

特集1 鳥の渡りと生物多様性の保全

鳥の渡りと生物多様性の保全

慶應義塾大学大学院政策・メディア研究科 樋口 広 芳

Bird migration and the conservation of global biodiversity. Hiroyoshi Higuchi
(*Graduate School of Media and Governance, Keio University*)

Migratory birds encounter habitat destruction, hunting, chemical pollution, and collisions with wind turbines during their migration. As a consequence, migratory birds are declining in many areas of the world. It is therefore quite important to study their migration routes, migration patterns through time, and habitat use. In the early 1990s, satellite tracking became available for the study of birds. Over the past 20 years, I have collaborated with Russian, Chinese, Korean, Indian and American scientists on satellite tracking of migrating birds. Satellite tracking is especially well suited to Asian-based research because of the extremely large land area, sensitive political situations, and many urgent conservation problems in the region. We have studied the migration of about 20 species using satellite tracking in Asia, and concentrated especially on endangered cranes, storks, swans, ducks, and hawks. In this article, I review the main results obtained, such as migration routes, important stopover sites and their conservation. During the course of these studies, I realized that migratory birds connect not only nature in different countries but also people living along the migration routes. These important messages will be described in later sections of the article.

Key words: migration, satellite-tracking, biodiversity, conservation, international collaboration

要旨：鳥たちの多くは、渡りの過程で生息地の破壊、化学汚染、密猟、風力発電施設との衝突などさまざまな環境問題に遭遇している。その結果、渡り鳥の多くは世界の各地で急激に数を減少させている。こうしたことから、鳥の渡り、とくにその経路や環境利用について知ることが非常に重要になってきている。近年、科学技術の進歩により、人工衛星を利用して渡り鳥の長距離移動を追跡することが可能になった。この衛星追跡によって、詳細な渡り経路、経時移動様式、各中継地の相対的重要性、利用環境の特性、経路上の環境問題などを明らかにすることができるようになった。私はこれまでの20年以上にわたって、ロシア、中国、韓国、インド、米国などの研究者と20種以上の鳥の渡り衛星追跡研究を実施してきた。本論文では、そこで得られた成果の中から、代表種の渡り経路、重要生息地とその保全について概要を紹介する。また後半では、異なる国や地域の自然あるいは人々が、鳥の渡りを通じてつながっていることについても述べる。

キーワード：渡り、衛星追跡、生物多様性、保全、国際協力

はじめに

鳥の渡りとは、北方の繁殖地と南方の越冬地を行き来する季節的な往復移動のことである。その距離、往復で一万キロを超すことも珍しくない。

鳥たちはいくつもの国にまたがって移動し、そしてまたもとの地域に戻ってくる。地図も方位磁石ももたずに、またビザやパスポートももたずに、この長距離の季節移動、渡りをやりとげているのである。

ただし、もとの地域に戻ってくる、とはいっても、行きつく先が厳密に決まっていることもあれば、国や地方といった範囲でおおよそ決まっているだけの場合もある。状況は鳥の種、地域個体群、季節などによって異なる。もっとも、人間は鳥と違って空を飛ぶことはできない。したがって、渡り鳥のあとをついていくことはできない。渡りの経路の詳細は、長いこと不明のままだった。しかし、近年、人工衛星を利用した渡りの追跡、略して「衛星追跡」の技術が確立し、鳥たちの渡りを追跡することが可能になった（樋口, 2005; Higuchi, 2012）。画期的な進歩であり、この方法によれば、鳥たちが地球上どこにいても位置や移動をほとんどリアルタイムで知ることができる。

一方、地球規模で移動する渡り鳥は、移動する先々でいろいろな環境問題に遭遇する。生息地の破壊、化学汚染、密猟、風力発電施設との衝突などである。それにより、渡り鳥の多くは、年々減少傾向にある。日本では、東南アジア方面からやってくる森林性や湿地性の渡り鳥の数が急減している。ヨタカ、アオバズク、サンコウチョウ、サンショウクイ、ヒクイナなどがその代表である。ただし、どこでどのような問題に遭遇しているのかは、必ずしもよくわかっていない。が、こうした保全上の問題も、衛星追跡の進歩により、少なくとも大型のツル類やハクチョウ類から中型のカモ類やタカ類などでは明らかになってきた。それにより、対象種とその生息環境の具体的な保全活動も進んできている。これらの活動の多くは、渡り鳥を介した地球規模での生物多様性の保全と深く結びついている。

私はこれまで、衛星追跡関連の研究に20年以上にわたってかかわってきた。この間、国内外の研究者とさまざまな共同研究を行ない、多くの成果をあげることができた。本稿では、衛星追跡の仕組みを簡単に紹介したのち、得られた主要な研究成

果を紹介する。種やグループによる渡り経路などの違いが明らかになり、同じ種の季節による経路の違いについて理由が示唆されることになる。また、明らかになった保全上の問題点についても言及し、最後に、鳥が渡りを通して異なる国や地域の人と人をつないでいることについて述べることにしたい。

本稿は、2013年11月16日に開催された大阪バードフェスティバルでの講演内容にもとづいている。紹介することがらの多くは、すでにいくつかのところで述べている。重複はお許し願うとして、ここでは樋口（2005, 2012a, 2012b）やHiguchi（2012, 2013）などの内容に、その後の情報を多少加えながら全体を構成していくことにする。

衛星追跡の仕組み

以下の研究事例の多くで利用した追跡は、アルゴシステムによる衛星追跡である。衛星追跡にはGPS方式によるものもある。GPSによる追跡の仕組みや長所、短所などについては、樋口（2012b）を参照されたい。

衛星追跡を行なう場合、まず必要なのは、対象個体に衛星用の送信機を装着することである。鳥用の衛星用送信機は5～50gほどの重さで、背中や首環に取り付けられ、400MHz帯の電波を送信する。送信された電波は、米国の気象衛星NOAAおよび欧州連合の地球観測衛星METOPなど、複数の衛星に搭載されたアルゴ受信装置で受信される（図1）。これらの衛星は、地上約800kmの極軌道をおおよそ100分で周回している。衛星の受信装置は、受信した電波の周波数を計測し、受信時刻、受信データとともに地上の受信局に再送信する。

地上の受信局に送られた情報は、フランスなどにあるアルゴ情報処理センターに転送されたの

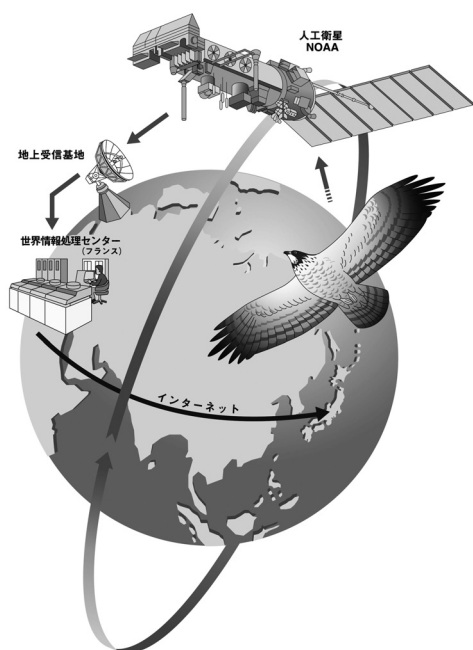


図1. アルゴスシステムを利用した衛星追跡の仕組み。イラスト：重原美智子。

ち、緯度と経度の位置情報などに変換される。これらの情報は、インターネットなどを通じて研究者のもとに送られる。衛星が電波を受信してから位置情報などが得られるまで、早ければ20～30分しかかからない。

