

広食性蚕の嗜好性物質に対する摂食反応とその特性

誌名	日本蠶絲學雜誌
ISSN	00372455
著者	常山, 泉 池嶋, 智美 飯田, のり子 ほか2名,
巻/号	73巻1号
掲載ページ	p. 1-7
発行年月	2004年4月

広食性蚕の嗜好性物質に対する摂食反応とその特性

常山 泉・池嶋 智美・飯田のり子・鶴井 裕治・田中 幸夫

財団法人大日本蚕糸会 蚕業技術研究所
(2003年3月3日受付; 2004年2月27日受理)

IZUMI TSUNEYAMA, SATOMI IKEJIMA, NORIKO IIDA, YUJI TSURUI and YUKIO TANAKA:
Characteristics of the feeding responses to stimulant compounds in the newly hatched larvae of
“polyphagous” strains of the silkworm, *Bombyx mori*

The purpose of this study was to investigate the feeding responses to the stimulant, sucrose, myo-inositol, and CaCO₃, in the newly hatched larvae of mutant strains, called “polyphagous” strains, of the silkworm, *Bombyx mori*. Five “polyphagous” strains of silkworm, “Hitachi”, “Nisiki”, “Nich-603-go”, “Chu-604-go”, “Sawa-J”, and a normal strain, “Asa・Hi x To・Kai”, as a control were used for the experiments. Each or paired test compounds were added to the basal diet consisting of cellulose powder, agar, and distilled water. The diet thus prepared was given to the newly hatched larvae of the silkworm. Fifty larvae, which derived from eggs of the same maternal moth, were assigned to each test group, and the experiment was repeated ten times with the eggs of ten moths. After rearing the larvae on the diet at 25°C in the dark for 72 h, the preference of larvae to the stimulant (or paired stimulants) in the diet was estimated by the number of feces excreted. All the tested larvae fed on the diets, and each diet consumption was much greater in the five “polyphagous” strains than in the normal strain. It was found that “polyphagous” strains could show strong responses to the feeding of the test compounds. *Institute of Sericulture, Iikura 1053, Ami-machi, Ibaraki, 300-0324 JAPAN.*

Key words: *Bombyx mori*, polyphagous strain, stimulant, feeding, artificial diet, newly hatched larvae

蚕は生態学上、桑を寄主植物とする単食性昆虫であるが、自然突然変異個体の中から、食性に関して選択範囲の広い、所謂“広食性蚕”と呼ばれる食性異常の蚕が見出されている。代表的な広食性系の蚕品種として、横山(1970, 1975)がキャベツを食下した個体から選抜した「沢J」、真野ら(1991)が、指定品種及び育成系統の中から、LP-1飼料(堀江・渡辺, 1983)に対する適合性によって選抜した「日601号」及び「中601号」、また、この日中の各品種から育成された「ひたち」及び「にしき」(田中・大井, 1994)等が著名で、交雑種「日601号×中601号」(以下, “あさぎり”), 「ひたち×にしき」及び「日603号・ひたち×中604号・にしき」(“ひたちさんし”)は、家畜用飼料素材を主体とした低コスト人工飼料(柳川, 1990; 柳川ら, 1991)に適した実用品種に指定されている(農林水産省農蚕園

芸局, 1990, 1994, 1996)。食性異常蚕(以下, 広食性蚕)は、また、桑葉粉末入りの人工飼料に対する適合性にも優れている(横山, 1970, 1971; 藤森ら, 1982)。

著者らは、広食性蚕に認められる各種人工飼料に対する高い適合性は、広食性蚕が食性正常蚕に比べて、特定の苦味物質の刺激に対する摂食阻害物質受容細胞(deterrent cell)の感受性が低い(朝岡, 1996; Asaoka, 2000)ということだけに起因するものではなく、それと同時に、人工飼料に含まれる個々の嗜好性物質の刺激に対する広食性蚕の摂食反応(摂食に関する反応)の強さを反映しているものと考えている。そこで、本研究では、化学的に純度の高い少数の物質を含む基本飼料を用いて、蚕の味覚の認識において代表的な嗜好性物質とされているショ糖とミオイノシトール(Hamamura *et al.*, 1962; Ito, 1960)、また、著者らが、新たな嗜好性物質(摂食誘起物質)として報告している炭酸カル

