

## 研究資料

## 森林の多面的機能に関わる土壌・生物要因の林相間比較（Ⅱ） －下層植生－

中川昌彦\*・大野泰之\*・山田健四\*・長坂 有\*・八坂通泰\*

### Comparison of soil properties and biodiversity among forest types (II) －understory vegetation－

Masahiko NAKAGAWA\*, Yasuyuki OHNO\*, Kenji YAMADA\*, Yu NAGASAKA\*, Michiyasu YASAKA\*

#### 要 旨

ウダイカンバ二次林、ウダイカンバ、カラマツ、トドマツおよびトウヒ類の人工林において、5月上旬、7月上旬、9月上旬に下層植生の調査を、また8月下旬に相対光合成有効光量子束密度の調査を行った。出現種数は、トドマツ人工林で最も多く、以下カラマツ人工林、トウヒ類人工林、ウダイカンバ人工林の順となり、ウダイカンバ二次林で最も少なかった。トドマツ人工林やウダイカンバ人工林では林外種も見られたものの、出現種のほとんどは林内種であり、外来種は見られなかった。ウダイカンバ二次林、ウダイカンバ人工林およびカラマツ人工林ではクマイザサが優占していた。下層植生全体の被度は、トドマツ人工林においては5月上旬では低かったものの、7月上旬や9月上旬では5林分中で最も高かった。一方、トウヒ類人工林では観察期間中を通じて被度が低かった。相対光合成有効光量子束密度は、ウダイカンバ人工林で最も高く、カラマツ人工林、トドマツ人工林、ウダイカンバ二次林、トウヒ類人工林の順に減少した。種の多様性指数は、トドマツ人工林で最も高く、次にカラマツ人工林で高く、トウヒ類人工林で最も低かった。下層にクマイザサが優占する広葉樹二次林において人工林を造成した場合、低密度のウダイカンバ人工林を造成しても下層植生の多様性はそれほど高くないが、カラマツを植栽するか、または常緑針葉樹を植栽しても林床に到達する光を確保することで、下層植生の多様性が高くなるものと考えられる。

キーワード：林相、下層植生、光合成有効光量子束密度、多様性

#### はじめに

近年、生物多様性の保全も視野に入れた森林経営が求められるようになり、実際にヨーロッパ以外の国々による温帯林等の保全と持続可能な経営の基準・指標を策定・運用するための取り組みであるモントリオール・プロセスでは、生物多様性の保全が7つの基準の第1番目に取り上げられている（藤森，1996）。森林に対するこのような要求を受けて、人工林にも生物多様性の保全を考慮した施策が求められるようになったが（長池，2000；2002）、森林における生物多様性については、高木や亜高木以外に下層植生も重要である。このため森林管理者にとって、天然林において林相転換によって人工林を造成した場合に下層植生の多様性がどのような影響を受けるかについては、たいへん興味のあるところである。八坂・小山（1998）は、河畔林の天然林とトドマツ（*Abies*

*sachalinensis* (Fr. Schm.) Masters) 造林地で下層植生を比較しており、またNagai and Yoshida (2006) はアカエゾマツ（*Picea glehnii* (Fr. Schm.) Masters) 造林地において下層植生の多様性に影響を与える要因について解析しているが、林相が森林の多面的機能に及ぼす影響を評価するためには、林相のみが異なる調査地で植生比較を行うことがのぞましい。そこで本報告では、ウダイカンバ（*Betula maximowicziana* Regel）の二次林と、ウダイカンバ、カラマツ（*Larix kaempferi* (Lamb.) Carrière）、トドマツおよびトウヒ属（*Picea* A. Dietrich）の人工林の計5林分における下層植生の違いについて報告する。

#### 調査地

調査は、北海道美瑛市光珠内にある北海道立林業試験場の光珠内実験林内の、ウダイカンバ二次林、ウダイカンバ人工林、カラマツ人工林、トドマツ人工林およびトウヒ類人工林

\* 北海道立林業試験場 Hokkaido Forestry Research Institute, Bibai, Hokkaido 079-0198

[北海道林業試験場研究報告 第46号 平成21年3月, Bulletin of the Hokkaido Forestry Research Institute, No.46, March 2009]

