

# カマドコオロギ *Grylloides sigillatus* (Orthoptera: Gryllidae) の胚子発育に対する蛍光灯の影響

新井 哲夫

元山口県立大学共通教育機構

## Effects of a fluorescent lamp to embryo growth of *Grylloides sigillatus* (Orthoptera: Gryllidae)

Arai Tetsuo

### Abstract

The influence of a fluorescent lighting on embryo growth in a cricket, *Grylloides sigillatus* (Orthoptera: Gryllidae) was observed. The experiment was carried out using an incubator of 25° C ( $\pm 1^\circ$  C), and using a 10-watt fluorescent lamp. Eggs were placed at 10-, 20-, and 30cm distances from a fluorescent lamp. Eggs were transferred from continuous light (LL) (various periods) to continuous darkness (DD) (or vice versa), it was examined hatching rate and egg period. All eggs died regardless of the distance from the fluorescent lamp under LL. When eggs were transferred to DD following of 72 h of LL, 93%-100% of them died. When transferred from LL of 24 h or 48 h to DD, mortality tended to decrease as the distance from the fluorescent lamp. When transferred to LL after 120 h of DD, most of the eggs died. However, in the treatment involving 30cm distance from the fluorescent lamp, when transferred to LL after DD of 96 h and 120 h, eggs were slightly hatched. When eggs were transferred from LL to DD, egg period was not significantly different regardless of time spent in LL, but was about 10 days longer than in DD. Similar results were observed in eggs moved from DD to LL conditions.

Key words : *Grylloides sigillatus*, embryo growth, fluorescent lamp, mortality, egg period

キーワード：カマドコオロギ、胚子発育、蛍光灯、死亡率、卵期間

### 緒論

生命が誕生したころの地球は、太陽の紫外線を直接受けており、誕生して間がない生命は、太陽の紫外線に曝される昼間は、水中や土中で過ごすことによって災禍から身を守ったであろう。オゾン層の発達によって昼間の活動が可能となった生物は、地球上のあらゆる場所に生息域を広げられるようになった。

地球上に生息する生物は、太陽の紫外線の影響を少なからず受けて進化してきており、人間もその例外ではない。人間に対する太陽の紫外線の影響について多く論じられており、特に健康や皮膚ガン、遺伝子の損傷などの関係から、生命の生存に不可欠である太陽の下で如何に紫外線の影響を緩和しようかについて議論されてきた(菅原・野津、1998)。生物の世界における太陽は、基本的存在であり、人

間社会においても同様である。しかしながら、現代社会における人間の生活空間において、人工的照明の占める役割は今後ますます増加することから、蛍光灯やLEDなどの人工照明の人体に対する影響についての報告も増えており、生物に対する人工照明の影響や対策についての調査・研究の重要性が増してきている。

生物に対する紫外線の影響は、カイコ *Bombyx mori* の胚子に対する報告があり、紫外線を照射することによって発生異常卵が出現することが知られている(小林、1980)。また、ショウジョウバエ *Drosophila* の卵に紫外線を照射することにより、体の一部が欠損した幼虫の発生が報告されている(Myohara、1995)。紫外線の中でも短い周波のUVC (100~280nm) やUVA (280~315nm) が、強い毒性を持ち、致死効果を呈することは知られて

いるが、長周波の紫外線UVA (315~400nm) やそれより長い波長の長波長紫外線の照射による致死効果は、明確に示されていない(東北大学大学院農学研究科、2014)。最近、シヨウジョウバエ *D. melanogaster* の蛹に青色光(467nm)をあてることにより著しい殺虫効果が見られ、チカイエカ *Culex pipiens molestus*でも、蛹に417nmの青色光当てると殺虫効果が見られることが発見され、紫外線より青色光の方がより強い致死効果のあることが報告されている(Hori et al., 2014)。

紫外線は、蛍光灯からも微弱ながら放出されており、生物の成長や生存に対して何らかの影響を与える可能性があると考えられることから、カマドコオロギ *Grylodes sigillatus* (Orthoptera: Gryllidae) の卵の胚子の発生に対する蛍光灯の影響を調べた。

