

コウノトリが生息する豊岡盆地の環境変化

瀬崎 瑛* 宇野 宏司**

Environment change of Toyooka basin as stork sanctuary

Akira SEZAKI* Kohji UNO**

ABSTRACT

The number of the stork was continuing to decrease before World War II because of overhunting, felling of pine groves, use of agricultural chemicals, and the disappearance of swamps caused by river improvement and so on. And, at last, the stork disappeared from the skies of Japan in 1971 amid the rapid economic growth. When the ibis was considered to have been exterminated in Japan, six young stork were presented by Russia, and they arrived in Toyooka in Hyogo from Khabarovsk, in 1985. A long-awaited chick was born in 1989, 25 years after the start of artificial breeding. This study aims at analyzing the changes of land usage by using the water quality data of the public water area and aerial photographs in order to follow the environmental transformation of the Toyooka basin which storks inhabit. The study of water quality data at seven measurement points of public water areas of the Maruyama River valley indicates that there is correlativity between water quality and the numbers of ibises.

Keywords : stork, water quality data of the public water area, aerial photographs, Maruyama River valley

1. はじめに

兵庫県の豊岡盆地は水田の広がる豊かな穀倉地帯であり、その中央部を穏やかに蛇行するように円山川が流れている。中流域から河口まで高低差のあまりないこの川には流域にカシ原や河畔林があり、カモ類をはじめ多くの野鳥が集まる。かつて豊岡盆地に多数生息していたコウノトリ (*Ciconia boyciana*) は、明治期の乱獲や第二次世界大戦中の松林の伐採、そして戦後の環境破壊、とりわけ農薬の使用と圃場整備や河川改修による湿地の消滅などにより減少を続け、1971年にその姿を消した。その後、1985年にロシアのハバロフスクから6羽の幼鳥が贈られ、当時兵庫県から飼育の委託を受けていた豊岡市の飼育員がそれらを大切に育て、人工飼育の開始から実に25年目の1985年春、待望のひなが誕生した。⁽¹⁾

コウノトリが野生として暮らせる場所には、コウノトリの餌となるドジョウやフナなど、多種多様の生物

が存在するはずである。つまり、コウノトリが野に帰るには、豊かな自然環境の再生が不可欠である。

そこで、本研究ではコウノトリが生息する豊岡盆地の環境変化を捉えるために、公共用水域水質データをはじめとする種々の環境データならびに航空写真を用いた土地利用の変遷について分析した。

2. 調査概要

2.1 公共用水域水質データ⁽²⁾の概要 円山川は豊岡盆地の中心部を流れる1級河川で、その流域は豊岡市、養父市、朝来市の3市にまたがっている。このうち国の直轄管理区間は豊岡市のみに含まれる。

円山川の水質がどのように変化してきたかを把握するために、コウノトリが姿を消した1971年から、放鳥の翌年(2006年)にかけての公共用水域水質データの整理を行った。

