

野蚕の光周条件に関する研究

(1)天・柞蚕のふ化に及ぼす光周条件の影響

井水 敦・上野 実・矢嶋征雄・横沢弥五郎・押金健吾

自然の大多数の昆虫が、自然環境の目的変化に適応した結果、そのあらゆる活動が約24時間をrhythmとする日周期性(circadian rhythm)をもつということは、よく知られている。

周期性と光条件に関する報告について家蚕では、ふ化について田中(茂)⁽⁷⁾の明暗切替刺激によるふ化の周期性発現についての研究や竹内⁽⁴⁾の卵発育後期の明暗がふ化の早晚齊否に及ぼす影響などがあり、脱皮については、田中(深)⁽⁵⁾の恒明下でFree-runningさせた研究及び小山ら⁽¹⁾の脱皮rhythmに関する研究など、羽化については、黄色ら⁽⁸⁾の蛹期の光条件と集団羽化rhythmについて、産卵については、山岡ら⁽⁹⁾⁽¹⁰⁾が無交尾蛾及び交尾蛾の産卵rhythmについてなどがある。また野蚕については、若林⁽⁸⁾の光条件と天蚕の成育及び発蛾についての研究や山崎ら⁽¹⁾の天蚕蛹の成虫分化に対する光線の抑制作用、西村⁽²⁾の天・柞蚕の産卵と明暗との関係などがあるが、野蚕のふ化について光条件の影響について調査した報告はあまりみられない。

そこで筆者らは、野蚕の中でも実用頻度の高い天蚕(*Antheraea yamamai* GUERIN)と柞蚕(*Antheraea pernyi* GUERIN)について、光周条件がふ化の周期に及ぼす影響を調べ、併せて家蚕卵における催青と同様なふ化の生起法導入の可能性について検討し若干の結果を得たのでここに報告する。

尚この報告の一部については、日本蚕糸学会中部支部第35回大会において発表した。

材料及び方法

1. 実験材料

実験は当学部付属構内農場(上田市常田3丁目15番1号)及び大室総合農場(小県郡東部町大字和字大室南平)において行い、供試卵は大室総合農場で継代飼育した天・柞蚕卵で、天蚕は1978年産下卵を、柞蚕は1979年8月産下卵を使用した。

2. 実験方法

実験には完全に遮光された暗室中に設置した連槽の人工気象室を使用し、環境条件を温度 $25 \pm 1^{\circ}\text{C}$ 、湿度55~80%、風速0.5~0.15 m/s、明相における照度は1000 Luxに調節した。

ふ化の調査は、2時間毎に行ない特に夜間及び暗相では波長約750nmの赤色光下で行った。

試験区は、天蚕では対照区として自然光区(供試卵数2400粒)を、恒明区として24L、恒暗区として24D(供試卵数132粒)を設け、光周条件区として午前6時を起点とした24時間周期の8

L16D、16L8D（供試卵数100粒）及び12L12D（供試卵数132粒）の6区とし、柞蚕も同様に24L、24D、12L12D、8L16D、16L8D（供試卵数1区312粒）の5区を設定した。

天・柞蚕の時間毎のふ化頭数を各區別に調査し、自然光条件と恒常条件区、光周条件区とを対比しながら、ふ化率及びふ化rhythmの有無及び光の影響を調査した。

結果及び考察

1. 時間別ふ化歩合

天蚕の時間毎のふ化頭数を見ると、自然光条件では午前4時から10時の間に約88%のふ化が観察され、12L12D、16L8D、8L16Dの各光周条件区でも同様な傾向を示し、ふ化の周期が認められた。これに対して24Lのふ化は不斉であり、24Dは12時から18時の間にピークを形成した（図1、図2）。

また天蚕における総体的な各区のふ化率は8L16Dがいちばん低く、次いで16L8D、24L、24D、12L12Dの順であり、最高は自然光の57.8%であった（表1）。

表1 天蚕の各區別ふ化状況

区名	供試卵数	ふ化頭数	ふ化率(%)
自然光	2400	1387	57.8**
LL	132	48	36.4
DD	132	50	37.9
12L12D	132	60	45.5
16L8D	100	28	28.0
8L16D	100	27	27.0

** 信頼度99%

これは8L16D・16L8Dの短日、長日条件と24L・24Dの極端な日長条件、12L12D・自然光の自然日長条件の3つに大別でき、ふ化率は自然日長条件が優れ、極端な日長条件及び短日・長日条件は、ふ化率が低下するものと思われた。また自然光と各区分毎に有意差を認めたが、Free-running 区内及び16L8Dと8L16Dの間において有意差は認められなかった。

