

員弁川水系 天然記念物ネコギギ保護増殖事業

報 告 書

— 絶滅が危惧されるネコギギ個体群の保護増殖・再導入計画（第1期） —

平成15～17年度

員弁川水系 天然記念物ネコギギ保護増殖事業 報告書

二〇〇六年三月

三重県教育委員会

2006年(平成18年)3月

三重県教育委員会

例　　言

- 1 本報告書は平成15～17年度に三重県教育委員会が実施した「員弁川水系 天然記念物ネコギギ保護増殖事業」についてとりまとめたものである。
- 2 本事業のうち、平成16・17年度については「天然記念物ネコギギ再生事業」として、国庫補助金を受けて行われた。
- 3 本事業を進めるにあたって、文化庁文化財部記念物課 花井正光主任文化財調査官（平成15・16年度）および江戸謙顧文化財調査官（平成17年度）の指導や助言を受けるとともに、天然記念物ネコギギ保護増殖事業指導委員会の指導を受けた。

指導委員（五十音順）

独立行政法人土木研究所 自然共生研究センター	センター長	萱場 祐一
奈良女子大学名誉教授（三重県文化財保護審議会委員）		名越 誠
三重大学生物資源学部	教 授	原田 泰志
岐阜経済大学	教 授	森 誠一
京都大学大学院理学研究科	助教授	渡辺 勝敏

- 4 本報告書は1・2を村岡一幸（三重県教育委員会事務局文化財保護室 主査）・渡辺勝敏（前掲）、3を渡辺勝敏、4を渡辺勝敏・里中知之（志摩マリンランド 研究員）、5を萱場祐一（前掲）・田代 喬（独立行政法人土木研究所 自然共生研究センター 専門研究員）・佐川志朗（同 前 交流研究員）、6を渡辺勝敏・森 誠一（前掲）が担当して記述した。なお、記述にあたっては、密漁防止の見地から、ネコギギの生息地に関する情報は水系名までとし、地名や地図等も掲載しないこととした。
- 5 本事業におけるネコギギの生息調査等は上記指導委員のほか、鹿野雄一（三重大学生物資源学研究科 博士課程）、北村淳一（京都大学大学院理学研究科 博士課程）、清水義孝（いなべ市企画部自然環境課）、八杉公基（京都大学大学院 理学研究科 修士課程）、山根英征（同 博士課程）が担当した（五十音順）。ネコギギの生息環境の調査については、独立行政法人土木研究所 自然共生研究センターが、上記指導委員の意向をふまえ、独自に実施した。また、現地作業等については、佐藤拓哉（三重大学生物資源学研究科 博士課程）、加藤雅之（同 修士課程）、鈴木規慈らの協力を得た。
- 6 本事業を実施するにあたり以下の会議を開催し、助言及び指導を得た。

平成15年度第1回指導委員会	平成15年5月30日	於 旧北勢町民会館
平成15年度第2回指導委員会	平成16年1月29日	於 三重県立博物館
平成16年度第1回指導委員会	平成16年5月20日	於 三重県立博物館
平成16年度第2回指導委員会	平成17年2月24日	於 志摩マリンランドほか
平成17年度第1回指導委員会	平成17年6月2日	於 いなべ市北勢庁舎
平成17年度第2回指導委員会	平成18年2月9日	於 いなべ市北勢庁舎

目 次

1. はじめに	1
員弁川水系での過去の生息状況と減少 1／保護増殖および再導入の必要性 1	
2. ネコギギの保護増殖と再導入計画	3
経緯と体制 3／保護増殖と再導入の基本的な考え方 4	
3. 員弁川水系のネコギギの現状と飼育増殖のための捕獲	6
方法（分布生息調査 6・飼育増殖のための捕獲 8・野外での生残と繁殖のモニタリング 9・脅威の排除 9）／結果（分布生息調査 9・飼育増殖のための捕獲 10・野外での生残と繁殖のモニタリング 11・脅威の排除 12）	
4. ネコギギの飼育増殖	13
方法（交配計画の策定 13・交配計画に基づく飼育増殖と増殖個体の維持管理 13・近交弱勢の軽減のための個体群間交配の可能性と交配候補 14）／結果（交配計画の決定 15・飼育増殖の経過と結果 15・潜在的な交配候補個体群の探索と遺伝的多様性 15）	
5. ネコギギの生息環境特性と潜在的生息域	18
5.1 良好な生息地における生息環境 材料と方法 18／結果 19	
5.2 A河川における潜在生息場所把握の試み 材料と方法 20／結果 21	
6. 員弁川水系・北勢地域のネコギギ自然個体群復元への展望	24
保護増殖と再導入計画（野外および飼育個体群の現状 24・飼育増殖の問題点 24・個体群間交配策の可能性 24）／今後の目標と展開（短中期的目標 25・長期的目標 25）	
引用文献	27
付録 1：「再導入のための IUCN / SSC ガイドライン」（国際自然保護連合）	28
付録 2：「生物多様性の保全をめざした魚類の放流ガイドライン」（日本魚類学会）	35

1. はじめに

ネコギギ *Pseudobagrus ichikawai* (ナマズ目ギギ科; 図1-1) は三重県・岐阜県・愛知県の伊勢湾周辺域にのみ分布する日本固有の淡水魚であり、学術上貴重な種として国の天然記念物に指定されている。しかし、本種の生息地は激減の一途であり、環境省のレッドリストに絶滅危惧種IB類として記載されている。

三重県においては、これまで8水系においてネコギギの生息記録があり、過去には伊勢湾に流入する多くの水系に本種が生息していたと考えられる。しかしながら、平成13・14年度に三重県教育委員会が行った生息状況調査によると、確認されたのは4水系のみであった(三重県教育委員会・三重県科学技術振興センター 2003)。特に、三重県の北勢地域の河川では、確認数が極めて少なく、絶滅寸前であることが明らかになった。



図1-1. 員弁川水系のネコギギ。撮影：志摩マリンランド。

員弁川水系での過去の生息状況と減少

三重県北勢地域を代表する水系の1つである員弁川水系は、魚類相の豊富な水系として知られており、過去には中・上流部の本流や支流に多くのネコギギが生息していたといわれている。このうち、支流であるA河川では、1980年代には、数百個体以上の規模の本種個体群が存在していたという。一方、1980年代後半までに、員弁川水系でネコギギの生息が確実に認められたのはこの河川のみであった(三重県教育委員会・三重県科学技術振興センター 1993)。さらに、この河川においても、1990年9月の台風以来、その個体群は大きく縮小し、以後の河川改修の影響も相まって、この数年間、個体の発見すら難しい状況が続いている。三重県教育委員会が行った生息状況調査や同委員会に提出された現状変更の終了報告によると、1995年、1997年には各2個体、1999年、2001年には各1個体が確認されたのみで、確認できない調査年もあるような状況であった(三重県教育委員会・三重県科学技術振興センター 2003)。

保護増殖および再導入の必要性

ネコギギの減少要因として、河川改修や水質の変化等による生息適地の減少、堰等による移動の制限、自然災害等があげられる(三重県 2005)。これらの減少要因は員弁川水系にもあてはまると考えられる。このうち、A河川における1990年以降の急激な個体数減少の最初の要因は、台風などの自然災害によるとされている(三重県教育委員会・三重県科学技術振興センター 1993)。一方、A河川のネコギギ個体群は、

このような自然災害によるかく乱を過去に何度も経験しており、そのつど個体数を回復させてきたと推察される。しかしながら、今回は、1990年の自然災害から10年以上経過しても個体数の回復傾向がみられないばかりか、個体数は減少の一途をたどり、通常の調査では発見さえ難しいレベルに陥った。これは、自然災害の影響だけでなく、むしろ、災害復旧・河川改修により既存の隠れ場所が失われ、一方、新たな隠れ家が創出されず、また堰堤等により個体の移動が制限されるなど、人為的影響によるところが大きいと考えられる。

A河川のネコギギ個体群のように、同一水系に他の個体群がほとんど残っておらず、かつ自然での維持が困難なレベルまで個体群サイズが低下してしまっている場合には、このまま個体群を放置し、絶滅に至らせるることは、たとえ、さらなる人為的な環境改変を行わなくとも、人為により絶滅させることに等しい。したがって、適切な人為的措置により、個体数の増加を図り、個体群が自然に維持できるように補助する必要性や妥当性は高いと考えられる。

ネコギギについては幸い飼育下における基本的な増殖技術が確立しており (Watanabe 1994), 適切な保護・増殖計画を実施することにより、個体数の増大と遺伝的多様性の維持をとり行える可能性がある。そこで、当該個体群においては、飼育増殖による生息域外保護 ex-situ conservation と再導入 re-introduction (あるいは補強 reinforcement) を行うのが有効な保全対策であると判断された。

2. ネコギギの保護増殖と再導入計画

経緯と体制

員弁川水系ネコギギ保護増殖計画は、平成15年5月に、天然記念物ネコギギ保護管理指針策定指導委員会で基本案が策定された。これは、員弁川水系で唯一残存するA河川のネコギギ個体群がきわめて高い絶滅の危機に瀕していることをかんがみ、同委員会の中に、緊急的にネコギギ保護増殖部会を設置し、基本案を作成したものである。平成16年以降、ネコギギ保護増殖部会はネコギギ保護増殖指導委員会となり（以下、指導委員会）、文化庁の天然記念物再生事業国庫補助金を受けたネコギギ保護増殖事業を指導、推進してきた。保護増殖計画は、計画の進行に応じて、適宜、加筆修正された。

指導委員会は(a)文化財担当の行政機関、(b)生態学・保全生物学の専門家、(c)調査実施機関、(d)飼育機関から構成された（表2-1）。また必要に応じて、関係行政部局（河川、環境行政等）が参加するとともに、NPOその他の地域に関連のあるグループや個人も参加できることとした。

以下に示す保護増殖計画の着手に先立ち、平成15年5月に、当該地域において一般住民や地域関係者を対象に「ネコギギ保護増殖地域説明会」を開き、本計画の趣旨説明およびネコギギの保全のための啓発活動を行い合意形成を図った。

表2-1 三重県ネコギギ保護増殖指導委員会の構成

(a) 文化財担当の行政機関

文化庁 文化財部記念物課
三重県教育委員会事務局 文化財保護室（事務局）
いなべ市教育委員会事務局 生涯学習課

(b) 生態学・保全生物学の専門家

河川生態工学（独立行政法人 土木研究所 自然共生研究センター）
魚類生態学（奈良女子大学 名誉教授）
資源保全学（三重大学 生物資源学部）
保全生態学（岐阜経済大学 経済学部）
保全遺伝学（京都大学大学院 理学研究科）

(c) 調査実施機関

指導委員会メンバーと京都大学・三重大学の大学院生、その他調査員
独立行政法人 土木研究所 自然共生研究センター

(d) 飼育機関

志摩マリンランド

(e) その他関係行政部局

三重県科学技術振興センター 水産研究部 鈴鹿水産研究室
三重県環境森林部 自然環境室
三重県北勢県民局 桑名建設部

保護増殖と再導入の基本的な考え方

員弁川水系ネコギギ保護増殖計画は、野外で自立的に維持できないと判断されたA河川のネコギギの保全を図るため、飼育管理下での増殖と、将来的な増殖個体の野外への放流（再導入）を計画するものである。

本計画は、IUCN の再導入ガイドライン（IUCN 1995：付録 1）に準じて策定することとした。これは同時に日本魚類学会（2005）の「生物多様性の保全をめざした魚類の放流ガイドライン」（日本魚類学会、2005：付録 2）にも適合したものである。

基本的な考えは、

- ・ A河川産の個体か、それを親魚とする個体をもとに、A河川および員弁川水系のネコギギ個体群を中心とする長期的なスパンで回復すること
- ・ したがって、飼育増殖は、将来的な再導入を考慮した方法で行うこと
- ・ 再導入はまずA河川内で行い、放流先の環境および社会的条件を整えた上で行うこととした。

員弁川水系ネコギギ保護増殖計画は大きく4つの柱からなる（図2-1）。

第1に、A河川のネコギギの現状を詳細に再調査し、その結果を踏まえて、飼育増殖を行うための個体を捕獲すること、およびネコギギ残存個体群の脅威を可能な限り取り除くこと（3. 員弁川水系のネコギギの現状と飼育増殖のための捕獲）。

第2に、それら捕獲個体を用いて、将来的な再導入をめざした飼育増殖・維持管理を計画し、実施すること（4. ネコギギの飼育増殖）。

第3に、ネコギギの生息環境特性を明らかにし、A河川の生息場所としての環境評価を行うことで、生息環境の改善策を提案すること（5. ネコギギの生息環境特性と潜在的生息域）。

第4に、ネコギギが生息可能と考えられる場所へ、飼育増殖された個体を段階的に再導入することにより、ネコギギ個体群の回復を行うこと（6. 員弁川水系・北勢地域のネコギギ自然個体群復元への展望）。

これらを効果的に実現するためには、各項目がうまく連携し、成果を上げる必要がある。さらにそれだけではなく、河川行政や地域住民の理解や協働も必須である。

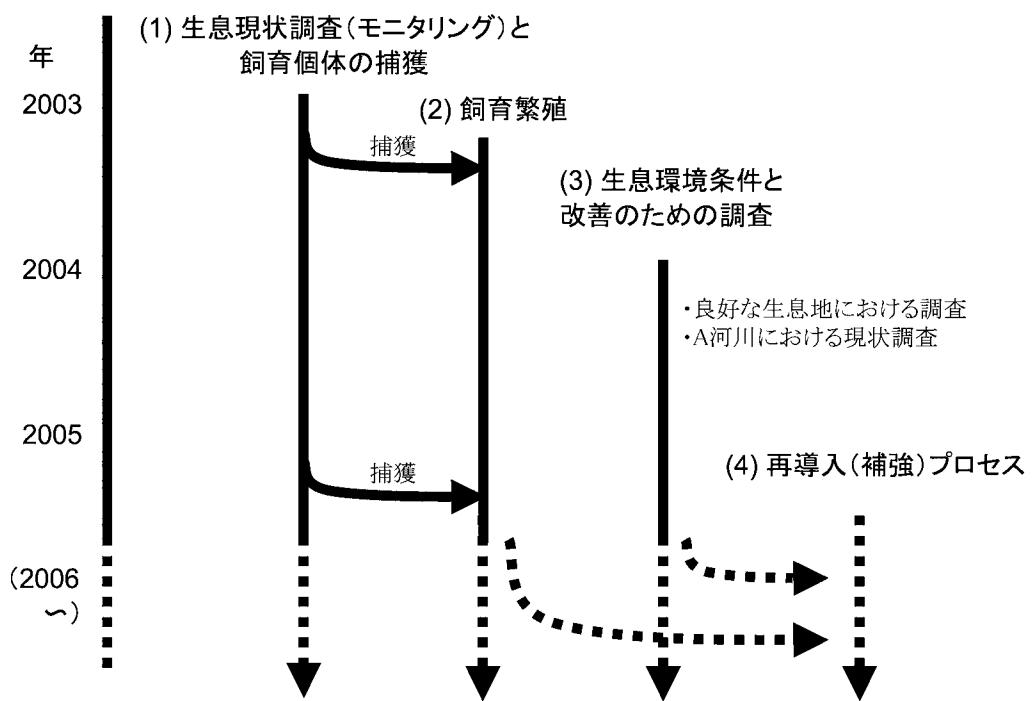


図2－1. 再導入計画の模式図と実際のタイムスケジュール. 計画は4つの柱からなる.
破線は将来の計画であり、現在のところ、再導入は早くて2007年以降になる。

3. 員弁川水系のネコギギの現状と飼育増殖のための捕獲

A河川のネコギギ個体群の現状を詳細に調査し、その結果を踏まえて、飼育増殖を行うための個体をできるだけ多く捕獲することを目的とした。なお、2年目（平成16年）については、野外における残存個体による自然繁殖が期待されたので、捕獲は行わずに、モニタリングのみを行った。

