

# 桑葉の利用係数について

阿久根了・古賀克也・福永隆生

## On the Coefficient of Availability of the Mulberry Leaves

Satoru AKUNE, Katsuya KOGA and Takao FUKUNAGA

(Laboratory of Sericultural Chemistry)

著者らは中根<sup>(1)</sup>が提唱した硬軟係数によつて4年間にわたり晩秋及び初冬期の桑葉質の調査を行つてきた。その結果沖繩桑以外の内地桑においても初冬期に相当の残桑が得られるけれども、硬軟係数からみれば内地桑はほとんど適葉範囲外のものである<sup>(2)</sup>。家蚕の稚蚕期においては硬葉は食下量が低下し栄養障害をひき起し健康を害する恐れがあるけれども、壯蚕期特に5令期においては相当の硬葉でも食下する。蚕種用の繭生産であれば家蚕の健康に支障がなければ糸量の低下は問題でないから、初冬期のごとき桑葉が得難い時期には壯蚕用桑として硬葉の利用もまたやむを得ぬことである。糸繭生産の場合においても壯蚕期には質よりも量が重視される場合が多い。また初冬蚕飼育において相当の硬葉を用いた場合にも優良な取繭があつた事例もみられる。かかる事由から著者らは先に提唱した利用係数<sup>(3)</sup>を算出して桑葉を量と質の両者から比較検討することを試みた。

本報においては晩秋期の利用係数について興味ある結果が得られたのでその若干と葉位別利用係数曲線式についてのみ報告する。

### 試料及び方法

(1) 試料の採取場所、時期及び実験方法については別報<sup>(2)</sup>に述べたので省略する。

(2) 利用係数

供試料採取の際得られた生葉<sup>葉</sup>重とその枚数から桑葉1枚当りの平均グラム数を求め、その試料について求められた硬軟係数とから、次式により利用係数を算出した。

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

利用係数の算出については著者の1人阿久根<sup>(3)</sup>が先に報告したものの逆数をとることに改めた。その理由は数値が零に近づく程利用価値が大であることとなるので数値の大小と利用価値の大小が一致するために上式のごとく改めた。葉質判定法としては中曾根<sup>(4)</sup>による糖蛋白質率が最も妥当と考えられるがこの葉位別曲線は硬軟係数曲線と同じく上昇曲線を描くものである。糖蛋白質率及び硬軟係数からそれぞれ得られる2曲線間の開差よりも、これらの数値で生葉重を除した値から得られる2曲線間の開差の方がより小さくなる。それは次式によつて説明される。即ち任意の一定葉位における1枚の生葉重を $a$ としその糖蛋白質率を $y_1$ 、硬軟係数値を $y_2$ とすれば $y_1 > y_2 > 0$ なる故、 $a/y_2 > a/y_1$ となる。 $(y_1 - y_2)$ 値と $(a/y_2 - a/y_1)$ 値の大小関係をみれば

$$(y_1 - y_2) - (a/y_2 - a/y_1) = \frac{(y_1 - y_2)(y_2 y_1 - a)}{y_2 \cdot y_1}$$

この式において $(y_1 - y_2) > 0$   $y_2 y_1 > 0$ である。

また実際値において判るごとく $y_1$ は2桁若しくは3桁の数値で、 $y_2$ 及び $a$ はそれぞれ1桁の数

値である。ゆえに  $y_2 y_1 - a > 0$  であり

$$\frac{(y_1 - y_2)(y_2 y_1 - a)}{y_2 y_1} > 0 \text{ となる。従つて}$$

$y_1 - y_2 > a/y_2 - a/y_1$  の関係にある。

さらに圃場試験では試料処理の関係から糖のごとき成分は比較的变化し易いので著者らは利用係数算出法に葉質を表示するものとして硬軟係数を採用したのである。桑葉の飼料的価値をみる場合従来その質についてのみ検討され、量的には収葉量として栽培学的に検討がなされてきた。生葉重はその葉の生長期中に与えられた諸条件の総合結果として得られたものである。それゆえ、著者らはこの両者に関連をもたせる意味で利用係数の提唱算出を行つたものである。

### 実験結果及び考察

#### (1) 晩秋期における硬軟係数及び利用係数

晩秋及び初冬期の採取試料のすべてについて硬軟係数、利用係数を求めたが本報では昭和28年9月期の魯桑についての一部の調査結果のみを表示する。その成績は第1表の通りである。

Table. 1. The coefficient of hardness and the coefficient of availability of the mulberry leaves (Variety; "Rosō") in late autumn season

