

2005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

はじめに

2004年秋、北陸地方を含む日本海側の地域を中心に、ツキノワグマ *Ursus thibetanus japonicus* が大量に人里に出没する、いわゆる異常出没が発生した。福井県では2004年9月から11月までの間に、1272件のツキノワグマの出没（目撃、痕跡の確認、捕獲を含む）があり、12件・15人の人身事故が発生した（福井県安全環境部自然保護課 2006）。また、ツキノワグマの有害捕獲頭数は1998年度から2003年度までが 27.2 ± 8.9 頭（mean \pm SD）であったのに対し（環境省 2006）、2004年度には243頭にのぼった。

異常出没の原因として、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地里山に生息するツキノワグマ個体数の増加などが指摘されているが（自然環境研究センター 2005）、実際に各要因がどの程度影響していたのかは明らかになっていない。しかしながら、ブナやミズナラの凶作年に、ツキノワグマの有害捕獲個体数や出没件数が増加することは他の地域でも報告されており（谷口・尾崎2003, Oka et al. 2004）、堅果類の凶作が直接的な要因だっ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。このことはツキノワグマにとって、山地の餌資源量に年次変動があることを意味する。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没件数が増加するのは、山地の餌資源量が少ない年に、人里付近で餌を求めて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、ツキノワ

グマの異常出没を早期に予測できる可能性がある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出没予測をおこなうためには、県域全体の堅果類の結実状況を把握する必要がある。ブナ科樹木のように風媒花をつける植物では、個体群で同調して周期的に大量結実することが知られている（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近接した個体間・地点間でも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）。したがって県域全体の堅果類の結実状況を把握するためには、個体間および地域間における結実状況の同調性についても検討する必要がある。

そこで、ツキノワグマの出没予測の基礎情報として用いることを目的として、福井県における主要なブナ科樹木であるブナ *Fagus crenata*、ミズナラ *Quercus crispula* (= *Q. mongolica* var. *grosseserrata*)、コナラ *Quercus serrata* およびクリ *Castanea crenata* を対象として、広域的に調査をおこない、その結実状況を明らかにした。また、各樹種の結実状況の個体間・地域間における同調性についても若干の検討をおこなった。

材料と方法

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（環境庁自然保護局 1999から作成）。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52.5%を占め、スギを主体とする針葉樹人工林は30.7%、その他の森林は16.8%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。ブナ林の分布域は山地に限られており、全森林面積に占める面積割合は4.6% (143.2km²) 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30.6% (945.1km²) 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く、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17.3% (533.3km²) 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리는コナラと同所的に存在することが多いが、他の樹種とは異なり、まとまって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、福井県内でブナ科樹木が優占する森林面積が50%以上のメッシュおよび自然保護センターが含まれるメッシュである (図1)。各メッシュで優占する対象種ごとに1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森林とした。ただし、適切な調査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13、17、8および6地点となった。