次に柞蚕の時間毎のふ化頭数を見ると、12L12D、16L8D、8L16Dの各光周条件区では、午前4時から午前10時までにはふ化が集中しているのに対し、24Lは不斉であり天蚕と同様にだらだらとふ化し、一定の傾向は認められず、24Dは天蚕と異なり目立ったピークはみられなかった（図3、4）。

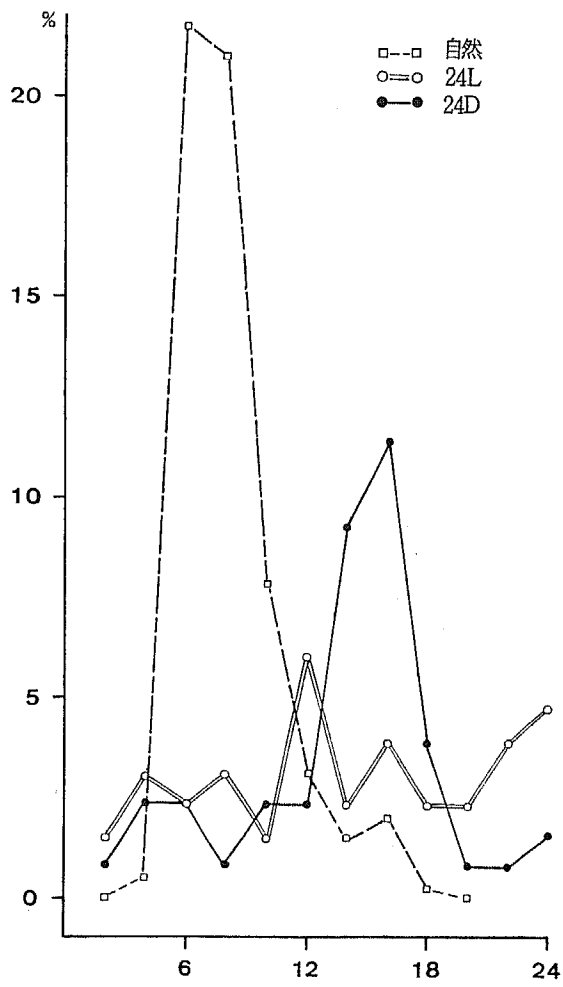


図1 天蚕の自然光及びFree-runningにおける時間別ふ化歩合

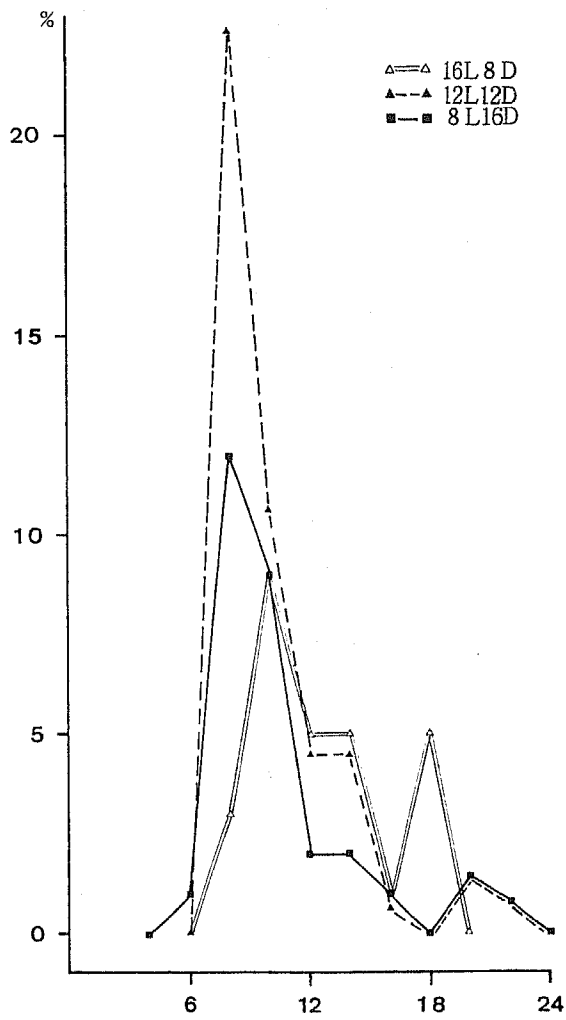


図2 天蚕の光周条件における時間別ふ化歩合

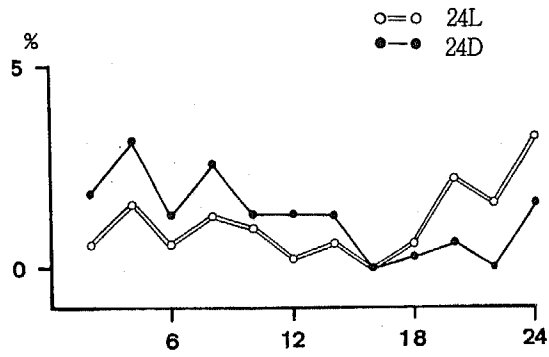


図3 柞蚕のFree-runningにおける時間別ふ化歩合

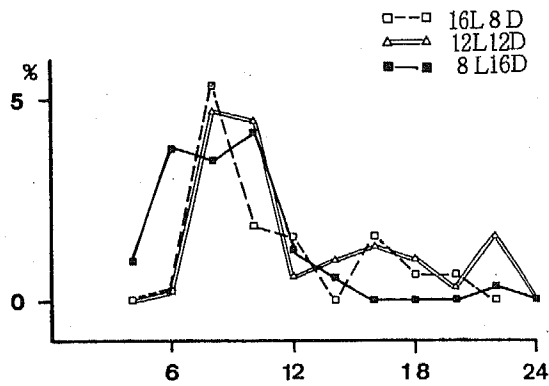


図4 柞蚕の光周条件における時間別ふ化歩合

また柞蚕の総体的ふ化率は、各区似たような値を示し有意差は認められなかった（表2）。

表2 柞蚕の各區別ふ化状況

区名	供試卵数	ふ化頭数	ふ化率(%)
LL	312	43	13.8
DD	312	48	15.4
12L 12D	312	38	12.2
16L 8D	312	48	15.4
8L 16D	312	46	14.7

一般に柞蚕は天蚕に比較して受精率が高くふ化率も90%以上の高率であるにもかかわらずふ化率が非常に低かったのは、産卵後8月28日から9月19日までの22日間5°Cの保冷室でふ化の抑制をはかったため生じたものと思われ、卵内において蟻体が完成しているにもかかわらず卵内乾燥死が78%に及んだ。この結果から保冷方法はもとより、秋柞蚕卵は産卵後ふ化に至るまで急激な低温変化に対する抵抗性が低いものと思われる。

