

初冬期における沖縄桑の化学的特異性

阿久根 了・古賀 克也・福永 隆生

The Peculiarities of Chemical Contents on the Mulberry Leaves (Variety, "Okinawa") in Early Winter

Satoru AKUNE, Katsuya KOGA and Takao FUKUNAGA

(Laboratory of Sericultural Chemistry)

南九州は地理的に我が国の最南端に位し、気候的には温暖に恵まれ降雨多く一般農業においても特殊な様相がみられる。これらの点を利用して原蚕飼育において飼育回数を増加し得ることは養蚕業にとっては貴重なこととされている。奄美大島、種子島、屋久島のごとき離島がその目的に利用されていることは周知の通りである。これら離島以外の鹿児島県南部の特別の地域でも初冬蚕、早春蚕の飼育が行われる場合がみられる。蚕の唯一の飼料である桑葉の確保が先決問題であるからその目的に副うべく沖縄桑の育成が行われ利用されている。沖縄桑は形態的には種々の系統がみられる。生態的には内地桑とは甚しく相違する点も知られ種々の特異性を有している。沖縄桑の葉の飼料的価値については曾宮ら、⁽¹⁾⁽²⁾の飼育試験結果の報告がある。著者らは特殊な飼育時期の一つである初冬期における沖縄桑の葉を対象として硬軟係数⁽³⁾及び利用係数⁽⁴⁾について調査を行った。沖縄桑は他の品種と異なりこの時期においても伸長することがみられ硬軟係数、利用係数共に適当なものが得られることを知った。それ故、12月下旬の葉について化学的組成をも調べたのでそれらの結果について報告する。

試料及び方法

(1) 試料の採取供試桑の品種、沖縄桑と通称されるものを用いた。本品種は必ずしも固定された品種でないから多少形態的に相違するものもみられたので成可く同一形態のものを選んで採取した。これ以外の品種として内地桑と通称される魯桑、一の瀬、国桑 21 号、改良鼠返などについても採取を行った。

試料の採取場所 鹿児島県蚕業試験場（日置郡東市来町湯之元）、農林省蚕糸試験場 山川試育所（揖宿郡山川町）、九州大学指宿試験地（指宿市田良）の各桑園の外に枕崎市別府俵積田、揖宿郡穎娃町矢越、同郡開聞村開聞、指宿市中福良、揖宿郡喜入村喜入の農家の桑園を指定して採取の対象とした。

試料の採取時期、本試験の試料は昭和 27 年 11 月下旬、昭和 28, 29, 30 年は 9 月、11 月及び 12 月下旬の各 3 回すなわち前後 10 回にわたり前記の指定桑園の適当な場所から採取を行った。

桑園の肥培管理、本試験に指定した既設の桑園は普通の飼育に使用されるもので標準の肥培管理方法を指示してあるけれども必ずしも同一ではなかつた。指定の新植桑園は鹿児島県の標準に応じて行われたものである。沖縄桑はほとんど立通仕立であるが他品種は何れも根刈仕立で植付当年以外は夏刈りを行ったものである。

葉位の決定 枝条の最上位の葉でその葉柄が主軸から明らかに離れているものを第 1 葉とし

た。それゆえ第1葉といえども発芽伸長中の枝条ではいまだ完全開葉に至らぬものがある一方、時期、品種によつて伸長を停止せる枝条では完全に成熟した葉である場合もあつた。第1葉から下方に奇数葉位ごとに採取し第15葉以下は5葉ごとに採取した。採取葉はその場所で直ちに生葉重を秤量し枚数を記録した。

(2) 硬軟係数

桑葉の硬軟係数は中根⁽³⁾の提唱したもので次式によつて求めた。

$$\text{硬軟係数} = \frac{\text{灰分} \cdot \text{百分率}}{\text{水分} \cdot \text{百分率}} \times 100$$

