

平成 26 年 6 月 17 日現在

機関番号：11501

研究種目：基盤研究(C)

研究期間：2010～2013

課題番号：22570012

研究課題名(和文) 温暖化がもたらす時間的隠れ家の増大によるカイガラムシのエスケープの検証

研究課題名(英文) Outbreak of a scale insect by increase of temporal refuge from parasitoid attack due to global warming

研究代表者

安田 弘法 (YASUDA, HIRONORI)

山形大学・農学部・教授

研究者番号：70202364

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,500,000円、(間接経費) 1,050,000円

研究成果の概要(和文)：カイガラムシの大発生と温暖化との関連を解明する目的で、シミュレーション実験を行った。その結果、カイガラムシとその主要な天敵である寄生蜂について、特に盛夏の高温条件における発育限界温度が異なる場合、温暖化によってカイガラムシと寄生蜂の成長速度がずれ、カイガラムシの大発生が引き起こされる可能性が示唆された。また、温暖化が進行した場合のカイガラムシの分布を予測し、樹幹注入による対策法を確立した。

研究成果の概要(英文)：In order to reveal the relationship between global warming and the outbreak of the scale insect on Satoyama in the north-eastern parts of Japan, we made a model and carried out simulation using the data from field investigation and laboratory experiments. As a result, a possibility that global warming can be a cause of the outbreak changing the growth speed between the scale insect and the parasitoid wasp which is their main natural enemy, especially when the threshold temperatures under the condition of hot summer were different between the two species, was suggested. In addition, we forecasted the distribution of the scale insect when global warming will be progressed, and established a protection method by trunk injection method.

研究分野：生物学

科研費の分科・細目：生態・環境

キーワード：種間関係 温暖化 カイガラムシ 時間的隠れ家 樹幹注入法

1. 研究開始当初の背景

温暖化が生態系にもたらす影響の解明は、生態学の主要な命題の一つである。我が国でも温暖化がもたらす生態系への影響として、昆虫の分布圏の北上や植生の変化等が報告されているが、温暖化は全生物に同じ影響を及ぼすとは限らない。例えば、積算温度の法則に基づき昆虫の増加世代数を予測すると、発育ゼロ点と有効積算温度等の昆虫毎に固有のパラメータによってその増加世代数に差が生じる。このように、温暖化が種間に異なる影響をもたらす場合、寄主と密接に生活史を同期させている寄生蜂等では、それらが利用できない寄主の発育段階(時間的隠れ家)との遭遇頻度を増加させ、寄主のエスケープによる大発生を導く可能性がある。

このようなメカニズムによって大発生が引き起こされたと思われる事例として、東日本の里山地域において森林害虫として問題となっているカツラマルカイガラムシの大発生が挙げられた。カツラマルカイガラムシは過去に西日本のクリ園における大発生が報告されているが、その際に90%を超える寄生率で速やかに大発生を終息させたとされる強力な天敵寄生蜂が存在する(図1)。



図1. 天敵寄生蜂 *Pteroptrix* sp. (画面中央) とカツラマルカイガラムシの歩行幼虫(画面左中) および 1 齢幼虫 (画面左下)。寄生蜂の体長は約 0.6mm と小さい。

しかし、東日本の被害地域でこの寄生蜂は確認されておらず、寄生蜂の寄生を抑制する何らかの原因があると考えられた。その原因について考察を進めたところ、(1) 寄生蜂はカツラマルカイガラムシにしか寄生できないこと、(2) 寄生蜂は、カツラマルカイガラムシのある特定の発育段階にのみ寄生できること、(3) 被害地は山形・長野・福島・山梨県と地理的に離れていたが、その温度条件は酷似していたこと、(4) 過去の被害地は西日本であったが近年になって東日本で大発生したこと等の理由が考えられた。そこで、温暖化による時間的隠れ家の増大によるエスケープがこの大発生のメカニズムである可能性が高いと考え、その検証を行った。

2. 研究の目的

(1) 温暖化が大発生を引き起こす可能性の検証

東日本で地球温暖化による温度上昇が原因となり、捕食寄生者-寄主間に生活史のずれが生じることによって天敵寄生蜂の制御力が低下し、カツラマルカイガラムシの大発生が始まったという仮説(図2)を検証した。

