

【4-1302】再導入による希少鳥類の保全手法の確立に関する研究
課題代表者：永田尚志（国立大学法人新潟大学・研究推進機構）

平成25～27年度：累積予算額 78,347千円



研究体制（3機関6名）

(1) トキの繁殖成功に影響を与える要因の解明と希少鳥類の再導入手法の確立に関する研究

国立大学法人新潟大学・研究推進機構 ◎永田尚志



(2) コウノトリの再導入とメタ個体群形成に関する研究

公立大学法人兵庫県立大学・地域資源マネジメント研究科

○大迫義人、内藤和明



(3) ヤンバルクイナの飼育繁殖と再導入のための予備的研究

公益財団法人山階鳥類研究所 ○尾崎清明



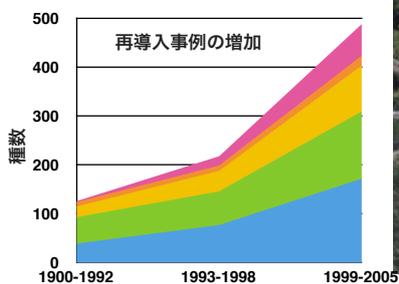
(4) 希少鳥類の遺伝子プロファイルと再導入に関する研究

国立大学法人新潟大学・農学部 ○山田宜永、杉山稔恵



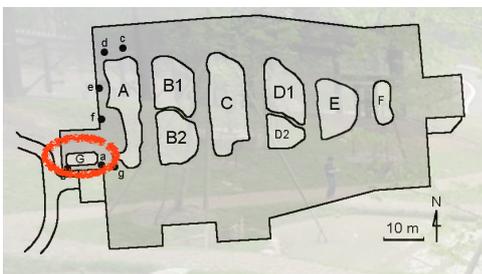
研究目的

1. トキ、コウノトリにおいて、飼育履歴や遺伝子プロファイルが野外での適応度に与える影響を解析し、再導入が成功しやすい個体の特徴を明らかにする。ヤンバルクイナにおいては、再導入手法を検討する。
2. 再導入個体群の自立に影響を与える遺伝学的・生態的要因を明らかにし、希少鳥類の再導入の成功確率を高める個体群の管理手法を提案する。



サブテーマ1：トキの繁殖成功に影響を与える要因の解明と希少鳥類の再導入手法の確立に関する研究（新潟大学）

○飼育履歴・ケージ内の行動が放鳥後の生存や繁殖成功にどのような影響を与えるか？



再導入の成功に影響する要因

放鳥

生存率

繁殖成績

定着成功要因解析

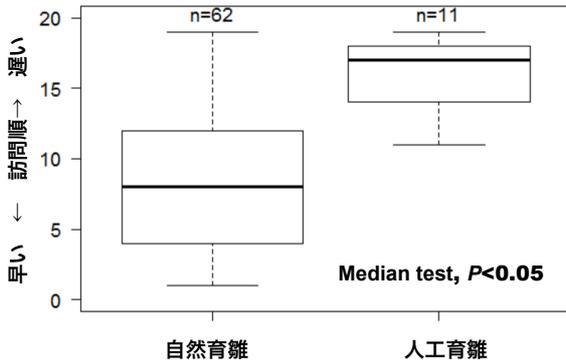
- ・ 孵化・育雛形態等
- ・ 個性・行動
- ・ 飼育履歴（病理歴等）
- ・ 放鳥数・性別・年齢
- ・ 遺伝子プロファイル

繁殖成功要因解析

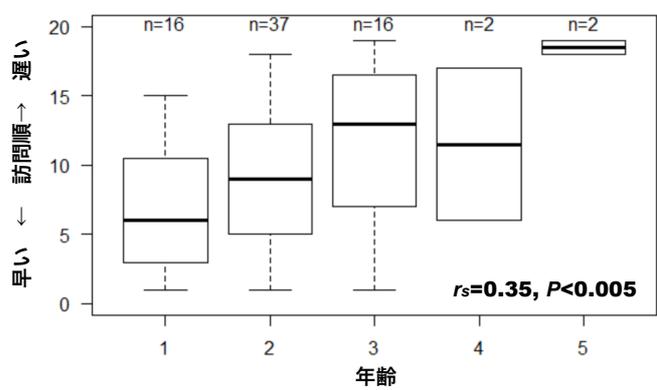
- ・ 遺伝子プロファイル
- ・ 個性・行動
- ・ 飼育履歴
- ・ 繁殖時期
- ・ 捕食圧、生息環境

