

総説

大住克博¹: 北上山地の広葉樹林の成立における人為攪乱の役割Osumi, Katsuhiko¹: Anthropogenic disturbances and the development of present cool-temperate forests in the Kitakami Mountain Range

要旨 北上山地の森林植生の成立を、近世から近代における土地利用という人為攪乱との関係を踏まえて考察した。現在の二次林をその種構成により分類すると、それらは過去の土地利用形態に明瞭に対応して分かれた。それぞれのタイプの二次林を構成する種の特性には一定の傾向があり、それらは、それぞれの場所の土地利用から推測される過去の攪乱体制下での生存に、有利な働きを持つように考えられた。その典型例は、ウダイカンバとシラカンバという二種の同属種に見ることができ、両者の景観スケールでの分布の違いは、それぞれの寿命や結実開始年齢といった種特性と、場所により異なる人為攪乱様式との相互作用により説明される。植生の成立に強い影響を示した土地利用の分布は、一方で、その場の立地や自然環境により規定されていた。したがって、現在の北上山地の二次林植生は、従来重視されてきた立地からの直接的な影響のみならず、立地が規定する土地利用あるいは攪乱様式を経由した、間接的な影響も考慮に入れて理解する必要があるだろう。このような立地と土地利用による攪乱体制の変化は、北日本における太平洋側と日本海側の植生の背腹性にも、一定の影響を与えているものと考えられる。

キーワード: 冷温帯林, 二次植生, 人為攪乱, 土地利用, 北上山地

Abstract In human inhabited areas, forest vegetation develops under various anthropogenic influences. In the Kitakami Mountain Range in Northern Honshu, Japan, present secondary stands clearly showed differing species compositions according to the type of past land-use at the site and could be classified into several types. The species constituting each stand type had some specific trends in their characteristics which appeared to be advantageous to their subsistence under the disturbance regimes imposed by a certain land-use. Two congeneric trees (*Betula maximowicziana* and *Betula platiphylloides* var. *japonica*) were typical examples: Segregation in distribution at landscape scale was closely related to interaction of their specific characteristics with past land-use at the site. Meanwhile, spatial distribution of each land-use type was determined by the site environment. Consequently, present secondary stands in the Kitakami Mountain Range should be understood as the combined result of direct influences by the site environment and indirect influences by the site environment through land-use or disturbance regimes. Diversity of anthropogenic disturbance regimes due to various site environments might to a certain extent be responsible for the disparity found between vegetation growing on the Japan Sea side and on the Pacific Ocean side of Northern Honshu.

Key words: cool-temperate forest, secondary vegetation, anthropogenic disturbance, land-use, Kitakami Mountain Range

1. 森林植生を規定する攪乱様式

森林は地理的な広がりの中で、立地や攪乱様式などに応じて様々に変化する。立地に比べ、攪乱様式が森林植生の空間的な変化の要因として議論されることは、比較的少ない。Nakashizuka & Iida (1995) は、日本列島における森林帯の分布を、それぞれの地域の卓越する攪乱様式と比較し、気象の違いなどに起因する攪乱様式の違いが、それぞれの森林帯の形成に大きな役割を果たしている可能性を指摘した。さらに、このような関係は、北米東岸に認められる気象と森林帯のパターンと類似することも示したが、このことは、攪乱様

式が森林帯の形成に関与するという現象が、より普遍的なものであることを示唆している。

この論文 (Nakashizuka & Iida, 1995) において、本州北部の冷温帯広葉樹林の日本海側と太平洋側の異質性は、山火による大規模な攪乱の多寡と対応し、それに起因するのではないかと考えられている。ところで、湿潤な日本においては、山火は人為により引き起こされてきた可能性が高い。したがって、現在の本州北部の冷温帯広葉樹林の形成を議論するためには、自然立地だけではなく、人為攪乱の影響の検証が必要ではないだろうか。

¹ 〒 612-0855 京都市伏見区桃山永井久太郎 68 森林総合研究所関西支所

Kansai Research Center, Forestry and Forest Products Research Institute, Momoyama, Fushimi, Kyoto, 612-0855, Japan

