

ISSN 1881-5502

研究報告

第 22 号

2013. 12

秋田県森林技術センター

目 次

1. 森林に生息する哺乳類・鳥類に影響を与えるナラ枯れ被害率の推定
.....長岐昭彦 1～13
 2. 標高を指標としたミズナラ分布域の推定とナラ枯れ予防対策の検討
.....長岐昭彦 14～24
 3. 砂丘環境の違いがカシワの初期成長に与えた影響
.....田村浩喜・金子智紀 25～32
 4. 能代市風の松原におけるニセアカシアの分布と駆除試験
.....田村浩喜 33～39
 5. 干拓地に造成された広葉樹防風林の成長
.....田村浩喜・高橋和政 40～46
- (ノト) タモギタケとナメコの栽培におけるLEDの効果
.....菅原冬樹・宮脇辰也・古瀬茉衣子・田中修 47

森林に生息する哺乳類・鳥類に影響を与えるナラ枯れ被害率の推定

長岐 昭彦

Estimation of the damage rate by Japanese oak wilt affecting mammals, birds that inhabit the forest

Akihiko NAGAKI

要旨

森林の生態系に影響を与えるナラ枯れの被害程度を明らかにするため、罹病樹種を全て抜き切りした擬似的な被害林分を造り、抜き伐り率（＝被害率）の異なる林分で植物相、大中型哺乳類相、鳥類相の種別出現数を調べた。その結果、被害率が上層木の胸高断面積合計の約 40%未満であれば、各相にほとんど変化は認められなかったものの、約 50%以上になると、上層木の減少、下層植物の増加を招き、生息する様々な哺乳類や鳥類の出現数に変化がみられた。このことから、被害率が約 50%を超えると、森林の生態系に与える影響は大きいと推測され、優先して防除対策を講ずる必要があると判断された。

I. はじめに

ブナ科樹木萎凋枯死被害（以下“ナラ枯れ”）は、病原菌の *Raffaelea quercivora* Kubono et Shin-Ito (Kubono and Ito 2002) が材内に侵入・繁殖することで、通水障害を起こし枯死する伝染性の樹病である。被害はこの菌を養菌性甲虫のカシノナガキクイムシが枯死木から健全木へ運ぶことによって拡散する。

秋田県の被害は、2006年に山形県境のにかほ市三崎公園で初めて確認され、2008年には内陸の湯沢市雄勝峠付近でも確認された。それまで2箇所のみだった被害は、2009年に広範囲に拡散し、海岸では男鹿市、内陸では横手市、東成瀬村まで広がった。それ以降 2013年現在まで被害量は増加し続けている。

この病害に対する駆除や予防方法は数多く開発・試行され、一部の都市近郊地域では組織的なボランティア等の労力によって被害抑制に功を奏している（小林ら 2011）ものの、広範囲の山林を対象に被害の拡散を抑制することは極めて困難といえる。また、被害の大きさは一様ではなく、枯死木の発生が単年で済む微害林分もあれば、長期に渡る被害で上層木が極めて少なくなる激害林分もある。寒冷地におけるナラ枯れの罹病木はミズナラ、コナラ、カシワ、クリの4樹種で、ナラ菌に対する感受性の極めて高いミズナラ（村田ら 2002）が多い林分ほど、被害が大きくなると予想される。このため、被害が大きいと予測される林分を優先して集中的に防除対策を行えば、より効率的な効果が期

待できると考えた。しかし、被害の大きさによる森林への影響や、被害程度を評価した調査事例はほとんどない。

そこで、ナラ・ブナを主体とした広葉樹林において罹病樹種を全て伐採して疑似的な被害地を造り、抜き伐り率(=被害率)の異なる林分において、植物相と大中型哺乳類相および鳥類相の変化を調べ、これらの生育および生息に影響を与える被害程度を検討した。

本報告は、平成 20～24 年度に実施された県単独課題「ゾーニングによるナラ枯れの予防対策に関する研究」で行った研究の一部をとりまとめたものである。

II. 調査地の概況および方法

1. 調査地の概要と疑似被害地の設定状況

調査地は、由利本荘市鳥海町上笹子のブナとミズナラを主要樹種とした約 10ha の広葉樹林内に設定した。図-1 に位置図を示す。調査地の北東から南西へ続く主尾根は、上部が平坦で、中部にかけて緩傾斜面が存在するが、尾根から離れるにつれ急斜面となる。また、東側にはスギ幼齢林、南西側にはスギ壮齢林が隣接している。林齢は 44～46 年生(2007 年調査時)、標高は 230～420m、最大積雪深は 100～250cm である。

2008 年 11～12 月、調査地内の 2カ所計 3.6ha において、ナラ枯れの罹病樹種であるミズナラ、コナラ、クリを抜き伐りし、疑似被害地を設定した。この地内で、相対的に抜き伐り率の高い箇所を被害強度区(以下“強度区”)、低い箇所を被害弱度区(以下“弱度区”)とし、疑似被害地に隣接している無施業林分約 6.5ha を対照区とした。



図-1 調査位置図

2. 植物相の調査方法

植物相は、高木層、亜高木層、低木層、草本層の 4 層に区分し、うち低木層は高さ 1.2m 以上 6.0m 未満とし、草本層は高さ 1.2m 未満とした。調査は、抜き伐り前の 2008 年、抜き伐り直後の 2009 年、

抜き伐り後4年目の2012年の6-9月に行った。対象区は2008年と2012年に調査を行った。

表-1に各階層における各区の大きさ・区数・調査項目等を示す。

表-1 植物相調査区の大きさ・区数・調査項目

調査対象	調査区の大きさ	調査区数 3区共通	調査項目
高木・亜高木層	40×25m	3	種名・高さ・胸高直径
樹冠面積 単木毎	10×10m	5	8方位の樹冠の長さ
開空率 撮影高100cmより上	定点	10	全天空の撮影
低木層 (1.2~6.0m未満)	10×10m	3	種名・高さ・胸高直径
	20×2m	5	種名・高さ・胸高直径
草本層 (0.3~1.2m未満)	10×2m	5	種名・高さ
	1×1m	20	種名・個体数

1) 高木・亜高木層の調査方法

高木層・亜高木層の調査区は、40×25mの方形区をそれぞれの区に3個設けて高木区とし、立木毎に樹種、胸高直径、樹高、高木・亜高木の区分を調査した。

樹冠の調査は、各区に10×10m区を5個ずつ、それぞれの高木区(40×25m)内に1~2個設置し、樹冠のある高木・亜高木の位置と根元から8方位の樹冠の長さを測定した。樹冠面積は、Leaf21(千葉2008, 試作品)を利用して樹冠投影を作図し(図-2)、重なる樹冠の面積を除外し算出した。また、10×10m内に2カ所の定点を設け、魚眼レンズ(FC-E8, Nikon製)を装着したカメラ(COOLPIX4500, Nikon製)を三脚に取り付け、地上高1.2mの高さより曇天日に全天空を撮影し(図-3)、樹冠の状況を調べた。画像の解析はRGBFisheye(石田2005)を利用し、各定点の開空率割合を算出した。

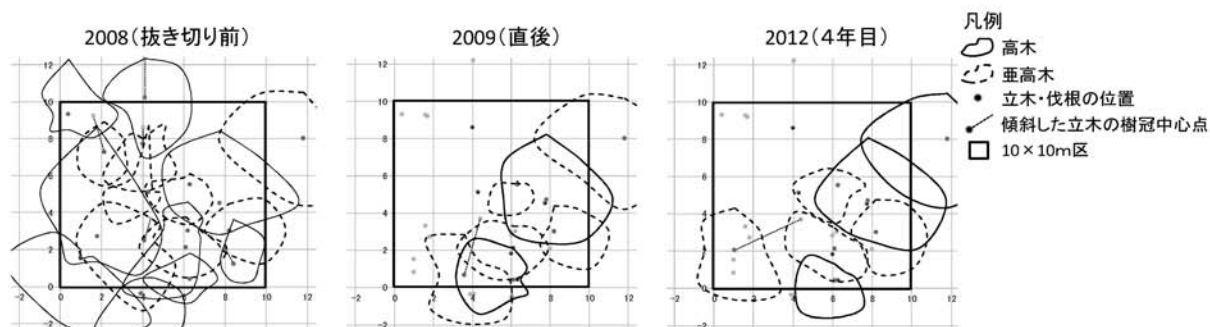


図-2 Leaf21による樹冠投影図(例 強度区 No.3)

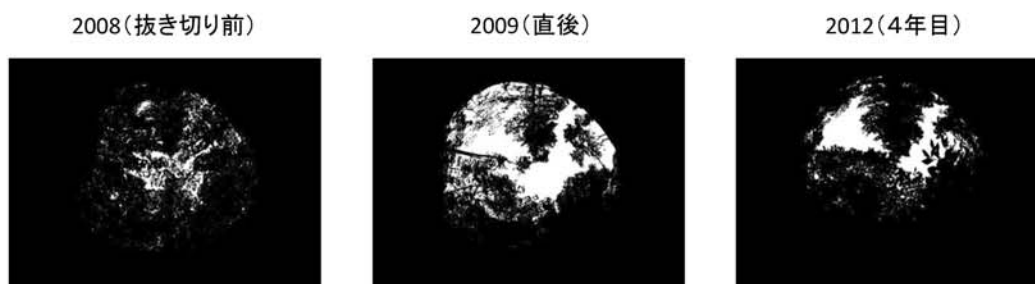


図-3 抜き伐り前後の全天空の撮影画像(例 強度区 No.3)

2) 低木層・草本層の調査方法

低木層の調査は、10×10mを高木区(40×25m)の中に1個ずつ設けた区(各区3個)と、さらに20×2mを各区に5個設けてあわせて低木区とし、立木毎に樹種、胸高直径、高さを計測した。

また、草本層は、高さ0.3m以上1.2m未満と0.3m未満に区分した。前者は、低木区内に10×2mを各区に5個設け(草本上区)全植物の高さを、後者は、低木区内に1×1mを各区に20個設け(草本下区)、種別本数をそれぞれ測定した。その際に、輪生状に葉を伸ばすシダやスゲ等の種類は1群を1つとして数えた。

3. 大中型哺乳類相・鳥類相の調査方法

調査林分に出現する大中型哺乳類と鳥類の種数と出現頻度を調べた。表-2に調査の手段・区の大きさ・区数を示す。

表-2 大中型哺乳類相・鳥類相調査の手段・区の大きさ・区数

調査対象	調査手段	調査区の 大きさ	調査区数			年間 回数
			強度区	弱度区	対照区	
哺乳類	中・大型 センサーカメラによる撮影	定点	3	3	5	4
	ノウサギ 糞粒の計測	10×2m	10	10	20	2
鳥類	全種 ポイントセンサス	定点	4(往復8)	4(往復8)	5(往復10)	3

1) センサーカメラによる大中型哺乳類の出現調査

赤外線センサーを用いた自動撮影カメラ(Fieldnote II 有限会社麻里府商事製)を強度区・弱度区に3台ずつ、対照区に5台、50m以上の間隔で設置した。設置の際は、撮影範囲内の地面に生育する植物や落枝を除去した後、ISO800の35mmフィルムを入れた自動撮影カメラを立木の地上高約100cmに荷造りベルトで固定した。毎年、初回の調査時のみに、剥きクルミ、ドッグフード類を置いた。1回の設置期間は14~30日間で、調査は、2007~2012年に雪解け直後の4~5月、6~8月、9~10月、積雪前の落葉期の11~12月の年4回行った。

2) 糞粒数測定によるノウサギの生息調査

調査区として10×2mを強度区、弱度区に10個ずつ、対象区に20個設置し、ノウサギの糞粒数を測定した。測定後、総ての糞粒は調査区より除いた。調査区は2個を隣接して設定し、林分内に均等に配置した。調査は、2008~2012年に融雪直後の4~5月、夏季の7~8月の年2回行った。

ノウサギの積雪期の糞粒は、降雪により埋雪し、腐敗することなく融雪時その場の地面に現れる。よって、融雪後まもない4~5月に測定した糞を積雪期の糞とし、7~8月に測定した糞を無積雪期の糞とした。

3) ポイントセンサスによる鳥類相の調査方法

鳥類相調査は、ポイントセンサスにより行った。調査定点は、林縁から40m以上離れ、かつ定点間の距離が約80m以上離れるように、強度区・弱度区に4箇所ずつ、対照区に5箇所を設けた。各定点では、雨天日を除き鳴き声が最多となる夜明け直後から午前7時までの時間帯に5分間、鳴き声と目

視より半径約 40m 以内に出現する種類と個体数を記録した。その際、林内に入らず林分上空を飛行しただけの個体は除いた。調査は 2007 年～2012 年、繁殖期の 5 月下旬～7 月上旬に年 3 回、1 回の調査時に各定点をつなぐルートを往復し各点 2 回ずつ行った。

Ⅲ. 結果と考察

1. 被害の大きさと植物相の変化

1) 高木・亜高木層の変化

(1) 抜き伐り前の林相

抜き伐り前の高木・亜高木層の状況を表-3 に示す。高木層の平均胸高直径と平均樹高は、抜き伐り林分で 16.6～24.3cm, 16.4～20.7m, 対照林分で 17.8～24.9cm, 14.6～20.4m であった。両区とも緩斜面では胸高直径が大きく、尾根では樹高が低くなった。高木・亜高木層の立木密度と胸高断面積合計は、抜き伐り林分で 1,520～2,360 本/ha, 36.8～56.9m²/ha, 対照林分で 1,100～2,200 本/ha, 29.5～35.9m²/ha であった。両林分を比較すると、抜き伐り林分では、立木密度、胸高断面積合計共にやや大きく、罹病樹種の占める割合の多い林分と少ない林分が入り交じっていた。また、両林分とも標高が最も低い区でコナラが出現した。

ナラ枯れ罹病樹種のミズナラ, コナラ, クリを合わせた胸高断面積合計の割合を、強度区, 弱度区, 対照区で比較すると、それぞれ 52～76%, 13～37%, 41～78% であった。よって、抜き伐り率 (=被害率) は、強度区で概ね 50% 以上、弱度区で概ね 40% 未満となった。

表-3 高木・亜高木層の樹種別立木密度と胸高断面積合計

調査区 (標高)	抜き伐り林分						対照林分		
	NO. 1 (390m) 強度区	NO. 2 (370m) 弱度区	NO. 3 (370m) 弱度区	NO. 4 (320m) 弱度区	NO. 5 (320m) 強度区	NO. 6 (290m) 強度区	NO. 1 (390m) 対照区	NO. 2 (360m) 対照区	NO. 3 (280m) 対照区
高木層 平均胸高直径 (cm)	21.8	20.3	16.6	20.9	20.4	24.3	17.8	18.8	24.9
平均樹高 (m)	16.4	19.5	17.0	16.7	16.4	20.7	14.6	16.9	20.4
亜高木層 平均胸高直径 (cm)	9.4	9.1	9.1	10.8	11.2	12.5	8.3	10.5	13.9
平均樹高 (m)	8.7	9.5	9.2	9.8	10.6	11.9	8.0	10.2	13.3
立木密度 (本/ha)	1520	1950	2360	1560	1690	2120	2200	1570	1100
内訳									
ミズナラ	390 (26%)	200 (10%)	760 (32%)	190 (12%)	1000 (59%)	960 (45%)	880 (40%)	560 (36%)	530 (48%)
コナラ						60 (3%)			20 (2%)
ブナ	610 (40%)	1360 (70%)	1210 (51%)	740 (47%)	140 (8%)	40 (2%)	790 (36%)	610 (39%)	30 (3%)
クリ	130 (9%)	10 (1%)	10 (0%)	130 (8%)		40 (2%)	20 (1%)	30 (2%)	150 (14%)
ベニイタヤ	60 (4%)	90 (5%)	10 (0%)	130 (8%)	30 (2%)	60 (3%)	140 (6%)	90 (6%)	
ホオノキ	60 (4%)	20 (1%)		150 (10%)	130 (8%)	320 (15%)	60 (3%)	70 (4%)	100 (9%)
カスミザクラ					90 (5%)	80 (4%)		20 (1%)	60 (5%)
オオヤマザクラ				60 (4%)		40 (2%)			
他(コシアブラ, アズキナシ等)	270 (18%)	270 (14%)	370 (16%)	160 (10%)	300 (18%)	520 (25%)	310 (14%)	190 (12%)	210 (19%)
胸高断面積合計 (m ² /ha)	41.3	39.9	36.8	38.5	38.3	56.8	31.7	29.4	35.8
内訳									
ミズナラ	15.5 (38%)	5.0 (13%)	13.5 (37%)	6.3 (16%)	29.1 (76%)	35.3 (62%)	15.4 (48%)	10.9 (37%)	20.7 (58%)
コナラ						6.6 (12%)			1.8 (5%)
ブナ	16.6 (40%)	29.7 (74%)	20.5 (56%)	16.8 (44%)	3.1 (8%)	1.0 (2%)	11.1 (35%)	12.7 (43%)	0.6 (2%)
クリ	5.9 (14%)	0.2 (0%)	0.1 (0%)	4.5 (12%)		0.7 (1%)	1.1 (3%)	1.0 (3%)	5.4 (15%)
ベニイタヤ	0.9 (2%)	1.5 (4%)	0.1 (0%)	3.1 (8%)	0.6 (1%)	0.2 (0%)	1.8 (6%)	1.4 (5%)	
ホオノキ	0.9 (2%)	0.7 (2%)		3.5 (9%)	2.7 (7%)	6.4 (11%)	1.0 (3%)	1.5 (5%)	2.7 (8%)
カスミザクラ					1.4 (4%)	1.9 (3%)		0.1 (0%)	1.8 (5%)
オオヤマザクラ				2.0 (5%)		0.7 (1%)			
他(コシアブラ, アズキナシ等)	1.5 (4%)	2.8 (7%)	2.6 (7%)	2.2 (6%)	1.4 (4%)	4.1 (7%)	1.5 (5%)	1.9 (6%)	2.8 (8%)

(2) 胸高断面積合計の変化

ミズナラ、コナラ、クリを抜き伐りした後の高木・亜高木層の胸高断面積合計の変化を図-4に、抜き伐り前を100とした胸高断面積合計の変化を図-5に示す。強度区では、抜き伐りから4年経過しても、残った立木の胸高断面積合計は増加量が小さく、特に、抜き伐り率が約75%であった伐5区や伐6区は、ほとんど増加していなかった。それに対し弱度区では、抜き伐り直後から4年目までに約10ポイントの増加がみられ、抜き伐り率が最も小さい伐2区は、4年後には抜き伐り前の胸高断面積合計を上回った。

