

機関番号：13101

研究種目：基盤研究 (C)

研究期間：2008 ~ 2010

課題番号：20580152

研究課題名 (和文) 大型野生獣の餌環境に配慮したナラ枯れ跡地管理のための
森林再生システム構築

研究課題名 (英文) Regeneration system of oak wilt disease stand for large-sized wild life

研究代表者

紙谷 智彦 (KAMITANI TOMOHIKO)

新潟大学・自然科学系・教授

研究者番号：40152855

研究成果の概要 (和文)：

ナラ枯れギャップの更新状況を明らかにし、母樹として更新に寄与する可能性があるブナと、それ以外のナラ林を空中写真上で識別し樹冠図を作成した。さらにブナ・ナラ類堅果から得られる栄養成分分布図を作成した。ナラ枯れ被害地では大きさが異なるギャップ内での更新を比較し、ギャップの大きさが更新に与える影響を明らかにした。これらの結果をもとに、大型野生獣の餌環境に配慮したナラ枯れ跡地の更新について検討した。

研究成果の概要 (英文)：

Regeneration state in the gaps which were created by oak wilt disease was researched, and crown maps of potential seed trees of beech and oak other than beech around the gaps were drawn on an aerial photograph. Important nutrients maps including acorns of beech and oak were drawn and were layered on the crown maps. Effect of gap size on the regeneration after oak death was evaluated by comparing growth of young trees in the different sizes of gaps. On the basis of these results, regeneration system of oak wilt disease stand for large-sized wild life was discussed.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2008年度	1,800,000	540,000	2,340,000
2009年度	1,200,000	360,000	1,560,000
2010年度	500,000	150,000	650,000
年度			
年度			
総計	3,500,000	1,050,000	4,550,000

研究分野：農学

科研費の分科・細目：森林学・森林科学

キーワード：ブナ樹冠、空中写真、ナラ枯れ、天然更新、餌資源

1. 研究開始当初の背景

ナラ類の集団枯損(以下、ナラ枯れ)は日本海側を中心に近年急速に拡大している。ナラ枯れの激害林分のほとんどはかつての薪炭林である。しかも集約的な管理が行われてきた林分ほどナラ類は純林に近い。そのような林分では一旦枯損木が発生すると林冠木のかなりの割合が失われる。大面積にわたって林冠が修復されない状態の林分が発生すると、自然林がもつ大型野生獣の餌資源供給機

能が働かなくなる恐れがある。近年、日本海側ではツキノワグマ、ニホンザル、イノシシの里地への進出による農作物や住民への被害が急増している。通常であれば、ツキノワグマはブナ種子の不作年にはナラ類などブナ以外の樹木が生産する果実に依存していると考えられる(Oka *et.al.* 2004)。ブナは4~5年周期で豊作になるが、豊作翌年に例外なく不作になる。ナラ類の堅果生産はブナの豊凶周期とは対応しないために、大面積にナ

ラ枯れの被害が発生し、しかも果実を生産するその他の高木類が少ないと、必然的に大型野生獣は餌を求めて里地におりてくる。

本研究代表者は、これまでブナ・ミズナラを主体とした広葉樹二次林の更新に関する研究を行い、種子生産と萌芽再生の能力、また、林床に形成された多様な広葉樹の稚樹バンクの構成は、薪炭林としての利用期間や伐採周期の影響を強く受けることを明らかにした(Kamitani 1994)。さらに、単純な林相の二次林を多様性の高い林分に誘導することを目的として、林冠に面積の異なる疎開穴(以下、人工ギャップ)を創出する実験を行ってきた(Kobayashi and Kamitani 2000、Nagaike *et al* 2005)。これまでの更新研究の成果(Yoshida, *et al*, 2000)を活用し、景観スケールでの大型野生獣の餌資源の評価手法が確立できれば、大型野生獣の餌環境を考慮したナラ枯れ後の森林管理に関する基礎的な知見が得られる。