シウム（常山・田中，2001；常山ら，2001；池嶋ら，2003）に対する広食性蚕（蟻蚕）の反応について検討した。5品種の広食性蚕を用いた摂食試験の結果、広食性蚕は食性正常蚕に比べ、ショ糖，ミオイノシトール及び炭酸カルシウムに対して強い摂食反応を示すことが明らかになったので報告する。

本文に先立ち、御校閲を頂いた蚕業技術研究所元所長村上毅博士ならびにインド・カルナタカ州蚕業局副局長 Hameed Beig 氏，蚕種の御提供を頂いた蚕業技術研究所元技師長阿相敏雄氏，御協力頂いた山口満氏，御助言を頂いた東京農工大学助教授蜷木理博士，京都工芸繊維大学教授杉村順夫博士，ならびに資料の御提供と御助言を頂いた農業生物資源研究所朝岡潔昆虫神経生理研究チーム長に深く感謝の意を表す。

材料と方法

供試した蚕品種は、広食性系の原種「ひたち」，「にしき」，「日 603 号」，「中 604 号」，「沢 J」及び対照となる食性正常の交雑種「朝・日×東・海（日本種母体）」（農林水産省農蚕園芸局，1976）である。

調査には、越年処理または冷蔵浸酸処理した蚕種を使用し、同一母蛾から得た孵化直後の蟻蚕を各処理区に 50 頭ずつ当て、10 蛾反復で試験を行った。

試験に用いた飼料は、セルロース 10% (w/w)，寒天 3% (w/w) 及び蒸留水に蚕の嗜好性物質（ショ糖，ミオイノシトール及び炭酸カルシウム）を単独，あるいは 2 種組み合わせ加えた単純な組成とした。供試した嗜好性物質は全て試薬特級を使用し，セルロース粉末は飼料用 D（東洋濾紙）を，寒天は細菌培地用（和光純薬）をそれぞれ用いた。飼料の作製は，各成分を良く混合し，厚さが 3.5 mm 程度となる容器に入れ，60 分間蒸煮した。冷えて固まった飼料を直径 24 mm の円盤状に打ち抜き，内寸 60 mm のシャーレの中央に置いた。試験は，所定数（50 頭）の蟻蚕を飼料の上に置き，72 時間後の排出糞数（以下，糞数）を調査し，この糞数を摂食量の指標にした。また，各試験区の糞数（観察値）の平均値から対照区の糞数（観察値）の平均値を引いた値を補正糞数とし，この補正糞数によって，飼料中の嗜好性物質に対する各蚕品種の摂食に関する反応（摂食反応）を評価した。なお，飼育条件は，温度 25°C，湿度 70%，全暗とし，全ての作業はクリーンルーム内で行った。

調査結果について，糞数の処理間差の検定は Wilcoxon の符号順位検定法（以下，Wilcoxon

signed-ranks test）を，また，糞数の品種間差の検定については Mann-Whitney の U-検定法（以下，Mann-Whitney U-test）を用いて，危険率 5% 水準で行った。

結 果

広食性蚕「ひたち」と食性正常蚕「朝・日×東・海」について，ショ糖，ミオイノシトール及び炭酸カルシウムの添加濃度と摂食量（排出糞数）との関係を調査した（Table 1）。各物質の添加濃度と排出糞数（以下，糞数）の関係を見ると，両品種の糞数は，それぞれの物質の添加量の違いによって大きく変動するものの，いずれの物質を添加した場合にも，全ての添加区で対照区よりも有意に多く（Wilcoxon signed-ranks test, $p < 0.05$ ），「ひたち」と「朝・日×東・海」の摂食が各物質の作用によって誘起されることが分かる。また，同一の飼料を与えた場合の両品種の糞数を比べると，いずれの物質においても，添加量の多少にかかわらず，「ひたち」の糞数が，「朝・日×東・海」の糞数よりも明らかに多くなっており（Mann-Whitney U-test, $p < 0.05$ ），この傾向は，同一飼料間で，両品種の補正糞数（対照区における摂食量の影響を補正するために，各試験区の糞数の平均値から対照区の糞数の平均値を引いた値）を比較した場合についても認められる。このことから，「ひたち」が，「朝・日×東・海」よりも，ショ糖，ミオイノシトール及び炭酸カルシウムに対して強い摂食反応（以下，反応）を示すことが確かめられた。「ひたち」及び「朝・日×東・海」におけるショ糖の摂食に関する至適濃度は，それぞれ 5% と 10%，ミオイノシトールで 0.5% と 1%，炭酸カルシウムでは共に 10% となった。この場合，「ひたち」のショ糖区における 50 頭当りの平均糞数は，858.9 個（補正糞数：805.8 個），「朝・日×東・海」は 90.7 (90.6) 個，ミオイノシトール区で順に 348.6 (297.9) 個と 13.3 (13.1) 個，炭酸カルシウム区では 473.1 (421.3) 個と 19.3 (19.1) 個となり，「ひたち」のショ糖区の最大糞数は，「朝・日×東・海」の最大糞数の 9 倍以上（補正倍率：約 9 倍），ミオイノシトール区で約 26 (23) 倍，炭酸カルシウム区では，24 (22) 倍以上に相当した。また，対照区では，「ひたち」が，セルロース，寒天及び水だけで構成される飼料に対しても，積極的な摂食行動を示す（平均糞数/50 頭：52.7 個）ことが確認され，一方で，「朝・日×東・海」の同区における摂食量（糞数）は少なく（平均糞数/50 頭：

