

## 石川県のブナ科樹木 3 種の結実予測とツキノワグマの出没状況, 2016

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  
北 本 美 砂 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 (*Ursus thibetanus japonicus*) at Ishikawa Prefecture, 2016

Tatsuya NOGAMI, *Hakusan Nature Conservation Center, Ishikawa*

Kosumo NAKAMURA, *Ishikawa Nature Guide Association*

Misa KITAMOTO, *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*) 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, 2016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, 富山県及び福井県のブナ, ミズナラ, コナラの結実状況やツキノワグマの出没状況についての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國永知裕氏, 福井県自然保護センター前所長の多田雅充氏, 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, 白山白川郷ホワイトロードの通行許可をいただいた白山林道石川管理事務所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, ツキノワグ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ツキノワグマの出没が相次ぎ, 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ている (野上ら, 2015)。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いるが, コナラのほうの割合が高いと判断されたため, 2013年の調査からコナラ調査地として取り扱っている。

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。2016年の雄花序落下量の調査時期は，2016年は雪どけ時期が例年より大幅に早まっていたことなどで，それぞれの樹種の開花も早まると考えられたことなどから例年より早めに実施した。ブナとミズナラは5月9日から6月1日にかけて，コナラは5月9日から28日にかけてそれぞれ実施した。雄花序落下量調査の調査地点数はそれぞれ，ブナ，ミズナラが24地点，コナラが28地点である。豊凶の判断は，野上ら（2007）の豊凶判定基準に従って判断した。また，着果度調査については，例年通り，ブナは8月20日から9月1日，ミズナラは8月20日から9月4日にかけて，コナラは8月16日から27日にかけてそれぞれ実施した。着果度調査の調査地点数は，ブナ，ミズナラが24地点で，コナラが28地点である。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，5段階で分析し，豊凶の判断は，野上ら（2007）の豊凶判定基準に従って判断した。

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，野上ら（2015）の判定基準で調査を行った。

雄花序落下量調査，着果度調査は，共に石川県が石川県自然解説員研究会に委託して行った。ただし，白山白川郷ホワイトロード（親谷の湯）のミズナラ及びブナの雄花序落下量調査については，白山白川郷ホワイトロードの開通前だったため，著者の一人である野上が白山林道石川管理事務所の通行許可を受けて調査に入り実施した。また，中宮展示館裏蛇谷自然観察路のミズナラについても著者の野上が実施した。

なお，着果度調査については，2016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.3.3.2（R Core Team, 2016）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た（Fisher's exact test,  $\chi^2=79.8351$ ,  $df=8$ ,  $p<0.001$ ）。

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4か所，大凶作20か所と判断され，全体としては大凶作と判

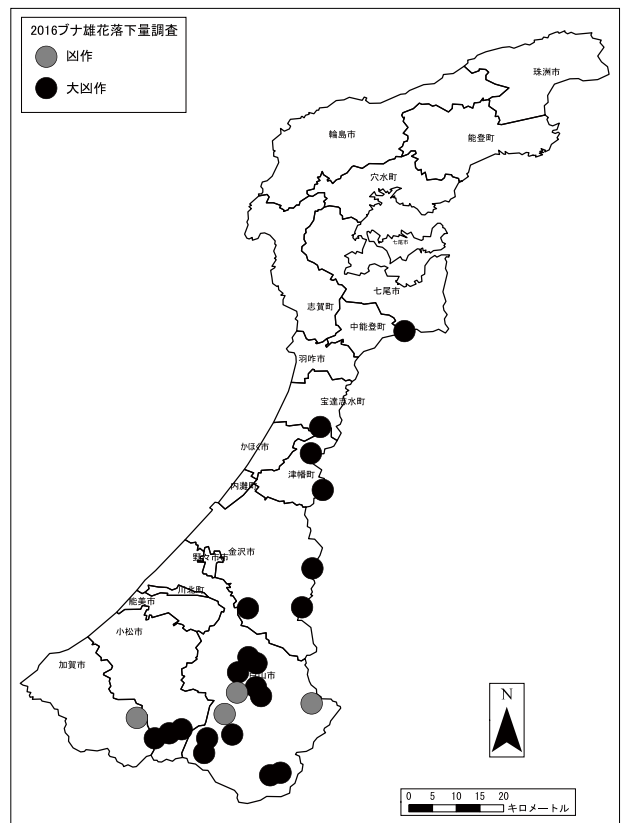


図1 ブナの雄花序落下量調査の結果（2016年）

表1 雄花序落下量による樹種ごとの豊凶別頻度（2016）

（ ）は割合

樹種	大凶作	凶作	並作	豊作	大豊作	計	全体
ブナ	20 (83.3%)	4 (16.7%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)	24	大凶作
ミズナラ	1 (4.2%)	4 (16.7%)	4 (16.7%)	5 (20.8%)	10 (41.7%)	24	豊作
コナラ	1 (3.6%)	4 (14.3%)	15 (53.6%)	8 (28.6%)	0 (0.0%)	28	並作

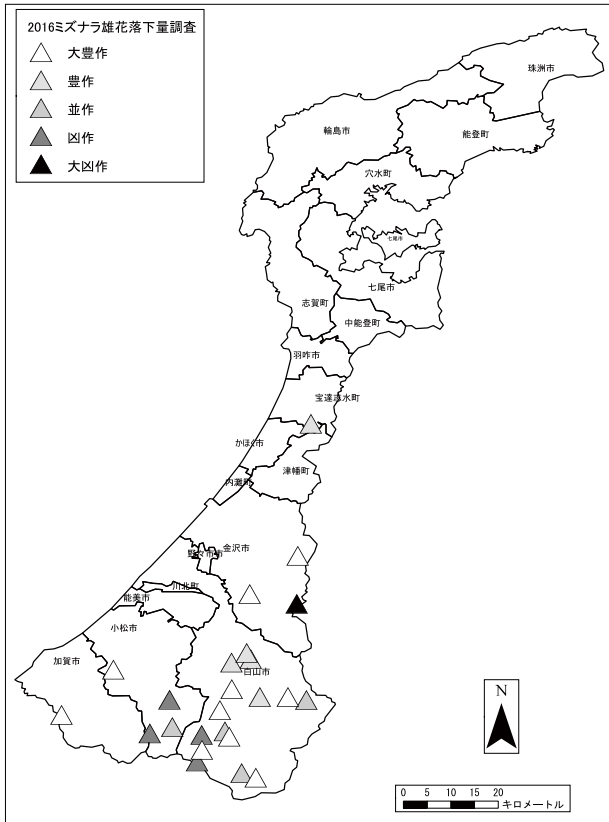


図2 ミズナラの雄花序落下量調査の結果(2016年)

