525
歌 17 號	最外層の部	2.93	34.04	11.44	2.976
	100回目	2.85	33.40	11.82	2.826
	200	2.74	31.46	11.82	2.662
	300	2.35	31.32	11.08	2.327
	400	2.32	30.96	10.97	2.322
	500	2.28	27.34	9.62	2.842
清 光	最外層の部	3.30	34.10	13.12	2.599
	100回目	3.22	34.66	12.68	2.733
	200	2.50	33.43	12.55	2.664
	300	1.68	32.68	11.56	2.826
	400	1.34	29.97	8.20	3.654

即、表に見る如く内層は外層に比べて長徑と短徑との比が大で扁平である事を示してゐる。併しながらその程度は勿論品種により繭により異つておるのである。この内外兩層に於ける形狀相異の程度と前掲第一、第二、第三及び第四圖の g/d を以て示した張力分布曲線とを對照する時其の間に一定の傾向を認め得るのである。

即、内層に於いて扁平となる程度の大なるもの程、内層張力の高いのを見るのである。

斯くの如く繭絲の形狀は比較的小ではあるが張力に影響あるものである。以上各項に於て知り得たる如く線絲張力はその繭絲織度に比例するものである。而して此の一般傾向を動遙させるものは Sericin の量及び質、繭絲の形狀、煮繭に於ける熱作用等の差異である。

III 線絲張力恒定原理の再吟味

曩に第3回蠶絲科學講演會に於いて線絲張力恒定の原理につき述べたのであるが其の際に於ける張力の單位は、繭1粒についてであつた。併しながら繭に依り繭絲織度はかなり開きのあるものであり、繭絲織度が異ればその繭に最も好適な線絲張力の異なるのは前述繭絲織度と線絲張力との關係から明である。従つて従來線絲張力を示すに用ひて來た $g/粒$ は原料繭に依つて動遙性あるものである。原料に依つて變らざる g/d を採り標準張力の決定を行ふ爲下の如き實驗を行つたのである。

1. 試 供 繭

供試繭は出来る丈多種のものを採る必要がある。即、品種の異つたもの、解舒の良いもの悪いもの或は繭絲織度を異にするもの等を採る必要があるので、前記 I. (實驗方法)の1 (供試繭)のc.の項に示した9種類を使用した。

2. 實 驗 方 法

先づ9種類の繭につき基礎調査を行つたのである。この基礎調査は線絲溫度 180°F 線絲速度 180m./m. 6粒定粒、2緒にて線絲し、各種の繭につき、繭絲長、落緒回数、解舒絲長、繭絲量及び繭絲織度の5項目につき調査したのである。此の場合に於ける煮繭時間は各種の繭につき夫々適煮を選んだのである。其の結果を示せば第8表の如くである。

第 8 表 原 料 調 査

項目	繭 絲 長	落 緒 回 數	繭 絲 量	繭 絲 織 度	解 舒 絲 長	
種別						
春	歐 18×支106	837.32	0.288	0.270	3.11	652.63
	支105×歐 17	812.03	0.187	0.221	2.75	686.88
	支105×支 15	842.46	0.293	0.241	2.88	653.24
	支 98×歐 7	807.23	0.459	0.240	3.00	554.62
	上田市場黄	781.05	0.374	0.229	2.87	571.59
秋	日110×支105	725.91	0.111	0.219	2.90	654.02
	日110×支106	717.70	0.328	0.205	2.78	541.06
	上田市場 A號	624.32	0.101	0.164	2.76	567.13
	同 B號	650.28	0.456	0.166	2.69	446.93

次に各種の繭の解舒絲長を標準とし繭絲織度に關係なしに5粒定粒6緒にて添緒回数10回/分の計算にて線絲速度を決定し、この條件の下に煮繭時間を種々變へ、その各々の場合の線絲試

驗を行ひ同時に、線絲試験に供する煮繭の中より 25 粒を採り 5 粒づつ 4 回或は 5 回張力を測定しその平均を求めたのである。此の場合線絲温度は各區共 180°F で行つた。

