

単一光の周期がテンサンのふ化に及ぼす影響

矢嶋征雄・庄村 茂・田中今朝喜

信州大学繊維学部附属農場

光りは生命にとって不可欠な存在である。テンサン *Antheraea yamamai* (GUÉRIN-MÉNEVILLE) はサクサン *Antheraea pernyi* (G.-M.) とことなり卵内幼虫態で越冬するが、光りが卵殻を透して蟻体の光感覚器官にどう影響してふ化が生起するかは興味のあるところである。筆者らもこれらの野蚕を材料にふ化、羽化、受精に及ぼす光周条件の影響について^{3,4,5,6,7)}検討してきた。これまでに行なってきた光周実験の光源は全て白色蛍光灯によってきたが、他の可視光線の周期については未検討であった。そこで今回は光りの質と量の観点から二三の単一光の周期がテンサンのふ化に及ぼす影響について検討した。

材料及び方法

1989年と1990年に実施した。即ち、1989年には前年の8月19日に交配して11月11日に採卵後暗室内で保護し、更に4月1日より黒色ビニール袋に入れ延べ45日間5℃で保冷した卵を供試した。区の構成は白色光(ナショナルハイライト F20W)を対照として青色光(ナショナルカラー蛍光灯純青色 FL20S・B-F)と赤色光(同 FL20S・R-F)を用いてそれぞれ100、1000 luxの2区を設定した。1990年には前年の8月25日に交配し、11月7日に採卵後黒色ビニール袋に入れて保護をしておき、翌年の2月28日より延べ24日間5℃で保冷したものをを用いた。区の構成は前年同様白色光を対照に、緑色光(同 FL20S・G-F)、赤色光としてそれぞれ10、100、1000 luxを設けた。実験は暗室に設置した3連の人工気象器を用い設定温度は25±1℃とし、1988年は午前6時を、1989年は午後6時を起点に12L(明)12D(暗)の光周条件のもとで実施した。調査は実験開始後4時間ごとに赤色光下で完全ふ化頭数を算定した。供試卵は洗浄、消毒をしたもので、供試数は1区1989年は300粒とし1990年は400粒とした。

結 果

1. 白色光下でのふ化状態

図.1に1989年の、図.2に1990年のふ化周期を示した。1989年の初発は実験開始28時間目から100 luxは2.3%、1000 luxは4.9%みられた。ふ化の期間は100 luxで108時間、1000 luxでは100時間を要した。この間初発2日目から明相移行4時間目にふ化のピークを観察し、以後24時

間の周期を示しながら漸減した。1990年の初発は10 lux の場合実験開始 4 時間目に0.9%がみられ、100 lux、1000 lux は16時間目からそれぞれ1.2%、2.9%みられた。ふ化の期間は10 lux が152時間、100 lux 96時間、1000 lux で76時間を要した。前年同様初発の2日目にふ化のピークを観察したが1000 lux が高率であった。ふ化の周期は明相移行 4 時間目をピークに、以後24時間の周期で経過して漸減した。図. 7 にふ化期間内の日別ふ化歩合を示した。ふ化開始 2 日目が高く、1990年の場合10 lux 43.4%、100 lux 54.2%、1000 lux 76.1%であった。表. 1 に最終ふ化歩合を示した。1989年の場合1000 lux は100 lux よりも高く、また青色光両区よりも高率で有意差が認められた。更に100 lux では赤色光が高かったが、1000 lux は白色光が高率であった。1990年においては光色間及び照度間の差は認められなかった。

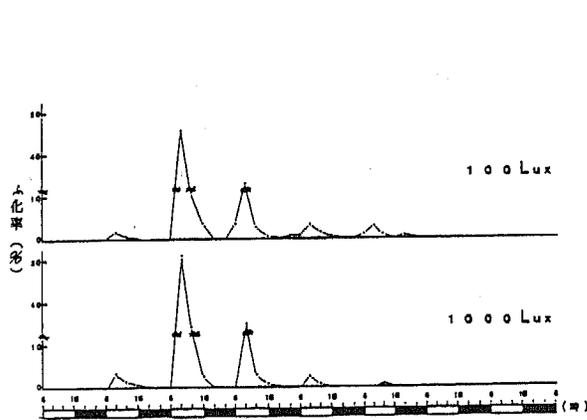


図. 1 白色光におけるふ化周期 (1989)

