河川における人為影響を含む景観要素が 鳥類群集におよぼす影響の解析 —鳥類群集を指標として河川環境を保全するために—

鈴木 弘之

日本野鳥の会 141-0031 東京都品川区西五反田 3-9-23 丸和ビル

**Analysis of the relationship between landscape factors, including
anthropogenic disturbance, and bird communities for conservation of
the river ecosystem**

Hiroyuki Suzuki

Wild Bird Society of Japan, Maruwa Building, Nishi-gotanda 3-9-23, Shinagawa-ku, Tokyo,
141-0031 Japan

Abstract: Bird communities as an indicator of biodiversity for evaluation of a river ecosystem were surveyed in the riparian stripe zone of the Abukuma River. In addition, landscape factors, including anthropogenic disturbance, were analyzed in order to determine the relationship between bird communities and these factors. The survey area was divided in fifty-five plots according to the continuous landscape elements. At each plot, summer bird communities were grouped into five and water bird communities and terrestrial bird communities in winter were each grouped into four. The number of bird species at each plot had a strong positive correlation with the number of natural elements of landscape factors and transverse distance, and there was a negative correlation with the gradient of the river embankment. The diversity index had a strong positive correlation with transverse distance. Nine bird species in the summer survey and two terrestrial bird species in the winter survey were selected out of the respective classified groups which showed highest values of correlated landscape elements with the integrated multivariate analysis, including a gap analysis. Destruction and degradation of riparian ecosystems have been continued by human activities. However, some of the detrimental effects of anthropogenic disturbance on riparian ecosystems can be minimized with proper planning. Three important landscape elements suggested in this study can be taken to conserve riparian ecosystems. To minimize development in and along floodplains, it is necessary to keep the transverse distance > 100m, incorporate gentle gradient embankment, and maintain the number of such natural landscape elements as vegetation and gravel.

Key Words: Conservation for river ecosystems, Bird communities, Environmental indicators, Landscape elements, Topological surveys (Measurement of geographical features)

要旨：鳥類を指標として河川流域の環境評価を試みるため、鳥類群集構造と景観要素としての河川の地形と土地被覆がどのような関連があるのか解析した。また、この結果から河川環境の保全のためには何が必要であるのかを検討した。調査対象地域を植生などの土地被覆と高水敷などの微地形で構成される景観要素の連続した空間をまとまりととらえて 55 区域に分類し、この区域毎の鳥類群集構造を多変量解析を用いて分析すると夏期は 5 つに、冬期は水鳥群集と陸鳥群集にわけるとどちらも 4 つに類別化される傾向が見られた。区域毎の鳥類群集と環境要因において相関をみると、水際から堤防表法尻（先）までの陸地横断距離が長いほど、自然被覆要素数が多いほど、水際から堤防表法尻（先）までの勾配がゆるやかなほど種数が多い傾向がみられた。また、陸地横断距離が長いほど、自然被覆要素数が多いほど鳥類の多様度が高くなる傾向がみられた。類別化されたグループのうち、鳥類の種数および多様度との間で有意差が見られた環境要因の数値について、最も相関値の高いグループから、該当地域河川環境における鳥類多様性の保全指標となる鳥類種をギャップ分析の結果も含め抽出した。この結果夏期については 9 種を、冬期の山野性鳥類においては 2 種を対象種とした。全国各地の河川において、ダムや堤防の構築、河川改修や抛水林の伐採など過去から現在に至るまで河川環境の改変が続

連絡先：hisuzu@wbsj.org

受付：2008 年 3 月 12 日／受理：2008 年 12 月 1 日

いている。やむを得ず堤防を構築するなどの改変が必要な場合には、砂礫地から河畔林までの自然被覆要素を多く残せるように、水辺から堤防まで少なくとも 100 m 以上の陸地横断距離と、陸地横断距離方向の勾配をなるべく緩く確保することが鳥類を指標とした河川環境の保全のために必要である。

キーワード：河川環境の保全，鳥類群集構造，環境指標，景観要素，人為影響，地形測量値

はじめに

自然の河川はその周囲の環境も含め、魚類をはじめとして鳥類、昆虫、植物などの様々な野生動植物の生息環境となっている。1997 年の河川法の改正においても「河川環境の整備と保全」は河川事業の目的となっている。しかし河川環境において何をどのように「保全」するのかといった明確な指標・目標は出ていない。

鳥類は生態系ピラミッドおよび食物連鎖において上位を占め、かつ生息、選好する環境が種ごとに異なることから環境の指標として利用することができると考えられる (Canterbury *et al.* 2000)。鳥類の生息環境としての河川環境はスケールレベルで生息域の規模から、流域レベル (10^3 m), セグメント (10^2 m), リーチ (10^1 m) に分けることができる (河川生態環境評価法 2000)。

ここで個別の鳥類種と群集が河川環境のどの規模の単位の生息域から成り立っているかという空間規模を考慮してみる。両者の関係を調べるにあたり、流域規模では大きすぎて難しく、セグメントレベルでも例えば環境省が実施している 2 万 5 千分の 1 の地図上に表記された優占する被度の植生分布で種毎の分布の違いや対象とする鳥類群集の相違を説明することは難しい。したがってリーチレベルにおいてその種と群集構造の環境要因との関係を見るのが適当である。一方で、このレベルでの植生の種組成や被度調査などを、たとえば km スケールといったセグメントや流域規模で広範囲に情報を把握するには相当な時間と稼動を要する。

河川流域環境と関連して鳥類群集についての研究は海外において多く見られる。例えば、生息域としての大きさに関しては、エッジ生息域が多い狭いバッファー帯で水辺の鳥種が多く (Shirley and Smith 2005)、種多様性は水辺の生息域の幅が広がるほどが高くなる (Rottenborn 1999)、また、抛水林の幅について、亜熱帯性の渡り鳥にとって川の大きさによって 70 m から 100 m ほどのバッファーの幅を確保することが必要である (Spackman and Hughes 1995) などの報告がある。河川環境の機能的な面や

人為影響に関しては、鳥種によってコリドーなどの環境の機能的な連続性が重要であり (Uezu *et al.* 2005)、流域に沿ったコリドーが渡り鳥にとって通過地として重要である (Skagen *et al.* 1998) こと、種多様性は橋の数が多いほど、自然植生が減少するほど低下し (Rottenborn 1999)、人為影響が大きくなるほど昆虫食の鳥種が少なくなる (Canady 1997) などと海外では近年研究が行われている。一方で、日本においては、例えば、河川の幅が増加すると種数、個体数とも増加する (平野・樋口 1988) 河川の改修後、砂礫地の増加によると思われる要因で、水辺性鳥類が増加する一方で 4 種が減少した (平野 1997 など) との報告があるが、河川環境において人為影響を含む景観要素との相関から鳥類群集構造を評価指標として研究した例は見当たらない。

そこで本研究においては、生息する鳥類とその生息環境について調べ、鳥類の群集構造と景観要素との関連性について解析を試みた。またこの解析の結果から河川環境の保全の指標となる種について検討した。可能な生息環境は景観要素として、微地形とこれに対応する土地被覆をリーチレベルで定性的に簡便に分類し、微地形との関連が大きいと思われる物理環境としての地形測量値をデータとして用いた。

調査地および調査方法

調査地

調査対象地域は福島県から宮城県を流域とする阿武隈川のうち、中流域の一部、福島市内の弁天橋から月の輪大橋までの流域とした (図 1)。この地域は支流として荒川、松川、摺上川が流入し、これらの合流地域周辺も含めた。阿武隈川は兩岸を、ほかの河川については右岸または左岸を対象とし、全体の河川縦断延長距離は 23,820 m であった。この区域の河川数は、市街地が隣接し、「平成の大改修」として洪水防止の堰堤が兩岸に構築されるなど大規模な河川改修がおこなわれ、上流に設置されているダムや堰の取水による低水位、水量の一定化、洪水頻度の低下が生じ、河川植生そして鳥類の群集構造に大きな影響を及ぼしていると想定される。また、車や人

図 1. 調査地域

が自由に出入りできる場所や競技グラウンド、駐車場、テニスコートなどの人工改変の進んだ土地利用がみられ（図 2 A）、冬期間はハクチョウやカモに対して給餌がされるなど人為影響が随所で見られる。一方で、荒川、松川、摺上川などの支流が流れ込む合流点と鎌田大橋の上下流部などの一部では河川敷が扇状に広がり、砂礫地からヨシ原などの湿地植生、ヤナギなどの河畔林が連続して帯状に分布する河川特有の植生遷移帯の環境を擁する（図 2 B）。このように対象地域は全域的に人工改変が進み、間接的、直接的な人為影響が大きいが河川特有の植生構造が何箇所か残っている場所が混在するといった景観を形成している。

