

人工飼料における家畜配合飼料の飼料価値およびその利用 方法

誌名	群馬農業研究. B, 蚕業
ISSN	09104127
著者	町田, 順一
巻/号	5号
掲載ページ	p. 43-50
発行年月	1988年12月

人工飼料における家畜配合飼料の飼料価値およびその利用方法

町 田 順 一

(蚕業試験場)

Utilities and Values of Livestock Mixed Foods as the Components of Artificial Diets for Silkworm Larva

Jun - ichi MACHIDA

(Gunma Sericultural Experiment Station)

要 旨

人工飼料の低廉化をはかるため、1 kg 当り 30 ~ 80 円と安価で、しかも多くの栄養素を含んでいる家畜の配合飼料を人工飼料に添加し、その飼料価値を調べ併せて低コスト化のための利用方法について検討した。その結果、各種家畜配合飼料の中で哺乳期子牛用のものが最も高い飼料価値を示し添加量としては、1 ~ 2 令で 10 ~ 20%、3 令で 20 ~ 40%、4 令は 30 ~ 50% が可能と考えられた。その他の配合飼料では、哺乳期子牛用に次いで子豚用、哺乳期子豚用に飼料価値が高く認められた。次に哺乳期子牛用を 30 ~ 40% 添加した 3 ~ 4 令飼料の組成改善を検討した結果、配合飼料を用いることによって脱脂大豆を 1/2 削減、さらに高価なバルブ粉末、デンプン、無機塩混合物 1/2 削減が可能であった。また、さらに低コスト化をはかるために高価な造形剤を用いない検討を行った結果、コーンスターチの 18 ~ 28% 添加により飼料物性および飼育成績とも良好な結果が得られた。以上の組成改良から乾物飼料の試算では、改良前に比較して 3 令は 37%、4 令は 51% 低減化できた。

緒 言

人工飼料育の技術は、蚕作安定、労働力節減が充分はかれる画期的技術であるが、その普及は 1 ~ 2 令飼育にとどまり、3 令までの普及はわずかである。その原因は、飼料代や施設費等経済的な要因が大きいと考えられる。

また、最近では 4 令までの人工飼料育の拡大をはかり低コスト養蚕を進める方針が考えられている。その場合にも 3 令以降の飼料価格の低コスト化がより重要な課題であると考えられる。飼料の低コスト化については前報(町田、1988)

で家畜の飼料原料の利用および安価な造形剤の利用について報告したが、今回、さらに低コスト化をはかるために安価で飼料価値の高い原料の検索を実施した結果、1 kg 当り 30 ~ 80 円で市販されている家畜配合飼料の利用によって、飼料価格低減化に有効な結果が得られたのでその試験概要を報告する。

なお、本試験を行うに当り助言および本稿を校閲された群馬県蚕業試験場山口孝根場長、阿久沢浄巳蚕種飼料部長、宮沢福寿人工飼料課長各位に対して感謝の意を表す。また、本試験に供試した各種家畜配合飼料の収集、情報にご

協力くださった、群馬県畜産試験場養鶏課独立
 研究員今井泰四郎氏に謹んで御礼申し上げます。

本報告の一部は日本蚕糸学会関東支部講演会
 (町田、1988) に発表した。

I 各種畜産配合飼料の飼料価値

家畜配合飼料の人工飼料への利用については、
 新村 (1873b)、渡辺 (1988) および鶏用飼料
 の利用 (松浦、1987) の検討がなされている。
 しかし、実用飼料の利用までには至っていない。

一方、家畜配合飼料は安価な原料 (1kg 当り
 30~80円) であることと第 1 表に示した通り各
 種の栄養素を含んでいるなどから、人工飼料の
 低コスト化をはかるために有効な原料と考えそ
 の利用価値を調べた。

