原著論文 ORIGINAL PAPER

市街地における移入種タイワンリスの生息分布と林分環境

田村典子¹⁾・宮本麻子²⁾・美ノ谷憲久³⁾・高嶋紀子⁴⁾

1) 独立行政法人森林総合研究所多摩森林科学園 〒193-0843 東京都八王子市廿里町1833

2) 独立行政法人森林総合研究所環境計画研究室 〒305-8687 茨城県つくば市松の里1

3) 神奈川県立湘南高校 〒251-0021 神奈川県藤沢市鶴沼神明5-6-10

4) 神奈川県立藤沢高校 〒251-0053 神奈川県藤沢市本町4-8-50

Noriko TAMURA¹⁾, Asako MIYAMOTO²⁾, Norihisa MINOTANI³⁾, and Noriko TAKASHIMA⁴⁾: Environmental factors affecting distribution of the alien Formosan squirrel in fragmented landscape. *Ecol. Civil Eng.* 6(2), 211-218, 2004.

1) Tama Forest Science Garden, FFPRI, 1833 Todor, Hachioji, Tokyo 193-0843, Japan

2) FFPRI, 1 Matsunosato, Tukuba, Ibaraki 305-8687, Japan

3) Shonan High School, 5-6-10 Kugenumashinmei, Fujisawa, Kanagawa 251-0021, Japan

4) Fujisawa High School, 4-8-50 Honcho, Fujisawa, Kanagawa 251-0053, Japan

Ecology and
Civil Engineering
応用生態工学

Abstract: A hundred of woods, ranging in size from 0.17 to 39.17 ha, were surveyed in Ohuna, Kanagawa Prefecture, and presence/absence data of the invasive Formosan squirrel were collected from December 2001 to December 2002. The Formosan squirrel was ascertained in 42 woods of them. We measured 11 environmental variables of each wood, those are, wood area, distance to the nearest neighbor wood, distance to <5ha wood with squirrels, percentage of broad-leaved evergreen trees, conifer trees, deciduous trees, or others, and percentage surrounded by cultivated field, residential quarter, road, or others. The most important variable for the occupancy of squirrel was the woods area. The percentage of broad-leaved evergreen trees in woods and the percentage of cultivated field in surrounding area had also positive effects on the presence of squirrel. By adding latter two variables to the woods area, the logistic regression model was improved to account for the probability of the Formosan squirrel in isolated woods (Cox & Snell $R^2=0.45$, $P<0.001$). Current expansion of this species in Kanagawa Prefecture was explained by these environmental variables; large woods with broad-leaved evergreen trees have been reserved in Kamakura and Zushi City, a center of distribution of the Formosan squirrel. Further studies using the present model will be necessary to know how the Formosan squirrel expands in future through urban environments.

Key words: Formosan squirrel, fragmentation, GIS, invasive species, logistic regression model

2003年4月7日受付, 2003年12月25日受理

1) e-mail: haya@ffpri.affrc.go.jp

はじめに

タイワンリス (*Callosciurus erythraeus*) がわが国において野生化した最初の報告は、1930 年代東京都伊豆大島の事例である (宇田川 1954)。現在では少なくとも全国 1 都 9 県 12 カ所で生息の報告がある (山口 1988)。このうち、東京都伊豆大島では特産のツバキ種子など農産物の被害が問題となり、駆除が行われ続けている。また、静岡県東伊豆町や長崎県福江島でも柑橘類や造林木の被害のため、駆除が行われている。しかし、その他の分布地の多くは市街地であるため、農産物被害があまり問題にならず、捕獲などの対策は行われていない。このように、タイワンリスについては農林業被害への対応として駆除は行われてきたが、本種の分布拡大による在来生態系への影響といった視点からの対策はいまだに行われていない現状である。

その原因の一つとして、まず本種が在来生態系にどのような影響を及ぼしているのか、明確に定量化されていないという問題がある。本種は植物の花、種子、果実、新芽、樹皮を主要なエサとしているが、アリ類、セミ類、甲虫類、カタツムリ類なども好んで利用する (Tamura et al. 1989)。メジロの卵を食べること (東 1998) やハチの巣を襲う事例も報告されている (清水・中村 2003)。冬から春にかけて、樹液を舐めるために樹皮を著しく剥離する習性がある (田村・大原 2002)。個体数密度が高いため (Tamura et al. 1989)、こうした捕食による生態系への影響は無視できない。今のところ、タイワンリスと同様なニッチを占める在来リス類 (ニホンリスやムササビ) と分布が重複しているという報告はない。しかし、今後同じ地域にタイワンリスと在来リス類が生息した場合、資源を巡る競争も起こりうる。したがって、タイワンリスの管理を行っていく上で、どのような資源を利用するのか、といった生態に関する情報を収集していく必要がある。

