

## 科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 30 年 6 月 12 日現在

機関番号：24506

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2014～2017

課題番号：26340009

研究課題名(和文) コウノトリを頂点とする食物網構造の時空間推定-豊岡盆地の景観変遷との関係-

研究課題名(英文) Estimating food web structure of oriental white storks (*Ciconia boyciana*) on spatial and temporal scales.

研究代表者

佐川 志朗 (Sagawa, Shiro)

兵庫県立大学・地域資源マネジメント研究科・教授

研究者番号：30442859

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,700,000円

研究成果の概要(和文)：1971年に絶滅した我が国におけるコウノトリ個体群の食物網構造を把握するために、コウノトリ剥製の羽根を採取して炭素、窒素および硫黄の安定同位体比分析を実施した。その結果、絶滅個体は2005年の再導入個体群に比べて、3同位体比とも高い傾向があり、これには海産魚の寄与が推定された。豊岡盆地では都市化および河道の直線化による氾濫原の減少、耕作地の減少により本種の採餌環境が消失し、海産魚も含めた多様な餌動物の採餌空間が減少していることが示唆された。

研究成果の概要(英文)：To better understand the food web structure of oriental white storks (*Ciconia boyciana*) prior to extinction, we measured stable nitrogen ( $^{15}\text{N}$ ), stable carbon ( $^{13}\text{C}$ ), and stable-sulfur ( $^{34}\text{S}$ ) isotope ratios from the feathers of preserved specimens collected from a population that went extinct in 1971 in Japan. The three isotope ratio values of the extinct population were higher than those of a population that was reintroduced in 2005, indicating the substantial contribution of marine fishes to the diet of storks. In the Toyooka Basin, urbanization, decreased floodplain areas in response to the straightening of river channels, and decreased paddy fields, have advanced habitat loss and the degradation of various prey species of storks.

研究分野：生態学

キーワード：コウノトリ 野生復帰 氾濫原 安定同位体比 水田水域 河川 餌 食物網

## 1. 研究開始当初の背景

### (1) コウノトリの野生復帰事業と喫緊の課題

我が国のコウノトリ個体群は 1971 年に野生絶滅した。豊岡盆地ではコウノトリの野生復帰事業が進展しており、2005 年に個体の再導入が開始され、2013 年 10 月で 74 羽の野外生息が確認されていた。本種は生態系の頂点に位置するアンブレラ種であるため、その生息はハビタットの高い健全性、すなわち、餌となる様々な生物の生息を示唆する。しかし現在の豊岡盆地では「ハビタットの高い健全性」が維持されているとは考え難い。このため、コウノトリの真の野生復帰のためには自活できる環境整備の推進が大きな課題となっている。しかし、コウノトリの野外での餌メニューが科学的に解明されているとは言い難く、特に絶滅前の個体群が維持されていた時代の餌生物についての知見は皆無である。現在豊岡盆地では、コウノトリの採餌場の創出を目的とした環境づくり（自然再生事業、多自然型川づくり、放棄水田のビオトープ化、コウノトリ育む農法の推進等）が行政、NPO および市民で進められているが、コウノトリおよびその餌生物のリファレンスが曖昧であるため、環境整備の具体目標を示すことは難しい状況にある。

### (2) コウノトリの餌生物と既存の研究スタイルの限界

コウノトリは肉食の大型鳥類であり、ドジョウやフナなどの魚類、カエル類や甲殻類などの水生動物、ミミズ類、バッタ類などの土壌動物や陸生昆虫類を捕食することが観察されている。国内でも望遠鏡を用いた直接もしくはビデオ録画観察により前記の分類群の採餌が確認されている。しかし、これらの報告の問題点として、断片的観察による定性的な知見であること、特定の個体に関する一時的な知見であること、野外では観察個体との距離が大きいため小さな餌生物の判定がほとんどできていないこと、等が挙げられる。

### (3) コウノトリの餌生物解明のための仮説

以上を鑑み本研究では、現在広く普及している分析的手法である炭素・窒素および硫黄安定同位体比分析を利用して、コウノトリの羽根を用いた餌生物およびそれらを含む食物網構造の解明を目指す。分析の対象として羽根を用いることにより、現在生息している野外個体だけではなく、死亡して冷凍保存されている個体や剥製個体（絶滅前の個体群）からの食物網構造の推定も可能となる。コウノトリの絶滅前には、河川・水田・水路のつながりが保たれており魚類が自由に遡上・産卵・生育でき、コウノトリにとっては魚類が特に主要な餌生物となっていたと考えられている。仮にそうであるならば、絶滅前の個体の  $\delta^{15}\text{N}$  および  $\delta^{34}\text{S}$  は現在の飼育個体（魚類を餌として与えられている）の値に近似しているはずであり、魚類の継時的・空間的な