2. 森林植生と人為攪乱の関係について分かっていること

例えば明治初期といった少し前の時代には、人々による森林の利用のあり方は現代と大きく異なっていて、森林を含む植生景観も現在とはすっかり違っていた。このような事は、国内において良く知られている(千葉, 1991; 小椋, 1992; 小椋, 1996)。また、森林改変の歴史の長い欧州でも、森林植生の形成における人の関与は、強く認識されてきた(Rackham, 1986; Kirby & Watkins, 1998; Agnoletti & Anderson, 2000)。さらに、森林資源の利用、土地利用などを人による攪乱としてとらえ、森林植生に与える影響を生態学的に理解しようという研究が、北米東部や英国を中心に勢力的に進められてきた。そのような研究を通して、森林植生と人との相互作用は見過ごせないほど大きく(Foster, 1992)、現在の植生を理解するためには、環境要因に加えて、人為攪乱を含む歴史的要因を考慮に入れることが必要であると考えられるようになってきている(Peterken & Game, 1984; Motzkin et al., 1996)。また、それら相互作用の重要性は、二次的な植生について考える場合に、一層明白である(Birks, 1988; White & Muladenoff, 1995; Copenheaver et al., 2000)。近年、同様な理解は、熱帯(Fernandes & Sanford, 1995; Foster et al., 1999)や東アジア(鎌田・中越, 1990; Kamada & Nakagoshi, 1993; Hong et al. 1995; 深町ほか, 1999)の森林についても広まりつつある。このような土地利用の歴史と、それに伴う植生変化についての研究は、森林群集の様々な攪乱に対する反応のプロセスについての理解を深めるためにも必要であろう(Foster, 1992)。

これらの研究が第一に確認したことは、人が居住する地域において、土地利用が森林生態系にとって主要な攪乱形態である、という事実である(鎌田・中越, 1990; Foster, 1992; White & Muladenoff, 1994; Fernandes & Sanford, 1995; Hong et al., 1995; Motzkin et al., 1996; Copenheaver et al., 2000)。それを受けて、過去の土地利用形態を復元しながら、人間の活動が現在の森林植生に与えた影響を検証する作業が進められてきた(Foster, 1992; Zimmerman, 1995; Foster et al. 1999)。そして、土地利用に代表される人為攪乱は、自然立地と並ぶか、時にはそれを上回る影響を森林植生に与えることが明らかにされた(Foster 1992; Motzkin et al., 1999; Copenheaver et al., 2000)。このような人為攪乱の影響は、より具体的には、一定の攪乱様式は、その場所に存続できる樹木個体群を選択する、という過程を通じて発生しているといえるだろう(紙谷, 1987; Motzkin et al., 1996)。

このような人為攪乱が、いつごろから発生してきたかは、地域ごとの考古学的、植生史的な解析によらねばならない。英国南部では新石器時代の紀元前 3000 年ごろには森林の衰退が発生していて、紀元前 2000 年以降、青銅器や鉄器の製造が始まると共に、さらに拡大していったことが認めら

れている(Barker, 1998)。日本でも縄文時代には、相当の植生改変が既に始まっていたと考えられている。八甲田山などの東北地方北部の草地植生は、火入れなどの人為により形成された可能性が高いが(吉井ほか, 1940; 菅原, 1987)、その起源は、草原植生を反映して生成されたと考えられる黒色土の年代測定より、少なくとも数千年以前に遡ると推定されている(Kawamuro & Torii, 1986; 佐瀬ほか, 1990; 石塚ほか, 1999)。西日本の暖温帯域の落葉広葉樹林や半自然草地の植生の一部は、当時から継続する人為攪乱が、氷期に南下していた植物相を遺存してきたものであるという指摘もある(守山, 1988)。人為攪乱は、日本列島においても、後氷期の気候変化に伴う植生の変化に一定の関与を果たしてきであろう。しかし、そのような過去の人為攪乱が、どのような性質と強度、規模を持ったものであり、またそれぞれの人為攪乱様式、例えば里山の薪炭利用などが、歴史の中でどの程度の期間にわたり持続してきたかについては、今後の解明が必要である。