Position orders of leaves	Yei *		Yamagawa*		Ibusuki*	
	Coef. of hardness	Coef. of availability	Coef. of hardness	Coef. of availability	Coef. of hardness	Coef. of availability
1	2.28	0.07	2.75	0.06	2.45	0.06
3	2.38	0.67	2.72	0.64	1.92	0.74
5	3.09	1.32	3.11	1.54	2.19	1.59
7	3.32	1.50	3.21	2.05	2.88	1.66
9	3.80	1.49	3.71	1.77	3.31	1.62
11	4.11	1.41	4.07	1.65	3.58	1.69
13	4.80	1.20	6.14	0.96	3.83	1.48
15	5.35	1.04	5.03	1.38	4.13	1.26
20	5.63	1.15	6.37	1.10	—	—
25	7.16	0.95	6.62	1.02	—	—
30	9.09	0.77	7.81	0.87	—	—

\* The place taken mulberry leaves  
Coefficient of hardness; ash/moisture×100

中根<sup>1)</sup>は硬軟係数、2～5の範囲が適葉であると述べている。第1表の結果において硬軟係数からみれば下位葉は適葉でないことが判明する。一方第1葉の如きは明らかに不適葉と思われるものが適葉範囲にあることになる。また硬軟係数だけでは葉位別、場所別の優劣をつけることも困難である。これに反して利用係数ではその数値を比較する事によつて実際的な序列をつけ得る可能性があるように考えられる。たとえば第7葉位のものでは場所別にみれば山川が最高であるし葉位別にみれば穎娃では第7葉位が最高である。第1葉の如き経験的に利用価値のないものは小さな数値を示している。第1葉が甚しく小さい数値を示すことは桑樹が伸長時期にあるため、開葉後の日数も少なくほとんど葉の成熟がみられないもので経験上飼料価値のないものであることはよく知られた事実である。かかる事柄は硬軟係数丈では表示し得ないのである。もちろん利用係数の性質

上, 質のみの表示法ではないから硬軟係数の取扱いとはおのずから趣きを異にするものである. 利用係数値は生葉重によつて大きく支配されるものである. この生葉重は桑樹の条件によつて甚しく支配される. すなわち桑の品種, 土質, 仕立方法, 肥培管理, 時期, 開葉後の日数, 日照, 温湿度等によつて差を生ずる. 従来圃場においては上記の原因を総合包含して収葉量の調査を行い, 地域差, 肥培管理の相異, 品種の相異等を調査する一方法として重視されてきている. それゆえ桑樹の生育条件を可及的に同一になし得れば生葉重は同一品種においてはその条件下での桑葉の一定の生長能力を示すものであると考えられる. 従つて生葉重と硬軟係数とから求められる利用係数は与えられた条件下における桑樹の生長及び成熟度の関係を示し得るものであろう.