図-1に豊岡市、養父市、朝来市の位置図、図-2～図-4に円山川流域における公共用水域水質測定点を

* 神戸市立工業高等専門学校 専攻科 都市工学専攻

** 神戸市立工業高等専門学校 都市工学科 准教授

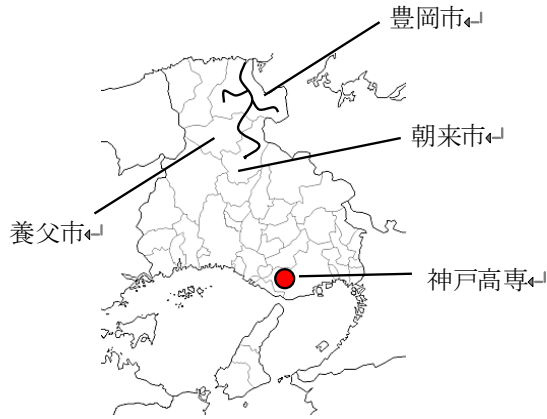


図-1 円山川流域図

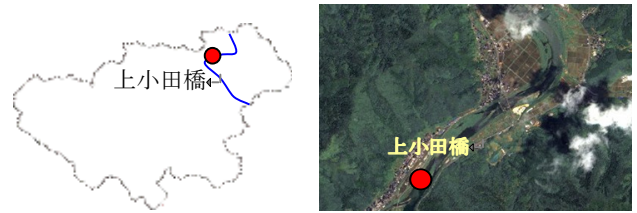


図-3 養父市の調査地点

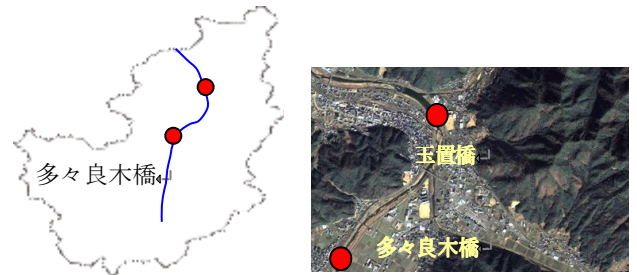


図-4 朝来市の調査地点

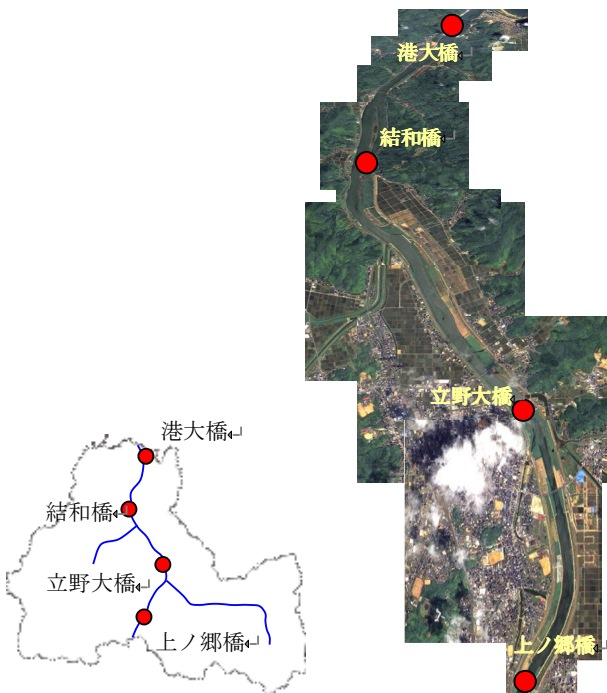


図-2 豊岡市の調査地点

示す。円山川には7つの水質測定点があり、上流に位置する上小田橋、上ノ郷橋、多々良木橋、玉置橋と下流に位置する立野大橋、結和橋、港大橋からなる。このうち上ノ郷橋と立野大橋は環境基準点に指定されている。

2.2 使用した航空写真⁽³⁾の概要 本研究では、国土地理院が保有する、航空写真を用いて豊岡盆地の土地利用形態変化を分析する。

ここでは、過去のコウノトリの生息状況と航空写真の撮影年を関連させ、コウノトリと人間が共生できていた年（1947年）、コウノトリを捕獲して人工飼育を始めた年（1964年）、コウノトリが日本の空から姿を消した年（1971年）、コウノトリ個体数が増え始めた

年（2006年）の4つの年に着目し、当時の地勢を国土地理院が保有する航空写真より捉えた。

2.3 コウノトリ飛来範囲・距離算出 豊岡市の飼育下に置かれているコウノトリの飛来範囲とその移動距離を調べるにあたって、兵庫県立コウノトリの郷公園のホームページに掲載されている4羽のコウノトリのデータ情報⁽⁴⁾を用い、それぞれの飛来範囲とその移動距離を調べた。

飛来距離については、兵庫県立コウノトリの郷公園公式ホームページで公開されているコウノトリの飛来情報をもとに、飛来地の庁舎の座標値を調べ、これを用いて以下の式で算出した。

$$\text{飛来距離 } d(\text{km}) = \sqrt{((N' - N) \times 1852)^2 + ((E' - E) \times 1509)^2} / 1000 \quad (1)$$

