

Report (報告)

2012～2015年に福島県で行われた
繁殖鳥モニタリング調査の結果報告

千田万里子^{1,*}・仲村 昇¹・尾崎 清明¹

Annual Report of the Monitoring Avian Productivity and Survivorship
(MAPS) Program in Fukushima, Japan (2012–2015)

Mariko Senda^{1,*}, Noboru Nakamura¹ and Kiyooki Ozaki¹

Abstract. From 2012–2015 we conducted a Monitoring Avian Productivity and Survivorship (MAPS) program in Fukushima, Japan, using constant-effort mist netting and banding. Analysis of preliminary results, including adult abundance index, productivity index, and estimated adult survival rate, from four years of data showed no trend of increase or decrease. Continuous research for five to ten or more consecutive years is necessary in order to obtain reliable trends of productivity indices and estimated survival rates. Our results suggest that it is important to consider anthropogenic disturbances when study sites are chosen. To more-accurately analyze bird populations and dynamic parameters it is necessary to revise the JP MAPS protocol to include data from more study sites.

Key words: Constant-effort mist netting and banding, Population dynamics, Productivity index, Survival rate.

キーワード: 定量的標識調査, 個体群動態, 生産性指標, 生存率.

はじめに

欧米では、多数の定点で繁殖期に捕獲した鳥類を標識して放鳥する調査を繰り返し、新規捕獲個体および既に標識された個体の捕獲率から対象種の個体群動態の変動をモニタリングする広域調査が盛んである。例えばヨーロッパでは、1981年から開始された英国のConstant Effort Site ringing (CES調査: Baillie *et al.* 1986, Peach *et al.* 1996) を筆頭に15か国以上で実施されている (Robinson *et al.* 2009)。またアメリカとカナダでは、チェルノブイリの原発事故を契機に、1989年からMonitoring Avian Productivity and Survivorship (MAPS調査: DeSante *et al.* 2004, Burton & DeSante 2004) が実施されている。アジアでは台湾で2009年からMonitoring Avian

Received 28 December 2015.

¹ 公益財団法人山階鳥類研究所保全研究室, 〒270-1145 千葉県我孫子市高野山115.

* 責任著者. E-mail: senda@yamashina.or.jp

¹ Division of Avian Conservation, Yamashina Institute for Ornithology, 115 Konoyama, Abiko, Chiba 270-1145, Japan.

* Corresponding author. E-mail: senda@yamashina.or.jp

Productivity and Survivorship program (MAPS Taiwan: Lin 2012) が実施されている。これらの調査は、同一地点でのかすみ網を使用した標識調査を、鳥類の繁殖期に統一した条件のもとで繰り返し実施するものである。各地点における個体数の変動に加え、一般的なセンサス調査では得ることが難しい生産性、成鳥の生存率などの指標が得られることから、多数の地点で実施することにより、鳥類の個体群動態の広域的な把握とその要因の考察が可能となる。

一方、環境省の委託事業として山階鳥類研究所が実施してきたこれまでの日本の鳥類標識調査は、鳥類の移動や寿命の解明を主目的として開始されたこともあって、必ずしも個体群動態を解析するのに適した調査設計とはなっていなかった。しかし、2011年の福島第一原子力発電所の事故で放射性物質が拡散して以降、野生鳥類の個体群に与える影響について、国内外から注目が集まるようになった(石田 2012, Møller *et al.* 2012)。これらの理由により、日本国内における長期的な鳥類個体群モニタリング体制の構築が急務だと考えられた。

そこで山階鳥類研究所では、以下を主な目的として、福島県内および全国において繁殖期のモニタリングとして行う標識調査を2012年から開始した; 1) 鳥類の捕獲数の変化を長期的に(最低5年、可能であれば10年以上)把握する、2) 統一した調査手法を用いて捕獲された成鳥及び幼鳥の個体数と比率から、各年の成鳥の個体群サイズと生産性(productivity)に関する指標を得る、3) 成鳥の標識再捕獲データから、各年の成鳥生存率、成鳥数に占める留鳥の割合、成鳥個体群への新規加入率、個体群成長率を推定する。

成鳥の捕獲確率、年生存率、個体群サイズの推定には3年分、成鳥個体群への新規移入率の推定には4年分のデータが必要であるとされている(Pollock *et al.* 1990)。また、気象条件等による年変動を考慮すると、繁殖モニタリングのデータ解析には5年以上のデータ蓄積が望ましいとされる(DeSante *et al.* 2011)。2011年の事故後に実施された鳥類個体群モニタリング結果の速やかな公表という社会的ニーズに応えるため、本報告では福島県内における4年間の調査の進捗結果を中心に述べる。なお、成鳥の標識再捕獲データの蓄積が十分ではないため、本報告では上述したモニタリングの目的のうち、鳥類の捕獲数・成鳥の個体群サイズと生産性・成鳥生存率のみを扱うこととする。

方 法

1) 現地調査

繁殖期の捕獲調査は、繁殖活動に悪影響を与えかねないため、渡り時期や越冬期よりも慎重に行う必要がある。日本では繁殖鳥モニタリング調査を想定したマニュアルが未整備であったため、北米のMAPS調査マニュアル(DeSante *et al.* 2011)を元に作成された日本版繁殖鳥モニタリングマニュアル(付表1)に基づき捕獲調査を計画した。

放射線量等分布マップ拡大サイト(文部科学省 2011)によると、福島第一原子力発電所から北西方向に放射線物質の汚染が広がっていたため、発電所から20 km圏(2012年4月時点で立ち入りが規制されていた)の外側かつ北西方向に調査地を設定した。地理院地図の空中写真(国土院 2012)も参考にしながら、周辺500 m四方の地域が5年以上(できれば10年以上)、開発などの人為的環境変化が行われないと予想される場所(付表1)として、過去に標識調査の実績があった福島市中心部の阿武隈川河川敷(以下、福島市)、原子力発電所から25 kmの距離にある南相馬市東部の新田川河川敷(以下、南相馬市)、相馬郡飯館村南部の高