餌のないG池に早く来る個体の特徴 (9-13次放鳥)

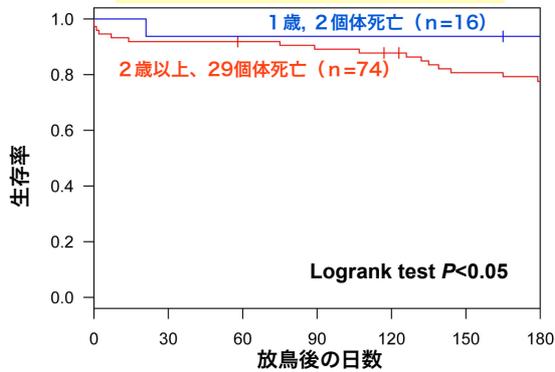
育雛形態とG池訪問順



年齢とG池訪問順



放鳥後半年の生存率と年齢



G池利用が早いのは、

- 自然育雛個体
- 若い個体

⇒環境への順応が早い

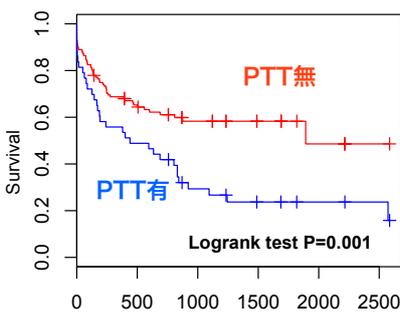
1歳個体は、

⇒放鳥後の生存率も高い

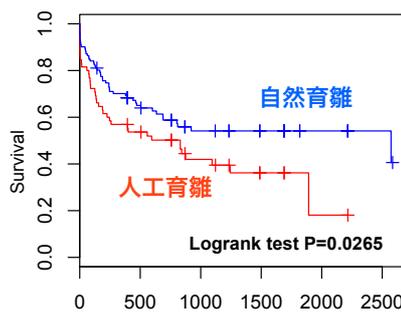
放鳥後の適応度に影響を及ぼす要因



発信機 (PTT)

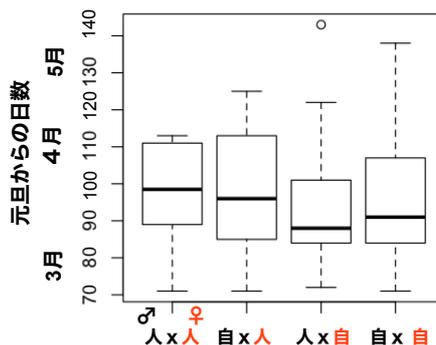
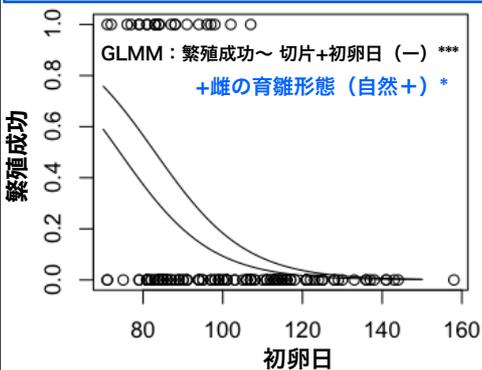


育雛形態



飼育下の罹患履歴
エンゼルウイング (有↓)
チアミン欠乏症 (有↓)

生存率：育雛形態 (自然育雛↑)、年齢 (1歳↑)、発信機 (装着↓)、病理歴 (有↓)



