

森林の強度伐採による効果のモニタリング（第2報）

2009年度～2013年度

石田朗・豊嶋勲・中西敦史*・小林元男**

要 旨

愛知県三河山間地において、強度伐採を実施した施業地で下層植生の回復状況を調査した。また、植生帯の異なる3箇所のヒノキ人工林で強度伐採の有無による下層植生の違いやニホンジカ等草食獣の利用状況を調査した。その結果、強度伐採を実施した事業地では、施業実施2年後で下層植生の出現種数がほぼすべての場所で増加していた。群落高は増加する事業地と変化がほとんどない事業地があった。また、3箇所の強度伐採を実施したヒノキ人工林では、植被率や平均群落高は対照区、間伐区、海苔網区の順で大きくなった。草食動物による間伐区の利用では、豊根と豊田ではニホンジカが、新城ではニホンカモシカが多く確認され、撮影頻度は豊根、豊田、新城の順であった。これらのことから、強度伐採の効果により下層植生の増大および種多様性回復することが示された。また、間伐により植生回復した場所には、草食動物が採食に現れ、密度が高い地域では樹高成長が抑制されていたことから、間伐の効果を発揮させるためには、防除柵の設置や草食動物の個体数調整などが必須であると考えられた。

I はじめに

戦後の拡大造林時に植栽されたスギ・ヒノキの人工林では、いまだ多くが間伐等の施業が必要な育成段階にある。そのような林分では、間伐等の施業を実施することにより、表土が下草、低木等の植生や落葉落枝に覆われ、水源かん養機能など森林の持つ公益的機能を発揮する健全な森林への誘導が重要とされている（林野庁，2012）。また、生物の多様性確保の観点からも、様々な植生、様々な林齢、様々な遷移段階の森林を確保するために、針葉樹の一斉林から針広混交林など多様な森林への誘導を図るための対応を検討することとされている（林野庁，2009）。そのような状況下で、強度伐採することにより、在来樹種の進出促進する方法が提唱されているが（林野庁，2010）、県内の実態については明らかになっていない（小林，2010）。また、林床の照度改善による下層植生の増大やこれに伴うニホンジカ等草食動物の被害な

どが未解明である（小林ら，2010）。そこで、本研究では強度伐採の施業地の実態および伐採後の下層植生の増大と草食動物による採食圧の影響を調査した。

II 方法

1. 森と緑づくり事業地の実態調査

森と緑づくり事業として、本数率で約40%の間伐を実施した事業地の中で、公道から300m以上離れた奥地施業地として、東栄町、設楽町、岡崎市、豊田市に合計21カ所を、公道から100m以内の公道沿い施業地として、新城市、設楽町、岡崎市、豊田市に合計19カ所の調査地を設定した。調査地の位置および概要は図-1、表-1、表-2に示す。東栄町、設楽町と新城市の施業地では、2009年度後期に間伐を実施し、実施直後の2010年及び2012年に植生調査を実施した。岡崎市と豊田市の施業地では、2010年度後期に間伐を実施

Akira ISHIDA, Isao TOYOSHIMA, Atsushi NAKANISHI, Motowo KOBAYASHI: Effects of the intense thinning in *Chamaecyparis obtusa* planted forests

