

温暖化に対する日本の自然植生のリスク評価

石神靖弘*・清水 庸**・大政謙次**

(* 千葉大学園芸学部
(** 東京大学大学院農学生命科学研究科)

Evaluation of the Risk to Natural Vegetation from Climate Change in Japan

Yasuhiro ISHIGAMI*, Yo SHIMIZU** and Kenji OMASA**

(* Faculty of Horticulture, Chiba University, Matsudo, 271-8510 Japan
(** Graduate School of Agricultural and Life Sciences, The University of Tokyo,
Bunkyo-ku, Tokyo, 113-8657 Japan)

Abstract

Recently, impacts of climate change on ecosystems have been of concern. In this study, the differences between the present type of natural vegetation distribution, which is derived from the national survey on the natural environment and the potential type of natural vegetation distribution estimated by a simulation model using the normals were analyzed to evaluate the risk to vegetation from climate change. The results of the analysis showed that natural vegetation and potential natural vegetation were different in some areas. Furthermore, the results of the analysis with projected potential natural vegetation using GCM data showed that the areas where natural vegetation and potential natural vegetation were different expanded. In such areas, the possibility that climate conditions will not be able to support present natural vegetation, was high. It is suggested that the areas with a high risk will expand.

Key words: Climate change, GCM, Japan, Potential natural vegetation.

キーワード: 気候変化, GCM, 日本, 潜在自然植生

1. はじめに

陸上生態系は、環境とその場所に生存する動植物のバランスのもとに成立しており、温暖化によって気候条件が変化しそのバランスが崩れれば、分布や構成に多大な変化が現れることが考えられる。植生に対する温暖化の影響の規模、メカニズムに関しては、依然として不確かな部分が多いが、変化の様子や脆弱性を明らかにしていくことは重要な課題といえる (Omasa, 2001)。

しかし、陸上生態系においては、生態系を構成する生物群とそれらに影響を与える環境の複雑さから、系全体の脆弱性を定量的に評価することは困難であるため、影響のリスクを評価するという手法が使われる (Shimizu and Omasa, 2003)。

筆者らは、温暖化が日本の植生に与える影響を予測するために、プロセスモデルである BIOME3 (Haxeltine and Prentice, 1996) に、日本付近で予測を行うために

改良を加え、潜在的な自然植生の分布を推定し、精度の検証を行った (Ishigami *et al.*, 2002)。また、改良したモデルに複数の GCM による将来予測の結果を導入することにより、温暖化時における潜在的な植生分布の予測を行い、現在の気候条件で予測した結果と比較した (Ishigami *et al.*, 2003)。

本モデルで推定する「潜在自然植生」とは、ある地域の代償植生を持続させている人為的干渉が全く停止されたと仮定した場合に、今その立地が支えることのできると推定される自然植生である。正確には、「今日の潜在自然植生」のように時点を限定する。一般に環境の質が同じであれば、潜在自然植生は、原植生 (現存の自然植生) とほぼ同じものになると考えられる (Yasugi *et al.*, 1998)。本研究では、現存の自然植生とモデルによって推定した潜在自然植生の分布の違いに着目した。その違いは、1) 入力データやモデル中のプロセスに起因する誤差や、2) 現存する自然植生が、モデル内で考慮されていない環境条件 (例えば、地形や風など) の影響を受けてい

Table 1. Vegetation types in natural vegetation distribution and potential natural vegetation distribution estimated by the model.

Natural vegetation distribution	Potential natural vegetation distribution
Boreal-alpine vegetation	Alpine vegetation
Subarctic-subalpine natural vegetation	Subalpine conifer forest
Natural <i>Fagetea crenatae</i> vegetation	Conifer/broad-leaved mixed forest
	Broad-leaved deciduous forest
Natural <i>Camellietea japonicae</i> vegetation	Broad-leaved evergreen forest

ることも考えられ、違いが生じた原因は限定することはできない。しかし、現存の自然植生と推定した潜在自然植生が異なるということは、その地域における現在もしくは温暖化時の気候条件が、現存の自然植生にとって最適ではないことを意味しており、その結果、現在もしくは温暖化時の気候条件下において、何らかの変化が生じる危険性の高い地域と判断される。本研究は、現存する自然植生の分布と、モデルによる温暖化時の植生分布の予測結果とを比較し、自然植生が変化する危険性が高いと考えられる地域を検討することにより温暖化に対するリスク評価を行った。

