

高標高カラマツ人工林に天然更新した樹木の種組成と8年間の動態

長池 卓男

Species composition and stand dynamics for 8 years of naturally regenerated trees in *Larix kaempferi* plantations at a high altitude area in Yamanashi, central Japan

Takuo NAGAIKE

Summary : I showed species composition and stand dynamics for 8 years with special reference to effects of bark-stripping by sika deer (*Cervus nippon*) in *Larix kaempferi* plantations at a high altitude area (about 2000m a.s.l.). Stem density including planted and naturally regenerated trees was varied among plots (2125-6325/ha), depending on numbers of naturally regenerated trees (e.g., *Abies veitchii*). Bark-stripping was mainly occurred naturally regenerated *A. veitchii*, not planted *L. kaempferi*. Approximately half of dead trees in this study period was bark-stripped trees. In case of keeping up the effects by sika deer, forests dominated preferable bark-stripped species (e.g., *A. veitchii*) would be seriously damaged in the future.

要旨 : 高標高地に造成されたカラマツ人工林の現状を明らかにする上で、天然更新した樹木の種組成と8年間の成長・枯死等の動態やニホンジカの影響について解析を行った。各調査区の合計立木密度は、2002年で2125-6325本/haと約3倍の違いが見られた。これは、林分によっては植栽されたカラマツがほとんど消失しシラビソが旺盛に天然更新していたことによる。カラマツではニホンジカによる剥皮は見られず、剥皮はすべて天然更新した樹木でみられた。また、剥皮されている樹木の約半数がシラビソであった。剥皮されている個体の胸高直径は剥皮されていない個体よりも小さかった。2002年にニホンジカに剥皮されていた117個体のうち、2010年に死亡していた個体は約1割であった。また、2002年から2010年の間に死亡していた125個体のうち、2010年に剥皮されていた個体は47個体(うちシラビソ37個体)であった。ニホンジカの影響が今後も同程度維持される場合、カラマツの優占度が低くシラビソなどの剥皮されやすい樹木が優占している林分では、森林としての維持が困難になる場面も想定された。

1 はじめに

今後の人工林のあり方が問われている。路網の整備、森林施業の集約化及び必要な人材育成を軸として、効率的かつ安定的な林業経営の基盤づくりを進めるとともに、木材の安定供給と利用に必要な体制を構築し、我が国の森林・林業を早急に再生していくための指針として「森林・林業再生プラン」が2009年12月に公表された。2010年11月には、「森林・林業再生プラン」の実現に向けた具体的な方策を明らした「森林・林業の再生に

向けた改革の姿」がとりまとめられた。これらは、人工林に植栽された樹木が木材資源として成熟を迎えるにあたって有効に利活用するための動きである。一方で、特に拡大造林によって高標高地や豪雪地に造成された人工林については、最悪の場合は成林せず木材資源として有効に活用できる状況にはないことがこれまでもしばしば指摘されてきた(例えば、横井・山口 2000, Masaki et al., 2004)。このような人工林では天然林に移行させることが今後の人工林管理および自然環境管理上求められている(長池 2010)。

また、ニホンジカによる森林の構造などに及ぼす影響が

顕著になってきている（例えば、Nagaike and Hayashi, 2003；Jiang et al., 2005；安藤・柴田, 2006）。したがって人工林において積極的に木材生産を行うにしる、天然林に移行するにしる、今後の人工林管理においては、シカの影響を考慮することが必須となっている。

本研究では、高標高地に造成されたカラマツ人工林の現状と推移を明らかにするために、天然更新した樹木の種組成と8年間の成長・枯死等の動態やニホンジカの影響について解析を行った。

2 調査地および調査方法

調査地は、北杜市須玉町に位置する県有林中北事業区547林班は2小班のカラマツ人工林である。2002年に0.04ha（10×40m）の調査区を5箇所設定した。調査区の標高は2020–2040mである。1967年にカラマツがhaあたり3000本植栽された後、下刈り・除伐・間伐等の保育作業の記録はない。調査区内の胸高直径3cm以上の生立木・枯立木を対象にした毎木調査を行った。また、調査対象となった生立木・枯立木について、ニホンジカによる剥皮の有無を記録した。2010年にこれらの調査区で同様の毎木調査を行った。