* 現豊田加茂農林水産事務所森林整備課、** 2012年3月退職

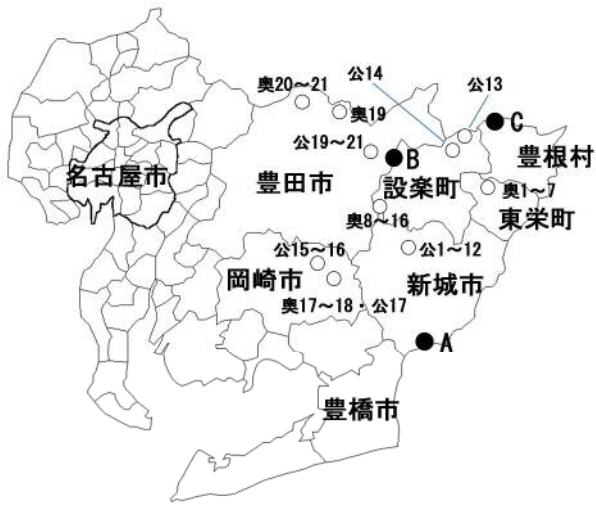


図-1 調査地の位置

表-1 実態調査地（奥地施業地）の概要

No.	場所	斜面方位	地形	上層樹種
奥1	東栄町振草古戸大手1	北西	平衡斜面・上部	スギ・ヒノキ
奥2	東栄町振草古戸大手2	北西	平衡斜面・中腹	スギ
奥3	東栄町振草古戸大手3	北	平衡斜面・上部	ヒノキ
奥4	東栄町振草古戸大手4	北	平衡斜面・中腹	ヒノキ
奥5	東栄町振草古戸大手5	北	平衡斜面・上部	ヒノキ
奥6	東栄町振草古戸大手6	北	平衡斜面・中腹	ヒノキ
奥7	東栄町振草古戸大手7	北	平衡斜面・中腹	ヒノキ
奥8	設楽町豊邦段戸山1	北	平衡斜面・下部	スギ
奥9	設楽町豊邦段戸山2	北	平衡斜面・中腹	スギ
奥10	設楽町豊邦段戸山3	南東	平衡斜面・下部	スギ
奥11	設楽町豊邦段戸山4	南東	平衡斜面・中腹	スギ
奥12	設楽町豊邦段戸山5	北	平衡斜面・下部	ヒノキ
奥13	設楽町豊邦段戸山6	北	平衡斜面・中腹	スギ
奥14	設楽町豊邦段戸山7	南東	平衡斜面・上部	スギ
奥15	設楽町豊邦段戸山8	南東	平衡斜面・中腹	スギ
奥16	設楽町豊邦段戸山9	南東	平衡斜面・下部	スギ
奥17	岡崎市石原町相野	南西	平衡斜面・中腹	スギ・ヒノキ
奥18	岡崎市石原町淀野	北西	尾根・中腹	ヒノキ
奥19	豊田市浅谷町上平	南西	平衡斜面・上部	ヒノキ
奥20	豊田市上仁木町貝戸ヶ入	北東	尾根上・平地	ヒノキ
奥21	豊田市下仁木町井ノ平	北東	小尾根・下部	スギ

表-2 実態調査地（公道沿い施業地）の概要

No.	場所	斜面方位	地形	上層樹種
公1	新城市中島金剛地1	南東	平衡斜面・中腹	ヒノキ
公2	新城市中島金剛地2	南東	平衡斜面・中腹	ヒノキ
公3	新城市中島金剛地3	南東	平衡斜面・中腹	ヒノキ
公4	新城市中島金剛地4	東	平衡斜面・中腹	ヒノキ
公5	新城市中島金剛地5	東	平衡斜面・中腹	ヒノキ
公6	新城市中島金剛地6	東	平衡斜面・中腹	ヒノキ
公7	新城市中島浜入場1	北東	平衡斜面・中腹	ヒノキ
公8	新城市中島浜入場2	北東	平衡斜面・中腹	ヒノキ
公9	新城市中島浜入場3	北	平衡斜面・中腹	ヒノキ
公10	新城市中島対ノ1	北西	平衡斜面・下部	スギ
公11	新城市中島対ノ2	北西	平衡斜面・下部	スギ
公12	新城市中島対ノ3	北西	平衡斜面・下部	スギ
公13	設楽町津具釜石	南東	斜面下部・平地	スギ
公14	設楽町津具中手向	南東	平衡斜面・中腹	スギ
公15	岡崎市木下嶋	南東	平衡斜面・中腹	ヒノキ
公16	岡崎市木下河原田	南	平衡斜面・中腹	ヒノキ
公17	岡崎市淀野	西	斜面下部・平地	スギ・ヒノキ
公18	豊田市大多賀町下平	北東	尾根・中腹	スギ・ヒノキ
公19	豊田市大多賀町八子	北東	尾根・中腹	スギ・ヒノキ

