

4章 北陸地方の植生環境と堅果類の結実状況調査

(1) 植生環境・堅果類結実状況調査の背景と目的

ツキノワグマは植物食者であり、春から初夏にかけ木本の若葉や草本類、夏には昆虫類が少し増えるが果実（液果）類を、そして秋は主に堅果類を採食する（米田、1996）。このため、餌となる果実類や堅果類の存在とその供給量が生息条件を左右する。森林タイプにより餌樹木の現存量は異なり、針葉樹植林地では少なく、樹齢の高い広葉樹林で多い（広島県ツキノワグマ対策協議会、1994）。北陸地方の潜在自然植生は、標高およそ1,600m以上が亜寒帯・亜高山植生、標高600～1,600mがブナクラス域植生、標高600m以下がヤブツバキクラス域植生とおおまかに区分される。ブナクラス域植生とヤブツバキクラス域植生の約3分の1は植林地あるいは耕作地に転換されており、また代償植生としての広葉樹二次林となっているところも多い。夏には亜高山植生も利用するが、ツキノワグマの通常生息中心はブナクラス域植生である。しかし、北陸地方ではかつて薪炭林などとして使われていたヤブツバキクラス域の代償植生である里山広葉樹二次林が放置されることなどにより、ツキノワグマの餌樹木が低標高地で増加し、結果としてそれまではブナクラス域植生を主な生息地としていたツキノワグマを低地に誘導していることが示唆されている（山本、2005）。また、コナラやミズナラは胸高直径が大きくなるほど種子生産量が多くなることが知られている（Kanazawa, 1982；橋詰、1987）。一方、ツキノワグマの秋季の主なエサであるブナ科の堅果類の結実量には大きな年変動があることが知られている。そして、堅果類の不作年には北陸地方においてもツキノワグマの里山への出没が増加し、結果として有害鳥獣捕獲数が増えることも知られている（箕口、1995；自然環境研究センター、1995；長井、1998）。

このような、ツキノワグマの生息環境と里山への出没、および堅果類の結実量の関係を分析するため、北陸3県を対象として、近年における里地里山の変化を含めた植生環境の概要把握、および2004年秋にブナ科4種（ブナ・ミズナラ・コナラ・クリ）の堅果類について結実状況現地調査を行った。

(2) 北陸地方の生息環境

1) 植生の概要

①植生自然度と植生の概要

植生はツキノワグマの生息環境にとって最も基礎的な要素である。北陸地方の植生を概観するため、富山県・石川県・福井県の植生を整理し、標高ごとに出現する主要な植生タイプを調べた。標高と植生に関する情報は標準地域メッシュシステム（1973年行政管理庁告示143号「統計に用いる標準地域メッシュ及び標準地域メッシュコード」）による第3次地域区画（以下3次メッシュあるいは1-kmメッシュと呼ぶ）を用いて集計した。なお、3次メッシュの1メッシュあたりの面積は3県の県庁所在地付近で1.033～1.041 km²である。また植生については、環境省生物多様性センターが所有する生物多様性情報システムの第5回自然環境保全基礎調査（1992-96年実施）の植生調査3次メッシュ植生データを利用した。さらに、同システムの群落と植生自然度の対応表に基づき、各3次メッシュの植生自然度を求めた。表4-1に植生自然度の区分内容と区分基準を

表 4-1 植生自然度の区分内容と区分基準

植生自然度	区分内容	区分基準
1	市街地・造成地等	市街地、造成地等の植生のほとんど存在しない地区
2	農耕地（水田・畑）／緑の多い住宅地	畑地、水田等の耕作地、緑の多い住宅地
3	農耕地（樹園地）	果樹園、桑園、茶畑、苗圃等の樹園地
4	二次草原（背の低い草原）	シバ群落等の背丈の低い草原
5	二次草原（背の高い草原）	ササ群落、ススキ群落等の背丈の高い草原
6	植林地	常緑針葉樹、落葉針葉樹、常緑広葉樹等の植林地
7	二次林	クリーミズナラ群落、クヌギーコナラ群落等、一般には二次林と呼ばれる代償植生地区
8	二次林（自然林に近いもの）	ブナ・ミズナラ再生林等代償植生であっても特に自然植生に近い地区
9	自然林	ブナ群集等、自然植生のうち多層の植物社会を形成する地区
10	自然草原	高山ハイデ、風衝草原、自然草原等、自然植生のうち単層の植物社会を形成する地区
その他	自然裸地・開放水域・不明区分	

（植生自然度9、10は自然性の高さにおいては同じランク）

※環境省生物多様性センター所有生物多様性情報システムで公表されたものを一部改変

示した。なお、各3次メッシュの標高は国土数値情報（国土庁、1981）に従った。

表 4-2 に北陸3県の植生自然度別3次メッシュ数とその割合を示した。市街地・造成地、農耕地／緑の多い住宅地、農耕地を合わせた自然度1～3のメッシュが全体に占める割合は約26%であり、植生自然度6の植林地は約17%を占めていた。植生自然度7～9の二次林と自然林の合計は全体の約54%を占めており、その内訳を見ると植生自然度7の二次林が最も多く、28.4%、植生自然度8の二次林（自然林に近いもの）は9.6%、植生自然度9の自然林は15.5%となっていた。植林地を除いた森林植生（植生自然度7・8・9）の中で、全体の1%以上を占める主要な集約群落名（環境庁自然保護局編、1996）を見ると、二次林（植生自然度7）の約4分の3はコナラ群落とクリーミズナラ群落であり、自然林に近い二次林（植生自然度8）はほぼ全てブナーミズナラ群落であった。また自然林はチシマザサブナ群団とマルバマンサクブナ群集が約半分を占めていた。したがって、現在の北陸3県はその面積の半分程度が二次林または自然林であり、その多くはコナラ、ミズナラ、ブナなどブナ科の落葉広葉樹が優占する森林であると言える。

北陸3県の植生を概観するため、図 4-1 に3次メッシュの植生自然度別割合を示した。ツキノワグマの生息に適さない市街地・造成地・住宅地・農耕地（植生自然度1・2・3）は各県の21～29%を占めていた。植林地（植生自然度6）の割合は県域の12～23%で、二次林と自然林を合わせた割合（植生自然度7・8・9）は53～54%であった。コナラ群落に代表される二次林（植生自然度7）の割合は、石川県と福井県ではそれぞれ39%と34%とであり、富山県で13%であった。一方、ほぼ全てブナーミズナラ群落である植生自然度8の二次林（自然林に近いもの）は富山県と福井県で12%程度、石川県で4%を占めた。自然林（植生自然度9）の割合は富山県、石川県、福井県の順にそれぞれ29%、11%、6%となっていた。

表 4-2 北陸地方の植生自然度および主要な集約群落*名別のメッシュ数とその割合

植生自然度・区分内容 集約群落名		3次メッシュ数	割合(%)
1 市街地・造成地等	小計	453	3.5
市街地		344	2.7
その他(造成地・工場地帯など)		109	0.8
2 農耕地(水田・畑) / 緑の多い住宅地	小計	2,782	21.7
水田雑草群落		2,274	17.7
緑の多い住宅地		272	2.1
畑地雑草群落		154	1.2
その他(牧草地)		82	0.6
3 農耕地(樹園地)	小計	50	0.4
4 二次草原(背の低い草原)	小計	103	0.8
5 二次草原(背の高い草原)	小計	107	0.8
6 植林地	小計	2,155	16.8
スギ・ヒノキ・サワラ植林		2,012	15.7
その他(常緑針葉樹植林など)		143	1.1
7 二次林	小計	3,642	28.4
コナラ群落		2,043	15.9
クリーミズナラ群落		630	4.9
アカマツ群落		542	4.2
ヤマツツジ・アカマツ群集		335	2.6
その他(クロマツ群落など)		92	0.7
8 二次林(自然林に近いもの)	小計	1,230	9.6
ブナ・ミズナラ群落		1,214	9.5
その他(シイ・カシ萌芽林)		16	0.1
9 自然林	小計	1,991	15.5
チシマザサ・ブナ群団		546	4.3
マルバマンサク・ブナ群集		453	3.5
ミドリユキザサ・ダケカンバ群団		279	2.2
ヒメヤシヤブ・シータニウツギ群落		133	1.0
その他(オオシラビソ群集など)		580	4.5
10 自然草原	小計	165	1.3
その他	小計	161	1.3
総計		12,839	

*: 各県の3次メッシュ総数に対し、1%以下の割合を占める群落

②標高と植生の対応

自然植生は、主に温度と降水量によって規定される。日本ではほぼ全国的に降水量が十分にあるため、地形や地質の影響はあるものの、自然植生の分布を決める主要因は温度である。特定の地域内であれば温度は主に標高によって決まるため、標高と植生は密接な関係がある。また、標高の低い地域ほど温暖で、平地が多く、交通の便も良いため市街地や農耕地が集中し、人為の影響を受けやすい傾向がある。植生自然度と標高の関係をみるために、表 4-3 に北陸3県の標高区分別3次メッシュ数とその割合を示した。富山県は標高2,000m以上の3次メッシュが全体の約7%を占め、高標高の山地の割合が高い。石川県は200m未満が約60%を占め、平地の割合が高い。これら2県と比較して、福井県は標高1,800m以上の3次メッシュが見られず、200m以上1,000m未満の3次メッシュが56%あり、低標高の山地の割合が高い。

