

B- 1 1 地球温暖化の高山・森林・農地生態系への影響、適応、脆弱性評価に関する研究

(3) 自然林・人工林の脆弱性評価と適応策に関する研究

② 亜熱帯・暖温帯・冷温帯の脆弱性評価と適応策に関する研究

独立行政法人 森林総合研究所

植物生態研究領域 田中信行

森林植生研究領域 八木橋勉

気象環境研究領域 島田和則

東京大学大学院新領域創成科学研究科 大澤雅彦

平成14～16年度合計予算額 20,561千円

(うち、平成16年度予算額 6,741千円)

〔要旨〕本研究は、亜熱帯～冷温帯の自然林を対象に、気候変化シナリオに基づく温暖化影響予測を行い、脆弱な森林や地域を特定し、適応策を提言することを目的とした。

世界の群系区分でよく用いられるHoldridgeの三角座標は、熱帯で作られたために温度季節変化が卓越する温帯での植生分布制御要因を組み込めない。そこで湿潤で、温度要因が主たる生物分布要因となっている東アジア湿潤森林地域で積算温度と低温条件を組み込んだ温度区分システムを作成し、2気候要因が規定する日本の群系分布の現在と温暖化後の予測を図化した。その結果、最も変化が著しかったのは、暖かさの指数が85以上かつ、最寒月平均気温が-1℃以下の領域、すなわち中間温帯の範囲であり、遺存種が多く分布するこの植生帯が危機的となることが明らかになった。

一般化線形モデル、一般化加法モデル、ツリーモデルの3種類の分布予測モデルの予測精度を、ブナ林の分布を例として比較したところ、ツリーモデルの予測精度が最高であった。そのため、本研究の分布予測にはツリーモデルを使用することにした。

日本の代表的森林帯である冷温帯(ブナ帯)の温暖化影響を評価するために、CCSR気候シナリオ及び、SRES統一気候シナリオを用いて、今世紀末のブナ林の分布可能域を予測し、温暖化に対する脆弱性を評価した。ブナ林の分布確率が50%以上である地域の分布は将来、6割(SRESシナリオ)から9割(CCSR/NIESシナリオ)減少する。特に、西日本や本州太平洋側で減少が大きい。気候変化に対して脆弱なブナ林は、西日本太平洋側や本州中部から内陸部に多い。

植生データベース(PRDB)を構築し、冷温帯林の主要構成種20種について、ツリーモデルを用いて分布予測モデルを構築した。そしてCCSR/NIESシナリオをモデルに当てはめて将来の分布可能域の変化を予測した結果、種によって温暖化に対する反応が異なることが判明した。

〔キーワード〕 分布可能域、1-kmメッシュ、植生データベース、植生分布制御要因

1. はじめに

温暖化が森林へ与える影響の研究は、ヨーロッパや北米大陸を中心として発展してきた。これらの地域では扱う範囲が広いために25キロ程度の空間解像度で地理情報システムを用いて研究が進められてきた。一方、地形が複雑で面積の小さい日本国内の森林に対する温暖化影響を評価するためには、森林の分布と複数の気候や環境要因との関係を1~10kmの空間解像度で解析することが必要である。しかし、そのためには大量のデータ演算を処理できる大型コンピュータが必要であり、簡単には実行できなかった。ところがコンピュータ技術の発達により、パーソナルコンピュータを用いてそのような大量演算が可能となった。また、国内の森林植生のデータも順次デジタル化され公表されてきた。さらに、植物社会学的手法により調査された植生の情報を全国規模でデータベース化する作業も進んでいる¹⁾。これらのことにより、統計解析や地理情報システム（GIS）を用いて日本の森林の温暖化影響研究を進める条件が整ってきた。本研究では、これら森林データベースを用いて温暖化による日本の自然林の脆弱性評価と適応策に関する研究を行った。

2. 研究目的

本研究は、亜熱帯～冷温帯の自然林を対象に、気候シナリオに基づく温暖化影響予測を行い、影響リスクが高い脆弱な森林や地域を特定し、影響リスクの低減の可能性等を含めて適応策を提言することを目的とする。そのために本研究では環境省作成の1kmメッシュデジタル植生図及び、独自に作成した植物社会学植生データベース（PRDB）を用いて日本の森林が温暖化によって受ける影響予測を行った。また従来用いていたCCSRシナリオに加えて新しいSRESシナリオに基づく森林の温暖化影響予測、影響予測の精度向上、さまざまな森林構成種への影響評価を行い、脆弱性の評価、適応策の検討を行った。

3. 研究方法

(1) 東アジア湿潤森林地域の温度区分システムと温暖化影響予測

Holdridge²⁾の温度区分は生物気温（0-30℃の間の積算気温の年平均）に基づいている。それに低温条件を加えた群系区分座標の作成は以下のような手順で進めた。①積算温度と低温条件を2軸とする座標上で湿潤アジアの約220地点の群系タイプとその温度条件をプロットして各植生群系の温度領域を検討した。積算温度としては生物気温でもよいが、今回は温量指数を用いた。生物気温を用いることでグローバルな比較は可能である。②世界のデジタルデータでは、東アジアには存在しない条件の地点も多く、具体的に積算温度か低温条件かどちらが効いているか判断できない場合もあった。そのような例では、これまでの知見から低温条件を優先させて既存のタイプに含めた。この段階までは乾湿条件を入れていないので、描かれた群系分布図は温度条件だけから想定される群系ポテンシャルマップである。③グローバルスケールではWCMC（World Conservation Monitoring Centre）の乾燥地カテゴリー区分にしたがって乾燥地を切り分けた。④日本は乾燥条件を考慮する必要はないので、この群系区分に温暖化シナリオをあてはめて植生変化を予測した。具体的には最寒月の平均気温が2℃上昇するとして、群系分布の変化を検討した。

(2) 精度の高い分布予測モデルの選定

ブナ林の分布予測モデル3種（一般化線形モデル、一般化加法モデル、及びツリーモデル）を気候値を説明変量として作成し、モデルの適合度を比較した。モデル精度の比較には、AIC（赤池情報量規準）、尤離度、及びKappa統計量などの予測精度指標値を用いた。植生データは、環境庁

第3回自然環境保全基礎調査・植生調査データを加工した1kmメッシュデータを用いた。気候データは気象庁の1kmメッシュ気候データベースから、森林の分布に重要と思われる4変量(夏期降水量、冬期降水量、最寒月最低気温、暖かさの指数)を抽出し、分布モデルの説明変量として用いた。

(3) 温暖化後のブナ林分布可能域予測

ツリーモデルを構築し、2090年代の気候変化シナリオにおけるブナ林の分布可能域を予測した。上記の4気候変量に加え、5つの土地変量(大地形、表層地質、土壌型、斜面方位と傾斜)を用いて、合計9変量を説明変量とした。作成したツリーモデルに将来の気候シナリオ