方 法

分布生息調査 A河川におけるネコギギの生息現況（分布と生息数）を明らかにするために、捕獲に前後して、生息情報がある流程区間（約2km）で重点的に夜間潜水目視調査等による調査を行った（平成15年6月、16年7月・9月、17年6月2回・7月；表3-1）。それ以外の区間でも、ネコギギが生息可能な河川形態の範囲全域（計約5.5km）において、夜間潜水目視調査を行った（平成15年6月、16年7月）。

夜間潜水目視調査では、下流から上流方向に移動しながら、早瀬や浅瀬を除くだけすべての場所を、懐中電灯を用いて水中から目視し、タモ網も併用しながらネコギギの発見に努めた（図3-1）。同時に、他の発見魚種や河川概況等を記録した。仕掛けとしては、ウナギ捕獲用の竹製の筒を用い、餌として釣り用のミミズとさなぎ粉を混ぜたものを使用した。仕掛けは、平成15年6月に、ネコギギの生息の可能



図3-1. 夜間調査風景. (A)潜水捕獲, (B)計測風景, (C)放流, (D)採集に用いたウナギ用仕掛け.

表3-1 ネコギギ保護増殖事業の経過および結果の概要

年	月	日	事項	場所・機関等	担当・備考
2003	H15	5 30	員弁川水系ネコギギ保護増殖計画立案	指導委員会	
		30	ネコギギ保護増殖地域説明会開催	旧北勢町	三重県内のネコギギの現状、A河川でのネコギギ保護増殖の必要性
		30	保護増殖新聞報道	産経新聞	
	6	2	A河川生息状況調査・ネコギギ保護捕獲調査	旧北勢町	雌6個体(内1個体死亡)、雄3個体を捕獲・DNA採取。10個体以上生息。
		4	同	同	志摩マリンランドで飼育開始
			交配組み合わせ計画	志摩マリンランド	渡辺
		7 31	飼育個体産卵確認(2個体)	志摩マリンランド	ふ化に至らず
		8 30	A河川生息状況調査	指導委員会	少なくとも4~5個体生息
2004	H16	1 29	中・北勢地域のネコギギ回復に向けた長・中・短期的計画概略を提案	指導委員会	事務局案
			員弁川水系のネコギギ個体群の再確立を目指した生息環境の評価と改善のための調査等について提案	指導委員会	事務局案
		5 20	2004年度A河川飼育個体交配計画	指導委員会	事務局案
		6	国庫補助事業決定	文化庁	
	7	1	飼育個体産卵確認	志摩マリンランド	ふ化に至らず
	7	3	A河川生息状況調査	いなべ市	7個体捕獲・DNA採取
	~	5	同	いなべ市	少なくとも8個体生息
		9 15	A河川生息状況調査	いなべ市	2個体捕獲・DNA採取
		~ 16	同	いなべ市	少なくとも5個体生息、ドンコ排除、上下流含めて約5.5kmを悉皆調査、生息地周辺平面図作成
		9	台風21号ほかによる出水で、生息確認場所に土砂堆積	いなべ市	
	10	12	B河川生息環境調査	度会町	自然共生研究センター
		15	同	同	結果は河川技術で報告
	12	13	A, B河川生息環境調査	いなべ市, 度会町	自然共生研究センター
		16	同	同	同
2005	H17	3 26	「生物多様性の保全をめざした魚類の放流ガイドライン」	日本魚類学会	
		4	ネコギギの再導入計画紹介	Re-introduction NEWS 24	渡辺
		6 2	員弁川水系ネコギギ保護増殖計画17年度版	指導委員会	事務局案
			ネコギギの遺伝分析・試料採取計画	同	事務局案
			生息状況調査計画および交配計画	同	2004年度に準じる
			論文「中小河川における希少魚ネコギギの生息環境」を発表	河川技術論文集11	自然共生研究センター
		6 21	A河川生息状況調査(確認場所付近)	いなべ市	2個体確認
		7 13	A河川生息状況調査(確認場所付近)	いなべ市	3個体確認
			A河川生息状況調査(確認場所付近)・環境改善作業	いなべ市	2個体確認、1個体捕獲、志摩マリンランドで飼育
		8 30	ネコギギDNA採取	美里村	
		9 12	ネコギギDNA採取	上石津町	追加採取
		9 30	ネコギギDNA採取	美里村	
		10 6	ネコギギDNA採取	亀山市	ネコギギ確認できず

性が高そうな3地点に2、3個ずつ、計8個仕掛けた。

飼育増殖のための捕獲 ネコギギが発見された場所で、ネコギギの捕獲を試みた。捕獲にはタモ網を主に用い、刺網と仕掛け（ウナギ筒）も併用した。捕獲は上記の調査日すべてに試みられた。捕獲個体については標準体長と体重を計測し、雄性生殖突起の有無により性別を調べ、写真を撮影した。平成15年6月と17年7月の捕獲個体は、飼育増殖のため志摩マリンランドに搬送した。飼育個体は脂鰓の一部を様々な形で切除することにより、個体識別した（図3-2）。切除された脂鰓は遺伝子分析に用い、交配計画の策定に利用した（後述）。

平成16年に一時的に捕獲された個体は飼育には用いず、計測等と脂鰓の一部切除を行った後、捕獲場所に放流した。これは、飼育施設の制限と、野外での自然繁殖の可能性をモニタリングするためである。平成17年7月には、飼育のための追加捕獲を実施した。

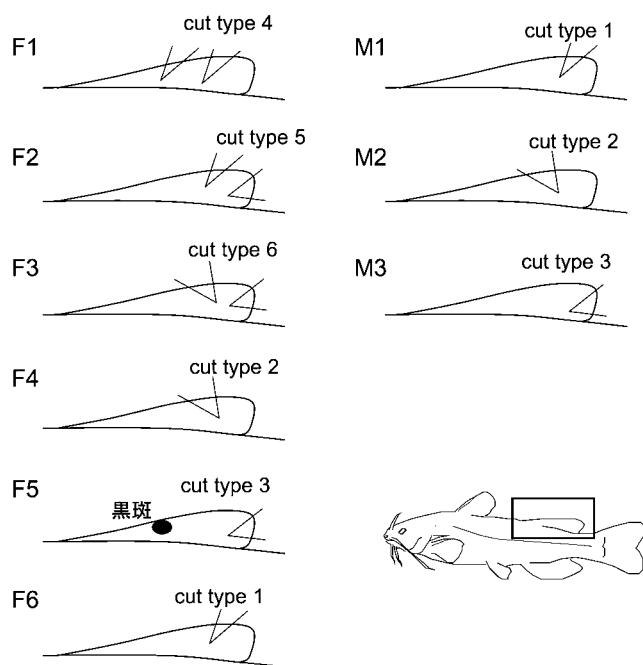


図3-2. ネコギギの個体識別のための脂鰓の切除パターン。
F 1-6, M 1-3 は雌雄の個体番号。

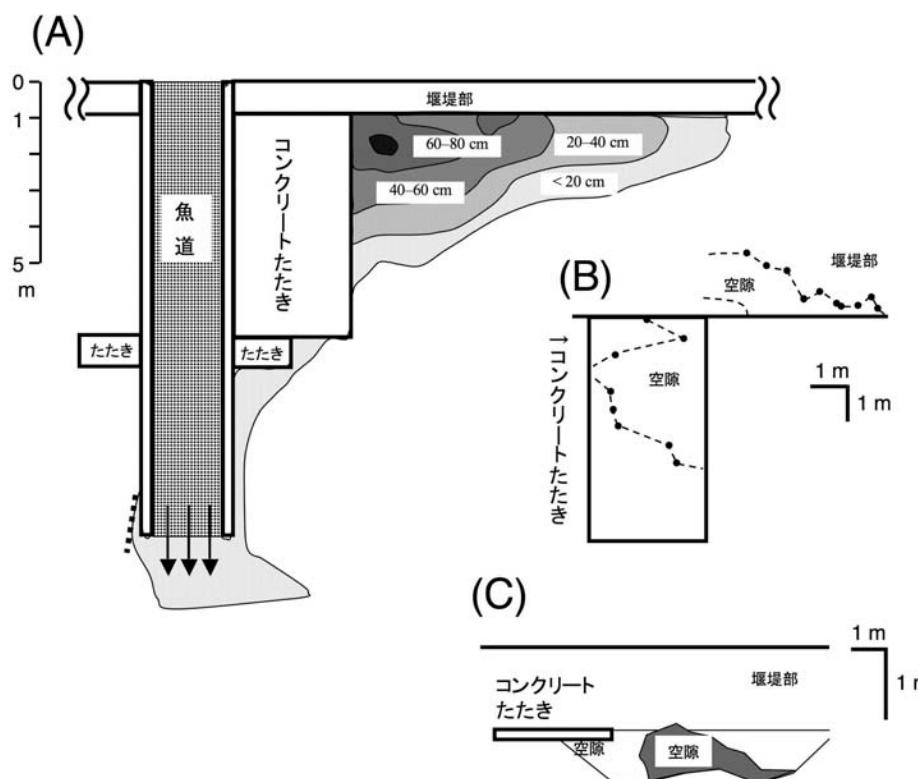


図3-3. A河川に残存したネコギギの生息場所の平面図と水深分布(A), 横穴の平面透視図(B)と下流から見た側面図(C). 平成16年9月.

野外での生残と繁殖のモニタリング 平成15年の重点的な生息調査の結果、生息が認められた地点において、平成16年7月と9月、平成17年6月（2回）と7月に残存個体の個体数や繁殖の有無等についてモニタリング（目視観察と一時捕獲）を行った。

脅威の排除 平成16年9月以降、ネコギギの生息場所付近に多数観察されたドンコの駆除を行った。ドンコは体長20cm近くに達し、ネコギギの捕食者および巣穴や餌をめぐる競争者と考えられるためである。

また、平成16年秋季のたび重なる台風により、ネコギギの生息確認場所に土砂が堆積し、生息場所が以前より狭くなった。そこで、平成17年7月の調査時に土砂の除去を行った。作業は重機を用いず、スコップやじょれん、一輪車等により、総勢11人の人力で行った。

表3-2 A河川で確認された魚類とその他の水生生物

科	種
サケ	アマゴ
アユ	アユ
コイ	フナ類 オイカワ カワムツ アブラハヤ タカハヤ カマツカ
ドジョウ	ドジョウ シマドジョウ ギギ アカザ カジカ ドンコ ハゼ
	ネコギギ アカザ カジカ（大卵型） ドンコ クロヨシノボリ カワヨシノボリ
魚類以外	イシガメ、アメリカザリガニ、モクズガニ等

結 果

分布生息調査 平成15年6月と平成16年7月に行われた網羅的な夜間潜水調査の結果（図3-1），ネコ

表3-3 A河川でH15~17（2003~2005年）に捕獲されたネコギギ

個体名	性	標準体長 (mm)	体重(g)	年齢	(生年)	捕獲日	状態・措置
M1	オス	81	10.2	2年	(2001)	H15.6.2-4	飼育中
M2	オス	78	10.1	2年	(2001)	H15.6.2-4	飼育中
M3	オス	77	9.1	2年	(2001)	H15.6.2-4	飼育中
0407-1	オス	93	15.5	3年	(2001)	H16.7.3-5	捕獲場所に放流
0409-1	オス	110	26.0	4年以上	(2000以前)	H16.9.15	捕獲場所に放流
F1	メス	91	17.9	4年以上	(1999以前)	H15.6.2-4	飼育中
F2	メス	66	11.9	4年以上	(1999以前)	H15.6.2-4	飼育中
F3	メス	82	13	3年以上	(2000以前)	H15.6.2-4	飼育中
F4	メス	81	14.1	3年以上	(2000以前)	H15.6.2-4	死亡
F5	メス	78	9.8	3年以上	(2000以前)	H15.6.2-4	飼育中
F6	メス	60	4.5	2年	(2001)	H15.6.2-4	飼育中
0407-2	メス	83	14.8	3年	(2001)	H16.7.3-5	捕獲場所に放流
0407-3	メス	76	10.0	3年	(2001)	H16.7.3-5	捕獲場所に放流
(=F7)		83	10.2	3年	(2001)	H16.9.15	捕獲場所に放流
		-	-	4年	(2001)	H17.7.13	飼育中
0407-4	メス	78	10.0	3年	(2001)	H16.7.3-5	捕獲場所に放流
0407-5	メス	93	15.4	4年以上	(2000以前)	H16.7.3-5	捕獲場所に放流
0407-6	メス	83	14.8	3年	(2001)	H16.7.3-5	捕獲場所に放流
0407-7	メス	76	8.4	3年	(2001)	H16.7.3-5	捕獲場所に放流