鳥類調査

調査時期・期間は夏期と冬期の 2 期に分けておこなった。夏期は 2004 年 4 月後半から 7 月初旬にかけての晴れまたは曇りの日の、調査時間は早朝の 6 時から 9 時の間に 1 回実施した。この時期は対象とする河川環境を利用する鳥類の繁殖時期にあたる。冬期は 2005 年 3 月初旬から中旬の晴れまたは曇りの 7 時から 12 時の間に 1 回実施した。個体数や生息密度の把握のためには本来ならば数回の調査が望ましいが、本研究の目的が個体数を正確に把握することではなく、鳥類の群集構造をその生息環境と対応して調べ、まとまった環境毎の調査対象サンプルを出来

るだけ多くしこの比較を目的としたためである。また、時期については、この地域ではガンカモ類は 3 月下旬から個体数の減少が目立ち、3 月中旬は対象とする河川環境を利用する渡り性水辺性鳥類・山野性鳥類の越冬時期の後期にあたる。調査方法についてはラインセンサス法と定点センサス法を基本として用い、歩行速度 1-2 km/h で、堤外の河川流水部中央までの片側を対象として、確認した種・個体数を記録していった。堤上やルートから調査できない場合には調査可能な位置まで移動し定点センサスを 10 分間実施し、藪や河畔林などで遮蔽され水際や水上の確認が難しい場合には対岸より確認し、補正した。また、鳥類が利用している環境を、河畔林、乾燥地植生、湿地植生、砂礫地、水面、橋脚の 6 つに分け、行動を繁殖での利用と休憩・採餌での利用の 2 つに区分し記録した。

さらに、過去に対象地域に生息していた鳥類種を文献と有識者からのヒアリングによって調査し、今回のフィールド調査で得られた鳥類種と比較し、群集構造のギャップについて分析し、現況調査に付加して鳥類群集構造の相違について検討した。

景観要素としての微地形、土地被覆、地形測量値

河川流域の空間構造は、地形の側面からはモザイク状に分布する堤防、高水敷、水辺低地などの微地形に加えて、土地被覆の側面からは帯状の植生分布、砂礫地、人工的に改変された車道やグラウンド、橋脚などの人工構造物に分けることができる。これを元に対象地域の土地の環境を、微地形と土地被覆の観点から景観要素として分類したもの（井上・中越 1998；川名 2004）と樹高や被度などの分類を（財）日本野鳥の会（1993）を参考に、微地形の観点から 5 項目に、土地被覆の観点から植生や砂礫地、強度人為改変など大項目として 5 項目、詳細には小項目として 19 項目に区分した。例えば、植生は草本と木本に分類し、草本はさらにヨシなどの湿性植物を群落としてまとまってあるもの（「密」とした）とおおよそ 1 m² 以下の大きさの群落またはまばらに散在しているもの（「疎」とした）に、乾性植物群落を低茎と高茎に分類した。木本の湿性植物群落は低木と高木に分類し、さらにまとまって隣接して群落となっているもの（「密」とした）とまばらに散在しているもの（「疎」とした）に分類し、乾性植物群落はほとんどがハリエンジュの高さ約 2 m 以上のものであったため、群落として隣接しているものとまばらに散在

図 2. 調査地 景観写真

しているものに分類した。また、これらの微地形と土地被覆が連続した空間をひとつのまとまり（区域）と考えて、区分した（付表 A）。

さらに微地形との関連が大きいと思われる物理環境として、区域ごとの面積、下流から上流方向の直線距離（以降、縦断距離と表記する）、水辺から堤防法面最低位部（法尻）までの距離（以降、横断距離と表記する）、水際から陸地へ向かった河川横断方向の傾斜（以降、勾配と表記する）、右岸水際から左岸水際までの水平横断距離（以降、水面横断距離と表記する）の 5 つの地形測量値を国土交通省測量データおよび地形図より抽出した。ただし、この地形測量値に関しては阿武隈川のみとした。

解析方法

1. ギャップ分析

文献・データおよびヒアリング調査から過去に生息していた鳥類群集とのギャップを日置ら（2000）の分析を参考にして、

鳥類相残存率（鳥類相残存率（%）= $\frac{\text{残存種数} \times 100}{\text{過去の確認種数}}$ ）と、

生息状況変化指数

（生息状況変化指数 = $\frac{\text{移入種数} - \text{消失種数}}{\text{消失種数} + \text{残存種数} + \text{移入種数}}$ ）

を算出し分析した。ただし、ここで移入種とは「過去に調査該当地で生息の記録がなく、今回のフィールド調査で記録された鳥種」と定義する。過去に対象地域にどのような鳥類種が生息していて現在とどのように異なっているのかについては、本来ならば、種およびその個体数の記録があれば群集構造のギャップについて詳細に比較検討できる。しかし、本地域のように地域を特定して種および個体数を調べたデータはみあたらなかった。このため、7 つの文献（レッドデータブックふくしま（2002）、日本野鳥の会福島支部 創立五十周年記念誌（2002）、ふくしまの野鳥（1997）、福島県博物誌（1994）、しのぶ野の自然（1991）、ふるさと鳥をたずねるー福島県の野鳥ー（1979）、福島県の鳥（1953））と有識者か

らの聞き取りによって過去に生息していた鳥類種を可能な範囲で明らかにすることを試みた。ここでの「過去」は、文献の記載年代と聞き取りの年代背景から概ね 1940 年代ぐらいから 1980 年ぐらいまでを対象とした。対象とした鳥種は迷鳥やごく少数の記録のものと通過種を除いて、繁殖や越冬での利用が確実であったものとした。

2. 区域の鳥類群集分析と景観要素との関係の分析

対象地域は護岸などの人為改変や車道などの人為影響が強い地域と自然植生が存在する地域が混在し、そこに生息する鳥類群集はそれぞれの環境に応じて変わってくると想定される。このため、河川の横断方向および縦断方向に土地被覆と微地形の連続した空間をまとまりととらえて区分し、この区分された区域毎に景観要素と鳥類の群集構造を比較した。たとえば、水際に水辺高水敷が隣接し、低水護岸となっている微地形で、土地被覆が護岸コンクリートと人工管理草地となっている場所（図 2 C）、湿生植物群落と乾生植物群落となっている場所（図 2 D）、湿生植物群落と乾生植物群落および木本となっている場所（図 2 E）、水際から、水辺低地、中水敷、水辺高水敷、堤防となっている微地形で、砂礫地、疎となる草本の湿生植物群落、高茎草本の乾生植物群落および人工管理草地となっている場所（図 2 F）などをそれぞれ別々に区分し区域とした。

次に、区分された区域毎の種組成および景観要素のデータから、鳥類群集が場所に応じて変化するパターンを検討し、景観要素との関係を調べるため多変量解析をおこなった。多変量解析は群集構造のパターンの抽出に適用する場合に、種組成の変化は通常何らかの環境要因の変化と対応しているものととらえこの対応関係を推定するプロセスを踏む（McCune & Grace 2002；加藤・篠塚 1995；加藤・武内 1991）。このプロセスは大きく分けて 3 つに分けられる。1 つは類似の種組成をしめすサンプルをグループにまとめる「分類」、2 つめは種組成が連続的に変化するものとしてその変化の系列を明らかにする「序列化（間接傾度分析）」、3 つめは主要な環境要因を（実測調査の経験などから）あらかじめいくつか想定・抽出し、対応関係を調べる「直接傾度分析」である（加藤 1996；Gauch 1982）。本研究においては各区域の鳥類の出現パターンの傾向をみるためクラスター分析により群集の類似のサンプルにまとめて分類し、これに加えて主成分分析によりそれぞれのサンプル

が系列上のどの位置にあるのかを知る序列化をし、直接傾度分析として直線回帰分析により、群集の変化と微地形および土地被覆として抽出した景観要素の変化の関係を分析した。このうちクラスター分析は、区域毎の種と種毎の個体数を原データとして群集の分類をおこなうため、凝集法（マハラビノスの汎距離を用いたウオード法を使用）により階層的クラスター分析をおこなった。主成分分析は各区域の種毎の個体数を変数とした。直線回帰分析においては、夏期は鳥類群集全体を対象とし、冬期は水辺性鳥類の個体数が特に多いため山野性鳥類と水辺性鳥類にわけた。また、目的変数は種数と Shannon-Weaner

