

論文：

小木原湿地（山口県萩市）におけるエゾスズ
Pteronemobius yezoensis Shiraki (Orthoptera: Trigonidiidae) の
生活史 (2) 翅型・幼虫期間・羽化率・体サイズに対する光周期の影響

新井哲夫⁽¹⁾・赤城功一⁽²⁾・古林亜矢⁽³⁾

Life cycle of *Pteronemobius yezoensis* Shiraki (Orthoptera: Trigonidiidae)
in Kogihara wetland, Hagi City, Yamaguchi Prefecture (2) Effects of photoperiod on
wing form, nymphal development, percentage of adult emergence, and body size

ARAI Tetsuo⁽¹⁾, AKAGI Koichi⁽²⁾ and FURUBAYASHI Aya⁽³⁾

Abstract

Adult of *Pteronemobius yezoensis* (Shiraki, 1913) (Orthoptera: Trigonidiidae) were collected from the Kogihara wetlands in Hagi City (formally Asahi-son, Abu-gun, Yamaguchi Prefecture (32.2° N, 131.5° E, approximately 400m above sea level). Eggs were collected in the laboratory of Yamaguchi Prefectural University.

Nymphs that hatched within 24 h were reared under photoperiods from 10 h-light and 14 h-dark photoperiod (LD 10:14) to LD 18:6 at 28.0 ± 1.0°C and the wing form, nymphal development, percentage of adult eclosion, and body size were investigated.

The macropterous form rarely appeared under photoperiods from LD 10:14 to LD 14:10, but increased rapidly with those longer than LD 15:9 and was more than 50% at LD 16:8. For all photoperiod treatments, the percentage of macropterous form in females was higher than that in males.

In the micropterous form, the nymphal development under photoperiods from LD 10:14 to LD 15:9 was 100 days or more in both males and females, but it was approximately 80 days under photoperiods of LD 16:8 and LD 18:6. The macropterous form was approximately 60 days under photoperiods from LD 15:9 to LD 18:6. The nymphal development of the macropterous form was shorter than that of the micropterous form in both males and females. In any photoperiod, the nymphal development of both wing forms tended to be longer in females than in males.

The percentage of adult eclosion was 25% or less, 55%, and 75% or more under photoperiods from LD 10:14 to LD 14:10, LD 15:9, and LD 16:8, respectively. The number of dead individuals under photoperiods from LD 10:14 to LD 13:11 increased early after hatching and gradually increased over the entire period under LD 14:10. The number of dead individuals increased gradually under photoperiods from LD 15:9 to LD 18:6. In any photoperiod, a small number of individuals survived more than 160 days after hatching. All nymphs died without emergence under photoperiods from LD 10:14 to LD 14:10, but most of them emerged under photoperiods from LD 15:9 to LD 18:6.

Both the head width and hind leg femur length of the micropterous form were longer than those of the macropterous form in both males and females. Overall, they were longer in females than in males for both wing forms. The front wing length of the macropterous form was longer than that of the micropterous form in both males and females. The head width and hind leg femur length under LD 15:9–LD 18:6 of the micropterous form were longer than those under LD 10:14–LD 12:12 in both males and females. There was no clear tendency for the effects of photoperiods on the lengths of the hind wings and ovipositors.

Key words: *Pteronemobius yezoensis*, life cycle, photoperiod, wing form, nymphal development, percentage of adult emergence, body size, Kogihara wetland (Hagi City, Yamaguchi Prefecture)

キーワード：エゾスズ、生活史、光周期、翅型、幼虫期間、羽化率、体サイズ、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 大阪府箕面市新橋5-20-31

(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
兵庫県丹波市
Tanba City, Hyōgo Prefecture, Japan

(3) 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
岡山県倉敷市
Kurasiki City, Okayama Prefecture, Japan

緒 論

エゾスズ *Pteronemobius yezoensis* (Shiraki, 1913) は、日本列島の北海道から九州にかけて分布する (市川ら、2006)。日本列島における生活史は年1化で、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 (北緯34.2°、東経131.5°、標高約400m) におけるエゾスズは、5月中下旬頃から羽化し始め、6月下旬頃にほとんどが成虫となり、6月～8月上旬に産卵する (新井・生井、2020)。7月頃に幼虫がふ化し始め、10月下旬頃までに羽化の2～3齢前まで発育し、その後発育が停止し、幼虫で越冬する。

小木原湿地におけるエゾスズの野外の動態や卵サイズ、卵期間、卵の発育零点、ふ化率等についての生活史の一部について既に明らかにしたが (新井・生田、2020)、本論文では、小木原湿地 (北緯34.2°) のエゾスズの翅型や幼虫発育、羽化率、体サイズに対する光周期の影響を調べ、仙台市系統 (北緯38.3°、東経140.9°、標高約46m) の長翅型発現率・幼虫期間及び青森県弘前市系統 (北緯40.6°、東経140.5°、標高約102m) の長翅型発現率・幼虫期間・体サイズと比較し (Masaki and Oyama, 1963; Tanaka, 1978a, b, 1979, 1983)、生活史について考察した。

材料及び方法

材料 エゾスズの成虫は、山口県萩市佐々並小木原 (旧阿武郡旭村) において2004年・2005年・2008年・2010年の5月～6月、仙台市内において1992年6月に採集した。採集後、山口系統は山口県立大学環境生態学研究室、仙台系統は芦屋大学生命工学研究室の実験室で累代飼育した。

方法 採集した成虫は、 $28 \pm 1^\circ\text{C}$ の恒温室内で飼育し、採卵した。翅型・幼虫発育の実験には、24時間以内にふ化した幼虫を用いた。2リットルのガラスビーカーの底に煮沸消毒した後に乾燥させた砂を敷き、アコーディオン状に折った直径11cmのろ紙を10枚積み重ね、1ビーカー当たり60匹の幼虫を入れ、いろいろな光周期のもとで飼育した。山口系統は、 $28 \pm 1^\circ\text{C}$ の恒温室内において、一辺約60cmの木製の光周期箱を用い、光源をLSD灯とし、タイマーで光周期を調節した。仙台系統は、 $28 \pm 1^\circ\text{C}$ の恒温器 (日本医化学K.K.) で、光源は10ワットの白色蛍光灯を用いた。羽化後24時間以内に、羽化数・雌雄・翅型を記録した。体サイズの測定は山口系統のみであるが、羽化後約1週間実験室で飼育し、70%アルコールに浸漬し、頭幅・後脚腿節・前翅・産卵管は実体顕微

