

強度間伐による複層林化で鳥類相, コウモリ相は豊かになるか?

Does multi-storied forest management promote the diversity of bird and bat communities?

佐野 明¹⁾

Akira Sano

Abstract : The diversity of the bird community and the relationship between the frequency that the bats used the forest, and the biomass of nocturnal flying insects in the forest were analyzed in a multi-storied hinoki cypress (*Chamaecyparis obtusa*) stand and a natural laurel stand. A field survey was carried out in the Ise Shrine forest, Mie Prefecture, central Japan in 2003-2005. There was little difference in the Shannon-Wiener diversity index between the bird communities in the two forest stands throughout the year. The number of secondary hollow-nesting birds was smaller, but birds preferred the bush story abounded in the hinoki stand. The hinoki stand was scarcely used by bats in spite of the abundance of food. Heavy thinning is damaging to hollow-dependent species in the multi-storied hinoki stand. Hollow-bearing trees should be preserved as the nest or roosting site for hollow users to promote the bird and bat species diversity in coniferous plantations.

はじめに

社会経済の変化にともなって、森林の利用形態が変化してきた。天然林が伐採されてスギ *Cryptomeria japonica* やヒノキ *Chamaecyparis obtusa* の一斉単純林が増え、さらに近年では管理や利用がなされないまま放置された人工林も急増している(林野庁 2005)。これらのことは野生生物にも深刻な影響を与えており、木材生産機能と生物多様性保全機能の調和をはかる施業技術の確立が重要な課題となっている。そのような中、適正な間伐を行って下層植生を増やす複層林施業は有効な技術とされ、その推進は生物多様性国家戦略のひとつにもあげられている。

これまでも森林環境が鳥類の群集構造に与える影響については多くの研究がなされ、優れた総説も発表されている(たとえば村井・樋口 1988; 由井 1988; 日野 2002)。森林性コウモリ類についてもその生息に適した森林環境について多くの報告があり、その保全のための方策も提案されている(Barclay and Brigham 1996; Pierson 1998; Kunz and Lumsden 2003; Racey and Entwistle 2003)。

しかし、複層林施業が鳥類やコウモリ類の生息状況に与える影響については十分な検討がなされていない。特に、「優良木を育てるために、劣勢木を間引く」という間伐本来の目的に沿って、それが励行された場合には上層木は健全で経済的価値の高い木のみが残されることになるが、そのことがどのような影響を及ぼすかについては明らかでない。

そこで、ほぼ潜在自然植生が維持されている照葉樹林と、強度な間伐が実施されたヒノキ複層林において、鳥類の群集構造、コウモリ類の利用頻度およびコウモリ類の主食となる昆虫類の現存量を調査し、それらを比較することで、複層林施業が鳥類やコウモリ類に与える影響の一部を明らかにした

¹⁾ 三重県科学技術振興センター林業研究部

Forestry Research Division, Mie Prefectural Science and Technology Promotion Center
E-mail: sanoa00@pref.mie.jp

ので報告する。

本文に先立ち、調査を許可された神宮司庁のご厚意に対し深く感謝する。また、特定非営利活動法人東洋蝙蝠研究所には調査機材を貸与していただき、三重自然誌の会の佐野順子氏には植生調査で多大なご協力をいただいた。ここに記してお礼申し上げる。

調査地

調査は三重県伊勢市宇治今在家町のヒノキ人工林(以下、ヒノキ複層林区)と照葉樹林(以下、照葉樹林区)で行われた(図-1)。二つの調査区はともに伊勢神宮の宮域林内にあり、直線距離でおよそ3.2 km 離れている。