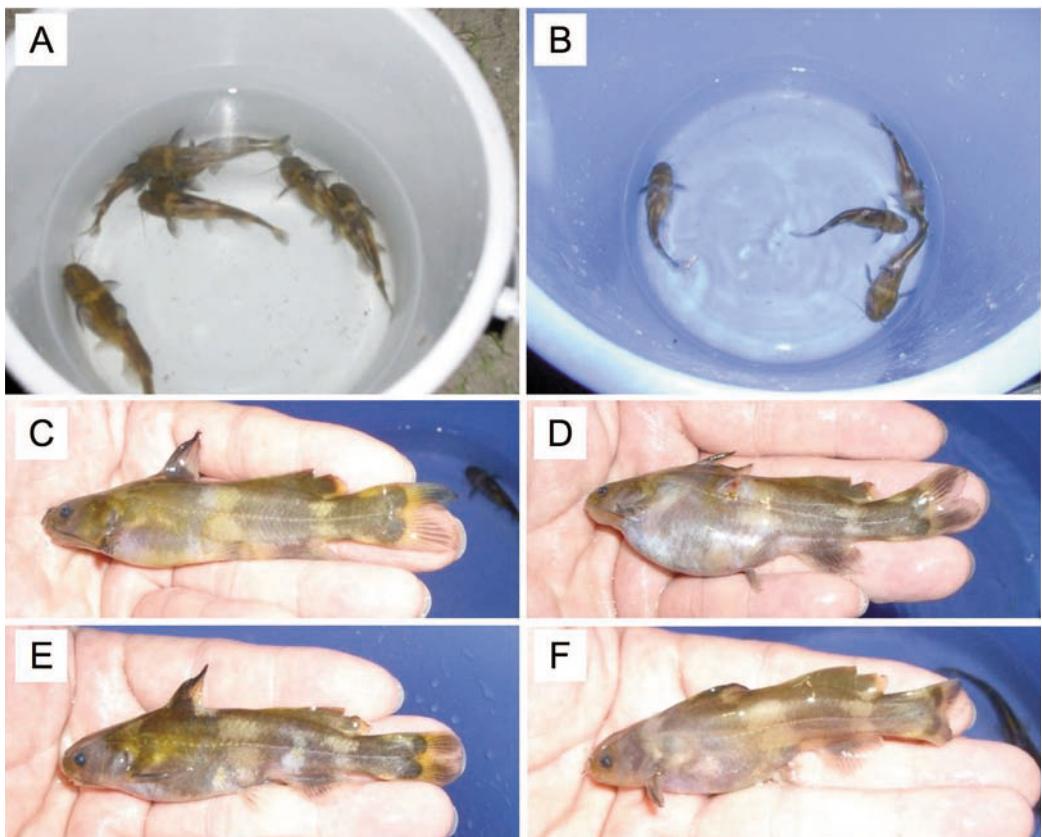


図3-4. 捕獲されたA河川のネコギギ(一部). (A)平成15年6月捕獲個体, (B)平成16年7月捕獲個体, (C)個体0407-1, 雄, 標準体長93mm, 平成16年7月, (D)個体0407-2, 雌, 83mm, 平成16年7月, (E)個体0407-4, 雌, 78mm, 平成16年7月, (F)個体0407-3 (= F 7), 雌, 76mm, 平成16年7月.

ギギは1地点でのみ、1度に数個体程度が確認された。生息箇所は、堰堤下部の浸透水のある横穴とその前面に水が溜まった、狭い人工的な場所であった(図3-3)。なお、分布生息調査時に確認された魚種は表3-2のとおりである。

飼育増殖のための捕獲 平成15年6月の調査において、1箇所で約10個体が目視確認され、このうち9個体が捕獲された(表3-3; 図3-4)。捕獲個体は雄が3個体、雌が6個体であり、雄はすべてが生後2年目の個体(2才魚)、雌は生後2年目から4年目以上(2~4才以上)の個体であった。このうち雌1個体については、飼育開始直後に死亡した。死因は、刺網による捕獲時の負傷が、運搬・飼育の環境変化の結果、悪化したためと考えられ、以後刺網は使用しないようにした。なお、ウナギ筒ではネコギギは捕獲されなかった。

平成16年7月の調査では2日間で計9個体、重複を除くと7個体が、平成16年9月の調査では2日間でのべ3個体、重複を除くと2個体が一時捕



図3-5. ネコギギの隠れ家付近にすんでいたドンコ。

獲された（目視は少なくとも5個体）。この2個体のうち1個体は同年7月の調査でも捕獲された雌個体であり、8個体が平成16年度に一時捕獲されることになる。これらの個体は、体長等の測定とDNA試料を採取したあと、捕獲場所に放流した。

平成17年6月（2回）の調査では、ネコギギは、1回目には2個体、2回目に3個体が確認されたが、捕獲できなかった。平成17年7月の調査で、2個体のネコギギが確認され、うち1個体が捕獲された。この個体は、体サイズや体の傷などの特徴から、平成16年7月と9月にそれぞれ捕獲された雌個体と同一個体であることがわかった。この1個体は新たに飼育に供された（計9個体）。

野外での生残と繁殖のモニタリング ネコギギを、極力重複がないよう目視により数えた結果、平成15年6月には約10個体（うち9個体を捕獲・飼育）、同8月には4～5個体、平成16年7月には雌雄を含む約8個体、同9月には約5個体、平成17年6月には2ないし3個体、同7月には2個体（うち1個体を捕獲・飼育）の生息が確認された。調査期間中、1才魚と0才魚はまったく確認されなかつた。つまり、平成15年度当初に少なくとも雌雄を含む10数個体ほどが残存していたが、平成13年を最後に、以後4年連続、繁

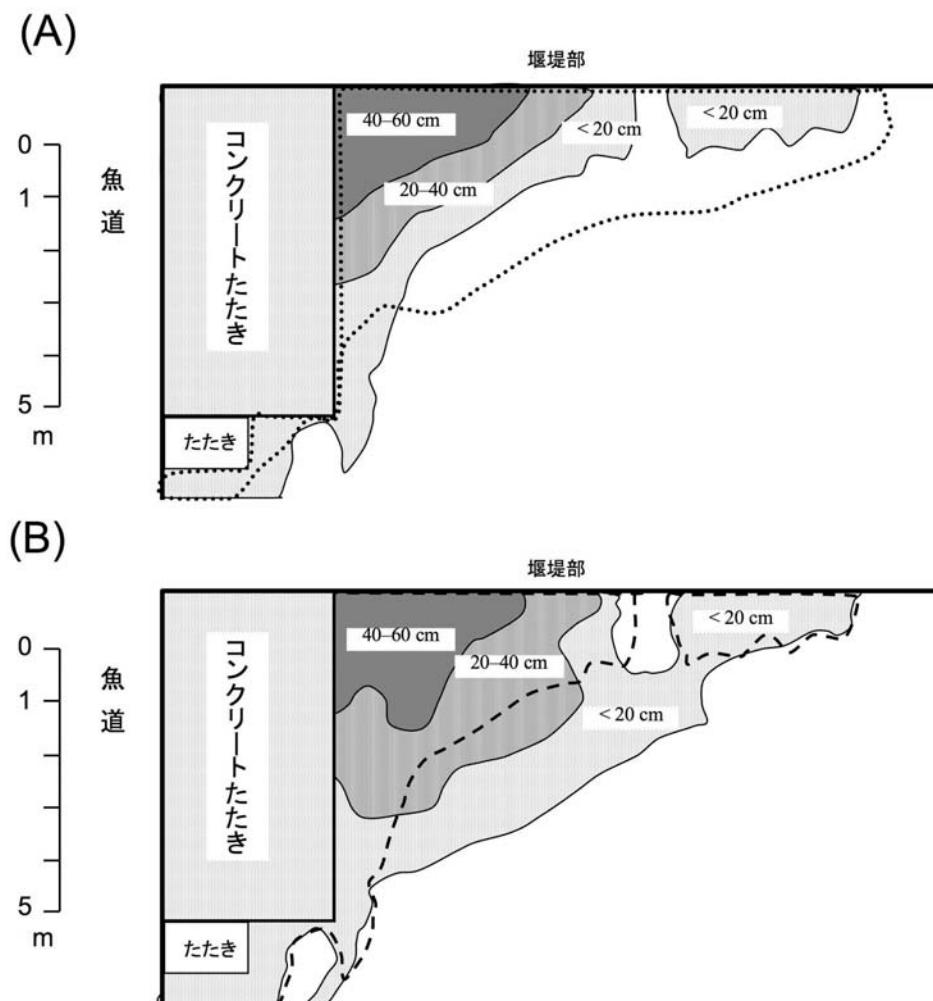


図3-6. ネコギギ生息淵の復旧作業前後の測量図（平面図と水深分布）。平成17年7月。
 (A)作業前（点線は平成16年9月、土砂の堆積前の水際線：図3-3），
 (B)作業後（波線は作業前の水際線）。コンクリートたたきが、土砂の堆積の影響
 で水没していた（水深10cm前後）。

殖・新規加入に成功していないことが明らかになった。平成17年時点では、飼育のために捕獲された計10個体を除き、1個体が確認されるのみとなつた。

脅威の排除 平成16年7月と9月にドンコをそれぞれ7個体ずつ、合計14個体（体長6～15cm）捕獲し、下流に放流した（図3-5）。また、ドンコの雄によって保護されていた産卵床を各1つずつ破壊した。

平成17年7月に、淵を埋めていた土砂を約3時間にわたり人力で除去した。堆積前のように戻すには至らなかったが、ある程度の生息地の復元を行うことができた（図3-6、図3-7）。もともと最深部で80cm以上あった水深（図3-3）が60cm未満と浅くなり、餌環境を含む生息場所の環境は、特に平成16年秋以降、悪化していると考えられる。



図3-7. ネコギギ生息淵の復旧作業。総勢11人の人力による土砂の撤去作業を行い、生息地の復元を行った。

4. ネコギギの飼育増殖

再導入を考慮した飼育増殖の方法の基本的な考えは以下のとおりである：

- ・絶滅を回避するために、個体数を速やかに増加させること
- ・遺伝的多様性をできるだけ維持すること（飼育下での近交弱勢等の遺伝的問題をできるだけ回避すること）
- ・飼育環境への適応をできるだけ小さくすること（再導入後に野外で生き残れるような個体を維持すること）。

A河川から保護された個体を用いて、以下のような方法で飼育増殖を試みた。

方 法

交配計画の策定 交配計画は、“血縁度の最小化” (Frankham *et al.* 2002) を方針とした。つまり、血縁関係の近い個体がペアにされないこと、言い替えれば、できるだけ血縁関係の遠い個体どうしをつながわせることをめざした。これは、近親交配による繁殖成功や子の生残率の低下、あるいは遺伝的多様性の減少をできるだけ避けるためである。

個体間の血縁関係を推定するために、高感度の遺伝標識であるマイクロサテライト DNA 多型を用いた。Watanabe *et al.* (2000) が報告しているネコギギ用に開発されたマイクロサテライト・プライマーから10 遺伝子座を用い、蛍光プライマーを用いた PCR と電気泳動により、各個体の遺伝子型を明らかにした。

各個体の遺伝子型から個体間の遺伝距離（ここでは Nei の遺伝距離）を求め、きわめて遺伝的に近い雌雄のペアを交配計画から除くようにした。その上で、各雄とつながわせる雌の数をできるだけ一定にして、交配計画を策定した。

交配計画に基づく飼育増殖と増殖個体の維持管理 飼育増殖の方法としては、これまでネコギギでいくつかの成功例がある動物用性腺刺激ホルモン（ゴナトロピン3000；帝国臓器製薬株式会社）を用いた水槽内自然産卵を試みた（これまで、Watanabe 1994および志摩マリンランド、琵琶湖博物館、碧南海浜水族館で成功している）。水槽繁殖は採集直後の平成15年から17年までの3年間、志摩マリンランドで試みられた（図4-1）。

飼育において、砂利・サンゴ砂を敷いた水槽内に、隠れ家となるように石や塩化ビニールパイプ等を与えた。雄を別々の水槽に入れ、ホルモン剤を筋肉中に魚体 1 gあたり10単位注射することにより、隠れ家内で産卵床を掘るなどの繁殖活性が高まったことを確認した。そして、同じくホルモン剤を注射し、1日～1日半経った成熟雌をその水槽に投入し、自然繁殖を試みた。飼育時は基本的に温度調整を行わなかったが、繁殖実験時に高温（28°C前後）になることがあったため、平成16年は25°C以下に、17年度は、自然条件に合わせ22°C以下に冷水器を用いて調整した。

交配計画のもとで生み出された子については、次の2点に留意して維持管理を行うこととした(Frankham *et al.* 2002参照)：

- ・ファミリーサイズを均等化する。つまり、各ペアの子の数をできるだけ均等にして、次世代の集団を

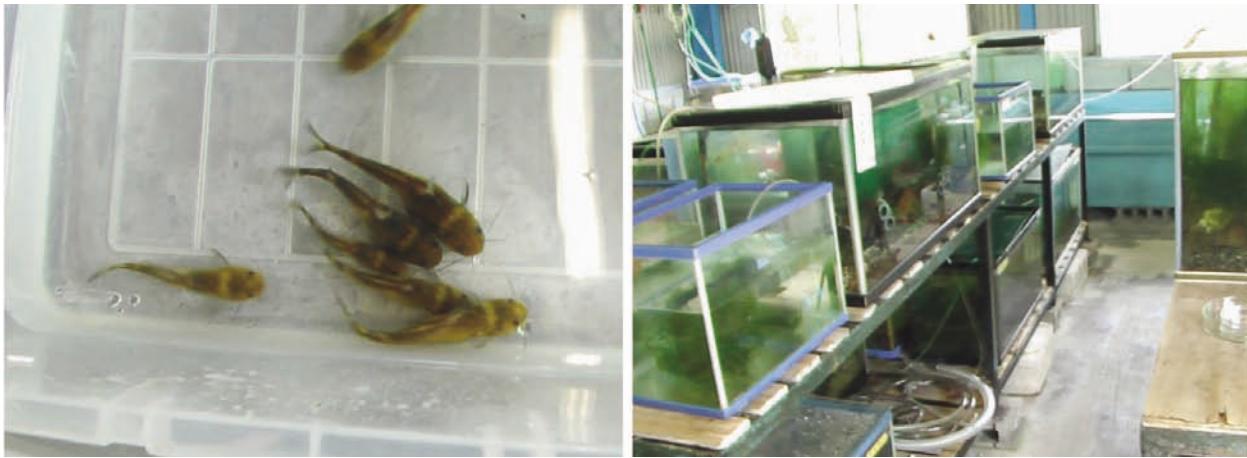


図4-1. 平成16年6月に志摩マリンランドに搬入されたネコギギと飼育場所風景。

つくる。これにより、次世代に遺伝的に貢献する個体数が最大化される。

- ・飼育環境への適応をできるだけ抑制する。適正な生息環境と密度の維持、夜間の給餌、人間とのふれあいの抑制等を通して、できるだけ人工的な環境に慣れないように工夫する。

