

人工林における下層植生量と鳥類生息状況の関係

— 2010年録音調査の結果 —

矢田 豊・江崎功二郎・小谷二郎

要旨 : 2007年度より導入されたいしかわ森林環境税により実施されている強度間伐の効果を評価するために、鳥類の生息状況を調査した。2010年5月15日から6月7日の間、各調査地にタイマー機能付き録音機を設置し、3:30~6:00と18:15~19:45の1日2回、毎日録音した。並行して行った検量調査の結果をもとに、半径約20m以遠の鳥の鳴き声等を除外する自動抽出処理を行った。スギ人工林(石川県加賀地方)とアテ人工林(石川県能登地方)計7か所の調査結果から、下層植生高が0.8mを超えると鳥の声の記録頻度が大きく増加する傾向等が認められた。

キーワード : 鳥類相、人工林、下層植生量、録音調査、自動抽出

I はじめに

石川県では、いしかわ森林環境税を財源とした環境林整備事業を2007年度より開始し、県下の手入れ不足人工林において本数比40%の間伐を実施している(丸山、2009)。この事業は、「水源のかん養、県土の保全その他の公益的機能を有する森林からすべての県民が恩恵を受けているとの認識に立ち、(中略)森林の公益的機能の維持増進に資する」(石川県、2007)ことを目的として行われており、生物多様性保全に対する効果についても期待されている。石川県は、この環境林整備事業の実施効果を評価することを目的として2009年度より環境林モニタリング調査事業を開始しており、関係機関等の協力のもと、石川県林業試験場が主体となって調査を行っている(石川県、2011a, b)。この調査事業において、2010年度からは生物多様性(植物、昆虫、鳥類)の調査も実施している。本報告ではこのうち、2010年度の鳥類の調査結果について報告する。

森林性鳥類の多様度と森林構造の関係については多くの報告例があり、日野(2002)は、鳥類群集の多様性と森林構造の関係について総合的に論じているが、基本的には鳥類群集の多様度と森林植生の葉層の多様度の間には正の相関があると考えられている。このことから、下層植生がほとんど消滅した手入れ不足人工林では鳥類の生息密

度・多様度は低く、間伐の実施により林内の光環境が改善されることで下層植生量・多様度が増加すれば、鳥類の生息密度・多様度も増加するものと考えられる。

鳥類の生息状況の調査には、古くからラインセンサス法(ライントランセクト法)が用いられており、最近ではテリトリーマッピング法や、スポットセンサス法(ポイントカウント法)も使われている(日野、2002 平野ら、2009)。いずれの方法も、現場での調査者の視覚・聴覚による確認作業に依存しており、生物そのものの標本など客観的な記録を残し得ず、また調査者の識別能力のばらつきにより結果が左右される手法である(松岡、2006)。これに対し、客観的な記録を残すことができ、また調査水準を一定に保ちつつ同時多点の調査が行えることのできる調査手法として、鳥類の声の録音による調査が行われるようになってきた。明らかな鳴き声を発しない鳥類は記録されないなどの特性があるものの、近年、比較的安価で高性能な録音機材が普及してきたこともあり、注目されつつある(松岡、2006 峯岸、2007 植田、2008)。以上のことから、今回の調査では録音調査法を採用することとした。

なお、本県の人工林の林分面積は一般に小さく地形も複雑で、森林構造と生物多様性の関係を調査するためには、調査範囲を限定し、隣接する異

なる林相の影響を受けないような調査手法を取る必要がある。また、録音データから記録された鳥を判別する作業は、基本的には録音時間と同じ時間をかけて録音を再生する必要があるが、調査点数が多い場合、その作業時間は膨大になる。そこで、録音された鳥の鳴き声の音圧（音量）と鳥の距離との関係を調査し、パーソナル・コンピュータによる自動処理で、録音された音声が一定の音圧レベル以上のデータを自動抽出し、抽出された音声のみを評価対象とすることを検討した。

II 調査方法

(1) 調査地

調査地の概要を表-1 に示す(石川県、2011b)。石川県能登地方のアテ人工林（輪島市門前地域および七尾市中島地域）、石川県加賀地方のスギ人工林（金沢市南部山間地域および能美市岩本地域）の計4地域において、それぞれ、2008年に環境林整備事業を実施した林分（以下、施工林）、下層植生が少なく、環境林整備事業の施工対象となるような手入れ不足林（以下、未施工林）、間伐の実施等により下層植生が多く生育し、環境林整備事業の当面の目標と考えられる林相の林分（以下、目標林）の3調査地、計12調査地を設定した。なお、これらの調査地では、環境林モニタリング調査の、植物および昆虫の調査も実施した（石川県、2011a, b）。

