

ナツノツヅレサセコオロギ *Velarifictorus grylloides* (Orthoptera: Gryllidae) の生息域の変動要因

新井 哲夫

562-0005 大阪府箕面市新稲5-20-31

Factors influencing the occurrence of *Velarifictorus grylloides* (Orthoptera: Gryllidae)

Arai Tetsuo

Niina 5-20-31, Mino City, Osaka, Japan

Abstract

The habitat of *Velarifictorus grylloides* is considerably limited in Yamaguchi Prefecture, Japan. Although the area inhabited by *V. grylloides* in Yamaguchi City (34.2° N, 131.5° E) has been very narrow and this species has shown annual changes on a small-scale. Since the area inhabited gradually expanded from 2004 to 2008, and the number of individuals also showed a gradual annual increase, it was suggested that the expansion of the inhabited area was due to an increase in the number of individuals. Furthermore, since the minimum winter temperature gradually increased during the same period of time, it has been considered that the number of individuals surviving after hibernation depends on the minimum winter temperature. During 2007 and 2008, the inhabited area spread to a new location hundreds of meters away from previously occupied habitat. This species has two types of wing form; the short-wing form and the long-wing form. The flight capability of the long-wing form appears to be related to environmental conditions, and thus the range expansion of this species is considered to depend on the dispersal capacity of the long-wing form. However, after 2008, the year in which the area inhabited by *V. grylloides* reached a maximum, the inhabited area gradually decreased until 2012. The number of individuals also showed a gradual annual decrease from 2008 to 2012. Thus, it is apparent that the expansion and contraction of the inhabited area dependent on changes in the number of individuals. Since the minimum winter temperature has gradually decreased from 2008 to 2012, it is assumed that this has influenced the number of individuals surviving after hibernation. The individuals that moved to the distant place were unable to establish a new habitat there. In order to be fixed to a new habitat, it is considered that both of duration of a good environment and continuous migration of a few years are important.

The changes in the inhabited area and in the number of individuals are related closely. The change in the number of individuals is influenced by the survival probability of hibernating nymphs. The survival probability is influenced by the minimum winter temperature. Thus, it would appear that the change in the habitat of *V. grylloides* is influenced with the minimum temperature of winter.

Keywords : inhabited area, minimum winter temperature, cricket, *Velarifictorus grylloides*, Yamaguchi
キーワード : 生息域、冬の最低気温、コオロギ、ナツノツヅレサセコオロギ、山口市

緒論

日本列島に生息するツツレサセコオロギの仲間は、ナツノツツレサセコオロギ *Velarifictorus grylloides*、ツツレサセコオロギ *V. micado*、ムニンツツレサセコオロギ *V. politus*、クチナガコオロギ *V. aspersus*、コガタコオロギ *V. ornatus* である。日本列島での分布をみると、クチナガコオロギは、静岡県以西から四国・九州に分布しており、コガタコオロギは、関東地方茨城県以南から四国・九州を経て琉球列島・先島諸島まで分布している。近縁種のツツレサセコオロギとナツノツツレサセコオロギにおいて、前者は、分布の北限である北海道では地熱地帯にも分布し、本州では青森県から四国・九州まで分布しており、南限は鹿児島県屋久島である(図1)。後者は、千葉県房総半島、静岡県伊豆半島、静岡県から愛知県、三重県、和歌山県に至る太平洋岸、大阪府南部、広島県、山口県及び四国・九州から奄美諸島・琉球列島・先島諸島の広い範囲に分布している。新潟県に生息するという報告があり(長島, 1993, 2005)、長野県では、県南の静岡県県境の天竜川沿いに生息することが報告されている(小林, 1981)。リュウキュウツツレサセコオロギ *V. ryukyensis* (大城, 1989; Oshiro, 1990) は、

沖縄県沖縄島に生息することが報告されているが、ナツノツツレサセコオロギと同種であるか(新井, 未発表)、そのシノニム又はオキナワツツレサセコオロギ *Velarifictorus sp.* (沖縄島に生息すると言われているが不明)の可能性もある(市川ら, 2006)。ムニンツツレサセコオロギは、小笠原諸島の父島・兄島・弟島に生息しており、母島には鳴き声や形態が異なるツツレサセコオロギの仲間が生息している(石川, 私信)。

ツツレサセコオロギの仲間の生活史をみると、ツツレサセコオロギとクチナガコオロギは卵で休眠し、ナツノツツレサセコオロギとコガタコオロギは幼虫で休眠する。休眠の形態は異なるが、4種とも年1化である。ムニンツツレサセコオロギは、小笠原諸島父島・兄島・弟島に生息している。40年ほど前の観察になるが、小笠原諸島父島において、9~10月に2~3齢の幼虫を採集し、父島の自然に近い条件で翌年の3月に羽化したことから、幼虫休眠で年2化の可能性が高い。しかし、亜熱帯の小笠原諸島における生活史は、温帯での生活史を基にした推測と一致しない可能性もあり、母島の系統を含めて詳細な研究が待たれる。

ツツレサセコオロギとナツノツツレサセコオロギの種分化の問題の解明を目的とした研究の一環とし

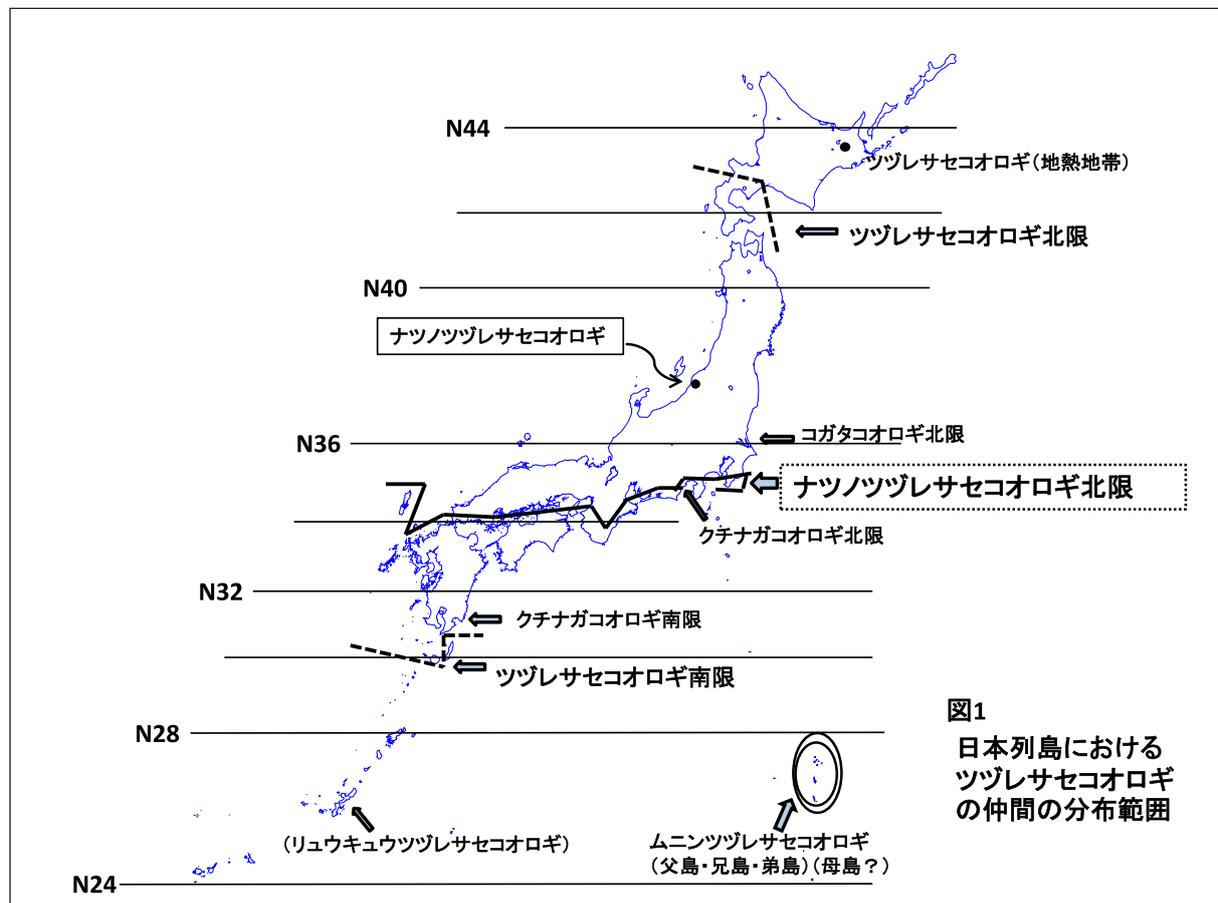


図1
日本列島における
ツツレサセコオロギ
の仲間の分布範囲

て、ナツノツツレサセコオロギの生息域の拡大・縮小や個体数の増減の要因を解析するため、山口市平野・桜島（北緯 34.2°、東経 131.5°）の生息場所において、生息域や個体数の変動について調査・観察した。ナツノツツレサセコオロギは、山口市において年1化の生活史で、幼虫で越冬する。雄成虫は、6月上旬頃から鳴き始める（図2）。

