

富山県におけるミズナラ、コナラ堅果の成熟過程 —ツキノワグマ大量出没予測のための着果状況調査適期—

中島 春樹

Maturity process of oak acorns in Toyama prefecture
- Suitable period for visual assessment of crop size
to predict mass appearance of Asiatic black bears -

Haruki NAKAJIMA

富山県におけるミズナラ、コナラ堅果の成熟過程を2年間調査するとともに、ツキノワグマ有害捕獲数の季節変動を調べ、出没予測のための着果状況調査適期を検討した。両樹種とも8月上旬を境として、殻斗に堅果が包まれたまま緩やかに成長する時期と、殻斗から堅果が突出して急速に成長する時期に分けられた。5月の開花後、雌花生残率は未成熟落下により急減して6月上旬には50%以下となり、その後も虫害等により減少した。大量出没した2004,2006年の有害捕獲数は9月下旬から急増していた。着果状況調査は、堅果が視認しやすくなり未成熟落下や虫害の影響もかなり回避できる8月中旬以降に開始し、大量出没が始まる前の9月上旬までに終了するのが適切である。

1. はじめに

2004年秋、北陸地方を中心として多数のツキノワグマが人里に出没した。富山県においては、人身被害が死亡事故1件を含む21件26名に達し(白石ら, 2007)、全国最多となった。

2004年秋の大量出没の原因として、ツキノワグマの食物となる堅果の凶作、里山林の成熟によるツキノワグマ生息環境の変化などがあげられている(自然環境研究センター, 2005; 大井, 2005; 長井, 2006)。ツキノワグマは冬眠前の秋季に主としてナラ類、ブナなどのブナ科堅果に依存していることが糞分析や胃内容分析より明らかにされており(橋本・高槻, 1997)、ミズナラとブナが凶作の年、あるいはブナが凶作の年に、ツキノワグマの有害捕獲数や目撃数が増加する傾向が報告されている(長井, 1998a, 谷口・尾崎, 2003, 斉藤・岡, 2003, Oka *et al.*, 2004)。また、23県のクマ有害捕獲数の年変動パターンには、隣り合う県で構成される4グループが認められることから、グループ内のクマに共通して作用する要因の存在が示唆され、クマ出没にナラ類やブナ堅果の豊凶が関与しているものと推定されている(Oka, 2006)。従って、ブナ科堅果の豊凶を事前に把握することにより、ツキノワグマの大量出没を予測できる可能性がある。そこで、富山県では被害防除対策の一環として、県内天然林の主要樹種であ

る(石田, 2003)ミズナラ、コナラ、ブナ堅果の豊凶から秋の大量出没を予測することを目指している(富山県自然保護課, 2007)。

大量出没の予測は半年前、1年前など可能な限り早期に行うことが望ましいが、そのためには確度の高い堅果の豊凶予測手法が必要となる。ブナについては、雌花開花数および種子食昆虫による散布前堅果の摂食が豊凶年変動の主要因であることが明らかにされ(Yasaka *et al.*, 2003)、豊凶を前年以前に予測する手法が確立されている(八坂ら, 2001, 小山ら, 2007)。一方、ミズナラ、コナラについては生理的な未成熟落下が多く(Matsuda, 1982, 倉本, 1993a, 福本, 2000)、多種の種子食昆虫による健全堅果生産への影響も指摘されているため(Matsuda, 1982; Fujii, 1993; Fukumoto and Kajimura, 2001; Maeto and Ozaki, 2003)、豊凶年変動が生じるメカニズムは明解になっておらず、ブナのような予測手法は確立されていない。雄花序の生産量と堅果生産量に相関があるとの報告(小谷, 1991; 小谷, 2008)もあるが、雄花序の落下数から豊凶を即断することは危険であり、夏以降の着果状況調査から最終的な豊凶判断を下すべきとされている(小谷, 2008)。

