

学 位 論 文 題 名

Morphological and genetic studies on population ecology
of the Asian sea otter (*Enhydra lutris lutris*)

(形態学的・遺伝学的手法を用いたアジアラッコの個体群生態学的研究)

学位論文内容の要旨

ラッコ (*Enhydra lutris*) は食肉目イタチ科に属し、分布・頭蓋の形態・遺伝的変異などから 3 亜種に分けられている。ラッコは 18-19 世紀の商業的狩猟により生息数が激減し「ボトルネック」を経験したことが知られている。本研究は、その一亜種であるアジアラッコ (*E. l. lutris*) について個体群評価を行うことを目的に、分布様式や生息数、形態的パラメータである頭蓋の成長、遺伝的な個体群構造の詳細に関する研究を行った。さらに、本研究で得られた知見を個体群の保全・管理を行う上での基礎的データとし、効果的な保全策への提言を行うことを目指した。

アジアラッコの南方海域である北海道沿岸において、分布状況の経時的変化を把握する目的で、北海道内遺跡からの遺存体の出土状況、過去の狩猟記録、聞き取りによる近年の目撃および混獲情報に基づく検討を行った。北海道東部・北部に存在する遺跡 38 か所について検索を行った結果、海獣遺存体の出土状況と比較してラッコ遺存体の出土は少数であった。しかし、釧路市幣舞遺跡からは幼獣を含む数個体の遺存体が出土しており、先史時代における周辺での生息が示唆された。しかし、18-19 世紀の資料には北海道沿岸で本種を狩猟した記述が乏しいことから、この時代にラッコは北海道沿岸に生息していなかった可能性が示唆された。近年では、1962 年以降延べ 119 日の目撃と 6 例の混獲が確認され、少なくとも 7 個体が北海道に来遊していることが明らかになった。これらは隣接する歯舞諸島に由来する個体であると考えられた。1996 年以降ラッコの来遊頻度は増加している傾向が認められたが、北海道沿岸では人間活動、特に漁業活動との軋轢が大きいことが懸念され、北海道沿岸に本種が定着する可能性は低いと考えられた。

北方四島における分布様式・生息数については、1999 年から 2001 年に船舶による調査を行い検討した。これまでの報告でボトルネック以後、ラッコは主に択捉島に分布し、歯舞諸島では幼獣を含む少数が生息し、国後島、色丹島では少数が目撃されるのみであることが知られていた。本研究では択捉島、国後島、歯舞諸島で生息が確認された。歯舞諸島では 2001 年の調査で幼獣 8 頭を含む 44 頭が確認され、当地域への再定着、さらに近年の急速な個体数増加が示唆された。その中心地域はハルカリモシリ島であり、密度増加に伴う他地域への個体分

散が示唆された。一方、単独個体の目撃であった国後島や生息が確認されなかった色丹島ではラッコの再定着は示唆されず、また択捉島では全域にわたる調査が行われなかったことから、北方四島全域における生息数・個体群の傾向を把握することはできなかった。

博物館等に保存されている「歴史的な」標本は、ボトルネック以前の個体群について重要な情報を提供する。しかしこれらの標本にはラベルの不備が散見され、生物学的な活用が限られている。そこで、これらの標本について個体群解析に不可欠な雌雄構成を再現する目的で、分子生物学的手法に基づく雌雄判別法の開発を行った。PCR 法により XY 染色体上に座位するアメロゲニンおよび ZFX/ZFY 遺伝子の一部を増幅した結果、増幅配列長において雌雄の変異は認められなかったが、シーケンスにより ZFX/ZFY 遺伝子座 (447bp) に多型が認められた。この多型を認識する制限酵素 *Nla* III で切断することで、本種の雌雄を正確に判別することが可能であった。この方法は新たに内部に設計したプライマーを用いより短い配列 (165bp) を増幅することで、DNA の断片化が進んでいると思われる博物館標本の頭蓋から採集した犬歯歯髄に応用可能であることが確認された。

アジアラッコの北方個体群であるカムチャッカ半島ロパトカ岬個体群について、頭蓋と犬歯の成長に関する形態学的解析を行った。当地域で採集された 460 例の標本について、頭蓋と犬歯の形質 26 か所の計測と、犬歯歯根セメント質年輪による年齢査定を行い、成長様式、個体変異、雌雄変異、相対成長を検討した。標本の一部は本研究で開発された分子生物学の雌雄判別法によって雌雄判別がなされた。雌雄ともにほとんどの形質において 2 歳までに成長を終えることが確認された。犬歯歯根長は生後 1 年で急速に成長を終えるが、歯冠長は咬耗のため 6 歳頃より顕著に減少した。下顎体高、下顎枝高、筋突起長、鼻長、鼻孔最大幅、眼窩上突起間幅などの摂食と呼吸、嗅覚に関する形質では個体変異が大きい傾向にあったが、脳頭蓋最大幅では変異は少なかった。下顎の筋突起は雌雄どちらも優成長を示し、底棲の無脊椎動物を好む食性に関連していることが示唆された。雄の乳様突起における優成長は雄のテリトリー維持に起因するものと考えられた。本種の頭蓋における急速な成長様式から、成獣の頭蓋サイズは幼獣時の栄養状態に影響を受けるものと考えられ、生息環境の指標として有効であることが示唆された。また、地域や年代による食性の変異は、犬歯の咬耗開始時期および程度に反映されるものと考えられた。

