The japanese Society of Forest Environment

森林立地学会誌　森林立地45(1), 2003, 1～6
Jpn. J. For. Environment 45 (1), 1-6　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

谷口真吾*・尾崎真也*
*兵庫県立農林水産技術総合センター森林林業技術センター

兵庫県氷ノ山山系におけるブナ，ミズナラの結実変動と氷ノ山山系周辺地域の人里におけるツキノワグマ目撃頭数の関係を検討した。
ブナ，ミズナラ堅果の結実は，ブナまたミズナラのどちらか，あるいは両者がともに良好な年は，ツキノワグマの目撃頭数は調査期間の5カ年の平均値よりも少なく，逆にブナ，ミズナラ堅果の結実が不良な年は，目撃頭数が多い傾向であった。このことは，ツキノワグマの秋の人里への出没回数は，ブナ，ミズナラの結実変動に大きく左右されることを示しているといえる。

Shingo Taniguchi and Shinya Osaki : Relationship between the number of black bear (*Ursus thibetanus japonicus*) witnessed in the surrounding villiages and fruit bearing of *Fagus crenata* and *Quercus mongolica var. grosseserrata* in Mt. Hyonosen Hyogo prefecture.
The fluctuation of nut production of *Fagus crenata* and *Quercus mongolica var. grosseserrata* in Hyonosen, Hyogo prefecture, was examined in relation to the number of black bears (*Ursus thibetanus japonicus*) witnessed in the surrounding villages. The number of black bears decreased in the year with abundant or good fruit crops of either *F. crenata* or *Q. mongolica* or both, but decreased contrary in the year with poor fruit crop of both tree species. The amount of fruit produced by these two tree species in the mountainous area may influence the appearance of the black bears to find food in the village.

1．はじめに

ツキノワグマ（*Ursus thibetanus japonicus*）は，本州の冷温帯落葉広葉樹林を主な生息地とする大型哺乳類である。ツキノワグマの食性は，植物質と動物質食物の雑食性であるが，特に越冬を前にした秋季においては，ブナ（*Fagus crenata*）やミズナラ（*Quercus mongolica var. grosseserrata*）の堅果を多量に採食し，ブナ科植物の堅果に強く依存していることが報告されている（鳥居，1989；溝口ら，1996；橋本・高槻，1997；名和ら，1997）。ツキノワグマは冬季に出産を行う。このため，ブナやミズナラの堅果はツキノワグマにとって何カ月も絶食する冬ごもり（冬眠）に備える栄養源として有用であり，飽食活動により，皮下に十分な脂肪蓄積（橋本・高槻，1997）を行うと考えられ，仮に十分な脂肪の蓄積が得られなかった場合，胚の消失，胎児の流産によってその年の繁殖は失敗に終わる。このように，冬眠前の栄養分の蓄積時期に十分な食物供給量を得られるだけの生息環境が確保されるか否かが冬眠中に行われる雌グマの出産・授乳に影響するなど，ツキノワグマの繁殖率にも多大な影響を与えている可能性が指摘されている（橋本・高槻，1997；片山，1997；名和ら，1997）。ブナ，ミズナラの堅果が凶作の年には，ツキノワグマは有害獣として駆除される件数が増えるという報告もある（箕口，1995）。

これらのことは，ブナ科植物の堅果は越冬を前にしたツキノワグマの採食行動と深く関わっていることを示唆しており，ブナ，ミズナラの堅果が同時に凶作年になると，他の食料を求めてツキノワグマの人里への出没が多くなることが予想される。

日本の冷温帯林（ブナ帯）を構成するブナ，ミズナラの結実については従来より多くの研究が行われ，結実豊凶に関する調査データは古くから蓄積されている。それらの報告によると，ブナ堅果の結実は年次による豊凶の差が大きく，豊作年の結実周期は長いことが知られている（菊池，1968；橋詰・山本，1974；橋詰，1987；前田，1988；鈴木，1989；武田，1992；山中，1994；寺澤ら，1995；原，1996）。ミズナラ堅果の結実もブナ堅果と同様に，豊凶の差があり，その年次変動も大きいことが報告されている（Kanazawa, 1982；佐々木，1988；Imada *et.al.*, 1990；小見山ら，1991；倉本，1993；倉本ら，1995；水井，1993）。堅果の結実状況から野生動物の人里への出没の増加が予測できれば適切な対策を講じることができる。したがって堅果の豊凶調査は被害予測や防止対策の立案など野生動物を管理する上で有意義かつ有益な情報となる可能性がある。