アルゴスシステムによる衛星追跡では、取得できる位置の精度があまり高くない。位置の精度は、送信機の送信周波数の安定性、衛星が送信機上空を通過する10分前後に電波を受信した回数などによって毎回異なり、クラス1, 2, 3, 0, A, Bに分けて表示される。静止しているものの場合、クラス1, 2, 3それぞれの精度（測定誤差）は、500～1,500m, 250～500m, 250m未満である（Argos Online Manualより）。クラス0の精度は1,500mを超え、上限は特定されていない。クラスA, Bはさらに精度が悪い。クラス0以下の低い精度の位置情報については、時間と移動距離にもとづいて使用するかどうかを判断することに

なる。

位置精度がこの程度のものなので、アルゴスシステムによる衛星追跡は、数キロの範囲の局地移動などを明らかにすることには向いていない。しかし、数千キロ、あるいは一万キロ以上の長距離を移動する鳥たちの渡り経路などを明らかにするには、十分有効である。

アルゴスシステムによる衛星追跡では、衛星使用料がとられる。料金はそれぞれの国の利用状況によって異なり、日本の場合は1日1台あたり1,500～2,000円ほどである。送信機の電池寿命は、設定によって異なるが、数か月から1年といったところである。太陽電池方式の送信機もあり、この場合には2～3年、長ければ4～5年ほどになる。

種やグループによって異なる渡り経路

私たちの研究グループでは、これまでマナヅル、ナベヅル、タンチョウ、クロヅル、アネハヅル、ソデグロヅルなどのツル類、コハクチョウやオオハクチョウなどのハクチョウ類、マガモ、オナガガモ、ヒドリガモなどのカモ類、サシバ、ハチクマ、ノスリ、ケアシノスリ、チュウヒ、ハイイロチュウヒなどのタカ類など、数多くの鳥類を対象に衛星追跡を実施している。その成果の多くは、数多くの論文や著書によって公表されている（たとえば樋口, 2005, 2012a, 2012b, 2013; Higuchi, 2012）。以下には、そうした中からとくに注目されるツル類のマナヅル、タンチョウ、カモ類のマガモ、オナガガモ、タカ類のハチクマの渡りについての結果を紹介する。

ツル類の渡り

九州出水からのマナヅルの渡り

鹿児島県の出水は、マナヅル、ナベヅル合わせ

て1万羽以上が越冬する世界有数のツル類の渡来地である。出水からマナヅルを追跡したのは、衛星追跡を開始してまもない1991～93年、使用した送信機は、NTTが私たちの渡り鳥研究用に開発した電池方式のものである。

繁殖地まで追跡できた9羽のマナヅルは、2月下旬から3月上旬に出水を飛びたち、九州の西海岸沿いを経て朝鮮半島に入った（図2）。途中、五島列島や対馬で一泊したものもいる。朝鮮半島ではまず南東端の釜山付近に入り、のちに南北朝鮮を隔てる非武装地帯の板門店や鉄原をめざして飛んだ。そこで一週間から一か月ほど滞在したのち、7羽は北朝鮮の東海岸沿いを、ほかの2羽は西海岸沿いを北上した。

東海岸を北上する7羽のツルは、3月中旬に入ってから、北朝鮮の金野を経由して北朝鮮・中国・ロシア3国が接する豆満江河口付近へと向かった。

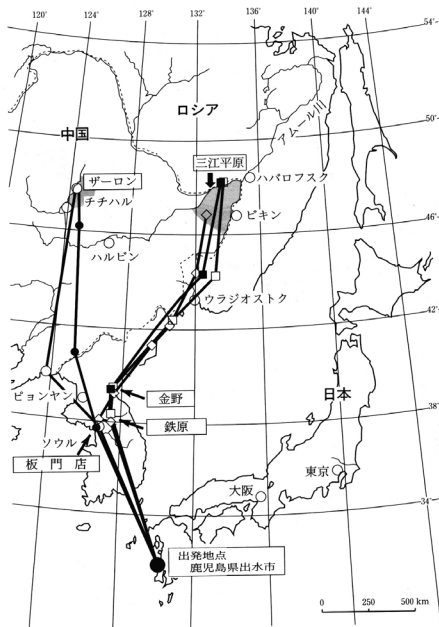


図2. 九州出水からのマナヅルの春の渡り。
Higuchi et al. (1996) にもとづいて描く。

金野は河川が流れ込む三角州地帯の自然の湿地、豆満江は中朝国境の白頭山に源を発し、河口は日本海に連なる。ツルたちはその後、ウラジオストク近郊を経て中国・ロシアの国境沿いにあるハンカ湖に1～2週間滞在した。そして早いものでは3月下旬に、遅いものでは5月下旬に中国黒龍江省の東北部、三江平原に到着し、渡りを終えた。三江平原は黒竜江、松花江、ウスリー川に囲まれた地域で、この3つの河川が運搬してきたものが堆積してできた湿原である。北海道がすっぽりと収まってもまだあまりある広大な地域である。

もう一方の北朝鮮の西海岸を北上する2羽のツルは、北朝鮮と中国の国境付近を経由して中国に入った。その後、北上を続けて中国黒龍江省の西部、チチハルの近くの礼龍（ザーロン）に到着した。ここはマナヅルやタンチョウ、コウノトリなどの繁殖地として知られた湿原である。

越冬地から繁殖地までの渡りに要する日数は、17～85日（平均47.5日）、総延長移動距離は1,800～2,600km（平均2,309km）であった。

秋の大陸からの南下は、春の北上をほぼ逆戻りする（Higuchi et al., 2004）。ただし、追跡例数は限られており、出発地はロシア南部のアムール川沿いにあるムラビョフカやヒンガンスクである。

ロシア南部から南下するタンチョウ

タンチョウは、日本では北海道東部を局地移動するだけだが、大陸では数百キロ、数千キロにおよぶ渡りをする。1993年から2003年にかけて、ロシア南部のヒンガンスク、ブラゴベシensk、ハバロフスク、ロシア・モンゴル国境沿いにあるダウルスキー、中ロ国境にあるハンカ湖から合計15羽のタンチョウを追跡した（図3）。使用した送信機は、NTTが開発した電池方式のものである。