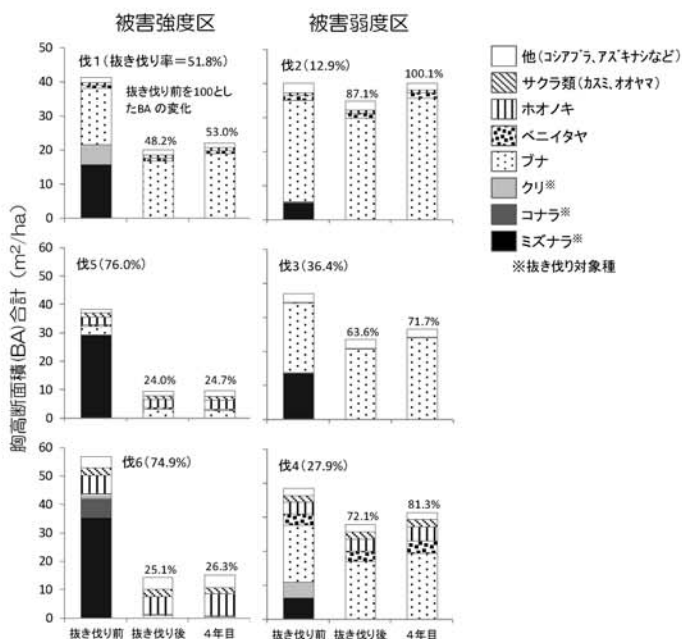


図-4 高木・亜高木層の抜き伐りによる胸高断面積合計の変化

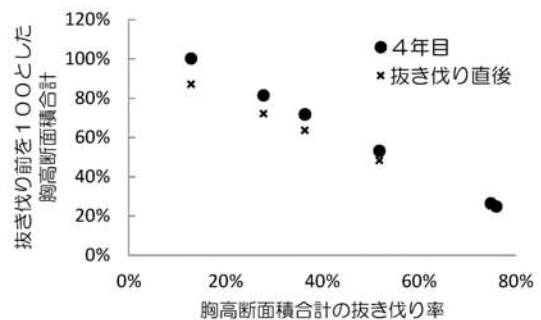


図-5 高木・亜高木層の抜き伐り率と胸高断面積合計の変化

(3) 樹冠面積比と開空率の変化

抜き伐り前を1とした強度区、弱度区、対照区の樹冠面積比の変化を図-6に示す。強度区の樹冠面積比は、抜き伐り直後0.23~0.72と減少し、4年後には0.22~0.83と3林分で残った立木の樹冠の発達によって増加したものの、2林分では立木の雪害等でさらに減少するなど、林分によって異なった。それに対し、弱度区では抜き伐り直後0.87~0.97になった樹冠面積は、4年後0.90~1.00と総ての林分で増加した。また、対照区は4年間で0.98~1.08となり4林分で増加し、1林分で減少した。

次に全天空写真中の開空率の変化を図-7に示す。抜き伐り前2008年の開空率の平均値は、強度区で5.65% (±1.80)、弱度区で5.74% (±1.12)、対照区で5.09% (±0.90)と3区とも同程度であった。強度区では、抜き伐り直後に19.70% (±5.70)と増加しばらつきも出て、4年目に13.16% (±4.85)と樹冠の発達によって開空率は減少したものの、抜き伐り前の状態まで戻った定点はなかった。それに対し弱度区では、抜き伐り直後8.14% (±0.78)とわずかに増加したものの、4年目には5.16% (±1.26)と抜き伐り前より少なくなった。対照区では、3定点を除き4年経過した2012年に5.30% (±

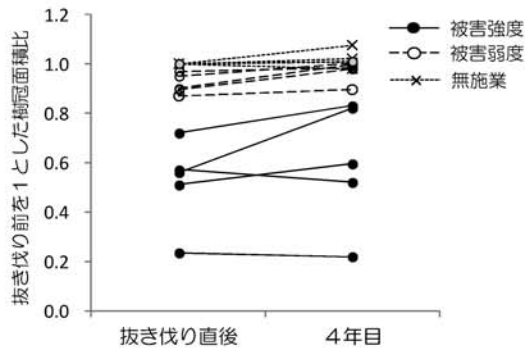


図-6 抜き伐り前を1とした樹冠面積比の変化

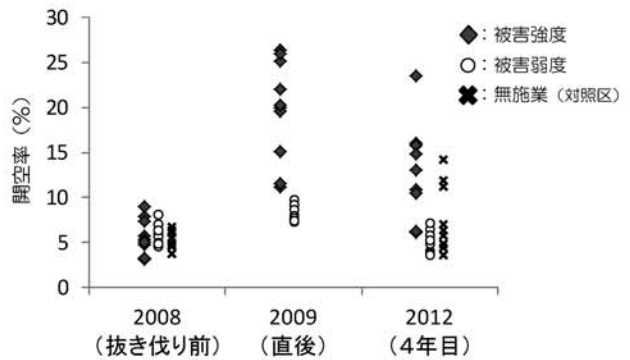


図-7 全天空写真中の開空率の変化 (2009年無施業区は未調査)

1.09) となりほとんど変化がなかった。対照区の一部に抜き伐り後、ナラ枯れが侵入した。樹冠面積の調査区 10×10m には被害枯死木は認められなかったが、全天空写真を撮影した際、撮影範囲が広く枯死木が確認された3点で2012年の開空率が高くなった。

これらのことから、抜き伐り率40%未満の弱度区においては、抜き伐り直後に減少した樹冠面積は4年後に抜き伐り前まで回復するが、抜き伐り率50%以上の強度区においては、4年経過しても抜き伐り前まで回復できないことが明らかとなった。

2) 低木層・草本層の変化

強度区、弱度区、対照区における抜き伐り前後の低木層（高さ1.2-6.0m未満）に生育する植物の本数変化を図-8に、草本層（高さ1.2m未満）に生育する植物の本数変化を図-9に示す。低木層の植物は落葉高木、落葉低木、ササ等に分け、高さ1m毎の本数を、草本層の植物は木本、草本、ササに分け、高さ30cm毎の本数を表した。また、抜き伐り前の2008年の本数を基準とした植物の本数変化を図-10に示す。

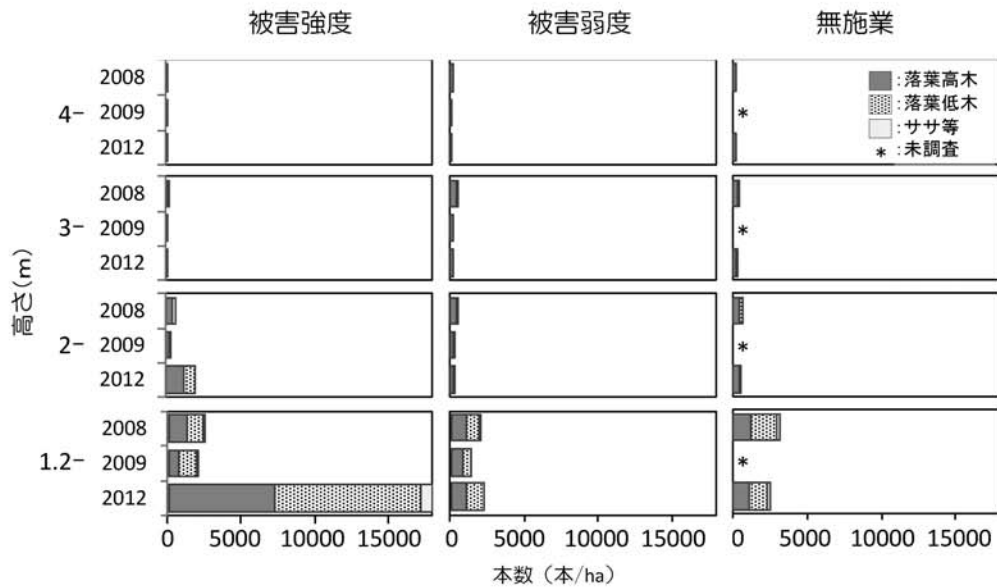


図-8 低木層(H1.2-6m)における植物本数の変化

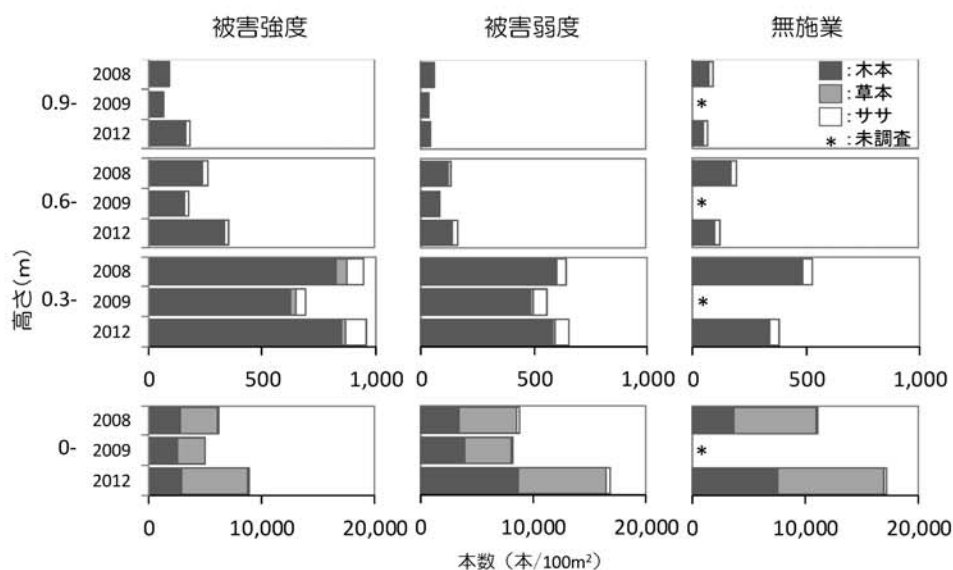


図-9 草本層(H0-1.2m)における植物本数の変化

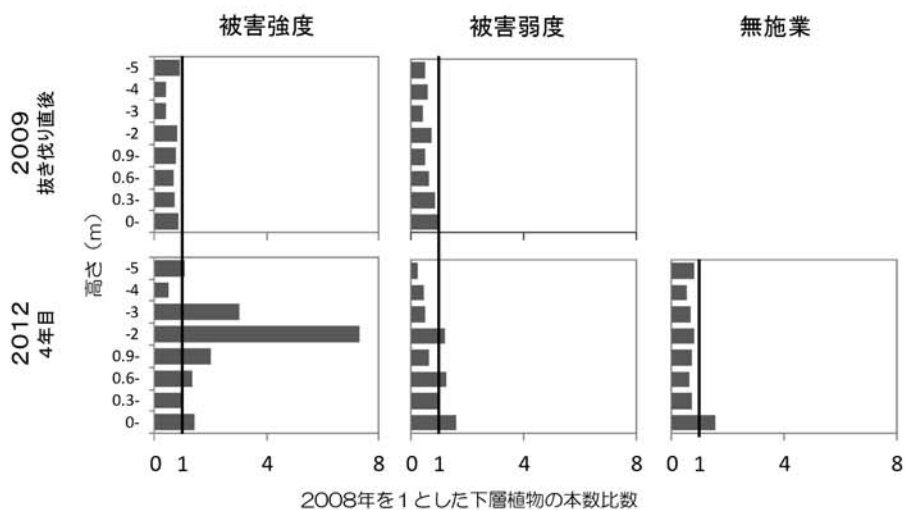


図-10 抜き伐り前の2008年を1とした下層植物の本数変化

図-8より落葉低木が多く出現するのは2m以下で、図-9より草本が多く出現するのは0.3m未満であった。また、この調査地においてササの生育本数は少なかった。

図-8～10より、強度区、弱度区ともに抜き伐り直後、伐採木の下敷きや倒木に伴う幹折れなどにより低木層、草本層全ての階層で本数が減少した。抜き伐りから4年目の2012年には、強度区では低木層の3-4m階層を除き、全ての高さ階層で抜き伐り前と同程度以上に増加し、特に2-3mの階層は約3倍、1.2-2mの階層は約7倍、0.9-1.2mの階層は約2倍に増えた。これに対し、弱度区では2m以下の階層の本数が抜き伐り前と同程度まで回復したにとどまり、対照区では2008年と比較し0.3m以上の全ての階層の本数が減少した。

これらのことから、強度区では抜き伐りによって林内の光環境が良好になり、林床に生育していた後継樹などの植物が繁茂し、林内の環境が大きく変化したと推測された。

2. 大中型哺乳類相の変化

センサーカメラにより調査期間内に 50 回以上撮影された大中型哺乳類は、トウホクノウサギ（以下“ノウサギ”）、ツキノワグマ（以下“クマ”）、タヌキ、ホンドテン（以下“テン”）、ハクビシン、ニホンカモシカ（以下“カモシカ”）の 6 種であった。上記 6 種にニホンリス、ニホンイタチ、アナグマを加えた出現数を全種とし、強度区、弱度区、対照区における 2007～2012 年の変化を図-11 に示した。

テン、タヌキ、ハクビシン、クマは、対照区と比較し強度区で抜き伐り後に出現数が減少した。特にテン、タヌキは 2010 年以降、撮影が確認されなかった。それに対し、弱度区では対照区と同様の推移を示した。高木・亜高木の 50% 以上の抜き伐りを行った強度区では、上層木の減少による生息環境の変化が大きく、これら 4 種の出現数の減少を招いたと推測された。

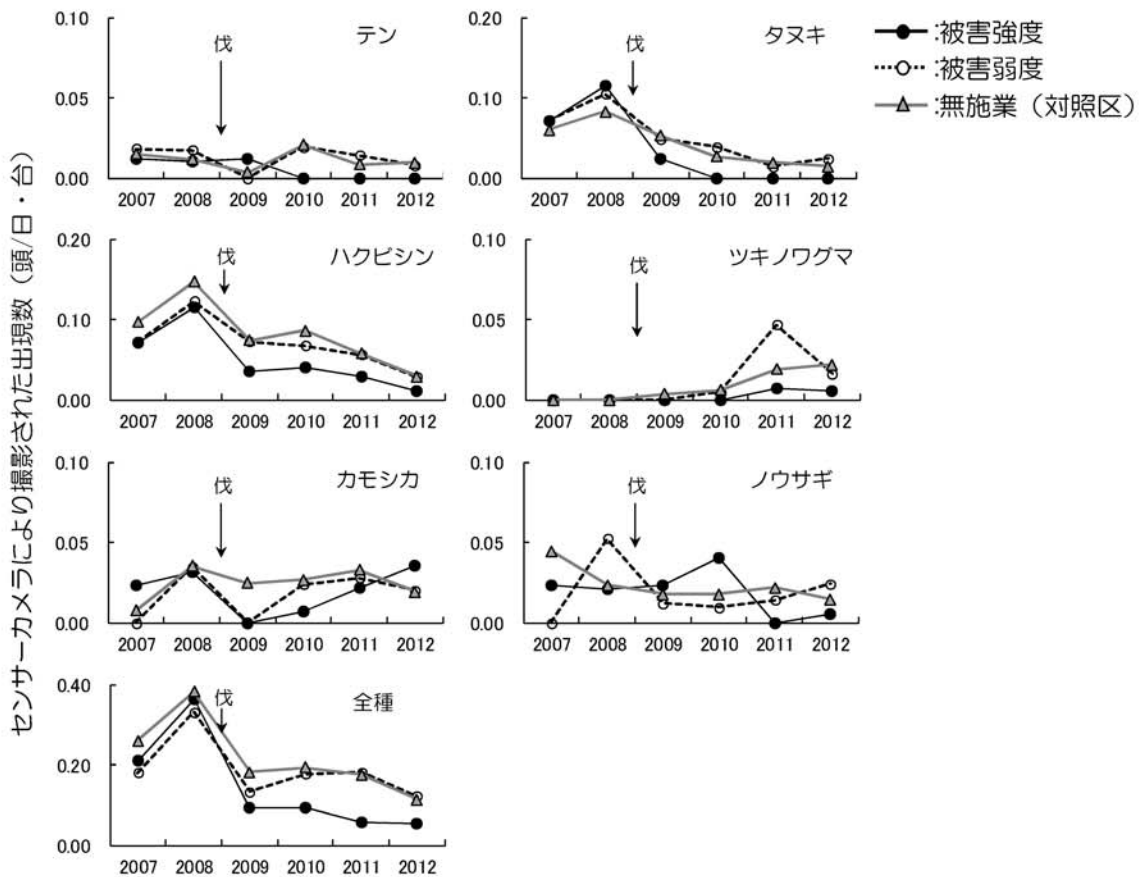


図-11 大中型哺乳類の出現数の変化

カモシカの出現数は、抜き伐り直後の 2009 年に強度区、弱度区ともに減少した。その後、強度区では 2010 年以降徐々に増加したのに対し、弱度区では 2010 年にすぐ回復し、それ以降対照区と同様の推移を示した。

カモシカはテリトリーを持ち (Akasaka and Maruyama 1977)、テリトリー内でスギ林の間伐や広葉樹林の抜き伐りなどを行うと、生息環境の変化に伴い施業を行った林分を一時的に回避することがある (大槻・伊藤 1996; 長岐 2006)。このことから、強度区、弱度区では抜き伐りによる環境変化に伴

い、抜き伐り直後に出現数が減少したと推測された。また、弱度区は抜き伐りによる生息環境への影響が小さく、出現数の減少は単年のみだったのに対し、強度区では抜き伐りによる影響が大きく回復するまで時間を要したものの、餌植物となる低木層が繁茂するに伴い増加したと考えられた。

ノウサギは、強度区で抜き伐り後2年目の2010年で増加し最大値となったが、翌2011年以降に激減した。これに対し、弱度区や対照区では、2008年以降ほぼ一定量で推移した。図-12に無積雪期と積雪期のノウサギの糞粒数変化を示した。無積雪期の糞粒数変化より、センサーカメラによる出現数変化と同様、強度区では抜き伐り2年目の2010年に増加し最大値となって翌2011年以降激減し、弱度区や対照区では、ほぼ一定量で推移した。また、積雪期の糞粒数変化より、強度区では抜き伐り後、年々糞粒数が増加して2012年が最大値となり、弱度区や対照区では多少の増減はあるもののほぼ一定量で推移した。

ノウサギは植物の種類によって嗜好性を示すが、ほとんどの植物を食することが知られている(大1974)。無積雪期には約50cmまでの高さに生育する植物が餌対象となり、積雪期には積雪深以上の高さに生育する木本が餌対象となる。本調査地の最大積雪深は100~250cmであるため、積雪期の餌対象植物とする高さの範囲は、約100cm以上と推定される。約40年生のスギ林で50%の間伐を行った結果、草本層の植物は3年目に最も高くなり、無積雪期のノウサギ糞粒数も同様に推移した調査事例がある(長岐2012)。ナラやクリを抜き伐りした当調査地の強度区では、林内の光環境が良好となり低木層・草本層の植物本数は一斉に増加したが、伐根の萌芽や後継種の伸長により低木層の植物本数が年々増加するに伴い、より低い草本層では一旦増加した本数は被圧されて減少したと推測された。この餌植物の本数変化により、強度区におけるノウサギの出現頻度は、無積雪期では抜き伐り後2年目に最も多くなり、積雪期では年々多くなったと考えられた。

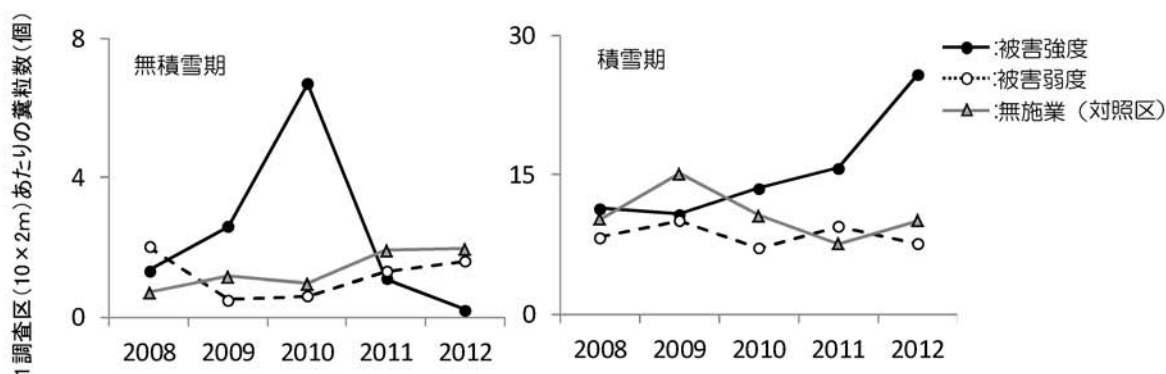


図-12 ノウサギの糞粒数の変化

図-11の大中型哺乳類全種の出現数変化より、抜き伐り直後の2009年に全ての区の出現数が急激に減少した。このため、隣接の無施業林分も含めた周辺地域へ、抜き伐りによる影響が出たことは否めない。しかしながら、強度区では、哺乳類6種の出現数は弱度区・対照区と比較し異なる推移をしたことから、抜き伐り率(=被害率)50%以上の林分では、生息する大中型哺乳類へ影響があるものと推測された。