線絲試験及び張力測定の結果を示せば次の如くである。

第 9 表

品種別	項目 時間	線 絲 張 力 試 験					線 絲 試 験					生 絲 品 種			
		外層張力	中層張力	内層張力	平均張力	對 1 粒 對 1 d. 度張力	卷取速度	落絲歩合	切斷回数	線絲時間歩	生絲量對 1 時間	均齊度	類節箇數		
春 支 106 × 歐 17	4分	0.5425	0.5682	0.4672	0.5260	3.24	0.1623	219	49.1	4	50	84.5	116.0	82.5	42.8
	6	0.4751	0.4648	0.4125	0.4508	3.31	0.1363		36.6	13	54.5	34.0	104.7	81.0	35.4
	8	0.4282	0.4271	0.3730	0.4094	3.23	0.1267		30.3	9	50.0	33.2	111.6	79.5	35.6
	10	0.3871	0.3789	0.3418	0.3691	3.25	0.1135		23.7	5	47.5	32.6	115.2	82.5	23.6
	12	0.3815	0.3590	0.3274	0.3559	3.08	0.1155		22.5	11	48.5	31.8	110.2	80.5	15.0
春 支 105 × 歐 17	1	0.6022	0.5303	0.4364	0.5229	2.99	0.1748	230	57.5	1	45.5	34.4	116.4	89.5	39.0
	3	0.5197	0.4924	0.4215	0.4778	3.00	0.1593		30.9	8	51.5	33.1	99.0	89.5	26.2
	6	0.4393	0.4246	0.3660	0.4099	2.89	0.1418		23.4	11	51.5	31.8	95.2	83.5	16.8
	9	0.3896	0.3673	0.3090	0.3553	2.83	0.1255		22.8	7	53.0	32.5	94.5	89.0	18.8
	11	0.3768	0.3593	0.3068	0.3476	2.87	0.1211		23.3	9	54.0	30.4	86.8	90.5	21.8
春 支 105 × 支 15	2	0.5303	0.4914	0.4436	0.4889	3.25	0.1552	219	30.0	9	53.5	35.2	95.6	80.5	28.6
	4	0.4525	0.4149	0.3866	0.4183	3.09	0.1353		30.3	12	49.0	34.8	102.9	83.5	23.6
	6	0.3960	0.3746	0.3586	0.3763	2.95	0.1275		20.9	4	47.0	33.3	102.6	83.0	19.4
	8	0.3748	0.3448	0.3250	0.3481	2.88	0.1208		20.0	10	48.5	32.6	97.6	82.5	15.0
	10	0.3522	0.3337	0.3097	0.3318	2.79	0.1189		19.4	11	46.0	31.6	99.6	86.5	15.8
春 支 98 × 歐 7	2	0.5238	0.5057	0.4441	0.4912	3.17	0.1549	186	50.9	10	58.5	36.4	98.2	86	27
	4	0.4451	0.4414	0.4118	0.4327	3.18	0.1361		42.8	1	55.5	34.5	98.1	81	14.2
	6	0.4018	0.3921	0.3542	0.3826	3.18	0.1203		37.1	2	53.0	33.6	100.0	84.5	16.0
	8	0.3720	0.3589	0.3290	0.3533	3.11	0.1136		28.1	3	49.5	30.2	96.2	81.0	18.0
	10	0.3282	0.3305	0.3029	0.3205	3.01	0.1065		20.9	7	55.0	31.1	89.2	84.5	13.6
上田市 場春黄	2	0.4994	0.4728	0.3914	0.4545	2.97	0.1530	192	44.4	2	50.5	38.2	99.4	84.5	47.9
	4	0.4193	0.4058	0.3520	0.3923	2.95	0.1330		28.1	4	48.5	24.7	94.0	85.5	46.0
	6	0.3782	0.3804	0.3463	0.3682	3.05	0.1207		21.9	10	54.5	34.7	83.8	79.5	49.0
	8	0.3487	0.3626	0.3318	0.3476	3.04	0.1143		20.4	3	46.0	35.3	102.9	83.5	38.0
	10	0.3230	0.3389	0.3073	0.3230	3.00	0.1077		16.9	6	46.0	35.1	100.1	84.0	47.5
秋 支 105 × 日 110	2	0.5204	0.4786	0.4441	0.4808	3.09	0.1556	220	13.3	5	49.0	37.7	111.6	85.0	62.5
	4	0.4338	0.4090	0.4005	0.4144	3.03	0.1367		10.0	8	48.0	36.6	110.6	83.5	59.7
	6	0.4073	0.3809	0.3612	0.3831	3.03	0.1264		7.8	11	49.0	35.8	106.3	80.0	55.7
	8	0.3508	0.3369	0.3348	0.3407	3.09	0.1102		4.6	8	41.0	35.0	123.9	88.0	44.3
	10	0.3297	0.3240	0.3207	0.3246	3.04	0.1067		2.8	3	61.0	33.8	80.6	80.0	42.1
秋 支 106 × 日 110	2	0.4675	0.4070	0.3534	0.4092	2.95	0.1387	182	46.4	7	56.5	36.2	88.8	82.0	100.8
	4	0.4345	0.3916	0.3498	0.3919	2.89	0.1356		33.3	3	53.5	35.0	90.7	80.0	68.5
	6	0.3802	0.3483	0.3230	0.3505	2.99	0.1172		29.0	6	51.0	35.0	95.1	80.0	58.9
	8	0.3260	0.3234	0.3067	0.3187	2.96	0.1077		24.2	6	56.0	34.7	85.9	78.5	74.6
	10	0.3116	0.2917	0.2638	0.2890	2.86	0.1013		18.9	6	54.0	34.9	89.7	81.0	67.0
秋 上田市 場A	2	0.4267	0.4046	0.3704	0.4001	2.94	0.1361	190	36.4	4	46.5	33.7	89.7	86.0	83.2
	4								27.5	4	46.5	32.9	87.5	86.0	60.4
	6	0.3773	0.370	0.3414	0.3628	2.98	0.1217		20.6	3	42.0	31.8	93.7	84.3	65.6
	8	0.3528	0.3605	0.3297	0.3476	2.98	0.1166		22.2	5	47.0	31.7	83.2	83.5	69.6
	10	0.3084	0.3203	0.3089	0.3126	2.92	0.1071		13.6	15	47.0	31.2	82.2	83.5	65.0
秋 上田市 場B	2	0.6281	0.5628	0.4765	0.5558	2.92	0.1903	150	54.2	3	57.0	33.0	77.1	81.0	78.8
	4	0.5241	0.4955	0.4535	0.4907	2.81	0.1746		53.3	2	55.0	32.1	77.7	82.7	111.0
	10	0.4013	0.3911	0.3380	0.3768	2.86	0.1317		39.2	0	52.5	31.8	80.6	81.5	67.2
	13	0.3600	0.3650	0.3247	0.3498	2.97	0.1178		33.9	6	53.5	30.9	76.9	85.5	74.8
	16	0.3386	0.3487	0.3149	0.3340	3.05	0.1090		26.7	7	53.0	30.1	75.6	82.5	56.2

