

1985年から2005年の野ネズミ発生予察調査資料に

基づくエゾヤチネズミ発生予想式

明石信廣*・南野一博*・中田圭亮*

Prediction of number of red-backed vole (*Myodes rufocanus bedfordiae*) captured in October, based on census data from the Program on Prediction of Voles Density during 1985-2005

Nobuhiro AKASHI*, Kazuhiro MINAMINO* and Keisuke NAKATA*

要 旨

1985～2005年の一般民有林及び道有林における野ネズミ発生予察調査資料に基づき、市町村を単位として各年の10月のエゾヤチネズミ平均捕獲数をクラスター分析し、その結果をもとに、支庁などの行政区や地形を考慮して全道を20地域に区分した。その地域ごとに、10月の調査においてそれぞれのワナにエゾヤチネズミが捕獲される確率を目的変数、その調査地における6月及び8月の捕獲数のそれぞれ3次多項式、6月の捕獲数と8月の捕獲数の交互作用を説明変数とする一般化線形モデルにより、10月のエゾヤチネズミ捕獲数を予想するモデルを作成した。モデルによる1995～2005年の10月の予想捕獲数と実際の捕獲数の相関係数は0.726であった。

キーワード：エゾヤチネズミ、地域区分、野ネズミ発生予察調査、発生予想

はじめに

エゾヤチネズミ *Myodes rufocanus bedfordiae* による林木食害は、北海道における造林事業が始まって以来、今日まで造林上の大きな障害の一つであり、エゾヤチネズミの生態や防除に関して研究が続けられてきた。エゾヤチネズミ被害を効果的に防除するためには、生息数を的確に予想して対策を講じる必要があり、全道の林業関係者によって野ネズミ発生予察調査（以下、発生予察調査という）が継続して実施されている。

1956年に方法が確立された発生予察調査は、毎年6月、8月及び10月に、0.5haの区域に50個のトラップを設置して捕獲数を調査するもので、一部の変更を加えながら、今日まで半世紀にわたって調査が続けられてきた（藤巻 1977, 中田 1996, 1998b）。

このデータをもとに、1963年に初めてエゾヤチネズミ発生予想が出された。その内容は、「全道的にはさほど多くないが、部分的には警戒を要する個所もある」というものであった（藤巻 1977）。その後、1968年には全道を10地域に区分し、1969年まで文章表現による発生予想が続けられた（藤巻 1977）。1970年には、6月及び8月の捕獲数による10月の捕獲数の数値予想が試みられ（北海道ネズミ研究グループ 1970）、1971年からは全道を5地域に区分して8月の捕獲数のみによる予想がなされるようになった（北海道ネズミ

*北海道立林業試験場 Hokkaido Forestry Research Institute, Bibai, Hokkaido 079-0198

〔北海道林業試験場研究報告 第44号 平成19年3月, Bulletin of the Hokkaido Forestry Research Institute, No.44 March 2007〕

研究グループ 1971)。1984年からは、10月のエゾヤチネズミ捕獲数の予想のほか、翌年の捕獲数を増減などの文章によって予想することが行われたが（中田 1996, 1998b）、数値による発生予想は10月の捕獲数だけである。そのため、エゾヤチネズミ発生予想式とは、通常その年の10月の捕獲数を予想するものを指している。

1967～1969年のデータをもとに、全道を5区分した一般民有林と道有林の予想式が作成された（上田 1972）。道有林については、この式が現在まで使用されている。一般民有林については、1970～1979年のデータによって予想式が修正（中田 1982）されるとともに、全道を11に区分した予想式も作成され（中田 1982）、修正を加えて概ね支庁別に12地域に区分した発生予想も行われてきた（中田 1985）。

これらの民有林での予想式の作成から20年以上が経過し、この間の発生予察調査のデータが蓄積される一方、新たな造林地が減少して高齢の人工林が増加するなど、森林の状況が変化してきている。かつては10月のエゾヤチネズミの平均捕獲数は8月の平均捕獲数を上回っていたが（Saitoh 1987, 明石・中田 2007）、近年、10月の平均捕獲数が8月の平均捕獲数を下回る年が多くなっている（明石・中田 2007）。従来のエゾヤチネズミの発生予想式は8月の捕獲数と10月の捕獲数の関係に基づいているので、その関係が変化すれば、予想の精度が低下することになる。そこで、本研究では1985年以降の発生予察調査データを解析し、新たなエゾヤチネズミ発生予想式を作成した。

方 法

1. データ

発生予察調査では、毎年6月、8月及び10月のそれぞれ月上旬に調査を実施することとなっており、調査方法は次のとおりである（中田 1998a）。それぞれの調査地において、10m間隔で5列10行、計50個のワナを置く。ワナ設置翌日を第1日目として、第1日目及び第2日目には、ワナを見回ってかかったネズミ類を回収するとともに、再度ワナをかけなおす。第3日目には、ワナにかかったネズミ類とともに、ワナも回収する。ワナとしては、パンチュウトラップを使用する。3日間の合計捕獲数を、野ネズミ類の捕獲数とする。

調査は、造林地と周辺の天然林等を1セットとして実施されることが普通である。そのため、従来は、このセットのうち、捕獲数の多い地点のデータをその調査地の捕獲数として取り扱ってきた（中田 1982）。しかし、1996年以降、必ずしも調査が造林地と周辺地のセットとして実施されなくなったこと（中田 1998b）、また調査地点が減少するなかで、より多くのデータを活用した解析を行う必要があることから、本研究では、造林地と周辺地それぞれの調査地点のデータを独立したデータとして扱った。また、従来は一般民有林と道有林は分けて予想式が作成されていたが（上田 1972）、今回は地域ごとにまとめて解析を行った。なお、国有林における調査については、近年は6月、8月及び9月に実施されているため、今回の解析の目的である10月のエゾヤチネズミ捕獲数の予想には利用できなかった。