2. 現存の自然植生とモデルによる潜在自然植生の分布の比較

2.1 植生調査データ

現況の自然植生のデータは、環境省自然環境保全基礎調査の第5回植生調査（平成5～10年）のデータ（以下、植生調査データ）から、自然植生に分類される寒帯・高山帯植生、亜寒帯・亜高山帯自然植生、ブナクラス域自然植生、ヤブツバキ域自然植生の4区分を抽出して使用した。植生調査データは、現地調査や空中写真をもとに3次メッシュ（約1×1km）単位で作成されている。メッシュ数はそれぞれ1,158, 15,947, 44,328, 5,925である。以下、この植生調査データが現況の自然植生の分布を示すものとする。

2.2 モデルによる潜在自然植生の分布の推定

予測に使用したモデルは、BIOME3 (Haxeltine and Prentice, 1996) をもとに、筆者らが日本の潜在的な自然植生分布を推定するために改良したプロセスモデルである (Ishigami *et al.*, 2002)。本モデルでは、植物のフェノロジー（常緑樹・落葉樹）や葉の形態（針葉樹・広葉樹）などを考慮して、複数の植物機能タイプを作成しておき、最低気温などの制約条件のもとで、分布可能な複数の植物機能タイプを選び出し、この植物機能タイプの中で、最も大きなNPPを得られる植物機能タイプとそのときのLAI (Leaf Area Index) を求める。その最も大きなNPPを獲得できる植物機能タイプが優占種

となるとして、そのときのLAIとともに植生の分布を予測するモデルである。このモデルに気象庁観測平年値（1961～1990）および3次メッシュ日射量データ (Seino, 1993) の気候条件を入力することにより、現在の気候条件での、潜在自然植生の分布を推定できる。推定される植生タイプの分類は高山植生、亜高山帯針葉樹林、針広混交林、落葉広葉樹林、常緑広葉樹林の5つである。詳細な潜在自然植生の分布を得るために、推定は3次メッシュ（約1×1km）単位で行った。なお、現況を示す植生調査データとモデルによる潜在自然植生の分類が多少異なるため、Table 1 に示すように分類を整理し、分析における植生の分類は植生調査データの分類に従うことにする。

2.3 結果および考察

現存の自然植生とモデルによる潜在自然植生の分布の違いを分析するために、現存の自然植生を基準としてモデルによって推定した潜在自然植生の分布が異なっている地点を求めた。

Fig. 1 に植生調査データとモデルによる潜在自然植生の分布図を示す。Fig. 2 に現存の植生分布を基準として、それと異なる分類の潜在自然植生が推定された部分を抽出した図を示す。モデルによって得られた潜在自然植生には推定誤差もあり、その誤差によって植生が異なるかと推定されてしまった場所もあると考えられる。しかしながら、地域によっては現存の植生分布では寒帯・高山帯植生であるのに対し潜在自然植生ではブナクラス域自然植生と推定されている。植生タイプの垂直分布に従えば、高地から、寒帯・高山帯植生、亜寒帯・亜高山帯自然植生、ブナクラス域自然植生、ヤブツバキ域自然植生の順番で植生タイプが分布すると考えられるが、前述のような場合、植生タイプは2段階異なることになる。北海道の日高山脈南端に位置するアポイ岳付近の地点では、現存の植生分布では寒帯・高山帯植生であるのに対し潜在自然植生ではブナクラス域自然植生と推定されている。この付近では、希少な高山植物であるヒダカソウが減少し、ハイマツ、キタゴヨウなどの木本植物が侵入し始めていることが報告されている (Nishikawa *et al.*,