このことから、ミズナラ、コナラ堅果の豊凶は、着果状況を目視で多数の個体について観察し、水井(1991)の方法や小谷(2008)の方法、

あるいは正木・阿部 (2008) の示したKoenig式結実度を用いて推定するのが現状では最善と考えられる。しかしながら、調査時期が早すぎれば堅果のサイズが小さいため観察が困難であり、遅すぎれば秋の大量出没が始まってしまう可能性がある。

そこで、本稿では富山県におけるミズナラ、コナラの堅果成熟過程を調査して、着果状況調査は季節的にいつ頃から始めるのが適切か検討する。また、ツキノワグマの人里への出没の多寡を反映する指標として有害捕獲数に着目し、過去の捕獲数の年変動から大量出没年を特定するとともに、そのような年の捕獲数の季節変動を調べ、いつまでに出没予測を発表すべきか、つまり着果状況調査を終えるべきか検討する。

2. 方法および資料

2.1 堅果成熟過程

2006～2007年にミズナラは立山町芦峠寺 (標高680m)、コナラは立山町吉峰 (標高280m) で調査した。ミズナラ3個体、コナラ4個体の林縁木を調査個体とした (表-1)。1個体あたり5本の枝を調査枝とし、2年間同じ枝を調べた。調査枝は地上高1.1～3.9mの林縁側で受光条件の良い長さ20cm以上の枝とした。

5月の開花期に調査枝に着生する全ての雌花の数を調べた。2006年の調査雌花数は個体あたり100～121個で、ミズナラは合計325個、コナラは435個であった (表-1)。2007年の調査雌花数は個体あたり80～280個で、ミズナラは合計354個、コナラは906個であった (表-1)。その後10月の堅果成熟落下期まで2006年は月に3～4回、2007年は月に2回、調査枝に着生して生存している、雌花から成熟途上の堅果数 (以下、生残個数という) を調査した。枝に着生していても褐変して枯死した場合は生残個数に含めな

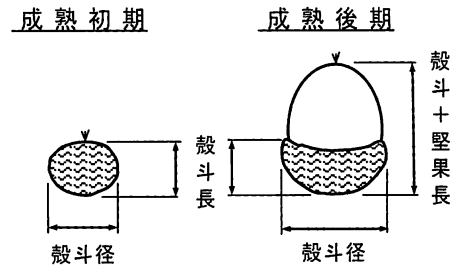


図-1 堅果サイズの測定方法

かった。虫害も認められたが、褐変しない限りは生残個数に含めた。樹種ごとの調査雌花数合計に対する生残個数の率を雌花生残率とした。

生残個数の調査と同時に、1個体あたり5個ずつ殻斗長、殻斗径 (図-1) を計測した。堅果が殻斗から突出してからは殻斗基部から堅果先端までの「殻斗+堅果長」 (図-1) も計測した。計測は調査枝ごとに1個ずつ行ったが、生残堅果がなくなった場合は周辺の別の枝のものをを用いた。なお、2006年はミズナラNo.3で9月6日、No.2で9月24日以降、生残堅果がなくなったため計測を中止した。

2.2 ツキノワグマ有害捕獲数の年変動と季節変動

富山県自然保護課の保有する資料を用いた。大量出没年の特定には、1977～2007年の有害捕獲数を上半期 (1～6月)、下半期 (7～12月) 別に集計した値を用い、出没の季節変動の解析には2001～2007年の日別有害捕獲数の記録を用いた。

3. 結果

3.1 ミズナラ堅果の成熟過程

2006年は開花が認められた5月16日より調査した (図-2)。5月16日の殻斗長は 1.3 ± 0.2 mm (平均±標準偏差)、殻斗径は 1.7 ± 0.3 mmであった。6月から7月中旬にかけて緩やかに成長し、7月25日には殻斗長は 5.4 ± 0.7 mmとなって5mm

表-1 調査個体と調査枝の概要

樹種	個体 No.	胸高直径 (cm)	樹高 (m)	調査枝数	地上高 (m)	調査雌花数	
						2006年	2007年
ミズナラ	1	27.9	11.0	5	1.6 ~ 2.4	121	110
	2	36.4	6.8	5	2.0 ~ 3.8	104	149
	3	46.2	11.7	5	3.2 ~ 3.9	100	95
コナラ	1	12.7	4.3	5	1.7 ~ 2.6	120	269
	2	18.9	8.0	5	2.4 ~ 3.8	102	80
	3	10.0	6.0	5	1.8 ~ 3.6	108	277
	4	10.8	5.1	5	1.1 ~ 3.0	105	280