ツキノワグマの採食行動については，採食される食物種と利用頻度の季節変化を調査した報告（溝口ら，1996；橋本・高槻，1997）が多くある。しかし，ツキノワグマの人里への出没と各年のブナ科堅果の結実との相関が高いことが経験的あるいは通説的に知られているもののその報告は少なく，必ずしも科学的に検証されていない。そのため，ツキノワグマの出没と生息域の森林の食物供給機能との関係を明らかにするために，ツキノワグマ生息地域における長期的な調査事例の蓄積が求められている。

そこで本論は，ブナ，ミズナラの結実がツキノワグマの目撃頭数の変動に及ぼす影響を検討するため，1997年から

＊　兵庫県立農林水産技術総合センター森林林業技術センター　Hyogo Pref. Technology Center for Agriculture, Forestry and Fisheries. Forestry Technology Inst., Yamasaki, Hyogo 671-2515, Japan

NII-Electronic Library Service

The japanese Society of Forest Environment

2001年までの5年間，シードトラップ法によってブナ，ミズナラ堅果の落下量調査を行い，ツキノワグマの秋の人里への出没とブナ，ミズナラの結実変動との関わりについて考察した。

2．調査地と方法

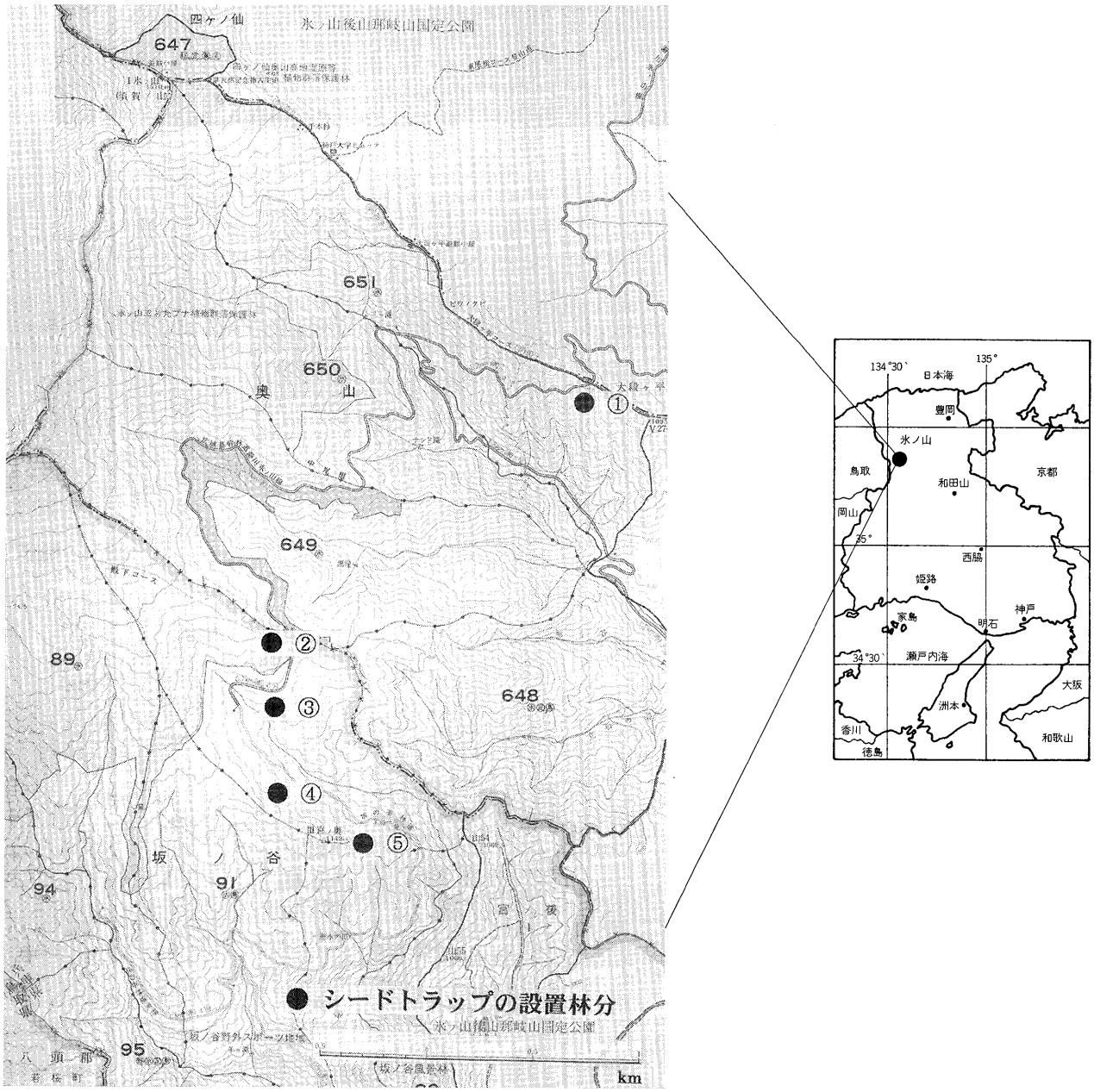
1）調 査 地

調査地（図－1）は，兵庫県北部山岳地帯の鳥取県と兵庫県境付近の中国山地東端（北緯35°20′，東経134°30′）に位置する準平原山地の氷ノ山（標高1,510m）山系に広がる標高1,080～1,220mの主に尾根沿いに比較的まとまって成立するブナ林である。氷ノ山山系のブナ林は日本海型の気候条件下にあり，標高500～600m付近を境にブナ，ミズナラが分布し始める。氷ノ山の山麓は入り組んだ地形で谷沿い近くに農耕地が進出し，奥地までスギ，ヒノキの植林が進んでいる。山麓ふもとの集落近くには，コナラ林，クリ・ミズナラ林が全域にパッチ状に広く分布している。