Table 1. Effect of concentrations of stimulant compounds on the feeding of newly hatched larvae of the silkworm variety "Hitachi" and "Asa・Hi×To・Kai"¹

Stimulant (Substance)	Concentration(% w/w) ²		No. of feces per 50 larvae for 72 h (Mean±s.d. ³)		Significance between varieties on no. of feces		
	Substance	Water					
				Variety			
			"Hitachi"	"Asa・Hi×To・Kai"			
Sucrose	0	87	53.1± 29.0 f ⁴	(-) ⁵	0.1± 0.3 e	(-)	S ⁶
	0.05	86.95	119.4± 56.4 e	(66.3)	1.7± 0.8 d	(1.6)	S
	0.5	86.5	682.2±198.3 ab	(629.1)	34.4±32.9 b	(34.3)	S
	5	82	858.9±178.4 a	(805.8)	74.5±51.6 a	(74.4)	S
	10	77	585.3±127.7 b	(532.2)	90.7±58.7 a	(90.6)	S
	15	72	361.1±110.4 c	(308.0)	34.2±31.4 b	(34.1)	S
	20	67	293.5±102.9 d	(240.4)	19.6±18.1 c	(19.5)	S
Myo-inositol	0	87	50.7± 41.8 e	(-)	0.2± 0.4 e	(-)	S
	0.05	86.95	186.9±148.8 bc	(136.2)	2.2± 3.9 d	(2.0)	S
	0.5	86.5	348.6±182.7 a	(297.9)	5.9± 5.6 bc	(5.7)	S
	1	86	263.7±131.7 ab	(213.0)	13.3± 9.9 a	(13.1)	S
	2	85	117.6± 73.6 c	(66.9)	9.3± 8.5 b	(9.1)	S
	5	82	76.3± 51.6 d	(25.6)	4.8± 4.2 cd	(4.6)	S
	10	77	56.3± 44.9 e	(5.6)	2.1± 2.7 d	(1.9)	S
CaCO ₃	0	87	51.8± 31.8 e	(-)	0.2± 0.4 e	(-)	S
	0.05	86.95	186.9±148.8 d	(135.1)	1.4± 1.2 d	(1.2)	S
	0.5	86.5	226.6±100.0 c	(174.8)	2.3± 1.7 c	(2.1)	S
	5	82	343.6± 99.8 b	(291.8)	15.7±12.8 ab	(15.5)	S
	10	77	473.1±128.6 a	(421.3)	19.3±12.7 a	(19.1)	S
	15	72	452.9± 99.4 a	(401.1)	14.6±11.0 b	(14.4)	S
	20	67	388.6± 83.1 b	(336.8)	10.8± 6.4 b	(10.6)	S

¹ "Polyphagous" strain, "Hitachi", and normal strain, "Asa・Hi×To・Kai", were tested.

² Basal diet contains 10% cellulose and 3% (w/w) agar.

³ Standard deviation.

⁴ Means, followed by the same letter, are not significantly different at P=0.05 by Wilcoxon signed-ranks test.

⁵ Difference between the means of treatment and control.

⁶ Significant at P=0.05 by Man-Whitney U- test.

