

2.3 森林・林業

2.3.1 人工林

2.3.1.1 スギ林

① 温暖化に対するスギ人工林の脆弱性マップ

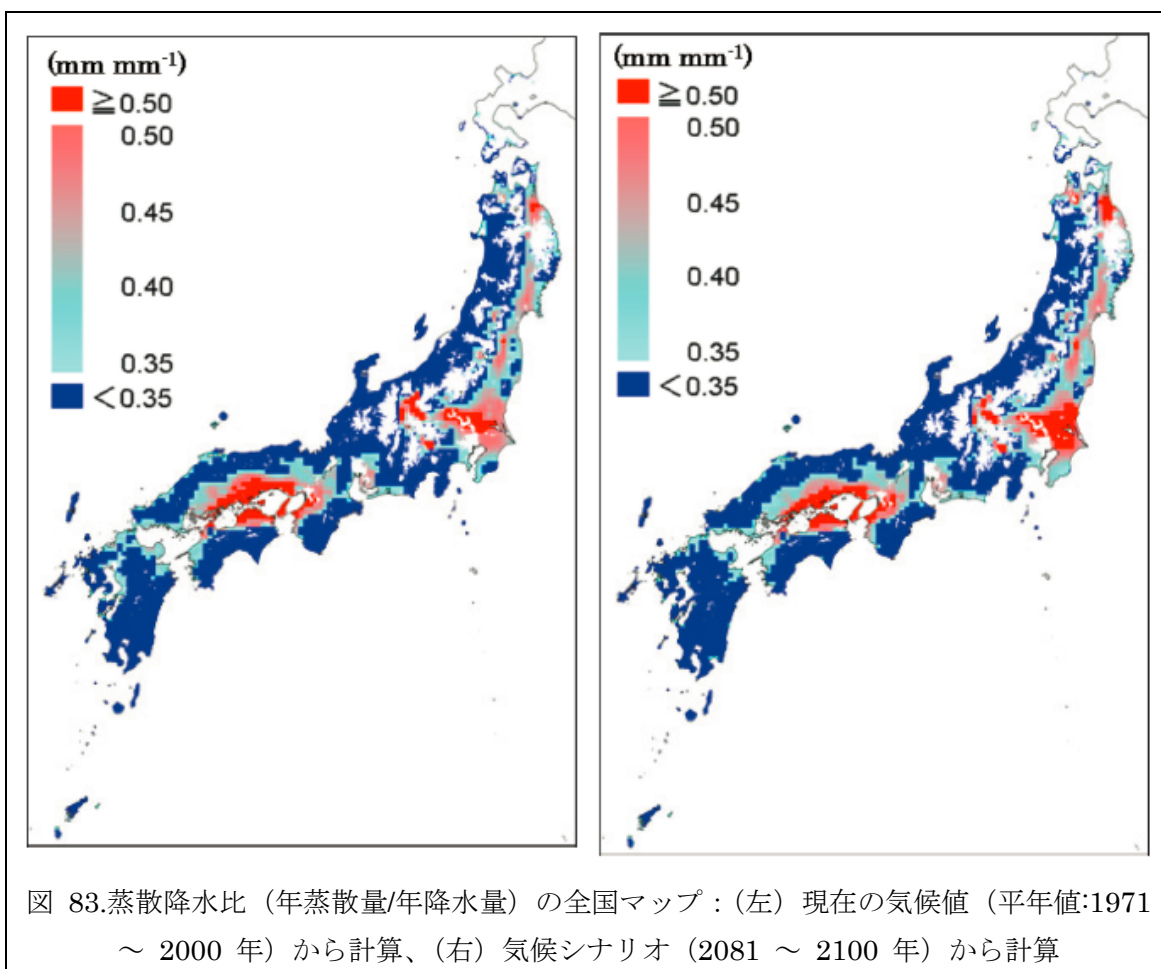
1. 執筆者（公表年）	松本陽介、重永英年、三浦覚、長倉淳子、埤田宏（2006 年）
2. 掲載紙	地球環境 11(1), 43-48.
3. 対象品目	スギ（生育適域）
4. 対象地域	全国（沖縄県を除く）
5. 予測手法の概要	予測期間：1971～2000 年、2081～2100 年
	空間解像度：2 次メッシュ（5'×7' 30"）
	気候モデル：気候統一シナリオ
	排出シナリオ：温暖化シナリオ
	適応策の検討：なし ⁸⁴
予測手法：蒸散降水比（= 年蒸散量 ⁸⁵ ／年降水量）を設定 ⁸⁶	
スギの生育不適域：蒸散降水比が 0.5 以上の 2 次メッシュ ⁸⁷	
6. 影響の概要	
【生育適域】 現在の年蒸散量と年降水量から求めた蒸散降水比の全国マップを図 83（左）に、将来予測値（2081～2100 年）から計算した蒸散降水比の全国マップ（2 次メッシュ）を図 83（右）に示す。将来の蒸散降水比は、降水量の増加が大きくなる中国地方の瀬戸内側や九州北部では現在に比べて低下するが、関東平野、青森県北部などでは上昇する。 全国では、スギの生育が不適となる閾値（0.5）以上の 2 次メッシュに存在するスギ人工林面積は、現在の環境下では約 24,000ha であるが、温暖化シナリオ下では約 43,000ha に増加すると推定された。	