3. 鳥類相の変化

調査期間内に出現した鳥類は27種であった。このうち、一時的に出現した種や調査区内の数カ所のみで出現した種を除き、調査期間内の総出現数が30個体以上確認された9種を対象とし、ポイントセンサスによる繁殖期の出現数変化を図-13に示す。調査期間を通し出現数が多かったヒヨドリ、シジウカラについては、抜き伐りによる出現数への影響は認められなかった。弱度区や対照区と比較し、強度区で抜き伐り後に出現数が増えた種と減った種が認められた。

1) 強度区で出現数が増加した鳥類

ホオジロは、低標高の里山に生息し、農耕地、疎林、灌木林、草原など開けた場所を好み、樹上や地上を採餌場所とする(清澄 1978)。スギ壮齢林では、雪害により疎林化した林分や林縁で多く出現した調査事例がある(長岐 2007)。これらのことから、抜き伐りにより上層木が疎林化した強度区で、出現数が増加したと推測された。

センダイムシクイは、落葉広葉樹林や灌木林を主な生息地とし、昆虫類を主食として、繁殖期になわばりを有する(清澄 1978)。調査地では、抜き伐りする前より一定の地域で繁殖期に複数の♂のなわばりが確認された。なわばりの範囲は、抜き伐り後、強度区と弱度区に分かれた。また、植物の種類や本数が多いほど、植物を餌とする昆虫も多いと考えられる。このことから、強度区では植物が繁茂し昆虫も増え、昆虫を主食とするセンダイムシクイの出現数が増加したと推測された。

アカゲラ、コゲラは、樹幹や枝にとまり昆虫類や植物の実をついばむ(清澄 1978)。一方で枯れ木や倒木には、多数の穿孔性昆虫が生息する。強度区では、抜き伐りして数年経過した倒木に多数の穿孔性昆虫が生息し、それを餌とするアカゲラ、コゲラの出現数が増加したと推測された。

2) 強度区で出現数が減少した鳥類

キビタキは、夏鳥で落葉広葉樹林や針広混交林などの枝葉や樹洞に営巣する(清澄 1978)。また、カケスは、森林性の鳥類であり、高木層が発達した森林に生息、繁殖する(清澄 1978)。強度区でこ

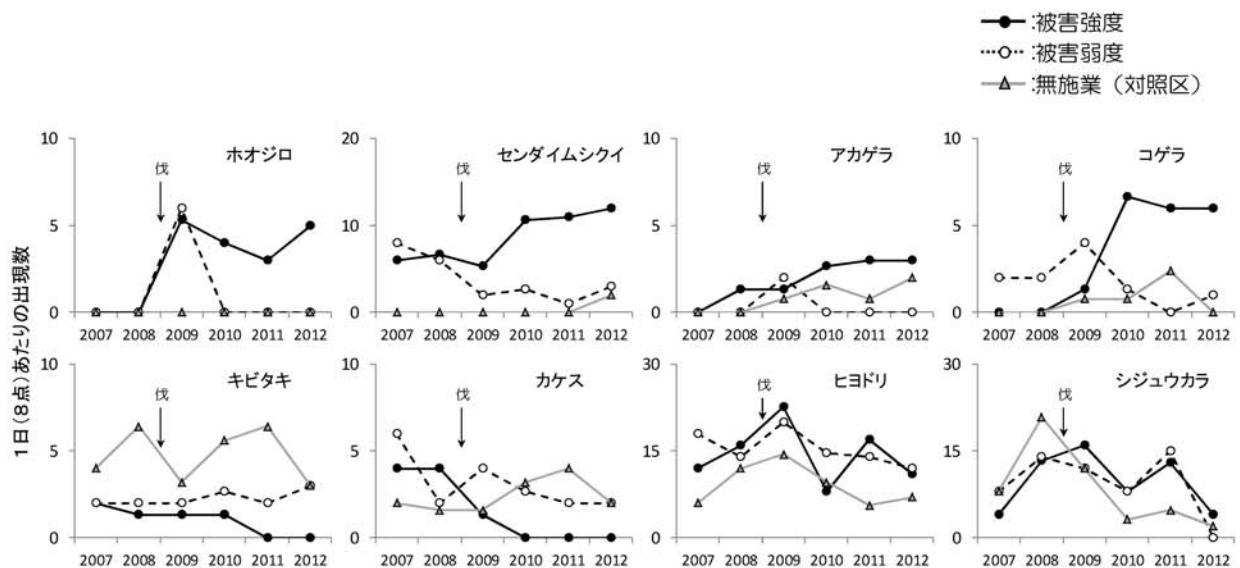


図-13 ポイントセンサスによる繁殖期の鳥類の出現数変化

これらの種の出現数が減少したのは、高木・亜高木の50%以上を抜き伐りし、営巣対象の適性木が減少したためと推測された。

解析対象とした8種のうち6種の出現数が強度区で増減し、抜き伐りによる影響が認められた。このことより、抜き伐り率(=被害率)50%以上の林分では、生息する鳥類に影響があるものと推測された。

4. 哺乳類・鳥類に影響を与える被害率の推定と今後の課題

本調査結果より、ナラ枯れによる被害率が約50%以上になると、上層木の減少後、下層植物が繁茂し、この植生の変化により、生息する大中型哺乳類や鳥類など様々な生き物に影響が出ると予測された。また、被害率が約40%未満であれば、一時的に減少した樹冠面積は、残った他樹種の生育に伴い数年で回復し、林内の下層植生も変化なく、その結果、生息する大中型哺乳類や鳥類にもほとんど影響しないと推測された。

秋田県におけるナラ枯れ被害は、県南を中心に既に広範囲で確認され、被害地域内の全ての広葉樹林を防除対象とすると多大な労力と経費を要する。しかしながら、広範囲の森林を対象に被害を抑制した事例はなく、より効率的な方法が求められる。このことから、被害の大きいと予測される被害率約50%以上の林分に対し、未被害地であれば伐採などの予防対策を、既被害地であれば被害木の駆除等の防除対策を、それぞれ優先して行えば、より効率的な効果が期待できると推測された。

今後の課題として、被害率が約50%を超えると予測される林分の所在の確認方法を明らかにする必要がある。

引用文献

- Akasaka, T., Maruyama, N. (1977) Social Organization and Habitat Use of Japanese Serow in Kasabori. *J. Mamm. Soc. Jpn.* 7:87-102.
- 石田仁 (2005) RGBFisheye (<http://www1.gifu-u.ac.jp/~ishidam/RGBFisheye.htm>) .
- 清棲幸保 (1978) 日本鳥類大図鑑 I. 444pp, 講談社, 東京.
- 小林正秀, 吉井優, 阿部豊, 鶴田英人, 田辺博司 (2011) くん蒸剤と生物殺虫剤を用いたカシノナガキクイムシ駆除試験. *林業と薬剤* 197: 7-17.
- Kubono, T. and Ito, S. (2002) *Raffaelea quercivora* sp. nov. associated with mass mortality of Japanese oak, and the ambrosia beetle (*Platypus quercivorus*) . *Mycoscience* 43: 255-260.
- 村田政穂・中根阿沙子・佐野明・松田陽介・中西健一・伊藤進一 (2002) *Raffaelea* 属菌に対するブナ科6樹種の感受性の差異. *中森研* 50:107-108.
- 長岐昭彦 (2006) 森林施業によるカモシカの個体数管理の可能性. *山林* 1444: 34-43.
- 長岐昭彦・和田 覚 (2007) 森林の保育がもたらす生物多様性機能への効果. 秋田県森林技術センター研究報告 17: 1-35

- 長岐昭彦(2012)スギ林の間伐によるほ乳類多様性機能効果. 第17回東北森林科学会大会発表要旨:5
- 大槻 晃太・伊藤 健雄 (1996) ニホンカモシカ(*Capricornis crispus*)の行動圏における環境利用の季節的变化. 日林論 107:291-294
- 大津正英 (1974) トウホクノウサギ (*Lepus brachyurus angustidens*) の生態と防除に関する研究. 山形県立林業試験場研究報告 5:19-23.

標高を指標としたミズナラ分布域の推定とナラ枯れ予防対策の検討

長岐 昭彦

Estimation of oak distribution area was used as an index elevation and examination of preventive measures Japanese oak wilt

Akihiko NAGAKI

要旨

ナラ枯れによる被害は、罹病枯死率の高いミズナラの多い林分ほど激害化するため、予防対策にその位置を示した分布図は必要性が高い。また、伐採更新により維持されてきたナラ林は、現在、長期間放置されて大径化・老齢化し、今後の更新については不明な点が多い。そこで、県内を 15 地域に分け、現地調査等により各地域のミズナラが多く生育する標高域を推計し、民有林の広葉樹林位置情報と重ねて、ミズナラが多く生育する分布図を作成した。ナラ林内には後継樹が少なく、このまま放置してさらに高齢化すると、ナラ枯れの有無に関わらずナラは減少すると推測された。これらのことから、ナラ枯れの予防対策として、ミズナラ分布図より被害が大きいと予測された森林を優先的に伐採し、萌芽更新によって若返りさせることが最も効率的な方法と判断された。

I. はじめに

ブナ科樹木萎凋枯死被害（以下“ナラ枯れ”）は、1980年頃から日本海を中心に各地で被害が拡散し続けている樹病である。防除は、NCS 燻蒸による被害木の処理や殺菌剤の樹幹注入による予防など様々な方法が開発されているものの、一旦広範囲に拡散してしまうと、全ての枯死木を防除するのは物理的にも経費的にも厳しく、被害を抑制することは極めて困難となる。

被害は一様ではなく、立木の胸高断面面積合計で 50%以上の被害を受けると、植物や哺乳類・鳥類への影響が大きくなることが明らかとなった（長岐 2013）。このような被害が大きくなる林分は、罹病枯死率が極めて高いミズナラの多い林分と推測され（森総研関西 2007）、予防対策を優先して実施すれば、被害による森林への影響を少なくすることができると判断された。このため、ミズナラの多い地域を示す情報は、ナラ枯れ対策にとって極めて必要性が高い。

ナラ林は昔から薪炭材や農業用資材として利用するため、約 20～30 年毎に伐採され萌芽更新により維持されてきた。現在、ナラ林は放置されて大径化し、秋田県では 40 年生以上の林分が 90%以上を占める。大径化・老齢化した林木は萌芽力が劣るとの報告もあり（韓・橋詰 1991）、今後、このまま放置しても、より高齢化し更新できない可能性も考えられる。このため、現状のナラ林の更新状況を把握することは、ナラ林の保全やナラ枯れ対策を考える上で重要な情報となる。

これらのことから、ミズナラの多い林分の分布状況や高齢化したナラ林の更新状況と萌芽力を調べ、ナラ枯れの予防方法について検討した。

本報告は、平成 20～24 年度に実施された県単独課題「ゾーニングによるナラ枯れの予防対策に関する研究」で行った研究の一部をとりまとめたものである。

Ⅱ. 調査方法

1. ミズナラの多く生育する分布図の作成

1) 現存植生図を利用した方法

ナラ枯れによる被害の動向を予測するため、環境省自然環境情報 GIS の植生情報を基に作成されたコナラ・ミズナラ分布を活用する方法がある（森総研 2011）。そこで、秋田県で被害が広範囲に確認されている県南部を対象に、環境省の植生図を基にコナラ、ミズナラの分布図を作成し、適合性を検証した。

2) 標高を指標とした方法

秋田県の広葉樹林を構成する主な樹種は、コナラ、ミズナラ、ブナである。一般的に低標高にはコナラ、高標高にはブナ、その中間の標高域と海岸の風衝地にミズナラが多く生育することが知られている。そこで、標高を指標とし、3 樹種それぞれが多く生育する標高域（以下それぞれ“コナラ域”、“ミズナラ域”、“ブナ域”）を算出することを試みた。

表-1 15 地域の詳細な範囲

地域名	詳細な領域
①花輪・十和田	小坂町、鹿角市の黒沢川と米代川（合流地点から上流）を境とした北側
②八幡平	鹿角市の黒沢川と米代川（合流地点から上流）を境とした南側
③大館・北秋田	大館市、北秋田市、上小阿仁村
④藤里・二ツ井	藤里町、旧二ツ井町の米代川を境とした北側
⑤八峰町	旧八森町、旧峰浜村の水沢川—小山沢出合い—東側能代市境界までの東進を境とした北側、さらに旧二ツ井町境界まで東進した旧能代市の北側
⑥能代・三種	旧能代市の大倉山より南西に延びる尾根上503m地点の緯度を境とした南側、旧二ツ井町の米代川を境とした南側
⑦男鹿北部	男鹿市の入道崎—八望台—199.8m三角点—野村川を挟み向尾根—真山—毛無山—丸森—146.4m三角点—75.7m三角点—男鹿総合体育館—JR男鹿線—潟上市境界の尾根を境とした北側、若美町
⑧男鹿西部	男鹿市の入道崎—八望台—199.8m三角点—野村川を挟み向尾根—真山—毛無山—東北自然歩道—五社堂—長楽寺の尾根を境とした西側
⑨男鹿南部	男鹿市の長楽寺—五社堂—東北自然歩道—毛無山—丸森—146.4m三角点—75.7m三角点—男鹿総合体育館—JR男鹿線—潟上市境の尾根を境とした南側
⑩秋田・南秋	秋田市、潟上市、五城目町、井川町、八郎潟町
⑪本荘・由利	旧本荘市、旧岩城町、旧大内町、旧西目町、旧由利町、旧東由利町
⑫にかほ・鳥海	にかほ市、旧矢島町、旧鳥海町
⑬仙北	大仙市、仙北市、美郷町
⑭平鹿	横手市
⑮雄勝	湯沢市、羽後町、東成瀬村

秋田県を①花輪・十和田，②八幡平，③大館・北秋田，④藤里・二ツ井，⑤八峰町，⑥能代・三種，⑦男鹿北・内陸部，⑧男鹿西部，⑨男鹿南部，⑩秋田・南秋，⑪本荘・由利，⑫にかほ・鳥海，⑬仙北，⑭平鹿，⑮雄勝の15地域に分けた。各地域の詳細な領域を表-1に示す。1地域につき標高100m毎に4～5箇所以上の広葉樹林を選出し，1箇所に付き40×10m区を設け，高木・亜高木層の生立木を対象に樹種，胸高直径，樹高を調べた。調査地の選定にあたっては，調査前に国土地理院1/25,000の地形図よりおおまかな地域を選び，現地にて溪畔林や人工林を除き，樹高約10m以上，面積約0.2ha以上の広葉樹林分を対象とした。また，現地調査の他，全国で実施している森林モニタリング調査など既存の広葉樹林のデータを使用した。現地調査は，2010～2012年の無積雪期に行った。

2. ナラ枯れによる被害率の試算

前述の3樹種の標高域調査では，15地域におけるコナラ域，ミズナラ域，ブナ域毎に樹種別胸高断面面積合計が得られる。秋田県のナラ枯れ罹病樹種はミズナラ，コナラ，カシワ，クリの4樹種である。他県の事例により，ナラ枯れによる枯死率をミズナラ99%，コナラ30%，カシワ50%，クリ10%とし，15地域の各標高域において，罹病樹種4種の胸高断面面積合計割合にそれぞれの枯死率を乗じた数値の和を被害率とする。

3. ナラ林の更新調査

1) 実生調査

当センターでは2002年以降ブナ，ミズナラ，コナラの豊凶を把握するため，県内の5地域に採取網面積1m²のシードトラップを対象樹種林毎に20器ずつ設置し，落下種子を調査している。この5地域である八森町，田代町，田沢湖町，鳥海町，東成瀬村のミズナラ林4箇所，コナラ林2箇所において，1林分に2×2m区を10個設け，当年生実生数，2年生以上の実生数，ササの桿本数を調べた。調査は，2010年の6～7月に行った。

鳥海町のコナラ林は，落下種子調査の非対象地であったため，シードトラップの代わりに1×1m区を10個設け，地面に落下している種子数を2009年10月に計測した。

2) 後継樹調査

県内の30年生以上のコナラ4林分，ミズナラ9林分を調査対象林分とし，高木層，亜高木層，低木層，草本層に生育する木本の植物を調査した。各林分に高木・亜高木層調査区として50×10m区を1個，低木層調査区として10×10m区を1個，草本層調査区として2×2m区を5個設けた。高木・亜高木層，低木層の調査では，樹種，樹高，胸高直径を，草本層の調査では高さ30cm以上の高木性樹種と高さを測定した。調査は2009年7月と2011年6～7月に行った。

3) 萌芽調査

由利本荘市鳥海町上笹子の主にブナとミズナラが生育する広葉樹林を調査地として選定した。この調査地は，ナラ枯れによる哺乳類・鳥類への影響を調べた際に設定したもので，疑似被害林分を造るため，2008年11～12月に，ナラ枯れの罹病樹種であるミズナラ，コナラ，クリを抜き伐りした（長岐2013）。胸高断面面積合計の50%以上抜き伐りした林分を抜き伐り強度区（以下“強度区”）とし，40%未満の林分を抜き伐り弱度区（以下“弱度区”）とした。抜き伐り対象の林木は，抜き伐り前に胸

高直径と樹高を計測した。抜き伐りしたミズナラの伐根を、強度区内で 52 個、弱度区内で 27 個選び、伐根の径と高さ、萌芽の発生部位、萌芽数、最大の萌芽の高さを調べた。調査は 2009～12 年の秋季に行った。また、伐採から 4 年目の株の萌芽生存率を調べるため、新たに強度区 120 個、弱度区 91 個の伐根を追加し、最大萌芽高を調べた。

Ⅲ. 結果と考察

1. ミズナラ分布図の作成と利用

1) 秋田県における現存植生図の適合性

環境省自然環境保全基礎調査植生調査の最新データである第 6-7 回現存植生は、県内約半分の地域分しかないため、1/5 万第 2-5 回重ね合わせ植生図 GIS データ（環境省 1998）を使用した。このデータより秋田県南部におけるミズナラ、コナラが含まれている群名域を図-1 に示す。対象となる植生区分の群落名は、クリーミズナラ群落およびカシミザクラーコナラ群落、クリーミズナラ群落、ブナーミズナラ群落の 3 つであった。うちクリーミズナラ群落およびカシミザクラーコナラ群落は、占有面積が最も大きかったが、群名にコナラとミズナラの両者が入り、ミズナラが多い地域を示すことができなかった。また、これら 3 つの群落の境界が直線上になっている箇所が複数あり、現地と適合しているとは言い難い。これらのことから、ナラ枯れ対策に必要なミズナラ分布図の基礎データとして利用することは困難と判断された。

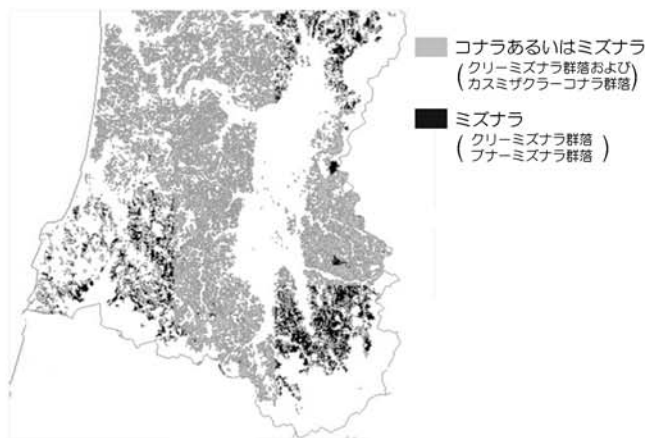


図-1 環境省自然環境保全基礎調査植生調査を基に作成したナラの分布図

2) 標高を指標としたミズナラ分布図の作成

県内 15 区分した地域の標高別コナラ、ミズナラ、ブナ、カシワ、その他広葉樹の胸高断面積合計割合を図-2 に示す。うち海岸に風衝地が多く存在する地域には、標高区分に“海岸”を加えた。データに使用された林分数は、現地調査 263 林分、森林モニタリング調査等他データ 157 林分、計 420 林分である。図-2 より、地域毎に 3 樹種それぞれの最も多く生育する標高域を割り出した（表-2）。秋田県の海岸沿いと県境寄りの内陸における南北のコナラ域、ミズナラ域、ブナ域の垂直分布を図-3 に示す。表-2 と図-3 より、コナラ域とミズナラ域の境界標高は、男鹿半島を除いた海岸の地域では緯度が高くなるにつれ低くなり、内陸の地域では雄勝より北の平鹿で 200m 低くなったもののそれ