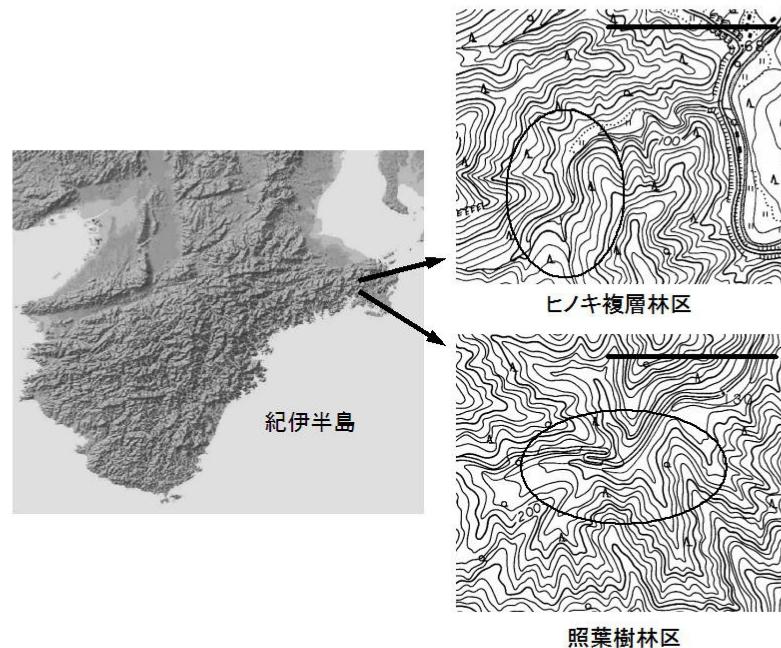


図-1. 調査地位置図

黒線は500 mスケール。(国土地理院発行2万5千分の1地形図を使用)

両調査区の概況を表-1に示す。ヒノキ複層林区は1925年に植栽された80年生(2005年時点)林分である(図-2)。伊勢神宮の造管用材を生産する森林であり、伐期200年の超長伐期施業林である。1964年以降6回の間伐(受光伐)が行われ、調査期間中の2004年秋にも実施された。この間伐以前の立木密度は300本/ha、以後のそれは250本/haである。林内は明るく、間伐後の相対照度は13.9%である。高木層はほとんどヒノキのみであり、亜高木層はなく、低木層はヤブツバキ *Camellia japonica*、草本層はイズセンリョウ *Maesa japonica* が優占する。計画的な保育管理が行われているため立枯木はなく、地上からの目視では樹洞は発見されなかった。

照葉樹林区は宮域林の中の特別施業地として保護され、ほぼ自然状態の保たれた林分である。ツクバネガシ *Quercus sessilifolia* を優占種として、モミ *Abies firma*、カゴノキ *Actinodaphne lancifolia*、リンボク *Prunus spinulosa*、カナクギノキ *Lindera erythrocarpa*、アカガシ *Quercus acuta* 等が高木層を成す(図

表-1. 調査区の概況

		ヒノキ複層林区	照葉樹林区
面積 (ha)		2	2
平均標高 (m)		60	150
植被率 (%) *	高木層	80	90
	亜高木層	0	30
	低木層	60	20
	草本層	20	5
平均胸高直径 (mm)	高木層	428.3	294.7
	亜高木層	0	92.4
	低木層	39.7	34.3
立枯木密度 (本/ha)		0	133.3
樹洞密度** (個/ha)		0	633.3

* ヒノキ複層林区の植被率は2004年秋の間伐実施後のものである。

**地上からの目視で確認された樹洞口の密度。



図-2. 調査地近景

- a, ヒノキ複層林区 (2004年秋の間伐実施前); b, ヒノキ複層林区 (間伐実施後);
 c, 照葉樹林区; d, 照葉樹林区のヤマザクラ枯死木; e, 照葉樹林区のアラカシの樹洞.

一2)。亜高木層はミネカエデ *Acer tschonoskii* が優占し、カゴノキ、サカキ *Cleyera japonica* 等が見られ、低木層はサカキを優占種としてヒサカキ *Eurya japonica*、ヤブツバキ、モミおよびシロダモ *Neolitsea sericea* 等が見られる。草本層はイズセンリョウ、ヒイラギ *Osmanthus heterophyllus*、シキミ *Illicium religiosum*、コバノカナワラビ *Arachniodes sporadosora*、コジイ *Castanopsis cuspidata*、ミヤマノコギリシダ *Diplazium mettenianum*、バリバリノキ *Actinodaphne longifolia*、ヤブツバキ等である。林内は薄暗く、相対照度は1.9%で、草本層はまばらである。また、立木の7.8%が枯死しており、地上からの目視で633.3個/haの樹洞口を確認したが、その内部形状は不明である。

