

平成 22 年 5 月 31 日現在

研究種目：基盤研究（C）

研究期間：2007～2009

課題番号：19611022

研究課題名（和文）

コウノトリはなぜ豊岡盆地で生き残れたのか？ - 標本と歴史資料が語る生態系のしくみ -

研究課題名（英文）

Why was the oriental white stork able to survive at Toyooka City? :Ecosystem approach with specimens and materials in museum.

研究代表者

三橋 弘宗 (HIROMUNE MITSUHASHI)

兵庫県立大学 自然・環境科学研究所 講師

研究者番号：50311486

### 研究成果の概要

本研究では、国内で最後のコウノトリ生息地となった豊岡盆地の生態系の特性を明らかにするため、生態学的方法と博物館学的方法を用いて、データ解析と分析を行った。生態学的方法として、円山川の河川高水敷きにおける湿地の再創造に関する操作実験や、行動追跡および冬季における利用実態について市民からの情報を集積して解析を行った。その結果、ワンドを再創造した場所では、魚類個体数は2～5倍に増加するほか、円山川流域全体の約40%の種が生息できることが確認できた。また、野外での詳細な行動追跡データの解析結果では、1)水深15cm以下で畦近くの湿田に集中すること、2)季節によってホームレンジが変化し、夏場が最も広く、冬場が狭いこと、3)河川本流では、潮位の変動によって水深が約40cm以下になると集団利用し、絶対的な水深ではなく、潮位の低下に呼応する傾向があった。博物館学的方法では、全国のコウノトリ標本の把握と分布記録の集積を行い、412地点(721記録)を収集し、生息適地モデルによる解析を行った。その結果、海岸近くの低地および河口干潟の存在が立地の好適性に寄与することが分かった。次に、コウノトリ標本の安定同位体による海起源寄与についての分析を行うために、豊岡市河口域および内陸部においてアオサギ類の羽の炭素・窒素・硫黄の安定同位体分析を行った。しかし、これらの結果では、データ分散があまりに大きく、残念ながら評価には至っていない。これらのアプローチを統合する形で、コウノトリが頻繁に利用する地区において、地域住民の参加による小規模な自然再生を実施した結果、簡便な方法でも両生類の生息密度を回復できることを示し、ツーリズムとしての自然再生への参画可能性について検討した。最後に、こうした取り組みについて、人と自然の博物館において、企画展「コウノトリがいる風景」を開催し、市民から提供を受けた写真資料や収集資料の公開、研究成果の発信を行った。

### Abstract

In this study, to clarify the ecosystem properties of the Toyooka basin where oriental white stork had survived till the last domestically, we attempted to study the two different approaches by using an

ecological and a museological method. As an ecological method, information from the citizens on the distribution of the storks in the operation experimentation concerning the re-creation of the ponds in river high water paved of Maruyama River was examined. As a result, it was able to be confirmed to the number of fishes individuals was dramatically enhanced (2-5 times) and contribution of species diversity at this pond covered about 40% in the entire Maruyama River watershed. The behavioral tracking data of the storks showed that 1) storks often utilized the site by 15cm or less in depth along the levee, 2) the home range was varied by the season, the summer time must be the widest, and winter must be narrow, 3) the storks aggregations respond to not absolute depth but the sea level down. As a museological method, the specimens and distribution record (412 points ,721 records) were collected. These data were analyzed and constructed species distribution models with geographic information system. The results showed that the existence of the low ground near coastal zone and the mouth of a river tidal flats contributed the statistical power of the models. Moreover, to analyze the contribution of sea origin material flow by using the stable isotope methods (C, N) of the stork specimen, we preliminary analyzed the wings tissue of gray heron specimen collected at near river mouth and inland water in the Toyooka City. However, variation of the data was too large and results were not clear. To integrate these approaches in a practical manner, we examined the small-scale and easy engineering method as small vernal pool and ditches were re-created with citizen at important sites for the storks. As a result, density of amphibians has increased remarkably and the participation possibility as tourism was examined. Finally, special exhibition "Scenery where the stork existed" was held at museum, disclosing the photograph and the collection material that offered from the citizens and study results and materials.