3. 北上山地における人為攪乱と現在の森林植生の関係

現在の植生と過去の人為攪乱がどのような関係を持っているのかを、太平洋側で冷温帯林が広く存在する北上山地で検証してみよう。まず、北上山地中北部の 29 × 16 km の範囲において、過去の地形図や森林の台帳を利用して 20 世紀初頭の植生景観を復元し、そこから推定される各土地利用様式の分布域の復元を試みた(Osumi et al., 2003)。土地利用様式として区分できたのは、草地利用、薪炭林などの二次林としての利用、そして人為攪乱の影響の少ない天然林の三種である。土地利用の復元の対象を 20 世紀初頭としたのは、その時代が近い過去として、現在の植生の成立に密接な因果関係を持つであろうと考えられたためである。またその時代は、この地域の経済に、産業革命やエネルギー革命の影響が及ぶ前の前工業化時代にあたっていて、地域住民の伝統的な資源利用や生業に支えられた土地利用が、まだ維持されていたと推定されたからである。(畠山, 1989; 岡, 1990)。

復元した過去の土地利用様式は、現在その跡に成立している二次林の種組成と強く結びついていることがうかがわれた。つまり、調査区域内に設置したプロットを、種ごとの優占度の構成比によって序列化したところ、それらは過去の土地利用に応じて、類似した領域に分かれて配置されたのである(図 1)。構成種ごとの優占度をもとに調査各林分のグループ分けをおこなってみても、過去の土地利用履歴にきれいに対応したグループが認められ(表 1)、グループごとに特徴的な優占種を持つことが分かった。このように、北上山地において過去の土地利用に代表される人為攪乱は、立地要因とともに、現在の森林の植物相を強く規定する要因であったと考えられる。

4. 北上山地における人為攪乱と立地の関係

しかしながら、各タイプの森林植生の現在の分布を、過去の攪乱様式、あるいは立地要因との間の直接の対応関係のみで説明しようとするのは短絡に過ぎよう。なぜなら、土地利用の様式は立地によって左右され(鎌田・中越, 1990; Nagaike & Kamitani, 1997; Fukamachi et al., 2002), これは、過去における伝統的な土地利用についても同様であったと考えられるからである(Foster, 1992; Foster et al., 1999)。図1においても、土地利用履歴ごとのプロットの配置が立地傾度とも対応していることが読み取れるだろう。そこで次に、先の北上山地の調査対象域においては、20世紀初頭、前工業化時代の各土地利用型の分布が、立地とどのよ

うな関係にあったかを検討する(Osumi et al., 2003)。

調査対象域を500 mメッシュに区切った各交点で、過去の土地利用様式と、いくつかの立地要素を比較したところ、各土地利用型は地形に応じた偏りを持って分布していたが、偏りのパターンはそれぞれ異なっていた(表2)。例えば草地として利用されてきたところは、南向きの緩斜面に多く、逆に、人為攪乱の影響の少ない天然林が残されてきたところは、より標高が高く傾斜が急なところであり、また北向きの渓谷部であることが多い。そして二次林として利用されてきたところの立地は両者の中間的であるが、方位とは無関係であった。図2は解析結果を元に、岩泉町大川地区周辺の典型的な植生景観パターンを模式化したものである。この地域の

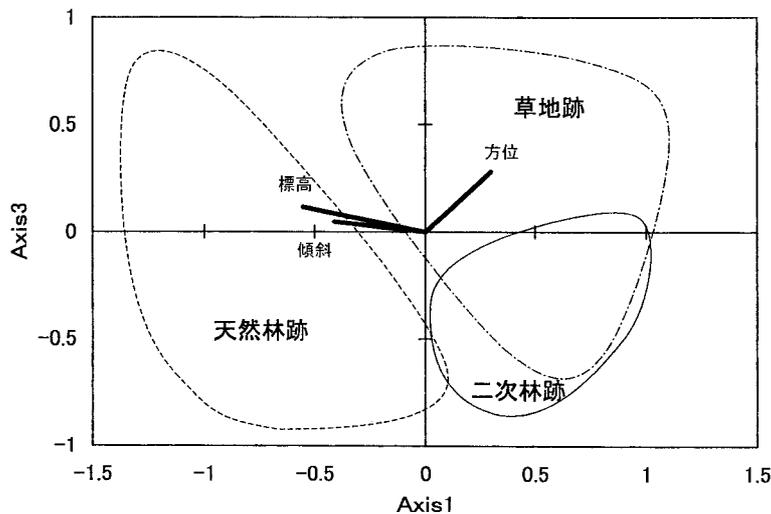


図1 現在の二次林の種組成による序列と土地利用履歴 (Osumi et al. 未発表資料). CCA 解析 WA スコアによる. 北上山地外山・釜津田地区 38 林分の結果にもとづく.