鏡で、長翅型の後翅はノギス (株式会社ミットヨ) で測定した。

結 果

山口系統のエゾスズは、 $28 \pm 1^\circ\text{C}$ 、明期10時間：暗期14時間 (LD 10:14) 及びLD 11:13・12:12・13:11・14:10・15:9・16:8・18:6の光周期の下において、翅型、幼虫期間、羽化率、体サイズを調べた。仙台系統の翅型・幼虫期間に関して、弘前系統 (Tanaka, 1978a, b, 1979, 1983を改変) とともに考察で検討した。

1 翅型

短日において、雌雄共にほとんど短翅型で、長日で長翅型発現率が高くなった。すなわち、LD 10:14～LD 14:10の光周期において、LD 11:13で雄1匹のみが長翅型であったが、その他は、雌雄ともに全てが短翅型であった (図1)。LD 15:9で長翅型発現率が急激に高くなり、LD 16:8で雌雄共に50%前後、LD 18:6で60%以上であった。雌の長翅型発現率は、雄より高かった。

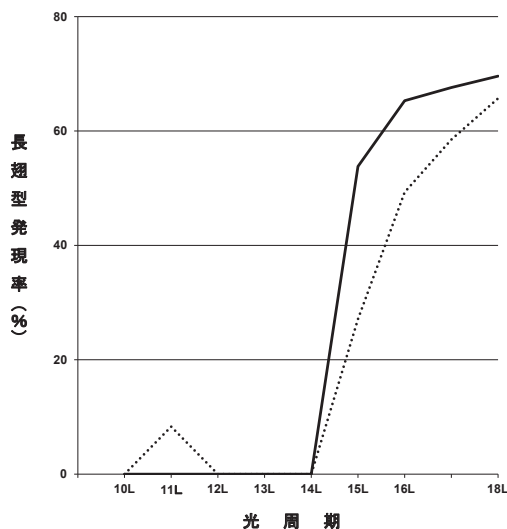


図1 エゾスズの長翅型発現率 ($28 \pm 1^\circ\text{C}$)
実線:雌 点線:雄

2 幼虫期間

短翅型において、LD 10:14～LD 15:9における平均幼虫期間は、雌雄共に100日前後であったが、LD 16:8・LD 18:6では、80日前後であった (図2)。長翅型はLD 15:9より長い光周期で出現したが、平均幼虫期間は60日前後で、光周期による変化はほとんど見られなかった。雌雄ともに、長翅型の平均幼虫期間は、短翅型より短かった。またどの光周期にお

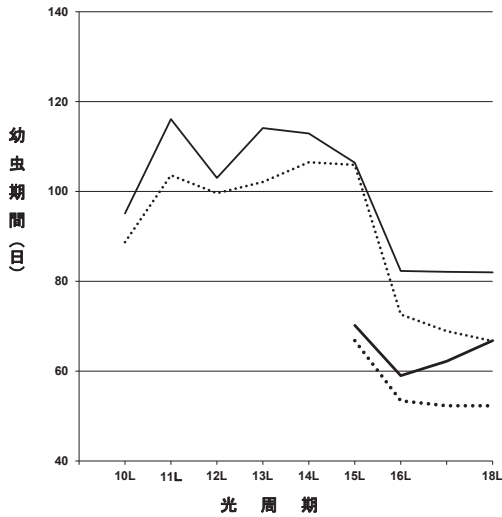


図2 エゾスズの幼虫期間 (28±1°C)
太実線:雌・長翅型 細実線:雌・短翅型
太点線:雄・長翅型 細点線:雄・短翅型

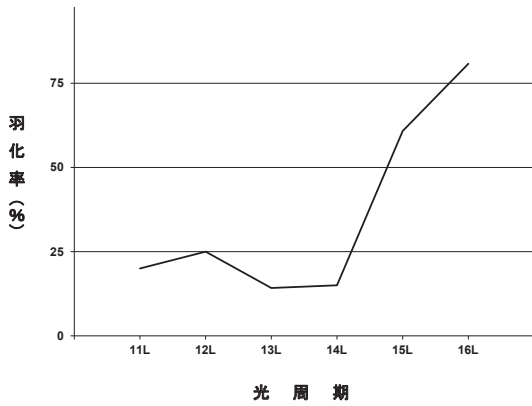


図4 エゾスズの羽化率 (28±1°C)

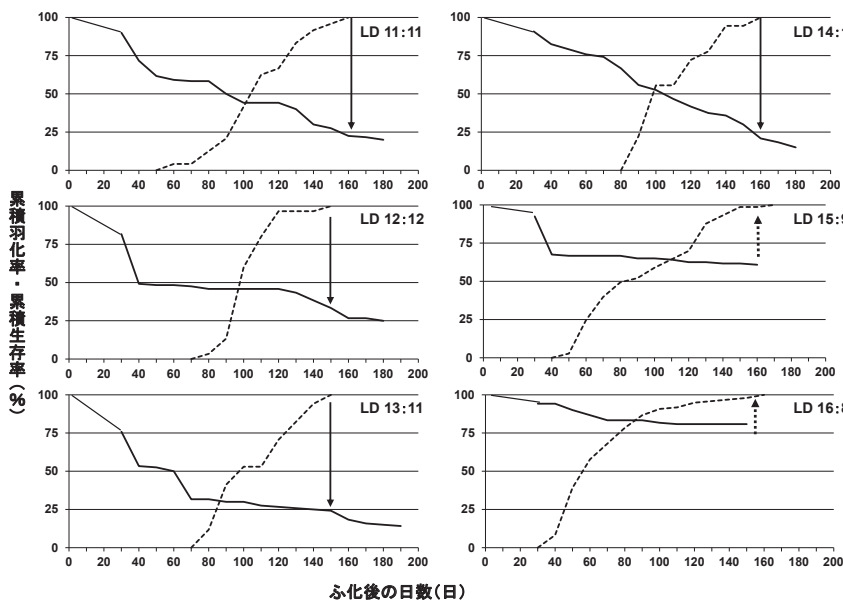


図5 エゾスズの累積生存率 (実線) と累積羽化率 (点線) (28±1°C)

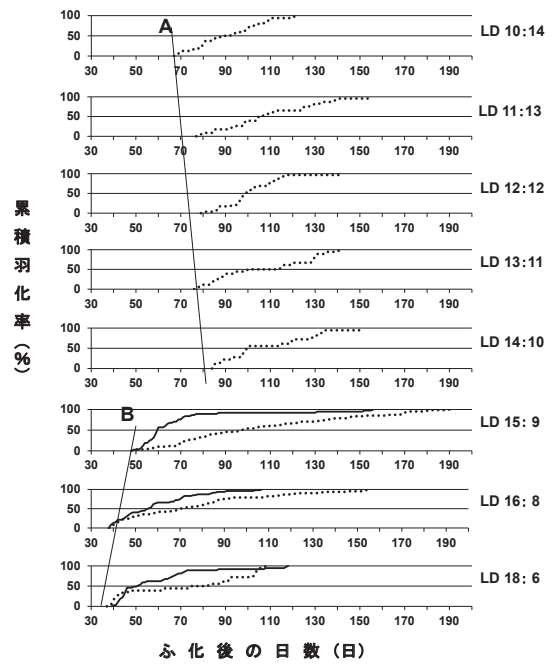


図3 エゾスズの累積羽化率 雌雄合計 (28±1°C)
長翅型(実線)と短翅型(点線)

