

冷温帯地域におけるミズナラ集団枯損被害跡地の植生変化

小谷二郎・江崎功二郎

要旨 : 冷温帯のミズナラを主とする二次林で、集団枯損被害が上木の残存状況と林内の稚樹の生育状況に与える影響を調べた。残存木の林相は、ミズナラ優占型、ミズナラー小高木型、ブナ優占型、小高木型の4つに区分された。区分された林内の稚樹は、ミズナラ優占型とブナ優占型ではブナの密度が高く、ミズナラー小高木型と小高木型ではミズナラのほかいくつかの高木樹種の密度が高い傾向にあった。ブナ堅果の大豊作年の影響で、大量に実生が発生した林分もみられた。以上のことから、基本的に今後ともミズナラを主とする林分が維持され、中にはブナが優占度を増加させる場合や、一部では多様な樹種構成に変わる場合なども考えられた。

キーワード : 稚樹、ブナ、ミズナラ、ミズナラ集団枯損被害、冷温帯地域、

I はじめに

石川県でのミズナラ集団枯損被害（以下、ナラ枯れ）は、1997年に加賀市刈安山で確認されてから県内全域に広がり、2005年をピークに沈静化の傾向にある（石川県森林管理課、調べ）。現在、被害が点在化したとは言え、高標高域ではほぼ毎年のように被害が確認されることから、ミズナラ資源の枯渇が懸念されると同時に、植生変化に大きな影響を与えていると考えられる。

標高 400m以下の暖温帯地域に発生したナラ枯れは、遷移を進めるのに寄与している面もみられる（小谷・江崎，2008）。このことから、冷温帯地域においても、ナラ枯れが何らかの形で植生遷移に影響することが考えられる。しかしながら、冷温帯地域では、ミズナラの優占度が高い林分が多いことから、ミズナラの欠落によって低木林化する場合も考えられる。

暖温帯地域のマツ枯れ跡地においては、常緑広葉樹林やヒノキ林（井上，1995）のほか、低木林になる場合（森下・安藤，2002）や、急激な枯損により荒廃する場合（山瀬，1998）などが報告されている。これらは、枯損前の林床状態が稚樹や種子の生存や発芽に影響するためと考えられる。冷温帯地域においては、とくにササの優占度が稚樹の更新に影響する（岩本・佐野，1998）場合もあることから、ナラ枯れ直後の林床状態や稚樹の更新状況を把握することは重要と考えられる。

そこで、この研究では冷温帯地域に発生したナラ枯れ跡地の樹種構成から林分を類型化すると同時に、稚樹の生育状況と更新条件の解析から跡地の植生推移について考察した。



図-1. 調査地区の位置図

※白地図は CraftMAP (2006) を使用

II 調査地および調査方法

1 調査地

調査地は、石川県加賀地方の16箇所のミズナラを主とする二次林である（図-1；表-1）。加賀地方では、標高 400mを境に暖温帯と冷温帯に植生区分されることから、調査地は 400m以上の林分から選定した。この地域は、2002年から被害が確認され、調査時点で被害後 0~4年経過していた。16箇所のうち2箇所は無被害林分である。林齢は、50~60年と判断された。

2 調査方法

The vegetation change in mass mortality stands of oak trees at cool temperate zoon.