0.1個), 無視しうる程度の僅かなものであった。

次に, ショ糖, ミオイノシトール及び炭酸カルシウムの添加濃度を「朝・日×東・海」の各物質の摂食に関する至適濃度 (Table 1) に調整し, それぞれの物質を2種組み合わせ, 「ひたち」と「朝・日×東・海」について摂食試験を行った (Table 2)。ショ糖と炭酸カルシウム, あるいはミオイノシトールと炭酸カルシウムを組み合わせると, 先の報告 (常山ら, 2001) で既に明らかにした様に, 蟻蚕の摂食性を高める相乗的な効果が現れ, 両品種の摂食性は著しく向上した。「ひたち」及び「朝・日×東・海」の50頭当たりの平均糞数は, ショ糖と炭酸カルシウムの組み合わせで1470.9個 (補正糞数: 1418.2個) と461.9 (461.6) 個, ミオイノシトールと炭酸カルシウムの組み合わせでは, 順に1054.7 (1002.0) 個と188.5 (188.2) 個となり, 「ひたち」の各飼料 (組み合わせ区) における糞数は, 「朝・

日×東・海」の糞数のそれぞれ3倍 (補正倍率: 3倍) と5 (5) 倍を超えた。一方, ショ糖とミオイノシトールの組み合わせでは, 両品種の糞数が, ショ糖単独区とミオイノシトール単独区の間にあることから, ショ糖にミオイノシトールを添加すると, ショ糖の効果が弱められることを示している。これは, 同組み合わせにおいて摂食に関する相乗的な効果が現れることを確認している「東」 (常山ら, 2001) や相乗的な効果が現れる「日150号×中150号」 (未発表データ) の場合とは異なる結果となったが, 「ひたち」の飼料に対する摂食性は「朝・日×東・海」よりも著しく高く, 「ひたち」の糞数は, 「朝・日×東・海」の糞数の10倍以上, 補正倍率で9倍以上に相当していた。

続いて, 「ひたち」に認められたショ糖, ミオイノシトール及び炭酸カルシウムに (嗜好性物質) 対する強い反応性が, 他の広食性系の蚕品種について

も認められるものか否かを明らかにするため、「にしき」、「日603号」、「中604号」及び「沢J」を用いて、「ひたち」の場合と同様の試験を行なった (Table 2)。各物質を添加した飼料に対する摂食性は、品種によって大きく異なることが読み取れるが、同一の飼料における全ての広食性蚕の摂食量 (糞数) が、「朝・日×東・海」よりも著しく多くなっている (Mann-Whitney U-test, $p < 0.05$)。また、同様の傾向が、各広食性蚕と「朝・日×東・海」の同一飼料間の補正糞数を比べた場合にも認められることから、広食性蚕がこれらの嗜好性物質に対して、鋭敏な反応を示すことが明らかとなった。今回の実験条件では、「日603号」、「中603号」及び「にしき」が、炭酸カルシウムに、一方、「沢J」については、ショ糖に強い反応を示す傾向が見られるが、後者の傾向は、「ひたち」と「朝・日×東・海」にも認められている。各品種のショ糖区における50頭当たりの平均糞数は、「にしき」で339.2個 (補正糞数: 324.0個)、「日603号」では205.5 (192.7)個、「中604号」は、309.3 (271.5)個、「沢J」で465.1 (449.6)個、また、ミオイノシトール区では、順に126.3 (111.1)個、129.3個 (116.5)、162.2 (124.4)個、93.1 (77.6)個、炭酸カルシウム区で、それぞれ482.7 (467.5)個、296.5 (283.7)個、337.6 (299.8)個、154.2 (138.7)個となり、広食性蚕の糞数は、ショ糖区において「朝・日×東・海」の糞数の2~5倍以上 (補正倍率: 約2~5倍)、ミオイノシトール区では約7~12倍 (6~10倍以上)、炭酸カルシウム区で約8~26倍 (同倍率) にそれぞれ相当した。対照区では、全ての広食性蚕に、「にしき」の場合と同様の反応が認められ、各品種の同区における50頭当たりの平均糞数は12.8~37.8個となった。また、ショ糖と炭酸カルシウム、あるいはミオイノシトールと炭酸カルシウムの組み合わせに相乗的な効果が現われ、「にしき」の50頭当たりの平均糞数は、ショ糖と炭酸カルシウムの組み合わせで1157.5個 (補正糞数: 1142.3個)、「日603号」は1105.3 (1092.5)個、「中604号」では1132.6 (1094.8)個、「沢J」で1041.5 (1026.0)個、また、ミオイノシトールと炭酸カルシウムの組み合わせでは、それぞれ順に948.8 (933.6)個、740.4 (727.6)個、838.2 (800.4)個、352.8 (337.3)個となった。この場合、広食性蚕の糞数は、ショ糖と炭酸カルシウムの組み合わせにおいて、「朝・日×東・海」の糞数の2倍以上、ミオイノシトールと炭酸カルシウムの組み合わせ区では