一般民有林及び道有林における野ネズミ発生予察調査のデータは、北海道立林業試験場の野ネズミ類群集モニタリングデータベースに保存されている。このうち、1985年から2005年のエゾヤチネズミ捕獲数のデータを用いた。調査時期は、概ね6月、8月及び10月の上旬であるが、その前後の時期に調査されたものや、それ以外の時期に実施された臨時調査もデータベースに含まれている。本研究では、調査の第1日目を基準として各調査月（6月、8月及び10月）の前月24日以降、調査月の15日までに実施された調査のデータのみを抽出して解析に用いた。また、発生予察調査資料の一部には記入ミスが含まれているため、ネズミ類の種ごとの捕獲数と合計捕獲数や、エゾヤチネズミの合計捕獲数と体重別捕獲数などをチェックし、整合性のないデータについては解析対象から除外した。

2. 地域区分

まず、2004年以降に行われた市町村合併以前の212市町村ごとに、各年の10月の平均捕獲数を求めた。全道212市町村のうち、1985年から2005年までの10月の調査がすべて1箇所以上行われた市町村について、各年の10月の平均捕獲数をもとにクラスター分析を行った。距離の計算はユークリッド距離、結合法はWard法を用いた。

この結果をもとに、分析対象の市町村が多い支庁については、次のことを原則として、2～3の区域に分割した。なお、本研究では、解析結果等によって最終的に決定した区分を「地域」とし、その作業過程で支庁を分割したものを「区域」とする。

- 1) 支庁を単位として、それをさらに地理的に連続した区域に分割する
- 2) クラスタ分析において少数の例外となる市町村があっても、できるだけ同一区域としてまとめるようにする
- 3) 2006年3月までに合併された市町村については、支庁をまたがる合併や飛び地となる場合を除き、同一区域に入るようにする（支庁をまたがる合併が行われた渡島支庁管内八雲町については、旧熊石町は檜山支庁管内として扱った）

支庁内の市町村で、同一クラスターとなるまとまりが認識できない支庁については、それぞれ支庁内の市町村についてクラスタ分析を行い、地理的に連続したクラスターを一つの区域とした。

石狩支庁でクラスタ分析の対象となる市町村は当別町のみであったが、石狩支庁は石狩川や石狩平野の市街地・農耕地によって森林域が大きく分断されているため、北部と南部に区分した。

このようにして区分した区域ごとに、10月の捕獲数の平均値を求め、再度クラスタ分析を行った。この結果をもとに、区域ごとの調査地点数や地理的な連続性を考慮し、地域区分を行った。

クラスタ分析は、R version 2.2.1 (R Development Core Team 2005)で行った。

3. エゾヤチネズミ発生予想式

前述のように、エゾヤチネズミ発生予想式は、発生予察調査による10月のエゾヤチネズミ捕獲数を予想するものである。1985年から2005年までの一般民有林及び道有林における発生予察調査資料のうち、6月、8月及び10月のデータが揃っている地点について、6月及び8月の捕獲数から10月の捕獲数を予測するモデルを、次のとおり検討した。

発生予察調査では、50個のワナを3日間設置し、毎日の捕獲状況を調査しており、それぞれの調査では150ワナ・日あたりの捕獲数のデータが得られる。そこで、それぞれのワナにエゾヤチネズミが捕獲される確率を、6月及び8月のその調査地における捕獲数から推定する次のモデルを考える。

$$p = 1 - \frac{1}{1 + \exp(a_1 + a_2 n_j + a_3 n_j^2 + a_4 n_j^3 + a_5 n_a + a_6 n_a^2 + a_7 n_a^3 + a_8 n_j n_a)} \quad (1)$$

ここで、 n_j は6月の捕獲数（頭/0.5ha）、 n_a は8月の捕獲数（頭/0.5ha）で、 $a_1 \sim a_8$ が求める係数である。すなわち、6月と8月の捕獲数のそれぞれ3次多項式及び6月の捕獲数と8月の捕獲数の交互作用を説明変数、10月にあるワナでネズミが捕獲される確率を目的変数としている。地域ごとに1985年から2005年までの捕獲データをまとめて、リンク関数をlogit、誤差項を二項分布とする一般化線形モデルにより解析し、AICによって説明変数を選択した。

一般化線形モデルによる分析は、R version 2.2.1 (R Development Core Team 2005)で行った。

結 果

1. 市町村を単位としたクラスタ分析

調査期間や記載内容に問題が確認されたデータを除外し、解析に用いたデータは、10月の調査がのべ14,376地点（一般民有林8,947地点、道有林5,429地点）、6月、8月及び10月のデータが揃っている地点はのべ13,653地点（一般民有林8,449地点、道有林5,204地点）であった。10月の調査が1985年から2005年まで毎年1箇所以上行われたのは115市町村で、これらの市町村についてクラスタ分析を行った（図-1）。この結果から、市町村を4つのクラスターに区分して地図上に示したのが図-2である。これをもとに、地域区分のための区域分けを検討した。

宗谷支庁は解析対象が1市町村のみであった。また、檜山支庁及び根室支庁では、解析対象となったすべての市町村が一つのクラスターに区分された。胆振支庁は、豊浦町を除いて一つのクラスターに区分さ