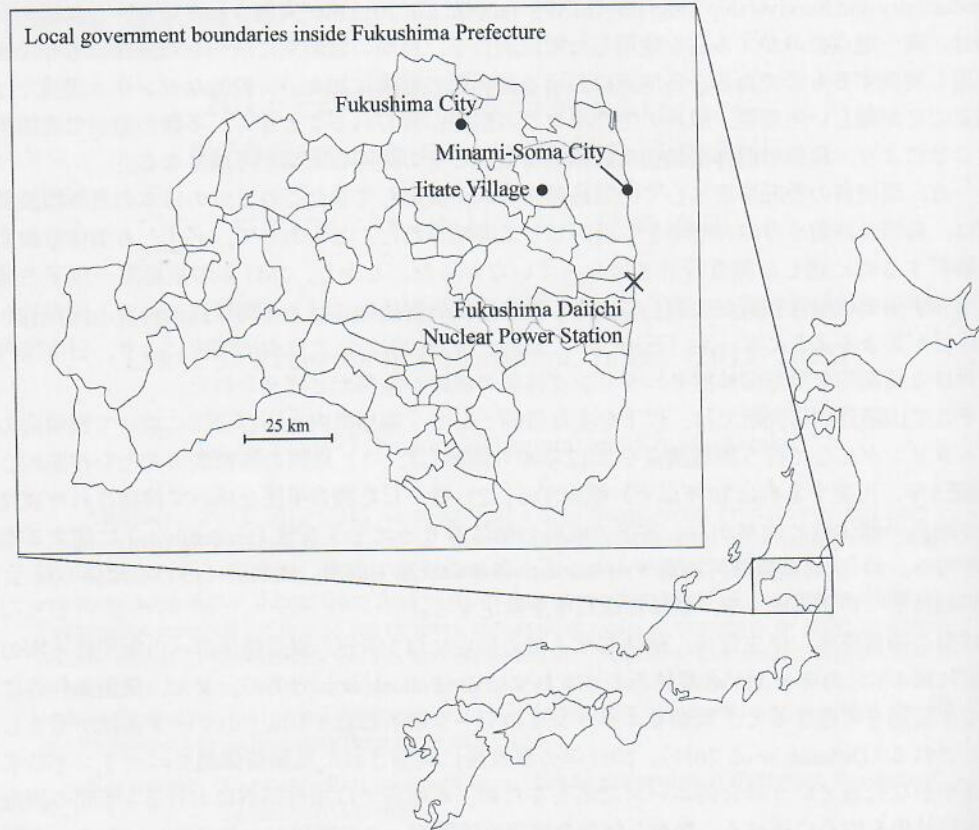


図1. 調査地点位置図.

Fig. 1. Map of study sites in Fukushima Prefecture.

圧送電線下の伐開地（以下、飯館村）の3か所を選定した（図1）。日本版繁殖モニタリングマニュアルによると、調査時期は5月1日から8月28日までであり、その期間を10日ずつの期間に区切ったものが1~12期とされている（付表1）。福島県内での捕獲調査は、福島県を含む東北地方において対象種の大半が縄張りを形成しており、かつそれらの種の北方への渡り個体の通過が終了したと判断された第3期（5月21日~30日）から開始し、第10期（7月30日~8月8日）まで継続した。また、日本国内における最適な調査終了時期を検討するため、第11期（8月9日~8月18日）または第12期（8月19日~8月28日）にも追加調査を実施した。全ての調査地で、網はHTX（30 mmメッシュ×12 m×4柵）を使用した。福島市と南相馬市では3枚の網を約50 m離れて平行に4列設置し、計12枚で捕獲を実施した。南相馬市では2012年第4期以降にさらに1列を追加し、計15枚で捕獲を実施した。飯館村では連続した10枚の網で捕獲を実施した。2012年第11期以降は約25 m離れた箇所に連続した5枚の網を追加で設置し、計15枚で捕獲を実施した。各期に1日ずつ、現地の日の出時刻から（日の出時刻が04:00以前の日は04:00から）開網し、6時間後に閉網した。網は地上からの高さがおおよそ0.5~2.5 mにな

るよう展開した。ただし、飯館村では調査地周辺の立ち入り規制の影響で、2013年第3期調査が欠測となった。各調査地点の概要を付表2に示す。

捕獲された全ての鳥（足が十分に成長していないキジ *Phasianus colchicus* の雛を除く）は、個別番号が刻印された環境省発行の金属リングが装着され、速やかに放鳥された。年齢（成鳥：1歳以上の個体，幼鳥：1歳未満の個体）および性別は、羽色，尾羽先端の形状，抱卵斑の有無，総排泄口の突出，虹彩の色，口内の特徴，換羽状況及び頭骨の骨化状態から区別した（付表1）。

2) データ集計

成鳥の個体数の指標として、600網時間（1繁殖期の調査努力量の目安として10枚×6時間×10期）あたりの成鳥捕獲個体数を1年毎に算出した（DeSante *et al.* 1993, DeSante & Burton 1994）。生産性を示す指標として、捕獲した成鳥1個体あたりの幼鳥捕獲個体数を1年毎に算出した。

本調査において、対象種の成鳥標識個体が翌年に再捕獲される確率（帰還率）は、翌年まで生存する確率（年生存率）に、捕獲されやすさ（捕獲確率）を乗じたものと仮定した（DeSante *et al.* 1993）。そのため、対象種の成鳥の年生存率は、帰還率を捕獲確率で割ることで推定した。帰還率は、ある年に捕獲された成鳥のうち、翌年に再捕獲された個体の割合として種ごとに算出した。本報告ではn年の捕獲確率を、n-1年の捕獲個体のうちn年以降の再捕獲記録からn年の生存が確認できた個体の数を分母、n-1年の捕獲個体のうちn年に再捕獲された個体の数を分子として、種ごとに算出した。

結 果

1) 4年間の新規捕獲個体数・再捕獲個体数

各調査地点における、2012年から2015年の新規捕獲個体数一覧を表1に、2013年から2015年の再捕獲個体数一覧を表2にそれぞれ示した。4年間で福島市では20種、650個体、南相馬市では17種、723個体、飯館村では25種、619個体が捕獲された。また、前年以前に捕獲された個体が、福島市では4種のべ51個体、南相馬市では3種のべ67個体、飯館村では10種のべ44個体再捕獲された。

2) 成鳥個体数指標、生産性指標および捕獲確率、帰還率、年生存率の推定値

各調査地点における、2012年から2015年の成鳥個体数指標および生産性指標を表3、4と5に、成鳥の捕獲確率、帰還率、年生存率の推定値を表6に示した。

北米のMAPS調査において、近年の解析では、国内の成鳥個体数指標、生産性指標の年間比較対象を、「2か所以上の調査地で成鳥が捕獲されており、かついずれの年でも年齢識別が可能な個体が計50羽以上捕獲されている種」、成鳥年生存率の推定対象を、「1) 全国で1年あたり2.5羽以上の成鳥が捕獲され、2) 年をまたいだ成鳥の再捕獲が調査期間全体で2例以上記録され、3) 捕獲確率および年生存率が1または0以外の値をとる種」に、それぞれ限定している（DeSante & Kaschube 2009）。北米のMAPS調査に準拠した場合、成鳥個体数と生産性指標の年間比較対象には、ウグイス *Cettia diphone*、オオヨシキリ *Acrocephalus orientalis* の2種（表

表1. 続き.
Table 1. Continued.

