

温帯域におけるミズナラ等森林造成に関する研究

2006年度～2008年度

石田 朗*・小林元男

要 旨

愛知県内の温帯域における有用広葉樹林造成手法を確立するため、温帯域の人工林や広葉樹林の成長や種子生産などの実態調査とミズナラ等の森林造成方法の検討を行った。その結果、温帯域のヒノキ人工林では尾根部の成長が不良で、ヒノキのとっくり病がすべての調査区で確認され、特に埴質土壌の調査区で発生率が高かった。ニホンジカによる林床植生の食害は、ササ類の被度が高い調査区を除き確認された。ミズナラやコナラなどの有用広葉樹の実生は、林道沿いの林内斜面上側で多く確認された。ミズナラとミズメの種子生産は年により豊凶があり、ミズナラの完熟堅果落下のピークは10月中～下旬であった。ミズナラとミズメの造林地ではノウサギ、ニホンジカ、コウモリガによる被害が確認され、ノウサギの被害は短チューブにより、ニホンジカの被害は海苔網を二重に張ることで防除できた。

I はじめに

愛知県内では標高900m以上の温帯域までスギやヒノキが造林されているが、気候や立地条件のために成長が芳しくない事例が認められる。また、材価低迷の折、伐採後に造林されずに放置されるおそれがあり、森林の多面的機能低下が懸念される。県内では、有用広葉樹のうち暖帯から中間温帯に適するクスノキ、コナラ、クヌギなどの育苗技術や造成法の調査・研究が行われているが、温帯に適する樹種の試験研究は実施されていない。そこで、温帯域の人工林や広葉樹林の成長、種子生産などの実態を調査するとともに、ミズナラ等の森林造成法を検討する。

II 方法

1. 温帯域の人工林等の実態調査

2006年に豊根村坂宇場の林道茶臼山線沿いの標高1,100～1,200mでヒノキ人工林2箇所（以下林道茶臼山線No.1、No.2）、ヒノキとミズナラ等の針広混交林1箇所（以下同No.3）、ミズナラ優占林1箇所（以下同No.4）、2008年に豊根村三沢のヒノキ人工林6箇所（以下林道豊富線No.1～No.6）に25～40m×7～16mの方形区を設定した。方形区内では、樹種を記録し、樹高測定および立木密度算出を行った。植生については、Braun-Blanquetの方法に従い、階層ごとに植被率と優占度を調査した。また、方形区ごとに1箇所の土壌断面を国有林野土壌調査法に従い調査した。さらに、方形区内における病虫獣害の発生状況を調査した。

2. ミズナラ等の実生発生状況調査

2007年に豊根村富山、豊根の林道豊富線、豊根村豊根の林道茶臼山線、設楽町津具の林道東山線

Akira ISHIDA, Motowo KOBAYASHI : Forestation of usefull broad-leaved trees in Aichi temperate region

* 現新城設楽農林水産事務所

沿いの標高1,000～1,200mに位置する計13箇所で、延長50mの法面と林内に出現したミズナラとコナラの実生発生状況を調査した。

3. ミズナラとミズメの種子落下等調査

豊根村の標高約1,200mに位置するミズナラの優占する林分に0.5㎡の円形トラップを10箇所設置した。トラップはできるだけ別のミズナラ個体の堅果が得られるように配置した。設置期間は9月下旬から11月上旬とし、2007年は1週間ごと、2006年と2008年は半月ごとに回収し、完熟種子、未熟種子、シイナに分けて落下種子数をカウントした。ミズメの種子の豊凶について、2007年に豊根村坂宇場の4箇所、設楽町津具の1箇所、設楽町設楽の1箇所で計20個体、2008年に豊根村坂宇場の2箇所で計5個体を選定し、表-1の6段階に類別して記録した。

表-1 ミズメ種子の豊凶基準

基準	種子豊凶基準
0	球果がなし
1	球果が10個以下または1, 2枝に着果
2	球果が11～50個または1割以下の枝に着果
3	球果が51～100個または1～2割の枝に着果
4	球果が100～500個または2～5割の枝に着果
5	球果が501個以上または5割以上の枝に着果