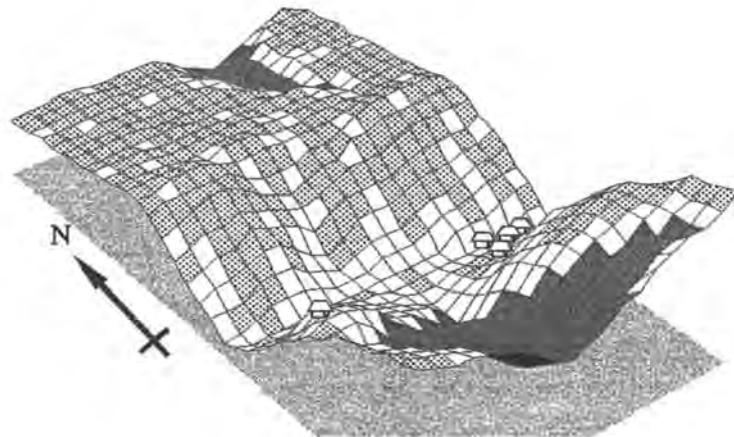


図2 20世紀初頭の北上山地中部における土地利用の模式図. 立地解析の結果(表2)に基づいて作成したもの. 濃色の部分は天然林, 点は草地, 白抜きはその他の二次林.

表 1 構成種の優占度に基づくクラスター解析より得られた調査林分のグループごとの優占種と土地利用履歴
(Osumi et al., 未発表資料)

| グループ番号 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|--|-----------------------|---------------|--------------|--------------|--------------|-------------|
| 優占種 (相対優占度 > 0.2) | シラカンバ アカマツ ミズナラ | ミズナラ | コナラ ミズナラ | ブナ ウダイカンバ | ウダイカンバ | ダケカンバ |
| グループ内で卓越する過去の土地利用様式 (当該林分 / グループ内総林分) | 草地 (13/14) | 二次林 (7/10) | 二次林 (2/3) | 天然林 (6/6) | 天然林 (4/5) | 草地 (1/1) |

表 2 過去の土地利用様式と立地要素の連関
(Osumi et al., 2003 による)

| 草地 | 二次林 | 天然林 |
|--------|----------|----------|
| 傾斜 *** | 標高 *** | 標高 *** |
| 方位 *** | 集水地形 *** | 集水地形 *** |
| 標高 | 傾斜 *** | 傾斜 * |
| 集水地形 | 方位 | 方位 * |

対数線形モデル解析による
立地要因は偏連関の有意性の高さの順
偏連関の有意水準 *P < 0.05, **P < 0.01, ***P < 0.005

植生景観の構造から最も明瞭に読み取ることができる傾向は、今述べた、天然林と草地という二つの土地利用が、標高、傾斜、斜面方位において対照的な分布を持つことである。それでは、何がこの地域において、天然林と草地の対照性を軸とする景観構造の枠組みを成立させてきたのであろうか？ 立地と土地利用の関係についてもう少し検討を進めることにしよう。

天然林と草地は、受けた攪乱による影響の大きさということに基づくとすれば、解析した3種の土地利用の中で両端に配置できるだろう。この地域の天然林はブナが優占する高齢林分であり、そこでは単木枯死によるギャップ形成という比較的穏やかな自然攪乱が卓越していたと考えられる。しかし、対する草地は、最も激しい人為攪乱を受けてきたであろう。なぜならば、湿潤なこの地域では、草地はもっぱら人為による火入れの代償植生としてのみ、維持が可能であったと推定されるからである(加納ほか, 1982; 内藤・飯泉, 1987)ところで、北半球では南斜面が乾燥し、そのことが植生の成立に影響を与えることは、一般的に観察される現象である(Holland & Steyn 1975)。また、山火の延焼は地形に影響されるために、地形要因を傾度とした二次植生の分布パターンが形成されることも知られている(Foster, 1983; Foster & King, 1986)これらのことから、北上山地中北部の調査地域で草地が南向きの斜面に広く分布し、天然林が北向きの溪谷部に偏って分布する理由は、双方の立地で斜面方位が違ふことにより、山火の発生や延焼しやすさ、つまり攪乱体制が異なっていたためではないかという推論が成り立つだろう。