#### 交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
平成 19 年度	1,700,000 円	510,000 円	2,210,000 円
平成 20 年度	1,200,000 円	360,000 円	1,560,000 円
平成 21 年度	600,000 円	180,000 円	780,000 円
年度			
年度			
総 計	3,500,000 円	1,050,000 円	4,550,000 円

研究分野：博物館学

科研費の分科・細目：

キーワード：コウノトリ・自然史標本・野外博物館・生態系・自然再生

## 科学研究費補助金研究成果報告書

## 1. 研究開始当初の背景

2005年9月、かつて日本最後の生息地であった兵庫県北部の豊岡盆地にて5羽のコウノトリが野生復帰した。1971年に野外で姿を消して以来、約30年をかけて保護・増殖ならびに餌場の整備が進められてきた事業である。その成果もあって、幸いにも2羽の野生個体が豊岡盆地に飛来し、2008年度に放鳥された3羽を含めると、現在10羽が豊岡盆地に生息している。一度野外で絶滅した種が、人々の努力により野生復帰を果たすことは、世界的にも数少ない事例である。しかし、これらの再導入に関する取り組みにおいては、大きく2つの課題がある。

1つめは、野生復帰を果たしたコウノトリのための餌場の再生である。現状の自然環境では、おおくの水田や河川が改変されているため、かつてのように餌が豊富な環境であるとは考えられない。この課題を解決する手がかりとなるのが、豊岡盆地になぜコウノトリが最後まで定着し、野生個体が定着したのか、という問いに答えることだ。これを解決する方法は、生態学的な現地調査に加えて、疫学的に既存資料を収集したり、標本の成分分析を行う博物館学的方法論を融合して考えることが有効だと考えた。

もうひとつの課題は、地域の人々がこの事業に参画するための方法論の整備である。自然再生事業の立案やモニタリング調査、あるいは生息場所の再創造そして展示会の実施やツーリズムである。こうした参画と情報発信を研究者のコミュニティーだけで完結させるのではなく、博物館のアウトリーチ活動とそのアウトカムとしての展示会の実施が必要だと考えた。

これらの2つの課題と異なる研究アプローチを融合させて、地域と研究機関をつなぐ新しい学問領域としての博物館学の構築が、特に自然史系分野において期待されている。

## 2. 研究の目的

コウノトリの野生復帰を推進する上で、重要な課題の一つである生息場所の再生を効果的に進めるために、豊岡盆地の生態系特性についての把握を行うことが不可欠である。この課題に取り組む上で、なぜコウノトリが豊岡で最後まで生き延びたのか、という問いかけに答えることを本研究の目的とする。そこで本研究では、「コウノトリは潮の干満差によって形成される浅い湿地に依存して生活していたため、長い汽水域と氾濫しやすい河川地形を有する川が適地である」という仮説を立て、以下の3つの観点から評価する。特に、河川敷きに形成される「凹み」が、自然

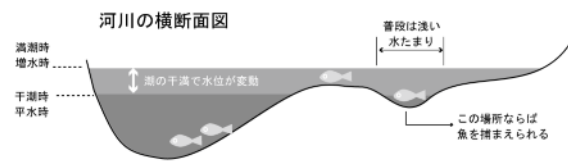


図1: 河川の高水敷きに形成される小規模な凹み(ワンド)が重要な役割を果たすという仮説検証を行う。

の給餌装置としての役割を果たすことを検討する(図1)。

まず、全国の自然史博物館が所有するコウノトリの標本資料や目撃情報を収集して、分布図を作成し、環境要因との関連性から生息適地モデルを作成してポテンシャルマップを作成する。次に、標本の羽組織を安定同位体分析を行うことで、海起源の餌利用の寄与を把握する。さらに、円山川の河川敷に湿地を創出した野外実験や自然再生事業によるコウノトリの利用状況調査から潮汐や水深との関連性を分析する。

一方、地域との連携のあり方を検証する研究においては、豊岡地域における各所でのヒアリング結果や実践事業をもとにして、小規模な自然再生のあり方、市民による情報集積の可能性、野外展示(フィールドミュージアム)等の一連のプロセスを整理し、自然史博物館の関わり方や新しい博物館学のあり方を提案する。最後に、これらの成果をもとにして、人と自然の博物館にて企画展示を行い、収集資料の展示や研究成果の発信等を行う。