採取試料についてそれぞれ常法により水分、灰分の百分率を求めて算出した。

(3) 利用係数

利用係数は著者ら⁽⁴⁾によつて提唱されたもので次式によつて算出を行つた。

$$\text{利用係数} = \frac{\text{生葉1枚当りの平均グラム数}}{\text{硬軟係数}}$$

(4) 化学組成

常法により水分、灰分、全窒素、蛋白態窒素、還元糖、ペクチンなどの分析を行つた。

実験結果及び考察

(1) 一般桑園における内地桑と沖縄桑の硬軟係数について

著者らは採取試料のすべてについて硬軟係数を求めたが、沖縄桑と他品種とを比較する目的で結

Table 1. The coefficient of hardness of the mulberry leaves

Variety	Position order	Year Month Place	1953		1954		1955	
			November	December	November	December	November	December
			Yamagawa		Yamagawa		Yamagawa	
Okinawa	1		2.38	2.57	2.53	2.68	2.61	2.62
	3		2.94	4.46	3.40	3.22	2.76	3.01
	5		2.82	3.46	3.62	3.98	1.86	3.80
	7		4.00	4.75	4.88	4.84	4.53	4.07
	9		3.91	6.80	5.08	5.42	4.77	4.75
	11		4.70	6.67	5.31	5.85	—	—
	13		5.96	—	5.75	—	—	—
	15		5.28	—	—	—	—	—
Variety	Position order	Place	Yamagawa		Yei		Yunomoto	
			November	December	November	December	November	December
Rosō	1		5.56	4.50	5.29	—	5.27	—
	3		5.82	5.47	6.24	—	3.54	—
	5		6.55	5.78	7.10	—	5.76	—
	7		6.41	6.14	—	—	6.37	—
	9		6.92	7.13	—	—	6.63	—
	11		6.36	—	—	—	7.45	—
	13		—	—	—	—	7.04	—
	15		9.50	—	—	—	—	—

Position order	Place	Ibusuki		Yunomoto		Yunomoto	
Ichinose	1	4.74	5.55	5.16	—	3.83	—
	3	5.33	5.43	6.11	—	4.60	—
	5	5.86	5.75	6.17	—	4.78	—
	7	5.81	7.02	6.41	—	5.57	—
	9	7.61	7.15	7.75	—	6.71	—
	11	7.49	7.80	—	—	6.76	—
	13	—	—	—	—	7.31	—
	15	—	—	—	—	7.33	—

果の一部を表示すれば第1表の通りである。台風または寒冷のため場所、時期によつては内地桑の場合は試料採取が出来なかつたものもあつた。

第1表の結果から魯桑,一の瀬のごとき内地桑においても11月下旬において相当の着葉があることがわかる。しかし年度によつて多少の相違はあるが硬軟係数からみれば、ほとんど2から5の適葉範囲内にあるものが少ないことがうかがわれる。これに反して沖繩桑では適用範囲内のものが大部分で、しかも上位葉においては相当硬軟係数の小さい軟葉が存在することがみられる。12月下旬の沖繩桑でも類似の傾向がみられる。同じく12月下旬の魯桑,一の瀬についてみれば1953年のものでは相当の着葉がみられるがほとんど適葉範囲外であることは11月下旬の場合と同様である。1954及び1955年では台風の被害もあつてこの時期の着葉数は少なく大部分の着葉は再発芽したものであつた。再発芽以外の葉は裂葉,切葉となつており採取しなかつたので結果が得られなかつた。

(2) 植付当年における内地桑の硬軟係数との比較について

前記のごとく硬軟係数からみれば沖繩桑は他品種と異なり、初冬期における桑葉として特性のあることが充分認められる。しかし他方、沖繩桑は系統の不均一、仕立法の困難、萎縮病に冒され易いなどの欠点があるので内地桑で適葉が得られれば最も望ましいことである。桑樹は一般に植付当年では伸長停止期がおそく落葉もおそいことがみられるので植付当年の硬軟係数を調査した。1954年春植付の3品種についての結果は第2表の通りである。

この結果から植付当年の内地桑でも沖繩桑には及ばないものもある。この時期における同一品種での比較では何れも硬軟係数が小さいものが多いことがうかがわれる。特に国桑21号では適葉範囲の葉が多い。この事実から内地桑でも新植桑園からは初冬期用の適葉を得ることが可能である。

Table 2. The coefficient of hardness of the mulberry leaves in that year planted

Position order	Variety	Rosō	Ichinose	Kokusō No. 21	Okinawa
1		3.38	4.11	3.49	2.53
3		4.00	4.63	3.86	3.40
5		4.63	4.71	4.15	3.62
7		5.79	5.17	4.59	4.88
9		6.17	5.98	4.61	5.08
11		6.75	6.09	4.89	5.31
13		7.90	6.52	5.56	5.75
15		8.46	7.61	5.61	—