2. 研究の目的

(1) ブナ樹冠図と堅果の栄養成分分布図

ブナ、ナラが優先する落葉広葉樹二次林を対象に、開葉が早いブナの特性を利用して、空中写真を使ったブナ樹冠の識別を行う。また、識別したブナ以外の広葉樹をナラ類主体のナラ林と仮定し、ブナ樹冠図の作成と併せてナラ林の樹冠図を作成する。作成した樹冠図から、豊作年と並作年の面的なブナ種子生産量の推定を行い、さらに、野生動物の餌資源としてブナ・ナラ類堅果の栄養成分分布図を作成する。

(2) ナラ枯れギャップ内での更新

ナラ枯れ被害地では、枯損木集団の大きさによって林冠に大きさの異なるギャップ(以下ナラ枯れギャップ)が存在する。自然林では、ギャップの大きさによって林床の光環境が異なり、更新に影響する。そこで、閉鎖林冠下と大きさが異なる複数のナラ枯れギャップ内での更新を比較し、ギャップの大きさが更新に与える影響について検討する。

(3) 大型野生獣の餌環境に配慮したナラ枯れ跡地管理

これらの結果から野生獣の餌環境を考慮したナラ枯れ林分跡地の更新と大型野生獣の餌環境に配慮したナラ枯れ跡地管理のための検討を行う。

3. 研究の方法

調査は新潟県東蒲原郡阿賀町旧上川村の落葉広葉樹二次林で行った。調査林分は主にブナ、ナラが優占する二次林である。この地域では、2001年からブナ科樹木の萎凋枯死被害(ナラ枯れ)の発生が確認されている。

(1) 使用した画像は、ブナ開葉直後の2009年5月1日に撮影した空中写真をオルソ補正した画像である。240個のブナとブナ以外の樹種101個の樹冠塊を対象に、現地で樹種判

別を行い、空中写真上に記録した。樹種判別した樹冠を使い、Photoshop CS(Adobe社)とERDAS IMAGINE9.3(ERDAS社)を用いて、画像解析によりブナ樹冠抽出の条件(ブナ樹冠のRGB値)を記録した。ブナ樹冠が持つRGB値に対応するピクセルを抽出して、ブナ樹冠図を作成した。また、オルソ画像から得られたブナ樹冠と道路、人工林を除去した部分をナラ林の樹冠と仮定してナラ林樹冠図を作成した。

作成した樹冠図は1haのメッシュに区切り、ブナ樹冠面積に換算した。2005年の豊作年における落下種子量と樹冠面積との関係から得た回帰式(未発表資料)に代入し、豊作年の種子生産量を算出した。並作年における種子量は2009年の並作年に行った落下種子量の現地調査から推定した。

さらに、調査地のブナ樹冠以外をコナラ・ミズナラ林と仮定して、豊作年のブナに加えて、豊作年のコナラ・ミズナラ林の樹冠面積と落下種子量の関係式(田中1988)から落下種子量を算出した。ブナとナラ類の堅果に含まれる単位重量あたりの栄養成分(菅原1972)から、ブナ・ナラ類の脂質量と炭水化物量を算出して、栄養成分の分布図を作成した。

(2) ナラ枯れギャップが多数発生している林分から、大きさの異なる15個のナラ枯れギャップを抽出した。調査は、各ギャップについて1×1mのコドラートを20個設置して行った。また、閉鎖林冠下にも同様に75個のコドラートを設置した。これらのコドラート内に出現した高木・亜高木の樹種と高さを記録した。ギャップ内の光環境は、各コドラートの中央0.5~1.0mの高さで撮影した全天空写真から相対光合成有効光量子束密度(rPPFD)を算出した。加えて、コドラートを中心とした25×25mの範囲内の林冠・準林冠木の樹種と本数を記録し、周辺母樹とした。ナラ枯れギャップは50m²未満をS、50m²以上150m²未満をM、150m²以上400m²未満をLサイズとした。

4. 研究成果

(1) ブナ樹冠を構成しているピクセルのRGB値は、青を1としたとき、赤:緑:青は約1.5:2:1であった。この比率から、青の階調幅を決定し、その範囲にあるピクセルを抽出することによってブナ樹冠を抽出した(図1)。

