HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	マツ種子の豊凶が針葉樹林帯に棲む野ネズミの個体数動態に与える影響
Author(s)	浪花, 愛子; 実吉, 智香子; 伊藤, 欣也 他
Citation	北方森林保全技術, 第30号, 6-12
Issue Date	2012-11-30
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/73056
Type	departmental bulletin paper
File Information	2011-30_1-2.pdf

Hokkaido University Collection of Scholarly and Academic Papers : HUSCAP

Ⅰ－２　マツ種子の豊凶が針葉樹林帯に棲む野ネズミの個体数動態に与える影響

浪花愛子，実吉智香子，伊藤欣也，高橋廣行，小塚　力，坂井　励，谷口ミエ子，
五十嵐チカ子，千葉史穂，秋山洋子，五十嵐 満，和田克法，大岩敏昭，
永井義隆，古和田四郎，小池義信，椿本勝博，大岩健一，佐藤博和，
岸田　治，高木健太郎

天塩研究林

１．はじめに

古くからネズミの個体数は、年によって大きく変動することが知られてきた。ネズミの個体数変動メカニズムの解明は、個体群生態学における伝統的な課題であるとともに、森林の保全管理においても重要視されてきた課題である。なぜならネズミは良い意味でも悪い意味でも、森林の動植物と密接な関わりを持つからである。例えば、ネズミはフクロウやキツネなど森林にすむ肉食動物の餌となる（松岡 1977、三沢 1979）ため、上位捕食者の群集と個体数を維持する役割を担っている。また、ネズミは樹木種子を運び土の中に埋める性質があるが、食べ残された種子は芽を出す可能性があるので、ネズミは樹木種子の分散を助けていると考えられている（Miyaki M, Kikuzawa K 1988）。一方で、ネズミは森林の動植物に負の効果をもたらすこともある。ネズミが樹木の皮をかじり樹幹を傷つけ、ときには枯死させる林業被害は、林業関係者に広く知られている。

ネズミの個体数が大きく変動する理由として、気象の変化、外敵の数の変化、餌の量の変化などが考えられるが、本研究では餌量の変化に着目してネズミ個体数動態の分析を行った。森林に棲むネズミは植物の芽や種子、昆虫などを食べるが、特に秋の樹木種子量がネズミの個体数変動に強く働くと予想される。これは、ネズミの個体群動態が冬期間の生存率に強く依存するからであり、樹木種子がその時期の主要な餌となっていると考えられるためである。たとえば、秋に種子が多い場合には、豊富な餌のおかげで冬期の生存率が高まり、結果として翌春からネズミが大増殖すると考えられるが､秋に種子が少なければ厳しい冬を越すネズミが少なく、翌春から夏にかけてネズミの絶対数は多くならないと予想される。

秋に実る樹木種子には、ミズナラ堅果・マツの種子などがある。Saitoh *et al.*（2007）は、雨龍研究林の 14 年間のデータを用いて、ミズナラ堅果の豊凶と翌年の 3 種のネズミ（アカネズミ、ヒメネズミ、ヤチネズミ）の密度との相関関係を分析した。分析の結果、ミズナラ堅果が豊作の翌年にアカネズミの個体数が多くなる傾向が見いだされた（Saitoh *et al.* 2007）。これはミズナラ堅果の豊凶がアカネズミの個体数変動を決める要因になっていることを示唆している。

では、針葉樹林帯のような、ミズナラが少ない森林でも樹木種子量がネズミの個体数をコントロールする要因になるのだろうか？　北海道の針葉樹林帯にはトドマツ、エゾマツ、アカエゾマツ等、マツの仲間が優占しており、それらの種子の豊凶がネズミ個体数に影響しているかもしれない。そこで本研究では天塩研究林において蓄積されてきた 10 年間のマツ種子数と 3 種ネズミ密度の調査データを分析し、針葉樹林帯におけるマツ種子の豊凶とネズミの個体群動態の関係について調べた。

２．調査データ

(1) 調査地

調査は北緯 45 度に位置する天塩研究林でおこなった（図 1)。天塩研究林における年平均気温は 5.7℃であるが、最高気温は 35℃、最低気温は氷点下 35℃、年較差 70℃にも達する寒暖の差の激しい地域である。年降水量は約 1,000mm で、そのうちの約半分は降雪によるものであり、11 月から 4 月まで積雪に覆われる。積雪深は問寒別市街地で平均 1.2m、山間部では 2m 以上に達する。林相は温帯北部から亜寒帯への移行帯の様相を示すが、地質に対応して東西で大きく異なる。研究林東側地区の蛇紋岩地帯にはアカエゾマツの純林が広がる。一方、蛇紋岩が広く分布しない西側地区では、エゾマツ、トドマツ、ミズナラ、カンバ類を主体とする針広混交林が広がる。東側地区、西側地区ともに、林床にはチシマザサ、クマイザサが密生する。

