

トドマツ人工林の間伐後に更新した広葉樹の成長

福地 稔

はじめに

北海道には全人工林面積の 52%近くを占めるトドマツ人工林が約 77 万 ha 生育しています。このうち、9～10 齢級の壮齢林分がピークを占め、主伐期を迎える段階に入っています（平成 26 年北海道林業統計）。このような壮齢林分の林内では、数の多寡の違いはありますが、落下したタネから発芽・成長したトドマツ稚幼樹や、周囲の広葉樹林から運ばれ発芽・成長した広葉樹の稚幼樹を見かけることがあります。若齢林分では林内にササや高茎草本が繁茂してタネの定着を妨げているため、稚幼樹をあまり見る事ができません。しかし、林冠が閉鎖し林内が暗くなると、林床植生が衰退しタネの定着に好条件となることから、広葉樹やトドマツが更新しやすくなってきます。このように林冠が閉鎖して林床植生が衰退した林分に対し、間伐の実施や気象害等による上木の攪乱が起きると林内が明るくなり、発芽した稚幼樹が成長しやすい環境となります。

これまで、北海道のトドマツ人工林の間伐した後に更新した広葉樹稚幼樹の成長や消長はいくつか報告されています。その中では間伐強度や方法の違いによる更新広葉樹の種数や本数の違い、あるいは生態的な特性による成長過程の違いが明らかにされています。

このような森林をどう取り扱うかはその林分の立地環境や施業方針によって異なります。都市近郊の森林では、木材生産ばかりでなく公益的機能の維持増進を目的とする施業が進められています。この施業は周辺天然林に近づける混交林施業も取り入れられており、林内に更新した稚幼樹を活用する方法も一つの選択枝として考えられます。

ここでは都市近郊のトドマツ人工林を例に、間伐実施後に更新した広葉樹の成長を調査したので紹介します。

調査地の概要と調査方法

調査地は、江別市西野幌の野幌森林公園内の道有林にある平坦なトドマツ人工林です。この林分は 1970 年に 1ha あたり 3,000 本の密度で植栽され、29 年生時点の 1998 年に 3 残 1 伐の列状間伐が実行されました。林内に広葉樹の更新稚樹が多数確認された 2003 年（34 年生）に、20m×20m の調査区を 2 カ所（プロット 1, 2）設定し、上木の胸高直径、樹高、枝下高を調査しました。さらに、この調査区内に 5m×5m の小プロットを 5 箇所設定し、更新している高さ 30cm 以上の広葉樹の樹種と樹高を調査しました。同様の調査を 2009 年 7 月にも実施しました。

設定時の 2003 年 7 月および再調査時の 2009 年 8 月に、各小プロットの中央で魚眼レンズを用いて林冠の全天空写真撮影を行いました。撮影した写真はコンピューターに取り込んで画像解析を行い、林内の明るさを推定しました。

調査地設定翌年の 2004 年 9 月（35 年生）に台風 18 号による被害が発生し、主に南側の調査箇所当たるプロット 2 の上木の一部が倒伏及び幹折れの被害を受けました。プロット 2 に隣接する被害箇所を中心にアカエゾマツの植え込みが実施され、さらに、2006 年には本数で約 30%の定性間伐が実施されています。

なお、この箇所を取り囲む国有林では、2004 年 18 号台風の風倒被害地の森林復旧を目的として、野幌森林再生プロジェクトを立ち上げ、市民参加の森づくりが進められています。

上木の成長

調査地設定時および6年後の林分概況を表-1に示しました。2003年設定時には、プロット1の現存本数が1,325本/ha、平均直径19.7cm、材積344m³/ha、プロット2の現存本数は1,500本/ha、平均直径20.1cm、材積は408m³/haでした。設定時両プロットで平均直径および直径の分布幅にほとんど差がなかったため、両プロットを込みにして直径と樹高、枝下高の関係を計算し、平均樹高と枝下高を求めました。平均樹高は15.3から15.4m、枝下高は9mで、樹高の6割近くまで枝が枯れ上がった状態でした。

表-1 設定後の林分概況の推移

調査年	プロット1					プロット2				
	本数 (本/ha)	平均直 径(cm)	平均樹 高(m)	枝下高 (m)	材積 (m ³ /ha)	本数 (本/ha)	平均直 径(cm)	平均樹 高(m)	枝下高 (m)	材積 (m ³ /ha)
2003	1,325	19.7	15.3	9.0	344	1,500	20.1	15.4	9.0	408
2009	825	23.2	17.6	10.4	335	675	21.3	17.1	10.7	222