現地調査

調査は、2005年8月31日から10月1日にかけて実施した。

調査地点ごとに10本の調査木を対象として調査し

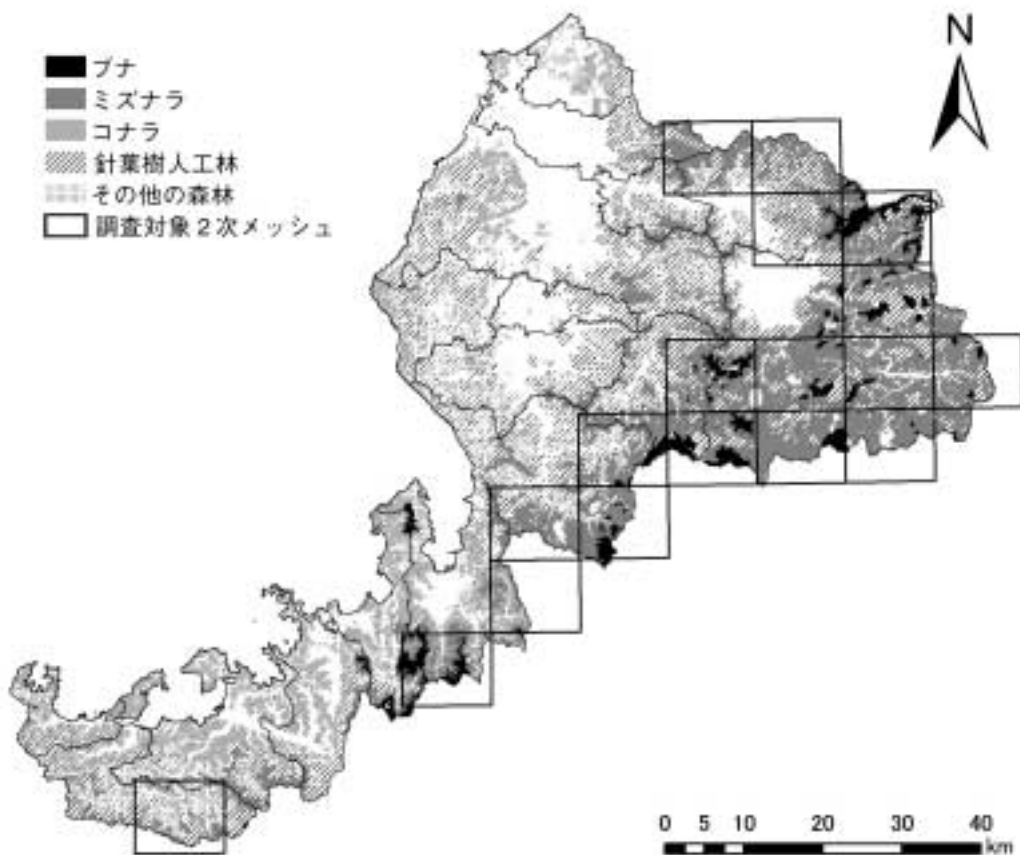


図1. 福井県の森林の概要。森林タイプは、自然環境情報GIS 第2版 18:福井県 (環境庁自然保護局 1999) を元に作成した。

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5本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。

各調査木にはガンタッカーでナンバーテープもしくは油性マジックで番号を記入したビニールテープを貼付し、個体識別をおこなった。すべての調査木について、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。

調査木それぞれについて、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。

豊凶の評価

豊凶の評価は、個体ごと、調査地点ごとの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、豊凶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、豊凶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。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。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。

着果枝率と平均着果数の積を個体の着果状況を表す着果指数（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、着果数には含めなかった。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。既存文献から調べた平均種子重（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。

ミズナラ、コナラ、クリでは、着果指数は個体間で大きく異なっており、着果していない木（着果指数0）も18.8%～27.1%含まれていた。このため、個体ごとの着果状況のばらつきを無視して、単純に着果指数を平均して調査地点ごとの豊凶を評価した場合、過小評価となり調査地点ごとの豊凶が適切に評価されない可能性がある。そこで調査地点ごとの豊凶は、調査地点における調査木ごとの豊凶の構成割合に基づき、McDonald（1992）の基準に準じて評価した（表3）。

表1. ブナの着果度指標。

着果度指標	着果の状態
0	着果が認められない
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. 着果指数にもとづくミズナラ、コナラ、クリの豊凶判定基準と着果度指標区分。

着果度指標	豊凶	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. 地点単位の豊凶判定基準。

豊凶	判定基準
豊作	50%以上の個体で密に着果(着果度指標 3,4)
並作	25～50%の個体で密に着果(着果度指標 3,4)
不作	25%以上の個体で疎に着果(着果度指標 1,2)
凶作	25%未満の個体で疎に着果(着果度指標 1,2)
	すべての個体に着果なし(着果度指標 0)

