



## 東京港野鳥公園に蓄積された調査データを用いた鳥類相の 経年変化の解析と変化をもたらした要因の考察

菅野良一<sup>1\*</sup>・青木伸夫<sup>2</sup>・秋元信一<sup>1</sup>

1. 北海道大学大学院農学研究院 昆虫体系学研究室. 〒060-8589 北海道札幌市北区北9条西9丁目  
2. 公益財団法人 日本野鳥の会 普及室. 〒141-0031 東京都品川区西五反田3丁目9番23号丸和ビル

### 摘要

生態系の変化を早期に捉え保全や研究に役立てることができる長期モニタリングの重要性が認識されつつある。最近では自然系施設に蓄積されたデータを利用し、長期モニタリングの視点に立った解析結果も報告されている。本論文では東京港野鳥公園に蓄積された27年間の調査データを利用し、得られた解析結果をもたらした要因を考察した。陸鳥では種数を減らすことなく、草原性から森林性の鳥類相へ変化が生じていたのに対し、水鳥ではチドリ目やカモ目を中心に種数や年間記録日数が減少し、傾向の異なる経年変化が明らかになった。当公園では乾性・湿性遷移が進んでおり、開設時の目標である「後背湿地を中心とする東京湾内湾部海岸線の自然環境の復元」の達成には大規模な環境整備の必要性が示唆された。

### はじめに

1985年に生物多様性という言葉が誕生(Wilson 2013)してから30年以上が過ぎ、生態系、種、遺伝子の異なるレベルで多様性を維持することの重要性が広く理解されるようになってきた。生物多様性の維持にあたり重要な役割を担うのが、長期モニタリングによって集められた様々なデータである(天野2017)。数十年という期間で、同じ手法によって集められたデータを解析することにより、生態系の変化を早期に捉え、対策を講じることが可能となる(環境省2019)。

日本において長期モニタリングの先駆けとも言えるのは、1973年に当時の環境庁によって行われた『自然環境保全基礎調査』、通称『緑の国勢調査』である。例えば鳥類では、この調査の中で1970年代と1990年代行われた『全鳥類繁殖分布調査』の結果を比較することで、

初めて全国的な鳥類の分布状況とその変化を把握することが可能となった。現在では『重要生態系監視地域モニタリング推進事業』、通称『モニタリングサイト1000』という事業の中で発展的に継続され、繁殖期と越冬期の鳥類の分布について100年規模の観測が行われる予定となっている。

上記のような全国規模の網羅的な調査に対し、定点的な視点から長期モニタリングに使用可能なデータが蓄積されているのが、各地にある自然系施設である。1981年に日本で最初のサンクチュアリが北海道苫小牧市にあるウトナイ湖に開設され、2017年現在で36年が経つ。その後の自然保護運動の高まりに後押しされる形で複数のサンクチュアリが開設されたことから、30年前後の歴史を持つサンクチュアリやそれに類する施設が複数あり、蓄積されてきたデータが解析され、興味深い結果が報告されつ

キーワード：長期モニタリング, 経年変化, 東京港野鳥公園, 環境管理, 保全生物学, 生物多様性

\*: yoshikazu\_sugano@outlook.com

つある（斉藤 2017, 藤田ほか 2017, 山岸ほか 2017）。本論文の調査地である東京港野鳥公園は、1989年に開設されたサンクチュアリである。以来約30年間、他のサンクチュアリ同様、様々な調査データが蓄積されてきており、鳥類相の移り変わりについてこれまでいくつかの報告がなされてきた（葉山 2007, 杉浦ほか 2013, 日本野鳥の会東京 2016）。しかしながら、長期モニタリングの視点からデータが適切に統計処理され、まとめられた報告はまだない。

サンクチュアリ事業などで保全されている環境のほとんどは、元々そこに存在した豊かな自然環境が守られてきたものである。当公園の環境も、埋立地に自然再生した東京湾周辺の湿地環境を保全することに端を発している（加藤 2004）。しかし、公園の開設にあたり、敷地のほとんどが一度更地にされ、新たに造成された人工環境であるという特筆すべき点がある。当公園は、「かつて存在した後背湿地を中心とする東京湾内湾部海岸線の自然環境の復元」という目標（日本野鳥の会 1984）に向けて設計さ

れた日本最大級のジオトープであると言っても過言ではない。保全対象となった環境を維持するという側面が強い他のサンクチュアリと比較し、当公園の環境は人工的に設計・整備され、計画に沿って管理・維持されてきた。開設時の公園が描いていた将来像と、その後を実施された環境管理・維持活動が鳥類に与えた影響を評価すれば、今後の効果的な環境の管理・維持活動に活かすことが期待できる。本論文では、東京港野鳥公園に蓄積された27年間分の膨大な調査データから、長期モニタリングのデータとして使用できるデータを精査し、種数や各種の年間記録日数の経年変化などから公園の鳥類相の変遷を明らかにし、変化もたらした要因を考察する。

## 調査方法

### 調査地

本研究の調査地である都立東京港野鳥公園は、東京都の東端の臨海部、東京湾の最奥部の埋立地に位置する（図1）。公園がある場

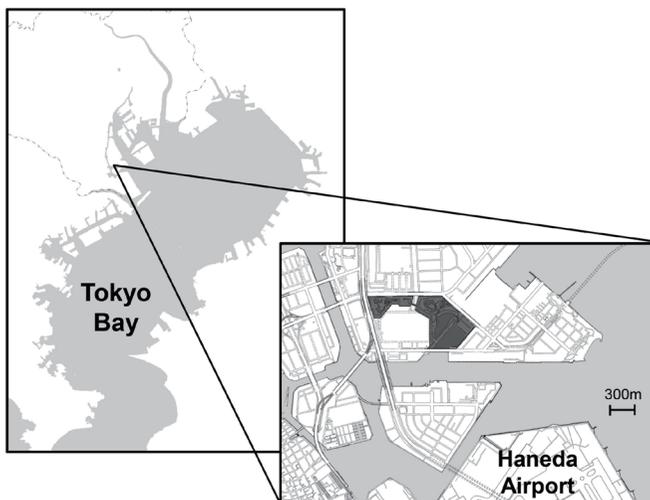


図1. 東京湾における東京港野鳥公園の位置。灰色のエリアは公園の敷地を示す。（国土地理院のWEBサイトで公開されている地図（ベクター版）から改変）

Fig. 1. Location of the Tokyo Port Wild Bird Park (gray area). (Modified from the vector version on the website of the Geographical Survey Institute of Japan.)

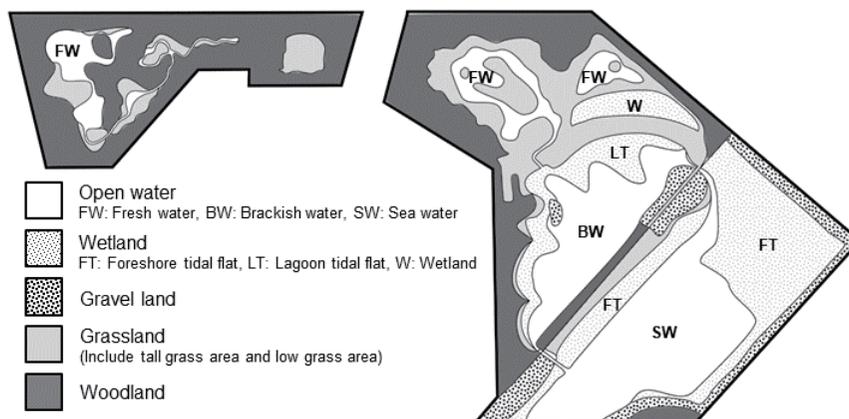


図2. 東京港野鳥公園の環境分布図。(東京港野鳥公園のWEBサイトで公開されている地図から改変)  
Fig. 2. The habitat map of the Tokyo Port Wild Bird Park. (Modified from the website of the Tokyo Port Wild Bird Park.)

所の周辺は、かつて遠浅の海が広がり、海苔養殖が盛んだったが、1962年に大森漁業組合が漁業権の放棄を受け入れ、1966年から1972年にかけて築地市場などを移転する目的で埋め立てられた(川島1997, 加藤2004, 村山・石川2010)。埋め立て後の時間経過に伴い、約70haの土地に雨水が溜まってできた淡水池、海水の出入りがある汽水池が出現し、ヨシ *Phragmites australis* やヒメガマ *Typha domingensis* などからなる湿地や、チガヤ *Imperata cylindrica* などからなる草地在り、鳥類をはじめとする野生生物の新たな生息地となった。この都心に再生した貴重な自然環境の保全を求める声が高まり、1978年には3.2haの面積の湿地が現公園の前身である大井第七埠頭公園が整備された。しかしその面積の狭さから、公園周辺に残された湿地を含めた一帯を自然公園へという市民からの要望がその後も続き、市場計画と調整がなされた結果、大井第七埠頭公園の3.2haを含んだ24.9haの面積で、

1989年10月に現在の都立東京港野鳥公園に再整備された(加藤2004, 葉山2007)。

再整備にあたり、前身の大井第七埠頭公園の周辺を除き、埋立地に広がっていた自然環境は一度整地され、全ての環境が人工的に造成された。園内は分断された2つのエリアからなる。東側は東京湾岸の環境移設を意図し、前浜干潟、内陸干潟、汽水池、淡水池、淡水泥湿地、砂礫地、低茎草本地、高茎草本地、樹林地の9つの環境にゾーニングされ、一方西側は、身近な環境との触れ合いを意図し、淡水池、淡水泥湿地、砂礫地、低茎草本地、高茎草本地、樹林地の6つの環境にゾーニングされ、管理・維持されている(図2)。

#### データ

都立公園という性質上、本公園のデータのほとんどは4月を開始月として翌年3月までという年度ごとでまとめられている。これをもとに、本論文では、1990年4月から2017年3

月（1990 から 2016 年度）までの 27 年間のデータを解析に用いた。

当公園において行われてきた鳥類調査には、『鳥類相調査』、『鳥類個体数調査』、『シギ・チドリ類個体数調査』、『カモ類個体数調査』、『泥湿地鳥類調査』、『鳥類繁殖調査』などがあるが、『鳥類相調査』以外の調査は 1990 年から必ずしも毎年行われてはおらず、また月ごとの調査回数、調査ルートなども年度によって異なっており、それらの違いを統計的に除去することは適当でないと考えられた。そこで 27 年間継続して行ってきた『鳥類相調査』のデータを中心に解析を行い、『シギ・チドリ類個体数調査』と『鳥類繁殖調査』のデータを『鳥類相調査』の解析結果を考察する際に補完的に用いた。

『鳥類相調査』は、当公園の開園日（年平均 307.74 日）の開園時間（2-10 月 9:00-17:00、11-1 月 9:00-16:30）中に当公園に常駐するレンジャーが姿や声を確認した鳥類種を記録し、鳥類相の経年的な変化を把握することを目的としたもので、個体数の記録はない。また記録された種には、前述の各調査で確認された種も含まれる。『鳥類相調査』以外の調査が行われていない年と行われた年で、記録された鳥類種に違いが生じることも考えられるが、調査が行われなかった年ではその分環境管理作業などでレンジャーが保護区などに立ち入り野鳥を目にする機会が増えることから、影響はそれほど大きくないと考えられる。この考えの基に、年度ごとに、開園時間中に行われた全てのレンジャーの活動を通じて確認された鳥類種数を集計したものを「年間記録種数」のデータ、種ごとに出現日数を集計したものを各種の「年間記録日数」のデータとし、解析に使用した。

『シギ・チドリ類個体数調査』は、春と秋の渡りの時期に実施されている。当公園では、シギ・チドリ類は主に潮入の池の内陸干潟（図 2）

を利用する。個体数は潮位によって左右されるため、定刻に実施する『鳥類個体数調査』では正確に把握できない。そのため、干潮時刻より 4 時間まで一定間隔で種数、個体数、行動、環境が記録されている。この一定間隔ごとの個体数のデータをシギ・チドリ類の増減に影響する要因の検証に用いた。

『鳥類繁殖調査』は、1990 年及び 1995-1999 年の計 6 年間、年によって調査対象種に違いがあるが、カイツブリ *Tachybaptus ruficollis*、バン *Gallinula chloropus*、オオバン *Fulica atra*、オオヨシキリ *Acrocephalus orientalis* の巣の位置と利用植物を調べる目的で行われた。調査期間は短い、営巣に用いた植物の記録が残されているため、「年間記録日数」の増減と植物種との間に何らかの関係性が見出せることが期待できる。このデータを用いて、園内の繁殖種における繁殖期と非繁殖期の記録日数の比較と営巣植物の関連性の検証に用いた。

解析によって得られた結果は、直感的に理解しやすくするために、水辺環境への依存度が高いと考えられる種を含む目を水鳥として、それ以外を陸鳥として分けて示した。ブッポウソウ目は、本論文内で解析対象となった種がカワセミ科鳥類のみだったため、水鳥に含めた。また、種名を記す際は日本鳥類目録改訂第 7 版の順とした。

## 解析方法

### 年間記録種数の経年変化と鳥類相の経年変化

「年間記録種数」に経年変化が見られるかを調べた。各年に記録された種数を応答変数、各年を説明変数とし、さらに各年に異なる ID を指定しランダム効果とした一般化線形混合モデルで、「年間記録種数」に有意な経年変化が生じているかを調べた。誤差構造はポアソン分布を仮定し、対数リンク関数を用いた。この統計

