

コナラ実生稚樹の定着に対するササ処理と施肥の効果

小谷二郎・富沢裕子・渥美幸大

要旨：ササの密生地で、コナラの実生稚樹による定着を図るため、ササの処理方法の違いと施肥の効果を3成長期間検討した。刈り払い区では、1年のみではササの被度、高さともに元に戻る傾向がみられ、2年連続の処理が必要と考えられた。一方、除草剤散布区では1回で2年連続の刈り払いよりも高さは上回ったが被度は抑えられた。両区における実生の枯死率、樹高及び地際直径の成長は同程度であった。放置区では、ササの高さ145.5cm、被度も87.5%と高く、実生の枯死率は20%を超え、樹高成長では差はみられなかったが、直径成長では他よりも小さくなる傾向がみられた。施肥の効果は、100~200g/m²区が他よりも成長促進に効果的であった。以上のことから、実生の定着に効果的であったのは除草剤散布と100~200g/m²施肥の組み合わせであった。

キーワード：除草剤、刈り払い、コナラ実生稚樹、ササ、施肥

I はじめに

石川県の奥能登地域は、昔からしいたけの原木栽培が盛んで、現在、生しいたけ「のと115」およびその優秀品を「のとてまり」として商標登録しブランド化に取り組んでいる。今後、これらの安定した生産量を維持するためには、原木の確保が重要となってくる。

石川県の主要なしいたけ原木は、里山林の主要構成樹種であるコナラである。里山コナラ林の多くは、1960年代以降薪炭の需要の減少に伴って放置状態となり、大径木化の傾向にある。薪炭林施業時代には、20~30年周期で伐採され、萌芽更新によって再生が図られてきた(柳沢, 1981; 亀山, 1996) ため、伐採後は手を入れなくてもコナラ林が再生していたと考えられる。しかし、大径木では伐採後の萌芽力が低下する(小谷, 2012) ため、萌芽更新によって目標とするコナラ林への再生が困難となっている。そのため、伐採後にコナラ林へ再生させるためには実生による下種更新や植栽に頼らざるを得ない状況となっている(小谷, 2014)。

実生による天然更新は種子の豊凶による影響を受けることや、ササに被圧される場合が多いことなどから、ブナでは失敗例が多いのが実情ある(杉田, 2001)。一方、コナラの下種更新の研究事例は少なく(韓・橋詰, 1992; 小谷, 2018)、更新成功へ導くための指針(石川県農林総合研究センター林業試験場, 2013; 富山県農林水産総合技術センター森林研究所, 2018) も少ないのが現状である。

そこで、この研究では、コナラ実生稚樹(以下、

実生) とササが優占するコナラ林の皆伐跡地で、ササの処理方法と施肥が更新した実生の定着に与えた影響を調査したので報告する。

II 材料と方法

1 調査対象地

調査地は、能登半島の中央に位置する鳳珠郡穴水町七海の石川県穴水県有林のコナラ林(42年生) 皆伐跡地である(2015年10月伐採)。対象地は、標高160mで南西に突き出した小尾根の尾根上部から中腹にかけての傾斜25°の南東向き斜面である。土壌は、安山岩質火砕岩由来の弱乾性赤

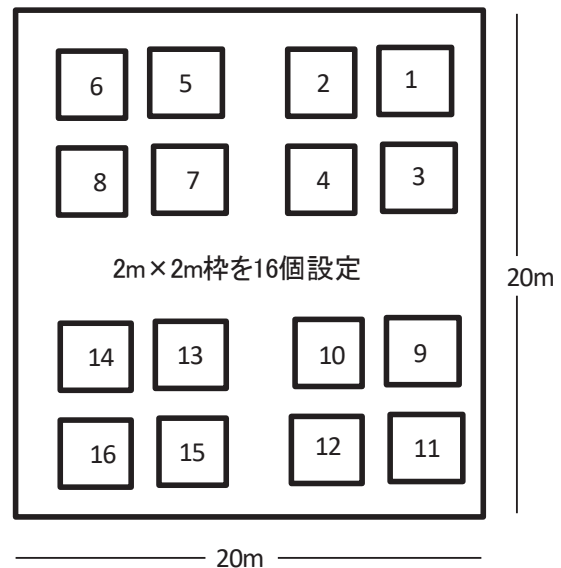


図-1 試験地の設定方法

20m×20mの枠を3つ設定(放置区、除草剤区、刈り払い区)。さらに、2m×2m枠を16個設定(1・5・9・13: 無施肥、2・6・10・14: 50g/m²施肥区、3・7・11・15: 100g/m²施肥区、4・8・12・16: 200g/m²施肥区) 設定。

