

# 施業・環境因子のエゾヤチネズミ数への影響力

中田圭亮\*・今野正彰\*\*

## Influences of environmental and silvicultural factors on the abundance of the grey red-backed vole

Keisuke NAKATA\* and Masaaki KONNO\*\*

### 要 旨

造林地における4年間の発生予察調査資料を利用して、エゾヤチネズミの生息数に対する施業・環境条件の寄与率を調べた。取り扱った10因子のそれぞれの偏相関係数は、地域区分(0.151\*~0.466\*\*：最小~最大, \* $p < 0.05$ , \*\* $p < 0.01$ ), 林床植生(0.163\*~0.302\*\*), 樹種(0.155, ~0.234\*\*), 林齢(0.156\*~0.217\*\*), 傾斜方位(0.095~0.269\*\*), 粗朶枝条(0.090~0.264\*\*), 地形(0.066~0.220\*\*), 傾斜度(0.052~0.168\*), 面積(0.055~0.209\*\*), 地拵え(0.038~0.167\*\*)であった。各因子の寄与率, 因子間の内部相関値, 因子内の区分ごとの反応も年ごとに変化していた。造林地のネズミ数に対する10因子全体の重相関係数は0.471\*\*~0.598\*\*であった。

### はじめに

エゾヤチネズミ数の変動は多くの要因に左右されていると考えられる。このうち、環境要因は因子数が多く、また数量的に測定できない定性的な特性もあることから、これまで総合的な検討はほとんど行われてこなかった。このような分析に有効な多変量解析は、近年コンピュータを広く利用できるようになったので、動物の生息環境を解明する手法として応用されるようになってきた(例えば、金・鈴木, 1985; 小泉・小林, 1990)。野ネズミに関しては、樋口(1990)が北海道の国有林を対象にした1例を報告し、エゾヤチネズミ数に関与する因子として地域差と林床植生の影響度が高いことを指摘している。

今回、道内の一般民有林の造林地を対象に、エゾヤチネズミ数に対する施業・環境因子の影響度を年次ごとに解析したので報告する。ここでは4年間の資料を分析し、どの因子の寄与率が高いか、年次ごとに各因子の寄与率はどうか、エゾヤチネズミ数を施業・環境因子でどの程度説明できるか、の3点を検討した。

本稿に御助言をいただいた前林業科学技術振興所北海道支所の樋口輔三郎博士に厚くお礼申し上げます。

### 解析方法

1986年度から1989年度にかけての「一般民有林における野ねずみ発生予察調査資料」を利用した。エゾヤチネズミの発生予察調査地点での平均捕獲数は1986年と1988年に多く、1987年と1989年に少なかった(図-1)ので、こうしたネズミ数変化に対応した成績を検討しようとした。対象とした4年

\* 北海道立林業試験場 Hokkaido Forestry Research Institute, Bibai, Hokkaido 079-01

\*\*北海道浦幌林務署 Urahoro Forestry office, Urahoro, Hokkaido 089-56

[北海道林業試験場研究報告 第31号 平成6年3月, Bulletin of the Hokkaido Forestry Research Institute, No. 31. March, 1994]

間の平均捕獲数の変化は大きく、年次変化のなかのピーク年や谷年に該当していた。

今回分析した資料数は1986年248件、1987年241件、1988年275件、1989年270件である。

調査票にはエゾヤチネズミ数のほか、造林地の施業条件や立地・植生条件が記載されているので、エゾヤチネズミ数を外的基準とし、施業・環境条件を因子項目（アイテム）として、数量化I類（HAYASHI, 1952；計算プログラムは田中ら, 1984による）の手法による要因解析を行った。今回は説明変数にあたる因子項目に10因子を取り扱った。これらの因子以外は調査票に記載もれが多かったため、分析から除外した。