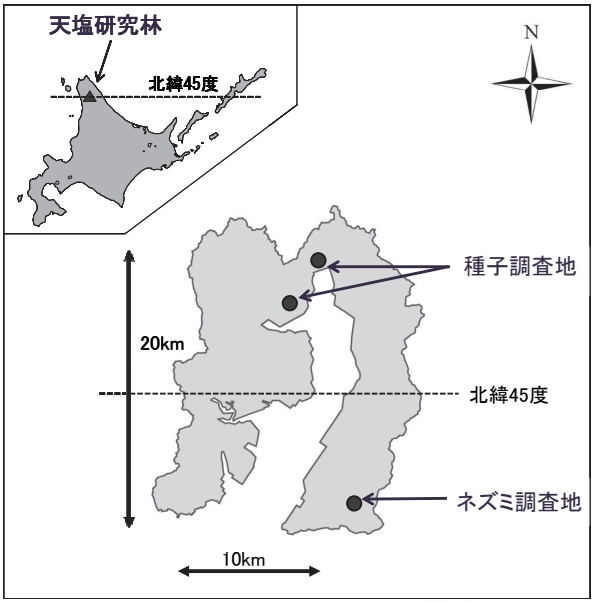

図 1.　調査地

樹木種子調査は、227 林班と 236 林班の 2 箇所で実施した。これらの調査地は、約 3.8km 離れているが、マツ種子量の変動は同調している（図 2)。天然林のネズミ調査は、109 林班で実施した。樹木種子調査地と天然林ネズミ調査地は、約 15km 離れている。

マツ種子量の年変動は、広範囲で同調することが知られている。2000 年～2010 年のマツ種子量のデータによると、約 34km も離れた中川研究林幌加地区と、天塩研究林の樹木種子調査地のマツ種子量に強い正の相関がある（図 3)。このことから、天塩研究林内の樹木種子調査地とネズミ調査地のマツ種子量の変動は同調すると仮定した。

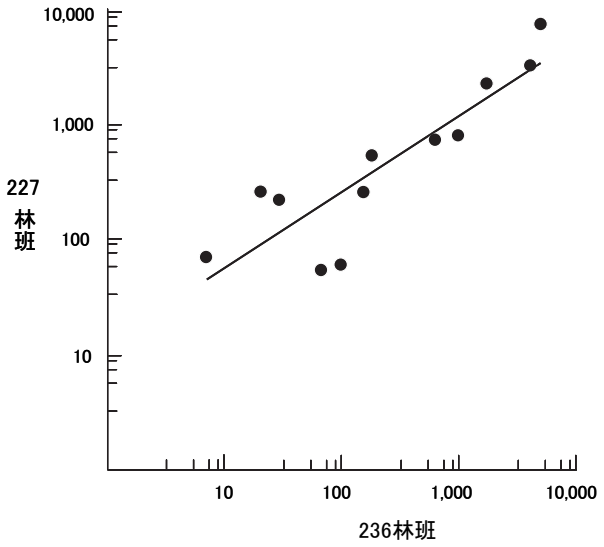

図 2.　天塩研究林 236 林班と 227 林班のマツ種子量の相関関係（2000～2011 年）

マツ種子量とは、各林班における 5 個のトラップに入った 1 年間のマツ種子数を表す。
回帰直線は、Log_{10}(227 林班の種子量）＝ 0.66 × Log_{10}(236 林班の種子量）＋ 1.11; R^2 = 0.76。