ここに、 d :コウノトリの飛来距離、 N :出発地点の緯度、 N' :飛来地点の緯度、 E :出発地点の経度、 E' :飛来地点の経度である。

3. 調査結果

3.1 円山川流域における水質の経年変化⁽⁵⁾ 円山川流域における水質の経年変化を分析するにあたり、ここでは公共用水域の水質汚濁に係る環境基準のうち、生活環境の保全に関する環境基準の定められている生活環境項目のデータを取り扱うこととする。

図-5～図-13にコウノトリ個体数の推移⁽⁶⁾とBOD、COD、DO、SS、pH、大腸菌群数、全窒素、全燐の過去の経年変化を示す。

全燐（図-5）・全窒素（図-6）は近年1999年から測定が始められた項目であり、他の生活環境項目と比較

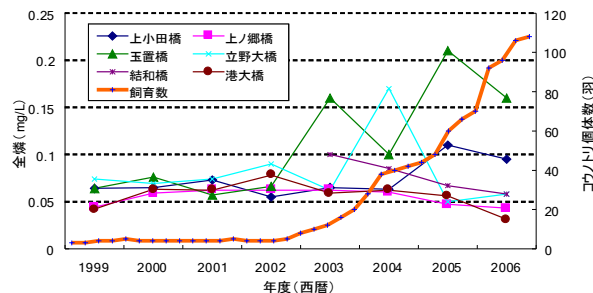


図-5 全燐の経年変化

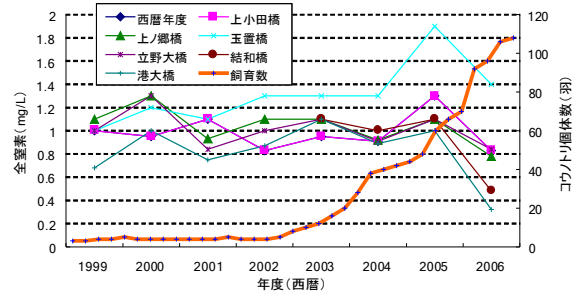


図-6 全窒素の経年変化

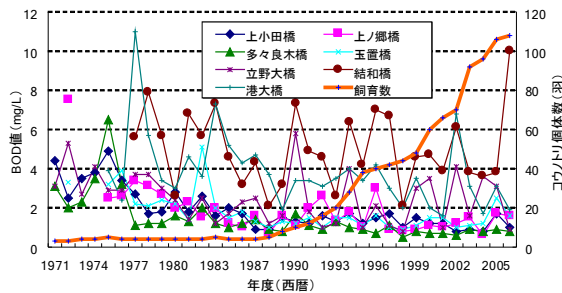


図-7 BODの経年変化

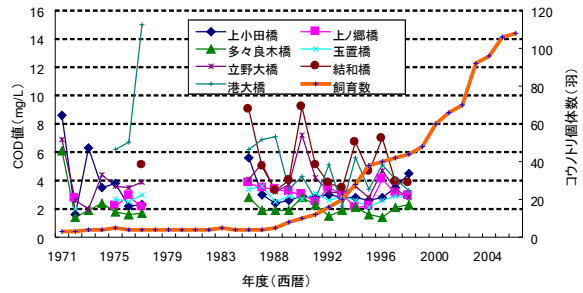


図-8 DOの経年変化

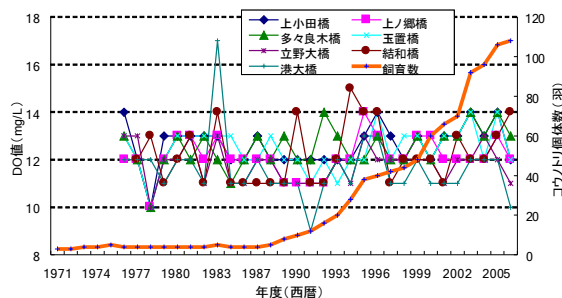


図-9 CODの経年変化

してデータの蓄積がないことに留意する必要がある。

全燐に関しては、最大値 0.21 mg/L，最小値 0.031 mg/L，平均値 0.075 mg/L が得られており，経年的には横ばいである。環境基準⁷⁾は 1.0 mg/L であり，これと比較すると，全体的に基準を満たしている結果となっている。グラフに示されている値はすべて年間最大値であるため，通常時の各測定点での全燐値はこれよりも小さいものと思われる。

