

カナダと北海道におけるキクイムシ被害の発生状況の比較

小野寺賢介

はじめに

2000年以降、キクイムシの被害量が世界規模で急増しています。特に被害量が多くて有名なのが北米のアメリカマツノキクイムシ mountain pine beetle (以下、MPB) です。MPBは樹皮下キクイムシ (英語では bark beetle) と呼ばれるキクイムシの仲間です。樹皮下キクイムシは、樹皮と材の間に潜り込んで、内樹皮や形成層を摂食します。MPBは、体長3.5~6.8 mm と小さな昆虫ですが、フェロモンを使って集団で樹木に穿孔して樹皮下の組織を食い荒らすことで樹木を枯らしてしまいます。被害で枯損した樹木の表面を見ると、多数のキクイムシが穿孔した穴をたくさん確認することができます。MPBは北米大陸北部のブリティッシュコロンビア州 (以下、BC州) などを中心に猛威を振るい、1995~2015年の間に7,861万ヘクタール以上で被害を発生させてカナダの林業に大変な影響を及ぼしました (図-1)。また、ヨーロッパに目を向けると、トウヒ類を攻撃する樹皮下キクイムシであるヤツバキクイムシが、1990~2001年の間に30万ヘクタールで被害を発生させました。

そのような世界情勢の中、北海道の道東地方でもカラマツの大量枯損が2016年に突然発生しました。被害発生地からの速報によって、被害木にカラマツヤツバキクイムシ (以下、カラマツヤツバ) が穿孔していることがいち早く伝えられました。被害程度は小班によって差が大きく、地上からの目視観察では被害率はおおよそ20~90%と幅が広く生立木と立枯れ木が混在していました。被害発生区域面積は合計1,800ヘクタールを超える過去にない被害規模でした (図-2)。

カラマツヤツバが健全なカラマツを攻撃することはないと考えられています。これまでの被害地のほとんどは風倒木が大量に発生した林分や間伐材を放置した林分で、強風や伐採などによる林内環境の変化で衰弱した残存木や、もともと何らかの理由で衰弱していたカラマツが被害を受けたと推測されてきました。そうであれば、カラマツを衰弱させる原因となる事象が、今回の大被害発生地域で同時に発生していたことが予想されます。

それでは、最近被害が急増している外国では、どのような状況でキクイムシが大発生していたのでし

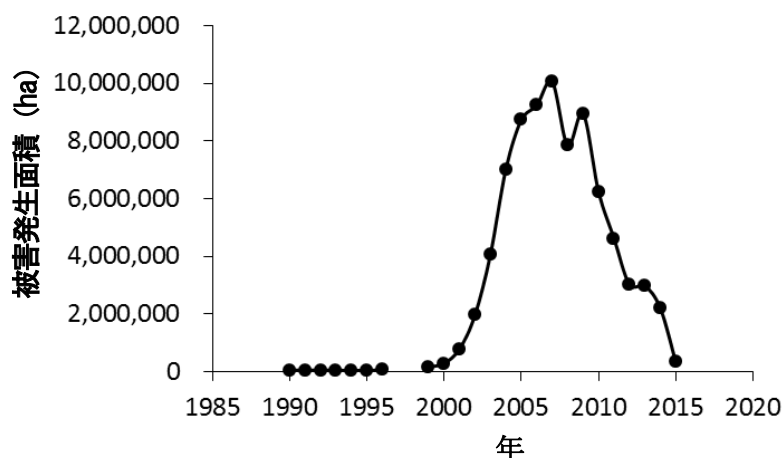


図-1 カナダ、ブリティッシュコロンビア州で発生したアメリカマツノキクイムシの被害面積の推移 (Natural Resources Canada statistical data (<https://cfs.nrcan.gc.ca/statsprofile/disturbance/bc>)を基に作図)

ようか。北海道でも外国と同様の状況になっていたのかどうか確認することで、カラマツヤツバが突発的に大発生した原因を推測できるかもしれません。そこで、MPBが大発生したBC州の被害発生状況について情報収集し、北海道との類似点あるいは相違点を確認することとしました。

