

マツノマダラカミキリ羽化脱出時期の有効積算温量の推定

岩井淳治¹・塚原雅美¹・宮嶋大介²

1 新潟県森林研究所

2 新潟県治山課

要旨: 2013年から2018年の6年分の発生予察調査データを用いてロジスティックモデルによるマツノマダラカミキリ脱出率曲線の推定を行い、新潟県の従来法である1%脱出日(試験環境下で観測した脱出総数のうちの1%が脱出した日)と比較した。得られた推定式に実際の有効積算温量を代入したところ、4月中旬の低温が影響したとみられる2013年を除くと1%脱出日の有効積算温量は推定脱出率2.32~3.73%と推定され、ほぼ同等であることが確認できた。

キーワード: マツノマダラカミキリ, 初発日, 一般化線形混合モデル, ロジスティックモデル, 有効積算温量

Estimation of total effective temperature on the first emergence day of *Monochamus alternatus*Junji IWAI¹, Masami TSUKAHARA¹, Daisuke MIYAJIMA²

1 Niigata Prefectural Forest Research Institute, Murakami, Niigata, 958-0264

2 Niigata Prefecture Forestry Conservation Division, Niigata, Niigata, 950-8570

I はじめに

松くい虫防除のための薬剤散布時期の参考とするため、各県ではマツノマダラカミキリ(以下、カミキリ)の発生予察調査を行い、初発日等を公表している(たとえば6, 7)。推定方法はそれぞれ独自の方法によっており、新潟県ではカミキリ発生予察調査から毎年の脱出総頭数の1%が脱出した日(以下、1%脱出日)の有効積算温量(以下、温量)を単純平均する方法を採用し、1988年に320日度(5)を、2017年に335日度(4)を公表し、松くい虫防除事業で運用している。この温量を初発日ではなく1%脱出日としてきた理由は、初発日が「散発的で安定していない(5)」ためである。本研究では、2013年から2018年に行った6年分の発生予察調査の結果からカミキリの脱出開始までに必要な温量をロジスティックモデルを用いて推定し、本県で運用してきた脱出時期推定の妥当性を検証する。

II 材料と方法

1. カミキリ脱出消長調査 カミキリ発生予察のための脱出成虫捕獲および強制産卵用の網室は新潟県森林研究所構内(村上市鶴渡路38.273N, 139.508E, 標高30m)に4室がほぼ東西方向に横並びで設置され、直射日光が当たらないような樹木の庇陰下にある。

毎年のカミキリ成虫活動期間中に産卵用網室で強制産

卵させたマツ材を脱出用網室に移し、翌年の発生予察調査に用いた。ただし、調査初年の2013年は激害地被害木由来のマツ材を用いた。毎年6月から8月中旬まではほぼ毎日脱出用網室を確認し、脱出していたカミキリ成虫を捕獲、計数した。脱出用網室内には温度データロガー(おんどとり Jr.:株式会社ティアンドデイ)を3月下旬から8月下旬まで設置し、毎正時の気温を計測した。

2. 解析方法 データロガーから得た気温データから日平均気温を求め、本県で採用しているカミキリの発育零点11°Cを超えた値を積算し、各日の温量(日度)を求めた。起算日は従来法(4, 5)では4月1日としていたが本研究では3月1日とし、データロガーの欠測値は構内気象観測データ(大田計器製作所:東京)を用いて補完した。

本研究では温量とカミキリ脱出率の対応をモデル化するのにロジスティック関数を採用した。ロジスティック関数は0~1の値しかとらない脱出率のようなデータの解析に適しており、また、実際に4,000頭以上のカミキリの脱出データから描かれた累積脱出率曲線(2)はロジスティック曲線の形状を示している。モデルの応答変数はカミキリ脱出率、説明変数は温量とし、変量効果として調査年を設定した。なお、初発日からの経過日数も説明変数になり得るが、本研究では初発日の温量を予測したいため、これは採用しなかった。応答変数が従う確率分布は二項分布とし、統計解析ソフトはR-3.4.1(The R

Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria.)を用い、一般化線形混合モデル(以下、GLMM)による解析のため glmmML(ver 1.0.3)パッケージを使用した。

