

2008年の福井県におけるブナ科樹木4種の着果状況

水谷瑞希^{*1}・平山亜希子¹・西垣正男²・多田雅充³

要旨：ツキノワグマ大量出没予測の基礎資料とするため、ブナ科樹種4種（ブナ、ミズナラ、コナラ、クリ）の着果状況を調査した。2008年における福井県全体の作柄は、ブナは凶作、ミズナラ、コナラは不作、クリは並作であった。クマ大量出没が発生した2006年と比較して、ブナの着果は同様に不良であったものの、ミズナラの着果は多かった。2008年秋期には山地の餌資源量が多かったため、山地でクマが必要とする餌が充足した結果、クマ大量出没が発生しなかったと考えられる。

キーワード：堅果生産量、豊凶、クリ、ブナ、ミズナラ、コナラ

Mizuki MIZUTANI^{*1}, Akiko HIRAYAMA¹, Masao NISHIGAKI², Masamitsu TADA³. 2009. Acorn crops of 4 Fagaceae species in Fukui Prefecture in 2008. *Ciconia (Bulletin of Fukui Nature Conservation Center)* 14:35-48. We conducted a survey to estimate the yields of the acorn crops of 4 Fagaceae species (*Fagus crenata*, *Quercus crispula*, *Q. serrata*, and *Castanea crenata*) in order to predict mass intrusions of the Asiatic black bear *Ursus thibetanus* into residential areas. The findings of the survey conducted in Fukui Prefecture in 2008 were as follows: the yield of the acorn crops of *F. crenata*, *Q. crispula*, *Q. serrata*, and *C. crenata* was rated as poor, light, light, and medium, respectively. Compared with the crop levels in the mass intrusion year (2006), the level of *Q. crenata* was greater, whereas that of *F. crenata* was poor in both 2 years. Thus, the amount of food resources in mountain areas at high elevations was greater than that in the mass intrusion year, and that might be enough for bears. This is possible because the mass intrusion of bears did not occur in the autumn of 2008. **Key words:** acorn crops, masting, *Castanea crenata*, *Fagus crenata*, *Quercus crispula*, *Quercus serrata*

はじめに

クマ類の人里付近への出没件数には年次変動があり、ときに大量出没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* の人里付近への出没頻度の指標となる有害捕獲頭数は、平年（1970年～2001年平均）には全国で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没に至った（環境省自然環境局野生生物課2007）。

クマ大量出没の原因としては様々な可能性が指摘されているが（自然環境研究センター2005）、とくに関係が深いと考えられるのは、山地における秋期の餌不足と、里山林の管理放棄などに伴う里山域の環境変化である（米田2007）。とくに秋期の餌不足は、クマ大量出没の引き金となると考えられる。

ブナ科（Fagaceae）樹木の堅果類は、冬眠を控え

た秋期のツキノワグマの主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次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）。堅果類が不作の年の秋期には、ツキノワグマの行動圏は通常よりも広くなり（米田1990；水谷ら2007a；山崎ら2007）、また低標高地で活動する事例が報告されている（e.g. 水谷ら2007b）。これはツキノワグマが山地の餌不足を補うための行動と考えられるが、同時にツキノワグマの人里付近への出没頻度が増加することが予想される。実際、ブナ *Fagus crenata* の凶作年、もしくはブナとミズナラ *Quercus crispula* (= *Q. mongolica* var. *grosseserrata*) がともに凶作の年に、ツキノワグマの有害捕獲個体数や出没件数が増加する例が報告されている（谷口・尾崎2003；Oka et al. 2004；水谷・多田2007；中島2008）。このため、ツキノワグマの餌となる堅果類の豊凶を事前に把握することにより、その大量出没を早期に予測できる可能性がある（Oka et al. 2004）。

福井県自然保護センター研究業績 第83号

* 連絡・別刷請求先 (Corresponding author) E-mail: mmizuki@fncc.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.

2 福井県安全環境部自然環境課 Fukui Prefecture Nature Environment Division.

3 福井県海浜自然センター Fukui Coastal Nature Center.

県域レベルでツキノワグマの大量出没を予測するためには、堅果類の着果状況を広域的に把握する必要がある。ブナ科樹木のような風媒植物では、個体群で同調して周期的に大量結実する現象の存在が知られている (Kelly 1994)。しかしその同調性の程度は樹種によって様々である。たとえば、ブナの結実には広域的な同調性が知られている一方 (e.g. Homma et al. 1999; Suzuki et al. 2005)、ミズナラやコナラ *Q. serrata* では個体間や地点間で結実状況が異なる場合があることが報告されている (e.g. Kanazawa 1982; Imada et al. 1990; 福本 2000; 水谷・多田 2006, 2007)。したがってブナ科樹木の豊凶の傾向を県域レベルで把握するためには、多地点、多個体で調査をおこない、個体間および地域間における豊凶の同調性について考慮する必要がある。

そこで、ツキノワグマの生息環境を把握し、その大量出没を予測するための基礎資料とすることを目的として、福井県における主要なブナ科樹木 4 種を対象として、県全体の広域的な着果状況を調査した。対象とした樹種は、ブナ、ミズナラ、コナラおよびクリ *Castanea crenata* である。また、過去の調査における堅果類の着果状況と比較し (水谷・多田 2006, 2007; 水谷ら 2008)、豊凶とツキノワグマの大量出没との関係について検討した。

調査地と調査方法

調査の種類

2008 年には、2005 年から継続的に実施している調査 (以下、従来調査: 水谷・多田 2006, 2007; 水谷ら 2008) に加えて、市町との連携によりコナラ等を対象とした簡易調査を実施した。従来調査は主としてツキノワグマの山地における餌条件の把握を目的として、ブナ、ミズナラ、コナラおよびクリの豊凶を調査した。簡易調査は不特定多数の人が利用する公園、キャンプ場などを対象として、クマの餌になる堅果類等の着果状況を把握し、具体的な注意喚起を実施するための資料を得ることを目的として実施した。

簡易調査ではコナラのほか、勝山市ではアベマキ *Q. variabilis*、クヌギ *Q. acutissima* の着果状況を 1 地点で調査した。また福井市と池田町では、河川沿いのオニグルミ *Juglans mandshurica* var. *sieboldiana* の着果状況を調査した。本報告ではこのうち、従来調査と共

通するコナラのみを扱う。

調査地の概要

図 1 に、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す。福井県の森林のうち、ブナ、ミズナラおよびコナラが優占する森林は森林面積全体の 52 % を占め、スギを主体とする針葉樹人工林は 31 %、その他の森林は 17 % を占める。ブナ林はおおむね標高 600m 以上の山地に分布する。ブナ林の分布域は奥山に限られており、全森林面積に占める面積割合は 5 % (143 km²) と小さい。ミズナラ林はおおむね標高 400 m 以上の山地に分布する。ミズナラ林が全森林面積に占める面積割合は 31 % (945 km²) 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。ミズナラ林は、とくに嶺北 (県北部) 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 400 m 以下の地域に分布し、全森林面積に占める面積割合は 17 % (519 km²) 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。クリは他のブナ科樹木とは異なり、単一樹種がまとまって優占する林分を形成するのではなく、コナラ林などに混生することが多い。

