集

コウノトリ育む環境整備の進め方

* 佐川志朗1

Process of environmental restoration for reintroduction of Oriental White Stork (Ciconia boyciana)

- * Shiro Sagawa¹
- ¹ Division of Rural Ecology and Wildlife Conservation, Institute of Natural and Environmental Sciences, University of Hyogo/Division of Research, Hyogo Park of the Oriental White Stork, Shounji 128, Toyooka-shi, Hyogo 668-0814, Japan
- * Email: sagawa@stork.u-hyogo.ac.jp

はじめに

コウノトリの野生復帰に関わる環境整備の対象として は、巣塔、餌生物、越冬場、塒等の環境が該当するが、 本論では餌生物の生息環境の保全および創出に焦点をあ て,次の4つの点について詳述する.一つ目は流域的視 点を持ち、地域の歴史的自然環境特性を反映した整備の 重要性について、二つ目は既存の開発済み景観に対して 付加的な自然再生を実施した事例紹介、三つ目は生息場 所 (ハビタット) 間のネットワークに関する原則と良好 な生物の供給源となるハビタット (ソース) の考え方, 四つ目は環境整備対象地(ここでは水田)の餌環境評価 の指標軸についてである.

流域特性に応じた整備

コウノトリは肉食で大食感であり、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 とが知られているが (Hancock et al. 1992). これらすべ ての動物群を増やすことは容易ではないし、なんでもか んでも生物を定着させることは、その地区に元来成立し ている生物群集の固有性を損なってしまう可能性があ る. その地区に成立していた本来の環境の再生を原則と し、そこを利用し進化してきた餌動物の生息環境の保全

を進めることが、コウノトリひいては流域の生物多様性 の保全のためには重要である.

コウノトリの1960年代および1914~35年のかつての営 巣地は、豊岡盆地の水田を見下ろす丘陵斜面に多くみら れた(兵庫県教育委員会・兵庫県立コウノトリの郷公園 2011). しかし一方で、出石川に注ぐ支流の谷部や久美浜 湾に面した斜面地等にも認められる (図1). 流域の環境 は河川の洗掘、堆積作用により長い時間スケールを経て 現在の景観に至っており、流域スケールでみると、標 高, 土砂動態, 水量, 植生等の要因によりその影響程度 は異なる. 従って、上流や下流で成立する景観は異なる し、それぞれの景観で生態系の栄養基盤も異なり、ひい てはそこでは成立する生態系も異なる (e.g. Vannote et al. 1980). 例えば山岳渓流と豊岡盆地に古来みられた後 背湿地とでは生息する生物が異なる. フナ類やコイ類に



- 1960年代の営巣地
- 1914-1935年の営巣地

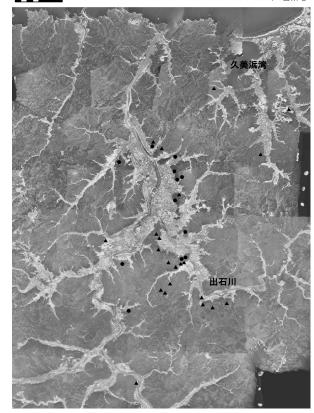
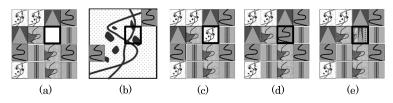


図1. コウノトリのかつての営巣地 (兵庫県教育委員会・兵庫 県立コウノトリの郷公園 2011より転載).

¹ 兵庫県立大学自然・環境科学研究所/兵庫県立コウノトリの郷

⁶⁶⁸⁻⁰⁸¹⁴ 兵庫県豊岡市祥雲寺字二ケ谷128番地

^{*} E-mail: sagawa@stork.u-hyogo.ac.jp



注). 景観 A: 夕, B: , C: 乡, D: 夕, E:

図 2. 環境整備を計画している地域の (a) 現在の景観モザイク, (b) 自然環境が改変される前の過去の景観モザイク, (c) 好ましい整備, (d) 好ましくない整備 (他地域での成功事例ではあるが, 当該地域にはもともとない景観を整備), (e) 好ましくない整備 (欲張って3つの景観をまぜて整備). \square は環境整備するエリア.