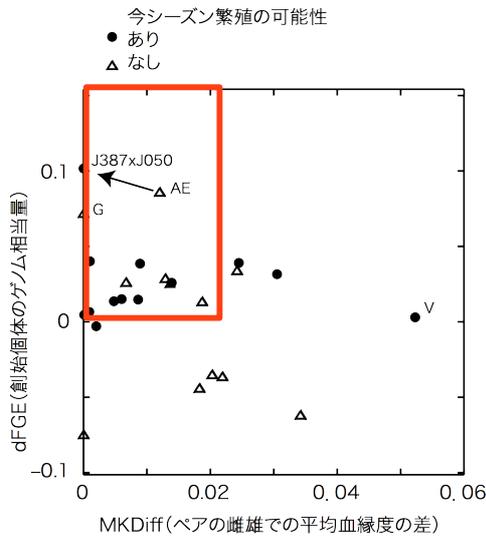
再導入成功率を
高めるには、

- 自然育雛個体
- 1歳個体

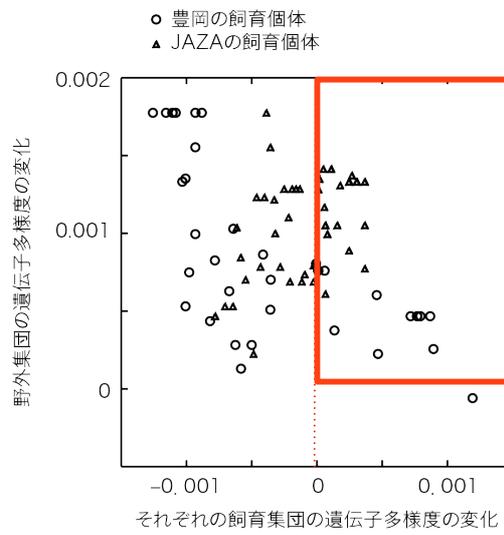
繁殖成功：雌の育雛形態 (自然育雛↑)、繁殖時期 (早期↑)

の放鳥が望ましい

サブテーマ2：コウノトリの再導入とメタ個体群形成に関する研究 (兵庫県立大学)



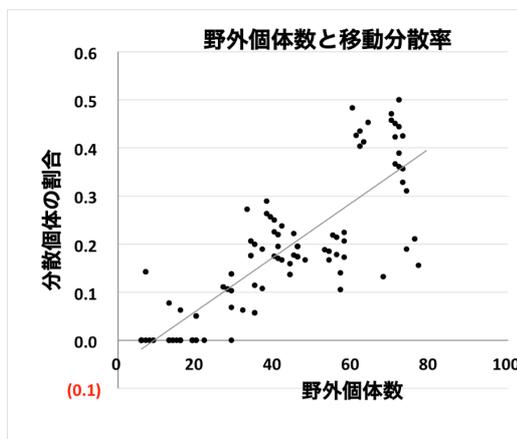
注目ペアが1個体の子を増やしたときに、飼育集団の遺伝的多様性の及ぼす影響と効果。



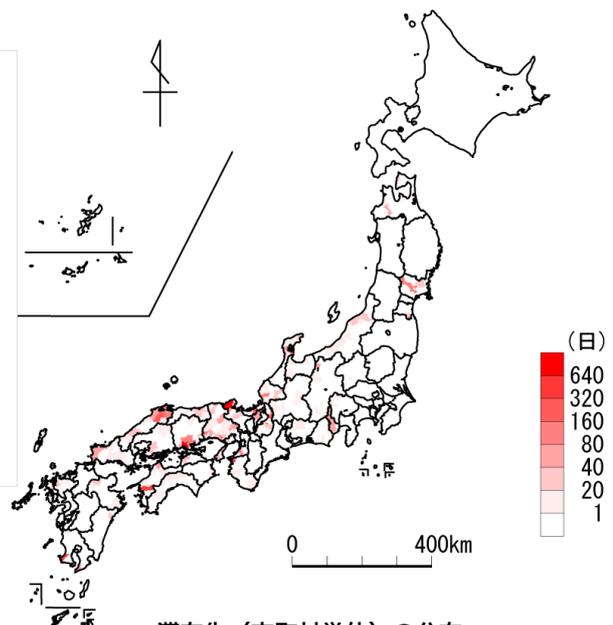
それぞれの飼育集団の遺伝子多様度の変化
飼育下の個々の個体を野外に移動した場合の、飼育集団および野外集団の遺伝的多様性に及ぼす影響と効果。

マイクロサテライトの遺伝情報に基づいて、繁殖ペアの選定、及び、放鳥個体の選定が可能となった

放鳥個体の豊岡からの移動分散状況と密度効果



野外個体数の増加 (80羽>) によって
移動分散個体の割合が増加 ($r=0.9$,
 $p<0.01$)

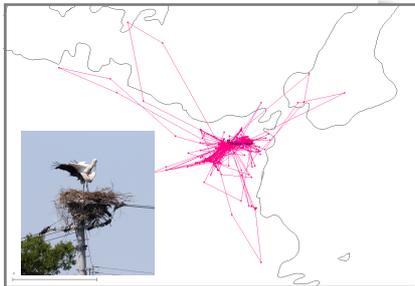


滞在先 (市町村単位) の分布
現在、38都道府県194市町村に滞在

→メタ個体群の配置候補地の選定情報を提供

コウノトリの再導入個体群維持のためのメタ個体群創設手法

徳島県鳴門市に定着営業(2015/2~)