の多様度指数 H' ($H' = -\sum_{i=1}^s p_i \log_2 p_i$; p_i は i 種の

相対優占度) の 2 つとし、説明変数を「土地被覆要素数のうち植生などの自然被覆要素数合計」および「土地被覆要素のうち強度人為改変要素数合計」の 2 項目、物理環境として面積、縦断距離、陸地横断距離、水面横断距離、勾配の 5 項目とした。5 項目を変数としたのは縦断距離が区域の面積に、横断距離が区域の面積と植生分布に、勾配が特に横断距離との組み合わせにより水辺から連続する植生遷移帯や人為的に改変された堤防などの土地形状に関連して鳥種によって異なる生息環境に影響を及ぼすと考えたからである。解析に使用した種数、個体数、多様度の 3 つの変数はいずれもデータの標準化を図るため河川縦断方向距離 100 m あたりに補正して使用した。

これらのプロセスから、55 区域について、種と個体数を変数とし主成分分析により主成分 1 と主成分 2 の 2 軸上に序列化し、この軸上でクラスター分析により分類されたグループがわかるように表記した。次に、この 2 つの分析を統合し各区域の分類を試みた。これをクラスター分析による「分類」と区別するために便宜上「類別化」と呼ぶこととする。類別化した目的は、2 つの分析を組み合わせで検討することにより区域間の類似性がより検討できると考えたことと、この類別化されたグループについて鳥類群集構造との有意な関係が見られた景観要素について違いがあるのか検討するためである。方法は、序列化の軸にクラスター毎のグループをすべて包含されるように楕円を作成し、ほかの楕円と交わらない場合は一つのグループとし、区域が複数の楕円に含まれる場合は楕円の重なり具合からいくつかのグループに分け、もとのクラスターグループと同じ区

域が多く含まれるグループとした。さらにこれらのグループのうち鳥類群集構造との有意な関係が見られた景観要因について比較検討し、相関値の高いグループから保全の目標となる鳥種を抽出した。

結果

1. ギャップ分析による鳥類群集構造の変化

夏期と冬期あわせて全地域で合計 62 種を確認した(付表 C)。文献・データおよびヒアリング調査から記録された鳥類群集と過去に生息していた鳥類群集とのギャップ分析をおこなった(表 1)。この結果、18 種が記録されず、このうち行動圏が広い調査記録されなかったと考えられる猛禽類 4 種を除く 14 種については消失あるいは減少したと考えられる(表 2)。種区分では山野性鳥類の消失よりも水辺性鳥類での消失が目立ち(鳥類相残存率-山野性鳥類:

約 95%, 水辺性鳥類: 約 65%), 環境利用区分では水辺性鳥類において湿性植生利用種の減少が 8 種と、最も減少し(生息状況変化指数/残存率 = -0.53/46.67), 砂礫利用種も 6 種減少していた(生息状況変化指数/残存率 = -0.21/78.57)。例えば、夏期にカイツブリやバン、ヨシゴイ、クイナ、ヒクイナ、コヨシキリ、コアジサシなどは記録されず、サギ類は 1 種、カワセミは 1 個体、冬期にカイツブリやバンはそれぞれ 1 個体の出現、カワセミは記録されなかった。これらの水辺水際を生息環境とし、以前は水辺の普通種と考えられる種(レッドデータブックふくしま 2002)の個体数が少なかったり確認されなかったりした。

2. 区域の鳥類群集分析と景観要素との関係の分析

河川の横断方向および縦断方向に微地形と土地被覆の連続した空間をまとまりとして区分すると、55

表 1. 生息状況変化指数 (GCI) および生物相残存率からみた鳥類相の変化

種 (水辺性鳥類・山野性鳥類別)												
種区分	残存種数	消失種数	移入種数	GCI		残存率						
水辺性鳥類	22	12	3	-0.24		64.7						
山野性鳥類	40	2	0	-0.05		95.2						

環境利用区分毎の利用種数												
環境 ^{*1}	残存種数		消失種数		移入種数		GCI		残存率			
	W ^{*2}	G ^{*3}	W	G	W	G	W	G	W	G	W	G
1	2	34	1	2	0	0	-0.33	-0.06	66.7	94.4		
2	1	27	0	1	0	0	0.00	-0.04	100.0	96.4		
3	7	22	8	0	0	0	-0.53	0.00	46.7	100.0		
4	22	8	6	0	0	0	-0.21	0.00	78.6	100.0		
5	24	2	0	0	3	0	0.11	0.00	100.0	100.0		

*1: 環境 1: 河畔林 2: 乾性植生 3: 湿性植生 4: 砂礫地 5: 開放水面
 *2: 水辺性鳥類 *3: 山野性鳥類

表 2. 過去に生息が確認されていたが今回は記録されなかった鳥類

科	種名	学名	季節性	属性 ^{*1}	環境利用 ^{*2}					主な生息環境	未記録の推定理由・要因
					1	2	3	4	5		
サギ科	ヨシゴイ*3	<i>Ixobrychus sinensis</i>	SV	W			B	F		水辺・湿地	ヨシ原およびワンドの減少
	ゴイサギ*3	<i>Nycticorax nycticorax</i>	RS	W	F		B	F		水辺・湿地	ヨシ原およびワンドの減少
クイナ科	バン*3	<i>Gallinula chloropus</i>	RS	W			B			水辺・湿地	ヨシ原およびワンドの減少
	クイナ*3	<i>Rallus aquaticus</i>	SV	W			B			水辺・湿地	ヨシ原およびワンドの減少
	ヒクイナ*3	<i>Porzana fusca</i>	SV	W			B			水辺・湿地	ヨシ原およびワンドの減少
ワシタカ科	ミサゴ	<i>Pandion haliaetus</i>	RS	G	F					河川・湖沼・海岸	行動圏が広いため出現確率が低い
	ノスリ	<i>Buteo buteo</i>	WV	G	F					樹林・草原・平地	行動圏が広いため出現確率が低い
	オオタカ	<i>Accipiter gentilis</i>	RS	G	F					山地・樹林	行動圏が広いため出現確率が低い
	チョウゲンボウ	<i>Falco tinnunculus</i>	RS	G	F					樹林・平地	行動圏が広いため出現確率が低い
チドリ科	タゲリ*3	<i>Vanellus vanellus</i>	WV	W				F		湿地	湿地の減少
シギ科	ハマシギ*3	<i>Calidris alpina</i>	WV	W				F		湿地	湿地の減少
	タシギ*3	<i>Gallinago gallinago</i>	WV	W				F		湿地	湿地の減少
カモメ科	コアジサシ*3	<i>Sterna albobifrons</i>	SV	W				B		砂礫地	砂礫地の減少・人圧の増加
カワセミ科	ヤマセミ*3	<i>Ceryle lugubris</i>	RS	W	F		F			水辺	水辺低木などの減少
セキレイ科	タヒバリ*3	<i>Anthus spinoletta</i>	WV	W				F		湿地	湿地の減少
ヒタキ科	コヨシキリ*3	<i>Acrocephalus bistrigiceps</i>	SV	W				F		湿地・ヨシ原	ヨシ原の減少
	セッカ*3	<i>Cisticola juncidis</i>	SV	G			F			草原	チガヤなどの低茎草本の減少
アトリ科	イカル*3	<i>Coccothraustes coccothraustes</i>	WV	G	F					樹林	樹林面積の減少?
計	18種				7	1	8	6			

*1 属性 W:水辺の鳥 G:山野の鳥

*2 環境利用 1: 河畔林 2: 乾性植生 3: 湿性植生 4: 砂礫地 5: 開放水面 B: 繁殖および休憩・採餌利用 F: 休憩, 採餌利用

*3 消失したと考えられる種

区域に区分された。この 55 区域について一つのクラスターに少なくとも 3 区域以上の件数で構成されるクラスター規模で分類すると、夏期は 8 つのグループに分類された。冬期においては、水辺性鳥類が 5 つ、山野性鳥類が 4 つのグループとなった。