表-1 2017年（試験地設定時）と2020年の実生の本数、枯死率、樹高および地際直径

ササ処理区	施肥区	2017年7月				2020年3月										
		実本数	測定本数	樹高	地際直径	実本数-枯死率		測定本数-枯死率		樹高 (cm)			地際直径 (mm)			
		本/16㎡	本/16㎡	H (cm)	D (mm)	本/16㎡	%	本/16㎡	%	H	ΔH	%	D		ΔD	%
放置	無施肥	70	64	30.3	2.7	61	12.9	56	12.5	166.0	44.7	44.8	11.6	2.9	36.8	
	50g/㎡	58	51	35.4	3.1	49	15.5	46	9.8	178.6	46.8	42.3	13.6	3.4	37.3	
	100g/㎡	30	30	38.6	3.3	21	30.0	21	30.0	193.4	49.5	40.9	15.3	3.8	36.2	
	200g/㎡	44	44	33.9	3.3	31	29.5	31	29.5	197.4	52.0	44.5	17.2	4.4	40.4	
	平均	50.5	47.3	33.8	3.1	40.5	22.0	38.5	20.5	183.9	48.3	43.5	14.4	3.7	37.6	
除草剤	無施肥	66	49	31.0	2.7	62	6.1	45	8.2	160.7	43.0	44.4	14.6	3.9	43.6	
	50g/㎡	59	46	29.3	2.6	56	5.1	46	0.0	168.3	46.3	44.3	13.5	3.6	41.2	
	100g/㎡	25	25	32.5	2.7	23	8.0	23	8.0	198.8	55.0	45.5	20.5	5.9	48.2	
	200g/㎡	37	37	32.5	2.7	30	18.9	30	18.9	182.4	49.5	45.0	14.8	4.0	42.4	
	平均	46.8	39.3	31.1	2.7	42.8	9.5	36.0	8.8	177.5	48.4	44.7	15.8	4.4	43.3	
刈り払い	無施肥	75	44	36.3	2.8	60	20.0	42	4.5	160.9	41.3	39.0	13.5	3.6	40.4	
	50g/㎡	123	57	43.6	3.2	85	30.9	56	1.8	192.9	49.9	40.4	15.5	4.1	41.3	
	100g/㎡	39	39	34.9	2.8	36	7.7	36	7.7	181.4	48.7	42.5	18.0	5.0	44.7	
	200g/㎡	60	51	37.8	3.3	53	11.7	47	7.8	217.1	59.4	46.3	20.3	5.6	46.6	
	平均	74.3	47.8	38.6	3.1	58.5	17.6	45.3	5.5	188.1	49.8	42.1	16.8	4.6	43.2	

色土 (R_C) である。皆伐前は、コナラ、ウワミザクラ、ホオノキなどの高木種、リョウブ、ソヨゴ、ヤマウルシなどの小高木種や低木種が主な構成樹種であった。林床はチマキザサ（以下、ササ）が広く密生し、皆伐前に全面的に刈り払いを行っている。調査地設定時のコナラの実生は、伐採の翌年に発生した2年生の前生稚樹（2017年時点）である。コナラの伐株数は300本/haであるが、萌芽再生株は約半数であった。

