

家蚕の稚蚕人工飼料育における光線管理技術に関する研究

石原 林*・中田弘道*

Studies on the Light Control of Silkworm Larvae Reared
with Artificial Diets

Shigeru ISHIHARA and Hiromichi NAKATA

緒 言

カイコの生長における光線管理技術は、胚発育期から成虫期にいたるまで、その一生を通じて適宜採用されている。しかしカイコと光線との関係がくまなく解明されたわけではなく基礎的な点で未解明な問題は多く残されており、より効果的な応用技術となるためにもその解明が強く望まれている。特にカイコ幼虫が光線にいかに対応するか解明とともに、その反応性を利用しカイコの発育リズムを制御する方法の究明が最近関心の対象となってきた(鷲田)⁸⁾⁹⁾¹⁰⁾。そこで育蚕技術の1つとして、光線管理技術が実用化レベルで検討されてきた(鷲田)⁸⁾(石原)²⁾。

近年、全国的に稚蚕人工飼料育が広く普及し、本県においては昭和54年(1979)より行われ年々増加しており、労力節減、蚕作安定の面で養蚕業に大きく寄与している。しかし人工飼料育における問題点は、従来の稚蚕桑葉育に比べてカイコの発育がやや不齊一となり、蚕体重がやや軽くなる点である。そこで第1に稚蚕人工飼料育においてカイコの発育経過の斉一度を高め、配蚕時の眠蚕体重を増加させるための技術改善、第2に稚蚕人工飼料育—壮蚕桑葉育という飼料体系における繭重および繭層重の増加技術の確立が必要となる。

光線がカイコの発育に影響を及ぼす作用機構については、その内分泌系を刺激し、生長に影響すると言われている(長谷川)¹⁾。稚蚕桑葉育では光に対する反応性はそれほど明確ではなかったが、人工飼料育では、きわめて顕著に認められる。すなわち、一定発育後における明から暗への切替時期によって就眠時間が左右され眠期の斉一度に影響すること、全明育では経過が遅延し不齊となる反面蚕体重が増加することなどが明らかになっている(鷲田)⁹⁾¹⁰⁾。しかし稚蚕人工飼料育においては、飼育温度給飼方法などがカイコの発育経過に強く影響する。そ

こで稚蚕共同飼育所等において光線管理技術を応用技術とするためには、光線管理下における各種条件の検討が必要と考えられる。また稚蚕人工飼料育後の壮蚕桑葉育における光線の繭重および繭層重の増加効果について、有効な照明時期、そして以前より繭の増収技術の一つとして実用化されている生理活性物質(幼若ホルモン様物質、商品名マンタ)の投与との組合せに関する検討が必要である。

本研究では、稚蚕人工飼料育における光線管理について、飼育温度(試験1、2)、飼料形態(試験2)、壮蚕期における照明時期(試験3)、照明下における生理活性物質の投与(試験4)の4点を検討し、若干の知見を得たのでその結果を報告する。

材料および方法

本研究は、三重県農業技術センター蚕業部において実施した。

試験1：稚蚕期における飼育温度および明暗切替について

本試験は1982年春蚕期(5月7日掃立、以下同じ)に実施した。供試蚕品種は、郡・優×桂・冠である。供試飼料は平板給飼用湿体飼料(ゲンゼ株式会社製)で、1試験区に200頭を飼育した。飼育条件については湿度を85%RHとし、温度を、30℃、28℃、26℃と3区を設定した。また明暗条件を、全明、12時間明12時間暗、全暗とした。

試験2：飼料形態について

本試験は1983年春蚕期、初秋蚕期(7月20日掃立、以下同じ)および晩秋蚕期(8月30日掃立、以下同じ)に実施した。供試蚕品種は春蚕期には郡・優×桂・冠、初および晩秋蚕期には郡秋×秀月である。飼料については、平板給飼用および切削給飼用飼料(ヤクルト