代表されるコイ科の魚類は後者の環境に適応して生活史 を進化させており、前者での繁殖、生息適応は困難であ る. 従って対象地域で環境整備をする場合には、過去の 文献や空中写真を参考に、地域の生態系(景観)の特徴 を把握することが重要である. そして, 例えばある地域 において、現在はA、B、C、D、Eといった五つの景観 が混在するものの、地域に優占する固有の景観がAであっ た場合には、景観Aを再生することが環境整備の原則と なる (図2). たとえある他地域で大成功した環境整備景 観がBやCであったとしても、本来の環境ポテンシャル (潜在性)を持たない場所への適用は失敗する可能性があ るし、流域全体の生物多様性保全の観点からはマイナス となる. 以上より、環境整備に従事する者は、その地区 に古来成立していた環境の再生が、そこを利用し進化し てきた餌動物、コウノトリさらには流域の生物多様性の 保全に繋がるといった「流域全体を俯瞰した環境のみか た」を持つことが重要である.

生態的機能の付加

前章では、地域に固有の自然景観を環境整備の青写真とする原則論を述べた。しかし、そもそも用地や経済的、人的、社会的状況により前項のような面的な環境整備が困難な場合もある。その場合は現状の環境に付加的な施工を施し生物の生息環境を創出することも有効となる。これらの「小さな自然再生」は全国では数多くの事例がみられ、行政レベルでの工事発注を伴うものから住民による手造りまで様々なものがある(水辺のフィールドミュージアム研究会 2012)。現代の河川では、改修による低水護岸工の敷設や、河道のショートカットにより、河川水際域が単調化した場所が多く見られるが、これらの単調化は水際域の流速を増大させ魚介類の生息を困難にする(e.g. Brookes 1988)。以上を鑑み、近年、このような水際域の流速低減のための試みが各地で行われており、例えば、円山川水系出石川では低水護岸部に凹



図3. 生態的機能の付加事例. (a) 低水護岸部に造成された魚類の避難場所として期待できる入り組み (円山川水系出石川), (b) 水際域への生息場所創出のための木杭と岩砕による修復工法 (北上川水系砂鉄川, 佐川ほか 2010), (c) マルチトープ (迂回水路) による非潅漑期の水生生物の避難場所 (豊岡市福田), (d) 堰上げ水路による魚類の移動性向上対策 (越前市白山).

状の入り組みを設ける対策(図3(a))、北上川水系砂鉄川では木杭や岩砕を用いた水制工等の導入が行われている(図3(b)、佐川ほか2010)。これらの施策は恒常的な魚介類の生息場所に加えて増水時の避難場所としても機能していると考えられる。一方、水田水路についても事例が集積しており、水田の中干し期に水生生物が避難できるように水田と排水路の間に掘削したマルチトープ(迂回水路)や(図3(c))、魚類が排水路を移動出来るように堰板を用いてステップ・プールを設ける堰上げ水路の試みが効果的事例として知られている(図3(d))。

ハビタットネットワーク

環境整備を行う上ではそのエリアの広さや連続性に関 する原理原則を抑えておく必要がある.整備エリアの面 積は小さいより大きい方が良く,同じ面積だとしても分 割するよりまとめて1個にした方が良い(図4(ケース 1, 2), Diamond 1975)). 面積が大きいと高次消費者 が生息でき生態系ピラミッドが多段かつ複雑になり生物 多様性に富むことに加え、生物の生存率が高くなる、ま た,整備個所は分散しているより近接していた方が良 く、分散している場合はコリドー(回廊)により連続さ せた方が良い (図4(ケース3, 4)). 空間が近接, 連続 すると各空間への生物種の移動分散が期待でき,種の絶 滅を抑制する. また整備エリアの形は長細いより円形の 方が良い (図4(ケース5)). これにより、外部からの干 渉、影響される範囲が小さく保たれる。なお、以上はあ くまで原理・原則論であり地域の生態系の特徴や外来種 の有無等を勘案した場合はこの限りではない. 地域の生 熊系の特性を踏まえて、ハビタットの構築を検討する必 要がある.

また、ネットワークを構築する際には、対象生物の生活史特性に見合ったものにする必要がある。例えばナマズやフナ類に代表されるコイ科魚類の親魚の多くは、春の水温と流量の上昇に伴い河川下流域から支流、水路お

よび水田へと遡上・産卵した後、産卵場所から移動、降 下し, 餌条件, 湧水, 水深, 河床材料, 植生カバー等の 多要因により形成される固有のハビタットにおいて越 夏、越冬し、翌年再び河川下流域から遡上するといった 回遊ループを持つ(細谷 2009). 従って, これらの生活 環に障害を与えないようにする必要がある. 水田魚道を 敷設する際にも、水路から水田までの連続性は保たれた としても水路と支流の連続性が遮断されている場合や本 流から支流への遡上が不可能な場合は、水田魚道の効果 は水路に生息するドジョウ等の少数種に限定される(図 5). 従って、水田魚道の設置は、コイ科魚類の親魚が越 冬する河川からの連続性が保たれている水路およびその 隣接水田を対象にすると、再生産魚種および稚仔魚の現 存量が大きく増加するであろう. 豊岡盆地でも水田魚道 の敷設個所は2007年度で累積103に達しており(田和 2009)、今後はこれらの魚道の科学的な評価が必要であ

