— 原 著 論 文 —

福島市小鳥の森の 2003 年から 10 年間の鳥類相の変遷と各種 鳥類の生態的特徴

五十嵐 悟^{1,*}・長渡真弓¹・細井俊宏¹・松井 晋^{2,**}

¹ 福島市小鳥の森 〒960-8202 福島県福島市山口字宮脇 98

² 立教大学理学部生命理学科 〒171-8501 東京都豊島区西池袋 3-34-1

(2014 年 4 月 10 日受付；2015 年 7 月 3 日受理)

キーワード：森林性鳥類，放射性セシウム，巣材，食性，渡り習性。

日本鳥学会誌

Japanese Journal of
Ornithology

© The Ornithological Society
of Japan 2015

Satoru IGARASHI^{1,*}, Mayumi NAGATO¹, Toshihiro HOSOI¹, Shin MATSUI^{2,**}. The forest bird fauna of Fukushima City 2003–2013 and its ecological traits. Jpn J Ornithol 64: 147–160. (2015)

Abstract. Little information is available about the forest bird fauna of Fukushima Prefecture where radioactive fallout has accumulated following the Fukushima Daiichi nuclear power plant accident in March 2011. Here, we describe observations of 103 bird species in a forested area of Fukushima City known as Kotori-no-mori Sanctuary (52ha), from April 2003 to March 2013. These consisted of 35 resident species (34%), 10 summer breeders (9.7%, which remained for an average of 3.7 months), 19 winter visitors (18.4%, which remained for an average of 4.4 months), 5 migratory visitors (4.9%), 12 irregular visitors (11.7%), and 22 accidental visitors (21.4%). The recording ratios of *Zosterops japonicus* during the breeding and wintering seasons, *Ficedula narcissina* and *Hirundo rustica* during the breeding season, and *Periparus ater* during the wintering season increased annually, whereas the ratio for *Passer montanus* decreased annually before the nuclear accident. After the accident recording ratios of *Cettia diphone*, *Motacilla alba* and *Passer montanus* increased, whereas *Picus awokera*, *Phylloscopus coronatus*, and *Motacilla cinerea* decreased.

Key words: Forest birds, Nest materials, Food types, Radioactive cesium, Migratory habit.

¹ Fukushima City Kotori no mori Sanctuary, 98 Aza-Miyawaki, Yamaguchi, Fukushima City, Fukushima 960-8202, Japan.

² Department of Life Sciences, Faculty of Science, Rikkyo University, 3-34-1 Nishi-Ikebukuro, Toshima-ku, Tokyo 171-0021, Japan.

はじめに

2011 年 3 月 11 日の東日本大震災以降に起きた東京電力福島第一原子力発電所の事故（以下、福島第一原発事故）に伴って放出された大量の放射性降下物は、福島第一原発から主に北西方向に数

十 nGy/h（通常の空間線量率）から数百 μ Gy/h に及ぶ空間線量率の地域を形成した（Kinoshita et al. 2011; IRSN 2012）。陸域では放射性降下物が主に土壌に蓄積し、放射線環境に生息する生物への影響が懸念されている（Møller & Mousseau 2011）。チェルノブイリと福島で原発事故後に低線量被曝が鳥類の個体数に及ぼす影響を調べた結果、空間線量率が高い地点ほど鳥類の個体数が少ない傾向が検出された（Møller et al. 2012）。Møller et al. (2012) は福島第一原発事故が起こった年から鳥類相調査を開始し、放射性物質が降下した地域に生

* E-mail: igarashi.s@f-kotorinomori.org

** 現所属：北海道海鳥センター

〒078-4116 北海道苫前郡羽幌町北 6 条 1 丁目

doi:10.3838/jjo.64.147

JOI:JST.JSTAGE/jjo/64.147

息している鳥類の個体数変化を事故直後から経年的に追跡することで、重要な基礎データを集めている。しかし、各種の個体数変化には放射線被曝による直接影響（生存や繁殖への影響）と間接影響（原発事故後の避難地域における生息環境や餌資源量の変化など）が作用する。また空間線量率が同じ場所であっても各種鳥類の生活パターンは様々で、巣材に含まれる放射性物質濃度や放射線量の高い土壌で活動する時間、餌種の違いなどで被曝量には個体や種間で大きな差が生じる可能性があるため、野生動物の被曝量を野外でより正確に測定する必要性が指摘されている（Garnier-Laplace et al. 2013）。

さらに、低線量被曝と各種鳥類の個体数との関係を理解するためには、原発事故前からの各種鳥類の個体数や出現率の年変化傾向を分析する必要がある。なぜならば、原発事故後の調査で個体数が経年的に増加もしくは減少傾向を示す種であっても、原発事故前からその傾向が経年的に続く場合には、放射線の直接影響や間接影響とは別の要因がその種の個体数変化に関与している可能性があるからである。しかし、放射性物質が降下した地域で、原発事故前に集められた鳥類相データは非常に少ない。

福島市小鳥の森では、2003年から10年間にわたって鳥類種の在／不在のデータを開館日に記録しており、個体数に関する分析はできないが、各種鳥類の出現率の年変化の傾向を分析することができる。

そこで本研究は、まず、福島第一原発事故後に形成された放射線環境に生息する鳥類の生息状況を把握するため、福島市小鳥の森で記録された鳥類種の在／不在のデータに基づいて2003年4月から2013年3月の各種鳥類の生息時期や各月の出現日数を調べた。次に、福島第一原発事故前の2003年から2010年の8年間のデータを使って、繁殖期および越冬期の出現率を応答変数、年を説明変数にした直線回帰モデルを当てはめて、各種の年変化傾向を検討した。そして、その直線回帰モデルから算出した原発事故後の2011年と2012年の繁殖期と越冬期の各種の出現率の予測値を実測値と比較することで、各種の原発事故前後の出現パターンに違いがみられるかどうかを分析した。また今後の研究で各種鳥類の被曝量を推定する際に有用になると考えられる生態的特徴も同時にまとめた。

方 法

1) 調査地

福島県は浜通り・中通り・会津と大きく3つに分けられ、気候風土の上でそれぞれ特色を持つ。阿武隈高地を境に東側の浜通りの海岸地域は温かな海洋性の気候で、スダジイ *Castanopsis sieboldii* やウラジロガシ *Quercus salicina*、アカガシ *Q. acuta* の林など暖地系の植物が分布する。一方、会津地方の山地ではブナ *Fagus crenata* が成育し上部にはキタゴヨウ *Pinus parviflora* var. *pentaphylla* などの針葉樹も多い（福島県森林整備課・日本野鳥の会福島県内支部連合会 1996）。中通りは、その間に位置し阿武隈高地と奥羽山脈に挟まれ低地には阿武隈川が流れる。

調査地の福島市小鳥の森は、中通りの北部に位置し、阿武隈川に面する阿武隈高地西端の標高60–250 mの丘陵地にある。北緯37°46′、東経140°30′に位置し、敷地面積は約52 haである。コナラ *Q. serrata* を主とする落葉広葉樹林とアカマツ *P. densiflora* が優占する針広混交林からなる二次林は、昭和30年代頃までは薪炭林として地域の人々に利用されていた典型的な里山環境である（長渡ら 2012）。また、園内には昔は棚田として活用されていた湿地や、沼など水辺の環境も含まれている。2003年からの10年間で、アカマツのマツ枯れやコナラのナラ枯れなどで一部の樹木が枯死したり、伐採されたりしているが植生に大きな変化は生じていない（福島市小鳥の森 未発表）。福島第一原発事故に伴って放出された放射性セシウムにより3年を経過した2014年3月15日の時点で環境放射線量0.69–1.3 $\mu\text{Sv/h}$ （地上1 m高）を観測している（福島市小鳥の森 未発表）。

2) 調査方法

調査は2003年4月1日から2013年3月31日までの期間、福島市小鳥の森ネイチャーセンター開園日（年末年始と月曜日休館）に行い、レンジャー及び来園者が目視もしくは声により確認した鳥類を記録した。観察記録は、主にネイチャーセンターから双眼鏡やフィールドスコープで観察および声を確認できる約1 haの林内に飛来した種、レンジャーが日常業務で屋外作業をした際に確認した種、月に1–3回開かれる探鳥会やイベント等で確認した種が含まれている。2003年からの10年間でこれらの活動頻度は大きな変化はなかった。

ため、年による調査努力量は一定とみなした。

記録された鳥類は、その時期や出現頻度によって、便宜的に以下のように生息区分を分けた。留鳥（10年間で、ほぼ全ての月にわたって8年以上記録された種）、夏鳥（10年間で、繁殖期（主に5月–7月）に8年以上記録された種）、越冬種（10年間で、越冬期（主に12月–3月）に8年以上記録された種）、渡り鳥（10年間で、春もしくは秋の渡りの時期に8年以上記録された種）、不定期飛来種（10年間のうち、3–7年で記録があった種）、偶発的飛来種（10年間で少数の記録があり、その記録は2年以下であった種）、尚、外来種（国外から人為的に、国内に持ち込まれた種）であるガビチョウ *Garrulax canorus* とコジュケイ *Bambusicola thoracicus* についても、在来種と同様に生息区分を分けた。