調査方法

調査は 2003 年 6 月から 2005 年 12 月までの期間、原則として 2 か月に 1 度、3 日連続で行われた。調査項目ごとの方法を下記に示す。

鳥類調査： 各調査区に約 400 m のセンサス・ルートを設定し、双眼鏡を持って分速約 40 m 程度のゆっくりとしたペースで歩きながら片側約 25 m、計約 50 m の範囲に出現する鳥について、種ごとの個体数を記録した。4～8 月には早朝に、それ以外の時期には 10 時から 14 時の間に実施した。これらの結果をもとに両調査区の群集の類似度を示す指数として共通係数 (CC) を、各調査区の多様性を示す指数として Shannon-Wienwer の多様度指数 (H') を求めた。これらは下記の式により求められる。

$$CC = \frac{c}{a + b - c} \quad a \text{ および } b \text{ は両調査区の種数, } c \text{ は共通種数を示す。}$$

$$H' = - \sum P_i \ln P_i \quad P_i \text{ は第 } i \text{ 番目の種に含まれる個体数の全体における割合を示す。}$$

コウモリ類調査： コウモリ類の調査はその主な活動期にあたる 4 月から 10 月にかけて実施した。日没後、鳥類センサスと同じコースを受信周波数をそれぞれ約 20, 45, 70 kHz に合わせたバット・ディテクター (bat detector : Mini-3, Ultra Sound 社製) 3 器を持って、分速約 40 m 程度のゆっくりとしたペースで歩き、受信回数を記録した。なお、バット・ディテクターとはコウモリ類が発する超音波 (エコロケーション・コール echolocation call) を捉えて可聴音に変換する機器であり、その受信範囲は種によって異なるものの、通常 25 m 未満であるため (佐野 2003)、調査範囲は鳥類調査よりやや狭いことになる。また、2003 年 8 月 22 日、2004 年 6 月 9 日および 2005 年 9 月 21 日には各調査区内にカスミ網を張り、コウモリ類の捕獲を試みた。なお、捕獲に際しては環境省の鳥獣捕獲許可を得た。

昆虫類調査： 各調査区にマレーズ・トラップを 2 基ずつ設置し、捕獲された昆虫類を日出時と日没時に回収した。地上徘徊性昆虫類が捕獲されないよう、トラップは地上から離して設置した。夜間に捕獲された昆虫類についてその乾燥重量を測定した。

結 果

1. 確認された鳥類とその種多様度の季節的变化

ヒノキ複層林区では調査期間を通じて 23 種、照葉樹林区では 27 種の鳥類が確認された。確認された種のうち両調査区で確認された共通種は、ヤマドリ *Phasianus soemmerringii*, キジバト *Streptopelia orientalis*, アオゲラ *Picus avokera*, コゲラ *Dendrocopos kizuki*, キセキレイ *Motacilla cinerea*, セグロセキレイ *Motacilla grandis*, ヒヨドリ *Hypsipetes amaurotis*, カワガラス *Cinclus pallasii*, ヤブサメ *Cettia squameiceps*, ウグイス *Cettia diphone*, オオルリ *Cyanoptila cyanomelana*, サンコウチョウ *Terpsiphone atrocaudata*, エナガ *Aegithalos caudatus*, ヤマガラ *Parus varius*, シジユウカラ *Parus major*, メジロ *Zosterops japonica*, ホオジロ *Emberiza cioides*, アオジ *Emberiza spodocephala*, イカル *Eophona personata*, カケス *Garrulus glandarius* およびハシブトガラス *Corvus macrorhynchos* の 21 種であった。共通係数は 0.724 であった。ヒノキ複層林区でのみ確認されたのはミソサザイ *Troglodytes troglodytes* とコルリ *Erithacus cyane* の 2 種、照葉樹林区でのみ確認されたのはクマタカ *Spizaetus nipalensis*, ツミ *Accipiter gularis*, フクロウ *Strix uralensis*, アカシヨウビン *Halcyon coromanda*, ツグミ *Turdus naumanni* およびア