動態パラメータは下記のように求めた：

死亡率（%/年）

$$= \ln \{N_0 / (N_0 - N_d)\} / 8 \times 100$$

加入率（%/年）

$$= \ln \{(N_0 - N_d + N_r) / (N_0 - N_d)\} / 8 \times 100$$

胸高断面積合計減少率（%/年）

$$= \ln (BA_0 / BA_{10}) / 8 \times 100$$

高断面積合計増加率（%/年）

$$= \ln \{(BA_{st} + BA_r) / BA_{10}\} / 8 \times 100$$

N_0 : 2002年の生存幹数

N_d : 死亡幹数

N_r : 新規加入幹数

BA_0 : 2002年の胸高断面積

BA_{10} : 2002年の胸高断面積のうち2010年に生存しているもの

BA_{st} : 2010年の胸高断面積のうち2002年に生存していたもの

BA_r : 新規加入木の胸高断面積

3 結果

3.1 林分構造と種組成

各調査区に出現した樹種について、表1に立木密度を、表2に胸高断面積合計をそれぞれ示した。

各調査区の合計立木密度は、2002年で調査区Aの6325本/haから調査区Dの2125本/haまで約3倍の違いが見られた。これは、調査区Aでは植栽されたカラマツがほとんど消失しシラビソが旺盛に天然更新していたこと、調査区Dでは天然更新した樹木が少なかったことによる。それを反映して、カラマツの立木密度による優占度も調査区Aの約7%から調査区Eの56%まで大きな違いが見られた。調査期間中の合計立木密度はす

表1 各調査区の立木密度 (/ha) 変化

調査区 調査年	A		B		C		D		E	
	2002	2010	2002	2010	2002	2010	2002	2010	2002	2010
カラマツ	425	325	1025	850	1125	1050	1150	1075	1825	1550
オオシラビソ	800	675	775	750	75	75	100	100	75	50
オガラバナ	100	150								
コメツガ	150	150	400	500	400	525	325	350	75	100
シラカンバ			75	50					25	0
シラビソ	4050	3250	2575	2150	50	50	75	100	825	775
ダケカンバ	525	375	475	400	1525	1225	375	300	400	275
チョウセンゴヨウ	50	50			100	100	50	50	25	25
ナナカマド	225	225	400	375			50	50		
ネコシデ			75	75						
総計	6325	5200	5800	5150	3275	3025	2125	2025	3250	2775
カラマツ優占度 (%)	6.7	6.3	17.7	16.5	34.4	34.7	54.1	53.1	56.2	55.9

表2 各調査区の胸高断面積合計 (m²/ha) の変化

調査区 調査年	A		B		C		D		E	
	2002	2010	2002	2010	2002	2010	2002	2010	2002	2010
カラマツ	7.03	6.30	15.09	13.99	22.71	24.12	25.60	26.92	31.63	31.90
オオシラビソ	5.69	6.06	6.12	7.25	1.15	1.53	1.16	1.46	0.28	0.27
オガラバナ	0.18	0.19								
コメツガ	0.38	0.43	0.91	1.32	1.10	1.98	1.55	2.42	0.11	0.18
シラカンバ			0.62	0.65					0.15	0.00
シラビソ	30.32	33.95	18.26	20.69	1.10	1.42	0.65	1.08	10.69	12.52
ダケカンバ	1.53	1.53	1.99	2.18	11.33	12.63	2.79	3.25	1.59	1.44
チョウセンゴヨウ	0.05	0.05			0.28	0.34	0.64	0.85	0.10	0.14
ナナカマド	0.70	0.83	2.11	2.43			0.25	0.37		
ネコシデ			0.45	0.51						
総計	45.88	49.34	45.54	49.01	37.68	42.03	32.64	36.34	44.55	46.46
カラマツ優占度 (%)	15.33	12.78	33.13	28.54	60.28	57.39	78.41	74.07	71.00	68.67