表-1 調査地の概要

調査地 コード	文献(5)の 調査地No.	場 所		区分	樹種	齢級	標高 (m)	斜面 方位	傾斜 (°)	密度 (本/ha)	胸高 直径 (cm)	樹高 (m)
		市	字									
K-1	31	金沢市	榎見	目標林	スギ	12	340	E	33	830	33.2	22.3
K-2	29		寺津	施工林		11	260	W	32	1,410	24.2	18.3
K-3	30		榎見	未施工林		12	330	E	20	530	47.4	29.2
I-1	12	能美市	岩本	目標林	アテ	11	90	N	26.5	610	48.5	28.1
I-2	10		岩本	施工林		11	120	E	38	1,390	23.3	15.7
I-3	11		岩本	未施工林		8	90	NW	34	1,200	22.2	17.1
W-1	64	輪島市	山是清	目標林	アテ	8	360	SW	8	1,000	18.9	11.5
W-2	62		切挾	施工林		12	220	N	30	570	36.2	22.0
W-3	63		〃	未施工林		6	200	SW	31	2,440	20.9	14.5
N-1	52	七尾市	中島小牧	目標林	アテ	16	130	NE	23	320	34.2	27.3
N-2	53		中島小牧	施工林		11	80	E	37.5	500	38.1	24.0
N-3	51		中島小牧	未施工林		15	100	E	34.5	840	30.3	24.7

録音機の設置位置は、半径約20m以内の植生環境がなるべく均質になる位置とした。

(2) 使用機材と録音法

録音機として、タイマー録音とメモリーカードへのデータ保存が可能なICレコーダー(オリンパス社製DS-750)を採用し、外部マイク(オーディオテクニカ社製AT9904)を接続して使用した。録音機本体をタッパーケースに格納し、マイクを使い捨てのプラスチック製コップを加工した雨よけの内部に固定し、地上高約2mの樹幹に固定した(写真-1)。

録音は、2010年5月15日から6月7日までの毎日、朝3:30~6:00および夕18:15~19:45(調査期間中の日の出、日の入り時刻の変化を考慮した、日の出前後1時間および日の入り前後30分を含む時間帯)に行った。マイク感度は「高」に設定し、MP3フォーマット(圧縮率:320kbps)で記録した。メモリーカード(microSDHC、8GB)と電池(単4乾電池2本、Panasonic社製EVOLTA)の交換は、ほぼ1週間ごとに行った。

(3) 検量調査

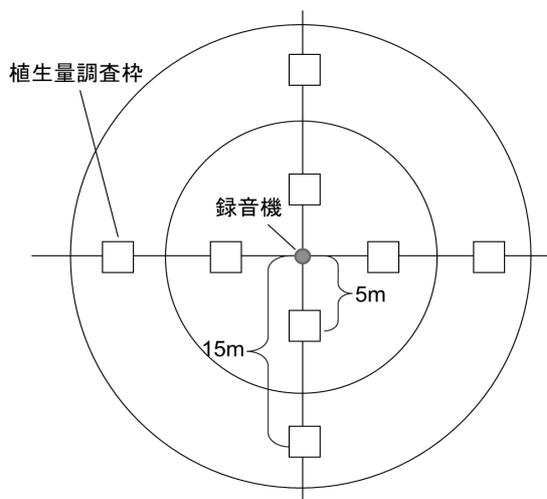
半径約20mの調査範囲を想定し、20m以遠で鳴いている鳥の声を評価対象から除外するために、一定の音圧以上の録音のみを評価対象とすることを考えた。なおこの方法では、距離が近くても、地鳴きなど、小さな声で鳴いている場合は評価対象外となる。以下、評価対象を限定するための音



写真－1 録音機設置状況

表－2 検量調査の概要

No.	場所	調査日時	天気
1	K-1	2010年5月31日	5:00～6:00 晴
2	I-1		18:15～19:15 "
3	K-3	6月1日	5:00～6:00 "
4	I-3		18:15～19:15 "
5	I-1	6月2日	4:30～6:00 "
6	K-1		18:15～19:15 "
7	I-3	6月3日	4:30～6:00 "
8	K-3		18:15～19:15 "