いても、長翅型・短翅型ともに雌の方が雄より長い傾向が見られた。

羽化の開始は、LD 10:14~LD 14:10の短翅型で、光周期が長くなるほど若干遅くなる傾向があった(図3: 図中傍線A)。LD 15:9・LD 16:8・LD 18:6では、短翅型・長翅型ともに短日より早く羽化が始まり、光周期が長いほど羽化の開始が早まる傾向があった(図3: 図中傍線B)。LD 10:14~LD 14:10における短翅型の平均幼虫期間はほぼ同じ程度で、長日より長い、羽化のばらつきは小さく、かなり集中して羽化した。

一方、長日の平均幼虫期間は短日より短い、ばらつきは短日より大きく、LD 15:9で最も大きくなった。

3 羽化率

LD 10:14~LD 14:10における羽化率は20~25%で、LD 15:9では55%以上、LD 16:8では75%以上となり、短日で非常に低く、長日で高くなった(図4)。

生存率の変化は、光周期によって若干異なり、短日において羽化後の早い時期に死亡する個体が多く、LD 10:14~LD 13:11における生存率は、

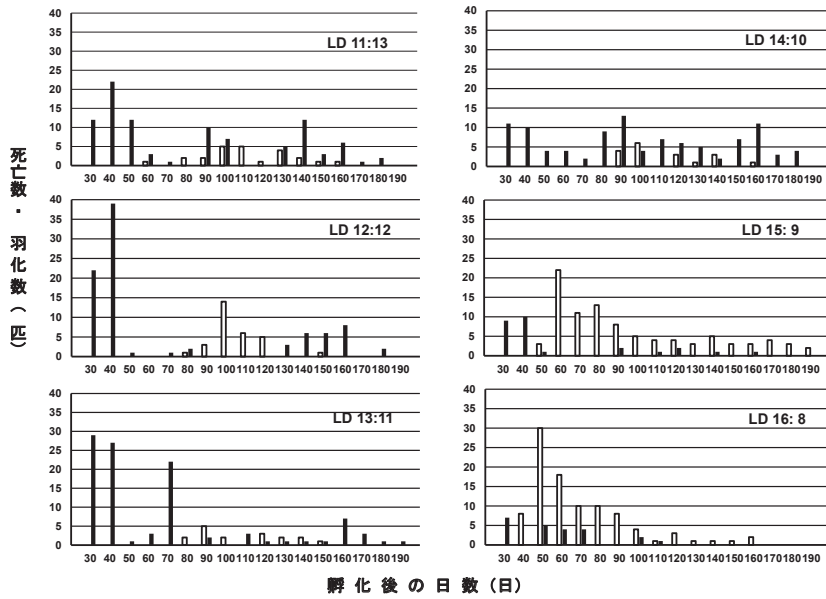


図6 エゾスズの幼虫死亡数(黒棒)と羽化数(中抜き棒)の変化 (28±1℃)

ふ化後40日で約50%であった(図5)。LD 14:10では、全期間にわたって徐々に生存率が低下し、LD 15:9・LD 16:8では、生存率は徐々に低下するがその割合は低くLD 15:9では55%以上、LD 16:8では75%以上が羽化した(図5・6)。

どの光周期においても、少数ながら160日を超えて生存する個体がみられた。しかし、LD 10:14~LD 14:10の短日では、幼虫期間が160日を超える

と、ほとんどが羽化せずに死亡し(図5: 図中実線矢印)、LD 15:9・LD 16:8の長日では、ほとんどが羽化した(図5: 図中点線矢印)。

4 体サイズ

(1) 頭幅: どの光周期でも、雌雄ともに短翅型の方が長翅型より大きく、長翅型・短翅型共に、雌の方が雄より長かった(表1・2・3・4)。短翅型において、LD 15:9・LD 16:8のほうがLD 10:14~LD 12:12より、雌雄ともに長かった。

(2) 後脚腿節: 雌雄ともに短翅型の方が長くなる傾向は見られたが、差は非常に小さかった。

長翅型・短翅型共に、どの光周期でも雌の方が雄より長かった。短翅型において、LD 15:9・LD 16:8の方がLD 10:14~LD 12:12より長かった。

(3) 前翅: どの光周期においても、雌雄ともに長翅型の方が短翅型より長く、長翅型・短翅型共に、雌の方が雄より長かった。雌雄の長翅型及び雄の短翅型において、光周期の影響を受けなかったが、雌の短翅型では、LD 10:14・LD 11:13で短く、LD

表1 エゾスズ・雌・長翅型の体サイズ (28±1℃)

光周期	頭幅		後脚腿節		前翅		後翅(mm)		産卵管	
	個体数	平均±標準偏差	個体数	平均±標準偏差	個体数	平均±標準偏差	個体数	平均±標準偏差	個体数	平均±標準偏差
10:14	0		0		0		0		0	
11:13	0		0		0		0		0	
12:12	0		0		0		0		0	
13:11	0		0		0		0		0	
14:10	0		0		0		0		0	
15:9	14	29.6±0.76	14	64.6±3.25	14	60.1±2.07	14	8.7±0.32	14	40.4±2.65
16:8	41	28.6±1.86	40	64.1±3.13	41	59.5±2.65	34	8.5±0.6	41	39.1±3.53
18:6	14	28.9±1.73	14	64.1±2.95	14	59.3±2.37	14	8.7±0.59	14	40.6±4.36

頭幅・後脚腿節・前翅・産卵管……1目盛り=0.075mm 後翅……mm

表3 エゾスズ・雄・長翅型の体サイズ (28±1℃)

光周期	頭幅		後脚腿節		前翅		後翅(mm)	
	個体数	平均±標準偏差	個体数	平均±標準偏差	個体数	平均±標準偏差	個体数	平均±標準偏差
10:14	0		0		0		0	
11:13	1	28.0	1	60.0	1	61.0	1	7.9
12:12	0		0		0		0	
13:11	0		0		0		0	
14:10	0		0		0		0	
15:9	15	28.5±1.41	15	63.2±3.12	15	63.9±2.15	15	8.8±0.37
16:8	28	27.1±1.75	28	61.1±2.55	28	63.2±2.42	23	8.5±0.36
18:6	18	26.9±1.55	18	59.4±3.57	18	62.3±2.54	18	8.4±0.34