を超えた。8月7日には堅果が殻斗から突出しているのが確認され、これ以降は9月下旬まで急速に堅果が成長した。殻斗+堅果長は、8月18日には10.0±1.6mmとなり、9月24日には21.1±1.5mmとなってほぼ最大サイズに達した。

開花直後より雌花生残率は急減し、6月8日には50%を下回り36%となった(図-2)。7月中旬から8月上旬にかけても急減し、8月18日には6.5%となった。以後も徐々に減少し、ほぼ最大サイズに達したと考えられる9月24日の生残率は2.5%であった。

2007年は開花が認められた5月11日より調査した(図-2)。5月11日の殻斗長は1.2±0.2mm、殻斗径は1.7±0.3mmであった。6月から7月中旬にかけて緩やかに成長し、7月23日には殻斗長は4.7±0.7mmと5mm程度となった。8月7日には堅果が殻斗から突出しているのが確認され、9月下旬にかけて急速に堅果が成長した。殻斗+堅果長は、8月21日には9.9±1.4mmとなり、9月25日には19.7±1.8mmとなってほぼ最大サイズに達した。

開花直後より雌花生残率は急減し、5月25日には50%を下回り49%となった(図-2)。7月中旬にも急減し、7月23日には7.9%となった。以後も徐々に減少し、ほぼ最大サイズに達したと考えられる9月25日の生残率は0.8%であった。

3.2 コナラ堅果の成熟過程

2006年は開花が認められた5月10日より調査した(図-3)。5月15日の殻斗長は1.3±0.3mm、殻斗径は1.6±0.3mmであった。6月から7月中旬にかけて緩やかに成長し、7月25日には殻斗長は5.1±0.7mmとなって5mmを超えた。8月7日には堅果が殻斗から突出しているのが確認され、これ以降は9月下旬まで急速に堅果が成長した。殻斗+堅果長は、8月18日には8.7±1.3mmとなり、9月24日には18.8±2.0mmとなってほぼ最大サイズに達した。

開花直後より雌花生残率は急減し、6月8日には50%を下回り41%となった(図-3)。その後も減少は続き、8月18日には8.0%となった。ほぼ最大サイズに達したと考えられる9月24日の生

