

## 本州中部奥鬼怒地域における亜高山帯針葉樹林の更新

丹羽 忠邦\*・上條 隆志・津山 幾太郎\*\*

Regeneration of a subalpine old-growth coniferous forest, Okukinu, central Japan

Tadakuni NIWA \*, Takashi KAMIJO and Ikutaro TSUYAMA \*\*

### 目 次

はじめに .....	89
調査地概要 .....	90
方法 .....	91
1. 更新カテゴリー .....	91
2. Point-Centered Quarter Method .....	91
3. ギャップ調査 .....	91
結果 .....	92
考察 .....	95
引用文献 .....	96
Summary .....	96

### はじめに

わが国の亜高山帯針葉樹林の更新については、立ち枯れや倒木によって生じる小規模ギャップの更新を論じた研究 (Kanzaki, 1984; 中村・小幡, 1982など)、台風のような大規模攪乱との関係を扱った研究 (山本, 1984など)、ならびに倒木などの更新サイトを扱った研究 (Sugita and Tani, 2001; Narukawa *et al.*, 2003など) が行われてきた。森林の更新は小規模攪乱と大規模攪乱が相互に関係しており、更新の研究には両方を考慮することが必要である (Yamamoto, 1993)。また、構成種毎に更新様式も異なる (Yamamoto, 1995)。以上のことから、林分の更新様式を知るためには、その林分のギャップの規模や状態など攪乱体制に着目した上で、構成樹種

\* 筑波大学大学院環境科学研究科 The Master's Program in Environmental Sciences, University of Tsukuba

\*\* 筑波大学大学院生命環境科学研究科国際地縁技術開発科学専攻 Graduate School of Life and Environmental Sciences, University of Tsukuba

ごとの更新様式を把握することが必要である。

本州中部、栃木県北西部に位置する奥鬼怒地域は山地帯上部から亜高山帯にかけて連続的かつ広範囲に渡って自然植生が残存しており、原生的な生態系として貴重な地域である。本研究ではこの亜高山帯針葉樹林を対象とし、主要な構成樹種の更新様式を明らかにすることを目的とする。

本研究を行うにあたり、筑波大学生命環境科学研究科中村徹教授、同荒木眞之助教授、森林総合研究所小川みふゆ博士には助言を頂いた。この場に記して御礼申し上げる。

### 調査地概要

栃木県北西部の塩谷郡栗山村（現、日光市）に位置する鬼怒沼山（2140m）の標高1960m、傾斜4度の南斜面（N36° 51′ 49″，E139° 21′ 53″）に調査地を設定し、2004年7月から8月にかけて調査を行った（図1）。この地域は鬼怒川水系の源流部であり、北側には非火山性の帝釈山地、南側には日光火山山地が広がっている。約1 km<sup>2</sup> 単位の3次メッシュ気候値（気象庁、2000）によれば、調査地の1971～2000年の年平均気温は2℃、年降水量は1522.4mmであり、温量指数 WI（吉良，1948）は28.8（度・月）、最深積雪深は129cmである。