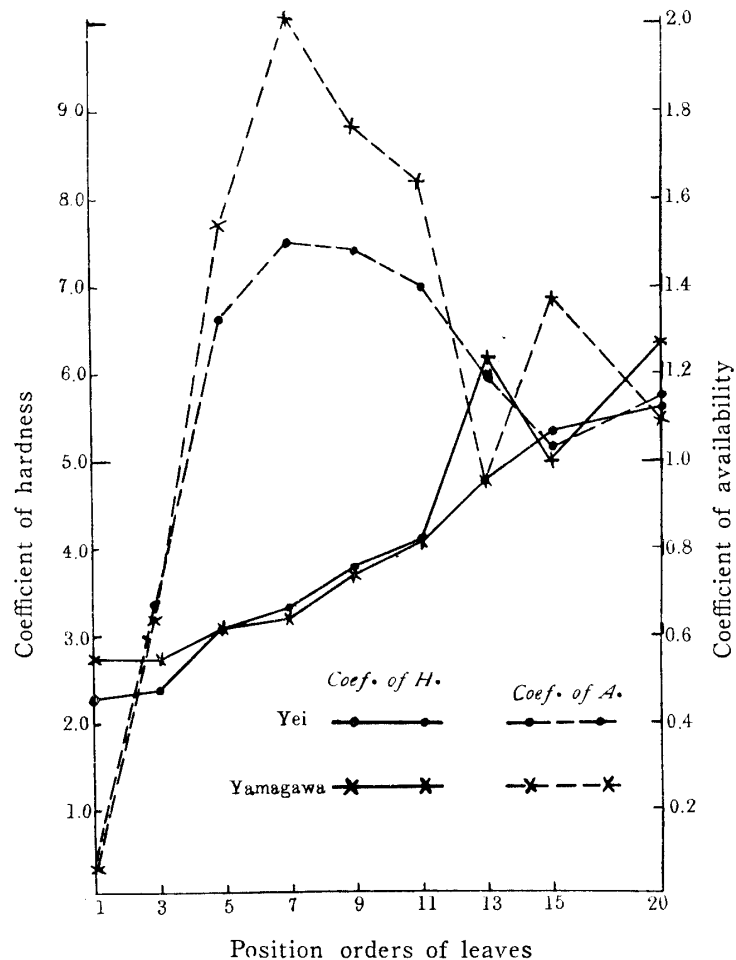


Fig. 1. Curves of coefficient of hardness and availability  
Yei, Yamagawa; Name of place in southern mainland of Kagoshima.

第1図は穎娃, 山川における魯桑の葉位別の硬軟係数, 利用係数を図示したものである. この場合第5葉~第11位においては硬軟係数曲線では両地区の差がほとんど見られないが利用係数曲線では山川の方が上位にあることが判明する. さらに山型の利用係数曲線に山川の第13葉位の所で谷が存在している. 硬軟係数はこの位置では増加しているがその際の生葉重は前後葉位のものに比し劣つていた. これは生育期間中特に発芽開葉のごとき伸長の初期に外的条件によつて葉の發育に支障を来したものと考えられる. それゆえ利用係数が曲線外に甚しくはずれて低下する場合はその葉の生育期に干魃等のごとき生長を阻害する要因があつたことも窺知し得る. 生長要因が同様であつ

た場合は曲線上に近似的に位する利用係数値を示すものと考えられる。

(2) 葉位別利用係数曲線式

利用係数曲線式の1例として山川、穎娃、指宿の3ヶ所における魯桑の利用係数の平均値をとりその結果を葉位別にプロットすれば曲線が得られる。従つて葉位と利用係数値とは函数関係にあるのでその関係式を求めることを試みた。

実験結果では奇数葉位をとつているのでまず実験値から得られた曲線を描き偶数葉位の利用係数を求めて第2表の如き関係表が得られた。

Table 2. The relation between two variables,  $x$  and  $y$

Position order	Coef. of availability	* $x_n$ taken in geometrical series	The corresponding value of $y_n$	$\frac{y_{n+1}}{y_n}$	$\log \frac{y_{n+1}}{y_n}$	Computed $y$
1	0.063					**0.063
2	0.330					**0.330
3	0.685	1	0.685			0.714
4	1.140	2	1.140	1.664	0.2212	1.183
5	1.483					1.479
6	1.650	4	1.650	1.404	0.1475	1.647
7	1.736					1.721
8	1.720					1.729
9	1.685					1.689
10	1.630	8	1.630	0.988	-0.0052	1.617
11	1.575					1.524
12	1.490					1.420
13	1.396					1.310
14	1.310					1.198
15	1.233					1.088

\*  $x$ ; (Position order of leaves)-2,      \*\*; Experimental value;

この表は曲線式を導くために第3葉を初項として等比級数的に葉位をとり、それぞれ必要項目について計算を行つた結果並びに得られた曲線式から求めた利用係数の計算値を表示したものである。

第1葉は葉位決定の方式により採取したが開葉初期のもので實際上甚しく大小の差があるから実験誤差が大きいことが考えられる。それゆゑ第3葉を初項として計算を行つた。T. R. RUNNING<sup>(5)</sup>によれば、2変数  $x$  及び  $y$  が次のような関係にある場合、すなわち  $x_n$  の値を等比級数的にとりそれに相当する  $y_n$  の値から求めた  $\log y_{n+1}/y_n$  によつて示される  $(x_n, \log y_{n+1}/y_n)$  の3点が直線上にあるような数値を示せば、2変数間の関係式は次のごとく表わされる。  $y = ax^b c^x \dots \dots (1)$

第2表において  $x_n$  及び求めた  $\log y_{n+1}/y_n$  の3点をグラフ上にとれば第2図のごとく一直線上にあることが認められる。従つて本式により利用係数曲線式を誘導してゆくことが出来る。ただし  $y$ ; 利用係数,  $x$ ; (葉位)-2 (第3葉を初項としているから),  $a, b, c$ , は一定の曲線における常数である。