2005年に豊根村坂宇場の2箇所、設楽町津具の2箇所で採取した落下直後のミズナラ種子を2006年春季に新城市上吉田森林・林業技術センターの

マルチングを施した苗畑において水選後に播種し、秋期に発芽率と樹高を調査した。ミズメは、豊根村坂宇場で2006年に4個体、2007年に6個体について樹上から完熟種子を採集し、20℃恒温器内の湿らせたろ紙を敷いたシャーレ内で発芽率を調査した。

4. ミズナラ等温帯性広葉樹林の造成法の検討

2006～2008年にかけて、表-2のとおり豊根村坂宇場（以下坂宇場）と新野峠（以下新野峠）、設楽町津具（以下津具）、新城市作手（以下作手）の人工林皆伐地に調査区を設定し、ミズナラの直播と苗の植栽を行った。調査地ごとに140cmの筒状チューブ設置区（以下長チューブ区）、高さ70cmのチューブ設置区（以下短チューブ区）、チューブ無設置区（以下対照区）を設置し、調査区の周囲はニホンジカの食害防除対策として海苔網を張った。播種後は約1ヵ月に1回、発芽状況や実生の生残を、植栽後は成長期終了後に樹高成長と病虫獣害の有無を調査した。

III 結果と考察

1. 温帯域の人工林等の実態

林道茶臼山線および林道豊富線沿いのヒノキ人工林、針広混交林、ミズナラ優占林の植生・毎木・土壌調査の結果を表-3と表-4に示した。林道茶臼山線では、被圧木を除いたヒノキ

表-2 ミズナラ・ミズメの造林調査地

調査区設定時期	箇所	標高 (m)	樹種	播種数 (個)・植栽数 (本)		
				長チューブ区	短チューブ区	対照区
2006年春播種	作手	500	ミズナラ	50	50	50
2008年春播種	津具	800	ミズナラ	-	49	50
	作手	500	ミズナラ	48	54	48
	津具	800	ミズナラ	30	30	30
2007年春植栽 (1年生苗)	坂宇場	850	ミズナラ	57	54	45
			ミズメ	-	49	55
	新野峠	1,080	ミズナラ	-	24	24
			ミズメ	-	24	27

表-3 林道茶臼山線におけるヒノキ人工林等の実態

調査区	林道茶臼山線No. 1	林道茶臼山線No. 2	林道茶臼山線No. 3	林道茶臼山線No. 4	
調査面積 (m×m)	30×10	26×16	26×16	25×11.5	
傾斜 (°)	10	31	12	18	
方位	N54W	N62E	S60E	N79E	
標高 (m)	1,150	1,150	1,100	1,150	
林齢 (年)	35	44	48	56	
土壌型	Bd (d)	Bd (d)	Bd (d)	Bd (d)	
土性	埴土	埴土	埴土	埴土	
母材	領家帯古期花崗岩類	領家帯片状ホルンフェルス	領家帯古期花崗岩類	領家帯漸移帯	
地形	広い尾根上	尾根に近い平行斜面	広い尾根上	広い尾根上	
高木層	樹高 (m)	10.8 (10~13)	14.3 (12~16)	13.5 (14~16)	— (14~17)
	立木密度 (本/ha)	1,100	721	625	591
	植被率 (%)	85	70	90	85
	種名 (被度)	ヒノキ (5)	ヒノキ (5)	ヒノキ (4) ミズナラ (2) コシアブラ (1)	ミズナラ (5)
亜高木層	樹高 (m)	—	—	10~13	7~10
	植被率 (%)	—	—	30	50
	種名 (被度)	—	—	ヒノキ (1) ミズナラ (1)	エンコウカエデ (3) ウワミズザクラ (1) ミズナラ (1)
低木層	樹高 (m)	—	2~3	3~9	2~6
	植被率 (%)	—	1	20	80
	種名 (被度)	—	シロモジ (+)	リョウブ (1) アオハダ (1) タンナサワフタギ (1)	シロモジ (5) リョウブ (2) ミズメ (+)
草本層	樹高 (m)	0~1	0~2	0~3	0~2
	植被率 (%)	50	15	95	95
	種名 (被度)	クマイザサ (3) クロモジ (1) ハリガネワラビ (1)	クマイザサ (1) アブラチャン (1) ハリガネワラビ (1)	スズタケ (5) クマイザサ (2) クロモジ (+)	スズタケ (5) ミズナラ (+) クロモジ (+)