⁸⁴ 「大半が山地斜面に作られているスギ人工林の樹種転換を大規模に短期間で行うことや高額を要する投資は困難と思われ、脆弱性対策として大規模な灌漑・灌水を行うことには自ずと限界がある」と記載されている。

⁸⁵ 一定の葉量を持つスギ人工林分を想定し、葉のガス交換特性と月別の 2 次メッシュ気候値とから、全国の 2 次メッシュ毎に林分の年蒸散量を計算した。蒸散量の計算は The Potential Effect of Climate Change on the Transpiration of Sugi (*Cryptomeria japonica* D. Don) Plantations in Japan. 農業気象 60 (5), 451-456. Shigenaga ら(2005)と同様の方法で行った。

⁸⁶ 当該文献では、蒸散降水比による評価とは別に、土壌保水力による現在評価が行われている。ただし、入力データに気候指標を用いておらず、将来影響評価には適応できないため、ここには記載していない。

⁸⁷ なお、スギ造林には不適とされる温量指数（月平均気温が 5℃以上の月に関して、各月平均気温と 5℃の差を年積算値）が 65 未満のメッシュ、及びスギ人工林が存在しないメッシュは空白とした。



2.3.1.2 マツ林

① S-4 温暖化の危険な水準及び温室効果ガス安定化レベル検討のための温暖化影響の総合的評価に関する研究 第2回報告書 地球温暖化「日本への影響」-長期的な気候安定化レベルと影響リスク評価-

1. 執筆者（公表年）	温暖化影響総合予測プロジェクトチーム（2009）
2. 掲載紙	国立環境研究所 HP https://www.nies.go.jp/s4_impact/pdf/20090612.pdf
3. 対象品目	マツ（マツ枯れ危険域）
4. 対象地域	全国（北海道・東北、関東・甲信越・北陸、東海・中部・近畿、中国・四国・九州）
5. 予測手法の概要	予測期間：2020 年代（2011～2030 年）、2030 年代（2021～2040 年）、2040 年代（2031～2050 年）、2050 年代（2041～2060 年）、2060 年代（2051～2070 年）、2070 年代（2061～2080 年）、2080 年代（2071～2090 年）、2090 年代（2081～2100 年）、現在は 1971～2000 年
	空間解像度：全国 4 地域（都道府県レベルを各地域に集約）
	気候モデル：MIROC3.2-hires
	排出シナリオ：450s ⁸⁸ 、550s ⁸⁹ 、BaU ⁹⁰
	適応策の検討：なし
予測手法：月平均気温によるしきい値（MB 指数）を基にした県別の影響関数（未記載）を利用 MB 指数：各月の平均気温の積算温度。各月の平均気温のうち、15℃以上の月について、15℃を引いた値を合計して求められる。 ・マツ枯れの発現が抑制されている自然抑制域（ゾーン 1）：MB 指数<19 ・自然抑制限界域（ゾーン 2）：19≤MB 指数<22 ・マツ枯れの危険性が高い危険域（ゾーン 3）：MB 指数≥22 作成した 3 次メッシュの潜在マツ林域に対して、メッシュ気候値 2000 のデータの各メッシュの月平均気温が 1℃ずつ上昇した場合の気温環境を構築した。さらにメッシュごとの MB 指数を基に県別の影響関数を作成した。影響関数には、全メッシュポイントに対する、リスクゾーン 3（後述）となるポイントの割合を計算した値が格納されている。	