分布如何によっては、当時の食物網構造はコウノトリと魚類を主体としたもので構築されていた可能性がある。

### (4) 絶滅前および再導入後の営巣地周辺の景観要素

食物網構造はその時代のランドスケープ構造の反映であると考えられる。コウノトリ絶滅の要因の一つに餌の農薬汚染と遺伝的多様性の低下があげられる。しかし現在では強毒性の農薬は使用されていないため、個体群存続に対してこの問題は大きなものではない。真の野生復帰すなわちコウノトリを含む健全な生態系の保全・再生に向けて現在の最重要問題は、絶滅後のランドスケープの改変であり、特に 1970 年代以降全国的に行われた圃場整備と改修に代表される河川整備事業が、餌生物、特に魚類の繁殖ハビタットを消失させ、コウノトリの餌環境を大きく変質させたことである、と指摘されている。本研究では各年代を構成する景観要素（水田、畑地、河道内氾濫原、市街地等）の時代変遷がコウノトリの餌生物と食物網構造を時間的にも空間的にも変化させてきたという仮説を立てている。これらの関連性を把握するためには、コウノトリの絶滅前（1971 年以前の戦前、戦後）から再導入後（2005 年以降）に至る継時的な景観要素の変遷を定量化する必要がある。

## 2. 研究の目的

本研究は、分析的手法を用いてコウノトリの餌生物およびそれらを含む食物網構造の時空間動態を明らかにすることを目的とした。研究の対象年代は、我が国におけるコウノトリの絶滅前（1971 年以前の戦前、戦後）および再導入後（2005 年以降）に大きく 2 区分し、前者は残存する剥製、後者は死亡ストック個体を分析に供した。同時に、想定される採餌景観と採餌物をメタ解析により求め、採餌物の現地採集・分析により両年代区分におけるコウノトリを含む食物網構造の解明を試みた。さらに、研究対象年代におけるランドスケープの変遷を定量化し、食物網構造の時間的、空間的变化を整理した。

## 3. 研究の方法

研究の対象地は兵庫県豊岡市の豊岡盆地およびその周辺域とした。研究の対象年代は我が国におけるコウノトリの絶滅前および再導入後に大きく 2 区分した。平成 26 年度には各年代区分におけるコウノトリから羽根と筋肉をサンプリングし、炭素および窒素安定同位体比解析を行い両区分の比較を行った。また、2005 年から蓄積されている直接観察野帳をデータベース化しコウノトリの主要な採餌景観と採餌物をメタ解析により求めた。さらに両対象年代におけるランドスケープの変遷を空中写真等から判読・GIS による定量化を行った。平成 27 年度以降はこ

これらの研究を継続するとともに、全国に存在する絶滅前個体群の羽根サンプルの収集・分析、硫黄同位体比分析を加え、各地域におけるコウノトリへの各餌生物の寄与率および食物網構造を明らかにした。

#### (1)研究対象地

研究の対象地は国内産コウノトリの最後の生息地であり、現在野生復帰事業が進展している兵庫県豊岡市の豊岡盆地およびその周辺域とした。対象地は、1971年に日本産コウノトリが野生下で絶滅して以来、大陸産の個体を用いて人工繁殖に取り組み繁殖を成功させ、2005年からは野外への試験放鳥、2007年には野外での次世代の巣立ちがみられ、2013年10月には74羽の野外生息に至った歴史的背景を有する。なお、研究を推進していく中でコウノトリ野生絶滅前個体群の剥製が但馬地域以外にも存在することが明らかになったため、これらの収集対象地として千葉県および福井県を加えた。

#### (2)研究計画

平成26年度の計画

##### a. コウノトリの絶滅前および再導入後における食物網構造の解明

コウノトリの羽根および筋肉のサンプリングを行い、炭素および窒素安定同位体比( $\delta^{13}\text{C}$ ,  $\delta^{15}\text{N}$ )解析を行った。研究の対象年代は、我が国におけるコウノトリの絶滅前(1971年以前の戦前、戦後)および再導入後(2005年以降)に大きく2区分し、前者は残存する剥製から、後者は県立コウノトリの郷公園に冷凍保存されている死亡個体を用いて実施した。比較分析は、両供試群ともに羽根を利用した。