設定後6年経過した2009年の残存本数は、プロット1で825本/ha、プロット2で675本/haとなり、それぞれ37.7%、55%の本数減となりました。また、平均直径は、プロット1で23.2cm、プロット2で21.3cmとなりました。さらに、林分材積は、プロット1で335m³/ha、プロット2で222m³/haとなり、とくにプロット2では設定時の54%まで材積が減少していることがわかります。プロット間で直径成長の差が生じたのは、おもにプロット1では小径木の自然枯損による本数減が多かったのに対し、プロット2では直径の大きな個体が風倒被害を受けたことによるものと思われます。

林内照度の推移

2003年7月に、各小区画の中央部高さ1.3mの位置に魚眼レンズ付きのカメラを設置し、全天空写真を撮影しました(写真-1, 2)。撮影した写真はコンピューターに取り込み、画像解析を行いま

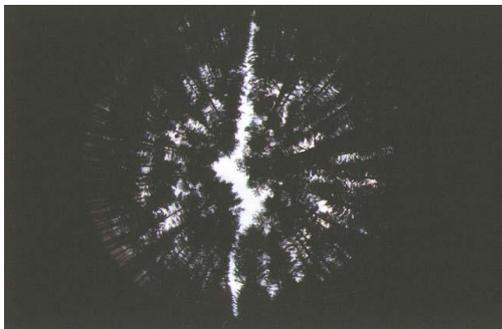


写真-1 設定時の全天空写真(プロット1)

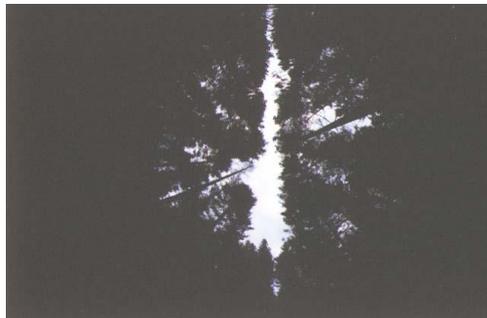


写真-2 設定時の全天空写真(プロット2)



写真-3 設定6年後の全天空写真(プロット1)



写真-4 設定6年後の全天空写真(プロット2)

した。同様の箇所を2009年8月に再度撮影しました(写真-3, 4)。撮影後、コンピューターに取り込んで、直達・散乱別の光合成有効放射(PAR)の相対値を計算し、林内相対照度としました。

図-1に全天空写真で解析した小プロット毎の林内照度の分布を示しました。設定時(2003年)の林内相対照度は、プロット1が16.1~19.9%、プロット2が12.7~22.7%でした。この時点では3残1伐の列状間伐実施後5年経過していましたが、林冠が閉鎖してきているものの、伐採列を確認することができました。また、林床が暗いため草本がほとんど見られず、更新した広葉樹の稚幼樹が繁茂しているのが確認されました(写真-5)。

一方、2009年時点では台風による風倒被害を受けたプロット2の一部で大きな開放地が形成されていました。林内相対照度は、プロット1が17.7~44.9%、プロット2が50.8~69.6%と設定時に比べ、全体に林内は明るくなっており、とくにプロット2ではすべての小プロットで50%以上を示しました。このような照度の変化は、台風による風倒木の発生と2006年の調整伐により本数が減少し、林冠が大きく疎開された場所が形成されたこと、および枝の枯れ上がりの進行により側方からの光が入りやすくなったためと考えられました。このため、林床は広葉樹の稚幼樹のほかに、オオヨモギやセイタカアワダチソウなどの大型草本の侵入が見られる箇所も存在していました。