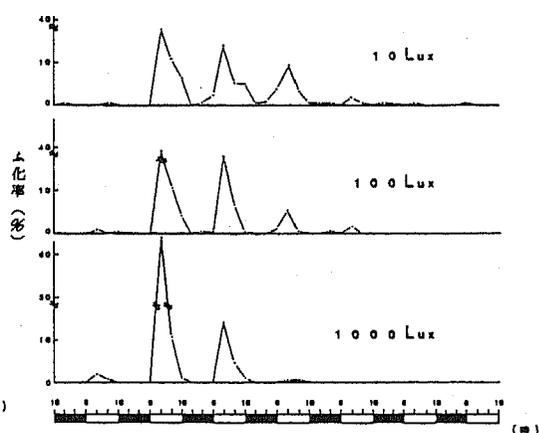


図. 2 白色光におけるふ化周期 (1990)

2. 青色光下でのふ化状態

図. 3 にその周期を示した。初発は100、1000 lux とともに実験開始後32時間目からそれぞれ6.2%、11.0%みられ、ふ化期間は100 lux で72時間、1000 lux で96時間を要した。両区とも初発は明相移行12時間目の18時にピークを示し、2日目は明相移行 4 時間目と12時間目にピークが現れ二峰型となった。3日目からは明相移行 4 時間目の午前10時に単峰のピークを観察した。この区は他区とはことなりふ化開始 3 日まで漸増の傾向を示した。ふ化期間内の日別ふ化歩合をみると100 lux は初発 2 日目に、1000 lux は 3 日に高率を示した。最終ふ化率においては照度間の差は認められなかったが、白色光、赤色光の各照度に比較して低率で有意差が認められた。各区のふ化率を明暗相別にみたのが図. 8 である。100 lux では暗相でも27.9%が発生し他区より多かった。

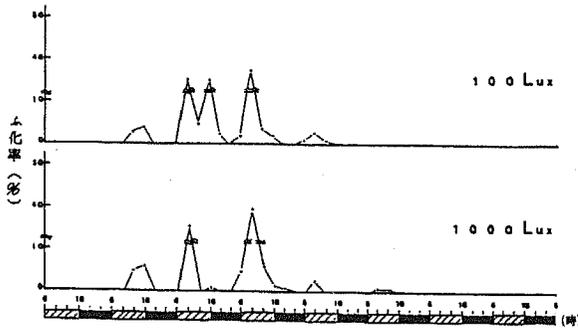


図. 3 青色光におけるふ化周期 (1989)

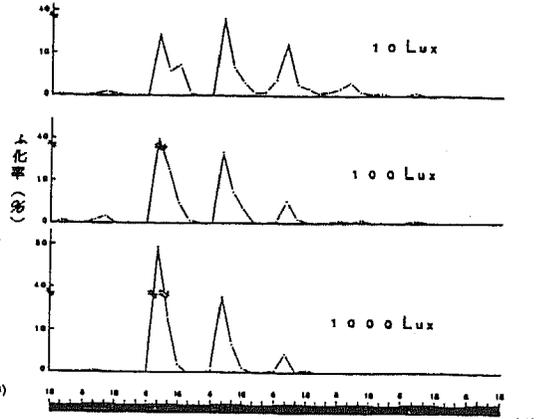


図. 4 緑色光におけるふ化周期 (1990)

3. 緑色光下でのふ化状態

図. 4 に周期を示した。初発は10、100 lux とも実験開始4時間目の暗相で、それぞれ1.8%、2.4%みられたが、1000 lux は16時間目の明相移行4時間目に0.3%が発生した。ふ化の期間は10 lux、100 lux ともに132時間を、1000 lux は80時間を要した。2日目以降は3区とも明相移行4時間目にピークが現れ、2日目は高照度区ほど高率であった。日別のふ化歩合は100 lux、1000 lux とも初発2日目に高ふ化率を示したが10 lux は3日目であった。最終ふ化率においては10 lux が赤色光より低率で有意差が認められた。