福島市小鳥の森における各種鳥類の繁殖カテゴリーは以下のように分けた。繁殖が確認された種（巣立ち雛を確認した種、および親鳥が巣に餌を運んでいる姿を確認した種）、繁殖している可能性がある種（巣材運びや交尾行動を行っている種、または繁殖期間内に長期間、生息の確認ができた種）、繁殖していない種（冬期のみ記録された種、または数日間だけ記録された種）、今後繁殖する可能性がある種（繁殖していない種に区分される種の中で、繁殖可能な環境が本調査地に含まれ、かつ県内および隣接県で繁殖記録があることから本調査地で今後繁殖する可能性のある種）。

3) 解析方法

2003年4月から2013年3月までの繁殖期における鳥類の出現率の年変化傾向を調べるために、留鳥と夏鳥を分析対象として、それぞれの年で各種の繁殖期の出現率（繁殖期にその種が記録された日数／繁殖期の開館日数×100、単位は%）を算出した。繁殖期の定義は、留鳥の場合は4–7月の4カ月間、夏鳥の場合は渡り途中の移動個体が含まれる可能性をできるだけ排除するため4月を分析に含めずに5–7月の3カ月間とした。同様に、越冬期の出現率（その種が越冬期に記録された日数／越冬期の開館日数×開館日×100、単位は%）も、留鳥と冬鳥を対象に算出した。越冬期の定義は、留鳥と越冬種で共に12月から翌年3月までの4カ月とした。

分析にはR version 3.0.2 (R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria) を用いて、福島第一原発事故前の2003年から2010年の8年間のう

ちで、繁殖期と定義された期間に少なくとも5年以上出現が記録された留鳥もしくは夏鳥について、繁殖期の出現率を応答変数、年を説明変数にした直線回帰モデルを当てはめ、年変化傾向を検討した。さらに `predict()` 関数を用いて（引数として `interval = "prediction"` と指定した）、原発事故後の2011年と2012年の繁殖期の出現率の予測値と95%予測区間を算出して、実測値との比較により、各種の原発事故前後の出現パターンに違いがみられるかどうかを分析した。越冬期も同様に、定義された期間に少なくとも5年以上出現が記録された留鳥もしくは冬鳥について分析した。また冬鳥であるオオハクチョウ *Cygnus cygnus* とコハクチョウ *C. columbianus* は、2003年から2010年の8年間のうちに越冬期に5年以上記録されたが、全て上空通過のみの観察だったために、年変化傾向の分析対象外とした。

4) 被曝量に関わる生態的特徴

各種鳥類の被曝量には、外部被曝線量と内部被曝線量が影響すると考えられる。放射線環境に生息する各種鳥類の生態的特徴を考慮した被曝量の推定が今後の課題となっているため (Beaugelin-Seiller et al. 2005)、各種の被曝量にかかわる生態的特徴を文献調査によりまとめた。

放射線環境において、巣内で发育する卵や雛のバックグラウンドの放射線量率には、卵や雛に接する産座を含めた巣材に含まれる放射性核種濃度も影響すると考えられる。同じ地域でも巣材の種類が異なると巣材に含まれる放射性核種濃度に違いがでるため、繁殖していない種を除く全ての鳥種の巣材と産座をまとめた。また、巣に滞在する期間の長短によっても被曝量が異なるため、抱卵期間と育雛期間も同時にまとめた。

地上に多く蓄積した放射性核種から受ける外部被曝量には、巣の位置（地上からの高さ）が重要なパラメーターとなるため (Beaugelin-Seiller et al. 2005)、営巣場所についてまとめた。巣材の種類と営巣場所の情報は小海途・和田 (2011) に基づき、抱卵期間と育雛期間は高川ら (2011) に基づき判断した。また、ガビチョウに関する情報は、Luo et al. (1989)、藤井・四角目 (2005)、Collar & Robson (2007) に基づき判断した。

放射線環境では食物に含まれる放射性核種を恒常的に経口的経路で体内に取り込むことになるため、記録された全ての鳥種について食性と採餌環境を調べた。尚、放射線環境に生息している時期

表 1. 福島市小鳥の森における福島第一原発事故前 8 年間 (2003–2010 年) の繁殖期と越冬期の各種鳥類の出現率の年変化. この直線回帰モデルの傾きが有意な傾向を示した場合に太字で示した (* $P < 0.05$, ** $P < 0.01$). この直線回帰モデルから原発事故直後 (2011 年) と一年後 (2012 年) の繁殖期と越冬期の各種の出現率の予測値と 95% 予測区間を算出し, 実際に観察された出現率と比較した. 実際の出現率が予測値の 95% 予測区間の上限より高い値に上矢印, 下限値より低い値に下矢印を付けた. † は外来種を示す.

Table 1. Annual trends of recording ratio of each bird species during the breeding and wintering season in the Fukushima City Kotori-no-mori Sanctuary from 2003 to 2010. Bold type of slopes indicate that the slopes have significant trends (* $P < 0.05$, ** $P < 0.01$). We compared the observation value of the recording ratio and the 95% prediction interval (PI) for each species. Arrows pointing up and down indicate observation values higher and lower than the 95% PI, respectively. † indicates introduced species.

繁殖期 留鳥 Resident species	事故前 8 年間 (2003–10) の記録率 (%)				予測値と 95% 予測区間		観察値	
	Annual trends before accident in 2003–2010				Predicted value [the 95% PI]		Observation values	
	平均 Mean	標準偏差 SD	傾き Slope	傾きの P 値 P value of slop	事故直後 Just after accident	1 年後 After 1 year	事故直後 Just after accident	1 年後 After 1 year
ヤマガラ	98.7	1.1	-0.2	0.298	97.8 [94.4–100]	97.6 [94.0–100]	100	100
シジュウカラ	98.7	1.1	-0.2	0.298	97.8 [94.4–100]	97.6 [94.0–100]	100	100
ハシボソガラス	98.7	1.3	-0.1	0.670	98.2 [93.8–100]	98.1 [93.4–100]	100	99.0
ハシブトガラス	98.7	1.3	-0.1	0.670	98.2 [93.8–100]	98.1 [93.4–100]	100	100
ヒヨドリ	98.7	1.4	-0.1	0.550	98.0 [93.4–100]	97.9 [93.0–100]	100	100
ヒヨドリ	98.7	1.4	-0.1	0.550	98.0 [93.4–100]	97.9 [93.0–100]	100	100
キジバト	96.3	2.5	-0.5	0.209	94.0 [86.6–100]	93.5 [85.5–100]	99.0	87.5
コガラ	94.1	4.9	-1.2	0.114	88.7 [75.7–100]	87.5 [73.6–100]	92.4	98.1
トビ	94.0	3.3	0.0	0.961	94.1 [83.2–100]	94.1 [82.5–100]	98.1	83.7
メジロ	93.8	5.0	1.7	0.012	100 [91.9–100]	100 [92.9–100]	99.0	99.0
ウグイス	93.2	3.1	-0.9	0.056	89.4 [82.0–96.7]	88.5 [80.6–96.4]	98.1 †	99.0 †
ガビチョウ	88.0	3.8	0.4	0.547	89.8 [77.4–100]	90.2 [77.0–100]	94.3	92.3
カラビビ	87.9	5.1	0.8	0.346	91.5 [75.8–100]	92.3 [75.5–100]	96.2	97.1
ユウレイ	86.3	7.2	0.1	0.924	86.8 [62.9–100]	86.9 [61.3–100]	93.3	98.1
アオガラ	81.5	6.7	-0.6	0.598	78.8 [57.1–100]	78.2 [54.9–100]	42.9 †	38.5 †
ホシジロ	80.0	9.1	0.1	0.928	80.6 [50.0–100]	80.8 [48.0–100]	62.9	59.6
スズメ	68.9	15.4	-5.3	0.009	45.1 [17.4–72.9]	39.8 [10.1–69.6]	68.6	77.9 †
カワセミ	61.5	15.6	1.8	0.498	69.6 [19.5–100]	71.4 [17.7–100]	46.7	45.2
キジ	46.8	10.7	1.7	0.336	54.5 [21.5–87.6]	56.3 [20.9–91.6]	52.4	38.5
オオカ	44.1	12.4	0.9	0.683	48.0 [7.3–88.7]	48.9 [5.2–92.5]	20.0	99.0 †
カルガモ	33.7	9.7	0.8	0.614	37.5 [5.7–69.3]	38.3 [4.3–72.4]	30.5	26.0
コジュケイ	32.5	6.2	-1.0	0.314	27.8 [9.0–46.7]	26.8 [6.6–47.0]	17.1	35.6
キセキレイ	23.6	9.5	2.5	0.077	35.1 [11.1–59.0]	37.6 [12.0–63.3]	10.5 †	12.5
カケス	13.5	8.3	0.2	0.917	14.2 [0–41.9]	14.4 [0–44.1]	11.4	16.3
カイツブシ	12.7	11.8	3.8	0.022	29.7 [5.1–54.3]	33.5 [7.1–59.9]	39.0	26.0
ノスリ	7.2	5.6	2.0	0.005	16.2 [7.1–25.2]	18.2 [8.4–27.9]	12.4	14.4
イカル	5.9	5.5	0.8	0.362	9.7 [0–26.6]	10.5 [0–28.7]	6.7	11.5
モズ	4.1	4.0	-0.7	0.274	0.9 [0–13.0]	0.1 [0–13.1]	0	8.7
ハクセキレイ	3.6	3.5	-0.3	0.601	2.1 [0–13.6]	1.8 [0–14.2]	2.9	52.9 †
アカガラ	3.3	2.2	-0.3	0.391	1.9 [0–8.9]	1.6 [0–9.0]	1.0	3.8
フクロウ	2.4	2.1	0.2	0.662	3.1 [0–10.0]	3.3 [0–10.6]	2.9	1.9
セグロセキレイ	2.1	1.9	-0.2	0.571	1.3 [0–7.5]	1.1 [0–7.8]	1.0	0
ハイタカ	1.4	1.7	0.2	0.482	2.4 [0–7.8]	2.6 [0–8.4]	6.7	1.9
オナガ	0.7	0.7	-0.1	0.590	0.5 [0–2.7]	0.4 [0–2.8]	1.0	7.7 †
夏鳥 Summer visitors								
キビタキ	86.6	11.4	3.3	0.048	100 [74.6–100]	100 [76.0–100]	100	94.9
サンコウチョウ	78.8	7.3	-1.7	0.147	71.2 [51.0–91.4]	69.5 [47.9–91.2]	86.1	92.3 †
ツバメ	74.1	15.4	4.7	0.031	95.4 [61.5–100]	100 [63.8–100]	94.9	84.6
ホトトギス	72.3	4.4	0.4	0.608	74.0 [59.6–88.5]	74.4 [59.0–89.9]	82.3	61.5