この地域で山火が最も発生しやすい時期は、4月から5月

の梅雨前の乾燥期であり、一年間に発生する山火の70%前後がこの時期に集中する(消防庁統計資料1994~1998年)。そこで次に、この時期の地表の乾燥状態を推定し、その空間的なパターンを眺めてみることにしよう。この時期の衛星写真の画像からは、北向きの溪谷部の林床表面が、南向きの斜面のそれに比べて湿潤であったと推定できる。そして、そのような林床が湿潤な区域の分布は、先に述べた、過去の地形図や森林の台帳を利用して復元した20世紀初頭の植生景観図において、天然林が残存してきた地域とよく一致するのである(Osumi et al., 2003)。

5. 人為攪乱下での種の分布の形成機構

ここまで、北上山地中北部における調査より、現在の植生景観が土地利用という人為攪乱に大きな影響を受けてきたこと、そしてその土地利用はさらに、立地の制約を受けて成立していることを示した。このような体制の下での植生の違いは、種ごとに自然環境や人為攪乱などに対する応答が異なることの結果として、実現されているものと考えられる(Motzkin et al, 1996)。

北上山地中北部において、二次林の種構成は、その場の過去の土地利用に応じて異なっていた。それぞれのタイプの二次林について構成個体の種特性を集約すると、タイプごとに一定の傾向が認められることが分かる。例えば、草地跡に更新した二次林には、種子が風散布するものや、陽樹型の成長を示す個体が多い(表3)言うまでもなく、それらの特性は攪乱により広く疎開した場所での更新に適していると解釈できる。一方、天然林が伐採された跡に更新した二次林には、埋土種子バンク形成能力が高い個体が多いが、埋土種子は、林冠木の枯死に伴う根がえりのような、森林群集内での攪乱を利用した更新に適していると考えられる戦略である。また、繰り返し伐採されてきた薪炭林が広く含まれていると考えられる二次林の跡に成立した二次林には、萌芽能力が高い種の個体が多い。これらのことは、それぞれ攪乱として特定の様式を持った土地利用が、その場での種の生存に選択的に働くことを示している。

このことについては、ウダイカンバとシラカンバというカバノキ属の二つの近縁種が、より具体的な例を示してくれ

表3 土地利用履歴の異なる場所に成立した二次林の構成個体の種特性 (Osumi et al., 未発表資料)

| 種特性 | 過去の土地利用 | | |
|------------------------|---------|------|-----|
| | 天然林 | 二次林 | 草地 |
| 軽量種子 (< 10 mg) を持つ種の個体 | 中庸 | 少ない | 多い |
| 豊作年再来間隔 | 長い | 長い | 短い |
| 風媒を行う種の個体 | 少ない | 少ない | 多い |
| 埋土種子バンクを形成する種の個体 | 多い | 少ない | 少ない |
| 種子を風散布する種の個体 | 少ない | 少ない | 多い |
| 幹を複数持つ個体 | やや少ない | やや多い | 中庸 |
| 陽樹的な成長を行う種の個体 | 少ない | 少ない | 多い |

「幹を複数持つ個体」の項を除き、形容の違いは統計的に有意な差にもとづく

陽樹とは疎開地と庇陰下 (9%) での当年生実生稚樹高の比が 1.5 以上の種とする (主として Seiwa & Kikuzawa, 1990 より判定)

る。両種は共に、北上山地中北部で攪乱の後に成立する二次林の主要な構成種であり (大住ほか, 1986; 内藤・飯泉, 1987), 先駆的な更新を行う樹種として、遷移系列上の位置もほぼ類似している。しかし、この地域内での両種の分布は大きく異なっていて、シラカンバは過去に草地であったところに、またウダイカンバは過去に天然林が残存していたところに成立した二次林に、それぞれ強く偏って出現する。この二種を比較すると、多産性と種子の広域散布, 高い初期成長量という点で類似しているが、他方で、繁殖開始齢と成熟した個体の寿命において大きく異なっている。この種特性の違いと、それぞれの土地利用タイプの間の攪乱様式の違いを比べることにより、両種の分布は次のように解釈できるだろう。まず、火入れによる攪乱が頻繁に発生していたと考えられる草地では、早熟で若い個体でも結実するシラカンバの方が次の世代を残す可能性が高く、個体群の存続という点で有利である。一方、攪乱が長い再来期間を経て発生する天然林では、寿命の長いウダイカンバの方が、より確実に次の更新の機会を待つことができるだろう。逆に、シラカンバは優占種であるブナに比べて寿命がはるかに短いので、個体群を存続させることは難しい。このように、北上山地中北部の二次林において、両種の分布を規定しているのは土地利用が作り出す攪乱体制であり、それはさらにより深層において、草地の造成のしやすさ、言い換えれば春先の延焼しやすさを決める、南北の斜面方位に起因する地表の乾燥度合いであるといえよう。