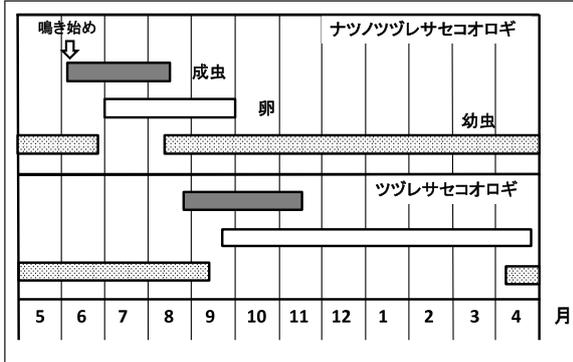


図2 山口でのナツノツツレサセコオロギ *Velarifictorus gryllodies* とツツレサセコオロギ *V. micado* の生活史

卵は不休眠で、8月上旬頃にはふ化し始め、幼虫はそのまま冬を越し、翌年の6月～7月に羽化する。山口県での分布は局所的であり、山口市平野・桜島における生息場所は、非常に狭い範囲に限られている（図3・4・5）。

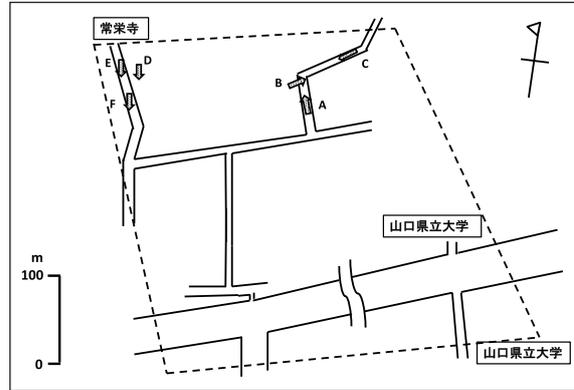


図3 ナツノツツレサセコオロギ *Velarifictorus gryllodies* の生息調査地（破線内）A～F及び矢印は、図4・5の写真と撮影の方向。

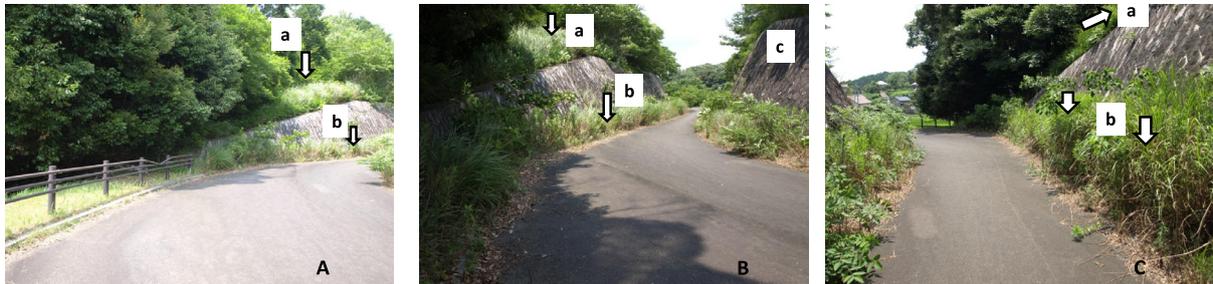


図4 ナツノツツレサセコオロギ *Velarifictorus gryllodies* の生息地の写真（2012年6月）。A・B・Cは、図3に示した方向からの写真。矢印は生息場所。



図5 ナツノツツレサセコオロギ *Velarifictorus gryllodies* の生息地の写真（2012年6月）。D・E・Fは、図3に示した方向からの写真。矢印は生息場所。Dにおける生息時の下草は、約40cmの草丈で、かなり密生した状態で、E・Fはほぼ同じ状況。

2004年6月から2012年6月までの9年間、雄の鳴き声を指標として生息状況を調査・観察したところ、生息範囲は、小規模とはいいながら年毎に拡大や縮小がみられ、個体数も年毎に増減した。幼虫で休眠するナツノツヅレサセコオロギの生息範囲の拡大・縮小には、どのような要因が関与しているのか、生息密度・生活史や気温・降水量・積雪などの環境要因との関係について考察した。

材料及び方法

調査対象：ナツノツヅレサセコオロギ

Velarifictorus grylloides
(Gryllidae: Orthoptera)。

調査場所：山口県山口市平野・桜島（北緯34.2°、東経131.5°）の一辺約500mの四角形の範囲（図3・4・5・6）。

調査期間：2004年～2012年の9年間。

調査時期：成虫が鳴き始める6月上旬から7月中旬の約1か月半。但し、2011年・2012年は6月中旬の3日間。

調査周期：3日～1週間間隔。但し、2011年・2012年は6月中旬の3日間。

確認方法：主に鳴き声。一部成虫捕獲（捕獲後放飼）。

記録方法：鳴いている場所及び捕獲場所を地図にプロット。個体数は、鳴き声の数の年毎の相対的な比較。

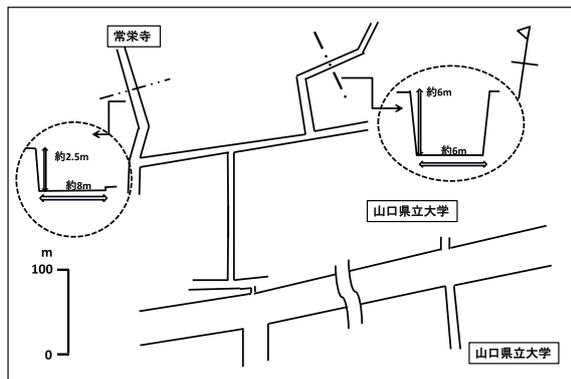


図6 ナツノツヅレサセコオロギ *Velarifictorus grylloides* の主な調査地の断面図（破線内）

結果

1. 2004年～2008年の生息域と個体数の変動

2004年・2005年の生息域は、切通しのセメント壁の上部の草地に限定されており（図3-a）、2005年に生息範囲がやや拡大したが、ほぼ同程度の範囲であった（図7）。このことから、2004年～2005年の生息域は、拡大したとしても、移動の範囲は非常に小さいと考えられる。

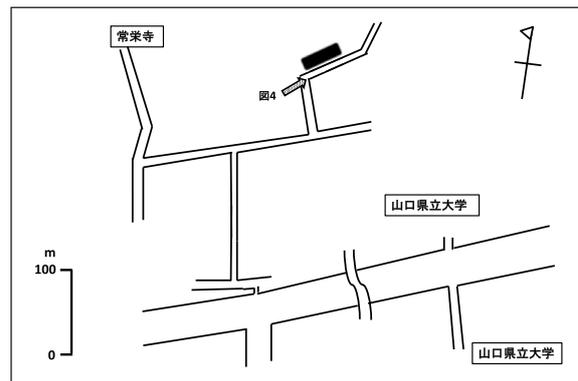


図7 ナツノツヅレサセコオロギ *Velarifictorus grylloides* の2004年・2005年6月の生息範囲

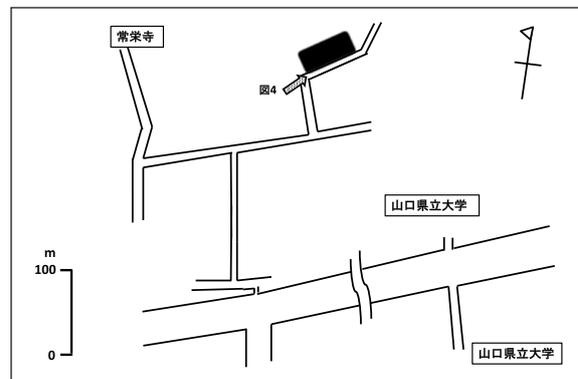


図8 ナツノツヅレサセコオロギ *Velarifictorus grylloides* の2006年6月の生息範囲

2006年は、切り通し上の草地の生息範囲が若干広がり（図3-a）、高さ2～6mのセメント壁の下の草地まで広がっており（図8、図3-b）、範囲は小さいものの、若干拡大した（図9）。6～7m先には、セメント壁の下に同じような草地があるが、そこまで生息域は広がっていない。草地と草地の間には、6～7m幅のアスファルト道路があり、全くといっていいほど車は通行しないが、この程度で