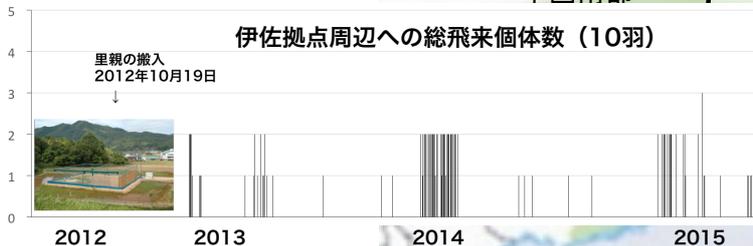
周年採餌可能なレンコン畑



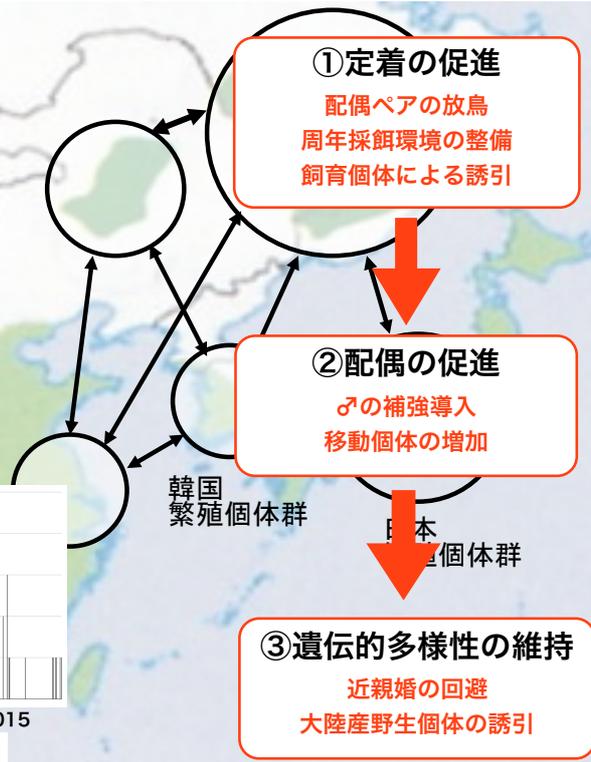
周年採餌可能な良い環境があれば定着

中国南部

伊佐拠点周辺への総飛来個体数 (10羽)



デコイ効果：飼育拠点の個体が他個体を誘引



サブテーマ3：ヤンバルクイナの飼育繁殖と再導入のための予備的研究 (山階鳥類研究所)

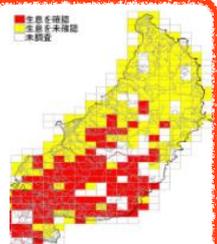
野生復帰が予定されている ヤンバルクイナにおいて、行動・生態学的特性、飼育履歴等を把握し、再導入に影響を与える要因を明らかにし、飼育個体群や再導入個体群管理において、再導入の成功確率を高める手法の予備的研究を実施した。

●ヤンバルクイナの減少要因の解明



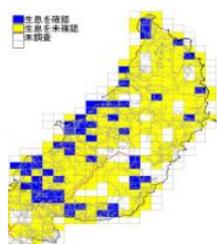
ヤンバルクイナ

ロジスティック回帰係数



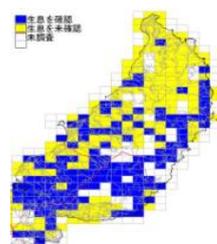
マングース

$\beta = -1.48$
 $\chi^2 = 12.74$
 $P < 0.001$



ネコ

-0.58
1.88
0.171



クマネズミ

0.47
1.70
0.192

明らかにマングースがヤンバルクイナの減少要因である



マングース防除事業により個体数回復傾向

ヤンバルクイナの飼育繁殖と再導入のための技術確立

●捕獲・追跡技術の開発 ⇒ 放鳥個体の回収が可能



①鳴き声で誘引され、ハブ剥製を見つけて近寄る



②周囲を歩き回り、ボウトラップで捕獲

●再導入のための技術確立の予備研究

	試験放鳥個体 (13.7haシェルター)	野生個体 (安田)	野生個体 (西銘岳)
発信機装着個体数	14	11	32
平均生存日数 (2016年1月末迄で算出)	59.8日	304.8日	—
平均生存日数 (死亡と電池寿命を含む)	8.4日	259.2日	399日 (459日: 電池寿命2年の25個体)
1ヶ月以内の死亡率 (死亡個体数)	57.1% (8)	0% (0)	3% (1)
死亡原因 (含む発信機停止要因)	カラス5、ハブ2、水死1	ハブ2、ネコ1、不明1、電池切れ2	カラス7、ハブ3、不明2、ハーネス切れ1