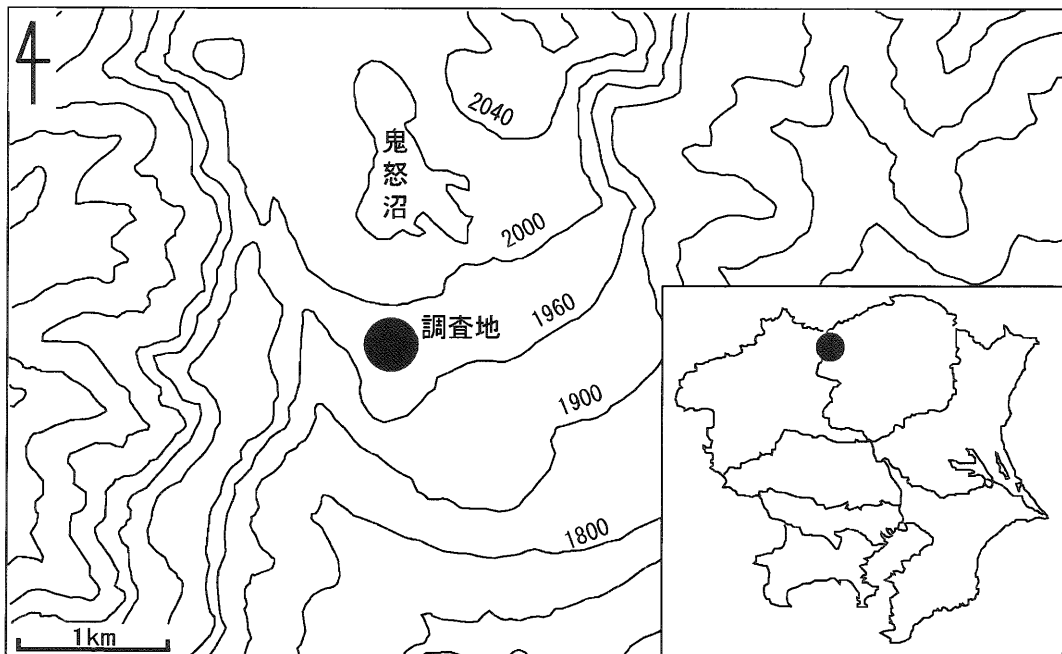


図1 調査地（栃木県鬼怒沼山・鬼怒沼周辺）

## 方法

### 1. 更新カテゴリー

本研究では、各樹種の更新様式を明らかにするため、林分を構成する個体を以下の4種類の更新カテゴリーに分類した。林冠木：胸高直径20cm以上で林冠を構成している個体。林冠下幼木：林冠下に生育している樹高が1.3m以上で胸高直径が20cm未満の個体。ギャップメーカー：ギャップ形成の原因となった胸高直径20cm以上の枯死個体。ギャップ下幼木：ギャップ内で胸高直径が20cm未満かつ樹高1.3m以上の個体

### 2. Point-Centered Quarter Method

林冠木・林冠下幼木については、広い面積を対象とした調査に最も適した方法であるPCQ法(Point Centered Quarter Method: Cottam and Curtis, 1956)を用いて調査を行った。まず、ランダムに決めた開始点からトランセクトラインを引き、ライン上に等間隔に調査点を設置した。次に各調査点上でラインに直交する直線を引き、周囲を4象限に区分した。そして象限毎に調査点から最も近い林冠木・林冠下幼木それぞれ1個体を対象とし、調査点からの距離と胸高直径を測定、種毎に密度(Density)・優占度(Dominance)・頻度(Frequency)を計算した。ラインが伐採跡地や崖などの地形変更点に当たった時点でラインの延長を終了し、ライン同士調査範囲が重ならないよう注意しながら別のラインを設置した。今回は各調査点間の間隔を20mとした。調査点数は20点、ラインは3本で総延長340mとなった。密度(Density)・優占度(Dominance)・頻度(Frequency)の計算方法は次の通りである。

$$\text{Density} = (S \cdot A^{-2}) \cdot (N_{\text{spe}} \cdot N_{\text{all}}^{-1})$$

$$\text{Dominance} = \text{Bave} \cdot \text{Dencity}$$

$$\text{Frequency} = P_{\text{spe}} \cdot P_{\text{all}}^{-1} \cdot 100$$

(S: 単位面積, A: 調査点からの平均距離,  $N_{\text{spe}}$ : 各樹種の計測個体数,  $N_{\text{all}}$ : 全計測個体数, Bave: 平均胸高断面面積,  $P_{\text{spe}}$ : 各樹種の出現調査点数,  $P_{\text{all}}$ : 全調査点数)

これらの指数を総合して解釈するために、得られた密度・優占度・頻度それぞれについて合計を100とした相対値を求め、相対密度・相対優占度・相対頻度を合計した積算優占度PWIV(The Percentage of Wisconsin Importance Value: Curtis, 1959)を求めた。このPWIVを林冠木・林内幼木の優占度の指標とした。