※なお、この研究成果の一部は第55回日本生態学会（2008年）で発表した。

表-1. 調査地の概要

No.	地域	名称	立地条件				全体		ミズナラ				
			標高 (m)	方位	傾斜 (°)	地形	本数 (本/ha)	被害率 (%)	優占度1 (%)	優占度2 (%)	DBH (cm)	被害率 (%)	枯れの経 過年数
1	白峰	小原山	790	NE	15	平衡	2,750	0.0	40.5	40.5	22.7	0.0	0
2	白峰	白峰	500	N	3	凸	1,075	42.6	75.8	57.9	33.2	56.2	2
3	白峰	百合谷	980	S	6	凹	6,750	30.1	65.8	51.1	35.7	45.7	1
4	尾口	一里野1	660	E	4	凸	3,400	74.9	82.0	28.3	25.3	85.0	2
5	尾口	一里野2	800	SW	35	平衡	3,200	35.0	52.4	30.5	25.7	63.8	1
6	尾口	一里野3	800	SW	35	凹	6,225	30.5	55.1	35.5	21.3	55.3	1
7	尾口	一里野4	600	NE	25	凹	475	4.4	4.4	0.0	48.4	100.0	3
8	尾口	一里野5	560	N	25	凸	3,325	79.5	86.4	33.4	66.2	92.1	2
9	尾口	東荒谷	1,000	NE	20	凸	8,400	40.7	49.6	14.9	28.9	82.1	2
10	吉野谷	高倉線1	620	E	15	凹	4,700	42.5	42.5	0.0	29.4	100.0	2
11	吉野谷	高倉線2	780	N	5	凸	4,775	29.5	41.6	17.2	16.3	71.0	2
12	河内	セイモア1	960	E	1	平衡	8,875	42.6	95.5	92.1	42.5	53.9	1
13	河内	セイモア2	900	N	25	凸	7,675	88.1	92.2	34.5	24	95.5	2
14	鶴来	白山	420	N	5	凸	3,525	0.0	18.0	18.0	24.2	0.0	0
15	鶴来	獅子吼	560	NE	3	凸	9,300	22.8	39.8	23.7	26.6	36.8	1
16	金沢	倉ヶ嶽	500	SE	10	平衡	4,525	74.0	83.2	35.2	24.7	89.0	4

DBH: 平均胸高直径。優占度および被害率は胸高断面積合計の割合で計算。優占度1は林分全体に対する割合で、優占度2はミズナラに対する割合。

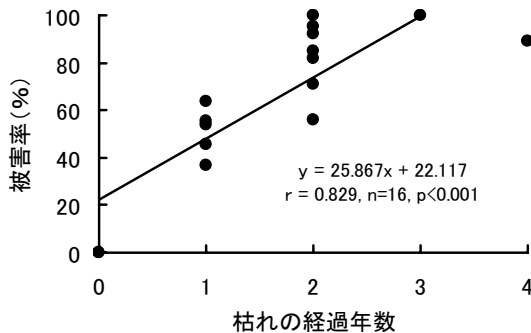


図-2. 枯れの経過年数と被害率の関係
被害率は、ミズナラに対する割合

調査は、2006年10月に実施した。それぞれの林分に20m×20mの方形枠を設定し、枠内を5mメッシュに16分割した。各メッシュ内に出現した樹高2m以上の樹木の本数をカウントすると同時に胸高直径を測定し、ミズナラは枯死の有無を確認した。さらに、各メッシュ内に2m×2mの小枠を1箇所設定し、樹高2m未満の樹木の本数を樹種ごとにカウントした。また、小枠内ではササの生育状況を把握するため被度を測定した。

3 解析方法

樹高2m以上の生存木を対象に、林相区分を行った。林相区分は、クラスター分析によって、16林分の平均胸高断面積合計の上位15種の高木、その他高木14種の合計、小高木16種の合計、低木

18種の合計の胸高断面積優占度を用いて行った。距離の測定はユークリッド法を、階層分けはウォード法を用いた。高木性稚樹の更新に関する要因解析には、一般回帰分析 (GRM) を用いた。要因として、標高、傾斜、方位、地形、ミズナラの優占率、被害率 (本数、胸高断面積割合)、被害後の年数を独立変数として、稚樹の本数密度 (ミズナラ、ブナ、ブナ・ミスナラ以外) を従属変数とした。これら一連の統計解析には、STATISTICA06J (StatSoft Japan, 2005) および JMP version 5.0 (SAS Institute, 2002) を使用した。

III 結果

1 ミズナラの優占度と被害率

樹高2m以上の生存木を対象としたミズナラの優占度は、16林分のうち2林分を除いて、40%以上を占めていた。被害のみられた14林分での被害率は、林分全体では4.4~95.5%、ミズナラでは36.8~100%であった。枯れの経過年数とミズナラに占める被害率の間には、有意な正の相関関係がみられた (図-2)。しかし、標高などの生育環境と被害率の間には、有意な相関関係はみられなかった ($p>0.05$)。ミズナラの優占度が最も高かった13林分のうち5林分は、被害によって、他樹種の優占度が高い林分へ変化した。