MPBの大発生要因

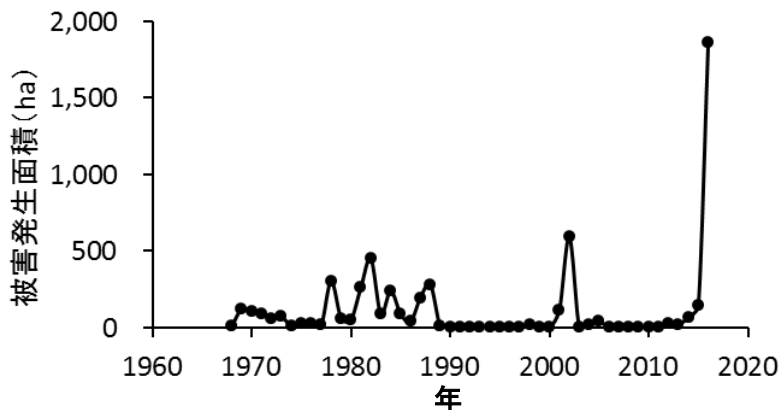
MPBの生態および被害発生状況については、カナダ政府のホームページなどで多くの情報を得ることができます(例えば、Natural Resources Canadaのホームページ、<https://www.nrcan.gc.ca/forests/fire-insects-disturbances/top-insects/13397>, 2018年10月15日確認)。以下は、それらのホームページの内容の概略です。

MPBの主な宿主は、ロブローパーイン、ポンデローザパインで、他のマツ類のほとんどの樹種でも繁殖可能です。ライフサイクルは、気温の影響を大きく受けます。成虫になるまでの期間は、暖かい地域では1年、標高の高い地域では年によって異なり1年あるいは2年です。多くの個体は幼虫越冬し、夏期に成虫になり樹皮下から出現してきます。一部に成虫越冬する個体もいます。穿孔を開始するのはメスです。産卵時期は、これも気温に左右されて、だいたい6月の終わりから8月の終わりにかけてです。

キクイムシの被害発生には、キクイムシ側の要因と樹木側の要因の2つが関わります。つまり攻撃側と防御側の都合です。もし攻撃側の力が増すことがあっても、同時に防御側の力も上がっていれば平衡状態ですが、防御側の力が下がっていれば攻撃側の勝利、つまりキクイムシの大発生につながりやすくなります。

MPB側の要因として、気温の上昇が挙げられています。冬期の気温の上昇によって越冬時期の死亡率が下がったことがMPB大発生に関係していると指摘されています。MPBの死亡率は、樹皮下の温度の低下とともに上昇し、零下29℃で約40%、零下35℃で約80%にも達することが飼育実験で確かめられています。また、夏期の気温上昇によって成虫になるまでの期間が短くなってライフサイクルが1年の地域が増加することが予想されます。ライフサイクルが短くなると急激な増殖が可能になるでしょう。

また、老齢林の増加がMPBと樹木の両方に関わる要因として、大発生に関係していると指摘されています。若齢木の薄い樹皮より、成木の厚い樹皮の方が餌の量が多いうえ乾燥しにくい良質な餌になります。樹皮が乾燥するとキクイムシの餌に適さなくなります。カナダでは林齢80年以上、胸高直径が20cm以上の森林でキクイムシの大発生が多くなることが知られています。老齢木になると、腐朽などによって衰弱して抵抗力が低下している個体が増加してきます。老齢林の面積が増えるとキクイムシが獲得できる餌資源量が増える可能性が高くなります。



図ー2 北海道で発生したカラマツヤツバキクイムシの被害面積の推移(森林保護実績と北海道森林病虫害等被害並び防除状況報告書を基に作図)