ヤブサメ	69.3	10.1	-0.2	0.899	68.3 [34.5-100]	74.7	76.9
オオルリ	34.8	22.3	-5.7	0.099	9.2 [0-67.7]	8.9	6.4
センダイムシクイ	27.9	6.4	1.7	0.071	35.7 [19.8-51.5]	41.8	17.9 ↓
クロツグミ	20.9	13.8	3.4	0.110	39.8 [0.3-79.2]	26.6	33.3
カウコウ	18.6	14.7	1.3	0.604	24.5 [0-72.5]	35.4	43.6
コサメビタキ	3.6	5.8	1.3	0.148	9.5 [0-25.5]	13.9	2.6
越冬期 Wintering season							
留鳥 Resident species							
ヤマガラ	98.8	1.8	-0.3	0.275	97.3 [91.8-100]	100	100
ヒヨドリ	98.7	1.8	-0.3	0.319	97.4 [91.9-100]	100	99.0
ハシボソガラス	98.6	1.7	-0.4	0.199	97.0 [92.0-100]	100	100
シジュウカラ	98.6	2.1	-0.4	0.238	96.8 [90.6-100]	100	100
ハシブトガラス	98.3	1.8	-0.5	0.081	96.2 [91.6-100]	100	100
キジバト	97.7	3.5	-0.9	0.076	93.4 [84.5-100]	99.0	92.9
エナガ	95.9	2.6	-0.5	0.205	93.5 [85.8-100]	100	99.0
コガラ	95.8	2.3	-0.4	0.364	94.2 [86.9-100]	100	100
カワラヒワ	94.8	8.2	0.2	0.901	95.6 [68.3-100]	96.0	100
トビ	93.8	6.0	-1.8	0.044	85.8 [71.8-100]	100	94.9
アオガラ	76.0	11.0	1.7	0.367	83.5 [49.2-100]	62.0	96.0
ホオジロ	56.1	16.1	-4.5	0.057	35.6 [0-74.4]	72.0	52.5
メジロ	55.5	18.4	5.4	0.043	79.9 [37.2-100]	90.0	99.0
ガビチョウ	47.5	12.9	-0.4	0.870	45.8 [2.7-88.9]	32.0	42.4
オオタカ	43.7	13.7	-2.3	0.324	33.6 [0-75.8]	41.0	31.3
アカガラ	34.7	19.6	2.5	0.453	45.9 [0-100]	54.0	28.3
ウグイス	24.8	8.5	-1.5	0.289	18.1 [0-43.7]	28.0	24.2
モズ	24.7	17.3	-5.1	0.044	1.7 [0-42.0]	20.0	21.2
スズメ	24.4	21.3	-6.8	0.022	0 [0-38.2]	11.0	8.1
ノスリ	19.2	10.1	-0.5	0.781	17.0 [0-50.6]	17.0	38.4
キセキレイ	16.4	7.8	1.3	0.295	22.5 [0-46.1]	4.0	23.2
トラツグミ	14.3	12.0	-1.6	0.427	7.0 [0-45.1]	1.0	6.1
カケス	11.4	15.7	-1.9	0.468	2.6 [0-52.9]	2.0	7.1
ハクセキレイ	7.2	12.3	-2.9	0.134	0 [0-27.9]	0	8.1
ハイタカ	6.7	5.4	-1.1	0.194	1.7 [0-17.1]	9.0	5.1
コジュケイ	6.2	5.1	-0.1	0.954	6.0 [0-23.0]	1.0	2.0
キジ	4.1	2.7	0.3	0.539	5.4 [0-14.2]	0	8.1
カワセミ	2.3	2.4	-0.6	0.143	0 [0-6.4]	1.0	0
カルガモ	1.8	1.2	0.2	0.301	2.7 [0-6.3]	1.0	6.1
イカル	1.4	1.1	0.2	0.303	2.3 [0-5.6]	0	1.0
冬鳥 Winter visitors							
シメ	95.9	3.7	-0.8	0.189	92.4 [81.8-100]	82.0	99.0
ツグミ	65.2	15.6	-1.9	0.463	56.5 [6.7-100]	42.0	81.8
シロハラ	57.0	23.7	2.8	0.485	69.7 [0-100]	67.0	17.2
カシラガ	56.1	16.3	0.5	0.846	58.5 [4.2-100]	80.0	51.5
ルリビタキ	43.8	36.9	13.3	0.004	100 [46.1-100]	84.0	85.9
ジョウビタキ	42.3	23.7	-1.9	0.632	33.5 [0-100]	18.0	35.4
マヒワ	39.1	28.5	-1.4	0.772	32.7 [0-100]	6.0	90.9
アトリ	30.8	30.9	-0.7	0.894	27.6 [0-100]	70.0	0
ミソサザイ	22.2	22.4	1.3	0.741	27.9 [0-100]	32.0	9.1
ウソ	19.8	23.0	-0.6	0.888	17.2 [0-94.3]	0	47.5
クワイタギ	11.8	12.6	1.9	0.355	20.5 [0-59.5]	0	39.4
ヒガラ	11.5	10.8	3.1	0.049	25.5 [0-51.0]	8.0	54.5
ヒンズイ	8.6	9.1	1.4	0.369	14.8 [0-43.3]	16.0	10.1
アオジ	4.1	2.9	0.3	0.594	5.2 [0-14.6]	5.0	5.1
ベニマシコ	3.8	2.8	0.7	0.126	6.8 [0-14.4]	8.0	9.1
クロジ	3.1	4.5	-0.9	0.221	0 [0-12.2]	0	1.0

表 2. 2003 年から 2013 年に福島市小鳥の森で記録された鳥類の生態的特徴. † は外来種を示す.
Table 2. Ecological characteristics of bird species recorded at Fukushima-shi kotori-no-mori Sanctuary from 2003 to 2013. † indicate introduced species.