モデルでは、開園日数の違いが記録日数に影響を与える可能性を考慮し、開園日数を offset 項に指定した。以上の解析にはフリーソフトの R (ver. 4.1.1) を用いた。更に、調査期間の初期 5 年と直近 5 年で「年間記録種数」が異なるかも調べた。

また、開設当初の鳥類相がどのように変化していったかを調べるため、類似度指数のひとつである Jaccard index を算出した。Jaccard index は、比較の基準となる年と比較対象とする年の 2 ヶ年で共通する種数を各年固有に出現した種数の合計で割った数値で、数字が大きいほど類似性が高く、小さいほど構成種が変化したことを示し、以下の式を用いる。

$$\text{Jaccard index} = C / (A + B - C)$$

ここで、A は基準年の記録種数、B は対象年の記録種数、C は比較する 2 ヶ年で共通の記録種数である。今回は、公園開設当初との違いを見るための 1990 年度基準の Jaccard index と、前年との違いを見るための前年度を基準とした 2 つの Jaccard index を求めた。

#### 各種の年間記録日数の経年変化と生息環境の検証

種ごとに、各年の記録日数を応答変数、各年を説明変数とし、さらに各年に異なる ID を指定しランダム効果とした一般化線形混合モデルで、各種の「年間記録日数」に有意な経年変化が生じているかを調べた。誤差構造はポアソン分布を仮定し、対数リンク関数を用いた。年によって開園日数が異なることによる各種の「年間記録日数」への影響は、開園日数を offset 項に指定することによって補正した。解析にはフリーソフトの R (ver. 4.1.1) を用いた。記録された年数や日数が少ない種を解析しても有益な情報が得られるとは考えにくいため、調査対象期間 (27 年間) の約半分にあたる 13 年以上、かつ総開園日の 1% 以上記録があった 98 種を

解析の対象とした。続いて解析対象とした種の「年間記録日数」の有意な増減が公園の環境変化によって生じた可能性を検証するために、有意に増加した種、減少した種、有意な増減を示さなかった種それぞれの生息環境にどのような違いがあるかを調べた。各種が利用する生息環境の認定は、客観的に評価するため、JAVIAN Database (高川ほか 2011) で 8 つにカテゴライズされた生息環境の内、当公園に存在しない高山を除いた 7 つの生息環境 (市街地、農耕地、海岸、湖沼河川、湿地、草地裸地、森林) カテゴリーを用いた。以降の他の検証においても、生息環境の認定にはこのデータを用いた。JAVIAN Database (高川ほか 2011) に記されている生息環境は、繁殖期と越冬期に分かれているが、その種にとって潜在的に利用できる環境として、両生息環境を併せたものをその種の生息環境とした。

#### 初期 5 年間と直近 5 年間の鳥類種の比較と生息環境の検証

当公園における鳥類相の特徴的な変化を明らかにする目的で、初期 5 年間 (1990 年度 -1994 年度) に記録があり、直近の 5 年間 (2012 年度 -2016 年度) に記録がない種 (以下初期 5 年の種) と、初期 5 年間に記録がなく、直近の 5 年に記録がある種 (以下直近 5 年の種) の間で、記録された種数と鳥類種を比較した。続いて「初期 5 年の種」と「直近 5 年の種」の相違が、当公園の環境変化によって生じた可能性を検証するために、それぞれの生息環境にどのような違いがあるかを調べた。本解析では、記録年数が少ない種の生息環境を過大評価してしまう恐れがあるため、27 年間で記録年数が 3 年以下で記録日数が 3 日以下の種は偶来種と考え、生息環境の検証には用いなかった。

### シギ・チドリ類の増減に及ぼす要因の検証

葉山 (2007) は、潮位が上がり始める時間帯に公園外からシギ・チドリ類の飛来が多く見られたことは、潮位の上昇によって公園周辺の採餌・休憩の場を失ったシギ・チドリ類が園内に移動してきた結果であり、当公園のシギ・チドリ類の飛来数は、園内の環境よりも周囲にどれだけの採餌可能な場所や面積があるかに左右される可能性が高いと指摘した。2007 年以降も潮位の上昇に伴って個体数の増加が見られれば、公園周辺の環境変化は小さい可能性が高く、個体数に変化が見られなかったり減少したりした際は、公園周辺や公園内の環境変化が影響している可能性が高いと考えられる。そこで『シギ・チドリ類個体数調査』のデータを用い、2004-2016 年の秋季に、干潮時間を 0 分とし、1 時間ごとに 4 時間まで、潮入の池に飛来したシギ・チドリ類の総個体数を年間で比較した。『シギ・チドリ類個体数調査』は 7 月後半から 9 月までの間に月当たり 5-9 回行われ、年によって調査回数が異なるため、各年とも総個体数に関して上位 5 回分のデータを足したものをその月の個体数とした。

### カモ類、サギ類の増減に及ぼすオオタカの捕食圧の検証

当公園のカモ目鳥類種の個体数の減少要因として、オオタカ *Accipiter gentilis* の記録日数と個体数の増加が指摘されている (葉山 2007, 杉浦ほか 2013)。杉本ほか (2013) では、オオタカの観察頻度の上昇に対し、水面採餌性カモ類の個体数の著しい減少が示されたが、種別の解析は行われなかった。そのため「年間記録日数」の経年変化が他種と異なる増減を示したカモ目鳥類種については、その要因として園内の池の選択が及ぼす影響を検討した。カモ類は園内の潮入の池、東淡水池、西淡水池の 3 つの

池 (図 2) を利用する。オオタカの狩りや捕食跡は潮入の池と東淡水池で観察されることが多かったため、カモ目鳥類の種によって利用する池の選択が異なっていれば、オオタカの捕食圧にさらされる種とさらされない種が生じ、それが各種の「年間記録日数」の増減に影響している可能性がある。他種と異なる経年変化を示した種は『鳥類相調査』のデータを用いて、「年間記録日数」を池別に再解析した。加えて、当公園におけるカモ科鳥類種の飛来時期である 10 月から 3 月までの間に選択する池に変化が見られるかも調べた。

更に、オオタカの捕食圧がサギ科鳥類種に影響している可能性を検証した。ゴイサギ *Nycticorax nycticorax* (五十嵐 1996) やコサギ *Egretta garzetta* (内田 2017) などオオタカによるサギ類の捕食例が報告されており、オオタカの捕食圧が冬期のサギ科鳥類種の記録日数に影響している可能性がある。公園開設初期に、ほぼ年間を通じて記録があったゴイサギ、アオサギ *Ardea cinerea*、ダイサギ *Ardea alba*、コサギの 4 種の内 (日本野鳥の会 1991-1993)、各種の「年間記録日数」の経年変化において有意な増減が見られた種は、『鳥類相調査』のデータから、月の上旬、中旬、下旬ごとに開園日数に対する記録日数の割合を求め、オオタカの捕食圧の影響を検証した。

### 繁殖期と非繁殖期の記録日数の比較と営巣植物の関連性の検証

夏鳥であるオオヨシキリは非繁殖期との比較はできないため、公園開設初期にほぼ年間を通じて記録があったカイツブリ、バン、オオバンの 3 種 (日本野鳥の会 1991-1993) のデータを解析に用いた。各種の「年間記録日数」で有意な増減が見られた種は、『鳥類相調査』のデータから、月の上旬、中旬、下旬ごとに開園日

数に対する記録日数の割合を求め、繁殖期と非繁殖期のどちらの影響が大きいかを調べた。繁殖期の影響が大きかった場合は、記録日数の増減と営巣に用いられた植物種に関係性が見出せるかを検証した。

### 結果

#### 年間記録種数の経年変化と鳥類相の経年変化

1989年10月の開設から2017年3月までの27年6ヶ月の間に、当公園で記録された鳥は18目50科227種に及んだ(Appendix 1)。この内、今回の解析対象期間とした1990年4月から2017年3月(1990-2016年度)までの27年間に記録された鳥は、アメリカウズラシギ *Calidris melanotos*、ホシムクドリ *Sturnus vulgaris* を除く18目50科225種だった。年間記録種数が最も多かったのは、1992年の134種、最も少なかったのは2011年の

105種で、29種の差があった。また、解析対象期間中の開園日数は、累計8309日、年平均は307.7日であり、最も多い1990年が315日、最も少ない1997年が297日で、18日の差があったため、一般化線形混合モデルの中にoffset項を加えて開園日数の差を補正した。「年間記録種数」は、27年間で緩やかに減少しているように見えたが(図3)、有意な減少とまでは言えなかった( $z = -1.888, p = 0.059$ )。しかしながら、初期5年間と直近5年間の年間記録種数をマン・ホイットニーのU検定(両側検定)で比較したところ、初期5年間に比べ、直近5年間の年間記録種数は有意に減少した( $z = 2.619, p = 0.009$ )。初期5年間で年間記録種数が最多だったのは1992年度の134種、最小は1991年度の118種で、平均127.6種、直近5年間で最多だったのは2016年の117種、最小値は2014年度の113種で、平均115.0

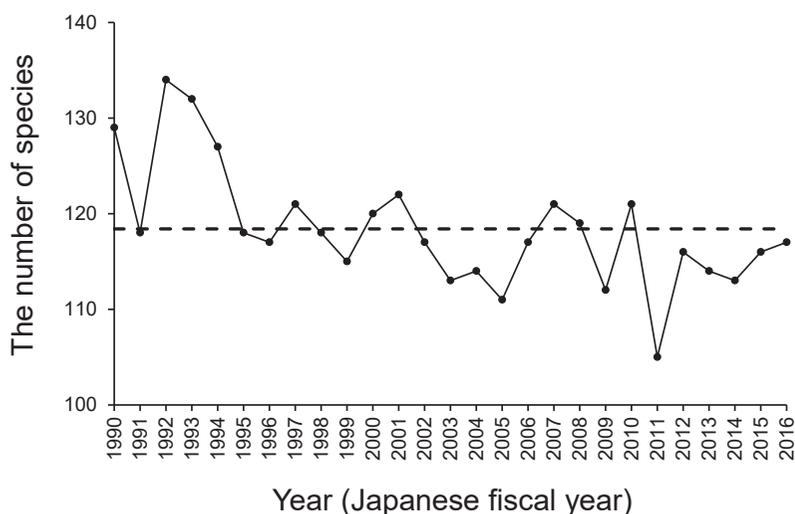


図3. 年間記録種数の経年変化(実線)。破線は平均年間記録種数(118.3種)を示す。

Fig. 3. Long-term change of the total number of species recorded in each Japanese fiscal year (from 1 April to 31 March). The broken line shows the average number of species during the study period (118.3 species).

表 1. 陸鳥の年間記録日数の経年変化（一般化線形混合モデルによる分析結果）。「+」は年間記録日数が有意に増加した種を、「-」は年間記録日数が有意に減少した種を、z value は wald 統計量を示す。記録年数、記録日数はそれぞれ 27 年間で記録された年数と日数を示す。年の区切りは年度を用いた。

Table 1. Analysis of the long-term change of the number of recorded days per year in the land bird species using a generalized linear mixed model. The "+" symbol indicates a significantly increased species and the "-" symbol indicates a significantly decreased species in the number of recorded days per year. The z value shows Wald Statistic. The recorded year indicates the number of years the species was recorded, and the recorded day indicates the number of days the species was recorded during the 27 years. (The Japanese fiscal year was used. Cf. Fig. 3)

目名 Order	科名 Family	種名 Species	英名 English name	+ / -	z value	p value	記録年数 Recorded year(s)	記録日数 Recorded day(s)
ハト	ハト	キジバト	Oriental Turtle Dove		-0.654	0.513	27	8172
アマツバメ	アマツバメ	ヒメアマツバメ	House Swift	+	4.742	<0.001	26	1455
タカ	ミサゴ	ミサゴ	Western Osprey	+	7.264	<0.001	23	221
	タカ	トビ	Black Kite		0.262	0.793	27	3154
		チュウヒ	Eastern Marsh Harrier	-	-2.777	0.005	21	322
		ハイタカ	Eurasian Sparrowhawk	+	6.349	<0.001	15	348
		オオタカ	Northern Goshawk	+	5.410	<0.001	27	2708
		ノスリ	Common Buzzard	+	10.350	<0.001	25	1617
キツツキ	キツツキ	コゲラ	Japanese Pygmy Woodpecker	+	7.945	<0.001	21	3243
ハヤブサ	ハヤブサ	チョウゲンボウ	Common Kestrel	-	-6.230	<0.001	27	749
		ハヤブサ	Peregrine Falcon	-	-2.391	0.017	26	357
スズメ	モズ	モズ	Bull-headed Shrike		-1.863	0.062	27	4393
	カラス	カケス	Eurasian Jay		1.310	0.190	17	338
		オナガ	Azure-winged Magpie	-	-2.986	0.003	27	5204
		ハシボソガラス	Carriion Crow	-	-3.768	<0.001	26	979
		ハシブトガラス	Large-billed Crow		1.417	0.156	27	8221
	シジュウカラ	シジュウカラ	Japanese Tit	+	3.629	<0.001	27	7560
	ヒバリ	ヒバリ	Eurasian Skylark	-	-11.080	<0.001	23	1912
	ツバメ	ツバメ	Barn Swallow		1.142	0.254	27	3980
		イワツバメ	Asian House Martin	-	-2.371	0.018	27	3182
	ヒヨドリ	ヒヨドリ	Brown-eared Bulbul		-0.150	0.881	27	8150
	ウグイス	ウグイス	Japanese Bush Warbler	+	4.693	<0.001	27	3454
		センダイムシクイ	Eastern Crowned Leaf Warbler	+	3.566	<0.001	25	95
	メジロ	メジロ	Japanese White-eye	+	4.841	<0.001	27	6262
	ヨシキリ	オオヨシキリ	Oriental Reed Warbler	-	-5.337	<0.001	27	2317
	セッカ	セッカ	Zitting Cisticola	-	-6.164	<0.001	26	2449
	ムクドリ	ムクドリ	White-cheeked Starling	-	-4.654	<0.001	27	7490
		コムクドリ	Chestnut-cheeked Starling	+	5.222	<0.001	24	261
	ヒタキ	シロハラ	Pale Thrush	+	6.737	<0.001	27	1778
		アカハラ	Brown-headed Thrush		1.072	0.284	27	1286
		ツグミ	Nauman's Thrush	-	-2.321	0.020	27	3897
		ジョウビタキ	Daurian Redstart		-0.494	0.621	27	3273
		エゾビタキ	Grey-spotted Flycatcher	+	4.243	<0.001	21	105
		キビタキ	Narcissus Flycatcher	+	5.304	<0.001	25	93
	スズメ	スズメ	Eurasian Tree Sparrow		-0.615	0.539	27	8108

続き  
Cont.

