

論文：

小木原湿地(山口県萩市)におけるエゾスズ *Pteronemobius yezoensis* Shiraki (Orthoptera: Trigonidiinae) の 生活史(1)生態・卵期間・卵サイズ

新井哲夫⁽¹⁾・生田(細田)まどか⁽²⁾

Life cycle of *Pteronemobius yezoensis* Shiraki (Orthoptera: Trigonidiinae)
in Kogihara wetland, Hagi City, Yamaguchi Prefecture (1)
Ecology, egg period, and egg size

ARAI Tetsuo⁽¹⁾ and IKUTA (HOSODA) Madoka⁽²⁾

Abstract

The ground cricket, *Pteronemobius yezoensis* Shiraki (Orthoptera: Trigonidiidae), distributed from Hokkaido to Kyushu and has an annual life history. The eggs of cricket have no diapause and they overwinter as nymphs. The life history of the crickets in the Kogihara wetlands in Hagi City (formally Asahi-son, Abu District), Yamaguchi prefecture (34.2° north latitude, 131.5° east longitude, approximately 400 m above sea level) was considered from the population dynamics in the field, egg incubation time, and egg size.

Between April 1st to 24, 2004, there were a small number of third nymphal instars before emergence and a large number of first to second nymphal instars before emergence that overwintered. From April 28, most of the nymphs were first to second nymphal instars before emergence. Adults began to appear on May 19, and almost all nymphs were adults by late June. From late July to the beginning of August, first to second nymphal instars were observed, and by the beginning of October, many were third nymph instars before emergence. Later, the development of nymphs stopped or was delayed, and the insects overwintered as nymphs. During the winter, the ground surface can freeze, and nymphs are almost never seen on the ground surface except during the daytime when the temperature is high. The crickets start to become more active with the rise in temperature from mid-April, and adults appear from mid to late May.

The mean egg incubation period was 13.9, 12.5, 17.6, 34.4, and 88.7 days at 35 °C, 30 °C, 25 °C, 20 °C, 15 °C, respectively. The variation in hatching was extremely small at any temperature but was slightly large at 15 °C. The egg developmental zero was approximately 13 °C. The hatching rate was >75% at 30 °C, 25 °C, and 20 °C, but was 39% at 35 °C and 49% at 15 °C. Thus, 35 °C is considered to be higher than the optimal temperature and 15 °C is considered lower than the optimal temperature for the cricket eggs.

The egg size immediately after laying was 1.6 ± 0.05 mm on the long axis and 0.4 ± 0.01 mm on the short axis. The eggs were immediately watered, and both the long and short axes started to increase in size. There was rapid growth between day 2 and 6 at 30 °C, day 4 and 12 at 25 °C, day 8 and 20 at 20 °C, and day 19 and 51 at 15 °C; then there was almost no change until hatching. Comparing the long and short axes immediately after laying with those 24 h before hatching showed that the long axis increased by 1.14 times at 30 °C, by 1.13 times by 25 °C and 15 °C and by 1.12 times at 20 °C. The short axis increased by 1.43 times at 30 °C and 25 °C, by 1.40 times at 15 °C, and by 1.38 times at 20 °C, demonstrating a slightly greater tendency for enlargement at higher temperatures.

Key words: *Pteronemobius yezoensis* Shiraki, Life cycle, Ecology, Egg period, Egg size, Kogihara wetland (Hagi City, Yamaguchi Prefecture)

キーワード：エゾスズ、生活史、生態、卵期間、卵サイズ、小木原湿地(山口県萩市)

(1) 元山口県立大学生活科学部生活環境学科環境生態学研究室・共通教育機構教授
562-0005 大阪府箕面市新稲5-20-31

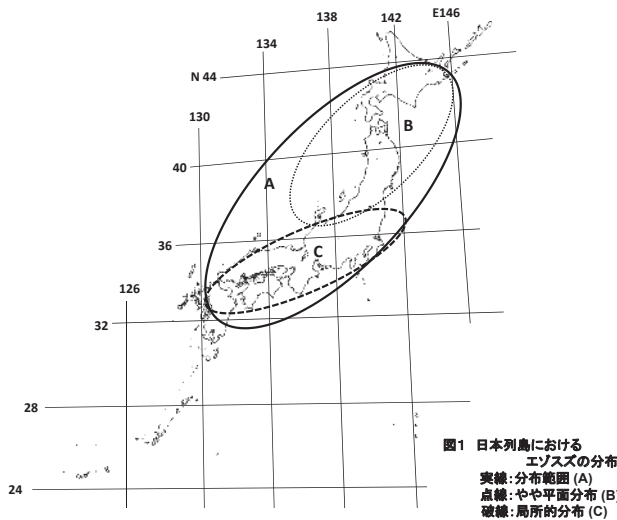
Ni-ina 5-20-31, Mino City, Osaka Prefecture, 562-0005 Japan