第 2 表 供試飼料

	1~2 令	3~4 令
乾燥桑葉粉末	25	22.5
脱脂大豆粉末	33	33
シ ョ 糖	4	4
パルプ粉末	15	18
コーンスターチ	6	6
無機塩混合物	4	4
ビタミン C	0.5	0.5
ビタミン B 群	0.4	0.4
大豆ステロール	0.3	0.3
大豆油	1.3	1.3
ク エ ン 酸	3.7	3.7
抗 生 物 質	0.1	0.1
ソルビン酸カリ	0.2	0.2
プロピオン酸	添加	添加
カラギーナン	5	5
ローカストビーンガム	2	2
水分量	19/2.7ml	19/2.7ml

畜産配合飼料の増量分は防腐剤、造形剤以外と
 代替した。

材料および方法

第 1 表 供試家畜飼料の主な原料配合割合

	穀 類	植物 性油 粕	脱脂 粉乳	魚骨 粉	そう ごう 類	粗 蛋 白
	%	%	%	%	%	%
哺乳期子牛	60	30	2	—	1	18
肉用牛 1	71	2	—	—	23	11
肉用牛 2	72	5	—	—	15	11
肥育用	65	—	—	—	28	11
乳用牛 1	45	21	—	—	26	17
乳用牛 2	39	15	—	—	39	16
ブロイラー用	67	21	—	10	—	22
幼雛用	64	25	—	7	—	21
中雛用	61	19	—	5	12	18
成鶏用 1	67	8	—	12	2	17
成鶏用 2	66	14	—	9	2	18
卵用種	62	17	—	9	—	19
哺乳期子豚 1	46	3	35	—	—	21
哺乳期子豚 2	41	—	39	—	—	18
哺乳期子豚 3	67	14	11	—	—	18
子豚用	76	18	—	4	—	16
豚産肉検定用	66	9	—	4	16	14
種豚用	72	13	—	3	2	15

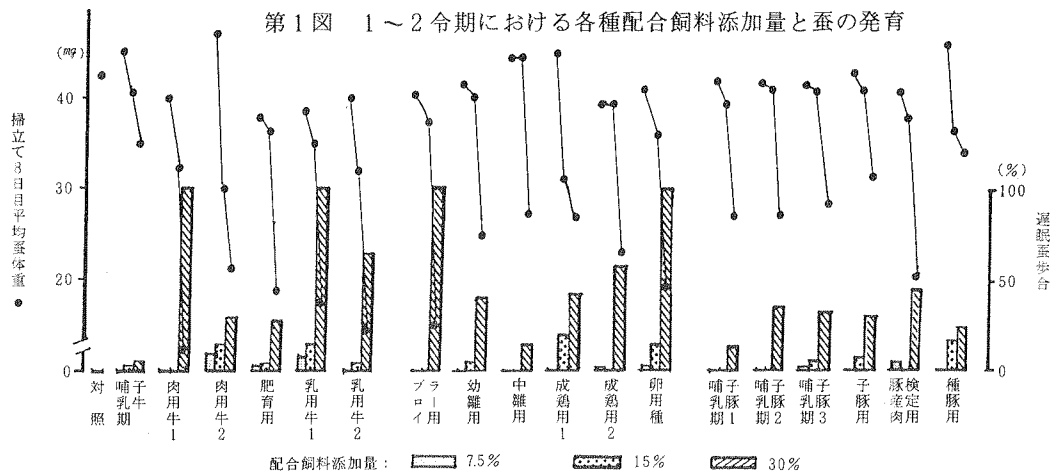
試験に用いた家畜配合飼料は、牛、豚、鶏用
 を使い、その主な原料配合割合を第 1 表に示し
 た。

供試した蚕の人工飼料は、第 2 表に示した通
 りで、1~2 令は桑葉粉末を 25% 含む飼料とし
 3~4 令は桑葉粉末 22.5% 含む飼料を基本にし
 た。家畜配合飼料は、哺乳期子豚用以外は 80~
 100メッシュに微粉碎したものを 1~2 令試験
 には、乾物飼料当り 0, 7.5, 15.0, 30.0% 加
 え、3~4 令では 0, 15, 30, 60% 加えた。
 家畜配合飼料の増量分は造形剤、防腐剤以外の
 成分と代替した。