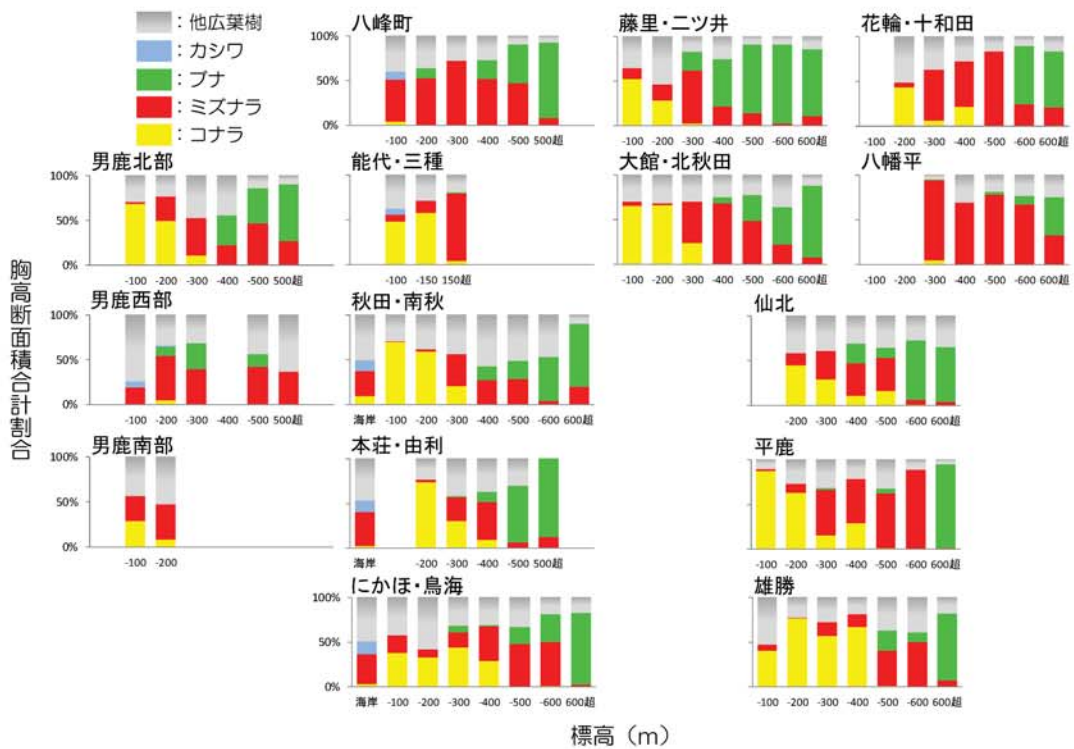


図-2 各地域における標高別コナラ，ミズナラ，ブナ，カシワ，他広葉樹の胸高断面積合計の割合

表-2 各地域におけるコナラ，ミズナラ，ブナの多く生育する標高域

海岸				内陸				
地域名	海岸	コナラ域	ミズナラ域	ブナ域	地域名	コナラ域	ミズナラ域	ブナ域
⑤八峰町		なし	0-500	500超	①花輪・十和田	100-200	-500	500超
⑥能代・三種		0-150	150超	なし	②八幡平	なし	200-600	600超
⑦男鹿北・内陸部		0-200	-500	500超	③大館・北秋田	0-200	-500	500超
⑧男鹿西部	有(0-600)	なし	(0-600)	未調査	④藤里・二ツ井	0-200	-300	300超
⑨男鹿南部		0-100	100超	なし	⑬仙北	0-200	-500	500超
⑩秋田・南秋	有	0-200	-500	500超	⑭平鹿	0-200	-600	600超
⑪本荘・由利	有	0-300	-400	400超	⑮雄勝	0-400	-600	600超
⑫にかほ・鳥海	有	0-300	-600	600超				

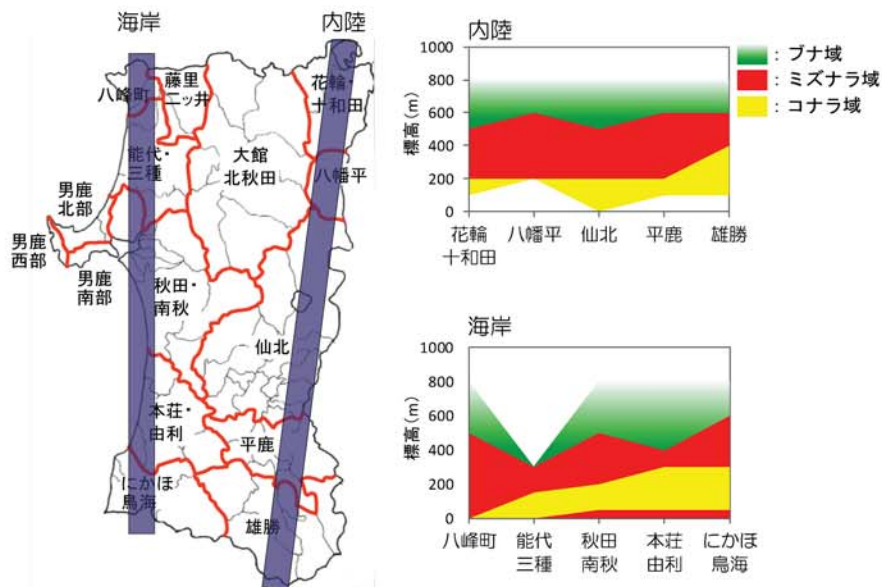


図-3 秋田県の内陸と海岸におけるコナラ，ミズナラ，ブナの垂直分布

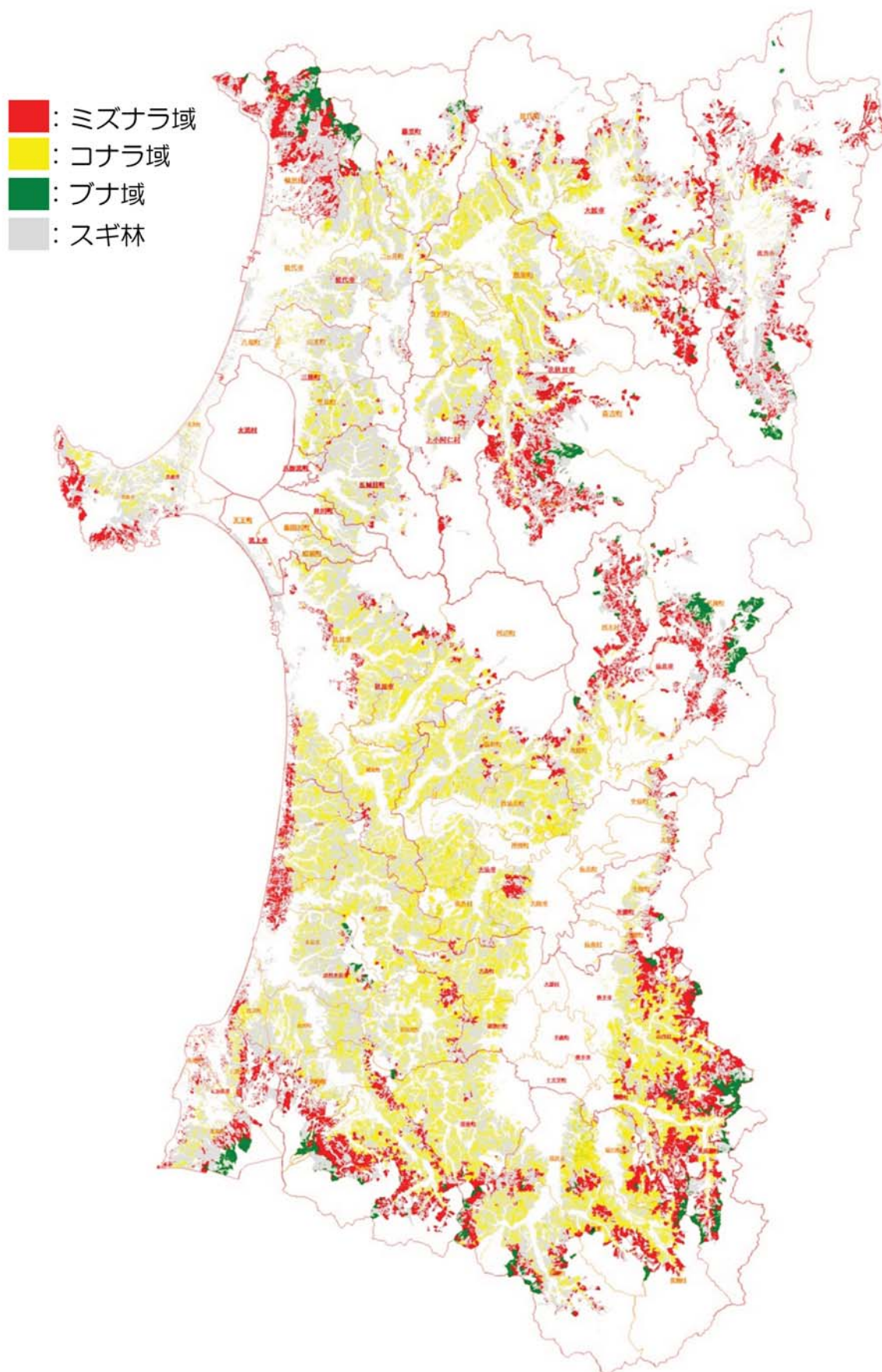


図-4 秋田県における民有林のナラ，ブナ，スギの分布図

以北では同じ標高が続いた。また、男鹿半島から北の能代・三種地域までの海岸には、風衝地形が少なく、あってもほとんどが広葉樹林でないため、海岸にミズナラは出現しなかった。県内北部にある八幡平地域、八峰町地域と、海に面した急傾斜の風衝地が多い男鹿西部地域では、コナラ域は認められなかった。

これら地域毎に割り出された3樹種の標高域を、秋田県民有林の森林情報システムにより林小班単位で、スギ林、広葉樹林の位置情報に重ねた地図を図-4に示す。この図より県内の民有林においてミズナラの多い地域は、内陸では鳥海山～栗駒山の山形・宮城県境、栗駒山～横手市御嶽山の岩手県境、旧大森町保呂羽山・旧東由利町高薬師山・旧雄物川町境三森山周辺、秋田駒ヶ岳～森吉山周辺、八幡平～旧比内町犀川周辺、十和田湖外輪山山麓～小坂町フジノキ平周辺であり、海岸では由利本荘市三川～秋田市新屋、男鹿半島の西部・南部、八峰町であった。男鹿半島～横手・湯沢より南方の地域では、現在、ナラ枯れによる被害が激害化している箇所とほぼ重なった。

3) ナラ枯れによる被害率の試算

被害率の試算にあたり、ナラ枯れ罹病4樹種のうちクリは、各林分における出現割合が極めて低く、罹病枯死率も10%未満と小さいため除外した。

秋田・南秋地域を例にとり、ナラ枯れによる被害率を試算する(図-5)。まず、海岸、コナラ域、ミズナラ域、ブナ域毎にコナラ、ミズナラ、ブナ、カシワの4樹種と他広葉樹の胸高断面積合計割合を算出する。図-5より海岸におけるコナラ、ミズナラ、ブナ、カシワ、他広葉樹の胸高断面積合計割合は、9.6%、27.5%、12.4%、0.0%、50.5%となった。これらの割合に、ミズナラ、コナラ、カシワのナラ枯れ枯死率を乗じ、得られた数値の和が秋田・南秋地域の海岸の被害率となる。

秋田・南秋地域の海岸における被害率＝コナラの割合 9.6%×コナラ枯死率 30%+

ミズナラの割合 27.5%×ミズナラ枯死率 99%+

カシワの割合 12.4%×カシワの枯死率 50%

＝36.305%

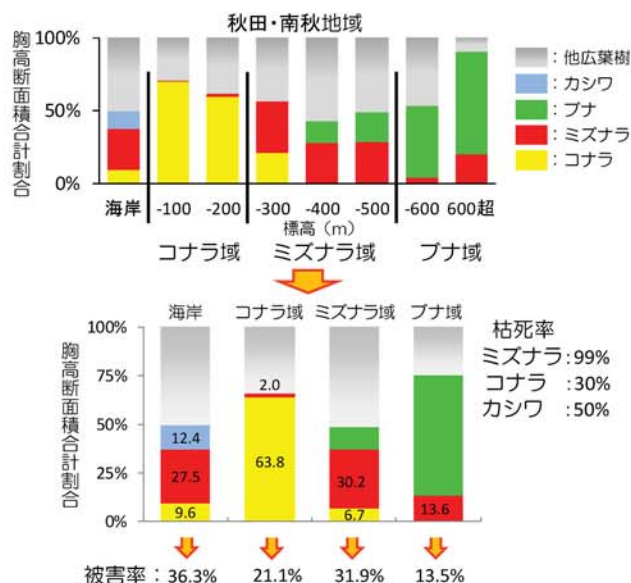


図-5 ナラ枯れによる被害率の試算例

このようにして各地域の各標高域における被害率を試算し、結果を表-3 に示した。どの地域も、ミズナラ域と海岸で被害率が高くなった。被害率が50%を超えると哺乳類や鳥類の出現数が変化するなど生態系への影響が大きくなり、被害率40%未満であればほとんど影響がない調査結果(長岐 2013)から、被害率50%以上の地域を警戒地域に、被害率40%~50%未満を準警戒地域とする。警戒地域は、花輪・十和田、八幡平、大館・北秋田、藤里・二ツ井、八峰町、能代・三種、平鹿のミズナラ域で、県北を中心に未被害地または微被害地に多かった。準警戒地域は、男鹿北部、男鹿西部、仙北、雄勝のミズナラ域と本荘・由利、にかほ・鳥海の海岸およびミズナラ域で、仙北を除き現在被害量が増加している箇所が多かった。このことから、今後ナラ枯れが拡大した場合、被害量は今以上に増加することが予想され、より一層の予防対策が必要と考えられた。

図-3 試算によって得られた各地域のナラ枯れによる推定被害率

地域名	海岸部	コナラ域	ミズナラ域	ブナ域	● 警戒域 ○ 準警戒域
1 花輪・十和田		18.3%	● 68.4%	21.6%	
2 八幡平			● 77.1%	32.8%	
3 大館・北秋田		22.9%	● 56.7%	17.3%	
4 藤里・二ツ井		27.0%	● 59.3%	12.5%	
5 八峰町			● 56.1%	8.0%	
6 能代・三種		27.9%	● 75.9%	未調査	
7 男鹿北部		28.2%	○ 41.0%	26.8%	
8 男鹿西部			○ 40.7%	未調査	
9 男鹿南部			37.6%		
10 秋田・南秋	36.3%	21.1%	31.9%	13.5%	
11 仙北		27.3%	○ 40.2%	4.7%	
12 本荘	○ 44.8%	25.1%	○ 41.9%	8.0%	
13 にかほ・鳥海	○ 41.1%	24.9%	○ 47.6%	2.5%	
14 平鹿		28.7%	● 59.0%	1.0%	
15 雄勝		30.9%	○ 43.4%	6.9%	

2. 放置されたナラ林の更新状況とナラ枯れ対策

1) 実生稚種の生存状況

県内コナラ2林分とミズナラ4林分における2010年の実生稚樹数およびササ桿数、前年の落下健全種子数を図-6に示す。鳥海コナラ林の落下種子数は、調査方法が他とは異なり地上での採取だったため、動物による移出入が考えられ単純な比較はできないが、採取種子数が多ければ並作以上の作柄と推測される。コナラ林の田代、鳥海2林分を比較すると、前年の落下種子数は豊作、並作以上と

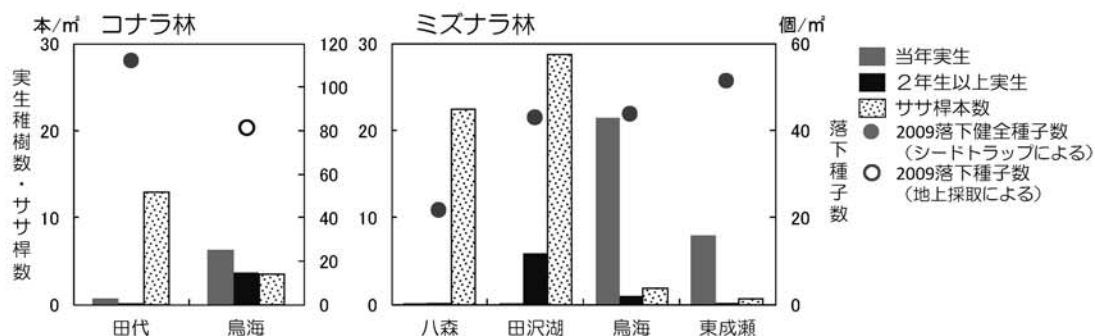


図-6 ナラ林における実生稚樹の発生状況

推測されたが、ササ桿本数の少ない鳥海で当年生実生数が多くなった。ミズナラ林の八森、田沢湖、鳥海、東成瀬を比較すると、コナラ林同様、ササ桿本数の少ない鳥海や東成瀬で当年生実生数が多かったものの、この2林分においても2年生以上の実生数は極めて少なかった。田沢湖では、ササ桿本数が多いにも関わらず、他の調査地と比較し2年生以上の実生数が最も多かった。この調査地では2003年頃、林内の刈り払いを実施したため、翌年のミズナラ実生の生存率が高くなったと考えられた。

これらのことから、ササの密生した林分では実生稚樹数が極めて少なく、ササがナラ更新の阻害要因になると推測された。また、刈り払いによって実生稚樹の生存率が高くなり、その後、ササの本数が回復しても、被圧による生存率への影響は小さいと考えられた。

2) 後継樹の生育状況

県内コナラ4林分とミズナラ9林分における各階層のナラの生育状況を図-7に示す。高木・亜高木層はコナラ、ミズナラ、ブナ、その他広葉樹の胸高断面積合計 (m^2/ha) を、低木層は落葉高木と落葉低木の本数 (本/100 m^2) と落葉高木に占めるコナラ、ミズナラの割合を、草本層は高さ30cm以上の落葉高木に占めるコナラ、ミズナラの割合を表している。図-7より、高木・亜高木層ではコナラ、ミズナラの生育割合が最も多く第一樹種だったのにも関わらず、低木層、草本層における落葉高木に占めるナラの割合は、0~21%、0~28%と少なく、うち3林分では両階層にナラが全く確認できなかった。このようにコナラ林、ミズナラ林ともに、それぞれのナラの後継樹が極めて少なかったことより、今後も伐採しないで放置し続けると、他樹種を主とした広葉樹林に変化する可能性がある。