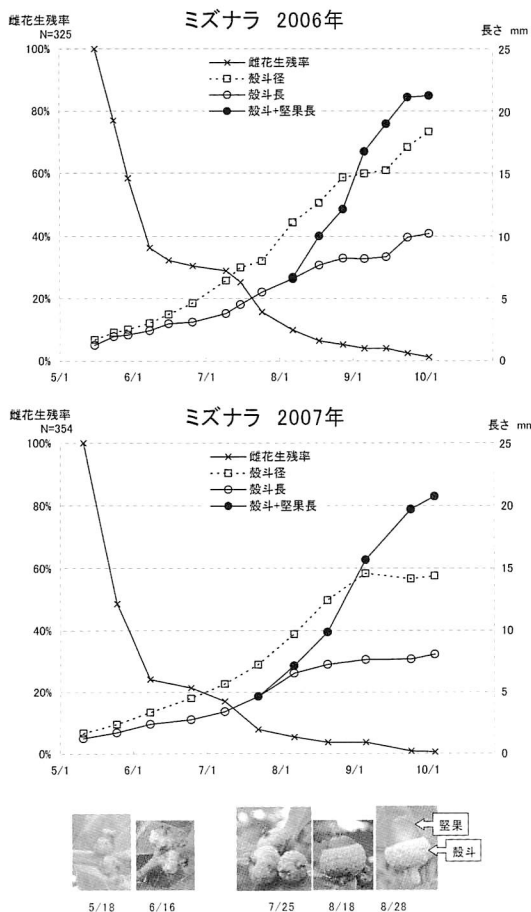


図-2 ミズナラ堅果の成熟過程

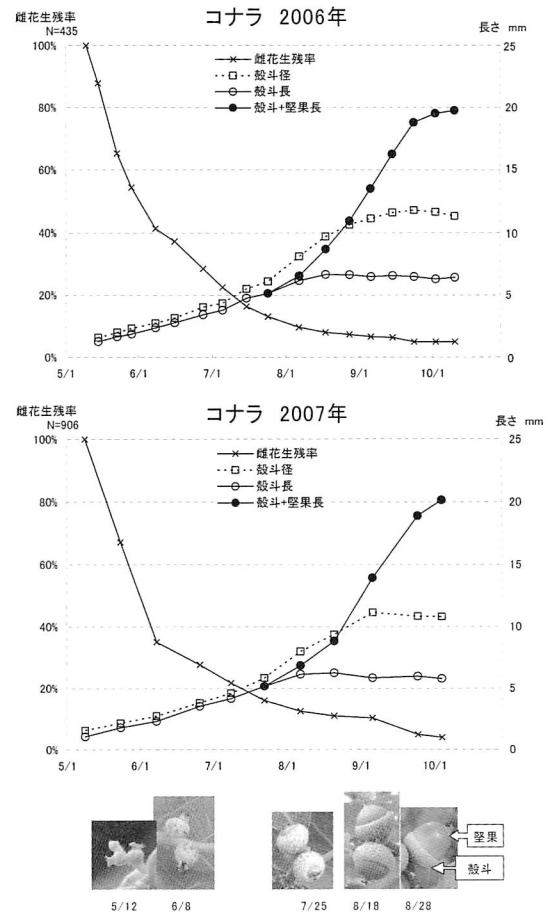


図-3 コナラ堅果の成熟過程

残率は5.1%であった。

2007年は開花が認められた5月9日より調査した(図-3)。5月9日の殻斗長は $1.1 \pm 0.2\text{mm}$ 、殻斗径は $1.6 \pm 0.2\text{mm}$ であった。6月から7月中旬にかけて緩やかに成長し、7月23日には殻斗長は $5.2 \pm 0.4\text{mm}$ となって5mmを超えた。8月7日には堅果から殻斗が突出しているのが確認され、9月下旬にかけて急速に堅果が成長した。殻斗+堅果長は、8月21日には $8.8 \pm 1.3\text{mm}$ となり、9月25日には $18.9 \pm 1.7\text{mm}$ となってほぼ最大サイズに達した。

開花直後より雌花生残率は急減し、6月8日には50%を下回り35%となった(図-3)。その後も減少は続き、8月21日には11%となった。ほぼ最大サイズに達したと考えられる9月25日の生残率は4.9%であった。

3.3 ツキノワグマ有害捕獲数の年変動

富山県における1977~2007年の31年間にわたる有害捕獲数を長井(1998b)にならいうちごとにみると(図-4)、上半期(1~6月)は 22.8 ± 6.1 頭(平均±標準偏差)、最大38頭で、突出して捕獲数が多くなった年はなく長期的に安定していた。これに対し、下半期(7~12月)は 14.8 ± 31.2 頭と上半期よりも年によるばらつきが大きく、最大147頭と突出して捕獲数が多い、いわゆる大量出沒年があった。1977~2004年の有害捕獲数の変動を検討した長井(2006)は1977、1988、2004年を「大量出沒年」とし、この3ヶ年を除く「平年」は下半期の捕獲数が上半期の1/5程度で上半期より少ないとしている。この基準を参考として2006年も大量出沒年とすると、平年の下半期の捕獲数は 4.8 ± 4.0 頭にすぎないのに対し、大量出沒年の下半期は1977年から順に57、29、96、147頭で上半期より多く、平年と明らかに傾向が異なっていた。