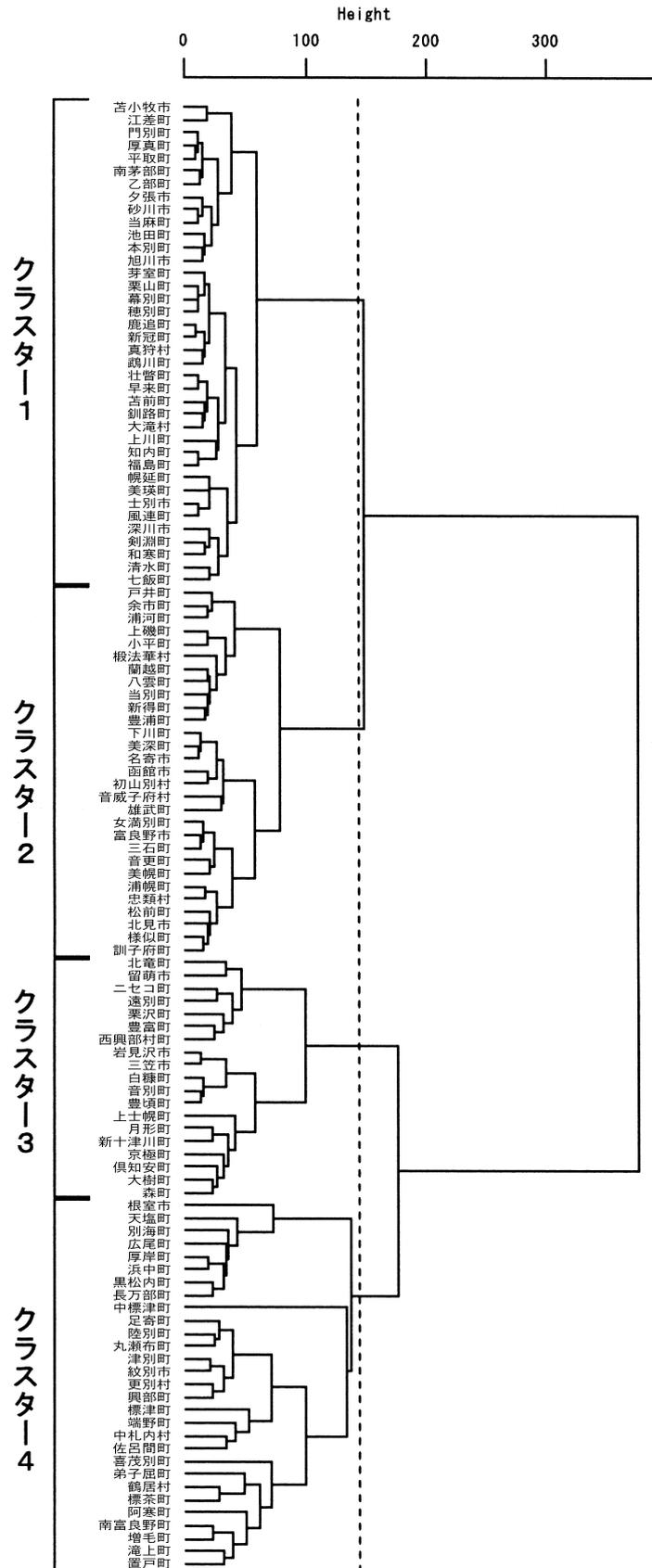


図-1 1985年から2005年の野ネズミ発生予察調査における10月のエゾヤチネズミ捕獲数に基づく市町村を単位としたクラスター分析による樹状図
 クラスタ分析はWard法, ユークリッド距離による。

れた。これら4支庁については、それぞれ支庁を1区域とした。

石狩支庁については、解析対象は1市町村のみであったが、増毛山地に属する当別町・石狩市（合併後）及び江別市、新篠津村と、石狩平野と黒松内低地帯には含まれた一体を指す道南山地に属する札幌市、北広島市、恵庭市、千歳市に区分した。

日高支庁は、クラスター1に属する北部とクラスター2に属する南部に二分された。データの無い旧静内町は旧三石町と合併されたため、旧三石町を含む南部とした。

釧路支庁は、釧路町を除けば、白糠町、旧音別町からなる西部とその他の市町村からなる東部に区分された。釧路町は周囲の市町村と同じ東部に含め、2区域とした。

上川支庁は、富良野市と南富良野町を除けば、下川町・美深町以北の北部とそれ以外の南部に二分された。旧風連町は南部のクラスターに含まれたが、名寄市と合併されたため、名寄市を含む北部に含め、支庁全体を南部と北部の2区域とした。

空知支庁は、東部と西部に区分された。増毛山地及びそれに連なる山地域である月形町から沼田町までの6町と、岩見沢市（合併後）、三笠市、美唄市、奈井江町を西部、その他の市町村を東部とした。

渡島、十勝、網走の各支庁では、管内市町村が3~4クラスターにまたがり、各クラスターの地理的な連続性も認められなかった。そこで、クラスター1と2、3と4をそれぞれまとめ、2つのクラスターに区分して検討した。

渡島支庁では、森町、長万部町と、それ以外の市町村に区分された。森町（合併後）、長万部町と、その間に位置する八雲町（旧熊石町を除く）を含めた区域を北部、その他を南部とした。