すべての調査区で減少しており、またほとんどの樹種でも減少していた。カラマツの立木密度はすべての調査区で減少しており、優占度も調査区C以外で減少しカラマツ以外の樹種の優占度が増加していた。

全樹種合計の胸高断面積合計は、すべての調査区で増加していた。カラマツの胸高断面積合計は、カラマツの優占度の低い調査区A・Bでは減少していたものの、優占度の高い調査区C・D・Eでは増加していた。胸高断面積でのカラマツの優占度はすべての調査区で減少していた。

これらの傾向を反映して、各調査区の動態パラメータは死亡率が加入率を上回る一方、胸高断面積の増加率が減少率を上回っていた（表3）。

胸高直径に関しては、各調査区全体での平均、カラマツの平均ともに、増加していた（表4）。調査区Cではシラビソの方がカラマツよりも大きかったがそれ以外の調査区ではカラマツの方が大きかった。

3.2 ニホンジカによる剥皮

カラマツではニホンジカによる剥皮は見られず、剥皮はすべて天然更新した樹木でみられた（表5）。また、剥皮されている樹木の約半数がシラビソであった。すべての調査区で剥皮された本数・割合ともに増加していた。特に、カラマツの優占度が低い、すなわち天然更新した樹木が多い調査区A・Bで、カラマツの優占度が高い調査区よりも剥皮されている本数が多かった。剥皮されている個体の胸高直径は剥皮されていない個体よりも小さかった（表6）。

2002年にニホンジカに剥皮されていた117個体のうち、2010年に死亡していた個体は14個体（オオシラビ

ソ2、シラビソ14）であった。また、2002年から2010年の間に死亡していた125個体のうち、2010年に剥皮されていた個体は47個体（オオシラビソ8、オガラバナ1、シラビソ37、ナナカマド1）であった。

4 考 察

植栽後の保育が行われていない高標高カラマツ人工林において、天然更新した樹木の割合は大きく異なっていた。これは天然更新した樹種で母樹となりうる樹木の密度やそれからの距離が調査区間で異なっていたことが予想される。本調査地は、林道から徒歩で1時間かかり、高標高地でもあることから、今後、天然林化を進めていくことを想定した場合、カラマツの優占度がすでに低い林分では天然更新した樹種を中心として維持され、カラマツの優占度が高い林分ではカラマツと天然更新した樹種による混交状態が維持されよう。しかし、今後の森林としての維持は、ニホンジカによる剥皮の影響により左右される。本調査地では、剥皮された個体の死亡率は高くなかったが、ハヶ岳においては樹幹に対して剥皮された面積の大きい個体ほど、その後の死亡率が高いことが示されている（長池ほか 2008）。したがって、ニホンジカの影響が今後も同程度維持される場合、カラマツの優占度が低くシラビソなどの剥皮されやすい樹木が優占している林分では、森林としての維持が困難になる場面も想定される。どのような林分でどの程度の影響があり、今後どのような森林として維持されていくのかについては、適切なモニタリングが必要になってくる。