次に天蚕及び柞蚕の時間毎のふ化頭数を各區別にみると、24Lの場合天蚕は10時から14時と20時から24時に、柞蚕は18時から24時に小さなピークがみられるが両種共不揃いで一定の傾向は認められなかった。

また24Dの場合天蚕は12時から18時に大きなピークがみられるが柞蚕には認められなかった。天蚕がこの時間帯にふ化が集中した原因は不明であるが、rhythmの項で後述するとおり天・柞蚕共Free-runningの場合一定の周期は認められなかった。

次に光周区の12L12Dでは柞蚕の場合、明相移行前2時間より、また天蚕では明相移行後にふ化しはじめ、天・柞蚕共に6時から12時の明期にふ化が集中し、特に天・柞蚕共明相2時間後にピークが認められ、双峰型ふ化の傾向がみられた。

16L8Dでは、12L12D同様柞蚕の場合明相移行前2時間よりふ化が始まり、天蚕では明相移行後よりふ化が始まり両種共明相期にふ化が集中した。天蚕は6時から14時と16時から18時にピークがみられる双峰型ふ化であるのに対し、柞蚕は6時から10時の間だけにピークがあらわれる単峰型のふ化形態を示した。

また8L16Dの短日区では柞蚕の場合、明相移行4時間前よりふ化が始まり、天蚕も明相移行2時間前よりのふ化が認められ、天蚕は6時から12時の間に、柞蚕は4時から10時の間にピークがみられ天蚕では16L8Dより2時間前に柞蚕では2時間後にピークを形成した。

光周条件区の8L16Dでは、天・柞蚕共に単峰型のふ化を示したのに対し、12L12Dでは双峰

型のふ化を示し、16L8Dでは天蚕は双峰型のふ化を、柞蚕は単峰型のふ化形態を示した。

天蚕は長日条件では双峰型のふ化を示す。つまり短日では明期間が短いためにふ化の山が重なってしまつたためではないかと思われる。柞蚕は、12L12Dだけが双峰型のふ化を示した。