十勝支庁では、北部の陸別町、足寄町、上士幌町、南部の広尾町、大樹町、中札内村、更別村、豊頃町

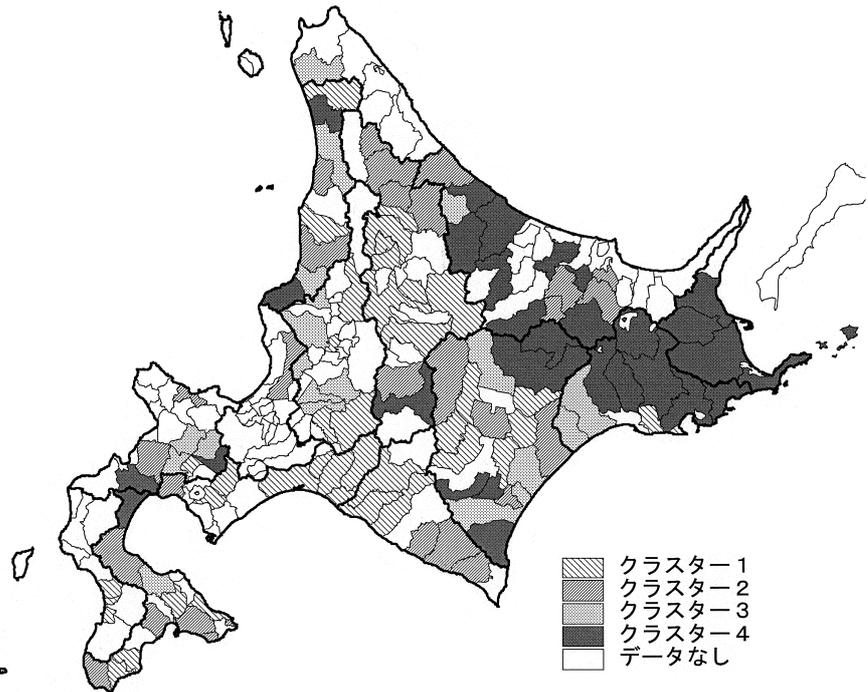


図-2 10月のエゾヤチネズミ捕獲数に基づく市町村のクラスター分析によるクラスターの分布

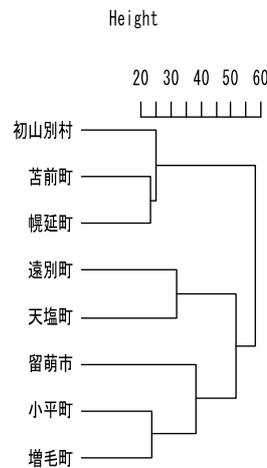


図-3 10月のエゾヤチネズミ捕獲数に基づく後志管内市町村を単位としたクラスター分析による樹状図

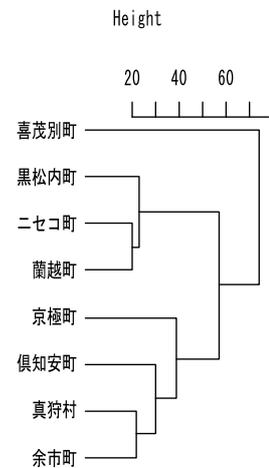


図-4 10月のエゾヤチネズミ捕獲数に基づく留萌管内市町村を単位としたクラスター分析による樹状図

と、これら以外の中部の3区域に区分された。北部と南部はいずれもクラスター1または2に属しているが、地理的に離れているため、別の区域とした。

網走支庁は、北見市（合併前）、旧訓子府町、美幌町、旧女満別町、雄武町がクラスター4に、その他の9市町村がクラスター1または2に分類された。そこで、雄武町以外のクラスター4に区分された市町村がすべて含まれる北見市（合併後）以東を東部、それ以外を西部とした。

後志支庁及び留萌支庁では、同一クラスターとなる市町村が管内に点在していたため、それぞれの支庁内の市町村についてクラスター分析を行った（図-3, 4）。留萌支庁では、増毛町、留萌市及び小平町が地理的に連続するまとまりとして認識されたため、これらを南部、その他の町村を北部とした。後志支庁では、黒松内町、蘭越町及びニセコ町が地理的に連続するまとまりとして認識されたため、これら以西の寿都町及び島牧村を含めて西部とし、これら以外の市町村を東部とした。

以上の区分により、全道が25区域に分けられた。

2. 区域を単位としたクラスター分析

エゾヤチネズミの生息密度の増減は、近接する調査地間で同調する傾向があるが、その関係は距離の増加とともに弱くなる（Bjørnstad et al. 1999）。したがって、より小さな地域に区分したほうが、その地域のエゾヤチネズミの増減の傾向を適切に示す指標が示されると考えられる。

一方、小さな地域に区分するほど、その地域で得られる調査データが少なくなり、予測の誤差が大きくなる。そこで、前述のように区分された25区域について、調査地点数の少ない区域をエゾヤチネズミ生息数の増減の傾向が類似する隣接区域とまとめることを目的として、区域ごとに10月の捕獲数の平均値を求め、クラスター分析を行った（図-5）。

2006年6月の調査地点数が6箇所以下となる区域は、宗谷、石狩南部及び石狩北部であった。これらを地理的に隣接し、最も近いクラスターに含まれる区域とまとめることとしたところ、宗谷は留萌北部、石狩南部は胆振及び日高北部、石狩北部は留萌南部及び後志東部とまとめられた。