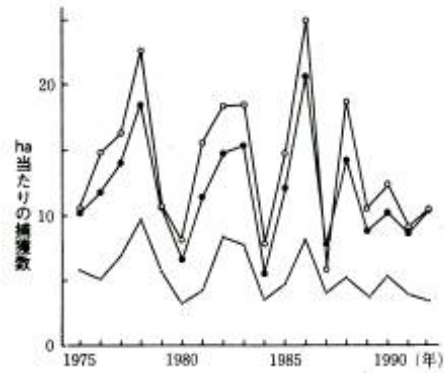


図-1 一般民有林におけるエゾヤチネズミの穂画数の年次変化

北海道林務部森林整備課の集計資料による全道平均値：  
○6月、●8月、○10月。

表-1 造林地の施業・環境因子とエゾヤチネズミ数の単純相関行列

	樹種	林齢	面積	地域区分	地階え	傾斜方位	傾斜度	地形	林床植生	粗朶枝条	エゾヤチネズミ数
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Y
1986年											
1	1.000	-0.033	-0.005	-0.043	0.001	-0.089	-0.084	-0.035	-0.087	0.013	0.104
2		1.000	-0.147*	0.010	-0.080	-0.112	0.014	-0.057	-0.149*	-0.112	0.444**
3			1.000	-0.099	0.040	0.068	-0.019	0.051	0.005	-0.111	0.120
4				1.000	0.052	0.049	0.015	0.016	-0.197**	0.097	0.406**
5					1.000	-0.086	-0.036	-0.092	0.097	0.103	0.096
6						1.000	-0.024	0.227**	0.021	0.068	0.173**
7							1.000	0.059	0.035	0.008	0.137*
8								1.000	-0.072	-0.084	0.057
9									1.000	-0.008	0.105
10										1.000	0.261**
1987年											
1	1.000	-0.016	-0.066	-0.193**	0.480**	-0.011	-0.045	-0.116	-0.062	-0.131*	0.204**
2		1.000	-0.064	-0.079	0.014	-0.015	-0.122	-0.041	-0.021	0.072	0.106
3			1.000	-0.074	0.035	0.016	-0.086	-0.138*	0.059	-0.039	0.028
4				1.000	-0.227**	0.059	0.216**	-0.135*	0.079	0.081	0.219**
5					1.000	-0.011	-0.109	-0.027	0.137**	-0.201**	0.180**
6						1.000	0.043	-0.089	-0.023	-0.052	0.102
7							1.000	0.454**	0.013	0.133*	0.139*
8								1.000	-0.031	0.239**	0.154*
9									1.000	-0.086	0.174**
10										1.000	0.110
1988年											
1	1.000	0.025	-0.126*	0.077	0.246**	-0.171**	-0.067	-0.128*	0.150*	0.141*	0.181**
2		1.000	0.057	-0.019	-0.003	-0.099	-0.010	0.099	0.155**	-0.021	0.201**
3			1.000	0.021	0.027	0.033	-0.096	-0.018	-0.042	-0.042	0.014
4				1.000	0.082	0.020	-0.026	-0.005	0.133*	0.010	0.186**
5					1.000	-0.170**	-0.008	-0.081	0.029	-0.041	0.063
6						1.000	0.024	-0.052	0.027	-0.016	0.049
7							1.000	0.215**	-0.095	-0.039	0.120*
8								1.000	-0.075	-0.095	0.113
9									1.000	0.024	0.335**
10										1.000	0.085
1989年											
1	1.000	-0.031	-0.085	-0.214**	0.118	-0.022	-0.026	-0.150*	-0.018	0.012	0.135**
2		1.000	0.026	-0.034	0.024	0.065	0.001	-0.027	-0.025	0.018	0.199**
3			1.000	0.060	-0.009	-0.083	-0.062	0.072	0.050	-0.023	0.107
4				1.000	-0.269**	0.198**	0.057	-0.081	-0.127*	0.049	0.120
5					1.000	-0.040	-0.041	0.042	0.206**	-0.075	0.148*
6						1.000	0.366**	-0.545**	-0.026	0.144*	0.263**
7							1.000	-0.406**	-0.022	0.150*	0.171**
8								1.000	-0.002	-0.190**	-0.043
9									1.000	-0.061	0.133*
10										1.000	0.164**

\* p<0.05, \*\* p<0.01

外的基準とするエゾヤチネズミ数は、対象造林地の年間最大数とした。発生予察調査は年3回、6月、8月、10月の各月上旬に全道各地で行われている。その方法は0.5haの面積内に50個の捕殺式ワナを10m間隔で5列10行の格子状に配置して3日間（ワナかけの日を含めると4日間）の捕獲作業を実施する。ここでは3日間の捕獲合計数を生息数とした。

