

豪雪地帯のカラマツ人工林に侵入した広葉樹の特性

山形大学農学部 ○宮崎大吾、高橋教夫、小山浩正

1. はじめに

山形県における人工林の植栽樹種は主にスギである。しかしながら、戦後の拡大造林期に、スギの生育適地を超えて造林することや、早く収穫できる材が必要であった。そこで、カラマツがスギに代わって導入された（今野ら，1968）。カラマツは寒冷で乾燥した環境条件の厳しいところに天然分布しているので環境適応能力が高いとされていた（信大農学部林学教室，1962）。また、スギと比べると伐期が早く、特にこの地方においてはスギ、アカマツに次ぐ第三の樹種といわれ、カラマツの人工造林に対する実績は拡大造林期には高く評価されていた（今野ら，1968）。しかしながら、その後の成林状況は芳しくなく、研究結果からもカラマツは豪雪地帯には不向きであることが示された（大原・小野寺，1986）。このようにかつては新たな造林木として期待されていたカラマツも現在では豪雪地帯には向かない樹種であると結論付けてられている。このようなことから、豪雪地帯におけるカラマツ人工林を今後どのように扱うか考える必要がある。豪雪地帯において、カラマツ人工林を針広混交林や広葉樹林に転換させるための研究例は極めて少ない（近藤・芦野，1987）。

そこで本研究では、山形県庄内地方で林分を形成しているカラマツ人工林を対象とし毎木調査を行なうことで次の3点について検証した。①カラマツの長伐期施業は可能、②スギ人工林と比べると広葉樹の侵入状況は良好、③カラマツ人工林内では広葉樹が空間的に豊富に生育している。これらのことから、豪雪地帯におけるカラマツ人工林の行く末を検討した。

2. 研究方法

調査は山形県庄内地方の鶴岡市（旧東田川郡羽黒町と朝日村）の東北森林管理局庄内森林管理署管内のカラマツ人工林を中心とし、カラマツの密度が高い林分に合計6プロットを設定した。調査地は最大積雪深が約3mの豪雪地帯である。また、広葉樹の特性を比較するためにスギ人工林にも1プロットを設定したが、さらに新井（2006）が調査した別の調査地データを加えて合計3プロットとした。これらのカラマツ・スギ人工林は林班沿革簿によると、強度が異なるものつる切りや下刈り、除伐が行なわれているが間伐は行なわれていない。また、両林分は50年から70年の高齢林分である。

カラマツ人工林内に30m×30mの方形調査区を設定し、カラマツと樹高15m以上の広葉樹（上層木）を対象に、樹高、胸高直径、枝下高の測定および樹冠投影図の作成を行なった。また、方形調査区を2.5m×2.5mのコドラートに区分し樹高1.2m以上の広葉樹を対象に樹種の同定と樹高、胸高直径の測定を行なった。ただし、これらのうち胸高直径が5cm以上のものは中層木、それ未満を下層木とした。加えて、カラマツ人工林とスギ人工林で光量子束密度の測定も行なった。