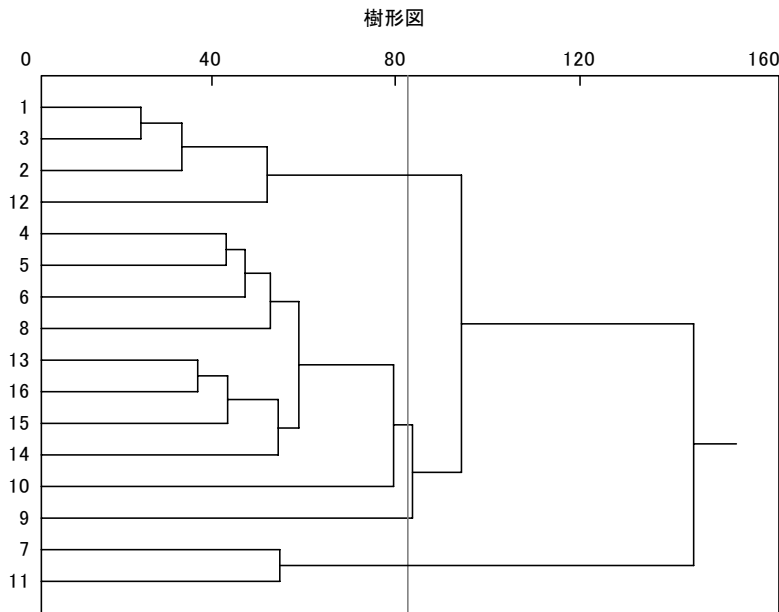


図-3. 樹高2m以上のクラスター分析結果

2 被害林分の林相区分

樹高2m以上を対象としたクラスター分析の結果、16林分は、A：ミズナラ優占型（4林分）、B：ミズナラ-小高木型（9林分）、C：ブナ優占型（2林分）、D：小高木型（1林分）の4つのクラスターに区分された（図-3；表-2）。無被害の2林分は、それぞれミズナラ優占型とミズナラ-小高木型に位置づけられた。

3 稚樹の生育状況

2m未満の稚樹の生育状況を表-3に示す。出現種数は、全体では23~54で、高木で7~19であった。成立密度は、全体では74,000~317,000本/haで、高木では12,000~231,000本/haであった。ただし、ブナの当年実生数を差し引いた高木の密度は、4,000~108,000本/haであった。表-4に、被害林分で林相区分された4つのクラスターごとの高木を中心とした稚樹の平均密度を示した。クラスターAは、ブナのほかミズナラ、コシアブラなどの密度が高く、クラスターCはブナの密度が極端に高かった。クラスターBは、ウリハダカエデ、ミズナラ、クマシデ、ウワミズザクラなどの密度が高く、クラスターDはミズナラのほかウリハダカエデ、ウワミズザクラなどの密度が高かった。出現した高木の平均種数と平均密度は、クラスター間で差は認められなかった（一元配置分散分析、 $p>0.05$ ）。

4 稚樹の出現に関係する要因

高木性稚樹の密度に対する要因解析を行った。

ミズナラは、標高（ $t=6.07$, $p<0.001$ ）と地形（ $t=-2.67$, $p<0.05$ ）が抽出され、高標高ほどまた凸地形ほど密度が高い傾向を示した。ブナは、被害後の年数（ $t=3.39$, $p<0.01$ ）と被害率（胸高断面積合計）（ $t=-3.38$, $p<0.01$ ）が抽出され、年数が経過するほどまた被害率が高いほど密度が高い傾向を示した。ブナ・ミズナラ以外は、方位（ $t=2.95$, $p<0.05$ ）が要因として抽出され、南側に関係した斜面ほど密度が高い傾向を示した。ササの被度とそれぞれの稚樹密度の間には有意な関係は示されなかった（ $p>0.05$ ）。

IV 考察

ナラ枯れによって、他の樹種の優占する林分へ変わったのは、13林分中5林分であったことから、半数以上はミズナラが優占する林分として維持されるものと考えられる（図-3；表-3）。その他では、小高木が優占する林分やブナが優占する林分へ変化している（図-3；表-3）。しかし、小高木が優占する林分でも、林内に多様な高木樹種のほかミズナラ稚樹も比較的密度が高い（表-3, 4）。また、ミズナラ稚樹は高標高または凸地形ほど更新密度が高い傾向がみられる。このことから、高標高域では尾根に近い場所を中心として、今後