目名 Order	科名 Family	種名 Species	英名 English name	+ / -	$z$ value	$p$ value	記録年数 Recorded year(s)	記録日数 Recorded day(s)
	セキレイ	ハクセキレイ	White Wagtail	-	-5.013	<0.001	27	7820
		セグロセキレイ	Japanese Wagtail		-0.113	0.910	20	156
		タヒバリ	Buff-bellied Pipit		-1.116	0.264	27	830
	アトリ	カワラヒワ	Oriental Greenfinch	-	-4.145	<0.001	27	4351
		シメ	Hawfinch	+	5.036	<0.001	26	337
	ホオジロ	ホオジロ	Meadow Bunting	-	-2.746	0.006	27	1247
		カシラダカ	Rustic Bunting	-	-2.561	0.010	22	209
		アオジ	Black-faced Bunting	+	2.469	0.014	27	3949
		オオジュリン	Reed Bunting		-1.589	0.112	27	2585

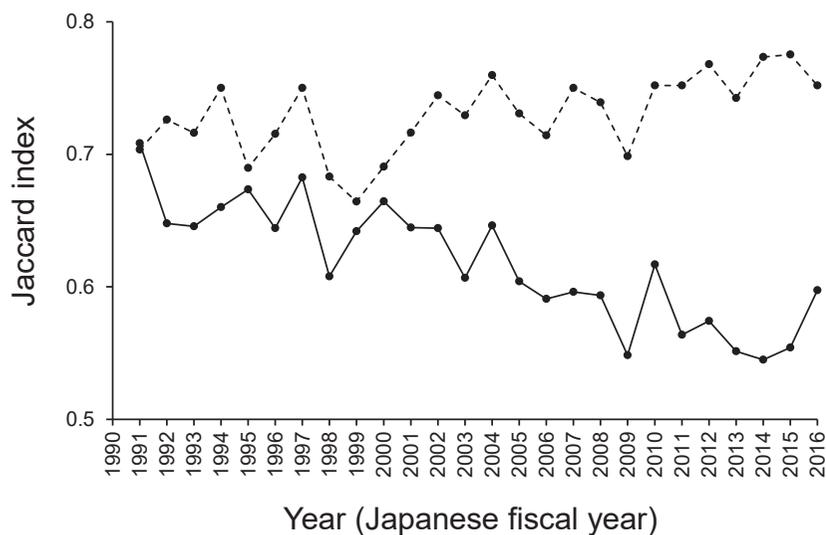


図 4. Jaccard Index の経年変化. 実線は 1990 年を基準とした Jaccard Index, 破線は前年を基準とした Jaccard Index を示す.

Fig. 4. Long-term change of Jaccard indices. The solid line shows the index based on 1990, and the dashed line shows the index based on the previous year.

表 2. 水鳥の年間記録日数の経年変化（一般化線形混合モデルによる分析結果）。「+」は年間記録日数が有意に増加した種を、「-」は年間記録日数が有意に減少した種を、z value は wald 統計量を示す。記録年数、記録日数はそれぞれ 27 年間で記録された年数と日数を示す。年の区切りは年度を用いた。

Table 2. Analysis of the long-term change of the number of recorded days per year in the water bird species using a generalized linear mixed model. The "+" symbol indicates a significantly increased species and the "-" symbol indicates a significantly decreased species in the number of recorded days per year. The z value shows Wald Statistic. The recorded year indicates the number of years the species was recorded, and the recorded day indicates the number of days the species was recorded during the 27 years. (The Japanese fiscal year was used. Cf. Fig. 3)

目名 Order	科名 Family	種名 Species	英名 English name	+ / -	z value	p value	記録年数 Recorded year(s)	記録日数 Recorded day(s)
カモ	カモ	オカヨシガモ	Gadwall	-	-5.251	<0.001	27	3124
		ヨシガモ	Falcatad Duck		-0.767	0.443	22	367
		ヒドリガモ	Eurasian Wigeon	-	-7.259	<0.001	27	2839
		マガモ	Mallard	+	3.565	<0.001	27	3781
		カルガモ	Spot-billed Duck	-	-5.907	<0.001	27	7873
		ハシビロガモ	Northern Shoveler	-	-5.646	<0.001	27	3528
		オナガガモ	Northern Pintail	-	-8.186	<0.001	27	3331
		コガモ	Teal	-	-3.943	<0.001	27	4896
		ホシハジロ	Common Pochard		-0.927	0.354	27	5560
		キンクロハジロ	Tufted Duck		0.770	0.441	27	5168
		スズガモ	Greater Scaup		-0.898	0.369	27	3541
ミコアイサ	Smew	-	-4.607	<0.001	16	608		
カイツブリ	カイツブリ	カイツブリ	Little Grebe		0.255	0.799	27	8218
		カンムリカイツブリ	Great Crested Grebe		-0.542	0.588	18	247
カツオドリ	ウ	カワウ	Great Cormorant		0.268	0.789	27	8288
ベリカン	サギ	ヨシゴイ	Yellow Bittern	-	-5.960	<0.001	23	561
		ゴイサギ	Black-crowned Night Heron	-	-10.990	<0.001	27	4130
		ササゴイ	Striated Heron		0.920	0.358	26	675
		アカガシラサギ	Chinese Pond Heron		0.594	0.552	14	133
		アマサギ	Cattle Egret	-	-2.959	0.003	27	384
		アオサギ	Grey Heron	+	2.724	0.006	27	8118
		ダイサギ	Great Egret	-	-3.133	0.002	27	6879
		チュウサギ	Intermediate Egret		-0.288	0.773	27	1091
コサギ	Little Egret	-	-7.961	<0.001	27	7347		
ツル	クイナ	クイナ	Water Rail		-0.921	0.357	23	247
		バン	Common Moorhen	-	-6.714	<0.001	27	4625
		オオバン	Eurasian Coot	-	-8.295	<0.001	27	6630
チドリ	チドリ	ムナグロ	Pacific Golden Plover	-	-5.230	<0.001	19	488
		ダイゼン	Grey Plover	-	-3.116	0.002	14	183
		コチドリ	Little Ringed Plover		0.274	0.784	27	4286
		シロチドリ	Kentish Plover	-	-6.891	<0.001	16	733
		メダイチドリ	Mongolian Plover	-	-4.448	<0.001	27	1889
		セイタカシギ	Black-winged Stilt	-	-7.245	<0.001	27	2807
	シギ	Snipe	-	-8.836	<0.001	27	2662	

続き

Cont.

目名 Order	科名 Family	種名 Species	英名 English name	+ / -	z value	p value	記録年数 Recorded year(s)	記録日数 Recorded day(s)
		オグロシギ	Black-tailed Godwit	-	-5.606	<0.001	27	1457
		オソリハシシギ	Bar-tailed Godwit	-	-2.969	0.003	24	663
		チュウシャクシギ	Whimbrel		0.175	0.861	27	901
		コアオアシシギ	Marsh Sandpiper	-	-3.726	<0.001	17	187
		アオアシシギ	Common Greenshank	-	-3.973	<0.001	27	3407
		タカブシギ	Wood Sandpiper	-	-2.941	0.003	18	90
		キアシシギ	Grey-tailed Tattler	-	-3.552	<0.001	27	2289
		ソリハシシギ	Terek Sandpiper		1.719	0.086	27	1916
		イソシギ	Common Sandpiper		-0.581	0.561	27	7417
		キョウジョシギ	Ruddy Turnstone	-	-8.440	<0.001	27	1038
		トウネン	Rufous-necked Stint	-	-6.132	<0.001	25	640
		ハマシギ	Dunlin	-	-4.750	<0.001	27	784
		エリマキシギ	Ruff	-	-3.497	<0.001	13	91
	カモメ	ユリカモメ	Black-headed Gull	-	-14.070	<0.001	27	2770
		ウミネコ	Black-tailed Gull	-	-8.416	<0.001	27	3334
		カモメ	Mew Gull	-	-11.900	<0.001	26	1702
		セグロカモメ	Herring Gull	-	-7.194	<0.001	27	2539
		オオセグロカモメ	Slaty-backed Gull		1.643	0.100	26	1016
		コアジサシ	Little Tern	-	-2.390	0.017	27	2190
ブッポウソウ	カワセミ	カワセミ	Common Kingfisher	+	2.565	0.010	27	4379

種だった。

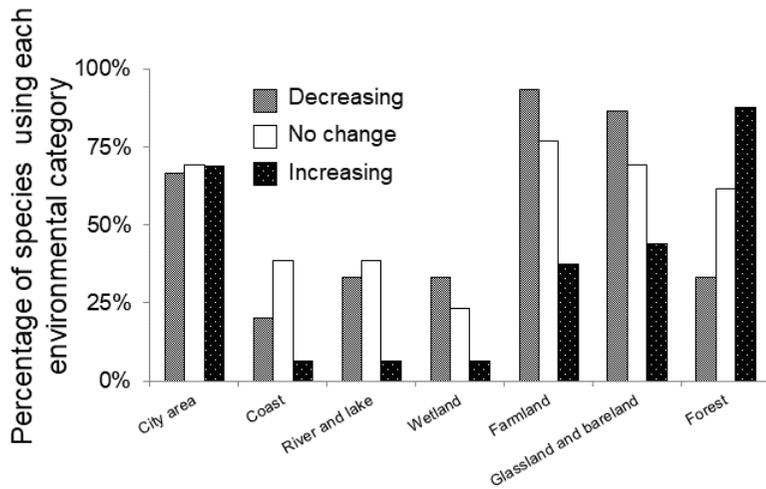
1990年度基準の Jaccard Index は減少傾向を示し、年を経るにつれて開設当初と種構成が変化していることを示した。一方で、前年度基準の Jaccard Index は増加傾向を示し、年を経るにつれて前年に対する鳥類相の変化が小さくなっていることを示した (図 4)。

各種の年間記録日数の経年変化と生息環境の関係

陸鳥では、解析対象となった 44 種中、「年間記録日数」が有意に増加したのが 16 種、減少したのが 15 種、有意な増減を示さなかったのが 13 種だった。ハヤブサ目は有意に減少した種のみを、アマツバメ目とキツツキ目は有意に増加した種のみを含んだ。ハト目は有意な増減がない種のみだった。タカ目とスズメ目は有意

に減少した種、増加した種、有意な増減が見られなかった種の全てを含んだ (表 1, Appendix 2)。減少した種と増加した種の生息環境を比較したところ、有意に減少した 15 種中の 14 種 (93.3%) が農耕地、13 種 (86.7%) が草地裸地を生息環境としていた。一方、有意に増加した 16 種中の 14 種 (87.5%) が森林を生息環境としていた。有意な増減が見られなかった種は、農耕地から森林まで、広く生息環境としていた種が多かった (図 5)。

水鳥では、解析対象となった 54 種中、「年間記録日数」が有意に増加したのが 3 種、減少したのが 35 種、有意な増減を示さなかったのが 16 種だった。有意に減少した種のみを含む目はなく、ブッポウソウ目は有意に増加した種のみだった。カイツブリ目とカツオドリ目は有



### Environmental category

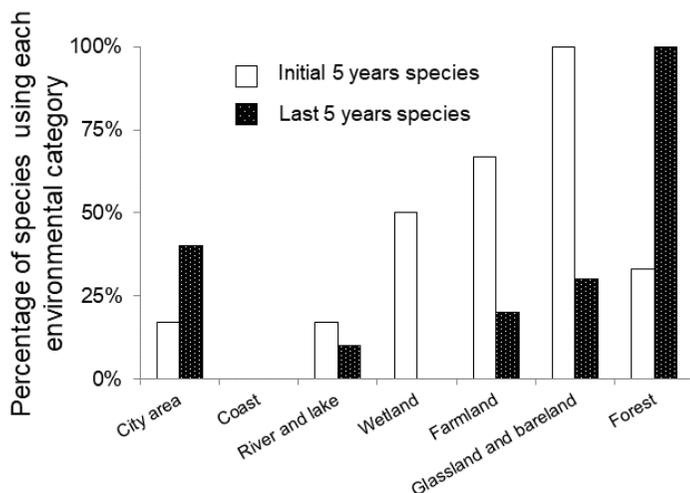
図 5. 各環境カテゴリーを利用する種の割合。灰色は有意に減少した種、白色は有意な増減が見られなかった種、黒色は有意に増加した種を示す。

Fig. 5. Percentage of species using each environmental category. The grey bar shows significantly decreased species, and the black bar shows significantly increased species. The white bar shows species which did not increase or decrease significantly.