2）ツキノワグマの目撃頭数調査

ツキノワグマの目撃頭数は，兵庫県県民生活部環境局環境政策課の調査資料を用いた。兵庫県では平成9年度（1997年）よりツキノワグマの目撃頭数調査を行っている。資料はツキノワグマ生息地域の住民から居住地の市役所，町役場に通報された9月から11月までの秋季におけるツキノワグマの目撃情報を各農林（水産）事務所鳥獣行政事務の担当者経由で兵庫県が集約したものである（兵庫県県民生活部環境局環境政策課，2000）。

本報告の調査区域は，氷ノ山山系に含まれるか，あるいは隣接する地域の兵庫県但馬地方の円山川流域以西地域と宍粟



図－1　調査地の位置図

NII-Electronic Library Service

The japanese Society of Forest Environment

郡一宮町，波賀町，千種町の目撃頭数データを合計したものである。なお，兵庫県には，「近畿北部個体群」と「東中国山地個体群」の二つの個体群に属するツキノワグマが生息している（片山，1997）が，本論は兵庫県，鳥取県，岡山県との県境付近に分布する「東中国山地個体群」を対象とするものである。

3）シードトラップ法によるブナ，ミズナラ堅果の落下量と豊凶判定

1997年から2001年までの5年間，氷ノ山山系のブナ林にシードトラップを設置してブナ，ミズナラの堅果落下量を調査した。設置場所は兵庫県養父郡大屋町横行奥山国有林651林班の森林基幹林道「瀞川・氷ノ山線」沿いの2林分（林分№1，2）と兵庫県宍粟郡波賀町戸坂ノ谷国有林90林班の坂ノ谷林道添いの3林分（林分№3，4，5）である。

林分№1，2，3のブナ林は，ブナが上層木の樹冠面積比で70～90%を占めているが，ミズナラも一部に混交する林分である。その他に混交する高木性樹種としてトチノキ，イタヤカエデ，ミズメがあった。また，林分№4，5のブナ林は，ブナが上層木の樹冠面積比で60～80%，ミズナラが20～30%を占めていた。これらの林分に成立するブナ，ミズナラは胸高直径40cm～120cm，樹高は15～25mであった。

