

## 石川県のブナ科樹木 3 種の結実予測とクマの出没状況, 2014

野 上 達 也 石川県白山自然保護センター  
中 村 こすも 石川県自然解説員研究会  
小 谷 二 郎 石川県農林総合研究センター林業試験場  
野 崎 英 吉 石川県環境部自然環境課

### Prediction of fruiting in three Fagaceae species and haunting situation of Japanese black bear (*Urus thibetanus japonicus*) at Ishikawa prefecture, 2014

Tatsuya NOGAMI, *Hakusan Nature Conservation Center, Ishikawa*

Kosumo NAKAMURA, *Ishikawa Nature Guide Association*

Jiro KODANI, *Ishikawa Agricultural and Forestry Research Center, Forestry Experiment Station*

Eikichi NOZAKI, *Nature Environment Division, Environment Department, Ishikawa*

#### はじめに

石川県では2006年からブナ (*Fagus crenata*), ミズナラ (*Quercus crispula*), コナラ (*Quercus serrata*) の秋季の作柄について事前に豊凶を予測し, その結果からツキノワグマ (*Ursus thibetanus japonicus*) (以下クマとする) の出没予測を行い, 状況に応じて大量出没注意情報や警報を出すようになった。具体的には, 石川県のホームページ上で, 「ツキノワグマによる人身被害防止のために」 (<http://www.pref.ishikawa.lg.jp/sizen/kuma/navi01.html>) に掲載するほか, 新聞等により一般に広報している。

本報告では, 2014年の石川県加賀地方を中心にした石川県のブナ科樹木 3 種, ブナ, ミズナラ, コナラの結実予測調査の結果を, また, 2013年に福井県で大発生したマイマイガ (*Lymantria dispar*) が, 2014年には石川県内でも大発生し, ブナ, ミズナラ, コナラなどの樹木の葉が食害にあったので, その被害状況についてもあわせて調査したので, その結果を集計, まとめ, 報告する。

現地で貴重なデータを取っていただいた石川県自然解説員研究会の方々のほか, 石川県の周囲のクマの出没状況についてデータを提供していただいた福井県自然保護センターの多田雅充氏, 富山県農林水産総合技術センター森林研究所の中島春樹氏, 岐阜

県環境生活部自然環境保全課の松田宏典氏, 長野県環境保全研究所の岸元良輔氏に御礼申し上げます。

#### 調査地と方法

##### 調査地

調査は, これまでの野上ら (2007) と同様, クマが主に生息している石川県の加賀地方を中心に実施した。ブナ, ミズナラ, コナラの樹種の調査地点が, これらの範囲でほぼ均等に広がるようにそれぞれ約20か所を選定した。調査地点の選定にあたっては, 対象樹種が優占し, ある程度の面積を持つ林分で, なるべく胸高直径20cm以上のものがある場所とした。2007年からは津幡町や宝達志水町など金沢市以北でもクマの出没が相次ぎ, 調査範囲を拡大する必要性が指摘されている (野上ら, 2008) ことから, それまでの加賀地方に加え, 2009年からは宝達山 (宝達東間県有林), 2010年からは津幡森林公園周辺におけるブナ, ミズナラについての調査を実施しているが, 2014年からは更に石動山 (鹿島郡中能登町) におけるコナラ, ブナについての調査を開始した。

##### 方法

調査は2007年から実施している方法 (野上ら, 2007) と同様に雄花序落下量調査と着果度調査を実施した。2014年の雄花序落下量調査は, コナラ, ミ

ズナラは5月中旬から6月中旬にかけて、ブナは5月下旬から6月中旬にかけて実施した。雄花序落下量調査の調査地点数はそれぞれ、コナラ28地点、ミズナラ23地点、ブナ24地点である。また、着果度調査については、8月下旬に実施した。調査地点数はコナラが28地点、ミズナラが23地点で、ブナは24地点となった。なお、着果度は6段階で評価したが、野上（2012）と同様、2010年までの調査と比較するため、後の解析では、着果度5は着果度4に読み替えた。

また、マイマイガの被害状況調査も着果度調査時に調査し、対象木がマイマイガの食害を受けていないかの調査を行った。調査は4段階で判定し、ランクと判定基準は、0：無被害、1：わずかに食害が認められる、2：ほぼ半分の葉が食害されている、3：ほとんど全ての葉が食害されているとした。

雄花序落下量調査、着果度調査、マイマイガの影響調査は、石川県が石川県自然解説員研究会に委託して行った。着果度調査については、2014年もこれまで同様、調査開始前に調査担当者に調査手法について説明するとともに実際の調査手法について実習し、精度が統一されるように配慮した。

統計解析には統計解析パッケージR var.3.1.2 (R Core Team, 2014) を使用し、Kruskal-Wallis検定には青木（2009）のクラスカル・ウォリス検定（plus 多重比較）のプログラムを利用した。

**結果と考察**

**雄花序落下量調査の結果**

雄花序落下量調査の結果は表1及び図1～3、付表1のとおりである。

樹種ごとの豊凶別頻度は表1のとおりで、樹種間で、その割合については異なっているといえた (Fisher's exact test,  $\chi^2=91.2847$ ,  $df=8$ ,  $p<0.001$ )。

コナラについての28か所の調査地点の豊凶は、豊凶基準判定表により大豊作2か所、豊作10か所、並作15か所、凶作1か所、大凶作0か所と判定され、全体としては並作と判断された (表1, 付表1, 図1)。各調査地の値は調査地点間で有意に異なった (Kruskal-Wallis検定,  $\chi^2=107.0276$ ,  $df=27$ ,  $p<0.001$ )。なお、大平沢そら山線沿いの調査地は、コナラとミズナラが混在しており、2013年の調査からは、コナラのほうの割合が高いと判断されたため、コナラ調査地として取り扱っている。

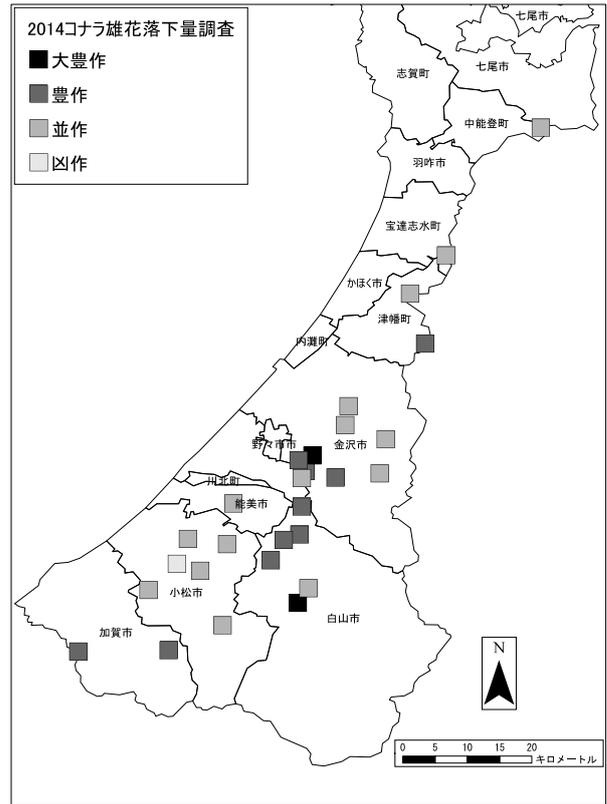


図1 コナラの雄花序落下量調査の結果 (2014年)

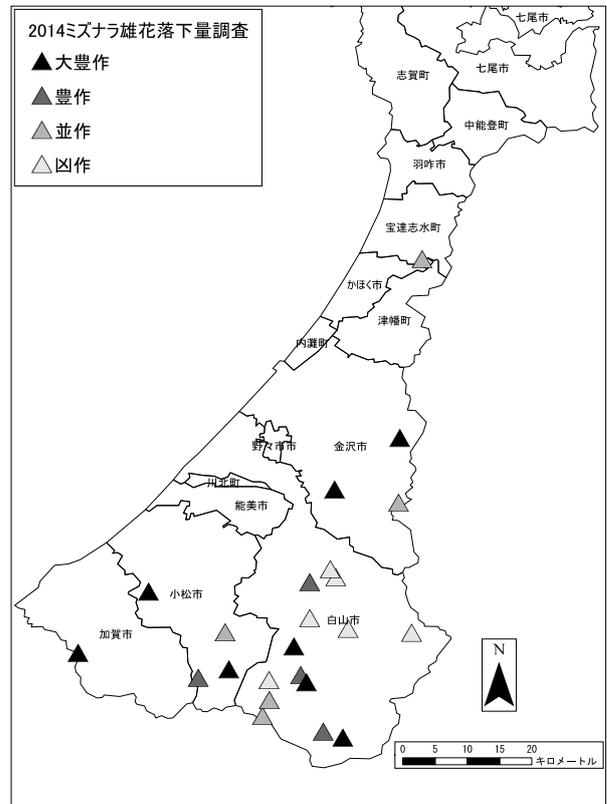


図2 ミズナラの雄花序落下量調査の結果 (2014年)