因子項目は造林樹種、林齢、造林地面積、地域区分、地拵え方法、斜面の傾斜方位、傾斜度、地形、林床植生、粗朶枝条である（表-1）。造林樹種はスギ、トドマツ、カラマツ、グイマツ、グイマツ雑種F1、アカエゾマツ、その他針葉樹、広葉樹の8区分とした。林齢は齢級ごとに1齢級から7齢级以上まで7区分した。造林の面積は4区分し、1ha未満、1ha以上3ha未満、3ha以上5ha未満、5ha以上とした。地域区分は気候区分（札幌管区気象台、1964）に従って、表日本型、裏日本型、オホーツク海型、太平洋側東部型の4区分とした（図-2）。地拵えは全刈り、筋刈り、その他の3区分。傾斜方位は方位なし、東、西、南、北の5区分。傾斜度は $0^{\circ}$ 、 $0^{\circ}$ を超え $5^{\circ}$ 以下、 $5^{\circ}$ を超え $15^{\circ}$ 以下、 $15^{\circ}$ を超え $25^{\circ}$ 以下、 $25^{\circ}$ を超える、の5区分。地形は平坦地、台地、峰筋、斜面中腹、U字沢、V字沢の6区分。林床植生はミヤコザサ、クマイザサ、チシマザサ、湿地性のワキやオニシモツケ等の大型草本、小型のキク科草本にササが混生するタイプ、湿地性のスゲとシダ、シダとワッキソウとユズリハ、その他の8区分に景観的に類別した。粗朶枝条は程度の差によって、無、少、中、多、の4区分とした。

各因子項目間の単純相関係数を表-1に示した。数量化I類において取り扱う各因子は互いに独立因子であることが要求されるので、係数が高い組み合わせは問題がある。今回取り扱った各因子は他因子との関連性が低かったが、なかには高い相関係数を示すものもみられた。たとえば、傾斜方位と地形との因子間の相関係数は1986年から1989年にかけて0.227、-0.069、-0.052、-0.545であり、この例に該当する。しかし、ばらつきは大きく、数値が低い年もあるので、今回は年次間の差異をみるため、そのまま利用した。

## 結 果

エゾヤチネズミ数との偏相関係数が4年間を通して相対的に高かった因子は、地域区分と林床植生、次いで樹種であり、以下、林齢、傾斜方位、粗朶枝条、地形、傾斜度、面積、地拵えの順であった（表-2）。

地域区分の偏相関係数は0.151から0.466の範囲にあり、1986年に算出された0.466はすべての因子項目のなかで最も高い数値であった。オホーツク海型と太平洋側東部型の区分では1986年にスコアが8.48、4.53と、その他2区分のスコア（-3.76、-6.58）より高かったが、これ以外の年ではオホーツク海型の区分はマイナスのスコアであり、区分間で一定の傾向は認められなかった。

林床植生の偏相関係数は0.163~0.302であり、1986年と1988年に高く、1987年と1989年に低かった。このような反復した結果は全道的なネズミ数の変化（図-1）に対応していた。区分間では、スゲ



図-2 北海道の気象区分  
(札幌管区気象台、1964による)