⁸⁸ GHG 濃度 450ppm（二酸化炭素等価濃度、本分析による 2100 年時は約 2.1℃上昇）安定化シナリオ。GHG 濃度のオーバーシュート有り。平衡気温上昇が約 2.1℃（産業革命前比）

⁸⁹ GHG 濃度 550ppm（二酸化炭素等価濃度）安定化シナリオ。GHG 濃度のオーバーシュート有り。平衡気温上昇が約 2.9℃（産業革命前比、本分析による 2100 年時は約 2.7℃上昇）

⁹⁰ なりゆきシナリオ。気温上昇が 2100 年で約 3.8℃（産業革命前比）。なお、1990 年比の気温上昇量は産業革命前比-0.5℃で換算できる。

6. 影響の概要

【全国的な傾向】

温暖化の進行に伴いマツ枯れ危険域が拡大する。安定化レベルに関わらず、将来にわたりマツ枯れ危険域は拡大すると見込まれる。しかし、GHG 安定化濃度が最も低い 450s シナリオでは、今世紀末頃にその拡大傾向が止まる可能性が見込まれる。450s、550s、BaU シナリオにおける全国のマツ枯れ危険域は、今世紀中頃（～2050s）には、約 22%、約 26%、約 28%とシナリオ間でやや差が現れるが、今世紀末頃（～2090s）にはシナリオ間で危険域に大きな差が生じ、それぞれ、約 27%、約 37%、約 51%に達すると見込まれる（図 84）。

