

2017 年の福井県におけるブナ科樹木 3 種の着果状況

國永知裕^{*1}・山内良幸¹・松村俊幸¹

要旨：秋期のツキノワグマ大量出沒予測の基礎資料とするため、2017 年夏、県内 45 地点においてブナ科樹種 3 種（ブナ、ミズナラ、コナラ）の着果状況を調査した。福井県全体の 2017 年の作柄は、ブナとミズナラは不作、コナラは並作であった。しかしながらブナとミズナラの作柄は、過去の大量出沒年（2006, 2011, 2014 年）に比べて良好であった。このことから高標高域では一定量の餌資源があると推測され、2017 年はクマの人里への大量出沒が発生しなかったと考えられる。

キーワード：豊凶、ブナ、ミズナラ、コナラ、ツキノワグマ

Tomohiro KUNINAGA^{*1}, Yoshiyuki YAMAUCHI¹, Toshiyuki MATSUMURA¹ 2017. Acorn crops of 3 Fagaceae species in Fukui prefecture in 2017. Ciconia (Bulletin of Fukui Nature Conservation Center) 22: 37-47.

We conducted a survey to estimate the acorn crop yields of three Fagaceae species (*Fagus crenata*, *Quercus crispula*, and *Q. serrata*) at 45 stands in Fukui Prefecture in Summer 2017, to predict the occurrence of mass intrusions of the Asiatic black bear *Ursus thibetanus* into residential areas. The acorn crop yields of *F. crenata*, *Q. crispula* and *Q. serrata* were rated as light, light and medium, respectively. Comparing the acorn crop yields in the mass intrusion years (2006, 2011, 2014), the yields of *F. crenata* and *Q. crispula* were greater in 2017. Thus, the amount of food resources in mountain areas at high elevations was greater than that in the mass intrusion years and might be sufficient for bears. This would explain why mass intrusion of bears did not occur in the autumn of 2017.

Key words: mastings, *Fagus crenata*, *Quercus crispula*, *Quercus serrata*, *Ursus thibetanus*

はじめに

クマ類の人里付近への出沒件数には大きな年次変動があり、ときに大量出沒が発生することが知られている。たとえば、ツキノワグマ *Ursus thibetanus japonicus*（以下、クマ）の人里付近への出沒頻度の指標となる有害捕獲頭数は、平年（1970 年～2001 年平均）では全国で 1,150 頭程度であるが、2004 年、2006 年には、それぞれ 2,241 頭、4,846 頭が捕獲される大量出沒に至った（環境省自然環境局野生生物課 2007）。

クマ大量出沒には様々な要因が関与していることが指摘されているが（自然環境研究センター 2005）、なかでも特に関係が深い要因は、山地における秋季の利用可能な餌資源の不足と、里山林の管理放棄などに伴う里山域の環境変化であると考えられる（e.g. 米田 2007）。とりわけ秋期の餌不足は、クマ大量出沒の直接の引き金になると考えられる。

デンプンや脂質に富んだブナ科樹木の堅果類は、冬眠をひかえた秋期のクマの重要な餌資源であるが（橋本・高槻 1997）、その結実量には林分レベルで大きな年変動があることが知られている（e.g. Yasaka *et al.*

2003；正木・柴田 2005；橋詰 1987）。これまで堅果類が結実不良の年の秋期に、クマの行動圏が通常よりも広くなったり（米田 1990；水谷ほか 2007b；山崎ほか 2007）、人里に近い低標高地で活動したりする事例（水谷ほか 2007a）が報告されている。これらは山地で獲得できる餌資源の不足を補うためのクマの順応的な行動の変化と考えられるが、これにともなってクマの人里付近への出沒頻度が増加すると推察される。

これまで、ブナ *Fagus crenata* の凶作年、もしくはブナとミズナラ *Quercus crispula* がともに凶作の年に、クマの有害捕獲頭数や出沒件数が増加した例が報告されている（谷口・尾崎 2003；Oka *et al.* 2004；水谷ほか 2013）。このブナ科樹木の豊凶とクマ出沒の関係性から、堅果類の豊凶を事前に把握することにより、その大量出沒を早期に予測できると考えられている（Oka *et al.* 2004）。

そこで、福井県ではクマの大量出沒を予測するための基礎資料を得ることを目的として、県内における主要なブナ科樹木 4 種（ブナ、ミズナラ、コナラ *Q. serrata* およびクリ *Castanea crenata*）を対象に県全体の広域的な豊凶モニタリング調査を 2005 年から継続

福井県自然保護センター研究業績 第 100 号

* 連絡・別刷請求先（Corresponding author）E-mail: t-kuninaga-2j@pref.fukui.lg.jp

1 福井県自然保護センター 〒912-0131 福井県大野市南六呂師 169-11-2

Fukui Nature Conservation Center. Minamirokuroshi 169-11-2, Ono, Fukui 912-0131, Japan.