種名 Scientific name	福島市 Fukushima City					南相馬市 Minami-Soma City					飯館村 Iitate Village					
	2012	2013	2014	2015	2012	2013	2014	2015	2012	2013	2014	2015	2012	2013	2014	2015
ミソサザイ <i>Troglodytes troglodytes</i>																
コムクドリ <i>Agropsar philippensis</i>			1	29										1		
トラツグミ <i>Zoothera dauma</i>													1			
クロツグミ <i>Turdus cardis</i>													3	4	9	10
ノゴマ <i>Luscinia calliope</i>																
コサメビタキ <i>Muscicapa dauurica</i>						1	2									
キビタキ <i>Ficedula nareissina</i>						1							1			
オオルリ <i>Cyanopitta cyanomelana</i>													1	8	9	22
スズメ <i>Passer montanus</i>	5			1	9	5	9	19						2		3
ハクセキレイ <i>Motacilla alba</i>		1														
セグロセキレイ <i>Motacilla grandis</i>																
カワラヒワ <i>Chloris sinica</i>	16		12	6	6	3	22	44				1				
イカル <i>Eophona personata</i>																
ホオジロ <i>Emberiza cioides</i>	1	2		2	5	4	8	14					2	2	3	1
ホオアカ <i>Emberiza ficata</i>																
アオジ <i>Emberiza spodocephala</i>																
ガビチョウ <i>Garrulax canorus</i>	1	1		4												
総捕獲個体数 Total number of captured individuals	196	168	129	157	140	130	206	247	102	150	202	165	3	2	2	2
総捕獲種数 Total number of captured species	10	12	10	14	9	11	12	14	12	21	16	16	12	21	16	16

表2. 新規捕獲後1年以上経過して再捕獲された個体数(成鳥および幼鳥)一覧. 複数年に渡り再捕獲された個体を含む. 調査地・調査年ごとの努力量は一定ではない.

Table 2. Number of adult and juvenile individuals recaptured in later years during MAPS operation in 2013–2015. Individuals recaptured in multiple years are included. Mist net effort varied among years and sites.

種名 Scientific name	福島市 Fukushima City			南相馬市 Minami-Soma City			飯館村 Iitate Village		
	2013	2014	2015	2013	2014	2015	2013	2014	2015
	モズ <i>Lanius bucephalus</i>	1							
コガラ <i>Poecile montanus</i>							1	1	
ヤマガラ <i>Poecile varius</i>							2		
ヒガラ <i>Periparus ater</i>									1
シジュウカラ <i>Parus minor</i>							1		
ウグイス <i>Cettia diphone</i>		1	1	1	2	4	7	8	4
ヤブサメ <i>Urosphena squameiceps</i>							1	1	
エナガ <i>Aegithalos caudatus</i>								3	4
メジロ <i>Zosterops japonicus</i>							2	3	1
オオヨシキリ <i>Acrocephalus orientalis</i>	15	20	12	11	19	29			
キビタキ <i>Ficedula narcissina</i>								1	1
スズメ <i>Passer montanus</i>						1			
ホオジロ <i>Emberiza cioides</i>								1	1
ガビチョウ <i>Garrulax canorus</i>		1							
総再捕獲個体数 Total number of recaptured individuals	16	22	13	12	21	34	10	21	13
総再捕獲種数 Total number of recaptured species	2	3	2	2	2	3	3	9	7

1) が該当した。成鳥年生存率の推定対象には、オオヨシキリのみが該当した(表6)。これらを除く種は捕獲数がわずかであり、現状では指標および推定値の評価が難しかったため、参考値として表に含めた。成鳥年生存率の推定値は、福島市および南相馬市のオオヨシキリを除くと、捕獲確率が0となったために算出不可能、あるいは捕獲確率が1となったために適切な推定ができなかった(表6)。

表3. 福島市の成鳥個体数指標および生産性指標. +++++は成鳥の捕獲がなかったために生産性指標が算出できなかったことを示す.

Table 3. The number of adult individuals captured per 600 net hours and the productivity index (number of young/number of adults) in Fukushima City. +++++ indicates the index undefined because no adults were captured.

種名 Scientific name	成鳥個体数指標 Number of adult individuals captured per 600 net hours				生産性指標 Productivity index			
	2012	2013	2014	2015	2012	2013	2014	2015
	キジバト <i>Streptopelia orientalis</i>	0	0.9	0	0	+++++	0	+++++
ホトトギス <i>Cuculus poliocephalus</i>	0	0	0	0.9	+++++	+++++	+++++	0
カワセミ <i>Alcedo atthis</i>	0.9	0.9	3.9	2.8	0	3	0.5	0.3
サンコウチョウ <i>Terpsiphone atrocaudata</i>	0	0	0	0	+++++	+++++	+++++	+++++
モズ <i>Lanius bucephalus</i>	5.6	10.5	5.9	7.3	2.7	0.9	1.8	1.1
オナガ <i>Cyanopica cyanus</i>	0.9	0.9	0	0	1	0	+++++	+++++
シジュウカラ <i>Parus minor</i>	0	0	1	0	+++++	+++++	0	+++++
ツバメ <i>Hirundo rustica</i>	0	0.9	0	1.8	+++++	0	+++++	1
ヒヨドリ <i>Hypsipetes amaurotis</i>	0	0	1	0.9	+++++	+++++	0	0
ウグイス <i>Cettia diphone</i>	1.9	1.7	2.9	4.6	0.5	0.5	0.3	0.2
メボソムシクイ <i>Phylloscopus xanthodryas</i>	0	0	0	0	+++++	+++++	+++++	+++++
センダイムシクイ <i>Phylloscopus coronatus</i>	0	0	0	0	+++++	+++++	+++++	+++++
シマセンニュウ <i>Locustella ochotensis</i>	0	0	1	0.9	+++++	+++++	0	0
オオヨシキリ <i>Acrocephalus orientalis</i>	80.6	83.1	90.2	52.3	0.6	0.5	0.2	0.6
コムクドリ <i>Agropsar philippensis</i>	0	0	1	0.9	+++++	+++++	0	28
スズメ <i>Passer montanus</i>	1.9	0	0	0.9	1.5	+++++	+++++	0
ハクセキレイ <i>Motacilla alba</i>	0	0.9	0	0	+++++	0	+++++	+++++
カワラヒワ <i>Chloris sinica</i>	9.3	0	6.9	0.9	0.6	+++++	0.7	5
ホオジロ <i>Emberiza cioides</i>	0.9	0.9	0	0	0	1	+++++	+++++
ガビチョウ <i>Garrulax canorus</i>	0.9	0.9	1	1.8	0	0	0	1

表4. 南相馬市の成鳥個体数指標および生産性指標. +++++は成鳥の捕獲がなかったために生産性指標が算出できなかったことを示す.