において行った。各林分の概況は中川ら (2009) に報告されている。このうち、トドマツ人工林とカラマツ人工林では適度に間伐が行われているが、トウヒ類人工林は間伐遅れの過密な林分である。また、ウダイカンバ二次林では、ウダイカンバ以外にミズキ (*Cornus controversa* Hemsley), シナノキ (*Tilia japonica* (Miq.) Simonkai), ナナカマド (*Sorbus commixta* Hedl.), ホオノキ (*Magnolia obovata* Thunb.) を混交し、立木本数も多い。ウダイカンバ二次林の下層では、クマイザサ (*Sasa senanensis* (Franchet et Savatier) Rehder) が優占している。

## 方法

5つの調査林分のそれぞれの中心付近で1.5m×1.5mのプロットを連続して8つ、合計40のプロットを設定した。2007年の5月11日、7月9日、および9月12日に、各プロットにおいて、高さ1.3m未満の植物の種とその被度を記録した。実生段階のため種の同定ができなかったものについては判別できるタクソン (分類群) にまで同定するかもしくは不明とし、同じタクソンあるいは不明としたが違う種と判定された場合は違う番号で記録した。さらに下層植生がプロット全体に占める被度を記録した。観察された各種について、木本種は佐藤 (2002) により、また草本種は鮫島ら (1993) によって、生息地を林内、林外 (道端、空地、畑地、草原、耕作放棄地)、中間 (林縁、山地の草原) に区分し、また在来種か外来種かを区分した。各プロットにおいて7月の調査データから、Shannon-Wienerの多様度指数を求め、林分によって違いがあるかどうかを一元配置分散分析によって解析し、さらにTukey検定によって林分間で多重比較を行った。有意水準 ( $\alpha$ ) は0.05とした。

曇天であった2007年8月31日に、40のプロットと裸地において、クマイザサなどの下層植生の最大高よりも少し高い2mの高さで、1プロットにつき5地点で光合成有効光量子束密度 (PPFD) の測定を行い、相対光合成有効光量子束密度 (rPPFD) を算出した。

## 結果と考察

表-1-1~4に調査結果を示す。ウダイカンバ二次林およびウダイカンバ人工林ではクマイザサが優占していた。カラマツ人工林でもクマイザサが優占していたものの、それ以外の下層植生も見られた。トドマツ人工林やトウヒ類人工林ではクマイザサが欠落していた。トウヒ類人工林では下層植生が乏しかった。トドマツ人工林では、高木種や低木・亜高木種の稚樹の種数が多く、草本種は特に多かった。カラマツ人工林でも高木種の稚樹が見られたが、ウダイカンバ二次林、ウダイカンバ人工林およびトウヒ類人工林では、高木・亜高木種の稚樹は少なかった。針葉樹の林分でのみシダが出現した。トドマツ人工林では、春植物であるエンレイソウ

(*Trillium smallii* Maxim.) が、またカラマツ人工林ではエゾイチゲ (*Anemone soyensis* H. Boiss.) が見られた。

図-1は、調査対象林分における下層植生がプロット全体に占める被度を調査時期別に示したものである。一般に5月上旬は被度が低く、7月上旬と9月上旬は高い傾向があり、特に常緑性の多年生草本であるクマイザサを欠くトドマツ人工林では、5月上旬は低かったものの、7月上旬や9月上旬では、調査対象林分中で最も高くなった。一方トウヒ類人工林では、観察時期を通じて被度が低いままであった。

図-2は、調査対象林分における調査期間全体での出現種数を生息地別に示したものである。出現種数には林相によって有意な違いがあり、トドマツ人工林で最も多く、カラマツ人工林、トウヒ類人工林が続き、ウダイカンバ二次林で最も少なかった ( $\chi^2$ 検定,  $\alpha=0.05$ ,  $P<0.001$ )。トドマツ人工林とウダイカンバ人工林では、林外種が見られたが、それらは若い造林地にみられるタラノキ (*Aralia elata* (Miq.) Seemann), アマチャヅル (*Gynostemma pentaphylla* (Thunb.) Makino), アキタブキ (*Petasites japonicus* subsp. *giganteus* (Fr. Schm.) Kitam.), エゾイチゴ (*Rubus matsumuranus* Lévl. et Van' t.), オオヨモギ (*Artemisia montana* (Nakai) Pamp.) などであった。いずれの林分においても外来種はみられなかった。