(2) 元山口県立大学生活科学部生活環境学科環境生態学研究室所属
島根県松江市
Matsue City, Shimane Prefecture

緒 論

エゾスズ *Pteronemobius yezoensis* は、北海道から九州にかけて広く分布する体長8～9mmの小型のコオロギである(図1-A)。北海道から東北にかけて、田圃の畔や湿地などに広く生息しており、東北南部から北陸でもかなり広い範囲に生息する(図

(北緯34.4°、東経131.7°、海拔約380m)(三時、私信)である。エゾスズの幼虫発育に対する光周期の影響については、これまでに報告されているが(Masaki and Oyama, 1963; Tanaka, 1978, 1979)、卵期間や卵サイズについての詳細な報告はない。山口県萩市小木原湿地におけるエゾスズの生態調査及び卵期間・卵サイズについて実験し、生活史の一部の解明を試みた。



材料及び方法

材料: エゾスズ(直翅目ヒバリモドキ科)は、山口県萩市佐々並の小木原湿地(旧阿武郡旭村小木原)(北緯34.2度、東経131.5度、標高約400m)で採集した(図2)。

野外個体群の生態調査: 野外個体群の調査は、小木原湿地の図2のAにおいて実施した。2004年4月21日～6月16日及び2004年9月1日～12月22日は、1週間ごとにエゾスズをランダムに採集し、成虫、羽化の1・2齢前幼虫(前後翅が背中に反転)、羽化の3齢より若い幼虫に分けて記録し、頭幅を測定した。エゾスズの生息数が非常に少ないため、1回あたりの採集個体数は、10匹とした。翌年(2005年)5月～6月の現地における成虫数は、例年と変わりなかったことから、採集による生息数への影響はなかったと考えられる。2004年6月17日～2004年8月31日、2004年12月23日～2005年6月は、目視による観察を適宜実施した。

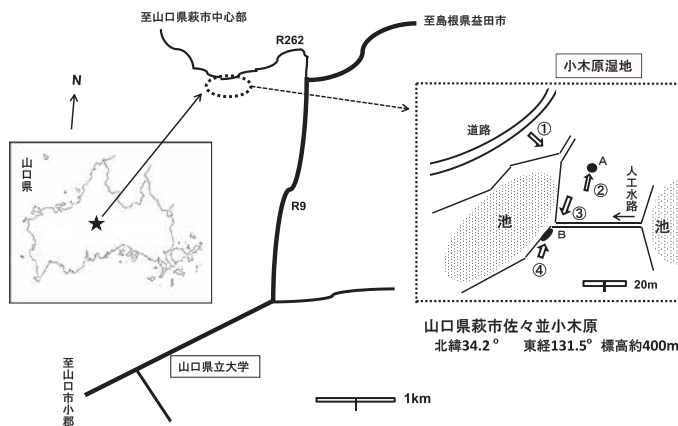


図2 小木原湿地のエゾスズの生息場所 A・B: 生息地 A: 生態調査地 矢印①②③④: 図3・4の撮影方向

1-B)。関東以南の太平洋側における分布は、かなり局所的で生息域も狭くなり、中国・九州地方では、限られた狭い範囲に生息する(図1-C)。生活史は年1化で、5月下旬～7月にかけて成虫が出現し、卵に休眠性はなく、初夏にふ化した幼虫は、羽化2～3齢前の幼虫で越冬し、翌年羽化する。

山口県内のエゾスズの生息地は、萩市佐々並の小木原湿地(北緯34.2°、東経131.5°、海拔400m)(図2)(田中、2015)と山口市阿東の十種ヶ峰

卵期間・卵サイズ: 2004年5月に成虫を採集し、28℃、全照明の実験室内で飼育し、採卵した。卵期間は、産卵後24時間以内の卵をいろいろな温度の恒温器(三菱エンジニアリングK.K.)に移し、24時間ごとにふ化数を計測した。