全窒素に関しては，最大値 1.9 mg/L，最小値 0.32 mg/L，平均値 0.07 mg/L が得られており，経年的には全燐と同様に横ばいにある。環境基準は 1.0 mg/L であり，これと照らし合わせると，こちらは全体的に基準を満たさない値が検出されている。最上流地点の玉置橋に関しては過去 8 年全ての年で環境基準値を超過している。

水中での有機物量を示す指標である BOD (図-7) に関しては，最大値 7.9 mg/L，最小値 0.5 mg/L，平均値 2.5 mg/L が得られた。経年的には 1978 年から 1998 年にかけては概ね減少しており，水質は改善傾向にあり，環

境基準⁸⁾は 10 mg/L であり，これと比較すると，基準を満たしているといえる。BOD が比較的高い結和橋と港大橋の 2 地点は円山川の下流に位置し，図-2 に示すように他の測定点に比べると都市化が進んでいる。また，コウノトリの郷公園に最も近い立野大橋での BOD は下流の 2 地点と比較しても低い値となっており，特にコウノトリが放鳥された 2005 年以降減少傾向にある。一方，コウノトリの個体数は増加していることから，こうした水質の改善がコウノトリの生息にも良い影響を及ぼしているのではないかと考えられた。

BOD と同じく水中での有機物量を示す指標である COD (図-9) に関しては，最大値 9.2 mg/L，最小値 1.4 mg/L，平均値 3.6 mg/L が得られており，経年的には水質が改善傾向にあるといえる。環境基準は 8.0 mg/L であり，これと照らし合わせると，概ね基準を満たしている。本指標についても河川上流域で低く，都市化の進んだ下流域で高くなる傾向がうかがえた。

DO と BOD, COD との関係を見ると，中には当てはまらない箇所もあるが，DO が減少する一方で，BOD, COD が増加するという傾向がうかがえる。これは，栄養塩増加に伴うプランクトンの活性化により酸素が消費された結果であると考えられる。

大腸菌群数 (次頁図-10) に関しては，最大値 2,400 MPN/100mL，最小値 13 MPN/100mL，平均値 321 MPN/100mL が得られており，経年的には横ばいにある。環境基準は 5,000 MPN/100mL であり，これと比較すると，基準を満たしているといえる。水中から大腸菌が検出されるということは，その水が人または動