Table 4. The number of adult individuals captured per 600 net hours and the productivity index (number of young/number of adults) in Minami-Soma City. +++++ indicates the index undefined because no adults were captured.

種名 Scientific name	成鳥個体数指標 Number of adult individuals captured per 600 net hours				生産性指標 Productivity index			
	2012	2013	2014	2015	2012	2013	2014	2015
ヨシゴイ <i>Ixobrychus sinensis</i>	0	0	0.8	0.7	++++	++++	0	0
カワセミ <i>Alcedo atthis</i>	0	0	0	1.5	++++	++++	++++	0
モズ <i>Lanius bucephalus</i>	0	1.4	0	1.5	++++	0	++++	0.5
ツバメ <i>Hirundo rustica</i>	0.8	0	0	0.7	2	++++	++++	0
ウグイス <i>Cettia diphone</i>	8.5	6.8	8.4	8.9	0.8	1.4	2.3	2.5
オオセッカ <i>Locustella pryeri</i>	0	0	0	0.7	++++	++++	++++	0
オオヨシキリ <i>Acrocephalus orientalis</i>	54.1	46.1	52	77.8	0.2	0.4	1.1	0.4
コヨシキリ <i>Acrocephalus bistrigiceps</i>	0.8	0.7	0.8	0.7	0	0	0	1
セッカ <i>Cisticola juncidis</i>	4.6	0.7	0.8	0	0.7	1	1	++++
ノゴマ <i>Luscinia calliope</i>	0	0.7	1.5	0	++++	0	++++	++++
キビタキ <i>Ficedula narcissina</i>	0	0.7	0	0	++++	0	++++	++++
スズメ <i>Passer montanus</i>	6.2	2.7	3.1	7.4	0.1	0.3	1.3	1
セグロセキレイ <i>Motacilla grandis</i>	0	0	0	0	++++	++++	++++	++++
カワラヒワ <i>Chloris sinica</i>	3.9	0.7	3.8	8.9	0.2	2	3.4	2.7
ホオジロ <i>Emberiza cioides</i>	0	0	0	0	++++	++++	++++	++++
ホオアカ <i>Emberiza fucata</i>	1.5	0.7	3.1	4.4	1.5	3	1	1.3
アオジ <i>Emberiza spodocephala</i>	0	0	0.8	0	++++	++++	0	++++

3) モニタリング体制構築に向けた課題

後述する環境変化の影響を受けた可能性がある事例を除くと、主要捕獲種の成鳥個体数指標、生産性指標および成鳥年生存率の推定値は、どの調査地でも、一貫して上昇または低下傾

表5. 飯館村の成鳥個体数指標および生産性指標. ++++は成鳥の捕獲がなかったために生産性指標が算出できなかったことを示す.

Table 5. The number of adult individuals captured per 600 net hours and the productivity index (number of young/number of adults) in Iitate Village. ++++ indicates the index undefined because no adults were captured.

種名 Scientific name	成鳥個体数指標 Number of adult individuals captured per 600 net hours				生産性指標 Productivity index			
	2012	2013	2014	2015	2012	2013	2014	2015
コゲラ <i>Dendrocopos kizuki</i>	0	0	0.7	0.8	++++	++++	0	1
アカゲラ <i>Dendrocopos major</i>	0	0	0	0	++++	++++	++++	++++
サンコウチョウ <i>Terpsiphone atrocaudata</i>	0	1.5	0	0	++++	0.5	++++	++++
カケス <i>Garrulus glandarius</i>	0	0.7	0.7	0	++++	0	0	++++
コガラ <i>Poecile montanus</i>	3.1	2.2	2.2	3.1	0	1	0.7	1.5
ヤマガラ <i>Poecile varius</i>	0	2.2	4.4	2.4	++++	0.7	0.5	1
ヒガラ <i>Periparus ater</i>	0	1.5	0	2.4	++++	0.5	++++	0.3
シジュウカラ <i>Parus minor</i>	3.1	0.7	3	3.1	0.7	6	0.8	2.8
ヒヨドリ <i>Hypsipetes amaurotis</i>	1	0	1.5	0	0	++++	0.5	++++
ウグイス <i>Cettia diphone</i>	28.5	17.1	26.7	17.3	0.9	0.9	0.6	0.6
ヤブサメ <i>Urosphena squameiceps</i>	3.1	3	5.2	2.4	0	0.3	0.1	0.7
エナガ <i>Aegithalos caudatus</i>	10.2	5.2	13.3	4.7	0	0.7	0.8	2.5
オオムシクイ <i>Phylloscopus examinandus</i>	0	0	1.5	0	++++	++++	0	++++
センダイムシクイ <i>Phylloscopus coronatus</i>	1	1.5	3	3.9	0	0	0.8	0.4
メジロ <i>Zosterops japonicus</i>	11.2	14.1	21.5	6.3	0.8	1.6	1.2	2.9
ミソサザイ <i>Troglodytes troglodytes</i>	0	0	0	0	++++	++++	++++	++++
トラツグミ <i>Zoothera dauma</i>	1	0.7	0	0	0	0	++++	++++
クロツグミ <i>Turdus cardis</i>	0	2.2	5.2	4.7	++++	0.3	0.3	0.7
コサメビタキ <i>Muscicapa dauurica</i>	0	0.7	0	0	++++	0	++++	++++
キビタキ <i>Ficedula narcissina</i>	0	1.5	3.7	7.8	++++	3	1	1.3
オオルリ <i>Cyanoptila cyanomelana</i>	0	0	0	0	++++	++++	++++	++++
カワラヒワ <i>Chloris sinica</i>	0	0.7	0	0	++++	0	++++	++++
イカル <i>Eophona personata</i>	0	0	0	0.8	++++	++++	++++	0
ホオジロ <i>Emberiza cioides</i>	2	0.7	2.2	0.8	0	1	0.3	1
ガビチョウ <i>Garrulax canorus</i>	0	2.2	1.5	0.8	++++	0	0	1

表6. 成鳥の総捕獲数 (2012-2015), 年をまたいだ成鳥の総再捕獲記録数 (2013-2015), 捕獲確率 (n-1年の捕獲個体のうちn年以降の再捕獲記録からn年の生存が確認できた個体の数を分母, n-1年の捕獲個体のうちn年に再捕獲された個体の数を分子として算出), 帰還率 (捕獲された成鳥のうち, 翌年に再捕獲された個体の割合) および成鳥年生存率の推定値 (帰還率を捕獲確率で割った値). 総捕獲数, 総再捕獲記録数は3地点の総和である. 3年間で1度も成鳥が再捕獲されなかった種は省略した.