卵サイズは、直径12cmのガラスシャーレに湿らせたろ紙を敷き、その上に産卵後24時間以内の卵を並べ、実体顕微鏡に装填した接眼マイクロメーターで測定した。卵サイズの変化は、ガラスシャーレに並べた卵を25℃の恒温器に保ち、ふ化するまで24時間ごとに長径・短径を測定した。

結果

1 野外における齢構成の季節変化

小木原湿地におけるエゾスズの生息地は、非常に狭い範囲に限られており、数メートル離れると乾燥した草地となり、エゾスズは全く生息しておらず、マダラスズやシバスズの生息域となる。図2のAの生息地は、半径5～6mの円形の湿地で、苔が生え、1年中湿った環境が維持されている(図3)。図2のBの生息地は、10m×3m程度の池のほとりの苔の生えた湿った草地で、一年中湿った状態が保たれている(図4)。

2004年4月1日～5月12日は、羽化前の1・2齢の幼虫がほとんどであったが、少数ながら羽化の3齢前の幼虫も混じっていた(図5・6)。4月28日以降は、羽化の1・2齢前の幼虫のみで、5月19日から成虫が出現し、6月下旬頃はほとんどが成虫であった。7月中下旬～8月上旬にかけて、初齢～2齢幼虫がみられた。その後9月中旬頃まで成長を続け、9月下旬～10月中旬に羽化3齢前まで成長する。10月下旬には、多くが羽化2齢前の幼虫で、羽化1齢前の幼虫も少数混じるが、その後は、低温と短日によって発育が遅延・停止し、越冬すると考えられる。冬季間は、土の表面が凍ることもあり、ほとんど地表に姿を見せないが、気温の上昇に伴って4月上中旬頃から活動を始め、5月中下旬頃から成虫が出現し始める。

2 卵期間

エゾスズの平均卵期間は、30℃で12.5日と最も短く、35℃では13.9日で、30℃より長くなった(図7)。25℃では17.6日、20℃では34.4日、15℃では88.7日であった。どの温度でもふ化のばらつきは非常に小さく、集中してふ化するが、15℃で若干大きくなった(図8・9)。卵期間が若干遅延する35℃を含めた発育零点は、12.3℃であったが(図10-点線)、35℃を除いた発育零点は、13.2℃であった(図10-実線)。

3 ふ化率

エゾスズは、35℃、30℃、25℃、20℃、15℃のど

の温度でもふ化したが、30℃・25℃・20℃のふ化率は75%以上と高いが、35℃では39%、15℃では49%と低かった(図11)。

4 卵サイズと卵サイズの日変化

産卵後24時間以内の卵サイズは、長径が $1.6 \pm 0.05\text{mm}$ 、短径が $0.4 \pm 0.01\text{mm}$ (556卵)であった。