シードトラップを林分内のブナあるいはミズナラの樹冠下に設置した。トラップは塩ビ管を円形に加工し，吹き流し状の寒冷紗袋を固定したもので，開口部の面積は0.5m^2，地面から1.0mの高さに開口部が水平になるように設置した。シードトラップは，林分№2，3，4，5の4林分には各林分に10個ずつ，林分№1の1林分には12個設置し，5林分で合計52個のトラップを設置した。開口部の合計面積は1997～2000年までが26m^2，2001年のみ23m^{2}であった。シードトラップは1997年から2001年まで毎年10月上旬までに設置し，12月中旬に撤収した。トラップ内に落下した内容物は設置期間中2回程度回収した。回収したトラップの内容物は，ブナ，ミズナラの堅果別に殻斗と種子（果実）に区分した。種子は「健全（充実）種子（以下，健全堅果と称する）」，「シイナ種子」，「発育不全種子」，「虫害種子」および「鳥獣害種子」に区別し，それぞれの品質区分ごとに粒数と生重量を記録した。なお，設置したシードトラップには，設置林分の違いに関わらず，ブナとミズナラの堅果が混在していたため，1m^{2}あたりの堅果落下量は，両種ともトラップに落下した量の合計を開口部合計面積（1997～2000年：26m^2，2001年：23m^2）で除して算出した。

既報の複数森林における豊凶基準と照らし合わせて，本林分における結実の相対的な評価を行うため，年次別に豊凶判定を行った。豊凶の判定については，1m^{2}当りの健全堅果の落下量により，既報（菊池，1968；橋詰・山本，1974；Kanazawa，1982；箕口・丸山，1984；前田，1988；佐々木，1988；鈴木，1989；Imada *et.al.*，1990；小見山ら，1991；倉本，1993；倉本ら，1995；水井，1993；山中，1994；寺澤ら，1995；原，1996）をもとに表－1の区分によった。なお，表－1の基準は，既報の健全堅果落下数と作柄の報告値を並べ，各作柄に該当する堅果落下数の範囲を区分したものである。

本論はブナおよびミズナラ林の落下堅果の多少を推定する指標として，林分№1から5までの5林分の設置トラップ内に落下した健全堅果の合計値を用いた。これは，5林分の成立しているエリアとラジオテレメトリー法で行動追跡したツキノワグマの行動圏とがおおむね重なることが報告（片山，1999）されていることによる。さらに，ブナ，ミズナラとも落下堅果の品質区分を行ったが，橋本・高槻（1997）および名和ら（1997）が，ツキノワグマはブナの新芽，花序，葉，堅果など様々な部位を採食し，ことに堅果については未熟なものから前年落下したものに至るまでほとんど手当たり次第に食べるとしている。しかし本論では，結実の相対的な豊凶の評価を健全堅果で指標しており，ブナ，ミズナラとも落下量の解析には，期間内における5林分のトラップ内に落下した健全堅果の総数を用いた。さらに，ブナ，ミズナラ堅果の落下量を熱量（kcal）換算する際には，松山（1982）の分析値を当てはめたが，この分析値は健全堅果の値であるために，健全堅果のみを計算に用いた。

3．結　　果

1）ツキノワグマの目撃頭数の年次変化

1997年から2001年までの5年間にわたるツキノワグマの目撃頭数を表－2に示した。ツキノワグマの目撃頭数は秋季に多く，調査期間のうち，目撃頭数が最も少なかったのは1997年の16頭であり，目撃頭数が最も多かった2000年はその6.6倍の106頭が目撃されている。

2）ブナ，ミズナラ堅果落下量の年次変動

1997年から2001年までの堅果落下量の年次変動を表－3，表－4に示した。

ブナでは1997年，1999年，2001年に並作であった以外は，他の2年間はほとんど結実しなかった。ミズナラは1997年に豊作年となり，残り4年間の結実は並～凶作年であった。

3）ブナ，ミズナラの堅果落下量とツキノワグマ目撃頭数の関係

1997～2001年までのブナあるいはミズナラの健全堅果の総落下重量を松山（1982）の分析値によって熱量（kcal）換算した値とツキノワグマの目撃頭数との関係を図－2に示した。さらに，ブナ，ミズナラ堅果の双方の総落下重量を松山（1982）の分析値で熱量換算した値とツキノワグマの目撃頭数との関係を図－3に示した。