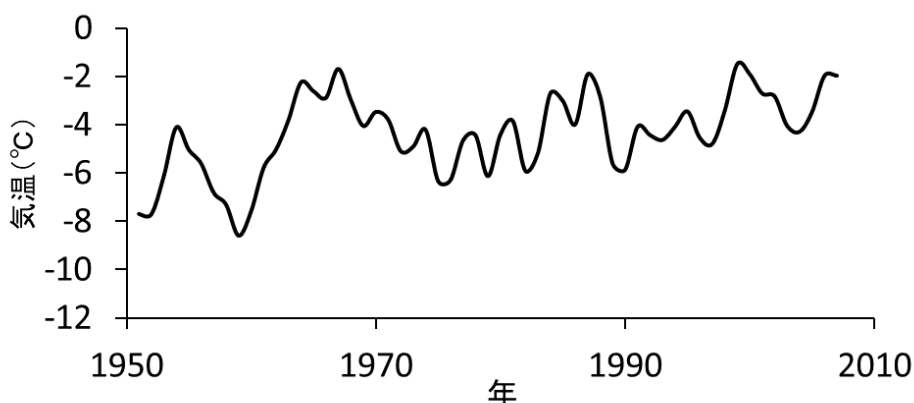


図-3 カナダ，ブリティッシュコロンビア州クイネルにおける2月の平均気温の5年移動平均値

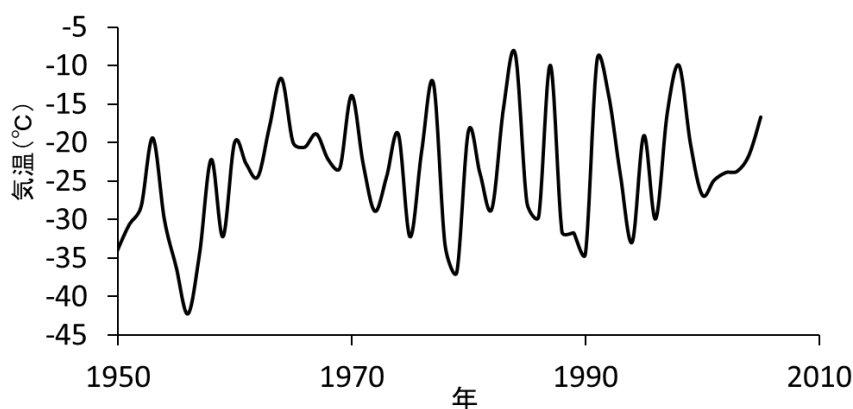


図-4 カナダ，ブリティッシュコロンビア州クイネルにおける2月の最低気温

カナダと北海道の比較

気温の上昇

BC州の気象データを取得する地点として、MPB大発生地域に位置する観測点 Quesnel A (北緯 53.03 度，西経 122.51 度，標高 545m；以下，クイネルと呼ぶ) を選びました。クイネルの気象データは、カナダ政府のホームページ内の Historical Data のページ (http://climate.weather.gc.ca/historical_data/search_historic_data_e.html) からダウンロードしました。北海道の気象データについては、気象庁が道東地方に設定していた観測点のうち、古い年代から観測点が設定されていた網走（ただし途中で観測機器や観測地の若干の変更があります）に加えて、被害が大きかった陸別をデータ取得地点に選びました。北海道の気象データは、気象庁のホームページからダウンロードしました。比較したデータは、クイネルでも北海道でも例年、最も気温が下がる2月と上がる8月の気温です。

クイネルの2月の平均気温の長期的変動を5年移動平均値で見ると、クイネルの気温が上昇傾向にあったことが分かります（図-3）。また、クイネルの2月の最低気温を見ると、年による変動が大きくて傾向を読み取ることは難しいのですが、1996年までは数年おきに零下30℃以下に達していたことが分かります（図-4）。越冬しているMPBの死亡率が低温で上昇することから、数年おきにMPBの個体群サイズは低い水準に抑制されていたことが予想されます。しかし、1996年以降は、2月の最低気温が零下26.8℃より低くなった年がありませんでした。

北海道東部の長期的な傾向を見ることのできる網走について2月の平均気温の5年移動平均値を図-5に示します。網走では、近年は特に上昇傾向にあったようで1990年代からは過去より高い平均値で推移しています。ただし、都市化によるヒートアイランドの影響に注意が必要です。網走は都市化の影