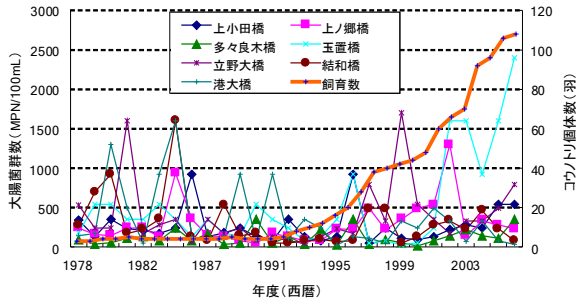


図-10 大腸菌群数の経年変化

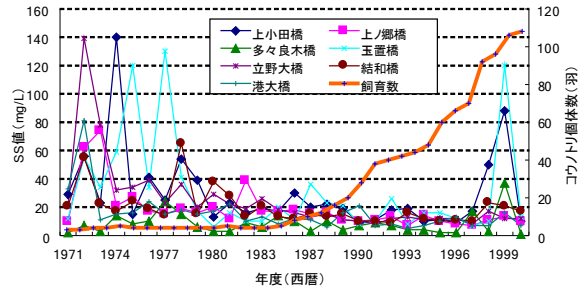


図-11 SSの経年変化

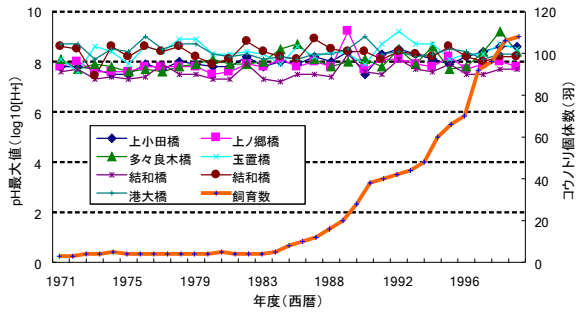


図-12 pH最大値の経年変化

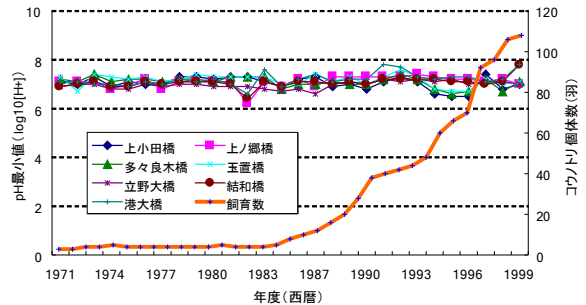


図-13 pH最小値の経年変化

物の排泄物で汚染されている可能性を意味し、赤痢菌などの他の病原菌による汚染が疑われるが、円山川水域においては、そのような汚染に至っておらず、良好な水質環境下にあると判断できる。

浮遊物量を示す指標であるSS(図-11)に関しては、最大値140 mg/L、最小値1.0 mg/L、平均値21 mg/Lが得られており、経年的には改善傾向にある。環境基準は100 mg/Lであるが、これと比較すると、概ね基準を満たしているといえる。しかし基準を満たしていないSSが検出された年が、多々良木橋を除く各測定点に数年見られた。水の濁りの原因となる浮遊物は、低濃度では影響は少ないが、高濃度では魚の呼吸障害、水中植物の光合成妨害等の影響が考えられる。また、沈殿物として底質への影響があり、SSが高い場合にはコウノトリの餌環境を壊してしまう恐れがある。

水の酸・アルカリ度を示す指標であるpH(図-12, 図-13)については、その年間最大値として、最大値9.2、最小値7.2、平均値8.0が得られており、経年的には横ばいである。環境基準は8.5であるが、これと比較すると、概ね基準を満たしているといえる。円山川流域のpHは非常に高く、いずれも弱アルカリ性の値を示していた。

一方、pHの年間最小値に関しては、最大値7.8、最小値6.5、平均値7.1が得られているが、経年的に見ると、横ばいにある。環境基準と比較すると、全測定点において期間を通じて基準を満たしているといえる。pH値としてはコウノトリにとって餌資源となる魚が