(CCSR/NIES2090sとSRES2081-2100)を当てはめた。脆弱性の評価には、脆弱性指数($VI = 1/\text{ブナ林の分布確率}$)を考案して用いた。

(4) 主な冷温帯林構成種の分布予測

植物社会学的手法により野外調査された植生情報をまとめたデータベース(PRDB)が利用できる、東北地方から中部地方までのデータ5644点より、冷温帯林の代表的な優占種であるブナまたはミズナラの出現する地点を抽出し、その中の出現頻度上位20種(ブナ、ミズナラ、オオカメノキ、リョウブ、コシアブラ、ハウチワカエデ、イワガラミ、ヤマウルシ、アオダモ、ウワミズザクラ、オオバクロモジ、ウリハダカエデ、ミヤマガマズミ、ツタウルシ、コハウチワカエデ、シシガシラ、ノリウツギ、チシマザサ、チゴユリ、コミネカエデ)を解析対象種とした。これらの種の有無を5644点のデータから抽出し、3次メッシュ気候値とリンクしてツリーモデルを構築した。モデルには暖かさの指数(WI)、最寒月最低気温(MT)、夏季降水量(PS)、冬季降水量(PW)の4気候要素を用いた。その際、温度については、逓減率0.6を用いて標高補正を行った。これらを用いて、それぞれの種についてツリーモデルにより現在の分布確率と温暖化シナリオCCSR/NIES2090による予測にもとづいた2090年代の分布確率を地図化した。

4. 結果・考察

(1) 東アジア湿潤森林地域の温度区分システムと温暖化影響予測

積算温度(WI)と最寒月平均気温(CMT)を比較すると、熱帯では温度の季節変化が少ないので、WIとCMTは直線関係にある。温帯では年較差の大きさによって、同じWIでもCMTは大きく異なる。温帯と熱帯では表1のように植生帯を区分する温度条件が異なる。

最寒月平均気温2℃上昇で、スムーズに夏の気温と結ぶ温度変化を想定した温暖化シナリオを用いて、日本の植生帯の分布域の移動を図化した(図3)。現在と温暖化時の群系分布を比較すると、青色で示される中間温帯林(WI>85、CMT<-1の領域)が温暖化後はほとんど消えることが特徴である(図1)。これは、温暖化により遺存種が多く分布する中間温帯林が危機的となることを示唆している。

表 1. 湿潤気候下における群系の温度区分システム：積算温度 (WI) と最寒月平均気温 (CMT)

	CMT	WI	Formation	Leaf type
Temperate Mountain	CMT<-7	WI<15	above forest limit	
	CMT<-7	15<=WI<45	Temperate Upper Montane	coniferous forests
	-7<=CMT<-1	WI<85	Temperate Lower Montane	deciduous
	-7<=CMT<-1	85<=WI	Temperate Mid Montane	deciduous/coniferous
	-1<=CMT<6	WI<85	Temperate Lower Montane-evergreen	evergreen microphyll
	-1<=CMT<12	85<=WI	Temperate Hill (Lowland)	evergreen notophyll
Tropical Mountain	CMT<6	WI<15 (12)	above forest limit	
	6<=CMT	15<=WI<85	Tropical Upper Montane	evergreen microphyll
	12<=CMT	WI<240	Tropical Lower Montane	evergreen notophyll
	20<=CMT	240<=WI	Tropical Hill (Lowland)	evergreen mesophyll

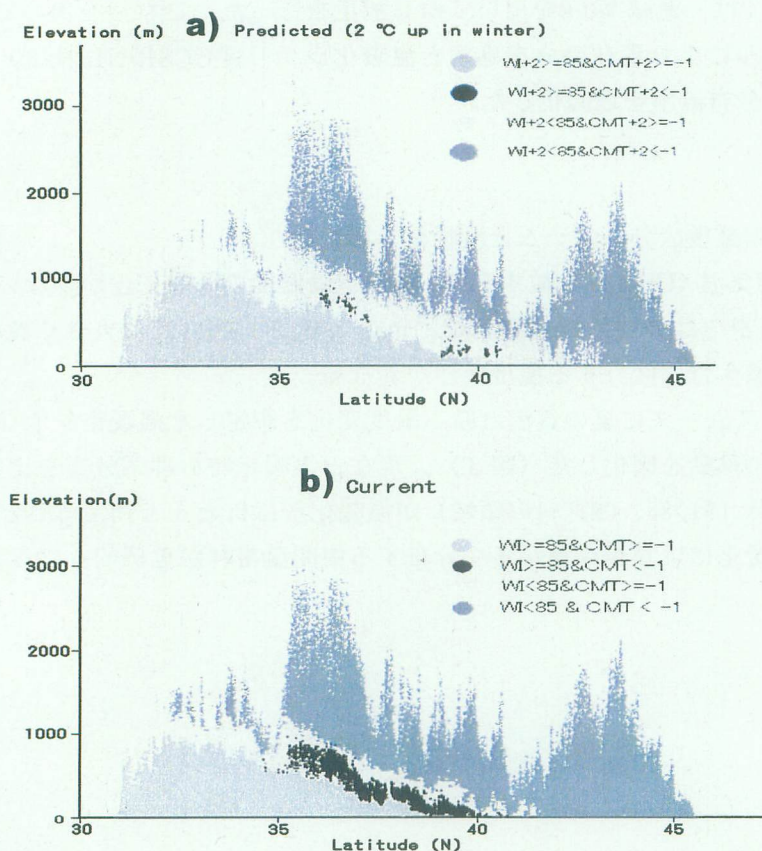


図 1. 日本の群系の分布予測 a) 冬期温度が最大 2 °C 上昇する気候シナリオによる予測。
b) 現在の気候条件による予測 (Ohsawa & Matsui, in prep.)

(2) 精度の高い分布予測モデルの選定

モデル3種類を比較した結果、ツリーモデルの適合度が高いことが判明した。ツリーモデルに続いて一般化加法モデル、一般化線形モデルの順に適合度は高かった(図2、表2)。ツリーモデルの適合度が高いのは、データをそれ以上分割しても無意味になるまで、かつ均質になるように2分割を続けていくことで、説明変数間の複雑な交互作用をモデル化できるツリーモデルの特性が関係していると考えられた。すなわちツリーモデルは、空間的に不均質な気候下の日本に広く分布するブナ林の分布をうまく説明できるモデルである。よって、日本に広く分布する森林タイプや植物種の分布予測を行う場合の最適なモデルはツリーモデルであると結論した。

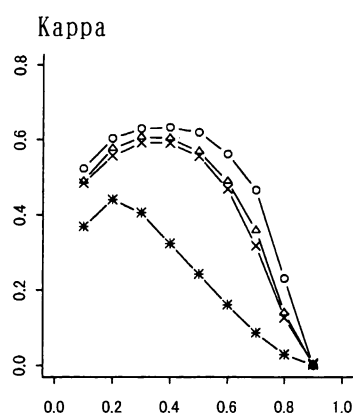


図2. Kappa統計量の分布閾値 (0.1-0.9) ごとの変化. 一般化線形モデル—単純形(アスタリスク:*)、一般化線形モデル複雑形(x)、一般化加法モデル(Δ)、ツリーモデル(O). (Matsui et al. 2004c)

表2. 各モデルの残差自由度、残差尤離度、AICの値(Matsui et al. 2004c).