なお、第1点は、放流時あるいはさらに次世代を増殖させる場合に重要な点であり、まずは各ペアについてできるだけ多くの個体を確保することが優先される。

近交弱勢の軽減のための個体群間交配の可能性と交配候補 A河川の残存個体数がわずかになっていた場合、近親交配の進行により、繁殖能力の顕著な低下などの近交弱勢がみられる可能性がある。一般に、集団サイズが20～30個体以下ではそのような効果が現れるといわれている (Frankham *et al.* 2002参照)。実際に繁殖能力の低下傾向が認められた場合、近い将来の絶滅の危険性がきわめて高い。そのような場合には、近親交配の解消のために、血縁関係のない個体と交配させることがほぼ唯一の救済策である。

交配対象としては、できるだけ近い歴史を共有する個体群の個体を選ぶことが妥当であるが、A河川の含まれる員弁川水系にはそのようなネコギギはすでに存在しない。したがって、次善の策として、近隣水系の遺伝的に比較的近い個体群が交配候補となりうる。この候補個体群選びと交配の妥当性を検討するための基礎資料を得るために、地理的・歴史的に員弁川水系と最も近いと考えられる揖斐川水系の個体群、および比較として他の複数水系の個体群に関して、遺伝的類縁関係と多様性に関する調査を行った。このような調査でしばしば用いられる mtDNA では水系間の変異が認められないことが分かっている (Watanabe and Nishida 2003)，より高感度の遺伝標識であるマイクロサテライト DNA (10遺伝子座) を用いた分析を行った (手法については Watanabe

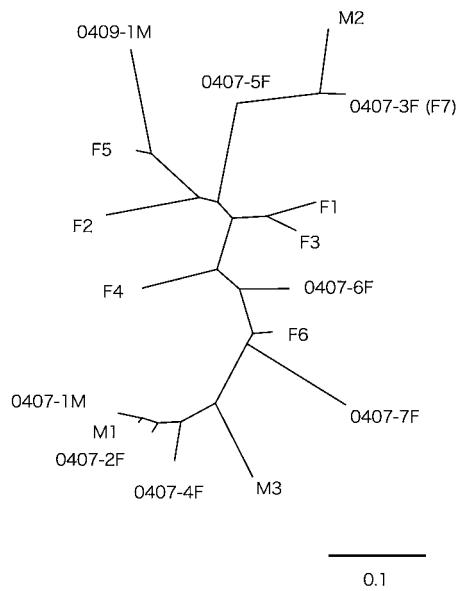


図4-2. A河川産ネコギギ個体間の遺伝的類縁関係。遺伝データはマイクロサテライト10座。簡便のため、個体間の遺伝的距離としてNeiの遺伝距離を用い、近隣結合法で樹状図を作成した。個体名は表3-3に対応。近い場所に位置する個体ほど、遺伝的に類似している。

et al. 2000を参照).

結 果

交配計画の決定 マイクロサテライト分析による個体間の遺伝的類似性を調べた結果、飼育個体のうち、特に (F₁・F₃・F₄), (F₂・F₅), (M₁・M₃・F₆), (M₂・F₇) の各個体間の血縁関係が高いと推定された(図4-2)。これらの情報と、個体の成熟状況やスペース的な制約などを加味し、各年、表4-1のような交配計画で繁殖を試みた。

飼育増殖の経過と結果 多数回にわたるホルモン剤注射と交配実験の結果(表4-1)，平成15年に4ペアで、16年に2ペアで、また17年に1ペアで産卵が認められた。しかし、いずれも受精卵は得られず、孵化に至らなかった。

特に平成17年度は冷水器を用いるなどして、野外におけるネコギギの繁殖に適した水温(22°C以下)となるよう気を配り、外観や体重・肥満度測定により、雌の成熟度合いに注意を払ったが、受精卵は得られなかった。

潜在的な交配候補個体群の探索と遺伝的多様性 員弁川水系A河川およびそれに近い揖斐川水系支流の

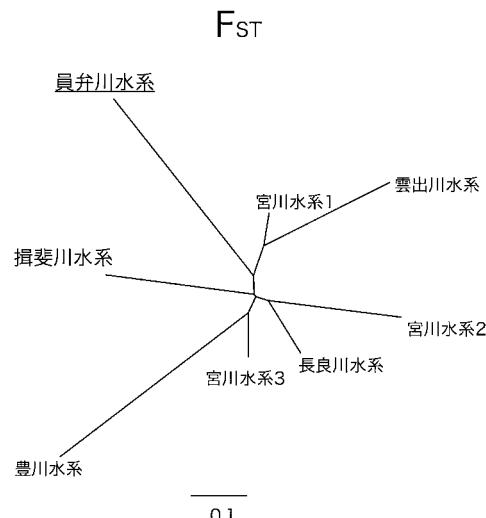


図4-3. A河川(員弁川水系)、揖斐川水系および他の4水系からの計8個体群との間の遺伝的類縁関係。遺伝距離として、10座のマイクロサテライトデータに基づく固定指數 F_{ST} を用い、近隣結合法で樹状図を描いた。

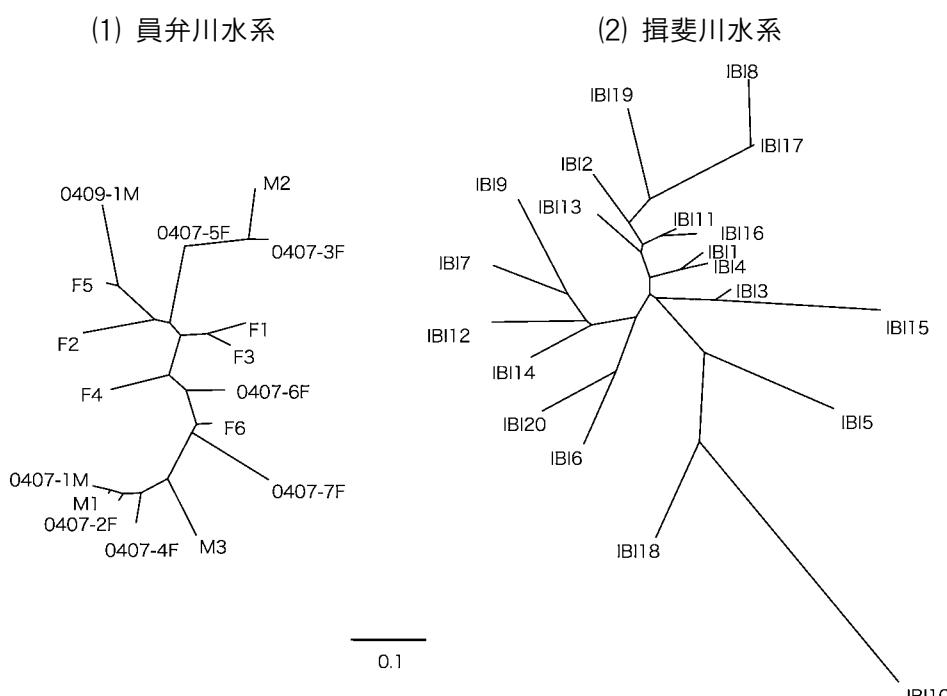


図4-4. A河川(員弁川水系)と揖斐川水系それぞれの個体群内における個体間の遺伝的類縁関係。遺伝距離として、10座のマイクロサテライトデータに基づくNeiの距離を用い、近隣結合法で樹状図を描いた。図のスケールは両個体群で同じであり、A河川の方が個体間相互の遺伝的類似性が高いことが分かる。

表4-1 ネコギギの交配計画と実施結果。個体名は表3-3参照。

個体間の遺伝的類似性（血縁関係）（図4-2参照）

(F1・F3・F4), (F2・F5), (M1・M3・F6), (M2・F7) の各組が遺伝的に類似

平成15年

飼育開始：雄3個体（M1-3），雌5個体（F1-3, F5-6）

計画：雄3個体中2個体（M1, M2）と，雌の最小個体（F6）を除く個体を用いる

実施：M1×F1, M1×F5, M2×F2, M2×F3（計4ペア）

7月1日	M1とM2にホルモン剤を注射 →翌日産卵床を形成（体側で底を堀り広げる）
7月2日	F1とF2にホルモン剤を注射
7月3日	M1×F1 → 産卵 → 孵化に至らず（非受精） M2×F2 → 産卵 → 孵化に至らず（非受精）
7月30日	M1, M2, F3, F5にホルモン剤を注射
7月31日	M1×F3 → 産卵 → 孵化に至らず M2×F5 → 産卵 → 孵化に至らず
8月	M1×F1（再） → 産卵 → 孵化に至らず

平成16年

計画：3個体の雄を用い，雌の最小個体F6も加える

実施：M1×F1, M1×F5, M2×F3, M2×F6, M3×F2（計5ペア）

6月10日	M1×F1 → 自然産卵に至らず M2×F3 → 自然産卵に至らず
6月11日	M3×F2 → 自然産卵に至らず
6月16日	M1, F1, M2, F3にホルモン剤を注射 → M1×F1, M2×F3 → 雄が激しい求愛行動を示すが，産卵に至らず
6月30日	M1, M3, F1, F2, F3, F5にホルモン剤を注射
7月1日	M1×F5 → 産卵 → 孵化に至らず（非受精） M3×F2 → 産卵 → 孵化に至らず（非受精）
7月14日	M1, F1, M2, F3, F6にホルモン剤を注射
7月	M1×F1, M2×F3 → 産卵に至らず

平成17年

計画：繁殖期に状態のよい個体について，温度管理の下で重点的に交配

実施：M2×F3, M2×F6（計2ペア）

7月1日	M2, F3, F6にホルモン剤を注射 M2×(F3+F6) → 雄が激しい求愛行動を示すが，産卵に至らず
7月10日	M2, F3, F6にホルモン剤を注射 → 同上
8月17日	M2, F3にホルモン剤を注射
8月18日	M2×F3 → 産卵（少量） → 孵化に至らず（非受精）

ネコギギ個体群のマイクロサテライト10遺伝子座に基づく遺伝距離は，固定指数FSTで0.666であった（遺伝距離については，種生物学会，2001等を参照）。比較のために用いた宮川水系（本流と2支流），雲出川水系，長良川水系，豊川水系の個体群との距離FSTは0.252～0.833（平均±標準偏差 0.515±0.168）であり（Watanabe and Nishida未発表データ），揖斐川水系のネコギギ個体群は，A河川の個体群と遺伝的に特に近い関係にあるとはいえないことが分かった。それぞれの指標に基づく樹形図から，A河川の個体群と遺伝的に特別に近い関係にある個体群は認められなかった（図4-3）。

個体群の遺伝的多様性の指標である平均ヘテロ接合度（0～1の値を示し，大きい値ほど遺伝的多様性が高い）は，A河川の個体群で0.368，揖斐川水系のもので0.515，その他を含めると0.329（豊川水系）～

0.670（宮川水系支流）（個体群間の平均土標準偏差 0.517 ± 0.131 ）であった。A河川の個体群は相対的に遺伝的多様性を失っていることが明らかになった。

個体群内における個体間相互の遺伝的類似性を見るために、個体間の遺伝距離をもとに、A河川（全17個体）と揖斐川水系（任意に選択された20個体）の個体群について樹状図を描き、比較した（図4-4）。A河川の個体群は、平均的な遺伝的多様性をもつ揖斐川水系の個体群に比べて、個体間の血縁が相対的に近いことが示された。

5. ネコギギの生息環境特性と潜在的生息域

ネコギギは流れの緩やかな清流の平瀬から淵を生息場所とし、夜間に遊泳しながら索餌する一方、昼間には、緩流部に堆積した巨礫や岩などの隙間に潜むことが知られている。一般に、改変された生息環境の復元を図っていく際にはその物理特性に関する理解が不可欠であるが、ネコギギの昼間の「隠れ家」に関する研究事例は少なく、定量的な理解には至っていない。ネコギギの生息、あるいは再導入後の定着においては、「隠れ家」の維持・復元・創出が不可欠である。そこで、A河川におけるネコギギの生息環境改善の方策を考えていく基礎情報を提供するために、まず他水系の良好な生息地における昼間の棲み場所の物理特性について明らかにし、さらに、員弁川水系A河川における潜在的な生息場所の推定を試みた。

5.1 良好な生息地における生息環境

A河川における生息環境改善に資する情報を得ることを目的として、現在でも多くのネコギギの生息が確認される三重県内の河川から、空間規模・地形特性の類似した河川を抽出した。その結果、A河川と類似した河川として宮川水系の1支流（B河川）が抽出された（田代ほか 2005）。A・B両河川は共に3次水流（Strahler 1957）であるほか、比較的広い谷の間を緩やかな勾配で流れる川であるという点で類似し、B河川は、ネコギギの絶滅が危惧されるA河川において生息地が改変されていない場合の「あるべき姿」と想定された。そこで、B河川において、ネコギギが昼間に利用する生息場の物理特性を対象として野外調査を実施した。

材料と方法

宮川本流の合流点からB河川の流程16.0kmの範囲内に計6箇所の調査区を設定した（図5-1）。各調査区は、縦断方向に100mの湾曲部とそれに連なる100mの直線部からなる。予備調査として、調査区4で潜水による個体確認調査を2回行ったうえで、生息確認調査と物理環境調査を平成16年10月12～15日に実施した。生息確認は、各調査区において下流から上流に向かって「石はぐり」や「隙間探し」をしながら行った。ネコギギが確認された場合は、全長を目測するとともに確認点にマーキングをした。そしてすみやかにその場を復元し、確認点を中心にして2m×2mの方形枠（コドラー）を設置した。

物理環境調査として、コドラー内に50cm間隔で設置した測点（計25点）において、水深、流速、河床材料のサイズ（長径と短径）および状態（間隙と形状）の記録

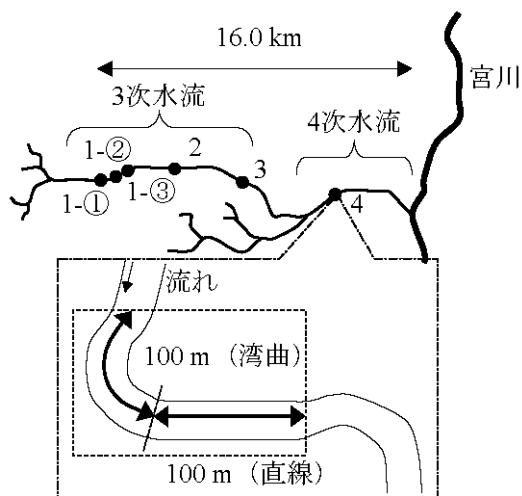


図5-1. B河川における調査地の位置（上）
および対象区の設定（下）。

を行った。間隙については、4：浮石、3：載り石、2：はまり石、1：砂・小礫・岩盤に区分した上で、その大きさを $4 > 3 > 2 > 1$ と重み付けて表した（竹門 1995）。形状については、対象材料中に規則的に設定した6測点において表面の滑らかさを目視および触感によって判断し、その割合から玉石（ $\geq 3 / 6$ 測点）、角石（ $\leq 2 / 6$ 測点）を判定した。