図－1 植生量調査枠の配置

圧の閾値を、音圧閾値と呼ぶ。音圧閾値を決定するための検量調査は、本調査と並行して、加賀地方の4調査地で、計9時間、観察された鳥の距離（直線距離をレーザー距離計等で測定）と時刻を記録し、それぞれの録音の音圧と距離の関係を評価した。検量調査を実施した調査地と調査日時等を表－2に示す。

(4) 録音データの解析

録音結果は、指定音圧以上の音声を自動抽出できるソフトウェア（mp3DirectCut Ver.2.12、Martin Pesch氏制作のフリーソフト）を用い、音圧閾値以上の音声が録音された場合、その時点から原則30秒間を抽出する設定で自動抽出を行った。ただし、30秒を越えて音圧閾値以上の音声が録音されていた場合は、その後5秒以上音声が途切れた時点までを一続きの音声として扱った。この条件で抽出された一続きの音声を1単位とした音声記録の回数を、以下、記録頻度と記す。記録頻度は鳥の種類毎に集計し、評価対象とした。

(5) 下層植生量の調査

調査地の下層植生量を評価するため、2010年10月上旬に、録音機設置位置を中心とし、斜面方向を基準とした上下左右、5mおよび15mの位置に1×1mの調査枠計8か所を設け、それぞれの下層植生高の最大値を測定した（図－1）。全調査枠の測定結果の平均値を求め、その調査林分の下層植生高とした。

III 結果と考察

(1) 検量調査

検量調査の期間中、半径約50m以内で確認された鳥類の音声（地鳴き、ぐぜり等の小さな鳴き声を除く）は、計38回、9種であった。ヒヨドリが全体の2/3（25回）を占め、その他ホトトギス14回、ヤマガラ4回、ハシブトガラス3回、キビタキ2回、そしてクロツグミ、カワラヒワ、サンショウクイ、ヤブサメが各1回であった。鳴きながら上空を飛ぶホトトギス（および検量調査以外で記録されたヨタカなど）については、録音データ

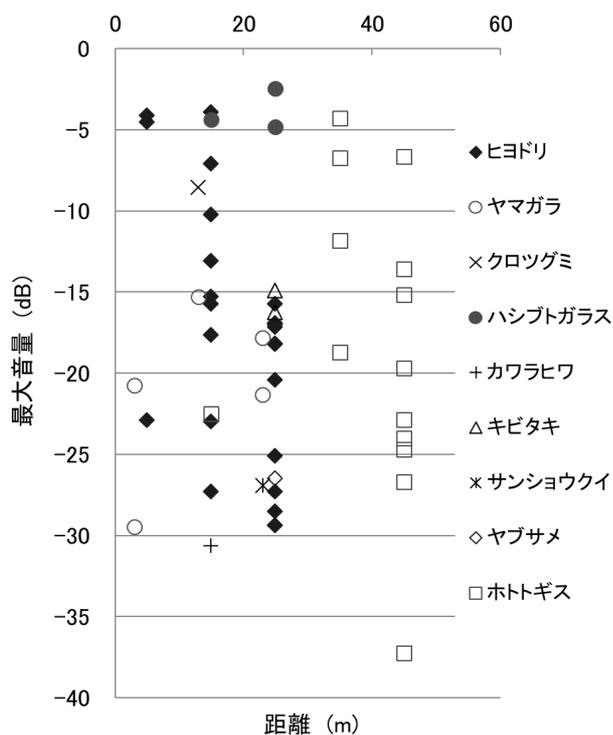


図-2 録音された音圧と距離の関係

のみから調査林分を利用しているか否かを判断することはできなかつたため、今回の評価対象からは除外することとした。記録音声の音圧と鳥類の距離の関係を図-2に示す。記録回数をもっとも多かったヒヨドリに着目すると、近くで鳴いていても音圧が小さいこともあるが、20m以遠で鳴いている場合は、-13dB以上で記録されることはなかつた。ハシブトガラスについては20m~30mの距離で鳴いていた場合にも-13dB以上で録音されることがあったが、その他の鳥については、-13dBを音圧閾値とすることで、20m以遠の鳴き声を評価対象とすることはなかつた。以上のことから、今回の録音条件では-13dBを音圧閾値とすることで、ほぼ20m以遠で鳴いている鳥の声を除外できたので、音圧閾値として-13dBを採用した。

なお、今回の検量調査において、半径20m以内で観察されたが上記音圧閾値の設定で評価対象とならなかつたのは、フクロウ(1回)、エナガ(5回)、コゲラ(3回)、ヒタキ sp. (「ガツ、ガツ…」という地鳴きのみ1回)の4種であった。フクロウは夜行性の鳥であり、検量調査時のみならず全