2 試験方法

2017年7月に、20m×20mのプロットを3つ設定した。それぞれのプロット内に2m×2mの小プロットを16個設定し、小プロット内のササの被度と高さ（以下、H）および実生の高さ（以下、H）と地際直径（以下、D）を測定した（図-1）。測定後、3つのプロットを放置区、除草剤区、刈り払い区とした。刈り払い区では、まず大まかに下刈り機で実生高以上の位置でササ葉を刈り払い、機械の使用が困難な場所は剪定バサミを用いた（7月）。刈り払いは、2017年と2018年の2回行った。刈り払いは、400㎡当たり1人で約4時間を要した。除草剤区では、クロレートS粒剤（エス・ディ・エス バイオテック社）2.5kg/100㎡を2017年に2回（7月と10月）散布した。散布は、シャワー部を取り除いたジョウロを用いて、プロット内に均等に施した。2回行ったのは、1回目散布後豪雨の影響で除草剤が流亡した可能性が高いと判断されたためである（ササの枯死を確認できたのは11月）。除草剤散布は、400㎡当たり1人で1時間弱を要した。また、施肥効果を検証するため、16の小プロットを4つの施肥量レベル

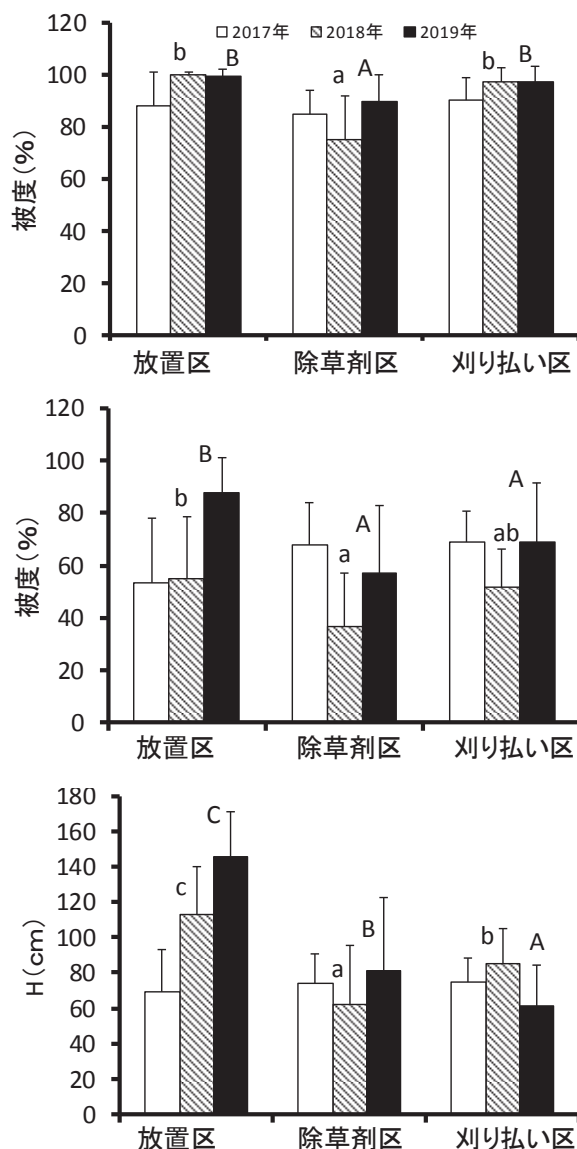


図-2 処理区別の全体被度（上）、ササ被度（中）およびササの高さ（下）の推移
アルファベットが無いまたは同じ場合は、有意差なし

(無施肥、50g/m²、100g/m²、200g/m²)で4回繰り返し区に設定した。散布は、除草剤散布と同様の方法で8月に行った。施肥も2017年と2018年の2回行った。

追跡調査は、2018年6月(約1年後)および2019年12月(約2年半後)にササの被度とHの再測を行うとともに、2018年7月(1成長期)、同年11月(2成長期)、2020年3月(3成長期)に実生の生存数と成長(HとD)の再測を行った。なお、小プロットの実生のHとDの測定本数は最大20とし、それ以下では全数とした。20本の選択基準は、被圧木以外のものとした。