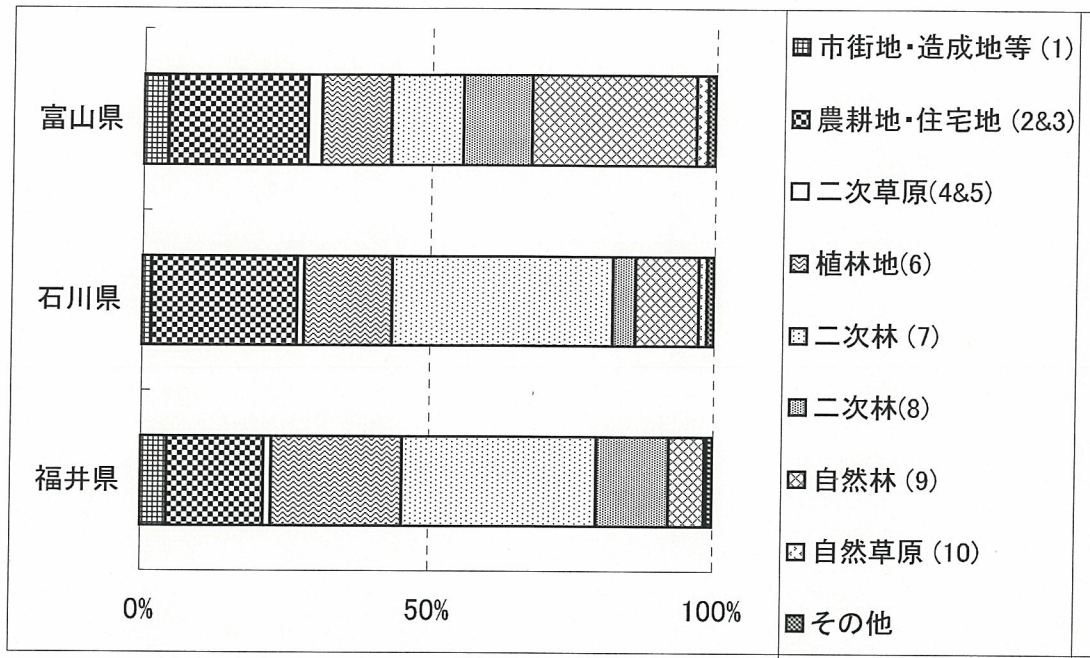


図 4-1 北陸 3 県の全 3 次メッシュに占める植生自然度の割合
(凡例の括弧内の数字は植生自然度を示す)

表 4-3 北陸 3 県の標高区分 (200m 間隔) 別 3 次メッシュ数とその割合 (%)

	富山県		石川県		福井県		3 県全体	
	メッシュ数	割合(%)	メッシュ数	割合(%)	メッシュ数	割合(%)	メッシュ数	割合(%)
2600<=<2800	33	(0.8)					33	(0.3)
2400<=<2600	66	(1.5)	3	(0.1)			69	(0.5)
2200<=<2400	106	(2.4)	9	(0.2)			115	(0.9)
2000<=<2200	106	(2.4)	12	(0.3)			118	(0.9)
1800<=<2000	119	(2.8)	27	(0.6)	1	(0.0)	147	(1.1)
1600<=<1800	131	(3.0)	22	(0.5)	3	(0.1)	156	(1.2)
1400<=<1600	182	(4.2)	63	(1.5)	13	(0.3)	258	(2.0)
1200<=<1400	235	(5.4)	89	(2.1)	58	(1.4)	382	(3.0)
1000<=<1200	254	(5.9)	119	(2.8)	177	(4.1)	550	(4.3)
800<=<1000	296	(6.8)	159	(3.7)	360	(8.4)	815	(6.3)
600<=<800	337	(7.8)	207	(4.9)	434	(10.2)	978	(7.6)
400<=<600	399	(9.2)	259	(6.1)	643	(15.1)	1,301	(10.1)
200<=<400	418	(9.7)	688	(16.2)	958	(22.4)	2,064	(16.1)
0<=<200	1,631	(37.7)	2,509	(59.1)	1,560	(36.5)	5,700	(44.4)
不明	14	(0.3)	76	(1.8)	63	(1.5)	153	(1.2)
合計	4,327		4,242		4,270		12,839	

また、各標高区分に占める各自然度の割合を図 4-2 に、北陸地方の里地里山分布を図 4-3 に示した。市街地・造成地等 (植生自然度 1) は標高 0~200m に集中している。農耕地/緑の多い住宅地 (植生自然度 2・3) も標高 0~200m に多く、400m 以上ではほとんど見られない。植林地 (植生自然度 6) は標高 0~1,400m まで分布しており、特に標高 200~600m の範囲で割合が高く、20~37%を占めている。コナラ群落、クレーミズナラ群落などが多い二次林 (植生自然度 7) は標高 0~800m の範囲に分布し、標高 200~600m で最も割合が高くなっている。特に石川県と福井県

ではこの範囲では全メッシュ数の50%以上を占めている。ブナ・ミズナラ群落の二次林（自然林に近いもの、植生自然度8）は主に標高600～1,400mに分布し、石川県では1,000m以上の標高区分にほとんど見られない。自然林（植生自然度9）は主に600m以上にあり、標高が高い地域ほどその割合が高い傾向があり、富山県と石川県における標高1,000～2,400mの地域では、その61～100%の3次メッシュが自然林で占められる。自然草原（植生自然度10）はどの標高区分にもわずかに分布しているが、3県とも最も標高の高い地域でその割合が高くなっている。このような標高と植生の対応から、北陸地方の環境は標高を基準として次のように区分することができる（2章参照）。

- (a) 平地部（標高200m以下）：農地・市街地が高い割合を占める低標高地域
- (b) 里地里山（標高200mから600m）：植生自然度7の二次林と植林地が高い割合を占める地域
- (c) 山地下部（標高600mから1,400m）：植生自然度8の二次林の割合が高いが標高が高くなるにつれて自然林の割合が増加する地域
- (d) 山地上部（標高1,400m以上）：自然林あるいは自然草原の割合が高い地域