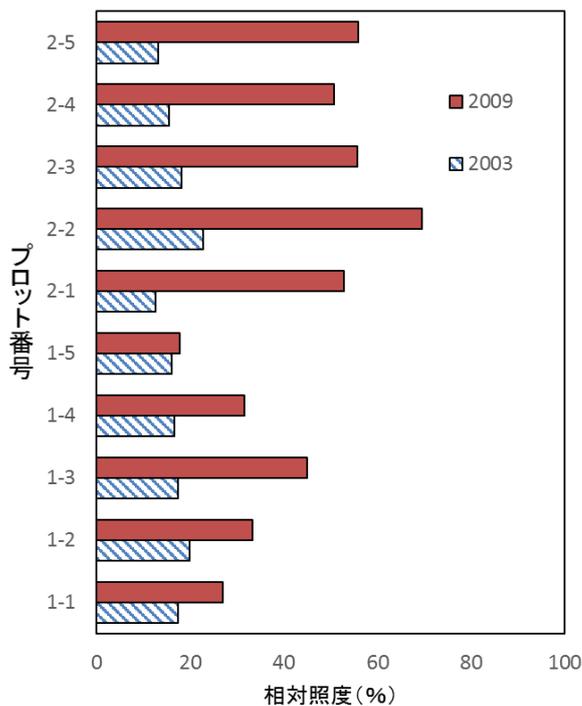


図-1 林内相対照度の推移



写真-5 設定時の林床の状況

更新稚樹の分布と成長

表-2に、設定時および6年後の更新樹種と平均樹高を示しました。設定時に生育していた広葉樹は、プロット1で27種、プロット2で26種、あわせて32種確認されました。両プロットの距離は約50m離れていますが、共通する樹種は22種、また優占する樹種の構成割合もほぼ同じでした。本数順には、ハルニレ、ハリギリ、アサダ、ナナカマド、カツラ、ヤチダモの順で、種子の散布型として風散布型、鳥散布型が多くを占めました。さらに、純林を形成するものよりも混交林を形成するもの、光条件としては中間性ないし陽性、土壌条件としては適潤性ないし弱湿性に生育する樹種が本数上位に含まれました。

設定時の林内相対照度は15%前後と暗い環境だったこと、および調査地が平坦な地形で、周辺が沢で囲まれている立地条件から、このような樹種が優占したものと考えられました。また、樹高の上位樹種はヤマグワ、アサダ、ミズキ、ハクウンボク、ナナカマドの順でした。2003年の樹高30cm以上の広葉樹の1haあたり侵入本数は両プロットをあわせると14,880本、平均樹高は82.4cmとなりました。

た。設定時の
2003年および
6年後の樹高階
別本数分布を
図-2に示し
ました。設定
時は樹高の低
い個体が多い
L型分布を示
しましたが、6
年後には全体
にやや大きな
樹高階に成長
するものの、
小さな個体の
消失が著し
く、120cm
階をピークと
する一山型と
なりました。
これは、小さ
な個体ほど枯
損していく割
合が高いこと
を示していま
す。とくに、
表-2で示し
たように、林
床が明るくな

表-2 侵入広葉樹の散布型と樹種別本数、樹高の推移(設定時の本数順)

樹種	種子の散布型	プロット1				プロット2			
		2003年		2009年		2003年		2009年	
		本数 (本/ha)	平均樹高 (cm)	本数 (本/ha)	平均樹高 (cm)	本数 (本/ha)	平均樹高 (cm)	本数 (本/ha)	平均樹高 (cm)
ハルニレ	風	2,800	63	720	103	2,080	76	1,600	106
ハリギリ	鳥	1,760	99	2,000	160	1,920	81	2,933	137
アサダ	小動物	2,000	135	720	216	1,360	116	533	201
ナナカマド	鳥	2,000	84	880	131	1,120	112	667	184
カツラ	風	1,920	81	400	228	560	65	267	153
ヤチダモ	風	1,120	57	800	112	640	58	533	89
ヤマグワ	鳥	880	138	80	144	560	114	267	99
ミズキ	鳥	800	94	400	207	480	146	400	288
キハダ	鳥	720	62	400	89	240	121	267	122
イタヤカエデ	風	720	49	320	93	160	51	533	68
ミズナラ	小動物	240	64	160	68	480	46	1,467	136
キタコブシ	鳥	320	61	80	114	320	72		
ハクウンボク	鳥	240	118			240	82		
シラカンバ	風	160	75			320	70	133	131
エゾヤマザクラ	鳥	320	55	240	101	160	97	267	159
ウダイカンバ	風	160	74	80	140	240	79	133	147
ヤマモミジ	風	160	49	80	60	160	53	133	47
シウリザクラ	鳥	240	47	80	150	80	36	133	42
エゾノキヌヤナギ	風					240	75		
バッコヤナギ	風	80	107			160	49		
イボタ	鳥	240	62						
エゾニワトコ	鳥	160	74	160	128				
ツリバナ	鳥	160	69						
ナガバヤナギ	風	80	73			80	43		
シナノキ	風	80	60			80	38	133	157
ホオノキ	鳥	160	47	80	152				
クリ	小動物					160	36	267	129
オヒョウ	風	80	80						
サワシバ	小動物					80	72	133	124
エゾズリハ	鳥					80	64		
オオバボダイジュ	風					80	58		
コシアブラ	鳥	80	51						
アキグミ	鳥							133	176
ウワミズザクラ	鳥							133	100
全体		17,680	83.6	7,680	144.7	12,080	81.0	11,067	135.4

* 種子の散布型は、北海道の広葉樹林(菊沢, 1983)による

ったプロット2の本数減が小さいのに対し、暗
いまま推移したプロット1では本数が50%以
上本数が減少しており、両プロットをあわせると
8,950本/haと約60%に減少しました。図-3
に大きい個体から並べた6年間の稚幼樹の平均樹高
の推移を示しました。上位の大きな個体
ほど設定時と6年後の樹高の差が大きいこと
から、光条件で優位な個体ほどより成長している
ことを示しています。その結果、平均樹高は
84cmから140cmに増加しました。また、と
くに写真-1, 2で示したように、設定時が間伐
5年経過した時点でしたが、列状間伐後の林冠
閉鎖が進行し、林内が暗くなる段階と考えられ
ました。空知管内のトドマツ人工林で伐採内容を替
えて列状間伐を行った例では、伐採列が広く林内
が明るいほど侵入広葉樹の成長が促進されたと
報告されて