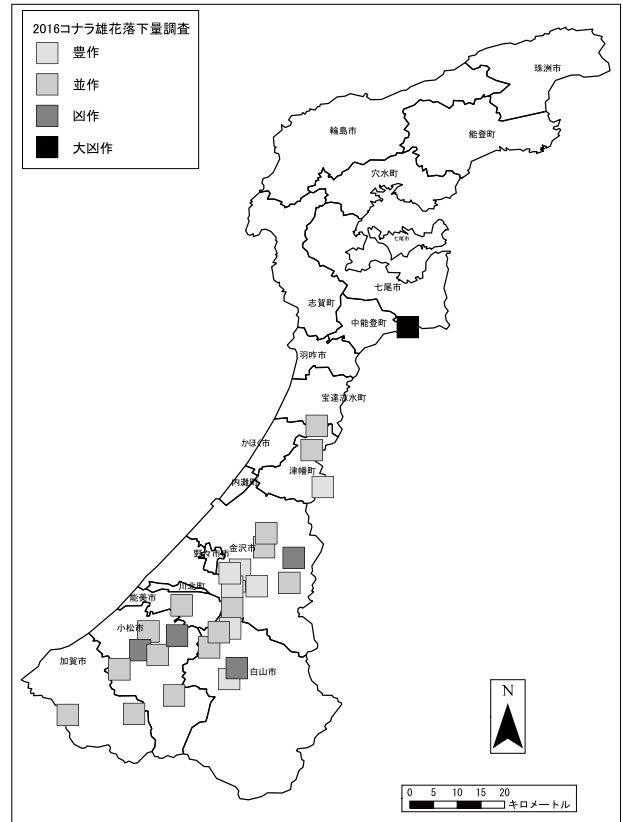


図3 コナラの雄花序落下量調査の結果(2016年)

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が(Kruskal-Wallis検定,  $\chi^2=83.9569$ ,  $df=23$ ,  $p<0.001$ ), 24調査地中の83.3%にあたる20調査地で大凶作となっていた(表1)。

ミズナラについての24か所の調査地点の豊凶は、大豊作10か所、豊作5か所、並作4か所、凶作4か所、大凶作1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,  $\chi^2=77.4832$ ,  $df=22$ ,  $p<0.001$ ), 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が、大豊作、豊作の地点をあわせると15か所(62.5%)となっており、2016年のミズナラの作柄は良いと予想された(表1)。

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0か所、豊作8か所、並作15か所、凶作4か所、大凶作1か所と判定され、全体としては並作と予想された(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(Kruskal-Wallis検定,  $\chi^2=111.6279$ ,  $df=27$ ,  $p<0.001$ )。

### 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,  $\chi^2=58.2447$ ,  $df=8$ ,  $p<0.001$ )。

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2か所、凶作5か所、

表2 着果度による樹種ごとの豊凶別頻度(2016)

( )は割合

樹種	大凶作	凶作	並作	豊作	大豊作	計	全体(全体での着果度)
ブナ	17 (70.8%)	5 (20.8%)	2 (8.3%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)	24	凶作 (0.21)
ミズナラ	0 (0.0%)	3 (12.5%)	2 (8.3%)	13 (54.2%)	6 (25.0%)	24	豊作 (2.45)
コナラ	0 (0.0%)	5 (17.9%)	7 (25.0%)	11 (39.3%)	5 (17.9%)	28	豊作 (2.09)

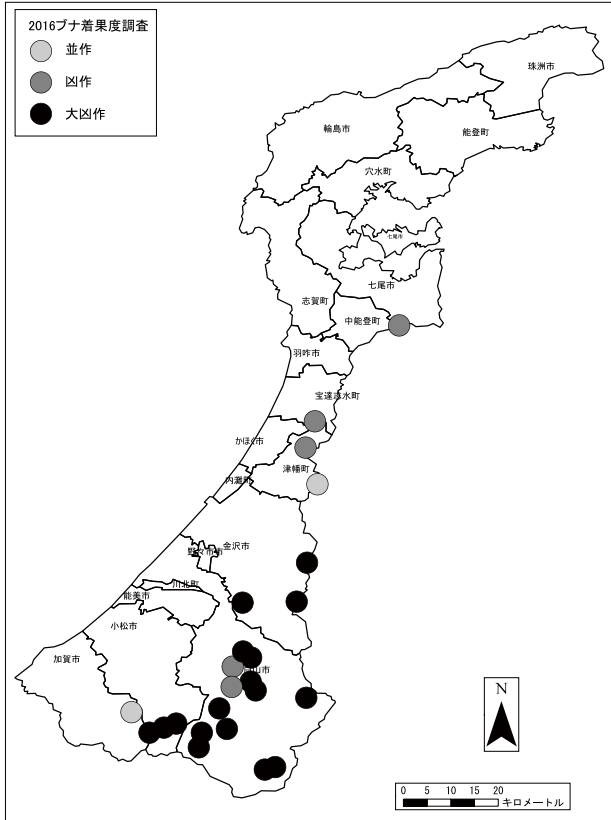


図4 ブナの着果度調査の結果 (2016年)

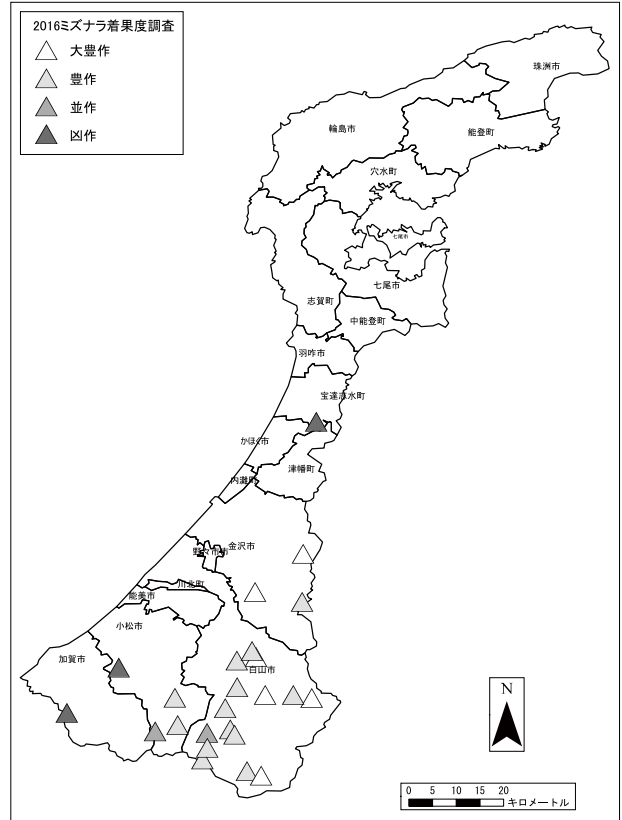


図5 ミズナラの着果度調査の結果 (2016年)

