

資料

風倒被害を受けた人工林の更新可能性

伊東康人

Yasuto ITO

Possibility of regeneration of plantations after wind damage

I はじめに

兵庫県では、2004年の相次ぐ台風襲来により甚大な被害を受けた。森林についても、スギ、ヒノキ林の30年～40年生を中心に林木が根こそぎ倒れる、幹が折れるなど区域面積3,244ha（2006年9月末時点）の風倒被害があった（1、2）。

一般的に、健全な森林は、表土が下草、低木等の植生や落葉落枝により覆われて、雨水等による土壌の侵食や流出を防いでいる（土壌保全機能）（3）。また、樹木の根は土砂や岩石等を固定して、土砂の崩壊を防いでいる（土砂災害防止機能）（3）。さらに、貴重な野生動植物の生息の場としての働きである生物多様性保全機能を有している。こういった森林の多面的機能は、林内の階層構造や根系が発達した段階（以下、成熟した森林）になることで十分発揮することができる。

風倒被害地では、二次被害発生のリスク軽減や森林の多面的機能の早期発揮のために、風倒木の伐採・搬出および植栽が行われた。しかし、ニホンジカ（以下、シカ）による食害や草本植物の繁茂による光環境の悪化などから、植栽木の良好な成長は見られず、このままでは成熟した森林に戻る可能性が低い場所も少なくない。また、コストの問題から鹿排除柵のメンテナンスや定期的な下草刈りなどの植栽木の成長に欠かせない維持管理を十分に行うことは難しい。

そこで、風倒被害地の現状の更新状態を把握するとともに、植物群落の違いと立地条件の関係を明らかにし、低コストな更新方法である天然更新によって将来成熟した森林に戻る可能性があるかどうかを検討した。

II 材料と方法

1. 調査地

調査地は、兵庫県の西部に位置する佐用郡佐用町と粟粟市山崎町のスギおよびヒノキ人工林の連続的な風倒被害

害地16地点（A～P）である（図1）。各地点は、2004年の一連の台風によって発生した風倒被害地から抽出し、2004年～2007年にかけて伐採・搬出および植栽が行われている。気象観測データによると、佐用町の2011年の年間降水量は1480.0mmで、調査地に最も近い岡山県美作市今岡（北緯35度05.9分、東経134度19.5分）の2011年の年平均気温は13.0℃、最深積雪は17cmとなっている（気象庁HP；<http://www.jma.go.jp/jma/>）。気候帯および気候区は、暖温帯の瀬戸内海式気候に区分される。

2. 調査方法

各調査地点の被害規模に応じて1m×1mのコドラートを1カ所～5カ所の計35カ所設置した（表1）。コド

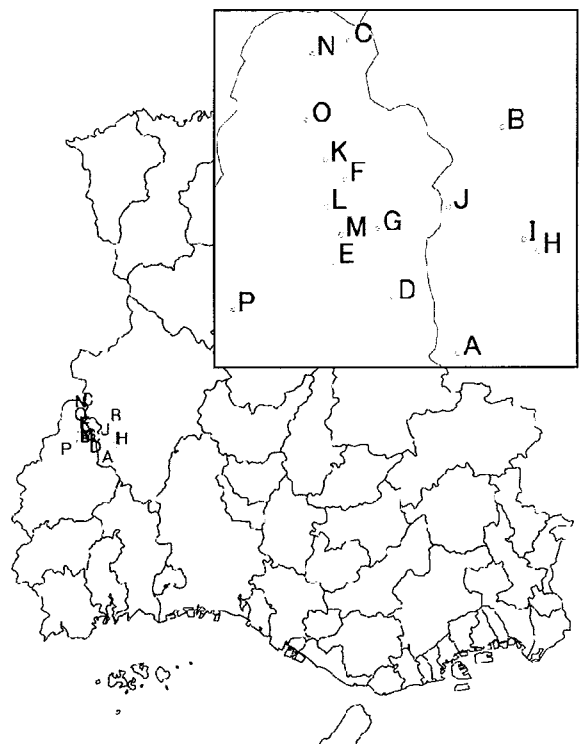


図1 調査地の位置（アルファベットは各地点名）

ラートは平均的な植生のところに設置し、コドラート内に植栽木が含まれないようにした。コドラート内に出現した木本性ツル植物を除いた木本植物およびコドラートの立地条件（標高、斜面方位、斜面傾斜角、微地形、種子供給源までの距離、鹿排除柵の有無）を記録した。斜面方位は8方位、微地形は尾根・斜面上部・斜面中腹・斜面下部・谷の5段階で記録した。種子供給源までの距離は、コドラートから最も近い未被害林分の林縁までの距離とした。標高と未被害林縁までの距離は、ハンディGPS（GARMIN社製 Colorado 300）で測定したコドラートの位置を用いてGISソフトウェア（カシミール3D；<http://www.kashmir3d.com/>）上で測定した。調査は2009年9月～11月にかけて行った。