2. ふ化rhythm

図5は自然光の天蚕のふ化rhythmを示したものである。自然光下では大体午前中にふ化が集中し、午前6時または8時にピークがみられ、約24時間を周期とする概日rhythmが認められた。

次に明相Free-runningの条件下で天蚕は、出庫26時間後にふ化を開始し12時、20時、24時、4時、8時、12時、16時、23時に小さなピークがみられ、ふ化開始56時間後に終了し柞蚕は、出庫直後の18時間目(24時)にピークがみられたが、後はただらとふ化し天蚕同様に一定のrhythmは認められなかった(図6)。

また暗相Free-runningにおける天・柞蚕のふ化rhythmは、天蚕の場合、出庫58時間後の16時にふ化が集中した。これは家蚕で田中(深)⁽⁶⁾が述べているように、第1の山は主勢を構成する第2の山(16時)に個体が移行しふ化が多くなったものと思われる。柞蚕では、出庫22時間後の4時にピークを示したが両種共一定のrhythmは認められなかった。

家蚕において田中(深)⁽⁶⁾は恒暗下では $12 + 24n$ (n は正の整数)のふ化周期を示すと述べており、また田中(茂)⁽⁷⁾は遺伝的な約18時間のふ化周期を発現すると述べている。今回の実験において天・柞蚕共に恒暗下で一定の周期性を見いだすことはできなかったが、昆虫が大自然の24時間周期に順応している以上、何らかのrhythmをもっていると考えerことは妥当ではないかと思われる(図7)。

12L12Dの光周条件下における天・柞蚕のふ化rhythmは、天・柞蚕共に明相においてふ化を観察し、明相移行後約2時間目にふ化のピークが認められた。尚ふ化の周期は天蚕では平均26時間であるのに対し柞蚕では24時間の周期を示した(図8)。

16L8Dでは、12L12D同様天・柞蚕共に明相にふ化が集中し、天蚕は明相移行4から8時間後に、柞蚕は2から4時間後にふ化のピークが認められた。また天蚕の周期は平均20時間であるのに対し、柞蚕は24時間の周期を示した(図9)。

8L16Dについては、前の2区同様天・柞蚕共に明相を中心としたふ化が認められ、天蚕は明相移行約2時間後に、柞蚕は明暗相接点かまたは明相移行2から4時間後にふ化のピークが認められた。また天蚕の周期は約24時間であるのに対し、柞蚕は約22時間であった(図10)。

以上の結果から天蚕のふ化は光周条件を与えることによりふ化の周期に顕著な影響を認め、特に長日条件でふ化の周期が短縮されるのに対し、柞蚕はあまり変化が認められず、明らかに光の刺激の感受性の差異によるものと思われる。