表-4 林道豊富線におけるヒノキ人工林等の実態

調査区	林道豊富線No. 1	林道豊富線No. 2	林道豊富線No. 3	林道豊富線No. 4	林道豊富線No. 5	林道豊富線No. 6	
調査面積 (m×m)	40×8	16×14	30×9	16×15	20×7	20×7	
傾斜 (°)	15	38	7	43	10	44	
方位	S60W	S72W	N57E	N84E	N75W	N25W	
標高 (m)	1,040	1,020	1,080	1,050	1,000	980	
林齢 (年)	34	34	24	24	38	38	
土壌型	Bb	Bb	Bb	Bb	Bc	Bp (d)	
土性	埴質壤土	埴質壤土	埴質壤土	埴質壤土	埴質壤土	埴質壤土	
母材	領家帯塩基性岩類	領家帯塩基性岩類	領家帯漸移帯	領家帯漸移帯	領家帯片状ホルンフェルス	領家帯片状ホルンフェルス	
地形	広い尾根上鞍部	尾根に近い平行急斜面	広い尾根上鞍部	平行急斜面	広い尾根	尾根に近い急斜面	
高木層	樹高 (m)	11.2 (10~12.5)	11.9 (10.5~13.5)	10.0 (8.8~11)	12.6 (10.7~14.5)	11.5 (9.8~14)	12.1 (9.1~14)
	立木密度 (本/ha)	1,563	1,830	1,704	1,625	1,214	1,786
	植被率 (%)	90	90	80	85	70	80
	種名 (被度)	ヒノキ (5)	ヒノキ (5) スギ (+)	ヒノキ (5) スギ (+)	ヒノキ (5)	ヒノキ (5)	ヒノキ (5)
亜高木層	樹高 (m)	—	—	—	—	—	
	植被率 (%)	—	—	—	—	—	
	種名 (被度)	—	—	—	—	—	
低木層	樹高 (m)	—	—	—	—	—	
	植被率 (%)	—	—	—	—	—	
	種名 (被度)	—	—	—	—	—	
草本層	樹高 (m)	0~1	0~1	0~0.8	0~0.5	0~2	0~2
	植被率 (%)	90	80	20	15	30	60
	種名 (被度)	スズタケ (5) クロモジ (1) アセビ (1)	スズタケ (4) クロモジ (1) タンナサワフタギ (1)	ミヤコザサ (2) アセビ (1) コアジサイ (+)	スズタケ (1) ヤクシソウ (+) ヤブムラサキ (+)	スズタケ (3) アセビ (1) クロモジ (+)	スズタケ (4) コアジサイ (+) シロモジ (+)

の平均樹高は35年生のNo. 1で10.8m、44年生のNo. 2で14.3m、48年生のNo. 3で13.5mであった。林道豊富線では、34年生のNo. 1と2で11.2mと11.9m、24年生のNo. 3と4で10.0mと12.6m、38年生のNo. 5と6で11.5mと12.1mであり、特に林道茶臼山線のNo. 1とNo. 3の尾根部での成長が不良であった。これは寒冷的な気象条件下での強風が影響していると推察された。ミズナラ等有用広葉樹の1ha当たりの本数は、林道茶臼山線No. 4で高木・亜高木層でミズナラ430本、エンコウカエデ360本、ウワミズザクラ180本、低木層でミズメ110本であった。また、林道茶臼山線No. 3では高木・亜高木層のミズナラは310本であった。草本層では、尾根部に位置する林道茶臼山線No. 4でミズナラ、林道豊富線No. 1と5でミズナラ、No. 3でコナラの実生が確認された。このことから、鳥獣による種子の貯食が尾根部において他の場所よりも頻繁に行われている可能性が考えられた。しかし、これらの実生はすべて1年生で、それ以外の齢が確認できなかったことから、人工林内の照度では生残が困難であることが示唆された。