試験放鳥個体は、捕食による初期死亡率が高い

↓
捕食者に対する順化訓練
放鳥個体の特性による違いの解明が必要

ヤンバルクイナと近縁クイナの保全・再導入状況の比較

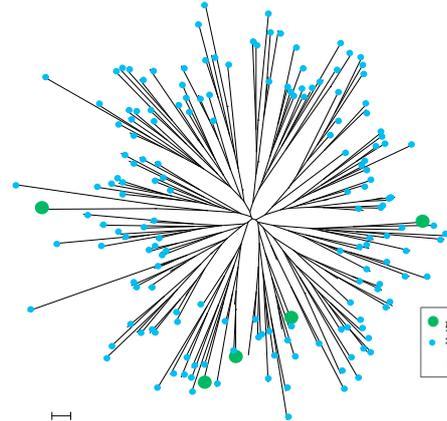
種名	ボトルネック サイズ (年)	個体数	増減傾向	減少要因	保護策
ヤンバルクイナ	720 (2005)	野生: 1,500 飼育: 70	➡	外来種 (マングース)	外来種防除、飼育増殖
グアムクイナ	21 (1983)	野生: 130 飼育: 170	➡	外来種 (ミナミオオガシラ)	外来種駆除、飼育増殖、 保全導入 (ロタ島)
ロードハウクイナ	30 (1980)	250	➡	外来種 (駆除)	モニタリング 過去に、飼育増殖、外来種駆除
ニュージーランドクイナ	?	160,000 飼育: 100	➡	外来種 (哺乳類)	外来種対策、飼育増殖、 再導入 (島、エンクロージャー)
カラヤンクイナ	?	ca. 3,000	➡	狩猟・開発	保護区設定、啓蒙

- 無飛カクイナ類では、**外来種の影響は甚大**でかつ急激 (グアム・ヤンバルクイナ)
- **侵入捕食者を駆除**しないかぎり、野生絶滅個体群の回復は困難 (グアムクイナ)
- 短時間で減少原因 (捕食者) を取り除ければ、個体数が回復 (ロードハウクイナ)
- 再導入場所の選択が重要 (ニュージーランドクイナ)
- 生息状況の正確な把握、調査方法の確立が急務 (カラヤンクイナ)
- これら近縁種の手法は、**ヤンバルクイナの保全にも応用可能と考えられる**

サブテーマ4：希少鳥類の遺伝子プロフィールと再導入に関する研究（新潟大学農学部）

66個のMS（マイクロサテライト）マーカーのうち、多型のあった19マーカーによる遺伝的多様度

多様度指標	始祖個体 (n=5)	飼育集団 (n=123)	放鳥集団 (n=65)
A:アレル数	2.16	2.16	2.05
ne:有効アレル	-	1.709	1.69
He:期待ヘテロ接合率	-	0.368	0.366
Ho:観察ヘテロ接合率	-	0.406	0.380
PIC:多型情報量	-	0.302	0.298



始祖個体の多型は飼育集団では保持されているが、放鳥集団の遺伝的多様性はやや低い

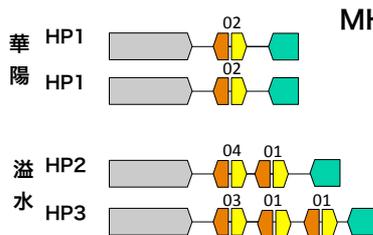
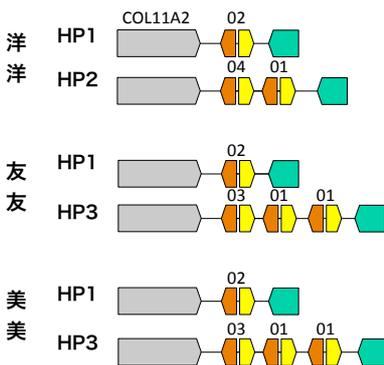
→血統情報に基づく計画交配が有効に機能している

日中のトキ集団の遺伝的多様性の比較

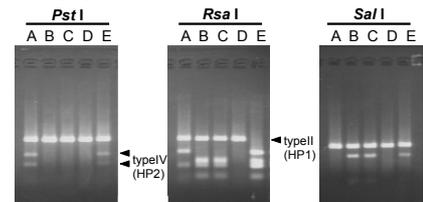
多様度指標	日本集団	中国集団
A:平均アレル数	1.64	2.471
ne:有効アレル	1.444	1.747
He:期待ヘテロ接合率	0.2192	0.321
Ho:観察ヘテロ接合率	0.248	0.362
多型マーカー数(n=17)	9	17
総アレル数	20	42

