

2006 年の福井県におけるブナ科樹木 4 種の結実状況

水谷瑞希^{*1}・多田雅充^{1,2}

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. ツキノワグマ大量出沒を予測するための基礎資料とすることを目的として, ブナ科樹種 4 種(ブナ, ミズナラ, コナラ, クリ)の結実状況を調査した. 2006 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. 2005 年と比較して, ブナ, ミズナラ, コナラの作柄は不良であった. とくにブナは, 2005 年には豊作であったのに対し, 2006 年には全ての個体が結実しなかった. クリの作柄は 2005 年と差がなかった. 2006 年には福井県でツキノワグマの大量出沒が発生した. その要因として, ブナ, ミズナラの結実状況が不良だったことによる, 奥山におけるクマの餌資源量の不足の影響が考えられる.

キーワード: 堅果生産量, 豊凶, クリ, コナラ, ブナ, ミズナラ

Mizuki MIZUTANI^{*1}, Masamitsu TADA^{1,2}. 2007. Acorn crops of 4 Fagaceae species in Fukui Prefecture in 2006. *Ciconia* (Bulletin of Fukui Nature Conservation Center) 12:43-52. Acorn crops of 4 Fagaceae species (*Fagus crenata*, *Quercus crispula*, *Q. serrata* and *Castanea crenata*) were surveyed for the purpose of helping to predict the frequent appearance of bears. In 2006, the acorn crop level of *F. crenata*, *Q. crispula*, *Q. serrata* and *C. crenata* throughout Fukui Prefecture was rated as poor, light, light and medium, respectively. The crop level of *F. crenata*, *Q. crispula*, and *Q. serrata* decreased when compared with 2005. In 2006, all *F. crenata* individuals did not form a crop, unlike 2005 when there was a heavy crop. The crop level of *C. crenata* did not differ between 2005 and 2006. The shortage of food resources at higher elevation mountain areas caused by acorn crop failure of *F. crenata* and *Q. crispula* is thought to have affected the frequent appearance of bears in the autumn of 2006.

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沒件数の多さには年次変動があり, とく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* 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)には全国で 1150 頭程度であるが, 2004 年, 2006 年には, それぞれ 2241 頭, 4846 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).

ツキノワグマ大量出沒の原因として, 台風や豪雨, 猛暑などの異常気象による餌資源の不足, ブナ科樹木の堅果類の凶作, 里山林の管理放棄に伴う里山域の環境変化や, そこに生息するツキノワグマ個体数の増加など, さまざまな要因が指摘されているが(自然環境研究センター 2005), 各要因の影響の大きさについて

は十分な検証はなされていない. しかし, 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沒件数が増加する例が報告されていることから(谷口・尾崎 2003; Oka et al. 2004), 堅果類の凶作がツキノワグマ大量出沒の直接的な要因として作用した可能性は高いと考えられる.

ブナ科樹木の堅果類はツキノワグマにとって秋期の主要な餌であるが(橋本・高槻 1997), その結実量には大きな年次変動があることが知られている. ブナやミズナラの凶作年に, ツキノワグマの有害捕獲頭数や出沒件数が増加するのは, 山地の餌資源量が少ない年に, ツキノワグマが餌を求めて人里付近で活動する頻度が増えるためと考えられる. このため, ツキノワグマの餌となる堅果の結実状況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可能性がある

福井県自然保護センター研究業績 第 73 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-shi, Fukui 912-0131, Japan.

2 現所属: 福井県海浜自然センター Present address: Fukui Coastal Nature Center.

ことが指摘されている (Oka et al. 2004)。

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、ツキノワグマの主要な餌資源となる堅果類の結実状況を、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 (Kerry 1994)。しかしその同調性の程度は樹種によって異なり、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)、ミズナラやコナラでは個体間・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)。したがってブナ科樹木の結実状況を県域レベルで把握するためには、個体間および地域間におけるその同調性についても検討する必要がある。

そこで、ツキノワグマ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、県内全体を対象に広域的に調査をおこない、その結実状況を明らかにした。対象とした樹種は、ブナ、ミズナラ、コナラ *Q. serrata* およびクリ *Castanea crenata* である。また、2005 年におけるその結実状況と比較し (水谷・多田 2006)、ツキノワグマの大量出没との関係についても検討した。