結 果

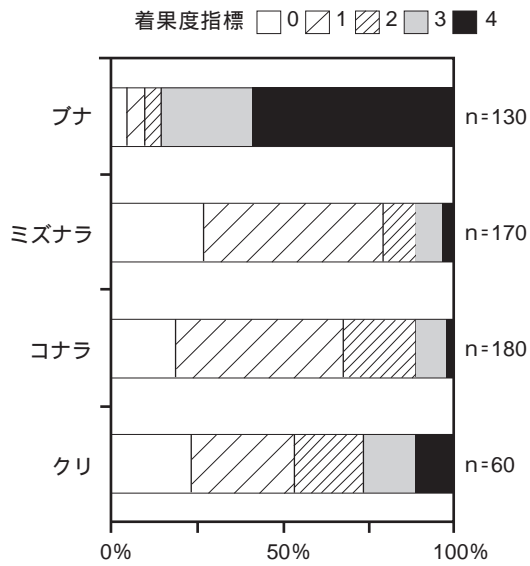


図2. 堅果類の着果度指標区分ごとの個体数割合.

個体ごとの豊凶

全体の個体ごとの豊凶を図2に示す. 個体ごとの着果度指標の構成割合は樹種間で異なった (Pearson's χ^2 test, $\chi^2 = 238.5$, $df = 12$, $P < 0.001$). ブナは85.4%の木で樹冠全体に着果しており (着果度指標3,4), ほとんどの個体で着果が認められた. ミズナラは27.1%の個体が着果しておらず, 凶作 (着果度指標0,1) の個体が全体の78.8%を占めた. 並作~豊作 (着果度指標4,5) の個体も存在するものの, その割合は11.2%と小さかった. コナラもミズナラ同様, 凶作 (着果度指標0,1) の個体が67.5%と大きな割合を占めていた. また, 並作~豊作 (着果度指標4,5) の個体の割合は11.3%で, ミズナラと同程度であった. しかし, 凶作~不作 (着果度指標0,1,2) の個体の構成割合に注目すると, 着果度指標0,1の個