4. 赤色光下でのふ化状態

1989年の周期を図. 5 に、1990年を図. 6 に示した。1989年は100 lux、1000 lux ともに実験開始28時間目の明相からそれぞれ1.2%、3.9%の初発がみられ、ふ化期間は100 lux で128時間、1000 lux で108時間を要した。ともに初発時より明相移行4時間目の午前10時にピークを観察し、以後24時間の周期を示しながら漸減した。1990年の初発は10 lux が実験開始後28時間目の暗相で27.5%、100 lux では40時間目の明相に32.0%、1000 lux は24時間目から0.3%がみられ、試みた光源のなかで最も反応が遅かった。ふ化の期間は10 lux が140時間、100 lux 124時間、

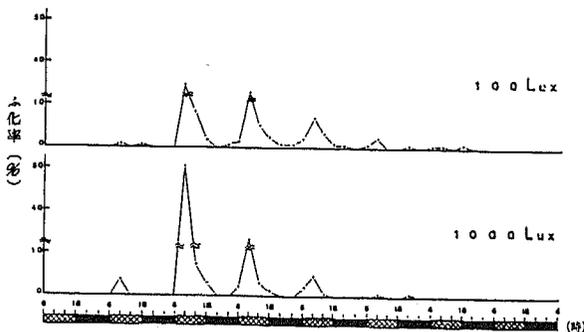


図. 5 赤色光におけるふ化周期 (1989)

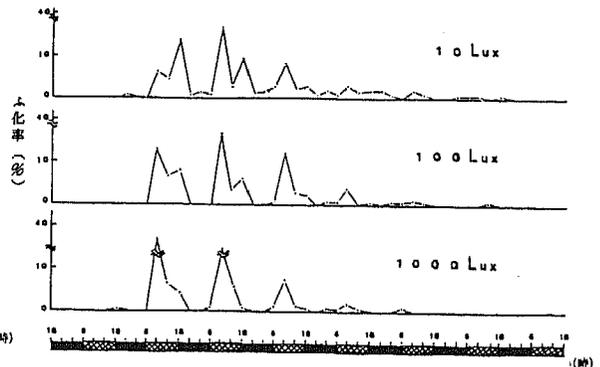


図. 6 赤色光におけるふ化周期 (1990)

1000 lux で108時間を要した。また、100 lux、1000 lux はともに明相移行4時間目の午前10時にふ化のピークを観察し、以後24時間の周期を示しながら漸減したが、10 lux の場合は実験開始28時間目の暗相で初発し、2日目は明相移行4時間目と12時間目の18時に第二のピークが現れ以後の周期も乱れた。日別ふ化歩合は1989年の場合100 lux、1000 lux とともにふ化開始2日目に高ふ化率を示したが、1990年の場合1000 lux は2日目で、10 lux、100 lux は3日目であった。最終ふ化率は1989年の場合100 lux が高率でかつ白色光より高かったが、1000 lux は白色光より低く有意差が認められた。1990年の場合10 lux は1000 lux よりも高く、更に緑色光よりも高率であった。ふ化率を明暗相別にみると、1990年の場合10 lux は暗相で40.0%がふ化し他区とことなっていた。