本種への対策が遅れているもう一つの原因は、これまでの分布地が島嶼部や市街地に限られ、分布拡大に対する危機感が無かった事による。海の孤島や市街地に封じ込められている限り、在来リス類が生息する山林へは進出しないと考えられてきた。しかし、神奈川県東部では、市街地に点在する緑地を足がかりに分布が拡大し、問題となり始めている (小野 2001)。同様に静岡県浜松市でも分布が拡大している (伊東 私信)。よって、タイワンリスが利用する環境を明らかにすることにより、周囲への分布拡大の可能性をランドスケープレベルで評価する

ことが可能となる。

そこで本研究では、神奈川県の市街地に点在する林分の環境とタイワンリスの生息状況との関わりを解析することによって、神奈川県で本種が分布を拡大した環境要因を明らかにすることを目的とした。神奈川県では 1950 年代より、タイワンリスの目撃が散見されている。1951 年に江ノ島熱帯植物園から逃げ出したものが渡ってきたという説、それ以前からペットが逃げていたと言う説などがあるが、侵入の記録は明確ではない。しかし、1988 年には鎌倉市全域に分布が広がり (木下 1989)、2001 年には北は横浜市戸塚区、南は三浦市に及ぶ約 230 平方キロメートルに分布域が広がった (園田・田村 2003)。園田・田村 (2003) によると、神奈川県において在来種のニホンリスやムササビが生息する区域は丹沢山塊や箱根の山林といった西側の大きな森林に限られ、そこにはタイワンリスが生息している情報は今のところない。しかし、相模川より西側の市街地内においてもタイワンリスの分布情報が散見され始めており、今後、このまま分布拡大が続けば、在来リスやムササビと分布を重ねることになる。

神奈川県の事例から、他の市街地地域でも、同様の条件がそろえば分布拡大が起こる危険性があることが予想される。タイワンリスの生息に必要な条件を明らかにすることによって、神奈川県での今後の分布拡大の予測や対策に役立てるほか、他の地域でも分布拡大の再発を防止するための啓発材料としたい。

調査地

JR 東海道線大船駅の北西側、境川と柏尾川に挟まれた約 1200 ha の区域 (139° 30' N, 35° 20' E) を調査地とした (Fig. 1)。この地域は、標高約 30~100 m の玉縄丘陵の一角を占める。この地域におけるタイワンリスの生息は、1988 年の調査ではじめて確認されている (木下 1989)。調査対象とした林分は、1997 年及び 1999 年に撮影された空中写真の判読から、面積が 100 m² 以上のものを抽出した。ただし、実際に踏査して、林分が樹木を含んでいなかったり、林分そのものが存在しなかった場合は対象から外した。最終的に、100 カ所の林分を調査対象とした。

Fig. 1. Location of study site in the south-eastern Kana-gawa Prefecture.

方 法

生息調査

2001年12月から2002年12月にかけて、林分ごとにタイワンリスの生息確認のためのセンサスを行った。調査は雨天の日を避けて行った。できるかぎり林内の小道を全て回り、林の周囲の道からもセンサスを行った。目撃、音声、巣、特有の樹皮剥皮痕のいずれかの情報があった場合に、生息していると判断した。上記の情報がなかった林分については、調査期間内に3回訪れ、3回とも情報が得られなかった場合、タイワンリスが生息しないと判断した。

環境情報と解析

タイワンリスの生息の有無に関わる環境変数として、面積に関わる変数、林分間の距離に関わる変数、林分内の植生環境に関わる変数、林分の周囲の環境に関わる変数の4タイプを考慮した。面積と距離の変数については、国土地理院撮影の1/30000空中写真および1/15000地形図をもとにデジタル空中写真を作成し、地理情報システムArcView Ver.3.2 (ESRI社) およびTNTmips Ver.6.6 (MicroImages社)によって林分を抽出し、林分面積、林分間距離などの環境要素を計測した。植生については、タイワンリスのセンサスの際、調査林分ごとに植生割合を記録した。植生は常緑広葉樹、針葉樹(スギ・ヒノキ

