

岩手県における松枯れ被害分布の特徴解析 による被害判定マップの作成

澤口勇雄*・佐々木俊一**・立川史郎***

Creating a damage risk map for Iwate Prefecture by analyzing
the characteristics of the distribution of pine wilt disease

Isao SAWAGUCHI*, Toshikazu SASAKI**, Shiro TATSUKAWA***

1. はじめに

我が国における、2004年度の松くい虫被害材積は73万 m^3 (森林・林業白書, 2006)で、1979年度のピーク時の243万 m^3 (全国森林病虫害獣防除協会, 1997)の3割に減少している。しかしながら、現在、松くい虫被害は北海道、青森県を除く45都府県に拡大している。東北地方でマツ材線虫病が最初に発見されたのは1975年の宮城県石巻市で、岩手県への侵入は1979年とされている(陣野, 1987; 小林ら, 1988)。岩手県庁は、松くい虫被害の拡大防止を図り健全なアカマツ林を造成するため、「岩手県松くい虫被害対策推進大綱」により総合的な被害対策を進めており、アカマツ林の除間伐、主伐等を適正に実施するために、「松くい虫対策としてのアカマツ伐採実施指針」を定めて被害地域と周辺地域での徹底防除に努めている。しかしながら、岩手県庁によると、松くい虫被害は岩手県南部を中心に23市町村(2004年度現在の自治体数)に達したとされている。

竹谷昭彦ら(1975)はマツの枯損木の発生環境を温量からの解析している。岩手県における松くい虫被害の拡大予測に関しては、伊達(1980)は1年1化の生活環をモデルに有効積算温量と標高から、岩手県におけるマツノマダラカミキリの分布可能地域を推定している。小林ら(1988)は、岩手県メッシュ気象情報システムを利用してマツノマダラカミキリの生息適地を推定しメッシュマップを作成している。本研究は、最近のGIS(地理情報システム)技術の進

Received January 15, 2009

Accepted February 13, 2009

* 岩手大学農学部附属寒冷フィールドサイエンス教育研究センター

** ナイス株式会社

*** 岩手大学農学部共生環境課程

展により、全県を対象に3次メッシュ(約1km×1km)レベルでの松枯れ被害地の環境解析が容易に行えることとなったことから、温度、降水量、標高、道路からの距離、植生との関係から松枯れ木の分布の特徴をGISにより解析し、既往の研究の妥当性について検証するとともに、松枯れ被害の判定マップ(以下、判定マップ)の作成を試みた。また、地球温暖化が懸念される昨今の状況から、温暖化が松枯れ危険地の拡大に及ぼす影響をシミュレーションし、危険地を予測した。

II. 材料と方法

本研究では、GISにより松枯れ被害分布の特徴解析を行うために、松枯れ被害地点、有効温度、降水量、標高、道路からの距離、植生の6空間レイヤ(巖, 2003)を作成した。松枯れ被害分布の解析を行うための環境要因として5要因を選択したのは、岩手県全域に及ぶGISデータが入手できることを前提に、有効温度はマツノマダラカミキリの羽化・脱出に明らかに影響すること(伊達, 1980)、降水量はマツノマダラカミキリの生育との関係は明確ではないが気象因子として重要なこと、標高は温度に大きな影響を与えること、道路は東北では運搬される松被害木からのマツノマダラカミキリの発生・被害拡大が問題とされていること、植生はGIS解析に一般的に用いられる植生図の精度は粗いことが知られているがこのような植生図を用いて被害地との関係が解析されていないことによる。使用したGISソフトウェアはArcGIS 9.1(ESRI社)である。各レイヤはベクトルモデル(巖, 2003)として取り込んだ後、解析を容易にするためにラスタモデル(巖, 2003)に変換した。座標系はJGD2000による平面直角座標系(第X系)とした(飛田, 2002)。東京測地系を世界測地系に変換するためにTKY2JGD(国土地理院)、経緯度を平面直角座標系に変換するためにSHPEXCK32(PASCO社)を用いた。

岩手県庁は、全県を対象に松くい虫被害駆除のための実態調査を重点的に取り組んでおり、地方振興局職員などが踏査して得られた調査結果から松枯れ被害地点を可能な限り特定し、地形図等に手入力することにより「松くい虫被害駆除状況位置図」(2002年度, 2003年度)を作成している。本研究では、「松くい虫被害駆除状況位置図」をデジタイザ(GRAPHTEC KD5000)でデジタル化して位置座標を取得し、ラスタポイントレイヤ化した。デジタイザ入力のための相対座標は、「松くい虫被害駆除状況位置図」で任意に4~5点を選定して、三角点は「点の記(国土地理院)」から、それ以外は数値地図25000(地図画像)(国土地理院)から与えた。デジタルデータ化した松枯れ被害地点総数は12,263地点(2002年度, 4,865; 2003年度, 7,398)である。