【地域別の傾向】 どの地域も温暖化の進行に伴いマツ枯れ危険域が広がっていくと予想される（図 85）。

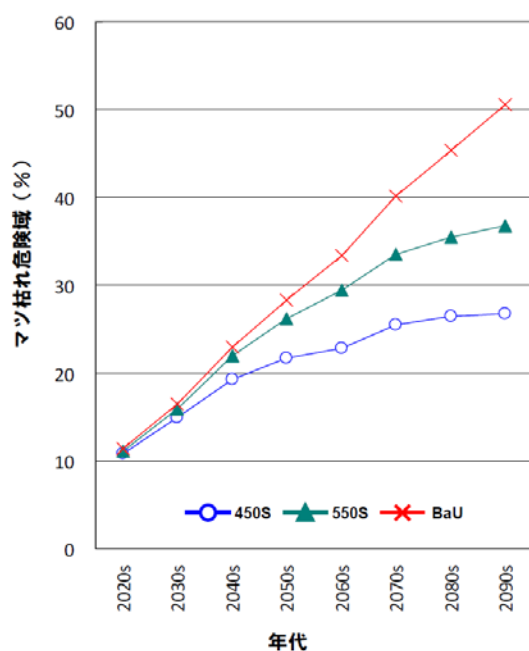


図 84. 1990 年を基準とし、マツ枯れ危険域でない地域が危険域に変わっていく割合（全国平均）

2100 年まで毎年割合を算定し 20 年間の平均値を表示

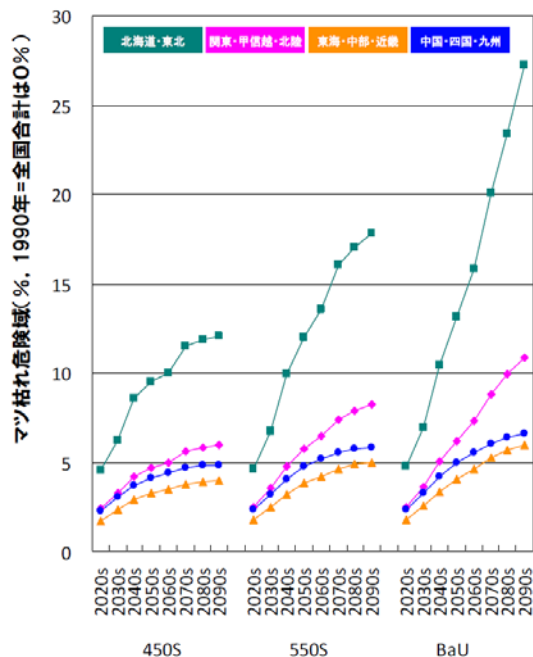


図 85. 1990 年を基準とし、マツ枯れ危険域でない地域が危険域に変わっていく割合（地域別）

2100 年まで毎年割合を算定し 20 年間の平均値を表示

2.3.2 天然林

① S-8-1(5)地球温暖化が日本を含む東アジアの自然植生に及ぼす影響の定量的評価【委員ご提供情報】

1. 執筆者(公表年)	温暖化影響総合予測プロジェクトチーム (2009 年)
2. 掲載紙	S-8 地球温暖化「日本への影響」・新たなシナリオに基づく総合的影響予測と適応策-
3. 対象品目	ハイマツ、シラビソ、ブナ、アカガシ (潜在生育域)
4. 対象地域	全国 (沖縄県除く)
5. 予測手法の概要	予測期間：2081～2100 年
	空間解像度：1km メッシュ
	気候モデル：MIROC5、MRI-CGCM3、GFDL-CM3、HADGEM2-ES
	排出シナリオ：RCP2.6、RCP4.5、RCP8.5
	適応策の検討：あり (ブナについて、保護区内外の潜在生育域の比較)
	予測手法： 分布予測モデルによる
分布予測モデルに将来の気候シナリオを組み込むことにより、将来における種の分布可能な環境をもつ地域 (潜在生育域) の予測を行う。ただし、本文献内には分布予測モデルに組み込む具体的な気象要素や関係式の記載は無い。	
6. 影響の概要	
日本の 4 つの気候帯で優先する 4 つの樹種の潜在生育域 (寒帯：ハイマツ、亜高山帯：シラビソ、冷温帯：ブナ、暖温帯：アカガシ) に関する将来影響予測を行っている (図 86)。 【ハイマツ】 現在と 2081-2100 年の RCP8.5 の結果を比較すると、ハイマツは全ての地域で絶滅リスクが高まる。 【シラビソ】 シラビソでは、潜在生育域からはずれる分布南限の四国における山頂付近の個体群が、脆弱であると推定される。 【ブナ】 ブナでは、本州太平洋側から西日本の地域の潜在生育域がほとんどなくなるため、この地域の個体群が脆弱であると推定される。 【アカガシ】 アカガシは、潜在生育域は増加するものの、移動速度が遅いことや生育する自然林が分断されているため、分布拡大は遅いと予測されている。	

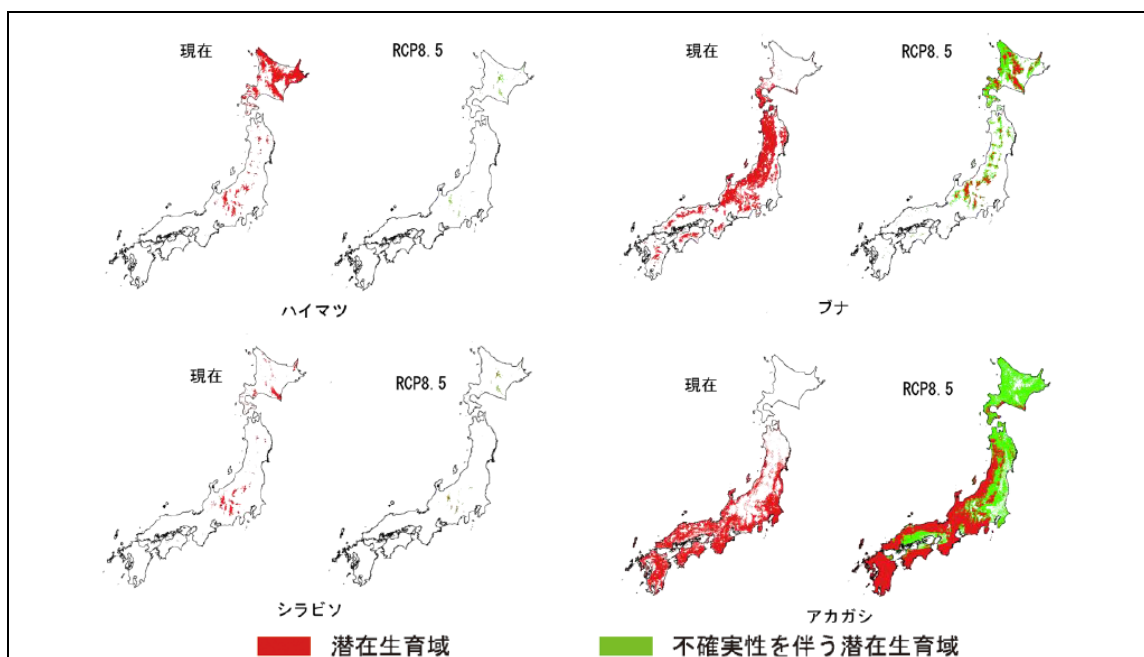


図 86 ハイマツ、シラビソ、ブナ、アカガシにおける現在気候と RCP8.5 の将来気候シナリオで予測された潜在生育域

潜在生育域は、2081～2100 年の 4 つの GCM にもとづく分布確率の中央値によって特定した。不確実性を伴う潜在生育域は 4 つの GCM のいずれかで潜在生育域になると予測された地域を示す。