植林)、落葉広葉樹、その他の4タイプとし、それぞれの相対的な割合を目算し、合計で1.0となるようにした。また、林分の周囲の土地利用状況については、建設省国土地理院(1994)の細密数値情報10mメッシュ土地利用のデータを利用した。16の土地利用区分のうち、対象としている山林以外の範疇を、リスの生息に関わると考えられる4つのタイプ、田畑、宅地、道路、その他に分類した。調査林分の周囲に幅10mのバッファを発生し、その中に含まれる上記4タイプの面積割合を林分ごとに計算した。また、タイワンリスの行動圏はメスが平均0.72ha、オスが平均3.83haであるため(Tamura et al. 1987)、オスとメスが生息し、繁殖できる最小の林分を約5haと考え、5ha以上の林分からの距離を変数に加えた。検討に用いた11個の環境変数をTable 1に示す。

解析ではまず、それぞれの環境要素を独立変数とし、生息の有無を従属変数としてロジスティック回帰を行った。この際、データの正規性をはかるために、林分面積、近接する林分との距離、およびリスが生息する5ha以上の林分との近接距離については常用対数に変換した。また、林分内の植生割合は常緑広葉樹、針葉樹、落葉広葉樹、その他の割合をそれぞれアークサイン変換した値を用いた。林分周囲の土地利用についても、田畑、宅地、道路、その他の割合をアークサイン変換して用いた。

11個の環境変数の間で相関関係を調べ、ピアソンの相関係数が±0.5以上の高い相関をもつ変数同士が加わらないように、モデルに用いる変数を選択した。また、尤度比検定で $P=0.2$ を取捨の基準とするステップワイズ法で変数選択を行い、当てはまりのよいモデルを求めた。

結 果

生息の有無と環境変数の差

100カ所の調査林分のうち、タイワンリスが生息していた林分は42カ所、残りの58カ所は生息が認められなかった(Fig. 2)。生息林分は調査地の一部に局在するのではなく、ほぼ全域に分布していた。生息する林分と生息しない林分の間で、それぞれの環境変数の平均値を比較し、スチューデントの t -testによって差を検定した(Table 1)。生息する林分は林分面積、常緑広葉樹の割合、落葉広葉樹の割合、周囲が田畑で囲まれている割合がそれぞれ有意に大きかった。逆に、生息しない林分では「その他の植生」が占める割合、周囲を宅地で囲まれる割合が高く、タイワンリスが生息する5ha以上の林分か

Table 1. Comparison of the mean value ($\pm$ s. d.) of 11 environmental variables between woods in which Formosan squirrels were present and absent.

	Present	Absent	<i>P</i> values by t-tests
No. woods	42	58	—
Wood area (ha)	6.6 $\pm$ 7.1	1.6 $\pm$ 1.7	<i>P</i> < 0.05
Distance to the nearest neighbor wood (m)	27.5 $\pm$ 57.2	34.4 $\pm$ 52.9	N. S.
Distance to <5ha wood with squirrel (m)	112.5 $\pm$ 171.4	294.0 $\pm$ 257.4	<i>P</i> < 0.05
Vegetation type			
% broad-leaved evergreen tree	0.53 $\pm$ 0.20	0.34 $\pm$ 0.31	<i>P</i> < 0.05
% conifer tree	0.37 $\pm$ 0.25	0.31 $\pm$ 0.41	N. S.
% deciduous tree	0.61 $\pm$ 0.26	0.43 $\pm$ 0.34	<i>P</i> < 0.05
% others	0.39 $\pm$ 0.33	0.68 $\pm$ 0.50	<i>P</i> < 0.05
Land use of surrounding area			
% cultivated field	0.62 $\pm$ 0.26	0.48 $\pm$ 0.21	<i>P</i> < 0.05
% residential quarter	0.59 $\pm$ 0.19	0.70 $\pm$ 0.21	<i>P</i> < 0.05
% road	0.34 $\pm$ 0.18	0.37 $\pm$ 0.18	N. S.
% others	0.42 $\pm$ 0.20	0.41 $\pm$ 0.20	N. S.