日本集団のトキの遺伝的多様性は中国集団よりも明らかに低い → 中国から日本にないアレルを持つ個体の導入が必要

MHCクラスII領域の遺伝的多様性



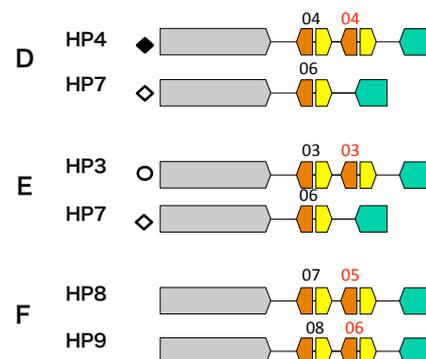
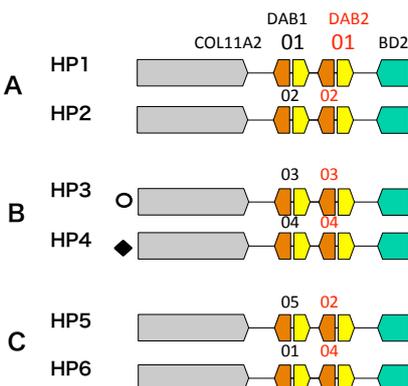
MHC遺伝子型を判別するPCR-RFLP法の開発



ハプロタイプ型のPCR-RFLP解析

トキ始祖5個体のハプロタイプ多型は3種類のみ

→極めて低い遺伝的多様性



コウノトリ始祖8個体のうち、6個体を解析⇒ハプロタイプ多型は、9種類



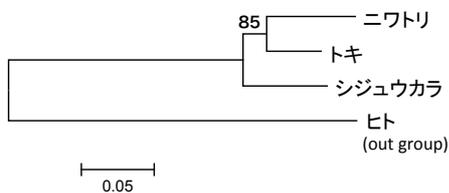
トキのドーパミン受容体D4(DRD4)遺伝子の多様性と行動特性との関連

9カ所の部位で多型を検出

友友	III-T4TTCGCC3	IV-G3CCACTT3
洋洋	III-T4TTCGCC3	I-T3TTCCTT3
美美	II-T3TTCCTT2	IV-G3CCACTT3
華陽	I-T3TTCCTT3	II-T3TTCCTT2
溢水	I-T3TTCCTT3	IV-G3CCACTT3