あっても生息域の拡大には障壁となる可能性が示唆される(図6)。また個体数は、2004年・2005年の1.5倍程度に増加した。

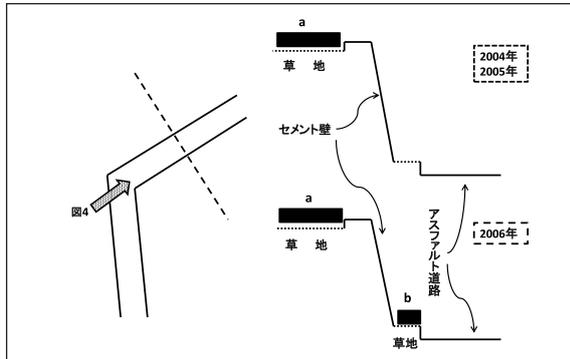


図9 ナツノツヅレサセコオロギ *Velarifictorus gryllodies* の2004年・2005年と2006年の生息範囲の比較

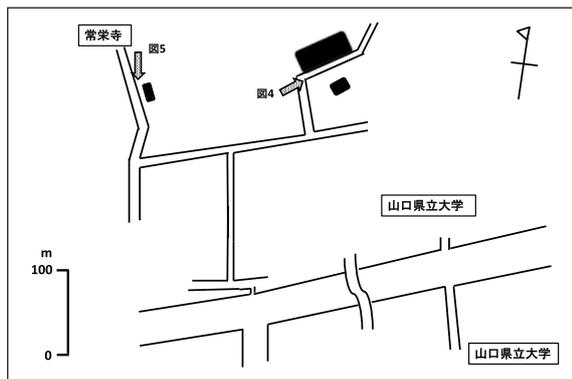


図10 ナツノツヅレサセコオロギ *Velarifictorus gryllodies* の2007年6月の生息範囲

2007年になると、生息域が一気に拡大した(図10)。一か所は、2006年の生息域の向かいのセメント壁の上方の草地に広がった(図3-c)。もう一か所は、直線で約200m離れた住宅と道路との間の樹木の陰の草地であった(図4-D)。図3と図4の生息地の間には、道路面より2~4m低い窪地状の田畑や草地があり、3~4軒の住宅も建っているが、窪地の草地や住宅周辺では鳴いておらず、生息していないようであった。図3-aにおける生息地の個体数は、2006年より増加し、2004年・2005年の2倍程度であった。図3-aの道路を隔てた図3-cの生息場所では、少数の鳴き声が確認された。図3から離れた新たな生息場所である図4-Dの写真は2012年に撮影したもので、下草がほとんど刈り取られている。しかし、2007年・2008年には40~50cmの下草がかなり密に生えており、2007年には2匹の雄の鳴き声が確認された。2008年には、

雌成虫2個体を採集したことから、かなりの個体数が生息していたと考えられる。

2008年は、よりいっそう生息域が拡大し、調査期間中で最も広くなり、三か所の生息場所が確認された(図11)。図3の生息場所では、生息範囲が平面的に広がり(図3-abc)、図3-cでの個体数は、2007年の2倍程度に増加した。図4の生息場所では、道路を隔てた土の斜面まで広がっており(図4-E・F、図6)、個体数がかなり増加したことがうかがえる。もう一か所は、2か所の生息場所から往復4車線の国道及び歩道・住宅地などを挟み、直線で約500m離れた斜面の草地で、雄1匹の鳴き声が確認された。

2. 2008年~2012年の生息域と個体数の変動

2008年に生息域を最大にした後(図11)、2009年には逆に生息域が狭まり、2007年とほぼ同じ範囲まで縮小し(図12)、それぞれの生息場所におけ

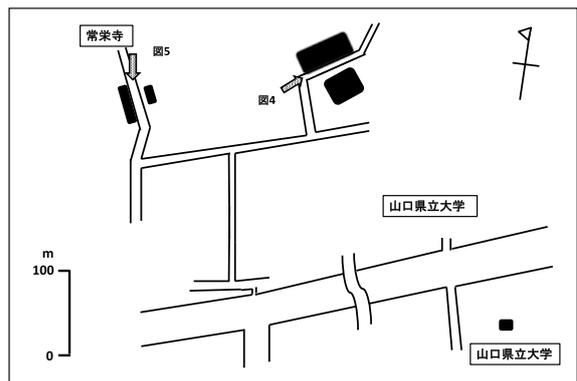


図11 ナツノツヅレサセコオロギ *Velarifictorus gryllodies* の2008年6月の生息範囲

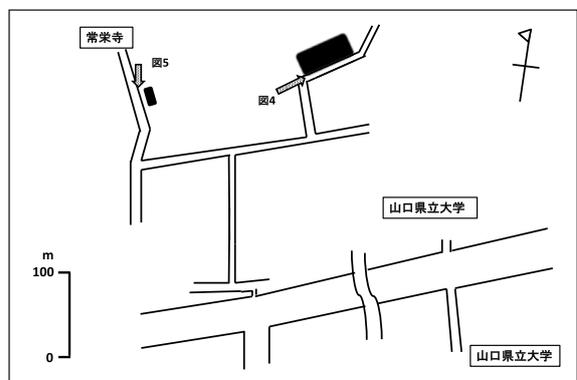


図12 ナツノツヅレサセコオロギ *Velarifictorus gryllodies* の2009年6月の生息範囲

る個体数も減少した。図3の新たに分布を広げた生息場所(図3-c)において、2009年には鳴き声が聞かれず、それ以降2012年まで、鳴き声は確認できなかった。

2010年になると、いっそう生息域は縮小し、2004年・2005年と同じ程度まで狭くなり(図13)、個体数も減少した。

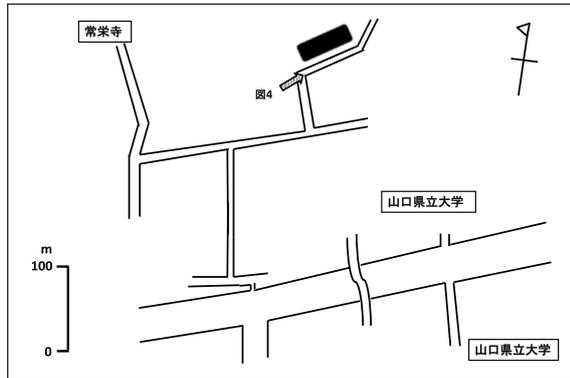


図13 ナツノツヅレサセコオロギ *Velarifictorus grylloides* の2010年6月の生息範囲

2011年・2012年は、6月中旬の3日間のみ調査であったが、図3-aでの生息範囲が若干縮小し(図14)、個体数も2004年・2005年と同程度まで減少した。

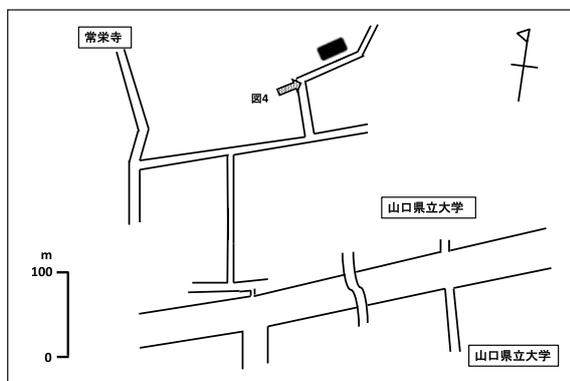


図14 ナツノツヅレサセコオロギ *Velarifictorus grylloides* の2011年・2012年6月の生息範囲

考察

日本列島は、北緯約45.5°を北端として、北海道・本州・四国・九州の4つの大きな島をへて、南西諸島の北緯約24°(最南端:東京都沖ノ島島・北緯約20.4°)の南端まで、大小6800以上の島々で構成されており、南北に細長く伸びた弧状の列島である。コオロギは、日本列島の北緯44.5°以南に生息して

おり、種類数は、80種を上回っており、北海道では14種類、東北では29種類、関東以南の本州・中国・四国・九州では50種類前後、鹿児島県屋久島以南から琉球列島を経て先島諸島の間では、35~40種類前後である(市川ら、2006)。