3.4 ツキノワグマ有害捕獲数の季節変動

2001~2007年の月別有害捕獲数をみると(図-5)、大量出沒年の2004、2006年は4月と10月に多い二山型の分布を示した。一方、その他の年は夏から秋の捕獲数に顕著な増加は認められず、4月に多い一山型の分布を示した。

大量出沒年となった2004、2006年について、夏以降の有害捕獲数をより細かく旬ごとにみると(図-6)、9月下旬から11月上旬に集中し、10月中下旬がピークであった。

4. 考察

4.1 堅果成熟過程

ミズナラ、コナラとも2年間同様に7月までは堅果は殻斗に包まれ、成長は緩やかであったのに対し、8月上旬には堅果が殻斗から突出しはじめ、9月にかけて急速に成長した(図-2, 図-3)。堅果の成熟過程は形態と成長速度から大きく2期に分けられるといえる。このような成長パターンはこれまでも両樹種で認められている。それによると、2期を分ける堅果が殻斗から突出する時期は、ミズナラでは北海道北部の標高350mで8月後半(倉本, 1993a)、コナラでは鳥取県の標高600mで8月上旬(橋詰・尾崎, 1979)、東京都の標高60mで7月末から8月上旬(Matsuda, 1982)、愛知県の標高50mで8月中旬(福本, 2000)となっており、今回の結果とほぼ同一で

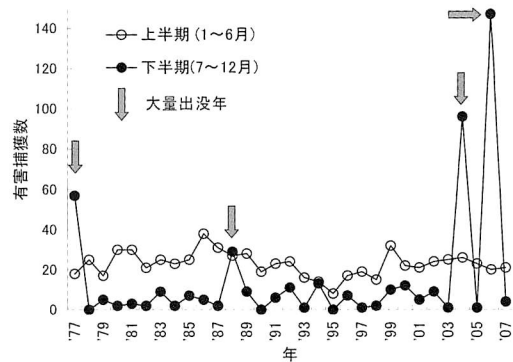


図-4 ツキノワグマ有害捕獲数の年変動

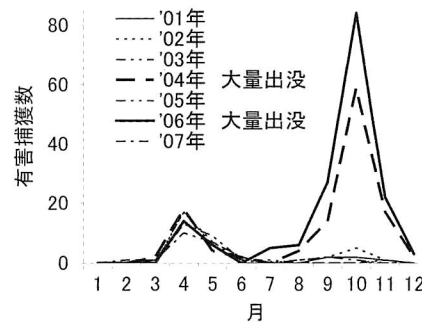


図-5 ツキノワグマ有害捕獲数の季節変動

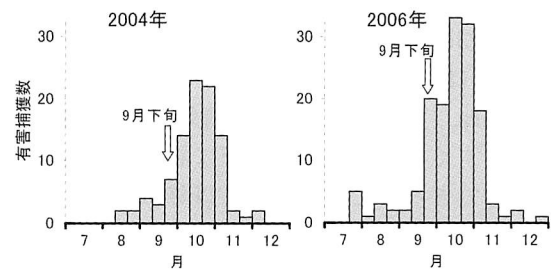


図-6 大量出沒年の有害捕獲数季節変動

あった。従って、県内でも年や標高などによって多少の相違は生じると思われるが、8月中旬には堅果が殻斗から突出し急速に成長する時期に入っているものと考えられる。

雌花生残率はミズナラ、コナラとも開花後急減し、2年とも6月上旬には50%以下となっていた(図-2, 図-3)。このような初期の生理的な未成熟落下による雌花生残率の急減は多数の報告例があるので(Matsuda, 1982; 菊沢, 1991; 倉本, 1993a; 倉本, 1993b; 生方ら 1994), 年や場所に関わらず生じるミズナラ、コナラの樹種特性と考えられる。6月以降も成熟期まで生残率は減少を続けた。これが虫害によるものか生理的落下によるものか今回の調査では分離できないが、被食されている堅果も観察されたので、少なからず虫害による落下もあったものと推察される。