従来調査は、福井県内においてブナ科樹木が優占する森林面積が 50 % 以上の 2 次メッシュ、および低標高でブナ科樹木の優占度は低いものの、ツキノワグマが出没した履歴のある 2 次メッシュにおいて実施した (図 2)。各メッシュで優占する対象種ごとに、1 ないし 2 地点の調査地を選定した。調査地点は対象樹種が優占し、樹冠の高さがある程度揃っており、かつ調査対象木が 10 本以上連続して選択できる林分とした。ただし、適切な林分が見つからなかった地点では、林道や登山道など、特定のルート沿いの樹木を調査した。このほか、市町連携によるコナラの調査地点でも、従来調査と同様の調査をおこなった場合は、従来調査の記録に含めた。

簡易調査は、不特定多数の人が利用する公園、キャンプ場などを対象として、クマの餌になる堅果類等の着果状況を把握し、具体的な注意喚起を実施するための資料を得ることを目的として、県と市町の連携により実施した。調査地点は上記の条件に合致し、かつ調査対象木が 10 本以上連続して選択できる地点を、県と市町が協議して選定した。

従来調査の調査地点数は、ブナ、ミズナラ、コナラ

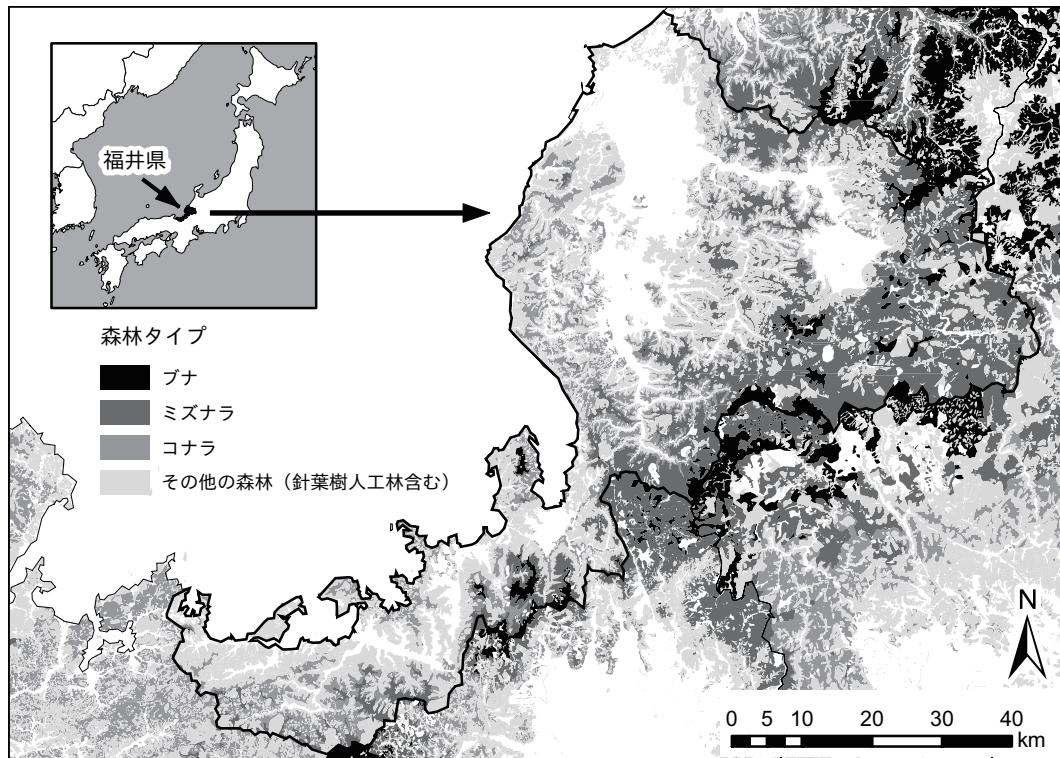


図 1 福井県における主要なブナ科樹木が優占する森林の分布。森林タイプは自然環境情報 GIS（環境庁自然保護局 1999）を元に作成した。

およびクリで、それぞれ 14 地点、16 地点、13 地点および 8 地点となった（図 2）。このうち市町との連携により実施した調査地点は、コナラで 5 地点あった。その内訳は、2007 年以前から継続の地点が 2 地点、新規に設定した調査地点が 3 地点であった。また簡易調査のみを実施した調査地点は、4 地点あった（図 2）。

従来調査

野外調査

従来調査は、2008 年 8 月 1 日から 9 月 12 日までの期間に実施した。調査地点ごとに 10 本以上の調査木を対象として調査した。調査木は、胸高直径が 20 cm 以上で、樹冠が林冠上部に到達している木を選択した。また、林縁木と林内木がそれぞれ半数ずつになるように選択した。ただし、適切な調査林分が見つからず、林道や登山道など、特定のルート沿いで調査した地点では、すべて林縁木を調査木とした。継続調査が可能な林分の調査地においては、調査木にナンバーテープを貼付して個体識別し、胸高直径を輪尺で計測した。また、林縁からの距離を 5 段階（A：孤立木、B：林縁木、C：林縁から 10 m 未満、D：林縁から 10～20

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

m, E：林縁から 20 m 以上）で記録した。林道や登山道など、ルート沿いで調査した場合は、目測した胸高直径と林縁からの距離を記録した。調査木ごとに、樹上の堅果を 7～18 倍双眼鏡もしくは肉眼により目視で観察し、次に述べる方法で個体ごとの着果状況を評価した。

着果状況の評価

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の豊凶評価が可能である。そこで紙谷（1986）を参考に、定性的な着果の状態から表 1 の基準で着果度指標を判定して、豊凶評価をおこなった。