図 6. 「初期 5 年の種（初期 5 年に記録があり直近 5 年に記録がない種）」と「直近 5 年の種（初期 5 年に記録がなく直近 5 年に記録がある種）」の種数の比較。

Fig. 6. Comparison of the number of the "initial 5 years species" and the "last 5 years species." In both periods, 135 species were recorded. (Initial 5 years species: The species were recorded in the first 5 years but were unrecorded in the last 5 years. Last 5 years species: The species were unrecorded in the first 5 years but were recorded in the last 5 years.)



### Environmental category

図7. 各環境カテゴリーを利用する種の割合. 白色は「初期5年の種（初期5年に記録があり直近5年に記録がない種）」, 黒色は「直近5年の種（初期5年に記録がなく直近5年に記録がある種）」を示す.

Fig. 7. Percentage of species using each environmental category. The white bar shows the “initial 5 years species” and the black bar indicates the “last 5 years species” (Cf. Fig. 6).

意な増減がない種のみを含んだ. ツル目とチドリ目は, 有意に減少した種と有意な増減がない種を含んだ. カモ目, ペリカン目は, 有意に減少した種, 増加した種, 有意な増減がない種の全てを含んだ. 有意に減少した35種中, チドリ目が21種(60.0%), カモ目が7種(20.0%)を占めた(表2, Appendix 3). 減少した種, 増減が見られなかった種, 増加した種共に, 最も利用する生息環境が湖沼河川(減少種97.1%, 増減が無い種100%, 増加種100%), 次が海岸(減少種88.6%, 増減が無い種75.0%, 増加種100%)で, 違いは見られなかった.

初期5年と直近5年の鳥類種の比較と生息環境

の関係

「初期5年の種」が17目41科181種だったのに対し, 「直近5年の種」は16目40科154種で27種少なかった. 両期間の共通種が135種, どちらかの5年間に記録がない種は, 陸鳥が34種で「初期5年の種」, 「直近5年の種」がそれぞれ17種ずつ, 水鳥が31種で「初期5年の種」が29種, 「直近5年の種」が2種だった(図6).

陸鳥では, キジ目, フクロウ目, サイチョウ目, ハヤブサ目は「初期5年の種」だけを, カッコウ目, キツツキ目は「直近5年の種」だけを含んだ. タカ目とスズメ目は, 「初期5年の種」と「直近5年の種」の両方を含み, 特にスズメ

表 3. 陸鳥における「初期 5 年の種 (初期 5 年に記録があり直近 5 年に記録がない種)」と「直近 5 年の種 (初期 5 年に記録がなく直近 5 年に記録がある種)」の比較。灰色に塗られた種は記録年数や記録日数が少ないため (3 年未満か 3 日以内)、利用する環境カテゴリーの比較には使用しなかった。

Table 3. Comparison between the “initial 5 years species” and the “last 5 years species” in the land birds (Cf. Fig. 6). The species covered with gray color were excluded from the comparative analysis of the environmental category, because of minor occurrence (less than 3 years or no more than 3 days).

目名 Order	科名 Family	初期5年に記録があり直近5年に記録がない種 The species recorded in the early 5 years, but not recorded in the last 5 years.	初期5年に記録がなく直近5年に記録がある種 The species not recorded in the early 5 years, but recorded in the last 5 years.	記録年数 Recorded year(s)	記録日数 Recorded day(s)
キジ カッコウ タカ	キジ カッコウ タカ	キジ Common Pheasant ハイイロチュウヒ Hen Harrier	ホトトギス Little Cuckoo	5 12 4	112 13 4
フクロウ サイチョウ キツツキ ハヤブサ	フクロウ ヤツガシラ キツツキ ハヤブサ	トラフズク Long-eared Owl ヤツガシラ Hoopoe	ツミ Japanese Sparrowhawk	2 7	2 59
スズメ	サンショウウクイ カササギヒタキ モズ クワイタダキ ツリスガラ シジュウカラ	コチヨウゲンボウ Merlin チゴハヤブサ Eurasian Hobby サンコウチョウ Japanese Paradise Flycatcher	アカガラ Great Spotted Woodpecker サンショウウクイ Ashy Minivet タカサゴモズ Long-tailed Shrike クワイタダキ Goldcrest	12 2 2 13 1 5 14	256 7 3 32 116 75 75
	ツバメ ウグイス エナガ ムシクイ ヨシキリ レンジャク	ツリスガラ Eurasian Penduline Tit コガラ Willow Tit	ヒガラ Coal Tit	2 3 3 3 6	2 18 3 3 238
	セキレイ アトリ ホオジロ	コシキリ Black-browed Reed Warbler クロツグミ Japanese Thrush ツメナガセキレイ Yellow Wagtail コイカル Chinese Grosbeak ホオアカ Chestnut-eared Bunting	ヤブサメ Asian Stubtail エナガ Long-tailed Tit オオムシクイ Kamchatka Leaf Warbler キレンジャク Bohemian Waxwing ヒレンジャク Japanese Waxwing マミチャジナイ Eyebrowed Thrush コマドリ Japanese Robin アトリ Brambling	1 3 2 2 3 10 2 1 7	1 4 3 3 6 15 2 3 87
		ノジコ Yellow Bunting コジュリン Japanese Reed Bunting	ミヤマホオジロ Yellow-throated Bunting ミヤマシンド White-crowned Sparrow	2 4 4 1 2 1	5 5 5 1 2 7

表 4. 水鳥における「初期 5 年の種（初期 5 年に記録があり直近 5 年に記録がない種）」と「直近 5 年の種（初期 5 年に記録がなく直近 5 年に記録がある種）」の比較。灰色に塗られた種は記録年数や記録日数が少ないため（3 年未満か 3 日以内）、利用する環境カテゴリーの比較には使用しなかった。

Table 4. Comparison between the “initial 5 years species” and the “last 5 years species” in the water birds (Cf. Fig. 6). The species covered with gray color were excluded from the comparative analysis of the environmental category, because of minor occurrence (less than 3 years or no more than 3 days).

目名 Order	科名 Family	初期5年に記録があり直近5年に記録がない種 The species recorded in the early 5 years, but not recorded in the last 5 years.	初期5年に記録がなく直近5年に記録がある種 The species not recorded in the early 5 years, but recorded in the last 5 years.	記録年数 Recorded year(s)	記録日数 Recorded day(s)
カモ	カモ	マガン オオハクチョウ アメリカホドリ オオホシハジロ ホオジロガモ ニコアイサ アカエリカイヅブリ コグンカンドリ	Greater White-fronted Goose Whooper Swan American Wigeon Canvasback Common Goldeneye Smew Red-necked Grebe Lesser Frigatebird	1 1 5 3 6 16 1 3 12	2 1 18 9 12 608 1 3 159
チドリ	チドリ	ムラサキサギ クロサギ ケリ ムナグロ ダイゼン オオシシギ オオハシシギ	Purple Heron Pacific Reef Egret Grey-headed Lapwing Pacific Golden Plover Grey Plover Latham's Snipe Long-billed Dowitcher Eurasian Curlew	1 2 2 6 19 14 5 3 1	2 4 9 488 183 12 13 1
シギ	シギ	ツルシギ アカアシシギ カラフトアアシシギ オオバシギ ミユビシギ ウスラシギ サルハマシギ キリアイ エリマキシギ タマシギ	Spotted Redshank Common Redshank Spotted Greenshank Great Knot Red Knot Sanderling Sharp-tailed Sandpiper Curlew Sandpiper Broad-billed Sandpiper Ruff Great Painted Snipe	9 9 10 2 5 4 9 13 4 7	23 52 56 3 8 13 27 91 6 13
ブッポウウ	カワセミ	ハジロクロハラアジサシ ヤマセミ	White-winged Black Tern Crested Kingfisher	2 2	4 2
	カモメ	クロハラアジサシ	Whiskered Tern	7	13

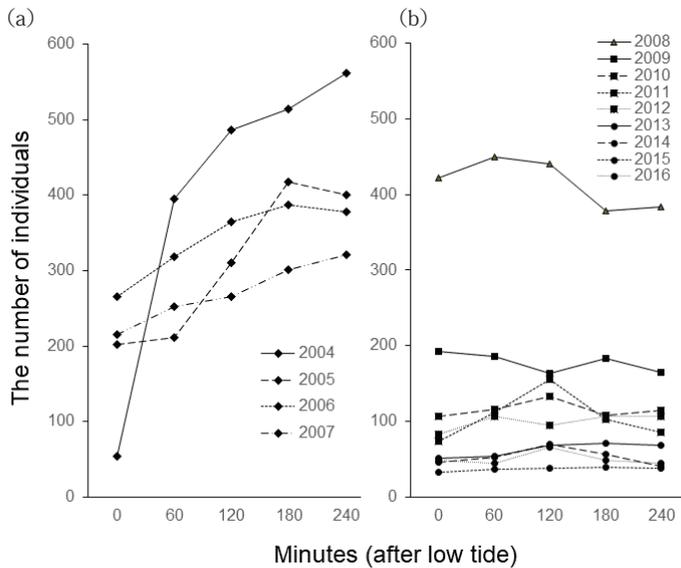


図8. 干潮からのシギ・チドリ類の総個体数の変化. a: 2004-2007年, b: 2008-2016年.

Fig. 8. Changes in the total abundance of shore birds after low tide. a: 2004-2007. b: 2008-2016.

目は25種で、全体の73.5%を占めた(表3)。「初期5年の種」と「直近5年の種」の生息環境を比較したところ、「初期5年の種」で解析対象になった6種の内、全種が草地裸地を、4種(66.7%)が農耕地を生息環境としていた。「直近5年の種」で解析対象になった10種全種が、森林を生息環境としていた(図7)。

水鳥では、カモ目、カイツブリ目、カツオドリ目、ブッポウソウ目は「初期5年の種」だけを含んだ。「直近5年の種」だけを含む目はなかった。ペリカン目、チドリ目は「初期5年の種」と「直近5年の種」の両方を含んだ。「初期5年の種」の29種中、チドリ目が18種(62.1%)、カモ目が6種(20.7%)を占めた(表4)。「初期5年の種」と「直近5年の種」の共に、最も利用する生息環境は湖沼河川(初期5年の種89.7%、直近5年の種100%)だった。

潮位の上昇に伴うシギ・チドリ類の個体数変動  
シギ・チドリ類の飛来個体数は、2004-

2007年と2008-2016年では傾向が大きく異なったため、図を2つに分けて示した。2008年から潮位が上がる時間においても個体数の増加は見られず、更に2009年から潮位の上昇に伴う個体数の増加が見られないことに加え、個体数自体が大きく減少した(図8)。

マガモの池利用の変化と冬期のサギ類の記録日数の減少

水面採餌性カモ類のほとんどが記録日数の減少を示す一方、マガモ *Anas platyrhynchos* は唯一「年間記録日数」が有意に増加したため(表2)、本種の池の利用の経年変化を調べた。マガモの西淡水池における記録日数は、2006年に25日の記録がある以外は、1990年から2012年までほぼ1桁台で推移してきたが(1996-2001年の6年間は区域別データが欠損)、2013年から急激に増加した(図9a)。この4年間(2013-2016年度)の本種の池の利用を月別に解析した結果、飛来し始めた10月

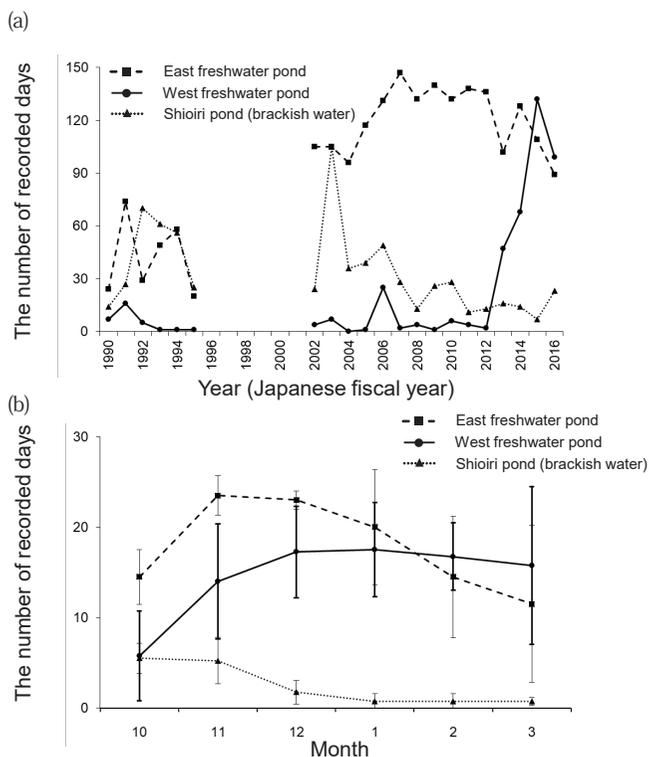


図 9a. 各池におけるマガモの年間記録日数の経年変化.