温度と降水量は、岩手県リアルタイムメッシュ気象情報システムから、3次メッシュ(約1km²)に対応する、「松くい虫被害駆除状況位置図」の調査前年の2001年, 2002年の日平均気温と日降水量をダウンロードした。マツノマダラカミキリの羽化・脱出に必要な有効温度は、

伊達 (1980) の発育限界温度 12°C をもとに、日平均気温から 12°C を減じて積算した。有効温量の算定期間は羽化・脱出は3月1日～7月15日、老熟は8月15日～12月31日とした(小林ら, 1988)。降水量は有効温量と同期間を積算し、有効温量と降水量の3次メッシュのラストレイヤを作成した。標高は、数値地図50mメッシュ(標高)(国土地理院)によりTIN(不整三角網地形モデル)(巖, 2003)を作成しグリッドに変換後、セルサイズ50mでラストレイヤ化した。道路からの距離は、数値地図25000(空間データ基盤)(国土地理院)により、マツノマダラカミキリの生息する被害木の運搬・搬入が可能と考えられる幅員3m以上の道路を対象として、道路から100m間隔で2,000mまでの多重バッファ(巖, 2003)を発生させてラストレイヤ化した。植生は、短期間で大きく変化しないと考え、「自然環境情報GIS(第2版)」(環境庁)の植生図の第3回自然環境保全基礎調査(昭和62年)をセルサイズ50mでラストレイヤ化した。

有効温量、降水量、標高、道路からの距離、植生の5因子の階級(植生は植生群落)と松枯れ被害メッシュ度数の関係を明らかにするために、5因子を入力ゾーンとしてデータセットし、松枯れ被害地点を対象ラスタとしてゾーン統計情報(McCoy, J., Johnston, K., 2001)を得た。ゾーン統計情報から得られた松枯れ被害メッシュ度数分布(実測値)が母集団の分布と適合するか否かを検定するため χ^2 検定した。 χ^2 検定のための期待値は、松枯れ被害発生23市町村における5因子の階級度数を基に、累積分布の逆関数による乱数を発生させ、無作為に被害地点を選択することができる、モンテカルロシミュレーション(試行回数10,000回)によった(平山ら, 1983)。なお、実測値の分布が母集団の期待値と一致しないことは、松枯れ被害地に特定の傾向があることを示す。

松枯れ被害発生市町村を対象に、3次メッシュにおける松枯れ被害発生の有無を目的変数、有効温量(羽化・脱出)、降水量(羽化・脱出)、標高、道路からの距離の4因子を説明変数に松枯れ被害発生予測の判別関数を作成した。説明変数の3次メッシュデータ化は平均値化によった。判別関数はs個の群に分類されたn個体の情報を手がかりに、新しい個体の所属群を判別するための基準となる関数である(応用統計ハンドブック編集委員会, 1978)。

判別関数式を導入して、岩手県を対象に3次メッシュで判定マップを作成した。被害無し群と被害有り群から線形判別関数により判別得点を得たので、この得点が被害の危険性に直接対応はしない。本研究では、判別得点が高いことは当該メッシュが枯れの群に属する確率が高いことを用い、判別得点の累加度数により、松枯れ地点と確実に判定される度合である松枯れ判定基準を作成した。したがって、本研究における松枯れ判定基準は判別得点による群分類から危険性を類推したものと言える。判定は、判別得点の高い順に68.3%までを最も危険な判定5、68.3%～95%までを判定4、95%～99%までを判定3、99%～100%までを判定2、被害発生が予測されないメッシュが判定1になるように閾値を定めた(表-1)。

小林ら(以下小林マップ)(小林ら 1988)と本研究で作成した松枯れ被害発生予測の判別関数による判定マップを比較検討した。解析に際して、小林らの研究では危険性を適地、準適地、

表一 1. 松枯れ被害判定基準の閾値と判定面積割合

| 判定 | 判定基準 | | 判定面積割合(%) |
|----|----------|-----------|-----------|
| | 累加度数 (%) | 判別得点 | |
| 5 | 68.3 | 0.4357～ | 5.8 |
| 4 | 95.0 | -0.2995～ | 16.7 |
| 3 | 99.0 | -0.5612～ | 6.9 |
| 2 | 100.0 | -1.1416～ | 15.7 |
| 1 | — | -1.1416未満 | 54.9 |