Fig. 2. Distribution of the Formosan squirrel (*Callosciurus erythraeus*) in fragmented landscape in Ohuna, Kanagawa Prefecture.

らの距離が大きい傾向が認められた。

ロジスティック回帰モデル

11 個の独立変数に対する回帰結果は Table 2 にまとめた。タイワンリスの生息にもっとも影響を及ぼしていると考えられる変数は林分面積であった。タイワンリスが生息する 5 ha 以上の大きさの林分からの距離、「その他の植生」や常緑広葉樹林が占める割合も次に高い値を示した。また、周囲を田畑が占める割合、宅地が占める割合なども高い値であった。比較的高い値を示した以上のような変数をモデルに組み込むようにした。特に、林分面積は最も高い値であったので、必ず林分面積を変数として組み込むこととした。また、「その他の植生」の割合は高い値を示したが、変数の中に多様な植生タイプが混在し意味が明確ではないため、モデルに組み込む変数として選択しなかった。

次に 11 個の環境変数の間の相関関係を調べた (Table 3)。植生に関わる変数では割合の互換作用として、落葉広葉樹林の割合とその他の植生との間で有意な負の相関があった。また、周囲の環境についても同様に、田畑と宅地の間で負の相関が認められた。そこで、高い負の相関をもつ変数同士が混在しないように変数選択を行った結果、Table 4 に示す 5 つのモデルが選択された。どのモデルも危険率は 0.001 以下であったが、予測確率がより高いモデル { (1) 林分面積, (2) 林分面積 + 周囲が田畑の割合, (3) 林分面積 + 周囲が田畑の割合 + 常緑広葉樹の割合 } を採択した結果、3 変数を組み込んだ最終的

Table 2. Results of univariate analyses by logistic regression model for presence/absence of the Formosan squirrel.

Variables	Cox & Snell R ²	P
log (Wood area)	0.314	<0.001
log (Distance to the nearest neighbor wood)	0.037	N. S.
log (Distance to 5 ha< wood with squirrel)	0.154	<0.001
√ Broad-leaved evergreen trees	0.108	<0.01
√ Conifer trees	0.006	N. S.
√ Deciduous trees	0.070	<0.01
√ Other vegetation	0.102	<0.01
√ Cultivated field	0.077	<0.01
√ Residential quarter	0.069	<0.01
√ Road	0.006	N. S.
√ Others	0.001	N. S.

な予測確率は0.45となった。回帰式は

Y (生息確率) = 3.602 (林分面積) + 4.610 (周囲が田畑の割合) + 4.013 (常緑広葉樹の割合) - 5.897 となった。

考 察

近年、人によるハビタットの分断や孤立などランドスケープの視点で生物の動態を捉える研究の必要性が指摘されている (鷲谷・矢原 1996; 杉村 2001a, b など)。特に、森林性の動物は森林の断片化によって、個体群サイズの縮小と絶滅確率の増大、分布拡大の抑制などの影響を強く受けると考えられる。実際に、森林性のリス類

では、森林が小面積に分断されることによって、生息に影響が出るという事例研究が多い。こうした研究では市街地や農地で隔離された複数の林分の間で、環境情報を計測・比較し、リスの生息との相関を検討している。ほとんどの事例では、林分の面積が重要な環境要素であると結論されているが (Verboom & van Apeldoorn 1990; Celada et al. 1994; van Apeldoorn et al. 1994; Rushton et al. 1999), 林分間の距離やソース (個体の供給源) となる林からの距離が重要である場合 (Celada et al. 1994; Rushton et al. 1999) や選好する植生の量が重要な要素となる場合 (Verboom & van Apeldoorn 1990; Delin and Andren 1999) などもあった。

ニホンリスにおいても、同様の研究が行われ、東京都

Fig. 3. Probability of presence of the Formosan squirrel in relation to increasing of the three environmental factors. (a) wood area, The other two factors were fixed at the mean value (29.0% in % field and 21.9% in % broad-leaved evergreen trees). (b) % cultivated field in surrounding buffer zone, The other two factors were fixed at the mean value (3.7 ha in area and 21.9% in % broad-leaved evergreen trees). (c) %broad-leaved evergreen trees, The other two factors were fixed at the mean value (3.7 ha in area and 29.0% in % field).