備考 線絲温度 180°F 各區 6 條にて線絲す

3. 實驗結果

表に於て各區毎に線絲成績及び生絲品位の上から綜合的に何分區が最も優れてゐるかを見るに、各項目の Weight が分らぬ故絶對的に何分區といふ事は出來ないが、大体に於て衆目の見る所太字を以つて示してある煮繭時間に一致する事と思ふ。而して其の行の線絲張力を見るならば、各區共略接近した値を示してゐるのである。今各區の適煮時間とその張力を抜書きすれば次の如くである。

品 種 品	適煮時間	線絲張力	本實驗に於ては各區毎に最適なる煮繭	
春	歐 18×支106	10分	0.1135g	時間に對する線絲張力は略接近した値を示しその平均は 0.120 となつたのである。即對 1 danier の標準張力は 0.120g. であるといふ結果になつたのである。
	支105×歐 17	9	0.1255	
	支105×支 15	6	0.1275	
	支 98×歐 7	6	0.1203	
	上田市場黃	8	0.1143	
秋	日110×支105	8	0.1102	然しながら原料繭の解舒の良否に依り標準張力に多少の差異ある如く考へられるのである。上記實驗に於て最も解舒良
	日110×支106	6	0.1172	
	上田市場 A	6	0.1217	
	上田市場 B	10	0.1317	
平均			0.120g.	

好のものは 日110×支105 であり、最も不良なものは上田市場 B であつた。而してその張力は前者が最小にして後者が最大である。

即、解舒良好なるものは一般に 0.120g. の標準張力よりも稍低目を取り、解舒不良なるものは、稍高目の方が良いやうである。

又低温低速度線絲の場合は高温高速度線絲の場合よりも稍高目を採る傾向がある。

結 論

線絲張力の要因として考へられる繭の形質並に線絲方法につき實驗せる所を總括し結論すれば次の3項となる。

1. 著者の行ふ普通線絲状態に於ける平均線絲張力の測定に於ては繭重、繭形、繭の容積等は線絲張力に影響なしと認む。

2. 繭絲織度は線絲張力に極めて密接なる關係を有し繭絲織度の平方根は一層比例する結果を得たが實用的には織度が比例するものと見て差支ない。此の一般傾向に動搖を與へるものは膠着度に關係する Sericin の量及び質、繭絲斷面の形狀、並に煮繭線絲に於ける熱作用の差異である。

3. 著者は嘗て線絲張力は經濟的線絲法に於て恒定なる事を實驗し標準張力を繭 1 粒に就て言ひ表はしたが其の場合にも言へる如く對 1 粒 g. は原料繭に依り異なるを以て第 2 項の結論より本説を再吟味し不動の g/繭絲織度を以つて何れの原料繭にも共通の標準線絲張力 0.120g/繭絲織度を得た。而して此の數字に多少の動搖を與へるものは繭解舒の良否と線絲速度及び溫度にして經濟的線絲法に於て止むを得ない動搖と考へる。然もその程度は 0.02 g/d. を越えない程度のものである。

(於 上田蠶絲專門學校)

(受理 昭和 10 年 7 月 31 日)