このブナ樹冠分布図から豊作年の堅果生産量分布図(図2)を作成し、さらに堅果に占める炭水化物と脂質の分布図(図3)を作成した。脂質の分布は、ナラ類の豊凶に関係無く、ブナ樹冠密度が高い部分に偏った。一方、ブナが凶作年でナラ類が豊作年の場合、炭水化物の分布には明確な違いがなかったのに対して、脂質生産の分布範囲は著しく減

少しした。

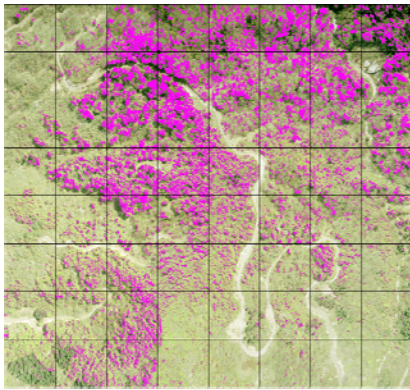


図1 空中写真から得られたブナ樹冠

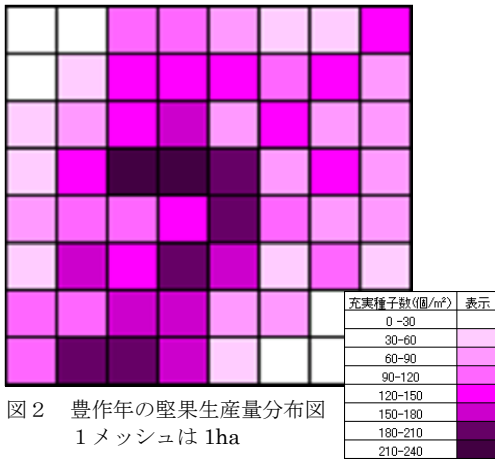


図2 豊作年の堅果生産量分布図
1メッシュは1ha

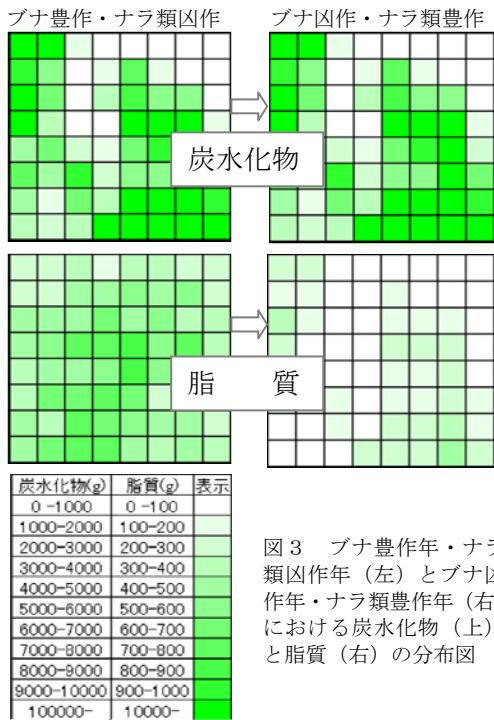


図3 ブナ豊作年・ナラ類凶作年(左)とブナ凶作年・ナラ類豊作年(右)における炭水化物(上)と脂質(右)の分布図

樹冠スケールでの開葉時期の調査から、ブナは1週間以内に、ほぼすべての個体が開葉を完了し、そのタイミングはブナ以外の樹種

に比べて1~2週間早かった(未発表データ)。したがって、ブナでは、開葉開始からほぼ1週間後に空中写真を撮影することでの確かな樹種判別が可能であると考えられる。

ブナ・ナラが優占する本調査地のような林分では、ブナ種子は重要な脂質供給源である。ツキノワグマの捕獲数は、ブナ種子の豊凶に対応している可能性があると思われされており(Oka *et al.* 2004、今 2005)、出生率は前年秋の堅果類の生産量と正の相関があり(Hashimoto 2003)、繁殖は秋の栄養状態に左右される。特に、冬眠前の十分な体脂肪量が、雌グマにとっては出産から哺育までを行う必要条件であるとされていることから、ツキノワグマにとってブナの豊凶が翌年の子連れ率に影響を及ぼしている可能性は十分に考えられる。