表-3 モニタリング調査地の概要

試験地	新城(A)	豊田(B)	豊根(C)
標高(m)	430	930	1,270
地形	尾根に近い南西の平衡緩斜面	尾根に近い東南東の平衡斜面	斜面上部の西南西の平衡斜面
土壌型	BD(d)	BlB	B1C
樹種	ヒノキ	ヒノキ	ヒノキ
林齢(年生)	52	52	48
植栽木立木密度(本/ha)	1,260	1,830	760
伐採後立木密度(本/ha)	730	1,050	440
本数間伐率(%)	57.9	57.3	57.8
近隣の広葉樹林	近隣	無し	隣接
試験地設定時期	2009年5月	2010年5月	2009年8月
各処理区(間伐区、海苔網区、対照区)の大きさ	20×20m	20×20m	15×15m
各処理区内の調査区(1×1m)の数			
間伐区	20	20	18
海苔網区	20	20	18
対照区	18	20	18

し、伐採直後の2011年と2013年に植生調査を実施した。植生調査は各地点10×10mの方形区を4カ所設け、5月から11月の間にBraun-Blanquetの方法で下層に出現した植物の種類ごとに被度と最大の高さを記録した。方形区1カ所でも被度が2を超えた種類は優占種とし、最も高いものを群落高とした。

2. 植生等動態モニタリング

調査地の位置を図-1に、概要を表-3に示す。調査地は新城市中島(以下新城)、豊田市大多賀町(以下豊田)、北設楽郡豊根村坂宇場(以下豊根)

の3箇所の約50年生ヒノキ人工林で、それぞれの気候帯は暖温帯、中間温帯、冷温帯である。

各調査地に15~20×15~20mの方形区を3箇所設定し、それぞれ胸高断面積合計の約40%を伐採除去した区(以下間伐区)、同様の伐採除去を行い、獣害対策のため使用済みの海苔網で2重に囲い込んだ区(以下海苔網区)、間伐等施業を行わない区(以下対照区)とした。これらの処理区内に1×1mの方形枠を18~20個均等に配置されるように設置した。間伐作業は、新城では2009年5月、豊田では2010年5月、豊根では2009年8月に実施した。2013年10月に各調査区において、1×1mの

方形枠ごとに林床植物の植被率および群落高を記録し、調査区ごとに平均値を算出した。群落高は方形枠の林床植物の中で一番高いものとした。また、間伐区と海苔網区内に自動撮影カメラを各区1台設置し、2013年7月～11月にかけて食害をもたらす草食獣の出現頻度を記録した。

Ⅲ 結果と考察

1. 森と緑づくり事業地の実態調査

表－4には奥地施業地における施業直後とその2年後の下層植生の変化を示した。各調査地に出

現した種数は、ほとんどすべての調査地において大きく増加していた。優占種は、コアジサイ、クロモジ、シロモジ、スズタケ、ミヤコザサ、ヒサカキなどで、伐採直後と2年後ではほとんど変化は認められなかった。群落高は、21の調査地のうち半数以上の12調査地で増加していたものの、4調査地で変化なし、5調査地で減少となっていた。

表－5には公道沿いの施業地における施業直後とその2年後の下層植生の変化を示した。奥地施業地と同様に種類数はすべての調査地で増加した。優占種は、アセビ、スズタケ、コアジサイ、ヒサ

