

亜高山帯-山地帯エコトーンにおける気候変動の影響と適応策

パンフィックコンサルタンツ(株) 伊豆凜太郎

1. はじめに

気候の温暖化は疑う余地がなく、実際にも気温の上昇や雪氷減少などが確認されており¹⁾、生態系機能・生態系サービスへの影響も懸念されている²⁾。こうした気候変動への適応策の策定のため、生態系への影響の評価が急がれている。

2つの植生帯の接点であるエコトーンは種の分布の辺縁であるため気候変動の影響を受けやすく³⁾、また山岳地域も気温の垂直分布が影響を受けやすいため研究例が比較的多い。日本の山地帯、亜高山帯における先行研究では、北東北の単独の山地において行った研究⁴⁾の例があるが、山地帯-亜高山帯エコトーンに対する気候変動の影響を広域で把握し、その変化にかかわる要因を明らかにするためには、条件の異なる山地を広範囲に調査する必要がある。

本研究では現地踏査により、中部から東北の山地帯ブナ林と亜高山帯針葉樹林のエコトーンに近年の気候変動が与える影響を明らかにすることを目的とし、適応策の在り方についても考察を行う。

2. 方法

植生図を用いて、原始的なブナ林-亜高山帯針葉樹林が接続し、登山道沿いに調査可能である16山地(20斜面)を選定し、標高差約400mのトランセクトを設置した。各トランセクトで枯死木を探し、発見した枯死木を中心としたギャップ(各トランセクトで11~33個、総数422個)において、ギャップ内、ギャップ周縁の林冠植生、低木植生への広葉樹・針葉樹の出現と枯死木の樹種を記録した。

踏査した記録より針葉樹・ブナの存在/非存在を0/1とおき、これを説明変数としてWI⁵⁾(暖かさの指数)との関係をロジスティック回帰により解析し、WI

に従う針葉樹・ブナの枯死木、林冠木、低層木の存在確率を比較した。

また、ブナの存在を0、針葉樹の存在を1とおいてロジスティック回帰を行い、このロジスティック曲線の間接点をエコトーンの間接点とみて、この点のWIの枯死木、林冠木、低層木の間での差をエコトーンの変化とみなした。このエコトーンの変化を目的変数として、GLMによって影響要因を推定した。

表-1 調査山系

山地	斜面	緯度(十進)	経度(十進)	最大標高(m)	最低標高(m)	プロット数
八甲田山	1	40.392	140.505	983.7	835.3	28
	2	40.411	140.531	1124.1	755.5	19
森吉山	1	39.586	140.342	1286.0	943.2	22
	2	39.581	140.488	1402.9	1019.0	20
八幡平	1	39.581	140.488	1402.9	1019.0	20
	2	39.585	140.497	1383.3	1194.3	12
岩手山	1	39.516	140.575	1128.1	928.8	25
	2	39.513	140.563	1373.8	1033.0	23
姥倉山	1	38.098	140.272	1391.9	1100.6	21
蔵王山	1	37.434	140.064	1598.4	1311.6	33
西大嶺	1	37.414	140.16	1582.4	1181.3	25
東吾妻山	1	36.57	139.201	1676.2	1412.9	11
尾瀬	1	36.57	139.201	1676.2	1412.9	11
	2	36.551	139.144	1759.9	1424.2	18
苗場山	1	36.498	138.424	1878.7	1470.0	20
武尊山	1	36.485	139.097	1859.3	1535.6	22
野反湖周辺	1	36.45	138.382	1789.7	1435.1	20
焼岳	1	36.147	137.349	1738.3	1306.2	18
徳本峠	1	36.133	137.407	1986.3	1547.7	20
十字峠	1	35.558	138.452	1666.2	1371.3	26
雲取山	1	35.504	138.578	1843.6	1481.4	20
あるき沢	1	35.394	138.173	1651.7	1267.6	19

3. 結果

針葉樹・ブナの存在/非存在を説明変数としたロジスティック回帰による解析では、針葉樹に関して低WI域で成木の存在確率が枯死木を上回り、高WI域での枯死木の存在確率が成木を上回った。これは針葉樹分布域の低緯度、低標高での衰退を示すと考えら