表-2. クラスターごとの樹種構成割合

樹種	クラスター			
	A	B	C	D
ブナ	3.0	0.6	75.5	0
ミズナラ	61.3	27.2	8.8	16.1
ホオノキ	8.0	3.9	0	0
クリ	7.4	5.3	0	0
コナラ	0	5.1	0	0
イタヤカエデ	1.3	4.6	1.9	0
ウリハダカエデ	1.5	6.8	2.0	0
ウワミズザクラ	0.4	4.0	2.8	0.1
コシアブラ	5.9	1.6	0	0
ウダイカンバ	0	3.6	0	0
クマシデ	0	3.1	0.1	0
アズキナシ	0.5	4.1	0.4	0
ヤマナラシ	0	1.7	0	0
ミズメ	1.3	2.3	0	0
ミズキ	0	1.4	0	0
コハウチワカエデ	0.6	2.4	0	0
ナツツバキ	1.7	0.1	0	0
その他高木12	0.5	3.7	0	0
高木	93.4	81.5	91.5	16.3
小高木	4.6	13.8	8.0	74.5
低木	1.9	4.7	0.6	9.3
合計	100	100	100	100

胸高断面積割合(%)

表-3. 樹高2m未満の稚樹の生育状況

No.	地域	名称	種数				密度(本/ha)					ササ被度 (%)	
			高木	小高木	低木	つる	全体	高木	小高木	低木	つる		全体
1	白峰	小原山	9	9	12	1	31	10,610	20,142	99,973	156	130,881	0
2	白峰	白峰	11	9	15	1	36	92,471	47,323	169,325	7,811	316,930	0.63
3	白峰	百合谷	11	9	15	1	36	60,596	21,081	77,473	1,874	183,676	0.38
4	尾口	一里野1	9	7	15	1	32	15,923	6,241	51,213	312	73,689	3.56
5	尾口	一里野2	13	7	8	0	28	108,243	12,961	19,669	0	140,873	0
6	尾口	一里野3	8	9	14	0	31	21,705	57,170	37,479	0	116,354	0
7	尾口	一里野4	5	7	11	0	23	230,777	8,901	52,481	0	292,159	0
8	尾口	一里野5	11	9	14	0	34	12,019	30,146	63,260	0	105,425	0.06
9	尾口	東荒谷	7	9	13	0	29	37,330	44,667	59,970	0	141,967	0
10	吉野谷	高倉線1	8	5	16	0	29	31,393	43,738	139,027	0	214,158	0.50
11	吉野谷	高倉線2	12	9	18	0	39	13,268	14,676	96,063	0	124,007	2.65
12	河内	セイモア1	9	9	14	1	33	25,608	30,452	81,693	38,432	176,185	0
13	河内	セイモア2	13	12	13	1	39	27,325	23,418	35,294	6,559	92,596	0
14	鶴来	白山	12	8	17	5	42	12,640	8,120	114,811	25,297	160,868	0
15	鶴来	獅子吼	19	10	24	1	54	26,537	16,396	106,512	3,906	153,351	1.31
16	金沢	倉ヶ嶽	11	11	23	1	46	54,813	26,859	138,384	156	220,212	0.25

ともミズナラ林として維持されるものと考えられる。ただし、枯れの経過年数とともに被害率が高くなる傾向がみられた(図-2)ことから、数年後にはさらに優占樹種が変化する林分もあると考えられる。

また、元々ブナの混交割合が高い林分や、ミズナラの優占している林分でもブナの実生稚樹の更

新密度が極端に高い(表-4)場合もみられた。これは、2005年にたまたまブナ堅果の大豊作年が訪れた(小谷・鎌田, 2006)ことに起因するものである。ブナの実生は被害後の年数が経過しているほど、また被害率が高いほど密度が高い傾向があった。被害後の経過年数との因果関係は明らかではない。しかし、ブナ林内では林冠ギャップがなければ大豊作年後でも数年で実生は大幅に減少してしまう(中静, 2004)ことから、今回のナラ枯れ被害と堅果の大豊作との同調は、ブナの更新に有利に働くと考えられる。