Table 3. Pearson's correlation coefficients between 11 habitat variables. Values greater than 0.5 were indicated in bold letters.

Variables	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1 log (Wood area)										
2 log (Distance to the nearest neighbor wood)	-0.230									
3 log (Distance to 5 ha < wood with squirrels)	-0.376	0.489								
4 $\sqrt{\text{Broad-leaved evergreen trees}}$	0.212	0.069	-0.175							
5 $\sqrt{\text{Conifer trees}}$	0.039	-0.058	-0.007	-0.127						
6 $\sqrt{\text{Deciduous trees}}$	0.288	-0.100	-0.187	0.219	-0.199					
7 $\sqrt{\text{Other vegetation}}$	-0.201	0.069	0.165	-0.486	-0.468	-0.595				
8 $\sqrt{\text{Cultivated field}}$	0.056	-0.230	-0.183	-0.091	0.138	0.057	-0.137			
9 $\sqrt{\text{Residential quarter}}$	-0.073	0.274	0.108	0.017	-0.045	0.040	0.036	-0.677		
10 $\sqrt{\text{Road}}$	0.081	0.013	-0.008	0.049	-0.191	-0.018	0.132	-0.367	-0.057	
11 $\sqrt{\text{Others}}$	0.152	-0.110	0.055	0.080	0.056	-0.048	-0.007	-0.200	-0.284	-0.197

Table 4. Logistic regression models of presence/absence of the Formosan squirrel.

Model	R ²	P
1 log (Wood area)	0.314	<0.001
2 log (Wood area) + $\sqrt{\text{Broad-leaved evergreen trees}}$	0.363	<0.001
3 log (Wood area) + $\sqrt{\text{Cultivated field}}$	0.374	<0.001
4 log (Wood area) + $\sqrt{\text{Broad-leaved evergreen trees}}$ + $\sqrt{\text{Residential quarter}}$	0.423	<0.001
5 log (Wood area) + $\sqrt{\text{Cultivated field}}$ + $\sqrt{\text{Broad-leaved evergreen trees}}$	0.445	<0.001

八王子市では林分の面積、及びソースとなる山塊からの距離が重要な要因であり (片岡 1998), 茨城県水戸市では林の連続性 (ソースとなる個体群から 40 m 以内に隣接する林が続いていること) がもっとも生息に影響していた (金澤 2003)。

本研究では、台湾リスでも、林分面積がもっとも影響の大きい環境変数であることが示された。しかし、常緑広葉樹の占める割合や周囲が田畑である割合など、他の変数を平均値として仮定した場合、わずか 5 ha で生息確率が約 70 %, 10 ha で約 90 % となった (Fig. 3a)。同じように宅地や農地で囲まれた八王子市でニホンリスについて調査した結果では、林分面積 50 ha で生息確率が約 20 % となる (片岡未発表)。この違いは必要とする行動圏のサイズの種差が関係していると考えられる。実際に、台湾リスではメスの行動圏が平均 0.72 ha, オスが平均 3.83 ha であり、5 ha あれば成獣が行動圏を持ち繁殖することができる (Tamura et al. 1987)。一方、ニ

ホンリスでは、メスの平均行動圏サイズは 12.1 ha, オスは平均 22.1 ha であり、しかも雌雄の行動圏の重なりは少ないので、最低でも 35 ha は必要ということになる (田村 1998)。このことから、森林の分断によって、在来種ニホンリスの生息地が消失していく一方で、移入種である台湾リスが比較的狭い林を生息の場として分布拡大していくことが予想される。同様の事例はイギリスにおける在来種アカリスと移入種ハイイロリスの間でも報告されている (Fitzgibbon 1993)。

また、台湾リスでは距離に関する変数は生息の有無に影響が少なかった。本研究の調査地では林分間距離が最大でも 290 m 程度だったので、今後更に隔離された林分を含めて検討する必要がある。台湾リスは市街地に張り巡らされた電線や人家の塀を移動路として利用する習性がある (木下 1989)。またテレメトリー調査では、行動圏の最大径はメスで 163 m, オスで 475 m であった (Tamura et al. 1987)。したがって、100~400 m の