表1に調査地の概要をまとめた。カラマツ林分はほとんどがI等地であった。また、主林木はカラマツの樹高上位60%とした。

表1 調査プロットの概要

調査林分(林小班または所有者) プロット名	44ぬ カラマツ1	44こ カラマツ2	143ぬ カラマツ3	44ぬ2 カラマツ4	144い カラマツ5	羽黒学園 カラマツ6
林齢	51	52	52	51	50	55
場所	旧羽黒町	旧羽黒町	旧朝日村	旧羽黒町	旧朝日村	旧羽黒町
標高	400m	400m	300m	400m	250m	200m
傾斜角度	ほぼ平坦	ほぼ平坦	ほぼ平坦	ほぼ平坦	38°	22°
傾斜方向	北西	北西	北東	北西	東	北東
カラマツ密度(本/ha)	500	767	367	489	336	544
平均樹高(m)	20.2	19.8	27.1	20.7	17.6	24.0
カラマツ主林木(本/ha)	289	444	211	289	133	311
カラマツ主林木平均樹高(m)	22.9	22.4	29.5	23.3	20.8	25.8
胸高断面積合計(m ³ /ha)	29.0	36.5	30.5	29.0	25.6	30.2
枯死木密度(本/ha)	111	244	78	167	156	200
林分の地位	I等	I等	特I等	I等	II等	I等
収量比数(Ry)	0.55	0.75	0.62	0.63	0.42	0.67
出現広葉樹種数	25	28	25	29	21	27
広葉樹出現密度(本/ha)	4900	5144	6089	7611	5682	3432
胸高断面積合計(m ³ /ha)	6.1	3.9	4.1	6.8	14.2	4.7

3. 結果と考察

(1) カラマツ長伐期施業の可能性

出羽地方からまつ林林分収穫表と比べると、調査地はほとんどI等地であったが、林分全体の材積はII等地やIII等地並であったことから(図1)、現在皆伐を行なっても収益にはならないと考えられる。一方、カラマツの材積を単木でみると(図2)、I等地に等しいかそれより大きいことから伐期を延長して大径材生産が行なえるのではないかと考えられる。

長伐期施業を行なうにあたり、今後間伐などの施業の必要性を検討する必要がある。表1には調査を行なった6林分の収量比数(Ry)を示した。これによると最大値は0.75であり、平均すると0.6程度である。これと広葉樹の胸高断面積合計(BA)が小さいことから(表1)、現在、この林分を間伐する必

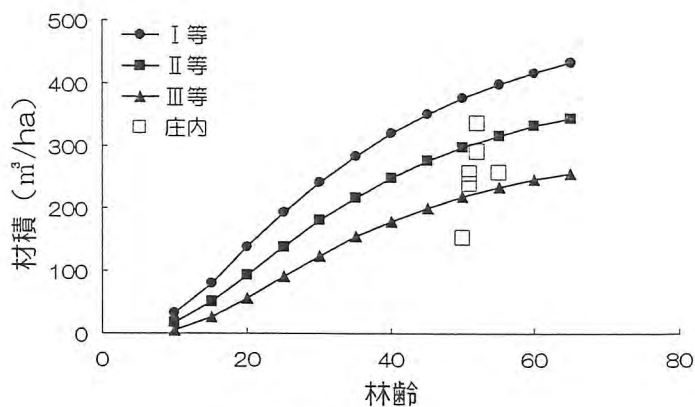


図1 収穫表とカラマツ林分材積

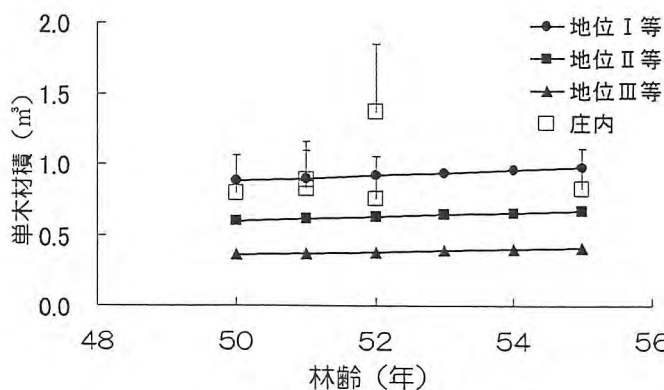


図2 収穫表とカラマツ単木材積

要はないと考えられる。また、カラマツ人工林では平均 141 ± 60 本/ha の枯死木が存在していたが、スギ人工林では 34 ± 23 本/ha しかなく、カラマツ人工林で有意に多かった (t 検定、 $p < 0.05$)。カラマツは陽樹であることから、階層分化が進むにつれて被圧されたカラマツが枯死するのではないかと考えられる。これらのことから、将来も間伐などの施業を行なわなくてもよい可能性が示唆された。