この結果、全道が20地域に区分された（図-6）。

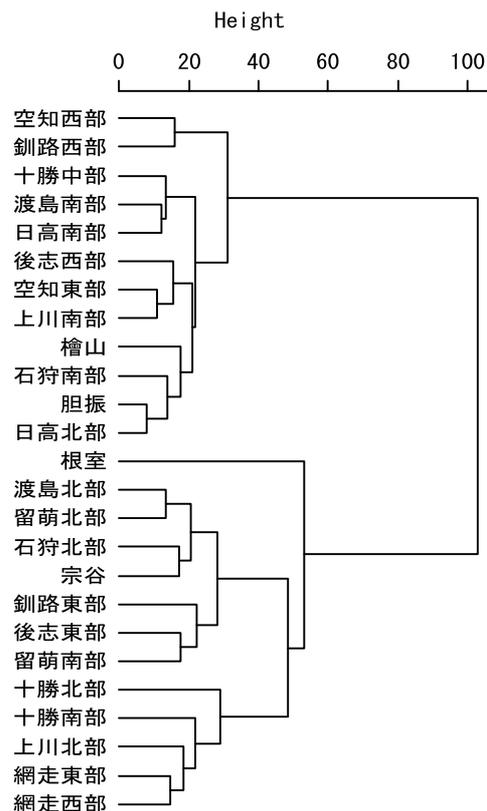


図-5 10月のエゾヤチネズミ捕獲数に基づく25区域（本文参照）を単位としたクラスター分析による樹状図



図-6 10月のエゾヤチネズミ捕獲数に基づく25区域（細線）のクラスター分析によるエゾヤチネズミ発生予想の地域区分（太線）（地域区分の詳細については本文参照。）

表-1 地域ごとのエゾヤチネズミ発生予想式の係数
係数については本文参照。括弧内はオッズ比を示す。

	係数							
	a_1	a_2	a_3	a_4	a_5	a_6	a_7	a_8
渡島南部	-4.694 (0.00915)	0.1102 (1.11655)	-0.00409 (0.99592)	0.000071 (1.00007)	0.2066 (1.22954)	-0.00601 (0.99401)	0.0000684 (1.00007)	-0.001963 (0.99804)
渡島北部	-4.131 (0.01606)	0.0390 (1.03979)	-0.00152 (0.99848)	—	0.1711 (1.18663)	-0.00429 (0.99572)	0.0000369 (1.00004)	—
檜山	-4.947 (0.00710)	0.1443 (1.15523)	-0.00344 (0.99657)	0.000039 (1.00004)	0.2557 (1.29139)	-0.00596 (0.99406)	0.0000461 (1.00005)	-0.004161 (0.99585)
後志西部	-3.361 (0.03469)	—	0.00277 (1.00277)	-0.000114 (0.99989)	0.0956 (1.10028)	-0.00201 (0.99799)	0.0000179 (1.00002)	—
道央日本海側	-4.189 (0.01526)	0.0825 (1.07492)	-0.00172 (0.99995)	—	0.1910 (1.21097)	-0.00534 (0.99467)	0.0000523 (1.00005)	-0.001956 (0.99795)
道央太平洋側	-4.632 (0.00974)	0.1532 (1.16550)	-0.00929 (0.99076)	0.000178 (1.00018)	0.2194 (1.24534)	-0.00792 (0.99211)	0.0001100 (1.00011)	-0.002055 (0.99795)
日高南部	-4.478 (0.01136)	0.0879 (1.09191)	—	—	0.2200 (1.24604)	-0.00627 (0.99375)	0.0000627 (1.00006)	-0.003071 (0.99693)
空知西部	-4.172 (0.01542)	0.0528 (1.05422)	—	-0.000132 (0.99987)	0.1444 (1.15532)	-0.00395 (0.99606)	0.0000298 (1.00003)	0.001378 (1.00138)
空知東部	-4.658 (0.00949)	0.2711 (1.31141)	-0.03462 (0.96597)	0.001102 (1.00110)	0.1738 (1.18985)	-0.00288 (0.99712)	—	—
上川北部	-4.144 (0.01586)	0.2767 (1.31873)	-0.04022 (0.96058)	0.001732 (1.00173)	0.1661 (1.18070)	-0.00528 (0.99473)	0.0000626 (1.00006)	-0.001392 (0.99861)
上川南部	-4.309 (0.01345)	0.0802 (1.08352)	—	-0.000092 (0.99991)	0.2134 (1.23794)	-0.00724 (0.99279)	0.0000908 (1.00009)	-0.00204 (0.99796)
留萌北部・宗谷	-3.672 (0.02543)	0.0320 (1.03248)	—	-0.000056 (0.99994)	0.1137 (1.12039)	-0.00228 (0.99773)	0.0000167 (1.00002)	—
網走西部	-4.019 (0.01797)	0.0575 (1.05916)	-0.00177 (0.99823)	0.000015 (1.00001)	0.1658 (1.18038)	-0.00437 (0.99564)	0.0000400 (1.00004)	—
網走東部	-4.112 (0.01637)	0.1302 (1.13906)	-0.00924 (0.99080)	0.000135 (1.00013)	0.1493 (1.16103)	-0.00358 (0.99642)	0.0000278 (1.00003)	0.000696 (1.00070)
根室	-3.190 (0.04117)	0.0794 (1.08262)	-0.00668 (0.99334)	—	0.1191 (1.12647)	-0.00306 (0.99695)	0.0000245 (1.00002)	0.002019 (1.00202)
釧路東部	-3.919 (0.01987)	0.0687 (1.07114)	-0.00416 (0.99585)	0.000059 (1.00006)	0.1968 (1.21745)	-0.00516 (0.99485)	0.0000427 (1.00004)	—
釧路西部	-4.624 (0.00981)	0.0885 (1.09255)	—	—	0.2381 (1.26888)	-0.00673 (0.99329)	0.0000693 (1.00007)	-0.005213 (0.99480)
十勝北部	-4.242 (0.01438)	0.2106 (1.23446)	-0.01996 (0.98023)	0.000684 (1.00068)	0.1769 (1.19353)	-0.00519 (0.99482)	0.0000600 (1.00006)	-0.001494 (0.99851)
十勝中部	-4.294 (0.01366)	0.1215 (1.12924)	-0.00884 (0.99120)	0.000214 (1.00021)	0.1922 (1.21190)	-0.00540 (0.99462)	0.0000462 (1.00005)	-0.001516 (0.99849)
十勝南部	-3.985 (0.01860)	0.0290 (1.02937)	—	—	0.1529 (1.16524)	-0.00347 (0.99654)	0.0000250 (1.00003)	—

3. エゾヤチネズミ発生予想式

地域ごとに、6月と8月の捕獲数から10月にあるワナでネズミが捕獲される確率を求める一般化線形モデルによって求められた係数を表-1に示す。すべての地域において、6月の捕獲数、8月の捕獲数ともに1~3次の係数のうち少なくとも1つが選択され、10月の捕獲数の予想に6月、8月の両方の捕獲数が貢献していることを示している。特に、空知東部、上川北部及び十勝北部の3地域では、8月の捕獲数よりも6月の捕獲数のほうがオッズ比が大きかった。