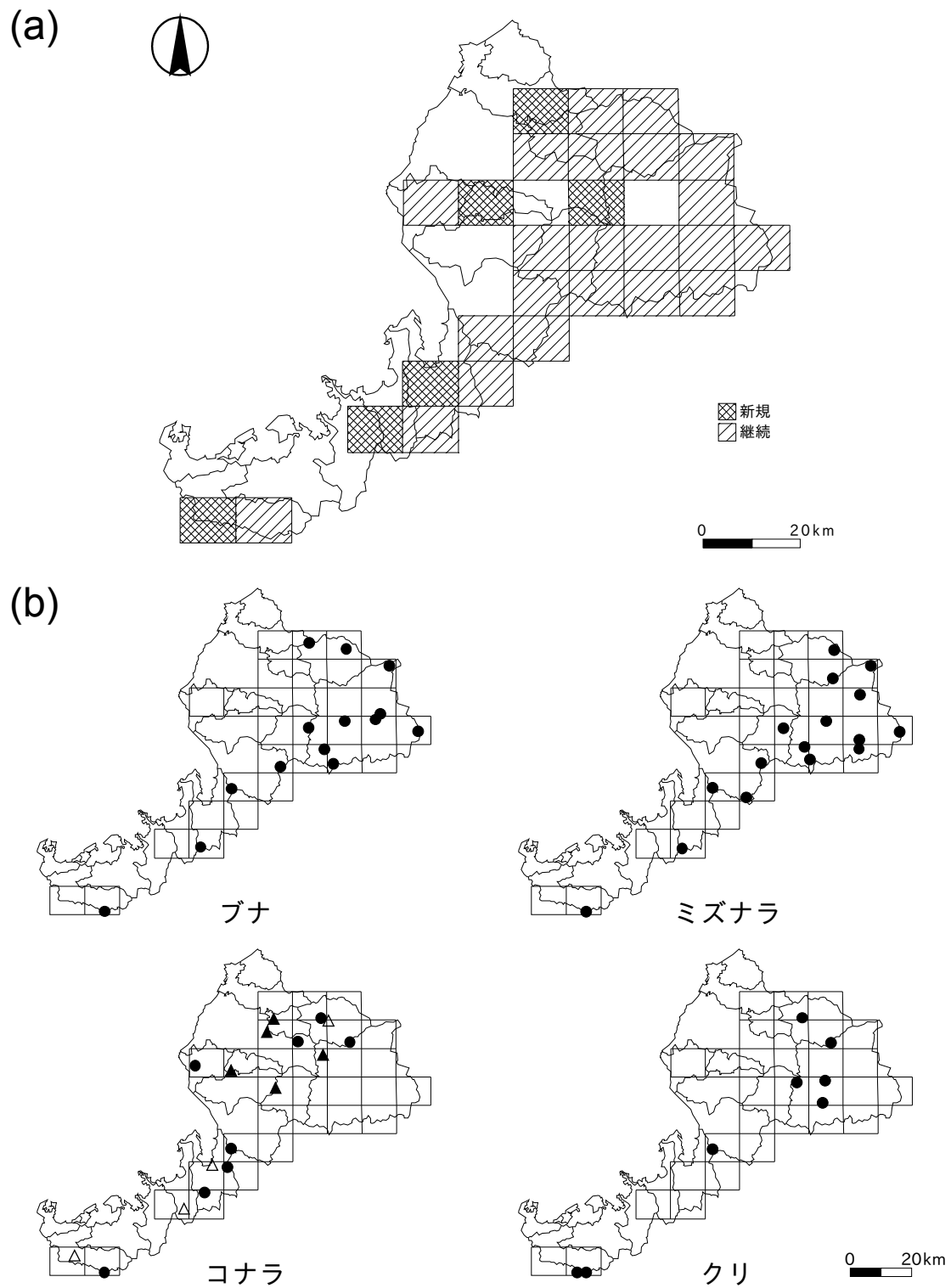


図2 調査対象とした2次メッシュ(a)と樹種ごとの調査地点(b). (b)のコナラの調査地点は、●：従来調査，▲：市町との連携による従来調査，△：簡易調査の実施地点を表す。

表 2 ミズナラ、コナラ、クリの着果度指標の判定基準.

着果度 指標	作柄	着果指数			着果区分
		ミズナラ	コナラ	クリ	
4	豊作	5.7～	7.8～	2.5～	密に着果
3	並作	1.9～5.7	2.6～7.8	0.9～2.5	
2	不作	0.6～1.9	0.9～2.6	0.3～0.9	疎に着果
1	凶作	0～0.6	0～0.9	0～0.3	
0		0	0	0	着果なし

ミズナラ、コナラおよびクリは、ブナと比較して豊凶間の着果量の差が小さく、その違いが明瞭ではない。このため、水井（1991）の方法に準じて次の手順で定量的な着果指数を求め、豊凶評価をおこなった。

①樹冠全体から 20 本の枝を選び、枝先およそ 50 cm × 20 cm の範囲に堅果を着生している枝の本数率（着果枝率）を調べた。②着果枝 10 本について、枝先およそ 50 cm × 20 cm の範囲に着生する堅果（クリにおいては殻斗）の平均個数（平均着果数）を調べた。③着果枝率と平均着果数の積を個体の着果状況をあらわす着果指数（寺澤 2002）として求めた。なお、ミズナラ、コナラの堅果のうち、殻斗から堅果の先端が十分に突出していないものは、虫害、発育不全の可能性が高いため、着果数には含めなかった。またクリについても、殻斗が著しく小さいものや、殻斗が裂開前に褐変したものは、着果数に含めなかった。着果指数に対しては、種子重－種子数関係を用いた落葉広葉樹の種子の結実豊凶区分（水井 1991）を適用することができる。既存文献から求めた平均種子重（ミズナラ 2980 mg（清和・菊沢 1989）、コナラ 1840 mg（広木・松原 1982）、クリ 1920 mg（広木・松原 1982））を水井（1991）に示されている種子重－種子数関係式に当てはめ、着果度指標区分の基準値を求めた（表 2）。ただしクリの場合、1 殻斗あたりの種子数は 3 であるから、殻斗の個数の基準値は、求めた閾値の 1/3 とした。

簡易調査

野外調査

簡易調査は、2008 年 9 月 1 日から 19 日までの期間に実施した。調査地点ごとに調査木を 10 本以上選定した。調査木は従来調査と同様、胸高直径が 20 cm 以上で、かつ樹冠が林冠上部に到達している木を選択した。ただし簡易調査では林縁との位置関係にもとづく本数割合を指定せず、樹冠部が見やすい調査木を優先

表 3 コナラの簡易調査における着果状況の判定基準.

着果状況	着果の状態	着果区分
A	樹冠全体に密に着果	密に着果
B	樹冠全体に疎に着果	
C	樹冠の一部に密に着果	疎に着果
D	樹冠の一部に疎に着果	
E	着果なし	着果なし

表 4 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。

して選択した。調査木ごとに、樹上の未成熟～成熟堅果の数を双眼鏡を用いて観察し、定性的な着果の状態から、個体ごとの着果状況を表 3 に従って評価した。このうち A と B、D と E の評価については、従来調査と同様の定量的な判定基準を示して慎重に判断した。これにより簡易調査による豊凶評価は、着果区分の段階では従来調査による豊凶評価と対応した評価とみなすことができる。

豊凶の評価

豊凶の評価は、個体レベル、地点（県域）レベルの 2 つの段階でおこなった。

地点（地域）レベルの豊凶は、個体ごとの豊凶の構成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, 3）に集約したのち、McDonald（1992）の基準に準じて作成した表 4 の豊凶評価基準にもとづいて、調査地点ごと、および県全体の作柄を判定した。