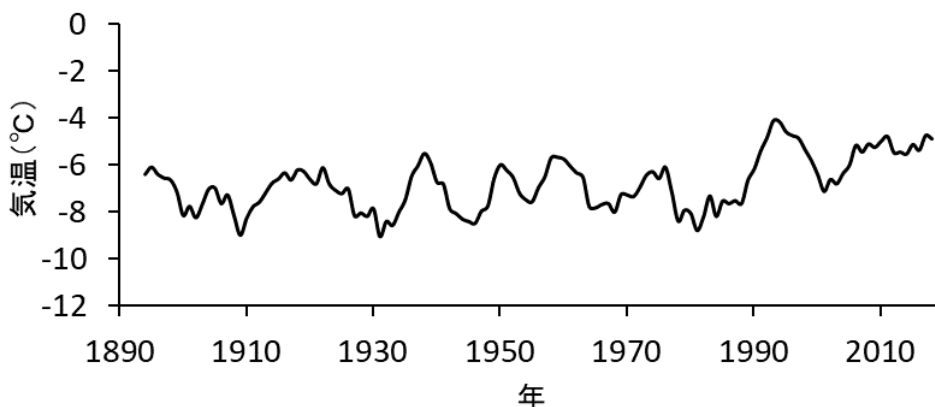


図-5 網走における2月の平均気温の5年移動平均値

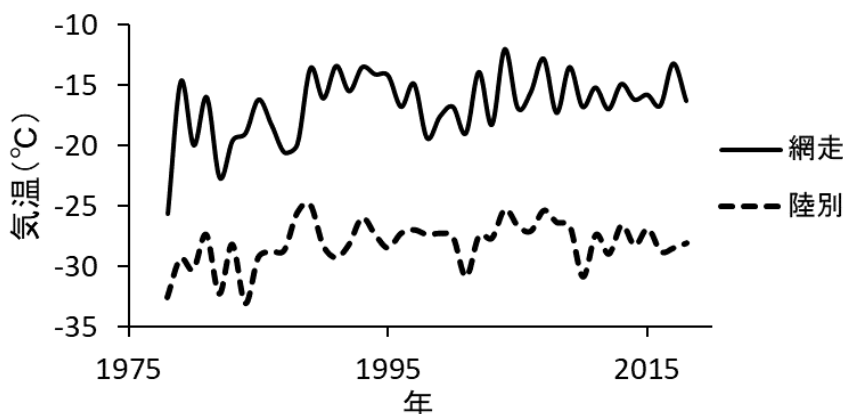
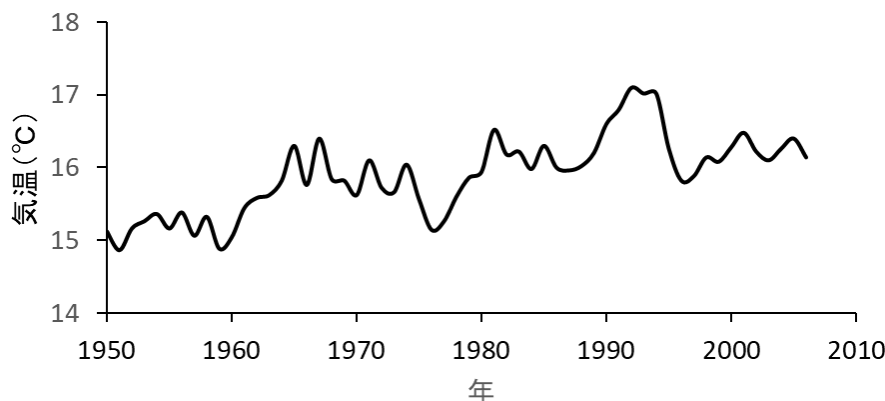