日本列島におけるコオロギの越冬形態は、主に卵と幼虫であるが、中には少数ながら決まった越冬形態を持たない種もいる。世界的には、卵で越冬する種が多く、日本列島においても同様である。日本列島における卵越冬と幼虫越冬の種の割合は、地理的に異なっている。幼虫越冬のコオロギは、北海道ではエゾスズ *Pteronemobius yezoensis* のみで、北緯37°以北の東北では、エゾスズとタンボコオロギ *Modicogryllus siamensis* の2種類、関東以南の幼虫越冬の種の割合は約25%で、南ほど比率が若干高まり、琉球列島では40%前後である(正木、1986)。このように、日本列島における幼虫越冬の種の占める割合には、一定の地理的勾配が見られ、日本列島の南ほど幼虫休眠の種が多くなっている。形態的に似た近縁種のツヅレサセコオロギとナツノツヅレサセコオロギでみると、前者は卵休眠で、北海道から鹿児島県屋久島にかけて生息しており、後者は幼虫休眠で、大ざっぱには北緯35°以南から先島諸島まで分布している(図1)。同じように、卵休眠のエンマコオロギ *Teleogryllus emma* は、北海道から鹿児島県屋久島にかけて生息しており、幼虫休眠であるタイワンエンマコオロギ *T. occipitalis* は、和歌山県・三重県・大阪府以南、四国・九州から沖縄の先島諸島まで分布している。近縁種間の比較において、卵休眠の種は、幼虫休眠の種に比べると、より北まで分布を広げている。このことは、暖かい亜熱帯において幼虫越冬は可能であるが、冬の厳しい温帯では、卵による越冬の適応性が高まると考えられる。同じ幼虫休眠の種であっても、タンボコオロギは宮城県~岩手県あたりまで分布するが、コガタコオロギやナツノツヅレサセコオロギは千葉県、タイワンエンマコオロギは三重県・和歌山県北部・大阪府南部が北限であり、種によって分布の北限は異なっている。幼虫休眠の種における北限の相違は、化性の変化や光周期に対する幼虫発育の反応性の相違、越冬幼虫の行動の相違、幼虫の耐寒性の相違などによって異なると考えられる。北緯約43°~約44.7°の中華人民共和国北西の新疆ウイグル自治区で採集した4種類のコオロギ(*M. frontalis*, *M. burdigalensis*, *Melanogryllus desertus*, *Acheta domesticus*)において、4種類とも幼虫で休眠すると考えられた(Arai, et al., 2004)。これらの種は、ドイツ(北緯約50°)、スロバキアやスイス南部(北緯約47°)などのヨーロッパに広く分布しており、トルコ(北緯約37°)やイスラエル(北緯約32°)

まで分布している種もある。ヨーロッパから中国西部及び新疆ウイグル自治区にかけてのコオロギ類の分布や生活史を詳細に調べなければ何とも言えないが、幼虫休眠の種の占める割合の地理的勾配は、東南アジアから日本列島にかけての傾向と異なる可能性も考えられる。

ツツレサセコオロギ属のツツレサセコオロギとナツノツツレサセコオロギは、同種と考えられていた時期もあった。実験室での人為的な交配においてF1が得られることから、非常に近い関係であることは事実である(渡辺, 1981; 新井・岡田, 未発表)。しかし、ツツレサセコオロギは卵で越冬し、ナツノツツレサセコオロギは幼虫で越冬すること、両種の成虫の出現時期がずれており、生活史が異なること(図2)、雄生殖器官の形態の個体変異が大きいとはいうものの若干異なっており(市川ら, 2006)、両方の種が生息する地域であっても遺伝子の交流の確率は非常に低いことから、現在では、別種と考えられている。ただナツノツツレサセコオロギの雄が8月以降も生存し続けた場合、ツツレサセコオロギの雌との交配は可能で、雑種の誕生も不可能ではない。山口市内で採集したナツノツツレサセコオロギの雄とツツレサセコオロギの雌との交雑実験の結果を見ると、産卵数は多いが、ふ化は1匹のみで、他はすべて死亡した(新井・岡田, 未発表)。このことから、山口市内の自然界においてナツノツツレサセコオロギの雄とツツレサセコオロギの雌が交雑したとしても、次世代はほとんどふ化しないと考えられる。雌雄の逆の交配では、多数産卵し、多くがふ化してきた。この場合、山口市の自然条件下で6月中旬～7月下旬頃に羽化するナツノツツレサセコオロギの雌が、ツツレサセコオロギの雄成虫が出現する8月まで未交尾のままではと考えられず、人為的に交配させた場合には多くのふ化幼虫が得られるものの、自然界でのF1誕生の可能性はほとんどないと考えられる。このことから、同じ地域に生息する両種が交雑し、次世代を残す可能性は、ほとんどないと考えられ、生活史も異なることから、別種とするのが妥当であろう。異なる地域のそれぞれの種の人為的な交配では、正逆どちらの場合でもF1が得られており(渡辺, 1981)、両種の生息地間の距離によって適合性が異なることも考えられ、種分化の問題についてのより詳細な研究が待たれる。

ナツノツツレサセコオロギは、日本列島の比較的温暖な地域に生息しており、幼虫で冬を越す幼虫休眠の種である。生息密度は、場所によってかなりの差がある。千葉県南房総市富浦では、低い樹木の傍の畑にも生息しており、生息場所での個体数はかなり多いが、同市白浜町では、密度は非常に低い(渡辺, 私信)。静岡県藤枝市では、樹木や灌木の下草

の生えたやや湿った場所に生息しているが、個体数はそれほど多くない。和歌山県白浜町や紀伊半島南部の太平洋岸では、日当たりのいい樹林沿いの灌木内で多数鳴いており、密度はかなり高い。高知県土佐市の生息場所は、つる性や小木の密生した石垣の石の隙間や石垣下の草地に生息しており、個体数は比較的多い。鹿児島県南さつま市では、海岸の松林内の広い範囲に分散して鳴いているが、砂地でかなり乾燥が強く、生息密度は低い。しかし、指宿市の山沿いの樹木の下草の生えているやや湿った環境での生息密度はやや高かった。このようにナツノツツレサセコオロギの分布は、冬が比較的温暖な地域では生息域が広く、生息場所での個体数も多いが、冬の厳しい地域では、生息域が狭く、個体数も少ない。山口県のナツノツツレサセコオロギは、局所的に分布しており、個体数は少ない。生息域は、限られた非常に狭い範囲であったが、小規模ながら年毎に拡大または縮小しており、個体数も増減した。山口県は本州西端に位置し、北は日本海、南は瀬戸内海、西は関門海峡と三方を海で囲まれている。また地理的な特徴から、日本海から海峡側(萩市北部・長門市・下関市等)、瀬戸内海側(山口市南部・宇部市・防府市・周南市・柳井市・岩国市等)及び内陸部(美祢市・山口市中央部・萩市南部等)に分けることができる。ナツノツツレサセコオロギが分布する山口市中央部は、他の生息地の気候と比較すると、夏は暑く、冬の寒さは厳しいといえる。そこで、生息場所の拡大・縮小と個体数・気温・降水量・積雪量などの変動との関係について検討した。

山口市でのナツノツツレサセコオロギの生活史は、年1化で、幼虫越冬である。成虫は、6月～7月に出現するが、成虫の出現時期は、日長が夏至に向けて長くなり、気温も高まり、雨量が多い時期に相当する(図15)。卵は不休眠で、8月上旬頃には

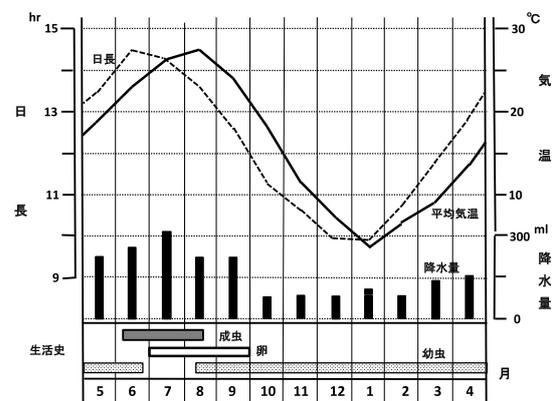


図15 ナツノツツレサセコオロギ *Velarifictorus gryllodies* の生活史と山口の日長・平均気温・降水量(平均気温・降水量は1999年～2012年の平均)

幼虫がふ化し始めると考えられ、ふ化した幼虫は、夏至から徐々に日長が短くなる環境に曝されることから、気温は高いものの、日長が短くなることから、発育速度は遅れると考えられる。その後秋にかけて、日長は一層短くなり、さらに秋から冬にかけて気温が低下することによって、幼虫の発育は、途中で停止又は遅延し、中齢前後の幼虫で越冬すると考えられる。越冬中の幼虫は集合しておらず、単独で南斜面の穴や窪地、割れ目などを住処として冬を越すようである。山口市の12月～3月にかけての降雪回数は、0～4回で、1回の積雪量も非常に少ない(図16)。降雪量が多い場合には、数センチほどの雪が

