

丸太接種によるカシナガキクイムシの成育温量調査

伊藤 昌明

要約

カシナガの生息可能な気温条件を把握することを目的として、カシナガを接種した丸太を用いた成育温量調査を行った。その結果、カシナガが 1 年 1 化で生活環を全うできる温度条件は発育零点 11.5℃、有効積算温量 1174.7℃であることが示された。この結果を青森県内の気温データに当てはめたところ、カシナガの定着が可能な地域として、秋田県境から権現崎までの日本海沿岸地域などの 6 地域が抽出された。これらの地域ではナラ枯れ被害探査の強化が必要と思われた。

I はじめに

2016 年に西津軽郡深浦町で発生したナラ枯れ被害は、2019 年以降 10,000 本を超える被害量となっており、2020 年には深浦町近隣の 6 市町村（弘前市、中津軽郡西目屋村、五所川原市、つがる市、西津軽郡鯨ヶ沢町、北津軽郡中泊町）でも被害が確認された。また、2023 年には青森市及び東津軽郡平内町でも被害が発生し、被害地域は拡大傾向にある。今後の被害拡大や定着の危険性を評価するためには、媒介昆虫であるカシナガキクイムシ（以下、カシナガ）が生息可能であるかを調査する必要がある。そこで、本研究ではカシナガが 1 年 1 化で生息可能な気温条件を把握するために、カシナガを接種した丸太を用いた飼育試験を行い、カシナガの成育温量を明らかにした。

II 材料と方法

1. 供試昆虫及び採取地

供試昆虫は深浦町大間越地区に設置したおとり丸太から採取したカシナガである。おとり丸太の長さは約 2m であり、その材料はミズナラである。おとり丸太を長さ約 40cm に玉切りして、羽化トラップ内に静置し、室内で保管した。羽化トラップで採取したカシナガは 15℃のインキュベータで保管し、飼育試験に用いた。

2. 飼育丸太

飼育試験に用いた丸太はミズナラである。胸高直径は 17.2cm であり、地際から 3m 分の主幹を試験に用いた。ミズナラ主幹を 20～25cm に玉切りし、丸太を 8 日間、浸水させた。その後、丸太の木口面をパラフィンで封印し、カシナガを接種した。

3. 飼育方法

浸水させた丸太に 3mm 径の孔を 10 孔ずつ開けた。各孔に先端を 3mm 切り取った、1ml チップを差し込み、オスのカシナガを接種した。オスのカシナガが丸太に穿入し、フラスが排出されたことを確認した後、メスのカシナガを追加接種した。接種に用いたカシナガは 15℃のインキュベータから取り出した後、保冷剤上で一時的に麻痺させ、拡大鏡下でダニ寄生の有無と脚部欠損

の有無を確認し、ダニの寄生がなく、欠損が確認されなかったものである。接種作業とフラスの確認は室温（20℃）で行い、ペアが成立するまで繰り返し接種した。なお、ペアの成立の条件はメスが排出するフラスが確認されたこととした。接種後の丸太は乾燥を防ぐため、接種孔を上面として、十分に水を含ませた水苔で下半分を覆い、保管した。

カシナガの飼育条件は次のとおりで、温度は6温度条件（30℃・27℃・25℃・23℃・20℃・18℃）とし、明暗条件は明期16時間、暗期8時間とした。各温度条件につき、インキュベータを1つ使用し、各インキュベータには接種後の丸太を1つずつ設置した。設置後、接種孔から排出されるフラスを目視で観察し、幼虫が排出するフラスが減少傾向に転じた孔道について、底面に3mm径の孔を開けたポリカップを設置し、脱出する新成虫を捕獲した。

4. 成育温度解析

有効積算温量及び発育零点について、伊藤（1973）を参考に算出した。ここで、有効積算温量は $D(T-t) = k$ で算出され、 D は発育期間（日）、 T は環境温度（℃）、 t は発育零点（℃）、 k は有効積算温度定数である。また、発育速度を $1/D$ とし、 $1/D = -t/k + (1/k)T$ に変形することで、発育期間と環境温度の関係を直線式で示すことができる。この発育速度の回帰式に発育期間及び環境温度を代入し、発育零点及び有効積算定数を求めた。なお、発育期間はメスのカシナガのフラスが確認できた日から新成虫の脱出が初めて確認された日までとした。また、環境温度は接種からインキュベータに丸太を設置するまでの室温とインキュベータ設置後から新成虫の初発までの温度条件をそれぞれの日数で掛けた値の和を発育期間の値で除したものとした。この解析によって得られた有効積算温量を、カシナガが1年1化のサイクルを回すのに必要な温度条件とした。