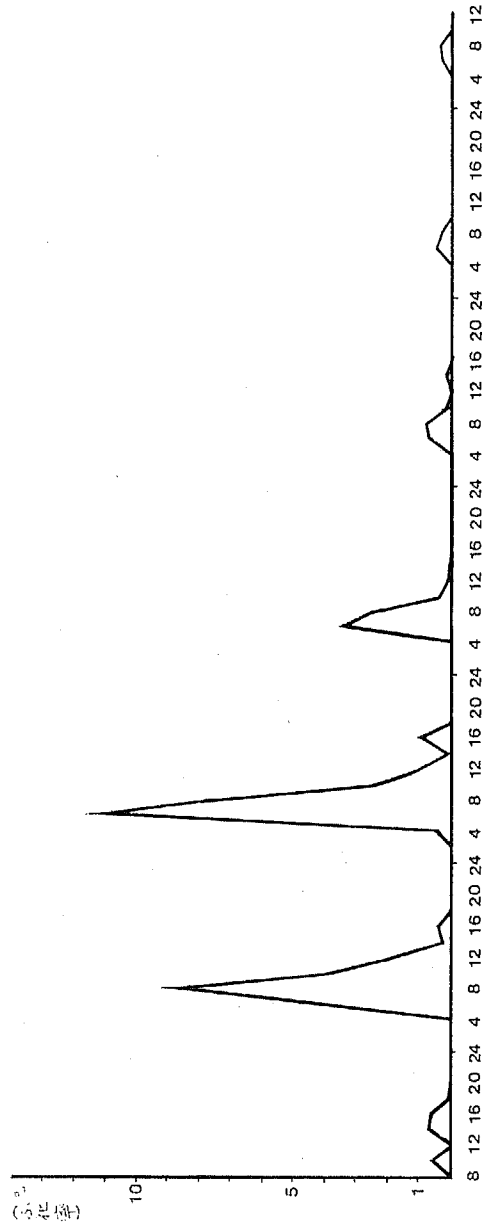


図 5 天蚕卵の自然光でのふ化リズム

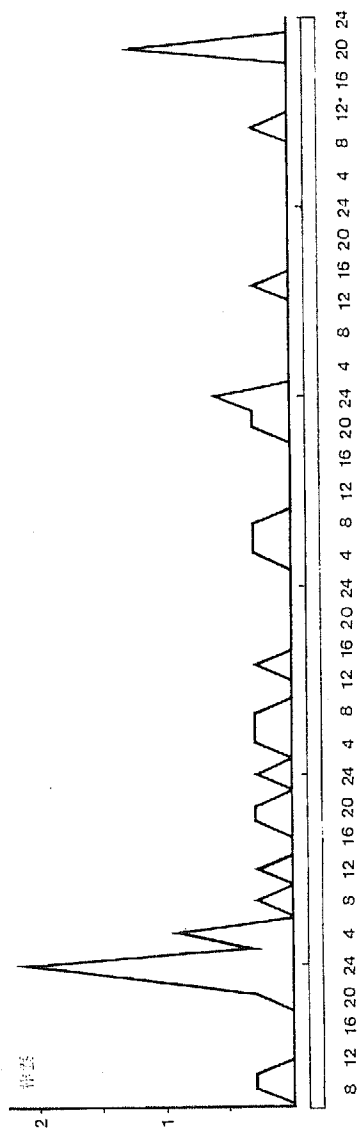
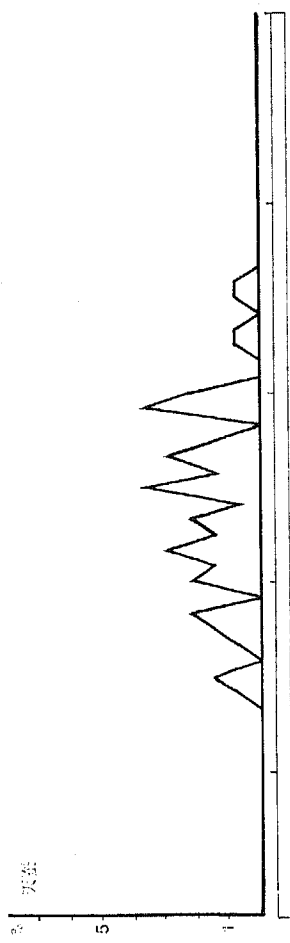


図6 明相Free-runningにおける天・柞蚕卵のふ化リズム

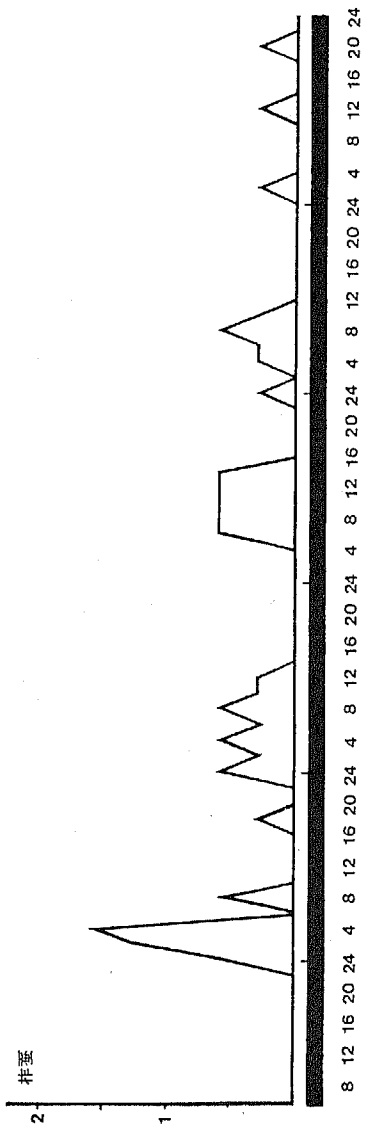
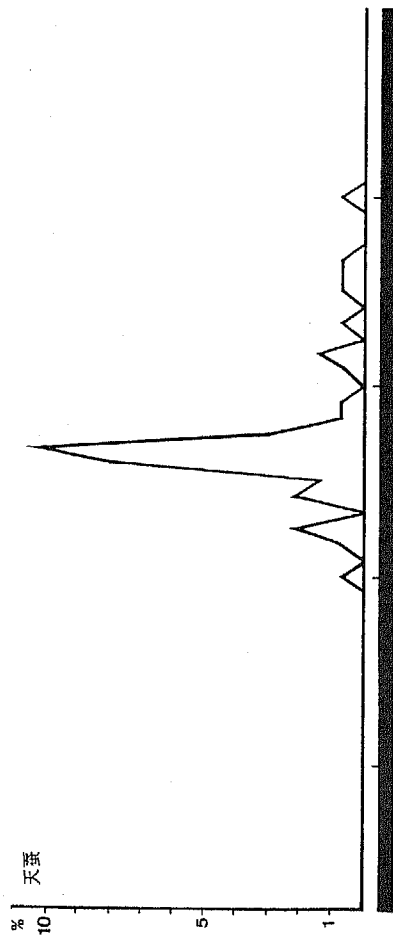