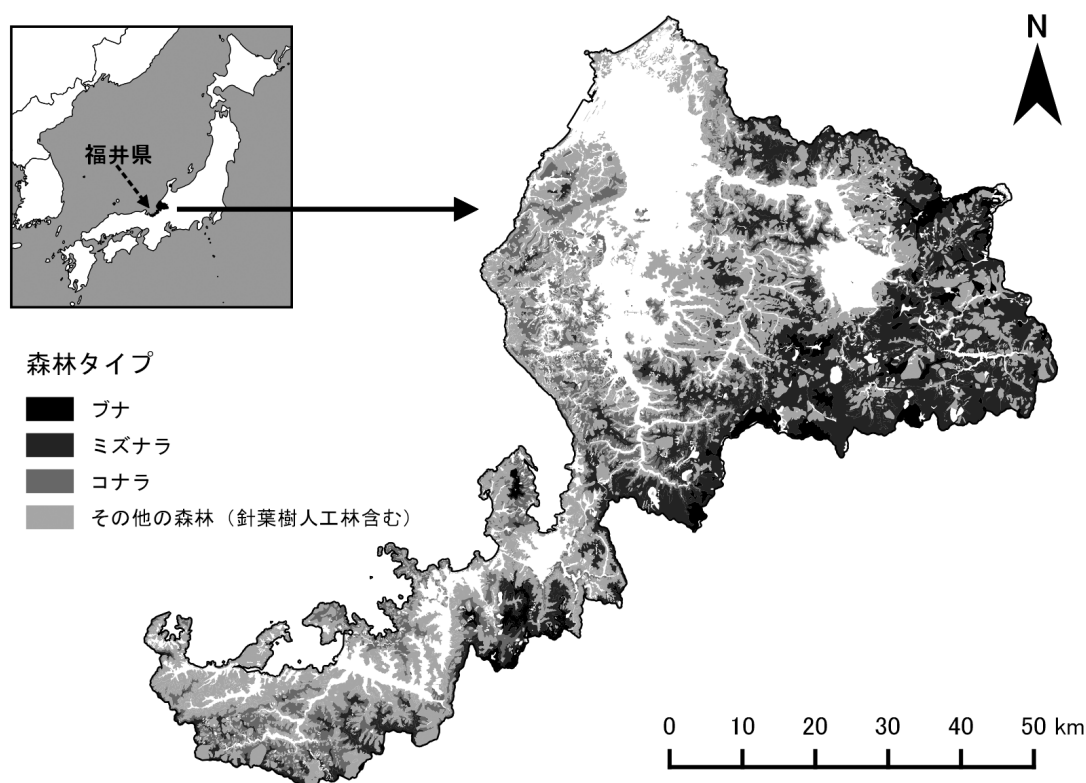


図1 福井県における主要なブナ科樹木が優占する森林の分布。森林タイプは自然環境情報 GIS（環境庁自然保護局 1999）を元に作成した。

的に実施してきた（水谷 2016；水谷・多田 2006, 2007, 2010, 2011b, 2012, 2013；水谷ほか 2008, 2009；坪内ほか 2016；國永・松村 2017；國永ほか 2018）。本報告では 2017 年の豊凶モニタリング調査の結果について報告するとともに過去の調査における堅果類の着果状況と比較し、堅果類の豊凶とクマ大量出没との関係について検討する。

調査地と方法

調査地の概要

図1は、福井県における主要なブナ科樹木が優占する森林の分布を示したものである。ブナ、ミズナラ、コナラが優占する森林は森林面積全体の約 50% を占め、標高によって優占する樹種が異なる。ブナ林の分布は、おおむね標高 600m 以上の奥山に限られており、全森林面積に占める面積割合は約 5% (143km^2) と小さい。ミズナラ林は、おおむね標高 400m 以上の山地に分布し、全森林面積に占める面積割合は約 30% (939km^2) であり、調査対象とするブナ科樹木の中で

は最も森林面積が広い。特に嶺北（県北部）の山間部にまとまって分布している。コナラ林は、おおむね標高 400m 以下の地域に分布し、全森林面積に占める割合は 17% (520km^2) である。コナラ林がまとまって分布する地域は、嶺北の山麓部や嶺南（県南部）地方に多い。

調査は、ブナ、ミズナラおよびコナラを対象樹種とし、それぞれ 14 地点、16 地点および 15 地点を選定した（図2）。調査地の選定の際には、ブナ科樹木が優占する森林面積が 50% 以上を占める 2 次メッシュにおいて、主要な樹種ごとに調査地点を 1 地点ずつ選定した。このほか、過去にクマが出没した山麓部や公園地域などには、市町との連携による調査地点を設定した。市町との連携による調査は、クマ出没に関する注意喚起を実施するための具体的な資料を得ることを目的にしたもので、不特定多数の人が利用する公園キャンプ場などで、調査対象木が 10 本以上連続して選出できる調査地点を、市町担当者と協議して選定した。

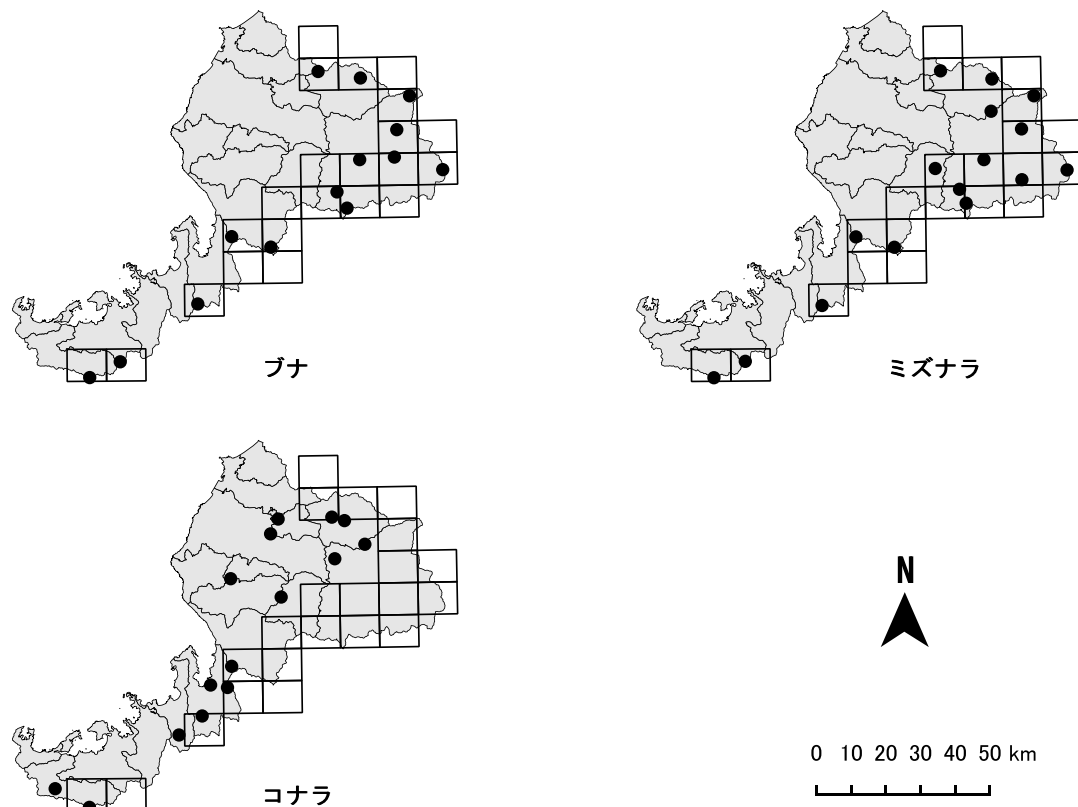


図2 調査地点の位置。メッシュはブナ科樹木が優占する森林の面積が50%以上を占める二次メッシュ。

調査方法

調査は、2017年8月9日から8月27日までの期間に実施した。

調査地点ごとに胸高直径が20 cm以上で、樹冠が林冠層に達し、極度に被圧されていない個体を調査木として20本選定した。また、可能な限り林縁木と林内木が半数ずつになるように選定した。