統計解析

県全体の着果区分別個体数割合は、Fisher's Exact Test for Count Data により樹種間、年次間で比較した。また 2008 年における樹種間比較と、樹種ごとの着果状況の年次間比較について、Holm-Bonferroni の方法による多重比較をおこなった。地点間における着果状況は、地点ごとの着果指数（ブナにおいては着果度指標）に対する Kruskal-Wallis rank sum test およ

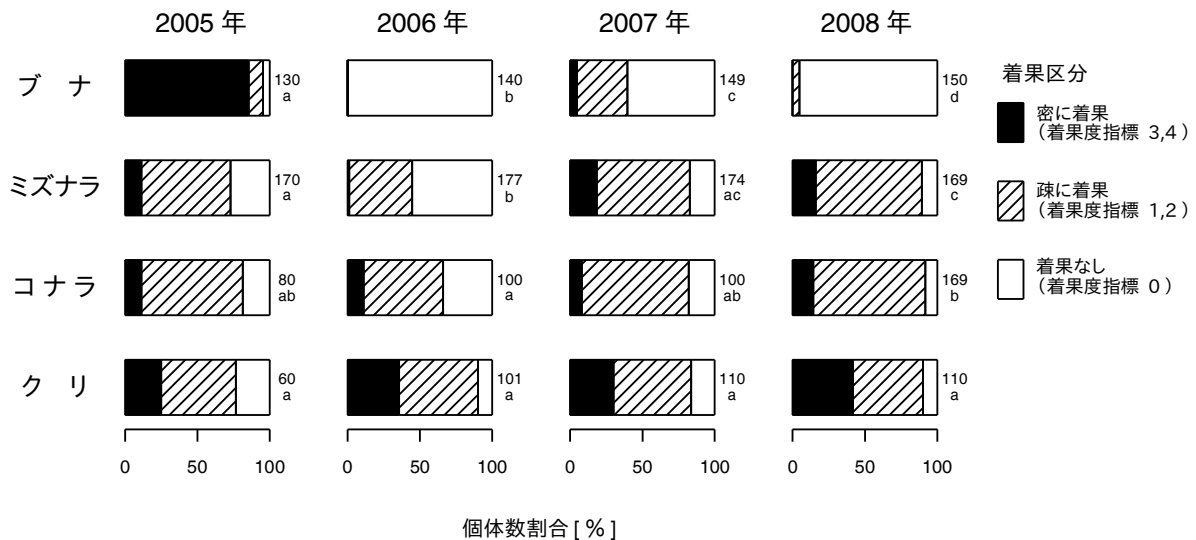


図3 2005年から2008年におけるブナ科樹木4種の着果区分別個体数割合。2008年のコナラは、従来調査による結果のみを示した。棒グラフ右上の数字はサンプル数を表す。棒グラフ右下の異なる英小文字は、樹種ごとの着果区分別個体数割合に、年次間で有意差があることを示す（Fisher's exact test for count data with Holm-Bonferroni corrections for multiple comparisons, $P < 0.05$ ）。

び Steel-Dwass multiple comparison test により比較した。これらの解析には従来調査の結果のみを使用した。

また、コナラの着果区分別個体数割合について、Fisher's Exact Test for Count Data を用いて従来調査、簡易調査およびその合計による結果を比較した。

なお、すべての統計解析には、R ver. 2.9.2 (R Development Core Team 2009) を使用した。

結果

県全体の着果状況

ブナ科樹木4種の県全体の着果状況を図3に示す。2008年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 ($\chi^2 = 434.5$, $df = 6$, $P < 0.0001$)。樹種間における着果区分別個体数割合は、ミズナラとコナラの間以外で有意に異なっていた ($P < 0.05$)。

ブナでは、着果した個体は4.7%で、いずれも疎に着果した個体であった(図3)。2005年から2008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 ($\chi^2 = 542.8$, $df = 6$, $P < 0.0001$)。ブナの着果区分別個体数割合は、いずれの年次間においても有意に異なっていた(図3; $P < 0.05$)。2008年のブ

ナの着果状況は、全く着果が見られなかった2006年に次いで不良であり、2007年より悪かった。

ミズナラでは、89%の個体で着果が見られ、並作以上の作柄の個体は16%あった(図3)。2005年から2008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 ($\chi^2 = 113.2$, $df = 6$, $P < 0.0001$)。ミズナラの着果区分別個体数割合は、2005年と2007年、2007年と2008年の間以外で、有意に異なっていた(図3; $P < 0.05$)。2008年のミズナラの着果状況は、2007年と同程度であった。

コナラでは、92%の個体で着果が見られ、並作以上の作柄の個体が14%あった(図3)。2005年から2008年までの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 ($\chi^2 = 30.0$, $df = 6$, $P < 0.0001$)。コナラの着果区分別個体数割合は、2006年と2008年の間で有意に異なっていた(図3)。2008年のコナラの着果状況は、2007年と同程度であり、大量出没が発生した2006年と比較して良好であった。

クリでは、90%の個体で着果が見られ、並作以上の作柄の個体が42%あった(図3)。2005年から2008年までのクリの着果区分別個体数割合には、年次間で有意差がなかった ($\chi^2 = 11.2$, $df = 6$, $P = 0.097$)。