頭幅・後脚腿節・前翅……1目盛り=0.075mm 後翅……mm

表2 エゾスズ・雌・短翅型の体サイズ (28±1℃)

光周期	頭幅		後脚腿節		前翅		後翅(mm)		産卵管	
	個体数	平均±標準偏差	個体数	平均±標準偏差	個体数	平均±標準偏差	個体数	平均±標準偏差	個体数	平均±標準偏差
10:14	2	27.5±2.12	2	61.5±2.12	2	43±1.41	2	14.5±0.71	2	40.5±3.54
11:13	10	28.6±1.71	10	59.5±2.8	10	43±5.72	10	16.5±1.65	8	41±4.54
12:12	10	28.1±1.37	10	61±3.16	10	41.6±3.2	10	19.1±2.85	10	38.5±2.22
13:11	1	28.0	1	59.0	1	40.0	1	19.0	1	38.0
14:10	1	32.0	1	65.5	1	47.0	1	20.0	1	40.0
15:9	13	30.8±2.3	13	65.9±2.29	13	48.9±6.21	10	17.8±2.7	13	40.7±1.65
16:8	17	30.6±2.29	17	64.6±3.69	17	51.7±6.98	12	17.1±2.71	17	41.8±1.63
18:6	13	28.6±2.06	13	65.1±4.82	13	50.5±7.3	9	18.7±1.73	13	39.8±2.88

頭幅・後脚腿節・前翅・産卵管……1目盛り=0.075mm 後翅……mm

表4 エゾスズ・雄・短翅型の体サイズ (28±1℃)

光周期	頭幅		後脚腿節		前翅		後翅(mm)	
	個体数	平均±標準偏差	個体数	平均±標準偏差	個体数	平均±標準偏差	個体数	平均±標準偏差
10:14	5	27.6±0.55	5	59.8±3.11	5	53±1	4	14.5±0.58
11:13	7	26.9±1.57	6	58.7±1.97	7	56.9±3.13	7	17.3±2.21
12:12	5	27.6±1.14	5	60.2±3.77	5	56.4±3.65	5	18.2±4.66
13:11	3	31±2.65	3	62±5.29	3	59±2.65	3	13.7±5.13
14:10	2	31±1.41	2	65.5±7.78	2	60.5±3.54	2	23.5±0.71
15:9	28	29.9±1.18	28	63±3.67	28	58.4±2.84	27	17.4±2.92
16:8	18	29.1±2.01	16	62.3±3.4	18	57.4±3.55	18	18±2.09
18:6	14	27.1±2.13	14	59.6±3.63	14	57.6±4.27	11	16.2±2.75

頭幅・後脚腿節・前翅……1目盛り=0.075mm 後翅……mm

15:9より長い光周期で長くなった。

(4) 後翅：長翅型の後翅は、前翅より長く、短翅型では、前翅より短くなった。長翅型・短翅型共に、光周期の影響は見られず、雌雄における差も明確ではなかった。

(5) 産卵管：産卵管長に対する光周期の影響について、一定の傾向はみられなかった。また翅型による相違も、明確ではなかった。

考察

エゾスズは、北海道から九州まで分布するが、緯度や地域によって生息範囲や生息密度が異なっている。北海道から東北にかけては、田の畦や湿地などにかなり平面的に広く生息し、生息数も多い。日本海側の山形県から石川県にかけての生息場所も比較的広く、生息数も多いようである。しかし太平洋側の東北中南部から関東及びそれ以南になると、生息場所が限定されるようになり、生息数も少なくなるようである。関西ではかなり広範囲に分布するが、生息場所は限られている。中国地方や九州では、いっそう生息場所が狭くなり限られた範囲で、生息数も少ない。1970年代、弘前市文京町地域の弘前大学周辺において、田の畦などに広く分布し、密度も非常に高かったが、2010年代には、周辺の田圃の多くは宅地化され、エゾスズの生息は確認できず、弘前市郊外の田の畦においても、生息密度は非常に低く、生息範囲も狭かった。

山口県小木原湿地は公園として整備され、生息環境は比較的安定している。生息できる面積が狭く、エゾスズの生息数は多くないが、安定している。2004年～2016年において、小木原湿地におけるエゾスズの生息数の変化がみられなかったことから、その間の調査・採集による環境の攪乱は、個体数に影響を及ぼしておらず、適切に実施されたと考えられた。

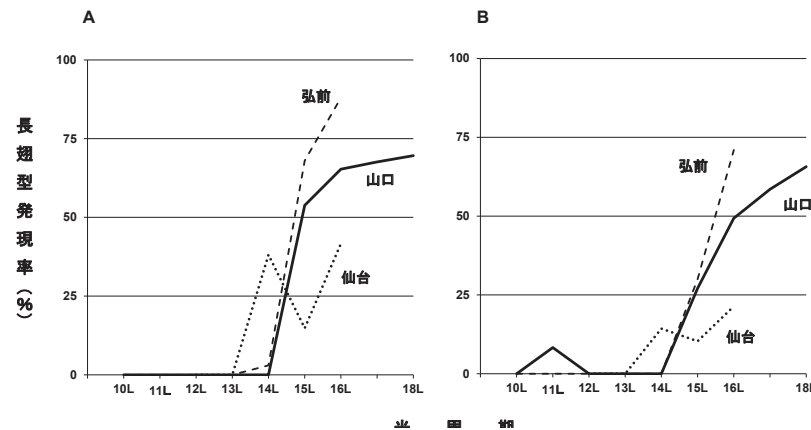


図7 山口(実線)・仙台(点線)・弘前(破線)のエゾスズの長翅型発現率 (28±1°C) (弘前はTanaka, 1978bを改変) A:雌 B:雄

翅型：昆虫の起源は、約4億8000万年前に遡るとされ、翅の獲得は、4億年以上前と考えられている (Misof et. al., 2014)。翅の獲得は、節足動物のなかで昆虫のみに見られるものである。翅はもともと飛翔のためのものと考えられ、生息域の拡大や天敵からの逃避には特に有効な手段で、昆虫の繁栄にとって最も重要な変異の一つと考えられている。昆虫の翅は、基本的に4枚であるが、シミThysanuraやイシノミArcheognathaの仲間は、種が誕生して以来一度も翅を持たなかった。その他の昆虫は翅を有するが、ガロアムシ目Grylloblattodeaやノミ目Siphonaptera、2002年に発見された踵行目(カカトアルキ目) Mantophasmatodea (Klass et. el., 2002)に含まれる全ての種において、翅は退化しており、二次的に翅を失った。オサムシCarabinaeの仲間では、カタビロオサムシCalosoma以外は、後翅が退化しており、マイマイカブリDamaster blaptoidesは、左右の鞘翅(前翅)がくっついている。ホタル科LampyridaeのマドボタルPyrocoeliaの仲間は、雌成虫の翅が退化し、外見上幼虫のような形態である。ハエ目Diteraでは、前翅2枚と後翅が退化した平均棍で、クモバエ科Nycteribiidaeでは前翅が退化している。