なお，熱量換算の際に用いた堅果生産量1gあたりの熱量は，松山（1982）によりブナ5.24kcal，ミズナラ2.87kcalとした。

ブナには堅果落下量（kcal/m^2）と目撃頭数に相関関係が認められなかったが，ミズナラには堅果落下量と目撃頭数に有意な負の相関関係が認められた（$p<0.01$）。さらに，ブナとミズナラの堅果の合計落下量（kcal/m^2）と目撃頭数には$p<0.05$水準の有意な負の相関関係が認められた。

NII-Electronic Library Service

The japanese Society of Forest Environment

表－1　既報データから作成した落下堅果数の豊凶判定基準

樹　種	豊作	並作	凶作
ブ　ナ	300 ～ 1000	5 ～ 100	3 以下
ミズナラ	20 ～ 60	5 ～ 20	5 以下

注1）数値は，1 m²当たりに落下した健全堅果数

表－2　氷ノ山山系[注1)]におけるツキノワグマの目撃頭数

年　次	目撃頭数（頭）	1997 年を 1 とした比数
1997	16	1.0
1998	63	3.9
1999	58	3.6
2000	106	6.6
2001	58	3.6

注1）兵庫県北部但馬地方の円山川流域以西の地域と宍粟郡一宮町，波賀町，千種町のエリア

表－3　ブナの健全（充実）堅果の落下数と重量

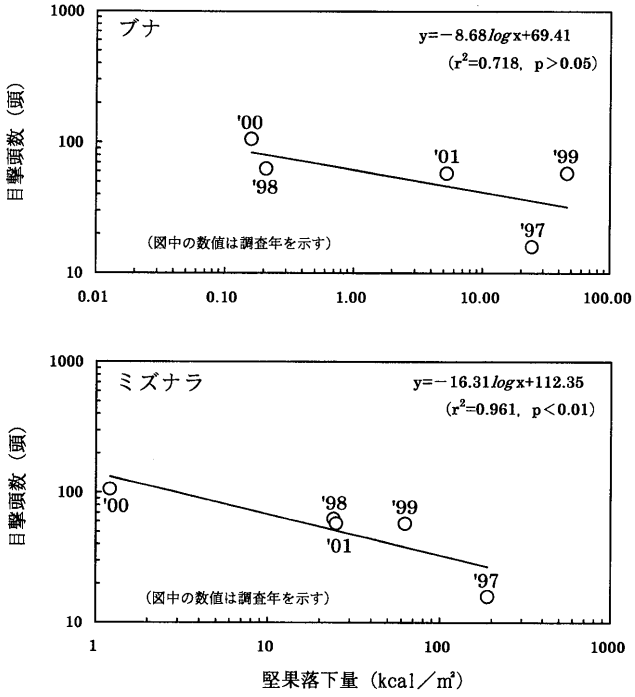
年次	落下数[注1)]（粒/m²）	堅果重量[注2)]（g/m²）	豊凶判定[注3)]	熱量換算値[注4)]（kcal/m²）
1997	15.58	4.68	並作	24.50
1998	0.04	0.04	凶作	0.21
1999	36.54	8.82	並作	46.23
2000	0.04	0.03	凶作	0.16
2001	4.17	1.00	並作	5.26

注1）シードトラップ内に落下した健全（充実）堅果数を26m²で除した値（粒/m²）2001年のみ23m²で除した値（粒/m²）
注2）堅果重量は健全（充実）種子のみの生重量（g/m²）
注3）表－1の豊凶判定基準による
注4）ブナ堅果1g当たり5.24kcal（松山，1982）で換算した値（kcal/m²）