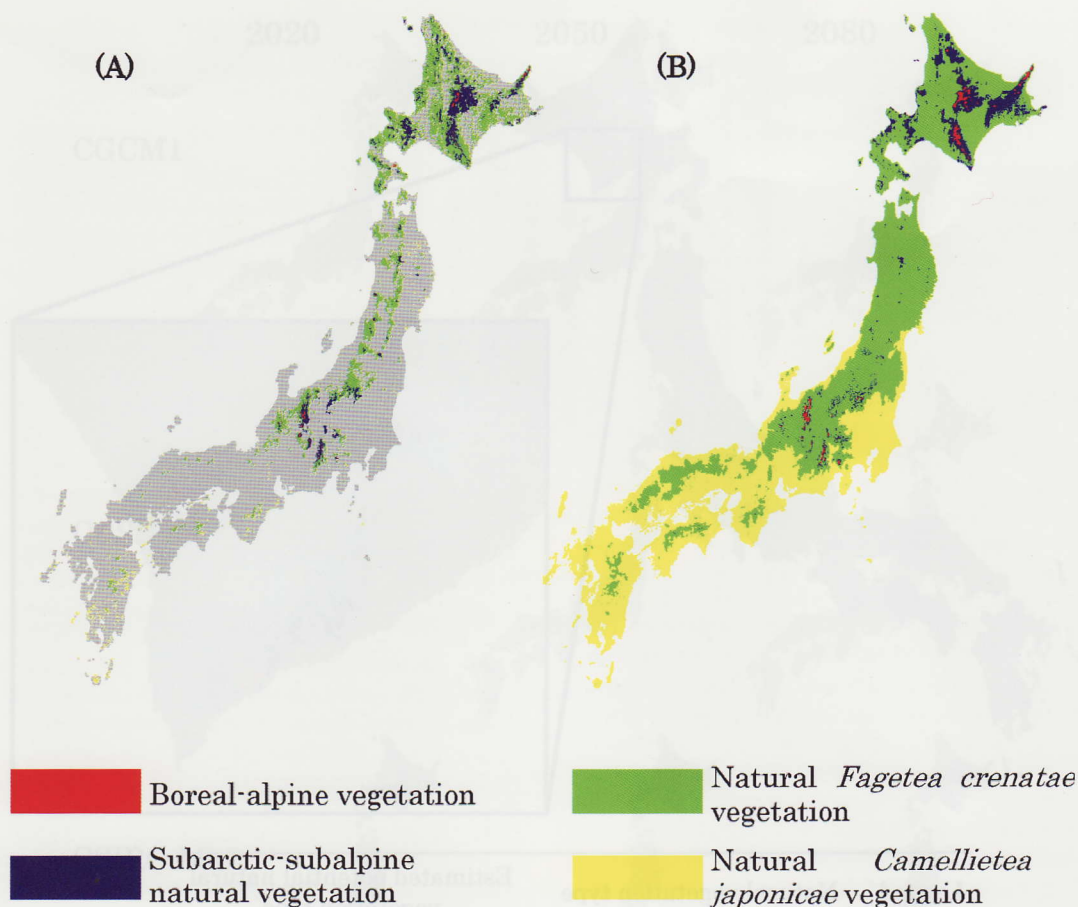


Fig. 1. Natural vegetation distribution map extracted from the Environment Agency's 5th vegetation survey (A) and potential natural vegetation distribution map estimated by the model (B). Gray area in (A) shows non-natural vegetation area.