### 材料及び方法

供試虫のカマドコオロギは、三重県で採集された後、実験室内で累代飼育された。実験に用いた卵は、午前8時~翌日午前7時の約23時間に産卵したものである。

蛍光灯の照射実験は、恒温器内で実施した。恒温器(日本医科器械K. K.)の温度は、25℃±1℃に設定した。恒温器内の温度分布は、ファンによって恒温器内の空気が常時攪乱されることから、ほぼ均一と考えられた。恒温器内の照明条件は、全照明とし、光源は、10Wの白色蛍光灯(ナショナル)を用い、恒温器の天井部分に設置した(図1)。照度は、光源から50cmの場所で、約400luxであった。暗黒条件は、光が入らないように二重のラシヤ紙の袋に入れて設定した。卵は、直径約11.5 cmの透明なガラスシャーレ内の湿ったろ紙上に保持したため、ガラスシャーレ内の湿度は、ほぼ100%であった。

卵と光源との距離は、10 cm、20 cm、30cmの3段階とした。光又は暗黒に卵が曝らされる時間は、24時間・48時間・72時間・96時間・120時間とし、

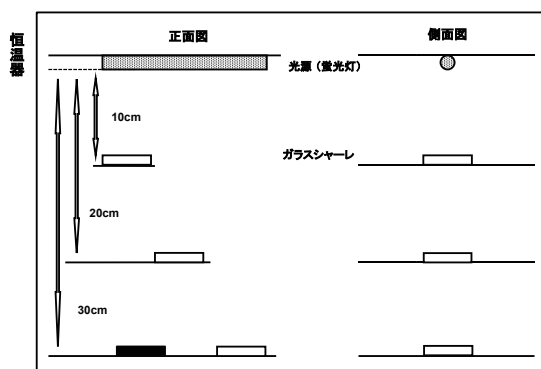


図1 実験の概要  
光源からガラスシャーレ(白)の距離  
ガラスシャーレ(黒):コントロール処理設置場所

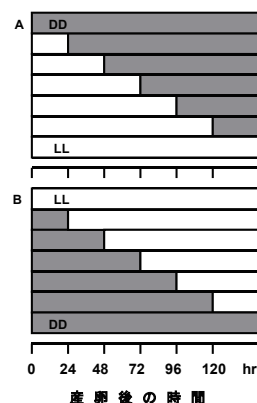


図2 実験デザイン  
A: 全照明から全暗黒への移動 B: 全暗黒から全照明への移動

全照明から全暗黒又は全暗黒から全照明に移動した(図2)。1処理の卵数は、100卵とした。

ふ化数は、24時間毎に調査した。暗黒中のふ化数は、赤色フィルター(Kenko Optical Filter SR 64)と赤色フィルム・ろ紙を被せた懐中電灯で計測した。このように処理した懐中電灯の照度は、1lux以下で、計測時間は、1処理あたり5秒以下であった。懐中電灯の赤色光は、ヒメギス *Eobiana engelhardti subtropica* やキリギリス科のふ化時刻の決定に影響しないことが報告されている(Arai, 1977; 新井, 2012)。また、アメリカシロヒトリ *Hyphantria cunea* (新井・馬淵, 1979)・ノシメマダラメイガ *Plodia interpunctella* (新井, 1979)・ウリハムシモドキ *Atrachya menetriesi* (新井, 1987)・フタホシコオロギ *Gryllus bimaculatus* (新井, 1997)などのいろいろな行動や活動の時刻調査にも同じ赤色懐中電灯使用されており、行動や活動に影響しないと考えられた。

いろいろな温度における死亡率及び卵期間は(図3、4)、卵をガラスシャーレ内の湿ったろ紙上に保ち、いろいろな温度に設定された恒温器内で、全暗黒の下で調べた。ふ化数は、24時間ごとに計測した。1処理の卵数は、200卵とした。