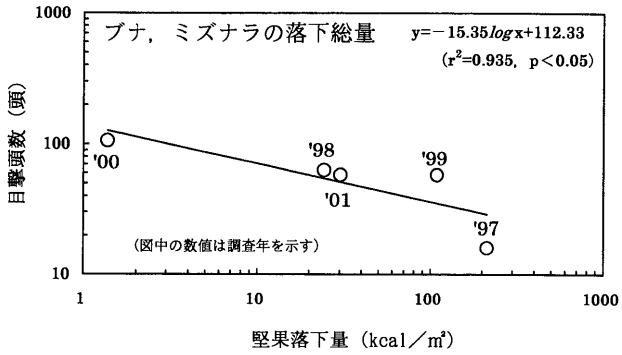
表－4　ミズナラの健全（充実）堅果の落下数と重量

年次	落下数[注1)]（粒/m²）	堅果重量[注2)]（g/m²）	豊凶判定[注3)]	熱量換算値[注4)]（kcal/m²）
1997	30.00	66.00	豊作	189.42
1998	3.68	8.43	凶作	24.20
1999	7.59	21.97	並作	63.04
2000	0.22	0.42	凶作	1.21
2001	3.63	8.71	凶作	25.00

注1）シードトラップ内に落下した健全（充実）堅果数を26m²で除した値（粒/m²）2001年のみ23m²で除した値（粒/m²）
注2）堅果重量は健全（充実）種子のみの生重量（g/m²）
注3）表－1の豊凶判定基準による
注4）ミズナラ堅果1g当たり2.87kcal（松山，1982）で換算した値（kcal/m²）



図－2　ブナ科堅果の落果量とツキノワグマの目撃頭数の関係



図－3　ブナ，ミズナラ堅果の落下総量とツキノワグマの目撃頭数の関係

NII-Electronic Library Service

The japanese Society of Forest Environment

4．考　察

1）ブナ，ミズナラの結実とツキノワグマの堅果依存性

1997年から2001年までの5年間にわたって調査したブナ，ミズナラ堅果落下量とツキノワグマの当年の目撃頭数の関係から，豊作年と次の豊作年の間の年におけるツキノワグマの堅果依存性について考察する。

目撃頭数が16頭と最も少なかった1997年は，ブナが並作でミズナラが豊作であった。一方，1998年，1999年，2000年，2001年では，ツキノワグマの目撃頭数が多い年は，ブナ，ミズナラとも凶作であった。特にブナおよびミズナラが同じ年に双方とも凶作となった1998年，2000年の2年間については，ツキノワグマの目撃頭数が顕著に増加し，人里への出没が多かったことが事実として認められている。

このように，ブナあるいはミズナラのどちらか一方，または両方の樹種の結実が並作以上の年は，ツキノワグマの目撃頭数は5カ年の平均値60.2頭より少なく，逆にブナ，ミズナラ堅果の結実がともに凶作の年は，目撃頭数が多くなった。すなわち，ブナやミズナラの結実がともに良好な年は，ツキノワグマの人里での目撃頭数が少なく，逆に両種ともに凶作の年は人里での目撃頭数が多かった。ブナ，ミズナラ堅果の結実がともに凶作である場合，ツキノワグマの人里での目撃頭数はブナ，ミズナラ堅果の豊作あるいは並作年の3.9～6.6倍であった。これは，ツキノワグマはミズキなどの漿果類の他に人里域で栽培されているカキやナシなどの果実を求めて行動域の拡散が活発となり，人里近くに出没したことを示唆しているものと推察される。しかし，ツキノワグマの食性を調査した報告には，人里近くの果樹などに選択的に誘引された事例はみあたらなかった。先に述べたように秋の堅果類は冬眠前の栄養蓄積をするために重要であるが結実の豊凶は年次変動が大きいため，その結果，利用する食物を年によっては変化させていると推察している報告(溝口ら，1996)があるにすぎない。本論の調査期間では，ブナの豊作年に当たらなかったため，ブナ豊作時には，ツキノワグマの人里への出没がどのようなパターンになるかの検証が十分にできなかった。ブナの豊作時にはツキノワグマの人里への出没がほとんど無くなるのかあるいは出没が起きるのか，さらには前年からの作柄の変化がツキノワグマの出没頭数にどのように関係するのかは，出没被害の対策を立てる上で今後，重要な検証課題のひとつであると考えられる。