表3 各調査区の動態パラメータ

調査区	期首本数 (/ha)	死亡本数 (/ha)	加入本数 (/ha)	死亡率 (%/yr)	加入率 (%/yr)	BA枯死 (m ² /ha)	BA新規 (m ² /ha)	BA減少率 (%/yr)	BA増加率 (%/yr)
A	カラマツ	425	100		3.35	1.04		1.99	0.63
	オオシラビソ	800	150	25	2.60	0.59	0.02	1.37	2.13
	オガラバナ	100	25	75	3.60	8.66	0.07	0.07	5.67
	コメツガ	150							1.32
	シラビソ	4050	850		2.94	2.00		0.85	2.27
	ダケカンバ	525	150		4.21	0.19		1.67	1.66
	チョウセンゴヨウ	50							0.51
	ナナカマド	225							2.17
総計	6325	1275	100	2.81	0.25	3.88	0.09	1.11	1.99
B	カラマツ	1025	175		2.34	1.80		1.59	0.64
	オオシラビソ	775	100	50	1.73	0.10	0.05	0.20	2.22
	コメツガ	400		100		2.79		0.10	3.73
	シラカンバ	75	25		5.07	0.08		1.63	2.14
	シラビソ	2575	425		2.25	1.82		1.31	2.87
	ダケカンバ	475	75		2.15	0.21		1.37	2.51
	ナナカマド	400	25		0.81	0.17		1.02	2.77
	ネコシデ	75							1.67
総計	5800	825	150	1.92	0.37	4.16	0.15	1.20	2.07
C	カラマツ	1125	75		0.86	0.95		0.53	1.28
	オオシラビソ	75							3.53
	コメツガ	400		125		3.40		0.14	6.43
	シラビソ	50							3.23
	ダケカンバ	1525	300		2.74	0.72		0.82	2.18
	チョウセンゴヨウ	100							2.46
	総計	3275	375	125	1.52	0.53	1.67	0.14	0.57
D	カラマツ	1150	75		0.84	0.56		0.28	0.91
	オオシラビソ	100							2.83
	コメツガ	325		25		0.93		0.03	5.41
	シラビソ	75		25		3.60		0.02	6.04
	ダケカンバ	375	75		2.79	0.18		0.84	2.73
	チョウセンゴヨウ	50							3.65
	ナナカマド	50							4.72
総計	2125	150	50	0.92	0.31	0.74	0.05	0.29	1.61
E	カラマツ	1825	275		2.04	2.42		0.99	1.10
	オオシラビソ	75	25		5.07	0.05		2.41	1.79
	コメツガ	75		25		3.60		0.02	5.06
	シラカンバ	25	25				0.15		
	シラビソ	825	50		0.78	0.23		0.27	2.25
	ダケカンバ	400	125		4.68	0.29		2.50	1.30
	チョウセンゴヨウ	25							3.68
総計	3250	500	25	2.09	0.11	3.14	0.02	0.91	1.43

BA:胸高断面積合計

表4 各調査区の胸高直径 (cm) の変化

調査区 調査年	A		B		C		D		E											
	2002	2010	2002	2010	2002	2010	2002	2010	2002	2010										
	平均	標準偏差	平均	標準偏差	平均	標準偏差	平均	標準偏差	平均	標準偏差										
カラマツ	14.1	3.4	15.3	3.8	13.5	2.5	14.2	2.8	15.6	3.8	16.6	4.2	16.4	3.8	17.5	3.7	14.4	3.5	15.8	3.5
オオシラビソ	8.7	4.0	9.7	4.5	8.9	4.6	9.8	5.4	13.1	6.2	15.2	6.5	10.5	7.0	11.8	7.9	6.7	2.4	8.1	2.6
オガラバナ	4.7	1.0	4.0	0.8																
コメツガ	5.4	2.0	5.8	1.9	5.1	1.8	5.5	1.9	5.6	2.0	6.5	2.5	7.2	3.1	8.6	3.9	4.2	0.8	4.6	1.4
シラカンバ					9.8	3.7	12.5	3.7									8.8			
シラビソ	8.8	4.0	10.6	4.5	8.5	4.2	9.8	5.2	16.7	0.3	19.0	0.3	9.7	5.1	10.0	7.1	11.6	5.6	12.9	6.3
ダケカンバ	5.8	1.8	7.0	1.9	7.0	2.1	7.9	2.6	9.0	3.8	10.6	4.4	8.5	4.8	10.2	6.1	6.9	1.8	7.9	2.0
チョウセンゴヨウ	3.6	0.4	3.7	0.3					5.7	2.2	6.2	2.7	12.7	1.8	14.7	1.9	7.2		8.4	
ナナカマド	5.9	2.2	6.4	2.6	7.9	2.2	8.7	2.6					7.6	3.5	9.4	3.3				
ネコシデ					8.6	1.3	9.2	1.3												
総計	8.6	4.2	9.9	4.7	9.1	4.2	9.9	4.8	11.0	5.2	12.1	5.6	12.8	5.6	13.9	5.9	12.3	4.9	13.6	5.3