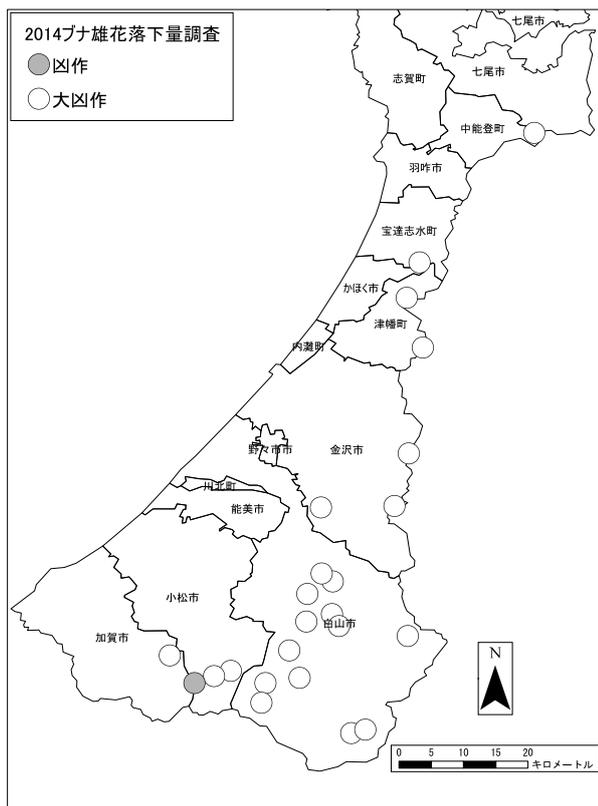


図3 ブナの雄花序落下量調査の結果（2014年）

ミズナラについての23か所の調査地点の豊凶は、大豊作8か所、豊作4か所、並作5か所、凶作6か所、大凶作0か所と判定され、全体としては豊作と判定された（表1、付表1、図2）。各調査地の値は調査地点間で有意な差が見られ（Kruskal-Wallis検定、 $\chi^2=81.6229$ ,  $df=22$ ,  $p<0.001$ ）、調査地点毎の作柄は凶作から大豊作まで大きくばらついていた（表1）。

ブナについての24か所の調査地点の豊凶は、大豊

作0か所、豊作0か所、並作0か所、凶作1か所、大凶作23か所と判断され、全体として大凶作と判断された（表1、付表1、図3）。各調査地の値は調査地点間で有意に異なったが（Kruskal-Wallis検定、 $\chi^2=65.8652$ ,  $df=23$ ,  $p<0.001$ ）、24調査地中23調査地（95.8%）で大凶作、残る1調査地（4.2%）が凶作で、作柄はかなり悪いと言えた（表1）。

### 着果度調査の結果

着果度調査の結果は表2及び図4～6、付表2のとおりである。樹種ごとの豊凶別頻度は表2のとおりで、樹種間で、その割合については異なっていた（Fisher's exact test、 $\chi^2=59.9627$ ,  $df=8$ ,  $p<0.001$ ）。

コナラについての26か所の調査地点の豊凶は、大豊作0か所、豊作13か所、並作10か所、凶作4か所、大凶作1か所（表2、付表2、図4）と判定され、全体としては並作と判断された。各調査地の平均値は調査地点間で有意な差が見られ（Kruskal-Wallis検定、 $\chi^2=146.6684$ ,  $df=27$ ,  $p<0.001$ ）、豊凶判定でも場所によって大凶作～豊作まで異なっていた（表2）。なお、着果度調査でも大平沢そら山線沿いの調査地は、コナラとミズナラが混在していたが、コナラのほうの割合が高いと判断されたため、コナラ調査地として取り扱っている。

ミズナラについての23か所の調査地点の豊凶は、大豊作2か所、豊作0か所、並作5か所、凶作14か所、大凶作2か所（表2、付表2、図5）とされ、全体としては並作であった。各調査地の平均値は調査地点間で有意な差が見られた（Kruskal-Wallis検定、 $\chi^2=153.8158$ ,  $df=22$ ,  $p<0.001$ ）。豊凶判定で

表1 雄花序落下量による樹種ごとの豊凶別頻度（2014年）

樹種	大凶作	凶作	並作	豊作	大豊作	計	全体
コナラ	0 ( 0.0%)	1 ( 3.6%)	15 (53.6%)	10 (35.7%)	2 ( 7.1%)	28	豊作
ミズナラ	0 ( 0.0%)	6 (26.1%)	5 (21.7%)	4 (17.4%)	8 (34.8%)	23	豊作
ブナ	23 (95.8%)	1 ( 4.2%)	0 ( 0.0%)	0 ( 0.0%)	0 ( 0.0%)	24	大凶作

表2 着果度による樹種ごとの豊凶別頻度（2014年）

樹種	大凶作	凶作	並作	豊作	大豊作	計	全体
コナラ	1 ( 3.6%)	4 (14.3%)	10 (35.7%)	13 (46.4%)	0 ( 0.0%)	28	並作
ミズナラ	2 ( 8.7%)	14 (60.9%)	5 (21.7%)	0 ( 0.0%)	2 ( 8.7%)	23	並作
ブナ	14 (58.3%)	9 (37.5%)	1 ( 4.2%)	0 ( 0.0%)	0 ( 0.0%)	24	凶作

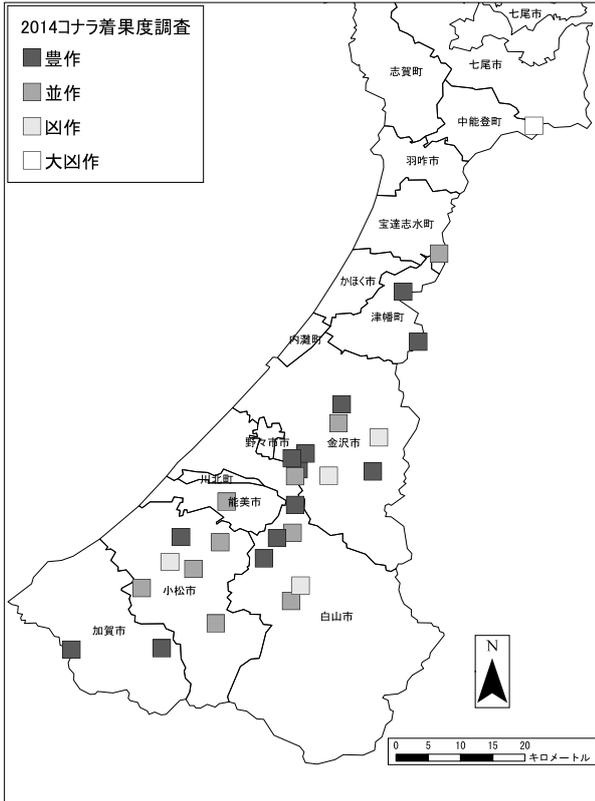


図4 コナラの着果度調査の結果 (2014年)

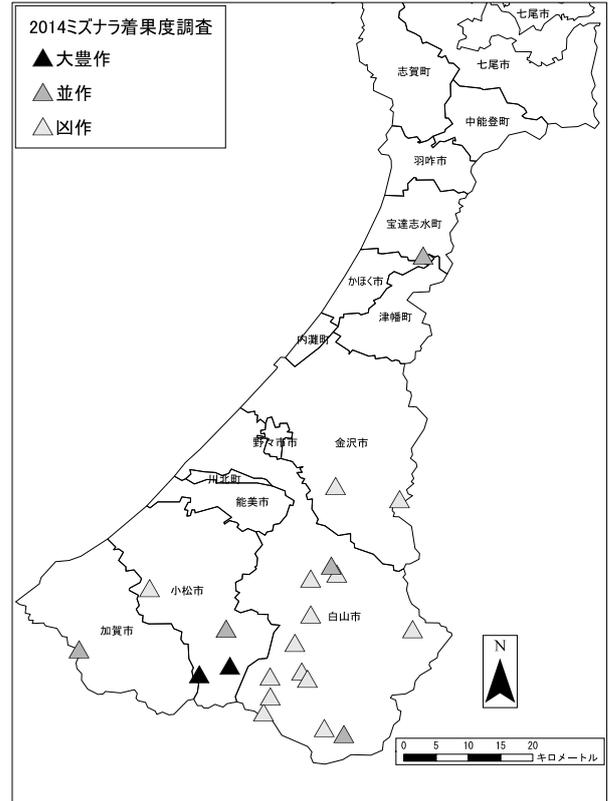


図5 ミズナラの着果度調査の結果 (2014年)