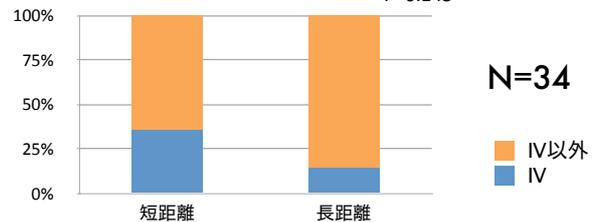
始祖個体5羽のDRD4多様性
⇒4種類のハプロタイプがある

DRD4系統樹

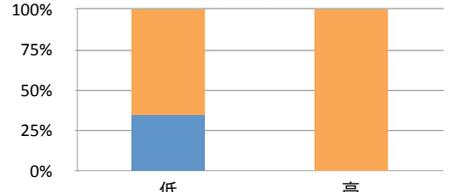


ハプロタイプIVの保持個体は適応度が低い

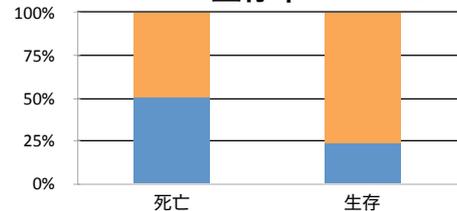
分散距離



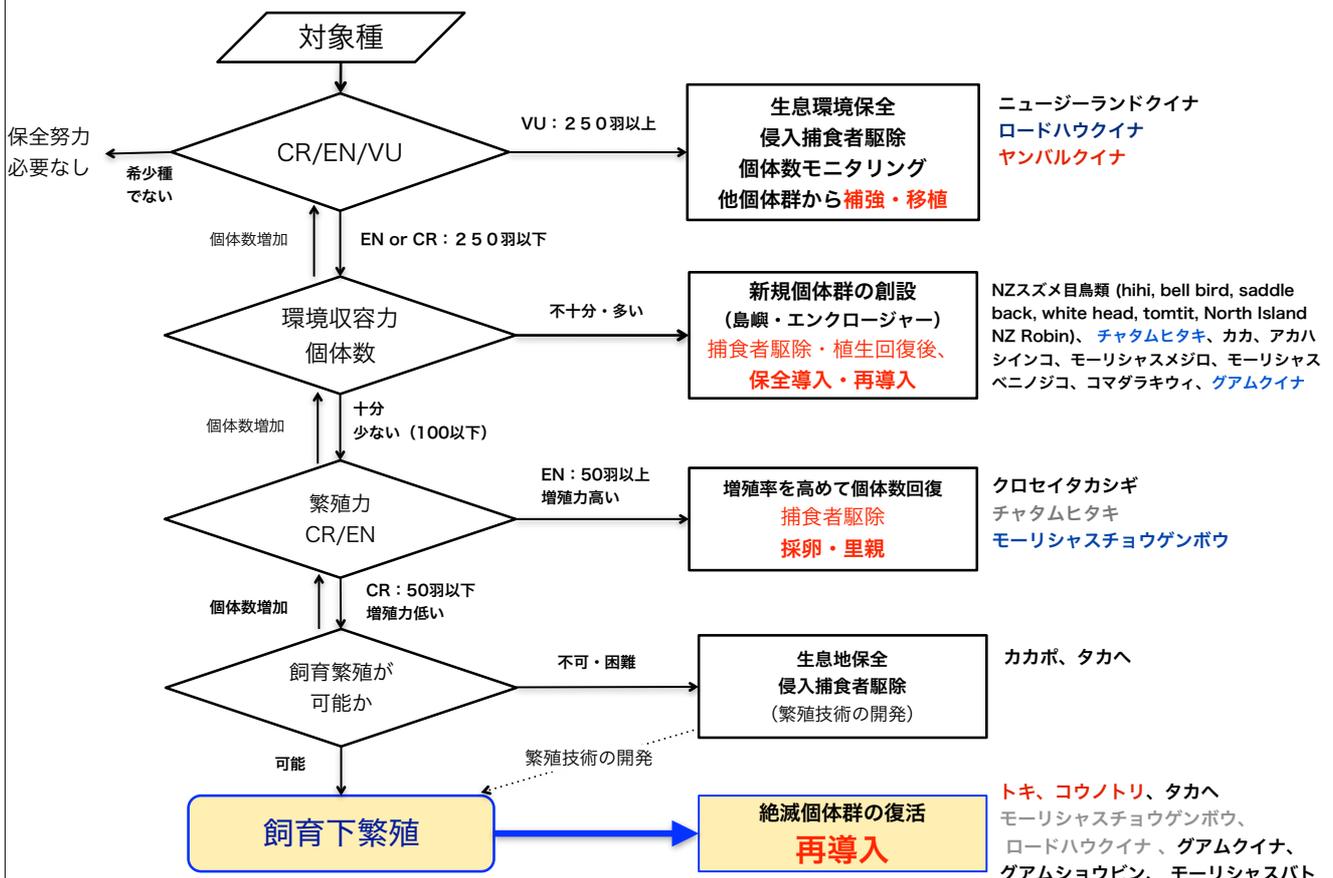
採餌能力



生存率



希少鳥類の再導入事例比較：再導入実施までのフロー図



4-1302 再導入による希少鳥類の保全手法の確立に関する研究

トキにおいて、飼育履歴や遺伝子プロファイルが放鳥後の適応度と与える影響を解析し、再導入が成功しやすい個体の特徴を明らかにした。コウノトリ個体群の遺伝的管理手法を確立し、メタ個体群創設の道筋を明らかにした。ヤンバルクイナの再導入に必要な捕獲技術を開発し、再導入実験を実施した。希少鳥類の再導入事例の比較研究から、減少要因となった侵入捕食者の駆除が再導入成功への第1条件であり、対象種の持つ特性によって保全手法を整理した。

①トキの繁殖成功に影響を与える要因の解明と希少鳥類の再導入手法の確立に関する研究 (新潟大学・研究推進機構)

- 1) 自然育雛個体・若い個体ほど、環境適応力が高く、放鳥後の生存率が高い。
- 2) 自然育雛の雌個体の繁殖開始が早く、繁殖成功率も高い。
⇒若い自然育雛個体を放鳥することで、再導入成功率は高まる



②コウノトリの再導入とメタ個体群形成に関する研究 (兵庫県立大学)