県域レベルの豊凶判定基準(表4)にあてはめると、

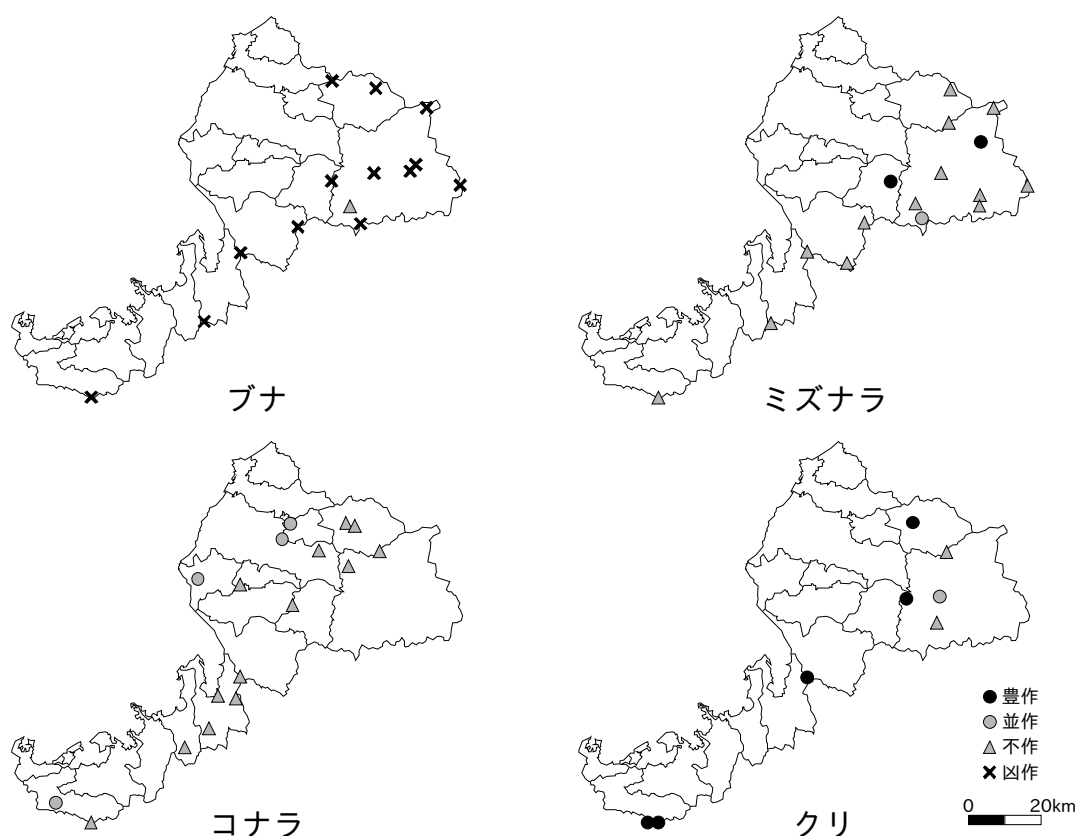


図4 ブナ科樹木4種の地点ごとの作柄。コナラでは簡易調査による結果を含む。

ブナは凶作，ミズナラ，コナラは不作，クリは並作と判定された。

地点ごとの着果状況

ブナは，着果個体が確認された1地点のみ不作で，他の地点はすべて凶作であった（図4；付表1）。ブナの着果度指標は，地点間で有意に異なっていたが（ $\chi^2 = 35.3, df = 13, P < 0.0001$ ），多重比較では調査地間の違いは検出されなかった（ $P > 0.05$ ）。

ミズナラは，大部分の地点が並作もしくは不作であったが，豊作も2地点あった（図4；付表1）。ミズナラの着果指数は，地点間で有意に異なっていた（ $\chi^2 = 56.0, df = 15, P < 0.0001$ ）。地点間における着果指数の違いは，一部の調査地点間で有意であった（ $P < 0.05$ ）。

コナラは，2008年には大部分の地点が不作もしくは並作であった（図4；付表1）。コナラの着果指数は，地点間で有意に異なっていたが（ $\chi^2 = 27.2, df = 12, P$

$= 0.007$ ），多重比較では調査地間の違いは検出されなかった（ $P > 0.05$ ）。

クリは，豊作の地点が5地点で，並作が1地点，不作が2地点あった（図4；付表1）。クリの着果指数は，地点間で有意に異なっていた（ $\chi^2 = 27.2, df = 7, P = 0.0003$ ）。地点間における着果指数の違いは，とくに着果状況が良好であった豊作の1地点と不作の2地点の間でのみ，有意であった（ $P < 0.05$ ）。

年次ごとの着果状況と標高の関係を図5に示す。2008年の高標高域におけるブナ科樹木の着果状況は，ブナに密に着果した個体が存在する地点がない点で，2005年，2007年と比較して不良であった。しかしクマ大量出沒が発生した2006年とは異なり，高標高域のミズナラに，密に着果した個体が比較的多い地点が存在した。一方低標高域では，高標高域と比較して，年次間における着果状況の違いは顕著ではなかった。

地点ごとの着果状況の年次変化を図6に示す。ブナは2007年に密に着果した個体があった5地点すべて

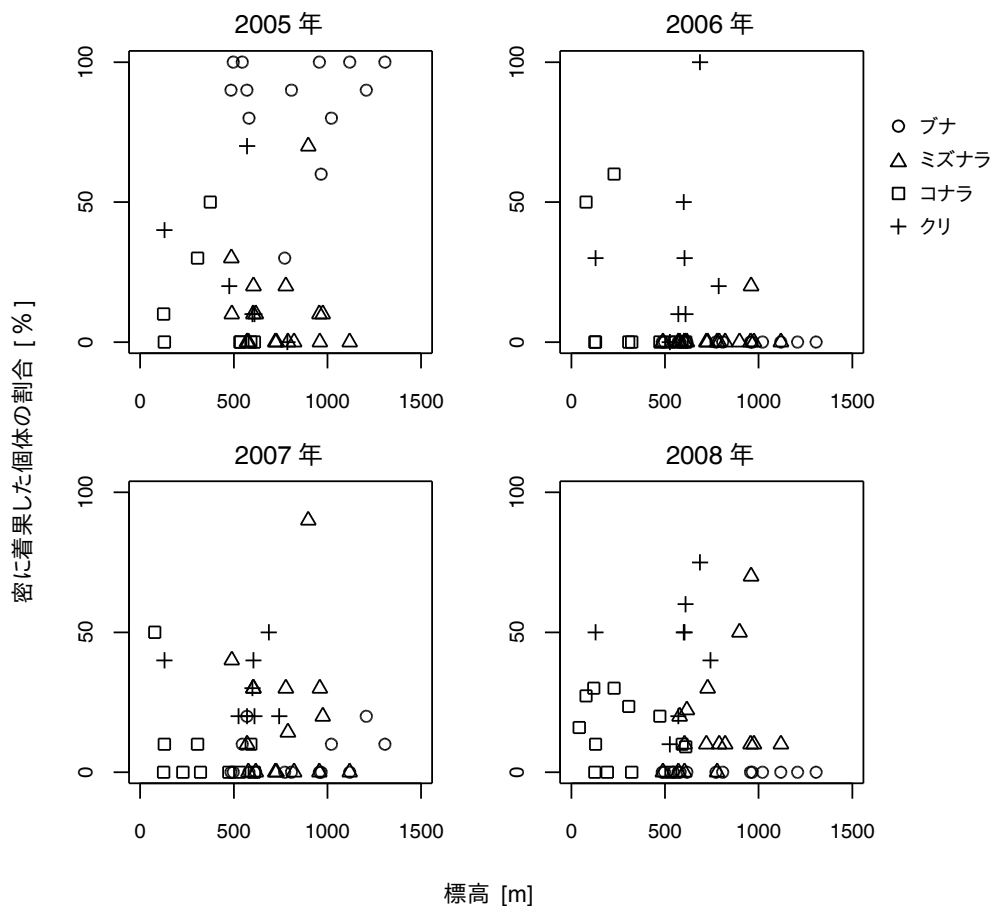


図5 各地点において密に着果した個体が占める割合と標高の関係。2005年から2008年までの結果を、年次別にプロットした。異なる記号は、異なる樹種を表す。

において、密に着果した個体の割合が減少した。ミズナラでは2007年と比較して、密に着果した個体の割合が増えた地点が8地点、減った地点が8地点あった。コナラでは2007年と比較して、密に着果した個体の割合が増えた地点、同じ地点、減った地点がそれぞれ4地点、5地点、1地点あった。クリでは2007年と比較して、密に着果した個体の割合が増えた地点、同じ地点、減った地点がそれぞれ6地点、1地点、1地点あった。