約2~5倍以上となり、これは、補正倍率で見た場合にも2倍以上と約2~5倍にそれぞれ相当することから、両組み合わせを構成する異種の嗜好性物質の相互刺激に対する広食性蚕の反応は、「朝・日×東・海」よりも強いことが確かめられた。一方、ショ糖とミオイノシトールの組み合わせを見ると、「にしき」及び「日603号」には相乗的な効果が認められ、「中604号」及び「沢J」については、いずれの糞数にもショ糖単独区の糞数との間に有意差は認められなかった (Wilcoxon signed-ranks test, $p > 0.05$) が、両品種の摂食は、ミオイノシトールの添加によって、やや抑制される傾向が見られた。しかし、各品種の飼料 (組み合わせ区) に対する摂食性は「朝・日×東・海」よりも明らかに高く、広食性蚕の糞数は、「朝・日×東・海」の糞数の6~18倍、補正倍率で約5倍~18倍に相当した。

考 察

食性正常蚕「朝・日×東・海」と5品種の広食性蚕の蟻蚕を用いた今回の試験結果から、広食性蚕が、ショ糖、ミオイノシトール及び炭酸カルシウムの刺激に対して、強い摂食反応を示すことは明らかである。

広食性蚕の味覚について、矢沢ら (1991) は、電気生理学的な手法を用いて、「あさぎり」及び「沢J」のショ糖及びミオイノシトールに対する受容細胞 (L_s 及び L_i 細胞) の受容閾値とサリシン (苦味物質) に対する受容細胞の受容閾値を調査し、両品種の L_s 及び L_i 細胞の機能には食性正常蚕との違いはなく、「あさぎり」と「沢J」が、摂食阻害物質受容細胞 (苦味物質受容細胞) の機能を失った苦味に対する“味盲蚕”であることを報告している。一方、これを追試した朝岡 (1996) は、種々の味覚刺激物質 (植物の二次代謝物に由来する物質) に対する広食性蚕と食性正常蚕の摂食阻害物質受容細胞 (以下、D細胞) の受容閾値を比較し、広食性蚕が、D細胞の機能を失った“味盲蚕”ではなく、サリシンを含む特定の苦味物質に対するD細胞の感受性が、食性正常蚕よりも著しく低い (D細胞の受容閾値が高い) 味覚異常蚕であることを明らかにした。しかし、朝岡 (1996) は、広食性蚕のショ糖及びミオイノシトールに対する受容細胞 (L_s 及び L_i 細胞) の機能については、食性正常蚕との間に大きな違いを認めていない。これは、矢沢ら (1991) の報告を支持するものであったが、本試験では、供試した全ての広食性蚕が、ショ糖、ミオイノシトール及び炭酸カ

Table 2. The interaction between stimulant compounds on the feeding of newly hatched larvae of the silkworm