ある地点の6月及び8月の捕獲数と表-1の係数を(1)式に代入して求められる p に、トラップ数である150を掛けたものが、その地点で予想される捕獲数となる。図-7は、6月の捕獲数が0, 5, 10頭/0.5haの場合について、8月の捕獲数から予想される10月の捕獲数を地域ごとに示したものである。6月、8月及び10月のデータが揃っているのべ13,653地点のうち、8月の捕獲数が40頭を超えるのは88地点(0.6%)のみであったので、8月の捕獲数40頭以下について示している。6月の捕獲数の効果は地域によって異なっており、6月の捕獲数が多いほど10月の捕獲数も増加する地域と、6月に一定以上の捕獲数がある場合には、10月の捕獲数が少なくなる地域があった。根室、釧路東部及び網走東部では、8月の捕獲数が同じでも6月の捕獲数によって10月の捕獲数が大きな影響を受ける傾向がある。また、図-7から、8月の捕獲数の増加とともに10月の予想捕獲数が直線的に増加する直線型と、8月の捕獲数が一定以上になると、10月の予想捕獲数が頭打ちになる曲線型が認知できる。

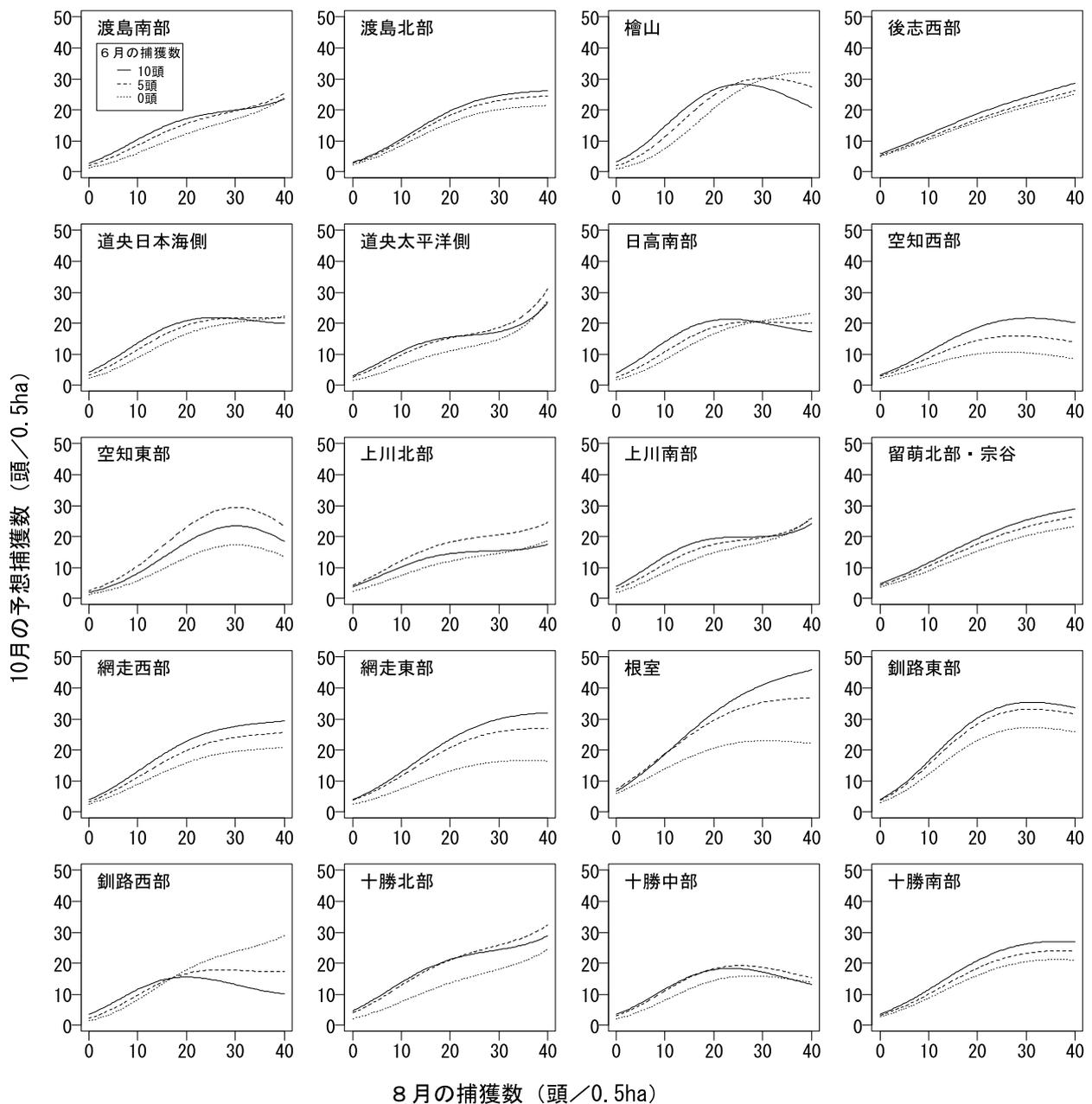


図-7 地域ごとのエゾヤチネズミ発生予想式に基づく、6月の捕獲数が0,5,10頭の場合における8月の捕獲数と10月の予想捕獲数の関係

1985年から2005年まで21年間ののべ13,653箇所における予想結果と、実際の10月の捕獲数の関係を図-8に示す。全道の相関係数は0.726で、地域ごとの調査地点数と相関係数は表-2のとおりである。

考 察

1990年代以降、北海道の森林における獣害では、エゾシカ被害が増加しているが、エゾヤチネズミ被害はエゾシカと並んで大きな被害面積となっており、その防除は北海道の森林の育成にとって重要性が高い課題である。本研究では、1985年から2005年までの発生予察調査の資料をもとに、新たなエゾヤチネズミ発生予想式を作成した。