伐期に関しては様々な研究が行なわれているが、林齢が 50 年を超えても樹高が成長し、本数の少ないところでは直径成長も良好であるといわれている (菅原, 1990)。本調査林分ではカラマツの本数が少なく、これから更に成長するものと思われる。また、秋田県における 88 年生のカラマツ人工林の成長がなお終息していないという報告があり (森ら, 1991)、これ以上の長伐期施業も十分可能であると考えられる。

(2) カラマツ人工林とスギ人工林における広葉樹の種組成の違い

最初に、カラマツ人工林とスギ人工林における光環境の違いをみた (図 3)。これによると、カラマツ人工林は春先から初秋にかけてスギ人工林よりも有意に明るく (t 検定、 $p < 0.05$)、広葉樹の生育にとってカラマツ人工林がスギ人工林よりも適していると考えられる。豪雪地帯ではない地方で行なわれた過去の研究では、カラマツ人工林は高木性広葉樹を含む有用な広葉樹が多いことが報告されている (小山, 2002; 下田, 2003; 王・佐々木ら, 2003)。

そこで、広葉樹の種構成、種数、密度、種多様度について比較を行なったところ、カラマツ人工林のほうが多いように見えたが、統計的に有意な差は見られなかった (t 検定、 $p > 0.05$)。さらに、図 4 のように広葉樹の生活型別の密度を比較すると、カラマツ人工林では高木性広葉樹がスギ人工林より有意に多く (t 検定、 $p < 0.05$)、全出現密度の 40% を占めていた。対照的にスギ人工林では常緑低木性広葉樹がカラマツ人工林よりも有意に多かった (t 検定、 $p < 0.05$)。このことから、

