

# 山梨県におけるマツノマダラカミキリの発生予察

大澤正嗣・飯島勇人<sup>1)</sup>

Adult emergence of *Monochams alternatus*, the insect vector of pine wilt disease, in Yamanashi Prefecture

Masashi OHSAWA, Hayato IIJIMA<sup>1)</sup>

Summary : Adult emergence of *Monochams alternatus*, the insect vector of pine wilt disease, was investigated in Yamanashi Forest Research Institute (Fujikawa-cho, Yamanashi prefecture) for 27 years. The first emergence, 50% emergence, and last emergence dates were May 29, June 25, and July 26 on average, respectively. The effective cumulative temperature of this insect from January 1 to first adult emergence was 333 degree-days on average. However the date of first emergence and the effective cumulative temperature were fluctuated greatly. It is suggested that the first emergence date of the insect can be roughly forecasted by the cumulative average temperature of the days whose average temperature exceeded 11°C from January first to April 30.

Key words : *Monochams alternatus*, adult emergence, forecast

要旨：山梨県富士川町にある山梨県森林総合研究所網室にて、マツノマダラカミキリの発生予察を27年間行った。27年間の平均初発日は5月29日、50%発生日は6月25日、終発日は7月24日だった。初発までの有効積算温量は27年間の平均で333日度だった。GLMで解析したところ、その年の4月末までの日平均気温が11°C以上だった日の日平均気温の積算温量により、マツノマダラカミキリの発生時期（初発日）がある程度推定できることが示された。

キーワード：マツノマダラカミキリ、発生予察、初発日

## 1 はじめに

松くい虫(マツ材線虫病)による被害は1905年に長崎市で記録されており、その後1921年に発生した兵庫県における被害が全国的に拡大し(岸1988)、北海道を除く全国で現在でも多大な被害を出している。松くい虫の原因は、マツノザイセンチュウであり(清原・徳重1971)、それがマツノマダラカミキリにより媒介されることが1971年に漸く突き止められた(森本・岩崎1971)。それを基に被害対策が検討され、マツノマダラカミキリから松を守る予防薬剤散布や松くい虫で枯れた木で増殖するマツノマダラカミキリ(幼虫)を殺す伐倒薫蒸等が行われるようになった。予防薬剤散布はマツノマダラカミキリが発生する直前に行う必要があり、また伐倒薫蒸は、マツノマダラカミキリが枯死丸太から発生する前に終了していなければ効果が低下することから、これらの被害対策を行うにあたり、マツノマダラカ

ミキリの発生時期を知ることが重要となる。このため、全国で、マツノマダラカミキリの発生予察調査が行われた(遠田1976)。

山梨県における松くい虫被害は1977年に双葉町で初めて確認された。その後、被害は拡大し、現在では高標高地域を除き全県で発生している。当研究所でもこの松くい虫の予防や駆除を効果的に行うために、マツノマダラカミキリの発生時期の調査を実施してきた。今回、当研究所が現在の場所(富士川町)に移転し、新たな網室が設置された1994年以降、現在までの27年間の調査結果を取りまとめたので報告する。

## 2 試験方法

調査は、山梨県富士川町最勝寺にある山梨県森林総合研究所網室内(標高329m)で実施した。本調査を行った網室は、コンクリート床で屋根に寒冷紗を張っている。調査期間は1994年～2020年である。

1) 国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所  
本研究は、試験研究課題「松くい虫発生予察事業」(昭和61～)の一部として実施した。

マツノマダラカミキリ幼虫の穿孔形跡の多数ある松くい虫によるアカマツ枯死木から作成した丸太（直径6～20 cm、長さ約90cm（一部150cm）を30～100本網室に搬入し、そこから発生してくるマツノマダラカミキリを捕獲し、頭数をカウントした。そして、初発日、50%発生日、終発日を明らかにした。また、日平均気温は甲府地方気象台（気象統計情報 2020）にて記録されたものを用い、初発、50%発生、終発までの気温の状況を調査した。マツノマダラカミキリの発育限界温度は11℃とした（遠田 1976）。これらから、マツノマダラカミキリの初発日を決定する要因をGLMで解析した。GLMの応答変数は、“5月1日から初発日までの日数”、説明変数は“調査年の1月から4月末までの日平均気温が11℃以上だった日の気温から11℃を除いた値を積算した有効積算温量”（ $n = 27$ ）の他、11℃以上の日の中でも気温が低かった日の効果をより反映させるため、“調査年の1月から4月末までの日平均気温が11℃以上だった日の日数”（ $n = 27$ ）及び“調査年の1月から4月末までの日平均気温が11℃以上だった日の日平均気温の積算温量”（ $n = 27$ ）についてもそれぞれ検討した。GLMの確率分布はポアソン分布を用いると過大分散となっていることが示唆されたため負の二項分布を仮定し、リンク関数としてlogを用いた。GLMのパラメータ推定はR（4.0.1）とMASSパッケージで行った。上記3種類の説明変数を含むモデルでAICをそれぞれ算出し、AIC最小モデルを初発日予測モデルとして採用した。