Fig. 9a. Long-term change of the number of annual days Mallards were recorded in each pond.

図 9b. 2013–2016 年の各池におけるマガモの平均記録日数の月ごとの変化。エラーバーは標準偏差を示す。

Fig. 9b. Monthly change of the average number of days Mallards were recorded in each pond from 2013 to 2016. The error bars show standard deviation.

は東淡水池での観察記録が多く、徐々に西淡水池の記録が増加した (図 9b)。

アオサギの「年間記録日数」には変化が見られなかった一方、ゴイサギ、ダイサギ、コサギのそれは有意に減少したため (表 2)、月の上旬、中旬、下旬ごとに開園日数に対する記録日数の割合を示した。3 種共に開園当初はほぼ通年で記録されていたが、ゴイサギ (図 10a) は 2001 年から、ダイサギ (図 10b) とコサギ (図 10c) は 2005 年から、冬期を中心に記録日数が減少した。

バンとオオバンの繁殖期の記録日数の減少

各種の「年間記録日数」に関しては、カイツ

ブリに変化が見られなかった一方、バンとオオバンは有意に減少したため (表 2)、月の上旬、中旬、下旬ごとに開園日数に対する記録日数の割合を示した。両種共に開園から数年間は一年を通じ、高い頻度で記録されていたが、バンは 1996 年以降に (図 11a)、オオバンは 2004 年以降に (図 11b)、繁殖時期と考えられる期間を中心に記録日数の減少傾向が見られ、特にオオバンでは顕著だった。

#### 考察

鳥類相の長期モニタリングの結果、予想外の傾向が見えてくることもある。しかしながら、その傾向をもたらしたと推測される環境要因な







を占めた。また、「初期5年の種」とされた29種のうち18種がチドリ目、6種がカモ目で、両者を併せると82.8%を占めた。即ち、経年によって、陸鳥では種が入れ代わっており、水鳥ではチドリ目やカモ目を中心とした種数の減少が生じていることが明らかになった。

#### 陸鳥の鳥類種の変化の要因

「年間記録日数」が減少した種と「初期5年の種」は、どちらも共通して農耕地と草地裸地を生息環境とする種の割合が多かった(図5, 7)。一方で、「年間記録日数」が増加した種と「直近5年の種」は、どちらも共通して森林を生息環境とする種の割合が多かった(図5, 7)。当公園では、生息環境に農耕地や草地裸地が含まれる種が減少し、森林が含まれる種が増加しており、草原性から森林性の鳥類相に変遷しつつあることが明らかになった。園内の乾性遷移が進み、農耕地、草地裸地に相当する環境が減少する一方、森林に相当する環境が増加し、鳥類相に影響している可能性が示唆された。

#### シギ・チドリ類の減少要因

前述したように、チドリ目の種は異なる解析法の両方で大幅な減少を示した(表2, 4)。チドリ目で今回の解析対象になった5科のうち、チドリ科、セイタカシギ科、シギ科、タマシギ科の4科とカモメ科は生態が大きく異なるため、前4科をシギ・チドリ類として考察する。2004年から2007年までは、葉山(2007)の指摘通り、潮位の上昇に伴って個体数の増加が見られたが(図8a)、2008年に潮位が上昇にしても個体数が増加しなかったことは(図8b)、公園周辺にシギ・チドリ類がないか、他に休憩場所としてより優れた場所が存在するか等の2つ可能性が考えられる。しかしながら、2009年以降、潮位の上昇に伴う個体数の増加

が見られないことに加え個体数が激減したこと、2013年以降に更なる個体数の減少が見られたことから、当公園を行動圏内に含むシギ・チドリ類の個体数そのものが減少している可能性が高いと考えられる。環境省の調査では、1975-2017年、2000-2017年のどちらの期間においても、秋期に日本に飛来数するシギ・チドリ類全種の総最大個体数は有意に減少した(環境省2020)。また、2000-2017年の秋期に東京湾に飛来したシギ・チドリ類全種の総最大個体数も有意に減少した(環境省2020)。以上から、当公園のシギ・チドリ類の種数や個体数の回復は、前浜干潟や潮入の池の内陸干潟(図2)の環境改善よりも、当公園を行動圏に含むシギ・チドリ類を増加させる必要があり、簡単には解決できない課題である。

#### オオタカの捕食圧が水鳥に及ぼす影響

カモ目鳥類は各種の「年間記録日数」の経年変化で、解析対象になった12種中7種の「年間記録日数」が有意に減少し、内6種がオオタカの捕食圧の影響を受けると考えられる水面採餌性カモ類だった(表2)。環境省の「ガンカモ類の生息調査」によると、潜水採餌性カモ類であるミコアイサ *Mergus albellus* は、東京都では1990年度に20羽、1991年度に14羽が記録された後、2016年度まで年度あたり平均5.72羽で、種として東京都から減少した結果と考えられる(環境省1991-2001, 2017, 2018)。オオタカの捕食を回避できる可能性が高い潜水採餌性カモ類3種全てと、潜水能力が高いカイツブリやカンムリカイツブリ *Podiceps cristatus*、加えて大型で体重が重いカワウ *Phalacrocorax carbo* は「年間記録日数」の有意な増減を示さなかった。一方で、水面採餌性カモ類であるマガモの「年間記録日数」は有意に増加した(表2)。当公園では、オオタカがカ

モの頭部を水面下に沈め、溺死させる狩りの様子がしばしば目撃されている。干満があり干潮時に浅瀬が出現する潮入の池、近年、防水シートを経年劣化によると考えられる濾水や、湧水で水深が浅くなることが多い東淡水池は、オオタカに適した狩場と考えられる。一方で、西淡水池は水深の深い部分が多く、このような狩りの方法には不適な可能性が高い。マガモの観察日数が、西淡水池で増加したこと（図 9a）、徐々に東淡水池で減少し西淡水池で増加した（図 9b）ことは、オオタカからの回避を意味し、その結果が「年間記録日数」の増加に影響した可能性がある。羽田（1986）は、カモ類には順位性があり、捕食者に対して安全度が高い場所を占める順位は種ごとに決まっているとし、安全性が一番高い場所を占める種はマガモであるとした。オオタカの捕食を受けやすい水面採餌性カモ類の中で唯一マガモの観察日数が増加したのは、園内でも安全な西淡水池を主な生息場所を選択し、そこでの種間競争を制した可能性が考えられる。この可能性は、1-2 シーズン、マガモの飛来後の池選択の推移や西淡水池における種間競争の有無を定量的に調査することで明らかにすることができるだろう。

オオタカの捕食圧によって 1997-1998 年に個体数を大幅に減少させた水面採餌性カモ類（杉浦 2013）に続き、2000 年以降からサギ科鳥類もオオタカの捕食対象に加わったことで、サギ科鳥類の冬期の記録日数が減少した可能性は十分に考えられる（図 10）。一方で、アオサギは、サギ科鳥類の中で唯一「年間記録日数」が有意に増加した（表 2）。ダイサギが全長 84-94cm、体重 700-1,200g なのに対し、アオサギは全長 90-98cm、体重 1,000-2,000g（高川ほか 2011）と大型で、捕食対象としては最後の選択肢となる可能性が高い。更に、他のサギ科鳥類の減少は、餌資源を巡る種間競争の

緩和に繋がり、アオサギにとって有利に働くことが考えられる。

以上から、オオタカの捕食圧は、水面採餌性カモ類と越冬サギ類の減少に直接的に影響しており、一方、マガモと他の水面採餌性カモ類、アオサギと他のサギ類の種間競争に間接的に影響している可能性が示唆された。

#### 湿性遷移が園内の繁殖種に与える影響

バンは 1996 年以降に、オオバンは 2004 年以降に、繁殖時期と考えられる期間を中心に記録日数の減少が顕著で（図 11）、これが「年間記録日数」の有意な減少に繋がっていると考えられた。また、サギ科鳥類で唯一当公園内での繁殖記録があるヨシゴイ *Ixobrychus sinensis* は、1996 年までは抱卵中の巣や雛が確認されていたが（日本野鳥の会 1997）、以降の繁殖記録はない。したがって、1996 年前後と 2004 年前後に、これらの鳥類種にとって繁殖には不適な何らかの環境変化が当公園にあったことが推測される。オオバンは営巣場所としてヒメガマ群落を好むという報告がある（北島 1994）。当公園に残されている 1990 年と 1995-1999 年の『鳥類繁殖調査』の記録を参照したところ、オオバンは、30 巢中 23 巢がヒメガマ帯に、3 巢がフトイ *Schoenoplectus tabernaemontani* 帯に、1 巢がヨシ帯に営巣していた。一方で、バンは、複数の植物が存在している場所への営巣が多く、7 巢中ヒメガマ中心の植物帯が 2 巢、フトイ中心の植物帯が 3 巢だった（日本野鳥の会 1991、1996-2000）。水深の浅い所にはヨシが、深い所にはヒメガマが生え（Tsuchiya *et al.* 1993）、また琵琶湖では、ヒメガマやフトイが水深の最も深いところで多く見られたという報告がある（大塚ほか 1996）。経年とともに植物の枯死の堆積や周辺の土砂の流入によって園内の淡水池の水深が浅くなり、2004 年前後にオ

オバンが好むフトイやヒメガマの群落からヨシの群落への湿性遷移が顕著になり、繁殖に適さない環境になったことは十分に考えられる。オオバンよりは様々な植物を利用するバンが、繁殖期における記録日は減少したものの、数年おきに繁殖期の観察記録や、繁殖記録があることもこの仮説に矛盾しない。

ヨシゴイは営巣場所とする植物としてヨシよりもヒメガマを選好する傾向があり、ヨシにかけられた巣では被食率が高かったという報告がある（内田・松田 1990）。その要因の1つとして、営巣時の主な捕食者であるアオダイショウ *Elaphe climacophora* が、ヨシの腰の強い茎と葉を利用しヨシ原の上部を移動することが可能だが、ヒメガマは葉が柔軟でしなるため、この移動方法が行えない点が指摘されている（上田 1996）。また、イタチ *Mustela itatsi* やアオダイショウは泳いでヨシゴイの巣に到達することが可能なため、ヒメガマに作られた巣であっても浅い場所では捕食圧が高いという報告もある（上田 1996）。当公園には、上記の捕食者に加え、シマヘビ *Elaphe quadrivirgata* やノネコ *Felis silvestris catus* も生息する。

以上から、水深の浅化と湿性遷移の進行により、1) ヨシゴイやオオバンが営巣場所として好む植物帯そのものの減少、2) 捕食者の植物上部や水面からのこれらの鳥類種への巣へのアクセスの容易化、が生じ、これら3種の繁殖期間中の記録日数の減少に影響したことが示唆された。

#### 公園開設時の想定のみと今後の環境管理

開設の5年前に書かれた当公園の計画書には、当時の最先端のビオトープの知識が投入され、「かつて存在した後背湿地を中心とする東京湾内湾部海岸線の自然環境の復元」を目標としている（日本野鳥の会 1984）。明確な記述は

ないが、後背湿地という地形上、シギ・チドリ類、カモ類などの水鳥が主な保護対象だったことが推測できる。また、公園開設時は樹木が貧弱であり、それらが成長することで、より多くの鳥類種が飛来し、記録される種数が増加していくと想定していたと考えられる。解析の結果、陸鳥では公園開設時には記録が無かったキツツキ目や森林性の種が移入してきた一方で、ハヤブサ目や草原性の種がほぼ同数減少し（表1, 3）、水鳥ではチドリ目とカモ目の種が大幅に減少したことが明らかになった（表2, 4）、また、初期5年間よりも直近5年間に記録された種数は有意に減少し、2つの基準のJaccard Indexからは、一定の鳥類種の構成に収束していく傾向が示唆された（図4）。これらの変化は、約35年前の想定（日本野鳥の会 1984）とは異なっていると考えられる。今後、設計時の想定と現状の間に生じたずれを修正するような検証実験を行うことができれば、バードサンクチュアリの環境管理や鳥類の保全計画に対する極めて有益な知見が得られるだろう。

これまでの考察は蓄積されたデータの解析から得られた推測であり、例えば、1) 樹林地の面積の縮小、砂礫地、低茎草地、高茎草地の面積の拡大によって草原性の鳥類種が再移入してくるか、2) オオタカが利用する高木の伐採によって、オオタカの減少とカモ類や冬期のサギ類の増加が見られるか、3) 淡水池の水深の深化や水面面積の拡大によってかつての繁殖種が再び営巣を始めるか、などは実践しない限り明らかにできない。自然系施設での環境の改変を伴う検証実験の実施は容易ではないが、ほぼ全ての環境が人工的に造成された当公園ならば、それが許容される可能性はあると思われる。