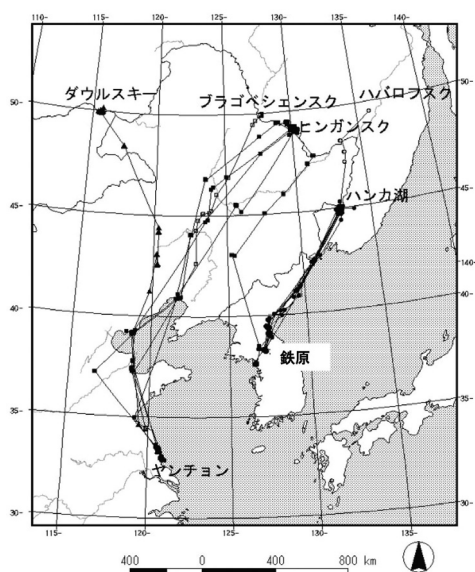


図3. ロシア東部や中南部からのタンチョウの秋の渡り経路。森下ほか (2003)。

ダウルスキー、ブラゴベシエンスク、ヒンガンスクから飛び立った6羽は、進路を中国東部の渤海方面にとって南下し、長江河口の北方、ヤンチョンに到達した。ハンカ湖からの7羽とヒンガンスク、ハバロフスクからの各1羽、合計9羽は、進路をより東にとり、朝鮮半島の非武装地帯付近まで到達した。以下には、1993年と94年の秋にヒンガンスクから飛び立った2羽と、ハンカ湖からの7羽の南下の様子を少しくわしく紹介する(樋口, 2005)。

アムール川の中流域にあるヒンガンスクで繁殖したタンチョウは、11月上旬に渡りを開始した。2羽のタンチョウは、南西に進路をとって中国黒龍江省のザーロン湿原の付近を通過したのち、11月7日から15日までの間に遼寧省の盤錦湿地に到着した。そこで1羽は3日、もう1羽は6～7日滞在した。盤錦を出発した同じ日に、どちらもそれぞれ中国東岸の天津付近の干潟に到着し、そこで6～8日滞在した。

その後、渤海を越えて黄河河口に到着し、1羽はここで3日、もう1羽は11月18日から12月13日までの25日間滞在した。先に飛び立った方の鳥は11月22日に、遅い方は12月14日に、どちらも上海の北方に位置するヤンチョンに到着した。ヤンチョンは南北に広がる沿岸部の広大な湿地で、タンチョウの越冬地として知られる。渡りに要した日数は20～39日(平均29.5日)、総延長移動距離は2,200～2,300km(平均2,241.8km)である。

一方、ハンカ湖を飛び立った7羽のタンチョウは、どれもよく似た経路をたどり、短期間のうちに朝鮮半島に入って越冬した。渡りは11月の上～中旬に開始された。ツルたちはハンカ湖から300km南西に位置する中国・ロシア・北朝鮮国境の豆満江の河口付近に入り、ロシア領内の湿地で1,2日滞在した。その後、北朝鮮東海岸のオデジンやキムチュクなどのいくつかの地域で1～3日滞在し、南下後、11月22日までにやはり北朝鮮東海岸の金野に到着した。

1羽のタンチョウは金野でそのまま越冬した。4羽はさらに30kmほど南下してアンビョンに入ったのち、非武装地帯の鉄原に到着し、そこで越冬した。残りの2羽は金野、アンビョン、鉄原の3か所を複雑に行き来しながら越冬した。

金野からアンビョンを経て鉄原までは125kmほどある。金野と鉄原は、マナヅルの渡りのさいにも利用された地域である。アンビョンは広大な水田地帯で、タンチョウの渡来地として北朝鮮の天然記念物地域に指定されている。3か所間の局地的な移動の理由ははっきりしない。おそらく気候や食物の条件に合わせて移動したのではないと思われる。人は北と南の間を行き来することはできない。しかしツルたちは、まさにパスポートもビザももたずに、自由に両地域を往来している。

朝鮮半島への渡りに要した日数は、3～9日(平均5.1日)と非常に短く、総延長移動距離は776

～948km（平均873.8km）である。

ヒンガンスクより西で繁殖するタンチョウはヤンチョンに、ヒンガンスクより東で繁殖するタンチョウは朝鮮半島非武装地帯で越冬するという結果から、ヒンガンスクが二つの越冬地のいずれに渡るかを分ける境界となっていることがうかがわれる。ヒンガンスクには、ヤンチョンまで渡る個体と非武装地帯に渡る個体が混在している。

カモ類の渡り

カモ類の渡りでは多数個体が追跡され、またツル類やタカ類と違って個体差が大きく、経路、渡りの時期、渡り様式ともに複雑である。そこで、以下には渡りの経路に焦点をあてながら概要だけを述べておく。使用した送信機は、米国のMicrowave Telemetry社製およびNorth Star Science and Technology社製の電池方式および太陽電池方式のものである。

マガモの春の渡り

2005年から2007年の冬に、北海道・帯広、埼玉・

越谷、長崎・佐世保、宮崎・佐土原などで合計65羽のマガモを捕獲し、衛星用送信機を装着した。

そのうち27羽で渡りの経路を明らかにすることに成功し、10羽を繁殖地まで完全追跡できた（図4）。追跡不能となった個体の多くは、途中でおそらく狩猟されて死亡したものと思われる。カモ類の多くが渡るロシア東部では、5月から猟期が始まる。

渡り経路は個体ごとに大きく違っていたが、同じ越冬地から出発した個体は同様の渡り経路をたどる傾向があった。埼玉・越谷を出発した6羽のマガモは、日本海を越えて大陸に向かい、ロシアの南東部に到達した。佐世保や宮崎から出発したマガモの多くは、朝鮮半島の東海岸沿いにそって北上し、北朝鮮と中国の国境付近に到達した。一部は、中国北部からロシア中南部にかけての地域に移動した。

いくつかの個体は、渡りの方向を途中で急激に変化させた。たとえば、佐世保を出発した一羽のマガモは、日本海を越えて大陸に入ったのち、方角を西へと急激に変え、ロシア・中国・モンゴル国境付近に到達した。また、埼玉を出発した一羽の鳥は、北海道経由でハバロフスクの北方に移動

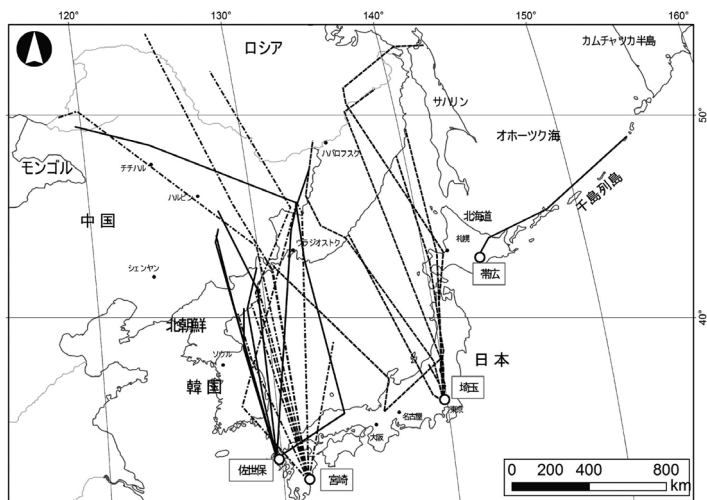


図4. 日本各地からのマガモの春の渡り. Yamaguchi et al. (2008) にもとづいて描く.