図7 暗相Free-runningにおける天・柞蚕卵のふ化リズム

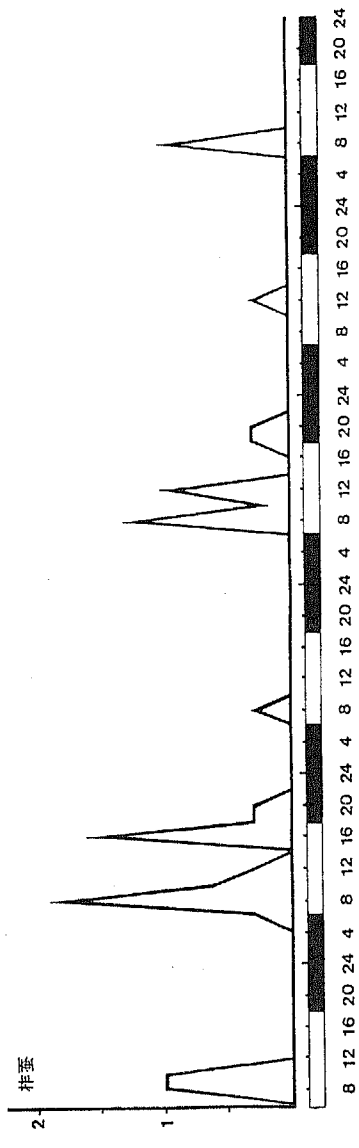
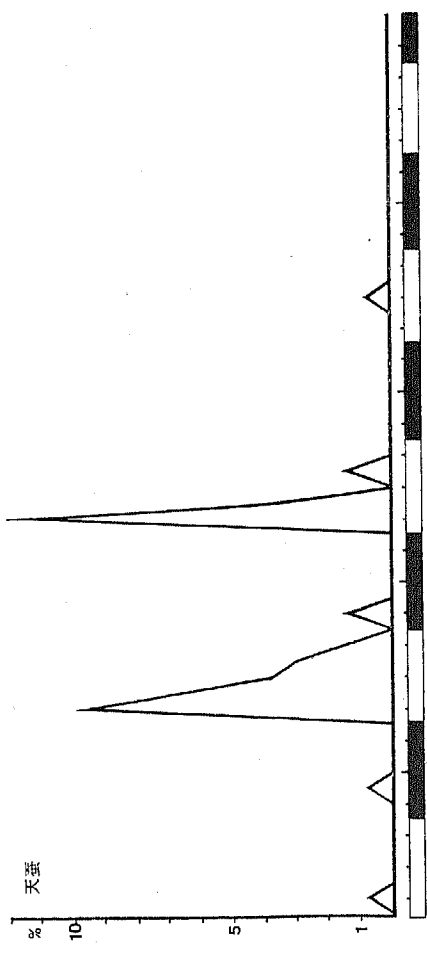