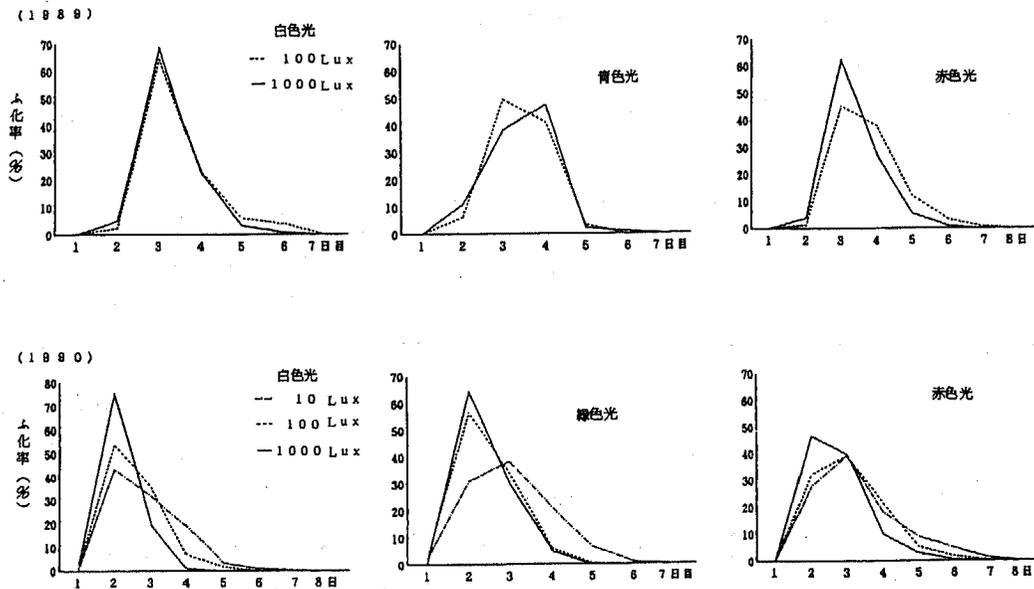


図. 7 ふ化期間内の日別ふ化歩合

試験区	1989 (X)	
	0	100
白色光 100 Lux	████████████████████	████████████████████
1000 Lux	████████████████████	████████████████████
青色光 100 Lux	████████████████████	████████████████████
1000 Lux	████████████████████	████████████████████
赤色光 100 Lux	████████████████████	████████████████████
1000 Lux	████████████████████	████████████████████
試験区	1990	
10 Lux	████████████████████	████████████████████
白色光 100 Lux	████████████████████	████████████████████
1000 Lux	████████████████████	████████████████████
10 Lux	████████████████████	████████████████████
緑色光 100 Lux	████████████████████	████████████████████
1000 Lux	████████████████████	████████████████████
10 Lux	████████████████████	████████████████████
赤色光 100 Lux	████████████████████	████████████████████
1000 Lux	████████████████████	████████████████████

図. 8 明・暗相期別のふ化歩合

表1. 各区別の最終ふ化歩合

試験区	1989		1990	
	ふ化頭数	ふ化率±S.D.(%)	ふ化頭数	ふ化率±S.D.(%)
10 Lux			338	84.5±4.97
白色光 100Lux	221	73.7±2.05	334	83.5±6.65
1000Lux	243	81.0±4.08	344	86.0±6.32
青色光 100Lux	176	58.7±1.25		
1000Lux	173	57.7±3.40		
10Lux			336	84.0±5.00
緑色光 100Lux			337	84.3±3.42
1000Lux			345	86.3±2.86
10Lux			352	88.0±3.54
赤色光 100Lux	239	79.7±2.62	349	87.3±3.34
1000Lux	203	67.7±6.18	335	83.8±3.34
LSD	0.05	4.28		3.87
	0.01	6.09		5.26

考 察

テンサンは自然光の場合必ず早朝未明からふ化が始まり、午前10時頃までの間に発生する。筆者らの調査では午前6～8時頃にそのピークに達するが、⁵⁾ 蛍光灯を使って12L12D、16L8D、8L16D等の光周期を人工的にあたえてみてもよく反応し、このことはふ化の生起の要因に光刺激が関与していることを裏付けている。今回の実験も白色蛍光灯を対照として白色光区としたが、この場合高照度ほど初発率が高く、ふ化の期間も短縮する傾向が認められた。また、ふ化の周期は2日目以降明相移行4時間目の午前10時にピークを観察し、以後24時間の周期を示しながら漸減した。特に1990年には1000 luxで初発2日目に76.1%、3日目には19.8%がふ化し、2日間の累積ふ化率は95.9%であった。¹⁾ 荒井らは特に照度について触れては¹⁾ないが、12L12Dの光周期をあたえた後全暗日数を変えた場合、全暗日数が長くなるのにつれてふ化日数が短縮することを認め、なかでも15℃-80% 12L12Dで4日、25℃-80% 12L12D 2日処理した後全暗で5日保護し、更に6日目に12L12Dの光周期をあたえた結果1日目に78.3%、2日目に13.3%、累積ふ化率91.6%の成績を得ている。