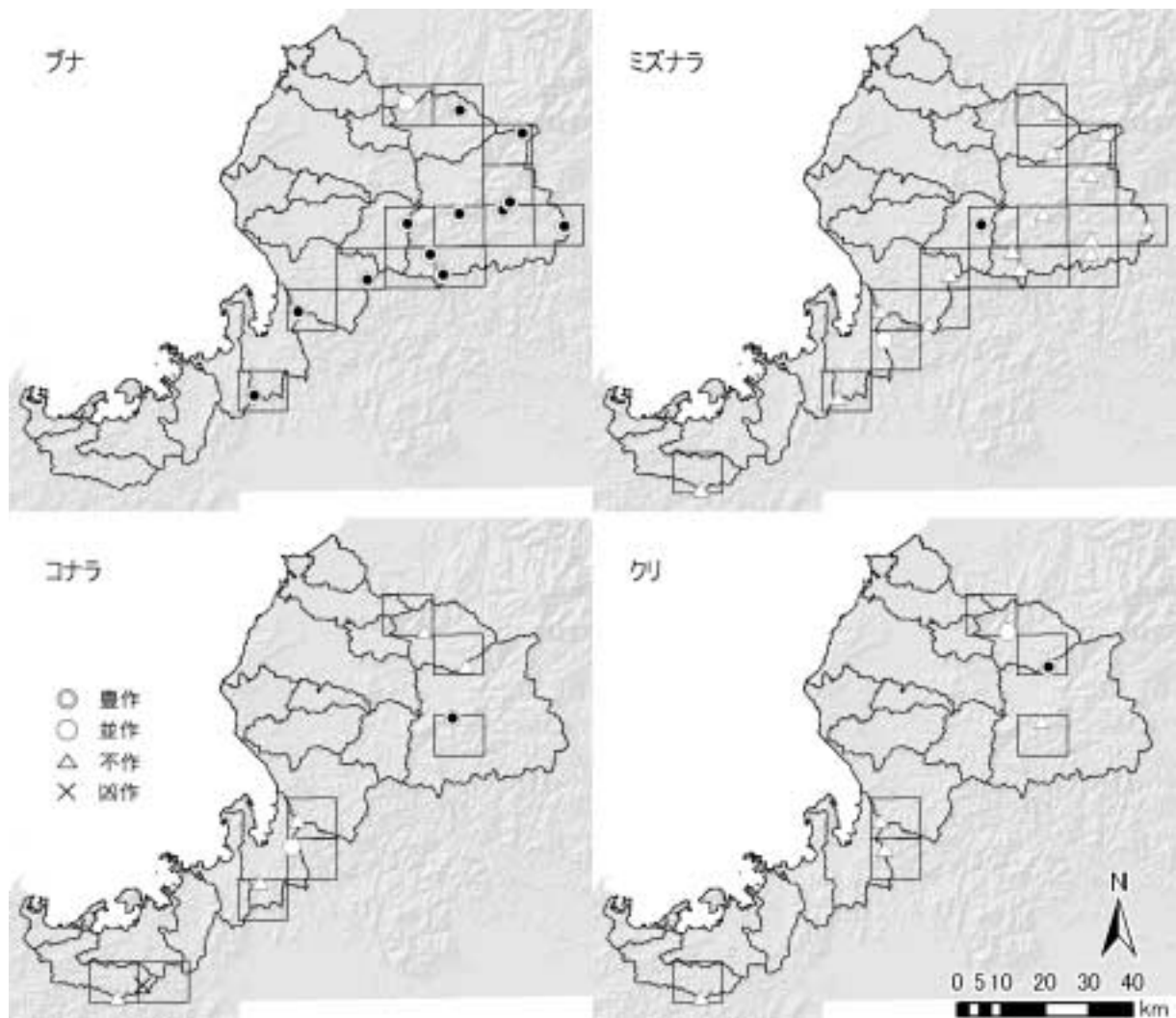


図3. 地点ごとの着果状況.

体の割合がミズナラよりも小さい一方、着果度指標2の個体の割合はミズナラよりも大きいことから、コナラの着果状況はミズナラよりも良いと考えられた。クリでも凶作（着果度指標0,1）の個体が53.3%と比較的大きな割合を占めていた。しかし並作～豊作（着果度指標4,5）の個体の割合は26.7%で、ミズナラ、コナラよりも大きかった。このことから、クリの着果状況はミズナラ、コナラよりも良いものと考えられた。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、ブナは豊作、ミズナラ、コナラは不作、クリは並作と判定された。

地点ごとの豊凶

地点ごとの豊凶を図3および付表1に示す。

ブナは1地点のみが並作で、他の地点はすべて豊作であった。ブナの着果度指標は調査地点間で有意に異なったが（Kruskal-Wallis rank sum test, $\chi^2 = 25.9$, $df = 12$, $P = 0.01$ ），調査地点間で多重比較した場合、すべての個体が豊作だった刈込池（大野市）と並作であった竹田川上流（坂井市）の間のみ有意差が検出された（Steel-Dwass test, $t = 3.43$, $P = 0.03$ ）。このことから、ブナは県域全体で同調して豊作であったと言える。

ミズナラは1地点が豊作、1地点が並作で、他の地点はすべて不作であった。ミズナラの着果指数は調査地点間で有意に異なったが（Kruskal-Wallis rank sum test, $\chi^2 = 43.2$, $df = 16$, $P < 0.001$ ），調査地点間で多重比較した場合、豊作だった部子山（池田町）と不作のうちもっとも着果していない個体（着果度指標0）が多かった黒川林道（敦賀市）の間のみ有意差が検出された（Steel-Dwass test, $t = 3.52$, $P = 0.04$ ）。このことから、ミズナラは県域全体でほぼ同調して不作であったと言える。

コナラは1地点が豊作、1地点が並作、5地点が不作、1地点が凶作であった。コナラの着果指数は調査地点間で有意に異なった（Kruskal-Wallis rank sum test, $\chi^2 = 45.5$, $df = 7$, $P < 0.001$ ）。コナラは不作の地点が多いものの、着果状況は地域により異なっていたと言える。

クリは1地点が豊作、1地点が並作、4地点が不作であった。クリの着果指数は調査地点間で有意に異なった（Kruskal-Wallis rank sum test, $\chi^2 = 27.4$, $df = 5$, $P < 0.001$ ）。クリもコナラと同様、不作の地点が多いものの、着果状況は地域により異なっ