調査地と調査方法

調査地の概要

調査は福井県全域のうち、対象とするブナ科樹木が優占する植生域を対象として実施した。図 1 に、福井県の森林の概要を示す。福井県の森林のうち、ブナ、ミズナラおよびコナラが主要な位置を占め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 % (143km²) と小さい。ミズナラ林はおおむね標高 400m 以上の山地に分布する。ミズナラ林が全森林面積に占める面積割合は 31 % (945km²) 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面積割合は 17 % (519km²) 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、コナラ林などに混在することが多い。

調査地は、まず 2 次メッシュ (行政管理庁 1973) 単位で対象地域を抽出したのち、メッシュごとに調査地点を決定した。調査対象とした 2 次メッシュは、①福井県内においてブナ科樹木が優占する森林面積が 50 % 以上のメッシュ、②自然保護センターが含まれるメッシュ、および③2005 年にツキノワグマが出没した低標高地のメッシュである (図 2)。各メッシュで優占する対象種ごとに 1 ないし 2 地点ずつ、調査地を選択した。各調査地点は対象樹種が優占し、林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だけの広がりをもつ林分とした。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。調査地点数は、ブナ、ミズナラ、コナラおよびクリでそれぞれ 14, 16, 10 および 8 地点となった。

現地調査

調査は、2006 年 8 月 2 日から 9 月 28 日にかけて実施した。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 20cm 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、調査木にガンタッカーで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 10m 未満, D: 林縁から 10~20m, E: 林縁から 20m 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、下記に述べる方法で着果度指標を評価した。