大凶作17か所 (表2, 付表2, 図4) 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,  $\chi^2=146.2354$ ,  $df=23$ ,  $p<0.001$ ), 各調査地の作柄には, 同調傾向が見られ, 24調査地中5か所 (20.8%) で凶作, 17か所 (70.8%) で大凶作となっており, あわせると91.6%となり, 2016年のブナの作柄はかなり悪いと予想された (表2)。地域的には白山麓での作柄が悪かった (図4)。また, ブナの雄花序落下量の結果と着果度の結果を比較してみると, 有意な差はなかった (符号検定,  $p=0.2891$ )。ミズナラについての24か所の調査地点の豊凶は, 大豊作6か所, 豊作13か所, 並作2か所, 凶作3か所, 大凶作0か所 (表2, 付表2, 図5) とされ, 全体としては豊作であった。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,  $\chi^2=143.145$ ,  $df=23$ ,  $p<0.001$ )。豊凶判定では, 各地点, 凶作~大豊作と場所によって異なっていたが, 24調査地中6調査地 (25.0%) で大豊作, 13調査地 (54.2%) で豊作となっており, あわせると79.2%となり, 2016年のミズナラの作柄は良いと予想され, 各調査地の作柄には, 2015年と同様 (野上

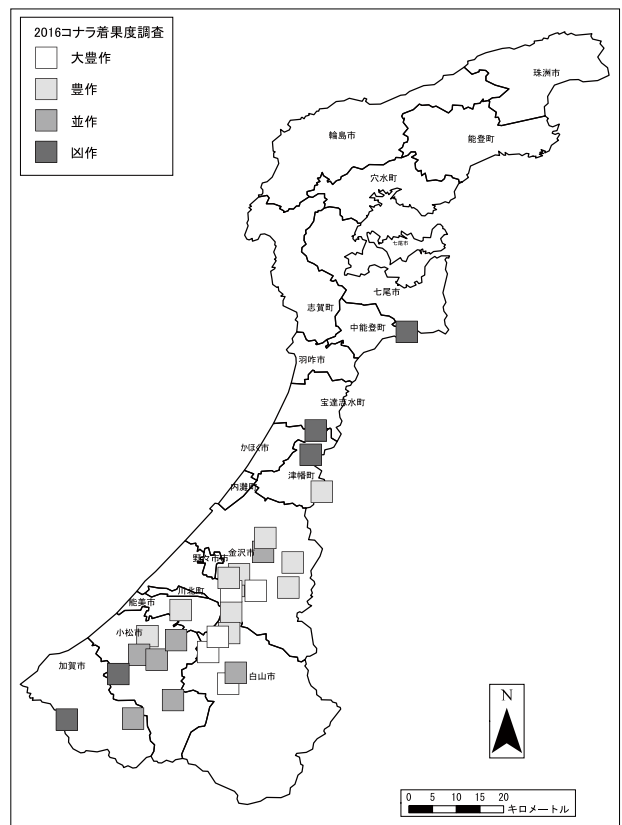


図6 コナラの着果度調査の結果 (2016年)

ら，2016)，やや同調傾向があるようだった。また，地域的には白山麓での作柄が良かった(図5)。また，ミズナラの雄花序落下量の結果と着果度の結果の比較してみると，有意な差はなかった(符号検定， $p=0.6476$ )

コナラについての28か所の調査地点の豊凶は，大豊作5か所，豊作11か所，並作7か所，凶作5か所，大凶作0か所(表2，付表2，図6)と判定され，全体としては豊作と判断された。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， $\chi^2=193.5523$ ， $df=27$ ， $p<0.001$ )，豊凶判定でも場所によって凶作～大豊作まで幅があったが(表2)，豊作～並作の地点が多かった。地域的には津幡以北での作柄が悪かった(図6)。また，コナラの雄花序落下量の結果と着果度の結果の比較してみると，有意な差があり(符号検定， $p<0.05$ )，着果度の結果のほうが雄花序落下量の結果と比べて良い結果となっていた。

#### マイマイガの被害状況調査の結果

野上ら(2015)は，2013年に福井県で大発生し，2014年に石川県内でも大発生したマイマイガ(*Lymantria dispar*)によるブナ，ミズナラ，コナラの葉の食害状況についての調査結果を報告し，野上ら(2016)は，その1年後の状況について報告している。その結果は，マイマイガの被害について2014年は食害度が1を超える地点が多数見られ，コナラについては，25調査地中，18か所(72.0%)で食害度0と，ほとんど食害を受けておらず，食害度

が2を超える地点はなかったが，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が被害が見られた地点が多数あった(野上ら，2015)。また，2014年に複数地点で被害が見られたミズナラやブナでは2015年は食害が確認された調査地は減少しており，特にブナでは食害が確認されたのは23調査地中，2か所(9.5%)のみであった。一方，2014年にほとんど被害が見られなかったコナラで，ほとんどは食害度が1以下ではあるものの食害が見られた(28調査地中14か所(50.0%))(野上ら，2015)。さらに2016年にはマイマイガによると思われるブナ，ミズナラ，コナラの葉の食害は減少しており，その食害状況は，ブナで24地点中0地点(0.0%)，ミズナラで22地点中4地点(18.2%)，コナラで28地点中2地点(7.1%)となっており，ほとんど沈静化したと考えられた(付表2)。

#### 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)が，石川県における2007年から今回までの年次変動をみてみると，ミズナラやコナラは地点間の差が大きく，ブナほど明瞭ではないものの比較的同調していると思われる変動も見られた(図7，8のミズナラ，コナラ)。