【適応策の検討】

ブナの潜在生育域と既存の保護区の地理的比較によると、保護区内の潜在生育域は、現在気候で 22,122km² あるが、RCP8.5 で 4,525km² に減少した。一方で保護区外の潜在生育域は、現在気候で 40,445km² あるが、RCP8.5 で 1,965km² に減少した。このことから、中部から北海道南部の保護区外の潜在生育域を保護区に変更することが 1 つの適応策と考えられる。一方で、生物多様性の観点から、遺伝的形質が異なる本州太平洋側と西日本地域のブナの保護も重要である。このように、ブナの適応策は地域によって異なる方法が有効と考えられる。

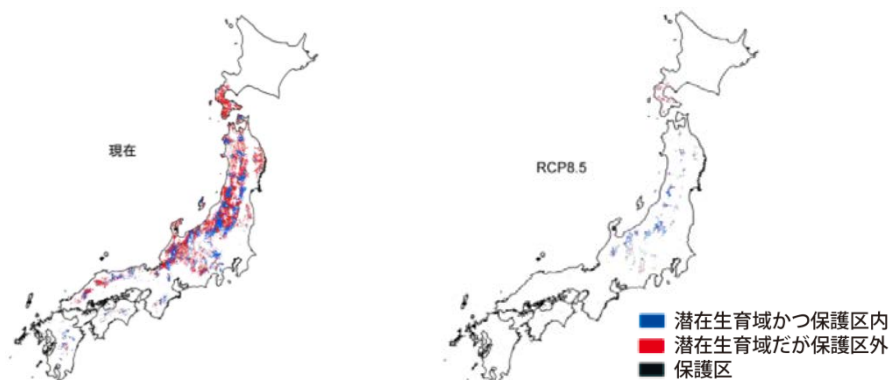


図 87 現在と 2081～2100 年 RCP8.5 におけるブナの潜在生育域の比較.

現実的な評価を行うため、ブナの潜在生育域は、実際の分布域内に限定してある
青：潜在生育域かつ保護区内、赤：潜在生育域だが保護区外、灰色：保護区

2.3.3 鳥獣害

2.3.3.1 シカ

① Land abandonment and changes in snow cover period accelerate range expansions of sika deer 【委員ご提供情報】

1. 執筆者（公表年）	Haruka Ohashi, Yuji Kominami, Motoki Higa, Dai Koide, Katsuhiro Nakao, Ikutaro Tsuyama, Tetsuya Matsui, Nobuyuki Tanaka（2016 年）
2. 掲載紙	Ecology and Evolution; 6: 7763–7775
3. 対象品目	ニホンジカ（分布域）
4. 対象地域	日本（全国）
5. 予測手法の概要	予測期間：2028 年、2053 年、2078 年、2103 年
	空間解像度：1km メッシュ
	気候モデル：CSIRO-Mk3.0、MRI-CGCM2.3.2a、GFDL-CM2.1、MIROC3.2(high resolution)
	排出シナリオ：SRES A1B
	適応策の検討：なし
	予測手法：シカの永続性コロニー形成モデルを使用（図 89）