しかし実際問題として桑樹を1年ごとに更新することは容易でない。それゆえ、沖縄桑の特性を生かしその欠点を補正する育種面の改良が最も望ましいことではないかと考えられる。

(3) 沖縄桑の利用係数

山川における沖縄桑の利用係数⁽⁴⁾を1953年から1955年の3ヶ年11月、12月の桑葉について求めた結果はそれぞれ第3表、第4表の通りである。

Table 3. The coefficient of availability of the mulberry leaves (Variety; "Okinawa") in November

Position order	1953		1954		1955	
	Weight of a fresh leaf (gm)	Coef. of availability	Weight of a fresh leaf (gm)	Coef. of availability	Weight of a fresh leaf (gm)	Coef. of availability
1	0.09	0.04	0.24	0.10	0.30	0.12
3	2.75	0.95	1.41	0.42	2.70	0.98
5	3.44	1.22	1.74	0.48	2.44	1.31
7	3.47	0.87	1.63	0.34	2.72	0.60
9	5.37	1.37	1.19	0.24	2.24	0.47
11	4.19	0.89	1.14	0.21	—	—
13	3.34	0.56	0.71	0.12	—	—
15	3.55	0.67	—	—	—	—

Table 4. The coefficient of availability of the mulberry leaves (Variety; "Okinawa") in December

Position order	1953		1954		1955	
	Weight of a fresh leaf (gm)	Coef. of availability	Weight of a fresh leaf (gm)	Coef. of availability	Weight of a fresh leaf (gm)	Coef. of availability
1	2.96	1.15	0.20	0.07	0.27	0.10
3	2.65	0.59	1.97	0.61	2.32	0.77
5	5.33	1.54	2.30	0.58	2.41	0.63
7	4.44	0.93	1.75	0.36	2.39	0.59
9	6.23	0.92	1.14	0.21	1.33	0.28
11	5.31	0.80	1.22	0.21	—	—

第3表の結果から11月のものでは利用係数の最大値が1953年は第9葉に1954年、1955年ではいずれも第5葉にみられる。1954年においては利用係数が一般に小さいことがみられるのはこの年の生葉重が甚しく小さいことに由来している。第4表の12月のものでは利用係数の最大値が1953年は第3葉に、他の年は第2葉にみられ、1953年に比して他の2年は一般に係数値が劣つていることがみられる。これも11月の場合と同じく生葉重の小さいことに由来するものである。要するに沖縄桑の利用係数は年によつて相当変動があることがみられる。

第1、第3、第4表を通覧すると3ヶ年を通じて硬軟係数は月別、葉位別にはほぼ類似値を示しているが生葉重では1954年度のもの他年度のものより小さい値を示している。そのために利用係数は小となつており1954年の11月期のものでこのことが顕著に現われている。質的な面では類似しているので葉質判定上は同一視されるが量的に大小の相異がある訳である。なお生葉重の変動が甚しいことは色々の理由によるものと考えられるがその一原因として系統の不均一による場合も多いように考えられる。たとえば同一圃場に栽培されている桑樹の株によつて葉の大小に甚しい差がみ

られる。また一方、伸長力の旺盛な品種であるために外的条件に支配される点も大きいのではないかと考えられる。すなわち着葉の位置による差が甚しい場合が多い。たとえば立通仕立の場合、第1葉と第3葉の生葉重の差が甚しいばかりでなく枝の基部の葉すなわち下位葉が甚しく小さいものが多い。このように沖縄桑では系統的にも、葉位によつても生葉重に均一性がないため利用係数においては甚しい相違が起り易いものと考えられる。それゆえ利用係数が大きくなるような系統を目標に育成される必要があるものと考えられる。さらに硬軟係数のみでは11月期の適葉位は1953年は1~11葉、1954年は1~7葉、1955年は1~9葉の事実丈しかみられないが利用係数では1953年は最大値が第9葉で第1葉は極端に小さい数値で利用度がないことが知られる。1954年は最大値は第5葉であるがその数値は前年のものと比較すると着葉全部が著しく劣り甚だ飼料価値の悪いものと判定される。1955年は最大値が第5葉で第1葉丈は特に小さい数値がみられる。これは着葉全体からみれば1953年には劣るが1954年より良好なものであることが知られる。