図-6 網走および陸別における2月の最低気温

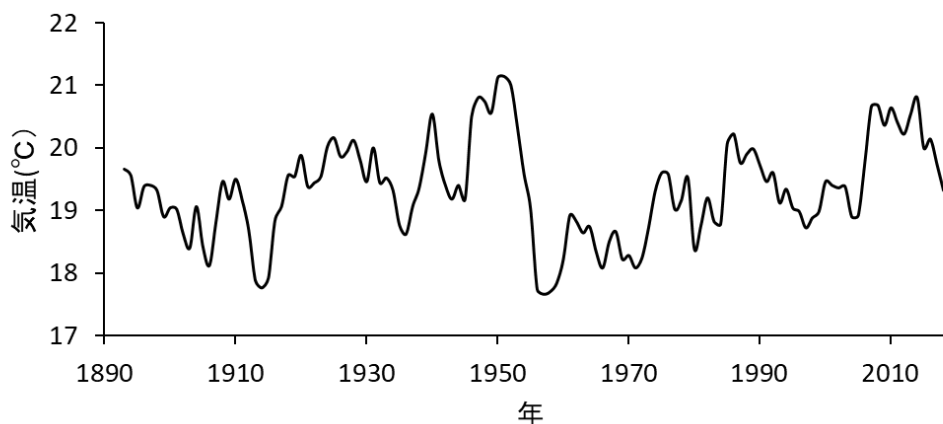
響が小さいために地球温暖化の指標として計測が続けられている地点ですが、今後、気候変動が林業に及ぼす影響を正確に評価するためには森林での定点観測地を設定する必要があるでしょう。

網走の最低気温は、ほとんどの年で零下 20°C を上回っていました (図-6)。カラマツヤツバの低温耐性については情報がありませんが、網走周辺の気候はクイネルほど厳しくないようです。北海道の中でも特に気温が下がることが知られている陸別では、低温が個体群の抑制要因になっているかもしれません。陸別の最低気温は、ほとんどの年で零下 25°C 以下で、1990 年以前の 12 年間には 4 回も零下 30°C を下回っていました。しかし、1990 年から 2018 年までの 28 年間では、零下 30°C 以下を記録したのは 2001 年と 2010 年の 2 回だけで、他の年は比較的高い値で推移していました。もしカラマツヤツバの耐寒性が MPB と同程度であるならば、少なくとも 2011 年以降の陸別では、低温がキクイムシ個体群の死亡率を劇的に高めることがなかったのかもしれませんが。キクイムシ大発生と冬期の死亡率の関係を明確にするためには、カラマツヤツバの耐寒性を明らかにする必要があります。

クイネルの 8 月の平均気温は、1950 年以来上昇傾向にあったことが分かります (図-7)。また、網走の 8 月の平均気温についても、1890 年代からの傾向を見ると網走の長期的な傾向は不明瞭ですが、1950 年からは明瞭な上昇傾向にありました (図-8)。カラマツヤツバが成虫になるまでの発育期間は、16~30°C の間では 30°C で最も短いことが知られているので、近年は北海道でもキクイムシの成長が早くなっていたことが予想されます。温度が高いと産卵数も増加することが知られています。夏期の気温の面からもカラマツヤツバが大発生するリスクは近年高まっていた可能性があります。



図一七 カナダブリティッシュコロンビア州クイネルにおける8月の平均気温の5年移動平均値



図一八 網走における8月の平均気温の5年移動平均値

林齢分布

BC州の森林のデータについては、British Columbia data catalogue VRI forest vegetation composite polygons and rank 1 layer を用いました。このデータは、BC州のホームページ (<https://catalogue.data.gov.bc.ca/dataset/2ebb35d8-c82f-4a17-9c96-612ac3532d55>) からダウンロードすることができます。ダウンロードしたファイルには、一般的なGISソフトで利用可能なシェイプファイルとデータベースがセットで納められています。一度にダウンロードできるデータ量に制限があるので、自分の興味のある範囲を指定してダウンロードします。今回は、BC州の被害発生地域の中心地域を含む約192万ヘクタールの範囲を大まかに指定しました。その範囲の森林で、マツ属の樹木の優占度が高い森林を抽出し、林齢クラスごとに面積を算出しました。林齢については、優占するマツ属樹種の推定樹齢を林齢として用いました。その結果、2017年時点のMPB被害発生地域では樹齢80~100年より上のクラスの面積が急激に大きくなり、樹齢80年以上の林分が全体の78%を占めていたことが分かりました(図一9)。先述したとおり、80年生以上の森林でMPBは大発生する傾向にあるので、MPBにとって良好な生息場の割合が非常に高くなっていたといえるでしょう。