30℃・25℃・20℃・15℃のそれぞれの温度で、産卵からふ化まで、卵の長径・短径を24時間ごとに測

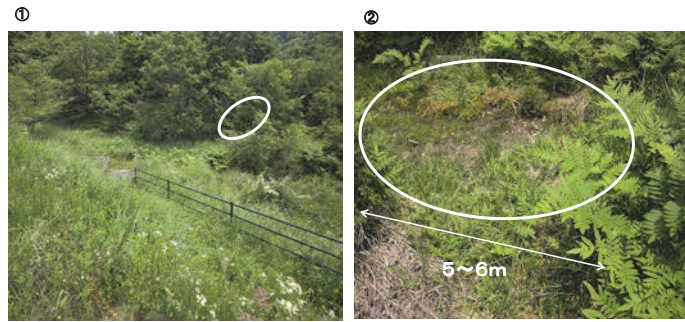


図3 小木原湿地におけるエゾスズの調査・採集場所A(2016年6月撮影)
①:調査場所A遠景 ②:調査場所A 白丸:生息場所 ①②の撮影方向:図2参照

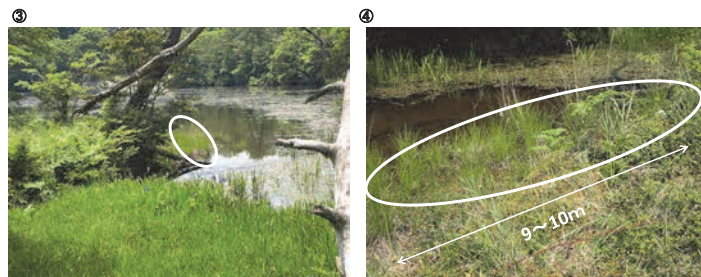


図4 小木原湿地におけるエゾスズの調査場所B(2016年6月撮影)
③④:調査場所B 白丸:生息場所 ③④の撮影方向:図2参照

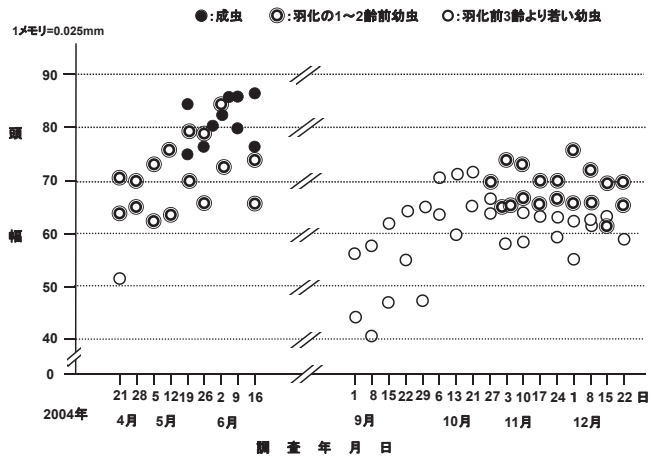


図5 小木原湿地のエゾスズ野外個体群の頭幅変化

定した。長径・短径共に、産卵後直ぐに吸水し、大きくなり始めたが、30℃では2日目から6日目までの4日間で急速に大きくなり、25℃では4日目から12日目までの8日間、20℃では8日目から20日目までの12日間、15℃では19日目から51日目までの32日間で大きくなった(図12-A・B・C)。その後、長径・短径の長さは、ふ化までほとんど変化しなかった。

ふ化24時間前の卵サイズは、長径・短径共に温度が高い方が若干大きい傾向が見られた(図13)。産卵直後の長径・短径を1として、ふ化24時間前の長径・短径の肥大率を30℃・25℃・20℃・15℃で調べたところ、長径では、30℃で最も肥大率が高く1.14倍で、以下25℃と15℃が1.13倍、20℃が1.12倍であった(図14-A・a)。短径では、30℃と25℃が1.43倍で、続いて15℃が1.40倍、20℃が最も肥大率が低く1.38倍であった(図14-B・b)。

考察

エゾスズは、北海道から九州まで分布している。北海道から東北にかけては、田の畦などに平面的に広く生息し、生息数も多い。東南北部から北陸にかけての日本海側でも、田の畦や湿地に比較的広く生息し、個体数も多いようである。しかし、関東及びそれ以南の太平洋側では、生息場所が限定され、生息域も狭く、生息数も少なくなる。関東では、神奈川県箱根町の仙石原、大阪府では、能勢町や淀川河川敷(市川、私信)、奈良県では、春日大社周辺(市川、私信)や生駒市乙田、兵庫県では氷ノ山(竹田、私信)や宝塚市武田尾温泉近辺など、限られた場所に生息する。山口県では萩市小木原湿地、九州では福岡県北九州市山田緑地、分布南限に近い熊本県(熊本県希少野生動物検討委員会、2009)や熊本県球磨川流域(国土交通省、2007)など、限られた場所に生息している。