図3は、この地域に優占するもう一種のカバノキ属であるダケカンバを加えた、カバノキ属三種の分布を模式化したものである。ダケカンバの生態的な特性に若干触れておくと、この種は、長い寿命と早い繁殖開始齢を両立していて、おそらく攪乱の頻度の影響を受けにくいものと推定される。しかし、低標高域では初期成長がウダイカンバやシラカンバに大きく劣るため、この地域での分布は、尾根筋の高標域に限定されている。このように北上山地におけるカバノキ属は、立地や土地利用の作り出す攪乱様式 (それはまた立地に規制さ

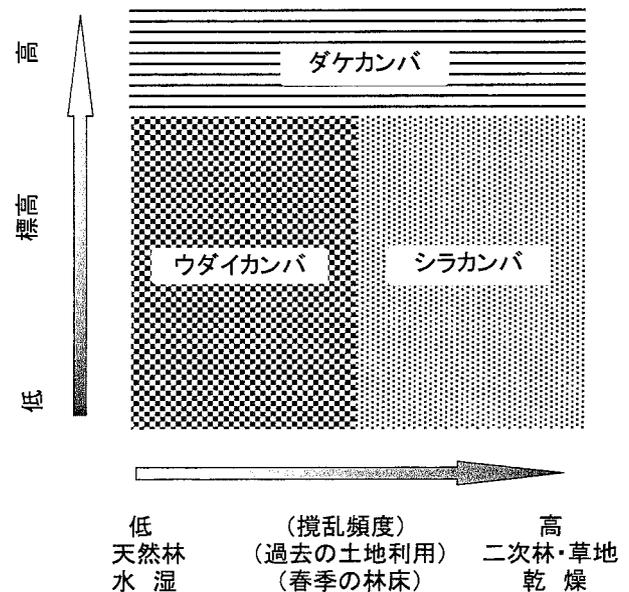


図3 北上山地中北部におけるカバノキ属三種の分布模式図。

れている) に応じて細かな分布パターンを形成しているものと理解できるだろう。

6. 人為攪乱を算入した、現存植生とその背腹性の理解
北上山地の中北部における現在の森林植生は、図4で示されるような、立地と土地利用との間の相互作用の上に成立していると描き出せよう。そして、このような関係は、世界中の人が居住する地域には、多かれ少なかれ存在するだろう。ここで強調したいことは、立地や自然環境が植生に与える影響は、生理的な過程の結果として個体の成長や死亡という形で表現されるような、直接的なものばかりではないということである。立地は人の土地利用などを通して攪乱様式を変化させ、さらにその攪乱様式がその地域に存続できる個体群を選択するという経路により、植生に間接的な影響も与えているものと考えられる。したがって、分布を解釈する場合に、

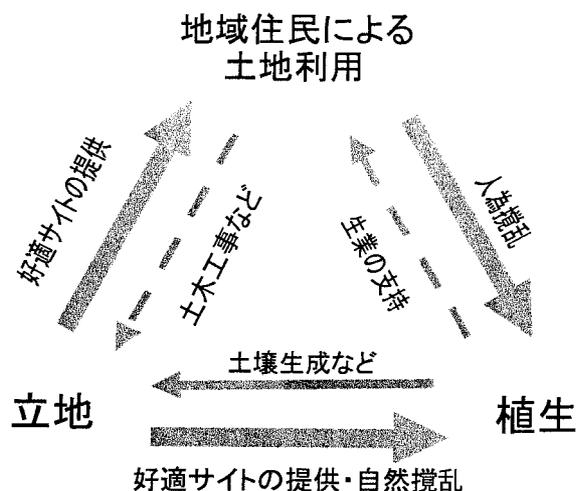


図 4 北上山地で観察された立地 - 土地利用 - 植生の相互作用。

要因をすぐに立地や環境傾度に結びつけることには慎重であるべきだろう。分布の現象だけではなく、その機構に立ち入った検討が必要である。

このことは始めに戻って、日本列島の植生の背腹性における攪乱体制の違いが果たした役割についての Nakashizuka & Iida (1995) の指摘を、再認識させるものである。多雪地帯の残雪の多さ、残雪期間の長さという立地の違いが、火入れの容易さ、延焼のしやすさを変え、日本海側と太平洋側における草地の広がりやブナ林の残存状況に、間接的に影響を与えることは可能である。