繁殖地と推定される地域は、中国北部から東部、ロシアのアムール地方からサハリン北部までの広範囲にわたっている。越冬地を出発したのは3～4月、繁殖地に到着したのは、4月中旬から6月上旬だった。

オナガガモでは、2007年から2009年にかけて、北海道の十勝、岩手県の雫石、宮城県の伊豆沼、埼玉県の越谷、兵庫県の伊丹などで越冬する合計198個体に送信機を装着し、移動経路を調べた(Hupp et al., 2011)。ただし、マガモ同様、追跡個体の多くは、途中でおそらく狩猟されて死亡し、追跡不能となった。

カムチャツカからは、30羽がチュコト半島方面に向かったが、残りの多くの個体はカムチャツカ内に留まって繁殖した。マガダン地方に移動した個体の多くは、その後、コリマ川流域へと移動したが、一部は夏をマガダン地方ですごした。

[illegible]

のだった。一方、コリマ川流域やマガダン地方に移動し繁殖した個体の多くは、サハリン経由でそれらの地域に移動し、オホーツク海のより北寄りの経路をたどった。繁殖地に到着した時期は、5月下旬～6月下旬に及んでいた。

— 9 —

休息地点として水田を選択する傾向が認められる。同時に、淡水湿地、河川・湖沼、耕作地などへの選好性も認められる。これらの環境要素は、オナガガモの採食場所として適していると思われる。

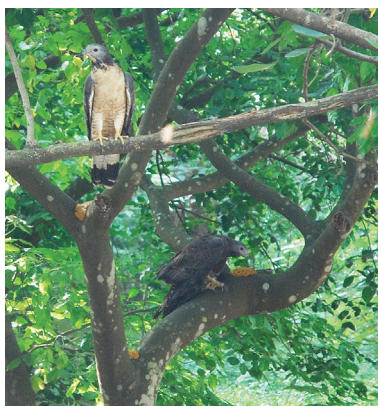


図6. 台湾・台中にある養蜂場を訪れたハチクマ。下の枝にとまる個体は、人が与えた花粉団子を食べている。

ハチクマの春秋の渡り

ハチクマは中型のタカ類で、日本では中山間地域などの山林に生息し、クロスズメバチなどのハチ類の卵や幼虫、蛹を主食にする。養蜂が盛んな地域では、国内外を問わず、養蜂場を訪れることも珍しくない(図6)。本種では2003年の秋以降、50個体以上の渡りを衛星追跡し、渡り経路を詳細に明らかにすることに成功している(図7)。使用した送信機は、米国Microwave Telemetry社製およびNorth Star Science and Technology社製のすべて太陽電池方式のものである。以下、詳細を述べる余裕はないので、渡りの概要を紹介する。

本州の中～北部で繁殖するハチクマは、9月中下旬から10月上旬に本州から九州へと向かった。九州西部の五島列島などを飛び立ったのち、東シナ海約700kmを越えて中国の長江河口付近に入った。その後、中国の内陸部を南下し、インドシナ半島、マレー半島を經由してスマトラに至る。そ

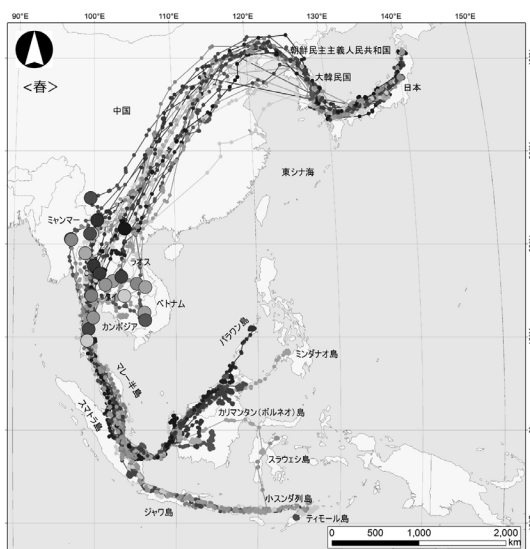
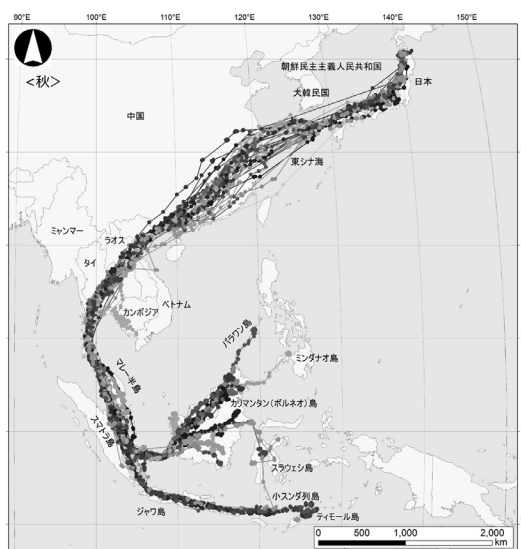


図7. ハチクマの秋(左)と春(右)の渡り経路。Higuchi (2012)にその後の情報を加えて描く。春の渡り経路中、○はハチクマが1週間以上滞在した地点。

こから経路が二つに分かれ、一方の鳥たちは東北方向へと進み、ボルネオやフィリピンへと到達した。もう一方の鳥たちは、東へと進み、インドネシアのジャワ島、さらには小スンダ列島にまで到達して渡りを終えた。越冬地への到着時期は11月から12月、総延長移動距離は1万キロほどに及んだ。

春には、秋とは大きく異なる経路をたどった。渡りは2月の中下旬から3月に始まった。ボルネオやフィリピンで越冬した個体も、ジャワや小スンダで冬を越した個体も、マレー半島の北部までは秋の経路を逆戻りした。そこから先、一部の鳥は、90度方向転換して東に進み、カンボジア方面へと向かったのち、再び90度方向転換して北進した。ほかの鳥たちは、北上してミャンマーから中国南部へと入った。その先は合流するような形で中国の内陸部を北上し、朝鮮半島の北部に至った。日本には戻ってこないように見えたが、そこでなんとすべての鳥が90度方向転換後、朝鮮半島を南下して九州に入り、さらに再び90度方向転換して東進し、繁殖地の長野県や山形県、青森県などに戻った。

この春の渡りも1万キロから1万数千キロにおよぶ長距離移動で、日本の繁殖地に到達するのは5月の中下旬だった。おもしろいことに、春の渡りのさいにはすべての個体が、東南アジアから中国南部のどこかの地域で、1週間から1か月ほど長期滞在した。何のための滞在なのかはわからないが、養蜂場をふくむハチ資源の豊富な場所で十分な栄養補給をしていたのかもしれない。

注目すべきことに、ハチクマはどの個体も、秋と春の渡りを通じて東アジアの大部分の国を一つずつめぐっている。集団全体としては、東アジアのすべての国を一つ一つめぐっていることになる。