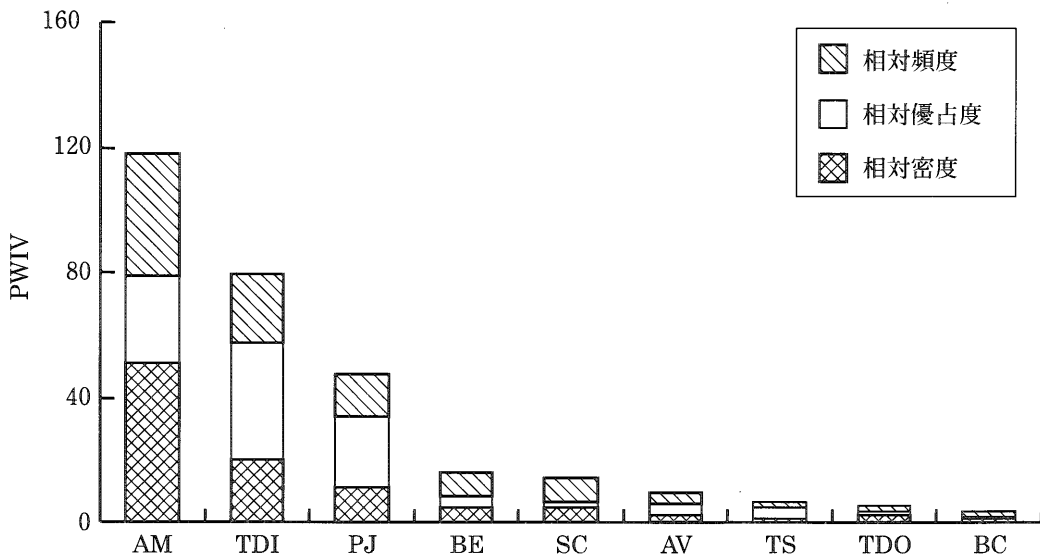
### 3. ギャップ調査

ギャップの定義は林分に生育する高木の平均的な枝張りの範囲である面積20m<sup>2</sup>以上のものとした。PCQ法で利用したトランセクトラインの両側10mを調査対象区とし、中心が調査区内に含まれたギャップ全12箇所について以下の項目を調査した。ギャップのサイズ：ギャップの長

径と短径。ギャップメーカー：種名・胸高直径・個体数・枯死の状態（根返り・幹折れ・立ち枯れ）。ギャップ下幼木：ギャップ下幼木全個体の種名・胸高直径・各ギャップ内で樹高が最も高い個体の樹種。ギャップメーカーの状態に関しては、立ち枯れ後に幹折れが生じた場合も考えられるが、その判断は不可能であるため現時点の状態から区分した。

## 結果

林冠木として、針葉樹6種・広葉樹3種の樹木が計測された。林冠木のPWIV（図2）はオオシラビソが最も高い値を示し、次いでコメツガ、トウヒ、ダケカンバの順であった。コメツガとトウヒは、オオシラビソと比べ密度は低かったが、高い優占度を示した。各種を一括して求めた林冠木全体の胸高直径階分布は、小型個体の多い、逆J字型の分布を示した（図3a）。主要林冠木のうち5本以上が計測された樹種3種についてそれぞれ個体数分布を求めると、オオシラビソのみが逆J字型の分布を示した（図3b, c, d）。特徴として、コメツガ・トウヒはオオシラビソと比べ大径木が多かった。



AM (*Abies mariesii*)：オオシラビソ，TDI (*Tsuga diversifolia*)：コメツガ，PJ (*Picea jezoensis* var. *hondoensis*)：トウヒ，BE (*Betula ermanii*)：ダケカンバ，SC (*Sorbus commixta*)：ナナカマド，AV (*A. veitchii*)：シラビソ，TS (*Thuja standishii*)：クロベ，TDO (*Thujopsis dolabrata*)：アスナロ，BC (*Betula corylifolia*)：ネコシデ