ブナは林分レベルで広域的に同調すると言われていた(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，

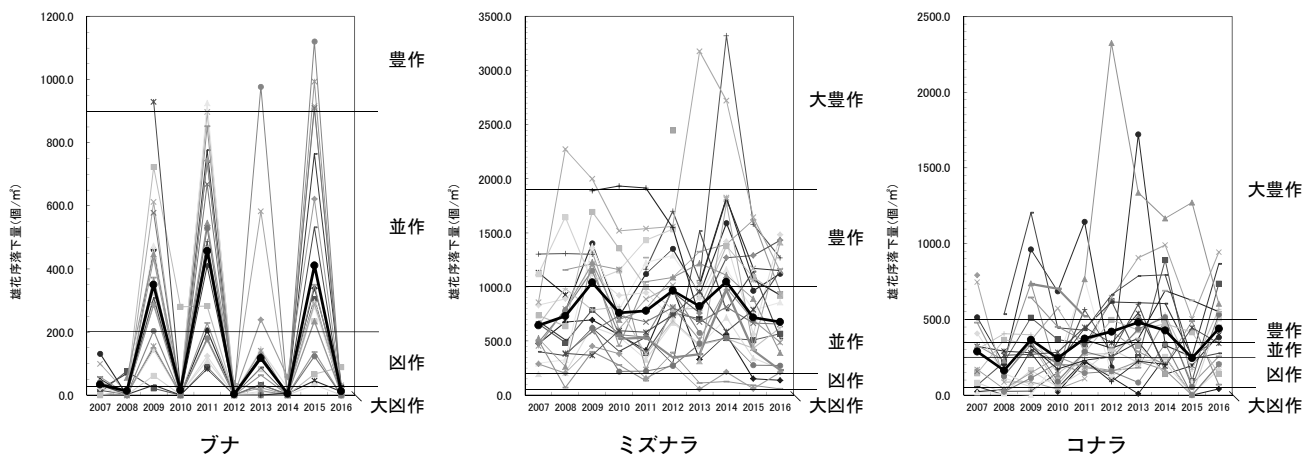


図7 ブナ，ミズナラ，コナラ，3つの樹種の地点別2007年～2016年の雄花序落下量の変化

各細線が地点ごとの変化。太線は全体平均の変化。

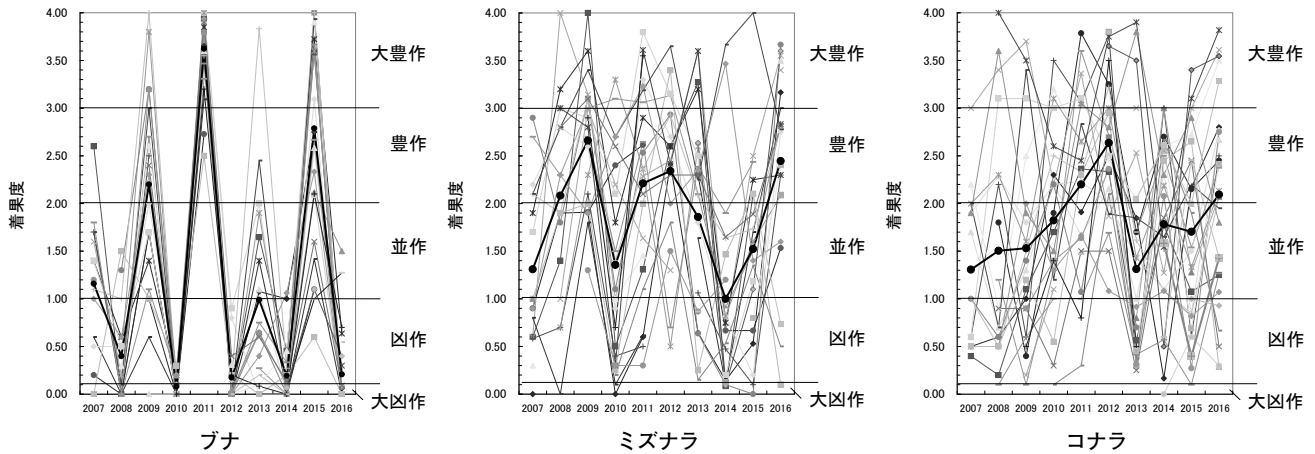


図8 ブナ，ミズナラ，コナラ，3つの樹種の地点別2007年～2016年の着果度の変化  
各細線が地点ごとの変化。太線は全体平均の変化。

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，2015年に比べると，大凶作や凶作の2008年や2010年，2012年，2014年，2016年の結果は同調し，一部の地点で例外はあるもののほとんどの地点で作柄が悪い（図7，8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7，8のブナ）。これまで福井，富山，両県と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きた。2016年，福井県ではブナは凶作と評価されたが（福井県，2016），富山県のブナは全县では不作とされたものの富山県西部と東部で状況が異なり，富山県東部では石川県と同様に凶作であったものの石川県と隣接する西部では，東部よりもよい状況になっていた（富山県，2016a）。よって，2016年のブナの豊凶は北陸地区（富山，石川，福井の三県）の広がりと同調しているとはいえず，石川，福井，富山西部では同調しているが，富山東部では必ずしも同調しているとは言えないと考えられた。

着果度調査の2012年との比較

2016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ツキノワグマの大量出沒のおこらなかった2012年の結果と比較した（ウィルコクソンの順位和検定，有意水準5%）（表3，図9～11，付表3）。

2016年のブナは全体では凶作で，2012年も凶作だったので，豊凶判断の結果では2016年は2012年と同じで，調査地点別に豊凶判断を比べてみても，作

表3 ブナ，ミズナラ，コナラの着果度 2016年と2012年の比較（箇所数）

	良い	差なし	悪い	計
ブナ	2 (9.1%)	17 (77.3%)	3 (13.6%)	22
ミズナラ	7 (35.0%)	10 (50.0%)	3 (15.0%)	20
コナラ	2 (9.5%)	12 (57.1%)	7 (33.3%)	21

それぞれの樹種，調査地の2014年と2015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%で判定した。