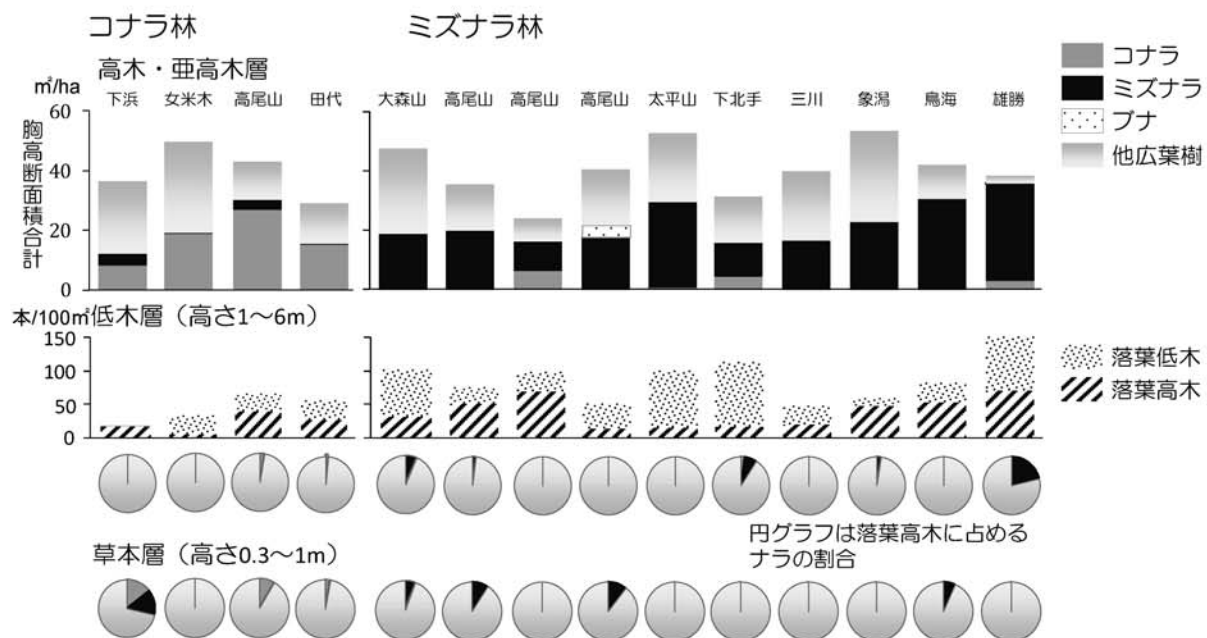


図-7 ナラ林における各階層のナラの生育状況

3) ミズナラの萌芽更新

伐採翌年に伐根から発生した萌芽部位を伐根側面、根、伐根面の形成層、別株（本体の根際より伸長した下枝の切り株）に分け、その割合を図-8に、伐採から4年目までの萌芽部位別生存率と1株

あたりの萌芽数を図-9 に示す。萌芽部位は、伐根側面が 76%と最も多く、根 21%，形成層 6%，別株 3%と続いた。伐採から 4 年目の萌芽部位別の生存率は、根が 25%と最も高く、別株 10%，伐根側面 9%，形成層 0%で、1 株あたりの平均萌芽数は、伐採翌年の 49.3 本から年々減少し 4 年目は 9.1 本であった。

強度区における胸高直径階別の 1 株あたりの最大萌芽高の変化を図-10 に示す。胸高直径 20~30cm と 30cm 以上の伐根の萌芽高は、抜き伐り後 2 年目に最大となり 3 年目以降減少に転じた。胸高直径 20cm 未満の階級では 3 年目にわずかに減少したものの、4 年目に再び伸長した。

複数の株を形成しているものを 1 個体とし、強度区と弱度区における胸高直径階別に 4 年目の生存率を図-11 示した。強度区の生存率は、全ての階級で概ね 80%以上となったが、弱度区では胸高直径 30cm を超える 1 本を除き、30 以下の全ての階級で 60%未満であった。弱度区では、抜き伐りによる光環境の改善がみられず、萌芽が十分に成長しないと推測された。抜き伐り後 4 年目の時点で、

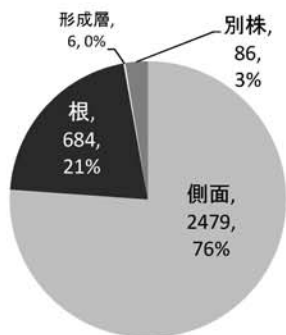


図-8 萌芽の発生部位割合

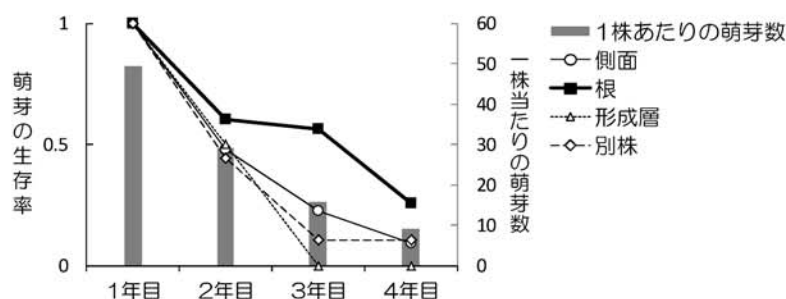


図-9 伐採から4年目までの萌芽部位別生存率と1株あたりの萌芽数

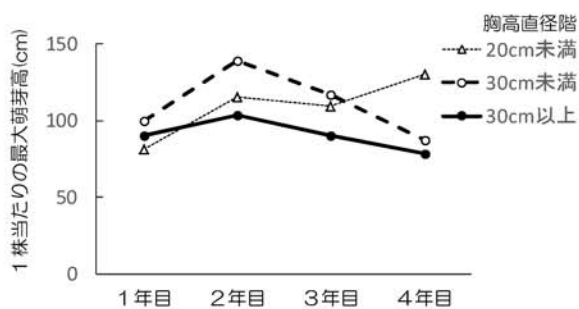


図-10 強度区における胸高直径階別の1株あたりの最大萌芽高の変化

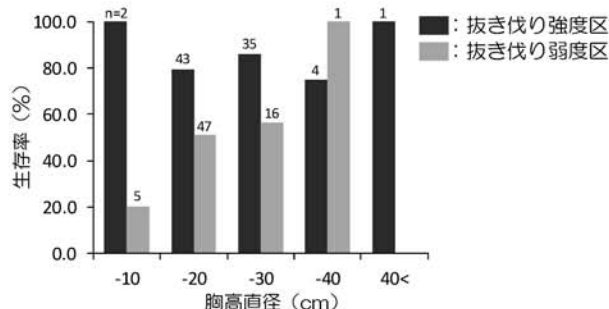


図-11 胸高直径階別の抜き伐り後4年目の萌芽生存率

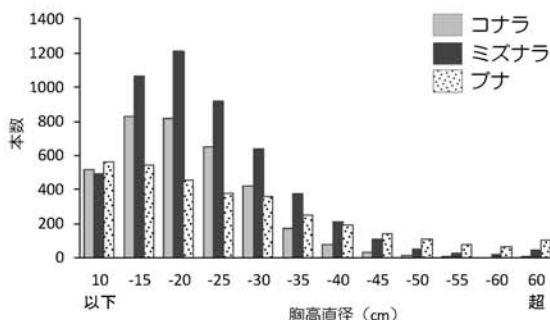


図-12 ミズナラ分布調査林分における胸高直径階度数分布

萌芽更新の可否判断はできないが、強度区では、4年目の時点で前年より萌芽成長が確認され、80%が生存していることから、胸高直径40cm以下のミズナラであれば、萌芽による更新が期待できると推測された。

ミズナラ分布図作成のため調査した全立木分の胸高直径度数分布を図-12に示す。この調査の対象林分は、全県の民有林の広葉樹林を任意に抽出している。図-12より、胸高直径40cm以下のミズナラは95.3%であるため、民有林のほとんどの広葉樹林で、ミズナラは伐採により萌芽更新が可能と推測された。

4) 更新状況から判断されたナラ枯れ対策

広葉樹林の伐採によるナラ枯れ予防は、他県でも被害対策として考えられ実施されてきた。しかし、伐採による開放地は、風の通りがよくなり被害拡散を誘発するおそれがあることや、大径化した林木に十分な萌芽力が期待できない点などから、積極的には行われず、多様にある防除・予防方法の選択肢の1つにすぎなかった。本調査でも、大径木の萌芽力を十分に検証できなかった。しかし、昔からナラ林は萌芽更新により維持されてきた事実や、後継樹調査により現在の林分内には後継樹が極めて少なく、このまま放置すると他広葉樹種を主とした林分に変化する可能性が推測されたことから、ナラ林を保全するためには、伐採による萌芽更新の促進が最も有効な手段と判断される。そして伐採の際にミズナラ分布図を利用し、ナラ枯れにより大きな被害を受けると予測された林分を優先して行えば、最も効率的な予防対策になると期待できる。

謝辞

ミズナラ分布図作成のため県内各地の広葉樹林分のデータ収集を行った際、当センターの金子智紀氏、和田覚氏、と現秋田地域振興局森づくり課の田村浩喜氏には、惜しみもなく生データをいただいた。また、千葉智子氏には、樹冠面積の解析ソフトの作成や分布図作成のため大量の広葉樹データの解析にお手伝いをいただいた。ここに厚くお礼申し上げる。

引用文献

韓海栄・橋詰隼人(1991)コナラの萌芽更新に関する研究(I) 壮齡林の伐根における萌芽の発生について、広葉樹研究 6 : 99-110.

Kubono, T. and Ito, S. (2002) *Raffaelea quercivora* sp. nov. associated with mass mortality of Japanese oak, and the ambrosia beetle (*Platypus quercivorus*). *Mycoscience* 43 : 255-260.

長岐昭彦(2013) 森林に生息する哺乳類・鳥類に影響を与えるナラ枯れ被害率の推定. 秋田県森林技術センター研究報告 22 : 1-13.

環境省(1998) 自然環境保全基礎調査植生調査 http://www.biodic.go.jp/kiso/vg/vg_kiso.html

独立行政法人森林総合研究所(2011) ナラ枯れに立ち向かうー被害予測と新しい防除法ー : 4.

独立行政法人森林総合研究所関西支所(2007) ナラ枯れの被害をどう減らすかー里山林を守るためにー : 2-4.

砂丘環境の違いがカシワの初期成長に与えた影響

田村浩喜・金子智紀

Effect of difference in dune environment on establishing planted *Quercus dentata* saplings

Hiroki TAMURA and Tomonori KANEKO

要旨

カシワ林の造成において、初期成長に及ぼす砂丘環境の影響とともに、苗木の規格や保水資材の効果を明らかにするため、設定後8年を経過した植栽試験地の生育実態を調査した。生存率は植栽地の環境によって大きく異なり、林内区89%、開放区26%だった。樹高や胸高直径も林内区が高かった。林内区の生存率は苗木規格や保水資材による違いは見られなかった。一方、開放区では山採り苗やチップを使用した処理区で生存率が高い傾向にあった。カシワの導入においては、活着と初期成長において樹下植栽がリスクの少ない手法であると考えられた。

I. はじめに

東北地方北部の日本海側ではマツ枯れが進行し、海岸林の再生が課題になっている（小林，2004；星崎ら，2005）。秋田県の雄物川の河口から旧八郎潟の河口には海岸砂丘が発達しており、マツ林が造成されてきた。マツ林の下層には広葉樹が自生しており、中でもカシワは個体数が多く古くから砂丘地に分布していたと考えられる。このようなことからカシワを利用した海岸林の再生に関心が持たれている（小山，2008）。

カシワ林は北海道において海岸の砂丘や段丘上に成立し（長谷川，1984），砂防林として重要な役割を担っている（浅井・真坂，1998）。このため海岸林造成用の基本的な樹種として位置づけられている（斎藤，1979）。秋田県においてもケヤキ，エゾイタヤ，シナノキとともに実用化に向けた植栽試験が行われ，防風柵の間隔や植栽木の本数密度，客土，クロマツとの混植などが検討されてきた（金子・田村，2007）。これら4樹種の活着率を向上させるには，客土に黒土を用いることが効果的であったが，カシワにあっては活着率を大きく向上させることはできなかった。カシワの主根は地中深く発達するが（苅住，1979），苗木の主根は切断されて大部分を失っている。このため，海岸特有の強い日射や潮風環境の中で，水分の吸収が困難なことが活着不良の原因ではないかと考えられる。そこで乾燥害を緩和するため，植栽環境，苗木規格，保水資材を変えた植栽試験を行った（田村・金

子, 2008)。植栽から4年生までの生育を調査したこの報告では、カシワの生育は苗木の規格や保水資材の違いよりも植栽地の環境、すなわち林内か、林外（開放地）かの違いによる影響が大きく、導入条件としては樹下植栽が有利であることが示唆された。しかし、定着後の成長については把握されておらず、植栽地の環境や保水資材等の違いが初期の生育段階でどのような効果を与えたのかについては十分に検証されていない。

そこで、本報告では2004年設定の試験地（田村・金子, 2008）において、前回調査から4年経過して8年生となった苗木の生育実態を明らかにすることを目的とした。林内および開放地の2箇所の試験地について、砂丘環境の影響や苗木規格、保水資材における各処理の効果を検討した。

なお、本報告は森林整備課調査委託事業「海岸防災林の造成に関する基礎的研究」の一部として実施したものである。

II. 方法

1. 調査地

調査地は秋田市向浜地内および街道端西地内の2箇所である。向浜は標高5m、汀線からの距離150mで、前砂丘の西側（マツ最前線よりも海側）に位置する。植生はハマニンニク、カワラヨモギなどの砂草がまばらに生育する、いわゆる砂草帯であり、飛砂や潮風環境が極めて厳しい立地である。

街道端西は標高30m、汀線からの距離450mに位置する。上層はクロマツ林、下層は天然のカシワやススキなどが散生している。クロマツ林は2003年に本数調整伐が実施され、試験地設定時（2004）における群落高は12~15m、立木密度は860本/ha、林冠の開空率は $43.3 \pm 1.8\%$ であった。また、試験地設定後8年を経過した時点（2012年9月）における平均樹高は $14.5 \pm 4.2\text{m}$ 、立木密度750本/ha、開空率は $20.7 \pm 2.5\%$ である。

気象条件は、最寄りの秋田地方気象台の平年値でみると年平均気温 11.4°C 、年降水量1,713mm、最大積雪深は41cmである（気象庁, 2008）。

2. 試験地の設定

1) 砂丘環境

砂丘環境の違いが植栽木に及ぼす影響を明らかにするため、開放区と林内区を設定した。開放区は秋田市向浜地内に、林内区は秋田市街道端西地内とした。それぞれに $40\text{m} \times 40\text{m}$ の試験地を設定し、内部に $10\text{m} \times 10\text{m}$ の小区画を16区設置した。小区画の内訳は次に述べる苗木4規格、保水資材4処理の組み合わせとした。

2) 苗木規格

入手可能な苗木規格を4種類用意した。ふるい苗（ $h=0.5\text{m}$ ）、ふるい苗（ $h=1.0\text{m}$ ）、ポット苗（ $h=0.5\text{m}$ ）、山採り苗（ $h=0.3\text{m}$ 前後）を用いた。ふるい苗1.0mの根は深さ20cmの部分で切断されている。周辺から側根が数本出ており長さはおおよそ40cmである。ふるい苗0.5mと山採り苗は地上部が小さいので根も小さく、根の損傷はほとんど見られない。

ポット苗は深さが 10cm 程度のポリ容器で養苗されたものである。

3) 保水資材

保水資材にはチップとマツ葉を用いた。チップは道路支障木の広葉樹を破砕して野外に 1 年放置したものである。マツ葉はマツ林内に落ち葉として堆積していたものを採取して使用した。植え穴の大きさは、縦横 50cm、深さ 40cm とし、保水資材を苗木一本あたり 50 リットル入れて砂と混ぜ合わせた。保水資材の処理は 4 処理とし、チップと砂とを混合したもの (a)、マツの落葉と砂とを混合したもの (b)、さらにその試験区全面を厚さ 5cm のマツの落葉で被覆したもの (a', b') とした。

植栽は 2004 年 4 月に実施し、1 区画当たりの植栽本数はカシワ 40 本 (ha 当たりの植栽密度は 4,000 本) とした。その後の保育 (下刈り、施肥) は一切実施していない。

3. 調査方法

1 処理区に植栽した 40 本全数の生存数を確認した。樹高と根元直径は 1 処理区から無作為に 8 本を測定した。調査は 8 年生時である 2011 年 8 月に行った。生存数と樹高については 4 年生時の生育成績 (田村・金子 2008) と比較し、根元直径については 3 年生時の調査結果と比較した。

III. 結果

1. 生存率

植栽後 8 年を経過したカシワの生存率は林内区で 89%、開放区では 26%であった。林内区では、植栽後 4 年目における生存率が 90%であり、5 年目以降の枯損割合は全体の 1%であった。また、生存率において苗木規格や保水資材の処理間に明確な対応関係は認められなかった。

一方、開放区では生存率が植栽後 4 年目までに半数以下の 42%と低下し、さらにその後の 4 年間で 16%低下した。処理別にみると、苗木規格ではポット苗区<ふるい苗区<山採り苗区の順で、保水資材では松葉区<チップ区の順で生存率が高い傾向にあったが、被覆による効果は認められなかった。

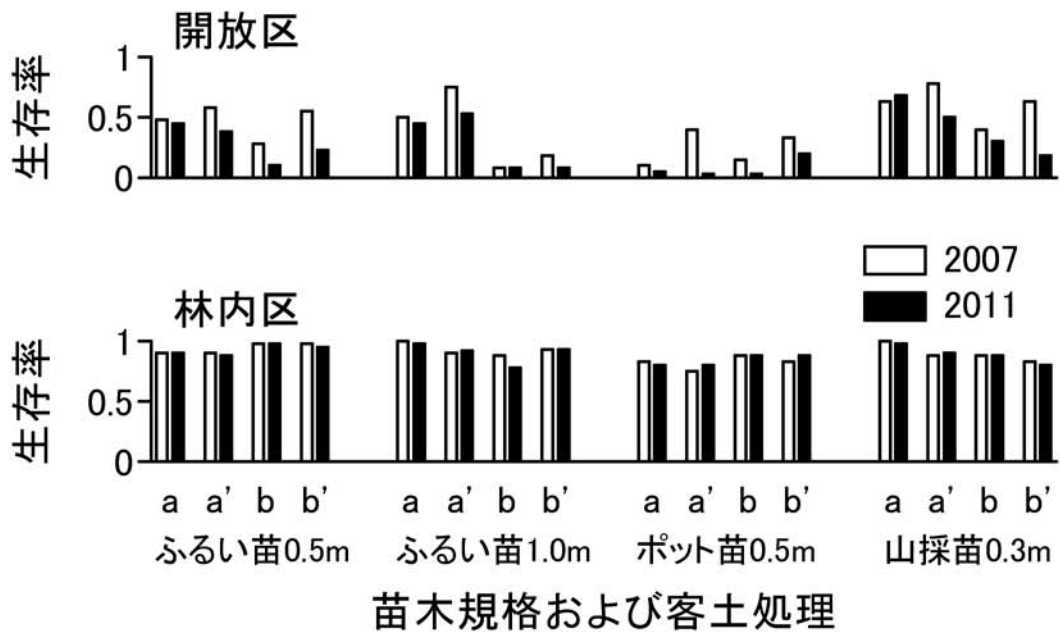


図2. カシワの生存率

aは植穴に保水資材としてチップを混入，bはマツ落葉を混入，a'とb'は保水資材を混入した後に地表をマツ葉で被覆したもの。

2. 樹高成長

平均樹高は林内区が $121.2 \pm 70.0\text{cm}$ (平均値±標準偏差，以下同様)，開放区が $64.7 \pm 46.4\text{cm}$ であり，樹高は林内区が高かった。林内区について苗木の規格別に見ると，山採り苗区<ポット苗区<ふるい苗区の順で樹高が高い傾向にあった。特に，ふるい苗 0.5m区の成長量は大きく，樹高は植栽時の2～4倍に達していた。しかし，保水資材の違いや被覆材の有無ではその処理による効果は認められなかった。