一方、陸別町内のカラマツ林の林齢分布を見ると、2015年時点で林齢40年以上の林分が面積で47%を占めていました(図一10)。林齢40年のカラマツ人工林の各樹木個体は、カラマツヤツバの繁殖に十分な平均直径に達しています。陸別でも近年はカラマツヤツバに大量の餌を供給できる体制が整っていたといえるでしょう。とはいえ40年生のカラマツは、抵抗力が落ちた老齢木ではありません。キクイムシ大発生を林齢だけで説明できるとは思えません。大量の餌を供給するポテンシャルを引き出す他の要因も必要であったと思われます。この点から、抵抗力の落ちた老齢木が大量にあったであろうBC

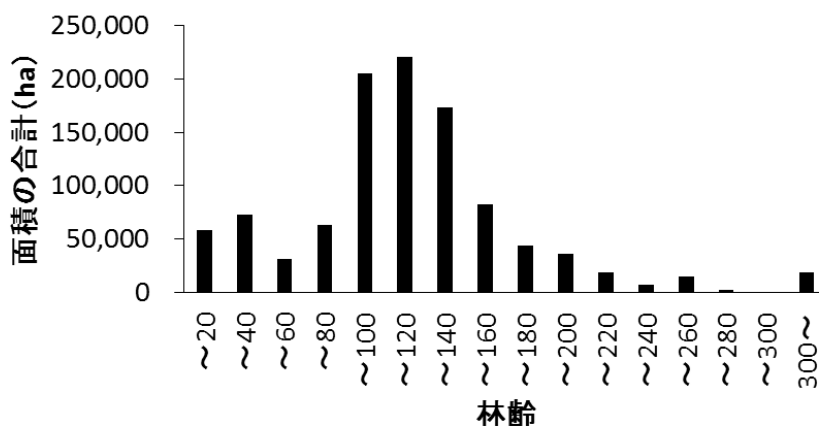


図-9 カナダブリティッシュコロンビア州クイネル周辺の区域内(約192万ha)のマツ属が優占する森林の林齢別面積 (2017年時点)

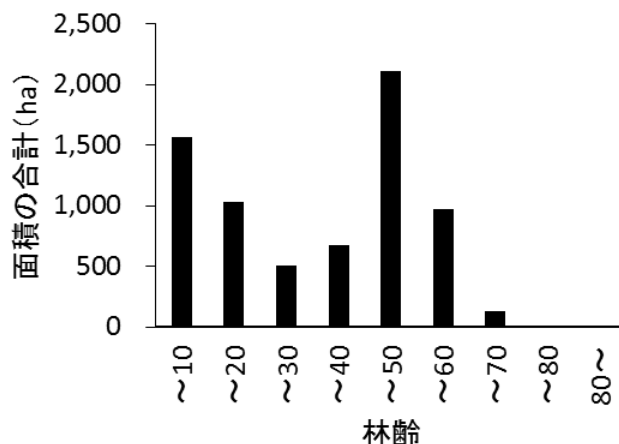


図-10 陸別におけるカラマツ林の林齢別面積 (2015年時点)

州と比べると、北海道はキクイムシの大発生リスクが高い状態ではなかったのかもしれませんが。

まとめ

BC 州、北海道ともに被害地周辺の気温は上昇傾向にありました。一方、林齢構造はともに高齢に偏っている傾向にありましたが、BC 州では林齢が 100 年を超える林分が多く、北海道は林齢構造に関するリスクはBC 州に比較して低いようでした。とはいえ、北海道でも徐々にリスクが高まってきたと推測できます。今後、北海道のどこで新たな被害地が発生するのか予測することは難しいのが現状です。道東のカラマツ林全域で被害が発生しているわけではありませんので、気温や林齢の条件がそろっただけで被害が発生するわけではないでしょう。必要条件が一つ一つ満たされて、被害が発生する確率が各地で少しずつ上昇していると推測されます。北海道では林齢構造よりも影響の大きい独特の要因があると考えられます。ハバチ類などの葉食性害虫の被害や土壌の乾燥による水分ストレスなどとカラマツヤツバ被害との関係についても研究していく必要があります。

(保護種苗部保護グループ)