光りとして人間の目に感ずる波長は約380~780 nm間のごくわずかな範囲で、380 nm以下の部分は紫外線であり、780 nmよりも長い部分が赤外線とともに光りの感覚を起こさない。家蚕は片側6個ずつの単眼が視覚器官で、単眼の感じうる光波長域は360 μm 以下の近紫外部から670 μm までにおよび、視感度曲線の山は近紫外部と青緑色の部分にみられるが、この相対的な感受性は光りの強さにより変化するという。²⁾ テンサンの前幼虫体の色感覚について、短波長域として460 nmをピークする純青色蛍光灯と530 nmをピークとする純緑色蛍光灯を、また長波長域のものとして660 nmをピークとする純赤色蛍光灯を用い、恒温下12L12Dの光周期をあたえてその反応をみた。その結果青色光では100 luxで初発2日目において明相移行4時間目と12時間目にピークが現れ二峰型を示したが、3日目からは4時間後の午前10時にピークが現れ単峰型となった。また、他区とはことなり初発3日目までは漸増の傾向を示した。更に明暗相別にふ化率をみると、100 lux区の暗相でも27.9%のふ化を観察したが、これらの反応と光質の関係については不明であった。緑色光もふ化の周期が認められ、初発2日目以降は明相移行4時間目にピークが現れ高照度区ほど高率であった。赤色光では100 lux、1000 luxともに明相移行4時間目の午前10時にピークを観察し、以後24時間の周期を示しながら漸減した。しかし10 luxでは周期が乱れ、ふ化期間は140時間を要し他区より遅延した。赤色光は従来から昆虫のふ化にあまり影響をあたえないとされてきたが、本実験の範囲内において100 lux、1000 luxはワク付けが明らかで、この種の実験の調査は10 lux以下で行なう必要があるものと思われる。

家蚕幼虫の単眼には近紫外部と540 nm (緑) 付近にそれぞれ感受性のピークを持つ2種類の網膜細胞が存在し、単眼が光りの強さとは独立して色をある程度分別できる機能を備えている。²⁾ 本実験で試みた可視光線では、テンサンの色感覚について全くの否定はできないものの主に光りの強弱による影響の現れとも思われ、単一光の分別能力については明確な結果は得られなかった。今後更に詳しく検討する必要がある。

摘 要

テンサンのふ化と単一光の関係について460 nm をピークする純青色蛍光灯、530 nm をピークとする純緑色蛍光灯、660 nm をピークとする純赤色蛍光灯を用い、恒温下12L12Dの光周期をあたえその反応をみた。

1. 白色蛍光灯は高照度ほど初発率が高く、ふ化の期間も短縮する傾向が認められ、24時間を周期として漸減した。
2. 白色蛍光灯を用いた場合、1000 lux で初発2日目に76.1%、3日目には19.8%のふ化を観察し、2日間の累積ふ化率は95.9%であった。
3. 青色光の100 lux は初発2日目に明相移行4時間目と12時間目にピークが発生し二峰型を示したが、3日目からは明相移行4時間目にピークが現れ単峰型となった。
4. 青色光の最終ふ化率は白色光、赤色光より低率で、100 lux 区は暗相でも27.9%のふ化を観察した。
5. 緑色光もふ化の周囲が認められ、初発2日目以降は明相移行4時間目にピークが現れ高照度ほど高率であった。また10 lux の最終ふ化率は赤色光より低かった。
6. 赤色光の100 lux、1000 lux はともに明相移行4時間目の午前10時にピークを観察し、以後24時間の周期を示した。しかし10 lux では周期が乱れ、ふ化期間は遅延し140時間を要した。
7. 赤色光は実験の範囲内において100 lux、1000 lux のワク付け効果が明らかであり、10 lux 以下での照度による調査の必要性が示唆された。

引用文献

1. 荒井良治、林 英三郎 (1986) : 日蚕中部講要、42、48.
2. 福田紀文 (1979) : 総合蚕糸学、日本蚕糸新聞社、p. 217.
3. 井水 敦、上野 実、矢嶋征雄、横沢弥五郎、押金健吾 (1980) : 信大繊維農場研報、11、37-50.
4. 庄村 茂、矢嶋征雄 (1988) : 日蚕中部講要、44、61.
5. 矢嶋征雄、押金健吾、井水 敦、上野 実 (1979) : 日蚕中部講要、35、43.
6. 矢嶋征雄、井水 敦、横沢弥五郎 (1980) : 信大繊維農場研報、11、52-59.
7. 矢嶋征雄、庄村 茂 (1986) : 日蚕中部講要、42、49.