社製)の2種を供試した。飼育条件は、湿度が85%RH、温度が30℃、28℃で、明暗条件は、1および3齢期が飼食後48時間を明、以後暗で2齢期が飼食後30時間を明、以後暗で、1試験区5,000頭を飼育した。

試験3：壮蚕期における照明飼育について

本試験は1982年～83年春蚕期および晩秋蚕期の実施で、供試蚕品種は、それぞれ試験2と同様である。稚蚕期においては、切削給飼用飼料を用い、試験2と同様の条件で飼育した。なお温度条件は28℃とした。壮蚕期においては桑葉を用い、1日2回桑を給与した。飼育条件は、25℃、70%RHで、照明時期は、4～5齢期全照明、4齢後期～5齢期照明、4齢後期～5齢前期照明、4齢後期および5齢中期照明、4齢後期および5齢後期照明、自然条件(対照区)の6通りとし、1区2,000頭を飼育した。

試験4：壮蚕期における照明飼育と生理活性物質の投与との組合せについて

本試験は1981年～82年の春蚕期および初、晩秋蚕期に実施した。供試蚕品種は試験2と同様である。飼育方法および条件は試験3と同様で、照明時期は、4齢～5齢全期間である。生理活性物質(幼若ホルモン様物質、Juvenile Hormone Analogue、以下JHAとする。)は、大塚化学薬品株式会社製(商品名マント)で、2.5ppm(有効成分：メトプレン)溶液を5齢飼食後48時間目に投与した。投与方法の詳細は、同剤の用法等に従ったものである。

調査項目は、試験1および2では、1～3齢の発育経過、3眠蚕体重、減蚕歩合および4齢起蚕率で、試験3および4では、発育経過、収繭量、繭重、繭層重および繭層歩合である。

本稿の一部は、昭和56年(1981)、58年(1983)日本蚕糸学会東海支部大会において講演、発表した。

結 果

試験1：光線管理下における飼育温度の影響について

本試験の結果を第1表に示した。1～3齢の発育経過についてみると、30℃区および28℃区は、3つの明暗切替区とも12日間余りで、ほとんど差は認められなかった。一方26℃区は、30℃区に比べ約1日延長し13日間であったが明暗切替区の間では差は認められなかった。3眠蚕体重については、飼育温度が高いほど重く、それぞれの温度区において全明区が重い傾向が認められた。また、各試験区とも3.5～5%という減蚕歩合で、区間に一定の傾向は認められなかったが、4齢起蚕率については、26℃区で70.4～89.4%でやや低く、28℃および30℃区では全明区で低く80%台であっ

た。以上の結果から稚蚕期における温度および照明条件について、30℃の場合、眠蚕体重は重くなるが、発育は若干不斉であり、28℃の場合、眠蚕体重はやや劣るが、かなり斉一な発育経過であり、特に12時間明12時間暗の条件下で最も斉一な経過であったと言える。

第1表 稚蚕期における飼育温度の発育に及ぼす影響について^a

飼育温度 ℃	明 暗		経過日数 日、時	3眠蚕 体 重 g	減蚕歩合 %	4 齢 起蚕率 %
	時	時				
30	24:0		12.04	0.28	5.0	86.2
	12:12		12.04	0.23	3.5	91.3
	0:24		12.00	0.23	4.0	90.6
28	24:0		12.08	0.22	4.0	87.9
	12:12		12.08	0.19	4.5	96.9
	0:24		12.04	0.18	5.0	93.4
26	24:0		13.11	0.19	4.0	70.4
	12:12		13.09	0.19	5.0	89.6
	0:24		13.09	0.17	5.0	84.9

a、実施時期：1982年、春蚕期

試験2：光線管理下における飼育温度および飼料形態の影響について

本試験の結果は第2表のとおりであった。まず飼料形態についてみると、第1に春蚕期において顕著に認められたが、1～3齢発育経過に差があり、両温度区とも平板給飼用飼料(以下平板飼料とする)が約1日延長した。第2に減蚕歩合では切削給飼用飼料(以下切削飼料とする)が各試験区とも低くなった。第3に4齢起蚕率については、切削飼料がやや高いという傾向が認められた。以上3点から、平板飼料に比べ切削飼料の場合に飼育成績が良好であると言える。一方飼育温度についてみると試験1で得られた結果とはほぼ同様であった。すなわち30℃区では眠蚕体重がやや重くなるが、斉一度(4齢起蚕率)が28℃区に比べやや劣ることが認められた。