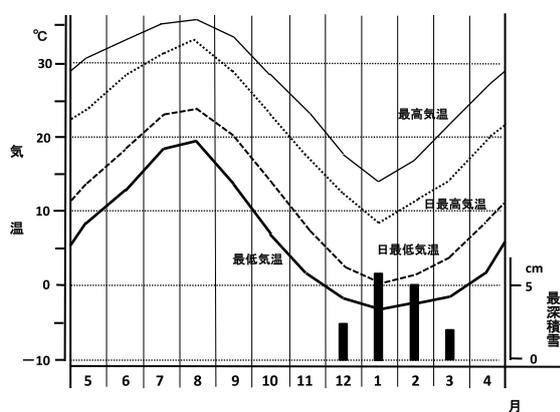


図 16 山口の気温と最深積雪量 (1999年～2012年の平均)

3日～7日間積もることがあるが、そのようなことはまれで、ほとんどの場合すぐに溶け、雪の無い状態となる。越冬中の幼虫は、冬期間であっても、日の当たる時間帯に穴や窪地などから出て、日光に当たり、水分補給や餌を摂取しており、冬でも活動することが観察されている。冬を越した幼虫は、冬至以降日長が徐々に長くなるとともに、気温の上昇によって発育が促進される。羽化の斉一化は、短日から長日への日長の増加によって促される(新井、未発表)。日長は、毎年ほとんど同じ変動を示すことから、生息域の拡大縮小に対する直接的な影響は小さいと考えられがちである。しかしナツノツヅレサセコオロギには、ツヅレサセコオロギと同様に翅型多型があり、長日で長翅型の発現率が高まり(新井未発表; 新井・岡田、未発表)、短日から長日への変化によって長翅型の発現率が高まることから(新井、未発表)、飛翔可能な長翅型個体出現に対する日長の影響を軽視することはできない。

ナツノツヅレサセコオロギの生息域は、2004年から2008年にかけて年毎に徐々に拡大し、2008年に最大となり、反対に2008年から2012年にかけて、年毎に徐々に縮小した。個体数の増減の様相は、生

息域の拡大・縮小と同じ傾向を示した。すなわち、2004年から2008年にかけて年毎に徐々に個体数が増加し、2008年に最大となり、反対に2008年から2012年にかけて、個体数は年毎に徐々に減少した。このことから、生息域の拡大・縮小の要因の一つは、個体数の増減であると推測される。ではなぜ個体数の増加によって生息域が広がるのであろうか。一般的に、生息する個体数が増加すると、当然のことながら生息場所は広がる。ツヅレサセコオロギの仲間の場合には、雄が互いに威嚇し合う性質があることから、この性質も個体数の増加に伴う生息範囲の拡大を促すと考えられる。雄の威嚇行動の激しさは、中国において1200年以上の歴史を持つといわれる闘蟋(コオロギ相撲)にも利用されるほどである。自然界において一定の間隔をおいて雄が鳴いていることから、ある程度のテリトリーを確保し、一定の間隔を空けて分散していると考えられ、個体数増加によって生息範囲が平面的に広がると推測される。2004年から2006年にかけての生息場所の拡大は、連続的な生息場所で見られたことから、この生息範囲の拡大は、個体数の増加に起因すると推測される。2006年から2007年、2007年から2008年にかけての生息域は、直線で200～500m離れた場所に拡散したことから、何らかの手段によって移動したと考えられる。ツヅレサセコオロギは、高密度・長日で長翅型が多く発現しており(佐伯, 1966a, b)、近縁種のナツノツヅレサセコオロギにおいても、生息密度の高まりによって移動に適した長翅型の発現率が高まることは考えられる。密度や日長及び日長の変化、幼虫の翅型感受期等と生活史との関係についての詳細な解析が待たれる。

次に、生息域や個体数の変動に対する降水量・積雪量・気温の年毎の変動の影響について、検討した。降水量と積雪量は、年毎に不規則に変動することから、生息域や個体数の変動に対してほとんど影響しないと考えられた(図17)。9月～11月の気温が降下する時期と3月～6月の気温が上昇する時期における最高気温・日最高気温・日平均気温・日最低気温・最低気温の年毎の変動幅が非常に小さいことから、この時期の気温は、生息域や個体数の変動に対して影響しないと考えられる(図18・19)。しかし、夏季(6月～10月)と冬季(11月～3月)における気温の変動幅は、年によって異なることから、詳細に検討した。まず6月～10月の夏季にあたる時期についてである。2004年～2008年は、生息域が年毎に徐々に拡大し、個体数も年毎に徐々に増加するが、最高気温・日最高気温・日平均気温・日最低気温の年毎の変動に規則性が見られず、生息域の拡大・縮小や個体数の増減との関連性が認められなかった(図20 - A～D)。2008年～2012年は、