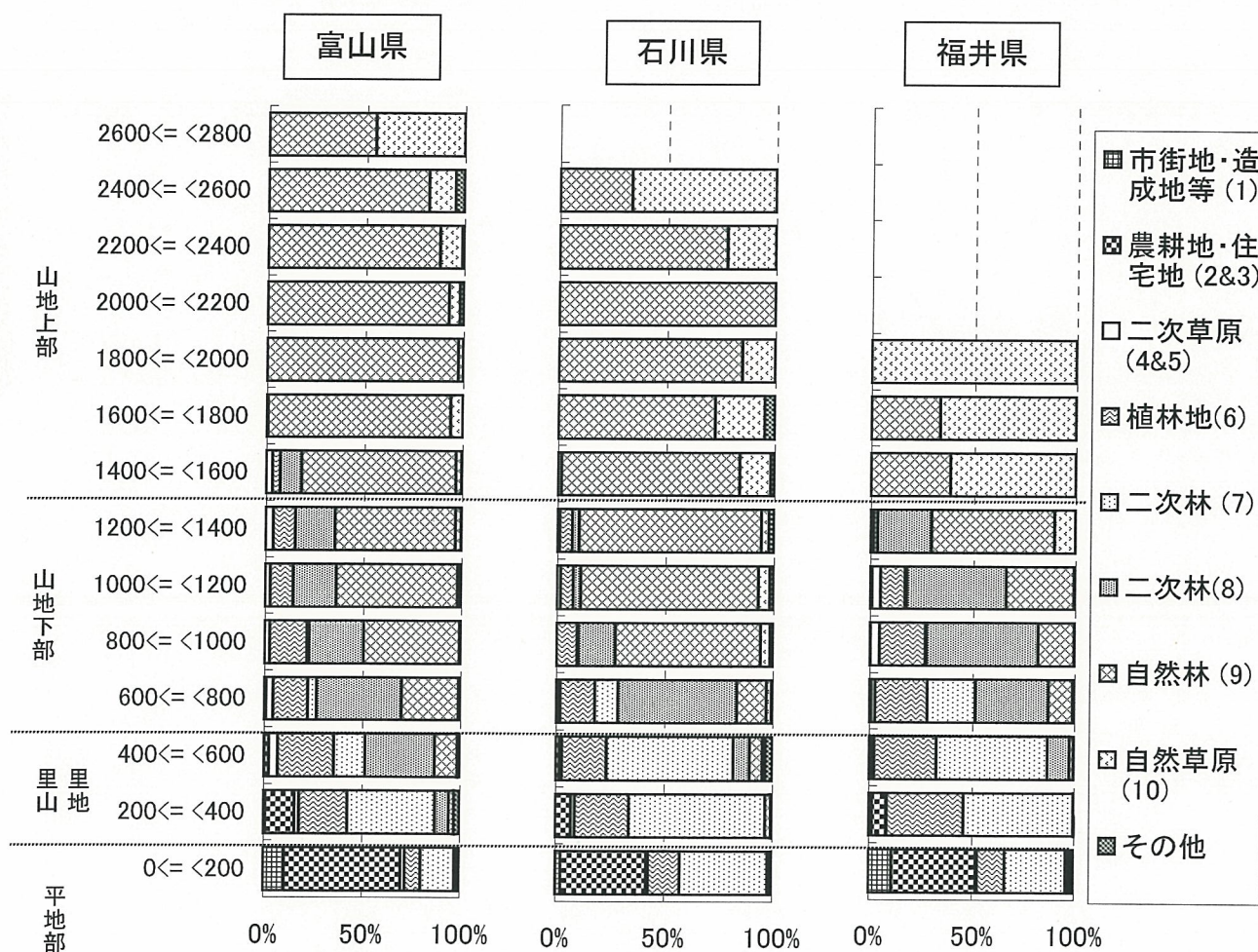


図 4-2 北陸3県における各標高区分（200m 間隔）に植生自然度が占める割合
（凡例の括弧内の数字は植生自然度を示す）

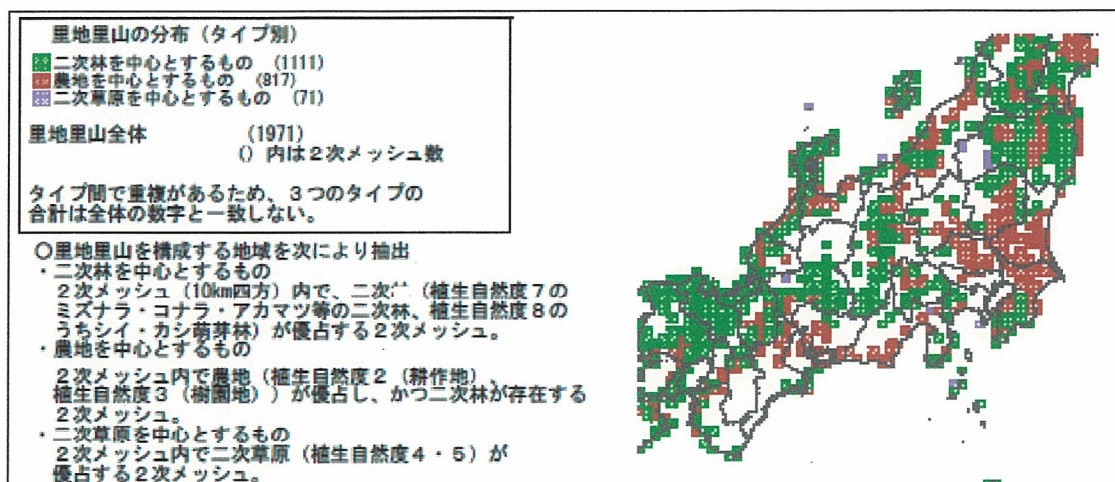


図 4-3 北陸中部近畿地方の里地里山の分布 (10-km メッシュ標記)
(自然環境研究センター、2003)

2) 近年における里地里山の変化

①里地里山の概要

現在では里山あるいは里地里山という言葉は一般的によく用いられているが、万人が共有する明確な定義はない。行政の文書の中で初めて明確に里山という用語が使用されたのは、昭和62年の第4次全国総合開発計画の中である。里山林は「農地主体地域 (農地が比較的多く、かつ人口密度が低い地域) に存在する天然林 (二次林を含む)」と定義されている。また、その位置づけは「農山漁村集落周辺にあり、かつては薪炭生産など人と深いかかわりを有していた森林であり、多様な樹種で構成されている」とされている (農林中金総合研究所、1999)。本報告書では、自然環境研究センター (2003) に従い、里山林より広い環境を含む、二次林や採草地、周辺の農地等を含めたより広い概念として「里地里山」を用いることとする。

里地里山の森林に管理の手を入れてきたのは、燃料を得る必要があったことが大きな理由である。落枝や刈った下草、柴、雑木は炊事や風呂炊きの燃料に使用されていた。炭焼きも雑木林から切り出した木材により行われていた。そのために15~25年のサイクルで定期的に伐採が繰り返され、下草刈りや落葉かきが行われる二次林が集落周辺に成立していた (農林中金総合研究所、1999)。しかしながら、1960年頃を境に燃料が石油・石炭によって賄われるようになり、二次林がもつ薪炭林・農用林としての価値が減少した。同時に人口が農山村から都市部へ移動するようになり、特に中山間地域の人口が減少し、過疎化が進行した。農山村の人口減少は、里地里山の管理や利用の担い手の減少をもたらしている。その結果、管理や利用がなされずに多くの二次林が放置されるようになってきている。石川県内では40~50年生程度のコナラ林が増えており、いわば「里山の奥山化」が進んでいるとされる (自然環境研究センター、2004)。

②富山県の里地里山の状況

植生区分との対応から見ると、植生自然度7の二次林が高い割合を占める地域が里地里山に対応し、北陸地方では、前記のように標高200mから600mあたりの地域がその区分に相当する。実

産省統計情報部、1981、1991、2002) に集計されている町村別の民有林面積と森林の配置図から里地里山の変化を分析した。調査範囲は、富山県内で堅果類の結実状況調査を行った朝日町、宇奈月町、立山町、福光町の4町域とした。

図4-4に調査範囲とした4町の民有林と国有林の配置図、およびそれら以外の農地・市街地の位置関係を、富山県森林政策課提供の地図を元に作成した。これら4町では、福光町の一部を除いて、民有林は居住地や農地のある平野部に沿って分布する傾向が見られる。一方、国有林は平野から離れた高標高地域に多い。また、表4-4にこれら4町での民有林の林種別面積を示した。1980年時点でこれら4町の民有林に占める天然林の割合は71~85%であり、その約99%は広葉樹林であった。これら4町の民有林の多くが、上記の定義による里地里山と考えられる。なお、天然林に占める針葉樹林の面積と人工林に占める広葉樹林の面積はそれぞれ2%以下であった。表4-4には、1980年から2000年までの民有林の林種別面積推移も併せて示した。1980年の面積を100%としたとき、2000年の民有天然林面積は92~96%へ減少し、逆に人工林は107~120%に増加した。

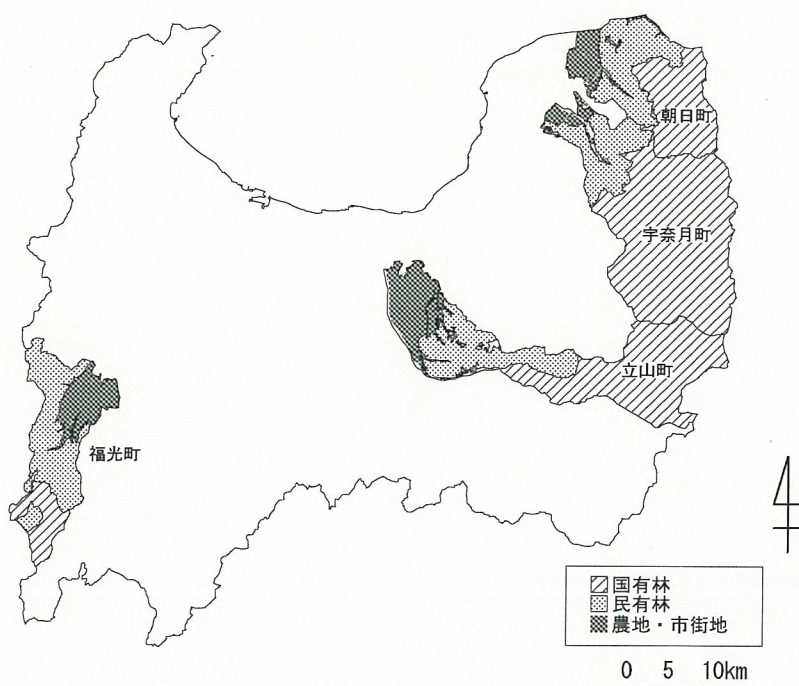


図4-4 富山県内4町における農地・市街地、民有林および国有林の配置図

表4-5と図4-5に4町における民有天然林の齢級別面積の推移を示す。1980年当時の20年生以下の天然林の各町における面積割合は2~11%であり、21~40年生林の面積が最も広く、民有天然林全体の40~65%の面積を占めていた。しかし、2000年になると21~40年生林は10%以下に減少し、20年生以下の天然林は1%未満になった。代わって、41年生以上の天然林が90~97%を占めるようになった。これらのことは、1960年以降、伐採とそれに続く広葉樹林の再生が行われる民有林面積が減少し、1980年以降はさらに少なくなり、民有天然林の林齢が高くなったこと

を示している。一方、民有天然林の面積には若干の減少が見られ、人工林面積は増加していることから（表 4-4）、その一部は伐採後スギなどの人工林に転換されたと推測される。このように、調査範囲とした4町のいわゆる里地里山は最近20年間でゆるやかに減少しながらも生育を続けており、2000年にはそのほとんどが齢級40年生以上の森林になっていることが明らかになった。

表 4-4 過去20年間の富山県内4町および県全体における民有林の林種別面積の推移

	年	天然林 (ha)				人工林 (ha)			
		計	(変化率※)	広葉樹	針葉樹	計	(変化率※)	広葉樹	針葉樹
朝日町	1980	4,756	(100%)	4,709	47	1,702	(100%)	0	1,702
	1990	4,558	(96%)	4,511	47	1,908	(112%)	8	1,900
	2000	4,506	(95%)	4,460	46	1,960	(115%)	9	1,951
宇奈月町	1980	4,558	(100%)	4,495	63	836	(100%)	15	821
	1990	4,451	(98%)	4,387	64	874	(105%)	11	863
	2000	4,384	(96%)	4,323	61	892	(107%)	11	881
立山町	1980	4,587	(100%)	4,523	64	1,894	(100%)	7	1,887
	1990	4,443	(97%)	4,376	67	2,121	(112%)	7	2,114
	2000	4,257	(93%)	4,163	94	2,280	(120%)	8	2,272
福光町	1980	5,596	(100%)	5,550	46	2,281	(100%)	21	2,260
	1990	5,356	(96%)	5,312	44	2,466	(108%)	21	2,445
	2000	5,151	(92%)	5,108	43	2,619	(115%)	27	2,592