表－4 奥地施業地における下層植生の変化

No.	2010・2011調査				2012・2013調査			
	優占種（4区画の被度範囲）	種数	群落高（cm）	最大高樹種	優占種（4区画の被度範囲）	種数	群落高（cm）	最大高樹種
奥1	コアジサイ(+4)	32	160	マルハアオクモ	コアジサイ(+2)、クロモジ(+2)	43	160	クロモジ
奥2	コアジサイ(3-4)、クロモジ(1-2)	39	250	クロモジ	コアジサイ(3-4)、クロモジ(1-2)	44	150	コアジサイ
奥3	コアジサイ(1-3)、クロモジ(1-2)	14	80	コアジサイ	コアジサイ(2)、クロモジ(1-2)	40	110	コアジサイ
奥4	コアジサイ(2-4)、クロモジ(1-2)	26	100	ヤブムラサキ	コアジサイ(2)、クロモジ(2)	35	120	コアジサイ
奥5	コアジサイ(1-4)、クロモジ(+2)	18	120	クロモジ	コアジサイ(1-2)、クロモジ(2)	28	140	クロモジ
奥6	なし	12	90	スルカテンナンショウ	なし	25	80	ヤマアジサイ
奥7	ヤマアジサイ(1-3)	19	100	ヤマアジサイ	ヤマアジサイ(1-3)	28	100	ヤマアジサイ
奥8	コアジサイ(0-2)、コミヤマカンスカ(0-2)、シロモジ(0-2)、スズタケ(+2)	29	180	シロモジ	コアジサイ(0-2)、コミヤマカンスカ(0-2)、シロモジ(+2)、スズタケ(+3)	41	200	シロモジ
奥9	スズタケ(1-4)	24	120	スズタケ	スズタケ(1-3)	33	150	スズタケ
奥10	シロモジ(0-2)、ハリカネワレヒ(1-4)、ナンゴククワライシタ(1-2)	22	420	シロモジ	シロモジ(+2)	31	400	シロモジ
奥11	シロモジ(2-4)、トウゲシハ(0-3)、ハリカネワレヒ(1-3)、ミヤコザサ(0-2)	26	260	シロモジ	シロモジ(+3)、トウゲシハ(0-2)、ミヤコザサ(1-3)、リュウブ(1-2)	45	350	シロモジ
奥12	ミヤコザサ(+4)	17	60	カノツメ	ミヤコザサ(1-4)	17	70	カノツメ
奥13	ミヤコザサ(+5)	10	100	シロモジ	ミヤコザサ(1-5)	20	110	シロモジ
奥14	なし	19	120	スズタケ	なし	27	170	スズタケ
奥15	なし	14	100	スズタケ	なし	33	150	スズタケ
奥16	アセビ(+3)	20	190	アセビ	なし	28	300	シロモジ
奥17	ウラジロ(2-3)、コシダ(0-2)	21	160	ヤブムラサキ	ウラジロ(+2)、コシダ(1-3)	38	360	ヒサカキ
奥18	ヒサカキ(2-3)、アラクシ(3)	13	500	シキミ	アラクシ(1-2)、ヒサカキ(1-3)	37	450	シキミ
奥19	アラクシ(+3)、ライカスラ(1-2)、ヒサカキ(0-2)、ヤブムラサキ(1-3)	26	320	ヒイラギ	アラクシ(+3)、ヒサカキ(0-2)、ベニシダ(+2)、ヤブムラサキ(+3)	66	210	ヤブムラサキ
奥20	シロモジ(0-3)、ツタ(0-2)、ヒサカキ(1-3)、マダケ(0-3)	45	440	マダケ	シロモジ(0-2)、ヒサカキ(1-3)、マダケ(+2)	59	440	マダケ
奥21	シケチシダ(0-2)、ヒサカキ(0-2)、ベニシダ(0-3)	30	160	ヒサカキ	ケチミササ(1-3)、ベニシダ(+4)	78	160	ヒサカキ
	平均	22.7	191.9			37.9	208.6	

カキなどで、奥地施業地と同様に多くの調査地で伐採直後と2年後で共通種が多かった。群落高は、19の調査地のうち16調査地で増加、残り3調査地で減少していた。減少した理由としては、2m以上の個体の枯死があり、間伐が必ずしも植生の増大にはつながらないことがあることが確認された。

間伐の施業地では、ほとんどすべての地点で、施業後の林床における植物の種数が増加し、種多様性回復の効果は認められた。一方で、被度については、優占種では必ずしも増加の傾向が認められなかった。間伐後の実生発生には埋度種子が大きく影響しているとされている（小谷，2011・島

田ら，2009）。優占した種類の変化はほとんどなかったため、その間のスペースから新たな種が発生したと考えられた。また、施業地では間伐木が林床に玉伐りして静置されていることが多く、これらにより被度自体が変わらないと考えられるケースも見られた。植生回復の観点では、伐採後の間伐木の整理を工夫する、または搬出することが望ましいかもしれない。群落高は順調に増大する調査地が多いものの、一部で枯死等による停滞や減少も認められた。水分ストレスについては、本数間伐率50%の林分でも兆候が認められなかった（森林総合研究所四国支所 2010）。したがって、