さらに他の生物の発生時期を利用したマツノマダラカミキリ発生予測の可能性を検討した。サクラ初開花日、アジサイ初開花日、ツバメの初見日、ホタル初見日（甲府気象台調べ）について、マツノマダラカミキリの初発日との関係をGLMで解析した。GLMの応答変数はマツノマダラカミキリ初発日（ $n = 27$ ）、説明変数はサクラ初開花日（ $n = 27$ ）、アジサイ初開花日（ $n = 25$ ）、ツバメの初見日（ $n = 27$ ）、ホタル初見日（ $n = 22$ ）のいずれかとした。GLMの確率分布はポアソン分布を仮定し、リンク関数としてlogを用いた。GLMのパラメータ推定はR（4.0.1）で行った。いずれかの説明変数を含むモデルと切片のみのモデルでAICを算出し、AIC最小モデルを初発日予測モデルとして採用した。

### 3 結果及び考察

27年間の平均初発日は5月29日、50%発生日は6月25日、終発日は7月24日だった。初発日が松くい虫防除の上で重要で、平均値である5月29日とその目安になる。しかし、初発日は年により5月14日～6月9日と振れ幅が比較的大きいことにも注意が必要である。5月29日におけるマツノマダラカミキリの有効積算温量は平均333日度であった。

他県の状況を見ると、少し古い調査結果では、発育零点を11℃として、1%脱出日までの有効積算温量は鹿児島、熊本、和歌山（5月13日～21日）が240～340日度、高知、岡山、東京、千葉（5月29日～6月4日）が340から420日度の範囲だった（遠田 1976）。最近の調査結果としては、香川県では発育が進む温度を11℃として、有効積算温量は336.8日度（香川県環境森林部みどり整備課 2017）、長崎県で発育限界温度を12℃として273～428日度（吉本 2007）、新潟県で発育限界温度を11℃として実測平均値で335日度および推定値で284.5日度としている（岩井他 2019）。地域により、また同地域内でもばらつきが大きいが、今回の山梨県のデータは他県のデータと比較し妥当であることが分かる。

次に、この初発日が年によりばらつくことへの対応だが、ある年の初発日が例年（5月29日）より早いのか、遅いのか、さらにどのくらいずれるのかについて前もって予測できれば、より効果的に対策を実行できる。GLMによる解析で、“調査年の1月

表1 マツノマダラカミキリ初発日と4月30日までの日平均気温11℃以上の積算温量との関係

応答変数	coefficients			AIC
	切片	傾き	傾きのP値	
4月30日までの日平均気温11℃以上の日の気温から11℃を除いた有効積算温量	3.6180	-0.0022	0.1250	188.18
4月30日までの日平均気温11℃以上の日の気温の積算温量	3.8525	-0.0010	0.0251	186.78
4月30日までに日平均気温が11℃以上であった日数	3.8635	-0.0155	0.0533	186.99

から4月末までの日平均気温が11℃以上だった日の気温から11℃を除いた値を積算した有効積算温

量”、“調査年の1月から4月末までの日平均気温が11℃以上だった日の日数”、“調査年の1月から4月末までの日平均気温が11℃以上だった日の日平均気温の積算温量”の3つのモデルのAICを比較すると、“その年の4月30日までの日平均気温が11℃以上であった日の日平均気温の積算温量”が他の2つのモデルのAICより小さかったので(表1)、今回用いた説明変数の中では4月末までの有効積算