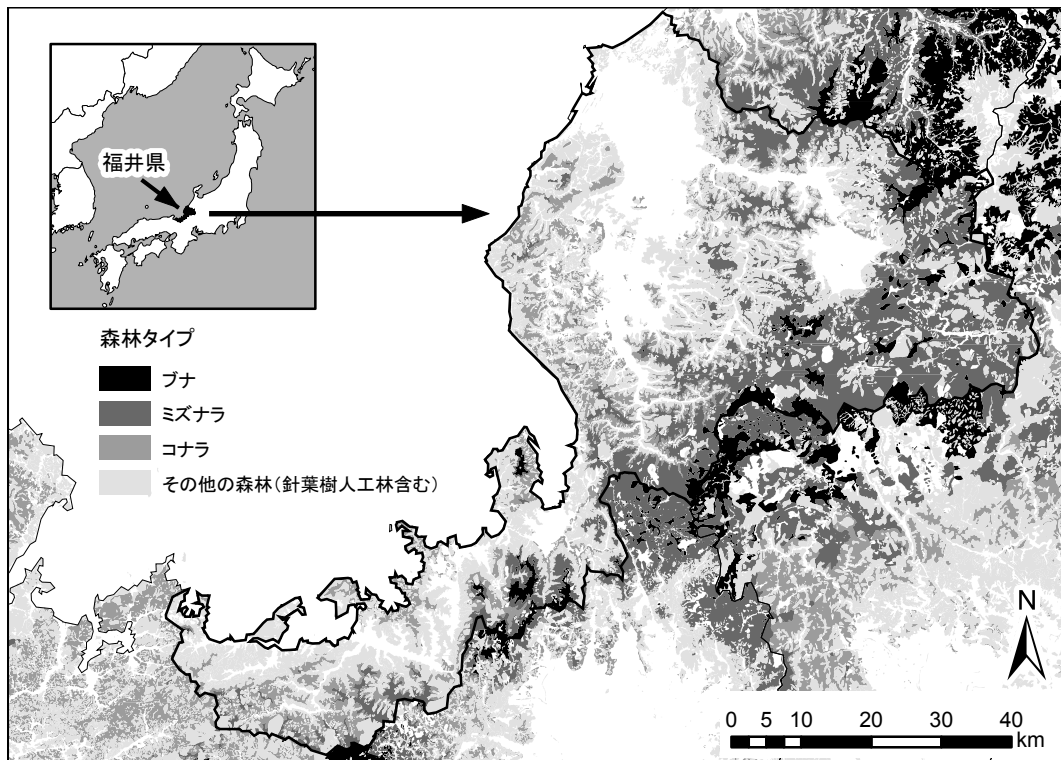


図 1 調査地の位置と福井県の森林タイプ。森林タイプは自然環境情報 GIS（環境庁自然保護局 1999）を元に作成した。

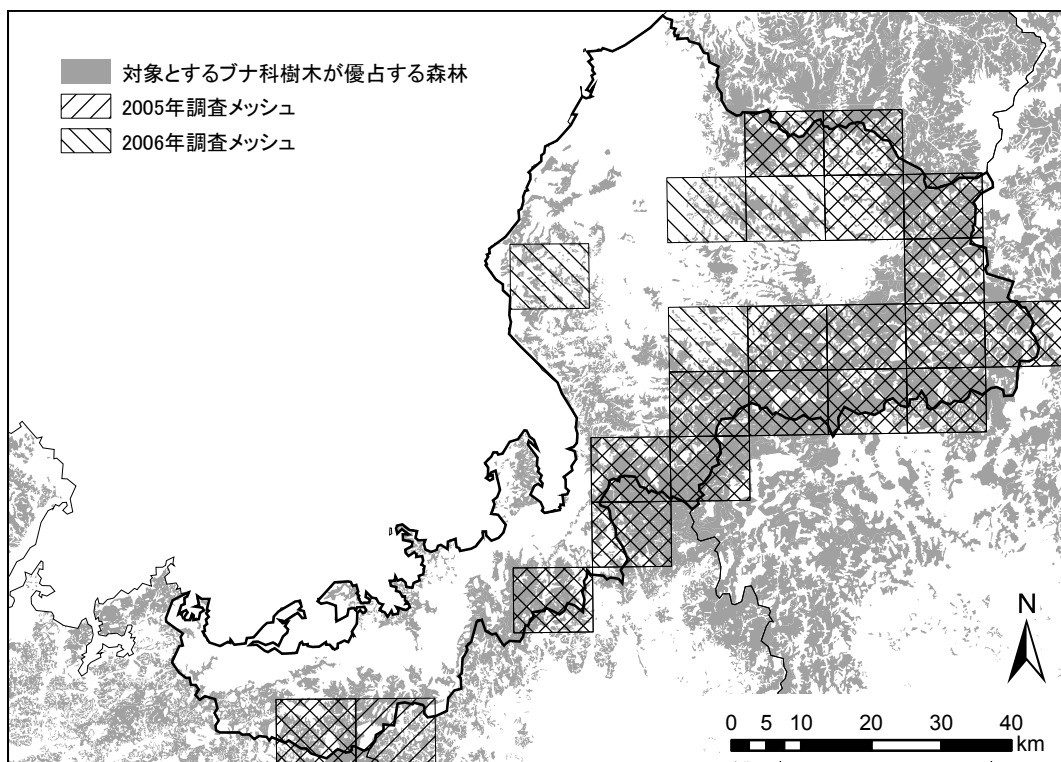


図 2 ブナ科樹木が優占する森林の分布と調査対象とした 2 次メッシュ。

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。

ブナは豊凶間の結実量の差が大きく、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、表1の着果度指標にもとづいて豊凶を評価した。

ミズナラ、コナラおよびクリは、ブナと比較して豊凶間の結実量の差が小さく、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50cm×20cm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50cm×20cm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2002a）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2980mg（清和・菊沢1989）、コナラ1840mg（広木・松原1982）、クリ1920mg（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。

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①着果なし（着果度指標0）、②疎に着果（着果度指標1,2）③密に着果（着果度指標3,4）と集約したのち、McDonald（1992）の基準に準じて（表3）、調査地点ごと、および県全体の作柄を評価した。

統計解析

樹種間、年次間における豊凶の違いについては、着果度指標別の個体数割合に群間で違いがあるかを、

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
0	着果なし
1	樹冠の一部に疎に着果
2	樹冠の一部に密に着果
3	樹冠全体に疎に着果
4	樹冠全体に密に着果

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		
		ミズナラ	コナラ	クリ
0	凶作	0	0	0
1		0～0.6	0～0.9	0～0.3
2	不作	0.6～1.9	0.9～2.6	0.3～0.9
3	並作	1.9～5.7	2.6～7.8	0.9～2.5
4	豊作	5.7～	7.8～	2.5～