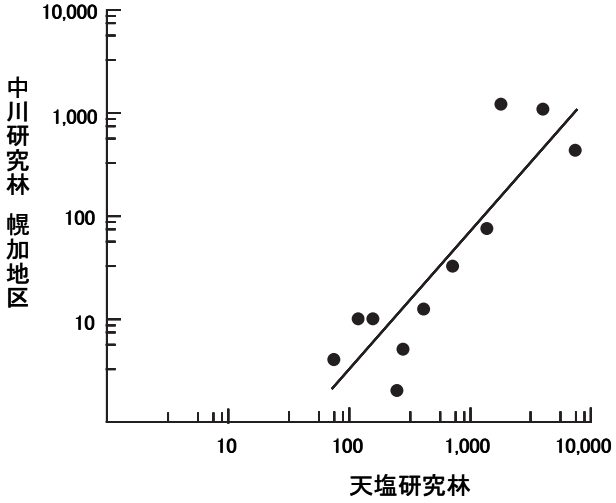

図 3.　天塩研究林と中川研究林幌加地区のマツ種子量の相関関係（2000～2010 年）

マツ種子量とは、各調査地における 10 個のトラップに入った 1 年間のマツ種子数を表す。
回帰直線は、Log_{10}(中川研究林幌加地区の種子量)＝1.35×Log_{10}(天塩研究林の種子量)－2.16; R^2 = 0.78。

(2) 樹木種子の調査方法

227 林班、236 林班の天然林内に、直径 80cm のシードトラップをそれぞれ 5 個、計 10 個設置し、月に 1 回、トラップ内の種子を回収した。回収した種子の種類と数を記録した。採取された種子は、トドマツ、エゾマツ、アカエゾマツ、カンバ類等である。本研究では、これらのうちマツ類の種子に注目した。なお、エゾマツ、アカエゾマツの種子は分類が困難なため、本研究ではエゾマツ類としてまとめ、分析に用いた。

(3) ネズミの調査方法

109 林班の天然林内でネズミの調査をおこなった。

この調査地には長期観察林が 1990 年 4 月に設定され､「北海道大学北方生物圏フィールド科学センター 長期観察林要領」（2002 年 4 月 1 日から施行）に従って林分構造の調査がおこなわれている。具体的には、調査区内に生えている樹木の種類、胸高直径または周囲長、樹高等が記録されている。1999 年、2010 年に実施された長期観察林調査の結果から得られた樹種構成によれば、この調査地はミズナラがなく、ミズナラ以外の広葉樹も少ない。一方、トドマツ、エゾマツ類の針葉樹が多く生え、その本数比率は 76～79%を（図 4)、材積比率は 90%以上を占めている。したがって、この林分は「北海道大学北方生物圏フィー

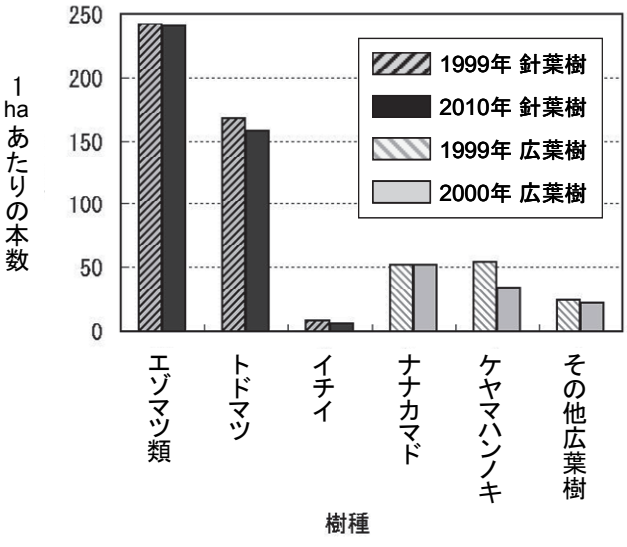

図 4.　調査地の樹種構成

ルド科学センター 森林管理要項施行細則（2002 年 4 月 1 日から施行）第 20 条」の「林相区分」における「針葉樹林」にあてはまる。つまり、この調査地は、マツとネズミの関係を研究するうえで適した場所といえる。

ネズミ調査の方法は、野ネズミ調査マニュアル（林田・中野　1991）に従った。えん麦を入れたシャーマントラップ 50 個を 10m 間隔で仕掛け、翌日の午前中にトラップを見回った。トラップにより生け捕りした個体の種類等を記録し、ハサミで指を切ってマーキングした後、放した。調査期間は設置日を含めた 4 日間で、その間に 1 日 1 回の見回りを行い、計 3 回の調査を実施した。天塩研究林ではこの調査を春と秋の年 2 回実施した。この調査地で捕獲される主なネズミは、ヤチネズミ、アカネズミ、ヒメネズミである。

(4) データの分析方法

マツの種子は、トラップ 10 個あたりの年間採集数を用いた。分析の対象としたのは 2000 年から 2010 年のデータである。ネズミは、秋の調査で捕獲された個体数の合計を用いた。分析の対象としたのは 2001 年から 2011 年のデータである。