## 3. 研究の方法

(1)コウノトリに関する生物多様性情報の集積と生息適地解析

全国の主要な自然史博物館および研究機関が所蔵するコウノトリの標本情報の収集を行い産地ラベルの整理を行った。また、学術誌、新聞紙面や野鳥の会冊子、ホームページ等に掲載されている飛来情報等について、記録者の確認をとって、データベース化をはかり、GISデータとして整備した。これらのデータについて、全国の土地利用データおよび標高データ、海岸線からの距離、内湾度を説明変数として、マシーンラーニングによる方法のMAXENTを用いて生息適地の推定と各種環境要因による寄与について分析した。

(2)安定同位体を用いた海域依存度に関する分析

コウノトリの標本を直接分析する前に、分析感度を検証する目的で、豊岡市内の海岸近く(城崎町)および内陸部(出石町)に生息するアオサギの羽各3点を用いて窒素・炭素の安定同位体分析を行った。解析結果に基づい

て、散布図を作成してデータ解析を行った。

### (3)大規模野外実験による河川高水敷きの生息場評価



図2.人工ワンドによる野外操作実験の様子

円山川下流域の野上地区において、2009年4月より、河川との接続形状が異なる3タイプのワンドを造成して(図2)魚類群集に関する応答特性を検討した。サンプリングは、年2回の計4回を行い、得られた結果について、分散分析およびクラスター分析により検討した。

(4)野外行動圏にもとづく生息場特性の分析  
コウノトリが頻繁に飛来する円山川水系出石川の最下流部の加陽地区において、2008年の各季節ごとに行動圏追跡と環境要因との対応関係について解析した。行動圏については、飛来した個体の現地追跡軌跡を記録し、水深分布、植被状況や空間配置を考慮したGAM解析によって、環境応答特性を分析した。

### (5)地域参加型の小規模な自然再生の実施



図3.人工的に造成した水たまり

豊岡市田結地区において、地元地区および市民団体との協力により2009年11月に小規模な湿地を多数造成することで(図3)カエル類に生息場所の創出を試みた。この後、両生類の定着状況について確認すると同時に、作業量や地区の方や参加しやすさといった要因についてヒアリングを行った。

### (6)収集したコウノトリ生態写真等を用いた企画展の実施

上記の研究成果やコウノトリの生態写真や自然再生に関する様子等の収集資料に基づ

いて、2009年7月より企画展示を行った。この展示会では、来館者へのアンケート調査および関係者ヒアリングを行い、調査成果に関する来館者と関係者の印象を分析した。

## 4. 研究成果

### (1)コウノトリに関する生物多様性情報の集積と生息適地解析



図4.コウノトリの全国分布状況(1950-)

全国からの標本および分布記録を収集した結果、412地点、721地点の情報を整理できた(図4)。これらのうち、年代や地点が曖昧な箇所を省いて潜在的な生息地と環境要因に関する寄与を解析した結果、AUCで0.79と一定レベルの説明力のあるモデルを得ることができた。単独環境要因の寄与では、標高(0.35)、海岸から距離(gain=0.30)、河口・内湾からの距離(gain=0.14)、水田率(gain=0.09)となった。これらの結果から、飛来に対して海域との関連性が強く、瀬戸内海や九州北部、千葉県東部、秋田県、福井県といった場所でポテンシャルが高くなった(三橋2010学会発表)。

### (2)安定同位体を用いた海域依存度に関する分析

風切り羽軸の安定同位体比を測定した結果、海岸近隣区では、窒素で15~24%、炭素で-24~-10%、内陸部で窒素で12~21%、炭素で-24~-11%と両者に違いがなく、個体ごとの変動幅が大きいため、明確な傾向を得ることが出来なかった。このため、単純な風切り羽による分析だけでは、傾向をつかむことが難しく、当初計画していたストロンチウム安定同位体(小ロットでの分析方法が未だ確立できていないため大がかりな分析方法に限定されてしまう)による濃縮分析方法等を検討する必要がある、引き続き研究を継続し、成果として取りまとめる。