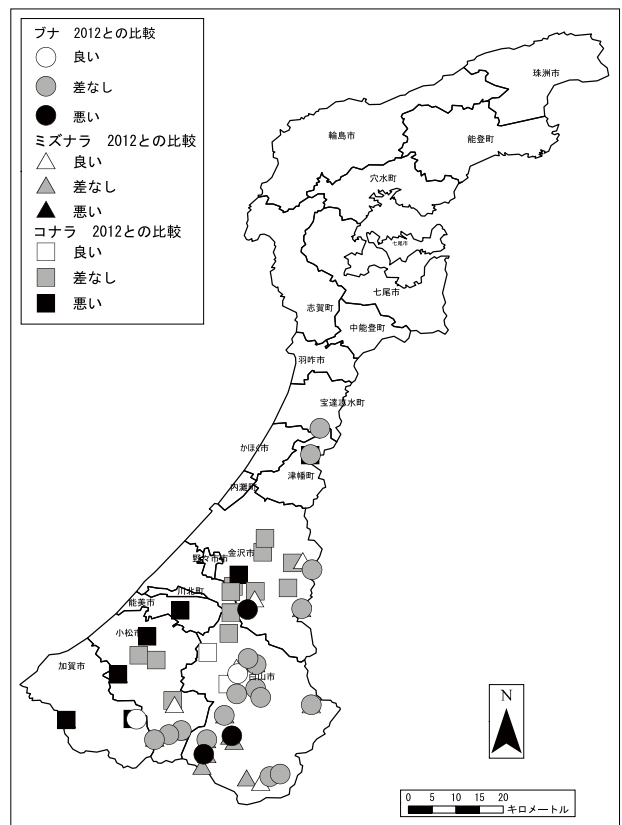


図9 ブナ，ミズナラ，コナラの着果度 2016年と2012年の比較

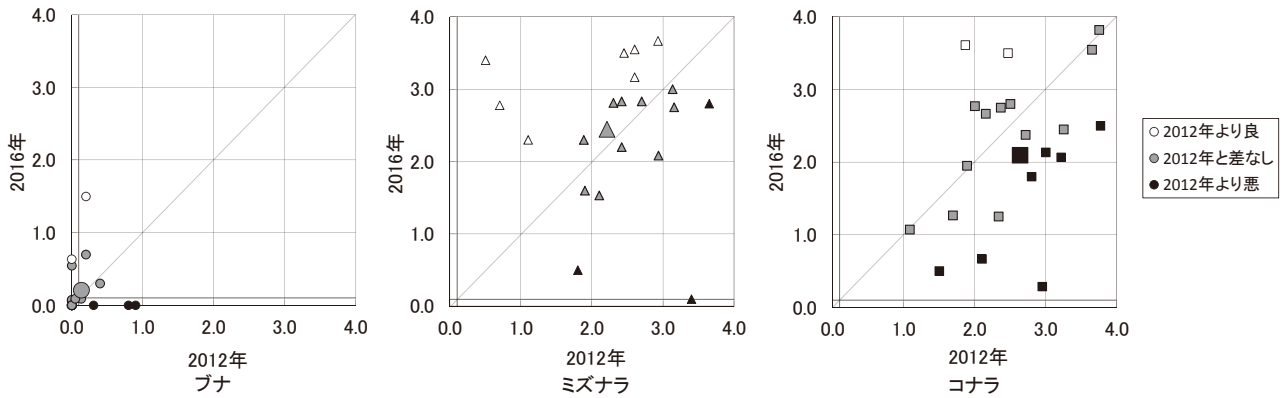


図10 ブナ，ミズナラ，コナラの着果度 2015年と2014年の比較

各調査地の値について横軸に2012年の値，縦軸に2016年の値をプロットした。それぞれの樹種，調査地の2012年と2016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。大きい●や▲，■はそれぞれの樹種全体の値。

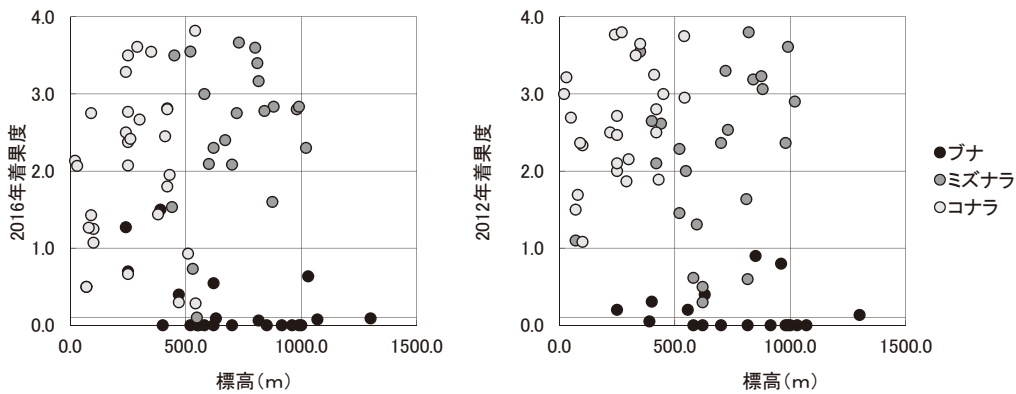


図11 標高と着果度 2016年（左）と2012年（右）

柄は悪いものの，ほとんどの地点で2016年は2012年と同じ結果となっていた。2016年と2012年を比較できた22調査地中では，17調査地（77.3%）で同じ結果となっていた（表3，図10のブナ）。

2016年のミズナラは全体では豊作で，2012年も豊作だったので，豊凶判断の結果では2016年は2012年と同じで，調査地点別に豊凶判断を比べてみても2016年と2012年で変わらない地点が多かった（20調査地点中10調査地（50.0%））が，良くなっている地点も多かった（20調査地点中7調査地（35.0%））（表3，図10のミズナラ）。

また，2016年のコナラは全体では豊作で，2012年も豊作だったので，豊凶判断の結果では2016年は2012年と同じで，調査地点別に豊凶判断を比べてみても2016年と2012年で変わらない地点が多かった（21調査地点中12調査地（57.1%））が，悪くなっている地点も多かった（21調査地点中7調査地（33.3%））（表3，図10のコナラ）。

2016年と2012年のブナ，ミズナラ，コナラの着果度調査の結果について，標高との関係を見てみると，2016年，2012年ともに低地よりも白山麓など標高500mを超えるような標高の高い地点で，ブナは悪いもののミズナラの着果が良い状況であった（図11）。

クマ出没注意情報の発令とクマ出没数，捕獲数について

2016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の結実は悪いものの，ミズナラの結実が良いと予想され，2012年と同じような状況で，2004年及び2006年，2010年に発生したような平野部へのツキノワグマの大量出没の可能性は低いとしながらも，キノコ採りなどで山に入る場合やツキノワグマ出没が見られている地域での人身被害防止のため，2016年9月13日にツキノワグマの出没注意情報の発令を

行った（石川県，2016）。しかし，9月以降，出沒件数は大きくは増加せず，金沢市では9月，10月の出沒件数が多かったものの，予想されたとおり秋季のツキノワグマの大量出沒はおこらなかった（表4，5）。

2016年の最終的なツキノワグマの出沒状況件数は246件であった。これは，2005年の57件，2009年の58件，2011年の60件に比べると4倍，2007年の110件，2008年の128件，2012年の126件に比べると1.5倍程度，2014年の256件と同程度であった（表4）。個体

表4 年別北陸3県（石川県・富山県・福井県）のツキノワグマ出沒状況件数と石川県の個体数調整数

	石川県		富山県	福井県	備考
	出沒状況件数	個体数調整数			
2002年	—	6	—	—	
2003年	66	13	—	—	
2004年	1,006	166	—	—	大量出沒
2005年	57	5	254	97	
2006年	333	68	634	1,288	大量出沒
2007年	110	10	232	183	
2008年	128	21	222	143	
2009年	58	7	96	68	
2010年	353	57	858	705	大量出沒
2011年	60	9	135	104	
2012年	126	14	171	112	
2013年	147	7	135	147	
2014年	256	45	302	332	中規模出沒
2015年	195	26	146	216	
2016年	246	21	300	272	

石川県のデータは石川県自然環境課で取りまとめたもの。福井県のデータは，福井県自然保護センター前所長の多田雅充氏，福井県自然保護センターの國永知裕氏から，富山県のデータは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からそれぞれ提供していただいた。

石川県の個体数調整数は，5月1日～11月14日までの捕殺数と試験放獣数，緊急捕獲数を加えた数。

表5 2016年の石川県の市町村，月別ツキノワグマ出沒状況（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	1	9	0	0	3	4	0	0	17
小松市	0	0	0	3	22	23	8	4	3	2	0	1	66
能美市	0	0	0	1	2	6	1	1	3	0	0	0	14
川北町	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
白山市	0	0	0	2	0	5	5	1	2	2	2	0	19
野々市市	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
金沢市	0	0	0	3	12	16	9	8	7	8	4	0	67
津幡町	0	0	0	0	2	2	0	0	1	0	0	0	5
かほく市	0	0	0	0	2	3	0	1	1	2	0	0	9
内灘町	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
志賀町	0	0	0	0	0	0	2	0	4	6	0	1	13
宝達志水町	0	0	0	1	6	2	0	1	1	0	2	0	13
羽咋市	0	0	0	0	0	2	0	2	0	0	0	0	4
中能登町	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	0	0	3
七尾市	0	0	0	0	1	5	1	0	1	0	0	0	8
穴水町	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
能登町	0	0	0	0	0	3	0	1	0	2	0	0	6
計（県全体）	0	0	0	10	49	76	26	19	27	29	8	2	246