ブナは豊凶間の着果量の差が大きく、その違いが明瞭であるため、樹冠全体を概観して豊凶評価を行うことが可能である。そこで紙谷（1986）を参考に、調査木ごとに、双眼鏡を用いて未成熟～成熟堅果を観察し、表1の基準にしたがって、定性的な着果の状態からブナ着果度指標を判定した。

表1 ブナの着果度指標の判定基準。

着果度指標	着果の状態	着果区分
4	樹冠全体に密に着果	密に着果
3	樹冠全体に疎に着果	
2	樹冠の一部に密に着果	疎に着果
1	樹冠の一部に疎に着果	
0	着果なし	着果なし

一方、ミズナラとコナラは、ブナと比較して豊凶間の着果量の差が小さく、その違いは明瞭ではない。このため水谷（2013）の方法を用い、定性的な着果の状態から着果状況の豊凶評価（簡易評価）を行った。

簡易調査では、調査木ごとに、双眼鏡を用いて樹上の未成熟～成熟堅果の数を観察し、表2の基準により、定性的な着果の状態から個体ごとにナラ類着果度指標を評価した。また評価に個人差が出ることを避けるため、着果度4と3の判断の際は、ミズナラの場合は「5割以上の枝先に、平均3個以上着果している」、コナラの場合は「6割以上の枝先に、平均4個以上着果している」とする定量的基準を設け、慎重に判断した。また、着果度1と0との判断については、「30秒ずつ3回観察しても着果が見当たらない」とする、調査努力量に基づく目安を設定した。さらに、見落としによる過小評価を防ぐため、調査は3人以上で同時に行い、その評価の最大値を評価値として採用した。

地点レベルの豊凶評価

地点レベルの豊凶評価は、3段階の着果区分別個体

表2 簡易調査におけるナラ類の着果度指標の判定基準。

着果度 指標	着果の状態	評価基準	着果区分
5	樹冠全体に非常に密に着果	ほぼすべての枝に、非常に密に着果。 着果している枝は、樹冠表面の半分以上。	密に着果
4	樹冠全体に密に着果	着果数が多い枝が目立つ。 ・ミズナラ：5割以上の枝先に、平均3個以上着果。 ・コナラ：6割以上の枝先に、平均4個以上着果。	
3	樹冠全体に疎に着果	着果している枝は、樹冠表面の半分以上。 枝の着果数は大部分が少ない。	
2	樹冠の一部に密に着果	着果している枝は、樹冠表面の半分以下。 着果数が多い枝が目立つ。	疎に着果
1	樹冠の一部に疎に着果	着果している枝は、樹冠表面の半分以下。 枝の着果数は少ない。	
0	着果なし	着果なし。 30秒ずつ3回探しても実が見つからない。	着果なし

数割合にもとづいて評価した。

個体ごとの着果度指標を3段階の着果区分(表1,2)に再分類し、着果区分ごとの個体数を求めた。調査地点ごと、および県全体の作柄は、McDonald (1992)の基準に準じて、表3の豊凶評価基準にもとづいて判定した。

表3 地点(県域)レベルの豊凶評価基準。

作柄 [†]	評価基準
豊作	密に着果の個体が50%以上
並作	密に着果の個体が25~50%
不作	疎に着果以上の個体が25%以上
凶作	疎に着果以上の個体が25%未満

[†]上位の作柄から順に判定する。

統計解析

県全体の年次間での着果状況を比較するため、着果区分別個体数割合に対して Fisher's Exact Test for Count Data で検定を行ったうえで Holm-Bonferroni の方法により多重比較を行った。以上の解析には、R ver.3.5.2(R Development Core Team 2018)を使用した。

結果

県全体の着果状況

図3は、ブナ科樹木3種の県全体の着果状況を示したものである。2017年の福井県における着果区分別個体数割合は樹種間で有意に異なっていた($P < 0.0001$)。

ブナでは全調査木の68.9%に殻斗の着生が認めら

れ、密に着果した個体の割合は16.4%であった(図3)。県全体の作柄は不作と評価された。

2005年から2017年までのブナの着果区分別個体数割合は、年次間で有意に異なっていた($P < 0.0001$)。ブナは広域的に同調して隔年結果する傾向があり、2016年の不生り年に続く2017年は、生り年にあたっていたといえる。

ミズナラは大部分の調査木で堅果の着果が見られ、密に着果した個体の割合は全体の21.9%であった(図3)。県全体の作柄は不作と評価された。2005年から2017年までのミズナラの着果区分別個体数割合は、年次間で有意に異なっていた($P < 0.0001$)。

コナラでは97.3%の調査木に堅果の着果が見られ、密に着果した個体が占める割合は全体の32%であった(図3)。県全体の作柄は並作と評価された。コナラの着果区分別個体数割合は、年次間で有意に異なっていた($P < 0.0001$)。

地点ごとの着果状況

図4は、地点ごとの着果状況を示したものである。ブナは14地点のうち、豊作が1地点、並作が2地点、不作が10地点、凶作が1地点であった。並作、豊作、凶作の地点はすべて県北西部の大野市内のみに見られた。ミズナラは16地点のうち豊作が2地点、並作が4地点、不作が10地点であった。コナラは15地点のうち豊作が4地点、並作が6地点、不作が12地点であった。