全調査区において、立木で確認された病虫害害はヒノキのとっくり病だけであった。図-1に10箇所の調査区におけるとっくり病の発生率を示した。とっくり病は、ヒノキが出現しなかった林道茶臼山線No. 4を除く9調査区で発生しており、特に林道茶臼山線では、No. 1で84.8%、No. 2で80.0

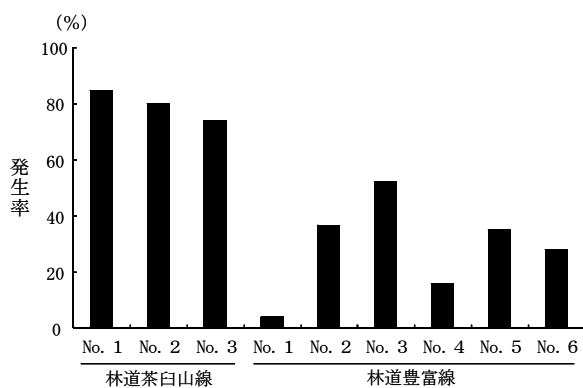


図-1 とっくり病の発生状況

%、No. 3で74.1%と、林道豊富線の6調査区と比較して高頻度で発生していた。これらの調査区には地質的な傾向はみられなかったが（日本の地質「中部地方Ⅱ」編集委員会編、1988）、過去に草刈り場として利用されており（小林、2006）、土壌のA層では全炭素量が5~13%、全窒素量が0.4~0.8%と比較的高く、かつ土性が埴質であった。とっくり病は重埴質土壌の出現する場所で多くみられることから（小林、2006）、土壌条件がとっくり病の発生に大きく関係していると考えられた。

立木以外では、林道茶臼山線No. 1と2、林道豊富線の6調査区では林床に生育するササ類以外の草本や木本の稚樹において、ニホンジカの食害が確認された。ニホンジカによる食害は、林道茶臼山線No. 3と4では確認できなかった。これらの調査区では林道茶臼山線No. 1や2でニホンジカの嗜好性が高くなかったササ類の植被率や竿高が高いため、ニホンジカの侵入がなく、食害されなかったと推察された。これらのことから、当地域で広葉樹林の造成を行う場合にはニホンジカによる食害が起こることが想定されるため、対策が必須であると考えられた。また、調査区での樹幹への被害は認められなかったが、林道豊富線では調査区近くの広葉樹で剥皮が確認されており、今後ニホンジカの個体数増加により、植栽木への剥皮害も顕在化する可能性が大きいと推察された。

2. ミズナラ等の実生発生状況

林道沿いの法面吹付の有無、隣接林分の種類、道の上下別にミズナラとコナラの実生出現数を図-2に示した。法面の吹付のない場所では、林道上の法面が林道下の法面に比べ、隣接林分の樹種にかかわらず多くの実生の発生が認められた。これは、林道下の法面では林道縁の樹木により被陰され、実生が生存できないことによると推察された。林道上下の法面ともに、隣接

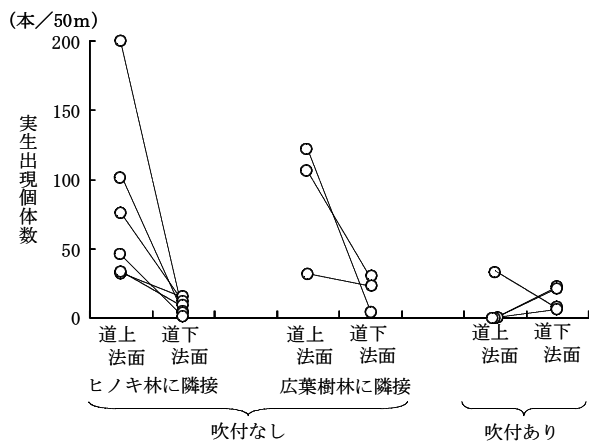


図-2 林道わきにおけるミズナラ等実生の出現状況

林分別の実生の出現数に差はなかった。法面の吹付があった場所では、実生はほとんど確認できなかった。実生が確認できた場所は施工後長期間経過して裸地化しており、施工後間もなく草本類で被覆された箇所では、種子が土壤に接することができなかったために枯死したと考えられた。これらのことから、ミズナラ等の堅果は鳥獣により種子分散するため、愛知県の温帯域のように種子源となる成木が比較的多く残されている地域では、天然更新が可能であることが示唆された。