Table 6. Total number of year-unique individuals captured in 2012-2015, total number of return (captured in any year other than the year during which it was initially captured) records in 2013-2015, the capture probability (number of individuals captured in year n-1 and recaptured in year n/number of individuals captured in year n-1, recaptured in later years and defined as alive in year n), return rate (number of individuals recaptured during the second year/number of individuals captured during the first year), and estimates of survival rate (return rate/capture probability) of adults. Total numbers of year-unique individuals captured and return records are pooled for three sites. Only species for which at least one individual adult bird was recaptured during the three years are included.

種名 Scientific name	調査地 Study site	総捕獲数 Total number of year-unique individuals captured	総再捕獲記録数 Total number of return records		捕獲確率 Capture probability				帰還率 Return rate			年生存率 Survival rate		
			2013	2014	2013	2014	2012-2013	2013-2014	2014-2015	2012-2013	2013-2014	2014-2015	2012-2013	2013-2014
モズ <i>Lanius bucephalus</i>	福島市 Fukushima City	35	1 (1/1)	— (0/0)	0.20 (1/5)	0 (0/12)	0 (0/6)	0.2	—	—	—	—	—	—
コガラ <i>Poecile montanus</i>	飯沼村 Iitate Village	13	— (0/0)	1 (1/1)	0 (0/3)	0.33 (1/3)	0.33 (1/3)	—	—	—	—	—	—	0.33
ヤマガラ <i>Poecile varius</i>	飯沼村 Iitate Village	12	— (0/0)	1 (1/1)	— (0/0)	0.33 (1/3)	0 (0/6)	—	—	—	—	—	—	0.33
ヒガラ <i>Periparus ater</i>	飯沼村 Iitate Village	5	— (0/0)	0 (0/1)	— (0/0)	— (0/0)	— (0/0)	—	—	—	—	—	—	—
シジュウカラ <i>Parus minor</i>	飯沼村 Iitate Village	13	— (0/0)	1 (1/1)	0 (0/3)	1.00 (1/1)	0 (0/4)	—	—	—	—	—	—	1
ウグイス <i>Cettia diphone</i>	飯沼村 Iitate Village	165	— (0/0)	1 (1/1)	0 (0/2)	0.50 (1/2)	0.33 (1/3)	—	—	—	—	—	—	0.5
	福島市 Fukushima City		1 (1/1)	1 (1/1)	0.09 (1/11)	0.10 (1/10)	0.09 (1/11)	0.09	0.1					0.1
	南相馬市 Minami-Soma City		1 (5/5)	1 (4/4)	0.18 (5/28)	0.17 (4/23)	0.11 (4/36)	0.18	0.17					0.17
	飯沼村 Iitate Village		1 (1/1)	1 (1/1)	0.33 (1/3)	0.25 (1/4)	0 (0/7)	0.33	0.25					0.25
ヤブサメ <i>Urospheca squameiceps</i>	飯沼村 Iitate Village	17	— (0/0)	1 (1/1)	0 (0/10)	0.14 (1/7)	0 (0/17)	—	—	—	—	—	—	0.14
エナガ <i>Aegithalos canadensis</i>	飯沼村 Iitate Village	40	— (0/0)	1 (3/3)	0.18 (2/11)	0.16 (3/19)	0.03 (1/29)	0.18	0.16					0.16
メシロ <i>Zosterops japonicus</i>	飯沼村 Iitate Village	67	1 (2/2)	1 (3/3)	0.14 (12/86)	0.11 (10/95)	0.08 (7/92)	0.20	0.14					0.14
オオヨシキリ <i>Acrocephalus orientalis</i>	飯沼村 Iitate Village	641	0.71 (12/17)	0.77 (10/13)	0.16 (11/70)	0.19 (13/68)	0.29 (20/68)	0.20	0.14					0.25
	福島市 Fukushima City		0.79 (11/14)	0.76 (13/17)										
	南相馬市 Minami-Soma City		— (0/0)	— (0/0)	0 (0/8)	0 (0/4)	0.25 (1/4)	—	—	—	—	—	—	—
スズメ <i>Passer montanus</i>	南相馬市 Minami-Soma City	29	— (0/0)	— (0/0)	0 (0/2)	0 (0/1)	0.33 (1/3)	—	—	—	—	—	—	—
ホオジロ <i>Emberiza cioides</i>	飯沼村 Iitate Village	9	0 (0/1)	— (0/0)	— (0/0)	— (0/0)	— (0/0)	—	—	—	—	—	—	—
カビチョウ <i>Garrulus canorus</i>	飯沼村 Iitate Village	11	— (0/0)	1 (1/1)	0 (0/1)	1.00 (1/1)	0 (0/1)	—	—	—	—	—	—	1
	福島市 Fukushima City		— (0/0)	— (0/0)	— (0/0)	— (0/0)	— (0/0)	—	—	—	—	—	—	—

向を示していなかった。これらのことから、欧米の先行研究で指摘されているとおり (DeSante *et al.* 2011), 各指標や推定値の評価には、各地点でそれぞれ5年以上の継続調査の平均値が、長期的変動傾向の評価には10年以上の継続調査がそれぞれ必要と考えられた。また、欧米で行われているような国単位での主要捕獲種の増減傾向やその変動原因の解析を行うためには、ウグイス、オオヨシキリ、メジロ *Zosterops japonicus* 等の主要捕獲種がそれぞれ20地点以上で十分な数が捕獲されるように (DeSante *et al.* 1993), 調査地点を数十地点にまで増やすことが急務と考えられる。

福島市では、2014年からモズ *Lanius bucephalus* 及びオオヨシキリの捕獲数が減少している (表1と2)。また南相馬市では、オオヨシキリ及びウグイスの捕獲数が増加している (表1と2)。福島市では、網設置場所から50～60 m程度の距離にある低木の藪が2014年にまとまって伐採された。また、南相馬市では、2011年3月の津波及びその後の瓦礫撤去作業等の影響が2012年繁殖期時点で残っていた (一部に裸地が見られた) が、2013年以後徐々にアシを中心とした草地へと植生が回復する様子が観察された。モズ、オオヨシキリ、ウグイスはいずれも生息環境として草地や低木林を好む種であることから (山階鳥類研究所 2002), 3種の捕獲数の増減傾向は、これらの人為的環境変化と関連している可能性がある。鳥類個体群の変動を広域でモニタリングするという目的達成のためには、環境変化の可能性がより低い場所が調査地として選定されるべきである。一般的に河川敷環境は、保護林などと比較して、このような人為的あるいは自然的影響を受ける可能性が高い。しかし、植生高が低く、かすみ網の設置高と一致させることで捕獲効率を上げることが可能である (Jenni *et al.* 1996) ことから、日本国内で繁殖期にまとまった数の個体を捕獲できる数少ない環境であると推測される。河川敷環境は、欧米と同様に、日本版繁殖鳥モニタリング調査においても主要な調査環境の1つとなりうる。同環境で調査を実施する場合、河川管理者が計画する維持管理作業の情報を参照し、その影響を受けにくい位置に網を配置するなどの対策をとることで、環境変化の影響を最小限に留めることが可能となるだろう。また、森林環境でMAPSを実施する場合も、官有地、民有地を問わず、長期的に人為的環境変化の可能性が少ない保護林での実施が望ましい。