また、主成分分析の変数とした種毎の主成分 1 および 2 得点をみると（表 3）、夏期においては、主成分 1 はマイナス方向にスズメやムクドリ、オオヨシキリ、プラス方向にササゴイやハジロコチドリ、カッコウ、セグロセキレイ、ホオアカなど多様な植生を利用する種が見られたことから「多様な植生利用種 - 単一的な植生利用種」を表す軸であると解釈する。主成分 2 はプラス方向にオオヨシキリの主成分得点が高く、マイナス方向にスズメやムクドリの主成分得点が高い。これらの種の利用環境から「湿性植生利用種 - 荒地利用種」を表す軸であると解釈する。冬期において、水辺性鳥類の主成分 1 はプラス方向に、オオハクチョウ、コハクチョウ、オナガガモが高い数値となっているがこれらはいずれも餌付けされた場所に特異的に出現している種であり、マイナス方向にイカルチドリやカワアイサなど餌付けに集まらない種が高い数値であることから「人為的な餌

付けに対する反応」を表す軸であると解釈する。主成分 2 はプラス方向にイカルチドリやイソシギ、ダイサギ、コサギなど水辺・水際を生息域としている種が高い値であり、マイナス方向にカワアイサやカワウ、マガモなど川の開放水面を利用する種が高い値であり、河川の水域の利用の違いからみて、「水辺・水際利用種 - 水上利用種」を表す軸と解釈した。山野性鳥類の主成分 1 はプラス方向に、ホオジロ、キジバト、オナガ、メジロ、アカハラなどが高い数値となっているが、これらは乾性植生の特に木本を利用する種であり、マイナス方向にハシボソガラス、ムクドリ、スズメなど植生のない荒地環境も利用する種であった。このため「木本利用種 - 荒地利用種」を表す軸であると解釈する。主成分 2 は、シジュウカラ、ジョウビタキ、ウグイス、キジ、ハクセキレイなどが高い数値となっているが、これらは低い木本、草本、砂礫地を利用する種であり、マイナス方向にアカハラ、キジバト、オナガ、アオジ、モズなど比較的に高木を利用する種であった。このため「草本木本の複合植生利用種 - 主に木本の利用種」を表す軸であると解釈する。

次に、クラスター分析と主成分分析の結果を総合

表 3. 各区域の主成分分析に使用した種毎の主成分得点。主成分 1 を 1、主成分 2 を 2 として表中に示す。

夏期				冬期水鳥				冬期陸鳥			
種名	1	種名	2	種名	1	種名	2	種名	1	種名	2
スズメ	-17.11	スズメ	-11.47	イカルチドリ	-0.09	マガモ	-0.44	スズメ	-0.06	アカハラ	-0.23
オオヨシキリ	-12.65	ムクドリ	-4.04	カワアイサ	-0.04	カワウ	-0.42	ムクドリ	-0.05	アオジ	-0.18
ムクドリ	-4.79	コゲラ	-0.75	イソシギ	-0.04	カワアイサ	-0.36	ハシボソガラス	-0.03	オナガ	-0.18
ホオジロ	-1.54	カワラヒワ	-0.74	アオサギ	-0.04	コガモ	-0.33	アトリ	0.01	モズ	-0.17
ツバメ	-1.45	シメ	-0.57	ダイサギ	-0.04	カルガモ	-0.28	ハシボソガラス	0.01	カシラダカ	-0.17
カルガモ	-1.23	コチドリ	-0.51	カワウ	-0.04	オシドリ	-0.25	ベニマシコ	0.03	キジバト	-0.16
イワツバメ	-1.18	イカルチドリ	-0.47	コサギ	-0.03	ヒドリガモ	-0.15	トビ	0.03	オオジュリン	-0.16
ヒヨドリ	-0.41	ヒバリ	-0.42	コガモ	-0.03	アオサギ	-0.02	カワラヒワ	0.05	セグロセキレイ	-0.13
ハシボソガラス	0.00	ベニマシコ	-0.42	カイツブリ	-0.03	カワガラス	0.03	ハクセキレイ	0.09	アトリ	-0.11
モズ	0.26	ノゴマ	-0.41	カワセミ	-0.02	コハクチョウ	0.03	オオジュリン	0.10	カワラヒワ	-0.10
ハクセキレイ	0.29	コムクドリ	-0.39	オオバン	-0.02	オオハクチョウ	0.03	ヒバリ	0.12	トビ	-0.09
キジ	0.47	カケス	-0.37	マガモ	-0.02	ホシハジロ	0.03	セグロセキレイ	0.14	ホオジロ	-0.08
イソシギ	0.62	ハヤブサ	-0.37	カワガラス	-0.01	オナガガモ	0.04	キジ	0.15	ハシボソガラス	-0.08
カワウ	0.81	カワセミ	-0.30	オシドリ	0.02	キンクロハジロ	0.05	カシラダカ	0.15	ヒバリ	-0.08
ウグイス	0.99	カッコウ	-0.28	カルガモ	0.09	オオバン	0.07	ツグミ	0.16	ムクドリ	-0.07
イカルチドリ	1.01	セグロセキレイ	-0.28	ヒドリガモ	0.29	コサギ	0.10	ヒヨドリ	0.17	メジロ	-0.07
トビ	1.12	ハクセキレイ	-0.27	キンクロハジロ	0.41	ダイサギ	0.12	エナガ	0.18	ハシボソガラス	-0.05
カワラヒワ	1.15	マガモ	-0.26	コハクチョウ	0.42	イソシギ	0.15	コゲラ	0.18	ツグミ	-0.04
キジバト	1.19	ホオアカ	-0.26	ホシハジロ	0.42	カイツブリ	0.20	モズ	0.20	ベニマシコ	-0.04
オナガ	1.22	ササゴイ	-0.26	オナガガモ	0.43	カワセミ	0.20	シジュウカラ	0.22	ヒヨドリ	-0.03
マガモ	1.30	カワウ	-0.24	オオハクチョウ	0.43	イカルチドリ	0.31	ジョウビタキ	0.24	スズメ	-0.03
コゲラ	1.36	コハクチョウ	-0.22					アオジ	0.25	ウグイス	0.19
ハシボソガラス	1.39	キジバト	-0.21					メジロ	0.26	ジョウビタキ	0.20
コチドリ	1.57	ハジロコチドリ	-0.19					ウグイス	0.27	キジ	0.29
ホオアカ	1.58	オナガ	-0.19					オナガ	0.30	ハクセキレイ	0.32
シメ	1.59	ハシボソガラス	-0.13					アカハラ	0.31	エナガ	0.34
コムクドリ	1.60	コガモ	-0.10					キジバト	0.32	コゲラ	0.39
コガモ	1.60	イワツバメ	-0.10					ホオジロ	0.36	シジュウカラ	0.39
カッコウ	1.65	ハシボソガラス	0.21								
ヒバリ	1.66	トビ	0.33								
セグロセキレイ	1.71	ウグイス	0.47								
ハジロコチドリ	1.73	ツバメ	0.59								
コハクチョウ	1.74	ヒヨドリ	0.64								
ベニマシコ	1.76	イソシギ	0.68								
ノゴマ	1.76	ホオジロ	0.94								
カケス	1.77	モズ	1.22								
ハヤブサ	1.79	キジ	1.53								
カワセミ	1.79	カルガモ	1.75								
ササゴイ	1.91	オオヨシキリ	15.86								

し、各区域のグループ化を試みた。夏期においては、主成分1と主成分2の軸の交点下方に重複するクラスターが5つみられた。このためこれらを Group - c として一つのグループとした。この結果、大きく5つのグループ (Group - a ~ e) となった。

冬期においては、水辺性鳥類に関してはグループ化の傾向がより明確であったが、山野性鳥類に関しては主成分1の軸方向に2つのクラスターグループに大きくまたがり重複するクラスターグループが一つ見られた。このため、このグループはそれぞれ Group - 2, Group - 3 に含まれるとして類別化した。この結果、水辺性鳥類、山野性鳥類の群集構造ともに大きく4つのグループ (Group - A ~ D, Group - 1 ~ 4) に類別化される傾向が見られた (図3)。

3. 鳥類群集構造の形成に影響を及ぼす景観要素の推定

夏期において、目的変数が種数の場合は自然被覆の要素数合計、陸地横断距離との間において正の、勾配において負の有意な相関が見られた (図4)。目的変数が多様度指数 (H') の場合は、陸地横断距離との間において正の、縦断距離において負の有意な相関が見られた。冬期において、水辺性鳥類に関し

ては優位な相関が見られなかった。山野性鳥類群集において目的変数が種数の場合は自然被覆の要素数合計、陸地横断距離、面積との間において正の有意な相関がみられた。目的変数が多様度指数 (H') の場合は、自然被覆の要素数合計と陸地横断距離との間において正の有意な相関が見られた。