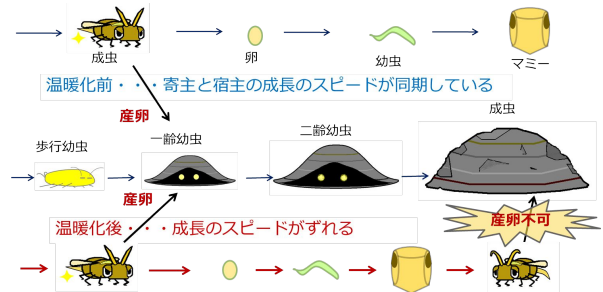


図2. 本課題仮説の概念図

(2) 時間的隠れ家が寄主-捕食寄生者系に及ぼす影響の解明

時間的隠れ家は2005年にMurdochらによって提唱され、メタ個体群のように野外での寄主-捕食寄生者系の安定化に重要な役割を担っているとされる新しい概念である。しかし、まだその普遍性や重要性はほとんど検証されていないため、この時間的隠れ家が寄主-捕食寄生者系に及ぼす影響について考察した。

(3) カツラマルカイガラムシの被害の低減

大発生を引き起こす機構を解明しつつ、カイガラムシの大発生に伴う広葉樹の葉枯れ被害を速やかに低減する防除法を確立した。

3. 研究の方法

(1) カツラマルカイガラムシと寄生蜂の基礎的な生活史特性を解明するため、インキュベータによる室内実験によって、温度に対する反応や増殖率等を調査した。

(2) 野外における寄主-捕食寄生者の種間相互作用を明らかにするためサンプリング調査を行い、カイガラムシの密度や寄生蜂の寄生率等を調査した。

(3) 上記実験より得られたデータを利用してシミュレーションモデルを作成し、温暖化が生じたとき2種にどのような影響をもたらされるかについて検討した。

(4) 樹幹注入法を主とした即効性のあるカツラマルカイガラムシの防除方法についてその効果を検証した。

(5) 温暖化が更に進行した場合の被害地の推移についてシミュレーションモデルを作成し、将来カイガラムシの大発生が生じる可能性のある地域を予測した。

4. 研究成果

昆虫の温度に対する反応を決定する重要なパラメータである発育ゼロ点と有効積算温度は、温暖化による生活史のずれを再現する上でそれほど重要ではなかった。これらのパラメータは、温暖化以前の温度条件で2種の生活史は同期しているという前提上大きな差をつけることはできず、時間的隠れ家を十分に増大させる生活史のずれを引き起こすことはできなかった。

一方で、発育条件温度や発育停止温度といった高温条件下における温度反応のパラメータを操作すると、温暖化は2種の成長速度に大きなずれをもたらした。室内実験でカツラマルカイガラムシの発育限界温度は25前後であることが示唆されており、寄生蜂の発育限界温度が25度よりも高い場合、寄生蜂は盛夏においてカイガラムシよりもかなり早く成長してしまうことが予測された(図3)。

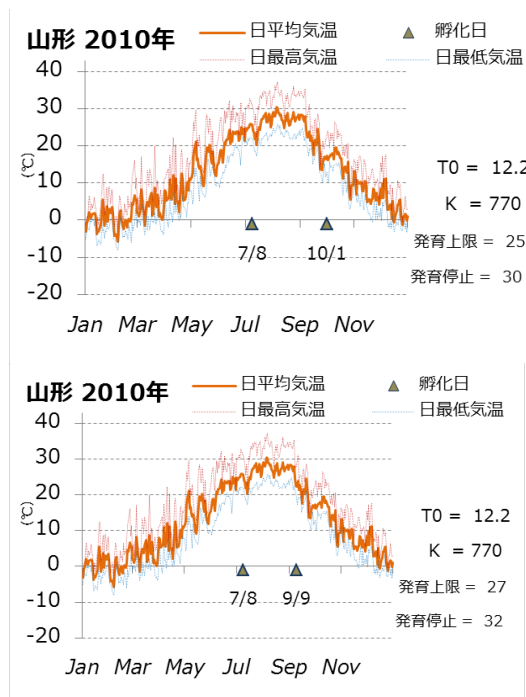


図3. 山形県の2010年度の気温で行ったシミュレーション。発育上限温度および発育停止温度が2異なるだけで孵化日の予測が約20日も変化する。

被害地の過去の気象データの分析によれば温暖化は着実に進行しており、最高気温が30以上になる日の出現頻度が近年増加していた。このような結果から、寄生蜂とカイガラムシの発育上限温度の差によって時間的隠れ家が増大した可能性は高いと考えられる。

被害地の推移に関するシミュレーションからは、温暖化が進行した場合、カイガラムシは高標高へ分布を広げ、ミズナラ林が大きな被害を受ける可能性が示唆された(図4)。

樹幹注入法はカイガラムシの介殻の影響を受けず、低濃度の施用でもカイガラムシの防除に非常に効果的であり、樹木への葉害も少なく持続的に作用した。樹幹注入を林分に対して帯状に行うことによってカイガラムシの水平移動を妨げることが可能であり、カイガラムシの分布が予測されている場合、樹幹注入の帯状施用は被害地の拡大を抑制する効果的な手段であることが示唆された。