### 結果

#### 1 死亡率と卵期間

いろいろな温度におけるカマドコオロギの死亡率と卵期間を調べた。

死亡率は、24℃で7.5%と最も低く(図3)、27℃・30℃では10.5%、36℃で16.0%と若干高くなった。20℃では39.5%で、死亡率が高くなり、15℃では、全ての卵が死亡した。

卵期間は、36℃で9.0±0.45日と最も短く(図4)、30℃で12.0±0.44日、27℃で16.1±0.59日、24℃で23.2±0.75日、20℃は、53.6±2.11日で、温度が低くなるほど卵期間が長くなった。ふ化のばらつきを

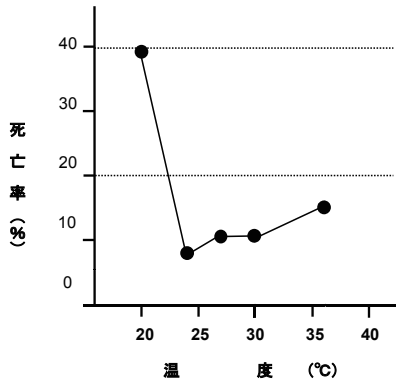


図3 いろいろな温度におけるカマドコオロギの死亡率 (1処理200卵)

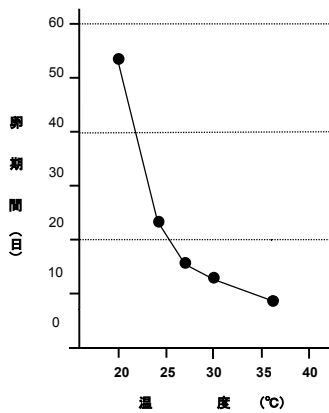


図4 いろいろな温度におけるカマドコオロギの卵期間

LLに保つ時間 (hr)	光源からの距離 (cm)		
	10	20	30
0	—	—	37
24	73	56	39
48	100	83	59
72	100	97	93
96	98	100	100
120	100	95	97
∞	100	100	100

表1 カマドコオロギの卵の死亡率(%)と全照明(LL)から全暗黒(DD)への移動及び光源からの距離との関係(—:処理無し)(1処理100卵)

見ると、36℃では、8～10日の間にふ化し、30℃では11～14日、27℃では15～18日、24℃で22～27日、20℃では、51～61日の間にふ化した。20℃でふ化のばらつきがやや大きくなるというのはものの、どの温度レベルでもばらつきは小さく、そろって発育した。また、15℃で全ての卵が死亡することからも、カマドコオロギの卵に休眠性はないと考えられる。

## 2 死亡率に対する蛍光灯の影響

卵を、全期間、全照明の下に曝すと、蛍光灯から

DDに保つ時間 (hr)	光源からの距離 (cm)		
	10	20	30
0	100	100	100
24	100	100	100
48	100	100	100
72	100	100	100
96	100	100	95
120	100	100	90
∞	—	—	37

表2 カマドコオロギの卵の死亡率(%)と全暗黒(DD)から全照明(LL)への移動及び光源からの距離との関係(—:処理無し)(1処理100卵)

LLに保つ時間 (hr)	光源からの距離 (cm)		
	10	20	30
0	—	—	23.7
24	35.3	34.0	33.6
48	*	34.8	35.3
72	*	35.0	36.0
96	38.0	*	*
120	*	36.4	36.3
∞	*	*	*

表3 カマドコオロギの平均卵期間(日)と全照明(LL)から全暗黒(DD)への移動及び光源からの距離との関係(\*:死亡率100%, —:処理無し)

の距離 (10～30cm) に関わらず、全ての卵が死亡した(表1)。全照明に72時間以上曝したのちに全暗黒に移した場合、93%～100%が死亡し、死亡率は非常に高かった。48時間曝したのちに全暗黒に移すと、蛍光灯から10cmに保った場合の死亡率は100%であったが、20cmでは83%、30cmでは59%に低下した。蛍光灯に24時間暴露した後に全暗黒に移動すると、光源から離れるほど死亡率が低下した。