かつてのエゾヤチネズミ発生予想式が検討された1980年代に比べ、現在ではコンピュータの性能向上により、多数のデータによる複雑な計算を迅速に行うことが可能となった。発生予察調査の初期になされたこれまでの地域区分は、データの解析によるものではなかった（北海道ネズミ研究グループ1971）。本研究では、発生予察調査資料による10月のエゾヤチネズミ捕獲数のクラスター分析に基づき、地域区分を検討した。

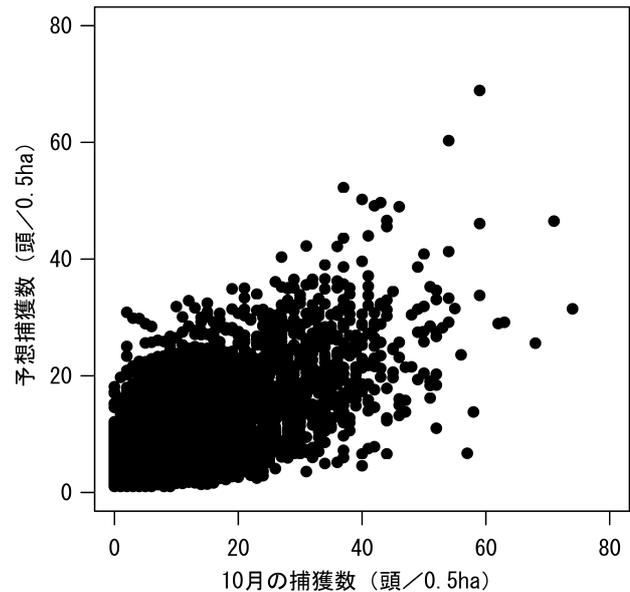


図-8 1985年から2005年の野ネズミ発生予察調査における10月のエゾヤチネズミ捕獲数と、エゾヤチネズミ発生予想式による予想捕獲数の相関

表-2 エゾヤチネズミ発生予想式による1985年から2005年の地域ごとの10月のエゾヤチネズミ捕獲数の予想と実際の捕獲数の相関係数

地域	のべ調査地点数	相関係数
渡島南部	1,030	0.666
渡島北部	359	0.767
檜山	435	0.799
後志西部	425	0.613
道央日本海側	844	0.694
道央太平洋側	1,337	0.659
日高南部	405	0.760
空知西部	401	0.658
空知東部	568	0.725
上川北部	840	0.669
上川南部	831	0.700
留萌北部・宗谷	702	0.588
網走西部	1,177	0.733
網走東部	944	0.727
根室	382	0.644
釧路東部	837	0.754
釧路西部	288	0.712
十勝北部	256	0.732
十勝中部	1,079	0.660
十勝南部	513	0.713
全道	13,653	0.726

エゾヤチネズミ捕獲数のクラスター分析として、Saitoh (1987)が国有林のデータについて4つに区分した結果がすでに報告されている。北海道内で同一クラスターに区分される地域の分布が今回の結果と完全に一致するわけではないが、近接するいくつかの地域が同一クラスターに分類され、捕獲数の変動の傾向が類似していること、同一のクラスターに分類される地域が北海道内でも離れた場所に出現することなど、今回の結果との共通点も見いだすことができる。

従来のエゾヤチネズミ発生予想は、8月の捕獲数のみに基づいており、6月の捕獲数のデータは越冬数や越冬個体の繁殖状況を示すものとして発生警報・注意報を出す材料として活用されているが(中田 1996)、数値による秋季の発生予想には十分に活用されていなかった。1970年には、6月から8月までの増加率と同じ率で8月から10月に増加する、という仮定をもとにした予想も示されているが(北海道ネズミ研究グループ 1970)、その後は継続されなかった。

今回用いた1985～2005年の資料から、予想式のあてはまりを比較するため、新たな地域区分ごとに、今回提示した予想式のほか、8月の捕獲数を説明変数とする単回帰による予想式、本研究と同じ項目を説明変数とする重回帰分析による予想式から10月の予想捕獲数を求め、全道の実際の10月の捕獲数との相関係数を求めた。8月の捕獲数のみを説明変数とした場合、相関係数は全道で0.715であった。また、重回帰分析により予想式を作成すると、予想捕獲数が負の値になる場合が生じ、それらを0頭としたところ、相関係数は0.717となった。一方、中田 (1982) は1970～1979年の資料から8月の捕獲数を説明変数とする単回帰による予想式を作成し、全道をまとめた予想式による相関係数は0.720、11に区分した地域区分ごとの相関係数は0.598～0.796であった。本研究で示した予想式は、一般化線形モデルを用いて6月の捕獲数データを活用することにより、全道の相関係数が0.726、地域ごとには0.588～0.799(表-2)となり、わずかではあるが従来のモデルより実際的に予想精度の向上が図られた。

また、今回作成した予想式と同じ方法を中田 (1982) の地域区分にあてはめた場合、実際の捕獲数との相関係数は全道で0.717、地域ごとには0.658～0.726となる。新たな地域区分では、地域を細分化したことにより、全道での相関係数が高くなった。一方、表-2において相関係数の低い留萌北部・宗谷と後志西部は、いずれも市町村ごとのクラスター分析(図-1, 2)において明瞭なまとまりの認識できなかった地域であり、地域区分についてさらに改良を検討する余地がある。

従来の予想式は、一般民有林と道有林でそれぞれ作成され(上田 1972)、造林地と周辺の天然林等のセットのうち捕獲数の多い地点のデータをその調査地の捕獲数としていた(中田 1982)。今回はすべての調査地点のデータを活用し、さらに一般民有林と道有林のデータをまとめて扱うことにより、地域ごとの調査地点数を確保しながら、地域区分を細分化することができた。従来の予想式では、造林地と周辺の天然林等のセットのうち捕獲数の多い地点のデータを用いることでデータのばらつきが抑えられていたことも考えられるが、今回はより広い地域における長期間のデータを含み、また相関係数が高くなったことも考慮すれば、造林地、天然林をそれぞれデータとして利用することに問題はないと考えられる。

