

## 広食性蚕利用による人工飼料への家畜用飼料素材の導入

誌名	日本蠶絲學雜誌
ISSN	00372455
著者	柳川, 弘明 渡辺, 喜二郎 中村, 匡利
巻/号	58巻5号
掲載ページ	p. 401-408
発行年月	1989年10月

## 広食性蚕利用による人工飼料への家畜用 飼料素材の導入

柳川弘明・渡辺喜二郎・中村匡利

つくば市大わし・農林水産省蚕糸・昆虫農業技術研究所 (〒 305)

(1989年6月16日 受領)

HIRO-AKI YANAGAWA, KUIRO WATANABE and MASATOSHI NAKAMURA : Application of the feed ingredients for livestock to an artificial diet by using polyphagous strain of the silkworm

Feeding response to an artificial diet which contained 2~10% of fish meal, yeast, pupal powder, rape bran, gluten meal and alfalfa, and subsequent larval growth were investigated in newly-hatched larvae of original strains, hybrid races, and polyphagous strains. The results showed that Japanese strains such as Sawa J and N01 were able to grow on all of the diets unlike the larvae of the Chinese strain (C01). Some larvae of hybrid races grew on diets containing rape bran, gluten meal, and yeast, whereas almost all of the larvae used did not survive on the other diets. Polyphagous strains showed a high feeding ability and survival rate on these diets. Furthermore, the feeding ability and survival rate of polyphagous strains increased, when 5% of mulberry leaf powder was added to the diets. Based on these results, it was concluded that feed ingredients for livestock could be used partly in artificial diets, in which the content of mulberry leaf powder was reduced to less than 5% in the case of polyphagous strains. (*National Institute of Sericultural and Entomological Science, Tsukuba, Ibaraki 305*)

魚粉や酵母など家畜用飼料素材を添加した人工飼料に対する蟻蚕の摂食性並びにその後の成長について、原種、交雑種及び広食性蚕の間で比較した。その結果、用いた飼料に対する摂食性は蚕品種によって著しく異なり、日本種系統の沢J及び日01号の摂食性は良好で生存率も高いが、中国種系統の中01号では全ての飼料区で5日後まで生存する個体は認められなかった。また、交雑種の摂食性は極めて低く、魚粉、蚕蛹粉末及びアルファルファ添加区では大部分の幼虫が死亡した。一方、育成中の広食性蚕はこれらの飼料に対して極めて高い毛振り率を示し、その後の生存率も高いことが分かった。また、広食性蚕は飼料に桑葉粉末を5%添加すると供試した大部分の飼料区で100%の毛振り率が得られ、生存率も向上した。以上の結果から、広食性蚕を利用することによって家畜用飼料素材の導入が可能となり、桑葉粉末の添加量も5%程度まで削減できることが明らかとなった。

稚蚕人工飼料育が養蚕現場に導入されて既に10年以上が経過し、現在の普及率は約40%に達している。しかし、その実態をみると1~2齢飼育が大部分を占め、3齢までの飼育は5%程度に過ぎず、4齢までの飼育は全く行われていないのが実状である。こ

の普及率の向上を阻害する要因の1つとして、人工飼料のコスト高が指摘されている。

人工飼料のコスト低減に関しては、家畜用飼料素材の積極的な利用(新村, 1973)、線形計画法の導入による合理的な組成設計(堀江ら, 1980; 柳川ら,

1988a) などが報告され、著しいコスト低減が可能であることが明らかにされている。しかし、家畜用飼料素材を添加した人工飼料では、蚕の摂食性が劣り(堀江・渡辺, 1983; 柳川ら, 1988b), 実用的な観点からはさらに改良の余地のあることが指摘され、蚕の食性の面からも解決を図ることが必要とされている(神田ら, 1988)。

本研究では、各種家畜用飼料素材に対する幼虫の摂食性並びに成長について原種、交雑種及び広食性蚕の差異を明らかにするとともに、線形計画法を利用するに当たって必要な飼料素材の添加上限についても検討した。

なお、本研究を実施するに当り有益なご助言を賜った蚕糸・昆虫農業技術研究所長・堀江保宏博士、広食性蚕系統を恵与して頂いた同松本支所・真野保久室長並びに同遺伝育種部・井上元博士・田村俊樹博士・神田俊男技官に対し厚くお礼申し上げる。