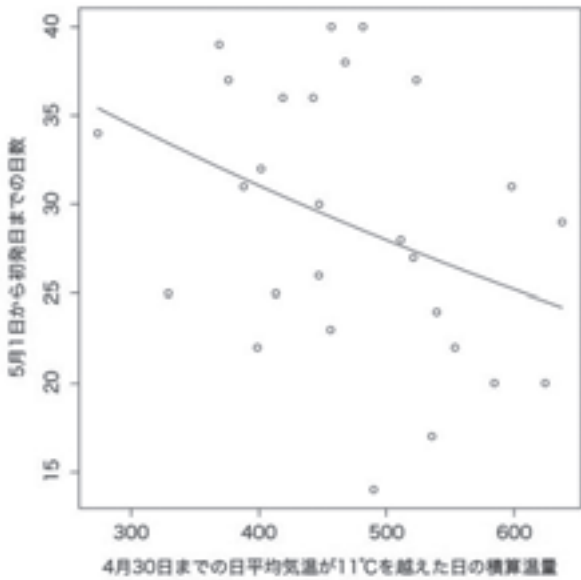


図1 4月30日までの日平均気温が11℃を越えた日の日平均気温の積算温量と5月1日からマツノマダラカミキリ初発日までの日数との関係

温量が初発日を予測するのに最も有効であることが明らかになった。

その推定式は、以下のとおりである。

$$Y = \exp(4.7663 - 0.0015 * X)$$

Y: 4月1日から初発日までの日数

X: その年の4月30日までの日平均気温が11℃以上であった日の日平均気温の積算温量

この式を基に、毎年の4月末日までの有効積算温量を把握することで、初発日がある程度予測することが可能になると考えられる(図1)。

他の生物とマツノマダラカミキリ初発の関係については、同じ頃開花するアジサイの開花日の年変動は、マツノマダラカミキリの変動とかなり類似していた(P = 0.03, 表2)。しかし、マツノマダラカミキリと同時期に発生するホタルの初見日の年次変動やマツノマダラカミキリ初発より時期の早い、サクラの開花日やツバメ

表2 各生物開花日または初見日とマツノマダラカミキリ初発日の関係

	平均開花、 初見日	coefficients			AIC
		切片	傾き	傾きのP値	
サクラ開花日	3月25日	3.124	0.01	0.229	193.36
ツバメ初見日	4月2日	3.102	0.008	0.145	192.66
ホタル初見日	6月2日	3.171	0.007	0.124	157.3
アジサイ開花日	6月23日	3.128	0.01	0.034	160.77

の初見日の年次変動とマツノマダラカミキリ初発日の年次変動間には高い回帰係数は得られなかった(表2)。

アジサイではマツノマダラカミキリとほぼ同時期に開花するため、マツノマダラカミキリの発生予測には使用出来ず、またマツノマダラカミキリと同時期のホタルやより早く発生するサクラやツバメではマツノマダラカミキリの発生状況とかなり異なっていることから、今回調査した生物4種ではマツノマダラカミキリの発生時期を推定するのは難しいことが明らかとなった。

一般に昆虫の発育と温度の関係から算出される発育零点や有効積算温量は“目安値”であり、野外条件下で厳密に適用するには問題が多いとされている(梅谷・山田 1973)。また実験的に得られた発育日数から外挿的に得られた発育零点は、実際の発育休止温度を示さないとされている(内田 1957)。マツノマダラカミキリについても、各地域の羽化脱出消長は、現在の所あまり温量にとらわれず、気温の平年値のように、多くの資料の平均月日で推測されればよいと考えられている(岸 1988)。

今回の発生予察調査においても、山梨県での27年間の平均初発日が、5月29日であり、この初発日を目安として、これまでに予防散布や被害木の駆除を実施するのが基本になるだろう。さらに、4月30日までの日平均気温が11℃を越えた日の日平均気温の積算温量を含んだモデル式で、平均初発日への補正を行えば、より詳細な予測となると考えられる。

また、今回、有効積算温量を説明変数としたモデルより、気温が低かった日の効果をより反映させる説明変数を用いたモデルで説明力が高かったことから、低い気温がマツノマダラカミキリの生育へこれまで考えられていた以上に貢献している可能性がある。

## 謝 辞

本研究を行うに当たり、佐相美貴、小嶋美津代、長谷川文、櫻田尚人諸氏には、業務の執行を補助して頂いた。ここに深くお礼申し上げます。

## 引用文献

遠田 暢男 (1976) マツノマダラカミキリの生活史  
森林防疫 25: 182-185  
岩井 淳治・塚原雅美・宮嶋大輔 (2019) 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  
関東森林研究 70-1: 129-130.  
香川県環境森林部みどり整備課 (2017) 平成 29 年度  
松くい虫防除事業報告Ⅲ マツノマダラカミキ

リの発生予察結果 6-7.  
岸 洋一 (1988) マツ材線虫病 ―松くい虫―  
精説 pp292. トーマス・カンパニー 東京都港区  
甲府地方気象台 (2020) 気象統計情報  
<https://www.jma-net.go.jp/kofu/menu/report.html>  
清原友也・徳重陽山 (1971) マツ生立木に対する線虫  
Bursaphelenchus sp. の接種試験 日本林学  
会誌 53: 210-218.  
森本 桂・岩崎 厚 (1971) マツノマダラカミキリによ  
るマツノザイセンチュウの伝播. 日本林学会九  
州支部研究論文集 25: 165-166.  
内田俊郎 (1957) 昆虫の発育零点. 日本応用動物昆虫  
学会誌 1: 46-53  
梅谷献二・山田偉雄 (1973) コナガの発育零点と発育  
有効積算温量、およびその地理的差異. 日本  
応用動物昆虫学会誌 17: 19-24