北米のMAPS調査では、1日のうちに同一個体が複数回捕獲された場合でも、すべての捕獲記録を報告しているが (DeSante *et al.* 2011), 本調査を含む日本の標識調査では、2回目以降の捕獲記録をデータとして残さないことが慣例となっている。再捕獲される確率に捕獲経験が与える影響を厳密に検討するため、日本でも同日の再捕獲記録を残す必要がある。また、本報告では、捕獲確率を簡便化のため年単位でプールして算出したが、捕獲確率は繁殖期内で変化する可能性がある。正確には、調査期毎に分けて捕獲確率を算出する必要があり、今後の解析では改善が求められる。

山階鳥類研究所では、福島県内での調査と並行して、鳥類標識調査事業に関わる全国の協力調査員に対しても調査参加を呼びかけているが、福島県外の調査地は北海道3地点、茨城県1地点、新潟県2地点、鳥取県1地点、香川県2地点の計9地点に留まっている。渡り期、越冬期と比較すると繁殖鳥モニタリング調査では努力量あたりの捕獲数、種数が少ないこと、特に盛夏期は調査者の身体的な負担が大きいのことなどが、制限要因であると推測される。調査参加可能な協力調査員数の面から、調査地を短期間で増やすことは困難な状況である。より多くの協力調査員に参加してもらえるよう、更なる呼びかけを行うとともに、参加しやすさを考慮した

0.33 (1/3)
0 (0/1)
0 (0/2)
- (0/0)
0 (0/1)
2
9
Mimami Soma City
00.0014
Inoue Village
30.0311
Fukushima City
Passer montanus
0.4 / 0
Emberiza caudata
11 / 0
Garrulus canorus

調査手法の見直しも検討すべきであると思われる。

謝 辞

本研究は、酷暑の中調査にご協力下さった以下の方々の、多大な貢献なしには実現しえなかった。Tor Duffin氏、五十嵐 悟氏、遠藤政弘氏、遠藤美知子氏、米田重玄氏、佐藤勝彦氏、橋本祐輔氏、廣居忠量氏、長渡真弓氏。飯館村長泥地区区長の嶋原良友氏には、立入規制区域内での調査にご協力、ご同行頂いた。東北電力、福島県相双建設事務所、国土交通省福島河川国道事務所には、敷地内での調査実施許可を頂いた。本稿をまとめるにあたり、出口智広氏には有益な助言を頂いた。以上の方々に心より御礼申し上げます。

鳥類標識調査は環境省生物多様性センターの委託を受けて山階鳥類研究所が実施しており、今回用いた鳥類標識調査データは、「鳥類標識調査データ管理利用規定」に基づき、山階鳥類研究所の許可を得て使用した。なお、本研究は、三井物産環境基金研究助成「東日本大震災が鳥類に与えた深刻な被害をモニタリングする体制の確立」(研究代表者: 尾崎清明)および文部科学省の科学研究費補助金特定奨励費事業「日本最大の鳥学関連資料群の維持管理・拡充・公開に関する研究事業」の一環として実施した。

引用文献

- Baillie, S. R., Green, R. E., Boddy, M. & Buckland, S. T. 1986. *An Evaluation of the Constant Effort Sites Scheme*. BTO Research Report No. 21. BTO, Norfolk.
- Burton, K. M. & Desante, D. F. 2004. Effects of mist-netting frequency on capture rates at MAPS stations. *Studies in Avian Biology* **29**: 7-11.
- DeSante, D. F. & Burton, K. M. 1994. The Monitoring Avian Productivity and Survivorship (MAPS) Program third annual report (1992). *Bird Populations* **2**: 62-89.
- DeSante, D. F., Burton, K. M., Velez, P., Froehlich, D. & Kaschube, D. R. 2011. *MAPS Manual: 2011 Protocol*. The Institute for Bird Populations, California.
- DeSante, D. F., Burton, K. M. & Williams, O. E. 1993. The Monitoring Avian Productivity and Survivorship (MAPS) Program second annual report (1990-1991). *Bird Populations* **1**: 68-97.
- DeSante, D. F. & Kaschube, D. R. 2009. The monitoring avian productivity and survivorship (MAPS) program 2004, 2005, and 2006 report. *Bird Populations* **9**: 86-169.
- DeSante, D. F., Saracco, J. F., O'Grady, D. R., Burton, K. M. & Walker, B. L. 2004. Methodological considerations of the Monitoring Avian Productivity and Survivorship (MAPS) program. *Studies in Avian Biology* **29**: 28-45.
- 石田 健 2012. 高線量地帯周辺における野生動物の生態・被曝モニタリング. *化学と生物* **50**: 825-829.
- Jenni, L., Leuenberger, M. & Rampazzi, F. 1996. Capture efficiency of mist nets, with comments on their role in the assessment of passerine habitat use (Eficiencia de Captura de las Redes Semitransparentes con Comentarios Sobre su Rol en Evaluar el Uso de Hábitat por Paserinos). *Journal of Field Ornithology* **67**: 263-274.
- 国土地理院 2012. 地理院地図 (電子国土Web). URL: <http://maps.gsi.go.jp/#5/35.362222/138.731389> (2012年4月アクセス)
- Lin, R. S. 2012. *Manual for Monitoring of Avian Productivity and Survival in Taiwan (MAPS Taiwan)*. Endemic Species Research Institute, Nantou (in Chinese).
- Møller, A. P., Hagiwara, A., Matsui, S., Kasahara, S., Kawatsu, K., Nishiumi, I., Suzuki, H., Ueda, K. & Mousseau, T. A. 2012. Abundance of birds in Fukushima as judged from Chernobyl. *Environmental Pollution* **164**: 36-39.
- 文部科学省 2011. 放射線量等分布マップー航空機モニタリングー (平成23年11月1日の値に換算). URL: <http://ramap.jmc.or.jp/map/mapdf/pdf/air/20111228/dr/5640-C.pdf>, <http://ramap.jmc.or.jp/map/mapdf/pdf/air/20111228/dr/5641-A.pdf>, <http://ramap.jmc.or.jp/map/mapdf/pdf/air/20111228/dr/5641-B.pdf>.
- Peach, W. J., Buckland, S. T. & Baillie, S. R. 1996. The use of constant effort mist-netting to measure between-year