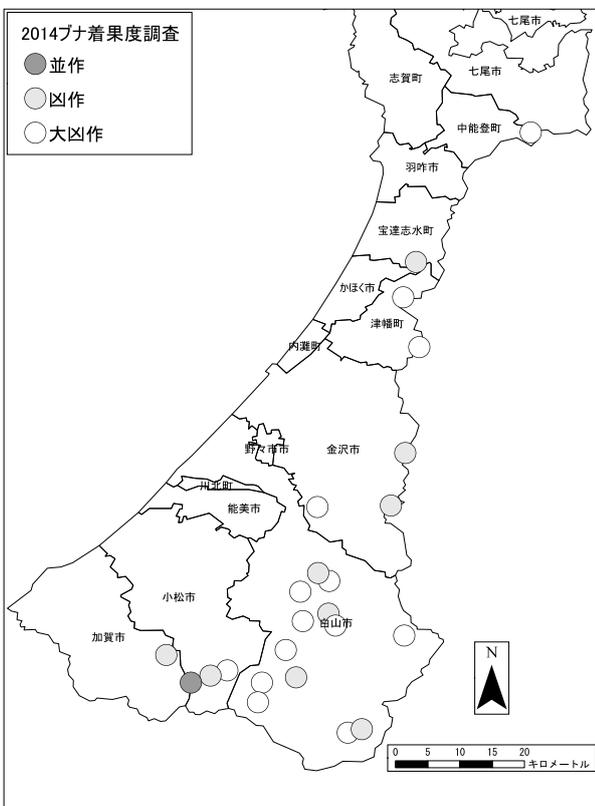


図6 ブナの着果度調査の結果 (2014年)

も場所によって大凶作～大豊作まで異なっており、各調査地の作柄には同調性はなかったが、24調査地中、14調査地(60.9%)で凶作、2調査地(8.7%)で大凶作で、作柄は悪いと言えた(表2)。

ブナについての24か所の調査地点の豊凶は、大豊作0か所、豊作0か所、並作1か所、凶作9か所、大凶作14か所(表2, 付表2, 図6)とされ、全体としては凶作であった。各調査地の平均値は調査地点間で有意に異なっていたが(Kruskal-Wallis検定,  $\chi^2=70.5571$ ,  $df=23$ ,  $p<0.001$ ), 24調査地中14調査地(58.3%)で大凶作、9調査地(37.5%)で凶作となっており、作柄は悪いといえた(表2)。

標高と着果度の関係を見てみると、2014年は標高の高いところのブナ、ミズナラの作柄が悪いようだった(図7)。

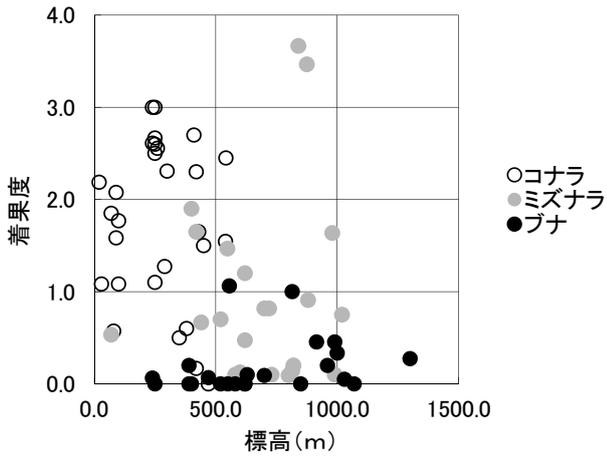


図7 標高と着果度 (2014年)

結実状況の年次変動と同調性

コナラは、結実状況が、個体間、地点間で異なることが知られている（福本，2000；水谷・多田，2006；中島，2008など）。石川県においても2007年から今回までの調査の経年変化をみると、コナラは、ミズナラやブナに比べて地点内での変動幅が狭いようで、特に地点間で同調しているわけではないと考えられた（図8，9のコナラ）。

ミズナラは2007年～2013年の調査結果（野上ら，2007，2008，2009，2010，2011，2012，2013）と同様、雄花序落下量調査，着果度調査どちらも変異が大きく，地点間で大凶作から大豊作までばらついていた。しかしながら，年次変動をみてみると，ミズナラはブナほど明瞭ではないが，一部例外はあるも

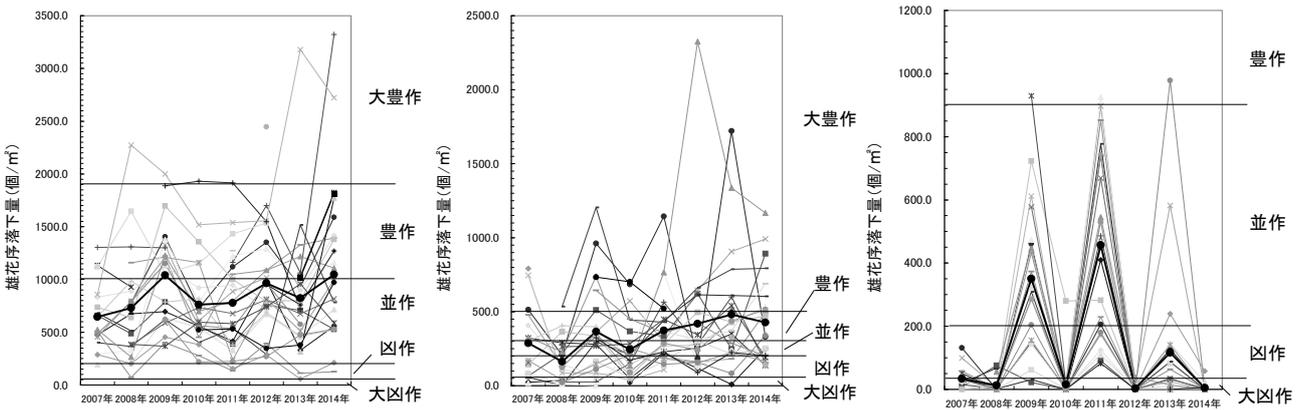


図8 コナラ，ミズナラ，ブナ，3つの樹種の地点別2007年～2014年の雄花落下量の変化  
各細線が地点ごとの変化。太線は全体平均の変化。

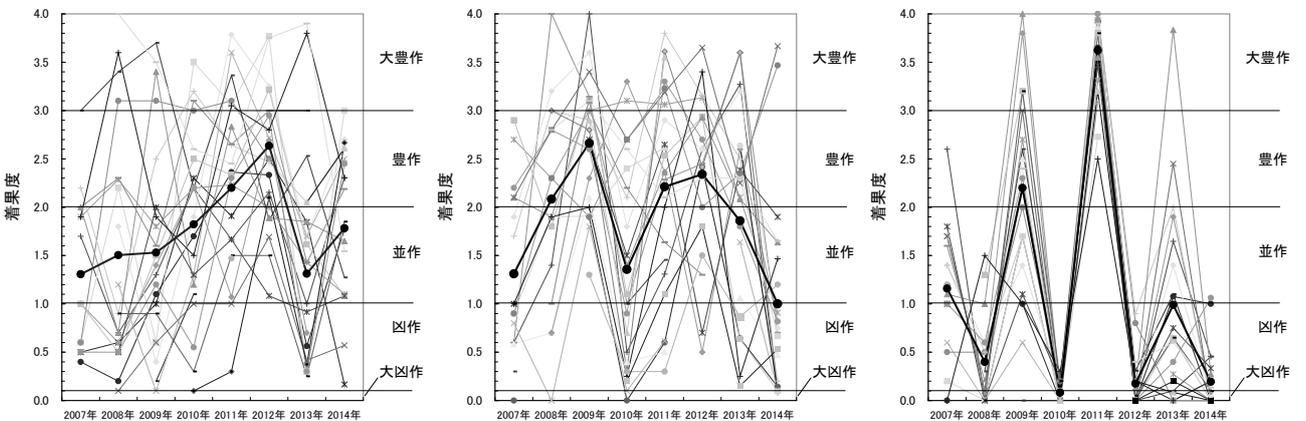


図9 コナラ，ミズナラ，ブナ，3つの樹種の地点別2007年～2014年の着果度の変化  
各細線が地点ごとの変化。太線は全体平均の変化。

の、比較的同調している地点も見られた（図 8, 9 のミズナラ）。

ブナは林分レベルで広域的に同調すると言われていている（Homma et al., 1999）。小谷（2011）は、ブナの豊凶について、豊作の年には調査地点によってある程度はばらつくが、凶作の年は非常に良く同調し、ほとんどの地域で凶作になると指摘している。ブナが並作以上であった2007年や2009年、2011年、2013年に比べると、凶作の2008年や2010年、2012年の結果では比較的同調しており、本調査でも雄花序落下量調査、着果度調査どちらの結果も、調査地点間で比較的同調していた。ただし、2010年のように、ほとんどの地点で極端に悪いといった結果ではなかった（図 8, 9 のブナ）。また、全体的な年次変動をみてみると、隔年ごとに豊凶を繰り返している。（図 8, 9 のブナ）。福井県、富山県、どちらの県においてもブナの豊凶は石川県と同じ傾向を示し、隔年ごとに豊凶を繰り返しており、2014年のブナは石川県と同様に福井県、富山県、どちらの県も凶作となっていた（多田私信；中島私信）。ブナの豊凶は北陸地区（富山、石川、福井の三県）の広がりで見ると同調しているといえる。