ツキノワグマの行動圏は、数k m²~数十k m²(Hazumi & Maruyama 1986、米田 1990、坪田ら 1994)であることから、ツキノワグマの出没予測や保護管理に活用するためには、マクロスケールで樹種判別精度の高い樹冠図に、堅果の豊凶情報を組み込むことが有効であると考えられる。

(2) 閉鎖林冠下に比べて、ギャップ内で更新している高木樹種は少なく、ギャップサイズが大きいほど個体数は少なかった。逆に、更新稚樹の成長はギャップサイズが大きいほど良かった(図4)。

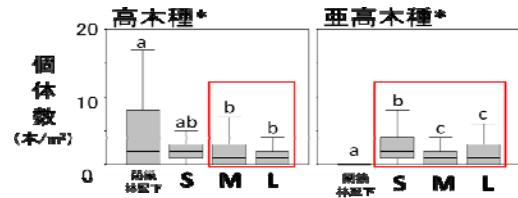


図4 ギャップサイズと更新木の個体数

表1 ナラ枯れギャップと閉鎖林冠下の高木・亜高木の個体数。表中の数値はhaあたりの本数

樹種	全体	ギャップサイズ			閉鎖林冠下
		S	M	L	
高木					
イタヤカエデ	1767 ± 2040	1500 ± 791	1438 ± 1424	3000 ± 3559	2000
ウツミズザクラ	3833 ± 2844	5625 ± 4233	2875 ± 1798	4000 ± 1080	2000
カスミザクラ	467 ± 499	625 ± 415	250 ± 354	833 ± 624	1067
クリ	67 ± 170		125 ± 217		133
コシアブラ	4067 ± 3183	4125 ± 2355	4875 ± 3507	1833 ± 1929	4533
コナラ					267
スギ	67 ± 249		125 ± 331		400
ブナ	7967 ± 9474	10750 ± 13949	7750 ± 7233	4833 ± 5437	44800
ミズキ	33 ± 125			167 ± 236	
ミズナラ	500 ± 548	750 ± 559	375 ± 545	500 ± 408	1067
ミズメ					133
高木全体	18767 ± 9156	23375 ± 9914	17813 ± 8678	15167 ± 6600	56400
亜高木					
アオダモ	633 ± 903	500 ± 866	813 ± 998	333 ± 471	
アオハダ	67 ± 249	250 ± 433			
アズキナシ	1600 ± 2478	2500 ± 4047	1563 ± 1509	500 ± 707	
タカノツメ	67 ± 170	125 ± 217		167 ± 236	133
ナナカマド	467 ± 1204		875 ± 1536		133
ハウチワカエデ	3900 ± 3479	6625 ± 4801	2563 ± 1704	3833 ± 2718	133
ハクウンボク	100 ± 200		125 ± 217	167 ± 236	133
ヒトツバカエデ	2200 ± 4475		2188 ± 4723	5167 ± 5039	400
ヤマモミジ	11467 ± 7473	18750 ± 9673	9063 ± 3450	8167 ± 5072	2800
亜高木全体	20500 ± 10867	28750 ± 16862	17188 ± 4911	18333 ± 4732	3733
全体	39267 ± 16124	52125 ± 21836	35000 ± 9404	33500 ± 11232	60133

ナラ枯れギャップ全体で更新木の個体数が多かった樹種は、高木ではブナ、コシアブラ、ウワミズザクラ、亜高木ではヤマモミジ、ハウチワカエデであった(表1)。各サイズ階級で個体数が多かった樹種(約4,000本以上/ha)は、Sサイズでヤマモミジ・ブナ・ハウチワカエデ・ウワミズザクラ・コシアブラ、Mサイズでヤマモミジ・ブナ・コシアブラ、Lサイズでヤマモミジ・ヒトツバカエデ・ブナ・ウワミズザクラ・ハウチワカエデであった。これらの樹高は、全個体の約8割が0.5m未満であった。また、各サイズの高木の樹高平均と標準偏差はSサイズ0.4±0.6m(最大4.0m、ウワミズザクラ)、Mサイズ0.4±0.6(最大3.6m、ウワミズザクラ)、Lサイズ1.0±1.4(最大8.0m、ブナ)であった。亜高木の高さ平均と標準偏差はSサイズ0.4±0.6m(最大4.0m、ハウチワカエデ)、Mサイズ0.5±0.8m(最大8.0m、ヤマモミジ)、Lサイズ0.8±1.2(最大6.0m、ヤマモミジ)であった。