本研究の統計解析では、マツ種子量が 1 年後のネズミ各種の密度に与える効果を推定した。分析方法は、先行研究（Saitoh *et al.* 2007）にならい、ベイズ法によるモデルパラメータ推定を採用した。予測モデルには、トドマツあるいはエゾマツ類の種子数を説明変数として含めたほか、ネズミ自身の密度効果を考慮するため、前年のネズミ密度も説明変数として加えた。モデルの式を以下に示す。

$$\chi_t = (1 + \alpha_1)\ \chi_{t-1} + \alpha_2 A_{t-1} + \varepsilon_t$$

χ_t ＝ t 年のネズミの数（対数変換値）
α_1 ＝ 密度効果の係数
χ_{t-1} ＝ t 年の 1 年前のネズミの数（対数変換値）
α_2 ＝ マツ種子効果の係数
A_{t-1} ＝ t 年の 1 年前のマツ種子数（対数変換値）
ε_t＝ t 年の誤差項

3．結果

(1) マツ種子量とネズミの捕獲数の変動

図 5 は、マツ種子量と、翌年のネズミの捕獲数の変動を示している。トドマツ・エゾマツ類の種子量は年次変動が大きかった。また、トドマツとエゾマツ類の豊作年は同調する傾向が見られた。ネズミの密度も年次変動が大きかった。3 種のネズミの個体数動態を比べてみると、ヤチネズミやヒメネズミに比べてアカネズミの捕獲数が少ないことが分かった。

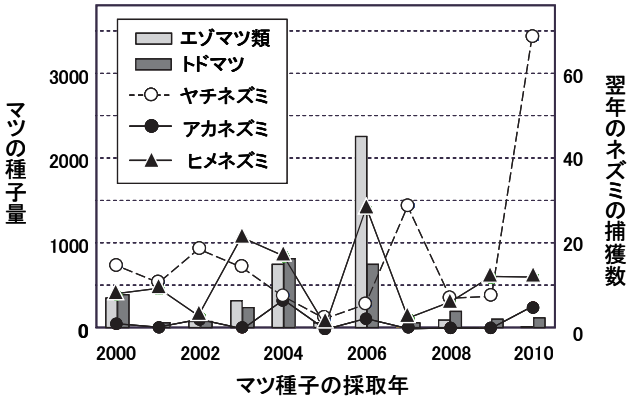

図 5.　マツ種子量と翌年のネズミの捕獲数

ネズミの捕獲数は、マツ種子の採取年から1年後にずらして表示している。例えば、2000 年に採取したマツ種子量の棒グラフ上に描かれているネズミの捕獲数（折線グラフ）は、2001 年の捕獲数である。

(2) ベイズ法によるマツ種子の効果の推定

マツ種子量と翌年のネズミの数の関係について検証するために、ベイズ分析を行った。表 1 において「マツ種子効果の推定値」とは、マツ種子量が翌年のネズミの密度に与える効果を 95%信頼区間で推定したものである。95%信頼区間の範囲がすべてプラスあるいはすべてマイナスの値をとるときには、マツ種子が多いとき、あるいは少ないときに、翌年のネズミが増えることになり、つまりはマツ種子がネズミの個体数動態に有意に影響することの証拠となる。一方、95%信頼区間が 0 を含む場合には、マツ種子がネズミの個体数に効果を与えることについて、強い証拠が得られなかったことを意味する。

表 1 からわかるように、ヤチネズミ、アカネズミに対するマツ種子効果と、ヒメネズミに対するエゾマツ種子効果の推定値の 95%信頼区間は 0 を含んでいた。一方、ヒメネズミに対するトドマツ種子効果の推定値の 95%信頼区間は 0.19～0.85 で、プラスの値である。つまり、トドマツ種子が豊作だと翌年のヒメネズミの数が多い傾向が検出された。これは「針葉樹林帯において、ヒメネズミの個体数変動は、マツ種子の豊凶により決定されている」ことを示唆する。

表 1. ベイズ分析の結果

ネズミの種類	マツ種子効果の推定値					
	エゾマツ類			トドマツ		
	Mean	SD	95% 信頼区間	Mean	SD	95% 信頼区間
ヤチネズミ	−0.16	0.12	−0.36～0.09	0.12	0.26	−0.31～0.53
アカネズミ	0.30	0.35	−0.36～1.32	0.98	0.83	−0.15～2.81
ヒメネズミ	0.11	0.18	−0.20～0.43	0.49	0.17	0.19～0.85