3. ミズナラとミズメの種子落下等

2007年のミズナラ完熟堅果について、1週間ごとの10トラップの合計落下数と積算落下割合を図-3に示した。堅果の落下は9月下旬にはじまり、10月中下旬のピーク後、11月上旬まで

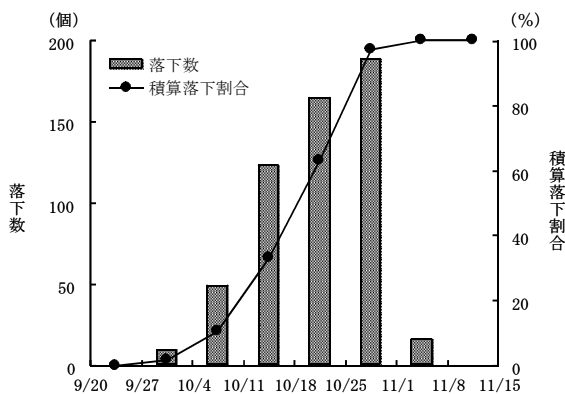


図-3 2007年のミズナラ堅果落下推移

約1ヵ月間続いた。この傾向は2006年と2008年でも同様であった。

2007年のトラップごとのミズナラ完熟堅果落下数を図-4に示した。落下のピークは10月中～下旬で、トラップ間に若干の差が認められた。このことは、同一林分でも個体差や林縁効果などにより堅果の成熟や落下時期に違いがでたものと推察された。

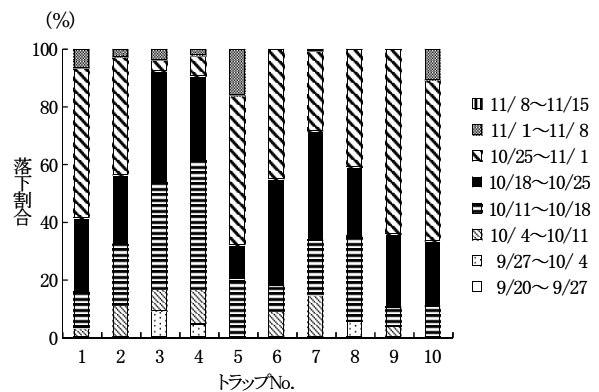


図-4 2007年のミズナラ落下堅果数の時期変化

2006～2008年のミズナラ落下堅果数を各トラップの積み上げで図-5に示した。2007年に落下堅果数が最大のトラップが5個、2008年に最大のトラップが1個、3年ともほとんどなかつ

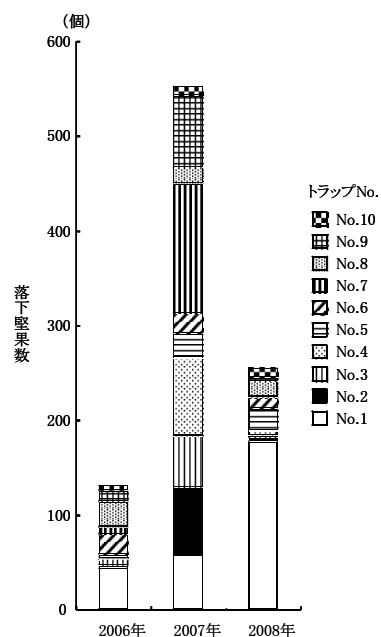


図-5 ミズナラ落下堅果数の年変化

たトラップが4個であった。1㎡当たりの平均堅果落下数は2006年が26.2個、2007年が110.0個、2008年が51.0個で、2007年は多くの個体で豊作年であったことが示唆された。落下数が最大の2007年と最小の2006年では5倍近くの違いがあり、2006年では落下後1ヵ月以内に付近の林床から堅果が消失していた。これは、鳥獣に食われたあるいは貯食のため持ち去られたためと推察され、種子の採集には注意が必要と考えられた。