コオロギの仲間の翅も、もともとは飛翔のためであった。しかし飛翔のほか、雌の誘引や交尾行動の一環及び相手を威嚇するための“鳴き”という重要な機能を有している。コオロギの仲間には、アリヅカコオロギMyrmecophilusの仲間やハネナシコオロギGoniogryllus sexspinosusなどのように翅が退化した種もいるが、多くは翅を有している。そして、飛翔できる長翅型と飛翔できない短い翅型が、光周期・密度・温度などの環境の影響を受けることは、カマドコオロギGrylloides sigillatus (Ghouri & McFarlane, 1958; Mathad & McFarlan, 1968; 中村, 1968; 新井, 1978a, b)、ツツレサセコオロギVelarifictorius michado (佐伯, 1966a, b)、エゾスズ (Tanaka, 1978b)、

Dianemobius nigrofasciatus マダラスズ (Tanaka, et.al., 1976; Masaki, et.al., 2016)などで知られている。

青森県弘前市、宮城県仙台市、奈良県生駒市、兵庫県宝塚市、山口県萩市のエゾスズ成虫の野外個体群において、雌雄共に長翅型は見いだせず、短翅型のみであった。しかし実験室内では、いろいろな光周期の下で幼虫を飼育すると、短日ではほとんど短翅型となり、長翅型は長日で出現した。光周期に対する反応は、雌雄共にどの系統でもほぼ同じ傾向を示した。しか

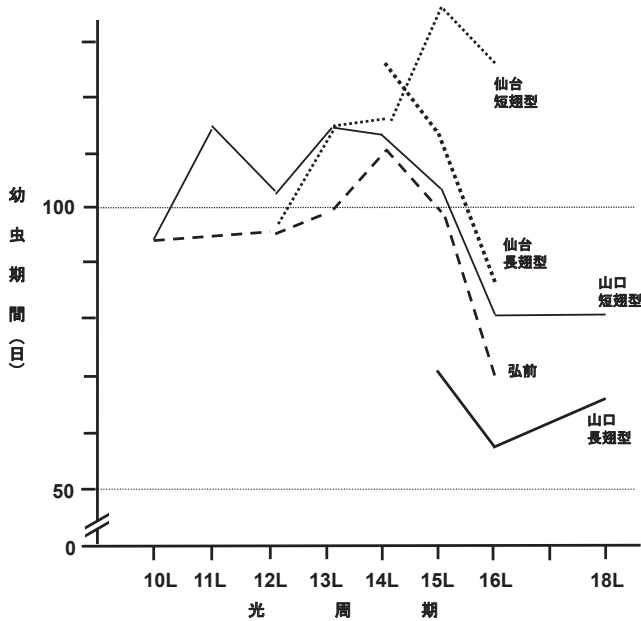


図8 山口・仙台・弘前のエゾスズの雌の幼虫期間 (28±1℃) (弘前はTanaka, 1978aを改変)

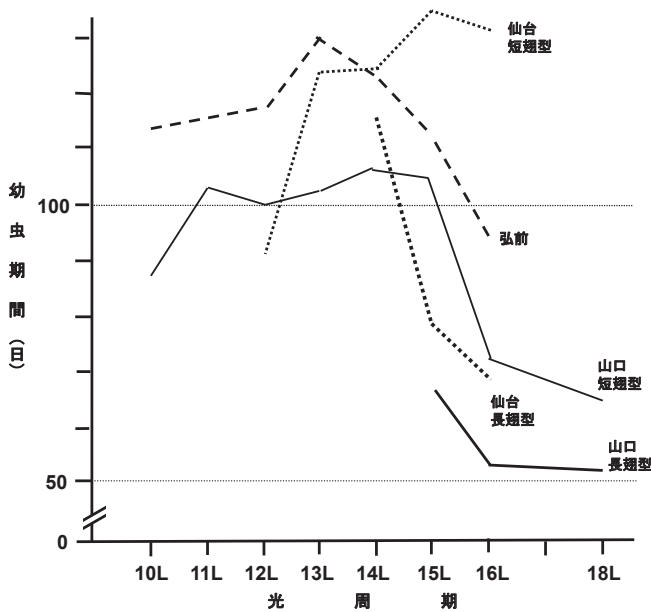


図9 山口・仙台・弘前のエゾスズの雄の幼虫期間 (28±1℃) (弘前は、Tanaka, 1978aを改変)

し、長翅型発現率の程度及び光周期期に対する反応は、生息場所の緯度によって異なった。弘前(北緯40.6°)と山口(北緯34.2°)の系統の光長翅型発現率は、ほぼ同じ傾向を示したが、仙台(北緯38.3°)の系統は、弘前・山口系統の二分の一程度の発現率であった(図7)。また弘前・山口系統は、LD 15:9より長い光周期で長翅型が出現するが、仙台系統は、LD 14:10から長翅型が出現しており、立ち上がりの光周期は、弘前・山口より1時間早くなっている。採集地点が少なく、地理的変異を論ずることはできないが、北緯40.6°～北緯34.2°の範囲にお

いて、翅型発現における光周期に対する反応が、北緯38.3°近辺を境として変化する可能性が考えられる。

幼虫期間：多くの昆虫の発育には、光周期が影響しており、基本的に長日で休眠率の低下や発育が早まる長日型と短日で休眠率の低下や発育が早まる短日型の二型で、その他にそれらの中間型や限られた超長日の範囲でのみ発育する定日型が知られている(日高・正木, 1966)。