表5 各調査区でニホンジカに剥皮された立木密度 (/ha) と各樹種での剥皮された立木の割合 (%) の変化

調査区 調査年	A		B		C		D		E	
	2002	2010	2002	2010	2002	2010	2002	2010	2002	2010
立木密度 (/ha)										
オガラバナ	0	25								
ナナカマド	0	200	25	300			0	50		
コメツガ	25	50	50	125	100	200	0	25	50	50
オオシラビソ	125	200	225	525	50	50	75	100	50	50
シラビソ	275	1125	850	1525			75	100	325	400
割合 (%)										
オガラバナ	0.0	16.7								
ナナカマド	0.0	88.9	6.3	80.0			0.0	100.0		
コメツガ	16.7	33.3	12.5	25.0	25.0	38.1	0.0	7.1	66.7	50.0
オオシラビソ	15.6	29.6	29.0	70.0	66.7	66.7	75.0	100.0	66.7	100.0
シラビソ	6.8	34.6	33.0	70.9			100.0	100.0	39.4	51.6

表6 2010年における各調査区での生立木でのニホンジカによる剥皮の有無による胸高直径 (cm)

調査区	A		B		C		D		E	
	剥皮なし	剥皮	剥皮なし	剥皮	剥皮なし	剥皮	剥皮なし	剥皮	剥皮なし	剥皮
オオシラビソ	11.2	6.3	13.5	8.2			11.8	22.7	11.5	8.1
オガラバナ	4.1	3.2								
カラマツ	15.3		14.2		17.5		16.6		15.8	
コメツガ	6.2	4.8	5.9	4.3	9.0	3.8	7.1	5.6	3.6	5.6
シラカンバ			12.5							
シラビソ	11.9	8.2	13.7	8.2		10.0	19.0		17.6	8.6
ダケカンバ	7.0		7.9		10.2		10.6		7.9	
チョウセンゴヨウ	3.7				14.7		6.2		8.4	
ナナカマド	4.0	6.7	8.7	8.7		9.4				
ネコシデ			9.2							
総計	11.0	7.6	11.6	8.1	14.6	10.0	12.5	6.7	14.8	8.2

謝 辞

本研究の遂行にあたりご協力いただいた杉田久志、新井伸昌、三納圭之輔の各氏に感謝申し上げます。

引用文献

- 安藤正規・柴田毅次 (2006) なぜシカは樹木を剥皮するのか? 日林誌 88: 131-136.
- Jiang Z., Ueda H., Kitahara M., Imaki H. (2005) Bark stripping by sika deer on veitch fir related to stand age, bark nutrition, and season in northern Mount Fuji district, central Japan. J. For. Res. 10: 359-365.
- Nagaike T., Hayashi A. (2003) Bark-stripping by Sika deer (*Cervus nippon*) in *Larix kaempferi* plantations in central Japan. For. Ecol. Manage. 175: 563-572.
- 長池卓男・久保満佐子・松崎誠司・高橋一秋・高野瀬洋一郎・新井伸昌 2008 ヤツガタケトウヒ自生地に隣接するカラマツ人工林の種組成と林分構造 2. 2年間の林分動態に及ぼすニホンジカの剥皮の影響 山梨県森林研研報 27: 29-32
- 長池卓男 (2010) 人工林で生物多様性をどう考えるか 森林環境 2010 森林環境研究会編 森林文化協会 130-137
- 横井秀一・山口 清 (2000) 積雪地帯におけるスギ人工林の成林に影響する立地要因 日林誌 82: 15-19
- Masaki T., Ota T., Sugita H., Oohara H., Otani T., Nagaike T., and Nakamura S. 2004 Structure and dynamics of tree populations within unsuccessful conifer plantations near the Shirakami Mountains, a snowy region of Japan For. Ecol. Manage. 194: 389-401