表3 地点（県域）レベルの豊凶評価基準。

作柄	評価基準
豊作	50 %以上の個体が密に着果（着果度指標3,4）
並作	25～50 %の個体が密に着果（着果度指標3,4）
不作	25 %以上の個体が疎に着果（着果度指標1,2）
凶作	25 %未満の個体が疎に着果（着果度指標1,2） すべての個体に着果なし（着果度指標0）

Fisher's Exact Test for Count Dataによって検定した。調査地間における豊凶の違いについては、着果指数（ブナにおいては着果度指標）に調査地間で違いがあるかを、Kruskal-Wallis rank sum testによって検定した。

なお、統計解析には、R ver.2.6.1（R Development Core Team 2007）を使用した。

結果

個体ごとの豊凶

着果度指標別個体数の構成割合を図3に示す。2006年における着果度指標別個体数の構成割合は、樹種間で有意に異なった（ $\chi^2=280.3$, $df=12$, $P<0.001$ ）。

ブナは、2006年には全ての個体で着果がなかった（図3；付表1）。ブナの着果度指標別個体数割合は、2005年と2006年の間で有意に異なっていた（ $\chi^2=247.0$, $df=4$, $P<0.001$ ）。

ミズナラは、2006年には55 %の個体で着果がなかった（図3；付表1）。残りの着果している個体に

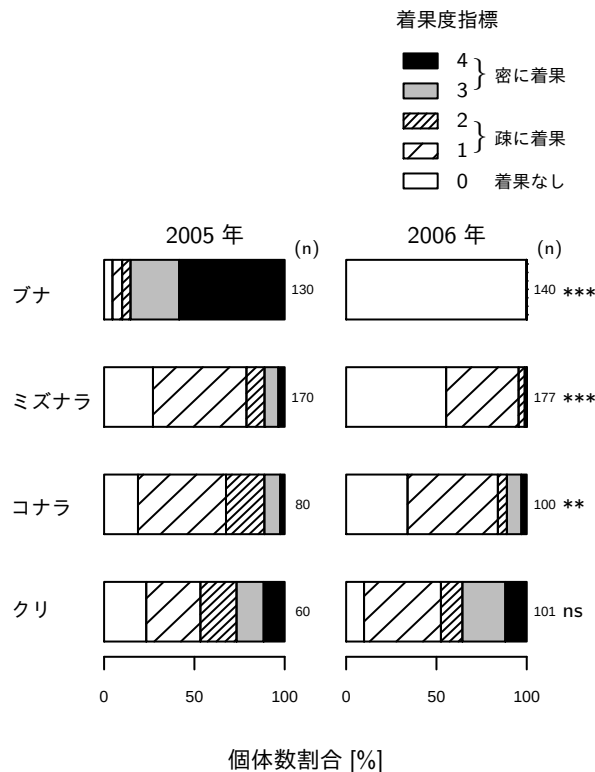


図 3 2005 年, 2006 年におけるブナ科樹木 4 種の着果度指標別個体数の構成割合。棒グラフ右の数字はサンプル数を, 添字は年次間における違いの有無を示す (Fisher's Exact Test for Count Data). ***, $P < 0.001$; **, $P < 0.01$; ns, $P > 0.05$.

においても, 凶作 (着果度指標 1) が全体の 40 % を占め, 並作~豊作 (着果度指標 4,5) の個体は 1 % しかなかった。ミズナラの着果度指標別個体数の構成割合は, 2005 年と 2006 年の間で有意に異なっていた ($\chi^2=39.8$, $df=4$, $P<0.001$)。

コナラは, 2006 年には 34 % の個体で着果がなく, 凶作 (着果度指標 0,1) の個体が全体の 55 % を占めていた (図 3; 付表 1)。並作~豊作 (着果度指標 4,5) の個体の割合は 11 % で, 2005 年と同程度であった。コナラの着果度指標別個体数の構成割合は, 2005 年と 2006 年の間で有意に異なっていた ($\chi^2=13.5$, $df=4$, $P<0.01$)。しかし, コナラの結実状況の年次間における違いは, ブナやミズナラと比較して小さかった。