簡易調査との比較

コナラの着果区分別個体数割合は、従来調査の結果と簡易調査のみによる結果の間に差がなかった（図7； $P=0.38$ ）。また、従来調査の結果に簡易調査の結果を加えた場合の着果区分別個体数割合も、従来調査のみの場合と差はなかった（ $P=0.88$ ）。従来調査の結果に簡易調査の結果を加えた場合も、コナラの県全体

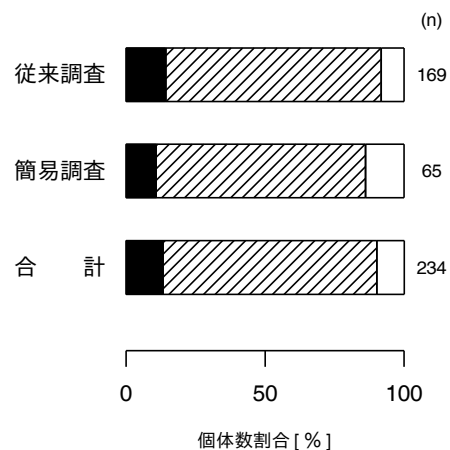


図7 従来調査と簡易調査によるコナラの着果区分別個体数割合。グラフ右の数字は調査個体数を示す。黒：密に着果（並作以上；樹冠全体に密に着果）、斜線：疎に着果（不作以下；樹冠全体に疎に着果～樹冠の一部に疎に着果）、白：着果なし。

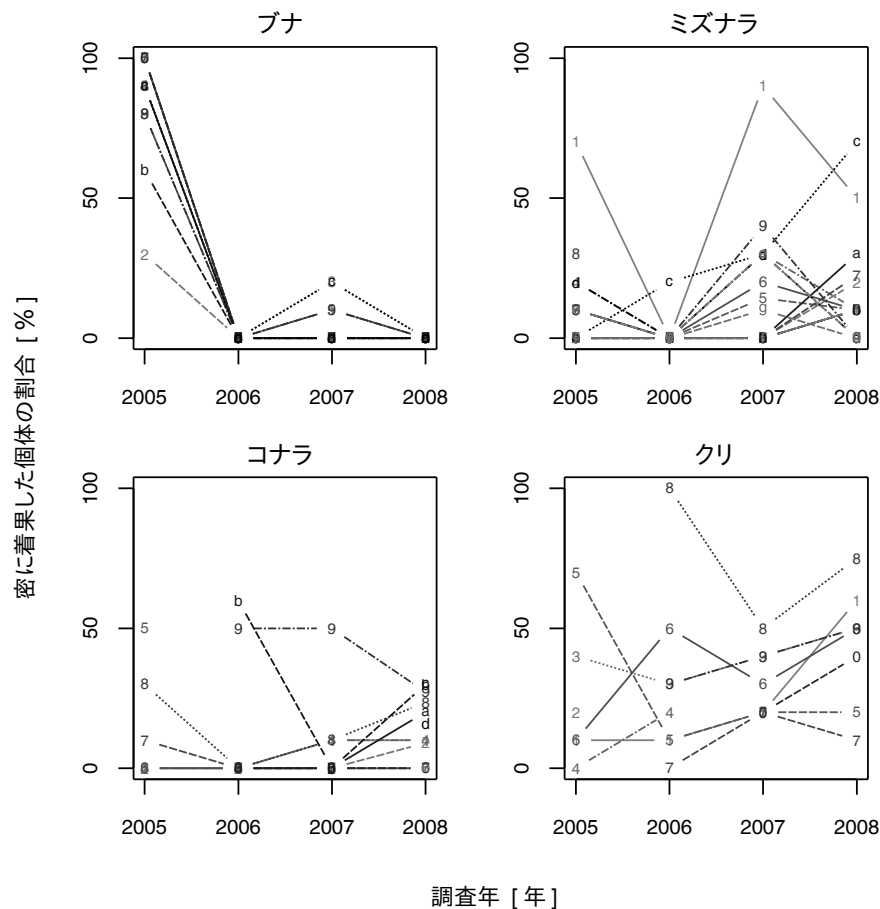


図 6 地点ごとに密に着果した個体が占める割合の年次変化。2005 年から 2008 年までの結果を、樹種別にプロットした。異なる記号は、異なる地点の結果を表す。2 年間以上継続して調査した地点は、結果を線でつないで示した。

の作柄評価は不作で変わらなかった。

考察

堅果類の豊凶の年次変動と同調性

地点ごとのブナの着果状況の年次変動はこれまでと同様、県域レベルで同調的であった（図 6）。ブナの結実は一域的に同調することが知られている（Homma et al. 1999 ; Suzuki et al. 2005）。このようにブナの豊凶が一域にわたって同調する要因として、特定の気象条件の関与が報告されている（矢田・小谷 2006 ; Kon et al. 2007）。

一方ミズナラでは、地点ごとの着果状況が良くなった地点と悪くなった地点が、半分ずつ存在していた（図 6）。これまでミズナラの着果状況は地点間で比較的同調していたが（水谷ら 2008）、2008 年には従来とは異なる傾向が見られた。2008 年に着果状況が悪化した

地点は、いずれも 2007 年に密に着果した個体が多かった地点であった。このことは、個体群レベルでは隔年結実したことを反映した結果と考えられる。Maeto and Ozaki (2003) は、ミズナラの個体群レベルの着果の同調性には、“隔年結実期 (alternate bearing phase)” と “非隔年結実期 (non-alternate bearing phase)” の 2 つのパターンが存在することを報告している。本調査においても地点（個体群）レベルでは、同様の傾向があるものと考えられる。これは個体や個体群レベルの隔年結実の傾向に加え、広域的に同調してその豊凶に影響を及ぼす気象要因などが作用した結果と考えられる。

コナラとクリでは、地点ごとの着果状況が、2007 年と比較して良好になった地点が多かった（図 6）。しかしながら、これら 2 樹種では地点内における着果状況のばらつきも大きく（付表 1）、県全体の作柄には年次間の違いが見られなかった（図 3）。

ただし、樹木の結実特性の把握には長期間の観測が必要である（正木・柴田 2005）。とくに極端な豊作や凶作がごく稀にしか発生しない場合、それが観測できるか否かによって、結実特性の評価が大きく変わる可能性がある。これらブナ科樹木の結実特性については、さらに継続的な調査によりデータを蓄積しつつ検討する必要がある。