図2 奥鬼怒地域の亜高山帯針葉樹林における林冠木のPWIV

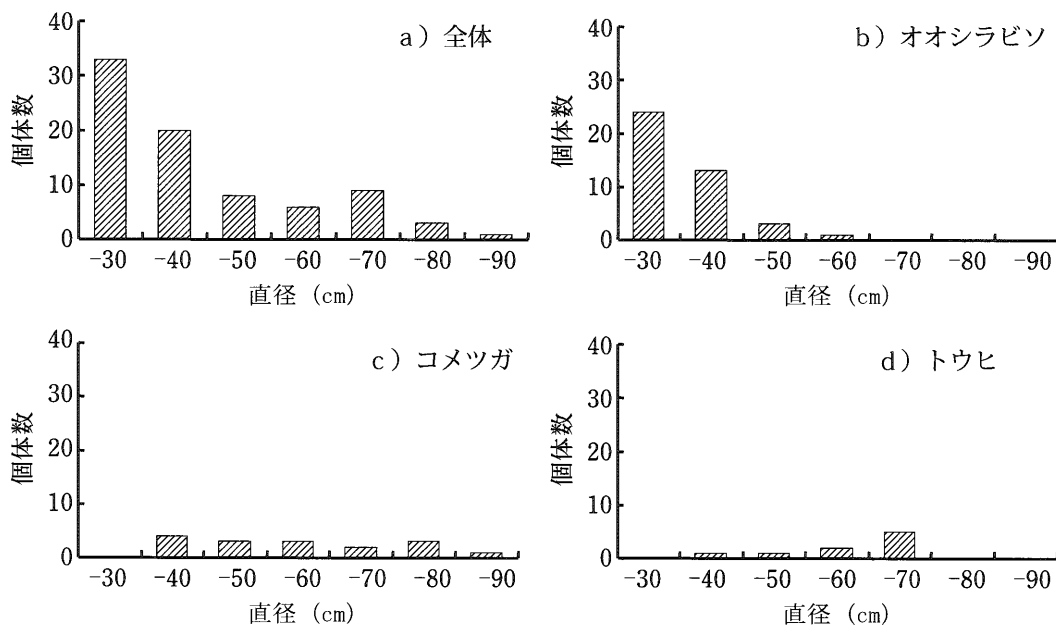
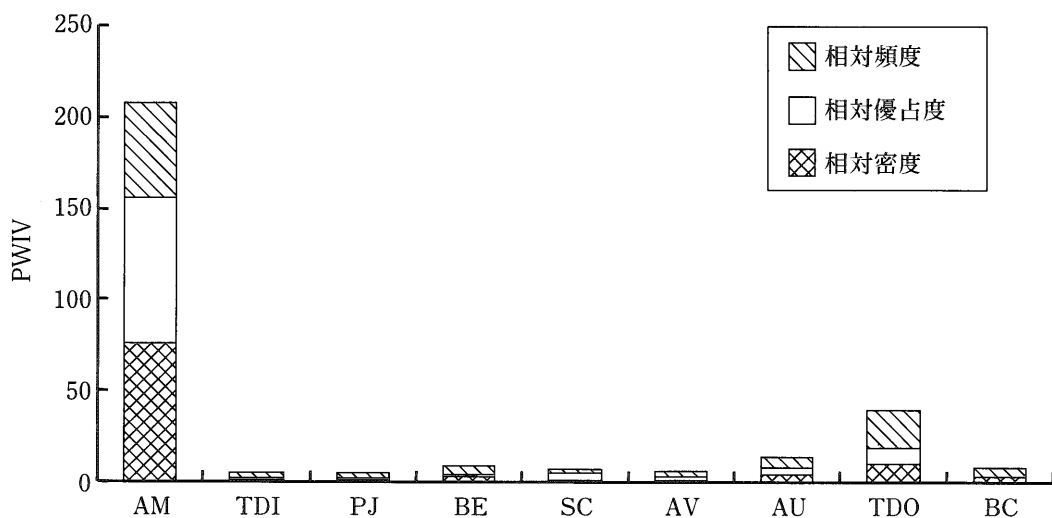


図3 奥鬼怒地域の亜高山帯針葉樹林における主要林冠木の胸高直径階分布

林冠下幼木は針葉樹5種・広葉樹4種が計測された。林冠下幼木のPWIV（図4）は密度・優占度・頻度全てが高かったオオシラビソが最も高い値を示し、次いでアスナロ、オガラバナの順であった。一方、林冠木では高いPWIVを示していたコメツガやトウヒは、林冠下幼木ではほとんど出現しなかった。



AM: オオシラビソ, TDI: コメツガ, PJ: トウヒ, BE: ダケカンバ, SC: ナナカマド, AV: シラビソ, AU(*Acer ukurunduense*): オガラバナ, TDO: アスナロ, BC: ネコシデ

図4 奥鬼怒地域の亜高山帯針葉樹林における林冠下幼木のPWIV

サンプリングされたギャップの特性を表1にまとめた。1 ha 当りのギャップ密度は30個/haであり、調査区総面積(200m×20m)に占めるギャップの合計面積の比は17.9%であった。平均面積は59.6m<sup>2</sup>であり、最小値は20.6m<sup>2</sup>、最大値は165.6m<sup>2</sup>であった。これらのギャップ内には合計22本のギャップメーカーが存在していた。ギャップメーカーの状態は、幹折れが72.7%と最も多く、次いで根返り18.2%、立ち枯れ9.1%であった。ギャップメーカーは樹種の判定が出来なかった個体が多かったが、オオシラビソが最も多く、次いでコメツガ・トウヒであった。