カハラ *Turdus chrysolaus* の 6 種であった。

各調査区において確認された鳥類の種数および個体数の季節的变化を図-3 に示す。ヒノキ複層林区では 2004 年 9 ~ 11 月に間伐作業が実施され、林床も攪乱されたため種数および個体数とも大きく減少し、2005 年 2 月まで少ないまま推移した。しかしながら、それ以外の期間では繁殖期、非繁殖期とも調査区間で大きな差はなかった。

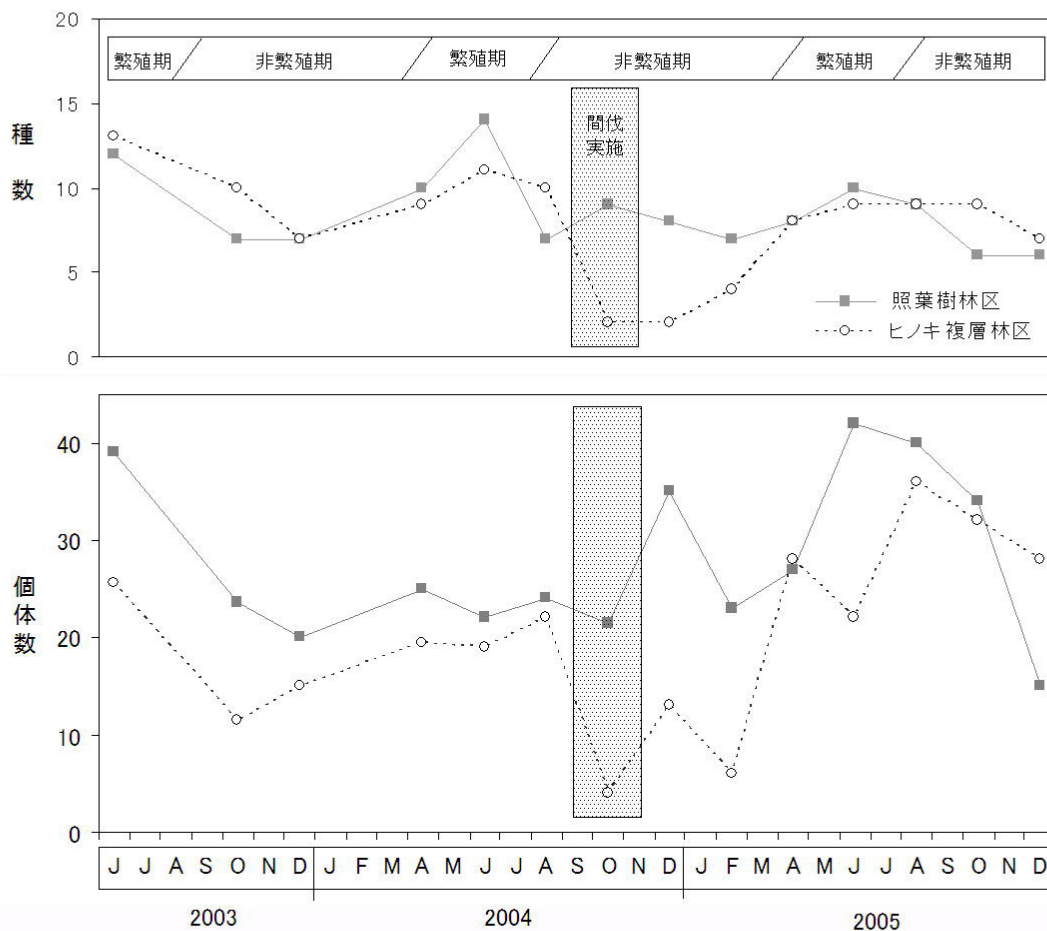


図-3. 調査 2 林分で確認された鳥類の種数および個体数の季節的变化

調査区の面積はともに約 2 ha. 個体数はセンサス 1 回あたりの平均確認個体数で示す。繁殖期、非繁殖期の区分はおおよその目安。

図-4 に各調査区における種多様度指数の季節的变化を示す。種数や個体数と同様に、ヒノキ複層林区では間伐実施期間およびその直後の時期には種多様度も大きく低下したが、それ以外の期間では繁殖期、非繁殖期とも調査区間で顕著な差は認められなかった。