図-3に、rPPFDと7月のShannon-Wienerの多様度指数の関係を示す。ウダイカンバ人工林で林床に到達する光が一番多く、次いでカラマツ人工林、トドマツ人工林、ウダイカンバ二次林の順で、トウヒ類人工林が最も暗かった。種の多様性には林分によって有意な違いがあり (一元配置分散分析,  $\alpha=0.05$ ,  $P<0.001$ )、トドマツ人工林が一番高く、次いでカラマツ人工林が高かったが、ウダイカンバ二次林とウダイカンバ人工林では多様性が低くなっており、トウヒ類人工林が一番低かった (Tukey検定,  $\alpha=0.05$ ,  $0.001<P<0.01$ )。上木がウダイカンバの場合には、林床に光が到達するようになって多様度指数に大きな変化は見られなかった。一方、上木が常緑針葉樹の林分では、林床に到達する光の量が多いトドマツ人工林で、光の量が少ないトウヒ類人工林に比べて多様度指数が高かった。

渡辺ら (2002) は、トドマツ造林地において列状間伐を行ったところ、rPPFDが1.9%の無間伐区で下層植生の種数が少なくまた多様性が低かったが、5.7%以上の列状間伐区では種数が多くまた多様性が高かったことを報告している。また八坂・小山 (1998) は、相対照度0.8~2.1%程度のトドマツ造林地では出現種数が少なかったが、相対照度4.3~7.6%程度のトドマツ造林地では、下層植生の出現種数が多かったことを報告している。本調査地においては、トウヒ類人工林ではrPPFDが1.8%であり、トドマツ人工林では4.1%である。トウヒ類人工林において下層植生の被度、多様度指数ともに低く、出現種数が少ないのは、林床に到達する光が不足しているためと考えられる。一方で、トドマツ人工林においては、在来

種の下層植生が発達するのに適度な光が確保されて、下層植生の被度、多様度指数ともに高く、また出現種数が多くなったと考えられる。

Messier *et al.* (1998) は、上木に光透過が多い樹種が優占していると、下層植生の繁茂が促進されて、林床が暗くなることを指摘している。Nagaike *et al.* (1999) は、本州においてブナ (*Fagus crenata* Blume) の原生林を本来の生息地とする種は、上木の伐採でササが増加すると負の影響を受けると報告している。北海道においても、Nagai and Yoshida (2006) は、下層にクマイザサが優占するアカエゾマツの造林地においては、間伐によって下層植生の多様性が低下することを報告し、この原因として下層に光が届くようになるとクマイザサが繁茂するために他の植生の多様性が低下すると考察している。本調査地における過去の立木密度や林分蓄積、下層植生、林床の光環境については明らかではないため、本研究の結果からだけでは、下層植生の多様性に影響を及ぼす原因については全てを明らかにすることはできないが、下層植生の種数や多様性は光だけでなく、クマイザサの優占度にも関係している可能性が考えられた。すなわち、林床にクマイザサが存在するウダイカンバ二次林、ウダイカンバ人工林およびカラマツ人工林では、クマイザサによる被圧のため他の草本種が繁茂できないが(表-1)、クマイザサが欠落する林分では、林床に光がほとんど到達しないトウヒ類人工林で下層植生全体が衰退し(図-1,3)、間伐によって林床に光がある程度届くようになったトドマツ人工林ではクマイザサ以外の草本種の種数や多様性が高くなるのではないかと考えられた(表-1, 図-3)。またクマイザサが存在する林分のうち、ウダイカンバ二次林やウダイカンバ人工林に比べてクマイザサの被度が低いカラマツ人工林では、つる性木本種や低木種の種数や被度が高くなっており(表-1)、多様度指数が高くなっていった(図-3)。