図5は、地点ごとの着果状況の年次変化を示したものである。ブナの密に着果した個体は1地点を除くす

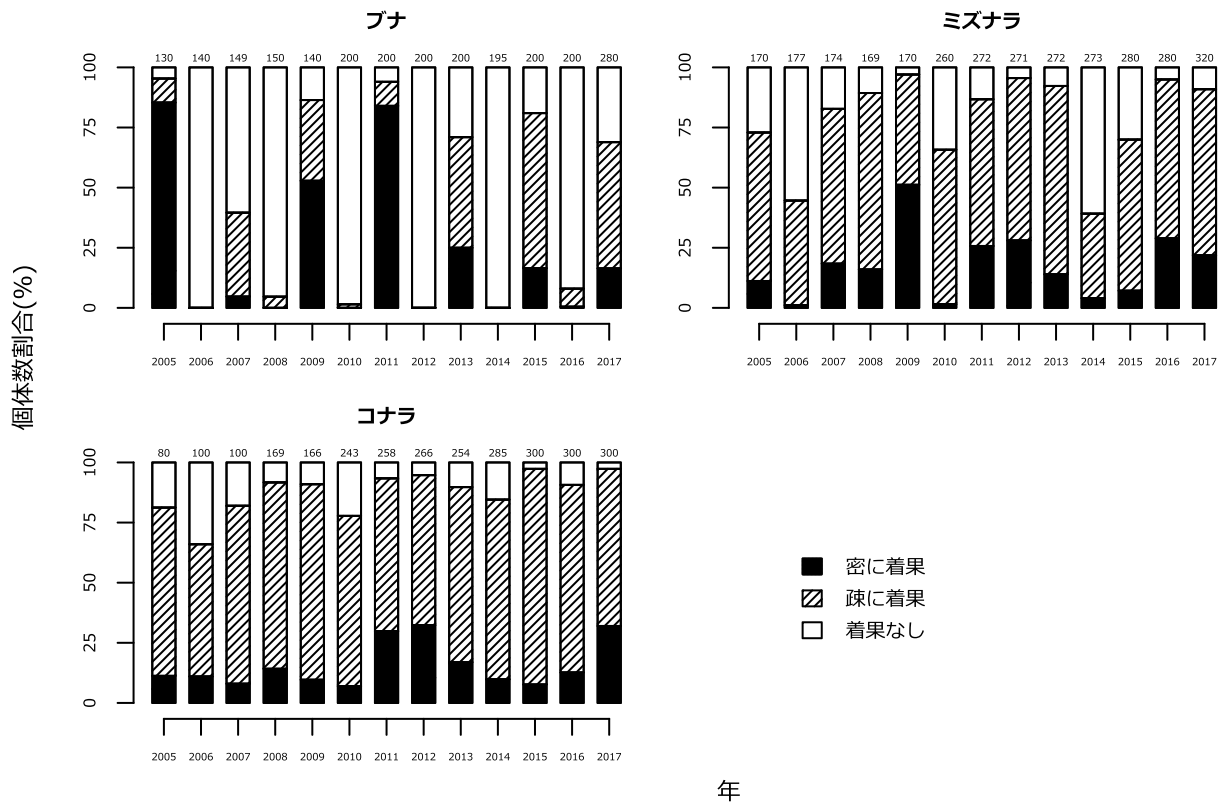


図3 2005年から2017年におけるブナ科樹木3種の着果区分別個体数割合。棒グラフ上の数字はサンプル数を表す。

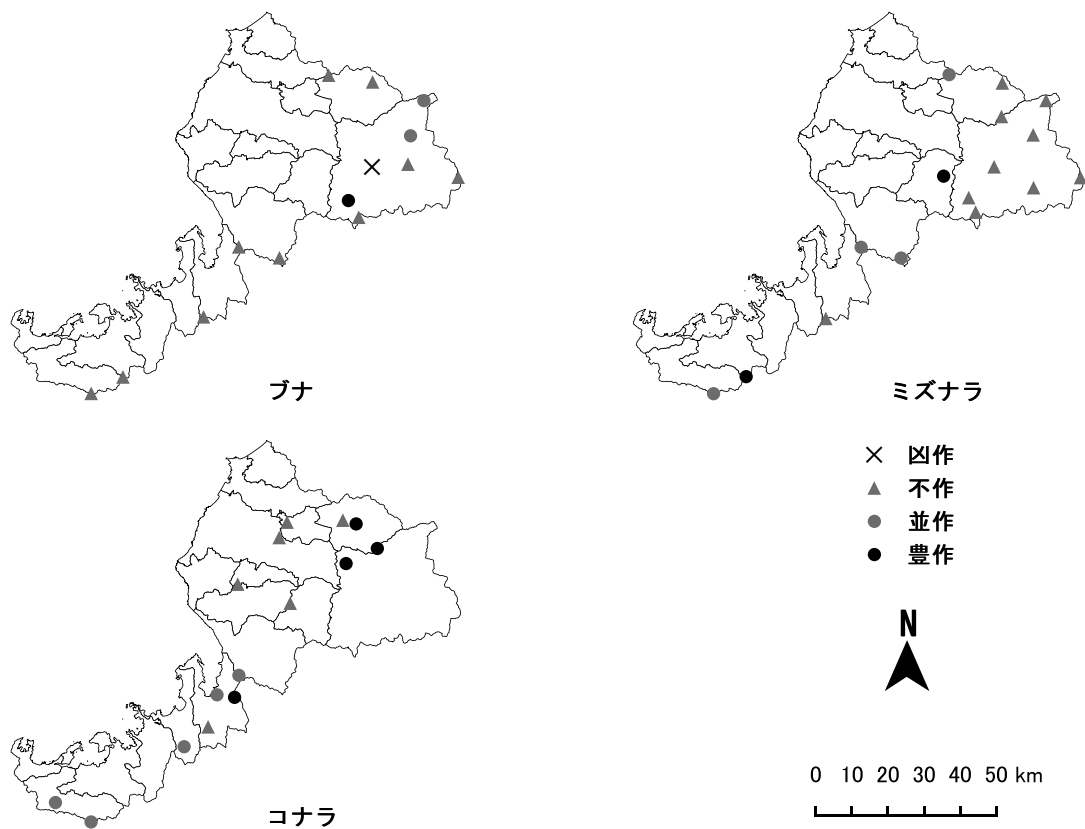


図4 ブナ科樹木3種の地点ごとの作柄。

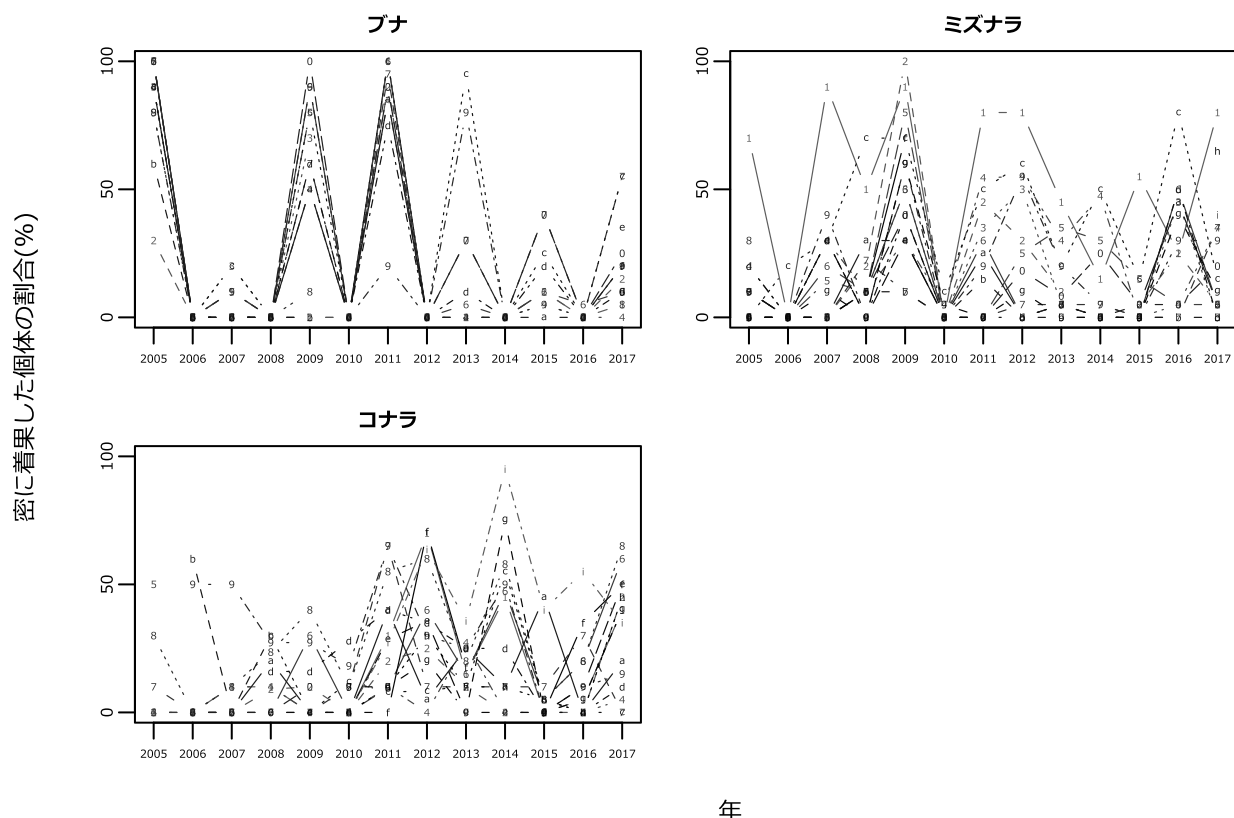


図5 各調査地点で密に着果した個体が占める割合の年次変化。異なる記号は、異なる地点の結果を表す。2年間以上継続して調査した地点の結果は線でつないで示した。

すべての地点で認められ、9地点で密に着果した個体の割合が前年に比べ増加した。ミズナラの密に着果した個体の割合は、4地点で増加し、7地点で減少した。そのほかの3地点では前年と変化がなかった。コナラは、密に着果した個体の割合は12地点で増加し、2地点で減少した。そのほかの1地点では前年と同様に密に着果した個体は認められなかった。

図6は、年次ごとの各樹種の着果状況と標高の関係を示したものである。2017年は、ブナが結実し、高標高ほど密に着果した個体の割合が多く認められた。ブナの作柄が不良な標高帯では、ミズナラやコナラの結実が良好な地点が多くあったため、クマが県全域で大量出沒となった2006年、2010年に比べ、全ての標高帯で堅果類の作柄は良好となった。