	GLM-Simple	GLM-Complex	GAMs	TMs
残差自由度	170,372.00	170,362.00	170,273.20	170,292.00
残差尤離度	96,408.95	71,153.69	69,888.89	66,260.00
AIC	96,418.95	71,183.69	70,096.45	66,430.00

(3) 温暖化後のブナ林分布可能域予測

気候と環境の9変量で作成したモデルをみると、分離貢献度が高かったのは、冬期降水量、暖かさの指数、最寒月最低気温であり、環境変量の貢献度は低かった。よってブナ林の分布は気候に大きく左右されることが示唆された。

CCSR/NIESの2090-2100とSRESの2081-2100の気候シナリオを比較すると、両者では温度の違いが降水量の違いより顕著であった(図3)。例えば、暖かさの指数は、CCSR/NIES2090-2100では平均41、最大で95の上昇幅を示す予測シナリオであるのに対しSRES2081-2100では平均24、最大で35の上昇幅であった。作成したツリーモデルに将来の気候シナリオを当てはめた結果、CCSR/NIES2090-2100では分布確率50%以上の地域は2090年代には91%減少することが予測された(図4)。一方、SRES2081-2100では分布確率50%以上の地域は2090年代には63%減少することが予測された(表3)。両シナリオとも、九州、四国、本州太平洋側のブナ林の多くは分布確率が低下する。気候変化に対して脆弱なブナ林は、西日本太平洋側や本州中部内陸部に多いことが示唆された(図5)。北海道のブナ林は、CCSR/NIES2090-2100シナリオでは低地を中心に脆弱性が極めて高いが、SRES2081-2100シナリオでは低い脆弱性であることが明らかになった。CCSRシナリオは、SRESと比べて、北海道南部での暖かさの指数や最寒月最低気温の値が高いことが理

由と考えた。北海道のブナ林分布可能域は北へ拡大するが、高温・乾燥の石狩低地帯がブナ林の北上を妨げる要因になると考えた。

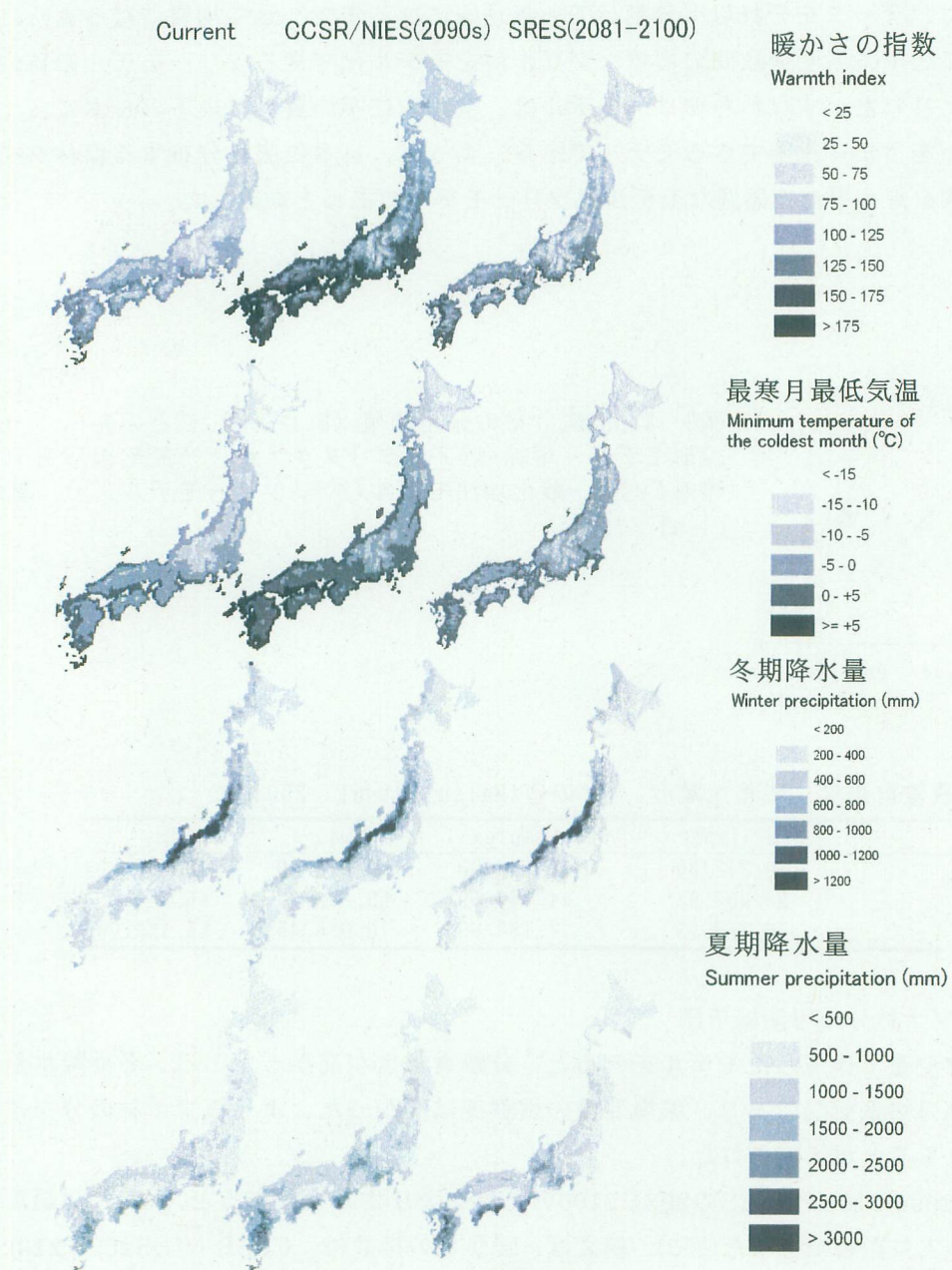


図3. 現在と将来の気候因子の分布変化予測。左列は現在, 中央列はCCSR/NIESシナリオによる2090年代の, 右列はSRESシナリオによる2081-2100年の予測

ブナ林を保全する場合の適応策としては、西日本では常緑樹林と下限を接しているブナ林の場合の常緑種の侵入のコントロールの必要性、本州中部から北部の山脈が連なっている地域では生態的回廊がブナ林の保全に対して機能するかどうかを見極める必要性、また、北海道のブナ林北限以北ではブナがミズナラ林や針広混交林に侵入した場合のコントロールの必要性など、地域の実情に合わせた保全管理計画が必要と考える。

表3. ブナ林分布モデルによる1990年と2090年代の分布確率クラス毎の1-km²セル数と百分率(括弧内). セルの総数は345,167個.