堅果類の豊凶とクマ出没傾向

福井県における 2008 年 9 月から 12 月のクマ出没件数（目撃、痕跡の確認、捕獲を含む）は 38 件、有害捕獲頭数は 3 頭であり、クマ大量出没が発生した 2004 年（出没 1,283 件、有害捕獲 231 頭）、2006 年（出没 1,454 件、有害捕獲 238 頭）と比較して、いずれも少なかった（福井県安全環境部自然環境課 2009）。一方、クマ大量出没が発生しなかった平常年における秋期のツキノワグマの出没件数は、2005 年が 18 件、2007 年が 50 件で、有害捕獲頭数はいずれも 0 頭であった。従って福井県においては、2008 年はツキノワグマの出没頻度について平常年と見なすことができる。

ブナが優占する東北地方では、ブナの凶作年にツキノワグマの出没が多くなることが報告されている（Oka et al. 2004）。しかしよりブナの優占度が低い兵庫県氷ノ山では、ブナとミズナラの両方の結実が不良な年に、ツキノワグマの出没が多くなる傾向にある（谷口・尾崎 2003）。

2008 年の調査結果から、福井県においても兵庫県と同様に、ブナ、ミズナラ両方の着果状況が、ツキノワグマの出没に影響を及ぼしている可能性が考えられる。しかしながら、クマ大量出没の発生が、ブナの着果状況に関わらずミズナラの着果状況のみで規定されている可能性も依然として残されている。クマ大量出没発生に至る、ブナ科樹木の着果状況の条件については、今後も豊凶状況のモニタリング調査を継続し、情報を蓄積した上で検討する必要がある。

モニタリング調査を長期間にわたって継続するためには、調査内容を容易かつ普遍的なものにする必要がある。今回試行した簡易調査手法は、従来調査よりも容易であり、行政担当者など研究者以外の調査者でも実施可能であると思われた。この簡易調査手法の確立は、ブナ科樹木の豊凶モニタリングを将来にわたって継続する上で、重要な課題である。

謝辞

調査にあたって、福井県総合グリーンセンターの杉本孝司主任研究員にご協力いただいた。また市町連携調査は各市町の鳥獣行政担当者、施設管理担当者にご参加いただいた。ここに記して感謝する。

引用文献

- 福井県安全環境部自然環境課．2009．平成 16 年度～平成 21 年度の出没・捕獲・人身被害件数の一覧表（平成 21 年 4 月 9 日現在）．URL http://www.pref.fukui.jp/doc/shizen/tixyouzixyuu/tukinowaguma_d/fil/055.xls（参照：2009/6/1）．
- 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．
- 行政管理庁．1973．統計に用いる標準地域メッシュおよび標準地域メッシュ・コード．昭和 48 年 7 月 12 日付け行政管理庁告示第 143 号．
- 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．
- 広木昭三・松原輝男．1982．ブナ科植物の生態学的研究Ⅲ．種子－実生期の比較生態学的研究．日本生態学会誌 32:227-240．
- 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.
- Imada, M., Nakai, T., Nakamura, T. Mabuchi, T., Takahashi, Y. 1990. Acorn dispersal in nature stands of Mizunara (*Quercus mongolica* var. *grosseserrata*) for twenty years. *Journal of the Japanese Forest Society* 72:426-430.
- 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 (III) : 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.
- Kanazawa, Y. 1982. Some analyses of the reproduc-
tion process of a *Quercus crispula* blume popu-
lation in Nikko : I. a record of acorn dispersal
and seedling establishment for several years at
three natural stands. Japanese Journal of Ecology
32:325-331.
- 環境庁自然保護局 (編). 1999. 自然環境情報 GIS 第
2 版 18:福井県 [電子資料]. 環境庁自然保護局
生物多様性センター, 富士吉田市.
- 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.
- Kelly, D. 1994. The evolutionary ecology of mast seed-
ing. Trends in Ecology and Evolution 9:465-470.
- Kon, H., Noda, T. 2007. Experimental investigation on
weather cues for mast seeding of *Fagus crenata*.
Ecological Research 22:802-806.
- Maeto, K., Ozaki, K. 2003. Prolonged diapause of spe-
cialist seed-feeders makes predator satiation un-
stable in masting of *Quercus crispula*. Oecologia
137:392-398.
- 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.
- 正木隆・柴田鏡江. 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.
- 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-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・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・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.
- 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.
- 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: 一ブナ, ミズナラ, コナラの
豊凶調査一. 富山県林業技術センター.
- 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. 2009. R: A language and
environment for statistical computing. R Foun-
dation for Statistical Computing, Vienna, Austria.
ISBN 3-900051-07-0, URL <http://www.R-project.org>.
- 清和研二・菊沢喜八郎. 1989. 落葉広葉樹の種子重と
当年生稚苗の季節的伸長様式. 日本生態学会誌
39:5-15.
- 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.
- Suzuki, W., Osumi, K., Masaki, T. 2005. Mast seeding
and its spatial scale in *Fagus crenata* in northern
Japan. Forest Ecology and Management 205:105-
116.
- 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. 1998. ミズナラの花・種子・稚樹の生態的

- 特性. 広葉樹育林ガイド ミズナラ林の造成技術. pp30-75. 北海道林業改良普及協会, 札幌.
- 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.
- 矢田豊・小谷二郎. 2006. 前年の気象条件によるブナおよびスギの開花結実量の予測: - 石川県におけるブナ 7 年間、スギ 15 年間の解析結果から -. 第 117 回日本森林学会大会学術講演集.
- 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.8-15.

正 誤

前報「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) で誤りがありました. お詫びして, 下記の通り訂正します.

P37 右 8 行目

誤

ブナは 凶作, ミズナラ, コナラは不作, クリは並作と

正

ブナは 不作, ミズナラ, コナラは不作, クリは並作と

付表1 従来調査による調査地点ごとの着果度指標別本数と豊凶判定. 2次メッシュは日本測地系に準拠した2次メッシュコードである(約10 km × 10 km; 行政管理庁 1973).