結 果

調査の結果、4調査区、31確認地点において計60個体のネコギギが確認された。水系次数（Strahler 1957）による確認地点数や確認個体数に特徴的な相違は認められなかった。調査地区1 ②および3では生息がまったく確認されず、ネコギギは局所的に分布していることが示唆された。

個体サイズ（全長）から年級群（年齢）および性別を推定すると、i ($\geq 96\text{mm}$ ：雄3、4才以上魚)、ii ($64\text{--}93\text{mm}$ ：雌雄2才魚と雌3、4才魚)、iii ($\leq 63\text{mm}$ ：雌雄1才魚) に区分された。iとiiを成魚、iiiを未成魚と見なした。

各地点における確認個体の組み合わせ（成魚と未成魚の出現パターン）から、本調査におけるネコギギの生息場所は、表5-1の6タイプに区分された。計3回の調査から、タイプ1（複数成魚+複数未成魚）の確認地点は3回ともタイプ1であり、一方、タイプ6（未成魚1個体）については、調査時期によって確認場所が異なった。そのため、成魚の確認地点（成魚系）あるいは複数個体の確認地点（複数系）は、恒常的な生息場所の可能性が高く、優先的に保全すべき生息場所であることが示唆された。

確認地点の分布を図5-2に示す。全調査区を通じた確認地点数は直線部が16箇所、湾曲部が15箇所であり、両者の間に生息状況の違いはみられなかった。また、確認地点の多くは水際部に存在し、水深が大きく緩やかな流れの淵に位置していた。全地点のデータを模式的な湾曲 直線河道形状図に重ねたところ、成魚系および複数系が利用する生息場所は、湾曲部から直線部の外岸側で多く確認された。

2 m × 2 m のコドラー内での物理環境に関する分析から、①成魚系および複数系のコドラーは、他のものに比べて石の被度、中でも角石の被度が大きく（成魚系：48%，複数系：54%，中央値），特に、②成魚系は地形安定度がより高い環境（成魚系：44%）を呈することが分かった（ここで地形安定度とは、現地の河道特性量を用いた簡易な水理計算から、洪水時にも流下しないと推定された50cm径の河床材料の割合を指す）。さらに、生息確認地点は、③すべての確認地点の空隙度が最高順位の4（浮き石）、④成魚系および複数系の角石割合は100%であったほか、⑤成魚系および複数系はより大きい石を好むこと（成魚系：石径58cm、複数系：石径56cm）が明らかとなった（詳細は、佐川ほか 2005を参照）。

つまり、ネコギギが好んで潜む石（岩）は、周囲に隙間を有する角張った（凸凹した）石であり、成長に伴ってより大きな材料を好むようになるものと推定される。以上の結果に加え、角石の方が玉石よりも間隙率が大きく、石下に届く照度が小さいことが実験によって確認されていること（佐川ほか 未発表）を勘案すれば、ネコギギは昼間、適度に広い間隙が確保されている薄暗い間隙に潜るものと考えられる。

表5-1 B河川における調査結果から推定されたネコギギ生息状況を表す6つの類型パターン。

成魚	未成魚		
	複数個体	1個体	0個体
複数個体	タイプ1（◆）	-	タイプ3（▲）
1個体	タイプ2（■）	-	タイプ4（△）
0個体	タイプ5（●）	タイプ6（○）	-

カッコ内のシンボルは図5-2に対応。-は実際に見られなかったパターン。

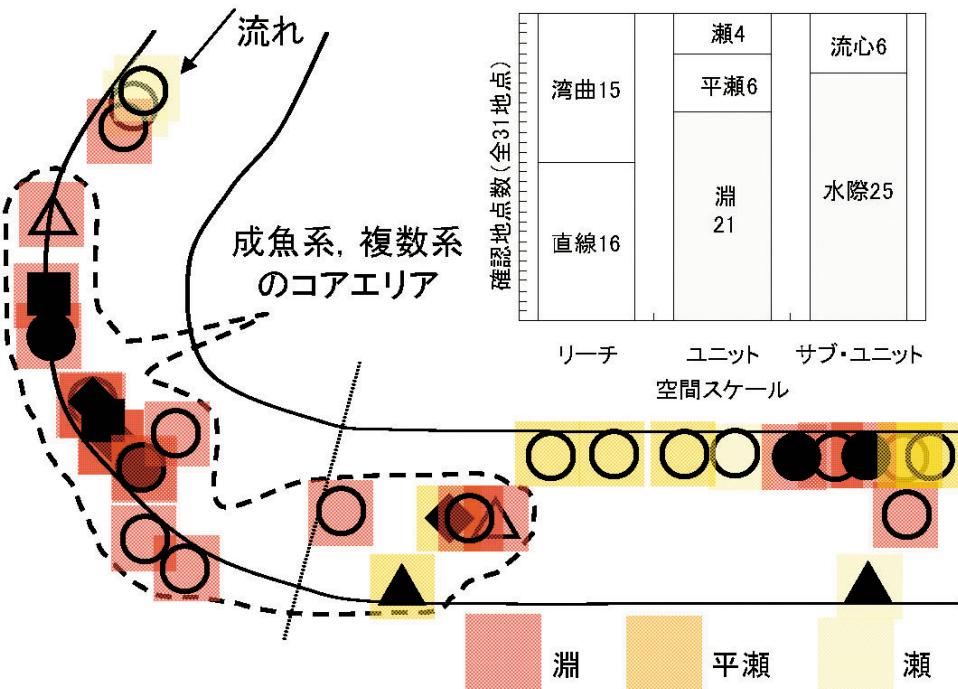


図5-2. B河川におけるネコギギの分布特性. 各環境特性ごとの確認地点数の割合(右上)とすべての調査区間のデータを重ねた平面分布パターン.

5.2 A河川における潜在的生息場所把握の試みと生息環境改善

前節の良好な生息地における調査から、改善目標となる生息環境像はある程度見えてきたと言えるだろう。新たに生息環境の改善を図っていくには、この目標をどこにどうやって当てはめていったらよいかという問題に答えなくてはならない。例えば、新たな生息環境を人為的に創出しようとする際には、過去・現在の生息分布を基礎情報として、生息場所適性の潜在分布を科学的に予測しながら創出すべき場所を慎重に見極め、ネコギギの隠れ家をどのように形成するのか考えなければならない。このようなことを目標に据えながら、河道内における昼間の生息場所の分析に基づいて、ここではA河川における潜在生息域の推定を行った。

材料と方法

A河川において、かつてネコギギの豊富な生息が確認された区間（渡辺 1990；三重県教育委員会・東海淡水生物研究会 1993）を2リーチ（A-1, A-2）選定した（リーチとは、瀬や淵の単位を一括り含む区間）。これらはいずれも直線河道区間であるため、B河川において豊富な生息が確認された直線河道区間を含む1地区（1-①）を対照区として選定し、リーチB-1を設定した。既往調査（渡辺 1990；三重県教育委員会・東海淡水生物研究会 1993）を参考に、縦断方向に約80mの直線河道区間を調査リーチとする物理環境調査を行った。なお、A-1, A-2は別の支川との合流点からそれぞれ0.3km, 0.6km上流に、B-1は宮川合流点から約16km上流に位置する。3地区とも同程度の流量（ $1.0\text{m}^3/\text{s}$ 程度）、低水路幅（10~20m）を有し、堰堤の上流に位置するA-2を除けば、水面・河床勾配もほぼ同様（A-1 : 1/100~1/130, B-1 : 1/125）であった。

調査は平成16年12月13～16日に行った。調査リーチにおいて、縦断方向5 m間隔に設定した測線上で横断測量を実施し、河床形状を把握するとともに、水域内では横断測線上1 m間隔に水深、流速、河床材料、河床の空隙状況の分布を調べた（前節参照）。調査結果を踏まえ、ネコギギが昼間にどのような生息場所を利用するのか考察するため、主成分分析とクラスター解析を組み合わせて行い（井上・中野 1994参考）、ネコギギの物理的生息場所の解析と類型化を試みた。

結 果

A河川とB河川における物理環境の調査点（計647点分の情報）を主成分分析することにより、A河川の

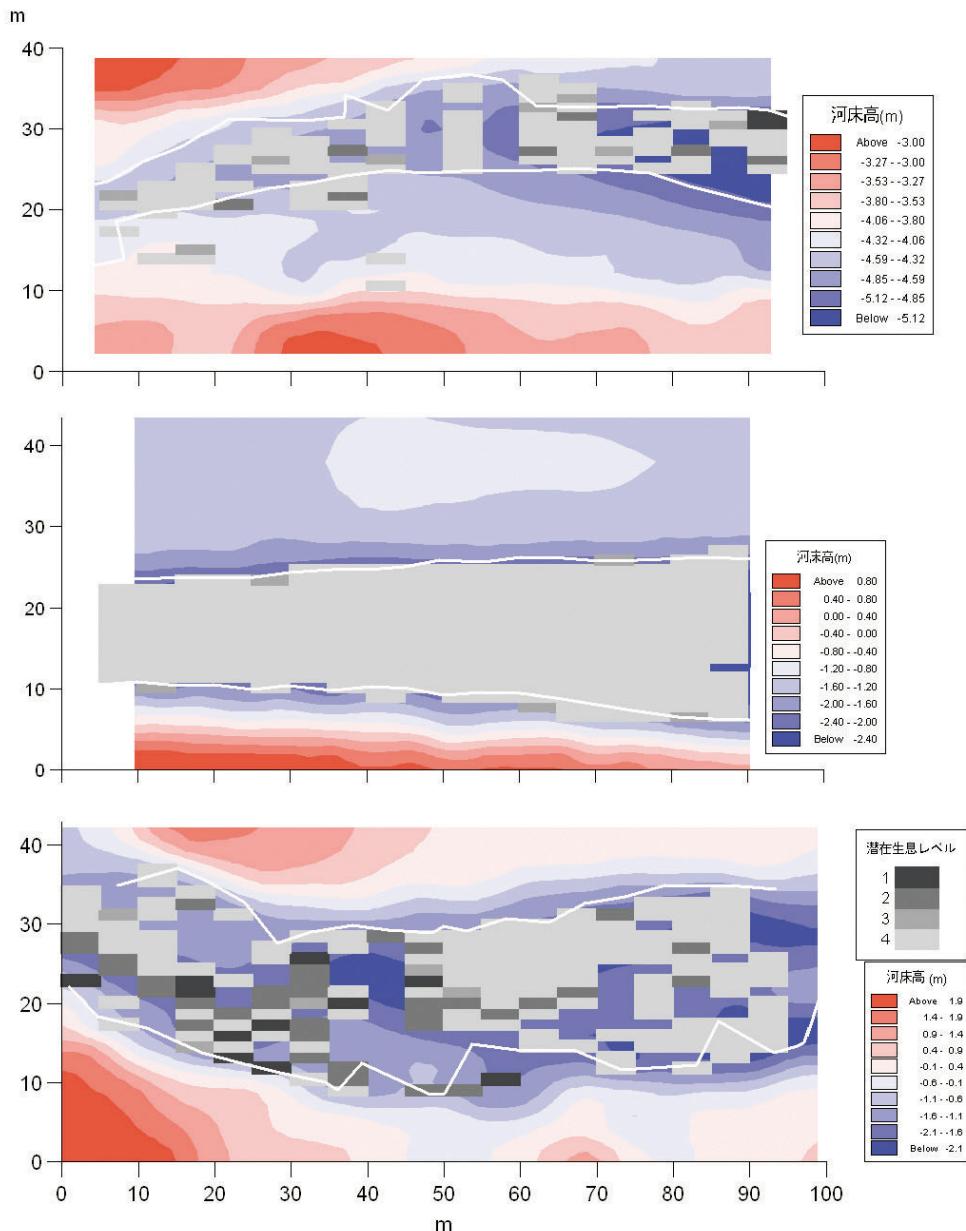


図5－3. 各調査区における河床等高線とネコギギの潜在的生息域（レベル1～4）の空間分布。

上、A河川A-1；中、A河川A-2；下、B河川B-1。左が上流、白い曲線は本川の水際線。

調査区はB河川に比べ、単調な物理環境を呈しており、特に堰堤上流の背水区間に相当するA-2は最も単調であることが分かった（田代ほか 2005）。反対に、最も多様な物理環境を備えるB-1では、大きな材料から構成される「浮き」状態の河床でありながら、流速が小さく水深が大きい地点が多く含まれていた。さらに、B-1におけるネコギギ生息地点の物理特性に着目すると、①大きい水深、②浮き状態の河床、③遅い流速が重要で、④大型の河床材料が成魚および複数個体の生息に寄与する一方、⑤やや小型の河床材料も未成魚には利用されていた。この結果は、前節の内容を包含するものであり、リーチ内の物理環境分布を踏まえたことによって昼間のネコギギの生息場所が浮き彫りになったものと思われる（詳細は、田代ほか 2005を参照）。

各調査点の物理環境特性に関する主成分分析を行い、主成分1～3の得点についてクラスター分析を行ったところ、調査点は13個のグループに細分された（田代ほか 2005）。これらを各点でのネコギギの出現割合（昼間）と対応させることによって、各調査点は次の4つの「潜在的生息域レベル」に統合することができた。すなわち、レベル1は成魚・未成魚混在で生息可能、2は成魚単体が生息可能、3は未成魚単体が生息可能であり、4は生息に不適（生息未確認）である。

図5-3は、各調査リーチにおける潜在生息域の分布を示す。生息適地と考えられるレベル1と2は、B-1リーチに多く出現する傾向がみられ、こうした箇所では「岩」や「巨石」によって構成される複雑な構造が存在した。レベル1～3の調査点は、B-1では37%であったのに対し、A-1では13%、A-2では5%に過ぎなかった。A河川の調査リーチにおいては、水際の老朽化した護床工などの隙間にわずかながらも生息する可能性が見出された。

4つのレベルに類型化された潜在生息場所について、立ち戻って各物理環境要素を比べたところ、昼間の隠れ家の物理特性を定量化することができた（**図5-4**）。最も生息に適した場所と考えられるレベル1