## まとめ

本研究の結果からは、実験林のように下層にクマイザサが優占する広葉樹二次林において針葉樹人工林を造成した場合、過密な常緑針葉樹林では林床植生が衰退するものの、常緑針葉樹林でも林床にある程度光が到達すれば下層植生の被度、多様性および出現種数はウダイカンバ二次林のそれよりも高くなる場合があることが示された。また、落葉樹のカラマツ人工林においても、ウダイカンバ二次林よりも出現種数が多くなり、多様性が高くなる場合があることも示された。一方で、立木本数の少ないウダイカンバの人工林では、出現種数は若干増えるものの、多様性はほとんど変わらないことが示された。これらのことから、下層にクマイザサが優占するウダイカンバ二次林において人工林を造成する場合、カラマツを植栽すること、または常緑針葉樹を植栽しても林床に到達する光を確保することで、木材生産と下層植生の多様性の向

上の双方が実現できるものと考えられる。今後は、光珠内実験林以外の林分においても林相の違いが下層植生に与える影響を評価していく必要がある。また、間伐等の保育が下層植生に与える影響についても調査する必要がある。

## 引用文献

- 藤森隆郎 1996 なぜ今「持続可能な森林経営」なのか。森林科学 16: 57-58.
- Messier C, Parent S and Bergeron Y 1998 Effects of overstory and understory vegetation on the understory light environment in mixed boreal forests. J Veg Sci 9: 511-520.
- Nagai M and Yoshida T 2006 Variation in understory structure and plant species diversity influenced by silvicultural treatments among 21- to 26-year-old *Picea glehnii* plantations. J For Res 11: 1-10.
- 長池卓男 2000 人工林生態系における植物種多様性. 日林誌 82: 407-416.
- 長池卓男 2002 森林管理が植物種多様性に及ぼす影響. 日生態誌 52: 35-54.
- Nagaike T, Kamitani T and Nakashizuka T 1999 The effect of shelterwood logging on the diversity of plant species in a beech (*Fagus crenata*) forest in Japan. For Ecol Manag 118: 161-171.
- 中川昌彦・大野泰之・山田健四・八坂通泰・寺澤和彦 2009 森林の多面的機能に関わる土壌・生物要因の林間比較 (I) - 表層土壌の理化学性 -. 北林試研報 46: 127-136.
- 佐藤孝夫 2002 新版北海道樹木図鑑. 303pp. 亜細亜社, 札幌
- 鮫島惇一郎・辻井達一・梅沢俊 1993 新版北海道の花<増補版>. 375pp. 北海道大学図書刊行会, 札幌
- 渡辺一郎・八坂通泰・小山浩正・滝谷美香・大野泰之 2002 トドマツ人工林の間伐と下層植生多様性. 日林北支論 50: 65-67.
- 八坂通泰・小山浩正 1998 野生植物の生育場所としての人工林の評価 - 道南地方における天然林とトドマツ人工林の比較 -. 日林北支論 46: 188-190.