分布確率	1990年代	CCSR/NIESシナリオ	SRESシナリオ
0.0 - 0.001	121,154 (35.1)	200,211 (58.0)	173,408 (50.2)
0.001 - 0.01	105,667 (30.6)	105,165 (30.5)	92,211 (26.7)
0.01 - 0.1	50,898 (14.8)	24,322 (7.0)	38,221 (11.1)
0.1 - 0.5	41,228 (11.9)	13,178 (3.8)	31,714 (9.2)
0.5 - 1.0	26,220 (7.6)	2,291 (0.7)	9,613 (2.8)

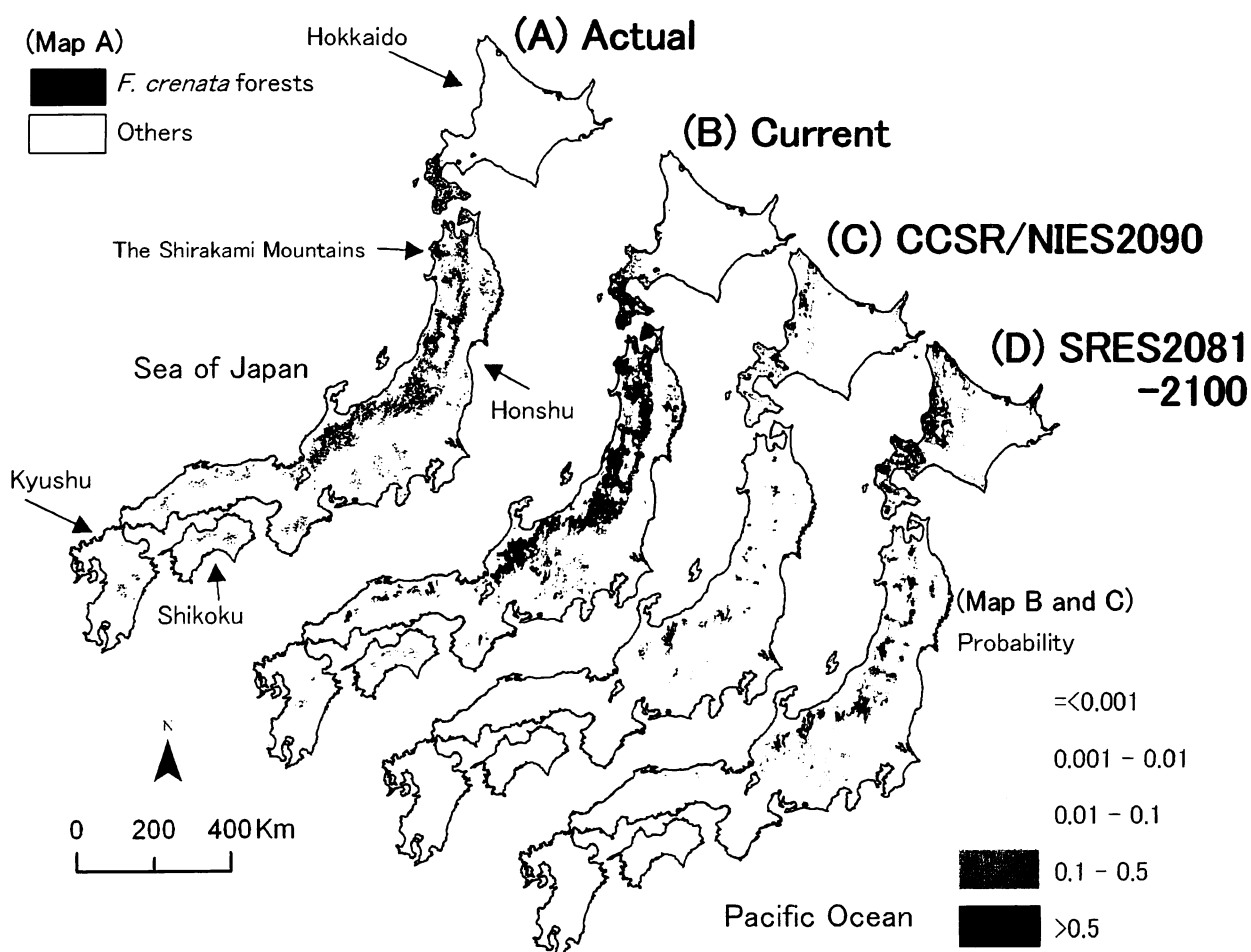


図4. ブナ林の分布可能域変化予測. (A)は現在のブナ林分布(B)はモデルにより予測された1990年時点での分布確率. (C)はCCSR/NIESシナリオによる2090年代の分布確率. (D)はSRESシナリオによる2080-2100年代の分布確率