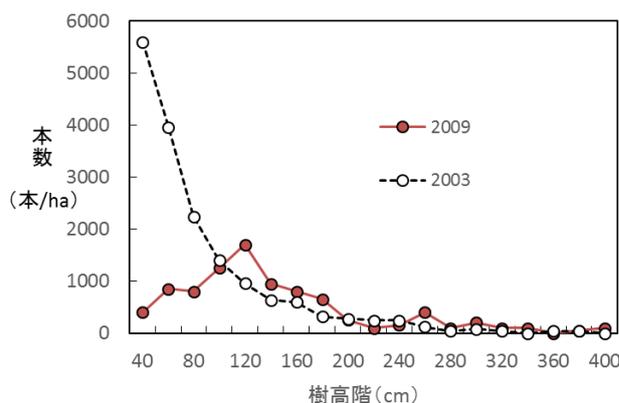


図-2 設定時および6年後の本数分布

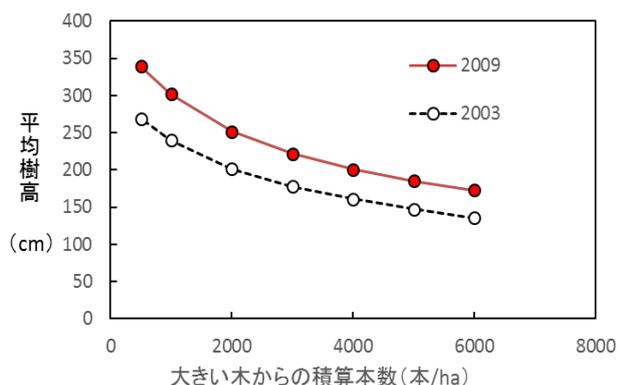


図-3 稚幼樹の平均樹高の推移

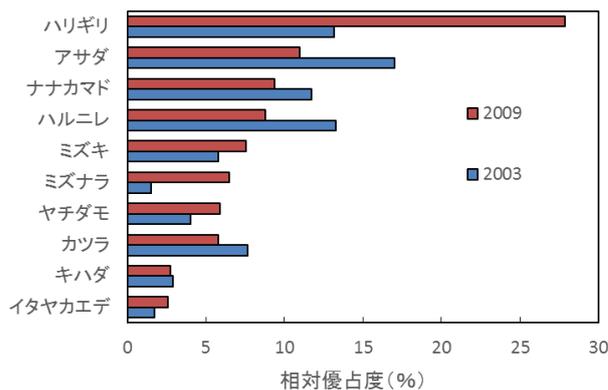


図-4 樹種毎の優占度の推移

います。この林分では設定翌年に台風害を受け、光環境が急激に変化したことから、弱い光環境で生育していた小さな個体は枯れていったものの、大きな個体では上長成長を促進できたと考えられます。

そこで、今後の稚幼樹の推移を検討するため、平均樹高と本数を組みにした相対優占度（全木の $\text{本数} \times \text{樹高}$ の合計に対する当該樹種の本数 \times 樹高の合計割合）を計算し、上位10種について図-4に示しました。



写真-6 設定6年後の林況

設定時にはアサダ、ハルニレ、ハリギリ、ナナカマド、カツラの順でしたが、6年後も若干の順序の違いがあるものの同様の樹種が優占する傾向を示しました。

このような樹種の構成は、表-2で示したように比較的少ない種が優占する林分と異なり、多様な樹種が混交林を形成する初期段階と考えられました（写真-6）。

都市近郊林など自然状態を維持しながら森林を管理する必要のある林分では、上木の択伐、間伐と植え込みとともに、侵入広葉樹を活用しながら森林を維持していく方法も一つの選択肢と考えられます。なお、この調査地は元林業試験場山口科長、保護グループ南野研究主任が設定した箇所を継続して調査しました。

林分周辺には遊歩道が整備されており、広葉樹の生育状況を確認することができます。近くにお立ち寄りの際は是非ごらんください。

また、林分調査および光環境の測定には多くの方々のご協力を得ました。この場を借りてお礼申し上げます。

参考文献

今博計・渡辺一郎・八坂通泰：トドマツ人工林における間伐が広葉樹の天然下種更新に及ぼす影響，日林誌 89(6)，2007，395-400
 野々田秀一・渋谷正人・斎藤秀之・石橋聡・高橋正義：トドマツ人工林への広葉樹の侵入および成長過程と間伐の影響，日林誌 90(2)，2008，103-110

(森林環境部環境グループ)