季節による渡り経路の違いの理由

以上みてきたように、渡りの経路は種やグループによって大きく異なる。これらの違いは、生息環境の種類とその分布、食物の種類とその季節変化、体の形状の違い、種やグループの由来などが関係している。くわしいことについて述べる余裕はないし、不明なことも多い。関心のある方は、一例として、サシバとハチクマの例についての樋口（2012a）の論考を参照されたい。

一方、ハチクマの例に見るように、同じ種でも秋と春で渡りの経路を大きく違えるものがある。その理由は何なのか。私たちの研究グループは、ハチクマの渡りを対象に、気象条件に注目して理由を探っている（Yamaguchi et al., 2012a）。ハチクマの渡り経路を決める上で鍵となる地域は、東シナ海である。あまり羽ばたかずに風に乗りながら移動するタカ類にとって、島影のない700kmの海上を渡るのはかなり危険なことである。ここを越えるかどうかが問題になる。

東シナ海とその周辺海域での秋と春の気象条件、とくに風向と風力について調べたところ、ハチクマが大陸に向かう9月中下旬から10月上旬にかけては、東あるいは東北東からの風がかなり安定して吹いている。ハチクマはこの追い風を利用して、西に向かって移動していると思われる。また、ハチクマが渡る高度数100mから1,000mほどの上空には、この時期、上昇気流が発生していると推定される。地上を移動するハチクマは、上昇気流を見つけては上昇（帆翔）と下降（滑翔）を繰り返し、羽ばたきにかかる労力を軽減しながら、長距離移動していく。東シナ海の海上でも、ハチクマは同じようなことをしている可能性があるということだ。気象条件の特性を巧みに利用しながら、秋にハチクマは、島影のない700kmの海上を渡りきっているのだと思われる。

一方、春には、東シナ海の気象条件は不安定である。いろいろな方向からの風が吹き、5月になれば南の海上にはすでに梅雨前線が発達している。しかも、やはり秋と違って、この海上に上昇気流が発達している様子はない。700kmの海を横切るのは、きわめて危険である。大きく迂回してでも、朝鮮半島を南下し、170kmほどしかない朝鮮/対馬海峡経由で九州に入る方が、明らかに安全なのである。

東シナ海のこうした季節による気象条件、風況の違いが、ハチクマの秋と春の渡り経路全体に影響しているのではないかと推定される。春の北上時に、秋の南下時よりも中国のより内陸部を移動していくのは、その方が朝鮮半島の北部まで移動するのに都合がよいからではないかと思われる。また、中国の内陸部を移動し始める前に、1週間から1か月に及ぶ中継地を必ずどこかにもつのは、中国内陸部から朝鮮半島を南下して日本に入る経路がより長くなるからかもしれない。中継地で十分に栄養を貯えておく必要があるのではないかと、考えられるのだ。

重要生息地と保全上の問題点

朝鮮半島非武装地帯の保全上の重要性

マナヅルの渡り経路全体を通して重要な中継地になっているのは、春秋ともに、朝鮮半島・非武装地帯沿いの鉄原と板門店、北朝鮮東海岸の金谷、中・ロ・北朝鮮3国が接する豆満江河口、中・ロ国境のハンカ湖などである。とくに朝鮮半島の非武装地帯沿いの地域では、多くの個体が渡りに要する日数の50%以上をすごす。中には、非武装地帯沿いに滞在中、鉄原と板門店の間を行き来するものもある。

非武装地帯とその南に隣接する人民統制区域は、ロシアの東南部で繁殖する大陸のタンチョウが越

冬する地域でもある。タンチョウの多くは、日中、人民統制区域内の湿地などで採食し、夜には非武装地帯内でねぐらをとる(Higuchi et al., 1998)。南北幅4kmの非武装地帯は立ち入りが完全に禁止され、幅数kmの人民統制区域は、一部で農業活動が許可されているが、それ以外では立ち入りが規制されている。このため、皮肉なことにこれらの地域は、鳥たちにとって楽園、サンクチュアリになっているといえる(Higuchi & Minton, 2000; 樋口, 2001)。

しかし、これらの地域が今後も鳥たちの楽園となり続けるかどうかの確証はない。その行方は、南北朝鮮の融和、統一に向けての動きとかわっている。南北朝鮮の融和、統一は当該国の悲願であり、アジアや世界の大きな関心事でもある。その方向へと一日も早く向かうことが望まれるが、そのさい考慮されなければならないのが、鉄原をはじめとした非武装地帯沿いの自然環境の保全である。融和、統一が進んだ段階で、鉄原などは大規模に開発される可能性が高い。すでに、将来を見越して土地を購入する動きもあるという。

こうしたことがらに対して、この地の自然環境保全を検討する場が、近年、ソウル、北京、ニューヨークなどで開かれている。当事国である韓国、北朝鮮の研究者や保全関係者の多くは、この地を国際的な自然環境保全地域として残していくのが望ましいのではないかと考えているようである(たとえば鄭, 1992)。かわりのある国や地域の関係者の多くも、それに同意しているように思われる。私自身も、基本的にはその選択がよいのではないかと考えている。

しかし、国際的な自然環境保全地域とはいったい何なのか？だれがどのように保全策をたて、管理していくのか？当事国の意向はどのように反映されるのか？諸外国からの「外圧」が、いきすぎた干渉をもたらすことになりはしないか？いろいろ

るな疑問があり、いろいろな心配がある。もちろん、それもこれも、南北朝鮮が融和、統一へと具体的に動き始めなければ、実際の問題になることではない。だが、可能性のある将来に向けてこれらの疑問や心配に応えるためには、対象となりうる地域や関連地域の自然環境や社会環境の適切な現状把握と未来予測が必要だろう。

中国渤海の中継地

鳥たちは、長い渡りの過程でいくつかの中継地に滞在する。この中継地で鳥たちは翼を休め、栄養を補給したのち、次の中継地、あるいは繁殖地や越冬地へと旅立つ。中継地の存在、あるいはそれらのつながりがあってはじめて、鳥たちは渡りをなしとげられているといえる。中継地間のつながりを、保全に関連させて具体的に解析した例がある。国立環境研究所（当時）の島崎彦人さんと私をふくめた研究グループは、繁殖地と越冬地の連結性の維持という観点から、優先的に保全すべき中継地を特定するために、ロシア中南部から南下するコウノトリの追跡結果を解析した（Shimazaki et al., 2004）。

私たちは、まず、繁殖地、中継地および越冬地の位置を特定するとともに、渡り途中で利用する中継地の数と、中継地に立ち寄ることなく連続的に移動する距離（以下、連続移動距離と呼ぶ）を明らかにした。そして、連続移動距離の圏内にある繁殖地、中継地および越冬地をそれぞれ線分（リンク）で結合することにより、繁殖地から越冬地までの生息地相互の連結性を表現したネットワークモデルを生成した。

ネットワークモデルを用いた解析を行なうことにより、中継地の消失が、繁殖地と越冬地の結び付きの強さ（連結性）にどのような影響をおよぼすのかを予測・評価することができる。私たちは、生成したネットワーク上の繁殖地と越冬地を結ぶ