新城市上吉田の苗畑における採集地の異なるミズナラの発芽状況を図-6に示した。津具の2箇所では採集した堅果の発芽率は60%前後であったが、豊根の2箇所では採集した堅果の発芽率は33%と49%であった。豊根では、林道のアスファルトや砂利の上に落ちた堅果を採集しており、乾燥により劣化した堅果が多かったために発芽率が低かった可能性が考えられた。

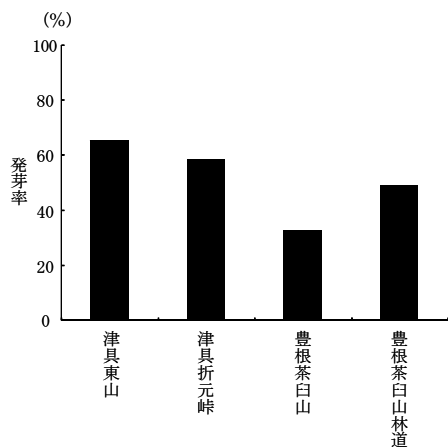


図-6 採集地別のミズナラの発芽率

ミズメの結実状況を図-7に示した。2007年はどの調査箇所でも半数以上の個体で豊凶度が3~5と豊作であったが、2008年はすべての個体で豊凶度が0~2であった。このことから、ミズメはミズナラと同様に豊凶があり、凶作年には育苗のための種子を確保することが困難な

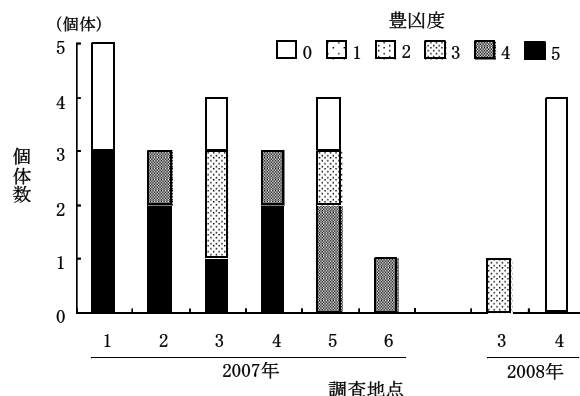


図-7 ミズメの結実状況

状況が生じることが示唆された。

恒温器内におけるミズメの採集地別の発芽率を図-8に示した。2006年に採集した種子はほとんど発芽しなかったが、2007年には、すべての個体の種子で発芽がみられた。このことは、2007年に球果の着果数が多く、豊作年であったことが影響したと考えられた。ただし、豊作年でも発芽率自体は高いもので15%と決して良くはなく、苗の育成のためには多くの球果を採集する必要があると考えられた。