##### b. コウノトリの主要な採餌景観と採餌物の解明

兵庫県立コウノトリ郷公園では、2005年の試験放鳥以来、直接観察手法を用いた野外コウノトリの個体追跡調査を実施しており、そのデータ量は膨大である(延べ300日分/年)。本研究では、それらの野帳より採餌に関する情報をピックアップ、データベース化し、時期ごとのコウノトリの主要な採餌景観と採餌物をメタ解析により明らかにした。

##### c. コウノトリの絶滅前および再導入後におけるランドスケープ変遷の定量化

両研究対象年代におけるランドスケープ(景観要素)の変遷を空中写真や歴史的資料等から判読し、GISへの入力・解析を行った。

平成27年度以降の計画

##### a. コウノトリの絶滅前および再導入後における食物網構造の解明

平成26年度のメタ解析より明らかとなったコウノトリの採餌景観および餌生物を参考とし、現地調査により餌生物およびその食

物網に寄与する生物を採取した。そして、炭素、窒素および硫黄安定同位体比( $^{34}\text{S}$ )解析を行った。得られた解析結果を平成26年度に得られたコウノトリの安定同位体比の結果にオーバーレイさせることにより食物網構造を構築した。さらにミキシングモデルを用いてコウノトリに対する餌生物の寄与率を算出した。

##### c. コウノトリの絶滅前および再導入後におけるランドスケープ変遷の定量化

平成26年度に引き続き、景観要素のGISへの入力・解析を行った。

#### 4. 研究成果

##### (1)平成26年度

死亡個体の胸筋を用いた窒素( $\delta^{15}\text{N}$ )・炭素( $\delta^{13}\text{C}$ )安定同位体比解析を行った結果、両分析値は、飼育個体群のものが再導入個体群のものより有意に高かった。また、再導入個体群の中でも、人工給餌に依存した個体群の $\delta^{15}\text{N}$ が自立採餌個体群のそれに比べて有意に高かった。これらの栄養段階の差は人工給餌物の魚類に由来すると推察された。さらに、再導入個体群と野生絶滅前の個体群の羽毛を用いて、両者の栄養段階を比較した結果、 $\delta^{15}\text{N}$ および $\delta^{13}\text{C}$ には大きな差異が認められなかった。しかし、野生絶滅前個体群の中には $\delta^{15}\text{N}$ ,  $\delta^{13}\text{C}$ ともに突出して高い値を示すものが出現した。

再導入されたコウノトリの行動観察記録を解析した結果、採餌景観としては、水田(畦畔)、湿地、畑地、草地、裸地、河川、水路および湖沼が抽出された。餌動物としては、水田や湿地では、ドジョウやその他の魚類、カエル目成体、アメリカザリガニ、ミズミズ類、ヘビ類などが周年に渡り採餌されており、河川では魚類が周年採餌されていた。特に、春期から夏期には水田や湿地においてカエル目幼生が、秋期には水田や草地においてバッタ目やイナゴ科などの陸上昆虫類が頻りに採餌されていた。

主要採餌景観の一つである河川において、1970年代と現在(2014年)の景観の変遷を把握した。航空写真判読および縦断測量調査の結果、円山川の支流である八木川および大屋川では砂州の時空的移動が認められ、土砂流出による攪乱が生じていることが示唆された。一方、円山川本流では砂州の樹林化および流路澱筋の固定化が認められ、環境が単一化してきている傾向が確認された。

##### (2)平成27年度

メタ解析の結果、再導入個体群の採餌物として39分類群が整理され、魚類、両生類、爬虫類、哺乳類、昆虫類、甲殻類などの様々な動物を採餌しており、ナマズやウシガエル成体、モグラ科においては、死体の採餌も確認された。周年の採餌場所となっていたのは、河川、水路、湿地、水田、畦畔、短草地など

の環境であり、野外個体群の重要な採餌環境であることが伺えた。羽毛を用いた窒素 ( $\delta^{15}\text{N}$ )・炭素 ( $\delta^{13}\text{C}$ ) 安定同位体比解析により再導入個体群と野生絶滅前の個体群における栄養段階を比較した結果、再導入個体群、野生絶滅前個体群ともに飼育個体群に比べて  $\delta^{15}\text{N}$ ,  $\delta^{13}\text{C}$  は有意に低かった。また、野生絶滅前個体群の  $\delta^{13}\text{C}$  は再導入個体群に比べて高い傾向があり、 $\delta^{15}\text{N}$  については有意に高かった。さらに文献値を用いて代表的な餌動物の寄与率を各個体群ごとに比較したところ、野生絶滅前個体群では、海域由来の餌を含めて均等な寄与率を示されたのに対し、再導入個体群では、淡水域の餌に偏っていた。