4．考察

本研究の 10 年間の調査データからは、ヤチネズミ、アカネズミの個体数動態とマツ種子量との間に関係性は見られなかった。一方で、ヒメネズミの個体数に対してはエゾマツの種子量の効果は見られなかったものの、トドマツの種子量が多い年の翌年にヒメネズミの個体数が多くなる傾向が検出された。これらの結果は、ヒメネズミがトドマツの種子を冬場の重要な餌資源とするが、他の 2 種にとってはマツ類の種子が餌資源として重要でないことを意味する。

野ネズミの胃の内容物から食性を分析した太田ら（1977）の報告によれば、ヤチネズミの場合、年間を通じて緑色繊維質が種子よりも多く食されていることがわかっている。したがって、ヤチネズミにとってマツ種子は重要な餌ではなく、例えば林床に多く見られるササ類等が個体数をコントロールする重要な餌資源かもしれない。

一方で、アカネズミとヒメネズミの胃内容物については、両者ともに種子類の比率が高いことが確かめられている（太田ら 1977）。では、なぜアカネズミの個体数動態がマツ種子の豊凶に影響されないのであろうか。アカネズミはヒメネズミに比べて大きな体サイズをもつ（2011 年秋のネズミ調査では、アカネズミの体重は 32～37g、ヒメネズミの体重は 10～14g）。体の大きなアカネズミにとって、マツ種子は小さく、効率よくエネルギーを摂取できる餌ではないため、彼らはもっと大きなサイズの餌を好んで利用するのかもしれない。実際、アカネズミが大きな種子を好むことが報告されている（Shimada 2001）。

種子のカロリーを比較すると、マツ種子は 6.69 kcal / g （日本食品標準成分表 2010）、ミズナラ堅果は、4.30 kcal / g （吉野・大峰フィールドノート HP）である。種子 1 個あたりのカロリーを計算すると、トドマツ種子（0.008 g / 個、2011 年の成熟種子）は 0.05 kcal / 個、ミ

ズナラ堅果（3.350 g / 個、2010 年の成熟種子）は 14.41 kcal / 個 である。ミズナラ堅果 1 個を見つけて食べた場合、そのカロリーは、トドマツ種子の約 270 個分に相当する。言い換えると、トドマツ種子を約 270 個も食べなければ、ミズナラ 1 個と同等のカロリーが得られないのである。大きな種子を食べられるのなら、マツ種子よりミズナラ堅果の方が効率よくエネルギーが摂取できると考えられる。

また、アカネズミの個体数は、大きな種子であるミズナラ堅果の豊凶にコントロールされていることが雨龍研究林の調査データから予測されている（Saitoh *et al.* 2007）。ミズナラがほとんど生えていない本研究の調査地において、アカネズミの個体数がヒメネズミやヤチネズミに比べて調査期間全体を通して個体数が少なかったこともこの仮説を支持する。

ヒメネズミの個体数動態に対するマツ種子の効果は検出されたものの、それはトドマツに限定されており、エゾマツ類の種子量の効果は見られなかった。同じマツの種子であってもこのような違いがみられたのはなぜだろうか？　2 種の種子の大きさに注目し、発見されやすさと、栄養価の違いから考察する。

トドマツの種子はエゾマツ類の種子に比べてのはるかに大きい。羽がついたマツ種子の大きさを面積で比較すると、トドマツ種子は、エゾマツ種子の約 2 倍である（写真 1）。羽を取り除いた種子の部分の大きさを面積で比較すると、トドマツ種子は、エゾマツ類種子より 4 倍も大きい（写真 2）。ヒメネズミは、大きなトドマツ種子を発見しやすいがゆえに、餌としての依存度を高めているのかもしれない。

大きさの違いは栄養価の違いにも反映するだろう。栄養源となるのはマツの種子の部分と仮定し、この部分の乾燥重量を比較したところ、トドマツ種子は、エゾマツ類種子の約 7 倍もあった（トドマツ種子 20 個の平均値と標準偏差：158.5±21.3 ㎎、エゾマツ種子 20 個の平均値と標準偏差：21.5±4.7 ㎎）。このことから、種子 1 個当たりの栄養価はエゾマツよりもトドマツのほうがはるかに高く、冬を越すための重要な餌であると考えられる。