種の保全策を講ずる上で、種内の保全単位を定義し、個体群の空間的構造を把握することが必要である。そこで、分子生物学的手法を用いて、アジアラッコの個体群構造と遺伝的多様性、個体群の歴史に関する検討を行った。mtDNA の制限領域 355bp について北方個体群であるロパトカ岬個体群と南方個体群に由来する北海道来遊個体の塩基配列を決定した。6 か所の多型と 4 つのハプロタイプが確認され、遺伝的多様性は他の亜種個体群と同様に低いことが示された。ロパトカ岬と北海道の個体は共通のハプロタイプと地域特異的なハプロタイプを有し、過去には遺伝子流動が存在したが、現在では遺伝子流動は制限され個体群が分断化している可能性が示唆された。個体群の歴史を中立性の検定により検討した結果、ロパトカ岬個体群においては、低い遺伝的多様性がボトルネックに起因しない可能性が考えられた。

以上の研究からアジアラッコの分布域において、北方個体群と南方個体群は過去に遺伝子流動を有したが現在は失われていることが示唆され、アジアラッコの保全を考える上で、それぞれの個体群を適切に維持、管理する必要があると考えられた。南方地域においては生息域が拡大する傾向にあることが明らかとなり、将来的に北海道への来遊が増加することが考えられる。しかし北海道沿岸は漁業活動との競合などの否定的要因が存在するためラッコの定着に適しておらず、南方個体群の保全のためには、北海道への再導入ではなく、北方四島での個体群の維持が重要であると思われた。南方個体群では密猟、食物資源の枯渇、原油流出事故などの脅威が懸念され、体系的な調査と継続的なモニタリングが必要である。形態学的検索の結果は個体群の栄養状態の変化を推察する上で有効であると思われ、本研究で得られた知見は将来的な変化を評価するための基礎データとなる。

学位論文審査の要旨

主査	教授	大泰司	紀之
副査	教授	神谷	正男
副査	助教授	増田	隆一
副査	助教授	鈴木	正嗣

学位論文題名

Morphological and genetic studies on population ecology of the Asian sea otter (*Enhydra lutris lutris*)

(形態学的・遺伝学的手法を用いたアジアラッコの個体群生態学的研究)

申請者は、千島海域に生息するラッコの一亜種であるアジアラッコについて、個体群評価の基礎的情報を得る目的で；1) 北海道沿岸における過去および現在の生息状況、2) 北方四島における生息状況、3) 遺伝学的手法に基づく雌雄判別法、4) 頭蓋および犬歯の成長様式、5) 遺伝的特徴、について明らかにした。その結果、以下のことが示された。

1) 北海道では、先史時代に少数の個体が生息していたが、商業的狩猟が始められた 18 世紀にはすでに絶滅していたと推察された。近年、歯舞諸島での個体数増加を反映し、北海道への来遊頻度は増加傾向にあるが、人間活動との軋轢から定着は困難であることを示唆した。

2) 北方四島では、近年歯舞諸島に再定着し、個体数が急速に増加していることが明らかになり、密度増加に伴う分散が示唆された。

3) 遺伝学的手法に基づき、ZFX/ZFY 領域の塩基置換を利用したラッコの雌雄判別法を確立した。この方法により、従来の方法では困難であった雌の確定が可能になった。さらに、DNA の断片化が進んでいると思われる過去の標本への適用が可能であることが示され、ラベルや記録が不完全な標本の生物学的活用への貢献が期待できる。

4) 頭蓋および犬歯の成長様式、個体変異、雌雄差および相対成長を明らかにした。雌雄共にほとんどの形質において 2 歳までに成長を終えることが確認された。また、雄のテリトリー維持と関連して乳様突起が優成長を示すことを明らかにした。

5) mtDNA の分析から、千島列島の北方と南方の個体群は地域特異的なハプロタイプを有していることを明らかにし、遺伝子流動が制限されている可能性を示した。

以上のように、申請者は、アジアラッコの個体群評価に必要な、生態、形態および遺伝学的

な基礎的知見を提示した。これらの知見は今後、保全・管理策の立案に大きく貢献するものである。よって審査委員一同は申請者が博士（獣医学）の学位を受ける資格を有すると認めた。