堅果類の豊凶とクマ出沒との関係

図7は、ブナ科3種の結実状況の年次変動と秋期のクマ有害捕獲頭数(福井県安全環境部自然環境課調べ)の関係を示したものである。2015年の鳥獣保護管理

法の改正以降、ニホンジカやイノシシの有害捕獲が強化され、これに伴い捕獲対象とされていないツキノワグマが山林内でくくりわな等に誤って捕獲される錯誤捕獲の事例が増加している(福井県安全環境部自然環境課2017)。こうした錯誤捕獲は堅果類の作柄に関わらず発生すると考えられる。このため、錯誤捕獲が増加し始めた2015年以降は、有害捕獲頭数のうち、錯誤捕獲と記録されたものを除き、ドラム缶檻と銃による有害捕獲頭数のみを示した。

堅果類の作柄は、大きな年次変動が認められ、ブナでは2006年、2008年、2010年、2012年、2014年、2016年に、ミズナラでは2006年、2010年、2014年にそれぞれ極端な結実不良が確認された。一方、コナラは密に着果した個体の割合は10%から30%の間で推移しており、ブナやミズナラのような極端な結実量の変動はなかった。秋期のクマの有害捕獲頭数には大きな年次変動があり、2006年、2010年および2014年は捕獲頭数が100頭を超す大量出沒年になった。こうしたクマ大量出沒年はブナとミズナラが揃って結実不良となった年と一致していた。