表1 奥鬼怒地域の亜高山帯針葉樹林におけるギャップ特性

ギャップ	計測数	12
	密度(個/ha)	30
	面積合計(m <sup>2</sup> )	774.9
	平均(m <sup>2</sup> )	59.6
	面積範囲(m <sup>2</sup> )	20.6-165.6
	林冠下との面積比(%)	17.9
ギャップメーカーの状態	立ち枯れ(個体)	2
	幹折れ	16
	根返り	4
ギャップメーカーの樹種別個体数	オオシラビソ	6
	コメツガ	3
	トウヒ	1
	不明	12

ギャップ下幼木については、林冠下幼木と同じくオオシラビソが最も多く、全ギャップでみられた(表2)。一方、コメツガのギャップ下幼木は1個体しか見られず、トウヒは全く見られなかった。また、各ギャップにおいて最も樹高が高かったギャップ下幼木は、オオシラビソ・ダケカンバ・ナナカマドの3種のいずれかに限られた(表2)。

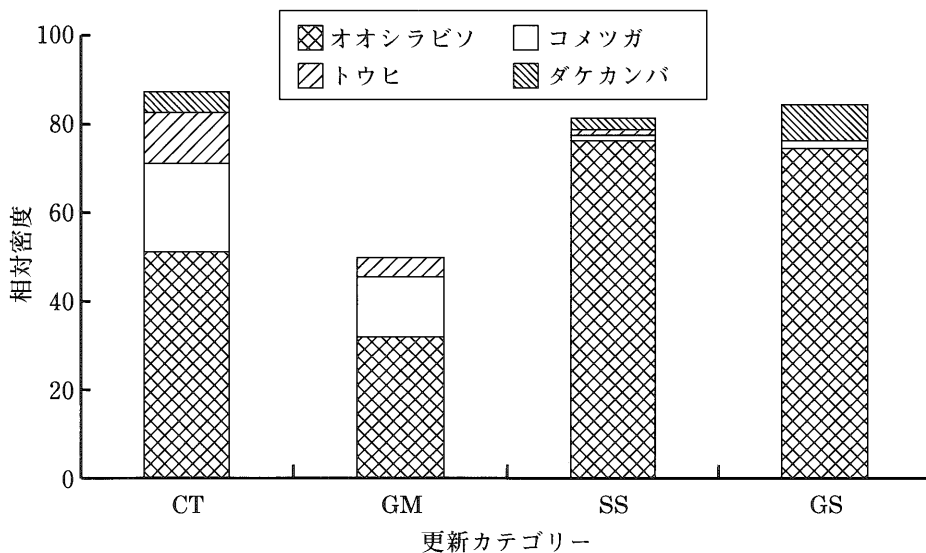
表2 奥鬼怒地域の亜高山帯針葉樹林におけるギャップ下幼木(H≥1.3m)の平均胸高直径と個体数

種	平均 DBH(cm)	個体数	割合(%)	ギャップ内で最大樹高を持つ個体数
オオシラビソ	9.3	47	74.6	9
コメツガ	9.2	1	1.6	—
トウヒ	—	—	—	—
アスナロ	10.3	9	14.3	—
ダケカンバ	7.1	5	7.9	2
ナナカマド	11.2	1	1.6	1

## 考察

更新様式のまとめとして、林冠木の PWIV が上位である4種について、更新カテゴリーごとにそれぞれの相対密度を図5に示した。全体的な特徴として、全て更新カテゴリーにおいてオオシラビソが最も高い相対密度を示し、特に、林冠下幼木とギャップ下幼木の相対密度が高かった。このことから、奥鬼怒地域の亜高山帯針葉樹林の優占種であるオオシラビソは、林冠下で稚樹として長期間生育する前生稚樹（甲山，1984）が林内に多数存在しており、立ち枯れ等によって生じる小規模ギャップにおいてその内部に稚樹が含まれる可能性が高く、旺盛に更新していると考えられる。