範囲の移動は日常的に起こりうると考えられる。

今回の調査結果では、林分の周囲の環境については、田畑の割合が多いとタイワンリスが生息し、宅地が多いと生息しなかった。林分面積や常緑広葉樹の割合を平均値とした場合、田畑が全くないと生息確率が15%だが、周囲が半分以上田畑で囲まれた環境では、生息確率が80%に達した (Fig. 3b)。鎌倉市中心部の宅地ではタイワンリスが人家の庭や道路で目撃されることが多く、宅地で囲まれた林で生息確率が下がるのは疑問であるが、鎌倉市内の谷戸にみられる樹木が多い宅地と、丘陵地を大規模に造成した本調査地の宅地とでは、生息地の環境が異なる (鎌倉市 1996)。木下 (1989) によると、鎌倉市内でも、タイワンリスは庭木が多く閑静な住宅地に生息することが多いという。今後、林分周囲の環境については土地利用の判別だけではなく、樹木の量や連続性などに着目して解析する必要がある。

また、タイワンリスは常緑広葉樹の割合が高い林で生息する確率が高かった。林分面積や周囲の田畑の割合を平均値とした場合、常緑広葉樹が存在しない林では生息確率が20%であるが、5割を占める林では生息確率が85%となった (Fig. 3c)。横浜市での調査では、観察された41個のタイワンリスの巣のうち約40%が常緑広葉樹林にあった (大久保ほか 2002)。テレメトリー法によって日中利用する植生を調査したところ、やはり、常緑広葉樹林がもっとも選好性が高かった (大久保・田村 2003)。こうした生態的知見と今回の解析結果はよく対応している。

以上のように、タイワンリスが生息する林分がもつ環境要素をみると、これまでの分布地である鎌倉市、逗子市、横浜市金沢区は、上述の好適な環境をすべて満たしていたと考えられる。これらの地域はいずれも歴史的風致保存地区を有するため、比較的まとまった面積の林が連続して残っていて、潜在植生と考えられるスダジイなどの常緑広葉樹も多い (鎌倉市 1996)。これまで著しい分布拡大をしたタイワンリスが今後、どのような分布を示していくのかを知るためには、今回のようなモデルを用いてタイワンリスの選好する環境が広域的に見てどのように現存しているのか、ランドスケープの面から解析していく必要がある。また、本研究で示されたように、タイワンリスの生息を可能とする環境要素は、関東地方以南の低地では一般的な環境であり、こうした地域では分布拡大の危険性が高いことが示唆された。

謝 辞

本研究を行うに当たり、湘南高校及び藤沢高校生物部の皆様には野外でのデータ収集を手伝っていただいた。鎌倉市役所みどり課の小野衛氏には資料をいただいた。また、森林総合研究所の山田文雄氏、杉村乾氏には本研究の計画に有益な助言、ご指導を頂いた。心より感謝申し上げます。本研究は環境省地球環境研究推進費 F-3 の成果の一部である。

摘 要

神奈川県各市街地に点在する林分 100 カ所において、移入種であるタイワンリスの生息の有無を調査し、その林分の環境特性との関わりをロジスティック回帰モデルによって解析した。環境変数として、林分の面積、近接する林分間の距離、リスが生息する 5 ha 以上の林分との距離、林分に占める常緑広葉樹の割合、針葉樹の割合、落葉広葉樹の割合、その他の植生割合、林分周囲が宅地で占められる割合、田畑で占められる割合、道路で占められる割合、その他の土地利用で占められる割合の 11 変数を検討した。その結果、林分面積がもっとも影響の大きい変数であった。距離に関わる変数は生息への影響が有意ではなかった。常緑広葉樹の割合、周囲を田畑が占める割合がそれぞれ生息に正の関係を示し、宅地の割合が負の関係を示した。林分面積を変数として入れ、互いに相関関係のない変数、周囲が田畑の割合と常緑広葉樹の割合を加えたモデルを立てたところ、予測確率は 0.45 となった。タイワンリスがこれまで神奈川県で分布を拡大してきた背景には、上記の環境変数にあげられた林分面積が比較的大きく、常緑広葉樹の割合が高く、閑静な環境であったことによると考えられる。今後の分布拡大の傾向を予測するためには、こうした環境がどのように分布しているのかランドスケープレベルでの検討が必要である。