マイマイガの被害状況調査の結果

マイマイガの被害状況調査の結果は表 3, 図10～12, 付表2のとおりである。樹種ごとのマイマイガの被害状況は表3のとおりで、樹種間で、その割合については異なっていた（Fisher's exact test,  $\chi^2 = 19.2462$ ,  $df = 6$ ,  $p < 0.01$ ）。

コナラについては、25調査地中、18か所（72.0%）で食害度0と、ほとんど被害を受けておらず、食害度が2.0を超える地点はなかった。一方、ミズナラやブナでは、食害度0から3まで調査地によって様々であった。標高との関係では、低地よりも標高が高いところで食害度が大きく（図10）、白山麓で食害度が大きかった（図11）。

水谷（2014）では、2013年にマイマイガの大発生

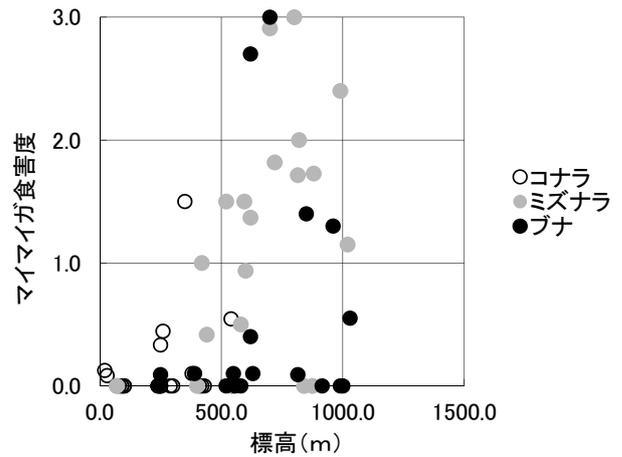


図10 標高とマイマイガ食害度（2014年）

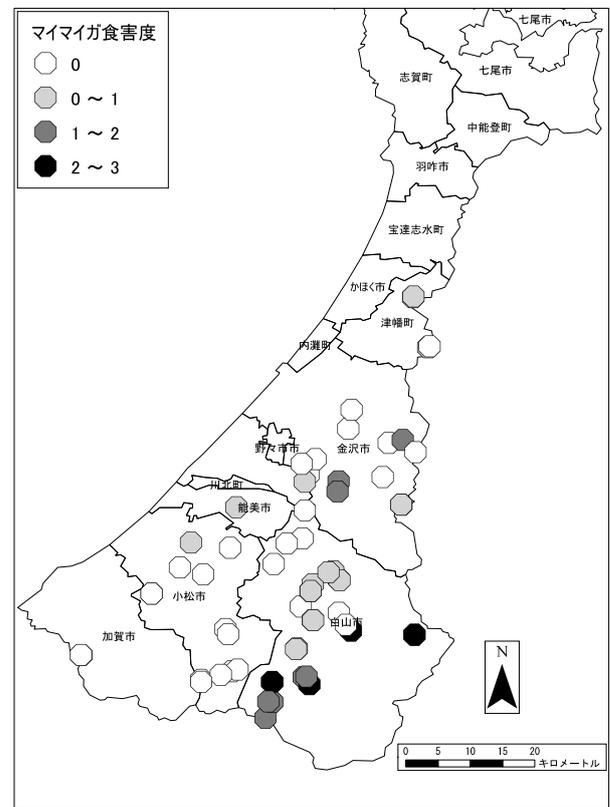


図11 マイマイガの食害度（2014年）

表 3 樹種ごとのマイマイガの被害状況（2014年）

樹種	食害度				計
	0	～1.0	～2.0	～3.0	
コナラ	18 (72.0%)	6 (24.0%)	1 (4.0%)	0 (0.0%)	25
ミズナラ	5 (25.0%)	4 (20.0%)	8 (40.0%)	3 (15.0%)	20
ブナ	7 (38.9%)	7 (38.9%)	2 (11.1%)	2 (11.1%)	18

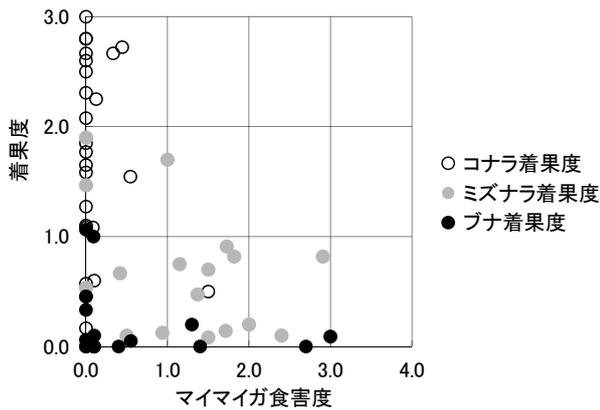


図12 マイマイガ食害度と着果度（2014年）

が見られた福井県でミズナラの被害と結実について調査し、マイマイガの食害がミズナラの結実に影響を与えないとしている。マイマイガの食害度と着果度を見てみると、マイマイガの食害度が高い場合には着果度が高い樹種、地点は見られなかったが（図12）、今回の調査ではマイマイガの食害がミズナラやブナの結実に影響があったかどうかについてはよく分からなかった。ただし、ミズナラについては、マイマイガによる食害前の雄花の落下量調査では豊作であったのが、食害後の着果度調査では並作と判定結果は悪くなっており、統計的にも有意に異なっていた（符号検定、 $p < 0.01$ ）ことから、食害の影響を受け、結実が悪くなった可能性もある。

### クマ出沒注意情報の発令とクマ出沒数、捕獲数について

2014年、石川県環境部自然環境課では、ブナ、ミズナラ、コナラの着果度調査の豊凶判定の結果からブナ、ミズナラの結実が悪くなると予想されたことから石川県環境部自然環境課では、2014年9月11日にツキノワグマの出沒注意情報の発令を行った（石川県，2014）。しかしながら9月以降、出沒件数は大きくは増加せず、2006年や2010年ほどの大量出沒は起こらなかった（表4）。

2014年の最終的なクマの出沒状況件数は256件であった。これは、2011年の60件、2009年の58件、2005年の57件に比べると4倍程度、2007年の110件、2008年の128件、2012年の126件に比べると約2倍であるが、大量出沒した2004年の1,006件、2006年の333件、2010年の353件に比べると少なかった（表4、5）。個体数調整（5月1日～11月14日の捕殺数と試験放獣数を加えた数）による捕獲数も2014年は45頭で、2005年の5頭、2007年の10頭、2009年の7頭、2011年の9頭、2013年の7頭よりはだいぶ多いが、大量出沒した2004年の179頭、2006年の83頭、2010年の53頭に比べると、少なかった（表4、5）。

富山県は、ツキノワグマによる人身被害が発生したこと、また、ドングリの作柄が悪く、富山県内では、クマが餌を求めて行動域を広げており、人里でのクマの出沒が相次いでいることから富山県ツキノワグマ出沒警報を発令した。しかしながら、富山県の2014年のクマの出沒状況は石川県と同様、大量出

表4 2014年の石川県の市町村、月別クマ出沒状況（目撃）件数

市町名	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	計
加賀市	0	0	0	0	6	3	0	4	1	1	0	0	15
小松市	0	0	0	3	3	5	2	6	4	5	1	1	30
能美市	0	0	1	1	2	1	0	1	2	4	0	0	12
川北町	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
白山市	0	0	0	0	5	5	10	6	22	36	7	3	94
金沢市	0	0	0	3	5	18	35	16	7	8	3	1	96
津幡町	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
かほく市	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	3
宝達志水町	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
羽咋市	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	2
中能登町	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
七尾市	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	2
計（県全体）	0	0	1	7	24	33	50	34	36	55	11	5	256