ニホンジカの生息地の適合性を計算するために、気候、土地利用、地形の変数を使用、モデルを開発した（図 88）。

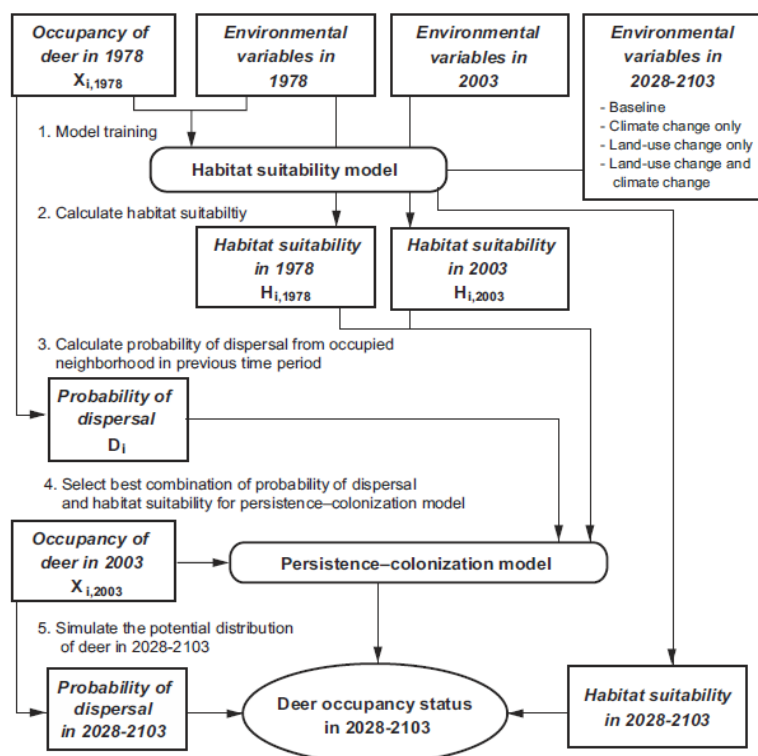


図 88. 永続性コロニー形成モデルに用いられるモデル化手順の模式図

このモデルを用いて、土地利用の変化と気候変動の組み合わせを伴う 4 つのシナリオの下、今後 100 年のシカの分布範囲の変化を予測した。

6. 影響の概要

【分布域】

今後 100 年間で、ニホンジカの広範囲の拡大が予測された（図 89）⁹¹。2028 年には、気候変動と土地利用の変化がシカの分布範囲に及ぼす影響は比較的小さい。気候変動と土地利用シナリオの違いは 2078 年以降に明確となる。

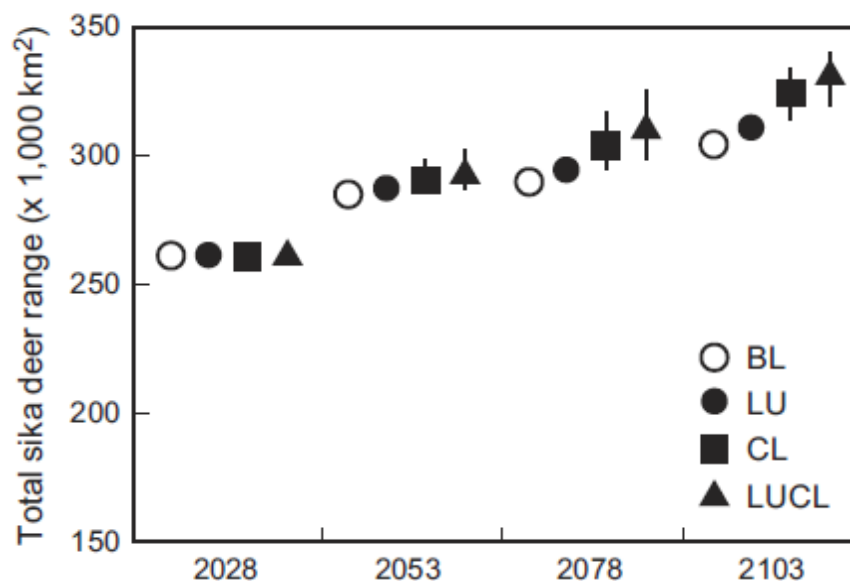


図 89. 2028 年、2053 年、2078 年、2103 年におけるニホンジカの分布域面積予測

BL：ベースラインシナリオ（気候変動なし）、LU：土地利用変化のみのシナリオ、
CL：気候変動のみのシナリオ、LUCL：土地利用と気候変動を考慮したシナリオ
バーは 95 パーセンタイルを示す。

ベースラインシナリオでは、2103 年に、 $304.2 \times 10^3 \text{ km}^2$ まで分布域が拡大する（図 90a）。土地利用変化のみのシナリオでは、ベースラインシナリオより 1.4%から 2.6%広く拡大する（図 90b）。気候変動のみのシナリオはベースラインシナリオより 3.1%から 9.8%広く拡大する（図 90c）。両方を考慮したシナリオでは、ベースラインシナリオより 4.6%から 11.9%広がる（図 90d）。特にニホンジカの範囲拡大は、郊外周辺および本州北部で発生すると予測された（図 90g）。