図8 I 2 L 1 2 Dにおける天・柞蚕卵のふ化リズム

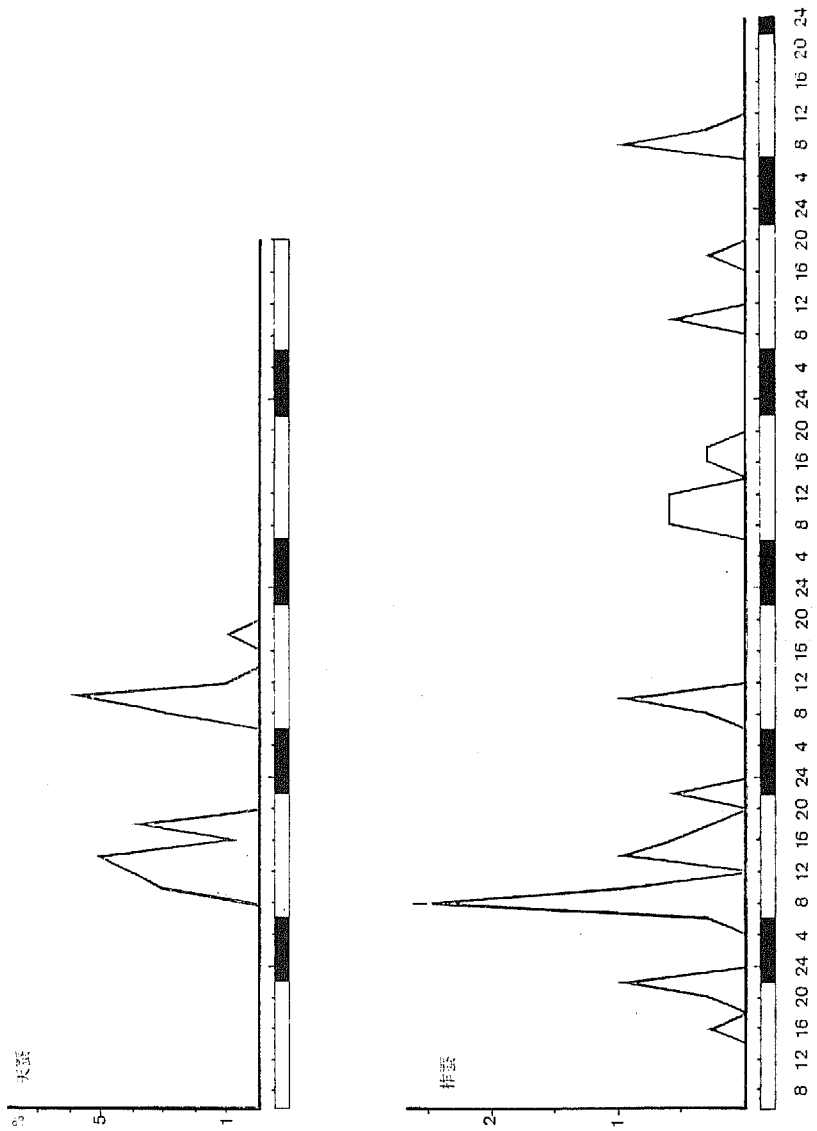


図9 16L8Dにおける天・柎蚕卵のふ化リズム

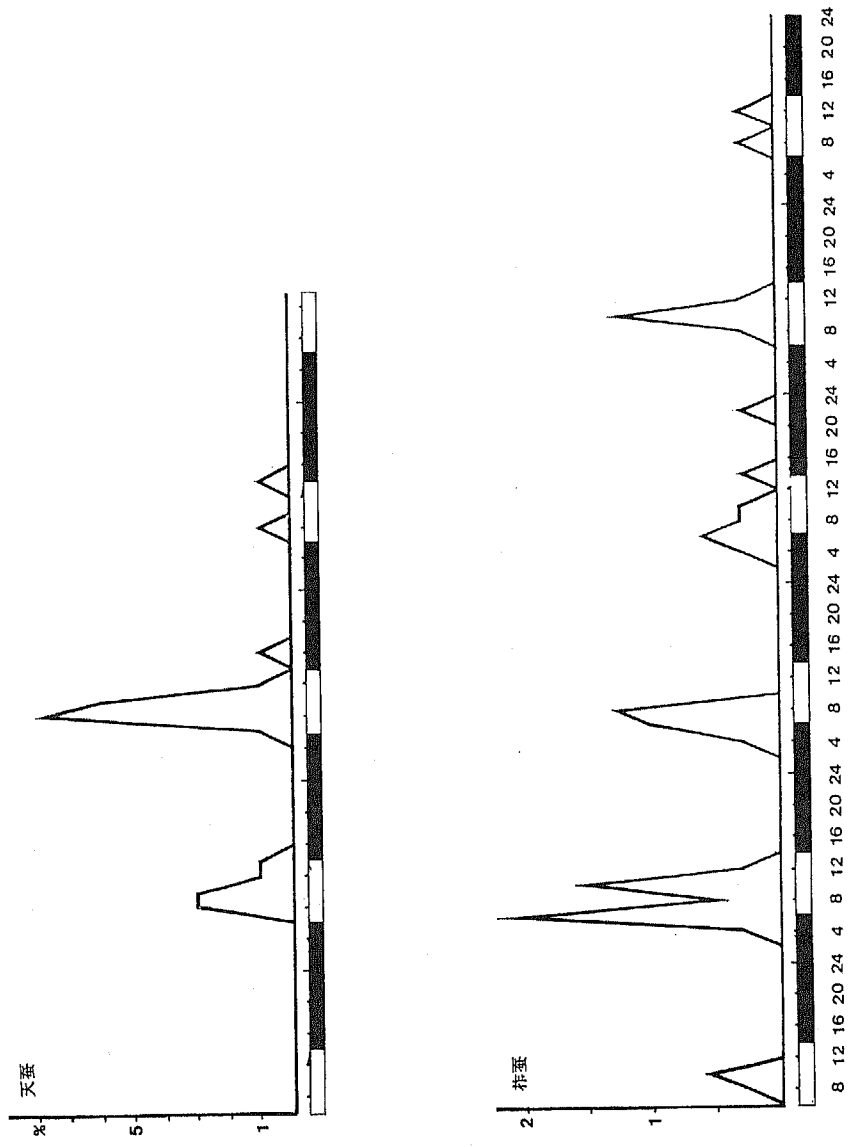


図 10 8L16Dにおける天・柞蚕卵のふ化リズム

また天・柞蚕共に明相期において多くのふ化が観察され、家蚕同様、光の刺激によってふ化が生起され光周条件により抑制されるものと考えられる。更にふ化時間のある程度人工的に制御できる可能性を示唆する結果であると思われる。

尚今後明条件における照度差及び光質を中心とした諸要因についての検討が必要であり今後の課題としたい。

摘 要

家蚕卵における催青と同様なふ化生起法を天・柞蚕に導入できるか否かを知るために、光周条件がふ化にどのような影響を及ぼすか調査し次の結果を得た。

1. 天蚕は自然光条件では未明時よりふ化が始まり、その後急激に増加して午前6時から8時頃にかけてピークに達し以後は漸次減少した。
2. Free-runningさせた24L、24Dでは天・柞蚕共にだらだらとふ化して一定の傾向（いわゆるcircadian rhythm）は認められなかった。
3. 12L12Dでは明相移行2時間後に天・柞蚕共ピークが認められたが、ふ化周期は天蚕が約26時間、柞蚕が約24時間であった。
4. 16L8Dで天蚕は明相中期に柞蚕は明相前期にピークが認められ、ふ化周期は天蚕が約20時間、柞蚕が約24時間であった。
5. 8L16Dでは天・柞蚕共に暗相後期よりふ化しはじめ明相移行2時間後付近でピークに達し、ふ化周期は天蚕が約24時間、柞蚕が22時間であった。
6. ふ化の周期は天蚕では長日条件で短縮されるが、柞蚕では大きな変化は認められなかった。