4. 類別化したグループ毎の景観要素の比較と指標となる鳥類種の抽出

類別化したグループ毎に、鳥類群集構造との相関傾向が見られた景観要素と種構成について比較した (表4)。夏期においては群集構造の多様性と相関がみられた陸地横断距離、自然被覆要素数ともに5グループのなかで Group - d が最大であり、それぞれ 103 m, 4.2 で、負の相関となる勾配も最も緩やかで 7° であった。これらの類別化と回帰分析の結果から、該当地域河川環境における鳥類多様性の保全指標となる鳥類種を28種で構成される Group - d の構成種とした。さらに、ギャップ分析の結果を考慮し、河川環境の環境要素に依存の高い種をこの中から選定した。ここで依存が高いとは繁殖や採餌・休憩を河川 (湿地) 環境にほぼ依存する種とした。この結果、傷病等の理由で残存しているコガモ、コハ

図3. 主成分分析およびクラスター分析による各区域の類別化。夏期鳥類群集 (A)、冬期水鳥群集 (B)、冬期陸鳥群集 (C)。点は横軸が主成分1、縦軸が主成分2の各プロットを示し、それぞれの楕円はクラスター分析によるクラスターグループを示す。

図4. 鳥類群集と環境要因の回帰分析結果, 有意差が見られた説明変数と目的変数. 夏期: 種数と陸地横断距離 (A), 勾配 (B), 自然被覆要素数 (C), 多度指数と陸地横断距離 (D), 縦断距離 (E). 冬期: 種数と陸地横断距離 (F), 種数と面積 (G), 多度指数と陸地横断距離 (H). R^2 は決定係数, P は有意確率を示す.

表4. 類別化グループ毎の地形測量値・自然被覆・種数の平均値±標準偏差

夏期					
	Group-a (n=3)*	Group-b (n=3)	Group-c (n=22)	Group-d (n=13)	Group-e (n=13)
縦断距離	340.0 ± 158.7	397.5 ± 240.6	416.8 ± 170.8	452.3 ± 141.0	473.8 ± 190.0
横断距離	45.2 ± 54.1	—	63.6 ± 72.3	103.0 ± 65.3	48.0 ± 32.3
勾配	7.03 ± 3.64	—	12.21 ± 8.85	6.87 ± 8.27	8.11 ± 5.79
自然被覆	1.3 ± 1.5	2.8 ± 1.0	3.5 ± 1.9	4.2 ± 0.9	2.7 ± 0.9
種数	1.7 ± 0.6	3.8 ± 2.1	6.2 ± 4.6	7.5 ± 3.3	4.2 ± 1.9
冬期陸島					
	Group-1 (n=8)*	Group-2 (n=23)	Group-3 (n=17)	Group-4 (n=7)	
縦断距離	427.5 ± 120.6	455.7 ± 177.7	426.5 ± 170.8	381.4 ± 150.2	
横断距離	118.5 ± 42.7	42.0 ± 31.1	67.5 ± 72.3	109.1 ± 92.7	
勾配	3.13 ± 0.90	10.79 ± 7.09	9.06 ± 8.85	11.98 ± 12.15	
自然被覆	3.9 ± 0.8	3.0 ± 1.9	3.1 ± 1.5	3.9 ± 1.6	
種数	9.0 ± 4.2	4.9 ± 2.9	5.8 ± 3.4	5.4 ± 4.3	

* : nはサンプル (区域) 数

クチョウを除き、オオヨシキリ、カルガモ、イソシギ、イカルチドリ、セグロセキレイ、カッコウ、カワウ、ホオアカ、カワセミの9種を対象種とした（表4に網掛けで表記）。

また、冬期の山野性鳥類において、4つのグループのなかで Group-1 が、各区域の平均自然被覆要素数、陸地横断距離が最大であり、それぞれ3.9、119 mであった。このため、該当地域河川環境における鳥類多様性の保全指標となる鳥類種を26種で構成される Group-1 の構成種とした。さらに、ギャップ分析の結果を考慮し、河川環境の環境要素に依存の高い種をこの中から選定した。ただし、夏期には繁殖利用の種が多く見られるが冬期は繁殖の利用がなく、採餌・休憩の利用について依存度がaの種はオオジュリンとベニマシコの2種だけであった。（表5に網掛けで表記）。

考察

1. 鳥類群集構造の変化

鳥類群集の変化について、夏期の Group-d の群集構造をみると、水辺性鳥類の中でもヨシ原を主要な繁殖植生とするオオヨシキリが最優占種となった

り、砂礫地を生息環境として利用するイソシギやイカルチドリなどが出現したりしていることなど対象地域は市街地に隣接し人為改変が進んでいるが、水辺性鳥類にとって重要な生息域であることがわかる。冬期の全体の群集構造をみると、冬鳥はガン類、カモ類などの水辺性鳥類11種とツグミ、カシラダカ、ベニマシコ、オオジュリンなどの山野性鳥類8種をあわせて全体の半数以上を占め、調査対象地域は越冬個体群の越冬場所として重要である。

一方で、過去とのギャップ分析において水辺性鳥類が減少している傾向がみられた。例えば、カイツブリやバンが生息環境とするワンドなどの静止水域はみあたらず、この周辺環境として同時に存在する湿地環境も、本流の水際沿い以外にはほとんどみられなかった。これに対して、乾燥した草地性植生を生息域とするホオジロやモズ、人間の生活空間に近い生活圏を持つスズメや、近年、都市鳥として増加傾向にあるムクドリやハシボソガラスなどが優占種となっていること、イワツバメが橋脚を利用し多数繁殖していることなど、本来の湿地としての河川環境に依存しない鳥種の個体数が多かった。

対象地域における鳥類群集の保全にあたっては現状の種構成の維持に加えて、過去には生息していた

表5. 夏期 Group-d (A)、および冬期 Group-1 (B) の構成鳥類群集および該当地域河川環境において抽出した保全指標鳥類種。

A					B				
種名	個体数	優占度 %	繁殖・生息環境	依存度*	種名	個体数	優占度 %	利用環境	依存度*
				繁殖 採餌・休憩					採餌・休憩
オオヨシキリ	143	43.5	湿性植物	A a	カシラダカ	164	41.6	湿性・乾性植物	b
カルガモ	28	8.5	湿性植物	A a	ツグミ	39	9.9	湿性・乾性植物	b
モズ	20	6.1	乾性植物	B b	ホオジロ	30	7.6	湿性・乾性植物	b
ツバメ	18	5.5	母屋軒下等	C b	カワラヒワ	28	7.1	乾性植物	b
スズメ	17	5.2	母屋等	C c	ベニマシコ	18	4.6	湿性・乾性植物	a
ムクドリ	15	4.6	母屋等	C c	スズメ	15	3.8	乾性植物・荒地等	c
ヒヨドリ	11	3.3	乾性植物	B b	オオジュリン	14	3.6	湿性植物	a
ホオジロ	10	3.0	乾性植物	B b	ハシボソガラス	12	3.0	乾性植物・荒地等	c
キジ	9	2.7	乾性植物	B b	ヒヨドリ	10	2.5	乾性植物	b
ハシボソガラス	7	2.1	乾性植物	C c	トビ	9	2.3	乾性植物・開放空間	b
トビ	7	2.1	乾性植物	B b	オナガ	9	2.3	乾性植物	b
イソシギ	6	1.8	砂礫地	A a	メジロ	7	1.8	乾性植物	b
ハクセキレイ	5	1.5	砂礫地等	B b	ハクセキレイ	7	1.8	砂礫地等	b
オナガ	4	1.2	乾性植物	B b	ハシボソガラス	6	1.5	乾性植物・荒地等	c
ウグイス	4	1.2	乾性植物	B b	セグロセキレイ	4	1.0	砂礫地等	b
イカルチドリ	4	1.2	砂礫地	A a	モズ	3	0.8	乾性植物	b
ハシボソガラス	3	0.9	乾性植物	C c	シジュウカラ	3	0.8	湿性・乾性植物	b
コガモ	3	0.9	湿性植物	A a	ムクドリ	2	0.5	乾性植物・荒地等	b
ヒバリ	2	0.6	乾性植物	B b	ジョウビタキ	2	0.5	湿性・乾性植物	b
セグロセキレイ	2	0.6	砂礫地等	A b	コゲラ	2	0.5	乾性植物	b
キジバト	2	0.6	乾性植物	B b	キジ	2	0.5	湿性・乾性植物	b
カッコウ	2	0.6	湿性植物（托卵先）	A b	アトリ	2	0.5	乾性植物	b
イワツバメ	2	0.6	断崖・橋脚	C b	アカハラ	2	0.5	乾性植物	b
カワウ	1	0.3	乾性植物	A a	アオジ	2	0.5	湿性・乾性植物	b
ホオアカ	1	0.3	乾性植物	A b	キジバト	1	0.3	乾性植物	b
ハヤブサ	1	0.3	断崖	B b	ウグイス	1	0.3	乾性植物	b
コハクチョウ	1	0.3	湿性植物	A a	合計	26種	394	100	
カワセミ	1	0.3	土手	A a	*河川環境への依存度				
合計28種	329	100			a：採餌・休憩を河川（湿地）環境にほぼ依存する種				