注)判定面積割合は岩手県全体に対する面積割合である。

可能地、不能地の4段階に区分しているのので、本研究の危険性を5段階から4段階(判定4, 68.3%; 判定3, 95%; 判定2, 100%; 判定1, 被害危険無し)に変更し対応させた。解析のための小林マップには、本研究で用いた2001年と2002年の羽化・脱出と老熟までに要する有効温量で再計算された修正マップを用いた。

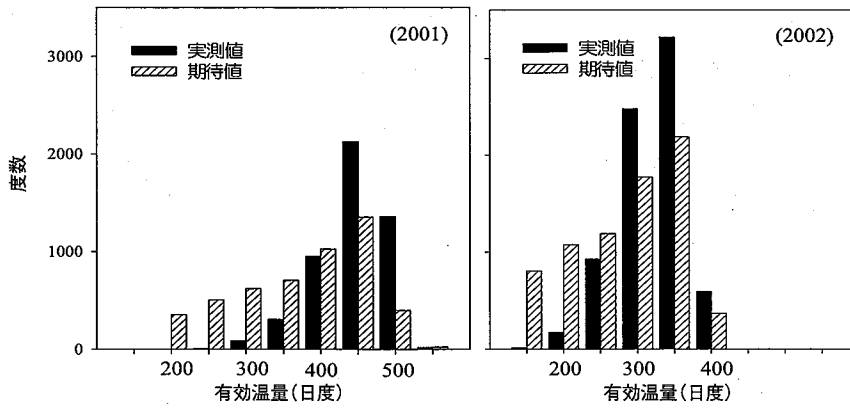
本研究により求めた判別式を用いて温暖化が松枯れに及ぼす影響を明らかにするためのシミュレーションを行った。IPCCや気象庁によると温暖化は今後100年で、世界的に1.4℃～5.8℃、日本では2℃～4℃の上昇が見込まれるとされている(IPCC, 2001; 気象庁, 2005)。このため本研究では、世界予測にあわせ平年値から6℃上昇までのマップを1℃ごとに作成した。気温は岩手県リアルタイムメッシュ気象データの準平年値(1979～2000年)をベースに上昇させた。シミュレーションに際しては、判別関数の有効温量のみを変化させ他の条件は全てそのままとした。

III. 結果と考察

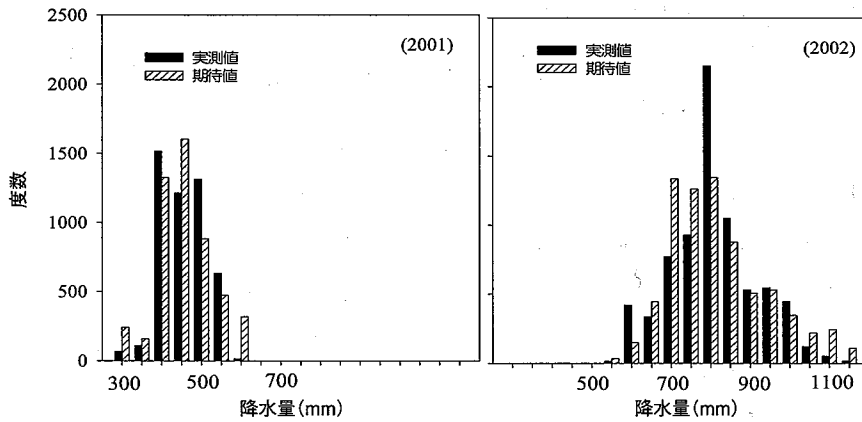
1. 松枯れ被害分布の特徴

図一に羽化・脱出までの有効温量による松枯れ被害メッシュの度数分布とその期待値を示す。2001年度は高温年、2002年度は低温年だったので、有効温量は著しく変動した。 χ^2 検定の結果(2001年, $\chi^2=4,364$, $P<0.01$; 2002年, $\chi^2=2,505$, $P<0.01$)、両年とも有効温量の期待値の分布と同一と見なされないことから、松枯れ被害発生と有効温量は関係があった。2001年は450日度以上、2002年は300日度以上の場合、実測値が期待値を上回った。300日度未満での発生の占める割合が、2001年度は0.2%、2002年度は15.0%で、150～200日度未満も僅かながら存在した(0.11%)。