両生類に対しても景観分布および連続性の保全が必要である。我が国のカエル類は、春に水域(池、水路、水田等)で産卵して幼生期を水中で過ごし成体になると上陸して、陸域(乾田、耕作地、林地等)で越冬、冬明けの産卵に備える種類が多い(兵庫県立人と自然の博物館2012)。また、彼らの移動能力および範囲は鳥類や魚類と比較して低いことが考えられる。従って生活史を全うするためには水域と陸域が近接している必要があり、これらの環境をモザイク状に配置、連続させることが彼らの再生産の配慮点としてあげられる。

水田へのハビタットネットワークを構築する上では、ソース(良好なハビタットを呈しており生物の供給源となる場所)との連続性の確保が重要となる。前々段ではソース環境が本流の場合を述べたが、護岸や河川横断工作物の状態によっては本流がソースとして機能しない場合がある。その場合は地域内の良好なソースを抽出してそことのネットワークもしくはソース間の連続性を高めることも重要である(図6)、ソースとしては湿地、沼・

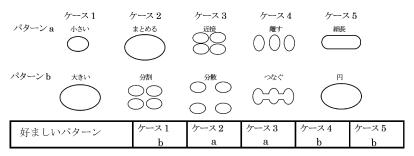


図4. ハビタットを整備する際の原理・原則(Diamond 1975を改変). 楕円は生息場所エリアを示す. ケース2-5ではパターン a とbの面積は等しいと仮定している.



図5. 水田魚道の設置事例. (a) 越前市白山, (b) 同左の下流, 水路-支流間の連続性が分断されている, (c) 豊岡市祥雲寺, (d) 同左の下流, 支流-本流間の連続性が分断されている.

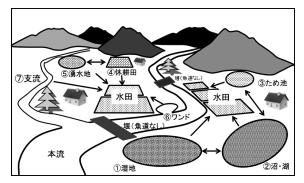


図 6. 潜在的なソースとネットワークの例. ①~⑦はソースとして可能性があるもの. 本流はソースとして機能しないもしくはネットワークが困難な場合には, 他のソースおよびソース間の連続性を考慮することが重要.

湖,ため池,休耕田,湧水地,ワンド,支流などが該当するであろう.ただし前述したとおり,外来種が生息する場合やそのソースに固有種が生息する場合には生態系を改変する恐れもあるのでソースの生息生物および環境の把握がまずもって必要である.

以上のようなネットワークを具体化するためには環境ベースマップを作成することが有効である。何もベースマップといっても難しいものではない。地域の白図(コウノトリの営巣木もしくは巣塔から半径2kmが網羅される1/1000程度の図)に土地利用区分や堰や落差の位置と遡上可能性、道路、水路、生物の情報等を書き込んでいく。例えば生息する生物、産卵場所、冬季水、湧水があるのか、外来種の情報等々である。作成したベースマップを基にすれば、例えば、ここを連続させるとここまで産卵可能性エリアが広がるといった「優先すべき対策個所」や、既存の対策個所をさらに良くするための「次の一手」がみえてくるであろう。

リファレンスの設定と評価

豊岡市で2005年にコウノトリが放鳥されて以来7年が経過し、野外での生息数は61羽にまで増加している(2012年12月18日現在).彼らのほとんどは豊岡盆地およびその周辺に依存して生活しており、他地域へ一時的な移動はするものの拠点(豊岡)へ回帰している.従って、彼らにとって豊岡の環境は良好で、餌資源も十分足りているとの解釈もできる.しかし一方で、これらの個体の大半は給餌に依存しており、よって自然下での餌量は足りていないのかもしれない。もしくはこちらが給餌するために単に甘えているだけかもしれない。いずれにせよ、給餌に依存している個体の必要餌量は、給餌物(冷凍アジ他)への採餌効率はほぼ100%であること、またそれは、自然下の餌種と異なること等の理由からその量を環境整備後の自然下の餌量の参照(リファレンス)にすることは好ましくない。

野外で生活する個体の中には給餌に依存しない個体も少数存在し、2012年には豊岡市福田地区においてそれら同士が雛を誕生、巣立ちさせた(野外第三世代、江崎2012)、本項ではそれらの番いを対象に育雛前期(2012年6-7月)に実施した調査結果の概要を以下1)~9)に報告する。なお詳細については今後執筆を予定している原著論文に公表の場を譲ることとしたい。調査は行動圏調査(番いを探索し採餌箇所を特定し、一定時間あたり何をどれくらい採餌しているのかを観察する)および餌量調査(番いが採餌していた場所および採餌がみられなかった場所で餌の密度を調査する)から成り、福田地区(無給餌の番い)との比較のために百合地地区(有給餌の番い)および戸島地区(有給餌の番い)も調査地とし

た. 特に福田のデータは、自活し得る餌環境といった観点からは、各地区で行われている環境整備の春季のリファレンス値として参考になり得る.