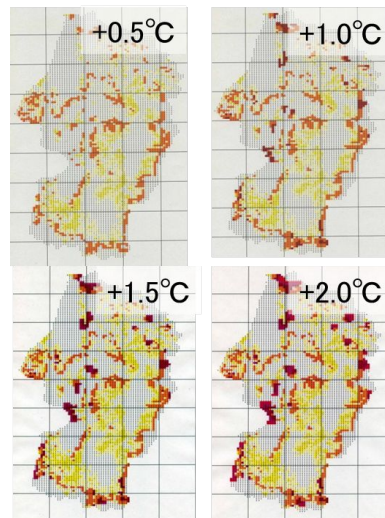


図4. 温暖化が進行した場合の山形県におけるカイガラムシの被害予測

このように、温暖化は種間相互作用や分布を変化させ、系の動態を大きく変化させる可能性がある。今後も温暖化の進行に注視し、その生態系への影響をあらゆる角度から検証していく必要がある。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

〔雑誌論文〕(計5件)

齊藤正一・上野 満(2011) カツラマルカイガラムシによる広葉樹被害の特徴とクリへの殺虫剤の樹幹注入効果. 林業と薬剤 No.195 : 8-16

齊藤正一・上野 満(2012) カツラマルカイガラムシによる広葉樹被害の特徴とクリへの殺虫剤の樹幹注入効果(2). 林業と薬剤 No.199 : 1-10

齊藤正一・上野 満(2013) カツラマルカイガラムシによる広葉樹被害の特徴とクリへの殺虫剤の樹幹散布効果. 林業と薬剤 No.203 : 8-16

齊藤正一・上野 満(2014) カツラマルカイガラムシによる広葉樹被害の温度上昇に伴う

被害予測と予防方法. 林業と薬剤 No.207 : 8-16

浦野忠久・比留間脩(2014) カツラマルカイガラムシの発育ゼ口点および有効積算温度の推定. 関東森林研究 65 No.1 : 65-68

〔学会発表〕(計 10 件)

齋藤正一・上野 満・鈴木千由紀・小澤道広・西川博明(2010) カツラマルカイガラムシによる広葉樹被害と殺虫剤の樹幹注入防除法. 東北森林科学会第 15 回講演集 : 35

浦野忠久・齋藤正一・蛭田利秀・布川耕市・大澤正嗣・岡田充弘(2010) カツラマルカイガラムシによる被害状況と寄生バチの発育及び羽化消長. 第 121 回日本林学会大会講演要旨集 (CD-ROM)

比留間脩・安田弘法・浦野忠久・齋藤正一・上野 満・海老名寛・岡田充弘・大澤正嗣・布川新市・蛭田利秀(2010) 温暖化による寄主 寄生蜂相互作用の変化がカイガラムシを大発生させる? 日本応用動物昆虫学会大会講演要旨 54 : 160

齋藤正一・上野 満・鈴木千由紀(2011) 山形県における広葉樹林の集団的被害の実態. 東北森林科学会第 16 回講演集 : 37

浦野忠久・岡田充弘・蛭田利秀(2011) カツラマルカイガラムシ生息密度変化の個体群間比較. 第 122 回日本林学会大会講演要旨集 (CD-ROM)

比留間脩・安田弘法・浦野忠久・齋藤正一・上野 満・海老名寛(2011) カツラマルカイガラムシの大発生とその特異な生態, 見かけ上の年 3 化. 日本応用動物昆虫学会大会講演要旨 55 : 76

齋藤正一・上野 満(2012) 山形県における広葉樹林の集団的被害の実体 (). 東北森林科学会第 17 回講演集 : 44

浦野忠久・齋藤正一・岡田充弘・蛭田利秀(2012) 東日本 3 県におけるカツラマルカイガラムシの生活史と個体群密度. 第 123 回日本林学会大会講演要旨集 (CD-ROM)

齋藤正一・上野 満(2013) 山形県における広葉樹林の集団的被害の実体 (). 東北森林科学会第 18 回講演集 : 45

浦野忠久・齋藤正一・岡田充弘・蛭田利秀(2013) カツラマルカイガラムシに寄生するツヤコバチ類の寄生率と生活史. 第 124 回日本林学会大会講演要旨集 : 158

6. 研究組織

(1) 研究代表者

安田 弘法 (YASUDA HIRONORI)
山形大学・農学部・教授
研究者番号 : 70202364

(2) 研究分担者

浦野 忠久 (URANO TADAHISA)
独立行政法人森林総合研究所
森林昆虫研究領域・主任研究員
研究者番号 : 60353603

齋藤 正一 (SAITO SHOICHI)
山形県森林研究研修センター
森林環境部・森林環境部長
研究者番号 : 80502583

上野 満 (UENO MITSURU)
山形県森林研究研修センター
森林環境部・専門研究員
研究者番号 : 00502585