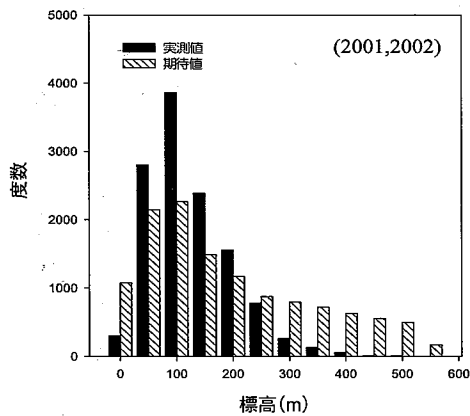
図二に降水量による松枯れ被害メッシュの度数分布とその期待値を示す。2001年は400～450mm、2002年は800～850mmをピークに被害が発生した。 χ^2 検定の結果(2001年, $\chi^2=837$, $P<0.01$; 2002年, $\chi^2=1,680$, $P<0.01$)、両年とも降水量の期待値と実測値の分布は同一と見なされないことから、松枯れ被害発生と降水量の関係が認められた。



図一 1. 有効温量と被害地点数



図一 2. 降水量と被害地点数



図一 3. 標高と被害地点数

図-3に標高による松枯れ被害メッシュの度数分布とその期待値を示す。 χ^2 検定の結果 ($\chi^2=5,209$; $P<0.01$), 松枯れ被害発生は標高の期待値の分布と同一と見なされないことから, 松枯れ被害発生と標高の関係が認められた。標高は50m~200m値が期待値を上回り, ピークは100m~150mにあった。50m未満での被害が少ないのはその標高でマツが少ないことに起因すると考えられる。また, 500m以上の標高でも僅かながら被害が見られた(0.07%)。「松くい虫対策としてのアカマツ伐採施業指針」では標高500m以上の被害の発生を想定してはいないことから, 「松くい虫被害駆除状況位置図」作成における誤謬か高標高における被害の拡大かを確認する必要がある。

図-4に道路からの距離による松枯れ被害メッシュの度数分布とその期待値を示す。 χ^2 検定の結果 ($\chi^2=3,165$; $P<0.01$), 松枯れ被害発生は道路からの距離の期待値の分布と同一と見なされないことから, 松枯れ被害発生と道路からの距離は関係が認められた。分布図からも明らかなように, 道路からの距離が遠くなるにつれて被害地点が明らかに減少し, 500m未満で92.5%を占めた。道路から近距離で多くの被害が確認された原因が松枯れ被害の自然的分布特徴なのか, 踏査による調査法に起因するのかは本研究では確認できない。すなわち, 元データは調査者による踏査に基づくことから, アクセスの良い場所に被害確認が集中する可能性が高い。本研究で見られた実測値の分布にはこのような調査法のバイアスがかかっているかも知れない。

図-5に植生による松枯れ被害メッシュの度数分布とその期待値を示す。 χ^2 検定の結果 ($\chi^2, 1,131$; $P<0.01$), 松枯れ被害発生は植生の期待値の分布と同一と見なされないことから, 松枯れ被害発生と植生は関係が認められた。コナラ, マツ, 畑地雑草で実測値が期待値を上回った。この結果は, 自然環境情報GISによる植生図の精度の粗さに起因するとともに, 水田雑草, 畑地雑草で29.8%の発生が見られることは, 小面積で点在するマツが中継点とされていることを示すと考えられる。

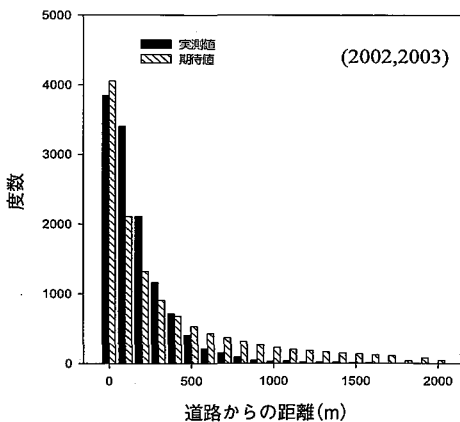


図-4. 道路からの距離と被害地点数

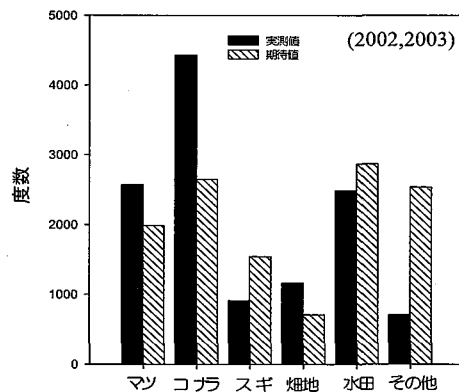


図-5. 植生群落と被害地点数

表一 2. 松枯れ被害発生予測の判別効率表

| 真の群 | 判別された群 | | |
|-----|--------|-------|-------|
| | 被害有 | 被害無 | 計 |
| 被害有 | 1,790 | 437 | 2,227 |
| 被害無 | 2,234 | 3,251 | 5,485 |
| 計 | 4,024 | 3,688 | 7,712 |