山口県での生息場所は、小木原湿地のほか山口市阿東の十種ヶ峰にも生息するらしいが(三時、私信)、2006年・2008年・2010年の調査では確認できなかつ

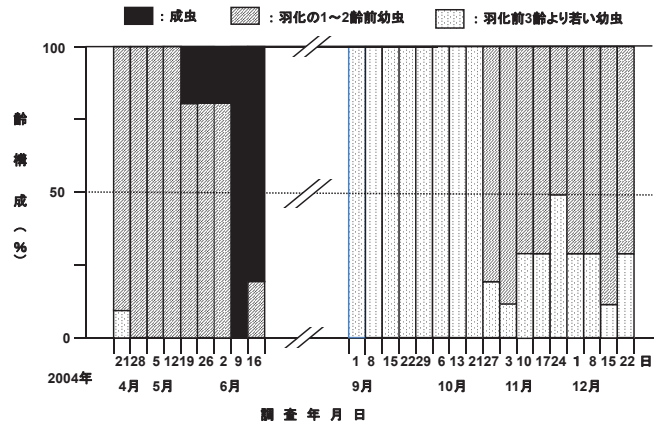


図6 小木原湿地のエゾスズ野外個体群の年齢構成変化

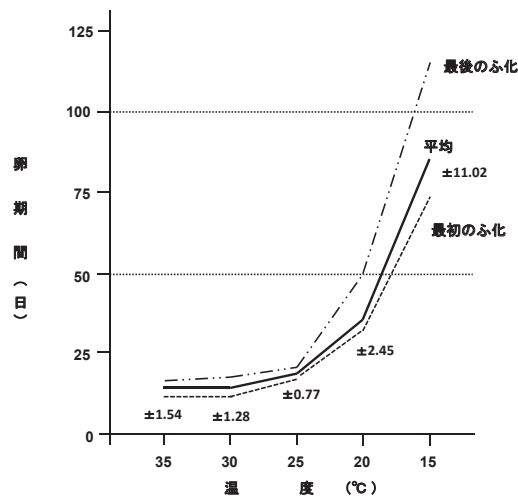


図7 エゾスズの卵期間 図中数字:各温度における標準偏差

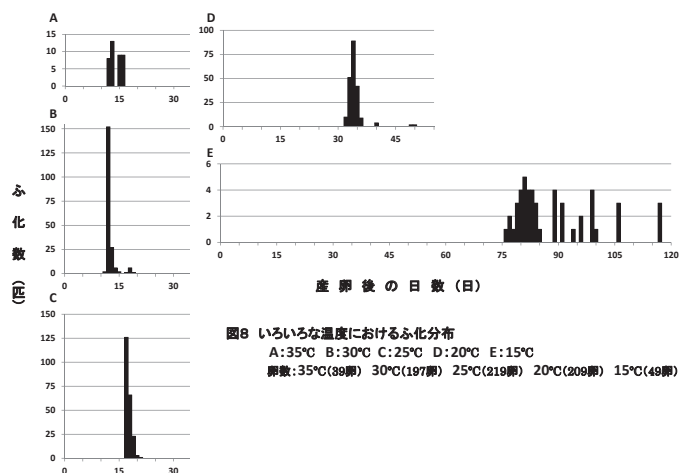


図8 いろいろな温度におけるふ化分布
A:35°C B:30°C C:25°C D:20°C E:15°C
卵数:35°C(30) 30°C(197) 25°C(219) 20°C(209) 15°C(49)

た。調査地の小木原湿地一帯は、2004年～2005年

は整備中で、2008年頃に整備が完了した。図2のAの生息場所は、半径5～6mの円形の湿地で、苔が生え、一年中湿っており、自然に形成された湿地であるが、その狭い範囲にのみエゾスズは生息しており、湿地から数メートル離れると乾燥した草地でエゾスズの姿はみられず、少数であるがシバスズやマダラスズのみとなる(図3)。図2のBの生息場所は、10m×3mの楕円形をした池の水際で、苔が生えている(図4)。図2に示した生息地AとBは15mほど離れて隣接しているが、湿地の形成過程は異なっており、生息地Aは、地下の水脈によって湿った環境が維持されており、生息地Bは、整備された池の水際である。このことから、生息地AとBの生息環境の変動要因が必ずしも同一ではなく、生存に対する淘汰圧は異なると考えられる。生息面積は、どちらも非常に狭く、特に生息地Aは、地下水脈の変動や周りの樹木の生育状況による土中水分の変化や日光の照射量・照射時間の変動等によって生息環境が容易に変化すると考えられ、湿地の縮小や消滅も考えられることから、微妙な環境変化によって生息数の減少や絶滅などが懸念される。生息地Bは、池の水位が保たれており、現在のところ(2016年当時)湿地の維持は比較的安定しているが、昨今の気候変動から、豪雨・渇水などによる水位の変動なども懸念され、必ずしも安定した環境とは言えない。