次に、確認された鳥類のうち、1 次樹洞営巣性鳥類(自分で樹洞を作って営巣することができる種)、2 次樹洞営巣性鳥類(自力では樹洞を作ることができず、既存の樹洞を利用して営巣する種)および低灌木性鳥類(ここでは低灌木の茂る環境を好む種を指す)の個体数を調査区間で比較する(図-5)。確認された鳥類のうち、1 次樹洞営巣性種としてはアオグラ、コゲラおよびアカショウビンがあげられる。なお、アカショウビンは通常、生立木に樹洞を形成することはできず、巣穴を掘るのは枯死木

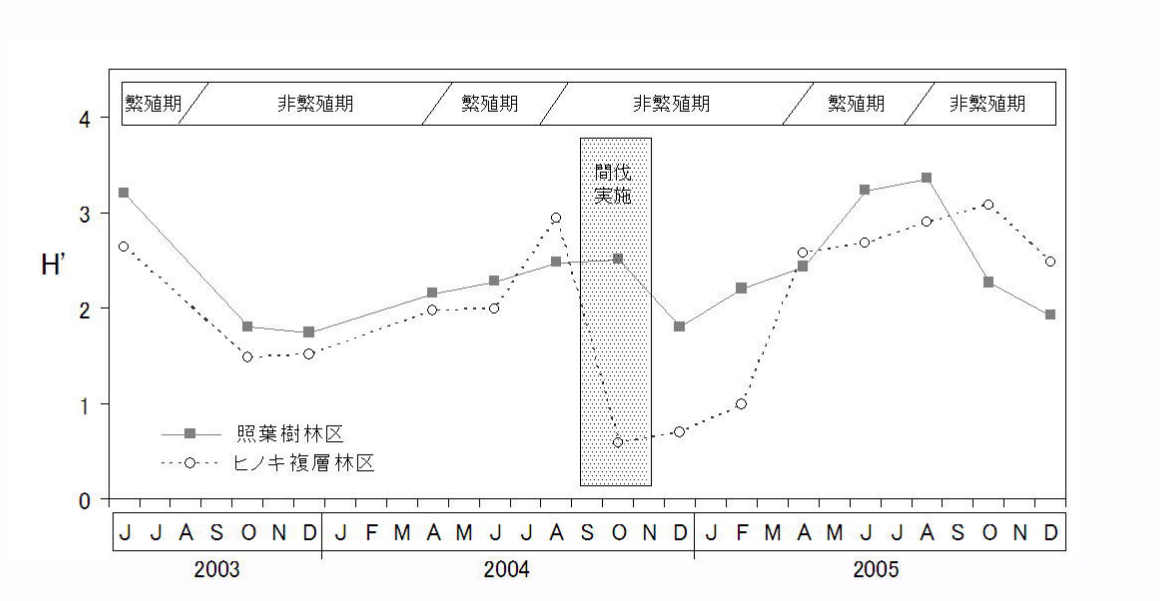


図-4. 調査2林分における鳥類の種多様度指数 (H') の季節的变化

調査区の面積はともに約2 ha. 繁殖期、非繁殖期の区分はおおよその目安.

に限られるという(中村 2004)。2次樹洞営巣性種としてはヤマガラ、シジュウカラおよびフクロウ、低灌木性種としてはヤブサメ、ウグイス、ホオジロ、アオジおよびコルリがあげられる。

1次樹洞営巣性鳥類の個体数は調査区間で大きな差は認められなかったが、2次樹洞営巣性鳥類は2005年の非繁殖期を除いて、照葉樹林区で顕著に多かった。低灌木性鳥類は繁殖期、非繁殖期のいずれにおいてもヒノキ複層林区で多かった。

2. コウモリ類の出現頻度と夜行性飛翔昆虫類の現存量

表-2に両調査区におけるコウモリ類の出現頻度と夜行性飛翔昆虫類の現存量の季節的变化を示す。なお、コウモリ類の捕獲はできなかったので、種は特定できなかった。バット・ディテクターは周波数を約45 kHzに設定したもののみ反応があり、約20 kHzと約70 kHzに合わせたものでは、調査期間を通じて1度も反応はなかった。