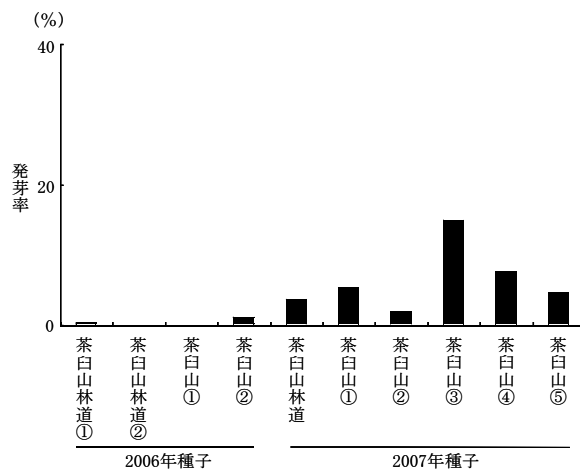


図-8 ミズメの発芽率

4. ミズナラ等温帯性広葉樹林の造成法の検討

直播ミズナラの1成長期後の発芽・生残状況を図-9に示した。作手では長チューブ区で94%、短チューブ区で74%が発芽・生残していたが、

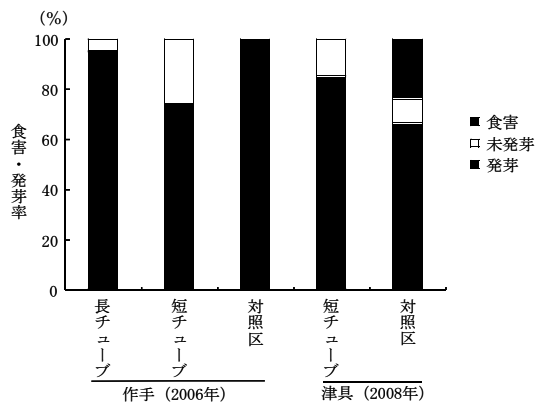


図-9 直播ミズナラの生残状況

対照区では種子がすべて発芽の前後で消失していた。これはノネズミ類の食害によると考えられた。チューブを地表との隙間がないように設置することで、小林・熊川（2005）と同様にノネズミ類の食害防除につながったと考えられた。津具では短チューブ区で84%、対照区では66%が発芽・生残していた。作手と同様に短チューブ区での食害はなく、対照区での食害率は24%と低かった。ノネズミ類は年による個体数の変動が激しいことが知られていることから（箕口，1988）、場所や年により食害の程度自体にも差があることが示唆された。

直播ミズナラの1成長期後の樹高を図-10に示した。平均樹高や最大樹高は堅果の採集場所にかかわらず、苗畑の方が野外試験地よりも大きい傾

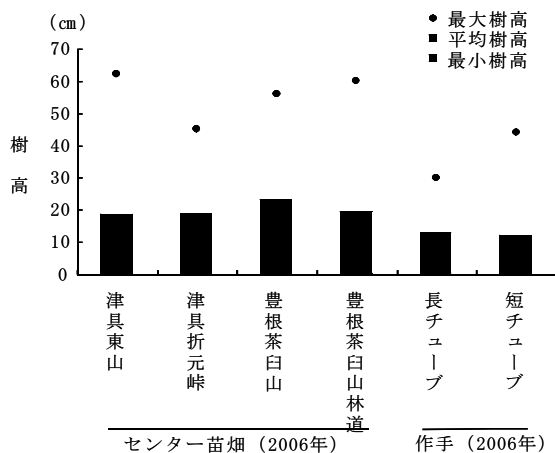


図-10 直播ミズナラの樹高

向があった。これは、苗畑では土壌の耕耘や肥料が多いなどが影響したためと考えられた。

ミズナラ造林地における2007年と2008年の処理別の植栽木被害状況を図-11に示した。両年とも植栽木の被害で最も目立ったのはノウサギによるもので、対照区は全箇所でも高い被害率を示した。これはニホンジカ防除用に設置した海苔網はノウサギには目が大きいため、造林地に容易に侵入してきたためと考えられる。ただし、長チューブ区でのノウサギ被害はなく、短チューブ区での被害もわずかであった。短チューブ区でのノウサギ被害は側に切り株や斜面凸部などがある場所でチューブ高以上に成長した苗先端部を食害されたケースがほとんどであった。そのため、苗の植栽する場所に気をつけることで、短チューブの設置はノウサギの被害防除に十分有効であると考えられる。ノウサギのほかにニホンジカの被害も確認された。長チューブ区での被害が少なかったが、これ