結果の統計解析は、エクセル統計(SSRI, 2010)で行った。

III 結果

1 ササの被度およびHの変化

2017年7月(処理前)の植物全体の被度は85%前後で、各処理区間で差はみられなかった(図-2; 1元配置分散分析 $p>0.05$)。同時期のササの被度およびササHは、53~69%、70~74cmで、やや放置区で低かったが、有意な差はみられなかった(図-2; 1元配置分散分析 $p>0.05$)。しかしながら、2018年7月(1年後)には、全体、ササ被度、ササHとも処理間で差がみられ、除草剤散布区(36.9%、62.3cm)が低くなる傾向がみられた(図-2; 1元配置分散分析 $p<0.05$ 、Tukeyの多重比較、 $p<0.05$)。また、2019年7月(2年後)では、全体被度の差が無くなった(図-1; 1元配置分散分析 $p>0.05$)ほか、それまでと傾向が変わり、放置区のササ被度(87.5%)およびH(145.5cm)が他の2区よりも高くなる傾向がみられ(図-2; 1元配置分散分析 $p<0.05$ 、Tukeyの多重比較、 $p<0.05$)、Hでは刈り払い区(61.4cm)は除草剤区(81.2cm)よりも低くなる傾向もみられた(図-2; 1元配置分散分析 $p<0.05$ 、Tukeyの多重比較 $p<0.05$)。放置したササは、2年間で被度が1.6倍、Hが2.1倍となったのに対し、除草剤区および刈り払い区ではほぼ同じかやや低い値となった。

これら一連について施肥区間を加味して比較したところ、被度、Hとも2017年には有意な差がみられなかった(2元配置分散分析 $p>0.05$)が、2019年には50g/m²区よりも100g/m²でHが高くなる傾向がみられた(2元配置分散分析 $p<0.05$ 、Tukey