※変化率は1980年における天然林と人工林の各面積を100%とした場合の変化を表したものの

表 4-5 富山県内の4町における民有天然林の齢級別面積の推移 (ha)

	年	10年生以下	11~20年生	21~40年生	41~60年生	61年生以上
朝日町	1980	41 (1%)	183 (4%)	3,088 (65%)	1,363 (29%)	81 (2%)
	1990	11 (0%)	72 (2%)	1,478 (32%)	2,722 (60%)	275 (6%)
	2000	1 (0%)	12 (0%)	248 (6%)	2,889 (64%)	1,356 (30%)
宇奈月町	1980	0 (0%)	112 (2%)	2,651 (58%)	930 (20%)	865 (19%)
	1990	2 (0%)	0 (0%)	1,738 (39%)	1,632 (37%)	1,079 (24%)
	2000	1 (0%)	2 (0%)	116 (3%)	2,558 (58%)	1,707 (39%)
立山町	1980	38 (1%)	474 (10%)	1,835 (40%)	1,001 (22%)	1,239 (27%)
	1990	4 (0%)	79 (2%)	2,021 (45%)	1,599 (36%)	740 (17%)
	2000	1 (0%)	1 (0%)	278 (7%)	2,229 (52%)	1,748 (41%)
福光町	1980	34 (1%)	532 (10%)	3,223 (58%)	1,544 (28%)	263 (5%)
	1990	11 (0%)	42 (1%)	2,253 (42%)	2,337 (44%)	713 (13%)
	2000	4 (0%)	6 (0%)	512 (10%)	2,915 (57%)	1,714 (33%)

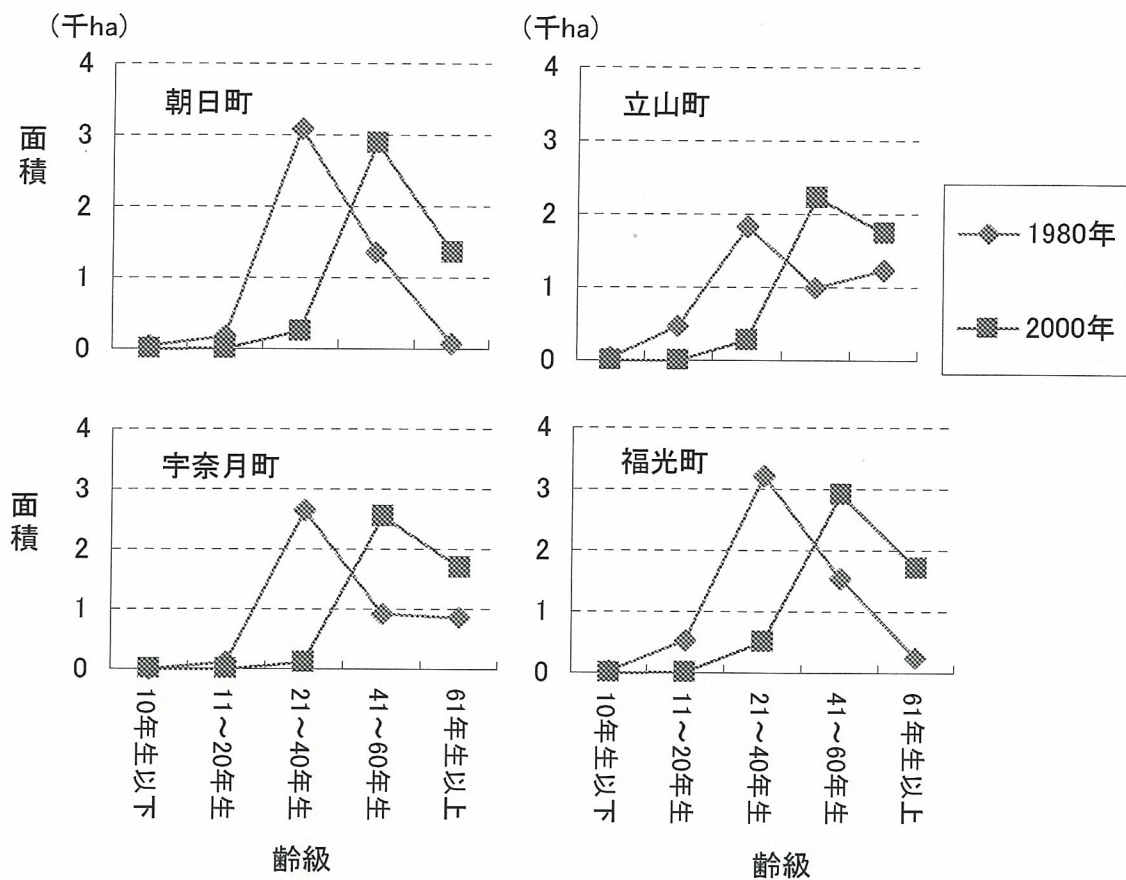


図 4-5 富山県内の 4 町における私有天然林の年齢別面積の推移 (ha)

③里地里山林の変化とツキノワグマ

里地里山林の質的な変化は、その森林を生息場所とするツキノワグマの生息状況にも影響を及ぼすことが予想される。コナラでは、幹の太い樹木ほど一本あたりの着果数が多いとされ、目安として平均胸高直径 20 cm で 600 個、30 cm で 1,500 個、50cm で 4,500 個程度である(橋詰、1987)。同様にミズナラでも胸高直径が大きくなるにしたがって落下種子数が増加することが認められている(Kanazawa,1982)。森林では、一般的に成熟林に達するまでは、林齢が高くなるに従い胸高断面面積も増加する。したがって、林齢が高くなり大木が増えたブナ科落葉広葉樹を優占種とする里地里山では、以前よりツキノワグマの餌となる堅果の生産量が増加していると予想できる。

一方、栗栖(2001)は、よく管理された里山は下層植生が取り払われ見通しがよく、ツキノワグマにとって利用しにくい環境であると指摘している。また、このような林が民家周辺に存在することによって、里山が人とクマの緩衝地帯になっていたと推測している。しかし現在、石川県内では里地里山の代表的な植生であるコナラ林・アベマキ林の管理が行われなくなった結果、林床のササ類が顕著に増加していることが報告されており(自然環境研究センター、2004)、見通しの悪い林へと変化している。

以上のことから、現在の里地里山は従来の管理が行われなくなり、ツキノワグマの本来の生息地と住宅地を隔てるための緩衝地帯としての機能が果たせないばかりか、ツキノワグマにとって餌の供給場所となっている可能性が大きいと予想される。ツキノワグマの生息分布状況と里地里

山の植生構造や種組成の関係に注目した調査・研究例はほとんどないが、今後は人とツキノワグマの偶発的な接触事故を防止するための方策として、このような視点にもとづいた調査研究も必要である。

(3) 堅果類結実状況調査

1) 堅果類結実状況目的

ブナ科の堅果はほとんどの地域のツキノワグマにとって秋の重要な食料である(橋本・高槻、1997)。ブナやミズナラなどブナ科の堅果類の結実には豊凶があり、ブナの堅果の豊凶がツキノワグマの採食行動を大きく変化させる(溝口ほか、1996)。同時に、前記のようにブナやミズナラの凶作年には、有害鳥獣捕獲によるツキノワグマの捕獲個体数が増加することも知られており、堅果類の豊凶は人里への頻繁な出没とも深くかかわっている。北陸3県で2004年にツキノワグマの出没件数が特に多い市町村において、堅果類の結実状況を標高別に把握することを目的として現地調査を実施した。

2) 方法

①調査日程と調査地

2004年10月から11月にかけて富山県、石川県、福井県の計10市町村で調査を実施した(表4-6)。調査地の数は、富山県朝日町と宇奈月町が1箇所、富山県立山町が3箇所であるほかは、各市町村ごとに2箇所ずつであり、合計19箇所である(図4-6)。調査地の設定に際しては、2章(表2-6)で述べた生息地区分、および中部山岳地域におけるツキノワグマによる生息地の利用状況(Izumiyama and Shiraishi, 2004)から、次のように3つの標高区分を行った。

- (a) 通常年の主要な生息域とされる標高1,000 m以上の地域
- (b) 通常年の主要な生息地の下部にあたる標高600 m以上1,000 m未満の地域
- (c) 今年度、出没が相次いでいる標高600 m未満の地域(通常年の分布周辺域)

このような標高別の利用を考慮して、調査地は各県ごとに3つの標高区分にそれぞれ2または3箇所の調査地が含まれるように選定した。標高別の調査地数は、標高1,000 m以上の地域に6箇所、標高600 m以上1,000 m未満の地域に7箇所、標高600 m未満の地域が6箇所である。各調査地はブナ、ミズナラ、コナラのいずれかが優占しており、林冠の高さがある程度揃った数ヘクタール以上の広がりをもつ森林とした。登山道など、特定の歩道が適当な森林を通過している場合には、その歩道沿いの樹木を調査した。また、林道などの自動車道沿いに調査を行う場合は3から6箇所に分け、林縁から10 m以上離れている樹木について調べた。