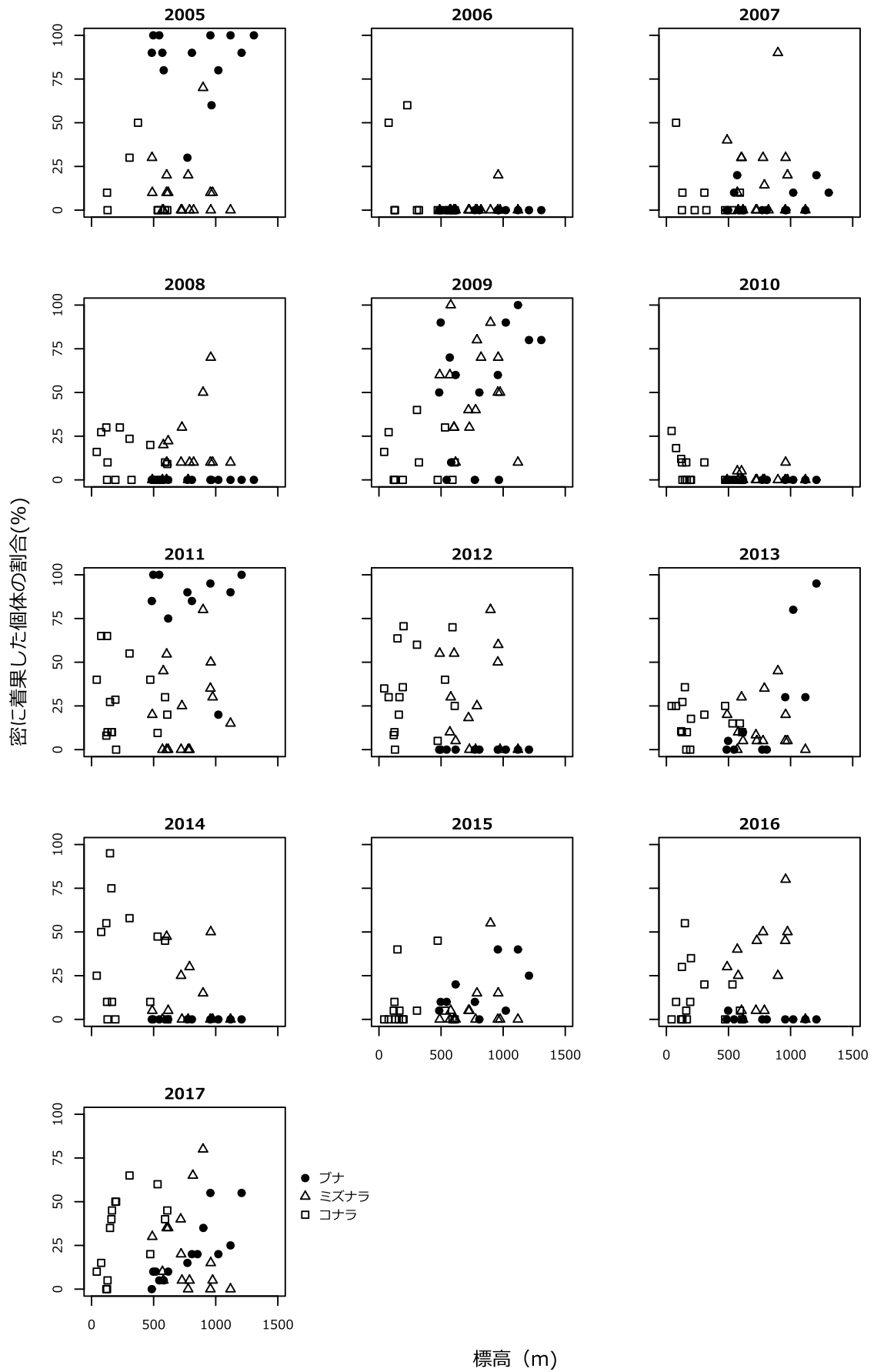


図6 各調査地点で密に着果した個体が占める割合と標高の関係。

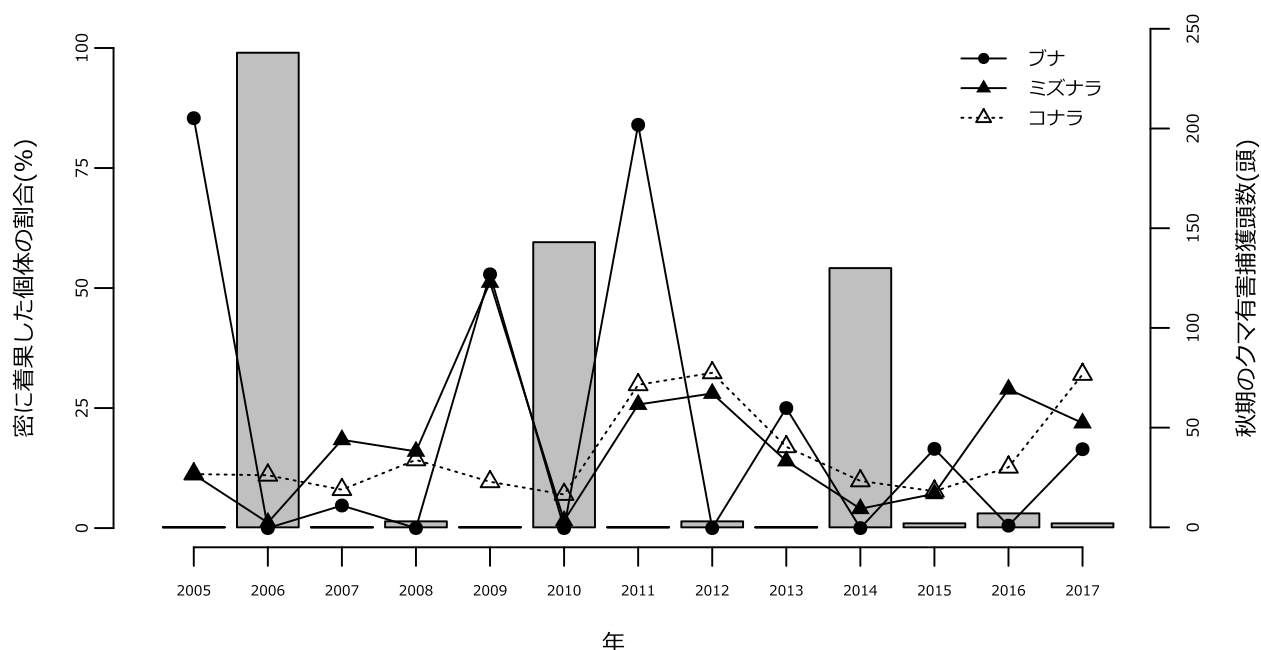


図7 ブナ科樹木の豊凶と秋期のクマ有害捕獲頭数の年次変化。折れ線グラフは、ブナ科樹木3種の豊凶を表し、県全体の調査個体に密に着果した個体が占める割合で示した。棒グラフは、秋期（9月から12月）のクマ有害捕獲頭数を表す。錯誤捕獲が増加しはじめた2015年以降は、錯誤捕獲を除き、ドラム缶檻と銃による有害捕獲頭数のみを示した。

考察

2017年の高標高域における堅果の作柄は、ブナは密に着果した個体の割合は低かったが、生り年となっていた。またミズナラの作柄も比較的良好であった。過去の作柄と比較すると、クマ大量出沒年には、ブナ、ミズナラともに著しい結実不良であったが（図7）、2017年はいずれの樹種にも結実が認められ、高標高域における作柄は良好であったといえる。また低標高域においてはコナラの作柄が良好であり、クマの餌資源は多く存在すると推察された。

これらの情報を総合的に判断し、福井県は、2017年9月14日に開催された「平成29年度ツキノワグマ出沒対策連絡会」において、クマ大量出沒の危険性は高くないとの予測を発表した。