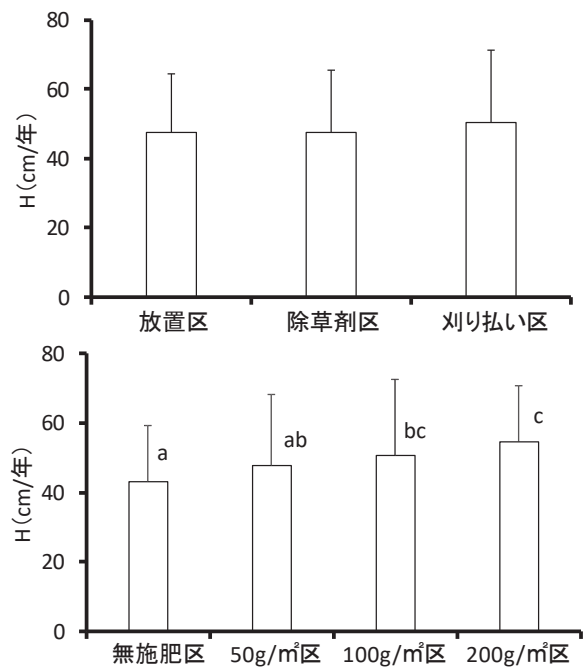


図-3 実生の樹高(H)成長量の比較
アルファベットは図-2と同じ

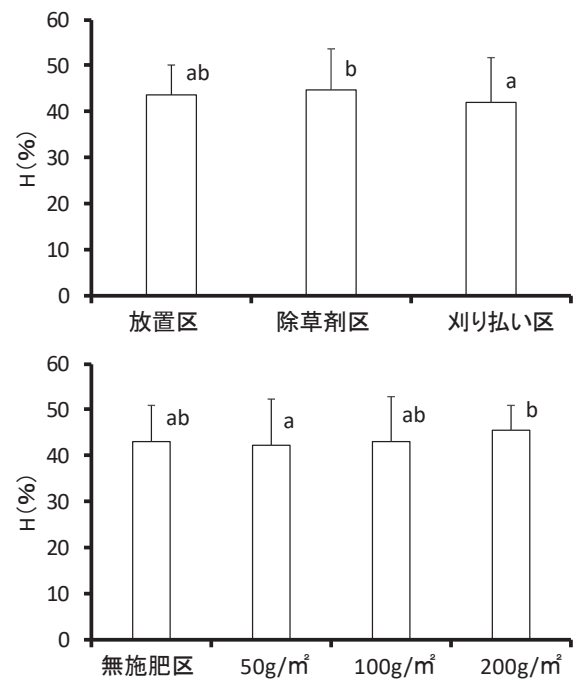


図-4 実生の樹高(H)成長率の比較
アルファベットは図-2と同じ

の多重比較、 $p<0.05$)。

2 実生の成立本数と枯死率

表-1に、2017年7月と2020年3月での実生の概略を示す。2017年の実生の実際の平均成立本数は、46.8~74.3本/16m²(2.9~4.6本/m²)であったが、2019年には40.5~58.5本/16m²(2.6~3.7本/m²)に減少した。枯死率を比較すると、放置区が22.0%と最も高く、次いで刈り払い区の

17.6%であった。一方、測定木の平均本数は、2017年に39.3~47.8本/16m² (2.4~3.0本/m²)であったものが2019年には36.0~45.3本/16m² (2.3~2.8本/m²)であった。枯死率を比較すると、放置区が20.5%と最も高く、他の区は10%以下であった。なお、施肥の影響による枯死率の違いには一定の傾向はみられなかった。

3 実生の成長

2017年7月時点での実生の平均Hは31.1~38.6cm、Dは2.7~3.1mmであったのが、2020年3月にはそれぞれ177.5~188.1cmと14.4~16.8mmに成長した。3成長期間の平均成長量および平均成長率は、Hが48.3~49.8cmで42.1~44.7%、Dが3.7~4.6mmで37.6~43.3%であった(表-1)。

Hの成長量は、ササ処理区間では有意差が認められなかったものの施肥処理区間で有意差が認められ(2元配置分散分析 p<0.05、交互作用無し、p>0.05)、100g/m²以上の区は無施肥区よりも、200g/m²区は50g/m²区に比べ有意に大きかった(図-3; Tukeyの多重比較 p<0.05)。また、成長率はササ処理区間および施肥区間で有意差が認められ(図-4、6; 2元配置分散分析、p<0.05、ただし、両者とも交互作用あり、p<0.05)、刈り払い区(42.1%)に対し除草剤区(44.7%)が有意に大きくなり、施肥区間では50g/m²区(42.2%)に対し200g/m²区(45.4%)で有意に大きくなる傾向がみられた(Tukeyの多重比較 p<0.05)。

Dの成長量は、ササ処理区間および施肥処理区間で有意差が認められ(2元配置分散分析 p<0.05、ただし、交互作用あり p<0.05)、刈り払い区は放置区に比べ有意に大きく、100g/m²以上の区はそれ以下の区に比べ有意に大きかった(図-5; Tukeyの多重比較 p<0.05)。成長率では、放置区(37.6%)に対し除草剤区(43.3%)および刈り払い区(43.2%)で有意に大きくなり、施肥区間では無施肥(40.0%)および50g/m²区(40.1%)に対し、100~200g/m²区(43.4~43.7%)が有意に大きくなった(Tukeyの多重比較 p<0.05)。

IV 考察

処理の違いによるササの被度および高さの変化

2017年の試験地設定時には、すでにササが被度53.4~68.8%、高さ69.4~74.4cmとかなり優占度が高かった(図-2)のは、元々皆伐前にササが繁茂しており、全面的に刈り払いにもかかわらず、

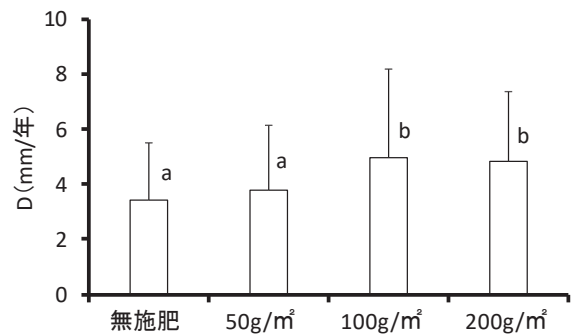
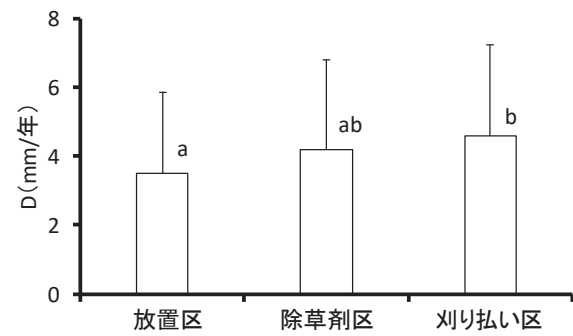