以上稚蚕期における人工飼料育を実施する場合、温度条件としては28℃とし、飼料形態としては、切削飼料とすることが適当と考えられる。後に考察するが、これらの諸条件は、実際の飼育現場における、飼育設備、規模等を考慮し、設定されることが必要であろう。

試験3：壮蚕期における照明飼育について

本試験については、1982年実施試験の結果を第3表に、1983年実施試験の結果を第4表に示した。飼育経過についてみると、いずれの場合においても照明区

第2表 飼料形態および飼育温度の発育に及ぼす影響^a

蚕期	温度	飼料	経過日数	3眠蚕	減蚕	4 齡
				体重	歩合	起蚕率
	℃		日 時	g	%	%
春蚕期	28	Y	11.07	0.17	0.6	97.5
		G	12.02	0.17	2.0	96.8
	30	Y	11.07	0.18	1.2	95.3
		G	12.00	0.17	3.6	83.1
初秋蚕期	28	Y	12.00	0.20	2.3	95.7
		G	12.02	0.20	4.5	92.5
	30	Y	12.00	0.21	2.5	92.1
		G	12.00	0.21	3.2	90.7
晩秋蚕期	28	Y	12.06	0.20	2.7	93.7
		G	12.06	0.19	5.3	93.3
	30	Y	12.06	0.20	3.3	92.3
		G	12.06	0.21	5.7	85.3

a、実施年度：1983年

b、飼料形態：Y 切削給飼用飼料：G、平板給飼用飼料

は対照区に比べ約半日から1日延長したが、晩秋蚕期では、春蚕期より延長の度合いが低くなった。設定した照明時期の中では、特に春蚕期においては4～5齡期を通じて照明下においた場合に最も延長し、晩秋蚕期においては4齡後期以降照明した場合に最も延長した。収繭量、繭重および繭層重については、各蚕期において、照明区が対照区に比べ重くなる傾向が認められた。壮蚕期中を通じ照明した場合（4～5齡照明）についてみると、収繭量および繭重では3～6%増であり、繭層重は7～11%増であった。照明時期を4齡後期以降とした場合についてもほぼ同様の結果であり、5齡期における照明を前、中および後期に分けて実施した場合には、蚕期、実施年度により差が認められるが、5齡前期の場合に4～5齡全期にはほぼ匹敵する結果であった。

試験4：壮蚕期における照明飼育とJ H A投与との組合せについて

本試験の結果を第5表に示した。前試験の結果、壮蚕期中照明下におくこと、とくに4齡後期から5齡前期に

第3表 壮蚕期における照明の発育および繭重、繭層重に及ぼす影響について-1-a

蚕期	照明時期 ^b		経過日数	収繭量 ^c		繭重		繭層重		繭層歩合	
	4齡	5齡		kg	指数	g	指数	g	指数	%	指数
春蚕期	対照	区	13・11	20.9	100	2.18	100	53.5	100	24.54	100
	全	全	14・17	22.2	106	2.25	103	57.2	107	25.42	103
	後	全	14・00	22.5	108	2.25	103	56.8	106	25.24	103
	後	前	14・00	21.5	102	2.20	101	53.7	100	24.41	99
	後	中	14・00	22.2	106	2.28	105	58.5	109	25.66	105
	後	後	14・00	21.3	103	2.20	101	54.4	102	24.73	101
晩秋蚕期	対照	区	13・09	17.9	100	1.85	100	42.7	100	23.08	100
	全	全	13・21	18.7	104	1.99	108	47.3	111	23.77	103
	後	全	14・01	19.0	106	2.02	109	48.6	114	24.06	104
	後	前	13・12	19.0	106	2.02	109	46.4	109	22.97	100
	後	中	13・12	16.9	94	1.97	106	44.1	103	22.39	97
	後	後	13・18	16.3	91	1.98	107	46.3	108	23.38	101