さらに付け加えれば、日本海側と太平洋側、東北でいえば奥羽山地と北上山地は、地形や地質構造が大きく異なり、地史的な時代の変遷の履歴も同一ではない。したがって、植物相の違いの中には、地史的な時代の地形形成の影響も潜んでいることが考えられる。つまり、現在、日本海側と太平洋側の植生の背腹性としてとらえられている現象の中には、立地や自然環境、攪乱体制、地形形成の歴史の対照性が並行して存在している可能性がある。このような重層的な構造を想定して、それぞれのレベルでの検証を行ないながら、北日本の冷温帯林の背腹性を解釈する試みが、今後、必要となるだろう。

引用文献

Agnoletti, M. & Anderson, A. 2000. Methods and approaches in forest history. 281 pp. CABI Publishing, Wallingford.
 Barker, S. 1998. The history of the Coninnton woodlands, Cumbria, UK. "The ecological history of European forests" (Kirby, K.J. & Watkins, J., ed.), 167-183. CAB International, Wallingford.
 Birks, H.H., Birks, H.J.B., Kaland, P.E. & Moe, D. 1988. The cultural landscape; past, present and future, 521 pp. Cam-

bridge University Press, Cambridge.
 千葉徳爾. 1991. 増補改訂 はげ山の研究. 349 pp. そしえて, 東京.
 Copenheaver, C.A., White, A.S. & Patterson, W.A.III. 2000. Vegetation development in a southern Maine pitch pine-scrub oak barren. *Journal of the Torrey Botanical Society* 127: 19-32.
 Fernandes, D.N. & Sanford, R.L.Jr. 1995. Effects of recent land-use practices on soil nutrients and succession under tropical wet forest in Costa Rica. *Conservation Biology* 9: 915-922.
 Foster, D.R. 1983. The history and pattern of fire in the boreal forest of southeastern Labrador. *Canadian Journal of Botany* 61: 2459-2471.
 Foster, D.R. 1992. Land-use history (1730-1990) and vegetation dynamics in entral New England, USA. *Journal of Ecology* 80: 753-772.
 Foster, D.R. & King, G.A. 1986. Vegetation pattern and diversity in S.E. Labrador, Canada: *Betula papyrifera* (birch) forest development in relation to fire history and physiography. *Journal of Ecology* 74: 465-483.
 Foster, D.R., Fluet, M. & Boose, E.R. 1999. Human or natural disturbance: landscape-scale dynamics of the tropical forests of Puerto Rico. *Ecological Applications* 9: 555-572.
 深町加津枝・奥 敬一・下村彰男・熊谷洋一・横張 真. 1999. 京都府上世屋・五十川地区における里山ブナ林の管理手法と生態的特性. *ランドスケープ研究* 63: 687-692.
 Fukamachi, K., Oku, H. & Nakashizuka, T. 2002. The change of Satoyama landscape and its causality in Kamiseya, Kyoto Prefecture, Japan between 1970 and 1995. *Landscape Ecology* 16: 703-717.
 畠山 剛. 1989. 縄文人の食生活. 333 pp. 彩流社, 東京.
 Holland, P.G. & Steyn D.G. 1975. Vegetational responses to latitudinal variations in slope angle and aspect. *Journal of Biogeography* 2: 179-183.
 Hong, S., Nakagoshi, N. & Kamada, M. 1995. Human impacts on pine-dominated vegetation in landscapes in Korea and western Japan. *Vegetatio* 116: 161-172.
 石塚成宏・河室公康・南 浩史. 1999. 黒色土および褐色森林土腐植の炭素安定同位体分析による給源植物の推定 - 八甲田山南山麓における事例 -. *第四紀研究* 38: 85-92.
 鎌田磨人・中越信和. 1990. 農山村周辺の 1960 年代以降における二次植生の分布構造とその変遷. *日本生態学会誌* 40: 13-150.
 紙谷智彦. 1987. 薪炭林としての伐採周期の違いがブナ - ミズナラ二次林の再生後の樹種構成におよぼす影響. *日本林学会誌* 69: 29-32.
 Kamada, M. & Nakagoshi, N. 1993. Pine forest structure in a human-dominated landscape system in Korea. *Ecological Research* 8: 35-46.
 Kawamuro, K. & Torii, A. 1986. Past vegetation on volcanic ash forest soil. I. Pollen analysis of the black soils, brown forest soils and podzolic soil in the Hakkoda mountains. *林業試験場研究報告* 337: 69-89.