*河川環境への依存度

A / a：繁殖や採餌・休憩を河川（湿地）環境にほぼ依存する種

B / b：繁殖や採餌・休憩を河川環境以外でも利用する種

C / c：繁殖や採餌・休憩が本来は河川環境以外のもの

b：採餌・休憩を河川環境以外でも利用する種

c：採餌・休憩が本来は河川環境以外のもの

が消失・減少した種、特に水辺性鳥類が生息できるような潜在自然としての本来の土地環境の復元再生が望ましい。冬期の水辺性鳥類群集については本研究で対象とした景観要素との相関が見出せなかったため、別な景観要素を対象として分析するなど、今後の検討が必要である。

2. 区域毎の群集構造を形成する要因

2.1 群集構造を形成する要因

夏期と冬期において、回帰分析の結果、土地被覆で自然被覆が砂礫地から河畔林までを区分した自然被覆の要素数が多い場合と陸地横断距離が長い場合に種数・多様度が高くなる傾向であったこと、夏期において勾配が緩やかなほど種数が高くなる傾向であったことから、水辺砂礫地から湿性植生および河畔林と河川水流横断方向に連続した広い環境を保全することが本対象地域の鳥類の群集多様性を維持するために重要である。冬期において、山野性鳥類は全体的に分布しているが、分析の結果、Group - 1において冬鳥であるカシラダカ・オオジュリン・ベニマシコなどが多く出現する傾向が見られた。これらの鳥種は樹林（河畔林）とヨシなどの湿性植生を利用しており、河川流域環境は冬期において水面を利用するガンカモ類などの水辺性鳥類だけではなく、堤外に存在する様々な植生要素の存在が山野性鳥類にとっても越冬環境として重要である。河畔林の重要性については、例えばアメリカにおける河川環境において鳥類にとって氾濫原や河畔林が非常に重要な生息地となっていたが、河畔林は95%が改変あるいは消失して多様性が失われている（Askins 2003）などの報告がある。本調査地において環境要素の利用をみると河畔林の利用が最も多く、これらのことから河畔林は重要な越冬環境である。また、高田（1976）はコサギ・カモ類の場合、見通しのよい場所よりも見通しが悪い場所のほうが避難を始める「避難距離」が短くなることを報告している。河畔林の存在は、これらの種にとって人圧の遮蔽効果をもたらすと推定され、山野性鳥類だけではなく水辺性鳥類にとっても重要な景観要素と考えられる。

2.2 生息地のサイズ・地形・土地被覆・人為影響

生息地の面積や幅、勾配について考察すると、樋口ほか（1981）は森林面積が広いほど種数が増えること、平野・樋口（1988）は冬期に栃木県の河川の幅と鳥の種類および個体数は幅が広がるほど水辺の鳥の種数および個体数が増加し、その理由として

砂礫地の面積が増加するためであること、水辺において隣接するバッファゾーンとしての植生の幅について内部森林性の鳥種にとっては100 m以上がその維持のために必要であること（Shirley and Smith 2005）、森林の生息地において鳥種によってパッチサイズの大きさやコリドーなどの機能の連続性が重要であること（Uezu *et al.* 2005）などの報告がある。本研究では水辺の鳥だけではなく陸生の鳥種についても包括的に鳥類群集としてとらえ、水辺から堤防法面下部までの陸地横断距離が長くなるほど、自然環境要素が多くなるほど種数や多様度指数が増加する傾向が見られた。例えば、夏期において類型化されたグループのうち指標となるGroup - dの陸地横断距離の平均値が約103 m、冬期は山野性鳥類のGroup - 1の平均値が約119 mであった。これらの結果から、少なくとも100 m以上の陸地横断距離が鳥類群集の保全のために必要である。また、河畔は水辺から陸地の横断方向に勾配があり、増水・洪水等による冠水頻度が高さや勾配により異なり、この結果、水分条件が場所により異なる。このため横断方向の延長距離が長いほど、包括する地形が複雑にモザイク状に分布したり、生育のための水分条件を異にする様々な植生が遷移帯として分布したりするなど多様なものとなる（川名 2004）。このように勾配が緩やかなほど冠水頻度が異なる場所が広域になり、砂礫地、湿地植生、乾性植生など多様な生息環境となり、多くの鳥種が利用できることにつながるためと考えられる。

本調査地においては洪水の防止のために両岸に堤防が構築されたり、幅が狭小化されたりするなどの人為改変が見られる。特に水辺から堤防までの横断距離を短くしたり、被覆をコンクリート護岸したり、勾配をきつくしたりする改変は本研究の結果から鳥類の群集に大きな影響を与えと考えられる。鳥類への人為的な影響については例えば、河川改修が行われると水辺性鳥類が大きく変化する（平野 1997）、アメリカのコロラド川下流において過去にほとんど氾濫原が失われ、生息する鳥種も減少した（Askins 2003）、舗装率が高いと鳥類相の多様度が低下する（黒澤 1994）、都市化が群集構造に及ぼす影響の解析としてビルからの距離が離れているほど、水辺の生息地の幅が広いほど種多様性が高くなる（Rottenborn 1999）、亜熱帯性の渡り鳥（Spackman and Hughes 1995）や内部森林性鳥類（Shirley and Smith 2005）の維持のためには水辺のバッファは100 mより長い

幅を維持することが必要であるなどの報告がある。また、東京都の繁殖鳥類の経年変化で、水域に依存する種の減少について水辺の微環境の変化や河川の利用圧の増大が原因の可能性があること（植田ほか2004）、淡水湿地および干潟において埋め立てや土地の人工造成によってシギチドリ類の種数・個体数が減少し、特に淡水性のシギチドリ類が減少していること（鈴木・芝原2003）、四輪駆動車の河原への侵入などによってイカルチドリやコチドリの営巣が妨害されていること（平井1999、内田1992）などの報告がある。本調査対象地域においては生息状況変化指数、鳥類相残存率の結果から考察して、人為改変とともに、カイツブリやバン、カワセミなどが生息できる環境が少なくなったと思われる。さらに、以前は主として砂礫地の環境であった支流との合流地点の荒川には球技グラウンド、松川は球技グラウンドとゲートボール場・駐車スペースが、摺上川には駐車スペース・建設資材置き場などが作られ、砂礫、湿地環境が減少すると同時に人や車両の侵入などの人為攪乱が増大している。このためイカルチドリやコアジサシなどの河川水辺の砂礫地に特有な環境を利用する鳥種も減少、あるいは消滅したと考えられる。

3. 河川環境における鳥類の保全

全国各地の河川において、ダムや堤防の構築、河川改修や抛水林の伐採など過去から現在に至るまで河川環境の改変が続いている。やむを得ず開発が必要な場合には、本研究と既存の報告から、堤防を構築する際には物理的数値として水辺から少なくとも100 m以上の陸地横断距離を、砂礫地から河畔林までの自然被覆要素を多様に残し、さらにこれらの要素が立地できるように水辺から堤防までの陸地横断距離方向に緩く勾配を確保することが河川環境の保全のために必要である。

謝辞

本論文を執筆するにあたって、高橋清氏、宍戸憲二氏には実際の調査に協力していただいた。国土交通省東北地方整備局福島河川国道事務所の二瓶昭弘氏、高橋芳成氏はじめ関係者の方々には河川の測量値データ等を提供していただいた。NPO法人パードリサーチ代表の植田睦之氏には参考資料の提供などをしていただいた。門間ジェニファー氏には英文の