②殻斗の密度調査

調査地に生育していたブナ科のブナ、ミズナラ、コナラ、クリの4つの樹種について、その結実状況を調査した。これらの樹種の堅果はいずれも複数の地域でツキノワグマに採食されている(橋本・高槻、1997)。また、ブナやミズナラが結実するためには、数十年の成長期間を要し、樹冠が林冠部に達する頃になると、多くの個体が結実することが知られている。そのため、樹冠が林冠部に達しており、胸高直径が20 cm以上の樹木を調査対象とした。現地調査の際、落下せず

表 4-6 堅果類現地調査地の概要

No	調査地名	県	市町村	調査日	平均標高(m)
標高1,000m以上の調査地					
1	別当出合	石川県	白峰村	2004/11/1	1,270
2	白山温泉	石川県	白峰村	2004/11/1	1,205
3	法恩寺山	福井県	勝山市	2004/11/4	1,170
4	称名坂	富山県	立山町	2004/10/28	1,140
5	刈込池	福井県	大野市	2004/11/3	1,120
6	美女平	富山県	立山町	2004/10/28	1,020
標高600m以上1,000m未満の調査地					
7	銀杏峯	福井県	大野市	2004/11/3	940
8	芦峯寺	富山県	立山町	2004/10/27	895
9	花立越	石川県	小松市	2004/11/2	840
10	医王岳	富山県	福光町	2004/10/30	805
11	白兀山	石川県	金沢市	2004/10/31	800
12	僧ヶ岳	富山県	宇奈月町	2004/11/6	770
13	芳野ヶ原	福井県	勝山市	2004/11/4	670
標高600m未満の調査地					
14	犀鶴林道	石川県	金沢市	2004/10/31	590
15	大桐鉄塔道	福井県	今庄町	2004/11/5	555
16	刀利ダム	富山県	福光町	2004/10/30	510
17	鉢伏山	福井県	今庄町	2004/11/5	505
18	水上谷	富山県	朝日町	2004/10/29	470
19	五百峠	石川県	小松市	2004/11/2	400

に枝先に残っている堅果と殻斗は全くと言ってよいほど無かった。長野県における山地での堅果類の落下時期は9月下旬から10月初旬であることから（高田、1979）、本調査の実施時期は落下の終了後であると判断された。落下したブナの堅果はノネズミ類によって採食され、不作年には発芽可能な堅果は全く残らないとの報告があり（箕口・丸山、1984）、今回の調査時点では落下した堅果が既に採食または持ち去られた可能性が高い。一方、殻斗は、動物にエサとして持ち去られることは少ない。このため、結実量の指標として林床に残されていた殻斗の密度を用いることとした。

全ての調査対象木について、それらの樹冠の下で殻斗を探し、約1分間探しても殻斗が全く見つからない樹木（殻斗なし木）と、殻斗が見つかった樹木（殻斗あり木）を区別した。さらに、各調査地ごとに殻斗あり木の中から1~8本を無作為に選び、それらの樹冠の下に1×1mの枠を置き、枠内の殻斗を数えて、その密度を測定した。調査地によって調査木数が異なるのは、殻斗あり木が少ない場合があったためである。調査地の林床には既に当年の落葉が堆積していたため、原形を残した落葉層の下にある殻斗も全て数えた。また数える際にミズナラとコナラについては、成熟した堅果の殻斗のみを数えた。未成熟な堅果の殻斗は成熟したものと比べて小さく、その多くは堅果と癒着したままの状態であった。一方、ブナの殻斗は受粉後、急速に成長し、6月はじめには最大サイズ近くに達し、その後はほとんど大きさを変えない（箕口・丸山、1984）。そのため、殻斗の外観から未成熟なものを区別せずに全て数えた。

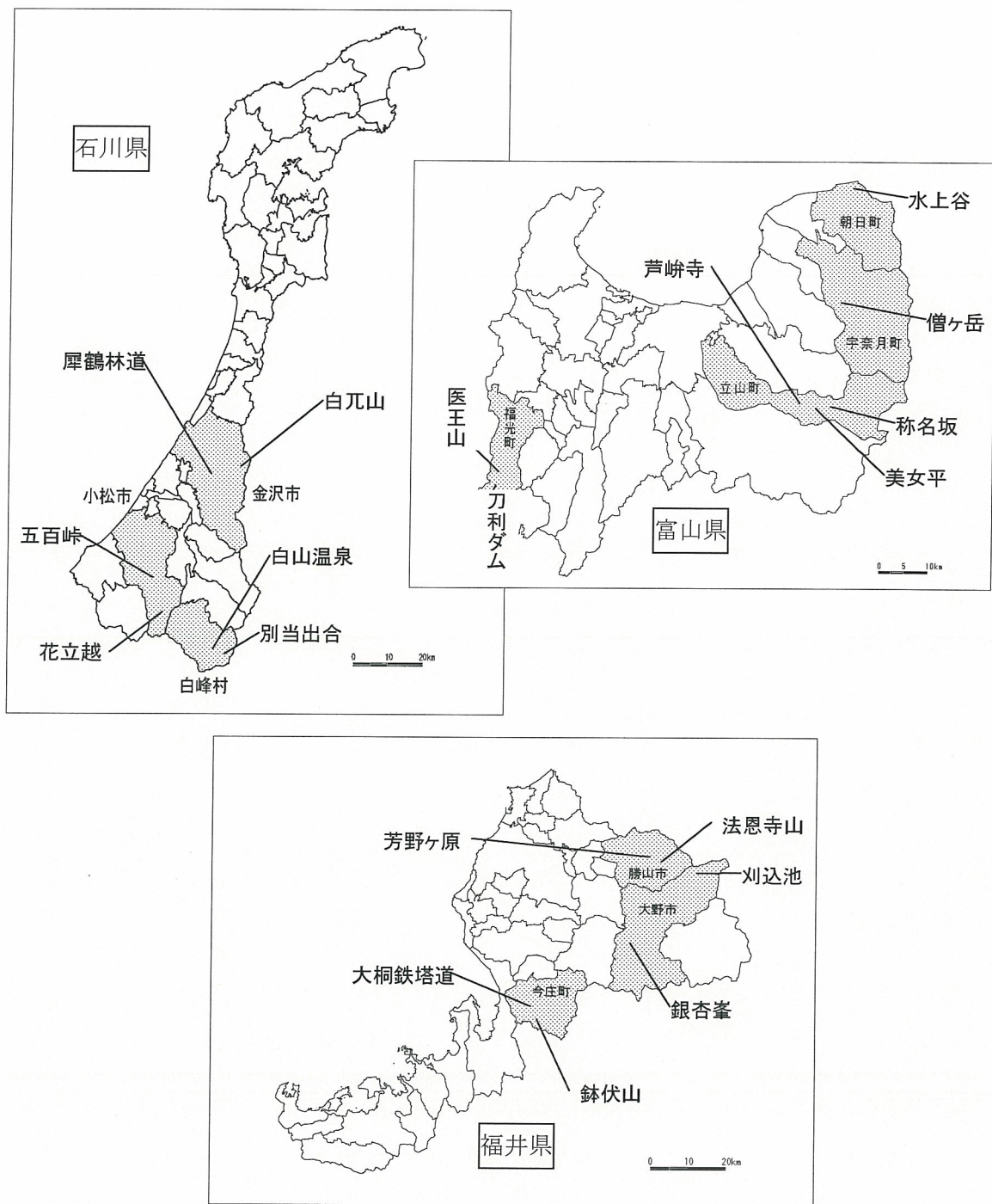


図 4-6 堅果類結実状況現地調査地の位置

3) 結果

①対象樹木の出現状況

殻斗の有無を調べた樹木数は、ブナが 633 本、ミズナラが 425 本、コナラが 160 本、クリが 43 本の計 1,261 本であり、4 種の合計本数は調査地によって 30～89 本と幅があった（表 4-7）。調査した樹木の調査地別平均胸高直径は 26～56 cm であった。

表 4-7 種別の調査対象本数と平均胸高直径

No	調査地名	調査対象本数				計	平均胸高直径 (cm)
		ブナ	ミズナ	コナラ	クリ		
標高1,000m以上の調査地							
1	別当出合	79	0	0	0	79	56
2	白山温泉	83	6	0	0	89	50
3	法恩寺山	76	5	0	0	81	27
4	称名坂	28	2	0	0	30	26
5	刈込池	24	45	0	0	69	42
6	美女平	28	9	0	0	37	51
	小計	318	67	0	0	385	
標高600m以上1,000m未満の調査地							
7	銀杏峯	57	16	0	0	73	32
8	芦峠寺	15	46	0	4	65	34
9	花立越	46	36	0	4	86	34
10	医王岳	50	19	0	0	69	28
11	白元山	41	17	0	1	59	31
12	僧ヶ岳	55	20	0	0	75	28
13	芳野ヶ原	2	49	0	8	59	31
	小計	266	203	0	17	486	
標高600m未満の調査地							
14	犀鶴林道	4	60	18	0	82	31
15	大桐鉄塔道	45	14	14	5	78	33
16	刀利ダム	0	9	61	0	70	28
17	鉢伏山	0	13	39	11	63	31
18	水上谷	0	52	0	0	52	26
19	五百峠	0	7	28	10	45	27
	小計	49	155	160	26	390	
合計		633	425	160	43	1,261	
	平均						34