3. 解析方法

各コドラートの組成種の違いを比較するために、木本植物の出現有無に基づいてWard法によるクラスター分析を行った。その後、分類した各群を応答変数とし、6立地条件（標高、斜面方位、斜面傾斜角、微地形、種子供給源までの距離、鹿排除柵の有無）を説明変数候補としたロジスティック回帰を行い、赤池情報量規準（以下、AIC）に基づいて変数選択し、最適なモデルを決定した。なお、調査地点およびコドラート間の空間的自己相関は比較的狭い範囲にあったことから考慮していない。これらの統計解析には、統計パッケージR version 2.15.2（R Development Core Team, 2012）を用いた。

III 結果と考察

1. 風倒被害地の現状

木本植物の総出現種数は35種であり、原色日本植物図鑑木本編（4、5）による分類で生活形が高木または小高木性の木本植物（以下、高木性樹種）はヒサカキ、リョウブ、アカメガシワ、タラノキに代表される18種で、生活形が低木性の木本植物（以下、低木性樹種）はナガバモミジイチゴ、コガクウツギ、ヤブムラサキ、ビロー

ドイチゴに代表される17種であった。コドラート別の出現種数（1m²あたり）は、0種～9種（平均2.8種）で、高木性樹種は0種～5種（平均0.9種）、低木性樹種は0種～6種（平均1.9種）であった。成熟した森林に戻るまでには多大な時間がかかるために一概には言えないが、将来上層を構成する木本植物は大規模な攪乱直後に既に成立している（6）ことから、将来上層を構成するであろう高木性樹種の出現種数が平均0.9種/m²という今回の結果からでは、天然更新によって成熟した森林に戻る可能性が少ない、または成熟した森林に戻る速度が遅いと考えられた。

2. 植物群落の違いと立地条件の関係

35コドラートをクラスター分析したところ3群の植生タイプに分類することができた（図2）。I群は木本植物が1種も出現しなかった10コドラート、II群はナガバモミジイチゴやアカメガシワに代表される遷移初期種が多く出現した14コドラート（表2）、III群は遷移初期種が比較的少ない11コドラートとなった（表3）。総出現種数はII群が30種、III群が14種であり、両群に出現した種は、高木性樹種のヒサカキ、マルバオダモ、タニウツギ、低木性樹種のコガクウツギ、ビロードイチゴ、クロモジ、ニガイチゴ、ヤブムラサキの8種であった（表2、3）。各群で1/3以上のコドラートに出現していた種は、II群では低木性樹種のナガバモミジイチゴ（13コドラート）、コガクウツギ（12コドラート）、高木性樹種のヒサカキ（6コドラート）、III群では低木性樹種のコガクウツギ（11コドラート）であり、1コドラートのみ出現した種は、II群では17種（高木性樹種10種、低木性樹種7種）、III群では9種（高木性樹種6種、低木性樹種3種）であった（表2、3）。

表1 各コドラート概要

調査地名	設置コドラート数	標高(m)	斜面方位	斜面傾斜角(度)	微地形	種子供給源までの距離(m)	鹿排除柵
A	3	203-249	N,NW	32-44	斜面中腹,下部	24-90	無
B	2	430-467	N,E	26-39	斜面上部,中腹	8-18	有
C	3	631-764	NW,SW	7-16	尾根,斜面中腹,下部	3-19	有,無
D	1	190	W	40	斜面中腹	18	無
E	2	301-314	W	30-54	斜面上部,中腹	10-12	有,無
F	4	306-395	N,NW	24-45	斜面上部,中腹,谷	1-50	有,無
G	1	303	E	43	斜面中部	12	有
H	3	270-345	NW	25-30	尾根,斜面中腹,下部	19-27	無
I	1	361	NF	40	斜面中腹	54	無
J	5	302-428	NE,E	27-43	斜面上部,中腹	10-120	無
K	1	390	NE	40	斜面上部	10	無
L	4	307-371	NE	24-42	尾根,斜面上部,中腹	7-43	有
M	1	254	NW	38	斜面中腹	12	有
N	1	486	W	44	斜面中腹	17	有
O	2	382-408	N,NE	26-31	斜面中腹	11-27	有,無
P	1	247	E	40	斜面上部	11	有