4.2 堅果成熟過程を考慮した着果状況調査適期

着果状況調査を地上から目視で行う場合、2つの問題がある。

1つは堅果のサイズや着生位置によって観察のしやすさが異なることである。ミズナラ、コナラとも雌花のサイズが1mmあまりと微小であり(図-2, 図-3), 7月下旬になっても堅果はまだ殻斗に包まれたままで5mm前後に過ぎない(図-2, 図-3)。さらに、堅果は当年枝先端に放射状に着生する葉の基部に集中して着果することから、特に葉柄の短いミズナラでは葉に遮られ確認しにくい(正木・阿部, 2008)。しかし、8月中旬になると褐色が目立たない殻斗から緑色の堅果が突出し、サイズも1cm程度となるため(図-2, 図-3), 高倍率の双眼鏡を用いれば1つ1つの堅果を視認することも可能となる。

2つめの問題は、時期が早いとその後の生理的な未成熟落下分と虫害による落下分を含む調査になってしまうことである。

未成熟落下は6月から7月上旬までに多く(図-2, 図-3, Matsuda, 1982; 倉本, 1993a; 倉本, 1993b), タマバチ科の1種による虫害堅果の落下は7月までに多い(Fukumoto and Kajimura, 2001)。これらの影響は、堅果を視認しやすくなる8月中旬以降に調査を開始すれば回避できる。しかし、8月以降に産卵し堅果内を摂食する昆虫としてシギゾウムシ類やハマキガ類等が知られており(Fujii, 1993; 前藤, 1993; Fukumoto and Kajimura, 2001), これら

の昆虫種による虫害堅果は成熟健全堅果落下時期まで樹上に残ることが多く、地上からの観察では健全堅果との峻別は困難である。たとえ枝を採取して虫害率を確認したとしても、その後も新たな虫害が発生しうる。従って、8月中旬以降に調査したとしても虫害分を含んだものとならざるを得ないことを念頭に置いておく必要がある。

ただし、虫害堅果でも内部の全てが摂食されるとは限らず(Kanazawa, 1975; 大場ら, 1988; Maeto, 1995), ツキノワグマは昆虫も食べる(橋本・高槻, 1997)ため、8月中旬以降のある程度のサイズに達した虫害堅果は、ツキノワグマの食物として一定の役割を果たしうると考えられる。

4.3 ツキノワグマの出没時期と出沒予測発表期限

富山県におけるツキノワグマ有害捕獲数の年変動は下半期(7~12月)に顕著であるとともに、下半期の捕獲数は少ない年と多い年に二極化していた(図-4)。従って、出沒予測は下半期の出没が多い、いわゆる大量出沒年となるか否かを予測できればよいものと考えられる。

大量出沒年は有害捕獲数が4月と10月に多い二山型の分布、その他の年は4月に多い一山型の分布となっていた(図-5)。このような捕獲数の季節変動パターンは他地方でも同様に認められるとは限らない。例えば山形県の1995~1999年の月別捕獲数は(齊藤・岡, 2003), 4月に多く5~6月に少なくなるのは富山県と同じ傾向であるが、年間捕獲数の多寡に関わらずいずれの年も8月または9月にピークに達したのち10月以降は減少している。8~9月に有害捕獲数が多い傾向は岩手県(大井, 2005)やその他の東北地方各県(岡, 2005)でも認められている。つまり、堅果類の成熟時期よりも出沒が先行する傾向がある(Oka *et al.*, 2004)。これに対し、富山県の大量出沒年における捕獲数のピークは、ブナ科堅果の成熟落下する10月に同調していることが特徴的である。東北地方と富山県で捕獲数の季節変動パターンが異なる理由として、ツキノワグマが依存する食物資源や気候の違いが考えられるが明らかなことはわからない。いずれにしても、富山県で出沒予測を発表する場合、その時期を東北地方より遅くすることが可能であると考えられる。