表-5 公道沿い施業地における下層植生の変化

No.	2010・2011調査				2012・2013調査			
	優占種（4区画の被度範囲）	種数	群落高（cm）	最大高樹種	優占種（4区画の被度範囲）	種数	群落高（cm）	最大高樹種
公1	榊* (+3)、ヤブコウジ* (+2)	56	260	ヒサキ	なし	95	400	アラカシ
公2	コシダ* (0-2)	37	190	アラカシ	コシダ* (0-2)	51	250	アラカシ
公3	なし	25	300	サカキ	なし	42	400	サカキ
公4	コアシ* (+2)	51	100	ヤブムラサキ	なし	73	250	ヤブムラサキ
公5	アセビ* (1-3)、アラカシ(1-2)	41	220	アラカシ	アセビ* (1-2)、アラカシ(1-2)	56	200	アラカシ
公6	なし	38	160	ヒサキ	アセビ* (0-2)、ヒサキ(1-2)	50	200	ヒサキ
公7	スズ* (2-3)、コカス* (1-4)	37	140	スズ*	スズ* (1-3)	58	200	アラカシ
公8	スズ* (+3)、コカス* (0-2)、ヒサキ (+2)	42	190	スズ*	スズ* (1-2)	53	250	ヒサキ
公9	スズ* (2-5)、ウラジ* (1-4)	38	180	スズ*	カカツメ (0-2)、スズ* (1-3)、ウラジ* (1-2)	44	250	アラカシ
公10	コシヤカス* (0-2)、フイチ* (+2)	39	440	コナラ	なし	68	470	コナラ
公11	フイチ* (0-2)	43	380	ヤマハゼ*	なし	53	400	ヤマハゼ*
公12	クサキ* (+2)	45	500	クサキ*	なし	67	150	ヒサキ
公13	クサコアカリ (0-2)	68	190	コシアブラ	ツクシ (0-2)	114	250	モミジ* イコ*
公14	アソビ* (0-2)、クワラビ* (0-2)、コアシ* (0-3)、シユウモンジ* (0-3)	70	190	クロモジ*	コアシ* (0-2)	98	250	クロモジ*
公15	サカキ (0-2)、シキミ (+2)、ツツジ* (0-2)、榊* (1-3)、ヒサキ (1-2)	45	500	シキミ	サカキ (1-2)、シキミ (+2)、榊* (0-3)、ヒサキ (1-2)	93	450	シキミ
公16	シキミ (1-2)、ヒサキ (2-4)	27	280	サカキ	ヒサキ (2-4)、ミヤコサ* (0-4)	51	300	ヒサキ
公17	マダ* (1-3)	23	250	ヒサキ	マダ* (1-3)	48	300	マダ*
公18	なし	22	80	アセビ*	アセビ* (0-2)	59	170	ハ* イカツジ*
公19	アセビ* (+2)、イカ* (0-3)、コアシ* (0-3)、コシアブラ (0-2)、シロモジ* (1-2)、スズ* (+4)	33	140	シロモジ*	アセビ* (1-2)、イカ* (+2)、コアシ* (1-3)、シロモジ* (1-2)、スズ* (+2)	71	160	シロモジ*
	平均	41.1	246.8			65.5	278.9	

間伐による負の影響よりは、間伐による林内の明るさの改善がまだ不足していた場所があった可能性が考えられる。

2. 植生等動態モニタリング

3調査地の3区画以上で最大樹高を示した種類(括弧内は区画数)は、新城の対照区ではクロモジ(4)、コチヂミザサ(3)、間伐区ではモミジイチゴ(4)、ニガイチゴ(4)、イヌザンショウ(4)、ムラサキシキブ(3)、海苔網区ではモミジイチゴ(4)、ニガイチゴ(3)、クロモジ(3)、豊田の対照区ではコシアブラ(4)、間伐区ではリョウブ(7)、コシアブラ(4)、海苔網区ではリョウブ(8)、ノリウツギ(3)、豊根の対照区でリョウブ(4)、ヤマアジサイ(3)、間伐区でアブラチャン(3)、リョウブ(3)、海苔網区でリョウブ(11)であった。3調査地の林床植物の平均植被率を図-2に示す。どの調査地においても間伐が実施されなかった対照区よりも間伐区の方が大きかった。その差は特に新城で43.3%と大きく、豊田では17.7%、豊根では13.1%であった。同じ間伐を実施した海苔網区と間伐区の差は、新城で1.4%とほとんどなく、豊田では21.3%、豊根では23.5%とかなり