Pollo
R
Robin
C
山階
生

1) 調
・調査
いと
・その
・分散
ど)
・調査
中す
・調査
境,
・標準
ゴミ
・複数
に2
られ

2) 網
・HTX
・人手
・いず
・鳥が
・理想
等に
・各網
・上下
しない
・鳥が
・1年目
能だ
・ATX
ていな
・一つ

3) 調査
5月
渡り個
査を開始
30日,
〜7月9
月9日
調査地
要である

- changes in the abundance and productivity of common passerines. *Bird Study* 43: 142-156.
- Pollock, K. H., Nichols, J. D., Brownie, C. & Hines, J. E. 1990. Statistical inference for capture-recapture experiments. *Wildlife Monographs* 107: 3-97.
- Robinson, R. A., Julliard, R. & Saracco, J. F. 2009. Constant effort: studying avian population processes using standardised ringing. *Ringling & Migration* 24: 199-204.
- 山階鳥類研究所 2002. 鳥類アトラス, 鳥類回収記録解析報告書 (1961~1995年). 環境省自然環境局野生生物課, 東京.

付表1. 日本版モニタリングマニュアル (2012.5.1)
Appendix 1. Manual of Japanese MAPS (1 May, 2012).

1) 調査地の選定

- 調査地点を含む周辺500m四方の地域が, 5年以上 (できれば10年以上), 開発などの環境変化が行われな
いと予想される場所を選ぶ。
- その地域で繁殖する普通種の多く, または特定の対象種が, 比較的まとまった数で捕獲できる場所を選ぶ。
- 分散する幼鳥や成鳥を多数捕獲するために, 調査地はエッジ環境 (森林の境界部, 河畔林, 送電線管理道な
ど) を含むことが望ましい。
- 調査地点の環境は, 周辺地域の中で極端に特殊な環境ではない方が良い。多数の通過個体や渡り個体が集
中する環境 (海に突き出した岬や, 周囲に他に水場が無い泉など) も避けるべきである。
- 調査によって得られるデータは, 植生遷移の影響を受けやすいと考えられる。このため, 比較的極相に近い環
境, または遷移が進まないように人為的に管理されている環境が望ましい。
- 標準化のため, 調査地およびその近傍 (100m以内) に, 人為的な餌または水の供給源 (餌台, 堆肥置き場,
ゴミ捨て場, バードバス (鳥用の水浴び容器), 噴水, 家畜飼育施設など) が無い場所を選ぶ。
- 複数の調査地点を設定することが可能な場合, 数km以内 (ただし1km以上の距離を置く) の類似した環境
に2ヶ所 (またはそれ以上) の調査地を設定することで, 地域の個体群について, より精度が高いデータが得
られる。また, 地域内での分散状況及び営巣地固執性 (site fidelity) についても検討できる可能性がある。

2) 網の種類, 枚数と配置

- HTX (30mmメッシュ×12m×4m) 10枚程度を基本とする (1~2名で調査する場合)。
- 人手が多い場合や鳥が少ない場合は15~20枚に増やしても良い。
- いずれの場合も, 同一条件で安全に調査継続可能な枚数に押さえる。
- 鳥が多い場合は10枚より少なくても良い (最低枚数は5枚)。
- 理想的な網の配置としては, 調査対象地域の中央部に7~8ha程度のコアエリアを設定し, その中になるべく均
等に網を散在させることが望ましい。
- 各網の固定位置は, 最も捕獲効率が良い場所と方位を慎重に選択する。
- 上下2段もしくは複数連続して張っても良いが, 一般に捕獲数の増加率は網枚数の増加率より低いので, 推奨
しない。
- 鳥が全くかかっていない状態で, 15~20分以内に全ての網を回れる範囲に配置する。
- 1年目の調査期間中に問題が発生した場合, あるいは捕獲数が少なかった場合, 網の位置を変更することも可
能だが, 変更した場合には必ず記録に残し, 2年目以降は網の配置変更をしない。
- ATX (36mmメッシュ) を抜ける可能性がある鳥種 (コヨシキリ, ヤブサメ, セッカ, ムシクイ類など) が繁殖し
ていない場所では, ATXを使用しても良い。ATXを使用した場合はその旨を日誌に明記する。
- 一つのモニタリング地点内では使用する網のメッシュサイズを統一する。

3) 調査時期と調査間隔

5月~8月を以下の12期に区分する。捕獲対象種の大半が縄張りを形成しており, かつそれらの種の北方への
渡り個体の通過が終了した期 (本州四国九州では第2期または第3期, 北海道では第3期または第4期) から調
査を開始し, 各期に1回だけ調査する。(第1期) 5月1~10日, (第2期) 5月11~20日, (第3期) 5月21~
30日, (第4期) 5月31日~6月9日, (第5期) 6月10~19日, (第6期) 6月20~29日, (第7期) 6月30日
~7月9日, (第8期) 7月10~19日, (第9期) 7月20~29日, (第10期) 7月30日~8月8日, (第11期) 8
月9日~8月18日, (第12期) 8月19日~8月28日。

調査地周辺で繁殖している種と同種の, より北方の繁殖個体群の通過が終わるまで調査を開始しないことは重
要である。ある場所で繁殖する種の成鳥は, その場所に最も早く渡来する個体であることが多い。繁殖期モニタリ

ングの開始時期の前にこれらが捕獲された場合、網を避けることを学習する可能性がある。公式の開始期よりも早期のデータを解析から排除した場合、既に一度捕獲されて網を忌避するようになった繁殖成鳥の数が反映されなくなるため、成鳥の生存率を過小評価することになる。このため、一般的には繁殖期モニタリングのステーションでは、春の渡り調査を実施すべきではない。どうしても春の渡り調査と繁殖期モニタリングを同じ場所で行う必要がある場合は、必ず網の位置を変えて実施するようにする。