調査期間を通して、音圧閾値以上で鳴き声が記録されることはなかつた。エナガ、コゲラの観察頻度はある程度高かつたものの、もともと大きな声で鳴かない種であるために、検量調査時のみならず全調査期間を通して、音圧閾値以上で鳴き声が記録されることはなかつた。

(2) 本調査

今回の調査地のうち、I-3、N-1、N-2、N-3においては、近くの溪流のせせらぎ音が高頻度で音圧閾値以上で記録され、自動抽出が行えなかつた。また、I-1では、近くの一般車道を走行する自動車の走行音(道路工事の鉄板を乗り越える際の衝撃音)が音圧閾値以上で記録され、上記と同様に自動抽出処理の支障となつた。このため、今回はこれらの調査林分のデータは評価対象とせず、加賀地区(能美市および金沢市)のスギ林4か所(K-1、K-2、K-3、I-2)および能登地区(七尾市)のアテ林3か所(W-1、W-2、W-3)の計7か所を評価対象とした。

また、録音時に降雨があつた場合には雨音がノイズとなり自動抽出処理が行えなかつたほか、鳥の声の記録頻度も非常に低かつたため、評価対象から除外した。具体的には、全調査期間24日間の48回の録音期間中、上記7林分のいずれか1か所以上で降雨があつた13回分を除外した35回、のべ486.5時間を評価対象とした。

前述の除外種(飛びながら大きな声で鳴くホトギスとヨタカなど)以外の記録種(および記録頻度)は、ヒヨドリ(207回)、ウグイス(163回)、クロツグミ(49回)、ハシブトガラス(25回)、ハシブトガラス(10回)、トラツグミ(10回)、ホオジロ(6回)、シジュウカラ(5回)、カケス(5回)、ヤマガラ(1回)の計10種(481回)となつた。

調査林分別、種別の記録頻度を図-3に示す。目標林では、全調査期間を通した総記録頻度が100回以上であつたのに対し、未施工林では25回以下と小さい値となつた。また、施工林では、下

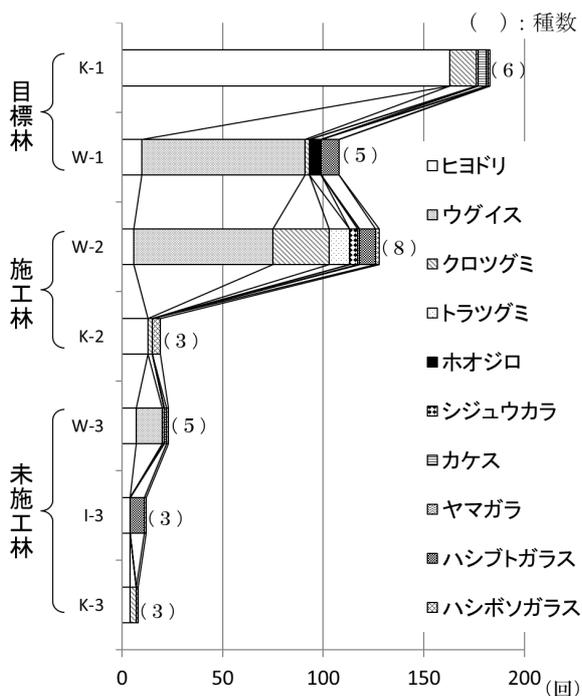


図-3 調査林分別記録頻度

層植生がよく繁茂していた輪島市アテ林の記録頻度は128回と目標林と同程度となり、下層植生が充分回復していなかった金沢市スギ林では19回と手入不足林と同程度となった。種数についても、ほぼ同様な傾向が認められた。これらの結果から、強度間伐実施後3年目林分の下層植生は回復途上であるものの、林内に光が入り、下層植生が増加することで鳥類の生息環境が改善され、鳥の利用頻度が増えていく可能性が示された。

記録頻度と植生高の関係を図-4に示す。下層植生高0.8m程度を境に、記録頻度が高くなる傾向が認められた。

(3) 今回採用した調査法について

鳥類群集の調査手法としての録音調査の報告事例は近年増えてきたものの、録音データの音圧レベルを基準とした自動抽出処理結果を解析した報告はほとんどない。この方法により、対象範囲を限定し、かつ録音データの解析作業を大幅に省力化することができた。本調査法の特徴を認識した上で、一定の基準で得たデータとして意義のある結果が得られたと考える。