富山県で大量出沒年となった2004, 2006年の

有害捕獲は9月下旬から11月上旬に集中していた(図-6)。また、8月以降の人身被害者数は、2004年は9月上旬に1名、中旬に4名、下旬に3名、10月に13名であり(白石ら, 2007)、2006年は8月に1名、9月下旬以降に5名と(富山県自然保護課, 2007)、9月中旬以降に集中していた。さらに、1953年の大量出沒時も9月下旬から出沒が急増し(南部, 2008)、人身被害も9月下旬以降に発生したという(白石ら, 2007)。これらのことから、出沒予測を行う場合、市町村や住民への周知期間を考慮して、遅くとも9月上旬までに発表するのが望ましい。つまり、着果状況調査は遅くとも9月上旬までに終えなければならぬ。

4.4 結論

ツキノワグマ出沒予測のためのミズナラ、コナラ着果状況調査は、堅果が殻斗から突出して視認しやすくなり、未成熟落下や虫害の影響もかなり回避できる8月中旬以降に開始し、秋の大量出沒が始まる前の9月上旬までに終了するのが適切である。

5. おわりに

大量出沒年の有害捕獲数の季節変動は2ヵ年の傾向を捉えたに過ぎず、富山県でもより早い季節に大量出沒する可能性は残されており注意が必要である。また、本稿で提示した8月中旬~9月上旬までの期間に着果状況調査を行う方法で、どの程度の精度で最終的な堅果落下数、つまりは豊凶を推定できるのか今後検証を要する。そのうえで、苗木生産のための堅果採取や天然更新補助作業の計画立案への応用が期待される。

富山県自然保護課にはツキノワグマ有害捕獲に関するデータの提供をいただいた。ここに厚く御礼申し上げます。

引用文献

Fujii S : Studies on acorn production and seed predation in *Quercus serrata*. -Growth, falling phenology, estimation of production, and insect seed predators- Bulletin of the Osaka Museum of Natural History 47 : 1-17 (1993)
 福本浩士 : 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. 名大森研 19 : 101-144

(2000)
 Fukumoto H, Kajimura H : Guild structures of seed insects in relation to acorn development in two oak species. Ecol. Res. 16 : 145-155 (2001)
 橋本幸彦・高槻成紀 : ツキノワグマの食性 : 総説. 哺乳類科学 37: 1-19 (1997)
 橋詰隼人・尾崎栄一 : クヌギおよびコナラの果実の発達と成熟. 鳥大農研報 31 : 189-195 (1979)
 石田仁 : 富山県におけるブナ林の分布と動態. 統計数理 51 : 59-72 (2003)
 Kanazawa Y : Production, dispersal and germination of acorns in natural stands of *Quercus crispula*. -A preliminary report- J. Jap. For. Soc. 57 : 209-214 (1975)
 菊沢喜八郎 : 樹木だより ミズナラ. 光珠内季報 85: 23-25 (1991)
 小谷二郎 : コナラ二次林における雄花および堅果生産. 日林論 102 : 455-456 (1991)
 小谷二郎 : ブナ科3種の堅果の豊凶予測-雄花序落下数および着果度と堅果生産数の関係-. 石川林試研報 40 : 22-26 (2008)
 小山浩正・八坂通泰・寺澤和彦・今博計 : 冬芽調査によりブナ林の2年後の凶作を予測する手法. 森林立地 49 : 35-40 (2007)
 倉本恵生 : ミズナラ堅果の生産経過とその年次変動. 北海道の林木育種 35 : 12-15 (1993a)
 倉本恵生 : 受粉様式がミズナラ堅果の未成熟落下におよぼす影響. 日林北支論 41 : 184-186 (1993b)
 前藤薫 : 羊ヶ丘天然林のミズナラ種子食昆虫-主要種の生活史と発芽能力への影響-. 日林北支論 41 : 88-90 (1993)
 Maeto K : Relationships between size and mortality of *Quercus mongolica* var. *grosseserrata* acorns due to pre-dispersal infestation by frugivorous insects. J. Jap. For. Soc. 77 : 213-219 (1995)
 Maeto K, Ozaki K : Prolonged diapause of specialist seed-feeders makes predator satiation unstable in masting of *Quercus crispula*. Oecologia 137 : 392-398 (2003)
 正木隆・阿部真 : 双眼鏡を用いたミズナラの結実状況の評価. 日林誌 90 : 241-246 (2008)
 Matsuda K : Studies on the early phase of the regeneration of a Konara oak (*Quercus serra-*