幼虫で休眠するエゾスズの発育は、長日で短く、短日で遅延する短日型である。山口系統において、短翅型の平均幼虫期間は、雌雄ともにLD 14:10より短い光周期で長く、LD 15:9より長い光周期では短くなり、長日ほど短くなる傾向があった。長翅型はLD 15:9より長い光周期で出現したが、LD 15:9～LD 18:6における平均幼虫期間は同程度で、雌雄ともに短翅型より短かった。弘前系統の平均幼虫期間は、長翅と短翅の合計があるが、山口系統と同様の傾向を示し、LD 16:8で最も短く、LD 10:14～LD 14:10で長くなった(図8・9)。仙台系統の平均幼虫期間は、LD 14:10～LD 16:8に出現する長翅型では、雌雄ともに光周期が長いほど平均幼虫期間が短くなり、山口・弘前系統と同様の傾向を示した。仙台系統の短翅型において、雌雄ともに光周期が長いほど平均幼虫期間は長く、弘前・山口系統と異なった。LD 12:12～LD 14:10の短日における山口系統の羽化は、比較的短期間に集中し、光周期による変動はほとんどなかった。しかし、仙台系統の羽化では、短期間に集中したが、光周期が長くなるほど遅延した(図10・11)。LD 15:9・LD 16:8の光周期における長翅型において、山口・仙台・弘前系統ではかなり集中して羽化したが、短翅型では、だらだらと長期にわたって羽化した。山口系統の短翅型の平均幼虫期間は、短日で長く、長日で短い。しかし、長日における平均幼虫期間が短いにもかかわらず、羽化のばらつきは非常に大きくなった。仙台系統は、長日ほど平均幼虫期間が長く、ばらつきも大きい。長翅型羽化の始まりは、山口系統が最も早く、弘前・仙台の順であったが、羽化の終了は、弘前・仙台・山口の順であった。これらの幼虫平均期間及び羽化のばらつきの結果から、北緯40.6°～北緯34.2°の範囲において、光周期に対する幼虫の発育の反応が、北緯38.3°近辺を境として変化する可能性を示唆している。

羽化率：山口・仙台系統におけるLD 14:10までの短日では20～30%と非常に低く、LD 15:9・LD 16:8において、山口系統では60%以上、仙台系統で45～50%であった。弘前系統では、LD 10:14では25%

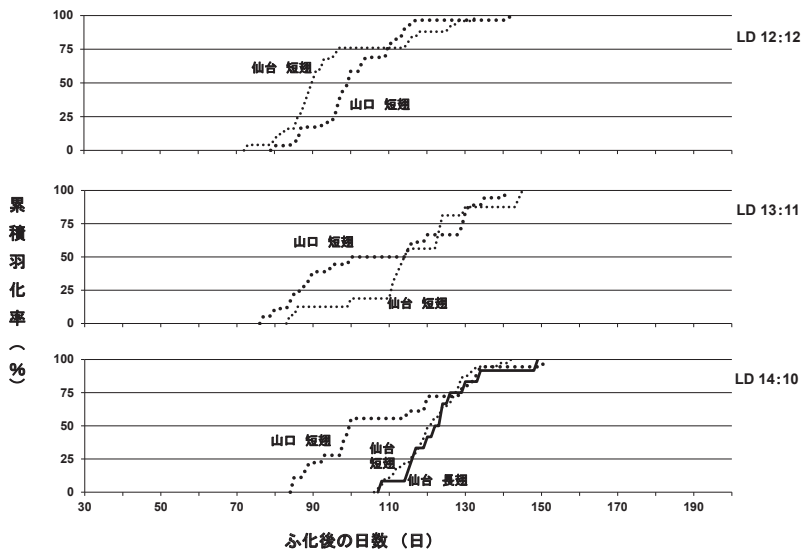


図10 山口・仙台のエゾスズの累積羽化率 (28±1℃) (雌雄合計)

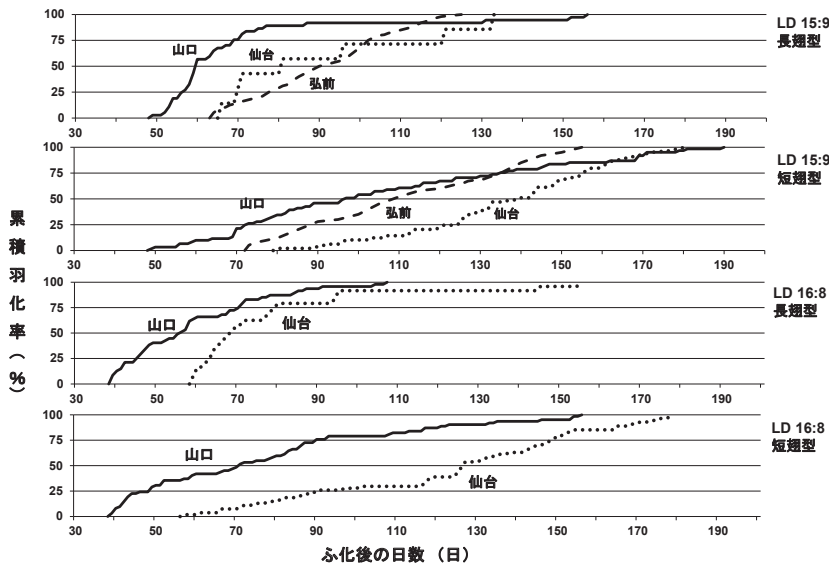


図11 山口・仙台・弘前のエゾスズの長翅型・短翅型の累積羽化率 (28±1℃、LD 15:9、16:8) (雌雄合計) (弘前はTanaka,1978bを改変)

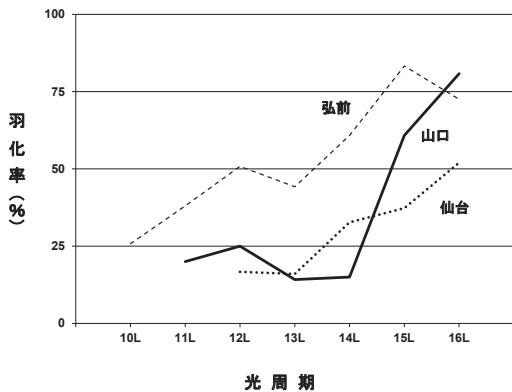


図12 山口・仙台・弘前のエゾスズの羽化率 (28±1℃) (弘前はTanaka, 1978aを改変)

と山口・仙台系統とほぼ同様であったが、その後日長が長くなるほど徐々に羽化率が高くなる傾向がみられ、LD 15:9・LD 16:8では75%で、山口・仙台系統と異なった(図12)。28℃は、エゾスズにとって高温であり、特に短日における生存には不敵な温度で、結果として死亡率が高まるのではないかと考えられる。長日・短日共に、ふ化後160日を超えて生存する個体があったが、長日においてそれらは羽化したが、短日では羽化できずに死亡した。このことも、短日における高温は、羽化を抑制する可能性を示唆している。

体サイズ：山口系統の頭幅の方は、弘前系統より大きく、雌の方が雄より大きかった(図13AB)。山口・弘前両系統の短翅型の頭幅は、雌雄ともに短日より長日で長かった。LD 14・LD 12:12・LD 13:11において、ほぼ同程度の頭幅であった。山口系統のLD 13:11とLD 14:10の羽化個体数が少なく明確ではないが、弘前系統では、LD 13:11とLD 14:10で頭幅が変化しており、臨海日長は、13.5時間と考えられる。