れる。また、ブナに関しては成木の存在確率は低 WI 域で枯死木を上回り、分布域の高緯度、高標高で枯れにくいと考えられる。

さらに、ブナの存在を 0、針葉樹の存在を 1 とおいたロジスティック回帰による世代間のエコトーンの変化については、若木と成木のエコトーン中間点 WI の差は小さく、若木の高標高への侵入は少ないことから、ブナの高標高域への移動は停滞していると考えられる。枯死木と成木の差に夏期最高気温、成木と若木の差に年間降水量、夏期降水量を説明変数としたモデルが選択された。

4. 考察

針葉樹の分布が夏期最高気温の上昇により低標高で衰退していること、またブナの分布は降水量の影響を受けるものが高標高域への移動は停滞していることが示唆された。亜高山帯針葉樹林の衰退は先行研究⁴⁾でも一部の山地で示されており、今回の研究で広域の傾向であることが確認された。夏期最高気温の上昇は、物理的ストレスを高め樹木の枯死率を上昇させる⁶⁾ためと考えられる。また、ブナ分布の停滞の理由としてはマスティングを行う⁷⁾種であることによる種子散布能力による制限や、ササによる更新阻害⁸⁾の可能性が考えられる。

気候変動の生態系への影響は地域差が大き⁹⁾、適応策を考える上では地域の実情に合わせた方法の考慮が必要である。山地帯—亜高山帯エコトーンを現在の状態に近いままで残すための適応策として、亜高山帯針葉樹林の衰退やニホンジカなどによる食害が顕著である中部地方においては、亜高山帯針葉樹林のリフュージアとなりうる湿潤環境の保全や、ブナ実生・若木の食害防止のための害獣防除の高標高域での拡充といった方法が考えられる。また、ブナ林がまとまった広がりを持ち、シカによる食害が顕著でない北東北においては、ブナ実生の定着促進のためのササ刈払いなどのブナ林の積極的な保護といった方法が考えられる。ブナ林の管理には野生動物の制御、希少動植物の保護、過去の伐採地の再生

など多様な問題について考慮が必要となるため、自然の推移に任せて見守ることも選択肢となる⁹⁾。

今後はこうした適応策の実行による便益算出のために山岳生態系の経済価値評価が必要となり、進行する気候変動の影響についても継続的にモニタリングを行い、適応策の妥当性の検証や拡充について検討を続けることが必要となる。

[引用文献]

- 1) IPCC AR5 WG I SPM, 2014 p.4,
- 2) 中静透 気候変動に伴う生態系影響と適応, 森林環境 2015, 森林環境研究会, 2015, p.11
- 3) Foster, J.R. & D'Amato, A.W. Montane forest ecotones moved downslope in northeastern USA in spite of warming between 1984 and 2011, *Global Change Biology*, 21, 2015, p4497-4507
- 4) Shimazaki et al. Fine-resolution assessment of potential refugia for a dominant fir species (*Abies mariesii*) of subalpine coniferous forests after climate change. *Plant Ecology*, 213(4), 2012, p.603-612.
- 5) 吉良竜夫 温量指数による垂直的な気候帯のわかちかたについて, 柏葉書院, 寒地農学 2, 1948, p143-173,
- 6) Allen et al. A global overview of drought and heat-induced tree mortality reveals emerging climate change risks for forests. *Forest Ecology and Management*, 259(4),2010, p.660-684
- 7) Kroiss et al. Recruitment limitation of long-lived conifers: Implications for climate change responses. *Ecology*, 96(5),2015, p.1286-1297.
- 8) Nakashizuka Regeneration of Beech (*Fagus crenata*) after the Simultaneous Death of Undergrowing Dwarf Bamboo (*Sasa kurilensis*). *Ecological Research*.3:21-35, 1988, p.21-35.
- 9) 田中信行 自然林と人工林における気候温暖化の影響と適応策, 森林環境 2015, 森林環境研究会, 2015, p.39