2014年12月24日現在 各農林総合事務所等より県に報告があった情報  
石川県自然環境課取りまとめ

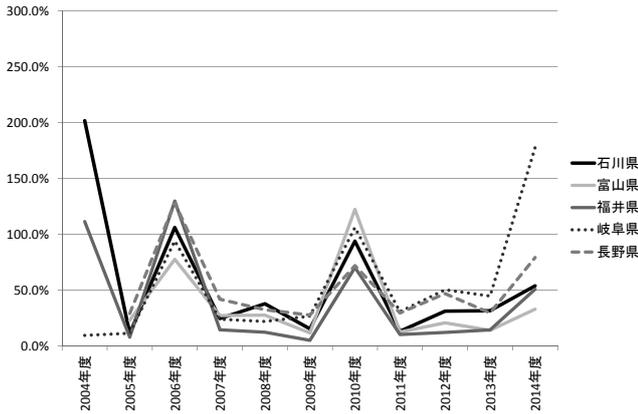


図13 北陸3県と近県におけるツキノワグマの  
出没数の年度による変化

大量出沒とされる2006年度と2010年度の平均を100%とし、各年度の比率をグラフ化した。  
出沒数は目撃以外に痕跡情報も含む。また、2014年度は11月30日までの数値。  
各県のデータを揃えるため、年度単位で集計。  
2004年度の石川県のデータは目撃情報のみ。

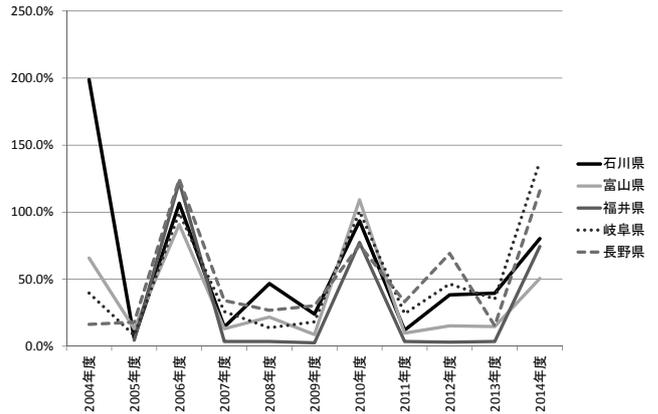


図14 北陸3県と近県におけるツキノワグマの  
狩猟以外の捕獲数の年度による変化

大量出沒とされる2006年度と2010年度の平均を100%とし、各年度の比率をグラフ化した。  
2004年度の石川県の値は4月の値を除く。  
2014年度は11月30日までの数値。  
各県のデータを揃えるため、年度単位で集計。

表5 年別石川県内のクマ出沒件数と個体数調整数

年度	出沒状況件数	個体数調整	備考
2002年	-	6	
2003年	66	13	
2004年	1,006	166	大量出沒
2005年	57	5	
2006年	333	68	大量出沒
2007年	110	10	
2008年	128	21	
2009年	58	7	
2010年	353	57	大量出沒
2011年	60	9	
2012年	126	14	
2013年	147	7	
2014年	256	45	

2014年12月24日現在 石川県自然環境課取りまとめ  
個体数調整数は5月1日～11月14日の捕殺数と試験放獣数を加えた数。

表6 コナラ、ミズナラ、ブナの着果度 2014年とクマ大量出沒のあった2010年との比較 (か所数)

樹種	良い	差なし	悪い
コナラ	5	10	5
ミズナラ	4	11	6
ブナ	2	19	0

それぞれの樹種、調査地の2014年と2010年の値をウィルコクソンの順位検定で検定し、有意水準5%で判定した。

没とまでは言えない状況であった。一方、福井県でも同じような状況で、これまで同様、北陸でのクマの出沒状況が似通っていた。北陸3県のほか、長野県、岐阜県のクマの年度毎の出沒数及び狩猟以外の捕獲数の変化を見てみると、出沒数では北陸3県と長野県は平常時に比べれば出沒数は多いものの大量出沒時(2006年、2010年)ほどの出沒ではなかった(図13)。また、捕獲数でも北陸3県は平常時に比べれば捕獲数は多いものの大量出沒時(2006年、2010年)ほどの出沒ではなかった(図14)。一方、岐阜県ではこれまでにない大量出沒となっており、近県でもクマの出沒状況に大きな差があった(図13, 14)。

### 着果度調査の2010年との比較

2014年のブナ、ミズナラ、コナラの着果度調査の豊凶判定の結果を、ブナが凶作で大量出沒が起きた2010年の結果と比較した(ウィルコクソンの順位検定, 有意水準5%)。(表6, 図15, 16, 附表3)。

2014年のコナラは全体では並作, 2010年も並作で、変わらない。調査地点別に豊凶判断を比べても、2010年と変わらない地点が多かった。

2014年のミズナラは全体では並作, 2012年も並作で、変わらない。調査地点別に豊凶判断を比べると、2010年と変わらない地点が多かったが、白山麓で悪かった地点が多く見られた(図16のミズナラ)。

また、2014年のブナは全体では凶作, 2010年は大

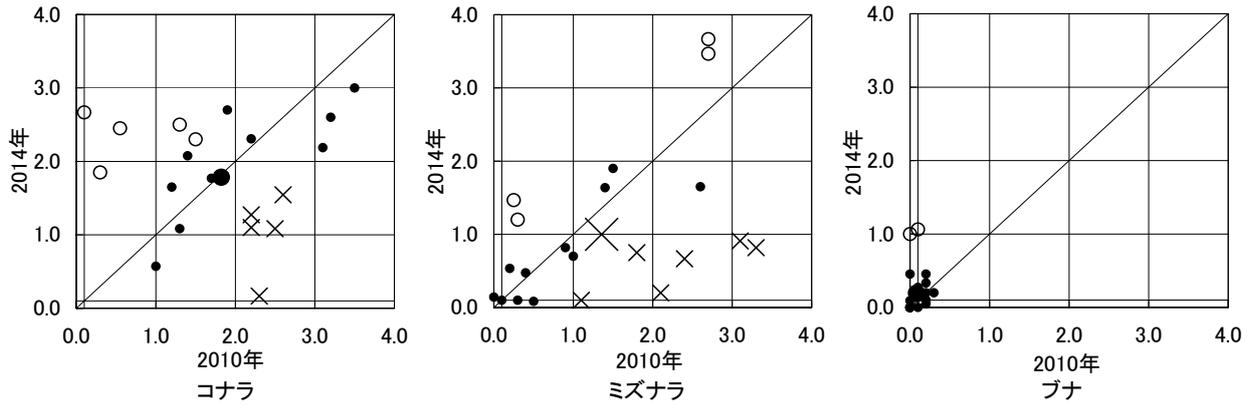


図15 コナラ，ミズナラ，ブナの着果度 2014年とクマの大量出没のあった2010年との比較

各調査地の値について横軸に2010年の値，縦軸に2014年の値をプロットした。大きい●と×は全体それぞれの樹種，調査地の2014年と2010年の値をウィルコクソンの順位和検定で検定し，有意水準5%で良い悪いを判定した。

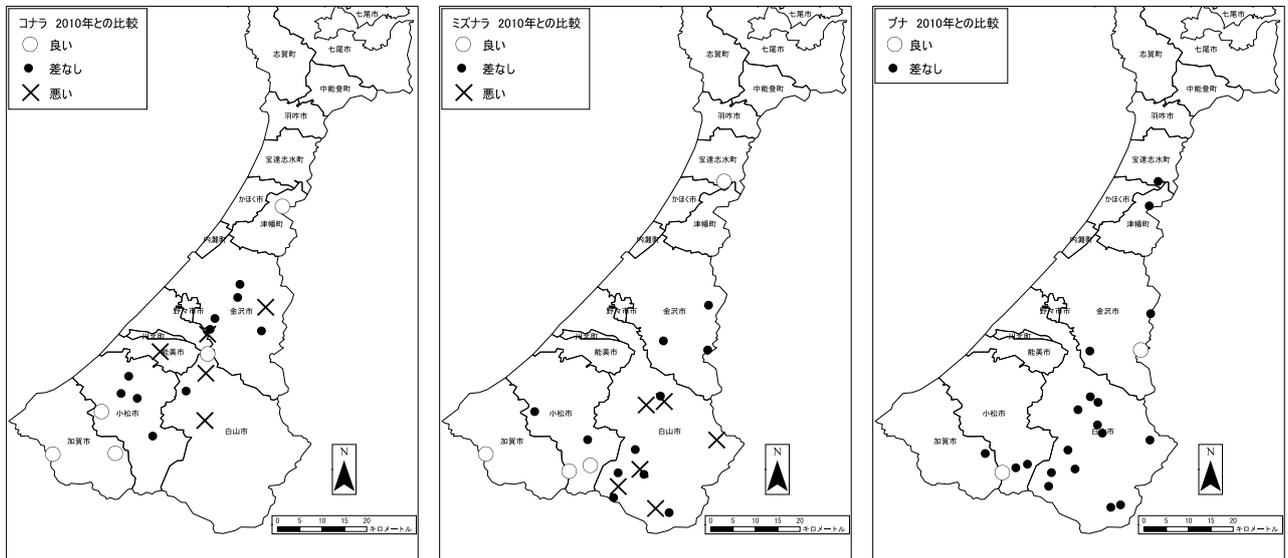


図16 コナラ，ミズナラ，ブナの着果度 2014年とクマ大量出没のあった2010年との比較

それぞれの樹種，調査地の2014年と2010年の値をウィルコクソンの順位和検定で検定し，有意水準5%で良い悪いを判定した。

凶作だったので，豊凶判断の結果では2014年は2010年より良い結果であったが，調査地点別に豊凶判断を比べると，2010年と変わらない地点が多かった。

2007年からのブナ，ミズナラ，コナラの着果度及びそのデータからの豊凶判定の結果を示すと，図17のようになる。2014年，ミズナラの着果度調査の結果はこれまでで最低であったが，ブナは大量出没した2010年よりは良く，2010年のようなほとんどの調査地で着果が見られないというようなひどい状況ではなかった（図9）。水谷ら（2013）は，2006年及び2010年のクマの大量出没は，北陸地方のブナとミズナラの結実不良が広範囲に同調して発生したこと