種 名	学 名	生息区分	*1 Migratory habitats	*2 Foraging sites	*3 食性 Food types	*4 繁殖状況 Breeding status	抱卵期間 (days) Incubation period	巣内育雛期間 (days) Nesting period	*5 営巣環境 Nesting sites	*6 巣材 Nest material	*6 産座の材料 Nest cup materials
コジュケイ	<i>Bambusicola thoracicus</i> †	R	G	G	o	○	17-19	0	g	g	g
ヤマドリ	<i>Symaticus soemmerringi</i>	W	G	G	o	○	24	0	g	b	b
キジ	<i>Phasianus colchicus</i>	R	G	G	o	○	23-25	0	g	g	l
コハクチョウ	<i>Cygnus bewickii</i>	W	G	G	s	▲	—	—	—	—	—
オオハクチョウ	<i>Cygnus cygnus</i>	W	G	G	s	▲	—	—	—	—	—
オシドリ	<i>Aix galericulata</i>	A	G	G	s	△	28-30	40-45	ca	g	f
マガモ	<i>Anas platyrhynchos</i>	A	G	G	o	▲	—	—	—	—	—
カルガモ	<i>Anas zonorhyncha</i>	R	G	G	o	●	26	0	g	l	f
オナガガモ	<i>Anas acuta</i>	A	G	G	o	▲	—	—	—	—	—
コガモ	<i>Anas crecca</i>	I	G	G	o	▲	—	—	—	—	—
カイワブドリ	<i>Tachybaptus ruficollis</i>	R	U	U	c	○	20-25	0	—	—	—
キジバト	<i>Streptopelia orientalis</i>	R	G	C	fs, s	○	15-16	15-17	c (3-5 m)	g	g
アカバト	<i>Treron sieboldii</i>	I	U	U	fs, s	▲	—	—	—	—	—
カラウ	<i>Phalacrocorax carbo</i>	A	U	U	i	▲	—	—	—	—	—
ミソゴイ	<i>Gorsachius gossagi</i>	A	W	W	i	▲	—	—	—	—	—
ゴイサギ	<i>Nycticorax nycticorax</i>	I	W	W	c	▲	—	—	—	—	—
ササゴイ	<i>Butorides striata</i>	A	W	W	c	▲	—	—	—	—	—
アオサギ	<i>Ardea cinerea</i>	I	W	W	c	▲	—	—	—	—	—
タイサギ	<i>Ardea alba</i>	A	W	W	c	▲	—	—	—	—	—
コサギ	<i>Egretta garzetta</i>	A	W	W	c	▲	—	—	—	—	—
ジュウイチ	<i>Hierocoryx hyperythrus</i>	A	C	C	i	▲	—	—	—	—	—
ホトトギス	<i>Cuculus poliocephalus</i>	S	C	C	i	○	10-13	15	b	o	o
ツツドリ	<i>Cuculus optatus</i>	P	C	C	i	▲	—	—	—	—	—
カッコウ	<i>Cuculus canorus</i>	S	C	C	i	△	10-13	20-23	b	o	o
ヨタカ	<i>Caprimulgus indicus</i>	A	A	A	i	△	19	22	g	o	o
アマツバメ	<i>Aptus pacificus</i>	I	A	A	i	▲	—	—	—	—	—
トビ	<i>Mihus migrans</i>	R	G	G	c	▲	30	40-50	c (8-20 m)	b	b
ツミ	<i>Accipiter gularis</i>	A	A	A	c	▲	—	—	—	—	—
ハイタカ	<i>Accipiter nisus</i>	R	A	A	c	△	32-34	24-30	c (7-15 m)	b	b
オオタカ	<i>Accipiter gentilis</i>	R	A	A	c	○	36-41	40	c (8-20 m)	b	b
サシバ	<i>Buteo indicus</i>	I	G	G	c	△	31-33	36	c (8-13 m)	b	b
ノスリ	<i>Buteo buteo</i>	R	G	G	c	○	33-35	42	c (8-15 m)	b	b
フクロウ	<i>Stix uraleensis</i>	R	G	G	c	○	27-32	30-34	ca	o	o
アカシヨウビン	<i>Halcyon coronanda</i>	A	G	G	c	▲	—	—	—	—	—
カワセミ	<i>Alcedo atthis</i>	R	U	U	c	○	19	23	o	o	o
ヤマセミ	<i>Megasceryle lugubris</i>	A	U	U	c	▲	—	—	—	—	—
コガラ	<i>Dendrocopos leucotos</i>	R	T	T	i	○	12	22	ca	o	o
オオアカガラ	<i>Dendrocopos leucotos</i>	A	T	T	i	○	—	—	—	—	—
アカガラ	<i>Dendrocopos major</i>	R	T	T	i	△	14-16	20-21	ca	o	o
アオガラ	<i>Picus avokera</i>	R	T	T	i	○	15	25	ca	o	o
チヨウザンボウ	<i>Falco tinunculus</i>	A	G	G	c	▲	—	—	—	—	—
ハヤブサ	<i>Falco peregrinus</i>	A	F	F	c	△	—	—	—	—	—
サンショウクイ	<i>Pericrocoptes divaricatus</i>	P	F	F	i	△	17-18	14	c (5-15 m)	m	a
サンコウチヨウ	<i>Terpsiphone atrocaudata</i>	S	F	F	i	○	12-14	10-12	c (1.5-4 m)	m	m
モズ	<i>Lanius bucephalus</i>	R	G	G	o	○	14-15	14-15	c (1-2 m)	g	a
カケス	<i>Garrulus glandarius</i>	R	G	G	o	△	16-17	19-20	c (3-8 m)	b	r
オナガ	<i>Cyanopica cyanus</i>	R	C	C	o	△	15	18	c (2-5 m)	b	a
ハシボソガラス	<i>Corvus corone</i>	R	G	G	o	○	19-20	30-35	c (5-20 m)	b	o
ハシブトガラス	<i>Corvus macrorhynchos</i>	R	G	G	o	○	20	30-35	c (5-20 m)	b	o
キクイタタキ	<i>Regulus montanus</i>	W	C	C	i	▲	—	—	—	—	—
コガラ	<i>Poecile montanus</i>	I	C	C	i	▲	—	—	—	—	—
ヤマガラ	<i>Poecile varius</i>	R	C	C	i, s	○	14	15-21	ca	m	o
ヒガラ	<i>Periparus ater</i>	W	C	C	i	▲	—	—	—	—	—

シジュウカラ	留鳥	夏鳥	冬鳥	渡り鳥	不定期飛来種	偶発的飛来種	Accidental visitors	11-12	18-21	ca	m	a
ヒバシ	<i>Parus minor</i>	A	R	C	i	○		11-12	18-21	ca	m	a
ツバメ	<i>Alauda arvensis</i>	S	A	G	i, s	▲		14	20	o	o	g
イワツバメ	<i>Hirundo rustica</i>	P	A	A	i	▲		13-14	10-11	c (2-5 m)	b	l
ヒヨドリ	<i>Delichon dasypus</i>	R	C	C	i, s	○		16	14	b	l	l
ウグイス	<i>Hypsipetes amaurotis</i>	R	B	B	i	○		13	10	g	m	m
ヤブサメ	<i>Cettia diphone</i>	S	B	B	i	○		13-15	14-17	c (2-5 m)	m	f
エナガ	<i>Urosphena squameiceps</i>	R	C	C	i	▲		13	10	g	m	f
メボソムシクイ	<i>Aegintha caudatus</i>	I	C	C	i	○		13	14	g	l	l
エゾムシクイ	<i>Phylloscopus xanthodytes</i>	P	C	C	i	○		11	10-12	c (1.5-10 m)	m	l
センダイムシクイ	<i>Phylloscopus borealoides</i>	R	C	C	i, f	○		11	10-12	c (1.5-10 m)	m	l
メジロ	<i>Phylloscopus coronatus</i>	S	C	C	i	○		11	10-12	c (1.5-10 m)	m	l
オオヨシキリ	<i>Zosterops japonicus</i>	R	C	C	i, f	○		11	10-12	c (1.5-10 m)	m	l
アカモク	<i>Acrocephalus orientalis</i>	A	F	F	f	▲		11	10-12	c (1.5-10 m)	m	l
キレンジャク	<i>Bombycilla garrulus</i>	A	C	C	f	▲		11	10-12	c (1.5-10 m)	m	l
ヒレンジャク	<i>Bombycilla japonica</i>	A	C	C	f	▲		11	10-12	c (1.5-10 m)	m	l
コジュウカラ	<i>Sitta europaea</i>	I	T	T	i	▲		11-12	19-21	ca	g	g
ミソサザイ	<i>Troglodytes troglodytes</i>	W	G	G	i	▲		12	13	b	l	g
ガビサヨウ	<i>Garrulax canorus</i> ♀	R	B	B	i	○		11-12	19-21	ca	g	g
ムクドリ	<i>Spodiopar cineraceus</i>	R	G	G	o	▲		11-12	19-21	ca	g	g
コムクドリ	<i>Agropsar philippensis</i>	I	C	C	i	▲		11-12	19-21	ca	g	g
トラツグミ	<i>Zoothera dauma</i>	R	G	G	i	○		14	14-15	c (2-5 m)	m	l
クロツグミ	<i>Turdus dauma</i>	S	G	G	i	○		13-14	11-12	c (2-5 m)	m	l
シロハラ	<i>Turdus cardis</i>	W	G	G	i	▲		13-14	11-12	c (2-5 m)	m	l
アカハラ	<i>Turdus pallidus</i>	W	G	G	i	▲		13-14	11-12	c (2-5 m)	m	l
ツグミ	<i>Turdus chrysolaus</i>	P	G	G	i	▲		13-14	11-12	c (2-5 m)	m	l
ルリビタキ	<i>Turdus chrysolaus</i>	W	G	G	f	▲		13-14	11-12	c (2-5 m)	m	l
ジョウビタキ	<i>Turdus naumanni</i>	W	G	G	f	▲		13-14	11-12	c (2-5 m)	m	l
キセキレイ	<i>Luscinia akahige</i>	A	G	G	i	▲		13-14	11-12	c (2-5 m)	m	l
カヤクグリ	<i>Tarsiger cyanurus</i>	W	B	B	i	▲		13-14	11-12	c (2-5 m)	m	l
スズメ	<i>Phoenicurus phoenicurus</i>	W	G	G	i	▲		13-14	11-12	c (2-5 m)	m	l
ハクセキレイ	<i>Muscicapa dauurica</i>	R	G	G	i	▲		13-14	11-12	c (2-5 m)	m	l
セグロセキレイ	<i>Ficedula nivalis</i>	S	F	F	i	○		13-14	11-12	c (2-5 m)	m	l
ビンズイ	<i>Ficedula nivalis</i>	S	F	F	i	○		13-14	11-12	c (2-5 m)	m	l
アトリ	<i>Cyanopitta cyanomelana</i>	S	F	F	i	○		13-14	11-12	c (2-5 m)	m	l
カワラヒワ	<i>Prunella rubra</i>	A	G	G	i	▲		13-14	11-12	c (2-5 m)	m	l
マヒワ	<i>Passer montanus</i>	R	G	G	i, s	▲		13-14	11-12	c (2-5 m)	m	l
ベニマシコ	<i>Uragus sibiricus</i>	W	G	G	i, s	▲		13-14	11-12	c (2-5 m)	m	l
イスカ	<i>Loxia curvirostra</i>	I	C	C	s	▲		13-14	11-12	c (2-5 m)	m	l
ウソ	<i>Pyrrhula pyrrhula</i>	W	B	B	s	▲		13-14	11-12	c (2-5 m)	m	l
シメ	<i>Coccothraustes coccothraustes</i>	W	C	C	s	▲		13-14	11-12	c (2-5 m)	m	l
イカル	<i>Eophonia personata</i>	R	C	C	i, s	▲		13-14	11-12	c (2-5 m)	m	l
ホオジロ	<i>Emberiza cioides</i>	R	C	C	i, s	▲		13-14	11-12	c (2-5 m)	m	l
カシラダカ	<i>Emberiza rustica</i>	W	G	G	s	▲		13-14	11-12	c (2-5 m)	m	l
ミヤマホオジロ	<i>Emberiza elegans</i>	I	G	G	s	▲		13-14	11-12	c (2-5 m)	m	l
アオジ	<i>Emberiza spodocephala</i>	W	G	G	s	▲		13-14	11-12	c (2-5 m)	m	l
クロジ	<i>Emberiza variabilis</i>	W	G	G	s	▲		13-14	11-12	c (2-5 m)	m	l