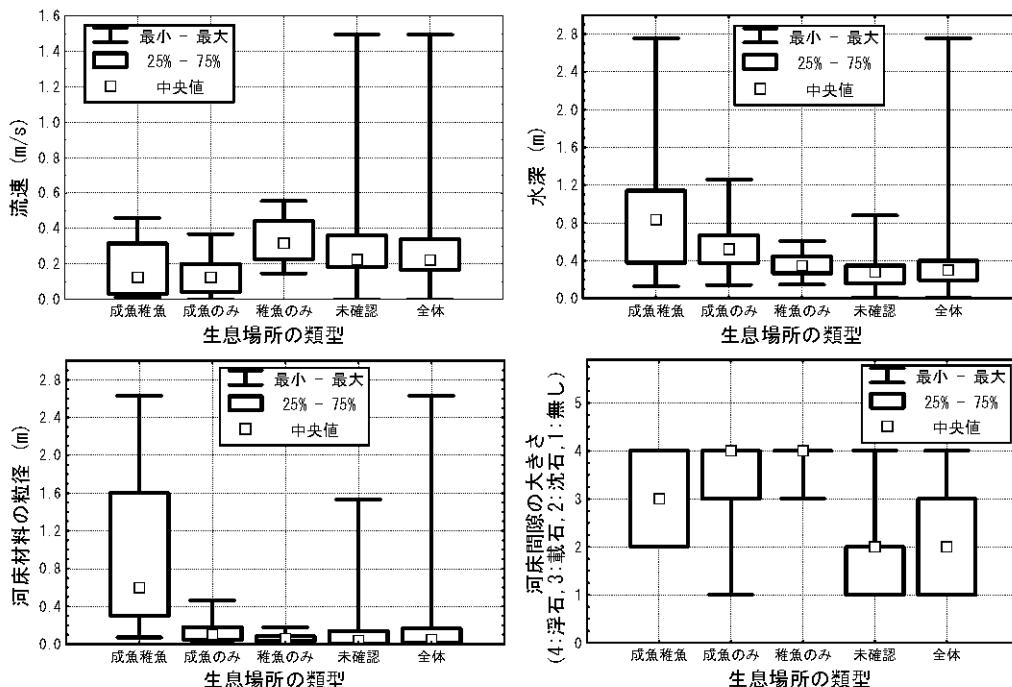


図5-4. ネコギギの潜在的生息域レベルごとの各物理環境要素（流速、水深、河床材料の粒径、河床間隙）。

(成魚稚魚) は、流速が遅く (30cm/ s 以下 ; 25~75%点, 以下同様), 水深が適度に深く (40~120cm), 河床材料が大きく (40~160cm), 浮き石状態で間隙があることが明らかであり, これらは経験的に認識されてきたことと一致する.

6. 員弁川水系・北勢地域のネコギギ自然個体群復元への展望

保護増殖と再導入計画

野外および飼育個体群の現状 今回計画し、実施された員弁川水系のネコギギの個体群調査および保護増殖、再導入計画により、本個体群が予想以上に危機的・末期的な状況であることが明らかにされた。野外個体群はきわめて狭い範囲にのみ残存し、平成14年以降の4年間、繁殖・新規加入に成功していないことが明らかになった。平成17年7月の時点で少なくとも1個体の野生個体が残存していた。平成15年と17年の捕獲の結果、計9個体（雌6個体、雄3個体）からなる飼育個体群が確立された。しかし、3年間にわたる志摩マリンランドによる重点的な増殖努力にもかかわらず、産卵行動や産卵には至ったものの、受精卵・孵化仔魚を得るには至らなかった。

飼育増殖の問題点 他水系のネコギギの飼育増殖に十分な実績がある志摩マリンランドで、3年間にわたり繁殖が成功しなかった理由としては、主に次の2つの可能性が考えられる。

- (1) 水温変化パターンや水質、餌などの飼育環境がA河川の個体群には適していなかった。
- (2) A河川の個体群では近親交配がすでに進んでいて、生殖能力あるいは子（卵）の生残力がきわめて低くなっている。これについては、平成15年の時点で、狭い場所に10数個体のみが生き残るまで個体数が減少していたことや、個体群内の個体間の遺伝的類似性が相対的に高いこと（図4-4）からも、その可能性が示唆されている。

飼育個体は平成17年時点ですでに4才から6才以上に達しており、ネコギギの寿命が一般に数年であることを考えると（渡辺 1995），繁殖のための機会は何年も残されていない。したがって、これら2つの可能性を同時に考慮に入れて改善策を考える必要がある。

(1)の対策としては、餌量や水温の調節をより入念に行うことが考えられるが、飼育期間が長くなっているため、自然条件に近くすることがよい結果をもたらすかどうかが不明である。さまざまな条件を試すとともに、ネコギギの飼育増殖に十分な経験のある他の水族館等の機関で、別の環境・方法のもとでの繁殖実験を行うことも有効であると考えられる。

一方、(2)の近交弱勢が生じている場合、他水系の個体群との交配により、その影響を軽減する効果がある。ただし、その場合、異系交配弱勢（遺伝的に大きく異なるものどうしの交配により、生存力や繁殖力が劣る子孫が生じること）が起こらないように、できるだけ遺伝的・歴史的に近い個体群からの個体と交配させる必要がある。それらをA河川親魚と戻し交配していくことで、複数世代の後にはほぼ遺伝的にA河川産といえる個体群を再生することができる。

個体群間交配策の可能性 今回、高感度の遺伝標識であるマイクロサテライト多型を用いて遺伝解析を行ったところ、A河川（員弁川水系）の個体群は地理的に近傍に生息する揖斐川水系の個体群と特に遺伝的に近い関係があるわけではなく、他にも特別近い個体群は見いだされなかつた（図4-3）。ミトコンドリアDNAを用いた先行研究（Watanabe and Nishida 2003）では個体群間での差異が認められなかつた。つまり、少なくとも特異的に大きく遺伝的に異なる個体群がネコギギ種内に存在することはないと考えられる。これらの結果に基づけば、個体群交配を介したA河川のネコギギ個体群の絶滅回避策において、

どの個体群を用いてもよいといえる。一方、今回の遺伝解析から得られた情報は限られているため、交配候補としては、より近い気候・環境・歴史を共有してきたと推察される地理的に近傍な個体群をまず優先して考えていくのが妥当であると結論される。

いずれにしても最優先されるのは、A河川の個体群・遺伝的多様性を絶やしてしまうことのないように、A河川からの個体どうし、あるいは個体群間での交配・繁殖を通じて、早急に個体数増加を行うことである。

今後の目標と展開

短中期的目標 今後、飼育増殖に成功し、個体数の増加を達成した場合には、子の飼育管理において、上述のとおり、「ファミリーサイズの均等化」（遺伝的多様性を維持するため）と「飼育環境への適応の抑制」（野外での生存力を損なわないため）をできるだけ考慮に入れながら、さらに飼育個体群の増大を図る必要がある。その際には飼育設備の許容量の問題をクリアするために、他機関との協力関係を構築していくなければならない。

創始集団をよく代表する十分な個体数を含む飼育集団が確立されたあと、次は段階的に野外に再導入を実施し、野生個体群の確立をめざすことになる。その際には、生息可能な環境が存在するかどうかを定量的な環境収容量の評価のもとに明らかにしなければならない。今回、調査を行った結果、以前ネコギギが生息していた場所においても、ネコギギの潜在的生息域は、他水系における良好な生息場所と比較してきわめて乏しいことが明らかになった。一方、A河川では、近年ネコギギの生息に大きな問題をもたらしてきた災害復旧工事を除けば、大規模な河川改修は行われておらず、自然の浸食・堆積作用により、ネコギギの生活に適した環境もいくらかは復元してきた可能性がある。今後、A河川の数kmスケール、あるいは員弁川水系全体を視野に入れた生息環境・再導入場所の評価・選定を行っていく必要がある。その際、今回明らかになったネコギギの潜在的生息環境条件が有効な情報になると考えられる（ただし、潜在的生息環境条件自体は今後さらに妥当なものに改善していくことが望まれる）。また、災害復旧、堰堤等の改修、あるいは生息環境の改善自体を目的とした河川での工事の際には、その計画および事後のモニタリングにおいて、ネコギギの潜在的生息環境条件に基づく評価を行いつつ、生息場所の復元・創出を積極的に進めていくべきである。

ネコギギの生息・定着が期待される環境下において、今後、どこに何個体を、何回にわたって放流するか等を検討し、実施と事後検証を繰り返しながら効果的な再導入と定着を達成することが、本計画の短・中期的なゴールとなる。

長期的目標 かつて、三重県北勢地域では、少なくとも、揖斐川、員弁川、朝明川、鈴鹿川の各水系にネコギギが生息していた。しかし、1990年代以降、ネコギギは員弁川水系および鈴鹿川水系のそれぞれ1支流のみに、小さな個体群が確認されているに過ぎない。員弁川水系と同様、鈴鹿川水系においても、重点的な調査にもかかわらず、時折わずかな個体が確認されるだけになっている。今後、この地域においてネコギギの健全な個体群を再生させていくためには、まず、現存のネコギギ個体群の絶滅を回避し、個体数を増加させること、そして生息環境を復元していくことが必要となる。員弁川および鈴鹿川水系の2つの現存個体群とそれぞれの支流は、北勢地域における、ネコギギをはじめとする自然豊かな環境の復元に向けた中心（核）として位置づけることも可能だろう。

ネコギギ個体群の再生は、本種のみならず、他の魚類、河川周辺のさまざまな生物、そしてそれらのすむ河川・周辺環境の復元に、さらには人間活動と河川環境の良好な関係の復活にもつながるはずである。逆に、これらすべての状況の改善の上にネコギギ個体群の再生は可能となるのであり、ネコギギは、本来の生物多様性をはぐくむ真に豊かな河川環境を考えた場合に、まさに「東海地域の清流のシンボル」と位置づけることができる。

北勢地域におけるネコギギと自然豊かな河川中流域の再生を実現していくためには、今後、飼育・再導入計画にとどまらず、「地域住民」・「行政」・「専門家」の三者が交流し、合意形成を行ながら、「川づくり」を成し遂げていかなければならない。なかでも、地域住民が、地域の河川・自然環境とそこにすむ多様な生物について理解し、「郷土」として思い入れを深め、その理解や思い入れを世代にわたって伝達していくことが重要だと思われる。現在においては、地域行政が三者の交流の場を設け、うまく川づくりや地域づくりに活かしていくことが重要であろう。このような地域的な展開の中で、ネコギギの再導入計画を的確に位置づけ、目的意識や達成感を高めながら、長期的な河川・流域環境の復元につなげていくことが理想である。

◆引用文献

- Frankham, R., J. D. Ballou, D. A. Briscoe and K. H. McInness (2002) Introduction to conservation genetics. Cambridge University Press.
- 井上幹生・中野 繁 (1994) 小河川の物理的環境構造と魚類の微生息場所. 日本生態学会誌, 44 : 151-160.
- IUCN(1995) SSC Guidelines For Re Introductions. <http://iucn.org/themes/ssc/pubs/policy/reinte.htm>.
- 三重県 (2005) 天然記念物ネコギギ保護管理指針. 三重県教育委員会.
- 三重県教育委員会・東海淡水生物研究会 (1993) 天然記念物ネコギギー三重県における分布・生態調査報告一. 三重県教育委員会
- 三重県教育委員会・三重県科学技術振興センター (2003) 天然記念物ネコギギ緊急調査報告書. 三重県教育委員会.
- 日本魚類学会 (2005) 生物多様性の保全をめざした魚類の放流ガイドライン.
<http://www.fish-isj.jp/info/050406.html>.
- 佐川志朗・田代 喬・萱場祐一・齊木雅邦・長谷川浩二 (2005) 夜行性希少魚ネコギギの昼間の棲み場所－微小生息場所の物理特性－. 応用生態工学会第9回研究発表会講演集 : 35-38.
- 種生物学会 (2001) 森の分子生態学 遺伝子が語る森林のすがた. 文一総合出版.
- Strahler, A. N. (1957) Quantitative analysis of watershed geomorphology, Transactions of the American Geophysical Union, 38: 913-920.
- 竹門康弘 (1995) 水域の棲み場所を考える. 竹門康弘・玉置昭夫・川端善一郎・谷田一三・向井 宏：棲み場所の生態学, pp.11-66. 平凡社.
- 田代 喬・佐川志朗・萱場祐一・齊木雅邦・長谷川浩二 (2005) 中小河川における希少魚ネコギギの生息環境. 河川技術論文集, 11 : 471-476.
- 渡辺勝敏 (1990) ネコギギの生態調査と保護の現状. 関西自然保護機構会報, (12) : 49-56.
- Watanabe, K. (1994) Mating behavior and larval development of *Pseudobagrus ichikawai* (Siluriformes: Bagridae). Japan. J. Ichthyol., 41: 243-251.
- 渡辺勝敏 (1995) ネコギギ *Pseudobagrus ichikawai* の自然史. 東京水産大学大学院, 平成6年度博士学位論文.

付録－1. 再導入のための IUCN / SSC ガイドライン

以下は、<http://www.iucn.org/themes/ssc/pubs/policy/reinte.htm> に掲載されている、IUCN / SSC (国際自然保護連合／種の保存委員会) の再導入専門家グループ (RSG : Re-introduction Specialist Group) による野生集団の再確立を目的とした「再導入のためのガイドライン (IUCN / SSC Guidelines For Re-Introductions)」を翻訳したものである。IUCN / SSC の許可の下に翻訳・掲載しているが、翻訳の間違い等については IUCN / SSC, 三重県教育委員会、訳者ともに責を負わない。著作権は IUCN あり、無断転用等は不可である。再配布等については事前に訳者（渡辺）に連絡のこと（末尾参照）。

The copyright of this title remains with IUCN which disclaims all errors or omissions in the translation from the original English into Japanese.