に起因する山地での餌不足が引き金となっていた可能性を示した。2014年は，ブナ，ミズナラが不作だったことで，平年に比べれば，クマの出没数は多くなった。しかし，ミズナラが不作だったもののブナは大量出没時の2010年よりも良かった。その結果，クマの大量発生がおこらなかったのではないかとこの可能性が考えられるが，詳細な豊凶調査を開始してから大量出没時のデータは2010年のみしかなく，比較検討できるデータが少なく，はっきり断定はできない。データの蓄積，特に大量出没時のデータが必要である。

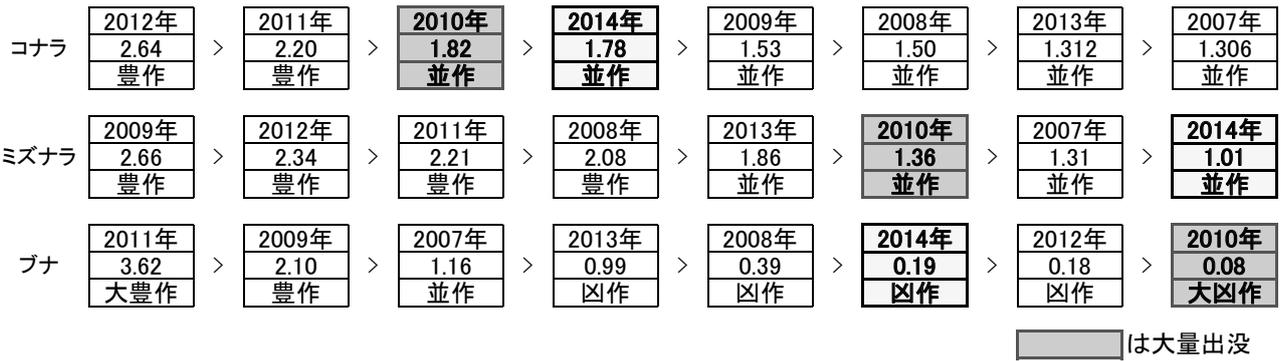


図17 コナラ，ミズナラ，ブナの着果度及び豊凶判定（2007年～2014年）

それぞれの樹種について，着果度の高い年から並べた。

### おわりに

2004年秋の北陸地域を中心としてツキノワグマの大量出沒が発生したことを受けて，北陸三県ではそれぞれ，調査担当者や評価手法は異なっているが，相互に比較可能な方法でブナ，ミズナラ，コナラを対象とした豊凶モニタリング調査を2005年から実施している。また，近年は北陸三県だけではなく，岐阜県，滋賀県，愛知県，三重県など周囲の県でも，各県がそれぞれ比較可能な方法で調査を実施している。今後，それらの調査結果を持ち寄り，より広域的範囲でのブナ科樹木の豊凶モニタリングを行うとともに，それらの結果を総合的に分析することにより，クマ大量出沒とブナ科樹木の豊凶の関係が，より明確になることが期待される。いずれにしてもブナ科樹木等の豊凶状況のモニタリング調査を，今後も継続し，データを蓄積していくことが重要である。

### 引用文献

青木繁伸 (2009) クラスカル・ウォリス検定 (plus 多重比較).  
Homepage (<http://aoki2.si.gunma-u.ac.jp/R/kruskal-wallis.html>) (2015年1月28日現在)

福本浩士 (2000) コナラ属における種子食昆虫の資源利用様式とその食害が寄主植物の種子生産と発芽に及ぼす影響. 名古屋大学森林科学研究 19 : 101-144.

Homma, K., Akashi, N., Abe, T., Hasegawa, M., Harada, K., Hirabuki, Y., Irie, K., Kaji, M., Miguchi, H., Mizoguchi, N., Mizunaga, H., Nakashizuka, T., Natume, S., Niiyama, K., Ohkubo, T., Sawada, S., Sugita, H., Takatsuki, S., Yamanaka, N. (1999) Geographical variation in the early regeneration process of Siebold's Beech (*Fagus crenata*

BLUME) in Japan. *Plant Ecology* 140 : 129-138.

石川県 (2014) ツキノワグマの出沒注意情報発令と今後の対応. 2014年9月11日発表 石川県Homepage (<http://www.pref.ishikawa.lg.jp/sizen/kuma/documents/26haturei.pdf>) (2015年1月28日現在)

小谷二郎 (2011) ブナ堅果の豊凶の地域間および個体間での違い. 中部森林研究 59 : 27-28.

水谷瑞希・多田雅充 (2006) 2005年の福井県におけるブナ科樹木4種の結実状況. *Ciconia* (福井県自然保護センター研究報告) 11 : 64-73.

水谷瑞希・中島春樹・小谷二郎・野上達也・多田雅充 (2013) 北陸地域におけるブナ科樹木の豊凶とクマ大量出沒との関係. *日林誌* 95 : 76-82.

水谷瑞希 (2014) 2013年の福井県におけるマイマイガの大発生とミズナラ堅果生産への影響について. 中部森林研究 62 : 63-66.

中島春樹 (2008) 平成19年度富山県ツキノワグマ生息環境調査報告書-ブナ，ミズナラ，コナラ堅果の豊凶調査-，富山県，28pp.

野上達也・中村こすも・小谷二郎・野崎英吉 (2007) 2007年の石川県加賀地方のブナ科樹木3種の結実状況. 石川県白山自然保護センター研究報告 34 : 11-17.

野上達也・中村こすも・小谷二郎・野崎英吉 (2008) 2008年の石川県加賀地方のブナ科樹木3種の結実状況. 石川県白山自然保護センター研究報告 35 : 71-83.

野上達也・中村こすも・小谷二郎・野崎英吉 (2013) 石川県のブナ科樹木3種の結実状況とクマの出沒状況. 2013. 石川県白山自然保護センター研究報告 40 : 5-16.

野上達也・中村こすも・小谷二郎・野崎英吉・吉本敦子 (2009) 2009年の石川県加賀地方のブナ科樹木3種の結実状況. 石川県白山自然保護センター研究報告 36 : 35-49.

野上達也・中村こすも・小谷二郎・野崎英吉・吉本敦子 (2010) 石川県のブナ科樹木3種の結実状況とクマの出沒状況. 2010. 石川県白山自然保護センター研究報告 37 : 23-40.

野上達也・中村こすも・小谷二郎・野崎英吉・吉本敦子 (2011)

石川県のブナ科樹木 3 種の結実状況とクマの出没状況,

2011. 石川県白山自然保護センター研究報告 38 : 27-46.

野上達也・中村こすも・小谷二郎・野崎英吉・吉本敦子 (2012)

石川県のブナ科樹木 3 種の結実状況とクマの出没状況,

2012. 石川県白山自然保護センター研究報告 39 : 13-30.

R Core Team (2014). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <http://www.R-project.org/>.