クリでは, 2006 年に着果がなかった個体は全体の 10 % と, 他の樹種と比較して少なかった (図 3; 付表 1)。また, 並作~豊作 (着果度指標 4,5) の個体が占める割合は 36 % と, 他の樹種と比較して大きかった。クリの着果度指標別個体数の構成割合には, 2005 年

と 2006 年の間で有意差がなかった ($\chi^2=9.2$, $df=4$, $P=0.055$)。

地点ごとの豊凶判定基準 (表 3) を全調査地点の合計にあてはめると, 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。2005 年と比較して, 2006 年の結実状況は, ブナ, ミズナラ, コナラは不良であった。とくにブナ, ミズナラでは, 結実状況の年次間の差が大きかった。一方, クリの結実状況には, 年次間で差がなかった。

地点ごとの豊凶

ブナは, 2006 年には全ての地点で凶作であった (図 4)。ブナはすべての個体で着果がなかったため (図 3; 付表 1), 地点間, 地点内で着果度指標に差がなかった。ほとんどの地点で豊作だった 2005 年と比較すると, すべての地点の作柄が不良になった (図 4)。

ミズナラは, 2006 年には 6 地点が凶作, 10 地点が不作であった (図 4)。不作の地点は県境付近に多かった。ミズナラの着果指数は地点間で有意に異なった ($\chi^2=80.8$, $df=15$, $P<0.001$)。着果度指標が 2 以上の個体は, 池ヶ原 (大野市) と平家平 (大野市) にしかなく, 大部分の地点では, すべての個体が凶作 (着果度指標 0,1) であった (付表 1)。2005 年と比較すると, 地点ごとの作柄は同じか, もしくは不良になった。 (図 4)。作柄に年次間で差がなかった地点は, いずれも不作であった。

コナラは, 2006 年には 2 地点が豊作, 8 地点が不作であった (図 4)。豊作の地点はいずれも, 福武低地周辺の低山帯に位置していた。コナラの着果指数は地点間で有意に異なった ($\chi^2=48.2$, $df=9$, $P<0.001$)。不作の地点では, 1 個体を除くすべての個体が凶作 (着果度指標 0,1) であったが, 豊作の 2 地点では, 着果指数は地点内で大きくばらついた (付表 1)。2005 年と比較すると, 作柄が同じ地点は 5 地点, より不良になった地点は 1 地点あった (図 4)。ただし, コナラでは 2006 年に新規に追加した, 年次間で作柄が比較できない調査地点が豊作であったことに注意が必要である。

クリは, 2006 年には 2 地点が豊作, 2 地点が並作, 4 地点が不作であった。クリの着果指数は地点間で有意に異なった ($\chi^2=41.8$, $df=7$, $P<0.001$)。また, 着果指数は地点内でも大きくばらついた。2005 年と比較すると, 地点ごとの作柄がより良好になった地点が