再導入のための IUCN / SSC ガイドライン IUCN / SSC Guidelines For Re-Introductions

SSC 再導入専門家グループ
第41回 IUCN 会議（グランド、スイス、1995年5月）で承認

はじめに

このガイドラインは国際自然保護連合 (IUCN) の種の保存委員会 (Species Survival Commission) の再導入専門家グループ (Re introduction Specialist Group) (脚註1) で立案された。これは、世界中で再導入のプロジェクトが増加し、その結果、再導入 re introduction が、有害な副作用をもたらすことなく、その目的である保全上の成果を確実に達成するのを助けるために、専門的なガイドラインが必要とされてきているためである。IUCN は1987年に「生きている生物の移植 Translocation of Living Organisms に関する見解」を作成しているが、再導入の実践に伴うさまざまな要素を包括的にカバーするために、より詳しいガイドラインが必要だと考えられてきた。

これらのガイドラインは、再導入プログラムに便利な、実施手順のガイドとして用いられることを意図するものであり、固定的な実施規定を示すものではない。多くの点は野生種を移動させることよりも、飼育繁殖個体を用いた再導入に関連するものである。その他は特に、創始個体数が限られる、全世界的に絶滅が危惧される種に関するものである。再導入計画案は、計画の功罪をそれぞれごとに十分に検討すべきである。再導入は常にたいへん時間がかかり、複雑で、費用のかかる行為であることを認識すべきである。

スポーツあるいは商業目的での短期間の種の再導入や移植（存続可能な個体群の確立を意図しないもの）は、このガイドラインの扱うものとは異なる問題であり、その視野の外にある。釣りやハンティングがこれに当たる。

このガイドラインは植物や動物の分類群すべてを対象に書かれており、そのため一般的なものである。これは定期的に改訂される予定である。特定の動植物グループの再導入のためのハンドブックを将来用意する予定である。

背景

国際自然保護連合・種の保存委員会の再導入専門家グループは、再導入・移植事業の増加に伴い、設立された。

このグループの優先事項は、他の IUCN の委員会と協議して、IUCN の「生きた生物の移殖に関する見解」(1987) をアップデートすることであった。

このガイドラインが、生物多様性の保全と自然資源の持続的な管理に関する IUCN のポリシーのより幅広い文脈に組み入れられることが重要である。IUCN や他の保全団体の環境保全と管理の基本理念は、「新世界保全戦略 Caring for the Earth」や「世界生物多様性保全戦略 Global Biodiversity Strategy」のような重要な文書に述べられている。これらの文書は、持続可能な自然資源の保全、人間生活の全体的な質の向上、そして生態系の保全（復元）へのコミュニティの関与や参画によるアプローチに必要な幅広いテーマをカバーしている。1つの動植物種の再導入は、一般的に、その種だけが欠けてしまっている場合の生態系の復元 restoration の特別な例といえる。動植物種のセットを完全に復元することはこれまでのところほとんど試みられていない。

単一の動植物種の復元は世界中で頻繁に行われるようになってきた。いくつかの例では成功しているが、多くは失敗している。このような生態学的管理はますます一般的になりつつあるので、再導入が正当化され、かつできるだけ成功するよう、また保全の分野において成功・不成功を先例から学ぶことができるよう、種の保存委員会の再導入専門家グループはガイドラインの策定を優先事項とした。このガイドラインは包括的な事例調査や幅広い分野にわたる協議に基づくものであり、種や条件の多様さにかかわらず、再導入の概念、計画、実行可能性や実施方法がこのガイドラインによってより厳密なものとなることが期待される。

したがって、再導入の計画や承認、実施において直接的で現実的な助けとなるようなガイドラインを作成することが優先された。そのため、ガイドラインの主な対象は、行政機関の意思決定者というよりは、むしろ実務者（通常、管理者や科学者）である。行政機関の意思決定者のためのガイドラインは、必然的に法律や政策的な問題についてより深く考慮したものとなるであろう。

1. 用語の定義

「再導入 re-introduction」：ある種（脚註2）がもともと生息していた地域であったが、すでにそれが絶滅（脚註3）してしまった場所に、その種を定着させるよう試みること（「再定着 re establishment」は再導入と同義であるが、再導入が成功していることも含意する）。

「移植 translocation」：野生個体や個体群をある分布場所から別の場所に、意図的に、人為的に仲介して移動させること。

「補強（強化）re-inforcement / supplementation」：現存個体群に同種の個体を加えること。

「保全的導入 conservation / benign introductions」：保全の目的で、記録のある分布域外の適切な生息場所や生態・地理的地域の中に、ある種を定着させようとする。これはその種のもともとの分布域の中に生息可能地が残されていないときだけに用いることができる保全策である。

2. 再導入のねらいと目標

a. ねらい：

再導入の基本的なねらいは、野外で全般的あるいは地域的に絶滅に至った種、亜種あるいは品種の個体群を、野外で存続可能な自立個体群として定着させることである。再導入はその種のもともとの自然生息地や分布範囲の中で行うべきであり、最低限必要な長期的管理が求められる。

b. 目標：

再導入の目標には次のことが含まれるだろう：種の長期的な存続性を高める；生態系における（生態学的あるいは文化的）キーストーン種を再定着させる；本来の生物多様性を維持あるいは復元する；地域・国家の経済に対して長期的利益を提供する；保全意識を高める；あるいは以上の組み合わせ。

3. 総合的なアプローチ

再導入には、さまざまなバックグラウンドをもつ人間を含むチームからなる総合的（多分野的）なアプローチが必要とされる。それには、行政職員に加えて、全般的な専門技術をカバーするように、行政の自然資源管理機関、非政府機関（NGO）、助成機関、大学、動物医療機関、動物園（あるいは民間の動物繁殖家）、そして植物園からの人員が含まれる。チームリーダーは、さまざまな母体の間の調整に責任を持たなければならず、プロジェクトに関する広報や社会教育に関して準備・対応しなければならない。

4. プロジェクトの事前活動

4 a. 生物学的な事前活動

(i) 実現可能性に関する研究と関連事項の事前調査

- ・再導入される個体の分類学的位置づけに関する調査を行う必要がある。適当な個体数が利用できない場合を除いて、再導入個体は絶滅したものと同じ亜種または品種であることが望ましい。個体の分類的位置づけに疑いがある場合、分子遺伝学的な調査とともに、再導入地域からの個体の消失や結末に関する歴史的情報の調査を実施するべきである。また、その分類群や近縁群の個体群の中あるいは間の遺伝的変異に関する研究も役に立つ。野外個体群が長らく絶滅していた場合には特に注意が必要である。
- ・その種が必須とする条件を明らかにするために、（もし存在していれば）野外個体群の現状や生物学的特性に関する詳細な研究を行うべきである。それには動物の場合、以下のようなものが含まれる：生息場所の選好性、種内変異や地域的な生態条件への適応、社会行動、グループ構成、活動域の広さ、隠れ家や餌の要求、採餌や摂餌行動、捕食者や病気。また植物の場合、生物的・非生物的生息場所要求、分散メカニズム、繁殖様式、共生関係（例えば菌根や受粉媒介者）、害虫や病気が含まれる。総じて、その種の自然誌に関する確かな知識は、再導入計画全体にとって非常に重要である。
- ・当該種の欠落によってできた空白を埋めている種がある場合、それを明らかにしなければならない。再導入される種が生態系に与えると予測される影響を理解することは、個体群の再導入を成功させる上で重要である。
 - ・年ごとに放すべき個体の最適な数や構成、そして存続可能な個体群を確立させるために必要な年数を決定するために、リリース（訳註1）個体群の動態をさまざまな条件設定のもとでモデル化すべきである。
- ・個体群・生息場所存続可能性分析（Population and Habitat Viability Analysis）は、重要な環境・個体群変数を特定し、それらの潜在的な相互作用を調べるために役に立ち、長期的な個体群管理の指針となるだろう。

(ii) 以前になされた再導入に関する調査

- ・再導入の手順を計画する前およびその過程で、以前になされた同種あるいは近縁種の再導入事例に関して精査し、また関連する専門技術をもつ人たちと広い範囲にわたって連絡をとるべきである。

(iii) リリースする場所とリリースのタイプの選択

- ・リリース場所はその種の歴史的な（もともとの）分布域内とすべきである。補強（強化）の初期においては、残存する野生個体はほとんどいないはずである。再導入においては、病気の拡散やその生物の社会の混乱、外来遺伝子の移入を防ぐために、残存個体群は存在してはならない。状況によっては、再導入や補強は囲いなどで限定された地域で行うべきだろう。その場合でも、その種の本来の生息場所・分布域内で行うべきである。
- ・「保全的導入」は、もとの生息地や分布域内に再導入できる可能性がないか、その種の保全上重要な貢献がなされる場合に限って、最後の手段としてのみ実施されるべきものである。
- ・再導入場所は、（公式に、あるいはそうでなくとも）長期的に確実に保護されるべきである。

(iv) 再導入場所の評価

- ・生息適所が利用可能かどうか：再導入はその種の生息場所や景観の要求性が満たされ、将来にわたって維持されると考えられる場合にのみ実施されるべきである。絶滅後に自然生息地が変化している可能性も考えなければならない。同様に、絶滅後の法的・政治的あるいは文化的な環境の変化についても確かめ、制限要因となる可能性を評価する必要がある。再導入場所の面積は、再導入個体群の成長を維持し、長期的に存続可能な（自己持続的な）個体群を保持することができる十分な環境収容量を有する必要がある。
- ・以前の減少原因の特定とその除去あるいは十分なレベルへの減少：減少要因としては、病気、過剰狩猟、過剰採集、汚染、毒による汚染、移入種との競争あるいはそれによる捕食、生息場所の減少、以前の調査や管理計画の負の影響、家畜との競争が含まれ、それらは季節的なものかも知れない。人間活動によりリリース場所が本質的に劣化している場所では、生息場所復元プログラムを再導入に先立ってとりを行わなければならない。

(v) リリースに適したストックの利用可能性

- ・ソース（提供源）となる動物は野生個体群起源のものが望ましい。移植のための創始ストック（証註2）として野生個体群を選ぶことができる場合、ソース個体群は理想的には元の在来個体群と遺伝的に近い関係があり、元の局所的個体群と生態的形質（形態、生理、行動、生息場所の選好性）が似ているものを選ぶべきである。
- ・再導入のために個体を取り除くことにより、飼育ストック群や野外のソース個体群の存続を危険にさらしてはならない。ストックは、プロジェクトの手順に示された内容に沿って、一定の予測可能な基準のもとで利用できることが保証されなければならない。
- ・ドナー（提供源）個体群における移植の影響を調べ、その影響が無視できることが保証された場合のみ、野生個体群からの個体の除去を行うべきである。
- ・飼育あるいは人工増殖されたストックを用いる場合には、現代の保全生物学の考えに従って、人口学的、遺伝学的に十分に管理された個体群からの個体を用いるべきである。
- ・再導入は単に飼育ストックが存在するからという理由で、あるいは単に余剰のストックを処理する方法として実施されてはならない。
- ・将来的なリリース用ストック（政府間の贈り物を含む）については、元のソースから送り出される前に入念な獣医学的な検査手続きを行うべきである。個体群レベルに影響を与える外因性あるいは伝染性の病原体に感染した、または検査結果が陽性であることがわかった動物は、すべて取り除かなければならない。また、残りの未感染あるいは陰性の個体は、再検査までの期間、厳重に隔離されなければならない。再検査をクリアした場合、その動物は移送が可能となる。

- ・深刻な病気の感染は移動・運搬途中（特に大陸間の移動）にも生じ得るので、最大限注意してこのリスクを最小にしなければならない。
- ・ストックは、受け入れ国の獣医学専門家により決められたすべての健康チェックを受けなければならず、必要な場合には隔離・検疫のための適切な処置がなされなければならない。

(vi) 飼育ストックのリリース

- ・哺乳類と鳥類のほとんどの種で、幼若期の個体の経験や学習にその生残は大きく依存している。したがって、飼育環境下における訓練により、野外で生存するために必要な情報を得るために機会を与えるべきである。
- ・潜在的に危険な飼育繁殖動物（大型肉食獣あるいは靈長類）には人をおそれることをおぼえさせ、地域の住民や家畜に危険を及ぼす可能性をなくすための注意が必要である。

4 b. 社会経済的および法的な要請

- ・再導入は、一般に、長期的な資金および行政的なサポートが必要とされる長期的なプロジェクトである。
- ・再導入プログラムが地域のヒト個体群へ与える影響や、コスト、利益を調べるために社会経済的な研究がなさるべきである。
- ・提案されたプロジェクトに対する地域住民の姿勢に関して入念に調査することは、特にその種の減少原因が人間の要因（過剰狩猟、過剰採集、生息場所の消失や変更）による場合、再導入個体群の長期的な保護を確かなものにするために必要である。再導入プログラムは、地域のコミュニティに十分に理解され、受け入れられ、サポートされなければならない。
- ・再導入個体群の安全性が人間活動からのリスクにさらされている場合、再導入地域におけるリスクを最小化するような手段が講じられなければならない。もしその手段が不十分である場合、その再導入を取りやめるか、別のリリース地域を探さなければならない。
- ・再導入や当該種に対するその国の政策について調査すべきである。これには地方自治体、国内、あるいは国際的な法律や規則、新しい方法に関する規定や必要とされる許可をチェックすることが含まれる。
- ・再導入は、受け入れ国における関連するすべての政府機関の許可等の上で実施されなければならない。これは特に境界地域や複数の国を含む場合、また再導入個体群が他の行政地区（states, provinces, territories）に広がり得る場合に重要である。
- ・当該種が人間の生活や財産に潜在的なリスクを与える場合、そのリスクを最小化すべきであり、必要な場合は補償のための適切な方法をとらなければならない。すべての解決法が失敗した場合、リリースした個体の駆除を考えなければならない。回遊・渡り等を行う種の場合、国際的・越境的な手段を講じる必要がある。

5. 計画、準備およびリリースの段階

- ・関連政府機関と土地の所有者の同意、および国内・国際的保全機関との調整を行う。
- ・プログラムのすべての段階で専門的な技術的アドバイスを得ることのできる総合的なチームを構築する。
- ・同意の得られたねらいと目標に関連した、短期的および長期的な成功の指標を設定し、プログラム実行期間を予測する。
- ・プログラムのすべての段階に関する適切な基金を確保する。

- ・再導入が、科学的に集められたデータにより方法論の検証が可能であるような入念に計画された実験となるために、事前・リリース後のモニタリングプログラムを計画する。個体の生残と同様に、健康状態についてのモニタリングが重要であり、問題が生じている場合には何らかの介入が必要となる場合もある。
- ・政府間の贈り物を含む、リリースのためのストックに対して、適切な健康・遺伝学的検査を行う。再導入地域における近縁種の健康検査を行う。
- ・リリース用ストックが野外から得られたものである場合、a) 運搬前にストックが感染・伝染性の病原菌や寄生虫にかかっていないかどうか、また b) ストックが、リリース場所に存在するかもしれない（またソース地域には存在しない）病気の媒介生物（ベクター）に、あるいは免疫を得ていないものにさらされないかどうかについて、十分に確認しなければならない。
- ・リリース前に、リリース場所の野生ストックや家畜の地域固有あるいは流行性の病気に対するワクチンを投与することが適切であると考えられる。免疫が機能するのに十分な時間を与えるために、これは「準備段階」で実施しなければならない。
- ・プログラム中のリリースされたストックの健康を確保するため、適切な獣医学的あるいは園芸学的手法をとる。これには、特に創始ストックが遠方から、あるいは国境を越えてリリース場所に運ばれた場合の適切な隔離手続きが含まれる。
- ・移動期間の個体へのストレスを最小化する方法に特に重点を置いて、ストックをリリース場所への運ぶための輸送計画を策定する。
- ・リリースの戦略を決定する（リリース場所へのリリース個体群の順化；狩猟や採餌を含む行動的訓練；グループ構成、個体数、リリースのパターンと技術；タイミング）。
- ・適切な介入方法に関する方針の策定（下記）。
- ・長期的なサポートのために保全教育を確立する。長期的プログラムに関係する人員の専門的訓練；マスメディアを通じた、あるいは地域コミュニティーにおける広報等；プログラムへの地域住民参加。
- ・リリースに関わる動物福祉は、すべての段階を通しての最重要項目である。