校閲をしていただいた。また、査読をしていただいた方々には貴重なコメントをいただいた。これらの方々に厚く御礼申し上げます。

引用文献

- Askins, R. 2003. 鳥たちに明日はあるか. 237-264. 文一総合出版, 東京.
- Canady, C. 1997. Loss of Insectivorous birds along a gradient of Human impact in Amazonia. *Biological Conservation* 77: 63-77.
- Canterbury, G. E., Martin, T. E. M., Petit, D. R., Petit, L. J., P. and Bradford, D. F. 2000. Bird Communities and Habitat as Ecological Indicators of Forest Condition in Regional Monitoring. *Conservation Biology* 14(2): 544-558.
- 福島県. 2002. レッドデータブックふくしま I 植物・昆虫類・鳥類. 376-409, 福島県, 福島.
- 福島県森林整備課. 1997. ふくしまの野鳥. 174pp. 福島県森林整備課, 福島.
- 福島県野鳥の会. 1979. ふるさとの鳥をたずねる—福島県の野鳥—. 161pp. 岩瀬書店, 福島.
- Gauch, H.G. 1982. *Multivariate Analysis in Community Ecology*. Cambridge University Press, Cambridge.
- 蜂谷剛. 1994. 福島県博物誌. 169pp. 福島印刷センター, 福島.
- 蜂谷剛. 1991. しのぶ野の自然. 196pp. 福島印刷センター, 福島.
- 日置佳之・須田真一・百瀬浩・田中隆・松林賢一・裏戸秀幸・中野隆雄・宮畑貴之. 2000. ランドスケープの変化が種多様性に及ぼす影響に関する研究—東京都立石神井公園を事例として—. *保全生態学研究* 5: 43-87.
- 樋口広芳・塚本洋三・花輪伸一・武田宗也. 1981. 森林面積と種数との関係. *Strix* 1: 70-79.
- 平井正志. 1999. 三重県中部河川でのイカルチドリ繁殖. *Strix* 17: 77-83.
- 平野敏明・樋口広芳. 1988. 冬期における川幅と水辺性鳥類の種数、個体数との関係. *Strix* 7: 203-212.
- 平野敏明. 1997. 河川改修が冬期における水辺性鳥類におよぼす影響. *Strix* 15: 39-44.
- 井上雅仁・中越信和. 1998. 河川下流域における環境情報の整備と利用実態の把握. *環境システム研究* 26: 137-143.

- 加藤和弘. 1996. 生物群集分析の多変量解析と、その地域計画への応用：ランドスケープ研究 60(1): 46-55.
- 加藤和弘・篠塚健太. 1995. 多変量解析による生物相の分析と、その河川環境管理への応用：ランドスケープ研究. 58(5): 105-108.
- 加藤和弘・武内和彦. 1991. 河川環境管理のための生物群集分析の研究：ランドスケープ研究 54(5): 281-286.
- 川名国男. 2004. 河川の環境と生き物たち. 多摩の鳥 158: 4-5.
- 黒澤令子. 1994. 東京における鳥類相と環境要因としての舗装率. Strix 13: 155-164.
- McCune, B. and Grace, J. B. 2002. Analysis of Ecological Communities. MjM Software Design, Oregon.
- 日本野鳥の会福島支部. 2002. 日本野鳥の会福島支部 創立五十周年記念誌. 159pp. 日本野鳥の会福島支部, 福島.
- Rottenborn, S. C. 1999. Predicting the impacts of urbanization on riparian bird communities. Biological Conservation 88: 289-299.
- Shirley, S. M. and Smith, J. N. M. 2005. Bird community structure across riparian buffer strips of varying width in a coastal temperate forest. Biological Conservation 125: 475-489.
- Skagen, K. S., Melcher, C. P., Howe, W. H. and Kkopf, F. L. 1998. Comparative Use of Riparian Corridors and Oases by Migrating Birds in Southeast Arizona. Conservation Biology 12(4): 896-909.
- Spackman, S. C. and Hughes, J. W. 1995. Assessment of minimum stream corridor width for biological conservation - species richness and distribution along mid-order streams in Vermont, USA. Biological Conservation 71: 325-332.
- 鈴木弘之・芝原達也. 2003. 谷津干潟および周辺地域におけるシギチドリ類群集構造の長期的経年変化. Strix 21: 155-164.
- 高田直俊. 1976. 淀川河川敷生態調査報告書. 18-34. (社) 近畿建設協会.
- 玉井信行・奥田重俊・中村俊六. 2000. 河川生態環境評価法. 270pp. 東京大学出版会, 東京.
- 内田博. 1992. 河原にすむイカルチドリの惨状. Birder 6(11): 50-56.
- 植田睦之・加藤和弘・松野葉月・黒澤令子. 2004. 東京の鳥類相の変化とその要因. Strix 22: 1-20.
- Uezu, A., Metzger, J. P. and Viellard, J. M. E. 2005. Effects of Structural and functional connectivity and patch size on the abundance of seven Atlantic Forest bird species. Biological Conservation 123: 507-519.
- 湯浅大多朗. 1953. 福島県の鳥. 402pp. 財団法人湯浅報恩会, 郡山.
- 財団法人日本野鳥の会. 1993. 鳥の生息環境モニタリングガイドⅠ. 森林と草原を調べる. 財団法人日本野鳥の会, 東京.

付表 A. 調査対象地域の景観要素としての微地形および土地被覆区分

土地被覆			分類基準・植生など	
大項目	中項目	小項目		
草本 G	湿性植物群落 R*	密M*	GRM*	群落としてまとまっている
		疎F	GRF	約1㎡以下の大きさの群落またはまばらに散在している
	その他自然草地 K (乾性植物群落)	低茎L	GKL	低茎：約50 c 以下
		高茎H	GKH	高茎：約50 c 以上
		人工管理草地 J		強度（定期的）に草刈が行われる場所
木本 T	湿性植物群落 W	密M	疎F	
		低木L	TWLM TWLF	低木：約 2 m以下
	乾性植物群落 A	高木H	TWHM TWHF	高木：約 2 m以上
		密M	TAM	群落としてまとまっている
		疎F	TAF	まばらに散在している
		砂礫地 S	砂礫のみS	
植生ありSS				
大石ありSR			セイタカアワダチソウ等	
中州SN				
強度人為 改変地	コンクリート・アスファルト等C			
	整地グラウンド等F		野球場、ゲートボール場、駐車場、放置荒地、砂利車道等	
人口構造物	橋脚B			
	その他BO		テトラポット、水門等	
小項目合計（網掛けした省略記号）			19	

*ローマ字は大項目・中項目・小項目の省略記号および組み合わせを表す。

付表 B. 各区域の微地形区分と土地被覆

区域	距離	微地形					人工構造物	備考
		堤防法面	高水敷	水辺高水敷	中水敷	水辺低地		
1 阿武隈川	280	J	-	C	-	-	-	-
2 右岸	370	J	-	GKH	GRF	SS/SW	B	-
3 (上流)	520	J	-	-	C	-	-	-
4	500	J	J	-	C	-	-	-
5	280	J	-	-	GRM	-	B	-
6	500	J	-	TWHF	GR	SS/F	-	-
7	360	J/GKL	GKH	-	GRM	-	-	-
8	530	J	GKH	-	GRM	-	-	-
9	300	J	GKH	-	GRM	-	-	-
10	600	J/GKL	GKH	-	GRM/TWLF	-	B	-
11	350	J	-	TWLF/GKH/GRF	-	SS	-	-
12	460	J	-	GKH/TWLF/TAF	GRF	SS	F	テニスコート
13	700	J	-	-	GKH	SN	F	グラウンド
14	470	J	-	TAF/GKH	-	-	-	-
15	520	J	-	TWHF/TAF/GKH	GRF	GRM	-	-
16	680	J	-	TWLF/GKH	GRF	-	-	-
17	170	C/J	-	C	-	-	-	-
18	480	J	F	C	-	-	BO	テトラポッド
19	450	J/GKH	TAF/F	GKH	-	-	-	-
20	420	J/GKH	TWLF	-	GRM	SS	-	-
21 (下流)	160	C/J	-	-	GRM/GKH/TWHF	SS	-	-
22 阿武隈川	690	J	J	TWHF	-	GRF	-	-
23 左岸	420	J	-	J	-	SN/SR	-	-
24	820	J	-	J	-	SN	-	-
25	520	J	J	GRF	-	-	-	-
26	550	J	-	TWHF/GKH	-	-	-	-
27	220	J	-	TAF	GKH	SR	-	-
28	150	J	-	TWLF	GRF	-	-	-
29	230	J	-	TWHF	GRF/GKH	SR	-	-
30	350	J	-	J/TWHM/TAF	GRF	-	-	-
31	210	J/GKL	-	GKH/GRM	-	-	-	-
32	640	J/GKL	J	GKH/GRM	-	-	-	-
33	620	J/GKL	J	GKH/TWLF	-	-	-	-
34	350	J/GKL	TAF	GKH	GRF/GKH	-	BO	ジャリ道
35	400	J/GKL	TAM/GKH	-	TWHF	GRM	BO	ジャリ道
36	380	J/GKH	GKH	-	TWHM/TWLM/GRM/GKH	SS	BO	ジャリ道
37	600	J/GKH	GKH	TWLM/GRM	TWHM/GRM/GKH	SS	-	-
38	550	J/GKL	-	TWLF/GKH	-	-	-	-
39 荒川	210	C/J	-	C	-	SS/GKL	B	-
40 右岸	230	J	-	GKH	-	SS	-	-
41	300	J	-	-	GKL	SS	-	-
42	200	C/J	-	-	TWLF/GKH/GRF	SS	-	-
43	480	J	-	-	GKH	SS	-	-
44	350	J	-	-	TWHF/GKH/GRF	SS	-	-
45	300	J	-	-	GKL	SS	-	-
46	450	C/J	J	-	-	-	-	-
47	290	J	-	TWLF	-	-	F	荒れた空き地
48 松川	580	J	-	F/GKH/GRF/TWHF/TAF	-	SN	B	F 農地
49 左岸	620	J	-	TAM/TWHF/GKH	-	-	F	F 農地
50	180	J	-	TWLF/GKH	-	-	F	-
51	350	J	-	TAM/GKH	-	-	-	農地
52 摺上川	530	J/GKL	-	TAF	TWHF/GKH	SS	B	-
53 右岸	480	J/GKL	-	TAF	-	SS/SN	B	-
54	850	J/GKL	F	-	TWLF/TWHF/TAF/GKH	GRF/SR/SS	B	F 橋是新幹線 公園グラウンド
55	625	J/GKL	TAF	-	TWLF/GRF/GKH	SS/SR	-	-