絶滅前(1947~48年)および再導入後(2005~06年)の豊岡盆地の空中写真を解析し、景観の変遷を定量化した結果、再導入後には円山川の直線化が顕著であり、河道内の中洲は約70%減少していた。また、耕作地面積の減少も著しく、絶滅前の約30%が消失していた。それに伴い、住宅地は約460%の増加に転じていた。

このように、野生絶滅前個体群は海域由来の餌の寄与率が高いことが示唆された。また、再導入後には河道の直線化が顕著であり、耕作地面積の減少も明示された。以上より、このような河道地形や景観の変化により、現在においては海域由来の餌動物の摂食が制限されている可能性が考えられた。

### (3)平成28年度

豊岡盆地においてコウノトリの餌となる餌動物種を捕獲し、炭素・窒素安定同位体比分析に供した。これらのうち、ドジョウ(淡水魚)、トノサマガエル成体(両生類)、コガムシ(昆虫類)、およびマアジ(海産魚)の4種の分析値を用い、コウノトリの野生絶滅前個体群と再導入個体群との間で各動物群の寄与率推定を行った。その結果、野生絶滅では再導入に比べ、海産魚や淡水魚の寄与率が高かった。この結果は、昨年度の代表的な餌動物の文献値を用いて行った解析結果と共通するものであった。以上より、野生絶滅は再導入よりも海水魚も含めた魚類を多く採餌していた可能性がある。また、豊岡の野生絶滅と他地域の野生絶滅個体群との間で同様に上記4種の餌動物の寄与率推定を行った結果、他地域個体群では豊岡個体群に比べ、魚類の寄与率が低く、コガムシやトノサマガエル成体の寄与率が高くなっていた。このように、他地域と比較しても豊岡個体群では野生絶滅前に海水魚を含む魚類が多く採餌されていた可能性が示唆された。

### (4)平成29年度

日本国内に残存していたコウノトリの絶滅前(1971年以前)個体群の剥製15個体、2005年の再導入以降、主要な餌として海産魚(アジ)が与えられていた飼育個体9個体、および淡水魚(ドジョウ)が与えられていた

飼育個体2個体の羽毛を採取し、炭素( $\delta^{13}\text{C}$ )、窒素( $\delta^{15}\text{N}$ )および硫黄( $\delta^{34}\text{S}$ )の安定同位体比分析を行った。その結果、アジが与えられていた飼育個体すべては  $\delta^{13}\text{C}$ ,  $\delta^{15}\text{N}$  および  $\delta^{34}\text{S}$  全てにおいて高い値を示した。ドジョウが与えられていた飼育個体では  $\delta^{15}\text{N}$  のみ高値を示した。絶滅前個体において、特に2個体が、 $\delta^{34}\text{S}$  においてアジが与えられていた飼育個体なみに高い値を示した。この2個体は千葉県の手賀沼産であり、千葉県は太平洋に近接する。 $\delta^{34}\text{S}$  が高いということは、海産の水生動物に餌を依存していたことの可能性を示唆するが、千葉県の太平洋側海岸には広大な干潟が存在し、その面積は過去にはさらに広大であったことが報告されている。コウノトリの好適な採餌場所は水生動物が豊富な浅水域や湿地帯であり、韓国南部では干潟での採餌も確認されている。以上に鑑みると、絶滅前個体群は、干潟にも採餌依存していた可能性がある。今後は、各地域における餌動物の同位体比の値も考慮した上で、この可能性について検討する必要がある。

## 5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文](計11件)

内藤和明・佐川志朗(2014)コウノトリ育む農法実施水田における植物群落の特徴。野生復帰3: 51-56。(査読あり)

水谷瑞希・佐川志朗(2014)福井県越前市西部地域の春期と夏期におけるコウノトリの餌動物密度の評価。野生復帰3: 39-50。(査読あり)

田和康太・佐川志朗・三橋陽子(2015)人工給餌がコウノトリ *Cyconia boyciana* のヒナの栄養段階に及ぼす影響—窒素・炭素安定同位体比を用いたコウノトリのヒナ食物網解析—。陸水研究2(1): 56-57。(査読なし)

丸山勇氣・佐川志朗・田和康太・内藤和明(2015)コウノトリ育む水田の陸生および水生動物群集-慣行水田との違いはあるのか?-。陸水研究2(1): 58-59。(査読なし)