### 材 料 と 方 法

試験に使用した飼料組成の例を第1表に示した。飼料組成の設計は全て線形計画法によって行い、出来る限り飼料中の栄養素含量が一定となるようにした。供試した各種家畜用飼料素材は微粉砕し、それぞれ単独に2, 5, 10%添加した。飼料素材の種類及び添加量の変動に伴い、主として摂食性の良好な

脱脂米糠及びソルピー 600(精製脱脂大豆粉末, 日清製油社製)を用い、粗蛋白量が25%となるように調整した。また、設計された飼料中に含まれるアミノ酸, 無機物, ビタミン等の設定条件は前報(柳川ら, 1988a)に従い、桑葉粉末5%を含む飼料の場合にも同様の条件を用いた。

湿体飼料の調製は、乾物飼料1gに対して2.7mlの蒸留水を加えて練り合わせ、15分間蒸煮することにより行った。

試験は1区50頭とし、9cmまたは12cmのシャーレを用いて飼育した。飼育温度は28°Cを目標とした。また、光条件は黄色蛍光灯を用いて8L・16Dとし、掃立て直後から明となるように設定した。摂食性の判定は掃立て24時間後の毛振るい率を指標として行い、5日後の生存率及び蚕体重についても調査した。

用いた蚕品種のうち沢J, 日01号, 中01号は蚕糸試験場蚕育種部蚕遺伝研究室(現遺伝育種部遺伝子工学研究室及び細胞工学研究室), 朝・日×東・海は(財)大日本蚕糸会蚕品種研究所より恵与されたものである。また、育成中の広食性蚕系統について、NS 82A×CS 26 A は松本支場蚕品種改良第1研究室(現松本支所耐性蚕育種研究室), NSJ 01×CSJ 01 は蚕遺伝研究室より恵与されたものを使用した。

第1表 試験に供試した飼料組成

飼 料 素 材	添 加 量 (%)					
	家畜用飼料素材単独区			桑葉粉末添加区		
魚 粉	2.000	5.000	10.000	2.000	5.000	10.000
桑葉粉末	—	—	—	5.000	5.000	5.000
脱脂大豆粉末*	20.000	20.000	20.000	20.000	20.000	20.000
トウモロコシ粉末	20.000	20.000	20.000	17.500	17.500	17.500
脱脂米糠	30.380	31.112	29.143	27.880	28.612	26.643
ソルピー 600	6.357	2.842	0.000	6.357	2.842	0.000
トリプトファン	0.101	0.093	0.072	0.101	0.093	0.072
無機塩混合物	1.933	1.682	1.255	1.933	1.682	1.255
ビタミン混合物	0.157	0.161	0.177	0.157	0.161	0.177
砂 糖	5.962	6.001	6.243	5.962	6.001	6.243
プレミックス**	13.110	13.110	13.110	13.110	13.110	13.110
合 計	100.000	100.001	100.000	100.000	100.001	100.000

\* 脱脂大豆粉末は摂食阻害物質を除去するため予め90%エタノールで洗浄した

\*\* プレミックスにはクエン酸 4%;大豆油 2%;フィトステロール 0.2%;アスコルビン酸 1%;カラギーナン 5%および防腐剤 0.91%を含む

第2表 家畜用飼料素材を添加した人工飼料に対する原種およびその交雑種の摂食性と生存率

飼料素材	添加量 (%)	毛振るい率 (%)				5日後の生存率 (%)			
		沢J	日01号	中01号	日01号 ×中01号	沢J	日01号	中01号	日01号 ×中01号
魚粉	2	16	22	0	0	70	82	0	0
	5	6	18	0	0	42	62	0	0
	10	22	24	0	0	66	70	0	0
酵母	2	80	94	0	10	100	98	0	22
	5	34	72	0	8	88	96	0	10
	10	48	54	0	0	94	90	0	0
蚕蛹粉末	2	50	78	0	0	96	98	0	0
	5	16	52	0	0	62	52	0	0
	10	4	24	0	0	40	72	0	0
菜種カス	2	76	90	0	8	94	94	0	44
	5	50	96	0	12	94	92	0	22
	10	40	82	0	0	92	96	0	16
グルテンミール	2	86	92	0	28	98	100	0	12
	5	58	92	0	28	100	100	0	12
	10	32	90	2	22	82	100	0	18
アルファルファ	2	80	70	0	2	98	98	0	0
	5	78	96	2	0	96	96	0	0
	10	56	78	0	0	96	98	0	0