写真-1 1947年



写真-2 1964年



写真-3 1971年



写真-4 2006年

不自由なく生息できる中性に近い水質に保たれていることが望まれるが、円山川流域はほぼそれを満たしている環境となっている。

3.2 航空写真判断による豊岡盆地土地利用形態変化

写真-1～写真-4に示す4枚の航空写真は、豊岡盆地の三開山村付近上空からそれぞれ1947年、1964年、1971年、2006年に撮影されたものである。

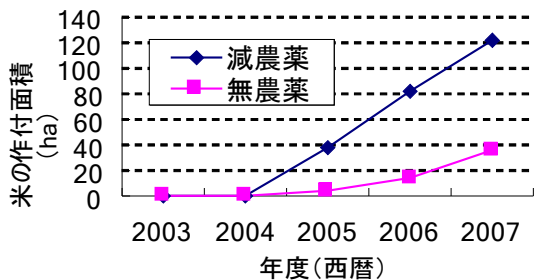


図-14 米の作付面積の推移

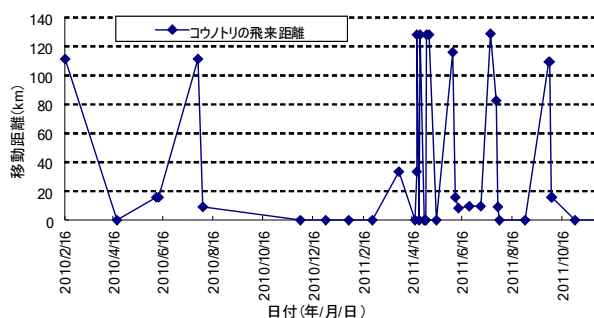


図-17 J0006 の飛来距離

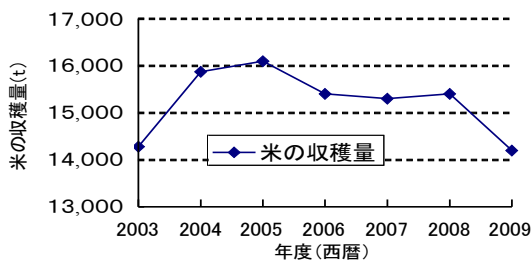


図-15 米の収穫量

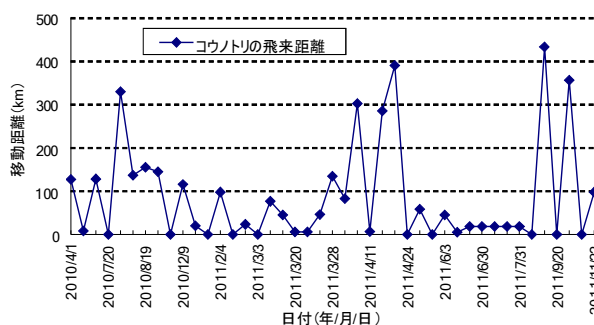


図-18 J0009 の飛来距離

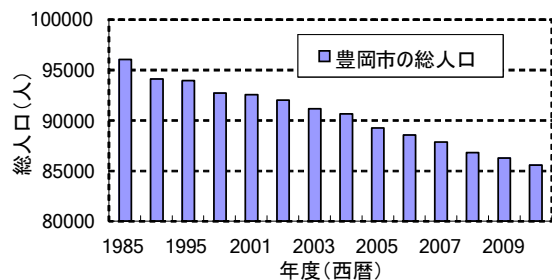


図-16 豊岡市総人口の経年変化

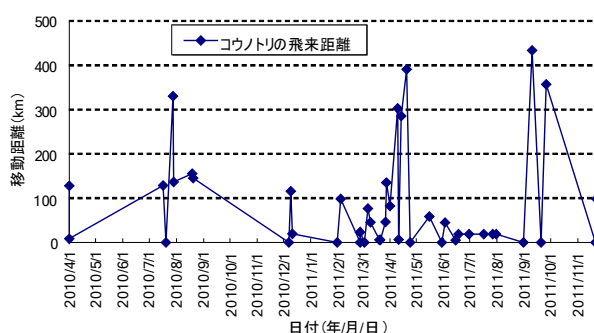


図-19 J0016 の飛来距離

1947年当時は、1964年、1971年、2006年の写真と比較して卓越して水田が多いことがわかる。1964年当時は、1947年の写真と比較すると大幅に土地利用形態が変化したとは言いがたいが、若干、水田が減少しているように見える。また、1971年の写真からは1964年当時より明らかに都市化が進んでいることがわかる。また、2006年の写真からは、1947年、1964年に比べると多少、都市化された部分が残っているように思われるが、1971年の土地利用形態と比較すると大幅な自然の回復傾向が見られる。

次にコウノトリ生息環境の維持・管理について考察するために、図-14に豊岡市の米の作付面積の推移、図-15に豊岡市の米の収穫量を、図-16に豊岡市の総人口の経年変化⁹⁾を示す。図-14、図-15より、2003年から2007年にかけて無農薬、減農薬での米の作付面積は増加しているにもかかわらず、米の収穫量は減少しているが、これは図-16に示す人口減少に伴い、稲作に従事する人が減ったためと思われる。人間が農業という

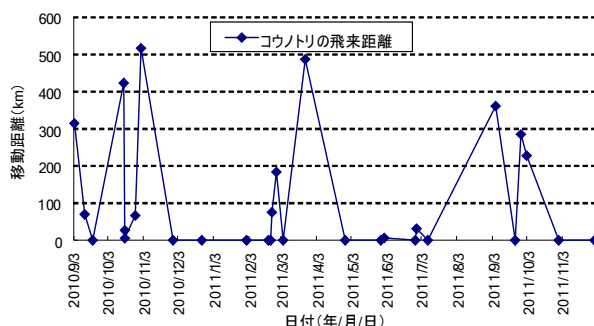


図-20 J0022 の飛来距離

営みを通して農薬の使用を抑えるなどといった、ある程度手を加えた水田という場に水生昆虫などの様々な

生物が集まり、そこにコウノトリが餌を求めて舞い降りてくるため、コウノトリの生息環境を創るためには餌場だけでなく、それらを管理する里地の接続も必要であると思われる。