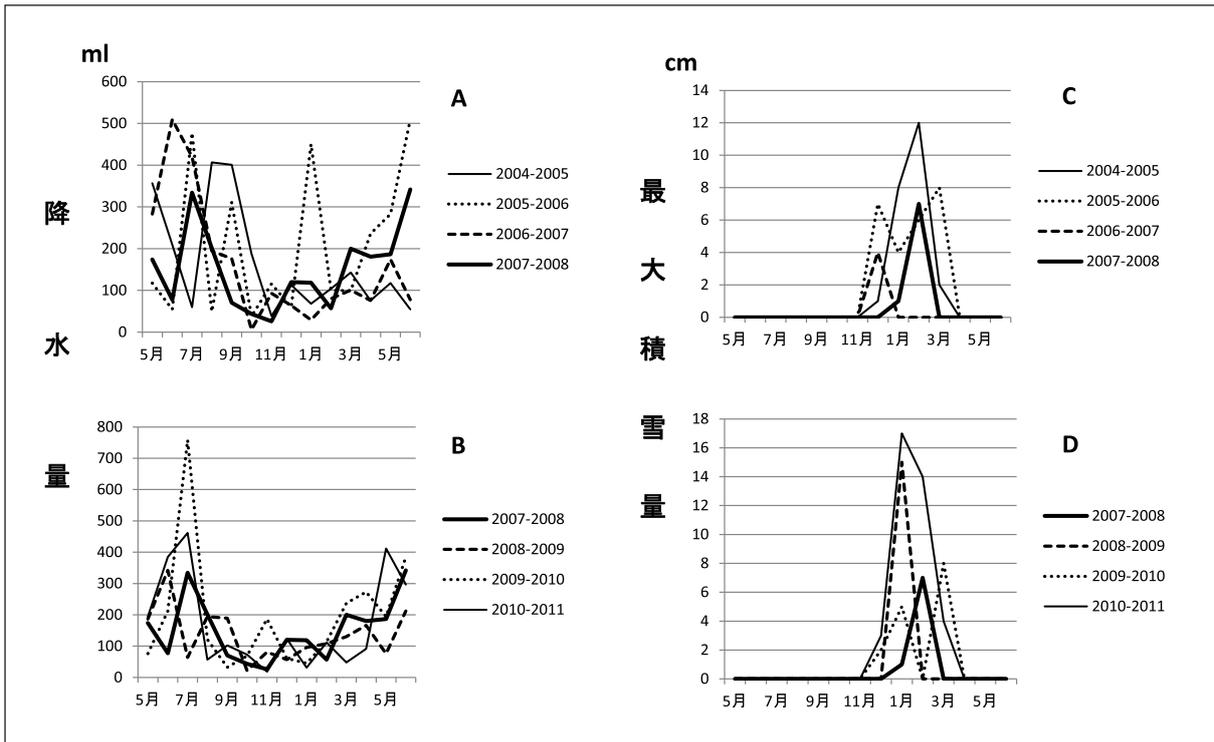


図 17 2004年～2008年・2007年～2011年の降水量（A・B）と最大積雪量の変化（C・D）

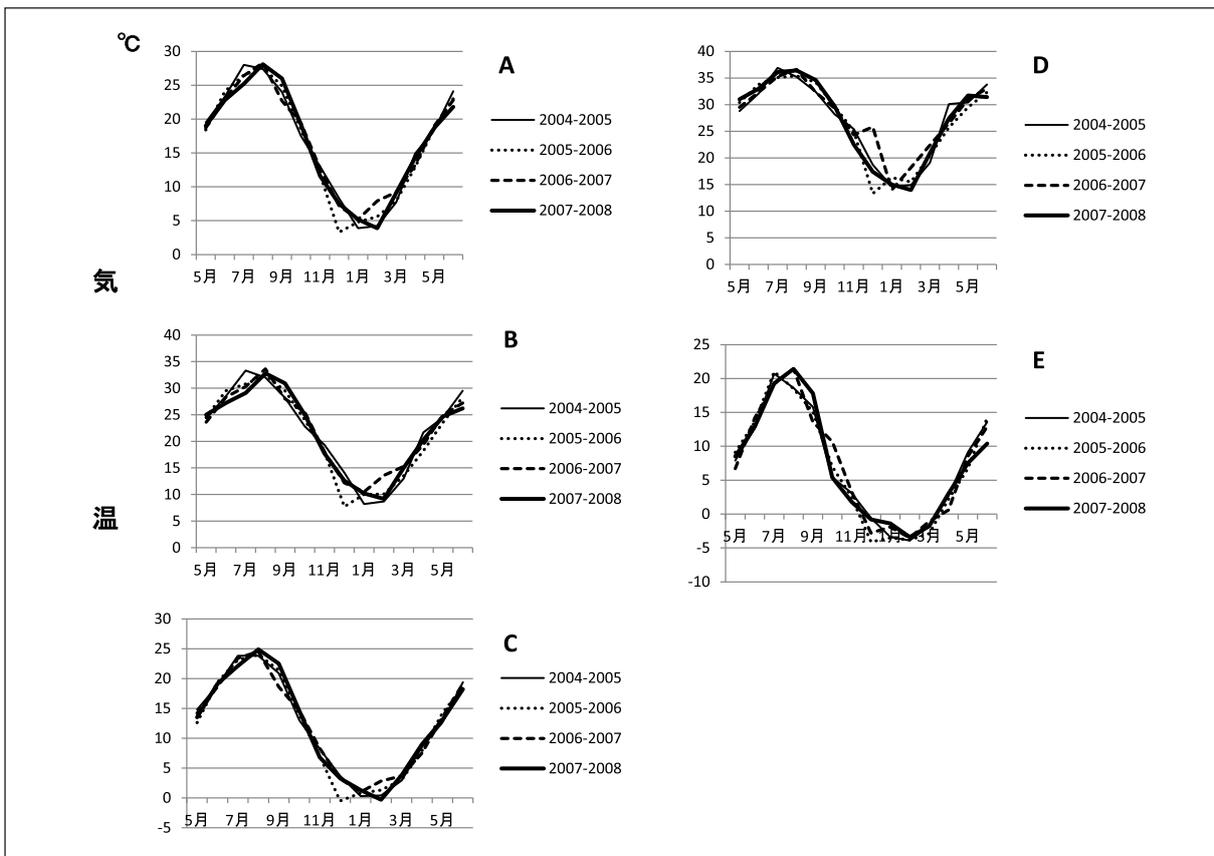


図 18 2004年～2008年の気温の変化

A：日平均気温 B：日最高気温 C：日最低気温 D：最高気温 E：最低気温

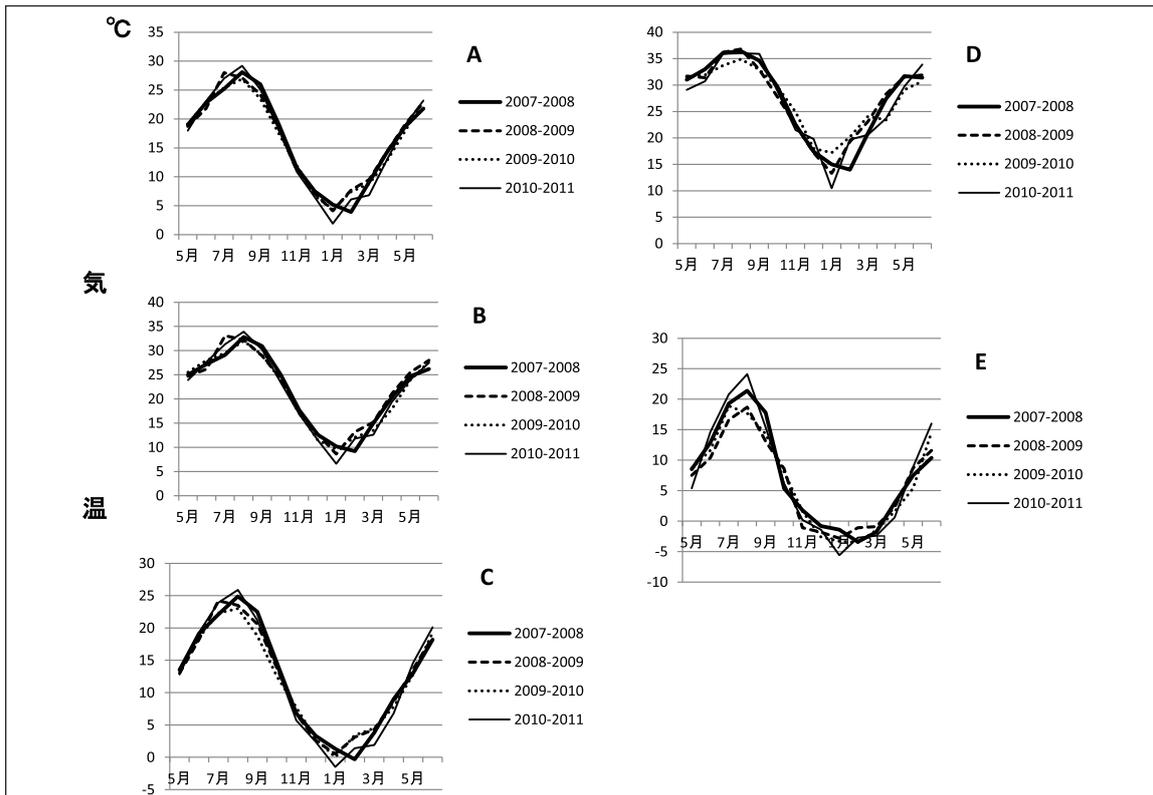


図 19 2007年～2011年の気温の変化
 A：日平均気温 B：日最高気温 C：日最低気温 D：最高気温 E：最低気温

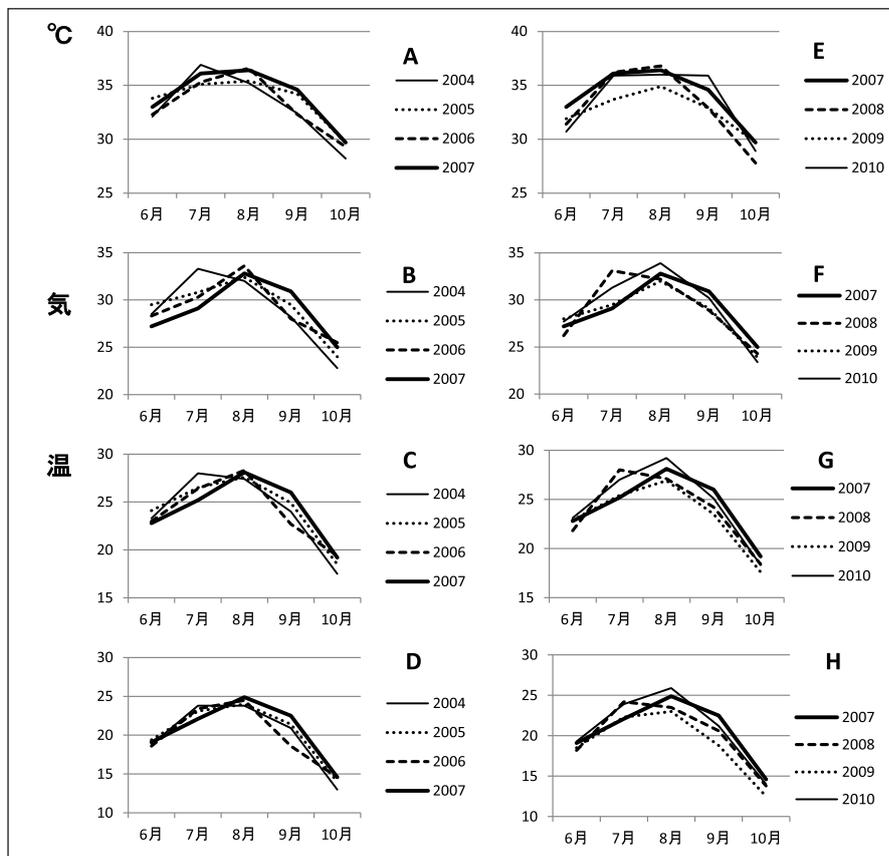


図 20 山口における
 6月～10月の
 気温の変化
 AE：最高気温
 BF：日最高気温
 CG：日平均気温
 DH：日最低気温

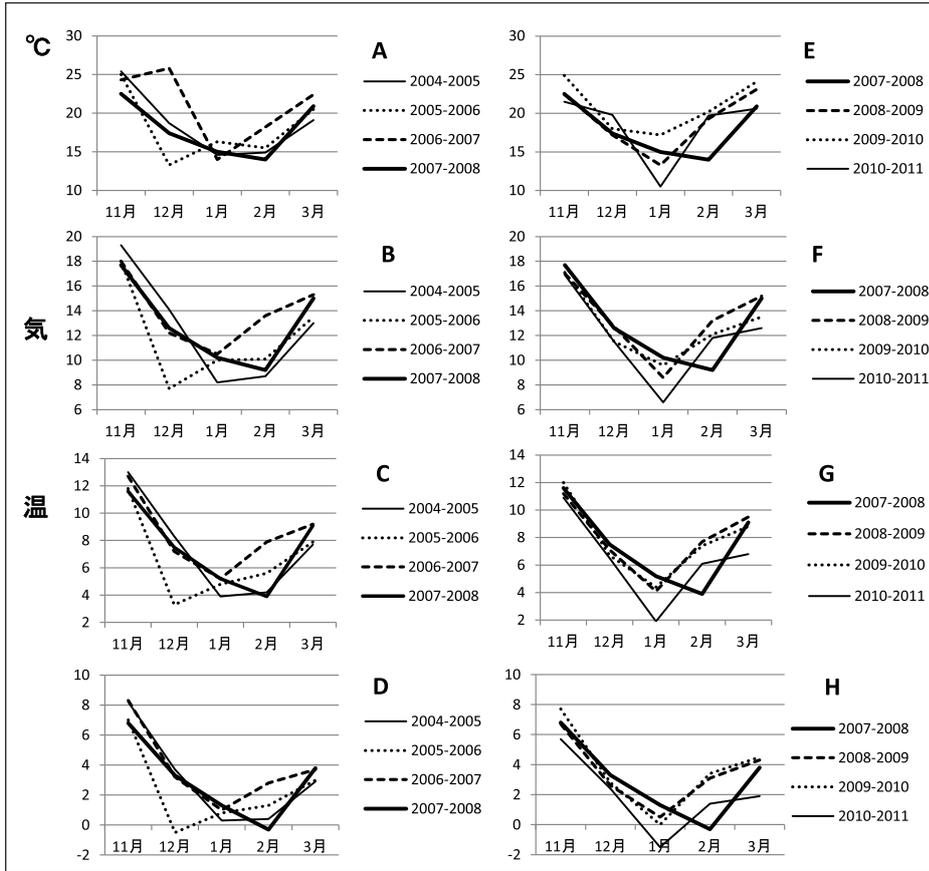


図21 山口における
11月～3月
の気温の変化
AE：最高気温
BF：日最高気温
CG：日平均気
DH：日最低気温

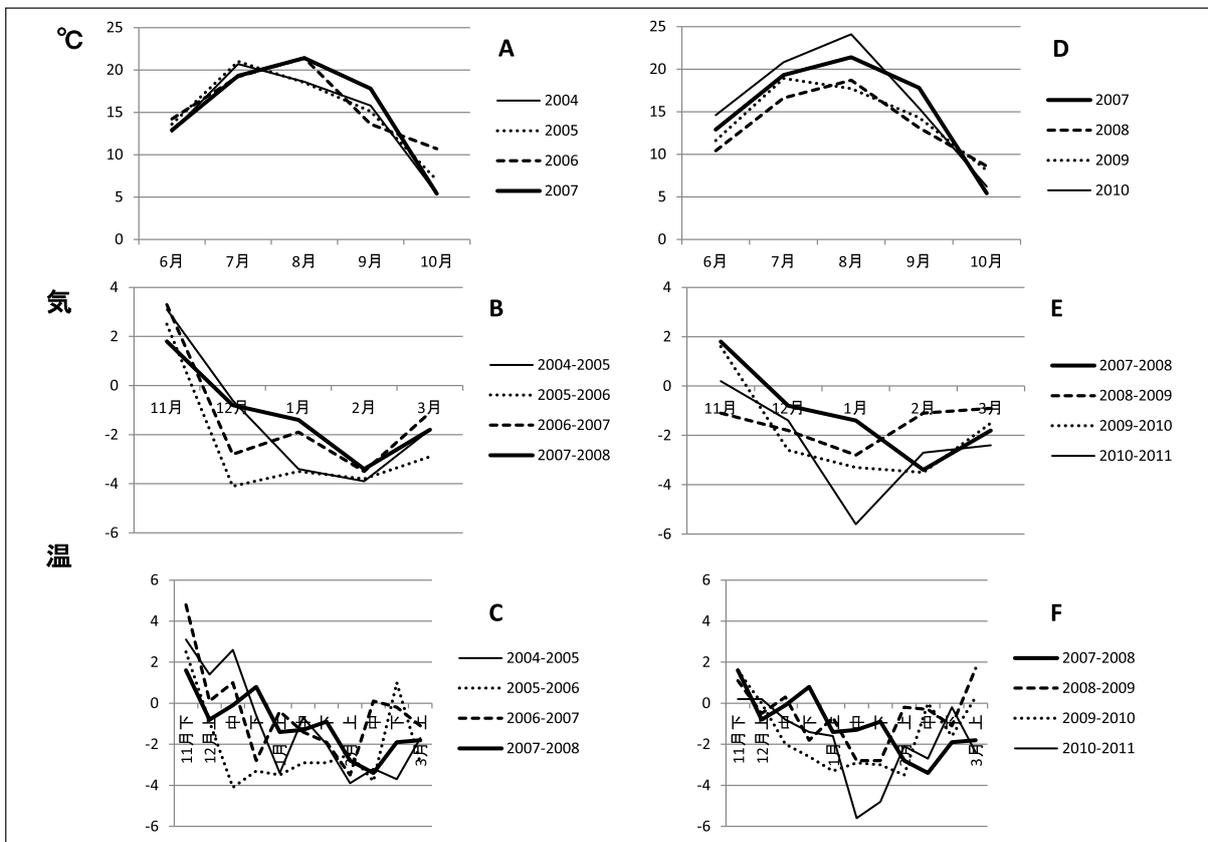


図22 山口における最低気温の変化 ABDE：月毎 CF：旬毎

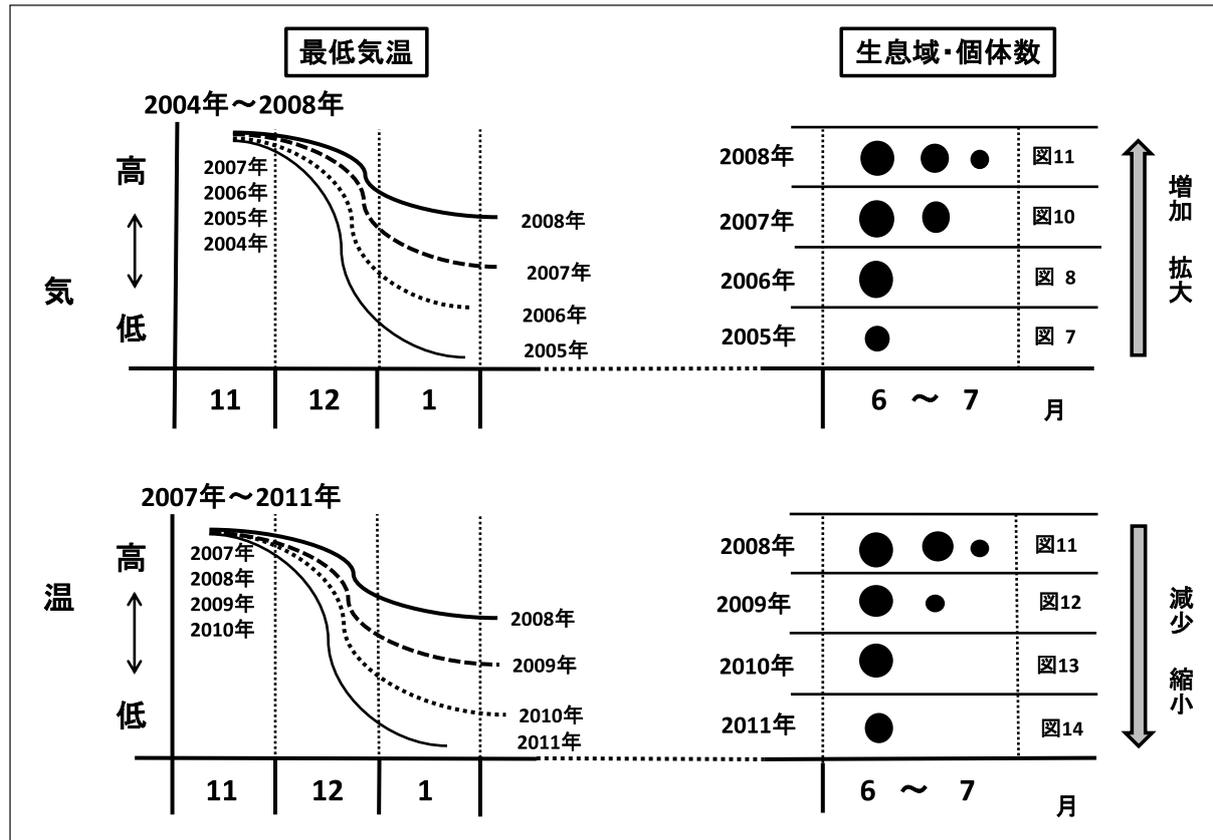


図 23 生息域・個体数（黒丸）と最低気温（線）の変動の関係模式図（図 7～14 参照）

生息域が縮小し、個体数も減少するが、最高気温・日最高気温・日平均気温・日最低気温の年毎の変動に規則性が見られず、生息域の拡大・縮小や個体数の増減との関連性が認められなかった（図 20 - E～H）。次に 11 月～3 月の冬季にあたる期間についてである。最高気温及び日最高気温には、年毎の変動に規則性が認められなかった（図 21 - A・B・E・F）。しかし、1 月の日平均気温及び日最低気温において、2004 年～2008 年では年毎に徐々になる傾向があり、生息域の年毎の拡大や個体数の年毎の増加との関連性が見られた（図 21 - C・D）。また 2008 年～2012 年において、年毎に徐々に低くなる傾向があり、生息域の年毎の縮小と個体数の年毎の減少との関連性が認められた（図 21 - G・H）。最低気温の年毎の変動の結果は、最高気温・日最高気温・日平均気温・日最低気温とは若干異なる傾向が見られた。すなわち、2004 年～2008 年の 8 月～9 月における最低気温は、年毎に徐々に高くなっており、生息域の年毎の拡大と個体数の年毎の増加との関連性を示唆している（図 22 - A）。また 2007 年～2011 年の 8 月～9 月の最低気温は、年毎に徐々に低くなっており、生息域の年毎の縮小と個体数の年毎の減少との関連性を示唆している（図 22 - D）。この傾向は、1 月～2 月の最低気温の年毎の変動に