付表1 2014年の石川県加賀地方のブナ科樹木3種の結実状況(雄花序落下量調査)

樹種	調査地	調査地	経度	緯度	標高 (m)	1/2.5万地図	雄花序落下量							備考		
							調査日	調査者	調査時1	調査時2	調査時3	調査時4	調査時5		1mあたり	
コナラ	101	金沢見上峠	136.768851	36.526152	420m	福光	5/23	阿部、長瀬、東本、金谷、根上	163	125	115	156	140	352.2	凶作	
	102	金沢見上峠	136.704414	36.536871	100m	福光	5/23	阿部、長瀬、東本、金谷、根上	177	180	111	141	50	537.2	凶作	
	103	金沢見上峠	136.732389	36.473813	300m	福光	5/23	阿部、長瀬、東本、金谷、根上	102	222	242	190	140	716.8	凶作	
	104	金沢見上峠	136.521071	36.521071	240m	福光	5/24	福名、林(芳)、松江	382	343	306	827	862	1,065.9	凶作	
	105	金沢見上峠	136.658899	36.521071	250m	福光	5/24	福名、林(芳)、松江	103	445	273	318	395	3,292.8	凶作	
	106	津幡跡地(東山)	136.646828	36.631989	250m	口直海	5/24	福名、林(芳)、松江	210	447	540	253	323	1,382.8	凶作	
	109	津幡跡地(東山)	136.646278	36.392524	250m	口直海	5/17	坂本、竹内、藤又、鶴米	246	328	202	212	463	1,418.4	凶作	
	111	二曲峠	136.606881	36.355709	250m	市原	5/17	坂本、竹内、藤又、鶴米	773	374	845	1017	395	1,160.8	凶作	
	112	白峰小学校裏	136.638389	36.286752	290m	市原	5/27	長澤、井出	112	152	164	126	88	2,723.2	凶作	
	113	小松懸いの森	136.483983	36.386761	30m	小松	5/27	長澤、井出	121	157	161	126	331	992.8	凶作	
	115	尾口丘陵公園	136.548389	36.495114	30m	小松	5/25	上田、久司、高田(美)	221	245	146	112	254	782.4	凶作	
	116	小松長谷	136.463606	36.265168	430m	尾小屋	5/25	長澤、井出	75	13	45	11	12	124.8	凶作	
	117	小松長谷	136.333261	36.351688	100m	別宮	5/27	長澤、井出	78	42	44	25	77	212.8	凶作	
	118	小松市列安山	136.502472	36.342115	542m	越前中川	5/18	広瀬、太田	139	334	521	310	420	1,379.2	凶作	
	119	加賀市列安山	136.332261	36.228616	420m	山中	6/1	真柴、雨、塚田	359	133	221	238	435	1,108.8	凶作	
	120	山中岫民の森	136.438194	36.430278	70m	動橋	5/18	広瀬、太田	115	164	148	103	189	815.2	凶作	
121	小松市南NTTアンテナ	136.643829	36.315194	540m	市原	5/19	林(二)、波瀾、三谷	126	172	151	138	147	587.2	凶作		
123	倉ヶ岳	136.643829	36.471194	90m	金沢	5/23	阿部、長瀬、東本、金谷、根上	163	125	128	136	110	528.6	凶作		
124	金沢夕日寺	136.572922	36.572922	90m	石動	5/25	阿部、長瀬、東本、金谷、根上	388	410	44	111	262	1,970.0	凶作		
126	津幡森林公園周辺(三国山)	136.731061	36.731061	350m	鶴米	5/25	林(二)、波瀾、三谷	385	988	170	213	252	2,720.0	凶作		
128	大平沢そら山峠沿い	136.690883	36.47278	250m	金沢	5/24	中村、森、寺内、七田	309	648	292	277	691	1,773.6	凶作		
130	郡谷(ヒノクリエーション遊歩道)	136.639414	36.697194	280m	金沢	5/24	福名、林(芳)、松江	323	709	386	361	485	1,811.2	凶作		
161	伊勢川畔	136.815722	36.608333	200m	伊勢川畔	5/25	中村、森、寺内、七田	172	322	798	468	421	1,293.8	凶作		
162	河内江津	136.618853	36.383472	200m	別宮	5/17	坂本、竹内、藤又、鶴米	16	105	96	63	63	256.6	凶作		
163	石動江津	136.596582	36.570288	90m	別宮	5/21	長澤、井出	102	78	78	27	27	257.6	凶作		
165	白鳥江津	136.784601	36.784601	450m	宝湯山	5/27	金津、高次、森	169	19	48	67	15	247.2	凶作		
166	瀬波	136.652946	36.317451	400m	市原	5/29	西野(英)、滝沢、谷野、松崎	62	57	79	148	83	343.2	凶作		
														1,046.6	凶作	
ミスナラ	201	金山町尾山	136.778458	36.439867	815m	福光	6/5	大野、奥名(正)、奥名(美)	60	37	28	71	118	251.2	凶作	
	202	医王山登山道沿い(西尾平)	136.780118	36.520801	595m	福光	6/5	大野、奥名(正)、奥名(美)	205	66	57	134	653	892.0	凶作	
	204	津幡林道沿い	136.689417	36.438356	520m	口直海	5/19	林(二)、波瀾、三谷	164	286	231	295	263	991.2	凶作	
	205	セイエスキー場野営場	136.691215	36.353327	1,020m	口直海	6/1	中村(二)、木戸、木村、柳生	46	18	46	31	31	137.6	凶作	
	206	吉野谷佐良	136.654705	36.328291	440m	加賀丸山	5/29	西野(英)、滝沢、谷野、松崎	32	84	195	57	44	329.6	凶作	
	207	赤谷	136.588125	36.190989	620m	加賀丸山	6/3	西野(英)、滝沢、谷野、松崎	43	52	43	28	30	156.8	凶作	
	208	岩ヶ谷	136.238106	36.238106	580m	白峰	5/29	西野(英)、滝沢、谷野、松崎	108	291	115	121	120	604.0	凶作	
	209	白峰大谷	136.642222	36.197812	880m	白峰	6/3	神蔵、唐津、山口、北村、山根	138	36	175	134	136	495.2	凶作	
	210	白峰峠	136.140746	36.140746	720m	北谷	6/3	神蔵、唐津、山口、北村、山根	67	48	35	68	53	212.0	凶作	
	211	白峰峠	136.630065	36.163005	820m	北谷	6/3	神蔵、唐津、山口、北村、山根	31	66	52	62	98	252.0	凶作	
	212	白峰峠	136.796667	36.25728	700m	中宮	6/7	藤本、金子、眞田、荒牧	52	23	21	33	78	165.6	凶作	
	214	市ノ瀬根谷	136.118694	36.67375	730m	加賀市ノ瀬	6/1	松澤、福原、黒川、中川	35	50	133	149	57	338.2	凶作	
	216	市ノ瀬岩屋中腹	136.110234	36.200883	980m	加賀市ノ瀬	6/1	松澤、福原、黒川、中川	103	146	142	148	123	528.6	凶作	
	217	花立池	136.238385	36.342222	80m	加賀丸山	6/3	中川、宮下(孝)、宮下(由)	268	83	286	213	142	733.6	凶作	
	218	小松市列安山	136.357077	36.357077	400m	尾小屋	5/25	中川、宮下(孝)、宮下(由)	45	122	75	70	68	201.6	凶作	
	219	加賀市列安山	136.690883	36.690883	80m	尾小屋	5/25	中川、宮下(孝)、宮下(由)	116	131	76	118	86	401.6	凶作	
	222	セイエスキー場下	136.323247	36.292247	850	越前中川	6/3	広瀬、太田	53	69	33	72	312	1,157.2	凶作	
	223	セイエスキー場下部	136.643117	36.323117	580m	口直海	5/18	広瀬、太田	141	141	277	312	112	1,911.2	凶作	
	224	宝湯山頂付近	136.650389	36.187658	990m	白峰	6/3	中村(二)、木戸、木村、柳生	163	143	92	90	154	513.6	凶作	
	226	宝湯山頂付近	136.811306	36.811306	620m	宝湯山	5/31	金津、高次、森	42	36	45	75	56	203.2	凶作	
	228	小松市南NTTアンテナ付近	136.430396	36.315206	70m	動橋	5/18	広瀬、太田	120	138	256	134	214	689.6	凶作	
	229	瀬波	136.708417	36.708417	800m	市原	6/13	藤本、金子、眞田、荒牧	23	83	23	17	50	140.8	凶作	
															101.6	凶作
															427.4	凶作
	アサ	301	金山町尾山	136.778278	36.439835	815m	福光	6/5	大野、奥名(正)、奥名(美)	0	1	0	1	0	1.6	大凶作
		302	医王山夕霧峠	136.513895	36.513895	915m	福光	6/5	大野、奥名(正)、奥名(美)	0	1	0	3	3	3.2	大凶作
		303	金山町尾山	136.67575	36.437836	400m	鶴米	5/24	福名、林(芳)、松江	7	3	3	11	5	23.2	大凶作
		305	白山市河内セイエスキー場直上	136.692139	36.333871	1,030m	市原	6/1	中村(二)、木戸、木村、柳生	1	0	0	0	0	0.8	大凶作
		306	赤谷	136.616469	36.316469	410m	市原	5/29	西野(英)、滝沢、谷野、松崎	1	0	2	2	1	4.8	大凶作
308		赤谷	136.598465	36.191456	620m	加賀丸山	5/29	西野(英)、滝沢、谷野、松崎	0	0	0	0	0	0.0	大凶作	
309		岩ヶ谷	136.237129	36.237129	590m	白峰	5/29	西野(英)、滝沢、谷野、松崎	0	0	0	0	0	0.0	大凶作	
310		白峰大谷	136.646111	36.198351	960m	北谷	6/3	神蔵、唐津、山口、北村、山根	0	1	1	0	0	1.6	大凶作	
311		白峰峠	136.352771	36.163611	850m	北谷	6/3	神蔵、唐津、山口、北村、山根	0	0	0	0	0	0.0	大凶作	
312		白峰峠	136.691139	36.289822	950m	市原	6/7	藤本、金子、眞田、荒牧	1	0	0	0	0	0.8	大凶作	
313		尾口毛沢大木	136.271416	36.271416	300m	市原	6/7	藤本、金子、眞田、荒牧	0	0	0	0	0	0.0	大凶作	
314		白鳥江津	136.630389	36.330389	400m	市原	6/13	藤本、金子、眞田、荒牧	0	0	0	0	0	0.0	大凶作	
315		白鳥江津	136.770317	36.770317	1,020m	加賀市ノ瀬	6/1	松澤、福原、黒川、中川	0	0	0	2	0	1.6	大凶作	
316		別宮組合付近	136.276107	36.276107	1,300m	加賀丸山	6/1	中川、宮下(孝)、宮下(由)	0	0	0	0	0	0.0	大凶作	
317		花立池	136.550194	36.350194	580m	加賀丸山	6/3	中川、宮下(孝)、宮下(由)	2	0	0	0	0	1.6	大凶作	
319		新保神社裏	136.496389	36.191442	1,000m	山中	6/3	中川、宮下(孝)、宮下(由)	0	0	0	0	0	1.6	大凶作	
320		赤いらすの森	136.653889	36.250069	550m	山中	6/1	真柴、雨、塚田	0	0	0	0	0	0.0	大凶作	
321		河内内尾	136.676694	36.345206	390m	口直海	6/1	中村(二)、木戸、木村、柳生	0	0	0	0	0	57.6	大凶作	
322		宝湯山頂付近	136.813056	36.781952	630m	宝湯山	5/31	金津、高次、森	0	0	0	0	0	0.0	大凶作	
324		津幡森林公園周辺(三国山)	136.720119	36.720119	250m	石動	5/25	中村、森、寺内、七田	0	0	0	0	0	0.0	大凶作	
325		瀬波	136.653339	36.277812	620m	市原	5/29	西野(英)、滝沢、谷野、松崎	5	0	2	0	1	6.4	大凶作	
326		伊勢川畔	136.817773	36.66224	240m	伊勢川畔	5/25	中村、森、寺内、七田	0	0	0	0	0	0.0	大凶作	
327		石動山頂	136.572933	36.583747	470m	能登二宮	5/31	金津、高次、森	0	0	0	0	0	4.4	大凶作	