- *1 R: 留鳥 Residents, S: 夏鳥 Summer breeders, W: 越冬種 Winter visitors, P: 渡り鳥 Passage visitors, I: 不定期飛来種 Irregular visitors, A: 偶発的飛来種 Accidental visitors
 *2 G: 地上 Ground, B: 藪 Bush, T: 樹幹 Tree stem, C: 樹上 Canopy, F: とびつき Fly-catch, A: 空中 Aerial, W: 水辺 Waterside, U: 水中 Under water
 *3 i: 昆虫食 Insectivorous, c: 肉食/魚食 Carnivorous/ichthyophagous, f: 果実食 Frugivorous, s: 種子食 Semivivorous, fs: 果実/種子食 Frugivorous/seminivorous, o: 雑食/その他 Omnivorous/other, 繁殖期と越冬期で食性が異なる 10 種は、繁殖期の食性と越冬期の食性をそれぞれ示した。
 *4 ○: 繁殖が確認された種 Breeding species, ○: 繁殖していない種 non-breeding species, ▲: 繁殖している可能性のある種 Possible breeding species, △: 今後繁殖する可能性がある種 Potential breeding species
 *5 g: 地面 Ground, b: 藪 Bush, cl: 土壌の側 Cliff ledge, c: 樹上 Canopy (数値は高さを示す), ca: 樹洞 Cavity nesting, o: その他 Others
 *6 b: 枝 Branches, g: 草 Grasses, m: 藓苔類 Muscinæ, l: 葉 Leaves, r: 細根 Rootlets, f: 羽毛 Feathers, a: 獣毛 Animal hairs, o: その他 Others
 -: 繁殖していない種 Excluded breeding characteristics of non-breeding species in this area.

の食性を把握するため、留鳥は繁殖期と非繁殖期、夏鳥は繁殖期のみ、冬鳥は非繁殖期のみ、偶発的飛来種、不定期飛来種は、飛来した時期に応じて繁殖期もしくは非繁殖期の食性をまとめた。これらの食性と採餌環境に関する情報は中村・中村(1995a, b)に基づきそれぞれ判断した。

結 果

1) 各種鳥類の生息区分と出現率の年変化

2003年4月から2013年3月までに103種の鳥類が記録された(付表1, 全種の年別出現率の10年間の変化については電子付録1を参照)。これらの種の生息区分は、留鳥が34%(35種)、夏鳥が9.7%(10種)、越冬種が18.4%(19種)、渡り鳥が4.9%(5種)、不定期飛来種が11.7%(12種)、偶発的飛来種が21.4%(22種)であった(付表1)。

留鳥もしくは夏鳥として繁殖期に調査地に滞在する鳥類43種について、2003–2010年の繁殖期の出現率の変化傾向を調べた結果、メジロ *Zosterops japonicus*, カイツブリ *Tachybaptus ruficollis*, ノスリ *Buteo buteo*, キビタキ *Ficedula narcissina*, ツバメ *Hirundo rustica* は有意な増加傾向を示し、スズメ *Passer montanus* は有意な減少傾向を示した(表1, 図1)。また、ウグイス *Cettia diphone* は事故直後(2011年)と1年後(2012年)、スズメ、オオタカ *Accipiter gentilis*, ハクセキレイ *Motacilla alba*, オナガ *Cyanopica cyanus*, サンコウチョウ *Terpsiphone atrocaudata* は一年後の繁殖期の出現率が予測値の95%予測区間を上回っていた(表1, 図1)。一方で、アオゲラ *Picus awokera* は事故直後と1年後、キセキレイ *Motacilla cinerea* は事故直後、センダイムシクイ *Phylloscopus coronatus* は一年後の繁殖期の出現率が予測値の95%予測区間を下回っていた(表1, 図1)。

同様に、留鳥もしくは冬鳥として越冬期に調査地に滞在する鳥類46種について、2003–2010年の越冬期の出現率の変化傾向を調べた結果、メジロ、ルリビタキ *Tarsiger cyanurus*, ヒガラ *Periparus ater* は有意な増加傾向を示し、トビ *Milvus migrans*, モズ *Lanius bucephalus*, スズメは有意な減少傾向を示した(表1, 図1)。事故直後と1年後の越冬期の各種鳥類の出現率は、すべて予測値の95%予測区間に含まれた(表1)。

2) 各種鳥類の繁殖状況と生態的特徴

103種のうち福島市小鳥の森で繁殖を確認もしくは、繁殖している可能性がある種は33種だった。繁殖状況の割合は、繁殖が確認された種が21.4%(22種)、繁殖している可能性がある種が10.7%(11種)、繁殖していない種が51.5%(53種)、今後繁殖する可能性がある種が16.5%(17種)であった(表2)。繁殖していない種を除く50種の営巣環境の割合は、樹上が42%(21種)、地面が20%(10種)、樹洞が20%(10種)、藪が10%(5種)、棚が2%(1種)であった(表2)。

主な巣材の割合は、草が28%(14種)、枝が24%(12種)、蘚苔類が22%(11種)、葉が12%(6種)であった(表2)。主な産座の素材の割合は、草が12%(6種)、枝が14%(7種)、蘚苔類が4%(2種)、葉が16%(8種)、羽毛が6%(3種)、獣毛が8%(4種)、細根が6%(3種)であった。

抱卵期間が一番長い種はオオタカで41日間、短い種はホトトギスとカッコウで11–13日間だった。育雛期間が一番長い種はトビで40–50日間、短い種はサンコウチョウ10–12日間・ヒヨドリ10–11日間・ヤブサメ10日間・メジロ10–12日間だった。

採餌環境は、地上が41.7%(43種)、藪が5.8%(6種)、樹幹が4.9%(5種)、樹上が24.3%(25種)、とびつきが5.8%(6種)、空中が7.8%(8種)、水辺が5.8%(6種)、水中が3.9%(4種)であった(表2)。

主な食性が周年一定とみなした93種の食性を区分すると、昆虫食が43.7%(45種)、肉食/魚食が18.4%(19種)、種子食が13.6%(14種)、果実食が2.9%(3種)、雑食が11.7%(12種)であった(表2)。

また、繁殖期と越冬期で食性が異なる種は10種いた。これらの種は、繁殖期は昆虫食で越冬期に種子食の種(5.8%, 6種)、繁殖期は昆虫食で越冬期に果実食の種(1.0%, 1種)、繁殖期に果実/種子食で越冬期に種子食の種(2.9%, 3種)に区分された。

考 察

1) 福島市鳥の森の鳥類相と主要種の出現率の年変化傾向

福島市小鳥の森の鳥類相の特徴は、内陸部の里

図1. 福島市小鳥の森における 2003-2012 年の繁殖期および越冬期の鳥類の出現率の変化。福島第一原発事故前の 2003 年から 2010 年の 8 年間で、右上がりの矢印は有意な増加、右下がりの矢印は有意な減少傾向を示したことを示す。原発事故後の出現率が原発事故前の出現率から算出した 95% 予測区間の上限を上回った場合は白丸印、下限を下回った場合は白三角印で示した。
Fig. 1. Changes in recording ratios of birds during the breeding and wintering season from 2003 to 2012 in the Fukushima City Kotori-no-mori Sanctuary. Arrows pointing upper right and lower right show significant increase and decrease over eight years from 2003 to 2010 before the Fukushima nuclear accident, respectively. White circles and triangles indicate recording ratios in 2011 or 2012 lower and higher than the 95% prediction intervals, respectively.