a、実施年度：1982年；b、照明時期：対照区は自然条件で飼育し、試験区はそれぞれ次のとおりとした。
：4齡後期（後）飼食48時間以降：5齡前期（前）飼食後3日間：（中）4～6日：（後）6日目～上簇
c、kg/1万頭

かけてだけ照明下におくことによって、収繭量等が多くなると考えられた。しかしその増収割合は数%～10%程度が期待しうるにとどまっている。本試験ではさらに、その効果を高めるために、従来より繭の増収技術として用いられているJ H Aの投与とこの照明飼育技術との組合せについて検討した。なお照明時期については、その効果を確実に期待するため、4～5齡全期照明とした。まず発育経過についてみると、照明区で約半日～1日

、照明+J H A投与区で約1日～2日延長した。とくに春蚕期において顕著な差が認められた。次に収繭量等についてみると、照明区では前試験と同様に2～11%増であった。一方照明+J H A区では、15～23%の増加であったが、第5表中1982年晩秋蚕期において収繭量が6%増で他の調査項目と同様に若干低い効果であった。また繭層重は約20%の増加であったが繭層歩合についてみるとJ H A投与の効果はほとんど認められな

第4表 壮蚕期における照明の発育および繭重、繭層重に及ぼす影響について-2-a

蚕 期	照明時期 ^b	経過日数	収繭量 ^c		繭 重		繭 層 重		繭層歩合	
			kg	指数	g	指数	cg	指数	%	指数
春蚕期	4齢 5齢 対 照 区	日 時 12・21	21.6	100	2.19	100	52.0	100	23.74	100
	全 全	13・17	22.9	106	2.32	106	57.1	110	24.61	104
	後 全	13・17	23.1	107	2.35	107	57.4	110	24.43	103
	後 前	13・04	22.9	106	2.32	106	55.5	107	23.92	101
	後 中	13・04	21.7	100	2.20	100	54.5	105	24.77	104
	後 後	13・17	22.3	103	2.27	104	54.8	105	24.14	102
晩秋蚕期	対 照 区	12・17	19.4	100	2.00	100	47.0	100	23.50	100
	全 全	14・00	20.5	106	2.10	105	51.7	110	24.62	105
	後 全	14・00	20.7	107	2.12	106	51.5	110	24.29	103
	後 前	13・10	20.3	105	2.09	105	49.9	106	24.46	106
	後 中	13・10	19.8	102	2.02	101	47.4	101	23.47	100
	後 後	14・00	19.9	103	2.05	103	51.5	110	25.12	107

a、実施年度：1983年：b 第3表に同じ
c、kg/1万頭

第5表 壮蚕期における照明および幼若ホルモン様物質（JHA）の効果について

実施年度	蚕 期	試 験	経過日数	収繭量 ^a		繭 重		繭 層 重		繭層歩合	
				kg	指数	g	指数	cg	指数	%	指数
1981	春蚕期	照 明 ^b	日 時 14・00	20.2	107	2.12	105	50.8	105	23.96	100
		照明+JHA ^c	14・17	22.6	120	2.36	117	56.4	117	23.90	100
		対 照	12・21	18.8	100	2.02	100	48.4	100	23.96	100
	初秋蚕期	照 明	14・00	16.6	104	1.91	108	48.0	111	25.13	103
		照明+JHA	14・00	18.1	113	2.06	116	52.0	121	25.24	103
		対 照	13・00	16.0	100	1.77	100	43.1	100	24.35	100
1982	春蚕期	照 明	14・02	22.2	106	2.25	105	57.2	108	25.42	103
		照明+JHA	14・21	24.1	115	2.59	120	65.4	123	25.25	102
		対 照	13・20	20.9	100	2.15	100	53.2	100	24.74	100
	晩秋蚕期	照 明	14・00	18.7	102	1.99	105	47.3	111	23.77	105
		照明+JHA	14・18	19.5	106	2.06	109	48.9	115	23.74	105
		対 照	13・16	18.4	100	1.89	100	42.6	100	22.54	100