付表3 2014年のコナラ・ミズナラ・ブナの着果度調査結果 2010年との比較

樹種	調査地 番号	調査地	2010		2014		2014と 2010 比較	着果度 統計的 有意差
			着果度	豊凶判断	着果度	豊凶判断		
コナラ	101	金沢・見上峠	2.30	豊作	0.17	凶作	-2	悪い
	102	金沢・角間	1.70	並作	1.77	並作	0	差なし
	103	金沢・湯涌	2.20	豊作	2.31	豊作	0	差なし
	105	金沢坪野	1.90	並作	2.70	豊作	1	差なし
	106	金沢平栗	3.50	大豊作	3.00	豊作	-1	差なし
	108	林業試験場裏山	1.30	並作	2.50	豊作	1	良い
	109	河内口直海	2.20	豊作	1.10	並作	-1	悪い
	111	二曲城跡	3.20	大豊作	2.60	豊作	-1	差なし
	112	白嶺小学校裏	2.20	豊作	1.27	並作	-1	悪い
	113	小松憩いの森	3.10	大豊作	2.19	豊作	-1	差なし
	115	辰口丘陵公園	2.50	豊作	1.08	並作	-1	悪い
	116	小松五百峠付近	1.20	並作	1.65	並作	0	差なし
	117	小松長谷	1.00	凶作	0.57	凶作	0	差なし
	118	小松布橋ミズバショウ	1.30	並作	1.08	並作	0	差なし
	119	加賀市刈安山山頂	0.55	凶作	2.45	豊作	+2	良い
	120	山中県民の森	1.50	並作	2.30	豊作	+1	良い
121	小松那谷町NTTアンテナ	0.30	凶作	1.85	並作	+1	良い	
123	倉が岳	2.60	豊作	1.55	並作	-1	悪い	
124	金沢・夕日寺	1.40	並作	2.08	豊作	+1	差なし	
126	津幡森林公園周辺 (三国山)	0.10	凶作	2.67	豊作	+2	良い	
			1.82	並作	1.82	並作	0	差なし
ミズナラ	201	金沢順尾山	0.00	大凶作	0.14	凶作	+1	差なし
	202	医王山登山道沿い (西尾平)	0.50	凶作	0.08	大凶作	-1	差なし
	204	犀鶴林道沿い	1.00	凶作	0.70	凶作	0	差なし
	205	セイモアスキー場野営場	1.80	並作	0.75	凶作	-1	悪い
	206	吉野谷佐良	2.40	豊作	0.67	凶作	-2	悪い
	207	赤谷	0.40	凶作	0.47	凶作	0	差なし
	208	鴫ヶ谷県有林	0.10	凶作	0.10	凶作	0	差なし
	209	白峰大嵐山	3.10	大豊作	0.91	凶作	-3	悪い
	210	白峰谷峠	0.90	凶作	0.82	凶作	0	差なし
	211	白木峠林道沿い	2.10	豊作	0.20	凶作	-2	悪い
	214	白山スーパー林道 親谷の湯付近	3.30	大豊作	0.82	凶作	-3	悪い
	215	市ノ瀬根倉谷	1.10	並作	0.10	凶作	-1	悪い
	216	市ノ瀬岩屋俣中腹	1.40	並作	1.64	並作	0	差なし
	217	花立越え	2.70	豊作	3.67	大豊作	+1	良い
	218	小松西俣県有林	1.50	並作	1.90	並作	0	差なし
	219	小松鈴ヶ岳	2.70	豊作	3.47	大豊作	+1	良い
	220	加賀市刈安山山頂	0.25	凶作	1.47	並作	+1	良い
	222	セイモアスキー場下部	2.60	豊作	1.65	並作	-1	差なし
223	白峰砂御前山登山口	0.30	凶作	0.10	凶作	0	差なし	
224	宝達山山頂付近	0.30	凶作	1.20	並作	+1	良い	
226	小松那谷町NTTアンテナ付近	0.20	凶作	0.53	凶作	0	差なし	
			1.36	並作	1.01	並作	0	悪い
ブナ	301	金沢順尾山	0.00	大凶作	1.00	凶作	+1	良い
	302	医王山夕霧峠	0.00	大凶作	0.45	凶作	+1	差なし
	303	金沢菊水	0.00	大凶作	0.00	大凶作	0	差なし
	305	白山市河内セイモアスキー場頂上	0.20	凶作	0.05	大凶作	-1	差なし
	306	吉野谷瀬波	0.00	大凶作	0.00	大凶作	0	差なし
	308	赤谷	0.00	大凶作	0.00	大凶作	0	差なし
	309	鴫ヶ谷県有林	0.00	大凶作	0.00	大凶作	0	差なし
	310	白峰大嵐山	0.20	凶作	0.20	凶作	0	差なし
	311	白木峠林道沿い	0.00	大凶作	0.00	大凶作	0	差なし
	312	中宮スキー場林道沿い	0.20	凶作	0.45	凶作	0	差なし
	313	尾口尾添大林	0.00	大凶作	0.00	大凶作	0	差なし
	314	白山スーパー林道 親谷の湯付近	0.00	大凶作	0.09	大凶作	0	差なし
	315	六万山南側	0.10	凶作	0.00	大凶作	-1	差なし
	316	別当出合付近	0.10	凶作	0.27	凶作	0	差なし
	317	花立越え	0.00	大凶作	0.00	大凶作	0	差なし
	318	新保神社裏	0.20	凶作	0.33	凶作	0	差なし
	319	小松鈴ヶ岳	0.10	凶作	1.06	並作	+1	良い
	320	大土・斧いらすの森	0.30	凶作	0.20	凶作	0	差なし
321	河内内尾	0.20	凶作	0.10	凶作	0	差なし	
322	宝達山山頂付近	0.10	凶作	0.13	凶作	0	差なし	
324	津幡森林公園周辺 (三国山)	0.00	大凶作	0.00	大凶作	0	差なし	
			0.08	大凶作	0.19	凶作	+1	差なし

それぞれの年の着果度調査による豊凶判定基準を比較して、1ランク上がれば+1、変わりなければ0、1ランク下がれば-1とした。2014年の着果度は従来の5段階区分に換算して出した値。

着果度統計的有意差はウィルコクソンの順位検定で $p<0.05$