いたと言える。

考 察

ブナ科樹木の豊凶の同調性

ブナ科樹木の着果状況は個体間、地点間で異なり、またその同調性には樹種間で違いが認められた（付表1）。

ブナの豊作年に樹冠全体に着果している個体（着果度指標3,4）の割合は、長野県野々海で66.3%（武田 1992）、中国地方で46.6%（橋本・山本 1974）と報告されている。本調査において、着果度指標3,4の個体は全体の85.4%を占めており（図2）、過去の知見と比較して、よく結実している個体の割合が多かった。また地点レベルでは、1地点を除いたすべての地点において、半数以上の個体が着果度指標3,4であった（付表1）。したがって、ブナは県域全体で豊作であったと言える。このようにブナの豊作が林分レベルで広域的に同調することはよく知られた傾向であり（e.g. Homma et al. 1999）、2005年には日本海側のほとんどでブナが豊作であったことが報告されている（佐藤 2006）。しかし近年、ブナの豊作については、本当に広域的な同調は数年に一度に過ぎず、途中に一部の狭域な地域に限定的な豊作を挟むことがわかってきた（Suzuki et al. 2005）。ブナは個体間、地点間で同調性が高い樹種ではあるが、ツキノワグマの餌としてのブナ堅果の資源量を評価する際には、この「狭域の豊作」時の結実量とその空間的な範囲についても検討する必要がある。

ブナと同様、ミズナラの結実変動は個体間や林分間で同調することが多いとされているが（寺澤 1998）、その一方で結実状況は隣り合う個体間や（寺澤 2002a）、比較的近い林分間においても異なる場合がある（寺澤 2002b）。本調査においても、ミズナラの結実量には個体間、地点間ともばらつきが認められた。不作の地点では、着果が認められない個体（着果度指標0）が多いものの、並作以上の着果量の個体（着果度指標3,4）も1～2本は含まれているが多かった（付表1）。このようにミズナラの結実量が同一林分内でも個体間で異なることは他地域においても報告されており（Kanazawa 1982、溝口ら1996）、凶作年であっても林分内で局所的に並作から豊作年に相当する量の堅果を結実する個体すらあるという（谷口・尾崎 2003）。このことはミズナラ堅果の資源量を評価する際には、個体間の結

実量のばらつきに留意する必要があることを示唆している。またミズナラでは結実状況が地点間で大きく異なる場合もあった。ミズナラではほとんどの地点が不作であったのに対し、部子山（池田町）では、7割の個体が並作以上（着果度指標3,4）であった（付表1）。このようにミズナラの結実量が林分間で異なる傾向は他地域でも報告されている（Kanazawa 1982, Imada et al. 1990）。本調査では地点ごとの結実状況に地域的な傾向は認められなかったが（図3）、全体的に作柄が良い場合には近接した地点の結実状況が同調する傾向が認められる場合があることが報告されている（水井・橋場 1994）。ミズナラの結実状況の地域的なばらつき、あるいは空間的な同調性については調査を継続して資料を積み重ねた上で、さらに検討する必要がある。

ミズナラと同様、コナラ、クリにおいても結実量には個体間、地点間ともばらつきが認められた（付表1）。コナラの結実量が個体間、地点間で異なることは他地域においても報告されている（福本 2000）。コナラ、クリの2樹種については、調査地点が少ないためはっきりした傾向はわからないものの、結実状況が調査地点間でさまざまであったことから（図3）、結実量の地域的なばらつきはミズナラよりも大きい可能性がある。このことについては調査個体数、地点数を増やして検討する必要がある。

従来、ブナ科樹木の堅果生産については、年ごとの豊凶という時間的な側面がおもに注目されてきた。しかし本調査により、広域的なブナ科樹木の堅果生産量を把握するためには、結実量の時間的な変動だけでなく、個体間・地域間のばらつきや同調性についても注目する必要があることが示唆された。