トウヒとコメツガは大径木が多く、林冠下・ギャップ内共に稚樹が少なかった。ハケ岳における同様の研究例（Yamamoto, 1995）において、トウヒは前生稚樹が存在せず、ギャップ形成後に実生更新を行なう可能性が指摘されている。ただしギャップ形成後に加入する個体は前生稚樹などによる被陰を受けるため林冠木に成長することは難しいとされている（Kanzaki, 1984）。そのため更新は台風などまれに起きる大規模な攪乱によって生じ、十分な空間を持つ大規模ギャップが必要になると考えられる。一方、コメツガは富士山や南アルプスの光岳において前生稚樹が多数生育しており（中村・小幡，1982；Kanzaki, 1984）、本研究の結果と異なっている。この差異の原因として、多雪環境下ではコメツガの分布が制限を受け（逢沢・梶，2003）、実生の定着場所が倒木等に限定される（Sugita and Tani, 2001；Narukawa *et al.*, 2003）ことが挙げられる。奥鬼怒地域では多雪環境がコメツガの稚樹の生育を制限している可能性が考えられ、今後、積雪環境と更新様式を定量的に関連付けた研究が必要である。



CT：林冠木，GM：ギャップメーカー，SS：林冠下幼木，GS：ギャップ下幼木

図5 奥鬼怒地域の亜高山帯針葉樹林における主要な構成樹種の相対密度

## 引用文献

- 逢沢峰昭・梶幹夫 (2003) 中部日本における亜高山性針葉樹の分布様式. 東大演報, 110: 27-70
- Cottam G. and Curitis J.T. (1956) The use of distance measures in phytosociological sampling. Ecology, 37: 451-460.
- Curitis J.T.(1959) The Vegetation of Wisconsin University of Wisconsin Press, Madison. 657pp.
- Kanzaki M. (1984) Regeneration in Subalpine Coniferous Forest, I. Mosaic Structure and Regeneration process in a *Tsuga diversifolia* Forest. Bot. Mag. Tokyo, 97: 297-311.
- 吉良竜夫 (1948) 温量指数による垂直的な気候帯のわちかたについて —日本の高冷地の合理的利用のために—. 寒地農学, 2 (2) : 47-77.
- 気象庁編 (2000) メッシュ気候値2000 (CD-ROM). 気象業務支援センター.
- 甲山隆司 (1984) 亜高山帯シラビソ・オオシラビソ林の更新. 遺伝, 38 : 67-72.
- 中村俊彦・小幡和男 (1982) シラベ, コメツガの生態的特性に関する研究 I. 富士山亜高山帯林のギャップに見られる稚樹の動態. 東京大学演習林報告, 72 : 121-138.
- Narukawa Y., Iida S., Tanouchi H., Abe S. and Yamamoto S. (2003) State of fallen logs and the occurrence of conifer seedlings and sapling in boreal and subalpine old-growth forest in Japan. Ecol. Res., 18: 267-277.
- Sugita H. and Tani M. (2001) Difference in microhabitat-related regeneration patterns between two subalpine conifers, *Tsuga Diversifolia* and *Abies mariesii*, on Mount Hayatine, northern Honshu, Japan. Ecol. Res., 16: 423-433.
- 山本進一 (1984) 森林の更新—そのパターンとプロセス—. 遺伝, 38 : 43-50.
- Yamamoto S. (1993) Gap characteristics and gap regeneration in subalpine coniferous forests on Mt Ontake, central Japan. Ecol. Res., 8: 277-286.
- Yamamoto S. (1995) Gap characteristics and gap regeneration in subalpine old-growth coniferous forests, central Japan. Ecol. Res., 10: 31-39.

## Summary

Regeneration process was studied in a subalpine old-growth coniferous forest, Okukinu, Tochigi Prefecture, central Japan. Following four categories were defined and used in this study, canopy tree, suppressed sapling, gap maker and gap sapling. Species name and DBH of canopy tree and suppressed sapling were recorded along transect lines using the point-centered quarter method. Gaps whose center were within 10m either side of the transect lines was described. Species name and DBH of gap maker and gap sapling were also recorded. In canopy, *Abies mariesii* was dominant species. The second and third dominant species were *Tsuga diversifolia* and *Picea jezoensis* var. *hondoensis*. *Abies mariesii* occurred in both suppressed and gap saplings, implying that they regenerate in gaps from advance regenerations recruited before gap formation.

(2007年1月31日 受理)