シードトラップ法によるブナ，ミズナラ堅果の落下量は，ブナがミズナラより多く，並作年ではブナとミズナラは3：1の割合であった。しかし，シードトラップに落下した5年間の堅果の平均重量を比較すると，ミズナラ堅果は平均2.20g/粒，ブナ堅果は平均0.24g/粒であり，ミズナラ堅果の重量はブナ堅果の約10倍もあった。一方，栄養成分で比較すると，ミズナラ堅果は糖質で優っているが，そのほかカロリー，タンパク質，脂肪，炭水化物，灰分では劣っており，全体としてブナ堅果のほうが栄養成分的には優れている（松山，1982)。つまり，ツキノワグマからみると，ブナ堅果は小粒で量的な採食効果は小さいが，栄養蓄積の面では採食効率が大きいことが推察される。一方，ミズナラは大粒で量的な採食効率は大きいが，栄養蓄積の面での採食効率は小さいことがうかがえる。

2）ブナ，ミズナラの結実特性とツキノワグマの採食行動

ブナの結実は個体単位ではほぼ隔年周期で，凶作年にはどの林分でもほとんど落下しない（橋詰，1987)。また，林分あるいは地域規模の豊作は大局的にみて5，6年に一度の頻度であり，豊作年の翌年は必ず凶作年になるという規則性が認められている（橋詰，1987；前田，1988)。一方，ミズナラの結実はやや不規則ではあるが，2年に一度は並作あるいは豊作年となり，ブナのように豊作の翌年は必ず凶作になるという規則性は認められない（Kanazawa，1982；佐々木，1988；Imada *et.al.*, 1990；倉本，1993；倉本ら，1995；水井，1993)。また，ミズナラは，凶作年でも林分内で局所的に並作から豊作年に匹敵する量の堅果を落下させる個体が存在する事実が確認されている（筆者ら未発表)。この現象は，Kanazawa（1982)，Imada *et.al.*,（1990)，水井（1993)，倉本ら（1995）によって，同一年内の同一林分内でも個体ごとの結実が違い，落下堅果量に差が認められるというミズナラの結実特性として既に報告されている。さらに林分内でも個体によって結実状況が違うことから（Kanazawa，1982；Imada *et.al.*, 1990)，凶作年でも，林分全体としてみるとミズナラの堅果は多少得られることが指摘されている（水井，1993)。

これらのことから，ツキノワグマに対する食物の供給形態という観点からブナとミズナラの両者の豊凶を比較した場合，①ブナは豊作年の間隔が長く，豊作の翌年には凶作になるという規則性が高いこと，②それに比べてミズナラは豊作が2，3年に一度は到来し，豊作の翌年が凶作とは必ずしも限らないこと，この2点の特徴から，つまりブナは豊作年に限れば堅果の供給は多いが，年次的な供給頻度はミズナラが多くなるということである。これらの結実特性をもとにブナは，豊作，並作年にはツキノワグマに大量の堅果を供給することが可能であるが，凶作年ではほとんど堅果を供給できない。ブナが凶作の年にはツキノワグマの目撃頭数が多くなるのに対して，ミズナラが凶作の年にはミズナラは凶作年でも部分的に堅果を結実させるため，ブナが凶作の年ほどツキノワグマの目撃頭数が多くならない傾向があると思われるが，本論の結果からは普遍的な傾向が考察できなった。

ところで，栄養蓄積の必要な越冬を控えたツキノワグマの秋の採食行動は，ブナ，ミズナラの結実変動に大きく左右され，堅果の豊凶による採食環境の変化がツキノワグマの採食行動の広域拡散を大きくするものと推察される。さらにこれらのことは，ツキノワグマの採食行動としての人里への出没が，ブナ，ミズナラの堅果の結実変動との相関性が高いことを支持するものである。

NII-Electronic Library Service

The japanese Society of Forest Environment

3）採食行動から考察した最適なツキノワグマの生息環境

ツキノワグマのブナあるいはミズナラの堅果依存性を考慮すると，ブナ，ミズナラが同じ森林に混交分布していることは，ブナ，ミズナラが同時に凶作年になる以外の年には相互に補完し合う採食環境として有効に機能していることが考えられ，ツキノワグマにとって比較的安定した採食環境といえる。

このため，氷ノ山山系のブナ林のようにミズナラが混交する森林では，ブナの単一植生の森林よりも，ツキノワグマの採食のための人里への広域拡散の危険性を回避あるいは抑制しているものと推察される。