ブナ、ミズナラ以外の稚樹密度は、方位との間に関係が認められ、南に面した斜面ほど密度が高い傾向がみられる。これは、南側斜面は陽光に恵まれているため、アカメガシワ・カラスザンショウ・キハダなど埋土種子を形成する陽樹性の強いタイプの発芽に有利に働いている可能性が高い。

今回の調査地では、ササ(主にチシマザサと考えられる)の被度が低かった(表-4)。このことが、稚樹の密度とササ被度との間に関係がみられなかった原因と考えられる。今回の被害跡地は、ナラ枯れ後4年以内の林分であったことから、今後時間の経過とともにササの被度が増加し、稚樹の生存にも何らかの影響を与える可能性が考えられる。

以上のことから、現状では冷温帯のナラ枯れ跡地はミズナラ林として維持されるか、徐々にブナの優占する林分へ移行する場合もあると考えられる。また、場所によっては陽樹性の強い樹種の生存率が高まる場合も考えられ、ナラ枯れはミズナラ林を多様な樹種構成の森林へ変化させる場合もあると考えられる。

表-4. クラスタごとの稚樹の樹種構成

樹種	クラスタ			
	A	B	C	D
ブナ	20,661	295	115,466	0
ミズナラ	7,886	6,263	1,015	28,276
ウリハダカエデ	2,459	7,827	1,639	5,933
クマシデ	0	7,795	0	0
ウワミズザクラ	3,122	3,852	234	2,185
コシアブラ	4,450	1,439	1,015	312
コハウチワカエデ	2,693	919	0	156
ミズキ	391	1,335	78	0
ヤマモミジ	273	1,249	0	0
ナツツバキ	2,108	35	547	0
イタヤカエデ	39	641	1,406	0
ヒトツバカエデ	1,328	312	0	312
アズキナシ	1,405	295	0	0
ケヤキ	0	451	78	0
アカメガシワ	0	243	78	0
カラスザンショウ	0	260	0	0
イヌシデ	78	156	234	0
クリ	39	139	156	0
キハダ	0	173	0	0
ヤマザクラ	0	139	0	0
他20種	390	676	78	156
高木合計	47,321	34,511	122,023	37,330
小高木合計	29,750	25,023	11,789	44,667
低木合計	107,116	78,405	74,272	59,970
つる合計	12,068	4,026	0	0
総計	201,918	141,930	208,083	141,967
平均種数				
高木	10.0	11.4	8.5	7.0
小高木	9.0	8.7	8.0	9.0
低木	14.0	16.0	14.5	13.0
つる	1.0	1.0	0.0	0.0
全体	34.0	37.2	31.0	29.0

引用文献

- CraftMAP (2006) Craft MAP—日本・世界の白地図—、
<http://www.craftmap.box-i.net/>、2010/Feb/1 引用.
- 井上 晋 (1995) 九州大学早良実習場におけるマツ枯れ林分の植生変化. 九大演報 72 : 21-32.
- 岩本慎吾・佐野淳之 (1998) 落葉広葉樹二次林におけるササ現存量と稚樹の成育様式. 日林誌 80 : 311-318.
- 小谷二郎・江崎功二郎 (2008) ミズナラ集団枯損被害が二次林の樹種構成に与える影響. 石川県林試研報 40 : 5-11.
- 小谷二郎・鎌田直人 (2006) ブナの豊作年 (2005) における標高と開花結実特性の関係. 第 53 回日本生態学会大会講演要旨集 : 223.
- 森下和路・安藤 信 (2002) 京都市市街地北部森林のマツ枯れに伴う林相変化. 森林研究 74 : 35-45.
- 山瀬敬太郎 (1998) 松枯れ激害地における里山管理に関する提言—姫路市牧野地区の生活環境保全整備事業地を事例として—. 兵庫森林技研報 46 : 1-7.
- SAS Institute (2002) JMP (statistical discovery software) version 5 (日本語版). SAS Institute, Cary, NC, USA.
- StatSoft Japan Inc (2005) STATISTICA™ 06J.
- 中静 透 (2004) 森のスケッチ. (日本の森林/多様性の生物学シリーズ①). 236 pp, 東海大学出版会, 東京.