### (3)大規模野外実験による河川高水敷きの生息場評価

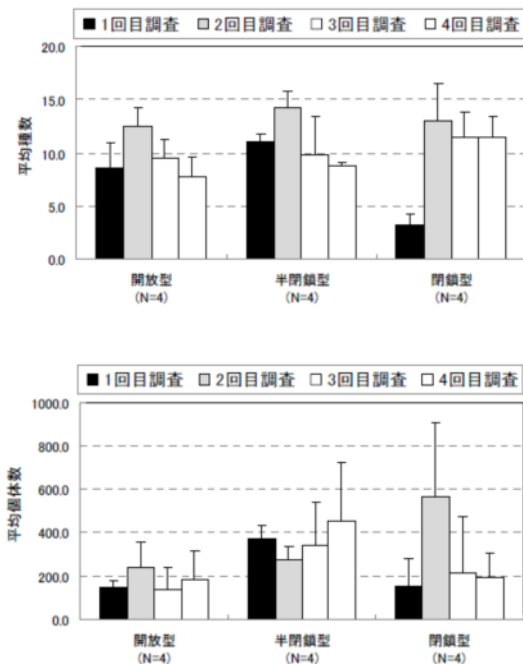


図5. 各ワンドで確認された調査回毎の魚類種数(上)および魚類個体数(下)

2008年から2009年にかけて4回の調査を実施した結果(図5)、魚類の種数では顕著な差が無かったが、個体数では半閉鎖型と閉鎖型で高く、開放型では少ない傾向があった。特に出水によって閉鎖型では密度が高まると共に大型の魚類が取り残されることが分かった。種類については、クラスター解析の結果、それぞれの閉鎖タイプによって構成が異なり、接続様式が種組成にも大きく影響している。さらにこの自然再生区では、11属35種を確認した。これは同時期に円山川全域で調査した結果では約80種、下流域だけでは43種であり、そのカバー率は極めて高かった。また、閉鎖・半閉鎖型にすることで水草が繁茂し、コイ科魚類の再生産の場として機能すると考えられ、閉鎖型ではコイ科魚類の稚魚が多数確認された。これらの成果は、都築・三橋ら(2010)にて公表した。

(4)野外行動圏にもとづく生息場特性の分析  
出石川加陽地区の河川敷きの湿地において、コウノトリの行動追跡を行い、軌跡密度からカーネル密度推定と環境要因との対応分析を行った結果、季節毎のホームレンジが変化し、特に夏場では広く、冬場では狭くなった。冬場は、地下水位の高い湿田環境に特化・依存して採餌するためだと考えられる。GAMによる環境要因との対応分析では、畦の近隣や水深15cm以下の場所、低茎草地を選択的に利用した。こうした環境を備えた広い河川敷が、円山川沿いには随所に残されており、一年を通じて餌利用できることや湿田として

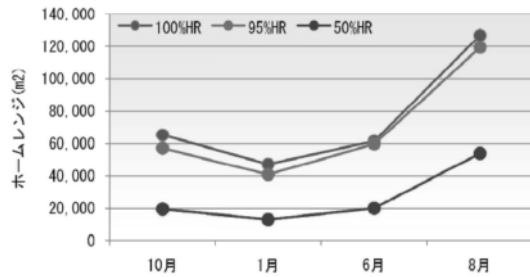


図6. 季節毎のホームレンジサイズの変化

維持されやすいこともあって、豊岡盆地におけるコウノトリの生息に重要な役割を果たす生息場として考えられる。

### (5)地域参加型の小規模な自然再生の実施

豊岡市田結地区における休耕田において、小規模な自然再生として、人工湿地8箇所を創出し、コントロール区との比較を行った(図7)。その結果、再生区ではアカガエル類の卵塊が3倍以上多く、こうした湿地創出によって産卵場所を確保できることが分かった。こうした施工については、重機を利用すれば約1日で生息場の創出が可能であり、地域の協力のもとで対処できる事業であることが分かった。これらの事例のほか、小河川における各種施工やソーラーパネルによる乾田化の改善など、小規模な自然再生の可能性について事例まとめ、エコミュージアム要素としての自然再生地のあり方を検討した(三橋2010図書)。

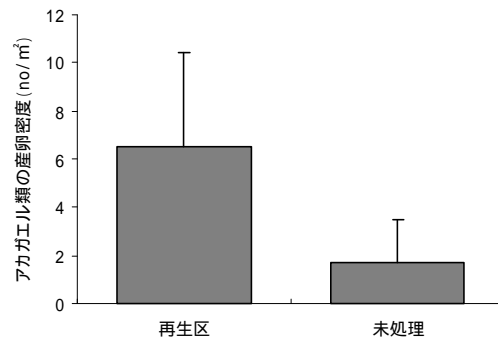


図7. 小規模な湿地再生によるアカガエル類の産卵数に及ぼす効果

### (6)成果のまとめとしての企画展

研究成果の取りまとめと地域資源や生物多様性情報の発信手段として、企画展示を行った。教員や地域活動指導者へのヒアリング結果では、コウノトリの利用環境や餌資源が多様であること(28名)、自然再生には様々な種類があること(19名)などが挙げられた。こうした自然史博物館による地域情報の蓄積から解析、自然再生の実践といった一連のプロセスの重要性について、内藤・池田(2010)、三橋(2010図書)に整理した。