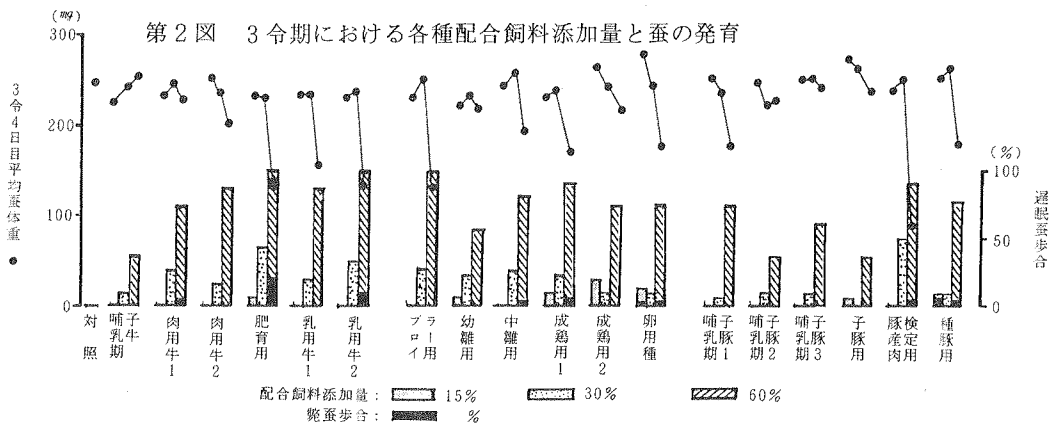
蚕の飼育試験は 1~2 令期、3 令期および 4
 令期に分けて実施し、1~2 令期以外は各令の
 起蚕を供試した。蚕の発育調査は、対照区が眠
 蚕時になった時点で蚕体重、遅眠蚕歩合を調べ
 た。飼育温度は、1 令 29℃, 2 令 28℃, 3 令 27
 ℃, 4 令 26℃, 5 令 24℃ を目標に行った。供試
 蚕品種は錦秋×鐘和を用いた。