- 1) MS遺伝子多型を用いて放鳥集団の遺伝的多様性を高める個体の選定方法を確立した。⇒放鳥個体の選定で遺伝的管理
- 2) 近親交配を減少させるにはメタ個体群構造を確立する必要がある。滞在時間が長く餌が豊富な地域で、飼育個体で誘引し、雄を放鳥することで、定着の促進ができる。⇒個体定着の促進
- 3) 生存率が高く移動能力が高いため、複数の定着場所が形成されることでメタ個体群形成が可能となる。



③ヤンバルクイナの飼育繁殖と再導入のための予備的研究 (山階鳥類研究所)

- 1) マングースがヤンバルクイナの減少要因であることが証明された。野生個体群も800羽から1500羽に増加した。
⇒環境省マングース駆除事業の有効性確認
- 2) 音声・デコイ誘引に加えてハブ剥製を使うことで、ヤンバルクイナの捕獲技術を改善した。
- 3) 飼育下繁殖個体の再導入実験では、被食率が高く生存率が低かった。⇒順化訓練方法と放鳥方法の改良を提言



④希少鳥類の遺伝子プロファイルと再導入に関する研究 (新潟大学・農学部)

- 1) トキのMS多型解析より、日本集団は中国集団の2/3の遺伝的多様性しか保持していなかった。⇒中国から新しい遺伝子が必要
- 2) MHCクラスII遺伝子領域で、コウノトリでは9つの多型があるのに、トキでは3つしかなく遺伝的多様性が低い。
- 3) トキのDRD4では4つのハプロタイプがあり、そのうち1つが適応度が低かった。
⇒ハプロIVホモ個体の放鳥は、再導入成功を低くする



参考：研究成果等

誌上発表 (査読あり)

- Y. KOMATSU, M. YAMASHITA, T. YAMADA, B. TONG, T. OHTA, T. SUGIYAMA, H. YAMASHIRO, Y. KANEKO, H. NAGATA, and H. IWASAKI: J. Anim. Genet, 42, 3-9 (2014), The nucleotide sequences for the dopamine receptor D4 gene in the Japanese crested ibis.
- M. YAMASHITA, Y. KOMATSU, T. YAMADA, B. TONG, T. OHTA, T. SUGIYAMA, H. YAMASHIRO, Y. KANEKO, H. NAGATA and H. IWASAKI: J. Anim. Genet, 42, 65-69 (2014), Polymorphisms of the dopamine receptor D4 gene in the Sado population of the Japanese crested ibis.
- A. NICOLA, C.Y. CHOI, K. OZAKI, C.A. LEPCZYK: Journal of Ornithology, (2015), "Invasive species and Pacific island bird conservation: A review of recent research featuring case studies on Swinhoe's Storm Petrel and Okinawa and Guam Rail"
(ほか10編)

誌上発表 (査読なし)

- Y. Ohsako, J. Yoon and S. Kwak : Tazu, Bulletin of the Japan Cranes and Storks Network 6:13-15. (2014) 「The first movement to South Korea of an Oriental White Stork wild-born in the reintroduction project in Japan」
- 尾崎清明：レッドデータブック2014、環境省自然環境局野生生物課 (編)、44-45 (2014) 「ヤンバルクイナ」
- 永田尚志：水辺と人の環境科学 (中)、小倉紀雄・竹村公太郎・谷田一三・松田芳夫編、朝倉書店、61-63 (2014) 「トキ」
(ほか8編)

口頭発表 (学会)

- H.Nagata : 26th International Ornithological Congress, Tokyo, Japan, 2014
「Avian reintroduction into socio-ecological production landscapes: lesson from case studies」
- Ezaki, Y., Ohsako Y. and Yamagishi, S. : 26th International Ornithological Congress (2014)
「Reintroduction and ecology of the Oriental white stork Ciconia boyciana – Coexistence between humans and birds in Japan」
- K.Ozaki, S.Medina : 26th International Ornithological Congress, Tokyo, Japan, 2014
「Impact of invasive predators on Okinawa and Guam Rails.」
(ほか、多数)

シンポジウム、セミナー

- 大迫義人：鶴見カフェ・豊岡 (2014) 「コウノトリの長距離移動の分析と特徴」
- 永田尚志：トキ野生復帰2015シンポジウム・佐渡市 (2015) 「放鳥トキが教えてくれたこと～トキの再導入研究の最前線と今後の課題～」
- 内藤和明：鶴見カフェ講演、豊岡 (2016) 「コウノトリの遺伝的管理の考え方」
- 永田尚志：日本生態学会自由集会、仙台 (2016) 希少鳥類の再導入生物学：現状と問題点
ほか