(1)式において公比を  $r$  とすれば任意の  $x_n$  に対応する  $y_n$  及びその次の  $x_{n+1}$  に対応する  $y_{n+1}$  の式は次の通りである。

$$y_n = ax_n^b c^{x_n}$$

$$y_{n+1} = ax_n^b r^b c^{rx_n}$$

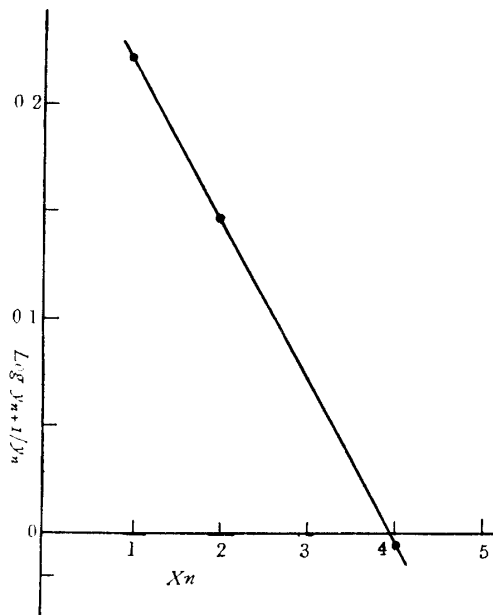


Fig. 2. Line obtained by plotting  $\log Y_{n+1}/Y_n$  to  $X_n$

故に  $\log y_n = \log a + b \log x_n + x_n \log c \dots \dots \dots (2)$

$\log y_{n+1} = \log a + b \log x_n + r x_n \log c + b \log r \dots \dots \dots (3)$

(3)-(2)  $\log y_{n+1}/y_n = (r-1)x_n \log c + b \log r \dots \dots \dots (4)$

(4)式は直線式であるから  $M = (r-1) \log c$ ,  $B = b \log r$  とし,  $r = 2$ ,  $\log y_{n+1}/y_n$  の値をそれぞれ第2表から代入すれば

$x_n = 1$  のとき  $0.2212 = M + B$

$x_n = 2$  のとき  $\frac{-0.1475}{0.0737} = \frac{2M + B}{-M}$

$\therefore M = -0.0737$

$M = (r-1) \log c$  であるから

$-0.0737 = (2-1) \log c$

$\log c = -0.0737$

$\therefore c = 1/1.185 \doteq 0.84$

$0.2212 = -0.0737 + B \quad B = 0.2949 = b \log r$

$\therefore b = 0.2949/\log 2 \doteq 0.98$

(2)式より  $\log y_n - x_n \log c - b \log x_n = \log a \dots \dots \dots (5)$

(5)式に  $b, c$ , 及び  $x_n = 4, y_n = 1.650$  を代入すれば

$\log 1.650 + 4 \times 0.0757 - 0.98 \times 0.6021 = \log a$

$\log a = 0.2175 + 0.3028 - 0.5900 = -0.0697$

$\therefore a = 1/1.174 \doteq 0.85$

得られた常数  $a, b, c$ , の値を(1)式に代入すれば実験値に相当する葉位別利用係数曲線式は次のようになる。

$y = 0.85 x^{0.98} (0.84)^x \dots \dots \dots (6)$

この式から  $y$  の値, すなわち利用係数の計算値を求め得る。実験値と計算値との葉位別利用係数曲線を図示すれば第3図の通りである。

求められた曲線式からの計算値と実験値との両曲線がほぼ一致することが明白である。

$a, b, c$ , の値は品種, 時期, 肥培管理, 気象条件等の諸条件によつて変化するけれども与えられた条件のもとでは恒数として求め得るものである。利用係数のみによつて葉の比較を行ひ得ることは前述の通りであるがさらに葉位別の利用係数曲線または曲線式を求めることによつて特定のある一つの条件, たとえば同一品種の地方差, 肥培管理の相異, 同一条件における品種間の差などの比較検討に応用することは興味あることと推察される。本報告では異品種については全然述べてないが着葉数, 葉の大きさなどは桑品種の特性であるから生葉重も品種間の差は甚しい。それゆゑ利用係数そのまま品種間の比較を行うことは必ずしも妥当でない。この点についてはさらに追究を要するものと考えられる。