ヒノキ複層林区では2004年10月に2回の反応があったのみであった。それに対して照葉樹林区では、2003年には夏季のみ反応があったが、2004年4月から2005年6月まで常に反応があり、特に2004年6月、8月および2005年6月には複数の個体が飛翔しているのが確認された。

他方、マレーズ・トラップで夜間に捕獲された昆虫類は調査期間を通じて常にヒノキ複層林区の方が多かった。特に2003年10月、2004年8月および2005年8月にはその差が顕著であった。このことは夜行性飛翔昆虫類を主食とするコウモリ類にとってはむしろヒノキ複層林区の方が餌場としての価値が高かったことを示唆する。なお、今回の調査ではコウモリ類の捕食の対象外となるような大型の昆虫類は捕獲されなかった。

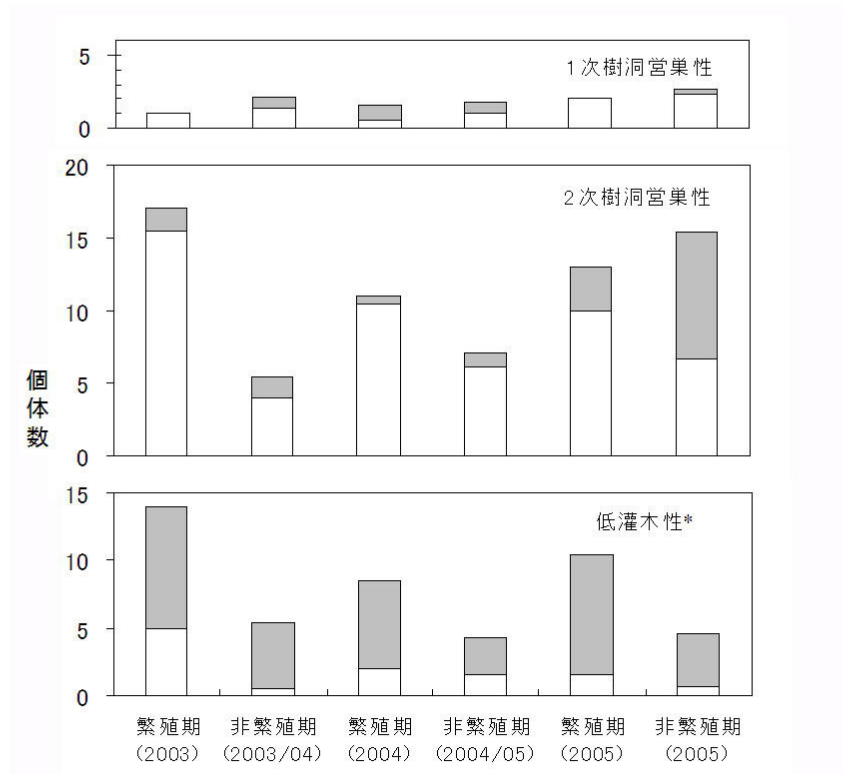


図-5. 調査2林分で確認された鳥類の個体数の比較

□, 照葉樹林区; ■, ヒノキ複層林区. センサス1回あたりの平均個体数で示す.

*ここでは低灌木の茂る環境を好む種を指す.

表-2. 調査2林分におけるコウモリ類の出現頻度と捕獲された夜行性飛翔昆虫類の重量の比較

	年	2003			2004				2005				
		月	6	8	10	4	6	8	10	4	6	8	10
照葉樹林区	コウモリ類		0	2.0	0	1.0	1.5	8.0	1.5	1.0	4.0	0	0
	昆虫類		—	—	1.6	10.2	45.2	62.1	78.5	10.0	155.0	8.5	46.5
ヒノキ複層林区	コウモリ類		0	0	0	0	0	0	1.0	0	0	0	0
	昆虫類		—	—	79.8	11.1	53.0	111.8	—*	15.5	188.5	51.3	66.7

「コウモリ類」は1晩あたりのバット・ディテクター(45kHz)の平均反応回数を示す.

「昆虫類」は1トラップ・ナイトあたりの捕獲昆虫類の乾燥重量(mg).

コウモリ・センサス、トラッピングとも各月2夜.

* 間伐が実施されたため、トラップを設置できなかった.