2. 被害判定マップの作成

(1) 判別分析

松枯れ被害発生予測の判別関数を(1)式に示す。判別関数の設定に際し植生を変数として採用しなかったのは、各植生におけるマツの混交率がメッシュにおいて一様でないためである。

$$y = 0.0084x_1 + 0.0022x_2 - 0.0003x_3 - 0.0004x_4 - 4.2803 \quad (F=317.199) \quad (1)$$

ただし、 x_1 , 有効温量; x_2 , 降水量; x_3 , 標高; x_4 , 道路からの距離

判別率的中率は65.4%(5,041/7,712)だった。従って、被害無しと判別されたにも関わらず被害が発生したメッシュのみを誤判別とすると、誤判別率は5.7%(437/7,712)なので、真の判別率的中率は94.3%になる(表一 2)。判別係数がプラスなので有効温量の上昇とともに危険性が上がることが確認できる。降水量はそれに次ぎ、その増大は危険性を上げる要因とされた。一般に少雨で松枯れ被害が増大するとされるが判別分析結果は逆を示した。標高、道路からの距離の判別係数はいずれもマイナスになっていることから、標高は高く、道路からの距離は遠くなるにつれて被害発生の危険性を低下させる要因とされた。

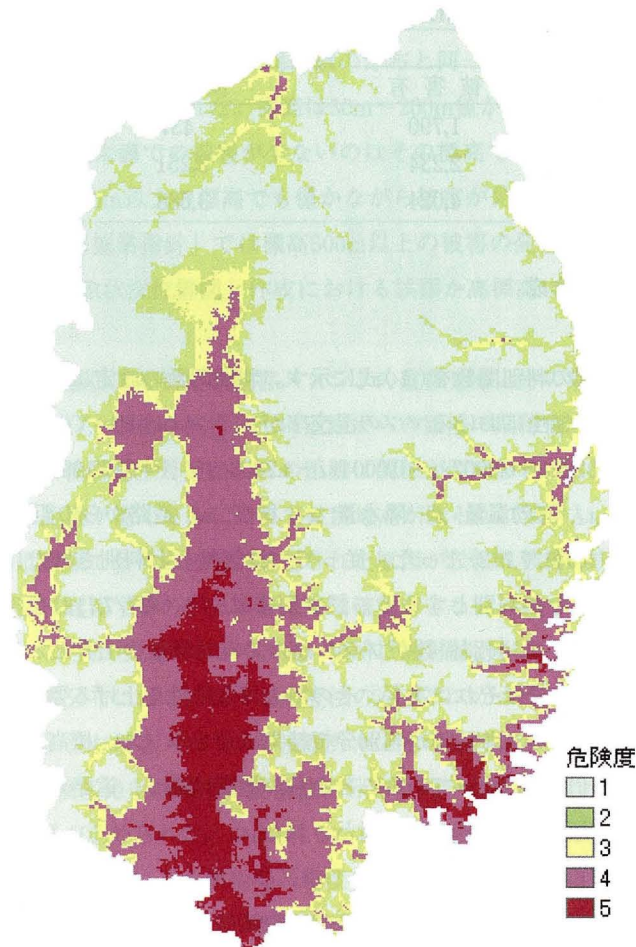
(2) 判定マップの作成

判定マップ(図一 6)によると、危険性の高い地域は奥羽山脈や北上山地を避けるように北上川沿いの内陸部と沿岸南部に集中し、青森県境の二戸市周辺や沿岸部の宮古市付近の閉伊川流域、小本川流域でも判定4が存在した。判定5及び判定4は県土の22.5%を占め盛岡市周辺や雫石町、沢内村、二戸市、宮古市、釜石市等被害発生が報告されていない地域が多く含まれている。被害危険無しとされた面積は県土の54.9%と過半を占めた。

実際の被害地点において判定マップで発生危険ありと判定されたメッシュ割合は99.2%(12,164/12,263)だった(図一 7)。従って、発生危険が無いとされた判定1に実際には0.8%(99/12,263)の被害地点が含まれた(表一 3)。判定マップの被害地点数割合(表一 3)は、判定5が26.5%、判定4が60.1%なので、松枯れ判定基準の累加度数(表一 1)と比べて被害割合が逆転している。このことは、危険性に比例して被害が生じていないことを示すが、松枯れ被害は松枯れマツの減少や防除対策等の人為の影響を受けていることから理解できよう。