堅果類の豊凶とツキノワグマの出没予測

本調査の結果、2005年はブナが豊作、ミズナラ、コナラが不作、クリは並作と評価された。この結果を受け、自然保護課では「異常出没のおそれは少ない」と判断し、公表をおこなった。2005年度におけるツキノワグマの有害捕獲頭数は9頭にとどまり（福井県安全環境部自然保護課 2006）、1998年度から2003年度までの平均値 27.2 ± 8.9 頭（mean \pm SD：環境省 2006）を下回った。したがって、2005年におけるツキノワグマの出没予測は妥当であったと考えられた。富山県、石川県もブナの豊作を根拠として同様の予測をおこなったが、いずれも異常出没は

なかった。

Oka et al. (2004) は、東北地方の7地域中5地域において、ブナの豊凶とツキノワグマの有害捕獲頭数の間に相関があることを報告している。これはこれらの地域に生息するツキノワグマが大きな面積を占めるブナに餌資源を大きく依存していたためと考えられる。しかしながら、北上、宮城の2地域ではブナの豊凶とツキノワグマの有害捕獲頭数の間に関係性は認められなかった。岩手県遠野市でおこなわれた調査では、ツキノワグマはミズナラ、コナラおよびクリを多く利用していたことから（齋藤・青井 2003）、ツキノワグマのブナ林への依存度の違いが、ブナの豊凶とツキノワグマの有害捕獲頭数の関係に影響した可能性が指摘されている（Oka et al. 2004）。福井県においてブナ林が占める面積は森林面積の4.6%に過ぎないことから、ツキノワグマのブナ林に対する依存度は、ブナ林が大面積を占める東北の多くの地域よりも低いと考えられる。したがって福井県においては、ブナの豊作年に限ってはブナの大量結実がツキノワグマの出没に影響した可能性はあるものの、その他の年のブナの結実量がツキノワグマの出没におよぼす影響については慎重に検討する必要がある。

一方、福井県の広葉樹林において大きな面積を占めているのはミズナラである。ミズナラはブナと同様、ツキノワグマの好適な生息域と考えられている冷温帯林の主要な構成樹種である。兵庫県氷ノ山では、ブナとミズナラのいずれかだけでなく、両方の結実が不良な年にだけ、ツキノワグマの目撃頭数が増える傾向が認められた（谷口・尾崎 2003）。ツキノワグマは堅果類の豊凶に応じて、利用する餌資源を可塑的に切り替えることが可能であることから（溝口ら 1996, 橋本・高槻 1997）、ツキノワグマの秋期の餌資源としての堅果量には、複数の樹種の豊凶が複合的に関与することが予想される。ブナ科堅果類の豊凶がツキノワグマの出没におよぼす影響については、結実状況のモニタリングを継続し、資料を積み重ねた上で検討する必要がある。

要 約

ツキノワグマの出没予測に資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。

2005年には、ブナは85.4%の個体で樹冠全体に着

果しており、地点単位でもほぼすべての地点で豊作であった。ミズナラは78.8%の個体が凶作であったが、並作～豊作の個体も11.2%あった。ミズナラは地点単位では大部分の地点が不作であったが、一部には豊作の地点もあった。コナラは67.5%の個体が凶作であったが、並作～豊作の個体も11.3%あった。コナラの地点ごとの着果状況は豊作から凶作までさまざまであった。クリは53.3%の個体が凶作であったが、並作～豊作の個体も26.7%あった。クリの地点ごとの着果状況は豊作から不作までさまざまであった。県全体では、ブナは豊作、ミズナラ、コナラは不作、クリは並作と判定された。

ブナ科樹木4樹種の結実状況は個体間、地点間で異なり、その同調性の程度には樹種間で違いがあった。これにより、広域的な堅果生産量を把握するためには、ブナ科樹木の結実量の年次変動だけでなく、個体間・地域間の違いや同調性についても注目する必要があることが示唆された。また、ブナ科堅果類の結実量の年次変動がクマの出没におよぼす影響について検討するためには、長期間にわたりモニタリング調査を継続する必要がある。

謝 辞

福井県ナチュラリストリーダーの小林則夫氏、北川博正氏、元福井大学助教授の横山俊一氏、福井県自然保護センターの中川弘治氏（現大野市立尚徳中学校）、平山亜希子氏には調査地の選定や現地調査に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/kumasuuzi.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日行政管理庁告示第143号.