- 加納春平・村里正八・村井 毅 . 1982 . 北上山地における草地立地の研究, 第3報 . 袖山地区及び貞任・和山地区におけるシバ型野草地の立地特性 . 東北農業試験場研究報告 66 : 37-51 .
- Kirby, K.J. & Watkins, J. 1998. The ecological history of European forests. 373 pp. CAB International, Wallingford.
- Motzkin, G., Foster, D.R., Allen, A., Harrod, J. & Boone, R. 1996. Controlling site to evaluate history: vegetation patterns of a New England sand plain. *Ecological Monograph* 66 : 345-365.
- Motzkin, G. Wilson, P. Foster, D.R. & Allen, A. 1999. Vegetation patterns in heterogeneous landscapes: the importance of history and environment. *Journal of Vegetation Science* 10 : 903-920.
- 守山 弘 . 1988 . 自然を守るとはどういうことか . 260 pp . 農産漁村文化協会 , 東京 .
- Nagaike, T. & Kamitani, T. 1997. Factors affecting changes in a landscape structure dominated by both primary and coppice forests in the *Fagus crenata* forest region of central Japan. *Journal of Forest Research* 2 : 193-198 .
- 内藤俊彦・飯泉 茂 . 1987 . 東北地方における林野火災と植生 . 「日本植生誌東北」(宮脇昭編) , 138-143 . 至文堂 , 東京 .
- Nakashizuka, T. & Iida, S. 1995. Composition, dynamics and disturbance regime of temperate deciduous forests in Monsoon Asia. *Vegetatio* 121 : 23-30.
- 小椋純一 . 1992 . 絵図から読み解く人と景観の歴史 . 238 pp . 雄山閣 , 東京 .
- 小椋純一 . 1996 . 植生から読む日本人の暮らし . 246 pp . 雄山閣 , 東京 .
- Osumi, K., Ikeda, S. & Okamoto, T. 2003. Vegetation patterns and their dependency to site conditions in the pre-industrial landscape of northeastern Japan. *Ecological Research* 18 : (in press).
- 大住克博・桜井尚武・森麻須夫・斎藤勝郎 . 1986 . ウダイカンバ二次林の更新過程について (II) - 若齢林の林分構造と生長経過 - . 第97回日本林学会大会論文集 , 323-324 .
- 岡 恵介 . 1990 . 自給性を維持してきた山村の生活原理: 岩手県岩泉町安家地区 . 「白神山地ブナ帯域における基層文化の生態史的研究」(掛谷編) , 231-259 . 弘前大学 , 弘前 .
- Peterken, G.F. & Game, M. 1984. Historical factors affecting the number and distribution of vascular plant species in the woodlands of central Lincolnshire. *Journal of Ecology* 72 : 155-182.
- Rackham, O. 1986. The history of the countryside. 373 pp. Dent, London.
- 佐瀬 隆・近藤鍊三・井上克弘 . 1990 . 岩手山麓における最近13,000年間の火山灰土壌の植生環境 - 分火山灰層の植物珪酸体分析 - . ペドロジスト 34 : 15-30 .
- 菅原亀悦 . 1987 . 岩手県の植生 . 「日本植生誌東北」(宮脇 昭編) , 451-461 . 至文堂 , 東京 .
- White, M.A. & Mladenoff, D.J. 1994. Old-growth forest landscape transitions from pre-European settlement to present. *Landscape Ecology* 9 : 191-205.
- 吉井義次・吉岡邦二・岩田悦行 . 1940 . 牧野の生態学的研究 (1) 萱野原牧地 . 東北帝国大学理学部生態学教室邦文報告 73 : 25-48 .
- Zimmerman, J.K., Aide, T.M., Rosario, M., Serrano, M. & Herrera, L. 1995. Effects of land management and a recent hurricane on forest structure and composition in the Luquillo Experimental Forest, Puerto Rico. *Forest Ecology and Management* 77 : 65-76.

(2003年2月10日受理)