2016年12月31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



数調整（試験放獣や緊急捕獲を含む）による捕獲数は、2016年は21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頭よりはかなり多いが、2014年の45頭やツキノワグマが大量出没した2004年の179頭、2006年の83頭、2010年の53頭に比べると、かなり少なかった（表4）。ただし、これまでツキノワグマが確認されていなかった奥能登の志賀町、穴水町、能登町、七尾市の能登島で2016年、初めて目撃情報があった（表5）。

福井県では、大量出没ではない状況であった（表4）が、2016年11月14日にツキノワグマによる人身被害が発生したことから、同日、福井県自然保護課は各市町宛てに注意喚起を促した（國永私信）。また、富山県自然保護課は、堅果類（ドングリ）の豊凶調査（着果状況）の結果から県東部でツキノワグマの出没に十分な警戒が必要、県西部で警戒が必要とのツキノワグマ出没注意情報（第1報）を2016年9月5日に発令した（中島私信）。その後、2016年10月4日にツキノワグマによる人身被害が発生したことから、同日、ツキノワグマ出没警報を発令した（富山県，2016b）。しかしながら、富山県の2016年のツキノワグマの出没状況は300件と、大量出没ほどではないが昨年の2倍となっていた（表4）。ただし、富山県のツキノワグマの出没状況は県東部と県西部で大きく異なり、県西部に比べ県東部で目撃情報が多く、9～11月の有害捕獲も県西部で0頭だったのに対し、県東部では61頭と多くのツキノワグマの出没が見られた（中島私信）。これまで、北陸でのツキノワグマの出没状況は似通っていたと考えられてきたが、2016年は一部、違っていたといえる。

### 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没が発生したことを受けて、北陸三県では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年から実施してきた。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、秋季のクマ大量出没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>)（2017年1月31日現在）
- 福井県（2016）平成28年ブナ科樹木の着果状況. Homepage ([http://www.pref.fukui.lg.jp/doc/shizen/tixyouzixyuu/tukinowaguma2\\_d/fil/H28-1.pdf](http://www.pref.fukui.lg.jp/doc/shizen/tixyouzixyuu/tukinowaguma2_d/fil/H28-1.pdf))（2017年1月31日確認）
- 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（2016）ツキノワグマの出没注意情報発令について. 2016年9月13日発表石川県Homepage (<http://www.pref.ishikawa.lg.jp/sizen/kuma/documents/kumashutubotsu-chuuijohou.pdf>)（2017年1月31日確認）
- 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没との関係. *日林誌*, 95, 76-82.
- 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没状況, 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（2015）石川県のブナ科樹木3種の結実状況とクマの出没状況, 2014. 石川県白山自然保護センター研究報告, 41, 35-48.
- 野上達也・中村こすも・小谷二郎・野崎英吉（2016）石川県のブナ科樹木3種の結実状況とクマの出没状況, 2015. 石川県白山自然保護センター研究報告, 42, 1-14.
- 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没状況,

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 (2016). R: A language and environment for  
statistical computing. R Foundation for Statistical Computing,

Vienna, Austria. URL <http://www.R-project.org/>. (2017年 1  
月31日現在)  
富山県 (2016a) H28 堅果類 (ドングリ) の豊凶調査の概  
要について. Homepage ([http://www.pref.toyama.jp/cms\\_  
pfile/00016975/00926522.pdf](http://www.pref.toyama.jp/cms_pfile/00016975/00926522.pdf)) (2017年 1 月31日確認)  
富山県 (2016b) 富山県ツキノワグマ出没警報 (第 1 報).  
Homepage ([http://www.pref.toyama.jp/cms\\_pfile/  
00015926/00926158.pdf](http://www.pref.toyama.jp/cms_pfile/00015926/00926158.pdf)) (2017年 1 月31日確認)

付表1 2015年の石川県のブナ科樹木3種の結実状況(雄花序落下量調査)