以上のごとく硬軟係数のみでは比較出来ないものが利用係数を算出することによつて種々桑葉の比較検討が可能になることを知り得る。

(4) 沖縄桑の化学的組成

初冬期においては實際上、沖縄桑を飼料として家蚕の飼育が行われており、また硬軟係数からみても適葉範囲の葉が多く存在することが前述のごとく認められた。著者らは1954年12月23日山川試育所の桑園で採取した試料につき分析を行い化学的組成を調べた。その結果は第5表の通りである。

この結果からみて水分は上位葉から下位葉になるにつれて漸減の傾向にある。全窒素、蛋白態窒素、非蛋白態窒素共に第1葉が最大で葉位による漸増、漸減は正確に認められないが全窒素、非蛋白態窒素は漸減の傾向がみられる。還元糖は乾物中では第1葉が最大であるが葉位別の傾向は乾物及び新鮮物中에서도判然とはみられない。可溶性炭水化物は葉位が増すにつれて漸増している。ペクチンは第1葉は試料が不足して結果が得られなかつたが第3葉以下ではほとんど差がなく下位葉がやや少ない。灰分は他の桑葉と同じく葉位順に漸増している。

Table 5. Chemical constituents of the mulberry leaves (Variety; "Okinawa") in December, 1954

Position order	1	3	5	7	9	11
Moisture	(%) 77.35	(%) 72.46	(%) 72.38	(%) 71.01	(%) 72.74	(%) 70.95
Dry matter	22.65	27.54	27.62	28.99	27.26	29.05

Contents in the dry matter

Position order	Total N	Protein N	Non-Prot. N	Reducing sugar	W. *soluble C-H	Pectin	Ash
1	(%) 4.46	(%) 3.52	(%) 0.94	(%) 6.06	(%) 10.33	(%) —	(%) 9.14
3	3.20	2.61	0.59	3.93	14.85	6.27	8.46
5	2.92	2.56	0.36	5.13	15.21	6.35	10.43
7	3.02	2.74	0.28	3.39	15.85	5.70	11.87
9	2.79	2.58	0.21	5.57	16.56	6.09	14.45
11	3.04	2.76	0.28	4.85	17.01	4.99	14.29

* W. soluble C-H; Water soluble carbohydrate

Contents in the fresh matter

Position order	Total N	Protein N	Non-Prot. N	Reducing Sngar	W.*soluble C-H	Pectin	Ash	Coef. of availability
	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	
1	0.95	0.75	0.20	1.27	2.17	—	2.07	0.07
3	0.81	0.66	0.15	1.01	3.80	1.60	2.33	0.61
5	0.75	0.66	0.09	1.32	3.90	1.63	2.88	0.58
7	0.81	0.73	0.08	0.91	4.27	1.54	3.44	0.36
9	0.69	0.64	0.05	1.40	4.15	1.52	3.94	0.21
11	0.81	0.73	0.08	1.30	4.57	1.34	4.15	0.21

加藤⁽⁵⁾の魯桑, 収穫一, 改良鼠返についての分析結果をみると初秋期より晩秋期桑葉の方が水分率はそれぞれ少なくなかつ葉位の増すにつれて低くなつている. 初冬期の沖繩桑は晩秋期の内地桑より各葉位ともさらに低い値を示している. 加藤及び中島⁽⁶⁾の普通の飼育時期における他品種のものと照合すれば粗蛋白ではやや少ないが大きな相違は認められない. 川瀬⁽⁷⁾及び加藤⁽⁸⁾⁽⁹⁾の炭水化物及び還元糖に関する報告と比較すれば可溶性炭水化物は葉位別傾向は同一であるがその含量は沖繩桑の方がやや少ない. たとえば加藤の晩秋期桑葉における値は生葉百分中第1葉では3.0~4.0%, 第9葉では6.0~9.0%を示しているが沖繩桑の第1葉では2.17%, 第9葉では4.15%となつている. 還元糖の多少は品種, 肥培の如何, その他によつて著しく支配を受けるものである. この結果だけからは簡単に結論は下し得ないけれども可溶性炭水化物中の還元糖の割合は30%内外となり, 他品種と比較して著しく多いことが判る. これは著者ら⁽¹⁰⁾が沖繩桑は加里負荷率が大であると報告したこと及び H. SCHUCK⁽¹¹⁾が加里が少ないと植物体内の還元糖が増加すると報告していることなどから加里との関連が存在するのではないかと考えられる.