モデルとするロジスティック関数は次式で示され(1, 3), GLMM によって各係数 β_0 , β_1 の最尤推定値を求めた。

$$y = \frac{1}{1 + \exp(-\beta_0 - \beta_1 x - r)}$$

ここで y は脱出率, x は温度, β_0 は切片, β_1 は傾き, r は変量効果を表す。ただし変量効果については調査年ごとに推定される値である。

III 結果と考察

1. 推定結果 得られた係数推定値は $\beta_0 = -10.3696$, $\beta_1 = 0.0202$ であり変量効果 r は $-1.80 \sim 1.04$ の間であった。推定脱出率曲線(以下, 推定曲線)と各年の実測値の脱出率曲線(以下, 実脱出率曲線)を図-1に示す。変量効果が正の場合には曲線は左へ, 負の場合には右へずれ, 0の場合は推定曲線そのものとなる。推定曲線に比べ, 実脱出率曲線の初発日付近の立ち上がり具合が変量効果を反映していないように見える部分があるが, これは各調査年のサンプル数が少なくばらつきが大きかったことが要因と考えられ, 母集団(県内のカミキリ)の脱出率の推定式としては充分妥当なものと考えられる。

2. 従来法の妥当性の検証 得られた推定ロジスティック曲線式(以下, 推定式)に, 各調査年の1%脱出日の温度の実測値を代入した結果を表-1に示す。2013年以外は推定脱出率が2.32~3.73%と算出されたが, 2013年のみ23.91%と推定値と実測値のずれが大きかった。2013年は4月中旬から約1ヶ月間, 平年より気温が3.0~4.5°C低かった。なお, 4月中旬の気温が低い場合には初発日に至る温度が増えるという現象は長崎県の事例(7)でも示されており, 推定式における変量効果 r が負になる要因であると考えられる。以上の結果から, 4月中旬の気温に著しい変化がない場合, 従来法での実測脱出率1%の時の推定脱出率は2~3%であり, 脱出率は大きく違わないことが明らかになった。すなわち, 従来法によるカミキリ脱出時期推定は概ね妥当と考えられた。また, 推定式から1%脱出率の温度推定値を求めると284.5日度であることが確認できた。

IV おわりに

推定式を使って, 今後は初発日温度をある幅を持った確率密度で表すことも可能であろう。今後さらにデータを充実させ, 解析を進めることによつて的確な防除事業

の実施に寄与していきたい。

引用文献

- (1) David W.Hosmer, Jr., Stanley Lemeshow, Rodney X. Sturdivant (2017) データ解析のためのロジスティック回帰モデル. 共立出版, 東京. 514pp
- (2) 遠田暢男 (1975) マツノマダラカミキリの発育と温度との関係. 森林防疫 24:208-211
- (3) 久保拓弥 (2012) データ解析のための統計モデリング入門. 岩波書店, 東京. 267pp
- (4) 宮嶋大介 (2017) 松くい虫被害激害地における予防薬剤散布の効果. 新潟森林研報 58:5-12
- (5) 布川耕一・山崎秀一 (1988) 新潟県におけるマツノマダラカミキリの生態. 新潟林試研報 30:27-41
- (6) 須藤昭弘 (2003) マツノマダラカミキリ成虫の初発日を予測する試み. 森林防疫 52:65-71
- (7) 吉本喜久雄 (2007) 長崎県におけるマツノマダラカミキリの発生予察について. 九州森林研究 60:84-85

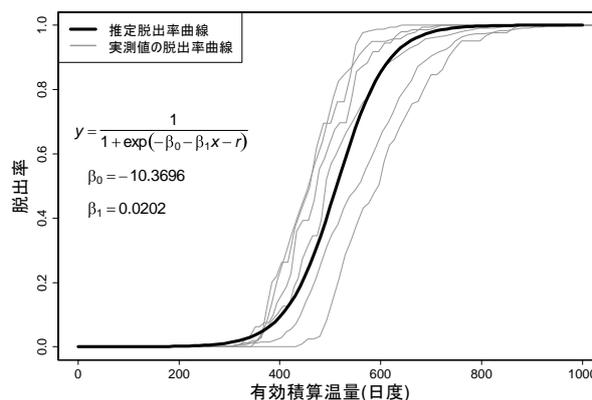


図-1. 推定脱出率曲線と各調査年の実測値の脱出率曲線

表-1. 実測脱出率1%(従来法)の時の推定脱出率と有効積算温度

調査年	推定脱出率 (%)	有効積算温度 (日度)	総脱出頭数
2013年	23.91	455.3	123
2014年	2.36	328.6	328
2015年	2.32	327.7	580
2016年	2.46	330.7	145
2017年	3.08	342.1	164
2018年	3.73	351.8	138