引用文献

- 東陽一 (1998) タイワンリスによるメジロの巣の卵の捕食. *Strix* **16**: 175-176.
- Celada, C., Bogliani, G., Gariboldi, A. & Maracci, A. (1994) Occupancy of isolated woodlots by the red squirrel *Sciurus vulgaris* L. in Italy. *Biological Conservation* **69**: 177-183.
- Delin, A. E. & Andren, H. (1999) Effects of habitat fragmentation on Eurasian red squirrel (*Sciurus vulgaris*) in a forest

- landscape. *Landscape Ecology* **14**: 67-72.
- Fitzgibbon, C. D. (1993) The distribution of grey squirrel dreys in farm woodland: the influence of wood area, isolation and management. *Journal of Applied Ecology* **30**: 736-742.
- 片岡友美 (1998) 森林の断片化によるニホンリス生息域の減少. *リスとムササビ* **4**: 1-4.
- 金澤晴子 (2003) 茨城県水戸市周辺域の孤立した林地におけるニホンリスの生息分布. *リスとムササビ* **11**: 14-15.
- 鎌倉市 (1996) 鎌倉市緑の基本計画. 170pp.
- 木下節子 (1989) 外来動物タイワンリスは何故鎌倉で分布を広げることができたのか. トヨタ財団第5回研究コンクール報告書. 17pp.
- 建設省国土地理院 (1994) 細密数値情報 (10m メッシュ土地利用) 首都圏 1994. 日本地図センター.
- 小野衛 (2001) 鎌倉のタイワンリス. *かながわの自然* **63**: 12-13.
- 大久保未来・田村典子・勝木俊雄 (2002) タイワンリスの巣場所選択と巣材. *日本哺乳類学会 2002 年度大会講演要旨集*: 140.
- 大久保未来・田村典子 (2003) 横浜市における外来種タイワンリスの植生選択. *日本哺乳類学会 2003 年度大会講演要旨集*: 154.
- Rushton, S. P., Lurz, P. W. W., South, A. B. & Mitchell-Jones, A. (1999) Modelling the distribution of red squirrels (*Sciurus vulgaris*) in eastern England. *Journal of Animal Ecology* **54**: 149-162.
- 清水順士・中村一恵 (2003) タイワンリスがキイロスズメバチの巣を襲った. *神奈川県自然誌資料* **24**: 69-70.
- 園田陽一・田村典子 (2003) 神奈川県における土地利用とリス類3種の環境選択性. *神奈川県自然環境保全センター報告* **2002**: 12-16.
- 杉村乾 (2001a) 環境学の立場からみた生物多様性の保全 (1) —生態学と保全生物学からの展望—. *環境情報科学* **30** (2): 82-92.
- 杉村乾 (2001b) 環境学の立場からみた生物多様性の保全 (2) —人間社会との共存を目指して—. *環境情報科学* **30** (3): 87-93.
- Tamura, N., Nakane, M., Satou, S. & Hayashi, F. (1987) Home range size of the Formosan squirrel, *Callosciurus erythraeus taiwanensis*, estimated by radio-tracking. *Journal of Mammalogical Society of Japan* **12**: 69-72.
- Tamura, N., Hayashi, F. & Miyashita, K. (1989) Spacing and kinship in the Formosan squirrel living in different habitats. *Oecologia* **79**: 344-352.
- 田村典子 (1998) ニホンリスの植生選択. *日本生態学会誌* **48**: 123-127.
- 田村典子・大原誠資 (2002) タイワンリスによって剥皮される広葉樹の忌避成分含有量. *樹木医学研究* **6**: 85-91.
- 宇田川龍男 (1954) 伊豆大島におけるタイワンリスの生態と駆除. *林業試験場研究報告* **67**: 93-102.
- van Apeldoorn, R., Celada, C. & Nieuwenhuizen, W. (1994) Distribution and dynamics of the red squirrel in a landscape with fragmented habitat. *Landscape Ecology* **9**: 227-235.
- Verboom, B. & van Apeldoorn, R. (1990) Effects of habitat fragmentation on the red squirrel, *Sciurus vulgaris* L. *Landscape Ecology* **4**: 171-176.
- 鷲谷いづみ・矢原徹一 (1996) 保全生態学入門. 文一総合出版. 270pp.
- 山口佳秀 (1988) タイワンリスとチョウセンシマリス. 「日本の帰化動物」(神奈川県立博物館編), pp52-55. 神奈川県文化財協会, 神奈川.