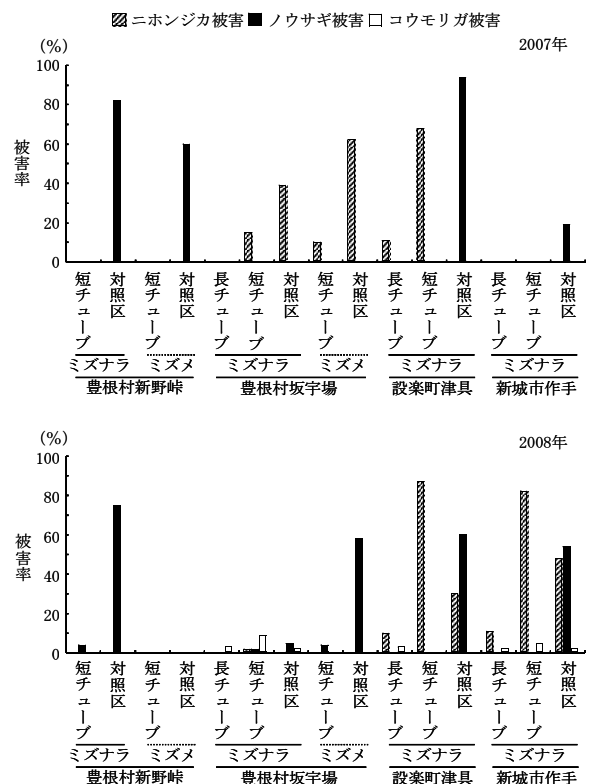


図-11 植栽木の被害状況

は造林木がチューブ高以上に成長した苗が少なかったことによる。しかし、津具や作手ではチューブ高以上に成長した苗はニホンジカの被害を受けた。短チューブ区では2007年に坂宇場と津具でチューブ高以上の苗にニホンジカの被害が高い割合でみられた。これは、海苔網がニホンイノシシの獣道上で設置されたことにより網が破られ、そこからニホンジカが侵入したためであった。そこで、2008年には海苔網を二重に設置したところ、豊根村の2造林地での被害は網近くの植栽木に限られ、そのほかの植栽木にはみられなかった。網の破れ目の補修のみを行い二重の海苔網の設置が遅れた津具と作手の造林地では、2008年にもニホンジカによる被害が続いた。獣害以外では、2008年に標高800mの坂宇場や津具において、ミズナラでコウモリガの被害が5%前後確認された。コウモリガの被害は、これまで県内では平野部や低山地の広葉樹造林地で確認されている（宮崎ら、2006）。コウモリガが県内の標高1,000m前後の場所でも低標高地と同様に普通に分布しているのであれば、今後植栽木が食害に適したサイズに成長するにつれ、被害も増加すると予測された。その場合には、下刈りを徹底するか、最初に得られた材はきのこの原木用とし、その後の萌芽により材生産を目指すなどの方針を立てる必要がある。

植栽木の平均樹高を図-12に示した。植栽木の樹高は、同一造林地内では長チューブ、短チューブ、対照区の順に高かった。これは短チューブと対照区ではノウサギやニホンジカによる食害が多かったためで、特に対照区では植栽2年後でも樹高が全く伸びていない処理区もあった。

作手におけるミズナラ直播の平均樹高は、1～3成長期後で長チューブ区では13.1cm、30.0cm、48.9cm、短チューブ区では12.1cm、28.9cm、39.8cmで、食害を受けた対照区でさえも植栽木の方が

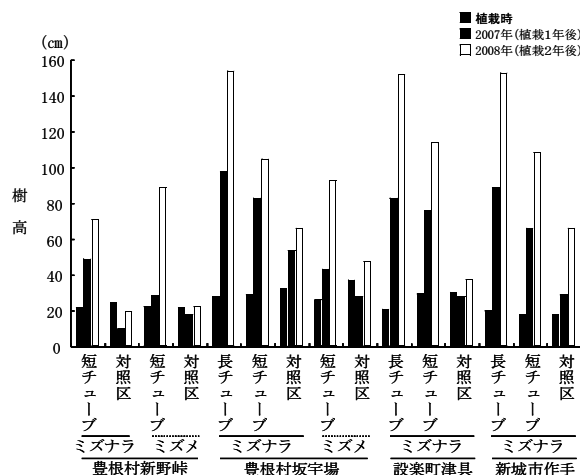


図-12 植栽木の樹高

成長が明らかに良かった。これは、図-10で示された1年目の成長量の差がその後の成長にも影響を及ぼしていると推察される。また、苗畑から山出しする際に成長や根張りの良好なものを選抜して植栽していることもその傾向を助長していると考えられる。したがって、種の直播よりも、苗を植栽した方が効率良く造林できると考えられる。

引用文献

小林元男・熊川忠芳（2005）ニホンジカによる樹木被害の生態的防除に関する研究．愛知県森林・林業技術センター報告42：14-23。
 小林元男（2006）北設楽の植物．282pp，愛知県林業試験研究推進協議会，新城。
 日本の地質「中部地方Ⅱ」編集委員会編（1988）日本の地質5 中部地方Ⅱ．310pp，共立出版株式会社，東京。
 箕口秀夫（1988）ブナ種子豊作年後2年間の野ネズミ群集の動態，日本林学会誌70：472-480。
 宮崎聖士・山本勝洋・熊川忠芳（2006）有用広葉樹の森林造成に関する研究．愛知県森林・林業技術センター報告43：11-18。