6. リリース後の活動

- ・個体のすべて（あるいは一部）に対してリリース後のモニタリングが必要である。これはきわめて重要なステップであり、直接的（例えば、標識、テレメトリー）、あるいは間接的（例えば、足跡、痕跡）な方法を用いるのが適切だろう。
- ・リリース個体群の人口学的、生態的、行動的研究がなされなければならない。
- ・個体や個体群の長期的な適応のプロセスに関する研究。
- ・死亡率の調査。
- ・必要な場合の介入（例えば、補助的な給餌、獣医学・園芸学的援助）。
- ・必要な場合、プログラムの修正、スケジュールの変更、あるいは中止の決定。
- ・必要な場合、生息場所の保護や復元。
- ・教育、マスメディアなどを使った広報活動の継続。
- ・再導入の技術のコスト－効果や成功・不成功に関する評価。
- ・科学・一般雑誌での正式な出版。

脚註

1. 商用取引において没収された種の処理手続きを決定するためのガイドラインは、IUCNによって別に定められている。
2. この文書を通して、分類単位を「種」と示しているが、明確に定義され得る限り、より低い分類単位（例えば、亜種）でもよい。
3. 最後の個体が死亡したことに合理的な疑いがない場合、その分類群は絶滅したとする。

The IUCN / SSC Re-introduction Specialist Group (RSG) は、特定の分類群について扱うほとんどの SSC Specialist Groups とは対照的に、分類群ではなく分野でまとまったグループであり、幅広い植物や動物種をカバーするものである。RSG は広範囲にわたる国際的なネットワークをもち、再導入計画のデータベースと再導入に関するライブラリをもっている。RSG はニュースレター RE INTRODUCTION NEWS を年2回発行している。

(連絡先：略)

訳註

1. release に対する全動植物に適した訳語が見つからなかつたので、「リリース」という不自然な訳を用いた。「放逐」と訳される場合もあるが、日本語としては不自然であるように思われる。魚類の場合には「放流」と言い替えることができる。
2. stock は、繁殖やリリース目体の育養群・個体のグループのことであるが、すべての文脈で適切な訳語が見つからなかつたので「ストック」のままとした。

翻訳：渡辺勝敏（京都大学大学院理学研究科）
連絡先：watanak @ terra. zool. kyoto u. ac. jp
version 2006-2-23

付録－2.生物多様性の保全をめざした魚類の放流ガイドライン

以下は、<http://www.fish-isj.jp/iin/nature/guideline/2005.html>に掲載されている内容を、日本魚類学会自然保護委員会の許可を得てここに掲載したものである。

生物多様性の保全をめざした魚類の放流ガイドライン

(放流ガイドライン, 2005)

日本魚類学会

要 約

基本的な考え方：希少種・自然環境・生物多様性の保全をめざした魚類の放流は、その目的が達せられるように、放流の是非、放流場所の選定、放流個体の選定、放流の手順、放流後の活動について、専門家等の意見を取り入れながら、十分な検討のもとに実施するべきである。

1. 放流の是非：放流によって保全を行うのは容易でないことを理解し、放流が現状で最も効果的な方法かどうかを検討する必要がある。生息状況の調査、生息条件の整備、生息環境の保全管理、啓発などの継続的な活動を続けることが、概して安易な放流よりはるかに有効であることを認識するべきである。
2. 放流場所の選定：放流場所については、その種の生息の有無や生息環境としての適・不適に関する調査、放流による他種への影響の予測などを行った上で選定するべきである。
3. 放流個体の選定：基本的に放流個体は、放流場所の集団に由来するか、少なくとも同じ水系の集団に由来し、もとの集団がもつさまざまな遺伝的・生態的特性を最大限に含むものとするべきである。また飼育期間や繁殖個体数、病歴などから、野外での存続が可能かどうかを検討する必要がある。特にそれらが不明な市販個体を放流に用いるべきではない。
4. 放流の手順：放流方法（時期や個体数、回数等）については十分に検討し、その記録を公式に残すべきである。
5. 放流後の活動：放流後の継続的なモニタリング、結果の評価や公表、密漁の防止等を行うことが非常に重要である。

はじめに

本ガイドラインの対象は、希少種を中心とする魚類の放流であり、その目的は地域集団（個体群）や生物多様性（※1）の保全である。放流は自然復元のための一つの手段であり、科学的・合理的根拠に基づいて実施されるべきである。本ガイドラインは、放流に関わる者が放流を行うことによる保全上の有効性を検討し、有効と判断された場合に、適切な放流集団を選択し、適切な場所に、適切な方法で放流するための指針である。

本ガイドラインを作成するに至った背景として、希少種や自然環境の保全をめざして、メダカやコイを含む魚類の放流が各地で盛んに行われている現状がある。残念ながら、これらの放流は、本来の生物保護や生物多様性の保全に役立っていなかったり、むしろ有害な場合すらある。国際自然保護連合が再導入のためのガイドライン（※2）

にまとめているように、生物多様性の保全を目標とした放流は、自然復元プログラムとして位置づけられるべきである。

なお、本ガイドラインは、主として野生集団の保全を目的とする放流のためのものである。それ以外の目的を含む水産業やレジャー、ペット投棄などに伴う放流行為を対象としない。しかし、これらの放流も、生物多様性の保全に反して実施されることは望ましくないため、共通する検討事項は多いはずである。

放流に関わる生物多様性に対する問題点には下記のようなものがある。

- ・生息に適さない環境に放流した場合には、放流個体が短期間のうちに死滅するだけに終わる。
- ・在来集団・他種・群集に生態学的負荷（捕食、競合、病気・寄生虫の伝染など）を与える。ひいては生態系に不可逆的な負荷を与えうる。
- ・在来の近縁種と交雑する。その結果、遺伝・形態・生態的に変化し、地域環境への対象種の適応度が下がる。交雑個体に稔性がない場合には、直接的に在来・放流両集団の縮小につながる。
- ・在来の同種集団が、遺伝的多様性（※3）が小さい、あるいは在来集団と異なる遺伝的性質をもつ放流個体と混合したり、置き換わることにより、地域環境への適応度が下がる。

これらの問題を回避するために安易な放流の実施は避けるべきであり、以下の項目を検討するために、さまざまな活動主体（地域住民・市民、行政、研究者、博物館・水族館等）が社会的コンセンサスの下で協働することが望ましい。同時に、本ガイドラインとその主旨を教育や社会活動の場で啓発・周知していく必要がある。

1. 放流の目的とは非

種は一般に複数の地域集団（個体群）から構成される。地域集団は個々に異なる歴史的背景をもち、遺伝的分化を遂げつつある進化的単位である。したがって、放流は歴史的産物である集団の本来の姿を損なう可能性があり、自然環境の保全と相反する行為となりうる。放流が保全上有効な手段であることが予測・説明されない限り、安易に実施すべきではない。

しかしながら、希少魚や地域集団、ひいては群集の保護・保全のために、むしろ放流を促進すべき状況がありうる。例えば、人間活動によって直接・間接的に地域集団や群集がすでに大きく損なわれ、自然集団の維持や再定着のためには、人為的にそれらを復元したり、その補助をすることが求められる場合である。そのための手段としての放流は、上記の問題点に留意し、それらを解決した上で実施されなければならない。また、放流による集団の維持・保全の成功のためには、時間および人的・経済的コストがかかることも認識しておく必要がある。

保全・自然復元のための放流は大きく3つのタイプに分けることができる。

- ・再導入 **re-introduction**：ある種がもともと自然分布し、絶滅してしまったところに、放流により集団を復元させようすること。
- ・補強 **re-inforcement / supplementation**：現存の集団に同種の個体を加えること。
- ・保全的導入 **conservation / benign introductions**：保全の目的で、もとの分布域外の適切な生息場所に、ある種を定着させようすること。

当該の放流がどのタイプに相当するのかを事前に明確にし、それぞれに対応した方法をとるべきである。

- ・対象となる種が生息地すでに絶滅している場合、元の集団と遺伝的・生態的になるべく近いものを復元する

ことが目的となる（再導入）。

- ・まだわずかな個体が生息地に残っているが、自力では集団が維持できない可能性が高い場合には、現存の集団の遺伝・生態的特性を最大限残すようなやり方で、個体を加える（補強）。
- ・保全的導入は、原則として、その種本来の分布域内に生息可能地が残されていなかったり、本来の分布域にある生息可能地だけでは、集団の存続が困難と予測される場合にだけ試みられるべきである。
- ・それ以外の場合、つまり、絶滅の危険性が低い在来集団の生息場所に放流を行うことは、保全上の意義よりも悪影響が大きい場合があるので、放流以外の保全策を検討すべきである。例えば、分布生息状況や生息条件（水質、すみ場所、捕食者など）の調査、減少要因の解明、生息環境の保全管理と改善・整備、継続的な啓発活動などである。

2. 放流場所の決定

1. 放流は、特別な根拠がある場合を除いて、もとの生息場所付近で行うべきである。
2. 放流に先立ち、対象となる種がその場所すでに絶滅したのか、あるいは放流を行わない限り近い将来絶滅する可能性が高いことを、事前の調査活動により、できるだけ高い精度で明らかにしておくべきである。そうでない場合、原則として、放流以外の保全策を検討すべきである。
3. 対象種が生活史をまとうする条件を、その場所が備えている必要がある。例えば、水質、餌、産卵場所、回遊経路に問題がないこと、集団の維持が困難となるような捕食者が存在しないことなどである。また、必要に応じて、環境改善、捕食者の排除などを実施し、生息条件を整える作業も重要である。
4. その場所で、遺伝的多様性の消失や深刻な近交弱勢（※4）が避けられるよう、十分な個体数が維持できる必要がある。
5. 放流個体とその場所の近縁種との間で交雑が進むと予測される場合には、放流を行うべきではない。
6. 他の希少な在来種が不利な影響を受け、絶滅が予測される場所への放流は行うべきではない。
7. 放流場所の管理や所有に関わる諸条件を考慮し、関係者や地域住民との協議を行い、事後の検証も実施されるよう合意を得るべきである。

3. 放流個体の選定

1. 放流個体は、原則的に、放流場所の集団に由来するものであるか、または放流先と同じ水系の地理的近傍に生息し、かつ遺伝的・生態的に近い集団からのものとするべきである。
2. 放流する個体数は、遺伝的多様性を維持するために、多数であることが望ましいが、それらの個体を確保するため、提供元の集団の存続を危機にさらしてはならない。
3. 地理的隔離のある複数集団の混合は、交雫により適応度が低下する可能性があるので（異系交配弱勢※4）、避けるべきである。ただし、放流個体あるいは放流場所の集団において、本来の遺伝的多様性の消失や近交弱勢が進んでいると認められる場合には、集団間の混合も選択肢として考慮されうる。
4. 飼育個体に関しては、元の产地、飼育期間、病歴、遺伝的多様性に関する情報（親魚数や繁殖環境、遺伝マーク※5による調査結果など）が明らかであり、それらが保全の目的に適した場合に限り、放流魚として扱うことができると考えるべきである。特に、上記の情報が不明な市販個体を放流魚に用いるべきではない。
5. 以上の事項を踏まえた上で、最適な放流個体を選定すべきである。

4. 放流の手順

1. 放流場所が法律や地権者などの管理下にある場合、承認・了解を得るための手続きや協議を行う必要がある。
2. 放流個体への負荷を軽減するために、放流の時期、放流個体数、成長段階、移動手段、放流回数などを考慮するべきである。
3. 放流を行った記録を公式に残し、保全目的に反しない限り、公開すべきである。
4. 在来集団および放流個体について、事前に十分な分類学的な検証を行うべきである。もし分類学的に未解決な問題が残った状況で放流を進めざるえない緊急な場合には、今後の分析のために形態および遺伝分析が可能な標本を保存しておくべきである。

5. 放流後の活動

1. 放流場所における集団の生息状況（生残、繁殖個体数、再生産、環境変動への応答、遺伝的性質など）や他種、生態系への影響に関するモニタリングを行う必要がある。
2. 放流によって復元された集団の遺伝的多様性を維持するために、放流個体を補充することが望ましい場合がある。その場合にも、放流個体の選定については十分な検討を行うべきである。
3. 当初の目的（再導入や補強など）が達成されているかどうかを評価するべきである。もし放流による集団の復元が失敗した場合も、その後の施策のために、その失敗理由を把握することが非常に重要である。
4. 放流後の過程で得られた知見や結果を蓄積し、かつ広く周知することが望ましい。
5. その他、密漁防止策、外来種の侵入の防止策、異常渇水等の緊急的な避難対策などが必要であり、これらを効果的に行うために、地域住民や関係団体との連携が必要である。

注釈

- ※ 1 生物多様性：遺伝子から集団、種、景観、生態系にいたる生物や生物間相互作用の多様性の総体。
- ※ 2 IUCN / SSC Guidelines For Re-Introductions (国際自然保護連合/種の保存委員会、再導入専門家グループ),
<http://www.iucnsscrsg.org/>
- ※ 3 遺伝的多様性：あるグループ内の遺伝的な変異の大きさ。各種の遺伝マーカー（※5）で実測される。
- ※ 4 近交弱勢、異系交配弱勢：近親交配（近交弱勢）または遺伝的に遠縁の集団との交配（異系交配弱勢）によって、生残力や繁殖力が弱い個体や集団を生じること。
- ※ 5 遺伝マーカー：タンパク質あるいはDNAの情報を用いて個体や集団の特徴を調べるための標識。特にDNAマーカー（mtDNAや核DNAの塩基配列、マイクロサテライト、RFLP、AFLP、SNPsなど）は無水エタノール中で保存した微量な組織標本で分析可能なので、利便性が高い。

2005年3月26日策定

**員弁川水系 天然記念物ネコギギ保護増殖事業
報 告 書**

絶滅が危惧されるネコギギ個体群の保護増殖・再導入計画(第1期)

平成15～17年度

2006年(平成18年)3月

発行 三重県教育委員会
印刷 光出版印刷株式会社