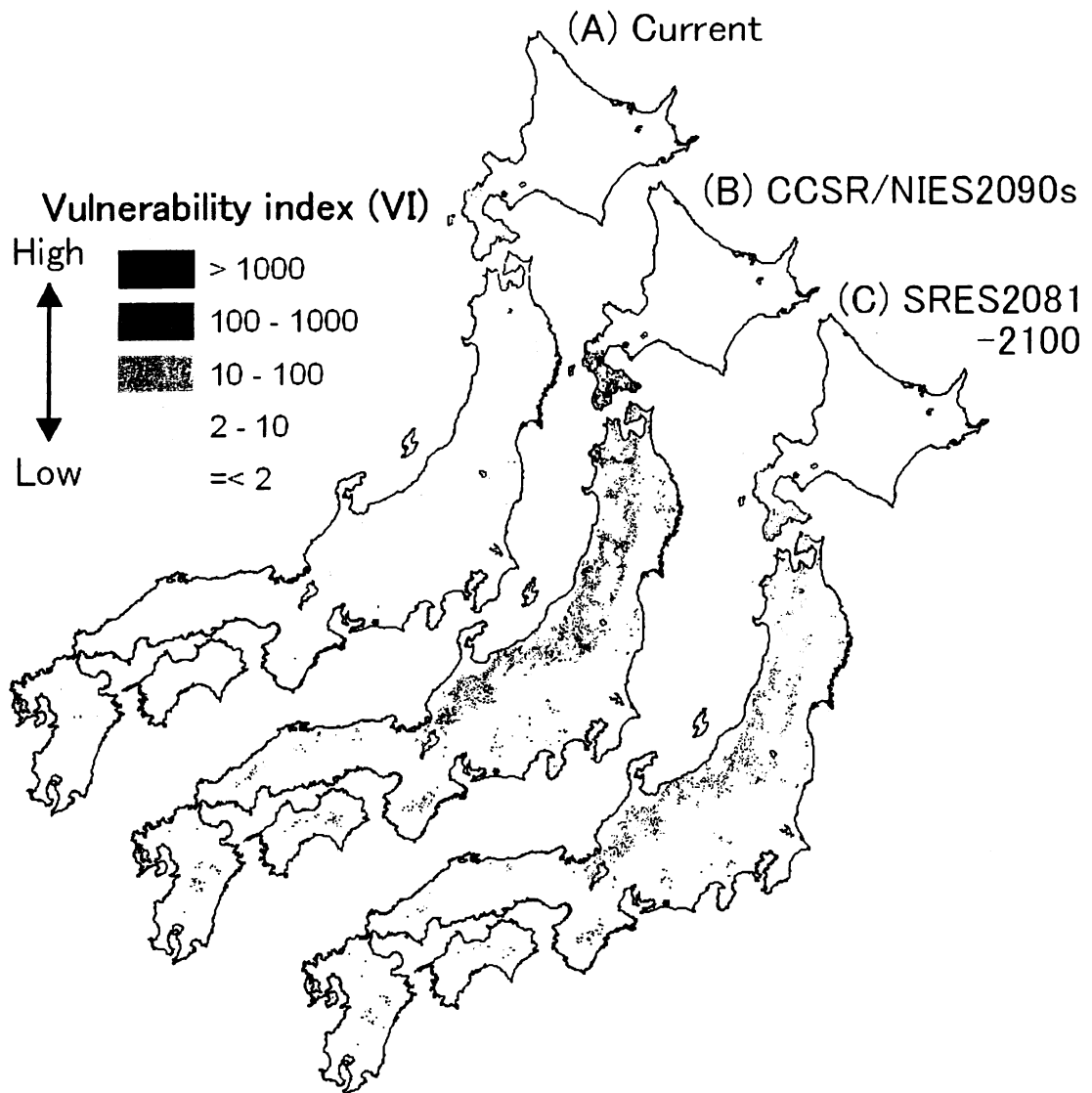
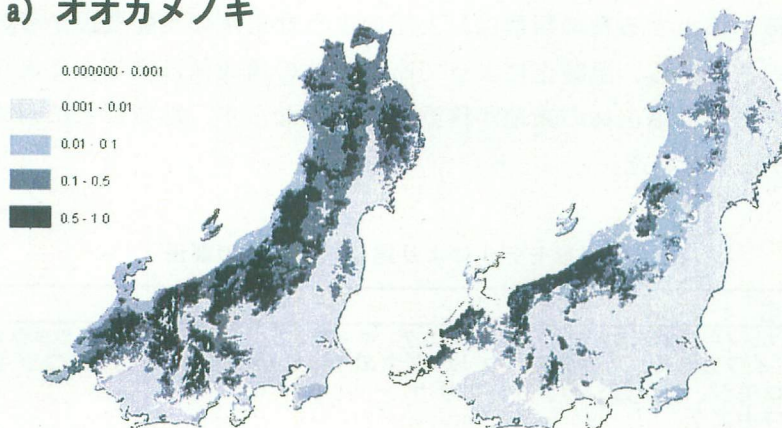


図5. ブナ林の脆弱性指数分布. 脆弱性指数: $VI = 1/\text{ブナ林の分布確率}$

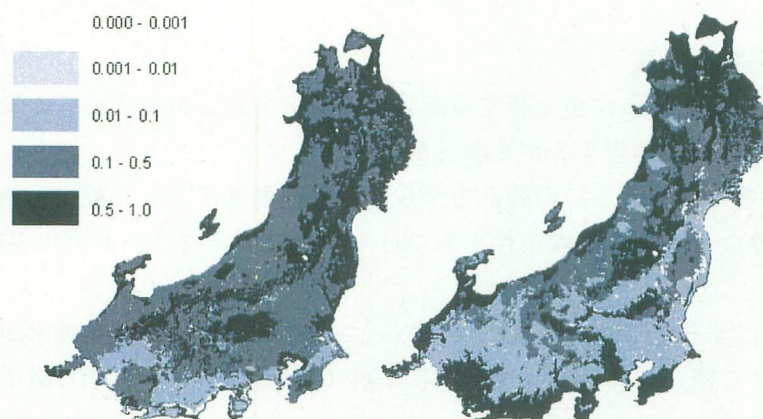
(4) 主な冷温帯林構成種の分布予測

ツリーモデルで上位の区分で採用された要因上位2種により、解析した20種を類型化すると表-4のようになった。半数以上の種は第1に温かさの指数 (WI) が選ばれ、これらはブナなどの冬期降水量 (PW) が第2に選ばれる種群と、ミズナラなどの最寒月最低気温 (MT) が第2に選ばれる種群とに分かれた。また、オオバクロモジなど3種は第1がPW、第2がWIであったが、これらの種群には日本海要素の種が含まれるものと思われる。その他にはWIが上位2要因に入らない2種がみられた。これらより、現在の気候下において、冷温帯林で高頻度で出現する種でも、その分布と相関の高い気候要素はそれぞれ異なることがわかった。従って、温暖化による影響も種によって異なる反応を示すことが予想される。

a) オオカメノキ



b) リョウブ



c) ハウチワカエデ

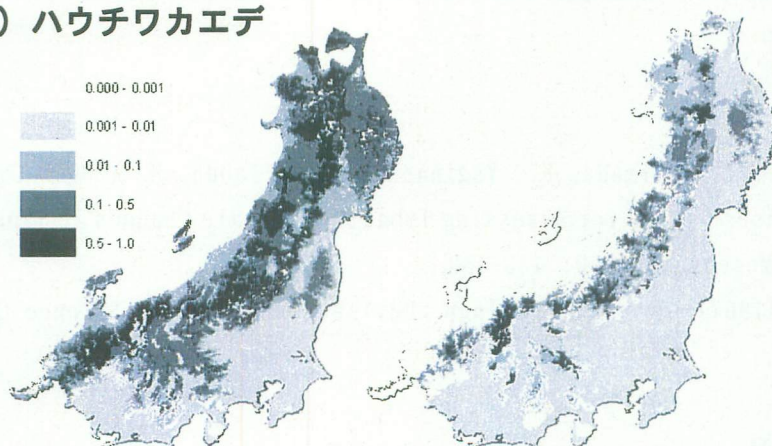


図6 ブナ林に生育する樹木の分布変化予測例。 a)オオカメノキ, b)リョウブ及びc)ハウチワカエデの現在の分布確率(左)と2090年の分布確率(右)。

現在の気候下における分布確率及びCCSR2090による2090年の分布確率を地図化すると、ブナ、ミズナラ、オオカメノキ、コシアブラ、ハウチワカエデ、ヤマウルシのように分布域が縮小する