田和康太・佐川志朗・内藤和明(2016)9年間のモニタリングデータに基づく野外コウノトリの食性。野生復帰4: 75-86。(査読あり)

田和康太・佐川志朗・丸山勇氣・日和佳政・水谷瑞希(2016)兵庫県豊岡市の水田ピオトープにおける水生動物群集の越冬状況。野生復帰4: 87-94。(査読あり)

日和佳政・藤長裕平・水谷瑞希・田和康太・佐川志朗(2016)コウノトリの採餌環境創出を目的とした水田退避溝設置の効果-福井県越前市における水田生態系保全事例-。野生復帰4: 29-36。(査読あり)

Sagawa S., Tawa K. and Kayaba Y. (2016)

- Evaluation of river rehabilitation techniques on the impact of native and exotic fish species in the urbanized Yada River, Japan. *Reintroduction* 4: 37-53. (査読あり)
- 田和康太・佐川志朗・三橋陽子 (2016) コウノトリ *Ciconia boyciana* の再導入個体群における安定同位体比を用いた食性解析. *応用生態工学* 19: 13-20. (査読あり)
- 田和康太・佐川志朗 (2017) 兵庫県豊岡市祥雲寺地区の水田域とビオトープ域におけるカエル目の繁殖場所. *野生復帰* 5: 29-38. (査読あり)
- 日和佳政・藤長裕平・水谷瑞希・田和康太・佐川志朗 (2017) 水田退避溝を設置した水田における初夏期と夏期の水生動物相. *野生復帰* 5: 39-46. (査読あり)
- [学会発表](計 22 件)
- 丸山勇氣・佐川志朗・田和康太・内藤和明 (2014) 兵庫県豊岡市の 42 の水田における水生動物群集の類型化—環境保全型水田の水生動物はリッチか?—. *応用生態工学会第 18 回東京大会 PJ-43*, 首都大学東京南大沢キャンパス (東京都八王子市), 2014 年 9 月 18 日~21 日.
- 田和康太・佐川志朗・三橋陽子 (2014) 再導入後のコウノトリ *Ciconia boyciana* における餌生物の推定—飼育個体と野外個体で安定同位体比は異なるか?—. *応用生態工学会第 18 回東京大会 PJ-45*, 首都大学東京南大沢キャンパス (東京都八王子市), 2014 年 9 月 18 日~21 日.
- 佐川志朗・田和康太・三浦豊彦 (2014) 兵庫県豊岡市の冬水たんぼで越冬する水生動物群集. *応用生態工学会第 18 回東京大会 PJ-46*, 首都大学東京南大沢キャンパス (東京都八王子市), 2014 年 9 月 18 日~21 日.
- 田和康太・北郁雄・丸山勇氣・佐川志朗 (2014) 兵庫県但馬地域の冬期湛水田における水生動物群集の越冬状況—冬期湛水田は水生動物の越冬場所となりうるか?—. 第 62 回日本生態学会 PB2-162, 鹿児島大学郡元キャンパス (鹿児島市郡元), 2015 年 3 月 18 日~22 日.
- 丸山勇氣・佐川志朗・田和康太・内藤和明 (2015) 兵庫県豊岡市の水田におけるトンボ類の生息状況—農法による違いはあるのか—. *応用生態工学会第 19 回大会*, 郡山. 2015 年 9 月 10 日~13 日.
- 佐川志朗・田和康太・大迫義人 (2015) 兵庫県北部円山川におけるコウノトリの河川内周年利用. *応用生態工学会第 19 回大会*, 郡山. 2015 年 9 月 10 日~13 日.
- 田和康太・佐川志朗・三橋陽子 (2015) 野生絶滅前のコウノトリはどのような食性を示すのか?—炭素・窒素安定同位体比解析による検討—. *応用生態工学会第 19 回大会*, 郡山. 2015 年 9 月 10 日~13 日.
- 田和康太・佐川志朗 (2016) 豊岡盆地におけるコウノトリの採餌環境はどのように変わったか?. *日本生態学会大会*, 2016 年 3 月
- 佐川志朗 (2015) コウノトリの餌動物の推定と豊岡の環境整備の進展. *日本鳥学会シンポジウム*, 神戸. 2015 年 9 月 20 日.
- Sagawa S. & Tawa K. (2016) Restoration efforts for the Oriental white stork in paddy-dominated landscapes in Japan, Yesan, Korea, (November 24, 2016).
- 佐川志朗 (2016) コウノトリ野生復帰地における取り組みとその効果. *応用生態工学会第 20 回東京大会 自由集会 I 田んぼのいきものをどうやって守っていくか?—水田水域における多様な生物の保全と再生—*, 東京大学農学部, 2016 年 9 月 3 日.
- 田和康太・佐川志朗 (2016) 円山川水系の河道内湿地と水田ビオトープにおける魚類群集の比較. 2016 日本年度日本魚類学会第 49 回年会, 岐阜大学, 2016 年 9 月 24 日~25 日.
- 田和康太・佐川志朗 (2016) 野外でコウノトリはどんないきものを食べるのか?. 第 7 回琵琶湖地域の水田生物研究会 007, 滋賀県立琵琶湖博物館, 2016 年 12 月 18 日.
- 田和康太・佐川志朗 (2017) 水田ビオトープにおける水生動物群集の生息状況—水田ビオトープは湿地性水生動物の代替生息場所なのか?—. *日本生態学会第 64 回全国大会*, 早稲田大学, 2017 年 3 月 15 日~16 日.
- 田和康太 (2016) コウノトリ食性の「いま」と「むかし」. 第 115 回鳥学会近畿地区懇親会, 兵庫県立人と自然の博物館, 2016 年 12 月 24 日.
- 塩田圭祐・田和康太・丸山勇氣・佐川志朗 (2017) コウノトリ育む農法水田に生息する水生および陸生動物の安定同位体比の特徴. *日本緑化工学会・日本景観生態学会・応用生態工学会 3 学会合同大会 ELR2017 名古屋* 2017 年 9 月 22-25 日, 名古屋大学.
- 佐川志朗 (2017) 環境保全型水稻農法 (育む農法) とコウノトリへの寄与. *日本緑化工学会・日本景観生態学会・応用生態工学会 3 学会合同大会 ELR2017 名古屋* 2017 年 9 月 22-25 日, 名古屋大学.
- 田和康太 (2017) 水田ビオトープとマルチトープの造成による水生動物群集の保全. *日本緑化工学会・日本景観生態学会・応用生態工学会 3 学会合同大会 ELR2017 名古屋* 2017 年 9 月 22-25 日, 名古屋大学.
- 田和康太・佐川志朗 (2017) 豊岡盆地のコウノトリ剥製が示す野生絶滅前個体群の食性. 第 8 回琵琶湖地域の水田生物研究会 2017 年 12 月 17 日, 琵琶湖博物館.
- 塩田圭祐・田和康太・丸山勇氣・佐川志朗