⁹¹本文中に明確な面積は記載されていないが、1978 年から 2003 年の間の分布変化メッシュ数（10925 個：5km メッシュ）から約 $273.1 \times 10^3 \text{ km}^2$ が元となる分布域と考えられる。

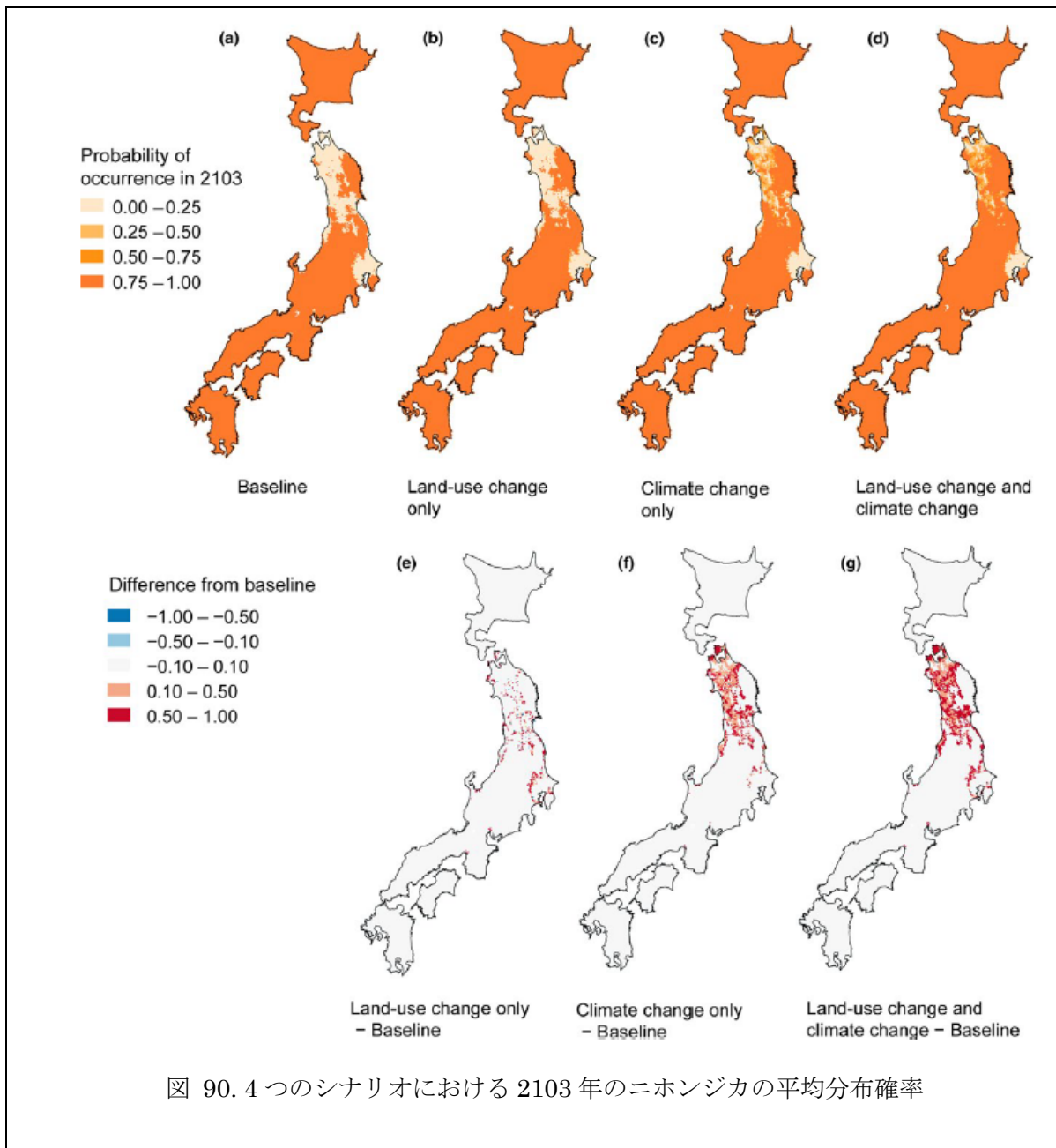


図 90. 4 つのシナリオにおける 2103 年のニホンジカの平均分布確率