樹種別の出現状況を見ると、ブナは標高 555m(大桐鉄塔道)よりも標高の高い調査地に出現し、標高 1,000m 以上にある 6つの調査地における全調査木 385 本中 318 本(83%)を占め、高標高の調査地に多く見られた。ミズナは最も標高の高い 1,270m の別当出合を除く全ての調査地で見られた。対象樹木全体に占める数は、標高 600m 以上 1,000m 未満の調査地で 486 本中 203 本(42%)であり、600m 未満で 390 本中 155 本 (40%) であって、1,000m 未満に比較的多く出現した。コナラは標高 600m 未満の調査地で 390 本中 160 本(41%)を占めており、600m 以上の調査地には出現していない。特に刀利ダム (標高 510m) と、より標高の低い鉢伏山 (標高 505m) および五百峠 (標高 400m) では、コナラの優占する森林であった。クリは全部で 43 本と少なく、1,000m 未満にある 13 調査地のうち 7つの調査地で出現し地点によっては 10 本程度見られた。

②結実状況

表 4-8 に殻斗の有無を調べた結果を調査地別、樹種別にまとめた。ブナは 633 本中 312 本 (49%) が殻斗なし木であり、その割合が 4 種の中で最も高かった。標高 1,000m 以上と 600m 以上 1,000m 未満の調査地を比較すると、殻斗なし木の割合は両者とも 5 割前後で標高による差はほとんどなかった。調査地ごとに見ると、殻斗なし木の割合が 90%以上の調査地がある一方で、11%の場所

もあり、調査地によって差が大きかった。

ミズナラの殻斗なし木は425本中92本(22%)であり、ブナと比べその割合は低かった。標高区分間で比較すると、標高600m以上1,000m未満の調査地では殻斗なし木の割合が27%とやや高く、特に芦峯寺では46本中37本(80%)が殻斗なし木であった。一方、法恩寺山、銀杏峯、白兀山、芳野ヶ原、五百峠では殻斗なし木がなく、標高に関係なく調査地ごとに結実状況が異なっているものと考えられた。

コナラは160本中の10本(6%)が殻斗なし木で、その割合が4種の中で最も低かった。特にコナラが優占する刀利ダム、鉢伏山、五百峠では、ほぼ全ての樹木に殻斗が見られた。また、クリは43本中3本(7%)が殻斗なし木であった。

表 4-8 各調査地における殻斗なし木数と全調査木数、および殻斗なし木の割合 (%)

No	調査地名	ブナ		ミズナラ		コナラ		クリ	
		殻斗なし木 /全調査木	(%)	殻斗なし木 /全調査木	(%)	殻斗なし木 /全調査木	(%)	殻斗なし木 /全調査木	(%)
標高1,000m以上の調査地									
1	別当出合	9 / 79	(11)						
2	白山温泉	33 / 83	(40)	4 / 6	(67)				
3	法恩寺山	73 / 76	(96)	0 / 5	(0)				
4	称名坂	27 / 28	(96)	2 / 2	(100)				
5	刈込池	11 / 24	(46)	4 / 45	(9)				
6	美女平	17 / 28	(61)	4 / 9	(44)				
	小計	170 / 318	(53)	14 / 67	(21)				
標高600m以上1,000m未満の調査地									
7	銀杏峯	14 / 57	(25)	0 / 16	(0)				
8	芦峯寺	10 / 15	(67)	37 / 46	(80)			0 / 4	(0)
9	花立越	28 / 46	(61)	6 / 36	(17)			1 / 4	(25)
10	医王山	42 / 50	(84)	8 / 19	(42)				
11	白兀山	18 / 41	(44)	0 / 17	(0)			0 / 1	(0)
12	僧ヶ岳	16 / 55	(29)	3 / 20	(15)				
13	芳野ヶ原	2 / 2	(100)	0 / 49	(0)			0 / 8	(0)
	小計	130 / 266	(49)	54 / 203	(27)			1 / 17	(6)
標高600m未満の調査地									
14	犀鶴林道	4 / 4	(100)	11 / 60	(18)	7 / 18	(39)		
15	大桐鉄塔道	8 / 45	(18)	4 / 14	(29)	2 / 14	(14)	1 / 5	(20)
16	刀利ダム			2 / 9	(22)	0 / 61	(0)		
17	鉢伏山			2 / 13	(15)	1 / 39	(3)	0 / 11	(0)
18	水上谷			5 / 52	(10)				
19	五百峠			0 / 7	(0)	0 / 28	(0)	1 / 10	(10)
	小計	12 / 49		24 / 155	(15)	10 / 160	(6)	2 / 26	(8)
	合計	312 / 633	(49)	92 / 425	(22)	10 / 160	(6)	3 / 43	(7)

③殻斗密度の調査

殻斗の有無を調べた樹木1,261本の中で、殻斗密度を調査した本数はブナが40本、ミズナラが43本、コナラが10本、クリが4本の合計97本であった(表4-9)。各調査地の殻斗密度の調査本数は平均5.1本となった。種ごとの殻斗密度の平均値はブナが22.3個/m²、ミズナラが18.3個/m²、コナラが51.1個/m²、クリが13.8個/m²であった。密度階級別の本数を見ると、ブナとミズナラは

表 4-9 殻斗の密度調査結果

種名	調査 木数	堅果の 成熟	平均密度 (個/㎡) (±SD)	殻斗密度階級別の本数											最大密度 (個/㎡)
				1- 10	11- 20	21- 30	31- 40	41- 50	51- 60	61- 70	71- 80	81- 90	91- 100	101 以上	
ブナ	40	不明	22.3 (±32.6)	20	7	5	3		1	1		2		1	169
ミズナラ	43	成熟	18.3 (±20.1)	18	12	6	3	1	1	1				1	107
コナラ	10	成熟	51.1 (±51.7)	3	1	2						1		3	134
クリ	4	不明	13.8 (±11.1)	2	1	1									28
合計	97			43	21	14	6	1	2	2	1	2		5	

10 個/㎡以下の樹木が最も多く、殻斗密度が高い樹木ほど少ない傾向が見られた。

殻斗密度の調査は殻斗あり木のみを対象にしており、前記（表 4-9）の平均密度は殻斗あり木のみでの平均値である。殻斗なし木も含めた種全体の殻斗の平均密度を求めるため、殻斗あり木数と殻斗なし木数（表 4-8）から、殻斗密度の調査本数に対する殻斗なし木数を算出した。その際、小数点以下は四捨五入した。以下に計算式を示す。

$$\left[\frac{\text{殻斗密度の調査本数に対する殻斗なし木数}}{\text{殻斗なし木数}} \right] = \text{殻斗密度の調査本数} \times \frac{\text{殻斗なし木数}}{\text{殻斗あり木数}}$$

算出した殻斗密度の調査本数に対する殻斗なし木数はブナが 39 本、ミズナラが 12 本、コナラが 1 本、クリは 0 本であった（表 4-10）。調査で得られた殻斗密度の総和を調査本数と算出した殻斗なし木数の和で割った値を求め、殻斗なし木を含めた種全体の殻斗の平均密度とした。式で示すと次のようになる。

$$\text{殻斗の平均密度 (個/㎡)} = \frac{\text{殻斗密度の総和}}{\text{殻斗密度調査本数} + \text{算出した殻斗なし木数}}$$

このようにして求めた種全体の殻斗密度の平均値は、ブナが 11.3 個/㎡、ミズナラが 14.3 個/㎡、コナラが 46.5 個/㎡、クリが 13.8 個/㎡となった（表 4-10）。なお、表中の標準偏差を求める際には、算出した殻斗なし木の殻斗密度は 0 個/㎡と仮定した。

表 4-10 殻斗なし木を含めた殻斗密度の平均値

種名	調査木数	殻斗なし木数 / 殻斗あり木数*	算出した殻斗なし木数	殻斗密度の総和	平均密度 (個/m ²)	(±SD)
ブナ	40	312 / 321	39	894	11.3	(±25.5)
ミズナラ	43	92 / 333	12	786	14.3	(±19.3)
コナラ	10	10 / 150	1	511	46.5	(±51.4)
クリ	4	3 / 40	0	55	13.8	(±11.1)

※殻斗の有無を調べた調査結果 (表 4-8) に基づく

標高によって結実状況に差があるかをみるため、ブナとミズナラについて 3 つの標高区分別の殻斗密度を調べた。その際、標高区分ごとの殻斗密度の平均値を前記した種全体の平均値と同様の方法で求めた。結果を表 4-11 に示す。ブナ、ミズナラの殻斗密度の平均値は標高区分間で差が見られたが、Kruskal-Wallis 検定 (ノンパラメトリック) を行ったところ、標高区分間で殻斗の密度に有意な差はなかった。そのため、標高区分間でブナおよびミズナラの結実状況に違いはないものと考えられた。

表 4-11 殻斗密度の標高区分間比較

種名	標高区分	調査木数	殻斗なし木数 / 殻斗あり木数*	算出した殻斗なし木数	殻斗密度の総和	平均密度 (個/m ²)	(±SD)
ブナ	1,000m以上	19	170 / 148	22	540	13.2	(±30.2)
	600m以上1,000m未満	18	130 / 136	17	253	7.2	(±15.3)
	600m未満	3	12 / 37	1	101	25.3	(±43.2)
Kruskal-Wallis検定結果						有意差なし	
ミズナラ	1,000m以上	7	14 / 53	2	237	26.3	(±38.1)
	600m以上1,000m未満	18	54 / 149	7	370	14.8	(±14.9)
	600m未満	18	24 / 131	3	179	8.5	(± 7.7)
Kruskal-Wallis検定結果						有意差なし	