図-5 実生の地際直径 (D) 成長量の比較
アルファベットは図-2と同じ

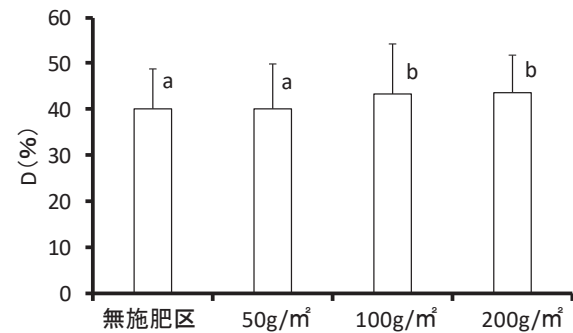
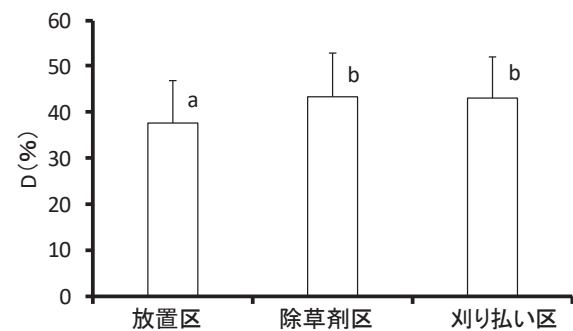


図-6 実生の地際直径 (D) 成長率の比較
アルファベットは図-2と同じ

皆伐による光環境の好転がササの勢いを回復させたためと考えられる。その後さらに放置した場合には、2019年(2年半後)で被度87.5%、高さ145.5cmと勢いを増していた。刈り払い区では、1年後には高さは放置区よりも低かったが、被度は放置区と同程度で、2年後には被度は放置区よりも低く、高さは最も低くなった。このことは、

刈り払いを2年連続で行うことでササの抑制となったが、1回のみではそれほど抑制効果は働いていないことを示唆している(図-2)。それに対し、除草剤区では1年後で被度、高さとも最も低くなり、2年後では高さは刈り払い区よりも高くなったが被度は最も低かった(図-2)。このことは、除草剤は1回でササをかなり抑制できたことを示している。今回は、1回目に散布直後に豪雨があり流失した可能性が考えられたため、2回の散布となってしまったが、隣接地において、降雨の影響がない条件で散布試験を行ったところ、1回でササの全面的な枯死を確認した(小谷、未発表)。しかも、刈り払いは同じ面積内で4時間程度を要したのに対し、除草剤は400㎡内を1時間弱で散布し終えた。以上のことから、ササの繁茂抑制としては、除草剤が最も効果的と考えられる。

実生の生育に対するササ処理の影響

3成長期で、実生の枯死率が最も高かったのは放置区であった(表-1)。実本数および測定本数とも放置区では2割の枯死率であった。刈り払い区でも実本数では一部2割の枯死率となった場所もあった。しかし、平均的な樹高のものを対象とした測定本数では1割以下の枯死であったことから、実本数では、1年後のササの回復により主に小サイズが枯死したものと考えられる。除草剤区では、実本数、測定木本数とも他に比べて枯死率が最も低かったことから、除草剤は2年生実生の生存に悪影響を与えていないと考えられる。ただし、隣接地で当年実生更新木の生育する場所で除草剤散布試験(8月)を行ったところ、2割で葉害と思われる枯死が発生した(小谷、未発表)ことは、留意する必要がある。