*土地被覆のアルファベットは付表 Aを参照

付表 C. 阿武隈川弁天橋から月の輪大橋にかけての夏期および冬期鳥類調査結果.

種名	学名	季節性 ^{*1}	環境利用 ^{*2}						属性 ^{*3}	出現 ^{*4}	
			1	2	3	4	5	6		Sm	Wt
Japanese name	Scientific name	Seasonal status									
カイツブリ	<i>Podiceps ruficollis</i>	RS					F		W	*	*
カワウ	<i>Phalacrocorax carbo</i>	RS	B				F		W	*	*
オオハクチョウ	<i>Cygnus cygnus</i>	WV				F	F		WI	*	*
コハクチョウ	<i>Cygnus columbianus</i>	WV				F	F		WI	*	*
マガモ	<i>Anas platyrhynchos</i>	WV			F	F	F		W	*	*
カルガモ	<i>Anas poecilorhyncha</i>	RS		B	B	F	F		W	*	*
コガモ	<i>Anas crecca</i>	WV			F	F	F		W	*	*
オシドリ	<i>Aix golericulata</i>	WV	F				F		W	*	*
オナガガモ	<i>Anas acuta</i>	WV				F	F		WI	*	*
ヒドリガモ	<i>Anas penelope</i>	WV				F	F		W	*	*
ホシハジロ	<i>Aythya ferina</i>	WV				F	F		W	*	*
キンクロハジロ	<i>Aythya fuligula</i>	WV				F	F		W	*	*
カワアイサ	<i>Mergus merganser</i>	WV				F	F		W	*	*
ササゴイ	<i>Butorides striatus</i>	SV			B		F		W	*	*
コサギ	<i>Egretta garzetta</i>	RS				F	F		W	*	*
ダイサギ	<i>Egretta alba</i>	RS				F	F		W	*	*
アオサギ	<i>Ardea cinerea</i>	RS				F	F		W	*	*
オオバン	<i>Fulica atra</i>	RS				F	F		W	*	*
トビ	<i>Milvus migrans</i>	RS	F			F			T	*	*
ハヤブサ	<i>Falco peregrinus</i>	RS	F			F			T	*	*
キジ	<i>Phasianus colchicus</i>	RS	F	B	F				T	*	*
ハジロコチドリ	<i>Charadrius hiaticula</i>	STR				B	F		W	*	*
コチドリ	<i>Charadrius dubius</i>	SV				B	F		W	*	*
イカルチドリ	<i>Charadrius placidus</i>	RS				B	F		W	*	*
イソシギ	<i>Tringa hypoleucos</i>	RS			B	B	F		W	*	*
キジバト	<i>Streptopelia orientalis</i>	RS	B	F		F			T	*	*
カッコウ	<i>Cuculus canorus</i>	SV	F		B				W	*	*
カワセミ	<i>Alcedo atthis</i>	RS			B	F	F		W	*	*
コゲラ	<i>Dendrocopos kizuki</i>	RS	B						T	*	*
ヒバリ	<i>Aluda arvensis</i>	RS		B		F			T	*	*
イワツバメ	<i>Delichon urbica</i>	SV		F			F	B	T	*	*
ツバメ	<i>Hirundo rustica</i>	SV					F		T	*	*
ハクセキレイ	<i>Motacilla alba</i>	RS	F	F	F	F		B	W	*	*
セグロセキレイ	<i>Motacilla grandis</i>	RS	F	F	F	F		B	W	*	*
ヒヨドリ	<i>Hypsipetes amaurotis</i>	RS	F						T	*	*
モズ	<i>Lanius bucephalus</i>	RS	B	F	F				T	*	*
カワガラス	<i>Cinclus pallasii</i>	RS				F	F		W	*	*
ノゴマ	<i>Erithacus calliope</i>	STR	F	F					T	*	*
ジョウビタキ	<i>Phoenicurus aureoreus</i>	WV	F	F	F				T	*	*
アカハラ	<i>Turdus chrysolaus</i>	WV	F	F	F				T	*	*
ツグミ	<i>Turdus naumanni</i>	WV	F	F	F				T	*	*
ウグイス	<i>Cettia diphone</i>	RS		B	F				T	*	*
オオヨシキリ	<i>Acrocephalus arundinaceus</i>	SV	F	B	B				W	*	*
シジュウカラ	<i>Parus major</i>	RS	F						T	*	*
エナガ	<i>Aegithalos caudatus</i>	RS	F						T	*	*
メジロ	<i>Zosterops japonica</i>	RS	F						T	*	*
ホオジロ	<i>Emberiza cioides</i>	RS	F	B	F				T	*	*
ホオアカ	<i>Emberiza fucata</i>	RS	F	B	F				T	*	*
カシラダカ	<i>Emberiza rustica</i>	WV	F	F	F				T	*	*
アオジ	<i>Emberiza spodocephala</i>	WV	F	F	F				T	*	*
オオジュリン	<i>Emberiza schoeniclus</i>	WV	F	F	F				T	*	*
カワラヒワ	<i>Carduelis sinica</i>	RS	B	F					T	*	*
アトリ	<i>Fringilla montifringilla</i>	WV	F	F	F				T	*	*
ベニマシコ	<i>Uragus sibiricus</i>	WV	F	F	F				T	*	*
シメ	<i>Coccothraustes coccothraustes</i>	STR	F	F	F				T	*	*
スズメ	<i>Passer montanus</i>	RS	F	F	F	F			T	*	*
ムクドリ	<i>Sturnus cineraceus</i>	RS	F	F		F			T	*	*
コムクドリ	<i>Sturnus philippensis</i>	SV	B	F	F				T	*	*
カケス	<i>Garrulus glandarius</i>	RS	F						T	*	*
オナガ	<i>Cyanopica cyana</i>	RS	F						T	*	*
ハシボソガラス	<i>Corvus corone</i>	RS	B	F	F	F			T	*	*
ハシブトガラス	<i>Corvus macrorhynchos</i>	RS	B	F	F	F			T	*	*

*1 RS: Resident Species 留鳥, SV: Summer Visitors 夏鳥, STR: Summer TRansients 通過種,
WV: Winter Visitors 冬鳥

*2 1: 河畔林 2: 乾性植生 3: 湿性植生 4: 砂礫地 5: 水面 6: 橋脚等
B: 繁殖および休憩・採餌利用 F: 休憩, 採餌利用

*3 W: 水辺性鳥類 T: 山野性鳥類 I: 移入種

*4 Sm: 夏期(繁殖期)に記録, Wt: 冬期に記録