短翅型の産卵管長において、山口系統は、山口系統より長かった(図13C)。山口系統において、光周期に対する影響は明確ではなかったが、弘前系統

では、短日より長日で長く、LD 13:11とLD 14:10で変化しており、臨海日長は、頭幅と同様13.5時間と考えられる。

いろいろな光周期の下における体サイズと幼虫期間の関係について、各光周期と脱皮回数・各齢期間の日数と頭幅・産卵管長などの詳細な比較が求められる。

生活史：日本列島におけるエゾスズは、幼虫休眠で越冬し、年1化の生活史である。山口では、5月下旬から7月にかけて羽化し、産下された卵は休眠せず、6月中旬頃からふ化する。弘前では、6月から8月に羽化し、7月上旬頃からふ化し始めると考えられる(Tanaka, 1983)。山口・弘前系統ともに夏至後に多くの幼虫がふ化するが、昼の長さは15時間前後

であり、気温も高いことから速やかに発育する (図 14ABC)。9月~10月には、日長が徐々に短くなり、気温も低下する。短日における幼虫の発育は、弘前の方が山口より若干早いと考えられ、気温の低下も弘前の方が早いことから、休眠ステージである終

齢の2~3齢前までの到達は、弘前では9月下旬~10月上旬頃、山口では10月下旬頃であろう。山口における冬季の積雪は非常に少なく、また雪が降ってもすぐに溶ける (図14D)。しかし寒気が厳しい時期は、土の表面が凍り、エゾスズの越冬幼虫は、土の割れ目深くに潜り、太陽が出て気温が上がる日中のみ割れ目から外に出てくる程度である。弘前では、12月から翌年の3・4月までかなりの積雪量で、一面が雪に覆われる。エゾスズの幼虫は、積もった雪と土との空間でかなり活発に活動しているが、冬季中は発育しない (田中、私信)。越冬幼虫の発育の再開は、山口系統で4月上旬頃に始まり、気温の上昇が遅い弘前系統では5月上旬頃に始まる。仙台での野外における発生消長は不明であるが、6月下旬の採取時において、既に成熟した成虫であることから、6月上旬には羽化を始めており、6月中下旬頃にはふ化し始める幼虫がいると考えられる。仙台系統の長日における幼虫発育は、山口・弘前系統より遅いことから、越冬ステージの終齢の3齢前の幼虫の占める比率は、2齢前より高いのではないかと推察される。山口・仙台・弘前系統におけるいろいろな光周期の下での幼虫発育や羽化のばらつきから、仙台近辺においてそれらに対する光周期の影響が変化する可能性が示唆された。連続的な地理的変異についてのそれらの詳細な実験によって、今後明らかにされると考える。

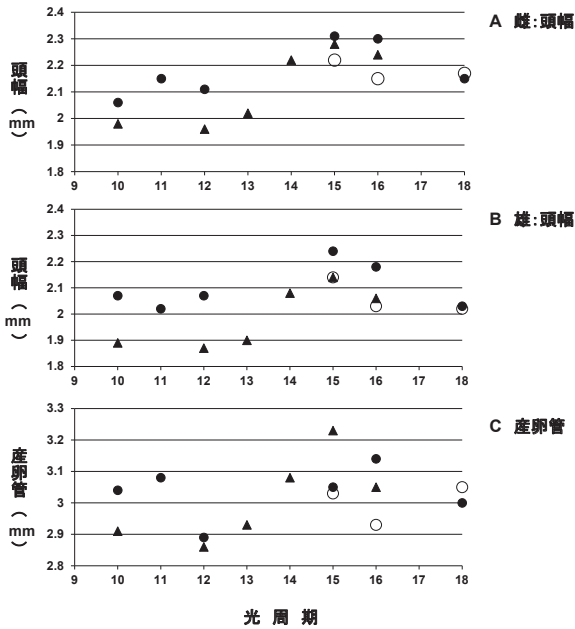


図13 山口・弘前のエゾスズの頭幅・産卵管長 (28±1°C)
 A: 雌頭幅 B: 雄頭幅 C: 産卵管
 ●: 山口短翅型 ○: 山口長翅型 ▲: 弘前
 但し 弘前LD 10:14~14:10 短翅型
 LD 15.9・16.8 長短翅型合計
 (弘前は、Tanaka,1979を改変)

摘要

エゾスズ *Pteronemobius yezoensis* (Shiraki, 1913) は、山口県萩市小木原湿地 (北緯34.2度、東経131.5度、標高約400m) において成虫を採集し、実験室で採卵した。24時間以内にふ化した幼虫を、28°C ± 1°C、LD 10:10 ~ LD 18:6のもとで飼育し、翅型と幼虫期間、羽化率、体サイズを調べた。

長翅型は、LD 10:14 ~ LD 14:10において、ほとんど出現しなかったが、LD 15:9より長い光周期で急激に高くなり、LD 16:8・LD 18:6では50%以上であった。どの光周期でも、長翅型発現率は、雌の方が雄より高かった。

短翅型の平均幼虫期間は、LD 10:14 ~ LD 15:9では

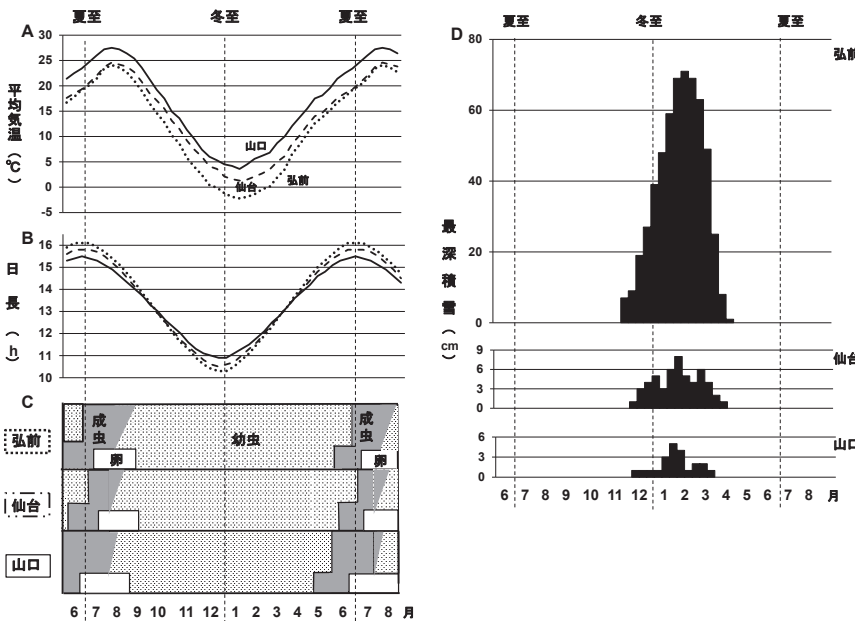


図14 山口 (実線)・仙台 (破線)・弘前 (点線) における平均気温 (A)・日長 (B)・エゾスズの生活史の模式図 (C)・最深積雪量 (D) (日長: 日の出~日の入り+1時間)
 弘前: 北緯40.6°, 東経140.5°, 標高約102m
 仙台: 北緯38.3°, 東経140.9°, 標高約46m
 山口: 北緯34.2°, 東経131.5°, 標高約400m