経路のうち、とくに、コウノトリが利用した中継地の数と同数の中継地を経由するものを、コウノトリの潜在的渡り経路と定義した。そして、潜在的渡り経路の本数がゼロとなり、繁殖地と越冬地の連結性が失われる状態、すなわち生息地ネットワークの断片化を引き起こす中継地の消失パターンを明らかにした。

その結果、中国東部の渤海湾沿岸に位置する中継地が利用できなくなった場合、生息地ネットワークが南北に断片化し、中国南部の長江流域の越冬地（ポーヤン湖）が地理的に孤立することが明らかになった（図8）。このことは、渤海沿岸に位置する中継地が、繁殖地と越冬地を結ぶ渡り経路を維持する上で重要な地理的位置にあることを示唆している。

このことから、渤海北岸に位置する中継地は、南下するコウノトリにとって優先的に保全されるべき地域といえる。しかし現在、この中継地を保全するための方策は講じられていない。近年、この地域では急速に環境開発が進んでおり、早急な対策が必要とされている。

中国黄河河口

中国第二の河川、黄河は、青海省に源を発し、全長5,464kmの長さを誇る。河口部は渤海に面し、広大で肥沃な三角州となっており、干潟やヨシ原などの湿地が広がる。ロシアから追跡したマナヅル、タンチョウ、ソデグロヅル、コウノトリの多くが立ち寄った場所である。三角州内には、中国の国家級自然保護区、黄河三角州自然保護区がある。保護区の面積は約15,300ha。

三角州とその周辺は、ツル類やコウノトリ類だけでなく、シギ・チドリ類やガン・カモ・ハクチョウ類など、数多くの渡り鳥の一大中継地となっている。東アジアを渡る水鳥の大部分は、この湿地に滞在していくのではないかとと思われる。しかし、

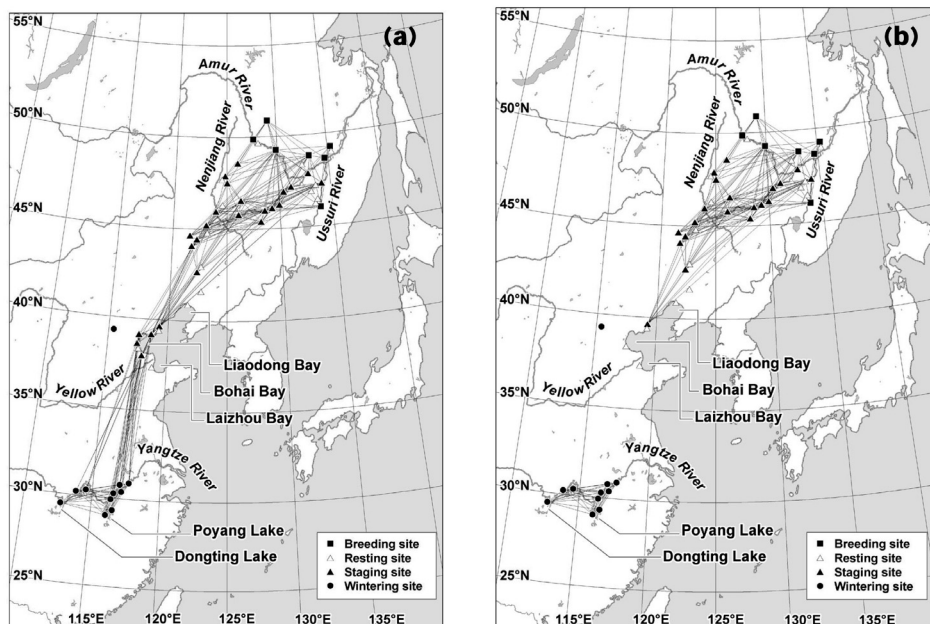


図8. コウノトリの生息地ネットワーク。(a)は潜在的渡り経路網の連結性が維持されている状態、(b)は渤海湾沿岸に位置する中継地の消失によって南北に断片化した状態。Shimazaki et al. (2004)。

三角州の位置は過去数10年間で大きく変化し、保護区内の地域は、現在では鳥たちにあまり利用されなくなっている (Higuchi et al., 2004)。

鳥たちが保護区に降りない理由は、黄河河口部の乾燥化にある。乾燥が進み、干潟が干上がってツルやコウノトリの採食や休息には向かなくなっているためである。河口部の乾燥化は、中下流域などでの農業用灌漑用水の大規模な汲み上げが原因している。とくに乾期にはその影響が著しく、河口部に水が流れてこないこともあるという。黄河河口の自然保護区は、範囲も境界も見直されなければならない段階にきている (Higuchi et al., 2004)。

加えて、最近この地域には、大規模な風力発電施設が建設されている (図9)。どのくらいの鳥が影響を受けているのか、これから受けるのか不明だが、今後、調査、監視していく必要がある。



図9. 黄河河口近郊に立ち並ぶ風力発電施設。

中国ポーヤン湖

江西省ナンチャン (南昌) の北、数10～100kmほどのところにあるポーヤン湖は、中国最大の湖である。水面の面積は時期によって異なり、雨期には3,960km²、渇水期には500km²になる。揚子江中流域に連なる氾濫原であり、ロシアから追跡し

たマナヅル、ナベヅル、ソデグロヅル、コウノトリなどの多くが越冬した。また、サカツラガンやソリハシセイタカシギなどの希少種や、もちろんカモ類、ハクチョウ類、カイツブリ類、クイナ類なども多数いる。マナヅルは約2,200羽、ソデグロヅルは約1,800羽、ナベヅルとコウノトリはそれぞれ200羽ほどが越冬するという。

この地も中国の国家級自然保護区に指定されている。しかし、衛星追跡の結果を見ると、マナヅルやコウノトリなどの滞在位置の多くは自然保護区の外に出ている。保護区の範囲あるいは境界が、現在のままでよいかは検討の余地がある。ポーヤン湖は揚子江中流域にできる氾濫原であり、もともと鳥たちの生息に適した場所は、季節により年によって変化する。衛星追跡による滞在地点を広範囲にわたって調べることによって、保護区の範囲や境界のあり方をよりよく検討することができるにちがいない。

この地の保全上の問題としてとくに重要なのは、ポーヤン湖の上流域に建設された三峡ダムによる影響である。この世界最大級のダムは、1993年に着工、2009年に完成した。下流域の洪水を抑制するとともに、長江の水上交通の運航促進に貢献する。水力発電施設は中国の年間消費量の1割弱の発電能力をもち、電力不足の中国で重要な電力供給源になっている。しかし、下流域にあるポーヤン湖、またその近隣にあり鳥類の生息地としてやはり重要な洞庭湖などは、三峡ダムの影響を受けて状況が変化している。氾濫原としての生態系が、水位の安定、あるいは人間の都合による水位変化によって変わりつつあるのだ。

今後これらの湖沼がどのような事態を迎えるのかは、まだ不明である。しかし、場合によっては、この地を訪れる多くの鳥がすみつけなくなる可能性がある。そのあとに何が起きるか。多くの鳥たちが、消滅してしまうことになるかもしれない。