繁殖期モニタリング調査は、調査地周辺で繁殖している種と同種の、より北方の繁殖個体群が南下中に通過する前に終了する必要がある。これらの個体が解析に含まれてしまうと、地元よりも北方地域での繁殖成功率を反映した指標が得られてしまうことになる。米国で1992-1995に行われた試行調査では、第10期を過ぎると、緯度に関係なくほぼ全ての地域で、無視できない数の渡り個体（脂肪量から判断）が通過していることが示唆された（DeSante *et al.* 2004）。このため、米国MAPSでは現在、第10期まででデータ収集を終了している。ただし、春とは異なり、必ずしも調査を終了する必要はなく、データを解析に含めないだけでよい。これは、第10期よりも後に捕獲される地元の繁殖成鳥はほぼいないため、遅い時期のデータを排除しても成鳥の生存率推定には影響がないためである。繁殖期モニタリングの網配置のままで秋の渡り調査を継続実施した場合、繁殖期モニタリングのデータの価値が損なわれることは無く、より北方での繁殖成功率に関する指標が得られる利点がある。ただし、留鳥の繁殖成鳥が網を忌避しないように、次の繁殖期調査開始時期の少なくとも3ヶ月前には中断する必要がある。

繁殖成功率の指標を得るには、幼鳥が多く捕獲される8期～10期のデータが不可欠であるため、この3つの期間中に、最低でも2回は調査を実施する必要がある。また、成鳥の捕獲が多い開始期から7期までの間に、最低でも3回は調査を実施する必要がある。

調査間隔は1期に1回のみ実施し、各回の調査にはできれば6日以上（最低5日）の間隔をあける（1回目5月9日の場合、2回目は5月14日以降に実施）。

悪天候などの諸事情により、特定の期の10日間に調査を実施できない状況が生じた場合（または調査できないことが予想される場合）、各期の前後5日以内に調査を実施し、その期の代替データとすることができる。この場合、調査を一つの期の中で2回調査を実施することになるため、5日以上の間隔をあけることに注意する。

4) 調査時間と見回り間隔

- ・日誌に記入する開網時間、閉網時間、回収時間、及びオリジナルに記録する捕獲時間は、四捨五入して最も近い10分の単位で記録する。
- ・04:00または現地の公式の日の出時刻の遅い方の時間に開網する。
- ・開網の順番と見回りの順番は統一する。
- ・調査時間は開網から6時間。繁殖期に同じ場所で終日網を開くと影響が大きいため、必ず6時間で終了する。
- ・見回り間隔は30分程度とする。
- ・調査努力量は、12 m（4棚）の網を1時間開いた場合を1単位とし、1網/時（1 net hour）と表記する。6 mの網を1時間開いた場合は0.5網/時となる。
- ・天候急変などの予期せぬ原因により、開網時間が遅れたり閉網時間が早まったりした場合、同じ期の期間内に、できるだけ失われた時間に合わせて調査努力量を補填する。
- ・調査努力量が通常の半分未満だった場合は、必ず補填調査を行う。

5) 記録

- ・網の配置を決定したら日誌または別紙に配置図を描き、全ての網に固定番号（2桁）を振る。
- ・捕獲個体（再捕獲を含む）のオリジナルには、種、性別及び性別判定基準、年齢及び年齢判定基準を記入する。性別が不明な場合には不明と記入する。前年生まれであることがわかる成鳥の年齢は、1Sと記入する。
- ・備考欄にそれぞれ捕獲された網の番号と捕獲時間を記入する（再捕獲を含む。再捕獲では、網番号や時間の記入忘れが多いので注意）。
- ・抱卵斑の有無を5段階で評価し、記録する（再捕獲を含む）。
- ・総排泄口の突出の有無を記録する（再捕獲を含む）。
- ・自然翼長、最大翼長、体重、脂肪量指標（5段階）を記録する（再捕獲を含む）。
- ・尾長、跗蹠長、露出嘴峰長は測定しても良いが、必須ではない。
- ・再捕獲を含め、換羽していた場合はモルトカードに換羽状況を記録する（必須ではない）。
- ・ボックス等の病気や腫瘍、部分白化、嘴等の奇形、尾羽の異常（長さ異常および虫食い）等が認められた場合は記録し、可能な限り撮影する（再捕獲を含む）。
- ・複数の調査員が調査している場合、オリジナル備考欄に調査者名（イニシャルでも良い）を記入する。

6) その他

- ・鳥及び調査者の安全に十分配慮して調査すること。
- ・音声を含む誘因は行わない。
- ・網への追い込みも行わない。
- ・ほとんど飛ばない巣立ち雛が捕獲された場合は最優先で処理し、できるだけ短時間のうちに捕獲された網の近くで放鳥する。
- ・過去の調査経験がない場所で調査開始する場合は、1年目は試行期間としての側面が強いが、それでも可能な限りマニュアルに書かれた全データを記録する。
- ・繁殖モニタリング調査と並行して、モニタリング網以外の網を設置することは問題ないが、混同防止のため、モニタリング網以外の網で捕獲された個体の備考欄には、「モニタリング外」と明記する。
- ・死亡鳥が出た場合は冷凍し、日付と場所の情報と共に山階鳥類研究所に送付する（捕食者に襲われた個体については山階鳥類研究所に相談する）。

付表2. 調査地点一覧.

Appendix 2. Summary of the study sites where MAPS program was implemented in 2012-2015.

年 Year	調査地 Study sites	標高 Altitude (m)	環境 Habitat	調査期間* Periods of operation	網枚数 Number of nets	網時間計 Total net hours	600網時間 あたりの 捕獲個体数 Total captures per 600 net hours	種数 Number of species
2012	福島市 Fukushima City (37°46'N, 140°30'E)	58	河川敷 Riverbed	3~11	12	648	181.5	10
	南相馬市 Minami-Soma City (37°39'N, 141°01'E)	2	河川敷 Riverbed	3~11	12~15	777	108.1	9
	飯館村 Iitate Village (37°36'N, 140°45'E)	570	広葉樹低木林 Deciduous shrub	3~11	10~15	589	103.9	12
2013	福島市 Fukushima City	58	河川敷 Riverbed	3~12	12	686	160.9	12
	南相馬市 Minami-Soma City	2	河川敷 Riverbed	3~12	15	885	96.3	11
	飯館村 Iitate Village	570	広葉樹低木林 Deciduous shrub	4~12	15	807.5	118.9	21
2014	福島市 Fukushima City	58	河川敷 Riverbed	3~11	12	612	148.0	11
	南相馬市 Minami-Soma City	2	河川敷 Riverbed	3~11	15	785	173.5	12
	飯館村 Iitate Village	570	広葉樹低木林 Deciduous shrub	3~11	15	810	165.2	16
2015	福島市 Fukushima City	58	河川敷 Riverbed	3~11	12	654	156.0	14
	南相馬市 Minami-Soma City	2	河川敷 Riverbed	3~11	15	810	208.1	14
	飯館村 Iitate Village	570	広葉樹低木林 Deciduous shrub	3~11	15	765	139.6	16

*繁殖期を5月11~20日(第3期)から8月19日~8月28日(第12期)まで、10日ずつの期間に区切った。

*The breeding season is divided into 10-day periods starting from May 1-10 (period 3) to August 19-28 (period 12).