周辺母樹の影響では、ナラ枯れギャップ周辺にブナの母樹が多いと、有意にブナの更新個体数が増加する傾向にあった(図5)。しかしながら、ブナ以外の鳥散布や風散布の樹種ではこうした傾向はみられなかった。

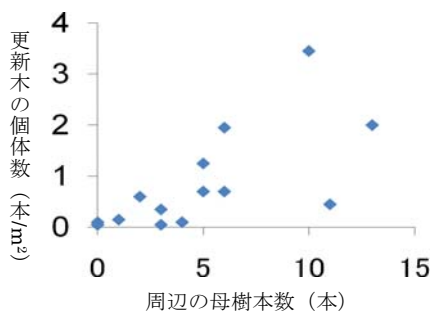


図5 ブナの母樹本数と更新個体数の関係

閉鎖林冠下では主に高木、特にブナが多く更新していた。ナラ枯れギャップでは高木の個体数は閉鎖林冠下に比べ少なく、特に大きなギャップで少なかった。一方、亜高木は閉鎖林冠下に比べ多く更新しており、特に小さなギャップで多かった。最大植生高として記録された落葉低木・常緑低木・ササの高さは閉鎖林冠下よりもナラ枯れギャップ、特に大きなギャップで高く、それらによる被陰が更新へ影響することが懸念された。しかしながら、更新樹種の成長は閉鎖林冠下に比べナラ枯れギャップ、特に大きなギャップで良く、被陰を脱した個体が大きく成長していた。周辺母樹の影響では、ナラ枯れギャップ周辺にブナの母樹が多いと、有意にブナの更新個体数が増加する傾向にあったが、ブナ以外の鳥散布や風散布の樹種ではこうした傾向はみられなかった。これは、調査範囲がブナの種子散布が可能な範囲をほぼ包括していたの

に対し、鳥散布や風散布樹種はさらに広い範囲で種子散布を行うため、今回の調査範囲では母樹の影響を測ることができなかつたためと推測された。

ナラ枯れギャップではミズナラやコナラの母樹が多いにもかかわらず、林床には更新個体がほとんどなかった。したがって、今後林冠木の樹種構成が変化することが推測された。また、周辺にブナの母樹が多いとブナの更新個体数が増加する傾向にあったが、ほとんどの個体は林床を被陰している落葉低木より小さかった。一方で、個体数が多く、樹高の高いヤマモミジ・ウワミズザクラ・ハウチワカエデが優勢であったが、これらの成熟に伴い林内が暗くなると、耐陰性の高いブナが優勢になると予想された。

以上の結果から、集団枯損による大規模ギャップでは、十分な更新個体数は得にくいものの、被陰を脱した更新個体は十分な光環境の下、良好な成長が望める。さらに、ブナが周辺に母樹として分布している場合には、原生植生のブナ林への遷移が促進される可能性が示唆された。

(3) 更新調査の結果から、ナラ枯れ跡地の周辺に母樹になりうるブナが分布する場合には、効果的なギャップ更新によるブナ林への遷移促進が期待できる。そこで、ナラ枯れ跡地の再生を図る林分を対象に、①本研究で示した空中写真の画像解析によるブナの樹冠分布図を作成する。②ブナ母樹に近接しブナ林への遷移が期待できるナラ枯れギャップを抽出する。③ブナの豊作翌年に、これらのギャップでブナ更新稚樹の刈りだし等、簡易な更新補助作業を行う。これによりブナの更新パッチが創出される可能性がある。