(3) 既往の研究マップとの比較

小林マップと本研究で作成した判定マップの関係を表一 4に示す。被害発生が予測される判



図－6．松枯れ判定マップ

表－3．判定マップの被害地点数割合

| 判 定 | 被害地点数 | 割 合(%) | 累加割合(%) |
|-----|-------|--------|---------|
| 5 | 3,252 | 26.5 | 26.5 |
| 4 | 7,375 | 60.1 | 86.6 |
| 3 | 999 | 8.2 | 94.8 |
| 2 | 538 | 4.4 | 99.2 |
| 1 | 99 | 0.8 | 100.0 |

定2以上の面積は、本研究の判定マップが6,918.0km²(全県土面積の45.3%)なのに対して、小林マップでは本研究の2倍の13,810.6km²(全県土面積の90.4%)に達した。本研究と小林マップで危険性のレベルが一致したのは4,558.6km²(全県土面積の29.8%)、本研究の判定4は小林マップの生息適地に全て含まれた。本研究の危険性が小林マップを上回ったのは判定3の

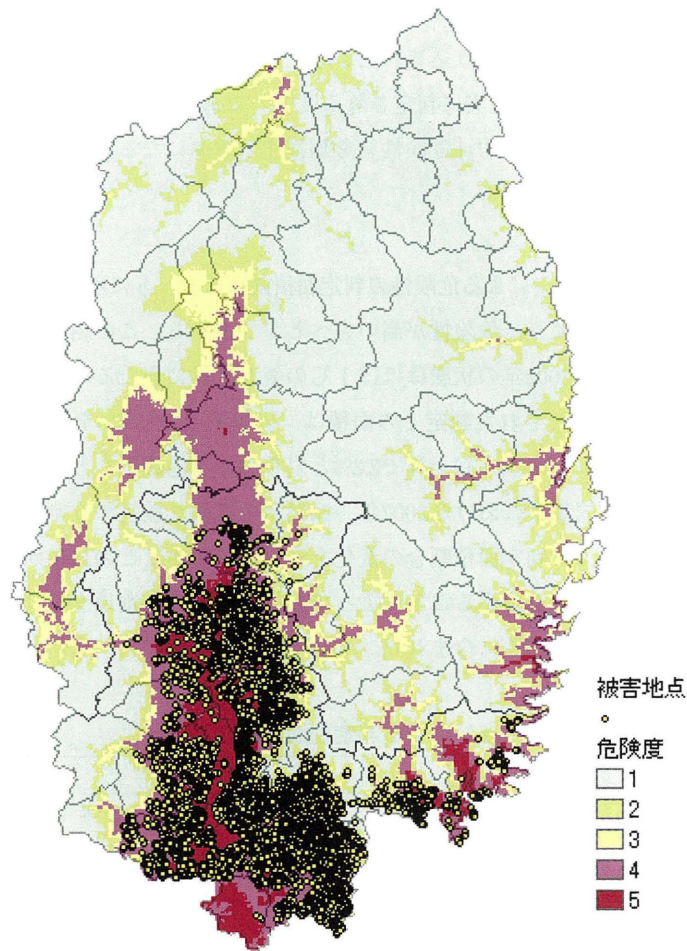


図-7. 松枯れ判定と被害地点

表-4. 判定マップと小林マップの関係

単位: km²

| 小林マップ | 判 定 マ ッ プ | | | | 合 計 |
|-------|-----------|---------|---------|-------|----------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | |
| 不能地 | 1,537.5 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 1,537.5 |
| 可能地 | 6,788.2 | 1,025.2 | 43.3 | 0.0 | 7,856.7 |
| 準適地 | 104.4 | 1,360.9 | 1,103.9 | 0.0 | 2,569.2 |
| 適 地 | 0.0 | 23.6 | 2,469.1 | 892.0 | 3,384.7 |
| 合 計 | 8,430.1 | 2,409.7 | 3,616.3 | 892.0 | 15,348.2 |

43.3km²のみで、それ以外のメッシュの10,746.2km²は危険性が1ランク又は2ランク低位であった。本研究の的中率は99.2%だったのに対して小林マップは100%だった。本研究の判定2以上の面積が小林マップの半分程度であったにも係わらず、高い確率で被害予測が可能であった。

小林マップに対して本研究の判定マップでは、実際の被害実態の情報が有効に取り込まれたことにより、危険地が効果的に絞り込まれたと考えられる。また、小林マップとの相関性が高く見られることは、「松枯れと確実に判定される度合」である本研究の松枯れ判定基準は、「松枯れが発生しやすい度合」を示す「危険性」を類推する基準になることを示している。