表一 1-1 調査対象林分における出現植物種とその被度および出現率

和名	ウダイカンバン二次林						ウダイカンバン人工林						カラマツ人工林						トドマツ人工林						トウヒ類人工林										
	5月		7月		9月		5月		7月		9月		5月		7月		9月		5月		7月		9月		5月		7月		9月						
	被度 (%)	出現率 (%)	被度 (%)	出現率 (%)	被度 (%)	出現率 (%)	被度 (%)	出現率 (%)	被度 (%)	出現率 (%)	被度 (%)	出現率 (%)	被度 (%)	出現率 (%)	被度 (%)	出現率 (%)	被度 (%)	出現率 (%)	被度 (%)	出現率 (%)	被度 (%)	出現率 (%)	被度 (%)	出現率 (%)	被度 (%)	出現率 (%)	被度 (%)	出現率 (%)	被度 (%)	出現率 (%)					
ハリギリ																																			
シナノキ	0.4	13	0.6	13	1.0	13	0.9	38	0.9	38	1.1	38	0.6	50	2.4	50	2.3	38																	
キタコブシ																	0.3	13	1.9	25	1.9	25	0.6	13	0.1	13	0.6	13							
シウリザクラ												0.4	25	0.4	13	0.4	25																		
ハルニレ							0.4	13	0.4	13													0.1	13	0.1	13									
ヤチダモ																							0.4	13	0.4	13									
トドマツ																	0.1	13	0.3	25	0.3	25	0.3	25											
キハダ																							0.3	13	0.3	13									
エゾヤマザクラ	0.1	13	0.1	13	0.1	13																													
オヒヨウ																													0.3	25					
アサダ							0.1	13	0.1	13																									
イタヤカエデ																	0.1	13											0.1	13					
ミスギ	0.1	13	0.6	25	0.4	13											0.1	13	0.4	13	0.4	13													
ヤマモミジ																													0.1	13	0.1	13	0.1	13	
ヤマグワ			0.3	13	0.4	13																							1.5	25	0.9	25	0.3	13	
ヤマウルシ													0.6	13	0.6	13																			
ハイイソガヤ	27.3	100	35.6	100	37.5	100	48	75	7.3	75	7.0	75	0.9	63	0.9	50	1.0	63	0.6	25	0.8	25	0.8	25	0.6	25	0.6	25	0.8	25	0.8	25			
ノリウツギ													0.4	38	4.9	63	3.6	63	0.9	38	1.8	38	1.8	38	0.9	38	1.8	38	1.8	38	1.8	38			
フッキソウ	0.5	25	0.8	38	0.6	38							2.0	100	3.3	100	3.3	100	2.6	75	2.8	75	2.8	75	2.6	75	2.8	75	2.8	75	2.8	75			
タラノキ																	0.4	25	4.4	25	4.4	25	4.4	25	0.4	25	4.4	25	4.4	25	4.4	25			
エゾアジサイ													0.4	25	1.9	25	1.9	25	0.1	13	0.4	13	0.6	13											
ナニワズ	1.8	50	0.5	50	1.6	50																													
エゾニワトコ																			0.6	13	0.6	13	0.6	13											
コマユミ							0.1	13	0.8	63	0.8	63																							
マユミ													0.3	13	0.5	13	0.6	13																	



表一 1-3 調査対象林分における出現植物種とその被度および出現率

和名	ウダイカンバン二次林						ウダイカンバン人工林						カラマツ人工林						トドマツ人工林						トウヒ類人工林								
	5月		7月		9月		5月		7月		9月		5月		7月		9月		5月		7月		9月		5月		7月		9月				
	被度 (%)	出現率 (%)	被度 (%)	出現率 (%)	被度 (%)	出現率 (%)	被度 (%)	出現率 (%)	被度 (%)	出現率 (%)	被度 (%)	出現率 (%)	被度 (%)	出現率 (%)	被度 (%)	出現率 (%)	被度 (%)	出現率 (%)	被度 (%)	出現率 (%)	被度 (%)	出現率 (%)	被度 (%)	出現率 (%)	被度 (%)	出現率 (%)	被度 (%)	出現率 (%)	被度 (%)	出現率 (%)			
コンロンソウ																																	
シノ科 sp.																																	
オケクマムグラ																																	
ツクバネソウ												0.4	25																				
ハンゴンソウ																																	
ヨツバヒヨドリ																																	
ズダヤクシユ																																	
イケマ																																	
エゾイラクサ																																	
エンレイソウ																																	
ユリ科 sp.																																	
ヤエムグラ属 sp.																																	
オオヨモギ																																	
キク科 sp.1	0.1	13	0.1	13	0.1	13																											
キク科 sp.2																																	
クマバソウ																																	
クマバツクハネソウ												0.4	25																				
トリアシヨウマ												0.4	13																				
ヒメイチゲ												0.1	13	0.1	13																		
ツルリンドウ	0.1	13	0.1	13																													
レンブクソウ																																	
エゾイチゲ												0.1	13																				
マイヅルソウ																																	
ミツバ												0.1	13																				
ミヤマトウバナ																																	
オオウバユリ												0.1	13																				