他の自然環境と切り離された当公園のような市街地に近接するサンクチュアリでは、池や小川の浸食や洗掘、広範囲の倒木などの自然攪乱

による更新が起こることは考え難い。公園開設時に近い環境を維持するためには、10年、20年といった周期で、人為攪乱によって遷移前の状態に戻す、または遷移の速度を緩める作業が必要となる。当公園では、そのような作業は行われてこず、その結果が鳥類相の変化に影響した可能性が示唆された。2019年に東京港野鳥公園は30周年を迎えた。都心に近い場所でありながら、生物の保全を中心に考えることができる当公園は貴重であり、次世代に適切な形で引き継ぐことは非常に重要である。31年目以降、自然遷移を尊重した環境の維持・管理を続けて行くのか、開設時の目標に近い環境を再生させるために、重機などを導入し大規模な再整備を行うのか、あるいは蓄積されたデータを詳細に分析し、周辺の環境の変化も考慮した新たな公園の方向性を定め、環境のゾーニングの見直しも含めた再設計や再整備を行うのか、議論すべき時期にきていると考えられる。

#### 謝辞

本稿をまとめるにあたり貴重なご助言を下さった古沢紀氏、恩田幸昌氏、データの照会に快く応じて下さった野口真磨子氏の東京港野鳥公園のレンジャー諸氏に深く御礼申し上げる。

#### 引用文献

- 天野達也. 2017. 鳥類のモニタリング：その重要性、応用、将来に向けた提言. *Strix* 33: 3-12.
- 五十嵐秀明. 1996. 多摩川中流域におけるゴイサギのねぐらの分布と特性. *Strix* 14: 81-94.
- 上田恵介. 1996. ヨシゴイはなぜ集団で繁殖するのか：巣場所選びと繁殖成功. *Strix* 14: 55-63.
- 内田博. 2017. 埼玉県東松山市周辺でのコサギ *Egretta garzetta* の減少. *日本鳥学会誌*. 66(2): 111-122.
- 内田博・松田喬. 1990. ヨシゴイ *Ixobrychus sinensis* の集団繁殖. *日本鳥学会誌* 39: 53-61.
- 大塚泰介・岩崎敬二・熊谷明生・小西民人. 1996. 琵琶湖南湖東岸における抽水植物帯面積の減少について. *陸水学雑誌*. 57(3): 261-266.
- 加藤幸子. 2004. 鳥よ、人よ、甦れ—東京港野鳥公園の誕生、そして現在. 藤原書店, 東京.
- 川島賢治. 1997. 東京港野鳥公園造成によるシギ・チドリ類の生息状況の変化. *Strix* 15: 45-53.
- 環境省. 1991. 第22回ガンカモ科鳥類の生態調査報告書. 環境庁自然保護局野生生物課, 東京.
- 環境省. 1992. 第23回ガンカモ科鳥類の生態調査報告書. 環境庁自然保護局野生生物課, 東京.
- 環境省. 1993. 第24回ガンカモ科鳥類の生態調査報告書. 環境庁自然保護局野生生物課, 東京.
- 環境省. 1994. 第25回ガンカモ科鳥類の生態調査報告書. 環境庁自然保護局野生生物課, 東京.
- 環境省. 1995. 第26回ガンカモ科鳥類の生態調査報告書. 環境庁自然保護局野生生物課, 東京.
- 環境省. 1996. 第27回ガンカモ科鳥類の生態調査報告書. 環境庁自然保護局野生生物課, 東京.
- 環境省. 1997. 第28回ガンカモ科鳥類の生態調査報告書. 環境庁自然保護局野生生物課, 東京.
- 環境省. 1998. 第29回ガンカモ科鳥類の生態調査報告書. 環境庁自然保護局野生生物課, 東京.
- 環境省. 1999. 第30回ガンカモ科鳥類の生息調査報告書. 環境省自然環境局生物多様性センター, 山梨.
- 環境省. 2000. 第31回ガンカモ科鳥類の生息調査報告書. 環境省自然環境局生物多様性センター, 山梨.
- 環境省. 2001. 第32回ガンカモ科鳥類の生息調査報告書. 環境省自然環境局生物多様性センター, 山梨.
- 環境省. 2017. 第47回ガンカモ類の生息調査報告書. 環境省自然環境局生物多様性センター, 山梨.
- 環境省. 2018. 第48回ガンカモ類の生息調査報告書. 環境省自然環境局生物多様性センター, 山梨.
- 環境省. 2019. モニタリングサイト1000 第3期とりまとめ報告書概要版 日本の自然に何がおきている？—市民・研究者・行政が力をあわせてわかってきたこと—. 環境省自然環境局生物多様性センター, 山梨.

- 環境省. 2020. 重要生態系監視地域モニタリング推進事業（モニタリングサイト1000）シギ・チドリ類調査 2004-2017 年度 とりまとめ報告書. 環境省自然環境局生物多様性センター, 山梨.
- 北島信秋. 1994. 手賀沼におけるオオバン繁殖生態. 山階鳥研報 26: 47-58.
- 齊藤充. 2017. 姫路市自然観察の森における繁殖期の鳥類生息状況 26年間のラインセンサス調査結果より. *Strix* 33: 35-50.
- 杉浦嘉雄・池畑義人・舩橋玲二・萩原洋平・掛下尚一郎・刘洋. 2013. 都立東京港野鳥公園における冬期カモ類の個体数変動に関する一考察. 日本文理大学紀要 41(1): 21-26.
- 高川晋一・植田睦之・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・三上修・森さやか・森本元・山浦悠一. 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 Research* 7: 9-12.
- Tsuchiya, T., Nohara, S. & Iwakuma, T. 1993. Zonal Distribution of Aquatic Macrophytes in the Littoral Zone of Edosaki-iri Bay in Lake Kasumigaura, Japan.
- 羽田健三(編). 1986. 鳥類の生活史. 築地書房, 東京.
- 藤田剛・掛下尚一郎・藤田薫・古南幸弘. 2017. 30年にわたる鳥の相対的な個体数変化傾向から横浜自然観察の森の保全機能を推定する. *Strix* 33: 13-33.
- 葉山政治. 2007. 東京港野鳥公園の開園から約20年～鳥類の生息地として～. 都市公園 179: 14-18.
- 日本野鳥の会. 1984. 東京港大井ふ頭埋立地野鳥生息地保全基本計画調査報告書. 日本野鳥の会, 東京.
- 日本野鳥の会. 1991. 平成2年度 東京港野鳥公園環境調査指導等業務委託 実施報告書(概要版). 日本野鳥の会, 東京.
- 日本野鳥の会. 1992. 平成3年度 東京港野鳥公園環境調査指導等業務委託 実施報告書(概要版). 日本野鳥の会, 東京.
- 日本野鳥の会. 1993. 平成4年度 東京港野鳥公園環境調査指導等業務委託 実施報告書. 日本野鳥の会, 東京.
- 日本野鳥の会. 1996. 平成7年度 東京港野鳥公園環境調査指導等業務委託 実施報告書. 日本野鳥の会, 東京.
- 日本野鳥の会. 1997. 平成8年度 東京港野鳥公園環境調査指導等業務委託 実施報告書. 日本野鳥の会, 東京.
- 日本野鳥の会. 1998. 平成9年度 東京港野鳥公園環境調査指導等業務委託 実施報告書. 日本野鳥の会, 東京.
- 日本野鳥の会. 1999. 平成10年度 東京港野鳥公園環境調査指導等業務委託 実施報告書. 日本野鳥の会, 東京.
- 日本野鳥の会. 2000. 平成11年度 東京港野鳥公園環境調査指導等業務委託 実施報告書. 日本野鳥の会, 東京.
- 日本野鳥の会東京・研究部. 2016. 東京の野鳥たち～月例探鳥会7か所・20年間の記録～. 日本野鳥の会東京, 東京.
- 村山健二・石川幹子. 2010. 東京湾における地先海面の共同利用の歴史の変遷に関する研究—大森の海苔養殖を事例として—. 日本都市計画学会都市計画論文集 45(3): 403-408.
- 山岸洋樹・善浪めぐみ・手嶋洋子・田尻浩伸・外山雅大. 2017. エゾシカの採食圧によるハマナス群落の衰退が草原性鳥類に及ぼす影響について. *Strix* 33: 51-63.
- Wilson J. B. 2013. Biodiversity theory applied to the real world of ecological restoration. *Applied Vegetation Science* 16: 5-7.

## Long-term changes of bird species composition and the environmental changes in the Tokyo Port Wild Bird Park

Yoshikazu C. Sugano<sup>1</sup>, Nobuo Aoki<sup>2</sup>, Shin-ichi Akimoto<sup>1</sup>

1. Department of Ecology and Systematics, Graduate School of Agriculture, Hokkaido University.  
9-9 Kita-ku, Sapporo-shi, Hokkaido 060-8589 Japan.

2. Education division, Wild Bird Society of Japan.  
Maruwa building, 3-9-23 Nishi-gotanda, Shinagawa-ku, Tokyo 141-0031 Japan.

The importance of the long-term monitoring which can catch the change in the ecosystem early and make use of it for conservation and research has begun to be recognized. Recently, the analytical results from this viewpoint using the data accumulated in the nature parks have also been reported. In this paper, we analyzed the factors which brought about the obtained results, using the survey data accumulated over 27 years in the Tokyo Port Wild Bird Park. The species richness and the number of annual recorded days of water birds decreased mainly in Charadriiformes and Anseriformes. On the other hand, the change of land bird fauna from grassland to forest habitats occurred without affecting the species richness, thus indicating the long-term change of different trends among avifauna of different habitats. Both xerarch and hydrarch successions have advanced in this park. Therefore, to achieve the original goal of "restoration of the natural environment of inner bay coastline centering on the hinterland wetland of Tokyo Bay," a large-scale environmental improvement is necessary management.

*Keywords: Biodiversity, Conservation biology, Environment management, Long-term changes, Long-term monitoring, Tokyo Port Wild Bird Park*

\*: yoshikazu\_sugano@outlook.com

付録 1. 1989 年 11 月から 2017 年 3 月までの東京港野鳥公園の鳥類リスト。灰色で覆われた 2 種は本論文の解析には含めていない（詳細は本文を参照）。

Appendix 1. The bird list of the Tokyo Port Wild Bird Park from November 1989 to March 2017. The species covered with gray color were not used in the analysis of this paper. See the text for details.

目名 Order	科名 Family	種名 Species	英名 English name
キジ	キジ	ウズラ	Japanese Quail
		キジ	Common Pheasant
カモ	カモ	マガン	Greater White-fronted Goose
		コクガン	Brant Goose
		コハクチョウ	Tundra Swan
		オオハクチョウ	Whooper Swan
		オシドリ	Mandarin Duck
		オカヨシガモ	Gadwall
		ヨシガモ	Falcated Duck
		ヒドリガモ	Eurasian Wigeon
		アメリカヒドリ	American Wigeon
		マガモ	Mallard
		カルガモ	Spot-billed Duck
		ハシビロガモ	Northern Shoveler
		オナガガモ	Northern Pintail
		シマアジ	Garganey
		トモエガモ	Baikal Teal
		コガモ	Teal
		オオホシハジロ	Canvasback
		ホシハジロ	Common Pochard
		キンクロハジロ	Tufted Duck
		スズガモ	Greater Scaup
ホオジロガモ	Common Goldeneye		
ミコアイサ	Smew		
カイツブリ	カイツブリ	カイツブリ	Little Grebe
		アカエリカイツブリ	Red-necked Grebe
		カンムリカイツブリ	Great Crested Grebe
		ハジロカイツブリ	Black-necked Grebe
ハト	ハト	キジバト	Oriental Turtle Dove
		アオバト	Japanese Green Pigeon
カツオドリ	ゲンカンドリ	コゲンカンドリ	Lesser Frigatebird
		カワウ	Great Cormorant
ペリカン	サギ	サンカノゴイ	Eurasian Bittern
		ヨシゴイ	Yellow Bittern
		ミゾゴイ	Japanese Night Heron
		ゴイサギ	Black-crowned Night Heron
		ササゴイ	Striated Heron
		アカガシラサギ	Chinese Pond Heron
		アマサギ	Cattle Egret
		アオサギ	Grey Heron
		ムラサキサギ	Purple Heron
		ダイサギ	Great Egret
		チュウサギ	Intermediate Egret
		コサギ	Little Egret

続き

Cont.