エゾスズの生活史は、年1化であり、小木原湿地においても同様である。小木原湿地におけるエゾスズの羽化は、5月中下旬から羽化が始まり、6月中下旬には産卵を始めると考えられる(図15)。7月中下旬～8月上旬には、初齢・2齢幼虫がいることから、7月上旬にはふ化し始めると考えられる。その後夏の高温により発育が進み、9月下旬～10月上旬には羽化の2・3齢前まで成長し、10月下旬には羽化2齢前の幼虫が多くなる。10月下旬以降の頭幅がほとんど変化していないことから、8月以降の漸次的な日長の減少及びによって発育が遅延・停止し、冬季間は脱皮せず、そのまま越冬するものと考えられる。1・2月は、苔や表土が凍りつく場合もあり、暖かい日中

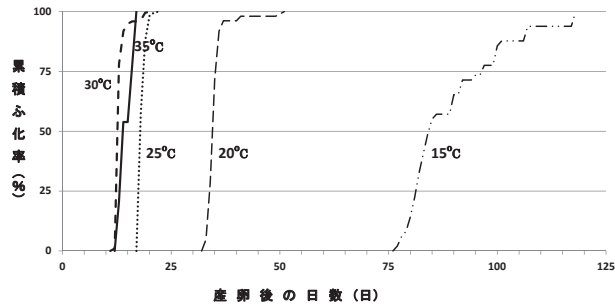


図9 いろいろな温度における累積ふ化率

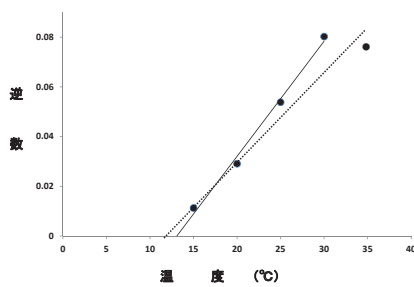


図10 卵の発育零点

30°C・25°C・20°C・15°Cから求めた発育零点(実線):13.2°C
35°C・30°C・25°C・20°C・15°Cから求めた発育零点(点線):12.3°C

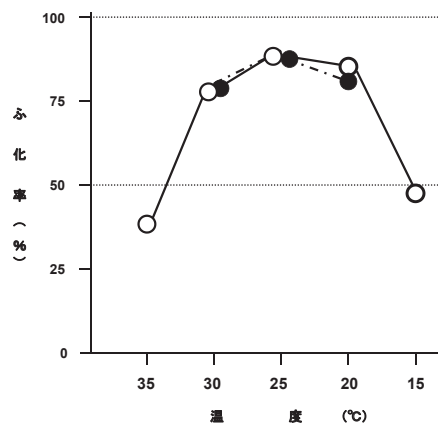


図11 ふ化率 ○:1回目 ●:2回目

外は土中からほとんど外に出てこない。おそらく幼虫は、土の割れ目の奥やコケ・草の下などに潜んでいると考えられる。2月下旬～3月にかけて、日中の暖かい時間帯に、少数であるが地表で活動する個体が観察された。青森県弘前市のような降雪地帯では、積もった雪の下の空間で、冬の間も活動していることが観察されている(田中、私信)。しかし、小木原湿地では、冬期間ほとんど雪は積もらないが、氷が張ることもあり、土の表面が凍った状況を呈し