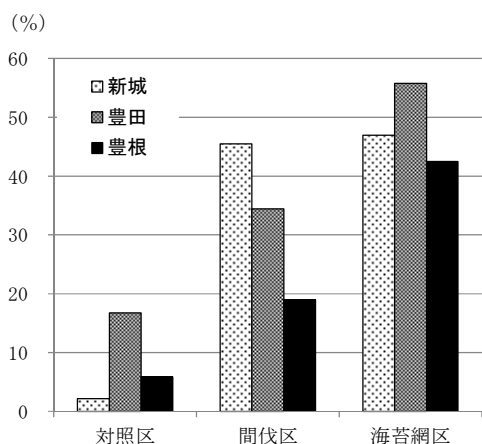


図-2 強度間伐3～4年目の林床植物の平均植被率

開きがあった。3調査地の林床植物の平均群落高を図-3に示す。間伐区は対照区と比較して、新城で29.6 cm、豊田で18.2 cm、豊根で7.9 cm高かった。また、海苔網区は間伐区との比較で、新城は11.1 cm、豊田は26.3 cm、豊根は25.2 cm高かった。

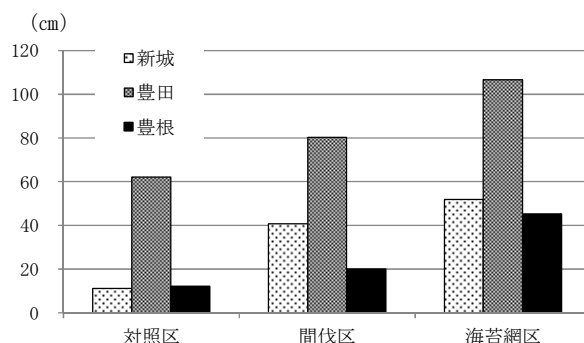


図-3 強度間伐3～4年目の林床植物の平均群落高

群落の最大樹高の樹種構成が示すように、3つの調査地では強度間伐により対照区で見られるようなすでに林床に生育していた種類とともに、間伐区や海苔網区で見られるような新たな種類が群落を構成するようになった。これは、1の強度間伐施業地と同じ傾向であった。被度や群落高の調査区間の比較結果のうち、対照区と間伐区の差は、間伐施業が林床植物の樹高成長を促進することを示し、間伐区と海苔網区の差は、草食動物(特にニホンジカ)の採食圧の強さを示していると考えられる。後述の自動撮影カメラでの撮影頻度結果を考慮すると、採食圧が低い新城では、植被率はほとんど変わらないものの、群落高は若干変わっていた。このことから、シカによる影響は植被率よりも群落高で早く現れるのかもしれない。

2013年の夏から秋にかけて間伐区、海苔網区での自動撮影カメラに1ヶ月あたりに撮影された草食動物の頻度を図-4に示した。間伐区では、豊根が12.6頭と一番多く、豊田は6.0頭、新城は2.13頭と順に少なくなった。また、種構成は3地