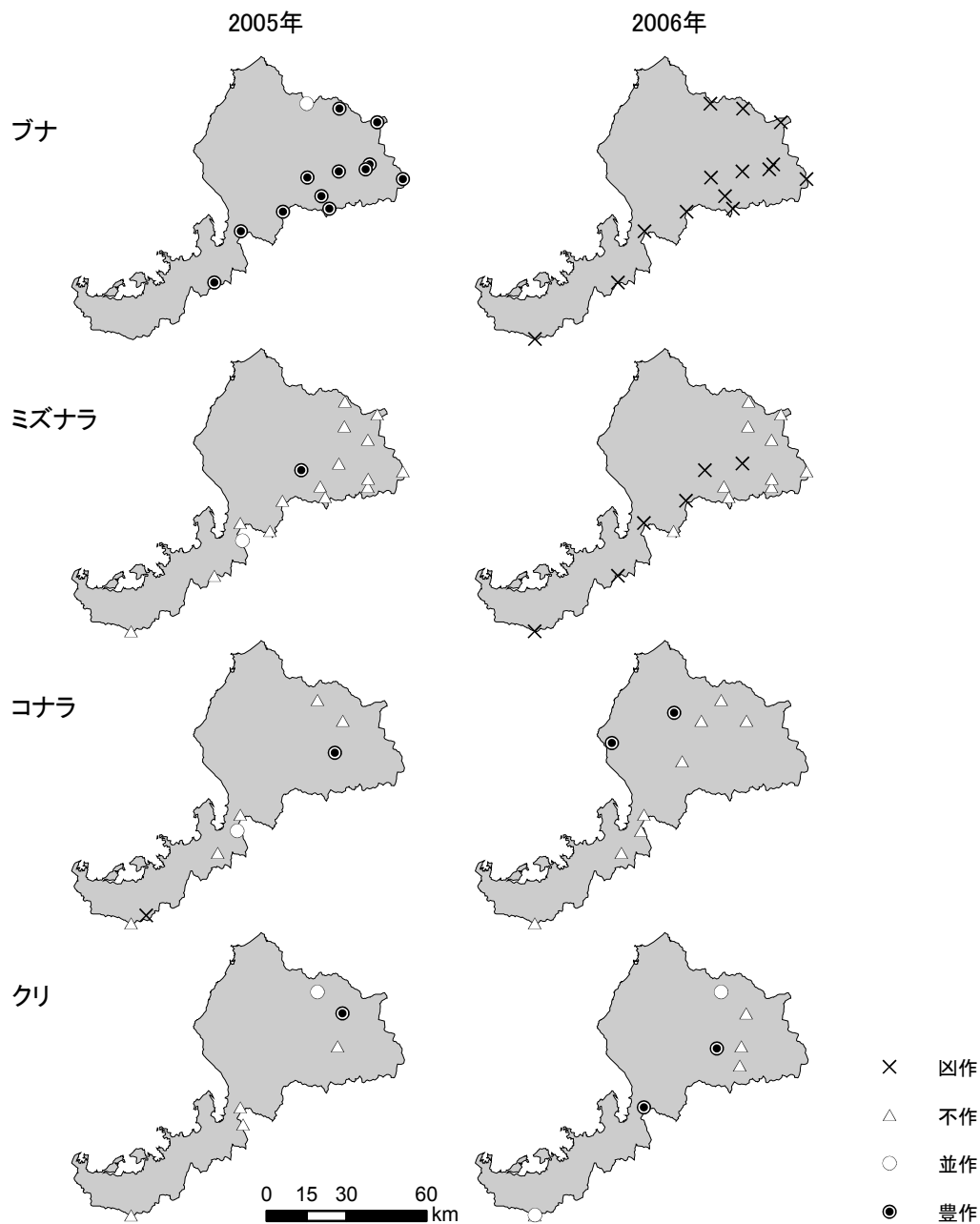


図 4 2005 年, 2006 年におけるブナ科樹木 4 種の地点ごとの作柄.

1 地点, 悪くなった地点が 1 地点, 変わらなかった地点が 3 地点であった (図 4).

考察

結実状況の年次変動の同調性

ブナの結実は広域的に同調することが知られている (Homma et al. 1999; Suzuki et al. 2005). ブナは, 2005 年には県全体で豊作であったのに対し, 2006 年にはすべての地点で結実しなかった (図 4). ブナにおいては, 豊作年の翌年に凶作となることが一般的で

ある (e.g. 武田 1992). またブナの結実状況は, 2005 年, 2006 年とも, 地点レベルだけでなく, 個体レベルでもよく同調していた (付表 1; 水谷・多田 2006). ブナは, 地点間, 地点内における結実状況の年次変動の同調性がきわめて高い樹種といえる.

ミズナラの結実状況の年次変動もブナと同様, 個体間や林分間で同調することが多いとされている (寺澤 1998; 寺澤 2002b). 本調査においてもミズナラの作柄は, 2006 年にはすべての調査地点で不作か凶作となり, また 2005 年と比較して同じか, もしくは不良

になった(図4)。また、地点内における個体ごとの着果度指標においても、2005年には調査地点内にさまざまな結実状況の個体が存在したのに対し(水谷・多田2006)、2006年にはほとんどの個体が着果度指標が0もしくは1で揃っていた(付表1)。このことから、ミズナラの結実状況の年次変動は、ブナほど高くはないものの、比較的よく同調していたと考えられる。

コナラの2006年の作柄は、継続調査地点においてはすべて不作であり、2005年と比較して同じか、もしくは不良になった(図4)。したがって、コナラにおいても結実状況の年次変動は同調していた可能性はある。しかしながら、2005年には調査地点が少なく、また2006年に追加した調査地点で豊作であったことなどから、その検討はさらに調査を継続した上でおこなう必要がある。