考 察

1. 鳥類の群集構造と森林環境

両調査区で確認された鳥類には共通種が多く、ヒノキ複層林区が間伐作業の影響を強く受けた期間を除いて、種数、個体数および種多様度指数に大きな差はなかった(図-3, 4)。しかし、群集の組成には森林環境の違いを反映して、大きな違いがあった(図-5)。すなわち、照葉樹林区では下層植生

が少ないため(表-1, 図-2), ウグイスやヤブサメなど低灌木の生育する環境を好む鳥類はヒノキ複層林区に比べて少なかった。他方, ヒノキ複層林区では, カラ類などの2次樹洞性鳥類が少なく, その傾向は繁殖期に顕著であった。

宮域林の鳥類群集については, すでに財団法人山階鳥類研究所(2002)による詳細な報告があり, 照葉樹林区を含む自然照葉樹林とヒノキ複層林区とは約2 km 離れているものの, 同様に強度な間伐がなされたヒノキ人工林でも調査が行われ, 2次樹洞営巣性種と低灌木性種の生息状況について同様の傾向があることが示されている。

ヒノキ複層林区は伊勢神宮の造管用材を生産するための森林であり, 伐期を短縮するため受光伐が計画的に行われているため, 樹洞のできた木は除伐の対象となりやすく, かつ下層木は樹洞が形成されるに十分な太さに生育していないために(表-1, 図-2), 営巣場所の確保が困難であったと考えられる。

2. コウモリ類の利用頻度と森林環境

ヒノキ複層林区では調査期間を通じて, 夜行性飛翔昆虫類が多く, 採餌場としての価値が高かったにもかかわらず, コウモリ類の利用はほとんどなかった(表-2)。このことはヒノキ複層林区内にコウモリ類のねぐら(日中の休息場所)がなかったことを示唆する。他方, 照葉樹林区で飛翔が確認された個体はすべて約45 kHzのエコロケーション・コールを発しており, ヒナコウモリ科 *Vespertilionidae* に属する種であったと考えられる。これらのねぐらは不明であったが, 本邦産ヒナコウモリ科の多くは樹洞を利用する種(2次樹洞営巣種)であり(前田・松村 1997; 前田 2005), 確認された個体も樹洞を主たるねぐらとする種であったために樹洞密度の高い照葉樹林区において高頻度で確認された可能性がある。

また, 近年, 樹洞性とされる種の中で, 枯死木等の剥離した樹皮の下をねぐらとして利用するものがあることが報告されている(Foster and Kurta 1999; Kunz and Lumsden 2003; Yasui *et al.* 2004)。照葉樹林区では立枯木の本数比率が7.8%に達し, このようなスペースも提供されやすい環境であったのかもしれない。

3. 森林施業と樹洞性動物の保護

紀伊半島低地の潜在自然植生は照葉樹林であると考えられ(吉良 1949; 南川 1984), 針葉樹造林はそこにすむ生物多様性の低下を広くもたらしたと推察される。しかし, 針葉樹の一斉単純林であっても計画的な管理, 特に間伐を励行して多様な樹種を下層木とする複層林に導くことで, 野生動物にとっての多様な生息環境が創出されることが指摘されており(由井 1988; 藤森ら 1999), 本研究でもヒノキの一斉造林で単純化されたであろう鳥類群集が, 複層林化することによって生息種数, 個体数, 多様度ともに潜在自然植生に劣らないまでに高められるケースがあることが確認された。

しかしながら, その一方で, 群集の組成には潜在自然植生におけるそれとは大きな違いがあり, 中でも最も顕著なことは樹洞性動物が少ないことであった。現在, 各地で多くの樹洞性動物が絶滅に瀕しており, その保護の重要性が指摘されている(藤森ら 1999; 堀田・江崎 2001; Gibbons and Lindenmayer 2002; 佐野ら 2004)。

林業の現場においては, 枯死木はもちろんのこと, 樹洞のできた木は除伐の対象となり, 手入れの

行き届いた人工林ほど、換言すれば経済林としての適正な管理がなされた森林ほど樹洞性動物の生活場所が失われることになる。生物多様性の保全や希少野生生物保護の重要性が叫ばれる中、人工林の管理計画においてもこれまで「無用のもの」と考えられてきた立枯木や樹洞のある木の価値を見直し、施業計画の中にそれらの保存という視点を盛り込んでいくことも必要であろう。