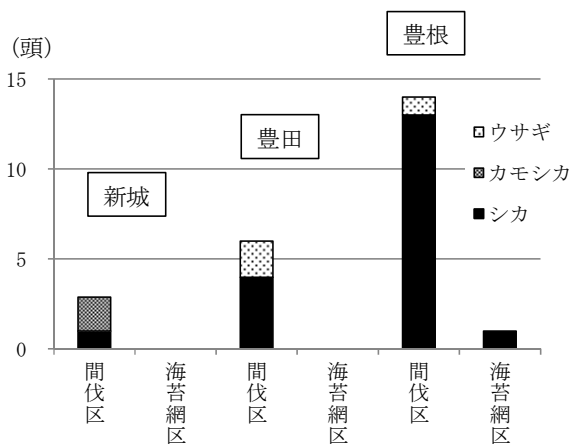


図-4 1ヶ月あたりに撮影された草食動物の頭数

域で大きく異なり、新城ではカモシカ、豊田ではシカとウサギ、豊根ではシカが多かった。3地域とも間伐区では多くの場合、採食しながら移動する様子が確認された(図-5)。海苔網区では、豊田でシカの小さい個体の侵入が9月下旬に1回だけ確認された。この個体は海苔網内で採食をしたのち、網の破れ目から外へ脱出した。

中西・小林(2012)により同調査区で実施された獣害率調査では、間伐区のヒノキ造林木については、新城では無被害、豊田では4.4%、豊根では22.2%、間伐区の広葉樹等前生樹については、新城では調査対象少数により評価なし、豊田では5.3~100%、豊根では39.1~100%、間伐区の樹木実生については、種類ごとに新城で30.0~70.0%、豊田では0%、豊根では18.8~33.3%であった。シカの食害については、自動撮影カメラでの撮影頻度とその場所での食害圧の強さを表しているとする、造林木、前生樹、実生の中では造林木の獣害率が最も傾向が一致していた。これは、前生樹や実生では樹種による嗜好性の差があることやすでに食べ尽くされているケースがあること、時期により葉量が増えて採食痕が目立たなくなることなどの理由があるためと推察される。さらに平均植被率(図-2)や平均群落高(図-



図-5 自動撮影カメラで撮影された採食中のニホンジカ

3)は撮影頻度と傾向が一致していなかった。したがって、現地の状況からシカによる食害圧の強さを判定するためには、造林木の被害率が指標としては適していると考えられる。

中西・小林(2012)の報告では、豊田、豊根の調査地では、海苔網区でも前生樹に食害が認められている。しかし、自動撮影カメラを使った今回の調査では、食物が豊富と考えられる夏から秋にかけての直接的な侵入確認はわずか1個体と少なかった。これは江口・栗田(2013)が示した2重海苔網では侵入があっても頻度は少なく防除効果があることを指示する結果となっているが、今後、食物が不足する冬から新芽が豊富な初夏にかけても継続調査で同様の傾向が見られるか明かにする必要がある。

間伐区でのシカの撮影頻度は、豊根では他の2地域に比べて突出して高く、シカが高密度で生息することが間伐区で植生回復の進まない理由と考えられた。豊根はシカが少なかった1970年代にもわずかに残っていた生息地であり、そこから増加したシカの生息密度が現在県内で最も高い地域だと推定される。そのため、強度伐採の効果を発揮させるためには、防除策の設置や個体数調整などの獣害対策は必須であり、また、このような高密

度生息地域が周辺部に拡大しないか注視することが必要と考えられる。

引用文献

江口則和・栗田悟（2012）ニホンジカ等による森林被害の効率的防除に関する研究．愛知県森林セ報50：1-7

小谷二郎（2011）過密な針葉樹人工林に対する強度間伐が広葉樹の更新に与える影響、一間伐後3年間の実生の生存と成長―．石川県林試報43：5-12.

小谷二郎（2014）針葉樹人工林の間伐が生物多様性に与える影響．石川県農林水産研究成果集報16：1

小林元男（2010）強度伐採による効果のモニタリング（2009年度）．愛知県森林セ報47：58-59

島田博匡・野々田稔郎（2009）針葉樹人工林における強度間伐後の広葉樹侵入に及ぼすシカ採食の栄養．日林試91：46-50.

森林総合研究所四国支所（2010）間伐遅れの過密林分のための強度間伐施業のポイント．

中西敦史・小林元男（2012）強度伐採による効果のモニタリング（第1報）．愛知県森林セ報49：11-21

林野庁（2009）森林における生物多様性の保全及び持続可能な利用の推進方策．森林における生物多様性保全の推進方策検討会

林野庁（2010）平成22年度森林・林業白書．社団法人全国林業改良普及協会

林野庁（2012）平成24年度森林・林業白書．社団法人全国林業改良普及協会