樹種	調査地	調査地	緯度	経度	標高 (m)	雄花序落下量						備考	
						調査日	調査者	調査日	調査者	調査日	調査者		調査日
ブナ	301	金山町尾山	36.440	136.778	195m	通過	3	16	0	10	0	24.0	大樹作
	302	金山町尾山	36.514	136.786	915m	尾山	6	0	0	7	0	27.9	大樹作
	303	金山町尾山	36.458	136.672	400m	尾山	6	10	5	0	0	27.9	大樹作
	304	金山町尾山	36.458	136.672	400m	尾山	6	10	5	0	0	27.9	大樹作
	305	白山市河内町セトモアスキー場頂上	36.331	136.692	410m	市原	0	0	0	0	0	11.2	大樹作
	306	白山市河内町セトモアスキー場頂上	36.331	136.692	410m	市原	0	0	0	0	0	11.2	大樹作
	307	白山市河内町セトモアスキー場頂上	36.331	136.692	410m	市原	0	0	0	0	0	11.2	大樹作
	308	赤谷	36.191	136.598	620m	加賀丸山	5	8	2	4	0	0.8	大樹作
	309	赤谷	36.237	136.632	550m	白峰	0	0	0	0	0	0.0	大樹作
	310	白峰大丸山	36.199	136.646	960m	白峰	0	0	0	0	0	0.0	大樹作
	311	白峰大丸山	36.164	136.593	850m	北谷	0	0	0	0	0	1.6	大樹作
	312	中谷スキー場林道沿い	36.288	136.691	990m	市原	8	7	4	1	1	16.8	大樹作
	313	尾口毛差大林	36.271	136.701	520m	市原	8	7	4	1	1	16.8	大樹作
	314	白山市河内町セトモアスキー場頂上	36.257	136.678	700m	中宮	6	4	5	0	0	31.2	大樹作
	315	別荘合付付近	36.121	136.718	1,070m	加賀市ノ瀬	0	0	0	0	0	0.0	大樹作
	316	花立池	36.126	136.738	1,300m	加賀市ノ瀬	0	0	0	0	0	0.0	大樹作
	317	花立池	36.208	136.550	980m	加賀丸山	3	2	0	0	0	0.0	大樹作
	318	新野村裏	36.201	136.527	580m	加賀丸山	9	5	4	0	0	0.0	大樹作
	319	赤谷	36.191	136.499	550m	山中	21	41	27	7	15	88.8	大樹作
	320	赤谷	36.230	136.465	390m	山中	4	0	2	0	1	5.6	大樹作
	321	赤谷	36.345	136.677	390m	山中	2	0	0	0	0	8.0	大樹作
	322	赤谷	36.352	136.513	230m	至道山	2	0	0	0	0	0.0	大樹作
	323	赤谷	36.372	136.455	290m	至道山	6	11	7	11	3	30.0	大樹作
	324	赤谷	36.372	136.455	290m	市原	6	11	7	11	3	30.0	大樹作
	325	赤谷	36.278	136.558	620m	市原	6	11	7	11	3	30.0	大樹作
	326	赤谷	36.662	136.818	240m	市原	0	0	0	0	0	0.0	大樹作
	327	赤谷	36.964	136.973	470m	市原	0	0	0	0	0	4.8	大樹作
	328	赤谷	36.964	136.973	470m	市原	0	0	0	0	0	4.8	大樹作
	329	赤谷	36.964	136.973	470m	市原	0	0	0	0	0	4.8	大樹作
	330	赤谷	36.964	136.973	470m	市原	0	0	0	0	0	4.8	大樹作
	331	赤谷	36.964	136.973	470m	市原	0	0	0	0	0	4.8	大樹作
	332	赤谷	36.964	136.973	470m	市原	0	0	0	0	0	4.8	大樹作
333	赤谷	36.964	136.973	470m	市原	0	0	0	0	0	4.8	大樹作	
334	赤谷	36.964	136.973	470m	市原	0	0	0	0	0	4.8	大樹作	
335	赤谷	36.964	136.973	470m	市原	0	0	0	0	0	4.8	大樹作	
336	赤谷	36.964	136.973	470m	市原	0	0	0	0	0	4.8	大樹作	
337	赤谷	36.964	136.973	470m	市原	0	0	0	0	0	4.8	大樹作	
338	赤谷	36.964	136.973	470m	市原	0	0	0	0	0	4.8	大樹作	
339	赤谷	36.964	136.973	470m	市原	0	0	0	0	0	4.8	大樹作	
340	赤谷	36.964	136.973	470m	市原	0	0	0	0	0	4.8	大樹作	
341	赤谷	36.964	136.973	470m	市原	0	0	0	0	0	4.8	大樹作	
342	赤谷	36.964	136.973	470m	市原	0	0	0	0	0	4.8	大樹作	
343	赤谷	36.964	136.973	470m	市原	0	0	0	0	0	4.8	大樹作	
344	赤谷	36.964	136.973	470m	市原	0	0	0	0	0	4.8	大樹作	
345	赤谷	36.964	136.973	470m	市原	0	0	0	0	0	4.8	大樹作	
346	赤谷	36.964	136.973	470m	市原	0	0	0	0	0	4.8	大樹作	
347	赤谷	36.964	136.973	470m	市原	0	0	0	0	0	4.8	大樹作	
348	赤谷	36.964	136.973	470m	市原	0	0	0	0	0	4.8	大樹作	
349	赤谷	36.964	136.973	470m	市原	0	0	0	0	0	4.8	大樹作	
350	赤谷	36.964	136.973	470m	市原	0	0	0	0	0	4.8	大樹作	
351	赤谷	36.964	136.973	470m	市原	0	0	0	0	0	4.8	大樹作	
352	赤谷	36.964	136.973	470m	市原	0	0	0	0	0	4.8	大樹作	
353	赤谷	36.964	136.973	470m	市原	0	0	0	0	0	4.8	大樹作	
354	赤谷	36.964	136.973	470m	市原	0	0	0	0	0	4.8	大樹作	
355	赤谷	36.964	136.973	470m	市原	0	0	0	0	0	4.8	大樹作	
356	赤谷	36.964	136.973	470m	市原	0	0	0	0	0	4.8	大樹作	
357	赤谷	36.964	136.973	470m	市原	0	0	0	0	0	4.8	大樹作	
358	赤谷	36.964	136.973	470m	市原	0	0	0	0	0	4.8	大樹作	
359	赤谷	36.964	136.973	470m	市原	0	0	0	0	0	4.8	大樹作	
360	赤谷	36.964	136.973	470m	市原	0	0	0	0	0	4.8	大樹作	
361	赤谷	36.964	136.973	470m	市原	0	0	0	0	0	4.8	大樹作	
362	赤谷	36.964	136.973	470m	市原	0	0	0	0	0	4.8	大樹作	
363	赤谷	36.964	136.973	470m	市原	0	0	0	0	0	4.8	大樹作	
364	赤谷	36.964	136.973	470m	市原	0	0	0	0	0	4.8	大樹作	
365	赤谷	36.964	136.973	470m	市原	0	0	0	0	0	4.8	大樹作	
366	赤谷	36.964	136.973	470m	市原	0	0	0	0	0	4.8	大樹作	
367	赤谷	36.964	136.973	470m	市原	0	0	0	0	0	4.8	大樹作	
368	赤谷	36.964	136.973	470m	市原	0	0	0	0	0	4.8	大樹作	
369	赤谷	36.964	136.973	470m	市原	0	0	0	0	0	4.8	大樹作	
370	赤谷	36.964	136.973	470m	市原	0	0	0	0	0	4.8	大樹作	
371	赤谷	36.964	136.973	470m	市原	0	0	0	0	0	4.8	大樹作	
372	赤谷	36.964	136.973	470m	市原	0	0	0	0	0	4.8	大樹作	
373	赤谷	36.964	136.973	470m	市原	0	0	0	0	0	4.8	大樹作	
374	赤谷	36.964	136.973	470m	市原	0	0	0	0	0	4.8	大樹作	
375	赤谷	36.964	136.973	470m	市原	0	0	0	0	0	4.8	大樹作	
376	赤谷	36.964	136.973	470m	市原	0	0	0	0	0	4.8	大樹作	
377	赤谷	36.964	136.973	470m	市原	0	0	0	0	0	4.8	大樹作	
378	赤谷	36.964	136.973	470m	市原	0	0	0	0	0	4.8	大樹作	
379	赤谷	36.964	136.973	470m	市原	0	0	0	0	0	4.8	大樹作	
380	赤谷	36.964	136.973	470m	市原	0	0	0	0	0	4.8	大樹作	
381	赤谷	36.964	136.973	470m	市原	0	0	0	0	0	4.8	大樹作	
382	赤谷	36.964	136.973	470m	市原	0	0	0	0	0	4.8	大樹作	
383	赤谷	36.964	136.973	470m	市原	0	0	0	0	0	4.8	大樹作	
384	赤谷	36.964	136.973	470m	市原	0	0	0	0	0	4.8	大樹作	
385	赤谷	36.964	136.973	470m	市原	0	0	0	0	0	4.8	大樹作	
386	赤谷	36.964	136.973	470m	市原	0	0	0	0	0	4.8	大樹作	
387	赤谷	36.964	136.973	470m	市原	0	0	0	0	0	4.8	大樹作	
388	赤谷	36.964	136.973	470m	市原	0	0	0	0	0	4.8	大樹作	
389	赤谷	36.964	136.973	470m	市原	0	0	0	0	0	4.8	大樹作	
390	赤谷	36.964	136.973	470m	市原	0	0	0	0	0	4.8	大樹作	
391	赤谷	36.964	136.973	470m	市原	0	0	0	0	0	4.8	大樹作	
392	赤谷	36.964	136.973	470m	市原	0	0	0	0	0	4.8	大樹作	
393	赤谷	36.964	136.973	470m	市原	0	0	0	0	0	4.8	大樹作	
394	赤谷	36.964	136.973	470m	市原	0	0	0	0	0	4.8	大樹作	
395	赤谷	36.964	136.973	470m	市原	0	0	0	0	0	4.8	大樹作	
396	赤谷	36.964	136.973	470m	市原	0	0	0	0	0	4.8	大樹作	
397	赤谷	36.964	136.973	470m	市原	0	0	0	0	0	4.8	大樹作	
398	赤谷	36.964	136.973	470m	市原	0	0	0	0	0	4.8	大樹作	
399	赤谷	36.964	136.973	470m	市原	0	0	0	0	0	4.8	大樹作	
400	赤谷												