町田：人工飼料における家畜配合飼料の飼料価値およびその利用方法

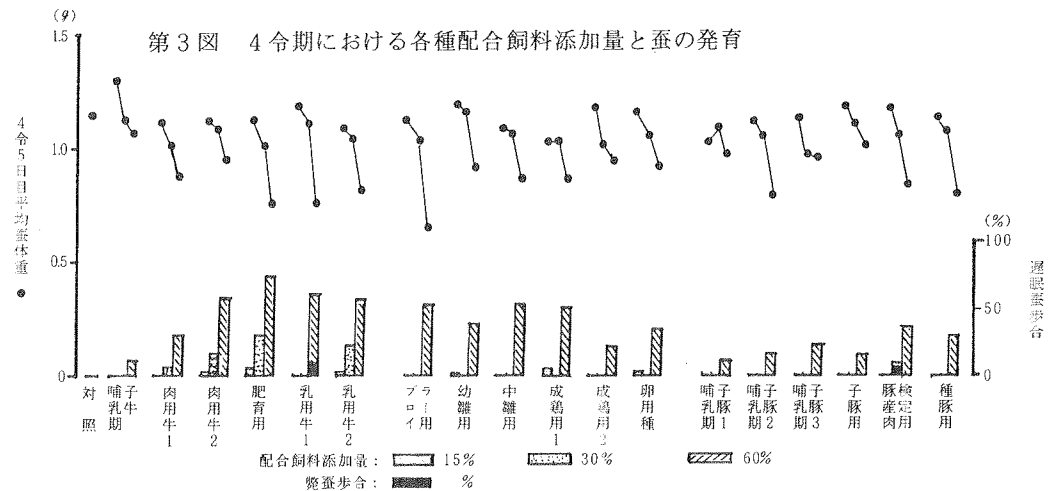
第1図 1～2令期における各種配合飼料添加量と蚕の发育



第2図 3令期における各種配合飼料添加量と蚕の发育



第3図 4令期における各種配合飼料添加量と蚕の发育



結果および考察

配合飼料を加えた飼料で1～2令期を飼育し、掃立8日目の平均蚕体重と遅眠蚕歩合の値を第1図に示した。それによると、どの配合飼料も

7.5%添加区は無添加の対照飼料とほぼ同様な値であった。しかし、15%さらに30%に添加量が増すにしたがって蚕体重および遅眠蚕とも対照区より劣る傾向であった。しかし、その中で

第3表 哺乳期子牛用配合飼料と蚕の飼育成績

配合飼料	成分		添加量	3令期試験(3令4日目)				4令期試験(4令5日目)				繭重	繭層重	繭層歩合
	大豆含量	粗タンパク		3眠	3令	小	平均重	4眠	4令	小	平均重			
	%	%	%	頭	頭	頭	mg	頭	頭	頭	g	g	mg	%
マンナメイト	30	18	0	15	15		218	24	1		1.00	1.77	349	19.7
			15	20	10		218	24	1		0.98	1.81	346	19.1
			30	10	20		205	15	10		1.04	1.73	306	17.7
			60	1	27	2	126	1	20	3	0.82	1.52	261	17.2
モーレットF	34	21	15	14	16		206	23	2		1.05	1.84	350	19.0
			30	6	24		186	19	6		1.00	1.85	313	16.9
			60	2	24	4	122	8	13	4	0.88	1.96	305	15.6
			15	11	19		204	25			1.02	1.86	339	18.2
モーレットグリーン	15	16	30	8	22		187	16	9		1.00	1.87	300	15.9
			60	2	28		136	6	19		0.90	1.35	225	16.7
			15	20	10		210	19	6		1.05	1.84	325	17.7
			30	14	16		194	14	11		1.02	1.83	331	18.1
モーレット ほいく	16	16	60	1	28	1	129	5	16	4	0.77	1.54	232	15.1

も比較的成績の良かった配合飼料は哺乳期子牛用であった。また、哺乳期子豚用および中雛用は、それに次ぐ成績であった。

3令期は3令4日目の蚕体重、遅眠蚕歩合の値を第2図に示した。その結果は、いずれの配合飼料とも15%添加までは対照飼料と同様な値が得られた。また、30%以上の添加量においても、対照区と同じ蚕体重を示すものが多く認められた。遅眠蚕歩合では添加量が増すにしたがって悪い結果であった。しかし、その中で比較的成績の良かったものは、哺乳期子牛用および子豚用であった。第3図には4令期の飼育成績の結果を示したが、3令期に比べ60%の大量添加区でも遅眠蚕が少なく配合飼料の添加可能な量が多くなった。配合飼料の中では3令と同様哺乳期子牛用、子豚用が他の配合飼料より優れた成績であった。

以上の試験結果から、今回用いた基本飼料の中では哺乳期子牛用が最も飼料価値が高く、配合飼料を用いた組成改善を行えば、利用可能な添加量としては、1~2令期で10~20%、3令期は20~40%、4令期は30~50%まで可能な範囲と考えられる。他の配合飼料の利用価値としては、哺乳期子豚用および子豚用が哺乳期子牛用について飼料価値が高かった。

人工飼料用として飼料価値の高かった配合飼料とその成分含量(第1表)の関係では、蛋白含量が比較的高くその原料として脱脂大豆等植物性油粕類を利用し、骨粉、魚紛等の添加量が極力少ない配合飼料が利用価値の高いことが分かった。