種と、リョウブ、イワガラミ、アオダモのように分布域が拡大する種があることがわかった（図6）。これら拡大する種・縮小する種の類型は、上記のような上位の支配要因からの類型と必ずしも一致しない。以上のことから、温暖化によって冷温帯林の構成種は種ごとに異なった反応を示し、その結果温暖化の影響は優占林の適地が移動するのみならず、地域ごとに構成種の組み合わせまで影響することが示唆された。

表-4 樹形モデルにより選ばれた上位の要因

最上位 2 番目 種 名		
WI	PW	ブナ、オオカメノキ、コシアブラ、ハウチワカエデ、ヤマウルシ、ウワミズザクラ、ツタウルシ、チゴユリ
WI	MT	ミズナラ、イワガラミ、アオダモ、ウリハダカエデ、ミヤマガマズミ、ノリウツギ、コミネカエデ
PW	WI	オオバクロモジ、シシガシラ、チシマザサ
MT	PW	コハウチワカエデ
PS	PW	リョウブ

5. 本研究により得られた成果

(1) 積算温度と低温の両方の条件が交錯する湿潤東アジアでは、温度季節性の変化が植物群系分布にどのようなメカニズムで影響するかを明らかにした。

(2) 植物分布予測で多用される3つの統計モデル一般化線形モデル、一般化加法モデル、ツリーモデルのうち、背腹性など多様な気候条件をもつ日本列島では、ツリーモデルが適していることが明らかとなった。

(3) 温暖化シナリオによって日本の代表的森林の一つであるブナ林の分布確率が50%以上である適地の分布は将来、6割（SRESシナリオ）から9割（CCSR/NIESシナリオ）減少することが明らかとなった。温暖化に対して脆弱なブナ林は、西日本太平洋側や本州中部内陸部に多いことが示唆された。

(4) 温暖化の影響は優占林の分布適地が移動するのみならず、森林構成種の組み合わせにまで影響することが判明した。

6. 引用文献

- 1) Tanaka, N., Matsui, T., Shimada, K., Yagihashi, T., & Taoda, H. (2005) Constructing Vegetation Databases Useful for Assessing Impact of Climate Changes in Japan, Journal of Agricultural Meteorology 60: 433-438.
- 2) Holdridge, L. R. (1967) Life Zone Ecology. Revised ed. Tropical Science Center. San Jose, Costa Rica.

7. 国際共同研究等の状況

今回の成果の一部は、UNEP-WCMC、森林総研、東京大学の共同作業で、Millennium Ecosystem Assessment, Conditions and Trends Working Group (MA)の一つの章Mountain systemsでの自然、人文を含めたさまざまなデータ処理、具体的なアセスメントの枠組みとして採用された。2003年7月にはスイスで各章のLA (Lead Authors)を集めて最終的な検討を行い、現在peer reviewを経て最終原稿の取りまとめを行った。とくにわが国では、予測されている冬季の気温上昇が起こっ

た場合、暖温帯と冷温帯には含まれる中間温帯地域が大きく変化を受けることが明らかとなった。その結果、多くの日本－中国に生き残ってきた第三紀遺存植物群の生育地が縮小することが懸念されている。

8. 研究成果の発表状況

(1) 誌上発表

〈学術誌（査読あり）〉

- ① Kitazawa, T. & Ohsawa, M.: Biological Conservation, 104, 239-249 (2002)
“Patterns of species diversity in rural herbaceous communities under different management regimes, Chiba, central Japan”
- ② Kikvidze, Z. & Ohsawa, M.: Ecological Research, 17, 4, 519-525 (2002)
“Measuring the number of co-dominants in ecological communities”
- ③ 小山泰弘、八木橋勉、右田千春、田中信行：森林立地, 44, 31-33(2002)
「甲信越地域におけるブナ葉面積の地理的変異」
- ④ Ohsawa, M. & Nitta, I.: Global Environmental Research, 6, 1, 41-52 (2002)
“Forest Zonation and Morphological Tree-traits along Latitudinal and Altitudinal Environmental Gradients in Humid Monsoon Asia”
- ⑤ Tang, C.Q. & Ohsawa, M.: Folia Geobotanica, 37, 93-106(2002)
“A Tertiary relic deciduous forest on a humid subtropical mountain, Mt. Emei, Sichuan, China”
- ⑥ Tang, C. Q. & Ohsawa, M.: Plant Ecology, 161, 215-230(2002)
“Coexistence mechanisms of evergreen, deciduous and coniferous trees in a mid-montane mixed forest on Mt. Emei, Sichuan, China”
- ⑦ 島田和則、田中信行、津山幾太郎、埴田宏：第55回日本林学会関東支部大会講演要旨集, p. 34. (2003)
「植生調査資料を用いたブナ・ミズナラの分布と気候の関係解析における得失」
- ⑧ 田中信行・八木橋勉・杉田久志・藤田和幸・林哲・埴田宏：遺伝別冊17:109-118(2003)
「森林生態系への影響と森林管理」
- ⑨ 八木橋勉、松井哲哉、中谷友樹、埴田宏、田中信行：日本生態学会誌53: 85-94(2003)
「ブナ林とミズナラ林の分布域の気候条件による分類」
- ⑩ Matsui, T., Yagihashi, T., Nakaya, T., Taoda, H., & Tanaka, N.: Journal of Vegetation Science, 15, 57-66(2004a)
“Climatic controls on distribution of *Fagus crenata* forests in Japan”
- ⑪ Matsui, T., Yagihashi T., Nakaya T., Taoda H., Yoshinaga S., Daimaru H., Tanaka N.: Journal of Vegetation Science, 15, 5, 605-614(2004b)
“Probability distributions, vulnerability and sensitivity in *Fagus crenata* forests following predicted climate changes in Japan”
- ⑫ Matsui, T., Nakaya T., Yagihashi T., Taoda H., & Tanaka N.: Japanese Journal of Forest Environment, 46, 2, 93-102(2004c)
“Comparing the accuracy of predictive distribution models for *Fagus crenata* forests in Japan”