(4) 温暖化シミュレーション

温暖化シミュレーションによる危険性の判定面積割合を表-5に示す。気温が上がる毎に徐々に危険性の低い面積が減り、危険性が高い方へとシフトする。この結果によると準平年値の危険性に対して2001年と2002年の状態はほぼ1℃の気温上昇に当たることが示されている。準平年値で被害危険がないとされた判定1の面積は、岩手県土の69.2%を占めていたが、3℃上昇で19.6%に激減し(図-8)、6℃上昇で2.2%と岩手山や早池峰山などの高山地を除いてほぼ全てが危険地となる。岩手県における2002年、2003年の松枯れ被害の6割近くを占めたマツ、コナラ植生の温暖化による判定面積割合の変化を表-6に示す。この結果から、マツ、コナラ植生は準平年値よりも3℃上昇することによって、その面積の9割以上が危険地に含まれ、5℃の上昇で全ての領域が危険地に含まれた。

表-5. 温暖化シミュレーションによる判定別面積割合

単位：%

| 判定 | 準平年値 | 2001 2002 | 気温上昇 | | | | | |
|----|------|--------------|------|------|------|------|------|------|
| | | | +1℃ | +2℃ | +3℃ | +4℃ | +5℃ | +6℃ |
| 1 | 69.2 | 54.9 | 53.5 | 34.4 | 19.6 | 10.6 | 5.2 | 2.2 |
| 2 | 14.8 | 15.7 | 16.1 | 18.6 | 13.8 | 8.2 | 4.7 | 2.5 |
| 3 | 6.4 | 6.9 | 7.1 | 7.4 | 8.2 | 5.1 | 3.0 | 1.7 |
| 4 | 9.6 | 16.7 | 16.2 | 18.1 | 20.5 | 19.3 | 12.0 | 6.8 |
| 5 | 0.0 | 5.8 | 7.3 | 21.5 | 37.9 | 56.8 | 75.1 | 86.8 |

- 注) 1. 準平年値は1979~2000年の平均気温から算出した判定別割合である。
2. 気温上昇は準平年値をベースにしての上昇値である。

表-6. 温暖化シミュレーションによるマツ、コナラ植生の判定別面積割合

単位：%

| 判定 | 準平年値 | 2001 2002 | 気温上昇 | | | | | |
|----|------|--------------|------|------|------|------|------|------|
| | | | +1℃ | +2℃ | +3℃ | +4℃ | +5℃ | +6℃ |
| 1 | 71.0 | 52.1 | 49.7 | 23.7 | 7.0 | 1.4 | 0.0 | 0.0 |
| 2 | 17.2 | 21.1 | 21.3 | 25.1 | 15.1 | 4.6 | 1.1 | 0.0 |
| 3 | 5.9 | 7.9 | 8.4 | 9.8 | 11.2 | 4.5 | 1.2 | 0.2 |
| 4 | 5.9 | 16.1 | 16.5 | 22.8 | 27.5 | 24.5 | 8.8 | 2.4 |
| 5 | 0.0 | 2.8 | 4.2 | 18.5 | 39.3 | 64.9 | 88.8 | 97.4 |

- 注) 1. 準平年値は1979~2000年の平均気温から算出した判定別割合である。
2. 気温上昇は準平年値をベースにしての上昇値である。

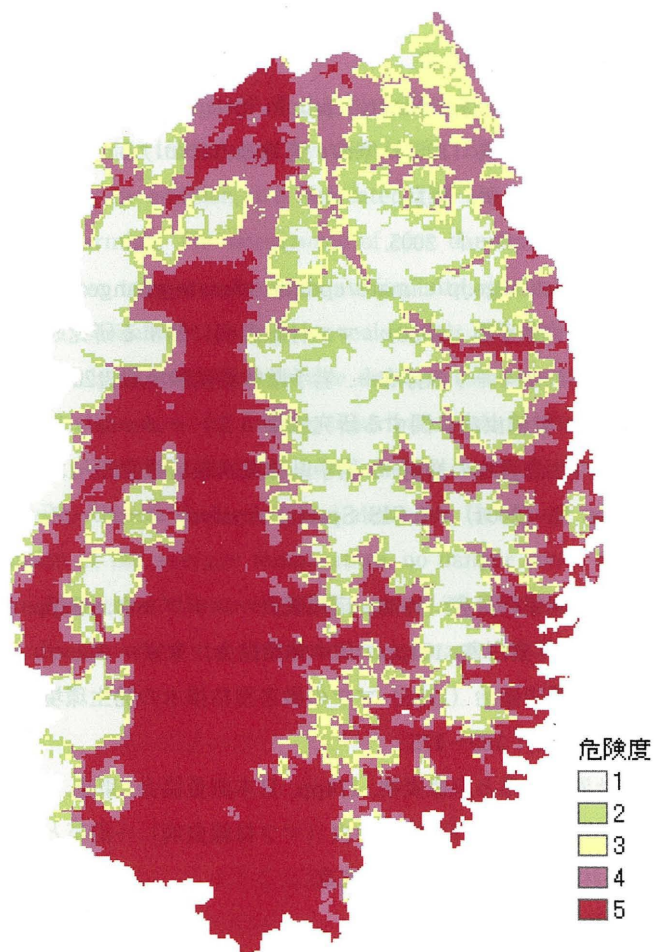


図-8. 温暖化シミュレーション (3℃上昇)