山の環境であることから、森林性の鳥類が多く、海辺で見られるシギ・チドリ類やカモメ類が見られず、開けた環境が少ないため草原性の鳥類の生息も限られている。また渡りの時期には観察される種数が多くなることから（表1）、繁殖地や越冬地としてだけでなく、渡りの中継地としても重要な役割を果たしていると考えられる。各種鳥類が放射線環境に滞在する期間の違いは、それぞれの種や各個体の年間被曝量や生涯に受ける被曝量の違いを生み出す要因の一つとなるだろう。

この調査では各種鳥類の出現の有無のみを記録し、個体数は記録していない。このため少数個体の定着の有無によって年による出現率が変化する可能性がある。2003年から2010年までの出現率が増加もしくは減少傾向を示した種の中で（図1）、カイツブリ、ノスリ、モズは調査地に好適な環境が少ないため、各年の出現率が同一もしくは少数個体の出現の有無に依存し、少数個体が調査地に定着するかどうかが出現率の年変化傾向に影響したと考えられた。同様に、2009年以降の越冬期にネイチャーセンター周辺で縄張りを作ったルリビタキは、その縄張り個体が容易に観察できるようになったため、2009年以降の出現率が高くなったと考えられた（図1）。原発事故後の出現率が予測区間を上回ったオオタカ、オナガ、サンコウチョウについても同様に、少数個体が原発事故後の繁殖期に調査地に定着したために、原発事故後の出現率が高くなったと考えられた（図1）。

メジロは繁殖期と越冬期、キビタキとツバメは繁殖期、ヒガラは越冬期に、福島市小鳥の森では原発事故以前から増加傾向が見られた。メジロやキビタキは全国的にも増加傾向が見られる（平野・植田 2011；植田ら 2014）。またウグイス、ハクセキレイは原発事故後の繁殖期に、原発事故前の経年的な出現率から予測される値より高い率で観察されたが、その原因は現段階では不明である（図1）。

一方トビが越冬期、スズメが繁殖期と越冬期で共に減少傾向を示していた（図1）。スズメは全国的にも減少傾向が報告されている（三上 2009）。しかし福島市小鳥の森では原発事故後の2012年の繁殖期の出現率が、原発事故前の出現率の経年的な減少傾向から予測される値を上回った。原因は現段階では不明だが、出現率が一時的に増加したかそれとも今後も増え続けていくのか推移を見ていきたい。

原発事故後の出現率が、原発事故前の経年的な

出現率から予測される値を下回ったのはアオゲラ、キセキレイ、センダイムシクイである（図1）。アオゲラは雑食性で昆虫、果実、種子を餌として、昆虫のなかではアリを主食とする（高川ら 2011）。またキセキレイは地上で主に活動して、水辺の昆虫を主食とする（高川ら 2011）。放射性セシウムが相対的に高い濃度で蓄積する地表部で採餌するこれらの種は、餌を介して放射性セシウムを体内に取り込みやすい可能性がある。センダイムシクイは地面に巣を作るため、巣にいる抱卵期間13日、育雛期間14日の合計27日間は地表部からより多く被曝することになる。これらの種の原発事故後の出現率の低下と放射線影響との関連は不明だが、今後のアオゲラ、キセキレイ、センダイムシクイの動向に注目すべきである。

2) 各種の生態的特徴

福島市小鳥の森の鳥類は、それぞれの利用する食物の種類に応じて、主に昆虫食、肉食／魚食、種子食、果実食、雑食に区分された（表2）。放射線環境下では、植物や動物の種によって放射性セシウム濃度は様々な値を示す（尼子 2013）。したがって、食物を介して体内に取り込まれる放射性セシウムの単位時間あたりの量や汚染された食物を摂取する期間は鳥種により異なると考えられる。放射性セシウムが動物の体内に入って蓄積しても、代謝によって次第に体外へ排出されるため、汚染されていない餌を食べることで、体内の放射性セシウム濃度は次第に低下していく（中西 2013）。代謝の早い鳥類では生物学的半減期が比較的短いと考えられるが（Brisbin 1991）、恒常的に放射性セシウム濃度の高い餌を摂取し続ける場合は、体内のセシウム蓄積量は長期にわたり高い状態が続くと考えられる。また、今回記録された鳥類の中には越冬期と繁殖期に食性が変化する種も10.7%（11種）生息した。鳥種の内部被曝量や同種個体間の内部被曝量の変異には、季節的な餌種の変化や成鳥と雛の餌種の違いも重要な要因となるだろう。

福島第一原発事故で大気に放出された放射性セシウムは森林生態系で落ち葉の上に降り積もり、落葉を直接利用するミミズなどの腐食食者は多くの¹³⁷Csを取り込んでおり、腐食連鎖を介した陸上の捕食性生物における¹³⁷Csの取り込みも示唆されている（Murakami et al. 2014）。このため放射性セシウムが蓄積している地上付近で、放射性セシウムの取り込み量が多い小動物を採餌するトラッグ

ミ *Zoothera dauma*, クロツグミ *Turdus cardis*, シロハラ *T. pallidus* などの種は、同一生態系の中でも内部被曝量の相対的な影響が大きくなる可能性があるだろう。外部被曝量は、線源となる放射性セシウムが相対的に多く蓄積している場所により近く、より長時間活動する種ほど理論的には高くなると考えられる。中西 (2013) によると、原発事故で降下した放射性セシウムの多くは、土壌の表層にとどまっている。今回記録された鳥類の営巣場所を調べた結果、表層近くの地面や棚で営巣する鳥種は全体の 22% (11 種) を占めていた。また、巣に含まれる放射性物質は、巣内で生育する卵や雛にきわめて近接するため、産座を含めた巣材に付着もしくは含まれる放射性物質の濃度も外部被曝線量を上昇させる可能性がある。鳥類は巣材として、枯葉・枯枝・クモの巣・蘚苔類・泥・細根・羽毛・獣毛などを利用する (小海途・和田 2011)。これらの巣材のなかでも特に蘚苔類は、放射性セシウムを高い濃度で蓄積することが報告されている (磯村ら 1993; Iurian et al. 2011)。このため蘚苔類を巣材として使用する種は、他のタイプの巣材を使用する種と比べて、卵や雛の外部被曝率が高くなる可能性がある。福島市小鳥の森で繁殖している種もしくは繁殖している可能性がある種の中では、蘚苔類を使用する種は全体の 28% (14 種) を占めていた。そして、この二つの条件に当てはまる種、つまり地面や棚での営巣で巣材に蘚苔類を用いる種は、ヤブサメ *Urosphena squameiceps* とオオルリ *Cyanoptila cyanomelana* の 2 種であった。オオルリは抱卵期間 14 日間、育雛期間 12 日間、ヤブサメは抱卵期間 13 日間、育雛期間 10 日間であった (表 3)。この間、通常の生活よりも外部被曝率が高くなると考えられる。これらの 2 種は、福島市小鳥の森に夏鳥として飛来する種で、福島県内でも繁殖記録がある (日本野鳥の会 1982; 猪狩ら 2013)。

今後は放射線環境下に生息する各種鳥類の生態的特性を考慮して外部被曝量を定量的に推定することが、低線量被曝がそれぞれの鳥種に及ぼす影響を検証するうえで重要になる。一つの生態系の中であっても、各種の鳥類や各個体が放射線環境下で受ける被曝量にはばらつきが生じると考えられる。鳥類の内部被曝率を調べるためには、ゲルマニウム検出器等を用いて測定した体内の放射性核種濃度 (Bq/kg) を内部被曝率 ($\mu\text{Gy/h}$) に換算する方法がある (Beaugelin-Seiller et al. 2005)。各種鳥類が放射線環境下で受ける被曝量を予測する

ためには、野外からサンプリングした試料の放射性核種濃度の実測 (体内の放射性核種濃度、巣材の放射性核種濃度、生息環境の土壌の放射性核種濃度) と理論的なシミュレーション (例えば、EDEN ツール) を組み合わせて (Beaugelin-Seiller et al. 2005)、各種鳥類の生態的特性を考慮した外部被曝量と内部被曝量からより妥当な合計被曝量の推定を行うことが望まれる。

調査にあたって、貴重なデータを蓄積してこられた先のレンジャーの方々、探鳥会等で情報を提供していただいた日本野鳥の会ふくしまの会員の皆様、ガビチョウに関する資料収集にご協力いただいた上沖正欣氏に感謝申し上げます。