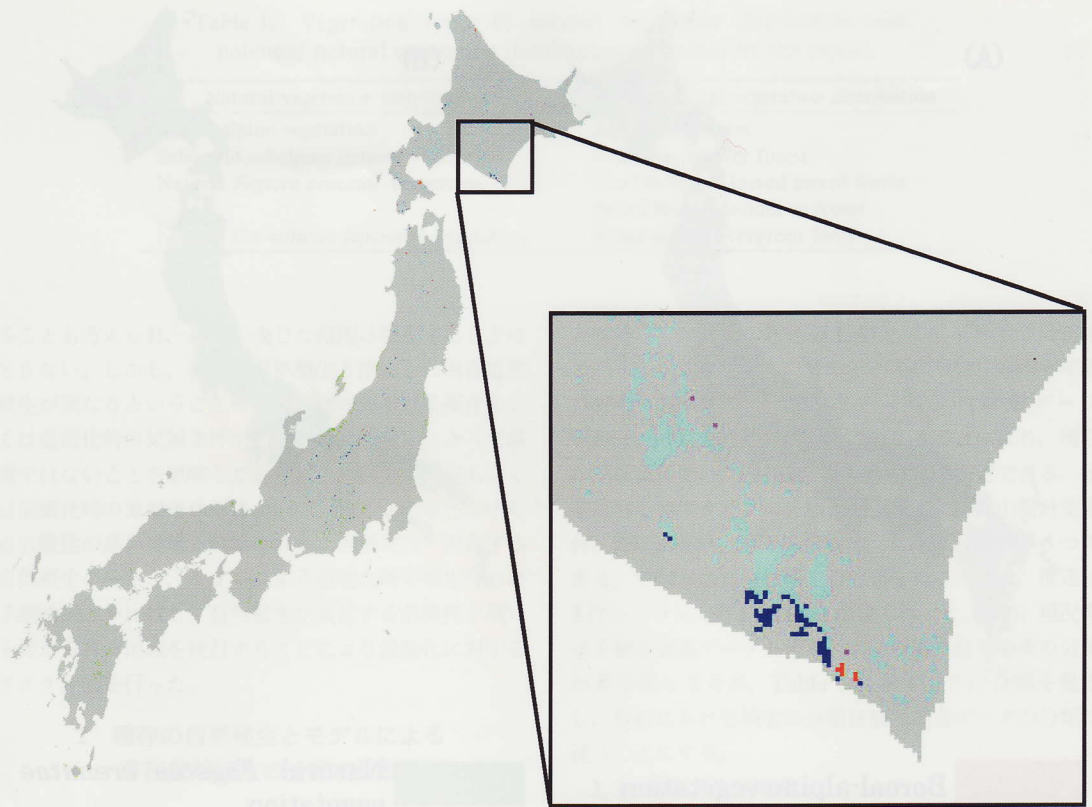
1993)。これまでは、カンラン岩の風化からなる土壌の特殊性と霧による気象条件が複合的に作用し厳しい気候条件により、木本植物の侵入が制限されていたが、気候条件の変化により、ハイマツ等の木本植物の侵入により高山植物の生育範囲が狭められたことが指摘されている(Masuzawa, 2001)。また他にも、中部地方の白山、北海道の中央部など、高緯度もしくは高標高であり、主に寒帯・高山帯植生、亜寒帯・亜高山帯自然植生が分布している地域で、植生調査データとモデルによる潜在自然植生が大きく異なる部分が見られる。これらの差異はさまざまな条件が複合的に絡んで起きた現象の結果であると考えられるが、分布する植生の種類が2段階異なるということは、モデルの推定誤差によって生じた違いである可能性は低く、現在の気候条件でも、寒帯・高山帯植生、亜寒帯・亜高山帯自然植生の分布にとって最適な環

境条件でなく、分布の変化が起きやすくなっている可能性がある。

3. 現在の自然植生と温暖化時における潜在自然植生の分布との比較

3.1 温暖化時における潜在自然植生分布の予測

温暖化時における潜在自然植生と現在の自然植生の差異を評価するために、モデルに温暖化時の気候条件の予測結果を入力し、将来における潜在自然植生の分布を得た。温暖化時の気候条件の予測結果はIS92aシナリオにおけるCO₂漸増実験の結果であり、4種類のGCM(モデル名: CGCM1, CCSR-98, CSIRO-Mk2, ECHAM4/OPYC3)の予測結果をYokozawa *et al.* (2003)が2次メッシュ(約10×10km²)に内挿したデータを使用した。比較はそれぞれのGCMごとに2020, 2050,




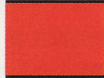



Legend	Natural vegetation type	Estimated potential natural vegetation type
	Boreal-alpine vegetation	Natural <i>Fagetea crenatae</i> vegetation
	Boreal-alpine vegetation	Subarctic-subalpine natural vegetation
	Subarctic-subalpine natural vegetation	Natural <i>Camellietea japonicae</i> vegetation
	Subarctic-subalpine natural vegetation	Natural <i>Fagetea crenatae</i> vegetation
	Natural <i>Fagetea crenatae</i> vegetation	Natural <i>Camellietea japonicae</i> vegetation

Fig. 2. Differences between natural vegetation distribution and potential natural vegetation distribution estimated by the model, and extended map near Mount Apoi in Hokkaido. Colored pixels indicate that estimated vegetation type is different from that of vegetation survey. Gray area shows non-natural vegetation area or there are no differences between vegetation survey and estimated vegetation.