Ⅲ 結果

1. カシノナガキクイムシの飼育結果

カシナガの飼育結果を表1に示す。6温度条件の全てで新成虫の脱出がみられ、初発までの日数は飼育温度が高いほど少なかった。一方、50%脱出日数及び最終脱出日数では、温度の高低による傾向はみられなかった。ここで、全ての温度条件で新成虫が確認されたが、23℃において、発育期間80日目から122日目にかけて、フラスの排出が確認できない状況が続いた。原因は不明であるが、フラスが排出されていない期間において、幼虫の死亡や発育不良が発生した可能性がある。そのため、23℃は有効積算温量の解析から除外することとした。

表1 カシノナガキクイムシの飼育結果一覧

飼育温度 (°C)	丸太直径 (cm)	丸太長 (cm)	オス供試孔数	オスフラス排出孔数	交尾成功孔数	幼虫フラス排出孔数	成虫脱出孔数	成虫脱出個体数			初発日数	50%脱出日数	最終脱出日数
								オス	メス	合計			
30	18.5	22.8	10	9	7	4	4	232	130	362	71	124	188
27	16.7	25.0	10	9	9	7	7	370	303	673	76	124	202
25	12.2	22.5	10	8	7	3	3	123	89	212	95	244	276
23	14.2	20.0	10	8	7	5	5	194	204	398	129	208	266
20	17.2	23.5	10	5	4	3	3	188	178	366	140	223	284
18	12.2	23.4	10	6	4	3	2	8	2	10	170	224	260

2. カシノナガキクイムシの有効積算温量

23℃を除く 5 温度条件と発育日数の関係を調査したところ、環境温度が高いほど発育日数が少なくなることが示された (図 1)。また、発育速度との関係では、環境温度と発育速度の間に正の関係が示され、関係式 $1/D = 0.0008512729T - 0.0097915970$ ($R^2 = 0.985749206$, $n=5$) が成り立った。この関係式から、発育零点は 11.5℃、有効積算温量は 1174.7 日℃であることが示された。

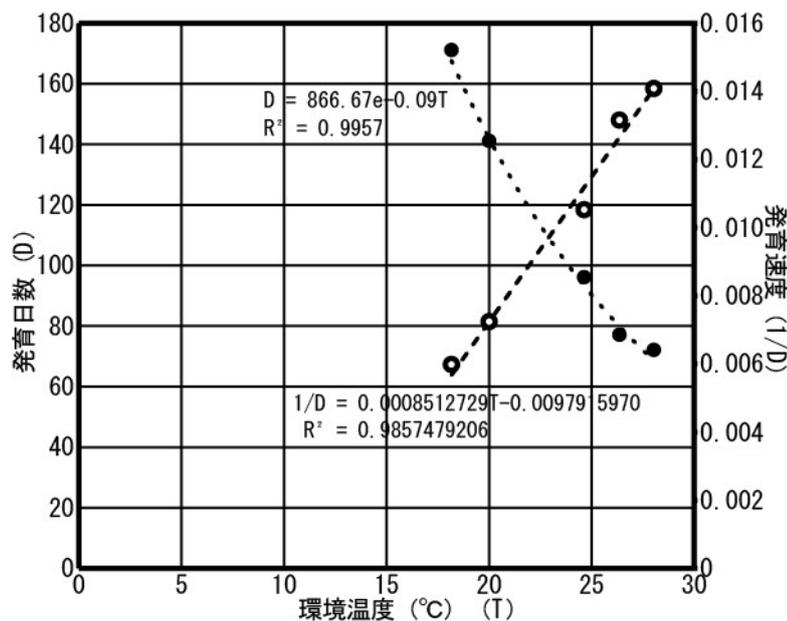


図 1 環境温度と発育日数・発育速度の関係

黒丸は発育日数を、白丸は発育速度を示す。図中の近似式は上が環境温度と発育日数、下が環境温度と発育速度の関係を示す。

IV 考察

本研究の結果、カシナガの発育零点は 11.5℃であることが示された。日本産甲虫類の発育零点は 10.9 ± 2.5 ℃と報告されており (桐谷 2012)、本研究における発育零点は、概ねこの範囲に収まるものと思われる。一方、大橋 (2014) は越冬幼虫の羽化までの発育零点が 6.9℃であることを報告している。これは調査期間の違いや北日本と西日本でカシナガの遺伝的系統が異なること (Shoda-Kagaya et al. 2010) が影響しているかもしれない。このことから、本研究で得られた発育零点 11.5℃は青森県産カシナガの発育零点として用いることが妥当と思われる。