- ⑬ Matsui, T., Shimada, K., Yagihashi, T., Nakaya, T., Taoda, H., & Tanaka, N.: Journal of Agricultural Meteorology, 60, 439-444 (2005)
 “Assessing potential distribution of beech (*Fagus crenata*) in central Japan”
- ⑭ 小川みふゆ、八木橋勉、田中信行、柴田銃江、田中浩、中静透、斉藤昌宏、櫻井尚武、谷本丈夫、宮川清、前田禎三：森林総合研究所報告, 4, 65-85, (2005)
 「苗場山ブナ天然更新試験地とそのデータベースの解説」
- ⑮ Tanaka, N., Matsui, T., Shimada, K., Yagihashi, T., & Taoda, H.: Journal of Agricultural Meteorology, 60, 433-438 (2005).
 “Constructing Vegetation Databases Useful for Assessing Impact of Climate Changes in Japan”
- ⑯ Ohsawa, M., Shumiya, T., Nitta, I., Wildpret, W. & del Arco, M.: Mountain in the Mist: Proceedings of 2nd International Symposium on Cloud Forests, Hawaii. (2005)
 “Topographical diversification and tree traits of Tertiary relic, laurel-forests in Anaga cloud forests, Tenerife, the Canary Islands.” (in press)
- ⑰ Yagihashi, T., Matsui, T., Nakaya, T., Taoda, H. & Tanaka, N.: Proceedings of Oak 2003, Japan: a joint meeting of IUFRO working groups, genetics of *Quercus* & improvement and silviculture of oaks. (2005)
 “Climatic controls differentiating the distributions of *Fagus crenata* forests and *Quercus mongolica* var. *grosseserrata* forests in Japan.” (in press)

<学術誌（査読なし）>

- ① Matsui, T., Yagihashi, T., Tanaka, N. & Taoda, H.: Impact Assessment of Global Environmental Change on Forest Ecosystems, 1, 59-82 (2002)
 “*Fagus crenata* forests in Japan with special reference to climatic variables: an application of regression tree analysis (RTA) for a predictive distribution model.”
- ② 小川みふゆ、上條隆志、磯谷達宏、福田廣一、田中信行：地球環境変動の森林への影響評価, 1, 39-58 (2002)
 「栃木県奥鬼怒川源流部の山地帯上部から亜高山帯下部に成立する落葉広葉樹林・針広混交林・針葉樹林の構造と垂直分布」
- ③ Ohsawa, M. (ed.): University of Tokyo. (2002)
 “Life Zone Ecology of the Bhutan Himalaya III”
- ④ 八木橋勉：森に学ぶ101のヒント, 東京書籍, 20-21 (2002)
 「峠を越えれば別世界」
- ⑤ Matsui, T., Yagihashi, T., Tanaka, N. & Taoda, H.: 地球環境変動の森林への影響評価, 2, 63-76 (2003)
 「地球温暖化と植生への影響」
- ⑥ 小川みふゆ、田中信行、田中浩、柴田銃江、八木橋勉、斉藤昌宏、櫻井尚武、中静透、谷本丈夫、宮川清、前田禎三：地球環境変動の森林への影響評価, 2, 45-62 (2003)
 「苗場山ブナ天然更新試験地の伐採30年後における種組成の変化」
- ⑦ 大澤雅彦（分担）：生態学事典共立出版（2003）
- ⑧ 大澤雅彦：環境気候学, 吉野正敏・福岡義隆（編）, 東京大学出版会（2003）

「植生、森林と気候変化」

- ⑨ 大澤雅彦：自然史概説，西田ほか，朝倉書店（2003）

「人とかかわる植生史」

- ⑩ 田中信行：植生情報，7，9-13（2003）

「植生データベースを用いた地球温暖化の影響予測研究」

- ⑪ 八木橋勉：地球温暖化と日本 自然・人への影響予測（原沢，西岡編）古今書院 73-77.（2003）
「冷温帯林への影響」

- ⑫ Matsui, T., Yagihashi, T., Nakaya, T., Taoda, H., Yoshinaga, S., Daimaru, H. & Tanaka, N.: Impact Assessment of Global Environmental Change on Forest Ecosystems 3, 55-72（2004）

“Potential habitat shifts, vulnerability and sensitivity in *Buna* (*Fagus crenata*) forests under a climate change scenario in Japan”

- ⑬ 小川みふゆ、福代真依、上條隆志、田中信行：地球環境変動の森林への影響評価，3，41-54（2004）

「新潟県苗場山におけるブナ天然更新施業林とカラマツ人工林の種多様性の比較」

- ⑭ 松井哲哉、田中信行：植生管理学、福嶋司編，朝倉書店，177-182（2005）

「地球温暖化と植生への影響」

- ⑮ Koerner, C & Ohsawa, M.: In: Millennium Ecosystem Assessment. A report of Condition and Trends Working Group. UNEP (in press)

“Mountain systems”

- ⑯ 大澤雅彦、日本の地誌，朝倉書店

「本の森林－熱帯と温帯をつなぐもの－」（印刷中）

- ⑰ 大澤雅彦（監訳）、ヘイウッド花の大百科事典、朝倉書店、（印刷中）

（2）口頭発表（学会）

- ① 松井哲哉、八木橋勉、田中信行、埤田宏：第49回日本生態学会（2002）

“Improving the accuracy of predicted distribution on *Fagus crenata* forests using regression tree analysis (RTA)”

- ② Ohsawa, M.: IUCN/WCPA -EA-4, Taipei（2002）

“Latitudinal and altitudinal zonation of forests on humid East Asian mountains – Utility of newly devised template for prospecting global change impacts”

- ③ Ohsawa, M.: International Seminar on Mountains. Royal Nepal Academy of Science and Technology, Kathmandu（2002）

“Topo-successional analyses of mountain vegetation for conservation and management in humid Himalaya”

- ④ Ohsawa, M.: UNU International Symposium “Conservation of Mountain Ecosystems” United Nations University.（2002）

“Global change impacts on vegetation in humid Asian mountains”

- ⑤ 八木橋勉、田中信行：第49回日本生態学会（2002）

「太平洋側と日本海側のブナの発芽時期の違い」

- ⑥ 松井哲哉、中谷友樹、八木橋勉、田中信行、埤田宏：第50回日本生態学会（2003）

“A comparative study of predictive distribution models: an example in *Fagus crenata* forests”

- ⑦ 島田和則、田中信行、津山幾太郎、埤田宏：第55回日本林学会関東支部大会（2003）
「植生調査資料を用いた関東周辺地域のブナ・ミズナラの分布と気候の関係解析」
- ⑧ 八木橋勉、松井哲哉、中谷友樹、埤田宏、田中信行：第50回日本生態学会（2003）
「分類樹解析を用いたブナ林とミズナラ林の気候条件による判別」
- ⑨ Matsui, T., Shimada, K., Yagihashi, T., Nakaya, T., Taoda, H., Tanaka, N. :
International Symposium on Food Production and Environmental Conservation in the Face
of Global Environmental Deterioration, Society of Agricultural Meteorology of Japan
(2004)
“Assessing Potential Distribution of *Fagus crenata* in Central Japan”
- ⑩ Tanaka, N., Matsui, T., Shimada, K., Yagihashi, T., Taoda, H. : International
Symposium on Food Production and Environmental Conservation in the Face of Global
Environmental Deterioration, Society of Agricultural Meteorology of Japan (2004)
“Constructing Vegetation Databases Useful for Assessing Impact of Climate Changes in
Japan”
- ⑪ Tanaka, N. : 47th Annual Symposium for International Association of Vegetation Science
(2004)
“Potential impact of climate changes on dwarf-bamboo species in Japan”
- ⑫ 田中信行：気象影響・利用研究会20周年記念シンポジウム（2004）
「温暖化の森林分布への影響予測」
- ⑬ 田中信行：地球温暖化研究イニシャティブ（気候変動研究分野），総合科学技術会議。（地
球温暖化研究イニシャティブシンポジウム「気候変動研究の現在と将来戦略」（2004）
「温暖化の植生への影響：ブナ林への影響」
- ⑭ 松井哲哉、八木橋勉、中谷友樹、埤田宏、吉永秀一郎、大丸裕武、田中信行：第52回日本
生態学会大会（2005）
「気候変化シナリオに基づくブナ林の分布可能域予測と脆弱性、感受性の評価」
- ⑮ 田中信行、松井哲哉、島田和則、八木橋勉、埤田宏：第116回日本森林学会大会（2005）
「温暖化影響研究における植生データベースの活用」