謝 辞

本研究を遂行するに際して岩手県農林水産部から「松くい虫被害駆除状況位置図」を提供頂いた。ここに心から感謝の意を表する。

引用文献

伊達 功 (1980) 岩手県におけるマツノマダラカミキリの分布可能地域について. 日本林学会東北支部会誌32: 185-186.
巖 網林 (2003) GISの原理と応用. 267pp, 日科技連出版社, 東京.

- 平山 博・石川 宏 (1983) パソコン・シミュレーション入門. 190pp, 企画センター, 東京.
- IPCC (2001) 第三次評価報告書.
http://www.data.kishou.go.jp/climate/cpdinfo/ipcc_tar/spm/spm.htm
- 陣野好之・滝沢幸雄・佐藤平典 (1987) 寒冷・高地地方におけるマツ材線虫病の特徴と防除法. 75pp, 林業科学技術振興所, 東京.
- 気象庁 (2005) 異常気象レポート 2005.
http://www.data.kishou.go.jp/climate/cpdinfo/climate_change/2005/index2.html
- 小林光憲・作山 健・佐藤平典 (1988) マツ材線虫病に関する研究成果 (I) —被害発生の経過とマツノマダラカミキリの分布—. 岩手県林業試験場報告20: 1~12.
- 小林光憲 (1988) マツ材線虫病に関する研究成果 (II) —メッシュ気候情報を利用したマツノマダラカミキリ生息適地の推定—. 岩手県林業試験場報告20: 13~20.
- McCoy, J., Johnston, K. (2001) ArcGIS Spatial Analyst ユーザーズ・ガイド. 232pp, パスコ, 東京.
- 応用統計ハンドブック編集委員会 (1978) 応用統計ハンドブック. 827pp, 養賢堂, 東京.
- 林野庁 (2006) 森林・林業白書. 181pp, 日本林業協会, 東京.
- 竹谷昭彦・奥田素男・細田隆治 (1975) マツの激害型枯損木の発生環境—温量からの解析—. 日本林学会誌] 57(6): 169~175.
- 飛田幹男 (2002) 世界測地系と座標変換. 174pp, 日本測量協会, 東京.
- 全国森林病虫獣害防除協会 (1997) 松くい虫 (マツ材線虫病) —沿革と最近の研究—. 274pp, 全国森林病虫獣害防除協会, 東京.

要 旨

岩手県における松枯れ木分布の特徴をGISにより解析し、松枯れ被害の危険性を示す松枯れ判定マップの作成と危険地拡大の温暖化シミュレーションを試みた。松枯れ被害発生には有効温量、降水量、標高、道路からの距離、植生との関係が認められた。松枯れ被害発生予測の判別分析によると、危険性を上げる要因として有効温量に降水量が次いだ。松枯れ判定マップによると、危険性の高い地域は北上川沿いの内陸部と沿岸南部に集中し、青森県境の二戸市周辺や沿岸部の宮古市付近の閉伊川流域などで危険性の高い地域が存在した。温暖化シミュレーションによると、準平年値で岩手県土の69.2%が危険なしとされたが、危険なしとされた面積は3℃上昇で19.6%、6℃上昇で2.2%に低下し、6℃の上昇で県土のほぼ全てが危険地に含まれた。

Summary

This study analyzed the characteristics of the distribution of pine wilt disease in Iwate Prefecture using a geographic information system (GIS). Based on this analysis, we created a damage risk map. In addition, we simulated the spread of pine wilt disease in Iwate Prefecture with warming. The occurrence of pine damage was significantly related to the effective cumulative temperature, precipitation, altitude, distance from the nearest road, and vegetation. Discriminant analysis revealed that the effective cumulative temperature and annual precipitation were effective damage assessment factors. The damage risk areas of pine wilt disease were densely distributed along the Kitakami River and southern Sanriku coast. Additional areas of grave danger were distributed around Ninohe City at the border with Aomori Prefecture and along the Hei River near Miyako City. In the warming simulation at the average temperature, no danger zones accounted for 69.2% of the area of Iwate Prefecture. However, 19.6% and 97.8% of the area were classified as at risk of pine wilt disease when the temperature increased by 3 and 6 °C, respectively.