※殻斗の有無を調べた調査結果 (表 4-8) に基づく

④既存資料による豊作年と凶作年の堅果の落下密度

今回の調査結果から、2004 年における調査対象 4 種の結実状況が豊作または凶作であるかを判断するため、既存資料から豊作年と凶作年におけるブナとミズナラ、コナラの堅果の落下密度を調べた (表 4-12)。これら既存資料の観察年数は 4 年以上 20 年以下である。

ブナの堅果量は豊作年には 148~467 個/m²程度の落下があるが、凶作年には全く結実しない。ミズナラの場合は、豊作年には 28~62 個/m² (虫食いを含む) と幅があり、凶作年にも 0.3~7 個/m²の結実が見られる。コナラの落果量は豊作年には 48~98 個/m²、凶作年に 5 または 15 個/m²との報告があった。以上の結果から、これら 3 種の中で、豊作年と凶作年の結実状況の差はブナが最

も大きく、ミズナラとコナラについてはブナと比べるとその差が小さいと考えられる。

表 4-12 既存資料による豊作年と凶作年の堅果の落下密度

観察年	県	市町村ほか	粒 / m ²	文献名
ブナー豊作年				
1984	栃木県	日光市(2地点)	415 & 467	環境庁自然保護局 (1985)
1984 & 1990	長野県	穂高岳山麓	179 & 247 ^{**}	Hiroki & Matsubara (1995)
1984 & 1990	福島県	磐梯山山麓	229 & 237 ^{**}	Hiroki & Matsubara (1995)
1993	岐阜県	白川村	236 ^{**}	溝口ほか (1996)
1990 & 1995	富山県	立山町	148 & 272	長井 (1998)
ブナー凶作年				
1983	栃木県	日光市 (2地点)	0	環境庁自然保護局 (1985)
1985 & 1987	福島県	磐梯山	0 ^{**}	Hiroki & Matsubara (1995)
1989 & 1991	長野県	穂高岳	0 ^{**}	Hiroki & Matsubara (1995)
1991 & 1994	岐阜県	白川村	0 ^{**}	溝口ほか (1996)
1985ほか	富山県	立山町	0	長井 (1998)
ミズナラー豊作年				
1969	北海道	足寄町	29 & 38 ^{**}	Imada et al.(1990)
1972 & 1976	栃木県	日光市	28 & 40	Kanazawa(1982)
1982	栃木県	日光市	62	環境庁自然保護局 (1985)
1992	岐阜県	白川村	15 ^{**}	溝口ほか (1996)
ミズナラー凶作年				
1974	栃木県	日光市 (2地点)	0.3 & 0.4	Kanazawa(1982)
1981	栃木県	日光市	7	環境庁自然保護局 (1985)
1991	岐阜県	白川村	0.3 ^{**}	溝口ほか (1996)
コナラー豊作年				
1982	鳥取県	大山 (2地点)	48 & 62	橋詰 (1987)
1984	栃木県	日光	98	環境庁自然保護局 (1985)
コナラー凶作年				
1981	鳥取県	大山	15	橋詰 (1987)
1981	栃木県	日光	5	環境庁自然保護局 (1985)

※印の付いた値は健全な種子のみの値。その他はシイナ、虫食いを含んでいる。

⑤ナラ枯損の状況

北陸地方では近年、ミズナラの集団枯損（ナラ枯損）被害の発生が報告されている。ナラ枯損は、ミズナラに侵入したカシノナガキクイムシがナラ菌を樹木内に広げることで枯損が発生する（江崎、2004）。被害は低標高（標高 600m 以下）の薪炭林として伐採を繰り返していた場所で、直径が細い木に多く発生するとされる。福井県では、20 年程前に敦賀市で最初の発生がみられ、平成 5 年（1993 年）から被害が記録された。今庄町など福井平野南部地方で報告されたものが、しだいに大野市や和泉村など県東部の白山山麓まで広がり、ほぼ県内全域に拡大した。被害面積

は平成5年が5.9haであったが、平成11年(1999年)には42.4ha、平成12年(2000年)に182haと拡大した。しかし、平成15年(2003年)の被害面積は123haとやや減少傾向をみせている。石川県における最初のナラ枯損は平成9年(1997年)に福井県境の加賀市で最初に確認され、続いて山中町などに拡大し、その後、平成12年(2000年)には白山山麓の吉野谷村などで被害が拡大した(江崎、2004)。富山県では石川県境に近い県南西部の福光町などで小規模なナラ枯損が近年確認されている。

ナラ枯損は面積的にはまだ小さいこと、被害を受けても森林としては回復することが多いことから、北陸地方全体としてのツキノワグマのエサ供給に影響を及ぼすほどの被害は出てないと考えられる。ただし、局所的にはナラ枯損によってミズナラの堅果生産量が低下し、ツキノワグマの行動に影響した可能性はある。

4) 考察

①現地調査結果の検討

植物の豊凶現象(Mast seeding あるいは Masting)は植物の個体群による長期の周期性をもった種子生産の同調現象を意味する(Janzen、1976)。樹木の結実に豊凶があるということは、種子生産がある年と全くない年があることを意味する場合もあるが、多くの樹木では豊作年以外でも多少の結実がある場合が多い。Kelly(1994)によると、Mastingとは豊作年における栄養生長から繁殖への資源の転換、または数年に渡る資源の蓄積の存在を意味しており、種子生産の年次変動が単に環境条件の変動を反映している場合を含まないとしている。水井(1993)が30種の落葉広葉樹について同一個体の結実状況を9年間調べたところ、樹種によって豊凶の差が大きく豊作周期が長い種や、豊作か並作の年が多く凶作年が少ない種、豊作と凶作を年次的に繰り返す種など様々であった。今回調査を行った4種の間でも豊凶年における種子生産の変動幅に大きな差があり(表4-12)、結実状況の検討は樹種ごとに行う必要がある。

本調査では落下している堅果そのものではなく、殻斗密度を調査した。ミズナラとコナラは1個の殻斗に対して1個の堅果が生産されるが、ブナの殻斗には1~2個の堅果が入っており、クリの場合は1~3個である。そのため、ブナとクリの堅果密度は、それぞれの殻斗密度の1~2倍および1~3倍であると予想される。また、ブナの殻斗は昆虫類に中身を食われると夏までに落下するが(原、1996)、殻斗を数える際にブナの未成熟な殻斗を区別できなかったため、実際の堅果の密度は殻斗から予想される密度よりも低かった可能性も考えられる。ミズナラとコナラについても、殻斗から堅果が昆虫類によって食害されていたかどうかは判断できなかったため、健全な堅果の密度は殻斗の密度から予想された密度よりも低かったものと考えられる。

調査結果から予想されるブナの堅果の平均密度は、最大で殻斗密度の2倍である22.6個/m²である。この密度は既存資料の豊作年における落下量が148~467粒/m²と比較して大幅に低く、さらに実際の健全な堅果の密度はそれよりも低かったと予想される。そのため、殻斗なしのブナの割合は調査地により差が大きかったものの、調査地域全体として2004年はブナの凶作年であったと考えられた。

ミズナラの平均殻斗密度から推定される堅果密度の平均値は14.3個/m²である。この密度を虫食いの堅果を含んだ既存資料の豊作年の堅果密度と比較すると明らかに低く、豊作であったとは言

えない。また、既存資料に基づいた凶作年のミズナラの堅果密度は1個/m²未満の場合もあり、本年が凶作年であるとも考えにくい。Imada et al. (1990) は20年間に渡りミズナラの落下した健全な(一定の重さ以上の)堅果密度を調査し、豊作年における堅果密度の下限を15個/m²、凶作年における上限を5個/m²としており、その中間を並作(medium crop)としている。そのため、調査地域全体としては見た場合には、ミズナラの結実状況は凶作とは言えず並作レベルであった可能性が高い。ミズナラの結実は、豊凶の年次変動が大きいものの、ブナと比較して同調する範囲が狭く、樹木ごとに結実状態が異なることがあるとされている(Kanazawa, 1982、溝口ほか、1996)。今回の調査でも、福井県の芳野ヶ原では全てのミズナラに殻斗が見られた一方で、富山県の芦峯寺で80%の樹木に殻斗が見られなかった(表4-8)。これらのことから、ミズナラは地域による結実状況の差が大きいことが推測される。

コナラはほぼ全ての樹木が結実していた。コナラについて本結果の殻斗の密度(=堅果密度)51.1個/m²を既存資料と比較すると、本年は豊作年に近い結実状況であった可能性がある。ただし、虫食いを受けた堅果の割合が不明であることと、コナラの結実量の変動はブナ・ミズナラと比べて緩やかであって、豊作年と凶作年の区別が本来曖昧な点に留意する必要がある。橋詰(1987)は鳥取大学の蒜山演習林で5年間調査した結果から、コナラの健全な堅果の落下量を凶作年には1ヘクタールあたり10万個前後(10個/m²)、豊作年には40~60万個(40~60個/m²)と算出している。

クリはほとんどの樹木が結実していた。クリの結実にも豊凶があり、樹木あたりの結実数が年によって3~5倍程変動するとの報告がある(自然環境研究センター、1995)。しかしその落下密度については定量的な資料がなく、サンプル数が4本と少数であり、今回の調査結果からは豊凶の判断はできなかった。ただし、殻斗の密度も13.8個/m²で、堅果のサイズが他の3種よりも大きいことを考慮すると、本年が凶作年であったとは考えにくい。