全暗黒から全照明に移した場合、実験開始の120時間後であっても、ほとんどの卵は死亡した(表2)。しかし、光源から30cm離れた場合、実験開始96～120時間後に全照明に移行すると若干のふ化がみられ、死亡率は、暗黒に保つ時間が長い方がやや低くなった。

## 3 卵期間に対する蛍光灯の影響

25℃、全暗黒における卵期間は、光源から30cmの位置で23.7日であった(表3)。全照明から全暗黒に移した場合、全照明に保つ時間に関わらず卵期間は35日前後で、どの処理もほぼ同程度であったが、全期間を全暗黒に保った場合より10日ほど長くなった。

全暗黒から全照明に移した場合、卵期間は全照明

DDに保つ 時間 (hr)	光源からの距離 (cm)		
	10	20	30
0	*	*	*
24	*	*	*
48	*	*	*
72	*	*	*
96	*	*	34.2
120	*	*	34.6
∞	—	—	23.7

表4 カマドコオロギの平均卵期間(日)と全暗黒(DD)から全照明(LL)への移動及び光源からの距離との関係(\*:死亡率100%, -:処理無し)

から全暗黒へ移した場合とほぼ同様約34日で、全期間を全暗黒に保った場合より約10日長くなった(表4)。

### 考察

ショウジョウバエの蛹に白色蛍光灯を照射すると、若干の蛹が死亡するが、全暗黒や可視光線の下での死亡率とほぼ同程度で、白色蛍光灯の影響はほとんどないと考えられる(Hori et al., 2014)。蛍光灯の400nm以下の紫外線は、蛍光灯本体からほとんど

放出されずにカットされ、それほどの強度はないと言われている。しかし、カマドコオロギの卵は、蛍光灯に曝されることによって死亡し、死亡率は、蛍光灯に照射される胚子の時期や照射時間、蛍光灯からの距離によって異なることがわかった。採卵開始から23時間以内に全照明に曝し、その後全暗黒に移した場合、全照明に曝される時間が短く、蛍光灯からの距離が遠いほど死亡率は低くなる傾向を示した(図5)。胚子発生の初期段階に蛍光灯に曝されても、照射時間が短く、光源から離れることによって、蛍光灯から放出される紫外線の影響が小さくなることを示しており、胚子発育の最初期より若干遅い時期において、胚子の発育に対して蛍光灯がより強く影響することを示している。

全暗黒から全照明に移した場合、実験開始から120時間全暗黒に保った場合でも、その後に全照明に曝されると、ほとんどの卵が死亡した(図6)。しかし、蛍光灯からの距離が30cm離れ、全暗黒に96時間~120時間保った後に全照明に移した場合、少数であるがふ化した。また長く全暗黒に保つ方が、非常にわずかであるが、ふ化率が高まる傾向があった。このことから、蛍光灯が照射する紫外線照射量は、蛍光灯から離れるほど減少することを示してい