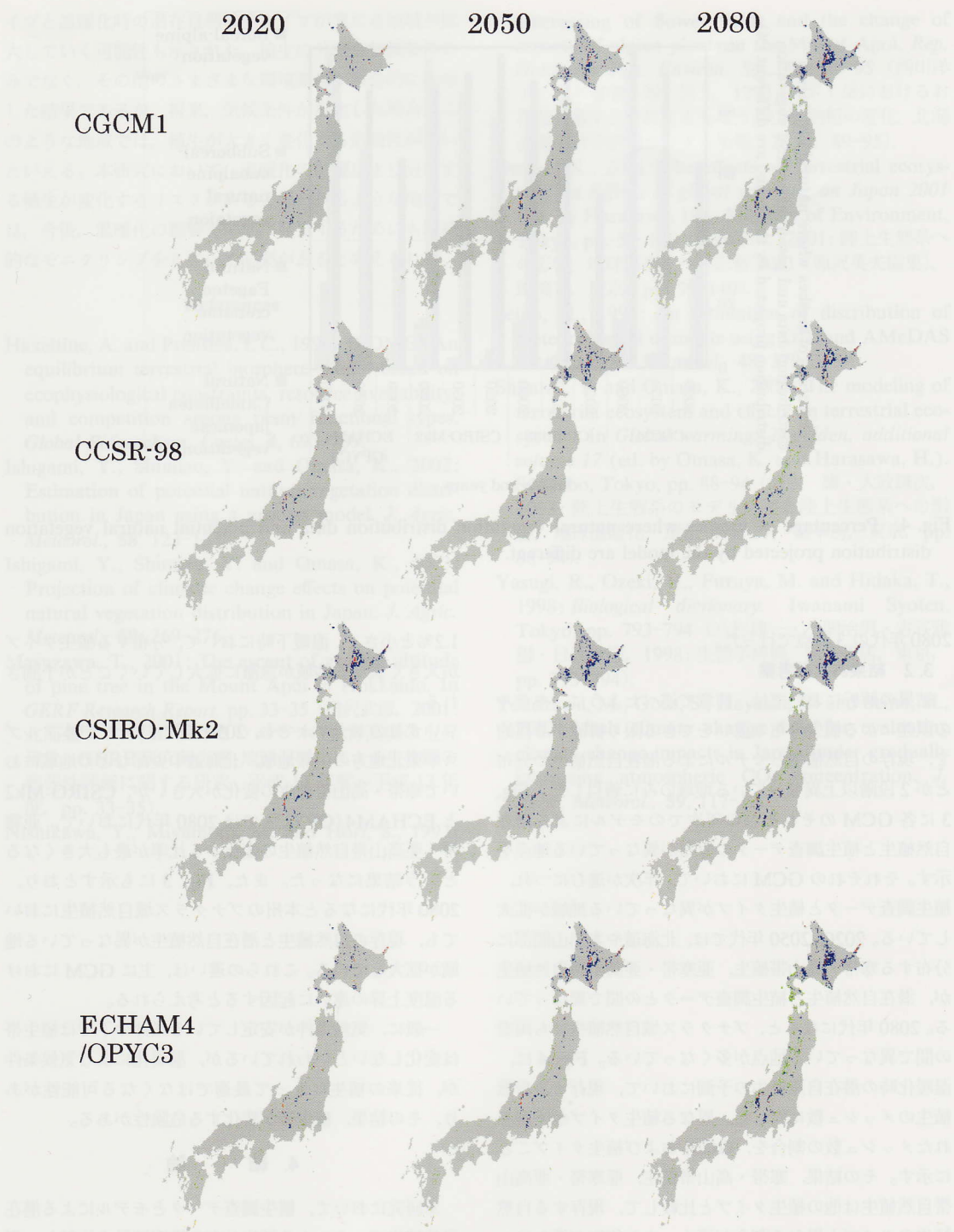


Fig. 3. Differences between natural vegetation distribution data and potential natural vegetation distribution projected by the model using 4 types of GCM. Legend is same as Fig. 2. Colored pixels indicate that projected vegetation type is different from that of vegetation survey. Gray area shows non-natural vegetation area or there are no differences between vegetation survey and estimated vegetation.