## 結 果

### 1. 原種及びその交雑種

家畜用飼料素材の添加量をそれぞれ3段階に変化させた各種人工飼料に対する原種の毛振るい率及び5日後の生存率を、第2表に示した。まず典型的な広食性蚕である沢Jについてみると、魚粉添加区において低い毛振るい率を示したが、その他の飼料素材では比較的高い値が得られた。特に、酵母、菜種カス、グルテンミール、アルファルファの2%添加区では80%程度の値が得られた。また、各飼料素材に対する摂食性は添加量を増加するに従って顕著に低下する傾向が認められた。一方、実用品種に使用されている原種の摂食性についてみると、日01号は沢Jよりもむしろ高い毛振るい率を示し、酵母、菜種カス、グルテンミール、アルファルファを添加した飼料区では90%以上の値が得られる場合があった。しかし、中01号ではほとんど全ての飼料区において毛振るいした個体は認められず、日本種とは著しく異っていた。さらに、日01号と中01号を交配した交雑種(日01号×中01号)は酵母、菜種カス、グルテ

ンミール添加区では毛振るいする個体がみられたが、魚粉、蚕蛹粉末及びアルファルファ添加区ではほとんど認められなかった。

一方、5日後の生存率をみると、沢J及び日01号では極めて高く、魚粉及び蚕蛹粉末の一部を除く大部分の飼料区で90%以上の値が得られた。しかし、中01号では全ての飼料区について、日01号×中01号でも魚粉、蚕蛹粉末及びアルファルファ添加区では生存する個体が全く認められなかった。

### 2. 現行交雑種

現在一般的に飼育されている交雑種について同様の試験を実施し、その結果を第3表に示した。

供試した交雑種の毛振るい率は極めて低く、菜種カス及びグルテンミール添加区で10%程度またはそれ以下の値しか得られず、魚粉、酵母、蚕蛹粉末などでは毛振るい蚕がほとんど認められなかった。また、毛振るい率に関して蚕品種間に余り差が認められなかった。

5日後の生存率についてみると、比較的高い値の得られた酵母、菜種カス、グルテンミール添加区でも50%以下であり、蚕蛹粉末及びアルファルファで

第3表 家畜用飼料素材を添加した人工飼料に対する現行交雑種の摂食性と成長

飼料素材	添加量 (%)	毛振るい率 (%)		5日後生存率 (%)		5日後体重 (mg/頭)	
		日137号 ×支146号	朝・日 ×東・海	日137号 ×支146号	朝・日 ×東・海	日137号 ×支146号	朝・日 ×東・海
魚粉	2	0	0	0	0	—	—
	5	0	0	0	0	—	—
	10	0	0	0	0	—	—
酵母	2	6	0	22	18	3.8	3.1
	5	0	0	10	4	3.0	4.0
	10	2	0	6	0	3.0	—
蚕蛹粉末	2	8	4	12	14	5.5	5.1
	5	0	0	0	4	—	2.5
	10	0	0	0	0	—	—
菜種カス	2	16	6	50	34	6.2	4.6
	5	8	2	24	36	6.5	5.9
	10	6	0	20	32	5.2	4.1
グルテンミール	2	12	12	44	36	5.1	5.2
	5	4	2	18	28	4.9	4.1
	10	2	6	14	28	3.3	3.6
アルファルファ	2	0	0	2	6	4.0	3.3
	5	0	0	0	0	—	—
	10	0	0	0	0	—	—