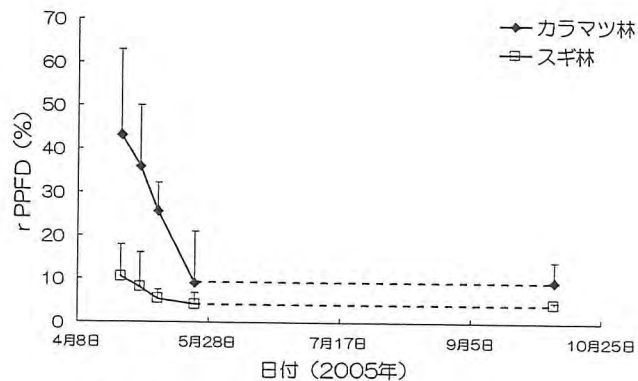


図3 カラマツ人工林とスギ人工林の光環境の違い

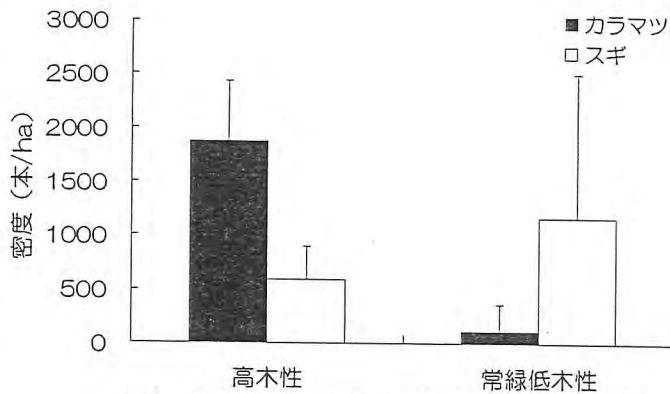


図4 カラマツ人工林とスギ人工林における生活型別密度

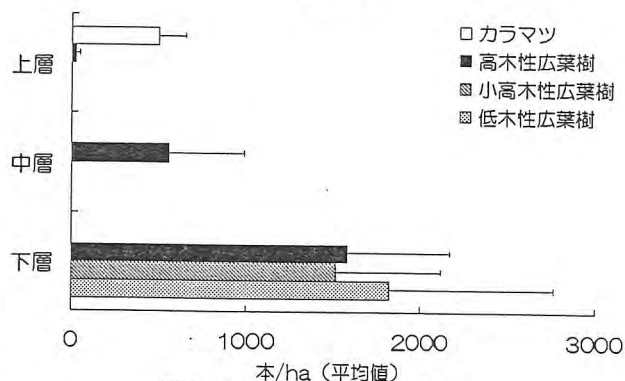


図5 カラマツ人工林における階層・生活型別広葉樹密度

豪雪地帯のカラマツ人工林でも高木性広葉樹の密度が高く、スギ人工林と比べると針広混交林化が容易に実現できると考えられる。

(3) カラマツ人工林内における広葉樹の空間分布

図5はカラマツ林における広葉樹の階層構造を示したものである。これによると、カラマツ人工林において広葉樹は複層を形成しており、しかも中層は将来の林冠を構成しうる高木性広葉樹がほとんどを占め、その密度が上層のカラマツとほぼ等しい。しかしながら、高木性広葉樹が林内の特定の箇所に集中しては、いくら高木性広葉樹が中層に存在していても針広混交林の可能性は低い。

それで、広葉樹が林内でどのような分布を示しているかI δ 指数を用いて判定を行なった。I δ 指数は1を基準として1より大きいとき集中分布、1と等しいときランダム分布、1より小さいとき規則分布を示す。その結果2.5m \times 2.5mのコドラートで1.6~2.7を示し集中分布であることが分かった(F検定、p<0.05)。カラマツ人工林がスギ人工林よりも明るく、広葉樹はギャップに集中しているのではないかと考えた。そこで、図6のように樹冠がコドラートの半分以上を覆った場合を林冠下として作成した樹冠投影図に、高木性広葉樹の本数を重ねた。林冠下とギャップの面積割合を広葉樹がばらつく確率と等しいと仮定して χ^2 検定を行なった(表2)。その結果、広葉樹はギャップに依存的でないことが分かった(p>0.05)。さらに、林冠下とギャップで高木性広葉樹の樹高に差はなく(図7、t検定、p>0.05)、むしろ、高木性広葉樹は図6の太字で示したように集中斑となって林内にランダムに近い形で分布していることが分かった。

以上のことから、カラマツ人工林には高木性広葉樹が中層に多く、ギャップの有無に関わりなく林内に集中斑を伴って分布し、ギャップ・林冠下で樹高に差がないこと

表2 高木性広葉樹の林床利用様式

	ギャップ		林冠下		χ^2 値	合計	判定
	観測値	期待値	観測値	期待値			
カラマツ1	34	31.1	132	134.9	0.327	166	ns
カラマツ2	46	50.0	98	94.0	0.490	144	ns
カラマツ3	81	95.4	124	109.6	4.055	205	*
カラマツ4	80	92.4	162	149.6	2.705	242	ns
カラマツ5	58	65.9	55	47.1	2.282	113	ns
カラマツ6	28	41.6	67	53.4	7.868	95	*

ns: not significant, *: p<0.05

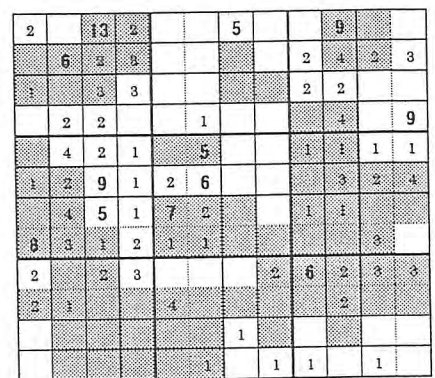


図6 林冠下とギャップの位置と高木性広葉樹の本数分布

(白塗りはギャップ、灰色は林冠下を示し、数字はコドラート内の高木性広葉樹の数を示す。図はカラマツ3の例。)