摘 要

福島第一原子力発電所の事故により放射性セシウムが降下した環境において、事故前から長期的な鳥類相が調べられている地域は非常に限られる。福島市小鳥の森における 2003 年 4 月から 2013 年 3 月までの 10 年間 (合計 3,078 日間) に長期的に記録した合計 103 種の鳥類の在／不在データを集計した結果、一年を通してみられる留鳥 34% (35 種)、平均 3.7ヶ月滞在する夏鳥 9.7% (10 種)、平均 4.4ヶ月滞在する越冬種 18.4% (19 種)、渡り鳥 4.9% (5 種)、不定期飛来種 11.7% (12 種)、偶発的飛来種 21.4% (22 種) となった。各種の出現率の経年的な増減を調べると、原発事故以前からメジロ *Zosterops japonicus* は繁殖期と越冬期、キビタキ *Ficedula narcissina*、ツバメ *Hirundo rustica* は繁殖期、ヒガラ *Periparus ater* は越冬期に増加傾向が見られ、スズメ *Passer montanus* は減少傾向が見られた。原発事故後に繁殖期におけるウグイス *Cettia diphone*、ハクセキレイ *Motacilla alba*、スズメの出現率が上昇し、アオゲラ *Picus awokera*、センダイムシクイ *Phylloscopus coronatus*、キセキレイ *Motacilla cinerea* の出現率は低下した。

引用文献

- 尼子直輝 (2013) 野生動植物への放射線環境評価調査。平成 24 年度野生動植物への放射能影響に関する意見交換会要旨集。(オンライン) <http://www.ffpri.affrc.go.jp/news/2012/20120208/documents/news20120208.pdf>, 参照 2014-3-10。
- Beaugelin-Seiller K, Garnier-Laplace J, Gariel JC & Jasserand F (2005) E.D.E.N.: A tool for the estimation of dose coefficients for non-human biota. Radioprotection 40 (Suppl): S921-S926.
- Brisbin IL Jr (1991) Avian radioecology. In: Power DM (ed)

- Current Ornithology*, Vol 8: 69–140. Plenum Press, New York.
- Collar NJ & Robson C (2007) Family Timaliidae (Babblers). In: del Hoyo J, Elliot A & Christie DA (eds) *Handbook of the Birds of the World. Vol 12. Picathartes to Tits and Chickadees*: 70–291. Lynx Edicions, Barcelona.
- 藤井 幹・四角目勝二 (2005) 神奈川県におけるガビチョウの営巣記録. 神奈川自然誌資料 26: 73–74.
- 福島県森林整備課・日本野鳥の会福島県内支部連合会 (1996) ふくしまの野鳥. 福島県森林整備課, 福島.
- 平野敏明・植田陸之 (2011) 身近な鳥の増加が見えてきた! ~ペランダバードウォッチ繁殖期の調査報告~. バードリサーチニュース 8(10): 1.
- 猪狩資子・猪狩素巳・掃部康宏・兼子伸吾・塘 忠顕 (2013) 天然記念物「駒止湿原」の鳥類相. 福島大学地域創造 25: 86–102.
- IRSN (2012) Fukushima, one year later. Initial analyses of the accident and its consequences. Report IRSN/DG/2012-003. IRSN, France.
- 磯村公郎・樋口正信・柴田 尚・塚田祥文・岩島 清・杉山英男 (1993) 蘚苔類中の放射性セシウム濃度分布と指標植物としての応用. *Radioisotopes* 42: 157–163.
- Iurian AR, Hofmann W, Lettner H, Türk R & Cosma C (2011) Long term study of Cs-137 concentrations in lichens and mosses. *Rom Journ Phys* 56: 983–992.
- Kinoshita N, Sueki K, Sasa K, Kitagawa J-I, Ikarashi S, Nishimura T, Wong Y-S, Satou Y, Handa K, Takahashi T, Sato M & Yamagata T (2011) Assessment of individual radionuclide distributions from the Fukushima nuclear accident covering central-east Japan. *Proc Natl Acad Sci USA* 108: 19526–19529.
- 小海途銀次郎・和田 岳 (2011) 日本鳥の巣図鑑 小海途銀次郎コレクション. 東海大学出版会, 秦野.
- Luo S-y, Wang Y & Shen J-l (1989) Ecology of Generation of *Garrulax canorus*. *Sichuan J Zool* 8(3): 15–16 (In Chinese).
- 三上 修 (2009) 日本におけるスズメの個体数減少の実態. *日鳥学誌* 58: 161–170.
- Møller A & Mousseau T (2011) Conservation consequences of Chernobyl and other nuclear accidents. *Biol Conserv* 144: 2787–2798.
- Møller AP, Hagiwara A, Matsui S, Kasahara S, Kawatsu K, Nishiumi I, Suzuki H, Ueda K & Mousseau TA (2012) Abundance of Birds in Fukushima as Judged from Chernobyl. *Environ Pollut* 164: 36–39.
- Murakami M, Ohte N, Suzuki T, Ishii N, Igarashi Y & Tanoi K (2014) Biological proliferation of cesium-137 through the detrital food chain in a forest ecosystem in Japan. *Sci Rep* 4: 3599.
- 長渡真弓・高橋 清・五十嵐 悟 (2012) 平成 23 年度福島市小鳥の森管理運営委託年次報告書. 日本野鳥の会 (サンクチュアリ室), 東京.
- 中村登流・中村雅彦 (1995a) 原色日本野鳥生態図鑑〈陸鳥編〉. 保育社, 大阪.
- 中村登流・中村雅彦 (1995b) 原色日本野鳥生態図鑑〈水鳥編〉. 保育社, 大阪.
- 中西友子 (2013) 土壤汚染フクシマの放射性物質のゆくえ. NHK 出版, 東京.
- 中田 誠・南 沙織・千葉 晃・伊藤泰夫・小松吉蔵・赤原清枝・市村靖子・沖野森生・佐藤弘・太刀川勝喜・藤澤幹子 (2011) 新潟市の海岸林における鳥類捕獲数の経年変化と森林遷移との関係. *日鳥学誌* 60: 178–190.
- 日本野鳥の会 (1982) 昭和 56 年度福島市小鳥の森鳥類生息状況調査報告書. 日本野鳥の会, 東京.
- 高川晋一・植田陸之・天野達也・岡久雄二・上沖正欣・高木憲太郎・高橋雅雄・葉山政治・平野敏明 (2011) 日本に生息する鳥類の生活史・生態・形態的特性に関するデータベース「JAVIAN Database」. *Bird Res* 7: R9–R12.
- 植田陸之・岩本富雄・中村 豊・川崎慎二・今野 怜・佐藤重穂・高美喜男・高島敦史・滝沢和彦・沼野正博・原田 修・平野敏明・堀田昌伸・三上かつら・柳田和美・松井理生・荒木田義隆・才木道雄・行本晋資 (2014) 全国規模の森林モニタリングが示す 5 年間の鳥類の変化. *Bird Res* 10: F3–F11.

付表 1. 福島市小鳥の森における 2003 年 4 月から 2013 年 3 月までの各種鳥類の月別出現日数。† は外来種を示す。
Appendix 1. Number of days when bird species were recorded from April 2003 to March 2013 in the Fukushima City Kotori-no-mori Sanctuary. † indicates introduced species.