## 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計15件)

三橋弘宗, 生物多様性情報を活用した野生生物の分布予測, 査読なし, 遺伝, 61(4) 2007, pp30-35

久加朋子, 三橋弘宗他, 太陽光発電と小型揚水ポンプを用いた簡易魚道内の水位維持の試み 設置方法と効果の紹介, 査読あり, 人と自然, vol.19, 2008, pp95-100

OHSAKO Y., H.IKEDA, K.NAITO & N.KIKUCHI. 2008. Reintroduction Project of the Oriental White Stork in Coexistence with Humans in Japan, 査読なし, In the proceedings of International Environmental Conference: "A Healthy Amur for a Better Life" pp.189-199.

都築隆禎, 竹下邦明, 三橋弘宗, 石井正人, 高水敷掘削によるワンド造成の効果と本川への接続形状が生物群集に及ぼす影響, 査読あり, 河川技術論文集, vol16, 2010

大迫義人, コウノトリの野生復帰 - 野生下での知られざる行動 -, 査読無し, 私たちの自然(日本鳥類保護連盟), vol 51, 2010, 3 - 5

その他10件(うち4件査読有り)

〔学会発表〕(計25件)

内藤和明, 大迫義人, 池田啓, 試験放鳥されたコウノトリの生息地利用, 第54回日本生態学会, 松山(2008)

佐藤直, 内藤和明, 池田啓, カエル類の生息密度からみた田園環境の評価, 第56回日本生態学会, 盛岡市(2009)

大迫義人, 内藤和明, 池田啓, 再導入されたコウノトリの移動と分散, 日本鳥学会, 函館(2009)

竹下邦明, 三橋弘宗, 若宮慎二, 神谷毅, 日下慎二, コウノトリ採餌適地モデルによる湿地環境の評価, 第57回日本生態学会, 東京(2009)

三橋弘宗, 自然再生事業による浅瀬創出とコウノトリの利用 第57回日本生態学会, 東京(2009)

その他20件について学会発表した

〔図書〕(計7件)

三橋弘宗, 東京大学出版会, 生物多様性情報の整備法「保全生態学の技法」, 鷲谷いずみら編, 2010, 324

三橋弘宗, フロントムック, 小さな自然再生のすすめ, ローテク&エコテク風土記~川もまちも元気になる!, 2010, 40 - 43

内藤和明, 池田啓, 京都大学出版会, 農業生態系の修復 コウノトリの野生復帰を旗印に, 「新たな保全と管理を考える」, 2009, 228

大迫義人, 朝倉書店, コウノトリ目「野生動物保護の事典」, 野生生物保護学会編, 2009, 228

その他3件について出版した。

〔産業財産権〕  
出願状況(計0件)

名称: -  
発明者: -  
権利者: -  
種類: -  
番号: -  
出願年月日: -  
国内外の別: -

取得状況(計0件)

名称: -  
発明者: -  
権利者: -  
種類: -  
番号: -  
取得年月日: -  
国内外の別: -

〔その他〕

ホームページ等

企画展「コウノトリのいる風景」

[http://www.hitohaku.jp/exhibits/09konotori/09konotori\\_index.html](http://www.hitohaku.jp/exhibits/09konotori/09konotori_index.html)

コウノトリ郷公園ホームページ

<http://www.stork.u-hyogo.ac.jp/>

## 6. 研究組織

(1)研究代表者

三橋 弘宗(MITSUHASHI HIROMUNE)  
研究者番号:50311486

(2)研究分担者

内藤 和明(NAITO KAZUAKI)  
研究者番号:50326295

江崎 保男(EZAKI YASUO)  
研究者番号:10244691

大迫 義人(OSAKO YOSHIHITO)  
研究者番号:40326294

(3)連携研究者

池田 啓 (IKEDA HIROSHI)  
研究者番号:90127358