2017年の秋期（9月から12月）の錯誤捕獲を除いたクマの有害捕獲頭数は2頭であり、大量出沒には至らなかった（福井県安全環境部自然環境課2017）。したがって、豊凶モニタリング調査によって把握された堅果類の作柄を根拠とした2017年の福井県におけるクマ大量出沒の発生予測は妥当であったといえる。

北陸地方で共通してクマの大量出沒が発生した2006年と2010年は、ブナ、ミズナラの作柄がそろっ

て顕著に不良であった年と一致しており、高標高域に分布するこれら2樹種がクマ大量出沒の鍵植物であると考えられている（水谷ほか2013）。しかしブナのみが凶作となった2008年と2012年は、クマ大量出沒に至らなかった。このことから、ミズナラのみが鍵植物である可能性も残されているが、ミズナラのみが凶作となるパターンはまだ観測されていない。また、近年、県内ではクマの恒常的な分布域の拡大が報告され、山裾の集落を中心に年間を通してクマの出沒頭数が増加する傾向にある（福井県安全環境部自然環境課2017；後藤2014）。今後、秋期のクマの出沒動向にとって低標高域での餌資源の重要性が高まる可能性も考えられる。今後もブナ科樹木の豊凶のモニタリングを継続して情報を蓄積しながら、堅果類の豊凶とクマ出沒との関係について検討を続ける必要がある。

謝辞

自然保護センター職員の丸山勝治主任および特定雇用、インターンシップの学生の皆様には現地調査をお手伝いいただきました。また、市町連携調査には各市町の鳥獣行政担当者、施設管理担当者の皆様にご参加いただきました。ここに記して感謝します。

引用文献

- 福井県安全環境部自然環境課. 2017. クマの出没状況について (H24 年度～H29 年度). http://www.pref.fukui.lg.jp/doc/shizen/tixyouzixyuu/tukinowaguma2_d/fil/220.pdf (参照: 2019/1/22).
- 後藤優介. 2014. 北陸地域でのクマの分布動向. 日本クマネットワーク (編)「ツキノワグマおよびヒグマの分布域拡張の現況把握と軋轢抑止および危機個体群回復のための支援事業」報告書. 日本クマネットワーク, 茨城. pp. 40-49.
- 橋本幸彦・高槻成規. 1997. ツキノワグマの食性: 総説. 哺乳類科学 37:1-19.
- 橋詰隼人. 1987. コナラ二次林における種子生産. 広葉樹研究 4: 19-27.
- 紙谷智彦. 1986. 豪雪地帯におけるブナ二次林の再生過程に関する研究Ⅱ: 平均胸高直径の異なるブナ二次林 6 林分における種子生産. 日本林学会誌 68: 447-453.
- 環境省自然環境局野生生物課. 2007. クマ類の捕獲数及びクマ類による人身被害について (平成 19 年 1 月末現在). 平成 19 年 2 月 19 日付け報道発表資料.
- 國永知裕・松村俊幸. 2017. 2015 年の福井県におけるブナ科樹木 3 種の着果状況. *Ciconia* (福井県自然保護センター研究報告) 20: 21-31.
- 國永知裕・加藤幸洋・松村俊幸. 2018. 2016 年の福井県におけるブナ科樹木 3 種の着果状況. *Ciconia* (福井県自然保護センター研究報告) 21: 29-38.
- Maeto, K., Ozaki, K. 2003. Prolonged diapause of specialist seed-feeders makes predator satiation unstable in masting of *Quercus crispula*. *Oecologia* 137: 392-398.
- 正木隆・柴田銃江. 2005. 森林の広域・長期的な試験地から得られる成果と生き残りのための条件. 日本生態学会誌 55: 359-369.
- 米田一彦. 1990. 秋田県太平山地域におけるツキノワグマの生態・テレメトリー調査. 環境庁自然保護局 (編) 人間活動との共存を目指した野生鳥獣の保護管理に関する研究. 環境庁, 東京. pp. 159-206.
- McDonald, P.M. 1992. Estimating seed crops of conifer and hardwood species. *Canadian Journal of Forest Research* 22: 832-838.
- 水井憲雄. 1991. 種子重一種子数関係を用いた落葉広葉樹の種子の結実豊凶区分. 日本林学会誌 73: 258-263.
- 水谷瑞希. 2013. 目視によるコナラの簡便な豊凶評価. 日本森林学会誌 95: 60-66.
- 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.
- 水谷瑞希. 2016. 2013 年の福井県におけるブナ科樹木 4 種の着果状況. *Ciconia* (福井県自然保護センター研究報告) 19: 19-29.
- 水谷瑞希・平山亜希子・西垣正男・多田雅充. 2008. 2007 年の福井県におけるブナ科樹木 4 種の着果状況. *Ciconia* (福井県自然保護センター研究報告) 13: 33-44.
- 水谷瑞希・平山亜希子・西垣正男・多田雅充. 2009. 2008 年の福井県におけるブナ科樹木 4 種の着果状況. *Ciconia* (福井県自然保護センター研究報告) 14: 35-48.
- 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. 日本森林学会誌 95: 76-82.
- 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・多田雅充. 2007. 2006 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) 12: 43-52.
- 水谷瑞希・多田雅充. 2010. 2009 年の福井県におけるブナ科樹木 4 種の着果状況. *Ciconia* (福井県自然保護センター研究報告) 15: 43-55.
- 水谷瑞希・多田雅充. 2011a. ナラ類の目視による豊凶評価手法の比較. 中部森林研究 59: 245-248.
- 水谷瑞希・多田雅充. 2011b. 2010 年の福井県におけるブナ科樹木 4 種の着果状況. *Ciconia* (福井県自然保護センター研究報告) 16: 33-44.
- 水谷瑞希・多田雅充. 2012. 2011 年の福井県におけるブナ科樹木 4 種の着果状況. *Ciconia* (福井県自然保護センター研究報告) 17: 25-35.
- 水谷瑞希・多田雅充. 2013. 2012 年の福井県におけるブナ科樹木 4 種の着果状況. *Ciconia* (福井県自然保護センター研究報告) 18: 25-35.
- 水谷瑞希・多田雅充・高畑麻衣子・高柳敦. 2007a.