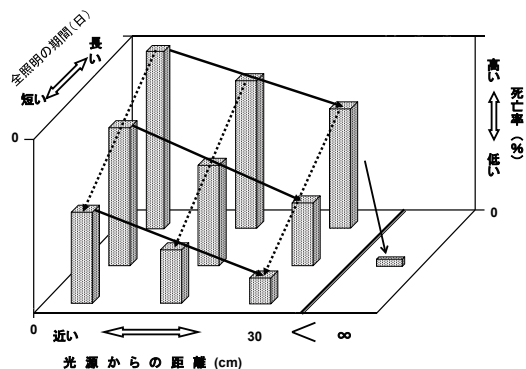


図5 カマドコオロギの卵の死亡率と全照明から全暗黒への移動及び光源からの距離との関係の模式図

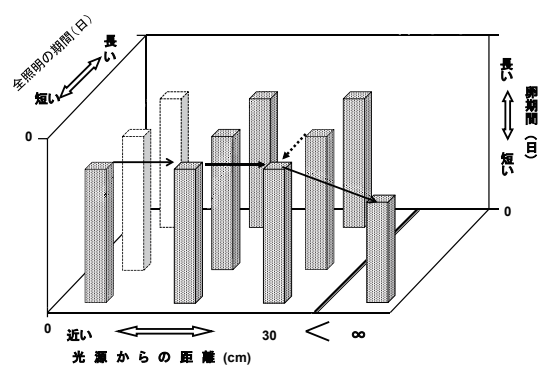


図7 カマドコオロギの卵期間と全照明から全暗黒への移動及び光源からの距離との関係の模式図 白棒:卵死亡率100%

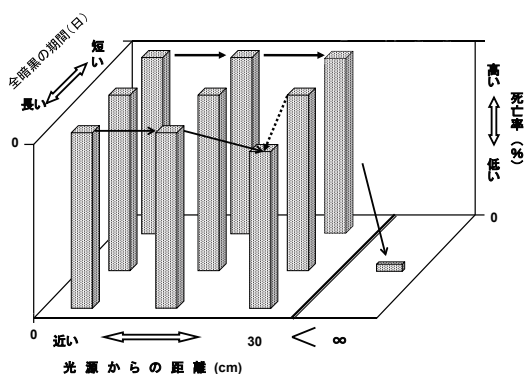


図6 カマドコオロギの卵の死亡率と全暗黒から全照明への移動及び光源からの距離との関係の模式図

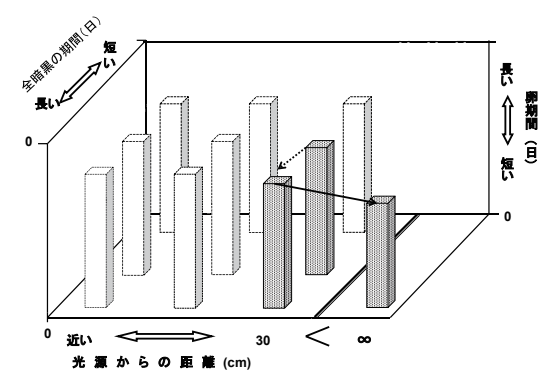


図8 カマドコオロギの卵期間と全暗黒から全照明への移動及び光源からの距離との関係の模式図 白棒:卵死亡率100%



る。全暗黒に産卵後より長く保たれることで、紫外線の影響を回避することができ、卵発育の後半では、紫外線の影響がかなり弱まると考えられる。

卵期間は、蛍光灯からの距離や全暗黒から全照明への移動（又はその逆）等に関わりなく35日前後であった（表3・4）。全暗黒の卵期間は、24日前後であることから、紫外線の照射によって10日ほど遅延しており、卵の発育に影響することが分かる（図7・8）。卵期間に対する紫外線の影響は、死亡率とやや異なり、蛍光灯からの距離や照射時間の影響はほとんど受けないと考えられるが、卵期間の遅延することから、蛍光灯から照射される紫外線は、胚子の発育速度に対しても影響することを示している。

植物でも動物でも、地球環境とかけはなれた状態、すなわち光や温度が一定又は自転周期と異なる環境サイクルのもとなどの状況におかれることにより、生存率の低下や、発育に悪影響を及ぼすことが知られている。例えばショウジョウバエ *D. melanogaster* の成虫の寿命であるが、一日の明暗周期の合計が24時間より長くても短くても寿命は短くなり、全照明の下でも短くなった（Pittendrigh and Minis, 1972）。明暗のそれぞれの長さが等しい非24時間の光周期（明期：暗期 = 1:1）の下で示された結果であることから、光に曝された時間ではなく、自転周期と異なる環境周期による影響であると考えられる。このような現象は、ヒメギス *E. e. subtropica* でも知られている（Arai, 1998）。ヒメギスは卵休眠で、休眠覚醒後にいろいろな非24時間の光周期のもとでふ化の状態を調べると、明期と暗期の合計が24時間から外れた非24時間光周期の下で、ふ化率の低下が見られた。異常な環境周期下における生存や発育に対する影響は、昆虫のみに見られる現象ではなく、人工的照明条件下で生活する人類に対しても、何らかの影響があると考えられる。地球上の生物の健全な生存にとって紫外線は大きな脅威であるが、人工照明から放出される紫外線や青色光に対する防御に関しても、考慮しなければならないと考える。また同様に地球の環境周期からの逸脱も、生物の生存に影響することから、自然の摂理に従った地球環境の利用と宇宙全体の環境との共存を図らなければならないのではないだろうか。