要 約

著者らは硬軟係数, 利用係数を求め晩秋及び初冬期の桑葉の調査を行つた。利用係数は量及び質

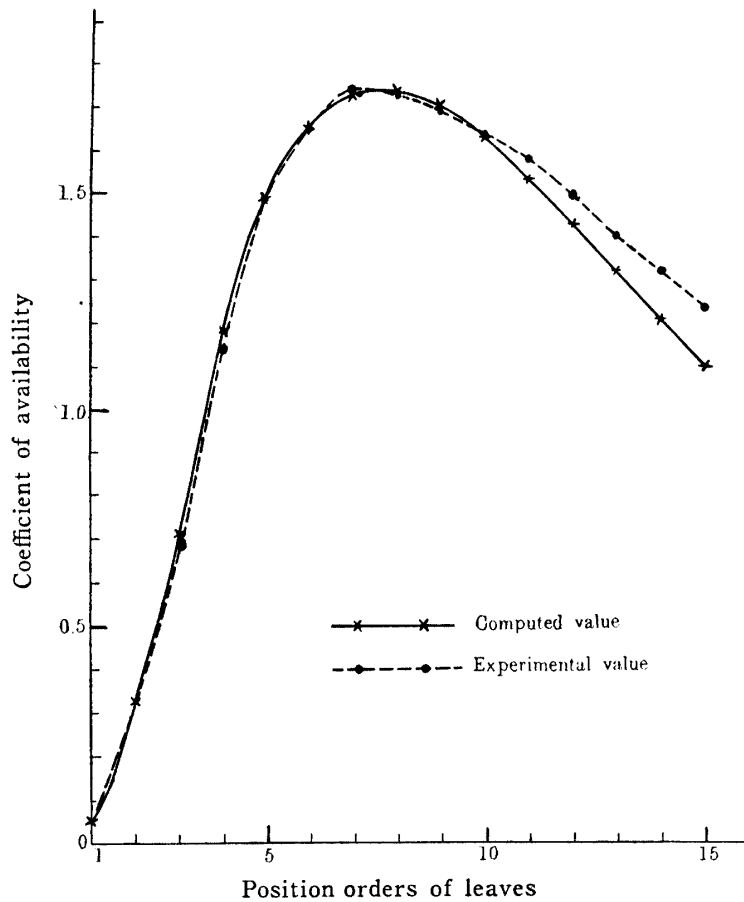


Fig. 3. Convex lines of experimental and computed value

の両面を包含して桑葉の優劣を示そうとするものである。この係数は著者らが初めて提唱するもので次式により求めた。

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

この係数の大小は利用価値の大小と関連のあることを示す。

晩秋期の魯桑について次のごとき結果を得た。

(1) 利用係数は第1葉では甚しく小さく葉位の増すと共に急激に増大し最高値に達して後次第に逓減する。

(2) 利用係数は第5葉から第11葉の間が大きな数値を示し最高値もその間に存在する。

(3) 硬軟係数は適葉、不適葉の判定はできるが適葉範囲内における桑葉の優劣の評価はできない。併しながら利用係数によればその数値の比較だけで桑葉の利用価値に序列をつけ得る可能性がある。

(4) 葉位別利用係数の曲線は山型を描く。

実験値からその曲線の関係式を算出した結果次式を得た。

$$y = 0.85x^{0.98} (0.84)^x$$

ただし y; 利用係数, x; (葉位) - 2

本研究費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) 中根信一, 京都高蚕学術報告, 1, 1 (1927).  
 (2) 阿久根了・古賀克也・福永隆生, 鹿大農学術報告, No. 6, 75 (1957).  
 (3) 阿久根了, 日蚕誌, 24, 173 (1955).  
 (4) 中曾根長男, 蚕糸学雜誌(上田), 8, (1, 2) (1935).  
 (5) T. R. RUNNING, Mathematical monographs 19 (Empirical formulas), 72 (1917).

*Résumé*

With the mulberry leaves the coefficient of hardness and the coefficient of availability were examined in late autumn and early winter at Kagoshima prefecture. By the coefficient of availability the characteristic of the leaves in view of both quantity and quality could be estimated. This coefficient brought forward by us was calculated by the following formula,

$$\text{Coefficient of availability} = \frac{\text{average weight of a fresh leaf}}{\text{coefficient of hardness}}$$

The higher value of the coefficient denotes the higher degree of availability.

The results obtained as to the leaves of "Rosō" in late autumn were as follows.

(1) The coefficient value was extremely small in the top leaves, increased rapidly to the maximum in the mediate and decreased slowly towards the bottom.

(2) Relative larger value of the coefficient lay between the fifth and the eleventh leaves.

(3) The coefficient of availability could easily decide the superiority of the leaves for rearing silkworms, while the coefficient of hardness could only determine the suitability of the leaves but not the superiority among suitable leaves.

(4) The coefficient of availability of the leaves at each position order was drawn as a convex curve. Introducing from the experimental value of the coefficient, we obtained the following equation for the convex curve,  $y = 0.85x^{0.98}(0.84)^x$ , where  $y$  is the coefficient of availability and  $x$  is (position order of the leaves-2).