表-2 造林地の施業・環境因子を用いた要因解析

因子項目	区分	1986年				1987年				1988年				1989年			
		例数	スコア	スコアの範囲	偏相関係数	例数	スコア	スコアの範囲	偏相関係数	例数	スコア	スコアの範囲	偏相関係数	例数	スコア	スコアの範囲	偏相関係数
樹種	スト	17	-1.18	26.40	0.207**	17	-1.16	4.39	0.217**	17	0.93	5.89	0.155*	14	-0.37	18.13	0.234**
	ド	58	0.41			63	1.76			71	1.39			71	0.67		
	カ	149	0.64			136	-0.69			156	-0.95			155	-0.43		
	グ	3	-7.02			3	-0.50			3	1.74			2	11.59		
	イ	1	19.39			2	-1.24			2	-1.03			2	-6.54		
	マ	9	-6.61			9	-0.94			15	-0.24			14	-0.37		
	その他	6	-0.97			4	-1.44			4	0.09			6	4.98		
林齢	1	75	-0.24	12.66	0.178**	64	-0.10	7.82	0.156*	69	-1.49	7.54	0.165**	64	-2.08	5.36	0.217**
	2	87	1.96			87	0.12			92	0.28			95	0.80		
	3	54	-1.61			55	0.02			66	1.61			63	0.84		
	4	19	-2.04			19	-0.12			32	0.04			28	0.57		
	5	9	-5.27			11	1.13			11	-0.26			14	0.38		
	6	2	3.18			2	1.55			2	-4.77			3	-1.00		
	7	2	7.39			3	-6.27			3	-5.93			3	-4.53		
面積	1 ha	48	3.49	5.27	0.209**	42	-0.93	1.24	0.091	46	-0.58	1.36	0.055	43	1.02	2.01	0.142*
	3 ha	92	-1.79			87	0.31			99	-0.16			101	-0.97		
	5 ha	38	2.53			41	-0.03			56	0.78			50	1.04		
	5 ha	70	-1.41			71	0.19			76	0.003			76	0.03		
地域区分	表裏	53	-6.58	15.06	0.466**	53	1.51	4.09	0.262**	54	-1.38	2.94	0.151*	47	-0.41	2.68	0.179**
	日	84	-3.76			76	-0.35			92	1.57			106	-0.89		
	本	41	8.48			42	-2.58			49	-1.11			39	-0.65		
	その他	70	4.53			70	0.78			80	-0.20			78	1.79		
地幹え	全	133	-0.66	1.51	0.068	141	-0.61	1.54	0.129	156	-0.25	1.11	0.038	158	-0.80	2.21	0.167**
	その他	94	0.85			87	0.93			107	0.27			101	1.35		
傾斜方位	無	55	1.97	4.69	0.173**	53	0.002	1.78	0.120	55	0.03	2.29	0.095	56	3.77	5.36	0.269**
	方	48	-1.60			44	0.25			53	1.40			51	-1.54		
	東	46	0.22			51	0.85			56	-0.33			59	-1.59		
	西南	55	-2.51			51	-0.30			63	-0.89			57	0.06		
	北	44	2.18			42	-0.93			48	-0.02			47	-0.90		
傾斜度	0°	47	0.83	12.31	0.168**	38	0.64	1.29	0.052	44	2.69	4.42	0.153*	42	0.63	3.15	0.156*
	5°	77	0.09			81	-1.13			90	-0.61			97	1.01		
	15°	95	-3.00			98	-0.07			114	-0.68			109	-1.16		
	25°	23	1.85			21	-0.22			25	0.68			18	0.61		
	25°	6	-10.46			3	-0.65			2	-1.72			4	-2.15		
地形	平坦	86	0.58	5.24	0.066	83	0.77	5.31	0.120	92	0.63	11.94	0.135*	77	-2.16	9.63	0.220**
	平地	13	1.42			13	-0.11			18	-1.16			21	1.51		
	斜面	3	-3.82			2	-4.20			3	-7.18			3	-8.12		
	斜面	141	-0.36			139	-0.40			155	-0.27			160	0.94		
	U	5	-1.23			3	0.13			5	3.43			7	1.02		
	V	0				1	1.11			2	4.76			2	0.40		
林床植生	ミ	52	-4.66	14.13	0.253**	52	0.22	4.24	0.165*	68	-2.95	14.01	0.302**	71	-0.15	6.54	0.163**
	ク	98	1.71			90	0.37			111	1.90			107	0.65		
	チ	4	-2.90			7	-2.04			2	-7.94			2	-1.74		
	シ	10	4.05			14	-1.41			11	6.07			8	3.20		
	マ	54	0.67			52	0.27			56	0.08			62	-1.01		
	ス	2	8.88			3	1.22			3	2.14			1	0.95		
	シ	6	-5.25			8	-3.02			7	-1.45			6	-3.34		
	ダ	22	1.07			15	-0.28			17	-3.66			13	0.06		
	ワ																
	ク																
粗朶枝条	無	158	-0.14	18.51	0.264**	144	0.51	2.46	0.129	153	-0.20	2.91	0.090	156	0.38	5.72	0.172**
	少	41	-2.90			46	-0.79			75	0.85			77	-1.18		
	中	42	0.75			46	-0.60			39	-1.19			29	-0.15		
	多	7	15.61			5	-1.95			8	1.72			8	4.54		
定数項の数値		15.206		4.539		11.011		6.022									
重相関係数		0.598**		0.471**		0.474**		0.513**									

\* p<0.05, \*\* p<0.01

+シダとクマイザサの植生区分でスコアが常に0.37以上と高く、チシマザサとシダ+ワッキソウ+ユズリハの区分で-1.45以下と常に低かった。ばらつきがあるが、ワキ等大型草本の区分でもスコアが高いので、スゲ+シダの区分とともに湿潤な場所でネズミ数が相対的に多くなる傾向を示していた。ササに関する3区分では、クマイザサ区分でミヤコザサやチシマザサの区分よりスコアが高かった。