橋詰隼人・山本進一. 1974. 中国地方におけるブナの結実(I): 着果調査. 日本林学会誌 56:165-170.

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. 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(): 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.

環境省. 2006. 鳥獣関係統計 (オンライン版) <http://www.sizenken.biodic.go.jp/wildbird/flash/toukei/07toukei.html> (引用:2006/11/25).

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.

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.

溝口紀泰・片山敦司・坪田敏男・小見山章. 1996. ブナの豊凶がツキノワグマの食性に与える影響: ブナとミズナラの種子落下量の年次変動に関連

して。哺乳類科学 36:33-44.

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.

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.

齊藤正恵・青井俊樹. 2003. 里山にすむツキノワグ
マの生息地利用の季節的变化について. 岩手大
学農学部演習林報告 34:11-22.

佐藤卓. 2006. 2005年全国ブナ結実状況. 富山の生
物 45:21-26.

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.

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. 北海道林業改良普及協会(編) 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 () - 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 () - 着果量の年次
推移 - . 北方林業 54:110-113.

キーワード

ブナ, ミズナラ, コナラ, クリ, 堅果生産量

Fagus crenata, *Quercus crispula*, *Quercus serrata*,
Castanea crenata, acorn crops

付表1. 調査地の概要と着果度指標別本数および地点ごとの豊凶判定.

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)					総計	地点の豊凶†
					0	1	2	3	4		
ブナ	北谷町谷(勝山市)	543614	542	05/08/31				2	8	10	豊作 ^{ab}
	竹田川上流(坂井市)	543613	781	05/08/31	2	4	1	1	2	10	並作 ^b
	刈込池(大野市)	543605	556	05/09/25					10	10	豊作 ^a
	後野(大野市)	533675	488	05/09/01			1	4	5	10	豊作 ^{ab}
	油坂峠(大野市)	533666	1289	05/09/26	1			1	8	10	豊作 ^{ab}
	川合(大野市)	533665	493	05/09/01		1		5	4	10	豊作 ^{ab}
	モッカ平(大野市)	533664	955	05/09/04				7	3	10	豊作 ^{ab}
	部子山(池田町)	533663	594	05/09/02				6	4	10	豊作 ^{ab}
	温見峠(大野市)	533654	1028	05/09/18	1		1		8	10	豊作 ^{ab}
	平家平(大野市)	533653	1111	05/09/29			1		9	10	豊作 ^{ab}
	高倉峠(南越前町)	533652	811	05/09/28	2	1	1		6	10	豊作 ^{ab}
	山中林道(南越前町)	533641	958	05/09/08		1	1	2	6	10	豊作 ^{ab}
	黒川林道(敦賀市)	533620	1209	05/09/03				7	3	10	豊作 ^{ab}
合計					6	7	6	35	76	130	
ミズナラ	北谷町谷(勝山市)	543614	719	05/09/17	4	6				10	不作 ^{ab}
	刈込池(大野市)	543605	1107	05/09/25	4	6				10	不作 ^{ab}
	南六呂師(大野市)	543604	793	05/09/27	1	8	1			10	不作 ^{ab}
	池ヶ原(大野市)	533675	967	05/09/25	3	6	1			10	不作 ^{ab}
	油坂峠(大野市)	533666	788	05/09/26	2	4	2	2		10	不作 ^{ab}
	伊勢橋(大野市)	533665	567	05/10/01	1	8	1			10	不作 ^{ab}
	モッカ平(大野市)	533664	953	05/09/20	1	7	1	1		10	不作 ^{ab}
	部子山(池田町)	533663	894	05/09/27		1	2	2	5	10	豊作 ^a
	久沢谷(大野市)	533655	601	05/09/26	1	6	2	1		10	不作 ^{ab}
	温見(大野市)	533654	741	05/09/18	4	6				10	不作 ^{ab}
	平家平(大野市)	533653	969	05/09/29	3	6		1		10	不作 ^{ab}
	高倉峠(南越前町)	533652	834	05/09/28	3	6	1			10	不作 ^{ab}
	夜叉が池(南越前町)	533642	488	05/09/14	4	4	1	1		10	不作 ^{ab}
	山中林道(南越前町)	533641	598	05/09/08	2	4	2	1	1	10	不作 ^{ab}
	中河内(余呉町)	533631	493	05/09/14	3	2	2	3		10	並作 ^{ab}
黒川林道(敦賀市)	533620	574	05/09/03	6	3	1			10	不作 ^b	
五波峠(おおい町)	533505	608	05/09/13	4	5		1		10	不作 ^{ab}	
合計					46	88	17	13	6	170	
コナラ	荒土町別所(勝山市)	543613	136	05/09/17		8	2			10	不作 ^{bc}
	南六呂師(大野市)	543604	531	05/09/24	1	7	2			10	不作 ^{bc}
	モッカ平(大野市)	533664	405	05/09/18		1	4	4	1	10	豊作 ^a
	山中林道(南越前町)	533641	585	05/09/08			5	5		10	不作 ^{ab}
	池河内(敦賀市)	533631	307	05/09/30	1	4	2	2	1	10	並作 ^{abc}
	黒川林道(敦賀市)	533620	128	05/09/30	1	6	2	1		10	不作 ^{abc}
	鍋窪谷(おおい町)	533506	527	05/09/13	9	1				10	凶作 ^d
	五波峠(おおい町)	533505	602	05/09/13	3	7				10	不作 ^{cd}
合計					15	39	17	7	2	80	
クリ	荒土町別所(勝山市)	543613	134	05/09/17	1	2	3	2	2	10	並作 ^{ab}
	南六呂師(大野市)	543604	572	05/09/27			2	3	5	10	豊作 ^a
	モッカ平(大野市)	533664	773	05/09/20	5	4	1			10	不作 ^c
	山中林道(南越前町)	533641	597	05/09/30	2	5	2	1		10	不作 ^{bc}
	中河内(余呉町)	533631	477	05/09/14	1	4	3	2		10	不作 ^{bc}
	五波峠(おおい町)	533505	606	05/09/13	5	3	1	1		10	不作 ^{bc}
合計					14	18	12	9	7	60	