（3）出願特許

なし

（4）シンポジウム、セミナーの開催（主催のもの）

日本農業気象学会等による国際シンポジウム「地球環境劣化下における食糧生産と環境保全に
関する国際シンポジウム International Symposium on Food Production and Environmental
Conservation in the Face of Global Environmental Deterioration (FPEC)」において森林総合
研究所共催の特別セッション「地球温暖化が森林生態系におよぼす影響予測、Impact Assessment
of Global Warming on Forest Ecosystems」を2004年9月7～11日に福岡国際会議場で開催した。
この特別セッションの講演者は、森林総合研究所の経費で招聘したL. R. Iverson (Northeastern

Research Station, USDA Forest Service)、K. F. Cao (Yunnan Botanical Gardens)、および、環境庁地球環境研究総合推進費による「地球温暖化の生物圏への影響、適応、脆弱性評価に関する研究」の森林総研担当課題「自然林・人工林の脆弱性評価と適応策に関する研究」の担当者4名である。本大会は農業気象分野研究者を主対象とする会議であるにも関わらず、セッション会場は常時60～70名の参加者で埋まり、温暖化が生態系に及ぼす影響の予測方法、根拠となるデータベース、今後の研究課題について熱心な議論がなされた。大会終了後、特別セッション参加者による北九州地域の現地検討会が実施された。特別セッションの発表論文は、Journal of Agricultural Meteorology (農業気象) で刊行された。

(5) マスコミ等への公表・報道等

- ① 読売新聞 (2002年2月27日、夕刊、エコロジー面において、国連大学の国際山岳年にちなんだ国際シンポジウムの発表を報道、その中で温暖化による植生移動、冬の影響の重要性、生態系変化による生物種の絶滅など講演内容について紹介)
- ② NHKニュース10 (2002年4月29日、温暖化のブナ林、スギ人工林などへの影響を6分間紹介)
- ③ 読売新聞 (2002年6月11日、全国版朝刊、「地球再生への道」という論説にて、温暖化によるブナ林の衰退予測を紹介)
- ④ 毎日新聞 (2002年4月29日、全国版朝刊1面、「ブナ林も“少子高齢化”、温暖化 若木生育に影響、和泉葛木山」の見出しで温暖化のブナ林への影響紹介)
- ⑤ 朝日新聞 (2004年6月12日、全国版夕刊、科学、5「気候変動と森林、世界自然遺産白神に危険信号、3.6度の気温上昇で西日本のブナ林は全滅」)
- ⑥ 毎日新聞 (2004年6月12日、全国版夕刊、「温暖化深刻、今世紀末にブナ林1/10の危機、森林研が警告」)
- ⑦ 東奥日報 (2004年8月15日、Web版、社説、「危機の白神ブナ林を守ろう」というタイトルの社説で温暖化によるブナ林の分布適地減少について紹介、Web版にて確認)
- ⑧ 共同通信ニュース (Web版、2004年9月25日、「ブナの適地が1割以下に、中国、四国、九州ほぼ全滅」という見出しで温暖化によるブナ林の分布適地減少について紹介し、全国配信した。それを受けて、番号⑨から⑳の地方新聞でも同様に紹介された)
- ⑨ 京都新聞 (2004年9月25日、Web版、「ブナの適地が1割以下に、中国、四国、九州ほぼ全滅」)
- ⑩ 神戸新聞 (2004年9月26日、総合、3、「温暖化進めば今世紀末ブナの適地一割以下、森林総研まとめ」)
- ⑪ 秋田さきがけ (2004年9月26日、総合、5、「地球温暖化進めば今世紀末には・・・ブナ適地1割以下に、中国、四国、九州ほぼ全滅」)
- ⑫ 山陰中央新報 (2004年9月26日、総合、3、「温暖化進行、ブナ適地1割以下に、今世紀末中、四国、九州は全滅」)
- ⑬ 徳島新聞 (2004年9月26日、社会、29、「ブナの適地1割以下に、森林総合研究所予測、今世紀末、温暖化で」)
- ⑭ 宮崎日日新聞 (2004年9月26日、総合、5、「温暖化影響でブナ適地全滅も、九州など」)
- ⑮ 上毛新聞 (2004年9月26日、国内政治、2、「ブナの適地1割以下に、今世紀末九州などほぼ全滅」)
- ⑯ 茨城新聞 (2004年9月26日、第3社会、21、「ブナ適地1割以下に、地球温暖化で今世紀末、森林総合研予測」)
- ⑰ 河北新報 (2004年9月26日、総合、3、「今世紀末、温暖化進めば・・・、ブナの適地1割以下、森林総研予測」)
- ⑱ 富山新聞 (2004年9月26日、国際・総合、7、「ブナの適地1割以下に、今世紀末温暖化進めば日本も影響」)
- ⑲ 佐賀新聞 (2004年9月26日、国内・世界、4、「今世紀末のブナ生育適地、温暖化で1割以下に」)

- ⑳ 愛媛新聞（2004年9月26日、総合、3、「『温暖化』地球を壊す、ブナ適地1割以下に、21世紀末 中四国ほぼ全滅、森林研予測」）

9. 成果の政策的な寄与・貢献について

本研究の成果は、IPCC報告書、環境保全普及書、マスコミ報道等において引用・活用され、政策決定に貢献できる。大澤は中央環境審議会、環境省の各種検討会、宮崎県厚生常任委員会などにおいて、本研究プロジェクトの成果に基づいて、気候変化に伴って特定の植生生育環境が大きく変化する可能性を指摘し、その中で日本の照葉樹林がわずか数パーセントの残存率しかないこと、早急な保護対策を講じる必要を主張し、世界遺産、生物圏保存地域、天然記念物その他可能性のある様々な保護手法を駆使し、残存自然林の保護ネットワークを構築する必要性を科学的に示した。その結果、日本の重要な照葉樹林保護の必要が社会にも認知されつつあり、地元の人々の保護対策意識向上にとっての科学的根拠として大きく貢献している。