a、kg/1万頭 b、照明時期：4～5齢期中、全期間照明
c、投与の方法は、材料と方法に記す。

かった。この点について前試験の結果を合せ検討すると、照明およびJHA投与の効果は、繭重、繭層重について認められるが、繭層歩合についてはかなり低いか、まったく認められなかった。

考 察

稚蚕人工飼料育における斉一度の向上を目的として、光線管理下における飼育温度および飼料形態について検討し、次に稚蚕人工飼料に続いて行われる壮蚕期桑葉育について、稚蚕桑葉育に及ばない点、繭重、繭層重が軽くなる点を捕うため、壮蚕期における照明飼育技術の確立について検討した。

第1点についてみると、結果に示したように、光条件は幼虫発育の長短、斉一度や眠蚕体重の軽重などに、大きく関与していると考えられる。また飼育温度および飼料形態についても種々の光条件下において、カイコの発育に影響を及ぼしている。試験1の中で、斉一度は全明および全暗下で飼育した場合に比べ、12時間明12時間暗（以下12L12Dとする）の条件で飼育した場合に高く、より斉一とするためには明暗の切替が有効であることが示された。この明暗切替について、鷺田⁹⁾¹⁰⁾は、12L12Dの明暗リズム下では不斉一を生じるとし、実用的な光条件は各齢期の一定時点（飼食後30～60時間内）を境として、前半を明、後半を暗と設定す

ることが適当であるとしている。これらの点から試験2～4においては、この光条件を設定し試験を実施した（材料と方法参照）。

このような光線の幼虫発育に及ぼす影響の作用機構については、就眠・脱皮の生理的な面から、特に内分泌機構について考察されている長谷川¹⁾・小河原・小沢⁴⁾・高宮・中島⁵⁾・鷺田⁹⁾¹⁰⁾。すなわち脱皮の過程は、まず脳ホルモン（P T T H：前胸腺刺激ホルモン）の分泌に始まる。P T T Hにより刺激された前胸腺から脱皮ホルモン（M H：エクジステロイド）が分泌される。M Hはカイコ虫体の各組織に影響を及ぼし、脱皮への変化を引き起こす。特に皮ふ組織では、M Hの刺激によって離層、旧皮ふの分解、新皮ふの形成（就眠）そして脱皮へとといった一連の変化が起きる。したがってP T T Hの脳からの分泌が脱皮過程の第1歩であるが、この分泌には、光刺激（特に暗刺激）が関与しているとされている（N I J H O N T・W I L L I A M S³⁾・T R U M A N⁷⁾）。さらに鷺田⁹⁾¹⁰⁾は、一連の優れた研究から、全明下における不斉一性および全暗下における不斉一性について考察し、また人工飼料育における光線管理に関する多くの基礎的な事実を明らかにし、明暗リズムと就眠・脱皮との関係について言及している。本試験では、この光線管理技術を実用的なものとするために稚蚕期においては飼育温度および飼料形態について試験を実施した。その結果、設定した温度条件の中では28℃の場合が最も斉一であり、飼料形態については、切削飼料がより優れていた。しかし、それぞれの温度条件、飼料形態において明暗リズムに対する反応性には差は認められなかった。以上のことから光条件を最適に設定した場合においても、飼育温度等飼育環境に十分留意する必要があると言える。また飼料については、それぞれの形態について飼育条件設定および施設、規模の違いを前提としている。このことから実際の使用は、利用する現場における状況を十分に考慮し両者の選択を行うべきである。