- ta Thunb) secondary forest. I. Development and premature abscissions of Konara oak acorns. Jap. J. Ecol. 32 : 293-302 (1982)
- 水井憲雄：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. 日林誌 73 : 258-263 (1991)
- 長井真隆：富山県における秋の有害鳥獣駆除によるツキノワグマの捕獲個体数とブナ・ミズナラの結実変動. 富山の生物 37 : 17-22 (1998a)
- 長井真隆：富山県におけるツキノワグマの平年と異常年の捕獲個体数の変動. 富山の生物 37 : 23-28 (1998b)
- 長井真隆：ツキノワグマの異常出没—富山県の実態と森の論理をめぐって—. 砺波散村地域研究所研究紀要 23 : 1-16 (2006)
- 南部久男：1953年の富山県におけるツキノワグマの大量出没記録. 富山市科学博物館研報 31 : 123-132 (2008)
- 大場貞男・石塚森吉・菅原セツ子・金沢洋一：ミズナラ堅果のサイズと虫害との関係. 日林北支論 36 : 45-47 (1988)
- 大井徹：クマの大量出没の原因を探る. 林業と薬剤 172 : 9-16 (2005)
- Oka T, Miura S, Masaki T, Suzuki W, Osumi K, Saitoh S : Relationship between changes in beechnut production and Asiatic black bears in northern Japan. J. Wildlife Management 68: 979-986 (2004)
- 岡輝樹：ツキノワグマの「異常出没」を予測する. 森林総研東北支所研究情報 5 (2) : 1-6 (2005)
- Oka T : Regional concurrence in the number of culled Asiatic black bears, *Ursus thibetanus*. Mammal Study 31 : 79-85 (2006)
- 斉藤正一・岡輝樹：山形県におけるニホンツキノワグマの有害駆除数変動に関連する要因. 東北森林科学会誌 8 : 94-98 (2003)
- 白石俊明・間宮寿頼・内呂由美子・南部久男：富山県におけるツキノワグマの大量出没年(1953年及び2004年)の人身被害の発生状況. 富山市科学文化セ研報 30 : 69-75 (2007)
- 自然環境研究センター：ツキノワグマの大量出没に関する調査報告書. 115pp. (2005)
- 谷口真吾・尾崎真也：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 (2003)
- 富山県自然保護課：富山県ツキノワグマ保護管理指針(ガイドライン). 93pp. (2007)
- 生方正俊・飯塚和也・板鼻直栄：ミズナラ採採園における堅果生産過程のクローン間差. 日林北支論 42 : 16-18 (1994)
- 八坂通泰・小山浩正・寺澤和彦・今博計：冬芽調査によるブナの結実予測手法. 日林誌 83 : 322-327 (2001)
- Yasaka M, Terazawa K, Koyama H, Kon H : Masting behavior of *Fagus crenata* in northern Japan: spatial synchrony and pre-dispersal seed predation. For. Ecol. Manage. 184 : 277-284 (2003)

Summary

In order to examine the suitable period for visual assessment of crop size to predict mass appearance of Asiatic black bears in Toyama prefecture, maturity process of acorns of 2 oak species (*Quercus crispula* and *Quercus serrata*) was surveyed for two years and seasonal fluctuation of the number of culled bears was investigated. In both oak species, the maturity process was divided into two terms in the beginning of August. In the first term, acorns were enclosed by cupules and grew up gradually. In the second term, acorns protruded from cupules and grew up rapidly. After flowering in May, the survival rate of female flowers decreased rapidly by immature falls, became less than 50% in the beginning of June, and afterwards decreased because of insect attacks and so on. The number of culled bears in 2004 and 2006 when mass appearance had occurred increased rapidly from the end of September. It is appropriate that visual assessment of crop size begins after the middle of August when it becomes easy to check the acorns visually and when influence of immature falls and insect attacks can be evaded considerably, and finishes by the beginning of September before mass appearance starts.