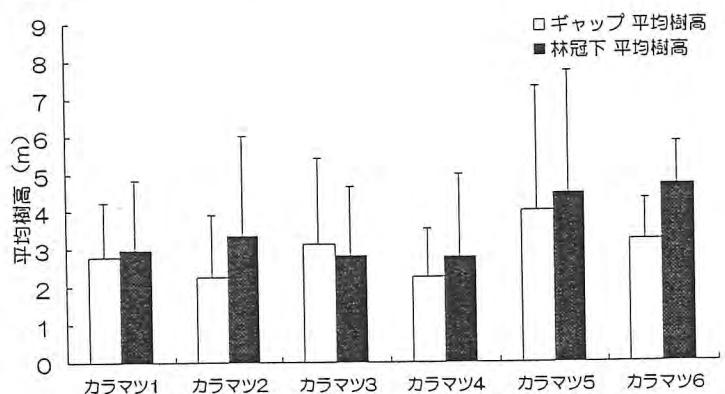


図7 カラマツ人工林における高木性広葉樹の属性地別平均樹高

が分かった。したがって、このまま放置していても高木性広葉樹が林冠を覆い、針広混交林や広葉樹林へ容易に転換できると考えられる。

4. まとめ

調査を行なったカラマツ人工林はⅠ等地であったが、林分全体の材積はⅡ等地よりも低く、現在伐採を行なっても収益が上がらないことが示された。一方、材積を単木当たりでみるとⅠ等地並であり、このまま伐期を延長して大径材を生産することが可能ではないかと考えられた。しかも、大径材を生産するに当たり、間伐などの施業を行なわなくてもよいと推察された。

カラマツ人工林に侵入した高木性広葉樹はスギ人工林と比べると有意に多く、さらにカラマツ人工林内でも空間的・階層的に多くの広葉樹が生育し、成長も良好であった。このことから、特に手を入れなくてもカラマツ人工林内では広葉樹が成長し、上層樹冠を構成するようになると考えられた。

近藤・芦野（1987）は間伐によってカラマツ人工林を広葉樹林へ転換する可能性を指摘した。しかし、本調査では豪雪地帯のカラマツ人工林は放置しておいても大径材が収穫でき、天然更新による広葉樹林への転換がスギ人工林と比べると容易に行なえる可能性が示唆された。

しかしながら、今回調査を行なった林分はカラマツの密度が高く、成長がよいところである。豪雪地帯のカラマツ人工林の行く末を検討するにあたり、状態の悪いカラマツ人工林を含めて、更に多くの調査を行なう必要があると思われる。

5. 引用文献

- 今野敏雄・村井貞克・斉藤諦（1968）カラマツ造林地の実態調査（総括編）．山形県林業指導書報告 8：14-21
- 近藤浩之・芦野睦郎（1987）カラマツ人工林の広葉樹林への誘導について．蒼林 38（1）：4-8
- 小山浩正（2002）近自然型森林造成方法の提案 -（Ⅰ）人工レフュージアとしてのカラマツ林の価値-．北方林業 54（9）：193-197
- 森麻須夫・大住克博（1991）秋田地方における高齢級カラマツ林の成長．森林総合研究所研究報告 361：1-15
- 大原偉樹・小野寺弘道（1986）豪雪地帯における針葉樹類の造林成績．日林東北支誌 38：165-167
- 王賀新・佐々木賢治・魚住侑司・植木達人・加藤正人・関慶偉（2003）カラマツ大径材生産を目的とした強度間伐の有効性．信州大学農学部 A F C 報告 1：63-71
- 林野庁・林業試験場（1966）出羽地方カラマツ林林分収穫表調整説明書．収穫表調整業務研究報告書 34
- 下田一（2003）カラマツ 70 年生林分の生育経過 - 強度・弱度間伐区と無間伐区の比較．林業技術 740：30-33
- 信州大学農学部林学教室（1962）カラマツ林業．林業経済新聞出版部，pp187，長野
- 菅原聰（1990）高齢のカラマツ人工林．信州大学農学部演習林報告 27：1-16