クリでは、地点ごとの作柄の年次変動には一定の傾向はみられなかった(図4)。また、地点内における個体ごとの着果度指標も、2005年(水谷・多田2006)、2006年(付表1)とも大きくばらついた。クリの地点間、地点内における結実状況の年次変動の同調性は、他の樹種と比べて低いものと考えられる。

ただしいずれの樹種においても、同調性の検討には長期間の調査の蓄積が必要である。また、各個体ごとの着果度指標や着果指数の年次変動についても、今後解析を進める必要がある。

ミズナラ、コナラでは、調査地点ごとの作柄に地域的な偏りが認められた(図4)。ミズナラにおいては、作柄の同調性に地域的なまとまりが存在することが指摘されており(水井・橋場1994;寺澤2002b)、コナラにおいても同様の傾向がある可能性がある。作柄が同調する範囲の把握は、ランドスケープレベルで堅果類の現存量を推定する上で重要な要素であり、今後検討が必要である。

ツキノワグマの出没予測との関係

福井県における9月から11月までの間のツキノワグマの出没(目撃、痕跡の確認、捕獲を含む)件数は、2005年が18件であったのに対し、2006年には1436件となった(福井県安全環境部自然保護課2006)。福井県内では、2006年には2004年と同様、ツキノワグマの大量出没が発生した。

2005年と比較して、2006年にはとくにブナ、ミズナラの結実状況が不良であった(図3)。同様に、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目撃頭数が多くなることは、兵庫県氷ノ山においても報告されている(谷口・尾崎2003)。一方、低標高地に多く分布するクリの結実状況には年次間で違いがなく、2006年にも相当量の結実があった。コナラについても、2006年には2005年よりも全体の作柄は不良ではあるものの、平野部近くの低標高域には豊作の地点がみられた。しかし、これら低標高域に分布する樹木が結実してもなお、ツキノワグマの大量出没は発生した。ブナ、ミズナラはいずれも、ツキノワグマの好適な生息域と考えられているブナクラス域広葉樹林の主要な構成樹種である。これら奥山における秋期の餌資源量が少なかったことが、2006年のツキノワグマ大量出没の誘因となった可能性が高いと考えられる。

ツキノワグマの大量出没の発生におよぼす影響が大きい樹種は、その果実が秋期にツキノワグマに利用される樹種のうち、その結実状況の違いがツキノワグマの餌資源量にランドスケープレベルで影響しうる樹種と考えられる。そのための条件として、①面的に広く分布すること、②豊凶に年次変動があること、③その豊凶が広域的に同調すること、などの特性を持つことが必要であることが予想される。現時点では、福井県において上記の条件によくあてはまる樹種は、ブナ、ミズナラである。したがって、ツキノワグマの大量出没を予測する上では、これら2樹種の結実状況の把握が重要と考えられる。またコナラ、クリについても、今後継続的に調査をおこなう中で、豊凶の広域的な同調や、ツキノワグマ出没傾向への影響が観察される可能性が残されており、引き続き検討が必要である。

謝辞

福井県自然保護センターの平山亜希子氏、熊徳勝治氏には現地調査をお手伝いいただいた。記して感謝する。

引用文献

- 福井県安全環境部自然保護課. 2006. H15年度～H18年度の出没・捕獲・人身被害件数の一覧表. <http://info.pref.fukui.jp/shizen/kuma/kumasuuuzi.pdf> (引用:2006/12/06).
- 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.
- 広木詔三・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 reproduction process of a *Quercus crispula* blume population 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 seeding. Trends in Ecology and Evolution 9:465-470.
- 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.
- 水井憲雄・橋場一行. 1994. 北海道における 1991 年~1993 年のミズナラ堅果の豊凶. 光珠内季報 97:5-8.
- 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.
- 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. 2007. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria.
- 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沒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.
- 武田宏. 1992. 野々海ブナ林における 7 年間のブナの結実評価. 日本林学会誌 74:55-59.
- 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. 2002a. 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.

寺澤和彦．2002b．北海道全域における 1991 － 1999
年のミズナラ堅果の豊凶（Ⅱ）－着果量の年次推
移－．北方林業 54:110-113.