おいて、より一層明確に示された（図 22 - B・C・E・F）。生息域の縮小・個体数の減少が顕著であった 2009 年～2011 年（図 12・13・14）において、2009 年と 2010 年の 1 月の最低気温が連続して前年より約 2℃低下し（-3℃）、2011 年にはそれより 3℃近く低下したことで、生息域が急激に縮小し、個体数が減少したと考えられる（図 22 - E・F）。

以上のように、ナツノツツレサセコオロギの生息域は、個体数の増加によって拡大し、個体数の減少によって縮小しており、生息域の拡大・縮小と個体数の増減は、密接に関連している。個体数の増減は、越冬時の幼虫の生存率に左右され、冬の最低気温は、越冬幼虫の生存率におおきな影響を与えると考えられる。これらのことから、生息域の拡大・縮小は、冬の最低気温の影響を受けると推測される（図 23）。

ナツノツツレサセコオロギの生息範囲は、小規模ながらも年毎に拡大又は縮小することが今回の調査でわかった。しかし、新たに移動した生息場所に定着できなかったことから、移動先における好適な環境が持続されなかったか、移動した個体数が少なかった可能性が考えられる。このことから、新たな環境下での定着には、移動先の好適な環境の持続が不可欠の要素であり、移動した個体数も重要である

と考えられる。特に移動先の環境が不安定な場合、少なくとも数年間の移動の継続が、新たな移動先での定着にとって重要であると考えられる。ツツレサセコオロギは、石垣の隙間や日当たりの良い疎な樹林縁の草地、田圃や畑の畔、庭の植木鉢の下や下水溝、線路の砂利石など、人工的な環境下にも生息域を広げており、かなり雑多な環境に適応している。一方ナツノツツレサセコオロギは、かなり狭い範囲の生息場所に限定されており、ツツレサセコオロギと比べると生息環境に対する適応度が低いようである。2007年・2008年に広がった新たな生息場所及びその近辺には、ツツレサセコオロギも生息しており、ナツノツツレサセコオロギが定着できなかった理由の一つに、ツツレサセコオロギとの競争関係の存在も可能性として考えられる。

ナツノツツレサセコオロギとツツレサセコオロギの種分化の問題は、非常に興味深い問題である。今後それぞれの種について、行動や生息場所の環境に対する適応度、同所的に両種が生息した場合の競争関係などを明らかにすることは重要である。また、交雑世代も含めて、行動・生態・生理的な側面からの地理的変異を探求することも、両種の種分化を解明において重要であると考えられ、今後の詳細な研究が待たれる。

摘要

山口県に分布するナツノツツレサセコオロギ *Velarifictorus grylloides* は、かなり限られた場所に生息しており、山口市平野・桜島 (34.2° N、131.5° E) における生息場所は、局所的で非常に狭い範囲である。2004年から2012年にかけて、本種の生息域の範囲及び生息場所における個体数の変動を調べ、その変動要因について考察した。

2004年から2008年にかけての生息域は、年毎に徐々に拡大し、個体数も、同じように年毎に徐々に増加した。また冬の最低気温は、年毎に徐々に高くなった。2008年～2012年は、2008年で最大となった生息域が年毎に徐々に縮小し、個体数も年毎に徐々に減少した。冬の最低気温は、年毎に低下した。このことから、冬の最低気温が高いほど越冬後の個体数が増加し、生息域が広がり、反対に、冬の最低気温が低いほど越冬後の個体数が減少し、生息域も縮小すると推測された。