成長に対する各処理の影響を比較すると、樹高の成長量では3区間で差はみられなかったが、成長率では除草剤区が刈り払い区よりも高くなった(図-3、5)。一方、地際直径では成長量および率ともに刈り払い区および除草剤区が放置区よりも高い値を示す傾向がみられ、ササ抑制は樹高成長よりも直径成長の促進に効果があるようである(図-4、6)。ササ繁茂は葉量を減らし直径成長を抑制し、形状比の高い徒長気味の実生の形成につながっている(小谷、2014)。これらのことから、刈り払いまたは除草剤散布は実生の成長促進に効果的に働いていると考えられる。

実生の生育に対する施肥の影響

施肥の影響は、生存率にはみられなかったものと考えられるが、樹高および地際直径の成長にみられた(図-3~6)。成長量では樹高および地際直径ともに明らかに100g/㎡以上で大きくなる傾向がみられ、成長率でも地際直径では100g/㎡以上はそれ以下よりも高い傾向がみられる。このことから、施肥は一定量以上で実生の成長促進に効果をもたらしていると考えられる。ただし、ササの成長に対する同様な影響も若干みられることから、施肥の場合はササに吸収されないように刈り払いや除草剤散布との組み合わせが望ましいかもしれない。また、成長に対する施肥の効果は、1回目(小谷、2018)と2回目の傾向が同じであることから、100~200g/㎡を1回施用で十分かもしれない。

ササ処理と施肥の必要性

以上のことから、刈り払いまたは除草剤散布によるササの抑制と100~200g/㎡の施肥は、実生の定着を図る上で、生存率の向上と成長促進に効果的であったことが示された。さらに、労力的な面を考慮すれば2回の刈り払いよりも1回の除草剤はより効率的と考えられる。これまでの試験でも、除草剤と施肥の組み合わせがコナラ実生の稚樹の生存率向上と成長促進に効果的であったことが報告されている(韓・橋詰、1992)。

放置区でのササの高さと実生の樹高との関係を見ると、2017年にササ69.3cm、実生33.8cmで実生がササの半分以下の高さであったのに対し、2019年はササ145.8cm、実生183.9cmで、実生がササの高さを超えていた。放置区でしかも無施肥区であっても実生の平均樹高(166.0cm)はササの高さ(119.7cm)を超えていることから、多くの実生がこのまま生存する可能性が高い。平均的な高さの実生の本数は、2.4~3.0本/㎡(24,000~30,000本/ha)で、それが3成長期間で2.3~2.8本/㎡(23,000~28,000本/ha)定着していた。しいたけ原木林として、最終的に平均胸高直径11cm程度で2,000本/ha成立することが目標である(石川県農林総合研究センター林業試験場、2013)とすれば、今回の試験地ではササの処理や施肥は無くてもしいたけ原木林として成林する可能性は考えられる。しかしながら、今後成長に伴いササだけでなくコナラ同士および他の樹種との競争によって本数が減少することも想定してお

く必要があるため、初期のうちになるべく実生を高密度に定着させることは重要と考えられる。

これらのことから、ササの処理や施肥が必要と想定される場合は、伐採前にササが繁茂していた場所で、しかも上木伐採後実生が30cmに達するころに更新本数が少ない場合と考えられる。それがどの程度かという基準は難しいが、これまで更新完了の目安として示されている苗高30cm以上の実生が10,000本/ha以上（谷本、1986）というのは、コナラでは大体当てはまり、伐採後2年間でこれ以下の密度であればササ抑制と施肥を補助作業として行うのが妥当と考えられる。