第4表 家畜用飼料素材を添加した人工飼料に対する広食性蚕の摂食性と成長

飼料素材	添加量 (%)	毛振るい率 (%)		5日後生存率 (%)		5日後体重 (mg/頭)	
		CS26A ×NS82A	CSJ01 ×NSJ01	CS26A ×NS82A	CSJ01 ×NSJ01	CS26A ×NS82A	CSJ01 ×NSJ01
魚粉	2	72	44	100	86	11.5	5.7
	5	66	38	84	82	11.6	6.2
	10	70	62	90	86	12.1	7.9
母酵母	2	98	98	98	100	16.1	11.3
	5	92	90	98	94	12.5	7.3
	10	92	92	92	100	10.2	5.6
蚕蛹粉末	2	72	20	84	92	11.8	5.3
	5	10	2	70	16	5.9	1.5
	10	4	0	44	2	5.6	1.0
菜種カス	2	86	78	94	100	18.2	11.6
	5	94	80	100	98	19.5	11.4
	10	76	74	96	96	19.9	9.9
グルテンミール	2	92	92	98	96	15.9	9.1
	5	86	80	100	94	13.8	7.4
	10	94	80	96	92	11.6	6.9
アルファルファ	2	94	94	100	98	17.7	11.2
	5	86	94	98	98	13.1	10.6
	10	100	100	98	100	13.7	9.2

は2%添加区で僅かに生存する個体が認められたが、魚粉添加区では全く認められなかった。また、菜種カスとグルテンミール添加区では一部の蚕が2齢に達したが、その他の飼料区では大部分が1齢に止まり、蚕体重も極めて軽いものであった。

### 3. 広食性蚕

育成中の広食性蚕について検討した結果を第4表に示した。広食性蚕は今回用いた飼料素材及び添加量の範囲では、極めて高い毛振るい率を示し、酵母、菜種カス、グルテンミール、アルファルファ添加区では75~100%の値が得られ、現行の交雑種とは明らかに差が認められた。また、広食性蚕においては5日後の生存率も高く、蚕蛹粉末添加区を除いて死亡する個体がほとんど認められなかった。さらに、飼料素材の種類及び添加量に対する摂食性に関して両育成系統間にほとんど差はなかったが、蚕体重についてはCS 26 A×NS 82 Aが勝っていた。また広食性蚕では、掃立て5日後までに蚕蛹粉末10%添加区を除く全ての飼料区で2齢蚕が出現した。

一方、広食性蚕を供試した場合においても飼料に桑葉粉末を5%添加すると摂食性はさらに向上し、

蚕蛹粉末10%添加区以外では98%以上の毛振るい率が得られた(第5表)。また、毛振るい率の良好な飼料区では5日後の生存率は高く、蚕体重の増加も順調であった。しかし、酵母と蚕蛹粉末は添加量が増加するに従って蚕体重が顕著に低下する傾向が認められた。

## 考 察

家畜用飼料素材の多くは蛋白質やビタミン等の含量が高く、素材単価が比較的安いため、蚕の人工飼料への利用に関して、既に多くの報告がある。しかし、現行の蚕品種では魚粉や酵母を添加した人工飼料に対する摂食性が劣り(堀江・渡辺, 1983)、利用可能な素材は蚕の摂食性との関連でかなり限られている(新村, 1973)。

本試験の結果、魚粉や酵母等の各種家畜用飼料素材を添加した人工飼料に対する蚕の摂食性は、原種、交雑種及び広食性蚕の間で明らかに異っていた。すなわち、用いた原種の中では沢J及び日01号の摂食性は良好であったが、中01号では極めて劣っていた。また、現行の交雑種についても高い摂食性を示す品

第5表 広食性蚕の摂食性と成長に及ぼす桑葉粉末\*の添加効果

飼料素材	添加量 (%)	毛振るい率 (%)		5日後生存率 (%)		5日後体重 (mg/頭)	
		CS 26 A × NS 82 A	CS J 01 × NS J 01	CS 26 A × NS 82 A	CS J 01 × NS J 01	CS 26 A × NS 82 A	CS J 01 × NS J 01
魚 粉	2	100	100	100	98	20.9	11.4
	5	100	100	100	100	21.7	11.9
	10	100	100	100	100	19.2	13.5
酵 母	2	100	100	100	100	19.3	11.2
	5	100	98	100	100	14.8	7.4
	10	100	100	98	100	13.7	6.7
蚕蛹粉末	2	100	100	100	100	23.6	12.9
	5	100	98	100	100	18.6	10.1
	10	98	58	98	84	9.9	5.6
菜種カス	2	100	100	98	100	23.1	13.8
	5	100	98	100	100	22.8	13.5
	10	100	100	98	100	23.6	14.1
グルテンミール	2	100	100	98	100	17.6	8.6
	5	100	100	100	100	15.0	8.1
	10	100	100	100	100	15.6	8.7
アルファルファ	2	100	100	100	100	21.0	12.0
	5	100	100	100	100	19.8	11.1
	10	100	100	100	98	18.1	11.5