文 献

- Barclay, R. M. R. and R. M. Brigham (eds.). 1996. Bats and Forests Symposium, October 19-21, 1995, Victoria, British Columbia, Canada. British Columbia Ministry of Forests, Victoria.
- Foster, R. W. and A. Kurta. 1999. Roosting ecology of the northern bat (*Myotis septentrionalis*) and comparisons with the endangered Indiana bat (*Myotis sodalis*). *Journal of Mammalogy*, 80 : 659-672.
- 藤森隆郎・由井正敏・石井信夫(編著). 1999. 森林における野生生物の保護管理 生物多様性の保全に向けて. 日本林業調査会, 東京.
- Gibbons, P. and D. Lindenmayer. 2002. Tree Hollows and Wildlife Conservation in Australia. CSIRO Publishing, Collingwood.
- 日野輝明. 2002. 森林性鳥類群集の多様性. これからの鳥類学(山岸 哲・樋口広芳, 編), pp. 224-249, 裳華房, 東京.
- 堀田昌伸・江崎保男. 2001. 樹洞営巣性鳥類の樹洞をめぐる種内・種間の相互関係: 特に自然樹洞について. *Japanese Journal of Ornithology*, 50: 145-157.
- 吉良童夫. 1949. 日本の森林帯. 日本林業技術協会, 東京. *
- Kunz, T. H. and L. F. Lumsden. 2003. Ecology of cavity and foliage roosting bats. *Bat Ecology* (Kunz, T.H. and M. B. Fenton, eds.), pp. 3-89, The University of Chicago Press, Chicago and London.
- 前田喜四雄. 2005. 翼手目(コウモリ目). 日本の哺乳類 改訂版(阿部 永, 監修), pp. 25-64, 東海大学出版会, 東京.
- 前田喜四雄・松村澄子. 1997. 翼手目 CHIROPTERA. レッドデータ 日本の哺乳類(日本哺乳類学会, 編), pp. 31-55, 文一総合出版, 東京.
- 南川 幸. 1984. 三重県の植生. 日本植生誌 近畿(宮脇 昭, 編著), pp. 430-442, 至文堂, 東京.
- 村井英紀・樋口広芳. 1988. 森林性鳥類の多様性に影響する諸要因. *Strix*, 7: 83-100.
- 中村浩志. 2004. 甕れ, ブッポウソウ. 山と溪谷社, 東京.
- Pierson, E. D. 1998. Tall trees, deep holes, and scarred landscapes : Conservation biology of North American bats, *Bat Biology and Conservation* (Kunz, T. H. and P. A. Racey, eds.), pp. 309-325, Smithsonian Institution Press, Washington and London.
- Racey, P. A. and A. C. Entwistle. 2003. Conservation ecology of bats. *Bat Ecology* (Kunz, T. H. and M. B. Fenton, eds.), pp. 680-743, The University of Chicago Press, Chicago and London.
- 林野庁(編). 2005. 平成 16 年度森林・林業白書 次世代へと森林を活かし続けるために. 社団法人日本林業協会, 東京.
- 佐野 明. 2003. バット・ディテクターはどこまでコウモリの声を「拾える」か? 日本哺乳類学会 2003 年度大会プログラム・講演要旨集, 231.
- 佐野 明・水野昌彦・繁田真由美(編). 2004. 樹洞シンポジウム報告集「樹洞は誰のもの? —樹洞

- 性動物の保護と樹木保全の両立を目指して―」. 樹洞シンポジウム実行委員会, 白山.
- Yasui, S., T. Kamiyo, A. Mikasa, M. Shigeta and I. Tsuyama. 2004. Day roosts and roost-site selection of Ikomnikov's whiskered bat, *Myotis ikomnikovi*, in Nikko, Japan. *Mammal Study*, 29: 155-161.
- 由井正敏. 1988. 森に棲む野鳥の生態学. 創文, 東京.
- 財団法人山階鳥類研究所(編). 2002. 神宮鳥類生息報告書. 神宮司廳営林部, 伊勢.
- * 直接参照できなかった。