生息域と個体数は、2008年に最大となったが、2007年と2008年の生息域は、それ以前の生息場所から数百メートル離れた場所に広がった。自然界における本種の翅型は、ほとんどが短翅型である。しかし、環境条件によって飛翔能力を有する長翅型が出現することがわかっており、長翅型によって新たな生息場所に移動した可能性が考えられる。新たな

生息域に移動した集団は、新たな生息場所に定着することなく絶滅しており、新たな生息地への定着には、好適な生息環境の持続が最も重要であると考えられる。また、新たな生息環境の変動が激しく、安定した好適な生息環境が保たれない場合、少なくとも数年間、一定数以上の個体に移入し続けることが、新たな場所での定住にとって重要であると考えられる。

以上のことから、生息域と個体数の変動は、密接に関連しており、生息域の拡大・縮小は、個体数の増減に依存し、個体数の増減は、越冬時における幼虫の生存率に左右され、生存率は、冬の最低気温の影響を受けると考えられることから、生息域の拡大・縮小は、冬の最低気温の影響を受けると推測される。

引用文献

- Arai, T., Liu, J.P., Huang, C.M., Cheng, X.Y., Watari, Y. and Takeda, M. 2004 Species specificity in photoperiodic control of nymphal development in four species of cricket from north-west China. *Entomological Science* 7:237-244
- 市川顕彦・伊藤ふくお・加納康嗣・河合正人・富永修・村井貴史編 2006 バッタ・キリギリス・コオロギ大図鑑 北海道大学出版会
- 小林正明 1981 信州の秋に鳴く虫とそのなかま 信濃教育会出版部
- 正木進三 1986 コオロギ類-気候適応による分布の拡大 149-156 「日本の昆虫」(桐谷圭治編) 東海大学出版会
- 長島義介 1993 新潟県の直翅類情報 バッタリギス 100号 107-110
- 長島義介 2005 新潟県の直翅目昆虫目録 新潟青陵大学紀要5号 91-113
- 大城安弘 1989 琉球列島産鳴く虫に関する研究 第15報 リュウキュウツツレサセコオロギ(直翅目、コオロギ科)の沖縄島における生活史 沖縄農業 24:17-26
- Oshiro, Y. 1990 A new species of *Velarifictorus* (Orthoptera: Gryllidae) from Okinawa Island, Japan. *Jpn. J. Ent.* 58:355-360
- 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
- 渡辺真理 1981 ツツレサセコオロギとナツノツツレサセコオロギの雑種の休眠と発育 日本応用動物昆虫学会第25回大会講演要旨