種名 Species	観測日数 No. of days in observation period												合計 Total	出現した月数 No. of months when species recorded	出現した年数 No. of years when species recorded	生息区分 *1 Migratory habits
	1月 Jan	2月 Feb	3月 Mar	4月 Apr	5月 May	6月 Jun	7月 Jul	8月 Aug	9月 Sep	10月 Oct	11月 Nov	12月 Dec				
観測日数 No. of days in observation period	1月 Jan	2月 Feb	3月 Mar	4月 Apr	5月 May	6月 Jun	7月 Jul	8月 Aug	9月 Sep	10月 Oct	11月 Nov	12月 Dec	Total			
Bambusicoala thoracicus ♀	2	9	30	107	94	87	41	15	13	10	7	11	426	12	10	R
Syrmatius soemmerringii	1	0	3	3	4	0	0	0	1	2	0	2	16	7	9	W
Phasianus colchicus	1	8	28	157	194	123	16	2	1	8	7	3	548	12	10	R
Cygnus bewickii	27	11	4	6	0	0	0	0	0	5	35	17	105	7	9	W
Cygnus cygnus	19	27	13	7	0	0	0	0	0	1	1	10	78	7	8	W
Aix galericulata	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	4	1	2	A
Anas platyrhynchos	0	1	0	1	0	0	0	0	0	2	0	0	4	3	3	A
Anas zonorhyncha	1	5	4	67	156	109	11	8	15	26	16	11	429	12	10	R
Anas acuta	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	1	A
Anas crecca	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	3	1	7	3	5	I
Tachybanus ruficollis	0	1	1	8	49	76	42	14	10	14	6	0	221	10	9	R
Sreptopelia orientalis	238	236	244	253	251	248	255	253	249	253	248	233	2,961	12	10	R
Treron sieboldii	0	0	0	1	3	1	0	0	1	3	0	0	9	5	6	I
Phalacrocorax carbo	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1	1	A
Gorsachius gotsagi	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	3	1	1	A
Nycticorax nycticorax	0	0	0	1	0	0	1	1	0	0	1	0	4	4	3	I
Butorides striata	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	1	A
Ardea cinerea	2	0	0	0	0	1	0	0	2	1	1	1	8	6	3	I
Ardea alba	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	A
Egretta garzetta	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	A
Herococcyx hyperythrus	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	4	1	2	A
Cuculus poliocephalus	0	0	0	0	97	245	230	44	1	0	0	0	616	4	10	S
Cuculus optatus	0	0	0	2	35	4	0	1	0	0	0	0	42	4	8	P
Cuculus canorus	0	0	0	0	22	107	51	1	0	0	0	0	181	4	10	S
Caprimulgus indicus	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	1	P
Apus pacificus	0	0	0	2	5	0	1	0	1	0	0	0	9	4	3	I
Milvus migrans	227	232	239	253	246	241	242	234	230	237	237	227	2,845	12	10	R
Accipiter gularis	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	A
Accipiter nisus	19	17	24	12	4	3	2	5	5	6	5	6	108	12	10	R
Accipiter gentilis	76	126	141	183	114	107	92	68	50	64	70	73	1,164	12	10	R
Butastur indicus	0	0	0	7	7	4	8	0	0	0	0	0	26	4	6	I
Buteo buteo	51	40	73	41	24	18	6	5	7	14	14	39	332	12	10	R
Six urdensis	2	0	7	4	6	12	3	1	1	0	2	0	38	9	10	R
Halcyon coronanda	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1	1	A
Alcedo atthis	2	1	5	56	186	188	184	77	105	95	55	11	965	12	10	R
Megascyle lugubris	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	2	2	2	A
Dendrocopos kizuki	233	237	246	256	254	235	247	189	214	248	249	227	2,835	12	10	R
Dendrocopos leucotos	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1	1	A
Dendrocopos major	75	115	73	24	4	2	3	1	49	173	116	89	724	12	10	R
Picus avokera	178	192	211	237	223	174	138	159	205	245	214	166	2,342	12	10	R
Falco tinnunculus	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	2	2	2	A
Falco peregrinus	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	2	2	2	A
Pterococcyus diariacus	0	0	0	7	31	2	0	3	1	0	1	0	45	6	9	P
Terpsiphone atrocaudara	0	0	0	0	152	255	233	54	10	0	0	0	704	5	10	S
Lanius bucephalus	69	60	23	22	13	7	2	5	50	203	158	82	694	12	10	R
Garrulus glandarius	18	29	24	96	40	7	0	2	35	150	93	28	522	11	10	R
Cyanopica cyanus	1	2	1	9	1	2	3	10	8	1	1	0	40	12	8	R
Cornus corone	240	241	248	257	262	256	265	263	255	264	256	236	3,043	12	10	R
Corvus macrorhynchos	238	241	248	258	262	256	265	262	257	264	257	236	3,044	12	10	R
Regulus regulus	40	45	18	6	1	0	0	0	0	1	4	27	142	8	9	W
Poecile montanus	0	0	0	1	2	0	0	0	0	0	1	1	5	4	3	I
Poecile varius	241	242	248	258	263	256	264	255	257	264	257	236	3,041	12	10	R
Periparus ater	29	48	46	48	7	0	1	0	0	15	14	24	232	9	9	W

付表 1. つづき.

Appendix 1. continued.

種名 Species	観察日数 No. of days in observation period												合計 Total	出現した月数 No. of months when species recorded	出現した年数 No. of years when species recorded	生息区分 *1 Migratory habits
	1月 Jan	2月 Feb	3月 Mar	4月 Apr	5月 May	6月 Jun	7月 Jul	8月 Aug	9月 Sep	10月 Oct	11月 Nov	12月 Dec				
シジュウカラ	241	242	248	258	263	256	264	256	255	262	256	234	3,035	12	10	R
ヒバ	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	A
ツバメ	0	0	2	71	195	207	209	173	48	1	0	0	906	8	10	S
Delichon dasypus	0	0	0	22	43	48	21	8	0	1	0	0	143	6	10	P
Hypsipetes amaurotis	240	242	248	258	262	256	265	261	256	263	256	235	3,042	12	10	R
Cettia diphone	11	34	165	251	254	247	240	107	27	94	70	37	1,537	12	10	R
ウグイス	0	0	0	66	213	205	141	5	1	0	1	0	632	7	10	S
ヤブサメ	233	234	247	253	244	220	210	120	197	248	245	229	2,680	12	10	R
エナガ	0	0	0	2	12	4	0	0	0	0	0	0	18	3	6	I
Aegithalos caudatus	0	0	0	7	25	2	0	0	0	1	0	0	35	4	10	P
メボソムシクイ	0	0	0	78	177	44	3	2	2	0	0	0	306	6	10	S
Phylloscopus borealoides	0	0	0	235	260	243	256	240	243	243	158	80	2,495	12	10	R
センダイムシクイ	150	186	201	0	0	0	1	0	0	0	0	0	2	2	2	A
オオヨシキリ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1	1	A
Acrocephalus orientalis	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1	1	A
Bombus garrulus	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	1	1	1	A
Bombus japonica	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	A
Sitta europaea	34	31	28	10	0	0	0	0	1	27	51	38	220	8	4	I
Troglodytes troglodytes	58	59	34	12	1	0	0	0	0	1	6	65	236	8	10	W
Garrulus canorus	60	97	183	224	245	246	222	178	145	202	189	104	2,095	12	10	R
ムクドリ	0	2	0	8	15	6	24	12	6	1	8	0	82	9	9	R
Spodiopsar cinereus	0	0	0	0	0	1	9	2	0	0	0	0	12	3	3	I
Agropsar philippensis	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	5	5	138	10	10	R
Zoothera dauma	64	45	4	7	5	1	1	0	0	0	0	0	209	5	10	S
Turdus cardis	0	0	0	26	102	67	11	3	0	0	0	0	671	7	10	W
Turdus palidus	130	184	171	129	11	0	0	0	0	0	0	4	42	7	10	W
Turdus chrysolan	1	2	3	84	37	19	1	0	0	0	0	0	147	7	10	P
Turdus naumanni	149	194	205	216	34	0	0	0	0	1	41	82	922	8	10	W
Luscinia sibilatrix	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	A
Tarsiger cyanurus	151	148	72	20	0	0	0	0	0	0	48	129	578	7	10	W
Phoenicurus phoenicurus	109	94	44	7	0	0	0	0	1	67	201	136	659	8	10	W
Muscicapa dauarica	0	0	0	5	29	7	0	0	1	3	0	0	45	5	9	S
Ficedula narensina	0	1	0	59	261	249	193	38	4	3	0	0	808	8	10	S
Cyanopitta cyanomelana	0	0	0	47	135	73	25	5	2	0	0	0	287	6	10	S
Prunella rubra	0	1	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	3	2	2	A
Passer montanus	59	73	41	93	162	229	244	242	160	94	47	39	1,483	12	10	R
Monticola cinerea	16	6	6	28	20	23	152	184	212	187	186	126	1,146	12	10	R
Monticola alba	12	7	7	13	16	25	34	32	27	14	7	39	233	12	10	R
Monticola grandis	11	2	3	4	6	8	1	8	17	27	26	11	124	12	10	R
Anthus hodgsoni	29	33	13	12	14	0	0	0	0	12	12	19	144	8	10	W
Fringilla montifringilla	78	109	118	71	2	0	0	0	0	0	4	7	389	7	10	W
Chloris sinica	241	242	248	256	256	229	202	136	88	122	196	201	2,417	12	10	R
Carduelis spinus	107	115	99	78	17	0	0	0	0	7	39	74	536	8	10	W
Uragus sibiricus	10	22	3	5	0	0	0	0	0	0	2	11	53	6	9	W
Loxia curvirostra	0	0	1	3	0	0	0	0	0	0	0	0	4	3	1	I
Pyrrhula pyrrhula	37	72	64	45	4	0	0	0	0	1	3	27	253	8	10	W
Coccothraustes coccothraustes	237	241	248	255	92	0	0	0	0	21	130	200	1,424	8	10	W
Eophona personata	4	6	0	16	26	21	6	6	27	25	0	2	139	10	10	R
Emberiza cioides	111	128	167	195	212	200	201	140	117	118	141	154	1,884	12	10	R
Emberiza rutila	176	159	127	92	2	0	0	0	0	13	69	102	740	8	10	W
Emberiza elegans	32	18	14	5	0	0	0	0	0	0	2	3	95	6	9	I
Emberiza sspodocphala	9	18	8	35	27	1	0	0	0	2	8	6	114	9	10	W
Emberiza variabilis	10	12	3	16	53	0	0	0	0	4	6	0	104	7	9	W

*1 R:留鳥 Residents, S:夏鳥 Summer breeders, W:越冬種 Winter visitors, P:渡り鳥 Passage visitors I:不定期飛来種 Irregular visitors A:偶発的飛来種 Accidental visitors