3.3 コウノトリの飛来範囲とその飛来距離 本研究では、コウノトリが一日に飛来するおよその距離を把握するために、兵庫県立コウノトリの郷公園の飼育下にある、福田地区人工巣塔から2008年6月22日に巣立ったJ0006（メス）、戸島地区人工巣塔から2008年7月2日に巣立ったJ0009（メス）、保護増殖センター電柱上から2009年6月29日に巣立ったJ0016（メス）、戸島地区人工巣塔から2010年6月11日に巣立ったJ0022（メス）の4羽のコウノトリの2010年～2011年までの目撃情報を調べた。これらの目撃情報の中には岡山県倉敷市や山口県光市から寄せられたものもある。これらの情報をもとに作成した各個体別の飛来距離図を図-17～図-20に示す。

飛来することに要した日数と移動距離との関連性についてみると、J0006が2011年4月24日～25日の1日間で128 km、J0009が2011年4月11日～4月14日の3日間で279日、J0022が2010年10月26日～10月31日の5日間で450 kmとなっており、日平均で100km程度の移動をしている。一方、J0016については2010年8月3日～8月4日の1日間で191 kmもの移動が確認されている。各グラフの横軸に示される日付が長らく空いている場合はその間に各個体がどのような行動をとっていたか不明であるが、4個体の1日に移動した最大距離を考慮すると、コウノトリ1羽が1日に飛来することが可能な距離として200 km以内がひとつの目安になる。つまり、コウノトリが広範囲にわたって生息できる環境を創るためには、コウノトリにとっての餌場となる場所を整備するなどして、現在コウノトリの主な生息地となっている豊岡盆地を中心に、コウノトリが一日に移動しうる半径約200 km圏内において生息地のネットワークの拡充を図っていくことが重要である。

4. まとめ

本研究の結果から、公共用水域水質データの値より、豊岡盆地の環境は項目ごとにみると改善傾向にあることがうかがえた。また、豊岡盆地の土地利用形態の変化という観点からみると、コウノトリが日本の空から姿を消した1971年以降大幅な自然回復傾向がみられるにもかかわらず、豊岡市における米の収穫量、総人口ともに減少傾向にある。このことから、現在コウノトリの野生復帰に向けて様々なプロジェクトが進められているが、水質の観点からは、コウノトリの生息環

境を創るためには餌場の確保のみならず、それらを管理する里地の接続も必要である。

参考文献

- (1) 鷺谷いづみ（編）コウノトリの贈り物，株式会社地人館，pp.43-44，2007.
- (2) 環境省：公共用水域/水質調査データ
http://www2.env.go.jp/water/mizu-site/mizu/kousui/kousui_top.asp
- (3) 国土交通省国土地理院：国土変遷アーカイブ空中写真閲覧
<http://archive.gsi.go.jp/airphoto/search.html>
- (4) 兵庫県立コウノトリの郷公園
http://www.stork.u-hyogo.ac.jp/how_ws/index.php
- (5) 国立環境研究所：公共用水域水質データ測定項目
http://www.nies.go.jp/igreen/explain/water/sub_w.html
- (6) 野生復帰への取り組み/コウノトリファンクラブ：コウノトリ羽数の推移
<http://www.tajima-portal.com/kounotori/yaseifukki/index.html>
- (7) 環境省：ダイオキシン類環境基準
<http://www.env.go.jp/kijun/dioxin.html>
- (8) おおさかの環境ホームページ：環境基準値一覧表
http://www.epcc.pref.osaka.jp/center_etc/water/etc/kijunchi.html
- (9) 豊岡市：豊岡市の世帯および人口の推移
<http://www.city.toyooka.lg.jp/www/contents/1115988120609/index.html>