中島⁽¹²⁾のペクチンについての報告と照合すれば沖繩桑は大部少ないようである. 灰分は第7, 9, 11葉のごとき下位部ではやや多いようである. 利用係数は第3, 5葉はやや良いが第7葉以下は小さいので利用価値が低下していることがみられる.

以上の結果から化学的組成からのみみれば12月下旬における沖繩桑は家蚕の飼料として利用し得るけれども利用価値の良いものは本試料では少なくなつたことを知り得る.

要 約

鹿児島県南部における初冬期の沖繩桑について硬軟係数, 利用係数及び化学的組成の調査を行った. その結果は次の通りである.

(1) 硬軟係数からみて沖繩桑では11月, 12月の下旬においても適葉が得られる. この時期には魯桑, 一の瀬などの他品種では着葉はみられるが硬軟係数からみれば適葉はほとんど得られない.

植付当年の魯桑, 一の瀬, 国桑21号のごとき他品種では硬軟係数からみて11月下旬においては古株よりも適葉が得られ易いことを知りうる. しかし沖繩桑には及ばない.

(2) 沖繩桑の硬軟係数は年度による相違は余りみられないが利用係数はその変動が甚しい. これは生葉重の変動が甚しいことに由来するものである. 従つて量質両面を包含する利用係数値によれば沖繩桑と云えども年によつては利用価値の低いものがある.

(3) 12月下旬の着葉の化学的組成は還元糖及びペクチンを除けば他品種の春秋の飼育時期のものと大差はない. 還元糖が著しく多くペクチンが少ないことが特長とみられる.

上記の結果から初冬期の桑として沖繩桑の利用は最も妥当なものと考えられるが系統の不均一

性, 萎縮病に対する耐病性のないことなどから今後の育成が必要である。

本研究の一部は九州大学農学部, 林禎二郎教授を主任とする文部省科学試験研究費によつて行われたものであることを附記する。

文 献

- | | | |
|--------------------|---|----------------------|
| (1) 曾宮綱三郎 | , 鹿児島県, 試大島支場報告, | No. 2, 1 (1936). |
| (2) 曾宮綱三郎・山本卯一 | , 同上, | No. 3, 30 (1938). |
| (3) 中根信一 | , 京都高蚕学術報告, | 1, 1 (1928). |
| (4) 阿久根了・古賀克也・福永隆生 | , 鹿大農学術報告, | No.6, 82 (1957). |
| (5) 加藤清時 | , 日蚕誌, | 5, 31 (1934). |
| (6) 中島 茂 | , 長野蚕試報告, | No 14 (1931). |
| (7) 川瀬惣次郎 | , 農学会報, | No. 189, 469 (1918). |
| (8) 加藤清時 | , 農化誌, | 10, 691 (1934). |
| (9) 同上 | , 同上, | 15, 445 (1939). |
| (10) 阿久根了・古賀克也 | , 鹿大農・学術報告, | No. 4, 143 (1955). |
| (11) H. Scheek | <i>Z. Pflanzernähr., Düng., Bodenk.</i> | 60, 209 (1953). |
| (12) 中島 茂 | , 日蚕誌, | 2, 381 (1934). |

R é s u m é

In warmer districts such as the southward islands and the southern mainland of Kagoshima prefecture, silkworms are reared even in early winter with the mulberry leaves of the variety "Okinawa". Concerning this variety, the coefficient of hardness, the coefficient of availability (instituted by us in the other report) and the chemical components of the leaves in early winter were investigated with the following results.

(1) Judging from the coefficient of hardness, the suitable leaves for rearing silkworms are obtained even in early winter from "Okinawa" but not from other varieties such as "Rosō", "Ichinose", etc.

In the year transplanted, however, "Rosō", "Ichinose" and "Kokusō No. 21" also produce the suitable leaves, though much inferior to "Okinawa".

(2) The annual difference of the coefficient of hardness of "Okinawa" is not found but that of the coefficient of availability is remarkable because of the variation of the fresh weight of leaves. Therefore, the characteristic of the leaves in view of both quantity and quality can be estimated by the coefficient of availability.

(3) General chemical components of the leaves of "Okinawa" in early winter excepting reducing sugar and pectin are analogous to those of other varieties in spring and autumn, which are usual seasons of rearing silkworms. Reducing sugar is more and pectin is less than other varieties.

From the present investigation it proved that "Okinawa" is adequate to rear silkworms in early winter, though further study on its improvement is required, because it is unhomogeneous on genealogy and susceptible to the dwarf disease.