†異なる英小文字の添字は有意差があることを示す(Steel-Dwass test, $P < 0.05$).

Acorn crops of four Fagaceae species in Fukui prefecture, 2005

Mizuki MIZUTANI^{1,2}, Masamitsu TADA¹

Acorn crops of four Fagaceae species (*Fagus crenata*, *Quercus crispula*, *Q. serrata*, and *Castanea crenata*) were surveyed for the purpose of helping prediction of a mass of human-bear conflicts.

In 2005, 85.4% of *F. crenata* trees fruited across the whole crown, and there were heavy crops at almost every *F. crenata* site. A total of 78.8% of *Q. crispula* trees had a poor crop level, whereas 11.2% had medium to heavy crops. At most *Q. crispula* sites there were light crops, but one site had heavy crops. Among *Q. serrata*, 67.5% of trees produced poor acorn crops, and 11.3% produced medium to heavy crops. The crop level of *Q. serrata* varied among sites from poor to heavy. Among *C. crenata*, 53.3% of trees had poor acorn crops, and 26.7% produced medium to heavy crops. The crop level of *C. crenata* varied among sites from poor to heavy. Throughout Fukui prefecture, the crop levels of *F. crenata*, *Q. crispula*, *Q. serrata*, and *C. crenata* in 2005 were rated as heavy, light, light, and medium, respectively.

Acorn crops of these four Fagaceae species differed among individual trees and sites, and the within-species degree of synchronicity of crop level differed among species. Thus, to estimate the quantity of acorn crops at a regional scale, it is important to consider not only the temporal fluctuation of acorn crops, but also the synchronicity at the spatial level and among individuals. Successive monitoring is necessary to better understand the effect of acorn crops on the number of human-bear conflicts.

1. Minamirokuroshi 169-11-2, Ono shi, Fukui 912-0131, Japan.
2. Corresponding author. E-mail: mmizuki@fncc.jp