前述のとおり、9時間の検量調査において目視で確認されたが今回の録音調査法では記録されな

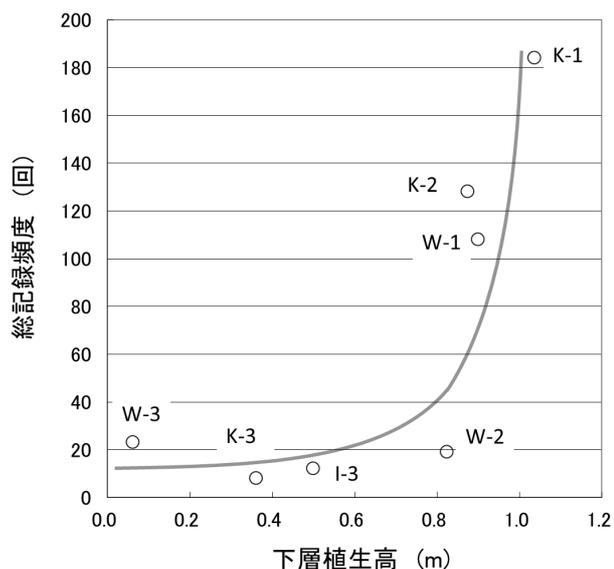


図-4 総記録頻度と下層植生高の関係

かった鳥は4種であった。また、鳥の種類によって閾値とすべき音圧の値を調整すべきとも考えられるが、今回の調査では、このことについて検討するための十分なデータを得ることはできなかった。また、溪流のせせらぎ音などの影響で自動抽出処理が行えず、評価対象外とした調査地のデータについても、ノイズ除去法等を検討することで、効率的に解析できるようになる可能性がある。他の調査法との比較検討なども含め、今後の検討課題としたい。

今回は評価対象外としたヨタカは、環境省(2006)および石川県(2009)のレッドリストにおいて絶滅危惧Ⅱ類に分類されている。今回の調査では、輪島市のW-2、W-3において、ヨタカの鳴き声が音圧閾値以上で記録された。これらの地域は、県のレッドデータブックでは生息記録のない地域であり、近年、確実な生息情報がなかった地域である可能性が高い。植田(2008)は、夜行性鳥類の生息状況を、録音調査により効率的に実施できる可能性について論じている。石川県のレッドデータブックによる絶滅危惧種のうち、森林性で夜間よく鳴く種としては、ミゾゴイ(絶滅危惧Ⅰ類)、アオバズク(同Ⅱ類)などがあり、録音

調査により、これらの種の生息状況のモニタリングを行える可能性がある。

IV 謝辞

東京大学農学部の石田 健准教授には、鳥類群集の調査法、特に録音調査法について、詳細なご教示を頂いた。金沢大学環日本海域環境研究センターの中村浩二教授には、本研究実施の機会を与えて頂き、生物多様性調査の考え方等について示唆を頂いた。また、同大学研究員の木村一也博士および福井県自然保護センター水谷瑞希博士には、鳥類群集の調査法について、また本研究の実施についてご助言を頂いた。関係機関ならびに森林所有者の皆様には、調査の実施にあたり便宜を図って頂いた。以上の方々に、厚く御礼申し上げます。

引用文献

日野輝明(2002) 森林の植生構造と鳥の種多様性. これからの鳥類学:230-235. 裳華房, 東京.
平野 敏明・植田 睦之・今森 達也・川崎 慎二・内田 博・加藤 和明・金井 裕(2009) 森林におけるスポットセンサスとラインセンサスによる鳥の記録率の比較. *Bird Research* 5: T1-T13.
石川県(2007) いしかわ森林環境基金条例.

石川県(2009) 改訂・石川県の絶滅のおそれのある野生生物 いしかわレッドデータブック <動物編>2009.

石川県(2011a) いしかわ森林環境基金事業評価報告書<暫定版>. (印刷中)

石川県(2011b) いしかわ森林環境基金事業評価報告書(資料編). (印刷中)

環境省(2006) レッドリスト 鳥類.

丸山利輔(2009) いしかわ森林環境税, 森林整備と過疎地の雇用創出. *農業農村工学会誌* 77: 353-357.

松岡 茂(2006) 鳥の声を録音して、森にすむ鳥を調べる. 森林総合研究所北海道支所研究レポート 91:1-5.

峯岸 典雄(2007) 録音データの解析により明らかになった軽井沢の鳥類の減少. *Bird Research* 3:A01-A09.

植田 睦之(2008) 森林の夜行性鳥類の効率的な調査時刻と録音による調査の可能性. *Bird Research* 4:T1-T8.