付表2 2016年の石川県のブナ科樹木3種の結実状況(着果度調査)とマイマイガの被害状況

Table with columns: 調査番号, 樹種, 調査地, 緯度, 経度, 標高(m), 12.5方地図, 調査日, 調査者, 調査内容, 被害状況, 備考. The table lists 300+ entries for three tree species (ブナ, ミズナラ, コナラ) across various locations in Ishikawa Prefecture, detailing survey dates, observers, and damage observations from 2014 to 2016.

付表3 2016年の石川県のブナ，ミズナラ，コナラの着果度調査結果 2012年との比較

樹種	調査地番号	調査地	2016		2012		2016と2012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			
ブナ	301	金沢順尾山	0.07	大凶作	0.00	大凶作	0	差なし	
	302	医王山夕霧峠	0.06	大凶作	0.00	大凶作	0	差なし	
	303	金沢菊水	0.00	大凶作	0.31	凶作	-1	悪い	
	305	白山市河内セイモアスキー場頂上	0.00	大凶作	0.00	大凶作	0	差なし	
	306	吉野谷瀬波	0.64	凶作	0.00	大凶作	+1	良い	
	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	0.00	大凶作	0.80	凶作	-1	悪い	
	311	白木峠林道沿い	0.00	大凶作	0.90	凶作	-1	悪い	
	312	中宮スキー場林道沿い	0.00	大凶作	0.00	大凶作	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	白山白川郷ホワイトロード(親谷の湯)	0.00	大凶作	0.00	大凶作	0	差なし	
	315	六万山南側	0.08	大凶作	0.00	大凶作	0	差なし	
	316	別当出合付近	0.09	大凶作	0.13	凶作	-1	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	0.00	大凶作	0.00	大凶作	0	差なし	
	319	小松鈴ヶ岳	0.00	大凶作	0.00	大凶作	0	差なし	
	320	斧いらすの森	1.50	並作	0.20	凶作	+1	良い	
	321	河内内尾	0.09	大凶作	0.05	大凶作	0	差なし	
	322	宝達山山頂付近	0.30	凶作	0.40	凶作	0	差なし	
	324	津幡森林公園周辺(三国山)	0.70	凶作	0.20	凶作	0	差なし	
	325	瀬女高原	0.55	凶作	0.00	大凶作	+1	差なし	
				0.21	凶作	0.14	凶作	0	差なし
	ミズナラ	201	金沢順尾山	2.20	豊作	2.42	豊作	0	差なし
		202	医王山西尾平	3.17	大豊作	2.60	豊作	+1	良い
		204	犀鶴林道沿い	3.50	大豊作	2.45	豊作	+1	良い
		205	セイモアスキー場野営場	3.55	大豊作	2.60	豊作	+1	良い
		206	吉野谷佐良	2.30	豊作	1.10	並作	+1	良い
		207	赤谷	1.53	並作	2.10	豊作	-1	差なし
		208	鴫ヶ谷県有林	2.30	豊作	1.88	並作	+1	差なし
		209	白峰大嵐山	3.00	豊作	3.13	大豊作	-1	差なし
		210	白峰谷峠	2.83	豊作	2.70	豊作	0	差なし
		211	白木峠林道沿い	2.75	豊作	3.15	大豊作	-1	差なし
		214	白山白川郷ホワイトロード(親谷の湯)	3.40	大豊作	0.50	凶作	+3	良い
		215	市ノ瀬根倉谷	2.08	豊作	2.93	豊作	0	差なし
216		市ノ瀬岩屋俣中腹	3.67	大豊作	2.93	豊作	+1	良い	
217		花立越え	2.80	豊作	3.65	大豊作	-1	悪い	
218		小松西俣県有林	2.78	豊作	0.70	凶作	+2	良い	
219		小松鈴ヶ岳	1.60	並作	1.90	並作	0	差なし	
220		加賀市刈安山山頂	0.10	凶作	3.40	大豊作	-3	悪い	
222		セイモアスキー場下部	2.81	豊作	2.30	豊作	0	差なし	
223		白峰砂御前山登山口	2.83	豊作	2.42	豊作	0	差なし	
226		小松那谷町NTTアンテナ付近	0.50	凶作	1.80	並作	-1	悪い	
				2.45	豊作	2.21	豊作	0	差なし
コナラ		101	金沢見上峠	2.80	豊作	2.50	豊作	0	差なし
		102	金沢角間	1.25	並作	2.33	豊作	-1	差なし
		103	金沢湯涌	2.67	豊作	2.15	豊作	0	差なし
		105	金沢坪野	2.45	豊作	3.25	大豊作	-1	差なし
		106	金沢平栗	2.50	豊作	3.77	大豊作	-1	悪い
	108	林業試験場裏山	2.38	豊作	2.71	豊作	0	差なし	
	109	河内口直海	2.77	豊作	2.00	並作	+1	差なし	
	111	二曲城跡	3.50	大豊作	2.47	豊作	+1	良い	
	112	白嶺小学校裏	3.61	大豊作	1.87	並作	+2	良い	
	113	小松憩いの森	2.13	豊作	3.00	豊作	0	悪い	
	115	辰口丘陵公園	2.07	豊作	3.21	大豊作	-1	悪い	
	116	小松西俣県有林	1.95	並作	1.89	並作	0	差なし	
	117	小松長谷	1.27	並作	1.69	並作	0	差なし	
	118	小松布橋ミズバショウ	1.07	並作	1.08	並作	0	差なし	
	119	加賀市刈安山	0.29	凶作	2.95	豊作	-2	悪い	
	120	山中県民の森	1.80	並作	2.80	豊作	-1	悪い	
	121	小松那谷町NTTアンテナ	0.50	凶作	1.50	並作	-1	悪い	
	123	倉ヶ岳	3.82	大豊作	3.75	大豊作	0	差なし	
	124	金沢夕日寺	2.75	豊作	2.36	豊作	0	差なし	
	126	津幡森林公園周辺(三国山)	0.67	凶作	2.10	豊作	-2	悪い	
	128	大平沢そら山線沿い	3.55	大豊作	3.65	大豊作	0	差なし	
				2.64	豊作	2.64	豊作	0	悪い

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。2012年、2016年ともに着果度は従来の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和検定でp<0.05