7. 天・柞蚕のふ化は光の刺激によって生起するものと思われる。

引 用 文 献

1. 小山長雄・平坂忠雄・長瀬次芳、1976。カイコの脱皮リズム。日蚕学第46 學術講演会（要旨）、34。
2. 西村国男。天蚕および柞蚕の生殖に関する研究。長野蚕試報60。
3. 黄色俊一・渡辺四郎。1978。カイコの羽化行動に関する研究。生物環境調節16: 27~30。41~46。
4. 竹内孝三。1956~57。家蚕卵の發育後期における明暗がふ化の早晚齊否に及ぼす影響。蚕糸研究18: 19: 22: 25: 29。
5. 田中 深。1956。蚕の脱皮曲線、特にその二山型について。日蚕雑25: 41~45。
6. ———。1966。家蚕卵のふ化周期に関する生態学的研究。日蚕雑35: 88~94。

7. TANAKA, S. 1961. Studies on The Rhythmicity of Hatching in Silkworm Eggs, BOMBYX MORI L. J. Fac. Text. & Sericul., Shinshu Univ., Ser. E, (5) 69~123.
8. 若林巳喜雄. 1979. 天蚕の屋内飼育に関する研究.(Ⅲ) 光条件と天蚕の成育および発蛾. 日蚕中部講要 35. 44.
9. 山岡景行・平尾常男. 1975. 蚕の産卵行動における日周リズム. —無交尾蛾の産卵リズム. 日蚕雑 44: 212~219.
10. ———. ———. 高野幸治・荒井成彦. 1976. 蚕の産卵行動における日周リズム. —交尾蛾の産卵リズム—. 日蚕雑 45: 365~374.
11. 山崎 寿・西村国男・山田たけを. 1954. 天蚕蛹の成虫分化に対する光線の抑制作用. 日蚕雑 24: 15~19.