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

樹種	調査地(市町)	メッシュコード	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	2006/08/06	10					10	凶作
	竹田川上流(坂井市)	543613	782	2006/08/14	10					10	凶作
	刈込池(大野市)	543605	1110	2006/08/02	10					10	凶作
	後野(大野市)	533675	541	2006/08/11	10					10	凶作
	油坂峠(大野市)	533666	814	2006/08/11	10					10	凶作
	川合(大野市)	533665	495	2006/08/11	10					10	凶作
	モッカ平(大野市)	533664	956	2006/08/15	10					10	凶作
	部子山(池田町)	533663	1294	2006/09/22	10					10	凶作
	温見峠(大野市)	533654	1029	2006/08/09	10					10	凶作
	平家平(大野市)	533653	1210	2006/08/04	10					10	凶作
	高倉峠(南越前町)	533652	967	2006/08/13	10					10	凶作
	山中林道(南越前町)	533641	595	2006/08/22	10					10	凶作
	黒川林道(敦賀市)	533620	494	2006/08/22	10					10	凶作
	五波峠(おおい町)	533505	608	2006/08/21	10					10	凶作
合計					140	0	0	0	0	140	
ミズナラ	北谷町谷(勝山市)	543614	724	2006/08/31	6	6				12	不作
	刈込池(大野市)	543605	1107	2006/09/03	7	3				10	不作
	南六呂師(大野市)	543604	794	2006/08/31	7	7				14	不作
	池ヶ原(大野市)	533675	966	2006/09/03	1	4	3	2		10	不作
	油坂峠(大野市)	533666	797	2006/09/03	5	5				10	不作
	伊勢橋(大野市)	533665	564	2006/08/27	3	7				10	不作
	モッカ平(大野市)	533664	953	2006/08/28	10					10	凶作
	部子山(池田町)	533663	894	2006/09/22	8	2				10	凶作
	久沢谷(大野市)	533655	601	2006/08/27	3	7				10	不作
	温見(大野市)	533654	742	2006/09/02	3	7				10	不作
	平家平(大野市)	533653	968	2006/09/02	2	15	3			20	不作
	高倉峠(南越前町)	533652	832	2006/09/16	8	2				10	凶作
	夜叉が池(南越前町)	533642	488	2006/09/21	6	4				10	不作
	山中林道(南越前町)	533641	596	2006/09/16	9	1				10	凶作
	黒川林道(敦賀市)	533620	572	2006/09/21	10					10	凶作
	五波峠(おおい町)	533505	608	2006/09/28	10	1				11	凶作
合計					98	71	6	2	0	177	
コナラ	荒土町別所(勝山市)	543613	136	2006/09/04	4	6				10	不作
	南六呂師(大野市)	543604	530	2006/09/04	2	8				10	不作
	上吉山(福井市)	543603	320	2006/09/09	3	7				10	不作
	東山公園(福井市)	543602	155	2006/09/04	1	2	2	4	1	10	豊作
	上山中(越前町)	533670	227	2006/09/05		3	1	4	2	10	豊作
	ハツ杉(越前市)	533662	462	2006/09/05	5	5				10	不作
	山中林道(南越前町)	533641	584	2006/09/16	6	4				10	不作
	池河内(敦賀市)	533631	305	2006/09/21	2	6	2			10	不作
	黒川林道(敦賀市)	533620	128	2006/09/21	4	6				10	不作
	五波峠(おおい町)	533505	602	2006/09/28	7	3				10	不作
合計					34	50	5	8	3	100	
クリ	荒土町別所(勝山市)	543613	133	2006/08/26	3		4	2	1	10	並作
	南六呂師(大野市)	543604	577	2006/08/26	2	14	2	1	1	20	不作
	モッカ平(大野市)	533664	769	2006/08/15	2	6		1	1	10	不作
	笹生川ダム(大野市)	533664	462	2006/08/24		9	2			11	不作
	宝慶寺(大野市)	533663	675	2006/08/24				13	7	20	豊作
	山中林道(南越前町)	533641	598	2006/08/22		5		4	1	10	豊作
	五波峠(おおい町)	533505	606	2006/08/21	3	4	2	1		10	不作
	五波峠林道(おおい町)	533505	536	2006/08/21		5	2	2	1	10	並作
合計					10	43	12	24	12	101	