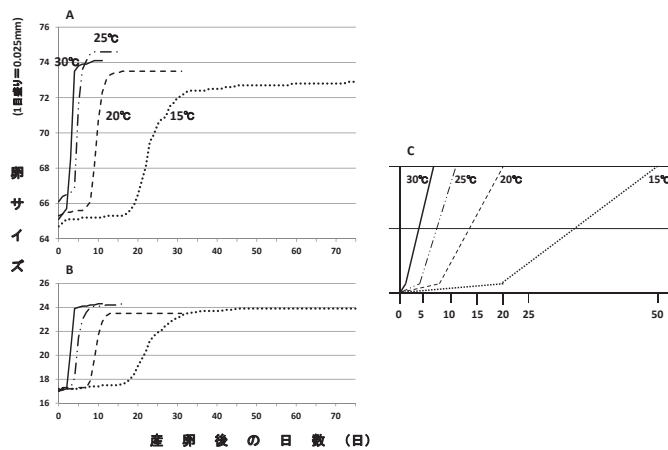


図12 いろいろな温度における卵サイズの変化 A:長径 B:短径 C:変化の模式図

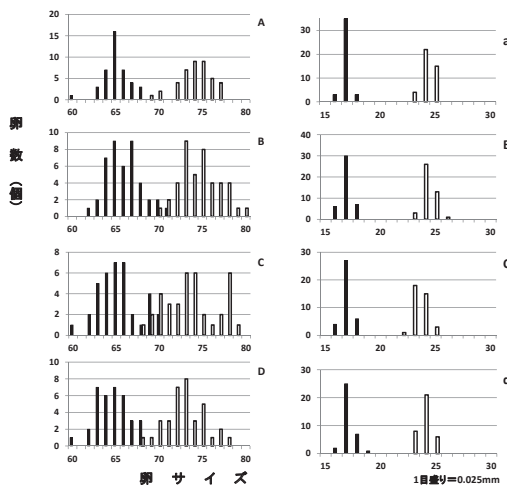


図13 いろいろな温度における産卵後24時間以内(黒棒)とふ化24時間前(白棒)の卵サイズの頻度分布 A・B・C・D:長径 a・b・c・d:短径 A・a:30°C B・b:25°C C・c:20°C D・d:15°C

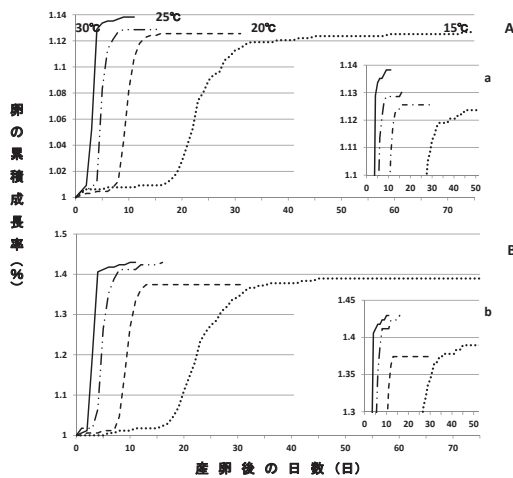


図14 30°C・25°C・20°C・15°Cにおける産卵直後の卵サイズを1とした時の肥大率 A:長径 B:短径 a:長径拡大 b:短径拡大

ており、エゾスズがどのような活動をしているかについては不明である。羽化の3齢～1齢前の幼虫で越冬するが、越冬中はおそらく脱皮しないと考えられる。3月中下旬頃からの気温の上昇と日長の増加によって活動が活発化し、4月中下旬頃から羽化3齢前で越冬した幼虫は羽化2齢前に、羽化2齢前の幼虫は、羽化1齢前に成長し、5月下旬頃から羽化を始める。日長の増加が幼虫の発育と羽化の斉一化を促すことから(Tanaka, 1978・1979; 新井, 未発表)、日長が増加する5～6月に、羽化が集中すると考えられる。

35°Cにおけるふ化率が20°C・25°C・30°Cに比べて低く、また卵期間が30°Cより若干遅延することから、35°Cは、エゾスズの卵の発育を抑制する温度であると考えられる。また15°Cにおけるふ化率も低く、卵の発育零点が約13°Cであることから、15°Cが胚子の発育にとって必ずしも適温ではなく、低い温度レベルであると考えられる。これらのことから20°C～30°Cがエゾスズの卵の発育にとって適温と考えられ、それ以上の高温やそれ以下の低温に対する卵の耐性は、低いと考えられる。

日本列島におけるエゾスズは、北海道から九州にかけて広く分布するが、北海道や東北以北ではかなり平面的に分布し、東北以南から九州にかけて、緯度が低くなるに従って分布域がかなり限定されるようになり、生息場所も局所的になる。高温に対する卵の反応や平均気温の高い地方における生息域の局所化などから、今後急速に進むと考えられる地球の温暖化が、エゾスズの生存や生息域、日本列島の分布域にどのような影響を及ぼすのか、予断を許さない状況であると考えられる。

摘要

北海道から九州にかけて分布するエゾスズは、年1化の生活史で、卵に休眠性はなく、幼虫で越冬する。山口県萩市小木原湿地(旧阿武郡旭村)(北緯34.2度、東経131.5度、標高約400m)におけるエゾスズ *Pteronemobius yezoensis* Shiraki (Orthoptera: Trigonidiinae)の生態及び卵