哺乳期子牛用として今回供試した飼料は、協同飼料のマンナメイトであるが、それ以外に市販されている哺乳期子牛用飼料の飼料価値について試験した結果を第3表に示した。それによると3令期、4令期とも4種類の配合飼料は同様な飼育結果を示し、哺乳期子牛用として市販されている中には人工飼料原料として価値の高いものが多くあるものと思われた。また、5令期まで飼育した繭の計量形質では蛋白含量の最も高かったモーレットFが他の区より優れ5令飼料は他の令より高蛋白質の必要性がうかがえた。

II 哺乳期子牛用配合飼料を利用した低コスト飼料の検討

3令期および4令期飼料を主体に飼料の低コスト化をはかるために、家畜配合飼料の中で飼料価値の高かった哺乳期子牛用(モーレットF)を用い、低コストのための組成改善を試みた。

飼料組成の検討としては、主原料である脱脂大豆粉末、桑葉粉末等、各原料添加量について検討した。また、高価な造形剤を用いない飼料の検討を行った。ちなみにモーレットFの購入価格は1kg当り57円で購入した。

材料および方法

組成改善はモーレットFの添加量を30~50%利用を前提として実施した。蚕の飼育は、1区

50頭2連制とし、プラスチック容器で飼育した。飼育温度は3令27℃、4令26℃を目標にした。供試蚕品種は錦秋×鐘和および赤1号・城1号×清1号・水1号を用いた。

蚕の発育調査は概ね眠時になった時点で一斉に調査しその時の平均蚕体重、遅眠蚕歩合を調べた。飼料の造形性の測定は、不動のレオメーターを用い、円形プランジャー（直径1cm）の押し込みによる飼料最大破断時の荷重値（ g/cm^2 ）、硬さを造形力の指標とした。

第4表 試験区および飼育成績

脱脂大豆	桑葉粉末	シヨ糖	無機塩	モーレット	3眠時発育調査		4眠時発育調査	
					平均蚕体重	遅眠蚕歩合	平均蚕体重	遅眠蚕歩合
%	%	%	%	%	mg	%	%	%
5	10	4	0	32	214	44	1.059	90
5	20	8	2	42	205	15	1.081	31
10	10	4	2	42	219	23	1.097	32
10	20	8	0	32	217	7	1.092	49
15	10	8	0	42	211	14	1.102	21
15	20	4	2	32	225	2	1.065	34
20	10	8	2	32	224	0	1.173	28
20	20	4	0	42	226	0	1.127	10

※ その他の飼料組成は、大豆油1.3%、フィトステロール0.2、ビタミンC0.5、防腐剤0.44、カラギーナン5.0、ローカストビーガム2.0、ビタミンB群0.34を一定に加え合計100に不足な分はパルプ粉末で補った。飼料水分は1g/2.65ml加えた。

第5表 分散分析表および最適添加量の推定

	f	3眠時発育調査				4眠時発育調査			
		平均蚕体重		遅眠蚕歩合		平均蚕体重		遅眠蚕歩合	
		Fo	寄与率	Fo	寄与率	Fo	寄与率	Fo	寄与率
m	1	16171.80*		155.85*		16145.00*		144.46*	
脱脂大豆	3	3.67	31.54	36.92*	56.70	4.14*	39.61	8.61*	36.08
桑葉粉末	1	0.19	0.00	46.59*	23.99	0.91	0.00	3.97	4.69
シヨ糖	1	3.90	11.43	15.53*	7.65	2.09	4.58	2.63	2.58
無機塩	1	0.13	0.00	9.15*	4.29	0.29	0.00	3.34	3.70
モーレット	1	2.14	4.49	0.02	0.00	0.10	0.00	19.51*	29.25
誤差	8		52.54		7.38		55.81		23.70
TOTAL	16		100.00		100.00		100.00		100.00
最適条件		なし		脱脂大豆 20%区 桑葉粉末 20%区 シヨ糖 8%区 無機塩 2%区		脱脂大豆 20%区		脱脂大豆 20%区 モーレット 42%区	