Variety ¹	Concentration(% w/w) ²				No. of feces per 50 larvae for 72 h (Mean ± s.d. ³)	
	Sucrose	Myo-inositol	CaCO ₃	Water		
"Asa • Hi × To • Kai"	0	0	0	87	0.3 ± 0.4 f ⁴	(-) ⁵
	10	0	0	77	91.6 ± 65.9 c	(91.3)
	0	1	0	86	12.6 ± 10.1 e	(12.3)
	0	0	10	77	18.5 ± 14.3 de	(18.2)
	10	0	10	67	461.9 ± 101.4 a	(461.6)
	0	1	10	76	188.5 ± 106.5 b	(188.2)
	10	1	0	76	42.7 ± 28.2 d	(42.4)
"Hitachi"	0	0	0	87	52.7 ± 26.7 f	(-)
	10	0	0	77	575.6 ± 104.9 c	(522.9)
	0	1	0	86	267.2 ± 153.4 e	(214.5)
	0	0	10	77	478.0 ± 191.6 cd	(425.3)
	10	0	10	67	1470.9 ± 145.7 a	(1418.2)
	0	1	10	76	1054.7 ± 139.7 b	(1002.0)
	10	1	0	76	455.3 ± 100.7 d	(402.6)
"Nishiki"	0	0	0	87	15.2 ± 10.6 f	(-)
	10	0	0	77	339.2 ± 145.7 d	(324.0)
	0	1	0	86	126.3 ± 50.0 e	(111.1)
	0	0	10	77	482.7 ± 158.3 d	(467.5)
	10	0	10	67	1157.5 ± 118.1 a	(1142.3)
	0	1	10	76	948.8 ± 123.0 b	(933.6)
	10	1	0	76	758.4 ± 147.2 c	(743.2)
"Nichi-603-go"	0	0	0	87	12.8 ± 9.8 f	(-)
	10	0	0	77	205.5 ± 121.4 de	(192.7)
	0	1	0	86	129.3 ± 67.7 e	(116.5)
	0	0	10	77	296.5 ± 90.4 d	(283.7)
	10	0	10	67	1105.3 ± 197.8 a	(1092.5)
	0	1	10	76	740.4 ± 101.4 b	(727.6)
	10	1	0	76	503.2 ± 154.0 c	(490.4)
"Chu-604-go"	0	0	0	87	37.8 ± 24.4 e	(-)
	10	0	0	77	309.3 ± 71.6 c	(271.5)
	0	1	0	86	162.2 ± 48.0 d	(124.4)
	0	0	10	77	337.6 ± 99.4 c	(299.8)
	10	0	10	67	1132.6 ± 208.4 a	(1094.8)
	0	1	10	76	838.2 ± 126.1 b	(800.4)
	10	1	0	76	263.0 ± 71.0 c	(225.2)
"Sawa-J"	0	0	0	87	15.5 ± 12.0 f	(-)
	10	0	0	77	465.1 ± 114.2 b	(449.6)
	0	1	0	86	93.1 ± 29.7 e	(77.6)
	0	0	10	77	154.2 ± 68.3 d	(138.7)
	10	0	10	67	1041.5 ± 162.9 a	(1026.0)
	0	1	10	76	352.8 ± 110.6 c	(337.3)
	10	1	0	76	403.5 ± 104.3 bc	(388.0)

¹ "Polyphagous" strains, "Hitachi", "Nishiki", "Nichi-603-go", "Chu-604-go", "Sawa-J", and a normal strain, "Asa • Hi × To • Kai", were tested.² Basal diet contains 10% cellulose and 3% (w/w) agar.³ Standard deviation.⁴ Means, followed by the same letter, are not significantly different at P=0.05 by Wilcoxon signed-ranks test.⁵ Difference between the means of treatment and control.

ルシウムをそれぞれ単独で添加した飼料を良く摂食し、いずれの品種においても同一の飼料（各飼料）に対する摂食性は、食性正常蚕（朝・日×東・海）に比べ、著しく高くなった。広食性蚕のショ糖区における50頭当りの平均糞数を補正糞数〔(試験区の平均糞数) - (対照区の平均糞数)〕で見ると、192.7~522.9個、ミオイノシトール区で77.6~214.5個、炭酸カルシウム区では138.7~467.5個となり、これは、食性正常蚕のショ糖区の補正糞数の約2~6倍、ミオイノシトール区で6~17倍以上、炭酸カルシウム区では約8~26倍に相当する（Table 2）。また、2種の嗜好性物質を組み合わせ、摂食させると、ショ糖と炭酸カルシウム、あるいはミオイノシトールと炭酸カルシウムの組み合わせには、蟻蚕の摂食性を高める相乗的な効果が認められ、一方、ショ糖とミオイノシトールを組み合わせた場合には、品種によって相反する反応（摂食の促進と抑制）が現れるため、一定の関係を見出すことは出来なかったが、Table 2から明らかな様に、広食性蚕の3組の飼料に対する摂食性は食性正常蚕に比べて高くなった。この場合、広食性蚕の糞数（補正糞数）は、ショ糖と炭酸カルシウムの組み合わせにおいて、食性正常蚕の補正糞数の2~3倍以上、ミオイノシトールと炭酸カルシウムの組み合わせで2~5倍以上、ショ糖とミオイノシトールの組み合わせでは、約5~18倍にそれぞれ相当した。

尚、著者らは、食性正常蚕「日150号×中150号」（「大鷲」．農林水産省農蚕園芸局，1987）についても、同様の調査を行っているが、各飼料に対する5品種の広食性蚕の摂食性は、「日150号×中150号」に比べ非常に高く、今回の結果を支持するものとなった（未発表データ）。