一方、ブナ母樹が近接しないナラ枯れギャップでは、本研究の結果から、鳥散布や風散布により種子が運ばれる樹種による更新が主体になる。そのようなナラ枯れギャップには堅果を生産する樹種は更新せず、液果あるいは乾果を生産する樹種が林冠を補修することになる。

ナラ枯れギャップは、それまでナラ類が生産してきた炭水化物生産量の喪失をもたらすが、一方で、大型野生獣等に対して、以下の効果をもたらすことが予想される。①ブナが更新するギャップでは、天然更新補助作業を組み込むことにより、豊作年の脂質生産量増大が、大型野生獣への質の高い餌資源生産へとつながる。②鳥散布や風散布樹種が主体となり更新するギャップでは、炭水化物の生産にかわり、初夏の液果生産や夏以降の乾果生産により糖分や脂質の餌資源が増大する。

本研究は、ナラ枯れギャップを含むブナ・ナラ類の広葉樹林を対象に、景観スケールでブナ樹冠を識別する簡便で実用的な技術を示すとともに、ナラ枯れ跡地の更新状況から、

大型野生獣の餌環境に配慮した管理のあり方について基本的な指針を示すことができた。本研究の成果をもとに、今後は、より広域的なブナ樹冠分布図の効率的な作成を目指し、汎用的なナラ枯れ跡地の管理指針作成につなげていきたい。

引用文献

- Kamitani, T., Proc. of NAFRO, 1994
Nagaike *et al*, Canadian J. Forest Research, 2005
Yoshida, *et al*, Forest Ecology and Management, 2000
Kobayashi and Kamitani, Journal of Vegetation Science, 2000
Hashimoto, Y., Doc. Diss. Univ. Tokyo, 2003
Hazumi and Maruyama, Int. Conf. Bear Res. and Manage, 1986
Oka, *et al*, J. Wildl. Manage, 2004
菅原竜幸 科学朝日 1972
田中修 新潟大学修士論文 1988
坪田敏男他 科研報告書 1994
鶴田直人 新潟大学卒業論文 2006
米田一彦 環境庁研究報告 1990

5. 主な発表論文等

[学会発表] (計6件)

- ① 齊藤時子・紙谷智彦 広葉樹二次林におけるナラ枯れ跡地の更新-ギャップの大きさと周辺母樹の影響- 第122回日本森林学会大会 2011年3月27日 静岡市(静岡大学農学部)
- ② 小戸田紋郁・紙谷智彦・村上拓彦 ブナ開葉期の空中写真を用いたブナ樹冠識別と種子生産量の推定 第122回日本森林学会大会 2011年3月27日 静岡市(静岡大学農学部)
- ③ 小戸田紋郁・村上拓彦・紙谷智彦 空中写真から主要広葉樹種判別を行うための開葉・紅葉期の色特性解析 第58回日本生態学会大会 2011年3月10日 札幌市(札幌コンベンションセンター)
- ④ 小戸田紋郁・村上拓彦・紙谷智彦 空中写真によるブナ樹冠の識別と種子生産量の推定 第20回日本景観生態学会大会 2010年7月17日 鳥取市(とりぎん文化会館)
- ⑤ 小戸田紋郁・村上拓彦・紙谷智彦 空中写真によるブナ樹冠の識別と種子生産量の推定 第57回日本生態学会大会 2010年3月16日 東京都(東京大学駒場キャンパス)
- ⑥ 齊藤時子・大山拓郎・紙谷智彦 サイズの異なる人工ギャップ創出後15年目の植生と更新 第56回日本生態学会大会 2009年3月18日 盛岡市(岩手県立大学)

[図書] (計1件)

- ① 紙谷智彦 森林(消える日本の自然 鷲谷いづみ編) 恒星社厚生閣 2008年 p106-117 (分担部分)

6. 研究組織

(1) 研究代表者

紙谷 智彦 (KAMITANI TOMOHHIKO)

新潟大学・自然科学系・教授

研究者番号: 40152855

(2) 研究分担者

無し

(3) 連携研究者

無し