雌雄ともに100日以上であったが、LD 16:8・LD 18:6では80日前後と短くなった。LD 15:9~LD 18:6で出現した長翅型の平均幼虫期間は、60日前後で、雌雄ともに、長翅型の方が短翅型より短かった。またどの光周期においても、長翅型・短翅型ともに、雌の方が雄より長い傾向が見られた。

羽化率は、LD 10:14~LD 14:10では、25%以下と非常に低く、LD 15:9では55%以上、LD 16:8では75%以上であった。LD 10:14~LD 13:11において、ふ化後の早い時期に生存率が低下し、LD 14:10では全期間にわたって徐々に増加した。LD15:9~LD 18:6では、死亡率の低下は、緩やかであった。どの光周期でも160日を超えて生存する個体が少数ながらみられたが、LD 10:14~LD 14:10では、ほとんどが羽化できずに死亡し、LD 15:9・LD 16:8では、ほとんどが羽化した。

頭幅・後脚腿節長は、雌雄ともに短翅型の方が長翅型より長く、長短両方の翅型において、雌の方が雄より長かった。前翅長は、雌雄ともに長翅型の方が短翅型より長かった。短翅型の雌雄の頭幅・後脚腿節長は、LD 10:14~LD 12:12よりLD 15:9~LD 18:6で長かった。後翅長・産卵管長に対する光周期の影響には、明確な傾向が見られなかった。

謝 辞

仙台市内のエゾスズ採集に協力していただいた田中一裕博士（当時宮城女学院大学助手・現教授）に感謝する。

引用文献

- 新井哲夫 1978a カマドコオロギの翅型と発育に対する環境条件の影響 日本製対学会誌 28 135-142.
- 新井哲夫 1978b カマドコオロギの翅型と発育に対する集団サイズの影響 日本製対学会誌 28 263-267.
- 新井哲夫・生井（細田）まどか 2020 小木原湿地（山口県萩市）におけるエゾスズ *Pteronemobius yezoensis* Shiraki (Orthoptera: Trigonidiidae) の生活史 (1) 生態・卵期間・卵サイズ 山口県立大学学術情報 第13号 [高等教育センター紀要第4号] 13-19.
- Ghouri, A.S.K. and McFarlane, J.E. 1958 Occurrence of a macropterous form of *Gryllobius sigillatus* (WALKER) (Orthoptera: Gryllidae) in laboratory culture. Can. J. Zool., 36 837-839.
- 日高敏隆・正木進三訳1966 「昆虫の光周性」 299pp 東京大学出版会 “ФОТОПЕРИОДИЗМ

И СЕЗОННОЕ РАЗВИТИЕ НАСЕКОМЫХ by А.С.ДАНИЛЕВСКИЙ 1961”

- 市川顕彦・伊藤ふくお・加納康嗣・河合正人・富永修・村井貴史 2006 バッタ・コオロギ・キリギリス大図鑑 日本直視類学会編 687pp 北海道大学出版会
- Klass, K., Zompro, O., Kristensen, N.P. and Adis, J. 2002 Mantophasmatodea: A new insect order with extant members in the Afrotropics. Science, 296 1456-1459.
- 国土交通省・九州地方整備局・菊池川河川事務所 2011 菊池川水系河川整備計画一國管理区間一菊池川のやすらぎと流域と未来 88p
- 小林正明 1985 日本の秋の虫 162pp 築地書館
- Masaki, S. and Oyama, N. 1963 Photoperiodic control of growth and wing-form in *Nemobius yezoensis* Shiraki (Orthoptera, Gryllidae). KONTYŪ, 31 16-26.
- Masaki, S., Soma, M., Ubukata, H., Katakura, H., Ichihashi, R., He, Z., Ichijō, N., Kobayashi, n. and Takeda, M. 2016 Ground crickets singing in volcanic warm “islets” in snowy winter: Their seasonal life cycles, photoperiodic and origin. Entomological Science, 19 416-431.
- Mathad, S. and McFarlane, J.E. 1968 Two effects of photoperiodic on wing development in *Gryllobius sigillatus* (Walk.). Can. J. Zool., 46 57-60
- Misof, B. et. al. (101名) Phylogenomics resolves timing and pattern of insect evolution. Science, 346 763-767.
- 三枝豊平・河村忠・矢田脩・上田恭一郎・新海義治・田畑郁夫・安永智秀・紙谷聡志・野村周平・澤田佳久・八尋克郎・神毛恵・上田将人・佐々木公隆・藤吉恵美・澤田浩司・山根正気・白水智恵 1992 山田緑地の昆虫類とその棲息環境 山田緑地の自然 77-159.
- 中村和雄 1968 カマドコオロギにおける翅の多型 日本生態学会誌 18 186-192.
- 佐伯久明 1966a ツツレサセコオロギの長翅型発現率に及ぼす飼育密度の影響について 日本生態学会誌 16 1-4.
- 佐伯久明 1966b ツツレサセコオロギの長翅型発現率に及ぼす日長の影響について 日本生態学会誌 16 49-52.
- Tanaka, S. 1978a Effects of changing photoperiod on nymphal development in *Pteronemobius nitidus* Bolivar (Orthoptera, Gryllidae). KONTYŪ, 46 135-151.
- Tanaka, S. 1978b Photoperiodic determination of wing form in *Pteronemobius nitidus* Bolivar

- (Orthoptera, Gryllidae). KONTYÛ, 46 207-217.
- Tanaka, S. 1979 Multiple photoperiodic control of the seasonal life cycle in *Pteronemobius nitidus* Bolivar (Orthoptera, Gryllidae). KONTYÛ, 47 465-475.
- Tanaka, S. 1983 Seasonal control of nymphal diapause in the spring growth cricket, *Pteronemobius nitidus* Bolivar (Orthoptera, Gryllidae). In “Diapause and life cycle strategies in insects” eds. Valerie K. Brown and Ivo Hodek. 35-53.
- Tanaka, S., Matsuka, M. and Sakai, T. 1976 Effect of change in photoperiod on wing form in *Pteronemobius taprobanensis* Walker (Orthoptera: Gryllidae). Appl. Ent. Zool. 11 27-32.