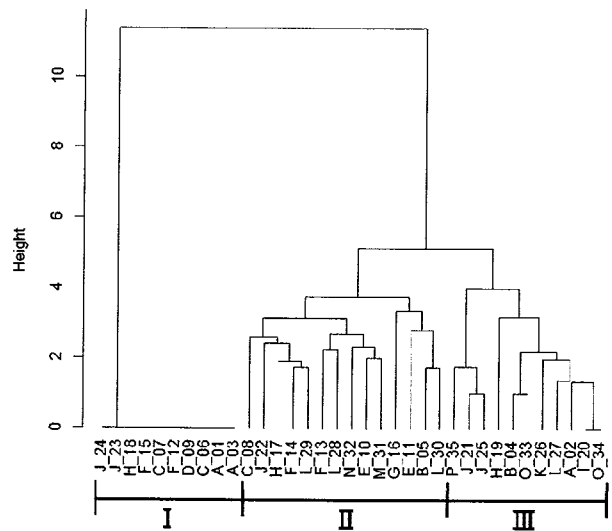


図2 クラスター分類による分類

木本植物が1種も出現しなかったI群と1種以上出現したIIおよびIII群に分けて、ロジスティック回帰を行い、AICに基づいて変数選択を行ったところ、鹿排除柵の有無が群落区分に影響を及ぼしており、木本植物が1種以上出現していたコドラートでは鹿排除柵が有ることが多かった(図3)。石川らは、鹿排除柵が群落の現存量を維持する目的では光環境に関わらず有効であることを明らかにしており(7)、今回はそれを支持する結果となった。また、調査地周辺は、2005年時点でシカの銃猟時の目撃頻度が3.0ないし4.0未満(頭数/人日)のシカ高密度生息地域とされている(8)ことから、天然更新で成熟した森林に戻すためには、遷移の初期段階である木本種の発生を妨げない鹿排除柵の設置が不可欠であると考えられた。

表2 II群に分類された各コドラートの出現種

種名	生活形	C_08	L_22	H_17	F_14	L_29	F_13	L_28	N_32	E_10	M_31	G_16	E_11	B_05	L_30
ナガバモシイゴ	低木	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
コケツクギ	低木	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
ヒサカキ	小高木	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	1	1	1	1
ヤマムラサキ	低木	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0	1	0	0
ソウゴ	高木	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0
クモシ	低木	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1
クモツクギ	低木	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0
アカハシラ	高木	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
クヌギ	高木	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0
ヒナ	高木	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
アブラヤシ	低木	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
ビロードイチゴ	低木	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0
ムラサキヤブ	低木	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
ヌルデ	小高木	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
アオハダ	高木	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
アサギ	高木	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
アサカ	高木	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
イヌデ	高木	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
カラスツツク	高木	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
クマシズキ	高木	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
スキ	高木	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
マルバアガモ	高木	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
ヤマツク	高木	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
イヌツツク	低木	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ウスギ	低木	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
カマツカ	低木	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
ソウバネツク	低木	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
コガイチゴ	低木	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
ヒメツク	低木	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
シヤガマズミ	低木	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0

表3 III群に分類された各コドラートの出現種

種名	生活形	P_35	L_21	L_25	H_19	B_04	O_33	K_26	L_27	A_02	L_20	O_34
コケツクギ	低木	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1
ビロードイチゴ	低木	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
クモシ	低木	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0
コガイチゴ	低木	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0
ヤマムラサキ	低木	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
ヒサカキ	小高木	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
ヤマウルシ	小高木	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
クマシズキ	高木	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ヌルデ	高木	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
マルバアガモ	高木	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
ミ	高木	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
アキグミ	低木	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
クモツクギ	低木	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ハナイダ	低木	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0