5．おわりに

本論では，ツキノワグマの秋の採食行動は，ブナおよびミズナラの堅果の結実変動と深くかかわっており，ブナ，ミズナラの堅果がともに凶作であると他の果実を求めてツキノワグマの人里などへの広域的な拡散行動が活発になり，必然的に人里に多く出没することが認められた。

しかし，ブナならびにミズナラの両樹種の結実が凶作であった年のツキノワグマの採食行動は十分に調査されておらず，堅果以外の植生や果実，例えば人里のカキやナシなどに依存していることが推察されるがその詳細はまったく不明であり，このような観点から調査された報告もみあたらない。

ブナ，ミズナラ堅果の双方が同時に凶作年になった年において，ツキノワグマが他に依存している果実や採食食物の種類，植生の解明については今後の研究の進展に期待したいと考えている。

引　用　文　献

原　正利(1996)：日本のブナとブナ林．（ブナ林の自然誌．平凡社，237 pp，東京）：38-54.

橋本幸彦・高槻成紀（1997）：ツキノワグマの食性：総説．哺乳類科学37：1-19.

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．日林誌56：165-170.

橋詰隼人(1987)：自然林におけるブナ科植物の生殖器官の生産と散布．広葉樹研究 4 ：271-290.

兵庫県県民生活部環境局環境政策課（2000）：ツキノワグマ目撃頭数調査資料.

Imada, M., T. Nakai, T. Mabudhi and Y. Takahashi. (1990) Acorn dispersal in nature stands of Mizunara (*Quercus mongolica var. grosseserrata*) for twenty years. J. Jpn. For. Soc., 72：426-430.

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. Jap. J. Ecol., 32：325-331.

片山敦司（1997）：ツキノワグマの生息状況と保護．自然とともに40：（兵庫県環境政策課・林務課）：3.

片山敦司（1999）：東中国山地におけるツキノワグマの生態調査．第8期プロ・ナトゥーラ・ファンド助成成果報告書：49-53.

菊池捷治郎（1968）：ブナ林の結実に関する天然更新論的研究．山形大紀要（農学）5：221-306.

小見山章・和田一雄・陸　斉（1991）：志賀高原横湯川流域における落果量の年次変動．岐阜大農研報56：165-174.

倉本惠生（1993）：ミズナラ堅果の生産過程とその年次変動．北海道の林木育種35：12-15.

倉本惠生・五十嵐恒夫・門松昌彦・船越三郎（1995）：ミズナラ堅果落下量の年変動―北大雨龍地方演習林における13年間の結果―．日林北支論43：146-148.

松山利夫（1982）：木の実の文化．（ものと人間の文化史47・木の実．法政大学出版局，371pp，東京）：62-66.

前田禎三（1988）：ブナ更新特性と天然更新技術に関する研究．宇都宮大学農学部学術報告特輯46：1-79.

箕口秀夫・丸山幸平（1984）：ブナ林の生態学的研究（XXXⅥ）豊作年の堅果の発達とその動態．日林誌66：320-327.

箕口秀夫（1995）：森の母はきまぐれ―ブナのmastingはどこまで解明されたか―．個体群生態学会会報53：33-40.

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（1993）：広葉樹のタネの豊凶．北方林業46：17-120

名和　明・小林勝志・高柳　敦（1997）：滋賀北・西部でのブナ堅果落下状況―1995年～1996年―．美しい自然64（滋賀県自然保護協会）：6-9.

佐々木忠兵衛（1988）：東京大学北海道演習林におけるミズナラとカシワの着花結実に関する調査．北海道の林木育種31：29-32.

鈴木和次郎（1989）：ブナの結実周期と種子生産の地域変異（予報）．森林立地31：7-13.

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．日林誌74：55-59.

寺澤和彦・柳井清治・八坂通泰（1995）：ブナの種子生産特性（Ⅰ）―北海道南西部の天然林における1990年から1993年の堅果の落下量と品質．日林誌77：137-144.

鳥居春己(1989)：大井川流域におけるツキノワグマの食性．日林誌71：417-420.

山中典和（1994）：京都大学芦生演習林におけるブナの結実について．日林関西支論３：83-86.

（2001年３月26日受付）

NII-Electronic Library Service