目名 Order	科名 Family	種名 Species	英名 English name	
ツル	トキ クイナ	クロサギ	Pacific Reef Egret	
		カラシラサギ	Chinese Egret	
		クロツラヘラサギ	Black-faced Spoonbill	
		クイナ	Water Rail	
		シロハラクイナ	White-breasted Waterhen	
		ヒクイナ	Ruddy-breasted Crake	
カッコウ	カッコウ	バン	Common Moorhen	
		オオバン	Eurasian Coot	
		ジュウイチ	Rufous Hawk-Cuckoo	
		ホトトギス	Little Cuckoo	
ヨタカ アマツバメ	ヨタカ アマツバメ	ツツドリ	Oriental Cuckoo	
		ヨタカ	Jungle Nightjar	
アマツバメ	アマツバメ	アマツバメ	Pacific Swift	
		ヒメアマツバメ	House Swift	
チドリ	チドリ	タゲリ	Northern Lapwing	
		ケリ	Grey-headed Lapwing	
		ムナグロ	Pacific Golden Plover	
		ダイゼン	Grey Plover	
		ハジロコチドリ	Ringed Plover	
		イカルチドリ	Long-billed Plover	
		コチドリ	Little Ringed Plover	
		シロチドリ	Kentish Plover	
		メダイチドリ	Mongolian Plover	
		オオメダイチドリ	Greater Sand Plover	
		セイタカシギ シギ	セイタカシギ	Black-winged Stilt
			ヤマシギ	Eurasian Woodcock
			オオジシギ	Latham's Snipe
			タシギ	Snipe
			オオハシシギ	Long-billed Dowitcher
			シベリアオオハシシギ	Asiatic Dowitcher
			オグロシギ	Black-tailed Godwit
			オオソリハシシギ	Bar-tailed Godwit
			チュウシャクシギ	Whimbrel
			ダイシャクシギ	Eurasian Curlew
			ホウロクシギ	Far Eastern Curlew
			ツルシギ	Spotted Redshank
			アカアシシギ	Common Redshank
			コアアシシギ	Marsh Sandpiper
			アオアシシギ	Common Greenshank
			カラフトアオアシシギ	Spotted Greenshank
			コキアシシギ	Lesser Yellowlegs
			クサシギ	Green Sandpiper
			タカブシギ	Wood Sandpiper
			キアシシギ	Grey-tailed Tattler
			ソリハシシギ	Terek Sandpiper
			イソシギ	Common Sandpiper
			キョウジョシギ	Ruddy Turnstone

続き

Cont.

目名 Order	科名 Family	種名 Species	英名 English name
		オバシギ	Great Knot
		コオバシギ	Red Knot
		ミユビシギ	Sanderling
		トウネン	Rufous-necked Stint
		オジロトウネン	Temminck's Stint
		ヒバリシギ	Long-toed Stint
		アメリカウズラシギ	Pectoral Sandpiper
		ウズラシギ	Sharp-tailed Sandpiper
		サルハマシギ	Curlew Sandpiper
		ハマシギ	Dunlin
		キリアイ	Broad-billed Sandpiper
		エリマキシギ	Ruff
		アカエリヒレアシシギ	Red-necked Phalarope
	レンカク	レンカク	Pheasant-tailed Jacana
	タマシギ	タマシギ	Great Painted Snipe
	カモメ	ユリカモメ	Black-headed Gull
		ウミネコ	Black-tailed Gull
		カモメ	Mew Gull
		ワシカモメ	Glaucous-winged Gull
		シロカモメ	Glaucous Gull
		セグロカモメ	Herring Gull
		オオセグロカモメ	Slaty-backed Gull
		コアジサシ	Little Tern
		アジサシ	Common Tern
		クロハラアジサシ	Whiskered Tern
		ハジロクロハラアジサシ	White-winged Black Tern
タカ	ミサゴ	ミサゴ	Western Osprey
	タカ	トビ	Black Kite
		チュウヒ	Eastern Marsh Harrier
		ハイイロチュウヒ	Hen Harrier
		ツミ	Japanese Sparrowhawk
		ハイタカ	Eurasian Sparrowhawk
		オオタカ	Northern Goshawk
		サシバ	Grey-faced Buzzard-eagle
		ノスリ	Common Buzzard
フクロウ	フクロウ	オオコノハズク	Collared Scops Owl
		フクロウ	Ural Owl
		アオバズク	Brown Hawk Owl
		トラフズク	Long-eared Owl
		コミミズク	Short-eared Owl
サイチョウ	ヤツガシラ	ヤツガシラ	Hoopoe
ブッポウソウ	カワセミ	ヤマシヨウビン	Black-capped Kingfisher
		カワセミ	Common Kingfisher
		ヤマセミ	Crested Kingfisher
	ブッポウソウ	ブッポウソウ	Oriental DOLLERbird
キツツキ	キツツキ	アリスイ	Eurasian Wryneck
		コゲラ	Japanese Pygmy Woodpecker

続き

Cont.

目名 Order	科名 Family	種名 Species	英名 English name
		アカゲラ	Great Spotted Woodpecker
		アオゲラ	Japanese Green Woodpecker
ハヤブサ	ハヤブサ	チョウゲンボウ	Common Kestrel
		コチョウゲンボウ	Merlin
		チゴハヤブサ	Eurasian Hobby
		ハヤブサ	Peregrine Falcon
スズメ	サンショウクイ	サンショウクイ	Ashy Minivet
	カササギヒタキ	サンコウチョウ	Japanese Paradise Flycatcher
	モズ	モズ	Bull-headed Shrike
		アカモズ	Brown Shrike
		タカサゴモズ	Long-tailed Shrike
	カラス	カケス	Eurasian Jay
		オナガ	Azure-winged Magpie
		ハシボンガラス	Carrion Crow
		ハシブトガラス	Large-billed Crow
	キクイタダキ	キクイタダキ	Goldcrest
	ツリスガラ	ツリスガラ	Eurasian Penduline Tit
	シジュウカラ	コガラ	Willow Tit
		ヤマガラ	Varied Tit
		ヒガラ	Coal Tit
		シジュウカラ	Japanese Tit
	ヒバリ	ヒバリ	Eurasian Skylark
	ツバメ	ショウドウツバメ	Sand Martin
		ツバメ	Barn Swallow
		コシアカツバメ	Red-rumped Swallow
		イワツバメ	Asian House Martin
	ヒヨドリ	ヒヨドリ	Brown-eared Bulbul
	ウグイス	ウグイス	Japanese Bush Warbler
		ヤブサメ	Asian Stubtail
	エナガ	エナガ	Long-tailed Tit
	ムシクイ	オオムシクイ	Kamchatka Leaf Warbler
		メボソムシクイ	Japanese Leaf Warbler
		エゾムシクイ	Sakhalin Leaf Warbler
		センダイムシクイ	Eastern Crowned Leaf Warbler
	メジロ	メジロ	Japanese White-eye
	センニュウ	オオセッカ	Japanese Marsh Warbler
	ヨシキリ	オオヨシキリ	Oriental Reed Warbler
		コヨシキリ	Black-browed Reed Warbler
	セッカ	セッカ	Zitting Cisticola
	レンジャク	キレンジャク	Bohemian Waxwing
		ヒレンジャク	Japanese Waxwing
	ムクドリ	ギンムクドリ	Red-billed Starling
		ムクドリ	White-cheeked Starling
		コムクドリ	Chestnut-cheeked Starling
		ホシムクドリ	Common Starling
	ヒタキ	トラツグミ	Scaly Thrush
		クロツグミ	Japanese Thrush

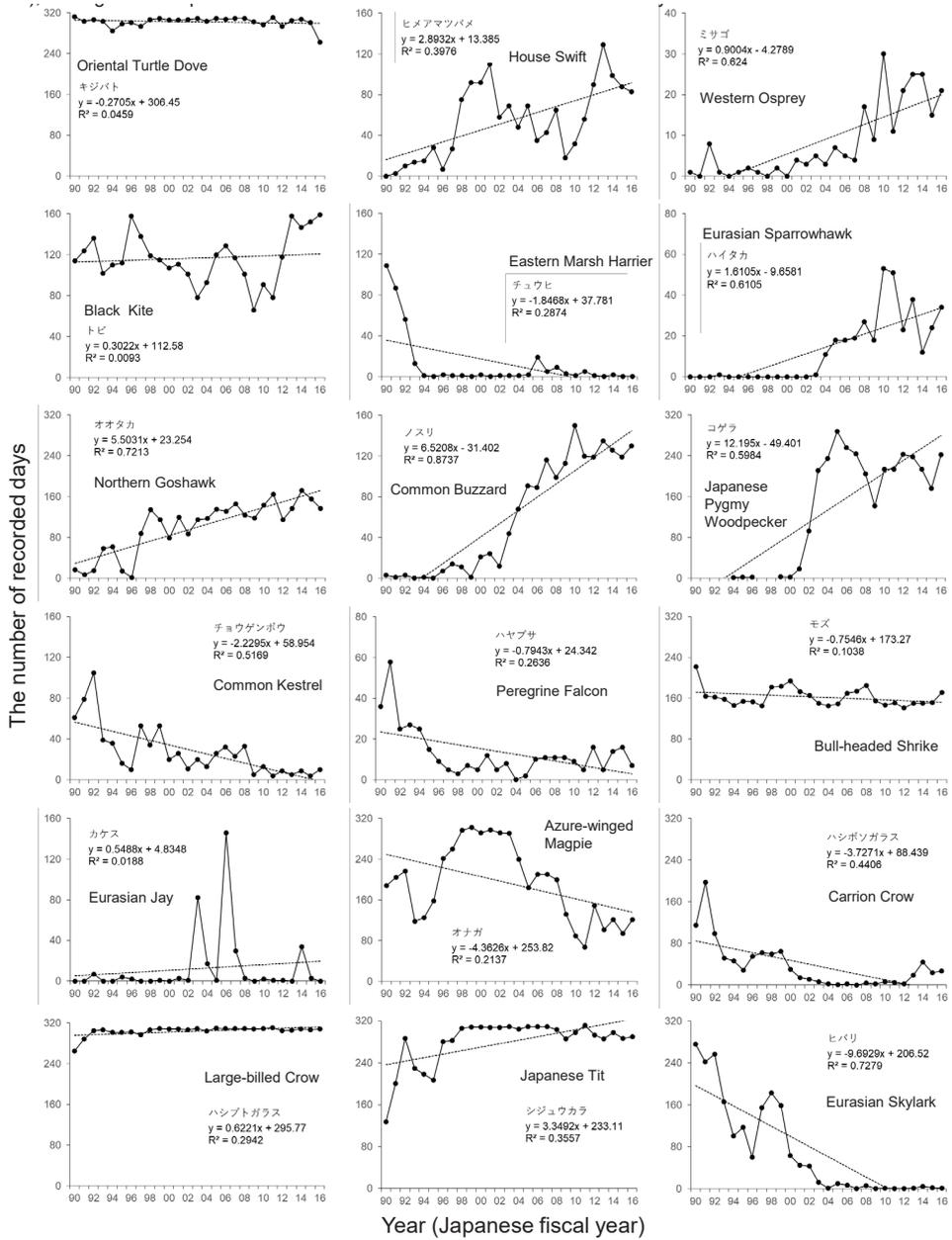
続き

Cont.

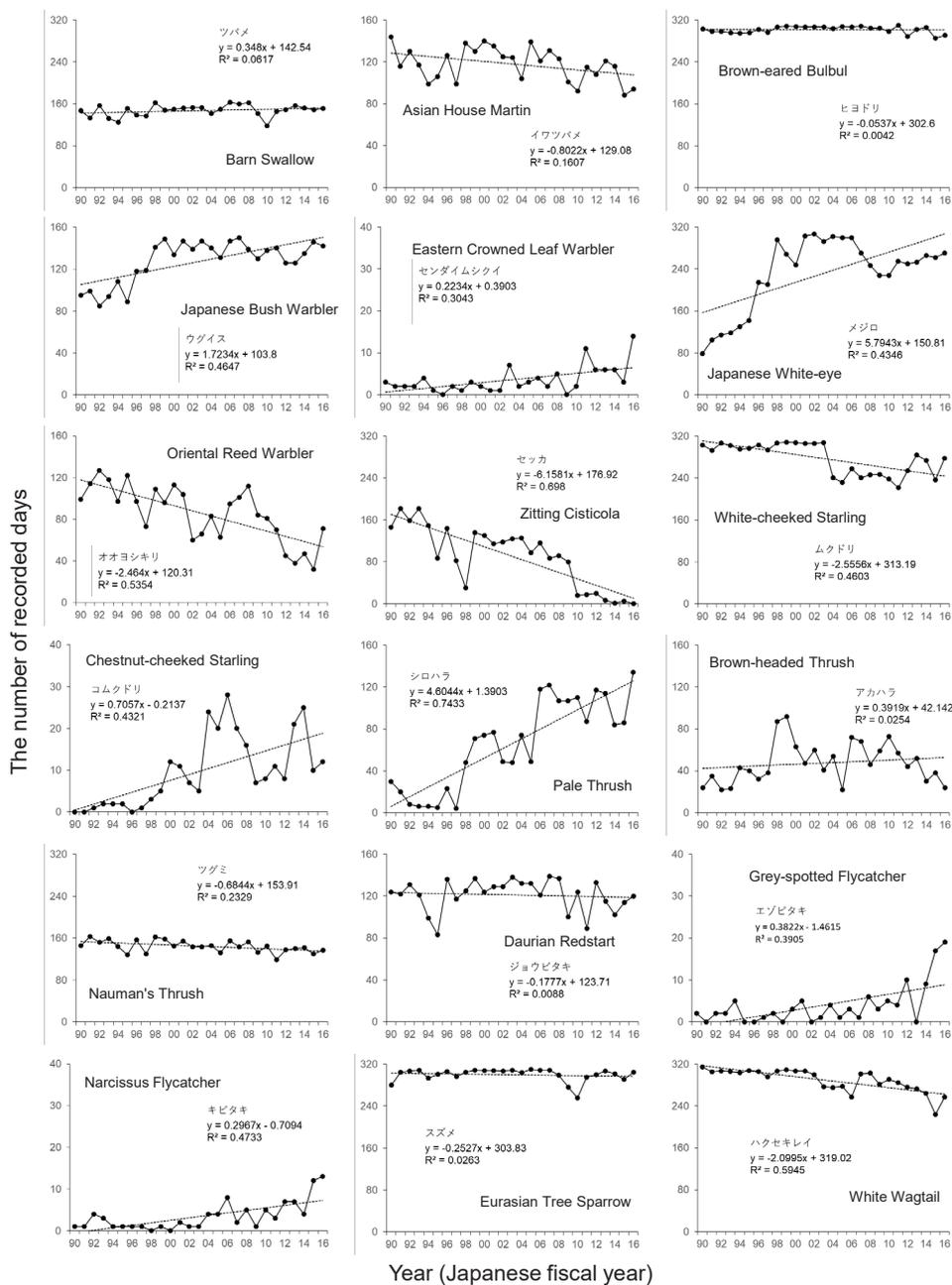
目名 Order	科名 Family	種名 Species	英名 English name		
スズメ (続き)		マミチャジナイ	Eyebrowed Thrush		
		シロハラ	Pale Thrush		
		アカハラ	Brown-headed Thrush		
		ツグミ	Nauman's Thrush		
		コマドリ	Japanese Robin		
		オガワコマドリ	Bluethroat		
		ルリビタキ	Red-flanked Bluetail		
		ジョウビタキ	Daurian Redstart		
		ノビタキ	African Stonechat		
		イソヒヨドリ	Blue Rock Thrush		
		エゾビタキ	Grey-spotted Flycatcher		
		サメビタキ	Dark-sided Flycatcher		
		コサメビタキ	Asian Brown Flycatcher		
		キビタキ	Narcissus Flycatcher		
		オオルリ	Blue-and-white Flycatcher		
		スズメ セキレイ		スズメ	Eurasian Tree Sparrow
				ツメナガセキレイ	Yellow Wagtail
				キガシラセキレイ	Citrine Wagtail
				キセキレイ	Grey Wagtail
ハクセキレイ	White Wagtail				
セグロセキレイ	Japanese Wagtail				
ビンズイ	Olive-backed Pipit				
アトリ		タヒバリ	Buff-bellied Pipit		
		アトリ	Brambling		
		カワラヒワ	Oriental Greenfinch		
		マヒワ	Eurasian Siskin		
		ベニマシコ	Long-tailed Rosefinch		
		ウソ	Eurasian Bullfinch		
		シメ	Hawfinch		
ホオジロ		コイカル	Chinese Grosbeak		
		イカル	Japanese Grosbeak		
		ホオジロ	Meadow Bunting		
		ホオアカ	Chestnut-eared Bunting		
		カシラダカ	Rustic Bunting		
		ミヤマホオジロ	Yellow-throated Bunting		
		ノジロ	Yellow Bunting		
		アオジ	Black-faced Bunting		
		クロジ	Grey Bunting		
		シベリアジュリン	Pallas's Reed Bunting		
		コジュリン	Japanese Reed Bunting		
オオジュリン	Reed Bunting				
		ミヤマシトド	White-crowned Sparrow		