引用文献

- 亀山 章 (1996) 雑木林概説. (雑木林の植生管理—その生態と共生の技術—. 303pp、ソフトサイエンス社、東京). 1-4
- 石川県農林総合研究センター林業試験場 (2013) よくわかる石川の森林・林業技術 No. 14 薪炭・キノコ原木林の仕立て方.
- 韓海栄・橋詰隼人 (1992) 前生稚樹によるコナラの天然更新に関する研究. 鳥大演研報21: 1-30
- 小谷二郎 (2012) コナラの伐採齢が萌芽再生に与える影響. 石川県林試研報44: 18-22
- 小谷二郎 (2014) 高齢コナラ林の更新技術の開発. 公立林業試験研究機関研究成果選集11: 75-76
- 小谷二郎 (2018) ササの処理方法の違いと施肥がコナラの実生稚樹の成長と生存に与える影響. 中部森林研究67: 9-10
- SSRI (2010) 統計解析アドインソフトウェアエクセル統計2010 for Windows.
- 杉田久志 (2001) ブナ天然更新施業に関する研究の展開と今後の課題. 雪と造林12: 55-61
- 谷本丈夫 (1986) 広葉樹林育成のポイント. (わかりやすい林業研究解説シリーズ82. 広葉樹林の育成法, 87pp、林業科学技術振興所、東京). 17-31
- 富山県農林水産総合技術センター森林研究所 (2018) コナラ林更新伐のすすめ方—高齢コナラ林の伐採跡地にコナラ林を再生させるために—.
- 柳谷新一 (1981) 萌芽林. (広葉樹林とその施業. 林野庁研究普及課監修、大日本山学会発行、262pp、地球社、東京). 198-209



写真-1 ササの刈り払い (2017年7月)
実生の高さ以上で刈り払う



写真-2 ササの繁茂状況 (2017年7月)
ヘッドのシャワーを取り除いたジョウロを使って均等に散布

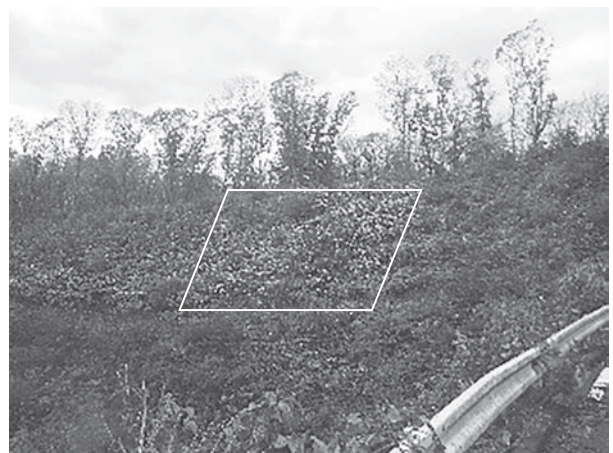


写真-3 ササの枯死状況 (2017年11月)
右から、刈り払い区 (□で囲んだ部分)、除草剤区、放置区



写真-4 刈り払い区 (2017年7月)
実生の高さは30~40cm



写真-7 除草剤区 (2018年12月)
ややササが回復 (手前)



写真-5 除草剤区 (2017年11月)
2回目 (10月) に散布後1月経過



写真-8 放置区 (2018年12月)
ササ丈を脱した実生



写真-6 ササ刈り払い区 (2018年12月)
7月に2回目の刈り払い実生の高さは60~90cm

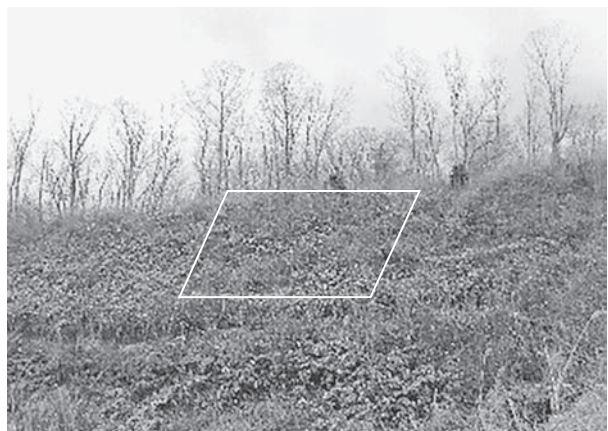


写真-9 2年10か月経過後 (2020年3月)
除草剤 (□で囲んだ部分) および刈り払い区は
放置区に比べ、ササが疎で木本が目立つ