Foの右横に*印が付くと95%以上で有意である。

結果および考察

1. 脱脂大豆、桑葉粉末、ショ糖、無機塩混合物、モーレット F 添加量の影響

脱脂大豆の添加量を 4 水準、その他の原料の添加量は 2 水準設け、L 8 (4¹×2⁴) 直行列を用いて各原料添加量の影響をすると共に最適量を推定した。結果の解析にはパソコンによる実験計画法入門 (上條, 1983) のプログラムによって行った。試験区の設定および飼育成績を第

第 6 表 試験区および飼育成績

ビタミンC	クエン酸	パルプ粉末	コーン スターチ	3 眠時発育調査		4 眠時発育調査	
				平均蚕体重	遅眠蚕歩合	平均蚕体重	遅眠蚕歩合
%	%	%	%	mg	%	g	%
0	0.9	0	0	182	95	0.665	96
0	1.8	5	3	159	99	0.560	100
0	3.6	10	6	231	46	0.850	56
0.5	0.9	5	6	180	83	0.885	75
0.5	1.8	10	0	199	70	0.940	72
0.5	3.6	0	3	212	51	0.970	36
1.0	0.9	10	3	175	63	0.930	55
1.0	1.8	0	6	200	39	0.910	44
1.0	3.6	5	0	198	35	0.975	27

※ その他の飼料組成は、桑葉粉末10%、ショ糖8、脱脂大豆20、無機塩2、カラギーナン5、ローカストビーガン2、防腐剤0.44、フィトステロール0.2、大豆油1.3を一定に加え、モーレットを31~50%加えて100にした。

第 7 表 分散分析表および最適添加量の推定

	f	3 眠時発育調査				4 眠時発育調査			
		平均蚕体重		遅眠蚕歩合		平均蚕体重		遅眠蚕歩合	
		Fo	寄与率	Fo	寄与率	Fo	寄与率	Fo	寄与率
m	1	6199.88*		961.80*		6420.36*		1638.38*	
ビタミンC	2	0.82	0.00	23.72*	35.97	57.30*	65.49	61.88*	48.57
クエン酸	2	18.63*	45.30	26.61*	40.55	14.03*	15.16	54.42*	42.62
パルプ粉末	2	8.24*	18.59	3.50	3.95	6.92*	6.88	2.72	1.37
コーンスターチ	2	6.73*	14.73	4.83*	6.07	3.22	2.59	1.82	0.65
誤差	9		21.38		13.64		9.89		6.78
TOTAL	18		100.00		100.00		100.00		100.00
最適条件		クエン酸 3.6%区		クエン酸 3.6%区		ビタミンC 1.0%区		ビタミンC 1.0%区	
		パルプ 10%区		ビタミンC 1.0%区		クエン酸 3.6%区		クエン酸 3.6%区	
		コーン 6%区		コーン 6%区		パルプ 10%区			

Fo の右横に * 印が付くと 95 % 以上で有意である。

ている脱脂大豆量だけでは不十分で、最適添加量としては本試験で最も多く添加した20%区が最適条件であった。また、4令期では桑葉粉末低減化とモーレットFの添加量拡大の可能性が認められた。一方、今回の添加水準ではショ糖および無機塩は3令遅眠蚕歩合で僅か影響が認められただけで、その他は認められなかった。

2. ビタミンC、クエン酸、パルプ粉末、デンプン添加量の影響

次に、脱脂大豆添加量20%を採用し、桑葉粉末を10%とした飼料で、ビタミンC、クエン酸、パルプ粉末、デンプンの最適添加量を推定した。

試験は各原料とも3水準の添加量としL9(3³)直行表を用いて試験を行った。

その結果を第6、7表に示した。それによると、3眠時の平均蚕体重および遅眠蚕歩合ともクエン酸とビタミンCの添加量の要因の影響が大きく認められ、クエン酸の寄与率は高い傾向であった。一方、4令期まで飼育を続けた結果、4眠時の蚕体重および遅眠蚕歩合とも3令期同様クエン酸、ビタミンCの影響が大きく認められた。しかし、3令期とは異なりビタミンCの寄与率がクエン酸より高い値を示した。