一方，開放区の平均樹高は林内区の平均樹高の53%に相当した。苗木の規格別では，ふるい苗区がポット苗区や山採り苗区よりも高い傾向にあり，同じふるい苗でも1.0m区よりも0.5m区が高い傾向を示した。しかし，被覆による効果は判然としなかった。

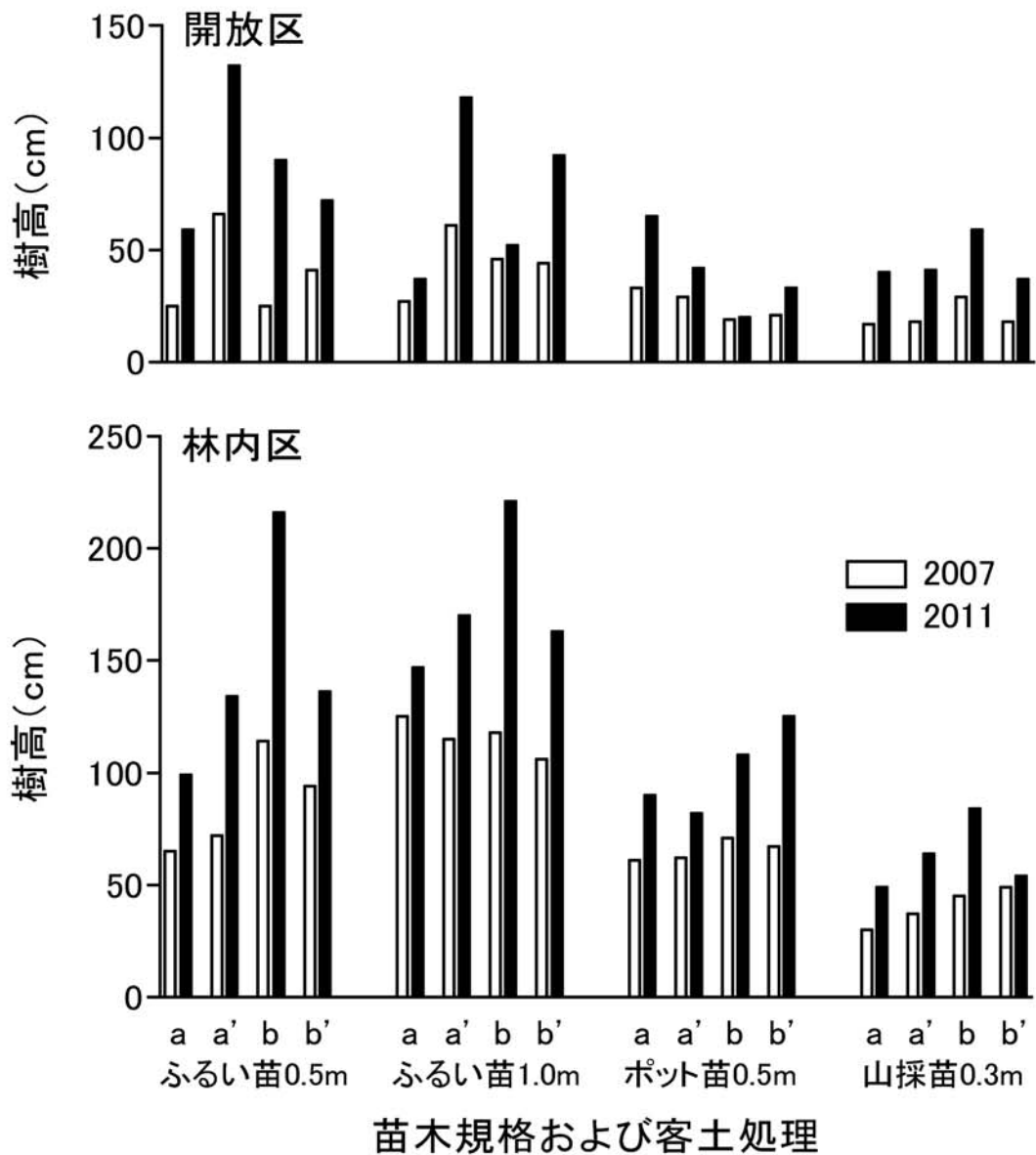


図3. カシワの樹高

aは植穴に保水資材としてチップを混入，bはマツ落葉を混入，a'とb'は保水資材を混入した後に地表をマツ葉で被覆したもの。

3) 直径成長

平均胸高直径は林内区が $20.0 \pm 8.7\text{mm}$ ，開放区が $18.0 \pm 11.3\text{mm}$ であった。胸高直径は全ての処理区で増加し，ほぼ樹高の高さに対応していた。すなわち，苗木規格では林内区が山採り苗区 < ポット苗区 < ふるい苗区の順で大きい傾向にあり，開放区ではふるい苗区がポット苗区や山採り苗区よりも大きい傾向にあった。しかし，被覆による効果は認められなかった。

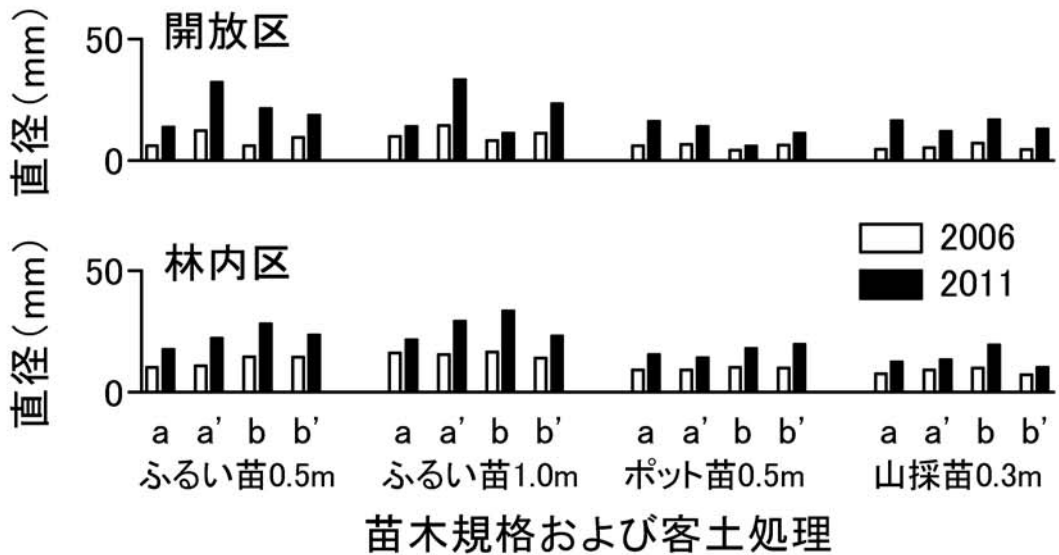


図4. カシワの直径

aは植穴に客土資材としてチップを混入，bはマツ落葉を混入，a'とb'は保水資材を混入した後に地表をマツ葉で被覆したものの。

IV. 考察

8年生時におけるカシワの生育成績は，砂丘環境によって大きく異なっていた。すなわち，生存率では林内区が開放区に比べて高かった。開放区では生存率が3割に満たないうえ引き続き枯損が発生し，樹高は林内区のおよそ1/2となっていた。一方，苗木の規格や保水資材の違いによる効果は林内区では認められず，開放区では山採り苗やチップを保水資材に使用した処理区で生存率が高い傾向を示した。しかし，これらの効果は限定的で明確ではなかった。つまり，本試験地におけるカシワの活着や初期成長は，苗木の規格や保水資材の効果よりも砂丘環境の違いに強く影響を受けていたということができ，この結果は前回の報告（田村・金子 2008）を支持するものである。こうした生育差が生じた要因について，特に生存率に焦点をあてて検討する。

1. 砂丘環境の影響

秋田市周辺の海岸砂丘地では，広葉樹の植栽試験が試みられてきた。汀線から150m付近のクロマツ林帯前線部におけるカシワの成績を見ると，クロマツの植栽仕様（パーク堆肥2kg，粉炭1リットル，化成肥料100g）では4年生時の生存率がおよそ30%，客土（黒土）を使用した5年生時ではおよそ50%である。一方，クロマツ林帯最前線で樹高1mのクロマツ幼齢林内に客土（黒土）を使用して植栽した事例では，4年生時の生存率が80%であった（金子・田村，2007）。本試験でも開放区における生存率は概ね50%以下，林内

区では 89% となっており、既存の植栽試験結果と同様な成績を示した。両者の違いは、汀線からの距離と、植栽地内におけるクロマツ林の有無であり、それらがもたらす砂丘環境の違いが生存率や成長に大きく影響しているものと考えられる。

砂丘植栽した広葉樹の多くは乾燥害を受ける。枝葉の末端部から枯れ始め、重症の場合には枯死に至る。これは強い日射や潮風などによる強制的な蒸散作用に対し、根からの水分の供給が不足する生理障害である。林内区の立地は、汀線からの距離が 450m の位置にあり、周囲および上部ともにクロマツの樹冠によって日射や潮風が遮られる環境にある。つまり、林内区は乾燥害が発生しにくく、植栽対象地としては砂丘環境が最も穏やかといえる。そして、そのことはカシワの生育成績、すなわち苗木の種類や保水資材の処理に関係なく生存率が安定していたことから容易に推測できる。一方、開放区は汀線からの距離が 150m の位置にあり、潮風等を遮る植生や構造物等はなく、日射と潮風が直接当たる環境にある。このため乾燥害が恒常的に発生し、これに塩害や飛砂等による物理的損傷なども加わって著しい生存率の低下を招いたものと推察される。開放区は、立地的には砂草帯と森林帯との境界線上にあり、現在も本数低下が進行している。このことは開放区がカシワの生育にとって極めて厳しい立地環境であることの証左であり、生育差が生じた最大の要因と考えられる。

2. 保水資材と苗木の形質

乾燥害を緩和するため、植栽地の環境改善策としては灌水やマルチングがあり、客土による間接的効果も示されている（金子・田村，2007）。また、苗木の形質としては一般に根系が充実し、地上部と地下部のバランスのとれた形態が望まれている。

開放区では、苗木の種類や規格を変え、苗木 1 本当たり 50 リットルの保水資材を使用しても十分な生存率は得られなかった。この原因として大きく二つの要因が考えられる。一つは保水資材が十分な水分供給機能を果たしたかという点である。チップ区は松葉区と比べて生存率が高く、資材としてはチップの方が有効に機能したと考えられる。しかし、土壤の平均含水率でみると乾燥期ではそれまでの高い保水効果が持続できず（田村・金子 2008）、このことが生存率を維持できなかつた一因と推察される。したがって、チップや松葉は保水資材としては十分とはいえず、今後新たな資材の探索が必要である。

もう一つは根系の状態である。根が水分を吸収して地上部に十分供給できる状態となっていなければ、保水資材が優れていても生存率は維持できない。根系の形質は苗木養成の仕方で大きく異なることから、砂丘植栽に適した根系であったかどうかは植栽後の生存率が判断材料の一つとなる。最も生存率が高かったのは損傷の少ない山採り苗で、次いでふるい苗、深さ 10cm の鉢で育てられたポット苗は最も低かった。このことは、より自然状態の根系をもつ苗木ほど耐性に優れていることを示唆しており、苗木を養成するうえでの要件の一つと考えられる。

以上のことから、林内区と開放区における生育差（特に生存率）は砂丘環境の影響度の違いが反映したものであり、現状におけるカシワ導入手法としては樹下植栽がリスクの少

ない手法であると考えられた。また、開放区における生存率の低下を防ぐためには、より保水性能の高い資材の施用と苗木の形質（特に根系）の改善が不可欠である。

謝辞

本調査には石塚純氏、小番直人氏、嵯峨龍馬氏、佐々木忍氏、鈴木淑之氏、高橋航太氏、高橋法人氏、鳥潟理夫氏からご尽力いただいた。深く感謝申し上げます。

引用文献

- 浅井達弘・真坂一彦 (1998) 北海道北部の天然生カシワ海岸林の現存量および純生産量. 北海道林業試験場研究報告 35:11-19.
- 浅井達弘・新村義昭・薄井五郎 (1986) 北海道北部の天然性カシワ・ミズナラ海岸林の冬芽枯死の原因. 日本林学会誌 68:368-374.
- 長谷川栄 (1984) 北海道における天然性海岸林の保全に関する基礎的研究－石狩海岸におけるカシワ林の構造と更新－. 北海道大学農学部演習林研究報告 41:313-422.
- 星崎和彦・佐野さやか・桜庭秀喜・田淵範子・吉田麻美・及川夕子・蒔田明史・小林一三 (2005) 被害木の炭化によるマツ材線虫病の防除：媒介昆虫抑制のための戦略と秋田の海岸マツ林における取り組み. 東北森林科学会誌 10:82-89.
- 伊藤重右衛門 (1985) 北海道における海岸林造成に関する基礎的研究. 北海道立林業試験場研究報告 23:1-108.
- 金子智紀・田村浩喜 (2007) 広葉樹を活用した海岸防災林造成技術の開発. 秋田県農林水産技術センター森林技術センター研究報告 17:37-60.
- 苅住昇 (1979) カシワ. 樹木根系図説. 誠文堂新光社, 東京 696-697.
- 気象庁 (2008) 気象統計情報<<http://www.jma.go.jp/jma/menu/report.html>>
- 小林一三 (2004) 人社会の持続可能性と森林. 林業技術 747:2-6.
- 小山晴子 (2008) 松枯れを越えて－カシワと松をめぐる旅. 秋田文化出版, 秋田 119pp.
- 斎藤新一郎 (1979) ミズナラおよびカシワの育苗と植栽上の問題点. 林業技術研究発表大会論文集/北海道林業普及協会 53:245-247.
- 佐竹義輔・原寛・亘理俊次・富成忠夫編 (1989) 日本の野生植物木本 I. 321pp, 平凡社, 東京
- 竹中明夫 (2007) 全天空写真解析プログラム CanopoOn 2. <<http://takenaka/akio.cool.ne.jp/etc/canopon2/>>.

能代市風の松原におけるニセアカシアの分布と駆除試験

田村浩喜

The distribution and the removing test of the *Robinia pseudoacacia* L. in coastal pine forest, Noshiro City

Hiroki TAMURA

要旨

能代市風の松原において、ニセアカシアの分布実態を明らかにするとともに、萌芽の発生を抑制するため刈り払いによる駆除試験を実施した。ニセアカシアは、調査したクロマツ林 456ha の 38% に相当する区域で確認された。形態としてはクロマツと上層を構成している林分や、クロマツ林の下層に侵入していた。また、風の松原に隣接する耕作地や住宅地周辺ではニセアカシアが純林を形成し、この林分を起点にクロマツ林内に侵入拡大している可能性が示唆された。駆除試験では、生育期（概ね 7～11 月）に月一度の刈り払いを 3 年間継続した。萌芽の発生数は 1 年目の 1 回目に 84,000 本/ha、2 回目に 57,000 本/ha 発生した。2 年目の 1 回目も 21,000 本/ha 発生したが、以降急激に発生本数が減少し、3 年目は数百本/ha となった。萌芽は 3 年で大きく衰退したが、消失までは確認できなかった。

I. はじめに

ニセアカシアは北米原産の高木種である。緑化木として導入され、主に荒廃地の緑化に使われた。しかし、植栽された場所から分布を拡大し、現在では道路路面や川原、耕作されなくなった農地などで繁茂している（前河，2002）。ニセアカシアは種子を生産するほかに、水平根を伸長させて萌芽を出しながら群落を拡大する（玉泉，1991）。繁殖力が旺盛で成長も早いことから在来植物を駆逐する恐れがあり、影響の大きい場所では積極的な防除あるいは分布拡大の抑制策の検討が望まれている。

海岸マツ林でも、その分布が確認されている。ニセアカシアは、マツの生育空間の占有や土壌の富栄養化によりマツ実生の生育を阻害する（Taniguchi et al. 2007）。その一方で潮風に弱く、マツの代替とはならない。したがって、海岸防災林としての機能を維持していくためにはニセアカシアの侵入実態や砂丘地での繁殖特性を把握することが重要である。

秋田県能代市にある風の松原は、市街地に隣接し多くの市民が日常的に散策に利用している海岸マツ林である。広葉樹林化が進んでいることから、将来も空間的利用ができるように管理方法に対して市民の関心が高い（伊藤・近田，2001）。このため、ボランティア団体と行政とがクロマツ林内に侵入したニセアカシアの駆除を試みた活動も行われてきた。

そこで、本研究では風の松原におけるニセアカシア対策において、その基礎資料を得ることを目的とした。具体的には、ニセアカシアの分布を林相別に明らかにするとともに、

抑制策として水平根を切断した区画において刈り払いの効果を検証することとした。

なお、本報告は森林整備課委託調査事業「ニセアカシアの繁殖特性の解明と制御に関する研究」の一部として実施したものである。

II. 方法

1. 調査地

調査地は能代市の風の松原である。風の松原は能代市の海岸線の長さである南北 14km に沿って分布する海岸マツ林であり、面積は 760ha、市街地に隣接する国有林とその北側と南側に続く民有林に分けられる。民有林の面積は 417ha であるが、分布調査では周辺の民有林も加えて 456ha を調査対象とした(図-1)。米代川右岸については、調査対象に到達するまでに確認できた民有林以外の林分についても記録した。

駆除試験は能代市浅内地内において、マツ林の下層に侵入しているニセアカシア群落で行った。汀線からの距離は 200m、上層を占めるマツの樹高はおよそ 10m である。ニセアカシアの樹高は最大で 6~7m、作業道に沿って長さ 50m、林内に 30m 侵入していた。この群落の周囲から少なくとも 100m 以内には他のニセアカシアの群落は見られない。マツ林の下層にはニセアカシアの他に、カスミザクラとコナラがわずかに見られ、見通しが利くほどに下層植生が少ない場所である。

2. 調査方法

1) 分布調査

衛星画像を背景地図とした森林計画図を作成し、北から a, b, c の 3 地区に区分した。縮尺は小班の境界を認識しやすい 5000 分の 1 とした。ニセアカシアはクローンを形成し、その大きさは数十から百数十メートルにおよぶ (Chang et al. 1998) ことから、調査地でニセアカシアを確認できれば群落の分布面積は 0.1 から 1ha に相当する。調査地域の小班面積は 0.63 ± 1.99 ha (平均±標準偏差) の大きさであったため、調査地点を 1 小班に 1 地点とることを目安とした。しかし、林内に広葉樹やニセアカシアが侵入して見通しがきかない林分にあつては、1 地点の大きさは林内の見通しがきく程度、すなわち藪状の林分では半径が 5 m 程度、マツ以外に植生が乏しい林分では半径 10m 程度とし、1 小班内において複数点の調査を行った。

林相タイプを 5 区分して、森林計画図上に記録した。林相タイプは①マツ林②マツ林(下層にニセアカシア侵入)③マツ林(上層にニセアカシア混交)④ニセアカシア林⑤在来広葉樹林とした(図-2)。調査は 2008 年 6 月 10 日に行った。林相タイプ別面積の算定において、1 小班内に複数のタイプが確認された場合には調査点数に応じて面積を按分した。