以上のことから、広食性蚕が、ショ糖、ミオイノシトール及び炭酸カルシウムに対して強い反応性を有する異常なカイコであることは明らかであるが、これは同時に、蚕の摂食行動の決定には、 L_5 細胞や L_1 細胞などの味覚細胞の機能のみならず中枢神経系の情報処理機能が複雑に関与している（石川・平尾，1963；朝岡，1996）ことを立証することとなった。

昆虫の中枢神経系を構成する神経節は、その機能に上位性が認められている脳以外にもいくつか存在し、それぞれの神経節が、体の各部位の運動の調節に関わる中心的な役割を果たしていることが知られている（富永，1995）。例えば、食道下神経節

（suboesophageal ganglion）は、口器の運動の駆動と制御に関与するものと考えられている（富永，1995；Shimizu，2000）。しかし、蚕が餌を選択し、摂食を始める時に、感覚受容細胞から伝達されたさまざまな情報（入力信号）は、脳内の神経回路でどのような統合や処理が施され、指令（出力信号）として下位の食道下神経節や前額神経節（frontal ganglion）に伝えられているのか、蚕の脳を中心とする中枢神経系の情報処理機構については、ほとんど解明されていない。

人工飼料の食性の研究から、広食性蚕（食性異常蚕）は、桑葉粉末入りの人工飼料に対しても適合性が優れている（横山，1970，1971；藤森ら，1982）ことが明らかにされ、また、著者らは、広食性蚕と食性正常蚕（原種及び交雑種）を桑葉粉末入りの人工飼料で飼育した場合に、広食性蚕は食性正常蚕に比べ、毛振るいと眠起の揃いが良く、各令期の発育経過が短くなることを認識している。これらの事例について、今回の結果を踏まえて推察すると、広食性蚕の有する個々の嗜好性物質の刺激に対する摂食反応の強さが、各種の人工飼料に対する適合性の向上に、少なからず寄与したものと考えられる。

また、本研究では、広食性蚕が、主要な嗜好性物質を含まない対照の飼料（セルロース、寒天及び水だけで構成される飼料）を摂食するという、実に興味深い現象が認められている。この場合、糞数の標準偏差の値から読み取れるように、各品種の摂食量（糞数）は、同一の品種内においても、蛾区間で大きく異なり、これに加えて、50頭当りの平均糞数も、12.8~52.7個と僅かなものであったが、「朝・日×東・海」、「日150号×中150号」（未発表データ）及び先の研究で供試した種々の食性正常蚕（常山ら，2001，2002）の同一の飼料（対照区）における糞数（平均糞数/50頭：0.2~3.3個）に比べ、広食性蚕の糞数は非常に多く、これは、強い食性選抜によって淘汰された広食性蚕に見られる特異的な現象とも考えられる。この視点から広食性蚕の特徴を捉えようと、確かに広食性蚕は、“味盲蚕”と言えるのかもしれないが、今回得られたいくつかの知見が、他の広食性蚕を用いた場合にも適用されるものか否かについては、さらに調査が必要であるため、この件に関しては、今後の研究で明らかにして行きたい。また、Hamamura *et al.* (1962)、Ito (1960)、伊藤 (1961) によって、既に摂食誘起作用が確認されている他の物質についても、今回と同様の調査を進め、各物質に対する広食性蚕と食性正常蚕の反応を

比較検討したい。

摘 要

広食性蚕の繭蚕における嗜好性物質に対する摂食反応について調査した。蚕品種は、広食性系の「ひたち」、「にしき」、「日603号」、「中604号」、「沢J」及び対照となる食性正常の「朝・日×東・海」を供試した。また、蚕の嗜好性物質として、ショ糖、ミオイノシトール及び炭酸カルシウムを用いた。試験は、セルロース粉末、寒天及び蒸留水に嗜好性物質を単独、あるいは2種組み合わせ加えた飼料を孵化直後の繭蚕に与え、72時間後の排出糞数を調査し、この糞数から対照区の糞数を引いた値（補正糞数）によって、飼料中の嗜好性物質に対する各蚕品種の摂食に関する反応（摂食反応）を評価した。飼育条件は、25℃、全暗とし、同一の母蛾から得た繭蚕を各試験区に50頭割り当て、10蛾反復で行った。この結果、いずれの飼料を与えた場合にも、同一の飼料における広食性蚕の摂食量（補正糞数）は、食性正常蚕に比べ顕著に多く、広食性蚕が、これらの嗜好性物質に対して強い摂食反応を示すことが確認された。