- 福井県におけるツキノワグマの行動調査Ⅰ：行動経過と集落等への接近事例. *Ciconia* (福井県自然保護センター研究報告) 12: 53-96.
- 水谷瑞希・多田雅充・高畑麻衣子・高柳敦. 2007b. 福井県におけるツキノワグマの行動調査Ⅱ：行動圏と環境選択性. *Ciconia* (福井県自然保護センター研究報告) 12: 97-120.
- Oka, T., Miura, S., Masaki, T., Suzuki, W., Osumi, K., Saitoh, S. 2004. Relationship between changes in beechnut production and asiatic black bears in northern Japan. *Journal of Wildlife Management* 68: 979-986.
- R Development Core Team, 2018. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria, ISBN 3-900051-07-0, URL <http://www.R-project.org>.
- 自然環境研究センター. 2005. ツキノワグマの大量出没に関する調査報告書 (平成 16 年度ツキノワグマ個体群動態等調査事業). 自然環境研究センター, 東京.
- 谷口真吾・尾崎真也. 2003. 兵庫県氷ノ山山系におけるブナ・ミズナラの結実とツキノワグマの目撃頭数の関係. *森林立地* 45: 1-6.
- 寺澤和彦. 2002. 北海道全域における 1991 - 1999 年のミズナラ堅果の豊凶 (I): 個体ごとの結実特性. *北方林業* 54: 73-76.
- 坪内和夫・國永知裕・多田雅充. 2016. 2014 年の福井県におけるブナ科樹木 3 種の着果状況. *Ciconia* (福井県自然保護センター研究報告) 19: 31-41.
- 山崎晃司・小池伸介・小坂井千夏. 2007. ツキノワグマの土地利用と出没. 坪田敏男 (編) JBN 緊急クマシンポジウム&ワークショップ報告書. 日本クマネットワーク, 岐阜. pp. 52-53.
- Yasaka, M., Terazawa, K., Koyama, H., Kon, H. 2003. Masting behavior of *Fagus crenata* in northern Japan: spatial synchrony and predispersal seed predation. *Forest Ecology and Management* 184: 277-284.
- 米田政明. 2007. ツキノワグマ保護管理の課題: 教訓を生かす. 坪田敏男 (編) JBN 緊急クマシンポジ

付表1 調査地点ごとの着果区分別本数と豊凶判定.

樹種	調査地（市町）	2次メッシュ コード [†]	標高（m）	調査日	着果なし	疎に着果	密に着果	合計	豊凶判定
ブナ	北谷町谷（勝山市）	543614	545	8/26	10	9	1	20	不作
	竹田川上流（坂井市）	543613	772	8/15	2	15	3	20	不作
	川合（大野市）	533665	485	8/22	10	10	0	20	不作
	黒河林道（敦賀市）	533620	497	9/1	3	15	2	20	不作
	モッカ平（大野市）	533664	957	8/29	20	8	4	20	凶作
	山中林道（南越前町）	533641	592	8/16	10	9	1	20	不作
	温見峠（大野市）	533654	1021	8/31	3	13	4	20	不作
	刈込池（大野市）	543605	1119	8/20	1	14	5	20	並作
	油坂峠（大野市）	533666	808	8/22	8	8	4	20	不作
	平家平（大野市）	533653	1208	8/29	1	8	11	20	豊作
	五波峠（おおい町）	533505	617	8/21	8	10	2	20	不作
	池ヶ原（大野市）	533675	900	8/20	2	11	7	20	並作
	遠敷峠（小浜市）	533506	853	8/17	4	12	4	20	不作
	夜叉ヶ池登山口（南越前町）	533642	517	8/16	5	13	2	20	不作
合計					87	155	50	280	不作
ミズナラ	部子山（池田町）	533663	898	8/18	0	4	16	20	豊作
	黒河林道（敦賀市）	533620	578	9/1	5	14	1	20	不作
	モッカ平（大野市）	533664	957	8/29	7	13	0	20	不作
	山中林道（南越前町）	533641	605	8/16	1	12	7	20	並作
	南六呂師（大野市）	543604	789	8/26	1	18	1	20	不作
	平家平（大野市）	533653	975	8/29	3	16	1	20	不作
	五波峠（おおい町）	533505	617	8/21	0	13	7	20	並作
	夜叉ヶ池登山口（南越前町）	533642	489	8/16	0	14	6	20	並作
	北谷町谷（勝山市）	543614	721	8/26	1	15	4	20	不作
	温見（大野市）	533654	728	8/31	3	16	1	20	不作
	刈込池（大野市）	543605	1119	8/20	0	20	0	20	不作
	池ヶ原（大野市）	533675	960	8/20	1	16	3	20	不作
	油坂峠（大野市）	533666	778	8/22	5	15	0	20	不作
	伊勢（大野市）	533665	571	8/22	0	18	2	20	不作
	遠敷峠（小浜市）	533506	816	8/17	0	7	13	20	豊作
	竹田川上流（坂井市）	543613	718	8/15	2	10	8	20	並作
合計					29	221	70	320	不作
コナラ	山中林道（南越前町）	533641	592	8/16	1	11	8	20	並作
	五波峠（おおい町）	533505	610	8/21	0	11	9	20	並作
	荒土町別所（勝山市）	543613	129	8/9	0	19	1	20	不作
	南六呂師（大野市）	543604	532	8/25	0	8	12	20	豊作
	黒河林道（敦賀市）	533620	125	9/1	4	16	0	20	不作
	池河内（敦賀市）	533631	306	8/11	0	7	13	20	豊作
	東山公園（福井市） [†]	543602	78	8/10	0	17	3	20	不作
	ハツ杉キャンプ場（越前市） [†]	533662	473	8/18	0	16	4	20	不作
	松岡公園（永平寺町） [†]	543612	119	8/10	0	20	0	20	不作
	鯖江青年の家（鯖江市） [†]	533671	42	8/18	1	17	2	20	不作
	亀山公園（大野市） [†]	533673	192	8/9	0	10	10	20	豊作
	長尾山総合公園（勝山市） [†]	543604	198	8/9	0	10	10	20	豊作
	金ヶ崎公園（敦賀市） [†]	533630	160	8/11	2	10	8	20	並作
	新庄（美浜町） [†]	533527	165	8/11	0	11	9	20	並作
	流星館キャンプ場（おおい町） [†]	533504	149	8/21	0	13	7	20	並作
合計					8	196	96	300	並作

[†] 市町との連携による調査地点.[‡] 日本測地系に準拠した2次メッシュコード（約10 km × 10 km；行政管理庁1973）.