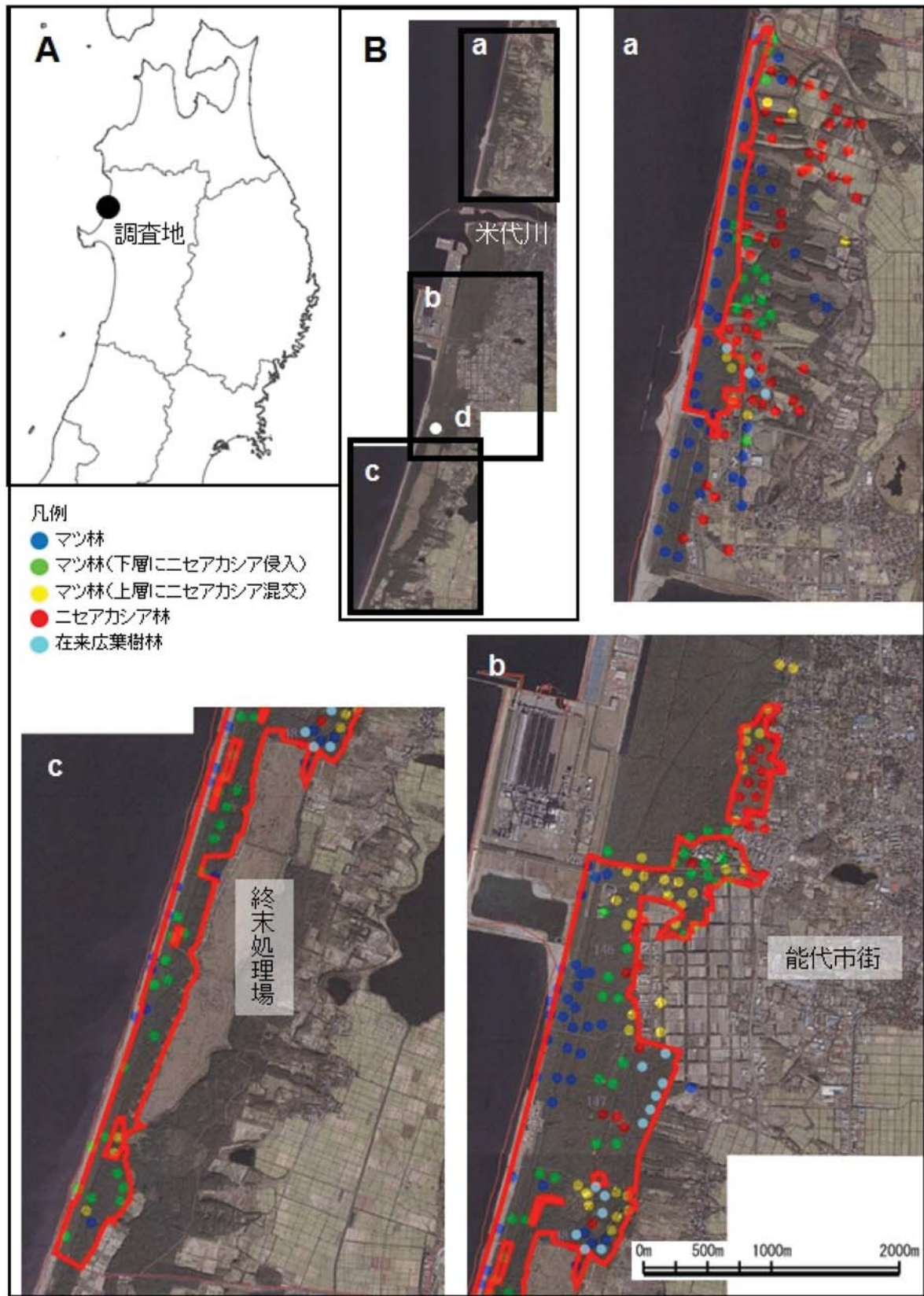


図-1. 調査地

a, b, c の赤枠は調査対象とした私有林 456ha の範囲を示す。



図－２．林相区分の模式図

三角形の樹幹はマツ，長丸のうち黒塗りはニセアカシア，白抜きは在来広葉樹を示す。

2) 駆除試験

2008年10月，伐採前のニセアカシアの生育状況を把握するために，プロット内にある生育本数を数えるとともに直径を測定し，ニセアカシアのみ全て伐採した。この伐採範囲内に10×10mのプロットを2区設定しA，Bとした。プロットは互いに10m離れた。プロットAは周囲に深さ20cm，幅20cmの側溝をスコップで作設し，掘削時にニセアカシアの水平根を切断した。プロットBは対照区とした。

2009年7月にプロット内に10m×2mのサブプロットを3区設定した。サブプロット内に発生したニセアカシア幼木について，実生および萌芽の区分を行い，本数と根元直径を記録すると同時にプロット内の幼木を全て刈り払った。同様の調査と処理をおよそ1カ月おきに行い，10月までに計4回行った。2010年は5月から11月まで同様の処理と調査を5回，2011年は7月から11月まで計5回行った（表－1）。

表－1．刈り払いの頻度

時期	内容
2008/10/21	刈り払い，伐根調査，A区側溝掘り
2009/7/23,24	刈り払い，萌芽調査
2009/8/26,27	刈り払い，萌芽調査
2009/9/29	刈り払い，萌芽調査
2009/10/30	刈り払い，萌芽調査，A区側溝掘り
2010/7/6	刈り払い，萌芽調査
2010/8/5	刈り払い，萌芽調査
2010/8/31	刈り払い，萌芽調査
2010/10/1	刈り払い，萌芽調査
2010/11/26	刈り払い，萌芽調査
2011/7/4	刈り払い，萌芽調査
2011/8/4	刈り払い，萌芽調査
2011/9/4	刈り払い，萌芽調査
2011/10/7	刈り払い，萌芽調査
2011/11/7	刈り払い，萌芽調査

Ⅲ．結果

1. 分布調査

風の松原におけるニセアカシアの分布を図－1に示す。ニセアカシアは区分した3地区で確認され，隣接する住宅地や農地には純林が見られた。a地区では汀線から200mまで

はクロマツの純林が多かったが、汀線から 200m 以上離れるとニセアカシアの純林が多く見られた。ニセアカシアの純林が形成されている場所は、森林が農地や住宅地とともにモザイク状に分布し、林地開発など人為によって攪乱されている場所に多いことがわかった。b 地区では、北部の独立した民有林全域がほぼニセアカシア純林であった。また中央部には格子状の並木によって区切られた耕地がみられ、この周辺にはニセアカシアがクロマツとともに上層で混交する林分が見られた。中央部やや南側には汀線から 500m までの場所にクロマツ純林が分布していた。c 地区では、クロマツ林のほぼ全域にニセアカシアが侵入していた。

林相タイプ別の面積を表-2 に示す。クロマツ純林は 241ha と海岸林全体の半数しかなかった。ニセアカシアが侵入または混交するクロマツ林は 149ha であり、調査地全体の 38% を占めていた。

表-2. 風の松原におけるニセアカシアの生育面積

林相タイプ	面積	割合
1. マツ林	241.53 ha	53%
2. マツ林 (下層にニセアカシア侵入)	117.58 ha	26%
3. マツ林 (上層にニセアカシア混交)	31.65 ha	7%
4. ニセアカシア林	25.60 ha	5%
5. 在来広葉樹林	39.72 ha	9%
計	456.08 ha	100%

2. 駆除試験

1) 伐採前におけるニセアカシアの生育

伐採前 (2008 年 10 月) におけるニセアカシアの幹密度は、A 区が 12,700 本/ha あり、対照区とした B 区の 3,500 本/ha 本より 9,200 本/ha 多かった (χ^2 検定, $p < 0.01$)。平均根元直径は A 区が 12.8 ± 6.3 mm (平均値 \pm 標準偏差, 以下同様), B 区が 37.0 ± 13.2 mm であり、対照区の方が大きかった ($t = 2.00$, $p < 0.01$)。

2) 萌芽発生数

伐採後に発生したニセアカシア幼木について、幹密度の推移を図-3 に示す。発生した幼木の中に実生はなく、全て萌芽であることが確認された。1 年目に発生した萌芽の幹密度は、A 区において 1 回目 84,000 本/ha であった。2 回目は減少したものの 57,000 本/ha 発生した。3 回目は激減し 2,000 本/ha, 4 回目は幼木が確認できなかった (0 本/ha)。B 区においても同様の密度で推移した。1 年目の発生本数は各回ともプロット間で有意差はなかった (χ^2 検定, $p \geq 0.05$)。

2 年目に発生した萌芽の幹密度は A 区において 1 回目 21,000 本/ha であった。2 回目以降は減少し、4 回目と 5 回目は 0 本/ha であった。B 区では 1 回目に 46,700 本/ha と A 区より多かったが (χ^2 検定, $p < 0.01$), 2 回目以降の発生数に有意差はなかった。

3 年目では、1 回目と 2 回目は両区とも 1,300~2,300 本/ha 発生した。3 回目以降は 0~700 本/ha に減少した (図 3)。プロット間の有意差は 4 回目の A 区 700 本/ha に対し B 区 0 本/ha のときに見られただけであり (χ^2 検定, $p < 0.05$), その他には見られなかった (χ^2 検定, $p \geq 0.05$)。

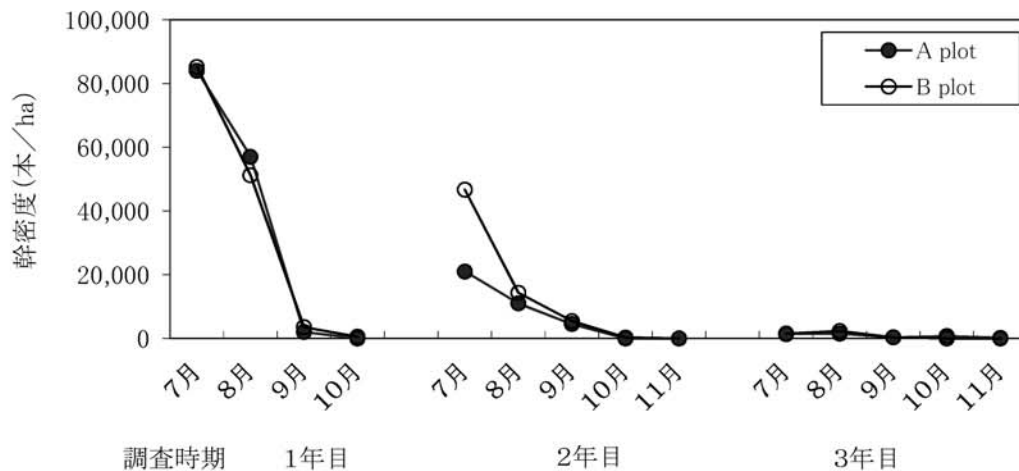


図-3. 萌芽の発生数

IV. 考察

1. 風の松原におけるニセアカシアの分布

ニセアカシアは、風の松原民有林面積全体の38%に分布していた(表-2)。海岸マツ林へのニセアカシアの侵入は全国的な傾向である(前河, 1997; 近田, 2000; 河合, 2005, Jung et al. 2009)。原産地ではニセアカシアはユリノキやナラ類, カエデ類と混交し, しだいにこれらの遷移後期種に置き換わることが報告されている(Boring et al. 1981)。しかし, 海岸マツ林では定期的な保育間伐や松くい虫被害木の伐採などが行われ, 下層の光条件が度々改善されるとともに, 搬出に伴って林床が攪乱される。このことはニセアカシアの繁殖や群落拡大にとって有利な条件として作用する。したがって, 抑制対策をとらずに通常のマツ林の管理を継続していく限りにおいてニセアカシアの侵入は止められず, その分布はますます拡大していくものと考えられる。一方, 風の松原周辺の農地や住宅地には, ニセアカシアの純林が集中していた。ニセアカシアが道路法面や住宅地周辺といった開発跡地や攪乱された場所に集中分布する様子は海外でも確認されている(Song et al. 2005, Von Holle et al. 2005)。このことから, 周辺地域から風の松原内への侵入に関しても留意する必要がある。

2. ニセアカシアの駆除

刈り払い後に発生した幼木は, 全て萌芽であることが確認された。萌芽の発生密度はプロット間にほとんど差がなく, 水平根を切断した効果は明らかではなかった。ニセアカシアの苗木生産では, 水平根を切断して萌芽を発生させる方法もあり, 萌芽の発生に必要な養分は比較的近い場所から供給されているものと推察される。一方, 3年間の生育期の刈り払いにより萌芽の発生数は激減し, 一定の抑制効果は確認できたが完全に消失させるまでには至らなかった。生残した萌芽群が回復して分布を拡大させるのかどうか, さらなる刈り払いの継続によって根絶が可能かどうか, 今後の課題として残った。

謝辞

ニセアカシアの生態に関して秋田県立大学の蒔田明史教授からご教示いただいた。分布調査は秋田県森林整備課、山本地域振興局農林部森づくり推進課と合同で行った。分布図の作成には秋田県森林技術センターの石川具視氏からご尽力をいただいた。萌芽調査では同センターの高橋和政氏、桐原和彦氏、鈴木淑之氏、佐々木忍氏、石塚純氏、高橋航太氏（所属は当時）からご尽力いただいた。本研究の推進にご便宜いただいた関係各位に厚くお礼申し上げる。

引用文献

- Boring L.R., Monk C.D. and Swank W.T. (1981) Early regeneration of a clear-cut southern Appalachian forest. *Ecology* 62, 1244-1253.
- Chang C.-S., Bongarten B. and Hamrick J. (1998) Genetic structure of natural populations of Black locust (*Robinia pseudoacacia* L.) at Coweeta, North Carolina. *Journal of Plant Research* 111, 17-24.
- 玉泉幸一郎・飯島康夫・矢幡久 (1991) 海岸クロマツ林内に生育するニセアカシアの根萌芽の分布とその形態的特徴. 九州大学農学部演習林報告 64: 13-28.
- 伊藤忠夫・近田文弘 (2001) 海岸林を守る. 124pp, 北羽新報社, 能代.
- Jung S.C., Matsushita N., Wu B.Y., Kondo N., Shiraishi A. and Hogetsu T. (2009) Reproduction of a *Robinia pseudoacacia* population in a coastal *Pinus thunbergii* windbreak along the Kujukurihama coast, Japan. *J For Res* 14, 101-110.
- 河合英二 (2006) 海岸砂丘地に導入したニセアカシア(ハリエンジュ)の影響. 海岸林学会誌 5: 21-24.
- 近田文弘 (2001) 日本の海岸林の現状と機能. 海岸林学会誌 1: 1-4.
- 前河正昭 (2002) ハリエンジュ(外来種ハンドブック. 日本生態学会, 地人書館, 東京), 204.
- 前河正昭・中越信和 (1997) 海岸砂地においてニセアカシア林の分布拡大がもたらす成帯構造と種多様性への影響. 日本生態学会誌 47: 131-143.
- Song I.-J., Hong S.-K., Kim H.-O., Byun B. and Gim Y. (2005) The pattern of landscape patches and invasion of naturalized plants in developed areas of urban Seoul. *Landscape and Urban Planning* 70: 205-219.
- Taniguchi T., Tamai S., Yamanaka N. and Futai K. (2007) Inhibition of the regeneration of Japanese black pine (*Pinus thunbergii*) by black locust (*Robinia pseudoacacia*) in coastal sand dunes. *J For Res* 12, 350-357.
- Von Holle, B., K.A Joseph, E.F. Largay, and R.G. Lohnes (2006) Facilitations between the introduced nitrogen-fixing tree, *Robinia pseudoacacia*, and nonnative plant species in the glacial outwash upland ecosystem of Cape Cod, MA. *Biodiversity and Conservation* 15:2197-2215

干拓地に造成された広葉樹防風林の成長

田村浩喜・高橋和政

Growth of shelterbelts with broadleaved trees planted in the reclaimed land

Hiroki TAMURA and Kazumasa TAKAHASHI

要旨

秋田県大潟村に造成されたハルニレーエゾイタヤ林の保育方法を検討するため、列状混交植栽された8年生林分の生育調査と地下水位の観測を行った。ハルニレは生存率94%、樹高 5.2 ± 0.8 mで林分の上層を形成し、エゾイタヤは生存率38%、樹高 3.6 ± 1.1 mで被圧による影響を強く受けていた。地下水位は地面から深さ90cmの位置にあり、過湿による成長への影響は認められなかった。ハルニレは上層で競合している状態にあり、早期の本数調整が必要と考えられた。

I. はじめに

防風林には、防風、防霧、風食防止、防雪、景観の保持といった効果があることが知られている（佐藤ら，2000）。海岸防風林では、クロマツを対象として樹高成長に対応した本数密度を調整する基準が示されている。しかし内陸部の防風林については地域によって樹種や立地条件が様々であることから、本数調整の基準がない。

秋田県大潟村には幹線道路に沿って防風林帯が作られている。旧八郎潟を干拓したことから湿地を考慮してセイヨウハコヤナギが造成され、樹高は高いもので20m程度にまで成長していた。十数年ほど前から、倒木が発生して本数が減少していた。また盛土をした場所にはクロマツが植えられていたが、松くい虫被害により大きく衰退していた。そこで2001年から再造林が行われてきた。水はけの悪い干拓地にも生育可能で、長命で病虫害に強い在来種の中から、ハルニレなどが植栽された。5～10年が経過し、込み合ってきた林分も見られるようになった。このようなことから防風林を管理する地域振興局は、広葉樹防風林に関する施業指針を必要としていた。

本研究では、干拓地に造成された8年生のハルニレーエゾイタヤ林を対象に林分構造と地下水位を明らかにし、本数調整伐の方法を提示することを目的とした。

なお、本報告は森林整備課調査委託事業「干拓低湿地における防風林造成に関する研究」の一部として実施したものである。

II. 方法

1. 調査地

大潟村は旧八郎潟を干拓して 1964 年に誕生し、干拓された面積は 17,203ha におよぶ（大潟村役場総務企画課，2008）。中央干拓地の大部分（12,300ha）は低湿重粘土が占め、表層土壌の厚さはおよそ 70cm、pH は層位によって異なる（佐藤・高橋，1984）。調査地は大潟村字西野 150-7 地区である。大潟村を南北に縦断する幹線道路の県道男鹿・八竜線と平行に、長さが 390m、林帯幅が 26m の防風林帯が造成されている。林帯の西側には、幅 10 数メートルの農業用排水路が設置され、対岸に水田が広がっている。県道の東側は幅 30m の草原があり、水田に続いている。防風林帯の再造成では、前生樹の伐根を除去してから整地が行われ、農業用排水路と林帯の境に高さ 2.4m の丸太防風柵が設置されている。林帯内部には、東西方向に 12m、南北方向に 14m の植栽区画が配置され、周囲は深さ 0.5m の素堀側溝で囲まれている。調査地の地盤高は、県道より 1.4m 低く、排水路の最底部は 1.3m 低い（図-1）。土性は砂壤土で、地表にはヤマトシジミの貝殻が多数見られる。植栽樹種はエゾイタヤとハルニレの 2 種で、1 区画内に 36 本ずつ植栽されている。配列は、同一樹種が 1 列に 9 本ずつ植栽され、1 列ごとに樹種が替えられている。列および苗木の間隔は 1.5m である。苗木の規格はハルニレが 0.6m、エゾイタヤが 1.0m である。植栽は 2001 年であり、調査時の林齢は 8 年生である。

2. 調査方法

1) 立木調査

調査プロットは、東西方向に隣り合う 2 区画に設定した。プロットの面積は 350m² である。プロット内に植栽されたハルニレ 72 本、エゾイタヤ 72 本の全数を調査対象とした。生存を確認するとともに、胸高直径、樹高、枝下高、4 方位の樹冠半径を測定した。

2) 地下水位の観測

地下水位の影響を明らかにするため、横断排水路側のプロットと県道側のプロットの中心に井戸を掘削した。井戸の直径は 6cm、深さは 2m であり、掘削にはハンドオーガーを用いた。掘削によって採取した土壌の土質と色調を記録した。井戸の壁面が崩れるのを防止するため直径 48mm の塩ビパイプを挿入し、地面から水面までの深さを地下水位として、水面感知装置がついた巻尺（ヤマヨ測定器株式会社、ミリオン水位計）で測定した。観測期間は 2010 年 9 月 27 日からから 2011 年 12 月 9 日までであり、積雪期を除きおよそ 1 ヶ月おきに観測した。