\* 各区とも桑葉粉末を5%添加

種は認められなかった。蚕の食性に関して 神田ら (1988) 及び上條ら (1988) は、魚粉、酵母及びグルテンミールを含むLP 飼料 (堀江・渡辺, 1983) に対する食性は劣性として遺伝すること、この遺伝子は沢Jや日01号などの日本種には存在するが、中01号を含む中国種には存在しないことなどを明らかにしている。本試験では食性の遺伝に関する上記の結果を確認するとともに、今回用いた現行の交雑種では食性に関して沢Jや日01号に匹敵する品種は認められず、家畜用飼料素材の利用範囲は素材の種類と添加量の両面から極めて限られることを明らかにした。

これに対して、現在育成中の広食性蚕は、桑葉粉末を全く含まない人工飼料において、現行の交雑種がほとんど摂食しない各種家畜用飼料素材に対して極めて高い摂食性を示し、その後の成長も順調で、生存率も高いことが分かった。従って、広食性蚕を利用することは、従来の交雑種ではほとんど利用不可能であった安価な家畜用飼料素材の導入が可能であり、人工飼料のコスト低減にも大きく寄与するものと考えられた。また、広食性蚕における家畜用飼料素材の添加上限をみると、菜種カスが最も高く10%またはそれ以上の添加が可能であり、次いでグルテンミール及びアルファルファは5%、酵母は2%程度であることが分かった。しかし、魚粉及び蚕蛹粉末は2%添加でも毛振り率や生存率が劣り、広食性蚕においても良好な成績は得られなかった。

現在の市販人工飼料には20~25%程度の桑葉粉末が添加され、乾物飼料価格に占める割合は約20%であると報告されている (阿久沢, 1986)。従って、人工飼料のコスト低減には安価な飼料素材の導入と

合わせて、桑葉粉末の削減が極めて重要である。広食性蚕では、桑葉粉末を5%添加することにより摂食性はさらに高まり、生存率や蚕体重も著しく向上することが分かった。すなわち、広食性蚕においても実用的な観点からは5%程度の桑葉粉末の添加が望ましいと考えられた。しかし、このような場合でも、蚕蛹粉末や酵母では5%以上の添加で体重が急激に低下すること、グルテンミールでは全体的に体重が劣ることなどの特徴が認められた。従って、これらの飼料素材を利用するに当っては、添加量の上限をさらに厳しく2%以下に設定するか、稚蚕期には使用を除外する必要があるものと考えられる。

以上の結果から、広食性蚕を利用することの利点は家畜用飼料素材の導入のみでなく、桑葉粉末添加量の著しい削減を可能にする点でも極めて有用であり、人工飼料のコスト低減に大きく寄与するものと期待される。

## 文 献

- 阿久沢浄己 (1986) : 蚕糸科学と技術, (25), 30~33.  
 堀江保宏・山本尚義・柳川弘明・渡辺喜二郎・中曾根正一 (1980) : 日蚕雑, 49, 100~106.  
 堀江保宏・渡辺喜二郎 (1983) : 蚕試報, 29, 259~283.  
 上條伊喜男・山本俊雄・柳川弘明・渡辺喜二郎 (1988) : 日蚕中部第44回講要, 7.  
 神田俊男・田村俊樹・井上元 (1988) : 日蚕雑, 57, 489~494.  
 新村正純 (1973) : 農化誌, 47, 251~257.  
 柳川弘明・渡辺喜二郎・中村匡利 (1988a) : 蚕試報, 30, 569~588.  
 柳川弘明・渡辺喜二郎・中村匡利 (1988b) : 蚕試彙報, (132), 49~61.