文 献

- 朝岡 潔 (1996) カイコの食性異常のメカニズム、苦味物質の選択的味盲。遺伝, 50, 72-79.
- Asaoka, K. (2000) Deficiency of gustatory sensitivity to some deterrent compounds in "polyphagous" mutant strains of the silkworm, *Bombyx mori*. *J. Comp. Physiol. A*, 186, 1011-1018.
- 藤森胡友・山本俊雄・田中教夫 (1982) 食性異常蚕「沢J」の人工飼料摂食性の遺伝様式。日蚕雑, 51, 235-236.
- Hamamura, Y., Hayashiya, K., Naito, K., Matsuura, K. and Nishida, J. (1962) Food selection by silkworm larvae. *Nature*, 194, 754-755.
- 堀江保宏・渡辺喜二郎 (1983) 線形計画法による家蚕人工飼料組成の設計とくに家畜飼料素材の導入について。蚕試報, 29, 259-283.
- 池嶋智美・常山 泉・飯田のり子・田中幸夫 (2003) カイコの摂食性に及ぼす炭酸カルシウムの影響。応動昆第47回講要, D, 108.
- 石川誠男・平尾常男 (1963) 家蚕幼虫の味覚に関する電気生理学的研究。小蠶の sensilla styloconica の感受性。蚕試報, 18, 297-335.

- Ito, T. (1960) Effect of sugars on feeding of larvae of the silkworm, *Bombyx mori*. *J. Insect Physiol.*, 5, 95-107.
- 伊藤智夫 (1961) 家蚕の栄養に関する研究。IV. アスコルビン酸の効果について。蚕試報, 17, 119-136.
- 真野保久・朝岡 潔・井原音重・中川 浩・平林 隆・村上正子・永易健一 (1991) 広食性多糸量蚕品種「あさぎり」の育成。蚕糸昆虫研報, 3, 31-56.
- 農林水産省農蚕園芸局 (1976) 蚕の新品種。技術資料, 86, 2-8.
- 農林水産省農蚕園芸局 (1987) 蚕の新品種。技術資料, 113, 1-2.
- 農林水産省農蚕園芸局 (1990) 蚕の新品種。技術資料, 120, 5-6.
- 農林水産省農蚕園芸局 (1994) 蚕の新品種。技術資料, 128, 7-8.
- 農林水産省農蚕園芸局 (1996) 蚕の新品種。技術資料, 131, 3-6.
- Shimizu, T. (2000) Explorative method to detect deterrent and stimulant in the food using *Bombyx mori* and *Mamestra brassicae*. *Sericologia*, 40, 297-302.
- 田中幸夫・大井秀夫 (1994) 夏秋蚕用広食性蚕品種「ひたち×にしき」の育成経過と性状。蚕研彙報, 42, 27-40.
- 富永佳也 (1995) 昆虫の脳を探る。pp.111-115, 共立出版, 東京.
- 常山 泉・田中幸夫 (2001) 繭蚕の摂食性に及ぼす炭酸カルシウムの影響。日蚕雑, 70, 97-101.
- 常山 泉・飯田のり子・田中幸夫 (2001) 「東」の摂食性に及ぼす炭酸カルシウムの影響。蚕糸会研報, 49, 9-17.
- 常山 泉・飯田のり子・田中幸夫 (2002) 繭蚕の摂食性に及ぼすカルシウム塩の影響。日蚕雑, 71, 69-74.
- 柳川弘明 (1990) カイコの人工飼料育技術。農業及び園芸, 65, 631-636.
- 柳川弘明・渡辺喜二郎・鈴木 清 (1991) 低コスト人工飼料の開発。線形計画法による広食性蚕用人工飼料の開発。蚕糸昆虫研報, 3, 57-75.
- 矢沢盈男・平尾常雄・荒井成彦・八木繁實 (1991) “広食性蚕” (あさぎりおよび沢J) の摂食反応と味覚応答。日蚕雑, 60, 363-371.
- 横山忠雄 (1970) 食性異常蚕の品種別分布とその人工飼料に対する反応について。蚕研彙報, 18, 16-23.
- 横山忠雄 (1971) 食性異常蚕の人工飼料に対する反応について。II. 桑葉粉末を含まない人工飼料による飼育成績。蚕研彙報, 19, 12-16.
- 横山忠雄 (1976) 蚕の食性に関する研究 (XI). 食性異常蚕沢Jの由来と性質。蚕研彙報, 24, 27-30.