付録 2. 陸鳥の年間記録日数の経年変化, 及び Excel 2016 で求めた回帰直線 (破線), 回帰式, 決定係数.

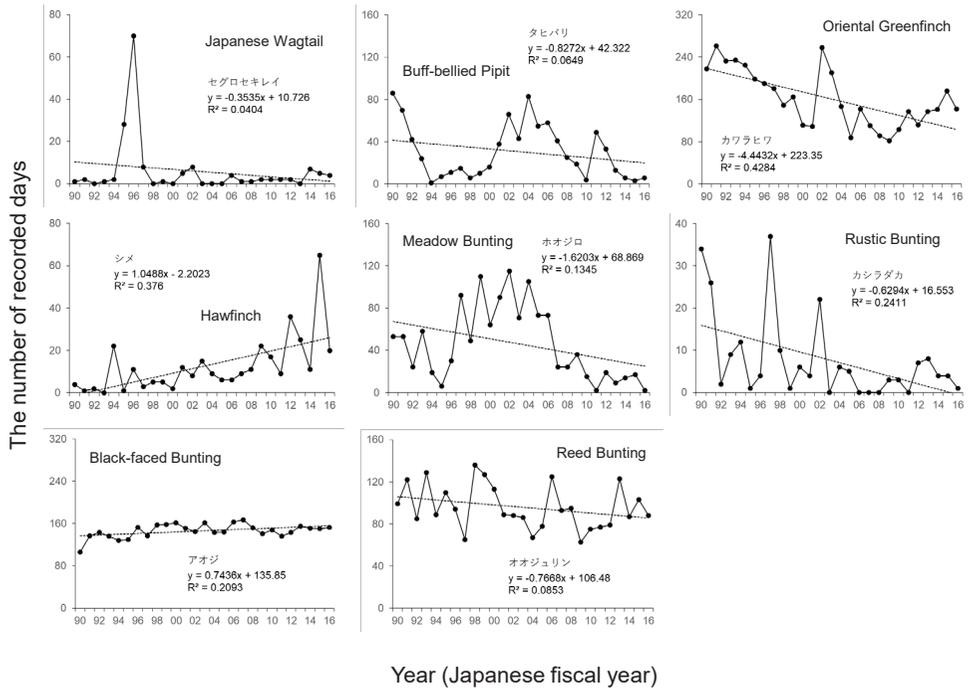
Appendix 2. Long-term change of the number of recorded days of Land Birds. The regression line (dashed line), the regression equation, and the coefficient of determination calculated by Excel 2016 were also shown.



続き  
Cont.

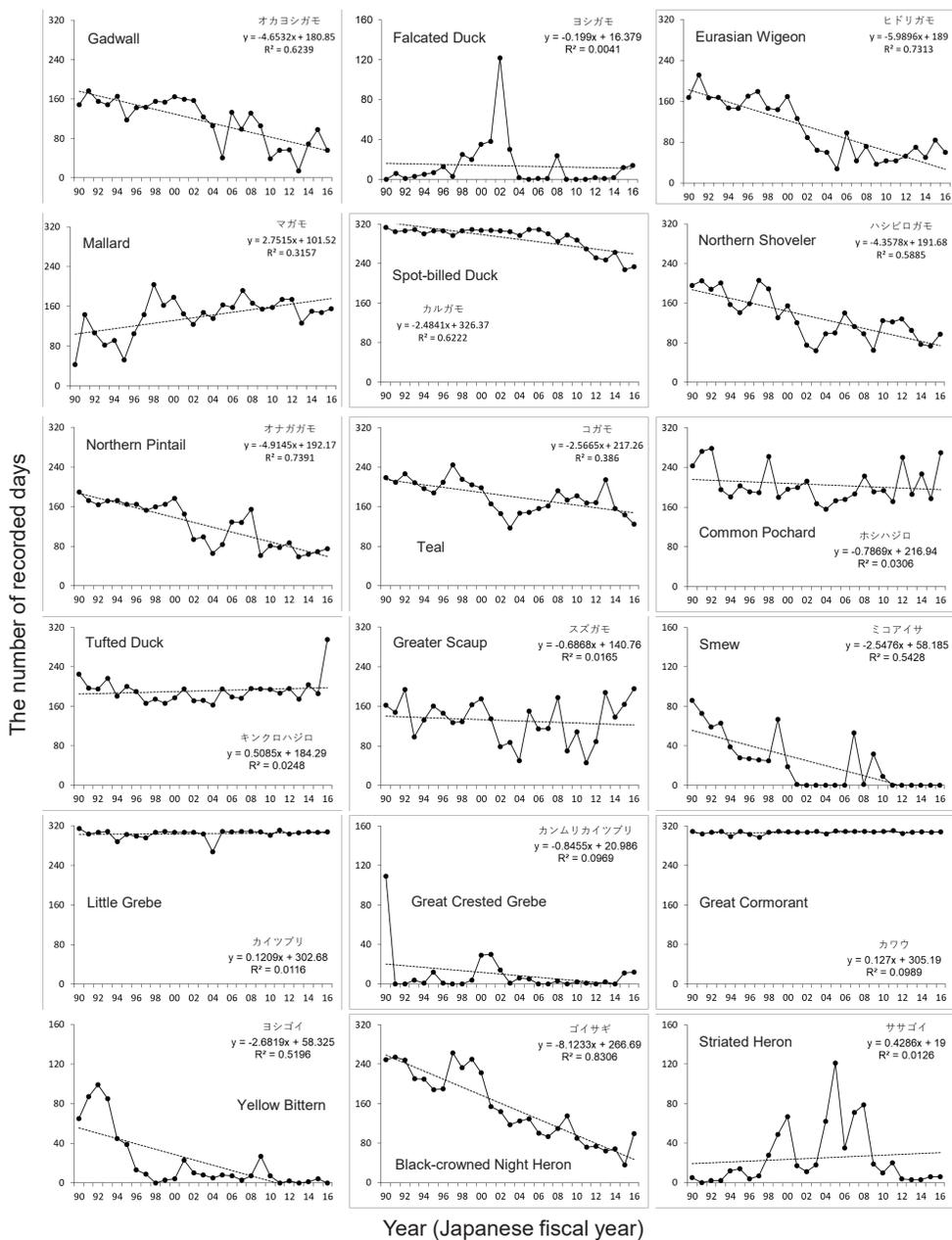


続き  
Cont.

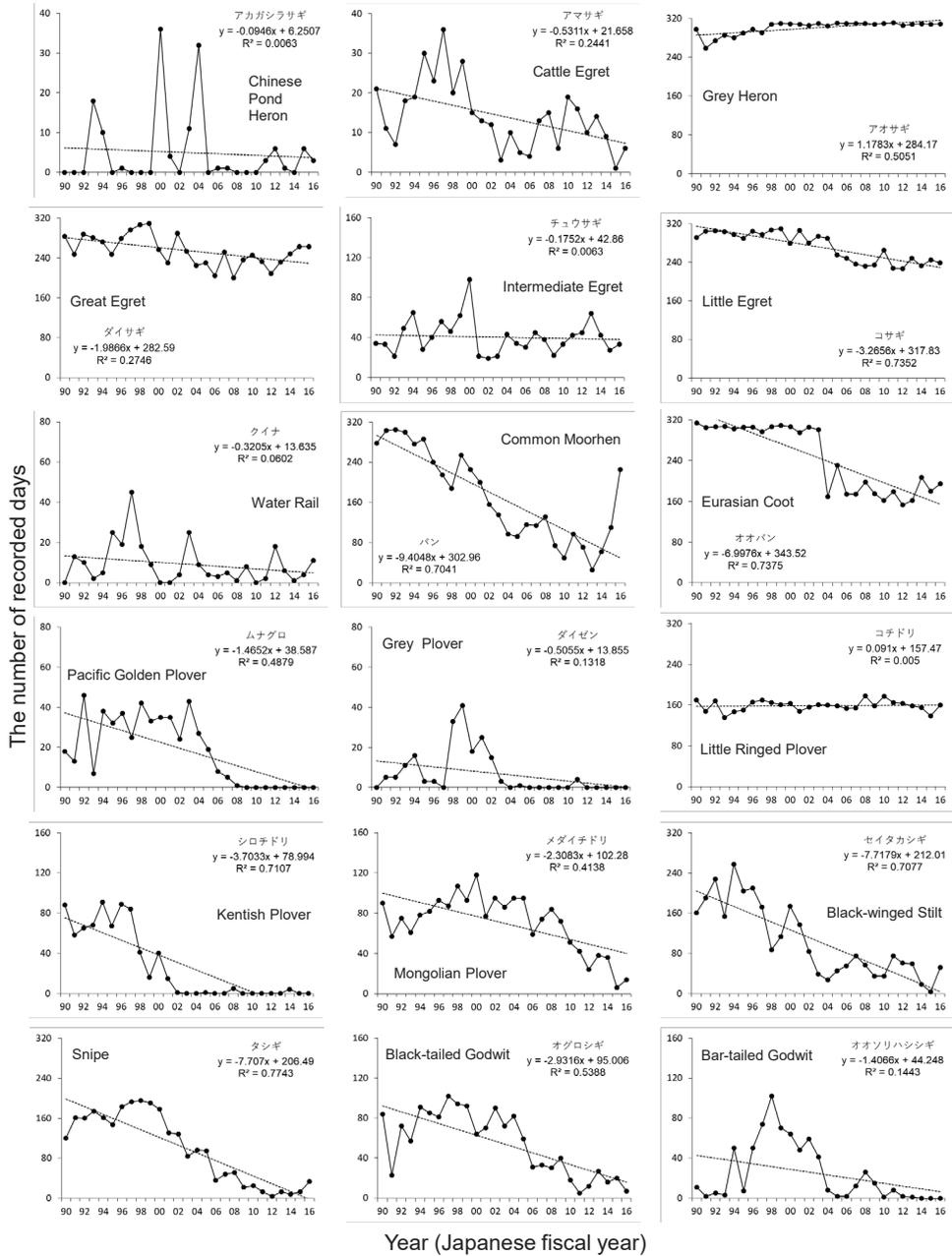


Year (Japanese fiscal year)

付録 3. 水鳥の年間記録日数の経年変化, 及び Excel 2016 で求めた回帰直線 (破線), 回帰式, 決定係数.  
 Appendix 3. Long-term change of the number of recorded days of water birds. The regression line (dashed line), the regression equation and the coefficient of determination calculated by Excel 2016 were also shown.



続き  
Cont.



続き  
Cont.