以上のように、2004年はツキノワグマの通常年の主要な生息域とされる標高1,000 m以上の地域で優占するブナが凶作であり、今年度、出没が相次いでいる標高600 m以下の地域の二次林で優占するコナラの結実が比較的良好であったと言える。長野県側の北アルプスでは夏から秋にかけてツキノワグマが亜高山・高山帯から標高1,000m程度の落葉広葉樹林帯へ下降することが知られており(Izumiyama & Shiraiishi, 2004)、このような堅果類の種別の結実状況の標高区分による違いがツキノワグマの低地への移動を促した可能性も考えられる。

②結実の豊凶現象の周期性について

今回調査を行った4樹種については、既存資料から過去の結実の豊凶に関する記録をある程度知ることができる。

ブナの結実周期については、前田(1988)の研究が最も長期間に渡るものである。それによるとブナの豊作年は、1915年から1984年までの69年間に13回、平均して5.3年に1回の割合で現れており、5~7年間隔が多かった。それに対して並作年は、豊作年の間に隔年に出現するのが普通である。したがって、ブナの結実は隔年(1年おき)で豊作か並作になり、その間の1年が、いわゆる凶作年になる。ただし、1970年以降、凶作年が2年連続するなど、これまでの統計値によって推定した周期とのずれが生じている。これにともなって豊作年も、最近は比較的早期に到来

する傾向があるとしている。

ミズナラの結実周期を調べた資料としては、Imada et al.,(1990)の1966年から1985年までの20年間、北海道足寄郡の2地点で行った調査が最も長期間の観察である。それによると、1966年と1969年は2地点とも豊作で、1978年は片方の地点でのみ豊作であった。凶作年は地点ごとに10回と12回、並作年は7回と6回であった。また、豊作年が連続することはなかったが、特定の豊凶の周期や豊作年の翌年は凶作年になるといったパターンは見出されなかった。

コナラの結実周期を調べた例は、甲斐(1984)の宮崎県田野町における1976-1981年の6年間の観察で、1977年と1980年が豊作であったと報告している。また、橋詰(1987)が1978-1985年の8年間に鳥取大学の蒜山演習林で調査した結果では、4回の豊作と3回の凶作があり、豊作の周期は2~4年まで範囲があり、一定のパターンはなかったとしている。

クリの結実状況については、1991-1994年に広島県戸河内町と加計町で1本あたりの結実数を調べた例がある(自然環境研究センター、1995)。その結果、1993年が凶作、1994年が豊作年であった。調査期間が短かったため結実周期を認めることはできなかったが、調査範囲内で豊凶が同調することが確かめられている。

以上のように、4樹種の豊凶に明確なパターン(周期性)の存在は知られていない。そのため、ある樹種が豊作または凶作であった原因を結実の周期に求めることは難しい。なお、最近のブナの結実状況については佐藤(2004)によるアンケート調査の報告がある。それによると、北陸地方では1993年と1995年が豊作年であり、昨年(2003年)については石川県で豊作に近く、富山県では結実した森林と結実しなかった森林があり、どちらもとも言えなかったとしている。

③異常気象と結実量

2004年は6月から7月にかけて北陸地方を異例に多くの台風が通過し、また7月、8月は猛暑であった。北陸地方を含め、2004年秋に日本海側地域を中心に見られたブナ・ミズナラの凶作の原因は気象害であるとの見解もある(2章参照)。しかし、前述のようにこれらの樹種は年ごとに豊凶を繰り返し、凶作という現象は植物生理学的には異常ではない。またもし、凶作の原因が台風であるならば、強風の影響を受けやすい山頂部や尾根部で結実状況が著しく悪くなると予想できるが、現地でそのような傾向は認められなかった。豊凶を決定する要因は、台風による強風以外にも、花芽や堅果を食害する昆虫類の密度、雌花序の数、樹木の資源量など複数あると考えられるため、凶作となった原因を特定することは容易でない。調査した4樹種については、日本各地で図4-7に示すような、開花-受粉-結実-落果の季節性(フェノロジー)があることが報告されている。しかし、本調査は結実・落果期に調査に限られた。そのため、開花や受粉時期の調査、あるいは台風襲来直後の未熟種子落果量の調査資料は得られていない。結実落果時期の現地調査結果および既存資料との比較からだけでは、北陸地方の調査樹種の結実量に、2004年の相次ぐ台風の襲来あるいは猛暑などの異常気象が影響したかの早急な判断は困難である。結実の豊凶情報をツキノワグマの保護管理に役立てるためには、継続した年ごとの観察による情報の蓄積が欠かせないと考えられる。

地域 (県・市町村)	平均 標高 (m)	観察年	4月			5月			6月			7月			8月			9月			10月			11月				
			上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬		
ブナ																												
北海道西部※1	315	1992				◎	◎										←	△	→	←	▲	→	←	△	→			
東北地方※2						◎	◎													←	▲	→						
三重県御在所岳※3			◎																									
中国地方※2			◎	◎																	←	▲	→					
福島県檜枝岐村※4	1,400	1987																						▲				
栃木県栗山村※4	1,400	1987																			△	△	▲	▲	△			
栃木県日光市※4	1,500	1987																			△	△	▲	▲	△			
茨城県つくば市※4	740	1987																			△	△	△	▲	▲	▲		
茨城県北茨城市※4	620	1987																			△	△	▲	▲	△	△		
山形県小国町※5	400	1981																						△	▲	△		
ミズナラ																												
北海道中川郡※6	350	1990						◎																				
北海道中部※7								◎	◎													▲	▲					
長野県茶臼山※8	1,350	1975- 1977																				▲	▲					
三重県御在所岳※3					◎																							
コナラ																												
名古屋市近郊※3	100		◎	◎																	△	△	▲	▲	▲	△	△	
岡山県※9 (蒜山演習林)	785	1982 &1983				◎									←	△	→	←	△	→	←	▲	→	←	△	→		
クリ																												
名古屋市近郊※3	100							◎	◎													▲	▲					

図 4-7 堅果類のフェノロジーに関する報告

◎開花・受粉：△ 果実の落下：▲ 果実の落下の最盛期：→ 月内の報告なし

図中の※印はそれぞれ引用文献を表す。※1：寺澤ら(1995)、※2：村井ほか編(1991)、※3：広木・松原(1982)、※4：鈴木(1989)、※5：箕口・丸山(1984)、※6：倉本(1993)、※7：菊沢(1991)、※8：高田(1979)、※9：橋詰(1987)

④堅果類豊凶の要因と予測

植物がある年に大量の種子生産をおこなうかどうかを決定する要因は、特定地域内の同種個体間で豊凶がよく同調することから、気象条件が関わっているとする説や、大量に結実するためには一定以上の資源が必要であるために貯蔵資源のレベルが重要だとする説がある（田中、1995）。例えば、ブナは花芽が分化する時期（前年の4月下旬から5月まで）の日最低気温が低いと開花量が多く、気温が高いと開花量が少ないとの報告がある（今ほか、2001）。一方、ミズナラは雌花の開花量や受粉の有無よりも、光合成産物量や養分量の多少が豊凶に影響しているようである（菊沢、1991）。

最近、ブナの豊凶について予測手法が開発されており、近い将来、翌年のブナの豊凶が正確に予測できる可能性はある。小山ほか（2001）は1990年以降、北海道の道南地方においてブナの開花量と堅果量を継続して測定しており、その結果から予測前年と当年の2年間の開花量（雌花量）が分かれば、ブナの豊凶の予測が可能としている。将来、北陸地方においてもブナに関する豊凶の予測が可能になれば、ツキノワグマの出没を予測し、地域住民への情報提供の実施も可能になるかもしれない。

5) 出没要因との関連からみた北陸地方の植生環境と堅果類結実状況調査結果のまとめ

北陸地方における2004年秋のツキノワグマ大量出没の要因として、北陸地方の植生環境および堅果類結実量の現地調査結果からは、以下のようにまとめられる。

- 北陸3県の面積の約半分はツキノワグマの生息地となる自然林または二次林である。植生自然度7のコナラ群落、クリーミズナラ群落などが多い二次林は、北陸地方では標高200～600mの里地里山区分で割合が高く、この標高区分の60%以上を占める。
- 富山県を例として見ると、里地里山の広葉樹二次林の多くは民有林で近年の伐採更新面積は少なく、齢級40年生以上の森林面積が増えており、以前はツキノワグマの分布周辺域と見なされていた標高およそ600m未満の里地里山でも堅果類の潜在的生産量が高まっていると考えられる。
- ツキノワグマの秋の主要なエサとなる堅果類を生産する樹種の分布を現地調査結果から見ると、ブナ、ミズナラは標高600m以上の山地下部に多く、コナラとクリは標高600m以下の里地里山に多い。ただし、クリの本数は少ない。
- 殻斗を指標とした結実量の現地調査と落果種子量を測定した既存資料との比較から、ブナは凶作、ミズナラは地域差が大きいものの調査地全体としては並作レベル、コナラは豊作レベルに近く、クリは結実しているものが多かったが豊凶を判断するには資料が少ない、との結果を得た。
- これから、堅果類の凶作がツキノワグマの平地部への大量出没を促したとすれば、標高600m以上の山地下部の優占樹種であるブナの凶作が作用した可能性が高い。
- 堅果類結実量には自然状態でも豊凶があり、結実落果期の現地調査だけからでは、北陸地方の調査樹種の結実量に、2004年の相次ぐ台風の襲来あるいは猛暑などの異常気象が影響したかの判断は困難である。

- 北陸地方では、面積的には小規模だが、富山県西部、石川県白山山麓、福井県のほぼ全域などでナラ枯損が発生している。