(2018) 硫黄安定同位体比分析を用いた  
コウノトリにおける海産魚寄与の可能性.  
第 65 回日本生態学会大会. 2018 年  
3 月 14 日~18 日, 札幌コンベンションセ  
ンター.

佐川志朗 (2017) 円山川流域における自然再  
生事業 - コウノトリの野生復帰地にお  
ける試み -. 第 50 回日本魚類学会公開  
シンポジウム. 2017 年 9 月 18 日, 北海  
道大学水産学部.

佐川志朗 (2018) コウノトリの採餌物と生息  
域内の餌環境整備. コウノトリ保全ゼミ  
ナー2018「コウノトリ野生復帰の現状と  
展望」. 2018 年 2 月 4 日, 天王寺動物園.

〔図書〕(計 1 件)

K. Naito, S. Sagawa, and Y. Ohsako (2015)  
Using the Oriental White Stork as an  
Indicator Species for Farmland Restoration.  
In: Social-Ecological Restoration in  
Paddy-Dominated Landscapes (ed. N. Usio,  
and T. Miyashita), pp123-138. Springer,  
Germany.

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

佐川志朗 (SAGAWA SHIRO)

兵庫県立大学大学院地域資源マネジメント  
研究科 教授

研究者番号: 30442859

### (2) 研究分担者

江崎保男 (EZAKI YASUO)

兵庫県立大学大学院地域資源マネジメント  
研究科 教授

研究者番号: 10244691

内藤和明 (NAITO KAZUAKI)

兵庫県立大学大学院地域資源マネジメント  
研究科 准教授

研究者番号: 50326295

### (3) 連携研究者

田和康太 (TAWA KOTA)

国立研究開発法人土木研究所 専門研究員

研究者番号: 20771348

### (4) 研究協力者

三橋陽子 (MITSUHASHI YOKO)

前 兵庫県立コウノトリの郷公園獣医師

研究者番号: なし