明石・中田 (2007) は、近年、エゾヤチネズミの10月の平均捕獲数が8月の平均捕獲数を下回る年が増加していることを指摘しているが、このような傾向の変化は、予想式を定期的に見直すことの必要性を示している。さらに、1987年までは捕獲数が2～3年増加した後減少していたのに対して、近年は1～2年の増加後に減少に転じていることも指摘している。このような傾向を把握し、その原因を解明することは、翌年以降のエゾヤチネズミ生息数を予想するために重要である。また、エゾヤチネズミ発生予想に繁殖活動や気象条件を組み込むことの必要性が古くから指摘されてきた(藤巻 1977)。かつては試験研究機関や発生予察調査の現場においてエゾヤチネズミの繁殖調査が行われていたが、試験研究機関では1974年、現場では1975年をもって中止されたこともあり(桑畑 1975, 藤巻 1976, 前田 1975)、数値予想に繁殖活動は組み込まれてこなかった。エゾヤチネズミ個体群の低密度相と増加相には、ピーク相や減少相よりも成熟齢が低下する(Nakata 1989)など、繁殖活動と生息数変化の関連性が分析され、知見は得られてきている。

しかし、具体的な数値予想に結びつけるには、発生予察調査に高度な技術が必要な生殖器の解剖観察を組み込む必要があり、実現に至っていない。また、中田(1978)は旭川林務署(現上川南部森づくりセンター)管内における1969～1976年の発生予察調査資料から、5月の平均最低気温とその年の10月の平均捕獲数の相関を指摘しているが、全道的な発生予想に至るまでの知見は得られていない。半世紀にわたって蓄積されてきた発生予察調査資料の活用とともに、気象条件などの新たな要素を取り込むことにより、予想精度をさらに向上させるための総合的な研究が望まれる。

謝 辞

本研究は、野ネズミ発生予察調査として蓄積されたデータをもとに行われたものである。これまでの調査に関わってこられた多くの方々に感謝する。林業試験場の原秀穂博士、池ノ谷重男氏、雲野明氏には、解析にあたって有益なご助言をいただいた。本研究では国有林における予察調査データは用いていないが、研究の過程では、国有林のデータも提供していただき、参考とした。多大な労力をかけて国有林のデータを整理していただいた森林総合研究所石橋靖幸博士に厚くお礼申し上げる。

引用文献

- 明石信廣・中田圭亮 2007 発生予察調査におけるエゾヤチネズミの季節別捕獲数 森林保護 305:2-3.
- Bjørnstad, O.N., Stenseth, N.C. and Saitoh, T. 1999 Synchrony and scaling in dynamics of voles and mice in northern Japan. *Ecology* 80:622-637.
- 藤巻裕蔵 1976 繁殖調査報告の中止について 野ねずみ 131:7.
- 藤巻裕蔵 1977 ノネズミ発生予察の変遷 野ねずみ 142:74-75.
- 北海道ネズミ研究グループ 1970 昭和45年秋のエゾヤチネズミ発生予想 北方林業 22:338-343.
- 北海道ネズミ研究グループ 1971 昭和46年秋のエゾヤチネズミ発生予想 北方林業 23:321-325.
- 桑畑勤 1975 研究グループが特定調査地での繁殖調査を取りやめた理由 野ねずみ 129:50.
- 前田満 1975 昭和50年秋の野ネズミ発生予察と防除をめぐる一北海道林業経営協議会森林保護専門部会
一 野ねずみ 129:45-50.
- 中田圭亮 1978 エゾヤチネズミ発生予想の検討一旭川林務署管内予察資料から一 北林試報 15:17-25.
- 中田圭亮 1982 一般民有林のエゾヤチネズミ発生状況(1973年～1981年)と発生予想の現状 北方林業
34:158-162.
- 中田圭亮 1985 一般民有林におけるエゾヤチネズミ発生予想のあたりはずれ 森林保護 190:47-48.
- Nakata, K. 1989 Regulation of reproduction rate in a cyclic population of the red-backed vole, *Clethrionomys rufocanus bedfordiae*. *Res. Popul. Ecol.* 31:185-209.
- 中田圭亮 1996 野ネズミ発生予察調査の意義 北方林業 48:115-118.
- 中田圭亮 1998a 野ネズミの予察調査と防除の手引(第2版) 71pp. 北海道森林保全協会, 札幌.
- 中田圭亮 1998b 野ネズミ発生予察の変遷 50年の歩み一創立50周年記念誌 pp. 58-59. 北海道森林保全協会,
札幌.
- R Development Core Team 2005 R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for
Statistical Computing, Vienna, Austria. ISBN 3-900051-07-0, URL <http://www.R-project.org>.
- Saitoh, T. 1987 A time series and geographical analysis of population dynamics of the red-backed vole in Hokkaido,
Japan. *Oecologia* 73:382-388.
- 上田明一 1972 昭和47年秋のエゾヤチネズミの発生予想 北方林業 24:322-326.

Summary

Census data from the Program on Prediction of Voles Density during 1985-2005 in Hokkaido, Japan are analyzed to construct equations to predict number of red-backed vole (*Myodes rufocanus bedfordiae*) captured in October. Hokkaido is divided into 20 areas based on the cluster analysis on mean capture in each municipality in October, with taking boundary of subprefecture and land feature into consideration. Capture in October in each trap at each census site is analyzed by generalized linear model for each of 20 areas, using logit as link function, and 1 to 3 power of capture in each of June and August and interaction of June and August as independent variables. Correlation coefficient between predicted and observed capture of voles in October for data during 1985-2005 is 0.726.

Key words : geographic division, *Myodes rufocanus bedfordiae*, prediction of voles density