パルプ粉末、デンプンの添加は、有意の差が認められる部分もあるが、その寄与は低く積極的な利用は必要ないものと考えられる。

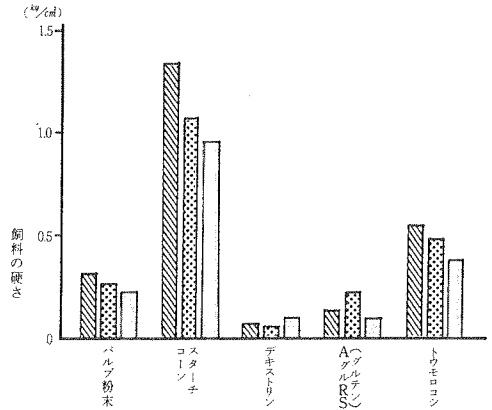
なお、ビタミンC無添加区の蚕児は4眠時調査翌日半脱皮の上体で斃蚕が認められ、ビタミンCは少なくとも0.5%以上の添加量が必要と思われた。以上、今回の組成改善からモーレットを30~40%添加された組成では脱脂大豆20%、クエン酸3.6%、ビタミンC 0.5%添加の必要性が認められモーレットによって代用可能な原料は、脱脂大豆の一部、無機塩 $\frac{1}{2}$

量、パルプ粉末、デンプンが可能であることが分かった。

無機塩混合物の添加量は桑葉粉末25%含む飼料では4.0%（対乾物）であるが、今回の試験は $\frac{1}{2}$ 量でも十分な試験結果が得られた。

3. 安価な造形剤の検討

飼料コスト低減をはかるために寒天等の高価な造形剤を用いない組成改善を試みた。供試飼料は、桑葉粉末5%、家畜配合飼料35%含む飼料を用い、造形剤としてコーンスターチおよびトウモロコシ等数種類の原料を供試した。その結果（第4図）、コーンスターチを乾物飼料当り18~28%添加し水分量1g/2.3ml含む飼料



第4図 脱脂大豆と安価な造形剤を併用した飼料の硬さ

造形剤添加量(%)	2.8	2.3	1.8
脱脂大豆 % (例)	2.0	2.5	3.0

その他の成分はショ糖4%、無機2.0、大豆油1.3、ステロール0.2、ビタミンC 0.5、クエン酸3.5、防腐剤0.44、桑葉粉末5.0、モーレット35.0合計52.0%、飼料水分量は1g/2.3ml加えた。

第8表 造形剤にコーンスターチおよびトウモロコシ粉末を用いた飼料の4齢飼育成績

コーン スターチ	トウモ ロコシ	脱脂 大豆	4齢5日目发育状況			全頭数 平均重	4 眠 平均重	飼 料 の硬さ
			4 眠	4 齢	遅れ蚕 頭			
%	%	%	頭	頭	頭	g	g	g/cm ³
28	—	20	13	17	—	1.124	1.112	1,350
23	—	25	22	8	—	1.100	1.086	1,080
18	—	30	14	16	—	1.149	1.109	950
—	28	20	5	24	—	1.072	1.050	550
—	23	25	—	25	5	0.952	—	490
—	18	30	2	21	7	0.881	0.905	380

供試蚕 4齢起蚕30頭2連制 蚕品種：赤1号・城1号×清1号・水1号1~3齢は桑葉粉末25%飼料で飼育した。

では飼料の硬さが 960~1300 g/cm^2 の値が得られ、この値は切削給餌が支障なく行える物性であった。コーンスターチ以外ではトウモロコシ粉末に造形効果が認められるもののその効果は小さく、最も添加量の多い 28% 添加区でも実用化できる物性が得られなかった。また、コーンスターチ区とある程度切削可能な物性が得られたトウモロコシ区の飼料で 4 令飼育を行った結果を第 8 表に示した。