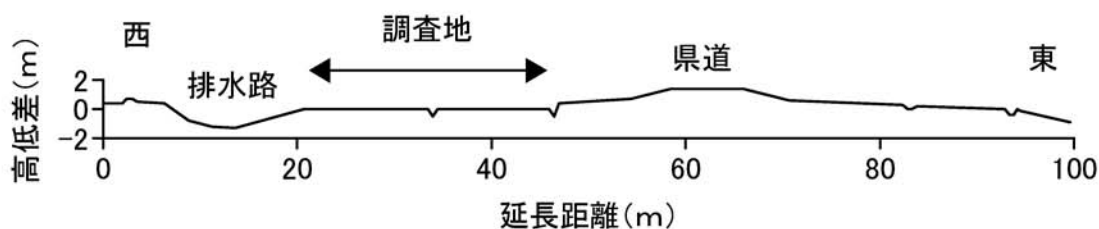


図-1. 横断面図

Ⅲ. 結果

1. 広葉樹の生育成績

植栽木の生育状況を表-1に、横断見取図を図-2に、林内の状況を図-3に示す。生存率はハルニレ94%、エゾイタヤ38%であった。ハルニレは上層を形成し、直径 $8.3 \pm 2.3\text{cm}$ （平均値±標準偏差、以下同様）、樹高 $5.2 \pm 0.8\text{m}$ 、本数密度は2,024本/haであった（表-1 a）。ハルニレの樹冠半径は $1.7 \pm 0.4\text{m}$ であり、エゾイタヤを挟んで2本隣に植栽されたハルニレと枝が交差していた。枝下高は $2.6 \pm 0.8\text{m}$ であり、下部に枯れ枝が目立った。エゾイタヤはハルニレより小さく、直径 $2.7 \pm 0.9\text{cm}$ 、樹高 $3.6 \pm 1.1\text{m}$ 、本数密度は1,607本/haであり、着葉量が著しく少ない形態となっていた。

同じ樹種であっても植栽列によって生育に違いが見られた。ハルニレの樹高は中央部の列において5.9mと高く、西端と東端の列では4.5m程度と低かった（表-1 b）。しかし、西端列のハルニレは風衝樹型ではなく、樹冠は高さ2.4mの丸太防風柵からさらに2m抜き出していた。枝下高は西端と東端の列が1.5mと低いのに対し、中央部の列では枯上がりが進んで3mを超えていた。列による生育の違いはエゾイタヤにも見られ、中央部の列では生存数が著しく少なかった（表-1 c）。

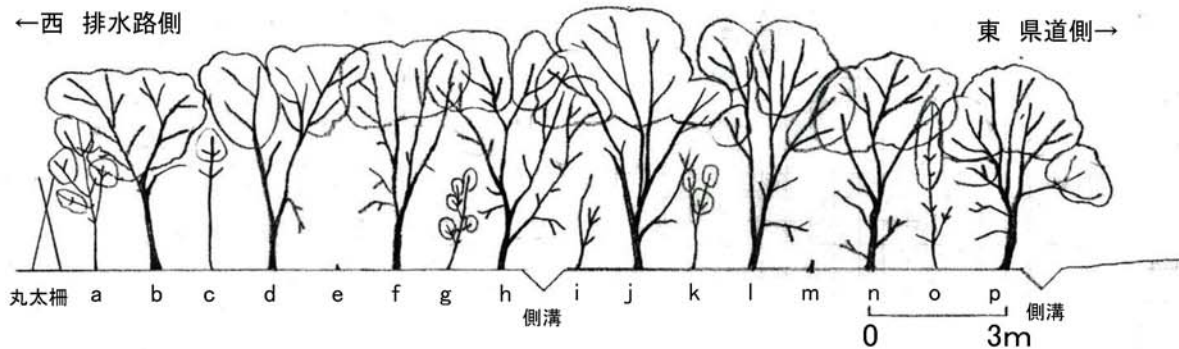


図-2. 林帯の横断面図

アルファベットは植栽列を示す。

ハルニレは樹冠が交差し下枝が枯れ上がっている。



図-3. 伐採前の林内の状況

ハルニレは林冠が閉鎖している（2008年9月19日撮影）。

表－１．植栽木の生育状況

a. 全体の集計

樹種		直径 (cm)		樹高 (m)		枝下高 (m)		樹冠半径 (m)
ハルニレ	平均	8.3 ± 2.3		5.2 ± 0.8		2.6 ± 0.8		1.7 ± 0.4
	最大	13.2		7.3		3.7		3.0
	最小	3.6		3.1		0.9		0.0
エゾイタヤ	平均	2.7 ± 0.9		3.6 ± 1.1		1.6 ± 0.7		0.7 ± 0.4
	最大	4.5		6.5		3.3		1.8
	最小	0.9		1.8		0.3		-0.6

b. 再掲ハルニレ列ごとの集計値

樹種	列	直径(cm)	*	樹高(m)	*	枝下高(m)	樹冠半径(m)	生育本数
ハルニレ	b	9.7 ± 2.1	a	4.5 ± 0.4	a	1.2 ± 0.2	1.8 ± 0.4	9
ハルニレ	d	9.0 ± 2.0	a	5.6 ± 0.4	ab	2.7 ± 0.2	1.8 ± 0.3	7
ハルニレ	f	8.3 ± 1.6	a	5.2 ± 0.4	ab	3.0 ± 0.5	1.6 ± 0.5	8
ハルニレ	h	8.0 ± 2.5	a	5.4 ± 0.8	ab	3.4 ± 0.2	1.6 ± 0.5	9
ハルニレ	j	8.6 ± 2.4	a	5.9 ± 0.8	b	3.3 ± 0.2	1.9 ± 0.3	9
ハルニレ	l	7.7 ± 2.2	a	5.6 ± 0.7	ab	3.2 ± 0.3	1.7 ± 0.3	9
ハルニレ	n	7.7 ± 2.5	a	4.9 ± 0.9	ab	2.8 ± 0.2	1.7 ± 0.4	9
ハルニレ	p	7.1 ± 1.7	a	4.6 ± 0.7	a	1.5 ± 0.1	1.8 ± 0.4	8

*欄の異なるアルファベット記号は統計的な有意差が認められたことを示す (Tukey, $p < 0.05$)

c. 再掲エゾイタヤ列ごとの集計値

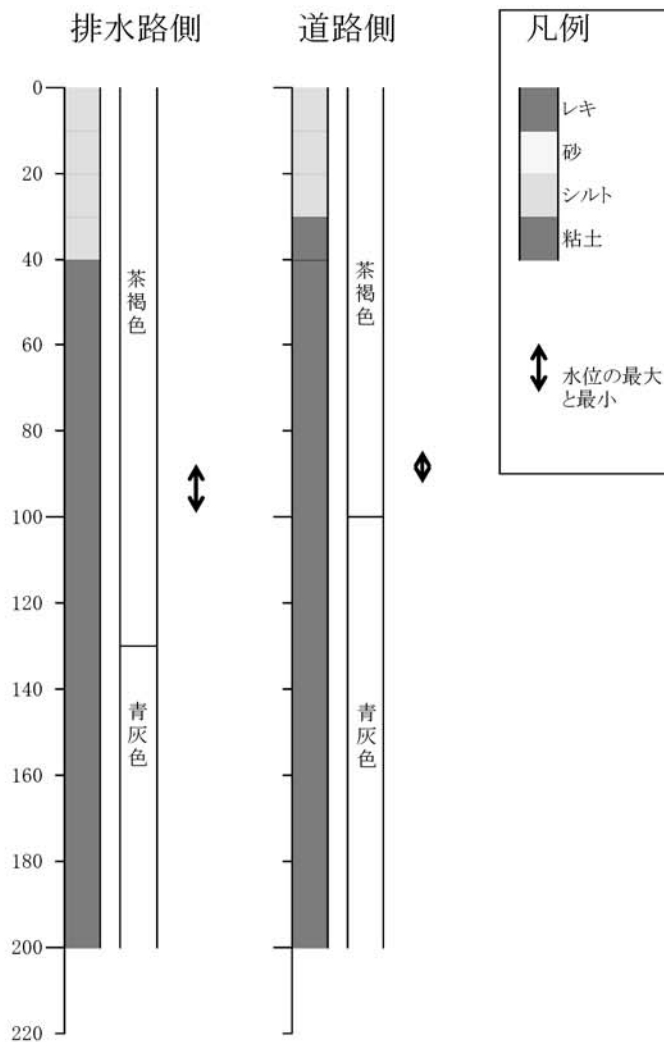
樹種	列	直径(cm)	樹高(m)	枝下高(m)	樹冠半径(m)	生育本数
エゾイタヤ	a	3.2 ± 0.9	3.3 ± 0.7	1.2 ± 0.3	0.8 ± 0.4	6
エゾイタヤ	c	2.4 ± 0.2	3.5 ± 0.0	1.5 ± 0.6	0.6 ± 0.3	3
エゾイタヤ	e	2.7 ± 1.3	3.7 ± 1.5	1.4 ± 0.7	0.8 ± 0.4	4
エゾイタヤ	g	1.2 ± 0.0	2.5 ± 0.0	1.0 ± 0.0	0.1 ± 0.0	1
エゾイタヤ	i	3.7 ± 0.3	6.1 ± 0.5	3.1 ± 0.2	0.7 ± 0.1	2
エゾイタヤ	k	2.0 ± 0.0	3.3 ± 0.0	2.0 ± 0.0	0.5 ± 0.0	1
エゾイタヤ	m	1.9 ± 0.4	2.7 ± 0.6	1.4 ± 0.6	0.6 ± 0.3	4
エゾイタヤ	o	2.8 ± 0.8	3.9 ± 0.9	1.8 ± 0.6	0.7 ± 0.4	6

注: 植栽列は西側からエゾイタヤa, ハルニレb, …, エゾイタヤo, ハルニレpとなる。

2. 土壌と地下水位

土壌柱状図と地下水位の変化を図－４に示す。排水路側のプロットでは、深さ 40cm を境に上部がシルト、下部が粘土であった。土壌の色は深さ 130cm までは茶褐色で、それより下部は青灰色であった。道路側のプロットでは、深さ 30cm までがシルト、それより下部は粘土であった。土壌の色は深さ 100cm までが茶褐色で、それより下部は青灰色であった。青灰色の粘土は水分を多量に含んでいた。

地面から地下水位面までの深さは、排水路側のプロットで 93.5 ± 3.8 cm (平均値 ± 標準偏差) であった。道路側のプロットでは 89.8 ± 2.6 cm であった。



図－４．土壤柱状図と地下水位

IV. 考察

1. 植栽木の成長

ハルニレの生存率は94%であり、平均樹高は5mを超えていた。ハルニレの成長について既存の植栽事例と比較すると、溪畔域でのレキ質土壤における生存率は100%、水田跡地では80%であり、その樹高は4年生で0.8~1.5mであった(田村・金子, 2008)。それぞれの生育環境や林齢は異なるが、本調査地のハルニレの成長は極めて良いといえる。一方、エゾイタヤは生存率が38%と低く、樹高成長も 3.6 ± 1.1 mとハルニレより低かった。エゾイタヤは海岸林造成にも多く用いられて樹種でありその成長と比較すると、5年生の生存率は9~99%で造成された場所によって大きなばらつきがあり、樹高は7年生で1~3mである(金子・田村, 2007)。厳しい砂丘環境下での生育であることを勘案すると本調査地の生育成績は総じて低位である。この要因として、ハルニレは本来湿性土壤を好む樹木であるのに対し、エゾイタヤは海岸域の排水のよい土壤に多く分布するため、土壤環境に対する耐性の違いが初期成長に違いをもたらしたものと考えられる。また、こうした初期成長

の差は継続的な被圧を受ける素因となり、生存率の低下と樹高較差を招いたものと推察された。

2. 地下水と季節風の影響

調査地の土壌は深さ 30~40cm までがシルト質であった。また地下水位面は深さ 90cm であり、年間の水位変化は非常に小さかった。一般に、有効土層厚が 90cm 以上の立地では高木性の樹木が成立するといわれており、過湿地特有の樹高の停滞現象が認められないことから、地下水位についてはこれまでのところ生育に阻害となる影響を与えていないと考えられた。

季節風については、冬季の北西風が成長に影響することが懸念されていた。しかし、風衝側に位置する西側最端列（b 列）と風背側に位置する東側最端列（p）との樹高差はなかったうえ、西側最端列での樹型も風衝樹形が認められなかったことから、成長を阻害するような影響は受けていないと考えられた。

3. 本数調整の検討

本調査地における広葉樹林は、防風機能の発揮を目的として造成されている。つまり、個々の樹型として下枝が枯れ上がり、形状比の高い形状に育成することは機能的に好ましくない。エゾイタヤはハルニレによる被圧の影響により生育本数や着葉量が減少し、ハルニレも一列隔てた個体と枝が交錯している状態にある。このことから、林分としては極めて過密な状態にあり、立木密度の調整が必要と考えられる。また、本林分は樹冠層がハルニレとエゾイタヤで 2 層に分化しつつある。ハルニレに挟まれたエゾイタヤの多くは下層に位置し、事実上ハルニレ同士が競合状態となっている。したがって、本数調整はハルニレを対象とし、下層を形成しつつあるエゾイタヤはこのまま温存するとともに、将来的には林分の中・下層、すなわちハルニレの枝下部分の防風を担う役割に期待する。

ハルニレについて、林分としての過密度合いから適正な立木密度を検討する。まず、過密度の影響を表す形状比、枝下高率をみると、本林分（ハルニレ）の平均形状比は 62.6、平均枝下高率は 50% である。防砂・防風を目的とした海岸防災林において望ましいとされる形状比は 60~70、枝下高率は 50% であり、この指標からすると適正な範囲内にあると推察される。一方、平均樹冠幅を基準として樹冠の競合状態についてみると、本林分の相対幹距は 2.2m、平均樹冠半径は 1.7m であることから、個々の樹冠は平均で 120cm（樹冠直径の 71%）重なっていると判断される。仮に、現状の樹冠幅を維持するため樹冠の重なりを完全に解消するとすれば相対幹距を 3.4m（立木密度 865 本/ha）としなければならない、本数率で 57.3% の調整伐が必要である。初回の本数調整伐であることや、病虫害等今後の様々なリスクを考慮すると調整率としてはかなり大きい値である。樹冠の重なりについてさらに詳しく見ると、東西方向では 40cm、南北方向では 340cm 重なり、方位によって競合度合いが大きく異なることがわかる。この違いは植栽配列に起因し、南北方向、すなわち植栽列内における競合の緩和が最も重要と考えられる。具体的な方法として、①列内の 2 本に 1 本を淘汰する②枯死木の両側は競合が緩和されているもの判断する③個体の成長や形質を考慮して必ずしも 2 本に 1 本を淘汰するような機械的な選木を行わない、を本数調整の基本方針としたい。この手法からすると、本数調整率はおおよそ 40% 前後（最大でも 45.1%）と予測される。伐採率 38.5% では防風効果は大きく低下しない（小澤・坂本，2005）ことから、機能的にも許容範囲内の調整率と考えられる。

謝辞

独立行政法人森林総合研究所水土保全領域水流出チーム長の野口正二氏には地下水位の観測において懇切丁寧なアドバイスをいただいた。秋田地域振興局の高橋信義氏，村川晋氏，石川仁氏，中嶋邦好氏，森林技術センターの鈴木淑之氏，佐々木忍氏，石塚純氏，高橋航太氏（所属は当時）からは調査にご尽力いただいた。関係各位に厚くお礼申し上げる。

引用文献

- 金子智紀・田村浩喜（2007）広葉樹を活用した海岸防災林造成技術の開発．秋田県農林水産技術センター森林技術センター研究報告 17: 37-60.
- 檜山徳治（1967）内陸防風林．林業技術 309 : 23-26.
- 大潟村役場総務企画課（2008）<<http://www.ogata.or.jp/outline/polder.html>>.
- 小澤創・坂本知己（2005）内陸防風林の本数調整伐が防風効果に与える影響．日本森林学会誌 87: 85-89.
- 佐藤隆光・浦野慎一・武田知己（2000）幅と密度の異なった防風林における風速分布の観測．農業気象 56: 25-30.
- 佐藤敦・高橋正（1985）八郎潟低湿重粘土の土壤構造発達過程と化学的性質の変化．日本土壤肥料学雑誌 56: 409-420.
- 田村浩喜・金子智紀（2008）森林の公益的機能の維持向上に関する研究－溪畔林構成種の植栽試験－．秋田県農林水産技術センター森林技術センター研究報告 18: 51-57.

タモギタケとナメコの栽培における LED の効果

菅原冬樹・宮脇辰也*・古瀬茉衣子*・田中修*

*甲南大学大学院自然科学研究科

Effect of LED on the cultivation in *Pleurotus cornucopiae* var. *citrinopileatus* and
Pholiota nameko

Fuyuki Sugawara ,Tatsuya Miyawaki* , Maiko Furuse* and Osamu Tanaka*

要旨

発光ダイオード (LED) の照射による、タモギタケとナメコ栽培への影響を検討した。その結果、タモギタケの菌糸成長は、暗黒培養と比較して青色、緑色光照射により抑制され、特に青色光では、白色蛍光灯とほぼ同じぐらいに抑制された。また、青色光照射により、菌糸体重量が暗黒と比べて減少した。一方、ナメコでは、光照射による菌糸成長の抑制ならびに菌糸体重量の減少は、観察されなかった。次に、子実体形成に及ぼす光の影響を調査したところ、タモギタケは緑色光と青色光において、成熟した子実体が発生した。しかし、緑色光で生育した子実体の菌傘は白色をしており、変形が目立った。一方、ナメコは、すべての試験区で子実体が形成された。しかし、緑色、黄色及び赤色光では菌傘が小さく、変形が生じるほか、暗黒下では、菌傘色も薄くなった。以上から青色光は菌傘の着色に有効であり、この波長領域を含む白色光も正常な子実体形成と着色に効果があった。

なお、本報告は、東北森林科学会誌 18(2)p. 43-46(2013)に掲載されている。

研究報告（第22号）

平成25年12月発行

編 集 編集委員長 沼田行英

編 集 委 員 松橋久敏, 田中隆信, 金子智紀, 須田邦裕, 藤井吉人

発 行 秋田県秋田市河辺戸島字井戸尻台47-2

秋田県森林技術センター

郵便番号 019-2611

T E L 018-882-4511

F A X 018-882-4443

U R L <http://www.pref.akita.lg.jp> (美の国あきたネットからアクセス)

e - mail forest-c@pref.akita.lg.jp

BULLETIN
OF
THE AKITA PREFECTURAL FOREST TECHNOLOGY CENTER
No. 22 2013. 12

1. Estimation of the damage rate by Japanese oak wilt affecting mammals,
birds that inhabit the forest

Akihiko NAGAKI ····· 1~13

2. Estimation of oak distribution area was used as an index elevation and
examination of preventive measures Japanese oak wilt

Akihiko NAGAKI ····· 14~24

3. Effect of difference in dune environment on establishing planted
Quercus dentata saplings

Hiroki TAMURA and Tomonori KANEKO ····· 25~32

4. The distribution and the removing test of *the Robinia pseudoacacia* L. in
coastal pine forest, Nosiro City

Hiroki TAMURA ····· 33~39

5. Growth of shelterbelts with broadleaved trees planted in the reclaimed land

Hiroki TAMURA ando Kazumasa TAKAHASHI ····· 40~46

(Note) Effect of LED on the cultivation in *Pleurotus var citrinopileatus*
and *Pholiota nameko*

Fuyuki SUGAWARA, Tatuya MIYAWAKI, Maiko FURUSE and Osamu TANAKA ····· 47