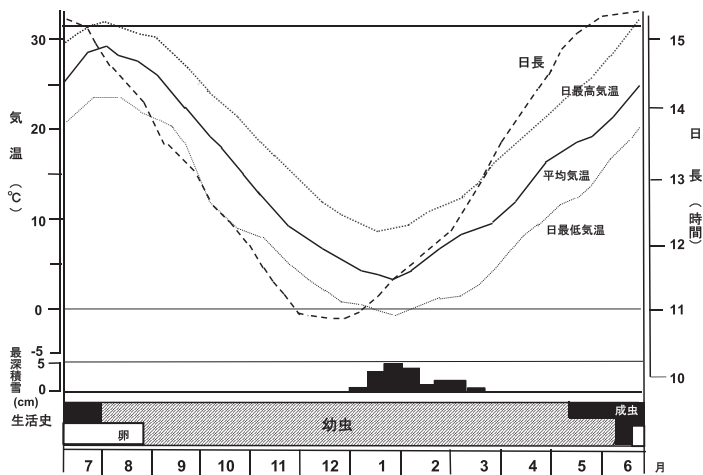


図15 小木原湿地におけるエゾスズ的生活史と山口市の平均最高・日最低気温・日最低気温・日長・最深積雪
 気温: 2007年~2010年の平均 日長: 日の出~日の入り+1時間

期間・卵サイズを調べ、生活史の一部の解明を試みた。

山口県萩市小木原湿地において、2004年4月1日～4月21日、越冬した少数の羽化3齢前の幼虫と多くの羽化1・2齢前の幼虫であった。4月28日以降は、羽化1・2齢前の幼虫がほとんどで、5月19日に成虫が出現しはじめ、6月下旬頃にはほとんどが成虫であった。7月中下旬～8月上旬にかけて、初齢～2齢幼虫がみられ、10月上旬頃には、多くが羽化3齢前の幼虫と羽化2齢前の幼虫で、非常に少数であるが羽化1齢前の幼虫も見られた。その後、幼虫の発育が停止または遅延し、幼虫で冬を越す。冬季間は、土の表面が凍ることもあり、気温の高い日中以外はほとんど地表に姿を見せない。4月上中旬頃から気温の上昇に伴い活動を始め、5月中下旬頃から成虫が出現する。

平均卵期間は、35℃で13.9日、30℃で12.5日、25℃で17.6日、20℃で34.4日、15℃で88.7日であった。ふ化のばらつきは、どの温度でも非常に小さいが、15℃で若干大きくなった。卵の発育零点は、約13℃であった。ふ化率は、30℃・25℃・20℃で75%以上であったが、35℃では39%、15℃では49%であった。エゾスズの卵にとって、35℃は適温より高く、15℃は低い温度と考えられる。

産卵直後の卵サイズは、長径が 1.6 ± 0.05 mm、短径が 0.4 ± 0.01 mmであった。卵はすぐに給水し、長径・短径共に大きくなり始めた。30℃で2日目～6日目、25℃で4日目～12日目、20℃で8日目～20日目、15℃で19日目～51日目に急激に大きくなり、その後はふ化までほとんど変化しなかった。産卵直後の長径・短径とふ化24時間前の長径・短径を比較すると、長径では、30℃で1.14倍、25℃と15℃で1.13倍、20℃で1.12倍であった。短径では、30℃と25℃で1.43倍、

15℃で1.40倍、20℃で1.38倍となり、高温で肥大率が若干大きくなる傾向が見られた。

引用文献

熊本県希少野生動植物検討委員会
 2009 熊本県の保護上重要な野生動植物 561pp
 国土交通省河川局 2007 球磨川水系の流域及び河川の概要(案) 88pp
 Masaki S. and Oyama N. 1963 Photoperiodic control of growth and wing-form in *Nemobius yezoensis* Shiraki (Orthoptera: Gryllidae). KONTYU 31: 16-26

田中浩 2015 山口県立山口博物館所蔵山口県産直翅目(昆虫綱)標本目録 山口県立山口博物館研究報告 41: 11~25

Tanaka S. 1978 Effects of changing photoperiod on nymphal development in *Pteronemobius nitidus* Bolivar (Orthoptera, Gryllidae). Kontyu 46:135-151

Tnaka S. 1979 Multiple photoperiodic control of the seasonal life cycle in *Pteronemobius nitidus* Bolivar (Orthoptera, Gryllidae). Kontyu 47:465-475