あるいは、渡りの途中で経路を変え、朝鮮半島へ、さらには南下して日本に渡来するかもしれない。だが、朝鮮半島にも日本にも、ポーヤン湖などで越冬する鳥の多くを収容できる自然は、もはや残っていない。影響は中国だけに留まらず、東アジアの広範囲の地域に及んでくる可能性があるのだ。渡り鳥とその生息環境の保全は、まさに地球規模での生物多様性の保全と結びついているのである。

渡り鳥がつなぐ世界の自然

これまで見てきたように、渡り鳥はいくつもの国にまたがって移動する。マナヅルは越えがたい南北朝鮮の非武装地帯をいとも簡単に越えていく。ハチクマに至っては、春秋の渡りを通して、東アジアのすべての国を一つずつめぐっていく。こうした長距離移動を通じて、渡り鳥は各地の自然と自然をつないでいる。

この渡りの過程で鳥たちは、生活の場と食物の供給源として、各渡来地の生態系から多くのものを得ている。森林や草原の小鳥であれば、昆虫や木の実を、干潟のシギ・チドリ類であれば、ゴカイや貝、カニなどをとって食べる。タカ類は林や田んぼの昆虫、カエル、ヘビを、ツル類は湿地や草原の草の根や種子、昆虫を、カモ類やハクチョウ類は水辺の水生植物をとって食べる。そうした場所と食物がなければ、鳥たちは渡りを続けることができない。

しかし一方、渡る先々の生態系の重要な構成員として、鳥たちは食習性などを通じて、各地の生態系が健全に維持される上で重要な役割を果たしていると考えられる。莫大な数量の渡り鳥の存在がなければ、森林や草原で特定の昆虫や小動物が急増し、種子の散布がうまくいなくなるかもしれない。干潟や湖沼では、特定の藻類などが繁殖して、水が汚濁してしまう可能性がある。

これらの影響は、まだ具体的に明らかにされていないわけではない。だが、渡り鳥が多数渡来する各地の生態系は、これまでの進化の歴史を通じて、渡り鳥の存在があっただけでうまく機能するようになってきたはずである。

異なる地域、国の自然は互いに独立しているように見えるが、実際には渡り鳥によってつながっているのだ。渡り鳥の保全は、単に対象となる鳥の保全にとどまらず、遠く離れたいくつもの生態系の保全を意味し、ひいては地球環境全体の保全にもかかわっているのである。

世界の人と人をつなぐ渡り鳥

渡り鳥は、世界の自然と自然をつなぐと同時に、世界の人と人をもつないでいる（樋口，2011）。渡り鳥の移動する先々では、数多くの人が鳥たちの渡る様子を見ようと集まる。サンバやハチクマなどのタカ類が渡る長野県の白樺峠、愛知県の伊良湖岬、鹿児島県の佐多岬などには、一日に数百、数千もの人が訪れる（図10）。この中には、タカ類の渡りにとくに関心をもつ人もいるが、一般市民も多数ふくまれている。タカ類の種の識別などはできなくても、何百、何千と渡るタカの様子を



図10. 愛知県渥美半島南端の伊良湖岬でタカ類の渡りを見て楽しむ人々。

見ながら、自然の醍醐味や、渡りという現象への夢とロマンを味わっているのである。そして同じことを、渡り経路上のいくつもの国や地域で、やはり数多くの人たちが経験している。場合によると、同じ鳥の群れを、台湾やマレーシアやインドネシアの人々が見て楽しんでいる。まさに、渡り鳥が遠く離れた地域の人と人をつないでいるのだ。

数ある生きものの中でも、このような役割を果たしているものは数少ない。その意味で、渡り鳥は特異な存在であると言える。コンピュータなどの情報伝達が進んでいる今日にあっては、渡り経路上にある地域の人々が、観察した鳥の種や個体数、渡りの様子などを伝え合い、情報を共有していることも珍しくない。そうした情報は、鳥たちの現状を知り、かかわりのある保全上の問題点を明らかにし、対策を考える上で重要なものとなっている。その過程で、人々は喜びや楽しみを共有し、人と人との結びつきのたいせつさをも感じとる。

渡り鳥が人と人とを結ぶという意味で、たいへん心に沁みるできごとがある。南北朝鮮に離散した家族を、渡り鳥がつないだできごとである（遠藤，2014）。少し長くなるが、概要を以下に紹介しよう（樋口，2005を修正，加筆）。

北朝鮮の著名な鳥類学者、元 洪九（ウォン・ホング）さんには、5人の子供がいた。その末っ子のピョンオー（炳杓）は、子供の頃から父について鳥の観察を行ない、標本づくりを手伝っていた。ピョンオーは1930年の生まれ。日本の占領下、苦しい時代ではあったが、親子水入らずで楽しい日々を過ごしていた。

しかし、やがて朝鮮戦争が始まり、家族はばらばらになる。両親は北に、ピョンオーら兄弟は南にと引き裂かれる。

月日経ち、ピョンオーは南（韓国）で鳥類学者に成長している。林業試験場の職から私立の名

門、慶熙（キョンヒ）大学の助教授、のちに教授になる。

1964年5月のことだった。北朝鮮からモスクワ経由で、一通の封書が日本の山階鳥類研究所に届く。科学院生物学研究所からのもので、ピョンヤンのモランボン公園で、日本の足環を付けたシベリアムクドリが見つかったという。日本の足環を付けているが、どこで放したのか教えてほしい、という依頼だった。モスクワ経由で届いたのは、北朝鮮と日本の間の郵便事情が極めて悪いからである。

シベリアムクドリというのは、シベリア東部から朝鮮半島北部で繁殖する鳥で、中国南部から東南アジアにかけての地域で越冬する。大きさは日本で繁殖するコムクドリ大。顔からお腹にかけて灰白色、背中や翼は黒っぽい。

足環は韓国のソウルで付けられたものだった。付けたのは元 炳昨さん、そう、ピョンオーだった。そして、北朝鮮から問い合わせてきたのは、科学院生物学研究所の所長を務めていた元 洪九、ピョンオーの父だった。付けられた足環は、山階鳥類研究所から提供されたものだった。

父はこのシベリアムクドリの足環を通じて、片時も忘れたことのない我が子が、鳥類学者に成長していることを知る。息子は、日々、安否を気遣っていた父が、元気で鳥類研究を続けていることを知る。鳥に付けられた足環は、会うことのかなわない父と子が、ともに触れたものだった。

互いに、どれほど嬉しく、また、せつなかったことか。二人が、またこのできごとを知った家族が、揺れ動く気持ちの中で、どれだけの涙を流したことか。

いまだに南北朝鮮を隔てる非武装地帯。その忌まわしい境界に北や南の人が抱く感情は、特別なものである。鳥たちは、その境界を軽々と越えて行き来する。鳥たちにまさに国境はない。元さん