## 摘要

カマドコオロギの卵の発育に対する蛍光灯の影響について調べた。

温度を25℃±1℃に設定した恒温器内で実験し、光源は10ワットの蛍光灯を用いた。卵を蛍光灯から10・20・30cm離し、全照明から全暗又はその逆にいろいろな時期に移動し、ふ化率と卵期間を調べた。

全照明下では、蛍光灯からの距離に関わらず、全

ての卵が死亡した。全照明に72時間以上曝した後に全暗黒に移すと、93%~100%が死亡した。全照明に24時間・48時間曝した後に全暗黒に移すと、蛍光灯からの距離が離れるほど死亡率が低下した。

全暗黒から全照明に移した場合、全暗黒に120時間保った後であっても、ほとんどの卵は死亡した。しかし、蛍光灯から30cm離した処理において、96時間又は120時間後に全照明に移した場合には若干ふ化し、暗黒に保つ時間が長いほうが死亡率がやや低くなった。

全照明から全暗黒又はその逆に移した場合、全照明又は全暗黒に保つ時間に関わらず、卵期間はほぼ同程度であったが、全期間全暗黒に保った場合より約10日長くなった。

## 引用文献

- Arai T. 1977 Effects of the daily cycles of light and temperature on hatchability and hatching time in *Metriopectera hime* Furukawa (Orthoptera:Tettigoniidae). KONTYU 45 : 107 - 120.
- 新井哲夫 1979 ノシメダラメイガの諸行動の日周期性に対する光周期の影響 日本生態学会誌 29 : 273 - 279
- 新井哲夫 1987 ウリハムシモドキのふ化時刻 東北昆虫 25 : 9 - 11
- 新井哲夫 1997 フタホシコオロギ *Gryllus bimaculatus* の活動性と環境周期 芦屋大学論叢 23 : 1 - 19
- Arai T. 1998 Effects of Non-24 Photoperiods on the Hatching Time in *Metriopectera hime* Furukawa (Orthoptera: Tettigoniidae). Entomological Science 1:1-6
- 新井哲夫 2012 昆虫のふ化リズム 山口県立大学共通教育機構紀要 3 : 1 - 42
- 新井哲夫・馬淵正人 1979 アメリカシロヒトリ成虫の行動時刻の決定と光条件 日本応用動物昆虫学会誌 23 : 162 - 169
- Hori M., Shibuya K., Sato M. and Saito Y. 2014 Lethal effects of short-wavelength visible light on insects. Scientific Reports 4
- 小林芳弘 1980 カイコの初期胚発生に及ぼす紫外線照射の影響 I 照射の時期または部位と発生の関係 日本蚕糸学雑誌 49 : 197 - 204
- Myohara, M. 1995 Responses to localized UV-laser irradiation are different between *Bombyx* and *Drosophila* eggs. Development, Growth & Differentiation, 37: 93-98.
- Pittendrigh, C.S. and Minis, D.H. 1972 Circadian systems: longevity as a function of circadian

カマドコオロギ *Grylodes sigillatus* (Orthoptera: Gryllidae) の胚子発育に対する蛍光灯の影響

resonance in *Drosophila melanogaster*. Proc. Nat. Acad. Sci. U.S.A. 69:1537-1539.

菅原努・野津敬一 1998 太陽紫外線と健康 裳華房 東京 124pp

東北大学大学院農学研究科（堀雅敏研究グループ）  
2014 青色光を当てると昆虫が死ぬことを発見（報道機関への広報）