環境温度と発育速度の関係式から、カシナガの有効積算温量は 1174.7 日℃となった。このことから、発育零点 11.5℃、有効積算温量 1174.7 日℃の条件でカシナガは交配～羽化までのステージを達成できるものと思われた。

以上の結果から、青森県産カシナガが 1 年 1 化の生活環を全うできる温度条件を発育零点 11.5℃、有効積算温量 1175 日℃とすることとした。この条件を基に、青森県におけるカシナガの生息適地を図 2 に示す。青森県においてナラ枯れ被害が発生した 2016 年以降の期間を対象とし、有効積算温量の算出は前年 7 月 1 日～翌年 6 月 30 日までの 1 年間とした。ただし、2016 年の被害は前年に産卵されたカシナガによる被害のため、2015 年 7 月 1 日以降を対象期間とした。この条件において、カシナガが 1 年 1 化の生活環を全うできると思われた地域には、秋田県

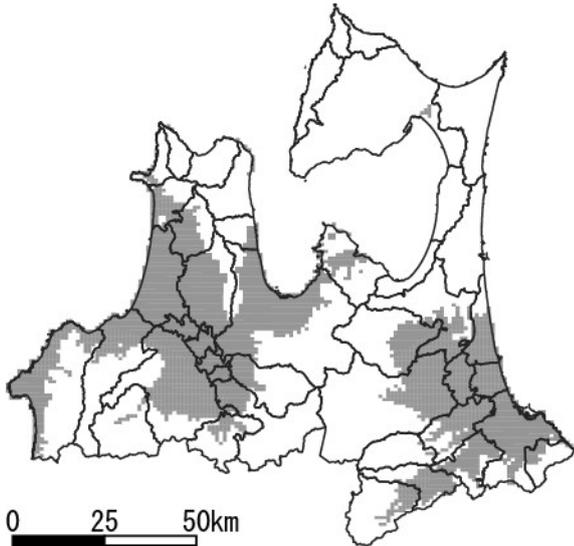


図2 カシノナガキクイムシの生息適地

発育零点 11.5°C、有効積算温量 1175 日°C以上でカシノナガキクイムシが1年1化の生活環を回せるものとした。有効積算温量の算出期間は2015年7月1日～2023年6月30日であり、当年7月1日～翌年6月30日までの1年間の積算値を有効積算温量とした。地図中の灰色は有効積算温量の8年間の平均値が1175 日°C以上となる地域を示す。温度データは農研機構メッシュ農業気象データ (The Agro-Meteorological Grid Square Data, NARO, <https://amu.rd.naro.go.jp/>) (大野ら 2016) 及びそのマニュアル (小南ら 2019) を利用した。

境から権現崎までの日本海沿岸地域、津軽平野、青森平野及び小湊川沿い、八戸市から三沢市にかけての太平洋沿岸部、馬淵川沿い及び上北地域南部の低標高地域が抽出された。これらの地域においてはカシノナガが定着し、ナラ枯れ被害が継続する恐れがあるため、被害探査を強化する必要があると思われる。

引用文献

- 伊藤嘉昭 (1975) 動物生態学 (上) . 226pp. 古今書院.
- 桐谷圭二 (2012) 日本産昆虫、ダニの発育零点と有効積算温度定数：第2版. 農業環境技術研究所報告. 31: 1-74.
- 小南靖弘・佐々木華織・大野宏之 (2019) メッシュ農業気象データ利用マニュアル Ver. 4. 農研機構
- 大橋章博 (2014) カシノナガキクイムシの発育零点と有効積算温度の試算. 中部森林研究. 62: 53-54.
- 大野宏之・佐々木華織・大原源二・中園 江 (2016) 実況値と数値予報, 平年値を組み合わせたメッシュ気温・降水量データの作成. 生物と気象 16: 71-79.
- Shoda-Kagaya E. Saito S. Okada M. Nozaki A. Nunokawa K. Tsuda Y. (2010) Genetic structure of the oak wilt vector beetle *Platypus quercivorus*: inferences toward the process of damaged area expansion. BMC Ecology. 15:10-21.