樹種の偏相関係数は0.155-0.234であって、スギ、トドマツ、カラマツといった主要な造林樹種間のスコアに大きな相違は認められなかった。

林齢の偏相関係数は0.156~0.217であって、1齢級と7齢級以上でスコアが低い傾向があった。

傾斜方位は 0.095~0.269 の偏相関係数を示した。無方位でやや高いスコアがえられたが、一定の傾向は認められなかった。

粗朶枝条は 0.090~0.264 の偏相関係数を示した。1987 年を除けば、粗朶枝条の多い区分でスコアが高かった。

地形の偏相関係数は 0.066~0.220 であった。どの年も峰筋の区分でスコアは低かったが、1988 年には V 字沢や U 字沢のスコアが高かった。

傾斜度の偏相関係数は 0.168 以下であり、ネズミ数との関連性は低かった。区分間では、25° を超える区分でスコアが低いほかは、明らかな傾向は認められなかった。

面積の偏相関係数は 0.209 以下であり、一定の傾向は認められなかった。

地拵えの偏相関係数は 0.167 以下であり、4 年間を通して全刈り区分のスコアは筋刈り区分より低かった。

これら 10 項目の施業・環境因子とエゾヤチネズミ数との重相関係数は 0.471~0.598 であり、今回扱った因子群によって造林地のネズミ数の変動を 22~36% 説明できることが分かった。また重相関係数と全道的なネズミ数の変化 (図-1) とは対応関係が明らかではなかった。

## 論 議

エゾヤチネズミ数と施業・環境因子の関連性を数量化 I 類によって検討した樋口 (1990) は、北海道内の国有林の調査票をもとに 10 因子を分析した。それによると、関連性が相対的に高い因子は、高い方から順に、地域区分、林床植生、地拵え、傾斜方位、地形、傾斜度、傾斜方位、ササ草丈、造林木樹高、春駆除であった。今回の一般民有林の事例では、地域区分と林床植生、樹種、林齢、傾斜方位、粗朶枝条、地形、傾斜度、面積、地拵えの順であった。分析した因子がいくつか異なるが、地域区分と林床植生では関連性が相対的に高く、地形、傾斜方位、傾斜度では関連性が低いことが共通していた。

類似した寄与率はこれまでの分析事例によっても報告されている。Li *et al.* (1991) は、タイリクヤチネズミ (*Clethrionomys rufocanus rufocanus*) とヒメヤチネズミ (*C. rutilus rutilus*) の捕獲率と環境要因との関係を調べて、最大値として前者で林齢との間に 0.386、後者で傾得度との間に 0.224 の偏相関係数を報告した。また九州のアカネズミ (*Apodemus speciosus*) とヒメネズミ (*A. argenteus*) については、生息密度と 4 つの環境因子との間に、それぞれ 0.6 前後の偏相関係数と、0.636 と 0.685 の重相関係数が記録されている (Doi and IWAMOTO, 1982)。野ネズミ以外をみても、ニホンジカの捕獲数と環境要因との偏相関係数は高い因子で 0.440 であり、重相関係数は 5 因子で 0.618 であった (小泉・小林, 1990)。

1970 年以降 20 年間のエゾヤチネズミ捕獲数をもとに林業指導事務所の所轄地域をクラスター分析 (ウオード法) で分類すると、北海道内を 6 区分できる (中田・近藤, 準備中)。この地域区分を用いると、その偏相関係数は 0.556、また同じ 10 因子での重相関係数値は 0.635 となる (今野・中田, 未発表資料)。このような地域区分はネズミ数自体の情報を基にしており、目的変数にあたるネズミ数と同質であるため、関連性が高くなるようである。樋口 (1990) が取り扱った地域区分もネズミの発生状況に基づく区分であり、偏相関係数は記述されていないが、スコア範囲は 28.5 と最も高い影響度を持つ因子であった。気候区分を採用した今回の数値は 15.1 以下であって、樋口 (1990) に比べてスコア範囲は狭かった。このように地域区分についてはさらに検討すべきであり、また区分の仕方に応じてさらに高い相関がえられるものと考えられる。