親子を結びつけたシベリアムクドリは、ささやかであったかもしれないが、「幸せを運ぶ青い鳥」だった。

いつの日か、ほんとうに、この地の人にも国境がなくなことを願わずにはいられない。そして、やがて南北の統一が実現した折には、非武装地帯の自然は、国際自然保護区として恒久的に保全されることを望みたい。朝鮮半島を渡るマナヅルやタンチョウなどの渡り鳥にとって、非武装地帯の自然はかけがえのないものである。人間による不幸な歴史がもたらした非武装地帯の自然を、そのような不幸な出来事を二度と生じさせないための象徴として、幸福や平和の象徴であるツルをはじめとした多くの渡り鳥とともに保全していくことができれば、歴史的にもたいへん意義のあることではないかと思われる。

今後の課題

これまで見てきたように、近年の高度情報通信技術の発達によって、渡り鳥の移動経路や環境利用、あるいは保全のあり方を明らかにすることができるようになった。今後さらに追跡技術が進歩すれば、より小型の鳥類をも対象に、より長期にわたって多方面のことがらを解明できるようになる。機器の小型軽量化と長寿命化、いろいろな環境・行動情報をもたらす各種センサーの付加、安全で確実な装着法の開発などが求められている。

高度情報通信技術を利用した研究は、野外での生態研究と密接に連動される必要がある。渡り鳥の野外観察や生態研究は、やはり近年、急速に進展しつつある。渡り経路上での観察網が充実し、各地の渡来数の季節変化や年変化、気流などを利用した実際の渡り行動様式などについての情報が蓄積されてきているのだ（樋口、2013）。観察網の充実には、国内外の多数のアマチュア研究者が

貢献している。衛星追跡の結果をこうした貴重な観察情報と連動させれば、渡り行動への理解がさらに深まり、保全への利用がより効果的になるに違いない。また、そこに地理情報システム（GIS）を用いた景観生態学的研究を加えれば、効果はより強力なものになるだろう。

はじめに述べたように、近年、渡り鳥は生息地の破壊、化学汚染、密猟、風力発電施設との衝突など、さまざまな環境問題に遭遇している。しかも、これらの問題は個々別々にかかわってくるというより、折り重なるようにおそいかかっている。問題の多くは、日本だけでなく、世界の各地で同じように起きている。その結果、多くの渡り鳥が世界各地で個体数を急激に減少させている。

こうした困難な問題に取り組むためには、異分野の研究者・技術者間の連携、機関研究者とアマチュア研究者との連携、国際協力や国際共同研究の推進、およびそれらすべての統合が不可欠である。どれも多くの知恵、時間、労力、経費を必要とし、困難な道のりであるが、とてもやりがいがある。もちろん、渡り鳥研究の過程で開発された技術、明らかになったことがらは、ほかの野生動物の保全や環境問題にも応用可能である。関連分野のことがらをも視野に入れながら、さらに努力を続けていく必要がある（樋口、2012b）。

引用文献

- 鄭 鐘烈. 1992. 渡り鳥の保護と朝鮮半島の平和地帯化. 月刊朝鮮資料, 32 (5) : 65-70.
- 遠藤公男. 2014. アリランの青い鳥. 208pp. 垂井日出印刷, 岐阜.
- 樋口広芳. 2001. 鳥の渡りと朝鮮半島の非武装地帯. 科学, 71 : 224-231.
- . 2005. 鳥たちの旅—渡り鳥の衛星追跡—. 251pp. NHK出版, 東京.
- . 2011. 世界の自然をつなぐ渡り鳥. 「鳥との共存をめざして—考え方と進め方—」(日本鳥類保護連盟編), pp. 11-17. 中央法規, 東京.
- . 2012a. 鳥類の渡りを追う—衛星追跡と放射能汚染—. 科学, 82 : 876-882.
- . 2012b. 鳥類の渡りの衛星追跡. 環境研究, 167 : 117-125.
- Higuchi, H. 2012. Bird migration and the conservation of the global environment. Journal of Ornithology, 153 : 3-14.
- . 2013. The Journey of Birds -Satellite-tracking Bird Migration-. 166pp. SELC, Tokyo (e-book).
- 樋口広芳 (編). 2013. 日本のタカ学—生態と保全—. 354pp. 東京大学出版会, 東京. (とくに、渡り関連の10章と11章).
- Higuchi, H., K. Ozaki, G. Fujita, J. Minton, M. Ueta, M. Soma & N. Mita. 1996. Satellite-tracking White-naped Crane *Grus vipio* migration and the importance of the Korean DMZ. Conservation Biology, 10 : 806-812.
- . & J. Minton. 2000. The importance of the Korean DMZ to threatened crane species in Northeast Asia. Global Environmental Research, 4 : 123-132.
- , J. P. Pierre, V. Krever, V. Andronov, G. Fujita, K. Ozaki, O. Goroshko, M. Ueta, S. Smirensky & N. Mita. 2004. Using a remote technology in conservation: satellite-tracking White-naped Cranes in Russia and Asia. Conservation Biology, 18 : 136-147.
- , Y. Shibaev, J. Minton, K. Ozaki, S. Surmach, G. Fujita, K. Momose, Y. Momose, M. Ueta, V. Andronov, N. Mita & Y.

- Kanai. 1998. Satellite tracking of the migration of the red-crowned crane *Grus japonensis*. *Ecological Research*, 13 : 273-282.
- Hupp, J. W., N. Yamaguchi, P. L. Flint, J. W. Pearce, K. Tokita, T. Shimada, A. M. Ramey, S. Kharitonov & H. Higuchi. 2011. Variation in spring migration routes and breeding distribution of Northern Pintails that winter in Japan. *Journal of Avian Biology*, 42 : 289-300.
- 森下英美子・樋口広芳・M. Nagendran・Y. Darman・V. Andronov・M. Parilov・O. Goroshko・田村正行. 2003. 「東アジアにおけるタンチョウの渡り」(日本鳥学会2003年大会講演要旨).
- Shimazaki, H., M. Tamura, Y. Darman, Y. Andronov, M. Parilov, M. Nagendran & H. Higuchi. 2004. Network analysis of potential migration routes applied to identification of important stopover sites for Oriental White Storks (*Ciconia boyciana*). *Ecological Research*, 19 : 683-698.
- Yamaguchi, N., Y. Arisawa, Y. Shimada & H. Higuchi. 2012a. Real-time weather analysis reveals the adaptability of direct sea-crossing by raptors. *Journal of Ethology*, 30 : 1-10.
- , E. Hiraoka, M. Fujita, N. Hijikata, M. Ueta, K. Takagi, S. Konno, M. Okuyama, Y. Watanabe, Y. Osa, E. Morishita, K. Tokita, K. Umada, G. Fujita & H. Higuchi. 2008. Spring migration routes of mallards *Anas platyrhynchos* that winter in Japan, determined from satellite telemetry. *Zoological Science*, 25 : 875-881.
- , J. W. Hupp, P. L. Flint, J. M. Pearce, Y. Shigeta, T. Shimada, E. N. Hiraoka & H. Higuchi. 2012b. Habitat use and movement patterns of Northern Pintails during spring in northern Japan: the importance of agricultural lands. *Journal of Field Ornithology*, 83 : 141-153.