それによるとコーンスターチ 18~28% を用いたすべての区で 4 眠重が 1 g を越す値が得られ、蚕の発育経過も良好であった。

コーンスターチは、価格的にも安く十分実用化が可能である。デンプンの造形剤利用については、数多くの報告がみられるが (新村, 1973a; 宮沢ら, 1969; 町田, 1973)、本試験のような高水分量を含んだ事例は少ない。

以上の結果から、3~4 令飼料の低コスト化を検討し、最終的に第 9 表の飼料組成が得られた。また、試験場購入価格で乾物飼料を試算した値も示した。改良飼料の桑葉粉末量は、今回の場合 1~2 令飼料が 25% であるため 3 令を 15%、4 令 5% 添加量とした。乾物飼料価格の試算では、くわのはな飼料と比較すると改良飼料 3 令用は 62.9%、4 令 48.9% の価格割合を示し、湿体飼料に換算しても 3 令 66.5%、4 令 53.2% を示し価格低減化に有効な結果が得られた。

なお、実用的にはさらに無機混合物、ビタミン B 群の個々の原料添加量について検討が必要である。また、飼料組成改良法として線形計画法を利用した低コスト飼料の改良が実施されている (堀江ら, 1983; 柳川ら, 1988)、この方法を用いた組成改良も合わせて検討したい。

第 9 表 家畜配合飼料を用いた低コスト飼料の試算

原料名	くわのはな飼料		改良飼料			
	添加量	同左価格	3 齢	同左価格	4 齢	同左価格
家畜飼料	—%	—円	33.0%	18.8円	35.0%	20.0円
桑葉粉末	25.0	175	15.0	105.0	5.0	35.0
脱脂大豆	33.0	63	18.7	35.5	23.0	43.7
フィトステロール	0.3	18.5	0.2	12.3	0.2	12.3
大豆油	1.3	4.0	1.3	4.0	1.3	4.0
無機塩	4.0	40.0	2.0	20.0	2.0	20.0
クエン酸	3.7	23.4	3.6	22.8	3.6	22.8
ビタミン C	1.0	54.0	0.5	27.0	0.5	27.0
ビタミン B 群	添加	58.7	添加	58.7	添加	58.7
ショ糖	4.0	20.0	4.0	20.0	4.0	20.0
バルブ粉末	15.5	82.0	—	—	—	—
コーンスターチ	5.0	8.0	18.0	28.8	25.16	40.3
カラギーナン	5.0	100.0	2.5	50.0	—	—
ロカストビ-ガム	2.0	20.0	1.0	10.0	—	—
防腐剤	2.24	44.0	0.24	44.0	0.24	44.0
合計	100.04		100.0		100.00	
乾物飼料価格 (kg/円)		710.6		446.9		347.8
水分量	1 g /2.7 ml		1 g /2.5 ml		1 g /2.4 ml	

※ 1989 年試験場購入価格

引用文献

- 堀江保宏・渡辺喜二郎 (1983) : 蚕試報告、**29**、(2)、259~283。
 上條賢一 (1983) : パソコンによる実験計画法入門、工業図書、東京。
 町田順一 (1973) : 群馬蚕試年報、**48**、18。
 町田順一 (1987) : 群馬農業研究、B 蚕業、**4**、29~36。
 町田順一 (1988) : 日蚕関東講要、**39**、44。
 松浦雄二 (1987) : 日蚕講要、**57**、49。
 宮沢福寿・三好健勝 (1969) : 群馬蚕試年報、**44**、22。
 新村正純 (1973a) : 農化、**47**、(4)、241~249。
 新村正純 (1973b) : 農化、**47**、(4)、251~257。
 渡辺喜二郎・須藤光正・柳川宏明 (1983) : 日蚕関東講要、**39**、45。
 柳川宏明・渡辺喜二郎・中村匡利 (1983) : 蚕試報告、**30**、(4)、569~588。