- 1)福田の番いの行動範囲は巣塔から半径 1.5 km 以内に 収まったが、百合地および戸島ではそれに収まらな かった
- 2) コウノトリの採餌場所は、いずれの地区も水田に限定された。
- 3) 福田の採餌効率は1.4個体/分と, 百合地や戸島より 高かった.
- 4) 餌種は同定できたものではカエル類の成体および幼生が多かった.
- 5) 水田における全長 1 cm 以上の動物群には両生類, 魚類, 水生昆虫類, 甲殻類およびヒル類が該当し, 福田の多様度指数は2.0と百合地や戸島より大きかった.
- 6) コウノトリの採餌が確認された水田 (有採餌水田) の 方が確認されなかった水田 (無採餌水田) より餌生物 の量が大きい傾向が確認された.
- 7) 中でも福田の有採餌水田の値が大きく,個体数で11.9 個体 $/m^2$,湿重量で 8.5 g/m^2 であった.
- 8) 統計モデルを用いた解析の結果,有採餌水田を選ぶ要因として「全長50mm以上のカエル類幼生(トノサマガエル幼生)の数」が抽出され,コウノトリの育雛前期の主要な餌生物となっていると考えられた.
- 9) 巣塔周辺(半径 1.5 km 圏内)の水田面積は福田(428 ha)および百合地(617 ha)で大きく、戸島(153 ha)で小さかった。各地区の餌環境を評価する際には水田面積と必要な餌密度(7)に記載)を勘案して行い、圏内で賄えない場合にはそこに隣接する地域でも環境整備を行う必要があるだろう。

摘要

本論では、環境整備の進め方について原理・原則論、環境整備の事例および研究結果に基づく整備箇所の環境評価の考え方について、著者の考えも含め報告した。まず、原理・原則論として地域・地区に固有の環境を読み解いて、それをベースとして環境整備を進めることの重

要性を流域の生物多様性の保全の観点から説明した.次に既設の環境に対して「小さな自然再生」で環境修復した事例を紹介した. さらに,ハビタットネットワークの重要性,生物の生活史特性の考慮,ソース環境の概念と連続性について説明した. 具体的な整備を計画する際のベースマップを作成する意義について触れ,最後にコウノトリの野外自活個体の餌環境データから,環境整備の具体的な評価指標について考察した.

キーワード 景観モザイク,水田魚道,ベースマップ,リファレンス,流域,野外第三世代

引用文献

Brookes A (1988) Channelized rivers—Perspective for environmental management, John Wiley & Sons Press, Chichesteer, 326 p. Diamond JM (1975) The island dilemma: Lessons of modern biogeographic studies for the design of natural reserves. Biological Conservation, 7: 129–146.

江崎保男(2012) コウノトリ野生復帰が新たなステージへ. 私 たちの自然, 53(579): 22-24.

Hancock JA, Kushlan JA, Kahl MP (1992) Storks, Ibises and Spoonbills of the world. Academic Press, London, 385 p.

細谷和海(2009) ほ場整備事業がもたらす水田生態系の危機, 高橋清孝(編) 田園の魚をとりもどせ、恒星社厚生閣,東京,pp.6-14.

兵庫県人と自然の博物館(2012)兵庫県のカエル. [http://hitohaku.jp/education/frog/index3.html]

兵庫県教育委員会・兵庫県立コウノトリの郷公園(2011)コウ ノトリ野生復帰グランドデザイン,36 p.

水辺のフィールドミュージアム研究会 (2012) 小さな自然再生 のすすめ. [http://ameblo.jp/mizubefmk/]

佐川志朗・萱場祐一・田代 喬・真田誠至・根岸淳二郎 (2010) 砂鉄川ショートカット区間における水辺域修復工法の導入 効果. 河川技術論文集, 16: 179-184.

田和 豊 (2009) 農業関係者の取り組み, コウノトリ〜共生をめざして〜, 水田と水路の保全による在来魚の復元. 高橋清孝 (編) 田園の魚をとりもどせ. 恒星社厚生閣, 東京, pp. 89-92.

Vannote RL, Minshall GM, Cummins KW, Sedell JR, Cushing CE (1980) The river continuum concept. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 37: 130–137.

(2012年12月15日受理)