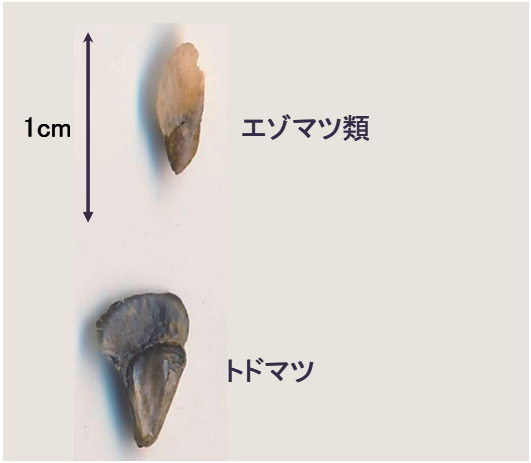

写真 1．エゾマツ類種子と、トドマツ種子（羽あり）

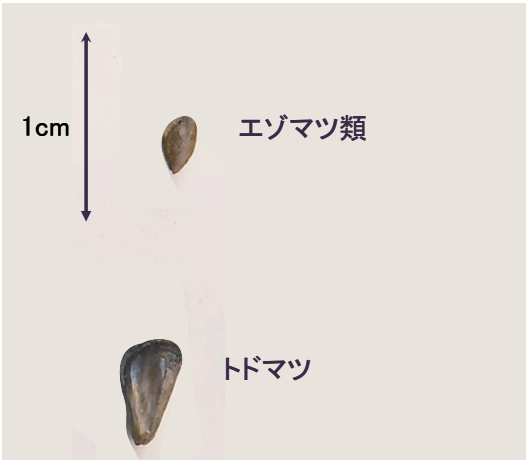

写真 2．エゾマツ類種子と、トドマツ種子
（画像処理により、マツ種子の羽を取り除いた）

５．今後の課題

今後の課題を 2 つ述べる。

1 つめは、さらなるデータの蓄積と分析である。本研究では、過去 10 年間のデータを分析した。個体群動態の研究において理想とされる最低限の調査期間は 20 年といわれる。したがって 10 年のデータを分析した本研究で示されたパターンは仮説の域をでない。仮説をより確か

に検証するために、今後もデータを蓄積していく必要があるだろうし、他の地域との比較研究も有効になるだろう。

2 つめは、メカニズム解明のための研究の実行である。ヒメネズミの個体数が、エゾマツ類の種子には影響されないが、トドマツ種子の影響を受けることのメカニズムとして、餌の大きさに基づく仮説を提案した。これらの仮説については、様々な実験により検証することができる。例えば、マツ類の選択性については、複数の種類の餌を与え消費した餌の種類と量を探る実験が、栄養価等については餌量をコントロールして成長や肥満度を調べる実験等が挙げられる。

６．謝辞

本記事のデータ整理・執筆にあたり、齊藤隆氏、中川研究林、雨龍研究林の皆様により多大なるご協力・ご配慮を賜った。この場を借りて深謝の意を表する。

参考文献

林田光祐, 中野　繁（1991）プロジェクト研究D(野生生物の保護管理)の実施と調査マニュアル, 北海道大学演習林試験年報, 9 号, 26-32.

北海道大学北方生物圏フィールド科学センター（2011）北海道大学北方生物圏フィールド科学センター 森林圏ステーション 森林管理要項施行細則, 北海道大学北方生物圏フィールド科学センター 例規集, 7-18.

北海道大学北方生物圏フィールド科学センター（2011）北海道大学北方生物圏フィールド科学センター 森林圏ステーション 長期観察林要領, 北海道大学北方生物圏フィールド科学センター 例規集, 49-52.

松岡　茂（1977）北海道大学苫小牧地方演習林における冬期間のフクロウの食性について, 北海道大学農学部演習林研究報告, 第 34 巻 第 1 号, 161-173.

三沢英一（1979）生息環境の相違によるキタキツネ *Vulpes vulpes schrencki* KISHIDA の食性の変化について, 哺乳動物学雑誌 Vol. 7 (5, 6): 311-320.

Miyaki M, Kikuzawa K (1988) Dispersal of *Quercus mongolica* acorns in a broadleaved deciduous forest. 2. Scatterhoarding by mice：Forest Ecology Management 25：9-16.

太田 嘉四夫ほか（1977）野ネズミ類の生物群集学的研究, 北海道大学農学部演習林研究報告, 第 34 巻 第 1 号, 119-159.

Saitoh T, Osawa J, Takanisi T, *et al.* (2007) Effects of acorn masting on population dynamics of three forest-dwelling rodent species in Hokkaido, Japan：Population Ecology 49：249-256.

Shimada T. (2001) Hoarding behaviors of two wood mouse species: Different preference for acorns of two Fagaceae species：Ecological Resarch 16：127-133.