関連性が高かった林床植生の項目では、クマイザサのほかにはフキ等大型草木やスゲ+シダの区分で高

いスコアが算出された。同じ結果は樋口（1990）によっても認められている。エゾヤチネズミが湿潤な場所で多くなる傾向は、野ネズミの分布と植物群落との関係を調べた桑畑・加藤（1958）によっても報告されている。関連性が強いとみられるササに限っても、クマイザサの区分でミヤコザサやチシマザサの区分よりスコアが高く、これも国有林の事例（樋口，1990）と共通していた。なお、阿部（1968）は捕獲された地点ごとにネズミの生息環境を分析し、エゾヤチネズミが多く捕獲されるのは、ササ密度が高く、落葉層が厚い場所であることを示したが、造林地の植生構造を示すササ密度や落葉層の厚さなどの因子は今後検討する予定である。

施業・環境因子のなかでは、林床植生の寄与率がエゾヤチネズミの高密度年（1986年，1988年）と低密度年（1987年，1989年）で比較的はっきりとした高低を繰り返した。それは高密度年で高く（偏相関係数：0.253と0.302）、低密度年で低かった（2年とも0.163）。ほかの因子ではこのような対応関係は不明確であるが、粗朶枝条の因子では最大の相関値（0.264）が高密度年にえられている。林床状態の差異は高密度年により強くネズミ数に影響するようである。

ここでは、施業・環境因子によってエゾヤチネズミ数の変動を22～36%説明できた。環境因子別の防除基準を作成するには、さらに高い関連性が要求される。このためには、(1) 相関が高かった因子を中心に因果関係を解明し、因子区分を検討すること、(2) エゾヤチネズミの生活場所であるササ密度等の林床条件を分析すること、が必要であろう。また近年多く造成されている小面積造林地では、周辺の天然林と行き来しているネズミが多いと推測されるので、造林地周辺の天然林の環境因子についても併せて解析する必要がある。

## 文 献

- 阿部 永 1966 北海道産野ネズミ類の生息環境. 応動昆 10 (2) : 78-83
- DOI, T, and IWAMOTO, T. 1982 Local distribution of two species of *Apodemus* in Kyushu. Res. Popul. Ecol., 24 : 110-122
- HAYASHI, C. 1952 On the prediction of phenomena from qualitative data and the quantification of qualitative data from the mathematico-statistical point of view. Ann. Inst. Statistic. Mathematics. 3 (2) 69-98
- 樋口輔三郎 1990 エゾヤチネズミの生息数と環境条件並びに造林施業法との関係. 森林保護 218 : 25-29
- 金豊太郎・鈴木一生 1985 カモシカの食害と生息環境要因との関係. 日林東北支誌 37 : 207-209
- 小泉透・小林雅人 1990 ニホンジカの捕獲場所の分布とその特徴. 101回日林論 : 565-566
- 桑畑勤・加藤亮助 1958 野ネズミの生息場所と移動に関する研究. 第2報 植物群落と野ネズミの生息場所 林試研報 108 : 31-46
- LI, T. LIU, P. and JIANG, L. 1991 A study on habitat selection of northern bank vole and large-toothed red-backed vole. Acta Theriol. Sinica. 11 : 73-74
- 札幌管区气象台 1964 北海道の気候. 391pp 気象協会北海道地方本部 札幌
- 田中豊・垂水共之・脇本和昌 1984 パソコン統計解析ハンドブック. II 多変量解析編. 403p 共立出版 東京

## Summary

Relationship between the number of the grey red-backed voles, *Clethrionomys rufocanus bedfordiae*,

and ten factors of environmental and silvicultural elements was analyzed with the quantification-I method (a sort of canonical correlation analysis with dummy variables) for man-made stands during four years from 1988 to 1989 in Hokkaido, northern Japan. The factors were closely associated in the following order : regional division ( partial correlation coefficient, minimum-maximum,  $*p < 0.05$ ,  $**p < 0.01$  : 0.151\*-0.466\*\*), vegetational type of undergrowth (0.163\*-0.302\*\*), tree species planted (0.155\*-0.234\*\*), stand age (0.156\*-0.217\*\*), direction of sloping (0.095-0.269\*\*), amount of fallen branches (0.090-0.264\*\*), configuration of the ground (0.066-0.220\*\*), degree of sloping (0.052-0.168\*), size of the stand (0.055-0.209\*\*), manner of ground clearance (0.038-0.167\*\*). Of each factor the shift of the score points among categories varied from year to year. The multiple correlation coefficients between the number of the grey red-backed voles and the above ten factors ranged from 0.471\*\* to 0.598\*\* in this analysis.