次に、II群とIII群のロジスティック回帰を行い、AICに基づいて変数選択を行ったところ、種子供給源までの距離が群落区分に影響を及ぼしており、II群の方がIII群より種子供給源までの距離が近かった(図4)。コドラート別の出現種数(1m²あたり)は、II群が2種~9種(平均5.2種)、III群が1種~6種(平均2.5種)となっており(表2、3)、II群で出現種数が多かったのは、種子供給源までの距離が近いことから、埋土あるいは飛来種子量が多くなっていたためと考えられた。一般的に、種子供給源から距離が離れるほど種数が減少すると言われており(9)、今回の結果は、それらと一致した。また、林分形成の初期段階において優占度が高いのは陽性の植物である(10)ことから、遷移初期種が多く出現しているII群の方が、より順調な植生遷移をえていると考えられ、現時点では成熟した森林に戻りやすい、即ち天然更新の可能性が高いことが示唆された。

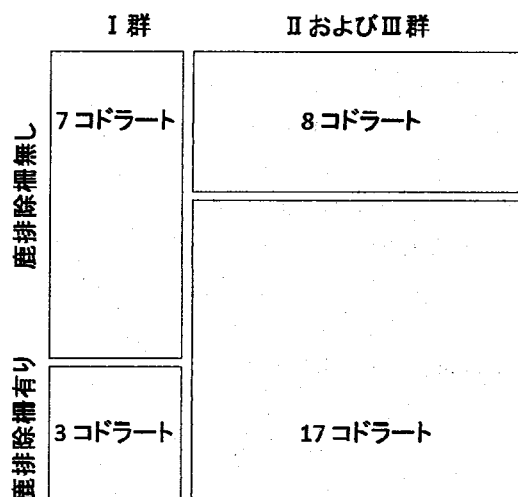


図3 植生タイプと鹿排除柵の有無のモザイクプロット

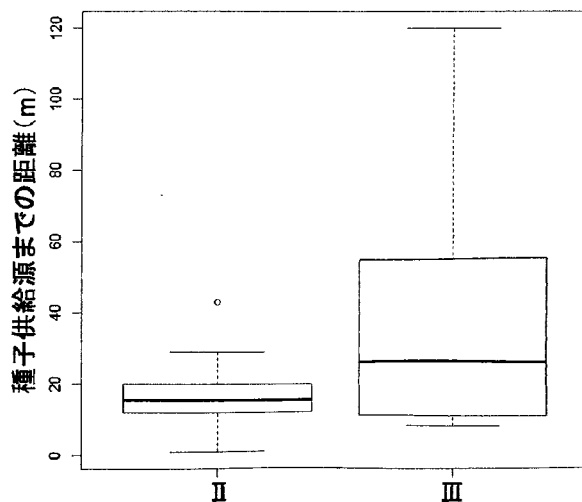


図4 植生タイプと種子供給源までの距離の関係

引用および参考文献

- (1)兵庫県 (2004) 兵庫県森林災害復旧対策委員会 (台風 16、18、21、23 号被害) 報告書. 38pp, 兵庫県.
- (2)兵庫県 (2007) 平成 16 年 台風 23 号等による森林災害 (風倒木) 復旧事業の検証 -被害木の処理・搬出、ストックポイントの設置について-. 87pp, 兵庫県立農林水産技術総合センター 森林林業技術センター.
- (3)林野庁編 (2012) 平成 24 年度版 森林・林業白書. 208pp, 一般財団法人 全国林業改良普及協会, 東京.
- (4)北村四郎、村田源 (1971) 原色日本植物図鑑 木本編 (I) . 453pp, 保育社, 東京.
- (5)北村四郎、村田源 (1979) 原色日本植物図鑑 木本編 (II) . 545pp, 保育社, 東京.
- (6)Oliver, C.D.(1981) Forest development in north America following major disturbances. For. Ecol. Manage. 3, 153-168.
- (7)石川麻代、高柳敦 (2008) 異なる光環境下における草本群落に対する防鹿柵の影響. 森林研究 77:25-34
- (8)兵庫県立人と自然の博物館 自然・環境マネジメント研究部編集 (2007) 兵庫県における大・中型野生動物の生息状況と人との軋轢の現状. 兵庫県立人と自然の博物館 自然環境モノグラフ 3 号. 88pp.
- (9)谷口真吾 (2007) 皆伐地に出現した高木性樹種の種数変化と隣接する広葉樹林までの距離. 兵庫県立農林水産技術総合センター研究報告書 [森林林業編] 54:11-13.
- (10)藤森隆郎 (2006) 森林生態学 持続可能な管理の基礎自然. 480pp, 一般財団法人 全国林業改良普及協会, 東京.