第二点についてみると、壮蚕期における照明飼育は収繭量、繭重、繭層重の増加に、かなり有効であった。またJ H Aの投与によってさらに効果の増大が認められた。すなわち、4～5齢期において照明した場合、発育経過は約半日～1日延長した。照明時期については、蚕期によっては差が認められない場合もあるが、全期間、4齢後期と5齢全期間そして4齢後期と5齢後期、に照明した場合に長くなる傾向が認められた。一方収繭量等は照明時期にかかわらずある程度の増加が認められたが、特にその効果を与える時期としては4齢後期から5齢前期にあると推察される。このような照明飼育による繭重等の増加は、発育過程の延長に伴う食桑量の増加に原

因があると考えられる。しかしながら照明区間で検討すると、発育経過が延長せずに繭重等が増大する場合は認められた。このことから食桑量の増加以外に繭重を増加させる要因を推測させるが、この点についてはさらに詳細な検討が必要である。

一方J H A投与による効果については、すでにその一部を報告したところであるが（石原²⁾）、J H A投与による効果は、照明飼育と併用した場合、さらに上乘せした効果であった。この場合発育経過は1日～2日延長し繭重等は15～20%増加した。しかしながらJ H Aの効果は蚕期によってバラツキが認められた。特に高温期の飼育蚕期においてJ H Aの効果が高い場合がある（石原・未発表）。今後J H Aの実用化をさらに進めるためには投与時期、投与量、および飼育環境との関係などの点について検討する必要があると考えられる。

摘 要

1. 稚蚕人工飼料育における光線管理技術の実用化をはかるため稚蚕期における明暗切替について、飼育温度および飼料形態の面から検討し、次に壮蚕期における照明飼育および幼若ホルモン様物質（J H A）の投与について検討した。
2. 稚蚕期における飼育温度については、26℃の場合、3つの明暗リズム条件下とも飼育成績が劣り、30℃の場合には眠蚕体重は重くなるものの4齢起蚕率は低く、28℃の場合に最も良好な成績が得られた。一方光条件に対する反応性は、それぞれの温度条件下で同様であった。
3. 稚蚕期における飼料形態は切削飼料が、より良好な飼育成績であった。
4. 発育経過については、壮蚕期における照明飼育によって発育経過が約半日～1日延長しJ H Aを投与した場合さらに延長した。照明時期についてみると、4齢後期および5齢後期が最も効果的であった。
5. 繭重、繭層重は、照明飼育によって5～10%の増加が認められ、J H A投与によってさらに効果が増大した。照明時期については、4齢後期から5齢前期にかけての期間が最も効果的であった。
6. 以上の結果から稚蚕人工飼料育における光線管理技術の実用化について考察した。

謝 辞

本研究を実施するにあたり、試験の設定および実施において有益な助言をいただいた、愛知県農業総合試験場種苗蚕桑研究所無病苗研究室、鷺田純彦室長、当センター前蚕業部長、森川貞義蚕業センター所長、および同部養蚕研究室、鈴木保次室長に感謝の意を表する。

引用・参考文献

- 1) 長谷川金作 (1979) : 昆虫変態の生理化学、東京。
- 2) 石原 林 (1984) : 三重県農業技術センター農業研究成果発表会発表要旨、昭和59年度、26~29。
- 3) NIJHOUT, H. F. and C. M. WILLIAMS (1974) : J. Exp. Biol., 61, 481~491.
- 4) 小河原一憲・小沢民治 (1978) : 茨城蚕試報告、32, 1~7.
- 5) 高宮邦夫・中島正雄 (1972) : 蚕試彙報, 95, 35~51.
- 6) 高宮邦夫・中島正雄 (1973) : 蚕試彙報, 96, 129~141.
- 7) TRUMAN, J. W. (1972) : J. Exp. Biol., 57, 805~820.
- 8) 鷺田純彦 (1980) : 愛知農総試研報, 12, 229~233.
- 9) 鷺田純彦 (1981 a) : 日蚕雑, 50, 134~140.
- 10) 鷺田純彦 (1981 b) : 日蚕雑, 50, 506~512.