樹種	調査地(市町)	2次 メッシュ	標高 (m)	調査日	着果度指標別本数(本)						地点の 豊凶†
					0	1	2	3	4	計	
ブナ	北谷町谷(勝山市)	543614	545	2008/08/08	9	1	0	0	0	10	凶作 <i>n.s.</i>
	竹田川上流(坂井市)	543613	772	2008/08/07	9	1	0	0	0	10	凶作 <i>n.s.</i>
	刈込池(大野市)	543605	1119	2008/08/01	10	0	0	0	0	10	凶作 <i>n.s.</i>
	後野(大野市)	533675	570	2008/08/23	10	0	0	0	0	10	凶作 <i>n.s.</i>
	油坂峠(大野市)	533666	808	2008/08/27	10	0	0	0	0	10	凶作 <i>n.s.</i>
	川合(大野市)	533665	485	2008/08/27	10	0	0	0	0	10	凶作 <i>n.s.</i>
	モッカ平(大野市)	533664	957	2008/08/05	9	0	1	0	0	10	凶作 <i>n.s.</i>
	部子山(池田町)	533663	1307	2008/08/05	10	0	0	0	0	10	凶作 <i>n.s.</i>
	温見峠(大野市)	533654	1021	2008/08/13	10	0	0	0	0	10	凶作 <i>n.s.</i>
	平家平(大野市)	533653	1208	2008/08/10	6	2	2	0	0	10	不作 <i>n.s.</i>
	高倉峠(南越前町)	533652	966	2008/08/04	10	0	0	0	0	10	凶作 <i>n.s.</i>
	山中林道(南越前町)	533641	581	2008/08/04	10	0	0	0	0	10	凶作 <i>n.s.</i>
	黒川林道(敦賀市)	533620	497	2008/08/10	10	0	0	0	0	10	凶作 <i>n.s.</i>
	五波峠(おおい町)	533505	617	2008/08/10	20	0	0	0	0	20	凶作 <i>n.s.</i>
合計					143	4	3	0	0	150	
ミズナラ	北谷町谷(勝山市)	543614	721	2008/08/28	2	5	2	1	0	10	不作 <i>abc</i>
	刈込池(大野市)	543605	1119	2008/09/04	2	4	3	1	0	10	不作 <i>ab</i>
	南六呂師(大野市)	543604	789	2008/08/22	0	7	2	1	0	10	不作 <i>abc</i>
	池ヶ原(大野市)	533675	960	2008/09/02	0	1	2	5	2	10	豊作 <i>abc</i>
	油坂峠(大野市)	533666	778	2008/08/27	1	9	0	0	0	10	不作 <i>a c</i>
	伊勢橋(大野市)	533665	571	2008/08/31	0	8	2	0	0	10	不作 <i>abc</i>
	モッカ平(大野市)	533664	957	2008/08/31	0	7	2	1	0	10	不作 <i>abc</i>
	部子山(池田町)	533663	898	2008/09/05	0	2	3	4	1	10	豊作 <i>ab</i>
	久沢谷(大野市)	533655	604	2008/08/27	3	7	0	0	0	10	不作 <i>c</i>
	温見(大野市)	533654	728	2008/08/24	0	2	5	2	1	10	並作 <i>abc</i>
	平家平(大野市)	533653	975	2008/08/31	0	14	4	2	0	20	不作 <i>abc</i>
	高倉峠(南越前町)	533652	822	2008/09/03	3	5	1	1	0	10	不作 <i>abc</i>
	夜叉が池(南越前町)	533642	489	2008/09/03	0	8	2	0	0	10	不作 <i>abc</i>
	山中林道(南越前町)	533641	605	2008/08/30	2	7	0	1	0	10	不作 <i>abc</i>
	黒川林道(敦賀市)	533620	578	2008/09/05	2	4	2	1	1	10	不作 <i>abc</i>
	五波峠(おおい町)	533505	617	2008/09/06	3	4	0	2	0	9	不作 <i>abc</i>
合計					18	94	30	22	5	169	
コナラ	荒土町別所(勝山市)	543613	129	2008/08/28	2	7	0	1	0	10	不作 <i>n.s.</i>
	松岡公園(永平寺町)‡	543612	119	2008/09/01	0	4	3	3	0	10	並作 <i>n.s.</i>
	南六呂師(大野市)	543604	532	2008/09/06	1	8	1	0	0	10	不作 <i>n.s.</i>
	上吉山(福井市)	543603	322	2008/09/12	1	7	2	0	0	10	不作 <i>n.s.</i>
	東山公園(福井市)‡	543602	78	2008/09/10	0	5	3	3	0	11	並作 <i>n.s.</i>
	亀山公園(大野市)‡	533673	192	2008/09/12	0	13	2	0	0	15	不作 <i>n.s.</i>
	鯖江青年の家(鯖江市)‡	533671	42	2008/09/11	2	14	5	2	2	25	不作 <i>n.s.</i>
	上山中(越前町)	533670	228	2008/09/01	0	2	5	3	0	10	並作 <i>n.s.</i>
	ハツ杉キャンプ場(越前市)‡	533662	473	2008/09/01	2	12	2	3	1	20	不作 <i>n.s.</i>
	山中林道(南越前町)	533641	592	2008/08/30	0	6	3	1	0	10	不作 <i>n.s.</i>
	池河内(敦賀市)	533631	306	2008/09/05	1	10	2	2	2	17	不作 <i>n.s.</i>
	黒川林道(敦賀市)	533620	125	2008/09/05	4	5	1	0	0	10	不作 <i>n.s.</i>
	五波峠(おおい町)	533505	610	2008/09/06	1	4	5	1	0	11	不作 <i>n.s.</i>
合計					14	97	34	19	5	169	
クリ	荒土町別所(勝山市)	543613	129	2008/08/28	0	3	2	5	0	10	豊作 <i>ab</i>
	南六呂師(大野市)	543604	571	2008/08/21	3	11	2	2	2	20	不作 <i>a</i>
	笹生川ダム(大野市)	533664	526	2008/08/25	3	13	2	1	1	20	不作 <i>a</i>
	モッカ平林道(大野市)	533664	743	2008/08/05	0	3	3	3	1	10	並作 <i>ab</i>
	宝慶寺(大野市)	533663	687	2008/08/25	1	2	2	3	12	20	豊作 <i>b</i>
	山中林道(南越前町)	533641	600	2008/08/04	1	3	1	4	1	10	豊作 <i>ab</i>
	五波峠(おおい町)	533505	610	2008/09/06	2	1	1	1	5	10	豊作 <i>ab</i>
	五波峠林道(おおい町)	533505	605	2008/09/06	1	2	2	3	2	10	豊作 <i>ab</i>
合計					11	38	15	22	24	110	

† 異なる英小文字は、調査地間で着果指数(ただし、ブナにおいては着果度指標)に有意差があることを示す(Steel-Dwass multiple comparison test, $P < 0.05$)。ただし、*n.s.*は、多重比較ではいずれの調査地間にも有意差なし。

‡ 市町連携による調査地。

付表2 簡易調査による調査地点ごとの着果度指標別本数と豊凶判定. 2次メッシュは日本測地系に準拠した2次メッシュコードである(約10 km × 10 km ; 行政管理庁 1973).

樹種	調査地(市町)	2次 メッシュ	標高 (m)	調査日	着果度指標別本数(本)						地点の 豊凶
					E	D	C	B	A	計	
コナラ	松岡公園(永平寺町)	543612	119	9/19	0	3	2	5	1	11	不作 [†]
	長尾山総合公園(勝山市)	543604	219	9/19	1	12	1	2	3	19	不作
	金ヶ崎公園(敦賀市)	533630	159	9/10	4	7	0	4	0	15	不作
	新庄(美浜町)	533527	149	9/9	4	5	0	1	0	10	不作
	流星館キャンプ場(おおい町)	533504	170	9/16	0	4	0	3	3	10	並作

† 従来調査の結果に簡易調査の結果を加えた場合の作柄評価. ただし付表2以外では, 従来調査による作柄評価を表示している.