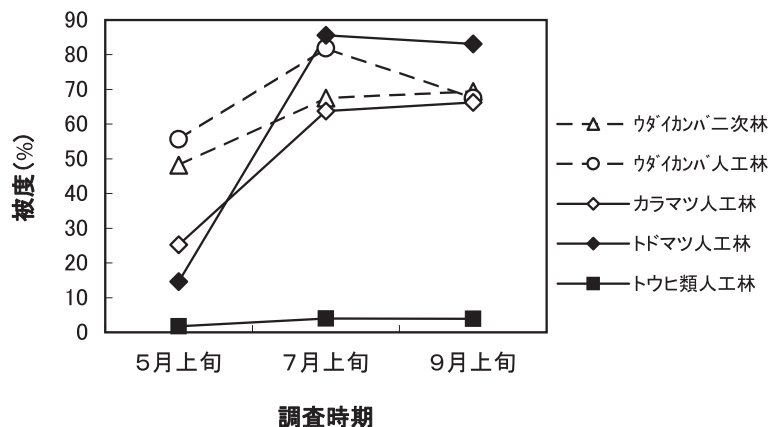


図-1 調査対象林分における被度の推移

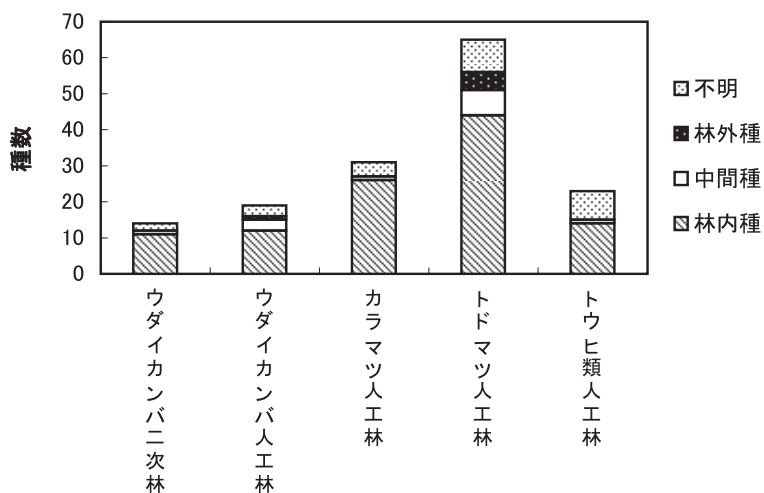


図-2 調査対象林分における生息地別の出現種数

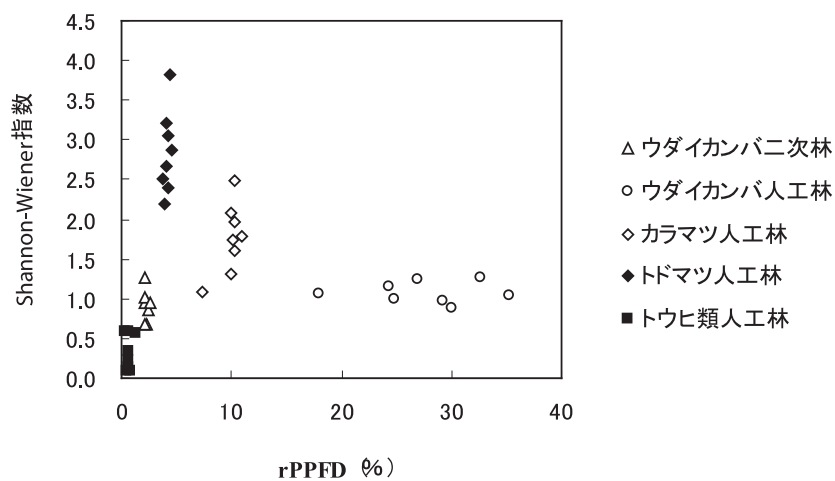


図-3 調査対象林分における相対光合成有効量子束密度と種の多様性指数の関係